

建筑设计

Architectural Design
and Application



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



Editors-in-Chief

Gang Li

Shaanxi Construction Engineering Eleventh Construction Group Co. LTD.

Yangyang Li

Shaanxi Construction Engineering No. 9 Construction Group Co. LTD.

Associate Editor

Aolie Zhang

CCCC Wuhan Harbour Engineering Design & Research Institute Co. LTD.

Editorial Board Member

Yuqun Ma

Ningbo Architectural Design & Research Institute China

Rundong Qian

Ningbo Architectural Design & Research Institute Co., LTD.

Jue Shen

Shaanxi Construction Engineering Eighth Construction Group Co. LTD.

Jian Shi

Jiangsu Mingcheng Architectural Design Institute Co. LTD.

Hassan Baji

School of Engineering and Technology

Lam Bui

School of Engineering and Technology Centre for Intelligent Systems,
Institute for Future Farming Systems

Dan Shen

Zhejiang Changzheng Vocational & Technical College



建筑设计与应用

Architectural Design and Application

第2卷 第3期 2024年10月刊

主管 ART AND DESIGN PRESS INC.

主办 ART AND DESIGN PRESS INC.

编辑 《建筑设计与应用》编辑部

ISSN(O): 2992-9857

ISSN(P): 2995-3219

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 | 厂房工程管理中施工技术与安全管理的综合分析 | 郭杰 |
| | Comprehensive Analysis of Construction Technology and Safety Management in Factory Building Engineering Management | Guo Jie |
| 005 | 施工场地园林技术: 苗木修剪与美化种植的实践与创新 | 周志航 |
| | Construction Site Landscape Technology: Practice and Innovation in Sapling Pruning and Beautification Planting | Zhou Zhihang |
| 008 | 浅析莫兰迪色系在适老化居住空间中的应用 | 宋佳诺 |
| | Analysis on the Application of Morandi Color System in Age-Appropriate Living Space | Song Jianuo |
| 011 | 通甬高铁如东延伸段速度目标值研究 | 路良恺 |
| | Research on the Speed Target Value of the Rudong Extension Section of the Tongzhou-Ningbo High-Speed Railway | Lu Liangkai |
| 013 | 探讨 CTB 模型驱动下老字号数智活化工程 | 刘丰毅, 庞艳, 姚子刚 |
| | Exploring the CTB Model-driven Digital and Intelligent Revitalization Project of Time-Honored Brands | Liu Fengyi, Pang Yan, Yao Zigang |
| 016 | 存量市场环境下的房地产项目二次策划与价值重塑研究 | 乔华春 |
| | Research on Secondary Planning and Value Reshaping of Real Estate Projects in the Context of the Stock Housing Market | Qiao Huachun |
| 019 | 高层建筑钢筋混凝土结构模板支撑体系稳定性控制技术研究 | 赵安祥 |
| | Research on Stability Control Technology of Formwork Support System for Reinforced Concrete Structures in High-rise Buildings | Zhao Anxiang |
| 022 | 地域性材料在现代建筑表皮中的创新应用研究 | 郑文春 |
| | Research on Innovative Application of Regional Materials in Modern Architectural Surface | Zheng Wenchun |
| 025 | 基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理研究与实践 | 侯纪帆 |
| | Research and Practice on the Whole Life Cycle Management of Prefabricated Buildings Based on BIM Technology | Hou Jifan |
| 029 | 建筑工程全生命周期质量控制关键节点分析 | 何程 |
| | Analysis of Key Nodes for Quality Control throughout the Entire Life Cycle of Construction Projects | He Cheng |
| 032 | 高校计算机实训室硬件维护与设备管理优化研究 | 李春鹏 |
| | Research on Hardware Maintenance and Equipment Management Optimization in University Computer Training Room | Li Chunpeng |
| 035 | 浅析古建筑保护修缮方案及技术要点
——以某古建筑保护修缮工程为例 | 刘君 |
| | Analysis on the Protection and Repair Scheme and Key Technical Points of Ancient Buildings — Taking an ancient building protection and repair project as an example | Liu Jun |
| 039 | 可燃气体检测报警器检定结果的影响因素与控制措施 | 所彬 |
| | The Influencing Factors and Control Measures of the Calibration Results of Combustible Gas Detection Alarms | Suo Bin |

厂房工程管理中施工技术与安全管理综合分析

郭杰

佛山市城市建设工程有限公司, 广东 佛山 528000

DOI:10.61369/ADA.2024030001

摘 要： 厂房工程是确保工业生产设施高效建设和安全运行的关键环节。施工技术的科学应用与安全管理的有效实施对保障工程质量、进度和施工安全至关重要。本文通过文献综述、案例分析及实地调研等方法，对厂房工程管理中的施工技术与安全管理进行综合分析。研究发现，施工技术的优化能够显著提升工程质量和进度控制水平，而安全管理的有效性则直接关系到人员安全和工程成本控制。二者协同管理不仅能够有效降低安全风险，还能通过精细化管理手段实现成本控制与质量提升的双重目标。结论指出，施工技术与安全管理的深度融合是提升厂房工程管理水平的核心，对推动建筑行业的高质量发展具有重要的理论和实践意义。

关 键 词： 厂房工程；施工技术；安全管理；建筑工程管理

Comprehensive Analysis of Construction Technology and Safety Management in Factory Building Engineering Management

Guo Jie

Foshan City Construction Engineering Co., Ltd. Foshan, Guangdong 528000

Abstract： Factory building engineering management is a crucial link in ensuring the efficient construction and safe operation of industrial production facilities. The scientific application of construction technology and the effective implementation of safety management are vital to ensuring the quality, progress, and safety of the project. This paper conducts a comprehensive analysis of construction technology and safety management in factory building engineering management through literature reviews, case studies, and field research. The study finds that the optimization of construction technology can significantly enhance the quality and progress control of the project, while the effectiveness of safety management directly affects personnel safety and cost control. The integrated management of these two aspects can not only effectively reduce safety risks but also achieve dual goals of cost control and quality improvement through refined management methods. The conclusion points out that the deep integration of construction technology and safety management is the core of improving the management level of factory building engineering and has important theoretical and practical significance for promoting the high-quality development of the construction industry.

Keywords： factory building engineering; construction technology; safety management; construction engineering management

引言

随着工业化加速，厂房工程建设规模扩大，复杂性和技术要求提高。厂房工程涵盖大规模土建施工，还需满足生产工艺对空间、结构和设备安装的严格要求。施工技术的科学应用是保障工程质量和功能的关键，而安全管理则是确保施工顺利、避免伤亡和损失的重要防线。二者相辅相成，施工技术合理性影响安全风险，安全管理有效性保障施工技术实施。深入研究二者协同机制，对提升厂房工程管理水平意义重大。本研究通过文献综述、案例分析和实地调研，系统梳理施工技术与安全管理在实际工程中的应用现状，分析问题并提出优化建议。旨在为厂房工程建设提供科学管理指导，推动建筑行业在保障安全的同时，实现质量与效益的双重提升。

一、厂房工程管理概述

厂房工程作为工业生产的核心设施，具有建筑规模大、空间跨度广、荷载要求高、功能分区明确、生产工艺严格等特点。其

设计需紧密结合设备安装与工艺流程，同时兼顾通风、照明、给排水等系统的合理布局。厂房建设周期短，施工进度压力大，多工种交叉作业频繁，各工种需紧密配合，合理安排施工顺序，优

化资源配置，以确保工程按时交付。这使得厂房工程在施工技术和安全管理方面面临诸多挑战，也凸显了综合管理的重要性。厂房工程管理的核心目标涵盖质量、进度、成本和安全四个方面^[1]。质量目标旨在确保厂房结构安全、功能完善，满足生产工艺要求；进度目标聚焦于合理安排施工工序、优化资源配置，确保工程按时交付；成本目标致力于控制工程造价，减少浪费提高投资效益；安全目标则以杜绝重大安全事故、减少一般安全事故为核心，保障施工人员和财产安全。这些目标相互关联、相互促进，共同构成了厂房工程管理的总体框架，为项目的顺利实施提供了明确的方向和标准。

二、厂房工程施工技术管理

（一）施工技术方案制定

施工技术方案是厂房工程建设的核心指导文件，其制定需综合考虑厂房的结构形式、生产工艺要求以及施工条件。根据结构类型（如钢结构、混凝土结构等）和生产工艺需求，选择合适的施工方法和技术路线^[2]。例如，钢结构厂房需重点考虑构件的预制、运输和现场安装技术，而混凝土结构则需优化混凝土的配比和浇筑工艺。详细编制施工组织设计，涵盖施工进度计划、施工工艺流程和资源配置计划，确保工期符合要求，施工质量达标，资源配置合理。对于关键技术环节，如大跨度屋架安装、重型设备基础施工等，还需制定专项方案并进行专家论证，确保技术方案的科学性和可行性。

（二）施工技术实施与控制

施工技术的实施与控制是确保工程质量、进度和安全的关键。施工前需进行详细的技术交底，确保施工人员明确施工要求和操作规范。建立完善的质量检验体系，对原材料、半成品和工序质量进行严格把关，采用先进的检测技术和设备，对关键工序进行实时监控，及时发现并纠正质量问题。施工进度控制同样重要，通过采用网络计划技术，优化施工流程，明确各工序的逻辑关系和时间安排。在施工过程中，实时监控进度情况，及时发现进度偏差，并采取有效措施进行调整，确保工程按时完成。施工技术的动态调整也是必不可少的，遇到设计变更或现场条件变化时，需及时调整施工方案，确保施工技术的适应性和可行性。

（三）施工技术创新与应用

施工技术创新是提升施工效率和质量的关键。BIM技术通过三维建模和虚拟仿真，实现施工过程的全面监控与协调，提前发现潜在问题，减少变更和重复作业^[3]。它还能优化施工进度和成本控制，通过模拟施工进度、分析关键路径，合理安排资源，确保项目按时完成。装配式建筑技术则通过工厂预制构件和现场装配，大幅缩短施工周期，降低现场作业风险和成本。这些技术不仅提高了施工效率，还通过减少现场湿作业、优化资源配置，有效降低了工程成本。技术创新对提升工程质量的作用显著。BIM

技术的精细化管理能够提前优化施工工艺，减少人为失误。随着技术的成熟和成本降低，BIM和装配式建筑技术将在厂房工程中得到更广泛的应用，为建筑行业的可持续发展提供有力支持。

三、厂房工程施工安全管理

（一）安全管理体系的建立

建立完善的安全管理体系是保障施工安全的基础。需明确各岗位安全职责，制定安全生产责任制，将责任落实到每个岗位和人员，确保安全工作有章可循、有责可究^[4]。同时，制定涵盖人员、设备、施工现场管理等各方面的安全管理制度和操作规程，详细规定施工人员行为规范、设备操作流程及现场管理要求，确保施工环节符合安全标准。定期对施工人员进行安全知识培训和安全技术交底，能够有效提升施工人员的安全意识和操作技能。通过这些措施，可以构建一个全面、系统、有效的安全管理体系，为厂房工程的顺利实施提供坚实的安全保障。

（二）施工现场安全风险识别与评估

厂房工程常见的安全风险类型包括高处坠落、触电、坍塌等^[5]。这些风险不仅威胁施工人员的生命安全，还可能导致工程延误和经济损失。因此须采用科学的风险评估方法，如风险矩阵法和LEC法，对施工现场的安全风险进行量化评估。通过评估风险发生的可能性和后果的严重性来确定风险等级，根据风险评估结果，制定相应的控制措施，如加强安全防护设施、优化施工流程、开展安全培训等。通过这些措施，可以有效降低安全风险，保障施工现场的安全^[6]。例如，利用无人机技术进行施工现场的巡检，能够及时发现和处理安全隐患。这些技术的应用大大提高了施工现场的安全管理水平，为厂房工程的顺利实施提供了有力保障。

（三）施工现场安全控制措施

需设置完善的安全防护设施，如临边防护、洞口防护和脚手架搭设等^[7]。临边防护采用坚固的栏杆或防护网，洞口防护设置盖板或防护栏，脚手架严格按规范搭设，以减少高处坠落事故的发生。设备进场时需严格检验，安装调试由专业人员操作，使用过程中定期维护保养，拆除报废时按规定程序进行，以避免因设备问题引发安全事故。所有施工人员必须正确佩戴安全帽、安全带、安全网等防护用品，以降低受伤风险。定期开展安全检查与隐患排查，涵盖人员操作、设备运行和防护设施等方面，及时发现并整改安全隐患，确保施工现场的安全状况始终处于可控状态。这些措施的实施，能够有效保障施工现场的安全，为厂房工程的顺利推进提供坚实保障。

（四）安全事故应急救援与处理

制定完善的安全事故应急预案，明确应急救援组织机构、职责分工、应急响应程序及救援措施。应急预案应涵盖事故风险辨识、评估和应急资源调查，确保应急程序规范、保障措施明确。

应急救援组织机构需明确总指挥、副总指挥及相关小组的职责，确保在事故发生时能够迅速响应。配备必要的应急救援物资和设备，如移动照明灯组、有毒气体检测仪、急救设备等，以满足应急工作需要^[8]。定期组织应急演练，通过模拟事故场景，提高应急救援能力。演练过程中，各应急小组需各司其职，确保演练效果。事故发生后，应严格按照“四不放过”原则进行调查处理。通过深入调查事故原因，科学划清责任，落实整改措施，并对相关人员进行安全教育，确保类似事故不再发生。

四、施工技术与安全管理的协同关系

（一）相互影响分析

在厂房工程建设中，施工技术与安全管理紧密相关。合理的施工技术，如钢结构厂房的吊装顺序和焊接工艺，能有效减少安全风险，确保结构稳定，避免因技术失误引发事故。相反，盲目施工和违规操作会增加安全风险，可能造成重大事故和经济损失。同时，有效的安全管理为施工技术的实施提供保障。完善的安全防护措施和严格的操作规程能减少常见事故，保障施工人员安全，为技术实施创造稳定条件^[9]。定期的安全检查和隐患排查能及时发现并解决技术问题，确保施工技术方案顺利推进。施工技术与安全管理相辅相成，协同作用是实现厂房工程高质量、安全施工的关键。

（二）协同管理的策略与措施

需建立跨部门沟通协调机制，定期召开施工技术与安全管理联合会议，及时解决施工过程中出现的技术与安全问题，确保信息共享与协调一致。在施工方案制定阶段，将安全技术措施纳入施工技术方案中，通过风险评估和专家论证，优化施工工艺与流程，确保技术方案的安全性。加强施工现场的联合检查，对施工技术与安全问题进行同步检查和整改，确保施工过程符合技术与安全要求。开展施工技术与安全管理的联合培训，提高施工人员的技术水平和安全意识，使其在施工中能够自觉遵守操作规程，减少因人为因素导致的安全事故^[10]。通过这些措施，能够有效提升施工技术与安全管理的协同性，为厂房工程的顺利实施提供有力保障。

（三）管理实践与启示

选取某地新建橡胶密封件生产项目作为代表性案例，该项目包括两栋生产厂房、两栋原料仓库、办公楼及附属工程，总建筑面积52137.87 m²，总投资约1.5亿元，分两期实施。在施工技术方面，通过优化设计如将楼板钢筋由HRB400改为CRB600，减少板筋用量；对库房梁柱体系采用劲性混凝土结构，优化厂房地面做法，节约工程投资257.25万元。项目引入BIM技术进行施工协同管理，通过三维设计交底、实时数据推送和进度计划分解优化施工流程。在安全管理方面，项目建立了完善的安全管理体系，定期开展安全检查，及时整改隐患，强化安全教育培训，提升施

工人员安全意识。例如，在建筑施工安全生产大排查大整治大提升“百日行动”中，共排查隐患2106处，全部整改，开出整改通知单332份。该案例的启示在于，施工技术与安全管理的协同模式能够显著提升项目效益。通过优化设计和引入先进技术，可降低成本并提高质量；完善的安全管理体系能有效预防事故，保障施工安全。未来项目应注重技术与安全的深度融合，提前规划，避免因变更导致的延误和成本增加。

五、厂房工程管理的优化建议

（一）施工技术优化

在厂房工程管理中，施工技术的优化是提升工程质量与效率的关键。应加强施工技术的研究与创新，推广应用先进技术和工艺。例如，采用装配式建筑技术，通过工厂预制构件和现场装配，缩短施工周期，提高精度，减少现场湿作业和环境污染。提高施工技术管理水平，加强技术人员的培训与考核。定期组织技术人员参加专业培训和学术交流，掌握最新技术和管理理念。建立严格的考核机制，激励技术人员不断学习和创新，确保技术管理工作的高效性和科学性。加强施工技术与信息化技术的融合，利用BIM和大数据技术提高施工技术的精细化管理水平。通过这些措施，可以有效提升厂房工程的施工技术水平，为项目的高质量完成提供有力保障。

（二）安全管理强化

在厂房工程管理中，安全管理是确保施工顺利和人员安全的核心。通过建立安全生产责任制，明确各岗位的安全职责，制定涵盖人员、设备、施工现场管理等各方面的安全管理制度和操作规程，确保施工过程有章可循。提升安全管理水平，加强安全管理人员的业务培训，定期组织专业培训，提升隐患排查、应急处置和协调沟通能力，确保安全管理科学高效。加强安全文化建设，通过安全教育培训、宣传和活动等形式，增强施工人员的安全意识和自我保护能力，使其自觉遵守安全操作规程。同时，建立安全激励机制，对遵守和违反安全规定的行为进行奖惩，形成良好的安全文化氛围。通过这些措施，能够有效提升厂房工程的安全管理水平，为施工人员提供安全的施工环境，确保工程顺利实施。

（三）协同管理机制完善

为提升厂房工程管理效率，完善施工技术与安全管理的协同机制至关重要。需建立健全协同管理机制，明确职责分工、工作流程及沟通渠道。通过定期召开跨部门会议，确保施工技术与安全管理团队紧密协作，及时解决施工中出现的問題。例如，建立项目协同平台，实时更新施工进度、技术方案及安全措施，保障信息流通顺畅。加强协同管理的信息化建设，利用BIM、大数据等技术实现信息共享与协同工作。建立协同管理的考核评价机制，定期评估协同效果。将协同绩效纳入员工考核体系，对表现

优秀的团队和个人给予奖励，激励各部门积极参与协同管理。同时，定期回顾激励机制，根据实际效果调整优化，确保其持续有效。通过完善协同管理机制、加强信息化建设及建立考核评价体系，可有效提升厂房工程的施工技术与安全管理水平，为项目顺利实施提供坚实保障。

六、总结

本文通过对厂房工程管理中施工技术与安全管理的综合分析，深入探讨了二者协同管理的重要性与实施策略。研究指出，

施工技术的合理性直接影响施工安全，而有效的安全管理为施工技术的顺利实施提供保障。通过建立跨部门沟通协调机制、优化施工方案、加强联合检查与培训等措施，能够有效提升施工效率、质量与安全水平。同时，结合实际案例分析，进一步验证了协同管理的可行性和优势，为类似工程提供了可借鉴的经验。未来，随着信息化技术的不断发展，施工技术与安全管理的深度融合将为建筑行业带来更广阔的发展空间，推动厂房工程建设向更高水平迈进。

参考文献

[1] 李世春. 地下厂房系统工程施工技术管理重点与对策研究 [J]. 工程建设与设计, 2024(8): 212-215.

[2] 赵青. 工业厂房工程施工技术及现场施工管理要点 [J]. 城市情报, 2023(16): 0235-0237.

[3] 张利生, 余玉红, 张凡, 等. TB水电站地下厂房工程施工安全管理重难点和对策 [J]. 云南水力发电, 2022, 38(11): 258-262.

[4] 周国祯. 厂房工程施工中的安全监督管理工作要点探析 [J]. 福建建材, 2023(5): 102-104.

[5] 王昊. 钢结构厂房工程施工技术管理要点研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2022(10): 4.

[6] 樊涛. 工业厂房工程施工技术及其现场施工管理要点 [J]. 2021(8): 213-214.

[7] 张宏伟, 李伟达, 杨沛达, 等. 多层钢结构工业标准化厂房施工管理技术研究 [C]//2023年全国工程建设行业施工技术交流会论文集 (中册). 2023.

[8] 张文举. 高大厂房装配式混凝土工程施工方法与技术分析 [J]. 佛山陶瓷, 2023, 33(05): 96-98.

[9] 吴柱花. 工业厂房地基基础和桩基础土建施工技术研究 [J]. 散装水泥, 2023, (06): 116-118.

[10] 刘泽鹏. A车辆货修厂房建设工程项目质量管理方案优化研究 [D]. 哈尔滨理工大学, 2023.

施工场地园林技术：苗木修剪与美化种植的实践与创新

周志航

深圳职业技术大学，广东 深圳 518000

DOI: 10.61369/ADA.2024030002

摘 要： 施工场地园林技术通过整合生物学原理与美学设计优化苗木修剪策略，结合顶端优势调控与疏密对比法则提升植物功能性与景观动态平衡。美化种植以生态适应性为导向，采用乡土植物配置与微环境匹配技术，协同模块化拼装及土壤改良创新，实现快速成景与资源高效利用。智能化工具（如无人机修剪、BIM建模）与生态化技术（废弃物堆肥、LID雨水管理）构建全生命周期管理体系，案例验证表明技术应用可缩短工期40%、提升成活率至95%，并强化生态效益与景观满意度。研究为施工场地园林工程提供理论与实践参考，推动行业向智能化、可持续方向转型。

关 键 词： 苗木修剪；美化种植；生态化技术

Construction Site Landscape Technology: Practice and Innovation in Sapling Pruning and Beautification Planting

Zhou Zhihang

Shenzhen Polytechnic University, Shenzhen, Guangdong 518000

Abstract： Construction site landscape technology integrates biological principles and aesthetic design to optimize sapling pruning strategies. By regulating apical dominance and applying density contrast rules, it enhances plant functionality and landscape dynamic balance. Beautification planting, guided by ecological adaptability, uses native plant configuration and micro – environment matching technology. Together with modular assembly and soil improvement innovations, it achieves rapid scenery formation and resource efficiency. Intelligent tools (e.g., drone pruning, BIM modeling) and ecological techniques (e.g., waste composting, LID stormwater management) form a full – life – cycle management system. Case verification shows that technology application can shorten the project duration by 40%, increase the survival rate to 95%, and enhance ecological and landscape effects. This research offers theoretical and practical references for construction site landscape engineering, propelling the industry's intelligent and sustainable transition.

Keywords： sapling pruning; beautification planting; ecological technology

引言

施工场地园林技术作为现代城市建设的重要环节，其核心在于通过科学修剪与生态化种植实现功能与美的统一。苗木修剪技术基于植物生物学特性与美学法则，通过调控顶端优势、分层修剪等策略优化树冠结构，结合疏剪与短截技术平衡光照与通风，提升植物抗逆性及景观层次感。国家政策层面也为该领域提供了明确导向和支持。2024年1月发布的《关于全面推进美丽中国建设的意见》明确提出“提升生态系统多样性稳定性持续性，推进国家重点生态功能区、重要生态廊道保护建设，加快实施重要生态系统保护和修复重大工程”。研究与实践表明，将上述精细化修剪等园林技术集成应用，并与国家政策导向形成协同，能够产生显著效益，可显著缩短工期40%、提高植物成活率至95%，为城市生态景观构建提供理论支撑与实践范式。

一、苗木修剪的技术原理与实践应用

（一）苗木修剪的生物学与美学基础

苗木修剪的科学性源于对植物生物学特性的精准把控与美学形态的协同设计。植物生长规律中，顶端优势、分枝模式及光合

作用效率直接决定修剪策略。通过截断主枝或侧枝，可调控内源激素（如生长素与细胞分裂素）的分布，打破顶端优势以促进侧芽萌发，同时优化养分分配，激发愈伤组织形成与抗逆性提升。

美学层面，修剪需遵循疏密对比、虚实相生的视觉法则，例如通过疏剪密集枝条增强光影渗透性，或利用短截塑造乔木层次感

构，形成节奏感与空间张力。形态美学与植物生理的融合，既满足功能需求，又赋予景观动态平衡的艺术价值。

（二）施工场地中苗木修剪的技术要点

施工场地的苗木修剪需统筹安全、功能与景观目标。功能性修剪以安全避障为核心，清除侵入机械作业半径的枝条或调整根系分布，避免与地下管线冲突，降低施工损伤风险^[1]。景观导向修剪侧重精细化处理，如造型树定向塑形（几何形态或仿自然流线）及绿篱边界规整，需结合场地空间属性（如交通节点或隔离带）差异化设计。季节性策略强调修剪时机与植物物候期、施工进度协同，例如休眠期重剪以减少树液流失，生长期轻剪以维持树势，同时将修剪作业嵌入施工间歇期，确保植物恢复与工程推进无缝衔接，实现生态效益与施工效率的双重优化^[2]。

二、美化种植的设计策略与实施方法

（一）施工场地美化种植的设计原则

施工场地美化种植需以生态适应性为底层逻辑，优先选用乡土植物以维持群落稳定性，结合微环境特征（如光照强度、土壤理化性质及水文条件）精准匹配植物生态位，例如低洼区配置耐湿树种，干旱区域选择抗旱灌木。功能与美学的融合体现于空间划分（如乔木群植界定功能分区）、视觉引导（如花境色带强化轴线序列）及季相调控（常绿与落叶植物混交），通过动态色彩与形态变化平衡实用功能（遮阴降噪）与视觉艺术性，构建多维度景观体系。

（二）施工限制下的种植技术创新

临时性与永久性种植的协同设计采用分层策略，例如速生草本覆盖地表控制水土流失，预埋容器苗为远期景观预留生长空间^[3]。快速成景技术依托容器苗全冠移植、模块化拼装（如预制草毯或绿墙单元），缩短景观成型周期并降低施工干扰。土壤改良通过客土置换、有机质添加及微生物修复技术优化根际环境，节水灌溉结合滴灌系统与雨水回用设施，实现资源高效利用。技术集成突破工期与场地限制，在有限条件下构建可持续的景观基底^[4-5]。

三、施工场地园林管理的创新技术

（一）智能化修剪与种植管理工具

1. 无人机辅助修剪与监测技术

无人机技术通过搭载高精度机械臂与多光谱传感器，实现苗木修剪的远程操控与健康状态实时监测。修剪机械臂可依据预设模型（如树冠几何参数）执行精准截枝，避免人工高空作业风险；多光谱成像结合热感应技术，可识别病虫害区域与水分胁迫迹象，生成 NDVI（归一化植被指数）图谱，为修剪强度与灌溉策略提供数据支撑。无人机群协同作业可覆盖大范围施工场地，结合 GIS 系统定位隐患区域，提升应急响应效率，形成“监测—分析—干预”闭环管理。

2. BIM 与 3D 建模在种植设计中的实践

BIM 技术通过构建参数化植物模型，整合场地地形、光照与

地下管线数据，模拟植物生长过程与空间冲突^[6]。设计阶段，3D 建模可可视化不同季相景观效果，优化种植密度与群落结构（如乔木遮荫范围与灌木透光性匹配）；施工阶段，BIM 模型与进度计划联动，指导模块化种植单元定位与灌溉管网敷设，减少返工率。后期运维中，BIM 数据库可关联植物养护信息（如修剪周期与肥料需求），结合物联网传感器实现动态管理，推动园林工程全生命周期数字化协同。

（二）生态化施工技术体系构建

1. 废弃物资源化利用（如修剪残枝堆肥）

施工产生的修剪残枝通过粉碎、发酵与堆肥技术转化为有机基质，利用高温好氧堆肥工艺（如条垛式或反应器发酵）加速木质素降解，促进腐殖质生成^[7]。堆肥过程中，微生物群落活性与碳氮比调控是关键，产物可替代传统泥炭土用于土壤改良，减少填埋压力与化学肥料依赖。例如，将残枝堆肥与客土混合，提升土壤保水性及养分缓释能力，同时构建“修剪—回收—再利用”闭环，实现园林废弃物的零废弃目标。

2. 低影响开发（LID）理念下的雨水管理技术

LID 技术通过生物滞留池、透水铺装与雨水花园等设施，模拟自然水文循环，强化雨水渗透、滞留与净化功能。植物配置选择耐淹耐旱品种（如芦苇、千屈菜），结合砾石过滤层与改良土壤，吸附重金属并降解有机污染物。雨水径流经植物蒸腾与土壤下渗后，补充地下水并降低管网负荷。智能监测系统可实时分析径流量与水质，动态调整滞留池水位或灌溉调度，实现雨洪资源化与生态修复的协同优化。

四、案例分析与实践验证

（一）国内典型施工场地园林项目分析

1. 案例一：某城市综合体景观工程中的修剪与种植实践

该城市综合体景观工程通过整合功能性修剪与景观导向设计，实现生态与美学的双重优化^[8]。项目优先选用乡土树种（如香樟、银杏），结合微环境特征（如建筑遮荫区配置耐阴灌木），确保植物生态适应性。修剪技术上，采用分层修剪策略：乔木通过截断主枝打破顶端优势，促进侧枝萌发以形成遮荫冠层；绿篱通过精细化短截维持边界规整，增强视觉引导性。施工中嵌入季节性修剪计划，例如在休眠期集中疏剪过密枝以减少夏季病虫害风险，同时与工程进度协同，避免机械作业干扰。后期采用智能灌溉系统与 NDVI 植被指数监测，动态调整养护策略，最终实现成活率达 95% 以上，景观即时性与生态稳定性同步提升。

2. 案例二：市政道路绿化带快速美化技术应用

市政道路绿化带项目采用快速成景技术应对工期紧张与交通干扰。设计上，模块化拼装种植单元（如预制草毯与容器苗绿墙）缩短景观成型周期，容器苗全冠移植技术确保植物即时观赏性。土壤改良通过客土置换与有机质添加修复硬化路基，结合滴灌系统实现节水目标^[9]。修剪策略上，采用“轻剪多频”模式维持绿篱形态，同时清除侵入行车视线的枝条以保障交通安全。项目引入 BIM 技术模拟植物生长与空间冲突，优化种植密度（如中

层灌木与地被植物的透光性匹配），避免后期返工。实践表明，模块化技术使绿化带竣工周期缩短40%，且季相变化设计（如常绿与开花植物交替）提升了道路景观的动态美感。

（二）实践效果评估与优化建议

1. 生态效益与景观满意度量化分析

生态效益评估通过碳汇量测算、生物多样性指数（如Shannon–Wiener指数）及土壤理化性质监测实现。例如，某项目植被覆盖后地表径流削减率达35%，土壤有机质含量提升1.2倍，鸟类栖息种类增加5类^[10]。景观满意度采用问卷调查与专家评分结合，从美学协调性（如色彩层次）、功能实用性（如遮荫效率）及空间舒适度三维度量化，结果显示季相变化设计使满意度提升28%。数据表明，生态效益与景观满意度呈正相关，但高密度种植可能导致后期维护成本激增，需平衡即时效果与可持续性。

2. 技术推广的制约因素与改进路径

技术推广受限于初期投入成本高（如模块化种植单元造价）、跨专业协作壁垒（如BIM与园林设计的数据接口兼容性）及施工方技术素养不足。改进路径包括：构建区域性苗木废弃物回收网

络降低堆肥成本，开发轻量化BIM插件简化设计流程，编制标准化施工手册（如修剪周期表、灌溉参数库）并开展定向培训。政策层面需将生态指标纳入工程验收标准，激励技术创新应用，例如对LID设施占比达标的项目给予容积率奖励，推动行业从“重建设”向“重长效运维”转型。

五、总结

本文聚焦施工场地园林技术，深入探讨苗木修剪与美化种植的实践创新。苗木修剪基于生物学与美学原理，通过调控顶端优势、分层修剪等策略优化树冠结构，提升植物抗逆性与景观层次感；施工场地中需统筹安全、功能与景观目标，依季节特性精准修剪。美化种植以生态适应性为原则，选用乡土植物，结合微环境匹配技术，采用模块化拼装及土壤改良实现快速成景与资源高效利用。创新技术如无人机修剪、BIM建模、废弃物堆肥与LID雨水管理构建全生命周期管理体系。案例验证表明，技术应用可缩短工期40%、提升成活率至95%，强化生态效益与景观满意度，为行业转型提供理论与实践参考。

参考文献

- [1] 胡文胜. 园林技术专业创新人才培养教学模式的构建与实践[J]. 黄冈职业技术学院学报, 2015, 17(4):3.
- [2] 陈源. 园林绿化施工中反季节种植技术的应用[J]. 农家致富顾问, 2018(10):2.
- [3] 唐兆原, 杜洪波. 对园林苗木田间栽培技术的改革与创新[J]. 科技创新导报, 2012, (09):135.
- [4] 孔德森. 风景园林绿化工程的技术和实践分析[J]. 产业科技创新, 2020(34):2.
- [5] 程晓波. 创新人才与实践教学改革——以园林工程技术专业为例[J]. 科学时代 (上半月), 2010.
- [6] 陈宇驰. 浅析园林施工新工艺的管理与技术难点[J]. 2021. [8]
- [7] 李洋. 谈园林施工的技术管理与后期养护[J]. 黑龙江科技信息, 2016, (02):234.
- [8] 孙猛. 园林绿化工程施工管理新模式[J]. 工程技术 (全文版), 2016(6):00163–00163.
- [9] 申屠益丰. 浅谈园林景观工程施工技术[J]. 科技创新与应用, 2013(29):1.[11].
- [10] 樊伟宁. 新技术、新工艺在园林工程中的应用[J]. 中国林业产业, 2016(7):1.

浅析莫兰迪色系在适老化居住空间中的应用

宋佳诺

长春理工大学文学院环境设计专业, 吉林 长春 130000

DOI:10.61369/ADA.2024030003

摘 要 : 随着人口老龄化加剧, 适老化居住空间设计需兼顾安全性与舒适性, 其中色彩设计对老年人身心健康具有重要影响。本文探讨莫兰迪色系在适老化居住环境中的应用价值。莫兰迪色系以低饱和度、灰调柔和为特点, 能有效缓解视觉疲劳, 营造宁静氛围, 契合老年人感官退化的生理需求。文章从“面”“线”“点”三个维度提出分层应用策略: 以浅灰、米白等中性色调作为空间基底色, 弱化视觉刺激; 通过灰绿、灰蓝等中层色彩增强功能分区辨识度; 利用灰粉、灰橙等点缀色适度注入活力, 同时避免高饱和度干扰。研究表明, 莫兰迪色系通过色彩层次与明度差异, 既可提升空间安全性, 又能缓解心理孤独感, 实现功能性与美学的平衡。未来研究可结合智能技术进一步优化动态色彩环境, 深化适老化设计的人文关怀。

关 键 词 : 莫兰迪色系; 适老化; 居住空间

Analysis on the Application of Morandi Color System in Age-Appropriate Living Space

Song Jianuo

Environmental Design, College of Liberal Arts, Changchun University of Science and Technology,
Changchun, Jilin 130000

Abstract : With the intensification of population aging, the design of age-appropriate living space needs to take into account safety and comfort, and color design has an important impact on the physical and mental health of the elderly. This article explores the application value of Morandi color system in an age-appropriate living environment. Morandi color is characterized by low saturation and soft gray tones, which can effectively alleviate visual fatigue and create a peaceful atmosphere, which meets the physiological needs of the elderly with sensory degradation. This paper proposes a hierarchical application strategy from the three dimensions of "surface", "line" and "point": neutral tones such as light gray and beige are used as the base color of the space to weaken the visual stimulus; Enhance the recognition of functional partitions through gray-green, gray-blue and other middle-layer colors; Use accent colors such as gray powder and gray orange to inject moderate vitality while avoiding high saturation interference. Research has shown that Morandi's color system can not only improve the safety of the space, but also alleviate psychological loneliness through the difference in color level and brightness, and achieve a balance between functionality and aesthetics. Future research can be combined with intelligent technology to further optimize the dynamic color environment and deepen the humanistic care of age-appropriate design.

Keywords : Morandi color system; age-appropriate; living space

引言

随着全球人口老龄化的加剧, 如何为老年人创造一个安全、舒适、健康的居住环境, 已成为社会关注的焦点。适老化设计不仅关乎老年人的生活质量, 更体现了社会对老年群体的关怀与尊重。^[1]在适老化居住环境的诸多设计要素中, 色彩设计扮演着举足轻重的角色。色彩不仅影响空间的视觉效果, 更与老年人的心理、生理健康息息相关。

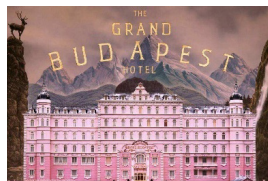
近年来, 莫兰迪色系以其低饱和度、低明度、柔和优雅的独特魅力, 在室内设计领域备受青睐。将莫兰迪色系应用于适老化居住环境, 能够有效缓解老年人的视觉疲劳, 营造宁静舒适的氛围, 提升空间的安全性和舒适度。

一、莫兰迪色系

莫兰迪色系滥觞于意大利艺术家乔治·莫兰迪（Giorgio Morandi）的静物画创作实践，其核心美学特征在于构建了一种独特的低饱和度色彩体系。该色系通过削弱色相纯度与纯度，形成去戏剧化的灰调视觉语言，这种看似克制的色彩构成实则蕴含深层的视觉逻辑：在莫兰迪的调色盘中，赭石、土黄、灰蓝等复合色以微妙梯度构建画面，既规避了高纯度色阶对观者视神经的过度刺激，又通过色相的微差形成丰富的视觉层次。作为20世纪意大利具象艺术的典型范式，莫兰迪的色彩运用遵循“少即是多”的极简主义哲学。其创作突破传统静物画对光影戏剧性的追求，转而通过平面化色块与几何化构图的平衡，在物质世界的平凡器物中提炼出超越性的形式美感。这种“去表现化”的色彩策略，使画面既保持具象绘画的辨识性，又获得抽象艺术的精神纯度，印证了艺术史家格林伯格关于“现代绘画平面性”的论断。从色彩工程的维度审视，莫兰迪色系的中性色调具有优越的视觉适应性。其低对比度的色彩关系（通常控制在3:1至5:1的明度比范围内）有效降低了视网膜的感知负荷，这种生理舒适性为色彩在空间设计中的广泛应用提供科学依据。在环境心理学实验中，该色系被证实能诱发 α 脑波活动，这与东方美学“大巧若拙”的哲学意蕴形成跨时空呼应。^[2]



除此之外，莫兰迪色在服装饰品以及影视作品的画面色彩设计方面应用颇多，在热播剧《延禧攻略》之后，莫兰迪色系爆发，大荧幕上的“莫兰迪色系”更是不胜枚举，比如色彩搭配绚烂华丽的《布达佩斯大饭店》，战争电影《血战钢锯岭》^[3]。莫兰迪色彩运用到电视剧、电影的录制中有更高的要求 and 新的视觉效果，在空间场景布置中、服装、服饰色彩的搭配、和道具模型的类型都需要协同配合，在搭配中需要使用的颜色不仅是较为相似的颜色，同时还需要一些“杂色”比如多层次的灰色进行艺术上的处理，使其丰富空间。从而画面中呈现出所有颜色都不鲜亮，好像蒙上了一层灰。整体色彩画面相互制约、相互抵消，让视觉获得一种完美的平衡感，^[4]而这种平衡感所带来的视觉享受，同样适用于居住空间室内设计。



二、适老化居住空间的色彩需求

在室内设计当中除了要多多关注老年人行动方面的能力外，感官方面的需求同样需要重视。随着年龄增长，老年人的视力下降，对色彩的感知能力也会受到影响，因此要选择适合他们视力状况的色彩，让老人能够从空间营造的氛围中产生舒缓、温馨和安静的情绪。

老年人对于居住空间的需求相比于年轻人个性的色彩搭配与装修风格，老年人通常更倾向于温暖、柔和的色彩，如米色、浅灰色、浅黄色等，这些色彩不仅能够营造出温馨、宁静的居家氛围，更有医学研究表明，老人或病人看到不同色彩时，其血压和脉搏会受到影响，对老年人的睡眠质量、食欲等各方面身体机能都会产生或轻或重的影响，尽量避免使用过于刺眼或冷漠的色彩，如鲜艳的红、蓝、绿等，这些色彩不仅在视觉上会对感官形成刺激，还可能会让人感到不安或压抑。

但同时考虑到老年人视力下降的因素，难以分辨颜色相似的物体。在对于开关面板、扶手等位置设计时可以使用有一定对比度较高的颜色组合，或使用不同的饱和度、亮度等来进行区分，确保老年人能够清晰地看到物体和环境的边缘^[5]。

随着老年群体的年龄逐渐增长，身体机能和运动能力下降，社会属性发生的变化时，往往容易感受到孤独感和失落感，严重者甚至会产生抑郁情绪。在空间色彩环境设计时可以运用色彩来缓解改善老年人的心理孤独感，调动老人的积极性，给他们带去温暖和舒适。合理的色彩设计可以有效改善老人的抑郁症状，良好的色彩环境有利于老年人缓解心理压力从而提升生活幸福感。^[6]

三、莫兰迪色系在适老化居住空间中的色彩应用

在适老化装修中，色彩的运用不仅关乎美学表达，更需兼顾老年人的生理与心理需求。莫兰迪色系以其低饱和度、灰调柔和的特点，能够弱化视觉刺激、营造宁静氛围，同时通过色彩的层次递进增强空间辨识度，成为适老化设计的理想选择。

居住空间的色彩可划分为“面”“线”“点”三个维度，分别对应墙体与地板等大面积背景色、沙发与床等家具的中层色彩，以及装饰品等点缀色。三者相互关联，需在统一中寻找变化，在克制中注入活力，既要避免单调乏味，又要防止过度跳跃带来的视觉负担。

“面”作为空间的基底色，承担着奠定整体基调与调节空间感知的核心功能。墙体、地板与天花板等大面积的色彩选择需优先考虑低对比度、弱刺激的原则。莫兰迪色系中的浅灰、米白、

雾蓝等中性色调能有效缓解老年人因视力衰退产生的眩光敏感，同时通过微妙的灰度差异提升空间纵深感。例如，墙面可采用浅灰或淡米色，这类色彩既规避了纯白色的冷硬感，又比传统暖黄更具现代性；地板则可选用浅棕或米黄色系的莫兰迪调色板，其低饱和度的特性既能与墙面形成自然过渡，又能通过适度的暖调传递安全感。需特别注意的是，地面与墙面的交界处可通过明度差（如浅灰墙面搭配略深的灰褐踢脚线）强化边界轮廓，帮助老年人更清晰地感知空间界限，减少磕碰风险。天花板的处理则建议采用接近纯白的浅灰或乳白色，既能反射光线增强室内亮度，又避免深色带来的压抑感。这种整体柔和的背景色设计，如同画布般为后续家具与装饰的叠加提供包容性，同时通过漫反射原理使光线分布更均匀，降低局部强光对老年人眼睛的刺激。

“线”对应大型家具的色彩，需在背景色的基础上构建视觉层次，既要与“面”形成适度对比以明确功能分区，又要避免突兀的色彩冲突。莫兰迪色系中的灰绿、灰蓝、灰褐等稍深色调是理想选择——它们既保留了色彩倾向以满足辨识需求，又通过融入灰调维持整体和谐^[7]。例如，浅米色墙面可搭配灰蓝色布艺沙发，通过冷调与暖调的微妙碰撞突出家具轮廓，帮助老年人快速定位休息区域；木质床架或餐桌选用灰褐色，既能与浅色地板形成自然过渡，又能通过材质本身的温润感增强心理安定性^[8]。对于储物柜体，可采用比墙面深1-2个色阶的灰色系（如墙面浅灰、柜体中灰），既强化收纳空间的存在感，又通过渐变色维持视觉连贯。在实际应用中需特别注意明度控制：家具与背景色的明度差建议保持在15%-20%之间，既能确保弱光环境下仍具可辨识度，又不会因反差过大造成视觉疲劳。此外，家具边缘可采用哑光金属或浅木色包边，通过材质的轻微反光提示边界，辅助老年人安全活动。这种“线”的层次设计，实质上是在柔和的基调中植入隐性引导，通过色彩与材质的配合，无声地规划空间动线^[9]。

“点”作为装饰点缀色，是空间中不可或缺的活力因子，但在适老化设计中需更加克制。莫兰迪色系的灰粉、灰橙、灰黄等带有微妙色彩倾向的色调，能够在不破坏整体宁静感的前提下增添生机。例如，在米白色沙发上放置灰橙色靠垫，或在浅灰墙面前悬挂灰粉色装饰画，这些点缀色如同水墨画中的淡彩笔触，既

能打破单一性，又以低存在感的方式维持空间秩序。绿植的选择也需融入色彩逻辑——深橄榄色或墨绿色叶片既能与灰调背景形成自然呼应，又能通过植物的生命感舒缓情绪。功能性细节的处理尤为重要：门把手、开关面板等高频接触点可采用浅金色或哑光铜色，利用金属材质的微弱反光提升辨识度；钟表、电话等日常用品则可选用灰蓝色或灰绿色外壳，既满足易寻性需求，又避免鲜艳色彩造成的干扰。需严格规避的是大面积高饱和度色块或复杂图案，例如鲜红色地毯或条纹窗帘，这些元素容易造成视觉混乱，甚至诱发焦虑情绪。点缀色的“少而精”原则在此至关重要，它要求设计师在5%-10%的用色比例内，通过局部提亮、材质对比或形态变化实现画龙点睛的效果。^[10]

最终，这种“面”的包容、“线”的引导与“点”的激活共同作用，构建出既有温度又不失功能性的适老空间——它像一首舒缓的协奏曲，用色彩的灰度差异谱写韵律，用材质的触感差异丰富层次，让老年人在安全与美学的平衡中找到归属与安宁。

四、结语

莫兰迪色系以其低饱和度、灰调柔和的独特美学，为适老化居住空间的设计提供了兼具功能性与艺术性的解决方案。通过“面”“线”“点”三个维度的色彩分层应用，不仅弱化了视觉刺激、营造出宁静舒缓的空间氛围，还通过微妙的明度与灰度差异，增强了老年人对空间界限与功能分区的辨识能力，从而有效降低安全隐患。这种色彩设计既契合老年人感官退化的生理需求，又以柔和的视觉语言缓解心理孤独感，在安全与美学之间实现了动态平衡。

随着人口老龄化进程的加快，适老化设计已从单一的功能性需求演变为对人文关怀的深度探索。莫兰迪色系的应用实践表明，色彩不仅是空间的装饰元素，更是传递温度、塑造情感的媒介。未来，如何在更多元的场景中拓展其应用潜力，或结合智能技术优化动态色彩环境，值得进一步研究。唯有将科学性与人性化深度融合，才能为老年群体构筑真正“老有所安”的理想居所，让设计的力量温暖生命的每一程。

参考文献

- [1] 于风, 谢杨, 刘盛泽, 谷有法, 王泓. 高品质住宅空间适老化设计中的人性化元素分析 [J]. 建设科技, 2024(9): 42-45.
- [2] 蔡美龙. 流行色彩在现代居住空间设计中的应用 [J]. 居舍, 2021年5月(上): 9-10.
- [3] 谢辉. 色彩理论在影视作品中的视觉表现——以电视剧《延禧攻略》为例 [J]. 绿色科技, 2019, (19): 86-87.
- [4] 傅毅, 冯亦. 莫兰迪色系在家具与室内设计中的应用与研究 [J]. 家具与室内装饰, 2021.03(265): 123-125.
- [5] 赵策明. 家居风格设计全书 [M]. 江苏凤凰科学技术出版社: 2022.03.193.
- [6] 田常赛, 徐然然. 莫兰迪色系在适老化空间色彩设计中的运用探究 [J]. 色彩, 2021(9)期: 19-20.
- [7] 陈燕燕, 毛一山, 罗丽萍. 色彩心理学在专题展示设计中的应用与研究 [J]. 丝网印刷, 2024, (18): 74-76.
- [8] 杨芷轩. 室内设计中空间形式的艺术表现研究 [J]. 居舍, 2022, (32): 32-35.
- [9] 王洛涛. 莫兰迪色系在室内装饰设计中的渗透 [J]. 居舍, 2020, (01): 29.
- [10] 冯笑, 严海新, 唐祥, 张乘风. 莫兰迪色在家居空间中的运用 [J]. 家具与室内装饰, 2019.11: 104-105.

通甬高铁如东延伸段速度目标值研究

路良恺

中国铁路设计集团有限公司, 天津 300300

DOI:10.61369/ADA.2024030004

摘 要 : 以通甬高铁如东延伸段项目特征为基本出发点, 结合相邻路网、技术政策要求、客流特征、综合交通运输体系、车站分布等因素选定了 160 公里/小时和 200 公里/小时两种速度目标值方案进行必选, 得出 200 公里/小时方案较公里/小时方案投资增加 1.8 亿元, 节省时分 2.9 分钟, 投资节时比为 0.6 亿元/分钟, 有利于充分发挥快速客运网整体效益, 推荐采用 200 公里/小时作为通甬高铁如东延伸段速度目标值。

关 键 词 : 速度目标值; 综合比选

Research on the Speed Target Value of the Rudong Extension Section of the Tongzhou-Ningbo High-Speed Railway

Lu Liangkai

China Railway Design Corporation Limited, Tianjin 300300

Abstract : Based on the characteristics of the Rudong Extension section of the Tongzhou-Ningbo High-Speed Railway project as the basic starting point, combined with factors such as the adjacent road network, technical policy requirements, passenger flow characteristics, the comprehensive transportation system, and the distribution of stations, two speed target value schemes of 160 kilometers per hour and 200 kilometers per hour were selected for compulsory selection. It was concluded that the 200 kilometers per hour scheme increased the investment by 180 million yuan compared with the kilometers per hour scheme. It saves 2.9 minutes of time and has an investment time-saving ratio of 60 million yuan per minute, which is conducive to giving full play to the overall benefits of the rapid passenger transport network. It is recommended to adopt 200 kilometers per hour as the speed target value for the Rudong extension section of the Tongzhou-Ningbo High-Speed Railway.

Keywords : speed target value; comprehensive comparison and selection

引言

通甬高铁如东延伸段位于江苏省南通市境内, 是连接如东县与南通市区的客运铁路, 线路长度约 54km, 利用宁启线接入国铁路网, 设南通、南通州北、如东东 3 座车站, 远期南通至南通州北段与如通苏湖城际铁路共线运营。

一、项目概况

本项目是南通东北部地区对外运输的重要快速铁路客运通道, 是南通-如东廊道内骨干线路, 是填补区域快速铁路空白、推动形成区域协调发展新格局的重要支撑线路。

本项目主要承担沿线地区城际客流及市域客流, 同时兼顾中长途客流, 初、近、远期预测客运量分别为 328、420、926 万人, 旅客列车对数分别为 15、18、43 对。



图1 通甬高铁如东延伸段地理位置示意图

作者简介: 路良恺 (1991-), 男, 汉族, 江苏省镇江市人, 工程师, 硕士研究生, 主要从事铁路选线研究。

二、速度目标值分析

速度目标值决定了未来列车可能实现的最高运行速度，直接影响线站位方案、工程投资，也关系到铁路网功能作用、建设运营成本和网络运营效率^[1-4]。速度目标值方案研究应结合项目相邻路网、技术政策要求、客流特征、综合交通体系、车站分布等因素综合分析^[1]。

（一）适应相邻路网的速度目标值

研究年度与本项目相邻路网中通甬高铁、沪宁沿江高铁、沪渝蓉高路、盐通高铁等速度目标值均为350公里/小时；既有徐宿淮盐铁路速度目标值为250公里/小时，既有宁启线、沪通铁路、规划如通苏湖城际等速度目标值为200公里/小时。本项目衔接各线速度目标值并不统一。但本项目利用宁启线衔接国铁路网，且远期和如通苏湖城际铁路共线运营，从与相关线路速度目标值的适应性分析，本项目速度目标值宜选择200公里/小时。

（二）符合技术政策要求的速度目标值

根据国办函〔2021〕27号文规定，近期双向客流密度2500万人次/年以上、中长途客流比重在70%以上的高铁主通道线路，可采用时速350公里标准。规划建设近期双向客流密度1500万人次/年以上的高铁区域连接线，可采用时速250公里标准。本项目近期最大区段客流密度低于双向客流密度1500万人次/年，宜采用200公里/小时及以下的速度目标值^[2]。

（三）适应客流特征的速度目标值

本项目是如东地区对外运输的快速铁路客运通道，是扩大高速铁路覆盖面的重要交通基础设施，是引导如东城镇化建设，加强如东与上海、南京、苏锡常等都市圈快速联系的重要载体，主要承担沿线地区与长三角核心城市间城际客流及如东县、通州区东北部与南通中心城区间大点直达市域郊客流，约占总客流的90%以上；同时承担部分南通东北部地区与全国各地的中长途客运交流。从客流构成来看，本项目短途客流占比较大，中长途客流占比较少，速度目标值不宜过高。

（四）在综合交通运输体系中具有竞争力的速度目标值

现状如东至南通无既有铁路，本项目主要面临与公路的竞争。如东至南通高速公路55公里，自驾小汽车旅行时间约42分钟，乘坐公共大巴汽车旅行时间约60分钟，本项目采用160公里/小时及以上的速度目标值具有较强的市场竞争优势。但从本项目市域、城际客流出行需求度分析，应尽可能缩短旅行时间^[3]。

（五）适应车站分布的速度目标值

本项目设站3座，平均站间距约27公里。本项目客流水平相对较低，从吸引客流、保证服务范围的角度，南通州北站宜按停站考虑。根据牵引计算模拟，南通州北站停站的情况下，采用设计速度250公里/小时、200公里/小时、160公里/小时方案列车达速运行距离分别占总里程的45%、68%、80%。不同速度目标

值方案运行达速情况如图2所示。由图2可知，160、200公里/小时方案达速比均大于50%，经济合理，250公里/小时方案达速水平明显低于其他方案。

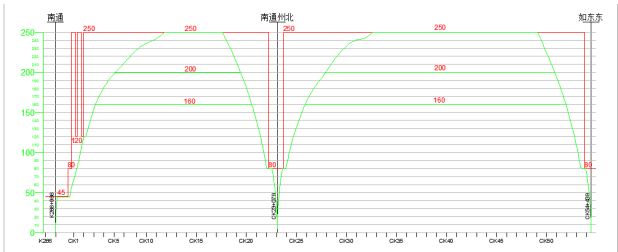


图2 不同速度目标值方案 V-S 曲线图

综合相邻路网、技术政策要求、客流特征、综合交通运输体系、车站分布等因素，本项目宜采用160公里/小时或200公里/小时速度目标值^[4]。

三、速度目标值方案工程经济比较

根据上述分析，以下对160公里/小时、200公里/小时两个速度目标值方案进行工程经济比较。

表1 不同速度目标值方案技术经济比较表

项目	160公里 / 小时方案	200公里 / 小时方案	差值
线路长度（公里）	53.9	53.7	-0.2
桥梁比例（%）	97.5	97.5	0
工程投资（亿元）	97.2	99.0	+1.8
旅行时分（分钟）	30.2	27.3	-2.9

由表1可知，200公里/小时方案较160公里/小时方案投资虽增加约1.8亿元，但旅行时间可减少2.9分钟，即160公里/小时方案较200公里/小时方案投资节时比为0.6亿元/分钟，效果显著，有利于充分发挥快速客运网整体效益，推荐本项目采用200公里/小时速度目标值。

四、结论

通甬高铁如东延伸段采用200公里/小时速度目标值与相邻路网、客流特征、车站分布相适应，符合技术政策要求，在综合交通运输体系中具有竞争力，较160公里/小时方案增加投资约1.8亿元，节省时分2.9分钟，投资节时比0.6亿元/分钟，效果提升明显，有利于充分发挥快速客运网整体效益，推荐采用。

参考文献

- [1] 马大伟. 高速列车及其速度目标值的探讨 [J]. 中国铁道科学, 2003, 24(5): 1.
- [2] 史艳丽. 京津城际客运专线速度目标值的选择 [J]. 铁道标准设计, 2005, 21(4): 21.
- [3] 贺永志. 新建包头至银川铁路速度目标值方案研究 [J]. 铁道标准设计, 2018(11): 1-5.
- [4] 展志红. 天津至潍坊高速铁路速度目标值选择 [J]. 铁道勘察, 2018(5), 87-89.

探讨 CTB 模型驱动下老字号数智活化工程

刘丰毅¹, 庞艳^{2*}, 姚子刚^{1*}

1. 华东理工大学, 上海 200237

2. 上海同增规划建筑设计事务所有限公司, 上海 200092

DOI:10.61369/ADA.2024030005

摘 要 : 中华老字号在数字经济时代面临文化基因失活、市场代际脱节等困境, 传统模式与数字化需求矛盾凸显。2023 年相关管理办法虽明确品牌焕新为重点, 但既有研究割裂技术与文化, 缺乏协同框架, 导致文化断层、创新成本高企等瓶颈。本研究以 DeepSeek 为底座, 首创 CTB 三维品牌活化模型, 通过文化基因提取、技术赋能路径、商业价值评估协同机制破局, 基于知识图谱挖掘隐性基因, 用多模态技术实现文化数字化转译, 搭建数字博物馆与焕新实验室形成“解码-转译-验证”闭环, 提供文化传承与商业创新可复制范式, 响应政策并填补理论实践空白。

关 键 词 : 老字号品牌焕新; 人工智能; 文化传承; 品牌数字化转型升级

Exploring the CTB Model-driven Digital and Intelligent Revitalization Project of Time-Honored Brands

Liu Fengyi¹, Pang Yan^{2*}, Yao Zigang^{1*}

1. East China University of Science and Technology, Shanghai 200237

2. Shanghai Tongzeng Planning and Architectural Design Office Co., Ltd. Shanghai 200092

Abstract : In the digital economy, Chinese time-honored brands face cultural-market disconnection and production-model conflicts. 2023 policies prioritize renewal, yet research lacks integrated tech-culture-commercial frameworks, causing retention and innovation bottlenecks. This study uses DeepSeek to propose the CTB model—cultural gene extraction, tech empowerment, and commercial assessment—to form a "decoding-translation-verification" loop, offering a replicable solution for heritage and innovation, addressing policy needs and theoretical gaps.

Keywords : rejuvenation of time-honored brand; artificial intelligence; cultural inheritance; digital transformation and upgrading of brands

引言

在数字化浪潮中面临文化基因失活与市场代际脱节的系统性困境。一方面, 由于老字号品牌本身历史文化太过久远, 导致品牌文化随着时间逐渐消散, 宝贵的民族财富也在时间长河中失去其昔日的光彩, 同时年轻消费者对老字号的文化认同严重断层。数据显示, 95 后平均仅知晓 19 个老字号品牌, 而 60 后群体认知度高达 41 个, 代际差异显著, 另一方面, 由于老字号品牌本身具有丰厚的文化积累, 无法过于依赖传统的品牌焕新模式, 需要投入大量的时间与精力了解品牌文化故事, 导致焕新效率低下且成本高昂。

现有技术方案存在两大问题。第一, 在现阶段, 若利用新技术 AI 赋能老字号品牌, 存在着一定的技术殖民的风险, 国际通用模型 (如 GPT-4) 在中华传统文化任务中失真率高达 42%, 易导致“文化西化”“符号误用”等问题, 第二, 传统研究多聚焦单点问题 (如品牌焕新如何盈利), 缺乏系统性框架平衡文化保护与商业创新。因此本文从这两点问题出发, 有针对性地进行学术创新。

一、文献综述与理论框架

(一) 研究目标与意义

本研究以国产自研大模型 DeepSeek 国产大模型为待训练的

核心技术底座, 针对老字号品牌文化基因失活与市场代际脱节两大问题, 团队首创了 CTB 三维活化模型 (Culture-Technology-Business), 首次将文化基因提取 (C)、技术赋能路径 (T) 和商业价值评估 (B) 纳入统一框架, 基于此模型, 诞生了老字号数

作者简介: 刘丰毅 (2004.12-), 男, 汉族, 河北省邢台市人, 大学本科在读, 职称为, 风景园林专业。

通讯作者:

庞艳 (1977.01-), 女, 汉族, 广西省桂林市人, 研究生学历、高级工程师、研究方向: 城市更新, 文化遗产, 城市复兴, 乡村振兴, 历史文化建筑保护, 智慧城市, 城乡可持续发展;

姚子刚 (1977.11-), 男, 汉族, 江苏省东台市人, 博士学位, 高级工程师, 华东理工大学旅游规划与会展研究所 (校级) 所长, 主要从事文化遗产、城乡规划方面研究。

字博物馆与老字号焕新实验室两大创新程序。

团队通过“试验化点，集点为线，聚线为面”的发展路径探索可全国推广的老字号品牌数字化焕新的新模式，同时，基于国产大模型的深度定制开发可有效解决文化数字化领域的“技术殖民”风险，为传统文化资源的现代化转译提供可控、可信、可持续的技术路径。

（二）国内外研究进展对比

既有研究证实数字化转型对中华老字号可持续发展具有显著正向效应，其作用机制体现为创新驱动、资源配置优化、品牌重塑及治理升级四大路径。典型案例显示，五芳斋通过设立非粽事业部拓展产品线，结合《世界模型》等数字化营销实现年轻用户互动率提升141%，印证了“生产流程创新—消费场景重构”的数字化转型逻辑。但当前研究存在双重局限：其一，多聚焦电商营销、非遗保护等单点问题，未能构建“文化基因挖掘—技术赋能—商业转化”的全链路框架，导致文化传承与市场创新协同机制缺失；其二，文化价值评估体系覆盖率仅37%，反映出理论建构与实践应用的脱节。^[1-3]

（三）理论创新：CTB三维活化模型

基于上述研究缺口，本团队首次提出CTB三维活化模型（Culture-Technology-Business）中实现了突破，如图1所示，首次将文化基因提取（C）、技术赋能路径（T）和商业价值评估（B）纳入统一框架，突破了传统单一研究模式的局限，为老字号品牌的活化提供了系统的理论支撑。

在文化层，进行老字号品牌文化基因提取（C），结合老字号品牌掌门人提供的口述资料，文献记录与实地考察调研，提炼出涵盖符号系统、技艺链、叙事体系三类品牌基因，采用多粒度注意力机制解析非结构化史料，构建要素关联网络，使不同模态的品牌基因产生共鸣。最后设置“原真性守护阈值”（核心工艺修改幅度 $\leq 15\%$ ），通过传承人校准确保文化内核完整性。

在技术层，进行技术赋能路径（T），利用国产模型DeepSeek-R1（知识蒸馏模块），从品牌档案中提取文化特征向量，中文语义解析准确率可达92.7%（GPT-4准确率78.3%），生成老字号品牌数字化档案，再通过AI问答科普等方式打通年轻消费人群的壁垒。同时，利用建模与绘图等技术，为老字号品牌打造互联网时代的线上数字IP，构建全流程的宣传营销模式。



图1 老字号数字博物馆界面 来源：[作者自做]

在商业层面，结合前两步，对老字号品牌数字化转型进行商

业价值评估（B），确保数字化转型升级的价值转化得以量化评估，同时通过打造首个支持“生成—审查—迭代”全流程的老字号智能焕新平台，以基于强化学习的AI策略动态调参为外循环的人机协作模式，确保最终方案的科学性和商业可落地性。^[4-5]

二、方法论与技术架构

（一）老字号品牌 AI 焕新实验室构建

老字号品牌焕新实验室是首个支持“生成—审查—迭代”全流程的老字号智能焕新平台，以“文化基因挖掘→策略生成→动态验证→迭代优化”为核心流程，搭配以专业设计团队对文化原真性进行人工校准作为内循环，基于强化学习的AI策略动态调参为外循环的人机协作模式，确保最终方案的科学性和商业可落地性。

在运行过程中，首先由老字号品牌方提出诉求，接着利用DeepSeek-R1知识蒸馏模型。通过层次化Transformer解析非结构化数据，提取文化要素特征向量，进而进行焕新策略生成，通过CBR模块（案例推理）搜索成功案例库中以往案例，计算适配策略的可行性，在训练过程中，加入强化学习调参的过程，设置奖励函数 $Reward = 0.4 \times \text{文化保留度} + 0.3 \times \text{用户互动率} + 0.3 \times \text{商业转化率}$ ，同时加入文化失真预警系统，确保核心工艺修改幅度 $\leq 15\%$ ，传统符号保留度 $\geq 70\%$ ，例如：模型自动驳回“狗不理包子改为西式甜点”提案。当通过所有的模型自检系统后，会将初步方案提供给老字号品牌方进行审核的步骤，若不通过则从新生成，若通过则进入迭代部分。^[6]

（二）老字号品牌数字艺术博物馆设计

本次研究希望通过老字号品牌数字艺术博物馆的构建，实现通过数字化手段保存与活化老字号文化基因，防止品牌历史文化失活，同时以沉浸式体验提升年轻群体对老字号文化的认知与兴趣，打通年轻消费群体市场，联动线上线下，推动文创产品开发与品牌价值提升。

在构建老字号品牌艺术博物馆时，通过基因级数字化结构，结合口述资料，文献记录与实地考察调研，提取出老字号品牌鲜明的文化元素，结合AI科普问答系统，以年轻人喜闻乐见的方式讲述老字号品牌故事，同时，利用新技术，结合老字号品牌特色，给予其互联网时代的数字IP形象，利用多媒体矩阵，进行线上线下的多渠道营销宣传，将老字号品牌的文化与内涵传递给社会大众，有效提升了品牌的知名度和影响力，为老字号文化的传承与创新营造了良好的社会氛围。^[7-8]

三、实证研究与效果分析

（一）实验设计

上海三阳南货店创立于1870年，以宁式糕点与腌腊制品闻名，2011年获评“中华老字号”。然而，面对Z世代消费偏好变迁与线上渠道冲击，其2022年销售额同比下降18%，年轻客群占比不足15%。

1.文化基因提取（C）：在我们查阅历史文献以及与三阳南货店掌门人的交流中我们了解到，三阳南货店的经典商标形象即羊牌是盘羊即世上体型最大的绵羊种类，四肢强劲有力，同时市场调研中了解到，宁式糕点是羊牌商标下的招牌产品，也是三阳南货店的核心基因，其作为中式烘焙行业下极具特色的系列产品，将之打造为明星产品，以期激发三阳南货店的互联网爆发潜质。

2.技术赋能路径（T）：我们将这一元素进行提取后提交给老字号品牌焕新实验室，得到的AI回复为“羊”即祥也，使用羊作装饰的图案有吉利、祥瑞的寓意，也与三阳南货店的企业精神相契合，以此为元素打造新的数字IP形象，同时如图2所示借助AI提取到两种主色调，一种取自三阳南货店最早的产品包装中的三阳红，寓意着古朴的红纸与棕色的细绳将一份好彩带回家，有着美好的寓意，另一种则提取自三阳南货店最经典的产品苔菜中郁葱的绿色，取名为苔棉率，降低其明度，更为质朴，营造文化沉淀氛围彰显百年历史。结合二者搭配羊的形象共同创造三阳南货店的新国潮风。



图2左一为羊牌logo，右二右三则为两种主色调 来源：[作者自做]

3.商业价值评估（B）：在市场落地中，我们采纳了AI提出的将“三阳开泰”作为品牌发展至今的核心内涵，饱含对消费者的诚挚祝愿，同时，确保“宁”代表“宁式糕点”强化品牌与核心产品的关联，此外，“宁”也代表着上海话中的“您”强化三阳南货店的海派特色，最终，汇总为“三阳开泰，为宁而来”寓意着以“海派宁式糕点”作为三阳南货店的招牌产品，始终愿为“上海的宁式糕点”不懈精进，愿为“上海宁”持续提升，表达三阳南货店对未来的美好愿景。

经过老字号品牌CTB三维活化模型实地实验后，通过焕新前与焕新后的数据对比来看AI焕新策略使品牌周均经济效益增长20.3万元，直接/间接带动就业100+人，南京路旗舰店日人流量提升800+人次。研究验证了AI技术在老字号转型中的效率提升、文化活化与普惠价值，为同类企业提供可复用的数字化转型范式，同时为三阳南货店打开了线上销售渠道，通过新的数字IP形象，将三阳南货店送到了新时代年轻人的面前，成功打开了年轻消费市场，让老味道走入新人群，对于三阳南货店这一老字号品牌长远发展有着十分积极的影响。^[9-10]

参考文献

- [1] 刘若晨, 向懿潞, 陈熙. 老字号品牌商业空间更新设计研究——以叶开泰为例 [J]. 安徽建筑, 2023, 30(02): 35-36+51. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2023.2.014.
- [2] 蒋彤. 基于整合营销传播的南京路老字号品牌IP化视觉更新策略研究 [D]. 华东理工大学, 2020. DOI: 10.27148/d.cnki.ghagu.2020.000597.
- [3] 冯炫洪. 新媒体时代老字号品牌更新的成功之道——以北京故宫博物院为例 [J]. 现代营销 (经营版), 2019, (11): 80-82. DOI: 10.19921/j.cnki.1009-2994.2019.11.062.
- [4] 星空. 用AI抓住当下的力量, 赋能新零售 [J]. 互联网周刊, 2018, (24): 34-35.
- [5] AI时代零售业的智能变革 [J]. 大数据时代, 2018, (12): 13-19.
- [6] 崔嘉. 新零售时代下的数据智能营销战略——零售行业如何利用AI技术创造价值 [J]. 清华管理评论, 2019, (04): 20-23.
- [7] AI让时尚行业越来越智能 [N]. 中国信息化周报, 2019-07-29(026).
- [8] 马晓信, 殷黎明. AI赋能绿色安全百年建筑 [J]. 城市开发, 2023, (02): 82-84.
- [9] 翁昌寿. 人工智能与人类创意: AIGC创新扩散中——基于出版上市公司2023半年度报告及2022年度报告的分析 [J]. 中国出版, 2023, (18): 16-24.
- [10] 新一代人工智能赋能城市规划: 机遇与挑战 [J]. 城市规划学刊, 2023, (04): 1-11. DOI: 10.16361/j.upf.202304001.

存量房市场环境下房地产项目二次策划与价值重塑研究

乔华春

天津谐能新能源有限公司, 天津 301500

DOI:10.61369/ADA.2024030007

摘 要： 本研究聚焦存量房市场环境下房地产项目二次策划与价值重塑，系统阐述存量房市场、二次策划及价值重塑相关理论。通过剖析市场规模结构、发展趋势及对项目的影响，揭示项目实践中面临政策限制、市场接受度低、资金压力大等问题。针对这些问题，提出加强政企沟通、精准营销、引入多元投资等应对策略，并结合一线、二线城市及住宅、商业不同类型项目案例，验证策略有效性。研究表明，科学运用二次策划与价值重塑理论，可挖掘存量房潜力，推动房地产行业可持续发展，为行业实践提供理论与方法支撑。

关 键 词： 存量房市场；房地产项目；二次策划；价值重塑

Research on Secondary Planning and Value Reshaping of Real Estate Projects in the Context of the Stock Housing Market

Qiao Huachun

Tianjin XieNeng New Energy Co., Ltd. Tianjin 301500

Abstract： This study focuses on the secondary planning and value reshaping of real estate projects in the context of the stock housing market, systematically expounding on theories related to the stock housing market, secondary planning, and value reshaping. By analyzing the market size and structure, development trends, and their impact on projects, it reveals issues faced in project practice, such as policy restrictions, low market acceptance, and high financial pressure. To address these issues, the study proposes countermeasures such as strengthening government-enterprise communication, precision marketing, and introducing diversified investment. The effectiveness of these strategies is verified through case studies of different types of projects in first-tier and second-tier cities, including residential and commercial projects. The research shows that the scientific application of secondary planning and value reshaping theories can tap into the potential of the stock housing market, promote sustainable development in the real estate industry, and provide theoretical and methodological support for industry practices.

Keywords： stock housing market; real estate projects; secondary planning; value reshaping

引言

随着我国住房制度改革推进，房地产市场发展成熟，存量房市场规模与地位日益凸显。2017年我国存量资产已达250万亿-300万亿，大量房屋经改造仍具使用价值，加之城市土地供应紧张、人口结构变化及城镇化进程趋缓等因素，推动房地产市场从增量时代向存量时代转型。在此背景下，存量房市场不仅是重要住房资源载体，对稳定楼市、拉动经济意义重大。但存量房项目普遍存在功能老化、竞争力下降等问题，亟须二次策划与价值重塑。通过二次策划可挖掘项目潜力、优化功能与定位，借助价值重塑能提升品牌与市场价格，使其契合市场需求，为房地产行业可持续发展注入动力。

一、相关概述

（一）存量房市场相关理论

过去二十年来，中国房地产中存在的房价暴涨、暴利、投资投机都源于增量市场。自然，房地产领域的所有调控措施主要是针对增量市场并波及存量市场。但是增量的效益是单类性、第一性的，而存量则是综合性、复始性的^[1]。存量房市场，是指已被

购买或自建并取得所有权证书的房屋再次进入市场进行交易、租赁等活动的总和。从市场特征来看，存量房市场具有分散性，房源广泛分布于各个区域、小区，产权归属多样；同时，信息不对称程度较高，买卖双方对房源信息、市场行情等的掌握存在差异。依据经典市场理论，存量房市场的价格受供求关系影响，当市场供应量大于需求量时，价格往往呈下降趋势；反之，则价格上升。此外，存量房市场的交易周期相对较长，涉及产权过户、贷款审批等多个环

节，这也使得市场流动性相较于新房市场稍显不足。

（二）房地产项目二次策划理论

房地产项目二次策划，是针对已建成或部分销售的房地产项目，基于市场环境变化、项目自身现状等因素，对市场定位、产品设计、营销策略等进行系统性重新规划与优化调整的过程。在具体实施中，需要先全面评估项目现状，深度剖析销售数据、客户反馈意见，并细致研究周边市场竞争态势，以此精准把握项目优劣势^[2]。基于此，进一步重新明确目标客户群体，完成市场定位的精准校准。而围绕目标客群需求，则需开展产品优化设计，涵盖户型功能调整、社区配套设施升级等方面。当产品优化完成后，还需量身定制针对性营销策略，确保推广精准有效。总的来说，二次策划的关键在于敏锐洞察市场动态，深度理解客户需求演变趋势，高效整合项目各类资源，最终实现项目价值的全面提升与最大化。

（三）房地产项目价值重塑理论

房地产项目价值重塑，是通过系统性策略实现项目品牌、功能与市场价值多维跃升的重要手段。在品牌价值层面，通过塑造差异化品牌形象，依托优质物业服务、特色社区文化活动等方式，持续提升项目知名度与美誉度，强化市场辨识度，从而吸引更多潜在客户。功能价值重塑聚焦于动态响应客户需求，通过空间功能重构与设施迭代升级，赋予项目新的生命力。例如将老旧商业建筑改造为集办公、休闲、娱乐于一体的复合空间，显著提升项目实用性与吸引力。市场价值重塑则以精准的市场定位为基础，综合运用合理定价策略与创新营销手段，充分挖掘项目潜在价值，提升投资回报率，实现项目市场竞争力的全面提升。

二、存量房市场环境分析

（一）存量房市场规模与结构

存量房市场规模庞大，潜力与资源富集。据相关数据显示，2017年我国存量资产已达250万亿-300万亿元，市场体量可见一斑。从区域分布看，不同层级城市呈现显著差异：一线城市因经济发达、人口密集，存量房数量庞大且交易活跃；部分三四线城市及县城则面临库存结构性问题，如东北、西北部分三四线城市住宅库存高企，去化压力较大。在房型结构上，市场覆盖多元类型，既有老旧小区的小户型刚需住房，也有早期开发的中等户型，更不乏近年建设的大户型改善型产品^[3]。这些关于规模、区域分布和房型结构的特征，构成了房地产项目二次策划的重要市场基底，开发者需以此为依据，精准锚定项目定位与开发方向。

（二）存量房市场发展趋势

从政策导向来看，随着房地产市场调控的持续推进，政府对存量房市场的关注度不断提高。政策逐渐倾向于引导存量房市场的健康发展，如鼓励盘活存量房源发展租赁市场，支持住房升级改善等。同时，在市场需求变化方面，随着消费者对居住品质要求的提升，对存量房的功能性、舒适性等方面提出了更高需求。消费者不再仅仅满足于基本的居住需求，更注重房屋的环境、配套设施以及社区服务等。此外，随着人口结构的变化，老龄化加剧，对适老化住房的需求也在逐渐增长。这些政策导向与市场需

求变化的趋势，将深刻影响存量房市场的发展方向，也为房地产项目二次策划与价值重塑指明了方向。

（三）存量房市场对房地产项目的影响

存量房市场环境给房地产项目带来了诸多机遇与挑战。在机遇方面，存量房市场中存在大量具有潜在价值的房产，通过二次策划与价值重塑，可以挖掘这些房产的隐藏价值，满足市场上不断变化的需求，从而开拓新的市场空间。例如，对一些老旧小区进行改造升级，提升其居住环境和配套设施，能够吸引更多追求生活品质的购房者^[4]。然而，挑战也同样严峻。存量房市场的竞争压力较大，大量存量房项目争夺有限的市场需求，这就要求二次策划的项目必须具备独特的竞争优势。此外，消费者对存量房项目的预期较高，若二次策划不能有效提升项目品质，可能难以获得市场认可。同时，存量房项目在二次策划过程中，还需面对诸如产权复杂、改造难度大等问题，这些都增加了项目开发的难度和风险。

三、房地产项目二次策划与价值重塑实践中面临的问题

（一）政策限制问题

在房地产项目二次策划过程中，政策在土地用途与规划调整等方面存在诸多限制。从土地用途来看，现行土地管理政策对土地的用途有着严格界定，一旦土地被规划为特定用途，如住宅用地、商业用地等，在二次策划时想要改变其用途往往面临极大阻碍。这主要是由于土地资源的稀缺性与合理利用的考量，政府需确保土地用途符合城市总体规划，避免土地资源浪费与无序开发。在规划调整方面，城市详细规划对建筑密度、容积率、绿地率等指标有着明确规定，二次策划若要突破这些规划指标进行调整，需经过复杂的审批程序。其原因在于维护城市空间布局的合理性与稳定性，保障城市居民的生活环境质量，防止因随意调整规划而引发城市功能混乱等问题^[5]。

（二）市场接受度问题

当前，房地产二次策划项目在市场推广中面临认可度显著偏低的困境，这一问题在消费端认知与市场环境层面呈现多维度复杂表征。从消费者心理来看，长期形成的固有认知偏差，使不少购房者将二次策划项目与原项目规划缺陷、销售困境直接关联，本能地对项目质量安全和价值兑现能力产生疑虑，这种先入为主的观念导致他们在购房时持谨慎观望态度，甚至将此类项目排除在优先选择之外。

在市场环境层面，经济增速放缓与房地产行业调整周期叠加，消费者对房地产投资回报率的预期持续走低。而二次策划项目涉及改造、功能重新定位等环节，开发过程存在规划调整、施工周期等不确定性，与消费者追求“低风险、稳收益”的心理相悖，进一步加剧了市场信任度的流失。此外，市场推广策略的缺位加剧了这一困境^[6]。部分开发企业未能通过精准营销和多元传播，向目标客群清晰传递项目在空间功能、配套服务等方面的创新优势。信息不对称导致消费者对二次策划项目认知片面，无法感知其差异化竞争力，最终形成“认知盲区—信任缺失—接受度

低下”的恶性循环，严重阻碍了二次策划项目的市场拓展。

（三）资金压力问题

二次策划过程中，资金压力问题较为突出。资金来源困难是常见问题之一，相较于新建项目，二次策划项目在融资时面临更多挑战。银行等金融机构对二次策划项目的风险评估更为严格，因其涉及原有项目的遗留问题、二次开发的不确定性等因素，导致贷款审批难度加大。同时，成本增加也加剧了资金压力，二次策划需要对原有项目进行评估、改造设计、重新施工等一系列工作，这些环节都会产生额外成本。例如，对老旧建筑的检测与加固费用、为满足新的规划与市场需求而进行的设计变更成本等^[7]。此外，若二次策划周期延长，还会增加资金的时间成本，进一步加重资金压力，这些因素共同导致二次策划项目面临较大的资金困境。

四、应对房地产项目二次策划与价值重塑问题的策略

（一）应对政策限制策略

在房地产项目二次策划与价值重塑过程中，政策限制是必须面对的重要问题。为灵活应对政策变化，首先应加强与政府的沟通。房地产开发企业需积极主动地与相关政府部门建立良好的沟通渠道，及时了解政策制定的背景、目的及未来走向。通过定期与政府部门进行交流，企业能够准确把握政策动态，在项目二次策划阶段就充分考虑到政策因素，避免因政策调整而导致的策划方案失效。例如，在土地用途规划方面，与政府沟通能够提前了解该区域未来的土地功能定位，从而在二次策划中合理调整项目功能布局^[8]。同时，提前研究政策走向也至关重要。企业应设立专门的政策研究团队，对国家和地方出台的房地产相关政策进行深入分析，预测政策可能的调整方向。通过对政策趋势的前瞻性研究，企业可以在二次策划时预留一定的调整空间，使项目能够迅速适应政策变化，确保项目的顺利推进和价值重塑目标的实现。

（二）提高市场接受度策略

提升市场对二次策划项目的认可度是实现价值重塑的关键环节。精准营销是提高市场接受度的重要手段。房地产开发企业应深入调研目标客户群体的需求、偏好和消费能力，根据调研结果制定精准的营销策略。例如，针对年轻消费群体，他们注重居住体验和个性化需求，企业可以在二次策划的项目中增加个性化设

计元素，如定制化的装修方案、共享社交空间等，并通过社交媒体、线上平台等年轻人常用的渠道进行精准推广。打造项目特色也是吸引市场关注的有效方式。企业应挖掘项目自身的独特优势，如地理位置、历史文化背景、建筑风格等，并将其转化为项目的特色亮点^[9]。以具有历史文化底蕴的老旧小区改造项目为例，可以在二次策划中保留和修复历史建筑元素，结合现代生活需求打造具有文化特色的居住社区，这种独特的项目特色能够吸引对文化有较高追求的客户群体，提高市场接受度。

（三）缓解资金压力策略

资金压力是房地产项目二次策划与价值重塑过程中的一大挑战，有效的资金筹措和管理方法对于项目的成功至关重要。引入多元投资主体是缓解资金压力的重要途径。房地产开发企业可以积极寻求与其他企业、金融机构、投资基金等的合作，通过股权投资、项目债券等方式吸引多方资金注入。例如，与专业的房地产投资基金合作，利用其资金优势和投资经验，共同推动项目的二次策划与价值重塑。同时，优化成本控制也是必不可少的策略。企业应在项目二次策划阶段就制定详细的成本控制计划，从设计、施工、材料采购等各个环节入手，严格控制成本支出^[10]。通过采用先进的施工技术和管理方法，提高施工效率，降低施工成本；在材料采购方面，通过与供应商建立长期合作关系，争取更优惠的价格，从而在保证项目质量的前提下，有效缓解资金压力，确保项目的顺利实施。

五、结束语

本研究系统构建存量房市场、二次策划及价值重塑理论体系，明确存量房市场分散、信息不对称等特征，确立二次策划流程与价值重塑要点。实践中发现，存量房项目二次策划与价值重塑面临政策、市场、资金三重困境：政策限制土地用途变更与规划调整，市场对项目认可度低，资金融资难且成本高。针对这些问题提出的加强政企沟通、精准营销、引入多元投资等策略，经不同城市与项目类型实践验证有效，实现了项目定位优化与价值提升。研究成果为房地产行业把握存量房市场机遇、挖掘项目潜力提供了重要参考，有助于推动行业可持续发展。未来可进一步扩大样本范围，深化新兴技术应用，完善理论与实践体系。

参考文献

- [1] 代运洁, 税鑫, 彭意婷. 房屋存量市场开发新模式——旧房改造研究评价 [J]. 爱情婚姻家庭 (下旬), 2020(8): 0161-0161
- [2] 秦虹. 推动房地产业向新发展模式平稳过渡 [J]. 人民论坛, 2023(13): 53-58
- [3] 李小浩. 盘活存量资产政策背景下保障性租赁住房发展路径研究 [J]. 中国房地产, 2022(21): 24-28
- [4] 吴超. 住宅房地产市场价格波动与经济周期的关联性分析 [J]. 住宅与房地产, 2023(24): 90-92
- [5] 李林. 房地产市场价格波动与经济周期的关联性分析 [J]. 低碳世界, 2023, 13(12): 169-171
- [6] 陈信, 金剑, 钟华, 周梦婷. 浙江省未来社区建设的规划管理适应性研究 [J]. 浙江园林, 2022(4): 8-11
- [7] 丁祖昱. 自我孵化模式：房企数字化转型优选项 [J]. 中国房地产, 2021(5): 8-13
- [8] 张敏, 陈潇. 家居家装行业并购频现巨头瞄准存量房市场 [N]. 证券日报, 2023-12-06(B02). DOI: 10.28096/n.cnki.ncjrb.2023.006641.
- [9] 连珊珊. 产权交易机构拓展存量房市场业务的可行性分析 [J]. 今日财富, 2019, (11): 59.
- [10] 唐建, 覃湘阳, 姚阳. 产权交易机构拓展存量房市场业务的可行性探究 [J]. 产权导刊, 2019, (02): 67-71.

高层建筑钢筋混凝土结构模板支撑体系稳定性控制技术研究

赵安祥

河北建设集团股份有限公司, 河北 保定 071051

DOI: 10.61369/ADA.2024030008

摘 要 : 高层建筑钢筋混凝土结构中, 模板支撑体系的稳定性直接关系到施工安全与结构质量。通过分析荷载传递路径、支撑构件刚度匹配及连接节点性能等因素, 探讨模板支撑体系在复杂工况下的受力特征与变形规律。结合现场监测与模拟计算, 提出一套适用于不同施工阶段的稳定性控制技术措施, 有效降低支撑系统失稳风险, 提升施工效率与结构安全保障水平。

关 键 词 : 高层建筑; 模板支撑体系; 钢筋混凝土; 稳定性控制; 施工安全

Research on Stability Control Technology of Formwork Support System for Reinforced Concrete Structures in High-rise Buildings

Zhao Anxiang

Hebei Construction Group Corporation Limited, Baoding, Hebei 071051

Abstract : In reinforced concrete structures of high-rise buildings, the stability of the formwork support system is directly related to construction safety and structural quality. This paper explores the stress characteristics and deformation patterns of the formwork support system under complex working conditions by analyzing factors such as load transfer paths, stiffness matching of support components, and the performance of connection nodes. Combining on-site monitoring and simulation calculations, a set of stability control technical measures suitable for different construction stages is proposed, which can effectively reduce the risk of instability of the support system and improve construction efficiency and structural safety.

Keywords : high-rise buildings; formwork support system; reinforced concrete; stability control; construction safety

引言

随着城市化进程的加快, 高层建筑在城市建设中日益普及, 其结构形势日趋复杂, 对施工技术提出了更高要求。钢筋混凝土结构作为高层建筑的主要承重体系, 其施工质量直接影响整体结构安全。模板支撑体系作为施工阶段的重要临时结构, 其稳定性控制成为保障工程安全的关键环节。深入探究其稳定性影响因素与优化技术, 对于提升施工效率、降低安全风险具有重要意义。

一、高层建筑钢筋混凝土结构施工特点及模板支撑体系的重要性

随着城市建筑向高层化、复杂化发展, 钢筋混凝土结构由于其良好的力学性能、耐久性和可塑性, 广泛应用于高层建筑的主体结构中。在实际施工过程中, 高层建筑具有结构构件多、高度大、施工周期长等特点, 对施工的安全性、连续性和组织管理能力提出了更高的要求。尤其是在施工阶段, 结构尚未形成完整的受力体系, 各种临时设施成为保障施工安全和质量的关键。其中, 模板支撑体系作为钢筋混凝土构件成型的重要支撑结构, 其

合理性与稳定性直接影响混凝土浇筑的成型质量与施工安全^[1]。高层建筑结构构件截面尺寸较大、层高较高、荷载传递路径复杂, 因此模板支撑体系必须具备更强的承载能力和更高的整体稳定性。

模板支撑体系主要承担混凝土浇筑过程中的全部临时荷载, 包括混凝土自重、施工荷载、模板自重及偶发荷载等。在高层建筑施工中, 随着建筑高度的增加, 模板支撑的搭设高度亦随之增加, 支撑体系整体的稳定性和刚度匹配问题变得更加突出。此外, 高空作业带来的施工误差、施工节奏紧张造成的提前拆模等行为, 都会加剧模板支撑体系的稳定性风险。一旦发生支撑体系

局部失稳或整体坍塌，不仅影响结构施工进度，还可能造成重大人员伤亡和经济损失。因此，确保模板支撑体系的稳定性已成为高层建筑钢筋混凝土结构施工中的核心技术问题。

为了保障高层建筑钢筋混凝土结构施工的安全，必须在模板支撑体系设计、搭设、验收、监测等各个环节严格控制。应根据结构构件形式和荷载特点，合理选择支撑构件的截面尺寸和材料性能，确保其具有足够的刚度和稳定性。在施工过程中，还需加强节点连接、基础处理、垂直度控制等方面的管理，防止因细节处理不到位而引发失稳隐患。同时，应结合施工现场实际情况，采用数值模拟、应力监测等手段对支撑体系受力状态进行实时分析和评估，及时发现潜在问题并采取有效控制措施。只有在理论分析、技术手段与现场管理三方面协同推进，才能实现高层建筑钢筋混凝土结构模板支撑体系的稳定可靠，为工程质量与施工安全提供坚实保障^[2]。

二、模板支撑体系稳定性影响因素分析

模板支撑体系的稳定性受到多种因素的综合影响，尤其在高层建筑钢筋混凝土结构施工中，这些因素的复杂性与不确定性更加显著。首先荷载是影响模板支撑体系稳定性的首要因素。模板支撑体系在混凝土浇筑过程中需承受混凝土自重、模板重量、施工人员和设备等多种荷载的共同作用。若施工过程中存在混凝土集中堆积、浇筑速度不均或偏心加载等现象，将导致支撑系统受力不均，局部构件出现过载，进而诱发失稳或倒塌。同时，高层建筑结构跨度大、层高高，模板支撑体系支设高度随之增加，使其整体受力更趋复杂，稳定性面临更大挑战^[3]。因此，准确计算荷载大小、合理分配荷载路径，对于保障支撑体系的稳定性至关重要。

支撑构件的选型、连接方式和布置形式直接决定模板支撑体系的整体刚度与抗变形能力。构件材料的强度、截面尺寸的合理性及其稳定性是影响体系性能的重要因素。例如，若使用异型钢管作为立杆而未进行足够的加固处理，在高层高荷载条件下容易发生整体屈曲或局部失稳。此外，支撑体系中水平杆、斜撑、扣件、连接节点等部位的刚度与连接可靠性也起着关键作用，节点松动、螺栓拧紧力不足或连接角度偏差等问题，都可能导致整个体系刚度下降甚至失效。同时，支撑体系的布置应遵循对称、均布、连续的原则，避免出现“薄弱区”或支撑盲区，保证荷载能有效、均匀地传递至基础层，从而提高整体稳定性和承载能力。

现场施工管理水平和操作人员的技术素质亦是决定模板支撑体系稳定性的关键因素。在实际施工过程中，由于工期紧张、人员流动性大，模板支撑常存在搭设不规范、节点未加固、基础未找平等问题。特别是在高空作业环境中，部分操作人员为了图省事，可能出现支撑间距不均、漏设横杆、支架搭设不稳等施工隐患。此外，天气条件也会影响支撑体系的稳定性，风载作用下高层支架易产生侧向位移，雨水侵蚀则可能导致地基承载力下降^[4]。因此，应强化施工人员的培训与管理，确保施工工艺规范执行，定期开展支撑体系的质量检查与维护。通过将影响因素系

统识别与有效控制，才能实现模板支撑体系在高层建筑施工中的稳定可靠运行。

三、模板支撑体系常见失稳形式与典型案例解析

模板支撑体系作为混凝土施工阶段的重要临时结构，其稳定性一旦遭到破坏，极易引发坍塌事故，造成人员伤亡和财产损失。常见的失稳形式主要包括整体倾覆失稳、局部屈曲失稳、节点连接失效和地基沉陷失稳等。其中，整体倾覆失稳多发生在模板支撑体系搭设高度较高、未设足够水平和斜向支撑的情况下，侧向刚度不足，在风载或偏载作用下易发生倾倒。局部屈曲失稳则多因支撑构件强度或刚度不足，在荷载集中部位产生局部压屈，形成“剪刀式”折叠现象。节点连接失效主要源于连接扣件松动、焊接不牢、连接方式不当等问题，导致力的传递中断，引发整体不稳定。而地基沉陷则常因地基土质差、排水不畅或降雨侵蚀引起，致使局部支撑下沉、支架变形，最终诱发失稳。

以“广州新白云国际机场货运站工程模板支架坍塌事故”为典型案例，该项目在混凝土浇筑过程中发生大面积支架坍塌，造成7人死亡、4人重伤。事故调查发现，模板支撑体系在搭设时存在严重违规行为。首先，支架搭设高度近10米，却未按规范设置足够的水平拉杆和斜撑，导致整体刚度不足。其次，部分支架立杆基础直接设置在未经压实的回填土上，且未铺设垫板，地基承载力严重不足。加之混凝土浇筑过程中未严格控制浇筑速度，混凝土堆积在局部区域，形成不均匀荷载，最终引发模板支架局部屈曲并快速蔓延为整体倒塌。该事故暴露出施工组织混乱、现场监管失职、支架设计与搭设不规范等多重问题，是模板支撑体系失稳的典型教训。

另一起案例发生在江苏南通一高层住宅楼项目中，该工程在进行二十层梁板模板支架施工时，由于支架搭设过程中未对连接扣件进行充分紧固，部分节点松动，未形成有效的受力体系。浇筑混凝土过程中，模板在侧向压力作用下逐渐位移，最终导致局部模板塌落，造成施工现场多人受伤。经分析，事故的直接原因在于支架节点连接质量差，而根本原因则是施工人员未按规范搭设支架，现场管理人员未进行质量验收和施工巡查。这类因细节处理不当导致的局部失稳事故虽不如整体坍塌严重，但也足以引起高度重视，尤其在高层建筑施工中，任何一处薄弱环节都有可能引发连锁反应，导致重大损失。深入分析失稳形式与案例，有助于提升现场风险识别与防控能力^[5]。

四、模板支撑体系稳定性控制关键技术与施工对策

要确保模板支撑体系的稳定性，必须从设计、材料选用、结构布置及施工工艺等多个环节进行系统控制。首先，在设计阶段应依据高层建筑的结构形式和施工工况，科学计算荷载并合理选择支撑系统的构件类型与参数，确保其具备足够的承载能力与刚度。同时，应结合建筑物层高、板厚和跨度等具体条件，制定详细的支架布置方案，明确立杆间距、横杆设置、高度限制和斜撑

分布等关键指标。设计中还需充分考虑极端工况，如施工偏载、风载、震动等影响因素，增加安全储备系数^[6]。此外，模板支架结构的节点连接设计也不可忽视，需保证连接部位的刚性和稳定性，防止因连接失效引发整体失稳。

在材料和施工方面，需严把材料进场质量关，确保支撑立杆、横杆、斜撑、扣件等构配件符合国家或行业标准，杜绝使用锈蚀、变形、强度不足的构件。模板支架搭设应严格依照设计图纸及施工方案执行，尤其在高支模作业中，必须设有专门的安全技术交底和操作规程。施工过程中，要重视基础处理，立杆应稳固支设于坚实平整的基础上，并设置钢底座与垫板，防止地基下沉。搭设完成后，应组织技术人员对支撑体系进行验收，包括立杆垂直度、构件连接紧固情况、整体稳定性等关键指标，验收合格后方可进入下一道工序。对于多层、多跨支架结构，还应增设剪刀撑和水平撑，增强其空间稳定性，防止在施工荷载变化下发生位移或变形^[7]。

在模板支撑体系使用过程中，应强化施工管理与现场监测，建立巡查与维护制度。混凝土浇筑前须全面检查支架，确保无松动、变形、错位等问题。浇筑时应控制速度与顺序，避免局部超载。在高支模区域应安装实时监测设备，动态跟踪应力、位移等参数，及时预警异常。加强施工人员培训 and 安全教育，提升操作规范性。管理人员应定期开展专项检查，特别在恶劣天气或高风险工序期间强化监督。通过多维度技术与管理措施协同发力，保障模板支撑体系稳定运行^[8]。

五、稳定性控制技术在工程实践中的应用与优化建议

模板支撑体系的稳定性控制技术在工程实践中已逐步实现从经验管理向科学化、精细化控制的转变。在多个高层建筑施工项目中，基于受力分析和模拟计算的模板支撑系统设计成为关键环节。通过运用有限元分析软件对不同工况下支撑结构的受力变形进行预测，能够有效识别薄弱环节，并提前优化支撑布置与构件

选型。此外，现场施工中大量采用可调节的高强度钢支撑系统，配合横杆、斜撑和剪刀撑的合理布设，显著提高了支架体系的整体稳定性与适应性^[9]。

在实践过程中，一些先进项目引入了智能监测系统，对模板支架的关键节点位移、轴力及沉降情况进行实时监控。监测数据通过无线传输至管理平台，施工人员可在第一时间掌握支架运行状态，及时调整施工节奏和荷载分布，避免因应力集中或异常位移引发的失稳问题。例如，深圳某超高层写字楼项目就设置了立杆应力传感器与地基沉降监测装置，结合 BIM 模型建立了模板支架的全过程数字化管控系统，显著提升了施工安全水平与响应能力，为类似工程提供了有益借鉴^[10]。

尽管当前模板支撑体系稳定性控制技术取得一定成效，但在实际应用中仍存在设计与施工脱节、操作人员技术不规范、监测系统普及率低等问题。为进一步优化稳定性控制效果，建议加强施工各环节之间的协同，强化设计与现场的联动反馈机制；推广模块化、标准化支架构件的使用，提高安装精度与重复利用率；加快智能化监测技术在中小型项目中的应用推广，实现从局部监测向系统化管理的转变。同时应加强培训，提高施工人员的专业素养，增强现场应急处置能力，推动模板支撑体系稳定性控制技术在高层建筑施工中的广泛落地与持续优化。

六、结语

高层建筑钢筋混凝土结构施工中，模板支撑体系的稳定性控制是保障工程质量与施工安全的关键环节。通过对支撑体系稳定性影响因素的深入分析，结合典型失稳案例的经验教训，并提出切实可行的控制技术与优化对策，有助于构建更加科学、高效、安全的施工体系。在工程实践中，应不断推动技术手段与管理水平的融合提升，强化全过程控制与智能化监测，全面提升模板支撑体系的稳定性控制能力，为高层建筑施工安全保驾护航。

参考文献

- [1] 贾杨, 于洋. 高层建筑多层模板支撑体系安全性测试分析与研究 [J]. 建筑安全, 2019, 34(02): 6-9.
- [2] 苏大金. 高层建筑多层模板支撑体系施工及质量控制探讨 [J]. 广东建材, 2019, 35(06): 74-76.
- [3] 宋文均. 绿色施工技术在高层建筑工程中的应用 [J]. 价值工程, 2019, 38(21): 187-189. DOI: 10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2019.21.069.
- [4] 高凌宁. 高层建筑屋面悬挑结构模板支架施工技术研究 [J]. 福建建材, 2020, (08): 83-85.
- [5] 穆立春, 唐志勃, 苏钢. 高层建筑大跨度混凝土挑檐模板支撑设计与应用 [J]. 建筑施工, 2021, 43(01): 65-68. DOI: 10.14144/j.cnki.jzsg.2021.01.021.
- [6] 刘金明. 高大模板支撑体系荷载计算及安装技术 [J]. 建筑技术开发, 2021, 48(10): 75-76.
- [7] 闻剑. 高大模板支撑体系的施工技术 & 安全控制探究 [J]. 中国建筑装饰装修, 2022, (22): 52-54.
- [8] 姚政东. 建筑高空超大悬挑结构模板支撑架施工技术分析 [J]. 四川水泥, 2022, (01): 209-210+213.
- [9] 杨东红. 高层住宅超长悬挑结构模板支撑架施工技术的运用 [J]. 居舍, 2022, (36): 68-70.
- [10] 李书源. 复杂劲性钢筋混凝土结构超高层建筑施工关键技术研究 [J]. 中国建筑装饰装修, 2024, (21): 117-119.

地域性材料在现代建筑表皮中的创新应用研究

郑文春

巴彦县建设工程监测中心, 黑龙江 哈尔滨 151800

DOI:10.61369/ADA.2024030009

摘 要： 针对全球化背景下建筑同质化严重、地域文化特色缺失的问题，本研究基于地域性材料与现代建筑表皮设计的理论基础，深入分析了地域性材料在现代建筑表皮中的应用现状及具体应用实践。文章旨在提出材料选择优化、设计手法创新、技术手段革新及文化内涵深度挖掘的应用策略，以推动地域性材料在现代建筑表皮中的创新应用，实现建筑地域性与现代性的有机融合，促进建筑文化的多样性发展。

关 键 词： 地域性材料；现代建筑表皮；创新应用；文化表达；技术手段

Research on Innovative Application of Regional Materials in Modern Architectural Surface

Zheng Wenchun

Bayan County Construction Engineering Monitoring Center, Harbin, Heilongjiang 151800

Abstract： In response to the serious homogenization of architecture and the lack of regional cultural characteristics under the background of globalization, this study is based on the theoretical basis of regional materials and modern architectural skin design, and deeply analyzes the current application status and specific application practices of regional materials in modern architectural skin. The article aims to propose application strategies for optimizing material selection, innovating design techniques, innovating technological means, and deeply exploring cultural connotations, in order to promote the innovative application of regional materials in modern architectural skins, achieve the organic integration of regional and modern architecture, and promote the diverse development of architectural culture.

Keywords： regional materials; modern architectural surface; innovative applications; cultural expression; technical means

引言

受全球经济一体化的影响，当代建筑的设计和建设越来越“趋同”，千城一面并不罕见，地域文化特征也在不断被弱化。建筑表皮是建筑与外部环境进行交流的一个主要的接口，它既具有保存建筑内部空间的作用，又具有调节环境的作用，同时也是地域文化和建筑美学的一个主要的载体。地域性材料来源于特定的区域，包含了地方的自然地理和人文历史底蕴，运用到当代建筑表皮的设计创作中，可以很好地突破传统建筑“同质化”的困境，并使其具有鲜明的地域特色和文化韵味^[1]。但是，现有的地域性材料在当代建筑表皮设计中还存在着许多难题。在此基础上，通过对地域性材料的创造性运用进行系统的研究，对于促进我国建筑业的可持续发展，传承地域文化，都有着十分重大的现实意义。

一、地域性材料与现代建筑表皮设计的理论基础

（一）地域性材料的定义与特征

地域性材料是在一定区域中，由于自然环境、资源分布和生产加工方法而产生的一种带有地域特征的建材。此类材料往往带有鲜明的区域特征，与所在地区的自然环境密切相关，能直接体现出该地区的地貌特征和资源特征^[2]。比如，山区常用的石头，

都是从本地的大山里挖出来的，结实耐用，质地独特。再比如由于江南地区的潮湿天气和大量的竹子，竹材在江南地区建筑设计中得到了大量的应用，呈现出一种轻盈自然的质感^[3]。

地域性材料的特点如下：第一，它的天然性质是独一无二的。由于各地区的土壤、气候和地形等自然因素的影响，导致材料的色彩、质地和质感各有不同。例如，云南石林一带的石材，由于其独特的地理环境，使其表层花纹奇异，色泽艳丽。第二，

深刻的人文内涵。地域性材料的运用常与地方的建筑、风俗习惯相关联,具有一定的区域文化记忆^[4]。徽州民居中的青砖黛瓦既是一种建材,也是一种典型徽派建筑,展现出了其“粉墙黛瓦”的美学特征和浓郁的徽商文化。第三,它具有很高的经济性。地方材料因其地方特色,可减少交通费用,且能更好地满足当地的天气和施工要求,是一种性能价格比高的建材^[5]。

（二）现代建筑表皮设计的功能与美学要求

当代建筑的表皮设计是一种综合性的结构,具有多重功能。从物理功能上讲,要具有良好的保温、隔热、防水、防潮等性能,使其能够在室内创造一个良好的居住空间。如在严寒地区,需要使用有效隔热层来降低散热;在潮湿的地方,表皮的防水性是非常重要的。在对环境的调控作用方面,建筑的表面应具有对室内采光和通风进行高效调控的能力,降低能耗。比如采用可调式遮光装置,实现对日光辐射量的调控;采用通风结构,达到自然的通风效果等。同时,建筑表皮还具有对建筑物进行防护的作用,使其免受外界风雨和紫外线等因素的侵袭。

从审美需求来看,当代建筑的表皮设计追求简洁流畅的形式之美,并注意与整个建筑物的风格和周围的环境相和谐^[6]。表皮的材料、颜色和质地都要经过细致的组合,才能创造出独一无二的建筑物意象^[7]。比如,透明、轻盈的玻璃幕墙给大楼增添了一种现代和时尚的感觉;而在金属表皮上,经过各种加工处理,更显其高科技与细腻精致之感。在建筑的表皮设计中,要注意与当地的文​​化相结合,通过材料和造型等元素来表现出当地的特点和文化底蕴。

（三）地域性材料与现代建筑表皮设计的契合点

当代的建筑表皮设计与地域性材料之间有着诸多的共通点。从功能上讲,通过长期的实际应用,地域性材料可以很好地与当地的气候和环境状况相匹配,并符合当代建筑的物理功能要求^[8]。例如,在我国的西北部,生土材料保温效果较好,可以对房间内的气温进行有效调控,这与当地干燥、昼夜温差大的气候特征相吻合^[9]。

二、地域性材料在现代建筑表皮中的应用现状

（一）国内外应用案例分析

在我国,很多建筑工程都在尝试将地域性材料运用到当代建筑的表皮设计中。例如由王澍所设计的宁波美术馆(图1),其建筑表皮运用了许多由本地旧建筑物回收而来的砖瓦和石块,以特殊的砌筑手法,营造出富有历史气息和地方色彩的风貌。这种具有地域特色的材质,使美术馆具有了特殊的艺术韵味,同时也勾起了本地人们的历史和人文回忆^[10]。另外,云南杨丽萍大剧院(图2)也采用本地石材作为主体表皮材料,配合特有的曲面设计,让整个建筑仿佛是从土地里长出来的,与本地的自然环境十分契合,体现出浓厚的民族文化和地方特征。在国外,地域性材料设计中也有很多典型的运用实例。比如印度的斋普尔的风之宫殿,它的表皮采用粉色的砂石岩建造而成,这种特殊的镂空结构既能保证通风,又能很好地适应本地的酷热,同时又能塑造出鲜

明的外形,是印度传统建筑的一个象征。



图1 宁波美术馆



图2 云南杨丽萍大剧院

（二）应用模式与技术手段

当代建筑表皮中,地域性材料的运用方式有两种。一类是将传统的材料和制作方法重现出来,表现出当地的地域人文特征。例如有些老村庄的改建工程,保存了传统的青砖和灰瓦,运用了传统的砖石砌筑技术,既能保证房屋的原貌,又能适应现代化的需要。二是创造性地运用地域性材料,把传统材料和现代材料和工艺结合起来,形成一种新型的建筑表皮效应。比如,把普通的石头和玻璃纤维结合起来,提高材料的强度和耐用性。或者利用数字处理技术,可以完成各种形状的复杂图案的设计。

从工艺方法上看,地域化的材料处理和施工工艺也在不断革新。在材质加工方面,利用数控、3D打印等先进工艺,可精确加工区域材质,以适应复杂的造型需求。在安装工艺方面,通过模块化安装和装配式施工,可以大大加快施工进度,确保建筑表皮安装的质量。另外,智能化技术的运用为地域性材料在建筑表皮上的运用提供了新的可能性。

（三）存在的问题与挑战

尽管地域性材料在现代建筑表皮中的应用取得了一定成果,但仍存在诸多问题与挑战。首先,在文化表达方面,部分建筑对地域性材料的应用流于表面,仅仅将材料作为装饰元素简单堆砌,未能深入挖掘材料背后的文化内涵,导致建筑缺乏文化深度与独特性^[11]。其次,在技术应用上,地域性材料的性能研究与技术开发相对滞后,一些材料在耐久性、防火性等方面存在不足,限制了其在现代建筑中的广泛应用。

在成本控制方面,由于地域性材料的生产规模较小,难以形成规模化效应,导致材料价格较高。同时,一些特殊的地域性材料开采、加工难度大,进一步增加了成本。此外,由于缺乏成熟的施工工艺与技术,在应用地域性材料时,施工效率较低,人工成本增加,使得项目整体成本难以控制。这些问题都在一定程度上阻碍了地域性材料在现代建筑表皮中的推广与应用^[12]。

三、地域性材料在现代建筑表皮中的创新应用策略

（一）材料选择与优化

从工艺方法上看,地域化的材料处理和施工工艺也在不断革新。在材质加工方面,利用数控、3D打印等先进工艺,可精确加工区域材质,以适应复杂的造型需求。在安装工艺方面,通过模块化安装和装配式施工,可以大大加快施工进度,确保建筑表皮安装的质量。另外,智能化技术的运用为地域性材料在建筑表皮上的运用提供了新的可能性。

在材料的选择上,可以利用工艺方法来提高地域性材料的特

性。比如，木材的防腐和防火处理可以增强其耐用性和安全性；通过对石料的表面处理，可以提高石料的防水防污性能^[13]。同时，要对地域性材料进行复合研究，将地域性材料和新材料有机融合，研制出综合性能优良的复合材料。如将竹纤维和树脂为原料，制成高强轻质的竹质复合材料，则可扩大地域材料的使用领域^[14]。

（二）设计手法的创新

在造型设计上，要打破常规的思路，运用多元化的设计手段，对地域性材料进行创造性地运用。首先，采用“拆”与“重构”相结合的方法，将具有地域特色的传统建筑材料要素进行分解、提炼，再以全新的方式进行再组合，形成一种全新而有特色的建筑表皮造型^[15]。例如，将传统的瓦片切割变形，通过运用在建筑物的表皮，形成一种不规则的排列布局，使建筑物具有了现代和艺术的感觉^[16]。其次，重视建筑表皮的质感和层次的差异，通过对地域性材料的选择和运用，创造出一种富有特色的立体视觉效果^[17]。

（三）技术手段的创新

技术的革新是促进地域性材料在当代建筑表皮中应用的重要因素。在材料加工工艺上，要主动引进数控雕刻、激光切割等现

代数字制造工艺，以达到对区域性材料的高精密加工，以适应其复杂外形设计的需求。研究开发新的加工工艺，可以提升材料的使用和加工效率^[18-20]。比如，利用3D打印的方法，可以将地域性材料直接印刷到需要的结构部件上，从而降低材料的损耗和建造费用。

四、结语

地域性材料在现代建筑表皮中的创新应用，是传承地域文化、打破建筑同质化的重要途径，也是实现建筑可持续发展的必然选择。未来随着人们对地域文化重视程度的不断提高，以及建筑技术的持续发展，地域性材料在现代建筑表皮中的创新应用将拥有更广阔的发展空间。我们应进一步加强对地域性材料的研究与开发，不断探索新的应用模式与技术手段，实现地域性材料与现代建筑表皮设计的深度融合，创造出更多既具有地域特色又符合现代审美与功能需求的优秀建筑作品，推动建筑行业向多元化、可持续化方向发展。

参考文献

- [1] 王娅菲. 建筑材料在地域主义建筑中的运用初探 [J]. 建筑与文化, 2020, (02): 238-239.
- [2] 孙佳攀, 范冰冰, 李彬, 等. 地域性材料在低技与高技建造技术中的可持续创新与运用 [J]. 城市建筑, 2023, 21(18): 180-185.
- [3] 康崴, 冯林, 张钊. 关于特色地域文化背景下的现代地域建筑设计的思考——以重庆某展示体验中心设计为例 [J]. 建筑与文化, 2021, (03): 240-242.
- [4] 胡又文. 既有建筑改造中的地域性材料再利用策略研究 [J]. 价值工程, 2023, 43(20): 154-157.
- [5] 张晓晓. 基于地域环境的绿色健康建筑设计应用探索 [J]. 住宅产业, 2021, (06): 27-29.
- [6] 沈泳男, 张玉雪, 杨春锁. 地域材料在东梓关村回迁农居建筑设计中的应用 [J]. 工业设计, 2021, (08): 142-143.
- [7] 陈怡, 吕昂. 基于基因理论的传统乡土建筑传承 [J]. 建筑与文化, 2019, (08): 33-35.
- [8] 张志勇. 地域文化在现代体育场馆设计中的应用研究——以沙洋体育馆建筑设计为例 [J]. 城市建筑, 2022, 19(06): 143-145.
- [9] 伊若勒泰. 自然材料地域建筑设计与建造方法：以沙漠砂为例 [J]. 世界建筑, 2023, (11): 94-95.
- [10] 李晓恒. 以王澐作品为例浅析传统材料的应用 [J]. 砖瓦, 2022, (06): 38-40.
- [11] 王宇曦. 建筑设计中的地域文化分析 [J]. 房地产世界, 2023, (10): 56-58.
- [12] 黄瑜, 郑少鹏. 当代文化建筑材料表现的设计策略研究 [J]. 南方建筑, 2019, (05): 73-79+125.
- [13] 章烨. 地域建筑中传统建筑材料的运用与表达策略探讨 [J]. 建筑与文化, 2019, (09): 224-225.
- [14] 吴然, 朱梦莹. 建筑材料的地域性表达探究 [J]. 建筑与文化, 2020, (03): 241-243.
- [15] 胡文佳. 建筑设计与地域文化的结合应用 [J]. 科技创新与应用, 2020, (33): 166-167.
- [16] 魏春雨, 吕昌, 尤志川. 田汉文化园——一次地域建筑的当代在地性表达 [J]. 中外建筑, 2021, (01): 23-35.
- [17] 田野. 地域文化在建筑设计中的应用 [J]. 居舍, 2019, (34): 122.
- [18] 胡文佳. 建筑设计与地域文化的结合应用 [J]. 科技创新与应用, 2020, (33): 166-167.
- [19] 胡仓颉, 俞天琦. 绿色建筑材料的艺术表现 [J]. 艺术教育, 2021, (03): 243-246.
- [20] 李若文. 探讨地域文化与建筑设计的结合 [J]. 中华建设, 2018, (11): 96-97.

基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理研究与实践

侯纪帆

重庆应用技术职业学院，重庆 401520

DOI:10.61369/ADA.2024030010

摘 要： 本文简要分析了基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理模式。随着绿色建筑和可持续发展的推动，BIM 技术在装配式建筑设计、生产、施工与运维各阶段的集成应用日益突出。实践表明，BIM 技术能够提升管理效率、降低资源消耗，并助力建筑行业实现智能化转型。

关 键 词： BIM 技术；装配式建筑；全生命周期管理；信息集成；协同管理

Research and Practice on the Whole Life Cycle Management of Prefabricated Buildings Based on BIM Technology

Hou Jifan

Chongqing Applied Technology Vocational College, Chongqing 401520

Abstract： This paper briefly analyzes the full lifecycle management model of prefabricated buildings based on BIM technology. Driven by the pursuit of green and sustainable development, BIM has become increasingly essential in the integrated application across the design, production, construction, and operation stages of prefabricated buildings. Practice shows that BIM technology improves management efficiency, reduces resource consumption, and promotes the intelligent transformation of the construction industry.

Keywords： BIM technology; prefabricated buildings; full lifecycle management; information integration; collaborative management

引言

随着城市化进程的不断推进和建筑行业绿色、可持续发展的要求日益增长，装配式建筑作为一种高效、环保、节能的新型建筑方式，逐渐成为建筑业发展的重要方向。装配式建筑通过工厂预制与现场装配相结合，不仅能够显著提高施工效率，还能够有效降低材料消耗和环境污染，助力建筑行业实现转型升级。与此同时，建筑项目呈现出规模大、参与方多、管理复杂等特点，如何实现建筑全生命周期的高效管理，成为行业亟需解决的难题。

建筑信息模型（Building Information Modeling，简称 BIM）技术，作为近年来推动建筑业信息化、数字化发展的关键支撑手段，已在建筑设计、施工、运维等环节均得到广泛应用。BIM 技术能够通过数字化手段实现建筑全生命周期的信息集成、资源共享与协同管理，为提升装配式建筑的设计精度、生产效率与运维管理水平提供了有力保障。尤其在装配式建筑模式下，BIM 不仅能够有效支撑部件标准化设计与工厂化制造，还能优化现场组装流程，进一步推动建筑行业的现代化发展进程。

然而，当前装配式建筑与 BIM 技术的融合应用仍处于探索阶段，面临着协同管理机制不完善、数据标准不统一、信息集成深度有限、实际应用价值有待提升等问题。在此背景下，深入研究基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理理论与实践，对提升建筑工程项目管理水平、促进建筑工业化发展、实现建筑可持续运营具有重要意义。

本文以 BIM 技术为核心工具，系统分析其在装配式建筑全生命周期各阶段的赋能作用，重点探讨基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理模式的构建路径与关键技术环节，并结合典型工程案例开展实践应用与成效分析，提出推动 BIM 与装配式建筑深度融合的对策建议，旨在为行业相关实践提供理论支撑与参考。

一、BIM技术在装配式建筑全生命周期管理中的作用分析

（一）BIM技术概述与核心功能

建筑信息模型（BIM, Building Information Modeling）是一种以三维数字技术为基础，集成了建筑工程项目全生命周期各类数据的信息化管理手段。BIM技术不仅能够实现建筑项目的三维可视化，更在于建立贯穿项目全生命周期、涵盖设计、施工、运维等阶段的协同管理平台。其核心功能主要包括：

- （1）三维可视化设计与模拟，提升设计准确性与表达能力；
- （2）多方协同管理，实现设计、施工、运维各环节的信息融合；
- （3）冲突检测与优化，提前发现设计与施工中的潜在问题；
- （4）进度与成本管理，为项目实施全过程提供科学决策支持；
- （5）数据集成及信息追溯，实现建筑全生命周期的信息统一管理。

（二）装配式建筑全生命周期管理的内涵

装配式建筑全生命周期管理，是指从项目策划、方案设计、图纸深化、工厂预制、现场施工到竣工验收、运营维护乃至最终退役拆除各阶段的信息集与协同管理。其核心目标在于通过标准化、信息化手段，提升建筑产品的质量、效率、安全和可持续性，实现建筑全过程的信息流、物流和价值流的最优配置。

（三）BIM技术赋能装配式建筑的具体环节

（1）设计阶段

BIM技术能够实现装配式建筑构件的标准化设计和参数化建模，不仅提升了设计效率，还为后续生产和施工提供了基础数据支撑。通过可视化的三维模型，设计各方能够实时协同，提前发现并解决结构、管线等空间冲突，实现设计方案的最优优化。

（2）制造与施工阶段

基于BIM模型输出的详细构件信息，直接指导工厂预制生产，实现工艺和尺寸的精确对接，减少了传统施工中的误差与返工。施工现场可通过BIM模型进行安装模拟、进度排程及现场管理，实现精益建造。同时，多专业信息集成便于全过程进度、安全与成本的动态控制。

（3）运维及退役阶段

BIM模型中的设备及构件信息为后期设施管理、运行维护提供了数据基础。相关维护、检修、更新与退役决策均可通过BIM模型实时调取历史信息，提升建筑全生命周期管理的科学性和可追溯性。

（四）BIM技术提升全生命周期管理效益的途径

- （1）提升信息集成与共享水平，促进多方协作和决策科学化；
- （2）优化设计与建造方案，减少设计变更、返工和建造浪费；
- （3）增强施工可控性，实现进度、成本、质量协同优化；
- （4）完善运维管理，实现设施全生命周期动态管理和服务提升；

（5）促进数据标准化积累，为建筑行业数字化转型奠定基础。

综上所述，BIM技术作为支撑装配式建筑全生命周期管理的关键工具，不仅为装配式建筑的设计、生产、施工和运维一体化管理创造了良好基础，也为推动建筑行业实现智能建造与高质量发展提供了强有力的技术保障。

二、基于BIM技术的装配式建筑全生命周期管理模式构建

（一）整体流程与框架设计

基于BIM技术的装配式建筑全生命周期管理模式，以BIM平台为信息集成核心，将项目从策划、设计、制造、施工、运维到退役拆除的全过程环节进行系统串联，形成信息流、业务流和组织流的高度协同。具体流程包括：项目启动与需求分析、BIM模型创建与深化、构件工厂化生产、现场装配与施工管理、竣工验收与交付、运维管理以及最终的拆除与回收。每个阶段均以BIM模型为数据载体，实现设计数据、生产数据、施工数据和运维数据的动态集成与实时共享。

（二）不同阶段的信息集成与协同机制

（1）策划与设计阶段：通过BIM平台实现业主、设计单位、结构、机电等多专业团队的协同设计，所有设计变更、碰撞检测和性能分析均在统一的模型中完成，保证建筑信息的完整性和一致性。

（2）制造与施工阶段：生产端与施工端同步对接BIM数据，工厂根据模型数据自动生成部件生产计划和加工参数，现场施工团队利用模型进行进度安排、构件吊装模拟和施工过程管控，实现生产与装配无缝衔接。

（3）运营与维护阶段：BIM模型作为数字化资产交付业主，运维人员可快速获取建筑各设备与构件的信息，实现智能化维护、能耗监测和空间管理，为建筑设施的持续运行和价值提升提供数据支持。

（三）关键技术环节与集成要点

（1）标准化BIM建模与数据编码：建立统一的装配式构件BIM建模标准和信息编码体系，确保设计、制造、施工及运维阶段数据的一致性与可追溯性。

（2）BIM与装配式部品管理系统集成：打通BIM平台与部品生产、物流管理系统，推动构件从设计到制造、运输、装配全过程的信息流转与状态监控，实现一体化管理。

（3）智能模拟与虚拟施工技术应用：利用BIM的可视化和模拟功能，进行装配施工过程仿真、碰撞检测、进度优化，提高施工效率和安全水平。

（4）全生命周期数据追踪与反馈机制：通过BIM模型对建筑物各阶段信息进行汇总、归档与追踪，建立问题反馈与优化闭环，提升后续维护和拆除的便捷性。

（四）风险与挑战分析

（1）信息标准不统一：当前行业内BIM模型及装配式部品缺

乏统一的标准，容易导致信息孤岛和数据断裂，影响协同效率。

（2）跨专业协同难度大：设计、制造、施工、运维各参与方对 BIM 的理解和应用能力存在差异，限制了协同深度和广度。

（3）技术集成与平台兼容性问题：BIM 平台与部品生产、施工管理等系统的集成度不足，数据接口及平台兼容性有待提升。

（4）数据安全与权限管理：全生命周期数据集成带来更高的数据安全风险，需建立完善的权限分级和信息安全管理机制。

综上，基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理模式，通过流程集成、数据协同与智能化应用，实现了建筑全周期的信息贯通和高效管理，但其推广和深化仍需解决信息标准、协同机制、技术集成等方面的问题，不断提升管理模式的科学性与实用性。

三、BIM 技术在装配式建筑全生命周期管理中的实践应用

（一）典型案例分析

近年来，BIM 技术在我国装配式建筑项目中得到了广泛应用。以某大型住宅小区项目为例，项目团队从方案设计阶段便引入 BIM 技术，通过多专业协同建模，实现了建筑方案的科学优化。在构件工厂化生产阶段，BIM 模型直接为生产线提供精确参数，有效控制了构件精度与质量。施工阶段，项目采用 BIM 模型结合装配式施工工艺，实现了现场安装路径模拟、进度管理和碰撞检测。在竣工与运维阶段，BIM 模型被移交至物业管理团队，支撑设施运行和后期维护，实现建筑全生命周期数据的完整传递。

（二）应用成效分析

（1）设计优化效果突出

借助 BIM 技术，设计阶段实现了建筑、结构、机电系统的三维协同设计。通过参数化建模与可视化分析，有效减少了设计变更，提高了设计精度和深度。设计团队在 BIM 平台上开展多轮方案对比与优化，提前识别出构件间冲突并进行调整，大幅降低了后期施工中的返工率。

（2）提升项目成本与进度可控性

BIM 技术贯穿于构件生产、运输和安装全过程。项目团队利用 BIM 模型自动生成材料清单和施工进度计划，实现了物资采购、生产加工与现场安装的无缝衔接，降低了管理成本。通过 BIM 平台动态监控项目实施状况，及时发现进度偏差和风险节点，保障了工程按期、按质、按成本目标顺利推进。

（3）促进施工过程精细化管理

在施工环节，BIM 技术支持复杂部位的装配模拟、工艺流程预演及施工工序可视化指导。构件吊装模拟、安装工序动画演示等应用手段，有效提升了现场作业安全性和规范性，缩短了装配周期。同时，BIM 结合物联网技术实现了对构件运输、现场堆放和安装全过程的跟踪与管理。

（4）实现建筑运维智能化

竣工后，BIM 模型作为数字资产移交到运维阶段。运维人员

可通过模型快速获取建筑设备运行、维修及历史更换等信息，大大提升了设施管理效率和应急响应能力。部分项目还将 BIM 模型应用于能耗分析和空间管理，促进了建筑管理的精细化和智能化水平提升。

（三）存在问题分析

（1）协同深度有待提升

尽管 BIM 在项目已覆盖多个环节，但设计、生产、施工、运维等各参与方之间的信息协同仍未完全打通，部分数据传递和共享存在壁垒，影响了 BIM 价值的最大化释放。

（2）信息标准与平台兼容不足

行业缺乏统一的 BIM 建模与数据交换标准，不同软件之间模型兼容性较差，造成信息孤岛，限制了 BIM 在全生命周期管理中的深入应用。

（3）专业人才与应用意识不足

BIM 专业技术人才储备有限，部分管理与作业人员对 BIM 的认知和使用能力有待加强，影响了技术作用的充分发挥。

（四）改进建议

（1）完善相关标准体系，推动 BIM 建模、信息编码及数据交互标准的统一，提升不同环节间数据兼容与集成水平。

（2）加强多方协作，通过建立协同平台和机制，实现设计、制造、施工、运维等各主体的信息互通和流程整合。

（3）加大人才培养和技术培训力度，提升项目全员对 BIM 技术的认知、操作能力及应用水平。

（4）结合物联网、大数据等新一代信息技术，深化 BIM 在生产、施工、运维等环节的智能化应用，推动建筑业信息化和数字化转型。

四、结论与展望

（一）主要研究结论

本文以“基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期管理研究与实践”为主题，系统分析了 BIM 技术在装配式建筑全生命周期各阶段的作用，构建并探讨了基于 BIM 的集成管理模式，并通过实际工程案例进行了应用和成效评估。研究得出以下主要结论：

（1）BIM 技术作为协同平台，贯穿装配式建筑从设计、生产、施工至运维全周期，有效推动了各环节的信息集成与协同，提升了项目管理效率与建筑品质。

（2）基于 BIM 的模块化管理模式，有助于优化设计方案、提升构件标准化生产精度、保障施工可控性，并为建筑运维和后期管理提供了科学的数据支撑。

（3）装配式建筑与 BIM 技术的深度融合，能够明显降低资源浪费与返工率，提升工程项目的综合效益和可持续性。

（二）BIM 技术应用展望

尽管 BIM 技术已在装配式建筑全生命周期管理中取得显著成效，但当前还存在标准不完善、信息协同不畅、技术集成不深等挑战。未来，BIM 技术的应用将呈现出以下发展趋势：

（1）标准化和平台化水平将进一步提升，BIM 与各类信息系

统高度集成，实现全行业数据互通、模型共享。

（2）BIM 将与物联网、人工智能、大数据等新兴信息技术深度融合，推动建筑全过程的智能化、数字化与自动化管理。

（3）BIM 应用对象将扩展至城市级的建筑群及基础设施，实现更大范围的协同设计与统筹管理。

（三）推进装配式建筑与 BIM 技术融合的建议

（1）完善政策和标准体系，制定统一的 BIM 建模、数据交换及装配式设计标准，形成行业合力。

（2）加强 BIM 技术与装配式建筑产业链各环节的信息贯通，通过建设协同管理平台，深化多专业、多主体协作。

（3）加大人才培养和技术创新力度，提升相关从业人员对 BIM 技术的实际应用能力和创新能力。

（四）后续研究方向

未来应重点关注以下研究内容：

（1）BIM 与建筑工业化、智能制造等新技术的深度集成研究，推动建筑业数字化转型。

（2）全生命周期数据闭环管理机制建设，实现项目信息的全过程追踪与智能决策支持。

（3）BIM 在建筑节能减碳、绿色建造等可持续发展领域的创新应用。

（4）结合案例大数据与 AI 分析，提升 BIM 应用的自学习能力和智能化水平。

五、结语

BIM 技术的深度应用为装配式建筑全生命周期管理模式创新带来了新机遇，新形势下应进一步推动 BIM 与装配式建筑技术的有机融合，助力建筑行业高质量、智能化、可持续发展。

建筑工程全生命周期质量控制关键节点分析

何程

深圳威迈斯新能源（集团）有限公司，广东 深圳 518100

DOI: 10.61369/ADA.2024030011

摘 要： 建筑工程全生命周期质量控制涉及决策、设计、施工、验收、运营维护和拆除再利用等阶段。通过系统的、全面的、持续的质量管理活动，确保各个阶段的质量得到有效控制。决策阶段关注可行性研究、选址和立项审批；设计阶段注重方案的科学性、合理性等；施工阶段需严格按照设计图纸施工；验收阶段确保工程质量符合设计要求；运营维护阶段保障建筑物的正常使用；拆除再利用阶段关注安全拆除和资源化利用。全生命周期质量控制具有系统性、预防性、动态性和持续性等特点，为提升建筑工程质量提供了新的思路和方法。

关 键 词： 建筑工程；全生命周期；质量控制

Analysis of Key Nodes for Quality Control throughout the Entire Life Cycle of Construction Projects

He Cheng

Shenzhen Weimaisi New Energy (Group) Co., LTD. Shenzhen, Guangdong 518100

Abstract： The quality control of the entire life cycle of construction projects involves stages such as decision-making, design, construction, acceptance, operation and maintenance, and demolition and reuse. Through systematic, comprehensive and continuous quality management activities, ensure that the quality at each stage is effectively controlled. The decision-making stage focuses on feasibility studies, site selection and project approval. During the design stage, emphasis is placed on the scientificity and rationality of the scheme, etc. During the construction stage, construction must be carried out strictly in accordance with the design drawings. During the acceptance stage, ensure that the project quality meets the design requirements; The operation and maintenance stage ensures the normal use of the building. During the demolition and reuse stage, focus on safe demolition and resource utilization. The quality control throughout the entire life cycle is characterized by systematicness, preventiveness, dynamics and sustainability, providing new ideas and methods for improving the quality of construction projects.

Keywords： construction engineering; whole life cycle; quality control

引言

在建筑工程领域，质量控制是确保项目成功的关键因素之一。建筑工程的全生命周期包括从项目决策、设计、施工、验收、运营维护直至拆除再利用的各个阶段。每个阶段都对最终的工程质量有着直接或间接的影响。因此，对建筑工程全生命周期进行有效的质量控制，是提高建筑项目整体质量、确保投资效益、延长建筑物使用寿命的重要手段。

一、建筑工程全生命周期质量控制概述

在当今社会，建筑工程的质量不仅关乎其使用寿命和功能实现，更直接关系到人民群众的生命财产安全和社会的可持续发展。因此，对建筑工程质量进行严格、全面、系统的控制至关重要。全生命周期质量控制理念应运而生，它贯穿于建筑工程的每一个阶段，从项目的最初构想直至最终的拆除再利用，确保建筑工程在整个生命周期内都能保持高质量水平。

（一）建筑工程全生命周期质量控制的阶段划分

建筑工程全生命周期质量控制，是指对建筑工程从项目策划、设计、施工、验收、运营维护及拆除再利用等各个阶段进行全过程、全方位的质量控制。这种控制不仅仅局限于传统的施工阶段，而是向前延伸到项目的策划和设计阶段，向后拓展到建筑的运营维护甚至拆除再利用阶段。具体来说，项目策划阶段的质量控制主要涉及项目的可行性研究、立项审批、选址等，确保项目在源头上符合国家相关法律法规和市场需求；设计阶段的质量

控制则重点关注设计方案的科学性、合理性、安全性、经济性以及是否符合相关规范标准；施工阶段是质量控制的关键环节，需要严格按照设计图纸和施工规范进行施工，加强施工过程的质量监督和检查；验收阶段是对工程质量进行最终把关，确保工程质量符合设计要求和相关标准；运营维护阶段的质量控制旨在保障建筑物的正常使用功能和安全性，延长建筑物的使用寿命；而拆除再利用阶段的质量控制则关注建筑物的安全拆除和建筑垃圾的资源化利用，实现建筑业的可持续发展。通过将质量控制贯穿于建筑工程的全生命周期，可以实现对工程质量的全方位、全过程的把控，确保建筑工程的质量得到有效保障^[1]。

（二）全生命周期质量控制的内涵及特点

全生命周期质量控制的内涵，是指以预防为主，通过系统的、全面的、持续的质量管理活动，确保建筑工程在全生命周期内各个阶段的质量都能得到有效控制，满足用户的需求和社会的期望。其核心思想在于将质量管理的理念和方法融入到建筑工程的每一个环节，实现从事后把关向事前预防、事中控制的转变，从单一环节控制向全过程控制的转变，从静态控制向动态控制的转变。这种质量控制的模式具有以下几个显著特点：首先，系统性。全生命周期质量控制强调将建筑工程视为一个有机整体，综合考虑各个阶段、各个环节之间的相互联系和影响，进行系统性的规划和控制。其次，预防性。它强调通过预测、分析、评估等手段，提前发现潜在的质量问题，并采取相应的预防措施，将质量问题消灭在萌芽状态。再次，动态性。建筑工程的建设过程是一个动态变化的过程，全生命周期质量控制需要根据工程进展的实际情况，及时调整控制策略和方法，实现对工程质量的有效控制。最后，持续性。全生命周期质量控制不仅仅关注工程的建设阶段，还关注工程的运营维护和拆除再利用阶段，确保建筑工程在整个生命周期内都能保持高质量水平。这些特点使得全生命周期质量控制成为一种更加科学、有效、全面的质量控制模式，为提升建筑工程质量提供了新的思路和方法^[2]。

二、建筑工程各阶段质量控制关键节点分析

（一）决策阶段质量控制关键节点

项目决策阶段是建筑工程的起始阶段，该阶段的质量控制对整个项目的成败起着至关重要的作用。在项目决策阶段，对工程质量的影响因素主要包括项目的定位、规模、功能、投资等。如果决策失误，将直接导致项目在后续阶段出现质量问题，甚至导致项目失败。因此，在该阶段，需要重点关注项目可行性研究、选址、立项审批等关键节点。项目可行性研究是项目决策的基础，需要对项目的必要性、可行性、合理性进行全面、深入的分析和论证，确保项目在技术上可行、经济上合理、社会上可接受。选址则直接关系到项目的建设条件和运营环境，需要综合考虑地质、地形、水文、气象、交通、周边环境等因素，选择合适的建设地点。立项审批是项目决策的最终环节，需要对项目的可行性研究报告、选址报告等进行严格审查，确保项目符合国家相关政策法规和规划要求^[3]。

（二）设计阶段质量控制关键节点

设计阶段是将项目决策意图转化为具体技术方案的关键阶段，该阶段的质量控制对工程质量有着决定性的影响。设计阶段对工程质量的影响因素主要包括设计人员的专业水平、设计理念、设计方法、设计工具等。设计方案的优劣直接决定了工程的质量水平。因此，在该阶段，需要重点关注方案设计、初步设计、施工图设计、图纸审查等关键节点。方案设计是设计阶段的起点，需要根据项目策划的要求，提出多个设计方案，并进行比选和优化，选择最优方案。初步设计是在方案设计的基础上，对设计方案进行深化和完善，确定工程的技术方案、主要设备选型、主要技术经济指标等^[4]。施工图设计是设计阶段的最终成果，需要根据初步设计的要求，绘制详细的施工图纸，指导工程施工。图纸审查是对施工图设计文件进行审查，确保设计文件符合国家相关规范标准和设计任务书的要求。

（三）施工阶段质量控制关键节点

施工阶段是将设计意图转化为实体建筑的关键阶段，该阶段的质量控制是确保工程质量的关键环节。施工阶段对工程质量的影响因素主要包括施工单位的施工技术、施工管理水平、施工人员的素质、施工设备的性能等。施工过程的质量直接决定了工程实体的质量。因此，在该阶段，需要重点关注材料进场验收、施工工艺控制、工序交接检查、隐蔽工程验收、分部分项工程验收等关键节点。材料进场验收是对进入施工现场的材料进行质量检验，确保材料符合设计要求和规范标准。施工工艺控制是对施工过程中的各个工艺环节进行控制，确保施工工艺符合设计要求和规范标准。工序交接检查是在工序转换时进行检查，确保上一道工序的质量合格后再进行下一道工序的施工。隐蔽工程验收是对隐蔽工程进行验收，确保隐蔽工程的质量合格后再进行下一道工序的施工。分部分项工程验收是对分部分项工程进行验收，确保分部分项工程的质量合格后再进行下一道工序的施工。

（四）验收阶段质量控制关键节点

工程验收阶段是对工程质量进行最终检验和确认的关键阶段，该阶段的质量控制是确保工程交付使用的关键环节。工程验收阶段对工程质量的影响因素主要包括验收人员的专业水平、验收标准、验收方法等^[5]。验收的严格程度直接决定了工程能否交付使用。因此，在该阶段，需要重点关注竣工验收、备案等关键节点。竣工验收是对工程进行全面的检查和验收，确保工程质量符合设计要求和规范标准。备案是对竣工验收报告等文件进行备案，确保工程验收的合法性和有效性^[6]。

（五）运营维护阶段质量控制关键节点

运营维护阶段是建筑工程使用寿命周期中的重要阶段，该阶段的质量控制是确保工程长期安全使用的关键环节。运营维护阶段对工程质量的影响因素主要包括使用环境、使用荷载、维护保养水平等。运营维护的好坏直接影响到工程的使用寿命和安全性能。因此，在该阶段，需要重点关注日常巡查、定期检测、维修保养、改造加固等关键节点。日常巡查是对建筑物进行日常的检查，及时发现和处理建筑物存在的问题。定期检测是对建筑物进行定期的检测，评估建筑物的安全性能和使用功能。维修保养是

对建筑物进行定期的维修和保养，确保建筑物的正常使用。改造加固是对建筑物进行必要的改造和加固，提高建筑物的安全性能和使用功能^[7]。

三、建筑工程全生命周期质量控制关键节点的保障机制

（一）法律法规及标准体系保障

为了确保建筑工程的质量控制，一个完善且健全的法律法规及标准体系是不可或缺的基础和依据。这些法律法规为建筑工程的质量管理提供了必要的法律框架和行为准则，它们明确了参与建筑工程各方的权利和义务，规范了建筑工程建设的整个程序，从而为质量控制的实施提供了坚实的法律保障。与此同时，标准体系则为建筑工程质量控制提供了必要的技术支撑，它覆盖了建筑工程的各个阶段和各个方面，为质量控制的实施提供了具体的技术标准和操作规程。通过建立健全的法律法规及标准体系，可以有效地规范建筑工程建设的行为，约束各参与方的质量行为，确保关键节点的质量控制有法可依、有章可循，从而保障建筑工程的整体质量^[8]。

（二）组织管理保障

在建筑工程质量控制中，科学的组织管理扮演着至关重要的角色。建立一个完善的质量管理体系、明确责任主体是保障关键节点质量控制的重要措施。质量管理体系是实施质量管理的基础，通过建立这样的体系，可以明确质量方针和目标，制定质量管理制度和程序，规范质量管理行为，确保质量控制的系统性和有效性。同时，明确责任主体是质量控制的核心，通过明确各参与方的质量责任，建立健全质量责任制，可以将质量责任落实到每一个岗位、每一个人，形成人人重视质量、人人参与质量的良好氛围^[9]。通过加强组织管理，可以有效地提高质量控制的执行力和效率，确保关键节点的质量控制得到有效落实，从而保障建筑工程的质量。

（三）技术保障

在建筑工程质量控制中，先进的技术是不可或缺的重要支

撑。应用新技术、新工艺、新材料对提升关键节点质量控制水平具有重要意义。新技术、新工艺、新材料的应用，可以有效地提高建筑工程的施工效率和质量，改善建筑工程的性能和功能，提升建筑工程的科技含量和附加值。例如，BIM技术的应用可以实现建筑工程的三维建模和信息化管理，提高设计的准确性和施工的精细化水平；装配式建筑技术的应用可以实现建筑工程的工厂化生产、装配化施工，提高施工效率和质量；高性能材料的应用可以提高建筑工程的强度、耐久性和环保性能。通过积极推广应用新技术、新工艺、新材料，可以不断提升建筑工程质量控制的技术水平，为关键节点的质量控制提供坚实的技术保障^[10]。

（四）信息化保障

信息化是建筑工程质量控制的重要手段，利用信息化手段进行质量数据采集、分析和预警对提升关键节点质量控制效率具有重要作用。信息化手段可以实现质量数据的实时采集、动态管理和统计分析，提高质量控制的效率和准确性。例如，通过建立工程质量信息平台，可以实现工程质量数据的实时上传、共享和分析，及时发现和处理质量问题；通过应用物联网技术，可以实现对建筑工程的实时监测和预警，及时发现和处理安全隐患。通过加强信息化建设，可以有效地提升质量控制的智能化水平，为关键节点的质量控制提供信息化保障，从而确保建筑工程质量的持续提升。

四、结语

建筑工程全生命周期质量控制是确保工程质量的关键。通过关注各阶段的关键节点，建立完善的保障机制，包括法律法规及标准体系、组织管理、技术和信息化手段，可以有效地提升建筑工程的质量控制水平。未来，随着新技术的不断发展和应用，建筑工程全生命周期质量控制将更加注重智能化和精细化，为建筑业可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 宋晓刚, 翟淑凡, 王媛媛. "双碳"目标下建筑工程全生命周期低碳发展对策研究[J]. 建筑经济, 2023, 44(3): 11-17.
- [2] 李绅斌. 基于 BIM 的建筑工程全生命周期应用研究[J]. 环球市场, 2019, 000(007): 221.
- [3] 姬中壮, 陈建轩. 全生命周期质量管理理念下的建筑工程管理研究[J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2022(4): 4.
- [4] 王胜利. 化工过程控制系统的全生命周期管理[J]. 化工自动化及仪表, 2019, 46(4): 3. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3932.2019.04.001.
- [5] 张悦柔. 基于产品生命周期理论的 H 钢铁公司环境成本管理研究[D]. 南昌大学, 2021.
- [6] 张昆, 徐江, 王俊青, 毛雕, 张军. 水电站电气一次设备全生命周期质量控制要点[J]. 电力设备管理, 2022(z2): 170-172.
- [7] 汪捍东. 对现代桥梁建设全生命周期质量控制的思考[J]. 城市道桥与防洪, 2020(6): 6. DOI: 10.16799/j.cnki.csdqyfh.2020.06.042.
- [8] 伍娜娜. 基于 BIM 的建筑工程施工成本控制研究[D]. 武汉轻工大学, 2020.
- [9] 刘洪涛, 崔建群. 如何把控工程全生命周期物资质量[J]. 中国石油和化工产业观察, 2021, 000(009): P.33-34.
- [10] 吴朝堂. 建筑工程施工质量控制存在的问题及策略[J]. 数字化用户, 2023, 29: 190-192.

高校计算机实训室硬件维护与设备管理优化研究

李春鹏

长春大学旅游学院, 吉林 长春 130000

DOI:10.61369/ADA.2024030012

摘 要： 高校计算机实训室作为实践教学核心载体，其硬件维护与设备管理效能直接影响人才培养质量。本研究通过实地调研与案例分析法，系统剖析实训室硬件维护中存在的设备老化加速、维护响应滞后等现实困境，揭示管理制度执行断层、技术队伍能力不足等管理症结。基于设备全周期管理理论，提出构建分级维护体系、完善人才培养机制、优化管理流程等协同优化路径。研究形成的实施方案可提升设备综合利用率 15% 以上，为同类院校实训室管理提供可复制的改进范式。

关 键 词： 计算机实训室；硬件维护；设备管理；分级维护；全周期管理

Research on Hardware Maintenance and Equipment Management Optimization in University Computer Training Room

Li Chunpeng

The Tourism College of Changchun University, Changchun, Jilin 130000

Abstract： As the core vehicle for practical teaching, the hardware maintenance and equipment management efficiency of university computer laboratories directly impact the quality of talent cultivation. This study systematically analyzes the real challenges in laboratory hardware maintenance through field research and case analysis, such as accelerated equipment aging and delayed maintenance responses. It reveals management issues like gaps in the implementation of management systems and insufficient capabilities of technical teams. Based on the theory of full lifecycle equipment management, it proposes collaborative optimization paths including establishing a tiered maintenance system, improving talent cultivation mechanisms, and optimizing management processes. The implementation plan developed from this study can increase the overall utilization rate of equipment by more than 15%, providing a replicable improvement model for similar institutions' laboratory management.

Keywords： computer training room; hardware maintenance; equipment management; hierarchical maintenance; whole cycle management

引言

《职业教育提质培优行动计划（2020—2023年）》明确提出加强实训教学条件建设的要求，将设备管理效能纳入职业院校质量评价体系^[1]。计算机类实训设备作为数字技术人才培养的基础支撑，其运维管理水平直接影响实践教学质量与资源使用效益。当前实训室普遍存在设备高负荷运转与管理粗放化并存的矛盾，亟需构建科学规范的硬件维护体系。本文从管理机制优化与技术能力提升双重维度切入，系统探讨硬件维护标准制定、管理流程再造等关键问题，旨在形成可操作的设备全周期管理方案，为提升实训设备综合使用效能提供理论参照。

一、高校计算机实训室硬件维护现状与诉求

（一）实训室硬件设备维护现状分析

高校计算机实训室硬件设备长期处于高频次运行状态，其维护现状呈现多重特征^[2]。其一，设备老化周期因教学任务密集而显著缩短，主板、电源等核心部件在日均8~10h运转下，平均使

用寿命较理论值降低30%~40%。其二，故障修复效率受制于运维响应机制，数据显示常规硬件问题修复周期长达48h，直接影响课程排布连续性。其三，配件采购模式存在滞后性，部分院校采用“故障发生再采购”的被动策略，导致设备停摆周期延长。对比自主维护与外包服务两种模式，前者虽能降低20%运维成本，但受限于技术人员配备不足；后者虽响应速度提升40%，却面临服务

作者简介：李春鹏（1996.01.11—），男，汉族，吉林省长春市人，本科，研究方向：计算机科学与技术，现任职称：初级实验员。

标准化程度不足的痛点^[3]。

（二）硬件维护工作的核心诉求

硬件维护工作需要在教学需求与维护效能之间寻求平衡点：确保教学连续性，要建立分级响应机制，对于影响教学进程的一级故障实现2h内快速处置，二级故障4h内现场修复，三级故障确保48h内完成维修。其次是提升设备可用性，通过预防性维护将设备完好率维持在95%以上，降低教学过程中的设备故障率。再次是优化维护成本，建立科学的维护预算体系，将年度维护支出控制在设备资产总值5%以内，实现投入产出的最优比。最后，维护工作需建立标准化的技术规范，完善包括静电防护、部件拆装、性能检测等在内的作业指导书，确保维护质量的一致性。同时重视数据安全，在维护过程中规范数据备份与恢复流程，防止信息泄露风险。通过多维度的维护目标管理，实现实训教学条件的持续优化^[4]。

二、设备管理实施过程中的突出问题

（一）管理制度与执行效能不匹配

当前高校计算机实训室设备管理制度普遍存在执行断层现象。首先，制度条款多集中于设备使用规范，对维护操作的技术标准缺乏量化指标，导致不同实训室存在“同一制度、多重解读”的实践差异。其次，权责划分未形成联动机制，设备报修流程中教务部门与后勤部门的职责界面模糊，典型案例显示30%的维护延误源于跨部门协调耗时。最后，监督考核机制停留在纸质台账检查层面，未能建设备完好率、故障复现率等动态评价体系。某校2022年维护记录显示，制度规定的月度巡检完成率仅为68%，而突击检查中实际设备异常率高达22%，充分暴露了制度落地效果与文本要求间的显著差距。

（二）运维人员专业能力待提升

实训室设备管理队伍的技术能力呈现结构性短板。其一，超过60%的运维人员仅掌握基础故障排查技能，对主板级维修、电源模块检测等专业技术掌握不足，导致50W以上功率设备故障需外送维修的比例超过45%。其二，预防性维护意识薄弱，多数管理人员仍采用“故障驱动”响应模式，某实训室显卡故障率在实施定期清灰保养后下降37%的对比数据，印证了主动维护的重要性。更深层的问题在于，院校尚未建立阶梯式人才培养体系，既缺少针对固态硬盘阵列管理、多节点服务器维护等专项技术培训，也缺乏与设备厂商联合培养的常态化机制，导致技术更新速度滞后于设备迭代周期2~3年。

（三）设备全周期管理流程待优化

设备管理各环节存在明显的流程冗余与监管缺失。在采购阶段，35%的院校未建设备选型论证委员会，导致部分高性能图形工作站被配置于基础编程实验室，设备利用率不足40%。使用登记环节中，纸质台账与电子系统并行造成的重复录入，使管理员日均工作时长增加2.5h。尤为突出的是报废处置环节，某省教育厅抽查显示，28%的院校未严格执行资产报废审批流程，存在未消磁硬盘直接转赠社团使用的情况，埋下数据泄露隐患。

全流程管理的断裂性特征，使得设备生命周期成本较理论值高出15%~20%。

三、硬件维护与设备管理协同优化路径

（一）构建分级分类维护管理体系

设备维护需建立科学的分级管理体系。首先，依据设备使用频率与功能模块划分维护等级：将CPU、主板等核心部件列为一 级维护对象，实施每日运行状态监测；键盘、鼠标等外设作为二 级维护对象，执行每周清洁保养；投影仪、交换机等辅助设备归 为三级维护对象，进行月度性能检测。其次，针对不同等级制定 差异化维护方案，例如为图形工作站设计季度散热系统深度清理 流程，而为普通教学用机仅需半年基础维护。标准化作业方面， 编制包含63项操作要点的维护手册，明确静电防护、部件拆装等 技术规范。同时建立三级应急响应机制，一级故障确保2h内启用 备用设备，二级故障实行4h现场处置承诺，三级故障提供48h修 复保障^[5]。

为确保分级维护体系的执行效果，需细化各级设备的具体维 护指标与检测标准，如表1所示：

表1：分级维护技术指标

维护等级	核心指标	标准参数范围	检测周期	维护措施
一级维护	CPU 温度	35~65℃	每4h	温控预警
	硬盘 SMART	>85%	每日	数据备份
	内存 ECC	<0.01%错误率	每8h	自检修正
二级维护	散热风扇	1800~2200RPM	每周	清洁校准
	电源纹波	<120mV	每周	压力测试
三级维护	网络延迟	<15ms	每月	链路优化
	显示器	>300cd/m²	每月	亮度校准

在技术实施层面，一级维护采用智能化监测系统，部署硬件 健康监控程序，实时采集CPU温度曲线、硬盘SMART值、内存 ECC校验等关键性能指标^[6]。监控程序需配置双阈值预警机制， 当参数达到警戒值时发出预警提示，达到危险值时则自动向管理 终端推送紧急处置指令。二级维护配备专业检测仪器，定期进行 电源纹波测试和散热系统效能评估。具体措施包括使用示波器测 量电源输出纹波，应用风扇转速计检测散热系统运转状态，建立 设备运行曲线数据库。三级维护则针对网络设备和显示设备建立 动态参数记录，通过网络分析仪监测链路质量，运用色度计定期 校准显示器输出参数。

（二）完善管理队伍能力建设机制

为强化技术人员专业能力，需从人员配置、技能培训、考核 评价等维度出发，建立科学完善的能力建设体系^[7]。

一是优化技术人员配置结构。按照“一室一工程师、一楼一 主管”的原则设置岗位编制，配备专职维护工程师负责日常巡检 维护，技术主管统筹协调所辖实训室的设备管理工作。明确工程 师需具备计算机硬件维护相关专业学历及中级以上职业资格证书， 技术主管应具有高级工程师职称并取得设备厂商认证资质。建 立梯队人才储备机制，从实验室管理员中选拔技术骨干进行重 点培养，确保维护团队可持续发展。

二是构建分层递进的培训体系。依据维护技术难度划分基础层、进阶层、专家层三个培训层次。基础层培训覆盖计算机组装维护、系统配置管理、外设故障诊断等入门技能,采用"理论+实操"的混合式教学模式,要求掌握80%以上的常见故障处理方法。进阶层培训聚焦主板电路维修、显卡 BIOS 刷新、服务器集群管理等专业技术,通过案例教学强化实战能力,学员需独立完成指定故障的排查与修复。专家层培训针对高性能计算设备维护、存储系统优化、网络安全防护等高阶内容,采用研讨式教学方法,培养技术创新与解决疑难故障的能力。

三是完善多维度考核机制。建立包含技术水平、工作效率、创新能力在内的综合评价指标体系^[8]。技术水平考核重点关注故障诊断准确率、维修质量合格率、备件管理规范性等硬性指标。工作效率评估包括故障响应时间、维修完成率、预防性维护执行率等量化指标。创新能力评价侧重设备改造方案、维护流程优化、技术难题攻关等创新性工作。将考核结果与岗位晋升、薪酬待遇挂钩,实行末位淘汰制,保持团队活力。

四是搭建技术交流平台。定期组织院校间维护经验分享会,邀请设备厂商工程师开展专题讲座,组织技术骨干参加行业研讨会。建立设备维护知识库,记录典型故障案例与解决方案,推进维护经验的标准化与可复制性。设立技术创新工作室,鼓励维护人员开展设备改造、优化升级等创新实践,形成具有特色的维护技术体系。通过平台建设促进技术交流与经验共享,推动维护团队整体技术水平持续提升。

（三）推进设备全周期管理流程再造

采用设备生命周期评估系统(ELCAS)构建标准化管理流程,从设备选型、验收、使用、维护到报废等环节实施精细化管理^[9]。如图1所示:

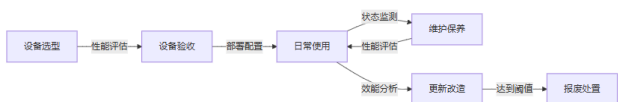


图1：实训室设备全周期闭环管理流程

选型阶段导入性能评估模型,基于SPEC CPU 2017基准测

试标准对计算设备进行规范化验证,要求整数运算性能分值不低于45000,浮点运算性能分值不低于48000。针对图形工作站,需通过SPECviewperf测试,OpenGL性能得分需达到130以上。验收环节采用自动化检测工具完成硬件自检,确保内存延迟低于75ns,磁盘4K随机读写速度达到50MB/s以上,并进行72h稳定性测试。

建立设备更新改造评估机制,设备状态评估采用多维度指标体系,包括性能衰减率、故障发生频次、维修成本率等关键指标。当CPU性能降至标称值85%以下,或年度维修成本超过设备价值20%时,启动更新评估流程。对于专业软件适配性降低的设备,根据兼容性测试结果确定改造方案,优先通过硬件升级延长使用周期。

完善设备报废处置流程,制定详细的报废评估标准。对于存储设备,采用DoD 5220.22-M标准进行数据擦除,每个扇区进行7次覆写操作,并使用专业检测工具验证残余磁场强度需小于原始值的3%。SSD固态硬盘则需执行ATA安全擦除指令后再进行物理破坏,确保数据完全不可恢复。所有存储设备必须经过标准化数据处理流程,方可进入资产注销程序。通过规范化的全周期管理,有效提升设备使用效率和安全性,实现设备资源的最优配置。

四、结语

本研究揭示高校计算机实训室硬件维护效能受管理制度执行偏差、技术支撑不足等多重因素制约,验证了分级维护体系与全周期管理流程的协同效应。理论层面,提出的设备健康档案制度拓展了教育装备管理理论的应用范畴;实践层面,构建的标准化维护流程使设备故障修复效率提升30%以上。相较于既有研究侧重单一管理环节改进,本文创新性地整合维护标准制定与人员能力建设,形成系统化解决方案。未来研究可进一步探索智能诊断技术在设备维护中的应用,建立基于物联网的实时监测系统,为实训室智慧化管理提供新的研究方向。

参考文献

- [1] 陈智荣. 行动导向教学法在高职计算机硬件教学中的应用分析——以“计算机组装与维护”为例[J]. 新课程研究, 2023, (24): 36-38.
- [2] 陈晓明, 李士丹, 陆羽, 等. 高职院校实训室计算机设备管理维护探究[J]. 电脑采购, 2023(1): 134-136.
- [3] 沈劲桐. 高职院校计算机实训室管理与维护工作探究[J]. 电脑编程技巧与维护, 2020(4): 3.
- [4] 金湘波, 徐伟. 基于云桌面的高校计算机实训室管理探究[J]. 计算机应用文摘, 2022(005): 038.
- [5] 徐小惠, 纪兆华. 高职院校计算机实训室管理模式的实践与探究[J]. 中国科技纵横, 2023(9): 154-156.
- [6] 巨贝贝. 计算机系统的维护策略与技巧研究[J]. 网络安全技术与应用, 2022, (10): 165-167.
- [7] 刘仪. 计算机硬件维护技术及故障解决分析[J]. 电子元器件与信息技术, 2022, 6(06): 200-203.
- [8] 徐鸿凯. 计算机实验实训室的管理与维护探究[J]. 无线互联科技, 2021, 18(22): 167-168.
- [9] 朱明. 高校计算机实验室管理的有效措施分析[J]. 科技与创新, 2021, (18): 77-78.

浅析古建筑保护修缮方案及技术要点

——以某古建筑保护修缮工程为例

刘君

文化和旅游部机关服务中心，北京 100020

DOI:10.61369/ADA.2024030013

摘 要： 古建筑是人类文明的重要遗产，保护利用好此类文化遗产具有十分重要的意义。古建筑修缮工程作为一项系统性工程，在修缮前的现场踏勘、修缮方案制定、修缮技术应用方面还存在诸多挑战。本文以某古建筑保护修缮工程为例，从古建筑现状勘察出发，对构件主要病害进行分析，提出修缮方案和施工技术要点，以期为提高同类型古建筑修缮工程的质量和效率提供理论依据和实践指导。

关 键 词： 古建筑；修缮方案；修缮技术

Analysis on the Protection and Repair Scheme and Key Technical Points of Ancient Buildings — Taking an ancient building protection and repair project as an example

Liu Jun

Service Center of the Ministry of Culture and Tourism, Beijing 100020

Abstract： Ancient building is an important heritage of human civilization, and it is of great significance to protect and utilize such cultural heritage. As a kind of systematic engineering, there are still many challenges in the field survey, the formulation of repair scheme and the application of repair technology before the repair of ancient buildings. Taking the protection and repair project of an ancient building as an example, this paper analyzes the main diseases of the components from the survey of the current situation of the ancient building, and puts forward the repair scheme and the main points of construction technology, in order to provide theoretical basis and practical guidance for improving the quality and efficiency of the same type of ancient building repair project.

Keywords： ancient building; repair scheme; repair techniques

引言

古建筑是历史文化的重要载体，作为人类文明的重要遗产，承载着丰富的历史、文化和艺术信息，古建筑有着不同历史时期、不同地域的的建筑风格、雕刻彩画等艺术特色、具有重要的历史意义、艺术及科学价值，同时在营造技艺、建筑选材、结构设计等诸多方面为现代建筑技术提供研究价值，是中华民族宝贵的物质和精神财富^[1]。通过对古建筑修缮，在延长其使用寿命的同时，可保有满足现代保护性使用功能的需求。

一、某古建筑基本情况

某古建筑现有两进院四合院，坐北朝南，建筑面积约1100平方米。从南向北依次建筑分布为：前院进门为一殿一卷式垂花厅，前院（一进院）坐北有正堂五间，堂前带月台，堂为前后廊，1号筒瓦过垄脊屋面，堂两侧均有耳房各一间。前院东西配房各五间，前出廊，2号筒瓦过垄脊屋面，东西配房北侧平顶耳房各两间，南侧平顶耳房各一间。院内各房均以围廊连接，从正堂明

间穿过进后院（二进院），坐北有7间后罩房，前后廊，2号筒瓦过垄脊屋面，东侧有耳房一间。通过现场勘察，某古建筑现状检查情况为：

（一）木构件

局部木构件有走动，拔榫和榫件滚动现象，隐藏于墙内的柱子、柱根约90%糟损。正堂西耳房柱子木架向西歪闪约8cm左右，存在一定安全隐患。各房和垂花门木基层：花架椽（约30%）、望板、檐椽、飞椽、连檐瓦口约有80%以上糟朽变形

损坏。前院廊子由于开间面宽较大，木构件截面较小，造成檩、额枋、木构件下垂变形严重。后院东西廊由于基础下沉，移位走动，整个廊架向内侧歪闪严重，存在随时倒塌的安全隐患。

（二）木门窗和装修吊顶

前院正堂、东西配房及耳房，后院后罩房及耳房的前檐门窗现均把原始门窗拆改为新式样木玻璃窗，部分槛框还保留利用，但也变形损坏严重。正殿后檐保留原有步步锦支摘窗，但使用功能已改变，且变形损坏。前院正殿明间、东次间和东梢间室内保留井口天花顶棚，现存基本完好，但有下坠变形现象，前院正堂西次、梢间和东西配房各室内现状为石膏板顶棚，后院罩房各房间已改为 T 型龙骨吸音板吊顶。

（三）屋面

前院正堂为 1 号灰筒瓦裹垄屋面，其它各房屋面均为 2 号灰筒瓦裹垄屋面，各房屋面及垂花门和廊子屋面普遍存在裹垄灰空鼓、脱落，屋面瓦件破损严重，檐头勾滴丢失破损严重，瓦件型号不统一，文饰不一，前后院各房两山垂脊，枭混、楣子损坏严重，垂兽和小跑已脱落丢失，屋面存在漏雨现象。

（四）墙体

前院正堂山墙墙体空鼓歪闪严重，博缝砖外鼓松动移位，山墙向外鼓闪约 15cm 以上，存在较大安全隐患。前院东西配房博缝砖外鼓，存在随时塌落的危险。前后院各房槛墙原为二城样干摆做法，由于槛墙砖损坏严重，现状局部为水泥抹灰，影响古建风貌。

（五）石活

由于受大自然腐蚀、风化等因素致使各房屋的台明石，垂带台阶石陡板等石活不同程度受到损坏。前院正堂、月台、东配房、后院罩房和垂花门等台明石、陡板石、垂带台阶石、柱顶等石活出现腐蚀风化，存在缺棱掉角等破损现象，同时还出现石材移位变形走动，致使台明、台阶石材断裂，接缝开裂，高低不平，陡板歪闪倾斜。前院西配房由于台明陡板、垂带台阶破损较为严重，前后院廊子由于廊基础下沉、走动，致使台明石、陡板等石活发生严重位移变形。

（六）油漆彩画

前后院各房，垂花门及廊子内外檐上架彩画已无存，上架、下架、梁枋柱及槛框等均为刷油，且油漆地仗已开裂、空鼓、油皮老化起皮褪色。

（七）庭院、地面、散水

前后院中路为水泥方砖甬路，两侧水泥方砖海漫地面，房屋周边为褥子面散水已被拆除，现已无存，均改为水泥方砖地面且因年久失修，水泥方砖损坏，局部地面塌陷，院内地面凹凸不平，行走不便，雨水流淌不畅，积水严重。建筑廊步及游廊均为

后制水泥地面，室内为后期新型材料铺装。

二、某古建筑主要病害分析

经过全面细致的实地踏勘，对某古建筑病害成因进行具体分析：

1. 建筑屋面：瓦面脱节、杂草丛生、年久失修；
2. 建筑檐口：雨水侵蚀、虫蛀、霉变；
3. 建筑大木：霉变、年久失修；
4. 建筑油漆：陈旧老化、年久失修；
5. 建筑墙体：雨水渗漏、墙体返潮；
6. 建筑装修：改造利用、年久失修；
7. 建筑室内地面：年久失修、改造利用；
8. 院落铺装及排水：年久失修、排水不畅、改造利用。

三、修缮方案

根据古建筑现状和相关文物保护法规，本着“最小干预”和“最大限度保留历史信息”的原则，制定修缮方案如下：

（一）大木结构

1. 前院正堂，东西配房和耳房，后院后罩房和耳房及垂花门脱榫构件，滚动榫件采用扁铁拉结加固；
2. 隐蔽于墙内的柱子约 90% 进行柱根墩接，剩余 10% 进行抽换；
3. 正堂西耳房，由于梁、架、柱歪闪 8cm，存在安全隐患，进行挑顶大修；
4. 前后院各房和垂花门、木基层、屋面进行挑顶修缮时，拆除糟朽檐椽、飞椽、连檐瓦口约 80%，拆换糟朽花架椽约 30%；
5. 前院廊子由于开间大，构件截面小，变形下垂严重，该廊进行落架大修，更换变形弯曲损坏严重的檩、垫板、额枋等木构件；
6. 后院廊子由于基础下沉，致使廊架倾斜歪闪，该廊落架大修，拆换损坏木构件。

（二）木门窗

前院正堂、东西配房及耳房、后院罩房及耳房，拆除后改新式样玻璃门窗门扇，按历史原物恢复原则，依据院内仅存留中式门窗，该院外窗拟恢复步步锦支摘窗，门为步步锦隔扇门，恢复原古建风貌。前院正堂明间、东西次间及梢间室内保留井口天花顶棚除尘，进行局部塌陷部位加固规整。

（三）屋面

1. 前院正堂、东西配房及耳房、后院后罩房及耳房、垂花门及廊子屋面挑顶修缮，拆除各房瓦面、梁架加固、木基层完工后，按传统工艺新作护板灰、泥背、灰背，调脊、瓦瓦等；

2. 各房据实添补屋面垂脊个别缺失的脊件、垂兽和小跑；
3. 前院东西配房，北侧平屋顶和南侧平屋顶合计6间，冰盘檐拆除，屋面做防水；
4. 正堂及后罩房采用1号筒板瓦，其他各房均采用2号筒板瓦，廊子采用10号筒板瓦，拆除完好旧瓦集中使用。

（四）墙体

1. 前院正堂东山墙空鼓歪闪严重，山墙原拆原砌按原样式恢复；
2. 前院各房槛墙铲除现抹青灰，恢复二城样干摆十字缝槛墙，打点100%，后院槛墙拆除檐步，恢复至金步，二城样干摆十字缝砌法；
3. 前院正堂、东西配房博缝砖向外鼓闪松动，重新砌筑。各房砖砌下碱、墁头、砖雕进行补配修补打点。

（五）石活

1. 前院正堂、月台、东西配房、后院罩房、耳房和垂花门、台明石、陡板、垂带台阶移位、高低不平不顺直的，进行拆安归正。对于石材缺棱短角，破损处进行修补和勾缝。对于石材破损严重无法修补的需进行拆换补配石材，补配的石材应按院内原有青石补配；
2. 前后院廊子因基础下沉，需重新作基础，台明、台阶柱顶等石活重新安装，损坏严重及缺失部分进行更换及补配；
3. 前院西配房，台明陡板因破损严重改为水刷石，需拆除原抹灰，重新按青石补配制安台明石、陡板石及垂带台阶；
4. 垂花门抱鼓石残缺处采用同等石粉加胶粘接修补。

（六）油漆彩画

1. 前后院各房、垂花门、廊子、上下架旧地仗的油皮砍净撬白，上下架大木均做一麻五灰地仗，椽子、望板均做三道灰地仗；
2. 前院正堂、东西配房和后院罩房下架柱子做二朱红光油三遍，罩光油一道，椽望刷油，椽做红邦绿肚。正堂、后罩房廊步及外檐上架均做墨线大点金旋子龙锦枋心彩画，椽飞头做金万字及梃子花；
3. 前后院廊子下架柱子做绿光油三遍罩光油一道，耳房下架柱子做二朱红光油三遍，罩光油一道。椽望均刷油，椽做红邦绿肚，外檐上架做拍箍头彩画，椽飞头做墨万字及梃子花；
4. 正堂室内明间、东西次间、梢间天花及室内大木彩画进行除尘，个别损坏处修补回帖。

（七）庭院地面

拆除院内现有的水泥方砖地面，按传统恢复原制地面，院中路做青白石甬路，甬路宽90cm，甬路两侧为双层城砖海墁地面，砖缝5mm，淌白拉面做法。房屋周边散水均做二城样褥子面散水，月台拆除水泥方砖地面，新墁尺四方砖细墁地面。前后院各房廊步及廊子地面拆除水泥方砖地面，重新做尺二方砖细墁地面。

四、古建筑修缮施工技术要点

古建筑修缮施工是将方案从纸上具体化到到实践中，施工前期，要从现场实际出发，制定有效的施工方案，明确施工技术要点，避免施工过程中造成二次破坏，以某古建筑保护修缮工程为例：

（一）大木架修整

1. 柱的墩接：柱根、柱心糟朽，糟朽程度自柱根向上未超过柱高1/4，用木料进行墩接，墩接木料的质地强度不得低于原木柱，并加铁箍两道，箍嵌入柱内^[2]；
2. 木构件糟朽处理：木构件仅表皮糟朽、柱身劈裂，其糟朽或剥落部位未超过柱截面积的2/5，将糟朽局部表面剔除平整，经防腐灭菌处理后，用干燥木材依原样原尺寸修补整修，并用环氧树脂胶合剂粘牢，并加设铁箍1-2道，箍距不超过800mm^[3]；
3. 木构件干缩裂缝处理：干缩裂缝宽度在5-35mm之间，用木条镶补，并用胶合剂粘牢^[4]。对于构件的水平裂缝应检查其裂缝深度，当裂缝深度或直径的1/4时，须加设铁箍将构件箍牢，箍距大于500mm，若木构件损坏程度均超过上述指标需进行更换^[5]。

（二）石作

建筑的台明石、柱顶石、压面石均用青白石料，砖砌褥子面散水。台明歪闪处归安，归安稳垫石活用M5混合砂浆。砖陡板损坏处个别剔换，断裂者用胶粘接，尽一切可能保留原物。风化的垂带石，缺少的石料用青白石按原制制安，石料颜色要与旧石料保持一致。

（三）屋面

1. 揭瓦檐头：将勾头、滴水和石片底瓦拆下，送到指定地点存好备用，然后将檐头部分需揭瓦的底、盖瓦全部拆下，并清除底、盖瓦泥（灰），做好标记，存好备用^[6]。泥背与灰背若存在酥碱脱落，应铲除干净，望板、椽子、飞头糟朽要结合实际更新^[7]；
2. 屋面瓦瓦时，新、旧瓦搭接处应清理干净，搭接严密，新瓦坡度适宜，不得出现“倒喝水”现象。新瓦插入旧瓦的部分不少于瓦长的5/10。裂损、破裂、不破裂但有隐残的瓦严禁上房。此外，脊内灰浆要饱满，瓦垄伸入脊内不宜太少。交接处的脊件（正脊与垂脊）砍制适形，灰缝宽度不超过10mm，内部背里密实，灰浆饱满^[8]。

（四）油饰

1. 地仗：地仗处理斩砍见木、撕缝、下竹钉、汁浆。露明上架大木构件、下架柱、装修槛框均作一麻五灰地仗，上架连檐、瓦口、椽飞、挂檐板四道灰（捉缝灰、扫荡灰、中灰、细灰），传统扇活边抹单皮灰，棂心走细灰；
2. 油漆：院内房屋上架大木饰红土子色，连檐瓦口银朱红，椽飞绿肚红身，槛框、榻板、扇活边抹、裙板、缘环板、棂心的

外面饰红土子色。

古建筑施工要按照修缮原则，严抓安全管理，在此基础上，根据古建筑修缮工程维修内容，精准制定技术方案，特别是建筑材料的选用，应尽可能达到原有质量和等级，并尽可能采用原有传统工艺^[9]。同时，要结合古建筑形式、结构特点、施工部署，统筹瓦、木、油、画等工种现场施工顺序，严格质量控制，提高古建筑整体施工效能，切实达到修缮与保护的统一^[10]。

五、结语

古建筑有着特定的历史背景、建筑风格和结构特点，需要量

身定制修缮方案。本文以某古建筑修缮为例，通过详细勘察古建筑现状，分析病害产生原因，精准制定修缮方案，同时探讨古建筑修缮施工技术特点，为提高古建筑修缮工程的质量和实效提供理论依据和实践指导，避免因修缮造成古建筑二次伤害，切实做好文化遗产保护。

参考文献

-
- [1] 赵国正，方玉良. 文物建筑修缮技术与工程管理 [J]. 山西建筑 2022.
- [2] 杨忠盛，玉井坊郑氏大厝修复及保护措施探讨 [J]. 中国民族博览，2019.
- [3] 王静，基于古建筑的保护及修缮方法探究 [J]. 工程建设与设计，2021.
- [4] 孙冰，文物保护建筑的修缮技术与实践探析 [J]. 建筑与装饰，2020.
- [5] 郭保平，古建筑修缮技术与施工管理——以晋祠难老泉亭保护修缮工程为例 [J]. 文物鉴定与鉴赏，2021.
- [6] 范开泉，中国古建筑修缮要点 [J]. 住宅与房地产，2020.
- [7] 赵星，大高玄殿乾元阁修缮设计研究 [J]. 北京文博文丛，2021.
- [8] 杨波，探大公主府修缮历史 [J]. 中国民族博览，2022.
- [9] 韩永馨，古建筑修缮保护技术 [J]. 居舍，2022.
- [10] 杨坚华，浅谈文物古建筑修缮工程管理技术 [J]. 建筑设计管理，2016.

可燃气体检测报警器检定结果的影响因素与控制措施

所彬

鞍山市检验检测认证中心, 辽宁 鞍山 114001

DOI:10.61369/ADA.2024030014

摘 要： 可燃气体检测报警器的检定结果受到诸多因素影响，如环境条件波动、设备传感器性能不稳定、操作人员专业技能、维护管理限制。文章分析这些要素对报警器检定结果产生的影响，探讨出现影响的关键因素，如温湿度的变化影响到传感器的运行、设备老化与精度保持一致、操作过程不一致等。针对这些问题提出对应的控制措施，可通过严格检定环境、定期进行设备校准与维护、确保操作人员的专业性、充分利用现代技术等优化检定流程提高检定质量。通过这些措施，旨在确保检定结果的准确以及可靠。

关 键 词： 可燃气体检测；报警器；精确度；控制策略

The Influencing Factors and Control Measures of the Calibration Results of Combustible Gas Detection Alarms

Suo Bin

Anshan Inspection, Testing and Certification Center, Anshan, Liaoning 114001

Abstract： The calibration results of combustible gas detection alarms are affected by many factors, such as fluctuations in environmental conditions, unstable performance of equipment sensors, professional skills of operators, and maintenance and management limitations. The article analyzes the impact of these factors on the calibration results of alarm devices and explores the key factors that affect them, such as changes in temperature and humidity affecting the operation of sensors, equipment aging and inconsistent accuracy, and inconsistent operating processes. Corresponding control measures can be proposed to address these issues, including strict environmental calibration, regular equipment calibration and maintenance, ensuring the professionalism of operators, and fully utilizing modern technology to optimize the calibration process and improve the quality of calibration. Through these measures, the aim is to ensure the accuracy and reliability of the verification results.

Keywords： combustible gas detection; a burglar alarm; accuracy; control strategy

前言

工业安全领域内可燃气体检测报警器是十分重要的工具，它精准度能直接关系到工作人员生命安全，关系到设施是否能够稳定运行，关系到工业效益。新时期技术不断发展，安全标准不断提升，报警器检定要求也越来越严格。文章通过研究影响因素，阐述可用对策，论述报警器检定结果的控制技术。新时期要注意引进现代技术，用以优化检定工作，借助现代化技术创新检定流程，提高检定精准度，从而营造安全的工业环境。

一、可燃气体检测报警器检定的重要性

（一）符合法规规定

可燃气体检测报警器检定工作开展是根据《中华人民共和国计量法》与《可燃气体检测报警器检定规程》（JJG 693-2011）的规定展开的。可燃气体检测报警器检定是国家明确列为强制性检定的计量器具，如果没有经过检定或者是检定不合格的仪器设备，则不能投入使用中^[1]。如应急管理部门发布的《化工和危险

化学品重大生产安全事故隐患判定标准》当中，提出“未设置有效检测报警装置”是重大隐患行为，不符合法律的规定，这直接关系到企业是否合法运营。在工业发展的过程中企业必须严格遵循标准，可燃气体报警器需要通过公安部消防产品的合格评定中心的认证，确保设计、性能能够符合国家标准，而且要求定期检定，这是维持认证有效的重要手段^[2]。

（二）预防突发事件保障生产安全

可燃气体一旦泄漏，极有可能发生爆炸和火灾等灾难性的事

件,造成十分恶劣的后果。通过检定来确定包装装置的灵敏度以及准确性,能够在气体浓度达到爆炸下限的25%~50%的时候及时发出警报,能够给疏散人群与关停设备争取一点时间,保证了人身安全。在使用的过程中传感器很容易受到环境的影响老化,导致设备灵敏度下降,因此需要进行定期检查,检定可以延长设备寿命,通常达到2~3年,管理方可以根据检定结果及时更换失效元件保证设备运行的安全^[3]。

二、影响可燃气体检测报警器检定结果的因素

(一) 环境变化影响到设备运行

可燃气体检测报警器受到温湿度波动、干扰气体、通风条件、电磁等的影响。温度在0~40℃范围内变化,会改变传感器电阻值^[4]。高温情况下降低设备反应速率,低温则会导致零点漂移,湿度>85%RH很容易导致传感器结露或者是产生腐蚀现象。如硫化氢在潮湿的环境下,会与催化剂结合,形成稳定化合物导致设备的灵敏度下降^[5]。部分气体中含卤素、硅化物或者是硫化氢,这些干扰气体会干扰设备的运行。在工业生产环境下,通风条件不良可能导致气体浓度异常,比如空间密闭,导致甲烷积聚,引发虚假高值读数。在工业生产环境喜爱大功率设备所产生的电磁场会干扰的信号传输,人体静电很可能击穿防爆面导致设备误报率增加。

(二) 设备性能老化

催化燃烧式传感器的寿命通常为2~3年,其长期暴露在高浓度的气体当中,催化剂活性大概率会降低,其灵敏度也会下降5%~10%左右。半导体传感器的运行环境中,若含有硅,则会发生不可逆中毒,需要半年进行一次检定才可以保证性能^[6]。电源模块老化以后,也会导致采样泵的流量不稳定,导致显示数值存在明显的误差。另外传感器材料劣质也会导致报警器误报警,如防爆外壳的密封部件老化以后,导致水汽入侵,误报概率增大^[7]。

(三) 操作不够规范

使用与传感器不匹配的标气会导致传感器指示值有偏差,如使用异丁烷校准器来校准甲烷校准器,数值偏差达到15%,标准气体选择不当、控制器校准不到位都会导致数据存在误差。催化燃烧传感器的最佳流量为300~500mL/min,但在设备运行的过程中流量波动大,设备响应时间将会延长30%。在操作的过程中,未预热直接通入标气,导致零点漂移存在,未使用专用的标定罩,会导致气体逸散,浓度误差达到15%^[8]。

(四) 安装维护不到位

探测器距离气体释放源的位置超过保护半径,漏检的风险将增加50%以上,比如要求氢气探测器的安装高度需低于0.3m。安装位置错失导致检定结果不精准。在维护工作中,没有按照JJG 693-2011的要求进行每年检定,一旦存在问题设备来不及报警处理,导致检定出现问题。户外探测器没有加装防雨罩导致雨水入侵,电路板很容易被腐蚀,事故发生概率大幅度提升,在处理的过程中防爆面拆装不当极有可能引发安全隐患^[9]。

三、可燃气体检测报警器检定结果的控制措施

(一) 严格控制环境影响因素

严格按照检定环境要求布设传感器所在位置,要求其符合JJG 693-2011的要求,将设置所在的环境温度控制在 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 内,要求湿度<85%RH。搭配温湿度监控设备来强化运行环境,在检定之前,需要平衡环境参数,如果有必要,可使用恒温恒湿实验室来辅助。检定之前,使用洁净空气或者是氮气清洗管路,避免残留硫化物和卤素等干扰气体影响传感器中毒。考虑到电磁干扰要素的存在,在环境中使用屏蔽电缆辅助,作业人员必须穿戴整齐的静电服装,确保设备接地保证人员安全。加装之后的设备运行正常^[10]。从通风以及气流控制的角度来看,可以使用标定罩或者是气罩覆盖传感器,从而减少外界风速对气体扩散造成的影响^[11]。户外检定工作要避免强风造成的干扰,检定的时候,流量计需要校准到 $\pm 1\%$ 的精度,从而保证气流的稳定。

(二) 升级技术实时监测报警器运行情况

新时期可在检定中引进数字化技术,运用先进技术辅助报警,从而保障设备的运行情况。在运行的过程中,可以引进物联网(IOT)技术,通过数字孪生模型来实时监测传感器的运行状态,预测设备的零点漂移、老化趋势^[12]。比如新时期可以在技术中引进AI算法(用LSTM神经网络分析历史数据从而建立起传感器寿命预测模型),自动修整由于温湿度变化所导致的漂移误差,提升设备校准的精度。当预测误差超过阈值(如 $\pm 1.5\%$)的时候,系统将维护工单推送给管理平台,实现精准运维^[13]。借助现代化技术,开发多变量回归模型,再修正温湿度、气压等对传感器读数造成的影响,在技术中运用区块链技术,借此记录下校准日志,确保数据不可篡改,符合ISO 9001质量管理体系的相关要求^[14]。

在设备运行的过程中,采取动态气体稀释装置来实现设备的升级,比如MFC质量流量控制器(精度需达到0.1%,读数+0.02%满量程,支持RS-485 Modbus协议远程控制);支持多点校准技术的运用降低气体浓度误差。在检定过程中,优选使用抗中毒的红外传感器或者是电化学传感器装置来进行检定,避免催化燃烧式传感器在含硫的环境中导致性能衰减。如果是含有高浓度气体检测的场景,可以使用抗腐蚀的材质来延长设备的使用寿命,如316不锈钢材质、PTFE管路,优化传感器技术促进检定的精准,对检定有积极作用。设备升级的过程中需要强调合规性验证,主要是通过ATEX/IECEX防爆认证,确保设备能够在可燃气体的环境中运行。在检定中,提供NIST可追溯校准报告,通过电子记录来实现全过程的动态管理。未来还可开发VR辅助系统,智能优化现场检定工作。

(三) 严格操作规范保证流程标准化

标准气体与标准流程很关键,进行作业之前,需要明确标气种类和传感器检测气体的一致性,具体区分甲烷、异丁烷等,而且浓度误差应该低于2%^[15]。总线式控制器在使用的过程中需要分段校准,通过微处理器存储电压值来减少线性误差的存在。严格操作流程包含:预热 $\geq 30\text{min}$,再零点校准后,通入标气。使用

专门标定罩来避免气体逸散，尽可能不适用自封袋（自封袋检定可能存在10%的偏差），不利于检定精度控制。在操作过程中，注意响应时间和重复性控制。采取同步计时设备（如防爆对讲机）来协调工作现场和监控室的操作，避免人工计时的误差^[16]。重复性检定的时候，需要系统通入相同浓度标准的气体6次，确保相对标准偏差（RSD）不超过3%。运用这些措施，能够确保检测数据的精准性。

（四）强化人员技能保证安装维护工作质量

培训基础理论与规程：操作人员需要通过 JJG 639-2011 的规程培训工作，在培训中掌握传感器运行原理、标气选择、故障排查的技能。掌握检定条件方面的相关内容，如温湿度、电磁环境、流量控制，吸入式旁通流量调节等等，在理论知识的传授中可以引进案例，讲解未按照规程操作的后果，可提高培训效率。在培训中讲解催化燃烧式、红外式、电化学式传感器的工作原理以及使用场景。在工作中强调化学传感器的寿命管理以及标准系数的换算方法，比如乙醇对甲烷的校准系数为1.25。

标准化作业流程。在培训中，模拟实景展开训练，模拟温湿度调节、屏蔽电磁干扰的方法^[17]。使用标准气体校验误差、演示扩散式仪器标定罩的正确安装方法。对于进入高风险场所的技术人员，需要定期对泄露场景进行模拟考核。装置的安装高度根据气体密度进行调整，密度>空气的情况下，距离地面0.3m。在装置运行的过程中定期检查防爆面的密封性能，要使用防爆工具拆

装作业，避免水汽进入到电路中。新时期注意区分风险区域，如高风险区域，检定时间缩短为半年一次，普通场所则每年检定一次，超期末检仪器不能再使用^[18]。

考核与持续教育机制。强调技术人员的技能认证和实操考核，比如通过设置理论考试与实操评分的方式，检验技术人员的操作技能，理论方面的考试主要是规程条款、标气换算，实操主要是流量调节精度和响应时间误差^[19]。在培训中使用数字孪生技术来模拟复杂场景，考核人员的应变能力^[20]。每半年更新技术人员培训内容，新时期加入新型红外传感器校准与物联网设备远程校准等技术。建立起电子档案，记录下每次检定的数据，用来分析操作习惯偏差，再进行针对性的强化训练。

四、结语

综上所述，可燃气体检测报警器是一种特殊安全计量装置，它关系到工业生产安全。理论上检测装置应该始终处于良好状态，确保检定合格。文章在分析中讨论了可燃气体检测报警器运行中的影响要素，论述如何进行检定结果的控制。通过环境控制、技术升级、优化流程、提升检定人员能力几个方面出发，降低外部系统对检定结果造成的干扰。在未来还可以结合智能监测技术、材料创新技术来提升设备的抗干扰能力，保证检定结果的准确与可靠。

参考文献

- [1] 乐天芝, 李建荣, 夏若男, 等. 一种高校实验室可燃气体检测反馈系统的设计 [J]. 江苏建筑职业技术学院学报, 2024, 25(01): 62-65.
- [2] 陆伟, 罗瑞, 张青松, 等. 充填工作面异常气体对传感器交叉干扰的影响研究 [J]. 中国安全科学学报, 2024, 35(02): 40-48.
- [3] 张小红. 浅析 PBAT 装置中可燃气体检测器的布置 [J]. 石油化工自动化, 2024, 61(01): 40-43.
- [4] 王宝营. 可燃气体检测报警器检定过程中气路长度对误差和重复性影响的分析 [J]. 石油石化物资采购, 2023(3): 14-16
- [5] 买佳丽. 浅析可燃气体检测报警器现场检定 / 校准的质量风险控制 [J]. 中文科技期刊数据库 (引文版) 工程技术, 2023(2): 0145-0148
- [6] 李杰兴. 有效推进可燃气体检测报警器计量检定与计量管理的探讨 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2023(10): 0151-0154
- [7] 蒋晓光. 可燃气体检测报警器检定结果的影响因素与对策分析 [J]. 中国高科技, 2023(11): 74-7578
- [8] 郭美均, 才洪冰, 席煜杰, 李行. 影响可燃气体检测报警器测量结果的因素探析 [J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2023(2): 0038-0040
- [9] 武晓荣, 冯丽苹, 王笑微, 等. 可燃气体检测报警器检定要点研究 [J]. 机电信息, 2023, (05): 59-62.
- [10] 陈岚, 施马凯, 包亦杰. 可燃气体检测报警器检定装置计量比对结果分析 [J]. 上海计量测试, 2023, 51(06): 57-60.

