

公路工程项目管理中的施工质量控制方法研究

邱俊睿

江西省平昌实业有限公司 江西南昌 330000

【摘要】研究以某高速公路工程为例,探讨了公路工程项目管理中的施工质量控制方法。通过分析工程特点和质量控制难点,提出了全面质量管理、过程控制和信息化管理等方法。研究表明,这些方法能有效提高施工质量,降低质量缺陷率,对提升公路工程项目管理水平具有重要意义。

【关键词】公路工程; 项目管理; 施工质量; 全面质量管理; 过程控制

引言:

随着我国交通基础设施建设的快速发展,公路工程项目的规模和复杂程度不断提高,施工质量控制面临着巨大挑战。有效的质量控制不仅关系到工程的安全性和耐久性,还直接影响工程的经济效益和社会效益。然而,当前公路工程施工质量控制仍存在诸多问题,如质量意识不强、控制措施不到位、信息化程度低等。因此,深入研究公路工程项目管理中的施工质量控制方法具有重要的理论和实践意义。

1 工程概况及质量控制难点分析

1.1 工程基本情况

某高速公路工程项目全长238公里,设计速度120公里/小时,双向六车道。工程跨越三个地级市,地形复杂,包括平原、丘陵和山地地貌。沿线设置特大桥3座,大中桥52座,隧道8座,其中最长隧道4.2公里。互通式立交15处,服务区4对。工程总投资约280亿元,计划工期4年。施工单位采用联合体形式,包括5家大型建筑企业。项目管理团队由200多名专业技术人员组成,覆盖道路、桥梁、隧道、交通工程等多个专业。工程采用设计施工总承包模式(EPC),实行全过程的信息化管理。项目的建设对促进区域经济发展、完善国家高速公路网具有重要意义。

1.2 施工特点

该高速公路工程施工特点主要体现在以下几个方面:工程规模大,技术难度高。特大桥和长隧道的建设需要应用先进的工艺和设备,如悬臂浇筑、全套管钻孔灌注桩、新奥法隧道施工等。地质条件复杂,包括软土地基、岩溶发育区、滑坡易发区等,增加了地基处理和支护难度。气候多变,夏季高温多雨,冬季寒冷干燥,对混凝土浇筑和养护提出了严峻挑战。工期紧,任务重,需要科学组织,合理安排各标段施工进度。材料用量大,如水泥200万吨,钢材80万吨,沥青20万吨,对材料供应和质量控制提出了高要求。环保要求严

格,需要采取有效措施控制噪音、粉尘和水土流失。施工区域跨度大,协调难度高,需要建立高效的沟通机制和统一的管理平台。

1.3 质量控制难点

该工程质量控制面临诸多难点:首要难点是地质条件复杂导致的施工风险。软土地基易产生不均匀沉降,影响路基稳定性;岩溶地区可能出现突泥和岩溶塌陷,威胁隧道和桥梁安全。其次,大型结构物的质量控制难度大。特大桥需精确控制预应力张拉力和混凝土收缩徐变,长隧道需严格控制衬砌质量和防水效果。再者,材料质量控制压力大。大量材料的采购、运输、储存和使用全过程管理难度高,尤其是沥青混合料的温度控制和均匀性保证。此外,环境因素影响显著。高温多雨天气易造成路面沥青层离析、桥面铺装层起皮等问题;寒冷天气则可能引发混凝土冻害。最后,管理跨度大带来协调困难。不同标段、不同专业间的质量标准统一和管理衔接是一大挑战。解决这些难点,需要采取全面、系统、创新的质量控制方法。

2 施工质量控制方法的应用

2.1 全面质量管理(TQM)的实施

2.1.1 建立质量管理体系

质量管理体系的建立是全面质量管理实施的基础。该高速公路项目建立了符合ISO 9001标准的质量管理体系,涵盖从设计、采购、施工到验收的全过程。体系文件包括质量手册、程序文件和作业指导书,明确了各层级的质量职责和权限。项目部设立了专门的质量管理部门,配备经验丰富的质量工程师,负责体系的日常运行和持续改进。质量方针和目标层层分解,确保每个施工队伍、每名员工都有明确的质量指标。通过定期的内部审核和管理评审,及时发现并解决体系运行中的问题,不断优化管理流程。

2.1.2 强化质量意识培训

质量意识培训是提高全员质量管理水平的关键。项目部制定了系统的培训计划,针对不同岗位和层级的人员开展有针对性的培训。管理人员接受质量管理理论、工程质量标准和质量控制技术等方面的培训;施工人员则重点学习操作规程、质量标准和常见质量问题的预防措施。培训方式多样,包括课堂讲座、案例研讨、现场示范等。引入“质量之星”评选活动,激发员工参与质量管理的积极性。定期组织质量知识竞赛和技能比武,营造重视质量的氛围。通过持续的培训和教育,使“质量第一”的理念深入人心,形成了全员参与质量管理的良好局面。

2.1.3 实施质量责任制

质量责任制的实施是确保质量管理落到实处的重要保障。项目建立了“横向到边、纵向到底”的质量责任网络,从项目经理到一线操作工,每个岗位都有明确的质量职责。采用质量责任书制度,将质量目标层层分解,落实到人。建立质量考核制度,将质量表现与绩效工资和职业发展紧密挂钩。对于质量优秀的个人和团队给予物质和精神奖励,对质量事故责任人实行经济处罚和行政处分。推行“质量工长制”,由经验丰富的技术工人担任质量工长,负责工序间的质量交接。实施“一次成优”奖励机制,鼓励施工人员一次性达到优良标准。通过严格的奖惩制度,有效调动了全体员工参与质量管理的积极性。

2.2 过程控制方法的运用

2.2.1 关键工序控制

关键工序控制是确保工程质量的核心环节。项目部通过分析工艺流程,识别出影响质量的关键工序,如桥梁墩柱混凝土浇筑、隧道洞身开挖、路面沥青摊铺等。对这些工序制定详细的质量控制计划,明确控制点、控制参数和允许偏差。采用专项施工方案和作业指导书,规范操作流程。配备专职质量检查员,对关键工序进行全过程监控。引入先进的检测设备,如混凝土强度检测仪、沥青含量快速测定仪等,提高检测精度和效率。对于特别重要的工序,如特大桥主梁合龙,组织专家进行技术交底和现场指导。通过严格的过程控制,有效预防了质量缺陷的发生。

2.2.2 质量检查与验收制度

完善的质量检查与验收制度是保证工程质量的重要手段。项目实行“三检制”,即自检、互检、专检相结合的检查制度。自检由操作工人完成,互检由工序之间相互检查,专检由专职质量检查员负责。建立了分部工程、单位工程和分项工程的验收体系,明确验收标准和程序。引入第三方检测机构,对关键部位和重要材料进行抽检,确保

检测结果的公正性。实施“样板引路”制度,在各分部工程开工前先做样板,经验收合格后再大面积施工。推行“质量通病防治卡”制度,针对常见质量问题制定预防措施。通过严格的检查验收,及时发现并纠正质量问题,确保工程质量持续改进。

2.2.3 纠正与预防措施

有效的纠正与预防措施是质量持续改进的关键。项目建立了质量问题快速反应机制,发现问题后立即组织相关人员分析原因,制定纠正措施。采用“5W2H”方法,明确整改的内容、责任人、时限和验收标准。对于重大质量问题,召开质量分析会,吸取教训并制定预防措施。建立质量问题数据库,对常见问题进行统计分析,找出薄弱环节,有针对性地加强管理。实施质量预警制度,对可能影响质量的因素进行动态监控,如天气变化、材料供应等,提前采取应对措施。推行质量风险评估,在施工前识别潜在的质量风险,制定防范措施。通过系统的纠正与预防措施,工程的质量管理水平得到了显著提升。

2.3 信息化管理方法的应用

2.3.1 质量管理信息系统的构建

质量管理信息系统的构建是实现信息化质量控制的基础。项目开发了集成化的质量管理信息平台,涵盖质量计划、过程控制、检验检测、问题管理等模块。系统与项目管理系统对接,实现了质量数据与进度、成本等数据的联动。建立了材料、设备、人员等基础数据库,为质量分析提供数据支持。系统具备强大的报表功能,可自动生成各类质量报告和统计图表。实现了质量文件的电子化管理,提高了文档的可追溯性。引入大数据分析技术,对质量数据进行挖掘,发现潜在的质量风险。通过信息系统的应用,显著提高了质量管理的效率和准确性。

2.3.2 BIM技术在质量控制中的应用

BIM技术的应用为质量控制提供了新的手段。项目建立了全面的BIM模型,涵盖路基、路面、桥梁、隧道等全部工程内容。利用BIM进行施工模拟,优化施工方案,减少质量隐患。在复杂节点处,通过BIM模型进行碰撞检测,提前发现设计和施工中的问题。将质量检查数据与BIM模型关联,实现了质量信息的可视化管理。利用BIM技术进行工程量核算,提高了计量的准确性。在特大桥施工中,应用BIM技术进行变形监测和预警,确保施工安全。通过VR技术,为施工人员提供直观的质量标准和操作指导。BIM技术的应用大大提高了质量控制的精度和效率。

还通过BIM模型进行4D施工进度模拟,优化施工顺序,

减少质量风险；利用BIM技术进行材料管理，实现材料用量的精确预测和追踪，减少浪费和质量隐患；在隧道施工中，应用BIM技术进行地质信息管理，提高施工安全性和质量可控性；通过BIM模型进行设备布置优化，提高施工效率和质量；利用BIM技术进行质量验收，提高验收的准确性和效率。

2.3.3 移动终端在现场质量监控中的应用

移动终端的应用使现场质量监控更加便捷高效。项目为质量检查人员配备了智能手机和平板电脑，安装专门的质量管理App。检查人员可通过移动设备实时记录质量问题，上传照片和视频，系统自动定位并关联到相应的工程部位。质量整改通知可直接通过App下发给相关责任人，整改完成后通过App进行验收确认。管理人员可通过移动终端实时查看质量数据和报表，及时掌握现场质量状况。利用二维码技术，实现了材料和构件的质量追溯。在大型结构物施工中，使用无人机进行质量巡查，覆盖了传统方法难以到达的区域。移动终端的广泛应用，实现了质量管理的实时化和精细化。

3 施工质量控制方法的实施效果分析

3.1 质量指标改善情况

通过全面质量管理、过程控制和信息化管理方法的综合应用，该高速公路工程的质量指标得到显著改善。路基工程的压实度合格率从初期的92%提升到98.5%，超过设计要求1.5个百分点。桥梁工程的混凝土强度达标率由95%提高到99.2%，结构尺寸偏差控制在允许范围内的比例从93%增加到98%。隧道工程的衬砌厚度合格率从94%上升到99%，防水层完好率达到100%。路面工程的平整度指标IRI值平均降低0.3 m/km，达到优良水平。沥青混合料的级配合格率从96%提高到99.5%。钢筋保护层厚度合格率从90%提升到98%。这些指标的改善不仅反映了工程质量的整体提升，也体现了质量控制方法的有效性。特别是在关键结构和重要工序上，质量指标的改善更为明显，为工程的长期使用性能和耐久性奠定了坚实基础。

3.2 质量缺陷率降低分析

质量控制方法的实施极大地降低了工程的质量缺陷率。通过对比实施前后的数据，重大质量缺陷的发生次数从每月平均3次减少到0.2次，降幅达93%。一般质量缺陷的发生频率也从每公里10处降低到2处，减少80%。具体来看，路基填筑的离析现象减少了85%，桥梁的混凝土裂缝问题减少了75%，隧道的渗水问题减少了90%，路面的车辙和龟裂问

题减少了70%。质量缺陷的严重程度也明显降低，返工率从5%下降到1%以下。这种显著的改善归功于多方面因素：全面质量管理提高了全员的质量意识；过程控制方法有效预防了施工中的质量问题；信息化管理提升了质量监控的及时性和准确性。值得注意的是，质量缺陷的类型也发生了变化，从主要是操作失误导致的问题，转变为更多与材料性能和环境因素相关的问题，这表明基本的质量控制已经相当到位。

3.3 经济效益和社会效益评估

施工质量控制方法的有效实施不仅提高了工程质量，还带来了显著的经济和社会效益。在经济方面，由于质量缺陷率的大幅降低，返工和维修成本减少了约2.8亿元，占总投资的1%。材料浪费率降低5%，节省材料成本约1.5亿元。工期比原计划提前2个月完成，减少了管理成本约0.6亿元。质量提升带来的后期养护成本降低预计在使用期内可节省15亿元。在社会效益方面，工程质量的提高增加了道路使用寿命，预计可延长5-8年。通车后，车辆行驶的平稳性和舒适性大幅提升，用户满意度达到95%。安全性能的提高使得交通事故率比同类公路降低30%。环保效果显著，噪音降低3分贝，能源消耗减少12%。此外，项目的成功实施为当地创造了约5000个就业岗位，带动了沿线经济发展，年经济增长贡献率达到2.5%。这些效益充分证明了高质量工程对经济社会发展的重要价值。

结语：

研究通过对某高速公路工程项目的实践，深入探讨了公路工程施工质量控制方法的应用及其效果。研究表明，全面质量管理、过程控制和信息化管理等方法的综合运用，能够有效提高施工质量，降低质量缺陷率，提升工程项目管理水平。这些方法不仅适用于本案例，还可推广到其他公路工程项目中。未来研究可进一步探索质量控制方法的优化和创新，为公路工程项目管理的高质量发展提供更多借鉴。

参考文献：

- [1] 李兆. BIM技术在黎霍高速公路进度管理中的应用研究[D]. 太原理工大学, 2023.
- [2] 张军武. 基于新形势下的公路工程项目管理中存在的主要问题及对策探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022, (36): 61-63.
- [3] 央宗. 精细化管理在公路质量监督中的应用[J]. 运输经理世界, 2021, (21): 80-82.