

老旧输电线路改造工程中的技术难点与解决方案

董良均

国网湖北省电力有限公司十堰供电公司 湖北 十堰 442700

摘要：本文探讨了老旧输电线路改造工程中的技术难点与解决方案，针对老旧输电线路问题，分析了勘测设计、基础施工、杆塔更换与加固、导线更换与架设、绝缘子更换与检测等方面的技术难点。通过引入无人机航测、激光雷达扫描、智能检测等先进技术，以及采用基础加固、带电作业等解决方案，有效提升了改造工程的效率和质量。最后，通过某地区220kV老旧输电线路改造工程案例，验证了所提解决方案的可行性和有效性。

关键词：老旧输电线路；改造工程；技术难点；解决方案

引言：随着电网建设的不断发展和电力需求的日益增长，老旧输电线路的改造工程显得尤为重要。然而，改造过程中面临着诸多技术难点，如线路勘测与设计困难、基础施工难度大、杆塔结构不稳等。因此，深入探讨老旧输电线路改造工程中的技术难点与解决方案，对于提升电网的可靠性和安全性具有重要意义。

1 老旧输电线路改造工程概述

1.1 老旧输电线路的特点

老旧输电线路历经多年运行，呈现出显著特点。在设备层面，导线长期受环境侵蚀，出现严重腐蚀、断股现象，致使输电能力下降，电阻增大，电能损耗增加。绝缘子老化严重，表面污秽、瓷质破损、绝缘性能降低，极易引发闪络故障，威胁线路安全运行。杆塔结构因长期承受机械荷载与自然环境作用，钢材腐蚀、混凝土开裂，导致稳定性减弱，存在倒塔风险。金具连接部位松动、磨损，影响导线固定与电气连接可靠性。从线路运行角度，老旧输电线路设计标准较低，难以满足当下日益增长的电力需求，输电容量不足、电压稳定性差问题突出。且线路路径规划不合理，存在大量交叉跨越，与城市发展、生态环境矛盾加剧，运行维护难度大、安全隐患多。

1.2 改造工程的目标与要求

老旧输电线路改造工程以提升输电线路可靠性、安全性和输电能力为核心目标。在可靠性方面，通过更换老化设备、优化线路结构，降低线路故障率，减少停电次数与时间，保障电力持续稳定供应。安全性上，消除设备老化、结构缺陷等带来的安全隐患，防止倒塔、断线、漏电等事故发生，确保线路周边人员和设施安全。输电能力提升方面，通过升级导线、优化杆塔结构等措施，提高线路输送容量和电压等级，满足区域经济发展对电力的需求^[1]。同时，改造工程要求遵循安全、经济、环保原则，采用先进技术与设备，确保施工过程安全可

控；合理控制成本，实现投资效益最大化；注重环境保护，减少施工对生态环境的破坏，如控制施工扬尘、噪声，妥善处理废弃物。

2 老旧输电线路改造工程中的技术难点

2.1 线路勘测与设计难点

老旧输电线路因建设年代久远，原始资料缺失严重，包括线路路径图、杆塔基础设计资料、地质勘察报告等。这使得在改造工程中，难以准确掌握线路原有设计参数和地形地貌、地质条件，给线路勘测与设计带来极大困难。部分老旧线路分布于山区、森林等复杂地形区域，传统勘测手段效率低、精度差。例如，山区地形起伏大，测量人员难以到达部分区域，且全站仪等设备受地形遮挡影响，测量数据误差大。随着城市发展，老旧线路周边环境发生巨大变化，建筑物、道路、地下管线等设施增多，在设计新线路路径时，需充分考虑与周边环境的兼容性，避免交叉跨越冲突，协调各方利益，增加了设计的复杂性和难度。

2.2 基础施工难点

老旧输电线路杆塔基础长期受自然环境侵蚀和外力作用，出现老化、沉降、倾斜等问题。在基础施工时，需对原有基础进行处理，若处理不当，可能引发杆塔倒塌等安全事故。例如，对于沉降、倾斜的基础，需进行纠偏和加固处理，但在操作过程中，稍有不慎就会破坏基础结构。部分老旧线路基础位于地质条件复杂区域，如软土地基、冻土区、岩石地基等。在软土地基施工时，地基承载力低，易产生沉降，需进行地基处理，增加了施工成本和难度；冻土区施工受温度影响大，季节性冻融循环会破坏基础稳定性；岩石地基则面临钻孔、爆破等施工难题，施工效率低且安全风险高。基础施工过程中还需考虑对周边环境的影响，如控制爆破振动、噪声，避免对附近建筑物、地下管线造成破坏，这进一

步加大了施工难度。

2.3 杆塔更换与加固难点

老旧杆塔钢材腐蚀、混凝土开裂严重,结构强度大幅降低。在更换杆塔时,需拆除原有杆塔,但由于杆塔结构老化,拆除过程中容易发生倒塌、构件断裂等危险。例如,锈蚀严重的铁塔,其节点连接部位强度减弱,在拆除过程中可能因受力不均导致整体结构失稳。对于一些位于交通不便区域的杆塔,大型施工机械难以到达,人工拆除效率低、劳动强度大,且存在较大安全风险。在杆塔加固方面,需根据杆塔受损情况选择合适的加固方案,但不同类型杆塔(如铁塔、混凝土杆)结构和受力特点不同,加固技术要求高。同时,加固过程中需确保杆塔在施工期间的稳定性,防止因加固操作影响杆塔正常受力,导致杆塔倾斜或倒塌。

2.4 导线更换与架设难点

老旧导线存在腐蚀、断股、磨损等问题,在更换过程中,由于导线与绝缘子、金具等连接紧密,且部分连接部位锈蚀严重,拆卸困难。同时,旧导线回收处理也面临难题,如废旧导线的运输、分类和再利用等,增加了施工成本和环保压力。在新导线架设时,需精确控制导线的张力、弧垂等参数,以确保导线的安全运行。但老旧线路路径复杂,跨越河流、道路、建筑物等情况较多,给导线架设带来极大挑战。例如,在跨越河流时,需采用特殊的架设方法,如飞艇展放导引绳、直升机牵引等,技术要求高、操作难度大。不同类型导线(如钢芯铝绞线、碳纤维复合芯导线)的特性不同,在架设过程中对施工工艺和设备要求也不同,若施工不当,可能导致导线损伤、连接不良等问题,影响线路输电性能^[2]。

2.5 绝缘子更换与检测难点

老旧绝缘子表面污秽、瓷质破损、绝缘电阻下降,检测其绝缘性能难度大。传统的绝缘电阻测试、交流耐压试验等检测方法,存在检测效率低、受环境因素影响大等问题。例如,在高湿度环境下,绝缘电阻测试结果不准确,难以准确判断绝缘子的绝缘状态。对于一些位于高塔、偏远地区的绝缘子,检测人员难以到达,检测工作危险且效率低。在绝缘子更换方面,由于老旧绝缘子安装时间长,与杆塔连接部位可能锈蚀、粘连,拆卸困难。此外,新型绝缘子(如复合绝缘子)的应用虽然具有防污闪性能好等优点,但在安装工艺、运行维护等方面也面临新的技术难题,如复合绝缘子的界面粘接质量控制、老化性能监测等。

3 老旧输电线路改造工程中的技术解决方案

3.1 线路勘测与设计解决方案

采用无人机航测、激光雷达扫描等先进技术进行线路勘测。无人机航测具有灵活性高、成本低、不受地形限制等优点,可快速获取线路沿线高分辨率影像和三维地形数据。激光雷达扫描能够精确测量地形地貌和线路周边物体的空间位置信息,生成高精度的三维点云模型。结合地理信息系统(GIS)技术,对采集的数据进行处理和分析,可准确掌握线路路径、地形地貌、周边环境等信息,为线路设计提供详细、准确的数据支持。同时,建立老旧输电线路数据库,整合收集到的线路资料和勘测数据,便于后续查询和分析。在设计阶段,利用BIM技术进行线路三维建模和设计,直观展示线路与周边环境的关系,优化线路路径,避免交叉跨越冲突。组织专家和相关部門进行设计方案评审,充分考虑技术可行性、经济合理性和环境影响,确保设计方案满足改造工程质量要求。

3.2 基础施工解决方案

针对老旧基础老化、沉降等问题,采用基础加固技术。对于混凝土基础,可采用增大基础截面、锚杆静压桩等方法进行加固;对于铁塔基础,可采用地脚螺栓加固、基础补强等措施。在施工前,对基础进行详细检测和评估,确定合理的加固方案。对于地质条件复杂区域的基础施工,根据不同地质特点采用相应的处理方法。在软土地基施工时,可采用换填法、排水固结法、复合地基法等提高地基承载力;在冻土区施工时,采用保温隔热措施,防止地基冻融破坏;在岩石地基施工时,采用钻孔爆破、机械破碎等技术进行基础开挖。同时,加强施工过程中的监测,实时监测基础的沉降、位移等参数,确保施工安全和基础质量。此外,在基础施工过程中,采取有效的环境保护措施,如设置围挡、洒水降尘、合理安排施工时间等,减少对周边环境的影响。

3.3 杆塔更换与加固解决方案

对于需更换的杆塔,制定详细的拆除和安装方案。在拆除前,对杆塔结构进行全面检查和评估,采用无损检测技术检测杆塔构件的强度和损伤情况,制定合理的拆除顺序和方法。对于交通不便区域的杆塔,采用小型机械设备或人工拆除相结合的方式,确保拆除过程安全。在杆塔安装时,采用模块化安装技术,提高安装效率和质量。对于需加固的杆塔,根据杆塔类型和损伤情况选择合适的加固方法。对于铁塔,可采用角钢加固、碳纤维布加固等方法;对于混凝土杆,可采用包钢加固、粘贴钢板加固等措施^[3]。在加固过程中,利用有限元分析软件对杆塔受力进行模拟,确保加固方案的合理性和安全性。同时,加强施工过程中的质量控制,对杆塔

的焊接、螺栓连接等关键部位进行严格检查,确保杆塔加固效果。

3.4 导线更换与架设解决方案

在导线更换前,采用专用工具和设备对旧导线与绝缘子、金具的连接部位进行处理,如使用除锈剂清理锈蚀部位,采用液压钳等工具拆卸连接金具。对于废旧导线的回收处理,与专业回收企业合作,实现废旧导线的分类、运输和再利用。在新导线架设时,采用张力放线技术,精确控制导线的张力和弧垂。对于跨越河流、道路等特殊区域的导线架设,采用飞艇展放导引绳、直升机牵引等先进技术,提高架设效率和安全性。在导线连接方面,采用液压连接、爆压连接等可靠的连接工艺,确保导线连接质量。同时,加强对导线架设过程的质量检测,对导线的损伤、连接部位的机械强度和电气性能等进行严格检查,确保新导线满足运行要求。

3.5 绝缘子更换与检测解决方案

引入智能检测技术,如红外热成像检测、超声波检测、紫外成像检测等,对绝缘子进行在线检测。红外热成像检测可通过检测绝缘子表面温度分布,快速发现绝缘子发热缺陷;超声波检测能检测绝缘子内部裂纹和缺陷;紫外成像检测可检测绝缘子表面电晕放电情况,判断绝缘子的绝缘状态。利用无人机搭载检测设备,对高塔、偏远地区的绝缘子进行检测,提高检测效率和安全性。在绝缘子更换方面,采用带电作业技术,如绝缘斗臂车作业、等电位作业等,在不停电或减少停电时间的情况下更换绝缘子。在作业前,对作业人员进行专业培训,确保其掌握带电作业技术和安全操作规程。对于新型绝缘子的安装和维护,制定专门的技术规范和标准,加强对安装工艺和运行性能的研究,确保新型绝缘子的可靠运行。

4 案例:某地区 220kV 老旧输电线路改造工程

某地区的一条220kV老旧输电线路因长期运行,出现了严重的导线腐蚀、绝缘子老化、杆塔结构不稳等问

题,急需进行改造。改造过程中,技术人员面临了诸多技术难点。例如,线路路径复杂,穿越山区和森林,传统勘测手段难以准确获取地形地貌信息。同时,杆塔基础长期受自然环境侵蚀,出现了沉降和倾斜现象,基础施工难度大。另外,绝缘子老化严重,传统的检测方法效率低且受环境因素影响大^[4]。

针对这些问题,技术人员采用了无人机航测和激光雷达扫描技术进行线路勘测,快速获取了高精度的线路沿线数据和三维模型,为设计提供了准确依据。在基础施工方面,采用锚杆静压桩等方法对老旧基础进行加固处理,确保了基础稳定性。同时,引入智能检测技术对绝缘子进行在线检测,提高了检测效率和安全性。在导线更换和架设过程中,采用张力放线技术和先进的架设方法,确保了导线架设质量和效率。经过改造,该老旧输电线路的输电能力和安全性得到了显著提升,有效保障了区域电力供应的稳定性和可靠性。

结束语

综上所述,老旧输电线路改造工程是一项复杂而艰巨的任务。通过引入先进的技术和解决方案,可以有效克服改造过程中的技术难点,提升改造工程的效率和质量。未来,随着技术的不断进步和电网的持续发展,相信老旧输电线路的改造工程将更加高效、安全、可靠,为区域电力供应的稳定性和可靠性提供有力保障。

参考文献

- [1]梅嘉琪.输电线路改造工程中的风险控制与对策[J].电脑校园,2021(12):9943-9944.
- [2]何昌林,沈帆,柯锐,等.复合绝缘横担在110kV输电线路改造工程中的应用研究[J].电瓷避雷器,2023(2):157-163.
- [3]王远.220kV输电线路的技术改造实例分析[J].电力设备管理,2024(7):188-190.
- [4]宋俊元,刘维,杨鹏等.老旧小区改造项目管理面临的挑战与应对策略[J].城市建设理论研究(电子版),2023(28):63-65.