

# 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<sup>[1]</sup>。

## 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°C。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，误差不超过 $5\text{mm}/\text{m}$ ，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 $1\text{mm}/\text{m}$ 和 $1.5\text{mm}/\text{m}$ 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 $2\text{mm}$ ，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 $2500\text{V}$ 兆欧表测量 $\geq 1000\text{M}\Omega$ ，低压柜 $\geq 10\text{M}\Omega$ ，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（ $\geq 10\text{M}\Omega$ ）。敷设时控制牵引力（铜芯电缆 $\leq 70\text{N}/\text{mm}^2$ ），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 $1.5\text{mm}^2$ 。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 $300\text{mm}$ ，垂直方向不超过 $200\text{mm}$ ），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 $500\text{V}$ 兆欧表测量 $\geq 10\text{M}\Omega$ ），确保回路正确无误<sup>[2]</sup>。

## 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 掘挖基础施工

掘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 建立质量管理制度

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<sup>[3]</sup>。

### 结语

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.