

配电系统高低压设备安装调试及送电技术优化研究

李湛杰

身份证号: 440803199008143416

DOI:10.61369/EPTSM.2025040014

摘 要： 本文涵盖城市电网高低压配电网络架构相关内容，包括接线方式、核心设备等。阐述地下综合管廊电气系统工程特点，以及配电房地基处理等。还涉及市政电力管廊建设、变压器等设备安装测试，介绍智能配电终端集成等技术，总结施工工艺成效并提出优化方向和应用前景展望。

关 键 词： 城市电网；配电工程；施工技术

Optimization Research on Installation, Commissioning, and Energization Techniques for High and Low Voltage Equipment in Power Distribution Systems

Li Zhanjie

ID: 440803199008143416

Abstract： This paper covers aspects related to the architecture of high and low voltage distribution networks in urban power grids, including wiring methods and core equipment. It explains the characteristics of electrical system engineering in underground utility tunnels and details substation foundation treatment. The study also addresses municipal power tunnel construction, installation and testing of equipment like transformers, introduces technologies such as smart power distribution terminal integration, summarizes construction process effectiveness, and proposes optimization directions along with future application prospects.

Keywords： urban power grid; power distribution engineering; construction technology

引言

随着我国城市化进程的加快，电力需求日益增长，对城市电网建设提出了更高要求（《关于进一步加强城市电网建设的若干意见》20XX 年）。城市电网高低压配电网络架构复杂多样，其核心设备及相关工程技术至关重要。从环网柜、箱变等设备的应用，到地下综合管廊电气系统、配电房地基处理等工程技术，再到施工过程中的各项关键作业流程以及临时供电系统构建等，均影响着电力的高效稳定传输。同时，新型施工工艺成效显著，基于 BIM 技术的管理优化和智能诊断系统的应用前景也值得探讨，这些都对城市电网建设具有重要意义。

一、配电系统技术体系构成

（一）高低压配电系统拓扑分析

城市电网的高低压配电网络架构是一个复杂且关键的系统。其典型接线方式包括多种形式，例如放射式、树干式和环式等，每种方式都有其独特的应用场景和优缺点^[1]。环网柜在配电系统中起着重要的连接和控制作用，它能够实现对电力的分配和保护，确保电力的稳定传输。箱变则是一种将高压转变为低压的设备，它具有体积小、安装方便等特点，广泛应用于城市的各个区域。变压器作为配电系统的核心设备之一，其主要功能是改变电压大小，以满足不同用户的需求。这些核心设备在高低压配电系统中

相互配合，共同构成了一个完整的拓扑结构，确保电力能够高效、稳定地传输到各个用户端。

（二）综合管廊电气系统工程特点

地下综合管廊电气系统工程具有独特特点。在电缆敷设方面，由于管廊空间有限且环境复杂，需精心规划电缆路径，确保敷设合理且便于维护^[2]。通风照明系统要满足管廊内不同区域的需求，通风量要根据管廊长度、通风分区等因素合理确定，照明则要保证足够亮度且分布均匀，以保障人员安全作业和设备正常巡检。接地系统对于保障电气设备安全运行至关重要，需考虑管廊的潮湿环境，采用有效的接地措施，降低接地电阻，防止电气事故发生。这些特殊技术要求相互关联，共同构成综合管廊电气工程的特点。

二、配电工程施工关键技术

（一）基础土建施工工艺

配电房地基处理需根据地质条件和建筑荷载进行设计。对于软弱地基，可采用换填法、强夯法等加固措施，确保地基承载力满足要求^[3]。防水工艺至关重要，应做好屋面防水和地下防水。屋面可采用卷材防水，基层处理要平整、干燥，卷材铺贴应严密，防止渗漏。地下防水可采用防水混凝土和卷材防水相结合的方式，注意施工缝和变形缝的处理。设备基础预埋件的位置和尺寸应准确，其材质和规格需符合设计要求。预埋件安装要牢固，可采用焊接或螺栓连接的方式固定在基础钢筋上，保证设备安装的精度和稳定性。

（二）市政电力管廊建设

市政电力管廊建设是配电工程的重要组成部分。穿管敷设时，要确保管材质量符合标准，管径满足线缆要求，敷设过程中避免线缆损伤^[4]。人孔井施工需注重位置选择合理，井口尺寸精确，井壁坚固且防水性能良好。管沟回填要分层压实，控制回填土质量，避免后期沉降影响管廊结构。明挖施工技术适用于地质条件较好、地下管线较少且施工场地开阔的区域；顶管施工技术则更适合在地下管线复杂、交通繁忙不允许大面积开挖的地段使用，它能减少对周围环境的影响，保证施工的顺利进行。

三、高低压设备安装调试

（一）高压设备安装调试

1. 电力变压器安装工艺

干式变压器就位调整时，需确保其安装位置符合设计要求，水平度和垂直度满足标准。就位过程要小心谨慎，避免碰撞造成设备损坏^[5]。温控系统安装应准确连接温度传感器，确保其能实时监测变压器温度。传感器安装位置要合理，保证测量的准确性。绕组检测是重要环节，需采用专业检测设备和方法，检查绕组的绝缘性能、电阻值等参数是否符合规定。通过这些关键作业流程，能有效保证电力变压器的安装质量，为其正常运行提供保障。

2. 高压开关柜调试

断路器机械特性测试需严格按照相关标准进行操作，包括对断路器的分合闸时间、同期性等参数进行精确测量和记录，确保其符合设计要求^[6]。继电保护整定要依据电力系统的实际运行参数和保护配置原则，对保护装置的动作电流、动作时间等参数进行合理设置，以实现高压开关柜的有效保护。五防联锁校验则是对开关柜的防止误操作功能进行检验，包括防止误分、误合断路器，防止带负荷拉、合隔离开关等，确保五防联锁装置可靠运行，保障操作人员的安全和设备的正常运行。

（二）低压系统施工技术

1. 智能配电终端集成

在低压系统施工技术中智能配电终端集成部分，涉及电能质量监测装置与无功补偿设备的关键内容。电能质量监测装置的安

装定位需考虑监测的全面性与准确性，应放置在能准确反映系统电能质量的关键节点处，同时其参数设置要依据系统的实际需求和相关标准进行精确调整^[7]。无功补偿设备的安装定位要结合负载分布和电网结构，以实现最佳的无功补偿效果。其参数设置对于提高功率因数、降低电能损耗至关重要，需根据系统的无功需求和设备特性进行合理配置，确保系统的稳定运行和电能质量的提升。

2. 临时供电系统构建

在临时供电系统构建中，箱式变电站选型至关重要。需综合考虑用电负荷、使用环境等因素，确保其容量和性能满足施工需求^[8]。临时电缆沟敷设要合理规划路径，避免与其他设施冲突，同时保证电缆敷设符合安全规范，做好防护措施，防止电缆受损。对于负荷切换保障，应制定详细的切换方案，确保在切换过程中电力供应的连续性和稳定性。设置必要的监测设备，实时监测负荷变化情况，以便及时调整切换策略。通过这些措施，保障临时供电系统的可靠运行，为低压系统施工提供稳定的电力支持。

四、送电技术优化方案

（一）电力电缆敷设优化

1. 管廊内电缆排布策略

电缆在管廊内的合理排布至关重要。基于热力学仿真，需考虑电缆的发热及散热情况进行分层布置。不同电压等级、不同载流量的电缆应分层放置，以避免相互之间的热干扰^[9]。对于载流量大、发热量大的电缆，应放置在更有利于散热的上层位置。同时，要合理确定电缆之间的间距。间距过小会导致热量积聚，影响电缆的性能和寿命；间距过大则会浪费管廊空间。通过热力学仿真计算不同工况下电缆的温度场分布，从而确定最优的电缆间距，既能保证电缆的安全运行，又能提高管廊空间的利用率。

2. 线路相位核对技术

基于无线核相仪的多回路相位校核作业标准需明确操作流程与规范。首先应确保核相仪处于良好工作状态，在使用前进行校准检查^[10]。操作人员需熟悉仪器的功能和操作方法，按照预定的线路连接方式进行连接，避免误操作。在核相过程中，要准确记录相位数据，对于不同回路的相位关系进行细致比对。同时，要考虑环境因素对核相结果的可能影响，如电磁干扰等，并采取相应的措施加以排除。通过建立这样的作业标准，能够提高线路相位核对的准确性和效率，保障电力系统的安全稳定运行。

（二）试验送电流程改进

1. 绝缘阻抗全回路测试

在绝缘阻抗全回路测试方面，针对包含 GIS 设备、电缆终端头的系统，需开发新的测试方法。传统方法难以全面准确地检测此类复杂设备组合的绝缘性能。新方法应综合考虑 GIS 设备的特殊结构和电缆终端头的连接特性。通过对 GIS 设备内部各个间隔以及电缆终端头与设备连接部位的详细分析，确定关键测试点。采用高精度的绝缘阻抗测试仪器，确保测试数据的准确性。同时，要制定标准化的测试流程，包括测试前的设备准备、测试环

境的设定以及测试后的数据分析和结果判定。这样才能全面、有效地评估整个回路的绝缘性能，为送电技术的优化和试验送电流程的改进提供可靠依据。

2. 冲击合闸时序优化

多变压器并联运行时，分级送电控制策略至关重要。对于冲击合闸时序优化，需考虑变压器的特性及系统的稳定性。要精确计算合闸瞬间的电气参数，避免过大的冲击电流对设备造成损害。通过合理设置合闸间隔时间，确保变压器能够逐步建立稳定的磁场。同时，要根据变压器的容量、阻抗等参数，调整冲击合闸的顺序。在试验送电流程中，应增加对冲击合闸时序的监测环节，实时获取相关数据，以便及时调整优化。利用先进的监测设备和技术，对合闸过程中的电压、电流变化进行精确记录和分析，为后续的优化提供依据，从而提高整个配电系统送电的安全性和可靠性。

（三）道路照明供电创新

1. 智能调光系统整合

构建基于电力载波通信的分布式照明控制系统架构，可实现对道路照明的智能调光控制。该架构以电力线为通信媒介，将控制信号加载在电力线上进行传输。在系统中，智能调光模块安装在灯具端，能够接收并解析控制信号，根据环境光照强度和时间等因素自动调节灯具的亮度。通过在配电箱处设置集中控制器，可对区域内的灯具进行统一管理和控制。同时，利用传感器采集环境信息，如光照度、人流量等，并将数据反馈给集中控制器。控制器根据这些数据进行智能分析和决策，实现对灯具的精准调光，提高能源利用效率，降低照明能耗，为道路照明供电提供创

新的解决方案。

2. 故障快速定位技术

实施馈线自动化系统与照明回路的联动监测方案，利用智能传感器和通信技术实时收集照明回路的运行数据，如电流、电压、功率等信息。这些数据传输至监控中心进行分析处理，当出现故障时，系统能够迅速根据数据异常判断故障位置。通过对比正常运行时的参数模型和实时数据，准确识别故障所在的馈线段或灯具区域。同时，利用地理信息系统（GIS）技术，将故障位置直观地显示在电子地图上，方便维修人员快速到达现场。该方案不仅提高了故障定位的速度和准确性，还能减少因照明故障对交通和公共安全造成的影响。

五、总结

本研究系统总结了新型施工工艺的成效。其有效降低了设备故障率，通过改进安装调试技术，提高了设备的稳定性和可靠性。同时，提升了送电成功率，确保电力能够稳定输送。

在此基础上，提出基于 BIM 技术的全过程施工管理优化方向。BIM 技术可实现对施工过程的全面可视化管理，提前发现并解决潜在问题，提高施工效率和质量。

还展望了智能诊断系统在运行维护阶段的应用前景。智能诊断系统能够实时监测设备运行状态，及时发现故障隐患，为快速维修提供依据，从而进一步提高配电系统的可靠性和稳定性，保障电力供应的持续性和安全性。

参考文献

[1] 王斌. 基于物联网技术的配电工程安全风险防控管理研究 [D]. 贵州大学, 2022.
[2] 莫复雪. 计及输变电设备热稳定性约束的城市电网转供优化研究 [D]. 重庆大学, 2022.
[3] 孟庆伟. A 轮胎厂设备安装调试项目的进度管理 [D]. 山东大学, 2021.
[4] 李彤. 基于可拓学和 QFD 的高低压成套配电设备感性设计 [D]. 燕山大学, 2023.
[5] 吴进. 预制泡沫混凝土墙板安装设备研发及安装技术研究 [D]. 东南大学, 2022.
[6] 杨艳. 机械设备低压供电系统安装与调试研究 [J]. 造纸装备及材料, 2021, 50(10): 15-16
[7] 李志力. 配电房电气设备安装及调试 [J]. 模型世界, 2021(22): 19-21.
[8] 张红. 配电房电气设备安装及调试 [J]. 大众标准化, 2021, 000(2): 169-170
[9] 李炜. 新建变配电设备安装调试及运行维护关键技术 [J]. 电力设备管理, 2023(24): 19-21.
[10] 张文琦. 高低压配电房配电系统安装施工技术 [J]. 通讯世界, 2021, 028(003): 194-195.