

光伏发电企业安全风险管控策略研究

刘朝刚

贵州黔源电力股份有限公司新能源分公司，贵州贵阳，550000；

摘要：光伏发电企业涵盖光伏组件安装、电力传输、设备运维等全流程作业，涉及电气、机械、环境等多类安全风险，风险管控是保障企业稳定运营、人员生命安全的核心。本文先明确光伏发电企业安全风险的核心类型与管控原则，涵盖电气、设备、人员、环境四大风险类型，遵循“预防优先、分级管控、全程覆盖”原则；再从风险识别、分级管控、应急处置三个维度，构建设备全生命周期与作业全流程的管控策略；最后总结该管控策略对提升企业风险防控能力、推动光伏行业安全发展的价值，为光伏发电企业安全运营提供实践方向。

关键词：光伏发电企业；安全风险管控；分级管控；应急处置；设备全生命周期

DOI：10.69979/3060-8767.25.12.018

引言

现在，全球能源正在向清洁、低碳的方向转变。光伏发电有资源能再生、对环境友好等优点，已经成为清洁能源里的重要部分。最近几年，光伏技术不断更新，市场需求也越来越大，光伏发电行业的规模一直在扩大。从现在光伏发电企业的安全风险管控情况来看，部分企业还有不少问题要解决。一方面，企业识别安全风险不够全面、不够系统，通常只关注经常发生的风险，对那些藏得深、不常发生但危害大的风险，关注不够，导致有的风险没被发现。另一方面，对已经找到的风险，企业定的管控办法没有针对性，没根据风险的特点、影响范围和危害程度，制定合适的管控措施，管控效果不好。所以，企业要把运营全流程里的核心安全风险整理清楚，弄明白每种风险是怎么形成的、会造成哪些影响，再做一套科学、完整、能落地的风险管控策略。这是现在光伏发电企业保障自身安全运营的核心工作，也是关键办法。

1 光伏发电企业安全风险的核心类型与管控原则

1.1 核心安全风险类型：覆盖“设备—人员—环境—电气”四大维度

光伏发电企业的安全风险，不只是在某一个环节存在，而是从项目开始运营到平时维护管理，全程都有。因此，整理风险时要聚焦四大类，深入分析每种风险的来源、表现形式和可能造成的影响，为后面制定精准、有效的管控措施，提供明确方向和基础。其一，电气安

全风险。这类风险主要来自光伏发电系统中电力传输的特点，还有各类电气设备自身的电气属性，具体能分成高压触电、电气火灾和接地故障三类风险。高压电力传输线路、逆变器、汇流箱这些关键电气设备运行时，如果设备里的绝缘层用久了破了，或者设备接线的地方因为震动、老化松了，都会导致电力漏出来，进而引发高压触电事故。光伏组件长期运行会一直发热，如果热量散不出去，或者电气线路老化导致绝缘层破了、短路，又或者逆变器、蓄电池等设备的散热系统坏了，散热不好，热量就会越积越多。等热量达到可燃物的着火点，就会引发电气火灾。另外，如果光伏系统的接地系统坏了，不能起到保护作用，会让电气设备的外壳带电，这时人碰到带电设备，也会触电。这三类电气安全风险，都会直接威胁作业人员的生命，还会破坏设备的稳定运行。其二，设备安全风险。这类风险主要是因为设备在整个使用过程中，性能会慢慢下降，再加上平时的维护保养没做好、不到位，具体能分成光伏组件、支撑结构和辅助设备三类风险。光伏组件是光伏发电的核心零件，要一直放在户外，长期被风吹雨打、紫外线晒、温度突然变化，时间长了就会出现玻璃破了、电池片老化、封装材料掉了等问题。这不仅会让组件发电效率大幅下降，严重时还会让组件内部短路，引发其他安全事故。光伏支架、基础这些支撑结构，是保证光伏组件装得稳、运行安全的重要基础。如果安装时没按设计要求做，装得不稳，或者使用时长期被大风、暴雪等外力撞击，又或者被土壤、金属腐蚀，就会出现结构变形、连接的地方松了、基础往下沉等问题。严重时，支撑结构会塌，把光伏组件和周边设备砸坏。逆变器、蓄电池、汇流箱这

些辅助设备，在光伏发电系统里负责转换、储存和汇集电能。如果这些设备长期超负荷工作，或者企业没按规定时间检查、更换零件，就容易出故障停机。这不仅会打断发电，影响企业的发电收入，故障设备如果没及时处理，还可能引发漏电、起火等后续安全事故。其三，人员安全风险。这类风险主要是因为作业人员操作不规范，自身的安全意识和应急处理能力也不够，具体能分成违规操作、防护不到位和应急能力差三类风险。操作高压设备、检修设备时，如果运维人员没严格按行业安全规定和企业操作流程做，比如没停电、没验电、没挂接地线，或者随便改操作步骤，就容易直接引发触电、设备损坏等事故。在户外维护、高空作业时，如果作业人员没按要求戴绝缘手套、穿绝缘鞋、戴安全帽，或者高空作业时没搭防护网、没系安全带，就可能高空坠落、被东西砸到、磕碰受伤。当突然发生设备起火、人员触电等事故时，如果作业人员不知道该怎么应急处理，没法快速判断事故类型、掌握正确的处理方法，比如不会用灭火器、不懂怎么救触电的人，就控制不住事故，导致事故变大，伤亡和损失更严重。其四，环境安全风险。这类风险主要是企业外面的自然环境和周边环境，对光伏项目造成干扰和破坏，具体能分成极端天气、自然灾害和周边环境三类风险。暴雨、暴雪、大风、高温、寒潮这些极端天气，对光伏项目的影响很直接，也很有破坏性。暴雨会让光伏电站积水，导致线路短路；暴雪会堆在光伏组件和支撑结构上，增加重量，可能让支架变形；大风会吹掉光伏组件、损坏线路；高温会影响设备性能，让零件老化更快。这些都会威胁光伏系统的安全运行。地震、滑坡、泥石流这些自然灾害，发生突然，破坏力也强。一旦发生，会直接毁掉光伏电站的组件、支架、配电房等核心设施，不仅造成大量设备损坏，如果现场有作业人员，还会导致严重伤亡。

1.2 核心管控原则：遵循“预防—分级—全程”三大导向

光伏发电企业的安全风险类型多、影响范围广、管控难度大。因此，企业做安全风险管理时，要严格遵循三大核心原则，确保管控工作科学、高效、全面，能满足不同类型风险的管控需求，同时覆盖企业运营的所有环节，切实提升管控效果。第一，“预防优先”原则。这个原则的关键，是把安全风险管理的重点往前移，改变“只重视事故处理、不重视风险预防”的传统做法。

工作重心不再只放在事故发生后的应急处理和挽回损失上，而是更注重提前发现潜在风险、准确评估风险、及时消除风险。具体来说，企业要定好定期排查风险的制度，安排专业人员经常检查设备运行情况、人员操作行为、环境影响因素等，及时找到潜在的隐患。同时，开展安全操作培训，规范作业步骤，引导人员养成按规定操作的习惯。另外，严格按设备维护时间做保养，减缓设备性能下降的速度。通过这些做法，从风险产生的源头减少风险发生的概率，避免风险长期积累、慢慢变大，最终实现“提前防范，不让事故发生”的目标。第二，“分级管控”原则。这个原则的关键，是先评估各类安全风险的严重程度、影响范围、发生概率等关键指标，再把不同类型、不同等级的风险科学分类，排出优先级。然后，给不同等级的风险配不一样的管控资源和管控措施，避免浪费管控资源，提高整体管控效率。比如，对于高压触电、设备坍塌、电气火灾这些危害大、影响广、可能造成重大伤亡和损失的高等级风险，企业要安排专业的管控团队，配备高效的防护设备和应急救援设备，经常排查、实时监控，定严格的管控流程和责任制度。而对于周边树木遮挡、组件表面有少量杂物堆积这些危害小、影响范围窄、只可能间接影响发电效率的低等级风险，企业不用投太多管控资源，只要明确常规的管控步骤、负责的人员和处理时间，定期检查、处理就行。通过“重点管高风险、常规管低风险”，把管控资源用在刀刃上。“全程覆盖”原则。这个原则的关键，是把安全风险管理融入光伏发电企业运营的每一个环节，不遗漏任何一个可能产生安全风险的关键步骤，确保管控工作没有空窗期、没有漏洞，最终形成“全程闭环管控”的体系。具体来看，光伏项目建设初期装设备时，要定好设备安装的安全管控措施，避免因为安装不规范留下安全隐患。铺线路时，要检查线路的选择、铺设路线是否合理，防止线路短路、漏电。项目运营时，针对设备维护、人员作业等不同场景，要分别定好对应的风险管控规则，实时关注风险变化。当设备用到年限、要报废时，要定科学的拆除处理步骤，防止拆除时出现设备损坏、人员受伤等风险。通过对每个运营环节的风险都做好管控，搭建起全方位、无漏洞的风险防护体系。

2 光伏发电企业安全风险的核心管控策略

2.1 精准风险识别：构建全流程识别体系

精准找风险是做好管控的基础。企业要建一个覆盖

“设备、人员、作业、环境”的全流程识别体系，保证没有风险漏掉，识别结果也没错。第一，设备风险识别，按设备“买一装一用一废”的全周期分节点找。买设备时，查设备的电气性能、结构稳不稳，看是否符合安全标准，不让不合格设备带进风险。装设备时，查安装工艺、接线对不对、支撑结构牢不牢，找出安装不当的风险。用设备时，定期用专业仪器测光伏组件发电效率、逆变器运行参数、接地系统好坏，再看设备用了多久，找出性能变差、老化的风险。拆报废设备时，查有没有漏电、结构会不会塌，找出拆除时的风险。第二，人员与作业风险识别，围绕“作业流程”找。先理出高压设备操作、高空运维、设备检修等关键作业的标准步骤。再把实际操作和标准比，找出违规操作的风险。查人员作业时有没有戴防护用品、安全措施做没做，找出防护不到位的风险。看人员的安全培训记录、应急演练效果，找出应急能力不够的风险。第三，环境风险识别，常监测、多留意。实时看天气预报，提前找暴雨、大风等极端天气的风险。结合项目所在地的地质情况，定期查滑坡、泥石流等灾害的风险。每天看光伏电站周边，找树木遮挡、异物堆积、周边施工的风险。把找到的风险都记下来，做成清单，为后面管控用。

2.2 科学分级管控：匹配差异化管控措施

根据找好的风险，按“严重、较严重、一般、轻微”分等级，不同等级用不同管控办法。第一，严重风险管理，比如高压触电、电气火灾、设备坍塌，要“专人管、常排查、强防护”。定专业人员负责，每天查高压线路绝缘层、设备接地、支撑结构稳不稳。配绝缘检测仪、灭火器、应急设备，保证随时能用。作业时必须两个人一起，先停电再验电，不让一个人违规操作。第二，较严重风险管理，比如设备老化、人员应急差，要“定期修、多培训”。按时间换老化线路、坏的组件，全面检修逆变器、蓄电池。每月给人员做安全培训，讲风险怎么找、怎么处理。每季度搞应急演练，提升人员能力，不让风险变事故。第三，一般与轻微风险管理，比如树木遮挡、防护用品戴得不对，要“常排查、马上改”。每周查周边环境，及时清异物、剪树木。每天查人员防

护用品，发现不对立刻纠正，不用多花管控成本。

2.3 高效应急处置：搭建快速响应机制

要建“预警—响应—处置—复盘”的快速机制，不让事故变大。第一，风险预警，多渠道提醒。接气象预警，提前12小时告诉运维人员，做好准备。给逆变器、汇流箱装故障预警装置，参数不对就报警，提醒人排查。第二，应急响应，明确谁来做、怎么做。事故发生后，立刻启动对应等级响应，定好现场指挥、救援、后勤的人，各司其职。小事故由现场人员处理，大事故找专业团队，同时上报。第三，现场处置，按标准做。提前定好不同事故的处理步骤，比如触电先断电再救人，电气火灾用干粉灭火器。现场设警戒区，不让无关人进来。事故复盘，找问题、改不足。事故处理完，分析原因，查识别、管控、处置有没有漏洞，写成报告，再调整识别清单、管控办法和应急流程。

3 结语

光伏发电企业安全风险管理，需打破“重处置、轻预防”“重严重风险、轻轻微风险”的传统模式，以精准识别为基础、科学分级为核心、高效应急为保障，构建全流程、多层次的管控体系。该体系通过全流程风险识别，确保无风险遗漏；通过差异化分级管控，实现资源高效利用；通过快速应急处置，减少事故损失，三者协同作用，既可为企业保障人员生命安全与财产安全，确保光伏电站稳定运营、提升发电效率，又能推动企业建立标准化的安全管理模式，为光伏行业安全发展树立标杆，助力清洁能源行业在“安全”的前提下实现高质量扩张。

参考文献

- [1] 李震. 基于风险评估的山地光伏工程安全管理策略[J]. 工程技术研究, 2023, 8(24): 154-156.
- [2] 丁清, 周国栋, 曹昌硕. 整县屋顶分布式光伏施工安全管理探索[J]. 中国安全生产, 2023, 18(11): 56-57.
- [3] 马利杰. 新能源光伏发电项目建设施工管理措施探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (30): 124-26.