

城市建筑与发展

Urban Architecture And Development



ART AND DESIGN PRESS INC.

(626 810 4480)

119 S Atlantic Blvd, Suite 300D

Monterey Park, CA 91754

Copyright © 2024 by ART AND DESIGN PRESS INC.

Complimentary Copy



ART AND DESIGN PRESS INC
(United States)

Editorial Board

Editors-in-Chief

Peng Xu

China Municipal Engineering North China Design and Research Institute Co., LTD.

Zhijin Lu

China Municipal Engineering Northeast Design and Research Institute Co., LTD. Dongguan Branch

Editorial Board Member

Longde Cha

Zhejiang Jiahua Architectural Design & Research Institute, China

Feng Gao

China Municipal Engineering South-Central Design and Research Institute Co., LTD.

Chunxiao Lin

China Municipal Engineering South-Central Design and Research Institute Co., LTD.

Andrew Chiou

School of Engineering and Technology Centre for Intelligent Systems

Ritesh Chugh

School of Engineering and Technology Centre for Research in Equity & Advancement of Teaching & Education(CREATE)

目录CONTENTS

城市建筑与发展

Urban Architecture and Development

第2卷 第7期 2024年7月刊

主管 ART AND DESIGN PRESS INC.

主办 ART AND DESIGN PRESS INC.

编辑 《城市建筑与发展》编辑部

ISSN(O): 2993-270X

ISSN(P): 2995-2441

地址: 119 S Atlantic Blvd, Suite 300D Monterey
Park, CA 91754

网址: <https://www.artdesignp.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。

- 001 新时期非金属地质矿产勘查工作手段和方法研究
严翔, 李潇, 王海军, 妥天恩, 庞建宏
Research on Means and Methods of Non-metallic Geological and Mineral Explora-
tion in the New Era Yan Xiang, Li Xiao, Wang Haijun, Tuo Tian'en, Pang Jianhong
- 004 铁路货运向现代物流拓展思路及对策的研究
段毅
Research on Expanding the Ideas and Countermeasures of Railway
Freight Transport to Modern Logistics Duan Yi
- 007 城市更新中的土地资源优化配置与再利用研究
曾斌
Research on Optimization and Reuse of Land Resource Allocation in
Urban Renewal Zeng Bin
- 010 城市配套设施建设弹性研究
孟庆瑜
Study on the Resilience of Urban Supporting Facilities Construction Meng Qingyu
- 013 健康社区景观设计研究——以郑州浣悦华庭项目景观设计为例
刘萱萱
Research on Healthy Community Landscape Design: A Case Study
of Zhengzhou Longyue Huating Project Liu Xuanxuan
- 017 寒地城市风景园林施工关键技术及适应性策略研究
陈君侃
Research on Key Technologies and Adaptive Strategies for Landscape
Gardening Construction in Cold Regions Cities Chen Junkan
- 020 钢结构在大跨度建筑中的应用与技术创新
董志鹏
Application and Technological Innovation of Steel Structures in
Large-Span Buildings Dong Zhipeng
- 023 滚筒式扫路车清扫装置折叠隐藏式设计研究
龚迎辉
Design and Research on the Foldable and Hidden Cleaning Device of
Roller-type Road Sweeper Gong Yinghui
- 026 公路绿色施工标准化管理策略
余阳
Standardized Management Strategies for Green Highway Construction Yu Yang
- 029 基于物联网的厂房设备管线智能管理系统研究
周玉飞
Research on Intelligent Management System of Plant And Equipment Pipeline
based on Internet of Things Zhou Yufei
- 032 智慧供热平台全流程管控: 架构优化与能源效率提升
闫静, 陈欣欣, 张哲扬
Full-Process Management and Control of Smart Heating Platform: Architecture
Optimization and Energy Efficiency Improvement Wen Jing, Chen Xinxin, Zhang Zheyang
- 035 压力容器与管道裂纹检验中的无损检测技术探讨
岳晟, 胡斌, 李运成
Non-Destructive Testing Technology in Crack Inspection of Pressure
Vessels and Pipelines Yue Sheng, Hu Bin, Li Yuncheng
- 038 新质生产力视域下网络微短剧赋能山东乡村旅游研究
刘友福, 付小芬
Empowering Rural Tourism in Shandong through Online Micro-Short
Dramas from the Perspective of New Productive Forces Liu Youfu, Fu Xiaofen

新时期非金属地质矿产勘查工作手段和方法研究

严翔, 李潇, 王海军, 妥天恩, 庞建宏
青海煤炭地质一〇五勘探队, 青海 西宁 810007

摘要: 本文聚焦新时期非金属地质矿产勘查工作, 深入剖析其面临的挑战, 系统阐述地质填图、地球物理勘查、地球化学勘查、遥感技术以及钻探与坑探等工作手段和方法, 分析各方法的原理、应用场景及发展趋势, 旨在为提升非金属地质矿产勘查效率与精度, 保障资源合理开发利用提供科学依据与技术支撑。

关键词: 非金属地质矿产; 勘查手段; 勘查方法; 新时期

Research on Means and Methods of Non-metallic Geological and Mineral Exploration in the New Era

Yan Xiang, Li Xiao, Wang Haijun, Tuo Tian'en, Pang Jianhong
Qinghai Coal Geology 105 Exploration Team, Xining, Qinghai 810007

Abstract: This article focuses on non-metallic geological and mineral exploration in the new era, deeply analyzes the challenges it faces, and systematically elaborates on the working means and methods of geological mapping, geophysical exploration, geochemical exploration, remote sensing technology, drilling and pit exploration. It analyzes the principles, application scenarios, and development trends of each method, aiming to provide scientific basis and technical support for improving the efficiency and accuracy of non-metallic geological and mineral exploration, and ensuring the rational development and utilization of resources.

Keywords: non-metallic geological minerals; exploration methods; exploration techniques; new era

非金属地质矿产在现代工业、农业、建筑、环保等诸多领域具有广泛应用, 是国民经济发展的重要物质基础。随着社会经济的快速发展, 对非金属地质矿产的需求持续增长, 加之可持续发展理念的深入贯彻, 新时期对非金属地质矿产勘查工作提出了更高要求。传统勘查手段和方法在应对复杂地质条件、满足高精度勘查需求等方面逐渐显现出局限性, 因此, 研究和创新非金属地质矿产勘查工作手段和方法具有重要的现实意义。

一、新时期非金属地质矿产勘查面临的挑战

(一) 勘查目标的多元化与复杂化

新时期, 非金属地质矿产的应用领域不断拓展, 对矿产质量、性能等方面的要求愈发多样化。除传统的建筑材料用非金属矿产外, 电子、新能源、环保等新兴产业对具有特殊物理化学性质的非金属矿产需求大增, 如高纯石英用于半导体产业, 石墨用于锂电池制造等。这使得勘查目标不仅局限于矿体规模和品位, 还涉及矿产的纯度、粒度、晶体结构等多种因素, 勘查目标呈现多元化与复杂化特征。以高纯石英为例, 其纯度要求极高, 杂质含量需控制在 ppm 级甚至更低, 这就要求勘查过程中精准检测矿石中的微量元素, 评估其对石英纯度的影响。同时, 对于石墨用于锂电池负极材料, 其晶体结构和粒度分布直接影响电池性能, 勘查时需运用专业技术手段对这些特性进行勘查分析。^[1]

(二) 地质条件的复杂性增加

多数非金属矿产赋存于复杂地质构造区域, 地层褶皱、断裂发育, 岩石蚀变强烈。例如, 一些非金属矿与岩浆岩侵入体密切

相关, 其成矿过程受多种地质因素制约。在山区等地形复杂区域, 交通不便, 工作条件艰苦, 进一步增加了勘查难度。传统勘查方法在应对此类复杂地质条件时, 难以准确获取深部地质信息, 勘查效率和精度受到影响。

(三) 勘查精度与环保要求的提升

随着科技进步和资源开发利用的精细化, 对非金属地质矿产勘查精度的要求日益提高。精准确定矿体边界、品位变化以及深部延伸情况, 对于合理规划开采方案、提高资源利用率至关重要。同时, 环保意识的增强使得勘查工作必须遵循严格的生态环境保护法规, 尽量减少对环境的扰动和破坏, 这对勘查手段和方法的选择与实施提出了新挑战。^[2]

二、非金属地质矿产勘查工作手段和方法

(一) 地质填图

1. 传统地质填图方法

传统地质填图是通过野外实地观察, 详细记录地层、岩石、

构造等地质信息，绘制地质图件。地质人员在野外沿一定路线进行观测，测量地层产状，描述岩石特征，识别构造形迹，如褶皱、断层等。通过对不同地质单元的划分和连接，构建区域地质框架。这种方法是勘查工作的基础，能够直观反映地表地质现象，为后续勘查工作提供宏观地质背景资料。例如，在沉积岩分布区，通过地质填图可确定不同地层的岩性组合和沉积相特征，分析其与非金属矿产形成的关系。

2. 数字化地质填图技术

随着信息技术的发展，数字化地质填图技术逐渐取代传统手工填图。该技术利用全球定位系统（GPS）确定观测点位置，通过手持数据采集终端记录地质信息，如岩石类型、产状、构造等，并实时上传至数据库。利用地理信息系统（GIS）软件对采集的数据进行处理、分析和可视化表达，生成高精度的地质图件。数字化地质填图提高了数据采集的准确性和效率，便于数据管理和共享，同时能够利用GIS的空间分析功能，深入研究地质体之间的空间关系，为矿产勘查提供更丰富的信息。^[3]

（二）地球物理勘查

1. 重力勘查

重力勘查基于不同岩石和矿体具有不同密度，从而引起重力场变化的原理。通过测量地面上各点的重力值，分析重力异常，推断地下地质构造和矿体分布。在非金属矿产勘查中，如盐类矿产，其密度与围岩差异明显，可利用重力勘查圈定盐体分布范围。在勘查过程中，使用高精度重力仪进行测量，对获取的重力数据进行地形校正、正常场校正等处理，突出与矿体相关的重力异常。通过反演计算，可进一步推测矿体的形态、深度和规模。^[4]

2. 磁力勘查

磁力勘查利用岩石和矿石的磁性差异，通过测量地磁场强度的变化来寻找磁性矿体或推断地质构造。许多非金属矿产，如石墨矿、石棉矿等，其围岩或矿体本身具有一定磁性。在磁力勘查中，使用磁力仪在地面、航空或海洋进行测量，获取磁力数据。对数据进行处理和分析，绘制磁力异常图，根据异常特征判断磁性地质体的分布。例如，在寻找石墨矿时，石墨化程度较高的岩石会产生明显的磁力异常，通过分析异常形态和强度，可确定石墨矿的潜在分布区域。

3. 电法勘查

电法勘查基于岩石和矿石电学性质的差异，通过向地下施加电场或磁场，测量电场或磁场的分布和变化，来探测地下地质体。常见的电法勘查方法有电阻率法、激发极化法等。电阻率法利用不同岩石和矿体电阻率的差异，通过测量地下电阻率分布，识别低阻或高阻异常区，推断矿体位置。激发极化法用于寻找具有激发极化效应的矿体，如金属硫化物矿化的非金属矿。在非金属矿产勘查中，电法勘查可有效探测地下隐伏矿体、断裂构造以及岩溶洞穴等地质现象，为勘查工作提供重要信息。^[5]

（三）地球化学勘查

1. 土壤地球化学测量

土壤地球化学测量是在地表土壤中采集样品，分析其中化学元素的含量和分布特征。不同的非金属矿产在风化过程中会向周

围土壤中释放特征元素，形成异常富集区。通过对土壤样品中元素的分析，绘制地球化学图，圈定异常区域，进而寻找与之相关的非金属矿体。在勘查过程中，按照一定的网格间距采集土壤样品，一般采样深度为0.5-1.0米，以避免地表污染层。对样品进行加工处理后，采用原子吸收光谱、电感耦合等离子体质谱等分析方法测定元素含量。土壤地球化学测量具有成本低、效率高的特点，适用于大面积普查阶段，能够快速圈定找矿靶区。

2. 水系沉积物地球化学测量

水系沉积物地球化学测量是采集水系中的沉积物样品，分析其中元素含量。由于水系具有汇水作用，能够将上游流域内的元素携带并沉积在水系沉积物中。通过分析水系沉积物中的元素异常，可追溯到上游的矿化源。在非金属矿勘查中，该方法可用于大面积区域的勘查，特别是在地形复杂、交通不便的山区，具有明显优势。采样时，一般在河流、溪流的交汇点、河漫滩等位置采集沉积物样品，分析方法与土壤地球化学测量类似。水系沉积物地球化学测量能够有效发现远距离的矿化信息，为确定找矿方向提供依据。^[7]

3. 气体地球化学测量

气体地球化学测量主要检测土壤、大气中与非金属矿产相关的气体成分和含量。一些非金属矿产，如天然气水合物、盐类矿床等，会释放特殊气体，如甲烷、硫化氢等。通过检测这些气体的异常，可推测地下矿体的存在。在勘查过程中，使用气体检测仪器在地面采集土壤气或大气样品，分析其中目标气体的浓度和同位素组成。气体地球化学测量具有快速、灵敏的特点，能够在早期发现潜在的非金属矿化信息，尤其适用于寻找深部隐伏矿体和覆盖区下的矿体。

（四）遥感技术应用

1. 可见光 - 近红外遥感

可见光 - 近红外遥感利用不同岩石、矿物在可见光和近红外波段的反射光谱特征差异，识别和分析地质体。许多非金属矿物具有独特的光谱吸收特征，通过对遥感影像的光谱分析，可提取矿物信息，绘制矿物分布图。例如，在寻找高岭土矿时，高岭土在近红外波段具有明显的光谱吸收谷，利用这一特征可在遥感影像上识别高岭土矿化区域。在实际应用中，使用高分辨率遥感卫星或航空遥感平台获取影像数据，运用光谱解混、图像分类等技术对影像进行处理和分析，提高矿物识别的准确性和精度。^[8]

2. 热红外遥感

热红外遥感通过测量地球表面物体的热辐射特征，获取地质信息。不同岩石和矿物的热导率、比热容等热物理性质不同，在热红外波段表现出不同的辐射温度。在非金属矿勘查中，热红外遥感可用于探测地热资源相关的非金属矿产，如温泉附近的硅质岩、硫磺矿等。同时，通过分析热红外影像上的热异常，可推断地下地质构造和隐伏矿体。在勘查过程中，利用热红外传感器获取地面热辐射信息，经过辐射校正、温度反演等处理，生成热红外图像，对图像进行分析和解释，提取与非金属矿勘查相关的信息。

（五）钻探与坑探

1. 钻探技术

钻探是获取地下岩芯样品，直接了解地下地质结构和矿体特征的重要手段。在非金属地质矿产勘查中，根据勘查目的和地质条件选择合适的钻探设备和工艺。对于浅部矿体勘查，可采用轻便型钻机，如背包钻机，其具有机动性强、成本低的特点。对于深部矿体勘查，则需使用大型深部钻探设备，如千米以上的深孔钻机。在钻探过程中，采用岩芯钻探技术，获取完整的岩芯样品，通过对岩芯的观察、分析，确定岩石类型、矿体厚度、品位变化等信息。同时，可在钻孔中进行地球物理测井，获取更多的地下地质参数，如电阻率、自然电位等，进一步了解矿体和围岩的特征。^[9]

2. 坑探技术

坑探包括探槽、浅井、平硐等工程手段，适用于地表或近地表地质勘查。探槽主要用于揭露地表地质现象，在矿体露头附近挖掘槽沟，观察槽壁地质情况，采集样品进行分析。浅井一般用于深度较浅的矿体勘查，可直接进入井内观察和采样。平硐则适用于地形较陡、矿体呈水平或缓倾斜状的区域，通过在山体中挖掘平硐，直接揭露矿体，便于详细研究矿体的产状、矿石质量等。坑探工程能够提供直观的地质信息，为准确评估矿体规模和质量提供可靠依据，但成本较高，施工难度较大，一般在勘查后期阶段使用。

三、非金属地质矿产勘查技术的发展趋势

（一）多技术融合与综合勘查

随着勘查工作的深入，单一勘查技术难以满足复杂地质条件和多元化勘查目标的需求。未来，非金属地质矿产勘查将更加注重多技术融合，综合运用地质填图、地球物理、地球化学、遥感以及钻探坑探等多种技术手段，实现优势互补。通过多源数据的融合与分析，构建全面、准确的地质模型，提高勘查效率和精度。例如，将地球物理异常与地球化学异常相结合，结合地质背景分析，可更准确地确定矿体位置和规模。^[10]

（二）智能化与自动化勘查技术发展

随着人工智能、大数据、物联网等技术的发展，非金属地质矿产勘查将向智能化、自动化方向迈进。智能化勘查设备能够自动采集、处理和分析勘查数据，快速识别异常信息，优化勘查方案。例如，利用无人机搭载地球物理和地球化学探测设备，实现大面积、高效率的勘查数据采集，并通过人工智能算法对数据进行实时分析，快速圈定找矿靶区。自动化钻探设备能够根据预设参数自动调整钻进参数，提高钻探效率和岩芯采取率。智能化与自动化勘查技术的应用将大大降低劳动强度，提高勘查工作的质量和效率。

（三）绿色环保勘查技术创新

在环保要求日益严格的背景下，绿色环保勘查技术将成为未来发展的重要方向。研发对环境影响小的勘查方法和设备，减少勘查过程中的废弃物排放和生态破坏。例如，采用生物地球化学

勘查技术，利用植物对土壤中元素的吸收和富集特性，间接获取地下地质信息，减少传统地球化学勘查中的样品采集量和化学试剂使用量。同时，在勘查工程施工中，采用环保型泥浆、粉尘控制技术，降低对周边环境的污染，实现非金属地质矿产勘查与生态环境保护的协调发展。

四、结论

新时期非金属地质矿产勘查工作面临着勘查目标多元化与复杂化、地质条件复杂以及勘查精度与环保要求提升等诸多挑战。通过综合运用地质填图、地球物理勘查、地球化学勘查、遥感技术以及钻探与坑探等多种工作手段和方法，并不断推动技术创新与发展，如多技术融合、智能化与自动化以及绿色环保勘查技术的应用，能够有效应对这些挑战，提高非金属地质矿产勘查的效率与精度，为非金属地质矿产资源的合理开发利用提供坚实保障。未来，随着科技的不断进步，非金属地质矿产勘查技术将持续创新，在保障资源供给、促进经济社会可持续发展方面发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 旷爱华. 新时期金属非金属地质矿产勘查工作手段和方法 [J]. 世界有色金属, 2022, (18): 97-99.
- [2] 樊建伟, 黎海军. 新时期金属和非金属矿产地质勘查工作手段和方法 [J]. 世界有色金属, 2020, (15): 110-111.
- [3] 孙超, 郭鹏. 浅析新时期非金属地质矿产勘查工作手段和方法 [J]. 华北自然资源, 2022(01): 89-91.
- [4] 王佟, 孙杰, 江涛, 林中月, 张博, 赵欣, 谢志清. 煤炭生态地质勘查基本构架与科学问题 [J]. 煤炭学报, 2020, 45(01): 276-284.
- [5] 代长江, 吴均华. 探究新时期地质矿产勘查工作手段及方法 [J]. 世界有色金属, 2018(22): 124+126.
- [6] 赵玮森, 杨家豪, 张苏苏. 新时期地质矿产勘查工作手段及方法浅析 [J]. 中国金属通报, 2019(12): 267-268.
- [7] 周辉. 非金属地质矿产勘查手段与方法研究 [J]. 冶金管理, 2020(23): 84+92.
- [8] 杨楠. 非金属矿产地质勘查与开发利用探讨 [J]. 科技经济导刊, 2020, 28(11): 69-70.
- [9] 王强, 左海洋, 王彦新, 吕龙祥, 杨光. 新时期地质矿产勘查工作手段及方法浅析 [J]. 冶金管理, 2020(03): 151-152.
- [10] 郭家能. 金属非金属地下开采矿山存在的主要安全技术问题及对策建议 [J]. 世界有色金属, 2020(14): 47-48.

铁路货运向现代物流拓展思路及对策的研究

段毅

中国铁路乌鲁木齐集团有限公司，新疆 乌鲁木齐 830011

摘 要： 随着全球化进程的加快和中国经济的持续增长，现代物流业在国家经济体系中的地位日益重要。铁路货运作为中国物流体系的重要组成部分，传统模式已难以适应当前市场的需求，因此向现代物流的转型已成为必然趋势。本文首先对铁路货运与现代物流的现状进行了分析，指出铁路货运在基础设施、网络覆盖和服务一体化方面的优势。接着，文章提出了铁路货运向现代物流拓展的对策，包括提升基础作业能力、搭建全流程服务系统、优化客户服务流程以及发挥铁路物流的智能化优势。通过这些对策，铁路货运将能够更好地适应市场需求，增强其在物流行业中的竞争力，从而在推动区域经济发展中发挥更大的作用。

关 键 词： 铁路货运；现代物流；网络优势；服务一体化

Research on Expanding the Ideas and Countermeasures of Railway Freight Transport to Modern Logistics

Duan Yi

China Railway Urumqi Bureau Group Co., Ltd. Urumqi, Xinjiang 830011

Abstract: With the acceleration of globalization and the continuous growth of China's economy, the modern logistics industry is playing an increasingly important role in the national economic system. As an important part of China's logistics system, the traditional railway freight model has been difficult to adapt to the demand of the current market, so the transformation to modern logistics has become an inevitable trend. This paper first analyzes the current situation of railway freight and modern logistics, and points out the advantages of railway freight in infrastructure, network coverage and service integration. Then, the paper puts forward the countermeasures of expanding railway freight to modern logistics, including improving the basic operation capacity, building the whole process service system, optimizing the customer service process and giving play to the intelligent advantages of railway logistics. Through these countermeasures, railway freight transport will be able to better adapt to the market demand, enhance its competitiveness in the logistics industry, so as to play a greater role in promoting the regional economic development.

Keywords: railway freight; modern logistics; network advantage; service integration

随着我国经济的快速发展和全球化的深入推进，物流业已成为国家经济体系中的关键领域。铁路货运作为传统的运输方式，长期以来在国家建设与区域经济发展中发挥了重要作用。然而，随着市场需求的多样化和物流行业的迅猛发展，铁路货运的传统模式面临着前所未有的挑战。现代物流业强调速度、效率、服务多样化以及客户需求的个性化，这对铁路货运提出了更高的要求。同时，国家产业政策的调整，尤其是在促进物流业现代化方面的政策引导，要求铁路货运企业必须向现代物流转型，以适应新的市场环境。在这种背景下，铁路货运企业必须重新审视自身的优势与不足，寻求在激烈的市场竞争中立于不败之地的途径。铁路货运在基础设施、运输网络、规模化运输能力等方面具备得天独厚的优势，但在信息化、客户服务、灵活性和市场适应能力上仍有待提升。因此，探索铁路货运向现代物流的拓展思路，提出切实可行的对策，不仅是实现铁路货运企业可持续发展的关键，也是推动整个物流行业高质量发展的重要路径。

一、铁路货运与现代物流的现状分析

传统的铁路货运长期以来以大宗货物运输为主，其运输方式主要依赖于固定的铁路网络和集中式管理模式。这种模式虽然在规模化运输和远距离运输中具备明显优势，但在面对现代物流市场对速度、灵活性、服务多样化和个性化需求的挑战时，显得相

对滞后。特别是随着电子商务的快速崛起和消费需求的变化，物流业日益向高效、精准、定制化方向发展，铁路货运的传统模式难以完全满足这些新兴需求。与此同时，现代物流行业则更加注重物流全过程的综合管理，涵盖了采购、仓储、运输、配送、信息管理等多个环节，强调信息化与智能化技术的应用，以提高整个物流系统的效率和响应速度。尽管铁路货运在基础设施、运输

作者简介：段毅（1984.10—），男，汉族，籍贯：新疆乌鲁木齐，大学本科、助理工程师、主要从事铁路物流发展方面研究。

网络和运输能力上依然具备较强的竞争力，但其在信息化水平、客户服务能力、市场灵活性等方面存在明显短板。因此，铁路货运要在现代物流市场中保持竞争力，必须加快向现代物流的转型步伐，整合资源，优化管理，提升服务能力，以适应市场的变化和客户需求日益增长的需求。这一现状分析表明，铁路货运在基础设施和运输能力上的优势尚未充分转化为市场竞争力，未来的发展亟需在信息化、智能化管理和客户服务等方面全面提升。^[1]

二、铁路发展现代物流业的优势

（一）铁路物流的基础条件和网络优势

铁路物流的发展得益于其独特的基础条件和广泛的网络覆盖。中国的铁路运输网络具有广泛的覆盖面，铁路运营里程已达到世界领先水平，这为铁路物流的扩展奠定了坚实的基础。铁路货运网络连接了全国各地的主要城市和工业区域，并延伸至港口、边境口岸等重要节点，形成了一个四通八达的运输网络。这种网络优势使得铁路物流在长距离、大宗货物运输中表现出色，能够高效地满足跨区域运输需求。此外，铁路运输的固定轨道和列车调度系统提供了稳定的运输环境，确保了运输的安全性和可靠性。这些基础条件使得铁路物流在与其他运输方式的竞争中，尤其是在大宗商品运输和长距离运输中，拥有明显的优势。现代物流的发展进一步强化了铁路运输在综合物流网络中的重要性，铁路的基础设施和网络优势为其向现代物流拓展提供了有力的支撑。^[2]

（二）铁路物流在拉动区域经济发展中的作用

铁路物流在促进区域经济发展中发挥了重要作用。由于铁路运输的规模化和高效性，铁路物流能够以较低的成本将大宗商品和工业原材料从生产地运输到消费地，促进了区域间的经济联系和资源流动。在中国的区域经济发展中，铁路物流不仅在推动沿线城市的工业化进程中起到了重要作用，还为中西部等欠发达地区提供了与沿海经济发达地区联系的纽带，促进了区域经济的平衡发展。同时，铁路物流的基础设施建设，如物流园区、货运站场的布局，带动了当地的基础设施投资，创造了大量就业机会，进一步推动了区域经济的繁荣。铁路物流的高效运输能力和覆盖全国的网络，使其成为区域经济发展的重要支撑力量。在推动区域经济协调发展、促进城乡经济互动以及增强内需市场等方面，铁路物流具有不可替代的作用，特别是在“一带一路”倡议背景下，铁路物流在提升中国与沿线国家经济合作中的作用愈加突出。

（三）铁路物流系统的开放性与实时信息共享

铁路物流系统的开放性和实时信息共享能力是其向现代物流业发展的关键优势之一。随着信息技术的快速发展，铁路物流逐步实现了运输信息的数字化和网络化，形成了覆盖全国的物流信息网络。^[3] 这种系统的开放性允许铁路物流企业与其他物流服务提供商、客户及合作伙伴实现无缝连接，促进了物流信息的实时共享和协同管理。通过信息系统的实时数据共享，铁路物流企业能够更加精准地管理运输过程中的各个环节，包括货物跟踪、运

输调度、仓储管理等，提升了物流服务的效率和准确性。同时，客户也能够通过系统实时查询货物状态，增强了客户体验和服务透明度。这种信息化的优势不仅提高了铁路物流的运营效率，还增强了其与其他运输方式的融合能力，推动了铁路物流在综合物流体系中的地位。特别是在应对突发事件和调整运输计划方面，实时信息共享系统为铁路物流提供了更强的应变能力和服务灵活性。

（四）铁路物流服务的一体化供应链趋势

铁路物流服务的一体化供应链趋势是其向现代物流转型的重要特征之一。传统的铁路货运主要集中在单一的运输环节，而随着市场需求的变化，铁路物流逐步向涵盖运输、仓储、配送、信息管理等全链条服务的方向发展。这种一体化的供应链服务模式不仅提高了铁路物流的服务能力，也增强了其市场竞争力。铁路物流通过与其他物流服务商的合作，形成了跨运输方式的联运体系，实现了“门到门”的全程物流服务，极大地满足了客户的多样化需求。此外，铁路物流企业逐步引入供应链管理的理念，通过优化物流网络布局、整合仓储配送资源、提升信息化管理水平，为客户提供更加高效、便捷的物流解决方案。这种一体化的供应链趋势使得铁路物流不再仅仅是运输服务的提供者，而是全方位物流解决方案的整合者，从而提升了其在现代物流市场中的地位和影响力。随着铁路物流服务能力的不断增强，一体化供应链趋势将成为其发展的重要方向，推动铁路物流向更高水平的现代化转型。^[4]

三、铁路货运向现代物流拓展思路及对策

（一）提升全体铁路物流基础作业能力

要实现铁路货运向现代物流的成功拓展，首先需要全面提升铁路物流的基础作业能力。这一策略涉及对铁路物流从业人员的技能提升、设备的现代化升级，以及作业流程的优化。铁路物流企业应制定系统的培训计划，提升员工的专业技能，特别是在信息技术应用、现代物流管理以及客户服务方面。员工应熟练掌握物流信息系统的操作，理解物流管理的基本原理，并具备灵活应对物流操作中的突发情况的能力。此外，企业还应加强对物流设备的投入与更新，确保物流运输、仓储、装卸等环节的设备符合现代物流业的需求。现代化的物流设备不仅能提高作业效率，还能有效降低操作风险和运输损耗；优化物流作业流程也是提升基础作业能力的重要一环。铁路物流企业应全面梳理现有的物流作业流程，识别其中的瓶颈和低效环节，并通过流程再造或优化来提升作业效率。例如，可以引入先进的仓储管理系统（WMS）和运输管理系统（TMS），实现对仓储、运输过程的全程监控与优化配置。还应强化物流作业的标准化与规范化管理，制定详细的操作规程，确保各个环节的作业质量和效率得到保障。

（二）搭建铁路物流全流程服务系统

搭建一个高效的全流程服务系统是铁路货运向现代物流拓展的关键举措。全流程服务系统不仅涵盖了传统的运输环节，还包括仓储、配送、信息管理等各个方面，实现了物流全过程的无缝

衔接与高效管理。铁路物流企业应建立起一个集成化的信息管理平台，通过该平台，客户可以实时查看货物的运输状态、仓储情况以及预计到达时间，提升服务透明度和客户满意度。该平台应具备强大的数据处理能力和信息共享功能，能够实时对运输过程中出现的异常情况进行预警和调整，确保物流服务的稳定性和可靠性。在全流程服务系统的建设中，物流企业需要注重各环节的深度整合与协同运作。通过优化运输路径、合理调度运输资源，最大限度地提高运输效率。同时，仓储与配送环节应与运输环节紧密衔接，确保货物能够在最短的时间内完成转运和配送。为了进一步提升服务水平，铁路物流企业还应加强与其他物流服务商的合作，建立跨运输方式的联运网络，提供“门到门”的全程物流解决方案。此外，在全流程服务系统中，还应引入客户关系管理系统（CRM），通过对客户需求的深入分析和服务的精准匹配，提高客户忠诚度和市场竞争力。^[5]

（三）优化铁路物流客户服务流程

优化客户服务流程是铁路货运向现代物流拓展的一个重要环节，直接影响客户体验和企业竞争力。铁路物流企业应从客户需求出发，重新设计服务流程，确保每一个服务环节都能够精准、及时地响应客户的需求。在服务设计上，应简化客户的操作流程，提供更加便捷的服务体验。例如，企业可以开发一站式的物流服务平台，让客户在一个界面上就能完成从订单查询、货物追踪到账单支付的所有操作，提升服务效率。此外，企业还应加强服务的个性化定制能力，根据不同客户的需求提供量身定制的物流解决方案，提升客户满意度。铁路物流企业需要建立快速响应机制，确保在客户遇到问题或提出特殊需求时，能够迅速提供解决方案。为此，企业应设置专门的客户服务团队，负责处理客户的咨询、投诉以及紧急事件的处理。客户服务团队应具备专业的物流知识和良好的沟通能力，能够与客户保持顺畅的沟通，并在第一时间给予有效的反馈。为了提高服务质量，企业还应定期对客户服务流程进行评估和优化，通过客户反馈和数据分析，找出服务中的不足，并采取相应的改进措施。企业可以通过数据分析发现服务中的瓶颈环节，并通过流程优化、人员培训或技术升级来提高服务效率。

（四）发挥铁路物流的强势智能

发挥铁路物流的智能化优势是其向现代物流拓展的核心战略之一。铁路物流企业应加快引入智能技术，全面提升物流服务的智能化水平。企业应大力推广物联网（IoT）技术，实现对物流全过程的实时监控与管理。通过在运输车辆、仓储设备等物流设施上安装传感器，企业可以实时采集货物的状态信息，并通过数据分析优化物流过程中的各项操作。例如，利用物联网技术可以实现对货物温度、湿度的实时监控，确保特殊货物在运输过程中的安全性和质量；铁路物流企业应引入大数据和人工智能（AI）技术，提升物流管理的决策支持能力。通过对物流数据的深度挖掘，企业可以预测运输需求、优化运输路线，并根据市场变化及时调整物流策略。此外，人工智能技术还可以用于自动化仓储、智能调度等领域，提高物流作业的效率和精准度。例如，利用 AI 技术可以实现对仓储货物的自动分拣和配送，减少人工操作的误

差和时间消耗。此外，铁路物流企业还可以利用区块链技术，建立更加透明和可信的物流信息系统，实现物流全过程的可追溯性和数据的不可篡改性，提升客户对物流服务的信任度和满意度；智能化的物流系统还应与客户管理系统（CRM）相结合，提升客户服务的智能化水平。通过大数据分析，企业可以更加精准地了解客户需求，提供个性化的物流服务，并通过智能客服系统实现对客户问题的快速响应。

四、结论

通过对铁路货运向现代物流拓展的研究，本文分析了铁路物流在基础设施、网络优势以及在区域经济发展中的关键作用，并探讨了其在现代物流发展中的挑战与机遇。铁路货运要实现向现代物流的成功转型，需要在提升基础作业能力、构建全流程服务系统、优化客户服务流程以及发挥智能化优势方面采取具体的对策。这些措施不仅有助于提升铁路物流的市场竞争力，还将推动其在物流行业中的整体升级，为实现更高效、更智能的物流体系奠定基础。展望未来，随着信息技术的不断进步和市场需求的日益多样化，铁路物流将进一步融入现代物流体系，发挥更为重要的作用。通过持续优化和创新，铁路物流有望在全球物流市场中占据更为有利的地位，为中国经济的高质量发展提供强有力的支撑。

参考文献

- [1] 张博. 铁路货运物流产业链协同创新发展模式研究 [J]. 中国航务周刊, 2024(28): 51-53.
- [2] 罗奕凯, 黄厚钦, 李凌洋. 铁路现代物流体系建设背景下发展物流总包的对策思考 [J]. 铁路采购与物流, 2024, 19(04): 39-41.
- [3] 杨云飞. 国铁集团: 加速推进铁路货运向现代物流转型 [J]. 中国物流与采购, 2024(06): 27-28.
- [4] 韩菁, 胡晓炜. 长三角高水平建设铁路现代物流体系 [N]. 中国交通报, 2024-03-28(002).
- [5] 李青. 关于推动货场转型提升适应现代物流体系建设的思考 [J]. 铁路采购与物流, 2023, 18(12): 44-46.

城市更新中的土地资源配置优化与再利用研究

曾斌

浙江绿城佳园建设工程管理有限公司，浙江 杭州 310000

摘要：随着城市化进程的加快，城市土地资源日益紧张，城市更新成为解决城市发展空间瓶颈、提升城市功能品质的重要途径。本文以城市更新为背景，探讨土地资源优化配置与再利用的理论基础、现实困境及优化路径。文章首先分析了城市更新中土地资源配置的现状与问题，随后从规划引领、存量盘活、文化传承、利益协调和政策创新五个方面，提出了土地资源优化配置与再利用的可行路径。研究表明，通过科学规划和制度创新，可以有效提升土地利用效率，促进城市可持续发展。本文旨在为城市更新中的土地资源高效利用提供理论支撑和实践参考。

关键词：城市更新；土地资源配置优化；土地资源再利用；路径探索

Research on Optimization and Reuse of Land Resource Allocation in Urban Renewal

Zeng Bin

Zhejiang Green City Jiayuan Construction Engineering Management Co., Ltd. Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract: With the acceleration of urbanization, urban land resources are becoming increasingly scarce, and urban renewal has become an important way to solve the bottleneck of urban development space and improve the quality of urban functions. This article explores the theoretical foundation, practical difficulties, and optimization paths of optimal allocation and reuse of land resources in the context of urban renewal. The article first analyzes the current situation and problems of land resource allocation in urban renewal, and then proposes feasible paths for optimal allocation and reuse of land resources from five aspects: planning guidance, inventory revitalization, cultural inheritance, interest coordination, and policy innovation. Research shows that through scientific planning and institutional innovation, land use efficiency can be effectively improved, and urban sustainable development can be promoted. This article aims to provide theoretical support and practical reference for the efficient use of land resources in urban renewal.

Keywords: urban renewal; optimization of land resource allocation; reuse of land resources; path exploration

引言

城市化是21世纪全球发展的重要趋势，中国作为全球城市化速度最快的国家之一，城镇化率已超过60%。然而，城市化在推动经济增长的同时，也带来了土地资源紧张、生态环境压力加剧等问题。城市更新作为解决城市发展空间瓶颈、提升城市功能品质的重要手段，其核心在于土地资源的优化配置与再利用。当前，城市更新中的土地资源配置仍存在土地利用效率低下、空间布局不合理、历史文化遗产保护不足等问题，制约了城市更新的深入推进。因此，研究城市更新中的土地资源优化配置与再利用具有重要的理论和实践意义。

一、研究背景概述

（一）城市化的快速发展

21世纪以来，全球城市化进程不断加速，尤其是发展中国家，城市化率显著提升。我国作为全球城市化速度最快的国家之一，城镇化率从改革开放初期的不到20%增长至2020年的超过60%。城市化推动了经济增长和社会进步，但也带来了土地资源紧张、生态环境压力加剧等问题^[1]。随着城市人口规模的扩大和城

市功能的多元化，城市土地需求持续攀升，土地资源的稀缺性日益凸显。如何在有限的土地资源条件下实现城市的可持续发展，成为当前城市化进程中亟待解决的关键问题。

（二）城市更新的必要性

在城市化的快速推进过程中，许多城市面临着空间发展瓶颈、基础设施老化、功能布局不合理等问题。城市更新作为解决这些问题的重要手段，不仅是物质空间的改造，更是经济、社会、文化等多维度的综合提升。通过城市更新，可以优化城市空

间结构，提升土地利用效率，改善居民生活环境，同时促进产业升级和城市功能完善^[2]。然而，城市更新过程中也面临着土地资源配置不合理、历史文化遗产保护不足等挑战，亟需通过科学规划和政策引导加以解决。

（三）土地资源在城市发展中的重要性

土地资源是城市发展的基础要素，其配置效率直接关系到城市的经济活力、社会公平和生态可持续性。随着城市化进程的深入，土地资源的有限性与城市发展需求之间的矛盾日益突出。一方面，城市扩张需要大量土地支撑；另一方面，粗放的土地利用模式导致资源浪费和生态环境破坏^[3]。因此，优化土地资源配置、提高土地利用效率成为城市可持续发展的核心任务。特别是在城市更新中，如何盘活存量土地、实现土地资源的集约高效利用，是推动城市高质量发展的重要课题。

（四）研究目的与意义

本研究旨在分析当前城市更新中土地资源配置的现状与问题，探索土地资源优化配置与再利用的科学方法。通过梳理相关理论和实践经验，提出针对性的优化路径，为城市更新中的土地资源高效利用提供理论支撑和实践指导。研究的意义在于，一方面为城市更新政策的制定提供科学依据，另一方面为提升城市土地利用效率、促进城市可持续发展提供可行方案，助力实现经济、社会、环境的协调发展。

二、城市更新中的土地资源优化配置与再利用现状分析

城市更新作为推动城市高质量发展的重要手段，其核心在于土地资源的优化配置与再利用。随着城市化进程的深入，土地资源的稀缺性与城市发展需求之间的矛盾日益突出，如何在城市更新中实现土地资源的高效利用成为关键问题。本章将从土地资源配置的总体特征、主要模式及存在的问题三个方面，系统分析当前城市更新中土地资源优化配置与再利用的现状，为后续研究提供实践依据。

（一）城市更新中土地资源配置的总体特征

城市更新推动了土地利用结构的显著变化，工业用地逐渐向商业、居住和公共服务用地转化，城市中心区的土地功能趋于多元化，混合用地模式成为主流。与此同时，土地供应方式也从增量扩张向存量优化转变，政府通过土地收储、协议出让等方式，重点盘活低效用地和闲置土地。此外，城市更新还促进了城市空间布局的优化，功能分区更加清晰，职住平衡逐步改善^[4]。例如，许多城市通过更新项目推动多中心、网络化空间格局的形成，使城市空间结构更加合理。然而，尽管取这些措施得了一定成效，土地资源配置仍存在效率低下、布局不合理等问题，制约了城市更新的深入推进。

（二）城市更新中土地资源优化配置的主要模式

当前，城市更新中土地资源优化配置主要形成了政府主导型、市场主导型和政企合作型三种模式。政府主导型模式以土地收储和征收为主要手段，重点推进公共服务设施和基础设施建设，典型案例包括城市新区开发和老旧小区改造。市场主导型模式则通过

市场化手段吸引社会资本参与，推动商业综合体和产业园区等项目的开发。政企合作型模式结合政府引导与市场运作，通过 PPP（公私合营）等模式推动历史文化街区保护和 TOD（公共交通导向型开发）等项目落地。这些模式在不同类型的城市更新中发挥了重要作用，但也面临利益分配不均、政策支持不足等挑战^[5]。

（三）城市更新中土地资源优化配置与再利用存在的问题

尽管城市更新在土地资源优化配置与再利用方面取得了一定成效，但仍存在诸多问题。首先，土地利用效率低下问题突出，部分项目存在粗放式开发，土地利用强度不足，导致资源浪费^[6]。其次，利益分配机制不完善，政府、企业、居民等利益主体之间的协调机制不健全，容易引发利益冲突。此外，历史文化遗产保护不足，一些项目忽视文化遗产的保护与利用，导致城市特色消失。最后，政策支持与监管力度不足，土地资源优化配置与再利用的政策体系尚不完善，部分项目偏离规划目标。这些问题严重制约了城市更新的效果和可持续性。

三、城市更新中的土地资源优化配置与再利用路径探讨

城市更新是实现城市高质量发展的重要途径，而土地资源的优化配置与再利用则是城市更新的核心内容。面对当前土地利用效率低下、空间布局不合理、利益分配不均等问题，亟需探索科学、系统的优化路径。本章将从规划引领、存量盘活、文化传承、利益协调和政策创新五个方面，深入探讨城市更新中土地资源优化配置与再利用的可行路径，为提升土地利用效率、促进城市可持续发展提供理论支撑和实践指导。

（一）强化规划引领，优化空间布局

科学的规划是土地资源优化配置的前提和基础。在城市更新过程中，规划不仅需要解决当前的土地利用问题，还要为城市的未来发展预留空间。首先，应完善城市更新规划体系，将土地资源优化配置与城市总体规划、专项规划相衔接，确保更新项目与城市发展目标一致。例如，通过编制城市更新专项规划，明确更新区域的功能定位、空间布局和实施时序，避免盲目开发和资源浪费^[7]。其次，优化城市空间布局，推动多中心、网络化空间结构的形成，促进职住平衡和功能混合。例如，可通过 TOD（公共交通导向型开发）模式，围绕交通枢纽布局居住、商业和公共服务设施，提高土地利用效率。此外，规划应注重生态保护，将绿色空间融入城市更新，构建人与自然和谐共生的城市环境。例如，通过建设城市绿廊、生态公园等，提升城市的生态品质和宜居性。通过强化规划引领，可以为土地资源的优化配置提供科学指导，推动城市空间结构的高效利用。

（二）盘活存量土地，提升利用效率

随着城市化进程的推进，增量土地资源日益稀缺，盘活存量土地成为城市更新的重要任务。存量土地的盘活不仅可以缓解土地资源紧张问题，还能避免城市无序扩张。首先，应建立低效用地识别机制，对闲置、低效利用的工业用地、仓储用地等进行全面排查和分类整治。例如，通过土地资源调查和评估，明确低效用地的分布、规模和潜力，制定针对性的盘活方案。其次，鼓励

通过再开发、功能置换等方式提升土地利用强度^[8]。例如，将老旧工厂改造为创意产业园或商业综合体，既能保留工业遗产的文化价值，又实现了土地的高效利用。此外，探索地下空间的开发利用，建设地下商业街、停车场和综合管廊，拓展城市发展空间。例如，通过开发地下空间，可以有效缓解地面交通压力，提高土地利用效率。通过盘活存量土地，可以释放土地资源潜力，为城市更新提供更多的空间支持。

（三）注重文化遗产，保护历史遗产

历史文化遗产是城市记忆的重要载体，其保护与利用是城市更新的重要内容。在城市更新过程中，许多历史建筑、街区和风貌因开发压力而面临消失的风险。首先，应将文化遗产保护纳入城市更新规划，划定保护范围和控制要求，避免大拆大建^[9]。例如，通过制定历史文化遗产保护名录，明确保护对象和保护措施，确保文化遗产得到有效保护。其次，探索文化遗产用地的活化利用模式，例如将历史建筑改造为博物馆、文化创意空间或特色商业街区，实现保护与发展的双赢。例如，上海田子坊通过保护石库门建筑群并引入文创产业，成功实现了文化遗产的保护与再利用。此外，鼓励公众参与文化遗产保护，增强社会共识和文化认同。例如，通过举办文化遗产展览、讲座等活动，提高公众对文化遗产价值的认识。通过注重文化遗产，不仅可以提升城市品质，还能塑造独特的城市形象。

（四）完善利益协调，促进共建共享

城市更新涉及政府、企业、居民等多方利益主体，利益协调是项目顺利推进的关键。首先，应建立健全利益分配机制，明确政府、企业、居民等主体的权益和责任，确保土地增值收益的公平分配。例如，通过制定土地增值收益分配方案，合理确定各方收益比例，避免利益冲突^[10]。其次，加强公众参与，通过听证会、座谈会等形式广泛听取意见，保障居民的知情权和参与权。例如，在城市更新项目启动前，组织居民代表参与规划讨论，充分反映居民诉求。此外，探索多元化的补偿方式，例如货币补偿、产权置换、股权分红等，满足不同群体的利益诉求。例如，对于拆迁居民，可以提供多种补偿方案供其选择，确保其合法权益得到保障。通过完善利益协调机制，可以减少社会矛盾，推动城市更新的顺利实施，实现共建共享的目标。

（五）创新政策支持，强化制度保障

政策创新是土地资源优化配置与再利用的重要保障。当前，许多城市更新项目面临政策支持不足、制度不完善等问题，制约了土地资源的高效利用。首先，应完善土地供应政策，探索弹性年期、先租后让等灵活供地方式，降低企业用地成本。例如，通过缩短土地使用年限或分期供应土地，满足不同项目的用地需求。其次，健全土地收储和再开发政策，明确操作流程和激励机制，鼓励社会资本参与存量土地盘活。例如，通过设立土地收储基金或提供税收优惠，吸引企业参与低效用地再开发。此外，加强政策协同，整合规划、财政、税收等领域的政策措施，形成支持城市更新的政策合力。例如，通过建立跨部门协调机制，确保各项政策在实施过程中相互配合、形成合力。通过政策创新，可以为土地资源优化配置与再利用提供坚实的制度保障，推动城市

更新的顺利实施。

四、结语

城市更新中的土地资源优化配置与再利用是实现城市高质量发展的重要抓手。本文通过分析当前城市更新中土地资源配置的现状与问题，从规划引领、存量盘活、文化传承、利益协调和政策创新五个方面，提出了土地资源优化配置与再利用的可行路径。研究表明，科学的规划、高效的存量土地盘活、文化遗产的保护与利用、完善的利益协调机制以及创新的政策支持，是提升土地利用效率、促进城市可持续发展的关键。未来，随着城市化进程的深入推进，城市更新中的土地资源优化配置与再利用将面临更多挑战和机遇。通过不断探索和实践，我们有望构建更加高效、公平、可持续的城市土地资源利用模式，为城市的高质量发展注入新动能。

参考文献

[1] 顾俊. 宏观调控政策下城市土地资源综合利用研究——上海市徐汇区案例剖析 [D]. 上海：上海交通大学，2007.

[2] 许建忠，张伟中，刘小飞. 城市土地资源管理中土地利用规划的作用及对策探讨 [J]. 科技资讯，2022，20(22):108-111.

[3] 程研，关颖慧，吴秀芹. 基于土地利用变化的喀斯特陷盆地景观格局演变与生态安全评价 [J]. 生态学报，2023，43(22):9471-9485.

[4] 李友智. 基于 GIS 的城市土地利用规划优化研究——以张家口市为例 [J]. 河北建筑工程学院学报，2024，42(03):99-104.

[5] 开发地下空间资源优化完善城市功能 [N]. 友报，2008-08-01(003).

[6] 潘铸，许华波. 新形势下土地管理与经济发展新常态探析 [J]. 农村实用技术，2023，(10).

[7] 周建伟，吴华，赵鑫永，等. 基于地形梯度的典型绿洲城市土地利用时空演变及其驱动因素 [J]. 西北师范大学学报（自然科学版），2024，60(04):58-66.DOI:10.16783/j.cnki.nwnu.2024.04.007.

[8] 张杰，周业晶，袁玉乔，等. 生态系统服务价值核算方法比较研究 [J]. 环境与可持续发展，2023，48(5).

[9] 赵卫佳. 城市土地资源管理中土地利用规划的作用及其措施探究 [J]. 建材发展导向（上），2019，17(4):67.

[10] 朱健. 城市土地利用规划对城市可持续发展的影响 [J]. 上海建材，2024，(01):14-16+46.

城市配套设施建设弹性研究

孟庆瑜

中铁第五勘察设计院集团有限公司天津分院, 天津 300000

摘 要： 随着城市大规模发展，城市公共空间下的城市城市配套设施建设存在的问题渐渐显现。当前城市配套设施配置时常常出现一些困惑，即部分功能配置无法满足社会的发展需要，而部分功能配置出现空置现象。不合时宜的配置都会造成服务设施的浪费的情况出现，影响城市发展及品质的提升。本课题对城市城市配套设施存在的问题及原因进行探讨，研究如何通过弹性功能配置的手段更加合理的运用城市服务设施，以提高城市配套设施的利用率，提高社会资源的利用率。

关 键 词： 城市配套；弹性措施；对策研究

Study on the Resilience of Urban Supporting Facilities Construction

Meng Qingyu

China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd. Tianjin Branch, Tianjin 300000

Abstract: With the large-scale development of cities, the problems in the construction of urban supporting facilities under urban public space have gradually become apparent. The design urban supporting facilities needs not only to provide functional use for people, but also to express the materialized way of urban culture and spiritual transmission, which has a cross-era significance and a comprehensive improvement of the urban social appearance. At present, there are often some confusions in the allocation of urban supporting facilities, that is, some functional allocations can not meet needs of social development, while some functional allocations appear to be vacant. Inappropriate configurations will lead to the waste of service facilities, affecting the development and quality improvement of cities. topic explores the existing problems and causes of urban supporting facilities, and studies how to use urban service facilities more reasonably through the means of elastic function allocation, so as to improve the rate of urban supporting facilities and the utilization rate of social resources.

Keywords: urban supporting facilities; flexible measures; countermeasure research

引言

城市配套设施是指城市居民生产、生活等活动中不可缺少的重要物质保障，主要是由市政投资建设完成、为城市及城市居民提供全面服务的公益项目和配套设施。

一、城市配套设施的定义与分类

城市公共设施的内容一般可以分为市政公用设施和社区公共服务设施两大类，其中社区公共服务设施主要针对居住区、居住小区、居住组团三级分别规定了教育、医疗卫生、文化体育、商业服务、金融邮电、社区服务、市政公用、行政管理及交通服务等八类公共服务设施其中居住区级及其以上级别的八类设施的用地也是划归于“公共设施用地”大类的。城市公共设施的规划、设施状况反映了城市物质和精神生活水平，而它的分布与组织则直接影响到城市的布局结构及市民的生活质量^[1]。

二、城市配套设施现状问题

（一）缺乏整体规划，用地缺乏弹性

第一，城市配套设施布点不合理，既有规划建设方面的原因，也有现行标准的不合理方面的原因，在规划部门严格控制容积率的情况下，开发商将城市配套设施布置到用地条件不好的位置，致使公建配套不合理，第二，我国城市社区建设发展滞后，原来的城市建设和规划未给予预留，致使城市配套设施多选址在社区边角地段，区域位置较差，第三，在城市建设过程中没有及时作社区调整规划，城市配套设施选址没有系统规划布点，城市配套设施功

作者简介：孟庆瑜（1993.06—），女，汉族，天津人，研究生，中级工程师，研究方向：建筑历史与城市更新。

能无法合理调配,致使规划管理部门不能及时对城市建设用地作出调整,为社区公共服务设施建设腾出用地^[2]。

（二）配置与需求不匹配，规模缺乏弹性

随着人口不断增多,居住区建设规模在扩大,对城市配套设施的项目和规模提出了新的要求。我国的许多城市配套设施存在严重空置或短缺——两种极端情况,对居民人性化关怀不够,这与凸显城市良好形象特征不符,当前在居住区公建配置时常常出现一些困惑,即有些配置显得不够,而有些配置出现空置现象。配多了、配早了都会造成服务设施的浪费,不与住宅同步建设,又影响住户的生活。

（三）设计缺乏人性化、大众化灵活设计，功能缺乏弹性

根据2013年北京市社科院的调查,超过一半的市民从来不去档案馆,档案馆闲置现象严重,造成档案馆闲置现象的一个重要原由是档案馆的行政化,许多档案馆设在政府大院里面,群众不能随意进入;某些不开放的档案需要开具县团级以上介绍信查档等,行政性强导致了目前档案馆对社会公众服务职能的弱化,进而造成了档案馆的闲置现象严重^[3]。

三、城市配套设施建设弹性研究的意义

城市是时代和社会的真实映像,社会革命也带来城市革命,城市的功能、性质、空间和物质形态随之发生巨大的变化。

同样道理,经过了时代的更替,从各个方面看,我国的城市配套设施配套也渐渐跟不上时代的脚步,其中,主要是城市配套设施的配套标准及其各项指标滞后、功能空缺、利用率低等问题,城市配套设施的配套标准及其各项指标是城市城市配套设施规划与管理的依据,我国目前指导城市配套设施规划的确规范主要是《城市居住区规划设计标准》(GB50180-2018),其中配套方式与标准基本沿用计划经济时代的统配原则——即以千人指标为指导,无地区性差异,而随着我国城市经济不断发展,城市流动人口不断增加,许多城市配套设施已进入市场运作,统配原则已不能全面贯彻,需要寻找适当的方式来弥补统配原则的不足^[4]。

四、城市配套设施建设的弹性应用

（一）城市配套设施功能复合弹性设计

以北京市通州区副中心规划为案例,为更好满足群众日益增长的多元化需求,有效破解城市发展不平衡不充分的难题,该项目着力推动用地功能兼容与建筑复合利用改革创新,推动居住社区向城市社区转变、城市基础设施向城市服务综合体转变,提高多层次混合利用水平和土地利用效能增强城市内生动力,打造宜人居住环境,促进城市可持续发展。

通过单一用地功能向三维立体利用转变、打造城市居住社区集合体、公共服务空间折叠等设计手段实现公益性基础设施配建的符合利用。

1. 单一用地功能向三维立体利用转变

现今背景下,灵活引导式的混合利用更能促进土地高效集约

利用,因此,用地功能兼容与建筑复合利用优势愈发凸显。通过打破传统社区营造模式重构城市社区集合体,实现单一的配套功能向城市综合功能转型。

2. 空间弹性设计

实施公共服务设施用地集约化改革,将原控规中独立设置的残疾人托养机构、社区商业配套、文化服务设施及社会停车场等空间单元,通过功能整合纳入家园中心进行复合开发。该模式突破传统分散布局,构建“多设施集成”的服务综合体,既实现土地资源的集约利用,又通过空间集约释放服务效能,形成功能聚合的“一站式”社区服务枢纽,有效提升公共服务供给效率与空间使用效益。

3. 交通空间的折叠弹性设计

推行街道空间立体化开发模式,在步行街道交通廊道两侧构建垂直功能复合体。通过空间叠加策略,将居住功能、公共服务设施与商业业态进行垂直维度整合,使线性交通空间转化为多维生活交互平台。其中,首二层规划为开放式社区商业街区,激活街道界面活力;三层及以上空间设置行政办公与服务设施,形成“居住-商业-办公”垂直功能链。该模式突破传统平面功能分区,通过空间集约利用促进人流交互,既重塑街道生活场景,又构建产居服一体化社区生态系统,实现公共空间效能与社区活力的双重提升。

（二）开放学校体育场地弹性设计

1. 建立健全学校体育场馆向社会开放的管理体系

目前,我国学校体育场馆在管理方面存在严重不足,对于有偿开放或公益性开放都未能进行科学管理和有效统筹,这在很大程度上对学校体育场馆的开放造成严重的影响。因此,各学校应该组织专业的管理小组来负责从整体上规划学校体育场馆的对外开放事宜,根据学校的实际情况对相应的运动场地进行合理布局 and 科学安排。除此之外,学校还应该建立完善的体育场馆管理体系,确保体育场馆对外开放与正常教学能够协调有序的进行。

2. 加强宣传力度

如果将学校的体育场馆向社会中的人们开放,首先必须要加强这方面的宣传,把国家在这方面的具体规范制度和宏观政策向人民大众宣传,这样位于学校附近的居民就能够及时的掌握学校体育场馆的实际开放情况,按时在学校体育场馆开展体育活动。另外一方面,如果学校体育场馆是有偿开放的,那么就更应该加大宣传力度,通过利用必要的宣传手段来树立学校体育场馆的良好形象。

3. 政府应该制定合理的政策和法规

政府应该对学校体育场馆向社会开放这项活动予以足够的重视,认识到学校体育场馆向社会开放的必要性,遵循市场的发展规律,打破传统的观念。

（三）城市配套设施的“平急两用”弹性设计

2021年,平急两用基础设施在国家政策研究层面被正式提出。2023年7月国务院常务会议审议通过《关于积极稳步推进超大特大城市“平急两用”公共基础设施建设的指导意见》,之后相关政策相继发布。这一概念最早是针对疫情而产生的,针对的

是公共卫生事件和传染病事件。当前中国宏观经济和社会发展持续向好，“平急两用”内涵和外延都做了扩展，从机制创新到各地实践，出现了很多积极富有成效的工作。

1. 旅游居住“平急两用”弹性设计

盘活利用率不高的集中连片住宅等存量资源、有条件的旅游景区高速沿线服务区周边等空间资源，建设一批具备“平急转换”功能的旅游居住设施。以新型乡村社区为例，此类“平急两用”社区采用双轨设计体系：日常模式下保障居民生活运营及旅居服务功能；当遭遇自然灾害、突发事件、公共卫生事件或社会安全危机时，可通过快速转换机制实现功能切换，快速响应的复合型乡村社区空间，构建“平急两用”新型乡村社区平急转换机制。

2. 医疗应急服务点“平急两用”弹性设计

构建“平急双轨”医疗应急体系：依托现有医疗卫生资源网络，升级改造一批医疗应急服务点，日常运营时作为基层诊疗服务载体服务周边居民，突发公共事件时迅速切换为定点救治机构。同步建立“三位一体”应急支撑系统：1）打造智能化医疗管理中枢，实现平急状态医疗资源动态调配；2）设置区域性应急支援中心，承担急时医疗增援和远程会诊功能；3）织密应急物资储备网络，形成“中心仓+卫星仓”物资保障体系。

3. 配套基础设施“平急两用”弹性设计

加强“平急两用”社区各个基础设施建设，加强“平急两

用”通信设施、污水处理设施、生活垃圾和医疗废物处置设施等市政基础设施建设。

构建“平急双轨”公共基础设施体系是统筹城市发展与安全的关键性战略工程，兼具现实价值与长远意义。该体系通过创新基础设施的复合利用模式，推动新时代城市更新政策升级，为城市高质量发展注入新动能，助力韧性城市建设和国土空间治理现代化进程。其核心价值体现在三个维度：一是形成平战结合的资源配置机制，破解传统基础设施的功能单一性；二是建立动态转换的应急保障体系，提升城市应对突发灾害的韧性指数；三是构建全生命周期的设施运营框架，实现空间利用效率的持续优化。

五、总结

城市配套设计在现代城市规划与建设中具有极其重要的地位，它不仅影响着城市居民的生活品质，还直接影响到城市的发展、经济活力以及社会和谐。完善的城市配套设施，可以提升居民生活质量，促进经济发展，增强城市吸引力，促进社会和谐，实现可持续发展。

在城市配套设计中融入弹性设计，使城市配套设施功能复合、开放学校体育场地、实现配套设施的“平急两用”，有助于实现城市的可持续发展，减少资源浪费及消耗，为后代留下更加宜居的城市空间。

参考文献

-
- [1] 钱伟. 城市居住社区公共服务设施配套问题的研究 [D]. 浙江大学, 2004.
 - [2] 李强. 浅析南京市基础设施配套费对城市经济发展的影响 [J]. 信息化建设, 2015, (12): 218.
 - [3] 李滕, 翟辉, 赵璇. 公园城市理念下的总体城市设计研究——以云南省保山市科创新城为例 [C]. 2019城市发展与规划论文集 2019.
 - [4] 康红梅. 城市基础设施与城市空间演化的互馈研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2012.
 - [5] 邱卓. 探究我国推进弹性城市规划建设的战略 [J]. 中国科技投资, 2018(11): 122.

健康社区景观设计研究

——以郑州泷悦华庭项目景观设计为例

刘萱萱

北京土人城市规划设计股份有限公司, 北京 100000

摘要：随着社会发展,人们愈发关注健康,对居住环境需求随之提升。本文通过研究人居环境与健康的联系,并结合泷悦华庭项目,提出复合型健康社区营造策略,弹性空间设计融合应急防控体系,智慧科技赋能社区服务;构建全龄健身与模块化生活场景,植入生态理念实现环境可持续;探索特殊时期场景的快速转换机制,通过空间弹性配置与功能叠合,形成“预防-应对-恢复”一体化系统,为当代社区提供兼具安全、健康与人文关怀的宜居范式。

关键词：健康; 居住环境; 全龄; 复合型策略; 景观设计

Research on Healthy Community Landscape Design—A Case Study of Zhengzhou Longyue Huating Project

Liu Xuanxuan

Beijing Native Urban Planning and Design Co., LTD. Beijing 100000

Abstract: With the advancement of social development, people are increasingly prioritizing health in their lives, and has driven higher expectations for living environments. This study investigates the relationship between human settlements and health, proposing integrated strategies for healthy community development through the case study of the Longyue Huating project. Key approaches include: resilient spatial design combined with emergency response systems, smart technologies empowering community services, all-age inclusive fitness zones and modular living scenarios embedded with ecological principles to ensure environmental sustainability. It further explores rapid transformation mechanisms for crisis adaptation, utilizing flexible spatial configurations and functional overlaps to establish a unified "prevention-response-recovery" framework. The proposed model aims to deliver a livable paradigm that integrates safety resilience, health enhancement, and human-centered care for contemporary communities.

Keywords: health; residential environment, all-age inclusive; integrated strategies; landscape design

引言

2011年7月,时任住房和城乡建设部负责人在国家生态城市发展论坛中,率先提出“人居生态韧性”建设命题,强调未来三十年城市更新应聚焦环境舒适度与健康促进效能的协同发展。2016年《“健康中国2030”规划纲要》第五篇章“健康环境营造”专项规划,正式将生态景观确立为空间治理创新的核心工具,要求通过生物气候调节技术(Bio-climatic Design)矫正建成环境中的非健康性空间要素,构建具有代谢修复功能的人居生态系统。

本文旨在以泷悦华庭项目景观设计为契机,打造满足城市生活的人们对自然的保健、康复作用诉求的健康社区景观,追求“咫尺之内而瞻万里之遥,方寸之中乃辨千寻之峻”的美好愿景^[1]。

一、健康景观

(一) 健康景观的内涵

健康城市理论认为,健康不仅取决于医学因素,更多取决于广泛的社会、环境等因素。^[2]健康概念不再是单纯的医疗方面的问题,而是生理、心理以及社会各个方面的综合问题,这就决定了将健康

理念引入景观设计范围更广,内容更深。^[3]

健康景观是基于生物-心理-社会医学模式(BPSM)理论框架,在建成环境营造过程中通过生态疗愈效能(Ecotherapeutic Efficacy)实现健康促进的场所营造范式。狭义上,健康景观是指符合健康需求的景观,即“健康”的景观;广义上,它是一个由多种相关因素组成的有机系统,不仅包括保健方面,还包括人们日常

生活、作、学习、社交、休闲娱乐等方面。^[3]

（二）健康社区景观

健康社区景观的定义总结为：在园林景观观赏功能之外，健康社区景观更应该具备人群全龄化，共享互动化，健康场景化，实现对“0-100岁全生命周期人群”的健康关怀，在共享互动中培育精神的健康，在健康场景下重构一种健康的生活方式。^[4]健康社区景观的构成要素（如表1），包含物质、经济和社会环境多方面内容。

表1 健康社区组成环境的构成要素

类分类	构成要素
物质条件	公共设施：公共空间与交通，基础教育设施，公共股服务设施 自然要素：水系绿地，食物，土地，空气，水
经济状况	住房情况，就业现状与经济收入
社会情况	社会公平，文化氛围，邻里关系，教育水平，福利，公众参与度

二、营造健康社区景观的必要性

社会的快速发展，物质水平日益提高，人们面临的压力越来越大，心理健康问题已经成为影响健康的焦点。不良习惯、环境问题、食品健康等一系列问题导致多种亚健康健康问题，人民的身体健康状况不容乐观。各年龄段的居民都面临着不一样的健康问题，有着多种恢复需求。

社区环境是人类与大自然关系最为紧密的户外场所，最基本的社会群体单元，居民从中认识、尊重并体验自然。通过景观的营造刺激健康生活方式的养成，倡导积极的城市生活（Active living），鼓励人们走出房间，亲近自然，亲近邻里，投身户外健身和休闲活动，使社区不单纯只是居住之地，更成为了城市人民的治愈之地。^[4]

三、健康社区景观设计

（一）健康社区景观设计理论依据

1. 恢复性环境理论

哲学教授罗杰·乌利奇提出了恢复性环境理论，他的研究表明，压力降低可以改善人体的健康状况，健康护理设施配套设计可促进人体康复，让有疾病或压力的人感到舒适，健康护理设施配套设计理论是健康景观发展的重要理论基础。^[5]

2. 传统养生理论

中国传统养生观以“天人合一”为哲学根基，构建了基于阴阳动态平衡的环境干预理论。该体系通过五感协同作用机制，将自然节律与人体生物钟进行生态耦合，形成具有中医整体观特征的空间疗愈范式。结合传统养生理论进行景观设计，有利于人体身心健康全面提升。

3. 亲生命性假说

哈佛大学的生物学者威尔森基于人类的天性——热爱自然，提出了“亲生命性说”。人类与自然环境存在微妙的联系，人类对自然环境天生的偏爱一直潜移默化地影响着人类的健康发展。通

过研究和实践案例，“亲生命假说”论证了景观空间的营建可以提供人与自然接触的机会，有助于改善情绪、舒缓压力，是健康景观发展的重要推动力。^[6]

（二）健康社区景观设计策略

社区必须从社区景观开始构建，它是密切与人的行为和生活相关的。健康社区除了需要有优秀的产品及物管服务外，其核心是社群健康，包括社群业主的身心健康与和谐融洽的邻里关系。^[7]

第一，建立人性化场所和恢复性环境，满足多层次需求；

第二，完善游憩功能，营造可持续的健康景观，融入城市网络；

第三，利用自然风景调节身心，营造健康氛围。

（三）健康社区景观设计手法

社区景观早已不再是单一的观赏型的自然还原，健康社区景观更是功能化模块的不断升级迭代，真正让住户舒适的，是人性化的公共空间。

1. 与安全应急防控结合

刷卡进出、车牌识别、无接触式红外线体温检测设备、快递集中消毒区等严格出入管控；配备更完善的监控、红外防盗系统。科学规划归家线路及运动出行的道路系统，结合距离适宜的微空间，为业主提供更安全的居住环境。

从满足公共卫生要求与居民生活需求出发，尤其是结合全国逐步推广的垃圾分类行动、生化垃圾收集处理等，优化环卫设施相关空间设计、保障社区清洁防护到位。

2. 与科技结合

大数据、人工智能、物联网等一系列新技术，作为底层基础设施，逐步进入我们生活的各方面；新零售、无人售货机等新技术产物不断孕育着未来生活方式新的可能性，也逐步打破我们对城市空间使用方式的原有认知。

例如居民用手机APP、园区检测屏找到最适宜的户外活动场地。采用人体感应及仿生科技设置众多景观互动装置提升场景趣味性，社区老人“一键应急求助”系统、儿童区“天使眼”等，对老人小孩实时动态保护，打造智能健康社区系统。

3. 多场景生活模式营造

设置多样活动空间，丰富居民业余生活。景观场所中，多样的空间功能布局能够激发人们与环境接触的需求，对城市中渴望接触自然、放松身心的人群产生一定的吸引力，从而满足城市居民的多重需求，对人体产生健康效益。^[8]

4. 满足全龄化健身活动需求

推动全民健身行动的实施，提供丰富的室外体育运动场所，满足居民多元的运动健身活动需求，降低不运动造成的风险。并考虑全年龄段人群健身需求，保障脆弱群体、易感群体下楼即可开展基础性的康健活动。

全区域覆盖的健康跑道系统。标示清晰照明齐备，鼓励和支持使用者随时健身打卡与估算距离。通过对标识、色彩及照明系统匠心独运的设计，赋予全龄运动设备更多趣味性与互动性，操作也更加简便，让使用者能在轻松愉悦的氛围中积极锻炼，有效增强身体素质。

5.生态可持续

基于海绵城市理念设置雨洪管理系统，以雨水花园、滞留装置、透水铺装等建立良性的雨水回收系统，对雨水进行有效管理。倡导“低影响、低成本、低维护”，形成技艺兼备的雨水系统和可观、可玩、可用的生态空间。^[9]

在软景植被选择上，选着对人体疗愈功能的品种，强调生态景观对人身体的优良影响，充分发挥植被疗愈身心的作用。

四、郑州珑悦华庭项目健康社区景观设计

（一）项目概况

项目地块位于郑州市管城回族区，距离郑州东站10KM，距郑州站、新郑国际机场均在15KM 左右。项目位于经开区，地块位于经开十五大街以东，经开第十六大街以西，经南十四路

以南，经南十五路以北。红线占地面积62272.90 m²，景观面积54135.78 m²。周边景观资源丰富，临近多个城市公园，步行30分钟均可到达，自然景观资源优越，有良好的居住和休闲氛围。

（二）设计理念

景观作为一个媒介和纽带，它起着沟通室内外、带动邻里互动交流的作用，与健康问题息息相关。人作为社区景观中的重要主体，是在景观设计中重点考虑的存在。^[10]

在设计过程中，根据城市居民的刚性需求和弹性需求，提出健康社区的定性理念——4H 景观核心：

- 第一，Health 健康的生活方式；
- 第二，Happiness 幸福便捷的生活体验；
- 第三，Hail-Fellow 友好的邻里氛围；
- 第四，High-tech 高科技智能生活。

（三）总平面



> 图1 总平面

（四）健康社区景观营造

1. 与安全应急防控结合的管控设计

人车分流，机动车禁止进入园区，人行出入口设置刷卡进出闸机，并于入口处预留出安全应急设备所需场地。进入小区后，采用全园无障碍的设计，照顾老年人及残障人士等特殊群体。设置无接触式的快递、外卖区域、外投内取式的入口管理空间。

2. 营造与科技结合的智慧社区

小区设置方便居民日常生活的便民服务设施，净水机、快递柜、植物认知互动牌、室外 wifi、垃圾分类收集点、快递柜等。在老人儿童活动区域设置一键求救系统及天使眼，智能化看护老人儿童，打造智能健康社区系统。

3. 多场景生活模式营造

以中心花园为核心，为居民提供户多场景功能空间，丰富场地功能。绿地中配置全龄全季活动场地，邻里交流空间、休闲空间、阳光草坪、禅意花园、林荫步道、下沉庭院，满足多种人群，多年龄段室外不同场景需求，营造充满活力的健康社区。

4. 全龄化健身活动场所设计

健身系统：健康社区景观通过全龄化健身系统构建多维健康场景，复合型健身空间分层设置全龄运动设施，重点打造智能健身跑道，整合起跑区（热身器械、储物墙、指导标识）、夜光导航与分段距离提示，并配置羽毛球、跳绳等专项健身仓，满足多样化锻炼需求。

适老化活动区：老年人活动场地提供健身器材、交流空间、休息座椅等满足老年人日常运动健身、休闲活动需求。

儿童游戏区：依据0-3岁、3-6岁、6-12岁三阶段分层设计，设置感官探索区、体能挑战区及协作游戏模块，同步配置家长看护座椅与亲子互动设施，通过家庭社交场景强化代际情感联结。

5. 生态社区

绿化：小区软硬比约7：3，大面积绿化为小区提供生态有氧的环境。乔灌木多层次植物配置，常绿与落叶乔木用量比例约4：6，并选择玉兰、樱花、油松、云杉等保健型植物，模拟生态群落，降尘降噪，形成适宜人居的小气候，提升身体健康所需环境

条件。

海绵城市设计：65% 硬景采用透水铺装，促进雨水下渗，结合下凹绿地、雨水花园及植草沟构建海绵系统，实现雨水滞蓄净化与错峰排放。植物选用耐湿耐旱乡土品种，以宿根花卉为主，辅以小灌木形成低维护生态群落，兼顾雨水适应性及景观季相变化。

五、结语

社区景观环境营造结合全龄化、全民健身、健康社区、社群

健康、邻里交互健康的大健康理念，运用景观设计的手段营造出健康的居住环境。园区健身活动与多场景交流空间，增加了居民走去室外亲近自然、参与运动的机会，对于居民减压，调节心理健康和提升身体健康状况有重要作用。同时生态社区的设计提升了居住环境舒适度，科技的运用让生活变得更简单，更安心。

遵循健康景观设计的指导与原则，以人的身体健康、心理健康、社会适应性良好为原则，对景观、空间和功能进行规划，打造全新的健康综合体模块，创造健康、自然的社区环境和舒适、人性化的空间场景。让设计回归生活的本质，回归人最本质的感知。

参考文献

-
- [1] 吴良镛. 人居环境科学与景观学的教育 [J]. 中国园林, 2004, 20 (1) : 2-5.
 - [2] 蔡青青, 蔡芳川. 21 世纪大健康的理念及其时代特征 [J]. 体育科学研究, 2003, 7 (3) : 53-55.
 - [3] 吴越, 欧阳澜. 健康景观理念下的医院外部空间环境设计 [J]. 现代园艺, 2019, (21) : 156-158.
 - [4] 许世雨. 台湾地区健康城市与健康社区之营造 [J]. 上海政法学院学报: 法治论丛, 2006, 21(2): 23-32.
 - [5] 李树华. 康复景观的疗愈作用及其机制研究进展 [J]. 中国园林, 2020, 36(1): 20-25.
 - [6] 赵和生. 行为模式与居住环境设计 [J]. 南京建筑工程学院报, 1997(3): 35-39.
 - [7] 王华. 居住社区中的“邻里交往”与“空间环境”分析 [J]. 建筑, 2004(3): 46-48.
 - [8] 王晓俊城市、植被与人类身心健康 [J]. 中国园林, 1995, 11-1.
 - [9] 俞孔坚. 海绵城市理论与实践 [J]. 城市规划, 2015, 39(6): 26-36.
 - [10] 阿尔伯特·J·拉特利奇 [美]. 大众行为与公园设计 [M]. 中国建筑工业出版社, 1990.

寒地城市风景园林施工关键技术及适应性策略研究

陈君侃

杭州碧连天景观绿化工程有限公司, 浙江 杭州 310000

摘 要： 本研究针对寒地城市风景园林施工中面临的特殊气候和环境挑战，探讨了关键技术及相应的适应性策略。文章首先分析了寒地气候特点与园林植物适应性，揭示了冻融循环、极端低温对土壤结构、植物生长以及景观材料的影响。针对这些问题，提出了土壤与地基处理技术、植物选择与栽培技术、景观结构与硬质铺装技术等关键施工技术，并结合热-水-力协同调控、智能微环境系统及高耐候自修复材料等创新策略，优化寒地风景园林的施工效果。通过理论与实践相结合的方式，提供了有效应对寒地城市园林建设中复杂问题的技术方案，具有重要的实践指导意义与应用前景。

关 键 词： 寒地城市；风景园林；施工技术；适应性策略

Research on Key Technologies and Adaptive Strategies for Landscape Gardening Construction in Cold Regions Cities

Chen Junkan

Hangzhou Bilian Tian Landscape Greening Engineering Co., Ltd. Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract: This study addresses the special climatic and environmental challenges faced in the construction of landscape architecture in cold regions, exploring key technologies and corresponding adaptive strategies. The article first analyzes the characteristics of the cold climate and the adaptability of garden plants, revealing the impact of freeze-thaw cycles and extreme low temperatures on soil structure, plant growth, and landscape materials. In response to these issues, it proposes key construction technologies such as soil and foundation treatment, plant selection and cultivation, and landscape structure and hard paving, and combines innovative strategies such as thermal-hydraulic-mechanical coordinated regulation, intelligent micro-environment systems, and high-weathering-resistant self-healing materials to optimize the construction effect of landscape architecture in cold regions. Through a combination of theory and practice, it provides a technical solution for effectively addressing the complex problems in the construction of urban gardens in cold regions, which has significant practical guidance significance and application prospects.

Keywords: cold-region cities; landscape architecture; construction technology; adaptive strategies

寒地城市风景园林施工面临着独特的气候条件与环境挑战，特别是在低温、严寒及冻融交替作用下，传统园林设计与建造方式往往难以有效应对。随着我国城市化进程的加快，寒地城市园林景观需求日益增加，但如何解决寒地城市建设中的植物适应性、冻胀性和防冻性等技术难题，成为提升寒地城市园林品质与可持续发展的关键。为此，对寒地城市景观营造技术进行研究具有重要意义。这一领域的研究，不仅仅是对植物的选择与配置，更是对营建过程中的材料创新、工艺创新和生态修复策略的创新。探索适合寒地环境的营造技术与管理策略，可有效减轻气候变化对生态环境的不利影响，提升城市居民生活品质与幸福感。同时，该研究还将为寒地城市园林绿化的可持续发展提供科学依据与技术支持，具有重要的现实意义和应用价值。

一、寒地城市风景园林的特点分析

（一）寒地气候的基本特点

寒地气候具有明显的季节性变化，且温度较低，冬季可长达零度以下，夏季短而低温。由于温度的剧烈变化，寒地气候往往伴随着强风，降水稀少，空气干燥，土壤结冰等现象^[1]。冻融交替是寒地气候最显著的特征之一，特别是春季和秋季土壤冻融交替，对园林设施和植物根系的生长发育产生重要影响。此外，寒

地气候光照条件差，冬季昼夜温差大，长期低温易造成植物冻害，严重影响景观生态系统稳定性。这些气候特点对园林景观的营造提出了较高的要求，尤其是园林植物的选用、土壤条件的管理和水体景观的营造。

（二）寒地城市园林植物的适应性

寒地市园林植物需要具有较强的抗寒和抗冻性，以适应低温、短暂性和昼夜温差。耐寒植物一般都能在低温条件下继续生长或休眠，以保证在严寒季节不会死亡或遭受严重的冻害。针对

寒地气候特点，园林植物应具备耐低温、耐冻融、耐强风和短日等特点。植物根系的抗冻性是寒地园林植物选育中必须重视根系深度、分布及抗冻性等问题，以免冻坏根系^[2]。此外，寒地植物对水分的管理、对干旱的耐受性以及生长周期的调节都是影响寒地植物适应环境的重要因素。为改善寒地环境下植物的生长性能，必须从土壤改良、灌溉制度、布局及遮荫等方面综合考虑。通过选择合适的植物品种和优化生长环境，可以使寒地城市园林在保持生态平衡的前提下，达到美化景观的目的。

二、寒地城市风景园林施工关键技术

（一）地基与土壤处理技术

寒地城市风景园林的施工面临着地基及土体处理的严峻挑战，特别是在冻融循环作用下，易产生冻胀、融沉等现象，对园林工程的稳定与耐久性产生影响。因此，在冻土区施工应采取一系列有效、科学的处理措施。在施工前，必须对冻土深度进行详细测量，以确定最大冻结深度和变化幅度。为防止冻胀，可采用级配砂石进行置换。通过置换冻胀敏感性土层，对冻结层以下15–20 cm 土层进行改良，并用粒径适中的砂石料替代，以提高土体的透水性及稳定性，降低冻胀力对土体结构的影响。针对寒地土壤有机质含量低，结构疏松的特点，提出了改良腐殖质的技术措施。施用有机肥60–80 kg/m³，可提高土壤持水保水、保肥能力，促进团聚力形成，提高土壤抗冻、透水性能。寒地城市园林常采用立体排水系统，采用波纹渗管和非织造布包裹技术，保证排水层在冻融作用下不会受到影响，维持长期排水能力^[3]。高水头地区需采用双层防渗隔技术，即铺设HDPE 防渗膜和20cm 厚粘土压实层，形成复合防渗系统，防止地下水冲刷破坏景观结构。

（二）植物选择与栽培技术

根据寒地气候特点，植物配置应遵循寒地生态位原则，优先选用适应寒地的本土种质。乔木层植物的选择要以耐寒性和生长稳定为主，常见的耐寒树种有针叶树种樟子松、云杉等，落叶乔木如白桦、山杨等。同时，混交林还能形成多层防风隔热的立体群落结构，提高群落的生态稳定性。匍匐性植物（如地柏、金露梅等）不仅可以减少地表热辐射损失，而且可以防止土壤水分蒸发。草本植物的配置需要考虑到季节变化和根系固土能力，如委陵菜、紫花地丁等宿生植物具有较强的越冬适应能力，可在极寒环境下持续生长，形成良好的地表覆盖效应^[4]。深穴浅栽技术是目前广泛采用的一种深穴浅栽技术，其栽植穴直径一般为2倍，回填土中加入30% 左右的泥炭土，以改善根际微环境，保证植物能在寒地条件下生根。为了应对冬季严寒，通常采用可降解无纺布包裹树干，再用木屑层覆盖，形成5–8cm 厚的保温隔离带，以增强植物抗寒能力，降低冻害风险。

（三）景观结构与硬质铺装技术

寒地城市风景园林硬质化景观的营造，既要兼顾美观与功能要求，又要克服寒地气候带来的不利影响，特别是抗冻胀变形与抗滑安全性。硬质景观基础结构一般为倒置式结构，由面层、找平层、隔离层、基层组成，隔离层一般采用聚丙烯土工织物阻挡

毛细水流上升，防止水对结构物的破坏。在选择铺装材料时，应选用低吸水性和抗冻的石材，如花岗岩火烧板等。每块石材尺寸控制在600×600mm 以内，以保证足够的变形空间，避免因温度变化而引起的开裂和变形。为解决寒地伸缩缝问题，必须对伸缩缝进行处理。一般采用弹性密封胶和PE 杆复合充填，纵向间距控制在4–6 m，以保证缝隙的密封性和弹性，防止裂纹产生。台阶的铺设采用露骨混凝土技术，表面进行凿毛处理，形成0.5–1.2mm 的粗糙纹理，这种处理可以有效地提高防滑系数，尤其是在冰雪天气下，更能确保其安全^[5]。园林结构基础设计要求为深埋式结构，基础埋深不低于冻结线20cm，混凝土等级不低于C30，同时掺加防冻早强剂，以改善结构抗冻、早强，保证结构稳定和安全。

三、寒地城市风景园林施工面临的挑战与问题

（一）冻融循环引发的土壤结构退化与地基稳定性破坏

寒地城市风景园林建设受冻融作用影响显著，长期处于周期性胀缩状态的土体结构，导致土体颗粒排列无序、孔隙率增大、力学性能降低。在冻结阶段，土体中孔隙水冻结后体积膨胀，导致土体产生冻胀，并产生不均匀变形。在融化期，冰晶体融化成自由水，使土体结构疏松、强度下降，从而引起基础融沉。反复冻融作用导致土体颗粒弥散，粘粒流失，影响其水稳定性与承载力，引起地面沉降、景观坍塌、路面开裂及结构基础位移。同时，地下水位波动会进一步加剧冻胀、融沉等动力过程，导致地基持续失稳，影响园林设施的长期安全与服役寿命。

（二）极端低温环境下的植物生态适应性限制

寒地城市园林植物面临极端低温、干旱风害和雪压等多种不利环境因子，严重限制了其生长适应能力。长时间低温抑制植物代谢，降低光合效率，造成冬季林木生理胁迫，影响春季萌芽与生长。一些树木由于缺乏抗寒能力，在极端低温环境中会出现细胞膜断裂、组织失水、冻害坏死等现象，造成枝干折断、树皮开裂，甚至整株枯死。极端寒冷气候条件下土壤冻结深度大，根系吸水能力有限，极易发生生理干旱，冬春交替时蒸腾作用加强，但根系仍不能有效吸水，导致常绿树种出现“冻干”现象。积雪会对乔木树冠及灌木产生机械性损伤，容易造成折枝、倒伏，影响景观完整性。在风高风大的空旷地带，强风加剧水分蒸发，进一步削弱植物抗寒能力，增加越冬死亡率。

（三）硬质景观材料性能衰减与功能失效

寒地城市极端气温变化对硬质园林材料的稳定性与耐久性提出了严峻挑战。冻融作用下铺装材料经历热胀冷缩，内部微裂纹逐级扩展，导致结构完整性降低，表层剥落破碎，构成安全隐患。透水砖、混凝土等多孔材料在低温环境中会发生吸水结冰现象，其内部结构会受到破坏，从而导致路面不均匀沉降、隆起甚至破坏。由于温差引起的膨胀、收缩、膨胀，导致密封层老化失效，雨水、积雪渗入基层，加剧了冻融破坏。另外，雪被降低了道路与广场的摩擦系数，容易造成行人滑倒，影响到冬季的安全。金属结构物在极低温度条件下易发生脆性增大，在应力集中的情况下甚至会发生断裂。由于寒冷地区的特殊气候条件，使得

园林景观具有较高的生命周期和维护费用。

四、寒地城市风景园林施工的适应性策略

（一）基于热－水－力协同调控的土壤稳定性优化技术

针对寒地风景园林工程建设中因冻融作用引起的土体结构劣化和地基稳定失效等问题，本项目拟针对寒地风景园林建设过程中土体结构劣化和地基稳定失效这一关键科学问题开展研究。采用地下蓄热调控技术、智能排水系统和高性能抗冻加固材料相结合的方法，降低冻胀效应，保持基础结构的稳定性。采用土壤源热泵技术，利用土壤表层的地温，在冬季保持地温，降低冻胀。施工过程中，在冻胀区埋设温控管网，利用地热换热装置对地温进行精细化调控。智能排水系统采用毛细封堵和定向排水相结合的方法，通过铺设纳米改性透水混凝土、负泊松比排水层等高渗透性复合排水材料，快速疏导地表和地下水，防止水在土体中滞留和冻胀。在此基础上，在路基填料中引入相变储能材料，利用其热缓冲作用，降低温度突变对路基的破坏作用。同时，将高性能抗冻聚合物土固化剂与玄武岩纤维网相结合，提高基础结构整体抗变形性能。针对高潜水位地区，采用纳米硅溶胶渗透固化层与高分子弹性隔水膜相结合的双层防渗技术，提高基础防渗性能，保证寒地园林建设的长期稳定。

（二）构建智能动态调控的植物微环境系统

极端低温是寒地园林植物生长的重要限制因素，构建智能动态调控植物微环境体系，可有效缓解寒地植物生理逆境，提升其生态适应能力。该系统以温、湿、风等多参量传感器网络为基础，结合人工智能算法，对园林生态环境进行精确调控。采用可降解纳米气凝胶作为隔热材料，在园林绿地和植物根际区铺设仿气凝胶防寒毯，增强土壤隔热性能，并在树干外喷涂自适应温控涂层，降低低温对植物组织的直接伤害。同时，利用微生境优化提升园林植物的抗寒能力，如在风口设置柔性风障，采用可伸缩式智能光伏板调节局部温度梯度，降低冷风对植物的脱水损伤。在树种配置上，利用生物信息学方法筛选当地抗寒基因库，利用基因定向编辑技术对寒地植物进行抗寒改良，培育出对低温适应性更强的乡土植物种质。同时，采用模块化生态基质体系，在立体绿化和地面绿化中应用智能温控基质，保证植物在极端环境下的正常生长。在此基础上，通过构建植物电监测系统，实时监测植物的生理状态，结合人工智能预测算法，对植物的保护策略进行动态调整，如自动启动根系加热系统、局部增湿降温系统等。

（三）开发高耐候智能自修复硬质景观材料

针对寒地风景园林中因冻融、温差变化和极端气候等因素导致的功能退化和功能失效等问题，本项目拟发展高耐候智能自修复硬质景观材料，以提高其耐久性和适应性。本项目以新材料和智能制造技术为基础，构建具有自适应保护功能的硬质园林系统。本项目拟将超疏水自清洁仿生陶瓷表面技术引入硬质铺装材料中，利用仿荷叶结构涂层降低雪冰附着，减少融雪剂侵蚀，提高材料表面耐候性。基材方面，利用石墨烯增强复合材料，结合光热转化粒子，实现表面温度自调控，降低因热胀冷缩引起的应力

集中，提高铺装体系抗裂性能。同时，将纳米自愈合聚合物界面层应用到铺装裂缝和园林景观结构等表面，使其在微裂缝出现时，利用环境湿度启动自修复机制，延长其使用寿命。针对高磨损区（如景观台阶、广场等），将动态防滑自调整技术与柔性高分子材料嵌入层相结合，在低温环境中自动形成具有更强防滑性的微结构，保障行人安全。将新型相变复合混凝土与嵌入式纳米纤维网格相结合，实现温度变化条件下材料应力的自适应调控，降低寒地气候对景观结构的破坏作用。

五、结语

本研究深入探讨了寒地城市风景园林施工中的关键技术及适应性策略，提出了针对冻融循环、极端低温及硬质景观材料衰减等问题的创新技术路径。通过采用热－水－力协同调控土壤稳定、植物微环境智能动态调控和高耐候智能自修复材料，有效提升寒地园林建设的稳定性和可持续性。研究表明，寒地城市景观设计在应对复杂气候挑战的同时，也要求通过新技术和新材料的创新，确保其长期效益。然而，随着气候变化和环境条件的改变，如何进一步提高智能、精确的施工技术仍然是今后的研究重点。未来应注重多学科融合、多学科协同，为寒地园林建设提供智能化、绿色化的解决方案。

参考文献

- [1] 马鹏. 风景园林工程的施工管理及成本控制研究[J]. 房地产世界, 2023, (24): 109-111.
- [2] 单锐. 节能技术在风景园林施工中的应用探究[J]. 房地产世界, 2023, (22): 145-147.
- [3] 李双美, 丁云峰. 寒地植物景观中的诗画意境及其营造技法[J]. 现代农机, 2022, (02): 110-112.
- [4] 万丹. 寒地城市风景园林设计中海绵城市建设的探讨[J]. 现代园艺, 2019, (24): 109-110.
- [5] 姜薇. 北方寒地城市风景园林的设计和實踐[J]. 地产, 2019, (13): 51+22.

钢结构在大跨度建筑中的应用与技术创新

董志鹏

身份证号: 231121199102164914

摘要： 随着建筑行业的蓬勃发展，大跨度建筑的需求日益增长。钢结构凭借其独特优势，在大跨度建筑领域得到广泛应用，并不断推动技术创新。本文深入探讨了钢结构在大跨度建筑中的应用情况，详细阐述了相关技术创新成果，旨在为该领域的进一步发展提供理论支持与实践参考。通过对多种大跨度建筑类型中钢结构应用的分析，以及对新型结构体系、高性能材料、先进施工技术和监测技术等方面创新的研究，揭示了钢结构在大跨度建筑中广阔的发展前景。

关键词： 钢结构；大跨度建筑；应用；技术创新

Application and Technological Innovation of Steel Structure in Large-Span Buildings

Dong Zhipeng

ID: 231121199102164914

Abstract: With the vigorous development of the construction industry, the demand for large-span buildings is increasing. Due to its unique advantages, steel structures have been widely used in the field of large-span buildings, continuously driving technological innovation. This article delves into the application of steel structures in large-span buildings and elaborates on related technological innovations, aiming to provide theoretical support and practical reference for the further development of this field. Through the analysis of steel structure applications in various types of large-span buildings, as well as research on innovations in new structural systems, high-performance materials, advanced construction techniques, and monitoring technologies, this paper reveals the broad development prospects of steel structures in large-span buildings.

Keywords: steel structure; large-span building; application; technological innovation

引言

随着社会经济的发展和人们对建筑空间需求的不断增大，大跨度建筑在体育场馆、会展中心、机场航站楼等公共建筑领域得到了广泛应用。钢结构由于具有轻质高强、施工速度快、抗震性能好等诸多优点，成为了大跨度建筑的首选结构形式。同时，为了更好地满足大跨度建筑的功能需求和提高建筑质量，钢结构在大跨度建筑中的应用也不断伴随着技术创新。本文将对钢结构在大跨度建筑中的应用现状及技术创新成果进行深入探讨。

一、钢结构技术发展现状

在社会经济迅猛发展的背景下，我国在世界上的钢产量已经跃居第一，并且也大力着手于节约用钢理念向着科学、快速以及主动发展钢产业的方向转变。除在超高层项目施工中存在一些缺陷之外，目前在中低层与普通高层建筑施工中，我国的钢结构技术已经达到领先水准^[1]。大跨度空间钢结构是一种集现代科技和新型建材于一体的新型建筑技术，已被国内越来越多的企业所采用^[2]。众多大型体育场馆、会展中心的建设，不仅展现出钢结构的精湛工艺，更通过技术创新，有效降低用钢量。与此同时，科研团队持续攻坚超高层施工难题，借助数字化模拟与新型材料研发，力求补齐短板。相信不久的将来，我国钢结构技术在全领域

都将迈向新高度，引领全球建筑行业革新。

二、钢结构在大跨度建筑中的应用优势

（一）轻质高强特性

钢材具有较高的强度与质量比，其强度显著高于传统建筑材料如混凝土。在大跨度建筑中，结构需承受巨大的重力荷载以及风荷载、地震作用等水平荷载。钢结构凭借轻质高强的特点，能够在满足结构承载能力要求的前提下，大幅减轻结构自重。例如，在相同跨度和荷载条件下，钢结构的重量相较于混凝土结构可减轻很多，这不仅降低了基础工程的难度和成本，减少了基础材料的用量，还使得结构在地震等自然灾害发生时，所受的地震

力减小,有利于提高结构的抗震性能。

（二）良好的韧性和延展性

钢材的晶体结构使其具备良好的韧性和延展性。在大跨度建筑中,由于结构跨度大,在各种荷载作用下会产生较大的变形。钢结构能够在变形过程中吸收大量能量,而不发生突然脆性断裂^[3]。当遭遇强烈地震或极端风荷载时,钢结构可以通过自身的变形来耗散能量,保持结构的整体性,为人员疏散和救援争取时间,有效保障了建筑内人员的生命安全和建筑结构的安全稳定。

（三）施工速度快

钢结构的构件可在工厂进行标准化、工业化生产,生产精度高且质量稳定。完成生产后,构件运输至施工现场进行快速装配。与传统钢筋混凝土结构相比,钢结构减少了大量现场湿作业,如混凝土浇筑、养护等环节,大大缩短了施工周期^[4]。对于一些大型体育场馆、会展中心等对建设周期要求较高的大跨度建筑项目,快速施工能够使项目更快投入使用,降低项目的时间成本,提高投资效益。

（四）可装配性与可拆性好

钢结构构件之间多采用螺栓连接、焊接等方式,具有良好的可装配性。在建筑需要改造、扩建或功能调整时,钢结构构件易于拆卸和重新组装。而且,拆卸后的钢结构构件可进行回收再利用,符合可持续发展的理念。在一些临时性大跨度建筑或对建筑空间布局灵活性要求较高的场所,钢结构的可拆性和可重复利用性优势尤为突出,有效减少了建筑废弃物的产生,降低了对环境的影响^[5]。

三、钢结构在大跨度建筑中的应用类型

（一）体育场馆

体育场馆作为举办各类体育赛事和大型活动的场所,需要大空间来满足观众观赛、运动员比赛以及赛事运营等多种功能需求。钢结构在体育场馆中应用广泛,形式多样。空间桁架结构是常见的一种形式,它由多根杆件通过节点连接组成空间受力体系,各杆件主要承受轴向力,能够充分发挥钢材的强度优势,为体育场馆提供开阔、无柱的比赛空间^[6]。例如,许多大型足球场、篮球馆的屋盖采用空间桁架结构,可实现较大跨度,满足场地使用要求。网架结构也是体育场馆常用的钢结构形式,它具有空间受力、整体性好、造型美观等特点。网架结构通过合理布置杆件,能够将屋面荷载均匀传递到下部支撑结构,适用于大跨度体育场馆的屋盖设计,可为观众带来良好的视觉体验。

（二）会展中心

会展中心用于举办各类展览、会议、商业活动等,需要大跨度的室内空间来展示展品和容纳大量人员。钢结构在会展中心的应用多采用管桁架结构和张弦梁结构等形式。管桁架结构由钢管杆件组成,外形简洁美观,杆件主要承受轴向力,结构受力性能良好。在会展中心的展厅和会议空间中,管桁架结构能够实现较大跨度,满足内部空间的灵活性需求,便于布置展位和活动设施。张弦梁结构是一种由刚性构件和柔性拉索组成的自平衡体

系^[7]。刚性构件(如钢梁)承受压力,拉索承受拉力,通过施加预应力,使结构在承受外荷载时,内力分布更加合理,从而提高结构的跨越能力。张弦梁结构常用于会展中心的大型屋盖,其独特的结构形式不仅能够实现大跨度,还具有良好的建筑造型效果,为会展中心增添独特的建筑魅力。

（三）机场航站楼

机场航站楼作为航空运输的关键枢纽,承担着旅客候机、登机、行李处理等多种功能,需要宽敞、流畅的内部空间。钢结构在机场航站楼中常采用钢框架-支撑结构体系或钢桁架结构体系等。钢框架-支撑结构体系结合了钢框架结构的空间布置灵活性和支撑结构的抗侧力性能优势。在风荷载和地震作用下,支撑结构能够有效地抵抗水平力,保证结构的稳定性,同时钢框架结构可灵活布置内部空间,满足机场航站楼复杂的功能分区需求^[8]。钢桁架结构体系则常用于机场航站楼的大跨度屋盖部分。钢桁架通过合理布置杆件,能够承受屋面传来的各种荷载,并将其传递到下部支撑结构。在一些大型机场航站楼中,钢桁架结构的屋盖可实现较大跨度,营造出开阔、明亮的候机空间,为旅客提供舒适的候机环境。

四、钢结构在大跨度建筑中的技术创新

（一）新型结构体系的研发

随着对大跨度建筑性能要求的不断提高,新型钢结构体系不断涌现。预应力钢结构体系通过对结构施加预应力,改变结构的受力状态,提高结构的刚度和承载能力,同时可减少钢材用量。在一些大跨度桥梁和体育场馆中,预应力钢结构体系得到应用,通过在结构中设置预应力拉索或预应力筋,使结构在承受外荷载前预先储备一定的应力,从而提高结构的整体性能^[9]。索膜钢结构体系是将索结构、膜结构与钢结构有机结合的新型结构体系。索结构提供主要的抗拉受力体系,膜结构作为屋面覆盖材料,具有轻质、透光性好、造型美观等特点,钢结构则用于连接和支撑索膜结构。这种体系在一些对建筑造型和空间效果要求较高的大跨度建筑中广泛应用,如展览馆、文化艺术中心等,能够营造出独特的建筑空间氛围。

（二）高性能钢材的应用

为满足大跨度钢结构日益增长的受力和耐久性要求,高性能钢材的应用越来越普遍。高强度钢材如Q460、Q690等,相较于传统的Q235、Q345钢材,具有更高的屈服强度和抗拉强度。在相同承载能力要求下,使用高强度钢材可减少钢材的截面尺寸和用量,从而减轻结构自重,降低运输和安装成本。在一些大型体育场馆和高层建筑的大跨度钢结构中,高强度钢材的应用有效提高了结构的性能和经济性。耐候钢是一种具有良好耐腐蚀性的钢材,其在大气环境中能够形成一层致密的氧化保护膜,阻止钢材进一步锈蚀。在大跨度钢结构建筑中,尤其是一些暴露在室外环境的结构,使用耐候钢可减少防腐维护工作,降低维护成本,延长结构的使用寿命。例如,一些桥梁、户外大型展览馆等大跨度钢结构建筑采用耐候钢,既保证了结构的安全性,又体现了建筑

的耐久性和环保性。

（三）先进施工技术的发展

在大跨度钢结构施工领域，先进施工技术不断发展。整体提升技术是将钢结构在地面拼装成整体，然后利用液压提升设备、提升千斤顶等将结构提升到设计位置。该技术减少了高空作业量，提高了施工安全性和质量，常用于大型体育场馆、会展中心等大跨度钢结构屋盖的施工^[10]。通过精确控制提升设备的同步性，能够确保结构在提升过程中的稳定性和准确性。虚拟预拼装技术借助计算机三维建模软件，对钢结构构件进行虚拟建模和预拼装。在计算机模型中，可模拟构件的加工、运输、安装等全过程，提前发现构件之间可能存在的碰撞、尺寸偏差等问题，并及时进行调整和优化。这避免了现场实际预拼装中可能出现的返工现象，提高了施工效率和质量，降低了施工成本。

（四）结构健康监测技术的应用

大跨度钢结构建筑结构复杂、跨度大、使用功能重要，对结构的安全性和可靠性要求极高。结构健康监测技术通过在钢结构构件上安装应力传感器、应变传感器、位移传感器、振动传感器等设备，实时采集结构在不同荷载作用下的应力、应变、位移、振动等数据。这些数据通过无线传输技术或有线传输方式发送到数据处理中心，利用数据分析软件对数据进行处理和分析，评估结构的健康状况。当结构出现异常时，如构件应力超过允许值、

结构变形过大等，监测系统能够及时发出预警，为结构的维护、管理和决策提供科学依据，保障大跨度钢结构建筑的长期安全使用。

五、结束语

钢结构以其轻质高强、施工速度快、可装配性好等诸多优势，在大跨度建筑的体育场馆、会展中心、机场航站楼等各类建筑类型中得到广泛且深入的应用，成为实现大跨度空间的关键结构形式。同时，在技术创新方面成果丰硕，新型结构体系不断涌现，高性能钢材的应用提升了结构性能，先进施工技术提高了施工效率和质量，结构健康监测技术为结构的长期安全运行提供了保障。随着建筑行业的持续发展以及人们对大跨度建筑功能和品质要求的不断提升，钢结构在大跨度建筑领域将面临更多机遇和挑战。未来，需进一步加强对于新型结构体系的理论研究和工程实践，研发更高性能、更绿色环保的钢材，持续改进施工技术以适应复杂的工程环境，完善结构健康监测技术的智能化水平。通过不断的技术创新和实践探索，钢结构将在大跨度建筑中发挥更大的作用，推动大跨度建筑向更加安全、高效、美观、可持续的方向发展，为建筑行业的进步做出更大贡献。

参考文献

[1] 赵宏安. 超高层大跨度建筑物钢结构连廊施工技术研究 [J]. 中国高新科技, 2023, (18): 60–63. DOI: 10.13535/j.cnki.10-1507/n.2023.18.19.

[2] 邢甲. 综合体建筑中大跨度空间钢结构施工关键技术 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023, (10): 162–164.

[3] 张艳平. 基于公共建筑大跨度空间的钢结构安装施工技术 [J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(07): 4–6. DOI: 10.20080/j.cnki.ISSN1671-3362.2023.07.003.

[4] 李庆华, 俞浙东, 彭明东, 等. 超高层建筑大跨度钢结构连廊整体提升施工技术探究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (20): 117–119. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202320039.

[5] 曹燕青. 大跨度屋盖钢结构施工研究——以杭州市某中学在建房屋建筑为例 [J]. 房地产世界, 2023, (22): 139–141.

[6] 余涛. 建筑工程大跨度钢结构施工技术分析 [J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(05): 40–42. DOI: 10.20080/j.cnki.ISSN1671-3362.2023.05.015.

[7] 李铁锁. 大跨度钢结构建筑施工技术探讨 [J]. 江西建材, 2022, (08): 198–199.

[8] 王亮亮. 综合体建筑中大跨度空间钢结构施工技术 [J]. 石材, 2024, (02): 51–53. DOI: 10.14030/j.cnki.scaa.2024.0066.

[9] 杨平, 罗军伟, 汪兴文. 大跨度钢结构建筑改造中的安装施工技术研究 [J]. 建筑技术开发, 2023, 50(09): 23–25.

[10] 王军. 钢结构在大跨度建筑中的应用与设计 [J]. 科技资讯, 2023, 21(12): 141–144. DOI: 10.16661/j.cnki.1672-3791.2303-5042-2527.

滚筒式扫路车清扫装置折叠隐藏式设计与研究

龚迎辉

长沙职业技术学院, 湖南 长沙 410217

摘要： 公路交通是基础设施建设的重要领域，是国家交通网发展的物质载体^[1]。扫路车在广大的市场需求中应运而生，逐渐发展成集清扫、运输、回收垃圾等功能于一体的装置。扫路车的出现大大减少了环卫工人的工作量，提高了安全性^[2]。滚筒式扫路车能够大幅提高对路面的清扫效果。但不论是转盘式扫路车还是滚筒式扫路车，其清扫装置大多都直接安装在扫路车的地盘上，降低了扫路车的底盘高度，这一设计存在着较大的安全风险。一旦出现事故不仅会影响正常的路面清扫作业，更严重的甚至会影响行车安全。本文结合主流扫路车的具体结构，从清扫装置的组成部分着手，以扫路车的实际工作环境为切入点，详细介绍和分析了清扫装置的隐藏式设计与研究。

关键词： 扫路车；滚筒；隐藏

Design and Research on the Foldable and Hidden Cleaning Device of Roller-type Road Sweeper

Gong Yinghui

Changsha Vocational and Technical College, Changsha, Hunan 410217

Abstract: Highway transportation is an important field of infrastructure construction and the material carrier for the development of the national transportation network^[1]. Road sweepers have emerged in response to the vast market demand, gradually evolving into devices that integrate functions such as cleaning, transportation, and garbage recycling. The emergence of road sweepers has significantly reduced the workload of sanitation workers and improved safety^[2]. The roller-type road sweeper can greatly improve the cleaning effect on the road surface. However, whether it is a turntable-type road sweeper or a roller-type road sweeper, most of their cleaning devices are directly installed on the chassis of the road sweeper, reducing the chassis height of the road sweeper. This design poses significant safety risks. In case of an accident, it will not only affect normal road cleaning operations but may also seriously affect driving safety. This article combines the specific structure of mainstream road sweepers, starts with the components of the cleaning device, and uses the actual working environment of the road sweeper as an entry point to introduce and analyze the hidden design and research of the cleaning device in detail.

Keywords: road sweeper; roller; hidden design

对于滚筒式扫路车来说，其对路面的清扫效果更好，市场份额占比大，因此对滚筒式扫路车上的清扫装置进行隐藏式设计与研究更加符合现实意义。在设计和安装清扫装置时，如何避免其降低滚筒式扫路车底盘的整体高度就成了目前亟需解决的问题。本文通过分析滚筒式扫路车的具体结构，以自主设计的清扫装置为依托，在保证清扫效果的同时提高行车安全。

一、清扫装置的安装位置选择及可行性讨论

（一）清扫装置的安装位置分析及选择

清扫装置在实际工作中需要与路面经常接触，因此其常见安装于扫路车的底盘上。在底盘上安装清扫装置虽然简化了安装步骤，也方便清扫装置与路面快速接触，但是却大大降低了扫路车底盘的整体高度，当遇到复杂的路面情况时，清扫装置首当其冲会遭到破坏。因此选择合适的安装位置是清扫装置前期设计中最关键的问题。

经前期进行大量设计发现，不论对清扫装置的结构如何进行优化设计，若其依然安装在扫路车底盘上，都会大大降低扫路车底盘的整体高度。因此排除将清扫装置安装在扫路车底盘上这一传统思路，经大量分析讨论，并到扫路车制造企业走访调研，认为将清扫装置安装在扫路车车身的侧面上是一个较为理想的选择。

（二）清扫装置的安装位置可行性讨论

首先，在扫路车车身的侧面上安装清扫装置不存在技术难度，因此讨论主要集中在清扫装置的安全性方面和经济性方面。

关于安全性方面,由于扫路车的整体宽度约等于车身的宽度加上左右两个后视镜的宽度,而在扫路车车身的两侧也都需要单独安装清扫装置,这样配合扫路车内侧的吸尘系统,才能对路面进行清理。因此单个清扫装置的宽度不应大于后视镜的宽度,否则会增大扫路车的整体宽度,严重影响行车安全。

关于经济性方面,由于清扫装置的主要目的是对路面进行清扫,因此其结构设计只需能实现这一基本功能即可,尽量减少其他方面的冗余设计,以减小清扫装置的整体体积,特别是减少动力源的使用数量,以降低生产成本,提高清扫装置的经济性。

经走访扫路车制造企业和机械建模分析,在扫路车车身的侧面上安装清扫装置,并同时满足安全性方面和经济性方面是可行的。

二、清扫装置的结构类型分析及选择

目前,扫路车的清扫装置主要包括转盘式和滚筒式两种类型。

转盘式清扫装置具有结构简单、维修方便等优点,但是转盘式清扫装置的刷毛与路面的接触面小,清扫效率低下;并且在工作时易对路面上的灰尘和杂质产生切向作用力,导致灰尘和杂质飞出扫路车内侧的吸尘系统,清扫效果较差。

滚筒式清扫装置的刷毛与路面的接触面大,清扫效率更高,能够更好地促进路面上的灰尘和杂质向扫路车内侧的吸尘系统移动,清扫效果更好。但其整体结构相对复杂,存在着维修不便的问题。

经结合转盘式清扫装置和滚筒式清扫装置的优缺点仔细分析,我们认为两种结构类型的清扫装置主体均为机械机构,因此稳定性和可靠性都很高,出现损坏需要维修的情况应当较小。经后续到扫路车企业的维修中心走访调研,查阅两种结构类型的清扫装置维修记录表,印证上述情况属实。因此选择滚筒式清扫装置作为本设计的主体结构是较为理想的选择。

三、清扫装置的动作姿态类型分析及选择

目前,清扫装置大多为固定式,其动作姿态始终不会发生变化,即直接通过电机控制转盘式清扫装置的刷毛旋转,或直接通过电机控制滚筒式清扫装置的刷毛旋转,从而直接对路面进行清扫,其整体结构是固定的,无法调节或改变姿态,一方面导致刷毛长期与路面接触,磨损严重,更换频率较高,大幅提高使用成本;另一方面清扫装置始终处于同一位置,无法收起,导致扫路车在经过复杂情况的路面时,清扫装置容易与路面上的杂物发生磕碰,导致损坏,进一步提高使用成本。

结合上述情况进行分析讨论,明确需要设计一种可折叠隐藏的清扫装置,在扫路车未工作的情况下其能够自动调节或改变自身姿态,使其离路面更远,减小清扫装置的整体体积并隐藏在扫路车的车身内,以降低与路面上的杂物发生磕碰的风险,是清扫装置结构设计中的一个重点方向。

四、清扫装置的具体结构设计及工作流程

综合上述分析结论,我们认为清扫装置应当安装在扫路车车身的侧面上,其整体结构应当包括隐藏机构、升降机构、折叠机构和清扫机构。四个机构互相配合、共同作用,在扫路车工作时,升降机构、折叠机构和清扫机构配合工作实现对路面的清扫作业;在扫路车未工作时,升降机构、折叠机构和清扫机构部分或全部隐藏在隐藏机构内,不会降低扫路车底盘的整体高度,以保障扫路车的行车安全。

(一) 隐藏机构的结构设计

隐藏机构如图1所示,主要由隐藏盒组成,隐藏盒通过螺栓固定安装在扫路车车身的侧面上。隐藏盒的底部形成有与其内部连通的开口,以方便折叠机构进出隐藏盒。隐藏盒的宽度不应大于后视镜的宽度,否则会严重影响扫路车的行车安全。隐藏盒的材质选择硬质合金,硬质合金材料具有硬度高、强度高、化学稳定性强、冲击韧性高以及耐磨性好等优异材料特性^[9],以对内部的其他零部件形成保护作用。

(二) 升降机构的结构设计及工作流程

升降机构如图2所示,用于带动折叠机构和清扫机构上下移动。升降机构主要由导向杆、升降板、丝杠和第一电机组成。导向杆沿纵向设置在隐藏盒内,导向杆的上下两端分别与隐藏盒的内壁之间通过螺栓固定连接。升降板沿横向设置在隐藏盒内,升降板与导向杆滑动连接,升降板可在导向杆上上下移动。丝杠沿纵向穿过升降板,丝杠的两端分别与隐藏盒的内壁之间通过轴承转动连接,丝杠还与升降板螺纹连接。第一电机通过螺栓固定安装在隐藏盒的顶部、用于控制丝杠旋转,第一电机的启停通过扫路车驾驶室内部的控制系统控制。

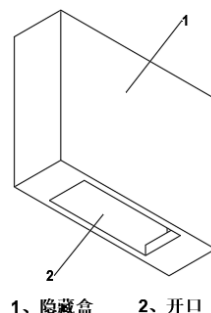


图1 隐藏机构结构图

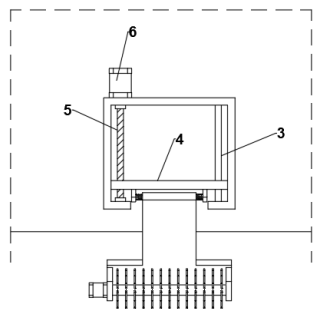
工作流程:环卫工人在扫路车驾驶室内通过控制系统控制第一电机启动,第一电机带动丝杠旋转,由于丝杠与升降板是螺纹连接的,因此在导向杆的作用下,升降板便会带动折叠机构和清扫机构上下移动,在扫路车工作时能够控制清扫机构与路面之间的距离,以适应各种复杂情况境的路面;在扫路车未工作时升降板向上移动,从而能够将折叠机构和清扫机构部分或全部隐藏在隐藏盒内,减小清扫装置的整体体积,降低与路面上的杂物发生磕碰的风险。

优势分析:升降机构的结构简单,便于制造和维修。在机械设备中,经常使用丝杠来做传动,随着设备要求越来越高,对丝杠的精度要求越来越高^[10],因此丝杠作为精密元件能够进一步提高升降机构的精度。另外丝杠作为精密元件始终隐藏在隐藏盒内,能够避免在进行清扫作业时扬起的灰尘和杂质与丝杠接触,保障了丝杠的工作精度。

(三) 折叠机构的结构设计及工作流程

折叠机构如图3所示,在扫路车未工作时能够折叠在隐藏盒

内。折叠机构主要由活动板和扭簧组成。初始状态下，活动板的上部和中部位于隐藏盒内。活动板的上部的两侧分别焊接有转动轴，转动轴与升降板之间通过轴承转动连接。活动板的下部外侧设置有清扫机构。扭簧的数量为两个，两个扭簧分别套设在两根转动轴上，扭簧的第一



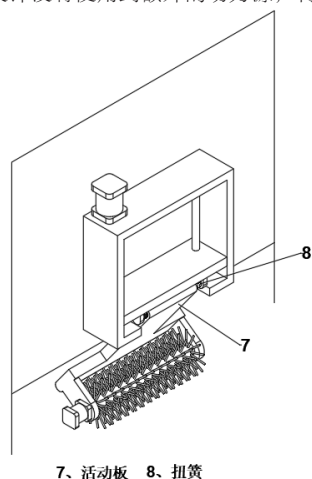
3、导向杆 4、升降板 5、丝杠 6、第一电机
> 图2 升降机构结构图

端与隐藏盒的内壁固定连接，扭簧的第二端与活动板固定连接，扭簧始终使得活动板的下部具有靠近扫路车中部的趋势。

工作流程：升降板下降时，活动板同步下降。由于扭簧的作用，

活动板的下部和清扫机构逐渐靠近扫路车的中部，直到清扫机构能够对路面进行清扫作业，此时活动板的内侧中部与扫路车车身下部的边角处接触，这样清扫机构能够更好地促进路面上的灰尘和杂质向内侧的吸尘系统移动，清扫效果更好。

优势分析：本折叠机构巧妙利用了扭簧的特性，使得升降板向下移动时，活动板的下部和清扫机构能够自动靠近扫路车内侧的中部，从而更好地促进路面上的灰尘和杂质向内侧的吸尘系统移动，清扫效果更好。在扫路车未工作时，升降板上升，活动板的上部和中部又能够自动隐藏在隐藏盒内。换言之，折叠机构的设计没有使用到额外的动力源，利用扭簧的特性便能够控制活动



7、活动板 8、扭簧
> 图3 折叠机构结构图

板的摆动，替代了传统方式通过额外的动力源控制活动板摆动，大大降低了折叠机构的复杂度和成本，适宜大规模推广。

4.4 清扫机构的结构设计及工作流程

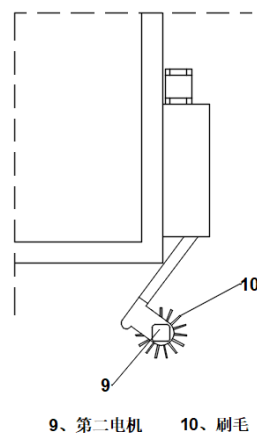
清扫机构如图4所示，用于对路面进行清扫作业。清扫机构主要由滚筒和第二电机组成。滚筒沿横向设置在活动板的下部外侧，滚筒的两端分别与活动板之间通过轴承转动连接，滚筒的外周面上固定安装有多根刷毛。第二电机通过螺栓固定安装在活动板上、用于控制滚筒旋转，第二电机的启停通过扫路车驾驶室内部的控制系统控制。

工作流程：升降板下降时，活动板同步下降，直到滚筒外周面上的刷毛与路面接触。此时环卫工人在扫路车驾驶室内通过控制系统控制第二电机启动，第二电机带动滚筒旋转，滚筒上的刷毛便会促进路面上的灰尘和杂质向扫路车内侧的吸尘系统移动，清扫效果更好。扫路车未工作时，第二电机关闭，清扫机构与隐藏盒的底部接触。

优势分析：在扫路车未工作时清扫机构位于扫路车车身的侧面底部，并没有位于扫路车的底盘上，因此不会降低扫路车底盘的整体高度，保障了扫路车的行车安全，此时滚筒外周面上的刷毛也不再与路面接触，避免了刷毛被过度磨损。另外，清扫机构的结构简单，便于制造和维修，大大降低了使用成本。

五、结语

目前市场上的扫路车没有形成统一的技术路线，在结构上有较大的差异，但是主要部件却较为类似^[5]。本文基于市场上主流扫路车的结构特点，敏锐发现清扫装置的安装位置大多位于扫路车的底盘上，存在着较大的安全风险。本文结合扫路车的实际工作情况，以提高安全性和清扫效果为导向，深入对清扫装置的安装位置进行分析选择对比，重新设计了一种可折叠隐藏的清扫装置，并对其结构进行了进一步优化，以控制成本和优化性能，为保障一线环卫工人的安全和提高扫路车的路面清扫效果作出贡献并不断探索，同时为扫路车清扫装置的研发和生产提供重要参考。



9、第二电机 10、刷毛
> 图4 清扫机构结构图

参考文献

- [1]《中国公路学报》编辑部. 中国路面工程学术研究综述 [J]. 中国公路学报, 2024.
- [2] 罗炳莲. 扫路车扫刷清扫运动装置系统设计 [J]. 现代制造技术与装备, 2023.
- [3] 张昌娟. 硬质合金材料加工研究进展 [J]. 工具技术, 2024.
- [4] 朱阳光. 丝杠的连接装置 [P]. 2020.
- [5] 易伟. 吸扫式高速扫路车主要部件分析 [J]. 时代汽车, 2024.

公路绿色施工标准化管理策略

余阳

重庆成渝垫丰武高速公路有限公司，重庆 408512

摘 要： 为了更好的推动公路建设行业的可持续发展，就需要加强对公路绿色施工的标准化管理。但是通过调查发现，在具体实施的过程中，不仅面临着资源保护和利用的困境，同时还面临着生态和环境保护的困境以及施工技术和管理的困境。本文针对当前公路绿色施工标准化管理面临的困境进行了探析，并提出了优化管理的有效策略，希望本次研究对公路绿色施工标准化管理水平的提高有所帮助。

关 键 词： 公路；绿色施工；标准化管理

Standardized Management Strategies for Green Highway Construction

Yu Yang

Chongqing Chengyu Dianfengwu Expressway Co., Ltd. Chongqing 408512

Abstract: To better promote the sustainable development of the highway construction industry, it is necessary to strengthen the standardized management of green highway construction. However, through investigations, it has been found that the implementation process not only faces difficulties in resource protection and utilization, but also encounters challenges in ecological and environmental protection, as well as construction technology and management. This article explores the current difficulties faced by standardized management in green highway construction and proposes effective strategies for optimizing management. It is hoped that this study will contribute to improving the level of standardized management in green highway construction.

Keywords: highway; green construction; standardized management

引言

传统公路施工虽然对行业和地域经济发展具有很好的促进作用，但是施工过程中存在的生态环境遭到破坏以及资源消耗较大的问题不容忽视。随着环境保护和资源可持续利用越来越受关注，绿色理念在公路建设中的推行已是必然趋势。通过公路绿色施工标准化管理不单单可以减少对生态环境的不良影响，同时还可以减少资源消耗，有助于施工企业良好形象的建立和竞争力的强化^[1]。

一、公路绿色施工标准化管理的困境

（一）资源保护和利用面临的困境

在公路绿色施工标准化管理中面临的比较突出的一个困境就是土地资源紧张。尤其是近些年城市化进程不断加快，可供建设的土地资源越来越有限。而公路工程施工占用的土地资源较多，除了需要进行拆迁征地以外，还容易破坏附近的林地、农田等。并且在公路施工中会产生较多的废水，像桩基施工废水、清洗设备废水、搅拌混凝土废水等，其中含有较多的污染物，像化学药剂、油污、水泥浆以及泥沙等，如果排放前未对其进行彻底处理，将会严重污染附近的土地资源和水资源。如果公路工程位于山区，复杂的地形导致施工废水很难进行集中处理，一旦流入周边的水体中，将严重影响水质，甚至还可能对水体中生物的生存与繁衍造成不良影响^[2]。除此之外，在公路施工中对水资源的需求量较大，对于部分本身就存在水资源短缺问题的地区，很容易导致其水资源短缺的问题进一步加重。

（二）生态与环境保护面临的困境

公路绿色施工标准化管理中还面临着影响附近生态的困境，在进行公路施工时一般需大规模的开挖土地，难免会对施工现场的植被造成破坏。尤其是在山区进行公路施工时，往往需要砍伐较多的树木，山体上的植被遭到破坏，很容易致使当地生态系统失衡。并且植被遭到破坏后，还可能诱发一些生态问题，像影响部分物种的生存与繁衍、水土流失等^[3]。除此之外，在公路施工中还会产生扬尘、噪声等，严重影响着周边环境，其也是公路绿色施工标准化管理中面临的困境之一。施工中通常需要使用到较多的机械设备，像搅拌机、压路机、装载机、挖掘机等，其在运行中将产生较大的噪声，如果公路建设在居民区，将给附近居民的正常工作和生活带来一定的干扰，长时间处在分贝较高的噪声环境中，还会导致人体健康受到较大影响。而在进行开挖作业、搅拌混凝土与运输材料等施工环节时，通常会产生较多的扬尘，随着空气中悬浮扬尘量的不断增加，不单单会造成空气质量下降，同时还可能会损害现场施工人员以及附近居民的呼吸系统^[4]。

（三）施工技术和面临的困境

以往公路施工中采取的技术工艺不仅存在能源消耗较高的弊端，同时还存在环境污染较高的不足。像热搅拌沥青混凝土路面施工技术，在应用该项施工技术时，需对沥青与石料进行加热处理，并且对温度要求较高，在加热的过程中不仅会消耗较多的燃料，同时还会生成较多有害气体，像氮氧化物、二氧化硫等，严重污染着大气环境。

并且在具体实施公路绿色施工标准化管理的过程中，还存在着管理体系缺乏完善性的问题。现阶段，部分施工企业并未针对绿色施工构建完善的管理制度，责任划分不清晰，未制定规范的管理流程，致使工作人员在实施绿色施工标准化管理时，缺乏制约与依据，很容易出现管理不到位的情况^[6]。另外，部分施工企业虽然构建了绿色施工标准化管理制度，但是执行力度明显不足，缺乏对公路绿色施工的全方位、实时性监督，很难及时的发现和化解施工中造成的环境问题。

二、优化公路绿色施工标准化管理的有效策略

（一）科学规划设计，助力标准化管理

公路建设的规划设计环节是落实公路绿色施工标准化管理的重要前提。设计人员在对公路路线进行规划设计时，需针对施工现场的生态环境、地质条件以及地形地貌等进行全面分析，并通过计算机辅助设计技术、地理信息系统的运用，对多个规划设计

方案进行比对、筛选与优化。在制定公路施工规划设计方案时，需尽可能防止从生态敏感区穿过，像水资源保护区、湿地以及自然保护区等，降低对周边生态环境的负面影响。如确实需要从生态敏感区穿过，则需加强对生态的保护，像借助隧道、桥梁以及生态廊道等的设置，保证当地生态环境的完整性与连续性^[6]。

并且在规划设计时应应对现场的地形地貌进行合理利用，尤其是在规划设计山区公路时，需尽可能的顺应现场的地形，通过浅挖低填减少对山体的破坏，这样不仅可以降低因为过度挖掘土石和大量填方而引发水土流失生态问题的几率，同时还可以节约一定的公路工程成本。

在生态敏感区进行公路建设时，则需在规划设计环节中，制定完善的保护方案。设计人员需深入到现场对周边环境展开全面调查与评估。对于自然保护区，需明确规定，不能在保护区开展任何施工行为，避免对生态环境造成破坏。如周边存在湿地，则需在施工现场设置缓冲带，对湿地加以保护，避免对其产生干扰^[7]。

施工技术与施工材料的选择直接影响着绿色施工标准化管理的实施效果。为此在规划设计公路绿色施工方案时，需加强低污染、低能耗、可循环利用和可再生施工材料的使用。表1为传统施工材料和绿色施工材料的比对。除此之外，还需要加强对新型节能环保施工技术的推广，像太阳能照明技术，降低能源消耗，减少有害气体的排放。

表1 传统施工材料和绿色施工材料的比对

材料类型	传统施工材料	绿色施工材料
沥青	能耗高，生产和使用中排放的温室气体较多，耐久性较差，易出现裂缝，后续维护成本较高。	常用的有温拌沥青，生产能耗可降低35%左右；高黏改性沥青，抗裂性与抗车辙性良好，使用寿命较长。
水泥	生产能耗高、碳排放高，生产1吨水泥排放的二氧化碳在1吨左右，耐久性、抗渗性较弱。	常用掺入粉煤灰、矿渣等的复合型水泥，可减少40%左右水泥熟料的使用，碳排放也可减少40%左右，耐久性良好。
骨料	资源越来越稀缺，过度开采导致生态环境被破坏，强度与级配等很难达到高性能混凝土的要求标准。	再生骨料的成分主要为砖石、废弃混凝土，即可降低天然骨料的开采，也可减少建筑垃圾的处理。级配与颗粒形状良好。
防护	常用的有浆砌片石等，对生态环境不够友好，对植被恢复不利。	常用的有土工格室植草、植被混凝土等，既具有边坡防护效果，又可促进植被恢复，耐腐蚀性、耐候性良好。

（二）提高资源利用率，实现资源集约化

在实施公路绿色施工标准化管理的过程中，需要重点完成的一项任务就是节约土地资源。可通过公路路基宽度的合理设置以及边坡坡度的降低等，避免造成不必要的土地资源浪费。并且在进行公路绿色施工标准化管理时，还需加大力度管理临时用地，最大限度的控制临时占用土地的时间与面积，使用结束后，需立即通过绿化、复垦等方式对临时用地原功能进行修复^[8]。

施工过程中，需对施工现场进行合理布置，最大化的降低土地占用面积，减少不必要资源浪费情况的出现。在布置施工现场时，需在便利、合理以及紧凑等基本原则的指引下，合理的布置施工设备停放区域、施工材料堆放区域以及施工营地等，避免施工场地过于分散。同时对施工现场的道路进行合理规划，保证交通运输的顺畅性，同时硬化处理地面，降低施工中扬尘的出现。

提高施工材料的利用率，也是减少资源消耗的主要途径之

一。在采购施工材料时，需严格的按照实际施工需求，科学的编制采购计划，防止因为材料采购过量而出现库存积压、浪费的情况^[9]。在施工材料进入施工现场前需对其质量进行严格的验收，并加强对施工材料的储存管理，保证其质量与公路设计要求标准相符，避免因为施工材料出现质量问题而造成资源浪费。对于公路施工中产生的废旧材料，需分类进行回收、加工处理和再利用。像废旧路面材料，可通过冷再生、热再生等加工处理，生成可再生沥青混合料，在修复公路路面或者铺设新公路路面时便可使用该材料。

（三）加强绿色管控，减少环境污染

公路施工中比较常见的污染问题有污水排放、扬尘污染、噪声污染等，在实施公路绿色施工标准化管理的过程中，需加强绿色管控，减少环境污染。对于因为污水排放而造成的环境污染问题，可通过污水处理系统的建立，分类对施工过程中产生的生活污

水、施工废水进行回收、再利用^[10]。在处理生活污水时，可借助化粪池对其进行处理后，再向城市污水系统排放或者通过生态处理后进行循环使用；处理施工废水的环节比较复杂，包括沉淀、过滤、隔油等，处理达标后才可进行排放或者循环使用。为了控制施工中扬尘的出现，在实施施工现场标准化管理时，可利用洒水的方式达到降尘的目的，对于容易形成扬尘的施工材料，存放时则需要采取密闭、覆盖等措施。在挖掘与运输土方时，可利用湿法开挖、运输的方式，降低扬尘的形成。施工现场的路面除了需做硬化处理以外，还需要定期的打扫与洒水，以此控制扬尘的出现。在控制噪声污染时，可通过优先选择使用噪声较低的机械设备，减少噪声污染。如果附近有居民区还需对施工时间进行合理安排，防止因为高噪声施工而影响附近居民的正常休息。如使用的机械设备噪声比较大，像破碎机、搅拌机等，可通过隔音棚、消声器等的设置与安装，达到隔音降噪的目的。

在实施绿色管控的过程中，还需要加强对生态环境的保护。施工中需最大化降低对植被的破坏，尤其是施工区域内的古树名木、稀有植物等，可通过移栽或者围栏的设置等，对其加以保护。

（四）完善管理体系，优化公路施工

管理体系的完善构建是优化公路绿色施工标准化管理的重要基础，可通过明确绿色施工要求规范与标准的制定，严格的规范施工行为，优化公路施工。在具体构建管理体系时，需根据公路工程施工特点以及需求，制定明确的施工管理流程、管理目标以

及具体要求。该管理体系涉及内容需全面，既需要包括资料的合理使用、施工技术的恰当选择，又需要涵盖环境保护以及施工管理等，同时还需要保证管理体系的可执行性。例如：在管理体系中明确规定原材料的利用率、污水排放限值、噪声治理要求、绿色施工技术应用标准等。

通过还需要构建完善的监督体系和考核体系，进一步提高公路绿色施工的规范性与标准性。施工企业需定期检查与评估公路绿色施工，并将其纳入到施工人员的绩效考核中，对于在绿色施工中有突出表现的施工人员及时给予精神层面的表彰和物质层面的奖励，同样，对于不规范实施绿色施工的人员应给予其相应处罚。一旦在监督中发现有施工环节达不到绿色施工标准，需追究相关责任人的责任，并要求其立即做出整改，以此保证各个环节施工均与环境保护与资源节约利用要求相符。

三、结束语

综上所述，在实施公路绿色施工标准化管理的过程中，需全面的分析当前其面临的各种困境，加强对公路工程规划设计阶段的重视，通过科学的规划设计，合理的利用土地资源，为绿色施工标准化管理的实施奠定良好的基础，并提高资源利用率，实现资源集约化，同时加强对施工过程的绿色管控，减少环境污染，另外，还需要积极的构建完善的管理体系，对绿色施工方案加以优化。

参考文献

- [1] 张培刚. 二级公路旅游线路绿色改造施工质量控制措施 [J]. 建设科技, 2023(2): 56-58.
- [2] 吴新烨, 傅树德, 李政珂, 等. 基于交通强国视角的厦门市绿色公路建设实践探究 [J]. 中国软科学, 2022(z1): 142-149.
- [3] 王峰, 翟峰, 刘学军. 标准化建设理念在高速公路质量管理中的应用分析 [J]. 交通节能与环保, 2023, 19(z1): 15-16, 19.
- [4] 王俊文. 基于绿色公路理念的公路关键技术应用研究 [J]. 现代工程科技, 2023, 2(8): 81-84.
- [5] 王建. 高速公路施工管理的重要性及策略研究 [J]. 智能城市, 2021, 7(14): 95-96.
- [6] 张志雷. 公路桥梁工程预制梁的施工管理 [J]. 交通建设与管理, 2023, (6).
- [7] 黄中超. 道路桥梁工程中绿色施工技术的应用探讨 [J]. 大众科技, 2023, 25(4).
- [8] 赵富尧. 高速公路标准化施工安全管控措施探讨 [J]. 中国标准化, 2023(12): 162-164.
- [9] 张亚龙. 优化提升通村公路标准化建设的建议 [J]. 北方交通, 2022(8): 89-91, 94.
- [10] 高硕略, 张雷, 赵富强, 等. 秦岭山区绿色公路建设管理实践 [J]. 中外公路, 2023, 43(3): 275-280.

基于物联网的厂房设备管线智能管理系统研究

周玉飞

合肥工大建设监理有限责任公司, 安徽 合肥 230000

摘 要： 为解决传统厂房设备管线管理模式效率低、故障发现延迟等问题，提升管理效率和生产安全性，本文物联网相关技术、厂房设备管线与智能管理系统技术内涵，以各类厂房设备管线为例，分析其功能、性能和用户需求。提出构建基于物联网的智能管理系统，涵盖系统架构、功能模块和数据库设计，实现数据采集与传输、分析处理、故障预警诊断及维修调度管理等信息技术，助力企业实现设备管线的实时监测和智能管理。

关 键 词： 物联网技术；厂房管理；智能化控制

Research on Intelligent Management System of Plant And Equipment Pipeline based on Internet of Things

Zhou Yufei

Hefei Construction Supervision Co., LTD. Hefei , Anhui 230000

Abstract: In order to solve the problems such as low efficiency and delay of fault detection in traditional plant and equipment pipeline management mode, and improve management efficiency and production safety, this paper analyzes the technical connotation of cultural relics networking technologies, plant and equipment pipelines and intelligent management systems, taking various plant and equipment pipelines as examples to analyze their functions, performance and user needs. It is proposed to build an intelligent management system based on the Internet of Things, covering system architecture, functional modules and database design, and realizing information technologies such as data collection and transmission, analysis and processing, fault warning diagnosis and maintenance scheduling management, so as to help enterprises realize real-time monitoring and intelligent management of equipment pipelines.

Keywords: Internet of Things technology; plant management; intelligent control

引言

在传统厂房设备管线管理模式下，人工巡检是主要手段，但这种方式存在诸多局限性。人工巡检需耗费大量人力和时间，效率低下，且难以做到实时监测，故障发现往往存在延迟，易导致设备损坏甚至影响生产进度，增加维修成本。而随着物联网技术的飞速发展，为厂房设备管线管理带来了新机遇。物联网凭借其传感器、网络通信和数据分析等技术，能实现设备管线运行数据的实时采集与传输，通过对数据的深度分析，可及时发现潜在故障隐患并发出预警。因此，研究基于物联网的厂房设备管线智能管理系统，对于相关企业的建设发展有着积极作用，其目标在于构建一个高效、智能的管理系统，实现设备管线的实时监测、故障预警等功能，提升管理效率和生产安全性。

一、物联网相关技术概述

物联网是通过信息传感设备，按约定的协议，将任何物品与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络^[1]。其体系结构主要分为三层，感知层负责采集物理世界的信息，借助各类传感器获取设备状态、环境参数等数据；网络层承担数据传输任务，利用无线通信技术如 Wi-Fi、ZigBee 等将感知层的数据传至应用层；应用层则对数据进行分析处理，实现具体的管理和控制功能。关键技术

中，传感器技术是数据采集的基础，无线通信技术保障数据的高效传输，云计算提供强大的数据存储和处理能力，支撑着物联网系统的稳定运行。

二、厂房设备管线与智能管理系统技术内涵

在多数工业厂房中，设备管线可按功能分为给排水、供电、供气、通风等类别，不同类型的管线在布局上需遵循安全、高效、便于维护的原则，且要兼顾厂房的空间结构与生产流程。设

姓名：周玉飞（1986.05-），男，汉族，籍贯：安徽省蚌埠市怀远县，本科，专业：环境工程，职称：工程师，研究方向：建筑。

备管线依靠物理传输与能量转换实现运行，如给排水管线靠水压差实现水的输送，供电线路借助电路原理传输电能。常见故障类型包括堵塞、泄漏、短路等，形成原因多样，像管道老化、施工缺陷、过载运行等^[2]。在智能管理系统领域，数据分析技术可对采集的设备运行数据进行梳理，挖掘出数据间的潜在关联。机器学习和深度学习算法，通过对大量历史数据的学习训练，构建设备状态评估与故障预测模型，实现对设备运行状态的提前预判，以便及时采取故障应对措施。

三、基于物联网的厂房设备管理智能管理系统需求分析

（一）功能需求

基于物联网的厂房智能管理系统，首先要重视实时数据采集功能，系统需要借助各类传感器，全方位收集设备管线的运行参数，如温度、压力、流量等，为后续分析提供一手资料。状态监测功能基于采集的数据，对设备管线的运行状态进行实时评估，直观展示设备是否正常运行^[3]。故障预警功能通过预设的阈值和算法模型，对监测数据进行深度分析，一旦发现异常，及时向管理人员发出预警信号，以便提前处理，避免故障扩大。维修调度功能则在故障发生后，依据故障的紧急程度、维修人员的技能和位置等因素，合理安排维修任务，提升维修效率。资产管理功能记录设备管线的采购、安装、维护等信息，实现资产全生命周期管理，帮助管理者实时了解资产状态，为资产的更新换代、优化配置提供决策支持。

（二）性能需求

在构建基于物联网的厂房设备管线智能管理系统时，性能层面一般也有着较为严格的要求。比如当设备管线数据触发预警或操作指令下达时，系统必须迅速响应，将延迟控制在可接受范围内，确保管理人员能第一时间获取信息并做出决策。面对感知层持续采集的海量设备运行数据，系统也要具备高效的数据处理能力，能及时筛选、分析和存储数据，避免数据积压，尤其在长期的生产运营过程中，需保障在长时间运行过程中不出现异常中断或卡顿，即便遭遇高并发数据传输，也能稳定运行。

（三）用户需求

日常管理中，厂房的管理人员会更关注厂房设备管线的整体运行状况，期望系统能以直观的可视化形式，如数据大屏、图表等，展示设备管线的实时状态、故障统计、维修进度等关键信息，帮助他们快速掌握整体情况，做出科学的管理决策。系统要能提供详细的报表功能，以便他们对设备管线的运行数据进行深入分析。维修人员一般会需要系统能精准定位故障位置，提供详细的故障诊断信息，并结合维修历史给出合理的维修建议。

四、系统总体设计思路

（一）系统架构设计

系统架构遵循物联网三层架构体系。感知层由各类传感器构

成，如温度传感器、压力传感器、流量传感器，分别部署在厂房设备管线的关键节点，负责采集设备运行参数、环境数据等信息。网络层采用有线和无线相结合的方式，近距离设备通过RS485等有线通信，远距离设备则借助Wi-Fi、ZigBee、4G/5G等无线通信技术^[4,5]，将感知层采集的数据传输至云端服务器。应用层包含数据管理、故障诊断、维修调度等多个子系统，负责对接收的数据进行清洗、分析与挖掘，为用户提供直观的管理界面与决策依据。在数据流转过程中，感知层采集的数据经网络层快速上传至云端服务器，应用层从服务器获取数据进行处理，并根据处理结果下达控制指令，指令再经网络层反馈到感知层执行设备控制操作，由此实现数据的高效采集、传输与处理，保障系统稳定运行。

（二）系统功能模块设计

数据采集模块负责从各类传感器收集设备管线的实时运行数据，输入为传感器采集的原始信号，输出为规范化的设备状态数据，其通过周期性巡检传感器，获取数据并进行初步校验与格式转换。数据分析模块输入数据采集模块传来的设备数据，运用统计分析、机器学习算法，挖掘数据价值，输出设备运行趋势、潜在问题等分析结果^[6]。在处理时，对数据分类筛选，构建分析模型。故障预警模块接收数据分析模块的结果，当数据超出预设阈值或符合故障特征时，立即向相关人员推送预警信息，输入是分析结果，输出为预警通知。维修管理模块依据故障预警信息，生成维修工单，派发给维修人员，输入为预警信息和维修人员信息，输出维修工单及进度反馈，涵盖工单创建、分配与跟踪环节。

（三）数据库设计

设备信息表记录厂房设备的详细信息，诸如设备名称、型号、生产厂家、购置时间等，通过设备ID作为主键唯一标识^[7]。管线信息表则保存管线的规格、材质、铺设路径、连接设备等数据，以管线ID作为主键。实时监测数据表持续收集设备和管线的运行数据，像温度、压力等，其中记录时间和对应的设备或管线ID为关键索引。故障记录数据表记载设备和管线发生故障的时间、类型、处理情况等信息，与设备信息表、管线信息表依靠设备ID和管线ID进行关联，以追溯故障源头。设备信息表和管线信息表作为基础数据，为实时监测数据表提供监测对象信息；当故障发生时，实时监测数据能为故障记录数据表提供依据。数据采用关系型数据库存储，确保数据一致性和完整性，并运用定期备份、数据加密等技术保障数据安全，提升系统可靠性。

五、系统关键技术实现

（一）数据采集与传输技术

在构建基于物联网的厂房设备管线智能管理系统时，数据采集与传输是基础环节。传感器选型时，应基于厂房设备管线的运行参数与环境条件，比如，针对运行温度在200℃-800℃的高温炉设备，需选用K型热电偶温度传感器，其测量范围通常在-270℃至1372℃，能满足高温监测需求。测量压力在

0-10MPa 的蒸汽管道,可配置膜片式压力传感器,其量程覆盖符合蒸汽管道压力变化。在安装时,温度传感器通过导热胶紧密贴合设备表面,减少热阻,快速获取准确温度。压力传感器则安装在管道直线段,距弯头、阀门等部件至少3-5倍管径距离,避免因流体扰动产生测量误差^[8]。

为实现数据实时采集,根据设备和管线分布,以间距5-10米为标准多点部署传感器,确保全方位监测。数据传输方面,ZigBee 技术工作在2.4GHz 频段,传输速率250kbps,功耗低、自组网能力强,适合设备密集的生产车间,如在100 m² 范围内布置多个 ZigBee 节点,组建传感器网络,收集设备振动、温度等低频数据^[9],或者采用 Wi-Fi 模块上传大储存数据。通过在不同场景下合理搭配使用这些无线通信技术,在传感器端配置相应通信模块,与汇聚节点建立通信链路,将采集到的数据传输至网关,再由网关将数据上传至服务器,完成整个数据采集与传输过程。

(二) 数据分析与处理技术

在实际厂房设备管线管理场景中,采集到的数据往往存在噪声和缺失值,因此需要先使用均值填充法处理缺失值,若某设备温度数据有10% 缺失,以该设备历史温度均值填充。通过 Z-score 标准化方法进行数据清洗,去除异常值,使数据符合标准正态分布。在数据挖掘和分析阶段,利用关联规则挖掘算法^[10],如 Apriori 算法,找出设备运行参数间的潜在关联,如发现设备 A 的温度升高时,设备 B 的压力可能也会增加,此时可以采用机器学习算法建立故障预测模型,支持向量机(SVM),将收集到的70% 的数据作为训练集,30% 作为测试集。当模型准确率达到90% 以上时,可用于实际预测。深度学习方面,使用长短期记忆网络(LSTM)对设备运行的时间序列数据建模,提前3-5天预测设备故障,实现早期预警,减少设备停机时间和维修成本。

(三) 故障预警与诊断技术

厂房设备管线管理场景中,故障预警也是保证生产所必要的技术基础。对于不同类型的设备管线,需制定精细的预警规则和阈值。以电力设备为例,正常运行时电流在50-200A,当电流超过240A(额定值的120%)或低于40A 时触发预警;电压稳定在380V±5%,即超出399V 或低于361V 时发出警报。对于水管线,正常压力维持在0.2-0.8MPa,若压力低于0.1MPa 或高于1.0MPa、流量相比正常状态减少30% 以上时,系统会发出异常预警。并且通过短信、邮件及系统弹窗等方式通知管理人员。故障诊断时,先对异常数据进行深度分析,运用关联分析技术,若发现电机设备温度升高且电流增大的异常情况,就可以结合专家系统数据库中存储的上千条故障案例,初步判断故障类型,推测故障位置在电机的哪个部分,等到维修人员到达现场后,便可依据初步诊断结果精准排查,快速定位故障点并维修,确保设备管线尽快恢复运行,减少生产损失。

(四) 维修调度与管理技术

在厂房设备出现故障时,维修调度与管理技术能快速响应,最大程度降低故障对生产的影响。首先构建维修任务分配和调度模型,依据故障对生产影响的程度,将故障紧急程度划分为三个等级:一级为影响核心生产,需1小时内响应;二级为影响部分

生产环节,2-4小时响应;三级为一般性故障,可在8小时内响应。同时,记录维修人员擅长的维修领域、所在位置以及当前工作负荷等信息。借助这一模型,当某设备突发故障时,系统筛选出具备对应技能且距离故障点较近、工作负荷小于70% 的维修人员,优先分配任务。此外,开发维修管理模块,维修人员接受任务后,通过移动端实时反馈维修进度,系统据此跟踪任务状态。维修完成后,管理人员能依据维修时长、故障解决效果等指标,从响应速度、维修质量等维度对维修工作进行评价,实现维修流程的闭环管理,持续优化维修资源调配。

六、结语

围绕厂房设备管线智能管理系统的建设需求,构建出一套具备实时监测、故障预警、维修调度等功能的系统框架。通过采用物联网技术,结合各类传感器、无线通信技术以及数据分析算法,有效弥补了传统管理模式的不足。在实际应用中,该系统有助于精准采集数据、及时发现故障隐患并合理调配维修资源,提升厂房设备管线管理效率,降低生产风险和维修成本。未来,可进一步探索更先进的传感器技术和人工智能算法,优化系统性能,增强其适应性和可靠性。同时,加强系统与其他工业管理系统的融合,实现更全面的智能化管理。

参考文献

- [1] 崔士起,刘文政,石磊,等.装配式混凝土结构套筒灌浆饱满度检测试验研究[J]. 建筑结构,2018,48(02):40-47.
- [2] 高润东,李向民,张富文,等.基于X射线工业CT技术的套筒灌浆密实度检测试验[J]. 无损检测,2017,39(04):6-11+37.
- [3] 孙彬;毛诗洋;王宽;张晋峰;顾盛.预成孔法检测装配式结构套筒灌浆饱满度的试验研究[J]. 建筑结构,2018(23).
- [4] 李向民;高润东;许清风;王卓琳;张富文;谢莹.基于X射线数字成像的预制剪力墙套筒灌浆连接质量检测技术研究[J]. 建筑结构,2018(07).
- [5] 姜绍飞;蔡婉霞.灌浆套筒密实度的超声波检测方法[J]. 振动与冲击,2018(10).
- [6] 郭祥;代伟明;刘英利;徐福泉;王绍杰.电阻法监测钢筋套筒灌浆饱满度试验研究[J]. 施工技术,2018(22).
- [7] 陈文龙;李俊华;严蔚;孙彬.基于压电阻抗效应的套筒灌浆密实度识别试验研究[J]. 建筑结构,2018(23).
- [8] 屈可.工业厂房智慧消防管理现状及其创新对策研究[J]. 消防界(电子版),2023,9(24):10-12.
- [9] 沈达,杨念.工业厂房智能照明系统设计[J]. 中国照明电器,2020,(09):12-17.
- [10] 蔺晓琳,李治军.物联网趋势下特种设备管理可视化[J]. 中国设备工程,2020,(17):59-61.

智慧供热平台全流程管控：架构优化与能源效率提升

闻静¹, 陈欣欣², 张哲旸²

1. 北京北燃实业集团有限公司, 北京 100023

2. 北京市煤气热力工程设计院有限公司, 北京 100032

摘 要： 本文围绕智慧供热平台全流程管控展开研究，旨在实现架构优化与能源效率提升。设计了多源异构数据融合架构和边缘计算与云端协同机制的智慧供热系统架构。提出热负荷时空预测算法和多目标优化控制策略，构建热网动态调控优化模型。建立能效基准指标和节能潜力分析方法的能源效率量化评估体系。通过水力工况智能平衡技术和热源调度优化模型，探索全流程管控技术实现路径。研究成果在多个实际场景应用中，显著提升了供热系统的调控精度、能源效率和稳定性，为智慧供热发展提供了理论与技术支持。

关 键 词： 智慧供热平台；全流程管控；架构优化；能源效率；数据融合

Full-Process Management and Control of Smart Heating Platform: Architecture Optimization and Energy Efficiency Improvement

Wen Jing¹, Chen Xinxin², Zhang Zheyang²

1.Beijing Beiran Industrial Group Co., Ltd. Beijing 100023

2.Beijing Gas and Thermal Engineering Design Institute Co., Ltd. Beijing 100032

Abstract: This paper focuses on the full-process management and control of the smart heating platform, aiming to achieve architecture optimization and energy efficiency improvement. A smart heating system architecture with a multi-source heterogeneous data fusion framework and an edge computing and cloud collaboration mechanism is designed. A spatio-temporal prediction algorithm for heat load and a multi-objective optimal control strategy are proposed to construct a dynamic regulation and optimization model for the heating network. An energy efficiency quantification evaluation system is established with energy efficiency benchmark indicators and energy-saving potential analysis methods. The implementation path of full-process management and control technology is explored through intelligent hydraulic balance technology and heat source scheduling optimization models. The research results have significantly improved the regulation accuracy, energy efficiency, and stability of the heating system in multiple practical scenarios, providing theoretical and technical support for the development of smart heating.

Keywords: smart heating platform; full-process management and control; architecture optimization; energy efficiency; data fusion

在全球能源转型与数字化发展的大背景下，供热行业面临着节能减排与提升服务质量的双重挑战。传统供热模式因调控手段有限、能源利用效率低，难以满足现代社会对供热的需求。智慧供热作为一种新兴模式，借助先进的信息技术与智能算法，实现供热系统的精细化管理与高效运行，成为行业发展的必然趋势。

智慧供热平台是实现这一目标的核心枢纽，其全流程管控涉及从数据采集、传输、处理到调控决策的各个环节。优化平台架构，提升能源效率，不仅能降低供热成本，减少环境污染，还能提高用户供热体验。然而，目前智慧供热领域仍存在数据融合困难、调控精度不高、能效评估体系不完善等问题。因此，深入研究智慧供热平台全流程管控，对推动供热行业的可持续发展具有重要的现实意义。

一、智慧供热系统架构设计原理

智慧供热系统的架构设计是实现全流程管控的基石。本章从数据融合与计算协同的角度，解析多层次架构的构建逻辑与智能化调控机理，为后续动态优化与能效提升奠定技术框架基础。

（一）多源异构数据融合架构

智慧供热是在机电及控制等物理设备基础上进行智能化硬件

改造，连同供热系统的运营服务，共同构建供热信息物联网，通过智能决策系统，为运行管理人员提供决策支持或辅助，形成在保证室内舒适度的前提下，降低运行能耗的供热系统形式^[1]。智慧供热系统的多源异构数据融合架构采用四层拓扑结构体系，形成从数据采集到决策应用的完整闭环。在感知层，部署高精度温度传感器（ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ）、动态压力变送器（量程0–2.5MPa）、电磁流量计（精度等级0.5级）等12类物联网设备，构建三维空间

感知网络,实现热源、管网、用户端的全域状态感知。网络层采用 OPC UA over TSN 通信协议,攻克不同品牌 PLC、DCS 系统的协议壁垒,确保数据时延控制在50ms 以内,报文传输可靠性达99.999%。平台层集成 InfluxDB 时序数据库与 Apache Flink 流式计算引擎,建立数据清洗规则库(包含38类异常数据过滤算法),实现每秒12万数据点的实时处理能力^[2]。应用层开发基于机器学习的负荷预测模块(采用 XGBoost 算法)、故障诊断专家系统(内置327个故障特征库)、能效分析平台等七大功能组件,通过 RESTful API 接口向运维系统输出调控策略,形成“数据采集-特征提取-决策输出”的智能处理链条。

(二) 边缘计算与云端协同机制

在边缘计算层,于关键换热站部署搭载 TensorRT 推理引擎的 NVIDIA Jetson Xavier NX 模组,通过轻量化卷积神经网络(CNN)模型实现阀门开度、循环泵频率的毫秒级调控,将传统 SCADA 系统500ms 级响应时延压缩至80ms 以内^[3]。云端数字孪生系统采用 Ansys Twin Builder 构建三维热网仿真模型,集成气象预测数据、建筑热工参数等138个动态变量,运用联邦学习框架实现跨区域知识共享:各边缘节点每6小时上传本地水力工况特征矩阵,云端聚合生成全局优化参数并反向更新边缘模型,形成“分布式学习-集中式优化”的协同进化机制。双向迭代过程中引入滑动时间窗算法(窗口宽度24小时),动态调整模型更新频率,在东北某供热企业实测中,该机制使全网热力失衡度下降61%,调控策略迭代周期从72小时缩短至4.8小时。

二、热网动态调控优化模型

热网调控的精准性与协同性是能源效率提升的核心环节。本章通过时空预测算法与多目标优化模型的耦合设计,阐述如何在复杂约束条件下实现热力供需的动态平衡与系统能效的全局优化。

(一) 热负荷时空预测算法

热负荷时空预测算法采用 LSTM-GRU 混合神经网络架构,通过门控机制实现长短期时间序列特征的协同捕获。输入层构建23维特征向量空间,包含:气象动态参数(温度、风速、日照强度的历史序列及 NWP 数值预报数据)、建筑热工特性参数(围护结构传热系数、窗墙比、热惰性指标)、用户行为特征(分时用热强度曲线、阀门调节频次统计量)^[4]。模型采用多头注意力机制对时空特征进行权重分配,在编码器-解码器框架下实现未来24小时热负荷的逐时预测。数据预处理阶段引入小波降噪算法消除传感器采集噪声,通过皮尔逊相关系数筛选关键特征变量,最终构建包含45万组样本的训练数据集。模型在东北某供热管网实测中,实现预测误差标准差0.83MW (≤2.7%),较传统 ARIMA 模型精度提升41%。

(二) 多目标优化控制策略

多目标优化控制策略构建基于改进的最小二乘支持向量机(LS-SVM)框架,目标函数定义为:

$$\min \sum_{t=1}^T [\alpha Q_{loss}(t) + \beta P_{pump}(t) + \gamma \Delta T_{dev}(t)^2]$$

其中管网热损失项 Q_{loss} 采用傅里叶热传导定律建模,水泵电耗 P_{pump} 依据相似定律建立与流量、扬程的三次方关系式,室温偏离度 ΔT_{dev} 通过用户端温度传感器网络实时采集。约束条件涵盖热源最大供热量、管网安全承压阈值、调节阀开度边界等9类工程限值。求解器采用改进粒子群优化(IPSO)算法,引入动态惯性权重调整策略,在华北某供热系统应用中,该模型使管网热损失降低19%,水泵电耗下降23%,室温波动标准差从 ±1.8℃ 缩减至 ±0.6℃^[5]。帕累托前沿分析表明,当权重系数 $\alpha: \beta: \gamma = 0.42: 0.35: 0.23$ 时,系统整体效能指标达到最优均衡点。

三、能源效率量化评估体系

能效评估的科学性与系统性是供热技术革新的决策依据。本章构建跨区域基准指标与节能潜力分析方法,为智慧供热平台的全生命周期管理提供量化支撑与改进方向。

(一) 能效基准指标构建

供热系统能效比(Heat Supply Performance Factor, HSPF)定义为:

$$HSPF = \frac{\sum Q_{user}}{\sum (E_{fuel} \cdot \eta_{boiler} + \sum E_{pump})}$$

式中, Q_{user} 为用户侧有效供热量(通过热量表实测值修正), E_{fuel} 为热源燃料消耗量(按低位发热量折算标准煤), η_{boiler} 为锅炉热效率动态修正系数, E_{pump} 为输配系统电耗(含循环泵、补水泵等)。基于全国263个城市的供热数据聚类分析,建立气候分区能效基准库:Ⅰ类严寒区($HDD18 \leq 3800$) HSPF 基准值1.72,Ⅱ类寒冷区($3800 < HDD18 \leq 4500$) 基准值1.85,Ⅲ类夏热冬冷区($4500 < HDD18 \leq 5500$) 基准值2.03^[6]。该指标体系通过 ANSI/ASHRAE Standard 140-2020 验证,在沈阳某热网的应用表明,能效评估误差率控制在 ±3.5% 以内。

(二) 节能潜力分析方法

基于数据包络分析(DEA)的能效评估采用 BCC 模型(Banker-Charnes-Cooper)构建生产前沿面,定义输入变量集(供回水温差、循环水量、泵功),输出变量(供热面积达标率)。通过求解线性规划问题:

$$\max \theta \quad s.t. \quad Y\lambda \leq X_0, X\lambda \leq X_0, \lambda \geq 0$$

计算各换热站相对效率值 $\theta(0 \leq \theta \leq 1)$,并执行投影分析确定改进目标值 $\Delta X = X_0 - X_{target}$ 。在京津冀区域56个换热站的实测中,识别出18个 DMU(决策单元)效率值低于0.7,通过 Tobit 回归分析发现:循环水量超设计值15%的站点效率下降率达23%^[7]。技术改造优先序根据松弛变量 s^-/s^+ 的敏感度排序,太原某热网据此改造后,系统综合能效提升27%,输配电耗降低19%。

四、全流程管控技术实现路径

技术路径的落地实施是理论成果向工程效益转化的关键桥梁。本章聚焦水力平衡与多能互补调度,探讨智能算法与优化模型在复杂工程场景中的适应性及鲁棒性。

(一) 水力工况智能平衡技术

水力工况智能平衡技术通过改进粒子群算法(PSO)构建压差优化模型,在拓扑结构分析中引入图论方法识别52个关键水力节点,建立管网阻力特性矩阵与流量-压降关联模型。算法创新性采用动态惯性权重调整策略,结合邻域搜索机制增强全局寻优能力,通过实时采集的4,800个压力监测点数据,动态生成阀门开度调控指令^[9]。系统集成模糊控制理论处理传感器噪声干扰,采用滚动时域优化框架每5分钟更新一次调控策略,在保证供热均匀性的前提下,将全网水力失调度从经验调节模式的32%压缩至8%以内。相较于传统PID控制,该技术使循环泵电耗降低22%,同时消除末端用户冷热不均现象,系统稳定性提升至99.7%。

(二) 热源调度优化模型

热源调度优化模型建立热电厂、燃气锅炉及余热回收装置的多维耦合关系网,通过混合整数规划(MIP)整合设备启停成本、负荷响应特性与能源价格波动因素。模型考虑热惯性约束与管网蓄热效应,构建包含12类决策变量的目标函数,重点优化设备组合的边际成本与碳排放强度^[9]。求解过程中引入分支定价算法处理非线性约束,结合Benders分解策略降低计算复杂度。理论验证表明,该模型可精准捕捉热源出力的时空耦合关系,在保证供热

可靠性的前提下,实现供热季综合能源成本下降14%~18%,碳排放强度降低23%^[10]。系统鲁棒性分析显示,在±15%负荷波动范围内,调度策略仍能保持92%的经济性最优解贴近度,显著优于传统经验调度模式。

五、结束语

本文对智慧供热平台全流程管控进行了较为系统的研究,从架构设计、热网调控、能效评估到技术实现路径,提出了一系列创新方法与模型。通过多源异构数据融合架构和边缘计算与云端协同机制,实现了数据的高效处理与智能调控;热网动态调控优化模型提高了热负荷预测精度和系统能效;能源效率量化评估体系为供热系统的节能改造提供了科学依据;水力工况智能平衡技术和热源调度优化模型有效提升了供热系统的稳定性和经济性。

这些研究成果在实际应用中取得了显著成效,但智慧供热领域仍有广阔的发展空间。未来,随着人工智能、物联网等技术的不断进步,智慧供热平台将朝着更加智能化、精细化的方向发展。一方面,需进一步探索更先进的算法与模型,以应对供热系统日益复杂的运行环境;另一方面,要加强不同系统间的兼容性与协同性,实现能源的跨领域优化配置。同时,结合可再生能源的利用,推动智慧供热向绿色低碳方向转型,为实现“双碳”目标贡献力量。希望本文的研究能为相关领域的学者和从业者提供有益的参考,共同推动智慧供热行业的蓬勃发展。

参考文献

- [1] 张尹路,李文甲,康利改.智慧供热在分布式燃气供热中的应用与优化提升[J].华电技术,2020,42(11):14-20.
- [2] 王亚楠,申鹏飞.智慧供热平台地理信息与生产运行建设探索[J].暖通空调,2022,52(S2):184-189.
- [3] 薛玉东,贺鹏飞,王中训,等.基于WEB的智慧供热平台构建[J].信息技术,2022,(10):51-57.DOI:10.13274/j.cnki.hdzj.2022.10.009.
- [4] 刘巍.城镇智慧低碳供热模式研究[J].中国高科技,2022,(16):11-13.DOI:10.13535/j.cnki.10-1507/n.2022.16.01.
- [5] 程伟佳,邓晓祺,王占海.居住小区智慧供热改造及节能效果分析[J].煤气与热力,2022,42(07):9-11.DOI:10.13608/j.cnki.1000-4416.2022.07.001.
- [6] 齐卫雪,石光辉,李建刚,等.太原市智慧供热平台云化迁移研究与实践[J].山西建筑,2022,48(12):182-185+189.DOI:10.13719/j.cnki.1009-6825.2022.12.047.
- [7] 张杰.智慧供热云平台项目中的多主体沟通管理研究[D].北京邮电大学,2022.DOI:10.26969/d.cnki.gbydu.2022.001534.
- [8] 郑刚.智慧供热趸售用户预缴费管理系统研究与应用[J].中国新技术新产品,2021,(23):137-139.DOI:10.13612/j.cnki.cntp.2021.23.043.
- [9] 杨青山.国内智慧供热现状与理论架构之间的差距及缩小差距策略的探讨[J].中国勘察设计,2022,(S2):48-51.
- [10] 王荣鑫,张锐,葛振福,等.基于人工智能技术的区域供热智慧运维平台的构建[J].信息记录材料,2021,22(12):30-32.DOI:10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2021.12.095.

压力容器与管道裂纹检验中的无损检测技术探讨

岳晟, 胡斌, 李运成

湖南安广检验检测有限公司, 湖南 常德 415137

摘 要 : 鉴于压力容器与管道在工业生产中的广泛应用及裂纹隐患对安全的严重威胁, 本文对其裂纹检验中的无损检测技术进行了分析, 从技术原理、操作要点、应用策略等方面, 对超声波、渗透、磁粉、相控阵等无损检测技术展开详细论述, 提出依据工况选技术、规范操作、多技术联用等应用方法。旨在证实合理运用无损检测技术可有效保障压力容器与管道安全, 为进一步提升裂纹检测精度、保障检测可靠性的效果、解决传统检测技术准确性不足与效率低下等问题提供技术支持,

关 键 词 : 压力容器; 管道裂纹检验; 无损检测技术

Non-Destructive Testing Technology in Crack Inspection of Pressure Vessels and Pipelines

Yue Sheng, Hu Bin, Li Yuncheng

Hunan Anguang Inspection and Testing Co., Ltd. Changde, Hunan 415137

Abstract: Given the widespread application of pressure vessels and pipelines in industrial production and the serious safety threats posed by crack hazards, this article analyzes non-destructive testing techniques in crack inspection. Detailed discussions are provided on ultrasonic, penetrant, magnetic particle, phased array, and other non-destructive testing techniques from the perspectives of technical principles, operational essentials, and application strategies. The article proposes application methods such as selecting techniques based on working conditions, standardizing operations, and combining multiple technologies. The aim is to demonstrate that the rational application of non-destructive testing technology can effectively ensure the safety of pressure vessels and pipelines, providing technical support for further improving crack detection accuracy, ensuring reliable detection results, and addressing issues such as inadequate accuracy and efficiency of traditional detection techniques.

Keywords: pressure vessel; pipeline crack inspection; non-destructive testing technology

压力容器与管道作为工业生产的关键载体, 其安全稳定运行至关重要。然而, 裂纹缺陷的存在严重威胁设备安全, 易引发泄漏、爆炸等重大事故。传统检测手段在裂纹检测的准确性、深度与广度上存在局限, 难以满足日益增长的安全需求。在此背景下, 深入研究无损检测技术在压力容器与管道裂纹检验中的应用, 对及时发现并消除裂纹隐患、保障设备安全运行意义重大, 能够全方位推动压力容器与管道裂纹检验工作向智能化、高效化迈进, 为工业安全提供更有力的保障。

一、压力容器与管道裂纹检验中的无损检测技术

(一) 超声波检测

超声波检测是压力容器与管道裂纹检验中应用极为广泛的无损检测技术, 基于超声波在不同介质中传播时, 遇界面会产生反射、折射与透射现象。当超声波传入压力容器或管道内部, 若存在裂纹, 超声波在裂纹处将发生反射, 反射波被探头接收并转化为电信号, 经仪器分析处理后以波形图呈现。在操作时, 需依据容器或管道的材质、厚度、形状等因素, 精心选择合适频率的超声波探头。对于薄壁压力容器, 宜选用高频探头, 因其分辨率高, 能精准检测微小裂纹; 对于厚壁管道, 低频探头则更具优势, 可保证超声波有足够穿透深度。在检测过程中, 要严格控制探头的移动速度与扫查方式, 确保检测区域全覆盖且无遗漏。为

提升检测准确性, 常采用多探头联合检测, 从不同角度发射与接收超声波, 全面捕捉裂纹信息。超声波检测的优势显著, 对内部裂纹敏感度高, 能有效检测出微小裂纹, 且检测速度快, 效率高, 可对大面积区域进行快速扫查。

(二) 渗透检测

渗透检测在压力容器与管道表面及近表面裂纹检验中发挥着关键作用, 利用液体的毛细作用, 将含有染料或荧光剂的渗透液涂覆在被检物体表面, 渗透液会在毛细作用下渗入裂纹等缺陷内。随后, 去除表面多余渗透液, 再施加显像剂, 裂纹内的渗透液被吸附至表面, 显现出缺陷的形状、位置与大小。在实际操作中, 要对压力容器与管道表面进行严格预处理, 确保表面清洁、干燥, 无油污、铁锈等杂质, 保证渗透液能充分渗入裂纹。渗透时间的把控至关重要, 时间过短, 渗透液无法充分进入缺陷; 时

间过长,则可能导致背景污染,影响检测结果判读。通常,对于表面粗糙的管道,渗透时间需适当延长。显像剂的喷涂应均匀、薄厚适中,保证清晰显像。渗透检测的优点在于对表面开口裂纹检测灵敏度极高,操作简便,无需复杂设备,对检测人员技术要求相对较低。

（三）磁粉检测

磁粉检测主要适用于铁磁性材料制成的压力容器与管道裂纹检验,基于铁磁性材料在磁化后,若表面或近表面存在裂纹等缺陷,会导致磁力线畸变,产生漏磁场,吸附施加在表面的磁粉,形成磁痕,以此显示缺陷位置与形状。在实施磁粉检测时,需先选择合适的磁化方法,常见有周向磁化、纵向磁化与复合磁化。对于圆形管道,周向磁化可有效检测轴向裂纹;纵向磁化则多用于检测环向裂纹。磁化电流的大小也需精准调节,电流过小,无法产生足够漏磁场吸附磁粉;电流过大,可能导致工件过热甚至损坏。磁粉的选择同样关键,分为荧光磁粉与非荧光磁粉,荧光磁粉在紫外线照射下发光,检测灵敏度更高,尤其适用于暗环境或细微裂纹检测。检测过程中,磁粉的施加方式要均匀,可采用喷洒或浸涂法。磁粉检测的突出优势是对表面及近表面裂纹检测精度高,检测速度快,检测结果直观易判读。

（四）相控阵检测

相控阵检测作为一种先进的无损检测技术,在压力容器与管道裂纹检验中逐渐崭露头角,通过控制阵列探头中各阵元的激励时间延迟,实现超声波束的灵活聚焦、偏转与扫描。在实际检测压力容器与管道时,可根据其结构特点与可能存在的裂纹位置,在检测软件中预先设定超声波束的扫描路径与聚焦区域。对于焊缝部位,可使超声波束沿着焊缝走向进行多角度、多深度扫描^[1]。操作时,相控阵检测设备能实时采集大量检测数据,并通过先进的数据处理算法生成直观的图像,清晰呈现裂纹的位置、尺寸与形状。相较于传统超声波检测,相控阵检测优势明显,它可实现对复杂形状、不规则部位的精确检测,检测速度快且覆盖范围广,能在短时间内完成大面积检测任务。其对裂纹的定量分析更为准确,可提供裂纹深度、长度等详细参数。

二、压力容器与管道裂纹检验中无损检测技术的应用策略

（一）依据工况选择适配无损检测技术

深入剖析压力容器与管道的材质特性,对于铁磁性材料,磁粉检测凭借其对表面及近表面裂纹的高灵敏度,成为检测轴向与环向裂纹的理想选择,对于非铁磁性材料,则需排除磁粉检测,转而考虑超声波检测、渗透检测或相控阵检测。对于形状规则、表面平整的压力容器,超声波检测与相控阵检测能够充分发挥作用,通过精准控制探头角度与波束走向,可全面覆盖检测区域^[2]。对于形状复杂、存在大量拐角与不规则曲面的管道,渗透检测更具优势,其依靠液体毛细作用,能有效检测表面开口裂纹,不受结构形状过多限制。在高温、高压且介质具有腐蚀性的恶劣环境下,需选用能适应此类条件的检测技术。超声波检测在高温环境

下,需配备耐高温探头,并对声速、衰减等参数进行修正,保证检测准确性;在强腐蚀环境中,渗透检测后要及时清洗,防止残留渗透液对设备造成二次腐蚀^[3]。对于大规模管道检测项目,相控阵检测虽设备成本高,但检测速度快、覆盖范围广,能大幅缩短检测周期,从长远看可降低总成本;对于小型压力容器或局部检测任务,渗透检测与磁粉检测操作简便、成本低廉,更具性价比。

（二）规范操作确保检测数据准确性

在实施无损检测前,需对检测人员进行严格培训,使其熟练掌握各类检测技术的操作要点与规范。以超声波检测为例,操作人员要依据压力容器与管道的材质、厚度,精确选择探头频率与型号。薄壁容器选用高频探头以提升分辨率,厚壁管道则需低频探头保证穿透深度。在检测过程中,探头的移动速度与扫查方式直接影响检测结果。通常采用锯齿形或螺旋形扫查路径,确保检测区域全覆盖且无遗漏,移动速度应保持均匀稳定,一般控制在每秒20—50mm,过快可能导致缺陷漏检,过慢则影响检测效率。合理设置增益、阈值等仪器参数,增益设置过高会使噪声信号增强,过低则可能遗漏微弱缺陷信号^[4]。在渗透检测中,表面预处理需采用打磨、清洗等方法,彻底清除设备表面的油污、铁锈与氧化皮,确保渗透液能充分渗入裂纹。渗透时间要严格把控,依据工件表面粗糙度与裂纹类型,一般在10—30min不等,时间过短渗透不充分,过长则易造成背景污染。显像剂的喷涂应均匀、薄厚适中,厚度控制在0.05—0.1mm,保证缺陷显示清晰。磁粉检测时,磁化方法与电流大小的选择尤为关键。对于圆形管道,周向磁化用于检测轴向裂纹,纵向磁化检测环向裂纹,磁化电流需根据工件尺寸、材质与磁导率精确调节,过小无法产生足够漏磁场吸附磁粉,过大则可能使工件过热甚至损坏^[5]。相控阵检测操作更为复杂,检测人员要在检测软件中精确设定超声波束的扫描路径、聚焦区域与激励时间延迟,确保波束能精准覆盖目标区域,并实时监控数据采集过程,及时调整参数,保证数据准确可靠。

（三）多技术联用提升裂纹检测精度

单一无损检测技术往往存在局限性,多技术联用可有效弥补不足,显著提升裂纹检测精度。将超声波检测与相控阵检测结合,能发挥二者优势。超声波检测对内部裂纹敏感度高,可初步探测出裂纹的存在;相控阵检测则能通过灵活控制波束,对裂纹进行多角度、多深度扫描,精确确定裂纹的位置、尺寸与形状。在实际操作中,先利用超声波检测对压力容器与管道进行全面粗扫,快速发现潜在裂纹区域,再运用相控阵检测对重点区域进行精细检测。对于表面及近表面裂纹,采用磁粉检测与渗透检测联用的方式^[6]。磁粉检测对铁磁性材料表面及近表面裂纹检测精度高,能快速定位裂纹位置;渗透检测则对表面开口裂纹灵敏度极高,可清晰显示裂纹形状与大小。操作时,先进行磁粉检测,确定大致裂纹范围,再对该区域进行渗透检测,细化裂纹信息。在检测复杂结构的压力容器与管道时,还可将超声导波检测与射线检测相结合。超声波能在长距离管道中快速传播,检测大面积区域,发现可能存在的缺陷;射线检测则对内部缺陷的成像效果

好，准确判断缺陷性质。先用超声波进行快速筛查，锁定可疑部位，然后采用射线检测进行详细分析^[7]。多技术联用并非简单叠加，而是依据不同技术的特点与优势，精心设计检测流程。在实施过程中，要注意不同技术检测结果的相互印证与补充，对不一致的数据要深入分析原因，可能是检测方法的局限性、操作误差或裂纹特性导致。

（四）利用软件辅助分析检测的结果

随着信息技术的飞速发展，软件在无损检测结果分析中发挥着日益重要的作用。在超声波检测与相控阵检测中，检测设备配套的分析软件能对采集到的大量数据进行高效处理。软件通过先进的算法，可自动识别波形特征，判断是否存在裂纹以及裂纹的大致位置。在超声波检测波形图中，软件能依据反射波的幅值、相位与时间差，初步确定裂纹深度与尺寸。软件还具备数据存储与对比功能，可将当前检测数据与历史数据进行比对，分析裂纹的发展趋势。对于压力容器与管道的定期检测，通过软件对比不同时期的数据，能及时发现裂纹的扩展情况，为设备维护决策提供有力支持^[8]。在渗透检测与磁粉检测中，图像处理软件可对缺陷显示图像进行增强与分析。软件能提高图像对比度，使裂纹轮廓更清晰，便于准确测量裂纹的长度、宽度等参数。软件还可利用模式识别技术，对裂纹的类型进行初步判断，区分横向裂纹、纵向裂纹或疲劳裂纹等。在射线检测中，专业的射线图像分析软件功能更为强大，可对射线底片或数字化图像进行三维重建，从不同角度观察缺陷形态，精确测量缺陷的体积与深度^[9]。软件能根据缺陷的形状、灰度值等特征，结合材料特性与工艺标准，评估缺陷的危害性，为设备的安全评级提供量化依据。

（五）定期校准设备保障检测可靠性

各类无损检测设备都有其特定的校准要求与周期，以超声波检测设备为例，需定期对探头的频率、灵敏度与波束指向性进行

校准。采用标准试块，通过精确测量试块上已知尺寸的人工缺陷反射波，对探头性能进行评估与调整。校准频率一般为每半年一次，若设备使用频繁或在恶劣环境下工作，校准周期应适当缩短^[10]。对于渗透检测设备，要定期校准渗透液与显像剂的浓度。采用折光仪或比重计等专业的浓度测量仪器，确保渗透液与显像剂的性能符合标准要求。浓度偏差可能导致渗透效果不佳或背景污染，影响检测结果判读。磁粉检测设备的校准重点在于磁化电流的准确性与磁粉的性能。使用标准电流表对磁化电流进行校准，保证电流输出稳定在规定范围内。定期对磁粉进行性能测试，如检测磁粉的粒度分布、磁性强度等，确保磁粉能有效吸附在漏磁场区域，准确显示裂纹位置。相控阵检测设备的校准更为复杂，需对仪器的信号发射与接收通道、延迟时间精度、探头阵列性能等进行全面校准^[11]。采用高精度的校准装置，对每个阵元的激励时间延迟进行精确测量与调整，确保超声波束能按照预定的路径与角度传播。校准周期一般为每年一次，但在设备维修、更换关键部件或检测精度出现异常时，应及时进行校准。

三、结束语

通过上述分析可知：超声波、渗透、磁粉、相控阵等无损检测技术各有特点与适用范围，在压力容器与管道裂纹检验中发挥着重要作用。通过依据工况精准选择适配技术，可提高检测针对性；规范操作流程，确保检测数据准确可靠；多技术联用，有效提升裂纹检测精度；利用软件辅助分析，深入挖掘检测数据价值；定期校准设备，保障检测可靠性。综合应用这些策略，能全面、准确地检测出压力容器与管道中的裂纹缺陷，为设备安全评估与维护奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 顾耀辉. 压力容器管道裂纹检验中无损检测技术研究 [J]. 石油和化工设备, 2024, 27(4): 193-195, 192.
- [2] 王海洋. 压力容器与管道裂纹检验中的无损检测技术研究 [J]. 科技资讯, 2024, 22(8): 105-107.
- [3] 孙嘉. 浅谈压力容器压力管道检验的裂纹问题 [J]. 现代制造技术与装备, 2023, 59(6).
- [4] 姚俊峰, 郑天宇, 何庆昌. 压力容器管道裂纹检验中无损检测技术应用分析 [J]. 商品与质量, 2022(47): 73-75.
- [5] 强敏娜, 张良, 王永乐, 等. 在用压力管道裂纹检验中无损检测技术分析 [J]. 山西化工, 2023, 43(1): 160-161, 166.
- [6] 庄海立. 基于超声波探伤技术的锅炉压力容器无损检测方法 [J]. 今日制造与升级, 2024(4): 23-25, 48.
- [7] 陈灿春, 洪若云, 刘鹏程, 等. 渗透检测在压力容器、管道无损检测中的应用 [J]. 化工生产与技术, 2022, 28(4): 41-42.
- [8] 郭秀芹. 锅炉压力容器压力管道检验中的裂纹探析 [J]. 机械与电子控制工程, 2024, 6(7): 81-83.
- [9] 傅捷, 吴银伟. 锅炉压力容器压力管道检验中裂纹问题及预防措施 [J]. 工程建设, 2022, 5(8): 64-66.
- [10] 周永杰, 何晓明, 马俊, 等. 基于多频交流场指纹法裂纹缺陷信号的处理方法设计 [J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2022, 38(4): 45-51.
- [11] 张静. 压力容器检验过程中的常见裂纹研究 [J]. 优格, 2022(4): 211-213.

新质生产力视域下网络微短剧赋能山东乡村旅游研究

刘友福, 付小芬

山东协和学院, 山东 济南 250109

摘 要 : 依托大数据、人工智能、网络微短剧等新质生产力, 乡村旅游得以更好发展。但农村旅游题材的网络微短剧产品偏少, 对乡村旅游文化的宣传和推广作用还没有充分彰显。亟需依托网络微短剧平台作为一方阵地为山东乡村旅游助力, 促山东乡村旅游发展走上高速高质量发展轨道。但部分网络微短剧产品存在着瑕疵和不足, 需从道德、法治、审美三重视角规范网络微短剧的发展, 依托政府的大力支持, 社会资本和技术的深度介入, 网络微短剧发展才会健康和有序, 更好地促进山东乡村旅游振兴。

关 键 词 : 新质生产力; 网络微短剧; 乡村旅游

Research on Empowering Shandong Rural Tourism Through Online Micro-short Dramas from the Perspective of New Productive Forces

Liu Youfu, Fu Xiaofen

Shandong Xiehe University, Jinan, Shandong 250109

Abstract: Relying on new productive forces such as big data, artificial intelligence, and online micro-short dramas, rural tourism can develop better. However, there are relatively few online micro-short drama products with rural tourism themes, and their role in promoting rural tourism culture has not been fully demonstrated. There is an urgent need to rely on the online micro-short drama platform as a position to help Shandong rural tourism, and promote the development of Shandong rural tourism onto a high-speed and high-quality development track. However, some online micro-short drama products have flaws and deficiencies. It is necessary to standardize the development of online micro-short dramas from the perspectives of morality, law, and aesthetics. With the strong support of the government and the deep involvement of social capital and technology, the development of online micro-short dramas will be healthy and orderly, better promoting the revitalization of Shandong rural tourism.

Keywords: new productive forces; online micro-short dramas; rural tourism

一、研究背景

依托大数据、人工智能、网络微短剧等新质生产力, 乡村旅游得以更好发展。据艾瑞咨询《2023—2024年中国微短剧市场研究报告》显示, 国内微短剧市场规模在逐年攀升, 2023年市场规模已达到373.9亿元, 同比上升了267.65%。这一市场的快速发展为微短剧赋能乡村旅游提供了坚实的市场基础。随着人们生活水平的提高和休闲度假需求的增加, 乡村旅游市场呈现出持续增长的态势。游客不再满足于传统的观光旅游, 而是更加注重旅游体验和文化内涵。网络微短剧作为一种新兴的文化传播方式, 能够生动地展现乡村的自然风光、人文景观和民俗风情, 为游客提供了更加多元化、个性化的旅游体验。山东作为中国的文化大省和旅游强省, 拥有丰富的乡村旅游资源。大数据和人工智能技术的应用, 为乡村旅游题材的网络微短剧的生产、制作安上了一对有力的翅膀。通过数据分析, 可以了解游客的喜好和需求, 从而

制作出更符合山东农村旅游市场需求的网络微短剧作品。同时, 智能推荐算法也可以将微短剧精准推送给潜在观众, 提高传播效果。网络微短剧作为一种新兴的文化传播方式, 为山东乡村旅游提供了新的发展机遇。

当前的问题是农村旅游题材的网络微短剧产品偏少, 对乡村旅游业的宣传和推广作用还没有充分彰显。如何引导乡村旅游题材微短剧健康、快速发展, 为促进乡村振兴服务, 是文章研究的中心思想。

与网络微短剧相关的研究成果不断涌现, 但网络微短剧与乡村旅游方面的研究文献较少, 而接近于网络微短剧下限的短视频与乡村振兴有关的学术文献却有1700余篇, 经过梳理, 具有代表性的观点如下:

(一) 网络微短剧规范发展研究

朱天^[1]认为网络微短剧作为一种新型互动和交往方式, 正以极高的用户活跃度和平台拓展力渗透进新媒体传播生态。陈强^[2]

项目信息: 2024年山东省文旅融合发展专项课题, 课题名称: 新质生产力视域下网络微短剧赋能山东乡村旅游研究, 项目编号: 24WLZX05023。

作者简介:

刘友福(1980.08-), 男, 汉族, 山东济南人, 研究生, 副教授, 研究方向: 美育、思想政治教育、乡村振兴;

付小芬(1979.08-), 女, 汉族, 山东济宁人, 研究生, 副教授, 研究方向: 短视频、乡村振兴。

等指出要系统梳理我国网络微短剧发展脉络,找准发展痛点和难点,理清未来发展趋势和脉络,使网络微短剧行业向制作专业化方向进化。国家广电总局近日发布多个有关微短剧、网络剧的通知,对网络微短剧管理等提出具体要求。

（二）网络微短剧促乡村振兴研究

邵英英^[3]认为乡村旅游短视频营销中仍存不足及缺陷,限制了宣传营销的效果,需对乡村旅游抖音短视频营销策略进行深入探讨。王德胜^[4]等认为短视频赋能下的乡村文化传播呈现主动融入、多方体验的特征,同时也为我国的脱贫攻坚战注入源源不断的内生精神动力。

（三）研究意义

综上所述,新质生产力视域下网络微短剧赋能山东乡村旅游具有广阔的前景和潜力。网络微短剧的发展给乡村旅游振兴带来了机遇,同时也带来一些困扰,要予以高度重视。网络微短剧应是乡村旅游振兴助推器,而不应反其道而行。当前关于网络微短剧对乡村旅游振兴的研究还不够全面、深入,对网络微短剧生产和传播领域的监督力度尚需加强,引领网络微短剧健康发展,推动乡村旅游振兴产业发展。

二、存在的问题

（一）部分网络微短剧制作粗劣、偏离主航向

网络微短剧借助大数据和人工智能技术方面还不足,另外,网络微短剧本身也作为一种新质生产力,应更好地服务乡村振兴,展示乡村的自然美和文化美。但部分网络微短剧在展示农村生活时,主题偏离或逃避现实,沉溺于虚拟化世界。有的网络微短剧宣扬愚昧、迷信、冷血、暴力,与当今倡导的文明社会、法治社会、和谐社会背道而驰,如网络微短剧《大佬,你女儿被婆婆家欺负惨了》,刻意放大、制造婆媳矛盾,渲染血腥暴力。有的农村题材网络微短剧存在低俗、媚俗、庸俗现象,甚至含有软色情信息。有的网络微短剧宣扬拜金主义、享乐主义、极端个人主义,严重偏离人民群众健康审美取向。个别网络微短剧甚至出现抹黑党和政府形象,属于违法违纪产品。极大污染了网络微短剧空间,败坏了社会风气,给乡村旅游振兴带来了不良、负面的影响,需要引起高度重视。

（二）网络微短剧市场监管力度亟需加强

当前,网络微短剧井喷式的发展,给监管带来了较大的压力。政府代表官方,在网络微短剧宏观规划和调控上,还存在着一定程度的滞后性,需要利用好大数据平台,提前预测,出台有针对性的规章制度,引导网络微短剧沿着健康发展方向前行。

社会公众对网络微短剧的接受度较高,受众人群基本上涵盖了各个年龄阶段。主要因为网络微短剧迎合了社会发展节奏快,时间碎片化的时代特征。网络微短剧主题以娱乐、搞笑、自虐、土味等为主,迎合了游客缓解工作、学习和生活上的压力需要。另一方面,观众对网络微短剧的反思和批判力度不够。网络微短剧产品鱼龙混杂,需要保持高度清醒和警惕,对“三俗”产品、违法违纪作品要勇于批判。或者说,人民群众的力量还没有完全

调动起来,导致我们对网络微短剧的监督乏力。

网络微短剧平台的监管存在不到位现象。网络平台是网络微短剧审核的第一关,要认真对待,来不得半点马虎。网络微短剧推陈出新的速度给网络平台监管人员带来工作量的加大。平台监管人员在工作上的细致性、认真性方面受到了一定干扰。另外,部分网络平台过度追求点击率和利润,对微短剧的监管会“睁一只眼闭一只眼”。尤其是部分小程序平台,放任一些低俗、媚俗、庸俗甚至是违背法律的农村旅游题材网络微短剧产品进入公众视野。

在人民群众、社会和政府的大力监督下,网络微短剧平台加大了审核、监管力度,截止到2023年2月底,“共下线含有格调低下、审美恶俗等内容的微短剧25300多部、计1365004集”^[5]。

三、对策建议

（一）新质生产力提质增效

新质生产力极大地促进了社会发展和进步,尤其是促进了乡村的快速发展。此外,人工智能和大数据在促进网络微短剧发展方面也发挥着得天独厚的作用。在乡村旅游方面亟需网络微短剧、数字技术等新质生产力的推动,山东乡村地区在全国网络普及率居于前列,村民使用网络的频率和熟练程度相对于中西部地区也是较高的。绿色交通、电力设施、网络设施的完备等为山东乡村打下了较为扎实的新质生产力基础。网络微短剧为乡村旅游振兴插上翅膀,在促进山东乡村旅游发展方面表现尤其明显。山东乡村旅游应深入挖掘自身的文化内涵和地域特色,通过微短剧的形式进行展现和传播。例如,可以创作一批反映山东乡村历史、民俗、美食等内容的微短剧,增强游客的文化体验和认同感。

（二）社会资本的介入

网络微短剧是一种新兴的文娱形式,需要更多力量参与进来,需要社会资本为网络微短剧的发展提供资金保障。乡村旅游题材的网络微短剧在赢得点赞和流量后,可以将收益一部分继续投入网络微短剧生产和制作。

（三）人民群众的广泛参与

由于剪映等新质生产力技术平台的涌现,群众介入网络微短剧生产的门槛大大降低,可以说人人都可以是编剧、导演、演员,高校师生因其自身知识和技术优势,均可以加入到网络微短剧生产制作中来。比较有代表性的山东乡村题材网络微短剧网红“微山刘岛主”“豆二两”等。

（四）从法治视角促进网络微短剧的生产与监督

对网络微短剧产品发展快速化、多元化的特点,要保障其健康发展,须坚持法治底线思维。从生产和监管两个环节中坚持法治思维。法治视域下,网络微短剧可以给乡村生活、乡村旅游带来教育和警示意义。社会主义核心价值观的重要一环就是强调“法治”,这和国家倡导全面依法治国、建设法治社会是相通的。网络微短剧应着重选择“法治”方面的主题,做有故事、有情节的乡村旅游微短剧,规范乡村旅游业的发展,营造和谐、美好的

乡村旅游市场大环境，切实保障旅游者的正当权利不受侵害，以此增加乡村旅游对游客的吸引力，广袤无垠且安全无忧的乡村成为游客旅游向往的目的地。

在网络微短剧产品监管方面，“法治”是监管的底线，对于违反法律、破坏法治的产品坚决依法处理，对涉及到的制作方、传播方也要追究其法律责任。政府修订完善网络微短剧方面的法律法规，引导网络微短剧健康发展。社会公众要增强法治意识，以主人翁的姿态审视网络微短剧，对于不合法的产品要坚决进行反馈和举报，让违法违规的微短剧无处藏身。网络平台更应自觉担负起应承担的责任和应履行的法律义务，严格监管。

（五）从道德视角促进网络微短剧的生产与监督

网络微短剧的制作不能为博眼球、哗众取宠而走“娱乐至死”的道路。网络微短剧应弘扬社会主旋律，围绕着乡村和美、生态宜居、乡风文明等社会主义乡村发展主题进行建设，引领乡村旅游向正确方向发展。让沂蒙精神等红色文化走入微短剧，社会资本和技术要积极介入到网络微短剧生产过程，做弘扬乡村道德的中坚力量。随着视频剪辑技术的改进和普及，对视频制作的技术要求也在不断降低，乡村普通旅游从业者均可以经过短暂的培训后操作视频软件。在技术难题解决后，广大旅游从业者要积极参与到网络短视频制作中来，为网络微短剧发展壮大贡献力量。对网络微短剧的监管也要秉持“道德”视角。政府是社会主义道德建设的引导者，要弘扬社会主义核心价值观。社会公众是社会主义道德的践行者和评判者，要充分依靠和相信人民群众。人民需要和推崇什么样的社会主义道德观，就是网络微短剧发展的方向。这也是社会公众对网络微短剧进行评判好坏的标志。

（六）从审美视角促进网络微短剧的生产与监督

网络微短剧市场繁荣且混乱，产品参差不齐。部分网络微短剧同质化现象严重，给观众的审美带来疲劳。部分网络微短剧存在趣味低俗、媚俗、庸俗、恶俗的现象，严重影响观众审美。为保障网络微短剧健康发展，要以审美三层次（悦耳悦目、悦心悦

意、悦志悦神）理论为引导，促进网络微短剧产品由低水平向高水准发展。在制作水准、人员配备、经费保障、场景选取等方面均要以人民群众的审美标准进行，践行日常生活审美化的美学精神，网络微短剧给大众以诗意乡村生活的美好印象，让游客因剧而寻美，寻找那失落的乡愁、那诗意的远方，从而爱上乡村，爱上祖国大好河山。

四、总结

网络微短剧的发展方兴未艾，受到越来越多人的喜爱，其中，就包括乡村游消费者。网络微短剧通过富有创意的剧本和情节设计，将乡村旅游的文化元素和地域特色融入其中，形成独特的文化IP。借助网络微短剧自身的独特优势，宣传乡村、展示乡村魅力，吸引更多游客。在网络微短剧生产和传播监管方面同时用力，共同引导网络微短剧健康发展，作为乡村旅游振兴的助推器。在“法治、道德、审美”三层维度下，充分发挥政府主导作用，从完善法律法规和加强行政执法入手，引导网络微短剧的发展方向。此外，农村人民群众的生活是网络微短剧取之不尽的题材，生产出让广大游客喜闻乐见的作品。鼓励社会资本、技术积极介入，社会公众积极参与，共同促进网络微短剧的生产。此外，高度重视广大高校师生群体，他们具有一定的技术基础，对乡村旅游有自身的体会，要鼓励高校师生参与到网络微短剧建设中来，促进乡村旅游振兴。

对网络微短剧的监督也是非常重要。从“法治、道德、审美”三层维度下，强化对网络微短剧在内容制作、传播方面的监督。这要进一步发挥政府主导作用，社会公众舆论的监督作用，网络微短剧平台履行第一责任人的责任。净化网络微短剧市场，陶冶游客的精神境界，使他们能够望得见山、看得见水，记得住乡愁。

参考文献

[1] 朱天.“短视频+”:既要深度介入,更需优异作答[J].传媒论坛,2024,7(02):3+19.
[2] 陈强,刘靖.网络微短剧发展观察及建议[J].武汉社会科学,2024,(01):64-69.
[3] 邵英英.新媒体视角下乡村旅游抖音短视频营销策略研究[J].全国流通经济,2024,(02):173-176.
[4] 王德胜,李康.打赢脱贫攻坚 助力乡村振兴——短视频赋能下的乡村文化传播[J].中国编辑,2020(08):9-14.
[5] 林思思,下架百余部!抖音、快手、微信集体出手打击低质违规微短剧[EB/OL].南方都市报,2023年11月16日.