地铁地下车站动力与照明系统安装质量通病及管控措施

张千艺

中铁路安工程咨询有限公司 天津 300000

【摘　要】：地铁地下车站作为封闭性地下交通空间，动力与照明系统是保障车站设备运行、乘客疏散、运营安全的核心机电系统。地下车站环境潮湿、管线密集、交叉作业多，土建、风水电、通信信号多专业同步施工，造成动力照明管线敷设、配电箱安装、灯具接线、接地系统施工等环节极易产生各类质量通病。若安装质量管控不到位，会引发线路绝缘下降、短路跳闸、照明失效、接地不可靠等隐患，严重时影响地铁正常运营，甚至威胁乘客人身安全。本文结合国内地铁地下车站机电安装工程实践，梳理动力及照明系统施工阶段典型质量通病，分析通病产生根源，从施工前期策划、过程质量管控、试验检测、竣工验收等维度提出针对性管控措施，为同类地铁车站动力照明安装工程质量控制提供参考。

【关键词】：地铁地下车站；动力与照明系统；机电安装；质量通病；施工管控

DOI:10.12417/2811-0528.26.21.006

1 引言

随着我国城市轨道交通网络持续扩张，地铁地下车站建设规模不断增大。地下车站埋深大，空间密闭，具有湿度高、通风条件有限、多专业管线综合排布复杂等特点。动力系统负责为环控、给排水、屏蔽门、消防等车站设备提供稳定电源；照明系统包含一般照明、应急疏散照明、值班照明，是地下空间人员疏散、巡检作业的基础保障，两套系统可靠性直接决定地铁运营安全等级。

地铁机电安装属于多专业交叉施工工程，土建结构、风管、给排水管道、通信信号线缆同层布置，施工工序穿插冲突现象普遍。动力照明工程常处于土建收尾阶段进场，工期紧张，部分施工班组存在重进度、轻质量的情况，造成管线、箱柜、接地、灯具安装出现质量缺陷。这类缺陷很多属于隐蔽工程，后期整改难度大、成本高。

现阶段国内很多研究聚焦于动力照明系统设计优化、供电保护方案，针对地下车站现场安装质量通病的系统性梳理与全过程管控研究相对偏少。本文依托地铁地下车站机电安装现场经验，分类总结动力照明安装典型质量问题，剖析人为、材料、工序、管理层面成因，建立从图纸会审到竣工移交的全过程质量管控体系，降低系统后期故障概率，保障地铁车站长期安全运营。

2 地铁地下车站动力与照明系统安装典型质量通病

2.1 管线敷设质量通病

管线是动力照明线缆的载体，包含镀锌钢管、金属线槽、电缆桥架，是最常见的隐蔽工程，也是质量问题高发部位。

金属导管加工与连接缺陷：镀锌钢管切割后管口毛刺未打磨，穿线时划伤线缆绝缘层；丝扣连接位置缺少跨接接地线，部分施工人员直接采用点焊焊接跨接线，破坏镀锌层，后期在地下潮湿环境发生锈蚀。导管弯曲半径不满足规范，弯管处出现扁折、开裂现象，线缆拖拽困难。

管线排布冲突：前期管线综合深化不到位，电缆桥架、电气管线与风管、给排水管空间重叠，出现强电、弱电管线间距不足，平行敷设距离过近，产生电磁干扰。桥架转弯、分支位置缺少导流件，电缆敷设时出现弯折损伤。

管线固定与封堵不到位：支架间距超标，桥架、导管松动；管线穿越结构墙体、楼板、防火分区时，防火封堵材料填充不密实，封堵材料选型错误，无法满足地铁防火要求；部分预埋线管堵塞，后期无法穿线，需要剔凿结构，破坏土建主体。

2.2 配电箱、动力柜安装质量通病

配电箱、照明箱是动力照明系统的核心配电节点，地下车站潮湿环境对箱体密封、接地、安装精度要求更高。箱体安装垂直度偏差过大，箱体紧贴墙面无检修空间；箱体开孔使用电焊烧孔，开孔边缘毛刺多，破坏箱体防腐涂层。进出箱电缆排布杂乱，线缆弯曲半径不足；电缆护套进入箱体长度不达标，线芯剥线过长，裸露铜丝容易发生相间短路。箱内接线混乱，同一接线端子接入多根导线，压接不牢固；保护地线、零线混接，PE 线断线或虚接。箱内标识缺失，回路编号模糊，后期运维检修无法快速识别回路。部分户外、潮湿区域箱体未选用防水型箱体，密封胶条缺失，水汽渗入箱内造成元器件锈蚀。

2.3 电缆敷设与接线质量通病

电缆敷设工程量大，地下车站电缆数量多，施工人员赶工期容易出现粗放施工。电缆敷设时拖拽摩擦，外护套破损未及时发现；电缆弯曲半径不符合规范，高压、动力电缆弯折造成

内部线芯损伤。电缆敷设完成后没有及时整理固定，电缆松弛下坠；电缆标识牌缺失、信息错误，无法区分回路。接线时线鼻子压接不紧实，接触电阻偏大，长期通电发热，存在起火隐患；线缆相序混乱，动力回路相序标识不清。

3 质量通病产生原因分析

3.1 图纸深化与技术交底不到位

土建、机电各专业图纸单独设计，原始图纸管线碰撞较多。施工前期管线综合深化设计流于形式，未结合车站现场实际进行三维排布，等到现场安装才发现管线打架，被迫随意改动电气管线走向。技术交底只做书面交底，没有针对地下车站潮湿、防火、接地特殊要求对班组进行现场交底，一线工人对地铁机电规范不熟悉，凭房建施工经验作业。

3.2 材料进场管控不严

部分项目材料进场验收流于表面，镀锌钢管壁厚不足、镀锌层薄；电缆线芯截面积不达标、绝缘层质量差；配电箱板材厚度不足，元器件品牌型号与图纸不符。材料进场缺少合格证、检测报告，不合格材料流入现场，后期容易出现锈蚀、绝缘老化等问题。

3.3 交叉施工工序管理混乱

地铁车站多专业同步施工，土建、风管、给排水、机电、装修作业面重叠。土建未完成结构修补、防水施工，电气管线提前预埋；风管、管道先行安装占用空间，留给动力照明管线空间不足。工序颠倒造成已完成电气管线、箱体被后续施工磕碰损坏，成品保护缺失。

4 动力与照明系统安装质量全过程管控措施

4.1 施工前期策划管控

第一，开展图纸会审与管线综合深化。联合土建、环控、给排水、通信、消防专业进行图纸会审，识别图纸矛盾。利用 BIM 技术开展地下车站管线综合排布，优先排布大尺寸风管，合理规划电缆桥架、电气导管走向，明确标高、支架位置，规避管线碰撞，确定管线穿越防火分区方案，输出深化图纸及 BIM 模型，作为现场施工依据。第二，严格材料进场验收制度。所有电气材料进场，核对型号、规格、合格证、第三方检测报告。对镀锌管材、电缆、配电箱、接地材料进行外观抽检，电缆可按批次送检复检。不合格材料直接清退出场，严禁使用。第三，落实分级技术交底。项目技术负责人对管理人员交底，施工员对班组进行现场交底，重点强调地下车站防火、防潮、接地、管线预埋的特殊要求，交底完成留存影像和签字记录。

4.2 施工过程质量管控

管线敷设管控：金属导管切割后打磨管口毛刺，镀锌钢管连接采用专用连接件，不得随意焊接破坏镀锌层。桥架、导管支架间距严格按照规范施工，穿越楼板、防火墙位置使用耐火封堵材料封堵，专人检查。隐蔽工程（预埋管线）在封混凝土、封墙之前，质检员验收，拍照留存记录，验收合格方可隐蔽。

箱柜安装管控：配电箱定位放线，控制箱体垂直度；箱体开孔采用专用开孔器，禁止电焊烧孔。箱内线缆分回路排布，一端子一线，PE 线、N 线严格分开。潮湿区域箱体检查密封胶条完好，箱体金属外壳可靠接地，箱内粘贴清晰回路标识。

电缆与接线管控：敷设电缆做好防护，避免拖拽划伤外护套；电缆弯曲半径满足规范，电缆两端挂标识牌。线鼻子压接采用专用工具，压接完成做绝缘处理；动力回路做好相序标记。电缆敷设完成后开展绝缘电阻测试，记录试验数据。

5 结论

地铁地下车站动力与照明系统是车站机电核心组成部分，受地下环境、多专业交叉施工影响，管线敷设、箱柜安装、电缆接线、接地、照明安装等环节容易产生各类质量通病。质量缺陷不仅增加后期运维维修成本，还会给地铁运营带来安全隐患。

控制动力照明安装质量，不能只依靠后期检查整改，需要建立前期深化策划、过程工序管控、试验检测、成品保护、竣工验收闭环的全过程质量管控体系。通过 BIM 管线综合优化、严格材料准入、落实技术交底、强化隐蔽工程验收，从源头减少安装质量通病，提升地铁地下车站动力照明系统施工质量，保障轨道交通长期安全稳定运行。

参考文献：

[1] GB 50303-2015,建筑电气工程施工质量验收规范[S].

[2] GB 50166-2019,火灾自动报警系统施工及验收标准[S].

[3] 住房和城乡建设部.城市轨道交通机电工程施工质量验收规范[S].

[4] 王强.地铁车站机电安装工程质量通病及防治措施[J].工程技术研究,2021,6(12):142-143.

[5] 李恒.地铁地下车站动力照明系统施工技术研究[J].现代城市轨道交通,2022(05):98-101.