

道路桥梁施工全过程质量控制要点研究

江 昊

(黄山新洲建设集团有限公司, 安徽 黄山 245000)

摘 要 道路桥梁工程是国家交通基础设施的重要组成部分, 其施工质量直接关系到结构安全、运营效益及公众生命财产安全。本文聚焦施工全过程, 系统分析了当前道路桥梁施工中存在的质量问题, 涵盖施工准备不足、材料管理混乱、关键工序失控及质量通病频发等。在此基础上, 从施工准备、材料管控、关键工序精细化施工、质量通病防治及信息化监测等方面提出了全过程质量控制的具体措施。结果表明, 构建覆盖“事前预防、事中控制、事后追溯”的全过程质量管理体系, 是提升道路桥梁工程实体质量、实现耐久性目标的有效路径。

关键词 道路桥梁; 全过程质量控制; 精细化施工; 质量通病防治长效机制; 信息化质量监控体系

中图分类号: U445

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.015

0 引言

随着我国城镇化进程的深入推进和交通强国战略的全面实施, 道路桥梁工程建设规模持续扩大, 结构形式日益复杂, 施工技术难度不断提升^[1]。根据交通运输部《2025 年交通运输行业发展统计公报》显示, 截至 2025 年底, 全国公路总里程达 557.89 万公里, 其中高速公路里程 19.94 万公里, 全国公路桥梁总量达 114.41 万座。这些基础设施在支撑区域经济发展、保障民生出行等方面发挥着不可替代的作用。然而, 近年来桥梁垮塌、路面早期破损等质量事故仍时有发生, 这些问题暴露出部分项目在施工质量控制环节存在系统性漏洞, 不仅影响工程使用寿命, 更对公共安全构成严重威胁^[2]。本文结合黄山地区典型道路桥梁工程实践, 通过分析施工各阶段质量控制的薄弱环节, 提出针对性改进措施, 旨在为同类工程提供参考, 推动道路桥梁施工质量管控水平的系统性提升。

1 道路桥梁施工全过程质量问题分析

道路桥梁工程施工周期长、工序复杂、影响因素众多, 任何环节的疏漏都可能导致质量缺陷。通过对大量工程实例的调研与分析, 当前道路桥梁施工过程中的质量问题主要集中体现在以下四个方面。

1.1 施工准备阶段的技术与管理缺失

施工准备阶段是质量控制的起点, 但实际工程中往往存在重视程度不足的问题。一是图纸会审流于形式, 设计图纸中的错、漏、碰、缺未能及时发现, 导致施工过程中频繁变更, 甚至造成结构性隐患。二是

施工组织设计缺乏针对性, 部分项目照搬照抄同类工程方案, 未能结合项目实际地质条件、气候特点及周边环境进行专项设计。三是技术交底不到位, 一线作业人员对质量标准、工艺要求理解不清, 凭经验施工现象普遍存在^[3]。四是测量控制网的建立过程不够严谨规范, 未能严格遵循高精度测量标准, 导致控制点的布设和精度存在一定偏差。同时, 高程及平面控制点的定期复测工作频率明显不足, 未能按照施工进度和规范要求及时进行校验与修正。这种管理上的疏漏, 使得测量误差在施工过程中逐渐累积, 无法得到有效控制和消除, 从而为后续工程的线形精确控制埋下了潜在的风险隐患, 可能影响整体工程的质量与精度。

1.2 原材料与构配件质量管控薄弱

材料是工程质量的物质基础, 当前材料管理环节存在的问题较为突出。一是材料进场验收把关不严, 部分项目为赶工期, 对进场钢筋、水泥、外加剂等关键材料未严格执行“先检后用”原则, 甚至存在合格证与实物不符的情况^[4]。二是材料存储条件不达标, 如水泥库房防潮措施缺失导致结块失效, 钢筋露天堆放造成锈蚀严重, 直接影响结构性能。三是材料使用追溯机制不健全, 同一批次材料用于多个部位时, 难以实现精准追溯, 一旦出现质量问题, 责任界定困难。四是商品混凝土供应质量控制难度大, 部分拌合站对集料级配、含泥量及含水率控制不严, 导致混凝土工作性能波动较大。

1.3 关键工序施工过程控制失范

关键工序是质量控制的重点环节, 但在实际施工中, 过程控制失范现象时有发生。路基与软基处理方面,

作者简介: 江昊 (1987-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 道路与桥梁施工管理。

软基处理深度、桩位偏差、灌入量控制不严,堆载预压期不足即卸载,导致工后沉降超标;在路基填筑中,分层厚度控制不严,压实度检测频率不足,甚至存在虚填、漏压现象,为后期路面不均匀沉降和桥头跳车埋下隐患。桥梁基础与下部结构方面,钻孔灌注桩施工中,泥浆比重控制不当、清孔不彻底、沉渣厚度超标等问题直接影响桩基承载力;大体积混凝土承台施工中,水化热控制措施不到位,冷却水管布设不规范,导致温度裂缝频发;在墩柱施工中,钢筋保护层厚度偏差大,模板拼缝不严导致漏浆烂根^[5]。预应力结构施工方面,波纹管定位偏差超标,浇筑过程中发生位移或漏浆堵塞;张拉时混凝土强度及弹性模量未达设计要求即进行张拉,或张拉顺序错误;压浆不密实,管道内存在空隙,导致预应力筋锈蚀,严重影响结构耐久性。路面结构层施工方面,水稳基层养生不到位,早期强度不足即开放交通;在沥青面层施工中,油石比控制波动大,摊铺温度不达标,碾压遍数不足,导致压实度与平整度不满足规范要求。

1.4 质量通病反复出现且防治不力

道路桥梁工程中的质量通病具有普遍性和顽固性特征。桥头跳车问题长期未能根治,主要原因是台背回填压实度不足、填料选择不当、沉降差控制不严。沥青路面早期水损坏现象频发,根源在于集料与沥青粘附性差、压实度不足导致空隙率过大、路面排水系统不畅。混凝土结构裂缝问题普遍存在,既有干缩裂缝,也有温差裂缝和沉降裂缝,反映了养护管理、配合比优化及地基处理等方面的不足。预应力孔道压浆不密实问题在部分工程中依然存在,传统压浆工艺难以保证密实度,直接影响预应力体系的耐久性。

2 施工全过程质量控制措施分析

针对上述质量问题,构建覆盖施工全过程的系统化质量控制体系。以下从施工准备、材料管控、关键工序精细化施工、质量通病防治及信息化监测五个维度提出具体控制措施。

2.1 强化施工准备阶段的技术预控

施工准备阶段的核心在于“预防为主、策划先行”。一是深化图纸会审与设计交底,由施工单位、监理单位联合开展图纸会审,重点核查结构几何尺寸、高程控制点、预应力管道布置、软基处理范围等关键参数,形成会审纪要并闭合处理^[6]。设计交底必须覆盖所有管理层级和作业班组,确保一线人员准确理解设计意图及质量控制重点。二是优化施工组织设计与专项方

案,针对深基坑、高支模、大体积混凝土、预应力张拉等危险性较大或技术复杂的分部分项工程,编制专项施工方案并组织专家论证,明确质量控制点(停止点/见证点)的设置位置及验收要求。三是建立高精度测量控制网,采用 GPS 静态测量与全站仪导线测量相结合的方式,确保平面及高程控制网精度满足规范要求,对跨江、跨海特大桥,需建立独立的精密控制网并定期复测。

2.2 实施原材料全链条闭环管控

材料质量控制应从采购、进场、存储到使用进行全链条闭环管理。一是建立合格供应商名录,优先选用通过 ISO 质量体系认证的大型企业产品,从源头保障材料质量。二是严格执行进场验收制度,所有进场材料必须核验出厂合格证及检验报告,执行“先检后用”原则,对钢筋、水泥、预应力锚具、支座、伸缩缝等关键材料,在监理见证下进行第三方独立检测。三是推行标准化仓储管理,建设标准化的材料储存库房,落实防潮、防雨、防晒措施,杜绝材料在存储环节发生质量劣化^[7]。四是建立材料可追溯机制,推广使用“二维码”或“RFID”电子标签管理,记录材料进场时间、批次、检测结果及使用部位,实现全生命周期可追溯。对于混凝土拌合站,应严格控制集料级配、含泥量及含水率,动态调整施工配合比,确保混凝土质量稳定。

2.3 推进关键工序精细化施工

关键工序的精细化施工是保障工程实体质量的核心。(1)路基与软基处理。软基处理应根据地质条件选择合理工法,严格控制桩位、垂直度、桩长及灌入量,堆载预压段必须依据沉降观测数据确定卸载时间,严禁未达沉降稳定标准即进行路面施工。路基填筑实行“划格法”控制卸土厚度,严格遵循填筑工艺,压实度检测采用灌砂法或核子密度仪法,高填方路基进行分层检测,确保每层压实度满足规范要求。(2)桥梁基础与下部结构。钻孔灌注桩施工中,严格控制泥浆比重、清孔沉渣厚度通常不大于 5 厘米,采用超声波成孔检测仪对成孔质量进行检测,混凝土灌注过程中导管理深控制在 2 米~6 米,确保不出现断桩。在大体积混凝土承台施工中,优化配合比掺入粉煤灰及高效减水剂,布设冷却水管进行通水循环降温,实施温度监控,控制内外温差不超过 25℃。在墩柱与盖梁施工中,重点控制钢筋保护层厚度,推广使用高强砂浆垫块或塑料垫块,确保垫块数量不少于 4 个/平方米,模板拼缝严密防止漏浆^[8]。(3)预应力结构施工。波纹管安装坐标误差控制在规范允许范围内纵向不大

于 ± 10 毫米, 横向不大于 ± 5 毫米, 在混凝土浇筑过程中加强保护防止位移。采用智能张拉系统替代传统人工张拉, 实现“应力、伸长量”双控, 待混凝土强度及弹性模量达到设计要求后方可进行张拉。推广使用大循环智能压浆系统, 确保管道内浆液饱满、密实, 排除气泡, 防止预应力筋锈蚀。(4) 路面结构层施工。水稳基层严格控制含水量及压实度, 碾压完成后及时覆盖土工布进行保湿养生, 养生期内严禁车辆通行。沥青面层重点控制级配、油石比、温度三大指标, 采用智能拌合站实时监控油石比波动, 摊铺过程保持匀速、连续, 碾压遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”原则, 确保压实度及平整度满足规范要求。

2.4 建立质量通病防治长效机制

针对桥头跳车、路面早期水损坏、混凝土裂缝、预应力孔道压浆不密实等典型质量通病, 应建立专项防治机制。桥头跳车防治方面, 采用透水性材料如砂砾、碎石分层对称填筑台背回填, 压路机无法触及的边角采用小型夯实机具夯实, 设置桥头搭板并预压处理。路面水损坏防治方面, 采用抗剥落剂增强集料与沥青粘附性, 严格控制压实度与空隙率控制在 $3\% \sim 6\%$, 优化路面横坡确保排水畅通。混凝土裂缝防治方面, 加强早期保湿养护覆盖薄膜加土工布, 优化配合比减少水泥用量, 合理设置后浇带或诱导缝。预应力孔道压浆防治方面, 强制使用智能大循环压浆系统, 压浆前进行管道清洗及吹干, 采用专用压浆剂控制流动度在 10 秒 ~ 17 秒之间。

2.5 构建信息化质量监控体系

随着智慧工地建设的推进, 利用信息化手段实现全过程质量数据的实时采集、分析与预警, 成为提升质量控制水平的重要途径。一是建立质量数据实时采集平台, 通过传感器实时监测混凝土拌合站每盘配合比、拌合时间、材料用量, 超限数据自动报警并锁定不合格生产记录; 智能张拉与压浆系统自动生成张拉力、伸长量及压浆压力曲线, 数据直接上传云端, 杜绝数据造假。二是应用 BIM 技术进行三维可视化交底, 重点解决复杂节点(如钢筋密集区、预应力管道交叉部位)的碰撞检查, 将质量验收资料、隐蔽工程影像与 BIM 模型关联, 形成数字孪生体。三是推行隐蔽工程影像化管理, 针对钢筋绑扎、桩基灌注、台背回填等隐蔽工程, 建立“一工序一影像”制度, 利用执法记录仪或高清摄像头留存影像资料, 并附有监理签字的验收记录, 实现隐蔽工程全过程可追溯。

3 结论

道路桥梁施工全过程质量控制是一项系统工程, 涵盖从设计源头到实体成型的每一个环节。通过对施工全过程质量问题的系统分析及控制措施的深入研究, 得出以下结论: 第一, 施工准备阶段的技术预控是质量管理的起点。深化图纸会审、优化施工组织设计、建立高精度测量控制网, 能够有效消除质量隐患, 为后续施工奠定坚实的基础。第二, 材料全链条闭环管控是工程质量的物质保障。从供应商选择、进场验收、标准化仓储到可追溯管理, 构建严密的材料质量控制体系, 杜绝不合格材料流入施工现场。第三, 关键工序精细化施工是质量管理的核心。路基与软基处理、桥梁基础与下部结构、预应力结构、路面结构层等关键工序, 必须严格执行工艺标准, 落实过程控制, 确保每一道工序质量受控。第四, 质量通病防治需建立长效机制。针对桥头跳车、路面早期水损坏、混凝土裂缝等典型问题, 采取专项防治措施, 从工艺优化、材料选用、养护管理等方面综合施策, 实现质量通病的系统治理。第五, 信息化监控体系为质量管理提供技术支撑。利用物联网、BIM、智能张拉压浆等数字化手段, 实现质量数据的实时采集、分析预警与可追溯管理, 推动质量管理由经验型向数据驱动型转变。综上构建“预防为主、过程严控、数据驱动”的全过程质量管理体系, 强化各阶段、各工序的质量控制要点, 是提升道路桥梁工程实体质量、保障结构耐久性、实现交通基础设施建设高质量发展的必由之路。

参考文献:

- [1] 赵亚超. 道路桥梁施工中的质量控制与安全管理[J]. 汽车周刊, 2025(03):134-136.
- [2] 刘萌萌. 道路桥梁工程路基路面的施工质量控制[J]. 汽车画刊, 2024(09):227-229.
- [3] 彭益彬. 市政工程道路与桥梁施工质量管理探析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(27):181-183.
- [4] 王继虎. 市政道路桥梁工程的施工管理及施工控制措施[J]. 散装水泥, 2024(03):196-198.
- [5] 房晨光. 道路与桥梁施工技术管理及其质量控制措施[J]. 新城建科技, 2023(23):169-171.
- [6] 姬俊慧, 张晓燕. 道路桥梁施工中桩基施工技术与质量控制[J]. 汽车周刊, 2024(12):123-125.
- [7] 杨丽雯. 市政道路桥梁施工技术及其质量控制[J]. 居业, 2022(05):56-58.
- [8] 雷靖锋. 道路桥梁施工技术与施工管理[J]. 运输经理世界, 2021(35):140-142.