

关于公路工程施工质量控制与管理问题研究

高 涛

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：随着我国基础设施建设的不断推进，公路工程作为交通运输体系的重要组成部分，其施工质量直接关系到道路安全、使用寿命及社会效益。然而，在实际施工过程中，受多种因素影响，公路工程仍存在诸多质量问题，如路基沉降、路面开裂、桥涵渗漏等，严重影响了工程的整体性能和公众出行安全。本文围绕公路工程施工质量控制与管理问题展开系统研究，首先阐述了施工质量控制的基本内涵与重要性，其次分析当前公路工程施工中存在的主要质量问题及其成因，进而从制度建设、技术手段、人员管理、材料控制、过程监管等多个维度提出优化策略，并结合信息化、智能化发展趋势探讨未来质量管理体系的创新路径。研究表明，构建全过程、全方位、全员参与的质量控制体系，是提升公路工程质量的关键所在。

关键词：公路工程；施工质量；质量控制；质量管理；全过程管理；智能建造

引言

近年来，我国交通基础设施建设持续高速发展，公路网络的不断完善，不仅促进了区域经济协调发展，也极大提升了人民群众的出行便利性。然而，伴随着建设规模的扩大，公路工程质量问题日益凸显。部分项目在交付使用后短期内即出现结构性损坏、功能性缺陷等问题，不仅造成巨大的经济损失，更威胁到公共安全。施工阶段是决定公路工程质量的核心环节。有效的质量控制与管理不仅是实现设计意图、保障工程耐久性的关键，也是落实国家“交通强国”战略、推动高质量发展的内在要求。因此，深入研究公路工程施工质量控制与管理中的突出问题，探索科学、系统的解决方案，具有重要的理论价值与现实意义。

1 公路工程施工质量控制的基本内涵与重要性

1.1 基本内涵

公路工程施工质量控制是指在施工全过程中，通过计划、组织、协调、监督等管理手段，对影响工程质量的人、机、料、法、环等要素进行系统管控，确保工程实体满足设计文件、技术规范及合同约定的质量标准。其核心目标在于实现“零缺陷”或“可接受缺陷”的工程交付。这一过程并非孤立的技术检验行为，而是贯穿于施工准备、施工实施、竣工验收等各个阶段的动态管理活动，强调以预防为主、过程控制为重、持续改进为方向。在此基础上，质量管理则进一步通过建立标准化的质量管理体系（如ISO9001）、明确各方质量责任、设定可量化的质量目标等方式，将质量控制纳入制度化、规范化轨道，从而形成系统性、长效性的保障机制。

1.2 重要性

公路工程作为典型的公共基础设施，其施工质量直接关系到交通安全、经济效率与社会信任。首先，结构稳定性、路面平整度、抗滑性能等关键指标若未达标，极易引发车辆失控、追尾甚至翻覆等交通事故，危及人民生命财产安全。其次，高质量的施工能够显著提升公路结构的耐久性与抗疲劳能力，有效延缓病害发生，减少后期养护频次与维修成本，实现全生命周期成本的最优化。再者，优质工程不仅是技术实力的体现，更是政府公信力与企业品牌价值的重要载体，有助于增强公众对基础设施建设的信心，促进区域经济社会的可持续发展。更为重要的是，在国家大力推进“交通强国”战略的背景下，打造高品质、高标准的现代化公路网络已成为行业共识，而这一切都必须以扎实的施工质量控制为基础支撑。

2 当前公路工程施工中存在的主要质量问题及成因分析

2.1 常见质量问题

在大量公路工程项目实践中，质量问题呈现出一定的共性与规律性。路基工程常因压实度不足或排水系统设计施工不当，导致不均匀沉降、翻浆冒泥甚至局部塌陷；路面工程中，沥青混合料在运输或摊铺过程中易发生离析，加之温度控制不严，常引发早期横向裂缝或车辙；水泥混凝土路面则可能出现断板、错台、唧泥等病害。桥梁与涵洞结构方面，混凝土浇筑不密实造成的蜂窝麻面、钢筋保护层不足引起的锈蚀、支座安装偏差以及伸缩缝密封失效等问题屡见不鲜，尤其防水层施工粗糙常导致桥面渗水，加速下部结构老化^[1]。此外，护栏立柱埋深不足、交通标线反光性能衰减过快、照明系统故

障率高等附属设施问题,虽看似细微,却直接影响行车安全与使用体验。

2.2 成因分析

上述质量问题的产生并非单一因素所致,而是多重矛盾交织的结果。从管理层面看,部分项目存在质量责任制虚化现象,“以包代管”模式使得总承包单位对分包队伍缺乏有效约束,监理单位在业主压力或利益关联下独立性受损,难以发挥应有的监督作用,更有甚者,建设单位为追求政绩或赶工期,人为压缩合理施工周期,迫使施工单位牺牲质量换取进度。施工队伍方面,一线作业人员多为流动性强的临时工,缺乏系统性技术培训与质量意识教育,而部分技术管理人员对新工艺、新材料掌握不深,面对复杂地质或气候条件时应对乏力,“差不多就行”的经验主义思维仍在一定范围内存在。在材料与设备环节,原材料进场检验流于形式,个别供应商以次充好,劣质砂石、回收沥青等被违规使用;同时,部分施工单位为降低成本,长期使用老化机械,计量设备未定期校准,导致拌合配比失准、压实能量不足等系统性偏差。技术执行层面,对《公路工程质量检验评定标准》等规范理解片面,施工方案照搬模板、缺乏针对性,隐蔽工程验收走过场,使得质量问题在早期未能被发现和纠正。此外,极端天气、征地拆迁滞后、地方保护主义等外部环境因素,也常常打乱正常施工节奏,间接诱发质量风险。

3 公路工程施工质量控制与管理的优化策略

3.1 健全质量管理体系,强化责任落实

提升公路工程质量,首要在于构建权责清晰、运行高效的管理体系。应全面推行全过程质量责任制,明确建设、勘察、设计、施工、监理、检测等参建各方在各阶段的质量责任边界,实行“谁签字、谁负责”的终身追责机制,倒逼各方履职尽责。同时,可探索引入工程质量责任保险制度,通过市场机制形成对质量行为的外部约束。监理制度亟需回归其独立第三方监督本位,提高监理单位准入门槛,保障其在人员配置、经费保障和决策话语权上的独立性,并鼓励采用具备资质的第三方检测机构对关键指标开展平行验证,形成施工自检、监理抽检与飞检相结合的多层次监督网络^[2]。此外,合同管理应成为质量管控的重要抓手,在招标阶段即明确具体的质量目标、违约责任及奖惩条款,并将质量表现与工程款支付节点、企业信用评价体系挂钩,使质量优劣直接关联经济利益。

3.2 强化人员培训与技术交底

人是质量控制中最活跃也最关键的要素。必须摒弃

“重设备轻人力”的传统观念,系统性提升从业人员素质。针对不同岗位开展分层次培训:对项目管理层重点强化质量管理体系运行、BIM协同平台操作及风险管理能力;对技术人员则聚焦施工规范解读、试验检测方法更新及新工艺应用;对一线工人则以岗前实操培训和安全质量警示教育为主,确保其掌握基本操作规程与质量红线。在此基础上,技术交底制度应深化落实,推行公司级、项目部级、班组级的“三级交底”机制,确保每一道工序的技术参数、质量标准、操作要点和注意事项都能准确传达到每一位作业人员,并辅以影像记录存档,实现交底过程可追溯、可核查。

3.3 严格材料与设备管控

材料是构成工程实体的基础,其质量直接决定结构性能。必须建立从源头到现场的全链条材料管控机制。推广使用二维码或RFID电子标签对沥青、水泥、钢材等关键原材料进行唯一标识,实现供应商信息、出厂检测报告、运输轨迹、进场复检结果等数据的全程可追溯。严格执行“先检后用”原则,杜绝未经检验或检验不合格材料进入施工现场。在设备管理方面,应制定详细的机械设备维护保养计划,特别是对沥青拌合站、摊铺机、压路机等核心设备,定期进行性能检测与校准;所有用于质量控制的计量器具,如温度计、压力表、称重系统等,必须经法定计量机构校验并在有效期内使用,确保施工参数采集的准确性与可靠性。

3.4 推进标准化与精细化施工

标准化是实现质量稳定可控的前提。应大力推广“首件工程认可制”,即在每类分项工程(如路基填筑、基层摊铺、沥青面层施工等)大面积展开前,先制作一段“样板段”,经建设、设计、监理等多方联合验收确认工艺可行、质量达标后,方可作为后续施工的标准参照。同时,严格执行工序交接制度,上道工序未经检验合格,严禁进入下道工序施工,尤其对于路基与基层、基层与面层之间的层间处理,必须确保清洁、干燥、粘结良好,防止层间滑移或水分滞留^[3]。对于桩基、涵洞基础、防水层等隐蔽工程,更应强化过程留痕,采用高清影像全程记录施工细节,并组织多方联合验收,确保一旦后期出现问题,能够迅速回溯原因、厘清责任。

3.5 强化过程监控与动态调整

传统“事后检验”模式已难以适应现代公路工程的复杂性与高要求,必须转向全过程、实时化的动态监控。可积极引入物联网技术,在关键施工环节部署传感器网络,对压实度、摊铺温度、混凝土温湿度等核心参数进行自动采集与传输,实现质量数据的实时可视化。

依托大数据分析平台，建立质量预警模型，当监测数据偏离预设阈值时，系统自动触发预警并推送至相关责任人，启动纠偏程序。这种“监测—分析—预警—处置”的闭环管理机制，能够将质量问题消灭在萌芽状态，显著提升质量控制的前瞻性与精准性。

4 智能化与数字化背景下公路工程质量控制的创新路径

随着“新基建”与“数字中国”战略的深入推进，公路工程质量控制正迎来智能化转型的历史机遇。建筑信息模型（BIM）技术的应用不再局限于设计阶段，而是向施工全过程延伸。通过构建涵盖几何、材料、工艺等多维信息的BIM模型，可在施工前进行碰撞检查与工序模拟，提前识别潜在质量冲突；施工中则可实现进度、成本与质量数据的联动分析，动态优化资源配置。智慧工地建设则整合了视频监控、环境感知、人员定位与AI图像识别等技术，形成统一管理平台。例如，AI摄像头可自动识别工人未佩戴安全帽或违规操作行为，智能压实系统能实时反馈压路机轨迹与压实遍数，生成不可篡改的电子报告。为进一步保障数据真实性与可追溯性，区块链技术可被用于存储原材料检测报告、隐蔽工程验收记录等关键质量信息，其去中心化与不可篡改特性为质量纠纷提供权威证据^[4]。展望未来，基于数字孪生技术构建的公路工程虚拟镜像，将能实时映射实体结构状态，结合机器学习算法预测性能退化趋势，推动质量管理从“被动响应”迈向“主动预防”的新阶段。

5 案例分析：某高速公路项目质量管控实践

以GXX高速公路第5标段为例，该项目全长28公里，包含特大桥2座、隧道1座，地质条件复杂，质量控制难度大。项目团队摒弃传统粗放管理模式，系统性构建现代化质控体系。首先，制定并公示“质量红线”清单，明确十项严禁行为，如使用不合格材料、偷工减料、伪造检测数据等，一经查实立即清退责任单位。其次，在路基与路面施工中全面应用“智慧压实”系统，压路机搭载GPS与振动传感器，实时上传碾压轨迹、速度与遍数，系统自动生成压实热力图与合格率报告，彻底杜绝漏压、欠压现象。再次，实施“透明工地”工程，在桥

梁墩柱、隧道掌子面等关键工点布设高清摄像头，业主与监理可通过移动终端远程实时查看施工实况，大幅提升监管效率。最后，项目部每月开展“质量之星”评选活动，对表现突出的班组与个人给予物质与精神双重激励，有效激发全员质量意识。得益于上述举措，该项目交工验收优良率达到98.5%，通车一年内未发生任何重大质量投诉，最终荣获省级优质工程称号，为同类项目提供了可复制、可推广的经验。

6 结语

公路工程施工质量控制与管理是一项涉及技术、制度、人员与环境的复杂系统工程。当前，尽管我国在公路建设规模上已居世界前列，但质量通病仍未根除，反映出从“有没有”向“好不好”转型的迫切需求。未来，必须彻底转变“重进度、轻质量”“重结果、轻过程”的惯性思维，着力构建以制度为基石、技术为支撑、人员为核心、数据为纽带的现代化质量管理体系。展望“十五五”时期，随着人工智能、5G通信、边缘计算等新一代信息技术与工程建设深度融合，公路工程质量控制将更加精准、高效、透明。建议行业主管部门加快制定智能建造与数字工地相关标准规范，引导企业加大技术创新投入；同时，强化从业人员数字素养与复合型能力培养，推动形成政府监管有力、企业主体责任落实、社会监督有效的多元共治格局。

参考文献

- [1]王泽艺.公路工程施工质量控制与管理体系研究[C]//广西网络安全和信息化联合会.第六届工程技术管理与数字化转型学术交流会议论文集.杭州余杭区交通项目管理有限公司,;2025:456-458.
- [2]崔英英.公路工程施工质量管控策略优化与实践研究[C]//江西省汽车工程学会,江西省工程师联合会.工程技术与新能源经济学术研讨会论文集(二).浙江飞球交通建设有限公司,;2025:88-90.
- [3]寇宝才.公路工程施工技术要素及公路工程质量控制[J].散装水泥,2025,(02):112-114.
- [4]杨韬.公路工程智能项目管理与施工质量控制[J].汽车画刊,2025,(04):209-211.