

电力工程配电线路施工技术研究

于勇谋

山东电工电气集团有限公司电力工程分公司 山东 济南 250000

摘要：本文围绕电力工程配电线路施工技术展开深入研究，详细阐述配电线路施工前的准备工作，深入剖析杆塔基础施工、杆塔组立、架线施工、接地装置施工等关键施工环节的技术要点，并探讨施工过程中的质量控制与安全管理措施。旨在为电力工程配电线路施工提供技术参考，保障施工质量与安全，提升配电线路运行的稳定性与可靠性。

关键词：电力工程；配电线路；施工技术；质量控制；安全管理

引言

当前，社会经济高速发展驱动电力需求攀升，配电线路作为电力输送“最后一公里”的关键载体，其施工质量直接关乎供电可靠性与安全性。然而，复杂地质条件、多样环境因素给施工带来诸多挑战。强化施工技术研究，严控质量安全管理，对提升配电线路建设水平、保障电力稳定供应意义深远，这正是本文探讨的核心所在。

1 电力工程配电线路施工前的准备工作

在电力工程配电线路施工前，充分且完善的准备工作是确保施工顺利进行的基础。首先，需要进行详细的现场勘查。施工人员要深入施工现场，对地形地貌、地质条件、周边环境等进行全面了解。通过现场勘查，确定杆塔的合理位置，规划线路走向，避免与地下管线、建筑物等发生冲突，同时还要考虑到后期的维护和检修便利。例如，在山区进行配电线路施工时，要注意避开陡峭的山坡、易滑坡地段等，选择地势相对平坦、稳固的区域设置杆塔。其次，要做好施工材料和设备的准备。严格按照设计要求，采购质量合格的导线、绝缘子、杆塔、金具等材料。对所采购的材料进行严格的质量检验，检查其规格型号是否符合设计标准，是否具有产品合格证、质量检验报告等相关文件。同时，准备好施工所需的机械设备，如起重机、挖掘机、放线车等，并对设备进行全面的调试与维护，以确保其在施工过程中可以正常运行，避免因设备故障而影响施工进度。此外，还需要组织施工人员进行技术交底和安全培训。技术交底要让施工人员熟悉施工图纸、施工工艺和技术要求，明确各施工环节的操作要点和质量标准。安全培训则要向施工人员传授施工现场的安全知识和操作规程，提高施工人员的安全意识与自我保护能力，预防安全事故的发生^[1]。

2 电力工程配电线路关键施工环节技术要点

2.1 杆塔基础施工

(1) 杆塔基础作为配电线路稳定运行的根基，其施工质量直接影响杆塔的承载能力与抗倾覆性能。依据《架空输电线路基础设计技术规程》，杆塔基础类型的选择需综合考虑地质条件、荷载特性及施工环境，其中现浇基础与预制基础在工程实践中应用最为广泛。(2) 现浇基础施工以混凝土现场浇筑为核心，施工流程涵盖基坑开挖、钢筋绑扎、模板支设及混凝土浇筑养护等关键工序。基坑开挖前，需利用全站仪进行精确放样，确保轴线偏差控制在 $\pm 20\text{mm}$ 以内。对于不同地质条件需采取差异化开挖策略：在黏土、粉质黏土等稳定地层，当基坑深度不超过 3m 时，可采用直壁开挖；而在砂土、回填土等松散地层，必须采用放坡开挖（坡度比通常为 $1:0.5 - 1:1.5$ ）或钢板桩、灌注桩等支护结构，防止边坡失稳。开挖完成后，需使用动力触探仪或静载试验对基底承载力进行检测，当实测值低于设计要求时，应采用换填砂石、水泥土搅拌桩等方式进行地基处理。(3) 钢筋工程施工需严格执行隐蔽工程验收制度，主筋间距误差控制在 $\pm 10\text{mm}$ ，箍筋间距误差不超过 $\pm 20\text{mm}$ 。钢筋连接优先采用机械连接或闪光对焊，接头位置应相互错开，在同一连接区段内接头面积百分率不大于 50% 。模板安装需保证表面平整度误差 $\leq 3\text{mm}$ ，接缝处采用海绵条或橡胶止水带密封，防止漏浆造成蜂窝麻面。混凝土浇筑应遵循“分层浇筑、连续作业”原则，每层浇筑厚度控制在 $300 - 500\text{mm}$ ，采用插入式振捣棒快插慢拔，振捣时间以混凝土表面不再显著下沉、无气泡溢出为宜。养护阶段需覆盖塑料薄膜或土工布，日均气温 $> 5^{\circ}\text{C}$ 时采用洒水养护，养护时间不少于 14 天，期间需实时监测混凝土内外温差，确保温差不超过 25°C ，防止温度裂缝产生。(4) 预制基础凭借工厂化生产的高精度与标准化优势，在工期紧张、地质条件复杂的工程中应用广泛。构件制作需采用高精度钢模具，其尺寸偏差控制在长、宽、高 $\pm 3\text{mm}$ 以内，预埋件位置误差不超过 $\pm 2\text{mm}$ 。预应力混凝

土构件需严格控制张拉应力与持荷时间,确保放张时混凝土强度达到设计强度的 75% 以上。现场吊装前需复测基础杯口尺寸,采用二次灌浆法固定,灌浆材料选用微膨胀细石混凝土,强度等级高于基础混凝土一个等级。通过全站仪进行三维坐标校准,使基础顶面水平度误差 $\leq 2\text{mm/m}$,保证杆塔安装垂直度符合规范要求^[2]。

2.2 杆塔组立

杆塔组立是配电线路从平面设计转化为空间架构的关键环节,需依据杆塔类型、高度、重量及现场施工条件,合理选择整体组立或分解组立施工方法。(1)整体组立法适用于高度不超过 18m、重量小于 3t 的钢筋混凝土杆。组立前需对杆塔进行全面外观检查,重点检测混凝土杆的裂缝宽度(不得超过 0.2mm)及杆塔弯曲度($\leq 1/1000$ 杆长)。采用吊车吊装时,吊点位置应通过力学计算确定,一般设置在距杆根 0.29L (L 为杆长)处,以降低起吊过程中的弯矩。起吊过程中,需设置 3-4 根临时拉线,通过手扳葫芦调节张力,控制杆塔倾斜度 $\leq 3\text{‰}$ 。横担安装需采用经纬仪校准水平度,螺栓拧紧力矩需符合 DL/T 5254 - 2010 标准, M16 螺栓力矩不低于 80N·m, M20 螺栓不低于 160N·m,确保连接牢固可靠。(2)分解组立法在铁塔施工中占据主导地位,尤其适用于高度较高、重量较大的输电铁塔。底部塔段吊装时,需以塔脚板中心为基准,采用经纬仪进行三维坐标校准,控制根开误差 $\leq \pm 3\text{‰}$ 。塔材连接采用高强度螺栓,其扭矩值需依据螺栓规格及连接形式确定,如 8.8 级 M24 螺栓扭矩值为 250N·m。采用倒装组塔工艺时,需设置临时支撑系统,每层塔段吊装后需进行垂直度检测,控制偏差 $\leq 1.5\text{‰}$ 全高。在山区等复杂地形条件下,常采用索道运输与抱杆组立相结合的方式,通过设置转向滑车、平衡滑车等装置,解决塔材运输与高空吊装难题。

2.3 架线施工

架线施工是配电线路实现电能传输功能的核心工序,涵盖放线、紧线、弧垂观测及附件安装等关键环节,其施工质量直接影响线路的电气性能与机械强度。(1)张力放线是保障导线质量的先进工艺,适用于长距离、大截面导线架设。放线张力需根据导线规格精确计算,一般控制在导线保证计算拉断力的 18% - 25%。张力机、牵引机需配置高精度张力控制系统,确保放线过程中张力波动范围不超过 $\pm 5\%$ 设定值。跨越公路、铁路等重要设施时,需搭设稳固的跨越架,并采用绝缘网进行防护。导线接续采用液压或爆压连接,压接前需对导线进行清洗、打磨,去除表面氧化层;压接后进行外观检查及尺寸测量,铝管外径误差 $\leq \pm 0.5\text{mm}$,钢管错口量

$\leq 0.2\text{mm}$,确保连接强度与电气性能。(2)紧线施工需结合气象条件,采用平抛物线公式进行弧垂计算,并根据现场实际情况选用平视法、等长法、角度法等观测方法。紧线顺序遵循“先地线后导线、先边线后中线”原则,相邻档距弧垂误差不得超过 $\pm 2.5\%$,同档内各相弧垂相对误差 $\leq 200\text{mm}$ 。耐张塔挂线采用平衡挂线工艺,通过设置平衡滑车、临时拉线等装置,降低杆塔所受不平衡张力,防止杆塔变形。(3)附件安装作为架线施工的最后工序,对线路长期稳定运行至关重要。绝缘子串安装需采用专用卡具,防止绝缘子受力破损,悬垂绝缘子串倾斜度不得超过 5° ,耐张绝缘子串连接金具需涂抹电力复合脂,以降低接触电阻。防震锤安装位置需根据导线型号、档距通过频率计算确定,采用相位排列法安装,同档内防震锤安装距离误差 $\leq \pm 30\text{mm}$ 。引流线制作需保证弯曲半径 ≥ 3 倍导线直径,压接式引流线需进行直流电阻测试,其值不得大于等长导线电阻的 1.2 倍,确保电气连接可靠。

2.4 接地装置施工

(1)接地装置作为配电线路的安全保护屏障,在故障状态下承担着迅速泄放电流、保障人员设备安全的重要作用。依据 GB 50169 - 2016《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》,10kV 配网系统接地电阻一般要求不超过 10Ω 。(2)垂直接地极常用 $50\times 5\text{mm}$ 镀锌角钢或 $\Phi 50\text{mm}$ 镀锌钢管,长度 2.5m。采用机械钻孔法施工时,孔径需大于接地极外径 20 - 30mm,接地极顶部埋深 $\geq 0.6\text{m}$ 。多根垂直接地极并联时,水平连接体采用 $40\times 4\text{mm}$ 镀锌扁钢,焊接长度为扁钢宽度的 2 倍,且至少三面施焊,焊缝应饱满无夹渣、气孔等缺陷。焊接部位需进行防腐处理,采用环氧煤沥青漆涂刷三层,形成可靠的防腐层。(3)水平接地极施工需开挖深度 $\geq 0.8\text{m}$ 的沟槽,遇岩石层可采用爆破法或机械破碎法。扁钢敷设需保持平直,弯曲处采用冷弯工艺,弯曲半径 ≥ 10 倍扁钢厚度。接地装置完成后,采用三极法进行接地电阻测试,测试电流不小于 5A。当电阻值不达标时,可采用降阻剂处理,降阻剂敷设厚度 $\geq 50\text{mm}$,包裹长度超过接地极两端各 0.5m。接地线与杆塔连接采用螺栓压接时,需加装弹簧垫片,接触电阻值 $\leq 0.005\Omega$,确保故障电流能够快速、有效地泄放入地^[3]。

3 配电线路施工质量控制与安全管理

3.1 施工质量控制

(1)配电线路施工质量需构建全流程管控体系,严格遵循 GB/T 50430 规范要求,确保各环节质量达标。在制度层面,建立分级质量责任制,明确项目经理为质量

第一责任人,技术负责人统筹工艺标准执行。编制专项质量策划书,细化质量目标,如基础混凝土强度需100%达标、杆塔垂直度偏差控制在 $\leq 1.5\%$ 。推行材料“三检”制度,进场导线需核查质量证明文件,并抽样检测直流电阻(符合GB/T 1179标准);绝缘子须进行工频耐压试验(参照DL/T 5224规范)。(2)关键工序质量控制是重中之重。杆塔基础施工时,混凝土浇筑采用塌落度筒实时监测,控制塌落度在 $120\pm 30\text{mm}$,每 50m^3 留置一组试块,同条件养护试块指导拆模时机,标准养护试块用于强度评定。架线施工中,弧垂观测选用双端同步法,观测档设置遵循DL/T 5146规范,并按《电力工程高压送电线路设计手册》进行温度修正。附件安装环节,绝缘子串螺栓紧固需使用扭矩扳手,M16螺栓扭矩达 $80\text{N}\cdot\text{m}$,紧固后划线标记防松。(3)质量记录管理要求“随工随记”,采用统一格式验收记录表,涵盖隐蔽工程、分项工程等资料。对基础钢筋绑扎、导线压接等关键工序进行影像留档,定期召开质量分析会,运用排列图等工具分析缺陷,制定改进措施。

3.2 施工安全管理

(1)配电线路施工安全管理遵循“预防为主”方针,以JGJ 59标准为依据,构建风险分级管控体系。制度建设方面,编制专项安全施工方案,对带电跨越、深基坑等高风险作业组织专家论证。实施安全准入制,施工人员须持电工证、高空作业证上岗,特种作业人员证件定期复审。安全技术交底执行双签认制度,明确作业风险、安全措施及应急流程。(2)现场危险作业管控严格规范,高空作业强制配备五点式安全带,设置水平安全网(负载高度 $\leq 5\text{m}$)和垂直自锁器,实行高挂低

用;起重作业前检测地基承载力,支腿垫设钢板,吊装遵循“十不吊”原则,采用对讲机统一指挥;带电作业区域设置绝缘遮蔽设施,作业人员穿戴全套防护用具,保持等电位安全距离 $\geq 0.7\text{m}$ 。(3)安全检查实行“日巡周检月评”机制,安全员每日巡查临时用电(TN-S系统、三级配电两级保护)、高处防护等;项目经理每周组织专项检查,运用LEC法评估风险,量化评分脚手架、起重设备等。建立隐患整改台账,按“定人、定时、定措施”闭环管理,将重复隐患纳入绩效考核,确保施工安全^[4]。

结束语

配电线路施工技术是保障电力供应的基石,其各环节技术要点与质量安全管理相辅相成。从基础施工到架线作业,每一工序的精准把控,都直接影响着线路全生命周期的运行效能。未来,面对新型电力系统建设需求,需持续深化施工技术创新,推动传统工艺与数字化技术融合,为构建安全可靠、智能高效的配电网筑牢技术根基。

参考文献

- [1]万国.电力工程输电线路施工技术及质量控制措施[J].自动化应用,2023,64(S2):153-155.
- [2]谢斌.电力工程配电线路施工技术及质量控制[J].光源与照明,2023,(07):177-179.
- [3]杨峰.电力系统10kV配电线路安全运行维护与管理的研究[J].建筑工程技术与设计,2020(2):2314.
- [4]林晨,廖治洲.电力系统10kV配电线路安全运行维护与管理研究[J].中国新通信,2020,22(8):239.