

电力工程施工安全管理及现场质量控制的措施研究

赵玉霞 何嘉利

阿右旗供电公司 内蒙古自治区 阿拉善盟 阿拉善右旗 737300

【摘要】：电力工程属于能源基础设施建设的重要组成部分，施工安全和质量控制同电网运行可靠性以及社会用电稳定息息相关。本文主要针对电力工程施工的特点进行分析，从施工环境、专业交叉、高危作业三个方面梳理现场管理的难点，然后从安全风险分级管控、特种作业人员管理、临时用电和高处作业管控、安全文明施工标准化四个方面提出安全管理策略，最后从原材料进场控制、电气设备安装调试、土建基础与接地工程、质量验收与追溯四个方面论述现场质量控制措施。经过研究得知，建立双重预防机制和全过程质量追溯体系，是提高电力工程施工本质安全水平和工程质量的重要途径，可以给同类工程现场管理提供实践借鉴。

【关键词】：电力工程；施工安全管理；质量控制；风险分级管控

DOI:10.12417/2811-0528.26.20.073

新型电力系统建设不断加快，特高压输电、新能源并网、配电网升级改造等工程规模越来越大，电力工程施工点多面广、技术密集、交叉作业频繁，给现场安全和质量管理带来严峻的挑战^[1]。电力工程施工一旦发生安全事故或者质量缺陷，不仅会造成人员伤亡、经济损失，还会造成大面积停电，影响社会生产生活秩序。因此加强施工安全管理、现场质量控制是电力工程建设管理的永恒主题。当前电力工程施工现场还存在着安全责任落实不到位、风险辨识不全面、质量控制不精细等问题，需要从管理机制和技术措施两个方面进行系统的改善。本文以电力工程施工实践为基础，从施工特点出发，分别论述安全管理策略和质量控制措施，以期给电力工程现场管理水平的提高提供可行的思路。

1 电力工程施工特点

1.1 施工环境复杂多变

电力工程包含变电站、输电线路、配电网等众多业态，作业现场散布在偏远山区、江河湖泊或者城市建成区，地质地形差别明显。户外施工受高温、暴雨等极端天气的影响，季节性风险具有周期性；城市配网施工受地下管线、周边建筑等的限制，施工空间受限。在复杂环境中，现场管理要动态调整安全防护、质量保证措施^[2]。

1.2 专业交叉协同密集

电力工程施工包含土建、电气等众多专业，各个专业的工序衔接紧密，交叉、立体作业频繁。变电站施工多专业工序同时进行，协调不当容易造成返工或者安全隐患；输电线路各个工序为流水作业，前序质量直接影响后续作业安全。该特点需要建立高效的协调机制，依靠工序交接和作业面统筹来达到有序衔接的目的。

1.3 高危作业环节集中

电力工程施工集中了高处作业、带电作业、起重吊装、有限空间作业等高危环节，风险等级高。输电杆塔组立架线高空坠落风险大，变电站大型设备吊装对方案、设备要求高，有限空间作业存在中毒窒息风险，临近带电体作业安全防护要求高，安全管理要突出重点工序，开展专项治理。电力工程施工主要安全风险类型及分级情况见表1。

表1 电力工程施工主要安全风险分级与管控层级

风险类别	典型作业环节	风险等级	管控层级	关键管控措施
高处坠落	杆塔组立、架线、设备安装	重大	公司级	双钩安全带、防坠器、作业平台验收
起重伤害	变压器吊装、杆塔吊装	重大	公司级	专项方案、地基承载力验算、专人指挥
触电伤害	带电跨越、临近带电体作业	较大	项目级	安全距离校核、绝缘遮蔽、工作票制度
物体打击	交叉作业、材料转运	较大	项目级	隔离防护层、安全帽佩戴、警戒区设置
有限空间	电缆隧道、地下井室	较大	项目级	气体检测、通风换气、专人监护
坍塌	深基坑、土方开挖	一般	班组级	放坡支护、沉降监测、排水措施

2 电力工程施工安全管理策略

2.1 安全风险分级管控与隐患排查双重预防

创建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，这是电力工程施工安全管理的主要制度安排。现场应从人、机、

料、法、环五个方面开展全方位的风险辨识工作，采用 LEC 评价法对各个作业环节的风险进行定量评价，将风险分为重大、较大、一般、低四个等级，分别对应公司、项目、班组、岗位四个管控层级，形成风险分级管控清单并在现场醒目位置公示。隐患排查治理要实行日常排查、专项排查和季节性排查相融合的方式，建立隐患信息台账，实行闭环管理，对排查出的隐患依照定整改措施、定责任人、定整改期限、定资金、定预案的五定原则推进整改。双重预防机制有效运行，可以实现风险关口前移，从源头上防止生产安全事故的发生^[3]。

2.2 特种作业人员资质与行为安全管理

电力工程施工中电工作业、焊接与热切割作业、高处作业、起重机械作业等特种作业人员比例大，操作行为是否规范直接影响到现场的安全水平。项目部必须严格执行特种作业人员持证上岗制度，进场前对操作证的真伪、有效期进行核查，建立特种作业人员动态管理台账，杜绝无证上岗、证件超期使用。行为安全管理上要实行作业前安全交底和风险告知制度，工作负责人要向所有作业人员交代作业内容、危险点、安全措施和应急处置方法，履行签字确认手续。同时采用行为安全观察的方法，管理人员定期到作业现场去观察员工的操作行为，对不安全行为及时予以纠正并加以记录分析，经统计分析找出高频次的不安全行为种类，有计划地开展再培训和警示教育，从而达成由“要我安全”向“我要安全”的转变。

2.3 施工临时用电与高处作业安全管控

施工临时用电属于电力工程现场安全管理的重要部分，必须严格遵守三级配电两级保护的规定，按照总配电箱、分配电箱、开关箱的顺序设置配电系统，每台用电设备配备一机一闸一漏一箱，漏电保护器额定漏电动作电流不大于 30 毫安，动作时间不大于 0.1 秒。临时用电线路应采用绝缘导线架空敷设或穿管埋地敷设，不得随地拖拉、缠绕脚手架，配电箱应设防雨棚和门锁，并由专人管理。高处作业安全管控，作业人员必须正确佩戴双钩安全带，高挂低用，杆塔作业使用防坠器、速差自控器，高处作业平台设不低于 1.2 米的防护栏杆、18 厘米高的挡脚板，脚手板满铺固定牢靠。遇六级及以上大风、暴雨、雷电等恶劣天气时，不得进行露天高处作业和起重作业。

2.4 安全文明施工标准化与应急管理

推进安全文明施工标准化建设，是提高电力工程现场安全管理水平的基础工程。施工现场应按统一规划、合理布局的原则设置办公区、生活区和作业区，实行封闭管理，入口处设置五牌一图和安全警示标志。材料堆放应分类码放整齐并挂标识牌，施工道路应硬化处理并定期洒水降尘，建筑垃圾应集中堆放及时清运。安全防护设施应定型化、工具化，临边洞口防护、

安全通道、防护棚等设施应统一规格、颜色。项目部应根据高处坠落、触电、火灾、坍塌等典型事故类型编制专项应急预案，配备足够的应急救援器材和物资，定期组织应急演练，保证作业人员掌握基本的自救互救技能。同时要建立和完善同当地医疗机构和消防部门的应急联动机制，通过签订合作协议、明确联络渠道、定期开展联合演练等方式来提高协同响应能力。该机制意在保证一旦施工现场发生安全事故，可以第一时间启动预案，实现信息快速互通、资源有效调配，使专业救援力量迅速到达现场，最大限度地缩短响应时间，提高应急处置效率，有效控制事故影响范围，保障人员生命安全和工程财产安全。

3 电力工程施工现场质量控制措施

3.1 原材料与构配件进场质量控制

原材料、构配件质量是电力工程整体质量的基础，必须严格执行进场验收和见证取样送检制度。钢材、水泥、砂石等土建材料进场时，应查验出厂合格证、性能检测报告及出厂检验记录，按批次开展见证取样复检，钢筋力学性能检验批次不大于 60 吨，水泥复检批次不大于 200 吨，复检不合格的材料一律清退出场。电气材料电缆、绝缘子、避雷器、开关柜等进场时要核查 3C 认证证书、出厂试验报告、产品铭牌信息，对电缆导体电阻、绝缘厚度、耐压性能等关键指标进行抽样送检^[4]。设备开箱检验应由建设单位、监理单位、施工单位和供货商四方参加，核对设备型号规格、技术参数与设计文件的一致性，检查外观有无损伤变形，附件备件是否齐全，做好开箱记录。原材料和构配件质量控制要点见表 2。

表 2 电力工程主要原材料与设备进场质量检验标准

材料/设备名称	检验项目	检验批次	关键技术指标	不合格处理
热轧钢筋	屈服强度、抗拉强度、伸长率	≤60 吨/批	HRB400E 屈服 ≥400MPa	退场处理
通用水泥	抗压强度、安定性、凝结时间	≤200 吨/批	P·O42.5 28d 抗压 ≥42.5MPa	退场处理
电力电缆	导体电阻、绝缘厚度、耐压	同规格每批	10kV 电缆耐压 30.5kV/15min	退场处理
悬式绝缘子	绝缘电阻、工频耐压	每批抽 5%	绝缘电阻 ≥ 500MΩ	加倍抽检
开关柜	回路电阻、机械操作、耐压	逐台检验	回路电阻符合厂家规定	厂家处理
接地极	外观尺寸、镀层厚度	每批抽 3%	镀锌层厚度 ≥ 65 μm	退场处理

3.2 电气设备安装与调试质量控制

电气设备安装与调试属于电力工程质量控制的关键部分,它同设备投运后的安全稳定运行存在直接联系。变压器安装应重点控制控制柜身检查、套管安装、真空注油、热油循环等关键工序,柜身暴露在空气中的时间不应超过规范规定,注油前应做真空处理,真空度不低于133帕,注油后静置时间满足电压等级要求。GIS组合电器安装无尘环境中进行,对接面清洁度及密封圈状态逐件检查,SF₆气体充注前检测微水含量,运行电压下微水含量 $\leq 150 \mu\text{L/L}$ 。

高压电缆头制作要严格控制工艺环境和操作流程,剥切尺寸、半导电层处理、应力锥安装等关键工序应在防尘棚内完成,制作完成后进行交流耐压试验,10kV电缆试验电压为2倍额定电压持续60分钟。二次接线应接线正确、排列整齐、标识清楚,每个接线端子接线不超过两根,电流回路导线截面不小于2.5平方毫米。设备调试要按照先单体后系统、先低压后高压的顺序进行,逐项核对保护定值和传动逻辑,保证传动试验正确无误。

3.3 土建基础与接地工程质量控制

土建基础是电力设备安全运行的基础,接地工程是保证电气设备和人身安全的防线。输电线路基础施工要重点控制基坑开挖、钢筋绑扎、模板支设、混凝土浇筑四个环节,基坑深度和断面尺寸应符合设计要求,遇软弱地基时应进行换填或加固处理,混凝土浇筑应连续进行并按规定留置试块,基础拆模后应及时回填夯实,回填土压实系数不低于0.94。变电站设备基础施工时预埋件位置、标高要严格控制,预埋螺栓中心线偏差 $\leq 2\text{mm}$,标高偏差 $\leq \pm 3\text{mm}$,基础顶面平整度偏差 $\leq 5\text{mm}$,设备安装前对基础进行复测并办理交接验收^[5]。

接地工程施工时,接地体埋设深度不得小于0.6米,垂直接地极间距不得小于其长度的两倍,水平接地体间距不得小于5米,接地体连接应采用搭接焊,焊接长度扁钢为宽度的两倍

且三面施焊,圆钢为直径的六倍且双面施焊,焊接处应做防腐处理。接地装置施工完毕后要测量接地电阻,变电站主接地网接地电阻 $\leq 0.5\Omega$,输电线路杆塔接地电阻根据土壤电阻率确定,一般 $\leq 10\sim 30\Omega$ 。

3.4 质量验收与全过程质量追溯

质量验收是电力工程质量控制的最后一个环节,也是实现质量持续改进的重要途径。施工质量验收应按检验批、分项工程、分部工程、单位工程四个层次逐级进行,检验批由监理工程师组织施工单位质量检查员验收,分项工程由监理工程师组织施工单位专业技术负责人验收,分部工程由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术质量负责人验收,单位工程由建设单位组织施工、监理、设计等单位联合验收。

验收时必须严格按照主控项目和一般项目的检验标准执行,主控项目全部合格,一般项目合格率不低于80%,不得有严重缺陷。隐蔽工程验收应在隐蔽前进行,未经监理工程师验收签字不得进行下道工序施工。全过程质量追溯要形成从原材料采购、进场检验、施工过程、竣工验收的完整质量记录链条,关键工序、隐蔽工程要保留影像资料,质量记录要真实、完整、可追溯,与工程进度同步形成。采用质量追溯信息化管理系统,使用二维码或者RFID技术对关键设备、材料进行全生命周期跟踪,实现质量问题快速定位、责任追溯,给工程投运后的运行维护提供质量数据支持。

4 结语

电力工程施工安全管理及现场质量控制属于系统工程,需要多方面共同推动。本文根据电力工程施工环境复杂、专业交叉多、高危作业集中的特点,提出四条安全管理措施,从四个方面论述了质量控制措施,关键在于将管理要求落实到各个工序、作业面和人员上,实现施工全过程的安全可控、质量在控。后续还需加强人员培训和安全文化建设,完善相关体系,推动电力工程施工安全质量管理由被动预防向主动预防、由经验驱动向数据驱动转变,为新型电力系统工程质量提供保障。

参考文献:

- [1] 迟玉超.电力工程施工安全管理体系的构建与实施[J].电工技术,2025,(S1):683-685+688.
- [2] 杜林,杜翔宇.电力工程施工安全管理与质量控制管理研究[J].中国科技纵横,2025,(9):117-119.
- [3] 李鹏程.电力工程施工现场临时用电安全管理研究[J].光源与照明,2025,(3):254-256.