

道路桥梁工程施工质量控制的现状与优化路径研究

文/程 杨 安徽建工水利开发投资集团有限公司

摘要：道路桥梁工程是现代交通基础设施的重要组成部分，其施工质量直接关系到交通安全和经济发展。随着工程规模的扩大和技术要求的提升，传统的质量控制模式已难以满足当前需求。本文探讨了道路桥梁施工质量控制现状与发展趋势，分析了影响施工质量的关键因素及其存在的问题，并提出了通过创新路径和实践方法提升施工质量策略。结合BIM技术、物联网监控、智能化施工设备等手段，施工过程中的质量问题得到有效预防和管控。通过对实际案例的分析，研究证明了信息化与智能化手段在提升施工质量、降低成本和提高效率方面的积极作用。

关键词：道路桥梁工程；施工质量控制；BIM技术；智能化施工；物联网

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.073

引言

道路桥梁是国家基础设施建设的关键组成部分，直接影响到交通安全、经济发展以及人民生活质量。随着社会对基础设施质量要求的不断提高，施工质量控制已成为道路桥梁建设中的核心环节。随着工程复杂性的增加和技术要求的提升，传统的质量控制手段已无法满足现代施工的需求，质量问题屡见不鲜。本文旨在通过研究当前道路桥梁施工质量控制的现状与发展趋势，探讨影响施工质量的关键因素，并提出基于信息化、智能化技术的创新路径，以期今后的桥梁建设提供更加科学、精准、高效的质量控制方法和实践指导。

一、道路桥梁施工质量控制的现状与发展趋势

随着我国交通基础设施建设的迅猛发展，道路桥梁工程的施工质量控制成为确保工程安全、稳定运行的重要保障。近年来，随着桥梁工程规模的不断扩大与技术要求的日益提高，施工质量控制的现状面临着越来越多的挑战。在传统的质量控制体系中，质量管理多依赖人工检查和纸质记录，施工过程中的监控手段相对滞后，难以实现对每个环节的实时监测和动态调整。施工人员的技术水平参差不齐，导致在施工过程中出现了不符合规范的操作，进而影响工程质量的稳定性和可靠性。

在技术发展方面，信息技术的应用逐渐为施工质量控制带来新的契机。通过引入先进的数字化管理工具，如建筑信息模型（BIM）、无人机巡检、传感技术等，施工质量得到了更高效、精准的控制。这些技术手段不仅能够实时监测施工现场的质量数据，还能通过数据分析为工程管理提供决策支持，有效预防质量隐患的发生。虽然部分地区和单位已经开始尝试应用这些新兴技术，但由于技术普及程度有限、人员素质和技术能力的差异，整体应用效果仍然存在较大差异，部分工程的质量控制水平并未显著提高。

从管理层面来看，现有的质量控制体系存在一定的缺陷，特别是在责任落实、质量检查、验收环节中，监管力度和执行力度不足，造成了质量漏洞的出现。工程建设单位和施工队伍在施工过程中往往过于注重进度与成本，忽视了质量管控的重要性。质量管理人员的专业

素养和责任意识也需要进一步提升。为了应对这些问题，越来越多的施工单位开始引入质量控制的全程跟踪管理模式，力求在每个环节实现可控、可追溯的质量管理。随着我国道路桥梁建设逐步进入高标准、高难度的建设阶段，施工质量控制的要求也将更加严格。

二、影响施工质量的关键因素与存在的问题

在道路桥梁工程施工过程中，影响质量的关键因素复杂多样，涵盖了从设计、施工、材料、设备到管理等多个方面。设计阶段的缺陷常常成为施工质量问题的根源，若设计图纸不完善或设计计算不准确，施工过程中便容易出现误差，进而影响工程的整体质量。例如，设计人员在桥梁荷载、抗震性能、材料选用等方面的考量不足，可能导致实际施工过程中无法满足相关安全标准。施工工艺的执行与操作水平直接影响工程质量。施工过程中，施工工艺的合理性与精确性至关重要，若操作人员未严格按照技术规范进行施工，或在施工环境复杂情况下未能做出及时调整，都可能导致施工质量的下降。施工现场管理的混乱也是质量问题的一个重要因素。施工现场如果缺乏有效的监督与管理，操作不规范、材料堆放不当、施工流程不畅通等情况时有发生，这些问题直接影响到施工质量的稳定性。

材料是桥梁工程质量控制中的另一个重要因素。尽管国家对建筑材料有严格的质量标准，但在实际施工过程中，部分施工单位为了降低成本或追求项目进度，可能会使用劣质或不合格的建筑材料。这些材料不仅无法满足设计要求，还可能导致施工过程中的质量缺陷，甚至影响结构的长期稳定性。例如，水泥、钢筋等材料的质量问题可能会导致桥梁结构的强度不足，进而影响桥梁的使用寿命与安全性。人员素质和施工队伍的技术水平也是施工质量的关键因素。尤其是在一些技术复杂、要求高的桥梁工程中，施工人员的专业技能与经验至关重要。部分施工单位在人员选拔和培训上投入不足，导致部分技术工人缺乏必要的操作技能或质量控制意识。施工人员的责任心不足、监督不到位等问题，也容易使质量控制措施流于形式，难以真正落实到位。

设备的使用与维护状况也在一定程度上影响施工质量。桥梁施工过程中，机械设备的性能直接影响施工效率和质量。如果施工设备老化或缺乏必要的维护，可能导致施工精度下降，甚至引发安全事故。施工过程中对

设备操作的规范要求较高，一旦操作不当或管理不到位，设备可能无法发挥其应有的作用，从而影响到施工质量。

道路桥梁工程施工质量受多种因素影响，各因素评分如图 1 所示，需综合改进以提升施工质量。

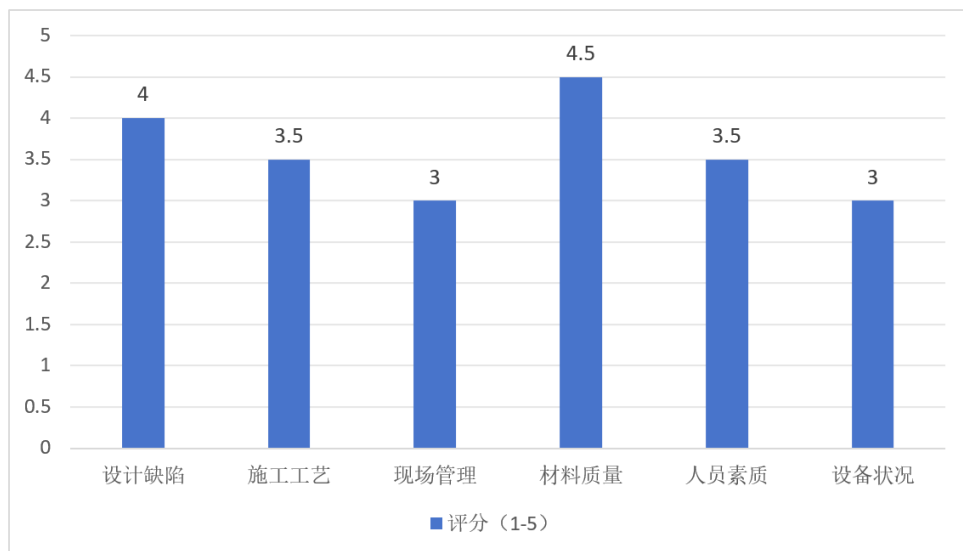


图 1 道路桥梁工程施工质量影响因素评分柱状图

三、提升施工质量控制创新路径与实践方法

随着工程建设的复杂性与技术要求的不断提高，传统的质量管理模式已经难以满足现代施工的需要。因此，结合信息化技术与智能化管理手段，推动施工质量控制的转型升级已成为一种必然趋势。应用建筑信息模型（BIM）技术是提升施工质量控制的重要创新路径之一。通过 BIM 技术，可以在施工前进行虚拟建模，精确模拟设计方案与施工过程，提前发现潜在问题。这种数字化管理手段不仅提高了设计与施工的精准度，还为施工过程中的质量控制提供了实时数据支持，能够有效降低设计与施工之间的差距。同时，BIM 技术的可视化特点使得施工过程中的质量问题能被直观呈现，便于各相关人员及时调整与改进。

另一个重要的创新方法是基于物联网（IoT）技术的实时监控系统的建设。通过在施工现场安装各类传感器，实时采集温度、湿度、压力等数据，并通过云平台进行数据分析与监控，施工质量可以得到更加细致、精准的控制。这种技术的应用可以在施工过程中即时反馈质量状况，避免问题的积累与放大。以桥梁结构健康监测系统为例，通过传感器布设在关键部位，对桥梁的使用状况进行动态跟踪，一旦出现异常情况，系统可以自动报警，帮助工程管理人员及时采取措施。加强施工人员的技能培训和质量意识培养也是提升质量控制的重要手段。在实际操作中，施工人员往往因经验不足或忽视细节而导致质量问题的出现。因此，定期组织技术培训与质量管理讲座，提高施工人员对质量控制的重视程度，能有效减少人为因素对工程质量的影响。通过建立健全的激励机制与责任追溯制度，激发施工人员的工作积极性，

从而在源头上确保质量控制措施的落实。

智能化施工技术的引入也为提升质量控制提供了新的思路。例如，智能化施工机械可以通过精确控制施工精度和施工过程，减少人工操作的误差，提高施工效率与质量。无人机技术在施工现场的应用，使得施工人员能够从空中监控施工进度与质量，尤其是在一些难以到达或危险的区域，提供了更高效的质量管理手段。通过多种创新技术的融合与应用，施工质量控制的精准度与时效性得到了显著提升。

四、优化措施的实施效果与实践案例分析

在提升道路桥梁施工质量控制的过程中，多个优化措施的实施已取得了显著成效，尤其是信息化技术、智能化施工方法以及全过程质量管理体系的引入，为提高施工质量、减少施工风险提供了有效保障。例如，G35 武昌湖互通立交至 S211、S212 连接线、泾县至青阳高速公路等项目的桥梁通过全面实施 BIM 技术，结合实时监控系统和智能检测设备，施工质量明显提高。在施工前，通过虚拟模型优化设计方案，避免了由于设计缺陷导致的返工问题；在施工过程中，利用 BIM 技术对施工进度和质量进行实时监控，保证了每个环节的高效执行。

通过引入物联网技术和智能传感器进行施工现场监测，不仅实时反馈结构健康状态，还有效减少了人工检查的疏漏。例如，在桥梁结构的关键部位设置应变、温度和湿度传感器，数据实时上传至云平台，施工团队能够根据监测数据及时调整施工方案。这些措施有效缩短了施工周期，提高了施工精度，并且减少了材料浪费，从而降低了工程成本。在实际应用中，施工队伍的专业化水平提升也是优化措施的关键组成部分。通过加强施

工人员的技能培训和质量意识教育，质量控制管理的效果得到了进一步提升。一个典型案例是泾县至青阳高速公路青弋江特大桥施工项目，我单位通过定期的质量管理培训和岗位技能考核，不仅提高了施工人员的操作水平，也增强了质量控制的责任意识。经过一段时间的实践，施工单位在项目完成后的质量验收中获得了较高的评价，合格率显著提升。

智能化施工设备的引入，特别是自动化机械和无人

机的使用，也大大提高了施工效率与质量。例如，在桥梁钢筋绑扎过程中，采用了自动化机械进行精准操作，有效避免了人工操作中的误差，并提高了作业的安全性和施工精度。无人机则负责高难度、高风险区域的巡查与质量检测，极大提高了施工过程中的安全性和精准度。这些优化措施的成功实施不仅提高了施工质量，还为施工项目的后期管理提供了更为可靠的数据支持和决策依据。

表1 某高速公路桥梁项目施工质量控制效果

质量控制措施	实施前质量问题频率 (%)	实施后质量问题频率 (%)	施工周期缩短 (天)	材料浪费减少 (%)	工程造价变化 (万元)
BIM 技术应用	18	7	12	8	-220
物联网监控与传感器应用	20	6	10	10	-180
智能化施工机械使用	15	5	8	12	-150
全员质量培训与考核	25	8	6	5	-120
无人机巡检	17	4	14	7	-100

数据来源：某高速公路桥梁建设项目施工质量控制报告（2023年）

五、未来道路桥梁施工质量控制的发展方向

随着信息技术的深入应用，基于大数据、云计算、人工智能等技术的质量控制系统将成为行业的主流，进一步推动工程质量的全面提升。未来施工质量控制将更加注重全过程、全生命周期的质量管理，从设计、施工到维护的每一环节都将融入智能化监控和数据分析，实现质量控制的精准化和动态化。智能化技术的进一步发展将大大提升施工现场的实时监控能力。通过更加精准的传感器、智能化设备以及自动化施工技术，施工过程中的每一个细节都可以被实时监测和记录。这不仅能够确保施工的每个环节都在可控范围内，而且能够及时发现潜在的质量隐患，避免问题的累积和扩大。特别是在施工现场复杂、环境变化大的情况下，智能化监测系统将发挥越来越重要的作用，为质量管理提供更可靠的依据。

另一方面，基于大数据分析的质量预测与预警机制将在未来的施工质量控制中扮演重要角色。通过对历史项目数据的积累与分析，施工管理者可以更精准地预测可能出现的质量问题，并采取相应的预防措施。这种基于数据驱动的质量管理模式将使得质量控制更加具有前瞻性，减少了依赖经验判断的局限性。随着建筑信息模型（BIM）技术的不断成熟与推广，未来施工质量控制将实现更高水平的数字化集成。BIM技术不仅在设计阶段能够提高工程设计的精度，减少设计错误，还能在施工过程中进行实时监控和反馈。

将BIM与物联网、云计算等技术结合，使得施工现场的每一个数据都能实时上传、同步分析和处理，确保施工质量的透明度与可追溯性，增强了质量管理的协同效应。

在人员管理方面，未来的施工质量控制将更加注重人工智能与机器人技术的应用，减少人为操作误差和安全隐患。随着自动化施工机械和机器人技术的成熟，施工人员的负担将得到有效减轻，施工精度与效率也会得到显著提升。随着智能化培训系统的出现，施工人员的技能培训将更加精准和高效，提高质量控制的整体水平。

结语

道路桥梁工程施工质量控制在面对日益复杂的工程要求和技术挑战时，亟需借助信息化、智能化手段进行创新与优化。通过BIM技术、物联网监控、智能化施工设备等技术的应用，可以实现对施工质量的精准管理和实时监控，有效预防质量隐患，提高施工效率，降低成本。同时，提升施工人员的专业技能与质量意识，也是确保施工质量的重要保障。未来，随着智能化技术的不断发展，施工质量控制将更加精准、动态，全面提升工程的安全性与可靠性，为基础设施建设提供坚实保障。

参考文献

- [1] 刘俊鹏. 道路桥梁施工质量控制存在的问题及优化措施[J]. 建筑技术, 2020, 51(12): 1054-1057.
- [2] 孙伟强, 周凌. 基于信息技术的道路桥梁施工质量管理研究[J]. 公路工程, 2022, 47(3): 72-76.
- [3] 陈思远. 道路桥梁工程施工质量控制的难点与突破[J]. 施工技术, 2021, 50(4): 12-15.
- [4] 杨帆, 林佳佳. 智能化技术在桥梁施工质量控制中的应用探讨[J]. 现代建筑, 2023, 44(1): 58-61.
- [5] 高志强, 张雪婷. 道路桥梁施工质量监控系统的研究与应用[J]. 工程管理学报, 2021, 38(9): 108-112.