

风电光伏建设项目施工安全风险识别与分级 管控体系构建研究

胡 勇

中国华电科工集团有限公司 北京 100160

摘 要: 在全球能源转型的大背景下,随着传统化石能源的日益枯竭以及环境问题的日益严峻,发展可再生能源已成为世界各国实现能源可持续发展的重要战略选择。风力发电和光伏发电作为可再生能源的重要组成部分,凭借其清洁、环保、可再生等显著优势,在全球能源结构中的地位愈发重要。

关键词: 风电光伏建设; 施工安全; 风险识别; 分级管控; 体系构建

1 引言

近年来,我国风电和光伏产业发展迅猛。然而安全事故不仅给人员生命和财产安全带来了巨大损失,也严重影响了项目的顺利进行和经济效益,同时也对风电光伏产业的健康发展造成了负面影响。因此,加强风电光伏建设项目施工安全风险识别与分级管控,对于保障项目施工安全、促进风电光伏产业可持续发展具有重要的现实意义。

2 风电光伏建设项目施工安全风险识别

2.1 风险识别方法

风险识别是在风险事故发生前,系统且连续地识别各类风险并剖析潜在成因。对于风电光伏建设项目施工,就是全面排查影响项目各方面的不确定因素。准确识别风险是制定科学应对策略的前提,能降低风险发生概率与损失。一旦风险识别有疏漏,后续风险管理便会失去方向,无法保障项目顺利推进。例如某风电项目识别出风机塔筒安装的高空坠物风险,通过设安全网、加强安全教育避免了事故;识别恶劣天气影响施工进度后提前预案,减少干扰,确保按时完工、降低成本。

2.2 风电光伏建设项目施工安全风险类型

2.2.1 高处作业风险

风电光伏建设中高处作业频繁,风险突出。如太阳能板安装,施工人员在屋顶或支架作业,部分人员安全意识薄弱,不规范佩戴安全带,极易坠落。某地区去年光伏建设中,高处坠落重伤事故5起,死亡2起。风机塔筒作业因高度大,安装维护均在高空,遇强风、暴雨等恶劣天气,或爬梯安装不牢、磨损,都可能引发坠落事故。

2.2.2 电击风险

电气设备安装、调试环节是电击风险高发区。安装时,接线、布线操作不当会引发短路、漏电。某风电项目中,施工人员接电缆时火线零线接反,致设备外壳带

电,造成1人触电重伤。调试时,人员对设备不熟或未做好防护,接触带电部位就会遭电击。电气调试中因违规操作致触电事故占比超60%,电击还可能引发火灾,造成设备损坏和经济损失。

2.2.3 土建作业风险

基础施工时,坍塌、滑坡风险威胁施工人员安全。土方开挖若地质勘察不足、支护无效,遇土质疏松、地下水位高的情况易坍塌。某光伏电站施工,因场地是软土且地下水位高,开挖未支护,基坑边坡坍塌,造成2死1重伤。山区建设风电光伏项目,滑坡风险也不容忽视。

2.2.4 机械设备风险

吊车、起重机操作不当易引发事故。风机设备吊装时,操作人员经验不足或违规操作,如超重、斜拉歪吊,会致吊车失衡、倾覆。某风电项目塔筒吊装,吊车超重倾覆,塔筒坠落,造成3人死亡。设备维护保养不到位,关键部件磨损老化未及时更换,使用时易断裂、失灵。

2.2.5 化学品风险

风电光伏建设常用的清洁剂、溶剂等化学品,存在泄漏、中毒风险。光伏组件清洗用清洁剂储存、使用不当易泄漏,污染周边环境。部分溶剂挥发有毒,通风不良时施工人员吸入过量会中毒。

2.2.6 热应力和中暑风险

风电光伏项目多在户外,高温环境下施工人员易中暑。夏季施工现场温度常超35℃,施工人员出汗多,若不及时补充水分和盐分,中暑发生率比其他行业高20%,严重时还会引发安全事故。

3 风电光伏建设项目施工安全风险分级

3.1 风险分级概述

风险分级是运用科学方法对识别出的危险源风险进行定量或定性评价,并划分等级,目的是有效管控风

险,保障项目安全推进。

在风电光伏建设项目施工中,风险分级意义重大。资源优化配置上,能明确风险程度,让管理者将资源集中投入重大风险管控,如对高处作业投入更多资金用于安全防护和人员培训。风险应对策略制定方面,不同等级风险采取不同管控措施,重大风险制定严密方案,低风险采取简单监控,提高风险管控针对性。从项目安全保障看,科学的风险分级有助于建立安全管理体系,降低事故概率,保障施工安全和项目顺利进行。

3.2 风险分级方法

风电光伏建设项目施工常用风险分级方法如下:

LEC安全风险评价法:通过事故发生可能性(L)、人员暴露频繁程度(E)、事故后果(C)乘积D衡量风险,D越大危险性越高。但危险等级划分依赖经验,需结合实际修正。

风险矩阵分析法(LS):由事故发生可能性(L)与后果严重性(S)乘积R确定风险值,R越大风险越高。直观简便,能快速分级,但判断存在主观性。

层次分析法(AHP):将与决策相关元素分解层次进行分析,通过确定各因素权重分级,考虑因素间关系,使分级更科学,不过计算复杂,对数据和专家水平要求高。

3.3 风电光伏建设项目施工安全风险等级划分

3.3.1 一级风险(稍有风险)

一级风险是稍有风险,发生可能性小,即便发生,后果也较轻,对项目整体影响有限。在风电光伏建设项目中,现场临时建筑物搭设作业有此类风险。若施工人员未按设计要求操作,导致结构不稳定,遇小外力可能轻微变形或局部损坏,但一般无人员伤亡和重大财产损失。简单物资搬运作业,若搬运人员姿势不当,可能肌肉拉伤,不过发生概率低、伤害轻。光伏项目施工现场材料堆放区域整理作业也属一级风险,材料未摆放整齐可能轻微倒塌,因堆放高度有限,对人员和环境危害不大。

3.3.2 二级风险(一般风险)

二级风险为一般风险,发生可能性适中,一旦发生会造成一定损失,影响项目局部。风电光伏建设项目的钢筋笼安放作业存在此风险。吊运钢筋笼时,若操作失误,如晃动幅度过大,可能碰撞施工设施或人员,导致人员受伤和设备损坏。某风电项目中,吊车司机操作不熟练,钢筋笼碰撞临时支架,致支架损坏、人员受伤。光伏项目电缆敷设作业,若施工人员未仔细勘察路径,导致电缆弯曲半径过小、被划伤,会影响使用寿命和输电性能,需返工,增加项目成本和施工时间。

3.3.3 三级风险(显著风险)

三级风险为显著风险,发生可能性较大,发生后会造成较严重后果,影响项目部分环节。如风机基础浇筑作业,混凝土配合比不准、浇筑工艺不当或振捣不密实,可能导致基础裂缝、强度不足。某风电项目就因振捣不充分,风机基础后续出现裂缝,影响风机稳定性和安全性,加固处理耗费大量人力、物力、财力,还延误项目进度[X]个月。光伏项目电气设备安装作业,若安装不规范,如接线不牢、接地不良,可能引发电气故障甚至火灾,造成设备损坏和人员伤亡。

3.3.4 四级风险(高度风险)

四级风险是高度风险,发生可能性高,一旦发生将造成严重后果,影响项目多方面甚至危及项目进行。以大型设备安装作业为例,风电项目风机设备安装,塔筒、叶片等大型部件安装需大型吊车,作业复杂、技术要求高。若吊车性能不稳、操作人员技能不足或安全措施不到位,如起吊时故障致部件坠落,会砸坏设备设施,造成重大人员伤亡和财产损失。而且多专业协同作业,沟通不畅也易引发事故,增加项目风险。

3.3.5 五级风险(极其危险)

五级风险极其危险,发生可能性极高,发生后后果极其严重,可能导致项目失败,造成不可挽回的人员伤亡和巨大财产损失。风电光伏建设项目的高处带电作业就属此类。如风机电气设备维护检修时,施工人员高处带电作业,环境复杂,面临高空坠落和触电风险。若未采取有效防护措施,如未佩戴合格绝缘手套、安全带,或操作失误,一旦发生事故,对施工人员生命安全有致命威胁。某风电项目中,施工人员高处带电作业未正确佩戴安全带,坠落并触碰带电部位当场死亡,给项目和家庭带来巨大打击。恶劣天气下,高处带电作业风险更会加剧。

4 风电光伏建设项目施工安全风险分级管控体系构建

4.1 体系构建的目标与原则

风电光伏建设项目施工安全风险分级管控体系,目标是全面识别施工安全风险,科学评估分级,制定有效管控措施,将风险控制在可接受范围,降低事故概率,保障施工人员安全,确保项目按时高质量完成,实现经济效益和社会效益最大化。构建体系遵循以下原则:(1)领导负责:项目主要负责人作为第一责任人,全面负责风险分级管控,组织建立并落实相关工作,明确目标,保障资源投入,管控重大安全风险,定期分析运行情况并解决问题。(2)全员参与:从管理人员到一线施工人员,都要明确职责,积极参与风险辨识、评估与管控,明确各层级岗位管控责任。(3)职责明确:清晰界定各部门、岗位

在风险分级管控中的职责,制定详细职责清单,避免管理混乱。(4)分级管控:依据风险等级采取不同层级管控措施,重大风险由项目主要负责人管控,较大风险由部门负责人负责,一般和低风险由基层人员管理。(5)持续改进:定期评审更新体系,总结经验,听取建议,及时解决运行问题,提升体系的实效性和实用性。

4.2 风险分级管控组织机构及职责

4.2.1 组织机构设置

(1)安全生产委员会:项目安全管理最高决策机构,由项目主要负责人任主任,成员包括各部门负责人及专家,负责落实法规政策,审议重大风险管控问题。

(2)安委会办公室:日常办事机构,配备专业安全管理人员,负责收集分析风险信息,组织风险辨识、评估与分级,监督管控措施执行。(3)各部门安全管理小组:由部门负责人任组长,成员含班组负责人和安全骨干,负责本部门风险管控,定期汇报。(4)施工班组兼职安全员:负责施工现场日常巡查,发现并报告安全隐患,督促施工人员遵守规程。

4.2.2 职责分工

(1)安全生产委员会:制定风险管控总体目标与战略规划,审批重大管控方案,监督考核。(2)安委会办公室:组织风险辨识、评估与分级,编制风险清单和管控手册,监督检查,收集分析风险信息,组织安全培训。(3)各部门安全管理小组:负责本部门风险管控,组织员工开展相关工作,定期汇报进展、反馈问题。

(4)施工班组兼职安全员:负责施工现场巡查,报告隐患,督促施工人员遵规,协助开展安全培训。

4.3 风险评估与控制流程

4.3.1 风险评估流程

风险评估流程是风电光伏建设项目施工安全风险分级管控的基础,主要步骤如下:

第一,风险识别结果整理:完成风险识别后,将风险因素按人员、设备、环境、管理等类别分类,记录相关信息。第二,确定评估方法:依据项目特点和实际情况,从层次分析法(AHP)、模糊综合评价法等方法中选择。第三,风险可能性分析:运用选定方法,通过查阅历史数据、统计过往频率和专家经验判断,确定风险发生可能性等级。第四,风险后果严重性分析:从人员伤亡、财产损失等多方面评估风险后果严重程度,参考相关标准分级。最后,风险等级确定:根据可能性和后果严重性评估结果,用相应计算方法确定风险等级。

4.3.2 风险控制措施制定与实施

风险控制措施的制定与实施,直接关乎风险管控效

果与项目安全推进。

第一,制定措施:依据风险评估结果,对不同等级风险区别对待。一级风险采取简单预防措施;二级风险制定操作规程与安全措施并培训;三级风险制定专项方案,明确责任人与管控流程;四级风险成立风险管控小组,增加防护设施等;五级风险立即停止作业,重新评估,制定降险措施。第二,实施措施:明确责任部门与责任人,建立监督检查机制,定期检查评估并整改问题。加强施工人员安全教育培训,注重持续改进,根据实际情况和新风险调整完善措施。

4.4 风险预警与应急管理

4.4.1 风险预警机制

建立科学有效的风险预警机制,是风电光伏项目施工安全风险分级管控体系的重要部分。

设定预警指标时,需综合考虑施工关键环节、高风险作业、设备运行和环境条件。例如,高处作业中安全带佩戴合格率低于90%、安全网完好率低于85%,电气作业中接地电阻值异常、漏电保护装置不可靠,设备关键部件磨损、运行参数异常,以及环境因素超出安全范围,都应及时预警。

发布机制上,借助短信平台、广播系统、安全管理APP等多元渠道,指标触发时自动发预警短信、语音播报、APP推送。明确发布流程,监测人员上报安委会办公室,核实后发布,并规定各部门人员响应时间与职责,实现实时监测、提前预警,防范安全事故。

4.4.2 应急管理措施

应急管理措施是风电光伏项目施工安全风险分级管控体系的关键。首先要制定完善的应急救援预案,涵盖火灾、触电等事故场景,明确应急救援组织机构及职责,规定应急响应程序。其次,定期组织应急演练也十分重要,需模拟真实场景,涵盖不同事故类型,通过演练评估效果,总结经验并完善预案。此外,要建立应急物资储备库,配备灭火器、急救箱等物资设备,定期检查维护,建立管理制度,明确采购、领用等流程,确保应急物资及时供应,提高项目安全风险应对能力,保障项目安全顺利进行。

参考文献

- [1]程琨,吴思奇,焦宇,等.基于HHM-RFRM的海上风电工程吊装作业风险评估研究[J].安全,2024,45(6):1-7.
- [2]曾亮宏.风电项目施工质量控制策略分析[J].大众标准化,2024(23):41-43.
- [3]祁志方.电力工程施工项目风险管理研究[J].电脑校园,2024(12):175-177.