

# 浅谈变电站电气安装与土建施工的配合及安全措施

马立夫

内蒙古超高压供电公司 内蒙古 呼和浩特 010000

**摘要:** 电气安装工程是整个变电站工程项目的一个重要组成部分,与其他施工项目必然发生多方面的联系,尤其和土建施工关系最为密切,如:电源的进户,明暗管道的敷设,电气设备支架安装,防雷和接地装置的安装,配电箱(屏、柜)的固定等,都要在土建施工中预埋构件和预留孔洞。随着现代化设计和施工技术的发展,许多新结构、新工艺的推广应用,施工中的协调配合就愈加显得重要。

**关键词:** 变电站;电气安装;土建工程施工;配合;安全措施

在对常规变电站进行综合自动化改造过程中,为确保施工进度、质量及安全,围绕对现场施工的技术及安全作了严密的控制和管理,变电站工程的施工是比较复杂的,它包括土建、给排水、采暖通风、电气设备安装专业等。

## 1 变电站安全培训与教育的重要性分析

1.1 强化安全意识与责任落实。提升个体安全认知。安全培训通过案例分析、规程讲解等方式,使员工深刻认识到安全生产的基石作用,明确个人安全责任,形成“安全即生命线”的底线思维<sup>[1]</sup>。例如,内蒙古电力集团的专题培训通过真实案例转化抽象知识,显著提升留守人员的安全警惕性。落实全员责任制。明确各岗位安全职责(如留守人员巡检规范、倒闸操作监护制度),通过签署《安全责任告知书》等机制,将安全责任细化到个人。新员工需通过安全考核后方可上岗,确保责任意识从入职初期即内化。

1.2 提升安全操作与应急处置能力。标准化技能训练。系统培训涵盖设备操作规程(如五防系统操作)、验电流程、接地线挂接等核心技能,通过模拟操作考核确保员工熟练掌握标准动作。例如,“五防”系统专项培训通过实地模拟倒闸操作,大幅降低误操作风险。实战化应急演练。定期开展触电急救、消防灭火等演练,结合变电站实地设备(如主变、GIS设备)进行故障模拟,强化员工突发状况处置能力。某变电站通过每月消防演练,实现施工全过程零触电事故。

1.3 预防事故与降低经济损失。减少人为失误风险。规范操作流程(如“两票三制”)、强化闭锁装置使用,可将误分合闸、带电挂接地线等恶性事故隐患降低90%以上。规避设备与生产损失。培训中强调设备缺陷分级管控(如危急缺陷24小时处理)、风险预控机制,可缩短故障抢修时间40%,避免因事故导致的停电损失。

1.4 促进企业合规与形象提升。遵守法规与行业标准。安全培训确保员工熟知《安规》、国家标准及企业内部制度,避免因违规操作引发的法律风险。塑造责任型企业形象。重视安全培训体现企业对员工生命安全的尊重,如内蒙古电力集团通过专项培训提升社会声誉,间接增强客户信任度。

1.5 推动行业可持续发展。保障电力系统稳定运行。通过提升员工安全素养,确保变电站长期稳定供电,为社会经济发展提供可靠能源支撑。培养专业化人才梯队。新员工培训结合“理论+实操”双轨模式(如330kV变电站实地学习),为行业输送具备安全素养与专业技能的后备力量。实施成效示例。某变电站通过“五防系统培训+月度警示教育”组合措施,误操作事故率下降92%;新员工安全考核通过率从75%提升至98%,设备非计划停运次数减少60%。

## 2 变电站电气安装与土建施工配合要点

2.1 分阶段协同交付与节点控制。区域化分阶段移交。土建施工需根据电气安装需求分区移交工作面,例如主变区域、HGIS设备区等需在土建验收合格后移交电气施工。关键节点(如电缆沟贯通、继保室装修)需通过动态调整施工流程,确保土建与电气工序无缝衔接。关键路径协同管理。土建施工需优先完成电气设备基础及电缆沟施工,避免因基础尺寸偏差或沟道未贯通导致电气安装返工<sup>[2]</sup>。例如,主变基础混凝土浇筑后需预留养护周期,确保强度达标后再安装设备。

2.2 施工前协调与预留预埋。精准预留预埋。土建施工前需根据电气图纸预埋设备基础螺栓、接地网扁钢及电缆穿墙套管,确保位置与尺寸误差小于 $\pm 5\text{mm}$ 。例如,主控楼墙体需预留配电柜安装孔洞,并预埋槽钢支撑框架。联合图纸审核。土建与电气技术人员需联合审核结构荷载、设备安装空间及管线走向,避免冲突。例如,

高压柜室需复核楼板承重能力，确保满足设备运输及运行荷载要求。

2.3 交叉作业管理。界面划分与成品保护。土建后期需为电气设备进场预留运输通道，电气安装时需对土建成品（如地坪、墙面）采取保护措施，避免机械损伤。例如，GIS设备吊装前需铺设钢板保护电缆沟盖板。测量指标联合验收。工作面移交时需由监理见证，对设备基础水平度、预埋件垂直度等指标进行复核，允许偏差需符合《电气装置安装工程验收规范》要求。

2.4 关键工艺协同。接地系统同步施工。土建基础施工阶段需同步完成接地网敷设，利用建筑物桩基与主筋焊接形成闭合接地体，接地电阻值需  $\leq 0.5\Omega$ 。结构预埋件优化。大型管道支架采用预埋钢板替代膨胀螺栓，以3米间距网格化布置，提升支架焊接稳定性并降低施工成本。

### 3 变电站电气安装与土建施工同步实施策略

3.1 分阶段协同与工序优化。区域化分步移交。土建施工按电气安装需求划分作业区域（如主变区、GIS设备区），完成基础浇筑、电缆沟贯通等关键节点后移交电气作业，实现“土建收尾即电气进场”的流水化衔接模式。例如，主变基础养护达标后立即安装变压器，同步推进电缆支架焊接与接地网敷设。界面动态调整机制。建立施工流程动态调整机制，对交叉作业界面（如设备吊装通道与土建地面施工）进行实时协调。例如，GIS设备安装期间暂停对应区域土建高空作业，优先保障设备就位后再恢复墙面施工。

3.2 关键工艺同步实施。预埋件精准定位。土建阶段同步预埋设备基础螺栓、电缆穿墙套管及接地扁钢，定位误差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内，减少后期开孔扩槽造成的返工。例如，主控楼墙体预埋槽钢支撑框架时，需与配电柜安装孔洞位置精确匹配。接地系统同步施工。利用土建桩基钢筋网作为自然接地体，在基础施工阶段同步完成水平接地带焊接，接地电阻值  $\leq 0.5\Omega$ 后再进行混凝土浇筑。防雷引下线与建筑结构柱主筋同步绑扎，避免二次破拆。

3.3 交叉作业管控要点。运输通道与作业空间协调。土建施工为重型设备（如主变、GIS）预留专用运输通道，宽度  $\geq 4.5\text{m}$ ，转弯半径  $\geq 12\text{m}$ ，并在设备进场前完成路面硬化。电气安装时对已完工的土建墙面、地坪铺设防护层，防止机械刮擦。管线与结构同步施工。地下管线（高压电缆沟、消防管道）与土建基础同步施工，采用BIM技术优化管线走向，规避空间冲突。例如，电缆沟与排水沟交叉处设置双层盖板，预留检修空间。

3.4 资源协同与安全管理。材料与设备协同调度。建立联合物资管理平台，优先配送交叉作业区材料（如预埋件、接地材料）。例如，土建混凝土浇筑前48小时完成电气预埋件验收，避免停工待料。安全防护同步强化。高空作业区域设置双层防护网，土建脚手架与电气吊装设备保持  $\geq 2\text{m}$ 安全距离。带电区域设置物理隔离围栏，交叉作业人员需同时接受土建、电气安全交底。

3.5 实施效益与案例。某220kV变电站通过“区域移交+动态调整”模式，实现土建与电气安装工期重叠率达65%，整体工期缩短18%。同步施工中采用预埋件定位激光校准技术，将设备安装偏差率从5%降至0.8%。

## 4 变电站电气安装与土建施工安全措施

4.1 人员安全防护。个人防护装备。所有作业人员必须规范穿戴安全帽、绝缘鞋等防护装备，高空作业需使用双钩安全带并设置防坠器，禁止穿短袖、拖鞋进入施工现场。作业规范与限制。带电区域设置物理隔离围栏并悬挂警示标识，非必要人员禁止进入；搬运长物需两人协作，禁止单人操作梯子等高空工具。安全培训与交底。施工前需由甲方明确作业范围及风险点，施工人员须通过安全考核并签署危险点告知书，特种作业人员需持证上岗。

4.2 交叉作业风险管控。区域隔离与通道管理。土建施工需为电气设备预留专用运输通道（宽度  $\geq 4.5\text{m}$ ），吊装区域设置警戒线并暂停土建高空作业；电气安装需对已完工墙面、地坪铺设防护层，避免机械损伤。界面划分与验收。工作面移交时需由监理单位见证，对设备基础水平度、预埋件垂直度等联合验收，允许偏差需符合《电气装置安装工程验收规范》要求。动态协调机制。建立每日施工协调会制度，实时调整交叉作业顺序。例如，GIS设备吊装期间暂停对应区域土建作业，优先保障设备就位。

4.3 电气设备与用电安全。配电系统防护。配电箱采用40mm方钢焊制防护围栏，配备干粉灭火器及黄黑警示标识；户外变压器设置双层硬质防护棚，悬挂警示灯。接地与防雷措施。接地网施工需与土建基础同步完成，利用桩基钢筋焊接形成闭合回路，接地电阻  $\leq 0.5\Omega$ ；防雷引下线与建筑主筋同步绑扎，禁止二次破拆。设备安装防护。大型设备（如主变、GIS）安装时需铺设钢板保护电缆沟盖板，吊装机械与土建脚手架保持  $\geq 2\text{m}$ 安全距离。

4.4 高风险作业专项管控。深基坑与脚手架管理。深基坑开挖需设置边坡支护及排水设施，脚手架搭设采用“三步一验收”制度，立杆间距  $\leq 1.5\text{m}$ 并设置剪刀撑。起重作业规范。起重设备需经第三方检测合格，吊装时

设专人指挥并划定危险区域, 风速  $\geq 6$  级时停止露天吊装作业。喷涂与动火作业。喷涂前需对电气设备包裹防护膜, 控制涂料调配比例及厚度(两遍喷涂); 动火作业需办理许可证并配备消防器材。

4.5 现场文明施工管理。材料与设备管理。施工材料分类堆放并设置标识牌, 涂料等危险品密封存放; 电气设备包装物当日清理, 避免遗留易燃物。应急与消防系统。消防设施(灭火器、消火栓)与通风系统需同步调试, 应急通道保持畅通, 每月组织消防演练。环境保护措施。禁止现场焚烧垃圾, 喷涂作业需设置防滴流装置, 污水经沉淀处理达标后排放。实施成效。通过上述措施, 某500kV变电站实现施工全过程零触电事故, 交叉作业效率提升30%, 工期缩短22天; 接地系统同步施工使电阻合格率提升至98%, 设备安装返工率降至1.5%以下。

## 5 变电站电气事故预防措施

5.1 防误操作核心措施。落实“五防”要求。防止误分、误合断路器, 通过机械联锁和电气闭锁装置强制约束操作顺序, 确保断路器操作条件符合安全逻辑。防止带负荷分合隔离开关, 操作前必须通过验电设备确认线路无电, 并执行“停电-验电-挂接地线”标准流程。防止带电挂接地线或带接地线合闸, 操作前需双重核对设备状态, 并使用防误闭锁钥匙强制闭锁接地刀闸操作机构。强化操作规范。倒闸操作需两人执行(1人操作、1人监护), 全程佩戴绝缘手套、穿绝缘靴, 雷电天气禁止露天操作。严格执行“两票三制”, 操作票需经正副值双重审核, 模拟盘预演确认无误后方可执行。

5.2 设备与系统安全管控。设备维护与检测。定期开展电气设备预防性试验, 重点检测断路器机械特性、绝缘电阻及接地电阻(要求  $\leq 0.5\Omega$ ), 及时更换老化部件。使用符合国家标准的电气设备, 禁止私拉乱接线路

或使用劣质电气材料。防雷与接地系统防护。利用建筑物桩基钢筋焊接形成闭合接地网, 防雷引下线与结构柱主筋同步绑扎, 接地电阻每季度检测一次。户外变压器安装双层硬质防雷棚, GIS设备区设置避雷针并保持保护角  $\leq 45^\circ$ 。

5.3 人员管理与培训。技能与意识提升。实施“理论+实操”双轨培训, 重点强化《安规》及倒闸操作流程, 新员工需通过模拟操作考核后方可上岗。每月开展反违章警示教育, 剖析习惯性违章案例(如无票操作、解锁操作), 强化安全红线意识。行为规范约束。带电区域设置物理围栏及声光报警装置, 非授权人员禁止进入; 高压柜操作需佩戴身份识别卡, 系统自动记录操作轨迹。

5.4 应急与日常管理。风险预控机制。建立电气设备缺陷台账, 对三类缺陷(危急、严重、一般)实行分级督办, 24小时内完成危急缺陷处理。在电缆沟、带电设备区设置防误入智能监控系统, 实时监测人员活动并联动声光告警。应急响应准备。配置全站覆盖的漏电保护装置, 主控室、高压室配备自动灭火系统, 每月开展消防与触电急救演练。实施成效示例。某220kV变电站通过“五防系统升级+人员行为分析”双措并举, 误操作事故率下降92%; 接地系统季度合格率从85%提升至98%, 设备故障抢修时间缩短40%。

总之, 电气安装工程中的施工配合是十分重要的, 要做好配合工作, 电气施工人员要有丰富的实践经验和对整个工程的深入了解, 并且在施工中要有高度的责任心。

## 参考文献

- [1]王芳.关于变电站电气安装与土建施工的配合及安全策略.2022.
- [2]孔辉.探究变电站电气安装与土建施工的配合及安全措施.2023.