# 交通机电工程施工质量控制

任征伟　王　超

河南交通投资集团有限公司航空港分公司　河南　郑州　475500

**摘　要：**交通机电工程施工质量控制，是路网高效运转与安全运行的核心支撑。本文紧扣工程多专业交叉、系统集成复杂的特性，依托 PDCA 循环及人机料法环等理论基石，构建覆盖施工全流程的管控体系。从源头把控、工艺深耕到精准验收，层层递进落实质量要点，有效化解多专业协同难题，提炼出具备实操价值的技术路径与管理策略，为工程品质进阶筑牢根基，助力路网运行效能稳步提升。

**关键词：**交通机电工程；施工质量控制；PDCA 循环；系统联调；竣工验收

**引言：**交通机电工程作为现代路网的智慧神经，融合通信、监控与收费功能，其建设质量直接牵动道路通行效率与运行安全。面对多专业深度交叉、系统集成庞杂的现实挑战，构建科学严密的质量控制机制势在必行。立足基础理论与实践需求，精准锚定施工各环节质量关键，强化全过程精细化管控，既是夯实工程实体品质的必由之路，更是筑牢路网安全防线、提升基础设施建设效能的关键所在。

## 1 交通机电工程概述

### 1.1 工程特征与质量挑战

交通机电工程是集通信、监控、收费于一体的多技术集成系统，具有显著的技术密集与智慧化属性。相较于传统土建工程，其建设精度要求更高，且涉及强电、弱电、土建预留等多专业交叉，系统集成复杂度极高。这一特征决定了工程施工极易受设计偏差、多专业协调不畅及环境干扰等因素影响，对全流程质量控制提出了严苛挑战。

### 1.2 系统架构与组成要素

遵循分层化、模块化逻辑，工程架构涵盖硬件、软件及配套隐蔽设施三大核心。硬件层强调安装精度与环境适应性，软件层侧重软硬件深度融合，配套层则关乎系统长期运行稳定性。上述架构特征决定了施工质量控制必须从源头抓起，覆盖全要素、全过程，重点解决设备安装、线缆敷设及系统联调等关键环节的质量风险。

## 2 交通机电工程施工质量控制基础理论

PDCA 循环质量管理模式可完整适配交通机电工程全施工流程，实现施工质量的动态化、全过程管控。工程施工筹备阶段，技术人员结合项目设计标准、现场施工条件编制专项施工方案，明确各工序施工标准与质量管控要求。现场施工阶段严格落实既定方案内容，规范各工种作业流程与设备操作标准。工序施工完成后，针对隐蔽工程、关键工序开展专项验收核查，核验施工参数与设计标准的契合程度。针对核查发现的质量偏差问题，落实针对性整改举措，梳理问题成因并优化后续施工工艺，实现施工质量的持续优化。

六西格玛管理模式以数据化管控为核心支撑，依托精准的数据监测与分析手段管控施工质量缺陷。交通机电工程施工中，该管理模式可应用于设备安装位置偏差校准、线缆接续信号损耗控制、系统参数调试等精细化施工环节，通过量化各类施工误差数据，压缩施工缺陷产生空间，推动工程施工质量趋近精细化建设标准。

4M1E 分析法从多维度覆盖交通机电工程施工质量的核心管控维度，适配工程多专业、多工序、高精密的施工特征。人员维度聚焦现场作业、技术调试、质量核查各类工作人员的专业能力与作业规范。机械维度涵盖施工安装设备、检测调试设备的性能精度与运行状态。材料维度管控各类机电设备、线缆管材、辅助建材的性能参数与质量标准[1]。工艺维度规范各工序标准化作业流程、技术操作方法与施工管控要点。环境维度把控施工现场温湿度、交叉施工状态、户外作业环境等外界影响条件。4M1E 分析法构建了质量控制的理论框架，为后续施工全流程的精准管控提供了核心依据，奠定了从理论向实践转化的基础。

## 3 交通机电工程施工准备阶段质量控制

### 3.1 图纸会审与技术交底

图纸会审是施工前期规避设计缺陷、规避施工返工的核心环节，交通机电工程涉及强电施工、弱电布设、

土建预留配套等多个交叉专业，图纸内容涵盖管线布设、设备安装、机房建设、接地防护等多项内容。会审工作需要重点开展多专业图纸碰撞检查，核查不同专业管线路由的布设位置，排查管线交叉冲突、线路走向不合理等设计问题，严格把控综合管线排布的垂直净距与水平间距，确保各类线缆敷设满足最小安全距离要求。核对土建预留孔洞、设备预埋基座的位置与尺寸参数，将预留孔洞的位置偏差严格控制在毫米级公差范围内，保障预留结构完全适配后续机电设备安装与管线施工需求，从设计层面规避施工偏差与返工问题。

技术交底工作立足项目施工重难点，落实分层化、精细化的交底标准，摒弃通用化、形式化的交底内容。交底过程不仅明确各工序的施工参数、安装标准、工艺要求，还针对高空设备安装、精密电子设备布设、防静电施工等特殊作业场景，明确专项作业规范，重点明确高空作业的防坠落安全系数及设备抗风等级指标。结合同类工程常见质量通病，提前告知作业人员对应的预防举措，将质量偏差的管控阈值量化至具体数值，建立质量问题追溯台账，让所有作业人员精准掌握岗位施工标准与质量管控重点。

### 3.2 施工组织设计与专项方案

科学的施工组织设计可实现施工资源的优化配置，保障工程施工有序推进。施工单位结合项目施工规模、工期要求、工序流程，制定人员、机械设备、施工物料的分阶段进场计划，匹配不同施工阶段的作业需求，建立资源投入与施工进度的动态匹配模型，确保关键工序资源配置率达标。针对大型机电设备吊装、全域系统联调、复杂管线铺设等特殊施工环节，提前调配专用施工设备与专业作业团队，保障特殊工序施工的设备与人力支撑，明确大型吊装作业的起吊重量与回转半径控制指标。合理规划施工现场作业分区与施工时序，细化各专业工序的作业面移交标准，弱化多工序交叉作业带来的干扰影响，确保各工种在时间与空间上的有序衔接。

常规施工工艺无法适配复杂路段、特殊场景的机电施工需求，针对系统集成调试、超长距离管线敷设、复杂地形设备安装等重难点施工内容，需要编制针对性专项施工方案。方案内容细化施工流程、技术标准、质量管控措施、安全防护要点，将施工工艺参数与质量验收指标一一对应，完成方案编制后组织行业专家开展技术论证，核验方案的技术可行性、施工安全性与质量可控性，重点审查关键节点的受力计算与稳定性分析，优化方案细节后投入现场使用。

### 3.3 材料设备采购与进场检验

施工物料与设备的采购管控是工程质量源头管控的关键环节，施工单位建立标准化供应商准入体系，筛选具备稳定供货能力、产品质量达标、行业口碑良好的合作供应商[2]。结合项目设计技术标准，明确各类机电设备、管材线缆、辅助建材的采购参数，制定详细的材料设备技术规格书，将设备的平均无故障运行时间及线缆的阻燃等级纳入核心采购指标，杜绝不合格、不匹配的产品进入采购环节，从供应链源头把控产品品质。

所有进场施工材料与设备必须经过完整的进场检验流程，工作人员逐一核查物料外观完整度、产品规格数量、出厂合格证明与检测报告。针对摄像机、光模块、控制器等核心机电设备，开展抽样通电测试与性能检测，核验设备清晰度、传输速率、运行稳定性等核心指标，对关键设备进行全检，并留存影像资料，所有检验项目达标后方可投入施工现场使用，未通过核验的物料统一做退场处理，杜绝劣质物料参与工程建设。

## 4 交通机电工程施工过程质量控制要点

### 4.1 基础与管线施工质量控制

基础工程属于交通机电工程的核心隐蔽工程，施工质量直接决定各类机电设备的安装稳定性与运行安全性。机房设备基础施工阶段，严格检测地基承载能力，保障地基承载力满足大型机电设备长期运行的承重需求，确保基础沉降观测点的位移值在规范允许范围内。按照设计标准控制混凝土浇筑强度与浇筑厚度，规范振捣、养护作业流程，规避混凝土开裂、强度不足等质量问题[3]，将混凝土坍落度偏差控制在允许区间，并落实温控防裂措施。精准把控基础预埋件的安装位置与埋设深度，严格控制安装位置偏差，保障后续设备对接安装的精准度，确保预埋件标高误差控制在极小范围内。

管线敷设施工把控全流程工艺标准，施工前期对管槽开展除锈、防腐处理，提升管线结构的耐腐蚀能力与使用寿命，严格把控防腐涂层的厚度与附着力指标。线缆布放过程中遵循标准化绑扎规范，控制线缆松紧度与排布间距，规避线缆挤压、弯折、缠绕等问题，严禁线缆出现死弯，确保线缆弯曲半径达标。严格区分强弱电管线布设区域，落实隔离防护举措，杜绝不同类型线路运行过程中产生信号干扰，确保强电与弱电管线的间距符合抗干扰标准。管线施工完成后开展管道试压与通球试验，全面核查管线通畅度与密封性，排查管线堵塞、渗漏等隐蔽质量问题，确保试压压力值稳定无压降。

### 4.2 机电设备安装与调试质量控制

机电设备安装作业坚守高精度施工标准，严格把控设备安装的水平度、垂直度与牢固度，保障设备安装结构稳定、位置精准，将设备安装的水平度误差控制在极小限值内，确保设备稳固无晃动。外场摄像机、情报板、监测设备等露天机电设备，结合道路交通监测需求调整安装角度，保障设备监测覆盖范围满足设计要求，精准测算监控盲区范围，确保视场角覆盖无遗漏。重点把控设备防雷接地焊接施工质量，规范焊接工艺与接地电阻参数，提升户外设备的防雷、抗干扰能力，适配复杂户外运行环境，严格检测接地电阻值，确保其符合防雷规范要求。

设备调试工作按照分阶段、分层级的模式有序推进，单机调试为基础调试环节，逐一开启各类独立机电设备，核查设备启停功能、基础运行参数、作业性能是否符合设计标准，排查设备自身存在的运行故障[4]，记录设备运行电流与电压等关键数据。系统联调是施工调试的核心重难点，打通监控系统、收费系统、通信系统、照明系统的运行链路，测试不同系统之间的数据传输、指令交互、联动响应效果，保障多系统协同运行的兼容性与稳定性，验证系统间数据交互的丢包率指标。

调试全过程同步开展参数检测与数据记录，精准测试系统数据传输时延、信号误码率、视频图像清晰度、设备响应速度等核心运行指标，所有指标数据需要完全贴合工程设计规范与行业建设标准，将传输时延控制在毫秒级，确保视频图像达到规定分辨率，确保整套机电系统投入运行后可稳定发挥管控效能。

## 5 交通机电工程竣工验收阶段质量控制

### 5.1 验收条件与程序规范

交通机电工程竣工验收工作需要满足既定前置条件，工程施工内容全面完成，完全契合施工合同约定的建设范围与建设标准。项目施工全过程形成的竣工图纸、设计变更文件、施工记录、设备检测报告、调试数据等全套竣工资料整理完备，资料内容真实完整、数据精准可追溯。施工单位完成项目全面自检工作，排查并整改所有施工质量问题，自检结果达到合格标准后方可申请竣工验收。竣工验收工作由建设单位统筹牵头，联合设计单位、施工单位、监理单位及行业主管部门组建专项验收工作组。验收工作组按照标准化验收流程开展现场核查、资料审核、性能抽检等工作，逐项核验工程建设质量、资料完整性与系统运行效能，落实规范化的验收管控流程。

### 5.2 质量检测与评定标准

工程验收检测依托专业化检测设备开展精准化数据核验，采用光时域反射仪检测光纤链路整体损耗情况，判定信号传输链路的通畅性与稳定性。利用网络测试仪检测系统网络运行状态，统计网络数据丢包率、传输速率等核心指标。通过照度计精准测定道路照明设备的照明亮度、光照均匀度，核验照明系统运行效果[5]。各类检测设备的应用可实现工程质量的量化检测，保障验收结果的精准性与客观性。

工程质量评定遵循四级递进评定体系，依次完成检验批、分项工程、分部工程、单位工程的质量核定工作。各级质量评定严格对照行业施工规范与项目设计标准，结合现场检测数据与施工资料，逐级核定工程施工质量等级。全部环节核验完成后，结合项目整体建设情况形成竣工验收报告，客观反映工程建设质量状态。

**结束语：** 交通机电工程施工质量控制，是一项兼具系统性与精细化特征的长效工程。依托覆盖施工全流程的质量控制体系构建，推动理论模型与现场实践的深度耦合，精准破解多专业交叉、系统集成复杂等管控瓶颈，有力夯实了工程实体的内在品质与运行效能。立足行业发展新阶段，应紧扣数字化、智能化技术迭代契机，深耕质量控制数字化赋能路径，加速管理模式的优化升级。以更为严苛的标准、更为精准的举措，全面提升管控能级，为交通基础设施高质量建设注入强劲动力。

**参考文献**

[1] 梁建明, 林学, 吕骏. 交通机电工程施工质量控制要点研究 [J]. 运输经理世界,2025(23)：131-133.

[2] 吴秀君. 基于大数据信息化的交通机电工程施工质量控制研究 [J]. 消费电子,2025(1)：119-121.

[3] 张靖. 高速公路交通机电工程施工过程中的质量控制研究 [J]. 运输经理世界,2022(28)：155-157.

[4] 于崧, 张宁. 高速公路交通机电工程施工过程中的质量控制分析 [J]. 科技资讯,2025,23(20)：175-177.

[5] 吴秀君. 基于大数据信息化的交通机电工程施工质量控制研究 [J]. 消费电子,2025(1)：119-121.