

电力配电网架空线路工程施工技术

练志生

(惠州市焕能电气安装有限公司, 广东 惠州 516001)

摘 要 架空线路是输电项目中的关键组成部分, 因其具备成本低、施工便捷和检修维护方便等特征, 在电力配电网工程中得到广泛应用。本文以某电力配电网工程的 10 kV 架空线路施工项目为例, 从前期准备、架空导线施工、杆塔施工和防雷接地施工等方面进行探讨, 研究架空线路施工中应注意的要点问题, 以为电力配电网架空线路工程建设提供有益的参考。

关键词 电力配网; 架空线路; 张力控制

中图分类号: TM72

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.27.013

0 引言

电力能源作为社会生产和生活中不可或缺的能源之一, 随着社会生产方式不断变革和生活品质不断优化, 用电需求也随之增大, 电网建设规模日益扩大, 对电力能源的长距离运输提出了全新的要求。架空线路施工作为输电项目的重要组成部分, 其施工质量关系到电力配电网的输电效率与质量。架空线路工程建设不达标会导致电能损失, 不仅影响供电企业的社会效益, 也会降低项目的经济效益。本文围绕电力配电网架空线路工程施工技术展开研究, 旨在为提高电力配电网的建设水平提供借鉴。

1 工程概况

某电力配电网工程的基础设施项目包含 90 km 的 10 kV 输电线路, 主要涉及地下电缆敷设和架空线路施工。其中, 架空电力系统由电气绝缘设施、防雷装置、张力索、配电线路、支撑杆及地基结构组成; 配套设施包括高压配电设备、柱式断路器、电缆分线装置。此外, 还包括对新型变压器的安装以及相关设备的更新。

2 电力配电网架空线路施工前准备

2.1 线路勘察与设计

电力配电网架空线路施工前的线路设计是重要的作业环节, 关系到后期施工的可行性与安全性, 对于工程的施工效益和后期运行质量具有直接影响。通常来讲, 需要结合地形地貌特征对架空线路的布设路径进行科学设计, 对于复杂的地形结构来说, 需适当增加支撑结构的数量, 当需要跨越河流或者山脉时则需要设计人员进行大跨度设计, 或者通过架设较高的杆塔来保障线路稳定性。另外, 气候条件也是设计中应该考虑的重要因素。当遇到极端天气时势必会威胁架

空线路安全, 为降低气候因素的影响, 需结合工程所处区域的气候条件, 采取对应的加固措施, 增强架空线路应对极端天气的能力。

本次架空线路工程对于当地的气象资料进行了全面收集, 以 10 年一遇为标准进行线路设计; 对于线路走向的设计, 是基于现场勘察资料而明确的, 旨在避开高大建筑物和树木等, 使其与地面和障碍物保持安全的距离。在本次工程中的 10 kV 线路遇到跨越公路情况时, 需将最小垂直距离控制在 6 m 以上, 当需要交叉跨越时, 应与其他线路保持安全距离。线路档距应控制在 50 ~ 60 m 之间。在耐张段施工中, 需结合地形特点和线路的实际走向来调节耐张段长度, 最大不得超出 800 m, 为使线路美观性和强度得到保障, 要使导线弧垂度趋于一致, 最大偏差不得大于 50 mm^[1]。

2.2 材料与设备准备

架空线路施工中涉及多种材料类型, 材料质量决定架空线路施工质量, 只有严控材料质量才能为后续的施工奠定良好的基础。导线通常会选用导电性能较好, 且具备较强抗腐蚀性能的铝合金和钢芯铝绞作为导线材料, 同时考虑到输配电的设计要求, 根据电压等级和输送功率确定导线截面, 以免出现高负荷问题造成导线过热或者断裂风险。绝缘子一般选用复合材料或者陶瓷材料, 主要发挥隔离导线和杆塔的作用, 可以避免漏电问题。电杆可根据所处区域特性来选择, 对于直线杆可选用长度是 15 m, $\phi 190$ mm 的预应力混凝土杆, 而对于转角部位和线路终端部位的电杆, 考虑到其受力较为集中, 需选用更大直径的钢管杆或是水泥杆。当选用水泥杆时, 应确保外观平滑无坑洞, 且保护层厚度一致, 不得出现钢筋外露和混凝土溢出

等现象，同时对杆体平直度提出了较高的要求，杆体曲度应控制在 $1/1\ 000$ 以下。

在设备选择中，要结合现场作业条件和需求，优先选用安全性较好的设备设施，施工中的主要设备包括张力机、牵引机、起重机等。牵引机用于保障导线的顺利展放，可为导线安装提供良好的帮助；张力机主要服务于导线安装过程，可对导线张力进行有效调节，以免张力控制不准确造成的导线损坏问题；起重机主要作用是对杆塔和大型结构等重物进行运输，可以用于辅助杆塔的安装。正式施工前，应将所有设备就位，并做好设备检修和调试，使其处于最佳运行状态。

2.3 施工组织安排

施工组织安排是决定架空线路施工效率的关键要素，为保障架空线路施工作业的高效开展，应提前做好施工组织安排工作。项目经理负责完成顶层规划工作，并对资源进行合理分配；技术负责人则主要服务于技术方案的执行过程，确保每个项目环节都能按计划 and 规程施工；施工队伍要分工明确，掌握技术和工艺要点，精准落实施工任务。为能提升现场施工质量，可以针对施工人员进行集中培训，将施工中的关键技术和重点工艺作为核心培训内容，同时做好安全教育工作，指导施工人员在现场施工中做好安全防护工作，从根本上降低安全事件的发生率。

3 架空线路工程施工技术要点

3.1 架空导线施工

1. 牵引绳展放。牵引绳展放作业中采取张力展放措施，施工中主要是在牵引机和张力机的共同作用下保障牵引绳处于腾空状态，为后续的导线架空施工奠定良好的基础。当需要跨越河流时，要对牵引绳的净空距离进行科学控制，以免对其他设备造成负面影响。一般需要将牵引绳的张力控制在 $1\ 000 \sim 2\ 000\ \text{N}$ 之间，确保在展放过程中能够始终保持稳定状态，但要确保不给导线和牵引绳施加过大的拉应力。牵引绳展放过程中还需关注地形以及环境因素等的影响，尤其是山区施工中，会由于地势的起伏变化造成牵引绳张力的变化，当跨越山谷时，应根据地形条件对张力进行适度调整，使其保持稳定状态。在现代施工中，引入了无人机技术，利用无人机可快速完成牵引绳展放作业，且降低人为失误带来的施工风险。当使用无人机进行牵引绳展放时，可将无人机的飞行高度控制在 $100 \sim 150\ \text{m}$ 范围内，保障牵引绳可以通过所有跨越点^[2]。

2. 导线施工要点。本次研究的架空线路工程所处地区的雨季集中在 5—9 月，年平均降雨量达 $1\ 500\ \text{mm}$ ，为导线施工带来了较大的难度。雨季施工需要做好导线

的防潮以及防滑处理，且要避免因导线张力变化影响现场施工安全。当地的风速也偏大，当其风速超出 $10\ \text{m/s}$ 时便不适宜施工^[3]。导线牵引施工参数见表 1 所示。

表 1 导线牵引施工参数

| 施工内容 | 施工参数 | 备注说明 |
|----------|------------------------|---------------------|
| 杆塔档距 | $50 \sim 60\ \text{m}$ | 根据地形调节档距 |
| 年平均降雨量 | $1\ 500\ \text{mm}$ | 5—9 月的雨季 |
| 风速暂停施工标准 | $> 10\ \text{m/s}$ | 以免导线大幅度摆动造成导线或者设备损坏 |
| 张力控制精度 | 高 | 利用传感器实时监测和调整 |

3. 导线压接施工。压接处理前应先做好导线接头部位的清洁工作，为压接做好准备。导线连接位置的表面、穿管时，需要使用专用电气清洗剂对与导线表面产生接触的部位进行全面清洁处理，如连接管的内壁。对于钢芯铝绞线进行切割处理时，不得出现损伤钢芯的状况，压接后对于连接部位的质量和强度进行全面检查，符合标准要求后才可进入下一施工阶段。

4. 导线紧线作业与弧垂观测。紧线时需控制好导线的松弛度以及张力，严禁出现过度拉伸的状况，以免因张力偏大造成导线损坏问题。在紧线作业中，需先对导线初步位置进行准确调整，再逐步增大张力，通过对张力的科学控制来调整导线紧绷程度。实际作业中应避免出现导线过拉或者滑脱等问题，特别是在高空作业中，相关技术人员必须保持高度警惕性。针对导线的弧垂观测是保障导线张拉质量的关键，应指派专门人员实时观测导线弧垂状态，以免导线弧垂过大影响线路机械强度，为此，应定期测量弧垂情况，并做好调整工作。

3.2 安装绝缘子

在架空线路施工中，绝缘子安装是必不可少的作业环节，主要用于连接导线，并使其与杆塔进行有效隔离，保证线路的电气安全水平。现阶段，常见的绝缘子材料有玻璃、陶瓷和复合材料绝缘子，其中的玻璃绝缘子具备较好的抗污能力和透光能力，适用于污染相对严重的区域；陶瓷绝缘子的机械强度和耐高温水平较为突出，一般被安装在高压以及超高压线路中；复合材料绝缘子的抗震强度较好，且结构轻便，在近些年的电网工程中得到广泛应用。绝缘子安装前，需严格检查外观质量与性能，确保无裂纹、腐蚀和破损状况。安装时，应使绝缘子中心与杆塔支撑点对应，避免因绝缘子受力不均产生脱落风险。如采取悬垂安装手段，则要使其垂直度与导线结构相适应。在耐张或者转角部位安装的绝缘子，应尽可能提升绝缘子的

承力水平,采取多重加固方式增强绝缘子安装的稳固性,以应对多种拉力影响^[4]。

3.3 杆塔施工

首先,根据设计图纸做好杆塔定位工作,测放出各个杆塔的位置并且做好标记。在与线路垂直的方向上,位置偏差应控制在 50 mm 以下,沿着线路走向的纵向偏差不得超出档距的 3%,转角以及分支结构等特殊空间位置的杆塔定位误差均需小于 50 mm。在施工中,如果遇到障碍物可对杆塔位置进行适度调整。安装附件时,先将防护索固定在横梁构件上,此后施工人员穿戴好安全护具,并将施工中所需的各类工具和零部件等放在专用工具箱内,使用绳索固定牢靠,以免出现高空坠物风险。施工过程中进行物资传递时,需使用吊索装置,严禁出现高空投掷行为。

其次,进行基坑开挖。基坑开挖的深度和大小等可根据杆塔类型与方案设计要求来确定。开挖作业中需做好对已有地下管线的保护工作,基坑处理时要根据土质条件选择对应的处理方法,以提升杆塔基础的稳定性。对于土质较为松软的区域,可以使用混凝土浇筑的措施强化杆塔基础的强度,如遇到水流冲刷较为严重的区域,可通过增设围堰的方式降低水流冲刷对基坑结构的影响。在现浇基础施工中,需严格按照相关标准执行,施工前将场地内的杂物清除并做好夯实处理,进行杆塔结构和混凝土构件搬运时,应做好成品保护,谨防因磕碰损坏杆塔和混凝土构件的状况^[5]。

最后,安装基坑底座。要确保基坑底座为水平状态,将底座水平度校准之后,向基坑内填土压实,之后便可设立杆塔。立杆作业之前,需先将基坑回填到位并做好压实处理,并将卡具和杆体紧密连接,使用螺栓拧紧。在直线段中的杆体要使卡具与线路平行分布,且采取在两侧交错布设的方式,而对于转向杆以及分叉位置的杆体来说,应将卡具设置在受力偏大的一侧。杆塔组立属于杆塔施工中的一大难点,施工前应对杆塔质量进行全面检查,且确保立杆的竖直状态符合标准要求。组立施工中还需对于杆塔垂直度和角度进行合理控制,一般在完成导线张力后还需再次调整杆塔,使其处于垂直状态。在安装高度较大的杆塔时,需利用吊车进行辅助施工,进行末端杆塔安装时需先将杆塔朝着牵引方向倾斜,当线路张紧后便可对杆塔进行校正处理。杆塔组立完毕后,应立即使用固定件进行有效连接,确保每个杆塔的垂直度与位置偏差均被控制在允许范围内。在回填作业中,应提前做好土块的粉碎处理,且每回填 500 mm 的厚度便进行一次夯实,如遇到降雨需将内部积水排除后再进行回填施工。必

要时可在基坑周边设置一个高度为 300 mm 左右的防沉降台,以保障杆塔结构的稳定性。

3.4 防雷接地施工

在新建设的直线杆段需采用如下防雷装置:具有避雷功能的柱式绝缘体,并在外部装设氧化锌型避雷装置,同时安装绝缘构件;在原有线路的直线段应设置如下防雷装置:双向贯穿式放电导线装置以及氧化锌型避雷装置。在安装双向贯穿式放电导线固定装置时,应按照规范要求,根据环境温度变化选择对应的紧固件、力矩螺母等,且在安装完成后固定好绝缘防护罩。在绝缘线路的防雷工作中,仍需针对新建线路和原有线路采取不同的防雷措施。边相位置上要联合应用绝缘子和间隙式氧化锌避雷装置进行绝缘处理,而中间相则可通过安装外间隙式氧化锌避雷器实现防雷目标;对于不在断电保护范围内的线路,可在终端位置设置避雷器;对于有高楼建筑遮挡的线路无需专门设施避雷器,必要时可通过降低杆塔接地阻值的方式来抑制绝缘子的电压冲击,以减少雷击闪烁以及跳闸的频次。此外,可在防雷装置安装后进行接地电阻的动态监测,利用智能传感器实时反馈接地系统的运行状态,当电阻值异常时自动报警,便于运维人员及时排查修复。本次工程中可将杆塔接地电阻值降低至 10 Ω 以下^[6]。

4 结束语

电力配电网架空线路工程是电网工程的重要组成部分,其建设质量对电力系统的运行质量有直接影响。为保障电网安全稳定运行,在架空线路施工中应明确各类施工因素对线路施工质量的影响,切实优化架空线路的施工流程,做好细节处理,以保障电力配电网的建设水平,为电力事业的发展奠定良好的基础。

参考文献:

- [1] 高磊,蒋翊峰.电力配网架空线路工程施工技术研究[J].数字化用户,2022(16):94-96.
- [2] 刘宣,相静.基于大数据的配电网架空线路工程造价预测研究[J].计算机应用文摘,2024,40(09):106-108.
- [3] 杨志海.配电网架空线路与电缆敷设技术研究[J].大众科学,2024,45(22):39-41.
- [4] 蔡俊明.10kV配电网架空线路设计要点分析[J].设备监理,2024(01):56-59.
- [5] 邵文正.10kV架空绝缘线路单相断线故障检测技术[D].济南:齐鲁工业大学,2023.
- [6] 杨明浩.同塔多回配电线路雷击特征及紧凑型接地降阻技术研究[D].淄博:山东理工大学,2023.