

地铁机电安装动力照明工程施工工艺研究

梅舒杰

(中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司, 四川 成都 611130)

摘要 地铁动力照明系统是地铁供电系统的重要组成部分,其施工质量直接影响地铁运营安全与乘客舒适度。然而,由于动力照明系统具有供电对象多样、管线敷设距离长、系统控制复杂等特点,施工组织与质量控制面临诸多挑战。本文从电缆桥架安装、配电箱安装、电缆电线敷设等关键工序入手,提出优化施工工序、强化关键环节质量控制、创新施工工艺等策略,旨在对提升地铁动力照明工程施工水平有所裨益,从而确保工程如期高质量交付,更好地服务于城市轨道交通建设。

关键词 地铁; 动力照明; 施工工艺; 质量控制; 施工工序

中图分类号:U231

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)11-0112-03

城市轨道交通作为现代城市的“生命线”,在缓解城市交通压力、引导城市空间布局、促进经济社会发展等方面发挥着不可替代的作用。地铁作为城市轨道交通的主力军,以其运量大、速度快、准点率高、污染低等优势,已成为大中城市公共交通的骨干。动力照明系统是保障地铁运营的基础,承担着为动力设备、照明设备等提供电能,确保应急照明可靠运行,保障乘客舒适安全出行的重要职责。随着轨道交通里程的不断增加与运营压力的持续攀升,新建与改扩建地铁工程不断增多,因此深入研究动力照明工程施工工艺,对于提高工程建设质量,确保地铁运营安全具有重要意义。

1 地铁动力照明系统工程特点与施工原则

地铁动力照明系统作为地铁机电系统的重要组成部分,肩负着为车站、隧道、地下区间等提供照明与动力电源的重任。与一般建筑电气工程相比,地铁动力照明系统具有其独特的技术特点。首先,系统供电对象类型丰富,涵盖照明、空调、电梯、智能系统等多个专业的动力与照明负荷,不同类型设备对供电可靠性、电能质量的要求差异较大,需进行科学的负荷分级与合理配置。其次,受限于地铁隧道狭长、站厅空间复杂的建筑环境,配电线路需在竖井、线槽中穿行,长距离敷设,且管线综合程度高,施工难度大。再次,由于运营安全至关重要,因此对系统的集中监控性要求很高,这就需要在动力照明系统中融合智能化技术,对海量供电设备运行状态进行实时采集、分析与控制。面对如此复杂的系统,动力照明工程施工必须遵循一定的原则。“先复杂后简单”,即优先攻克技术难点,

如大跨度管线穿越、不同专业管线交叉等,待各专业管线走向理顺后再进行支架制作、线缆敷设等常规工序施工。“先配合后安装”,强调施工统筹协调,根据土建施工进度,提前做好预埋管线、预留洞口等配合工作,待机电安装条件具备后再进行设备就位与调试^[1]。“车站和区间同步推进”,充分利用已完工区间,合理调配资源,在确保车站内施工的同时,抓紧区间隧道内管线铺设,确保工期。动力照明工程施工需严把材料质量关、成品保护关、隐蔽工程验收关等,强化对电缆桥架制安、配电设备安装、线缆头制作等关键工序的质量控制,以高标准、严要求确保工程如期优质交付。

2 动力照明工程关键施工技术

2.1 电缆桥架安装技术要点

电缆桥架作为布置电力电缆的重要载体,是动力照明系统中必不可少的基础设施。地铁建筑空间结构复杂,对桥架的布线路由、承重能力、防火性能等提出了更高要求。因此,电缆桥架安装必须严格遵循相关标准规范,把握关键工序,确保安装质量。首先,电缆桥架安装首先应做好前期准备,根据设计图纸所示的桥架类型、规格、数量等进行材料准备,同时做好与土建、暖通等专业的技术交底。安装前,应会同各专业对综合管线竣工图进行深化设计,对桥架安装位置进行测量放线并设置标识,合理确定桥架支吊架位置,避免与其他专业发生空间冲突(见图1)。其次,选择电缆桥架支吊架类型时,应考虑荷载要求、建筑结构形式等因素。对于站厅、站台等大跨度区域,可采用悬吊式综合支吊架,利用建筑主体结构进行可靠

固定。对于设备夹层、隧道等空间狭小区域，可灵活采用自制支架，支架应进行必要的防腐处理。当电缆桥架需与建筑结构固联时，应确保固定牢固，并采取减振措施。此外，由于地铁建筑普遍采用防火分区设置，因此电缆桥架穿越防火墙处应进行专门处理。可在穿墙处预先预埋防火封堵材料，待桥架安装到位后采用阻火包覆、防火泥堵填等措施进行封堵。电缆桥架盖板应完好无缺，与桥架主体间隙均匀，并设置必要的接地跨接线。

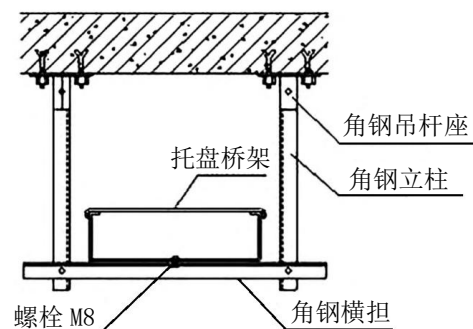


图 1 电缆桥架固定示意图

2.2 配电箱安装技术要点

配电箱作为动力照明系统的“心脏”，在地铁站厅、设备机房、疏散通道等场所均有广泛设置，其安装质量直接关系到配电系统的安全性、可靠性。配电箱安装施工虽然不及电缆敷设等工序复杂，但同样需要严格遵循操作规范，把握关键点，确保安装规范。第一，配电箱安装前，应会同土建专业确定箱体安装位置和预留洞口尺寸。暗装配电箱应预先与土建专业沟通，在墙体砌筑或混凝土浇筑时预留足够尺寸的洞口，并预埋止水套管。洞口尺寸应在配电箱外径基础上适当放大，一般控制在 50 ~ 100 mm，以便于安装调整。待土建施工到位后，再将配电箱安装就位，并用水泥砂浆填实洞口周边空隙，确保箱体固定牢固。对于明装配电箱，应采用膨胀螺栓固定于墙面或地面，并严格控制固定点位置及箱体垂直度，确保牢固美观^[2]。第二，配电箱与预埋导管的连接是安装时的另一个重点。暗装配电箱应在吊装就位前，将箱体的进出线口与预埋导管对接，并用金属软管连接，确保导管口与箱体间严丝合缝。连接处应采用防水胶泥填实，以提高防水性能。对于明装配电箱与明配导管的连接，应做好导管管口切割，使其与箱体孔洞尺寸匹配，并采用锁母紧固。第三，接地是配电箱安装必须重视的环节。配电箱外壳应与接地干线及等电位联结端子做好连接，确保接地电阻满足要求。同时，配电箱内安装的开关柜、母线槽等设备也应做好接地。接地线应选用铜芯绝缘

导线，与配电箱主接地排做可靠连接。禁止利用配电箱安装螺栓或建筑钢筋代替接地。

2.3 电缆电线敷设技术要点

与普通建筑电气工程相比，地铁工程中的电缆电线布线工艺更为复杂，对导线规格选型、穿管工艺、接头制作、线束绑扎、绝缘性能测试等都提出了更高要求。首先，电缆电线的选择至关重要，需严格按照设计图纸及相关标准，结合系统电压等级、传输功率、敷设环境等因素合理选择型号与规格。除满足载流量要求外，还应考虑机械强度、耐火性能、柔韧性等特性。导线颜色应符合行业标准，便于识别和检修。其次，电缆电线穿管是敷设过程的关键。穿管前应全面排查清理管路，确保畅通。采用穿线器引入导线，并在管口设置护口保护绝缘层。穿线过程中防止导线扭曲打结，宜采用人工慢速均匀牵引。管内导线余量应适中，通过设备时预留足够长度以便连接和维修。电缆头制作直接影响接触电阻和通流能力，应采用合格的绝缘材料，严格控制绝缘层剥除长度，确保导体压接充分均匀，做好绝缘和密封处理。线束绑扎不仅关乎美观，也影响系统安全。应选择适当的绑线材料，如尼龙扎带或 PVC 绑带，捆扎松紧适度，固定牢固但不损伤护层。成束电缆应捆扎平直，转弯处留有余量，避免急弯，且禁止不同回路、不同电压等级的电缆混束绑扎。最后，敷设完成后应及时进行绝缘电阻测试，宜采用 2 500 V 兆欧表，在敷设完成后和设备连接前分别测试，淘汰绝缘不良的导线^[3]。测试时应做好安全防护，确保导线两端均不带电，以免发生触电事故。这些技术要点涵盖了电缆电线敷设的关键环节，对确保地铁电气系统的安全可靠运行至关重要。

3 提升动力照明工程施工质量的策略

3.1 优化施工工序，协调与其他专业配合

动力照明工程施工具有工期紧、任务重、协调难度大等特点，必须通过优化施工工序，加强各专业协同，方能确保工程顺利实施。首先，优化施工工序是统筹兼顾各专业施工的关键。动力照明工程负责人应全面掌握工程设计图纸和施工方案，深入了解各专业施工特点和接口关系，科学制定施工总进度计划。应本着“综合策划、合理穿插、错峰施工”的原则，对各专业工序进行统筹安排，优化施工顺序。如结合土建施工进度，合理安排管线预埋、吊架制安等工序；与装修专业协调，避免装饰面施工对电缆桥架、配电箱等造成损坏；根据机房设备就位计划，适时开展配电柜安装和调试等。其次，与相关专业的沟通协调是确保施工连续的

必要手段。动力照明工程管理人员应建立与土建、装修等专业的定期会商机制,及时了解场地资源状况、窝工计划等信息,据此优化电缆桥架安装、配电设备就位等施工策略。当存在交叉作业、二次移位等情况时,应提前与相关专业进行方案对接,制定周密的配合措施,减少窝工待料。对于土建后期需开展的装饰装修等工程,也应预留出电缆桥架安装、灯具调试的时间窗口,避免相互干扰。此外,编制翔实的施工组织设计方案是推进工程实施的重要保障。施工组织设计应全面分析工程特点,合理部署施工总体布置,细化分部分项工程的施工方案、进度计划、质量控制措施等,并落实到班组和个人。在此基础上,加强现场进度管控,及时纠偏解难,消除影响工期的不利因素。

3.2 加强关键工序质量控制

地铁动力照明工程涉及多个专业工序,各工序质量直接影响系统性能、安全和寿命,必须将关键工序质量控制作为工程管理重点,从技术和管理两方面强化质量把关。在技术标准方面,应根据国家行业规范和工程实际,编制关键工序的施工技术标准和操作规范。如电缆桥架安装应明确吊架选型、基础制作、支架固定、桥架连接等要求;配电箱安装应规定洞口预留、箱体固定、接地连接等;电缆敷设应制定导线选型、穿管工艺、接头制作、绝缘测试等规程。通过技术交底、培训、演示等方式,使作业人员掌握质量要求和操作要领,提高规范性和一致性。在现场管理方面,应健全质量责任制和监督机制,落实“三检制”。明确专人负责每道关键工序,坚持自检、互检、专检相结合。自检是班组和作业人员的基本要求,按规程自查自纠;互检重在实现相邻工序间的质量协同;专检由质检部门负责,以巡查和抽检为主,及时纠正违规作业。检查重点应紧扣影响系统安全和寿命的薄弱环节,如桥架安装的垂直平直度和连接牢固性,配电箱安装的密封防水性和接地可靠性,电缆敷设的绝缘性能和线头制作规范性等。发现问题要及时整改,不留隐患^[4]。同时,应完善质量责任追究机制,将质量考核与绩效、评优挂钩,调动全员参与质量管控的积极性。定期开展质量分析会,总结经验教训,探讨改进措施。

3.3 创新施工工艺,提高工程建设水平

地铁动力照明工程建设必须紧跟信息化、智能化的技术革新趋势,不断优化施工工艺,提高科技含量和建设品质。要立足传统优势,着眼创新发展,以技术进步带动工程能力提升,以标准完善推进质量水平提高,开创高质量发展新局面。第一,信息技术的广

泛应用为施工创新提供了广阔空间。BIM技术凭借可视化、参数化、协同化等特点,正加速向地铁工程全生命周期渗透。应用BIM技术建立三维模型,可实现精细化设计,使施工方案更加直观、合理。利用BIM模型进行碰撞检查,能及时发现并解决冲突问题,优化综合排布。结合三维激光扫描、RFID定位等技术,可实现精准测量放线、实时位置跟踪,提高安装工效和精度。第二,材料与设备更新是推动性能提升的另一途径。面对复杂环境和火灾风险,需采用新型阻燃、耐火、低烟无卤电缆,提高系统安全性和可靠性。大跨度、重载荷电缆桥架要求选用高强度、轻量化材料,确保安全的同时便于安装。配电箱、终端头等设备应采用新型绝缘、防水、散热材料,提高环境适应性。照明灯具应用LED等新光源,可提升效率和寿命^[5]。第三,创新发展的根本在于完善标准规范。应系统梳理和提炼先进实用的施工做法,形成规范的工艺标准体系,既要优化工艺流程、工序衔接、技术参数等内容,又要将信息化应用、新材料选用等前沿做法纳入标准,引领行业水平整体跃升。

4 结束语

地铁动力照明工程施工质量事关运营安全与乘客体验,必须引起高度重视。本文分析了动力照明工程电缆桥架安装、配电箱安装、电缆敷设等关键技术,提出了优化施工组织、加强质量控制、强化技术创新等质量提升策略。未来,随着新技术、新工艺、新材料的不断涌现,地铁动力照明工程建设必将实现提质增效。建议相关单位加强前沿技术跟踪,深化产学研用合作,引入信息化管理手段,优化设计施工理念,建立完善的地铁动力照明工程施工质量控制体系,推动城市轨道交通高质量发展,更好地服务经济社会发展大局。

参考文献:

- [1] 陈纪文.地铁机电安装动力照明工程施工技术[J].四川建材,2024,50(06):142-143,163.
- [2] 张文贺.地铁机电安装动力照明工程施工工艺研究[J].工程机械与维修,2023(02):162-164.
- [3] 邢俊.地铁机电安装工程质量控制要点分析[J].工程与建设,2022,36(06):1777-1780.
- [4] 张佳俊.地铁机电安装工程的质量控制管理[J].设备管理与维修,2022(22):18-20.
- [5] 王坤.地铁机电安装动力照明工程施工工艺与控制管理[J].低碳世界,2020,10(10):167-168.