

道路工程施工技术质量管理分析

郭锐 朱伟杰

山东省高速养护集团有限公司 山东 济南 250000

摘要：随着交通基础设施建设规模持续扩大，道路工程质量要求日益严苛。本文深入剖析道路工程施工技术质量管理，先明确施工技术涵盖路基、路面、排水等关键领域，阐释质量管理内涵与目标，并介绍相关理论及关键要素。接着分析我国道路工程质量现状、常见质量问题及成因、现存管理痛点。最后从预防性管理、过程动态监管等多方面提出优化策略，以提升道路工程质量。

关键词：道路工程；施工技术；质量管理

引言：在城市化进程加速与交通需求激增的背景下，道路工程作为城市发展的“动脉”，其质量直接关系到交通安全、通行效率与城市形象。然而，当前道路工程施工中仍存在路基沉降、路面裂缝、排水不畅等质量问题，不仅缩短道路使用寿命，更威胁行车安全。究其原因，涉及设计缺陷、施工偏差、材料不合格及管理粗放等多重因素。因此，系统分析施工技术质量管理要点，构建全流程、精细化管控体系，已成为保障道路工程高质量发展的关键课题。

1 道路工程施工技术质量管理理论基础

1.1 核心概念界定

(1) 道路工程施工技术：核心涵盖路基、路面、排水三大关键技术领域。路基施工技术聚焦基底处理、填料选择与压实控制，是道路承载能力的基础保障；路面施工技术涉及沥青、水泥混凝土等面层及基层材料摊铺、碾压工艺，直接影响道路通行性能；排水施工技术包括地表排水与地下排水系统构建，关乎道路使用寿命与行车安全。(2) 质量管理的内涵与目标：内涵在于通过全流程管控实现工程质量达标，核心包含符合性质量与适用性质量。符合性质量要求工程符合设计规范、施工标准及相关法规；适用性质量则聚焦道路实际使用需求，保障通行舒适度、耐久性及抗灾能力，最终实现工程质量与使用价值的统一。

1.2 质量管理相关理论

(1) 全面质量管理(TQM)理论：核心是“全员参与、全过程控制、全要素管理”，强调以客户需求为导向，通过PDCA循环(计划、执行、检查、处理)持续改进施工质量，覆盖从施工准备到竣工验收的全流程。(2) ISO9001质量管理体系标准：提供标准化的质量管控框架，要求建立文件化的管理流程，通过质量策划、控制、保证与改进，确保施工各环节可追溯、可管控，

提升质量管理的系统性与规范性。(3) 六西格玛管理在工程中的应用：以“减少缺陷、提升稳定性”为核心，通过DMAIC(定义、测量、分析、改进、控制)流程识别施工质量波动根源，优化施工工艺，将质量缺陷率控制在极低水平。

1.3 技术质量管理的关键要素

(1) 人员管理：重点开展技能培训，提升施工人员与管理专业的能力，同时明确岗位职责分工，建立质量责任追溯机制，强化全员质量意识。(2) 材料管理：严格执行原材料进场检测制度，杜绝不合格材料投入使用；加强供应链全流程控制，保障材料质量稳定性与供应及时性。(3) 机械设备管理：依据施工需求科学选型，确保设备性能适配施工工艺；建立常态化维护保养机制，保障设备正常运行，避免因设备故障影响施工质量。(4) 施工工艺控制：制定标准化施工流程，明确各环节技术参数与操作规范；结合施工实际动态调整工艺方案，及时处理施工过程中的质量隐患，保障施工质量稳定性^[1]。

2 道路工程施工技术质量管理现状与问题

2.1 我国道路工程质量管理的现状

(1) 政策法规与标准体系日趋完善：我国已构建起以《公路法》《建设工程质量管理条例》为核心，以《公路工程质量检验评定标准》《公路路基施工技术规范》等为配套的政策法规与标准体系。其中《公路工程质量检验评定标准》明确了道路工程各分项、分部工程的质量检验指标、方法及合格标准，为质量管控提供了量化依据，有效规范了施工全过程的质量行为。(2) 行业监管模式多元协同：形成了政府监督、第三方检测与企业自检相结合的监管体系。政府部门通过专项检查、动态巡查等方式履行监管职责，强化对工程质量的宏观把控；第三方检测机构凭借专业技术优势，对施工关键

环节、原材料质量等进行独立检测,为质量评估提供客观依据;企业自检则贯穿施工全流程,是保障工程质量的基础环节。

2.2 常见质量问题分析

(1) 典型质量问题频发:路基沉降表现为路基局部或整体下沉,导致路面平整度下降、出现凹陷;路面裂缝涵盖横向裂缝、纵向裂缝及网状裂缝等类型,易引发雨水渗入,加剧路面破损;排水不畅则会造成路面积水、路基浸泡软化,降低道路承载能力,甚至诱发边坡滑塌等次生灾害。(2) 质量问题成因复杂多元:设计缺陷方面,存在地质勘察不充分、结构设计不合理等问题,导致工程先天存在质量隐患;施工偏差表现为施工工艺不规范、技术参数控制不严,如路基压实度不足、路面摊铺厚度不均等;材料不合格则包括原材料质量不达标、成品材料存放不当变质等,直接影响工程质量稳定性;此外,后期养护不到位也会加速质量问题显现。

2.3 现存管理痛点

(1) 质量责任界定模糊:由于道路工程涉及设计、施工、监理、材料供应等多个主体,部分环节责任划分不清晰,当出现质量问题时,易出现推诿扯皮现象。尤其是在交叉作业环节,责任链条不完整,导致质量问题追溯困难,难以精准追责。(2) 信息化管理水平低:多数项目仍依赖传统纸质记录方式,施工数据采集不及时、不精准,难以实现质量数据的实时共享与动态分析。信息化管理工具应用不足,无法对施工全过程进行智能化监控,导致质量管控的时效性与针对性不足^[2]。

(3) 应急预案缺失:针对施工过程中可能出现的质量突发问题(如路基坍塌、大面积路面破损等),部分项目未制定完善的应急预案。缺乏提前预警机制与应急处置流程,当质量问题突发时,易因处置不及时导致问题扩大,造成更大的经济损失与工期延误。

3 道路工程施工技术质量管理优化策略

3.1 事前控制:预防性管理措施

(1) 施工方案优化:引入BIM(建筑信息模型)技术辅助施工方案设计与优化,构建全专业协同的三维模型。通过模型进行地质条件模拟、施工流程可视化推演,提前排查设计图纸中的冲突点与不合理之处,如路基开挖与地下管线的避让、路面结构层厚度与承载需求的匹配性等。基于模型开展施工重难点分析,制定针对性应对方案,例如在软土路基区域,通过BIM模拟不同加固方案的效果,选择性性价比最优的换填或注浆加固策略;同时利用模型进行资源配置规划,合理调配人员、设备与材料,避免因方案疏漏导致的施工偏差与质量隐

患。(2) 材料与设备准入机制:建立全流程、多层次的准入体系,明确原材料供应商的资质要求,优先选择具备行业认证、信誉良好的供应商。实施材料进场前的严格检验制度,对钢筋、水泥、沥青、砂石等核心材料,按照规范要求进行取样检测,重点核查强度、含水率、级配等关键指标,检测合格并备案后方可进场;对预制构件等成品材料,需核查生产资质、出厂检验报告,必要时进行现场抽检。设备准入方面,依据施工工艺要求明确设备选型标准,重点考察设备的性能参数、精度等级与运行稳定性,如路面摊铺设备需具备精准的厚度控制与压实度调节功能。建立设备进场验收制度,核查设备合格证、维护保养记录,对关键设备进行试运行测试,确保设备符合施工要求;同时明确设备操作人员的资质要求,禁止无证人员上岗操作^[3]。

3.2 事中控制:过程动态监管

(1) 分部分项工程验收标准细化:制定差异化、精细化的分部分项工程验收标准,结合道路工程特点,将路基、路面、排水、涵洞等关键分部工程进一步拆解为若干分项工程,明确各分项的验收指标、检测方法与合格阈值。例如路基工程中,基底处理需验收压实度 $\geq 90\%$,路基填筑需按分层验收,每层压实度、平整度等指标达标后方可进行下一层施工;路面工程中,沥青面层验收需涵盖厚度偏差($\pm 5\text{mm}$)、压实度($\geq 96\%$)、构造深度等指标。建立“自检-互检-专检”三级验收流程,施工班组完成自检后,由项目部组织互检,最后报监理单位进行专检,验收过程需留存完整的检测记录与影像资料。对验收不合格的分项工程,明确整改标准与时限,整改完成后重新验收,严禁未经验收或验收不合格的工程进入下一道工序^[4]。(2) 实时监测技术深度应用:推广无损检测、智能传感器等先进监测技术在施工过程中的应用,实现对工程质量的实时动态管控。在路基施工中,采用地质雷达检测路基压实度与均匀性,实时反馈压实效果,及时调整压实机械的碾压速度与遍数;在路面施工中,运用激光平整度仪、无核密度仪等设备,实时监测路面平整度、压实度等指标,避免出现局部压实不足或过度压实的问题。在边坡、桥梁台背等关键区域,布设位移传感器、沉降传感器,实时采集变形数据,通过数据传输终端将信息同步至管理平台,当数据超出预警阈值时自动报警,便于管理人员及时采取加固措施。此外,利用无人机航拍技术对大面积施工区域进行全覆盖巡查,快速发现路面裂缝、路基边坡滑塌等质量隐患,提升监管效率与覆盖面。

3.3 事后控制:质量追溯与改进

(1) 质量事故责任追究制度完善: 建立权责清晰、追溯到位的质量事故责任追究制度, 明确设计、施工、监理、材料供应等各参与主体的质量责任边界, 制定分级分类的责任追究标准。当发生质量事故时, 成立专项调查组, 通过现场勘查、检测数据分析、资料核查等方式, 精准界定事故原因与责任主体, 区分设计缺陷、施工违规、材料不合格、监管失职等不同责任类型。对责任主体实施差异化追责, 包括经济处罚、资质降级、信用扣分等, 对造成严重质量事故的单位与个人, 依法追究法律责任。同时建立质量事故公示制度, 公开事故原因、处理结果, 发挥警示作用, 推动全行业强化质量责任意识。(2) PDCA循环在质量改进中的应用: 将PDCA(计划-执行-检查-处理)循环理论全面融入质量改进工作, 形成持续提升的闭环管理体系。计划阶段(P), 结合施工过程中发现的质量问题与验收数据, 分析质量波动规律, 制定针对性的质量改进计划, 明确改进目标、责任人与完成时限, 例如针对路面裂缝频发问题, 制定优化沥青配比、改进摊铺工艺的改进计划。执行阶段(D), 严格落实改进措施, 组织技术培训确保施工人员掌握改进后的工艺要求, 同时加强过程监督, 保障改进计划有效落地。检查阶段(C), 通过现场检测、数据对比等方式, 验证改进措施的实施效果, 评估是否达到预期目标, 如对比改进前后路面裂缝的发生率与严重程度。处理阶段(A), 对改进有效的措施, 纳入标准化施工流程, 形成长效机制; 对未达预期的改进方案, 分析原因并重新制定改进计划, 进入下一轮PDCA循环, 持续提升工程质量水平^[5]。

3.4 信息化与智能化管理提升

(1) 质量管理平台建设: 构建一体化道路工程质量信息管理平台, 实现质量数据的集中管理、共享与高效利用。平台整合施工方案、材料检测、验收记录、监测数据等全流程质量信息, 建立标准化数据库, 确保数据的完整性与可追溯性; 设置流程可视化模块, 实时展示施工进度与质量管控节点, 管理人员可通过平台实时查看各环节质量状态, 及时发现管控漏洞。同时, 平台支

持多主体协同办公, 设计、施工、监理、监管等单位可通过平台共享信息、反馈问题, 提升沟通效率, 形成质量管控合力。此外, 平台具备数据统计分析功能, 可自动生成质量报表, 为管理人员决策提供数据支撑。(2) 人工智能在质量预测中的应用: 引入人工智能技术, 构建基于机器学习的质量预测模型, 实现对施工质量风险的提前预判。通过收集历史施工数据、质量事故案例、环境参数等数据, 对数据进行清洗、标注后, 作为模型训练样本, 优化模型算法, 提升预测精度。利用训练成熟的模型, 输入当前施工项目的地质条件、施工参数、材料性能等数据, 可预测路基沉降、路面裂缝等质量问题的发生概率与发展趋势。基于预测结果, 管理人员提前制定针对性防控措施, 调整施工工艺, 实现从“被动处置”向“主动预防”的转变, 进一步提升质量管控的智能化水平。

结束语

道路工程施工技术质量管理是保障工程质量、延长道路使用寿命的核心环节。通过系统梳理施工关键技术、剖析常见质量问题成因, 并从预防性管理、动态监管、质量追溯及信息化应用等方面提出优化策略, 可有效提升质量管控水平。未来, 需持续强化全流程责任追溯、推广智能监测技术、完善质量预警机制, 推动道路工程向精细化、智能化方向发展, 为城市交通高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 向伟, 姜鹏. 市政道路工程施工技术与质量管理分析[J]. 大众标准化, 2023, (23): 40-42.
- [2] 袁良涛. 市政道路工程施工技术与质量管理分析[J]. 全面腐蚀控制, 2022, (08): 85-87.
- [3] 石含, 李朝辉. 市政道路工程施工技术与质量管理[J]. 散装水泥, 2022, (02): 61-63.
- [4] 李园. 市政道路工程施工技术和质量管理探讨[J]. 民营科技, 2021, (07): 94-95.
- [5] 周旭垠. 市政道路工程施工技术和质量管理探讨[J]. 科技传播, 2021, (18): 169-170.