

220KV变电站及输电线路施工技术关键问题研究

杨 硕 杨兵维 姚国洋

北京兴电国际工程管理有限公司 北京 100000

摘要: 随着社会经济的快速发展, 电力需求持续增长, 220KV变电站及输电线路作为电力系统的关键枢纽, 在电力传输与分配中发挥着不可替代的作用。本文围绕220KV变电站及输电线路施工技术关键问题展开研究, 系统分析了施工前期的图纸审核、场地勘察与材料设备准备工作, 重点探讨了变电站基础施工、电气设备安装及二次系统施工技术, 以及输电线路的基础施工、杆塔组立和架线技术。同时, 阐述了施工过程中的质量控制措施(如制度建立、过程检测)与安全管理手段(如安全教育、防护设施管理), 旨在为220KV电力工程施工提供技术参考, 保障工程质量与安全。

关键词: 220KV; 变电站; 输电线路; 施工技术; 关键问题

引言: 220KV变电站及输电线路是电力系统的重要组成部分, 其施工质量直接关系到电力传输的稳定性与安全性。随着社会用电需求的增长, 220KV电力工程建设规模不断扩大, 施工环境日趋复杂, 技术要求愈发严格。当前, 施工中面临着基础施工精度不足、设备安装调试难度大、线路架设受地形影响等问题。并结合工程实践, 从前期准备、核心施工技术、质量与安全管理等方面进行深入研究, 为解决施工中的关键技术难题提供可行方案, 推动220KV电力工程施工技术的规范化与高效化。

1 220KV 变电站及输电线路施工前期准备

1.1 施工图纸的审核与优化

施工图纸审核需组织技术人员、监理及业主共同参与, 重点核查图纸与设计规范、现场实际的一致性, 包括设备布置、线路走向、接地系统等关键内容。对电气接线图、土建结构图的逻辑关联性进行校验, 避免专业间冲突。优化工作针对图纸中不合理之处, 如设备间距不足、电缆敷设路径复杂等, 结合施工便利性与后期运维需求提出修改建议, 经设计单位确认后形成优化图纸, 为施工提供精准依据, 降低返工风险。

1.2 施工场地的勘察与规划

施工场地勘察需全面掌握地形地貌、地质条件、周边环境等信息, 通过钻探了解土壤承载力、地下水位, 排查地下管线、文物等障碍物。依据勘察结果进行场地规划, 划分施工区、材料堆放区、办公区等, 合理布置临时道路与水电管线。针对变电站区域, 确定设备基础位置与标高; 输电线路则明确杆塔点位及档距, 同时考虑施工对周边居民、交通的影响, 制定防护措施, 确保场地利用高效且安全。

1.3 施工材料与设备的准备

施工材料需按图纸要求采购, 选择具备资质的供应商, 对钢材、电缆、绝缘子等关键材料进行抽样送检, 确保性能达标。材料进场后分类存放, 做好防潮、防腐处理, 建立台账跟踪使用情况。施工设备根据施工方案配置, 包括起重机、混凝土搅拌机、放线机等, 进场前进行调试与维护, 保证运行状态良好。同时准备备用设备及配件, 应对突发故障。制定材料与设备的供应计划, 确保按施工进度及时到位, 避免因供应不足影响施工进度^[1]。

2 20KV 变电站施工技术关键问题

2.1 变电站基础施工技术

2.1.1 土方开挖与回填

土方开挖前需明确开挖范围与深度, 根据地质条件选择机械开挖或人工开挖, 软土区域需分层开挖, 每层深度不超过1.5米, 避免边坡坍塌。开挖过程中做好边坡支护, 如采用钢板桩或土钉墙, 并设置排水明沟与集水井排除积水。回填时选用级配良好的砂石或素土, 分层夯实, 每层厚度控制在30厘米内, 采用压路机或蛙式打夯机压实, 压实系数不低于0.93。回填前需清理坑底杂物与浮土, 确保基底承载力符合设计要求。

2.1.2 混凝土浇筑

混凝土浇筑前需检查模板尺寸、钢筋间距及保护层厚度, 模板接缝处做好密封处理防止漏浆。采用商品混凝土时, 需核对强度等级(通常为C30-C40), 运输过程中避免离析, 入模温度控制在5-35℃。浇筑采用分层连续浇筑方式, 每层厚度不超过50厘米, 使用插入式振捣器振捣, 振捣时间以混凝土表面泛浆且无气泡逸出为准, 避免漏振或过振。浇筑完成后及时覆盖保湿, 养护期不

少于14天, 确保混凝土强度达标。

2.2 电气设备安装技术

2.2.1 变压器安装

变压器安装前需检查设备外观有无损坏, 核对型号、参数与设计一致, 绝缘油进行耐压试验和色谱分析。基础型钢安装找平后, 采用吊车吊装变压器就位, 就位时缓慢移动, 避免剧烈震动。安装过程中严格控制水平度, 误差不得超过5mm/m, 通过垫铁调整找平。连接高低压套管时, 确保引线绝缘距离符合规范, 密封处涂抹密封胶防止渗漏。器身暴露时间需控制在规定范围内(空气相对湿度 $\leq 75\%$ 时不超过16小时), 安装后进行绝缘电阻测试和接地电阻测量, 合格后方可进行后续试验。

2.2.2 开关柜安装

开关柜安装前清理基础槽钢, 测量并调整其水平度与垂直度, 误差分别控制在1mm/m和1.5mm/m内。采用整体搬运或单体吊装方式就位, 相邻柜体间隙不超过2mm, 连接螺栓紧固均匀。安装后检查柜内母线连接是否紧密, 绝缘支撑件有无破损, 二次回路接线是否正确。进行机械操作试验, 确保断路器、隔离开关分合闸灵活, 接地开关与柜门联锁可靠。最后测试相间及对地绝缘电阻, 高压柜需达到2500V兆欧表测量 $\geq 1000M\Omega$, 低压柜 $\geq 10M\Omega$, 保障运行安全。

2.3 变电站二次系统施工技术

2.3.1 电缆敷设

电缆敷设前需根据图纸规划路径, 避开高温设备、强磁场区域及易受机械损伤的位置, 合理选择电缆桥架、穿管或直埋方式。敷设前检查电缆型号、截面及绝缘层完整性, 进行绝缘电阻测试($\geq 10M\Omega$)。敷设时控制牵引力(铜芯电缆 $\leq 70N/mm^2$), 避免过度弯曲(弯曲半径不小于10倍电缆直径), 多根电缆并行时保持间距均匀, 分层排列并固定牢固。在电缆终端和拐弯处设置标识牌, 注明电缆编号、型号及起止点, 确保后期维护便捷。

2.3.2 二次接线

二次接线需严格按照接线图施工, 导线选用符合设计要求的绝缘铜线, 截面不小于 $1.5mm^2$ 。接线前清理线芯氧化层, 采用冷压端子压接, 压接处需牢固且接触良好。导线排列整齐, 绑扎间距均匀(水平方向不超过300mm, 垂直方向不超过200mm), 避免交叉缠绕。接线端子编号清晰对应, 每个端子接线不超过2根, 备用芯预留长度满足端子排至地面距离。接线完成后进行导通试验和绝缘测试(用500V兆欧表测量 $\geq 10M\Omega$), 确保回路正确无误^[2]。

3 220KV 输电线路施工技术关键问题

3.1 输电线路基础施工技术

3.1.1 掏挖基础施工

掏挖基础施工多用于地质条件较好的黏性土或粉质黏土地层, 成孔可采用机械或人工方式, 需保证孔壁垂直完整, 避免坍塌。开挖至设计深度后, 需彻底清理孔底虚土, 并核对实际地质情况与勘察报告是否一致。钢筋笼制作需严格遵循设计尺寸, 吊装过程中注意保护结构, 防止变形。混凝土浇筑时采用导管下料, 确保连续浇筑至设计标高, 振捣需充分密实, 顶面进行收光抹平处理。浇筑完成后及时覆盖保湿养护, 养护期需满足规范要求, 以保障基础强度, 预防裂缝产生。

3.1.2 钻孔灌注桩基础施工

钻孔灌注桩基础适用于软土、砂土等复杂地层, 成孔常使用回旋钻机或冲击钻机, 施工中需维持泥浆液面高于地下水位, 泥浆比重控制在合适范围以稳定孔壁。成孔后需进行清孔处理, 确保孔底沉渣清理干净。钢筋笼采用分段吊装焊接, 焊缝质量需符合规范, 整体安装需保证垂直度。混凝土采用水下浇筑方式, 控制导管埋深以避免断桩。

3.2 输电线路杆塔组立技术

3.2.1 整体组立法

整体组立法适用于高度不高、结构相对简单的杆塔, 在地势较为平坦、开阔的施工场地应用广泛。施工时, 先在地面将杆塔的各个部件按照设计图纸完整组装, 包括杆塔主体、横担、连接螺栓等, 确保各部分连接牢固、位置准确。组装完成后, 使用起重机或抱杆等起重设备将整基杆塔平稳吊起。起吊前, 需仔细检查起重设备的性能、吊点的设置以及杆塔的组装质量, 同时在杆塔四周设置临时拉线, 以控制起吊过程中杆塔的平衡和稳定。起吊过程中, 缓慢提升杆塔, 通过调整临时拉线的松紧度, 保证杆塔垂直上升, 避免与基础或其他物体发生碰撞。当杆塔底部接近基础时, 精准对准地脚螺栓, 缓慢落位, 随后紧固所有连接螺栓, 最后拆除起重设备和临时拉线, 完成杆塔组立。

3.2.2 分解组立法

分解组立法多用于高度较高、结构复杂的杆塔, 尤其是在山区、丘陵等地形复杂的区域。该方法将杆塔按照结构特点分解为若干段或部件, 分阶段进行吊装和组装。首先组立杆塔的下段部分, 将其固定在基础上, 确保下段杆塔垂直、稳固, 作为后续组装的基础。然后利用已组立的下段杆塔或专门设置的抱杆, 依次吊装上段杆塔、横担等部件。在吊装每一段部件时, 需精确调整

其位置和垂直度,使上下段部件的连接孔准确对齐,再通过螺栓进行紧固连接,螺栓的紧固力度需符合设计要求,保证段间连接紧密可靠。

3.3 输电线路架线施工技术

3.3.1 张力放线技术

张力放线技术适用于跨越峡谷、河流、公路等复杂地形的输电线路架设,通过张力机和牵引机配合,使导线在架设过程中始终保持一定张力,避免与地面或障碍物接触。施工前需检查放线设备的运行状态,确保其性能稳定,同时清理放线路径上的障碍物,搭设跨越架保护被跨越物。放线时,先通过牵引绳带动导线逐步展开,张力机持续提供张力,使导线保持悬空状态。过程中需密切关注导线的走向和张力的变化,及时调整设备参数,防止导线跳槽、扭曲或过度拉伸。

3.3.2 紧线施工技术

紧线施工技术是在导线放线完成后,通过紧线设备调整导线的张力和弧垂,使其达到设计标准。施工前需确定紧线顺序,通常按照先地线、后导线的顺序进行,避免导线之间相互干扰。紧线时,利用紧线机缓慢收紧导线,同时通过弧垂观测仪监测导线的弧垂变化,根据设计要求调整紧线力度。在紧线过程中,需注意保持各相导线的张力平衡,防止杆塔受力不均发生倾斜。当导线弧垂达到设计值后,及时将导线固定在杆塔的绝缘子串上,并做好锚固处理。

4 220KV 变电站及输电线路施工质量控制与安全管理

4.1 施工质量控制措施

4.1.1 建立质量管理体系

构建以总工程师为首的质量管理体系,明确各部门及人员的质量职责,形成从施工准备到竣工验收的全流程管控机制。制定施工质量验收标准,结合工程特点细化分部分项工程的质量指标,如变电站基础混凝土强度、输电线路杆塔垂直度等关键参数需符合行业规范。推行质量责任终身制,将质量目标分解至各施工班组,与绩效考核挂钩,强化全员质量意识。定期召开质量例会,分析施工中出现的的质量问题,制定整改措施并跟踪落实情况,同时建立质量档案,详细记录材料检验、工序验收等数据,为后期追溯提供依据。

4.1.2 加强施工过程质量检测

在原材料进场环节,对钢材、电缆、绝缘子等关键材料进行外观检查和性能试验,未经检验或检验不合格的材料严禁使用。施工过程中,针对隐蔽工程如地基处理、

电缆接头等,实行旁站监理制度,确保施工符合设计要求。对变电站设备安装、输电线路架线等关键工序,采用专业仪器进行实时检测,如使用全站仪监测杆塔组立的垂直度,用绝缘电阻表检测电气设备的绝缘性能。

4.2 施工安全管理措施

4.2.1 安全教育培训

针对不同岗位人员开展分级分类的安全教育培训,新进场工人必须接受三级安全教育,内容涵盖电力施工安全法规、现场危险源辨识、应急处置流程等基础内容。对特种作业人员如起重机械操作员、电工等,进行专项技能培训和资质考核,确保持证上岗。定期组织安全知识讲座和案例分析会,结合变电站高压设备操作、输电线路高空作业等典型场景,解析事故成因及预防措施。

4.2.2 安全防护设施设置与管理

根据施工区域特点合理设置安全防护设施,变电站内高压设备区设置封闭式围栏并悬挂“高压危险”警示牌,电缆沟、孔洞覆盖防滑盖板并加装警示标识。输电线路高空作业时,杆塔上安装防坠落装置,作业平台配备安全护栏,登高人员必须佩戴安全帽、安全带。施工现场的临时用电设备加装漏电保护器,配电箱设置防雨棚并加锁管理。安排专人定期检查防护设施的完整性,对损坏的围栏、松动的警示标志及时修复更换,建立设施台账记录检查维护情况^[3]。

结束语

综上所述,220KV变电站及输电线路施工技术的系统性把控,是保障电力系统安全稳定运行的核心环节。从前期准备的精细化管理,到变电站基础、设备安装及二次系统施工的技术攻坚,再到输电线路基础、杆塔组立与架线的精准操作,每一环都需兼顾质量与安全。通过建立完善的质量控制体系与安全管理机制,可有效化解施工中的技术难题。未来,随着智能化技术的融入,施工技术将向更高效、更可靠的方向发展,为电力工程建设提供更坚实的技术支撑,助力能源网络的可持续发展。

参考文献

- [1]李晋.变电站及输电线路施工技术的问题分析[J].科技创新与应用,2021,(28):155-156.
- [2]李国栋.220kV变电站及输电线路施工技术中的关键问题[J].工业技术创新,2021,04(02):61-64.
- [3]林志坚.对220kV变电站及输电线路施工技术的问题分析[J].科技视界,2022,(24):259+263.