

电气工程施工质量问题成因与预防机制构建

席志远

国网洛阳供电公司 河南 洛阳 471000

摘要: 本文针对电网输变电、配电工程电气施工中的多发质量缺陷,梳理材料设备、线路敷设、接线安装、防雷接地、隐蔽工程等典型问题并剖析成因。结合电网工程全流程管理要求,从组织、制度、技术、人员、信息化五个维度构建质量预防机制,推行事前防控、过程监管、事后复盘的闭环管理。依托电力专项工艺制定落地防控举措,有效整治施工通病,提升电气安装、线路架设与系统调试质量,保障设备长期可靠运行,可为同类电网工程质量管控提供实践参考。

关键词: 电气工程; 施工质量; 质量问题; 预防机制

引言: 电网工程涵盖变电、输电、配电三大板块,电气安装、线路架设、继电保护及接地施工是核心内容,施工质量直接影响供电安全与设备寿命。现阶段电网建设、改造项目增多,作业点位分散、户外环境复杂、交叉工序多,部分施工队伍工艺不严、监管缺失,易造成线路、接线、接地等质量隐患。本文结合现场实际,梳理各类施工问题并分析根源,搭建适配电网场景的质量预防体系,以务实管控措施治理质量通病,保障电网工程建设与安全稳定运行。

1 电气工程施工质量概述

1.1 电网电气工程的构成与特点

电网工程电气工程涵盖变电站一二次设备安装、架空输电线路、电缆线路、配电台区、继电保护、自动化系统、防雷接地系统等多个专业板块,各系统紧密关联、联动运行。施工场景分为户内变电站设备区、户外杆塔线路区、城市及乡村配电走廊,作业范围广、点位分散,大量施工内容在露天环境开展,受风雨、温差、地质条件影响显著。工程工序衔接紧密,基础施工、设备吊装、线缆敷设、接线调试、试验验收依次推进,土建、电气、线路多工种交叉作业频繁,极易出现工序衔接不当、相互干扰等问题。同时电网电气设备电压等级跨度大,高压、超高压设备与低压配电、二次回路技术标准差异明显,施工工艺、试验要求严格,且多数线路、地下电缆为隐蔽工程,完工后检修整改难度大,对全过程施工质量管控提出极高要求^[1]。

1.2 电网电气施工质量基本要求

电网电气施工必须严格遵循国家及电力行业现行施工规范、设计图纸、设备技术标准开展作业。第一是安

全运行要求,高压设备、电力线路、二次回路施工需杜绝绝缘破损、接线虚接、接地失效等缺陷,防止漏电、短路、设备烧毁及触电事故。第二是工艺合规要求,线缆弯曲、设备安装垂直度、杆塔偏差、接线工艺、接地敷设等均需符合电力施工工艺细则,外观与内在质量双重达标。第三是功能达标要求,继电保护、自动装置动作逻辑准确,设备参数整定合格,线路输送能力满足设计负荷。第四是试验与资料要求,所有设备、线路完工后必须完成交接试验,试验数据合格,施工记录、试验报告、设备资料完整齐全,做到全程可追溯。此外施工质量需兼顾耐久性,适应户外日晒、雨淋、冻融等复杂自然环境,满足电网长期安全运行需求。

2 电气工程施工质量常见问题分类

2.1 材料设备质量问题

电力电缆、绝缘子、开关柜、接地型材、线路金具等物资质量隐患突出。部分线缆线径不足、绝缘护套耐候性差,高压绝缘子存在裂纹、绝缘缺陷,接地扁钢镀锌层脱落、防腐能力不足。物资进场验收流于形式,部分产品缺少合格证、入网检测报告。现场堆放管理不规范,线缆露天受潮、金具锈蚀,不同规格材料混用。不合格物资投入使用后,会加速设备老化,引发线路放电、发热、跳闸等故障,后期整改难度大,也给电网长期运行埋下安全隐患。

2.2 电力线路与管路敷设质量问题

电网线路分为架空线路与电力电缆两类,敷设阶段质量问题较为突出。架空线路施工中,杆塔组立垂直度、偏移值超标,横担安装不水平;导线展放时强行拖拽,造成外层绝缘、导线铝股磨损,弧垂架设不符合设

计值,弧垂过大易刮风相间短路,过小则导线张力超标。电缆敷设环节,电缆沟开挖深度、宽度不足,沟内碎石、杂物未清理直接铺线,电缆受压破损;多根电缆排布混乱,分层敷设不规范,交叉挤压严重^[2]。电缆保护管预埋位置偏差,管口毛刺未打磨,穿线时割破绝缘层;管路封堵不密实,雨水、泥沙灌入管内。部分直埋电缆上方警示带、保护盖板漏设,后期施工易挖断线缆。线路跨越、交叉距离不满足安全规范,野外线路防护措施缺失,上述隐蔽问题在完工后难以排查整改。

2.3 配线与二次接线质量问题

一二次设备配线、二次回路接线是电网故障高发环节。高压设备引线连接时,导线与设备端子接触面处理不到,连接螺栓紧固力矩不足,长期运行接触面氧化、发热。二次回路线缆布线凌乱,强弱线缆混合敷设,未做隔离屏蔽,易产生信号干扰。线芯剥头长度不合理,剥伤铜芯,多股线未压接冷压端子直接接入端子排,出现虚接、松动。回路编号字迹模糊、编号漏标,同端子多根线并接超规范要求。交直流回路、电压电流回路接线混淆,地线、零线混用。继电保护、自动化回路接线错误,会直接造成保护拒动、误动,影响电网故障处置。施工人员图省事简化工序,接线完成后不逐回路核查、不做导通试验,大量接线隐患留存至运行阶段。

2.4 电气设备安装质量问题

变电站、配电台区各类高低压设备安装缺陷普遍存在。变压器安装水平度、基础找平不达标,本体固定不牢,油管、密封法兰安装不严,运行渗漏油问题突出。高压开关柜、环网柜柜体排列不整齐,柜间连接缝隙过大,柜内母线连接偏差,柜内照明、加热除湿装置漏装或接线错误。户外柱上开关、配电箱安装倾斜,进出线孔未做防水密封,雨天进水受潮。设备接地端子连接松动、接地线截面不匹配。设备安装完成后不按规范开展单机试运、联动试验,部分保护定值未按设计整定。此外设备吊装过程防护不当,外壳、瓷件碰撞破损未及时更换,带缺陷投入运行,缩短设备使用寿命,增加运维检修工作量。

2.5 防雷与接地系统质量问题

防雷接地是电网设备、线路安全运行的重要保障,接地施工属于典型隐蔽工程,违规问题多发。户外杆塔、变电站构架、建筑物避雷带焊接搭接长度不足,焊缝存在虚焊、夹渣、气孔,焊后未做防腐处理,短期内锈蚀断开。接地极埋深达不到设计要求,接地干线敷设扭曲、覆土回填使用大块硬土、碎石,导致接地电阻

严重超标。设备外壳、金属构架、电缆桥架等金属物未可靠等电位联结,部分接地点漏接、串接。配电台区重复接地、保护接地设置缺失,地下接地管网走向与图纸不符。多数施工现场存在重上部施工、轻接地作业的现象,接地施工完成后不实测接地电阻,不合格便直接覆土隐蔽,雷雨天气雷电无法快速泄放,极易击毁电气设备,引发大面积停电事故^[3]。

2.6 隐蔽工程与资料管理问题

电网工程隐蔽工程包含电缆直埋、接地网、地下管路、基础预埋等内容,验收缺位会形成永久性隐患。隐蔽作业完成后,未通知监理、建设单位开展联合现场验收,未核对施工工艺、管线位置便直接回填掩埋。现场实际施工与设计图纸不符,管线移位、接地改道不履行设计变更与签证手续。施工资料方面,原材料试验报告、设备合格证、交接试验报告收集不及时,试验数据填写随意,与现场实测情况不符。分项工程、隐蔽工程验收记录漏签、代签现象突出,施工日志记录简略,无法真实反映每日施工内容。部分项目竣工阶段集中补做资料,资料与现场施工脱节。电网工程后期改造、故障排查高度依赖原始资料,资料缺失、失真会大幅增加运维难度,也导致工程无法正常完成竣工验收与移交。

3 电气工程施工质量预防机制构建

3.1 预防机制的理论框架

结合电网工程建设特点,依托工程全生命周期管理思路搭建质量预防整体框架,严格遵循事前预控、事中监管、事后复盘三级闭环管控模式。管控范围覆盖物资采购、现场施工、试验验收、竣工移交全流程,围绕人、材、机、工艺、环境五大影响因素划分管控模块,串联建设、监理、施工、物资供应、试验检测等多方责任主体。事前阶段重点完成图纸会审、方案编审、物资检验、技术交底,从源头规避设计偏差与物资缺陷;事中阶段强化工序巡检、隐蔽验收、试验检测,实时纠治不规范施工行为;事后阶段依托竣工验收、缺陷统计、问题复盘,修订管控细则。

3.2 组织保障机制

建立层级化电网工程质量管理组织体系,明确各方岗位职责。以工程项目部为核心,成立电气质量管控小组,项目经理为第一质量责任人,下设电气技术负责人、专职质检员、现场监理、各施工班组长。严格划分管理权限:技术负责人统筹施工方案、工艺标准与技术问题;专职质检员负责日常巡检、工序验收、缺陷记录;监理单位全程监督施工质量与验收流程^[4]。根据

专业划分高压班组、二次接线班组、线路班组、接地班组,各班组长为班组质量第一责任人,落实班组自检制度。执行“班组自检—项目部复检—监理终检”三级验收流程,上道工序不合格严禁进入下一工序。定期召开质量专题例会,梳理线路、设备、接地等方面的现存问题,协调交叉作业矛盾,压实各级人员质量责任,杜绝管理悬空、监管缺位。

3.3 制度保障机制

结合电力行业规范与电网工程现场实际,制定专项质量管理规章制度。落实图纸会审与设计交底制度,开工前组织设计、监理、施工联合审图,梳理线路走向、设备布局、接地设计中的不合理之处,提前沟通答疑。严格执行物资进场验收制度,所有电力线缆、设备、金具必须查验资质文件,按规范抽样送检,不合格物资一律清退出场。完善工序三检制、隐蔽工程验收制度,明确每道工序验收标准与流程,隐蔽工程必须影像留存、签字确认后方可回填。建立质量奖罚制度,对工艺规范、零缺陷班组予以奖励,对反复违规、质量整改不到的班组进行处罚。建立质量缺陷台账,对通病分类登记、限期整改、跟踪销号,依靠刚性制度约束现场施工行为。

3.4 现场技术保障机制

立足电网施工工艺要求,强化全过程技术管控。项目开工前编制电气专项施工方案、质量通病防治方案,经监理、建设单位审批后方可实施。落实分级技术交底,项目层向班组交代整体工艺与安全要求,班组针对导线展放、设备接线、接地焊接、电缆敷设等关键工序做细节交底,确保每名作业人员明确工艺标准。推行样板引路制度,电缆敷设、设备接线、接地施工先行制作样板段,验收合格后全项目参照执行。针对户外施工、冬季施工、雨季施工制定专项工艺措施,应对低温、雨水等恶劣环境影响。技术人员常驻现场,实时指导高风险、高难度工序,对线径匹配、螺栓力矩、接地焊接等关键点现场盯控,从工艺层面减少人为质量缺陷^[5]。

3.5 人员保障机制

电网电气施工属于特种作业,人员技能与质量意识直接决定施工水平。严格执行特种作业持证上岗制度,高压电工、焊工、高空作业人员必须持有效证件上岗,无证人员严禁参与现场作业。进场前开展岗前培训,内容包含电力行业规范、施工工艺、质量通病、安全要求,结合典型电网质量事故案例开展警示教育,强化责任意识。根据施工内容固定作业班组,减少人员频繁流动带来的工艺波动。建立绩效联动机制,将施工质量、整改完成情况与班组薪酬、评优挂钩,激励作业人员自觉把控工艺质量。定期组织技能培训与岗位练兵,学习新型电气设备、新施工工艺,持续提升一线人员实操能力与质量管控水平。

结束语

本文结合电网工程电气施工实际,系统梳理材料设备、线路敷设、接线安装、防雷接地、隐蔽工程等常见质量问题并分析成因,围绕组织、制度、技术、人员、信息化五个维度构建全流程质量预防机制。电网电气施工点位分散、户外环境复杂、隐蔽工程多,唯有落实全过程闭环管控,强化现场工艺监督与人员管理,才能从源头整治质量通病。在后续电网工程建设中,需持续落地各项防控措施,结合现场工况动态优化管理办法,不断提升施工工艺水平,保障电网基建、改造工程建设质量,为电力系统安全、稳定、长效运行筑牢基础。

参考文献

- [1] 黄纪昌. 电气照明施工质量问题及控制要点探讨[J]. 中国照明电器, 2025, (1):130-133.
- [2] 李虎,余若飞,石琴. 建筑电气工程施工过程中的质量问题及防治探究[J]. 建筑科学,2024,40(3):I0011-I0011.
- [3] 姚洪雷. 浅析电气工程配电线路施工质量的管理[J]. 全面腐蚀控制, 2022, 36(6): 82-83.
- [4] 王传德. 建筑电气施工质量控制及管理的研究[J]. 居业,2023,(12):206-208.
- [5] 杨童. 电气施工中高压电缆施工安装技术及质量控制[J]. 消费电子, 2025(6): 41-43.