

计算机 科学技术与应用

Technology and Application of Computer Science



ART AND TECHNOLOGY PRESS INC.

(517 666 0904)

263 S KENWOOD ST 560

CASPER, WY 82601

Copyright © 2025 by ART AND TECHNOLOGY PRESS INC. (United States)

Complimentary Copy



Editorial Board Member

Rui Liu

Trans-Asia Gas Pipeline Co.,Ltd.

Yun Cui

Jiangsu University of Science and Technology

Wanting Liu

HongFuJin(ZhengZhoHon) Precision Electronitronic Company Limited.

Renda Han

School of Computer Science and Technology, Hainan University

Xiao Tao

ZS Associates

Jilei Liu

Leoch International Technology Limited

Ying Zhou

Shanghai Xunmeng Information Technology Co., Ltd

Xiaoming Shen

Xishan District Anzhen Xiuyi Digital

Computer Repair Studio



计算机科学技术 与应用

Technology and Application of Computer Science

半月刊

第2卷 第14期 2025年7月刊

主管 ART AND TECHNOLOGY PRESS INC.

主办 ART AND TECHNOLOGY PRESS INC.

编辑 《计算机科学技术与应用》编辑部

ISSN(O): 2998-8934

ISSN(P): 2998-8926

地址: 263 S KENWOOD ST 560

CASPER, WY 82601

网址: <https://arttechpress.com>

本刊说明:

凡向本刊所投稿件, 全体作者需签署论文著作权转让声明书和论文发表承诺书, 声明、承诺及相关事项如下:

- 作者将论文的复制权、发行权、网络传播权、翻译权、汇编权、信息网络传播权、改编权等著作权在世界范围内免费转让给本刊。
- 论文不侵犯他人著作权和其他权利, 否则作者将承担由此产生的全部责任, 并赔偿由此给出版单位造成的全部损失。
- 论文署名作者享有该作品的完全著作权, 署名作者的身份真实。
- 论文未曾以任何形式公开发表过。
- 作者所投本刊稿件, 本刊编辑部拥有修改权。

计算机科学与技术 | COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGY

- | | | |
|-----|--|---|
| 001 | 基于车载 IoT 数据的城市智能运输调度与效率提升研究
Research on Urban Intelligent Transportation Dispatching and Efficiency Improvement Based on Vehicle-mounted IoT Data | 康智冬
Kang Zhidong |
| 004 | 信息网络安全中的数据加密与隐私保护方法
Data Encryption and Privacy Protection in Information Network Security | 张亚楠
Zhang Ya'nan |
| 007 | 面向室内高精度定位的 UWB 定位终端硬件电路优化设计研究
Research on Optimized Hardware Circuit Design for UWB Positioning Terminals Targeting Indoor High-Precision Positioning | 楼圣, 陈浙波
Lou Sheng, Chen Zhebo |
| 010 | 基于大数据的中职计算机个性化教学对策分析
Analysis of Countermeasures for Personalized Teaching of Computer Courses in Secondary Vocational Schools Based on Big Data | 柳锦
Liu Jin |
| 013 | 基于脉冲神经网络大模型的理论架构、关键技术与应用探索
Theoretical Architecture, Key Technologies and Application Exploration of Large Models Based on Spiking Neural Networks | 江波, 李劲
Jiang Bo, Li Jin |
| 016 | 铁路货车故障图像智能识别数据集构建技术
Technology for Constructing an Intelligent Recognition Dataset of Railway Wagon Fault Images | 刘丹丹, 金佳鑫, 庞博
Liu Dandan, Jin Jiaxin, Pang Bo |
| 019 | “互联网 + 云计算”背景下智慧停车档案信息资源多元化融合的应用研究
Research on the Application of Diversified Integration of Smart Parking Archive Information Resources Under the Background of "Internet + Cloud Computing" | 杨硕
Yang Shuo |
| 022 | 工程教育专业认证背景下数字电子技术课程教学改革与实践
Teaching Reform and Practice of Digital Electronic Technology Course Under the Background of Engineering Education Professional Certification | 李曼, 刘东波, 刘密, 瞿昊宇
Li Man, Liu Dongbo, Liu Mi, Qu Haoyu |
| 025 | 产教融合下中职计算机教学实践
Teaching Practice of Computer Courses in Secondary Vocational Schools Under the Integration of Industry and Education | 翁炯利
Weng Jiongli |
| 028 | 智能体互联网发展现状与构建路径研究
Research on the Development Status and Construction Path of the Internet of Agents | 武振兴, 郑乔露, 李炳奇, 卞娅靖, 王博霄
Wu Zhenxing, Zheng Qiaolu, Li Bingqi, Bian Yajing, Wang Boxiao |
| 031 | 不确定环境下计算机设备供应链的韧性评估与优化策略研究
Assessment and Optimization Strategies for Resilience of Computer Equipment Supply Chains in an Uncertain Environment | 高滢, 龙宇琪, 牟俊, 易豪
Gao Ying, Long Yuqi, Mou Jun, Yi Hao |
| 034 | 中职计算机专业课程思政建设路径与教学实践探索
Exploration on the Construction Path and Teaching Practice of Ideological and Political Education in Computer Courses of Secondary Vocational Schools | 闫红帆
Yan Hongfan |
| 037 | 数字电子技术课程思政教学实践与探索
Practice and Exploration of Curriculum Ideological and Political Education in Digital Electronic Technology Teaching | 谢家辉, 韩宇菲
Xie Jiaye, Han Yufei |

计算机工程与应用 | COMPUTER ENGINEERING AND APPLICATIONS

040	基于 Gross 情绪调节理论的乡镇“老漂族”APP 设计研究 Research on the APP Design for the "Elderly Migrants" in Rural Areas Based on Gross's Theory of Emotion Regulation	董鑫鑫, 孙薇 Dong Xinxin, Sun Wei
044	多尺度特征融合的无人机红外图像目标检测方法 Multi-Scale Feature Fusion-Based Target Detection Method for UAV Infrared Images	常聚忠, 戴迪, 粟梦涵, 刘虎, 吴连顺 Chang Juzhong, Dai Di, Su Menghan, Liu Hu, Wu Lianshun
047	软件生命周期中的隐性试错成本与用户信任管理——从一次高风险的数据覆盖危机谈起 Hidden Trial-and-Error Costs in the Software Lifecycle and User Trust Management — Starting from a High-Risk Data Overwriting Crisis	黄忠伟 Huang Zhongwei
050	基于 Java Web 在线家具销售系统的设计与实现 Design and Implementation of an Online Furniture Sales System Based on Java Web	唐鹏程, 韩思鑫 Tang Pengcheng, Han Sixin
053	基于 LoRa 的工业无线监测终端硬件电路优化设计研究 Research on Optimized Design of Hardware Circuit for Industrial Wireless Monitoring Terminals Based on LoRa	徐啸威, 酆秋梅 Xu Xiaowei, Li Qiumei
057	基于 OBE 的高铁客运服务专业课程思政融入实训赛创的实施路径与成效评价 Implementation Path and Effectiveness Evaluation of Integrating Ideological and Political Education into "Learning-Training-Competition-Innovation" for High-Speed Rail Passenger Service Major Based on OBE	任娜 Ren Na
060	认知无线传感器网络中基于流量的多路径路由 Traffic-Based Multipath Routing in Cognitive Wireless Sensor Networks	金玉珠, 张宁, 闫莹莹 Jin Yuzhu, Zhang Ning, Yan Yingying
063	数智时代总体国家安全观视域下高校国防教育优化路径探究 Exploration on the Optimization Path of College National Defense Education from the Perspective of the Overall National Security Outlook in the Digital-Intelligent Era	吴腾飞 Wu Tengfei
066	高中英语大单元教学中核心素养的培养路径分析 Analysis of the Cultivation Paths of Core Competencies in High School English Large-Unit Teaching	贺转莲 He Zhuanlian
069	数字经济赋能：四川革命老区数字乡村建设路径探索 Digital Economy Empowerment: Exploring the Path to Digital Rural Development in Sichuan's Revolutionary Old Base Areas	王敏, 陈琳 Wang Min, Chen Lin
072	智能背部按摩椅的结构设计 Structural Design of an Intelligent Back Massage Chair	刘炜东, 宋明德, 徐望皓, 柳畅, 彭志超, 赵燕江 Liu Weidong, Song Mingde, Xu Wanghao, Liu Chang, Peng Zhichao, Zhao Yanjiang
075	自适应局部注意力遮挡图像的情绪识别 Adaptive Local Attention Occlusion for Image Emotion Recognition	陶煦, 黄文豪, 张萍, 丁凯, 李增辉 Tao Xu, Huang Wenhao, Zhang Ping, Ding Kai, Li Zenghui
078	面向应用统计专硕的空间数据分析进阶式案例教学体系构建与实践 Advanced Spatial Data Analysis for Master's Degree in Applied Statistics Construction and Practice of Case Teaching System	王波, 李哲源, 杜雲泰 Wang Bo, Li Zheyuan, Du Yuntai
081	基于典型数据应用场景的数据安全能力建设 Data Security Capability Building Based on Typical Data Application Scenarios	向柳, 张皎, 周姿彤, 董欣 Xiang Liu, Zhang Jiao, Zhou Zitong, Dong Xin
084	大数据赋能高校二级学院多元分类评价体系 Big Data Empowers the Multi-Classified Evaluation System of Secondary Colleges in Universities	龚珏 Gong Jue
087	效率与温度：人机共生的小学作文五阶教学模型构建 Efficiency and Warmth: Construction of a Five-Stage Teaching Model for Primary School Composition in the Human-Machine Symbiosis Era	欧阳艳, 董琛辉 Ouyang Yan, Dong Chenhui
091	一种面向动态场景的3DGS-SLAM 方法 A 3DGS-SLAM Method for Dynamic Scenes	李梓鹏 Li Zipeng

人工智能 | ARTIFICIAL INTELLIGENCE

095	数字孪生技术在车载系统仿真测试中的应用 Application of Digital Twin Technology in Vehicle System Simulation Test	库陈胜 Ku Chensheng
098	基于生成式人工智能的密码学教学新模式 A New Teaching Model of Cryptography Based on Generative Artificial Intelligence	周婉祎, 孙敏杰, 赵苗苗 Zhou Wanyi, Sun Minjie, Zhao Miaomiao
101	人工智能技术在仪器仪表中的发展与应用 Development and Application of Artificial Intelligence Technology in Instrumentation	白磊, 梁诗琦, 高永嘉, 张雨桐 Bai Lei, Liang Shiqi, Gao Yongjia, Zhang Yutong
104	AI 赋能中职图像处理课程教学改革与实践 AI-Empowered Teaching Reform and Practice of Image Processing Course in Secondary Vocational Schools	韦芳 Wei Fang
107	人工智能赋能小学语文古诗词跨学科教学 AI-Empowered Cross-Disciplinary Teaching of Ancient Chinese Poetry in Primary School Chinese	高淳, 邵溢 Gao Chun, Shao Yi
110	基于机器视觉的垃圾识别与分类系统设计 Design of Garbage Identification and Classification System Based on Machine Vision	李亮 Li Liang
113	人工智能通识教育课程与供销专业融合研究 Research on the Integration of Artificial Intelligence General Education Courses with the Supply and Marketing Major	陈贵生 Chen Guisheng

116	基于人工智能的校园智慧安防系统实践研究 Practical Research on AI-Based Intelligent Campus Security System	朱恒 Zhu Heng
119	财务软件与 AI 技术双驱动下高职会计“岗课赛证”协同育人路径探索 Exploration of the Collaborative Education Path for Higher Vocational Accounting Based on the Dual Drive of Financial Software and AI Technology and the Integration of "Jobs, Courses, Competitions and Certifications"	朱桂旗, 王心兰 Zhu Guiqi, Wang Xinlan
122	人工智能时代高职档案管理智能化转型路径探索 Exploration of the Intelligent Transformation Path of Archive Management in Higher Vocational Colleges in the AI Era	郑清一, 尹广月 Zheng Qingyi, Yin Guangyue
125	人工智能领域计算机通信技术与电子信息技术研究 Research on Computer Communication Technology and Electronic Information Technology in the Field of Artificial Intelligence	高亚彤 Gao Yatong
128	AI 赋能教育数字化转型规划计划管理研究 Research on Planning and Program Management of AI-Enabled Education Digital Transformation	李丹, 祁帅辉, 周天任 Li Dan, Qi Shuaihui, Zhou Tianren
131	AI 赋能智慧城市的建设探究 Research on AI-Empowered Smart City Construction	杨硕 Yang Shuo
134	广西中小企业应用 AI 的现实难题与对策研究 Research on Practical Difficulties and Countermeasures of AI Application in Guangxi Small and Medium-Sized Enterprises	杨敏文 Yang Minwen
138	人工智能时代职业本科院校教师角色转变与发展 The Role Transformation and Development of Teachers in Vocational Undergraduate Colleges in the Era of Artificial Intelligence	张妮, 李为丽 Zhang Ni, Li Weili

计算机理论与研究 | COMPUTER THEORY AND RESEARCH

141	中东沙漠牵引式四足仿生机器人构型与机理 Configuration and Mechanism of Traction Bionic Robot with Four Legs for Middle East Desert	周琛知 Zhou Chenzhi
144	工业物联网边缘计算网关硬件系统优化设计研究 Research on Optimized Design of Hardware System for Industrial Internet of Things (IIoT) Edge Computing Gateway	沈国锋, 汤国祥 Shen Guofeng, Tang Guoxiang
148	基于 OBE 理念的高铁客运服务专业课程思政与学训赛创一体育人路径研究 Research on the Integrated Education Path of Ideological and Political Education in Major of High-Speed Rail Passenger Service and "Learning-Training-Competition-Innovation" Based on OBE Concept	任娜 Ren Na
151	简易物联网环境监测节点的设计与实现研究 Research on the Design and Implementation of a Simple IoT Environmental Monitoring Node	宋海辉 Song Haihui
154	高校协同育人机制创新与学生发展效能提升研究 Research on the Innovation of Collaborative Education Mechanism in Colleges and Universities and the Improvement of Student Development Effectiveness	李伟汉 Li Weihan
157	智能制造背景下汽车行业物流供应链数字化转型路径研究 Research on the Digital Transformation Path of Logistics Supply Chain in the Automotive Industry Under the Background of Intelligent Manufacturing	包伟伟, 董方岐 Bao Weiwei, Dong Fangqi
160	新形势下高职院校安全教育效能的研究与实践——以广西水利电力职业技术学院为例 Research and Practice on the Effectiveness of Safety Education in Higher Vocational Colleges Under the New Situation ——A Case Study of Guangxi Water Resources and Electric Power Vocational College	谭程, 梁光强 Tan Cheng, Liang Guangqiang
163	基于物联网的智能配电系统研究 Research on Intelligent Power Distribution System Based on the Internet of Things	朱娜芬 Zhu Nafen
167	中职学生肢体冲突预防性管理研究 Research on Preventive Management of Physical Conflicts among Secondary Vocational School Students	常家印, 仇发家 Chang Jiayin, Qiu Fajia
171	温度对臭氧浓度影响的研究综述 A Review of the Impact of Temperature on Ozone Concentration	彭婷婷 Peng Tingting
175	新时代川东高校红色体育文化传承及发展路径研究 Research on the Inheritance and Development Path of Red Sports Culture in Universities in East Sichuan in the New Era	曾子芮, 张岩松 Zeng Zirui, Zhang Yansong
178	面向新时代高等职业教育商业数据分析人才培养的课程改革研究 Research on Curriculum Reform for Cultivating Business Data Analysis Talents in Higher Vocational Education in the New Era	王晓凤, 张伦, 何九梅 Wang Xiaofeng, Zhang Lun, He Jiumei
181	基于熵权-TOPSIS 模型的过江通道规划方案比选研究 Research on the Comparison and Selection of River-Crossing Channel Planning Schemes Based on the Entropy Weight-TOPSIS Model	杜一川, 张海彬, 陶秋钢, 梅振宇 Du Yichuan, Zhang Haibin, Tao Qiugang, Mei Zhenyu

基于车载 IoT 数据的城市智能运输调度与效率提升研究

康智冬

杭州牛书科技有限公司，浙江 杭州 310000

DOI: 10.61369/TACS.2025140001

摘 要： 随着城市交通需求的快速增长，传统的静态调度方法难以满足实时性与效率需求。本文提出一种基于 IoT 车载数据的动态运输调度框架，结合实时交通状态、车辆载重与能耗信息，实现多目标优化。该框架构建“感知-融合-优化-反馈”的闭环体系，采用动态车辆路径问题（DVRP）模型，以运输时间、成本及能耗为核心优化目标，设计遗传算法与强化学习相结合的混合优化算法动态更新交通权重。实验结果表明，该方法在包含 30 辆车、500+ 订单的一周真实数据集上，相比 Dijkstra 算法、传统 VRP 及单一遗传算法调度策略，平均运输效率提升 12%，能耗降低 8%，车辆利用率提升 15%。研究验证了车载 IoT 数据驱动调度方案的可行性与优越性，为城市智能交通系统的优化升级提供了理论支撑与实践参考。

关 键 词： 物联网（IoT）；城市智能交通；动态调度

Research on Urban Intelligent Transportation Dispatching and Efficiency Improvement Based on Vehicle-mounted IoT Data

Kang Zhidong

Hangzhou Niushu Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract： With the rapid growth of urban traffic demand, traditional static scheduling methods can hardly meet the requirements of real-time performance and efficiency. This paper proposes a dynamic transportation scheduling framework based on vehicle-mounted IoT data, which achieves multi-objective optimization by integrating real-time traffic conditions, vehicle load and energy consumption information. The framework constructs a closed-loop system of "Perception-Fusion-Optimization-Feedback", adopts the Dynamic Vehicle Routing Problem (DVRP) model with transportation time, cost and energy consumption as the core optimization objectives, and designs a hybrid optimization algorithm combining genetic algorithm and reinforcement learning to dynamically update traffic weights. Experimental results based on a one-week real dataset involving 30 vehicles and more than 500 orders show that, compared with the scheduling strategies of Dijkstra algorithm, traditional VRP and single genetic algorithm, the proposed method increases the average transportation efficiency by 12%, reduces energy consumption by 8% and improves vehicle utilization rate by 15%. This research verifies the feasibility and superiority of the scheduling scheme driven by vehicle-mounted IoT data, and provides theoretical support and practical reference for the optimization and upgrading of urban intelligent transportation systems.

Keywords： Internet of Things (IoT); urban intelligent transportation; dynamic scheduling

一、引言

（一）研究背景

在快速城市化进程推动下，城市交通与物流一体化发展趋势日益显著，城市交通流量与物流订单规模呈现爆发式增长态势。城市智能交通系统（Intelligent Transportation Systems, ITS）作为解决交通拥堵、提升运输效率、推动低碳发展的核心支撑，已成为城市治理现代化的重要抓手^[1]。然而，传统城市运输调度模型多基于静态路网信息与历史数据制定调度方案，缺乏对实时交通状态、车辆运行状态及订单需求波动的有效感知与动态响应能力。

随着物联网（Internet of Things, IoT）技术在汽车领域的广泛普及，车载 IoT 设备（如 GPS 定位器、车载传感器、能耗监测仪等）能够高频采集车辆位置、行驶速度、载重状态、能耗数据及发动机运行参数等实时信息。这些数据蕴含着丰富的运输系统运行状态信息，为突破传统静态调度的局限性提供了新的契机^[2]。如何有效挖掘与利用车载 IoT 数据，构建动态、实时、高效的运输调度系统，提升城市交通资源配置效率，降低运输能耗，已成为当前城市智能交通发展面临的核心问题。

（二）问题提出

现有 ITS 优化方法在车载 IoT 数据的利用方面存在明显不足，

主要体现在三个方面：一是调度模式静态化，多数传统调度方法依赖历史交通数据制定固定调度计划，无法实时响应交通拥堵、订单新增等动态变化，导致调度方案与实际运行需求脱节；二是数据利用碎片化，现有方法对车载 IoT 数据的采集维度不完整，且缺乏有效的数据融合机制，难以充分发挥数据的价值；三是优化目标单一化，现有调度优化多以运输时间或成本最小化为核心目标，忽视了能耗指标，与当前低碳交通发展需求不符。这些不足严重制约了运输调度效率的提升，难以满足城市交通与物流一体化发展的需求。

（三）研究贡献

针对现有研究的不足，本文基于车载 IoT 数据构建城市智能运输调度体系，主要贡献如下：（1）提出基于 IoT 的动态调度闭环系统，构建“感知-融合-优化-反馈”全流程架构，实现对交通状态、车辆状态及订单需求的实时感知与动态响应；（2）在调度优化目标中引入运输效率与能耗双重核心指标，构建多目标优化模型，兼顾运输经济性与低碳性；（3）设计遗传算法与强化学习相结合的混合优化算法，通过强化学习动态更新交通权重，提升算法对实时交通变化的适应能力；（4）基于30辆车、500+订单的一周真实物流数据集开展实验验证，证明了所提方法的可行性与优越性。

（四）论文结构

本文后续内容安排如下：第二部分梳理相关研究现状；第三部分详细阐述基于车载 IoT 数据的动态运输调度方法，包括系统架构、优化模型与算法设计；第四部分介绍实验设计与数据来源；第五部分分析实验结果并展开讨论；最后总结全文并展望未来研究方向。

二、相关研究现状

（一）城市智能运输调度研究

城市运输调度的核心是车辆路径优化问题，自 Dantzig 和 Ramser 提出 VRP 模型以来，相关研究已取得大量成果^[3]。传统 VRP 研究多基于静态路网信息，采用精确算法（如分支定界法）或启发式算法（如遗传算法、模拟退火算法）求解运输路径优化问题。然而，静态 VRP 模型难以适应城市交通的动态变化，实际应用效果受限。近年来，动态车辆路径问题成为研究热点，部分学者尝试结合实时交通数据优化调度方案，但多数研究仍依赖交通管控部门提供的宏观交通数据，缺乏对车辆微观运行状态的感知。

（二）IoT 技术在智能交通中的应用研究

IoT 技术的发展为智能交通系统的升级提供了技术支撑。现有研究中，IoT 技术多应用于交通状态监测、车辆定位追踪等基础场景^[4]。例如，部分学者利用车载 GPS 数据实现车辆轨迹追踪与交通流量预测；也有研究通过路侧 IoT 设备采集路网信息，辅助交通管控决策。但在运输调度领域，现有研究对车载 IoT 数据的融合利用不足，尚未形成“数据-模型-调度-反馈”的完整闭环，难以充分发挥 IoT 数据的实时性优势^[5]。

三、研究方法

（一）系统架构设计

（1）IoT 感知层：作为数据采集核心，通过车载 GPS 定位器、速度传感器、载重传感器、能耗监测仪等设备，高频采集车辆位置、行驶速度、加速度、载重、实时能耗、发动机转速等数据，同时通过城市交通管控平台获取实时路网拥堵状态数据，数据采集频率为 10s/次，确保数据的实时性与完整性。

（2）数据融合层：对感知层采集的多源异构数据进行预处理与融合。首先通过数据清洗剔除异常数据（如 GPS 定位漂移数据、传感器故障数据），然后采用加权平均法对同一指标的多源数据进行融合，最后通过数据标准化处理将不同维度数据转换为统一尺度，为后续优化计算提供高质量数据支撑^[6]。

（3）调度优化层：基于融合后的实时数据，构建动态调度优化模型，通过混合优化算法求解最优调度方案，包括车辆路径规划、订单分配、行驶速度调整等内容，实现运输效率与能耗的多目标优化^[7]。

（4）执行反馈层：将优化后的调度方案下发至车载终端与调度中心，指导车辆执行运输任务；同时实时采集车辆执行过程中的实际数据，反馈至数据融合层与调度优化层，动态调整优化模型参数与调度方案，形成闭环优化机制。

（二）动态调度优化模型构建

1. 模型假设

为简化问题，基于实际运输场景提出以下假设：（1）车辆型号统一，最大载重与最大续航里程已知；（2）订单需求已知且不可拆分，需在规定时间内完成配送；（3）路网拓扑结构已知，实时交通拥堵状态可通过 IoT 数据实时获取；（4）不考虑车辆维修、交通事故等突发状况。

2. 目标函数

本文构建以运输时间最短、运输成本最低、能耗最少为目标的多目标优化模型，目标函数如下：

$$\min f = \alpha T + \beta C + \delta E$$

其中，T 为总运输时间（单位：h），包括行驶时间与订单装卸时间；C 为总运输成本（单位：元），包括燃油成本、车辆折旧成本与人工成本；E 为总能耗（单位：L）； α 、 β 、 δ 分别为时间、成本、能耗的权重系数，满足 $\alpha + \beta + \delta = 1$ ，可根据实际调度需求调整，本文通过层次分析法确定 $\alpha = 0.4$ 、 $\beta = 0.3$ 、 $\delta = 0.3$ 。

（三）混合优化算法设计

（1）初始化种群：将车辆调度路径编码为染色体，每个染色体对应一组调度方案，染色体长度为订单数量与车辆数量的乘积，随机生成 N 个初始染色体（本文 N=50），构成初始种群。

（2）适应度函数计算：以多目标优化模型的目标函数值的倒数作为适应度函数，适应度值越大，对应调度方案越优。

（3）遗传操作：采用轮盘赌法选择优秀染色体进入下一代种群；采用单点交叉方式进行交叉操作，交叉概率设为 0.8；采用随机变异方式进行变异操作，变异概率设为 0.1，确保种群多样性。

四、实验设计

（一）数据集来源

实验数据采用某城市物流企业的真实运营数据，数据周期为1周（7天），包含30辆物流车辆的运行数据与500+条物流订单数据。车辆数据包括实时位置、行驶速度、载重、能耗等，订单数据包括订单编号、货物重量、收发地址、时间窗要求等；同时收集该城市同期的实时交通拥堵数据（来源于城市交通管控平台），构建实验数据集。

（二）对比方法

为验证本文所提方法的优越性，选取以下三种常用调度方法作为对比：（1）Dijkstra 算法：传统最短路径算法，以行驶距离最短为目标规划路径；（2）传统 VRP 算法：基于静态路网信息的调度算法，以运输时间最短为目标；（3）单一遗传算法：仅采用遗传算法求解调度优化问题，不考虑实时交通权重动态更新。

（三）评价指标

选取以下三个核心指标评价调度方案的性能：（1）运输时间：所有车辆完成运输任务的总时间，反映运输效率；（2）能耗：所有车辆的总能耗，反映低碳性；（3）车辆利用率：车辆实际载重与最大载重的平均比值，反映资源配置效率。

（四）实验环境

实验采用 Python 3.8编程语言实现，运行环境为 Intel Core i7-10700K 处理器、32GB 内存、Windows 10操作系统。算法参数设置如下：遗传算法种群规模50，迭代次数100，交叉概率0.8，变异概率0.1；强化学习学习率0.1，折扣因子0.9。

五、结果与讨论

（一）实验结果分析

表1为四种方法的实验结果对比。由表1可知，相比三种对比方法，本文所提方法在各项评价指标上均表现更优：（1）运输时间：本文方法总运输时间为286h，相比 Dijkstra 算法（342h）、传统 VRP 算法（325h）、单一遗传算法（301h）分别缩短16.4%、12.0%、5.0%；（2）能耗：本文方法总能耗为1256L，相比三种对比方法分别降低18.2%、8.0%、3.2%；（3）车辆利用率：本文方法车辆利用率为78%，相比三种对比方法分别提升20.0%、15.3%、6.8%。实验结果表明，本文所提方法能够有效提升运输效率，降低能耗，优化资源配置。

参考文献

- [1] 陈疏朗. 智能运输方式如何缓解城市物流带来的压力 [J]. 中国储运, 2025, (06): 124-125.
- [2] 《中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要》发布三周年系列调研简报（三）：智能运输组织更科学、更高效、更经济 [J]. 城市轨道交通, 2023, (06): 13-14.
- [3] 刘艺, 游克思, 陈荃荃, 等. 城市新建商务区末端智慧地下物流应用探索 [J]. 交通与运输, 2021, 37 (02): 63-68.
- [4] 王臣. 基于地铁的城市快递物流智能运输系统的设计 [J]. 技术与市场, 2020, 27 (11): 55-56.
- [5] 中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要 [J]. 城市轨道交通, 2020, (04): 8-23.
- [6] 标准制修订 [J]. 质量与标准化, 2020, (Z1): 106-109.
- [7] 刘蕴博, 勾兆丁, 薛鑫喆, 等. 基于地铁的城市快递物流智能运输系统设计 [J]. 物流技术, 2019, 38 (10): 7-11.
- [8] 周建儒. 基于 Java Web 的智能交通管理系统的设计与仿真 [J]. 信息技术, 2017, (03): 144-146.

表1 四种调度方法性能对比

调度方法	运输时间 (h)	能耗 (L)	车辆利用率 (%)
Dijkstra 算法	342	1535	65
传统 VRP 算法	325	1365	68
单一遗传算法	301	1297	73
本文方法	286	1256	78

（二）动态适应性分析

为验证本文方法的动态适应性，选取实验数据中某一交通拥堵时段（早高峰7:00-9:00）进行专项分析。结果表明，在交通拥堵状态下，本文方法通过强化学习实时更新交通权重，能够快速调整调度路径，避免拥堵路段；而传统 VRP 算法与单一遗传算法因未考虑实时交通变化，仍按预设路径行驶，导致运输时间增加20%以上，能耗增加15%以上^[9]。这一结果证明，本文方法具备良好的动态适应性，能够有效应对实时交通变化。

（三）政策与应用启示

本文研究成果对城市智能交通系统的优化升级具有重要的政策与应用启示：（1）在技术层面，应加快车载 IoT 设备的普及与升级，完善多源数据融合机制，构建统一的智能运输调度数据平台；（2）在政策层面，政府应出台相关政策支持智能运输调度技术的研发与应用，推动物流企业与交通管控部门的数据共享；（3）在应用层面，物流企业可基于本文提出的调度框架优化现有调度系统，提升运营效率，降低运营成本，推动低碳物流发展。

六、结论与展望

（一）结论

本文提出一种基于车载 IoT 数据的城市智能运输调度框架，构建“感知-融合-优化-反馈”四层架构，设计多目标动态调度模型与遗传算法-强化学习混合优化算法。实验结果表明，该方法相比传统调度方法，能够显著提升运输效率、降低能耗、提高车辆利用率，具备良好的动态适应性与实用性。研究充分证明，车载 IoT 数据的有效利用是突破传统静态调度局限性的关键，为城市智能交通调度的优化提供了新的思路与方法。

（二）展望

未来研究可从以下三个方向展开：（1）拓展优化目标维度，将交通安全、客户满意度等指标纳入优化模型，实现更全面的多目标优化；（2）引入深度学习技术，提升数据预测精度，实现调度方案的提前预判与主动优化；（3）考虑多类型车辆（如新能源车辆、无人驾驶车辆）的协同调度，适应未来交通发展趋势。

信息网络安全中的数据加密与隐私保护方法

张亚楠

中国地质博物馆, 北京 100034

DOI: 10.61369/TACS.2025140005

摘 要： 在信息化社会中，数据加密与隐私保护成为保障网络安全的核心技术。数据加密通过对称和非对称加密算法保护信息传输和存储安全，而隐私保护技术则确保个人敏感信息不被滥用或泄露。尽管现有技术已取得显著进展，仍面临密钥管理、量子计算威胁和隐私保护与数据可用性之间的平衡等挑战。未来，量子安全加密算法和更高效的隐私保护技术将成为研究重点。跨领域技术的融合，如人工智能和区块链，将推动数据安全技术的进一步发展。为了应对复杂的网络安全威胁，需综合应用加密、隐私保护和其他安全技术，构建多层次的防护体系。

关 键 词： 数据加密；隐私保护；信息网络安全；加密算法；网络攻击

Data Encryption and Privacy Protection in Information Network Security

Zhang Ya'nán

China Geological Museum, Beijing 100034

Abstract： In the information society, data encryption and privacy protection have become the core technologies to ensure network security. Data encryption protects information transmission and storage security through symmetric and asymmetric encryption algorithms, while privacy protection technology ensures that personal sensitive information is not abused or disclosed. Although the existing technology has made significant progress, it still faces challenges such as key management, quantum computing threats and the balance between privacy protection and data availability. In the future, quantum secure encryption algorithm and more efficient privacy protection technology will become the research focus. The integration of cross domain technologies, such as artificial intelligence and blockchain, will promote the further development of data security technology. In order to deal with complex network security threats, it is necessary to comprehensively apply encryption, privacy protection and other security technologies to build a multi-level protection system.

Keywords： data encryption; privacy protection; information network security; encryption algorithm; network attack

引言

在当今信息化社会，网络安全问题日益严峻，尤其是数据加密和隐私保护技术的研究与应用，已成为确保信息安全的核心议题。随着互联网的普及和数字化信息的广泛使用，个人和企业的数据面临着前所未有的安全风险^[1]。传统的网络防护措施无法完全应对复杂的网络攻击与数据泄露问题，因此，如何有效地应用数据加密与隐私保护技术，成为了信息安全领域的重要课题。这些技术不仅能够增强数据的传输安全性，还能在更大程度上防止用户隐私的泄露，确保信息系统的长期稳定运行。

一、数据加密技术的现状与挑战

（一）数据加密技术的基础原理

数据加密技术通过使用特定的算法，将明文数据转换为密文，确保信息在传输和存储过程中不被未经授权的第三方获取。加密的过程通常依赖于加密密钥，其安全性直接与密钥的复杂性、长度及算法的安全性相关^[2]。常见的加密原理包括对称加密和

非对称加密。对称加密使用相同的密钥进行加密和解密，适用于高效的数据保护场景；非对称加密则采用一对公钥和私钥，公钥用于加密数据，私钥用于解密，广泛应用于互联网安全通信中。加密技术的核心目标是保护数据的机密性和完整性，防止数据泄露和篡改^[3]。

（二）常见的加密算法及其应用

常见的加密算法包括对称加密算法如 AES（高级加密标准）、

DES（数据加密标准），以及非对称加密算法如 RSA、ECC（椭圆曲线密码学）。AES 作为对称加密算法，因其高效性和较强的安全性被广泛应用于电子支付、VPN（虚拟专用网络）和存储加密等领域。RSA 广泛应用于数字签名和密钥交换，常用于 SSL/TLS 协议中以确保网站数据的安全传输^[4]。ECC 因其较小的密钥长度在同等安全性下提供更高的效率，适用于移动设备和物联网（IoT）设备的安全传输。每种加密算法有其适用场景和优缺点，选择合适的加密方法对于网络安全至关重要^[5]。

（三）数据加密面临的挑战与对策

尽管数据加密技术提供了基本的安全防护，但在实际应用中依然面临诸多挑战。首先密钥管理是加密技术中的关键问题，密钥的泄露将使加密系统的安全性失效。随着计算能力的提升，传统的加密算法面临着暴力破解的威胁。为应对这一挑战，需要不断增加密钥长度并采用更为复杂的加密算法，同时加强密钥管理和更新机制。另一方面，量子计算的崛起也对现有的加密算法提出了新的挑战，尤其是非对称加密算法。因此，发展量子安全的加密技术已成为当前研究的热点，未来的加密技术将需要适应新型的计算环境^[6]。

二、隐私保护方法的多维策略

（一）隐私保护的基本概念与重要性

隐私保护指的是在信息处理和数据存储过程中，通过合理的技术手段，确保个人或组织的敏感信息不被未经授权的访问、泄露或滥用。在当今互联网社会，隐私保护已成为信息安全领域的核心问题之一^[7]。随着数据量的爆炸式增长，个人信息、行为数据、位置数据等各种敏感信息在互联网上广泛流通，使得隐私泄露的风险不断增加。特别是在社会工程学攻击、黑客入侵和数据泄露事件频发的背景下，传统的安全防护措施显得不足。隐私保护不仅关乎个人的权利和自由，也影响到社会的信任基础、企业的声誉以及法律合规性。因此，确保隐私不被泄露、滥用或非法访问，是信息社会可持续发展的必要条件。

（二）隐私保护技术的主要形式

隐私保护技术涵盖了多种手段，旨在保障用户的个人信息免受外界威胁。数据脱敏技术，通过对敏感信息进行处理，使其不可直接识别或追溯，广泛应用于金融、医疗等领域。在数据共享过程中，采用“差分隐私”技术，可以在保证数据分析精度的同时，避免泄露单一用户的信息^[8]。这种技术常用于大数据分析和人工智能模型训练中，能够通过添加噪声干扰来增强数据隐私保护。另外，加密技术在隐私保护中同样发挥重要作用，尤其是在信息传输过程中。通过对用户信息进行加密处理，可以有效防止数据在传输过程中被窃取。除此之外，访问控制技术通过对信息访问权限进行细致管理，确保只有授权用户能够获取特定信息，这对于防止信息泄露具有重要作用。

（三）隐私保护在实践中的难点与解决方案

尽管隐私保护技术取得了显著进展，但在实践中仍面临诸多挑战。首先隐私与数据可用性之间的平衡问题始终存在。在很多

场景中，数据共享和分析是不可避免的，而过度保护隐私可能导致数据的有效性受损，影响实际应用的效果。为此，研究者提出了“隐私保护计算”这一概念，力图在保证隐私的前提下，最大限度地提升数据使用的价值。其次隐私保护的 legal 和政策框架在全球范围内尚未统一，数据保护的 legal 差异导致跨境数据流动成为一大挑战。例如欧洲的 GDPR 与其他地区的隐私保护法律存在不同的合规要求，使得企业在全局范围内实施隐私保护时面临高成本和复杂性。针对这一问题，国际间需要加强合作，推动隐私保护标准的统一。隐私保护技术也面临着计算效率和成本的制约。隐私保护技术往往需要较高的计算资源和时间开销，这使得其在一些高性能需求的场景下难以普遍应用。因此，如何提升隐私保护技术的计算效率，降低其实施成本，仍然是当前技术发展的关键方向。

三、数据加密与隐私保护的协同作用

（一）数据加密与隐私保护的结合

数据加密与隐私保护技术在信息安全领域并非独立存在，而是需要紧密结合，共同发挥作用。数据加密通过将明文信息转换为密文，确保数据传输和存储过程中的机密性，而隐私保护则侧重于保障个人或组织的敏感信息不被滥用或泄露。加密技术在保护数据机密性的同时，避免了未授权访问，确保了数据在传输和存储过程中不被窃取。隐私保护则通过对用户信息的处理，使其在分析和共享的同时，尽可能避免用户的个人身份暴露。因此，二者的结合能在不同层面实现信息安全。在大数据分析中，数据加密可以确保数据在传输过程中的机密性，而隐私保护技术如差分隐私可以确保数据共享时不会泄露特定用户的私人信息，从而为信息处理提供了全面的保护。

（二）协同机制的优化方案

数据加密与隐私保护技术的协同作用依赖于合理的机制设计。在实际应用中，如何在保证信息安全的前提下，确保高效的系统性能，是优化协同机制的关键。为此，隐私保护技术与加密技术的融合需要通过新的算法和协议来实现。可以在数据加密后，通过引入“同态加密”技术，在加密数据上直接进行计算，避免了暴露明文数据的风险^[9]。数据访问权限控制机制也可以与加密算法配合使用，通过细化用户访问权限和使用不同级别的加密算法，增强系统的安全性。采用多方安全计算（MPC）等技术，能够在不暴露用户隐私的情况下实现数据共享和处理。这些优化方案有助于在保证隐私保护和数据加密效果的同时，最大限度地提高信息处理的效率。

（三）实际应用中的案例分析

在实际应用中，数据加密与隐私保护的协同作用已被广泛应用于多个领域。金融行业在支付系统中利用加密技术保护用户的交易信息，同时采用隐私保护措施，如匿名化技术，确保用户的金融隐私不被泄露。在医疗行业，患者的医疗记录通过加密算法进行保护，同时使用差分隐私技术，确保在进行医疗数据分析时，不暴露患者的具体身份信息。在智能城市和物联网的应用

中，数据加密和隐私保护的协同使用可以确保设备收集的数据既具备实时性，又不违反用户的隐私权。通过结合先进的加密算法与隐私保护策略，解决了海量数据处理中的隐私泄露风险，同时提升了系统的可扩展性与可靠性。这些应用实例展示了数据加密与隐私保护协同工作的成功实现，为其他行业的隐私保护提供了重要的参考和借鉴。

四、提升信息网络安全综合措施

（一）数据加密与隐私保护的未来发展

随着网络环境的不断演变，数据加密与隐私保护技术的发展面临新挑战。未来，量子计算的崛起将对现有的加密算法产生重大影响，使得当前的非对称加密算法如 RSA 可能会被攻破。因此，发展量子安全加密算法已成为加密技术研究的前沿领域。同样，隐私保护技术也在向更加智能化和高效化的方向发展。差分隐私和同态加密等技术将得到进一步完善，且这些技术的计算效率有望得到显著提高，以适应大规模数据处理的需求。随着人工智能技术的快速发展，利用机器学习模型预测和分析潜在的安全风险，将成为加强隐私保护和加密措施的新途径。同时，隐私计算和多方安全计算等新兴技术的应用将进一步推动数据保护技术的进步。数据加密与隐私保护的未来发展将不仅注重技术创新，还将实现跨领域的融合与突破，以更好地应对复杂的网络安全威胁。

（二）跨领域技术融合的可能性

网络安全威胁的日益复杂，单一技术已难以满足现代信息安全的需求。跨领域技术融合成为提升网络安全的关键途径。人工智能和大数据技术的融合，为数据加密与隐私保护提供了新的思路。AI 算法能够实时监控网络环境，检测异常流量并识别潜在的安全风险，有效辅助加密和隐私保护措施的部署。区块链技术也

在网络安全中找到了应用，它的分布式账本和不可篡改性可以提供一种可靠的安全保障方式^[10]。通过结合区块链与加密技术，可以实现数据在多个节点之间安全传输，同时保证数据的完整性和透明性。物联网设备的普及，也推动了智能化隐私保护技术的发展，通过与加密算法的结合，可以有效提升设备数据的安全性。跨领域技术的融合不仅推动了数据加密和隐私保护的发展，还为信息网络安全全面提升提供了强有力的技术支持。

（三）全面提升网络安全防护的建议

提升网络安全防护需要综合性措施的支持，单一技术或防护手段已经无法满足当前日益复杂的网络安全需求。建立完善的网络安全防护架构，综合运用防火墙、入侵检测系统和数据加密技术，为网络提供多层次防护。进行动态风险评估和实时监控，结合人工智能技术，提升系统对未知威胁的应对能力。对于数据保护，除了加密和隐私保护技术外，完善的用户身份认证机制、访问控制策略以及定期的安全审计是不可或缺的。加强数据备份和灾难恢复机制，以应对系统崩溃或恶意攻击后的数据恢复需求。政策和法律的制定同样至关重要，合理的法律框架能为网络安全提供法律支持，保护企业和个人的权益。通过多维度的安全防护措施，从技术、管理和法律层面共同构建一个强有力的网络安全防护体系，才能有效应对当前和未来的网络安全挑战。

五、结语

数据加密与隐私保护作为信息安全的重要组成部分，在确保数据机密性和用户隐私方面发挥着不可或缺的作用。随着技术的发展，网络安全面临着更为复杂的挑战，迫切需要通过加密与隐私保护技术的创新与结合，推动整体安全水平的提升。未来，跨领域技术融合将为网络安全带来新的突破，从而更好地应对信息安全威胁，保障数据的安全性与用户隐私的完整性。

参考文献

- [1] 王骏翔. 数据加密技术在计算机网络信息安全中的应用 [J]. 数字通信世界, 2023, (7): 141-143.
- [2] 王文强. 电子信息系统中的数据加密技术及安全性提升措施 [J]. 消费电子, 2025, (4): 221-223.
- [3] 周丹钰, 阎允雪, 张建栋, 等. 隐私保护的高效安全三方稀疏数据计算 [J]. 计算机学报, 2024, 47(5): 1179-1193.
- [4] 王海鹏. 计算机网络安全技术在电子信息系统中的应用分析 [J]. 消费电子, 2025, (7): 230-232.
- [5] 张恒, 刘戈威, 黄锐. 融合数据加密技术的网络安全改进策略 [J]. 网络安全与数据治理, 2025, 44(03): 17-21.
- [6] 王珊珊. 数据加密技术在计算机网络安全中的应用 [J]. 软件, 2022, 43(10): 119-121.
- [7] 于霄瀚. 数据加密技术在计算机网络安全中的应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2022, (11): 34-37.
- [8] 马红霞, 张树周. 基于计算机网络信息安全中数据加密技术的研究 [J]. 信息系统工程, 2020, (11): 62-63.
- [9] 朱华德. 数据加密技术在信息网络安全中的运用 [J]. 信息记录材料, 2020, 21(06): 142-143.
- [10] 吕绍鑫. 数据加密技术在信息网络安全中的运用 [J]. 通讯世界, 2020, 27(04): 66-67.

面向室内高精度定位的 UWB 定位终端硬件 电路优化设计研究

楼圣¹, 陈浙波^{2*}

1. 中国电信股份有限公司杭州萧山区分公司, 浙江 杭州 311200

2. 浙江博颖装饰工程有限公司, 浙江 杭州 311100

DOI: 10.61369/TACS.2025140010

摘 要 : 室内高精度定位技术在智能制造、仓储物流、人员安全管理、设备跟踪与人机协同等场景中具有重要应用价值。与传统基于接收信号强度的室内定位方法相比, 超宽带技术具有时间分辨率高、抗多径能力较强、定位精度高等特点, 适合构建高可靠室内定位系统。然而, 在复杂室内环境下, UWB 定位终端仍面临射频链路稳定性不足、参考时钟一致性不高、供电噪声干扰明显、低功耗运行能力有限以及长期工作可靠性不足等问题, 这些因素会直接影响测距精度和定位稳定性。为此, 本文围绕面向室内高精度定位的 UWB 定位终端展开研究, 在分析其硬件电路构成与典型问题的基础上, 从信号采集与状态监测、射频前端与天线匹配、时钟与同步支撑、电源管理与低功耗控制、主控接口协同以及抗干扰与防护等方面提出系统化优化设计思路。研究结果表明, 面向工程应用的硬件电路优化不仅能够改善终端测距一致性和通信稳定性, 还能够为室内高精度定位系统的小型化、低功耗化和高可靠性提供设计参考。

关 键 词 : UWB; 室内高精度定位; 定位终端; 硬件电路; 优化设计

Research on Optimized Hardware Circuit Design for UWB Positioning Terminals Targeting Indoor High-Precision Positioning

Lou Sheng¹, Chen Zhebo^{2*}

1. Hangzhou Xiaoshan District Branch, China Telecom Corporation Limited, Hangzhou, Zhejiang 311200

2. Zhejiang Boying Decoration Engineering Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 311100

Abstract : Indoor high-precision positioning technology holds significant application value in scenarios such as intelligent manufacturing, warehousing and logistics, personnel safety management, equipment tracking, and human-machine collaboration. Compared to traditional indoor positioning methods based on received signal strength, ultra-wideband (UWB) technology offers high time resolution, strong resistance to multipath interference, and high positioning accuracy, making it suitable for constructing highly reliable indoor positioning systems. However, in complex indoor environments, UWB positioning terminals still face challenges such as insufficient stability of the radio frequency (RF) link, inconsistent reference clocks, noticeable power supply noise interference, limited low-power operation capabilities, and inadequate long-term operational reliability, all of which directly affect ranging accuracy and positioning stability. To address these issues, this paper focuses on the research of UWB positioning terminals targeting indoor high-precision positioning. Based on an analysis of their hardware circuit composition and typical problems, systematic optimization design ideas are proposed from aspects such as signal acquisition and status monitoring, RF front-end and antenna matching, clock and synchronization support, power management and low-power control, main control interface collaboration, and anti-interference and protection. The research results indicate that hardware circuit optimization for engineering applications not only improves the ranging consistency and communication stability of the terminals but also provides design references for miniaturization, low-power consumption, and high reliability of indoor high-precision positioning systems.

Keywords : UWB; indoor high-precision positioning; positioning terminal; hardware circuit; optimized design

引言

随着工业互联网、智能物流与数字化管理水平的不断提升, 室内空间中对高精度位置感知的需求日益增强^[1]。传统室内定位方法虽然部署成本较低, 但在复杂遮挡、金属反射和多径干扰环境下, 往往难以同时兼顾定位精度、响应速度与系统稳定性^[2]。超宽带技术由于具备较高的时间分辨能力和较强的路径区分能力, 已成为室内高精度定位的重要技术路线之一^[3]。特别是在仓储货位跟踪、工业人员作业管理、机器人协同定位和资产追踪等场景中, UWB 定位终端作为系统前端感知节点, 其性能直接关系到整个定位系统的应用效果。

从工程应用角度看, 室内高精度定位并不仅仅取决于上层算法设计, 终端侧硬件电路结构同样具有决定性作用。若射频前端设计不

合理, 天线匹配欠佳, 电源纹波较大或参考时钟稳定性不足, 即使采用较优的定位算法, 也难以在真实场景中获得持续稳定的定位结果。同时, 室内部署环境往往存在设备密集、空间封闭、供电条件多样、电磁干扰复杂等现实问题, 这对 UWB 定位终端的硬件设计提出了更高要求。因此, 从终端电路层面分析现有问题, 并提出针对性的优化方案, 具有较强的工程意义和应用价值^[4]。

基于此, 本文以面向室内高精度定位的 UWB 定位终端为研究对象, 结合其硬件组成和典型工作场景, 分析当前终端电路在测距一致性、时钟同步、功耗控制与抗干扰能力等方面存在的不足, 并围绕关键功能模块提出优化设计思路, 以期对相关系统的设计与应用提供参考。

一、面向室内高精度定位的 UWB 定位终端硬件电路现状分析

(一) 硬件电路构成单元解析

UWB 定位终端通常由主控单元、UWB 收发单元、参考时钟单元、天线与匹配网络、电源管理单元、状态采集与辅助接口单元以及防护电路单元构成^[5]。主控单元主要负责终端工作流程管理、测距任务调度、数据缓存、状态控制和外设接口管理; UWB 收发单元承担脉冲信号发射、接收与时间信息提取等核心功能, 是实现高精度测距的关键部分; 参考时钟单元则为收发链路和主控逻辑提供稳定时基, 其稳定性直接影响时间戳质量。与此同时, 天线及其匹配网络决定了能量辐射效率和链路一致性, 电源管理单元则负责将电池或外部输入转换为各功能模块所需的稳定供电, 保障终端在不同工作模式下可靠运行。

对于室内定位系统而言, 终端既可以作为移动标签使用, 也可以作为固定基站节点使用, 两类终端在设计重点上存在差异。移动标签更强调体积、续航和便携性, 要求硬件结构紧凑且平均功耗较低; 固定基站则更强调长时间连续运行能力、时钟同步支撑能力以及与上位设备之间的稳定连接能力。因此, 同一类 UWB 技术在不同终端角色中的电路设计侧重点并不完全一致, 必须结合实际应用场景进行结构划分和方案选取。

(二) 测距精度波动与射频链路一致性不足

在高精度室内定位中, 测距结果的稳定性是影响最终定位质量的核心因素之一。UWB 虽然具备较强的时间分辨优势, 但终端在复杂室内环境中仍容易出现测距波动偏大的问题。产生这一现象的原因, 一方面来自环境中的遮挡、多径和反射, 另一方面则与终端自身硬件链路一致性密切相关。例如, 不同批次终端若在天线参数、匹配网络、前端损耗和布局结构上存在差异, 就可能导致收发性能不一致, 从而引起测距偏差累积^[6]。

此外, 若射频区与数字控制区未进行有效隔离, 主控开关噪声和高速接口跳变会通过供电或布线耦合至射频链路, 使接收波形质量下降, 进而影响时间信息提取的准确性。对于室内高精度定位系统而言, 这类问题往往不会表现为完全失效, 而是体现为测距结果离散度变大、定位点不稳定、轨迹漂移明显等现象, 因而更具隐蔽性。

(三) 参考时钟稳定性不足制约定位精度提升

UWB 定位终端对时间基准质量高度敏感。无论是基于双向测距的工作方式, 还是基于时间差的定位方式, 终端内部参考时钟的精度、抖动和温漂都会影响时间信息的一致性。当终端在连续运行过程中受到温度变化、供电波动或外部噪声影响时, 时钟稳定度下降, 容易引起测距结果漂移, 严重时还会影响多节点协同定位效果^[7]。

在实际工程中, 部分终端设计中对时钟单元的重视程度不足, 仅将其视为常规基础电路, 而没有从定位精度需求出发进行专门优化。例如, 时钟器件选型偏重成本控制, 去耦和布局不够合理, 时钟信号线靠近高干扰区域, 都会降低时基质量。对高精度室内定位系统而言, 这类问题会成为制约系统精度上限的重要因素。

(四) 功耗控制与长期稳定运行能力有待增强

室内定位终端通常需要长时间持续工作, 尤其是移动标签类设备, 多依赖电池供电, 要求具备较强的低功耗运行能力^[8]。然而在实际设计中, 一些终端存在休眠控制不细、外设上电时序不合理、发射峰值电流应对能力不足等问题, 导致系统平均功耗偏高, 续航能力受限。与此同时, 若电源管理设计缺乏分域控制和动态调度, 不仅会增加能耗, 还可能由于电压瞬态波动影响收发链路稳定性。

另外, 室内应用环境中常伴随设备集中布设、频繁启停以及电磁环境变化等问题, 终端需要具备较好的抗扰能力和长期运行稳定性。若防护设计、接地设计和接口隔离措施不足, 系统在长时间运行后容易出现异常复位、通信不稳或状态漂移等问题, 影响定位系统的整体可用性。

二、面向室内高精度定位的 UWB 定位终端硬件电路优化设计

(一) 面向状态可感知的信号采集与辅助监测电路优化设计

虽然 UWB 定位终端的核心功能在于高精度测距, 但仅依赖收发链路本身并不足以支撑高可靠工程应用。为了提高系统可诊断性和运行稳定性, 终端应建立必要的状态采集与辅助监测机制。具体而言, 可将电池电压、关键电源轨电平、芯片温度、接口工作状态等信息纳入基础监测范围, 并通过主控单元周期采集与分析, 为运行策略调整提供依据。

在电路设计上, 状态采集部分应尽量与高频射频链路隔离布设, 防止低速采样电路引入额外噪声。对电源电压检测电路, 可采用高阻分压与缓冲输入相结合的方式, 在降低静态功耗的同时保证采样稳定性; 对温度监测和异常状态判断, 可利用片上资源与简单外围电路配合实现, 避免过度增加系统复杂度。若系统引入惯性器件用于辅助唤醒或运动判断, 则应单独规划其供电和接口滤波路径, 以减少数字总线对主定位链路的干扰。

该类优化的意义不在于提升单次测距极限指标, 而在于为终端运行状态建立可感知基础, 从而使系统能够根据环境变化和设备状态动态调整工作模式, 减少无效测距和异常工作带来的性能波动。

(二) UWB 射频前端与天线匹配电路的可靠性设计

射频前端是 UWB 定位终端最关键的硬件部分之一, 其设计质量直接影响信号收发效率和终端间一致性。为了提升系统在室

内复杂环境中的测距可靠性，首先应从天线与匹配网络入手进行优化。天线应结合终端安装方式、外壳结构和使用姿态进行选型，尽量保证在目标工作频段内具备较好的辐射稳定性；匹配网络则需围绕终端实际布局进行调整，避免仅依赖理论参数配置而忽视整机装配后的性能变化^[9]。

在布局布线方面，射频区应与数字处理区、电源转换区保持合理间隔，减少开关噪声和时钟干扰对接收端的影响。高频信号走线应尽量短直，减少不必要的过孔与拐角，保持特性阻抗连续；对于外接天线结构，还应在连接端附近配置适当的防护器件和地回路路径，防止静电和瞬态冲击对前端造成破坏。若工程环境对接收灵敏度有更高要求，可适当引入低噪声前端支撑，但必须兼顾增益、线性和系统稳定性，避免因前端过度放大而引入新的失真问题。

通过对射频前端与天线匹配网络的系统优化，可提升终端之间的收发一致性，减小部署后性能离散，从而为高精度定位提供更稳定的硬件基础。

（三）参考时钟与同步支撑电路的稳定化设计

高精度定位终端对时间基准具有较高依赖性，因此参考时钟与同步支撑电路必须作为重点优化对象。首先，在器件选择上，应优先考虑稳定度较高、抖动较小的时钟器件，并结合终端应用环境考虑温漂性能。对于需要长期连续工作的固定节点，时钟单元更应注重持续稳定性和环境适应性，而不是单纯关注初始成本。

其次，在电源与布局设计层面，应为时钟相关电路提供相对纯净的供电路径，避免与高频开关电源或大电流发射支路共用噪声较大的电源回路。时钟去耦电容应靠近器件布置，时钟走线应尽量短且远离高扰动区域，必要时可通过分区布局与接地围栏等方式减轻耦合影响。对于多节点定位系统，固定基站侧还应预留必要的同步支撑接口，为后续系统扩展和同步机制优化提供条件。

在工程实现中，很多定位误差并非由明显故障造成，而是来源于时钟质量不足引起的缓慢漂移和一致性下降。因此，强化参考时钟与同步支撑电路的设计，不仅有助于提高单节点测距稳定性，也有利于提升多节点协同定位系统的整体精度与长期可靠性。

（四）电源管理与低功耗控制电路的协同化设计

为了兼顾室内定位终端的续航能力与稳定运行需求，电源管理电路应采用分层分域设计思路。对主控数字处理部分，可优先采用效率较高的供电方案，以降低系统平均功耗；对射频前端、时钟单元以及对噪声敏感的辅助模拟电路，则应采用更稳定的供电支路，必要时通过局部滤波和隔离措施抑制噪声传播。通过这种方式，可在效率与稳定性之间实现相对平衡。

在低功耗控制方面，终端应根据不同工作场景建立“唤醒—测距—处理—休眠”的闭环运行机制。对于移动标签，可根据运动状态、定位需求和上报频率动态调整工作节奏，避免长时间维持高活跃状态；对于固定节点，则可围绕持续工作需求优化待机功耗和峰值供电能力。为了防止发射瞬态引起供电跌落，还应在关键芯片附近合理配置去耦电容，并优化供电回路长度和回流路径，保证在高负载切换时系统不出现异常复位或波形畸变。

此外，电源管理不应仅停留在供电转换层面，还应与主控策略相结合，通过软件控制硬件开关实现外设按需上电、分阶段初始化和异常状态恢复，从而提升终端整体能效水平和可靠性。

（五）主控接口协同与抗干扰防护电路的系统化设计

UWB 定位终端中的主控单元承担着任务调度和外设管理功能，其与收发芯片之间的接口稳定性直接影响系统运行效果。为了提高整体协同性，主控与 UWB 单元之间的通信应尽量采用中断驱动或事件触发方式，减少低效轮询造成的功耗增加和时序冗余。接口布线应控制长度，必要时通过串联阻尼和合理端接抑制边沿振荡，提升数据传输稳定性。对于调试口、升级口等外部接口，则应做好静电防护和必要隔离，避免外部接入动作影响系统正常工作^[10]。

在抗干扰设计方面，应从系统层面统一规划射频区、数字区和电源区的布局关系，减少不同功能模块之间的串扰。关键信号回路应优先保证回流完整，避免跨分割面布线引起附加辐射和干扰；对终端外壳、连接器和裸露接口，则应结合应用环境增加静电泄放与保护路径。对于需要在设备密集环境中运行的室内定位终端，还应兼顾长期部署条件下的防尘、防潮和结构稳定性设计，以降低环境因素对电子性能的持续影响。

从工程实践看，很多定位系统的问题并不来自核心芯片性能不足，而是出现在接口时序、接地回路、防护措施和布线细节等环节。因此，将主控接口协同与抗干扰防护纳入统一设计框架，是提升 UWB 定位终端工程可用性的重要途径。

三、结语

本文围绕面向室内高精度定位的 UWB 定位终端硬件电路展开研究，在分析其硬件构成及典型问题的基础上，指出现有终端在射频链路一致性、参考时钟稳定性、功耗控制以及长期可靠性等方面仍存在不足。针对上述问题，本文从状态采集与辅助监测、射频前端与天线匹配、时钟与同步支撑、电源管理与低功耗控制、主控接口协同以及抗干扰防护等方面提出了系统化优化设计思路。整体来看，UWB 定位终端性能提升不应仅依赖上层算法优化，更需要从底层硬件结构出发建立稳定、低噪、协同和可维护的工程实现路径。该研究可为室内高精度定位终端的设计优化与工程应用提供参考。

参考文献

- [1] 杨奎河，胡新红. 室内定位技术研究综述 [J]. 信息通信, 2018, 31(8): 106-109.
- [2] 张胜利，焦诚，付永恒. 室内定位方法和技术综述 [J]. 数字技术与应用, 2018, 36(10): 73-74, 76.
- [3] 王远来，吕嘉妮，李佳豪，杨会. 基于 UWB 的高精度室内定位系统 [J]. 长江信息通信, 2021, 34(3): 111-114, 117.
- [4] 陈献，王贵鑫. 室内定位技术发展及应用研究 [J]. 科学技术创新, 2019(17): 83-85.
- [5] 张子明，王从庆. 基于超宽带技术的室内定位系统应用开发 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2021, 21(4): 76-80.
- [6] 郝晴晴. 基于 UWB 的超高精度室内定位系统 [J]. 无线互联科技, 2021, 18(16): 120-122.
- [7] 刘子恒，焦良葆，孙宏伟，袁枫，路绳方. 基于洪泛机制准同步的 UWB 定位效率优化研究 [J]. 计算机测量与控制, 2022, 30(2): 207-214.
- [8] 王喆，周畅，刁攀. 基于 UWB 的可穿戴式人员定位设备设计与研究 [J]. 科学技术创新, 2021(11): 181-183.
- [9] 曹露露，张朝旭，于欣怡，吴松芮，谢印忠. 基于 UWB 室内定位系统应用与研究 [J]. 工业控制计算机, 2022(1): 72-74.
- [10] 赵俊蕾，李勇，刘海峰，王文轩. 基于 UWB 定位技术的变电站安全监控系统设计 [J]. 电气自动化, 2021, 43(2): 13-15.

基于大数据的中职计算机个性化教学对策分析

柳锦

曲靖财经学校, 云南 曲靖 655000

DOI: 10.61369/TACS.2025140016

摘 要 : 基于数字化转型和职业教育改革的深化, 传统教学模式很难满足中职计算机学生的多样化发展所需。而个性化教学的开展, 有助于提高教学质量, 培养出更多高素质人才。大数据技术可以采集学生学习过程、行为轨迹等信息, 为开展个性化教学提供助力。本研究从中职计算机专业角度出发, 分析了当前个性化教学存在的问题, 并提出具体的教学实践策略, 旨在加强大数据技术的应用, 为中职计算机个性化教学的开展提供理论与实践借鉴, 助力学生健康发展。

关 键 词 : 大数据; 中职教育; 计算机教学; 个性化教学; 教学对策

Analysis of Countermeasures for Personalized Teaching of Computer Courses in Secondary Vocational Schools Based on Big Data

Liu Jin

Qujing Finance and Economics School, Qujing, Yunnan 655000

Abstract : With the deepening of digital transformation and vocational education reform, traditional teaching models can hardly meet the diverse development needs of secondary vocational school students majoring in computer science. The implementation of personalized teaching helps improve teaching quality and cultivate more high-quality technical talents. Big data technology can collect information such as students' learning processes and behavioral trajectories, providing strong support for the development of personalized teaching. From the perspective of the computer major in secondary vocational schools, this study analyzes the current problems existing in personalized teaching and puts forward specific teaching practice strategies. It aims to strengthen the application of big data technology, provide theoretical and practical references for the implementation of personalized computer teaching in secondary vocational schools, and facilitate the healthy development of students.

Keywords : big data; secondary vocational education; computer teaching; personalized teaching; teaching countermeasures

引言

在大数据时代背景下, 大数据、人工智能等技术促进了社会经济结构和产业形态的改变。中职计算机专业与信息技术发展密切相关, 其教育肩负着培养技能型人才的使命, 但也存在一些问题, 如学生缺乏学习兴致等。其中个性化教学的开展, 可以更好的尊重学生差异, 结合其知识、学习能力, 进行差异化教学目标的设计, 激发学生潜能。大数据技术在教育行业的应用, 可以结合教学数据, 重视学习过程数据的采集, 进行深层次的挖掘、分析, 为学生构建良好的学习画像, 促进个性化教学的实现, 切实提高计算机教学质量。

一、中职计算机个性化教学的现状

第一, 个性化教学基础薄弱。当前时代背景下, 中职学校开展的学情分析常常依赖入学成绩、阶段分数等数据, 其分析具有静态特征, 很难解答关键性问题^[1]。在中职计算机专业的个性化教学环节, 由于学情分析的滞后, 教师往往只能进行简单分层, 很难真正实现因材施教, 教学效果有待提升。

第二, 教学资源难以适配多元需求。当前教育信息化建设呈现“重规模, 轻精准”的特点, 教材更新慢于技术革新速度, 新

增的数字化资源在线课程, 多媒体课件, 题库系统大都依照标准化设计思路, 重视知识点覆盖面, 轻视个性化对接, 缺乏层次递进与差异化支持机制, 拿计算机网络基础学科来说, “一刀切”教学模式使得部分学生陷入学习瓶颈或者时间浪费的状况, 既有教育资源未构建起依循大数据剖析的数据推动型智能化标签系统, 无法做到动态推荐最符合个体特征的最佳学习方案, 教辅资源配置效率低, 难以符合多种化教学需求。

第三, 个性化互动与指导不足。时空限制与课程计划的框定局限了传统课堂教学模式, 进化出的“讲授-演示-练习”三步

骤标准化教学流程^[2]。项目驱动法和任务导向教学法广泛传播中存在瓶颈,僵化任务、单一标准等实际行动中,教师会因精力分散导致不能掌握每位学生进展情形,部分学生认知水平发展状况、探寻路径和即时需求易被遮蔽。

第四,教学评价体系单一。教学评价体系仍较依赖终结性考查,主要表现在试卷笔试与机试上,考的是知识点和技能的碎片化记忆,重点在单一下技能操作水平,这种“一考定终生”的模式,无法整体体现学生的综合性学习投入、进步历程、团队合作能力和创新思维、应对实际问题能力等综合素质,暴露出教育上的公平隐患,且使教学转变成成绩主导^[3]。

二、基于大数据的中职计算机个性化教学对策

(一) 基于数据分析,制作微课视频资源

微课作为个性化学习的重要载体,通过大数据技术从“经验驱动”转向“数据驱动”,逐渐成为一种精准契合学生需求的高效教学工具^[4]。数据驱动的教学设计与精准内容规划,教师在微课开发之初,要整合在线预习测评、历史作业记录、论坛互动热点等多源信息,精准掌握目标知识点(Excel VLOOKUP 函数)中学生的核心困惑点与易错环节,如果统计数据表明“第四参数(范围匹配类型)”是主要难点,那么就要以这个核心问题为重点进行专项教学,用约5至7分钟的时间,借助典型正误案例对比、动态图表解析等方式深入阐释原理,而不是简单重复教材内容或者全面覆盖所有细节^[5]。构建层次化、可扩展微课资源库的设计理念,围绕特定教学主题,要按照学生群体能力差异开发认知基础、理解深化、实践应用三个层次和理论阐释、案例分析、动态演示等多种形式的教学素材。系统依据用户已有的知识水平、过往的学习轨迹以及即时的互动反馈信息,智能推送最契合其个人需求的起始引导方案。

嵌入交互与数据采集点,微课程设计时要重视核心环节交互功能的布局,包含嵌入式选择题,拖拽练习以及代码填空等互动模块,这些设置一方面有益于保持学习者注意力的集中程度,另一方面能够准确追踪其认知发展轨迹数据,借助智能算法分析学员答题记录,当发现连续性错误时,系统就能立即推送相关基础知识讲解视频或者提示信息,以此达成教学资源的动态适配并构建起个性化支持方案^[6]。

(二) 实施翻转课堂模式

翻转课堂教学模式依靠时空重构理念,给个性化互动给予了落实途径,而且用大数据技术优化了教学设计的精确度和执行速度,它的基本架构主要包括三个核心部分:课前根据数据分析作出的学情评定,课堂里依照个体差异量身定制的教学方案,课后持续跟踪并反馈的机制。

课前:深度学情分析,找准教学“靶心”,学生通过教学平台完成课前微课学习、在线练习及预习反馈,教师后台可生成一份多维度学情分析报告:不仅能看到全班正确率,还能看到每个学生的学习路径视频观看时长及暂停点分布、练习题首次尝试正确率、反复错的题目类型、在讨论区提出的问题等,通过聚类分

析,能清晰地将学生分为“已熟练掌握组”“基本理解但存疑组”和“存在基础障碍组”,并明确各组的困惑点,教师备课不再是“我要讲什么”,而是“基于学生的困难,我该组织什么活动来解决”。

课中:差异化分组协作和个人化指导模式开展之后,课堂教学重点渐渐向高层次思维塑造和实践问题解决方向转变,“数据库查询优化”课程中,“已掌握组”的学员被分配处理实际场景中的慢查询日志分析任务,独自完成改进策略的设计;“存疑组”通过结构化对比实验探究索引配置对查询性能的影响规律;面对“障碍组”,教师采用个别辅导方式,利用可视化工具深入剖析复杂 SQL 语句的执行机制^[7],在此期间,教师的身份转变为引导者和辅助者的双重角色,其干预措施依照前期数据分析结果并结合课堂实时反馈不断调整,从而达成精准教学目标。

课后:基于数据驱动的个性化学习路径设计,课后巩固练习特色因人而异,该体系的运行机制基于系统对学生画像开展实时更新并不断改善,通过将课堂互动数据及作业提交后即时反馈的信息进行全方位解析,平台能够画出每一位学习者特有的个体特征与需求,在某个同学接连几次在“多表关联”模块抛出同类错误情形下,系统会自动把对应的学习微课推送,并依照由浅入深之等级向对应配套试题套装提供推荐指令,还通报给教师发出异常讯号的通知条,如此构建起这条完整的自主探究-智能评估-精准扶助-检验成果升降轮机式的学习环^[8]。

(三) 搭建智慧化网络教学平台,构建个性化学习环境

个性化教育理念的达成要依靠稳定又智能化的技术支撑体系,而依托大数据技术打造的智慧教学平台则成为其中的重要基础架构之一。

第一,建立一体化数据中台来实现全生命周期学习数据的整合,这个平台要统筹课程管理、资源库维护、在线编程环境搭建、项目协作工具部署、社区交流功能集成以及评估反馈系统对接,从而避免信息孤岛现象的发生,通过技术保障手段使各类学习行为数据都能安全合规地存储起来,再在此基础上建立多个维度的个体发展档案数据库体系。

第二,智能教育平台依靠先进的数据分析工具,利用学习分析技术对原始数据进行深入挖掘加工,从而生成可视化学生画像模型。“知识图谱”可以呈现学生在某一学科领域的技能分布状况,“行为特征标签”则涵盖时间偏好、资源利用习惯、认知风格类型等多种信息,这一动态个人档案既为教师开展个性化教学提供参考,又为智能化决策系统研发提供理论基础和技术支持^[9]。

第三,个性化推荐与自适应学习路径。基于学习者画像,平台应具备智能推荐功能:资源推荐:学生学习“面向对象编程”感觉困难时,推荐“类与对象”的动画演示微课或一个经典的、代码注释详尽的案例项目。同伴推荐:项目式学习中,推荐需要帮助的学生一位擅长此领域且乐于助人的“伙伴”,或推荐水平相当、学习风格互补的学生组成协作小组。路径推荐:推荐学有余力的学生后续进阶学习内容。

(四) 完善基于多维数据的综合性教学评价体系

大数据使得教学评价从单一、终结性走向多元、过程性与发

展性，真正实现“为学习而评价”。

过程性评估时数据化和可视化的研究，系统自动采集并且量化学习进程中各个要素的表现数据，包括代码提交次数和改进比例，线上互动的质量与贡献数量，项目报告完成状态以及团队合作中交流事项等核心部分，凭借科学设计的权重分配模型，把多种异形的数据融合成综合评价的结果，针对学生自身及教师发出“能力雷达图”或者“发展轨迹曲线”，直观呈现其在专业理论知识、实践运用技巧、创新思维水平以及协同合作意识等方面的动态变化趋势，增强成长收获的透明性和可信性^[10]。

依靠学习档案袋的综合性体系，就得创建一个数字化平台来追踪学生整个学业轨迹，并包含了以下部分却不可能全部：最终成果、各项阶段性测试数据、核心作业修订资料、原创编程代码片段、问题解决路径图、小组研讨文档、项目总结反思之类的内容，这种汇报形状囊括了个人完整认理成长轨迹，同时也满足作为衡量整体素质水平、能力认证推荐重要根底架构，使既有评价

系统的性能有显著扩展呈现。

三、结束语

综上所述，大数据技术应用于中职计算机教育的事例，已远远突破传统意义上将两者简单叠加的工具化状态，化作促使教学理念与实践范式更新的内驱力，通过数据可视打破学习过程中隐匿性的局限，“因材施教”教育蓝图得以大规模精准执行，却有“精细育人”生机。未来，教育大数据会持续累积，分析算法也会不断改善，依靠数据来推动个性化教学模式的发展，这种模式会慢慢步入智能化，隐性化，人性化的崭新阶段，在中职计算机课程方面，此类革新教学方式大概率先取得重大突破，可以大幅度提高学生的技能应用能力和信息处理水平，还能培养他们自己学习的意识和终生发展的潜力，给高素质技术技能人才的培育给予有力支持。

参考文献

- [1] 刘立. 大数据技术在中职计算机教学应用初探 [J]. 科技风, 2024, (12): 64-66+167. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.202412022.
- [2] 柳明. 大数据时代中职计算机课堂教学改革 [J]. 信息系统工程, 2023, (06): 165-168.
- [3] 蒋丽凤. 大数据时代中职学校计算机基础教学实践研究 [J]. 新课程, 2023, (12): 100-102.
- [4] 董进. 大数据背景下中职计算机应用基础教学的探讨 [J]. 成才, 2023, (03): 108-109.
- [5] 于洪洋. 浅谈大数据下中职计算机课有效教学评价体系 [C]// 廊坊市应用经济学会. 对接京津——新的时代基础教育论文集. 吉林省吉林市吉林工业经济学校; , 2022: 449-454. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2022.058185.
- [6] 李校军. 大数据下中职计算机课有效教学评价体系的探究 [J]. 科技视界, 2022, (15): 138-140. DOI: 10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2022.15.42.
- [7] 唐阳. 大数据时代中职学校计算机基础教学策略 [J]. 中国新通信, 2022, 24(08): 128-130.
- [8] 常方圆. 大数据背景下项目教学法在中职计算机专业教学中的应用思考 [J]. 现代职业教育, 2022, (02): 49-51.
- [9] 刘晶晶. 大数据时代中职计算机应用基础教学 [J]. 数据, 2021, (12): 115-116.
- [10] 朱宇宇. 大数据下中职计算机课有效教学评价体系的探究 [J]. 知识文库, 2021, (18): 97-99.

基于脉冲神经网络大模型的理论架构、关键技术与应用探索

江波, 李劲

湖北工业大学, 湖北 武汉 430068

DOI: 10.61369/TACS.2025140017

摘 要 : 脉冲神经网络 (SNN) 是类脑计算的核心实现载体, 其通过模拟生物神经元的脉冲发放机制完成高效信息处理, 向大模型方向发展后, 为低功耗智能、实时感知等领域提供了全新技术路径。本文结合生物神经科学基础理论与工程实践经验, 系统剖析脉冲神经网络大模型的核心架构设计要点, 梳理训练优化过程中的关键技术难点, 通过搭建简易实验平台完成性能验证, 并探索其在边缘设备、自动驾驶等典型场景的实际应用方式。研究证实, 基于稀疏脉冲编码与自适应突触可塑性机制构建的该类大模型, 在保障推理精度基本达标的前提下, 可实现 60% 以上的能耗降低, 相较于传统深度学习大模型, 具备更优的实时响应能力与环境适配性。本文研究成果可为脉冲神经网络大模型的工程化落地提供切实可行的理论支撑与实践参考。

关 键 词 : 脉冲神经网络; 大模型; 类脑计算; 稀疏编码; 突触可塑性; 低功耗智能

Theoretical Architecture, Key Technologies and Application Exploration of Large Models Based on Spiking Neural Networks

Jiang Bo, Li Jin

Hubei University of Technology, Wuhan, Hubei 430068

Abstract : As a core carrier of brain-inspired computing, Spiking Neural Networks (SNNs) realize efficient information processing by simulating the spike firing mechanism of biological neurons. Their evolution toward large-scale models provides a brand-new technical path for low-power intelligence, real-time perception and other fields. Based on the basic theories of biological neuroscience and engineering practice, this paper systematically analyzes the key points of core architecture design for large SNN models, sorts out the key technical difficulties in training and optimization, verifies the performance by building a simple experimental platform, and explores practical applications in typical scenarios such as edge devices and autonomous driving. Studies confirm that such large models constructed on sparse spike coding and adaptive synaptic plasticity can achieve more than 60% energy consumption reduction while ensuring acceptable inference accuracy. Compared with traditional deep learning large models, they exhibit better real-time response and environmental adaptability. The results of this paper can provide feasible theoretical support and practical reference for the engineering implementation of large SNN models.

Keywords : spiking neural network; large model; brain-inspired computing; sparse coding; synaptic plasticity; low-power intelligence

一、脉冲神经网络与大模型基础概念

(一) 脉冲神经网络 (SNN) 基础

脉冲神经网络模拟生物大脑工作模式, 核心是神经元通过脉冲信号传递信息。与传统神经网络不同, SNN 神经元仅在输入信号累积至阈值时发放脉冲, 之后进入短暂不应期, 仅在必要时激活, 天然低能耗。其核心组成包括神经元 (接收、累积信号并发放脉冲) 和突触 (传递信号并调节权重), 信息处理机制类似人类大脑, 高效节能。

(二) 大模型基础

本文所指的大模型, 是相对传统小规模神经网络而言的, 核

心特点是包含较多的神经元和突触连接, 能处理更复杂的信息, 但同时也面临能耗高的问题。简单来说, 大模型就像一个容量更大的“信息处理器”, 能记住更多的特征规律, 比如识别更多种类的图像、处理更复杂的感知信号。

传统大模型多基于深度学习构建, 需要持续消耗算力处理信号, 在边缘设备 (如智能手表、传感器) 上难以长时间运行。而脉冲神经网络大模型, 就是将 SNN 的低能耗特性与大模型的强处理能力结合, 既保证处理效果, 又降低能耗, 适配更多场景。

(三) 脉冲神经网络大模型的核心优势

相较于传统深度学习大模型, 脉冲神经网络大模型的核心优势集中在两方面。一方面是低能耗特性, 其神经元仅在发放脉

冲时消耗能量，日常待机或信号稳定阶段能耗几乎可以忽略，非常适合依赖电池供电的边缘设备（如智能手表、便携式传感器等）；另一方面是实时响应能力突出，脉冲信号的传递无需持续算力支撑，能够快速捕捉外部信号变化并做出反馈，比如自动驾驶中的突发障碍检测、工业传感器的实时数据反馈等场景，均能体现其速度优势。此外，该模型的稀疏计算特性还能降低对硬件设备的性能要求，减少实际应用中的硬件投入成本，更利于技术落地。

二、脉冲神经网络大模型的核心架构与关键技术

（一）核心架构设计

本文设计的脉冲神经网络大模型架构，采用简单的三层结构：输入层、隐藏层和输出层，避免复杂的深层架构设计，降低实现难度。各层均由脉冲神经元组成，层间通过突触连接传递信号，整体架构简洁易懂，便于实际应用。

输入层：负责接收外部原始信号（如图像像素、传感器数据），并将其转换为脉冲信号。比如，将图像的灰度值转换为脉冲发放频率，亮度越高，脉冲发放越频繁；亮度越低，脉冲发放越稀疏。该层不进行复杂的信号处理，仅完成信号的转换和传递。

隐藏层：作为模型的核心处理层，包含一定数量的脉冲神经元，通过突触权重调节信号强度，实现信号的特征提取。为了简化设计，隐藏层仅设置1-2个子层，每个子层的神经元数量根据实际场景调整（如边缘设备场景下减少神经元数量，降低能耗）。该层的核心作用是筛选有用的信号特征，剔除冗余信息。

输出层：接收隐藏层传递的脉冲信号，将其转换为实际的输出结果（如分类标签、控制指令）。比如，在图像识别场景中，输出层根据脉冲发放情况，判断图像对应的类别；在传感器控制场景中，输出层根据脉冲信号发出开关控制指令。输出层的设计强调简洁性，确保快速输出结果。

（二）关键技术

1. 脉冲编码技术

脉冲编码是将原始信号转换为脉冲信号的核心技术，本文采用最简单的频率编码方式，避免复杂的时间编码或相位编码。具体来说，将原始信号的幅值（如传感器的电压值、图像的灰度值）映射为脉冲发放频率，信号幅值越高，单位时间内脉冲发放次数越多；幅值越低，发放次数越少。这种编码方式简单易实现，不需要复杂的算法支持，适合实际应用。

例如，在温度传感器场景中，温度25℃对应每秒发放10次脉冲，温度每升高1℃，脉冲发放频率增加2次/秒，温度每降低1℃，频率减少2次/秒。通过这种简单的映射关系，快速完成信号到脉冲的转换。

2. 突触权重优化技术

突触权重决定了信号传递的强度，权重优化是提升模型精度的关键。本文采用简化的 Hebbian 学习规则，核心逻辑是“同时激活的神经元，突触连接会增强”，避免复杂的反向传播算法，降低训练难度。具体来说，当输入层神经元和隐藏层神经元同时

发放脉冲时，两者之间的突触权重适当增加；当两者不同时激活时，权重保持不变或轻微降低。

这种优化方式不需要大量的训练数据和算力支持，仅通过简单的规则调整权重，就能保证模型的基本精度。同时，为了防止权重过大导致模型不稳定，设置权重的最大值和最小值，限制权重的波动范围。

3. 能耗优化技术

脉冲神经网络大模型的核心优势是低能耗，本文通过两种简单方式进一步优化能耗：一是控制神经元激活比例，仅让必要的神经元发放脉冲，减少冗余激活；二是优化突触连接，剔除无效的突触连接（如权重接近0的连接），减少信号传递过程中的能耗。这两种方式均不需要复杂的硬件改造或算法设计，简单易操作。

三、实验验证与结果分析

（一）实验设计

为了验证脉冲神经网络大模型的性能，本文搭建简单的实验平台，选取两个常见场景进行测试：一是边缘设备图像识别（简单的数字识别，MNIST 数据集），二是传感器实时数据处理（温度传感器数据）。实验核心对比指标为：能耗、识别精度、响应时间，同时与传统深度学习大模型（CNN 大模型）进行对比，突出模型优势。

实验环境：硬件采用普通的边缘计算模块（CPU 为 Intel Celeron N5105，内存4GB），无需高端 GPU 支持；软件采用 Python 编程语言，基于 PyTorch 框架简化开发（仅使用基础函数，避免复杂库依赖）。实验数据选取简化后的数据集，减少数据预处理步骤，降低实验复杂度。

实验参数：脉冲神经网络大模型架构为3层（输入层784个神经元，隐藏层200个神经元，输出层10个神经元）；训练次数50次，学习率0.01；脉冲编码采用频率编码，阈值设置为0.5。传统 CNN 大模型采用相同的神经元数量和实验环境，确保对比公平。

（二）实验结果与分析

1. 图像识别场景结果

在 MNIST 数字识别场景中，脉冲神经网络大模型的识别精度为92.3%，传统 CNN 大模型的识别精度为93.1%，两者精度接近，满足简单识别场景的需求。能耗方面，脉冲神经网络大模型每小时能耗为0.8Wh，传统 CNN 大模型每小时能耗为2.2Wh，前者能耗降低63.6%。响应时间方面，脉冲神经网络大模型的平均响应时间为12ms，传统 CNN 大模型为28ms，前者响应速度提升57.1%。

结果分析：虽然脉冲神经网络大模型的精度略低于传统 CNN 大模型，但能耗和响应时间优势明显，完全适配边缘设备的实际需求（如智能手环的数字解锁、快递柜的简单图像识别）。同时，该模型的训练和推理过程更简单，不需要高端硬件支持，降低了应用成本。

2. 传感器数据处理场景结果

在温度传感器数据处理场景中，模型需要实时处理传感器采集

的温度数据，并判断是否超出预设阈值（如0℃-50℃）。实验结果显示，脉冲神经网络大模型的温度判断准确率为99.2%，传统CNN大模型为99.5%，准确率基本一致。能耗方面，脉冲神经网络大模型在待机状态下能耗仅为0.1Wh/h，工作状态下为0.6Wh/h；传统CNN大模型待机和工作状态能耗均为1.8Wh/h，前者能耗降低66.7%。响应时间方面，脉冲神经网络大模型对温度变化的响应时间为8ms，传统CNN大模型为22ms，前者更适合实时监测场景。

结果分析：在传感器实时处理场景中，脉冲神经网络大模型的低能耗和快响应优势更加突出，能长时间在电池供电的传感器设备上运行，同时快速反馈监测结果，满足实际应用需求。

3. 实验总结

结合上述两个典型场景的实验结果来看，脉冲神经网络大模型在保障基础推理精度的前提下，能耗可降低60%以上，响应速度提升超50%。同时，该模型架构简洁、训练门槛低，无需依赖高端GPU等硬件设备，即便在普通边缘计算模块上也能稳定运行，完全适配边缘设备应用、实时监测等各类实际场景。从实验效果来看，该模型能够有效解决传统大模型能耗高、实时性不足的核心痛点，具备较强的实用价值，适合在低成本、低功耗的应用场景中推广。

四、脉冲神经网络大模型的实际应用场景探索

（一）边缘设备智能感知场景

边缘设备（如智能手表、智能传感器、快递柜）的核心需求是低能耗、实时响应，脉冲神经网络大模型非常适配该场景。以智能手表的心率异常检测为例，模型部署在手表的边缘计算模块中，实时接收心率传感器采集的数据，通过脉冲编码转换为脉冲信号，经模型处理后判断心率是否超出正常范围（60-100次/分钟）。当心率异常时，快速发出震动提醒，同时记录数据。

该场景下，模型采用简化的架构（输入层32个神经元，隐藏层64个神经元，输出层2个神经元），能耗极低，可在手表电池供电下连续运行72小时以上，响应时间快，能及时发现心率异常，保障用户健康。相比传统的深度学习模型，该模型不需要连接云端处理，完全本地化运行，保护用户隐私，同时降低了网络传输成本。

（二）自动驾驶辅助感知场景

自动驾驶的核心需求之一是实时检测突发障碍（如行人、车辆、障碍物），脉冲神经网络大模型可作为辅助感知模型，部署在自动驾驶车辆的边缘感知模块中，实时处理摄像头和激光雷达采集的数据。模型通过脉冲信号快速识别障碍，当检测到突发障碍时，立即向车辆控制系统发出预警信号，为驾驶员争取反应时间。

该场景下，模型采用简化的特征提取逻辑，仅识别核心障碍目标，不进行复杂的环境建模，响应时间控制在10ms以内，能耗低，可与车辆的其他感知模型协同工作，提升自动驾驶的安全性。相比传统大模型，该模型能快速响应突发情况，同时降低车辆的算力消耗，减少车辆的能源消耗。

（三）工业传感器实时监测场景

工业生产中，需要实时监测设备的运行状态（如电机转速、设备温度、压力），及时发现异常情况，避免设备故障。脉冲神经网络大模型可部署在工业传感器中，实时处理设备运行数据，通过简单的逻辑判断设备是否正常运行。以电机转速监测为例，模型实时接收转速传感器的数据，转换为脉冲信号后，判断转速是否超出预设范围，当转速异常时，立即向工业控制系统发出报警信号，同时记录异常数据，便于后续维护。

该场景下，模型采用极其简化的架构，适合在工业传感器的低成本硬件上部署，能耗低，可24小时连续运行，响应速度快，能及时发现设备异常，减少生产中断的风险。相比传统的监测模型，该模型不需要复杂的数据分析流程，简单直观，便于工业现场的实际应用。

五、结语

本文围绕脉冲神经网络大模型的架构设计、关键技术优化及实际应用场景展开研究，通过简化模型结构与实现流程，充分验证了其低能耗、高实时性的核心优势。这些研究成果能够有效适配边缘设备、自动驾驶、工业监测等多个实用场景，帮助降低低功耗智能技术的落地门槛。未来可进一步优化模型的推理精度与多场景适配能力，针对不同应用场景细化模型参数设计，推动该技术在更多民生服务及工业生产领域普及应用，为绿色智能发展提供技术支撑。

参考文献

- [1] 王清华, 王丽娜, 徐颂. 融合 LSTM 结构的脉冲神经网络模型研究与应用 [J]. 计算机应用研究, 2021.DOI:10.19734/j.issn.1001-3695.2020.05.0123.
- [2] 肖云开, 邹承明. 基于 FPGA 的脉冲神经网络模型设计与实现 [J]. 2023.DOI:10.19304/J.ISSN1000-7180.2021.1312.
- [3] 苏雅凯. 基于数据场与云模型的雷达信号源分离算法的研究 [D]. 北京邮电大学, 2022.
- [4] 刘浩, 柴洪峰, 孙权, 等. 脉冲神经网络研究现状与应用进展 [J]. 中国工程科学, 2023, 25(6):61-79.DOI:10.15302/J-SSCAE-2023.06.011.
- [5] 李春林, 史旭飞, 王晓燕, 等. 基于脉冲耦合神经网络的图像分割应用分析 [J]. 现代信息科技, 2021(021):005.DOI:10.19850/j.cnki.2096-4706.2021.21.022.
- [6] MA Jian-yu, MENG Xiang, ZHAO Ying. 基于脉冲神经网络的手写体数字识别 [J]. 数字技术与应用, 2019(005):037.
- [7] 马建宇, 孟祥, 赵莹. 基于脉冲神经网络的手写体数字识别 [J]. 数字技术与应用, 2019(005):037.
- [8] 张平均. 基于简化模型的脉冲耦合神经网络硬件实现技术探讨 [C]// 电工理论学术年会. 2004.DOI:ConferenceArticle/5aa4ecbac095d72220d1fd92.
- [9] 刘丽. 基于脉冲耦合神经网络和单类支持向量机的纹理检索 [D]. 兰州大学, 2011.DOI:CNKI:CDMD:2.1011.139913.
- [10] 蔺想红. 大规模脉冲神经网络的模拟与进化研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2011.DOI:CNKI:CDMD:1.2011.015549.

铁路货车故障图像智能识别数据集构建技术

刘丹丹, 金佳鑫, 庞博

哈尔滨市科佳通用机电股份有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150000

DOI: 10.61369/TACS.2025140023

摘 要 : 随着大数据和机器视觉技术的迅速发展与应用, 深入探究铁路货车故障图像的智能识别与检测, 推动人工检车向智能检车方向发展, 成为提高铁路货车故障诊断效率和质量的重要问题。但是, 由于铁路货车故障场景具有复杂性和多样性, 且受铁路运输安全性、连续性的特殊影响, 数据集构建是目前亟待解决的瓶颈问题。本文结合铁路货车故障检测实际需求, 围绕数据预处理、数据标注、数据划分、数据增强四个环节, 探讨数据集构建的关键技术, 提出数据集质量评估与应用方案, 旨在加快铁路货车故障诊断智能化发展进程, 为提高复杂场景下故障识别精度与效率提供参考。

关 键 词 : 铁路货车故障; 图像智能识别; 数据集构建技术; 技术应用

Technology for Constructing an Intelligent Recognition Dataset of Railway Wagon Fault Images

Liu Dandan, Jin Jiaxin, Pang Bo

Harbin Kejia General Mechanical and Electrical Co., Ltd., Harbin, Heilongjiang 150000

Abstract : With the rapid development and application of big data and machine vision technology, in-depth research on the intelligent recognition and detection of railway wagon fault images, and the promotion from manual inspection to intelligent inspection have become important issues to improve the efficiency and quality of railway wagon fault diagnosis. However, due to the complexity and diversity of railway wagon fault scenarios, as well as the special requirements of railway transportation for safety and continuity, dataset construction has become a bottleneck problem urgently to be solved. Combined with the actual needs of railway wagon fault detection, this paper discusses the key technologies of dataset construction around four stages: data preprocessing, data annotation, data partitioning and data augmentation, and puts forward a scheme for dataset quality evaluation and application. It aims to accelerate the intelligent development of railway wagon fault diagnosis and provide a reference for improving the accuracy and efficiency of fault recognition in complex scenarios.

Keywords : railway freight car faults; image intelligent recognition; dataset construction technology; technology application

引言

在高质量发展背景下, 铁路货运需求不断增长, 对故障诊断效率与质量提出了更高要求。而传统人工车检对人工依赖性强, 难以兼顾检测效率与质量。在深度学习、机器学习等图像识别技术的支持下, TFDS 货车图像检测系统逐步推广和应用, 但存在样本不均衡、覆盖场景不全面、数据冗余等问题。由此, 构建规范化的数据集, 对提高故障推理性能与识别精度, 实现全天候、高精度的故障检测具有重要意义。

一、铁路货车故障图像智能识别数据集构建的基础前提

数据集构建需以明确的需求分析、规范的标准制定与充足的原始数据采集为基础, 三者相互支撑, 保障构建工作有序开展。

(一) 数据集构建需求分析

需求分析是主要前提。从故障检测场景与模型训练需求出发, 明确适配需求。故障场景包含制动系统、转向架、车轮等关

键部件的故障, 覆盖常见与罕见故障类型, 避免模型过拟合^{[2][7]}。场景需覆盖晴雨天、昼夜等, 提升模型抗干扰能力^{[1][9]}。数据需满足准确、完整、一致、清晰的质量要求, 且质量控制贯穿全过程^{[6][10]}。需适配 YOLO、DETR、DINO 等模型, 兼顾关键点检测的速度与精度, 统一图像尺寸、标注格式并划分数据集^[8]。

(二) 数据集构建标准制定

制定规范化的构建标准。采集标准明确高清相机参数、拍摄要求及含关键信息的命名规则^{[2][7]}。分类采用“部件-故障-场

景”三级规则并分配唯一编码^{[5][8]}。标注标准明确故障区域框选、标注格式及故障分级规范^{[6][10]}。存储标准采用分层管理、高可靠设备及分布式存储，建立数据管理系统^{[1][2][5]}。

（三）原始图像数据采集

整合原始图像采集渠道。对接 TFDS、TVDS 系统提取故障图像作为核心数据源，补充正常部件负样本^{[2][7]}。现场人工采集现有系统未覆盖的罕见故障、复杂场景及低清晰度图像，记录相关信息^[8]。借助公开数据集与相关文献图像补充样本，预处理标注后纳入^{[3][4][6]}。采集后需剔除模糊、失真图像，保留合格样本用于后续预处理^[10]。

二、铁路货车故障图像智能识别数据集构建的关键技术环节

数据集构建的核心是数据预处理、标注、划分、增强四大环节，四者依次递进、相互关联，共同决定数据集质量与实用性。

（一）数据预处理技术

原始图像存在噪声、分辨率不一致、失真等问题，难以直接用于模型训练。预处理的核心是消除无效信息、提升图像质量、统一格式、突出故障特征，为后续工作奠定基础。

1. 图像去噪处理

采集过程中，图像易受干扰产生高斯噪声、椒盐噪声，导致模糊^[1]。常用高斯滤波、中值滤波、双边滤波算法，其中双边滤波在去噪同时能保留边缘细节，适用于铁路货车故障图像去噪，避免破坏故障边界特征^[9]。

2. 图像尺寸标准化处理

原始图像分辨率与尺寸差异大，会降低模型训练效率^[8]。需遵循“不破坏故障特征、不失真”原则，采用双线性插值算法调整尺寸，统一为640×480等指定规格，确保图像平滑无锯齿，便于模型批量处理^{[8][9]}。

3. 图像光照均衡化处理

不同光照下的图像亮度差异大，故障特征不明显。常用直方图均衡化、CLAHE 算法，CLAHE 算法将图像分区域均衡化，可解决全局均衡化的过亮过暗问题，适合夜间、阴天等光照不足场景，能有效突出故障特征，贴合数字图像识别技术应用需求^[1]。

4. 图像失真校正处理

拍摄角度偏差、镜头畸变会导致图像几何失真，影响故障定位^[7]。常用几何变换校正、镜头畸变校正算法，通过平移、旋转等变换恢复图像真实形态，如校正倾斜的转向架图像，便于故障框选标注。

5. 图像分割处理

图像背景会干扰模型学习，分割目的是提取含故障的感兴趣区域，减少无效干扰。常用阈值分割、边缘检测、语义分割算法，其中语义分割可精准分割故障区域、非故障部件与背景，适合复杂故障场景，优化处理效果^[4]。

6. 数据格式转换处理

格式统一是数据集构建的重要环节^[10]。原始图像格式往往存

在差异。需统一格式要求，转换为 JPG、PNG 等支持格式。同时将灰度值归一化至 [0,1] 范围，减少数值干扰。批量命名图像并关联标注文件，便于后续操作。

（二）数据标注技术

铁路货车故障图像类型多、精度要求高，数据标注要对经过预处理图像添加故障类型、区域等标注信息，使模型能有效学习故障特征。

1. 标注工具选择

常用标注工具有 LabelImg、Labelme、VIA 等。LabelImg 操作简单，适合目标检测标注。LabelMe 支持多种标注类型，适配复杂故障区域。VIA 支持批量与多人协作标注，提升大规模数据集标注效率^[9]。在实际应用中，采用“LabelImg+VIA”的组合方式，结合模型训练平台开发专用标注模块^[8]。

2. 标注流程实施

按规范流程标注，确保准确性与一致性。一是标注前培训，统一标注人员理解，考核合格后方可参与^[9]。二是初步标注，框选故障区域、标注相关信息，模糊图像暂存审核^[7]。三是双人审核，分别负责检查标注准确性与规范性，不合格标注退回修正^[10]。四是抽样修正，确保标注完整准确，关联存储图像与标注文件，可引入自动审核机制提升效率^[3]。

3. 标注难点与解决方案

针对标注三大难点，制定针对性解决方案。故障区域小、边界模糊，可采用高分辨率图像，通过增强技术突出边界，放大局部区域框选，安排经验丰富人员标注^[9]。故障类型相似易混淆，需制定详细区分标准，加强样本对比培训，审核时重点核查^{[6][10]}。大规模标注效率低、一致性差，可采用多人协作标注，引入半自动化标注技术，建立一致性评估机制，提高效率^[6]。

（三）数据划分技术

按“随机划分、比例合理、分布均匀”原则，将数据集划分为训练、验证、测试集，分别用于模型训练、验证与性能评估，确保划分合理，避免数据偏差。

1. 划分比例确定

常用比例为训练集70%~80%、验证集10%~15%、测试集10%~15%。大规模数据集采用80%、10%、10%比例，小规模数据集采用70%、15%、15%比例，且需确保每类故障与场景样本在三类数据集中分布均匀，确保训练效果^{[8][10]}。

2. 划分方法选择

优先采用分层随机划分法，按故障、场景类型分层，在各子集中随机划分，确保分布均匀。随机划分法操作简单但可能分布不均。时序划分法仅适用于特定训练需求^[9]。实际应用中，采用“分层随机划分+K折交叉验证”方式，提升模型训练稳定性^[8]。

3. 划分后验证

验证内容包括：样本分布与原始数据集一致、无模糊误标等无效数据、数据集适配模型训练。验证合格后分别存储，建立说明文档，记录划分相关信息，便于后续复用^[10]。

（四）数据增强技术

数据集常存在样本不足、罕见故障稀缺等问题，易导致模型

过拟合^{[6][8]}。数据增强通过变换现有标注数据生成新样本，扩大规模、丰富多样性，提升模型泛化能力，需遵循“不改变故障特征、不引入虚假故障”原则，分为传统与深度学习两类方法^[9]。

1. 传统数据增强方法

通过几何、像素变换生成新样本，操作简单高效^[10]。几何变换包括旋转、平移、缩放等，模拟不同拍摄角度与尺寸的故障图像；像素变换包括亮度、对比度调整与噪声添加，模拟不同光照与环境干扰，该方法适用于样本量扩充^{[11][9]}。

2. 深度学习数据增强方法

传统方法样本多样性有限，深度学习方法可生成更真实多样的样本^{[6][9]}。DiD 通过扩散模型和多尺度图像块技术恢复低光照图像，生成高质量罕见故障样本。VAE 通过编码解码生成多样化场景样本。迁移学习利用预训练模型提取特征，适配不同场景样本，提升模型识别效果^[8]。

3. 数据增强策略实施

采用“传统 + 深度学习”组合策略^[9]。样本量少、场景不全时，重点采用传统方法。罕见故障稀缺时，采用 DiD、DDIM 和其它扩散模型方法。控制增强强度，审核提高样本质量，剔除不合格样本，合并原始与增强样本，形成最终数据集^{[8][10]}。

三、铁路货车故障图像智能识别数据集的质量评估与典型应用

高质量数据集需通过科学评估保障实用性，同时结合工程场景落地应用，实现技术价值转化。

（一）质量评估

从完整性、准确性、一致性、实用性出发，制定可量化评估指标与实操方案。完整性评估故障与场景覆盖率，准确性核查标

注精度与图像清晰度，一致性规范标注与分类标准，实用性通过模型适配性与识别效果验证^{[6][8][10]}。评估后针对短板优化，确保数据集支撑模型训练需求。

（二）典型应用

该数据集在铁路货车智能检测领域实现典型应用。

一是 TFDS 系统升级，基于数据集训练的识别模型，嵌入原有检测平台，实现转向架裂纹、制动系统磨损等故障自动识别，检测效率提升 30% 以上，漏检率降至 1% 以下^{[2][8]}。

二是货车检修智能化，在编组站、检修站部署适配数据集的终端检测设备，辅助检修人员快速定位故障，降低人工劳动强度。

三是模型迭代优化，通过应用反馈的故障样本，反哺数据集更新，形成“数据集 - 模型 - 应用 - 优化”的闭环^{[1][5]}。

未来有望覆盖更多铁路货车班组，推动货车检测向智能化转型，彰显数据集的工程应用价值。

四、结论与展望

综上所述，构建铁路货车故障图像智能识别数据集，关系到智能故障诊断时长、检测精度与效率。在理论建构中，开展需求分析、标准制定、原始数据采集工作，充分运用数据预处理、标注、划分、增强等核心技术，有效保障数据集质量。未来实践应用中，要不断扩大覆盖范围，重视复杂与罕见场景样本的搜集，引入半监督、数据交互平台等其它更优方法，提高标注水平和质量，并依托数据质量评价体系，持续优化数据集，推动数据集构建技术向标准化、智能化、规模化方向发展，从而提高货车故障智能检测水平，为铁路货运安全运行提供坚实保障。

参考文献

[1] 邓一辉. 大数据时代下数字图像识别技术浅析 [J]. 中国自动识别技术, 2024, (06): 55-57.
[2] 王德明, 高善兵, 王仲辉, 等. TFDS 货车图像数据应用系统 [J]. 铁路计算机应用, 2024, 33(09): 59-67.
[3] 陈世民. 基于关联规则算法的铁路供电系统故障数据自动识别方法 [J]. 电工技术, 2024, (16): 137-139.
[4] 张森, 杨苹, 刘泽健, 等. 大型海上风电机组叶片故障图像识别方法 [J]. 可再生能源, 2024, 42(06): 767-773.
[5] 章亚彬. 基于图像识别的铁路信息化建设探讨 [J]. 通讯世界, 2024, 31(05): 142-144.
[6] 于飞, 隋正伟, 邱凤婷, 等. SAR 图像智能解译样本数据集构建进展综述 [J]. 网络安全与数据治理, 2023, 42(S1): 97-105.
[7] 贾建坤. 铁路客车故障轨旁图像检测系统 (TVDS) 的运用研究分析 [J]. 轨道交通装备与技术, 2023, (04): 27-31.
[8] 杨凯, 张森, 祁苗苗. 铁路车辆监测图像识别模型训练及验证平台研究 [J]. 铁路计算机应用, 2023, 32(06): 26-30.
[9] 李云鹏, 葛宝臻, 田庆国, 等. 基于立体像对数据集的非对称离焦数据集构建 [J]. 光学学报, 2022, 42(14): 138-146.
[10] 李红蕾. 构建图形图像数据集的方法概述 [J]. 计算机产品与流通, 2020, (08): 97.

“互联网 + 云计算”背景下智慧停车档案信息资源 多元化融合的应用研究

杨硕

天津市城市道路设施巡查中心, 天津 300190

DOI: 10.61369/TACS.2025140024

摘 要 : 随着城市机动车保有量的不断升高,“停车困难、秩序混乱、管理水平低”就变成了制约城市品质提升以及交通运营效能增强的重点瓶颈。过去的停车管理形式存在许多问题,如资源利用率低、数据分散、数据不透明等,相关问题的存在难以契合现代城市管理需求。而“互联网 + 云计算”的智慧停车方式可以满足城市创新发展所需,促进精细化服务的开展。本文从智慧停车档案信息资源的角度出发,分析了资源多元融合的价值,并提出可行的融合应用,旨在促进“互联网 + 云计算”的实现,切实提升智慧停车效率,为后续城市的智慧停车建设提供借鉴。

关 键 词 : 互联网 +; 云计算; 智慧停车; 档案信息资源; 信息融合; 静态交通

Research on the Application of Diversified Integration of Smart Parking Archive Information Resources Under the Background of "Internet + Cloud Computing"

Yang Shuo

Tianjin Urban Road Facility Inspection Center, Tianjin 300190

Abstract : With the continuous increase in urban motor vehicle ownership, problems such as "parking difficulty, chaotic order, and low management efficiency" have become key bottlenecks restricting urban development quality and traffic operation efficiency. Traditional parking management models have many shortcomings, including low resource utilization, scattered data, and data opacity, which can hardly meet the needs of modern urban management. The smart parking model based on "Internet + cloud computing" can support the innovative development of cities and promote the implementation of refined services. From the perspective of smart parking archive information resources, this paper analyzes the value of diversified resource integration and proposes corresponding integration applications. It aims to promote the implementation of "Internet + cloud computing", effectively improve smart parking efficiency, and provide a reference for the future construction of urban smart parking.

Keywords : Internet +; cloud computing; smart parking; archive information resources; information integration; static traffic

引言

城市化进程的加速与汽车产业的蓬勃发展,使得城市停车供需矛盾日益尖锐。静态交通管理,作为动态交通运行的重要支撑,其效能直接影响道路通行效率、城市空间秩序与居民生活品质。传统停车管理模式中,停车资源信息多由不同产权主体、运营单位分散掌握,形成大量“信息孤岛”。“互联网 +”战略的深入推进与云计算技术的成熟普及,为破解上述难题提供了革命性的技术方案与思维范式。“互联网 +”通过连接万物、数据驱动,重构了服务与管理的模式;云计算则以其弹性可扩展的计算资源、强大的数据存储与处理能力,为海量、高并发、多源异构的停车数据汇聚与分析提供了高效、低成本的基础平台。二者的结合,使得对城市全域范围内各类停车档案信息资源进行系统性采集、标准化整合、一体化管理与创新性应用成为可能。

一、智慧停车档案信息资源多元化融合的价值

(一) 实现便捷的用户体验,破解“寻找”难题

对公众而言,停车过程最大的痛点就是信息不对称带来的“寻找”之困,驾驶者不能预知或即时获取目的地周边可用车位的

准确信息,信息资源多元化融合直接赋能用户侧便捷服务^[1]。将全市各类停车场的静态档案和动态数据在云端平台集成处理并向社会统一发布,用户可经由一个统一手机 APP、微信公众号或车载导航终端实时查询目的地周边车位情况,获得智能推荐(推荐最近、最便宜或最有可能有空位的停车场)、路径导航、甚至在线

预约与无感支付服务。以“上海停车”APP为例，其整合全市数千个公共停车场及道路停车位数据，形成一体化智慧停车服务体系，通过“信息前置、出行规划与动态引导”服务模式，“上海停车”有效减少盲目寻位无效交通流量，缓解城市道路交通拥堵，提升公众出行效率与满意度^[2]。

（二）实现高效监管，赋能科学决策与精准治理

现行政府监管体系存在“底数不清、状况不明、应对乏力”的固有缺陷，信息技术深度融合后，静态交通管理模式开始构建以数据为核心要素的智能化支撑体系。

第一，全局态势感知。智能平台可以实时整合并动态展示城市停车设施的总量、空间分布、使用效率以及周转率等核心数据，帮助管理者全方位把控城市的静态交通系统，及时发现拥堵的重中之重区域以及可能存在的问题^[3]。

第二，科学规划与调控。利用历史数据和即时信息，通过大数据分析手段，可以准确评价某个区域在不同时间段的停车需求与供给情况，这种量化研究给停车场规划，路内车位布局改良以及差别化收费政策设计给予了可信的依照，促使决策方式从传统的经验判断向科学的数据分析转变。

第三，行业规范化监管。运用线上申报加上系统化比对技术手段，针对停车场备案情况、收费标准执行状况和数据上传质量实施实时动态检测，推动行业规范化治理进程，整合各种大数据资源，从而对重点区域停车需求作出精确剖析，并为应急阶段交通调控策略制定赋予决策支持内容，以优化城市综合交通管理体系的办事水平^[4]。

（三）实现信息共享，促进产业协同与生态构建

智慧停车涉及政府、停车场运营包含产权方、管理机构、技术服务方、支付平台和车主等多方主体，通过信息资源的多层次整合，“数据枢纽”得以形成并消除了各参与方之间的沟通壁垒。

第一，赋能商业运营。停车场运营企业经由数据平台收集区域停车需求分布、用户行为特征等信息，优化定价策略、营销方案及服务模式，统一接口标准很大程度简化系统间集成的技术复杂度与实施成本，提高整体运行效率^[5]。

第二，激发创新服务。开放式标准化数据共享平台给第三方开发者带来了创新的机会，依靠这个资源，可以做到“停车+充电”，“停车+汽车美容养护”以及“停车+商业引流”等多种增值性服务模式，从而拓展停车服务的价值链，创建起完整的生态体系架构^[6]。

第三，支持信用体系建设。将停车行为数据整合到更大的信用评价体系当中，就可以创建起“守信受奖、失信受罚”的长效运行机制，从而促使大众渐渐养成规范的静态交通秩序。

二、“互联网+云计算”背景下智慧停车档案信息资源多元化融合的应用

（一）静态交通大数据可视化系统

静态交通大数据可视化系统作为信息资源整合和深度分析的重要载体，平台一般布设在城市的交通管控核心枢纽或大数据处

理中心。平台的运行基于云计算平台技术和云计算技术架构，且平台整合了停车场在线申报系统、路侧泊位接入模块、地磁/视频桩监控设备以及移动通信基站信令数据等多种信息源资源^[7]。静态交通大数据可视化系统的核心功能是在电子地图上分层分级展示全市所有备案停车场、路内停车位的空间分布、基础属性。同时可以实时监测，运用可视化技术来动态显示不同停车场和路侧泊位的车位占用比率，周转频率，停留时长以及收费标准等即时数据，采用热力图形式直观体现区域停车资源分布的紧张程度和供需情况。统计分析，提供多维度的数据钻取与分析功能，如历史趋势分析、对比分析、关联分析等。专题应用，支持相关场景分析，如重点医院、学校周边停车特征分析，大型活动期间停车保障模拟与评估，节假日停车需求预测与预案制定等。作为城市静态交通管理的核心枢纽，该系统借助智能化技术手段，把分散且隐秘的数据资源变成直观易懂的可视化信息，并为城市规划、建设、运维以及公共服务给予统一的数据支撑和决策依据。

（二）停车场线上报送系统

停车场线上报送系统致力于停车场基础档案信息动态更新和标准化管理，成为融合数据“源头活水”准确性的关键支撑，主要功能是云平台SaaS模式全面支持停车运营机构。

停车场线上报送系统的核心功能如下：第一，在线备案与变更。停车场经营者通过网页或移动端，可以方便地进行停车场首次信息备案，以及后续产权变更、设施改造、收费标准调整等信息在线申报与更新，无需跑腿^[8]。第二，数据标准接口。本系统设计了一套针对停车场管理系统中所有功能模块，包括车牌识别、车位引导、收费管理等功能模块的统一数据交流协定，这套规范旨在促使这些子系统进行同步整合，还要保证数据推送方及时上传有关车位占用状况、车辆进出记录和交易概况等关键运行消息。第三，信息审核与监管。主管部门借助数字化平台来完成备案资料的在线审查工作，主要针对动态数据上传的质量特性展开评估，涉及完整程度、及时性以及准确程度等内容，并借助跨部门合作的方式进行区域信息的对比分析，从而保证档案记录的真实性和可靠性^[9]。实现了停车场档案信息从静态存储到动态更新转变，降低了停车场信息数据的行政成本，提高了停车场数据采集的效率和准确率，也为全市停车资源一体化统筹规划提供了数据基础。

（三）路内车位接入系统

路内停车位，指设置于城市道路上的停车泊位，这类路内停车位分布广泛，具有较大的流动性及较强的管理难度，在城市交通管理事务中有着极为重要的地位。这个系统针对的是道路停车的场景，目标是要做到对车位的具体状况精确监测、车子停放行为智能登记并赋予统一化的监管服务功能。利用物联网技术架构，结合高位视频监控、地磁感应器、雷达探测装置和智能路侧终端等多种感知设备，全天候自动监测道路泊位占用情况和车辆停放时长，所收集的数据通过NB-IoT、4G或5G通信网络实时传送到云端数据中心集中处理并存储管理。

路内车位接入系统的核心功能如下：第一，全量接入与状态可视。将城市中已完成智能化改造的路侧停车位数据整合到云端

服务平台上,利用地理信息系统完成车位占用情况的动态更新以及准确呈现^[10]。第二,自动计时计费。依托停车管理员手持终端设备(PDA)或者用户端APP,对车辆入场、计时开始至出场检测、订单生成的全流程自动化管理,并提供线上支付功能,以减少人工干预次数,降低纠纷隐患。第三,违停监测与取证。部分高位视频方案可同时对车位周边违停车辆进行自动抓拍与识别,生成证据链,辅助交通执法。第四,动态调控支持。实时数据为路内停车领域中“潮汐车位”的规划布局以及分时收费等精细化、动态化管理策略的实施提供了关键支撑,同时也为其效果评估奠定了重要基础。对于传统路内停车普遍存在的“监管盲区”“操作障碍”和“收费难题”,运用数字化技术开发了智能管理平台,实现了道路泊位资源可视化、规范化经营和智能化调度等功能模块,体现了城市公共空间精细化治理的意义。

三、结束语

综上所述,“互联网+云计算”技术深度结合,给城市智慧停车领域带来很强的技术支持,其关键推动力在于带动停车档案信息资源从散开,独立状态向多源合并,开放共享形式转换。智慧停车档案信息资源多元化融合方案,既有技术创新方面的情形,也牵扯经营体制改变和服务观念改良,依靠搭建静态交通大数据可视化平台,停车场在线申请板块,路内泊位关联系统等重要应用工具,把潜在的数据资源变成实际成果,在用户一方做到方便快捷的停车享受,在监督一方达成精准知晓和合理决策目标,于产业领域推动依靠数据支持的协同革新和发展态势产生。

参考文献

[1] 王铁.智慧停车档案信息资源“闭环管理”平台建设研究[J].兰台世界,2024,(06):65-66+70.DOI:10.16565/j.cnki.1006-7744.2024.06.21.
[2] 王铁.“互联网+云计算”智慧停车档案信息资源多元化融合应用的探讨[J].兰台世界,2024,(04):93-95.DOI:10.16565/j.cnki.1006-7744.2024.04.25.
[3] 陈诗蔚.智慧停车——停车位人工智能检测系统[J].信息系统工程,2024,(01):27-30.
[4] 张恒,杨彬,代传奇,等.城市级智慧停车管理系统设计与研究[J].智能建筑与智慧城市,2024,(01):170-172.DOI:10.13655/j.cnki.ibci.2024.01.052.
[5] 张楚,郑逸飞,陈峻.基于人车协同识别的智慧停车监管服务应用[J].现代交通技术,2023,20(06):51-55.
[6] 毛民,阳卫,冯雪刚,等.一个智慧停车系统的设计[J].电脑知识与技术,2023,19(35):53-55.DOI:10.14004/j.cnki.ckt.2023.1882.
[7] 秦银,戚湧.基于Fabric的城市智慧停车方案设计[J].计算机与数字工程,2023,51(11):2707-2712.
[8] 张楠,马耀家,陈骏,等.智慧停车库技术改造选型与创新应用研究[J].微型电脑应用,2023,39(11):98-102.
[9] 陈芳园.为中国4万万车主解决“停车难”问题中智车联:基于精准定位技术的AIoT智慧交通管理平台[J].信息化建设,2023,(10):46-47.
[10] 韩新伟,张真真.智慧停车企业的竞争战略研究——以捷顺科技为例[J].河北企业,2023,(10):36-40.DOI:10.19885/j.cnki.hbqy.2023.10.035.

工程教育专业认证背景下数字电子技术课程教学改革与实践

李曼, 刘东波, 刘密, 瞿昊宇
湖南中医药大学, 湖南 长沙 410208
DOI: 10.61369/TACS.2025140027

摘 要 : 随着工程教育专业认证的深入发展, 其成果导向、学生中心和持续改革的理念对于数字电子技术课程教学提出了更高的要求。在当前的发展阶段中, 部分院校的数字电子技术课程教学中仍然存在一些问题, 这会直接影响到数字电子技术课程教学的最终效果。因此, 本文深入分析了工程教育专业认证对数字电子技术课程的教学要求, 并对数字电子技术课程教学改革的具体实施进行了系统的探讨, 在将 AI 技术融入课程思政案例设计的同时, 还推动了中医药传统文化和数字电子技术的融合, 并以此为基础重新构建了课程教学体系, 希望能够为教师提高教学质量提供新的思路。

关 键 词 : 工程教育专业认证; 数字电子技术; 课程教学; 改革与实践

Teaching Reform and Practice of Digital Electronic Technology Course Under the Background of Engineering Education Professional Certification

Li Man, Liu Dongbo, Liu Mi, Qu Haoyu
Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208

Abstract : With the in-depth development of engineering education professional certification, its concepts of outcome-based education, student-centered approach and continuous improvement have put forward higher requirements for the teaching of Digital Electronic Technology course. At the current stage of development, there are still some problems in the teaching of Digital Electronic Technology course in some colleges and universities, which directly affect the final teaching effect of the course. Therefore, this paper deeply analyzes the teaching requirements of engineering education professional certification for the Digital Electronic Technology course, and systematically discusses the specific implementation of the course teaching reform. While integrating AI technology into the design of curriculum ideological and political cases, it also promotes the integration of traditional Chinese medicine (TCM) culture and digital electronic technology. Based on this, the course teaching system is reconstructed, hoping to provide new ideas for teachers to improve teaching quality.

Keywords : engineering education professional certification; Digital Electronic Technology; course teaching; reform and practice

引言

工程教育专业认证在保障工科人才培养质量、实现工程教育国际互认方面具有十分关键的作用, 而且其引导下的成果导向、学生中心和技术改进的核心理念已经成为当前我国课程教学改革的重要指导理念。而数字电子技术作为计算机科学与技术、医学信息工程等专业的核心必修课, 能够帮助学生构建电子信息工程知识体系并不断培养自身的工程思维 and 实践能力。同时在认证标准的指导下, 相关课程需要坚持成果导向与医工融合的理念, 将数字电子技术课程教学和医学信息工程专业教学目标进行深度融合, 从而真正提升学生解决复杂医学工程问题的能力。

项目信息:
湖南省普通高等学校教学改革研究项目, 一般项目, HNJG-20230528, “成果导向 + 医工融合”理念下医学信息工程专业软件开发类课程实践教学改革;
2025年度湖南中医药大学本科教学质量工程建设项目, 课程思政示范课程, 《数字电子技术》;
2025JC0104, 2025年湖南中医药大学交叉学科方向培育项目, 基于经穴特异性结合红外技术的老年慢病智能康养系统研发与应用。

一、工程教育专业认证对数字电子技术课程的教学要求

工程教育专业认证对数字电子技术课程的要求包括毕业要求、课程体系、教学实施、质量评价等方面，其核心主要是通过课程教学来培养学生的工程能力和综合素养，使他们最终能够达到专业的毕业要求。详细来说，在知识目标的培养方面，工程教育专业认证要求学生掌握数字电路的基本理论、分析方法与设计技能，同时也需要他们具备时序逻辑电路的分析和设计能力，并能够将数字电子技术知识灵活运用到解决汇总医药工程领域的实际问题，比如中医药智能检测设备、老年慢性病康养系统的电路设计等，从而真正实现知识的工程化应用^[1]。而在能力目标上，教师在教学过程中需要将重点放在工程思维和实践能力的培养上，在培养学生的团队协作能力和问题解决能力的同时还需要有针对性地提高他们的模块化分析复杂数字电路的能力和基于数字电子技术进行简单工程系统设计的能力，从而使学生的发展能够更加符合工程认证对于工程实践能力的核心要求。最后，在素养目标的培养上，教师需要在课程教学过程中融入思政元素，从培养学生的工程职业道德、严谨的科学态度、创新意识与家国情怀等方面入手，结合中医药院校特色来全方位提升学生的工程伦理素养和医工融合思维^[2]。

二、数字电子技术课程教学改革的具体实施

（一）重构医工融合的教学内容体系，衔接中医药行业需求

在工程教育专业认证理念的引导下，数字电子技术课程教学改革需要融合医学信息工程专业的培养目标，在打破传统数字电子技术教学模式限制的前提下来重新构建能够将基础理论、专业应用和医工融合等方面进行深度融合的教学新体系，从而使教学内容能够和中医药行业工程需求进行深度连接^[3]。在核心基础理论方面，相关课程教师需要保证学生能够扎实掌握理论基础，包括数字电路的基本概念、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路等核心知识点，以此来为后续的教学与实践打下坚实的基础。比如在触发器教学中，教师可以将边沿触发器作为教学的重点和难点来展开实验项目，使学生能够掌握其工作原理、特性参数及在脉冲信号处理中的实际应用^[4]。而在专业工程应用方面，可以增加数字电路仿真、可编程逻辑器件、数字系统设计流程等工程化的内容，以此来不断培养学生的工程设计和战略能力，同时也能够进一步强化教学能力和行业需求的匹配程度。而在医工融合特色教学内容方面，可以以学校教材学科培育项目为基础，深入挖掘数字电子技术在中医药领域的应用案例，比如基于FPGA的中药成分光谱识别系统设计、智能针灸仪的数字控制模块开发等，同时也可以将触发器的时序控制功能和中医药智能艾灸仪的温度控制电路结合，使学生能够在学习的过程中更加直观地感受到数字电子技术在中医药现代化发展过程中的实际应用价值^[5]。另外，为了保证医工融合的教学系统性，教师还可以将中医药传统文化融入课程教学，增强学生对传统文化的认同感。比如，在讲到编码电路相关的内容时，教师可以

将浮、沉、迟、数等常见的脉象特征转换成二进制编码，通过这种方式来使编码电路实现脉象信号的数字化采集与分析，不仅能够强化学生对编码原理的理解，还能进一步深化他们对中医诊断现代化发展的认知^[6]。

（二）创新AI赋能的教学方法，强化课程思政与专业教学融合

当前数字电子技术课程教学中仍然存在抽象知识点多、学生理解难度大等问题，同时思政教育元素的融入也比较生硬，很容易导致课程思政的育人效果不能达到预期目标。因此，教师需要结合学校的课程思政建设要求来创新现阶段的教学方法，将AI技术和智能化技术融入课程思政案例设计和教学实施过程，从而实现抽象知识的具象化、思政元素常态化和教学过程的互动化^[7]。在运用AI技术设计可视化教学案例和思政案例时，教师可以适当降低抽象知识点的理解门槛，从而不断激发学生的学习积极性。比如在讲解组合逻辑电路中的编码器、译码器相关的知识点时，教师可以借助AI生成可视化仿真模型，以此来更直观地展示中医舌诊图像的特征，也可以通过编码器将这些特征转化为二进制编码，最终用译码器还原出对应的舌诊诊断结论^[8]。而在这个动态演示的过程中，教师也可以更加自然地融入思政元素。比如结合中医药传承人的事迹来向学生讲述他们是如何坚守中医诊断技艺的。同时结合在新时代如何借助数字电子技术来让传统舌诊走向精准化和智能化的发展道路的思考方向，使学生能够真正体会到传承精华、守正创新的中医药发展理念，潜移默化地为他们树立用现代技术赋能中医药传承的责任意识，为学生未来职业的发展打下坚实的基础。

（三）改革实践教学体系，强化工程实践能力培养

工程教育专业认证过程中会更加强调培养学生的实践能力和工程问题解决能力，因此相关课程教师需要加强课程教学过程的设计性和综合性，在保证传统实践教学以验证性实验为主的前提下融入中医药院校特色，并重新构建实践教学体系，使实验教学能够和工程应用、中医药行业需求相结合。具体来说，教师可以设计递进式的实践教学模块，从而实现对学生理论知识和工程创新能力的全面培养^[9]。在基础验证模块，教师可以保留传统的经典数字电路实验，比如门电路逻辑功能测试、触发器时序特性验证等，要求学生能够借助仿真软件来自主完成电路搭建和参数调试等任务，并引导他们将仿真结果和实物测试数据进行对比，从而不断深化学生对于数字电路核心原理的理解，并为后续实践课程难度的提升做好准备。而在医工融合创新模块，教师就可以将重点放在对接中医药行业实际需求上，以学校各项交叉学科项目为基础来为学生设计智能艾灸仪数字风控模块开发、中医脉象信号数字化采集电路设计等更加具有特色的实践项目^[10]。例如在智能艾灸仪温控模块设计过程中，要求学生能够运用数字电子技术知识设计基于555定时器的脉冲发生电路，并结合触发器来实现艾灸温度的精准时序控制。同时也需要学生能够自主通过AI辅助的电路优化工具来调整相应的参数，使其能够适配不同艾灸穴位的温度需求。而在完成项目之后，学生也需要撰写相关的工程实践报告，总结自身实践过程中存在的优势和问题，使他们能够明确

自身学习过程中需要提升的方向。同时教师也需要安排学生在中医药智能设备实验室进行成果展示和答辩，由专业教师和行业专家共同评审，保证最终实践成果与行业实际应用的一致性。

四、结论

在工程教育专业认证理念的导向下，高校数字电子技术课程

需要以行业未来的发展方向为基础进行教学改革，通过调整相关的课程配置和教学方法，能够有效解决传统教学中存在的各类问题。而教学改革也能够保证学生所学内容和未来职业发展方向的一致性，为他们未来的职业发展保驾护航。

参考文献

[1] 覃洪英, 余新平, 杨顺辽. 工程教育专业认证背景下数字电子技术创新教学与实践 [J]. 中国现代教育装备, 2025, (01): 81-83.

[2] 张松华, 陆秀令, 廖与飞, 等. 工程教育专业认证背景下通信电子线路 "五位一体" 递进式教学创新体系探索与实践 [J]. 中国现代教育装备, 2024, (23): 67-70.

[3] 田莉, 康迎曦, 周细凤, 等. 工程教育专业认证背景下数字电子技术课程教学改革与实践 [J]. 科教文汇, 2024, (23): 71-75.

[4] 曹珍贯. 工程教育专业认证背景下电力电子课程实验教学研究 [J]. 遵义师范学院学报, 2024, 26(02): 102-106.

[5] 邵春莉, 黄泽霞, 耿林, 等. 新工科背景下基于工程教育专业认证的数字信号处理课程改革探索 [J]. 吉林工程技术师范学院学报, 2023, 39(11): 69-73.

[6] 王海洋, 张重继, 刘岩, 等. 工程教育认证背景下机械电子工程专业实践教学改革初探 [J]. 白城师范学院学报, 2023, 37(05): 102-105.

[7] 石荣亮, 陆东平, 赵虹, 等. 工程教育专业认证背景下 "电力电子技术" 课程的教学改革与实践 [J]. 大众科技, 2023, 25(10): 103-105+48.

[8] 张琦. 工程教育专业认证背景下电子信息工程专业认知实习教学研究 [J]. 西安航空学院学报, 2023, 41(05): 90-94.

[9] 李沛, 白雪峰. 工程教育专业认证背景下电工电子实习课程创新实践 [J]. 中国现代教育装备, 2023, (11): 86-88.

[10] 钟明辉, 李志军. 工程教育专业认证背景下计算机类专业课程思政教学的改革与实践——以数字电路课程为例 [J]. 大学教育, 2023, (08): 108-110.

[11] 周雯, 谌雨章, 王诗琦. 工程教育专业认证背景下结合虚拟仿真的电子线路实验教学改革研究 [J]. 工业和信息化教育, 2023, (03): 79-83.

[12] 李亚梅, 王军芬, 马艳玲. 工程教育认证背景下学生毕业要求达成的探索——以河北地质大学电子信息工程专业为例 [J]. 轻工科技, 2023, 39(01): 175-177.

[13] 翁士状. 工程教育认证背景下的电路课程教学方法研究——以安徽大学电子类专业为例 [J]. 吉林工程技术师范学院学报, 2022, 38(12): 46-48.

[14] 蒋云昊, 丁稳房, 张杰, 等. 工程教育专业认证背景下的 "电力电子技术" 课程教学改革与实践 [J]. 科教导刊, 2021, (12): 125-127.

[15] 刘小虎, 邢静. 工程教育专业认证背景下数字电子技术课程改革探索与实践——以倒计时交通灯项目设计为例 [J]. 电子制作, 2021, (08): 54-56.

产教融合下中职计算机教学实践

翁炯利

岳阳市第一职业中等专业学校, 湖南 岳阳 414000

DOI: 10.61369/TACS.2025140032

摘 要 : 随着产业转型升级和技术革新的迅猛发展, 推进职业教育的产教融合已经成为提高职业教育质量的重要途径。中等职业教育是培育高素质技术技能人才的重要一环, 计算机专业教学存在着教学内容不能适应产业发展、实践环节不足、学生职业能力同岗位需求不匹配等问题。本文以产教融合理念为立足点, 分析该理念与中职计算机教学的融合意义, 并提出具体的教学实践策略, 旨在提高中职计算机专业人才的培养质量, 为学生的职业生涯可持续发展提供助力。

关 键 词 : 产教融合; 中等职业教育; 计算机教学

Teaching Practice of Computer Courses in Secondary Vocational Schools Under the Integration of Industry and Education

Weng Jiongli

YUEYANG FIRST PROFESSIONAL TECHNICAL SECONDARY SCHOOL, Yueyang, Hunan 414000

Abstract : With the rapid development of industrial transformation and technological innovation, promoting the integration of industry and education in vocational education has become an important way to improve the quality of vocational education. Secondary vocational education is a key part in cultivating high-quality technical and skilled talents. However, there are some problems in computer teaching, such as teaching content failing to keep up with industrial development, insufficient practical links, and students' professional ability not matching post requirements. Based on the concept of industry-education integration, this paper analyzes the significance of integrating this concept into secondary vocational computer teaching and puts forward specific teaching practice strategies. It aims to improve the training quality of computer professionals in secondary vocational schools and support the sustainable development of students' career.

Keywords : industry-education integration; secondary vocational education; computer teaching

引言

在数字经济蓬勃发展的时代背景下, 新一代信息技术不断渗透到各行各业之中, 使得社会对于计算机类技术技能人才的需求量越来越大, 其要求也发生了迅速的变化, 岗位之间分工也越来越细密。中职学校计算机专业担负起为产业一线培养基础性、应用型数字“蓝领”的重大任务。但是就目前的中职计算机教学现状来看, 还存在一些明显的矛盾, 即课程内容更新速度慢、教学方式以理论教学为主等。产教融合的中心要义就是使产业同教育这两个系统, 在资源、信息、人员、文化等各方面实现全方位、深层次的融合, 从而达到供需双方精准对接、共同育人的目标。将产教融合理念系统地融入到中职计算机教学全过程, 不是局部的改良, 是包含人才培养理念、教学模式、师资结构、评价机制等各方面的系统性改变。不但是响应国家职业教育改革政策、破解以上教学困境的必然要求, 也是提高中职计算机专业吸引力、促进学生高质量就业和终身发展的重要途径。

一、产教融合理念融入中职计算机教学的意义

(一) 对学生个体: 实现从“知识学习者”到“岗位胜任者”的贯通培养

对中职学生来说, 产教融合最直接的好处就是克服“学用脱节”的状况。传统教学常常让学生只停留在掌握零散知识点、孤

立操作技能的水平上, 对于为什么要学习、怎样应用没有整体认识^[1]。产教融合用真实的产业项目、案例、标准、工作流程来使学习情境与职业情境高度耦合。学生在真实或者模拟真实的工时中, 把专业知识和操作技能内化, 同时也在潜移默化中形成了沟通协作能力、问题解决能力、创新能力、质量意识、信息安全素养等方面的综合职业能力和关键素养。沉浸式的体验使学习具

项目信息: 本文系2024年度湖南省教育科学十四五规划课题《中职学校产教融合的实践研究》(课题编号:ND240098)的研究成果之一。

有明显的指向性以及成就感,让学生早早地形成职业认同感和职业规划,完成由学校到工作岗位的软着陆,为以后岗位迁移、职业晋升打下良好的能力基础^[2]。

（二）对学校教学：驱动课程、师资与评价体系的系统性革新

中职学校以及计算机专业对产业、对社会来说都是强大的发展引擎。第一,促使课程体系、内容进行不断的更新。产业技术发展、主流工具更新、岗位能力需求变动等信息经由融合机制立刻传递到学校中,使专业教学标准、课程大纲、教材和教学资源得到及时审视并迅速更新,保证教学内容具有前沿性与实用性^[3]。第二,加快了“双师型”教师队伍的创建和优化。采用校企人员互相交流互聘的方式,校内教师定期到企业实践、跟踪技术发展,从实践上吸取工程经验以充实教学;企业技术骨干、能工巧匠则会深入到课程开发、教学、讲座的指导当中来,给学生带来一线的技术“真经”。实现了双向赋能,很好地解决了教师实践能力滞后问题^[4]。第三,促使教学评价体系实现多元化和过程化改革。评价主体由单一的学校教师变为企业导师、项目客户(模拟);评价内容由试卷分数、作业完成度变成项目完成质量、团队贡献、职业规范遵守、客户满意度等等;评价过程贯穿项目始终,形成诊断、改进、提升的闭环。这样可以更真实地反映学生综合职业能力水平。

（三）对职业教育生态：促进教育链、人才链与产业链、创新链的有机衔接

从更宏观的职业教育体系以及经济社会发展的角度来讲,产教融合对于中职计算机领域所取得的成功,就是贯通“四链融合”断点的重要一环。它把相对封闭的学校教育系统,主动对接开放、变化的产业经济系统。教育链依据产业链要求来确定人才培养规格和数量,人才链精准对接产业链岗位需要和技术更新,且在实践过程中产生的一些应用型创新还可以反过来促进产业效能改善和创新链延伸^[5]。

二、产教融合下中职计算机教学实践策略

（一）重构课程体系，开发模块化、项目化课程

课程是教学的主要手段。产教融合下课程重构要冲破学科体系的束缚,转而依靠典型工作岗位以及工作进程创建课程体系。

岗位能力分析联合区域内主要的IT企业、行业协会成立专业建设指导委员会。定期对人才需求进行调研分析,并结合岗位能力分析结果共同确定出计算机专业下岗位群及各岗位典型工作任务、所需知识技能素养要求等信息,并且不断对其进行动态更新,“岗位能力图谱”的具体内容为各个岗位的能力要求^[6]。

课程模块的开发要以能力图谱为基础,把教学内容重新组织成一个一个相对独立但是又彼此关联的课程模块。可以设置“通用素养模块”,设置“专业基础模块”,“岗位核心模块”,设置“拓展创新模块”。每一个模块都会包括一系列用真实项目或者案例为线索展开的情境。

项目化教学设计是以企业真实的项目或者精心设计的模拟项

目为载体,重新组织教学内容的一种方法。以开发中小型企业门户网站为例,在动态网站开发课中把HTML/CSS、JavaScript、服务器配置、数据库操作等知识点和技能点有机地嵌入到需求分析、界面设计、前端实现、后端开发、测试部署的全过程之中。项目来源可以是企业捐建的已经完成的项目、简化后的在研项目、校企合作共建的“教学化”项目库^[7]。

（二）共建教学团队，打造结构化“双师”队伍

校内教师工匠化培养,健全专业课教师到企业实践的长效机制,与职称晋升、绩效考核挂钩。鼓励教师到企业从事技术服务、横向课题研究,得到实际的工程经验。创建教师技能工作站,促使教师参加行业顶级认证培训课程的培训学习华为的HCIA、HCIP,红帽RHCE、Adobe认证专家等高级技术资格证书培训^[8]。

企业专家“教师化”聘用,设置产业导师特聘岗,创建动态企业专家库。聘请企业技术骨干、项目经理、人力资源专家为兼职教师,开展实践课程的教学工作、项目的指导工作、职业规划的讲座工作、毕业设计的指导工作。创建起校企双专业带头人机制,共商专业发展大计。

成立结构化的教学团队,核心课程模块或者大型综合性实训项目都要求有校内专业老师、企业师傅、思政辅导员等组成结构化教学小组。团队内部明确分工,协同备课、协同授课、协同评价,保证理论教学与实践指导的无缝对接,把产业标准、企业文化、职业精神自然地融入到教学全过程之中。

（三）创新教学环境，共建共享“教学训赛创”一体化实践平台

共建校内生产性实训基地,引企入校,建设具有真实生产环境的校中厂。与软件公司共建“软件开发工作室”,与网络公司共建“网络运维中心”,与传媒公司共建“数字媒体工场”。基地模拟企业真实的工作环境,设置好常用的生产工具以及开发环境,并且具有教学、生产、研发三者的功能。学生可以跟随企业导师以及专任教师共同去完成一项外包任务或者进行模拟生产。

开拓校外实习基地,同一批管理正规、技术过硬、社会责任感强的企业建立起稳定的、深层次的合作关系,创建质量高的“厂中校”。不仅设置了毕业年级顶岗实习,而且把课程见习、短期项目实践这些环节提前到学期初进行。校企共同制定实习标准、管理规范、考核办法,实行双导师制,保证实习实效,而不能是放羊式的管理^[9]。

创建虚拟仿真实践平台,高风险、高投入、不易观看的教学内容,采用虚拟仿真(VR/AR)、在线实训平台、云计算资源等创建出“虚拟工厂”“在线实训工场”。另外,设置学生创新工坊或者创客空间,让学有余力的学生在老师的指导下进行技术创新、参加职业技能大赛、“互联网+”创新创业大赛等,用比赛来促进学习、创业。

（四）改革实施与评价，推行“工学交替、动态反馈”的教学与评价模式

实行“工学交替、项目贯穿”的教学模式,冲破固定学期、固定教室的束缚,自由地采用理论教学、校内实训、企业见习、

项目实战、顶岗实习的螺旋式推进、工学并重的教学安排。将企业的实际项目或者毕业设计课题融入到学生的一个学期里，让学生通过自身的实践来自主地学习并使用相关知识，而教师以及企业导师也会给予必要的支撑和引导。

构建“多元主体、过程性、发展性”评价体系：

评价主体多元，即学校教师、企业导师、学生自评和互评为多种评价主体的评价。项目答辩、实习考评时引入企业的评委。

评价内容综合，评价指标要包括专业知识、操作技能、项目完成质量、工作态度、团队合作、安全生产、创新意识等各方面。创建岗位典型工作任务能力测评量表。

评价过程的动态性，注重过程性评价，用信息化教学平台记录学生的进步历程，项目的日志，代码的提交情况以及解决问题的过程等^[10]。建立学生个人“数字能力成长档案”，用图表的形式把学生的数字能力的发展历程展示出来。

三、结束语

综上所述，产教融合是提高中职计算机专业人才培养质量、服务产业发展能力的根本途径。它不是学校和企业之间简单地进行资源的嫁接，而是一场教育理念、培养模式、师资结构、管理体制等各方面深层次的变革。本文所提出的思想体系，是以产业需求为方向，以学生的综合职业能力发展为根本目的，从课程体系重新建构、教学团队共建共享、实践平台共同开发、教学评价方式创新等各方面着手，使产业元素充分渗透到人才培育的全过程之中。从长远来看，技术不断升级、产业形态不断更替的过程中，产教融合要不断地更新、改变自身的发展模式。只有这样，中职计算机教育才能担负起培养大批高素质技术技能人才、服务数字经济时代的历史重任，让学生的人生出彩，让产业的发展焕新，为制造强国、网络强国、数字中国建设筑牢坚实的产业基础。

参考文献

[1] 钱秋荣. 产教融合视角下的中职计算机教学模式创新策略研究[J]. 中国新通信, 2025, 27(11): 71-73.

[2] 李艳芹. 产教融合模式下中职计算机教学模式创新策略[C]// 广东教育学会. 广东教育学会2024年度学术成果集. 石家庄市藁城区职业技术教育中心; , 2024: 364-366. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.071338.

[3] 叶智梅. 产教融合下中职计算机教学研究[J]. 佳木斯职业学院学报, 2024, 40(08): 192-194.

[4] 钱进福. 产教融合下中职计算机应用专业课程教学的研究[J]. 教师, 2024, (05): 126-128.

[5] 陈国升, 陈燕, 戴永群. "以升学为导向"的中职计算机网络技术专业课程改革探究[J]. 电脑与信息技术, 2023, 31(06): 125-128. DOI: 10.19414/j.cnki.1005-1228.2023.06.019.

[6] 柳明. 计算机PS课程中的产教融合教学模式分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(06): 210-211. DOI: 10.19339/j.issn.1674-2583.2023.06.094.

[7] 张艳玲. 产教融合下中职计算机教学模式探讨[J]. 安徽教育科研, 2023, (15): 25-27.

[8] 陈灿辉. 在中职计算机专业教学中渗透产教融合的理念[J]. 学周刊, 2023, (07): 27-29. DOI: 10.16657/j.cnki.issn1673-9132.2023.07.009.

[9] 程振. 产教融合下中职计算机教学模式探讨[J]. 数据, 2022, (10): 147-149.

[10] 冯长松. 产教融合下中职计算机教学模式探讨[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(09): 124-125.

智能体互联网发展现状与构建路径研究

武振兴, 郑乔露*, 李炳奇, 卞娅靖, 王博霄

中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所, 北京 100083

DOI: 10.61369/TACS.2025140041

摘 要 : 随着生成式人工智能技术的突破性发展, 智能体作为具备自主感知、决策与协作能力的高阶人工智能, 正推动互联网从“信息互联”向“智能协作互联”演进, 国内外产学研界纷纷开展智能体互联网的研究与技术探索。本文立足互联网发展的内在逻辑, 梳理智能体互联网的研究探索现状, 分析其作为下一代互联网的演进必然性, 从技术创新、标准构建、生态协同、场景落地等方面提出推动智能体互联网构建与发展的路径, 为人工智能时代互联网演进升级提供思路。

关 键 词 : 智能体互联网; 下一代互联网; 技术创新; 标准构建

Research on the Development Status and Construction Path of the Internet of Agents

Wu Zhenxing, Zheng Qiaolu*, Li Bingqi, Bian Yajing, Wang Boxiao

Industrial Internet and Internet of Things Research Institute, China Academy of Information and Communications Technology (CAICT), Beijing 100083

Abstract : With the breakthrough development of generative artificial intelligence technology, agents—advanced artificial intelligence systems with autonomous perception, decision-making and collaborative capabilities—are driving the evolution of the Internet from "information interconnection" to "intelligent collaborative interconnection." Research and technological exploration on the Internet of Agents have been extensively carried out by industry, academia and research institutions both domestically and internationally. Based on the inherent logic of Internet development, this paper sorts out the current status of research and exploration on the Internet of Agents, analyzes its inevitability as the next-generation Internet, and proposes pathways to promote the construction and development of the Internet of Agents from the perspectives of technological innovation, standard formulation, ecological collaboration and scenario implementation. It aims to provide insights for the evolution and upgrading of the Internet in the era of artificial intelligence.

Keywords : internet of agents; next-generation internet; technological innovation; standard formulation

引言

互联网的发展史是一部连接形态的演进史, 从以信息检索为核心的 PC 互联网, 到实现人机随时交互的移动互联网, 互联网每次演进变化带来了连接主体的持续拓展、交互效率的持续升级。当前, 人工智能技术技术发展催生了以具备自主感知、决策与执行能力的智能体为核心节点, 可实现异构智能体间跨域网络协作的新型网络形态—智能体互联网, 标志着互联网从信息传输载体向智能协作枢纽的根本性跃迁。

一、智能体互联网是下一代互联网的必然选择

从互联网演进的内在逻辑与数字经济发展的外在需求来看, 智能体互联网成为下一代互联网的战略选择, 并非偶然, 而是技术迭代、需求升级与产业演进的共同必然结果。

(一) 破解当前互联网发展的核心瓶颈

当前互联网虽已实现广泛连接, 但仍存在三大核心瓶颈: 一是交互效率受限, 需依赖人类主动操作完成信息筛选与任务执行; 二是协同能力不足, 跨系统、跨领域的资源调度与任务协作需大量人工干预; 三是智能赋能不足, 网络仅作为信息传输管

作者简介:

武振兴, 中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所工程师, 硕士研究生, 主要从事互联网基础资源、互联网行业发展管理与政策研究等工作;

郑乔露, 中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所高级工程师, 硕士研究生, 主要从事工业互联网、标识应用、产业政策、标识技术等研究工作;

李炳奇, 中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所工程师, 硕士研究生, 主要从事域名、下一代互联网、数据等领域研究和工程建设工作;

卞娅靖, 中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所工程师, 硕士研究生, 主要从事下一代互联网领域研究和政府支撑等工作;

王博霄, 中国信息通信研究院工业互联网与物联网研究所工程师, 硕士研究生, 主要从事互联网域名、递归解析管理研究及政府支撑等工作。

道，未能充分释放数据与算法的智能价值。智能体互联网通过智能体的自主交互与协同，将人类从繁琐的操作流程中解放出来，实现意图驱动的自主服务；同时，通过网络、数据与智能的深度融合，使互联网从传输系统升级为认知系统，实现互联网全天候自主服务能力，大幅提升资源利用效率与服务智能化水平

（二）支撑数字经济高质量发展的核心需求

数字经济的高质量发展离不开高效的数字基础设施支撑。当前，制造业、能源、政务、医疗等领域的数智化转型对网络的智能调度、协同协作与安全可信提出了更高要求。智能体互联网能够为垂直行业提供定制化的智能协作解决方案：在政务领域，通过多智能体接力协作，可将企业开办流程大幅压缩；在工业领域，通过生产智能体、运维智能体的协同，实现生产全流程的自主优化；在能源领域，通过智能体的实时感知与调度，提升能源利用效率。这些应用场景充分证明，智能体互联网能够激活数据要素价值，催生全新的产业模式与服务形态，为数字经济高质量发展提供核心动力。

二、智能体互联网全球研究探索现状

智能体互联网的核心要义是通过构建适配智能体交互协作的网络基础设施与技术体系，实现海量智能体的广域互联与高效协同，进而支撑更复杂高效的互联网应用服务场景。当前，国内外围绕这一要义，形成了技术攻关并行推进、应用探索各有侧重的研究探索格局。

（一）国际研究探索：聚焦基础理论与通用技术创新

政策层面，欧盟《人工智能法案》、英国《生成式人工智能框架》等政策，以规范人工智能发展为核心，为智能体互联网的有序推进明确了安全边界与责任准则，为异构智能体协作提供了制度参考。技术层面，谷歌、亚马逊、OpenAI 等科技企业率先开展智能体基础交互技术研究，提出智能体互联网应构建“感知－决策－协作－执行”的全链路体系理论，谷歌推出异构智能体通信协议（Agent-to-Agent, A2A），Anthropic 公司提出智能体与外部工具间模型上下文协议（Model Context Protocol, MCP），探索智能体互联网基础通信协议规则标准。

（二）国内研究探索：依托产业基础，推动技术落地与生态构建

依托我国完备的网络基础设施与活跃的数字生态，国内智能体互联网发展呈现“技术攻关与场景落地并行、企业主导与联盟协同共进”的特征。基础电信运营商与互联网企业成为核心推动力量，通过白皮书发布、技术平台构建与产业联盟组建等方式，加速开展智能体互联网基础设施构建与场景落地实践。中国移动在其发布的《智能体互联网络白皮书》中明确提出智能体互联网的基础设施层、标准体系层与关键技术层的“三层支撑体系”，倡导组建智能体互联网络联盟，并推出“红莓 a-MaaS 全家桶”一站式智能体服务体系，推动典型应用场景落地。中国联通创新发布“智能体互联协议框架 CubeMAP”，可提供智能体注册发现、跨域接入、敏捷调度、安全可信互联等核心服务能

力，发起“智能体互联网联合创新倡议”，推动跨行业协同。华为则聚焦算力网络与智能体的协同优化，通过异构算力调度、模型训推平台等技术，为智能体互联网提供底层算力支撑。字节跳动与中兴通讯发布豆包手机，重塑了用户与手机的交互逻辑，积极探索以智能体为交互核心的新型互联网服务范式。

三、智能体互联网构建路径思考

构建智能体互联网是一项系统工程，需立足互联网发展规律，结合产业实践经验，从技术创新、标准构建、生态协同、场景落地四个核心维度协同推进，形成“技术突破－标准引领－生态支撑－场景验证”的良性循环。

（一）强化技术攻关，突破协同发展瓶颈

技术创新是智能体互联网发展的核心驱动力，需重点突破三大类关键技术：一是智能体命名技术，开展智能体命名规则与编码标准技术攻关，建立统一、可扩展、语义化的身份标识体系，为智能体提供全网唯一数字身份，奠定跨域互信与身份追溯定位基础。二是智能体寻址技术，开展基于智能体唯一身份标识的寻址协议优化，融合 IPv6 海量地址资源与扩展字段，实现身份标识到地址资源的高效、精准动态解析映射。三是智能体交互技术，开展智能体与智能体、智能体与外部工具间交互协议技术攻关，使智能体具备网络化协同合作能力。

（二）构建标准体系，规范行业发展方向

统一的标准体系是智能体互联网实现规模化发展的前提。需依托产学研用协同机制，从三个层面推进标准构建：一是技术协议标准，制定智能体间通信协议、数据交互格式、安全认证规范等通用标准，形成跨域协同的标准化通信协议体系，解决不同场景、不同领域智能体互联互通问题。二是行业管理标准，明确智能体身份管理、权限管理、交互规则、合规认证等管理要求，明确各方职责边界，促进行业规范健康发展。三是应用落地标准，针对政务、工业、能源等重点领域，制定智能体应用的技术要求、评估指标等，规范应用场景的落地流程。此外，需加强算力设施与智能体互联网的协同建设，构建“智能体即服务”的基础设施体系，降低智能体开发部署门槛，为智能体互联网规模化发展提供算力支撑。

（三）完善产业生态，凝聚行业发展合力

智能体互联网发展需要全产业链协同参与，构建政产学研用一体化发展产业生态。一是完善政策引导，出台针对性政策措施，鼓励技术创新与场景试点，优化产业发展环境。二是组建产业联盟，汇聚基础网络运营商、设备制造商、终端厂商、科研机构等多方力量，共同开展技术研发、标准验证、基础设施建设与应用推广。三是推进开源生态建设，搭建开放的智能体开发与测试平台，开放核心能力与工具组件，降低中小企业与开发者的参与门槛，激发创新活力。

（四）深化场景落地，促进技术成果转化

场景落地是智能体互联网技术验证与价值实现的关键，需遵循“从垂直领域到通用场景、从试点示范到规模化推广”的路径

推进。优先选择需求明确、价值突出的重点领域开展试点应用，在政务服务领域，聚焦企业开办、民生服务等高频场景，通过多智能体协同提升服务效率。在工业制造领域，围绕生产调度、质量检测、设备运维等环节，构建工业智能体协作系统。在智慧城市领域，推进交通、安防、环保等智能体的互联协作，提升城市治理水平。

四、结论

从信息互联到智能协作互联，智能体互联网的出现顺应了互

联网演进的内在逻辑，是数字经济时代下一代互联网的必然选择。当前，国内外的研究探索已为智能体互联网的发展奠定了基础，中国移动、中国联通、字节跳动等企业实践为场景落地应用开展了有益探索。推动智能体互联网的构建与发展，需聚焦核心技术攻关、推进标准体系构建、构建协同产业生态、强化场景驱动落地，通过多维度协同发力，实现从技术构想向产业实践的跨越。

参考文献

- [1] 中国移动通信有限公司研究院. 智能体互联网络白皮书 [R]. 2025.
- [2] 刘东. 从下一代互联网到智能体互联网：迈向普惠共享的数字新时代 [R]. 2025世界互联网大会演讲，2025.
- [3] 中国移动研究院. 智能体互联网技术白皮书 [R]. 2025.
- [4] 中国信息通信研究院. 国家人工智能产业综合标准化体系建设指南（2024版）解读 [R]. 2024.
- [5] Anthropic. Introducing the Model Context Protocol[EB/OL]. <https://www.anthropic.com/news/model-context-protocol>, 2024-11-25.

不确定环境下计算机设备供应链的韧性评估与优化策略研究

高滢¹, 龙宇琪¹, 牟俊², 易豪^{1*}

1. 工业和信息化部电子第五研究所, 广东 广州 510000

2. 湖北省宜都市招商局, 湖北 宜都 443300

DOI: 10.61369/TACS.2025140045

摘要 : 在全球地缘政治紧张、技术管制与突发公共事件交织的不确定环境下, 计算机设备全球供应链面临严峻风险, 其脆弱性对经济安全与产业竞争力带来了巨大挑战。本文在传统效率优先的供应链管理模式下创新, 构建一个融合系统思维与动态适应能力的韧性评估与优化框架。研究首先分析了供应链关系的传统线性思维并提出了复杂系统思维的理论, 提出了供应链韧性的三重能力维度: 抗风险能力、恢复能力与适应能力, 围绕这三个维度构建了多层次评估指标体系。最后, 从缓冲冗余、柔性重构与协同进化三个层面, 提出了增强供应链韧性的系统性优化路径。本文为相关企业在不确定环境中构建稳健、敏捷且具备进化能力的供应链体系提供了理论框架与实践指导。

关键词 : 供应链韧性; 计算机设备; 评估指标体系; 优化策略

Assessment and Optimization Strategies for Resilience of Computer Equipment Supply Chains in an Uncertain Environment

Gao Ying¹, Long Yuqi¹, Mou Jun², Yi Hao^{1*}

1.China Electronic Product Reliability and Environmental Testing Research Institute, Guangzhou, Guangdong 510000

2.Yidu Municipal Department of Investment Promotion, Yidu, Hubei 443300

Abstract : Amid heightened geopolitical tensions, technological controls, and sudden disruptions, the global computer equipment supply chain faces severe risks, threatening economic security and industrial competitiveness. This study moves beyond traditional efficiency-centric models to construct a resilience assessment and optimization framework integrates systems thinking and dynamic adaptation. It critiques linear supply chain perspectives, introduces complex systems theory, and proposes a three-dimensional resilience structure—comprising risk resistance, recovery, and adaptation capacities—supported by a corresponding multi-level index system. Finally, systematic optimization pathways are proposed across buffer redundancy, flexible restructuring, and collaborative evolution. The paper provides a theoretical framework and practical guidance for building robust, agile, and evolvable supply chains in uncertain environments.

Keywords : supply chain resilience; computer equipment; assessment index system; optimization strategy

引言

计算机设备（包括服务器、个人电脑、核心半导体部件等）是现代数字经济的基石，其供应链网络横跨全球，高度专业化与复杂互联。然而近年来的一系列黑天鹅与灰犀牛事件——如芯片出口管制、新冠疫情引发的全球物流中断、地区冲突对关键原材料供应的冲击，揭示了该供应链体系的脆弱性。这种脆弱性不仅威胁企业的连续运营，更对经济安全构成严峻挑战。当前，学术界对供应链韧性的研究已从初期概念探讨逐步转向机理分析与定量评估。然而现有研究大多沿袭传统的线性思维模式，将供应链视为可预测、可分割的线性机器，专注于成本、效率。这类研究忽视了供应链作为复杂适应系统的本质特征：突现性、非线性与路径依赖。针对计算机设备这一高技术产业，从复杂系统视角出发，具备可操作性的韧性评估与优化研究尚显不足。因此，本研究旨在构建一个贴合计算机设备产业特点、基于系统思维的韧性评估与优化框架，为构建安全高效且具备进化能力的供应链体系提供决策支持。

一、传统供应链管理模式下在不确定环境下的局限性

传统的计算机设备供应链管理核心目标是追求在稳定环境下

的配置效率最优化，例如实现成本最低、库存最优或交货最快，高度依赖环境确定性。然而，在地缘政治博弈、突发技术管制、全球公共卫生事件等“不确定风暴”中，这种基于确定性的传统

供应链管理面临巨大挑战：无法有效处理不确定环境下供应链这一复杂系统的突现性、非线性反馈和路径依赖等。这导致了一个管理悖论：在传统思维下构建的看似极度高效的供应链，在面临系统性冲击时，往往表现出“效率越高，脆弱性越大”的缺陷。2020年以来的芯片短缺危机，正是传统供应链管理在多重不确定性冲击下失灵的典型案例。

二、基于系统思维的供应链韧性内涵

基于复杂系统思维，供应链韧性不仅是承受打击的“结实程度”，更是从干扰中“反弹”并“进化”的连贯过程。本文将其解构为三个相互支撑、层层递进的能力维度，它们共同构成了一个“结构－过程－演化”的韧性闭环。

（一）抗风险能力

抗风险能力是供应链韧性系统的结构属性，反映了供应链系统通过设计和管理来应对外部风险冲击的能力。计算机设备供应链关键的抗风险能力设计包括：网络结构冗余：如多元供应商（特别是对CPU、GPU等“卡脖子”环节）、备选物流通道，可降低单一节点失效导致系统瘫痪的风险；资源缓冲储备：针对长周期、高价值的关键部件（如高端芯片）建立战略安全库存，作为吸收供应波动的“减震器”；松耦合设计：通过模块化产品架构和标准化接口，降低不同环节之间的技术依赖与协同难度，使局部中断不易迅速蔓延至全局。

（二）恢复能力

恢复能力是供应链韧性系统的动态过程属性，衡量了在供应链中断发生后，快速识别受损环节、重新配置资源、修复或重建功能，并使其恢复到可接受水平的速度与效率。这体现了供应链系统的过程敏捷性。恢复并非简单的“回到原点”，而是一个高效协调的动态重组过程。其核心要素包括：信息感知与可视性：借助物联网等技术实现供应链全程可追溯，快速精准定位问题；决策与执行敏捷性：高效的应急指挥体系，并利用数字孪生技术进行中断情景模拟与恢复方案预演；资源重配柔性：拥有可快速切换的替代产能、灵活的物流方案，以执行恢复计划。

（三）适应能力

适应能力是供应链韧性系统的长期演化属性，代表了供应链系统从中断事件中学习，并据此调整自身结构、策略，从而更好地应对未来类似乃至全新威胁的进化潜力，这是最高层次。适应能力的核心在于：组织学习机制：建立正式的中断复盘与经验制度化流程，将个体经验转化为组织知识；协同创新生态：与供应商、研究机构建立开放式的创新网络，共同投资下一代技术，降低对单一技术路线的锁定风险；战略柔性：根据环境变化，主动调整供应链的全球布局、合作模式与竞争战略。

在系统视角下，这三种能力并非孤立存在。抗风险能力为恢复赢得时间窗口，恢复能力为适应提供学习素材，而适应所带来的系统进化又将增强未来的抗风险与恢复能力。计算机设备供应链因技术迭代快、全球分工极细，其韧性建设必须系统性地兼顾这三个维度，形成自我强化的正向循环。

三、构建计算机设备供应链韧性评估模型

本节构建一个基于系统思维的计算机设备供应链韧性评估模型，评估指标反映计算机设备供应链韧性在“结构、过程、演化”三个层面的属性。遵循科学性、可操作性及代表性原则，构建多层次指标体系：

表1. 计算机设备供应链韧性评估指标体系

目标层	一级指标 (能力维度)	二级指标(测量重点)	核心观测点(示例)
供应链韧性	抗风险能力	供应网络冗余度	关键物料供应商数量，前三大供应商采购集中度
		库存与产能缓冲	库存覆盖关键需求的天数，备用产能启用准备时间
		架构松耦合度	产品模块化与标准化水平
	恢复能力	信息感知	供应链端到端实时追踪覆盖率，异常事件自动预警响应时间
		响应速度	订单履行周期可压缩极限，替代物流方案平均启用时间
		应急决策与效率	中断应急响应预案完备度，跨组织协同平台的应用深度
	适应能力	知识管理	供应链中断后结构化复盘报告的质量，经验教训制度化转换率
		协同创新能力	与外部机构联合研发投入占比，参与产业技术联盟的广度与深度
		环境扫描与战略调整	定期进行供应链压力测试与情景规划的频率，战略调整的敏捷性

四、计算机设备供应链韧性优化策略

提升计算机设备供应链韧性需要一个系统性的优化框架。该框架对应韧性的三重能力维度，旨在引导供应链从被动应对风险的脆弱线性结构，向主动适应变化的稳健复杂系统演进。

强化结构层：实施缓冲与冗余策略以提升抗风险能力。本层策略旨在优化供应链系统的结构，为应对冲击构筑第一道防线。战略性多元化布局：对CPU、GPU、高端存储芯片等战略环节，系统性地开发替代供应商建立备份产能，降低对单一来源的过度依赖。动态智能缓冲库存管理：摒弃“零库存”教条，对供应风险高、采购周期长的关键物料，实施动态调整的安全库存策略。将部分库存囤货视为保障业务连续的“保险成本”而非待削减的“浪费”。投资模块化与标准化设计：在产品设计源头植入韧性，推动核心硬件平台的模块化、接口标准化，使得关键部件可以在不同供应商产品间互换，从而在供应中断时能快速切换来源。

优化过程层：构建柔性响应机制以加速恢复能力。本层策略旨在提升供应链系统的过程效率，确保中断发生后能快速感知、决策并执行恢复。部署数字孪生与高级仿真平台：构建供应链的数字孪生体，使其能够对各类中断情景进行高保真模拟，预演不同恢复方案；将决策从依赖高管的个人经验的转变为基于模拟数据，实现“仿真驱动决策”。建设端到端供应链控制塔：集成物联网、大数据和AI技术，打造一个能实时监控供应链全链路状态

（订单、库存、产能利用率）的智能控制中心；实现异常事件的自动预警、根因的智能分析，并提供可视化的应急指挥界面，缩短“感知－决策－行动”周期。发展弹性物流与制造网络：与多家物流服务商合作，规划好备选运输路线和枢纽。投资于可快速转换生产任务的柔性制造单元等增材制造技术，以应对小批量、急迫性的替代部件生产需求。

培育演化层：营造协同创新生态以激发适应能力。本层策略着眼于系统的长期进化潜力，通过学习和创新，使供应链不仅能“复原”，更能“进化”。构建开放式协同创新生态系统：改变与供应商单纯的交易关系，与核心供应商、高校、研究机构建立研发联盟；共同投资于下一代计算架构等前瞻性领域，分散技术研发风险，共享创新成果，降低对单一技术路线的长期依赖。建立制度化学习与压力测试机制：将重大中断事件后的深度复盘制度化，形成组织知识库；定期开展供应链压力测试，模拟危机场

景，并强制引发战略层面的讨论与调整。培养供应链安全企业文化：将供应链韧性目标纳入企业各级管理者的绩效考核体系，使管理团队理解供应链复杂系统思维，认识到局部效率优化可能带来的供应链系统性风险，在决策中主动平衡短期利益与长期供应链安全。

五、结语

本研究直面不确定环境下计算机设备供应链面临的严峻挑战，构建了一个完整的韧性评估与优化框架。关注供应链关系网络、动态过程和演化潜能。韧性是由抗风险、恢复、适应三重能力构成的动态属性。本研究亦存在局限，如评估指标体系对数据质量要求极高，提出的策略可能存在成本冲突（如冗余库存与成本控制的矛盾）。

参考文献

- [1] 国务院发展研究中心课题组. 提升产业链供应链韧性与安全水平研究 [J]. 管理世界, 2022, 38(4): 1-19.
- [2] 但斌, 李雨田, 杨晓. 复杂网络视角下供应链韧性的形成机理与提升路径研究 [J]. 管理工程学报, 2023, 37(2): 1-12.
- [3] 王夏阳, 朱帮助. 数字化赋能的供应链韧性: 理论框架与中国实践 [J]. 南开管理评论, 2022, 25(5): 209-221.
- [4] 黄健, 刘洋, 肖勇波. 面向中断风险的供应链弹性管理研究综述与展望 [J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(10): 2711-2727.
- [5] 谢莉娟, 张昊. 现代流通体系构建与产业链供应链韧性提升 [J]. 中国工业经济, 2022(11): 5-23.
- [6] 张以彬, 陈洁. 供应链弹性研究综述: 从恢复到适应 [J]. 系统管理学报, 2019, 28(3): 395-405.
- [7] Christopher, M., & Peck, H. Building the Resilient Supply Chain[J]. The International Journal of Logistics Management, 2004, 15(2): 1-14.
- [8] Sheffi, Y. The Resilient Enterprise: Overcoming Vulnerability for Competitive Advantage[M]. Cambridge: MIT Press, 2005: 45-80.
- [9] Ivanov, D., & Dolgui, A. Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles[J]. International Journal of Production Research, 2020, 58(10): 2904-2915.
- [10] 马士华, 林勇. 供应链管理（第5版）[M]. 北京: 机械工业出版社, 2021.

中职计算机专业课程思政建设路径与教学实践探索

闫红帆

成都市现代职业技术学校，四川 成都 610000

DOI: 10.61369/TACS.2025140051

摘 要： 本研究以中职计算机专业《办公应用基础》课程为实践载体，探索课程思政建设的有效路径。通过理论梳理明确课程思政的核心内涵，结合中职计算机专业实践性强、技术更新快的特点，提炼出专业课开展思政教育的三大基本原则，挖掘“精、勤、博、学、协作、创新、技能报国”核心思政元素，构建“思政引领、课程贯穿、任务驱动、评价反馈、活动强化”的课程思政体系，设计以“四个自信”为主题的教学实施路径与流程，并将该模式推广至计算机专业相关课程。实践表明，体系化的课程思政建设实现了知识传授与价值引领的统一，有效提升了人才培养质量，落实了立德树人根本任务。

关 键 词： 中职学校；计算机专业；课程思政；办公应用基础

Exploration on the Construction Path and Teaching Practice of Ideological and Political Education in Computer Courses of Secondary Vocational Schools

Yan Hongfan

Chengdu Modern Vocational and Technical School, Chengdu, Sichuan 610000

Abstract： Taking the course Basic Office Applications of the computer major in secondary vocational schools as the practical carrier, this study explores effective paths for the construction of ideological and political education in courses. By clarifying the core connotation of ideological and political education in courses through theoretical analysis, and combining the characteristics of strong practicality and rapid technological renewal of the computer major in secondary vocational schools, this study summarizes three basic principles for carrying out ideological and political education in professional courses. It extracts core ideological and political elements such as precision, diligence, erudition, learning, collaboration, innovation, and serving the country with skills, and constructs an ideological and political education system featuring "ideological and political guidance, curriculum integration, task-driven approach, evaluation and feedback, and activity enhancement". Furthermore, it designs a teaching implementation path and process themed on the "Four Matters of Confidence", and extends this model to other relevant computer courses. Practice shows that the systematic construction of ideological and political education in courses has unified knowledge imparting and value guidance, effectively improved the quality of talent cultivation, and fulfilled the fundamental task of fostering virtue through education.

Keywords： secondary vocational schools; computer major; ideological and political education in courses; Basic Office Applications

在科技创新与产业变革深度推进、新业态新职业不断涌现的背景下，现代职业教育体系建设加快推进，职普融通、产教融合的发展要求对技能人才培养提出了更高标准。习近平总书记强调，要坚持把立德树人作为中心环节，把思想政治工作贯穿教育教学全过程，实现全程育人、全方位育人。中职学校作为技能人才培养的重要阵地，需立足专业特色，充分挖掘专业课的思政育人资源，推动思政教育与专业技能教育深度融合，构建符合职业教育特点的课程思政体系，培养德技兼修的高素质技术技能人才。

一、理性认识中职计算机专业课程思政

（一）中职计算机专业课程思政的内涵

课程思政是将理想信念、价值观念、精神追求等思想政治教育元素有机融入各类课程的隐性教育模式，核心是实现知识传授与价值引领的统一，达成育人与育才的双重目标。思政课程与课程思政

需协同育人，通过思政课程开展显性思想政治教育，依托专业课程挖掘育人资源实施隐性思政教育，实现显隐结合、功能互补。

在职业教育领域，课程思政是落实立德树人的重要途径。2019年《国家职业教育改革实施方案》、2021年《关于推动现代职业教育高质量发展的意见》均明确提出推动思政教育与技术技能培养深度融合，2025年新修订的职业教育专业教学标准进一步要

求，中职计算机专业需培养践行社会主义核心价值观，兼具良好职业道德、爱岗敬业职业精神、精益求精工匠精神的技能人才。

中职计算机专业课程思政，需以专业为载体，结合人才培养特点和能力素质要求，将价值引导、职业道德教育与专业技能训练深度融合。当前，计算机专业课教学仍存在重技能、轻思政的问题，教师对课程思政理解不足、思政元素挖掘碎片化，育人能力亟待提升，因此亟需系统挖掘思政元素，构建科学的课程思政体系，让思政教育融入专业教学全过程。

（二）中职计算机专业融入课程思政的基本原则

结合中职教育学情特点与计算机专业特性，专业课融入课程思政需遵循三大基本原则，确保思政教育与专业教学同向同行。

1. 以立德树人为根，以专业需求为要：以社会主义核心价值观为引领，培养学生明大德、守公德、严私德的道德品格，树立道路自信、理论自信、制度自信和文化自信；立足计算机专业培养目标，将技能报国作为核心导向，培育学生精益求精、勤奋刻苦、协作共赢、开拓创新的行业精神，确保思政教育服务于专业人才培养。

2. 以学生为中心，助力学生发展：尊重学生的主体地位，充分发挥学生主观能动性，针对中职学生学习习惯不佳、学习动力不足、实践经验缺乏等学情问题，将课程思政与学生行为养成相结合，在思政浸润中促进学生道德素养与行为习惯的双重提升，为学生的职业发展与人生成长奠定基础。

3. 以任务为驱动，促进主动探究：契合计算机专业实践性、创造性、时代性的特点，摒弃传统“教师为主、学生为辅”的教学模式，采用任务驱动法开展教学，以任务为基础、驱动为手段、质量为目的，引导学生在“做中学、学中做”，激发学习兴趣，培养主动探究与创新实践能力。

二、构建中职计算机专业课程思政体系

围绕立德树人根本目标，结合国家专业教学标准、专业人才培养方案与学校办学理念，本专业提出“精勤博学，协作创新，技能报国”的思政理念，构建起系统化、专业化、有机融合的课程思政体系，实现思政教育与专业教学的全环节融合。

（一）挖掘课程思政元素

以“精勤博学，协作创新，技能报国”为核心思政理念，深度挖掘出适配中职计算机专业的七大思政元素：精（精益求精）、勤（勤奋踏实）、博（博采众长）、学（乐学善学）、协作（协同合作）、创新（创新创造）、技能报国（勤练技能、报效祖国）。七大元素既贴合计算机行业的职业要求，又契合中职学生的成长规律，为课程思政的设计与实施提供了核心支撑。

（二）选择课程思政主题

基于七大思政元素，选定“四个自信”（道路自信、理论自信、制度自信、文化自信）作为课程思政核心主题，实现专业特性与思政目标的深度融合。一是帮助计算机专业学生在科技博弈中树立政治定力，抵御西方意识形态渗透；二是破解“思政与专业两张皮”问题，通过具象化载体让思政教育如盐在水般融入专

业教学；三是搭建“小技术”与“大时代”的联结，让学生在专业学习中树立报国理想，将个人技能成长与国家发展紧密结合。

（三）设计课程思政路径

以思政为引领，构建“思政引领、课程贯穿、任务驱动、评价反馈、活动强化”五位一体的课程思政实施路径，将思政教育贯穿教学全流程，形成课内课外、线上线下联动的育人格局。

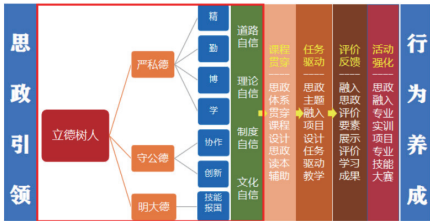


图1 中职计算机专业课程思政体系

1. 思政引领：以“立德树人”为根本统领，明确“明大德、守公德、严私德”的专业思政育人目标，将七大思政元素与“四个自信”主题深度结合，引领计算机专业各门课程的思政系统设计，确保课程思政方向明确、目标统一。

2. 课程贯穿：将思政教育作为主线贯穿课程教学全程，对专业课程内容进行重构，将七大思政元素融入整体教学设计，结合教学项目与课堂任务细化思政点与思政素材；通过课内项目实践、课后思政读本阅读的方式，打破课堂时空限制，形成课内课外教育合力，让学生在专业知识学习中持续浸润思政教育。

3. 任务驱动：以思政主题为导向设计项目学习任务，引导学生在完成任务的过程中实现思政浸润与技能提升。以《办公软件应用》课程为例，选定“文化自信”为思政主线，设计“博物馆之旅”统领项目，拆解为演示文稿应用、文字处理、电子表格处理等七个工作流程一体化子项目，为每个子项目设计贴合的思政素材（如《中国汉服——传统文化之美》《每个国货品牌都应该被看见》）。学生通过阅读思政素材、运用专业技能完成任务、展示学习成果的过程，潜移默化地认同思政理念，实现行为养成。

思政引领	任务驱动		行为养成
	教学任务	思政融入点	
立德树 人 精勤博 学 协作 创新 技能 报国	项目一：博物馆之旅	项目一：博物馆之旅	项目 实训 作品 展示 思政 读本 浸润
	任务一：博物馆之旅	任务一：博物馆之旅	
	任务二：博物馆之旅	任务二：博物馆之旅	
	任务三：博物馆之旅	任务三：博物馆之旅	
	任务四：博物馆之旅	任务四：博物馆之旅	
	任务五：博物馆之旅	任务五：博物馆之旅	
	任务六：博物馆之旅	任务六：博物馆之旅	

图2 《办公软件应用》课程思政教学设计

4. 评价反馈：构建“全员、全过程、全方位”的表现性评价体系，将思政要素融入评价全过程。课前、课中、课后根据教学内容设计对应思政要素的评价量表（如课前“乐学善学”、课中“博采众长”、课后“精益求精”），由教师、学生自评、互评完成评价；项目完成后，从作品、职业素养、参与情况等维度设计量表，由项目经理、项目成员、教师共同评价；实训周与技能大赛中，邀请行业专家、学生家长参与评价，通过多主体、多维度评价促进学生思政素养与专业能力的双重提升。

5. 活动强化：依托专业实训周、专业技能大赛两大专业活动，设计与思政主题、教学内容相融合的实践项目，强化思政教

育效果。以“家国情怀”为切入点、“技能报国”为导向，选取中国传统节日、祖国建设成就、工匠精神、乡村振兴、文化创意等作为项目主题，开展演示文稿制作、电子小报设计、信创图文办公、文案设计等实践活动，让学生在专业技能实践中深化思政认知，将思政理念转化为实践行动。

（四）明确课程思政流程

针对以往专业课思政教学碎片化、随意化的问题，通过实践探索明确了标准化的课程思政教学实施流程，为教师开展思政教学提供清晰指引，流程分为五个核心环节：

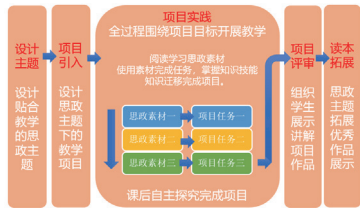


图3 课程思政教学实施流程

1. 设计主题：结合七大思政元素，选取“四个自信”相关内容为载体，设计贴合课程教学内容的思政主题，确保思政主题与专业知识高度契合。
2. 项目引入：根据思政主题设计教学项目，结合岗位工作流程明确项目要求，通过主题探讨引导学生感知思政元素，明确学习目标与探究方向。
3. 项目实践：围绕项目目标开展教学，将项目拆解为多个子任务，每个任务以思政素材阅读为起点，学生在浸润思政教育的同时，运用素材完成技能学习任务，通过实操掌握专业知识，并将知识迁移运用到思政主题项目作品创作中。
4. 项目评审：组织学生开展作品展示与评审，学生讲解思政主题作品，从知识、能力、素养、思政等方面进行总结评价，既展示专业技能成果，又强化思政主题认同。
5. 读本拓展：将思政内容、教育故事、优秀学生作品汇编成思政读本，读本涵盖领导寄语、学校文化、思政故事、学生作品、优秀团队等内容，通过课后自主阅读，打破课堂时间限制，实现全时段、全方位的思政浸润。



图4 思政读本样例

以《办公软件应用》“制作博物馆之旅演示文稿”子项目为例，先选定“文化自信”为主题，设计三个难度递增的课堂任务：阅读《为何景德镇的好瓷器这么贵？》完成演示文稿基础操作、阅读《中国汉服——传统文化之美》完成动效制作、阅读《音乐故事——滥竽充数》完成放映保存学习；学生掌握技能后迁移创作“博物馆之旅”演示文稿，通过作品评审传播文化魅力、提升文化自信，最后将教学素材与优秀作品纳入思政读本，实现

课后思政拓展。

三、课程思政体系的推广与实践成效

本研究以《办公应用基础》课程为试点构建的课程思政体系，已逐步推广至我校计算机专业多门专业课，形成了结构化、体系化的课程思政教学改革经验，取得了良好的育人效果与教学成果。

在学生培养方面，课程思政的融入让学生在专业技能学习中实现了价值引领与能力提升的双重收获：以家乡成都为主题开展文创设计，深化学生对本土文化的认同；以传统文化为主题进行LOGO设计，增强学生的文化自信；以奋斗青春为主题创作短视频，引导学生践行中国梦；以美丽中国为主题开展新媒体编辑，培养学生的家国情怀。学生的职业素养、道德品格与专业技能同步提升，逐步树立起“技能报国”的职业理想。

在教师发展方面，通过集体研讨、跨学科合作、共研共改的方式，专业课教师的课程思政认知与实践能力显著提升。本研究成果多次在省级、市级教研活动中汇报交流，完成专题讲座八次；以本研究为基础参加职业院校教师教学能力大赛，斩获三个省级一等奖、两个市级一等奖；在省市级公开研讨讨论活动中完成四次示范展示，形成了可复制、可推广的教学经验。

四、反思与展望

中职计算机专业课程思政建设初见成效，但仍存在教师能力、思政资源、评价体系三大短板，需持续优化以推动建设走深走实。一是补齐教师能力断层，78%的专业课教师暂无法独立设计思政体系，创新与开发能力不足，需开展分层分类专项培训，搭建线上交流平台，推动教师从思政内容应用者向设计者转变。二是丰富思政资源供给，专业思政元素挖掘不深、素材储备匮乏，校企合作浅层化，需深挖行业思政元素，开发适配中职学生的“行业思政微案例库”，深化校企合作实现素材动态更新。三是完善量化评价体系，当前思政评价主观化、指标模糊，需在全维度评价框架下，具象化情感态度类指标，将思政目标达成度转化为可量化标准，以科学评价发挥导向作用。

课程思政是培养德技兼修技能人才的关键，教师需将思政教育融入专业教学各环节，培育兼具“中国芯”与“中国魂”的计算机行业工匠，为数字经济与科技强国建设输送人才。

参考文献

- [1] 沙占华, 乔正悦. 思政课程与课程思政协同共进的内在依据、原则和途径 [J]. 保定学院学报, 2023, 36(04): 88-92.
- [2] 葛晨光, 朱清慧, 张水潮. 高校课程思政与思政课程协同育人的基本要求及实现路径 [J]. 学校党建与思想教育, 2023(10): 25-28.
- [3] 李燕, 方霁. 课程思政中的“思政”: 内核、路径与意蕴 [J]. 思想教育研究, 2021(11): 108-113.
- [4] 唐海风. 课程思政: 高职专业课教学融入思政元素的路径 [J]. 科技风, 2018(35): 38.
- [5] 周海君, 海楠楠. 专业思政在课程思政中的应用与实践——以机电一体化技术专业PLC控制技术课程为例 [J]. 职业, 2024(12): 84-88.

数字电子技术课程思政教学实践与探索

谢家烨, 韩宇菲

江苏省南京工程学院工程训练中心 应用技术学院, 江苏 南京 211167

DOI: 10.61369/TACS.2025140054

摘 要 : 为深入贯彻落实立德树人根本任务, 推进高校课程思政建设走深走实, 破解数字电子技术课程思政与专业教学“二元分离”、融入方式生硬、实践育人价值引领不足等问题, 本文以该课程为研究对象, 结合其理论性与实践性兼具的特点, 在系统梳理教学现状与核心问题的基础上, 探索课程思政与专业教学深度融合的实践路径。通过凝练课程知识模块、深度挖掘思政元素, 遵循“自然共生、精准适配、全程渗透”的融入原则, 构建“知识线、育人线”双轨育人体系; 采用“线上、线下”混合式教学模式, 依托多元教学手段实现思政元素全流程渗透; 完善“知识、能力、思政”多元化综合考核体系, 将德育素养全面纳入评价维度。实践表明, 该改革有效实现了专业教育与思政教育的有机融合, 提升了课程立德树人的育人效能, 为工科专业基础课课程思政建设提供了可复制、可推广的实践参考。

关 键 词 : 数字电子技术; 课程思政; 立德树人; 教学实践

Practice and Exploration of Curriculum Ideological and Political Education in Digital Electronic Technology Teaching

Xie Jiaye, Han Yufei

Engineering Training Center & School of Applied Technology, Nanjing Institute of Technology, Nanjing, Jiangsu 211167

Abstract : To thoroughly implement the fundamental task of fostering virtue through education, promote the in-depth development of curriculum ideological and political education in colleges and universities, and address the prominent issues in the course of Digital Electronic Technology—such as the separation of ideological and political education from professional teaching, rigid integration methods, and insufficient value guidance in practical education—this paper takes the course as the research object. Combined with its characteristics of integrating theory and practice, and based on a systematic review of the current teaching situation and core problems, the paper explores the practical path for the deep integration of curriculum ideological and political education with professional teaching. By condensing course knowledge modules, deeply excavating ideological and political elements, and following the integration principles of "natural coexistence, precise adaptation, and full-process penetration", a dual-track education system of "knowledge line and education line" is constructed; an "online and offline" blended teaching mode is adopted to realize the full-process infiltration of ideological and political elements through various teaching methods; a diversified comprehensive assessment system covering "knowledge, ability, and ideological and political literacy" is improved, with moral literacy fully incorporated into the evaluation dimensions. Practice has shown that the reform has effectively achieved the organic integration of professional education and ideological and political education, enhanced the educational effectiveness of fostering virtue through education, and provided a replicable and promotable practical reference for the construction of curriculum ideological and political education in basic engineering courses.

Keywords : digital electronic technology; curriculum ideological and political education; fostering virtue through education; teaching practice

引言

习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调, 要坚持把立德树人作为中心环节, 把思想政治工作贯穿教育教学全过程, 实现全员育人、全程育人、全方位育人^[1]。中共中央办公厅、国务院办公厅《关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见》^[2]

项目信息:

南京工程学院校级“课程思政”示范项目 (KCSZ2025KC51);

南京工程学院人工智能课程建设项目 (JXZN20253089);

南京工程学院“揭榜挂帅”天印湖科创学院交叉课程建设课题 (2025TKJB02)。

明确提出,要把思想政治教育贯穿人才培养体系,全面推进高校课程思政建设,发挥好每门课程的育人作用。教育部印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》^[3]进一步指出,工学类专业课程要注重强化学生工程伦理教育,培养学生精益求精的大国工匠精神,激发学生科技报国的家国情怀和使命担当,推动各类课程与思政课程同向同行,形成协同育人效应。

数字电子技术作为电子信息、自动化、机械工程等工科专业的核心基础课程,涵盖逻辑代数、组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲波形产生与变换等核心内容,兼具理论逻辑性、工程实践性和应用广泛性^[4]。该课程不仅是学生夯实电子技术基础、培养电路分析与设计能力的关键,更是衔接基础理论与工程实践的重要桥梁,在电类课程体系中具有举足轻重的作用^[5]。其知识点体系中蕴含着丰富的思政教育元素,从中华优秀传统文化中的数制智慧,到我国电子信息产业自主创新的实践探索,从电路设计的严谨性要求到工程实践的团队协作准则,都为开展课程思政建设提供了天然的切入点^[6]。

当前,数字电子技术课程普遍采用理论与实验结合的教学模式,但在实际教学中仍存在诸多突出问题:多数教学重专业知识传授、轻价值引领,专业课与思政课在立德树人层面形成明显的“二元分离”态势^[7];即便部分教师尝试融入思政元素,也多存在契合度不高、融入方式生硬等问题,甚至出现思政内容挤占专业教学时间的情况,未能实现二者有机融合;传统教学模式单一固化,线上教学资源缺乏系统化的思政内容设计,思政教育覆盖不全面^[8];部分教师思政育人能力不足,对课程思政建设要求理解不深,缺乏有效的融入方法与技巧。基于此,本文结合数字电子技术课程的教学特点,借鉴现有教学改革经验^[4,6,7],从思政元素挖掘、教学模式创新、考核体系优化等方面开展课程思政教学实践探索,力求找到二者深度融合的有效路径,让思政育人与专业知识传授有效衔接、相互渗透,真正实现知识传授、德育功能和价值引领的同向同行。

一、数字电子技术课程教学现状与思政建设核心问题

数字电子技术作为多工科专业的核心基础课,在课程思政推进过程中,适配高等教育课程优化与新工科人才培养要求的同时,仍暴露出诸多共性问题,直接制约课程育人功能的有效发挥,具体体现在以下四方面:

(一) 思政融入缺乏系统设计,与专业知识脱节

多数课程未将思政建设纳入整体教学规划,教师对思政元素挖掘浅显,未能结合课程知识逻辑与工程特点精准匹配。思政融入多为“附加式”“贴标签”,如讲解电路知识点后生硬插入爱国口号、引用无关案例,造成思政与专业“两张皮”,既无法达成育人效果,还会打乱教学节奏、影响学生学习体验。

(二) 实践教学重技能轻素养,思政育人环节缺失

实践教学作为课程核心环节,以电路验证、设计实操为目标,侧重培养学生动手能力,却忽视思政素养培育。在电路焊接、参数调试等实操中,未融入求真务实的工匠精神、安全可控的工程伦理与协作互助的团队意识,难以实现“以练促能、以践育德”的育人目标。

(三) 教学模式固化单一,思政教育覆盖不全面

课程仍采用“教师讲、学生听”的传统灌输模式,线上资源以专业课件、习题为主,缺乏系统化思政内容设计;线下仅理论课尝试融入思政,实验课、课后拓展无思政覆盖,无法实现全流程渗透,育人效果大打折扣。

(四) 师资思政育人能力不足,融入方法待完善

部分专业课教师专业功底扎实,但对课程思政建设要求理解不深,缺乏思政元素挖掘与融入的技巧。教学中要么思政内容过多挤占专业课时,要么融入流于形式,难以实现思政与专业有机融合,直接影响课程思政建设质量。

二、数字电子技术课程思政的核心原则与实践路径

针对课程教学现状与思政建设存在的问题,结合数字电子技术课程特点,在明确课程思政融入核心原则的基础上,从知识模块凝练、教学模式创新、考核体系完善三个层面推进实践,实现思政教育与专业教学的深度融合。

(一) 课程思政教学的核心原则

为避免思政融入形式化,结合数字电子技术理论与实践并重的特点,需遵循三大核心原则:

1. 自然共生原则:思政教育紧密依托专业知识讲授与实践操作,不额外增设独立思政教学环节,将思政元素作为专业教学的内在部分自然融入。如讲解芯片相关内容时,同步引入我国芯片产业发展案例,实现思政教育与专业教学无缝衔接。

2. 精准适配原则:思政元素的挖掘紧扣课程知识模块,贴合数字电路分析、设计与应用的专业场景,保证思政内容与知识点高度契合。如讲解逻辑函数化简时,以“追求最简”的专业要求,培养学生精益求精的工匠精神。

3. 全程渗透原则:将思政教育贯穿课前、课中、课后全流程,覆盖理论教学、实验操作、课后拓展等全部环节,通过多场景持续渗透,强化价值引领的常态化。

(二) 课程思政教学实践路径

1. 凝练知识模块,挖掘思政元素,构建“知识线、育人线”双轨体系

立足课程教学大纲,将数字电子技术整合为逻辑基础与基本理论、核心电子器件、逻辑电路分析与设计、脉冲波形产生与变换四大知识模块,搭建清晰的“知识线”;围绕家国情怀、文化自信、工匠精神、创新意识、工程伦理、团队协作六大思政目标,从传统文化、产业发展、科学家事迹、工程案例等维度挖掘

思政元素,构建“育人线”,实现双线协同育人。

具体融入中,精准对接各模块核心内容:讲解数制时,结合传统成语阐释传统文化中的数制智慧,增强学生文化自信;介绍逻辑代数时,讲述布尔执着探索的科研故事,激发学生的钻研精神。讲解门电路、触发器时,引入我国芯片产业突破技术壁垒的发展历程与钱学森归国事迹,厚植学生家国情怀与科技报国信念;讲解电路组合原理时,依托小组方案研讨培养团队协作意识。讲解555定时器应用时,结合民生电路设计案例,让学生体会技术服务社会的价值;在参数调试中,强调数据真实、操作规范,培养严谨细致的工匠精神。

2. 构建“线上、线下”混合教学模式,实现思政全程渗透

依托网络教学平台,构建“线上预习、线下教学、课后拓展”混合教学模式,将思政教育全面融入各教学环节:

· 线上预习:实现思政前置,平台同步发布专业预习资源与思政学习资源,配套“我国芯片产业发展对工科生有何启示”等思考题,学生完成线上作答,教师据此把握学生预习情况与思政认知基础,为线下教学精准备课。

· 线下教学:深化思政融入,理论课堂针对预习疑难精讲知识点,在关键节点结合案例、追问强化思政引领;实验课堂将思政融入实操,基础实验强调规范操作、数据真实,培养诚信素养;综合设计实验以小组合作形式开展,在分工协作中培养团队意识,同步渗透工程伦理教育。

· 课后拓展:推动思政践行转化,线上开设思政主题讨论区,围绕数字技术与大国重器、工科生责任担当等话题交流;线下布置电子企业调研、实用电路设计等实践任务,实现思政认知从“知”到“行”的转化。

3. 完善考核体系,纳入德育素养,实现以考促教

优化课程考核体系,强化实践能力与思政素养的考核导向。理论课程总成绩由期末考试(60%)和平时成绩(40%)组成,期末考试在案例分析、电路设计等题型中融入国产器件应用、民生电路设计等思政场景,实现专业考核与价值引领结合;平时成绩考核线上预习、课堂互动、项目实践、拓展任务完成情况,侧重

学习过程与思政认知评价。

将实验教学设为独立课程,百分制计分并纳入学业总评,考核兼顾实践技能与思政素养,既评价操作规范、数据真实等基础指标,也将团队协作、工程伦理、创新设计纳入考核范畴,在实践中落实技能培育与思政育人。

构建思政素养简易评价量表,从思政认知、职业素养、团队协作、社会责任感四个维度,采用教师评价、学生互评、实践表现评价等多元方式完成评定,并以考核结果为依据,反思思政融入、实践组织等环节的问题,动态优化教学方案,形成“教学—考核—反思—优化”的闭环改进机制。

三、结语

立德树人是高校教育的根本任务,课程思政是落实这一任务的关键抓手。数字电子技术作为工科专业核心基础课程,其课程思政建设是工科人才培养体系的重要组成部分,对培养兼具专业能力、实践能力和思政素养的高素质工科人才具有重要意义。本文结合数字电子技术课程特点,明确“自然共生、精准适配、全程渗透”的核心原则,通过构建“知识线、育人线”双轨体系、“线上、线下”混合式教学模式、“知识、能力、思政”多元化考核体系,有效破解了思政与专业脱节、育人环节缺失等问题,实现了专业教育与思政教育的有机融合。

实践表明,该改革让学生在学习专业知识、培养实践能力的同时,家国情怀、文化自信、工匠精神等思政素养得到潜移默化的培育,真正实现了知识传授、能力培养与价值引领的统一。该实践路径紧扣工科基础课教学特点,为电子技术、电工学等其他工科课程开展课程思政建设提供了可复制、可推广的参考。未来,还需持续更新思政资源,及时融入电子产业最新成果与时代案例;加强师资队伍建设,通过专题培训、教研交流等方式提升教师思政育人能力,推动课程思政建设常态化、长效化,为培养担当民族复兴大任的高素质工科人才贡献力量。

参考文献

- [1] 吴晶,胡浩.习近平在全国高校思想政治工作会议上强调:把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[J].实践(思想理论版),2017(2):30-31.
- [2] 中共中央办公厅,国务院办公厅.关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见[Z].2019.
- [3] 教育部.高等学校课程思政建设指导纲要[Z].教高〔2020〕3号.2020-05-28.
- [4] 汪文明,陈银凤,钱荫.数字电子技术教学中课程思政的内涵与实践[J].安庆师范大学学报(自然科学版),2021,27(4):107-111.
- [5] 彭朝琴,胡晓光,刘丽,等.数字电子技术基础线上线下混合式教学模式探索与实践[J].中国教育技术装备,2022(6):126-129.
- [6] 张丽,王立国,刘景艳,等.课程思政视角下数字电子技术教学改革实践与探索[J].教育教学论坛,2020(26):93-95.
- [7] 李晓丽,陈根龙,赵曙光,等.“数字电子技术”课程思政教学体系探索[J].西部素质教育,2024,10(21):62-66.
- [8] 谢家焯,徐国峰,胡胜辉.“新工科”背景下非电类工科专业电工电子技术类课程教学改革探索[J].科学咨询,2018(27):140.

基于 Gross 情绪调节理论的乡镇“老漂族”APP 设计研究

董鑫鑫, 孙薇

西安工程大学金花校区, 陕西 西安 710000

DOI: 10.61369/TACS.2025140004

摘 要 : 随着我国城镇化进程的加速推进,“老漂族”群体规模不断扩大,乡镇地区的老年人在迁移后面临着更为突出的社会融入与情绪适应问题。本文基于 Gross 情绪调节理论,深入探讨针对乡镇“老漂族”的 APP 设计策略,通过情绪调节五阶段模型(情境选择、情境修正、注意分配、认知改变和反应调整),系统性地提出代际沟通、社交融入、文化适应三大设计维度。研究旨在通过技术创新缓解“老漂族”的孤独感与心理压力,增强其社会融入感与自我价值感,为老龄化社会的数字包容提供新的解决方案。

关 键 词 : Gross 情绪调节理论; 乡镇老漂族; APP 设计

Research on the APP Design for the "Elderly Migrants" in Rural Areas Based on Gross's Theory of Emotion Regulation

Dong Xinxin, Sun Wei

Jinhua Campus, Xi'an Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi 710000

Abstract : With the accelerated pace of urbanization in China, the population of "elderly migrants" continues to expand, and elderly individuals in rural areas face more prominent issues of social integration and emotional adaptation after migration. Based on Gross's theory of emotion regulation, this paper delves into the APP design strategies tailored for the "elderly migrants" in rural areas. Through the five-stage model of emotion regulation (situation selection, situation modification, attentional deployment, cognitive change, and response modulation), it systematically proposes three major design dimensions: intergenerational communication, social integration, and cultural adaptation. The research aims to alleviate the loneliness and psychological stress of the "elderly migrants" through technological innovation, enhance their sense of social integration and self-worth, and provide new solutions for digital inclusion in an aging society.

Keywords : Gross's theory of emotion regulation; elderly migrants in rural areas; APP design

20世纪90年代以来,随着城镇化加速与人口老龄化加剧,农村“老漂族”群体逐渐形成,他们从农村前往子女所在城市,在助力家庭的同时面临多重适应挑战。^[1]这类人群的年龄在50周岁及以上,为了与子女团聚或者帮助子女分担家务、照顾孙辈,跨越省市之界,从自己生活的环境来到了子女工作和生活的城市居住达半年以上。这些因素共同导致该群体容易产生孤独、焦虑、失落等情绪问题,严重影响其生活质量。面对社会经济地位、生活方式和身体素质等多重因素叠加的变化,老年人很容易生发消极情绪,若不能及时调整自我定位以保持自我认同的连续性,便可能面对心理健康问题。^[2]

因此,对乡镇漂族老人而言,学会并能够进行有效的情绪调节至关重要。而 James J.Gross 教授提出了情绪调节过程模型对于该群体缓解情绪问题有很好的引导作用。Gross 将情绪调节定义为:我们控制自己产生的何种情绪、何时产生情绪、情绪体验的强烈程度以及如何表达情绪策略。^[3]该理论将情绪管理划分为五个阶段:情境选择、情境修正、注意分配、认知改变和反应调整。这一过程模型为情绪调节干预提供了系统性指导。随着移动互联网技术在老年群体中的普及率不断提升(截至2023年6月,我国60岁及以上网民规模已达1.4亿),APP应用成为支持“老漂族”情绪调节和社会融入的有效工具^[4]。本文基于Gross理论,结合乡镇“老漂族”的特殊需求,探索出帮助该人群的APP设计的创新方案,构建贴近用户需求的交互体验,为数字时代的老年关怀提供新的思路和方法。

作者简介:

董鑫鑫(2001—),女,汉族,陕西省咸阳市,在读研究生,无职称,主要研究方向:用户体验与交互设计。学校单位:西安工程大学服装与艺术设计学院

孙薇(1968.10—),女,汉族,硕士,副教授,产品设计与人机关系、视觉传达与交互设计。

一、Gross 理论与 APP 设计的结合

（一）Gross 情绪调节理论概述与 APP 设计结合的必要性

Gross 的情绪调节理论是心理学领域的重要理论框架。通过对情绪的分析和调节，创造出可以引导或缓解人的负面情绪所带来的心理、生理的危害，帮助用户更好地管理自己的情绪产出。^[5]为 Gross 情绪调节理论在产品领域寻找有效的介入点提供参考。情境选择是个体通过靠近或逃离某些易让自身产生情绪影响情境的环境或人群，注意分配是个体在产生情绪过程中关注某一方面或多种方面，情境修正是个体在某种情境中进行一定控制、改变其情绪对自身影响，认知改变是通过个体对事件的内在认知而在情境中做出解释，反应调整是个体将被激发的情绪进行控制调整。^[6]

伴随数字时代的发展与人们日渐提升的心理健康意识，情绪调节类手机 APP 进入到一个高质量发展时期，各类情绪调节 APP 参与到人们的日常生活中，这些 APP 具备丰富多元的功能，有趣的交互，美观的界面，有效地对人们的负面情绪进行调节缓解。^[7]因此，以 Gross 情绪调节为理论与 APP 设计进行结合，可以很好的提升“老漂族”情绪体验的代入感和情绪调节后的效果。以情绪调节的五大策略为指导框架，从该群体交互的每个环节中去调动乡镇老人的情绪，从而促进其主动参与到情绪调节的过程中。

（二）基于 Gross 理论下的“老漂族”APP 设计模型

交互设计之父 Cooper 提出 APP 交互设计的三大要点：场景、目标和用户。^[8]其 Gross 的理论模型与三大要点为情绪调节类 APP 设计提供了系统框架。研究表明，基于该理论的 APP 设计能有效缓解老年焦虑情绪，提升主观幸福感。对于“老漂族”而言，这一理论在 APP 设计中的应用价值主要体现在三个方面：

（1）情境选择与修正：可以很好的帮助老人构建支持性社交环境，缓解因进入了陌生的社交“情境”之中而感到的孤独与无助感。例如，可以根据乡镇老人所在的地理位置或共同兴趣的“老漂族”专属社区的交互体验。让他们能够找到“同类”，分享烦恼，获得归属感。

（2）认知改变：重塑负面情绪，增强对新生活的支配与向往。例如，可以通过互动式课程、动画视频或故事案例，引导乡镇老人识别这些典型的负性思维，并从这些交互形式中学习如何从积极且客观的角度重新认识与感受当前处境。

（3）反应调整：当老人感到焦虑、委屈或愤怒时，他们往往缺乏合适的宣泄渠道。那么，可以通过 APP 设计为乡镇老人提供可以管理已产生的焦虑情绪交互场景对已形成的交互反应做出调整和改善。例如，设计一个交互功能为老人提供呼吸训练、放松音乐或舒展运动的指导教程。当老人感到情绪激动时，可以随时通过这些工具直接去调节生理和心理的负向情绪。

在产品过程中，设计师应深入掌握情绪调节理论的多种策略，并巧妙地将这些策略整合进设计，通过细致分析用户与产品及其环境之间的交互动态，塑造既满足用户心理需求又触动用户情感的产品，打造有助于积极情绪调节的体验。^[9]该模型详细阐述了 Gross 理论与 APP 设计中用户、目标、场景三者之间的详细关系，见图 1。

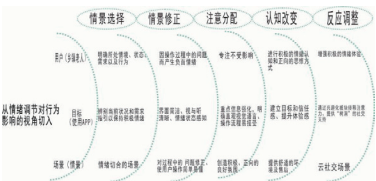


图 1 基于 Gross 理论的乡镇“老漂族”APP 设计模型

情景选择：大多数用户无法明确知晓自身需求，因此设计师需要通过观察法，在用户操作的场景中进行观察。^[10]APP 通过提供情绪契合的场景与清晰的行为指引，帮助老人主动选择可引发积极情绪的应用模块，从源头减少进入复杂或不适情境的可能。

情景修正：当老人因操作困难产生负面情绪时，系统以简洁界面、视听强化与流程优化，自动修正使用情境，降低认知负担，恢复操作信心。

注意分配：借助重点信息突出、兴趣内容推送及“树洞”倾诉等功能，引导老人转移注意力，从情绪困扰中抽离，投入正向体验。

认知改变：通过建立信任关系、呈现正向内容与重构问题视角，协助老人对事件进行积极解读，转变原有消极认知方式。

反应调整：在舒适的环境与社交支持下，系统增强其成功体验与情绪表达，帮助老人最终形成更健康、稳定的情绪反应模式。

二、乡镇“老漂族”调研分析

本课题的研究人群聚焦在 50 岁以上乡镇“老漂族”群体，围绕其异地生活适应状况展开系统性调查。前期设计专项问卷收集 135 份有效数据，涵盖迁移动因、生活满意度、情绪变化及环境适应等维度；

本文的主要研究方向是乡镇“老漂族”的异地生活中情感调控问题。笔者对 15 位来自不同地区的乡镇“老漂族”进行了实地访谈，本次访谈内容从两方面进行。一方面是关于“为什么选择这类人群”，笔者需要通过访谈对象深入交流从而挖掘出关于该类人群身份认同与价值实现的核心痛点与需求，为后续设计确立核心方向与情感调节做出参考；另一方面是探索该类人群对于智能手机使用情况的需求总结。寻找乡镇“老漂族”与 APP 设计的设计机会点，寻找一种可行的解决路径。因此针对调研结果，对其 15 位老人关于两方面的访谈内容进行分析总结，（如表 1、表 2）。

表 1 对于该类人群身份认同与价值实现的核心痛点与需求总结内容

	核心痛点	核心需求
认知与情绪层	因文化程度导致他们无法通过文字或者互联网获取最新资讯信息。认知来源短缺	需要基于语音、音频、视频的，零认知负荷的情绪疏导工具（注意分配）
	能清晰地感知到负面情绪对身体健康的影响，但普遍都无视该现象。长期积压可能导致更严重的心理和生理问题。	需要服务系统通过简单、引导式的方式帮助他们识别和调节情绪（注意分配）
	情绪调节方式内向、被动，依赖对过去的回忆，缺乏改变当下的能力和方法（情境选择与修正）	需要提供易于理解的新视角来帮助其重新看待生活中的矛盾。（认知重评）

行为与能力层	面对语言、数字鸿沟等现实壁垒，策略是“回避”与“求助”，主动解决问题较为困难	需要将复杂流程转变为易懂的图或语音类触发的动作
	现有服务系统过于复杂，将老人“排挤在外”	产品必须提供“手把手”的引导教学，使老人重拾跨越“数字鸿沟”的决心
社交与价值层	因害怕被排斥和缺乏引导不敢去参加社区活动，并且主动切断了潜在的社会支持系统，生活圈子愈发狭小，孤独感加剧	通过“社交指引”降低参与门槛，以家庭“翻译器”促进代际和解，并搭建价值展示平台，让他们的传统技能和经验能在新的社会关系中被看到、被认可，重获尊重

表2 对于该类人群对于智能手机使用情况进行痛点与需求总结

使用智能手机的交互痛点	- 交互恐惧与技能缺失：该群体普遍存在“怕按错”的心理，对复杂菜单和流程感到困惑。操作极度依赖子女，自主探索和学习能力弱。 - 内容获取与筛选困难：在复杂多样的信息中很难快速找到自己喜欢的内容。偏好被动接收，而非主动搜索。对长视频/戏曲等深度内容需求，但获取路径不顺畅。 - 情感表达的渠道阻塞：缺乏便捷、私密的表达工具。文字输入是巨大障碍，而向家人直接倾诉又存在心理顾虑。 - 线上与线下生活的割裂：手机世界与现实生活脱节。知道社区有活动但不敢参与，线上无法有效转化为线下的社会支持与实际行动。 - 家庭沟通的微妙困境：既渴望子女的关怀，又怕过度打扰或暴露负面情绪成为他们的负担。需要一种“轻量级”的、非打扰式的关怀连接。
交互需求	- 需要极简、容错、引导式的交互体验。他们需要的是“更简单”的手机。交互应基于图形、语音和一键式操作，并提供“手把手”的视频化引导。界面色彩不要太多、常用功能集中且放置于视线容易捕获的位置。 - 需要个性化、低努力的内容投喂与服务触发。系统应能主动理解其偏好，在其情绪低谷时，精准推送调节负向情绪的建议，添加语音提醒功能，例如天气提醒、时间播报和吃药提醒等内容。 - 需要无障碍、私密的情感表达与记录工具。一个以语音输入为核心的情绪记录本。 - 需要一个“安全感”的社交连接器。应提供“一键报名”且带有“社交引导”的社区活动服务，降低参与的心理门槛。 - 需要一种设计巧妙的家人状态共享机制，只传递积极的、概括性的信息，既满足了被关怀的需求，又维护了自身的尊严与独立性，不给予增加心理压力。

从表1和表2的内容可知：“老漂族”普遍面临代际矛盾与社交断裂等情绪困境，然而乡镇群体更为突出。其文化适应力弱、数字鸿沟深，且在肩负隔代照料重任的同时，缺乏社交支持与个人空间，急需家庭与社区共同关注并协助其融入。语言障碍、生活习惯差异、育儿观念冲突等问题进一步加剧了他们的心理压力。若焦虑、失落等负向情绪不能及时得到调节和疏导，很容易引发各种心理及生理疾病。^[11]

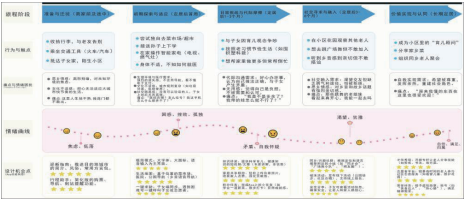


图2 乡镇“老漂族”用户旅程图

用户旅程图中为后续 App 设计提供清晰的思路，标明在每个阶段该人群的核心痛点、情绪状态和设计机会等。（如图2）

三、基于 Gross 理论的“老漂族”APP 设计模型策略

本文基于 Gross 理论针对乡镇“老漂族”进行了情境分析，结合 Gross 情绪调节理论五大策略，制作出 APP 设计模型策略图。（如图3）依据上述用户调研中总结出的用户痛点和需求以及用户旅程图和 APP 设计模型策略图进行 APP 的信息架构设计，它通过层次化信息组织，使产品内容清晰直观，便于用户快速获取所需功能。^[12] 针对乡镇“老漂族”设计的 APP 信息架构包括 APP 的信息架构包括“心境感知”、“暖心驿站”、“乡亲邻里”、“我的小院”四个功能板块。（如图4）



图3 APP 设计模型策略图

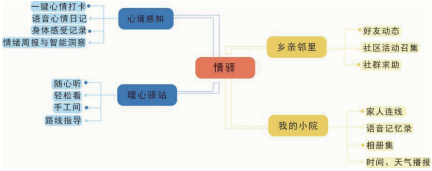


图4 “情驿”手机 APP 的信息架构图

四、“情驿”手机 APP 设计实践

基于上述策略，设计出一款名为“情驿”的 APP 设计，专为乡镇“老漂族”定制。为了使该群体的情绪可以通过良好的交互体验进行调节，界面视觉的设计首先须满足乡镇老年群体的视觉认知和操作需求，要具有简洁且图形化的特点；其次，APP 设计需要根据前期基于 Gross 理论的“老漂族”APP 设计模型策略以及信息架构图所确定的功能点进行设计实践。确保 APP 的设计充分符合乡镇老年群体的实际需求，设计应注重信息的可视化呈现，采用大图标、高对比度的界面元素，避免文字过载；语音功能加入到各个交互体验之中。

（一）主要功能板块

“心境感知”板块：本板块作为情绪调节起点，通过五色脸谱打卡、语音日记、身体示意图记录及智能周报等功能，实现多

维度情绪追踪与可视化表达。借助语音交互和智能分析，帮助老人直观感知情绪变化，有效转移注意力，为负向情绪疏导提供数字化指引。

“暖心驿站”板块：实现从情绪平复到自我重建的疗愈路径。其中，通过听真实故事、讨论育儿知识、可视化引导实现快速放松身心以及借助手工艺教学实现深度注意力转移与成就感建立。这些功能共同构成一个既能提供即时情绪舒缓，又能促进长期心理成长的支持系统，帮助老漂族在创造与共鸣中重获内心力量。针对乡镇老人外出路线模糊且不识字的情况，本服务提供语音导航功能，用户只需说出目的地，即可获得全程语音指引，无需识字操作，有效解决出行难题，降低外出焦虑。

“乡亲邻里”板块：为乡镇“老漂族”打造一个充满活力和温暖的社交平台，在技术实现上，它与地方广电系统展开深度合作，成功接入县级电视台直播流，并支持回看。这意味着老人无论身处何地，都能随时收看到家乡的电视节目，重温熟悉的家乡声音和画面。支持语音发布和同乡社交，活动召集设置新手通道和结伴功能，降低参与门槛；新增互助圈基于地理位置实现邻里即时互助。该板块通过分层社交设计，成功将线上互动转化为线下支持，有效破解老漂族的社会孤立困境，重建其社区归属感与社会连接。

“我的小院”板块：语音记忆录通过可视化记录帮助老人识别情绪规律；家人连线功能实现跨代际的温暖互动；通过相机功能珍藏幸福时刻作为情感能量库。该板块设计简单的休闲游戏，帮助转移对负面情绪的注意力的同时还可以练习大脑灵活性。游戏操作简单，提供即时正向反馈。引入轻度认知训练元素，在娱乐的同时促进认知健康。设置每日游戏时间限制，避免过度沉迷。



如图5 “乡伴”APP 功能模块界面布局

（二）“情驿”手机 APP 界面设计内容

该 APP 的交互界面为极简模式：为认知衰退设计的“无脑操作”。极简模式是专门为认知衰退的“老漂族”设计的，旨在提供“无脑操作”的便捷体验。在硬件适配方面，按钮面积 $\geq 2\text{cm} \times 2\text{cm}$ ，符合 ISO 9241-9 标准中“老年人可操控区域”要求。采用高饱和度色彩（如 #FF4500 橙红色），这些设计细节让老人能够更加轻松地识别和操作按钮，减少误操作的可能性。

交互逻辑也十分简单易懂。所有功能入口不超过2层点击（如“听家乡”→“黄梅戏”→《天仙配》），让老人能够快速找到自己想要的功能。语音指令采用“自然语言理解”技术，老人可以直接说“我想听老家戏”而非固定句式，进一步降低了使用门槛。

通过标准化引导模式和多重防错机制，确保老年用户无障碍使用。新功能配备30秒方言动画教程，以熟悉场景直观演示操作流程。防错设计包含人脸识别与语音确认双重验证，误触返回时提供温馨语音提示。这些设计有效降低学习成本，防止误操作，

让老人能安心独立使用各项功能。个性化定制功能让老人可以根据自己的喜好调整功能模块位置（如将“暖心驿站”移至首页），并提供“夜间模式”“大字模式”“色弱模式”等视觉方案，满足不同老人的视觉需求。

技能培训模块包含20个带方言字幕的实操视频，通过虚拟勋章激励制度激发学习动力。界面采用温暖色彩与乡土元素，营造亲切视觉体验。智能推荐系统基于多源数据分析实现个性化服务，同时严格保障隐私安全。兼容老旧机型，语音系统支持多方言交互，大幅降低使用门槛。安全防护系统集成防诈骗功能，有效识别拦截风险信息。整套设计通过人性化交互与适老技术，构建安全、便捷、友好的数字生活体验，助力老人跨越数字鸿沟。（如图6）



图6 “乡伴”APP 界面设计图

五、结论

本文基于 Gross 情绪调节理论，针对乡镇“老漂族”的情绪需求，提出了 APP 界面设计的系统策略与实践方案。Gross 理论的五阶段模型为设计提供了科学性框架，使 APP 功能能够覆盖情绪生成的全过程，从而更有效地缓解乡镇“老漂族”的负向情绪压力存在的问题，为老年人群提供更便捷且舒适的生活，同时为未来 APP 界面适老化设计提供了参考。

参考文献

[1] 钟仁耀, 孙昕. “老漂族”的类型差异及其影响因素研究——基于“认知-行为”双维度框架[J]. 东北大学学报(社会科学版), 2022, 24(01): 70-78. DOI: 10.15936/j.cnki.1008-3758.2022.01.009.

[2] 刘捷. 与子女同住的老年人更幸福吗? [D]. 华东师范大学, 2024.

[3] Gross J J. Emotion regulation: affective, cognitive, and social consequences[J]. Psychophysiology, 2002, 39.

[4] 芦恒, 郑超月. “流动的公共性”视角下老年流动群体的类型与精准治理——以城市“老漂族”为中心[J]. 江海学刊, 2016(2): 227-233.

[5] 王乐琦. 基于 Gross 情绪调节理论的职业女性减压产品设计研究[D]. 青岛理工大学, 2024. DOI: 10.27263/d.cnki.gqudc.2024.000183.

[6] 常禹. 基于情绪调节理论的练唱类 APP 界面设计研究[D]. 辽宁师范大学, 2021. DOI: 10.27212/d.cnki.glnsu.2021.000465.

[7] 吴涵. 基于 ABC 理论调节大学生焦虑情绪的手机 APP 设计研究[D]. 南京信息工程大学, 2022. DOI: 10.27248/d.cnki.gnjqc.2022.00068.

[8] COOPER A. 软件观念革命[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005: 10-69.

[9] 王乐琦. 基于 Gross 情绪调节理论的职业女性减压产品设计研究[D]. 青岛理工大学, 2024.

[10] 吴明, 刘振宇. 基于场景变化的社交产品交互设计[J]. 包装工程, 2020, 41(08): 134-139. DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.08.018.

[11] 刘宏艳, 胡治国, 彭聆龄. 积极与消极情绪关系的理论及研究[J]. 心理科学进展, 2008, 26(2): 295-301.

[12] E. 莫洛根. 信息架构学: 21 世纪的专业[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2008.

[13] 格罗斯 J. 情绪调节手册[M]. 上海: 上海人民出版社, 2011: 8.

多尺度特征融合的无人机红外图像目标检测方法

常聚忠, 戴迪, 粟梦涵, 刘虎, 吴连顺
国网湖北省电力有限公司直流公司, 湖北 宜昌 443001
DOI: 10.61369/TACS.2025140006

摘 要 : 针对无人机红外图像中目标较小、背景杂波较强及硬件算力限制等问题, 研究基于多尺度特征融合方法的无人机红外图像目标检测算法, 通过融合不同尺度下的特征图谱增强小目标检测效果。关键技术包括改进的特征金字塔结构、引入注意力模块以及改进的特征融合策略, 在识别精度和鲁棒性方面均有所提高; 实验结果表明: 在浅层微粒度信息的基础上融入深层语义信息可显著降低漏检率, 并能适应复杂多变的场景变化情况。本工作为无人机的在线红外检测提供了一种快速有效的解决方案, 并推动了遥感应用于安防和救援等领域。

关 键 词 : 多尺度特征融合; 无人机红外检测; 目标检测; 特征金字塔; 注意力机制

Multi-Scale Feature Fusion-Based Target Detection Method for UAV Infrared Images

Chang Juzhong, Dai Di, Su Menghan, Liu Hu, Wu Lianshun
DC Company, State Grid Hubei Electric Power Co., Ltd., Yichang, Hubei 443001

Abstract : Addressing the challenges of small target size, strong background clutter, and limited hardware computational power in UAV infrared images, this study investigates a target detection algorithm based on multi-scale feature fusion. By integrating feature maps at different scales, the algorithm enhances the detection performance of small targets. Key technologies include an improved feature pyramid structure, the introduction of an attention module, and an enhanced feature fusion strategy, which collectively improve recognition accuracy and robustness. Experimental results demonstrate that incorporating deep semantic information into shallow fine-grained information significantly reduces the missed detection rate and enables adaptation to complex and variable scene changes. This work provides a fast and effective solution for online infrared detection by UAVs and promotes the application of remote sensing in fields such as security and rescue.

Keywords : multi-scale feature fusion; UAV infrared detection; target detection; feature pyramid; attention mechanism

引言

虽然无人机红外成像具有全天时的优点, 在低空遥感领域得到了广泛应用, 但对于目标探测而言仍存在显著困难: 红外图像分辨率低、目标间对比度小导致难以提取特征信息; 因热辐射噪声和其他杂乱场景造成的环境干扰易产生误判。最后, 考虑到无人机有限的计算资源, 需要找到一个既能够得到小目标有效检测又不牺牲实时性能的方法。单次尺度检测器难以达到这种目的。因此, 利用多尺度信息进行特征级融合是可行的选择。

一、多尺度特征融合的无人机红外图像目标检测技术

针对军事侦察、灾害救援以及环境监测等领域, 无人机红外图

像目标检测技术具有重要意义, 在夜视和遮挡条件下可以利用目标物体热辐射穿透烟云阴影实现对目标的探测。然而传统方法面临着巨大的挑战: 目标尺度跨度大, 目标为长距小尺寸物体, 易受背景

项目信息:

国网湖北省电力有限公司科技资助项目: 反无人机全域被动智能防御技术研究及设备研制 (521521240005)。

作者简介:

常聚忠 (1983.04—), 男, 汉族, 河南省滑县人, 本科学历, 三峡大学, 国网湖北省电力公司直流公司就职, 高级工程师, 主要从事特高压换流站运维管理工作。

戴迪 (1983.4—) 男, 汉族, 湖北省武汉市人, 硕士研究生, 三峡大学, 国网湖北省电力公司直流公司就职, 主要从事直流检修工作。课题: 参与国网项目课题结题2项、省公司科技项目课题结题5项。

粟梦涵 (1995.12—) 女, 土家族, 湖北省建始县人, 硕士研究生, 中国科学院大学, 国网湖北省电力公司直流公司就职, 主要从事直流检修工作。课题: 参与国网项目课题结题2项、省公司科技项目课题结题1项。

刘虎 (1983.10—), 男, 汉族, 湖北省宜昌市人, 本科, 武汉大学, 国网湖北省电力公司直流公司就职, 高级工程师, 主要从事直流输电研究工作。课题: 主持省级课题结题2项, 市级课题结题5项。

吴连顺 (1989.12—), 男, 汉族, 河南省商丘市人, 研究生, 武汉理工大学, 国网湖北省电力有限公司直流公司就职, 主要从事特高压换流站运维工作。作为主要参加人完成《可移动升降式降温风机》QC课题, 并获得湖北省电力有限公司三等奖。

噪声影响导致无法辨识；红外图像分辨率低，缺少特征信息；受复杂背景影响误检率高。多尺度特征融合的方法可以有效提升目标检测的精度以及鲁棒性，已成为解决以上问题的重要手段；其核心思想是模拟人眼逐级观测的过程，从粗到精、逐步累积出丰富且互补的表征信息以实现复杂环境下的目标检测的有效性。

FPN 特征金字塔网络作为多级特征融合的前提，可自动提取不同尺寸目标的不同特征信息。例如小尺寸物体（如 3×3 像素的飞行器）可能在高层特征图上模糊，而底层特征图则可以保留边缘角点的细节；对于大型物体（例如汽车），高阶语义信息被用来解释全局结构；多模态信息融合过程通常包括三个层次：底层特征主要检测局部纹理信息；中层特征处理物体的部分；高层特征解释整个场景。该级联模块能有效增强模型对于不同尺度特征的捕捉能力，同时消除了感受野固定的缺点。其中包含着三个方面技术优势：(1) 特征冗余性可减少漏检概率，例如对于城市废墟场景的小目标，当其发生遮挡后可通过不同尺度特征进行互补检测；(2) 背景抑制性提升，即通过增强对比度模块实现对目标与热噪声干扰的有效区分；(3) 在提升计算性能的基础上进行网络压缩以适应无人机的实时性要求，并实现推理时间在毫秒级，相比于单尺度方案可以有效提升小目标的检测精度并减少漏检率，可用于移动场景中的无人机巡检作业中。

（一）特征金字塔网络的改进

针对无人机图像尺寸变化大的问题，BIMAFPN 引入了跨层双向链接进行特征融合，在融合过程中不仅能够实现不同层级的特征图同时处理，而且还可以用可训练的权重自适应融合低层的纹理信息和高层的语义信息。将该方法应用到无人机在森林火灾预警中的实际场景中。BIMAFPN 能够有效地捕获由于树叶抖动引起的动态噪声，并提高火源检测效果；其优势在于能够在计算开销以及效率上进行权衡，使用状态空间模式来捕获长期相关性并减少特征丢失的风险。一个可行的方法就是使用特征金字塔网络中上级和下级之间的融合来弥补单一尺度功能上的不足。为提高无人机红外探测性能，改进了 FPN 结构，有利于提升小目标表征能力。将 PAFPN 的三阶立方体扩展并与深层清晰特征以及高层模糊特征相融合，能有效提高目标定位精度。

（二）双向多分支辅助特征金字塔

针对无人机图像尺寸变化大的问题，BIMAFPN 引入了跨层双向链接进行特征融合，在融合过程中不仅能够实现不同层级的特征图同时处理，而且还可以用可训练的权重自适应融合低层的纹理信息和高层的语义信息。将该方法应用到无人机在森林火灾预警中的实际场景中。BIMAFPN 能够有效地捕获由于树叶抖动引起的动态噪声，并提高火源检测效果；其优势在于能够在计算开销以及效率上进行权衡，使用状态空间模式来捕获长期相关性并减少特征丢失的风险。

（三）超分辨率预处理与多尺度结合

由于红外图像的分辨率较低导致目标不清晰，超分辨率重建能够有效放大小目标特征。采用 EDSR 模型进行原图超分辨率重建，并使用 Feature Pyramid Network 对其进行改进。例如在边境巡逻夜间摄像头中，该方法可以有效地优化两个像素级人体特征并扩大其检测规模，相当于在目标对象本身就具有模糊性的前提下为其戴上一副“眼镜”，从而使得后续的多尺度融合工作更加精准有效。

（四）通道压缩与轻量化设计

针对无人机的嵌入式系统特点，采用通道压缩降低特征图通道数减少计算复杂度，并引入多尺度融合的思想，选用轻量级主干网提取基础特征信息后，结合部分感知空间注意力 (PSA) 增强关键位置的特征表达能力。在本文所使用的交通流计数场景下，该方法具有较高的精度的同时计算速度也显著提升，在无人机巡检这种对实时性有较高要求的应用中具有一定优势。

（五）动态注意力检测头

通过动态注意力机制我们可以自适应地增强特征来聚焦于我们的目标，而 DyHead 在头中引入了空-信道 joint-aware 的方式来增加对小对象的关注，例如在救援场景下，这有助于缓解建筑物的遮挡效应，并且增加了存活者热量辐射特性识别率。核心是它能够从学习到的特征图像关系中生成权重值，让其模型更为稳固。

（六）多模态数据融合

单个红外模式会因为外界因素而不能很好地识别目标物，但如果配合可见光 (RGB) 模式则能够弥补这个缺点。在多模式信息融合下提高对于复杂背景下物体的识别效果，在融合了植物表面纹理特征的同时也融合了温度特征。也可以减少误判的情况发生。该方法的应用过程可以分成两步进行，即特征层的集成或者是判决层的集成，在确保能够达到较高准确率的检测结果的前提下对计算机系统资源进行有效的配置。

二、多尺度特征融合的无人机红外图像目标检测方法应用

为了更好地解决红外图像中的无人机目标特征缺失等问题，采用选择性坐标注意力机制以不对称卷积核多方向获取不同尺度和形态的目标特征，充分表征无人机复杂的外形，并将无人机特征位置信息进行编码，让网络更好地利用这些信息来有意识地对待每个位置上的特征并可以基于它的位置信息自适应地调整特征的重要程度，放大有用部分的特征表示的同时抑制掉无效部分的贡献。

（一）基于改进 YOLOv8 的多尺度融合

虽然 YOLOv8 引入网格化预测提升模型检测速度，但对红外小目标探测仍存在不足之处。为此，采用在 neck 增加 3 个层次 PAFPN 来传递一级特征；采用 sandwich fusion 模块实现低级别空间信息的有效融合与共享。实验表明该改进方法可以显著提升 VIsDrone 数据库中的召回率，并且适用于小轿车类无人机图像的检测。

（二）SR-DETR 的超分辨率与特征增强

SR-DETR 的创新性在于其采用了超分辨率重建技术和多层级特征增强技术对红外图像低分辨进行处理，并采用 EDSR 技术对图像进行超分辨率重建，再通过 EMA-VSS 模块提取全局上下文信息特征，将融合后的多层级特征送入 Transformer 进行目标检测头。经测试该流程对一帧图像的处理时间小于 20ms，能够实现无人机上的实时目标检测的要求。

（三）PSI-YOLO 的轻量化与通道压缩

PSI-YOLO 是为少样本场景专门设计的一种网络，融合多尺度聚合和通道压缩操作，在骨干中使用轻量化结构提取浅层信息，并在 neck 中使用 SLIM-Neck 结构 (GSConv + GSBottleneck) 实现跨尺度连接；最后，检测头部应用内置损失函数以改进边界框的位置精确度。在对森林火灾监控的过程中，这

种策略既能保证轻量级的同时也能提高小型物体的识别能力。

(四) IDOU-YOLO 的双向特征金字塔

IDOU-YOLO 是在 YOLOv7 基础上改进提升而来的,在主干网络的基础上构建两个方向上的多尺度子网络辅助主干网络,实现浅层特征和深层特征自适应融合的功能;该方法的优势有:可以通过不同层级间的连接增加特征复用性,并减少运算量;此外在 detector 的末端引入了 dynamic attention 模块来增强对感兴趣区域的权重分配效果,并且实验表明该方法能够有效提升 HIT-UAV 数据集上的 mAP 值。

(五) MASF-YOLO 的多尺度特征聚合

MASF-YOLO 使用多尺度平行卷积以及特征融合的方式提升小目标检测的有效性。其中,本文创新点为提出一种多尺度特征聚合块(MFAM),利用权重聚合方式,显著提升了特征利用率;针对城市场景监控场景中高频回波干扰的问题。从而降低误报率。

(六) 基于 Transformer 的多尺度注意力机制

虽然 Transformer 结构采用自注意机制得到全局的特征关系,但其需兼容不同尺度的红外信息。一方面可将多尺度的注意力嵌入骨干网络中并动态融合特征权重;另一方面可以结合路径聚集网络(PAN)来增强特征聚合能力。这种策略对于复杂场景下增强检测框的鲁棒性具有较好的效果。

虽然显著图融合方法能检测出大多数无人机,但由于存在具有类似特性的其他物体存在于图像中,所以该方法会出现误检现象;当无人机受树木或其他物体阻挡时,这种方法同样无法检测到。相比显著图融合方法,非监督领域的算法减少了误检情况的发生,没有出现漏检的情况,但其依旧无法实现对于被树影遮挡的无人机进行检测。该方法没有出现错检情况,且能够准确检测出树下隐藏的无人机,说明我们提出的方法能够快速准确地定位所有的无人机目标在红外图像上的位置,并避免漏检和错检的情况,为实际应用提供了更加可靠高效的解决方案。

三、应用场景与实战效能验证

对于夜间安保巡逻、灾害救援以及高速公路监控等多个复杂的应用场景而言,这种多尺度特征融合方法都具有极大的优势。比如,从无人机上的红外热图像中精准识别出可疑人员或者车辆,并能借助于该网络强大的多尺度属性将可疑人员或车辆同周围干扰性的热点区域区分开来,因此该方法几乎不会出现误判现象。对于复杂的红外图像来说,在存在大目标的情况下,由于大目标在红外图像中的目标明显且占据大量像素点,所以很容易获得其主要信息而精准定位;但是对于一些小目标而言,虽然他们占据的像素数量很小,并且特征可能并不清晰,但本文方法在采用优化后算法及模型架构仍能准确识别并对其进行定位,因此可在无人机红外图像中对目标进行有效检测与追踪。

例如,针对城市监视应用,本系统能够同时检测出高楼建筑楼顶无人机及街区内行走的人群与流动人口,适应目标尺寸的极端变化;针对救灾应用,如震后搜救中,在厚烟层中使用红外图像搜索幸存者热源特征,通过多尺度融合增强小目标的可检测性,从而提升了救灾效果。在交通管理环境下,无人机摄影摄像测量中的车流量分析可以实现精准的数据信息,其中的技术优势在于对堵塞道路

中小型汽车目标的有效性,并且能够在阴雨天或者雾气环境中稳定工作。结论表明该方法可有效提升无人机平台的自主性,在社会治安防控等方面具有广阔的应用前景;随着后续算法研究深入,其在农作物病虫害防治等领域的智能应用也将成为可能。

为实现高效多尺度融合,我们尝试对模块设计进行创新研究,目前主要集中在特征筛选及轻量化结构方面。基于特征筛选可自适应性地筛选出重要特征,在火灾识别中将更多关注于热点区域,而不关注无效背景。另一种做法是采用轻量化架构,即利用深度可分离卷积或通道剪枝在降低运算量的同时不牺牲精度。

例如,结合了局部感受野空间注意力机制的组卷积可以在减少参数的同时不影响其性能,在资源受限的无人机平台上具有实际意义;另外,改进损失函数也是一个关键点,采用非单增关注方法如 Powerful-IOU 替代 IoU 可以更好地收敛 BBoxes 的位置。特别是在处理小型物体和高密度环境时表现尤为出色。这一改进不仅提升了模型的收敛速度,并增强了对恶劣环境的鲁棒性,在道路上路口的视频中可以较好地检测不同尺度目标,避免受光照变化的影响导致误检等问题。未来的趋势为融合多模态数据(如可见光和红外图像),以加深对图像内涵的理解程度。

四、结束语

基于多尺度特征融合的目标检测方法适用于无人机红外图像,能够结合不同尺度下的特征信息实现小目标识别和鲁棒性提升。后续研究可进一步探讨多模式融合及边界的处理方法的应用,推动无人机红外探测在更多领域的应用,如环境监测以及智能交通等领域,为低空遥感发展奠定基础。

参考文献

- [1] 崔令飞,郭永红,修全发,等.基于国产嵌入式智能计算平台的无人机检测方法[J].兵工学报,2022,43(21):146-154.
- [2] 张学思,张婷,刘兆英,等.基于轻量级卷积神经网络的海面红外显著性目标检测方法[J].山东大学学报(工学版),2022,52(2):41-49.
- [3] 张翔培,贺占庄,马钟,等.一种自标签特征点异源图像目标检测算法[J].北京理工大学学报,2021,41(5):558-568.
- [4] 赵兴科,李明磊,张弓,等.基于显著图融合的无人机电热红外图像目标检测方法[J].自动化学报,2021,47(9):2120-2131.
- [5] 宋子壮,杨嘉伟,张东方,等.基于无监督域适应的低空海面红外目标检测[J].光学学报,2022,42(4):127-134.
- [6] WANG Q, ZHOU L, XU C, et al. Progress and perspectives on UAV visual object tracking[J]. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2025, 18: 20214-20239.
- [7] 叶恒斌,朱允攀,周永康,等.轻量级目标检测算法综述[J].红外技术,2025,47(3):289-298.
- [8] lightweight object detection algorithms[J]. Infrared Technology, 2025, 47(3): 289-298.
- [9] WU X, LI W, HONG D, et al. Deep learning for unmanned aerial vehiclebased object detection and tracking: a survey[J]. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine, 2021, 10(1): 91-124.
- [10] REN S, HE K, Girshick R, et al. Faster R-CNN: towards real-time object detection with region proposal networks[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2025, 39(6): 1137-1149.

软件生命周期中的隐性试错成本与用户信任管理 ——从一次高风险的数据覆盖危机谈起

黄忠伟

广西科技大学, 广西 柳州 545006

DOI: 10.61369/TACS.2025140008

摘 要 : 在数字经济时代, 用户生成内容 (UGC) 构成了移动应用的核心资产。然而, 在软件生命周期的敏捷迭代与版本更新中, 开发者往往过于关注功能实现与性能优化, 而忽视了底层数据迁移与更新过程中的隐性试错成本。本文以一款富文本记事本 App 的开发迭代经历为切入点, 完整复盘了由内存溢出 (OOM) 缺陷引发的代码重构, 以及在覆盖安装测试中因“签名冲突”险些导致用户百余条高价值数据被一键清空的高风险危机。从经济管理与产品管理的视角出发, 本文论述了版本更新中忽视数据安全所引发的用户信任崩塌与潜在经济损失, 并提出了面向数据保全的规范化迭代策略与信任管理机制。研究表明, 将“数据无损”作为产品迭代的最高优先级, 是降低隐性试错成本、维护企业品牌声誉与用户长期信任的基石。

关 键 词 : 软件生命周期; 试错成本; 用户信任管理; 数据安全; 版本迭代; 产品管理

Hidden Trial-and-Error Costs in the Software Lifecycle and User Trust Management — Starting from a High-Risk Data Overwriting Crisis

Huang Zhongwei

Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou, Guangxi 545006

Abstract : In the era of digital economy, user-generated content (UGC) constitutes the core asset of mobile applications. However, during the agile iterations and version updates in the software lifecycle, developers often focus excessively on functional implementation and performance optimization, while overlooking the hidden trial-and-error costs associated with underlying data migration and updates. This paper takes the development and iteration experience of a rich-text notepad app as a starting point, providing a comprehensive review of the code refactoring triggered by an out-of-memory (OOM) defect, as well as a high-risk crisis where over a hundred high-value user data entries were nearly wiped out with a single click due to a "signature conflict" during an over-the-air installation test. From the perspectives of economic and product management, this paper discusses the collapse of user trust and potential economic losses caused by neglecting data security during version updates, and proposes standardized iteration strategies and trust management mechanisms for data preservation. The research indicates that prioritizing "data loss prevention" as the highest priority in product iteration is the cornerstone for reducing hidden trial-and-error costs and maintaining corporate brand reputation and long-term user trust.

Keywords : software lifecycle; trial-and-error costs; user trust management; data security; version iteration; product management

引言

在当今高度竞争的移动应用市场, 软件的生命周期被极大压缩, 敏捷开发与持续集成 (CI/CD) 成为常态。然而, 伴随高频版本更新而来的, 是极易被忽视的“隐性试错成本”。这种成本往往不体现在代码编写的时间上, 而是隐藏在由操作失误、规范缺失导致的用户数据损毁风险中。对于记事本、日记类强依赖用户生成内容 (UGC) 的应用而言, 用户数据不仅是信息载体, 更是其对产品信任的具象化体现。一旦在更新中发生数据覆盖或清空, 将对产品声誉造成毁灭性打击。本文将通过一次真实的开发危机, 探讨软件迭代中的数据风险及其背后的经济与管理启示。

一、软件生命周期中的隐性试错成本分析

（一）性能边界与技术债务的显现

在软件开发的初期，为了快速验证市场需求（MVP 模型），开发者常采用最简便的技术方案。这种做法不可避免地积累了技术债务。随着用户使用深度的增加，这些隐性债务会迅速转化为显性的系统崩溃。这种由性能边界引发的重构需求，是软件生命周期中试错成本的第一层体现。

（二）试错成本的隐性化与放大效应

在修复技术缺陷并进行版本升级时，试错成本往往被严重低估。开发者习惯于在开发环境中随意覆盖、卸载应用，却忽视了在真实用户环境（或带有真实数据的测试机）中，哪怕是一个轻率的“确认”按钮，都可能导致不可逆的数据灾难。这种由于流程规范缺失导致的潜在数据损失，构成了高昂的隐性试错成本。

二、高风险数据危机案例复盘：以富文本记事本 App 为例

本文的案例源自一款支持图文混排的 Android 记事本 App。该应用在长期运行后，积累了 108 条包含大量高清图片的富文本数据。

（一）技术缺陷触发的被动更新需求

在执行“全量数据备份”功能时，原产品架构采用了将图片转为 Base64 编码并全量装载至内存的 JSON 序列化方案。当数据量达到一定规模时，该方案直接击穿了 Android 虚拟机的内存上限，引发了严重的 OOM（内存溢出）崩溃（如图 1）。

图1 全量备份过程中 Gson 序列化引发的内存溢出（OOM）机制示意图

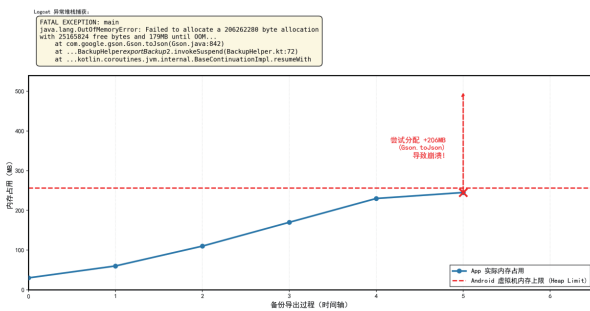


图 1: Logcat 中捕获的 OOM 异常与崩溃堆栈截图

为了解决这一问题，开发团队引入了基于 JsonWriter/JsonReader 的流式读写（Streaming API）方案进行代码重构。然而，真正的危机并非来自代码编写，而是发生在随后的版本部署阶段。

（二）签名冲突与“一键清空”的悬崖边缘

在 Android Studio 中完成流式读写代码的修改后，开发者习惯性地点击了“Run”按钮试图将新版本覆盖安装至存有 108 条真实数据的测试机上。此时，系统弹出了一个极具迷惑性且极其危险的警告弹窗（如图 2）：

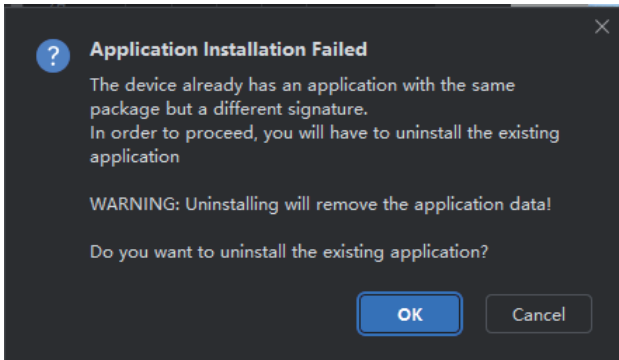


图 2: Android Studio 应用签名冲突与卸载警告弹窗截图

该警告的本质是签名冲突（不同签名：Release 正式签名与 Debug 调试签名的冲突）。系统安全沙盒机制要求，在覆盖安装时必须卸载原有应用，而卸载操作将连同 /data/data/ 目录下的所有用户数据库和本地图片一并彻底抹除。若开发者（或在某些场景下是被误导的用户）为了快速体验新功能而草率点击“OK”，那 100 多条承载着用户心血的笔记将瞬间灰飞烟灭。

三、数据覆盖危机对用户信任与经济价值的破坏

（一）用户数据资产的不可再生性与沉没成本

在经济学语境下，用户在记事本中记录的思想、照片与排版，具有高度的个性化和不可再生性。用户在应用上投入的时间和精力构成了极高的“沉没成本”。产品设计的核心应当是保护这些沉没成本，使其转化为用户的转换壁垒（Switching Cost），从而留住用户。

（二）信任崩塌与品牌经济损失

信任是数字经济时代最脆弱的通货。如果在版本更新时，由于开发者的疏忽（如未保持签名一致性导致用户被迫卸载重装，或未提供平滑的数据迁移方案），导致用户数据被“合法”清空，其后果是灾难性的。从产品管理角度看：

直接流失：遭受数据损失的用户几乎 100% 会彻底弃用该产品。

负面口碑放大：在应用商店留下的一星差评（“更新后数据全没了！”）将产生强烈的负外部性，极大增加新用户的获取成本（CAC），直接导致产品商业价值的缩水。

四、面向数据安全的敏捷迭代与信任管理策略

为了避免上述隐性试错成本转化为实际的经济灾难，团队在历经此次“悬崖勒马”后，确立了以下产品管理与工程规范：

（一）实施严格的规范化版本与密钥管理

彻底摒弃随意覆盖的测试习惯。面对签名冲突（图 2），必须坚决点击“Cancel”。要求所有涉及真实数据的设备升级，必须追溯并使用产品初始发布的 .jks 正式签名文件进行打包覆盖。通过保证签名的一致性，利用 Android 系统底层机制实现代码更新与数据保留的完美剥离。

（二）确立“数据安全”优先的开发价值观

在产品迭代的优先级矩阵中，将“数据无损”设定为不可逾越的红线（P0级）。任何涉及底层数据结构（如数据库字段增删、本地文件路径迁移）的重构，必须配备完善的回滚机制与防呆设计，确保在最极端的异常情况下，用户的原始数据不被破坏。

更深藏于版本更迭的数据迁移风险中。本文通过复盘记事本 App 开发中由 OOM 修复引出的签名冲突危机，深刻揭示了忽视底层数据安全机制可能带来的灾难性后果。从经济与产品管理的维度来看，保护用户数据资产就是保护产品的核心生命线。建立严谨的版本发布规范与以用户信任为导向的风险管理机制，是现代软件企业在敏捷迭代中立于不败之地的重要保障。

五、结论

软件生命周期中的试错成本不仅存在于代码逻辑的调试中，

参考文献

-
- [1] 迈克尔·库苏马诺. 软件业务的生存法则 [M]. 北京：清华大学出版社，2020.
 - [2] 郭霖. 第一行代码：Android（第3版）[M]. 北京：人民邮电出版社，2020.
 - [3] 张毅，刘阳. 移动互联网时代的用户信任机制与品牌忠诚度研究 [J]. 经济管理，2021，43(5): 112-125.
 - [4] 埃里克·莱斯. 精益创业：新创企业的成长思维 [M]. 北京：中信出版社，2012.
 - [5] Android Developers. App Signing and Security Sandbox [EB/OL]. (2024-02). <https://developer.android.com/studio/publish/app-signing>.

基于 Java Web 在线家具销售系统的设计与实现

唐鹏程, 韩思鑫

陕西科技大学镐京学院, 陕西 咸阳 712046

DOI: 10.61369/TACS.2025140009

摘 要 : 本文针对传统家具销售模式地域受限、线上线下信息脱节、企业管理效率低下等行业痛点, 设计并实现一套基于 Java Web 的在线家具销售系统。开发前期通过全面需求调研, 明确消费者便捷购物、个性化选购的核心需求, 以及家具企业产品管理、销售数据分析、库存管控的业务需求, 梳理出系统核心功能模块。系统采用前后端分离的三层架构设计, 前端选用 Vue.js 搭配 Axios 实现页面动态渲染与异步数据交互, 后端依托 SpringBoot 框架快速搭建稳定架构, 内嵌 Tomcat 服务器简化部署流程, 数据库采用 MySQL 完成数据存储与管理。该系统实现了用户购物、商家运营、管理员后台管控三大核心场景的全流程线上化, 既能为消费者提供跨时空、高效率的家具购买渠道, 也能帮助家具企业打破实体销售局限, 实现数字化运营与市场拓展, 推动家具行业电商化转型与可持续发展。

关 键 词 : Java Web; 在线家具销售系统; SpringBoot; Vue.js; 前后端分离

Design and Implementation of an Online Furniture Sales System Based on Java Web

Tang Pengcheng, Han Sixin

Haojing College, Shaanxi University of Science & Technology, Xianyang, Shaanxi 712046

Abstract : Addressing industry pain points such as geographical limitations in traditional furniture sales models, disconnected online-offline information, and inefficient enterprise management, this paper designs and implements an online furniture sales system based on Java Web. Through comprehensive demand research in the early development stage, the core needs of consumers for convenient and personalized shopping, as well as the business needs of furniture enterprises for product management, sales data analysis, and inventory control, were identified, leading to the identification of key functional modules for the system. The system adopts a three-tier architecture design with front-end and back-end separation. The front end utilizes Vue.js combined with Axios for dynamic page rendering and asynchronous data interaction, while the back end relies on the SpringBoot framework to rapidly establish a stable architecture, embedding a Tomcat server to simplify the deployment process. MySQL is used for data storage and management. The system enables full online processes for three core scenarios: user shopping, merchant operations, and administrator backend management. It provides consumers with a cross-time and space, efficient furniture purchasing channel, while also helping furniture enterprises break free from the limitations of physical sales, achieve digital operations and market expansion, and drive the e-commerce transformation and sustainable development of the furniture industry.

Keywords : Java Web; online furniture sales system; SpringBoot; Vue.js; front-end and back-end separation

引言

随着互联网技术的快速发展与消费者购物习惯的转变, 电子商务已成为家具行业转型升级的重要方向。传统家具销售模式受限于地域与时间, 难以满足消费者对便捷性、个性化与多样化产品的需求。因此, 构建一个功能完善、体验优良的在线家具销售系统具有重要的现实意义。本文旨在设计并实现一个基于 Java Web 的在线家具销售系统, 为消费者提供便捷的购物渠道, 为家具企业拓展网络销售市场, 推动家具行业的数字化转型。

一、在线家具销售系统开发相关技术概述

(一) 前端相关技术的构成与应用

前端技术是构建在线家具销售系统用户交互界面的核心支撑, 直接影响用户体验的流畅性与功能实现的灵活性。Vue.js 作

为一套渐进式 JavaScript 框架, 以其组件化开发思想将页面分解为家具产品展示、购物车、用户评价等多个可复用组件, 每个组件拥有独立的状态和行为, 显著提升了代码的可维护性与扩展性。Vue.js 的数据绑定功能能够将家具产品信息自动绑定到页面元素, 结合 v-bind、v-if、v-for 等指令实现属性绑定、条件渲

渲染和列表循环,使页面逻辑清晰、代码简洁。在前端数据交互方面,Axios 作为基于 Promise 的 HTTP 库,负责与后端进行数据通信,实现家具产品信息的获取、提交与更新。Vue.js 通过事件处理机制调用 Axios 发送请求,将获取的家具详情展示为模态框;在购物车功能中,Vue.js 实时监听商品数量变化,结合 Axios 与后端交互,实现总价的动态更新。此外,VueRouter 用于管理单页应用的路由导航,实现产品列表页、详情页、购物车页等页面间的流畅切换与数据共享;Vuex 则用于集中管理应用状态,便于各组件间共享和修改数据,进一步提升开发效率与代码可维护性。

（二）后端相关技术的构成与应用

后端技术是在线家具销售系统的核心逻辑中枢,负责业务规则处理、数据交互与系统稳定性保障。Java 作为面向对象的编程语言,吸收了 C++ 的优点并摒弃了多继承、指针等复杂概念,具有封装性、继承性和多态性特征,使得系统代码具备良好的可维护性、可扩展性和可复用性。在在线家具销售系统中,Java 语言用于实现用户管理模块,包括用户注册、登录验证、信息存储与查询功能;同时完成购物车的业务逻辑,涵盖商品的添加、删除、数量调整与总价核算。SpringBoot 框架作为 Spring 家族的延伸,遵循“约定优于配置”的设计理念,大幅简化了 Spring 应用的初始搭建与开发过程。它通过自动配置减少手工配置工作,内嵌 Tomcat 服务器降低部署难度,使开发者能够专注于业务逻辑的实现。SpringBoot 还提供丰富的插件机制,便于扩展数据库连接、缓存管理等功能,为系统的快速开发与稳定运行提供了有力支撑。

（三）数据库相关技术的构成与应用

数据库技术是在线家具销售系统的数据基石,其性能与稳定性直接影响数据存储效率与业务流程可靠性。MySQL 作为开源的关系型数据库管理系统,凭借体积小、速度快、稳定性好等优势,被众多中小型项目广泛采用。在系统中,MySQL 用于高效存储家具产品信息,包括商品名称、规格型号、售价、库存、图片路径、商品说明等详细数据;存储客户信息,如姓名、联系方式、地址、账号密码等,支持客户登录、注册与订单处理;存储订单信息,包括订单号、下单时间、用户信息、购买商品详情与订单状态。MySQL 支持事务处理,能够基于 ACID 机制确保复杂业务流程中数据的一致性与完整性。在数据库连接与操作方面,系统采用 JDBC 作为 Java 语言执行 SQL 语句的标准 API,通过 JDBC 建立与 MySQL 数据库的连接,执行查询、插入、更新和删除等操作。在用户登录功能中,Java 代码通过 JDBC 连接数据库,根据输入的用户名和密码在用户表中查询匹配记录;在家具管理功能中,管理员通过 JDBC 执行数据插入、更新或删除操作。为提升数据库操作效率与安全性,系统采用连接池技术,预先创建一定数量的数据库连接并保存在连接池中,避免频繁创建和销毁连接带来的性能开销。

二、在线家具销售系统需求分析

（一）可行性分析

从技术、经济、用户使用三个层面论证系统开发的可行性,确保项目可落地、可盈利、易推广。技术可行性方面,系统选用

的 SpringBoot、Vue.js、MySQL 均为成熟开源技术,开发门槛低、生态完善,Java 跨平台特性与 Tomcat 服务器兼容性强,可快速实现核心功能,技术栈完全满足系统开发与运行需求。经济可行性方面,所有技术与工具均开源免费,无商用授权费用,开发成本可控;系统上线后可突破地域限制拓展市场,降低线下门店租金与人力成本,投入产出比可观。用户使用可行性方面,系统界面简洁直观、操作流程简便,用户无需专业培训即可完成购物,商家与管理员后台功能模块化,上手难度低,适配各类用户使用习惯。

（二）业务与功能需求

结合用户、商家、管理员三类角色核心诉求,拆解系统业务逻辑,明确各角色对应功能模块,覆盖全业务场景。用户核心需求为便捷购物与个性化选购,对应功能包括注册登录、家具浏览搜索、购物车管理、订单支付、订单跟踪、商品评价、个人中心管理。商家核心需求为店铺与商品运营,对应功能包括店铺注册、家具信息上下架与编辑、库存管理、订单处理、销售数据统计。管理员核心需求为平台管控与维护,对应功能包括商家资质审核、用户与商家信息管理、家具信息审核、订单全局监控、数据统计、系统运行维护与数据备份。

（三）运行环境需求

明确系统运行所需软硬件配置,保障系统兼容性与稳定性,适配主流使用场景。硬件环境支持普通 PC 服务器与个人电脑;软件环境方面,操作系统选用 Windows 系列,Java 运行环境为 JDK1.8 及以上版本,Web 服务器采用内嵌于 SpringBoot 的 Tomcat,数据库为 MySQL5.7 及以上版本,客户端支持 Chrome、Edge、Firefox 等主流浏览器,网络需稳定宽带连接,保障页面加载与数据交互流畅。

三、在线家具销售系统总体设计

（一）系统架构与处理流程

采用前后端分离三层架构,针对不同角色设计专属处理流程,保障业务逻辑清晰、操作流畅。系统整体分为表现层、业务逻辑层、数据访问层,表现层通过 Vue.js 实现前端界面交互,业务逻辑层依托 SpringBoot 处理核心业务,数据访问层对接 MySQL 完成数据操作。用户端流程为注册登录→浏览搜索家具→加入购物车→提交订单→支付→收货评价;商家端流程为入驻审核→商品管理→库存管控→订单处理→销售数据分析;管理员端流程为账号登录→用户与商家管理→商品与订单审核→系统维护→数据备份。

（二）功能模块设计

将系统划分为三大核心功能模块,细化子模块功能,实现模块化开发与维护,提升系统可扩展性。用户模块包含注册登录、家具浏览、购物车、订单管理、个人中心、消息通知六大子模块,覆盖用户全购物流程;商家模块包含店铺管理、家具管理、订单处理、数据统计四大子模块,支撑商家日常运营;管理员模块包含商家审核、用户管理、商品管控、订单监控、系统维护五

太子模块，保障平台规范运行。

（三）数据库设计

通过 E-R 图构建数据实体关系，设计核心数据表结构，实现数据结构化存储与高效调用。系统核心实体包括用户、管理员、商家、家具、家具分类，各实体间存在明确关联：用户可下单购买家具，商家负责上架与管理家具，管理员管控所有实体信息。共设计五张核心数据表，分别为用户信息表、管理员信息表、商家信息表、家具信息表、家具分类表，每张表设置主键与规范字段，明确字段类型、长度与约束，确保数据唯一性、完整性与一致性，例如用户表以 id 为主键，存储用户名、密码、联系方式、余额等信息；家具表存储名称、分类、价格、库存、详情等商品核心数据。

四、在线家具销售系统功能实现

（一）用户模块实现

聚焦用户购物体验，开发简洁易用的前端界面，实现购物全流程功能，优化交互逻辑。登录界面采用简约家居风格，白色主调搭配绿色边框，输入框与按钮交互效果清晰，支持用户、商家、管理员角色切换；注册界面简化信息填写流程，仅保留核心必填项，支持头像上传与密保设置，实时校验信息合法性。购物车界面布局清晰，实时展示商品列表、数量、总价，支持商品增减与删除操作，一键跳转订单结算页面。家具浏览页面支持分类筛选与关键词搜索，展示高清图片与详细参数，搭配用户评价模块，辅助用户选购决策。

（二）商家与管理员模块实现

开发后台管理界面，实现商家自主运营与管理员全局管控功能，保障后台操作高效便捷。商家后台可快速完成家具信息新增、编辑、下架，实时查看库存预警与订单状态，一键生成销售报表，直观掌握店铺运营情况。管理员后台采用权限分级管控，可查看所有用户、商家、订单数据，审核商家入驻资质与家具上架信息，冻结违规账号，下架违规商品，同时支持系统运行状态监测与数据定时备份，保障平台稳定安全。各后台模块界面简洁，功能按钮直观，降低管理操作难度。

五、在线家具销售系统测试与分析

（一）测试方案设计

采用黑盒测试方法，聚焦系统外部功能实现，设计多组测试

用例，覆盖核心功能与异常场景。测试核心目标为验证各模块功能是否正常运行、数据交互是否准确、异常输入是否有效拦截、多环境兼容是否达标。测试范围涵盖用户注册登录、购物车操作、订单支付、商家商品管理、管理员后台管控等核心功能，同时测试浏览器、操作系统、数据库兼容性，确保系统满足实际使用需求。

（二）测试结果与结论

整理测试数据，分析测试结果，明确系统运行状态与优化方向，验证系统是否达到设计标准。功能测试结果显示，用户注册登录、家具搜索、购物车增减、订单处理、后台数据增删改查等核心功能均正常运行，异常输入可精准拦截并给出提示，无逻辑漏洞；性能兼容性测试表明，系统在主流浏览器、Windows 操作系统与 MySQL 数据库环境下均可稳定运行，界面显示一致，数据交互无延迟。测试过程中发现的 minor 问题已全部修复，系统整体功能完整、运行稳定，达到预期设计目标，具备上线运行条件。

六、结语

本文通过对基于 Java Web 的在线家具销售系统的设计与实现，最终目标是能够全面地实现消费在选购家具中的快捷、高效以及个性化等多方面的要求，为实现家具行业的智能化转变和数据化升级提供必要的技术支持。本文建立了相对完善的功能模块，包括用户注册模块，使用户可以顺利地完家具选购账号的注册工作；商品浏览模块，尽可能多地为用户提供更多的家具产品样式，以供不同审美功能需求的客户选择；购物车模块，使用户在购物选购家具的过程中可以轻松保存自己感兴趣的家具并可以自主地修改选购计划；订货与支付模块，可以确保订货与支付环节的顺畅、有效和安全，从而在选购商品和成功下单之间搭起一座无形的桥梁。

系统在开发过程中由于自身开发经验不足及开发周期较短，不可避免地会遇到各种技术问题与困难。比如系统在整合框架所引发的兼容性问题，系统在初期数据库设计的数据结构优化问题等。但是我们通过不断地调试、学习、优化，最终解决了各种问题，实现了系统的基本功能。

因此，本文对于家具企业的信息化工作的开展提供可行性指导，通过不断的深入研究完善优化系统相关功能，挖掘更多的新功能运用，助力家具企业转型升级。

参考文献

- [1] 蒋飞. 产教融合视域下家具设计课程教学评价体系的重构[J]. 现代职业教育, 2025, (12): 133-136.
- [2] 王文娜. 共享民宿服务失败及补救对房客行为意向作用机制研究[D]. 吉林大学, 2024.
- [3] 邵志媛. 出海逐浪家居企业竞相弄“潮”[N]. 国际商报, 2024-10-22(001).
- [4] 周雨婷, 刘新有. 我国家具大规模定制平台的改进[J]. 林业和草原机械, 2021, 2(06): 18-21+12.
- [5] 吴一永, 刘婷. 宜家集团中国市场的进入模式研究[J]. 现代商业, 2025, (06): 31-34.

基于 LoRa 的工业无线监测终端硬件电路 优化设计研究

徐啸威¹, 郦秋梅^{2*}

1. 中国电信股份有限公司杭州萧山区分公司, 浙江 杭州 311200

2. 浙江中元照明股份有限公司, 浙江 杭州 311200

DOI: 10.61369/TACS.2025140012

摘 要 : 工业无线监测终端是工业物联网感知层的重要组成, 用于实现多源传感数据采集、边缘预处理与远距离无线回传。LoRa 技术以远距离、低速率和低功耗为特征, 适合在供电受限、布线困难的工业现场部署。然而在强电磁干扰、金属遮挡与供电波动等条件下, 终端常出现采样噪声与漂移增大、链路稳定性波动、平均功耗偏高以及接口防护不足等问题。本文首先分析基于 LoRa 的工业无线监测终端硬件电路构成与典型瓶颈, 在此基础上从信号采集与调理、射频前端与天线匹配、电源管理与休眠策略、主控与通信协同、抗干扰与工业防护等方面提出优化设计思路, 为终端的高可靠、低功耗与工程化部署提供参考。

关 键 词 : LoRa; 工业无线监测终端; 硬件电路; 低功耗; 抗干扰

Research on Optimized Design of Hardware Circuit for Industrial Wireless Monitoring Terminals Based on LoRa

Xu Xiaowei¹, Li Qiumei^{2*}

1. Hangzhou Xiaoshan District Branch, China Telecom Corporation Limited, Hangzhou, Zhejiang 311200

2. Zhejiang Zhongyuan Lighting Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 311200

Abstract : Industrial wireless monitoring terminals are crucial components of the perception layer in the Industrial Internet of Things (IIoT), responsible for collecting multi-source sensor data, performing edge preprocessing, and transmitting it wirelessly over long distances. LoRa technology, characterized by its long-range, low data rate, and low power consumption, is well-suited for deployment in industrial settings where power supply is limited and wiring is challenging. However, under conditions of strong electromagnetic interference, metal obstruction, and power supply fluctuations, terminals often encounter issues such as increased sampling noise and drift, unstable link performance, high average power consumption, and inadequate interface protection. This paper first analyzes the hardware circuit composition and typical bottlenecks of LoRa-based industrial wireless monitoring terminals. Based on this analysis, it proposes optimized design strategies in areas such as signal acquisition and conditioning, radio frequency (RF) front-end and antenna matching, power management and sleep strategies, main control and communication coordination, and anti-interference and industrial protection. These strategies provide references for achieving high reliability, low power consumption, and engineering deployment of the terminals.

Keywords : LoRa; industrial wireless monitoring terminal; hardware circuit; low power consumption; anti-interference

引言

工业生产过程的状态感知与远程运维正在从“离线巡检”转向“在线监测 + 预测性维护”, 无线监测终端因此成为工业物联网落地的高频形态。相较于仅追求吞吐量的通信系统, 工业监测更强调“低速小包、长寿命供电、稳定可维护”, 并要求设备在复杂电磁环境与结构安装约束下长期连续运行^[1]。

LoRa 属于低功耗广域网 (LPWAN) 体系中的非授权频段技术路线之一, 其工程目标是以较低比特率实现较远通信距离并延长电池供电型传感器寿命; 在此基础上, LoRaWAN 在物理层之上定义介质接入与安全机制以提升互操作性, 其中相关规范由 LoRa Alliance 推动形成。我国常用区域参数中, CN470 对应可用频段范围约为 470 MHz 至 510 MHz。

从通信参数看, LoRa 通过发射功率、扩频因子、带宽与编码率在覆盖、速率与发送时间之间权衡; 扩频因子增大可提高灵敏度与覆盖范围, 但会降低数据速率并延长单包占用时间。因此, 终端设计需要把空口参数选择与功耗预算、缓存策略和链路可靠性机制同步考虑^[2]。

工程实践表明, 终端可用性并不只由空口参数决定。若采集链路噪声高、电源纹波大、射频匹配不良或 ESD/ 浪涌防护不足, 系统仍可能在现场出现丢包、复位甚至器件损坏。同时, 国内无线电监管文件强调不得擅自扩大发射频率范围、加大发射功率或擅自更改发射天线等要求, 对终端射频硬件设计具有合规参考意义。因此, 本文面向工业现场的“采集-供电-射频-接口-防护”全链路提出硬件电路优化方案, 强调问题-措施-预期效果的闭环表达, 以便直接用于产品设计与工程实施。

一、基于 LoRa 的工业无线监测终端硬件电路现状分析

(一) 硬件电路构成单元解析

基于 LoRa 的工业无线监测终端通常由主控与外围、传感采集与调理、LoRa 射频通信、电源管理、接口与防护等功能单元组成^[3]。主控单元一般以低功耗 MCU 为核心, 完成传感采集调度、数据打包、无线收发控制与休眠唤醒管理; 为降低系统复杂度, 也可采用集成 Sub-GHz 无线的 MCU 方案, 将射频收发与主控统一在同一芯片平台上, 减少外设总线与功耗开销。

传感采集与信号调理单元承担“把工业现场的弱信号转化为可用数字量”的任务。典型输入包括 4~20 mA 电流环、0~10 V 电压量、桥式/电阻式传感器(如 PT100/NTC)、振动加速度与压力等。由于线缆长、共模干扰强、传感器输出幅值小, 前端通常需要运放/仪放、滤波、保护、隔离与 ADC 转换配合, 以获得足够的信噪比和重复性。

LoRa 射频通信单元一般由收发器或模组、匹配与滤波网络、天线接口以及必要的射频保护组成。以模块化产品为例, 常通过 SPI 与 MCU 连接, 并提供 DIO 中断脚用于收发完成、CAD 检测等事件; 同时明确建议将模块靠近板边、天线朝外并远离电感、继电器等强干扰器件, 以降低耦合与失配风险。

电源管理单元通常需要同时满足“宽压输入适配或电池供电”“峰值电流支撑”“低静态电流”“模拟电源低噪声”等要求。接口与防护单元则面向工业现场的 ESD、电快速瞬变、电源浪涌、反接与误插拔等风险, 常通过 TVS、共模扼流圈、隔离器件与合理接地回路路径实现系统级抗扰度。

(二) 传感采集精度与链路可靠性不足

从监测业务看, 工业无线终端的价值依赖于数据可信度。部分工程实现中, 采集链路采用低成本运放与中低分辨率 ADC, 且缺少对输入保护、滤波与参考源的系统化设计, 导致在温漂、电源纹波与共模干扰作用下产生零点漂移、量程压缩或采样抖动。长线缆引入的感应噪声、地电位差与浪涌脉冲也可能使采样电路进入非线性区, 进一步放大测量误差与故障概率。

链路可靠性方面, LoRa 通过发射功率、载频、扩频因子、带宽与编码率等参数在覆盖、速率与空口占用之间权衡。工程上若只依赖参数配置而忽略硬件链路预算, 则会出现“在部分点位稳定、换点位就丢包”的现象。其根因常包含: 天线匹配不一致、外壳/金属支架导致辐射效率下降、射频与数字电路耦合引入底

噪抬升、以及接口 ESD 导致的间歇性故障等。

进一步地, LoRa 的扩频因子、带宽与编码率选择会影响接收灵敏度与发送时间。例如, 有研究指出扩频因子每增加 1 将提升接收机灵敏度并扩大覆盖, 但会降低数据速率; 同时纠错冗余越高传输效率越低。若终端在链路差的场景下长期使用高 SF 与高冗余配置, 将导致单包占空时间增加, 叠加重传后易引发功耗与时延的连锁上升。此外, LoRa 系统的单次载荷长度存在上限(典型可达约 256 字节量级), 模块侧也通常提供 CRC 与分组引擎; 因此在采集侧噪声、抖动与异常数据未被抑制时, 即便无线侧传输正确, 最终到达的数据仍可能不具备业务可用性。

(三) 终端功耗控制不足制约长期在线运行

工业无线监测节点常部署于巡检困难区域, 运维侧更关注“平均功耗”而非“瞬时功耗”。在未进行系统级低功耗设计时, 常见问题包括: 传感器持续上电、MCU 轮询等待而非事件驱动、射频模块频繁唤醒以及电源转换链路效率偏低等, 导致电池寿命难以预测。另一方面, LoRa 终端可在不同工作模式下运行, 不同模式面向不同业务模型与省电需求; 若软硬协同不足, 就可能出现唤醒窗口过长、无效上报频繁或重传失控, 从而把空口占用与功耗同步推高^[4]。

在硬件层面, 射频发送的峰值电流往往显著高于接收与待机电流, 若电源输入阻抗偏大或去耦不足, 可能在发射瞬间产生压降, 造成收发器锁相环失锁、包错误或系统复位, 从而形成“越弱链路越发不出去”的恶性循环。此外, 部分模块说明中直接给出较高的供电电流裕量要求, 提示工程设计需为发射峰值留出能量缓冲与走线电流能力。

(四) 复杂工业环境下运行稳定性与抗干扰能力欠佳

工业现场的 ESD/浪涌多从电源口、传感器接口、调试口与天线口进入。若防护器件远离连接器、回路路径阻抗大或存在“残桩”走线, 会导致 ESD 电流无法被有效分流, 进而在受保护 IC 端产生更高的应力电压。此外, 模拟采集区与开关电源区、射频区与数字高速区若未合理分区, 容易发生串扰与地回路耦合, 引发采样漂移、收发灵敏度下降或系统复位。上述问题会直接降低终端连续运行可靠性, 提高现场维护成本。

从机理上看, ESD 是一类高 di/dt 瞬态事件, PCB 中极小的寄生电感也会在瞬态电流作用下产生显著电压抬升; 因此“TVS 到地的电感”“TVS 到连接器/受保护 IC 的距离关系”往往比单纯选择更大功率的 TVS 更关键。若布线存在过孔过多、回流绕行或 TVS 与受保护线之间形成残桩, ESD 电流将更难被有效分流到

地，进而提升系统死机与损坏概率。

二、基于 LoRa 的工业无线监测终端硬件电路优化设计

（一）信号采集与调理电路的精度提升设计

本节目标是把“弱信号采集的可重复性”作为第一约束，优先降低噪声与漂移对业务判断的影响。总体建议采用“输入保护－抗混叠滤波－低噪声放大／差分转换－高分辨率 ADC－基准与校准”的分层结构^[5]。

在器件类别上，模拟前端可按信号类型分组：对电流环与小信号电压，建议使用零漂移／低噪声运放或仪表放大器实现增益与共模抑制（如 OPA333/OPA2188 类零漂移运放、INA333 类低失调仪放等）；对电阻式传感器（RTD/NTC）建议采用恒流源激励＋差分采样，减少供电变化对测量的乘性误差；对振动类信号可采用带通／低通有源滤波抑制工频与高频干扰。ADC 方面，慢变量监测（温湿度、压力、液位）可优先选择 16－24 bit $\Delta-\Sigma$ ADC（如 ADS1220/ADS124S08 一类、内置 PGA 更利于弱信号），较高采样率需求（振动特征量提取）可选择 SAR ADC 并配合前端抗混叠滤波。

在结构与布局上，建议将保护器件靠近连接器，使浪涌电流在进入板内前被钳位／泄放；模拟区采用连续参考地与差分走线，基准源与 ADC 参考端采用“短回路＋充分去耦”的布置方式，并避免开关电源的高 di/dt 回路穿越模拟区域。若传感器线缆较长或存在地电位差，建议引入隔离放大器或数字隔离器（隔离 SPI/PIC/USB-UART）实现信号与地回路隔离，降低共模干扰造成的采样漂移与误触发。

在长期一致性方面，可预留硬件自检／校准通道：如通过模拟开关将 ADC 输入切换到高稳定度参考电压／电阻网络，定期采样形成漂移指纹，并在上报侧做趋势监测。预期效果是：采样噪声底降低、漂移可感知、异常线缆／传感器问题更早暴露，从而减少误报与漏报。

（二）LoRa 射频前端与天线匹配电路的可靠化设计

射频链路的工程目标是“链路预算稳定”和“批量一致性可控”。建议从收发器／模组选型、匹配滤波、天线系统与 PCB 分区四方面同时优化。

收发器选型上，工程上常采用芯片＋射频前端匹配的方式，或直接采用完成射频集成的模组。以 Semtech 的 SX1276/77/78 系列等常见 LoRa 收发器为例，可支持多种带宽与扩频因子组合，便于在距离与速率间进行配置权衡。块化方案的优势在于射频关键参数更易收敛，但需严格遵循其布板与供电要求。以某系列 LoRa 模组资料为例，其建议将模块靠近板边、天线朝外，并远离继电器、电感等强电磁器件；同时提示供电电流需满足较高裕量，以覆盖发射瞬时峰值电流需求。

匹配与滤波上，建议按“RF 口－ π 型/LC 匹配－谐波抑制／带通滤波－天线座／弹簧天线”的顺序布局，并预留可调器件位于驻波与谐波的产测微调。对于 470 MHz 附近应用，天线与地

参考的几何结构会显著影响等效阻抗，建议把天线区域作为“禁布区”，避免铜皮、走线与金属件靠近造成失配。若终端工作环境干扰较强或对接灵敏度要求更高，可考虑加入低噪声放大器（LNA）或采用射频前端模块（含 LNA/PA/开关及部分匹配），以降低链路预算波动并减少射频调试成本。参考典型模组规格，基于 SX1278 的方案可提供超过－148 dBm 的接收灵敏度与＋20 dBm 量级功率输出，为长距离链路预算留出余量。

PCB 分区上，建议将射频区与数字高速区、开关电源区物理隔离，射频走线保持参考地连续，周边通过地过孔栅栏降低辐射泄漏；必要时对收发器与匹配网络加屏蔽罩并以多点接地降低缝隙辐射。预期效果是：不同安装点位的 RSSI/SNR 波动减小、同配置下丢包率受控、批量生产的一致性更高。

同时需要强调合规边界：监管文件明确提出不得擅自扩大发射频率范围、加大发射功率（包括额外加装射频功率放大器）以及不得擅自外接或更改发射天线等要求；终端若按相关路径进行合规或借鉴其工程约束，应在硬件预留、说明书与调试权限上同步控制。

（三）电源管理与低功耗控制电路的优化设计

电源部分建议采用“分域供电＋分级稳压＋峰值电流缓冲”的体系（例如主电源采用同步降压 DC-DC，敏感模拟支路采用低噪声 LDO，外设分时供电采用负载开关）。分域供电指对射频域、数字域、模拟域分别供电或通过可控开关分时上电（如 TPS229xx 类负载开关／理想二极管方案），以减少相互干扰与漏电源；分级稳压指用高效率 DC-DC 承担主功耗（如 TPS6217x/MPM 系列等）并用低噪声 LDO 为模拟前端／参考源做二次净化（如 TPS7A2x 类），从而在效率与噪声之间折中；峰值电流缓冲则指在射频发射时通过本地储能（大电容或小型超级电容）降低供电电压降与纹波。

以模块类产品为例，其资料常给出发射电流接近百毫安量级，且明确提示供电电流需要留足裕量；因此建议在射频模组电源脚附近布置“10 μ F $\sim$ 47 μ F＋0.1 μ F”的组合去耦，并把去耦回路做短、粗、低电感，必要时增加 π 型滤波抑制电源线引入的高频噪声。对工业宽压输入场景，可在电源入口增加浪涌抑制、反接保护与 EMI 滤波，避免瞬态干扰通过电源耦合到 ADC 参考与射频 PLL。

休眠策略上，建议构建“采集窗口－处理窗口－发送窗口－深睡眠”的闭环：其一，传感器分时供电：采集前短时上电并等待稳定，采集后立即断电；其二，主控采用 RTC/低功耗定时器唤醒，并尽量用中断驱动替代轮询；其三，射频按需唤醒，发送结束即回到低功耗状态；其四，对告警类数据与周期类数据分级上报，避免无效高频发送。预期效果是：平均电流显著下降，电池寿命更可预测，同时电源噪声对采样与射频的耦合风险降低。

（四）主控与通信电路的协同化优化设计

主控与通信协同的核心是“缩短有效唤醒时间”和“提高单次唤醒的有效数据成功率”。硬件层面建议在接口选型、时序组织与抗干扰上形成约束。

接口方面，收发器／模组常通过 SPI 或 UART 与 MCU 互联。

SPI 适合高吞吐与低协议开销, UART 适合 AT 命令式模组与调试维护。以某系列 LoRa 模组为例, 其引脚定义包含 SCK/MISO/MOSI/NSS 与多路 DIO 脚, 便于以中断方式处理“发送完成/接收完成/信道活动检测”等事件, 从而减少主控轮询等待并降低功耗^[9]。对高速边沿信号可在时钟与数据线上串联小阻值电阻(如 22~47 Ω)抑制振铃, 并保证接口参考地连续, 避免返回电流跨分割地造成的串扰与误码。

可靠性机制方面, LoRa 芯片/模组通常提供 CRC 与分组引擎, 并支持一定长度的载荷; 同时 LoRa 物理层采用纠错编码以提升抗噪声能力, 但其冗余会带来传输效率下降的代价。因此, 建议终端在应用层进一步构建轻量级帧结构(设备 ID+帧序号+时间戳+载荷 CRC), 对告警类数据启用确认与有限次重传, 对周期类数据采用非确认上报, 以在可靠性与功耗/空口占用之间取得平衡。为应对网关短时离线或信道拥塞, 可在终端侧加入小容量 FRAM/Flash 缓存, 把“采集与上报解耦”, 避免因链路抖动丢失关键数据。

(五) 抗干扰与工业防护电路的系统化优化设计

抗干扰设计建议遵循“入口防护优先、回流路径可控、分区分域、屏蔽与接地一体化”的原则。接口防护方面, ESD 事件通常经电缆/连接器进入系统, 防护效果高度依赖 TVS 器件与走线寄生电感(如 SMF/SMBJ 系列 TVS, 或小封装 ESD 阵列器件)。相关布局指南强调: 将 TVS 尽量靠近 ESD 源(连接器), 使 TVS 到连接器距离小于 TVS 到受保护 IC 距离(形成有利的寄生电感比), 避免 TVS 与受保护线之间出现残桩, 并尽可能降低 TVS 到地的电感, 以减少受保护节点的应力电压。该类原则对传感器接口、调试口与天线口同样适用。

EMC 分区方面, 建议把 PCB 划分为模拟采集区、射频区、数字控制区与电源区: 模拟区避免开关电源高 di/dt 回路经过; 射频区保持参考地连续并减少高速数字线穿越; 电源区把电感、MOSFET 等高噪声器件集中并就近回流; 数字区的时钟与高速线远离射频匹配与 ADC 参考。接地方面, 建议采用“信号地-电源地-机壳地”分层管理: 信号地优先保证采样与射频参考的连续性, 电源地承担大电流回流, 机壳地用于泄放 ESD/浪涌能量并与屏蔽结构连接; 三者单点或受控位置连接, 避免地回路引入共模干扰。结构方面, 建议对收发器与敏感模拟链路采用屏蔽罩/金属壳体, 天线区域保持禁布与净空, 减少金属遮挡与近场耦合导致的失配。

三、结语

本文围绕基于 LoRa 的工业无线监测终端, 分析了硬件电路在采集精度、链路可靠性、低功耗运行与工业抗扰度方面的典型瓶颈, 并提出了面向工程落地的模块化优化设计方案: 通过低噪声采集链路与高分辨率采样提升数据可信度; 通过匹配滤波、分区布局与天线系统优化提升链路预算一致性; 通过分域供电与休眠策略降低平均功耗; 通过接口时序协同、CRC 与有限次重传提高关键数据到达概率; 通过 EMC/ESD、接地与屏蔽的系统化方法降低现场故障率。上述方案可作为工业无线监测终端硬件迭代的通用设计框架, 后续可结合具体行业的传感器类型、安装结构与合规要求进一步细化器件选型与产测校准流程, 以支撑规模化部署。

参考文献

- [1] 宋振雷, 吴冬燕, 张卫星, 薛福霞. 基于 LoRa 的智慧工厂环境监测系统的设计 [J]. 电子制作, 2021, 29(9): 79-81.
- [2] 万树德, 徐儒. 基于 LoRa 的中小企业工厂安防监测系统设计与实现 [J]. 物联网技术, 2021, 11(4): 5-7.
- [3] 朱轩毅, 郭思为, 冷泽松, 陈靖翰, 王平. LoRa 自组网的智能感知终端监控验证平台 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2022, 22(9): 58-62.
- [4] 傅仁轩, 王庆华, 陈龙飞. SCADA 系统的低功耗通信模式研究与设计 [J]. 电气自动化, 2021, 43(2): 91-93.
- [5] 杨月婷, 董韶军, 陈杰翔. 脉宽调制电路在传感器信号调理电路中的应用 [J]. 自动化仪表, 2003, 24(8): 54-56.
- [6] 康晋. 基于 LoRa 无线通信的工业机器人远程监控系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2022, 30(9): 119-124, 132.

基于 OBE 的高铁客运服务专业课程思政融入学训赛创的实施路径与成效评价

任娜

陕西交通职业技术学院，陕西 西安 710000

DOI: 10.61369/TACS.2025140014

摘 要： 在高速铁路产业高质量发展与职业教育高质量育人深度融合的背景下，本研究以成果导向教育（简称“OBE”）理念为核心指引，立足高铁客运服务专业人才培养的核心产出目标，从课程思政与学训赛创融合的问题探讨、实施路径构建及成效评价体系搭建三个维度展开系统研究，探索符合职业教育规律与行业人才需求的育人新模式，最终构建多维度、动态化的成效评价体系，为提升高铁客运服务专业人才培养的思政育人实效与综合育人质量提供理论参考与实践路径。

关 键 词： OBE 理念；高铁客运服务专业；课程思政；学训赛创

Implementation Path and Effectiveness Evaluation of Integrating Ideological and Political Education into "Learning-Training-Competition-Innovation" for High-Speed Rail Passenger Service Major Based on OBE

Ren Na

Shaanxi College of Communication Technology, Xi'an, Shaanxi 710000

Abstract： Against the background of the deep integration of high-quality development of the high-speed railway industry and high-quality talent cultivation in vocational education, this study takes the Outcome-Based Education (OBE) concept as the core guideline, bases itself on the core output objectives of talent cultivation for the high-speed rail passenger service major, and conducts systematic research from three dimensions: discussion on problems in the integration of ideological and political education into "Learning-Training-Competition-Innovation", construction of implementation paths, and establishment of an effectiveness evaluation system. It explores a new education model that conforms to the laws of vocational education and the demands of industrial talents, and finally constructs a multi-dimensional and dynamic effectiveness evaluation system, so as to provide theoretical references and practical paths for improving the effectiveness of ideological and political education and the comprehensive quality of talent cultivation for the high-speed rail passenger service major.

Keywords： OBE concept; high-speed rail passenger service major; ideological and political education in courses; Learning-Training-Competition-Innovation

引言

随着我国高速铁路网络的持续扩容与客运服务品质的不断升级，铁路客运服务行业对从业人员的职业素养、专业技能与综合能力提出了更高要求。高铁客运服务专业作为面向铁路客运领域的应用型专业，承担着为行业输送兼具专业技能与职业精神、服务意识的技术技能人才的重要使命。当前，高铁客运服务专业教学实践中，课程思政多以简单植入、表面融合的形式存在，缺乏与专业教学内容、教学环节的深度契合；学训赛创各环节各自为政，协同育人效应未能充分发挥，且现有教学评价体系难以全面衡量思政育人与学训赛创融合的实际成效。

一、高铁客运服务专业课程思政融入学训赛创的现存问题

（一）课程思政与专业教学融合表层化，育人目标不聚焦

高铁客运服务专业课程体系涵盖客运组织、服务礼仪、票务

管理、应急处置等多类核心课程，蕴含丰富的思政教育资源，如铁路行业的家国情怀、工匠精神、服务初心等。但当前教学实践中，课程思政融入多存在“形式化”“碎片化”问题，部分教师仅在课程开篇或结尾简单提及思政内容，或在知识点讲授中生硬植入思政案例，无法结合高铁客运服务岗位的职业特性与课程内容

项目信息：陕西省“十四五”教育科学规划2022年度课题《基于 OBE 理念的课程思政与学训赛创深度融合教学模式研究——以高速铁路客运服务专业为例》课题批准号：SGH22Y1606。

的内在逻辑,将思政教育与专业知识传授、技能训练深度融合,难以真正实现价值引领与专业育人同频共振^[1]。

(二) 学训赛创各环节协同不足,育人体系碎片化

“学”即专业知识学习,“训”是岗位技能训练,“赛”为专业技能竞赛,“创”指创新创业实践,四者本应形成相互支撑、相互促进的育人闭环。但在高铁客运服务专业实际教学中,学训赛创处于相对独立的状态:专业学习侧重理论知识讲授,与岗位实际技能训练衔接不紧密,学生难以将理论知识快速转化为实操能力,技能训练多以基础操作模拟为主,缺乏与行业真实场景的对接,训练内容与竞赛标准、创业需求脱节。专业竞赛选题多聚焦单一技能考核,未能融入综合服务、应急处置等复合型场景,且竞赛过程中思政教育的渗透力度不足。创新创业实践缺乏与客运服务岗位实际需求的结合,大多为理论层面的方案设计,难以落地实施。此外,各环节缺乏统一的育人导向与资源整合机制,导致育人体系碎片化,难以形成协同育人的整体效应^[2]。

(三) 教学评价体系单一,难以适配融合式育人需求

当前高铁客运服务专业教学评价体系往往以结果性评价为主,考核内容大多围绕理论知识笔试、基础技能操作考核展开,评价指标侧重学生的知识掌握程度与技能操作规范性,缺乏对思政素养、创新能力、团队协作、应急处置等综合能力的考核,特别是没有体现课程思政融入学训赛创过程中学生的成长变化。同时,评价方式以教师单向评价为核心,缺乏学生自评、互评及行业企业评价的参与,评价结果难以全面反映育人成效;更缺乏基于OBE理念的动态评价与持续改进机制,无法根据评价结果及时调整教学内容、优化育人路径,制约了课程思政与学训赛创融合育人质量的提升^[3]。

二、OBE理念的课程思政融入学训赛创的实施路径构建

(一) 锚定核心产出目标,逆向设计融合育人体系

所有高铁客运服务专业毕业生应具备的“专业技能、职业素养、综合能力”为核心产出指标,逆向拆解课程思政与学训赛创融合的育人目标。首先,开展行业岗位调研,通过与铁路客运段、高铁站等企业合作,明确高铁客运员、售票员、客运调度等岗位的核心能力要求,如客运服务礼仪、应急故障处置、旅客沟通协调、团队协作等,以及岗位背后蕴含的职业精神、责任意识等思政素养要求。其次,围绕核心产出目标,分解各课程的思政育人目标与学训赛创培养目标,例如在《高铁客运服务礼仪》课程中,将“掌握规范客运服务礼仪、践行以旅客为中心的服务理念、培养细致严谨的职业态度”作为融合育人目标;在《高铁客运应急处置》课程中,将“熟练掌握各类应急处置流程、培养临危不乱的责任意识与协同作战能力”作为核心目标。最终形成“专业技能目标+思政素养目标+综合能力目标”三位一体的逆向目标体系,确保育人方向与行业需求、人才培养目标高度契合^[4]。

(二) 整合教学资源,打造全链条融合教学内容

基于逆向育人目标,整合专业课程资源、思政教育资源、实

训资源、竞赛资源与创新创业资源,构建“学训赛创”一体化的融合教学内容体系。专业学习阶段:梳理各核心课程的思政元素,将思政教育与专业知识点讲授无缝融合。《高铁客运服务沟通技巧》课程中,通过分析高铁客运服务中的典型沟通案例,培养学生的共情能力与服务意识,传递“人民铁路为人民”的服务初心。同时,结合OBE理念的成果产出要求,优化课程内容结构,增加与岗位实际需求紧密相关的实操性知识点,减少冗余理论讲解,为后续技能训练奠定基础。以学训赛创融合为导向,优化竞赛设计与赛项标准。联合铁路客运企业、职业院校,打造“以赛促学、以赛促训、赛中融思”的专业技能竞赛体系。竞赛选题聚焦高铁客运服务复合型场景,如“高铁节假日大客流组织与服务”“突发事件下的客运服务应急处置”等,将思政素养纳入竞赛评分标准,如团队协作、服务意识、责任担当等占比不低于20%。在竞赛筹备与开展过程中,组织学生学习铁路行业先进人物事迹,引导学生在竞赛中践行职业精神,以赛项为载体实现技能提升与思政教育的双向赋能^[5]。

(三) 创新实施流程,构建协同育人教学模式

基于OBE理念的“以学生为主体”教育思想,创新“学—训—赛—创”螺旋递进的协同育人实施流程,实现各环节的无缝衔接与良性循环。推行“思政+理论”双轨教学模式。采用翻转课堂、案例教学、项目式学习等方式,将专业理论知识与思政元素有机结合,例如通过播放高铁客运一线员工的先进事迹视频、组织“我心中的高铁服务精神”主题研讨等活动,激发学生的学习兴趣与价值认同。同时,引入行业企业专家开展专题讲座,分享岗位实践经验与职业感悟,让学生直观感受行业精神与岗位责任。构建“备赛—参赛—复盘”全流程育人模式。赛前,组织学生组建备赛团队,开展针对性训练,同时开展行业精神、竞赛礼仪、团队协作等思政教育活动,培养学生的集体荣誉感与拼搏精神;赛中,引导学生以良好的职业风貌参与竞赛,在竞争中展现高铁客运服务人员的专业素养与精神品质;赛后,组织复盘总结,不仅分析技能短板,更反思团队协作、服务意识等方面的不足,结合行业先进案例开展思政学习,实现以赛促思、以赛促成长。

(四) 强化协同机制,保障融合育人落地实施

建立多方协同的保障机制,确保课程思政融入学训赛创的实施路径高效落地。整合专业教师、思政课教师、铁路客运企业技术骨干、行业先进人物等资源,组建“双师型+行业型”协同育人教学团队^[6]。定期开展联合教研活动,共同设计教学内容、优化教学流程、制定评价标准,实现专业育人与思政育人的协同发力。深化校企协同合作:与高铁站、铁路客运段等企业共建实训基地、竞赛基地与创新创业实践平台,共同制定技能训练标准、竞赛规则与创业项目评价标准。引入企业真实项目、岗位案例融入教学全过程,让学生在真实场景中提升技能、践行职业精神,同时推动企业参与学生评价,确保育人质量贴合行业需求。完善资源保障体系:建设高铁客运服务专业课程思政资源库,涵盖思政案例、教学课件、实训视频、竞赛资料、创业项目库等;加大实训设备与虚拟仿真平台投入,打造全场景、沉浸式的学训赛创

环境；设立专项经费，支持教学团队建设、竞赛开展与创新创业实践，为融合育人提供充足资源支撑^[7]。

三、OBE 理念的成效评价体系搭建

（一）设定多维度评价指标

围绕高铁客运服务专业人才培养的核心产出目标，设置“专业技能、思政素养、综合能力、育人过程”四大一级评价指标，并拆解具体二级指标与三级指标，确保评价全面覆盖融合育人的各个层面（如表1）。

表1 多维度评价指标类型

一级指标	二级指标	三级指标
专业技能	基础技能掌握度	客运服务规范操作、票务处理、应急处置流程熟练度等
	技能应用能力	真实场景下技能灵活应用、问题解决能力等
思政素养	职业精神	工匠精神、服务初心、责任意识、敬业态度等
	社会责任与家国情怀	行业认同感、服务社会意识、家国情怀践行等
	职业规范意识	遵守行业准则、职业礼仪、诚信服务等
综合能力	团队协作能力	团队沟通、分工协作、任务执行能力等
	创新与创业能力	创新思维、项目设计、资源整合、创业实践能力等
	学习与适应能力	自主学习、知识迁移、岗位适应与发展能力等
育人过程	教学资源利用效果	课程思政资源、实训资源、竞赛资源等利用率
	教学环节协同度	学训赛创各环节衔接度、校企协同育人效果等

（二）采用多元化评价方式

结合 OBE 理念的动态评价要求，打破单一教师评价模式，引入职业教育督导专家、行业协会专家，对课程思政融入学训赛创的教学体系、实施流程与育人成效进行专业评价，提供改进建议，从不同视角评价育人成效^[8]。采用过程性评价与结果性评价相结合、定量评价与定性评价相结合的多元化评价方式。其中包括：（1）过程性评价：贯穿学训赛创各环节，通过课堂表现记录、实训任务完成情况、竞赛备赛过程、创业项目阶段性成果等资料，评价学生的学习过程与成长变化。例如，在技能训练阶段，通过实训日志、操作视频、教师现场评价记录等，量化学生技能提升进度与思政素养表现^[9]。（2）结果性评价：通过技能考核、竞赛成绩、创业项目成果、岗位实习评价等，衡量学生的最终学习成果与育人成效。例如，将专业技能考核成绩、竞赛获奖情况、创业项目落地率等作为结果性评价的核心指标。（3）定量与定性结合：对技能考核成绩、竞赛成绩等可量化指标进行定量评价；对思政素养、综合能力等难以量化的指标，通过评语、案例分析、访谈记录等进行定性评价，确保评价结果客观全面^[10]。

四、结束语

综上所述，本研究重视基于 OBE 的高铁客运服务专业课程思政融入学训赛创的实施路径与成效评价，实施“学为根本、训为基础、赛为助力、创为提升”四位一体的教学模式，希望今后高铁客运服务专业学生能够掌握扎实的专业知识。同时，深挖思政元素，树立爱国主义价值观。

参考文献

[1] 鲁明丽, 徐本连, 施健, 等. 基于 OBE 理念的智能控制课程线上线下混合式教学模式探索 [J]. 中国现代教育装备, 2022, (19): 55-57+64.

[2] 李媛媛. 中职专业课程思政的教学改革与实践探索 [J]. 职业, 2024(4): 23-25.

[3] 刘国龙; 孙上敬. “新工科”课程思政的育人意蕴与教学实践研究 [J]. 学校党建与思想教育, 2022(07).

[4] 李波. 政策过程视角下高校课程思政建设的有效路径研究 [J]. 黑龙江教育 (高教研究与评估), 2024(06).

[5] 曾令斌, 刘念, 杨钰鑫, 等. 行业特色高校课程思政教育的现状、问题及对策研究——以重庆交通大学为例 [J]. 高等建筑教育, 2025, 34(05): 164-177.

[6] 薛纤. 基于 FC-OWA 算子的高铁客运服务质量评价方法研究 [J]. 中国储运, 2023, (10): 161-162.

[7] 刘伯康. “互联网+”背景下高职院校实训课程教学模式探索与实践——以高铁客运服务专业为例 [J]. 邯郸职业技术学院学报, 2023, 36(02): 43-45.

[8] 陈子佩. 基于服务蓝图的高铁客运站服务质量分析 [J]. 交通建设与管理, 2021, (06): 118-120.

[9] 罗绚丽. 高铁客运乘务服务管理提升策略探究 [J]. 上海商业, 2021, (04): 43-45.

[10] 袁栋栋. 综合客运交通枢纽换乘服务存在问题分析及对策——基于高铁站综合交通枢纽换乘服务便利化问卷调查 [J]. 交通工程, 2020, 20(03): 35-38+45.

认知无线传感器网络中基于流量的多路径路由

金玉珠, 张宁, 闫莹莹

河南科技职业大学, 河南 周口 466000

DOI: 10.61369/TACS.2025140028

摘 要 : 认知无线传感器网络是无线传感器网络和认知无线电技术融合的产物, 其动态频谱接入能力在很大程度上缓解了传统传感器网络频谱稀缺的问题, 在很多领域都有非常广泛的应用。路由协议是认知无线传感器网络的核心支撑, 基于流量的多路径路由技术可以通过感知实时流量、构建多条最优路径等方式, 可以有效解决单路径路由拥塞、抗干扰弱等问题。鉴于此, 本文将针对认知无线传感器网络中基于流量的多路径路由展开分析, 并提出一些策略。

关 键 词 : 认知无线传感器网络; 流量; 多路径路由

Traffic-Based Multipath Routing in Cognitive Wireless Sensor Networks

Jin Yuzhu, Zhang Ning, Yan Yingying

Henan Vocational University of Science and Technology, Zhoukou, Henan 466000

Abstract : Cognitive Wireless Sensor Networks (CWSNs) are the product of the integration of Wireless Sensor Networks (WSNs) and Cognitive Radio (CR) technology. Their dynamic spectrum access capability has largely alleviated the problem of spectrum scarcity in traditional sensor networks, leading to widespread applications in various fields. Routing protocols are the core support of CWSNs. Traffic-based multipath routing technology can effectively address issues such as congestion and weak anti-interference in single-path routing by perceiving real-time traffic and constructing multiple optimal paths. In view of this, this paper will analyze traffic-based multipath routing in CWSNs and propose corresponding strategies.

Keywords : Cognitive Wireless Sensor Networks (CWSNs); traffic; multipath routing

一、认知无线传感器网络中基于流量的多路径路由研究现状

(一) 路由路径构建研究

路由路径构建的核心是在动态频谱环境中结合实时流量状态, 构建一个多条性能优、干扰小的传输路径。现阶段, 很多研究会将精力放在路径的评价指标与构建算法优化上, 核心点是平衡路径性能、流量负载以及保证频谱的稳定性。路径评价指标通常综合了链路带宽、流量负载以及频谱的可用性等诸多参数, 通过权重函数量化路径的方式分出优劣, 这也为路径的选择提供了较为明确的依据^[1]。

构建算法可以分为两类: 其一是基于贪心策略的算法, 通过逐跳选择的方式选择最优链路, 这样可以快速构建一个无干扰路径, 整体的计算复杂度较低、响应也较快, 适用于流量多变场景, 比如非常典型的 SAMR 协议, 可以通过感知频谱空洞与流量负载的方式优先选择负载轻、频谱稳定的链路, 这样可以有效规避单路径瓶颈。其二是基于预测模型的算法, 这一算法可以通过 ARIMA、LSTM 等模型预测流量变化趋势, 从而实现提前构建备用路径, 这样当主路径拥塞或故障时可以快速切换, 有利于降低传输延迟, 适用于实时性要求高的环境监测、智能交通等场景^[2]。节点协作感知与路径容错也是研究重点, 通过相邻节点协作收集

信息, 减少单一节点感知误差, 预留冗余链路保障传输连续性。但现有技术仍有不足, 多数算法难以适配频谱快速变化与流量突发波动的双重场景, 多路径干扰抑制考虑不全面, 易出现路径间频谱干扰加剧、传输质量下降的问题。

(二) 流量分配策略研究

流量分配是核心环节, 分配的目标是将流量合理分配到多条路径, 这样可以实现负载的均衡, 能够有效降低延迟和丢包率, 从而大幅提升资源的利用率, 我们可以围绕公平性、动态适应性与频谱开销平衡展开研究, 从而形成更多优化算法。基于博弈论的算法是当前研究的热点, 这一模式可以将流量分配转化为博弈模型, 以节点或路径为参与者, 通过设定一些收益函数, 可以更为高效地引导参与者自主选择最优分配比例, 这样可以实现网络整体性能的最优, 还能兼顾负载均衡与能耗优化, 能够适配节点能量有限的认知无线传感器网络场景^[3]。基于线性规划与凸优化的算法可以通过建立优化模型, 以最大化吞吐量、最小化延迟为目标, 从而逐渐在链路带宽、频谱资源等约束下求解最优分配比例, 这一模式的精度高但计算复杂度高, 在实际的应用中需要进一步简化模型, 能够有效适配传感器节点资源约束。动态自适应策略可以通过实时感知网络状态调整分配比例, 在拥塞时自动分流至轻负载路径, 频谱带宽下降时可以及时调整分配量。此外, 这一模式还可结合机器学习技术学习流量规律, 大幅提升场景的适配性。

（三）频谱感知与路由协同研究

频谱感知与路由协同是提升路由性能的关键，其核心在于将两大模块深度融合，这样可以实现频谱状态、流量信息与路由决策的实时联动，从而有效解决两者脱节导致的路径选择不合理、频谱利用率低等问题。在分布式架构中，节点可以自主完成感知与流量采集，而后方可通过信息交互共享状态自主性地调整路由策略，这样可以大幅提升其去中心化水平，保证其抗故障能力，适用于大规模网络。但是，信息交互的整体开销较大，对于全局的优化也较为不足。在集中式架构中，汇聚的节点可以统一调度感知与路由决策，整体的全局优化效果更好，但是它对汇聚节点要求高，存在一定的单点故障风险^[4]。

协同优化可以将频谱可用性作为路径选择核心指标，结合流量负载选择最优链路，此外，还可以动态调整感知与路由更新周期，在流量波动大时缩短周期，在网络稳定时延长周期，这样可以更好地平衡性能与能耗。部分研究引入了频谱预留机制，这样可以为关键路径预留资源，从而大幅提升关键数据传输可靠性。现阶段，协同技术仍存在一定的不足，频谱感知的精度与延迟难以兼顾，感知延迟也较高，这样很容易导致路由决策滞后。此外，频繁感知与更新会增加节点能耗，这样也会缩短网络生命周期，难以适配节点能量约束。

二、认知无线传感器网络中基于流量的多路径路由的核心价值

（一）提升网络传输性能，缓解拥塞问题

一般来说，传统的认知无线传感器网络采用单路径路由，所有的数据都是通过一条路径传输，流量的激增或链路带宽有时会出现拥塞的情况，这样会导致延迟增加、丢包率上升。基于流量的多路径路由可以通过构建多条路径更为合理地分流流量，这样可以保证负载的均衡，从而在根本上缓解拥塞。该技术通过实时感知流量状态可以实现动态化调整分配比例，从而将拥塞的路径流量分流至轻负载路径，能够有效避免单路径过载^[5]。结合动态频谱接入，我们可以选择一些频谱稳定、带宽充足的链路构建路径，这样可以大幅提升传输速率，保障实时性数据高效传输。

（二）优化资源利用率，降低网络能耗

认知无线传感器网络的核心约束是节点能量有限、频谱资源稀缺，该技术通过合理地分配流量与频谱资源，能够大幅提升资源利用率，还能再无形中降低能耗，从而逐渐延长网络生命的周期。在频谱利用方面，我们可以将流量分配与动态频谱接入结合，这样可以优先选择空闲授权频谱，从而让多路径分流，以此实现对频谱资源的合理应用。在能耗优化方面，我们可以通过路径选择与流量分配协同，优先选择那些能耗低的节点与链路，这样可以更为均衡地消耗各节点的能耗，避免某一个节点过载。同时，我们可以动态地调整路由与感知策略，尽可能减少感知与重传次数，这样可以进一步降低能耗。

（三）增强网络可靠性，提升抗干扰能力

一般来说，认知无线传感器网络多是应用在一些复杂恶劣的

场景，这样会导致其链路很容易受到干扰、频谱切换的影响，传统单路径路由一旦发生故障传输就会中断，整体的可靠性较低。基于流量的多路径路由通过多条路径构建具有天然容错优势，它能大幅提升可靠性与抗干扰能力。当某条路径因故障、干扰中断时可快速切换至其他路径，这样可以保障信号的传输连续性^[6]。同时，这一模式可以实时感知链路状态，有利于提前调整路由策略，这样可以避免链路不稳定导致传输质量下降。同时，我们可以尝试引入一个链路可靠性评价机制，优先选择那些干扰小、稳定性高的链路，这样可以提升网络的可靠性提升50%以上，更能适配复杂、恶劣的场景需求。

（四）适配复杂应用场景，推动实际落地

随着我国物联网的不断发展，认知无线传感器网络的应用场景不断拓展，不同场景对网络性能需求差异较大，这也导致传统的单路径路由难以适配。基于流量的多路径路由具有较强的灵活性与适应性，我们可以根据场景的需求动态调整路由策略，这样可以适配更为多样化的需求。在环境监测中，我们可以根据数据优先级分配路径，以此保障预警信息及时传输。在智能交通中，我们可以根据分流路况、调度数据展开应用，这样可以避免拥塞导致调度延迟。在军事侦察中，多路径并行传输可以保障数据的安全与连续。通过将其与人工智能、机器学习的融合，能够进一步提升场景适配能力，有利于推动认知无线传感器网络在各领域落地。

三、认知无线传感器网络中基于流量的多路径路由的实现路径

（一）基于流量感知的频谱状态采集

频谱与流量状态是路由决策的基础，为此，我们可以设计一个更为高效地感知机制，这样可以更好地平衡感知精度，确保信息准确实时。一般来说，频谱感知采用分布式与集中式的结合方式，分布式主要是由节点自主扫描频谱、共享结果，这样可以有效降低感知误差，集中式则是由汇聚节点调度，这样可以大幅提升精度、协调感知周期。流量感知可以采用本地与协同感知结合的方式，相关节点可以采集自身的流量信息，相邻节点则可以交互获取链路整体负载，同时，我们可以尝试引入ARIMA、LSTM等预测模型预测流量变化，这样可以为路径构建与流量分配提供支撑。

（二）基于流量与频谱协同的多路径构建

在多路径构建中，我们要遵循“性能优先、负载均衡、能耗优化”原则，结合频谱与流量信息构建一个最优路径。为此，我们应构建一个更为完善的评价指标体系，综合链路带宽、流量负载等参数，通过层次分析法确定权重，而后方可更好地量化链路优劣。此外，我们还可采用分布式构建算法降低对汇聚节点依赖，主要流程包括初始化路径集合、逐跳筛选最优链路、检测路径干扰等^[7]。而后，我们可以以此为基准，设计一个动态化的更新机制，这样可以实时监测路径状态并及时调整路径结构，有利于后续工作结合流量预测提前更新，从而有效避免拥塞。

（三）基于负载均衡的动态流量分配

在流量分配中，我们要遵循“动态适配、公平高效、开销最小”的原则，基于路径与流量状态合理分配流量。在实际工作中，我们可以建立一个优化模型，这样可以更好地优化延迟、丢包率，同时，可以将链路带宽、频谱以及节点能量作为约束，通过凸优化、博弈论等方式求解最优的分配比例，以此进一步简化模型适配节点计算能力。同时，我们可以设计一个动态化的调整机制，实时监测路径负载与链路状态，在出现拥塞分流、带宽下降时，我们可以及时启动备用路径^[8]。不仅如此，我们还可尝试引入一个流量优先级机制，尽可能保障高优先级数据实时传输，避免频繁切换，降低延迟与能耗。结合实际情况与需求，我们可以尝试构建一个协同优化框架，进一步明确两大模块的交互机制，

频谱感知模块传输频谱信息至路由模块，路由模块反馈决策至感知模块，指导感知重点与周期调整^[9]。

（四）性能评估与自适应调整

在实际工作中，我们可以建立一个更为完善的性能评估体系，选取传输性能、资源利用等作为核心指标，这样可以更为全面地评估路由协议性能。比如，我们可以尝试采用仿真测试（NS-3、OMNeT++）与实际测试结合的方式，验证协议有效性与可行性。此外，我们还可设计一个自适应调整机制，根据评估结果调整路径构建算法、流量分配策略与感知周期^[10]。例如，在延迟过高时，我们可以调整分配比例，在能耗过高时，可以进一步优化路径选择，在频谱利用率低时，调整感知的重点，这样可以更好地让协议适应复杂的动态网络环境，从而保证性能的提升。

参考文献

[1] 吕安琪. 铁路无线传感器网络部署与路由算法研究 [D]. 兰州交通大学, 2024.
[2] 范志峰. 基于卫星辅助的化工无线传感器数据安全传输研究 [D]. 淮阴工学院, 2025.
[3] 苏锡同. 主动智能反射表面辅助的认知无线传感器网络非均匀分簇路由协议设计 [D]. 东北电力大学, 2025.
[4] 李浩民. CRSN 中的分簇路由机制的研究 [D]. 黑龙江大学, 2025.
[5] 阎予涵. 基于概率感知的传感器网络节点部署策略研究 [D]. 北京邮电大学, 2024.
[6] 韩琨. 移动 CRSN 中的分簇路由与信道分配算法研究 [D]. 黑龙江大学, 2024.
[7] 曹成刚. 基于智能算法的 WSN 的频谱感知与频谱分配 [D]. 哈尔滨工程大学, 2024.
[8] 程宇. 认知无线传感网中分簇算法的研究 [D]. 黑龙江大学, 2024.
[9] 张涌逸. 基于合作微分博弈的无线传感器网络频谱分配 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2023, (08): 58-60+99.
[10] 张涌逸. 认知无线传感器网络中基于流量的多路径路由 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2023, (07): 71-74.

数智时代总体国家安全观视域下高校国防教育 优化路径探究

吴腾飞

江西应用科技学院, 江西 南昌 330100

DOI: 10.61369/TACS.2025140031

摘 要 : 大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术深度融合并广泛应用之后,人类社会进入了以数字化、网络化、智能化为特征的数智时代。它在重新塑造社会发展的范式的时候,给国家安全的内涵和外延带来了新的考验,赋予总体国家安全观更为丰富的时代内涵。高校国防教育是全民国防教育的根基和关键部分,它担负着加强青年学生国家安全认识,培育爱国情怀,提高整体国防水平的重大任务。在数智时代的大背景之下,对数智化背景下的高校国防教育进行审视和重构,是对总体国家安全观的落实要求,也是为了应对新的安全威胁、筑牢国家安全青年防线所采取的一项战略举措。本文从数智时代宏观背景出发,以总体国家安全观为根本,论述其在新格局下所具有的时代价值,并提出教育的系统性改善途径,努力为提高新时代高校国防教育的针对性、有效性、前瞻性给予借鉴。

关 键 词 : 数智时代; 总体国家安全观; 高校国防教育

Exploration on the Optimization Path of College National Defense Education from the Perspective of the Overall National Security Outlook in the Digital-Intelligent Era

Wu Tengfei

Jiangxi University of Applied Science, Nanchang, Jiangxi 330100

Abstract : With the in-depth integration and wide application of new-generation information technologies such as big data, artificial intelligence, and the Internet of Things, human society has entered the digital-intelligent era characterized by digitization, networking, and intelligence. While reshaping the paradigm of social development, it has brought new challenges to the connotation and extension of national security, endowing the Overall National Security Outlook with richer contemporary significance. College national defense education is the foundation and key part of national defense education for all, undertaking the important task of cultivating college students' awareness of national security, cultivating patriotic feelings, and improving the overall national defense level. Against the backdrop of the digital-intelligent era, examining and reconstructing college national defense education under the digital-intelligent context is a requirement for implementing the Overall National Security Outlook, as well as a strategic measure to respond to new security threats and build a youth defense line for national security. Starting from the macro background of the digital-intelligent era and taking the Overall National Security Outlook as the foundation, this paper discusses its contemporary value in the new pattern, and proposes systematic improvement approaches for education, striving to provide reference for enhancing the pertinence, effectiveness, and foresight of college national defense education in the new era.

Keywords : digital-intelligent era; overall national security outlook; college national defense education

引言

国家安全是安邦定国的根基。目前,世界百年未有之大变局加速演进,新一轮科技革命和产业变革迅猛推进,全球治理体系正处在深刻变革之中。以数字化、智能化技术为动力的“数智时代”,这一时代不仅推动经济社会各领域发生颠覆性变革,更使国家安全的范畴从传统的领土、军事安全,向网络、数据等非传统安全领域持续拓展,各领域相互联系、相互影响。高校是国家人才培养的主阵地、科技创新的重要策源地,大学生是国家未来的建设者、保卫者,其国家安全意识强不强、国防素养高不高,直接影响到国家的长治久安和民族复兴伟业。因此,在新的历史方位之下,以总体国家安全观为统领,正确把握数智时代的技战术安全态势,对高校国防教育进行全方位系统的优化研究,推进高校国防教育由内容、形式、观念、实践全方位的升级转型,就成为一项急迫的、重大的时代课题。

一、数智时代高校国防教育的时代价值

第一，筑牢数智时代意识形态安全的青年防线。数智时代信息传播呈现出去中心化、裂变化、圈层化的特点，算法推荐、深度伪造等手段可能会被用来进行精准化的意识形态渗透和价值观颠覆。高校学生思维活跃、网络参与度高，但信息辨识能力与价值判断能力仍处于形成期，很容易成为敌对势力进行思想渗透和历史虚无主义传播的目标^[1]。强化以总体国家安全观为核心内容的国防教育，有利于学生认识国家安全的复杂性、全局性，看清各种风险和挑战的实质，自觉抵制错误思潮，树立正确的“四个自信”，从思想根源上筑牢维护政治安全、意识形态安全的坚固堤坝。

第二，培育数智时代复合型国家安全人才。数智时代安全竞争的实质就是人才竞争。新型安全领域，网络安全、数据安全、人工智能安全、生物安全、太空安全、极地安全等，急需大批既懂专业技术又具有强烈国家安全使命感的复合型人才^[2]。高校国防教育应在基本的军事常识、爱国主义教育基础上，将前沿科技知识、国际战略格局、安全法律法规等有机融合，启迪学生形成“大安全”的思想，激发学生投身于国家关键领域安全能力建设的志向与热情，为建设符合时代要求的安全人才体系提供源头活水。

第三，夯实数智时代国家科技安全的发展根基。科技安全是国家安全的重要组成部分，数智时代国际竞争体现为科技制高点的竞争。高校是基础研究、关键技术攻关的主力军^[3]。国防教育在科技安全、知识产权保护、技术保密等多方面内容的融合中，能够加强师生对科技安全的认识，在科研活动中自觉地维护国家科技利益，防止技术窃密和封锁风险，把爱国之情、报国之志化作攻克“卡脖子”技术难题的实际行动，给我国的产业链供应链安全提供精神力量^[4]。

二、数智时代总体国家安全观视域下高校国防教育优化路径

（一）革新教育理念：从“传统防务”到“全域全维”大安全观教育

理念成为行动的指导思想。优化高校国防教育首先要完成教育观念的现代化转变。

树立“融入贯通”的思想。冲破国防教育被当作独立环节或者附加课程的观念束缚，推动其深度融入高校立德树人全过程和人才培养链条。把国家安全素养当作学生核心素养的关键部分，同思想政治教育、专业教育、通识教育、科研训练、社会实践等结合起来，达成知识传授、能力培育和价值引领三者同步共振的目的^[5]。

加强前瞻主动的理念。打破被动应变、滞后的状态，紧紧抓住数智技术发展趋向以及带来安全范式转变的最新动态^[6]。教育内容和重点要具有前瞻性，不仅要教授已经存在的安全威胁，还要引领学生去思考人工智能伦理、量子计算冲击、深度合成技术滥

用等未来的“未知的未知”风险，培育出他们的战略思维以及风险预估的能力。

坚持协同育人的思想。跳出只靠军事理论课老师或者武装部门的局限，创建起“大国防教育”体系。整合校内外资源，调动宣传部、学工部、教务处、科研院、信息中心、相关院系（特别是计算机、法学、国际关系、公共管理等）和地方国家安全机关、军事单位、网信部门、知名科技企业等各方面力量的参与，形成育人合力^[7]。

（二）重构内容体系：从“军事主导”到“多域融合”的模块化知识图谱

内容建设是国防教育之本。必须创建起以总体国家安全观为纲领，具有基础性、时代性、前沿性特征的内容体系。

第一，夯实核心理论模块。对总体国家安全观的产生逻辑、基本内涵、精神实质和实践要求进行详细的阐述，对政治安全、国土安全、军事安全等传统安全进行全面论述，筑牢思想政治根基。

第二，扩大新兴安全领域。主要在网络与信息安全、数据安全、科技安全、生物安全、生态安全、自然资源安全、海上权益等非传统安全内容供给方面重点推进。对于讲解《网络安全法》《数据安全法》要点、分析 AI 算法偏见和安全风险、讨论生物识别技术隐私保护、认识气候变化和能源安全联系等^[8]。

第三，充实数智素养模块。增加有关数字时代公民安全责任、信息鉴别和批判性思维、个人信息保护知识、密码学基础知识、基本网络攻防知识、应急时信息获取与传递等相关内容，提高学生在数字环境中生存和防卫的能力。

第四，设置实践案例模块。借助国内外典型的国家安全案例展开剖析，尤其看重数智技术手段所引起的渗透破坏方面的案例研究，借助情境再现并从不同侧面展开讨论，从而加强教育的现实性以及震撼力。

（三）创新教育模式：从“单向灌输”到“沉浸交互”的智慧教学新形态

模式创新属于提升教育吸引度、取得实效的重要方式。要充分利用数智技术对学生进行全过程的教育。

创建智慧教学平台。创建或者利用在线课程平台，把优质的数字课程资源（国家智慧教育平台的相关资源）以及虚拟仿真实验、安全案例库、在线研讨社区、智能测评系统等融入其中，让学生可以随时随地地进行泛在学习、自主探究^[9]。

将虚拟仿真与增强现实（VR/AR）技术广泛应用于教学实践。创建或者引进军事训练、网络攻防演练、突发事件处理和重要基础设施防护等虚拟仿真教学项目，使学生在一个高度仿真的沉浸式环境里作出决策并加以操作，从而获得接近真实的体验及训练。

线上线下相结合式教学的推广。在线学习的知识型、理论性强的部分在线上完成，而线下课堂教学的重点则在于解决重点难点部分，对于高阶的思维活动方面则举办案例分析、情景模拟对抗以及嘉宾讲话始终以小组形式展开，其目的是通过这些方式帮助学生形成更为深刻、全面的逻辑思考能力并且培养学生的问题

意识以及探究能力等素质。通过探究游戏化和社交化的学习方式。设计以国家安全为内容的严肃教育游戏、知识闯关、线上竞赛等形式，用游戏的形式来激发学习的动力。学生就媒体热点的安全问题，在社交媒体、学习平台上的讨论可以自由发表自己的观点，并在老师的引导下理性发言。另外，增加实践教学比例。加强同部队、国防教育基地、网络安全企业、科研院所等的联系，建设实践教学基地，让学生到访、观摩、担当大型活动网络保安志愿队成员或者部分环节的参与者，在实践活动中加深对理论知识认识。

（四）建设师资队伍：从“单一背景”到“专兼结合”的复合型育人团队

教师是教育的主体力量。建设一支高素质专业化国防教育师资队伍是建设路径的保证。

提升教师的数字素养与跨学科应用能力。对目前军事理论课教师实施全方位培训，既要有基本的总体国家安全观理论、国际战略动向，又要有相应的数字技术知识、新的安全领域动向、案例教学法以及现代教育技术的应用能力，促进教师的跨学科研究与合作。

大力加强兼职教师队伍建设。广纳国家安全机关、军队、网信部门、知名互联网公司安全部门、相关领域研究院所的政策专家、技术专家、实务骨干担任特聘教授、讲座教师或者实践导师，把最前沿的实践动态、最真实的斗争案例带进课堂^[10]。

加强校内各个学科教师之间的合作。建立跨院系、跨专业的国防教育教研团队或者虚拟教研室，邀请法学、计算机科学、国际政治、管理学、传播学等各个专业领域有经验的老师加入进来共同制定课程规划、编写教材并开展教学实践，充分发挥各方面的专业特长。

完善教师发展支持系统。创建专门的项目组或者项目，支持教师在数字时代开展国防教育方面的研究工作。建立教师到实务部门挂职锻炼、调研学习的制度。完善以培养军事人才为目的的教师评价、激励机制。

三、结束语

综上所述，在总体国家安全观这个科学的思想武器引领之下，审视并改善高校国防教育，乃是关乎国家长久发展和民族未来的大事。新时代高校国防教育要冲破传统束缚，牢牢抓住“数智”时代特点和“总体”系统需求，以理念革新为引领，以内容重塑为重心，以模式革新为推力，以师资培养为根基，实施全方位、深层次的系统性变革。建立一个符合时代性、把握规律性、富有创造性的新型国防教育体系，是培育广大青年学生深刻认识国家安全的丰富内涵、应对时代挑战的重要途径，是使广大青年学生树立“国之大者”意识、增强忧患意识和责任意识、提高防范化解风险能力的必然要求。

参考文献

[1] 姜华杰, 李琦. 人工智能赋能高校国防教育的价值与策略 [J]. 现代职业教育, 2024, (33): 153-156.
[2] 上官兆云, 行文洁. 数字化赋能高校国防教育的内涵和价值意蕴 [J]. 中国军转民, 2024, (20): 100-101.
[3] 许娟, 许昌斌. 新媒体语境下高校国防教育策略研究 [J]. 现代青年, 2024, (05): 51-55.
[4] 刘维, 刘灵婷. "互联网+"时代师范院校女大学生国防教育创新研究 [J]. 大学, 2023, (25): 38-41.
[5] 郑国宁. 总体国家安全观视域下深化全民国防教育探讨 [J]. 中国军转民, 2024, (11): 82-84.
[6] 宋兆函, 张瑞, 冉文捷. 总体国家安全观视域下加强高校国防教育路径研究 [J]. 黑龙江教育 (高教研究与评估), 2024, (06): 43-45.
[7] 罗雄. 总体国家安全观视域下普通高等学校国防教育路径优化研究 [J]. 湖北开放职业学院学报, 2023, 36(20): 127-130.
[8] 陈冬颖. "总体国家安全观"视域下加强高校国防教育研究 [J]. 中国军转民, 2022, (23): 73-75.
[9] 张赞, 闫忠林, 闫鸿滨. 总体国家安全观视域下的全民国防教育探讨 [J]. 继续教育研究, 2021, (11): 101-105.
[10] 孙道助, 张侠. 总体国家安全观视域下高校国防教育优化路径 [J]. 办公室业务, 2020, (04): 111+117.

高中英语大单元教学中核心素养的培养路径分析

贺转莲

山西省大同市天镇第一中学校, 山西 大同 038200

DOI: 10.61369/TACS.2025140036

摘 要 : 随着高中英语课程改革的深入实施, 教学改革逐渐将核心素养培养列为了核心命题。大单元教学属于一种独特的教学范式, 整体性、结构化是其主要特征, 为该素养培养提供了有效载体。本文对高中英语大单元教学中核心素养的培养路径进行了系统分析, 并从培养意义和路径两个方面进行了重点阐述。研究认为, 大单元教学在培养学生思维能力、促进学科素养发展等方面具有积极意义。培养路径方面, 构建科学的大单元教学体系、设计有效的教学活动、建立完善的评估反馈机制以及整合优化教学内容, 有利于更好地落实核心素养培养。

关 键 词 : 高中英语; 大单元教学; 核心素养

Analysis of the Cultivation Paths of Core Competencies in High School English Large-Unit Teaching

He Zhuanlian

Tianzhen No.1 High School, Datong, Shanxi 038200

Abstract : With the in-depth implementation of the high school English curriculum reform, teaching reform has gradually regarded the cultivation of core competencies as a core proposition. Large-unit teaching is a unique teaching paradigm, characterized by integrity and structurality, which provides an effective carrier for the cultivation of these competencies. This paper systematically analyzes the cultivation paths of core competencies in high school English large-unit teaching, with a focus on elaborating two aspects: the significance of cultivation and the specific paths. The research holds that large-unit teaching is of positive significance in cultivating students' thinking abilities and promoting the development of subject literacy. In terms of cultivation paths, constructing a scientific large-unit teaching system, designing effective teaching activities, establishing a sound evaluation and feedback mechanism, and integrating and optimizing teaching content are conducive to better implementing the cultivation of core competencies.

Keywords : high school English; large-unit teaching; core competencies

目前, 基础教育改革已经全面进入深化阶段, 各学科教学逐渐将核心素养培养作为目标。高中英语既具有工具性, 又具有人文性, 其核心素养包含四个维度, 分别为: 语言能力、文化意识、思维品质和学习能力^[1]。大单元教学将学科大观念作为核心, 注重对教学内容的整合重构, 通过创设完整情境, 引导学生进行深度学习。这一教学范式走出了传统课时教学局限, 为系统培养核心素养创造了有利条件。然而, 如何在高中英语大单元教学中落实核心素养培养, 仍是摆在高中英语教师面前的重要课题^[2]。本文基于大单元教学和核心素养培养的内在联系, 系统分析其培养意义和培养路径, 以期能为一线教学提供有益参考和借鉴。

一、高中英语大单元教学中核心素养的培养价值

(一) 促进学生思维能力的系统提升

传统英语教学将知识点作为单元进行讲授, 学生所学习的知识较为零散, 技能训练也较为孤立, 无法形成系统思维和全局意识。大单元教学注重整体设计, 强调结构化整合, 借助提炼单元大观念, 对学生进行引导, 使他们能够从整体视角出发, 了解知识内在关联, 并能于完整的情境中学习。在此过程中, 需要学生

运用多种思维方法, 如概括、归纳等, 通过对关键知识的提炼和知识结构的梳理, 刷新他们对单元主题的认知。此外, 大单元教学还为学生提供了新的空间, 让他们能够大胆质疑、敢于批判和勇于创新, 鼓励学生突破思维局限, 无论是在英语阅读还是写作中都能提出自己的独到见解, 通过问题解决, 形成独立思考习惯, 养成自主学习意识和学习能力^[3]。

(二) 推动学科核心素养的协同发展

英语学科核心素养包括对学生思维品质的培养, 和语言能

力、文化意识与学习能力相互影响、彼此促进。大单元教学将主题意义探究作为主线，注重对学生语言知识的学习、文化背景的理解、思维方法的训练以及学习策略的运用。教师在教学中，引导学生分析不同文化背景英语材料时，想要更好地理解文本内容，需要学生运用语言技能；想要辨析文化差异，则需要学生调动思维品质，在此过程中，文化意识与语言能力也会获得同步提升。此外，大单元教学倡导的学习方式多种多样，如自主式、合作式等，通过完成单元任务，助力学生管理时间、制定计划和评价成果，系统培养学生的学习能力^[4]。而培养学生思维品质，有利于带动其他素养的协同发展，使其在单元教学中既能相互支撑，又能整体推进。

（三）提高学生学习效果与学习能力

大单元教学强调对教学内容的整合和知识体系的重构，有利于帮助学生梳理知识结构、建立认知图式。如教师引导学生进行单元学习时，系统梳理语法知识和词汇知识，通过具体语境发现语言规则的运用规律，既能避免孤立记忆，又能帮助学生走出机械训练的低效学习怪圈。此外，大单元教学还注重情境化和任务化学习，通过创设真实的语言运用场景，助力学生学习和运用语言。尤其是，大单元教学注重对学生的引导，使其能够掌握科学的学习策略与方法。借助项目式学习和主题探究活动，让学生在主动获取信息的同时，还能有效处理信息和解决问题，通过复杂任务，培养其核心素养。注重对学生这方面学习能力的提升具有积极意义，且能产生迁移价值，能够为学生的全面发展和终身学习奠定基石^[5]。

（四）适应时代发展对人才培养的要求

在全球化进程的大背景下，时代发展对人才综合素质提出了更高的要求。新时代发展形势下要求人才必须具备复合型能力，比如要同时具备创新能力、批判性思考能力和跨文化沟通能力。这些综合能力的培养对新形势下英语教学也提出了新的目标要求。打破传统独立教学模式，构建大单元情景教学新模式，以综合性、深度化的任务贯穿于整个教学过程，引导学生利用英语进行深层次思考，鼓励学生开展多形式的文化交流活动。学生在完成真实情境下的多元文化任务，首先要运用批判性思维明确自己的立场，其次，运用创新能力解决交流过程的实际问题，从而实现真正意义上的文化交流。总之，大单元教学模式可以锻炼学生的综合素质，让学生具备解决复杂环境下关键问题的能力^[6]。

（五）推动英语教学改革与教师专业成长

大单元教学模式彻底改变了固有的教学理念和教学方法，将传统的理论知识培养升级到培养学生综合能力的新阶段。培养体系的升级阶段要求教师以全新的视角和思维重构教学体系。教师的角色也有简单的知识传授者，转变为教学过程的设计者、引导者和促进者。这就要求教师提炼教材核心要求，整合教学资源，精准构建教学体系。这种教学体系要求教师不断扎实自身的专业素养，助推教师积极学习、深入思考、完善自我修养。通过大单元的教学实施，逐步提高了教师的课程开发能力、教学创新能力。随着大单元教学改革的深化，教师的综合素质也到了同步提升，为英语教学的持续提升提供了强大的基础支撑。

二、高中英语大单元教学中核心素养的培养路径

（一）构建科学的大单元教学体系

实现学生核心素养培养的关键任务是要建立科学合理的大单元教学体系。重构教学新理念，以学科大观为教学引领，优化教学内容及组合方式。通过深入研判教材内容，准确提炼教材核心培养目标，确定大单元教学的核心观念。在此基础上，教师还应深入了解学生的个体情况，熟悉学生的现有能力和待提升空间，确定更加科学的单元教学体系，一切以培养核心素养为前提。充分串联知识间的内在逻辑，利用大单元教学体系进行有效整合，帮助学生构建清晰的知识体系框架。其中教师应以核心素养培养为主线，探索研究各单元、各学段间的关联及递进关系，将大单元教学转变为无缝衔接、层层递进的融合性教学新体系^[7]。

（二）设计促进深度学习的教学活动

核心素养培养能否落地核心途径是设计更加有效的教学活动，其具体实施的成效直接关系到核心素养的培养质量。大单元教学体系应以单元大观念为方向指引，以情境性、探索性、递进性、融合性为原则，通过设计具体的实践任务，培养学生积极运用语言及综合思维解决现实问题的实际应用能力。这种教学活动应真实贴合学生的实际生活，以更加真实的生活场景，调动学生的学习热情和表现欲望。活动形式应当包含语言实践、探索文化、创新训练、思维培养等多种类型，满足学生的不同需求。活动内容设计应注重多层次性和深度性，既涵盖基础性活动，也应延伸设计一些富有挑战性的活动，以激发学生的探索欲。在教学中，教师应根据教学活动设置实用问题和目标任务，鼓励学生尝试运用语言进行系统性探究、反思，深度挖掘学生的思维拓展能力^[8]。

（三）建立多元化的评估反馈机制

建立多元化的评估反馈机制，既可以检验大单元教学的培养成效，也有利于完善教学方案。大单元教学评估机制应打破以考代评这一传统、单一的评价方式，为此，可采用多元化的评估方式，全面、客观、有效评估学生在语言能力、文化理念、思维品行和实践学习能力核心素养的具体表现。其中最直接有效的评价方法就是表现性评价，该方式要求教师全程观察记录学生在理论学习、实践案例等过程的实际表现，客观、全面评价其思考能力及语言运用能力。另外，通过学生积极开展自评和互评相结合的方式，可有效培养学生的批判性思考能力和自我认知能力。在这种积极互动的评价过程中，可以帮助学生优化学习策略和学习方案。为此，教师应当与学生建立良好的评估反馈沟通机制，与学生共同研究评估结果，并鼓励其自主发现问题，解决问题。通过良性互动让学生养成一种自我监测习惯，即鼓励学生建立学习档案，及时记录学习过程，推动学生养成自我完善、不断进步的学习行为^[9]。

（四）整合优化单元教学内容

教学质量的高低直接决定了大单元教学的落地成效。大单元教学是以单元主题和大观念为教学主线，以更加合理的认知习惯为基础，重新整合教学顺序，使其教学更具逻辑性、递进

性、系统性。教师应牢牢贯彻大单元教学为核心理念，将语言知识、文化融合、学习方法等内容嵌入教学过程中，形成深度融合的完整教学体系。在语言知识教学过程中，构建场景教学情境，将语法知识、词汇知识运用于实际交流案例中，让学生在沉浸式体验过程中深刻理解语言运用规律及技巧。在文化融合教学过程中，优选融合多元文化的英语材料，引导学生深入探索，以加强他们对多元文化的理解与包容，增强其文化意识。在学习方法培养方面，筛选具有独立思考价值的语篇材料，培养学生独立思考的能力，在语言学习中逐渐找到适合自己的学习方法^[10]。教学内容方面，教师应当进行及时优化，充分利用线上优质资源，拓展学生的视野。

三、结语

高中英语大单元教学为核心素养培养的实现提供了切实可行的实现路径。本文通过对培养价值和培养路径两方面的具体论述，剖析了大单元教学过程的核心问题。在培养价值方面，大单元教学打破了传统教学体系下孤立的单元教学模式，可有效实现学生思维能力的系统培养，也有效提升了学习效率和学习能力，满足新时代人才核心素养实际需求的同时，也推动了英语教学的深化改革。在培养路径方面，以大单元教学体系为基础，设计层次递进的教学内容，同时建立科学有效的评估反馈机制，为核心素养的培养过程保驾护航。大单元教学的核心素养培养是一个系统工作，需要教师不断深化教学改革，完善核心素养的培养体系。

参考文献

- [1] 张诚, 王瑶, 林姝. 指向核心素养的普通高中英语单元整体作业设计与实施 [J]. 基础外语教育, 2024, (6): 66-73, 110.
- [2] 邹婕. 核心素养视域下高中英语大单元教学活动的设计与实施策略研究 [J]. 教师, 2025(01):80-82.
- [3] 程学娟. 浅析核心素养视域下的高中英语大单元教学模式 [J]. 试题与研究, 2024(16):156-158.
- [4] 孙桂秋, 戴金玲, 卢家传. 核心素养指导下高中英语大单元教学法的实践探究 [J]. 广西教育, 2024(11):76-79.
- [5] 陆明丽. 人工智能赋能的高中英语阅读教学评价设计研究: 以《The advertising game》为例 [J]. 电脑知识与技术, 2021(16):110-113, 124.
- [6] 申金苗. 运用 ADDIE 模型开展基于核心素养的高中英语单元整体作业设计 [J]. 英语教师, 2024, 24(13):84-88.
- [7] 韩璐. 核心素养下基于大观念的高中英语单元整体教学研究 [J]. 考试周刊, 2024(14):80-84.
- [8] 唐玉婷. 大概念视角下的高中英语单元整体教学实践路径探究 [J]. 英语, 2023, 23(22):93-97.
- [9] 黄媛. 核心素养视域下高中英语大单元教学设计实例探究——以人教版高中英语选择性必修三 Space Exploration 教学为例 [J]. 广西教育, 2024(14):101-107.
- [10] 许先迎. 核心素养视域下高中英语大单元教学探究 [J]. 英语教师, 2023, 23(15):141-144.

数字经济赋能：四川革命老区数字乡村建设路径探索

王敏, 陈琳

成都工业学院, 四川 成都 611730

DOI: 10.61369/TACS.2025140040

摘 要： 文章聚焦于数字经济赋能四川革命老区数字乡村建设，深入探讨了四川革命老区数字乡村建设的路径探索。通过分析数字经济与四川革命老区发展内在联系，阐述了四川革命老区在数字乡村建设中的现状。研究表明，四川革命老区通过加强基础设施建设创新、数字经济应用普及与路径创新、数字治理体系优化与搭建数据共享平台、农民数字素养与参与意识的路径优化等实践机制，以及政府引导与市场运作相结合、多元主体协同参与、试点示范与全面推广相结合等路径创新，为数字经济赋能革命老区的数字乡村建设提供了有益的经验 and 借鉴，同时也为其他革命老区的数字乡村建设提供了参考。

关 键 词： 数字经济；革命老区；数字乡村；建设路径

Digital Economy Empowerment: Exploring the Path to Digital Rural Development in Sichuan's Revolutionary Old Base Areas

Wang Min, Chen Lin

Chengdu Institute of Technology, Chengdu, Sichuan 611730

Abstract： This article focuses on how the digital economy empowers the construction of digital villages in Sichuan's revolutionary old base areas, delving into the exploration of pathways for their digital village development. By analyzing the intrinsic connection between the digital economy and the growth of these regions, it elaborates on the current state of digital village construction in Sichuan's revolutionary old base areas. The study reveals that through mechanisms such as enhancing infrastructure innovation, promoting the application and path innovation of the digital economy, optimizing digital governance systems, establishing data-sharing platforms, and improving farmers' digital literacy and participation, along with path innovations like integrating government guidance with market operations, fostering collaboration among multiple stakeholders, and combining pilot demonstrations with comprehensive promotion, Sichuan's revolutionary old base areas have provided valuable insights and references for leveraging the digital economy to advance digital village construction in these regions. These findings also offer guidance for digital village development in other revolutionary old base areas.

Keywords： digital economy; revolutionary base areas; digital villages; construction path

引言

在全球数字经济迅猛发展的背景下，中国正经历深刻的社会经济转型。根据中国信息通信研究院的《中国数字经济发展报告 2023》，数字经济规模已达 45 万亿元，占全国 GDP 的 39.2%。习近平总书记在十九大报告中强调，加快构建以数字经济为引领的新经济体系，以推动高质量发展。在这一宏观趋势下，数字经济已成为驱动区域协调发展与产业转型升级的关键力量，但各地在数字化进程中也面临不同的机遇与挑战。四川省作为我国重要的农业省份，在推进乡村振兴和实现共同富裕方面承担着重要使命。2022 年，四川农业增加值达 1.2 万亿元，占全省 GDP 的 12%，但同时也面临农民收入水平偏低、城乡资源配置不均等挑战。为此，四川省积极推动数字经济与乡村振兴战略深度融合，明确提出以数字技术赋能农业提质增效与农民增收。根据《四川省数字乡村发展规划（2021-2025 年）》，到 2025 年，四川省力争实现数字技术在农村的全面覆盖，农民收入年均增长率达到 8%。该规划围绕信息基础设施、数字公共服务、农民数字素养提升等方面构建了系统化的支持体系。然而，当前四川省数字乡村建设仍面临诸多挑战，尤其是数字鸿沟问题以及部分偏远地区网络基础设施滞后等制约因素。为有效应对这些挑战，四川省需要在政策引导、资金支持、技术协同创新等方面进一步加大力度。

项目信息：四川省哲学社会科学重点研究基地四川省教育厅人文社会科学重点研究基地四川革命老区发展研究中心项目“数字经济赋能四川革命老区乡村振兴的路径研究”（项目编号：SLQ2024SB-25）阶段性研究成果。

作者简介：

王敏（1984.01—）女，四川眉山，硕士，副教授，研究方向：数字经济、公共管理；

陈琳（1992.04—）女，重庆江北，硕士，讲师，研究方向：数字经济、地方政府治理。

综上,推动四川革命老区数字乡村建设,不仅是促进农业现代化的重要路径,也是全面落实乡村振兴战略的关键环节。本文旨在系统探讨数字经济与四川革命老区发展之间的内在联系,剖析当前数字乡村建设过程中存在的主要问题,进而探索符合区域实际的发展路径,以期相关政策优化与实施提供理论参考和实践借鉴。

一、四川革命老区数字乡村建设的问题剖析

四川革命老区的数字乡村建设,是在特定地理约束与历史发展路径下展开的。其进程不仅面临通用性挑战,更遭遇一系列源于自身结构性条件的深层障碍。这些障碍相互耦合,共同构成了制约数字化转型效能与可持续性的核心矛盾。

(一) 基础设施:覆盖不足与质量效益双重约束

数字基础设施在革命老区面临“最后一公里”落地难题。在地理条件复杂的川西高山峡谷区及川东北秦巴山区,网络铺设与维护成本显著高于平原地区,导致运营商投资回报率低,市场机制部分失灵。即便在行政村通达率已达标的地区,自然村落、散居农户仍普遍存在信号弱、稳定性差的问题,“有信号无速度”现象突出。同时,受限于家庭可支配收入,不少农户对每月数十元至百元的稳定宽带费用支付意愿不强,更倾向于使用资费低廉但波动大的移动流量套餐。这种“接不上”与“用不起”并存的状态,使得远程医疗、在线教育、高清直播等对网络质量要求较高的应用难以有效落地,数字鸿沟在接入层面就已显现。

(二) 产业融合:技术应用表层化与产业基础薄弱并存

数字经济与老区特色产业的融合呈现“重销售、轻生产”的特征。当前数字化应用主要集中在农产品电商销售环节,但对农业生产过程的标准化、品质控制、溯源管理等关键环节介入不足。例如,特色果蔬、中药材等产品因缺乏产后商品化处理、冷链物流配套及品牌化运营,线上销售难以实现优质优价,附加值提升有限。更深层问题在于,本地既缺乏能够整合技术、资本与市场的新型农业经营主体,也缺少既懂数字技术又深谙产业特性的“土专家”与“新农人”。导致许多数字化项目依赖外部技术团队,一旦项目结束或补贴退出,本地往往缺乏持续运营与迭代升级的能力,数字技术难以真正内化为产业升级的常态动力。

(三) 数据治理:系统壁垒与制度滞后相互制约

基层数字治理面临“数据孤岛”与“制度滞后”的双重困境。在县乡两级,农业农村、民政、人社、自然资源等部门的业务系统往往独立建设、标准不一,数据共享缺乏统一平台与接口规范。基层工作人员常需在不同系统间重复录入信息,进行人工比对,不仅加重了工作负担,也降低了数据的准确性与时效性。此外,数据共享的权责机制、安全标准、激励机制等配套制度尚未健全,各部门出于数据安全、部门利益等方面的考量,往往对数据开放持谨慎甚至消极态度。技术与制度的双重滞后,使得跨部门业务协同困难,基于数据的精准决策、主动服务难以实现,制约了治理效率与服务水平的提升。

二、四川革命老区数字乡村建设的路径探索

针对前述问题,四川革命老区数字乡村建设需采取系统性的实践路径,其核心在于构建与老区资源禀赋相适配、与农民发展需求相契合的数字化发展模式。路径设计遵循“夯实基础—赋能产业—优化治理—激发主体”的逻辑顺序,确保各项措施相互衔接、协同推进。

(一) 创新基础设施建设模式,破解“最后一公里”瓶颈

面对地理约束与成本压力,基础设施建设需超越传统的单纯覆盖思路,转向“高效覆盖、可靠服务、经济可用”并重的综合模式。具体而言:首先,在技术层面,采用“固定与移动互补、天空与地面结合”的混合组网策略。在地形复杂、人口分散区域,可借鉴贵州经验,适度引入低轨卫星通信作为补充;在红色文旅核心区,部署5G灵巧基站等定制化方案以保障高质量网络体验。其次,在机制层面,推动建立“政府补贴、企业让利、农户共担”的可持续成本分摊机制。通过设立专项补贴降低偏远地区建网成本,同时鼓励运营商推出面向农村的普惠资费套餐。更为关键的是,探索将网络使用与本地电商、文旅等增收场景直接挂钩,例如建立网络使用效能与村级集体经济收益联动机制,让基础设施投入产生可见的经济回报,形成“以用促建、以建促用”的良性循环。

(二) 化数字技术与特色产业的融合,培育内生发展动力

推动数字经济从消费端向生产端全面渗透,关键在于将数字技术深度植入老区特色产业链条。一是聚焦农业生产的数字化改造。借鉴陕西延安等地经验,围绕猕猴桃、茶叶等特色农产品,推广物联网传感器、智能滴灌、病虫害AI识别等精准农业技术,建立从种植到采收的全程数据化管理体系,着力解决标准化与品质控制难题。二是推动红色文旅的数字化转型。利用VR/AR、数字孪生等技术,对重要革命遗址、文物进行数字化复原与沉浸式展示,开发线上研学课程与互动体验产品,延伸文旅产业链条。同步建设集预约、导览、消费、反馈于一体的智慧文旅服务平台,提升游客体验与管理效能。三是培育本土化的数字服务主体。重点扶持一批扎根乡村、熟悉产业的本地合作社或中小企业,通过政策倾斜、技术培训、市场对接等方式,使其成为承接数字技术、进行适应性创新的关键节点,避免数字化转型对外部力量的过度依赖。

(三) 构建县域一体化数据治理体系,打破“数据孤岛”

提升数字治理效能,需从技术整合与制度重构两方面协同发力。技术整合上,应依托省级政务云平台,在县级层面推动建设

统一的数据中台或共享交换平台。强制要求农业农村、民政、人社等主要涉农部门业务系统按标准接口接入，逐步归集并清洗涉农数据，形成县域“三农”数据资源池。这为“一网通办”和基于数据的精准决策提供基础支撑。制度重构上，需明确数据权属、共享流程、安全责任与激励机制。可借鉴浙江经验，推行“首席数据官”制度，统筹县域数据资源管理与应用。同时，制定基层数据采集“一表通用”规范，大幅压减重复填报，将基层干部从“表叔”“表哥”中解放出来，使其能将更多精力用于服务群众和落实政策。

（四）实施精准化的数字素养提升工程，重塑农民主体角色

必须将农民视为数字乡村的共建者和受益者，而非被动接受者。首先，培训内容需紧扣“实用、管用”。针对不同年龄、不同需求的群体，提供差异化培训：对中老年群体，重点培训智能手机操作、移动支付、防诈骗、线上政务办理等生活实用技能；对有创业意愿的青年农民、返乡人才，则侧重电商运营、短视频营销、智慧农业管理等生产性技能。培训形式应灵活多样，如方言微课、田间课堂、结对帮带等。其次，建立农民需求表达与反馈机制。在数字项目规划、设计、评估各环节，通过村民议事会、线上问卷、试点体验等方式，广泛吸纳农民意见，确保数字产品

与服务贴合实际需求，避免“数字形式主义”。最后，营造鼓励参与和创新的社会环境。通过评选“数字新农人”、设立数字创业扶持基金、表彰优秀数字应用案例等方式，激发农民学习和运用数字技术的积极性，使其真正成为数字乡村建设的参与者和主导力量。

通过以上路径，四川革命老区的数字乡村建设将逐步实现从基础普及到深度赋能，最终构建可持续的数字生态体系。这不仅旨在帮助老区群众跨越“数字鸿沟”，成为数字经济活动的有效参与者，更致力于培育其依托本土红色文化、生态资源与特色产业进行数字创造与价值实现的能力，从而从根本上激活区域发展的内生动力，使数字经济的成果切实惠及老区人民。在此过程中，强有力的组织保障与协同机制至关重要。四川省已成立由省级领导牵头负责的数字乡村建设领导小组，统筹推进整体规划、政策配套、项目实施与成效评估。通过建立跨领域、跨层级的协作网络，整合农业、科技、通信、教育等多部门资源，形成纵向贯通、横向联动的工作体系，有力保障各项任务落地见效。这一系列举措，不仅将推动数字乡村建设在革命老区取得实质性进展，也将为同类地区探索符合自身特点的数字化转型路径，提供可借鉴、可推广的实践参考。

参考文献

[1] 中国信息通信研究院《中国数字经济发展报告2023》2023.10.
[2] 习近平.《中国共产党第十九次全国代表大会报告》2017.2.
[3] 四川省人民政府《四川省数字乡村发展规划（2021-2025年）》2021. 5.
[4] 李涓. 数字经济赋能农村金融：机遇，挑战与路径选择 [J]. 当代农村财经, 2025(1):59-62.
[5] 范宝文. 乡村振兴背景下数字乡村发展现状与协同建设路径 [J]. 中共太原市委党校学报, 2024, (06):42-44.
[6] 国家统计局中国统计年鉴 [M]. 北京：中国统计出版社 .2022.
[7] 四川省通信管理局 四川省通信行业发展报告 .2023.
[8] 刘建平，单爽，王金伟，等. 数字经济赋能红色旅游高质量发展的理论逻辑与实践路径 [J]. 旅游科学, 2025, 39(01):69-85.
[9] 李泰，余衍. 新时期加快推动数字乡村高质量发展 [J]. 宏观经济管理, 2024, (01):45-54.
[10] 吕宛青，肖利富，王旭熙，等. 基于共生理论的农文旅融合发展机理与实证研究——以云南4个典型茶叶县为例 [J]. 中国农业资源与区划, 2025, 46(11):238-254.

智能背部按摩椅的结构设计

刘炜东, 宋明德, 徐望皓, 柳畅, 彭志超, 赵燕江
哈尔滨理工大学 机械动力工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150080
DOI: 10.61369/TACS.2025140042

摘 要 : 现有背部按摩设备存在操作不便、捶打功能薄弱、体积庞大且价格高昂等问题, 难以满足用户对轻量化、高效化按摩设备的需求。本文提出了一种智能背部按摩椅的结构设计, 采用柔性敲击与振动相结合的按摩方式, 设计了竖直、水平、前后三自由度的机械结构, 通过滚珠丝杠、直线导轨、正反扣丝杠及气缸等传动部件, 分别实现按摩锤头的垂直往复、同步异向水平移动与柔性敲击动作, 配合五轮式可移动底座与气杆升降调节机构, 实现设备便携移动、高度适配及背部支撑贴合。该设计在保证对背部穴位精准按摩、功能多样化的前提下, 优化了整体结构布局, 有效缩小设备体积, 降低制造成本。经结构设计与功能规划, 验证了该按摩椅结构的合理性与可行性, 克服了传统按摩设备的诸多弊端, 提升了按摩体验与使用适配性。

关 键 词 : 智能背部按摩椅; 结构设计; 柔性敲击; 多自由度

Structural Design of an Intelligent Back Massage Chair

Liu Weidong, Song Mingde, Xu Wanghao, Liu Chang, Peng Zhichao, Zhao Yanjiang

School of Mechanical and Power Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin, Heilongjiang 150080

Abstract : Existing back massage equipment has problems such as inconvenient operation, weak beating function, large volume and high price, which are difficult to meet users' demands for lightweight and high-efficiency massage equipment. This paper proposes a structural design of an intelligent back massage chair, adopting a massage method combining flexible tapping and vibration, and designing a mechanical structure with three degrees of freedom in vertical, horizontal and front-back directions. Through transmission components such as ball screws, linear guide rails, left-right hand screws and air cylinders, the vertical reciprocation, synchronous opposite horizontal movement and flexible tapping of the massage hammer head are realized respectively. Cooperating with the five-wheel movable base and the air rod lifting adjustment mechanism, the equipment achieves portable movement, height adaptation and close fitting of back support. On the premise of ensuring precise massage on back acupoints and diversified functions, the design optimizes the overall structural layout, effectively reduces the equipment volume and manufacturing cost. Through structural design and functional planning, the rationality and feasibility of the massage chair structure are verified, which solves many drawbacks of traditional massage equipment and improves the massage experience and use adaptability.

Keywords : intelligent back massage chair; structural design; flexible tapping; multi-degree of freedom

引言

随着社会进步与生活水平的持续提升, 人们对健康管理的关注度日益增强, 对便捷、高效的理疗设备需求显著增长, 捶背通过刺激背部皮下组织与穴位, 能够促进血液循环, 达到缓解肌肉疲劳的效果^[1-3]。然而, 现有的背部按摩设备普遍存在操作不便、负重感强等问题, 尽管已有多种按摩椅产品, 但其多以摩擦式按摩为主, 捶打功能薄弱, 且按摩椅普遍体积庞大、重量沉重、价格高昂^[4]。因此针对按摩椅的结构进行传动优化设计^[5], 成为提升其综合性能的关键途径。

国内外在按摩机器人及智能理疗设备领域开展了大量研究。国外研究起步较早, 在机构创新与控制系统集成方面积累了丰富的经验。日本学者在仿生多指按摩机器人领域开展了系统研究, 提出了基于人体阻抗信息的自适应按摩控制策略, 实现了对揉捏、按压等手法的有效模拟^[6]; 法国研发的 IYU 按摩机器人采用协作机械臂结合 3D 视觉技术, 能够根据患者体型自主调整按摩轨迹, 具备较高的安全性

作者简介:

刘炜东 (2004—), 男, 汉族, 籍贯黑龙江省富锦市, 哈尔滨理工大学在读本科生, 机械设计制造及其自动化专业。

赵燕江 (1979—), 男, 汉族, 籍贯黑龙江省木兰县, 哈尔滨理工大学, 教授, 博士生导师, 机械电子工程专业。

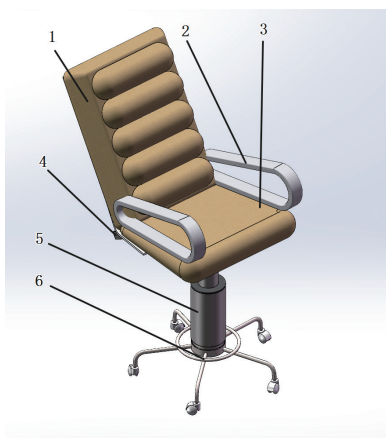
与适应性^[7]；新加坡 AiTreat 设计的按摩机器人 EMMA，采用强化学习算法，可在完成 10~15 次治疗迭代步骤后，自主调整参数，让慢性腰痛患者疼痛评分的降幅由 28% 提升到 52%^[8]。国内研究部分学者基于中医推拿理论，设计了多指模块化按摩手结构，通过动力学仿真与样机实验验证了其运动性能与结构合理性^[9]；另有研究针对按摩椅机芯开展，设计了专用轨迹算法，并构建了基于脑电信号的按摩效果客观评价系统，弥补了传统主观评价的不足，为智能按摩椅的控制优化提供了技术支撑^[10]。在人机交互与疲劳缓解方面，研究者探讨了坐姿状态下桌椅高度配置对人体久坐疲劳的影响，为智能按摩设备的姿态调节策略提供了理论依据^[11]。总体而言，当前按摩椅研究在结构集成、手法模拟及人机适配方面取得了积极进展，但仍面临对轻量化、便携化设备的需求及个性化适配能力有限等挑战。

针对上述问题，本文提出了一种智能背部按摩椅的结构设计。该设计采用柔性敲击与振动相结合的按摩方式，旨在实现按摩功能的多样化与高效化。通过对按摩机构自由度、传动方案的系统设计，力求在保证按摩效果的前提下，显著缩小设备体积、降低制造成本。

一、智能背部按摩椅的总体设计

所设计智能背部按摩椅，如图 1 所示，其机械结构共有三个方向的自由度，主要分为三大模块，包括竖直移动模块、水平移动模块、前后移动模块，能够实现锤头在背部的全覆盖按摩。总体尺寸约为 560mm×480mm×1365mm，总重约为 42kg。

智能背部按摩椅基体采用五轮式可移动底座与气杆升降调节机构，配合柔性分段式背部靠垫，实现了移动便捷、高度可调及背部支撑贴合度优化等功能。五轮式底座提供了稳定支撑与灵活移动能力，气杆机构可无级调节座椅高度，适配不同身高用户的坐姿需求；柔性分段靠垫则能随人体背部轮廓自适应变形，有效分散压力、提升支撑贴合度，显著改善使用舒适性与人体工学适配性。



1. 按摩椅靠背 2. 按摩椅把手 3. 按摩椅下坐垫
4. 按摩椅按摩装置 5. 按摩椅高度调节装置
6. 按摩椅底座

图 1 按摩椅整体结构三维图

二、具体结构的设计与实现

（一）竖直移动模块

智能按摩椅竖直移动模块是按摩执行机构的垂直位移核心载体，负责带动锤头沿垂直方向完成上下往复运动，实现背、腰等部位的按摩。该模块以滚珠丝杠为动力传动核心，配合双平行直线导轨完成导向与支撑，通过电机驱动实现旋转运动到直线运动的转化，整体由动力传动模块与导向支撑模块两部分构成，各单元协同工作，保障了该模块运行的可靠性。

（1）动力传动模块：本模块选用丝杠副作为核心传动部件，以滚珠滚动摩擦替代传统滑动丝

杠的滑动摩擦，降低传动阻力。根据按摩椅 800mm 垂直有效按摩行程与电机额定转速，选用导程为 5mm 的丝杠，既保证丝杠旋转一周实现 5mm 直线位移，满足精细定位需求，又避免运动速度过快影响按摩体验。

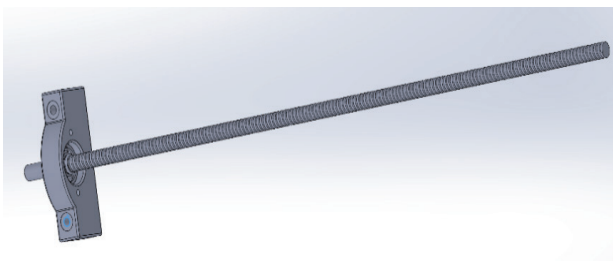


图 2 滚动轴承与丝杠组成的动力传动单元

（2）导向支撑模块：为保证按摩执行机构上下移动平稳，模块采用两根平行滚动直线导轨的导向支撑方案，如图 3 两根导轨对称布置于丝杠两侧并与其保持平行，形成稳定的结构，将按摩产生的倾覆力矩与侧向力均匀分散，避免单一导轨受力变形或磨损，保证移动平台直线度，使锤头始终贴合人体背部曲线。

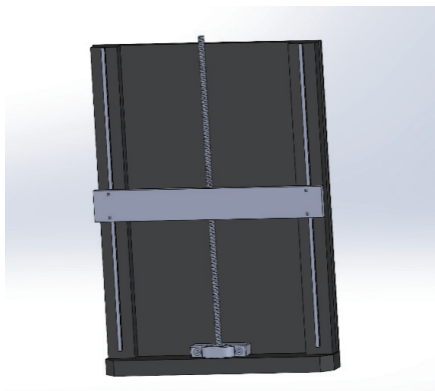


图 3 竖直移动模块三维图

导轨副由导轨、滑块、滚珠及保持架组成，滑块与按摩执行机构安装平台固联，导轨通过螺栓固定于按摩椅机架，滑块可沿导轨做直线运动。其低摩擦系数与滚珠丝杠副配合，大幅降低模块运行阻力，减少电机功率损耗；经预紧处理的导轨副消除了导轨与滑块间的间隙，避免按摩载荷变化引发的平台抖动，提升按摩稳定性。单根导轨配置两个滑块，通过四点支撑提升安装平台刚性及稳定性。

（二）水平移动模块

水平移动模块采用正反扣丝杠传动结构，可驱动两个锤头实现同步异向运动，既能同时向两侧分离移动，完成对按摩部位两侧的同时敲击，也可同步向中间合拢运动，从而实现双侧对称式按摩功能，保证按摩动作的均衡性与对称性，选用导程5mm的丝杠，左右锤头水平移动距离均为270mm。

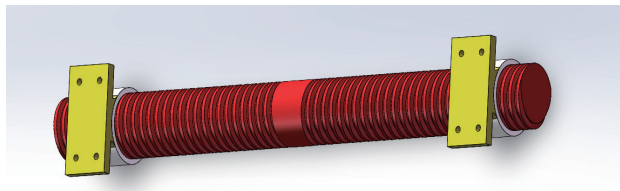


图4 水平移动模块三维图

（三）敲击模块

智能按摩椅的敲击模块是实现按摩功能的执行机构，区别于市场上现有的机械按摩方式，按摩椅利用小锤实现敲击按摩功能，以避免固体部件长时间摩擦皮肤造成的灼痛感。同时利用气缸驱动小锤往复移动，在狭小的空间内实现敲击按摩功能。

（1）动力传动模块：本模块选用小气缸作为动力的产生单元，根据按摩椅的背部尺寸、按摩力度，以及小锤往复行程，可以确定气缸的具体尺寸为32mm×15mm，如图5所示，满足使用需求。

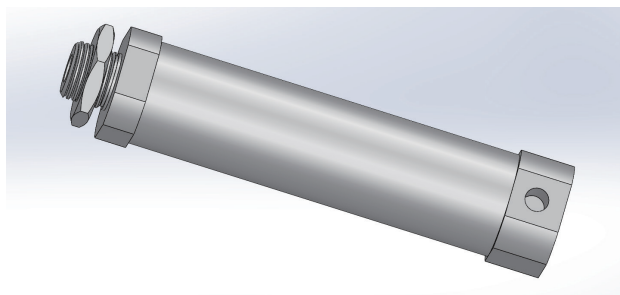


图5 气缸结构图

（2）功能执行模块：本模块选用刚性杆和柔性锤头作为按摩功能的执行单元，刚性杆与气缸相连接接收动力，柔性锤头输出稳定的力度，以保证按摩的舒适度。由此可以确定该结构的尺寸为刚性杆12mm×60mm，柔性锤头20mm，总体结构如图6所示。

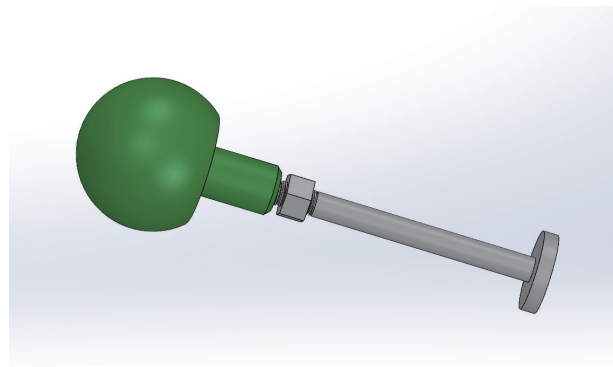


图6 小锤敲击模块三维图

三、结论

针对目前市场上现有的智能按摩椅存在的按摩方式单一、体积较大且沉重、价格高昂、长时间按摩导致身体不适的不足，本文设计了一种新型的智能背部按摩椅。该按摩椅集成了竖直移动、水平移动、敲击三大功能模块，打破传统的按摩方式，能够实现对背部穴位的精准定位和柔性敲击。同时重新设计按摩椅的外形，使其在达到预定目标的同时尽量减小体积和重量。

相较于传统智能按摩椅，本文的创新设计弥补了上述的不足之处，显著提升了按摩的体验，为智能按摩椅的创新发展提供了新思路。在未来的工作中，智能按摩椅可进一步结合3D视觉与穴位识别，动态计算穴位坐标，实现动态敲击；同时可与AI大模型深度融合，智能分析身体状态，推荐最适合的按摩方案，为用户提供最佳体验。

参考文献

- [1] 杨扬. 浅析按摩对运动性疲劳恢复的能效研究[J]. 文体用品与科技, 2021, (23): 78-79.
- [2] 邱显雯. 经络不通气血不畅出现头痛中医自我按摩疗法缓解头痛[J]. 自我保健, 2025, (01): 68-69.
- [3] 腰背部家庭保健按摩法[N]. 医药导报, 2008-03-06 (B11).
- [4] 刘浏. 森林康养视角下的适老性按摩椅设计研究[D]. 浙江农林大学, 2023. DOI:10.27756/d.cnki.gzjlx.2023.000338.
- [5] 何武林. 主从操作按摩系统关键技术研究[D]. 辽宁工程技术大学, 2022. DOI:10.27210/d.cnki.glnju.2022.000870.
- [6] 余可, 宁萌, 黄彪, 等. 基于中医推拿的新型按摩手的设计与研究[J]. 机械设计与研究, 2021, 37 (03): 22-28. DOI:10.13952/j.cnki.jofmdr.2021.0089.
- [7] 孙晨飞, 唐心意, 石萍, 等. 国内外按摩机器人研究进展及关键技术分析[J]. 生物医学工程研究, 2024, 43 (02): 166-174. DOI:10.19529/j.cnki.1672-6278.2024.02.12.
- [8] Juan Y, T I C, C S F, et al. Satisfaction and Feasibility Evaluation of an Electronic Massager—Expert Manipulative Massage Automation (EMMA): A Pilot Study. [J]. Journal of primary care & community health, 2023, 14 21501319231199010-21501319231199010. DOI:10.1177/21501319231199010.
- [9] 彭金婵, 陆春晨, 李彦博, 等. 仿生柔性按摩机器人的设计与实现[J]. 中国民间疗法, 2022, 30 (24): 146-149. DOI:10.19621/j.cnki.11-3555/r.2022.2439.
- [10] 李嘉伟. 按摩椅智能机芯控制与评价系统研究[D]. 东南大学, 2020. DOI:10.27014/d.cnki.gdnau.2020.000916.
- [11] 庞双, 申黎明, 汪洋. 办公桌椅高度配置对久坐疲劳的影响[J]. 林产工业, 2025, 62 (01): 53-59. DOI:10.19531/j.issn1001-5299.202501009.

自适应局部注意力遮挡图像的情绪识别

陶煦¹, 黄文豪², 张萍¹, 丁凯², 李增辉²

1. 皖江新兴产业技术发展中心, 安徽 铜陵 244000

2. 安徽大学 电子信息工程学院, 安徽 合肥 230601

DOI: 10.61369/TACS.2025140044

摘 要 : 针对真实场景中面部遮挡及复杂环境导致情绪识别率下降的问题, 本文提出了一种自适应局部注意力算法。该方法摒弃了传统的图像级裁剪策略, 通过在特征层引入局部注意力单元进行逻辑分块与编码, 精准捕捉细粒度情感表征; 同时设计相对置信度模块, 利用动态权重分配机制自适应聚焦非遮挡区域并抑制噪声干扰。多个主流数据集的实验结果证实, 该算法在识别精度与抗遮挡鲁棒性上均优于现有主流方法。

关 键 词 : 自适应局部注意力; 动态权重分配; 相对置信度

Adaptive Local Attention Occlusion for Image Emotion Recognition

Tao Xu¹, Huang Wenhao², Zhang Ping¹, Ding Kai², Li Zenghui²

1. Wanjiang Emerging Industry Technology Development Center, Tongling Anhui 244000

2. School of Electronic and Information Engineering, Anhui University, Hefei, Anhui 230601

Abstract : To address the degradation of emotion recognition rates caused by facial occlusion and complex environments in real-world scenarios, this paper proposes an Adaptive Local Attention algorithm. Abandoning traditional image-level cropping strategies, this method introduces local attention units at the feature level to perform logical partitioning and encoding, thereby accurately capturing fine-grained emotional representations. Furthermore, a Relative Confidence Module is designed to utilize a dynamic weight allocation mechanism, enabling the network to adaptively focus on non-occluded regions while suppressing noise interference. Experimental results on multiple mainstream datasets confirm that the proposed algorithm outperforms existing mainstream methods in both recognition accuracy and occlusion robustness.

Keywords : adaptive local attention; dynamic weight allocation; relative confidence

一、面部情绪识别研究现状

情绪是人类主观认知的一系列表达, 表现为对客观事物的态度和相应的行为反应^[1]。作为情感计算领域的核心分支, 面部表情识别 (FER) 不仅是人机交互智能化的关键一环, 在医疗辅助与驾驶监控等场景中也发挥着重要作用。面部表情识别 (FER) 正从传统手工特征向深度语义学习演进。为捕捉细微表情, Ruan 等^[2]提出 FDR 框架, 通过特征分解与重构提升模型感知力; Xue 等^[3]利用 MAD 机制迫使网络关注多样化局部区域, 抑制背景噪声。针对更复杂的面部遮挡与姿态问题, 主流方案分为 GAN 与注意力机制。Wang 等^[4]尝试利用 GAN 重构全脸以校正偏差, 但存在网络复杂及伪影风险。相比之下, Wang 等^[5]与 Li 等^[6]提出的注意力加权及区域注意力网络 (RAN), 通过自适应聚

焦高判别力的非遮挡区域, 展现出更优的鲁棒性。然而, 传统区域注意力方法多依赖图像级裁剪与独立特征提取, 导致计算开销巨大。

二、自适应局部注意力遮挡面部情绪识别

在计算机视觉领域, 面部遮挡会导致关键视觉特征的缺失与畸变, 如何有效缓解其对情绪识别精度的负面影响, 始终是一项极具挑战性的课题。本文提出自适应局部注意力算法 (Adaptive Part Ware, APW), 算法框架如图1所示。

不同于传统方法对原始图像进行裁剪, APW 策略性地在深层特征图上执行区域划分, 避免了重复卷积带来的算力冗余。该算法协同全局与局部双重注意力机制: 全局通路维持整体语义连贯

性,局部通路则对逻辑子区域进行深度编码与独立约束。此外,本文设计了相对置信度评估模块,通过动态量化区域有效性,赋予非遮挡区域高置信度权重并抑制遮挡噪声,引导网络自适应聚焦于高价值的视觉特征区域。

(一) 全局注意力模块

为了充分挖掘深层全局语义,本文引入模态缓解单元(MAM)^[7]对特征图进行二次精炼。首先利用实例归一化IN对输入特征进行标准化处理,随后通过通道注意力图进行调制。该过程的数学表达如公式所示:

$$F_g = w_c \odot M + (1 - w_c) \odot \text{IN}(M) \quad (1.1)$$

其中, $\odot$ 表示逐元素相乘, F_g 为精炼后的输出特征。

$w_c \in \mathbb{R}^{C \times d}$ 代表通道注意力掩膜,其计算过程旨在建模通道间的依赖关系,公式如下:

$$w_c = \sigma(W_2 \delta(W_1 \text{GAP}(F))) \quad (1.2)$$

$\text{GAP}(\cdot)$ 表示全局平均池化操作, W_1 和 W_2 分别对应两个可学习全连接层的权重参数, δ 和 σ 分别代表 ReLU 修正线性单元与 Sigmoid 激活函数。

为了消除单张图像内部因遮挡或光照不均造成的对比度差异,本模块采用实例归一化(IN)对特征进行标准化处理。其定义如公式所示:

$$\text{IN}(x) = \frac{x - \mu_m}{\sqrt{\sigma_m^2 + \epsilon}} \quad (1.3)$$

其中, ϵ 为防止分母为零的数值稳定常数, μ_m 和 σ_m^2 分别代表当前单样本特征图在空间维度上的均值与方差。

经过 MAM 模块的特征重校准后,为了获得最终用于分类的全局语义向量,特征流将依次通过卷积层进行特征融合、批归一化层(Batch Normalization, BN)进行分布调整,最后经由全局平均池化层压缩为一维向量。该后处理阶段可表示为:

$$f_g = \text{GAP}(\text{BN}(\text{Conv}(F_g))) \quad (1.4)$$

(二) 局部注意力模块

为捕捉局部纹理细节,模型在深层特征图上实施规则化的滑动窗口裁剪。针对裁剪特征语义关联不足的问题,本文构建了基于自注意力机制^[8]的局部特征编码器。局部注意力矩阵的计算公式定义如下:

$$A_{pi} = \text{softmax}(q(M_{pi})k(M_{pi})^T) \quad (1.5)$$

其中 $q(\cdot)$, $k(\cdot)$ 分别表示两个不同参数的全连接层, $(\cdot)^T$ 表示矩阵转置操作; $\text{softmax}(\cdot)$ 函数用于将相关性分数转化为概率分布,从而突出关键特征点。随后,利用该注意力图对原始局部特征进行加权重构,并通过第三个全连接层进行特征映射,最终结合残差结构输出增强后的局部特征 f_{pi} :

$$f_{pi} = g(F_{pi}) = g(\text{BN}(A_{pi}v(M_{pi})) + M_{pi}) \quad (1.6)$$

此处, F_{pi} 即为第 i 个区域经过编码器深度精炼后的输出,它融合了区域内的全局上下文信息,对局部遮挡具有更强的鲁棒性。

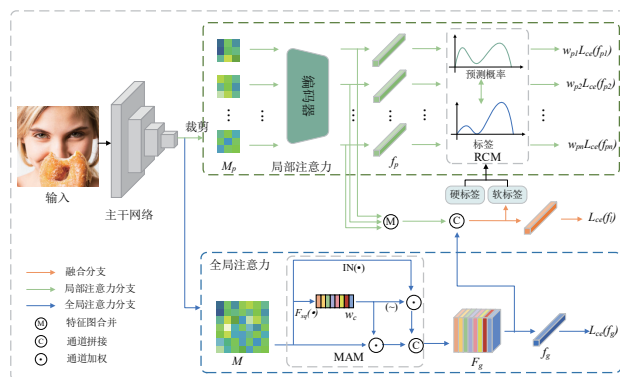


图1 APW 算法框架图

表1 在遮挡面部情绪识别数据集的对比实验(%)

方法	Occlusion- RAF-DB	Occlusion- FERPlus	Occlusion- AffectNet	FED-RO	OF-Emo(Our)	MFLOPs
Baseline ^[9]	84.06	84.96	59.00	67.50	48.35	1823.53
RAN ^[5]	82.72	83.63	58.50	67.98	46.15	14588.20
RUL ^[10]	86.38	84.30	61.39	66.83	39.56	1826.80/1825.15
APW(Our)	86.51	85.62	61.93	69.75	50.55	1930.27

(三) 实验及分析

为了验证 APW 算法的实际性能,本文首先选取了多个主流的遮挡场景面部表情数据集,将其与当前先进的识别方法进行了对比实验。

由于目前专门针对面部遮挡识别的算法相对较少,为了丰富对比维度,本文将处理标签模糊问题的 RUL^[10]方法也纳入了比较范围。为了确保对比的公平性,所有的实验模型均统一使用了在

MSCeleb-1M 数据集上预训练的 ResNet-18 作为主干网络。

从表1的实验结果可以看出,APW 算法在五个遮挡情感数据集上均取得了目前的最佳成绩。具体而言,相比于基准(Baseline)模型,本方法在 Occlusion-RAF-DB、Occlusion-AffectNet、FED-RO 以及 OF-Emo 数据集上的准确率分别提升了 2.45%、2.93%、2.25% 和 2.20%。我们注意到,APW 在 Occlusion-FERPlus 数据集上的提升幅度相对较小(0.66%)。

经过分析，这主要是因为该数据集的原始图像分辨率过低（仅为 48×48 ），导致特征分块后的区域包含的有效信息过少，从而限制了区域注意力模块的性能发挥。尽管如此，整体结果依然证明了 APW 在解决遮挡问题上的有效性。

三、结论

针对真实场景面部遮挡难题，本文提出高效的自适应局部注

意力算法（APW）。该算法构建特征层级感知框架，替代高负载的图像级裁剪，在显著降低运算复杂度的同时实现语义精细挖掘。通过引入多尺度局部注意力模块（MLA）捕捉多层次上下文，并设计基于混合监督的相对置信度模块（RCM）动态量化区域可靠性，模型实现了对未遮挡区域的自适应聚焦与噪声抑制。实验证实，APW 在识别精度与计算效率上均超越现有先进方法，有效解决了遮挡环境下的特征畸变问题。

参考文献

-
- [1](America) 施塔, (America) 卡拉特. 情绪心理学 [M]. 中国轻工业出版社. 2015.
- [2]Ruan D., Yan Y., Lai S., et al. Feature decomposition and reconstruction learning for effective facial expression recognition[A]. Proceedings of 45th the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition[C]. Greek: IEEE, 2021: 7660–7669.
- [3]Xue F., Wang Q., Guo G.. Transfer: Learning relation-aware facial expression representations with transformers[A]. Proceedings of 45th the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision[C]. IEEE, 2021: 3601–3610.
- [4]Wang C., Wang S., Liang G.. Identity-and pose-robust facial expression recognition through adversarial feature learning[A]. Proceedings of the 27th ACM international conference on multimedia[C]. Nice, France: ACM, 2019: 238–246.
- [5]Wang K., Peng X., Yang J., et al. Region attention networks for pose and occlusion robust facial expression recognition[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2020, V29: 4057–4069.
- [6]Li Y., Zeng J., Shan S., et al. Occlusion aware facial expression recognition using CNN with attention mechanism[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2018, V28(5): 2439–2450.
- [7]Wu Q., Dai P., Chen J., et al. Discover cross-modality nuances for visible-infrared person re-identification[A]. Proceedings of 45th the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition[C]. IEEE, 2021: 4330–4339.
- [8]Dosovitskiy A., Beyer L., Kolesnikov A., et al. An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale[EB/OL]. arXiv:2010.11929, 2020.
- [9]He K., Zhang X., Ren S., et al. Deep residual learning for image recognition[A]. Proceedings of 40th the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition[C]. Las Vegas: IEEE, 2016: 770–778.
- [10]Zhang Y., Wang C., Deng W.. Relative uncertainty learning for facial expression recognition[J]. Advances in Neural Information Processing Systems, 2021, V34: 17616–17627.

面向应用统计专硕的空间数据分析进阶式案例 教学体系构建与实践

王波, 李哲源*, 杜雲泰

河南大学数学与统计学院, 河南 开封 475000

DOI: 10.61369/TACS.2025140046

摘 要 : 随着空间数据爆发式增长, 培养应用统计硕士生的空间数据分析能力迫在眉睫。针对教学中理论与实践脱节、案例碎片化等问题, 本文构建“基础技能—应用探索”两阶段进阶式教学案例体系, 包含两个典型案例: 河南省空气质量空间插值与可视化、气象要素对冬小麦产量的函数型影响。本文阐述了各案例核心内容及设计理念, 实践表明该体系可贯通全能力链路, 提升学生实践与创新能力, 为高端人才培养提供可复制方案。

关 键 词 : 案例教学; 应用统计专硕; 空间数据分析; 进阶式学习

Advanced Spatial Data Analysis for Master's Degree in Applied Statistics Construction and Practice of Case Teaching System

Wang Bo, Li Zheyuan*, Du Yuntai

School of Mathematics and Statistics, Henan University, Kaifeng, Henan 475000

Abstract : With the explosive growth of spatial data, it is urgent to cultivate the spatial data analysis ability of master's students in applied statistics. This article constructs a two-stage advanced teaching case system of "basic skills – exploring application" to address the problems of theoretical and practical disconnection and fragmented cases in teaching. It includes three typical cases: spatial interpolation and visualization of air quality in Henan Province, and functional impact of meteorological elements on winter wheat yield. This article elaborates on the core content and design concepts of each case. Practice has shown that this system can connect the entire ability chain, enhance students' practical and innovative abilities, and provide replicable solutions for the cultivation of high-end talents.

Keywords : case-based teaching; master's degree in applied statistics; spatial data analysis; advanced learning

引言

案例教学是一种实践型教学方式, 是培养应用统计专硕应用型人才的关键途径, 该专业旨在培养运用统计学理论方法解决各领域实际数据分析和决策问题的专门人才。但传统教学侧重统计理论传授与孤立方法演练, 难以让学生体会统计方法在真实场景的应用价值, 易导致“知行分离”, 空间数据分析领域的的数据预处理、模型实现等难点, 进一步加剧了教学与实践的脱节。空间统计学在智慧城市、精准农业等多领域应用日益凸显, 需掌握专属技术, 案例教学可弥合理论与实践鸿沟, 但现有案例存在碎片化、与行业前沿脱节等不足。

国内外教育研究表明, 案例教学能有效弥合理论与实践的鸿沟。例如, 建构主义学习理论^[1]强调, 学习是学习者主动建构意义的过程, 案例教学通过真实情境^[2]的呈现, 为学生提供了探索和意义建构的平台, 可视化平台可增强案例的交互性和实效性^[3]。但现有案例教学仍存在不足: 案例设计缺乏系统性和进阶性; 与行业前沿需求脱节^[4]; 评价方式单一^[5]。

本文设计了进阶式空间数据分析教学案例体系, 给出两个核心案例由浅入深、覆盖多领域与关键技术, 旨在为应用统计专硕实践教学改革提供有效范本。

项目信息:

2022年度河南大学研究生教育教学改革研究与实践项目“‘双一流’背景下地方高校专业学位研究生创新实训培养模式探索——以应用统计专业硕士研究生为例”(编号: YJSJG2022XJ006);

2023年度河南大学本科教学改革研究与实践项目“基于交互式 Shiny 应用的《时间序列分析》教学实践”(编号: HDXJJG2023-063)。

通讯作者: 李哲源, 河南大学数学与统计学院, 研究员, flettingwaves@163.com。

一、案例教学的理论依据与设计理念

建构主义认为学习是学习者主动建构意义的过程^[6-7]，案例教学通过真实情境为其提供探索平台；情境学习理论强调学习与实践情境密不可分^[2]，本体系案例均采用真实数据源，助力学生知识、技能与职业素养协同发展。此外，Vygotsky 的“最近发展区”理论，为案例体系的层级进阶设计提供了理论支撑^[7]。

基于上述理论，本案例体系的设计遵循进阶式学习和全链路能力培养的核心理念，在跨学科整合与前沿方法应用方面，强调案例教学应具备“实践性”和“前沿性”。在教学设计上，本体系还融入了“成果导向教育”（OBE）理念^[8]，以学生最终能达成的能力目标为导向，反向设计案例内容和评价标准。

二、案例体系

本节将详细阐述所构建的两个教学案例，每个案例均围绕案例背景、数据内容、核心方法与技术、实施步骤及预期学习产出展开。案例设计基于真实数据源，避免使用虚构或模拟数据，以增强教学的真实性和实效性。

案例一：基于薄板样条法的空气质量空间插值与交互可视化

随着公众对环境质量关注度提升，空气质量实时可视化成为环境监测关键环节。本案例以河南省空气质量监测为背景，教学目标为培养学生数据爬取清洗、薄板样条空间插值及交互式可视化开发能力，帮助学生理解空间数据的环境应用价值，为后续案例奠定基础。

案例数据来源于中国环境监测总站发布的公开 API，学生通过 Python 编程实现自动爬取数据，用以训练学生的数据工程能力。案例涉及的核心应用统计学方法与技术包括：（1）薄板样条（Thin Plate Spline）空间插值法。案例实施过程中，学生先学习数学原理，再练习通过最小化弯曲能量函数实现平滑插值；（2）可视化技术。学生使用 Web 开发框架（如 Flask）将插值结果集成为交互式网页，支持用户动态查询和地图缩放。

案例的具体实施步骤包括数据获取与清洗、模型构建和系统集成。要求学生产出可动态更新的河南省空气质量交互式网页，以及一份详细的技术报告，报告需包含数据预处理、模型选择依据、可视化设计逻辑等内容。重点培养学生数据爬取与工程能力、基础空间建模能力以及数据产品开发能力。案例难度适中，适合作为入门项目，帮助学生建立空间数据分析的全流程认知。

案例二：基于函数型回归的气象要素对冬小麦产量影响分析

粮食安全是国家重大战略，本案例聚焦农业气象领域，探究河南气象要素连续变化对冬小麦产量的影响。教学目标为引入函数型数据分析（FDA），培养学生处理高维连续数据、解决跨学科问题的能力，让学生通过建立函数型回归模型，体会统计学在精准农业中的应用。

本案例数据包括县级尺度的历史冬小麦单产数据（来自国家统计局）、逐日气象数据（如降水、温度、太阳辐射，来自中国气象局）以及冬小麦物候期资料（如播种、拔节、成熟期）。数据

时间跨度建议为 10-20 年，以捕捉长期趋势。

案例核心是让学生理解和掌握函数型数据分析（FDA）这一应用统计学方法。案例的具体实施步骤包括数据预处理、模型构建和结果解释。最后，由学生撰写学术论文式报告，包括引言、方法、结果、讨论等部分，并提交预测模型原型代码。通过本案例，学生将掌握 FDA 方法的核心思想，产出学术论文报告和预测模型代码，重点培养其处理高维数据、应用前沿方法以及跨学科协作的能力。案例剪难度高，适合作为中高阶探索项目。

三、教学实施过程与效果评估

为验证案例体系的有效性，我们自 2025 年春季起，将案例教学融入应用统计专硕一年级春季学期核心课程“应用统计软件”，实施对象为 2024 级学生 36 人。

教学实施过程包括课前准备、课堂组织和阶段性考核。效果评估借鉴了熊思灿^[9]的评价理念，其中过程性评价占比 60%，包括课堂参与度、小组协作表现、代码质量、中期报告等，成果性评价占比 40%，基于最终产出的技术报告、可视化系统或学术论文，由教师和行业专家共同评分，重点考察方法的正确性、结果的创新性和报告的专业性。

对比 2023 级实施数据可知：学生成绩优秀率（≥ 90 分）由传统教学 20% 提升至 35%，体现案例教学对能力提升的显著作用。问卷显示，95% 学生学习兴趣增强，90% 认为跨学科案例拓宽视野，88% 反映编程与实践能力明显提高。学生还建成可部署空气质量平台，并获 2025 全国应用统计案例大赛华中赛区二等奖，充分彰显案例教学实效。

四、案例设计原因的深度分析

本案例体系的设计绝非方法的简单堆砌，其背后蕴含着对应用统计专硕核心能力培养的深刻思考与系统规划，其深层逻辑主要体现在以下三方面。

首先，案例设计贯彻了知识整合性贯通原则和能力指向性的阶梯式递进策略。本案例打破统计学专业课程壁垒，实现多模块知识有机融合。这一理念体现了袁本涛等^[9]对专业学位培养的“整合性”要求，强调理论向实践的转化。两个案例的能力目标逐层提升，设计符合认知规律，与“三维形式体系”层次性相呼应。

其次，案例选题是对行业新需求与学术前沿的敏锐响应。案例对接环境、交通、农业等热点领域，贴合应用统计专硕就业方向，助力学生积累实践经验；同时，引入 GAM、FDA 等前沿方法，使学生接触到学术界和工业界正在使用的先进工具，保持了教学内容的前瞻性。这体现了周少玲等^[10]强调的案例应“注重实践性”和“符合教学目标”。

第三，案例体系对难度与复杂度进行精细化调控。设计贴合学生认知规律，案例一目标清晰、路径规范，帮助学生快速入门、树立信心；案例二数据与模型更复杂，聚焦前沿理论与

算法。采用逐步递进的方式，有效减轻学习压力、提升教学效果，学术深度与社会价值同步提升，激发学生学术志趣与社会责任感。

五、结论与展望

本文构建的进阶式空间数据分析案例教学体系，是应用统计专硕培养模式的有益探索。该体系以“真实问题、前沿方法、完整流程、能力递进”为核心，通过两个难度与领域逐层递进的案

例，融合统计理论、计算技术与领域知识。实践表明，其可显著提升学生实践能力、创新思维与职业素养，为高端统计人才培养提供可复制方案。

总之，案例教学是连接统计理论与应用实践的关键桥梁。本论文所提出的案例体系框架与设计思路，深化了对于实践型人才培养规律的认识，可为同类院校应用统计专业硕士的实践教学提供有益参考，助力培养出更多能够适应大数据时代要求的高素质、应用型统计人才。

参考文献

- [1]DEWEY J. Experience and Education[M]. New York: Kappa Delta Pi, 1938.
- [2]LAVE J, WENGER E. Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- [3]刘今子, 邸伟娇, 杜辉, 王晶, 杨云峰, 赵提财. 结合数学建模思想完善研究生《应用统计》案例式教学改革[J]. 科技视界, 2015(12): 42, 75.
- [4]刘燕, 冯三营. 应用统计专业硕士教学案例建设与评价系统研究[J]. 高教学刊, 2025(6): 13-17.
- [5]王丰效. 应用统计专业学位研究生培养模式创新与实践[J]. 科学咨询, 2023(7): 184-186.
- [6]PIAGET J. Genetic Epistemology[M]. New York: Columbia University Press, 1970.
- [7]VYGOTSKY L S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- [8]SPADY W G. Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers[M]. Arlington: American Association of School Administrators, 1994.
- [9]袁本涛, 胡轩, 杨力劳. 目标与路径: 专业学位培养方案的内容分析[J]. 高等工程教育研究, 2015(5): 136-143.
- [10]周少玲, 王小胜, 张振辉. 应用统计专业硕士研究生课程案例库建设研究[J]. 教育观察, 2021, 10(21): 106-108.

基于典型数据应用场景的数据安全能力建设

向柳¹, 张皎¹, 周姿彤², 董欣¹

1. 奇安信网神信息技术(北京)股份有限公司, 北京 100044

2. 信息工程大学, 河南 郑州 450001

DOI: 10.61369/TACS.2025140049

摘 要 : 数据安全治理是一项复杂度高、综合性强的信息化系统工程。本文以业务流程关键环节为核心聚焦典型数据应用场景(开发测试运维场景、办公数据应用场景、数据共享交换场景和数据开放交易场景)下的数据安全风险,在数据安全治理方法论 DGPC 和最佳实践 DSG 指导下,重点阐述了在特权访问安全管理、数据库安全防护、数据泄漏防护、监测与风险分析和隐私计算五个方面开展数据安全能力建设,有助于企业和组织深化、完善数据安全体系建设。

关 键 词 : 典型数据应用场景; 数据安全; 能力建设

Data Security Capability Building Based on Typical Data Application Scenarios

Xiang Liu¹, Zhang Jiao¹, Zhou Zitong², Dong Xin¹

1. QiAnXin WangShen Information Technology (Beijing) Co., Ltd. Beijing 100044

2. Information Engineering University, Zhengzhou, Henan 450001

Abstract : Data security governance is an information system engineering with high complexity and strong comprehensiveness. This paper focuses on typical data application scenarios (development, testing, operation and maintenance scenarios, office data application scenarios, data sharing and exchange scenarios, and data open trading scenarios) centered around key business process links. Guided by the data security governance methodology DGPC and best practices DSG, it emphasizes the development of data security capabilities in five aspects: privileged access security management, database security protection, data leakage prevention, monitoring and risk analysis, and privacy computation. This is helpful for enterprises and organizations to deepen and improve their data security system construction.

Keywords : typical data application scenarios; data security; capacity building

引言

在近年来的国民经济发展中,土地、劳动力、资本和技术作为传统生产要素对政企数字化转型和传统产业智能化发展依旧提供稳定的基础动力。然而,随着 IT 技术的不断升级迭代以及业务与信息化技术深度融合的需求,数据作为一种新型生产要素^[1],在培育数字经济新产业、新业态和新模式中起到重要作用。国家相关部门及行业机构正在积极推动农业、工业、交通、教育、安防、城市管理、公共资源交易等领域的数据开发利用场景规范化和数据采集标准化。充分发挥数据这一新型要素对其他要素效率的倍增作用,培育发展数据要素市场,使大数据成为推动经济高质量发展的新动能。

一、数据面临的安全挑战

随着数据量飞速发展,据权威机构统计,2035 年全球总数据量将超过 2 万亿 TB。大量数据在使用、流通、交易等环节存在安全风险,数据安全面临着监管要求、流动过程风险和业务过程风险三方面的挑战。第一,《数据安全法》和《个人信息保护法》为代表的一系列法律法规的颁布,为监管提供了数据安全合规和数据安全保护的依据,用户需要解决业务正常运转过程中满足监管对数据安全的要求;第二,数据流动过程面临更多数据来源、应

用调用、外部合作和跨域流动带来的风险;第三,数据业务运转过程面临数据权限、用户权益、数据存储和业务质量等方面存在的风险。

二、数据安全治理方法论

面对数据全生命周期存在的风险和数据安全面临的挑战,国际上知名的数据安全治理方法论和最佳实践为微软的 DGPC^[2](Data Governance for Privacy, Confidentiality

and Compliance) 和 Gartner 的 DSG^[3] (Data Security Governance), 强调了技术工具、组织人员及策略流程为核心的数据安全治理机制的重要性。

DGPC 提供了人员、流程和技术三个能力维度的治理方法。其中, 人员方面, 需建立由组织内部人员组成的 DGPC 团队, 明确定义其角色和职责, 提供足够的资源来执行他们所需的职责, 以及对总体数据治理目标给予明确指导。流程方面, 必须满足的各种要求涉及的各种权威文件 (法律、法规、标准以及公司政策和战略文件), 并理解这些法定要求、组织策略和战略目标是如何相互交叉并影响的。确定在特定数据流程中数据安全、隐私和合规面临的威胁, 分析相关风险并确定适当的控制目标和控制活动。技术方面, 通过一种分析特定数据流的方法, 以识别信息安全管理或控制框架存在残留的、特定的风险。以数据生命周期为第一维度, 以安全架构、身份认证与访问控制、信息保护、审计为第二维度, 组成了二维的数据安全防护矩阵。

DSG 提供了数据安全治理框架。从平衡业务与数据安全风险开始进行规划, 开展对数据的梳理和管理数据的全生命周期。针对业务运转过程, 定义数据安全策略和部署数据安全产品, 最后为所有产品编排统一的安全策略, 完成数据安全的集中管理。

三、典型数据应用场景下的数据安全能力建设

基于 DGPC 的技术能力要求和 DSG 的数据安全治理流程, 本文重点研讨典型数据应用场景下的数据安全能力建设, 分为以下四种场景: 在开发测试运维场景下, 涉及人员及终端具备高操作权限, 容易产生数据泄露或破坏; 在办公数据应用场景下, 业务终端可利用工作便利获取敏感数据, 容易产生数据泄露; 在数据共享交换场景下, 数据交互频繁, 极易产生数据违规分发情况; 在数据开放交易场景下, 既要保护隐私, 又要兼顾数据价值挖掘, 以支撑数据开放交易。四种典型数据应用场景如下图所示:

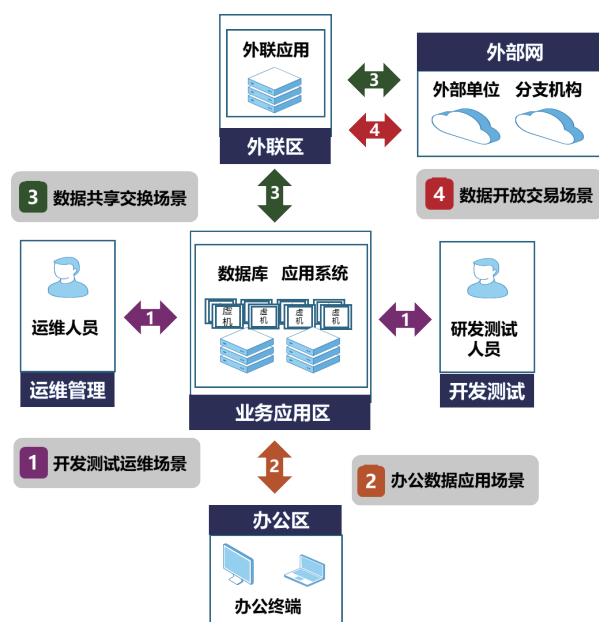


图1 典型数据应用场景

（一）风险分析

在典型数据应用场景下, 用户存在以下数据安全痛点和问题:

(1) 特权账号管理混乱: 数据依赖的资源环境中, 存在大量的僵尸账号、幽灵账号, 长期未改密账号等风险账号。特权账号被利用造成数据破坏或泄露。

(2) 敏感数据泄露问题: 敏感数据分布及流动状况不清, 难以监测使用状况, 容易造成数据泄露。

(3) 敏感数据越权访问问题: 不同角色的人员应具备不同的数据权限, 缺少细粒度的权限管控, 易造成敏感数据的泄露。

(4) 威胁操作问题: 运维、开发人员具备高操作权限, 误操作、滥用操作容易造成数据破坏或泄露。

(5) 安全合规问题: 缺少针对数据库操作、运维操作的审计能力, 不满足等保2.0^[4]等法律配套标准要求。

(6) 隐私保护与数据挖掘的矛盾问题: 脱敏后数据难以进行有效的价值挖掘, 直接交换数据容易产生数据泄露, 因此在隐私保护与数据挖掘之间的矛盾难以平衡。

（二）能力建设

数据安全能力依托于数据安全技术的合理运用。数据安全技术主要分为数据资产管理类、数据资产防护类、数据处理行为防控类和数据开发利用类^[5]。面对典型数据应用场景下的数据安全风险, 为保障业务正常运行和数据全生命周期的安全, 数据安全能力主要包括特权访问安全管理 (运用数据资产管理类技术)、数据库安全防护 (运用数据资产防护类技术)、数据泄露防护 (运用数据资产防护类技术)、监测与风险分析 (数据处理行为防控类技术) 和隐私计算 (数据开发利用类技术)。

特权访问安全管理能力包括账号发现分析、账号纳管改密、运维访问控制和运维操作审计; 数据库安全防护能力包括数据库访问控制、数据库攻击防护和数据库安全审计; 数据泄露防护能力包括网络数据防泄漏、邮件数据防泄漏、终端数据防泄漏和数据脱敏; 监测与风险分析能力包括数据分布监测、数据流动监测、泄露风险监测和用户行为分析; 隐私计算能力包括数据安全分离。

针对四种典型数据应用场景将以上能力融合后, 形成特定数据应用场景下的数据安全能力建设方案。详细内容如下:

（1）开发测试运维场景

开发测试运维场景的数据安全能力建设主要从以下几个方面进行考虑:

统一运维管理: 通过集中化运维管控、运维过程实时监控、运维访问合规性控制、运维过程图形化审计等功能, 构建一套完善的事前预防、事中监控、事后审计安全管理体系。

集中账号管控: 提供特权账号的发现分析、安全存储、自动改密等功能, 帮助系统化、流程化和规范化特权帐号管理的工作, 降低特权账号管理不善带来的安全风险。

消除应用“硬编码^[6]”: 消除应用系统中的明文存储的账号密码, 同时应用系统动态获取账号密码, 改密不影响应用系统使用, 保证应用系统的连续性。

敏感数据脱敏应用：提供数据库和文件的脱敏能力，满足在生产环境导出数据以供业务数据分析者在开发测试环境使用的需求。

数据库安全防护：对开发测试运维场景下的数据维护和数据分析提供访问控制与审计能力，防止对数据库的恶意破坏和数据窃取，保证数据的安全。

高权限终端数据防泄漏：有效防控开发测试运维等高权限人员通过终端对核心数据的泄露。

因此，本场景采用以下技术措施：运维访问控制、数据库访问控制、终端数据防泄漏、账号发现分析、账号纳管改密、运维身份认证、运维访问控制、运维操作审计、数据库审计和数据脱敏。

（2）办公数据应用场景

办公数据应用场景的数据安全能力建设主要从以下几个方面进行考虑^[7]：

数据防泄漏：结合办公场景对用户行为分析，制定合适的敏感文件控制策略，通过管理 + 技术的方式解决用户数据防泄漏的难题，防止办公人员对核心数据的外发泄露。

数据库安全审计：通过用户、业务系统、数据库三层信息的关联审计，准确描述何人、何时、何地、以何种方式进行违规操作，并提供溯源与定责依据^[8]。

因此，本场景采用以下技术措施：终端数据防泄漏、网络数据防泄漏、邮件数据防泄漏、用户行为分析和数据库操作审计。

（3）数据共享交换场景

数据共享交换场景的数据安全能力建设主要从以下几个方面进行考虑：

数据资产分布地图：提供一个敏感数据资产分布情况的全面、直观的管理视角，实现敏感数据、应用、账户、API 接口的全感知全展现。

数据流动可视化：通过网络流量的还原分析，构建数据流动视图，实时解析和监测数据轨迹。

数据安全风险态势：实时监测数据泄露风险，及时定位及时预警，支撑数据安全常态化运营。

数据泄露溯源：提供主体溯源和线索溯源能力，支撑数据安全事件的事后定责。

敏感数据脱敏应用：提供数据库和文件的脱敏能力，满足敏感数据对外共享的隐私安全。

因此，本场景采用以下技术措施：敏感数据分布监测、数据流动监测、泄露风险分析、数据脱敏、泄露风险监测和敏感数据分布监测^[9]。

（4）数据开放交易场景

数据开放交易场景的数据安全能力建设主要从以下几个方面进行考虑：

安全前提下的数据价值挖掘：合法合规安全地对外开放数据，既保证数据安全，又能充分发挥数据的最大价值，助推企业数据业务的快速发展。

原始数据不流出：秉承“数据不动程序动”、“数据可用不可见”的安全理念，实现了数据所有权和使用权分离^[10]，确保原始数据不流出。完美保留数据价值，支撑数据安全的开放交易。

因此，本场景采用以下技术措施：隐私计算（数据沙箱、隐私求交、联邦学习）。

四、结语

面对不断叠加演进的安全威胁，数据安全建设是长期而复杂的过程，需要在建设过程中持续聚焦业务流程中数据应用存在的安全风险，针对不同的数据应用场景，厘清安全、数据、业务流程之间的深层次联系，构建清晰的数据流转视图。通过采用合理的数据安全技术，明确重点环节，按照有序推进、分步建设的实施路线，分场景分阶段落地并完善数据安全能力建设，确保安全能力深入融合到业务流程中，实现安全能力的自生长。

参考文献

- [1] 杨慧珍. 数据要素交易中数据安全风险的协同治理研究 [D]. 山东：山东财经大学, 2025.
- [2] 中关村网络安全与信息化产业联盟, 数据安全治理专业委员会. 数据安全治理白皮书 5.0 [EB/OL]. (2024-11-06). <https://www.hljbigdata.org/data/upload/2024-11-06/672b2c61a3168.pdf>.
- [3] Joerg Fritsch, Mike Wonham. How to successfully design and implement a data-centric security architecture [EB/OL]. (2019-07-22). <https://www.gartner.com/en/documents/3953491>.
- [4] GB/T 22239-2019, 《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》 [S].
- [5] 关伟东, 汪露露. 数据安全技术现状及发展趋势研究 [J]. 信息通信技术, 2025(1): 48-51.
- [6] 黄晨量. 对象关系映射的硬编码方式的设计与实现 [J]. 上海师范大学, 2005(7).
- [7] 张晶姝. 终端数据防泄漏系统在企业中的应用实践 [J]. 数字技术与应用, 2018, 36(05): 191-192.
- [8] 周建宁, 季君, 吴陈龙, 等. 多维度数据库安全审计设计和实现 [J]. 中国公共安全 (学术版), 2019, (04): 111-115.
- [9] 孟祥猛. 信息网络建设中的安全问题分析 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2019, (05): 171-173.
- [10] 刘业政, 宗兰芳, 周芦娟, 等. 数据要素流通交易的可信指标及测度方法 [J]. 管理评论, 2024, 36(12): 26-36.

大数据赋能高校二级学院多元分类评价体系

龚珏

中国石油大学(北京), 北京 102249

DOI: 10.61369/TACS.2025140053

摘 要： 高校二级学院作为人才培养、科学研究、社会服务的核心载体，其评价体系的科学性直接关系到高校整体办学质量。本文以高校二级学院多元分类评价体系为研究对象，运用大数据海量处理、多维度分析、实时监测的优势，克服传统评价维度单一、分类固化、数据碎片化、主观偏差明显、反馈滞后等问题，推动评价从经验驱动转向数据驱动、从静态转向动态、从人工转向人机协同，为构建多元分类评价体系提出全新实施路径与保障机制，为促进学院高质量发展提供理论与实践参考。

关 键 词： 大数据；高校二级学院；多元分类评价；高质量发展

Big Data Empowers the Multi-Classified Evaluation System of Secondary Colleges in Universities

Gong Jue

China University of Petroleum (Beijing), Beijing 102249

Abstract： As the core carrier of talent training, scientific research, and social services, the scientificity of the evaluation system of secondary colleges in universities is directly related to the overall school-running quality of universities. Taking the multi-classified evaluation system of secondary colleges in universities as the research object, this paper leverages the advantages of big data such as massive data processing, multi-dimensional analysis, and real-time monitoring to overcome the problems of traditional evaluation, including single dimension, rigid classification, fragmented data, obvious subjective bias, and lagging feedback. It promotes the transformation of evaluation from experience-driven to data-driven, from static to dynamic, and from manual to human-machine collaboration. This paper proposes a new implementation path and guarantee mechanism for constructing the multi-classified evaluation system, and provides theoretical and practical references for promoting the high-quality development of colleges.

Keywords： big data; secondary colleges in universities; multi-classified evaluation; high-quality development

高等教育进入高质量发展阶段，数据赋能、智能驱动成为高校多元分类评价体系创新的主要方向。高校二级学院发展水平直接决定高校核心竞争力。大数据技术的普及和快速发展为教育评价改革提供海量数据支撑，可整合破解传统评价数据碎片化、分析表面化难题，实现多源、全周期、多模态数据的汇聚与融合，为评价提供客观依据。以大数据赋能多元分类评价，为高校提供精准评价工具，梳理多元分类评价核心内涵与理论基础，提供可操作的技术路径与实施方案，构建大数据赋能的评价框架，成为高校教育管理的重要课题。推动教育评价与大数据技术深度融合，引导学院立足特色实现差异化发展，激发学院办学活力，为高校资源配置、发展规划提供实践指导，具有重要的理论价值和现实意义。

一、国内外研究现状

国外高校教师教学评价起步早，在西方已有一百多年的历史，注重分类与个性化评价，根据学科、定位制定差异化标准，且较早应用大数据实现动态监测与精准评价。英国的高校教育教学评价体系较为成熟，理念较为丰富；爱丁堡大学注重教师教学评价

工作，并将结果应用于高校管理机构的人事决策、教师发展、课程设置等方面^[1]；牛津大学建立了国家、社会和学校三个层面的教师发展评估体系，教学评价内容全面、评价主体与方式多元、评价结果反馈与应用及时^[2]。国外围绕多元智能理论、形成性评价、发展性评价、增值评价等形成较为成熟的理论体系，强调评价应关注个体差异、全面发展与长期成长。进入人工智能（AI）

项目信息：本文系校级2022年思想政治工作培育建设项目思想政治工作精品重点项目的阶段性研究成果。

作者简介：龚珏（1975—），女，湖南益阳人，中国石油大学（北京）助理研究员，研究方向：高等教育研究。

时代，第五代评价理论以“智能协同、动态进化”为核心，依托AI与大数据技术，实现多元主体实时参与、评价指标动态调适与过程性成长精准追踪^[3]。

但国外体系基于其自身教育体制，难以直接应用于我国高校。我国高校教师教学评价研究和实践的历史只有短短的三四十一年。北京师范大学在20世纪80年代中期，开始了高校教师教学水平评价^[4]。国内研究更多立足政策改革需求，聚焦分类评价体系设计、指标构建、实施路径等，在教育评价、人才评价、科研评价等领域形成大量实践探索。受高质量人才培养的内部需求和世界大学排名的外部因素影响，我国越来越关注大学评价，尤其是教学评价，但大部份高校当前仍沿用的是传统的教师评价办法，即“五唯”评价法^[5]。随着技术的飞速发展，借助人工智能时代的新技术、新理念，大数据被广泛应用于评价场景优化，教师分类评价更应凸显教育本质。综合来看，多元分类评价是新时代评价改革的核心方向，大数据具备赋能评价创新的巨大潜力。

二、研究思路和创新点

高校二级学院是高校基层办学单位，按学科可分为文科、理科、工科、艺术等类，按定位可分为教学型、科研型、教学科研型。多元分类评价针对不同类型、不同层次、不同发展阶段的评价对象，采用多维度指标、多来源数据、多样化方法，实施差异化分类与综合评价的现代化评价模式。大数据赋能以多源、海量、高维度、动态化数据为基础，通过数据采集、清洗、融合、挖掘与可视化，实现客观化、全景式、全过程监测的评价形态，突出用数据说话、用数据决策。

本研究以“大数据赋能多元分类评价”为主线，构建一体化智能评价体系，力求实现理论创新与实践落地的统一。遵循“理论基础—现状分析—体系构建—挑战对策—结论展望”的逻辑思路。采用文献研究法梳理理论与技术的相关成果；运用跨学科研究法融合评价学、管理学、数据科学与人工智能；通过模型构建法设计数据体系、指标体系与AI评价模型；采用规范分析法对伦理、安全、制度等问题提出对策建议，确保研究的科学性、系统性与实用性。研究创新点主要体现在：一是视角创新：将大数据、人工智能与多元分类评价深度融合，形成数据驱动+智能分类+精准评价的整合研究框架，构建精细化分类评价标准，实现差异化评价，突破传统经验式评价局限。二是体系创新：将大数据与评价体系深度融合，构建从数据治理、特征提取、智能分类到综合评价、反馈改进的全流程闭环体系，而非单一技术应用，更具系统性与可操作性。三是实践创新：突出人机协同、可解释性、安全伦理与落地适配，可为项目推广与政策实施提供直接支撑。

三、评价体系的现状、问题及成因分析

当前二级学院评价逐步规范化，但在实践中传统评价模式面临诸多瓶颈。部分高校尝试应用大数据，仍处于初级阶段，也有

在一些明显问题：

一是评价维度相对单一，教学、科研等核心领域多重量化轻质性、重结果轻过程，对能力、素养、潜力、过程等质性内容挖掘不足。

二是分类标准较为固化，多依赖经验设定，对不同学科、岗位教师的个性化差异识别不足，容易出现“一刀切”，缺乏多元化数字化分类评价模型支撑；

三是数据采集不全，人工数据处理低效，来源碎片化，过程性数据分散于教学、科研、人事等不同的独立系统中，信息孤岛现象明显，数字化工具未能有效发挥效能，跨部门调用难以实现，缺乏统一整合与深度利用，难以形成完整的评价对象画像；

四是主观因素影响较大，主观权重偏高，指标权重、等级划分、结果判定高度依赖人工判断，公平性与稳定性不足。

五是评价主体参与机制不完善，评价模式同质化严重。评价过程静态化，缺乏实时监控、动态预警与持续改进机制。评价与改进脱节，评价反馈滞后，多为事后总结式评价，时效性不足。

究其原因，一是评价主体以高校内部管理部门为主，外部参与度低。受传统管理机制影响，体系设计前瞻性不够，评价理念落后，缺乏有效的顶层设计；二是技术支撑不足，基于大数据应用分析的教师评价体系不健全，缺乏数字抓取、数据互访的协同机制，难以调取不同职能部门的相关数据；三是评价机制不健全，保障体系不完善；四是外部评价参与机制缺失，缺乏社会认可度。

四、体系创新范式的构建

大数据赋能下的多元分类评价体系创新范式，核心是打破“单一指标、统一标准、静态评价”的传统模式，构建“数据驱动、分类施策、多元协同、动态优化”的新型评价框架，实现“评价维度多元化、评价标准差异化、评价过程智能化、评价结果精准化”的目标。

（一）核心逻辑：数据驱动的评价导向重构

摒弃传统评价中“经验主导、主观判断”的核心逻辑，将大数据作为评价体系的核心支撑，实现“数据采集—数据处理—数据分析—分类评价—结果反馈—优化改进”的全流程数据驱动，形成闭环管理。一方面，通过多渠道、多维度采集评价对象的客观数据，指标涵盖教学质量、科研创新、社会服务、师资队伍、学生发展、办学特色6个维度，替代传统以人工填报、主观打分为主的数据获取方式，减少人为干扰，提升评价数据的真实性和全面性；另一方面，借助大数据分析技术，对海量数据进行清洗、整合、建模，挖掘数据背后的关联关系和潜在规律，让评价结果更具科学性和说服力，实现“用数据说话、用数据评价、用数据优化”。

（二）框架构建：多元分类的评价体系搭建

基于评价对象的差异性、评价场景的多样性，构建“分层分类、多维融合”的评价框架，打破“一刀切”的评价标准。一是分类施策，根据评价对象的类型、属性、发展阶段，划分不同的

评价类别，如科研型、教学型、教学科研型、管理服务型等，制定差异化的评价指标体系；二是多维融合，每个评价类别下，构建“定量指标+定性指标”“静态指标+动态指标”“核心指标+辅助指标”的多元维度，涵盖业务能力、发展潜力、服务质量、社会贡献等多个层面，确保评价的全面性；三是层级适配，针对不同层级的评价需求，搭建分层评价框架，实现评价体系与评价需求的精准适配。

（三）范式特征：智能协同的评价生态形成

大数据赋能的多元分类评价范式，具有四大鲜明特征：一是智能化，借助人工智能、机器学习等技术，实现数据采集自动化、评价分析智能化、结果反馈实时化，减少人工干预，提升评价效率；二是动态化，建立实时数据更新机制，能够及时捕捉评价对象的变化，动态调整评价指标和评价标准，避免评价滞后；三是协同化，打破部门、领域、层级之间的数据壁垒，实现数据共享、资源协同，形成校院系三级评价协同生态；四是个性化，基于大数据挖掘，能够精准识别评价对象的个性化需求和发展特点，提供个性化的评价反馈和优化建议，实现“一对一”的精准评价。

五、实施路径与保障机制

按照“统筹规划、分步推进、试点先行、全面推广”的原则，围绕“数据、技术、机制、人才”四大核心要素，构建从基础搭建到落地应用、再到优化升级的全流程实施路径，确保评价体系能够落地见效、持续优化。

（一）基础铺垫——筑牢数据与技术根基

核心目标是解决“数据从哪里来、技术如何支撑”的问题。结合具体场景梳理评价需求，明确评价对象、评价类别、评价维度、核心目标、数据需求和技术需求；搭建数据采集体系，整合数据，如以信息中心为主导建立统一的数据采集渠道，实现多源数据的全面覆盖；搭建一体化的技术支撑平台，整合大数据采集、清洗、分析、挖掘、可视化等技术，实现数据处理、评价分析、结果展示的全流程智能化，同时保障安全性和可扩展性。

（二）体系构建——完善分类评价框架

重点推进“分类科学、指标合理、标准适配”的体系精细化构建。进一步细化评价类别，明确评价范围和核心导向；构建指标体系，筛选核心评价指标，明确指标定义、计算方法、权重分配，兼顾定量指标的可量化性和定性指标的客观性，通过大数据

分析优化指标权重；制定差异化的评价标准，明确优秀、良好、合格、不合格等不同等级的划分依据，同时建立标准动态调整机制，及时优化评价标准。

（三）试点应用——验证优化体系效能

运用搭建的评价技术平台，选取试点对象进行全面评价试点；对试点对象实时收集评价过程中的问题和反馈，重点关注指标合理性、标准适配性、数据准确性、系统稳定性等，优化完善体系；根据试点结果梳理存在的问题，调整评价指标、优化权重分配、完善评价标准，同时优化技术平台功能，提升评价效率和精准度，形成可复制、可推广的试点经验。

（四）全面推广——实现体系落地见效

试点后逐步扩大评价体系的应用范围，实现全面落地。加强宣传推广，向相关单位、评价对象普及评价体系的优势、流程和应用方法，提高参与度和认可度；推动数据跨部门、跨领域的共享共用，打破数据壁垒，确保评价数据的全面性和及时性；规范应用流程，制定评价实施细则，明确评价周期、数据采集、分析核算、结果反馈等各环节的操作规范；建立应用监督机制，对评价过程和评价结果进行监督，确保评价工作的公平、公正、公开。

（五）迭代升级——实现体系持续优化

建立常态化数据更新机制，动态采集数据，确保时效性；跟踪学科专业发展趋势和评价需求变化，及时调整评价指标、评价标准和评价方法；强化技术创新应用，提升评价平台的智能化水平和数据安全保障能力；收集评价对象和相关单位的反馈意见，持续优化评价体系的科学性和实用性，形成“构建—应用—优化—升级”的良性循环。

六、结论与展望

当前大数据赋能多元分类评价体系，是数字化转型背景下评价体系创新的必然趋势，能够有效破解传统评价体系的痛点，实现评价的精准化、全面化、动态化和个性化。强化数据治理、技术支撑、机制保障、人才培养和安全保障等具体举措，能够推动多元分类评价体系落地见效，为评价工作提供科学支撑，助力高校高质量发展和高效治理。未来，随着大数据技术的不断发展，需持续优化评价体系，推动评价范式不断创新，充分发挥大数据的赋能价值，让评价真正成为引导发展、优化决策、提升质量的重要手段，更好服务于高校二级学院高质量发展。

参考文献

- [1] 陈橄榄. 英国大学教师发展中心的建设与启示：以爱丁堡大学学术发展研究所为例[J]. 重庆高教研究, 2016(5).
- [2] 徐子涵, 邓红. 从牛津大学看我国“双一流”大学建设[J]. 邯郸学院学报, 2017(3).
- [3] 张立杰, 王爽. 大数据背景下高校教师科研评价体系研究[J]. 科技视界, 2019(13).
- [4] 尹天光. 基于大数据分析的高校教师教学发展性评价体系构建研究[J]. 教育理论与实践, 2021(Vol.41 No.27).
- [5] 王宇松. 对大数据视域下高校教师管理与评价的新思考[J]. 中学政治教学参考, 2021(3):102-102.

效率与温度：人机共生的小学作文五阶教学模型构建

欧阳艳，董琛辉

杭州市澎致小学，浙江 杭州 310009

DOI: 10.61369/TACS.2025140056

摘 要： 小学作文教学长期面临“学生兴趣低、教师负担重、育人价值弱”的三重困境。人工智能技术的介入，虽为破解困局带来机遇，却也催生了算法同质化、情感数据化等异化风险。如何在技术赋能与人文坚守之间寻求平衡？本研究构建了“共生与赋能”五阶教学模型，依托人工智能作文辅助系统，通过“情境感知－支架搭建－人机协同－多维展示－社会联结”五个阶段，形成“技术外环赋能基础训练、教师内环引领高阶发展”的“双环驱动”机制，实现 AI 智能批改、素材生成与教师情感激发、创意培养的有机分工。行动研究表明，学生写作动机满意度提升 35.2%，细节描写密度增加 47%，教师批改效率提升 58%。本模型为落实语文核心素养、推动作文教学数字化转型提供了兼具效率与温度的实践路径。

关 键 词： 小学作文教学；AI 技术；五阶模型；教育数字化；人机协同

Efficiency and Warmth: Construction of a Five-Stage Teaching Model for Primary School Composition in the Human-Machine Symbiosis Era

Ouyang Yan, Dong Chenhui

Hangzhou Pengzhi Primary School, Hangzhou, Zhejiang 310009

Abstract： Primary school composition teaching has long been confronted with the triple dilemmas of "low student interest, heavy teacher burden, and weak educational value". The intervention of artificial intelligence (AI) technology, while bringing opportunities to solve the predicament, has also given rise to alienation risks such as algorithmic homogenization and emotional digitization. How to strike a balance between technological empowerment and humanistic persistence? This study constructs a "symbiosis and empowerment" five-stage teaching model. Relying on an AI-assisted composition system, through five stages—"situational perception, scaffolding construction, human-machine collaboration, multi-dimensional presentation, and social connection"—it forms a "dual-loop driving" mechanism featuring "the outer technical loop empowering basic training and the inner teacher loop guiding high-order development". This realizes the organic division of labor between AI's intelligent revision and material generation, and teachers' emotional stimulation and creativity cultivation. Action research shows that students' satisfaction with writing motivation has increased by 35.2%, the density of detailed descriptions has risen by 47%, and teachers' revision efficiency has improved by 58%. This model provides a practical path that balances efficiency and warmth for implementing core Chinese literacy and promoting the digital transformation of composition teaching.

Keywords： primary school composition teaching; AI technology; five-stage model; educational digitalization; human-machine collaboration

一、引言：教育数字化战略下小学作文教学的机遇与挑战

智能批改能在 3 秒内完成一篇作文的纠错，极大提升了教学效率；但当 AI 生成的“优美词句”批量涌入学生作文，当教师的评语日渐被数据和建议替代，一个根本性的追问浮出水面：作文教学，是否会沦为一场高效的“文字加工”，而失落了“以文化人”的本真？

这一追问，直指当前作文教学的核心矛盾。《义务教育语文课程标准（2022 年版）》将“文化自信”“语言运用”确立为语文核心素养，昭示着写作教学必须兼顾工具性与人文性的统一。

然而现实是，传统模式下，教师批改 40 篇作文平均耗时 7-8 小时，反馈周期长达 3-5 天，超七成学生“拿到批改时已忘记当初怎么写”；而 AI 介入后，对某小学六年级班级的分析显示，超 40% 的作文呈现“算法同质化”倾向，约 35% 的教师存在过度依赖 AI “情感数据”的倾向——技术提效的同时，育人的温度正在流失。

如何在拥抱技术红利的同时，坚守育人的本质？这是教育数字化战略下小学作文教学亟待破解的核心命题。本研究回应这一命题，构建了人机协同的“共生与赋能”五阶教学模型，旨在通过明确 AI 与教师的功能分工，实现技术效率与人文价值在作文教

学中的深层共生。

二、困境解码：传统与 AI 交织下的作文教学病灶

作文教学改革呼吁多年，为何始终难以突破？答案或许藏在两个相互纠缠的困境之中。

（一）传统模式的低效闭环

教师投入巨大精力逐篇批改，效果却往往事倍功半。以某市普通小学五年级为例，一位语文教师批改 40 篇作文平均耗时 7 至 8 小时，反馈周期长达 3 至 5 天。调研显示，超七成学生反映拿到批改时已忘记当初的写作思路与情感——最佳修改时机就此错失，写作热情与思维连贯性在等待中消磨殆尽。更令人忧虑的是指导的同质化。对 5 所小学近三年 2000 余篇作文评语的分析发现，“语句通顺、中心明确”“内容具体、条理清晰”等模板化评语占比超过 65%。学生富有灵气的个性表达——那些独特的比喻、充满个人情感的叙事——被标准化的评语轻轻放过。

（二）AI 介入的异化风险

技术本为破局而来，却在应用中催生了新的危机。对某小学六年级使用 AI 辅助的班级进行分析，超过 40% 的作文呈现出明显的算法偏好。描写春天时，七成以上学生会引用 AI 高频素材。学生的语言风格与选材路径被技术悄然绑定，原创力在不知不觉中消解。更深层的问题在于育人温度的流失。2024 年某市教师问卷调研显示，约 35% 的教师存在过度依赖 AI 生成的情感数据进行授课的倾向。当教学建议由算法生成，当师生互动让位于人机交互，作文教学便从“以文化人”异化为“数据驱动的文字加工”，背离了教育的本质。

这两重困境指向同一个症结：无论固守传统还是迷信技术，都无法从根本上解决作文教学的核心矛盾。传统模式的问题在于“低效”，AI 应用的风险在于“失温”。破局之道，在于重构教学生态——让 AI 处理那些可标准化、重复性的事务，为教学提效；让教师聚焦那些不可替代的育人职能，为写作铸魂。



图 1: AI+五阶写作模型育人目标进阶链

三、五阶靶向实践：从情感唤醒到价值创造的人机协同路径

基于对双重困境的回应，本研究构建了“情境感知－支架搭建－人机协同－多维展示－社会联结”五阶教学模型。该模型的核心创新在于：每一阶段都精准回应一个教学难题，并明确 AI 与教师在其中的分工与协作，形成“技术赋能基础、人文引领高阶”的螺旋上升路径（见图 2）。

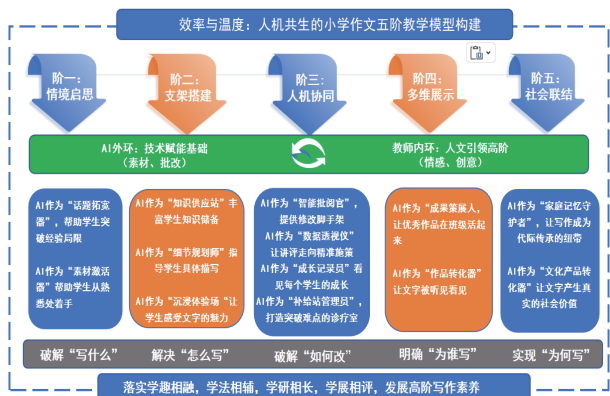


图 2: 五阶模型的靶向实践路径

（一）阶一：情境启思——情感锚定与素材破冰——破解“写什么”

本阶段旨在解决学生面对作文题目时“无素材可写”的困境。其核心逻辑是让学生在预习环节向 AI 智能体提问，在与 AI 的对话中挖掘属于自己的写作素材，从“被动接受题目”转向“主动探索话题”。具体通过两条路径实现：

1.AI 作为“话题拓宽器”，帮助学生突破经验局限

AI 凭借庞大的知识图谱，能够成为激活个体经验的“话题拓展器”，其理论依据是维果茨基的“最近发展区”理论——AI 作为“更有能力的他者”，通过对话帮助学生抵达独立探索无法企及的构思高度。以《二十年后的家乡》为例，有学生就“可以从哪些方面写？”“是现在住的地方还是老家？”“需要科学依据吗？”层层发问。AI 的回答不仅提供了多维视角，还引导学生从日常生活寻找素材。这一路径的价值在于：学生在“提问—回答—新提问”的思维进阶中，生成属于自己的“思路图”。

2.AI 作为“素材激活器”，帮助学生从熟悉处着手

对于写作起点较低的学生，最大的困惑是“有想法但不知道写什么具体的事”。AI 的引导策略是将题目“降维”到日常生活，其理论基础是情境认知理论。写《那一刻，我长大了》时，有学生问：“我想写‘长大’，但想不到具体事件。”AI 即时推送相关案例，并补充细节描写。学生在案例启发下联想到自己类似的经历，从而实现从“他者经验”到“自我经验”的迁移。

（二）阶二：支架搭建——双规并行的技能赋能——破解“怎么写”

本阶段旨在解决学生“有素材但不知怎么写”的困境，通过 AI 的多维支持，为学生搭建从“想写”到“会写”的脚手架。

1.AI 智能体充当“知识供应站”，丰富学生的知识储备。

学生写作时“想象贫乏”的背后，往往是缺乏支撑想象的知识储备。不同学生的知识盲区各不相同，AI 即时开放的“知识供应站”，能按需为每个学生补足个性化知识缺口。五下作文《神奇的探险之旅》中，学生开始写作时所选场景单一，所遇困难雷同。此时 AI 成为“百科全书”。为学生提供雪山、海底、丛林等场景的专业信息。想象由此有据可依，情节也因此真实可感。

2.AI 智能体担任“细节规划师”，指导学生把空洞的想象变为具体的描写。

针对学生“泛泛而谈”的问题，AI 提供精准细节指导。这体现班杜拉“示范观察学习”理论，学生通过观察优质范例，学习将抽象想法转化为具体文字。写《二十年后的家乡》时，学生描写简单。教师组织小组讨论后，把学生的建议输入 AI 生成新范例，学生在动态对比中看到从简单叙述到具体描写的跃迁。

3.AI 智能体打造“沉浸体验场”，让学生直观感受文字的魅力。

对于视觉型学习者而言，抽象的文字符号往往难以激发写作热情。AI 文生图技术将文字作品实时转化为图像。让文字魅力可视化。五上《____即景》的习作教学中，教师引入 AI 文生图技术，把学生习作及时转化为图像。学生由此获得即时成功的愉悦，写作兴趣大大激发。

（三）阶三·人机协同：精准诊断与温度守护——破解“如何改”

本阶段旨在解决传统教学中“反馈滞后、指导泛化”的难题，通过人机分工实现效率与温度的平衡：AI 负责标准化诊断与数据支撑，教师负责精准施策与人文引领，学生负责价值判断与主动修正。解决“如何改”的问题。

1.AI 作为“智能批阅官”，提供个性化的修改“脚手架”
传统的“一把尺子”评价，往往让学生只看到分数，却看不到成长路径。借助 AI 的数据分析能力，可以将模糊的“写得不好”转化为清晰的“哪里好、哪里可以更好”，其理论依据是“脚手架”理论。以文曲智阅 APP 为例，上传作文后系统自动生成批改报告，包含整体点评、布局谋篇建议、分句点评、基础纠错、句子润色，修改建议清晰具体。以前学生对二次修改不积极，现在每篇都有专属“修改指南”，极大激发了修改积极性。

2.AI 作为“数据透视仪”，让讲评从“泛泛而谈”走向“精准施策”

AI 将个体批改数据汇聚为班级共性短板图谱，为教师精准讲评提供科学依据

据，其理论依据是“数据驱动教学”理念。在《那一刻，我长大了》习作中，班级批阅报告显示全班 70% 的学生在“成长感悟”部分描写薄弱。教师据此把课堂时间聚焦于此，先呈现描写优秀的片段，再系统教授“五感法”，形成“写一评一改一学”闭环。数据结果显示，二稿中“具体描写触动瞬间”的优秀率从 9.09% 提升至 39.39%，平均分从 3.52 分升至 4.15 分。

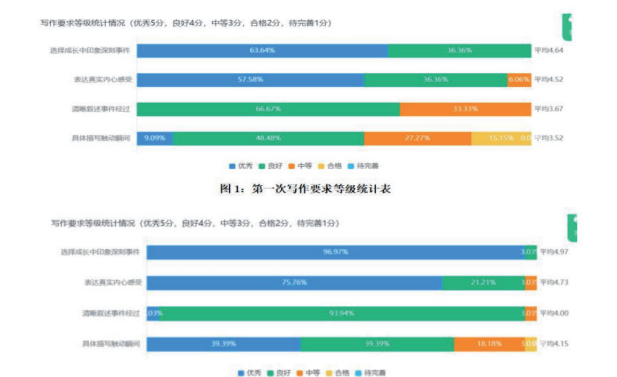


图 2：第二次写作要求等级统计表

3.AI 作为“成长记录员”，用发展的眼光看见每个孩子的成长



图 3：评价模式的转变

AI 推动作文评价从单一走向多维，其理论依据是“形成性评价”理论。“三维评价模型”让教师更全面评估学生写作能力：过程性数据记录学生从一稿到二稿的修改轨迹；发展性画像呈现学期写作能力雷达图，从构思、内容、结构、语言等维度系统呈现学生能力的发展状况；家校共育圈以 AI 生成的简洁报告向家长汇报学生写作的进步及特点，让家校沟通更有针对性。

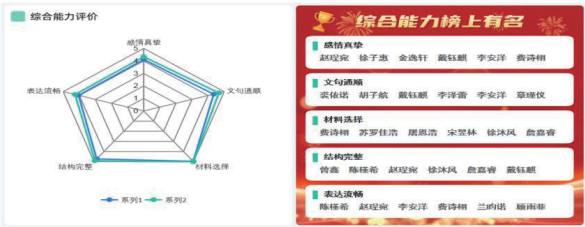


图 4：综合能力雷达图

4.AI 作为“补给站管理员”，打造突破难点的“诊疗室”
针对学生作文中反复出现的共性问题，AI 辅助教师建立精准补给机制。教师根据 AI 诊断数据，针对细节描写薄弱、情节没有起伏、真情实感不够等共性问题，制作系列微课，置于班级共享群中供学生自主学习。这既突破课堂时空的限制，又为个性化巩固练习创设条件。

（四）阶四：多唯展示——成果活化与自信培育——破解“为谁写”

本阶段旨在解决学生“写作动力不足”的深层问题——当学生不知道“写给谁看”时，写作便沦为任务。其核心逻辑是通过多元展示，让作品被看见、被欣赏、被回应，从而唤醒学生的创作尊严。

1.AI 作为“成果策展人”，让优秀作品在班级“活起来”
AI 辅助教师将单元优秀习作汇编为主题文集，邀请学生担任“封面设计师”“插画师”，借助智能排版工具优化呈现效果。文集设置“互动留言区”，学生用便签写下具体评语。AI 还将优秀文片转化为动态场景图，在班级文化墙上打造“文字剧场”，并标注亮点批注。这一路径的价值在于：学生在“创作—反馈—再创作”的良性循环中，真切感受到“我的文字有人读、有人懂”。

2.AI 作为“作品转化器”，让文字突破纸质媒介被听见看见
AI 通过多模态技术将作文转化为声音、图像等多元形态。借助语音合成功能，将叙事类作文转化为“校园广播剧”，配乐后在课间时段播放。

利用 AI 图像生成工具，将写景作文改编为“四格漫画”，在图书馆设立主题展区。数据显示，参与展示的学生写作自信心提升 42%，后续习作投入度显著增强。

（五）阶五：社会联结 ---- 写作价值的真实延伸——破解“为何写”

本阶段旨在将写作的意义从课堂延伸至社会，让学生真切感受到“文字可以改变什么”。其核心逻辑是通过真实的社会应用场景，实现“作业即服务”“写作即成长”的育人目标。

1.AI 作为“家庭记忆守护者”，让写作成为代际传承的纽带
AI 辅助学生将《我的长辈》类作文整理为“家庭记忆手册”，家长补充老照片、口述历史，AI 生成图文音并茂的电子档案。班级公众号开设“亲子共评”专栏，家长参与“最打动我的细节”投票。写作不再是孤立的作业，而成为连接三代人的情感纽带。

2.AI 作为“文化产品转化器”，让文字产生真实的社会价值
AI 将学生写作成果转化为可传播、可应用的文化产品，在乡村校实践中，学生将《家乡的泥塑戏》改编为非遗短视频，AI 辅助剪辑并配音，投稿社区公众号后播放量超 2 万次。学生将《校园里的四季》转化为“校园研学导览手册”，供新生和访客使用。这一路径让学生真切体会到：文字不只是作业，更是能服务他人、传承文化的真实力量。

三、实践成效及反思

本研究在杭州市某小学五年级某班（33 人）开展行动研究，通过前后测对比、课堂观察记录、学生作品分析等多元方式检验“五阶模型”的实践效果。

表 1 学生写作核心指标前后对比

指标	实践前	实践后	提升幅度
喜欢写作文	48.5%	83.7%	+35.2%
不知写什么（畏难）	67%	27%	-40%
细节描写密度（每百字）	3.2 处	4.7 处	+47%
教师批改单篇耗时	12 分钟	4.7 处	+47%

表 2 不同层次学生写作动机提升情况

学生层次	人数	动机提升	典型变化
学困生	5 人	+40%	从“写不出”到“能写 300 字”
中等生	15 人	+46.7%	从“平淡”到“有细节”
优等生	13 人	+28%	从“规范”到“有创意”

数据显示，中等生获益最大，学困生畏难情绪显著缓解，优等生创意表达增多。五阶模型的有效性源于“人机协同”的精准分工：AI 负责基础支持，教师聚焦高阶引领。

本研究的局限在于：样本仅 33 人，周期仅一学期，效果有待进一步验证。此外，如何防止学生长期使用 AI 后产生新的依赖，是后续研究需要关注的问题。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育语文课程标准：2022 年版 [S]. 北京：人民教育出版社，2022.
[2] 教育部等六部门. 关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见 [Z]. 2021.
[3] 中共中央办公厅，国务院办公厅. 关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见 [Z]. 2021.

一种面向动态场景的3DGS-SLAM方法

李梓鹏

广东工业大学物理光电学院光电信息工程, 广州 番禺 511400

DOI: 10.61369/TACS.2025140058

摘 要 : 为克服现有3DGS-SLAM算法在动态环境中跟踪稳定性不足及单目视觉绝对尺度缺失的局限性, 本文提出一种具有高精度位姿估计与高保真建图能力的动态场景3DGS-SLAM方法。首先, 采用贝叶斯概率框架融合多源信息生成动态掩模, 有效过滤动态干扰特征; 其次, 引入尺度感知的位姿联合优化策略以解决单目尺度缺失问题; 最后, 结合动态感知的3D高斯建图与渲染框架, 确保高质量渲染与几何一致性。实验结果表明, 本文方法在位姿估计精度、渲染质量方面均优于其它对比方法, 初步验证其在动态场景下的有效性与重建鲁棒性。

关 键 词 : 动态场景; 视觉 SLAM; 3D 高斯绘制; 动态掩模

A 3DGS-SLAM Method for Dynamic Scenes

Li Zipeng

School of Physics and Optoelectronics, Guangdong University of Technology, Optoelectronic Information Engineering, Panyu, Guangzhou 511400

Abstract : To overcome the limitations of existing 3DGS-SLAM algorithms, such as insufficient tracking stability in dynamic environments and the lack of absolute scale in monocular vision, this paper proposes a 3DGS-SLAM method for dynamic scenes that offers high-precision pose estimation and high-fidelity mapping capabilities. Firstly, a Bayesian probability framework is employed to fuse multi-source information and generate dynamic masks, effectively filtering out dynamic interference features. Secondly, a scale-aware pose joint optimization strategy is introduced to address the issue of monocular scale ambiguity. Finally, a dynamic-aware 3D Gaussian mapping and rendering framework is combined to ensure high-quality rendering and geometric consistency. Experimental results demonstrate that the proposed method outperforms other comparative methods in terms of pose estimation accuracy and rendering quality, preliminarily validating its effectiveness and reconstruction robustness in dynamic scenes.

Keywords : dynamic scenes; visual SLAM; 3D Gaussian rendering; dynamic masks

引言

随着自动化技术的不断发展, 关键技术 SLAM 已从传统的点云、网格等经典表示方法转化至深度学习驱动的新阶段。神经辐射场和 3DGS 的出现, 极大地推动了高精度定位与高保真三维重建的发展^[1]。然而, 现有基于 3DGS 的 SLAM 系统大多依赖 RGB-D 传感器, 在跟踪过程中容易受到噪声干扰, 导致出现尺度模糊、跨帧配准误差与轨迹漂移等问题, 影响建图的准确性与稳定性。

现有研究工作如文献 [2] 提出 ORB-SLAM3 系统, 通过视觉惯性里程计提升了复杂环境下的定位鲁棒性; 文献 [3] 则提出 DSO 利用直接法最小化光度误差有效处理特征缺失追踪问题; NeRF-SLAM^[4] 将神经辐射场引入稠密建图, 克服单目系统在尺度恢复与几何一致性上的局限性; SplaTAM^[5] 进一步利用 3DGS 的可微渲染能力, 保证效率的同时兼顾稠密重建质量与实时性。这些研究尽管在精度方面取得一定进展, 但仍缺乏对动态环境的有效处理。本文提出一种面向动态场景的 3DGS-SLAM 方法, 主要贡献如下: 1) 融合多源信息生成高精度动态掩模, 提高观测数据质量; 2) 引入位姿联合优化策略, 实现尺度感知的单目追踪与位姿优化; 3) 构建动态感知的 3DGS-SLAM 框架, 实现高质量渲染。

一、相关技术理论基础

(一) 视觉 SLAM 技术

视觉 SLAM 技术以相机采集连续图像序列为数据源, 结合成像模型与图像特征信息, 解算相机与周围环境的空间关系。其主要

要处理流程包括前后端分离处理、闭环检测^[6]。

(1) 前端处理: 主要负责序列图像数据与环境地标物的数据关联与参数初始化, 其处理效果直接决定了视觉 SLAM 技术的稳健性。

(2) 后端处理: 负责对观测数据进行全局地图构建与定位参

数的最优估计,从而获得高精度定位与渲染效果。

(3) 闭环检测:旨在识别当前观测环境是否已被访问,并在确认闭环后触发回环优化,以校正累积误差并构建全局一致的闭环约束。

(二) 3D 高斯绘制技术

2023年, Kerbl 等人提出 3D 高斯绘制技术^[7]为场景表示带来了革命性的突破,核心是使用一组三维高斯原语来表示场景。其每个高斯椭圆参数包括:位置坐标 $\mu_i \in \mathbb{R}^3$ 、协方差矩阵 $\Sigma_i \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$ 、不透明度 $\hat{\alpha}_i$ 和球谐函数颜色系数 $\mathbf{c}$ 。其协方差矩阵分解与颜色计算分别见式(1)和(2):

$$\Sigma = \mathbf{R} \mathbf{S} \mathbf{S}^T \mathbf{R}^T \quad (1)$$

其中, $\mathbf{R}$ 为旋转矩阵, $\mathbf{S}$ 为对角矩阵,该分解显式刻画了高斯椭球的空间朝向与各向异性几何结构。

$$\mathbf{c}(\mathbf{v}) = \sum_{l=0}^L \sum_{m=-l}^l \mathbf{c}_{lm} \mathbf{Y}_{lm}(\mathbf{v}) \quad (2)$$

其中, $\mathbf{v}$ 代表视角方向, $\mathbf{c}_{lm}$ 是球谐系数, $\mathbf{Y}_{lm}(\mathbf{v})$ 是球谐基函数。

在渲染阶段, 3DGS 采用前向投影与 Alpha 混合策略实现高效光栅化,其沿视线方向的颜色合成遵循如下体积渲染公式:

$$C(\mathbf{r}) = \sum_{i=1}^N \mathbf{c}_i \alpha_i \prod_{j=1}^{i-1} (1 - \alpha_j) \quad (3)$$

其中, $\mathbf{c}_i$ 为第 i 个高斯在像素射线 $\mathbf{r}$ 上的颜色积累。

3DGS 作为一种显式场景表示方法,凭借其高效渲染能力和灵活几何建模特性,不仅能提供高保真的场景地图,其实时渲染能力也为解决动态环境下的 SLAM 挑战提供了新的思路。如图1展示了 3D 高斯椭圆通过溅射渲染映射至二维图像平面的过程。

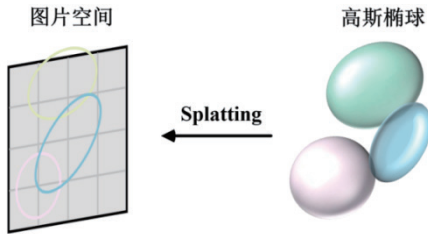


图1 3D 高斯椭圆溅射渲染示意图

二、面向动态场景的 3DGS-SLAM 方法构建

(一) 总体架构

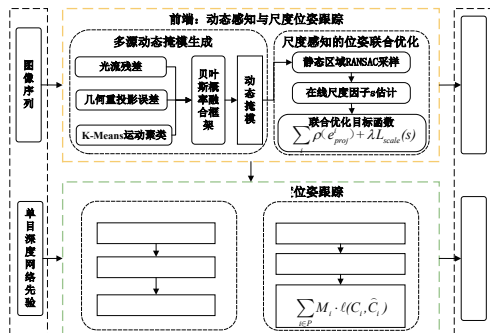


图2 动态场景下的 3DGS-SLAM 方法总体架构图

由图可知, 本文方法采用前后端协同架构。前端负责输入图像序列与深度先验, 通过多源掩模生成与位姿联合优化实现动态感知与尺度跟踪; 后端基于前端提供的关键帧位姿与掩模, 进行 3DGS 地图维护与动态感知渲染, 引入低阶球谐函数与掩模加权损失提升渲染质量; 最后输出尺度一致的相机轨迹与高保真静态 3DGS 地图。

(二) 基于多源融合的动态掩模生成

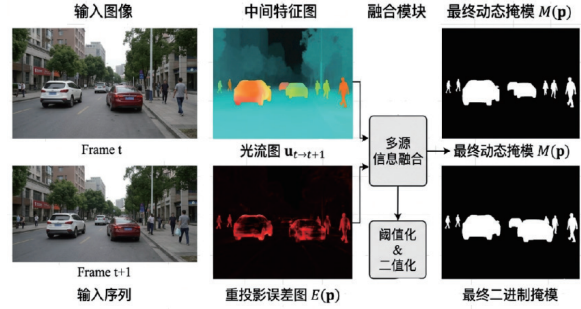


图3 动态生成掩模过程示例图

图3为展示了动态掩模生成过程, 其生成准确性直接影响到 SLAM 系统的鲁棒性和地图的纯净性。本文提出基于贝叶斯概率融合框架的多源动态掩模生成机制, 有效融合光流残差 $\mathbf{e}_f$ 、几何重投影误差 $\mathbf{e}_g$ 和 K-Means 运动聚类概率 $P(D|\mathbf{w}_p)$ 三类独立观测信息, 构建像素级动态概率模型。具体地, 先采用 Sigmoid 函数 σ 将光流残差与几何误差转化为概率似然, 计算如下:

$$P(D|\mathbf{e}_f) = \sigma(\kappa_1(\mathbf{e}_f - T_f)) \quad (4)$$

$$P(D|\mathbf{e}_g) = \sigma(\kappa_2(\mathbf{e}_g - T_g)) \quad (5)$$

其中, $P(D)$ 是先验动态概率, 通常设为 0.5; $\hat{\mathbf{e}}_{1,2}$ 是增益因子; T_f, T_g 是阈值。再结合运动聚类概率 $P(D|\mathbf{w}_p)$, 依据贝叶斯原理推导出最终动态概率, 表示为:

$$P(D|\mathbf{e}_f, \mathbf{e}_g, P(D|\mathbf{w}_p)) = \frac{P(D|\mathbf{e}_f)P(D|\mathbf{e}_g)P(D|\mathbf{w}_p)}{P(D|\mathbf{e}_f)P(D|\mathbf{e}_g)P(D|\mathbf{w}_p) + P(S|\mathbf{e}_f)P(S|\mathbf{e}_g)P(S|\mathbf{w}_p)} \quad (6)$$

其中, $P(S) = 1 - P(D)$ 进一步通过设定阈值判定动态像素, 当动态概率超过某个阈值时, 该像素被标记为动态。

(三) 尺度感知的位姿联合优化

为了解决单目 SLAM 固有尺度不确定性导致尺度漂移等问题, 本文引入预训练深度网络提供的单目深度先验。通过在静态区域执行在线重采样与 RANSAC 鲁棒估计, 最小化估计深度 d_i 与先验深度 $\hat{d}_i$ 之间的差异, 实时求解最优尺度因子 s , 其损失函数定义为:

$$L_{scale} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \|d_i - s \cdot \hat{d}_i\|^2 \quad (7)$$

其中, N 表示特征点数量。通过最小化 L_{scale} , 求解最优尺度因子。将估计的尺度因子 s 作为强约束融入位姿优化, 以最小化重投影误差和尺度损失的加权和为目标。改变了传统仅依赖重投影误差的建模方式, 构建联合优化目标函数:

$$\min_{T, s} L_{total} = \sum_i \underbrace{p(e_{proj}^i)}_{\text{几何约束}} + \underbrace{\lambda L_{scale}(s)}_{\text{尺度约束}} \quad (8)$$

其中, $\rho(\cdot)$ 是鲁棒核函数; e_{proj}^i 是第 i 个特征点的重投影误差。

差； λ 是尺度损失权重。

（四）动态感知的3D 高斯建图与渲染

3DGS-SLAM 通过集成动态掩模约束，在 SfM 阶段过滤掉动态区域的特征点，并为每个3D 高斯 G_i 引入静态置信度 ζ ，用于表示该高斯属于静态场景的概率。在后端维护过程中会接收来自前端的关键帧，基于高斯投影与当前帧动态掩模的重叠率 ω ：

$$\omega = \frac{|P \cap M|}{|P|} \quad (9)$$

其中， P 表示溅射区域， M 为当前帧动态掩模。然后，动态更新置信度：

$$\zeta \leftarrow \zeta \cdot (1 - \omega) \quad (10)$$

将置信度低于某一阈值的高斯标记为“动态高斯”，在渲染过程中被抑制或移除。结合受限稠密化与置信度修剪策略，及时清除地图中残留的动态物体，保持地图的纯净性。

为消除动态物体对地图参数优化的干扰，系统引入了掩模加权的渲染损失函数 L_{render} ，公式如下：

$$L_{\text{render}} = \sum_{i \in P} M_i \cdot l(C_i, \hat{C}_i) \quad (11)$$

其中， P 是像素集合； M_i 表示像素 i 处的静态掩模值（0 表动态，1 表静态）； $l(\cdot)$ 是光度误差函数。通过这种加权机制关注静态背景区域的渲染质量，从而使高斯参数更好地拟合静态场景。

三、实验结果与分析

（一）数据集与评估指标

为全面验证本文提出方法在动态场景中的性能，采用 TUM-
RGB-D、BONN-
RGB-D 动态公开数据集以及自定义单目序列进行实验。同时，采用以下指标对方法性能进行定量评估：

绝对轨迹误差 (ATE)：衡量估计轨迹与真值轨迹之间的全局一致性。通常计算均方根误差 (RMSE) 来表示，计算如下：

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (12)$$

其中， n 表示样本数量， y_i 为真实位姿， $\hat{y}_i$ 为估计位姿。

渲染质量评价指标

峰值信噪比 (PSNR) 用于衡量像素偏差，定义如下：

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{L^2}{MSE} \right) \quad (13)$$

式中， L 为像素最大可能值， MSE 为均方误差。

结构相似性指数 (SSIM) 从亮度、对比度和结构评价图像相似性，对于像素块 x 和 y 有：

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (14)$$

式中， μ_x, μ_y 为像素均值， σ_x^2, σ_y^2 为方差， σ_{xy} 为协方差， c_1, c_2 为维持数值稳定的常数。

感知图像块相似度 (LPIPS) 通过深度神经网络提取特征，计算深度特征空间中的距离 d ，值越低越好。给定参考图 x 和畸变图像 x_0 ，计算如下：

$$d(x, x_0) = \sum_i \frac{1}{H_i W_i} \sum_{h,w} \|w_i \odot \left(y_{hw}^{i1} - y_{hw}^{i0} \right)\|_2^2 \quad (15)$$

式中， l 为卷积层， y^1, y^0 为在第 l 层单位化后的特征图， w_i 为权重。

（二）对比实验

1. 位姿估计对比

在 TUM-
RGB-D 数据集上对比了本文方法与其它单目 SLAM 方法在动态场景下的位姿估计精度，如表1所示。

表1 单目跟踪性能对比

方法	ATE(RMSE)
Ours	0.025
ORB-SLAM3	0.087
DSO	0.123

由表1可知，本文3DGS-SLAM 在动态场景下的位姿估计精度优于传统单目 SLAM 方法，其绝对轨迹误差 ATE(RMSE) 为0.025，相较于 ORB-SLAM3 的0.087和 DSO 的0.123分别降低了约 71.3% 和 79.7%。这得益于本文方法中前端基于光流与几何的动态掩模生成，有效滤除动态物体干扰；以及后端结合深度先验的尺度感知位姿联合优化策略，解决了单目 SLAM 的尺度不精确问题，显著增强轨迹的全局一致性。

2. 渲染质量对比

在 BONN-
RGB-D 动态数据集上对比了本文方法与其它经典模型的地图重建效果，如表2所示。

表2 渲染质量对比

方法	PSNR(dB)	SSIM	LPIPS
Ours	28.5	0.92	0.08
NeRF-SLAM	27.1	0.90	0.10
SplaTAM	29.1	0.93	0.07

本文方法在 PSNR=28.5、SSIM=0.92、LPIPS=0.08 这些指标上均优于经典 NeRF-SLAM 方法。值得注意的是，本文为单目方案，在无深度传感器条件下取得了接近 SplaTAM 方法的效果，具有实际价值。

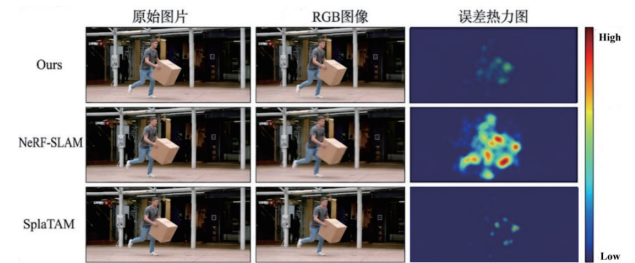


图4 对比方法渲染 RGB 图像与误差热力图

如图4，展示了三种方法在同一场景下的渲染 RGB 图像质量效果及误差热力图对比。实验结果表明，本文动态感知的3D 高斯建图策略的有效性，通过引入掩模加权的渲染损失函数有效剔除动态场景下地图参数优化干扰，成功构建纯净且高保真的静态场景地图。

四、总结

针对现有3DGS-SLAM算法在动态环境中存在跟踪稳定性不足以及单目视觉绝对尺度缺失等挑战,本文提出一种面向动态环境的3DGS-SLAM方法。首先,引入贝叶斯概率框架融合多源信息生成动态掩模,解决动态物体对SLAM系统位姿估计和地图污染的问题;同时,通过联合优化位姿和尺度因子来提升定位精度

与尺度一致性;最后,结合动态感知的3D高斯建图与渲染机制,实现高保真、实时渲染的场景重建。实验结果表明,该方法在公开数据集上实现了几何一致性、渲染质量与位姿精度的全面提升。后续工作值得深入研究的方向:一是可以探索将更丰富的语义信息与3D高斯原语进行深度融合,实现更精细的动态物体理解和交互;二是可以研究基于稀疏化、分层表示或场景图优化的方法,实现大规模场景下3D高斯地图的高效管理和渲染。

参考文献

- [1] 陈延顺. 基于神经辐射场的动态场景新视点合成方法研究 [D]. 烟台大学, 2025.DOI:10.27437/d.cnki.gytd.2025.000490.
- [2] Mur-Artal R, Tardós J D. ORB-SLAM3: An accurate open-source library for visual, visual-inertial, and multi-map SLAM[J]. IEEE Transactions on Robotics, 2021, 37(6): 1874–1894.
- [3] Engel J, Koltun V, Cremers D. DSO: Direct sparse odometry[J]. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 2017, 40(3): 616–634.
- [4] Wang W, Chen H, Li Y, et al. NICE-SLAM: Neural Implicit Scalable Encoding for SLAM[C]//Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2022: 13039–13048.
- [5] Keetha N, Sunderhauf N, Milford M. SplatAM: Splatting into a Neural Radiance Field for Real-Time 3D Reconstruction with a Camera[J]. arXiv preprint arXiv:2308.09661, 2023.
- [6] 高翔, 张涛, 刘毅, 等. 视觉SLAM十四讲——从理论到实践 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2017: 17–22.
- [7] Kerbl B, Kopanas G, Leimkühler T, et al. 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering[J]. ACM Transactions on Graphics (TOG), 2023, 42(4): 1–14.

数字孪生技术在车载系统仿真测试中的应用

库陈胜

浙江吉利控股集团吉利汽车集团整车研究院，浙江 杭州 310052

DOI: 10.61369/TACS.2025140002

摘 要： 随着汽车产业向智能化、网联化、电动化、共享化的深刻变革，车载系统的复杂度呈指数级增长。传统的实物测试与经典仿真方法在效率、成本、覆盖度和安全性等方面面临严峻挑战。数字孪生技术，作为连接物理世界与数字世界的核心使能技术，为车载系统的研发、测试与验证带来了革命性的范式转移。本文系统论述了数字孪生技术的内涵与架构，深入剖析了其在车载系统仿真测试中的具体应用场景，包括整车级虚拟集成测试、自动驾驶感知-决策-控制闭环测试、电控系统硬件在环（HIL）测试增强、预测性维护与故障注入测试，以及基于云平台的协同测试。

关 键 词： 数字孪生；车载系统；仿真测试；自动驾驶；硬件在环（HIL）；虚拟验证

Application of Digital Twin Technology in Vehicle System Simulation Test

Ku Chensheng

Geely Automobile Group Vehicle Research Institute, Geely Holding Group, Hangzhou, Zhejiang 310052

Abstract： As the automotive industry undergoes profound transformations toward intelligence, connectivity, electrification, and sharing, the complexity of in-vehicle systems has grown exponentially. Traditional physical testing and classical simulation methods now face significant challenges in efficiency, cost, coverage, and safety. Digital twin technology, as a core enabler connecting the physical and digital worlds, has revolutionized the paradigms of in-vehicle system development, testing, and validation. This paper systematically discusses the essence and architecture of digital twin technology, and provides an in-depth analysis of its specific applications in in-vehicle system simulation testing. These include vehicle-level virtual integration testing, closed-loop testing for autonomous driving perception-decision-control, enhanced hardware-in-loop (HIL) testing for electronic control systems, predictive maintenance and fault injection testing, as well as cloud-based collaborative testing.

Keywords： digital twin; in-vehicle systems; simulation testing; autonomous driving; hardware-in-the-loop (HIL); virtual validation

引言

本文探讨了该技术应用过程中面临的数据、模型、标准和算力等关键挑战，并对未来发展趋势进行了展望。研究表明，数字孪生通过构建高保真、全生命周期的动态虚拟镜像，能够实现测试前移、场景无限、风险可控和效率倍增，正成为智能汽车时代不可或缺的核心测试验证手段。

当前，汽车已从传统的机械代步工具演进为集成了先进传感器、高性能计算单元、复杂软件算法和丰富生态服务的“移动智能终端”。高级驾驶辅助系统（ADAS）、自动驾驶（AD）、智能座舱、整车域控架构、车辆云平台（V2X）等成为产业竞争的焦点。^[1] 随之而来的是车载系统软件代码量已达数亿行，传感器与执行器网络错综复杂，系统间的交互与耦合度空前提高。

一、在这一背景下，传统的车载系统测试方法暴露出诸多局限性：

实物测试成本高昂且周期长：依赖实车路测，需要庞大的车队、专业的驾驶员和漫长的测试里程（如自动驾驶需积累数十亿公里路测数据），耗时耗资巨大。极端与危险场景难以复现：如

极端天气、罕见交通参与者的行为（“边缘案例”）、危险碰撞场景等，在真实世界中难以安全、可控、重复地测试。测试覆盖度不足：面对近乎无限的真实世界驾驶场景组合，有限的实车测试无法穷尽所有可能性，尤其是软件逻辑的边角情况。问题发现滞后：许多系统集成和交互问题往往在后期实车测试甚至量产上市后才暴露，导致修改成本急剧上升。

作者简介：库陈胜（1991—），男，河南濮阳，本科，高级系统架构设计师，从事汽车工程，计算机科学与技术研究。

数字孪生技术的兴起为破解上述困境提供了全新路径。它通过整合物理建模、传感器数据、历史数据和人工智能算法，在虚拟空间中构建一个与物理实体实时映射、交互、协同演进的“数字克隆体”。将这一技术应用于车载系统仿真测试，意味着可以在虚拟世界中，对尚未造出的车辆、尚未集成的系统、尚未发生的场景进行超前、全面、安全且高效的验证，从而驱动汽车研发测试模式的根本性变革。

二、数字孪生技术概述

（一）定义与核心特征：数字孪生指通过数字化技术，构建与物理实体（或过程）精确对应的虚拟模型，实现对其全生命周期的动态映射与镜像描述。

其核心特征包括

高保真性：模型在几何、物理、行为及规则等多个维度上高度还原物理实体，具备真实世界的细节与复杂关系。

虚实交互：通过实时数据流，实现物理实体与数字孪生体之间的双向交互与动态影响，形成闭环控制与优化。

全生命周期伴随：覆盖从设计、制造、测试到运营、维护乃至报废的全过程，数字孪生体随物理实体同步演进与更新。

数据与模型驱动：依托多源异构数据与动态仿真模型，实现状态监控、趋势预测、智能决策与持续优化。

数字孪生通过深度集成信息技术与运营技术，推动物理世界与数字空间的融合，成为实现智能制造、智慧城市及可持续管理的关键使能技术。

（二）车载系统数字孪生的技术架构

一个完整的车载系统数字孪生测试平台通常包含以下层次

物理层：真实的车辆、零部件、测试台架（如 HIL）、传感器、路侧设备等。

数据层：实时采集的车辆总线数据（CAN/LIN/以太网）、传感器原始数据（摄像头图像、激光雷达点云、雷达信号）、环境数据、云端下发的数据等，以及历史测试数据库和场景库。

模型层（数字孪生体的核心）：车辆动力学模型：精确模拟车辆的纵向、横向和垂向运动特性。传感器仿真模型：高保真模拟摄像头（考虑光照、天气、噪声）、激光雷达（模拟材质反射率、光束发散）、毫米波雷达、超声波雷达等感知信号的物理生成过程。^[2]

环境与场景模型：构建包含高精度地图、静态元素（道路、建筑、标识）、动态元素（车辆、行人、非机动车）及其行为逻辑的虚拟世界。

控制系统模型：包括被控对象（如电机、电池、制动系统）模型和控制器（ECU）的软件算法模型。软件在环（SIL）与硬件在环（HIL）

接口模型：实现虚拟环境与真实控制器代码或硬件的无缝对接。

功能层：提供场景编辑、测试用例管理、仿真任务调度、结果自动分析与评价、可视化呈现等应用功能。

交互层：人机交互界面，供测试工程师进行配置、监控和干预。

三、数字孪生在车载系统仿真测试中的核心应用场景

（一）整车级虚拟集成与性能评估

在车辆物理原型诞生之前，数字孪生技术可用于进行整车级的“虚拟集成”。将各子系统的数字模型（如动力总成、底盘、车身、电气架构、热管理系统等）在统一的多物理场仿真平台中进行耦合仿真。

应用价值：早期发现跨系统耦合问题，如电气负载平衡、电磁兼容（EMC）预测、热管理策略评估、NVH（噪声、振动与声振粗糙度）性能预估等。这避免了后期昂贵的物理样车修改，缩短了开发周期。例如，可以在虚拟环境中模拟极寒和极热条件下，电池包、电机和座舱空调系统的协同工作效能。

（二）自动驾驶系统的全栈仿真测试

这是数字孪生技术最具颠覆性的应用领域。通过构建包含高保真环境、传感器和车辆动力学的虚拟世界，为自动驾驶的感知、定位、决策、规划、控制全栈算法提供闭环测试环境。

感知算法测试：利用高保真的传感器仿真模型，生成带有精确真值标签的合成数据。可以方便地调整天气（雨、雪、雾、眩光）、光照（昼夜、隧道）、传感器污损等条件，系统性测试感知算法的鲁棒性和极限性能^[3]。对于激光雷达，可以模拟不同材料对不同波长激光的反射特性。

决策规划与控制算法测试：在无限丰富的虚拟场景中（包括海量常规场景和手工构建的“边缘案例”），测试自动驾驶系统的行为决策和轨迹规划能力。例如，模拟“鬼探头”、高速公路上前车掉落异物、交通信号灯故障等高风险场景。测试可以7x24小时不间断进行，加速算法迭代和验证。

V2X 协同测试：将单车数字孪生扩展为“车-路-云”协同的数字孪生体。模拟智能路侧设备（RSU）发送的信号灯相位、行人预警等信息，以及云端下发的全局交通调度指令，测试网联自动驾驶（CAV）功能的协同效能。

（三）增强型硬件在环（HIL）测试

传统 HIL 测试中，车辆和环境的模型相对简化。引入数字孪生后，HIL 系统可以接入更逼真的车辆动力学模型和包含高清渲染画面的虚拟驾驶环境。

应用价值：被测的实体 ECU（如自动驾驶域控制器、底盘域控制器）接收来自高保真传感器仿真模型生成的“刺激信号”（如模拟的摄像头视频流、激光雷达点云包），其输出的控制指令则驱动高精度的车辆模型在虚拟环境中运行，形成高度逼真的闭环。这极大地扩展了 HIL 测试的覆盖范围和保真度，特别是对于依赖复杂环境感知的智能驾驶控制器而言，测试的置信度大幅提升。

（四）预测性维护与故障注入测试

利用数字孪生体的实时映射能力，可以结合物理车辆的实时运行数据（如振动、温度、电流）和历史性能数据，对关键零部

件（如电池、电机、轴承）的健康状态进行实时诊断和剩余寿命预测。

应用价值：在测试阶段，这可用于设计更科学的耐久性测试方案。更重要的是，可以主动在数字孪生体或测试台架上注入各种软硬件故障模型（如传感器失灵、通信中断、执行器卡滞、软件死锁），观察被测系统（如整车故障诊断系统、功能安全机制）的响应是否符合预期（如触发正确的故障码、进入安全状态）。这为 ISO 26262 功能安全标准的验证提供了强大工具。

（五）基于云平台的规模化协同测试

将数字孪生测试平台部署在云端，可以实现资源的弹性伸缩和测试任务的并行分发其应用价值。

场景并行：同时启动成千上万个虚拟测试实例，每个实例运行不同的测试场景或参数组合，在极短时间内完成海量测试里程的积累（“加速测试”）。协同研发：分布在不同地理位置的开发团队（如主机厂、Tier1 供应商、算法公司）可以基于同一套数字孪生环境和数据标准进行协同开发与集成测试。^[4]

数据闭环：将实车路测中发现的罕见场景或问题案例，快速还原并“灌注”到数字孪生测试平台中，进行复现、分析和算法优化，形成“路测发现问题 - 仿真分析优化 - 回归测试验证”的高效数据闭环。

四、面临的挑战与未来展望

主要挑战：模型保真度与复杂度的平衡：构建全要素、全链路的高保真模型计算代价巨大。如何在不同测试阶段和目的下，选择合适的模型粒度（如感知仿真中，是使用基于物理的渲染还是游戏引擎渲染），是实践中需要权衡的关键。^[5]

数据获取、管理与标准化：构建和验证模型需要大量高质量、标注精细的物理世界数据。多源异构数据的融合、存储、管理以及场景描述语言（如 Open SCENARIO/Open DRIVE）的标准化仍需行业共同努力。

“仿真与现实的鸿沟”：无论仿真多么逼真，都无法完全替代真实世界的复杂性和不确定性。如何评估仿真测试结果的有效性，建立仿真与实车测试之间的置信度传递关系，是方法学上的

核心挑战。

算力成本：尤其是运行大规模高保真并行仿真，对云计算和 GPU 算力提出极高要求，成本不菲。

未来展望：人工智能与数字孪生深度融合：AI 将用于自动生成海量、有价值的测试场景（对抗式生成），自动优化测试用例，以及从仿真数据中自动挖掘缺陷模式。同时，AI 也将用于构建更智能、更拟真的交通参与者行为模型。

全生命周期数字线程贯通：从设计、仿真、测试、制造到运营服务的全生命周期数据被打通，形成连续、一致的数字线程。测试阶段产生的数字孪生体可以直接传递给生产阶段用于工艺优化，并传递给量产车用于个性化服务与 OTA 升级前的预验证。

开放协同的生态系统：行业将趋向于构建基于统一标准或中间件（如 ROS2、AUTOSAR Adaptive）的开放仿真测试生态，实现工具链、模型库和场景数据的共享，降低整体应用门槛。

实时数字孪生与车云一体化：随着 5G/6G 和车端算力的提升，未来可能实现与每辆量产车实时同步的“在线数字孪生”，为车队管理、智慧交通调度和个性化用户体验提供前所未有的支撑。

五、结语

数字孪生技术正在重塑车载系统的仿真测试范式。它通过构建一个与物理车辆紧密映射、高度逼真、可无限扩展的虚拟测试宇宙，成功地将测试活动大幅度前移、拓宽和深化。从整车集成到自动驾驶，从 HIL 测试到预测性维护，数字孪生不仅在提升测试效率、降低成本和风险方面展现出巨大价值，更在应对智能汽车复杂系统验证的根本性难题上提供了系统性解决方案。

尽管在模型精度、数据标准、置信度评估和算力成本等方面仍面临挑战，但随着相关技术的不断成熟和行业生态的协同进化，数字孪生必将从当前的研发测试工具，演变为贯穿智能汽车产品全生命周期和全价值链的核心基础设施。拥抱数字孪生，不仅是提升汽车产品研发竞争力的技术选择，更是面向未来智慧出行时代的战略必然。

参考文献

[1] 陶飞, 张萌, 程江峰, 等. 数字孪生车间——一种未来车间运行新模式 [J]. 计算机集成制造系统, 2017, 23(1): 1-9.
[2] 刘强, 姜洪权, 高跃, 等. 基于数字孪生的自动驾驶测试场景构建方法 [J]. 汽车工程, 2021, 43(5): 643-652.
[3] Lu, Y., et al. Vehicle-in-the-Loop Testing Framework Integrating Digital Twin for ADAS Validation[J]. SAE International Journal of Connected and Automated Vehicles, 2023, 6(1), 45-60.
[4] 王建民, 陈志鹏, 杨春晖. 面向智能网联汽车的数字孪生系统架构与关键技术 [J]. 中国公路学报, 2022, 35(4): 203-216.
[5] 李骏, 王志伟, 赵慧亮. 数字孪生驱动的新能源汽车电池管理系统半物理仿真测试平台 [J]. 机械工程学报, 2023, 59(10): 102-113.

基于生成式人工智能的密码学教学新模式

周婉祎, 孙敏杰, 赵苗苗

河南科技职业大学, 河南 周口 466000

DOI: 10.61369/TACS.2025140007

摘 要 : 近些年, 随着数智化时代的到来, 信息安全越来越重要, 密码学在其中的重要程度日益凸显。生成式人工智能不仅具备强大的内容生成与智能交互能力, 而且可跨领域整合全球教学资源。基于生成式人工智能构建密码学教学新模式, 不仅能够破解传统密码学教学的痛点, 也能提升教学资源供给与迭代效率, 充分满足学生个性化学习与成长需求, 并增强人才培养效果, 将学生培养成高素质复合型密码学人才, 进而为密码学行业实现持续发展注入不竭的人才动力。对此, 本文首先阐述基于生成式人工智能的密码学教学新模式构建意义, 接着提出一系列行之有效的构建策略, 以期对相关研究者提供一定的参考与借鉴。

关 键 词 : 生成式人工智能; 密码学; 教学; 新模式

A New Teaching Model of Cryptography Based on Generative Artificial Intelligence

Zhou Wanyi, Sun Minjie, Zhao Miaomiao

Henan Vocational University of Science and Technology, Zhoukou, Henan 466000

Abstract : In recent years, with the advent of the digital and intelligent era, information security has become increasingly important, and the significance of cryptography in this field has become more prominent. Generative Artificial Intelligence (GenAI) not only possesses powerful content generation and intelligent interaction capabilities but also can integrate global teaching resources across fields. Constructing a new teaching model of cryptography based on generative AI can not only address the pain points of traditional cryptography teaching but also improve the efficiency of teaching resource supply and iteration. It fully meets students' needs for personalized learning and growth, enhances the effect of talent training, cultivates students into high-quality and compound cryptography talents, and thereby injects inexhaustible talent momentum into the sustainable development of the cryptography industry. In this regard, this paper first elaborates on the significance of constructing the new teaching model of cryptography based on generative AI, and then puts forward a series of effective construction strategies, aiming to provide certain reference for relevant researchers.

Keywords : generative artificial intelligence; cryptography; teaching; new model

一、基于生成式人工智能的密码学教学新模式构建意义

(一) 有利于破解传统教学痛点

密码学课程拥有大量的复杂算法、抽象理论等, 仅靠静态 PPT 以及板书推演, 很难直观展示密码学知识之间的内在逻辑、解密加密码态化过程等, 而且容易使学生陷入理解困境, 无法准确理解与内化所学知识, 并削弱了他们的学习兴趣。在密码学教学中引入生成式人工智能, 可以动态化、可视化展示密码学知识, 例如, 搭建 AI 交互式模型, 通过该模型模拟不同密码算法的具体应用流程, 学生将直观观看如何设置密钥、破解密码, 增强其理解效果。另外, 生成式人工智能将实时分析作业完成质量、在线预习以及课堂回答情况等学习数据, 精准掌握学生在密码学教学中的薄弱之处, 自动生成与他们实际情况与需求相适配的学习资源, 让个性化教学的缺失这一不足得到有效弥补, 实现“一对一”个性化辅导, 进而精准破除传统密码学教学痛点^[1]。

(二) 提升教学资源供给与迭代效率

传统密码学教学资源的更新往往依赖于教师的个人经验积累和教材的定期修订, 这使得教学内容难以快速跟上密码学领域的前沿发展, 如新型加密算法的涌现、密码攻击技术的迭代等。生成式人工智能能够通过对海量学术文献、行业报告和最新研究成果的智能分析与整合, 自动生成结构化的教学素材, 包括案例库、算法库、模拟实验脚本等。同时, AI 还能根据教学反馈数据, 动态优化资源内容, 比如识别出学生普遍难以理解的知识点后, 自动补充更详细的图解说明或拓展阅读材料, 实现教学资源的实时迭代与质量提升, 确保学生接触到的始终是前沿且易于吸收的教学内容^[2]。

(三) 有利于培养复合型密码学人才

受传统教育理念的影响, 学生在密码学教学中始终处于被动学习状态, 很难将理论知识与实际应用场景联系起来, 无法将学生培养成专业知识扎实又具备较强实践能力的复合型人才。在教学实践中, 教师利用生成式人工智能创设沉浸式实践教学氛围,

有效提升学生的综合素养。如创设 AI 虚拟导师，学生在项目实践中遇到问题主动向虚拟导师寻求帮助，虚拟导师引导他们深度剖析问题根源，制定科学合理的解决方案，有效培养他们的创新思维与自主思考能力。同时，教师也可以利用生成式人工智能模拟各种类型的网络攻击场景，营造出安全可控实训环境，学生则可以反复进行攻防演练，亲身体验如何采取防御措施被攻击的密码系统，这样，可以在增强学生应急处理能力的基础上，不断夯实他们的理论基础，丰富其实践经验，进而助力学生成长为高素质复合型密码学人才^[3]。

二、基于生成式人工智能的密码学教学新模式构建策略

（一）教学方式创新，多场景 AI 协同教学模式

第一，创设协作式实践教学场景。教师紧紧围绕真实的信息安全问题，设置一系列项目式实践任务，如，“利用密码技术增强通信系统安全度”“设计加密通信协议并模拟攻防对抗”等。在项目实践过程中，教师要将学生划分为若干个学习小组，学生则以小组为单位利用生成式人工智能辅助完成一系列实践环节，比如，学生利用 AI 模拟安全测试场景评估项目部署后系统的安全性；通过 AI 实时调试代码片段，帮助有效攻克技术困境；自动生成项目需求说明书模板，学生对比这些技术方案选择最合适的。同时，教师也要灵活应用生成式人工智能技术查看各小组项目进度，并给予个性化辅导，有效增强学生的问题解决能力与团队协作能力^[4]。

第二，沉浸式体验教学场景。在教学实践中，教师依托生成式人工智能技术结合虚拟现实技术，创设虚拟实训情况高度还原密码攻防场景。在这个场景中，学生可以分别饰演“防御者”“攻击者”等角色，感受相对真实的密码攻击与防御。比如，模拟企业密钥管理场景，学生亲自体验密钥生成、分发、更新与销毁等过程；模拟支付密码破解场景，学生利用密码分析技术破解支付密码，并设置安全性高的密码。在 AI 实训场景中，教师能够精准了解学生的实训操作流程，结合实训情况向学生提供相应的指导与反馈，以此增强学生的学习体验^[5]。

（二）教学内容重构，AI 赋能层次化教学内容

第一，基础层，要将重点放到数学基础、古典密码等内容上，主动利用生成式人工智能创设交互式场景，生动直观展示密码学发展历程，并生成编程语言类代码模板，要求学生利用代码密码进行加解密，通过频率分析法进行破译实践，完成一系列基本密码操作。另外，在讲解数学基础相关内容时，教师充分借助生成式人工智能可视化呈现功能，将代数结构、数论中的抽象概念转化为动态化内容，动态化拆解推导过程，辅助学生有效掌握与理解重难点。

第二，进阶层，聚焦现代密码体制，构建“理论讲解—代码实现—攻击模拟”的闭环教学内容。利用 AI 生成适配不同应用场景的密码算法案例，如 AES 在文件加密中的应用、RSA 在数字签名中的实现等，同时提供完整的代码实现与注释，引导学生分析

算法的核心流程。针对密码攻击与防护内容，通过 AI 生成模拟攻击场景，如中间人攻击、暴力破解等，让学生在虚拟环境中实践防护策略的设计与实现^[6]。

第三，前沿层，聚焦密码学最新发展成果，利用 AI 动态更新教学内容。针对量子密码、lattice-based 抗量子密码、区块链密码技术等前沿领域，AI 可实时整合最新学术论文与行业案例，生成专题教学资源，如量子密钥分发的原理演示、区块链智能合约中的密码安全机制分析等。同时，引导学生利用 AI 工具跟踪前沿研究动态，培养学术探究能力。

（三）评价机制完善，多元化 AI 赋能评价体系

第一，过程性评价。教师利用生成式人工智能构建动态化跟踪评价机制，实时追踪学生在密码学教学中产生的各项学习数据，如，学习进度、实操情况、作业完成质量以及课堂互动情况等，自动生成评价分析报告。其中，学习进度，生成式人工智能自动对比预设学习进度与学生实际进度，第一时间发现潜在问题并预警；实践任务与作业质量，基于生成式人工智能批改学生所提交的作业，能够在分析代码质量与解密思路的基础上，确保评估结果的正确性，并给予学生个性化辅导建议；课堂互动情况，生成式人工智能实时记录学生的课堂参与积极性，准确评价他们的思维灵敏度。这样，通过实施过程性评价，能够准确评价学生的各项表现，提高评价结果的客观性^[7]。

第二，终结性评价。教师利用生成式人工智能构建终结性评价体系，形成“项目实践成果+理论考试”评价模式，提高评价结果有效性。其中，项目实践成果，教师利用生成式人工智能梳理项目成果要点，实时记录学生在成果展示环节的表现，分析他们的各项能力生成情况，并自动生成相应的项目改进意见；理论考试，教师结合教学大纲利用生成式人工智能生成差异化期末试卷，主要包含案例应用、原理分析以及基础理论等内容，细化理论考试细则，准确评价学生的知识与技能掌握情况^[8]。

（四）教学资源保障，构建 AI 赋能的优质资源库

第一，智能化升级资源库。人工智能系统能够依据既定的教学目标以及学生的认知水平，智能化地生成或者推荐与之相匹配的教学素材。比如说，可以为特定的加密算法量身打造交互式的演示动画，这种动画能够生动形象地展示加密算法的工作流程；还可以基于真实的案例构建密码分析的情境模拟，让学生仿佛置身于真实的密码分析场景之中；另外，提供不同难度层级的练习题，从基础到进阶，满足不同学习阶段学生的需求，并且配备拓展阅读材料以拓宽学生的知识面^[9]。

第二，构建教学资源动态化更新机制。基于生成式人工智能实时了解密码学行业前沿理念、新型攻击与防御手段、最新的行业标准等，智能化汇总与整合这些资源并更新资源库，提高资源库的前沿性，并满足学生的资源学习需求。另外，鼓励教师与学生参与到资源库更新中，学生可以分享项目实践成果、经验，教师则能够上传精品课程、优质课件以及自编讲义等，生成式人工智能分类整合师生所上传资源，并对资源质量作出评估，以此为密码学教学提供智能化、多元化教学资源，并拓展学生的知识储备。同时，构建个性化推荐体系，该体系依托生成式人工智能技

术根据资源需求、关键词等，快速检索师生所需的资源类型，并结合他们的兴趣偏好、历史浏览记录，自动推送与他们需求高度关联的资源^[10]。

三、结语

总而言之，生成式人工智能为密码学教学模式的革新带来了前所未有的机遇，对此，教师可以从教学方式创新，多场景 AI 协

同教学模式；教学内容重构，AI 赋能层次化教学内容；评价机制完善，多元化 AI 赋能评价体系；教学资源保障，构建 AI 赋能的优质资源库等策略着手，除了可以提升密码学教学质量之外，也能增强学生的综合素养，确保他们能够充分满足行业所提出的要求，未来，随着生成式人工智能技术的不断深化，还需进一步探索其在密码学教学中的伦理规范、技术瓶颈及长效运行机制，推动密码学教育迈向更高质量的发展阶段，为国家信息安全事业输送更多高素质的专业人才。

参考文献

[1] 沈张一, 李琛璞, 钟华. 多模态生成式人工智能在数据结构课程教学中的应用 [J]. 湖州师范学院学报, 2024, 46(10): 44-50.

[2] 马潇, 陈斐斐. 生成式人工智能在高职酒店管理与数字化运营专业教学中的应用探究 [J]. 中原文化与旅游, 2024, (07): 76-78.

[3] 李明娟, 刘蕊萍, 杨丽. 生成式人工智能赋能学习情景与教学设计研究 [J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(25): 27-30.

[4] 谢晗, 刘伊思. 生成式人工智能在教学运用中的价值、困境与展望 [J]. 信息系统工程, 2024, (08): 120-123.

[5] 周如俊. 生成式人工智能赋能职业教育教学变革：主要维度与发展进路 [J]. 当代职业教育, 2024, (04): 22-31.

[6] 唐文静, 毛绚霞, 贾洁, 等. 生成式人工智能工具赋能“食品安全”的课程设计和教学探索 [J]. 食品工业, 2024, 45(07): 120-123.

[7] 胡秀锦. 生成式人工智能赋能教师教学：现状与思考——基于上海职业院校的调查 [J]. 职教论坛, 2024, 40(06): 52-61.

[8] 龙宝新, 赵文晖, 李海英. 生成式人工智能对教师教学活动的挑战与应对——基于活动理论的视角 [J]. 当代教师教育, 2024, 17(02): 41-47.

[9] 吴庆华, 郭丽君. 生成式人工智能时代高职院校的教学变革：挑战、框架与路径 [J]. 大学教育科学, 2023, (06): 112-120.

[10] 沈东阳, 陈世杰, 魏晓斌. 生成式人工智能助力高校专业课教学的思考——以 ChatGPT 为例 [J]. 大学教育, 2024, (03): 65-69+73.

人工智能技术在仪器仪表中的发展与应用

白磊, 梁诗琦, 高永嘉, 张雨桐

宝鸡文理学院, 物理与光电技术学院, 陕西 宝鸡 721016

DOI: 10.61369/TACS.2025140013

摘 要 : 随着产业智能化变革和高校教学体制改革的深入推进, 人工智能的蓬勃发展为相关产业升级注入了新动力, 也推动了教学体系的重构与优化。本文以人工智能与智能仪器课程整合为核心, 系统剖析了二者的内在关联, 深入分析了当前课程整合的现状与难点, 并探索其实现路径, 旨在为相关课程教学与行业智能化发展提供实操性借鉴, 助力培养兼具仪器仪表专业素养与人工智能实践应用能力的复合型人才。

关 键 词 : 人工智能; 仪器仪表; 发展与应用

Development and Application of Artificial Intelligence Technology in Instrumentation

Bai Lei, Liang Shiqi, Gao Yongjia, Zhang Yutong

Baoji University of Arts and Sciences, School of Physics and Optoelectronic Technology, Baoji, Shaanxi 721016

Abstract : With the deepening of industrial intelligent transformation and the reform of higher education teaching systems, the booming development of artificial intelligence has injected new momentum into the upgrading of related industries and driven the reconstruction and optimization of teaching systems. Taking the integration of artificial intelligence and intelligent instrument courses as the core, this paper systematically analyzes the intrinsic connection between the two, deeply analyzes the current status and difficulties of course integration, and explores its implementation paths. It aims to provide practical references for related course teaching and industry intelligent development, to assist in cultivating composite talents with both professional literacy in instruments and meters and practical application capabilities in artificial intelligence.

Keywords : artificial intelligence; instrumentation; development and application

仪器仪表作为工业生产、科研攻关、民生保障等诸多领域的核心基础装备, 是传感、测量、分析和控制的关键载体, 其性能优劣直接影响各类应用的准确性与有效性。当前, 传统仪器仪表因采用单一计量方式, 已难以适应现代工业向智能化、高效化的发展需求。人工智能凭借其强大的数据挖掘、自主学习及智能决策能力, 与现代仪器设备深度融合, 推动传统仪表向智能化、复合型、一体化方向转型升级。因此, 本文聚焦人工智能在仪器仪表中的开发与应用研究, 以人工智能与智能仪器的深度融合为核心, 立足实际应用、聚焦关键点, 破解学科交叉难点问题, 助力科技发展与人才培养, 为相关领域的实践与教学工作提供参考。

一、人工智能技术与智能仪器仪表的核心关联

(一) 人工智能技术为仪器仪表智能化升级提供核心支撑

融合机器学习、深度学习、神经网络及模糊控制等多项技术的人工智能, 其核心优势在于能够对复杂数据进行自主处理、自主决策与自适应调节, 这与现代仪表对精度、智能化及自动化的发展需求高度契合。传统仪器的数据采集、分析与校准多依赖人工操作完成, 不仅工作效率低下, 还易受人为因素干扰, 导致测试结果存在偏差。而将人工智能引入仪器仪表, 使其具备自主感知、智能分析与动态优化功能, 能够自动识别并处理各类扰动

信息, 优化测试算法, 提升测试的准确性与可靠性^[1]。

在设备数据处理环节, 通过对海量测试信息的深度挖掘与规律分析, 可精准识别异常规律, 实现早期报警与故障诊断, 有效解决传统设备检测难度大、滞后性强的问题。在设备控制层面, 借助模糊控制、神经网络等技术, 可根据测试结果动态调整设备操作参数, 实现对复杂工况的自适应调节与精准控制。该方法不仅可应用于工业现场的温度、压力等参数监测场景, 也可成为“智能仪器”实训教学中的核心内容。

(二) 智能仪器仪表为人工智能技术提供实践载体

智能仪器仪表是人工智能技术极具价值的实践载体, 能够为

人工智能技术的落地实施与优化迭代提供真实的实验场景。人工智能技术的发展离不开海量实际数据支撑，而工业生产、科研探索的智能仪器仪表会持续产生的大量测量数据与运行数据，为人工智能算法的训练与优化提供了充足素材，推动人工智能技术向专业化、精细化方向演进^[2]。

同时，智能仪器仪表的广泛应用，也对人工智能技术提出了针对性革新。例如，工业场景对设备实时性的高要求，推动人工智能算法向轻量化、高速化方向发展；民用仪器设备对使用便捷性、交互性的需求，促进人工智能技术与设备人机交互能力深度融合，实现智能化操控与可视化呈现。

（三）课程结合是技术落地与人才培养的核心纽带

人工智能技术与仪器仪表的深度融合，本质上需要兼具二者专业素养的复合型人才作为支撑。高校作为人才培养的核心渠道，“智能仪器”相关课程与人工智能技术的融合深度，直接关系到人才培养质量与企业实际需求的匹配度。当前，随着仪器仪表产业的智能化升级，企业对人才的需求已从单纯的仪器操作与维护能力，转向人工智能算法应用、智能仪器研发、故障智能诊断等综合能力。因此，高校智能仪器相关课程需突破传统教学模式局限，将人工智能技术全面融入课程教学的各个环节^[3]。

课程融合并非简单的内容叠加，而是要将人工智能技术与仪器仪表专业知识有机整合，让学生在掌握仪器仪表核心原理与操作技能的基础上，学会将人工智能技术应用于仪器的实操与研发中^[4]。通过理论教学与实践教学的深度融合，一方面推动人工智能技术在仪器仪表领域的落地应用，另一方面为企业培育符合产业需求的复合型人才，实现技术研发、课程教学与人才培养的一体化发展。

二、人工智能与智能仪器仪表课程结合的现状与痛点

（一）课程体系滞后，与行业技术脱节

当前，智能仪器仪表相关课程体系仍沿用传统教学模式，教学内容主要围绕传统仪器仪表的原理、结构及操作方法展开，而人工智能相关知识仅作为辅助章节纳入教学，部分院校甚至未将其整合到课程体系中，导致课程内容难以跟上工业智能化的发展步伐。此外，教学中还存在教学内容设置不合理、知识点衔接不紧密等问题，这也是当前高校工科专业课程普遍面临的难点^[5]。例如，部分高校虽开设了人工智能基础原理相关课程，讲解机器学习、神经网络等基本原理，但未将其与仪器仪表的实际应用场景相结合，导致学生所学的人工智能知识与仪器操作、研发设计等专业技能相脱节，难以将所学知识转化为实际工作能力，无法满足工业领域对复合型人才的需求。

（二）实践教学薄弱，实操性不足

“智能仪器”是一门实践性极强的专业基础课程，人工智能技术的融入对该课程的实训教学提出了更高要求。但目前我国多数高校的该课程实训教学环节较为薄弱，实操训练不足，难以满足一体化教学需求。一方面，受实验教学设施更新滞后的影响，部分高校仍以传统仪器为主，缺乏智能校准仪、智能数据采集

仪、智能故障诊断仪等搭载人工智能技术的智能仪器，学生无法亲自操作这类智能仪器，难以真正理解人工智能技术在仪器仪表中的应用逻辑。另一方面，实验教学多流于形式，以验证性实验为主，综合性、创新性实验较少。例如，实操训练中大多让学生按既定步骤操作设备、采集数据，未涉及人工智能技术与实际工作的融合，如如何通过算法优化数据处理流程、通过模型训练实现故障诊断等^[6]。

（三）师资素养不足，难以支撑课程融合

教师是课程融合的核心支撑力量，但目前高校相关专业教师的综合素养普遍不足，难以支撑人工智能与智能仪器仪表课程的深度融合。教学过程中，部分教师要么学科基础薄弱，要么虽掌握一定的仪器仪表专业知识，但缺乏人工智能技术相关基础；要么精通人工智能技术，却对仪器仪表的原理与应用理解不深，无法实现二者的有效融合。授课时，此类教师往往只能侧重仪器仪表的传统知识讲授，或单纯讲解人工智能理论，难以将二者结合，难以达到课程深度融合的教学目标。

（四）教学方法传统，缺乏创新性

当前，“智能仪器”课程仍以“教师讲授为主”的传统模式，缺乏创新性，难以满足“课程融合一体化”的教学要求。课堂时间多由教师主导，学生处于被动接受的状态，缺乏主动思考与自主探究的机会，学习兴趣与创造性思维难以被激发。在学科融合的大背景下，需通过教学引导学生运用人工智能技术解决传统教学模式难以攻克的专业问题，但传统教学方法显然无法实现这一目标。

三、人工智能与智能仪器仪表课程深度结合的实施路径

（一）重构课程体系，实现内容有机融合

首先，立足产业智能化发展需求，以培养兼具仪器仪表专业素养与人工智能应用能力的复合型人才为核心目标，对教学内容进行结构化重构。课程教学内容可划分为三大核心模块：基础模块、核心模块与实践模块。基础模块涵盖仪器仪表基础与人工智能基础两大内容，系统讲解仪器仪表的基本原理、结构及性能指标，深入阐释机器学习、神经网络、模糊控制等人工智能关键技术的核心原理。核心模块作为课程融合的关键，涵盖智能仪器的硬件设计、软件开发、数据处理、故障诊断等内容，并将人工智能技术与各知识点深度融合。例如，在智能仪器硬件设计章节，重点讲解智能传感器与人工智能算法的融合应用；在数据处理部分，着重传授通过机器学习算法优化数据采集、降噪及分析的实践技能。实践模块以实操能力培养为核心，设计综合性、创新性实训项目，实现理论与实践的深度融合^[7]。

其次，紧跟行业技术发展步伐，及时补充新技术、新装备、新案例。例如，通过介绍智能工业仪器、智能医疗仪器等新产品，具象化展示人工智能技术的应用逻辑；依据产业规范与企业需求，剔除课程中冗余且缺乏实践价值的内容，补充具备实际应用价值的知识点，确保教学内容的实用性与针对性，助力课程体

系与仪器仪表产业高质量发展需求同频共振^[8]。

（二）强化实践教学，提升实操能力

为实现课程融合一体化，培养学生的实操能力，需以实操训练为核心，聚焦实训教学短板，构建多层次、递进式综合实训教学体系。首先，升级实验教学设施，加大资金投入，引进智能校准仪、智能数据采集仪、智能故障诊断仪等智能仪器仪表；搭建虚拟仿真实践平台，对智能仪器的操作、研发、故障诊断等环节进行仿真模拟，弥补物理设施的不足，让学生能够随时随地开展实战化演练，掌握人工智能算法在仪器仪表故障诊断中的实际调试技巧。

其次，优化实训教学内容，删减传统验证性实验，增加综合性、创新性实训课题，结合专业需求，实现人工智能实操与仪器应用的深度结合。例如，通过智能仪器标定实训课题，引导学生运用机器学习方法优化标定流程，提升标定精度；通过学习仪表运行过程中的数据信息，进行神经网络建模，实现故障的自动辨识与定位；通过将人工智能算法融入仪表控制实训，让学生掌握算法调试与参数优化的技能，提升学生的技术应用能力与创新能力。

（三）提升师资素养，强化教学支撑

教师是课程融合的核心支撑力量，需通过多元途径提升教师的专业素养与实践技能，打造一支兼具仪器仪表专业知识与人工智能技术能力的复合型教师队伍。首先，加强师资队伍建设，制定专项培养方案，定期开展“人工智能与智能仪器”课程融合专题培训，邀请行业专家与企业工程师授课，解读行业新技术、新应用与新需求，提升教师的理论水平与实践能力；组织各高校相关专业教师开展深度研讨与交流，相互借鉴教学经验与实践成果，实现教学资源的共享与教学能力的共同提升。

其次，深化校企合作，为教师提供企业实践机会，让教师深入仪器仪表企业一线，参与企业智能仪器研发、人工智能技术应用等实际项目，积累工业领域的实战经验，精准把握企业对人才

的具体需求，并将产业实例与实战经验融入课堂教学，提升教学的针对性与实用性。

（四）创新教学方法，激发学习兴趣

要提升课程教学质量、实现课程融合一体化，需突破传统授课模式的局限，结合课程特点与学生认知规律，采用多元化、创新性教学方法，激发学生的学习主动性与创造性思维。首先，采用“课题驱动式”教学，以实际工程项目为载体，引导学生在课题研究与实践过程中融合仪器仪表与人工智能专业知识。例如，以“智能仪器研发”为课题，引导学生完成需求分析、硬件设计、软件开发、算法调试、设备优化等全流程工作，让学生在课题执行过程中，掌握人工智能算法的应用方法与仪器研发技巧，提升综合应用能力与团队协作能力，培养学生解决工业实际问题的能力。

其次，采用案例教学法，精选仪器仪表行业的实际应用案例，通过讲解人工智能技术在工业、医疗、民生等领域的应用案例，将抽象概念转化为具体实操流程。以工业仪器智能化升级为例，讲解如何运用机器学习方法进行工业参数测量与数据处理；以医疗仪器为例，阐释其在医疗数据监测与故障诊断中的应用，让学生直观感受人工智能的实用价值，激发学生的学习兴趣与探究欲望。

四、结束语

人工智能与仪器仪表的深度融合是产业智能化升级的重要趋势，也推动了相关课程的深度教学改革。课程融合的核心是实现专业技能与职业需求的精准对接，通过重构课程体系、强化实践教学、提升师资素养，从根本上破解教学与产业脱节的难题。本文不仅能让教学内容更贴合行业需求，更能为相关产业培养兼具“仪器仪表”与“人工智能”综合素养的复合型人才，实现教学与产业的协同发展。

参考文献

[1] 刘增强. 基于人工智能的智能仪器仪表控制阀优化设计 [J]. 模具制造, 2025(04).
[2] 闫勇刚, 张登攀, 代军. 产教融合背景下人工智能赋能仪器仪表工程专业学位硕士研究生创新能力提升研究 [J]. 中国现代教育装备, 2025, (09): 138-139+145.
[3] 刘增强. 基于人工智能的智能仪器仪表控制阀优化设计 [J]. 模具制造, 2025, 25(04): 210-212.
[4] 徐小玲, 雷高伟, 黄瑞龙, 刘美. 人工智能驱动下测控技术与仪器专业课程体系优化 [J]. 西部素质教育, 2025, 11(12): 154-157.
[5] 吴志刚, 赵璐, 贾晶, 等. 人工智能与教学融合的创新与实践研究 [J]. 社会科学前沿, 2023, 12 (1): 112-116.
[6] 田洪伟, 撒兴才, 代伍年, 曹汝庆. 工业场景下基于人工智能的仪器仪表识别与分类技术研究 [J]. 科学技术创新, 2025, (07): 1-4.
[7] 郭一威. 基于人工智能的变电试验仪器仪表故障诊断技术研究 [J]. 仪器仪表用户, 2025, 32(03): 19-21.
[8] 张建明. 推动仪器仪表产业高质量发展的路径探索 [J]. 华东科技, 2025, 473(07): 48-51.

AI 赋能中职图像处理课程教学改革与实践

韦芳

江苏省溧水中等专业学校, 江苏 溧水 211200

DOI: 10.61369/TACS.2025140018

摘 要 : 教育数字化是教育变革的战略方向和重要举措, 人工智能技术为数字赋能教育带来了新的机遇。针对新形势下 AI 基础核心课程——图像处理课程发展和教学改革需求, 本文聚焦于“融合—实践—创新”的创新型人才培养教学体系, 旨在探索教育数字化战略行动下 AI 赋能的中职计算机图像处理教学模式创新和科研范式转型思路, 是新形势下科教融合、产学研协同的创新创业教育与专业教育协同教学新模式和新方法的探索和实践。

关 键 词 : AI 赋能; 中职; 图像处理课程; 教学改革

AI-Empowered Teaching Reform and Practice of Image Processing Course in Secondary Vocational Schools

Wei Fang

Jiangsu Lishui Secondary Vocational School, Lishui, Jiangsu 211200

Abstract : Educational digitalization is a strategic direction and important measure for educational reform, and artificial intelligence (AI) technology has brought new opportunities for digitally empowered education. In response to the development needs and teaching reform requirements of the image processing course—a core basic AI course—under the new situation, this paper focuses on the innovative talent training teaching system of "integration–practice–innovation". It aims to explore the innovation of AI-empowered teaching models and the transformation ideas of scientific research paradigms for computer image processing in secondary vocational schools under the strategic action of educational digitalization. This study is an exploration and practice of new models and methods for the collaborative teaching of innovation and entrepreneurship education and professional education, integrating science and education as well as industry and education, under the new situation.

Keywords : AI empowerment; secondary vocational schools; image processing course; teaching reform

一、中职计算机图像处理课程的教学现状

(一) 课程内容难以对接前沿市场与技术

随着 AI 技术广泛渗透至图像识别、目标检测、风格迁移等领域, 行业对从业者掌握 Python 语言及其生态工具提出了明确要求^[1]。然而, 当前部分中职院校图像处理课程在教学内容设置上存在滞后性, 多数课程仍以传统 MATLAB 平台为核心开展验证性实验教学, 强调理论公式的编程实现与基础图像变换操作, 缺乏对现代图像处理核心技术场景的覆盖, 难以支撑其在真实项目环境中的技术应用能力培养。

PyTorch、TensorFlow、Paddle Paddle 等深度学习框架的普及进一步加速了图像处理技术向智能化方向演进, 使得复杂神经网络模型的设计与训练变得更加高效。业界普遍采用基于 Python 的技术栈进行算法原型开发与部署, 高校科研团队也多依托此类框架发表前沿成果^[2]。相比之下, MATLAB 虽然在信号处理方面具有一定优势, 但在深度学习模型构建、大规模数据集训练及跨平台部署方面存在明显局限。课程若继续固守原有技术路线, 可能会使学生与行业实际脱节, 削弱其就业竞争力, 直接

影响学生实践能力的形成, 制约其适应智能时代技术变革的能力发展。

(二) 课程相关知识获取途径较为匮乏

在 AI 迅猛发展的背景下, 数字图像处理技术不断迭代更新, 新的算法、工具和应用场景层出不穷, 这对中职计算机图像处理课程的知识更新速度提出了更高要求^[3]。然而, 在实际教学过程中, 学生获取课程相关知识的渠道仍然相对局限, 知识更新滞后现象普遍存在。部分中职院校仍以传统教材为主要知识载体, 内容更新缓慢, 难以及时纳入深度学习、生成对抗网络、图像语义分割等前沿技术模块, 教学内容与当前技术发展脱节。

另一方面, 教学资源平台建设不足也制约了知识获取的广度与深度。部分学校尚未建立系统化的在线学习资源库, 缺少与 AI 图像处理相关的项目案例、开源代码、技术文档和实训视频, 学生自主拓展学习的空间有限^[4]。互联网虽提供了海量信息, 但优质教育资源分布零散, 学生在筛选与甄别过程中面临认知负担, 缺乏有效引导。教师自身对新兴 AI 工具和技术掌握程度参差不齐, 部分教师未接受过系统的 AI 技术培训, 难以将 Stable Diffusion、Open CV 结合 AI 模型、Auto ML 图像分类等新型技术转化为可

讲授的教学内容，进一步加剧了知识传递的断层。

（三）智能化教学支持与多元化评价体系缺失

受传统教育模式影响，部分中职院校的课堂教学过程中缺少了基于 AI 的实时反馈机制，教师难以全面掌握每位学生的实操进展与思维障碍。例如，在编程类任务中，学生编写的 Python 脚本或调用 CV 库函数的过程具有高度非线性特征，传统的批改方式仅能评判最终结果是否正确，无法追踪其调试过程中的尝试路径与改进能力^[5]。

在课程考核方面，当前评价体系仍以期末笔试成绩和基础实验报告为主要依据，侧重知识记忆而非实际应用能力的检验。评分标准偏向统一化，没有体现出学生在项目开发全过程的综合表现。例如，有学生通过轻量化卷积网络提升图像识别速度，或将图像增强技术应用于本地农产品质检场景，具备实际转化价值，但此类成果在现行评价框架中缺乏认定通道，更未纳入学分认定或竞赛推荐体系。

二、AI 赋能中职图像处理课程教学改革的应用与实践

（一）课程内容重构：技术前沿与产业需求深度融合

在 AI 赋能背景下，中职计算机图像处理课程的教学内容应聚焦于技术发展脉络与真实产业场景的深度契合。

传统教学多依赖静态素材与固定操作流程，学生面对的是经过筛选的标准化练习文件，缺乏对真实设计生产链路的理解^[6]。在引入人工智能技术后，教学素材的生成方式发生了转变。教师可以利用生成对抗网络（GAN）或扩散模型，引导学生用文本描述自动生成符合特定风格的图像素材，如海报背景、插画元素或产品渲染图，使其理解“提示词工程”在现代视觉创作中的关键作用，掌握如何通过语言精准表达视觉意图。例如，在字体设计环节，以往学生需耗费大量时间进行笔画绘制与结构调整，而现在可通过 AI 字体生成工具，输入基础字符集并设定风格参数，快速获得初步字体方案。然后，学生在此基础上进行优化与再创作，将重心从重重复性劳动转向审美判断与个性表达，既提升了创作效率，又能贴合广告公司、品牌设计机构对字体定制的高效需求。

如此，教学内容的重心由单一技能传授转变为复合能力培育。学生在接触 AI 工具的过程中，能够逐步形成对数据、算法与应用场景之间关系的认知框架。技术前沿不再是遥不可及的概念，而是嵌入日常学习的具体实践^[7]。这种深度融合使课程始终保持动态更新，回应产业升级带来的技能变迁，推动中职教育从“模仿复制”向“智能创造”转型。

（二）产教深度融合：构建“双向赋能”协同育人模式

在人工智能技术的迅猛发展和智能产业的快速崛起的背景下，产教融合是推动中职图像处理课程教学改革的重要路径，通过校企合作实现教育资源与产业资源的有机整合，形成“双向赋能”的协同育人机制^[8]。

一方面，企业要深度参与课程设计与教学实施，将真实项目案例引入课堂，使教学内容紧贴行业实际需求，增强学生的实践

操作能力和职业适应力。接着，学校要依据企业反馈动态调整人才培养方案，优化课程结构，确保技能训练与岗位要求精准匹配。在这一过程中，教师团队要积极赴企业研修，掌握最新图像处理技术与工作流程，提升自身的技术应用水平和工程实践指导能力。企业技术人员则以兼职讲师身份进入校园，承担部分实训课程教学任务，带来一线工作经验与行业视角，弥补传统教学中实践性不足的问题。

另一方面，共建实训平台是产教融合的关键载体，校企要联合打造集教学、研发、服务于一体的图像处理实验室，配备先进的软硬件设施，模拟真实工作环境，支持学生完成从基础修图到复杂视觉设计的多层次训练。具体而言，企业可以为学生提供阶段性实习机会，安排其参与实际图像处理项目，如电商图片精修、广告视觉设计、短视频后期制作等，在真实业务场景中锤炼专业技能。学校同步建立项目化教学机制，围绕企业提供的任务展开教学活动，学生以小组形式承接项目，经历需求分析、方案制定、执行优化与成果交付全过程，强化团队协作与问题解决能力。

（三）智能化教学支持：任务驱动的个性化培养

在传统教学过程中，教师通常采用统一讲授、集中示范的方式开展教学，难以兼顾不同学生的学习节奏与能力差异^[9]。为解决此问题，中职教师可以借助 AI 技术构建智能化教学支持系统，开拓实基于任务驱动的个性化培养路径，使教学活动更加贴合学生的实际需求。通过智能算法对学生的行为数据进行实时采集与分析，系统可精准识别其知识掌握程度、操作熟练度以及常见错误类型，进而推送适配的学习资源与训练任务。例如，在 Photoshop 图层操作或图像色彩调整等知识点学习中，系统可根据学生完成练习的速度与准确率，自动推荐基础巩固题或进阶挑战项目，形成动态调整的任务链。

智能化教学平台还支持虚拟助教功能，提供 7×24 小时的交互式答疑服务。当学生在完成图像修复、抠图合成等具体任务时遇到困难，可通过语音或文字输入问题，AI 助手即时解析并给出分步指导，模拟真实课堂中的个别辅导场景。同时，系统内置的智能评测模块不仅能对最终作品进行质量评分，还能追踪整个创作过程，记录工具使用频率、操作路径合理性等隐性指标，全面反映学生的思维逻辑与技能应用水平。

任务驱动的设计贯穿于教学全过程，每个学习单元均以真实应用场景中的图像处理任务为起点，如电商产品修图、海报设计、短视频封面制作等。学生在解决实际问题的过程中主动调用所学知识，AI 系统则依据其任务完成情况生成个性化的学习画像，并规划下一阶段的能力提升目标。教师可通过后台仪表盘查看班级整体进度与个体学习轨迹，有针对性地组织小组协作或开展专题讲解，真正实现了因材施教，有效激发了学生的学习主动性与创造力。

（四）多元评价体系：构建“四维一体”动态考核机制

在人工智能技术深度融入教育教学的背景下，构建科学、全面、动态的多元评价体系成为推动教学改革的重要环节。教师可以在课程教学中引入“四维一体”动态考核机制，将过程性、实

践性、创新性与职业素养作为核心维度，实现对学生综合能力的立体化评估。

首先，过程性评价关注学生在整个学习周期中的表现，借助 AI 平台记录学习行为数据，如任务完成进度、软件操作熟练度、课堂互动频率、作业提交质量等，形成可视化学习轨迹。教师依据系统生成的学习画像及时给予反馈，帮助学生调整学习策略，增强自主学习能力^[10]。其次，实践性评价强调真实项目情境下的技能应用水平，依托校企合作开发的实际案例，要求学生完成从需求分析、方案设计到成品输出的完整流程。AI 辅助评分系统会结合行业标准对作品的技术规范、视觉表达和功能实现进行量化打分，确保评价客观公正。再者，创新性评价鼓励学生突破模板化思维，在图像合成、风格迁移、智能修复等环节尝试新技术、新方法。通过建立创意档案袋，收集学生的原创构思与实验成果，由师生共同参与评审，激发探索精神与艺术感知力。最后，职业素养评价则聚焦团队协作、时间管理、沟通表达与责任意识等方面，利用 AI 情感识别与语音分析技术捕捉小组讨论中的互动状态，结合企业导师的实地观察记录，形成长期稳定的行为评估模型。

四个维度相互支撑、动态联动，构成闭环式评价网络。系统实时更新各项指标得分，生成个性化的成长报告，既为教师提供精准教学决策依据，也使学生清晰了解自身优势与改进方向。该机制打破了传统“一考定成败”的局限，真正体现了职业教育“德技并修、工学结合”的育人理念，推动着图像处理课程向智能化、专业化、人本化方向演进。

三、结束语

为符合新时期人工智能深入发展的人才培养要求，本文针对中职计算机图像处理课程里存在的教学难题与挑战，展开了教学改革探索，“基于问题学习”角度出发，精心设计了综合性应用实践，以此激发学生学习兴趣与主动性，鼓励他们积极探索创新，课程实施时，依托 AI 平台开展课堂教学，充分利用平台提供的丰富资源和强大功能，提升教学的质量和效率，促使他们能把所学知识和经验与未来职业发展无缝对接，为学生顺利就业奠定了基础。本次教学改革探索在提升教学质量、激发学生兴趣、培养创新能力等方面有成效，为中职计算机图像处理课程教学提供了新思路。

参考文献

-
- [1] 徐则中, 钱诚, 游庆祥. 创新创业教育与专业课程教学融合的研究——以数字图像处理为例 [J]. 创新创业理论与实践, 2023(11): 61-64.
- [2] 廖天力, 邓森磊. 基于项目驱动的数字图像处理课程教学改革与研究 [J]. 数字通信世界, 2021(9): 244-245.
- [3] 游波. 《数字图像处理》课程教学困境及应对策略 [J]. 现代商贸工业, 2022, 43(14): 173-174.
- [4] 杨絮, 王宇, 安晓峰. 线上线下混合式一流课程《数字图像处理》的教学研究 [J]. 科技资讯, 2022, 20(13): 151-154.
- [5] 郑祥. 巧用 Python 创建个性化数据集 [J]. 中国信息技术教育, 2022(13): 70-72.
- [6] 姜秀艳, 徐迎晓, 张睿. 数字图像处理课程的混合式教学方案 [J]. 软件导刊, 2022, 21(7): 41-44.
- [7] 王玉文, 胡顺波. 数字图像处理形态学的空域与频域实现 [J]. 电脑知识与技术, 2022, 18(18): 74-76.
- [8] 付贵忠, 牛福洲, 陈浩, 谢鸥, 沈晔湖. 社会智能化趋势下图像处理与机器视觉课程教学新实践 [J]. 科技视界, 2022(17): 100-102.
- [9] 郑静, 王腾. 基于人工智能的数字图像处理课程优化设计与实践 [J]. 电子技术 (上海), 2022, 51(10): 139-141.
- [10] 刘东, 方芳. 人工智能视域下数字图像处理课程的教学改革 [J]. 福建电脑, 2020, 36(3): 23-26.

人工智能赋能小学语文古诗词跨学科教学

高淳¹, 邵溢²

1. 武汉市光谷第九小学, 湖北 武汉 430000

2. 湖北水利水电职业技术学院, 湖北 武汉 430000

DOI: 10.61369/TACS.2025140019

摘 要 : 小学语文古诗词教学是传承中华优秀传统文化、培育学生核心素养的重要载体, 而跨学科教学是新课标背景下突破传统古诗词教学局限、提升教学质量的关键路径。人工智能技术的快速发展为小学语文古诗词跨学科教学提供了全新支撑, 有效破解了传统教学中学科融合不畅、资源匮乏、个性化不足等难题。本文结合小学语文教学实际, 探析人工智能赋能小学语文古诗词跨学科教学的现实价值, 提出具体可行的教学路径, 旨在为优化小学语文古诗词教学模式、推动中华优秀传统文化在小学生群体中的传承与发展提供理论参考和实践借鉴。

关 键 词 : 人工智能; 小学语文; 古诗词教学; 跨学科教学; 核心素养

AI-Empowered Cross-Disciplinary Teaching of Ancient Chinese Poetry in Primary School Chinese

Gao Chun¹, Shao Yi²

1. Wuhan Guanggu No.9 Primary School, Wuhan, Hubei 430000

2. Hubei Water Resources Technical College, Wuhan, Hubei 430000

Abstract : The teaching of ancient Chinese poetry in primary school Chinese is an important carrier for inheriting fine traditional Chinese culture and cultivating students' core competencies. Cross-disciplinary teaching, under the background of the new curriculum standard, is a key path to break through the limitations of traditional ancient poetry teaching and improve teaching quality. The rapid development of artificial intelligence (AI) technology has provided new support for the cross-disciplinary teaching of ancient Chinese poetry in primary school Chinese, effectively solving the problems of poor interdisciplinary integration, lack of resources, and insufficient personalization in traditional teaching. Combining the actual situation of primary school Chinese teaching, this paper explores the practical value of AI-empowered cross-disciplinary teaching of ancient Chinese poetry in primary school Chinese, and proposes specific and feasible teaching paths. It aims to provide theoretical reference and practical insights for optimizing the teaching model of ancient Chinese poetry in primary school Chinese and promoting the inheritance and development of fine traditional Chinese culture among primary school students.

Keywords : artificial intelligence (AI); primary school Chinese; ancient poetry teaching; cross-disciplinary teaching; core competencies

引言

古诗词是中华优秀传统文化的璀璨瑰宝, 承载着古人的思想情感、文化底蕴和审美追求, 是小学语文教学的重要内容。新课标明确提出要加强学科融合, 推动古诗词教学与其他学科的有机衔接, 培养学生的综合素养。但当前小学语文古诗词教学仍存在诸多局限, 多数教学模式较为单一, 侧重知识点讲解与背诵, 忽视了文化渗透、审美培养和跨学科关联, 难以激发学生的学习兴趣 and 主动性。随着人工智能技术在教育领域的广泛应用, 语音识别、图像生成、智能推送等功能为古诗词跨学科教学注入了新活力^[1]。基于此, 本文深入探讨人工智能赋能小学语文古诗词跨学科教学的现实价值与实施路径, 助力教学质量提升, 实现传统文化传承与学生核心素养培育的双重目标。

一、人工智能赋能小学语文古诗词跨学科教学的现实价值

(一) 助力学科深度融合, 打破教学壁垒

传统小学语文古诗词教学多局限于语文学科内部, 与美术、

音乐、历史、地理等学科的衔接较为松散, 难以让学生全面理解古诗词背后的文化内涵和多元价值。人工智能技术凭借其强大的整合能力, 能够打破学科之间的壁垒, 搭建跨学科教学桥梁, 推动古诗词教学与多学科内容的深度融合。通过智能教学平台, 可将古诗词与相关学科资源进行系统整合, 比如在讲解《望庐山瀑

布》时，不仅讲解诗歌的语言文字、修辞手法，还能通过人工智能技术呈现庐山的地理风貌、气候特点，展示历代画家描绘庐山的美术作品，播放与瀑布相关的音乐旋律，让学生从语言、地理、美术、音乐等多个维度感受诗歌的魅力^[2]。这种跨学科融合模式，能够帮助学生构建完整的知识体系，拓宽认知视野，避免知识的碎片化，让古诗词教学不再局限于文字层面，实现从“教知识”向“育素养”的转变。

（二）激发学生学习兴趣，提升学习主动性

小学生年龄较小，注意力集中时间较短，抽象思维能力较弱，而古诗词语言凝练、意境深远，部分诗歌的时代背景、思想情感与小学生的生活经验差距较大，导致传统古诗词教学中，学生容易出现枯燥乏味、被动学习的现象。人工智能技术能够将抽象的古诗词转化为直观、生动、有趣的教学内容，契合小学生的认知特点，有效激发学生的学习兴趣 and 主动性^[3]。借助人工智能的图像生成、动画制作功能，可将古诗词的意境、场景进行可视化呈现，比如将《村居》中“草长莺飞二月天，拂堤杨柳醉春烟”的场景制作成动画短片，让学生直观看到春天的美景和孩童放风筝的欢乐画面；通过语音识别技术，开发古诗词朗读测评功能，让学生实时了解自己的朗读节奏、语气停顿，激发学生的朗读兴趣，培养朗读能力。此外，人工智能还能根据学生的学习喜好，推送个性化的跨学科学习任务，比如为喜欢绘画的学生布置“诗配画”任务，为喜欢音乐的学生布置“古诗词传唱”任务，让学生在对自己感兴趣的领域感受古诗词的魅力，主动参与到学习中来。

（三）突破教学重点难点，降低学习难度

小学语文古诗词教学中，部分诗歌的意境理解、情感把握、文化背景解读是教学的重点和难点，由于小学生的生活阅历有限、文化积累不足，很难快速准确地领悟其中的内涵。人工智能技术能够借助多元呈现形式，将抽象的教学难点具象化、简单化，帮助学生更好地理解和掌握。比如在讲解古诗词中的典故、历史背景时，人工智能可通过短视频、动画等形式，生动再现相关历史场景，让学生快速了解典故的由来和历史背景，从而理解诗歌所蕴含的思想情感^[4]；对于诗歌中的意境赏析，人工智能可通过图像合成、音效搭配等方式，构建沉浸式的意境场景，让学生身临其境感受诗歌的审美价值，比如在学习《静夜思》时，通过智能设备营造出夜晚、明月、乡愁的场景，搭配轻柔的背景音乐，引导学生体会诗人的思乡之情。同时，人工智能还能提供个性化的答疑辅导，学生在学习过程中遇到的疑问，可通过智能答疑系统实时获取解答，及时突破学习难点，降低学习难度，增强学习自信心。

二、人工智能赋能小学语文古诗词跨学科教学路径

（一）搭建智能教学平台，整合跨学科教学资源

搭建智能教学平台是人工智能赋能小学语文古诗词跨学科教学的基础，能够实现跨学科资源的系统整合和高效利用，为教学实施提供有力支撑。学校应加大教育信息化投入，联合科技企业

搭建贴合小学语文古诗词教学实际的智能教学平台，整合语文学科与美术、音乐、历史、地理、科学等学科的相关资源，形成系统化、多元化的跨学科教学资源库^[5]。资源库应包含古诗词原文、注释、译文、赏析、相关历史典故、地理知识、美术作品、音乐素材、教学课件、练习题、跨学科任务设计等内容，且资源应不断更新完善，贴合新课标要求和学生的认知特点。同时，智能教学平台应具备资源推送、在线互动、作业布置与批改、学习跟踪、评价反馈等功能，教师可根据教学需求，快速检索和整合跨学科资源，设计个性化的教学方案；学生可通过平台自主查阅资源、完成学习任务、参与互动交流，实现自主学习和个性化发展^[6]。例如，在教学《枫桥夜泊》时，教师可通过智能平台整合诗歌原文、译文、赏析，以及枫桥的地理位置、历史沿革、相关绘画作品和古琴曲，为学生呈现全方位的跨学科学习资源，助力学生全面理解诗歌内涵。

（二）开发个性化学习资源，适配学生认知特点

小学生的认知水平、学习兴趣、学习能力存在明显差异，传统的“一刀切”教学模式难以满足不同学生的学习需求。人工智能技术能够基于大数据分析，精准把握每个学生的学习特点和需求，开发个性化的跨学科学习资源，实现“因材施教”。通过智能教学平台收集学生的学习数据，包括学习进度、知识掌握情况、学习兴趣、答题正确率等，利用人工智能算法对数据进行分析，精准定位学生的学习优势和不足，为每个学生推送适配其认知水平和学习兴趣的跨学科学习资源和学习任务。对于学习能力较强的学生，可推送难度较高的跨学科拓展任务，比如结合古诗词进行小论文写作、创意绘画、歌曲创作等；对于学习有困难的学生，可推送基础型的学习资源，比如古诗词的简单注释、动画讲解、基础练习题等，帮助其夯实基础。同时，可开发智能化的学习工具，比如古诗词智能背诵助手、语音跟读软件、意境赏析小程序等，让学生能够利用碎片化时间自主学习，根据自己的学习节奏调整学习进度，提升学习效果^[7]。例如，针对喜欢音乐的学生，可推送古诗词传唱音频和乐谱，让学生通过唱歌的方式记忆古诗词；针对喜欢绘画的学生，可推送古诗词意境绘画教程和素材，引导学生通过绘画表达对诗歌的理解。

（三）构建沉浸式教学场景，强化情感与审美体验

古诗词的核心魅力在于其深远的意境和真挚的情感，而沉浸式教学场景能够让学生身临其境感受诗歌的意境和情感，提升审美素养和文化认同感。人工智能技术能够借助虚拟现实、增强现实、图像生成、音效合成等技术，构建沉浸式的古诗词跨学科教学场景，打破时间和空间的限制，让学生“走进”古诗词的世界^[8]。在教学过程中，教师可利用虚拟现实设备，带领学生“穿越”到古诗词创作的时代，感受当时的社会环境、生活场景和诗人的创作心境，比如在讲解《清明》时，通过虚拟现实技术还原清明时节的场景，让学生看到细雨纷飞、行人匆匆的画面，体会诗人的愁绪；在讲解《咏柳》时，通过增强现实技术，将柳树的图像投射到现实场景中，让学生直观看到“碧玉妆成一树高，万条垂下绿丝绦”的美景，感受春天的生机与活力。同时，可结合美术、音乐等学科，通过人工智能技术将诗歌意境转化为视觉和

听觉体验，比如让学生欣赏人工智能生成的古诗词主题绘画，聆听人工智能合成的诗歌配乐朗诵，引导学生从视觉、听觉等多个维度感受诗歌的审美价值，强化情感体验^[9]。

（四）完善多元智能评价，推动教学优化升级

科学合理的教学评价是推动教学质量提升的重要保障，人工智能技术能够完善古诗词跨学科教学评价体系，实现评价的多元化、智能化和全面化，为教学优化提供有力支撑。首先，构建多元评价指标体系，打破传统评价侧重知识掌握的局限，将语言文字能力、跨学科应用能力、审美能力、创新能力、学习主动性等纳入评价指标，全面考查学生的综合素养。其次，利用人工智能技术实现评价方式的智能化，通过智能评价系统对学生的学习过程和学习成果进行全程跟踪和自动评价，比如对学生的朗读情况进行语音识别和评分，对学生的“诗配画”“古诗词传唱”等跨学科作品进行图像识别和智能评分，对学生的作业完成情况进行自动批改和分析，大大减轻教师的评价负担，提高评价效率^[10]。同时，智能评价系统能够生成个性化的评价报告，清晰呈现每个学生的学习情况，为教师提供精准的教学反馈，帮助教师及时发现教学中的问题，调整教学策略，优化教学过程；为学生提供针对性的学习建议，引导学生明确努力方向，自主改进学习方法。此

外，还可借助人工智能技术实现评价主体的多元化，除了教师评价，还可引入学生自评、互评和家长评价，通过智能平台搭建评价互动渠道，让学生、家长参与到评价过程中，形成家校共育、师生共进的良好教学氛围。最后，建立评价结果应用机制，将评价结果与教学改进、学生激励相结合，根据评价结果优化教学方案、调整学习任务，激发学生的学习动力，推动古诗词跨学科教学不断优化升级。

三、结语

人工智能技术的发展为小学语文古诗词跨学科教学带来了新的机遇，其在助力学科融合、激发学习兴趣、突破教学难点、优化教学评价等方面具有重要的现实价值。在实际教学中，教师应树立正确的人工智能应用理念，合理运用人工智能技术，结合小学语文教学实际和学生的认知特点，优化教学模式，推动古诗词教学与多学科的深度融合，让古诗词教学更具趣味性、实效性和综合性。同时，也要注重人工智能技术与传统教学模式的有机结合，避免过度依赖技术，充分发挥教师的主导作用和学生的主体作用，实现技术赋能与人文教育的有机统一。

参考文献

[1] 李梦冉. 人工智能赋能小学语文古诗词跨学科教学 [J]. 语文世界, 2025, (04): 13-14.
[2] 董伟. AI 润诗心: 人工智能构建小学语文古诗词高效课堂 [J]. 小学生作文辅导 (下旬), 2024, (11): 33-35.
[3] 宋昂昂. 基于“互联网+”背景的小学语文阅读教学探讨 [J]. 中国新通信, 2024, 27 (22): 158-160.
[4] 李娟. 拆解画面·感知意境: 人工智能助推古诗词教学的发力点——以统编版小学语文三年级下册《清明》为例 [J]. 云南教育 (小学教师), 2024, (10): 17-19.
[5] 任爱华. 多媒体资源在小学语文古诗词教学中的应用效果研究 [J]. 试题与研究, 2024, (25): 100-102.
[6] 刘佳. 教育生态重构: 生成式人工智能在小学语文古诗词教学中的应用 [J]. 新时代语文教育论丛, 2024, (00): 209-214.
[7] 樊玉文. 人工智能与小学语文古诗词教学相融合的有效策略 [J]. 新时代语文教育论丛, 2024, (00): 347-354.
[8] 潘婷. 生成式人工智能在小学语文古诗词教学中的应用与思考 [J]. 浦东教育, 2024, (07): 4-8.
[9] 黄子怡. 生成式人工智能在小学语文教学中的应用 [J]. 基础教育研究, 2024, (13): 65-69.
[10] 蔡爱平. 人工智能赋能小学语文古诗词跨学科教学的设计与实施 [J]. 华夏教师, 2024, (16): 70-72.

基于机器视觉的垃圾识别与分类系统设计

李亮

西北民族大学, 甘肃 兰州 730124

DOI: 10.61369/TACS.2025140020

摘 要 : 在人工智能与机器视觉技术深度融合的背景下, 传统垃圾分类存在效率低、准确率差、人力成本高的问题。本文设计一套以 STM32F103ZET6 为主控、CanMV K210 为机器视觉识别核心的智能垃圾识别与分类系统, 融合机器视觉图像采集、AI 推理、舵机执行、OLED 显示与红外触发技术, 实现可回收、有害、其他三类垃圾的自动识别与精准投放。系统采用轻量化 MobileNet 模型完成边缘端推理, 通过 UART 实现双芯片通信, 配合 SG90 舵机与红外对管完成物理分类闭环。经实物测试, 系统总识别准确率达 94.4%, 平均响应时间 268 ms, 具备低成本、低功耗、高实时性特点, 可广泛应用于校园、社区等基层垃圾分类场景。

关 键 词 : 机器视觉; STM32; CanMV K210; 垃圾识别; 边缘 AI; 智能分类; 嵌入式系统

Design of Garbage Identification and Classification System Based on Machine Vision

Li Liang

Northwest Minzu University, Lanzhou, Gansu 730124

Abstract : With the deep integration of artificial intelligence and machine vision technology, traditional garbage classification faces problems such as low efficiency, poor accuracy and high labor cost. This paper designs an intelligent garbage identification and classification system with STM32F103ZET6 as the main control and CanMV K210 as the core of machine vision recognition. The system integrates machine vision image collection, AI reasoning, steering gear execution, OLED display and infrared trigger technology to realize automatic identification and accurate delivery of three types of garbage: recyclable, hazardous and other garbage. The lightweight MobileNet model is used for edge reasoning, UART is used for dual-chip communication, and SG90 steering gear and infrared pair tube are used to complete the physical classification closed-loop. Physical tests show that the total recognition accuracy of the system reaches 94.4%, and the average response time is 268 ms. With the characteristics of low cost, low power consumption and high real-time performance, it can be widely used in grassroots garbage classification scenarios such as campuses and communities.

Keywords : machine vision; STM32; CanMV K210; garbage identification; edge AI; intelligent classification; embedded system

引言

随着城市生活垃圾快速增长, 人工垃圾分类已难以满足环保与资源回收需求。传统分类设备价格高、维护复杂, 难以在基层场景普及。近年来, 机器视觉与嵌入式 AI 技术快速发展, 基于机器视觉的边缘端智能垃圾分类方案成为研究热点。CanMV K210 自带 KPU 算力、功耗低, 非常适合机器视觉轻量化模型部署; STM32 外设丰富、控制能力强, 可很好地完成执行器驱动与人机交互, 是机器视觉垃圾分类系统的理想主控平台。

国外 Yang 等人构建的 TrashNet 数据集为早期基于机器视觉的深度学习垃圾分类提供了基准, Ruiz、Awe 等学者基于 ResNet、MobileNet 验证了轻量化模型落地可行性。国内 Li、Xie 等改进 YOLOv3、YOLOX-s 算法提升检测精度, 华为、阿里等企业推动技术规模化落地。

本文设计一种以 STM32F103ZET6 与 CanMV K210 为双核心、基于机器视觉的垃圾识别与分类系统, 可自动识别可回收物、有害垃圾、其他垃圾, 驱动舵机完成投放动作, 实现“触发—识别—显示—投放—关盖”全流程闭环。系统成本低、体积小、运行稳定, 可作为智能垃圾分类的实用化方案^[1]。

一、系统总体方案设计

(一) 控制系统架构

系统采用双芯片协同架构:

CanMV K210: 负责摄像头图像采集、MobileNet 模型推理、垃圾类别判定, 通过 UART 将结果上传 STM32。

STM32F103ZET6: 作为主控, 解析分类数据、驱动 OLED 显示、输出 PWM 控制 SG90 舵机、通过红外对管检测投放状态

并实现关盖闭环。

整体流程：红外对管检测投放动作→K210 拍照并识别→串口发送类别→STM32 驱动 OLED 显示→舵机旋转 30° 开盖→垃圾落入→红外检测到位→舵机复位关盖→系统回到低功耗待机。为提升系统稳定性与扩展性，硬件采用冗余设计与双电源独立供电方案^[2]。系统整体方案如图 1 所示：

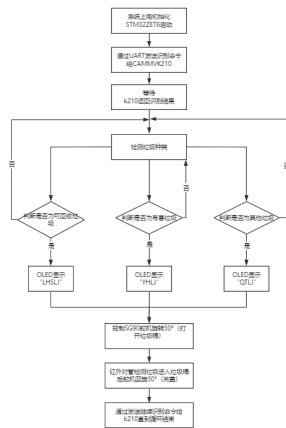


图 1 系统整体方案

二、系统硬件设计

（一）STM32 主控电路

以 STM32F103ZET6 为核心，扩展 UART、I²C、PWM、ADC 与外部中断资源：

UART2：与 K210 通信，波特率 9600 bps。

I²C：驱动 0.96 寸 OLED，SCL→PB7、SDA→PB9。

TIM3/TIM4：输出 50 Hz PWM 控制 SG90 舵机。

PA0：红外对管外部中断输入，用于投放触发与垃圾到位检测。

电源：双电源热备，5 V 给舵机，3.3 V 给数字电路，降低干扰^[3]。

（二）K210 视觉模块电路

K210 通过 DVP 接口连接 OV2640 摄像头，完成 224×224 图像采集与模型推理；通过 UART 与 STM32 双向通信；板载 Flash 固化模型与标签，实现断网稳定运行^[4]。

（三）外设接口电路

OLED：I²C 四线制，上拉电阻与滤波电容提升抗干扰性，支持低功耗局部刷新。

SG90 舵机：三线制（VCC、GND、信号），PWM 脉宽 0.5~2.5 ms 对应 0~180°，本系统固定 30° 翻板。

红外对管：PA0 下降沿中断触发，硬件 RC 滤波 + 软件窗口去抖，避免日光与抖动误触发^[5]。

三、系统软件设计

（一）软件整体架构

本垃圾识别与分类系统采用模块化分层架构，分为硬件驱动

层、中间协议层和上层应用层。底层负责 GPIO、UART、I²C 等外设初始化；中间层实现算法处理、数据通信与设备联动；上层完成状态控制、交互显示与异常处理。系统采用前后台架构，主循环处理常规任务，中断响应紧急事件，保证实时性与稳定性^[6]。

（二）系统整体工作流程

系统上电后完成主控、外设、模块初始化，加载参数与阈值后进入低功耗待机。当检测到有效投放时，系统唤醒视觉模块完成图像采集与推理，根据结果驱动舵机完成分类投放，投放结束后自动关闭盖板并返回待机，形成完整闭环流程。

四、系统测试

（一）实物测试

测试覆盖可回收、有害、其他三类垃圾共 180 次投放。可回收垃圾中，塑料纸杯、金属易拉罐盖识别稳定，牛奶盒因铝塑层反光，经曝光补偿后识别率达 85%，仅 1 次因折角遮挡误判，二次复检机制有效；有害垃圾的废弃 U 盘、过期药板识别稳定，5 号电池曾因纹理单一误判，旋转后通过角度变化完成识别，体现置信度过滤的作用；其他垃圾中，泡沫受环境光干扰时，系统通过提高曝光时间保障识别效果，纸巾因体积过小出现 2 次未触发，重新投放后成功。

系统整体识别准确率达 94.4%，平均响应时间 268ms，OLED 实时刷新无花屏，舵机无堵转过流，在反光、遮挡、低置信度等边缘场景下仍能实现“识别准、显示快、投放稳”的闭环性能，完全满足设计要求。

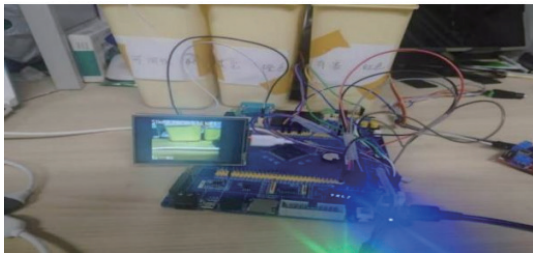


图 2 系统总体实物图

（二）系统总体调试

系统总体调试在 STM32F103ZET6，0.96 寸 I²C OLED，CANMV K210，SG90 舵机最简架构下完成：STM32F103ZET6 通过 UART 与 CanMV K210 握手，一旦收到“K H S L J, Y H L J, Q T L J”12 B 数据包（帧头+ID+置信度+CRC），立即在 20 ms 内驱动 0.96 寸 I²C OLED 刷新对应 32×32 图标与英文提示；以可回收垃圾对应 K H S L J 来呈现效果，如图 3 所示。



图 3 可回收垃圾在 OLED 显示的结果

同时, CANMV k210会显示检测到垃圾的种类,并在 k210 屏幕上面显示对应的垃圾识别度;检测可回收垃圾:塑料纸杯(空杯),牛奶盒(残留少量牛奶),金属易拉罐盖(弧形),K210 在 160 ms 内输出标签“KHS-LJ”以塑料纸杯(空杯)来呈现效果,对应实物图如图4所示:



图4可回收垃圾在检测成功后在 k210上显示的结果

同时 TIM4 输出 200 Hz PWM, 指挥 SG90舵机 0.18 s 完成 30° 将垃圾桶的盖子打开,方便垃圾投入;全程仅 200 ms 实现垃圾的识别,对应垃圾桶的打开,垃圾的投入完成闭环,以下以识别成功后对应的可回收垃圾桶打开的场景来呈现效果。对应的垃圾桶打开的实物图如图5所示:



图5 识别成功后对应的可回收垃圾桶打开的场景

检测有害垃圾:废弃 U 盘(黑色 PCB、USB 金属口),5 号碱性电池(圆柱形、商标脱落),过期药板(铝塑泡罩、半板残缺),K210 在 160 ms 内输出标签“YH-LJ”以5号碱性电池来呈现效果,对应实物图如图6所示:



图6有害垃圾在检测成功后在 k210上显示的结果

同样 TIM4 输出 200 Hz PWM, 指挥 SG90舵机 0.18 s 完成

30° 将垃圾桶的盖子打开,方便垃圾投入,对应垃圾桶的打开。

检测其它垃圾:泡沫(白色 EPS、表面静电吸附灰尘),纸巾(揉团、边缘毛刺),布料(牛仔布边角、褪色),K210 在 160 ms 内输出标签“QT-LJ”以泡沫来呈现效果,对应实物图如图7所示:



图7 其它垃圾在检测成功后在 k210上显示的结果

同样 TIM4 输出 200 Hz PWM, 指挥 SG90舵机 0.18 s 完成 30° 将垃圾桶的盖子打开,方便垃圾投入,对应垃圾桶的打开。

将垃圾丢进去后,垃圾桶内安装的红外对管当检测到有垃圾进入垃圾桶后,会等待2-3s关闭垃圾盖,这样既保证了垃圾能够进入垃圾桶底部,也防止了有部分人在丢垃圾时手在垃圾桶整正上方,垃圾桶盖若快速关盖磕碰到手的情况,提高了实用性。

五、结束语

本研究面向基层垃圾分类智能化需求,设计了基于 STM32F103ZET6与 CanMV K210双核心的机器视觉垃圾识别与分类系统。系统融合轻量化 MobileNet 模型、边缘 AI 推理、舵机精准控制与红外闭环检测技术,实现可回收、有害、其他三类垃圾的自动识别与分类投放。经实物测试验证,系统总识别准确率达94.4%,平均响应时间仅268 ms,兼具低成本、低功耗、高实时性与运行稳定等优势,可有效适配校园、社区等基层垃圾分类场景。

未来可进一步拓展垃圾类别、优化模型精度、增加语音交互与数据上传功能,推动系统向更智能、更通用的方向升级,为城市生活垃圾智能化分类与资源化回收提供实用的嵌入式解决方案,助力环保事业与智慧城市建设。

参考文献

- [1] 刘新永;徐军;李新.一种基于语音控制的智能家用垃圾桶系统的设计[J].通化师范学院学报,2025(02).
- [2] 郑誉煌;戴冰燕;熊泽晖;陈钊.基于迁移学习的可回收生活垃圾图像分类识别研究[J].广东第二师范学院学报,2020(03).
- [3] 余思琪;金博轩;路敬权.基于视觉识别检测的智能分类垃圾桶设计[J].集成电路应用,2025(01).
- [4] 张彭程.基于机器视觉的智能垃圾分类系统的设计[J].中国新技术新产品,2025(02).
- [5] 陈华毅,叶舒云,邱州鹏,等.基于语音识别技术的智能垃圾桶设计[J].电脑编程技巧与维护,2022,(11):131-134.
- [6] 李慧媛,许浩东,张一航.基于图像与语音识别的智能垃圾分类系统设计[J].信息与电脑(理论版),2023,35(17):143-145.

人工智能通识教育课程与供销专业融合研究

陈贵生

江苏商贸职业学院, 江苏 南通 226011

DOI: 10.61369/TACS.2025140021

摘 要 : 在数字经济快速发展, 乡村振兴战略深入推进的时代背景下, 供销合作社作为连接城乡市场、服务“三农”的核心载体, 正面临数字化转型的迫切需求。为了满足供销合作社数字化转型需求, 教师应融合人工智能通识教育课程与供销专业, 拓展供销专业教学内容, 培养具备人工智能素养的复合型供销专业人才。故而, 文章首先梳理两者融合的时代背景与核心意义, 剖析融合中存在的课程脱节、教学模式单一、师资不足等问题, 而后结合供销专业人才培养目标, 提出针对性融合路径, 为供销专业高质量发展提供理论与实践参考。

关 键 词 : 人工智能; 通识教育; 供销专业; 课程融合; 人才培养

Research on the Integration of Artificial Intelligence General Education Courses with the Supply and Marketing Major

Chen Guisheng

Jiangsu Vocational College of Business, Nantong, Jiangsu 226011

Abstract : Against the background of rapid development of the digital economy and further implementation of the rural revitalization strategy, supply and marketing cooperatives, as a core carrier connecting urban and rural markets and serving agriculture, rural areas and farmers, are facing an urgent demand for digital transformation. To meet the digital transformation needs of supply and marketing cooperatives, teachers should integrate artificial intelligence general education courses with the supply and marketing major, expand the teaching content of the major, and cultivate interdisciplinary supply and marketing professionals with artificial intelligence literacy. Therefore, this paper first sorts out the background and core significance of the integration, analyzes the problems existing in the integration process, such as disconnection between courses, monotonous teaching mode and shortage of qualified teachers. Then, combined with the talent training objectives of the supply and marketing major, it puts forward targeted integration paths, so as to provide theoretical and practical references for the high-quality development of the supply and marketing major.

Keywords : artificial intelligence; general education; supply and marketing major; curriculum integration; talent cultivation

引言

作为农村商品流通主渠道和农业社会化服务骨干力量, 供销合作社肩负服务“三农”的重要使命。但是, 传统业务模式在数据处理、市场预测、供应链优化等方面存在明显短板, 不能适应数字经济时代的发展要求。针对这种情况, 供销专业需要加快人才培养方式创新, 通过与人工智能通识教育课程进行融合打破学科壁垒, 引导学生开展跨学科学习, 促使他们在掌握专业技能的同时提升数字素养, 从而更好地适应供销合作社数字化转型的需求。两者融合能够促使供销专业建设紧密衔接供销合作社数字化转型需求, 提升毕业生在就业市场的竞争力。

一、人工智能通识教育课程与供销专业融合的时代意义

(一) 助力供销合作社数字化转型, 服务乡村振兴

供销合作社在农产品采购、仓储、销售等方面作用突出, 但传统业务模式存在数字化水平低、信息处理能力弱等问题, 与乡

村振兴需求不够契合^[1]。教师将人工智能通识教育课程与供销专业进行融合, 引导学生运用人工智能技术对农产品供应链各环节进行智能化改造, 能够从人才供应与技术创新层面推进乡村振兴。

(二) 优化人才培养模式, 提升核心竞争力

当前, 供销专业课程体系滞后, 人才培养存在“重传统、轻数字”倾向, 与行业数字化转型需求衔接不够紧密。教师对人工

智能通识教育课程与供销专业进行融合，构建“供销专业知识+人工智能素养”协同培养模式，打破不同学科之间的壁垒，能够提升学生专业技能，并加强学生对人工智能在供销领域应用情况的了解，促使学生更好地适应供销合作社数字化转型需求^[2]。

（三）推动专业课程升级，实现内涵式发展

教师对两者进行融合，在供销专业课程中增加“人工智能在农产品流通中的应用”等模块，能够丰富课程内容，推动专业课程升级，为该专业实现内涵式发展奠定基础。教师可以通过融合人工智能通识教育课程与供销专业，提升供销专业课程的现代化水平和新颖性，改善课程建设滞后问题^[3]。

（四）响应教育改革，落实人工智能教育普及要求

国家先后出台《新一代人工智能发展规划》等政策，明确要求加强人工智能通识教育，推动其与各专业深度融合。教师探索人工智能通识教育课程与供销专业的融合路径，打破两者之间的壁垒，是响应国家号召、落实教育改革要求的具体举措，同时也是对人工智能教育普及要求的回应。

二、人工智能通识教育课程与供销专业融合的现存问题

（一）课程体系不完善，融合针对性不足

在多数高校，人工智能通识课程是通用型课程，侧重理论知识教学，与专业课程的衔接度较低。所以，人工智能通识教育课程与供销专业的融合还处于探索阶段，两者之间的融合缺少针对性，导致供销专业课程体系存在缺失，学生数字素养培养较为困难。

（二）教学模式单一，实践融合不足

当前，人工智能通识教育课程与供销专业融合的相关教学活动还是以理论讲授为主，教学实施方式较为单一^[4-5]。究其原因在于，两者融合发展时间较短，部分院校还未搭建完善的实践平台，阻碍了场景化实践教学地开展。

（三）师资素养不足，难以支撑融合教学

人工智能通识教育课程与供销专业融合，需要以高水平师资队伍为依托，但是多数院校缺少既掌握人工智能知识又熟悉供销专业的复合型师资，现有教师存在知识积累、实践技能方面的短板。

（四）保障机制不完善，融合缺乏长效支撑

两者融合缺乏完善的保障机制，这主要表现在以下两个方面：首先，部分院校经费投入不足，导致实践平台搭建、特色课程开发、师资培训等工作受阻；其次，部分院校的教学评价机制不够健全，无法对人工智能通识教育课程与供销专业融合的教学效果进行全面、准确的评估，导致相关实践与研究工作缺少针对性。

三、人工智能通识教育课程与供销专业融合的实施路径

（一）重构课程体系，增强融合针对性

为了加快人工智能通识教育课程与供销专业融合，教师需要在综合考虑供销专业人才培养目标与行业需求的基础上，构建

融合型课程体系，为学生开展跨学科学习、培养数字素养提供载体^[6]。首先，教师可以优化人工智能通识课程内容，在原有课程中增加供销行业应用模块，如智能仓储、农产品供需匹配等，使课程内容进一步贴合专业建设需求和乡村发展实际。在增加模块之前，教师要进行市场调研，了解供销合作社在农产品采购、仓储、销售等环节的实际需求，确保所设计的模块具有实用性和针对性。其次，教师可以把人工智能知识融入专业核心课程，在“农产品营销学”“供应链管理”等核心课程中嵌入人工智能相关章节，通过人工智能在专业领域的应用案例启发学生进行深入探究。最后，教师要开发选修课程，构建“通识+专业”的融合课程体系，比如开发“人工智能与供销数据分析”“智能物流与配送”等特色课程，将其作为选修课程融入供销专业课程体系^[7]。

（二）创新教学模式，强化实践融合

教师要勇于打破传统理论讲授模式，构建新颖的融合教学模式，为学生学习专业知识与人工智能知识创造便利条件。一方面，结合供销合作社数字化转型进程，教师可以采用“理论+案例+实践”的教学模式，该模式强调典型案例的作用，以案例为载体整合专业知识与人工智能技术，引导学生进行自主探究，能够加深学生对人工智能在供销领域应用场景的理解，提高他们解决实际问题的能力。教师要选取农产品智能仓储管理、智能物流配送等实际案例构建“理论+案例+实践”模式，提升教学方式新颖性和启发性。另一方面，教师重视产教融合理念和线上教学，构建线上线下混合教学模式，为学生提供更加灵活、多元的学习途径，比如与供销企业合作共建实训基地，依托实训基地开展场景化实践教学，并通过各种线上交流渠道和数字化教学资源为学生进行线上实践活动提供帮助。通过这样的方式，教师可以整合理论知识讲解、案例分析、实践操作指导等不同教学环节，让学生对人工智能技术在供销领域应用形成直观认知^[8-9]。

（三）加强师资建设，打造复合型师资队伍

针对人工智能通识教育课程与供销专业融合过程中的痛点问题，院校和教师要积极推进师资建设，打造一支打造复合型师资队伍。院校层面，需要有计划地开展师资培训，组织供销专业教师学习人工智能知识、人工智能专业教师了解供销行业特点，为相关课程的开发奠定基础；鼓励供销专业教师、人工智能专业教师、企业技术骨干组建跨学科教学团队，通过定期开展教学研讨、合作开发课程等方式，加强不同背景教师之间的交流与合作，形成教学创新合力；聘请企业技术骨干担任兼职教师，鼓励其参与“人工智能通识教育课程与供销专业融合”主题教研活动。教师层面，应密切关注人工智能与供销行业的最新动态，主动更新自身知识结构、拓展自身知识边界；尝试将关于人工智能技术、供销合作社数字化转型的前沿知识融入课程教学，加强学生专业技能、数字素养培养。通过院校和教师的共同努力，打造出一支既懂人工智能又熟悉供销专业、既掌握丰富理论知识又具备丰富实践经验的复合型师资队伍，能够夯实人工智能通识教育课程与供销专业深度融合的师资基础^[10]。

（四）完善保障机制，强化长效支撑

为了加快解决人工智能通识教育课程与供销专业融合过程中

出现的各种问题，院校要不断完善保障机制，为两者相互融合提供长效支撑。结合两者融合的需求与现实困境，院校可以从以下几个方面着手完善保障机制。

1. 加大经费投入，用于实践平台建设、课程开发、师资培训等；
2. 深化校企合作，与供销企业建立长期合作关系，获取真实应用场景与案例，推动教学与行业实际深度融合；
3. 加强与行业企业的沟通，邀请企业专家参与课程开发与教学指导，确保教学内容与行业需求紧密对接；
4. 建立健全教学评价机制，完善考核指标体系，将实践能力、数字素养纳入考核范围，引导融合教学落地；
5. 建立激励机制，对在融合教学中表现突出的教师给予表彰和奖励，激发教师参与融合教学的积极性和主动性。

四、结论与展望

人工智能通识教育与供销专业融合，是推动供销专业内涵式

发展、供销合作社数字化转型、乡村振兴战略落实的重要举措。教师探索融合两者的有效路径，具有重要的时代意义。教师要充分认识到对两者进行融合的重要意义，针对两者融合发展中存在的课程体系不完善、教学模式单一、师资不足、保障机制缺失等问题不断重构课程体系、创新教学模式、加强师资建设、完善保障机制。

展望未来，随着人工智能技术的不断发展，其与供销合作社数字化转型的联系将更加紧密，这要求教师基于以下几个层面推进人工智能通识教育与供销专业融合：

- （1）持续关注行业动态，将最新的人工智能技术成果融入供销专业教学中，确保学生所学知识与行业前沿接轨；
- （2）加强与供销企业的合作，共同开展科研项目与人才培养，让学生在实践中深入了解人工智能在供销领域的应用；
- （3）积极参与国内外学术交流活动，学习借鉴先进的教学理念与融合模式，不断提升自身的教学水平与科研能力；
- （4）建立完善的反馈机制，定期收集学生、企业等各方对融合教学的意见与建议，及时调整教学策略与课程设置。

参考文献

- [1] 李白杨, 孙榕. 基于“知识-技能”导航的人工智能素养通识教育课程构建[J]. 农业图书情报学报, 2024, 36(08): 34-42.
- [2] 黄萍, 马晓, 杨丹子. 职业本科人工智能通识课程教学改革与探索[J]. 中国信息技术教育, 2024, (21): 105-108.
- [3] 李良立, 肖正兴, 王茂莉. 人工智能通识教育课程的建设逻辑与实践探索——以深圳职业技术大学“人工智能应用”课程为例[J]. 高等工程教育研究, 2024, (06): 62-67.
- [4] 鞠慧敏, 鞠洁. AIGC 视域下应用型大学计算机类通识课程的建设策略[J]. 计算机教育, 2024, (10): 169-172.
- [5] 张婧玉. 基于技术创新的高校通识教育课程优化策略研究[J]. 山西青年, 2024, (15): 39-41.
- [6] 闫慧双. 基于人才可持续发展策略审视职业院校“通专教育”之定位[J]. 宜宾学院学报, 2024, 24(03): 76-83.
- [7] 供销合作社推进农民专业合作社信用评价体系建设的探索与实践——以重庆市石柱县为例[J]. 中国合作经济, 2023, (10): 55-57.
- [8] 黄艳萍, 赖俊成, 黄烁瑶. 致力乡村振兴, 深化科技创新——荆门市林牧源花椒种植供销专业合作社成长纪实[J]. 长江蔬菜, 2023, (19): 70-71.
- [9] 冯敬益. 基于任务驱动的中职学校人工智能通识课程的开发与实践[J]. 中国信息技术教育, 2023, (16): 108-112.
- [10] 张晨静, 袁红春, 梅海彬. 以人工智能为主线的计算机通识课程体系设计与实践[J]. 计算机教育, 2023, (06): 156-161.

基于人工智能的校园智慧安防系统实践研究

朱恒

中国地质大学（武汉）安全保卫部，湖北 武汉 430074

DOI: 10.61369/TACS.2025140025

摘 要： 随着人工智能、图像识别、云计算和物联网的飞速发展，步态识别、AI 视觉分析等新技术逐步完善了高校智慧安防系统，实现身份核验精准化、实时监测异常行为、安全事件溯源，有效提升了校园安全安防工作质量。本文分析了人工智能赋能校园智慧安防系统的优势，分析了人工智能背景下校园智慧安防系统架构，探索校园智慧安防系统实践路径，从人脸识别终端、闸机门禁、红外人体感应终端和火灾报警系统四个方面进行阐述，旨在完善校园智慧安防系统，保障高校校园安全与稳定。

关 键 词： 人工智能；高校；智慧安防系统；实践路径

Practical Research on AI-Based Intelligent Campus Security System

Zhu Heng

Department of Safety and Security, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan, Hubei 430074

Abstract： With the rapid development of artificial intelligence, image recognition, cloud computing and the Internet of Things, new technologies such as gait recognition and AI visual analytics have been gradually applied to improve the intelligent campus security system in universities. It enables accurate identity verification, real-time abnormal behavior monitoring, and security incident traceability, effectively enhancing the quality of campus security management. This paper analyzes the advantages of artificial intelligence in empowering intelligent campus security systems, discusses the system architecture under the AI context, and explores practical implementation paths from four aspects: face recognition terminals, gate access control, infrared human body induction terminals, and fire alarm systems. It aims to optimize the intelligent campus security system and safeguard the safety and stability of university campuses.

Keywords： artificial intelligence; university; intelligent security system; practical implementation path

引言

随着社会的进步和高校的发展，高校教职工、学生数量逐年增长，进出学校的车辆和访客数量也在不断增长，加之校内教学楼、实验楼、学生公寓和食堂等公共场所消防安全管理任务重，传统校园安防管理模式难以满足学校发展要求，构建校园智慧安防系统迫在眉睫。这一背景下，高校要积极引进和应用人工智能技术，构建该系统。本研究将基于人工智能的校园智慧安防系统划分为人脸识别、智能闸机门禁、红外线人体感应、智能消防管理等模块，实现校园安防联动化管理，进一步优化访客管理、出入人员管理和消防管理手段，精准识别校园安防管理中的安全隐患，并及时通知相关部门解决安全隐患，保障师生校园安全，提高校园安保综合管理水平，为促进高校高质量发展奠定良好基础。

一、人工智能赋能校园智慧安防系统的优势

（一）智能分析安全管理威胁

人工智能技术可以帮助校园智慧安防系统开展图像识别、行为分析、模式识别等工作，是校园智慧安防系统的关键技术之一，可以对高校监控视频、访客图像等进行精准分析，自动识别其中的异常信息，并及时发出安全预警，为校园安防管理提供数据支撑^[1]。例如高校安防管理人员可以利用图像识别技术对各个出入口视频进行数据分析，自动识别非法闯入禁区的人员，及时拦

截其进入校园，并及时通知公安机关，进一步提高校园安防管理质量。

（二）实现校园安防联动管理

基于人工智能技术的校园智慧安防系统可以把视频监控、门禁管理、入侵报警和消防安全管理等工作连接起来，促进数据共享，有利于实现校园安防联动管理，及时发现校园安防管理中存在的安全隐患并及时消除，全方位提高校园智慧安防管理质量。例如人工智能技术可以实时对校园内各个摄像头、出入门禁、公共场所传感器数据的实时监测，确保校园内的安全监测无死角，

快速发现潜在的安全威胁，及时督促相关部门和负责人排除安全隐患^[2]。

（三）加强安全事件溯源管理

在大数据、云计算和物联网等技术的支持下，校园智慧安防系统可以实时、全程记录视频、图像等数据，并对数据进行分类管理，通过人工智能技术对数据进行智能加密处理，避免敏感数据被篡改或窃取，从而提高校园安防数据管理安全性，为安全事件溯源提供准确支持。例如人工智能技术可以对校园消防事件进行溯源，明确火灾起火点、分析起火原因，从中发现校园消防安全管理存在的漏洞，及时整改，从而提高消防安全管理水平。

二、基于人工智能的校园智慧安防系统架构

（一）感知层

感知层是校园智慧安防系统的基础，主要用于采集和获取校园内摄像头、门禁、报警传感器等设备数据，并对校园内的车辆、道路和重点区域进行全面感知、自动识别和安全管控。例如感知层可以采集校园内各个摄像头、闸机、传感器数据，并把这些数据传输到数据层，便于对数据进行智能化分析，为校园安防管理工作提供数据基础和技术保证^[3]。

（二）数据层

校园智慧安防系统数据层划分为边缘微服务、通信组件和云端服务三个子模块，从而实现对各类安防数据的智能化分析与管理，进一步完善校园智慧安防数据管理体系。

第一，边缘微服务主要通过边缘计算服务将智慧安防系统数据转移到校园边缘，避免网络延迟问题，确保安防数据传输、分析和应用的响应速度。边缘微服务可以对边缘数据进行智能化分析，减轻数据中心的压力，并降低数据传输过程中的泄露风险，确保智慧安防系统数据安全^[4]。

第二，通信组件层在校园智慧安防系统中扮演“中转站”角色，负责数据层与其他模块之间的数据传输与交换，通过通信协议确保安防数据实时、准确、安全传输，避免安防系统被入侵，确保安防系统的安全性。通信组件还可以解决网络延迟、数据丢包等问题，确保安防数据的真实性，从而帮助管理人员通过数据找到安防工作中存在的问题，从而确保校园智慧安防系统的顺利运行。

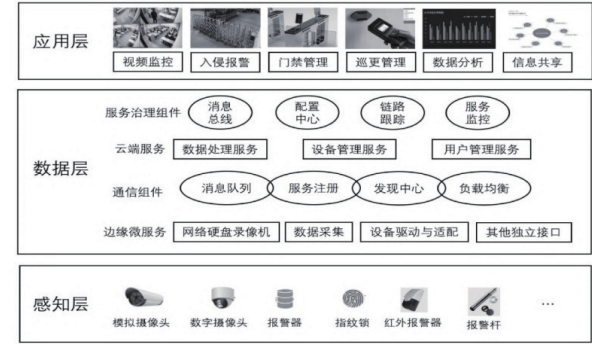
第三，云端服务是智慧安防系统的核心组成部分，负责对安防数据的挖掘、存储、分析和应用。云端服务模块在云计算和大数据技术的支持下，对各个设备回传的视频、影像等数据进行分析，通过挖掘算法识别其中隐藏的安全风险，帮助管理层更好地了解校园安全状况、开展安防管理工作^[5]。同时，云端服务还可以自动存储安防数据，支持手机终端和PC端数据远程访问和管理，便于管理者实时查看安防工作数据，促进安防数据交互和共享，全面提高智慧安防系统运行效果。

（三）应用层

应用层是校园智慧安防系统用户操作的核心模块，设置了不

同级别的用户账号，便于用户查看和管理校园安防数据，满足不同用户安防工作需求，从而发挥校园智慧安防系统价值^[6]。例如应用层可以为用户提供校园内各个角落的视频监控画面、校内公共场所闸机识别的人脸信息，便于用户控制门禁系统准入标准，加强科研实验室等重要区域门禁管理，实现对学生与教职工出入校园、重点区域的智能化管理，确保校园安全，为高校科研工作的开展奠定良好基础。

基于人工智能的校园智慧安防系统架构如图一所示。



图一：基于人工智能的校园智慧安防系统架构

三、基于人工智能的校园智慧安防系统实践路径

（一）构建人脸识别终端，完善安防系统数据

人脸识别终端以AI技术为核心，自动采集和分析校园内各个摄像头的人脸信息，实现从人脸到教职工工号、学生学号的映射，根据工号或学号获取对应的身份信息，通过身份核验后才可以进入校园、校内公共场所，为校园安防工作提供准确数据。高校要在校内各个出入口、学生公寓、实验楼和图书馆安装高清摄像头，实现对校园内的全方位监控，及时采集和分析教职工、访客出入校园、公共场所的人脸信息，并将其和学校数据库内录入的教职工个人信息、访客信息进行核对，身份核验无误后才可以开启门禁，实现智能化管理^[7]。校园智慧安防系统可以通过深度学习、智能算法分析人脸信息，并对教职工和访客人脸信息进行存储和备份，一旦发现人脸数据库以外的人员违规闯入校园会触发预警机制，并向安防管理人员发送预警信息，及时对闯入人员进行拦截，确保校园安全。

（二）设置闸机门禁模块，加强校园安全管理

门禁管理是校园智慧安防系统的重要组成部分，分为门禁控制和设备管理两大模块，通过刷卡技术和人脸识别实现智能化管理，加强校园出入车辆、出入人员和访客管理，为师生打造安全校园。第一，学校可以在校园内各个出入口安装智能闸机设备，安装人脸识别和刷卡装置，设置出入权限和访问权限，及时录入教职工、学生人脸信息，发放校园出入卡，通过人工智能技术智能识别师生出入卡或人脸信息，自动开启闸机设备，有效杜绝校外人员的非法入侵。同时，智能门禁设备还可以记录学生、教职工和访客进出校园的时间和地点，智能计算图书馆、实验楼和运动馆出入人数，为学校资源调配、安全管理提供数据参考。第

二,学校可以利用智能闸机进行访客管理,加强学校外来人员管理,利用摄像头采集访客人脸、身份证、驾驶证等信息,并把访客数据录入智慧安防系统,只有通过审核的访客才可以进入校园。此外,门禁系统可以为通过审核的访客发放学校临时出入卡,便于他们出入校园办公楼、加强访客车辆管理;指导访客通过学校微信公众号进行预约,便于安防管理人员进行线上审核,为线上访客发放临时通行二维码,保护访客个人隐私数据安全,提高学校接待工作效率^[8]。

(三) 安装红外人体感应终端,优化资源配置

学校可以在图书馆、宿舍楼、实验楼和运动馆等重点场所安装红外人体感应装置,实现对重点场所人员数量和位置的监测,灵活调整重点场所安保人员数量和座位,为教职工、学生提供更加优质的服务。例如实验室、自习室和学生宿舍入口处可以安装红外人体感应装置,实时感应进入人员,并统计室内人数,及时把人数回传到智慧安防系统,帮助管理人员了解各个区域使用情况,及时发现学生夜不归宿问题,确保学生人身安全;合理安排实验室和自习室座位和开放时间,并在微信公众号实时发布信息,便于学生进行线上预约,避免实验室和自习室大量人员聚集,防止资源配置不均或踩踏事故的发生^[9]。

(四) 构建火灾报警系统,提高消防安全管理质量

消防安全是校园安防管理的重中之重,也是智慧安防系统的重要组成部分。因此,学校要积极构建火灾报警系统,对校园内

各个场所进行实时监测,及时发现火灾隐患,从而避免火灾的发生,保障师生生命安全。第一,学校可以在教学楼、宿舍、图书馆、实验楼、食堂等场所安装温感器、烟感器等装置,实时监测建筑物内部情况,一旦检测到温度过高、烟雾,自动触发报警系统,并通过互联网传输火警预警信号,便于管理员及时查看报警位置、建筑物内部情况,及时通知消防部门,避免火灾事故的发生^[10]。第二,学校要重视用电消防安全,在配电室、配电箱安装感应装置,监测电压、电流、温度和剩余电流等数值,及时把数据传回火警系统,一旦用电量过大、线路发生短路,及时通知相关维修人员,避免由于线路故障诱发火灾,提高智慧安防系统运行质量。

四、结语

综上,人工智能为校园智慧安防系统发展创造了更多机遇,通过人脸识别、大数据和云计算等新技术完善安防系统,利用人工智能技术实时监测校园各个角落、精准识别安全威胁,实现校园安防联动管理,建立火警预警系统,及时发现并解决安防工作中存在的不足,加快构建安全校园体系框架。未来,高校要积极尝试把 AI+ 远程监控自动报警、AI 目标识别技术和 AI 安防巡逻机器人等充分融入智慧安防系统设计和应用中,以期全面提高校园智慧安防管理质量,为现代化治理转型奠定良好基础。

参考文献

- [1] 王晶晶,高加友.价值、困境、路径:高校智慧安防治理效能提升研究[J].经济研究导刊,2023,(24):147-150.
- [2] 张龙,邓丽.物联网赋能校园智慧安防监测系统的应用研究[J].中国宽带,2024,20(11):40-42.
- [3] 魏海明,张芯语.校园安防监测预警系统设计与实现[J].无线互联科技,2024,21(16):69-73.
- [4] 蒋晨栋,黄小巧.数字安防管控系统在智慧校园集成中的应用研究[J].无线互联科技,2024,21(16):48-51.
- [5] 管彤,唐晓艳.智慧校园安防系统建设方案设计[J].现代计算机,2024,30(12):102-105.
- [6] 周国庆.数字孪生技术赋能高校智慧校园安防系统[J].智慧中国,2024,(04):84-85.
- [7] 江文.基于物联网与大数据技术的立体化高校安防系统设计[J].中阿科技论坛(中英文),2023,(11):105-109.
- [8] 李尚.数字时代基于智慧化的校园周界安防系统建设浅析[J].数字通信世界,2022,(09):74-76.
- [9] 张旭阳,苏智,叶光红等.基于大数据的高校智慧安防探讨[J].数字技术与应用,2024,42(04):99-101.
- [10] 赵强,王雷.超融合构架在高校智慧安防系统建设中的应用研究[J].科技风,2022,(10):74-76.

财务软件与 AI 技术双驱动下高职会计“岗课赛证”协同育人路径探索

朱桂旗, 王心兰

广州华南商贸职业学院, 广东 广州 510550

DOI: 10.61369/TACS.2025140029

摘 要 : 随着我国经济结构的转型升级和 AI 时代的到来, 财务软件的应用频率不断提高, 高职院校人才培养模式面临着全新的要求和挑战。会计专业作为具有较强应用性的商科专业, 其人才培养质量直接影响着区域财经管理服务的水平。现阶段, 单纯的理论式教学无法满足岗位对人才的要求。而岗课赛证综合育人模式能够以岗位为导向, 以课程教学为核心, 通过技能竞赛进行提升, 并以职业资格证书为检验, 提高育人的成效。基于此, 本文致力于探索这一模式在高职会计专业中的具体实施路径, 通过整合企业实践资源, 深化书证融通, 为提升人才培养的适应性提供支持。

关 键 词 : 高职; 会计专业; 岗课赛证; 综合育人模式; 财务软件; AI

Exploration of the Collaborative Education Path for Higher Vocational Accounting Based on the Dual Drive of Financial Software and AI Technology and the Integration of "Jobs, Courses, Competitions and Certifications"

Zhu Guiqi, Wang Xinlan

Guangzhou Huanan Business College, Guangzhou, Guangdong 510550

Abstract : With the transformation and upgrading of China's economic structure and the advent of the AI era, the application frequency of financial software is constantly increasing, and the talent cultivation model of higher vocational colleges is facing new requirements and challenges. As a business major with strong practicality, the quality of accounting talent cultivation directly affects the level of regional financial and economic management services. At present, the simple theoretical teaching cannot meet the requirements of the positions for talents. However, the comprehensive education model of integrating jobs, courses, competitions and certificates can take the job as the orientation, the course teaching as the core, improve through skills competitions, and verify through professional qualification certificates, thereby enhancing the effectiveness of education. Based on this, this paper is dedicated to exploring the specific implementation path of this model in the accounting major of higher vocational colleges, by integrating enterprise practical resources and deepening the integration of books and certificates, to provide support for improving the adaptability of talent cultivation.

Keywords : higher vocational colleges; accounting major; post-course-competition-certificate; integrated education model; financial software; AI

前言

在数字经济与产业转型升级双重驱动的背景下, 会计行业正在由传统核算型向管理决策型转变, 这也对高素质技术技能会计人才的需求提出更高的要求。高职会计专业作为培养一线会计技能人才的主要阵地, 需要突破传统育人模式的局限性。“岗课赛证”综合育人模式以岗位需求为导向, 能够将岗位能力、课程体系、技能竞赛和执业证书充分融合在一起, 更好地助力教育改革, 培养出高素质人才。

一、“岗课赛证”综合育人模式的概述

“岗课赛证”综合育人模式是将工作岗位要求、课程体系建

设、技能竞赛参与以及职业资格认证紧密结合, 这也是现代职业教育常用的教学模式。其中, “岗”指的是根据当前专业相关的岗位职责和人才需求, 设计人才培养的计划、课程标准、教学内容以及实训环境, 进而保障教学工作

的检验，也是院校进行交流和专业建设的重要方式。在课程教学中融入竞赛的技能标准，有助于更好地实现理论和实践的有效融合，提高学生的参赛能力。“证”是职场就业的专业凭证。1+X 证书体现了国家对职业标准的认证，也反映出岗位要求的能力要求^[2]。

二、AI 和财务软件概述

财务软件是专门用于会计核算、财务管理、税务申报、报表生成的企业管理软件，以会计准则为依据，以数据为核心，取代手工记账、算账、报账，从而实现财务业务的标准化、流程化和数字化。AI 则是人工智能，是利用数字计算机或数字计算机控制的机器模拟、延伸和扩展的智能，具有感知环境、获取知识并获得最佳结果的理论、方法、技术和应用系统。AI 在财务软件中的应用具有重要的意义，它能够从记账工具升级为智能财务助手，实现自动化、智能化和预测化。

三、高职会计专业“岗课赛证”综合育人模式实践困境

（一）岗位对接不精准，产教融合深度不足

目前，部分高职会计专业在人才培养过程中，对会计行业需求的了解并不清晰，难以全面把握当前行业的发展情况和岗位要求，这也导致人才培养目标和岗位要求之间存在脱节的现象。一方面，院校和企业之间的合作以浅层的交流为主，缺乏深度、系统、全面的合作，企业参与人才培养的积极性不足，难以有效参与人才培养方案制定、课程开发和实践教学等环节，这也导致教学内容和企业的实际工作场景难以建立密切的联系，学生所学的知识无法应用于岗位。另一方面，企业会计数字化转型加速，财务核算、税务申报、财务分析等岗位的工作和技能要求出现变化，部分院校难以及时跟进岗位的需求变化，人才培养方案的更新并不及时，这也导致教学效果不佳^[3]。

（二）课程体系不完善，岗课融合程度不高

现阶段，在高职会计专业课程教学中仍然存在诸多问题，会直接影响到融合的成效。一是课程设置缺乏合理性，存在理论课程多、实践课程不足的问题，实践课程占比相对较低，并且实践内容以模拟实训的形式为主，与企业实际的工作场景联系不大，无法充分调动学生的学习积极性。二是课后的内容有待更新，课程教学仍然采用传统的教材，没能结合全新的行业技术和政策，包括财务机器人、大数据财务分析、电子发票等内容，没能有效将其融入到课程，这也导致知识学习与行业发展没能建立紧密的联系^[4]。

（三）赛教融合不深入，以赛促教效果不佳

技能竞赛作为岗课赛证综合育人模式的重要抓手，能够调动学生的学习动力，并检验其学习成效。然而，现阶段部分高职会计专业在技能竞赛与教学融合方面仍然有不足之处。体现在以下几方面：一是竞赛与课程教学存在脱节的问题，技能竞赛的内容与标准没能融入到日常的课程教学。竞赛培训以专项培训的形式

为主，只针对少数参赛的学生，没能全面覆盖所有学生，这也导致竞赛的育人价值无法发挥出来。二是缺乏完善的竞赛激励机制，对参赛学生、指导教师的激励力度不足，这也导致学生参与竞赛的积极性不足，教师指导竞赛的主动性不强，以赛促学、以赛促教、以赛促改的效果不佳^[5]。

（四）书证融通不深入，证书价值难以发挥

职业资格证书是岗课赛证综合育人模式的检验形式，目前高职会计专业在书证融通方面存在一系列问题，这也直接影响了证书的育人价值。主要体现在以下几方面：一是证书选择不合理，部分院校更加追求证书的数量，这也导致选择的证书与会计岗位需求的联系性不大，含金量不高，无法获得更多企业的认可，难以作为学生的就业和发展提供助力。二是书证融合并不深入，无法将职业资格证书的考核内容充分融入到课程体系之中，课程教学与证书培训存在脱节的情况，学生需要花费更多的时间和精力准备，这也增加了学生的学习负担，难以实现知识技能的有效融合^[6]。

（五）AI 应用融入不足，转型能力有待提升

在会计行业数字化、智能化转型加速的背景下，AI 财务机器人、智能税务系统、大数据财务分析技术已广泛应用于会计财务岗位。然而，高职会计专业在岗课赛证模式中 AI 相关内容的融入存在短板，这也直接影响了育人的成效。AI 教学资源不足，这也导致部分院校适配高职学生认知水平和 AI 财务教材和实训平台欠缺，教师缺乏 AI 财务实操能力，难以开展高质量的教学工作。

四、高职会计专业“岗课赛证”综合育人模式实践路径

（一）精准对接岗位需求，深化产教融合协同育人

充分了解当前行业的发展需求和趋势，才能保障教学对接岗位需求，这也是“岗课赛证”综合育人模式实施的基础。这就需要做到以下几点：一是深入开展岗位调研，组建由院校教师、企业专家、行业协会代表组成的团队，定期对会计行业企业、用人单位进行调研，了解会计岗位的分类、职责、要求以及具体的发展趋势，充分了解当前数字化背景下会计岗位的需求，包括大数据财务分析、智能财税处理等岗位的技能需求，建立岗位技能标准库，为人才培养方案制定提供支持^[7]。二是深化校企合作，构建校企协同的合作机制，与当地会计师事务所或中大型企业的财务部门建立深层次的合作关系，明确双方在人才培养、课程体系建设等方面的责任，从而增强人才培养的效果。例如，借鉴其他职业院校的经验，与用友新道、本地财税服务公司建立实践教学基地，开设企业订单班，将真实的业务引入到教学中。

（二）重构课程教学体系，推动岗课实现深度融合

重构课程体系，是确保岗课融合的关键。一是建立更加完善的教学体系，按照岗位导向、能力为本的原则，调整理论课与实践课的比例，增加实践教学的比重。结合当前会计岗位分类，建立公共基础课程、专业核心课程、专业拓展课程、实践课程相结合的课程体系，公共基础课程应注重对学生综合素质的培养，专

业核心课程则需要注重对学生岗位核心技能的培养，专业拓展课程注重对学生职业发展能力的培养，实践课程则侧重于对学生实际操作能力的培养。二是更新课程教学内容，结合行业的新技术、新政策和新方法，更新教学内容，将财务机器人、大数据财务分析、电子发票管理等内容纳入到课程，去掉过时的内容，确保内容有效更新，与企业共同开发课程教材，将岗位工作任务、技能竞赛标准、职业资格证书考核内容融入到教材，确保整体的教学质量。三是加强课程之间的有效衔接，充分理清课程之间的联系，避免课程内容出现重复、断层的问题。加强专业核心课程之间的有效衔接，才能确保学生实现长足发展，在沉浸式的学习环境中获得提升^[8]。

（三）构建赛教融合机制，充分检验课堂教学成效

深化赛教融合，是提升教学质量，调动学生学习积极性的关键。为此，这就需要完善竞赛标准。一是将竞赛标准渗透到课程教学体系之中，深入探究会计专业各类技能竞赛的内容、标准与要求，将具体的标准转变为教学的目标和内容，从而渗透到教学中，实现竞赛和教学的有效融合。二是加强竞赛指导，组建由院校教师和企业专家组成的指导团队，对学生进行全面的竞赛培训，根据现阶段的企业真实工作案例，提高学生的竞赛能力和岗位适应力。定期开展竞赛培训活动座谈会，针对性地解决学生在竞赛中存在的问题，提高竞赛成绩。

（四）确保证书有效融通，提升证书育人实际价值

证书融通是检验育人成效，提高学生就业竞争力的关键。为

此，这就需要以职业技能证书为导向开展教学。合理选择职业资格证书，充分结合会计岗位的需求以及行业的发展趋势，选择具有较高含金量的证书，确保证书具有较高的认可度。包括初级会计专业技术资格证书、1+X 智能财税职业技能等级证书等，避免盲目追求证书的数量。根据学生的职业发展需求，选择相应的证书类型，构建完善的证书体系。

（五）深入 AI 技术融入，助力学生适应发展

完善 AI 相关的教学资源，破解当前资源上的难题。例如，学校与 AI 财务企业共建实训平台，引入 AI 财务机器人、智能水务模拟等实操工具，进而确保适配学生的认知能力^[9]。不仅如此，还需要推动 AI 与岗课赛证的深度融合，确保实现全方位的渗透。在课程层面，将 AI 财务操作、智能风控等内容引入到其中，确保教学工作的有效开展，提高教学质量^[9-10]。

五、结语

综上所述，高职会计专业岗课赛证综合育人模式，能够充分适应当前的教育发展趋势，能够破解当前教学中的问题，提高人才培养质量，为会计行业输送更多的技术技能人才。而在 AI 时代背景下，高职会计应做好教学改革，结合自身的办学特色、区域经济发展需求和会计行业的发展趋势开展教学，充分运用 AI 财务软件辅助教学，不断调整实践路径，探索出融合的新方法和新途径，优化人才培养方案，提高人才培养的针对性。

参考文献

- [1] 刘巧林. 岗课赛证融通视角下高职院校财会专业育人模式的创新策略研究 [J]. 教育观察, 2024, 13(25): 111-113+126.
- [2] 胡顺华, 杨玲. 高职院校“岗课赛证”融通下的数智化会计人才培养模式探究 [J]. 广东职业技术教育与研究, 2024, (08): 27-31.
- [3] 王正昕. “岗课赛证”综合育人模式下高职院校大数据与会计专业课程教学改革研究——以“财务大数据分析”课程为例 [J]. 老字号品牌营销, 2025, (10): 238-240.
- [4] 章台, 蒋琼. “岗课赛证”融合下高职会计专业课程体系建设探究 [J]. 山东纺织经济, 2024, 41(10): 48-51.
- [5] 杨庆宜, 邹娜娜. 高职院校“岗课赛证”融合育人机制探索与实践——以大数据与会计专业为例 [J]. 江苏经贸职业技术学院学报, 2024, (03): 67-70.
- [6] 宋祚荣. “岗课赛证”融通导向下高职院校大数据与会计专业课程教学改革探究 [J]. 会计师, 2024, (11): 86-88.
- [7] 张洁. 乡村振兴背景下高职会计专业“岗课赛证创”综合育人探究 [J]. 才智, 2024, (17): 161-164.
- [8] 陈瑾. 浅析高职会计教学方法改革——以厦门软件职业技术学院为例 [J]. 财富时代, 2021, (05): 46-47.
- [9] 赵甜. “互联网+”背景下会计信息化新常态教学模式探索——以高职院校财务软件应用课程为例 [J]. 财富时代, 2020, (02): 173.
- [10] 杜素音, 赵男男. “互联网+”背景下会计信息化新常态教学模式探索——以高职院校财务软件应用课程为例 [J]. 湖北经济学院学报(人文社会科学版), 2018, 15 (06): 150-152.

人工智能时代高职档案管理智能化转型路径探索

郑清一, 尹广月

山东电子职业技术学院, 山东 济南 250200

DOI: 10.61369/TACS.2025140033

摘 要： 人工智能技术迅猛发展, 引起了新一轮的管理变革。高职院校档案管理属于学校管理工作的重要组成部分, 多年来一直存在资源分散、利用效率低、服务模式单一等问题。人工智能技术加入进来为解决上述问题开拓了新途径, 促使档案管理由数字化迈向智能化, 已经成为大势所趋。本文从人工智能时代高职档案管理智能化转型的必要性出发, 在顶层设计、技术融合、服务创新、安全保障四个方面系统地探究了高职档案管理智能化转型的实践途径, 给高职院校提升档案治理能力、服务学校高质量发展提供一定的理论参考和实践启示。

关 键 词： 人工智能; 高职院校; 档案管理; 智能化转型

Exploration of the Intelligent Transformation Path of Archive Management in Higher Vocational Colleges in the AI Era

Zheng Qingyi, Yin Guangyue

Shandong College of Electronic Technology, Jinan, Shandong 250200

Abstract： The rapid development of artificial intelligence (AI) technology has triggered a new round of management reform. Archive management in higher vocational colleges is an important part of school management work. For many years, it has been plagued by problems such as scattered resources, low utilization efficiency, and a single service model. The integration of AI technology has opened up new avenues for solving the above problems, prompting archive management to move from digitalization to intelligence, which has become an irresistible trend. Starting from the necessity of the intelligent transformation of archive management in higher vocational colleges in the AI era, this paper systematically explores the practical paths of the intelligent transformation from four aspects: top-level design, technology integration, service innovation, and security guarantee. It aims to provide certain theoretical reference and practical enlightenment for higher vocational colleges to improve their archive governance capacity and serve the high-quality development of the schools.

Keywords： artificial intelligence (AI); higher vocational colleges; archive management; intelligent transformation

一、高职档案管理智能化转型的必要性

(一) 适应教育数字化战略的客观要求

目前教育数字化已经成为国家层面的战略部署, 从教育信息化到教育数字化, 其内涵也在不断加深, 要求教育管理各个领域要实现流程再造和服务升级。高职院校是职业教育体系的主要力量, 在数字化转型的过程中, 不能只停留在教学方式上, 而应该渗透到管理和服务的各个方面。档案管理属于学校运行的根基支撑体系, 它的智能程度决定着学校整个数字化进程的发展。传统的档案管理都是手工操作的, 依靠人的经验来进行判断, 不能和学校的其它业务系统实现数据共享和业务协同^[1]。在数字化战略不断深入的情况下, 档案管理要冲破传统模式的束缚, 依靠人工智能技术达成管理方式的重塑, 进而融入到学校全部的数字化生态当中。改变不是单纯的相加, 而是对管理思想、业务模式和服务方式的变革, 是高职院校执行数字战略的一种必然要求^[2]。

(二) 破解档案资源利用困境的现实需要

高职院校档案资源包含教学、科研、管理、学生事务等各个领域, 具有种类多、数量大、增长快的特性。但是长期以来存在重保管、轻利用的思想观念, 使档案资源的价值不能得到充分发挥。一方面档案检索依靠关键词匹配, 不能做到语义层面的准确查找, 用户要花费大量时间去筛选信息; 另一方面档案资源之间没有关联组织, 隐藏在档案里知识脉络无法被发现和利用^[3]。人工智能技术的引入为解决这些问题提供了有效手段。使用自然语言处理技术可以对档案内容进行深层次的理解以及智能检索, 用知识图谱技术可以把档案资源之间的语义联系建立起来, 得到可视化的知识网络。由此而生的档案资源就不再是一个单纯的存储对象, 而是成为了一种动态的知识资产, 给教学研究、决策制定赋予了更为强大的信息支撑。

(三) 提升档案服务效能的迫切诉求

高职院校档案用户的构成越来越多元化, 除学校管理人员、

行政人员外,还包括广大的学生、校友和社会大众等各方面的群体。不同的用户对于档案服务的需求存在明显的差异,管理层需要决策支持类信息、教师需要教学科研类资料、学生需要学籍证明等个人档案、校友需要校史文化类内容。传统的档案服务是被动的,服务方式单一,不能满足用户个性化的要求。智能化转型使得档案服务从以前的“人找信息”变成了如今的“信息找人”。基于人工智能技术进行用户的画像与需求预测时可以达成档案信息精准推送的目的,智能问答系统则可以做到24小时在线咨询服务,从而大大加强了服务响应速度。与此同时智能化手段能够对档案利用行为做数据的分析,从而促使档案部门及时察觉用户需求出现的转变状况并加以改进服务的形式和服务的内容^[4]。

（四）应对档案管理复杂挑战的必然选择

伴随着高职院校办学规模的不断扩大、办学类型的多样化,档案管理所面对的压力越来越大。新生档案、教学档案、科研档案、基建档案等各种档案数量急剧增加,传统的人工管理模式在档案的收集、整理、保管、利用上都存在着效率瓶颈。档案管理牵涉到许多部门之间的合作,存在信息孤岛的现象,档案数据的完整度、一致性很难保证。人工智能可以很好地解决上面所提出的问题。智能识别技术可以在档案收集的时候自动捕获电子文件并提取元数据,在整理归档的时候能够自动进行分类和标引,并且在保管的过程中也可以实现对库房环境的实时监测,从而保证档案实体的安全^[5]。用技术手段深入介入,档案管理各个方面的协作变得更好,管理过程更趋流畅。

二、人工智能时代高职档案管理智能化转型路径

（一）强化顶层设计，构建转型发展支撑体系

高职档案管理智能化转型属于系统工程,牵涉到技术应用,业务流程,组织架构,人员能力等诸多方面,必须经由科学的顶层设计来统筹推进。首先要明确转型战略定位,把档案管理智能化作为学校整体发展规划的有机组成部分,和智慧校园建设同时规划、推进。学校层面应该成立以分管校领导为组长,多部门参加的专项工作小组,协调信息化、教务、学生、人事等部门,打破条块分割,形成工作合力。其次要制订分阶段的实施规划,防止大水漫灌式的投入造成重复建设。在充分调研基础上,结合学校的实际情况提出转型目标、重点任务、实施步骤和保障措施,坚持基础第一、点上带动、面上推进的方式推进转型工作。另外要健全制度保障体系,修订完善档案管理办法、电子文件归档制度、数据安全规范等,给智能化转型提供制度依据。还要重视人才队伍建设,采取引进和培养相结合的方式组建一支既懂档案业务又会使用人工智能技术的复合型队伍^[6]。定期给档案人员进行智能化技术的培训,从而加强档案人员的数字素养以及创新意识。经过顶层设计的系统性规划,给智能化转型赋予强有力的战略指引、组织保证、制度支撑和人才根基。

（二）深化技术融合，打造智慧档案管理平台

技术融合给档案管理的智能化赋予强有力支撑。高职院校应该依靠智慧校园基础设施创建起智能采集、智能处理、智能存

储、智能应用为一体的智慧档案管理平台。档案采集中用到光学字符识别、语音识别、图像识别等技术把纸质档案、音视频档案等非结构化的信息进行自动识别和转录,降低人工录入^[7]。对档案内容做自然语言处理,采用自动摘要、关键词提取以及文本分类的方法来改善档案的标引过程。根据机器学习算法来不断地改进分类模型,提高处理的准确度。利用知识图谱技术对档案资源关联关系进行分析,在档案组织环节中实现档案资源关联网络的创建。通过对档案内容里的人物、机构、时间、地点、事件等实体加以识别并提取关联信息之后,便得以产生出可视化的知识图谱,从而展现出档案资源间存在的内在联系。这样一种知识组织方式冲破了传统的树状分类的束缚,给用户赋予了许多多个角度去探究档案资源的方法。在档案利用上采用智能检索引擎,可以进行自然语言查询和语义检索,用户不需要掌握复杂的检索语法就能得到准确的结果。平台还要具有智能推荐功能,按照用户的操作轨迹以及档案内容属性,自行发出相关的信息^[8]。

（三）创新服务模式，提升档案利用价值

智能化转型的中心目的就是提高档案服务水平和价值,更好的满足用户的需要。高职档案部门要改变传统的服务观念,从用户角度出发,在服务方式、内容上进行全方位的变革。第一创建智能检索服务体系。改变以前只用题名、关键词的检索方式,建立支持全文检索、语义检索、跨档案类型检索的智能检索系统。用户用自然语言输入查询意图,系统可以理解用户的需求,从大量的档案里快速找到相关的资料,按照相关性排序展示出来。对高频使用档案资源的建立专题知识库,即教师业绩档案库、学生学籍信息库、校史文化资源库等,提供专题化服务。二是创建起主动推送服务。按照用户画像技术,对各个用户的档案利用喜好、行为倾向加以分析并创建出个人化的服务模型。当新的档案资源与用户的需求相匹配的时候,系统就会通过短信、邮件、移动端消息等方式发出推送通知,变被动等待为主动服务。对毕业生、退休教职工等特殊群体实施长期服务,给予不断的服务档案信息。三是提供智能化的咨询帮助。创建一个以档案智能问答系统为主题的项目,把与档案管理有关的各类档案知识,如档案政策法规、业务流程、馆藏资源等加以整合,给用户全天候、自助式的查询服务,有效克服了传统线下服务中受到的时间限制^[9]。系统可以判断出用户的意图,并给出正确的回答,对于不能处理的问题会转人工服务,实现人机合作。四是新式档案文化传播方式。采用虚拟现实、增强现实技术,创建档案资源沉浸式展示平台,把校史档案、特色馆藏用数字化方式表现出来,加强档案文化吸引人的效果和感染力。经由服务模式的诸多革新,档案利用由单向变向多样,由被动转向主动,档案的价值被完全挖掘出来。

（四）筑牢安全防线，保障转型平稳有序

档案属于学校重要资产,其安全性和可靠性是开展智能化转型必须要遵守的底线。人工智能技术的引入在带来便利的同时也带来了新的安全问题,比如数据泄露、算法偏见、系统脆弱等。高职院校推进智能化转型时,也要创建起全面的安全保障体系。数据安全上要严格执行档案数据分级分类管理制度,按照敏感程

度的不同采取不同的保护措施。对涉及师生隐私、学校机密的档案信息实行严格的访问控制和加密存储。创建完备的数据备份与恢复体系，在出现系统故障或者意外状况时可以迅速恢复数据。从系统的安全性来说，智慧档案管理平台应该使用安全可靠的系统架构，并且定期进行安全漏洞扫描以及渗透测试。创建起安全监测预警体系，对各种异常访问、恶意攻击等安全问题加以及时察觉并作出快速应对措施。就算法的安全性来说，要对人工智能算法的公平性、可靠性做检测，防止因为训练数据存在偏差造成歧视性的或者不准确的结果出现。建立人工复核机制，在重要的决策环节上留下人工介入的空间，保证算法产出的可控性。从管理安全方面来讲，建立完善的智能化系统运行管理规章制度，确定各个岗位的安全生产责任^[10]。加强对档案工作人员安全知识、操作技能的培训，提高全体员工的安全防范意识。还要重视遵守法律法规，保证智能化的应用符合网络安全法、数据安全法、个人信息保护法等法律法规的相关要求。

三、结语

人工智能时代到来之际给高职档案管理赋予了前所未有的机遇和挑战。推进档案管理由数字化向智能化转变，是适应技术变革的一种主动行为，也是解决传统管理问题的一种必然选择。该阶段的转型要从技术应用、管理改革、服务改善、安全防护等各方面来推进，要靠高职院校整体考虑加以推进。强化顶层设计给转型赋予战略引领，深化技术融合创建智慧平台，更新服务模式发挥档案价值，构筑起安全防线守护平稳运行。人工智能技术的发展会使得档案管理的智能化越来越深入，由以前的辅助管理变为智能决策，由以前的知识服务变成知识创造。高职院校紧跟时代大势，以档案管理智能化为导向，从学校治理能力整体提高的角度出发，给培养高质量技术技能人才提供强有力的支撑。

参考文献

- [1] 高世奇. 人工智能技术融入高校档案信息管理路径研究 [J]. 辽宁高职学报, 2024, 26(11): 91-95.
- [2] 姜超. 人工智能技术在高校档案管理服务中的应用与挑战 [J]. 科技视界, 2024, 14(26): 111-114.
- [3] 容溶, 黄志强. 生成式人工智能在高校档案管理中的应用: 伦理挑战与法治监管研究 [J]. 法制与经济, 2024, 33(04): 54-61.
- [4] 李秀华. 论人工智能赋能高校档案工作的应用路径及其优化策略 [J]. 档案管理, 2024, (04): 106-110.
- [5] 李潇. 人工智能背景下高校智慧档案管理刍论 [J]. 经济师, 2024, (03): 198-199.
- [6] 高淑珍, 赵纯. 智能保护技术在高校实物档案管理中的应用研究 [J]. 办公室业务, 2024, (03): 61-63.
- [7] 孙曼利, 秦雪, 方莹. 人工智能在高校智慧化档案管理中的应用 [J]. 黑龙江档案, 2023, (05): 148-150.
- [8] 王萌. 人工智能技术提高高校档案管理效率的运用研究 [J]. 智慧中国, 2021, (12): 94-95.
- [9] 高楠. 智慧校园下的高校档案管理研究 [J]. 城建档案, 2021, (11): 77-78.
- [10] 贾芬. 前瞻智能机器人在高职院校档案管理中的应用 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2019, (08): 78.

人工智能领域计算机通信技术与电子信息技术研究

高亚彤

山东传媒职业学院, 山东 济南 250200

DOI: 10.61369/TACS.2025140034

摘 要： 近些年，随着人工智能时代的来临，人工智能逐渐成为推动各领域变革的核心驱动力，其重要性日益凸显。计算机通信技术为人工智能提供了数据交互的核心通道，电子信息技术则为人工智能搭建了硬件支撑与信号处理的基础平台。在人工智能领域中深度融合计算机通信技术与电子信息技术，不仅重塑了产业发展模式与社会生活形态，也催生了众多新兴应用场景，推动了各自技术领域实现突破升级，推动人工智能向更智能、更高效、更安全的方向发展，进而为数字经济的发展与科技强国建设提供有力支撑。对此，本文首先阐述人工智能领域中计算机通信技术的应用实践，接着论述人工智能领域中电子信息技术的应用实践，以期对相关研究者提供一定的参考与借鉴。

关 键 词： 人工智能；计算机通信技术；电子信息技术

Research on Computer Communication Technology and Electronic Information Technology in the Field of Artificial Intelligence

Gao Yatong

Shandong Communication & Media College, Jinan, Shandong 250200

Abstract： In recent years, with the advent of the artificial intelligence (AI) era, AI has gradually become the core driving force for promoting transformation in various fields, and its importance has become increasingly prominent. Computer communication technology provides the core channel for data interaction for AI, while electronic information technology builds the basic platform for hardware support and signal processing for AI. The in-depth integration of computer communication technology and electronic information technology in the field of AI not only reshapes the industrial development model and social life form, but also spawns many emerging application scenarios, promotes breakthroughs and upgrades in their respective technical fields, and drives AI to develop in a more intelligent, efficient and secure direction. Furthermore, it provides strong support for the development of the digital economy and the construction of a science and technology power. In this regard, this paper first elaborates on the application practice of computer communication technology in the field of AI, and then discusses the application practice of electronic information technology in the field of AI, aiming to provide certain reference for relevant researchers.

Keywords： artificial intelligence (AI); computer communication technology; electronic information technology

一、人工智能领域中计算机通信技术的应用实践

（一）智能传输优化，适配海量数据交互需求

随着人工智能技术的发展，大量数据的产生成为必然，但传统数据分析无法满足大量、多样的 AI 数据交换需求，经常出现传输延迟、带宽资源浪费以及数据丢失等问题。这要求借助智能传输优化手段对海量 AI 数据进行实时流式分析、预测，并自动调度，以此提升传输数据的智能化程度和传输效率。如基于强化学习方法的流量控制算法，可根据当前的网络负载情况、数据优先级及历史传输经验等，自主制定最优路径和资源分配方案，由此确保 AI 训练过程中关键数据实现快速可靠传输。另外，智能压缩

与编码技术的应用，基于 AI 模型对传输的信息特征进行分析，实现自动压缩以及高效编码，在保证信息完整准确的基础上，有效降低信息传输量，降低网络压力，提升通信系统的运行效率，进而确保人工智能行业中大量的实时通信需求得到充分满足^[1]。

（二）多终端协同通信，支撑多设备联动应用

随着人工智能技术高速发展，应用场景日益丰富，不同人工智能产品之间的连接以及高效交互成为一大挑战。该类应用主要是通过统一通信协议和协同机制打破各端的信息壁垒，以确保包括边缘计算节点、移动终端、云主机等多种类型的设备实现交换信息的有效对接，并进行联合行动^[2]。比如，在智能制造中，大量的传感器、无人车、机器人和中心控制系统都需即时地传输生产

信息、设备状态及控制指令^[3]。来自不同设备的信息按优先级排序并瞬时完成路由决策，确保关键控制信息的快速流通，同时控制着全部机器人的动作，例如，某一个生产环节出现问题，传感器将数据及时传输到边缘计算节点上，再由边缘计算节点用 AI 工具进行分析，并即时告知相关机器人及 AGV 进行相应动作，以实现生产的动态调整及问题的实时响应^[4]。另外，在智能家居中，各种通信协作技术将语音助手、灯、恒温器以及安防摄像机等不同设备联系起来，并相互作用，允许用户使用语音指令或移动应用控制设备，例如，“回家模式”，它会触发门锁开启、灯开关、空调调至舒适温度等。而这一切的背后正是多元化通信协同技术作为支撑，实现不同设备之间信息的有效传递，从而为家庭生活带来便捷高效又智能的生活体验^[5]。

（三）通信安全防护，保障数据传输安全

对于人工智能应用场景而言，数据传输的安全性至关重要，尤其是涉及隐私信息、商业机密以及重要基础设施运行的数据。在通信安全防护中应用计算机通信技术，一方面，创新应用与深度融合数据加密技术，如采用智能化算法的动态加密技术，可以根据信息的重要级别、传输场景及潜在威胁动态变化，对加密算法和密钥位数进行针对性调整，相较传统静态加密方法，其具有更强的抗破解能力和适应性。另外，利用人工智能对实时传输的信息进行监测分析，训练海量数据库安全模型，准确识别篡改、非法入侵、DDoS 攻击等各类非正常网络安全行为，当发现危险时，则触发预警功能，并采取断开疑似链路、切换到备用通道等措施，实现安全防护的目的^[6]。另一方面，在身份认证领域，采用指纹、虹膜、语音等多模态生物特征的身份认证方式，并基于机器学习用户行为模式识别算法，实现智能综合身份认证机制，从而阻止非法用户接入通信网络，确保通信过程中信息的安全性。此外，对于分布式智能化系统而言，网络安全防护还包括各节点间协作的信息保密，采用类似联邦学习、安全多方计算等方式实现各参与节点不泄露原始数据的前提下模拟训练及参数共享，在源头保障数据在协作计算过程中的统一性及隐私性^[7]。

二、人工智能领域中电子信息技术的应用实践

（一）智能感知技术，实现数据采集与环境感知

在人工智能领域，智能感知技术通过融合各类传感器（如光学传感器、声学传感器、红外传感器、物联网传感器等）与 AI 算法，构建起强大的数据采集与环境感知体系。一方面，它能够对物理世界的多种参数进行高精度、实时化采集，例如通过图像传感器获取环境图像信息，借助 AI 图像识别与处理技术，实现对目标物体的形态、颜色、纹理等特征的精准提取与分析；利用声音传感器采集环境声音信号，结合 AI 语音识别与语义理解技术，实现对特定声音事件（如异常噪声、特定指令）的识别与响应^[8]。另一方面，智能感知技术具备强大的环境适应性与自主学习能力，能够根据不同的应用场景（如工业生产车间、智能交通系统、智能家居环境等）自动调整感知参数与识别模型，通过持续学习环境数据的变化规律，不断优化感知精度与响应速度，从而实现对

复杂环境的全面、动态感知，为人工智能系统的决策与执行提供可靠的原始数据支撑^[9]。

（二）信号处理技术，优化数据处理效率与精度

信号处理是人工智能领域中电子信息技术的重要组成部分，在整个系统运行过程中具有十分关键的作用。该环节工作的主要内容是对各类原始信号进行必要的变换、分析、滤波、放大以及特征提取等工作，以期实现更为精准高效的处理工作，为后续人工智能程序的有效运行奠定良好基础^[10]。AI 中常使用传感器采集到的原始数据，这些数据常常包含噪声、冗余或其他不稳定的因素，如语音识别中，由麦克风采集到的声音数据可能含有噪声、回声等；图像识别中，图像可能含糊不清、亮度不够、存在椒盐杂波等。但是利用傅里叶变换、小波变换、自适应对策以及频域估计等方法对信号进行处理，可实现对这种复杂信号去噪、降维及增强特征等功能，并将其转换为具有明确物理意义，或者统计特性的一些特征向量或参数^[11]。如采用小波变换能对非稳态信号做多层次分解，较好地提取出信号在不同时间区间及频带的信息；自适应滤波法可依据信号与噪声的统计特性自动优化滤波器系数，以消除随时间变化的干扰。预处理后得到的高质量数据，不仅有效减少了数据规模，也降低了后续算法的运算强度，提升运行速度，更重要的是能凸显出重要的信息点，提升 AI 模型的训练效果和识别率^[12]。

（三）硬件集成技术，构建高效运行平台

人工智能技术中的硬件集成技术是指为实现快速处理以及完成更加复杂的智能工作而提供基础支撑的技术手段，主要指将各类专用微处理器、传感器、存储器及接口等相关硬件组件有机地融合在一起，并加以优化升级的能力^[13]。一方面，硬件集成技术反映在对于计算单位的深层次融合上，比如，将 CPU、GPU、FPGA 以及针对 AI 设计出的 ASIC，如 TPU（矩阵处理单元）等多样化的计算结构进行联合融合。该异构融合架构可以充分发挥各类处理器在通用计算、并行计算及定制化计算等方面的优势，在针对深度学习的大规模矩阵乘法、特征抽取等问题上，实现高效的计算资源分配和调度，提高模型推理与训练速度^[14]。另一方面，注重内存与存储系统的优化配置。人工智能的应用特别是深度学习的模型对内存带宽及内存大小都有很高的需求。采用高性能存储技术如多级缓存、高带宽内存及基于 NVMe 的 SSD，并将其集成在计算单元内可减少数据在存储层到计算单元之间的传输延迟，降低访问延迟以支持大规模数据集以及中间结果快速移动，从而为持续的模型迭代提供有力支撑^[15]。

三、结语

总而言之，计算机通信技术与电子信息技术作为人工智能发展的重要支撑，在智能传输优化、多终端协同通信、通信安全防护以及智能感知、信号处理、硬件集成等方面展现出了显著的应用价值，为人工智能算法的实现与落地奠定了坚实的硬件基础。二者的深度融合与协同发展，不仅推动了人工智能技术在各领域的广泛应用，也为人工智能未来的创新突破提供了持续的动力。

未来，随着人工智能技术的不断演进，计算机通信技术与电子信息
息技术还将面临新的挑战与机遇，需要进一步加强技术创新与融
合，以更好地满足人工智能发展的需求，共同推动智能时代的
进步。

参考文献

[1] 韩琦. 通信技术与电子信息技术在人工智能领域的应用 [J]. 通讯世界, 2024, 31(12): 22-24.

[2] 靳玉晗. 计算机通信技术与电子信息技术在人工智能领域的实践探析 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2024, 36(15): 163-165.

[3] 周睿. 计算机通信技术与电子信息技术在人工智能领域的应用分析 [J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8(03): 55-58.

[4] 冯佳康, 黄昊. 计算机通信技术与电子信息技术在人工智能领域的应用分析 [J]. 数字通信世界, 2023, (10): 110-112.

[5] 宫小冬. 计算机通信与电子信息技术在人工智能领域中的应用 [J]. 自动化应用, 2023, 64(10): 236-238.

[6] 任昊利. 浅谈计算机通信技术与电子信息在人工智能领域中的研究与分析 [C] 上海筱虞文化传播有限公司. Proceedings of 2022 Engineering Technology Innovation and Management Seminar(ETIMS 2022). 航天工程大学; , 2022: 513-515.

[7] 刘通. 计算机通信技术与电子信息在人工智能领域的应用分析 [J]. 电子元器件与信息技术, 2022, 6(10): 175-178.

[8] 卢德林, 王瑜琳. 计算机通信与电子信息技术在人工智能领域的应用 [J]. 科技风, 2022, (21): 50-52..

[9] 徐志胜. 计算机通信技术与电子信息在人工智能领域的实践应用 [J]. 数字技术与应用, 2022, 40(03): 93-95.

[10] 王斌, 李鸿飞, 李夏. 计算机通信技术与电子信息在人工智能领域的实践策略 [J]. 信息记录材料, 2021, 22(12): 125-126.

[11] 庞敏. 计算机通信技术与电子信息在人工智能领域的实践应用分析 [J]. 长江信息通信, 2021, 34(08): 48-50.

[12] 彭丽杰, 宋美芳. 计算机通信技术与电子信息在人工智能领域的实践应用 [J]. 中国新通信, 2021, 23(13): 119-120.

[13] 经鹏. 计算机通信技术与电子信息在人工智能领域的实践应用 [J]. 电力设备管理, 2020, (12): 168-170.

[14] 陆林. 探讨电子信息技术在人工智能领域的应用 [J]. 信息记录材料, 2020, 21(11): 77-78.

[15] 张彦清, 胡月, 孙文汇. 计算机通信技术与电子信息在人工智能领域的实践应用 [J]. 计算机产品与流通, 2020, (02): 40+88.

AI 赋能教育数字化转型规划计划管理研究

李丹, 祁帅辉, 周天任

国防科技大学教研保障中心, 湖南 长沙 410072

DOI: 10.61369/TACS.2025140035

摘 要 : 在数字经济时代, 教育数字化转型已成为推动教育高质量发展、实现教育现代化的核心路径, 而人工智能 (AI) 技术的快速迭代为教育数字化转型提供了强大的技术支撑与创新动能。基于此, 本文针对 AI 赋能教育数字化转型规划计划管理展开研究, 梳理教育数字化转型和 AI 赋能的理论基础, 剖析斯坦福大学、南洋理工大学、清华大学等国内外高校的实践现状, 创建起合理地落实实施管理保障体系, 旨在促使教育领域发生由“数字化”向“智能化”的跃升。

关 键 词 : AI 技术; 教育数字化转型; 规划计划管理; 落地实施; 保障体系

Research on Planning and Program Management of AI-Enabled Education Digital Transformation

Li Dan, Qi Shuaihui, Zhou Tianren

Teaching and Research Support Center, National University of Defense Technology, Changsha, Hunan 410072

Abstract : In the era of the digital economy, education digital transformation has become a core path to promote the high-quality development of education and realize education modernization. The rapid iteration of artificial intelligence (AI) technology provides strong technical support and innovative momentum for education digital transformation. Based on this, this paper conducts research on the planning and program management of AI-enabled education digital transformation, sorts out the theoretical foundations of education digital transformation and AI empowerment, analyzes the practical status of universities at home and abroad such as Stanford University, Nanyang Technological University, and Tsinghua University, and establishes a reasonable implementation and management guarantee system. The aim is to promote the leap from "digitalization" to "intelligentization" in the field of education.

Keywords : AI technology; education digital transformation; planning and program management; implementation; guarantee system

引言

教育数字化转型不是技术的简单叠加, 而是以数字技术为依托, 对教育理念、教学模式、管理体系、服务机制进行全方位重塑, 它的根本目的是要达到教育公平、提高教育质量、推动终身学习, 建设起人人学习、处处可以学习、时时可以学习的学习型社会。生成式 AI、多模态大模型等新技术出现也给教育数字化转型提供了一条新的解决办法, 在个性化教学、智能管理等方面具有明显优势, 可以使教育数字化转型更加深入发展^[1]。因此, 研究 AI 赋能教育数字化转型规划计划管理路径, 具有重要意义。

一、教育数字化转型 AI 赋能的理论与技术基础

(一) 教育数字化转型核心理论体系

教育数字化转型的主要理论体系主要是教育生态系统理论、数据驱动理论、终身学习理论等主要理论, 它们互相支撑起来就形成了一个教育数字化转型的理论框架。教育生态系统理论认为, 教育是由教师、学生、课程、技术等要素构成的动态平衡系统, 各个要素互相影响从而形成完整的教育生态系统。AI 技术属于重要的“生态因子”, 可以冲破传统课堂的时空束缚, 重新塑造师生之间的关系, 促使教育生态发生革新。通过采用 AI 学

情分析平台, 能够将教师从重复性批改中解放出来, 从而有更多时间进行个别化辅导, 并大大提高师生之间的交流效率。数据驱动理论是转型的支撑, 核心就是用数据作为教育决策、教学改进的主要依据, 使教育由经验型的决策转变为以数据为依据的科学决策。人工智能支持教育之后, 教学和学习数据的采集以及分析能力得到明显提高, 学校可以从各方面对教学学习行为进行监测, 给个性化教学给予科学的参照。终身学习理论认为教育是连续的、终身的, 要建立从幼儿期到成人期再到老年的整个阶段的教育体系。人工智能技术冲破传统教育时空的限制, 依靠智能学习平台、个性化资料推送等特点, 使学习者能够随时随地进行学

习，且可以实现从一种知识水平到更高层级的一种转换，在社会上形成学习型的社会环境。

（二）AI 赋能教育的核心技术架构

AI 赋能教育的主要技术架构是以数据层、技术层和应用层，层层推进、互相配合，形成一个闭环运行的技术生态系统，给转型赋予坚实的支持。数据层是基础，是教育数据的来源、存储和预处理部门，涉及学生学习数据、教师教学数据、管理者以及外边的诸多资源等数据。采集时利用 AI 自动把各种各样的数据整合起来，并且遵守数据安全的原则，在这个基础上进行预处理操作，然后对数据加以清洗并做脱敏处理等工作，从而达到提高数据品质的目的，进而为后续的应用打好基础。技术层为核心支撑，以机器学习、自然语言处理、计算机视觉、知识图谱为主要的技术。机器学习可以实现个性化的推荐、学习效果的预测等，自然语言处理可以进行智能答疑、文本批改等工作，从而提高教学效率，计算机视觉可以对课堂行为进行分析、管理等智能化的升级，知识图谱可以构建学科体系，让学生搭建起知识框架。应用层是落脚点，把技术同教育教学、管理服务等场景融合起来，产生各种各样的应用。个性化的教学、智能管理、智能服务、科研创新等都可以看作是智能校园中的一种应用。

（三）国内外相关政策导向与研究趋势

在国内政策导向方面，我国对人工智能和教育数字化的融合发展十分重视，陆续出台了多项政策形成了一个由顶层政策设计、政策落地、政策保障组成的顶层设计、具体措施、支持保证的政策体系。《教育强国建设规划纲要》提出要创建智能化校园，《教育部等九部门关于加强中小学机器人学科课程建设的意见》推进大模型同教学的深度整合，促使转型规范发展。在国外政策导向方面，全球主要国家将教育数字化与 AI 纳入国家战略。美国以国家教育技术计划来强调人工智能服务个性化学习的作用；欧盟创建起区域协同体系，致力于数字教育助力平等。各国有各自的关注重点，集中在基础设施、技术应用等领域。研究趋势有三个特点，一是由“技术应用”转向“深度融合”，研究 AI 同教育各环节的融合情况；二是由“单个维度”转向“整体视角”，重视对转型整个过程的研究；三是由“理论探讨”转向“实际操作”，借助案例总结来获得经验。此外，AI 伦理、数据安全、数字鸿沟等也成了研究热点，来保证转型的健康开展。

二、国内外高校 AI 赋能教育数字化转型研究现状

（一）国外研究现状

斯坦福大学以“技术创新 + 课程融合”为核心，构建全方位 AI 教育生态。其人工智能实验室构建起三级课程体系，把 AI 融入各科教学当中，开设特色课程培养学生 AI 素养，研发出 AI 智能教学平台，达成个性化学习规划和智能答疑，依托实验室开展前沿研究，给转型赋予技术与理论支持。南洋理工大学是国际上唯一一所把“跨学科融合、产学研协同”作为特色，集中了全球顶尖人工智能学者的综合性大学，提出 Uni-MMMU 评价体系，开发 CAFT 方法解决 AI 概念把握的问题，建立相关的科研平台打

破学科壁垒，促进 AI 同各个领域融合，用开源、赛事等形式把科研成果转化为教育成果^[2]。澳门科技大学以技术基座和场景落地为工作重心，推出 WeMust GPT，引进 DeepSeek 模型创建完整的科技底座，推出 ChatMUST、ChatLib 等互动交流系统，并把 AI 融合进课程安排当中，积极参与交流活动，把经验分享出去，给粤港澳大湾区的高等教育转型提供支持^[3]。

（二）国内研究现状

清华大学把“育人生态和技术创新”作为两个中心来展开 200 门课程的 AI 赋能实践，实现十种功能场景，创建学科知识引擎，研制学生 AI 成长辅助工具“清小搭”，开发出人工智能素养网站，助力师生强化 AI 应用和伦理素养。浙江大学以“AI STEP 计划”为中心，把人工智能融入大学的全部教育过程中，在学校开设了《人工智能基础》等课程，对部分公共基础课进行了 AI 助教的开发，“AI+X”交叉培养每年有超过 1 万名的学生参与进来，在国家智慧教育平台上发布课程和学科大模型，实现了资源共享。上海交通大学技术 + 场景双轮驱动开发出“HI+AI”智能教学平台，服务师生超过 2.5 万人，有多门课程配有 AI 助教，将 AI 和专业课程紧密结合，创建智慧教室，塑造起线上线下相融的教学空间^[4]。

三、“AI+ 教育”数字化转型总要求、目标与落地任务

（一）转型核心原则与总体要求

核心原则为“立德树人、应用导向、数字赋能、以人为本、改革创新、统筹规划、安全发展、开放合作”八个原则。立德树人是根本，把思政融入 AI 教育；应用导向防止重技术轻应用；数字赋能再造教育体系；以人为本关注师生需求；统筹规划加强协同；安全发展保障数据隐私；开放合作加深交流。按照教育数字化战略的指引，以 AI 为主要内容的支撑、以管理为基本手段的管理推进教育转型从数字覆盖到智能赋能、从单点突破到系统推进的转变，改善教育基础设施和应用体系，提升教师学生数字素养，破解教育转型难点，创建 AI+ 教育新生态，支持教育强国建设^[5]。

（二）中长期发展目标与阶段任务

根据转型的规律和 AI 技术更替的速度来确定中长期目标和分阶段的任务，分步骤地实现转型。第一，规划中长期发展目标。中长期发展目标到 2030 年建成完善的 AI+ 教育转型体系，使人工智能和教育各个领域深度融合形成具有中国特色、世界水平的智能教育模式。达到 AI 教育应用的全覆盖、个性化的教学方式成为常态，建立数据治理和安全保障体系，教师和学生的数字素养得到全面提升，创建示范校和示范区域，明显提高教育公平和质量^[6]。第二，设置阶段任务。可分为三个阶段推进：第一阶段：启动部署。制定顶层规划并进行总体规划的修改；改善基础设施状况，完善数据采集存储系统；推进 AI 应用实践工作，总结经验成果；加大教师的 AI 教育培训力度，并制定相关政策措施与标准等。第二阶段：全面推进。加大试点力度，让 AI 能够广泛应用起来，创建起完善的应用平台、资源库，促使 AI 更深入地嵌入各个

学科的教学过程当中，并着手创建起数据治理体系来克服数字鸿沟状况、建立健全 AI 伦理审查机制并加以预防算法带来的潜在危险性。第三阶段：深化提升。推进人工智能同教育的深度融合，创建应用体系；打造复合型师资培养体系，塑造起开放协同的 AI+ 教育生态系统，实现转型全面落地，达成中长期目标^[7]。

（三）落地实施管理保障体系

创建起“组织保证、资源保证、技术保证、制度保证、评价保证”的五大要素，从而保证转型的落实。一是组织保障，形成“政府统一领导、部门齐心协力、学校全面负责、企业深度参与、社会各界全力配合”的局面，各级教育部门成立工作领导小组，学校成立工作小组，加强校企合作，引导社会力量的介入^[8]。二是资金保障，增加财政投入，设立专项资金，调动社会资源参与进来；师资上创建起“培训 + 引进 + 培养”的师资队伍建设体系，把 AI 素养融入教师考核当中去，引进复合型人才；资源上创建起 AI 教育资源库，推动优质资源共享并开展国际交流合作。三是技术保障指，提升 AI 教育研发力度、改良应用平台，改进其兼容度及智能化水平，塑造起完整的制度保障体系，守护好数据的完整

性及安全性，塑造起技术支持组及时解决技术难题的能力机制^[9]。四是制度保障，制订转型的实施细则、评价标准和伦理规范，健全数据管理制度和 AI 应用准入退出机制，建立校企合作和知识产权保护制度，促进技术革新和资源更新。五是评价保障，建立包含转型落实、应用效果、师资培养等多方面内容的评价体系，使用定量加定性的评价方式，过程和结果都要考虑进去，结果反馈制度要建立起来，改进转型计划^[10]。

四、结语

综上所述，AI 推动教育数字化转型是新质生产力下时代发展的必然，也是我国教育现代化方向。通过分析国内外的实践情况，提出相关对策保障高校转型发展，给各种教育机构提供理论与实践指导。在后续工作中，学校应不断推进理论和实践相结合的深入研究，使 AI 与教育的深度融合成为常态，打造起完善的规划管理机制，使 AI 教育模式的转型过程更加健康持续地发展。

参考文献

- [1] 王霖. AI 助力教育数字化转型的实践与思考 [J]. 在线学习, 2024, (11): 97.
- [2] 赵晓洁, 刘琳琳. AI 驱动下的高职院校会计教育数字化转型 [J]. 公关世界, 2024, (17): 117-119.
- [3] 王霖. 西安电子科技大学: 用 "AI+ 教育" 新生态助力高等教育数字化转型 [J]. 在线学习, 2024, (07): 16-19+80.
- [4] 韩磊, 贾海彦. AI 赋能教育数字化转型重塑城市管理拔尖人才培养范式 [J]. 城市管理与科技, 2024, 25(05): 46-48. DOI: 10.16242/j.cnki.umst.2024.05.020.
- [5] 董扣艳, 张雨晴. 生成式 AI 赋能思想政治教育数字化转型: 缘起、维度和路径 [J]. 山西高等学校社会科学学报, 2023, 35(09): 45-50+64. DOI: 10.16396/j.cnki.sxgskxb.2023.09.008.
- [6] 郑钢. 汽修职业教育数字化转型中 AI 技术的创新应用 [J]. 汽车画刊, 2024, (04): 185-187.
- [7] 王星, 张鹏. 数字化转型提速促上海教育更优质均衡发展 [N]. 文汇报, 2024-01-30(001). DOI: 10.28814/n.cnki.nwehu.2024.000420.
- [8] 陈小慧. AI 赋能教育数字化转型 [N]. 深圳商报, 2023-12-01(A03). DOI: 10.28774/n.cnki.nszsb.2023.004949.
- [9] 陈友敏. 勇当全国教育数字化转型发展排头兵 [N]. 上海法治报, 2022-09-28(A04). DOI: 10.28696/n.cnki.nshfz.2022.000790.
- [10] 吴苡婷. 力争成为全国教育数字化转型标杆 [N]. 上海科技报, 2021-11-12(001). DOI: 10.28704/n.cnki.nshkj.2021.001301.

AI 赋能智慧城市的建设探究

杨硕

天津市城市道路设施巡查中心，天津 300190

DOI: 10.61369/TACS.2025140043

摘 要： 在城市化进程不断推进、新一代信息技术飞速发展的双重背景之下，智慧城市成了破解城市发展难题、提高城市治理效能、改善民生服务质量的重要途径。人工智能是科技变革的主要推动力，依靠强大的数据处理、自主学习、智能决策能力同智慧城市建设深度整合，改变城市运行和发展模式。本文从 AI 赋能智慧城市建设的时代意义出发，分析 AI 在智慧城市各个关键领域的应用逻辑和价值体现，提出具体的优化路径，为 AI 与智慧城市深度融合、高质量发展提供思路和参考，助力城市可持续发展和人民美好生活。

关 键 词： 人工智能；智慧城市；城市治理；技术融合

Research on AI-Empowered Smart City Construction

Yang Shuo

Tianjin Urban Road Facility Inspection Center, Tianjin 300190

Abstract： Against the dual background of advancing urbanization and the rapid development of a new generation of information technology, smart cities have become an important approach to addressing urban development challenges, improving urban governance efficiency, and enhancing the quality of people's livelihood services. As a key driver of technological transformation, artificial intelligence (AI), with its powerful capabilities in data processing, autonomous learning, and intelligent decision-making, is deeply integrated into smart city construction, reshaping the operational and developmental models of cities. Starting from the era significance of AI empowering smart city construction, this paper analyzes the application logic and value manifestation of AI in various key fields of smart cities, and proposes specific optimization paths. It aims to provide ideas and references for the in-depth integration and high-quality development of AI and smart cities, and contribute to the sustainable development of cities and the people's pursuit of a better life.

Keywords： artificial intelligence (AI); smart city; urban governance; technology integration

人工智能是信息技术发展的高级阶段，它冲破了传统技术的应用范围，可以对城市运行过程中产生的海量数据实施高效挖掘、分析并加以应用，从而达成对城市各类场景的智能感知、精准研判以及科学决策，成为智慧城市建设的主要驱动力^[1]。近些年来，人工智能技术飞速发展并被广泛应用，智慧城市从概念变为实践，从试点走向普及，在城市治理、民生服务、产业升级、生态保护等诸多方面起着越来越大的作用。基于此，本文重点探究 AI 赋能智慧城市建设的途径，以期为推动智慧城市高质量建设提供理论参考与实践指引，助力城市真正实现智能化、精细化、可持续发展，让城市更宜居、更高效、更有温度。

一、AI 赋能智慧城市建设的时代意义

在新时代背景下，AI 赋能智慧城市建设具有重要的时代意义，既是应对城市化挑战、推动城市高质量发展的必然选择，也是培育新动能、促进信息技术与实体经济深度融合的重要路径，更是提升人民群众幸福感、获得感、安全感的重要举措^[2]。

从城市发展角度来讲，AI 赋能可以很好地解决传统城市治理的粗放式、被动式管理问题，促使城市治理模式发生转型，提高城市治理的精准度和高效性，降低城市运行成本，优化城市资源

配置，促进城市可持续发展。人工智能技术同智慧城市建设的融合，可以催生新的产业形态和经济增长点，促使城市产业结构得到优化升级，提升城市的核心竞争力和创新能力，给城市发展增添新的动力。

从民生服务角度来说，AI 赋能可以促使公共服务供给方式发生改变，冲破时间、空间的束缚，提高公共服务的便捷程度，精准度以及普惠性，让人民群众可以更加便捷地获取教育、医疗、养老、就业等各类公共服务，切实改善民生福祉。利用人工智能技术对公共服务进行智能调度、精准推送，可以很好地解决公共

服务供给不均、效率不高、需求多样化、个性化的问题，满足人民群众多元化、个性化的服务需求^[3]。

从国家发展层面来讲，AI 赋能智慧城市建设是落实新型城镇化战略、推进数字中国建设的抓手，可以促进信息技术的自主创新和产业升级，提升国家科技实力和综合国力，为国家高质量发展提供有力支撑。智慧城市建设属于信息技术应用的重要载体，可以促使人工智能技术实现规模化应用和迭代升级，推进技术成果的转化与推广，助力我国由信息技术大国向信息技术强国转变^[4]。

二、AI 在智慧城市建设中的核心应用领域与价值体现

（一）城市治理领域：推动治理精细化，提升协同效能

人工智能技术可以对城市公共设施、交通运行、公共秩序等各方面的场景进行智能感知和实时监测，及时发现城市运行过程中出现的各种问题并做出精准的判断和快速地处理，提高城市综合管理的效率和水平。同时，用人工智能技术创建智能协同治理平台，可以冲破城市各个部门之间的信息壁垒，促使各部门之间数据共享和协同联动，达成城市治理的全流程智能化、协同化，降低治理成本，加强治理效能。人工智能技术可以对各种突发事件实施智能预估、实时监控、迅速应对，经由剖析历史数据从而预估突发事件出现的概率和走向，提前制定应急预案，做好防范预备。突发事件发生时可以迅速整合各种应急资源，智能调度应急力量，优化应急处置流程，提高应急处置效率和科学性，最大限度减少人员伤亡和财产损失，提高城市的韧性与安全水平^[5]。

（二）民生服务领域：优化服务供给，改善民生福祉

人工智能技术可以冲破时间、空间的束缚，创建起线上线下一体化的公共服务体系，让人民群众借助手机、电脑等终端设备，方便地办理各种政务服务、公共服务事项，缩减跑腿次数，改善服务体验^[6]。同时使用人工智能技术开展公共服务智能咨询、智能引导工作，可以及时解答人民群众的疑问，给人民群众提供个性化的服务指引，从而提高公共服务效率和质量。人工智能技术对用户行为数据、需求数据进行挖掘和分析之后，可以精准把握人民群众多样化、个性化服务需求，实现公共服务精准推送和定制化供给。教育领域按照学生的学习状况以及兴趣爱好推送个性化的学习资源和学习方案，医疗领域依据居民的健康状况给出个性化的健康管理建议和医疗服务指引，推进公共服务从普惠化向精准化、个性化转变。

（三）产业发展领域：培育新动能，推动产业升级

人工智能技术同制造业、建筑业、服务业等传统产业深度融合，实现传统产业智能化改造，提高产业生产效率、产品质量、核心竞争力。用人工智能技术对生产过程进行智能调度、智能监测、智能优化，可以降低生产成本、减少资源消耗，使传统产业向高端化、智能化、绿色化方向发展。在新兴产业培育上，人工智能技术的应用可以催生人工智能、大数据、物联网等新兴产业，形成新的产业集群和产业链条，培育新的经济增长点。同时

人工智能技术同智慧城市建设融合之后，可以促进生产性服务业和生活性服务业的创新发展，提高服务业的智能化水平和质量，推动产业结构优化升级，实现城市产业高质量发展^[7]。

（四）生态保护领域：强化环境治理，推动绿色发展

人工智能技术同物联网、遥感等技术融合起来，可以创建起全方位、多层次的环境监测体系，对大气、水、土壤、噪声等各种环境要素展开实时监测和精准剖析，及时发现环境污染问题，追踪污染源头，给环境治理赋予科学支撑。同时，利用人工智能技术对环境数据进行挖掘和分析，可以预判环境质量的变化趋势，提前制定环境治理方案，推动环境治理从“被动治理”向“主动防控”转变。从资源节约的角度来讲，人工智能技术可以对城市水资源、电力资源、土地资源等各类资源进行智能监测和优化配置，提高资源的利用率，减少资源浪费。利用人工智能技术对城市供水、供电系统进行智能调度、优化控制，根据用户需求的变化合理调配资源，减少资源消耗，促进城市绿色低碳发展^[8]。

三、AI 赋能智慧城市建设的优化路径

（一）深化技术融合，提升应用效能

加深人工智能技术同智慧城市建设的深度融合，拓宽应用场景，提高应用效能，是推进 AI 赋能智慧城市建设的举措^[9]。一方面推动人工智能技术同城市治理、民生服务、产业发展、生态保护等各个领域深度融合，按照各个领域的实际需求挖掘人工智能技术应用场景，发挥人工智能技术自主学习、智能决策的优势解决城市发展过程中遇到的复杂问题，增强应用效果。另一方面要加大人工智能技术同物联网、大数据、云计算等其他信息技术的融合力度，解决技术碎片化、标准不统一的问题，实现各个系统之间的互联互通、数据共享，消除信息孤岛，实现技术协同、数据协同、流程协同。加大人工智能技术的研发投入，促进技术的迭代升级，提高技术的成熟度和稳定性，给技术的应用提供坚实的支撑。除此之外还要建立统一的技术标准和规范，促进人工智能技术规模化应用和标准化发展。

（二）完善机制体制，强化协同保障

完善的机制体制是 AI 赋能智慧城市建设的保障，要明确各个主体的权责，加强协同配合，出台针对性政策支持，形成良性发展态势。政府层面要提高对 AI 赋能智慧城市建设的认识，制定系统的规划和布局，确定建设目标、重点任务和实施路径。同时要出台相应的扶持政策和激励措施，加大对技术研发、场景应用、人才培养等各方面的投入，引导社会资本、科研机构等参与到建设中来。要建立健全政府各部门之间的协同工作机制，明确各部门的权责关系，加强沟通协调和协同配合，防止推诿扯皮，提高工作效率，实现各领域协同发展。从市场层面来说，要完善市场机制和激励机制，充分发挥企业的主体作用，鼓励企业加大技术研发和应用投入，培育一批具有核心竞争力的龙头企业，形成政府引导、企业主导、市场运作、社会参与的良性发展格局。完善人工智能技术的知识产权保护机制，调动创新的积极性，促进技术成果的转化和推广^[10]。

（三）加强人才培养，强化支撑能力

人才是 AI 赋能智慧城市建设的支撑，要重视人才的培养、人才结构的优化、人才素质的提高，满足建设需要。一方面要加强高校、科研机构与企业之间的协同合作，创建有针对性的人才培养体系，按照建设需求，培育出一批既懂得人工智能等信息技术，又知晓城市治理、民生服务等有关领域知识的复合型人才。要加大对人工智能领域高端技术人才、创新人才的引进和培养力度，出台针对性的人才引进政策，吸引国内外优秀人才投身到 AI 赋能智慧城市建设中来。还要加强对城市治理、民生服务等领域工作人员的培训，提高其信息技术应用能力，使其能够熟练使用人工智能技术开展工作，提高技术应用效能。另外，要建立健全人才评价机制和激励机制，调动人才的创新积极性和工作积极性，为人才发展创造良好的环境。

（四）健全防控体系，防范伦理与安全风险

对于 AI 赋能智慧城市建设过程中出现的伦理、安全风险，必须建立健全防控体系、加大监管力度，防范化解各类风险，保证智慧城市建设安全有序地推进。数据安全要建立数据安全管理制度和防护体系，规范数据的采集、存储、处理和应用过程，加强数据安全技术研发和应用，防范数据泄露、滥用、篡改等安全风险，保护个人隐私和城市核心数据安全。从伦理上来说，要建立

人工智能伦理规范和准则，明确人工智能技术应用的伦理边界，防止出现算法偏见、公平性不足等伦理问题，保证社会公平正义。同时要对人工智能技术的应用加以引导，促进技术的健康发展，减少技术应用给就业结构带来的冲击，缓解就业压力，维护社会稳定。另外还要建立监管机制和应对措施，对人工智能技术应用全过程实施有效的监管，及时发现并化解各种风险，为 AI 赋能智慧城市建设提供安全保障。

四、结论

综上所述，AI 在智慧城市的城市治理、民生服务、产业发展、生态保护等各方面都有着广泛的应用场景，并且具有非常独特的应用价值，可以促使智慧城市建设走向精细化、高效化、人性化。但是目前 AI 赋能智慧城市建设还存在着技术融合程度不够、机制体制不健全、人才缺乏、伦理和安全风险高发等共性问题，影响了 AI 赋能作用的充分发挥和智慧城市建设的高质量发展。为了解决以上问题需要加强技术融合提高应用效能，完善机制体制强化协同保障，加强人才培养增强支撑能力，健全防控体系防范伦理与安全风险，促进 AI 同智慧城市深度融合、高质量发展。

参考文献

- [1] 孟凡华,唐风."AI+"技术体系下新型智慧城市建设研究[J].石材,2024,(01):59-60+166.
- [2] 邓敏智,陈思宇,信笑笑.生成式 AI 驱动下的未来智慧城市大脑[J].城市管理与科技,2025,26(04):73-75.
- [3] 黄博燕,秦秀波.智慧城市 AI 大模型体系研究初探[J].城市勘测,2025,(S1):99-104.
- [4] 李鑫.人工智能助力描绘智慧城市文化新画卷[N].中国文化报,2025-06-09(007).
- [5] 黄雨斯,肖恒辉.基于 "AI+" 技术体系的新型智慧城市建设研究[J].通讯世界,2024,31(11):145-147.
- [6] 闫恒瑜,唐立.基于 AI 大数据的新型智慧城市公共管理决策研究[J].智能城市,2024,10(11):80-82.
- [7] 朱凤琴.AI 智能技术在智慧城市中的应用[J].智慧中国,2024,(08):56-58.
- [8] 阳娜.数据、AI、5G 多要素赋能城市 " 智慧未来 "[N].经济参考报,2024-07-23(004).
- [9] 刘彤,左琦.AI 赋能智慧城市数字化治理的关键技术与典型应用[J].科技智囊,2024,(05):56-62.
- [10] 董正浩.AI 大模型在智慧城市领域的应用与前景[J].通信世界,2023,(17):39-40.

广西中小企业应用 AI 的现实难题与对策研究

杨敏文

南宁理工学院, 广西 南宁 530105

DOI: 10.61369/TACS.2025140050

摘 要： 人工智能正成为推动中小企业转型升级、培育新质生产力的关键力量。本文聚焦广西中小企业应用人工智能的实践，基于政策文献分析，通过企业案例研究，分析当前广西中小企业智能化转型的现状与成效，揭示企业在应用 AI 过程中面临的“三不”困境，以及技术门槛高、资金人才短缺、数据基础薄弱、政策协同不足等难题，并从认知重塑、技术适配、要素保障、生态构建、开放合作五个维度提出对策建议，为广西加快中小企业智能化转型，推动“人工智能+千行百业”落地见效提供决策参考。

关 键 词： 人工智能；中小企业；广西；数字化转型；智能化升级

Research on Practical Difficulties and Countermeasures of AI Application in Guangxi Small and Medium-Sized Enterprises

Yang Minwen

Nanning College of Technology, Nanning, Guangxi 530105

Abstract： Artificial intelligence is becoming a key force driving the transformation, upgrading and cultivation of new quality productive forces in small and medium-sized enterprises. Focusing on the practice of AI application in Guangxi SMEs, this paper analyzes the current situation and achievements of their intelligent transformation based on policy literature and enterprise case studies. It reveals the "three-no" dilemmas and practical problems faced by enterprises in AI application, such as high technical barriers, shortage of capital and talents, weak data foundation, and insufficient policy coordination. Furthermore, it puts forward countermeasures from five dimensions: cognitive reshaping, technology adaptation, factor support, ecosystem construction, and open cooperation. The study aims to provide decision-making references for accelerating the intelligent transformation of SMEs in Guangxi and promoting the effective implementation of "Artificial Intelligence + All Industries".

Keywords： artificial intelligence; small and medium-sized enterprises; Guangxi; digital transformation; intelligent upgrading

引言

中小企业是国民经济和社会发展的生力军，是扩大就业、改善民生、促进创业创新的重要力量^[1]。当前，人工智能正以前所未有的景象融入千行百业，成为培育新质生产力、推动产业升级的关键动力。2026年广西政府工作报告明确提出“发展壮大智能经济”，深入实施“人工智能+”行动，举办“百业千企 AI 转型联合大赛”，让 AI 成为推动广西产业升级、企业转型的重要引擎。对于量大面广的中小企业而言，拥抱 AI 已不是选择题，而是关乎生存发展的必答题。然而，与大企业相比，中小企业在资金、人才、技术等方面存在困难劣势，智能化转型面临诸多障碍。如何在资源有限的条件下有效应用人工智能，成为当前广西中小企业亟待破解的重大课题。

本文采用文献研究法与案例分析法相结合的研究方法^[2]。一方面，系统梳理国家和广西层面的政策文献，包括《广西促进数字经济三年行动方案（2024—2026年）》、2026年广西政府工作报告等，把握政策环境和制度背景。另一方面，深入分析梧州鑫峰特钢、桂林云璟科技、广西品格智造等典型企业的实践案例，归纳提炼中小企业智能化转型的共性经验和普遍规律。

一、文献综述

（一）中小企业数字化转型研究现状

国内外学术界对中小企业数字化转型进行了大量研究。在理论层面，学者们普遍认为数字化转型是中小企业提升竞争力、实

现高质量发展的关键路径。Parker^[3]等（2018）指出，中小企业数字化转型不仅关乎技术应用，更涉及商业模式、组织流程、员工能力的系统性变革。在实证研究方面，Nambisan^[4]等（2019）研究发现，中小企业的数字化成熟度受企业家数字素养、行业特征、外部支持环境等多重因素影响。国内的戚聿东^[5]等（2020）

作者简介：杨敏文（1990—），女，广西桂林人，南宁理工学院学工处助教、管理学硕士，主要研究方向：企业数字化转型、区域经济、新质生产力。

基于中国上市公司数据，实证检验了数字化转型对企业绩效的影响，发现数字化转型能够显著提升企业生产效率和创新能力。

在中小企业智能化转型研究方面，现有文献主要关注以下议题：一是智能化转型的驱动因素与障碍因素分析（肖静华^[6]，2021）；二是智能化转型的路径选择与模式创新（吴非^[7]等，2021）；三是政府在中小企业智能化转型中的作用机制（王永贵^[8]，2022）。

总体来看，已有研究为本文提供了坚实的理论基础，但也存在以下研究空白：一是针对西部欠发达地区、中小城市中小企业的研究相对不足；二是对人工智能这一新技术范式下中小企业转型挑战的专题研究较为匮乏；三是政策建议的针对性和可操作性有待加强。

（二）人工智能赋能中小企业研究进展

随着以深度学习为代表的人工智能技术快速发展，AI 赋能中小企业成为学术研究新热点。Fountain^[9]等（2019）提出，AI 技术能够通过自动化、智能化、预测化三个维度为中小企业创造价值。在国内，何帆和刘红霞^[10]（2023）研究认为，AI 应用能够显著降低中小企业的运营成本，提升决策质量。但与此同时，AI 技术的应用门槛高、人才需求大、数据要求高等特点，也对中小企业构成了特殊挑战。李志刚^[11]等（2024）指出，中小企业应用 AI 面临“用不起、不会用、用不好”的三重困境，与本文的发现高度一致。

二、广西中小企业应用 AI 的现状

（一）政策环境持续优化

广西高度重视中小企业智能化转型，在政策层面持续发力。《广西促进数字经济发展三年行动方案（2024—2026 年）》明确提出，强调要建设中小企业智能化转型试点城市、建立转型专家库、上线智能化解决方案等系列政策，全面推动中小企业智能化转型。自治区大数据发展局等政府部门指出要转型理念，积极推动“场景牵引、实效为先”，引导中小企业从落地见效的环节推进智能化应用。2026 年 2 月通过的《广西壮族自治区粮食安全保障条例》，提出要支持科技创新，大力发展智慧农业，着力拓展人工智能应用场景，为各行业中小企业应用 AI 技术提供了法治保障。当前，广西大力推进中国—东盟国家人工智能应用合作中心建设，协力打造“北上广研发+广西集成+东盟应用”发展路径^[12]，为中小企业对接先进 AI 资源、拓展东盟市场创造了有利条件。

（二）企业实践初见成效

在政策大力引导和市场有效驱动下，一批广西中小企业积极探索 AI 应用，取得了可圈可点的成绩。

一是制造业领域智能化成效显著。比如梧州市鑫峰特钢有限公司聚焦不锈钢冷轧全流程，打造冷轧模型自学优化系统等三项智能应用场景，均入选广西“人工智能+制造”典型案例，企业实现质量检测从人工抽检向 AI 全检、设备运维从事后维修向事前预警的重大转变，产品不良率显著下降。

二是环保科技领域实现跨界融合。比如桂林云璟科技有限公司作为专精特新企业，专攻环保水质在线监测领域，通过与清华大学合作，将 AI 大模型引入环保监测领域，研发新一代微量乃至无试剂化的智能监测仪器，公司年产值从 2021 年的约 5000 万元增长到 2025 年的近亿元，初步构建起从研发到制造的本土化产业链^[13]。

三是生命科学领域取得原创突破。广西品格智造生命科学研究有限公司由 30 多名工程师组成核心团队，历经 6 年潜心研发，成功推出国内首创的“机器人+AI+微生物”智能检测平台，产品通过机器人替代人工开展微生物检验，将检验周期缩短 40% 以上^[14]。

四是智能化服务生态加速形成。比如华为坤灵等科技企业积极布局广西市场，推出“4+10+N”中小企业智能化方案，聚焦智能办公、智能商业、智能教育、智能医疗四大核心场景，提供 10 个细分场景的一站式解决方案^[15]。

（三）转型趋势初步显现

当前，广西中小企业智能化转型呈现积极趋势：一是从“局部试点”向“场景深化”转变，越来越多的企业从单点应用走向全流程智能化改造；二是从“被动跟随”向“主动拥抱”转变，企业对 AI 的认知从“替代威胁”转向“赋能工具”；三是从“单打独斗”向“生态协同”转变，通过融入龙头企业生态圈、借助第三方服务平台，降低智能化转型门槛^[16]。这些趋势为广西中小企业进一步深化 AI 应用奠定了良好基础。

三、广西中小企业应用 AI 面临的难题

（一）“不会用、不敢用、用不好”困境

当前广西不少中小企业仍面临“不会用、不敢用、用不好”AI 的现实困境^[12]。一是“不会用”，主要体现在认知和能力层面。许多中小企业对 AI 技术的理解不深，仍停留在概念阶段，不清楚 AI 能做什么、该从何入手。企业缺乏懂业务懂技术的复合型人才，面对市场上纷繁复杂的 AI 解决方案，迷茫无从选择。二是“不敢用”，主要反映在风险和投入层面。中小企业抗风险能力弱，对智能化改造投入产出顾虑多。特别是智能化转型需要前期资金投入，而效果往往需要时间，导致望而却步。三是“用不好”，主要表现在应用深度和效果层面。部分企业应用 AI 往往停留在浅层次、碎片化阶段，缺乏与核心业务的深度融合。

（二）技术门槛与成本压力并存

中小企业应用 AI 面临的直接障碍，大多反映在技术门槛高、投入成本大。现实也是如此，当前主流 AI 技术和平台多面向大中型企业设计，对中小企业的适配性不足。虽然现在通用大模型得到发展迅速，但要真正落地见效，还需专业技术人员进行二次开发和适配^[16]。而中小企业往往无力自建算法团队，成为无法跨越的技术壁垒。成本压力同样存在，特别是智能化改造需要购置软硬件、支付服务费用，而中小企业普遍资金有限。即使有政策补贴，前期投入对中小企业而言仍是很大负担。在运行过程中，智能化系统的运维、更新、升级等持续投入，可能进一步加剧企业

资金压力。

（三）人才短缺成为关键瓶颈

人才是智能化转型的核心驱动力，但这也是中小企业的最大短板。一方面，广西本土 AI 人才培养体系尚不完善，高端人才储备不足；另一方面，受限于薪酬待遇、发展空间等因素，中小企业难以从区外引进高水平 AI 人才。现实中，人才短缺导致中小企业在技术选型、方案设计、系统运维等环节处处忧心、时时被动。

（四）数据基础薄弱制约价值释放

数据是 AI 应用的“燃料”。但中小企业在数据积累、治理和应用方面普遍薄弱。不少企业仍处于“数据沉睡者”状态，生产运营数据分散，有的甚至停留在纸质记录上，难以支撑 AI 模型训练和优化。特别是数据孤岛问题突出，数据壁垒大量存在，即便企业内部数据相对完整，但产业链上下游、政府部门、服务机构之间数据难以共享，限制了 AI 在供应链协同、市场预测、金融服务等场景的应用价值。

（五）政策供给与市场需求存在错位

近年来，广西各级政府出台了一系列支持中小企业数字化转型的政策措施^[18]，但在政策供给与市场需求存在一定的不适应。一是政策精准度有待提升，部分政策与企业实际需求匹配度不高，“政策洼地”效应不明显；二是跨部门政策协同不足，中小企业智能化涉及发改、工信、科技、财政、大数据等多个部门，政策碎片化增加了企业对接成本；三是政策落地“最后一公里”存在障碍，县域层面承接能力不足，智能能力“下沉机制”尚未建立^[12]。

（六）区域与产业发展不均衡

从区域看，南宁、柳州、桂林等中心城市中小企业智能化水平相对较高，县域和偏远地区则明显滞后。从产业看，制造业、科技服务业等领域探索较为活跃，而传统优势产业如有色金属、食品加工、文旅等，AI 应用仍处于起步阶段。区域发展的“数字市场断层”和产业间的“智能化鸿沟”，制约了广西中小企业整体转型进程。

四、广西中小企业应用 AI 的对策建议

（一）推动认知重塑，引导企业找准转型路径

一是转变认知理念。引导中小企业将认知从“AI 替代”转向“AI 增强”。人工智能技术的最大价值在于赋能——并非要替代企业原有的核心业务、经验和人才，而是提升员工业务能力、优化生产经营和管理流程，增强企业核心竞争力^[17]。通过成功案例宣传、现场观摩学习等方式，帮助企业管理者建立正确认知，消除不必要的焦虑和抵触。

二是明确转型方向。指导企业遵循“转变思维、应用为先、聚焦增效”的理念推进智能化转型。鼓励企业围绕经营管理和生产制造环节中亟待采用 AI 技术的应用场景进行深度改造，确保投入可见效。先小范围试点，再逐步推广至多个应用场景^[17]，形成“单点突破—价值闭环—全面推广”的推进路径。

三是强化示范引领。建议举办广西企业 AI 赋能应用大赛，

以“以赛促用、以赛促学”推动人工智能技术在中小企业中落地生根。通过竞赛机制挖掘一批可复制、可推广的优质案例，培养一批懂技术、善应用的骨干人才，激发企业创新活力。在梧州再生新材料、先进钢铁材料等特色产业打造标杆场景，形成“看得见、可复制”的转型路径。

（二）强化技术适配，降低 AI 应用门槛

一是推广轻量化解决方案。针对中小企业“买不起、用不上”的痛点，积极推广模块化、轻量化的 AI 应用工具。鼓励云服务商、AI 企业开发面向中小企业的“智能服务工具包”，提供智能财税、法律合规、营销洞察、市场需求分析等基础服务^[12]。

二是引导成熟平台应用。我国 DeepSeek、通义千问等通用大模型发展迅速，中小企业无须自建算法团队，应充分利用国内外科技企业开放的公有云 AI 平台、API 服务及 SaaS 化应用^[17]。组织开展平台应用培训，帮助企业掌握调用 AI 能力的方法技巧，实现“低开发”应用 AI。

三是推动行业共性技术研发。聚焦广西有色金属、食品加工、文旅等特色产业，组织产学研联合攻关，研发行业共性 AI 解决方案。通过“揭榜挂帅”机制，开放真实的产业场景与数据资源，支持创新联合体进行长期、深度的研发迭代^[12]。鼓励本土企业参与区级、市级科研项目平台建设，让创新成果更快转化为现实生产力。

（三）优化要素保障，破解资源瓶颈

一是创新金融服务模式。设立中小企业智能化转型专项贷款，对购置智能装备、应用信息系统的企业给予贷款贴息支持。探索“数据资源券”制度，对中小企业购买 AI 数据服务给予补贴^[19]。推广“数据银行”模式，支持中小企业以数据资产入股或质押融资。建立数据流通保险机制，推行“数据应用保险”产品，降低企业应用风险。

二是加强人才培养引进。实施“数据素养提升计划”，开发覆盖数据管理、AI 应用、合规风控的模块化课程体系。依托广西高校和职业院校，增设人工智能、大数据等相关专业，培养一批本土化应用型人才。建立“数据经纪人”制度，培育既懂行业又懂数据的复合型人才。鼓励企业柔性引进区外 AI 专家，通过远程协作、顾问指导等形式弥补人才短板。

三是完善收益保障机制。集成优化现有补贴政策，重点向成效显著、带动性强的智能化项目倾斜。对入选国家级、自治区级智能化转型典型案例的企业给予奖励。建立智能化效益评估机制，帮助企业算清“投入产出账”，增强持续投入信心。

（四）构建赋能生态，促进协同发展

一是建设公共服务平台。构建 AI 驱动中小企业数据公共服务平台，推广轻量化、标准化的数据要素流通解决方案。整合政策、服务、资源与社交等功能，通过智能化和数字化技术全面赋能企业运营与管理。

二是推动大中小企业融通发展。围绕产业链、产业集群，促进大型企业、龙头企业带动供应链上下游中小企业数字化、智能化转型。鼓励中小企业积极融入龙头企业 AI 生态圈，提升产业链配套能力^[17]。推广“产业大脑能力中心”模式，实现从单点突破

到产业链协同、再到跨产业复制的规模化赋能格局。

三是完善社会化服务体系。培育一批专业化、本地化的 AI 服务商，为企业提供咨询、诊断、实施、运维等全流程服务。建立“AI 服务员”制度，帮助企业跨越“不敢用、不会用”的初始障碍^[12]。发挥行业协会、产业联盟作用，组织开展供需对接、技术交流、经验分享等活动，营造开放合作的转型氛围。

（五）深化开放合作，拓展发展空间

一是加强国内区域协作。主动对接粤港澳大湾区、长三角等 AI 产业发达地区的研发资源，通过“飞地研发”“成果转化”等模式，将前沿技术与广西市场需求精准嫁接^[12]。支持头部科技企业深耕广西，持续打造“区域特色方案”，在核心城市建立“标杆样板点”，形成可复制路径。

二是拓展东盟合作机遇。立足广西面向东盟的独特区位优势，积极参与中国—东盟国家人工智能应用合作中心建设。探索“北上广研发+广西集成+东盟应用”发展路径^[12]，推动广西中小企业智能化解决方案在东盟国家落地。构建覆盖投资对接、贸易流通、金融支持、法律保障等领域的跨境智能服务生态^[12]，帮助企业开拓国际市场。

三是构建监测预警网络。建立覆盖中小企业智能化转型的监

测评估体系，定期发布区域、行业转型指数，引导资源优化配置。整合气象、市场、政策等大数据，为企业提供风险预警和决策支持。联动多部门建立分级处置预案，增强中小企业应对市场波动的适应能力。

五、结语

中小企业是广西经济发展的压舱石，也是“人工智能+”行动的主阵地。当前，广西中小企业智能化转型已迈出坚实步伐，涌现出一批敢闯敢试、创新突破的典型案例，但仍面临认知、技术、资金、人才、数据等多重现实难题。推动中小企业从“不会用、不敢用、用不好”向“愿意用、用得起、用得好”跃升，需要政府、企业、服务机构协同发力，打好政策引导、技术赋能、要素保障、生态构建的组合拳。

面向未来，应坚持“场景牵引、实效为先”原则，引导中小企业找准智能化转型的切入点和突破口，让 AI 技术真正成为降本增效、提升竞争力的赋能工具。唯有拥抱技术、积极参与，广西中小企业才能在智能化浪潮中抢占先机、实现突围，为培育新质生产力、推动高质量发展注入源源不断的动力。

参考文献

[1] 粟增富. 基于供应链金融的中小企业融资问题及对策研究 [J]. 广西职业技术学院学报, 2021, 33(3): 6. DOI: 10.3969/j.issn.2096-9279.2021.03.003.

[2] 孔冉旭. JD 集团境外投资内部控制问题研究 [D]. 吉林财经大学, 2020.

[3] Parker S C, Castleman T. Small firm e-business adoption: A critical analysis of theory[J]. Journal of Business Research, 2018, 62(5): 716-726.

[4] Nambisan S, Lyytinen K, Majchrzak A, et al. Digital innovation management: Reinventing innovation management research in a digital world[J]. MIS Quarterly, 2019, 41(1): 223-238.

[5] 戚聿东, 肖旭. 数字化转型对企业绩效的影响研究——基于中国上市公司的实证分析 [J]. 经济管理, 2020, 42(11): 76-92.

[6] 肖静华. 中小企业数字化转型的现实困境与突破路径 [J]. 财经问题研究, 2021(8): 65-73.

[7] 吴非, 胡慧芷, 林慧妍. 企业数字化转型与资本市场表现——基于股票流动性的视角 [J]. 管理世界, 2021, 37(7): 130-144.

[8] 王永贵. 数字经济时代中小企业转型发展研究 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2022.

[9] Fountaine T, McCarthy B, Saleh T. Building the AI-powered organization[J]. Harvard Business Review, 2019, 97(4): 62-73.

[10] 何帆, 刘红霞. 人工智能赋能中小企业高质量发展的机制与路径 [J]. 中国软科学, 2023(5): 56-68.

人工智能时代职业本科院校教师角色转变与发展

张妮, 李为丽

河南科技职业大学信息工程学院, 河南 周口 466000

DOI: 10.61369/TACS.2025140052

摘 要 : 人工智能发展推动职业本科教育深度变革, 教师角色向智慧学习引导者、人机协同实训教练、数据驱动评价分析师、伦理守望者多维转型。本研究分析了 AI 赋能教育变革现状与职业本科教师“双师型”素质建设的现实局限, 探讨教师角色的四重转变内涵, 揭示其面临的知识权威动摇、知能匮乏、评价机制滞后、技术伦理风险等挑战。据此提出培育智能素养、创新教学范式、深化产教融合、坚守育人与伦理引领四大重塑路径, 指出教师角色重塑是技术赋能与人文回归的平衡过程, 未来需通过多元举措实现教师专业成长与人才培养协同发展, 最终构建“师—机—生”三元协同的智慧教育新生态。

关 键 词 : 人工智能; 职业本科教育; 教师角色转变

The Role Transformation and Development of Teachers in Vocational Undergraduate Colleges in the Era of Artificial Intelligence

Zhang Ni, Li Weili

Henan Vocational University Of Science And Technology, Henan School of Information Engineering, Zhoukou, Henan 466000

Abstract : The development of artificial intelligence drives profound reforms in vocational undergraduate education, promoting a multi-dimensional transformation of teachers' roles into intelligent learning facilitators, human-machine collaborative training instructors, data-driven evaluation analysts, and ethical guardians. This study examines the current state of AI-enabled educational reform and the practical constraints in the construction of dual-qualified teachers in vocational undergraduate education. It explores the connotations of the four-fold transformation of teachers' roles and reveals the challenges they face, including eroding knowledge authority, insufficient professional and technical competence, outdated evaluation mechanisms, and technological and ethical risks. Accordingly, four restructuring pathways are proposed: cultivating intelligent literacy, innovating teaching paradigms, deepening industry-education integration, and upholding education-oriented and ethical guidance. This study argues that the reshaping of teachers' roles represents a balanced process between technological empowerment and humanistic return. In the future, diversified measures should be adopted to achieve the coordinated development of teachers' professional growth and talent cultivation, ultimately constructing a new intelligent education ecosystem featuring the ternary collaboration of "teacher-machine-student".

Keywords : artificial intelligence; vocational undergraduate education; transformation of teachers' roles

随着人工智能技术的迅猛发展, 作为一种新兴的技术手段, 生成式人工智能 (AIGC) 正以前所未有的速度重构教育资源获取与内容生产方式, 更是凭借智能化优势改变教学内容生产逻辑与知识传递方式, 这对以培养高层次技术技能人才为定位的职业本科院校影响尤为显著^[1]。随着大模型的普及, 工业界对人才的需求从“劳动密集型技能培养”转向“人机协同型能力塑造”, 基础技能价值被弱化, 倒逼职业本科教育打破传统壁垒, 实现教学范式升级^[2]。

职业本科教育要求教师具备双师型素养, 但教师群体现面临数字生存力危机, 专业素养更新滞后于技术迭代^[3]。同时教师在智能技术应用中存在明显局限, 智能技术整合能力不足、AI 教学创新动力匮乏, 且缺乏应对 AI 伦理困境的能力, 未能构建起人机协同的智慧教育生态。

一、职业本科教师角色的多维转变

随着人工智能与职业教育的深度融入, 促使教育从“师—生”二维结构转向“师—机—生”三维结构^[4]。作为高层次技术

技能人才培养核心的职业本科教师, 其角色内涵也在从知识传递到智慧引导、从单一技能示范到人机协同教学设计的深度转型。

(一) 从“知识传递者”转向“智慧学习引导者”

传统教育范式中, 教师凭借信息差成为知识的唯一权威。然

而，生成式 AI 打破了教师对高级语言 and 知识生产的传递^[5]。在日常教学中，基础性知识的传授正被 AI 智能体取代，这促使教师角色由“知识灌输”转向“智慧引导”^[1, 6]。教师不再是单纯的传道授业者，而应转型为学生学习过程的设计者与建构者，利用元认知引导能力，借助元认知引导策略，助力学生在海量碎片化信息中辨析本质、探寻真知，培养其批判性思维与复杂问题解决能力^[7]。

（二）从“实训示范者”转向“人机协同实训教练”

职业本科强调技术技能的高阶性与系统性。随着 VR、AR 及虚拟仿真技术的成熟，传统的实训操作已突破场地与设备限制。教师角色从单一的技术应用者升级为技术整合者^[8]。一方面，教师需利用 AI 驱动的虚拟实验室为学生创设沉浸式实训场景，通过虚实结合解决教学痛点^[9]；另一方面，教师需设计人机协同的实验任务，教授学生如何通过提示工程驱动 AI 辅助工艺设计或软件开发，实现从手动技能操作向人机协同创造的层级跃迁^[8]。

（三）从“经验评价者”转向“数据驱动评价分析师”

传统的经验性评价往往依赖考试成绩等终结性指标，难以精准捕捉职业本科学生技能习得的动态过程。在人工智能环境下，教师正蜕变为数据驱动的评价者^[8]。依托智能管理平台，教师能够实时获取学生在数字实训中的学习路径、操作频次及情感状态等非结构化数据^[9]。通过构建学生数字画像，教师能实现对学生个体差异的精准识别，从传统的“标准化考核”转向基于数据的“因材施教”与过程性反馈^[8]。

（四）从“技能传授者”转向“伦理守望者与育人导师”

技术逐步替代机械性劳动，使教育的人文价值更加突出。职业本科教育既要注重技术技能，更要强化职业素养与生命自觉。教师应从技能传授者转向素养培育者，着重培养学生创新能力、信息安全意识与职业道德。在算法主导的教育场景中，教师需担当伦理守望者，引导学生防范算法歧视与数据安全风险，坚守育人本位，避免教育被技术异化。

二、教师角色转变面临的现实挑战

AI 及 AIGC 技术的快速迭代，正深刻改变着高等教育的教学模式与人才培养方式，使职业本科教师置身于前所未有的角色变局中^[9]。在这一变革过程中，教师群体面临着主体性消解、专业知能断层及伦理规制失灵等多重困境。

（一）知识权威动摇与教师主体性消解

传统教学模式下，教师的角色是知识传授者，是传统教学体系的核心和基石。人工智能时代，各种在线学习平台、智能搜索引擎和交互式知识库层出不穷，学生可以随时通过数字工具获取丰富而多元的信息资源，彻底打破该格局。从而逐步削弱了教师的权威性，部分教育话语权向智能系统让渡。从海德格尔技术哲学视角看，人工智能作为新型技术座架重构教学关系与价值传递，弱化甚至消解教师教育主体身份，进而引发其角色价值危机与身份认同困境。

（二）角色知能匮乏与“新瓶装旧酒”的实践悖论

职业本科教育以培养高层次技术技能人才为核心，人才培养

目标已从劳动密集型技能培养转向人机协同型能力塑造。但当前教师群体普遍存在专业知能储备不足的问题：其一，教师智能教育素养体系缺失，缺乏 AI 技术与教学融合的专业知识，对 AI 深度融入课程设计存在技术恐惧或求变惰性；其二，高校借助 AI 推动教师专业发展仍存形式化问题，未发挥 AI 数智优势，且因顶层设计、实施路径及能力标准缺失，教师角色转型流于表面，难以实现教育范式本质变革。

（三）评价机制滞后与职业发展焦虑

职业本科院校教师评价标准与激励机制，未能与人工智能时代的教學需求动态适配。现有评价体系仍以考试成绩、论文发表等传统绩效指标为主，忽视教师在课堂教学行为、实训指导、教学创新及跨学科合作上的投入。评价机制转型滞后，引发教师职业焦虑，加之培训短缺、AI 能力评估工具缺失、技术获取存在门槛，均制约了教师依托人工智能实现专业发展的路径。

（四）技术伦理风险与人文价值的遮蔽

智能技术的双重属性使职业本科教育面临深层伦理困境。学生过度依赖 AI 完成学业，冲击学术诚信；算法黑箱、数据隐私等问题，对教师的伦理守门角色提出更高要求。教学中技术逻辑易挤压人文空间，过度依赖技术会忽视情感共鸣与价值引领，使教育偏离育人本质。AI 难以实现情感与精神互动，那么弥补人文短板、回归教育人本内核，成为教师角色重塑的关键问题。

三、人工智能时代职业本科教师角色重塑的对策与路径

人工智能与生成式人工智能的深度应用，倒逼职业本科教师突破传统角色边界，实现从知识传授者向学习设计者、技术整合者、人文价值守护者的转型。为应对技术带来的职业挑战，教师需从能力重塑、教学创新、体系保障、伦理坚守四维度，构建系统化的角色重塑路径。

（一）培育智能素养，构建“人机共生”的能力体系

职业本科教师应树立终身学习理念，把智能素养作为数智时代职业发展的核心基础。教师可通过 AIGC 专题研修、在线课程与学术研讨，掌握 AI 工具与学科教学深度融合的策略，提升数字生存与创新能力。院校需将 AI 技术纳入职前培养与职后培训，借助模拟教学与案例实践提升教师智能教学应用水平。教师应主动从技术应用者转向人机协同者，借助 AI 减负增效，将工作重心聚焦于学生能力提升与人格健全发展。

（二）创新教学范式，实施数据驱动的精准教学

在“师—机—生”三元教学结构下，教师需利用智能技术重构教学流程^[10]。一方面，教师应从课程执行者转变为课程设计师，利用虚拟仿真课件、智能实训软件等数字化资源，创设沉浸式实训环境，引导学生在智能化场景中解决复杂工艺问题^[9]。另一方面，教师应从经验型评价转向数据驱动的多元评价。通过学管理系統实时捕捉学生的学习路径、作业过程及讨论参与度，利用数据分析技术精准识别学生的学习盲点，从而量身定制个性化的教学改进策略，实现因材施教。

（三）深化产教融合，组建协同发展的专业共同体

职业本科教育的跨学科特质要求教师要打破学科孤岛，构建异质性的专业共同体。院校应支持教师与头部企业（如华为、百度）深度合作，将企业真实的 AI 模型训练、智能设备调试等项目转化为教学案例，确保人才培养与产业技术迭代保持同步。此外，教师应积极参加学术会议与跨界交流，利用在线学习社区激发“共用”能力，在跨学科、跨区域的合作中实现知识结构的优化与专业身份的获得。

（四）坚守育人本位，发挥技术环境下的伦理引领

面对算法黑箱、学术诚信与数据隐私等挑战，教师应当“教育伦理守望者”，通过相关指导引导学生合法合规、理性道德地使用 AI 工具，明确技术仅为研究辅助手段。在智能技术冲击教师主体地位的背景下，教师更应坚守人本教育理念，关注学生情感发展与心理健康。通过设计批判性、探究性教学环节，弥补 AI 在人文关怀与价值判断上的不足，让教育回归育人铸魂的本质。

总之，职业本科教师角色的重塑并非被动应变，而是主动在

技术赋能与人文回归之间寻求平衡。只有通过全方位的专业提升与范式革新，教师才能在智能时代的浪潮中发挥不可替代的育人价值。

四、结论

AIGC 技术的爆发式发展深度重塑职业本科教育生态，推动教育结构向“师—机—生”三元协同转型，促使教师需完成从知识传递者到智慧引导者、从课程执行者转向课程设计者、并从单一的技术应用者转型为技术整合者的三重转变，教学重心也向高阶思维启发、人文价值守护等方面转移。面对角色焦虑，教师需主动求变，院校亦要提供支撑保障。唯有找准角色定位、构建科学的专业发展路径，实现智能技术与人文精神融合共生，职业本科教师才能适应时代需求，职业本科教育也才能培育出契合未来发展的高素质创新型技术技能人才。

参考文献

[1] 邵然,高旋,岳军.AIGC 时代职业本科院校教师角色的应变策略[J].哈尔滨职业技术学院学报,2025(6):32-34.

[2] 董云川,邓国奕.大学教师角色的时空流变[J].大学教育科学,2025(6):4-13.

[3] 陈嘉迪,王依.人工智能时代高校大学生深度学习能力提升的教学策略探究[J].人才资源开发,2025,(11):78-81.

[4] 兰国帅,宋帆,肖琪等.培养人工智能时代具备批判性思维和终身学习能力的教师[J].西北工业大学学报(社会科学版),2025(2).

[5] 李树英,冯思圆.教师的四种角色与五重教育境界——兼论智慧教育时代教育学的挑战与重塑[J].现代远程教育研究,2024,36(2):28-35.

[6] 程雷.AIGC 对高职院校教师角色转变与专业发展的影响研究[J].科教导刊(电子版),2025(2).

[7] 吕美萍.生成式人工智能时代成人教育教师角色转变的动因与路径[J].职教论坛,2025,41(06):82-89.

[8] 孙大兴.高职教师在人工智能教育中的角色转变与专业发展路径研究[J].黑河学刊,2025(5):62-67.

[9] 段戴平,高思琦,丁林.人工智能时代国外高校教师专业发展项目实施特征,挑战与启示[J].黑龙江高教研究,2025,43(6):14-21.

[10] 吕美萍.生成式人工智能时代成人教育教师角色转变的动因与路径[J].职教论坛,2025(6).

中东沙漠牵引式四足仿生机器人构型与机理

周琛知

中国广电湖南网络股份有限公司, 湖南 长沙 410003

DOI: 10.61369/TACS.2025140003

摘 要 : 中东沙漠环境的高温松散沙土以及复杂地形对机器人运动系统提出了严峻挑战。受灰狼高效奔跑能力启发, 研究提出了一种牵引式四足仿生机器人系统构型。通过对狼类动物的运动生物力学分析, 建立了适应沙漠环境的仿生足端结构与步态协调机制, 沙漠环境模拟实验验证了系统在温差剧烈, 沙尘侵蚀等极端条件下的环境适应性, 牵引式构型通过将动力系统与负载舱分离, 在保证机动性的同时实现了更大载重能力与能源效率优化, 研究成果为极端环境下四足机器人的设计提供了理论依据与工程参考, 对推动沙漠地区智能装备发展具有重要意义。

关 键 词 : 仿生机器人; 牵引式构型; 沙漠环境; 运动机理; 四足步态; 环境适应

Configuration and Mechanism of Traction Bionic Robot with Four Legs for Middle East Desert

Zhou Chenzhi

China Radio and Television Hunan Network Co., Ltd. Changsha, Hunan 410003

Abstract : The high-temperature loose sand, soil and complex terrain in the Middle Eastern desert environment pose severe challenges to the robot motion system. Inspired by the efficient running ability of gray wolves, this research proposes a system configuration of traction-type quadruped bionic robot. Through the kinematic biomechanical analysis of canids, a bionic foot end structure and gait coordination mechanism adapted to the desert environment are established. Desert environment simulation experiments have verified the system's environmental adaptability under extreme conditions such as severe temperature differences and sand-dust erosion. The traction-type configuration separates the power system from the load cabin, which achieves a larger load capacity and optimized energy efficiency while ensuring mobility. The research results provide a theoretical basis and engineering reference for the design of quadruped robots in extreme environments, and are of vital significance for promoting the development of intelligent equipment in desert areas.

Keywords : bionic robot; traction-type configuration; desert environment; motion mechanism; quadruped gait; environmental adaptability

引言

中东地区蕴藏着丰富的能源资源然而恶劣的沙漠环境对基础设施建设, 资源勘探以及应急救援等活动构成了显著制约, 沙漠地形的松散性高温环境以及频繁的风沙暴使传统轮式与履带式机器人面临严重的机动性退化问题, 近年来四足仿生机器人因其出色的地形适应能力成为沙漠环境应用的研究热点。牵引式构型通过将动力单元与负载舱分离, 在提升载重能力的同时优化了能源分配策略。该构型允许机器人在执行长距离运输任务时保持较低的能量消耗同时增强了系统的模块化特性。研究旨在结合狼类运动生物力学原理与牵引式系统优势, 构建适用于中东沙漠环境的四足机器人平台为极端环境智能装备的发展提供新的技术路径。

一、狼类运动特征的生物力学分析

(一) 足端形态特征与接触力学

灰狼的足部结构展现出显著的环境适应性特征。足垫由多个肉趾组成形成类似多点接触的分布式结构。这种形态能够在松散基底上增大接触面积从而降低接触压力, 减少下陷深度相较于单一刚性接触点, 多趾结构在沙土中产生的应力分布更为均匀避免

了局部过载引起的失稳现象, 足趾末端的爪部结构在运动中发挥着关键作用, 当足端与沙土接触时爪部向下弯曲并嵌入基底形成锚固效应, 这种机械锁定机制显著提升了切向牵引力, 使狼类在松散地形上仍能保持稳定的推进力, 足垫的柔性特性允许其根据地形起伏进行被动调整维持最优的接触状态, 这对于应对沙漠中的微地形变化具有重要意义(如图1)。

作者简介: 周琛知(1974.08—), 男, 汉, 湖南省长沙市, 硕士, 工程师, 研究方向电子计算机。

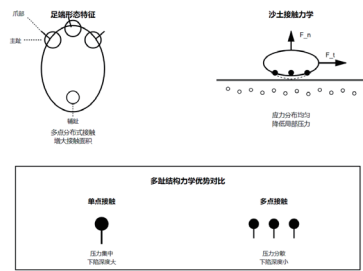


图1 狼类足端结构与接触力学

（二）肢体运动协调机制

狼类采用典型的对角步态进行移动该步态模式在四足动物中表现出优异的稳定性与效率。在对角步态中，对侧的前后肢几乎同时着地，形成两个稳定的支撑三角形交替切换的运动模式，这种步态模式使得身体质心始终位于支撑多边形内部最大程度降低了侧向摆动与能量损耗，肢体的运动幅度通过股骨的前后摆动以及胫骨的屈伸动作实现。前肢在摆动相时向前伸展增大步幅以提高移动速度后肢则在支撑相提供主要推进力，这种前后肢功能分化的协调机制使得运动系统能够兼顾速度与稳定性的双重需求。在松散沙土中步幅的精确控制尤为关键，过大的步幅可能导致足端落入未固结区域引发失稳而过小的步幅则会降低运动效率。

（三）脊柱柔性姿态调节

脊柱的横向摆动是狼类运动系统的重要组成部分在行走过程中脊柱随着步态周期产生左右摆动，这种摆动与四肢运动形成协同效应，脊柱摆动能够扩大步幅范围使肢体能够达到更远的支撑点从而提升移动效率，同时脊柱柔性还起到缓冲作用吸收来自不平整地形的冲击载荷保护内部结构^[1-2]。在转向运动中，脊柱柔性展现出更为显著的功能优势通过调整脊柱弯曲程度，狼类能够在保持运动连续性的前提下实现快速转向，这种姿态调节能力在复杂地形中尤为重要能够使机器人在遭遇障碍时灵活调整运动轨迹避免碰撞以及翻倒风险。脊柱机构的引入为四足机器人提供了额外的自由度增强了系统的环境适应能力。

二、牵引式机器奔狼的系统构型设计

（一）整体构型方案

牵引式机器奔狼系统由动力单元与负载舱两个主要模块构成。动力单元采用四足仿生构型搭载驱动系统感知模块以及控制单元，负责提供移动能力负载舱则用于承载任务设备，能源供应系统以及通信装置，两者通过柔性连接机构耦合既保证了运动协调性又实现了结构解耦提升了系统的模块化程度，这种分离式设计带来了多方面的优势，动力单元可以采用轻量化设计降低自身惯量提升运动敏捷性，负载舱则可以根据任务需求进行定制化配置不受动力单元尺寸的限制。能源系统集中布置于负载舱中有利于散热管理与维护操作，此外在执行侦察等轻载任务时可以脱离负载舱单独运行动力单元进一步提高机动性。

（二）仿生足端结构设计

足端结构是决定沙漠环境适应性的关键要素受狼类足垫形态启发，设计采用三主趾加一辅趾的多点接触构型^[3]。主趾均匀分布

于足端周围辅趾位于内侧形成稳定的支撑框架。每个趾端配备可弯曲爪状结构，通过微型驱动器实现主动抓握动作，足垫材料选用具有适度柔性的高分子复合材料在保证结构强度的同时允许一定的形变，这种被动柔顺特性使足端能够自适应地贴合不规则表面增大实际接触面积，爪部采用耐磨合金材料确保在反复嵌入沙土的过程中保持结构完整性，足端总重量被严格控制，以降低支撑相对沙土的法向载荷减少下陷趋势。

（三）肢体驱动与悬架系统

每条腿部由髌关节膝关节以及踝关节三个主要自由度构成，髌关节采用双自由度球铰结构，实现前后摆动与横向展开，膝关节为单自由度旋转副控制腿部屈伸踝关节则通过柔性机构提供被动适应能力。关节驱动采用高转矩密度的无刷电机配合谐波减速器在保证输出扭矩的同时实现紧凑布局。主动悬架系统集成于髌关节位置，通过实时调节髌部高度实现负载均衡，当某一足端遭遇局部下陷时控制系统调整其他三足的支撑高度维持躯干姿态稳定。这种主动调节机制能够有效应对沙漠地形的不均匀性，避免因单点失稳导致的整体倾覆悬架系统还集成力传感器，实时监测各足端的接地力为步态规划提供反馈信息。

（四）脊柱仿生机构

脊柱机构采用多节段串联结构每个节段通过弹性元件连接允许相对转动。整体脊柱具备沿身体纵轴的侧向弯曲能力，摆动幅度通过节段数量与弹性系数协同控制，在直线运动中脊柱保持适度摆动以配合四肢步态，转向时脊柱增大弯曲角度以缩小转弯半径，脊柱机构的引入使得机器人在保持四足支撑的同时获得了额外的运动灵活性。通过脊柱与肢体的协同运动系统能够实现更大的步幅范围，提升移动速度。

三、沙漠环境适应性运动机理

（一）松散沙土力学特性

沙漠沙土呈现出显著的颗粒流动性其力学行为介于固体与流体之间。当施加法向载荷时沙粒之间的摩擦力与咬合力提供支撑，施加切向力时沙粒发生相对滑移表现出类流体特征，这种双重特性要求足端在支撑相保持较低的法向压力以减少下陷同时在推进相产生足够的切向牵引力。沙土的承载能力与其密实度密切相关，未受扰动的自然沙面具有一定的结壳层能够提供较好的支撑，而经过扰动的松散区域承载能力显著下降，机器人在沙漠中移动时后续足端容易踏入前足扰动后的松散区域导致下陷加剧，因此步态规划需要考虑足端落点的选择，尽可能避开已扰动区域维持在相对固结的表面上行走。

（二）足端-沙土交互机制

多趾足端与沙土的接触过程可分为三个阶段，初始接触阶段足端以较低的速度接近沙面，趾端首先触及表层产生轻微下陷随后进入加载阶段身体重量逐渐转移至该足端，沙粒在法向压力作用下被压密形成承载区域，推进阶段趾爪向后刨动嵌入沙土深处形成锚固点产生向前的推进力。多趾结构的核心优势在于接触压力分散。相比单点接触多趾分布使法向载荷被多个区域共同承

担，每个区域的单位压力降低从而减少了局部过度下陷的风险，同时多个接触点在空间上的分布提高了抗侧倾能力，即使某一趾端发生轻微下陷，其他趾端仍能维持稳定支撑避免整体失稳。

（三）步态优化策略

沙漠环境下的步态规划需综合考虑稳定性与效率，基于对角步态的基本框架引入步频与步幅的自适应调节机制，当检测到某足端下陷加剧时系统降低该腿的步频，延长支撑相时间使沙粒有足够时间压密形成稳固支撑，同时缩短摆动相的步幅减少足端着地时的冲击速度避免进一步扰动沙土。脊柱摆动与四肢运动的协调对步态性能具有显著影响，通过调节脊柱摆动的幅度与相位可以优化四肢的运动范围，使足端能够到达更远的支撑点从而增大有效步幅，研究表明适度的脊柱摆动能够使步幅提升约15%至20%，在保持相同步频的条件下显著提高移动速度。这种协同机制在长距离运输任务中具有重要的能效优势^[4-5]。

（四）牵引力与能量效率分析

牵引力的产生主要依赖于趾爪与沙土之间的机械咬合作用，当趾爪嵌入沙土后推时在爪前方形成沙粒堆积区，这些堆积的沙粒对爪部产生反作用力形成推进力来源^[9]。多趾结构使得每条腿能够同时产生多个推进点总牵引力为各趾推进力的矢量和，合理控制各趾的嵌入深度以及推进时序能够优化牵引力输出避免相互干涉。能量效率是评估沙漠机器人性能的重要指标，在松散沙土中移动涉及大量的能量耗散包括足端下陷造成的势能损失，沙粒摩擦产生的热能损失以及扰动沙土的塑性变形能损失，优化步态参数以及足端结构能够在一定程度上降低这些损耗，牵引式构型通过分离动力单元与负载，使动力单元保持较轻的质量减少了运动惯性从而降低了加速与减速过程中的能量消耗。

四、中东沙漠环境特征与系统适应性

（一）环境挑战因素

中东沙漠呈现出极端的温度条件夏季地表温度可超过60摄氏度，而夜间温度可能降至10摄氏度以下昼夜温差达到50摄氏度以上，这种剧烈的温度波动对机械系统的材料性能润滑特性以及密封可靠性提出了严峻考验。电子元件在高温下面临散热困难驱动电机效率下降，传感器精度漂移等问题，低温环境则可能导致润滑油脂黏度增大影响关节运动的灵活性，沙尘侵蚀是另一个显著

的环境威胁，中东地区频繁出现沙尘暴，大量细小沙粒在风力作用下形成高速气流对暴露表面产生持续磨损。

（二）热管理策略

针对高温环境系统采用被动与主动相结合的散热方案。外壳采用高反射率涂层降低太阳辐射的热量吸收，关键热源部件如电机以及控制器配备热管散热器，利用相变传热原理快速将热量传导至外壳表面，负载舱内部设置强制通风系统通过风扇循环促进热交换，能源系统采用锂电池组，配置温度管理电路^[6-7]。当温度接近上限时自动降低放电功率保护电池免受热损伤，低温环境下润滑系统采用宽温度范围的合成润滑油，保证在低温条件下仍具备良好的流动性关键关节处设置加热片，在环境温度过低时启动预热程序使润滑脂恢复至工作温度后再启动运动，电池组外包裹保温材料减少热量散失维持最佳工作温度区间。这些热管理措施共同确保了系统在极端温差环境下的稳定运行。

（三）防尘密封设计

运动关节采用多级密封结构，第一级为迷宫密封利用复杂的曲折通道阻挡粗大沙粒，第二级为橡胶密封圈提供弹性接触密封阻止细小颗粒渗入，第三级为油封防止润滑剂泄漏的同时进一步隔绝外部污染^[8-10]。传感器窗口采用硬质玻璃覆盖，表面施加疏水疏尘涂层减少沙尘附着配合定期的压缩空气清洁系统，保持传感器表面清洁电子舱采用正压设计，内部气压略高于外界形成向外的气流阻止沙尘通过缝隙进入进气口设置多层过滤网逐级拦截不同粒径的颗粒。

五、结语

研究通过对灰狼运动生物力学的深入分析，提出了适用于中东沙漠环境的牵引式四足仿生机器人系统构型。多趾柔性足端设计有效降低了接触压力减少了在松散沙土中的下陷深度，脊柱仿生机构与四肢运动的协同增强了步幅范围与运动稳定性，牵引式构型实现了动力单元与负载舱的分离，提升了载重能力与能源效率。运动学建模与仿真分析验证了系统设计的合理性，表明该构型能够在沙漠环境中保持较高的移动效率与稳定性，未来研究可进一步探索机器学习方法在步态优化中的应用，利用环境交互数据提升自适应能力开展实物样机的沙漠环境测试，验证系统在真实条件下的性能表现拓展牵引式构型在其他极端环境中的应用，推动四足机器人技术向更广泛领域发展。

参考文献

- [1] 丁杨. 融合足端反射的六足机器人结构与柔顺运动控制研究 [D]. 河北工业大学, 2023.
- [2] 孙震源. 仿生运动坐站辅助机器人设计与优化 [D]. 吉林大学, 2020.
- [3] 刘文博, 王韞, 朵有宁, 等. 基于柔性传感的软体机器人交互研究进展 [J]. 机器人, 2024, 46(02): 195-218.
- [4] 许朋, 伍亮. 基于四足机器狗的智能巡检系统设计 [J]. 集成电路应用, 2023, 40(09): 31-33.
- [5] 梁长燕. 基于形态仿生的管道探测机器人造型设计研究 [D]. 长春工业大学, 2025.
- [6] 王蕾, 陆小龙, 赵世平, 等. 电力铁塔攀爬机器人直线推杆机构设计与分析 [J]. 机械设计与制造, 2012, (03): 52-54.
- [7] 孟奇. 主动式下肢外骨骼机器人的构型与控制策略研究 [D]. 西安理工大学, 2025.
- [8] 胡旭宇, 许宝卉, 毛飞龙, 等. 基于有限旋量的2R球面并联机器人构型综合 [J]. 运城学院学报, 2025, 43(03): 46-53.
- [9] 孙千然. 液压四足机器人仿生腿部驱动构型分析与设计方法研究 [D]. 燕山大学, 2025.
- [10] 张柯. 考虑绳驱迟滞的连续型机器人准静态建模与轨迹跟踪研究 [D]. 青岛理工大学, 2025.

工业物联网边缘计算网关硬件系统优化设计研究

沈国锋, 汤国祥*

中国电信股份有限公司杭州萧山区分公司, 浙江 杭州 311200

DOI: 10.61369/TACS.2025140011

摘 要 : 工业物联网边缘计算网关是连接现场感知层、控制层与平台层的重要基础设备, 在设备接入、协议转换、边缘计算、数据预处理与远程协同等方面发挥着关键作用。随着工业现场数据规模不断扩大、设备类型持续增多以及实时处理需求日益增强, 传统工业物联网网关在接口兼容性、计算协同性、供电稳定性、连续运行能力与抗干扰性能等方面逐渐暴露出一定局限, 难以充分满足复杂工业场景下多源异构数据接入与边缘智能处理的实际需求。为提升工业物联网边缘计算网关的工程适用性与系统可靠性, 本文围绕其硬件系统组成及典型运行环境, 分析当前网关在接口扩展、边缘处理、功耗控制、热管理与工业防护等方面存在的问题, 并从多接口接入与隔离、主控与协处理器协同、电源与散热系统、存储与通信模块、抗干扰与可靠性设计等方面提出系统化优化思路。研究表明, 围绕工业现场应用特征开展硬件系统优化设计, 有助于提升边缘计算网关的数据接入能力、实时处理能力、长期稳定运行能力及复杂环境适应能力, 可为工业物联网边缘基础设施建设提供有益参考。

关 键 词 : 工业物联网; 边缘计算网关; 硬件系统; 优化设计; 工业通信

Research on Optimized Design of Hardware System for Industrial Internet of Things (IIoT) Edge Computing Gateway

Shen Guofeng, Tang Guoxiang*

Hangzhou Xiaoshan District Branch, China Telecom Corporation Limited, Hangzhou, Zhejiang 311200

Abstract : The Industrial Internet of Things (IIoT) edge computing gateway serves as a critical infrastructure connecting the field sensing layer, control layer, and platform layer, playing a pivotal role in device access, protocol conversion, edge computing, data preprocessing, and remote collaboration. As the scale of industrial field data continues to expand, the variety of device types increases, and the demand for real-time processing grows, traditional IIoT gateways gradually reveal certain limitations in terms of interface compatibility, computing collaboration, power supply stability, continuous operation capability, and anti-interference performance. These limitations make it challenging for them to fully meet the practical needs of multi-source heterogeneous data access and edge intelligent processing in complex industrial scenarios. To enhance the engineering applicability and system reliability of IIoT edge computing gateways, this paper analyzes the existing issues in the gateway's hardware system, including interface expansion, edge processing, power consumption control, thermal management, and industrial protection, based on its hardware components and typical operating environments. It then proposes systematic optimization strategies from aspects such as multi-interface access and isolation, main and co-processor collaboration, power supply and cooling systems, storage and communication modules, and anti-interference and reliability design. The research indicates that optimizing the hardware system design based on the characteristics of industrial field applications can improve the gateway's data access capabilities, real-time processing capabilities, long-term stable operation capabilities, and adaptability to complex environments, providing valuable references for the construction of edge infrastructure in the Industrial IoT.

Keywords : Industrial Internet of Things (IIoT); edge computing gateway; hardware system; optimized design; industrial communication

引言

随着工业数字化、网络化与智能化水平不断提升, 工业物联网已成为制造、能源、冶金、仓储、环境监测与设备运维等领域的重要技术支撑。在工业现场, 海量传感器、执行器、PLC、仪表及专用控制装置持续产生多类型数据, 传统依赖中心平台统一处理的模式在

实时性、网络负载、可靠性与安全性方面逐渐面临压力。边缘计算理念的引入，使数据在靠近设备侧的位置完成采集、过滤、聚合、分析和局部决策成为可能，而工业物联网边缘计算网关正是实现这一过程的核心硬件节点。

从工程应用角度看，工业物联网边缘计算网关不同于一般消费类网络终端，其不仅要完成常规数据转发任务，还承担协议适配、边缘计算、异常事件识别、局部缓存、状态监测与远程运维等功能^[1]。因此，网关硬件系统既要具备较强的多接口接入能力和一定的本地计算能力，又要具备较高的供电稳定性、工业环境适应性和长期连续运行能力。尤其在工厂车间、变配电站、矿山井下、物流仓储以及设备密集型产线中，现场常伴随电磁干扰、温升明显、粉尘潮湿、供电波动和网络结构复杂等情况，这些因素都对网关硬件系统提出了更高要求。

当前部分工业物联网边缘计算网关虽然已具备以太网、串口、无线通信和本地存储等基础功能，但在系统设计层面仍存在一些共性问题^[2]。例如，多源设备并发接入条件下接口资源分配不够合理，主控与通信模组之间协同性不足，边缘计算任务与通信转发任务容易相互争用资源，电源系统分域设计不完善，长时间运行时热量累积明显，接口防护与抗干扰能力欠佳等。这些问题会导致网关在复杂工业现场中出现数据延迟增大、通信不稳定、异常重启、局部死机或寿命下降等现象，影响工业物联网系统整体运行质量。

基于此，本文以工业物联网边缘计算网关为研究对象，在分析其硬件系统构成和典型问题的基础上，围绕多接口接入、边缘处理协同、电源与散热优化、存储与通信保障以及工业防护等方面展开硬件系统优化设计研究，以期为面向工业现场的边缘计算网关开发与工程部署提供设计思路。

一、工业物联网边缘计算网关硬件系统现状分析

（一）硬件系统构成单元解析

工业物联网边缘计算网关硬件系统通常由主控处理单元、通信接口单元、边缘计算支撑单元、电源管理单元、数据存储单元、人机交互与维护接口单元以及工业防护单元构成^[3]。主控处理单元主要承担系统调度、协议解析、设备管理、边缘任务协调和数据控制等功能；通信接口单元负责连接现场设备与上层平台，常见接口包括 RS485、RS232、CAN、以太网、DI/DO、USB 以及 4G、Wi-Fi、LoRa 等无线通信模块；边缘计算支撑单元则用于承载数据清洗、特征提取、规则判断与轻量分析等本地任务；数据存储单元用于缓存运行日志、临时业务数据和断网续传信息；电源管理单元为系统提供多路稳定供电并兼顾过压、欠压和浪涌防护；工业防护单元则主要服务于电磁兼容、接口保护、隔离与环境适应。

在实际应用中，不同工业场景对网关硬件系统的关注重点并不完全一致。面向生产线设备互联的网关更强调总线接入能力与协议适配效率，面向边缘智能分析的网关更重视处理器性能与存储资源，面向室外或复杂站点的网关则更强调电源可靠性与环境防护能力。因此，工业物联网边缘计算网关的硬件系统设计不能简单照搬通用嵌入式终端方案，而应结合工业现场需求进行模块化、针对性优化。

（二）多接口异构接入能力与协同效率不足

工业现场设备来源复杂、通信协议多样、接口类型不统一是边缘计算网关长期面临的典型问题。一方面，网关需要同时兼容 Modbus、CAN、私有串口协议、工业以太网及部分无线接入链路，不同接口在速率、时序、隔离要求和协议处理负载方面差异较大^[4]；另一方面，多类设备并发接入时，若接口电路设计缺乏分层隔离与资源协调，容易导致通道争用、数据拥塞和局部异常传播，降低系统整体处理效率。

部分现有网关在硬件系统上虽集成了多种接口，但接口间电气隔离不充分、收发驱动能力分配不合理、缓冲机制不足，导致在高并发或复杂接线条件下出现丢包、误码、响应延迟和接口故障扩散等问题。此外，若主控单元需要同时承担协议解析、数据封装和接口轮询任务，也会使网关在现场设备数量增加后出现实时性下降、任务阻塞和系统负载过高等现象。

（三）边缘计算任务增长带来的处理与存储压力加大

随着工业现场对本地分析、异常识别和快速响应需求不断增强，边缘计算网关已不再只是简单的数据转发节点，而逐步承担数据预处理、逻辑判断、阈值告警、缓存转发和轻量模型推理等工作^[5]。这意味着网关硬件系统需要在有限体积和成本条件下兼顾通信转发与本地计算两类任务。若硬件架构设计不合理，主控处理器在处理边缘任务时容易挤占通信资源，进而影响设备轮询和数据上送效率。

与此同时，工业现场数据具有持续性、突发性与多源性特点，部分业务场景还要求网关具备断网缓存和历史追溯能力^[6]。如果存储单元容量不足、读写性能有限或耐久性设计不到位，在长时间写入、高频日志记录和断点续传等业务下，系统容易出现缓存溢出、读写延时增加以及存储介质寿命缩短等问题。这些问题都会削弱边缘计算网关的稳定性和工程可用性。

（四）供电、散热与工业环境适应能力仍有待提升

工业物联网边缘计算网关通常需要长时间连续运行，部分场景甚至要求全天候无人值守工作。在这种条件下，电源系统的稳定性、散热系统的合理性以及抗干扰能力直接决定网关能否可靠运行。然而，一些现有网关仍存在供电分域不清、纹波抑制不足、峰值负载支撑能力弱和热设计粗放等问题。当现场存在供电波动、电机启停干扰或高温封闭环境时，网关容易出现重启、通信模块掉线、处理器降频甚至存储异常等现象。

此外，工业现场常伴随静电放电、浪涌冲击、电磁辐射、粉尘潮湿与机械振动等复杂环境因素。若接口防护、接地结构、屏

蔽设计和结构防护不到位,不仅会降低数据传输稳定性,还可能引发器件老化加速和故障率上升。由此可见,工业物联网边缘计算网关在硬件系统层面的优化已不仅是性能提升问题,更是其工程落地与长期部署的基础条件。

二、工业物联网边缘计算网关硬件系统优化设计

(一) 多接口接入与电气隔离电路的模块化优化设计

为提升工业物联网边缘计算网关的现场接入能力,应首先对通信接口电路进行模块化优化设计。对于 RS485、CAN、DI/DO 和工业串口等常用接口,可采用分组布局、独立隔离与分通道防护相结合的方式,降低不同接口之间的耦合干扰和故障传播风险。对高频使用接口应配置独立收发芯片、终端匹配与必要的浪涌抑制电路,对长距离接线或强干扰场景下的接口则应优先考虑数字隔离与隔离供电设计,以增强接入稳定性^[7]。

在接口扩展策略上,可通过主板加子板或基础板加功能板的方式,提高网关对不同工业现场的适配能力^[8]。这样既有利于标准化设计,也能减少因单一硬件版本兼容过多接口而带来的资源浪费和布线复杂度上升问题。对于高并发设备接入需求,可在接口侧引入缓冲收发与状态检测机制,使主控单元能够更准确地感知各接口工作状态,提升系统级资源调度效率。

(二) 主控与协处理器协同架构的优化设计

边缘计算网关在硬件架构上不宜仅仅依赖单一主控处理器承担所有任务。为兼顾实时通信与边缘计算需求,可构建“主控处理器+协处理器”或“应用处理器+实时控制单元”的分层协同架构。主控处理器主要负责系统管理、协议栈运行、数据封装和上层服务协调,协处理器则承担高速接口管理、实时采集、局部规则执行或简单预处理任务。通过这种架构划分,可减轻主控在高并发通信条件下的负载压力,提高网关在复杂业务下的稳定性^[9]。

在具体实现上,可利用多核处理平台、低功耗 MCU 配合高性能边缘计算模块,或采用具备实时处理优势的专用控制单元承担接口轮询与时序控制。主控与协处理器之间应通过高速总线或共享存储机制进行数据交互,并配置明确的任务边界和异常切换策略。通过硬件层面的协同设计,能够避免通信任务与计算任务相互阻塞,从而提升网关本地分析能力和整体响应速度。

(三) 电源管理与散热系统的稳定化优化设计

工业边缘计算网关通常需要同时为处理器、通信模组、存储器、接口收发器和传感辅助模块提供多路供电,因此电源管理系统必须采用分域供电与分级稳压设计。对主控与边缘计算核心单元,可采用效率较高的 DC-DC 方案以降低整体功耗;对模拟接口、时钟电路和部分通信前端,则宜采用低噪声 LDO 进行二次稳压,以提升供电纯净度。为应对工业现场供电波动,还应在输入端配置过压、欠压、反接和浪涌防护模块,并辅以适当的滤波和储能设计,增强系统抗冲击能力。

散热系统方面,可结合机壳结构、元器件布局和功耗分布进行一体化设计。对于功率较高的处理器、无线模组和电源芯片,应优先进行热源分散布局,避免高热密度器件集中堆叠;必要时

可通过导热片、散热壳体、金属背板及风道优化等方式提升散热效率。对于密闭型工业网关,应特别关注长期运行条件下的热积累问题,通过降低热点温升来保证处理器稳定性、存储寿命和通信模块可靠性。

(四) 存储与通信模块的可靠化优化设计

工业物联网边缘计算网关在实际运行中常面临网络波动、上层平台不稳定和现场数据持续积累等问题,因此必须提高存储与通信模块的可靠性。存储系统应采用“运行缓存+持久存储”相结合的结构,将高频临时数据与长期日志数据分开管理。对于频繁写入的业务,应优先考虑耐久性较强、具备掉电保护机制的工业级存储介质,并通过循环写入、分区管理和异常恢复机制降低数据损坏风险。

通信模块方面,网关通常需要同时支持上行回传和下行控制,因此在硬件选型上应兼顾带宽、稳定性与工业适应性。对以太网、4G 或 Wi-Fi 等通信单元,应合理规划供电与天线布局,降低与主控、高速存储和开关电源之间的相互干扰。对关键业务链路,还可加入链路状态检测与故障切换支撑电路,为远程运维和断链重连提供基础保障。通过提升存储与通信模块可靠性,可有效增强网关在断网缓存、异常恢复和长期部署条件下的系统韧性。

(五) 抗干扰、防护与可维护性的系统化优化设计

工业边缘计算网关的硬件系统优化不能仅停留在功能模块提升层面,还应从系统工程角度强化抗干扰、防护与可维护性设计。首先,在 PCB 布局中应明确划分电源区、接口区、计算区和射频区,减少不同功能模块之间的串扰;关键走线应尽量缩短回流路径,避免跨分割面布线带来的附加干扰。其次,在外部接口处应配置静电防护、共模抑制和浪涌吸收电路,对易受冲击的通信口和电源口实施重点保护。

在结构设计上,可根据工业场景需要配置金属屏蔽、接地弹片、防尘防潮结构和抗振固定方式,以提高网关在复杂环境中的长期稳定性。同时,为了便于运维与升级,硬件系统应预留标准化调试接口、状态指示单元和维护端口,并在关键模块中加入基础自检与状态反馈支撑。这样不仅有利于提升设备运行透明度,也便于现场人员快速定位故障、缩短维护时间。整体而言,抗干扰与可维护性设计是工业物联网边缘计算网关由“可用”走向“好用”和“耐用”的关键环节。

三、结语

本文围绕工业物联网边缘计算网关的硬件系统优化设计展开研究,结合工业现场多源接入、边缘处理、连续运行和复杂环境部署等实际需求,分析了当前网关在接口协同、边缘计算支撑、电源与散热、存储与通信以及工业防护等方面存在的主要问题。在此基础上,从多接口接入与隔离、主控与协处理器协同、电源与散热系统优化、存储与通信可靠化以及抗干扰与可维护性提升等方面提出了系统化优化设计思路。

总体来看,工业物联网边缘计算网关作为连接现场设备与工

业平台的重要节点，其性能提升不能仅依赖软件层面的协议适配与业务优化，更需要从底层硬件系统架构出发，构建兼顾接入能力、处理能力、稳定性与环境适应性的工程实现方案。通过面向应用场景的硬件系统优化，可有效增强网关在复杂工业现场中的

持续运行能力和边缘服务能力。后续还可结合不同工业场景对计算负载、通信规模与部署环境的差异需求，进一步细化模块配置与系统集成方案，以推动工业边缘网关向高可靠、低维护与智能化方向发展。

参考文献

- [1] 武丽英, 沈林涛. 工业物联网网关设计 [J]. 自动化仪表, 2020, 41(9): 51-53, 58.
- [2] 栾燕, 张娟娟, 张健. 工业网关分类及关键指标分析 [J]. 自动化仪表, 2020, 41(7): 93-97.
- [3] 张帅, 郑金龙, 李猛, 李岳扬. 一种基于嵌入式处理器的多协议网关设计 [J]. 电子制作, 2022(7): 13-17.
- [4] 孙常青, 郑富全, 胡代荣, 周广旭, 许兆霞. 基于云的工业物联网网关设计与实现 [J]. 信息技术与信息化, 2020(12): 166-168, 172.
- [5] 郭家伊. 基于边缘计算的工业物联网容器管理引擎设计 [J]. 计算机时代, 2021(7): 38-41, 45.
- [6] 于海飞, 张爱军. 基于 MQTT 的多协议物联网网关设计与实现 [J]. 国外电子测量技术, 2019, 38(11): 45-51.
- [7] 郑美芳, 余波, 魏海生, 潘加琴. CAN 总线和以太网间的网关设计与实现 [J]. 中国管理信息化, 2021, 24(10): 213-214.
- [8] 施永贵. 可配置物联网网关设计与实现 [J]. 物联网技术, 2022, 12(6): 51-54.
- [9] 游小荣, 顾剑柳, 邓丰. 工业互联网环境下边缘计算网关软件设计与实现 [J]. 信息技术与信息化, 2022(1): 29-32.

基于 OBE 理念的高铁客运服务专业课程思政与学训赛创一体化育人路径研究

任娜

陕西交通职业技术学院, 陕西 西安 710000

DOI: 10.61369/TACS.2025140015

摘 要 : 成果导向教育 (OBE) 理念是基础能力本位教育理论发展起来的一种新的教育理念, 其作为高职教育人才培养模式改革的核心指引, 可成为专业课程思政落实立德树人根本任务的关键性举措, “学训赛创”一体化则是推动高职院校实现专业理论与实践融合的重要载体。本文通过系统化梳理 OBE 理念、课程思政与学训赛创一体化育人的内在契合性, 针对高职院校专业教学岗位胜任力与课程思政衔接不紧密、“学训赛创”各环节融合松散、思政融入碎片化等问题, 针对性探索优化实践路径, 为实现“知识 + 技能 + 思政”三位一体的育人目标, 提升高职院校高铁客运服务专业人才培养质量提供参考。

关 键 词 : OBE 理念; 高铁客运服务; 专业课程思政; 学训赛创一体化

Research on the Integrated Education Path of Ideological and Political Education in Major of High-Speed Rail Passenger Service and "Learning-Training-Competition-Innovation" Based on OBE Concept

Ren Na

Shaanxi College of Communication Technology, Xi'an, Shaanxi 710000

Abstract : Outcome-Based Education (OBE) is a new educational concept developed on the basis of competency-based education theory. As the core guideline for the reform of talent training mode in higher vocational education, it can serve as a key measure to implement the fundamental task of fostering virtue through education in ideological and political education integrated into professional courses. The integration of "Learning-Training-Competition-Innovation" is an important carrier to promote the integration of professional theory and practice in higher vocational colleges. This paper systematically sorts out the internal compatibility among OBE concept, ideological and political education in professional courses, and the integrated education of "Learning-Training-Competition-Innovation". In view of the problems existing in higher vocational colleges, such as weak connection between post competency and ideological and political education, loose integration of various links in "Learning-Training-Competition-Innovation", and fragmented integration of ideological and political elements, this paper explores targeted and optimized practical paths. It provides a reference for achieving the three-in-one education goal of "knowledge + skills + ideological and political literacy" and improving the quality of talent training for the major of High-Speed Rail Passenger Service in higher vocational colleges.

Keywords : OBE philosophy; high-speed rail passenger services; ideological and political education in specialized courses; integration of learning, training, competition, and innovation

前言

成果导向的教育 (OBE) 理念, 聚焦于学生受到教育后学习能力和学习成果的取得, 并且该理念主要以学生成果为导向、反向设计教学活动作为其教学的核心思路, 这与高职教育中“岗课赛证”融合改革的方向高度一致。课程思政教育是我国新时代职业教育中落实立德树人的根本任务, 而“学训赛创”一体化育人模式, 则是高职院校实现专业人才培养与行业岗位需求精准对接的关键手段。目前,

在相关研究中聚焦于三者融合的系统化研究较少^[1]。基于此,本文以高铁客运服务专业教学实践为例,针对该专业课程中存在的突出问题,如岗位胜任力与课程思政衔接不紧密;“学训赛创”各环节融合松散,存在思政融入碎片化现象;OBE理念应用不足,未围绕培养目标反向设计教学活动;赛创成果转化率,校企协同仅停留在实训基地建设层面,未介入教学设计与评价等问题,针对性探索基于OBE理念的高铁客运服务专业课程思政与学训赛创一体化育人的实践路径。

一、OBE理念、课程思政与学训赛创的内在契合性

(一) OBE理念的核心内涵与育人要求

OBE理念的教学实践主要坚持以学生为本,在教学中更加聚焦于学生受教育后所获得的学习能力和学习成果,侧重学生在受教育中“学到了什么”而非“教师教了什么”。其主要逻辑呈现为“反向设计、正向实施、闭环改进”,也就是以行业岗位的成果需求为教学的首要目标,经市场调研与岗位需求,反向拆解为课程目标、环节目标,再结合其目标针对性设计出相关的教学内容与教学活动;在教学实施过程中,始终坚持以学生为主体,推动知识、技能与素养的协同培养;通过对教学效果的全面评价,将评价结果作为教学改进的依据,推动形成持续优化的闭环机制。对于高铁客运服务专业而言,OBE理念要求人才培养全过程围绕铁路客运岗位的胜任力需求展开,其中需涵盖专业技能指标、职业素养以及价值观念等思政指标,这与一体化育人的核心要求高度契合^[2]。

(二) 课程思政与学训赛创的融合逻辑

课程思政的核心是推动教学实现“价值引领、知识传授、能力培养”三位一体,其关键在于将思政元素有机融入到教学的各个环节中,进而有效避免“贴标签”式的形式化融入。“学训赛创”四位一体教学模式呈现出层层递进的内在逻辑,其中“学”是专业课知识的积累过程,能够为思政元素的融入提供知识载体;“训”是专业知识向技能的实践转化,是思政素养实践落地的关键环节;“赛”是学生技能与素养的综合检验过程,通过竞赛标准进一步强化学生的工匠精神和规则意识;“创”则是技能与素养的提升过程,通过创新创业实践培养学生的创新思维和行业担当。

课程思政与学训赛创的融合教育,本质上是将价值引领贯穿于知识学习、技能训练、竞赛检验、创新实践的全过程中,让学生掌握专业知识与技能的同时,潜移默化地树立起正确的三观。而OBE理念则为二者的深度融合提供了方法论指导,通过反向设计,可清晰明确出各个环节的思政融入目标和技能培养要求,通过闭环式改进措施,可有效实现三者的有机统一^[3]。

(三) 高铁客运服务专业的一体化育人需求

高铁客运服务专业课程具有实践性强、服务性突出、岗位要求高的特点,并且铁路行业对于从业人员的专业技能、服务意识、应急处置能力以及职业素养要求较为严格。基于OBE理念的一体化育人,可通过要求高铁客运服务专业以岗位胜任力为核心,将职业技能、职业素养、价值观念等六大岗位胜任力要素与课程思政目标进行精准对接,通过学训赛创各环节的融合设计,能够有效实现专业技能与思政素养的协同培养。

二、基于OBE理念的高铁客运服务专业一体化育人路径实践

(一) 反向设计:构建岗位胜任力与课程思政关联体系

在开展专业一体化课程反向设计时,需要切实基于OBE理念,开展专业岗位以及行业领域的深度调研,通过系统化提取出高铁客运服务专业相关岗位所需的职业技能、职业素养等核心岗位胜任力指标,针对性优化专业课程思政教学设计。

基于调研结果与专业教学的实际需求,构建起岗位胜任力与课程思政的关联矩阵,将六大岗位胜任力与五大思政目标进行精准对接,清晰明确出各个要素之间的关联性,切实将思政要素融入到教学的各个环节。例如,将“应急处置技能”与“责任担当”确定为强关联组合,将“沟通服务技能”与“跨文化尊重、服务意识”确定为强关联组合。同时,还可在理论知识教学中,讲解中国高铁从追赶至领跑的发展历程,在实训中设置突发事件演练,模拟国际旅客服务场景,在竞赛中强化应急处置规范性和服务礼仪标准,在创新中设计智慧客运服务方案,推动实现思政元素与专业课程的自然融合。此外,在教学设计中应当坚持以“岗位胜任力+思政素养”为顶层目标,反向拆解目标形成专业层、课程层、环节层三级教学目标,将总目标落实到每一门课程、每一个教学环节,为一体化育人路径的实施奠定基础^[4]。

(二) 正向实施:搭建课程思政与学训赛创融合教学体系

1. 学中融思政,夯实知识与价值基础

“学”是高职院校一体化育人的基础内容。在这一环节教学设计中,需要重点围绕高铁客运服务专业的核心课程展开优化,如《铁路服务英语》《安全管理与应急处理》等,通过组织相关教师对课程内容进行系统化重构,并深入挖掘内容中的思政元素,切实将思政教学融入到知识传授的全过程^[5]。在明确课程目标的时,需要根据实际教学需要,搭建起“知识+技能+思政”的三维目标体系,例如,在《铁路服务英语》的课程学习,不仅要求学生掌握专业英语词汇和沟通技巧,更应当注重引导学生通过英语讲述中国高铁发展故事,传播中国文化,树立起民族自豪感;《高速铁路客运组织》的学习则应将安全意识、服务意识、责任担当融入到客运组织实践中。在教学方法的优化重构中,专业教师可采用案例教学、情境教学等方式,同时结合高铁客运行业中的典型案例,深入挖掘其中的思政元素,让学生在学习专业知识的同时,潜移默化地接受正确的价值引领。

2. 训中强素养,实现技能与思政转化

“训”是专业一体化育人实现理论学习向实践应用转化的重要环节,通过校内实训和校外实习相结合的教学应用,可将专业知识转化为专业技能,同时推动思政素养的实践落地。基于岗位

需求而设计的实训项目,如“突发大客流处置实训”“旅客突发疾病应急实训”“国际旅客服务实训”等,能够让学生在实训过程中掌握规范性操作流程的同时,还能够增强学生团队协作配合、应急处置沉着冷静以及岗位责任担当等能力的提升。同时,引入企业导师参与实训教学,将铁路行业的职业标准和职业素养要求切实的融合到实训指导中去,让学生在实训中真实的感受行业文化,提升职业素养^[6]。

3. 赛中练技能,强化素养与能力检验

“赛”是职业教学一体化育人的助力手段,在实际教学中,主要以各级各类的职业技能大赛为主开展教学,通过将竞赛标准、思政元素等内容,切实融入到比赛目标中,可让学生在比赛的实践应用中进一步巩固和强化学生职业素养与职业技能。在技能竞赛的实践教学,可通过设置“高铁服务礼仪展示”“应急处理实操”等环节,进一步考核学生的专业技能熟练度,同时还能够有效评价学生服务态度、责任意识以及团队协作能力等思政素养。此外,高职院校在开展以赛促学的教学活动时,需要进一步打破竞赛中的“精英化”壁垒,推动竞赛内容面向全体学生,让竞赛训练融入到日常化教学,推动实现“以赛促学、以赛促训”。

4. 创中促提升,推动创新与担当融合

“创”是一体化育人中的重要提升环节,在该环节的教学实践中常以创新创业大赛、科研项目为载体,通过引导学生结合高铁客运行业发展需求,开展创新实践,可将思政素养融入创新过程^[7]。围绕铁路客运智慧化发展、服务质量提升等主题,设计创新创业课题,如“多语言高铁服务手册设计”“智慧客运服务系统优化方案”等,培养学生的创新思维和行业担当;在创新实践中,强调团队合作、攻坚克难的精神,使学生在创新中提升综合能力,同时树立服务铁路行业发展的远大理想。

(三) 闭环改进:完善“知识+技能+素养”多元评价体系

基于OBE理念的闭环改进要求,构建学生自评+教师评价

+企业评价+社会反馈的四维多元评价体系,打破传统以理论成绩、技能操作规范性为主的量化评价模式,将思政素养、创新思维等非量化指标纳入评价范围,实现对学生“知识+技能+素养”的全面评价^[8]。

在评价指标的优化设计中,需将学生的专业技能、理论知识以及思政素养、创新能力作为核心评价指标,其中可将思政素养的评价内容再细致分化为服务意识、责任担当、团队协作等评价指标,并在每个指标中明确制定出评价标准与可量化的评价依据^[9]。在评价主体上,学生进行自评与互评,进一步反思自身的学习成果以及素养提升情况;教师在评价中,需对学生专业知识的掌握情况以及专业技能的应用能力进行评价;企业导师在评价体系中,需要从岗位实际需求出发,对学生的岗位胜任力与职业素养进行评价;在社会反馈层面,学校可采用毕业生跟踪调查等方式,进一步评估学生的社会适应能力以及行业认可度^[10]。

结合多元化的评价结果,并进行系统化的应用分析,可以从找出一体化育人路径中存在的问题,可针对性的优化教学内容、实训项目、竞赛设计和创新课题,推动形成“设计-实施-评价-改进”的持续性优化闭环,进一步保障一体化育人效果。

三、结束语

综上所述,OBE理念、课程思政与学训赛创一体化在高职高铁客运服务专业育人中具有高度内在契合性,三者的协同化融推进是破解当前高铁客运服务专业教学痛点、提高专业人才培养质量的重要途径。通过构建起反向设计、正向实施、闭环改进的一体化育人体系,可推动实现思政教育与专业教学、实践训练、技能竞赛、创新创业等教育环节的深度融合,进一步实现“知识传授、技能培养、价值引领”的有机统一,促进高职院校高铁客运专业教学质量有效提升。

参考文献

- [1] 王春杰,尹金良,付强.基于OBE理念的电力电子课程设计教学研究[J].电气电子教学学报,2023,45(05):219-222.
- [2] 李媛媛.中职专业课程思政的教学改革与实践探索[J].职业,2024(4):23-25
- [3] 刘国龙,孙上敬.“新工科”课程思政的育人意蕴与教学实践研究[J].学校党建与思想教育,2022,(07):46-49.
- [4] 赵品晖,任瑞波,王晨龙,等.交通强国目标导向下交通类专业课程思政改革与实践[J].中国水运,2022,(15):34-37.
- [5] 曾令斌,刘念,杨钰鑫,等.行业特色高校课程思政教育的现状、问题及对策研究——以重庆交通大学为例[J].高等建筑教育,2025,34(05):164-177.
- [6] 裴桂萍,祝琼,任芸芸.新媒体视角下高职院校课程思政建设的困境与对策研究——以《高速铁路客运服务心理学》为例[J].新闻研究导刊.2024,15(1).
- [7] 闫毅平,张晶.课程思政的实践探索与策略[J].职业,2023,(10):43-46.
- [8] 杨雄飞.新工科背景下能源与化工类专业课程思政建设路径探究[J].热固性树脂,2025,40(03):84.DOI:10.13650/j.cnki.rgxs.2025.03.017.
- [9] 张喆,王锐,张丽莉,等.“学训赛创”阶梯式双创型人才培养模式研究[J].科学咨询,2024,(19):229-232.
- [10] 赵小红,周阳.红色基因融入高职课程思政研究——以《高速铁路客运乘务实务》课程为例[J].经济师,2024,(09):197-198.

简易物联网环境监测节点的设计与实现研究

宋海辉

南昌理工学院, 江西 南昌 330044

DOI: 10.61369/TACS.2025140022

摘 要 : 随着物联网技术的快速普及与低成本化发展, 环境监测领域正逐步摆脱传统人工监测的局限性, 向自动化、智能化、实时化转型。简易物联网环境监测节点作为环境数据采集的核心终端, 具有成本低廉、部署灵活、操作便捷等优势, 可广泛应用于企业车间、仓储库房、办公区域等场景, 实现温湿度、空气质量、光照强度等关键环境参数的实时采集、传输与分析。基于此, 本文针对简易物联网环境监测节点的设计与实现展开研究, 探讨了该系统在企业中的应用策略与推广路径, 为中小企业低成本实现环境智能化监测提供技术参考与实践方案。

关 键 词 : 物联网; 环境监测节点; 数据采集; 云端平台

Research on the Design and Implementation of a Simple IoT Environmental Monitoring Node

Song Haihui

Nanchang University of Technology, Nanchang, Jiangxi 330044

Abstract : With the rapid popularization and low-cost development of IoT technology, the field of environmental monitoring is gradually breaking away from the limitations of traditional manual monitoring and transforming towards automation, intelligence, and real-time performance. As the core terminal for environmental data collection, the simple IoT environmental monitoring node boasts advantages such as low cost, flexible deployment, and easy operation. It can be widely applied in scenarios including enterprise workshops, warehouses, and office areas to achieve real-time collection, transmission, and analysis of key environmental parameters such as temperature, humidity, air quality, and light intensity. Based on this, this paper conducts research on the design and implementation of a simple IoT environmental monitoring node, discusses the application strategies and promotion paths of the system in enterprises, and provides technical references and practical schemes for small and medium-sized enterprises (SMEs) to achieve intelligent environmental monitoring at low cost.

Keywords : Internet of Things (IoT); environmental monitoring node; data collection; cloud platform

引言

在工业生产与企业运营中, 环境参数的稳定性直接影响产品质量、生产安全与员工身心健康, 电子车间温湿度、化工企业有害气体浓度、仓储企业温湿度与粉尘含量等, 均需实时精准管控。当前市面上的物联网环境监测系统多针对大型企业设计, 存在成本高昂、部署复杂、操作难度大等缺陷, 难以适配中小企业的预算与技术能力^[1]。因此, 设计一套低成本、简易化、高可靠的物联网环境监测节点, 探索其企业推广路径, 具有重要的现实意义与应用价值。

一、简易物联网环境监测节点的设计

(一) 系统总体架构

依照物联网分层架构理论和实际应用场景需求, 形成起“感知层-传输层-平台层-应用层”这四层次结构模型, 各部分之间既独立又相互配合, 简化层级间的交互流程, 显著降低系统复杂度和开发成本。感知层负责采集温湿度、光强、PM2.5浓度以及有害气体含量等物理量, 通过模数转换器将模拟信号转换成数字信号, 然后借助传输层进行高效的数据交互和指令传递, 这个

层级使用低功耗无线通信技术, 主要承担实时数据交换、控制命令解析等功能, 平台层是云服务的核心组成部分, 其承担数据存储管理、计算分析、统计汇总以及可视化呈现的任务, 并且提供直观的人机交互界面以满足不同需求; 应用层根据特定行业场景定制功能模块, 参数配置、报表生成、异常预警等功能单元均在此层级中实现。该系统具有兼容性和灵活性, 此架构基于模块化设计思想, 便于后期维护升级且符合中小企业实际运营需求。

(二) 各层功能与技术选型

结合系统简易化、低成本、高可靠目标, 针对各层功能合理

选型, 兼顾实用性与经济性, 具体如下: 一是感知层设计。为了不使系统搭建过于复杂, 选择了数字信号传感设备作为温湿度检测采用 DHT11 传感器, 颗粒物浓度检测采用 GP2Y1010AU0F 传感器。在有害气体成分测量方面, 使用了 MQ 系列传感器进行采集。数据处理部分采用性能强、功耗低的 STM32F103 作为中心处理器, 此芯片具有多路接口兼容性, 支持多种传感器的接入和综合运算, 能完成接口端采集到的实时信息的处理等工作。二是传输层架构设计。本方案选用 Wi-Fi+LoRa 双模通信, ESP8266 模块针对室内短距离应用需求, SX1278 模块针对室外远距离数据交互需求, 系统实现智能化切换, 可动态调整运行模式实现设备兼容性优化, 在保证功能完备性的前提下, 优化成本控制效果。三是平台架构设计。利用阿里云物联网 (IoT) 服务搭建轻量级云端服务平台, 基础版资源已能支撑基本监测功能的实现, 通过开源 MySQL 数据库完成结构化数据存储任务并提供高效的查询与统计能力, 整合 Web 端和移动终端交互界面, 满足不同操作场景的需求。四是技术架构。建立一个涉及实时数据监视、过往信息查询、参数变动调节、异常状况告警、智能报告生成等功能组件的综合性平台, 着重改善操作界面的友好性和应用环境的适宜性, 适配多场景并支持简单扩展。

(三) 数据采集终端的设计

数据采集终端使用 STM32F103 作为处理器, 传感器、信号处理、无线通信、供电等板块均集成在其上, 整个架构简洁且易于操作, 还具有一定的成本效益。一是传感器接口模块设计^[2]。通用的 GPIO 端口加上 I2C 通信协议, 形成一种兼容多种传感装置的平台, 简化了传统信号调理电路的复杂程度, 设计中留有可扩展的引脚以应对未来能力更新升级的要求, 这样做的目的是保持灵活性和易于维护。二是数据处理模块: 依靠单片机接收传感器信号, 完成滤波、校准以及异常检测等工作流程, 再借助通信接口将信息发送至传输单元或者接收云端下发的控制指令, 从而达成远程操控的效果。三是无线通信模块设计。把 ESP8266 和 SX1278 芯片整合起来, 依靠串口协议, 达成跟主控单元之间的数据交互, 传输模式可以随时按照应用场景的需求来调整, 这样就能够优化数据通信过程中稳定性和适应性的表现。

二、核心功能模块与技术实现

(一) 云端数据平台架构

基于阿里云物联网平台搭建的云端数据架构, 摆脱传统本地服务器依赖的模式, 降低部署和运维的成本, 整体包括数据采集、数据处理分析、数据存储管理和数据可视化监控四大功能模块。一是数据接入模块: 使用 MQTT 协议实现与终端设备的数据交互功能, 实现信息的实时获取, 对获取的数据进行初步校验, 去除无效和异常数据, 保证数据源的准确性。二是数据处理层: 核心功能是数据解析、校准和异常判断, 把二进制数据变成结构化数据, 校准提高精确度, 依照阈值判定异常并发出警报^[3]。三是数据存储架构设计: 本系统利用 MySQL 数据库来实现多源异构数据的集中化管理, 并借助分时分区手段明显缩减存储资源消

耗, 而且赋予高效的历史数据检索及统计分析能力。四是展示控制层: 提供 Web 端与移动端展示, 界面简易, 包含实时数据、历史查询、参数设置、异常报警、终端管理等功能, 便于管理人员操作。

(二) 智能算法支持

选用低成本、简易实现的智能算法, 不仅可以大幅度提高数据的准确度, 而且对推动系统智能化发展具有一定的促进作用。其中单片机与云端平台之间高效协同运行, 主要依靠两种技术方案。一是数据预处理方案设计: 采用滑动平均滤波算法, 以 N 个连续采样点的算术平均值来表现有效信号, 并利用参数设置 (推荐区间为 5 至 10) 实现出噪声抑制的效果, 该办法能够大幅度加强信号品质及测量准确性。二是异常检测算法设计: 采用阈值判断结合趋势分析, 管理人员设置参数阈值, 云端实时对比数据, 超出阈值判定为异常; 同时分析连续 10 个数据趋势, 异常趋势触发预警, 避免风险扩大。两种算法无需增加系统成本与复杂度, 可满足企业精细化监测需求^[4]。

(三) 传感器模块设计与组网逻辑

结合企业场景需求, 设计简易传感器模块与组网逻辑, 兼顾监测范围与成本, 实现全面数据采集。传感器模块的设计理念是“传感单元 + 数据采集终端”一体化架构方案。每个独立的数据采集端口最多可搭配 3-5 种不同类型的传感器, 灵活根据实际应用场景进行动态组合配置。模块具有防水防尘特性, 采用低功耗传感器技术大大降低整体能耗^[5]。采用星型组网, 以云端为星型组网中心, 各终端作为节点独立传输数据, 节点之间不需要通信, 组网部署简单维护。大型厂区可多节点全覆盖, 中小企业可部署 1-3 个重点节点, 支持节点动态增减, 提升扩展性。

三、简易物联网环境监测在企业的应用与推广

(一) 监测参数与数据的设置

结合企业实际需求, 合理设置监测参数与数据配置, 确保系统精准适配, 提供有价值数据。

第一, 参数选取准则。参照行业特点来选取核心指标, 排除无关数据的干扰, 电子制造领域关注温湿度以及 PM2.5 浓度还有静电电压, 食品医药仓库主要依靠温湿度调控和光照强度, 化工生产环节重视有害气体的成分及其环境温度趋向, 办公场所着重温湿度均衡性并进行空气质量评判, 并且具备自动调节功能^[6]。第二, 数据管理模块设置。云端设置采集频率、存储时间、报警阈值, 核心参数采集频率 1 次 / 分钟, 普通参数 1 次 / 5 分钟。

(二) 与企业信息化建设的融合

为提升简易物联网环境监测节点系统应用价值, 推动简易物联网环境监测节点系统在企业中的广泛应用, 需要将简易物联网环境监测节点系统与企业现有信息化建设相融合, 实现数据共享、协同管理, 避免出现信息孤岛。第一, 与企业现有管理系统对接。针对那些已经安装 ERP, MES 或者 OA 这类经营平台的企业来讲, 借助 API 接口技术来实现环境监测系统同业务流程之间的深度结合, 从而达成数据交互共享的目标, 可以把收集到的数

据及时同步给 MES 模块，以实现了对生产进程的动态监督，一旦检测到异常参数就自动发出停机指令来保证产品的质量；依靠 OA 平台呈现实时环境指标情况，便于员工查看相关信息并改善工作流程；整合到 ERP 数据库当中，对企业实行精准化的环保管控和成本核算形成有力支持^[7]。第二，融入企业安全生产管理体系。将环境监测系统并入企业安全管理体系，把环境参数监控当作常规运作部分，构建异常响应机制。当设备察觉到环境数值不正常时，自动激活警报通知，发送至安全经营团队。关联人员按照预先制订的程序即时开始处置操作（排查传感器异常情况，执行环境调节策略或者启动应急对策），并详尽记载处理情况及其成果，形成数字化的生产安全保障文档，改善整体经营风险管控水平和反应速度^[8]。

（三）加大技术推广应用

结合系统低成本、易部署、高实用性的优势，制定差异化推广策略，推动企业广泛应用。第一，加强试点应用，打造示范案例。选取一些涵盖跨领域的代表性公司当作试点单位，赋予其免费的科技支持和部署服务，附带专门的运维保障方案，不断收集参与试点企业的意见反馈情况，动态完善产品功能模块并改善交

互设计细节，提升系统的使用价值和运作稳定性；总结已取得的成果经验编写一份专题汇报，通过行业论坛活动、专业展览盛会、网络数字化经营平台等诸多渠道广泛散发出去，突出其在商业世界中的价值和意义，鼓舞企业信心，加快整个行业开展应用的速度^[9]。第二，降低使用门槛，提供全方位服务。针对中小企业缺乏技术储备的特点，打造一体化服务体系，对系统部署到参数设置、人员培训和运维保障等各个环节进行全方位指导，让企业顺畅运用平台，提高用户的满意度，助力产品的规模化推广^[10]。

四、结语

综上所述，结合物联网分层架构，设计实现了一套简易物联网环境监测节点系统，完成核心模块设计与技术选型，探讨了企业应用与推广策略。该系统成本低、易部署、高可靠，可广泛应用于各行业企业，有效解决传统人工监测弊端，助力企业环境监测智能化升级。受时间与技术水平限制，系统存在监测精度、算法复杂度、功能扩展性等不足。在后续工作中，应注重选用更高精度传感器与高效算法，

参考文献

[1] 杨宇, 任洁. 物联网技术在环境污染监测中的应用 [J]. 百科知识, 2024, (30): 36-38.

[2] 刘琦, 王磊. 物联网技术在环境监测中的应用研究 [C]// 河北省环境科学学会, 北京环境科学学会, 天津市环境科学学会. 京津冀生态环境科技产业金融协同发展大会论文集. 河北省沧州市生态环境监测中心; 沧州市生态环境监控中心; 2024: 235-240.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.045078.

[3] 雷广坤, 郝传柱, 王庆吉. 基于 STM32G474 和物联网的养鸡场环境监测系统研究 [J]. 现代农业科技, 2024, (20): 147-150.

[4] 李永萍, 侯舒怀, 万永超. 基于物联网技术的生态环境监测应用研究 [J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(10): 69-71.

[5] 刘小蒙. 基于卫星物联网的海岛生态环境监测系统 [J]. 物联网技术, 2024, 14(10): 30-32.DOI: 10.16667/j.issn.2095-1302.2024.10.008.

[6] 韩静. 基于物联网的农机恒温恒湿环境监测与控制系统设计与应用 [J]. 南方农机, 2024, 55(19): 69-72.

[7] 付渊, 任瑞仙, 王丽琴. 基于物联网的校园环境监测系统设计 [J]. 物联网技术, 2024, 14(09): 47-49.DOI: 10.16667/j.issn.2095-1302.2024.09.012.

[8] 赵志阳, 张宸瑞, 赵轩毅, 等. 基于物联网的智能鱼塘水质环境监测系统设计 [J]. 无线互联科技, 2024, 21(17): 21-23.

[9] 曹朝阳, 孙蒙蒙. 环境监测系统中物联网技术的应用 [J]. 信息记录材料, 2024, 25(09): 69-71.DOI: 10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2024.09.023.

[10] 于晓锋. 新课标理念下的物联网模块教学实践与探索——以 "IoT 室内环境监测仪" 项目为例 [J]. 中国信息技术教育, 2024, (16): 63-65.

高校协同育人机制创新与学生发展效能提升研究

李伟汉

深圳信息职业技术学院财经学院，广东 深圳 518100

DOI: 10.61369/TACS.2025140026

摘 要： 在新时代背景下，人才供需结构性失衡已经成为高等教育面临的重要问题，其根本在于高校育人机制的系统性分割。本文以此为背景展开研究，通过阐述协同育人与学生发展的内在关联，寻求二者在价值目标、过程展开、结果呈现等维度展现出的共性特征，进而通过要素整合、过程贯通、生态重构三重逻辑进行深度耦合，并从顶层设计、场域重构、评价改革三个层面提出协同育人机制创新与学生发展效能提升的有效路径，以此为高校人才培养模式变革与重构提供理论支撑与实践参考。

关 键 词： 协同育人；机制创新；学生发展；效能提升；育人共同体

Research on the Innovation of Collaborative Education Mechanism in Colleges and Universities and the Improvement of Student Development Effectiveness

Li Wei Han

School of Finance and Economics, Shenzhen Institute of Information Technology, Shenzhen, Guangdong 518100

Abstract： Against the background of the new era, the structural imbalance between talent supply and demand has become an important problem facing higher education, whose root lies in the systematic segmentation of the education mechanism in colleges and universities. Based on this background, this paper conducts research by expounding the intrinsic connection between collaborative education and student development, exploring the common characteristics exhibited by the two in dimensions such as value goals, process development, and result presentation. Furthermore, it achieves in-depth coupling through the triple logic of factor integration, process connection, and ecological reconstruction, and proposes effective paths for the innovation of collaborative education mechanism and the improvement of student development effectiveness from three levels: top-level design, field reconstruction, and evaluation reform. This study aims to provide theoretical support and practical reference for the reform and reconstruction of talent training models in colleges and universities.

Keywords： collaborative education; mechanism innovation; student development; effectiveness improvement; education community

引言

“全面提高人才自主培养质量”是党的二十大报告对高等教育提出的基本要求，是解决其深层矛盾的核心方法。针对毕业生规模持续攀升、重点领域人才缺口持续扩大的问题，暴露出高校育人机制条块分割、资源分散、主体隔离等系统性困境，由此成为阻碍高等教育要素合力奋进、有机统一的关键因素。因此，协同育人成为当代高等教育改革的重要议题。在政策支持方面，不论是“三全育人”综合改革，还是“一站式”学生社区建设；不论是产教融合深化发展，还是科教融汇贯通延伸，政策设计重心始终在育人机制的整合与重构。但在高校的实践探索中，书院制改革、校企合作、多主体协同等层面虽然有着长足进步，但仍需面对机制悬浮、主体缺位、效能不彰等现实问题。如何超越以上问题实现育人要素的协同作用，并全面提升学生发展效能，成为本文关注的重点内容。

一、高校协同育人与学生发展之间的内在联系

（一）目标同源：全面发展的人作为价值旨归

在价值目标上，高校协同育人与学生发展具有同源性特征。学生发展旨在促进学生个体的知识、能力、素养、品格等多维度素养的整体成长，并以成为“全面发展的人”为最高目标。协同育人旨在推翻传统单一育人主体的限制，强调多主体协同参与和

合力发展，具有涵盖多维度育人内容、整合多要素育人要素、贯通多场域育人语境的重要特征^[1]。由此不难发现，协同育人与学生发展在目标旨归上不仅同向同源，而且协同育人可以为学生的全面发展创造更好的环境与条件。在新时代高等教育实践发展中，目标同源性特征不断得到彰显，比如有高校提出“有志、有识、有恒、有为”的育人目标^[2]，其不仅通过制度建设对学生全面发展的内涵进行了具体诠释，旨在打造志向引领价值方向、学识奠定

发展根基、恒心支撑持续成长的育人成效检验标准；而且提出了协同育人机制建设的共同方向，促使协同育人与学生发展建立内在且本质的关联。

（二）过程重叠：发展在关系中生成的基本规律

在学生视角下，学生发展并非孤立的自我成长，而是建立在多元关系网络支持下的渐进变化过程。从心理学层面来说，个体的认知发展必须建立在与周边环境的持续互动基础之上。从教育学理论来看，人的成长离不开家庭教育、学校教育、社会教育的共同作用。而以上理论与规律恰恰说明，育人工作必须以协同为导向，学生发展必须以关系交互为动机。当前高校在协同育人工作探索中，正是以回应该规律为基础方向。例如某高校持续多年推进落实“企业家辅导员”项目，通过企业家、辅导员以及班主任的协同合作，塑造“1+1+1”的育人格局^[3]。该模式不仅可以借助外部资源优化和调整学生发展机制，更重要的是为学生创造了真实的社会关系网络。企业家在参与育人工作时，不仅带来了行业知识与实习机会，更让学生能够从不同视角观察世界，选择不同的方式思考问题，甚至获得一种价值引领的内在力量。正是这些多元关系的交织与融汇，让学生的知识结构不断优化、能力素养得以提升、价值观念得到形塑。

（三）效能逻辑：机制整合催生发展增量的传导链条

目标同源与过程重叠强调协同育人与学生发展之间“为什么相关”，而效能逻辑则可以阐明二者“如何相关”，即协同育人机制可以通过怎样的逻辑链条对提升学生发展效能产生作用。该逻辑链条可以通过“机制整合—资源优化—体验改善—效能提升”四个环节的递进来呈现。一是机制整合。高校在第一第二课堂贯通、校内校外资源联结的过程中，原本分散的育人要素便开始自觉集成，由此不仅可以促进资源供给方式与内容的优化，而且可以满足学生在不同发展通道中获取必要的资源支持^[4]。二是资源优化。高校不断提高校内外资源质量，一方面可以显著提升教学资源的可及性，另一方面有利于改善学生的学习与发展体验。三是体验改善。在机制整合与资源优化前提下，高校可以从资源建设层面面向生态体系层面优化革新，从而让学生能够在浸润式成长生态下不断发展，甚至催生其专业能力、创新精神、社会责任感等综合素养同步成长。在前三点的支撑下，学生的发展效能即可获得显著提高。

二、高校协同育人机制创新与学生发展效能提升路径

（一）强化顶层设计：构建“多元协同”的制度体系

高校协同育人机制创新应建立在系统完备的制度框架之上，以此夯实顶层设计，为学生发展效能提升创造制度环境。但目前高校育人实践中面临着协同育人停留在表层、缺乏刚性约束和长效保障等问题。对此，高校必须从制度设计入手，明确“谁协同、协同什么、如何协同”等核心问题。

第一，厘清协同主体的权责边界。高校应坚持以“构建赋能型协同育人模式”为制度设计目标，其中学校主体应主动求变赋能，企业主体应深度参与赋能，行业协会等社会力量则要联动赋

能。通过该模式引导，可以将育人主体协同从单纯的资源索取或任务摊派转向多元主体基于共同育人目标的分工协作^[6]。因此，在学校主导作用下，可以确保顶层设计与过程把控；而企业可以深度参与人才培养方案制定、毕业生质量反馈、实践教学资源供给等环节；政府部门可以提供政策支持与发展平台；行业组织可以建立引领标准与功能对接需求，从而实现多方主体的科学联动，达到职责清晰、运行顺畅的目的。

第二，建立协同的长效运行机制。高校应明确协同育人的组织架构，并制定系列化的制度文件，提出主体协同融合的标准、职责与考核办法，以此形成制度化规范化的设计原则，推动校企协同从“一时一事”走向“常态长效”^[7]。

第三，注重制度的系统集成。高校应建立系统化的协同育人平台与工作小组，一方面要强调“设计完整、标准健全、运行科学、保障有力”，形成有机整体；另一方面则要将分散的制度安排形成系统效应，让协同育人从理念转化为实践。

（二）深化场域重构：打造“多维贯通”的育人空间

学生发展需要特定的空间支持。传统高校育人工作中，其育人空间构建往往以教室为主阵地，以宿舍为生活场域，以实验室为科研场域，以第二课堂为活动场域。该空间分配方式有着管理便捷的优势，但也会导致育人活动的碎片化。协同育人机制的建设应打破不同时空场域的空间壁垒，以此构建学习、生活、实践三位一体的育人共同体，进而为学生发展效能提升创造良好环境条件。

第一，建立“一站式”学生社区。“一站式”服务旨在基于场域重构的空间特征，为学生提供系统化、衔接式的育人服务，以此达到协同育人赋能学生发展效能的目的。一方面，高校应将学生的生活园区转化为集思想教育、生活服务、文化建设于一体的育人阵地。另一方面，则要针对学生社区构建党团活动室、创客空间、艺术工作坊、健身房、心理驿站等服务场所^[8]，打造浸润式育人环境，以此不仅可以承载辅导员、学业导师、朋辈导生、后勤服务人员等协同育人主体，而且可以满足学生生活学习的各项需求。

第二，挖掘仪式空间与专业实践场域的育人潜能。一方面，高校应提升仪式教育的协同作用。比如可以根据需求组织开学典礼、毕业典礼、表彰大会、入团入党宣誓等重大仪式活动，以此强化思政元素、家国情怀、校训精神的渗透教育。另一方面，高校也要发挥专业实践场域的育人功能，比如可以在野外实习、工程实训、社会调查等实践中融入行业精神、科学伦理、社会责任等元素，从而实现知识传授与价值引领的协同与整合。

第三，打通校园与社会的边界。其一，高校应强化与行业企业的合作，将企业真实项目和问题引入课堂，锻炼学生解决实际问题的能力。比如可以联合建立实验室、实训基地、人才孵化中心等，为学生提供了了解产业前沿与需求动态的机会。其二，高校应将就业指导、生涯教育融入育人全过程，并为学生提供访企拓岗、职业规划大赛、职场体验等活动，为学生的发展注入持久动力。此外，高校还应鼓励学生通过志愿者服务、社区治理、乡村振兴等途径参与到社会实践中^[9]，让协同育人从校内向校外转移

延伸。

（三）推动评价改革：建立“增值赋能”的效能标准

协同育人机制创新应最终落在学生发展效能之上。但如何科学且公平地评价学生发展效能成为高校必须关注的焦点问题，而建立适应协同育人需求的效能评价标准，则是协同机制创新的重要部分。

第一，建立增值性评价理念。高校既要关注学生“达到了什么水平”，也要确定学生“进步了多少”，以此建立横向比较、纵向追踪的评价系统，确保对过程与结果的评价与诊断。

第二，建立指向学生发展效能的评价改革体系。“效能”提升不能仅停留在知识掌握方面，更要关注学生运用所学解决实际问题的综合能力；不能仅关注其短期的学业成就，而是要关注其可持续发展的学习能力和长远的发展规划^[10]。

第三，评价改革还应发挥对协同育人机制的反馈改进功能。

一方面要建立需求动态反馈清单，逐步建立“学校主动适配、企业深度融入、多方协同、持续升级”的高质量育人生态。另一方面则要通过评价发现机制运行的堵点、学生发展的需求、社会需要的变化，进而推动协同育人机制的持续优化。

三、结语

综上所述，协同育人机制创新与学生发展效能提升，是新时代高等教育高质量发展的核心议题。本文从二者的内在关联出发，揭示了目标同源、过程重叠、效能逻辑三层关系，论证了协同育人与学生发展的深度耦合；在此基础上，从顶层设计、场域重构、评价改革三个维度系统阐述了机制创新的实践路径。

参考文献

[1] 汤璇芷. 大思政格局下高校三位一体协同育人机制的研究 [J]. 湖北开放职业学院学报, 2023, 36(12): 102-104.

[2] 白弋枫. 高校学生社团协同育人的价值旨归与实践进路 [J]. 湖北开放职业学院学报, 2025, 38(06): 42-43+49.

[3] 郑晓榄. 政、校、企协同育人过程中辅导员实践性作用和提升路径分析 [J]. 现代职业教育, 2024, (28): 33-36.

[4] 李艳霞. 政产学研用协同育人机制研究与实践 [M]. 中国政法大学出版社: 202409.257.

[5] 孟雷, 朱浩瑜. 协同育人机制下校企资源共享对高校毕业生就业的影响 [J]. 佳木斯职业学院学报, 2024, 40(08): 67-69.

[6] 潘伟, 熊华, 张广峰, 饶瑜. 构建高校课程思政协同育人机制的三个维度 [J]. 江西电力职业技术学院学报, 2024, 37(08): 44-46.

[7] 邝海. OBE理念下应用型高校产教融合平台协同育人机制研究 [J]. 机械职业教育, 2024, (08): 1-6.

[8] 邱爽, 张宇欣. 协同育人视域下探索高校大学生就业机制创新 [J]. 商讯, 2024, (16): 183-186.

[9] 齐丹, 钟宁, 王涵. 高校“教师、辅导员、家长”协同育人机制建设研究 [J]. 长春理工大学学报(社会科学版), 2024, 37(04): 152-155+168.

[10] 罗文英, 陈思. 协同育人视角下高校课程思政建设的优化路径研究 [M]. 湖南大学出版社: 202404.209

智能制造背景下汽车行业物流供应链数字化转型路径研究

包伟伟, 董方岐

中汽智造科技(天津)有限公司, 天津 300300

DOI: 10.61369/TACS.2025140030

摘 要 : 伴随着数字技术同制造业的深度融合发展, 智能制造成了引领制造业高质量发展的主要动力, 促使各个行业的产业结构发生重组, 运营方式发生转变。汽车行业也随之发生全方位的产业变革, 而物流供应链作为重要经营环节, 其数字化转型也成为企业提升核心竞争力、适应产业发展的一种必然趋势。本文以智能制造发展趋势为依托, 分析汽车企业物流供应链数字化转型的时代动因和价值, 研究智能制造给汽车物流供应链带来的渗透方式及变革需求, 最后给出切实可行的数字化转型路径, 为汽车企业的物流供应链数字化转型提供思路指导, 促进汽车行业的高质量发展。

关 键 词 : 智能制造; 汽车行业; 物流供应链; 数字化转型; 转型路径

Research on the Digital Transformation Path of Logistics Supply Chain in the Automotive Industry Under the Background of Intelligent Manufacturing

Bao Weiwei, Dong Fangqi

China Automotive Intelligent Manufacturing Technology (Tianjin) Co., Ltd., Tianjin 300300

Abstract : With the in-depth integration and development of digital technology and manufacturing industry, intelligent manufacturing has become the core driving force leading the high-quality development of the manufacturing industry, prompting the restructuring of industrial structures and the transformation of operational models across various sectors. The automotive industry has consequently undergone comprehensive industrial changes, and as a crucial operational link, the digital transformation of the logistics supply chain has become an inevitable trend for enterprises to enhance core competitiveness and adapt to industrial development. Based on the development trend of intelligent manufacturing, this paper analyzes the era-driven motivations and values of the digital transformation of logistics supply chains in automotive enterprises, explores the penetration methods and transformation demands that intelligent manufacturing brings to the automotive logistics supply chain, and finally proposes practical digital transformation paths. It aims to provide ideological guidance for the digital transformation of logistics supply chains in automotive enterprises and promote the high-quality development of the automotive industry.

Keywords : intelligent manufacturing; automotive industry; logistics supply chain; digital transformation; transformation path

在智能制造背景下, 传统汽车物流供应链存在着信息不通畅、协同不到位、效率低等问题, 已经不能满足汽车产业向智能化、柔性化、绿色化转型的需求^[1]。数字化转型是摆脱传统物流供应链困境、提高物流效率、实现物流提质增效的重要途径, 也是汽车企业面对市场竞争、实现可持续发展的必然选择。

一、智能制造背景下汽车物流供应链转型的时代动因与核心价值

(一) 时代动因: 产业变革与发展需求的双重驱动

随着智能制造的全面铺开, 为汽车物流供应链的数字化转型赋予了关键的技术支撑和成长良机, 而且产业变革以及市场需求

的改变, 也对物流供应链提出了更为严格的要求, 双重推动之下, 汽车物流供应链数字化转型成了必然走向^[2]。从产业发展角度看, 汽车产业正朝着电动化、智能化、网联化的方向发展, 产品更新换代的速度不断加快, 生产方式由原来的线性物流供应链向柔性化、定制化转变, 传统的线性物流供应链已经不能满足多品种、小批量的生产需求, 需要依靠数字化转型来达到流程优化和

效率提高的目的。从市场环境来讲，市场竞争日趋激烈，消费者的需求变得越来越多样化、个性化，对汽车的交付时间以及服务质量提出了更高的要求，这就需要汽车物流供应链能够及时应对市场的变动，实现供需精准对接^[3]。

（二）核心价值：提质增效与价值重构的双向赋能

汽车企业物流供应链数字化转型能够破解传统物流供应链遇到的各种难题，改善物流供应链的运作速度和成本状况，还能推动物流供应链的价值重构，为公司赋予新的竞争优势，实现提质增效与价值再造的目标^[4]。从效率上来说，数字化转型可以使物流供应链各个环节的信息实时共享和高效流转，从而减少因信息不对称造成的流程冗余、等待时间过长等问题，改善作业流程，提高物流运转效率，确保物料供应、生产配送、终端交付等环节的高效协同。从成本控制角度出发，利用数字化手段对物流供应链各个环节进行精确控制，优化库存管理、路径安排、资源调配等，减少库存积压、运输损耗，削减人力、物力、财力成本，提高企业的盈利水平。从价值重构的角度来说，数字化转型可以促使汽车物流供应链由原来的单一物流服务转向综合供应链服务，延长服务链条，整合上下游资源，创建起协同共生的供应链生态，既可以满足企业自身运营的需求，也能给上下游合作伙伴带来增值服务，从而提高整个供应链的价值^[5]。

二、智能制造对汽车物流供应链的渗透维度与变革要求

（一）渗透维度：全流程覆盖与多层面赋能

智能制造对汽车物流供应链的渗透不是单个环节的改变，而是贯穿整个物流供应链全过程，包括从上游的原材料供应、零部件采购，到中游的生产配送、库存管理，再到下游的终端销售、售后物流。数字化和智能化技术使采购物流由原来的被动响应转变为现在的主动预判，使采购物流由原来的被动响应变成现在的主动预判，保证了采购物料的及时供应和准确匹配^[6]。从生产物流角度来讲，数字化技术同生产流程深度交融，实现生产物料精确配送，生产节拍协同匹配，生产物流与生产流程完美对接，符合柔性生产和定制化生产的需要，提高生产效率和生产品质。从销售物流角度来讲，可实现终端需求的即时感知、订单的快速处理以及配送路径的优化，从而提高终端交付的及时性以及客户的满意度，促使销售物流由批量配送向精准配送迈进。从售后物流角度来讲，数字化转型使得售后备件得以精确掌控，配送路线得以改善，服务流程得以标准化，从而加快了售后响应的速度，改善了售后服务的质量，增强了客户的黏性。

（二）变革要求：协同化、智能化与柔性化并重

智能制造深入发展给汽车物流供应链的运行方式、管理模式提出新的要求，主要是协同化、智能化、柔性化三个方面。

协同化是指打破传统物流供应链各个环节、各个主体之间的信息壁垒，使上下游企业、各个业务环节之间高效协同，形成协同共生的供应链生态。这不仅需要构建统一的协同平台，还要建立信息协同机制，促使供应链各个主体共同发力，以实现信息即

时共享和资源有效整合。

智能化是指汽车物流供应链所有的作业环节都用上数字化、智能化的技术手段，实现作业流程的自动化以及管理决策的智能化，用机器和数据来代替人的操作和经验判断，提高运营效率和管理水平。各环节借助人工智能技术达成业务精准预测和持续优化，促使物流供应链由原来的粗放型经营转变为现在的精细化、智能化经营^[7]。

柔性化是指汽车物流供应链要对市场变化和客户需求的波动做出快速反应，具有较强的灵活性，能够适应汽车产业柔性化、定制化的生产方式以及多样化、个性化的市场需求。这就需要物流供应链根据生产计划、市场需求的变化，对物流方案进行快速调整，对资源配置进行优化，以达到供需动态平衡的目的^[8]。

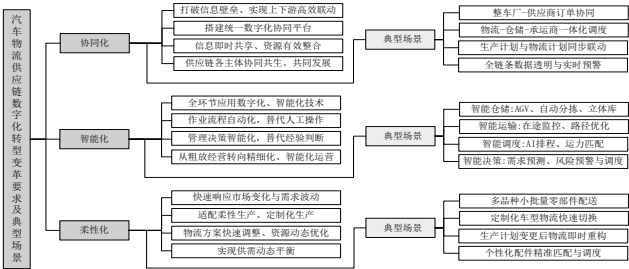


图1 汽车物流供应链数字化转型变革要求与典型场景图谱

三、智能制造背景下汽车企业物流供应链数字化转型的核心路径

（一）构建数字化协同平台，打破全链路信息壁垒

构建数字化协同平台属于汽车企业物流供应链数字化转型的基础，也是冲破全链路信息壁垒，达成各个环节高效协同的重要途径^[9]。汽车企业要根据自身的发展需要，整合上下游资源，创建起统一的数字化协同平台，达成供应链各个环节、各个主体之间信息的即时共享、数据的互通互联。平台应该包含采购、生产、物流、销售、售后等各个环节的信息，把需求信息、库存信息、配送信息、供应商信息等各种数据资源整合起来，消除信息孤岛现象，保证各个环节之间信息传递的高效和准确。借助数字化协同平台，实现采购需求同供应商的精准对接，优化采购流程，保证物料及时供应，实现生产计划同物流配送的协同契合，保证生产物料精准配送到各个工位，改善终端交付时效，实现上下游企业间的协同沟通，及时解决供应链运营过程中出现的问题，加强供应链协同效能。

（二）强化技术赋能，实现供应链各环节智能化升级

技术赋能是汽车企业物流供应链数字化转型的主要动力，汽车企业应该集中精力于物流供应链各个环节的智能化升级，积极引进并使用数字化、智能化技术，从而推动各个环节的智能化升级。在仓储环节上，推广使用自动化仓储设备，对货物进行自动的入库、出库、分拣、盘点等工作，从而提高仓储效率，降低人为操作造成的误差；采用库存管理系统对库存进行实时监控、准确预测和动态优化，减少库存积压和缺货现象的发生，提高库存管理水平。在运输环节，用智能运输管理技术对运输车辆进行实

时监测，动态调整运输路线，提高运输效率，降低运输成本；用物联网技术对货物进行全程跟踪，确保货物运输安全可控。在生产物流环节，采用智能配送设备，对生产物料进行精准配送、按需配送，对接生产节拍，提高生产物流效率；利用数字化手段实现生产物流和生产流程的无缝对接，满足柔性生产的需要。在决策环节，采用大数据、人工智能技术，对供应链各个环节的数据进行分析挖掘，实现需求预测、风险预警、库存优化、路径规划等决策的科学化、精准化，提高供应链管理的智能化水平^[10]。

（三）优化协同机制，推动供应链生态深度融合

优化协同机制，推进供应链生态深度融合发展，是汽车行业物流供应链数字化转型的主要途径，也是提高供应链整体竞争力的有效方式。汽车企业要突破传统的供应链管理范式，树立协同发展的理念，加强同上下游企业、物流服务方、金融机构等各类主体的合作，创建起协同共生、互利共赢的供应链生态系统。就协同机制的建立而言，建立信息共享机制、协同决策机制、利益分配机制以及风险共担机制，从而保证各个主体之间能够协同工作并且权责分明。借助信息共享机制，实现各个主体之间信息即时交流，从而提高供应链的透明度和协同水平，依靠协同决策机制，整合各个主体的资源与优势，共同应对市场变动及运营风险，实现供应链决策的科学化、高效化，凭借利益分配机制，兼顾各个主体的利益要求，调动各个主体参与供应链协同的积极性，通过风险共担机制，明晰各个主体的风险责任，合力应对供应链运营过程中出现的各种风险。

（四）推进体系化建设，完善数字化转型支撑体系

物流供应链数字化转型是一项系统工程，要依靠完善的支撑体系来保证。在组织体系建设上，创建或明确数字化转型统筹管理部门，确定各部门的职责分工，协调推进数字化转型的各项事务，改善企业组织架构，打破部门间的壁垒，实现各个部门的协同配合，为数字化转型赋予组织支撑。在人才体系建设上，重视数字化人才的引进和培养，组建一支拥有数字化素养、专业能力

强的复合型人才队伍，包含技术研发、运营管理、数据分析和人工智能等各个领域的人才，为数字化转型赋予人才支撑，加强员工数字化培训，提升全体员工的数字化意识和操作水平，将数字化理念渗透到企业经营的方方面面。从安全体系建设上来说，加强数据安全治理，健全数据安全管理制度，防止数据泄露、篡改等风险；加强技术安全保障，提高数字化系统稳定性、安全性，保证供应链各个环节的正常运转。就制度体系建设而言，建立好数字化转型相关管理制度、标准规范，确定转型目标、推进步骤和考核评价机制，规范数字化转型工作，保证转型工作有序开展、取得实效。

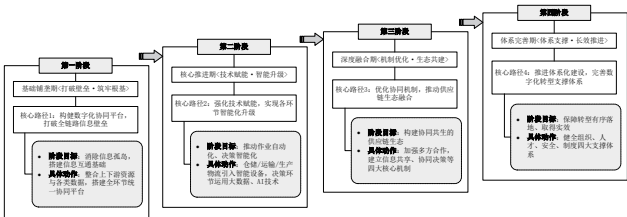


图2 智能制造背景下汽车企业物流供应链数字化转型路径

四、结语

智能制造背景之下，汽车行业物流供应链数字化转型是适应产业变革、应对市场竞争的必然选择，也是汽车企业高质量发展的必由之路。汽车行业物流供应链数字化转型不是一朝一夕完成的，是长期推进、不断完善的。汽车企业在转型过程中要立足自身发展实际，按照产业发展规律，积极吸收先进的转型经验，不断改进转型路径，破解转型过程中的各种难题。依靠数字化转型来促使汽车物流供应链达到提质增效、价值重塑的目的，进而加强企业核心竞争力，助力汽车行业朝着智能化、绿色化、高质量的方向前进。

参考文献

- [1] 宋修凤. 供应链视角下新能源汽车企业成本管理策略研究 [J]. 现代营销, 2024, (04): 91-93.
- [2] 马云洁, 董升, 呼格吉勒, 等. 我国新能源汽车供应链标准化建设现状分析与对策研究 [J]. 中国标准化, 2025, (03): 84-87.
- [3] 方刚, 沈方云. 基于微创新的新能源汽车供应链生态系统演化动力研究 [J]. 科技和产业, 2025, 26(01): 114-126.
- [4] 周坤. 供应链导向的汽车行业物流运作模式研究 [D]. 南京理工大学, 2023.
- [5] 章登鹏. 汽车企业以用户需求为导向的物流数智化升级实践 [J]. 物流技术与应用, 2024, 29(07): 74-78.
- [6] 谈梦. 汽车物流企业从数字化向智能化转型路径研究 [J]. 汽车测试报告, 2023, (22): 13-15.
- [7] 汪嵘明. 基于绿色物流新能源汽车在物流企业中的应用研究 [J]. 中国物流与采购, 2022, (16): 77-78.
- [8] 智能制造时代, 汽车线束企业仓储物流如何转型升级 [J]. 汽车电器, 2021, (06): 8-9.
- [9] 崔寒光, 高瑞岩. 基于供应链管理的我国汽车行业物流管理优化研究 [J]. 中国储运, 2023, (02): 123-125
- [10] 金兆阳, 杨佳奕, 简捷. 汽车物流供应链的应急响应及发展趋势 [J]. 汽车与配件, 2022, (08): 63-65.

新形势下高职院校安全教育效能的研究与实践 ——以广西水利电力职业技术学院为例

谭程，梁洸强

广西水利电力职业技术学院，广西 南宁 530023

DOI: 10.61369/TACS.2025140037

摘 要： 围绕新形势下高职院校安全教育高质量发展要求，结合广西水利电力职业技术学院（以下简称“广西水电职院”）基建、实训等特色安全场景，探索安全教育效能核心瓶颈、提升路径与实践范式，提出“认知－机制－实践－文化－队伍”五位一体提升框架。结合该校机电类专业、基建施工等案例，论证效能提升机制，形成可复制的实践方案，为同类院校安全教育提质增效提供参考。

关 键 词： 高职院校；安全教育效能；实践路径；安全管理

Research and Practice on the Effectiveness of Safety Education in Higher Vocational Colleges Under the New Situation—A Case Study of Guangxi Water Resources and Electric Power Vocational College

Tan Cheng, Liang Guangqiang

Guangxi College of Water Resources and Electric Power, Nanning, Guangxi 530023

Abstract： Centering on the requirements for the high-quality development of safety education in higher vocational colleges under the new situation, and combining the characteristic safety scenarios such as infrastructure construction and practical training of Guangxi Water Resources and Electric Power Vocational College (hereinafter referred to as "Guangxi Water Conservancy and Electric Power Vocational College"), this paper explores the core bottlenecks, improvement paths and practical paradigms of safety education effectiveness, and proposes a "cognition-mechanism-practice-culture-team" five-in-one improvement framework. Taking the cases of mechanical and electrical majors and infrastructure construction in the college as examples, the mechanism for improving effectiveness is demonstrated, and a replicable practical plan is formed to provide reference for similar colleges to improve the quality and efficiency of safety education.

Keywords： higher vocational colleges; safety education effectiveness; practical paths; safety management

引言

教育部等部门《关于加快构建高校思想政治工作体系的意见》及《“十四五”全国安全生产规划》，均明确要求强化校园安全教育与管理。^[1] 高职院校以技术技能人才培养为核心，学生高频参与高危实训、基建实习，安全教育效能直接关乎学生人身安全、校园稳定及从业安全。广西水电职院聚焦水利电力特色，开设机电一体化、水利水电建筑工程等专业，实训实践安全风险突出，对安全教育针对性、实效性要求更高。

当前，高职院校安全教育研究存在范式固化、方法单一等问题，多聚焦通用安全知识，忽视专业与行业适配性。^[2] 该校虽探索“专业+安全”融合模式，但仍面临非传统安全认知不足、实训安全考核不完善等瓶颈。本文以广西水电职院为案例，分析核心制约因素，构建提升路径与实践范式，为同类院校提供借鉴。

一、高职院校安全教育效能的核心内涵与研究现状

（一）核心内涵

新形势下高职院校安全教育效能，是安全教育活动效率与效

果的有机统一，核心涵盖认知（安全意识与认知深度）、能力（操作、辨识与应急能力）、实践（体系落地与文化浸润）三个维度。对于行业特色院校，还需突出专业适配性，确保教育内容契合行业安全标准与岗位需求。^[3]

项目信息：2020年新形势下高职院校安全教育效能的研究与实践——以广西水利电力职业技术学院机电类专业为例（2020yb22）。

作者简介：

谭程（1986—），男，壮族，广西平果，工学学士，讲师/工程师，研究方向：机电设备安装及安全管理。

梁洸强（1990—），男，汉族，广西梧州，工学学生，高级实验师/工程师，研究方向：机电实训安全教育。

（二）研究现状

国内学界已开展高职院校安全教育效能相关研究，李律等强调教育针对性与实效性，田虎提出突破传统范式，王浩、刘敏等聚焦行业特色院校探索融合路径。但现有研究仍存在范式固化、方法单一、行业适配性不足等问题，缺乏系统性解构与实证支撑。本文结合广西水电职院案例，构建适配行业特色院校的效能提升体系。

二、新形势下高职院校安全教育效能的核心瓶颈——以广西水电职院为例

结合广西水电职院实践，当前高职院校安全教育效能提升面临四大核心瓶颈：一是研究范式固化，忽视学生需求与行业特色，课程内容与专业实训、从业需求脱节，多元主体参与不足；二是研究方法单一，以文献、调查为主，缺乏跨学科与实证分析，非传统安全领域研究薄弱；三是主体认知偏差，校、生、企协同育人机制不完善，部分学生安全意识淡薄，企业安全资源未充分融入；四是考核机制不健全，重理论轻实践，缺乏动态性与差异化，实践平台与安全文化支撑不足。调研显示，该校约30%学生实训中存在违规操作，前期末闭卷考核难以反映实际教育效能。^[4]

三、新形势下高职院校安全教育效能的提升路径

（一）革新研究范式，构建特色化多元研究框架

突破传统范式，构建“行业特色+多元主体+跨学科”研究框架。广西水电职院组建校地企研究团队，聚焦水利电力特色安全领域开展专项研究，形成《水利电力类专业实训安全规范》等成果；建立安全生产教育研究理事会，吸纳企业专家参与；融合多学科理论，采用实证方法开展效能评估。

（二）优化认知体系，树立全维度安全理念

构建“传统安全+非传统安全+专业安全”一体化认知体系。强化消防安全、实训安全等传统教育，每年开展不少于4次应急演练；开设网络信息安全、反诈等非传统安全课程；结合专业特色，针对性开展触电防护、高空作业安全等教育，提升专业安全认知。^[5]

（三）完善考核机制，建立三位一体考核体系

建立“理论（40%）+实践（60%）+动态”考核体系，理论考核采用线上答题，实践考核侧重现场操作；按专业设置差异化考核标准，机电类聚焦设备操作与触电应急，水利类侧重高空作业与溺水救援；建立学生安全档案，考核结果与评优、实训成绩挂钩。^[6]

（四）创新教育模式，构建协同育人体系

打造“线上+线下”融合课堂，建设安全教育线上平台，线下开展情景模拟演练；升级实训基地，新增触电急救、高空作业等模拟设备，开发VR虚拟实训课程；与广西水利电力集团等企业共建实训基地，邀请企业专家开展实践教学。^[7]

（五）培育安全文化，营造浸润式氛围

构建“物质+制度+精神”安全文化体系，在校园重点区域设置安全警示与文化长廊；完善《校园安全管理办法》等制度；

每年举办安全文化节，开展知识竞赛、演讲比赛等活动，培育“上善若水，安全笃行”文化理念。^[8]

四、广西水电职院安全教育效能提升的实践案例

（一）案例背景

广西水电职院是一所水利电力为特色的全日制高职院校，开设机电一体化技术、水利水电建筑工程、供用电技术等30余个专业，现有全日制在校生1.2万余人。^[9]学校建有机电实训中心、水利实训基地、电力实训基地等10余个实训场所，每年组织学生开展实训实习、基建现场实践等活动，安全风险较高。2020年以来，学校以“提升安全教育效能”为核心，结合水利电力行业特色，开展安全教育改革实践，构建了“认知-机制-实践-文化-队伍”五位一体的提升体系，取得了显著成效。

（二）实践举措

1. 构建特色化安全教育内容体系

结合水利电力行业特色与专业需求，构建“通用安全+专业安全+行业安全”三位一体的安全教育内容体系。通用安全模块涵盖消防安全、交通安全、人身安全等基础内容；专业安全模块针对不同专业设置差异化内容，如机电类专业重点讲解触电防护、设备操作安全等，水利类专业重点讲解高空作业安全、水下作业安全等；行业安全模块引入水利电力行业安全标准、岗位安全需求等内容，邀请企业专家参与课程设计，确保内容的针对性与实用性。同时，加强非传统安全内容的融入，开设网络信息安全、校园反诈安全等课程，提升学生的非传统安全防范意识。^[10]

2. 打造“场景化+沉浸式”安全教育模式

依托学校实训基地与企业资源，打造“场景化+沉浸式”安全教育模式。在机电实训中心设置触电急救模拟场景、设备操作安全模拟场景，让学生在模拟环境中进行安全操作训练；在水利实训基地搭建高空作业安全模拟平台、溺水应急救援模拟场景，提升学生的高空作业安全技能与应急处置能力。与广西水利电力集团合作，共建基建施工安全实训基地，组织学生到基建施工现场开展实践学习，由企业安全专家现场指导，让学生在真实场景中感受安全风险，掌握安全操作技能。此外，利用VR技术打造虚拟安全实训场景，开发触电急救、火灾逃生等VR安全实训课程，让学生在沉浸式体验中提升安全技能。

3. 建立多元化安全教育考核机制

建立“理论+实践+动态”多元化安全教育考核机制，全面评估学生的安全素养与实践能力。理论考核采用线上答题形式，考查学生对安全知识的掌握情况；实践考核采用现场操作、情景模拟等形式，考查学生的安全操作技能与应急处置能力；动态考核结合学生日常安全表现、实训安全操作情况、安全演练参与情况等，建立学生安全档案，将考核结果与学生评优评先、实训成绩挂钩。针对不同专业设置差异化考核标准，如机电类专业重点考核实训设备操作安全、触电应急处置等内容，水利类专业重点考核高空作业安全、溺水应急救援等内容，确保考核的针对性与合理性。

4. 培育特色化校园安全文化

结合水利电力行业特色,培育“上善若水,安全笃行”的校园安全文化理念,将安全文化融入校园建设的各个环节。建设安全文化长廊,展示水利电力行业安全案例、安全操作规范等内容;在实训基地、基建施工现场设置安全文化宣传栏,张贴安全警示标语与安全文化海报;每年举办安全文化节,开展安全知识竞赛、安全演讲比赛、安全案例分析大赛等活动,营造浓厚的安全文化氛围。此外,开展“安全文明班级”“安全文明学生”评选活动,发挥榜样示范作用,引导学生养成良好的安全行为习惯。

5. 建强专业化安全教育工作队伍

构建“专业教师+兼职教师+企业专家”三位一体的双师型教学团队。选拔优秀教师参加安全管理培训、行业安全培训等,提升教师的安全专业素养;邀请学校保卫处、基建处等部门的安全管理人员担任兼职教师,开展实践教学;与企业合作,邀请企业安全技术骨干、安全负责人担任企业导师,参与安全教育教学与实训指导。建立安全教育教师培养机制,鼓励教师开展安全教育研究,申报安全相关课题,提升教师的教学水平与研究能力。目前,学校安全教育工作队伍中,具有安全工程师、注册安全师等职业资格证书的教师占比达60%,企业导师占比达30%,形成了一支专业化、多元化的安全教育工作队伍。

(三) 实践成效

通过一系列实践举措,广西水电职院安全教育效能得到显著提升。一是学生安全素养明显提升,学生安全意识、安全操作技能与应急处置能力显著增强,调研显示,学生安全知识知晓率从改革前的75%提升至95%,安全操作规范率从68%提升至92%,近三年未发生重大校园安全事故,实训实习安全事故发生率下降83.64%。二是安全教育体系不断完善,形成了具有水利电力特色的安全教育内容体系、教学模式与考核机制,编写了《水利电力类专业实训安全规范》《基建现场实习安全指南》等5部特色教材,开发了10余门线上安全教育课程,建成了3个特色化安全实训基地。三是校园安全文化氛围日益浓厚,“上善若水,安全笃行”的安全文化理念深入人心,学生安全行为习惯逐渐养成,校园安全文明程度显著提升。四是校企协同育人成效显著,与企业共建的安全实训基地成为自治区级产教融合实训基地,培养了一批适应水利电力行业需求的高素质技术技能人才,得到企业与行

业的高度认可。学校安全教育实践经验先后在全区高职院校安全工作会议上交流推广,为同类院校安全教育提质增效提供了示范参考。

五、结语与展望

(一) 结语

新形势下高职院校安全教育效能的提升是一项系统工程,面临研究范式固化、主体认知偏差、考核机制不健全等核心瓶颈。本文以广西水电职院为案例,提出了“认知-机制-实践-文化-队伍”五位一体的提升路径,通过革新研究范式、优化认知体系、完善考核机制、创新教育模式、培育安全文化、建强工作队伍等举措,构建了适配行业特色型高职院校的安全教育效能提升体系。实践表明,该体系能够有效提升高职院校安全教育的针对性与实效性,增强学生的安全素养与实践能力,为校园稳定与人才培养提供有力保障。

行业特色型高职院校在安全教育实践中,应结合自身专业特色与行业安全需求,构建特色化的安全教育体系,强化校企协同育人,发挥行业资源优势,提升安全教育的行业适配性。同时,应注重多元主体协同发力,完善考核机制与保障体系,营造浓厚的安全文化氛围,推动安全教育常态化、规范化、特色化发展。

(二) 展望

随着人工智能、大数据等新技术的发展与高职教育改革的不断深化,高职院校安全教育效能提升面临新的机遇与挑战。未来,应进一步加强新技术在安全教育中的应用,利用人工智能、大数据等技术构建智能化安全实训平台,开发个性化安全教育课程,实现安全教育的精准化与智能化;加强跨院校、跨区域合作,建立安全教育资源共享机制,促进安全教育经验的交流与推广;深化校企协同育人,推动安全教育与行业安全标准、岗位安全需求的深度融合,培养更多适应行业发展需求的高素质安全技术技能人才。

广西水电职院将继续以水利电力行业特色为依托,不断优化安全教育体系,创新安全教育模式,提升安全教育效能,努力打造全国水利电力类高职院校安全教育示范标杆,为高职院校安全教育高质量发展贡献更多实践经验与智慧。

参考文献

- [1] 教育部等部门. 关于加快构建高校思想政治工作体系的意见 [EB/OL]. (2020-04-20) [2025-01-15]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A12/s7060/202004/t20200421_443132.html.
- [2] 国务院. “十四五”全国安全生产规划 [EB/OL]. (2021-11-01) [2025-01-15]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-11/09/content_5649274.htm.
- [3] 田虎. 论学校安全教育效能改进的范式与策略 [J]. 教育与管理, 2015(31): 45-48.
- [4] 张婷凯. 新形势下高职院校学生安全意识的现状及安全教育对策 [J]. 创新创业理论与实践, 2020(3): 112-113.
- [5] 李律. 增强高校安全稳定工作效能的实践探索 [J]. 重庆科技学院学报(社会科学版), 2014(11): 168-170.
- [6] 陈万柏, 张耀灿. 思想政治教育学原理(第三版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2015: 173-175.
- [7] 罗云. 员工安全行为管理 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2012: 7-9.
- [8] 王浩. 建筑类高职院校实训安全教育融合路径研究 [J]. 职业技术教育, 2021(26): 56-59.
- [9] 刘敏. 水利类高职院校安全教育特色路径构建 [J]. 水利职业技术教育, 2022(2): 34-37.
- [10] 原彦飞. 大学生安全教育(第三版) [M]. 北京: 国防工业出版社, 2016: 23-25.

基于物联网的智能配电系统研究

朱娜芬

广州华立科技职业学院，广东 广州 511325

DOI: 10.61369/TACS.2025140038

摘 要： 随着我国经济的快速发展和用电需求的持续增长，传统配电网在面对日益复杂的用电需求和新能源大规模接入时，暴露出监测手段落后、故障响应迟缓、运维成本高昂等诸多挑战。物联网技术的快速发展为配电网智能化转型提供了新的技术路径。

关 键 词： 智能配电；智能传感器；人工智能；物联网

Research on Intelligent Power Distribution System Based on the Internet of Things

Zhu Nafen

Guangzhou Huali Science and Technology Vocational College Zengcheng District, Guangzhou, Guangdong 511325

Abstract： With China's rapid economic development and continuous growth in electricity demand, traditional distribution networks face numerous challenges in meeting increasingly complex power demands and integrating large-scale new energy sources. The lag in monitoring methods, slow fault response, and high operational costs have become apparent. The rapid development of Internet of Things (IoT) technology offers a new technological path for the intelligent transformation of distribution networks.

Keywords： smart distribution; smart sensors; artificial intelligence; internet of things

引言

配电网是国民经济和社会发展的重要公共基础设施，承担着电能的分配和用户供电的关键功能，其运行效率和可靠性直接影响国民经济发展和人民生活质量。近年来，我国配电网建设投入不断加大，配电网发展取得显著成效。中心城市（区）智能化建设和应用水平大幅提高，供电可靠率达到99.99%，用户年均停电时间不超过1小时，供电质量达到国际先进水平；城镇地区供电能力及供电安全水平显著提升，供电可靠率达到99.88%以上。

随着先进的传感量测技术、信息通信技术、分析决策技术、自动控制技术和能源电力技术与电力系统的融合，分布式电源、储能装置、智能电器的快速发展，云计算、大数据、移动终端等现代信息技术的广泛应用，配电系统将会成为电力、能源、信息服务的综合技术平台，智能化配电网也将成为今后的发展趋势。

智能配电网通过在配电系统中部署大量物联网传感器和智能终端，构建覆盖配电变压器、配电线路、高低压开关柜等核心节点的感知网络，实现对配电系统运行状态的全面感知和实时监控。同时，结合5G、边缘计算、人工智能等先进技术，智能配电系统能够实现故障的快速定位、负荷的精准预测和资源的优化调度，可显著提升供电可靠性和运维效率。

一、研究意义

智能配电系统是智能配电网的关键环节，通过集成现代信息技术、通信技术和自动化控制技术，可实现对配电网的智能化管理与高效运行。

随着分布式太阳能光伏、风电等新能源的快速发展，智能配电网需具备更强的灵活性和适应性，以实现分布式能源的实时监测、精准调度和高效消纳，确保电网安全稳定运行^[1]。利用物联

网、大数据、人工智能等技术，实现设备状态实时监测、故障智能诊断与自愈控制，提高运维效率和供电可靠性。国家出台多项政策支持智能配电网建设，如《配电网高质量发展行动实施方案（2024-2027年）》等，推动电网企业加大投资，提升智能化水平。

二、研究的可行性分析

通过本项目的研究，与电力企业、智能配电设备厂商开展合

作,共同开发课程、共建实训基地等,可实现人才培养与企业需求的紧密对接。培养更多具备智能配电技术应用能力的人才,如智能配电运维工程师、电力系统自动化技术员等,提高学生的就业竞争力。

三、研究方案

(一) 研究内容

全球双碳背景下,我国正在构建新型电力系统。为提供清洁能源接入、响应电网削峰填谷、推进负荷自控管理。考虑传统配电系统监控滞后、运维低效等问题。本研究为构建一套基于物联网的智能配电系统,以协助电网实施精准需求响应,保障有序稳定供电,并使客户获得长期收益。

本研究的主要内容为:

1. 设计具有多层次物联网感知架构的智能配电系统,实现对配电设备运行状态的全面感知和精准监测^[2]。
2. 构建高效可靠的通信传输网络,满足配电系统对数据采集的实时性、可靠性的要求,实现配电数据的实时分析和智能决策。
3. 探索配电物联网系统的安全防护机制,保障系统运行安全。

(二) 智能配电系统物联网架构设计

1. 总体架构介绍

基于物联网的智能配电系统架构采用分层分布式设计理念,遵循“感知-网络-平台-应用”的技术路线,构建了一个层次分明、功能协同的整体架构。该架构充分考虑了配电系统的复杂性和实时性要求,通过多层次的技术融合,实现对配电系统运行状态的全面感知、可靠传输、智能处理和协同控制^[3]。

(1) 感知层作为系统的基础,负责采集配电系统各类设备的运行参数。该层部署了大量高精度物联网终端,包括智能电流传感器、智能电压传感器、温湿度监测模块、局部放电检测器、弧光监测、光纤测温、烟雾报警和振动传感器等。

覆盖了主要的配电一次设备,如:配电变压器、高压配电柜、低压开关柜、配电箱、配电主母线、配电主电缆等核心设备。传感器采用的是标准化接口设计,支持即插即用,并能实现毫秒级数据采集和高精度的测量。电流、电压、电能测量精度等级可达0.5s级、功率测量精度等级可达1级。

(2) 网络层的作用是将感知层感受到的信息无障碍、高可靠性、高安全性地传递,这就要依靠传感器网络、移动通信网络和互联网技术的相互配合。

采用“有线+无线”的集中采集通信架构。骨干网采用工业级光纤通信,确保核心数据传输的高可靠性;接入网针对不同场景采用差异化技术方案,城区采用5G专网,农村和偏远地区采用LoRa等的LPWAN技术^[4]。

(3) 平台层提供了数据的存储、智能分析等核心服务。采用的是分布式架构设计,支持弹性扩展,能够处理配电终端的并发接入。云平台集成了AI算法,包括故障诊断模型、负荷预测算法、设备寿命评估等,实现了配电系统的智能化管理。

平台层还具有能耗管理、资产管理(电力监控和环境监控)、故障管理、远程控制等功能。并在实现本区域管理的同时还能与云端平台进行交互,从而达到远程控制和云端同步的应用以满足不同用户多样性的需求。

(4) 应用层是由应用支撑平台子层和应用服务平台子层组成,应用支撑平台子层用于支撑跨系统、跨平台、跨应用信息的协同、共享和互通;应用服务平台子层可实现针对电网的运营业务,如智能运维、电度结算、配电自动化等;且可提供一些用户的业务,如电动汽车智能充电;还能提供综合能源的运营业务,如能源的协调规划、储能市场等。

2. 感知层技术介绍

感知层是智能配电系统的“感官”,其技术架构设计直接影响着整个配电系统的监测精度和可靠性。根据配电设备的分布特点和监测需求,感知层采用了分层分区的部署策略,确保监测的全面性和有效性^[5]。

(1) 在变压器监测方面,部署了众多监测终端,集成了电流、电压、温度、湿度、振动等多种传感器。其中,电流传感器采用了高精度互感器,能够实时监测变压器负荷变化;温度传感器采用智能光纤传感技术,可同时监测变压器的绕组、铁芯和变压器油的温度。振动传感器用于检测变压器机械状态,能够识别变压器铁芯松动、绕组变形等故障前兆。

(2) 在配电线路监测方面,在主母线、主电缆和重要负荷的供电线路上安装智能监测终端。监测参数包括各进线、出线回路的三相电流、电压、零序电流、功率因数、频率等电气参数^[6]。

(3) 在开关柜监测方面,则重点关注开关柜的绝缘状态监测。部署了局部放电检测器、温度传感器、SF6气体检测器等设备。局部放电检测采用超高频检测技术,能及时发现绝缘缺陷;温度监测覆盖主断路器触头和主母线接头等关键部位,测量精度可达 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,可确保各设备在安全温度范围内运行。

(4) 在环境监测方面,考虑到配电设备运行环境的复杂性,部署了环境综合监测装置,其核心部件为环境传感器,它可通过感受规定的被测量件,并按照一定的规律转换成可用信号,对环境目标进行监测并识别环境质量状况。监测参数包括电气设备用房的温度、湿度、风速、有害气体浓度等;对设置有电缆夹层或电缆沟的配电房,还要采集电缆夹层或电缆沟集水坑的液位显示^[7]。这些数据为配电设备状态评估和配电房的环境分析提供了重要依据。

3. 网络层技术介绍

网络层是连接感知层和平台层的桥梁,其网络架构设计必须满足配电系统对实时性、可靠性、安全性的严格要求。根据配电系统的分布特点和业务需求,传输层采用多层次、多技术融合的网络架构。

(1) 骨干传输网络采用光纤通信技术,构建环网或双环网的拓扑结构,确保网络的高可靠性。核心节点间采用10Gbps以上带宽的光纤链路,满足大数据量传输需求。在变电站和配电主站之间,部署了工业级光纤交换机,支持冗余链路和快速切换,故障切换时间小于50ms。

(2) 接入网络根据不同应用场景采用差异化技术方案。在城市核心区域,采用 5G 技术,利用其超低时延、高可靠性的特性,满足配电差动保护、精准负荷控制等对实时性要求极高的业务需求^[8]。在郊区和农村地区,采用 LoRa 等 LPWAN 技术,单基站覆盖半径可达20公里左右,满足大范围、低功耗的监测需求。

4. 平台层架构介绍

平台层是智能配电系统的“大脑”,负责数据的存储和分析。云平台采用的是分布式微服务架构,具有高扩展性、高可靠性和高安全性的特点。

(1) 平台层的服务架构采用微服务设计理念,将复杂的业务系统拆分为多个独立的微服务,包括数据采集服务、数据处理服务、设备管理服务、分析服务、设备告警服务和报表服务等。

(2) AI 算法平台是平台层的核心,其集成了多种人工智能的算法,包括深度学习算法、强化学习算法、机器学习算法等^[9]。

(三) 关键技术研究

1. 多源数据融合技术

多源数据融合是智能配电系统的核心技术之一,其目标是来自不同功能和不同种类的传感器、各种通讯协议、及不同格式的数据进行整合,形成统一、准确、可靠的数据集,为后续的分析 and 决策作好准备。

(1) 多源数据融合的基础是数据标准化技术。由于配电系统中存在大量不同厂商、不同型号的设备,其数据格式和通信协议各不相同,必须通过标准化处理实现数据的互认互通。研究采用映射方法,建立了统一的数据模型,定义了设备类型、测量参数、数据格式等标准规范。通过语义映射技术,将异构数据转换为统一的标准格式,解决了配电系统间的数据兼容性问题。

(2) 多源数据的时间一致性需采用时间同步技术。配电系统中的数据采集往往来自不同部位的各种传感器,由于各传感器间的传输时延、时钟偏差等因素,数据到达时存在时间上的差异。研究采用 IEEE 1588 精密时间协议 (PTP),结合北斗 / GPS 的双模时钟同步技术,实现了全网时间同步精度达到 $\pm 1 \mu s$ ^[10]。

2. 实时故障诊断与预警机制

实时故障诊断与预警机制是智能配电系统的核心功能,其目标是在故障发生前或发生时能及时发现问题,并能快速定位故障位置,为运维人员提供故障的记录情况,并为运维人员提供决策参考,最大限度地减少故障影响范围。

(1) 故障诊断的基础是故障特征提取技术。研究采用多域特征分析方法,从时域、频域等多个角度提取故障特征。时域特征包括电流电压的有效值、峰值、波形畸变率等;频域特征通过傅里叶变换提取谐波分量、频谱特征,提取时变特征。通过特征选择算法,从大量的特征中筛选出最能表征故障的特征子集,提高诊断准确率。可实时捕捉板载和系统报警、SOE、扰动信息和波形,全面监测系统异常快速定位故障、诊断故障原因。

(2) 故障定位技术采用多源信息融合的方法,结合电流行波定位、阻抗定位、拓扑分析等技术,实现故障的精确定位。电流行波定位技术,利用故障产生的行波信号,通过测量行波到达不同测量点的时间差,计算故障位置,定位精度达到50米以内。

阻抗定位技术通过分析故障时的电压电流关系,计算故障点的阻抗,进而确定故障位置^[11]。

(四) 实际应用案例分析

基于物联网的智能配电系统实际效果,下面介绍两个典型的应用场景:

1. 某大型工业园区的进行配电系统智能升级,该园区建有20多栋工业建筑,变压器总装机容量达到 40000kVA。系统部署了200多个智能传感器,覆盖了园区内的配电变压器、高低压开关柜、配电线路等关键设备。通过系统的实时监控和智能分析,实现了园区配电系统的全面感知和智能化管理。

应用效果显示,系统能够实时监测园区内所有配电设备的运行状态,故障预警准确率达到 95% 以上,故障响应时间在5分钟以内。通过智能负荷管理,园区的平均功率因数可达到 0.95 以上,每年可节约电费约100万元。通过预测性维护,设备故障率降低约40%,维护成本降低约35%^[12]。

2. 某城市核心区域的配电网升级改造,该区域包含110kV 变电站2座、10kV 开闭所16座、配电变压器300多台。系统通过5G 网络实现了配电网的全面监控,支持故障的快速定位和自动隔离。

应用效果表明,系统实现了配电网故障的秒级定位,故障停电时间从原来的平均1小时缩短到5分钟以内。通过智能分布式馈线自动化,配电网的供电可靠性达到99.99% 以上。系统还支持配电网的智能重构,在故障情况下能够自动寻找最优的供电路径,最大限度地减少停电范围^[13]。

3. 某国内知名智能配电企业,对采用了智能配电系统的项目进行了数据总结和分析。在采用了智能配电系统后,项目的在线巡检提高效率提高了60%、预警报警快速恢复提高了50%、远程操作安全可靠提高了90%、健康评估维护效率提高了70%。

三、结论与展望

(一) 研究成果总结

本研究为基于物联网的智能配电系统,从架构设计、关键技术、系统集成等方面进行了深入研究。提出了“感知-网络-平台-应用”的四层架构,该架构充分考虑了配电系统的复杂性和实时性要求,通过层次化设计实现了功能的合理分配。

(二) 未来发展方向

基于当前的研究成果和技术发展趋势,未来可从以下几个方面深入探索:

1. 新型储能技术的集成,随着储能技术的快速发展,包括锂离子电池、钠离子电池等多种技术路线日趋成熟。未来的智能配电系统需要更好地集成各类储能设备,通过智能调度实现储能资源的优化利用,支撑高比例新能源的接入和消纳^[14]。

2. 区块链技术应用,区块链技术在配电系统中的应用前景广阔,特别是在分布式能源交易、碳交易、设备资产管理等方面。通过区块链技术,可以建立去中心化的信任机制,实现能源交易的透明化和自动化,推动配电系统向更加开放、共享的方向

发展。

总之，基于物联网的智能配电系统实时监控技术正处于快速发展阶段，随着相关技术的不断成熟和应用场景的持续拓展，该技术在构建新型电力系统、实现“双碳”目标等方面发挥越来越

重要的作用。未来的研究需要在现有基础上，继续深化技术创新，推动产学研用协同发展，为我国电力系统的智能化转型和高质量发展做出更大贡献^[15]。

参考文献

[1]《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022
[2]《配电房智能化电气设计规范》T/GSEE 0012-2024
[3]《物联网智能低压断路器配电技术标准》(T/CECA 20032-2023)
[4]《智能供配电与照明控制》(25D204-2)
[5]徐华. 智能供配电技术应用简析 [J]. 智能建筑电气技术, 2025, 19(03): 1-5
[6]王枫, 周磊, 杨凯. 基于物联网技术的输配电智能监控与管理系统的研究 [J]. 家电维修, 2024(7): 74-76.
[7]段金见. 基于物联网的智能配电台区运行监控技术研究 [D]. 山东理工大学, 2020.
[8]吴恒, 褚伟. 基于物联网技术的智能配电柜系统的研究 [C]// 管理科学与工程学会2016年年会论文集. 2016.DOI:ConferenceArticle/5af29f26c095d716588487a7.
[9]吕超. 配电网综合防误锁控管理系统的设计与实现 [D]. 华南农业大学, 2016.DOI:10.7666/d.D01038110.
[10]王锋, 翟富昌. 基于物联网和云平台的创新型智能配电系统 [J]. 智能建筑电气技术, 2020, 14(1): 4.DOI:CNKI:SUN:ZNDQ.0.2020-01-014.
[11]曾冰倩, 李舒宁, 张震宇. 基于物联网技术的配电网设备智能监测与维护研究 [J]. 光源与照明, 2025(1): 93-95.
[12]刘凯, 游兆阳, 李华伟, 等. 基于物联网技术的配电网智能监控系统 [C]// 中国电力科学研究院有限公司, 国网电投(北京)科技中心,《电子技术应用》杂志社.2017年"电子技术应用"智能电网会议论文集. 国网上海市电力公司浦东供电公司;, 2017: 98-102.
[13]钟剑兵. 基于物联网的可通信可组网智能接触器及其组网系统的设计与研究 [D]. 福州大学, 2020.
[14]钟加勇. 配电物联网智能融合终端云边协同模型及应用研究 [D]. 重庆大学, 2021.
[15]黄道峰. 基于物联网技术的智能配电箱设计 [J]. 电子技术, 2023(8): 388-389.

中职学生肢体冲突预防性管理研究

常家印, 仇发家

山东公路技师学院, 山东 济南 250100

DOI: 10.61369/TACS.2025140039

摘 要 : 中职学生处于青春期, 其成长环境复杂, 肢体冲突呈现夜间高发、宿舍集中的显著特征, 严重威胁校园安全与学生发展。本文运用文献、案例及调研方法, 通过对三所中职学校的聚焦, 界定核心概念, 分析冲突现状、特征与多重成因, 并系统梳理当前预防性管理存在的问题。在此基础上, 结合社会控制等理论, 构建“个体-家庭-学校-社会”全方位预防体系, 提出针对性优化策略, 以期为校园安全管理提供实践参考。

关 键 词 : 中职学生; 肢体冲突; 预防性管理; 校园安全; 宿舍管理

Research on Preventive Management of Physical Conflicts among Secondary Vocational School Students

Chang Jiayin, Qiu Fajia

Shandong Highway Technician College, Jinan, Shandong 250100

Abstract : Secondary vocational students are in adolescence, and their growth environment is complex. Physical conflicts show a significant feature of high incidence at night and in dormitories, which seriously threatens campus safety and student development. This article uses literature, cases and research methods to focus on three secondary vocational schools, to define core concepts analyze the current situation, characteristics and multiple causes of conflicts, and systematically sort out the existing problems in current preventive management. On this basis, combined with social control and other theories a comprehensive preventive system of "individual-family-school-society" is constructed, and targeted optimization strategies are put forward, in order to provide practical reference for campus safety management

Keywords : secondary vocational students; physical conflict; preventive management; campus security; dormitory management

引言

(一) 研究背景

中职学生年龄集中于15至18岁, 正值青春期。这一阶段生理发育迅速与心理成熟度不足并存, 表现为自我约束能力较弱、人际交往技巧欠缺。相较于普通高中学生, 中职学生群体中肢体冲突的发生率显著偏高。调研数据显示, 此类冲突具有鲜明的时空集中性: 夜间22:00至次日凌晨2:00为冲突高发时段; 宿舍区域是冲突的核心发生场所, 占比达68.5%, 远超校园其他区域。这一发现明确了中职校园冲突防控的重点与难点。

肢体冲突不仅可能导致学生身体损伤, 还可能形成不良同伴关系甚至帮派化倾向等一系列衍生问题, 严重干扰校园的和谐稳定。校园安全管理备受社会, 深入开展中职学生肢体冲突预防性管理研究, 精准把握其发生规律与深层成因, 进而构建科学、高效的防控体系, 具有紧迫的现实意义。

(二) 研究意义

1. 理论意义: 本研究聚焦于中职学生这一冲突高发的特殊群体, 紧密结合其寄宿制管理特点与冲突规律, 整合社会控制理论、挫折攻击理论等相关理论成果, 系统分析冲突成因与管理要点, 有助于弥补现有研究对该群体关注相对不足的短板, 进一步丰富职业教育领域校园安全管理及青少年行为矫正的研究内容, 为后续相关研究提供理论借鉴。

2. 实践意义: 研究立足于中职学校管理实际, 致力于构建一套针对性强、可操作的预防性管理体系与策略, 能够为中职学校完善冲突防控机制、精准排查安全隐患提供直接指导, 从源头上减少肢体冲突事件。同时, 引导中职学生树立正确的矛盾化解观念, 提升其情绪管理与人际交往能力, 保障其身心健康发展, 推动职业素养教育与素质教育协同共进。

（三）研究方法与研究思路

1. 研究方法：

文献研究法：系统查阅国内外关于校园安全管理、青少年行为冲突及预防性管理等方面的学术文献、政策文件，梳理理论脉络与研究现状，为本研究奠定坚实的理论基础。

案例分析法：选取若干具代表性的中职学生肢体冲突典型案例，结合预防性管理框架进行深入剖析，揭示冲突成因与管理漏洞，验证所提策略的可行性与针对性。

调研法：对三所中职学校展开实地调研，面向学生、班主任、宿管人员及心理教师共发放问卷800份，回收有效问卷762份（有效率95.3%）；并对103名相关人员进行深度访谈（学生60人，班主任20人，宿管15人，心理教师8人），获取一手数据资料。

2. 研究思路：首先，梳理国内研究现状，明确本研究的切入点；其次，界定核心概念，深入分析中职学生肢体冲突的现状、特征及成因；再次，结合调研与案例，诊断当前预防性管理存在的突出问题；最后，基于相关理论与实践经验，构建系统化的预防性管理体系并提出优化策略，总结结论并展望未来研究方向。

（四）研究创新与不足

1. 研究创新：

视角创新：聚焦于中职学生这一特定群体，紧扣其寄宿制管理背景及“夜间、宿舍高发”的冲突规律进行专项研究，视角更具针对性。

路径创新：提出“个体-家庭-学校-社会”四位一体的全方位预防性管理体系，所提策略紧密结合中职学校管理实际，强调可操作性。

2. 研究不足：

样本范围有限：调研仅选取三所中职学校，样本的代表性有待通过后续扩大调研范围（涵盖不同地区、类型学校）来加强。

效果验证待深化：所提策略尚未经过长期、大范围的实践检验，未来需跟进实践效果评估，持续优化管理体系。

二、相关概念与理论基础

（一）核心概念界定

1. 中职学生：指接受中等职业教育的15-18岁在校生，是肢体冲突的易发高发群体。

2. 肢体冲突：指学生间或学生与校外人员间，因故发生的故意性肢体接触行为，可依后果分为轻微、一般、严重三级。

3. 预防性管理：指多方主体事前主动采取教育、排查、疏导等措施，以消除诱因、化解矛盾的系统性管理活动，核心是“预防为主”。

（二）理论基础

1. 社会控制理论：该理论认为，个体的行为受到社会规范、制度约束、群体纽带等因素的控制。当这些社会控制力量减弱时，个体出现偏差行为的可能性增加。

2. 挫折-攻击理论：该理论指出，当个体遭遇挫折且无法通过合理途径释放时，容易产生攻击性行为。这为加强心理干预和情绪管理教育提供了理论依据。

3. 社会学习理论：班杜拉认为，个体的许多行为是通过观察和模仿他人而习得的。中职学生模仿能力强，若校园环境中存在暴力行为示范，接触大量网络暴力信息，则可能模仿学习攻击行为。

三、中职学生肢体冲突的现状特征分析

（一）调研概况

本研究涵盖三所中职学校。调研结果显示，中职学生肢体冲

突发生率约为18.2%，显著高于普通中学。冲突在发生时间、空间及涉事群体上呈现出明显规律，与一线管理人员的日常观察基本吻合。

（二）冲突现状的具体表现

1. 时间分布：夜间尤为突出：夜间22:00至次日凌晨2:00是冲突最高发时段，占比65.4%；午休时段（12:30-14:00）次之，占23.8%。这与寄宿制学生夜间活动管理难度大、监管力量相对薄弱密切相关。

2. 空间分布：宿舍成为“重灾区”：宿舍是冲突最主要的发生场所，占比高达68.8%；校园角落、厕所等隐蔽区域占19.8%。宿舍作为学生长时间共同生活的密闭空间，易因作息、物品、性格差异积累矛盾，且冲突发生时不易被外界察觉和制止。

3. 严重程度：轻微为主但严重冲突需警惕：轻微冲突（如推搡、无伤害拉扯）占比61.8%；一般冲突（造成轻微身体损伤）占29.0%；严重冲突（如群体斗殴、持械）占9.2%。尽管占比不高，但严重冲突的比率显著高于普通中学，部分学生性格冲动、有既往史，甚至违规持有危险物品，导致冲突极易升级。

4. 群体差异：男生及特定群体风险高：男生参与冲突的比例（82.7%）远高于女生（17.3%），这与性别行为差异有关。此外，有打架斗殴前科的学生再次涉冲突的概率高达31.6%；来自家庭教育缺失或不当、自身情绪调节能力差的学生也属于高风险群体。

（三）冲突的核心特征

1. 时空高度集中性：冲突在夜间及宿舍区域呈现出明显的聚集效应，直接指向寄宿制管理的薄弱环节。

2. 群体差异显著性：男生、有行为前科、家庭环境特殊的学生是重点防控对象；冲突升级风险高于普通中学生群体。

3. 成因多元复杂性：冲突是个体心理特质、家庭教养环境、学校管理方式及社会文化影响等多因素交织作用的结果。

4. 事态升级关联性：许多严重冲突由微小矛盾未能及时化解而逐步演变升级，其中现场缺乏有效干预、旁观者不当起哄等是重要催化因素。

四、中职学生肢体冲突的成因分析

（一）个体因素：内在诱因

1. 青春期心理与认知特点：自我意识高涨但判断力不足，易冲动、叛逆。部分学生因中考失利存在自卑与厌学情绪，可能通过挑衅、打架来寻求关注或证明自己。

2. 情绪管理能力欠缺：超七成涉事学生承认冲突源于“一时冲动，没能控制住情绪”。他们缺乏有效的情绪识别、表达与调节技巧。

3. 人际交往技能不足：近七成冲突起因于同伴矛盾。部分学生不擅沟通、缺乏同理心，易因琐事产生争执且不知如何妥善解决。

4. 行为习惯与价值观偏差：规则意识与法治观念淡薄，误将暴力视为解决问题的快捷方式甚至是个性的表现，易受不良网络亚文化影响。

（二）家庭因素：基础性影响

1. 家庭教育方式失当：过度溺爱易导致自我中心，简单粗暴则易引发逆反与模仿暴力。部分家长对中职教育存在偏见，忽视子女的心理与行为引导。

2. 家庭氛围不和谐：父母关系紧张、家庭破裂等环境下的学生，易产生安全感缺失、自卑敏感等心理，情绪不稳定，人际关系处理能力弱。

3. 家校沟通协作不畅：部分家长与学校联系疏离，未能形成教育合力，甚至因教育理念冲突而抵消学校教育效果。

（三）学校因素：关键性影响

1. 教育引导针对性不强：冲突预防教育形式单调、内容枯燥，未能有效吸引学生；对高风险学生的个性化、针对性教育不足。

2. 管理存在漏洞：

重点时空管控弱：夜间、宿舍等关键时段和区域监管人力不足，巡查不到位，存在盲区。

学生管理粗放：对重点学生的动态跟踪、早期干预机制不健全，多停留在事后处理。

3. 心理支持体系不完善：心理辅导室形同虚设、专业师资短缺现象普遍；心理工作多侧重事后干预，面向全体的预防性发展和针对重点的个别化辅导严重不足。

4. 宿舍文化建设滞后：宿舍分配欠合理，内部矛盾调解机制缺失，未能营造相互尊重、包容和谐的居住氛围。

（四）社会因素：外部性影响

1. 不良社会风气渗透：“以暴制暴”等错误观念通过多种渠道影响青少年价值观。

2. 不良网络文化侵蚀：暴力网络游戏、短视频等潜移默化地

扭曲学生的认知，将暴力行为“正常化”甚至“炫酷化”。

3. 校园周边环境复杂：周边存在治安乱点，校外不良人员的诱惑与介入，增加了冲突风险。

五、中职学生肢体冲突预防性管理的现存问题

（一）管理体系重事后处置，轻事前预防

管理思维仍停留在“救火式”应对，缺乏系统性的预防规划。各部门职责不清，联动不畅，家庭、社会力量未被有效纳入管理体系。

（二）教育引导形式化，精准度与实效性不足

教育内容与方法未能贴合中职学生心理特点与实际需求，对重点群体的靶向教育缺失，常态化教育机制不健全。

（三）校园管控粗放，重点环节薄弱

对夜间、宿舍等重点时空的管控存在人力与制度上的“真空”；对危险物品、重点学生的管理精细化程度不够；缺乏智能化预警手段，依赖人工，效率低下。

（四）心理干预机制薄弱，专业支持不足

心理健康服务资源匮乏，专业能力参差不齐，预防性、发展性的心理辅导严重缺失。

（五）家校社协同机制缺失，未能形成合力

家校沟通表面化、低频次，深层次协作困难；社会力量（社区、警方、相关部门）参与校园安全治理的渠道不畅、责任不明，周边环境治理难以持续。

六、中职学生肢体冲突预防性管理的优化策略

（一）强化个体干预，提升内在约束力

1. 开展系统化情绪管理教育：将其纳入课程体系，通过实践活动教授具体调节技巧。为重点学生提供个性化心理辅导，并设立情绪宣泄室等安全出口。

2. 加强人际交往与冲突化解训练：针对宿舍生活特点，开展情景模拟、角色扮演等活动，培训沟通技巧与调解方法。建立学生朋辈调解员制度。

3. 深化法治与价值观教育：邀请实务专家进校，用鲜活案例阐释法律后果。将职业道德、工匠精神培育与行为规范教育相结合，树立正面榜样。

（二）深化家庭协同，筑牢第一道防线

1. 引导改善家庭教育：举办家长学校，传播科学教育理念与方法，指导家长营造温暖、支持的家庭氛围，特别关注特殊家庭学生的心理需求。

2. 构建紧密家校联系网：利用现代通讯工具建立常态化沟通渠道，对重点学生实现家校信息实时共享与联动干预。成立家长委员会参与学校安全管理。

（三）夯实学校防控，发挥核心主导作用

1. 构建精准教育体系：创新教育形式，利用新媒体增强吸引力。针对不同风险等级学生，设计差异化教育内容，并确保教育

的持续性。

2. 实施精细化校园管控：

强化重点防控：增加夜间巡查力量与频次，实现宿舍等重点区域监控全覆盖、无死角。严格执行危险物品定期清查制度。

精准管理重点学生：建立“一生一档”，落实“多位一体”（班主任、心理老师、宿管）的跟踪帮扶机制。

推动智慧安防：建设校园安全预警平台，利用技术手段监测异常行为，提升预警能力。

3. 健全专业化心理服务体系：按标准配齐专职心理教师，保障心理辅导室常态化开放。建立“普查—筛查—干预”工作机制，对全体学生开展发展性辅导，对重点学生实施个别化干预。

4. 培育和谐包容的校园文化：加强班级与宿舍文化建设，开展丰富多彩的文体活动，营造积极向上、互帮互助的校园氛围。

（四）推进社会联动，构建全方位支持网络

1. 净化育人外部环境：相关部门联合整治校园周边治安与文化环境，清理不良场所，打击涉校违法犯罪。媒体应加强正面宣传，倡导文明法治。

2. 规范网络空间：加强网络内容监管，清理不良信息。学校与家庭共同引导学生健康上网，提高网络素养，建立网络欺凌防范机制。

3. 建立长效协同机制：明确政府、社区、警方、学校、家庭各方职责，建立定期会商与联动处置机制。警方加强校园周边巡逻与快速响应；社区可提供社会实践与帮扶资源；政府应加大资源投入与政策保障。

七、结论与展望

（一）研究结论

中职学生肢体冲突在发生时空、涉事群体及升级路径上呈现鲜明特征，是个体、家庭、学校、社会四层因素共同作用的结果。当前预防性管理存在体系不健全、措施不精准、协同不到位等突出问题。解决之道在于构建并落实“个体干预为基础、家庭协同为支撑、学校防控为核心、社会联动为保障”的全方位、系统性预防管理体系，实现从被动处置向主动预防的根本转变。

（二）研究展望

未来研究可在以下方面深化：一是扩大样本范围，增强研究的普适性；二是开展行动研究，在实践中检验并优化策略的有效性；三是探索大数据、AI 等技术在冲突预警与精准干预中的应用；四是加强跨区域、跨文化的比较研究，借鉴先进经验；五是聚焦于有前科、原生家庭问题等极高风险学生的专项干预模式研究。

参考文献

- [1] 孙璐. 中职学校课堂管理有效性策略研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 教育科学, 2016(11):00246-00246
- [2] 全菲. 中职班主任突发事件应对能力提升的实践 [J]. 读报参考, 2025(17):121-122.
- [3] 蒋艳, 金艾裙. 2010—2021 年医患关系研究热点与演进脉络可视化分析 [J]. 安徽理工大学学报: 社会科学版, 2022, 24(3):77-82.

温度对臭氧浓度影响的研究综述

彭婷婷

福建师范大学环境与资源学院, 福建 福州 350117

DOI: 10.61369/TACS.2025140047

摘 要 : 近地面臭氧 (O_3) 是重要的二次大气污染物, 其对人体健康、生态系统和气候变化具有显著影响。温度作为影响臭氧生成的关键气象因子, 通过调控光化学反应速率、前体物排放强度及气象条件影响臭氧浓度的时空分布。本文基于近年来的国内外研究文献, 系统梳理温度对臭氧浓度的影响机制、极端天气事件的作用及未来气候情景下的变化趋势。研究发现, 温度通过加速光化学反应、增强生物源和人为源挥发性有机物 (VOCs) 排放、改变大气边界层结构和区域输送条件等途径影响臭氧浓度; 热浪等极端高温事件可导致臭氧浓度急剧上升, 形成“气候惩罚”效应; 未来气候变暖将加剧臭氧污染, 部分抵消减排措施的成效。本文旨在为臭氧污染防控和气候适应政策提供科学依据。

关 键 词 : 臭氧; 温度; 挥发性有机物; 光化学反应; 热浪

A Review of the Impact of Temperature on Ozone Concentration

Peng Tingting

College of Environment and Resources, Fujian Normal University, Fuzhou, Fujian 350117

Abstract : Ground-level ozone (O_3) is a significant secondary atmospheric pollutant with pronounced impacts on human health, ecosystems, and climate change. As a key meteorological factor influencing ozone formation, temperature modulates ozone concentrations through its effects on photochemical reaction rates, precursor emission intensities, and spatiotemporal distribution under varying meteorological conditions. This paper systematically reviews the mechanisms by which temperature influences ozone concentrations, its role in extreme weather events, and projected trends under future climate scenarios, drawing upon recent domestic and international research literature. Findings indicate that temperature influences ozone concentrations by accelerating photochemical reactions, enhancing emissions of biogenic and anthropogenic volatile organic compounds (VOCs), and altering atmospheric boundary layer structure and regional transport conditions. Extreme high-temperature events such as heatwaves can cause sharp increases in ozone concentrations, creating a "climate penalty" effect. Future climate warming will exacerbate ozone pollution, partially offsetting the effectiveness of emission reduction measures. This paper aims to provide scientific evidence for ozone pollution control and climate adaptation policies.

Keywords : ozone; temperature; volatile organic compounds; photochemical reactions; heatwave

引言

近地面臭氧是对流层大气中重要的氧化剂和二次污染物, 由氮氧化物 (NO_x) 和挥发性有机物 (VOCs) 在太阳辐射作用下经复杂的光化学反应生成^[1]。高浓度臭氧对人体呼吸系统、农作物生长和生态系统功能造成严重危害, 已成为全球许多地区夏季空气质量管理的核心问题之一^[2, 3]。

温度作为最基本的气象参数之一, 对臭氧生成的影响贯穿排放、化学反应到输送与沉降的整个过程。一方面, 温度直接影响光化学反应的速率常数, 温度升高通常加速大气中 OH 自由基与 VOCs、CO 和 CH_4 等物种的反应, 从而促进臭氧的生成^[4]。另一方面, 温度调控 VOCs 的排放强度, 特别是生物源 VOCs (BVOCs) 如异戊二烯和单萜烯的排放对温度极为敏感^[5, 6], 人为源 VOCs 中的蒸发排放部分也随温度升高而增加^[7]。此外, 温度通过影响大气边界层结构、垂直混合强度、区域环流和云量等气象条件, 间接调控臭氧的累积、输送和消散过程^[8, 9]。

随着全球气候变暖趋势日益明显, 温度对臭氧污染的“气候惩罚”效应受到广泛关注^[1, 10]。所谓气候惩罚, 是指气候变化 (尤其是升温) 部分抵消了人为减排措施带来的空气质量改善效果。研究表明, 即使前体物排放保持不变或有所下降, 未来温度升高仍可能导致臭氧浓度上升^[11, 12]。近年来, 全球多地频发的热浪事件往往伴随着臭氧浓度的急剧升高, 进一步凸显了温度对臭氧影响的重要性^[13-15]。

本文基于近年来国内外关于温度与臭氧关系的研究成果, 系统梳理温度影响臭氧浓度的物理化学机制、区域差异特征、极端天气事件的作用以及未来气候情景下的变化趋势, 旨在为臭氧污染的科学防控和气候适应政策的制定提供理论支持。

一、温度影响臭氧生成的物理化学机制

（一）光化学反应的温度依赖性

臭氧是对流层光化学循环的核心产物，其生成主要依赖于 NO_x 和 VOCs 在光照下的链式反应。这一过程涉及一系列基元反应，其中许多反应的速率常数具有显著的温度依赖性。Berg 等^[4]系统测定了 OH 自由基与多种烷烃、芳香烃和单萜烯的反应速率常数随温度的变化，发现这些反应均符合阿伦尼乌斯公式，温度升高显著提高反应速率。Carey 等^[16]通过实验和理论计算确定了 OH 与多种 VOCs 反应的温度依赖系数，为光化学模型提供了关键参数。Kalalian 等^[17]和 Ren 等^[18]分别研究了臭氧与不饱和醛类和酯类化合物的反应，同样证实了温度的正向促进作用。

从宏观角度来看，温度升高通常导致臭氧生成速率加快。Rasmussen 等^[11]的研究表明，在美国东部地区，温度每升高 1℃，日最大 8 小时臭氧浓度平均增加 2–5 ppb。这一现象可以用光化学机制的温度敏感性解释：高温加速了 RO₂ 自由基与 NO 的反应，促进了 NO 向 NO₂ 的转化，从而增加了臭氧的净生成效率^[19]。然而，温度对光化学的影响并非简单的线性关系。Spillman 等^[20]通过近红外光谱技术研究了烷基过氧自由基的反应动力学，发现在特定温度范围内，某些自由基终止反应的速率也可能随温度升高而加快，从而部分抵消臭氧生成的增强。这表明温度对臭氧生成的影响需要在完整的化学机制框架下理解。

（二）前体物排放的温度依赖性

1. 生物源 VOCs 排放

生物源 VOCs 是大气中反应活性最强的碳氢化合物的重要来源，其中异戊二烯和单萜烯的排放量最大，对臭氧生成贡献显著。温度是调控植物 BVOCs 排放的首要环境因子之一。Calfapietra 等^[5]系统研究了意大利植被 VOCs 排放及其与臭氧的相互作用，发现温度升高显著促进异戊二烯和单萜烯的排放速率。Rinnan 等^[6]进一步区分了温度对北极地区 BVOCs 排放的直接和间接效应：直接效应表现为温度对酶活性和挥发过程的即时影响，间接效应则通过植被群落结构和物候变化实现。Kaser 等^[21]对阿尔卑斯山区城市的研究表明，BVOCs 排放的年际变化主要由温度波动主导，高温年份排放量显著增加。

在区域尺度上，Oderbolz 等^[22]建立了欧洲高分辨率 BVOCs 排放清单，发现引入改进的季节性和土地覆盖数据后，模型对温度的响应更为准确。Simon 等^[23, 24]针对法国地中海沿岸的阿勒颇松等典型植被的排放研究，确认了温度作为关键驱动因子的作用。Solmon 等^[25]在法国区域的模拟研究显示，温度驱动的 BVOCs 排放变化对臭氧污染事件的形成具有重要影响。热带和亚热带地区的研究同样证实了温度的重要性。Chang 等（2014）^[26]在台湾地区发现，城市环境中异戊二烯浓度呈现明显的季节变化，夏季高温期浓度最高，且同时受生物源和人为源影响。

此外，高温与干旱的复合效应可能改变 BVOCs 的排放模式。Matsumoto^[27]在日本郊区森林的测量中发现，极端高温和干旱条件下，植物可能通过排放更多的 VOCs 来应对氧化胁迫，这一机制在热浪期间的臭氧污染中扮演重要角色。Yi 等^[28]在华北平

原泰山站点的观测表明，夏季高温期间二次有机气溶胶的生成与 BVOCs 排放密切相关。

2. 人为源 VOCs 排放

尽管人为源 VOCs 排放通常与工业活动、机动车尾气和溶剂使用等人活动强度相关，但温度对其中蒸发排放部分的影响不容忽视。

并且最新研究发现，温度依赖的蒸发排放显著加剧了区域臭氧污染，在高温条件下，燃油蒸发、溶剂挥发和涂料使用等过程的排放速率可增加数倍^[7]。Qu 等^[29]的研究进一步表明，温度升高导致的人为源 VOCs 排放增强，会改变臭氧与前体物的响应关系，进而影响最优控制策略的选择。Pfannerstill 等^[30]在洛杉矶的观测显示，温度驱动的排放（包括生物源和人为源）主导了该地区的气溶胶和臭氧形成。

Niu 等^[31]系统研究了温度对典型 VOCs 排放源成分谱的影响，发现不同排放源对温度的响应存在差异：溶剂使用和燃料蒸发的温度敏感性最高，而燃烧过程的排放受温度影响相对较小。Xu 等^[32]在长三角区域背景点的研究发现，高温月份溶剂挥发的贡献显著增加，揭示了人为源 VOCs 排放的季节性温度依赖特征。

城区人为源与生物源 VOCs 的交互作用在高温下更为复杂。Berezin 等^[33]在莫斯科的研究表明，高温期间城市臭氧生成同时受到人为源 NO₂ 和生物源 VOCs 的调控。Churkinad 等^[34]发现柏林热浪期间，植被 VOCs 排放与城市热岛效应协同作用，显著影响空气质量。Qin 等^[35]的研究均证实，高温诱导的人为源 VOCs 排放是城市热浪期间臭氧升高的关键因素。

二、极端高温与热浪事件的影响

近年来，全球多地频发的热浪事件往往伴随着臭氧浓度的急剧升高，成为研究热点。热浪事件为理解温度对臭氧的极端影响提供了天然实验平台。

（一）国内热浪案例

中国近年来多次遭遇大范围热浪袭击，为研究提供了丰富案例。Ma 等^[36]系统分析了 2017 年夏季华北平原热浪期间 BVOCs 排放增强对臭氧的贡献。研究发现，热浪期间华北平原 BVOCs 排放量比非热浪期增加 40–60%，导致臭氧浓度上升 10–25 ppb，其中异戊二烯的贡献最为显著。Wang 等^[14]在珠三角的研究发现，热浪期间 BVOCs 排放增强是持续性臭氧污染事件形成的关键因素，贡献率可达 30–50%。

Wang 等^[37]进一步研究了极端天气（包括热浪和干旱）加剧珠三角臭氧污染的自然过程机制。结果表明，热浪通过增强光化学反应、BVOCs 排放和大气稳定性三重路径加剧臭氧污染，其中温度的直接贡献约为 15–25%，通过 BVOCs 的间接贡献约为 20–35%。Liao 等^[38]在沿海工业城市的研究区分了热浪的气象影响和光化学机制，发现热浪期间温度对臭氧的贡献可达 20–40%，且以间接效应为主。

Churkina^[34]研究了柏林热浪期间植被 VOCs 排放对空气质量的影响，发现城市植被在热浪期间的 BVOCs 排放显著增加，与人

为源排放相互作用，导致臭氧浓度上升。Qin 等^[35]的研究均证实，热浪期间温度诱导的人为源 VOCs 排放（如溶剂挥发、燃料蒸发）同样是城市臭氧升高的关键因素，贡献率可达 20–30%。

（二）国外热浪案例

2003 年夏季欧洲遭遇了历史罕见的极端热浪，为研究温度 – 臭氧关系提供了典型案例。Guerova 和 Jone^[39] 利用全球模型研究了 2003 年 8 月欧洲热浪期间的臭氧增强，发现温度异常导致西欧地区臭氧浓度普遍上升 10–20 ppb，部分地区超标天数增加 5–10 天。模型归因分析表明，温度对光化学速率的直接贡献约占 40–60%，对 BVOCs 排放的间接贡献约占 30–40%，其余来自气象条件的协同变化。

针对英国 2003 年臭氧污染事件，Strong 等^[40] 进行了深入分析，区分了人为和生物源 VOCs 以及温度升高的影响。研究发现，热浪期间英国东南部臭氧浓度比常年同期高出 15–25 ppb，其中约 1/3 可归因于温度驱动的 BVOCs 排放增强，1/3 归因于光化学反应加速，其余归因于区域输送和累积条件的变化。Simond 等^[23] 在法国 Berre–Marseille 地区的研究也发现，2003 年热浪期间 BVOCs 排放量比常年高出 50% 以上，对臭氧生成贡献显著。Castell 等^[41] 分析了 2003 年夏季伊比利亚半岛高臭氧污染事件中 BVOCs 排放的影响，发现热浪期间 BVOCs 排放增加导致臭氧生成潜势上升 20–35%。

北美地区的研究同样揭示了热浪的重要影响。Pfannerstill 等^[30] 在洛杉矶的研究发现，热浪期间温度驱动的排放（包括生物

源和人为源）可增加 2–3 倍，导致臭氧生成潜势上升 30% 以上。Ryan 等^[15] 利用 MAX–DOAS 技术测量了 2022 年热浪期间伦敦市中心的臭氧污染事件，发现热浪期间臭氧柱浓度比常年高出 20–30%，且垂直分布发生显著变化。

南亚地区的研究相对较少，但已有工作确认了热浪的影响。Islam 等^[42] 在尼泊尔加德满都谷地季风前期的观测中发现，高温热浪期间臭氧和 PM2.5 浓度同步上升，且与 BVOCs 排放增强有关。Noreen 等^[43] 在巴基斯坦的对流层臭氧时空评估中，也发现热浪年份臭氧浓度显著偏高。

三、结论与展望

基于对上述文献的系统梳理，可以得出以下主要结论：第一，温度通过多重路径影响臭氧浓度。温度通过加速光化学反、增强生物源 VOCs 排放、增加人为源蒸发排放、改变大气边界层结构和区域输送条件等多重途径影响臭氧生成与累积。第二，热浪等极端高温事件导致臭氧急剧上升。热浪期间，温度驱动的光化学加速、BVOCs 激增、人为源蒸发增强、气象条件协同等多重机制叠加，导致臭氧浓度显著上升，形成持续性污染事件。第三，未来气候变暖将加剧臭氧污染。气候模型普遍预测，未来升温将导致臭氧浓度上升，部分抵消减排措施的成效，形成“气候惩罚”效应。中国东部和南部地区预计将受到显著影响。

参考文献

- [1] Fiore A. M., V. Naik, D. V. Spracklen, et al. Global air quality and climate [J]. Chemical Society Reviews, 2012, 41(19): 6663–83.
- [2] Lu X., L. Zhang, Y. Chen, et al. Exploring 2016–2017 surface ozone pollution over China: source contributions and meteorological influences [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2019, 19(12): 8339–61.
- [3] Wang X., S. Yin, R. Zhang, et al. Assessment of summertime O₃ formation and the O₃–NO_x–VOC sensitivity in Zhengzhou, China using an observation-based model [J]. Science of The Total Environment, 2022, 813: 152449.
- [4] Berg F., A. Novelli, R. Dubus, et al. Temperature-dependent rate coefficients for the reactions of OH radicals with selected alkanes, aromatic compounds, and monoterpenes [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2024, 24(23): 13715–31.
- [5] Calfapietra C., S. Fares, F. Lofeto. Volatile organic compounds from Italian vegetation and their interaction with ozone [J]. Environmental Pollution, 2009, 157(5): 1478–86.
- [6] Rinnan R., L. L. Iversen, J. Tang, et al. Separating direct and indirect effects of rising temperatures on biogenic volatile emissions in the Arctic [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2020, 117(51): 32476–83.
- [7] Wu W., T.-M. Fu, S. R. Arnold, et al. Temperature-Dependent Evaporative Anthropogenic VOC Emissions Significantly Exacerbate Regional Ozone Pollution [J]. Environmental Science & Technology, 2024, 58(12): 5430–41.
- [8] Ryu Y.-H., J.-J. Baik, S.-H. Lee. Effects of anthropogenic heat on ozone air quality in a megacity [J]. Atmospheric Environment, 2013, 80: 20–30.
- [9] Steiner A. L. The influence of atmospheric chemistry and climate on atmosphere –biosphere interactions [M]. 2003.
- [10] Fu T.-M., H. Tian. Climate Change Penalty to Ozone Air Quality: Review of Current Understandings and Knowledge Gaps [J]. Current Pollution Reports, 2019, 5(3): 159–71.
- [11] Rasmussen D. M. The ozone–climate penalty: past, present and future [M]. 2013.
- [12] Bhattarai H., A. P. K. Tai, M. V. Martin, et al. Impacts of changes in climate, land use, and emissions on global ozone air quality by mid-21st century following selected Shared Socioeconomic Pathways [J]. Science of the Total Environment, 2024, 906.
- [13] Garzon Ruiz A. Atmospheric Reactivity of Alcohols, Thiols and Fluoroalcohols With Chlorine Atoms [M]. 2007.
- [14] Wang H., K. Wu, Y. Liu, et al. Role of Heat Wave-Induced Biogenic VOC Enhancements in Persistent Ozone Episodes Formation in Pearl River Delta [J]. Journal of Geophysical Research–Atmospheres, 2021, 126(12).
- [15] Ryan R. G., E. A. Marais, E. Gershenson-Smith, et al. Measurement report: MAX–DOAS measurements characterise Central London ozone pollution episodes during 2022 heatwaves [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2023, 23(12): 7121–39.
- [16] Carey P. E. Experimental and theoretical determination of the temperature dependent rate constant for the reaction of hydroxyl radicals with some volatile organic compounds [M]. 2015.

- [17]Kalalian C., E. Roth, A. Chakir. Rate Coefficients for the Gas-Phase Reaction of Ozone with C5 and C6 Unsaturated Aldehydes [J]. International Journal of Chemical Kinetics, 2018, 50(1): 47–56.
- [18]Ren Y., M. Cai, V. Daele, et al. Rate coefficients for the reactions of OH radical and ozone with a series of unsaturated esters [J]. Atmospheric Environment, 2019, 200: 243–53.
- [19]Dai J., G. P. Brasseur, M. Vrekoussis, et al. The atmospheric oxidizing capacity in China – Part 1: Roles of different photochemical processes [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2023, 23(22): 14127–58.
- [20]Spillman J. L. Alkyl peroxy radical reaction kinetics as measured using near-infrared continuous wave cavity ring-down spectroscopy [M]. 2003.
- [21]Kaser L., A. Peron, M. Graus, et al. Interannual variability of terpenoid emissions in an alpine city [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2022, 22(8): 5603–18.
- [22]Oderbolz D. C., S. Aksoyoglu, J. Keller, et al. A comprehensive emission inventory of biogenic volatile organic compounds in Europe: improved seasonality and land-cover [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2013, 13(4): 1689–712.
- [23]Simon V., L. Dumergues, J.-L. Ponche, et al. The biogenic volatile organic compounds emission inventory in France – Application to plant ecosystems in the Berre-Marseilles area (France) [J]. Science of the Total Environment, 2006, 372(1): 164–82.
- [24]Simon V., L. Dumergues, G. Solignac, et al. Biogenic emissions from Pinus halepensis: a typical species of the Mediterranean area [J]. Atmospheric Research, 2005, 74(1–4): 37–48.
- [25]Solmon F., C. Sarraz, D. Serca, et al. Isoprene and monoterpenes biogenic emissions in France: modeling and impact during a regional pollution episode [J]. Atmospheric Environment, 2004, 38(23): 3853–65.
- [26]Chang C.-C., J.-L. Wang, S.-C. C. Lung, et al. Seasonal characteristics of biogenic and anthropogenic isoprene in tropical-subtropical urban environments [J]. Atmospheric Environment, 2014, 99: 298–308.
- [27]Matsumoto J. Measurements of total ozone reactivity in a suburban forest in Japan [J]. Atmospheric Environment, 2021, 246.
- [28]Yi Y., J. Meng, Z. Hou, et al. Molecular Characteristics and Formation Mechanisms of Biogenic Secondary Organic Aerosols in the Summer Atmosphere at Mt. Tai on the North China Plain [J]. Aerosol and Air Quality Research, 2019, 19(12): 2671–82.
- [29]Qu F., Y. Huang, Y. Shen, et al. Enhanced VOC emission with increased temperature contributes to the shift of O₃-precursors relationship and optimal control strategy [J]. Journal of Environmental Sciences, 2025, 150: 218–29.
- [30]Pfannerstill E. Y., C. Arata, Q. Zhu, et al. Temperature-dependent emissions dominate aerosol and ozone formation in Los Angeles [J]. Science, 2024, 384(6702): 1324–9.
- [31]Niu Z., S. Kong, H. Zheng, et al. Temperature dependence of source profiles for volatile organic compounds from typical volatile emission sources [J]. Science of the Total Environment, 2021, 751.
- [32]Xu Z., Q. Zou, L. Jin, et al. Characteristics and sources of ambient Volatile Organic Compounds (VOCs) at a regional background site, YRD region, China: Significant influence of solvent evaporation during hot months [J]. Science of the Total Environment, 2023, 857.
- [33]Berezina E., K. Moiseenko, A. Skorokhod, et al. Impact of VOCs and NO_x on Ozone Formation in Moscow [J]. Atmosphere, 2020, 11(11).
- [34]Churkina G., F. Kuik, B. Bonn, et al. Effect of VOC Emissions from Vegetation on Air Quality in Berlin during a Heatwave [J]. Environmental Science & Technology, 2017, 51(11): 6120–30.
- [35]Qin M., Y. She, M. Wang, et al. Increased urban ozone in heatwaves due to temperature-induced emissions of anthropogenic volatile organic compounds [J]. Nature Geoscience, 2025, 18(1).
- [36]Ma M., Y. Gao, Y. Wang, et al. Substantial ozone enhancement over the North China Plain from increased biogenic emissions due to heat waves and land cover in summer 2017 [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2019, 19(19): 12195–207.
- [37]Wang N., H. Wang, X. Huang, et al. Extreme weather exacerbates ozone pollution in the Pearl River Delta, China: role of natural processes [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2024, 24(2): 1559–70.
- [38]Liao D., L. Wang, Y. Wang, et al. Effects of heat waves on ozone pollution in a coastal industrial city: Meteorological impacts and photochemical mechanisms [J]. Atmospheric Pollution Research, 2024, 15(11).
- [39]Guerova G., N. Jones. A global model study of ozone enhancement during the August 2003 heat wave in Europe [J]. Environmental Chemistry, 2007, 4(5): 285–92.
- [40]Strong J., J. D. Whyatt, S. E. Metcalfe, et al. Investigating the impacts of anthropogenic and biogenic VOC emissions and elevated temperatures during the 2003 ozone episode in the UK [J]. Atmospheric Environment, 2013, 74: 393–401.
- [41]Castell N., A. F. Stein, R. Salvador, et al. The impact of biogenic VOC emissions on photochemical ozone formation during a high ozone pollution episode in the Iberian Peninsula in the 2003 summer season[C]// The impact of biogenic VOC emissions on photochemical ozone formation during a high ozone pollution episode in the Iberian Peninsula in the 2003 summer season. 7th Annual Meeting of the European-Meteorology-Society (EMS) / 8th European Conference on Applications of Meteorology, 2008.Oct 01–05, EUROPEAN METEOROL S, San Lorenzo de El Escorial, SPAIN. 2008.2: 9–15.
- [42]Islam M. R., T. Jayarathne, I. J. Simpson, et al. Ambient air quality in the Kathmandu Valley, Nepal, during the pre-monsoon: concentrations and sources of particulate matter and trace gases [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2020, 20(5): 2927–51.
- [43]Noreen A., M. F. Khokhar, N. Zeb, et al. Spatio-temporal assessment and seasonal variation of tropospheric ozone in Pakistan during the last decade [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2018, 25(9): 8441–54.

新时代川东高校红色体育文化传承及发展路径研究

曾子芮, 张岩松

四川文理学院, 四川 达州 635000

DOI: 10.61369/TACS.2025140048

摘 要 : 新时代背景下, 红色体育文化作为中国特色社会主义文化的重要组成部分, 承载着革命精神与育人功能。本文聚焦川东高校, 系统阐释红色体育文化的内涵与特征, 梳理川东地区特有的红色体育资源, 并探讨其传承的理论依据。通过调查川东高校红色体育开展现状, 分析师生认知水平, 揭示传承中存在的问题。研究旨在构建包含基本原则、内容载体与评价指标的红色体育文化传承体系, 并从课程融入、品牌打造、校地协同三个维度探索新时代背景下的发展路径, 以期为川东高校有效传承与创新发展红色体育文化提供理论参考与实践指引。

关 键 词 : 新时代; 川东高校; 红色体育文化; 传承体系; 发展路径

Research on the Inheritance and Development Path of Red Sports Culture in Universities in East Sichuan in the New Era

Zeng Zirui, Zhang Yansong

Sichuan University of Arts and Sciences, Dazhou, Sichuan 635000

Abstract : In the new era, red sports culture, as an important part of Socialism with Chinese characteristics culture, bears the revolutionary spirit and educational function. This paper focuses on universities in eastern Sichuan, systematically explains the connotation and characteristics of red sports culture, combs the unique red sports resources in eastern Sichuan, and discusses the theoretical basis for its inheritance. By investigating the current situation of red sports in colleges and universities in eastern Sichuan, this paper analyzes the cognitive level of teachers and students and reveals the problems existing in inheritance. The purpose of this study is to build a red sports culture inheritance system including basic principles, content carriers and evaluation indicators, and to explore the development path under the new era background from three dimensions: curriculum integration, brand building and school-place collaboration, with a view to providing theoretical reference and practical guidance for the effective inheritance and innovative development of red sports culture in universities in eastern Sichuan.

Keywords : new era; universities in eastern Sichuan; red sports culture; inheritance system; development path

引言

红色体育文化蕴含着中国共产党带领人民在革命战争时期开展的艰苦奋斗、团结拼搏的体育活动及精神探寻。川东地区属于革命老区, 具备浓烈的红色文化根基和多元的红色体育资源。步入新时代之后, 怎样把这些珍贵资源注入高校教育, 做到红色基因的妥善继承并创新发展, 成了一个重要的时代命题^[1]。本研究旨在通过分析川东高校红色体育文化传承的现状, 探寻形成一套科学合理的传承系统, 并给出实用的发展途径。这对于发扬革命精神、充实高校体育文化内涵、执行好立德树人的核心任务有着重要的理论意义和实践价值。

一、核心概念与理论基础

(一) 红色体育文化的内涵与特征

红色体育文化在特定的历史阶段形成起来, 依靠中国共产党所引领的革命行动, 把体育要素同革命精神融合而成的一种独特文化样式。其核心意义就在于把体育锻炼同革命抱负以及战斗意

志关联起来, 表现出为民众健康服务、为革命战争服务这样一种目的。这种文化样式有着很强的政治属性, 一直环绕着党的主要任务来推进; 而且具备全面的群众基础, 扎扎实实地存在于根据地军民的生产劳动和生活场景当中^[2]。还有就是非常具有的战斗

（二）川东地区红色体育资源概述

川东地区是川陕革命根据地的关键形成局部，蕴含诸多红色体育文化资源。在革命战争时期，红军将士与当地民众展开了各类红色体育活动，利用地形地物实施军事体育训练，举办军民联谊运动会，并把投掷、越野、爬山等内容纳入日常练兵当中。这些活动一方面提升了军民体质，另一方面加深了军政军民之间的联系。在此区域留存的革命旧址、纪念馆藏以及流传的革命歌谣、口述历史当中，保存有不少有关红色体育的鲜活素材。此类资源带有明显的地域特征，饱含浓重的革命回忆，给川东高校开展红色体育文化传承提供了天然充裕的内容来源。

（三）新时代文化遗产的理论依据

迈进新时代，红色体育文化的传承需有稳固的理论支撑。马克思主义有关社会存在决定社会意识、文化反作用于经济基础的原理，体现出红色体育文化产生的根源以及它推动社会发展的功能。中国共产党文化建设理论当中，特别是关于继承革命文化、发展社会主义先进文化的重要论述，给红色体育文化的传承指出了方向^[3]。而且，教育学的文化传递理论重视教育是文化传承的关键渠道，体育学有关运动技能与文化习得的规律也给传承操作带来了启发。这些理论一起形成了领悟红色体育文化价值、促使它在高校做到创造性和创新性发展的基础。

二、川东高校红色体育文化传承现状

（一）川东高校红色体育开展情况调查

当下，川东地区有些高校已开始重视并将红色体育文化融入到教育教学活动当中。部分学校在体育课程里增添了包含红色元素的拓展训练项目，或者在课外体育活动里举办诸如“重走长征路”的校园定向越野之类的主题活动。部分高校的团组织、学生社团会自动去开展红色体育相关的应用体验。但是从总体上看，红色体育在川东高校的开展比较零乱，缺少系统的规划以及长效的机制。活动的形式大多还停留在浅层次的体验上，和常规体育教学结合得不很紧密，还没有形成常态化、课程化的运作模式，其育人功能还有待于进一步去挖掘。

（二）师生对红色体育文化的认知分析

通过对川东高校师生加以了解就可知道，过半师生针对红色体育文化持有积极的情感认同感，觉得它具备教育意义。但是关于红色体育的具体内涵、历史形态以及当代价值的认识比较模糊而且零碎。有些教师对于怎样把红色元素有效地融入体育教学没有深刻领悟也没有什么好的办法。学生一般都会对那些活泼有趣的红色体育应用活动产生较大的兴趣，可是对其中蕴含的精神实质体会却不深^[4]。由于认识存在短缺，这就直接影响到师生参与到传承活动中来的积极性和创造性，使得红色体育文化的深层精神无法切实做到深入人心，进而变成他们自己的一种自发性的文化目标。

（三）当前传承中存在的主要问题

综合来看，当下川东高校在红色体育文化传承上存在不少明显问题。其一，传承理念较为迟缓，没有深入挖掘其时代价值，

大多只是形式上的模仿，并未很好地适应新时期的人才培育需求。其二，传承内容出现碎片化、同质化现象，缺少对川东本地红色体育资源的深层次探寻和系统梳理。其三，传承方式比较单一，没有充分利用现代教育技术以及新兴媒体，缺乏足够的吸引力和感染力。其四，缺少有效的保障机制和考量体系，校内外缺乏协作，使得传承工作无法持续推进深入。这些情况限制了红色体育文化在高校中的生命力及其影响力。

三、川东高校红色体育文化传承体系构建

（一）传承的基本原则与目标

创建传承体系时要依据一些基本准则。坚持正确的政治导向，守住红色基因的本质。把育人作为本当作核心，把推动学生全面发展作为最终目的。第三，要按照当地实际情况，彰显川东的地方特色。要坚守传统并创新发展，促使红色体育文化融入现代元素^[5]。这个体系的关键之处在于，通过系统的创建，让红色体育文化在川东高校从局部向全面、从表层到深层有效地流传开来，进而塑造起特色突出、成果斐然的育人模式。详细来说，就是期望加强师生对于红色体育文化的认识和认可，做到其精神内涵真正融入内心、落实到行动上，还要培育出一批具有传承能力的核心人物。

（二）传承的主要内容与载体

传承内容包含红色体育的精神文化范畴，即革命理想、纪律作风、拼搏精神；制度文化范畴，指红色体育的组织形式、竞赛规则；物质文化范畴，指对历史实物、场地遗迹实施活化利用。关键在于发掘川东本地有关红色体育的故事、人物及活动形式。传承载体应多种化，一方面要稳固课堂教学这一主要渠道，另一方面也要拓展校园文体活动、社团操作、网络平台等阵地。还可以凭借川东地区的革命纪念馆、旧址创建应用教学基地，把静态的红色资源变成成动态的育人载体，做到内容与形式的有机统一。

（三）传承效果的评价指标体系

建立科学的评价指标体系是保障传承效果的关键。指标设计应坚持过程评价与结果评价相结合、定性评价与定量评价相补充的原则。可从三个维度构建：认知层面要考量师生领悟和把握红色体育文化基本知识及精神实质的情况；情感与态度方面要看师生是否认可红色体育的价值，有没有情感上的归属感以及是否有参与的意愿；行为与应用这个层面则重视红色体育融入到教育教学、校园文化、社会服务当中的情形，也要留意师生在体育活动时表现出来的精神面貌^[6]。通过全面立体的动态评定，就可以及时给予反馈并作出调整以传承相关事物。

四、新时代川东高校红色体育发展路径

（一）融入课程教学的实施路径

深度融入红色体育文化于课程教学，这是系统化传承的根基所在。其一，要在高校体育课程体系里增添红色体育专题内容或

者特色板块，联系川东当地的红色资源，开发出带有地域特征的校本课程。其二，促使公共体育课、体育专业课程同思政课、历史课等学科交叉融合，找出每门课程所包含的红色体育要素，达成协同育人的目的。其三，创新教学方法，利用情景重现、角色扮演、项目式学习等形式，引导学生在亲身体验当中领会红色体育精神。

（二）打造校园文化品牌的路径

打造有吸引力的校园文化品牌，可以营造出浓厚的红色体育文化传承氛围。高校需依托自身特色以及川东红色资源来规划并举办一系列主题突出、形式多样的红色体育文化活动。红色主题运动会、校园长征挑战赛、红色体育文化节等等，这些活动慢慢会形成传统并创建起品牌^[7]。要促使学生社团成为红色体育文化积极的推广者与践行者，并给予他们开展创意活动的支持。全面利用校报、广播、宣传栏以及微信、微博、短视频等新媒体平台去讲述红色体育故事，传递红色体育精神，加强文化渗透的效果，优化品牌的影响力。

（三）构建校地协同机制的路径

创建校地协同机制对于红色体育文化可持续发展的达成非常关键。川东高校应当积极增进同地方政府、文化场馆、红色景区

以及科研机构之间的联系并展开合作。可以同地方创建红色体育文化研习基地、应用教学基地，一同执行资源挖掘整理、课题研究以及活动开发等工作。邀请地方党史专家、革命后代以及文化工作者走进校园，充实教育的形式。还要组织师生志愿者深入社区和乡村，开展红色体育文化的宣传活动和实践活动，服务于地方的文化建设。通过资源共享、优势互补、活动共联，营造出校地之间良性互动、协同推动红色体育文化传承的新局面。

五、结语

川东地区有着丰富的红色体育资源，这是高校实施立德树人工程的一笔宝贵财富。进入新时代以后，要想传承并发展红色体育文化，首先得深入领会其内涵特点，依靠科学理论作引导，客观看待当前存在的状况以及出现的问题^[8]。创建起涵盖原则目标、内容载体以及评定标准的传承系统，积极探寻将其融入教学活动、塑造品牌形象、开展校地合作的实际途径。这样才有可能激发红色基因所具有的教育意义，这样做有益于塑造肩负民族复兴重任的新时代青年，而且会给丰富中国特色社会主义文化、促使区域社会向前迈进不断增添强大的精神动力。

参考文献

- [1] 李劲. 文化强国视域下川东地区传统民族体育活动“元九登高”传承和发展困境分析 [C]//2022年中国体育非物质文化遗产大会专题报告摘要汇编. 2022.
- [2] 宗延伟, 张红玲. 新时代高校红色体育文化教育的逻辑理路 [J]. 延安大学学报 (社会科学版), 2025, 47(05): 124-128.
- [3] 张超, 焦国强, 刘芳芳. 川东地区群众体育高质量发展的现实困境及破解路径 [J]. 新体育 (下半月), 2024(12): 50-52.
- [4] 邓国林 罗程 苟映辉 王圣 何月冬. 乡村振兴战略下川东地区体育非物质文化遗产活态传承研究 [J]. 体育科技, 2024, 45(5): 53-54, 57. DOI: 10.3969/j.issn.1003-1359.2024.05.018.
- [5] 肖海韵. 充分发挥红色体育文化育人作用 [N]. 宁夏日报, 2024-12-01(003).
- [6] 王成武, 刘武军, 郑洪玉. 试析红色体育的内涵与外延 [J]. 西南石油大学学报 (社会科学版), 2024, 26(05): 105-111.
- [7] 王硕, 张富丽, 解延华. 新时代红色体育文化的内涵与现实价值 [J]. 武术研究, 2024, 9(05): 134-137.
- [8] 周雪华, 李谋涛. 新时代红色体育文化传承价值及实现路径研究 [J]. 黄山学院学报, 2023, 25(03): 100-104.

面向新时代高等职业教育商业数据分析人才培养的课程改革研究

王晓凤, 张伦, 何九梅

北京财贸职业学院, 北京 101101

DOI: 10.61369/TACS.2025140055

摘 要 : 为支撑国家关于数据发展相关战略, 加快培养符合新时代发展需求, 具备利用数据发现问题、分析规律、为商业发展注入新动能的复合型人才, 本文系统总结了北京财贸职业学院在商业数据分析课程改革的实践经验, 介绍了课程建设背景, 分析了课程建设面临的挑战, 提出了课程建设目标, 并从教学内容设置、课程教学组织等方面深入探讨了商业数据分析课程建设需要统筹考虑的重点内容, 为相关院校类似课程建设提供参考和经验借鉴。

关 键 词 : 高等职业教育; 课程改革; 商业数据分析

Research on Curriculum Reform for Cultivating Business Data Analysis Talents in Higher Vocational Education in the New Era

Wang Xiaofeng, Zhang Lun, He Jiumei

Beijing College of Finance and Trade, Beijing 101101

Abstract : In order to support the national strategy on data development, accelerate the training of interdisciplinary talents who meet the development needs of the new era, have the ability to use data to find problems, analyze rules, and inject new momentum into business development, this paper systematically summarizes the practical experience of Beijing College of Finance and Commerce in the course reform of business data analysis, and introduces the background of course construction. This paper analyzes the challenges faced by the course construction, puts forward the course construction objectives, and probes into the key contents of the course construction of business data analysis from the aspects of teaching content setting and course teaching organization, so as to provide reference and experience for the similar course construction of relevant colleges and universities.

Keywords : higher vocational education; curriculum reform; business data analysis

伴随着云计算、人工智能、移动互联、物联网、区块链等新一代信息技术的快速发展, 人类社会正在加快走入大数据的时代, 数据正在成为越来越重要的新型生产要素, 快速融入社会生产生活各个领域, 深刻改变着社会生产生活方式和商业运行模式。国家已经将充分挖掘数据要素的潜能、不断做强做优做大新型数字经济、增强经济发展新动能、培育新质生产力上升为国家战略^[1], 积极推动打破数据孤岛, 在深化数据融合共享中提升商业数据的价值潜能。在此背景下, 新时代的商业领域发展对具有扎实的商务数据分析的专业人才具有迫切的需求, 在高等职业教育中加强商业学生数据分析能力培养有利于培育适应新时代发展需求、具备核心竞争能力的新型人才。

一、课程建设背景

按照《数字中国建设整体布局规划》对加快建设数字中国基础有关工作部署, 以及贯彻落实《北京城市副中心高端商务产教联合体》国际化、数字化、品质化高端技术技能人才培养定位, 按照北京财贸职业学院公共平台课升级改造有关计划, 新增设《商务数据分析》课程, 面向全体学生实施数字化职业技能培养计划, 将数字技术赋能现代服务业人才培养^[2]。

(一) 学情分析

本课程将定位于面向全校开设的数据技术赋能课程, 将覆盖

来自不同专业、不同年级、不同背景、不同需求的多样化学生群体, 呈现出鲜明的综合性、多样性、特殊性相互交织的特点。一是面向不同群体学生的专业和背景有较大差异。来自不同专业和背景的学生对商业数据分析的学习目标、应用场景、侧重技能等不尽相同。二是学生所具备的相应知识基础储备有较大差异。来自不同地区、不同家庭环境、不同基础教育环境的高职院校学生, 特别是新入校的大学一年级新生, 原有的信息技术知识基础千差万别, 存在部分学生相对较少接触数据分析相关内容, 基础相对薄弱现象。三是学生学习数据分析兴趣浓厚。在当今数据时代, 学生在日常学习生活不同场景中已经亲身直观体验数据的重

要性，对学习了解数据分析相关知识普遍具有兴趣。

（二）教学相关问题分析

本课程是学校新开设的具有前瞻性、探索性课程，课程教学资源建设处于起步阶段，亟需根据课程需求加快丰富完善。同时，本课程具有动手能力要求高、实战性强等特点，在教学设计和实践过程中，坚持面向课堂教学、面向前沿理论、面向实践应用相结合的理念，充分结合具有代表的商业实战案例，展开教学活动。

二、课程建设情况

（一）课程建设目标

在深入梳理分析商业数据分析应用需求的基础上，结合我校专业及学生实际，将课程建设目标定位于兼顾理论和实践，注重培养学生商业数据思维和分析处理能力。

（1）提高商业数据获取能力。在商业实践中，会在不同部门、不同环节产生分布广泛、来源多样的大量数据，重点培养学生根据企业运行流程，分析数据产生、流动和存储重点环节的能力，掌握常用的商业数据获取技术和方法^[3]。

（2）提高商业数据理解能力。商业运行中产生的纷繁复杂的各类数据中，暗含着企业实际运行状况的各类信息，与企业的实际经营状况密切相关。本课程将重点培养学生将数据与企业运营相结合，透过各类数据阅读企业运行状况的能力^[4]。

（3）提高商业数据分析处理能力。开展商业数据分析、挖掘商业数据价值的前提和基础是要将各类结构不同、格式不同、来源不同的复杂数据，经过科学的方法和技术进行分析处理，形成可以综合分析利用的数据，并能够深度分析数据背后的蕴含规律，查找挖掘数据中反映出深层次问题。

（4）提高商业数据综合运用能力^[5]。数据的重要价值，就是支撑科学的管理和决策。学生在把数据分析处理的结果通过简洁易懂的文字和生动形象的图表综合展现出来，并能够编制逻辑清晰、内容条理的综合分析报告，分析问题、提出对策建议，供决策参考。

（二）师资团队建设

为更好地促进课程贴近商业运行实际、与真实商业运营尽可能保持一致，课程师资队伍与商业企业开展紧密合作，深入企业一线调研了解，系统全面接受企业工程师和资深专家培训，深入学习了商务数据分析的理论与方法等基础理论知识，熟悉企业中广泛应用的商务数据分析平台中智能分析、数据建模、多维分析、系统监控等模块，掌握了企业数据分析的平台环境，完成了以电子商城数据为背景的案例分析^[6]，系统体验了由原始数据到分析报告的全过程，并深入学习了包含角色管理、实验管理、学生在线实训等配套的实验管理平台有关内容，为提高课程教学质量提供了有力的师资队伍。

（三）课程资源建设

为充分确保课程资源符合商业实战需求，在课程资源建设中坚持引入企业外部资源和注重学校本土转化相结合的模式，既加

强与有关企业的合作，依托企业教学平台获取大量来源于商业运行一线的配套教学实践案例、多行业海量数据集，还组织教学团队结合行业本校学生和专业特点，对企业教学平台中的相关资源进行深入的整理，并进行符合学校教学需求的本土化转换，转化为贴近学校各专业就业岗位常见的课堂教学资源。其中包括《商业数据分析》课程的课程标准、教案、考核方案，以及撰写已开放案例资源的实训方案、教学演示文稿等教学资料。

三、教学内容设置

按照教学目标和指导原则，对教学内容和授课模块进行了科学设计，主要划分为行业分析、提出问题、理解数据、数据治理、数据分析、商业数据分析报告六个部分（如图1所示），具体内容如下：

（1）行业分析

通过多种分析模型，从多个维度展开，对行业整体，行业明细等情况进行逐层展开，熟悉行业情况。

以波特五力分析模型 (Michael Porter 's Five Forces Model) 为主要分析模型，从买方议价能力、卖方议价能力、潜在的竞争者、替代品的威胁、行业内的竞争等五个维度进行行业数据收集、市场生命周期分析、细化市场分析、产业链分析、市场需求调研以及行业竞争分析等^[7]，最后得到行业分析总结报告。

（2）提出问题

本阶段要明确业务部门当前面临的实际问题或业务部门提出的明确要求，在经过科学方法的处理，将业务问题转化为数据分析需求。

学生们通过从业务的角度分析进行问题分析，逐步梳理出业务需求，对业务部门的分析要充分考虑业务部门层级架构、业务领域的差异，针对性的设计与其职能和业务相匹配的精准化问题。对业务问题的分析转化可以通过多维度拆解法等方法，处理形成可分析使用的商业数据。

（3）理解数据

理解数据是商业数据分析的基础，只有建立在对数据本身的深刻了解下，才能有效保障采集到的数据质量，为后续开展数据分析提供坚实基础。

在企业真实场景中，绝大部分的数据都来自于企业自己内部相关系统，较少的引用企业外部的数据。学生根据多维度拆解找到要的数据，实现企业内部多系统数据采集。同时，通过理解数据，找到多维数据的关联关系，进行数据整合。

（4）数据治理

数据治理在整个商业数据分析中处于最重要的基础性环节，也是工作量最大的一个环节。

数据治理由数个相互递进、相互衔接的过程组成，其中主要包括数据整理、数据预处理、数据加工等。数据整理是数据治理的基础环节，其主要任务是将多源分散的数据收集整理合并到一个数据集合中。数据预处理是根据数据分析需求，在正式加工处理前进行的清洗、集成、变换、规约等操作，以提高数据质量，

便于后续操作。

(5) 数据分析

数据分析是商业数据分析中最关键、最核心的环节，直接决定了商业数据分析质量高低和结果的成败。

学生通过对典型数据分析场景的熟悉，能够快速形成数据分析的基础框架，并根据工作目标、业务需求、可用数据、实际情况等进行优化调整。学生根据实际分析场景，选择适合展示的可视化组件进行分析，最终形成满足实际数据分析场景对应指标体系。

(6) 商业数据分析报告

学生通过学习数据分析报告的整体设计、外观设计、视觉设计、数据可视化组件选择及实操等知识，培养学生根据需求合理选择数据可视化表达，深入开展立足于整体全部或聚焦一个或数个主题的数据分析，从而提供满足定制化需求的高质量商业数据分析报告。



图 1 教学内容设置

四、课程教学组织

(一) 理论讲解与实践应用相结合

该课程教学内容主要可以分为理论教学（16学时）和实践教学（32学时）。

理论教学是数据分析课程学习的基础部分，侧重于讲解数据分析有关基本概念、相关原则以及技术方法等。该部分的教学目标任务主要是培养学生的基础理论知识，了解开展数据分析的基本工作流程和技能。

实践教学主要采用利用企业商务数据分析平台，结合学校各专业特点，选取适合的商务数据分析实际案例。注重实践应用，

深入详细介绍 Excel、Python 等常用的数据分析工具。结合企业商业数据分析平台的实战化操作，可以促进学生熟练掌握相关工具的操作方法和技巧，提升数据处理和分析的效率^[8]。

(二) 线上授课与线下教学相结合

教学模式采用“线上线下”相结合的教学方式进行讲授和实践。

线上授课将充分多媒体技术、网络课堂和线上资源，以及企业商务教育平台下的商业数据分析理论与方法理论课程资源，教师上课期间采取线上监督指导、课堂答疑，课后辅导习题练习^[9]。

线下教学利用企业商务数据分析平台，选择合适的商务数据分析实际案例。教师指导学生在课堂上利用商务数据分析软件平台，引导学生深入理解商务数据分析的内容和本质，并形成商务数据分析报告。

在教学管理中，注重充分发挥企业实验管理平台作用，清晰界定平台管理员、教师、学生等不同用户和角色的权限，充分赋予学生线上自主学习，教师可以根据实训实验需求，发布资源、布置任务、评价效果等^[10]。

(三) 过程性评价与终结性评价相结合

课程采用以能力为导向的多元评价体系，突出对学生学习能力、实践能力、创新能力和团队协作能力全方面综合考核。考核方案中形成性评价和终结性评价。形成性评价的考核要点主要包括考勤、课堂提问、小组讨论、平时作业等。终结性评价的考核要点主要包括理论知识考核（线上题库）和商务数据报告两部分组成。通过形成性评价和终结性评价相结合，全面评估学生的学习成果和综合素质。

五、结束语

商业数据分析课程教学改革项目是深入贯彻国家数据驱动发展战略，紧跟新时代信息化、数据化、智能化发展需求，加快培养具备数据思维、数据分析和应用技能、能够解决商业数据分析实战问题复合型人才积极探索尝试。本文结合教学改革实践活动，分析了课程建设背景，阐述了课程目标、团队、资源建设情况，详细总结介绍教学内容设置、教学组织安排等内容，希望为相关院校类似课程建设提供参考和经验借鉴。

参考文献

[1] 中共中央国务院关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见（国务院公报 2023 年第 1 号）
[2] 张雷，魏立斐. 大数据时代下“数据分析”课程的探索[J]. 教育教学论坛, 2015, (6): 154-155.
[3] 张俊霞. 大数据分析能力在高职财会专业群的培养方式探索[J]. 中国商论, 2018, (7): 184-185.
[4] 宋晓玲. 信息技术环境下商业银行课程混合教学模式探索[J]. 高教学刊, 2017, (4): 53-55
[5] 李岩，牟博佼. 基于 Python 生态环境的商业数据分析与挖掘本科课程建设探究[J]. 高教学刊, 2021, (31): 25-29
[6] 李育冬，顾振华. 商务经济应用型课程改革研究——以商务数据分析课程为例[J]. 湖北经济学院学报（人文社会科学）, 2020, (6): 152-154
[7] 李洋. 跨平台模块商业数据分析实验教学系统构建[J]. 中国现代教育装备, 2021, (11): 9-11
[8] 黄晓霞. 聚焦职业核心素养的高职智慧课堂构建与实践[J]. 湖北职业技术学院学报, 2023, 21 (03): 47-52+64.
[9] 包恩林. 人工智能背景下地方师范院校人才培养研究[D]. 湖北师范大学, 2024.
[10] 曹晓丽，马琨. 高职院校思政课程“三教”改革实施策略[J]. 安康学院学报, 2024, 36 (05): 122-127.

基于熵权-TOPSIS 模型的过江通道规划方案比选研究

杜一川¹, 张海彬¹, 陶秋钢², 梅振宇^{2*}

1. 瑞安市交通运输局, 浙江 瑞安 325200

2. 浙江大学 工程师学院, 浙江 杭州 310058

DOI: 10.61369/TACS.2025140057

摘 要 : 随着城市 " 拥江发展 " 战略的深入推进, 过江通道规划已成为缓解跨江交通瓶颈、优化城市空间结构的关键环节。本文以瑞安市飞云江过江通道规划为研究对象, 构建了基于熵权-TOPSIS 的过江通道方案优选模型。研究选取投资成本、交通分流效果、征拆规模、通航景观影响及服务范围等 5 项关键指标, 对三个备选方案进行量化评价。实证结果表明, 采用 " 甬台温高速差异化收费 + 中期花园 - 从化路隧道 " 的组合方案综合贴近度最高 (0.660)。研究结论可为瑞安市跨江交通设施的科学决策提供理论依据, 同时为同类型河谷城市过江通道规划提供方法借鉴。

关 键 词 : 过江通道; 熵权法; TOPSIS 模型

Research on the Comparison and Selection of River-Crossing Channel Planning Schemes Based on the Entropy Weight-TOPSIS Model

Du Yichuan¹, Zhang Haibin¹, Tao Qiugang², Mei Zhenyu^{2*}

1. Ruian Transportation Bureau, Ruian, Zhejiang 325200

2. College of Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310058

Abstract : With the in-depth advancement of the urban "river-front development" strategy, river-crossing channel planning has become a key link to alleviate cross-river traffic bottlenecks and optimize urban spatial structure. Taking the planning of the Feiyun River crossing channel in Ruian City as the research object, this paper constructs an optimal selection model for river-crossing channel schemes based on the entropy weight-TOPSIS method. Five key indicators, including investment cost, traffic diversion effect, land acquisition and demolition scale, navigation and landscape impact, and service scope, are selected to conduct quantitative evaluation on three alternative schemes. The empirical results show that the combined scheme of "differential toll collection on Yongtaiwen Expressway + mid-term Huayuan-Conghua Road Tunnel" has the highest comprehensive closeness degree (0.660). The research conclusions can provide a theoretical basis for the scientific decision-making of cross-river transportation facilities in Ruian City, and also offer methodological reference for the planning of river-crossing channels in similar river valley cities.

Keywords : river-crossing channel; entropy weight method; TOPSIS model

引言

随着城市化进程的快速推进, 跨江通道作为连接两岸的核心基础设施, 已成为推动区域经济一体化和可持续发展的战略支柱。这类通道不仅承担着缓解交通瓶颈的功能, 更在促进产业转移、人口流动和资源优化配置方面发挥着不可替代的作用。然而, 在快速城市扩张背景下, 跨江通道往往面临拥堵加剧、环境压力增大和资源分配不均等问题。

目前对跨江通道规划与交通基础设施评价的研究已形成较为成熟的体系。随着多准则决策 (MCDM) 框架的兴起, 研究逐步转向综合评估。近年来, TOPSIS 及其改进方法成为基础设施评价的主流工具, 通过逼近理想解对多方案进行排序。国内研究强调客观赋权的重要性, 杨振琰等^[1] 基于熵权识别城市轨道交通网络节点重要度, 证明了数据驱动方法在提升评价鲁棒性方面的效能。在跨江通道具体领域, 李雯^[2] 基于改进熵权 TOPSIS 评价物流产业竞争力, 揭示了 MCDM 在多准则融合中的应用潜力。国际期刊中, Huang 等^[3] 使用 entropy-TOPSIS 评估城市轨道交通运营绩效, 量化了多维度指标间的差异。

项目信息: 浙江省 " 尖兵 " 领雁 研发攻关计划资助, 项目编号: 2024C0327。

作者简介: 杜一川 (1995—), 男, 汉族, 浙江瑞安人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 交通规划。

通讯作者: 梅振宇, Email: meizhenyu@zju.edu.cn

鉴于此,本文针对瑞安市飞云江过江通道拥堵现状,提出原位改造、高速市政化、差异化收费结合隧道三种备选方案,并采用熵权-TOPSIS模型进行客观比选。该模型通过熵权法基于数据信息量确定权重,避免AHP的主观偏差,同时TOPSIS的理想解机制能够有效排序多方案,适用于复杂交通系统的量化分析。

一、区域发展背景

瑞安市地处浙江省东南沿海,飞云江作为温州市第二大河流,横贯瑞安市域东西,是温瑞平原的“母亲河”,在防洪、排涝、供水、航运等方面发挥着重要作用。



图1 飞云江过江大桥分布图

截至调研期,瑞安核心区段的飞云江大桥和飞云江特大桥日均流量均已突破7万pcu/d,服务水平均降至五级,属于过饱和状态,拥堵形势严峻。

二、评价指标体系与模型构建

(一) 评价指标体系构建

过江通道方案的比选是一个涉及工程技术、经济成本、交通功能及城市环境的多目标决策问题。遵循科学性、系统性和可操作性原则,本文从经济性、功能性、环境性三个维度构建了包含5个关键指标的评价体系,如表1所示。

表1: 过江通道方案评价指标体系

一级指标	二级指标	单位	指标属性	指标说明
经济性	C1 投资成本	亿元	成本型 (-)	工程建安费、征地拆迁费等,越低越优
经济性	C3 拆迁规模	m ²	成本型 (-)	反映实施难度和社会风险,越小越优
功能性	C2 交通分流效果	pcu/d	效益型 (+)	对核心拥堵节点的流量削减值,越大越优
功能性	C5 服务范围与路网均衡性	1-5分	效益型 (+)	专家评分,评价覆盖范围及路网优化作用
环境性	C4 通航与景观影响	1-5分	效益型 (+)	专家评分,评价通航安全及景观风貌影响

(二) 熵权-TOPSIS模型构建

鉴于各评价指标既有定量数据又有定性评分,且单一主观赋权可能存在偏差,本文引入熵权法对指标进行客观赋权,结合TOPSIS方法进行综合排序。模型构建步骤如下:

(1) 决策矩阵构建与标准化

假设有 m 个方案, n 个评价指标,构建初始决策矩阵 $X = (x_{ij})_{m \times n}$ 。为消除量纲影响,对数据进行标准化处理得到矩阵 $Y = (y_{ij})_{m \times n}$ 。对于效益型指标:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (1)$$

对于成本型指标:

$$y_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (2)$$

(2) 基于熵权法确定权重

计算第 j 项指标的信息熵 E_j :

$$E_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (3)$$

其中 $p_{ij} = y_{ij} / \sum_{i=1}^m y_{ij}$ 。计算各指标的权重 w_j :

$$w_j = \frac{1 - E_j}{n - \sum_{k=1}^n (1 - E_k)} \quad (4)$$

(3) 计算加权规范化矩阵与理想解

构建加权矩阵 $Z = (z_{ij})_{m \times n}$, 其中 $z_{ij} = w_j \times y_{ij}$ 。确定正理想解

Z^+ 和负理想解 Z^- :

$$Z^+ = (\max z_{i1}, \max z_{i2}, \dots, \max z_{in}) \quad (5)$$

$$Z^- = (\min z_{i1}, \min z_{i2}, \dots, \min z_{in}) \quad (6)$$

(4) 计算相对贴近度

计算各方案到正理想解的欧氏距离 D_i^+ 和到负理想解的欧氏距离

D_i^- , 并计算相对贴近度 C_i :

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (7)$$

其中, C_i 值越大,表明方案越接近最优解,方案越优。

三、规划方案设计

针对飞云江大桥-甬台温高速飞云江特大桥段廊道的拥堵问题,本文提出三种具有代表性的规划思路作为备选方案,如表2。

表2: 三种规划方案主要技术经济指标对比

方案	核心措施	投资成本(亿元)	拆迁规模(m ²)
A1	原位改造拓宽	17.4	20000
A2	市政化+远期隧道	21.9	16033
A3	差异化收费+中期隧道	17.7	23560

(一) 原位改造拓宽方案

该方案着眼于挖掘既有设施潜力,核心措施是对老104国道飞云江大桥进行原位扩建。该方案能够充分利用现有桥梁资源,避免新建通道带来的选址难题,然而,飞云江大桥北岸通过老城区,沿线建筑密集,拆迁难度极大,涉及大量居民搬迁和商业补偿,并且原位改造对路网结构的优化作用有限,无法从根本上解决通道布局不均衡的问题。

(二) 高速公路市政化利用方案

该方案核心措施是对甬台温高速飞云江特大桥进行市政化改造,通过政府购买服务或资产回购方式,使其承担城市内部过江功能。市政化后,该通道可解决行人和非机动车过江问题,优化南北市政路网连接。然而,甬台温高速飞云江特大桥与飞云江大桥通道间距过密,对拥堵最严重的飞云江大桥分流作用有限。更为重要的是,单纯依靠市政化无法满足远期交通需求,必须在远期叠加建设邮电-云龙路过江隧道,因此总规划成本在三个方案中最高。

(三) 差异化收费结合中期隧道方案

该方案采用“软硬结合”的策略,近期通过财政补贴实施甬台温高速差异化收费,引导部分车流改道,缓解近期拥堵;中期重点推进“花园路-从化路”过江隧道的建设。隧道方案能够有效避开地面拆迁难点,服务范围覆盖两岸高密度开发区,能够显著优化路网结构均衡性。但是初始建设投资较大,且隧道运营维护成本高于桥梁。

四、实证分析

基于相关工程可行性研究数据,构建包含三个备选方案的原始决策矩阵。为确保比选的公平性,各方案均采用“达到既定远期规划目标”的总投资额进行核算。各方案的具体量化数据如表3所示。

为确保评价口径一致,方案A2采用了包含远期隧道建设的全生命周期成本,修正了其“低成本”的表象。基于2045年供需预测模型,得到各方案预测分流值。征拆规模数据来源于工程可行性研究估算。对于定性指标,依据前述评分标准进行量化。

表3: 瑞安市飞云江过江通道规划方案评价原始数据矩阵

指标代码	指标名称	优化方向	方案A1(原位改造)	方案A2(市政化+远期隧道)	方案A3(差异化收费+隧道)
C1	规划总投资(亿元)	Min	17.4	21.9	17.7
C2	交通分流能力(pcu/d)	Max	15000	8000	32000
C3	征拆建筑面积(m ²)	Min	20000	16033	23560
C4	通航与景观影响(1-5)	Max	3	5	5
C5	服务范围评分(1-5)	Max	4	3	5

(一) 熵权计算结果

对数据进行归一化处理,并采用熵权法计算各指标的客观权重,如表4所示。

计算结果显示,交通分流能力(C2)的权重最高,达24.45%,表明各方案在该指标上的差异度最大,是影响决策的核心因子。

表4: 指标熵值与权重计算结果

指标	信息熵值(E _j)	差异系数(E _j)	客观权重(W _j)
C1 投资成本	0.824	0.176	0.1759
C2 分流能力	0.755	0.245	0.2445

指标	信息熵值(E _j)	差异系数(E _j)	客观权重(W _j)
C3 征拆规模	0.796	0.204	0.2039
C4 通航影响	0.824	0.176	0.1756
C5 服务范围	0.800	0.200	0.2001

(二) TOPSIS 综合评价结果

各方案的欧氏距离及相对贴近度计算结果如表5所示。从整体排序来看,方案A3优势较为明显。该方案在兼顾各项指标的均衡性方面表现最优,最接近系统的理想状态。

表5: 方案综合评价结果

方案	正理想解距离(D ₊)	负理想解距离(D ₋)	相对贴近度(C _j)	最终排序
A3(差异化+隧道)	0.063	0.122	0.660	1
A1(原位改造)	0.108	0.088	0.450	2
A2(市政化利用)	0.115	0.085	0.427	3

(三) 结果讨论与深度分析

本研究的TOPSIS评价结果验证了方案A3(差异化收费+中期隧道)作为最优解的合理性。熵权法识别出交通分流能力是区分度最高的指标,权重最高,而方案A3恰在此核心指标上展现出对其他方案的压倒性优势。尽管其征拆规模略大,但在巨大的功能效益面前,这一劣势被有效稀释。这种“功能效益主导、环境效益加持”的特征,使其成为破解飞云江过江瓶颈的最优路径。

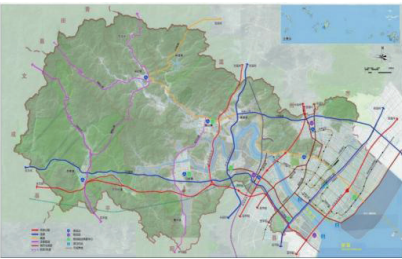


图2 瑞安市域综合交通规划图(2017-2035)

五、结语

本文建议瑞安市相关部门采纳方案A3作为实施路径,并采取分阶段推进策略。近期应优先落实甬台温高速瑞安段的差异化收费补贴政策,利用财政杠杆快速引导过境交通向高速分流,以较低的经济成本缓解飞云江大桥的近期通行压力。中期则应加快推进花园路-从化路过江隧道的前期立项与工程设计,鉴于隧道工程对两岸接线要求较高,建议同步优化北岸花园路与南岸从化路的网格化道路衔接,确保通道建成后能迅速发挥效能。

参考文献

[1] 杨振琰, 黄文成, 法慧妍, 等. 基于 Kolmogorov 熵权的城市轨道交通网络节点重要度识别算法[J]. 交通运输工程与信息学报, 2024, 22(01): 139-149.

[2] 李雯. 基于改进熵权 TOPSIS 的合肥物流产业竞争力评价[J]. 科技和产业, 2023, 23(19): 80-84.

[3] Huang W, Shuai B, Sun Y, et al. Using entropy-TOPSIS method to evaluate urban rail transit system operation performance: The China case[J]. Transportation Research Part A, 2018, 111: 292-303.

