

高速公路交通机电工程施工过程中的质量控制研究

马 春

(四川公路桥梁建设集团有限公司, 四川 成都 610000)

摘 要 交通机电工程是保障公路安全、实现高效运营的核心支撑, 其技术应用覆盖从风险预警到资源优化的全流程。本文主要探讨高速公路交通机电工程施工过程中的质量控制策略, 分析施工过程中常见的问题, 提出明确方案标准、严格验收物资、强化监管施工过程以及完善调试验收等控制质量措施, 以期有效保证工程质量、提升施工效率、保障按期完成项目提供参考。

关键词 高速公路; 交通机电工程; 采购材料监管; 物资验收; 调试验收

中图分类号: U41

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.32.039

0 引言

稳定的交通机电系统直接关系到道路交通安全, 由于工程施工涉及多个环节与安装调试复杂设备, 施工质量的高低会直接影响到系统的整体功能。然而, 施工过程中存在方案不明确、物资管理松懈、施工节点把控不严等诸多质量控制难题, 导致工程质量问题频发。因此, 在高速公路交通机电工程的施工阶段, 实施有效的质量控制措施直接影响到公路的长远发展以及运行安全。

1 高速公路交通机电工程施工过程中质量控制面临的问题

1.1 设计准备不充分, 标准不明确

设计阶段是工程实施的基础, 如果在这个阶段准备不充分, 容易导致施工过程中的技术问题和质量隐患。首先, 不严格审查设计图纸或技术方案, 就会使实际施工无法按照规定的标准和规范进行而影响施工质量。其次, 缺乏明确的技术标准或施工规范, 往往使施工单位在实施过程中缺失统一的指导方针, 导致不同施工环节质量参差不齐。不清晰的设计标准会直接影响到选择材料、确定施工工艺以及配置各类设备, 最终可能产生工程质量问题, 缺失质量标准还会影响施工人员的责任划分, 导致监管不到位, 从而给后期维护带来不必要的困难和成本压力。

1.2 采购材料监管不严, 难以保障质量

采购材料是工程施工的基础, 任何环节的疏忽都可能直接影响到施工质量, 然而, 当前很多工程项目在材料采购环节缺乏严格的质量控制, 导致采购的材料无法满足施工要求。首先, 部分施工单位对材料的

质量要求不够明确, 甚至对供应商的选择缺乏严格筛选标准, 就会使低质量材料进入施工现场, 影响后续工程质量。其次, 部分项目在采购过程中缺乏有效的验收机制, 材料到达现场后未经过严格检查就直接投入使用。这种现象会导致在施工中使用不合格材料, 从而难以及时发现处理潜在的质量隐患。此外, 监管松散的采购环节还可能导致材料供应商履约不严, 交货延迟, 甚至因价格原因而选择质量不达标的替代材料, 进而影响工程的整体质量。

1.3 施工过程控制松散, 关键节点缺乏有效监控

控制施工过程中的质量是一项持续性的任务, 如果在施工过程中没有足够的控制措施, 可能会导致施工进度或质量的双重问题。很多时候, 施工单位在执行过程中缺乏有效监督关键节点, 就会使施工环节存在隐患, 而这些隐患往往在后期的工作中暴露出来。工程施工中的每一个节点都与工程的整体质量息息相关, 尤其是一些关键工序如果没有经过严格的质量检查控制, 会直接影响到工程的最终质量。此外, 部分项目缺乏系统的质量管理机制, 施工人员的责任不清, 操作不规范导致施工过程中的控制缺失, 这种控制松散不仅体现在施工现场的日常检查, 还包括监控施工进度以及实施质量管理工作, 最终影响工程整体水平的稳步提升。

2 高速公路交通机电工程施工阶段控制质量策略研究

2.1 明确方案标准, 夯实前期基础

在高速公路交通机电工程施工阶段, 施工项目的质量一般从设计阶段开始, 合理性的方案以及明确性

的标准直接影响到后续施工。制定明确的施工方案标准,有助于统一施工操作的规范,保证施工过程中每一环节都按照规定要求执行^[1]。没有清晰标准的工程,往往会导致施工过程中标准不一致,质量要求无法统一,甚至出现施工过程中质量把控不到位的现象。明确标准不仅是对施工人员操作的要求,也是对各类设备、材料及技术的要求。利用明确标准,可以保障所有参与者有共同的目标和一致的执行标准,从而减少人为差错以及质量波动。

在高速公路交通机电工程施工过程中,设计团队与施工方需共同详细讨论,保证施工方案中涉及的每个技术细节都明确并标准化。例如:在机电设备安装的标准中,明确规定安装设备位置、支架承载力要求、接线方式以及电流负荷等技术标准。此外,施工方案会结合《公路机电工程施工质量验收规范》(JT/T 810-2011)等国家标准,保证每个施工环节都符合行业要求。在实施过程中,施工团队会运用技术交底会议,把标准方案转化为施工人员能够理解并执行的具体操作内容,在这些会议上,项目经理和技术人员会逐一讲解标准操作流程,明确施工细节、使用设备、检查质量以及验收标准等要求。以设备安装为例,项目经理会详细阐述设备的水平度或垂直度要求,安装时设备与地面的偏差不超过0.5 mm保证稳定性的设备。在材料采购阶段,项目管理团队会严格按照方案中的标准进行。采购经理依据《建筑材料质量管理条例》制定采购材料标准,做到所选材料符合设计要求,避免使用低质量、未经检验的材料进入施工现场。例如:在采购电缆时,要求电缆的电导率达到一定标准(如Cu-1级),并且采用符合《电力电缆产品质量标准》(GB/T 3956-2008)的材料。每一批次材料在进入施工现场前,都需要检测质量,包括但不限于检测机械强度、耐温性、绝缘性等方面让其符合项目的质量要求。

2.2 严控物资验收,保障采购质量

物资是工程施工的基础,采购质量直接关系到整个施工过程的顺利进行,如果在采购物资环节没有严格的质量控制,可能导致不合格的材料或设备进入施工现场,从而影响工程的整体质量,严控物资验收要求明确采购的技术标准以及质量要求,做到所采购的物资满足设计和施工要求^[2]。每一批物资在到达现场后应详细检查验收,保障其质量符合标准,这一过程不仅要核查材料的外观、规格以及数量,还需要验证其性能指标让其在后续施工中的使用不出现质量问题。

在高速公路交通机电工程施工过程中,为了让每

一项施工工作能顺利进行,技术人员在工程的早期阶段,需根据项目的设计图纸以及施工规范制定详细的采购标准,涉及每种物资的具体技术要求。例如:机电设备采购时,必须根据《公路机电工程施工质量验收规范》进行规范化采购,这些标准为工程施工提供具体的技术指导,保证采购的每一批物资都能够满足工程的实际需要。例如:为验证电缆的电导率是否符合标准,验收小组应使用万用表或电缆导电性测试仪器,逐一测试电缆,保障其导电性能不低于标准要求。此外,电缆的绝缘层是否完好无损,也是验收中的一项重要内容,为检测其性能,通常会使用电气试验设备耐压测试,以验证绝缘层能否承受规定电压而不发生电气击穿,保障系统运行的稳定性与安全性。在验收机电设备时,除了要检查设备外观以及运行状态外,还要测试性能。以传感器为例,验收时除了要检查传感器的外观、型号、出厂日期等基本信息外,还需要采用专业的测试仪器采集数据并验证性能,让其测量精度和灵敏度符合标准。例如:使用校准仪器测试传感器的灵敏度,保证其在实际工作环境中能够精准采集数据,如果发现设备未通过验收,就会直接退货或更换供应商。此外,应与供应商建立稳定的合作关系,保障供应商具备相应的资质和良好的信誉,可以减少采购过程中发生质量问题。项目团队应要求供应商提供完整的产品质检报告、生产日期、批次号等信息,并要求其遵循《ISO 9001质量管理体系认证》要求,使供应商在生产过程中严格控制质量。

2.3 把握施工节点,强化过程监管

在高速公路交通机电工程施工过程中,每个关键节点都与整体质量息息相关,疏忽任何环节都可能影响到项目的最终质量。因此,必须严格控制每一个施工节点的质量并有效地监控。首先,把握施工节点要求管理项目者要清晰地理解施工计划和技术要求,并根据项目进度安排进行合理的时间控制^[3]。其次,每个节点的完成不仅是工程推进的标志,更是后续工作的基础,必须让其符合规定的质量标准。最后,强化过程监管则是保障施工质量的核心手段,施工过程中要建立完善的监督机制,保证都能按规定进行每一环节,同时及时发现并解决问题。

以某段智能监控系统施工为例,该项目涵盖交通诱导屏、ETC门架、车牌识别系统等多个子系统,施工节点划分为土建基础、电力与通信预埋、设备安装、接线调试四大阶段。项目部制定了节点控制清单与具体质量检验标准,并采用“日跟踪、周评估、月调度”

的管理机制推动执行。在 K92+400 至 K94+000 路段安装诱导屏立柱基础时,每个基础开挖后必须进行地基承载力检测,测试数据须达到 ≥ 150 kPa 后方可浇筑混凝土;混凝土采用 C30 强度等级,浇筑完成后采用 7 天与 28 天两次抗压强度试块检测,不合格立即返工。进入电缆敷设阶段,施工队每布设 100 m 通信光缆,就使用 OTDR 设备测试信号衰减,确保小于 0.4 dB/km;同时记录电缆接头位置的 GPS 坐标,确保后期维护可溯源。为强化过程监管,现场配备 3 名专业监理与 2 名专职质检人员全天巡检。每日施工结束前,技术负责人组织“节点验评”,评估合格后才能进入下一阶段。以安装 ETC 门架设备为例,项目管理系统自动生成任务单,要求在安装完成后 24 小时内完成激光水平仪测距、水平垂直检测偏差,偏差不得超过 ± 5 mm。如发现异常,立即生成质量问题单,责令班组限时整改。此外,为提升监管效率,现场引入 BIM+GIS 平台,达到数字可视化管理施工节点。在施工高峰期,每天上传图像数据超过 120 组,系统自动标记未完成节点、质量问题区域及进度偏差,项目管理人员可实时调度资源调整施工节奏,避免因个别节点拖延影响整体进度。以项目中 3 个车道上的车检器安装为例,原计划 12 天完成,通过节点压缩与质量同步推进,实际 9 天完成全部作业,且每一台车检器均通过系统自检与人工复核,确保信号采集准确率 $\geq 99\%$ 。

2.4 完善调试验收,健全评价机制

在高速公路交通机电工程施工阶段,调试验收是完成施工后对各项系统以及设备的最终检查,目的是确认所有设备或系统是否符合设计要求,能够正常运行。因此,必须建立科学系统的调试验收流程,保证每个环节都不遗漏^[4]。完善的调试验收过程包括全面测试设备性能,让其在实际使用条件下能够稳定运行并及时发现潜在问题^[5]。此外,验收过程中还应关注各个系统的协调性,让其在同一运行环境中能够良好配合,保证整个交通机电系统的高效运作。

例如:在调试交通监控系统过程中,测试团队需要长时间运行已安装的摄像头,以验证其图像清晰度。每台摄像头的分辨率和拍摄角度必须严格符合设计要求,同时,还需在不同天气条件下模拟测试其表现,以便在雨雪天气时图像质量不受影响。在测试过程中,团队使用图像清晰度测试卡,检查设备在高动态环境下的稳定性等标准化的图像质量评估工具。此外,调试验收不仅限于设备本身,还要检查各系统之间的协同工作。例如:传输数据时,系统需实时更新并与交

通信号灯控制系统紧密配合,如果一辆车经过收费站,信号灯应根据车辆通过的实时信息调整灯光周期,保持交通流畅。因此,在调试过程中,团队模拟高峰期交通流量,检查信号系统在不同车辆密度下的响应时间。测试数据包括信号灯周期、收费时间以及流量控制系统的实时反应速度,保证各系统间能够无缝对接。在完成调试后,验收工作进入系统整合环节,重点检查不同系统在交通机电平台中的协同配合。例如:在测试交通灯与监控摄像头时,团队比对系统数据与设计标准,检查监控系统数据传输效率,以及在多台设备同时运行时,交通信号灯系统的稳定性。这一环节保障每个系统间的协调性。验收人员不仅核查设备硬件参数,还根据调试数据与设计标准的偏差进行调整,力求系统长期稳定运行。例如:在某项目中,调试团队发现电子收费系统设备频繁故障,经分析,问题出在电源系统的稳定性不足,导致设备在高温环境下频繁掉线,评价机制及时反馈这一问题,并推动项目管理团队根据实际情况对设备进行优化改进。

3 结束语

本文分析了高速公路交通机电工程施工过程中的质量控制策略,深入探讨了从制定方案标准、验收物资到把控施工环节、完善调试验收等多个环节的重要性。随着科技的不断进步,未来高速公路机电工程的质量控制会更加注重智能化、数字化技术,进一步提高施工效率。通过持续完善质量管理机制,提升施工过程的可控性与透明度,进而建设更加高效、智能、安全的交通机电工程。

参考文献:

- [1] 尹鹏.高速公路机电工程中交通诱导设施的智能化应用与发展趋势研究[J].中国设备工程,2025(03):26-28.
- [2] 陈伟.高速公路交通机电监控技术应用研究[J].运输经理世界,2024(36):147-149.
- [3] 陈俊伟.高速公路交通机电工程施工过程中的质量控制[J].城市建设理论研究(电子版),2024(32):72-74.
- [4] 毛海.高速公路交通机电工程施工过程中的质量控制[J].产品可靠性报告,2024(02):111-113.
- [5] 罗祥红.高速公路机电工程中的通信系统应用[J].电子技术,2024,53(02):170-171.