

Research on Safety Risk Control and Optimization Strategy in Power Engineering Construction

Weiqi Lu

Hongye New Energy Co., Ltd., Zhanhua District, Binzhou City, Binzhou, Shandong, 256600, China

Abstract

Power engineering projects are characterized by large-scale construction and complex technologies, making safety risk management critically important. Current projects face multiple safety challenges including variable working environments, potential hazards in equipment/materials, non-standardized operational practices, and loopholes in management processes. To enhance safety standards, four key strategies should be optimized: implementing multidimensional dynamic risk assessment for precise identification; establishing technical prevention systems through intelligent monitoring and early warning technologies; creating comprehensive responsibility allocation mechanisms with closed-loop rectification processes; and strengthening competency development through tiered training programs and practical skill evaluations. These measures can effectively reduce accident rates and drive the advancement of power engineering safety management toward systematic and intelligent approaches.

Keywords

Power Engineering; Safety; Risk

电力工程建设中的安全风险管控与优化策略研究

鲁维奇

滨州市沾化区宏烨新能源有限公司, 中国·山东 滨州 256600

摘要

电力工程建设规模大、技术复杂,其安全风险管控至关重要。当前工程中存在作业环境多变、设备材料隐患多、人员操作不规范及管理流程漏洞等安全风险。为提升安全水平,需从四方面优化管控策略:通过多维动态评估实现风险识别精准化;利用智能监测与预警技术构建技术防控体系;建立全链条责任分解与闭环整改机制;加强分级培训与实操考核提升人员能力。实施这些策略可有效降低事故发生率,推动电力工程建设安全管理向系统化、智能化方向发展。

关键词

电力工程;安全;风险

1 引言

电力工程建设是国民经济的重要组成部分,也是保障国家能源安全的关键环节,而对安全风险进行有效控制是保证工程顺利进行、提高工程质量以及保障施工人员生命安全的前提条件,在工程越来越大、越来越复杂的今天,传统的安全管理方法已经不能满足需求。本文针对电力工程建设过程中存在的安全隐患,从安全隐患的认识、技术防范手段、管理制度以及人员素质等方面入手,分析如何做好安全管理以及改进措施,以期达到全方位、多层次的安全防护的目的,促进电力工程行业健康有序地发展。

2 电力工程建设中潜在的安全风险

电力工程建设规模庞大、工序繁杂,蕴含着诸多潜在安全风险。

从施工环境来看,电力行业施工经常有高处、深基坑、交叉作业等情况。高处作业中,由于安全防护不到位或者天气原因,工人容易发生坠落事故;深基坑施工中,容易造成塌方,威胁到施工人员的生命安全;交叉作业场所,各种工种同时施工,物体打击的风险大大提升^[1]。设备及材料的风险也很大。电力设备庞大、笨重,在起吊、搬运的过程中,如果方法不当,会造成设备损毁以及人员伤害。另外,电力工程建设对于材料的质量要求很高,如果使用了不合格的电缆、绝缘子等材料,可能会导致线路故障、短路甚至起火,对整个工程项目造成极大的危害。除此之外,人为因素是主要的风险源。部分施工人员的安全意识薄弱,违章作业的现象时有发生,比如不按要求穿戴好劳动保护用品或者私自进

【作者简介】鲁维奇(1984—),男,中国黑龙江泰来县人,本科,工程师,从事电力工程研究。

入施工现场等。而且,电力工程项目建设周期较长,在较长时间内进行繁重的工作会使得工人身心疲惫,精神恍惚,进而提升事故发生率。再者,施工现场缺乏有效的监管,安全管理不到位也会导致隐患不能够及时发现而被忽视,给工程带来极大的危害^[2]。

3 电力工程建设中的安全风险管控与优化策略

3.1 风险识别精准化

电力工程建设项目施工安全隐患具有隐秘性、连锁性和变化性特点,在单一维度上进行风险辨识容易忽略一些问题。需要构建包括“人-机-环-管”的全方位、多层次的风险辨识方法,以便准确找出根源并采取相应措施^[3]。

作业环境风险识别要打破传统的地质勘查限制,在考虑气象条件、地下管线位置以及周围构筑物工作情况的基础上建立三维空间的风险模型。例如,在山地地区进行线路建设时需要考虑岩石土壤稳定性、植被覆盖率以及降水量对于边坡防护作用的影响;在城市中开展电网升级改造工作中应利用地下雷达确定天然气管道、通讯线缆等具体位置以防挖掘施工造成事故的发生。同时也要考虑到恶劣气候给高处作业、带电作业带来的不利因素比如雷雨天气中的感应电流危险、炎热天气下的电器设备超负荷运转等。

设备与材料风险识别应贯穿全生命周期管理,在设备采购时就应对供应商进行评估,保证主要设备达到国家标准或者行业标准;在设备入场时要实行“开箱检验+第三方认证”的方式,着重检查变压器绝缘以及GIS设备密封性等重要参数;在使用过程中要为每台设备建立健康档案,利用红外测温、局部放电测试等方法,及时掌握设备情况,对于服役年限较长或存在隐患的设备强制报废。对于材料管理上也要有相应措施,在生产线上就对水泥、电线电缆等重要物资进行质量控制并在工地现场做好追踪,防止低劣产品进入工程项目中。

人员行为风险识别需要摆脱传统的凭经验判断的方法,采用行为分析方法。利用安装在智能安全帽上的定位模块以及摄像头获取工作人员的位置以及工作过程中的画面,通过人工智能进行分析发现未佩戴安全带或者违章穿越隔离带的行为;通过人脸识别防止未经培训人员进入危险区,配合电子围栏进行分区控制。同时还需要有对工人疲劳程度检测,通过对生理信号或者是工作时间来判断连续长时间工作的工人必须休息,防止由于疲劳造成事故。

管理流程风险识别应关注制度执行效果。利用流程挖掘方法对技术交底、审批许可、隐患整改等工作流程进行建模并分析其中存在的问题,比如检查深基坑支护方案是否经过专家论证、动火作业票是否还在有效期内、隐患整改是否形成闭环等,以数据为基础发现管理中的不足之处从而促使制度由“纸上谈兵”变为“付诸实施”。

3.2 技术防控智能化

在工程建设行业,安全风险防控是整个项目建设过程

中的一个重要问题。伴随着建筑、水利水电等行业的发展壮大,传统的以人工检查为主、事后补救的方法已经不能满足当今工程建设对安全的要求。而技术防控智能化是一种新的思路,在此基础上结合最新信息技术与工程实际应用,使安全防范由原来的“亡羊补牢”变为现在的“未雨绸缪”,是减少安全事故、提高工程质量及生产率的有效手段。

本质安全设计是技术防控智能化基础,在整个工程项目设计方案及施工准备过程中都要考虑,防止出现隐患。在方案设计上,要尽可能采用低危害方式,不用原来高危害老方法、老设备,用智能化技术代替危险作业工况,如使用无人机进行线路巡视代替人工上塔作业,由于无人机灵活性好,可以对高空复杂部位进行全面检查,杜绝了人员坠落、高空作业伤害风险;使用电缆沟探测机器人代替人工进入电缆沟内检查,由机器人带各种传感器判断电缆沟内部损伤情况以及积水状况等,防止人工下沟发生坍塌或者触电等情况。对于必须人工干预部分,在此基础上增加冗余以提高安全性,在高空作业平台上安装双钩安全带以及防坠落水平网两种保护措施来保证工作人员的安全。

施工过程中的智能化技术应用,是本质安全设计的具体体现。利用BIM技术建立工程项目三维模型,在此基础上可以进行管道布置、结构搭建等工作,及时发现管道之间冲突、结构之间矛盾等问题,从而有利于合理安排施工顺序以及布置施工场地,避免施工期间发生危险;另外,采用数字孪生技术可创建与实物相同的虚拟环境,在其中对深基坑开挖、高支模搭设等危险性较大的工序进行仿真演练,以检查施工计划有效性,预测施工中可能发生结构变形或者受力不均等情况,以便及时作出相应改进措施,从而保障施工安全。

建立实时监测预警系统是进行主动防控的基础工作。建立多种参数结合的感知网络,在工程的重要部位以及危险区设置智能传感器,对全场的安全信息进行采集,在起重机、塔吊等主要设备上,安装力矩传感器、倾斜角度检测器等,时刻获取设备的工作状态,当这些信息超过规定范围时,发出声音和灯光警报并且使相关设备停止运转,防止设备超载或者倾翻等情况的发生。对于深基坑、高支模等存在较大安全隐患位置处布置位移计、应力计进行实时监测,在此基础上采用数值计算方法对土体位移及结构应力变化情况加以分析判断其安全程度,当发现有危险征兆时及时发出警报,疏散作业人员并采取相应补救措施。

3.3 管理机制闭环化

安全管理工作效果取决于责任落实到位以及过程闭合,需要有制度化、标准化的方法形成全过程的责任制。

责任分解及考核要落实到“横向到边、纵向到底”。由项目经理牵头成立专门的安全管理小组,明确设计、施工、监理等各方的责任分工,签订“安全生产责任书”,把每一个风险点分配到班组和个人;实行“安全网格员”制度,在每一个施工区域内设置一名专职安全员,对其所辖范围内安

全隐患进行检查并督促其整改；实行安全积分制，将发现隐患、按标准作业等行为纳入考核内容，对于连续未发生事故的班组予以奖励，对于违章行为予以扣分处罚，形成“人人关心安全、事事注重安全”的良好局面。

审批许可及旁站监督要重点加强高风险作业管理。对于动火作业、有限空间作业、高处作业等一级风险作业采取“作业许可+旁站监督”，作业前要经过班组、项目部、专家三级线上会签，在线审核作业时间以及签字是否齐全；作业期间有专人进行现场监护，利用智能安全帽将作业情况及时上传到平台，保证防护措施落实到位；对于电缆耐压试验、GIS设备安装等重要环节，采用“双监护、双审批”，由施工单位和监理单位共同确认其安全性，防止由于一方粗心大意造成事故发生。

隐患排查治理要形成闭环管理。建立隐患台账，将发现隐患分门别类记录，确定责任人、整改措施及完成时间；利用信息化手段对隐患整改情况进行实时监控，对于逾期未完成隐患及时进行预警并上报上级领导；定期组织隐患整改回头看活动，对于屡次发生的相同隐患进行原因剖析，在制度上、流程上或者技术上提出解决办法，防止隐患反复发生。同时还要有“风险追溯系统”，对于事故（包括未遂事件）实行四不放过原则，根据现场视频资料以及人员位置信息回放整个过程，找出责任人进行处罚。

应急管理及资源配备应提高及时性。对于触电、坍塌、火灾等常见事故情形，制定“一图两卡”（应急处置流程图、风险告知卡、操作卡），并提出“3分钟应急响应、15分钟现场处理、1小时原因查明”的时间限制；每季度进行一次无脚本演练，如“变压器发生爆炸造成大火”，考核各部门配合情况；演练完毕后召开总结会议，通过鱼骨图找出不足之处并改进完善方案。从资源角度考虑，在施工现场必须备有AED、绝缘杆、应急发电车等设备并做好检查工作；并与临近医疗机构以及消防队签订合作协议，在有人员严重受伤时能够在30分钟之内将其送至医院进行治疗。

3.4 人员能力专业化

人员是安全管控中最为活跃也是最重要的因素，在本质安全基础上，要杜绝简单粗暴的管理方式，建立科学化、专业化的全员能力建设机制，在资质技能、文化意识、技术交底以及身体健康上进行有针对性的培养。

开展分层次培训及“双准入”，打牢基础。培训要实现“全员覆盖、分类施策”，严格执行“岗位资质+实操考核”的标准。对焊工、电工等特殊工种采取VR技术进行触电急

救、高空坠落等情景演练，使他们在虚拟环境中学会救命本领并取得国家相关部门颁发资格证后方可从事相关工作；另一方面紧随时代发展潮流，进行智能化巡检机器人使用、区块链物料管理等方面新技术培训，使员工具备先进生产能力。实行全过程跟踪记录制，把考核结果作为评优晋级依据，促进提高技能水平。

加强安全文化建设，从“被动合规”到“主动防御”。把安全意识渗透到每个员工血液里，在每天的安全晨会上由班组长讲解当天的风险点并进行互动问答加深印象。实行正向激励，选出“安全行为之星”，大力表扬那些积极排查隐患以及遵章守纪的人，用各种方式宣传他们的事迹，在企业中形成“比学赶超”的良好风气。以知识竞赛和技能比武的形式使安全深入人心成为企业的一种文化，提高全体员工的安全认同度。

对于深基坑、GIS安装等复杂工序，通过“BIM模型+AR技术”进行可视化交底，在现场扫描出一个三维动画，使标准清晰明了；施工人员了解并签字确认后填写“责任确认书”，界定班组和个人的责任；对重要部位实行“举牌验收”，拍照记录验收情况，便于以后查询质量及安全问题，做到理解清楚、落实到位。

建立人员健康档案，及时发现并调整有慢性疾病的职工的工作岗位。改善工作环境，在有空调、饮水设备舒适休息区。用电子化手段监控工作时间和身体指标，对于长时间工作的人员强制休息，防止过度劳累。同时做好心理辅导，减轻工作压力，让员工保持良好精神面貌进行工作。

4 结语

电力工程建设安全风险管控是长期系统工程，需以精准识别、智能技术、闭环制度、专业人员为核心，构建“四位一体”管控模式。通过风险监测预警、优化施工工艺、压实全过程责任、提升全员安全意识，实现从事后处置向事前预防转变，推动工程安全健康发展。未来随着5G、物联网、数字孪生与人工智能的发展，管控将更智能高效，为本质安全型工程建设提供重要支撑。

参考文献

- [1] 杨俊聪.关于电力工程现场施工管理的措施探讨[J].新疆钢铁, 2025, (04): 226-228.
- [2] 樊锦途.新时代电力工程管理中问题与安全文化建设[J].现代企业, 2025, (12): 25-27.
- [3] 唐炳天.材料防伪与质量监督在电力工程中的应用探索[J].中国品牌与防伪, 2025, (14): 160-162.