

5 车路协同技术应用的现存挑战与优化路径

5.1 核心挑战解析

尽管车路协同技术在交通安全提升方面成效显著，但大规模推广仍面临“技术-标准-成本”三重瓶颈：

5.1.1 技术层面：感知融合与定位精度不足

多源感知数据的异质性导致融合难度大，路侧激光雷达与车载摄像头的时间同步误差可达 50ms，造成障碍物位置判断偏差 0.5 米以上。在复杂城区环境中，高楼遮挡导致北斗定位信号中断，定位精度从亚米级降至 10 米级，影响预警准确性。此外，AI 决策算法在混合交通流场景的泛化能力不足，面对突发路况（如行人横穿马路）的误判率仍达 8%。

5.1.2 标准层面：接口与协议不统一

当前车路协同系统存在“多头标准”问题：通信协议方面，部分车企采用 IEEE 802.11p 标准，而路侧设备多采用 5G-V2X 标准，二者兼容性不足导致信息传输丢包率达 15%；数据格式方面，不同厂商的感知数据采用私有格式，难以实现跨平台共享。标准不统一使不同区域的车路协同系统无法互联互通，形成“信息孤岛”。

5.1.3 成本层面：建设与运维投入高昂

车路协同系统的单位建设成本达 500-800 万元/公里，其中路侧感知设备占比 40%，通信基站占比 30%。以上海绕城高速（全长 189 公里）为例，全路段部署需投资 9.45-15.12 亿元，远超传统公路改造预算。运维成本同样高昂，路侧设备的年故障率约 12%，单套设备维修成本达 2 万元，给运营单位带来沉重负担。

5.1.4 安全层面：数据传输与隐私保护风险

车路协同系统的信息传输涉及车辆位置、行驶轨迹等敏感数据，存在被黑客攻击的风险。2024 年测试显示，通过伪造 V2X 预警信息可使目标车辆紧急制动，引发追尾事故。此外，海量感知数据的存储与分析可能泄露用户隐私，面临合规性挑战。

5.2 优化路径探索

针对上述挑战，结合最新研究成果，提出“技术突破-标准统一-模式创新”的三维优化路径：

5.2.1 技术突破：提升感知与决策能力

感知融合优化：采用“硬件同步+算法校准”双策略，通过 GPS 授时实现多设备时间同步误差小于 10ms，基于深度学习算法消除多源数据的系统误差，使融合精度提升至 0.1 米以内。定位精度提升：开发“北斗+IMU（惯性测量单元）”组合定位技术，在信号遮挡场景中通过惯性导航补盲，定位精度维持在 1 米以内。算法优化：构建大规模混合交通流数据集（含 100 万+场景样本），训练鲁棒性更强的 AI 决策模型，将突发路况误判率降至 2% 以下。

5.2.2 标准统一：构建全产业链标准体系

由交通运输部牵头，联合车企、科技企业成立标准委

员会，制定“车路协同技术标准白皮书”：通信层面，明确 5G-V2X 为统一通信协议，要求 2026 年后新出厂车辆强制兼容该标准；数据层面，制定感知数据通用格式（如 OpenDRIVE），实现跨厂商数据共享；接口层面，规范路侧设备与车载终端的硬件接口，降低互联互通成本。同时建立标准认证体系，对不符合标准的产品实施市场准入限制。

5.2.3 模式创新：降低成本与安全风险

成本控制：采用“分期建设+按需部署”模式，优先在事故高发路段（如交叉口、弯道）部署核心设备，降低初始投入；探索“政府补贴+企业共建”机制，鼓励科技企业参与运维，通过数据增值服务（如交通流量分析）实现盈利分成。安全防护：构建“传输加密+终端认证”安全体系，采用区块链技术实现数据溯源，防止信息篡改；制定数据隐私保护规范，对敏感信息进行脱敏处理，符合《个人信息保护法》要求。

6 结论与展望

6.1 研究结论

车路协同技术通过“感知全域化、响应自动化、流态优化化”三重机理，重构了道路安全防护体系，从根本上突破了传统交通安全管理的局限。

实证数据显示，车路协同系统在不同场景下均实现显著安全提升：高速公路事故率下降 38.83%，城市公交右转弯事故归零，普通国道交叉冲突事故下降 80%，证实了技术的普适性与有效性。

当前车路协同技术应用面临感知融合不足、标准不统一、成本高昂等挑战，需通过技术突破、标准统一、模式创新的协同发力实现破解。

6.2 未来展望

随着新一代信息技术的发展，车路协同技术的交通安全价值将进一步释放，未来可重点关注三大方向：数字孪生与车路协同融合、车路协同与自动驾驶协同演进、跨区域协同安全管控等方向。车路协同技术作为交通强国建设的核心支撑，其发展与应用不仅能提升道路交通安全水平，更能推动交通运输行业的数字化转型。未来需持续深化技术创新与模式创新，破解应用瓶颈，让智慧公路真正成为安全出行的“生命线”。

参考文献

- [1] 张慧, 等. 车路群智协同感知方法综述 [J]. 智能科学与技术学报, 2025, 7 (2): 1-15.
- [2] 刘唐志, 等. 智慧公路发展与研究大综述 (2025): 交通安全理论方法及技术应用 [J]. 公路交通科技, 2025, 42 (10): 71-82.
- [3] 鲍希琰. 广义车路协同在交通运输领域应用实践 [J]. 信息通信技术与政策, 2024, 50 (3): 53-59.

Risk Management and Control Mechanism of University Repair Project

Rifeng Li Chengyan Yang

Central University of Finance and Economics, Beijing, 100080, China

Abstract

As an important component of campus infrastructure, university renovation projects play a significant role in improving campus construction quality and meeting educational needs. However, during the implementation process, renovation projects face considerable risks and challenges due to various internal and external factors. This paper focuses on the risk management of university renovation projects, exploring their risk identification, assessment, and control mechanisms. By analyzing the risk characteristics of university renovation projects, effective risk management and control strategies are proposed, with practical applications of risk control analyzed through specific case studies. Additionally, this paper offers suggestions on how to optimize the risk management process of university renovation projects and strengthen external supervision, aiming to provide theoretical support and practical guidance to relevant management departments, enhancing the management level and risk response capability of university renovation projects.

Keywords

University renovation projects; Risk management; Risk control; Project management; Case analysis

高校修缮工程风险管理与控制机制

李日飞 杨成艳

中央财经大学, 中国 · 北京 100080

摘 要

高校修缮工程作为校园基础设施的重要组成部分,对于提升校园建设质量和满足教学需求具有重要意义。然而,在实际实施过程中,由于多种内外因素的影响,修缮工程面临着较大的风险挑战。本文从高校修缮工程的风险管理出发,探讨了其风险识别、评估与控制机制。通过对高校修缮工程的风险特点进行分析,提出了有效的风险管理和控制策略,并结合具体案例分析了风险控制的实践应用。此外,本文还对如何优化高校修缮工程风险管理流程和加强外部监管提出了建议,以期对相关管理部门提供理论支持和实践指导,提升高校修缮工程的管理水平和风险应对能力。

关键词

高校修缮工程; 风险管理; 风险控制; 项目管理; 案例分析

1 引言

随着高校基础设施建设需求的不断增加,修缮工程的规模与复杂性也不断提升。高校修缮工程不仅涉及工程建设本身,还牵涉到资金、人员、时间等多方面的协调与管理,风险问题时常困扰着项目的顺利推进。风险管理作为工程管理中的重要环节,对于保障项目的顺利实施和提升其质量具有至关重要的作用。然而,现有的高校修缮工程风险管理体系往往存在漏洞和不足,未能有效应对工程实施过程中可能出现的各类风险。因此,研究高校修缮工程的风险管理与控制机制,探讨如何通过识别、评估及合理的风险控制措施,降低风险对项目进度、质量和资金的影响,显得尤为重要。本文将通过理论分析与案例研究相结合,探讨如何有效加强

高校修缮工程的风险管理,确保修缮工程的高效、安全实施。

2 高校修缮工程风险管理的基本概念

高校修缮工程的风险管理是指在修缮工程实施过程中,通过识别、评估、控制和监控各种可能影响工程进度、质量、成本和安全的风险因素,确保工程能够顺利完成。风险管理的核心目标是最大程度地降低不确定性,避免或减少潜在的负面影响。高校修缮工程的特殊性在于其涉及的风险种类繁多,既包括项目本身的技术难题,也包括资金、人员、时间等多方面的管理问题。高校修缮工程的风险管理不仅是对工程进度的把控,还需要关注修缮质量、安全保障以及对高校教学、科研活动的影响。因此,风险管理应采取系统化的方法,确保在各个阶段进行有效的风险防控,以实现修缮项目的高效、安全完成。

【作者简介】李日飞(1986—),男,中国河北邯郸人,硕士,高级工程师,从事工程管理研究。

3 高校修缮工程中的风险识别与评估

3.1 高校修缮工程风险识别的关键环节

高校修缮工程的风险识别是风险管理的首要步骤，目的是系统性地识别出可能对工程项目产生影响的风险因素。有效的风险识别能够为后续的评估与控制提供基础。首先，风险识别需要全面分析项目的各个环节，包括设计、施工、材料采购、资金使用等。其次，应结合项目特性，考虑外部环境变化、政策法规变动等因素。此外，项目参与方的经验和历史数据也应纳入识别范围，从以往类似项目的风险教训中汲取经验。最终，通过多种识别手段，如专家评审、头脑风暴、SWOT 分析等，确保所有潜在风险被发现，并为后续的评估提供充分的数据支持。

3.2 高校修缮工程常见风险类型及其影响分析

高校修缮工程中常见的风险类型主要包括技术风险、资金风险、管理风险和外部环境风险。技术风险主要表现为设计方案的不完善、施工技术的难度以及设备和材料的技术问题。资金风险则主要体现在预算不足、资金拨付延迟或成本控制失误。管理风险则涉及项目管理的失误，如人员配置不当、项目进度不达标或协调不力。外部环境风险包括政策变化、自然灾害或社会突发事件等对工程进度的影响。这些风险可能会导致工程延期、成本超支、质量不达标，甚至影响高校的日常运作和形象。因此，识别并分析这些风险的具体表现和可能影响，能够为风险管理措施的制定提供科学依据^[1]。

4 高校修缮工程风险控制措施

4.1 高校修缮工程的风险预防措施

高校修缮工程的风险预防措施旨在从源头上减少风险发生的可能性。首先，项目的设计阶段应进行严格的可行性分析与审查，确保方案科学合理，避免因设计缺陷导致的技术风险。其次，在材料采购和施工阶段，应选择信誉良好的供应商和施工队伍，确保质量和进度的可控性。此外，合理的预算管理和资金安排对于规避资金风险至关重要，项目方应与相关部门密切配合，确保资金流动的及时性和稳定性。最重要的是，项目应实施详细的风险管理计划，明确每个环节的责任与预警机制，尽早发现并采取措施应对潜在风险^[2]。

4.2 高校修缮工程风险监控与应急预案

高校修缮工程的风险监控是确保工程按计划执行的必要手段。通过实时监控项目的进度、质量、成本等关键指标，可以及时发现偏差并采取纠正措施。在风险监控中，信息化技术的应用非常重要，项目管理系统能够帮助实时收集和分析数据，发现潜在问题。此外，制定完善的应急预案也是不可或缺的一环，项目方应针对可能的突发事件，如自然灾害或社会事件，准备应急响应方案，并进行定期演练，确保在实际发生时能够迅速有效应对，最大程度减少损失。

5 高校修缮工程风险管理实践与案例分析

5.1 风险识别与评估在项目实施中的应用

在某大学的教学楼宇修缮工程项目中，风险识别与评估贯穿了项目管理的全过程，并在有效控制项目不确定性方面发挥了至关重要的作用。该项目涉及校园文物建筑的保护性修缮及配套设施更新，合同金额为 500 万元，项目周期为 180 天。项目管理团队在启动阶段便开展了详细的风险识别工作，围绕资金管理、项目合同执行、施工质量控制及工期安排等多个关键维度进行了全面分析。通过建立风险矩阵，团队对识别出的风险进行了量化评估，并评定了高风险和低风险项。评估结果表明，若项目资金拨付进度延迟超过 7 天，可能会导致工程延期超过 10%；而在合同执行过程中，若未严格按照标准流程操作，则可能会导致成本超支 5%-15%。针对这些风险，项目管理团队提出了具体的应对措施，并将其纳入日常管理中实时监控。通过每月风险复评与动态调整，确保资金拨付偏差保持在 $\pm 5\%$ 以内，合同执行合规性偏差控制在 2% 以下，显著提升了项目风险识别与控制的整体效率与执行效果^[3]。

5.2 风险控制措施的实际效果与优化

某高校宾馆修缮项目管理团队采取了多项风险控制措施以保障工程顺利推进。在合同管理方面，项目组制定了标准合同模板并严格执行审核流程，使合同条款执行偏差保持在 $\leq 4\%$ 范围内，有效减少了合同风险带来的不确定性。为提升施工质量与进度控制能力，项目采用了周施工进度评审制度和现场质量巡查机制，使施工合格率达到 94%，进度与计划同步率为 97%。项目团队还引入物资管理系统，对主要建筑材料的到货时间、库存水平和现场消耗量进行动态跟踪，使材料滞留和浪费率保持在 5% 以下。资金控制层面实行分阶段拨付制度，将工程款支付周期缩短为 15 天，显著提高资金流转效率，资金使用率达 91%。这些风险控制措施的实施将原有风险指标显著优化，项目整体成本偏差率较传统类似项目降低约 9 个百分点，同时进度超期时间缩短了约 12 天，有效推动了宾馆修缮工程按既定目标顺利完成。

5.3 项目管理中应急预案的执行与改进

在某高校宾馆修缮工程实施阶段，应急预案在应对突发状况中发挥了实际价值。施工期间曾出现主要施工材料供应出现滞后，原计划到货期延误 7 天，如未及时应对将对项目计划推进产生较大影响。项目管理团队迅速启用了备用供应商名单，并调整现场作业顺序，使实际延误时间控制在 4 天内，从而降低了对整个 90 天工期的冲击。针对可能出现的施工安全隐患，项目组依据应急预案设置了 24 小时现场巡查制度和即时通报机制，保障了施工现场人员安全，无重大安全事故发生。事后项目管理团队依据本次应急执行过程的数据记录对预案进行了必要调整，将应急响应时间目标设置为风险预警后 ≤ 6 小时内完成初步应对措施，并完善了供