AI 赋能下应用型本科硬件课程阶梯式教学体系改革

周燕，丁雪芳
西安科技大学高新学院 科技与工程学院，陕西 西安 710100
DOI: 10.61369/ETR.2026300022

摘　　要： 人工智能技术的快速迭代与产业智能化转型，对应用型本科信息类人才的软硬协同能力提出了全新要求。针对当前硬件课程体系课程分散、软硬脱节、与 AI 岗位需求错位等问题，本文以西安科技大学高新学院硬件课程群为改革对象，基于 OBE 理念，构建了人工智能背景下“阶梯递进、软硬融通”的四阶递进式教学体系。改革以单片机为硬件基座，向上延伸至边缘推理、数据上云等软硬协同任务，将电装实训、单片机理论教学、单片机课程设计、硬件实训课程、毕业设计等有机串联，并融入 AI 场景项目驱动、虚实结合与软硬联调等教学方法。实践表明，毕业生嵌入式及 AIoT 相关岗位就业比例提升 14 个百分点，可为人工智能时代应用型本科硬件课程建设提供可复制的参考路径。

关 键 词： 人工智能；应用型本科；硬件课程体系；软硬协同；教学改革

Reform of the Ladder Teaching System for Hardware Courses in Application-oriented Universities Empowered by AI

Zhou Yan, Ding Xuefang
College of Science and Engineering, Xi'an University of Science and Technology High-Tech College, Xi'an, Shaanxi 710100

Abstract: The rapid iteration of artificial intelligence technology and the industrial intelligent transformation have put forward new requirements for the software and hardware collaborative capabilities of information talents in application-oriented universities. Aiming at the prevailing problems of fragmented curriculum setting, disconnection between software and hardware teaching, and mismatch with AI job demands in the current hardware course system, this paper takes the hardware course group of Xi'an University of Science and Technology Gaoxin College as the reform object. Based on the Outcome-Based Education (OBE) concept, a four-stage progressive teaching system featuring "ladder progression and software-hardware integration" is constructed under the background of artificial intelligence. Centering on single-chip microcomputers as the basic hardware platform, the teaching reform extends upward to software and hardware collaborative tasks such as edge inference and cloud data uploading. It organically integrates electronic assembly training, theoretical teaching of single-chip microcomputers, curriculum design, hardware practical training and graduation design, and adopts project-driven teaching based on AI scenarios, virtual-real combination and software-hardware joint debugging methods. Practical results show that the employment rate of graduates in embedded and AIoT-related positions has increased by 14 percentage points. This research provides a replicable reference for the construction of hardware courses in application-oriented universities in the era of artificial intelligence.

Keywords: **artificial intelligence; application-oriented university; hardware course system; software-hardware collaboration; teaching reform**

引言

边缘计算与物联网深度融合催生端边云一体化智能硬件生态，新工科建设倡导培育具备软硬件系统集成能力的复合型工科人才[1-2]。2023年《新一代人工智能发展规划》推动 AI 与工科专业深度融合，产业对兼具硬件底层开发与 AI 算法部署能力的工程师需求持续上涨。2024年我院产业调研表明，市场紧缺兼具单片机开发与 AI 模型部署、边缘推理能力的复合型硬件工程师，企业高度看重软硬协同调试与系统集成能力[3]。

项目信息：本文得到西安科技大学高新学院教育教学改革研究项目“以就业为导向的信息类专业硬件课程体系的改革”（X20260201）资助。
作者简介：周燕（1980—），女，汉，陕西省西安市，研究生，副教授，主要研究领域为嵌入式系统、自动化控制及教学改革。
通信作者：丁雪芳（1974—），女，汉，陕西省西安市，研究生，副教授，主要研究领域为计算机算法研究及教学研究。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

教育理论与研究26年30期-版权页：半月刊 第4卷第30期 2026年8月刊.indd 109 2026/10/13 16:03:37

然而，传统硬件课程体系长期固守重硬轻软惯性，课程各自独立，学生虽能焊接电路、编写简单控制程序，却难以将硬件采集的数据与 AI 算法及上位机软件有效衔接，形成软硬脱节困境 [4-5]。

针对上述问题，课程组自 2024 年基于 OBE 成果导向理念，面向就业需求重构信息类专业硬件课程体系。改革统一采用自制单片机开发平台，将传感器数据规范、串口通信、上位机处理、轻量化边缘推理等 AI 内容融入教学，搭建硬件支撑、软件赋能的阶梯式协同教学框架，借助项目驱动、虚实结合、分层实训、赛教融合等方式提升学生工程实践与就业竞争力 [6]。

一、课程体系现状与问题分析

课程概况

我院信息类专业原有硬件教学链条包含电装实训、单片机原理及应用、单片机课程设计、智能产品大实训与毕业设计。各课程由不同教师独立规划，硬件实验平台不统一，实训任务相互割裂 [7]。课程全程缺少传感器数据对接 PC、云端 AI 系统等相关实训内容，学生对“单片机 + 智能算法”一体化系统缺乏完整认知。

存在的问题

（1）软硬割裂，AI 教学内容缺失。电装实习使用通用焊接练习板，仅完成分立元件组装；单片机理论课使用标准实验箱，与焊接成果无关，实验局限于数码管、按键等验证性操作，未触及传感器数据经串口上传至上位机、由 AI 算法判断并回控的典型智能硬件流程 [8]。学生无法建立从物理感知、数据采集到软件处理与决策反馈的完整闭环概念。

（2）实践内容滞后于 AI 产业需求。教材案例仍以交通灯、电子钟等传统项目为主，而企业亟须的智能家居语音控制、基于边缘推理的异常检测、云端趋势预测等任务全未涉及。毕业生面对“如何将单片机数据喂给 AI 模型并实现联动控制”等问题缺乏基本方案设计能力。

（3）系统集成与调试能力薄弱。传统教学重模块验证、轻软硬联调，学生在毕业设计中遇到串口通信乱码、上位机与单片机时序不匹配等问题时无从下手，与 AI 时代“软硬一体排错”的核心要求形成显著反差。

二、软硬协同的课程体系重构

（一）岗位需求牵引，确立软硬一体能力目标

结合 AIoT 嵌入式开发工程师、嵌入式 AI 应用工程师等岗位需求，企业核心能力要求如表 1 所示。

表 1 嵌入式岗位能力要求分析表

模块	岗位要求
技术应用与实践能力	熟练使用 C/C51、Java、Python 等编程语言；能够设计单片机 I/O 口数据采集与串口 /Wi-Fi 通信方案，实现数据对接上位机 AI 应用；具备软硬联调与故障定位能力。
软硬协同与 AI 工程化能力	理解典型 AI 模型（分类、预测等）的部署流程，能将单片机端采集的传感器数据流规范化为 AI 可用的结构化输入；能在边缘设备上完成简单规则推理与指令下发，形成“感知 – 决策 – 执行”闭环。
沟通与团队协作能力	能与算法工程师、软件工程师高效对接数据接口协议与通信格式，协同推进项目。
持续学习与逻辑解决能力	能快速适应新传感器、新通信模组及 AI 工具链的迭代，具有从业务需求反推软硬架构的逻辑思维能力。

（二）立足学生发展，重构教学目标

对标岗位需求，从知识、能力、素质三个维度融入软硬协同与 AI 教学内容。

知识目标：掌握单片机硬件架构、中断、定时器 / 计数器、串行通信等核心原理，并理解其作为 AI 数据源与执行端的基本角色；掌握单片机与 Wi-Fi/ 蓝牙模块的通信方法，了解典型轻量 AI 推理在单片机端的逻辑实现；熟悉上位机与单片机进行数据交互的典型协议与软件架构。

能力目标：具备将物理量经传感器采集、打包并通过串口发送至上位机的工程实现能力；能够编写上位机程序接收数据，调用预训练模型或规则库进行决策，再通过串口指令控制单片机执行器动作，完成软硬协同闭环；具备模块化开发、软硬联调及排错能力，能够撰写规范的接口文档与项目报告。

素质目标：培养严谨的工程思维与软硬协同规范意识；激发学生对硬件智能化感知与自主决策的探索兴趣，增强科技自信；树立数据驱动与智能决策的技术价值观和工程伦理责任感。

（三）课程体系重构：四阶递进与课程群整合

以自制“AI 感知基础板”为统一硬件平台，集成环境传感器、语音模块与无线通信接口，打通单片机底层开发与上位机 AI 程序开发教学链路。核心硬件课程包含《电装实训》《单片机原理及应用》《单片机课程设计》《智能产品设计大实训》，衔接《C 语言》《电工电子》《Python 编程》等先修课，延伸《嵌入式 AI 应用开发》拓展课程，形成完整软硬件教学链条。

课程分为入门、基础、实践、进阶四层训练，高阶综合能力培养依托毕业设计、学科竞赛完成，整体架构如表 2 所示 [9]。

表 2 工智能背景下四阶递进的软硬协同课程体系

阶段	对应课程	学时	核心任务	产出物
入门（第 3 学期）	电装实训	1 周	焊接 AI 感知基础板，烧录 LED 与传感器基础程序，实现串口数据发送与上位机简单接收显示。	自制开发板、软硬通信初体验
基础（第 4 学期）	单片机原理及应用	48 学时	在自制板上完成中断、定时器 / 计数器、串行通信、ADC 采集等基础实验；编写上位机程序实时读取传感器数据并可视化。	基础代码库、串口数据监控程序

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

教育理论与研究26年30期-版权页：半月刊 第4卷第30期 2026年8月刊.indd 110 2026/10/13 16:03:37

实践（第4学期）	单片机课程设计	2周	扩展执行模块，完成“智能温控风扇”“声控灯光控制”等典型软硬协同应用。	功能模块、软硬接口文档
进阶（第5学期）	智能产品设计	4周	小组完成“基于边缘规则的智能安防报警系统”等综合项目，经历需求、设计、联调、测试全流程。	完整产品、软硬协同项目报告
高阶（第5-8学期）	毕业设计/学科竞赛	贯穿	独立解决复杂工程问题，或基于课程积累参加计算机设计大赛、挑战杯赛道等。	毕业设计作品、竞赛成绩

（四）教学内容模块化与项目化改造

结合课程核心知识点与岗位实际需求，梳理出六大教学模块：①硬件系统与感知前端设计；②指令系统与数据打包规范；③中断系统与实时数据采集；④定时器/计数器与采样率控制；⑤串行通信技术与上位机对接；⑥系统扩展与AI执行器接口。每个模块均配套硬件与软件双环节实验：在硬件实验中完成传感器数据采集与信号调理，在软件实验中编写上位机解析程序并执行简单规定判断，从而实现从物理信号获取到数据逻辑处理的完整覆盖。

在项目层面，按照从入门到进阶的逻辑，设计了一系列难度梯度递进的微型项目，贯穿课程群各个阶段。入门阶段侧重开发环境、基础操作训练，以掌握基础的单片机软硬件实操技能为目标，设置LED流水灯控制系统、单片机音乐盒、数码管计时报警器等作品，重点训练开发环境搭建、I/O口控制与基本时序逻辑；基础阶段立足于夯实理论知识，为后续嵌入式系统开发奠定实践基础，实验项目覆盖单片机开发环境的搭建、I/O口的应用、数码管的静态与动态扫描、中断应用以及I/O扩展等内容，帮助学生建立模块化编程与硬件驱动的基本能力。实践阶段旨在培养模块化开发与多模块协同调试能力，形成完整的多模块系统设计与问题解决能力，设置温湿度监测系统、循迹避障小车、简易电子密码锁等软硬融合项目，要求学生综合运用传感器、执行器与通信接口完成指定功能。进阶阶段则重点培养完整项目开发流程的把控能力，完成基于51单片机的自动温控报警系统、多功能环境检测与安防报警系统、智能人体感应灯光节能控制系统等完整的系统级作品，涵盖需求分析、方案设计、软硬联调、功能测试与文档撰写等全流程环节。全部实训任务均配备统一任务指导书、评分细则与验收标准，学生在分层项目实操中逐步理解硬件采集、数据传输、智能判断、设备联动的一体化开发思路。

（五）评价体系改革

改变笔试加单一实验报告的传统考核，建立全过程多元评价：平时成绩30%，考核课堂表现、作业与仿真练习；实验成绩30%，依据实操答辩、规范实验报告评定；项目成绩40%，课程设计与实训按文档20%、作品演示50%、答辩30%打分，突出工程实践能力考核导向[10]。

（六）加强教赛互促，提升学习兴趣和创新能力

打通课程教学与学科竞赛的衔接路径，把各类赛事典型赛题改造为实训内容；同时组织学生组队参与计算机设计大赛、蓝桥杯、挑战杯等嵌入式相关竞赛；把往届学生获奖的成熟作品整理进课程案例资源库，以竞赛实践成果丰富日常课堂教学素材。

三、改革成效与示范辐射

本次教学改革面向2021至2023级计算机、物联网等专业开展完整教学实践，累计参与学生1520余人，实际教学效果体现在以下几方面。

（1）学生软硬件联合开发思路得到明显锻炼。大实训阶段，学生小组通过自动温控报警系统、多功能环境检测与安防报警系统等项目的实训，普遍具备需求分析、方案设计、联调、测试与文档全流程把控能力。80%以上学生表示通过四阶训练理解了硬件与AI软件协同工作方式，不再畏惧软硬联调，对系统开发流程有系统性认识。

（2）毕业设计有两成以上毕业生选择智能控制相关的设计题目，成品运行稳定、功能完善，配套设计文档规范完整，不少优秀设计能够直接申报大学生创新创业项目或用于学科竞赛。

（3）学生就业竞争力显著提升，实训项目贴合企业单片机上位机开发架构，入职适应更快，嵌入式、AIoT岗位就业占比提升14个百分点。

（4）学科竞赛成果突破。近三年学生依托课程改革项目参与全国大学生计算机设计大赛、蓝桥杯、挑战杯等各类工科竞赛，累计斩获省级以上奖项30余项，其中国家级奖项5项，在嵌入式赛道实现突破，验证了教学、实践与竞赛良性循环的有效性。

（5）改革模式具备推广价值。本课程改革模式已推广至学院计算机科学与技术、人工智能、物联网工程等信息类专业，形成了一支兼具理论教学与软硬协同工程实践能力的教学团队。相关经验可为人工智能时代应用型本科硬件课程体系的建设提供可复制的参考。

四、存在的问题及改进措施

（一）存在问题

仍有约15%的学生由于先导课程基础薄弱，完成提高层任务较为吃力；开放实验室利用率仍有提升空间；企业真实项目引入尚不够充分。

（二）改进措施

建立先修课程教师学情互通机制，课程初期开设电路、C语言基础补强模块；实验室推行项目积分管理，实施学长帮扶导师制；深化产教融合，引入智能家居网关等企业级实训项目，邀请企业工程师参与课程答辩，组织学生考取行业相关技能认证。

五、结语

本次改革以产业就业需求为导向，搭建“阶梯递进、软硬融

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

教育理论与研究26年30期-版权页：半月刊 第4卷第30期 2026年8月刊.indd 111 2026/10/13 16:03:38

通” 四阶硬件课程教学体系，依托统一硬件平台、项目化教学、竞赛反哺课堂等举措，有效提升学生工程实践能力与就业质量。未来将持续推进产教深度融合，完善分层个性化教学与多元评价机制，优化可推广、可复制的硬件课程改革方案。

参考文献

[1] 刘秀清，葛文庆，李波 . 基于能力本位培养的新工科人才培养模式改革与实践 [J]. 中国大学教学，2023(11)：30-37.

[2] 邵波，史金飞，郑锋等 . 新工科背景下应用型本科人才培养模式创新——南京工程学院的探索与实践 [J]. 高等工程教育研究，2023(2)：25-31.

[3] 刘超，杨方宜，吴有龙 . 应用型本科高校物联网工程专业 " 云计算与大数据 " 课程教学改革与实践 [J]. 中国高校科技，2025(10)：64-68.

[4] 孙宏滨，刘龙军，张旭翀，等 . 人工智能本科专业硬件基础课程教学改革与实践 [J]. 计算机教育，2025(12)：14-18.

[5] 亢洁，杨帆，张万虎等 . 成果导向 " 人工智能 " 课程实践教学改革与探索 [J]. 实验室研究与探索，2025，44(6)：157-161.

[6] 漆强，周建华等 . 基于新工科理念的 " 嵌入式系统设计 " 课程改革和创新 [J]. 实验室研究与探索，2025,44(06):162-166.

[7] 安宪军，董克俭应用型本科院校理实一体化教学实践探索——以单片机原理与应用课程为例 [J]. 高教学刊，2024,10(S1):132-135.

[8] 陈富，周梓发，涂虬林，羽轩 . 以培养应用型人才为目标的地方本科院校 " 单片机原理 " 课程教学改革与实践——以上饶师范学院为例 [J]. 上饶师范学院学报，2024(3).96-104.

[9] 宫娜娜，曹云 . 以就业为导向的嵌入式系统课程群的探索 [J]. 电脑与信息技术，2024,32(05):130-133.

[10] 李文娟，刘晓杰，葛洪伟，等 . 工程教育专业认证背景下网络工程技术类课程评价体系构建方法探索 [J]. 物联网技术，2024，14(12)：156-159.

 | Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

教育理论与研究26年30期-版权页：半月刊 第4卷第30期 2026年8月刊.indd 112 2026/10/13 16:03:38