

# 建筑电气工程配电线路施工技术难点探析

张海艳<sup>1</sup>, 王珂<sup>2</sup>, 孙建海<sup>3</sup>, 邵华泽<sup>4</sup>

(1. 湖北时空思维信息技术有限公司, 湖北 恩施 445099;

2. 山西睿帆建筑工程有限公司, 山西 太原 030000;

3. 北京京能建设装饰装修有限公司, 北京 102300;

4. 国投航空科技(北京)有限公司, 北京 100028)

**摘要** 本文针对建筑电气工程配电线路施工中的技术难点进行了深入探究, 分析了复杂建筑环境下配电线路布设的难点, 包括建筑结构和装修对布线的影响; 探讨了配电线路材料选择与兼容性方面的挑战, 对材料性能要求及不同材料间兼容性问题进行了阐述; 针对就配电线路施工过程中的安全管控难题, 从施工现场安全风险识别和管控措施制定实施两方面进行了剖析。在此基础上, 提出了基于 BIM 技术对配电线路施工进行优化、研发应用新型配电线路材料、构建智能化安全管控系统等创新性解决方案, 以期有效克服传统施工模式下的技术瓶颈、提升建筑电气工程配电线路施工水平提供参考。

**关键词** 建筑电气工程; 配电线路; BIM 技术; 新型配电线路材料

中图分类号: TM72

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.24.015

## 0 引言

建筑电气工程是建筑工程中的重要组成部分, 其中配电线路施工又是电气工程的核心环节之一。然而, 在实际施工过程中, 配电线路施工往往面临诸多技术难题, 如复杂的建筑环境制约、材料选择与兼容性问题、施工安全风险管控等, 这些都对配电线路的施工质量和效率产生直接影响。为了突破传统施工模式的桎梏, 业内人士一直在探索创新性的解决方案。随着建筑信息模型(BIM)、新材料、物联网、人工智能等新技术的发展和运用, 智慧建造理念逐步深入人心, 为解决建筑电气工程配电线路施工技术难点提供了新的思路和方法。

## 1 建筑电气工程配电线路施工技术难点分析

### 1.1 复杂建筑环境下的配电线路布设难点

#### 1.1.1 建筑结构对配电线路布设的影响

现代建筑的结构日益复杂, 对配电线路的布设提出了更高要求。高层建筑中的钢筋混凝土墙体、梁柱等结构构件, 会对线管和线槽的埋设形成阻碍; 而体量巨大的公共建筑, 其内部空间结构错综复杂, 给配电线路布设带来困难, 地下室、夹层等特殊空间, 施工环境狭小、光线昏暗, 且可能存在积水等不利因素, 增加了电气线路敷设的难度<sup>[1]</sup>。当前, 许多建筑采用钢结构或装配式结构, 配电线路需要与建筑结构模块相协调, 对布线方式提出新的挑战。

#### 1.1.2 建筑装饰对配电线路布设的影响

随着人们对建筑品质要求的提高, 装修工程日益受到重视, 然而繁复的装修施工给配电线路布设造成了一定的影响。精装修工程中大量使用的吊顶、隔断等装饰性构造, 使得线路布设需要与之相协调, 并预留足够的接线盒和预埋管线; 而在施工进度上, 装修与电气工程交叉作业频繁, 配电线路铺设不得不受制于装修进度。此外, 不同功能空间对供电性能的要求存在差异, 如厨卫等湿区用电安全等级更高, 会议室等智能化程度高的区域需要预留更多的插座和网络接口, 这无疑加大了配电线路的设计难度。装修材料的不当选用, 也可能对电线电缆产生腐蚀, 影响配电系统的安全运行。

### 1.2 配电线路材料选择与兼容性难点

#### 1.2.1 配电线路材料性能要求

配电线路所采用的导体和绝缘材料, 直接关系到供电系统的安全性、可靠性和使用寿命。导体材料需要具备优良的导电性能和机械强度, 一般采用铜或铝材质, 但在不同应用场景下, 导体截面积、绝缘等级、耐火性能等技术参数有所区别, 例如在低压配电系统中, 通常选用聚氯乙烯(PVC)绝缘导线; 而对于防火要求高的场所, 则需采用矿物绝缘金属护套电缆(MICC)。除导体外, 绝缘材料的选择也至关重要<sup>[2]</sup>, 其需要兼顾电气绝缘性能、机械强度和环境适应性, 目前常用

的绝缘材料包括聚氯乙烯、交联聚乙烯（XLPE）、橡胶等。工程设计人员需要全面评估供电对象的功率等级、环境条件，并考虑经济性因素，才能选择最优配置。由于配电工程专业性强，材料品类繁多，选材不当极易引发安全和质量隐患，这对相关人员的专业素养提出了很高的要求。

### 1.2.2 不同材料间的兼容性问题

配电线路施工涉及多种材料和设备，如导线电缆、线管、桥架、箱柜等，仅有优质的单一产品还不够，还需确保不同材料和设备之间的匹配与兼容，否则，即便单体质量过硬，一旦系统集成存在问题，也会影响配电性能。例如：在湿热环境下，如果电缆护套与金属桥架的材质不相容，可能加速绝缘老化；在振动较大的场所，若线管与管件连接过于刚性，易发生脱落或断裂；配电箱柜内部的母线排布和绝缘子设计，需匹配开关设备的技术参数，确保电器元件正常通断。配电线路是一个多材料、多设备集成的复杂系统，各部件之间错综交织、相互影响。

## 1.3 配电线路施工过程中的安全管控难点

### 1.3.1 施工现场安全风险识别

在建筑施工现场，火灾、触电、高空坠落、物体打击等危险无处不在，配电线路施工同样面临诸多安全风险，施工现场临时用电量大、线路复杂，私拉乱接、超负荷用电时有发生，极易引发电气火灾和触电事故。在建筑物上敷设线管、支架等作业，无法完全避免登高作业，若防护措施不当，容易发生高空坠落，电缆桥架、母线槽等大型部件吊装就位时，若指挥失误、操作不当，会造成严重的物体打击。在施工过程中，还会受到地质条件复杂、天气状况恶劣等不利因素影响，如遇暴雨、大风等，野外作业的配电线路极易遭到破坏。此外，各专业交叉作业频繁，经常发生管线破坏和遮挡等问题。

### 1.3.2 安全管控措施的制定与实施

建筑电气工程施工现场情况复杂多变，制定切实可行的安全管控措施面临诸多困难。首先，配电工程涉及多个专业和工种，各方诉求不一，在制定安全管理制度时难以兼顾各方利益，经常出现规定脱离实际、可操作性差的问题；其次，建筑施工周期长、环节多，要对每一个细节制定安全标准，工作量巨大且难以穷尽<sup>[3]</sup>，即便安全制度再完善，如果缺乏有力的组织保障，也难以在现场严格执行，监管力量薄弱，责任追究不到位，使得安全措施流于形式；最后，施工进度和成

本压力巨大，项目管理人员常常顾此失彼，难以在进度、质量、安全之间找到平衡点。

## 2 创新性解决方案研究

### 2.1 基于BIM技术的配电线路施工优化

#### 2.1.1 BIM技术在配电线路施工中的应用

随着BIM技术的发展越来越成熟，其在建筑电气工程领域的应用日益深入，利用BIM建模功能，可以在虚拟的三维环境中对配电线路进行可视化设计，直观呈现线缆布置方案、空间位置关系等，提前发现设计缺陷并加以优化，通过与建筑结构、给排水、暖通等专业模型的集成，可实现管线综合排布，有效规避管线碰撞、交叉等问题，在施工阶段，BIM模型可指导现场放线定位，提高布管精度，减少返工。利用BIM 4D模拟技术，可合理安排施工计划，优化工序衔接，缩短工期。BIM 5D功能还可实现工程量精确统计和成本控制。

#### 2.1.2 基于BIM技术的配电线路施工方案优化

基于BIM技术的配电施工优化，需秉承“电气专业BIM模型—配电系统集成—配电施工4D模拟—配电工程精细化管理”的思路。首先，要构建完整准确的配电专业BIM模型，包括变电室、主干线、支线、照明、弱电等各系统。在建模过程中，应细化各构件参数，统一命名规则，为后续应用奠定基础；其次，利用族文件库实现快速建模，并与土建、机电等专业模型实现无缝集成，开展管线碰撞检查，优化管线综合布局；再次，在施工准备阶段，应用BIM 4D技术模拟配电施工全过程<sup>[4]</sup>。将施工组织设计、进度计划与三维模型相链接，合理编排施工顺序，优化资源配置，提前预判施工难点，制定应对措施；最后，在施工过程中，深化BIM技术在配电工程管理方面的应用，包括现场管线复核、工程量统计、成本控制、竣工模型交付等，实现施工全生命周期的精细化管理，电气工程师要与BIM工程师紧密配合，充分发挥BIM技术优势，攻克配电施工各环节难题，打造精品工程。

## 2.2 新型配电线路材料的研发与应用

### 2.2.1 高性能绝缘材料的研发

配电线路的供电安全性和可靠性，很大程度上取决于绝缘材料的性能。传统的PVC、XLPE等材料虽在电工领域应用广泛，但仍存在老化失效、耐热性差等短板，尤其在高温、腐蚀性环境下，其绝缘性能恶化更为明显，对此，国内外科研机构、材料企业积极开

展新型绝缘材料的研发。一方面,改性优化聚合物分子结构,如在 XLPE 中掺入纳米陶瓷填料,制备复合改性 XLPE,提高绝缘强度和抗老化性能;另一方面,研发全新的绝缘材料,如聚酰亚胺(PI)薄膜绝缘,其具有优异的耐高温性、机械强度和电气性能;纳米复合绝缘材料,通过在聚合物基体中引入纳米级无机填料,既保持了高分子的柔韧性,又兼具无机材料的高强度、耐热性。这些新型绝缘材料可极大地拓宽电线电缆的应用场景,为配电线路的安全运行提供有力保障。未来,随着材料工程的进一步发展,基于纳米、石墨烯等先进技术的智能绝缘材料有望实现规模化应用,带来配电线路的革命性变革。

### 2.2.2 新型导体材料的应用

导体材料是配电线路的核心,其导电性能直接影响电能传输效率。目前常用的铜、铝导体虽然导电性能良好,但存在重量大、成本高等问题。铜资源的日益枯竭,也使得铜导体的应用受到限制,因此,研发轻质高导电性能的新型导体材料势在必行。碳纤维复合芯导线近年来成为研究热点,它以碳纤维作为内芯,外部包覆金属,既具有较高的导电率,又能显著降低线缆重量<sup>[5]</sup>。此外,石墨烯导体、超导体材料等新型材料有望在未来实现工程化应用。在建筑电气领域,新型导体材料的推广还需要与整个配电系统相协调,对于降低线损、改善供电质量、提升能源利用效率等方面将产生积极影响,设计和施工人员要加强学习,掌握新材料特性,因地制宜地选用材料,优化设计方案,完善施工工艺,充分发挥新型导体材料的优势,推动建筑电气行业的技术进步。

## 2.3 智能化安全管控系统的构建

### 2.3.1 基于物联网的施工现场安全监测

配电线路施工涉及较多高危作业,事故风险高,传统的安全管理模式难以及时发现隐患。随着物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术的发展,智慧工地建设如火如荼,为提高施工安全管理水平奠定了基础。通过在施工现场部署各类传感器,并接入物联网平台,可实时采集人员位置、设备状态、环境参数等数据。例如:每名施工人员佩戴 RFID 电子标签,实现工人出勤、定位监测;起重机、施工升降机等加装倾角、重量传感器,对设备运行状态进行监控;各作业面安装视频探头,对施工过程进行画面分析,及时预警危险行为;此外,噪声、烟感、风速等传感器对恶劣环境因素进行监测预警。海量数据汇聚至物联网管理平

台,采用大数据分析技术,可及时发现安全隐患并告警,为管理人员的安全决策提供数据支撑。在配电线路施工中,相关人员要主动了解新技术,完善传感器布置方案,做好数据管理与分析,借助科技手段提升安全水平。

### 2.3.2 智能化安全预警与决策支持系统

在配电工程施工中,面对错综复杂的危险源,仅凭人工难以对安全状况进行全面监管。因此,亟需研发智能化的安全预警和决策支持系统,基于物联网采集的实时数据,建立多维度立体化的安全评价模型,对施工过程中的各要素进行量化分析,动态评估安全风险等级<sup>[6]</sup>。一旦监测数据超出安全阈值,系统就会自动预警,并给出相应的处置建议。管理人员可以在决策支持系统中实时查看安全指数、风险地图、对比分析等,直观地了解施工现场的安全状况,有的放矢地制定管控措施。此外,系统还应具备“一键报警”功能,现场人员发现重大危险时,可通过便携终端第一时间上报,启动应急预案。智能安全帽集成了定位、摄像、通信等功能,可作为移动终端纳入安全管理系统。

## 3 结束语

建筑电气工程配电线路施工面临着复杂建筑环境、材料选择、安全管控等诸多技术难题,传统的设计施工模式难以有效应对新形势下的挑战,BIM、物联网、等创新技术,为破解这些难题提供了新思路和新方法。相关单位应加大资金投入和人才培养,为新技术的推广应用创造良好的环境。只有多方协同发力,才能不断攻克配电工程技术难关,推动行业高质量发展,为人民群众安全可靠用电保驾护航,助力新型建筑工业化、城镇化建设。

## 参考文献:

- [1] 郭亚楠.建筑电气工程中低压配电系统的安装与调试[J].房地产世界,2024(22):122-124.
- [2] 徐虎.建筑电气工程施工技术难点探讨[J].中国住宅设施,2024(07):145-147.
- [3] 刘剑海.建筑电气工程中的供配电线路设计[J].集成电路应用,2023,40(04):104-105.
- [4] 詹朋.建筑项目电气供配电线路施工探讨[J].农家参谋,2020(10):186.
- [5] 钱冬梅.居住区供配电的建筑项目电气供配电线路施工探讨[J].门窗,2019(22):154.
- [6] 陈小龙.建筑项目电气供配电线路施工探讨[J].电子世界,2019(20):157-158.