

双碳背景下新能源项目安全生产风险管控路径研究

唐中原

华电金上昌都新能源有限公司 西藏 昌都 854000

【摘要】：双碳目标推动我国能源结构快速转变，光伏、风电、储能等新能源项目规模越来越大，集中度越来越高，华电金上昌都新能源有限公司旗下昂多1800MW、拉妥800MW高原牧光互补光伏项目便是典型代表，成为能源绿色低碳发展的重要力量。新能源项目建设运营模式、技术体系、作业环境等与传统能源相比有明显不同，安全生产风险具有新型化、复杂化、隐蔽化等特点，传统的安全管控模式不能满足行业快速发展的需要。本文在双碳背景之下对新能源行业的发展现状进行梳理，系统分析新能源项目全生命周期的安全生产风险类型，结合昂多、拉妥超高海拔光伏项目现场实际剖析目前风险管控工作存在的问题，从制度体系、技术赋能、人员管理、全过程管控、应急保障等多方面提出系统的、精准的安全生产风险管控路径，为新能源项目的安全稳定运行、行业高质量低碳发展提供理论参考和实践依据。

【关键词】：双碳目标；新能源项目；安全生产；风险管控；全生命周期

DOI:10.12417/2811-0722.26.09.060

1 引言

伴随着双碳战略的全面实施，我国新能源产业步入了快速发展时期，新能源装机容量不断攀升，各种新能源工程项目如雨后春笋般涌现出来，有效地促进了传统化石能源的替代和碳排放的减少。行业快速发展阶段，部分项目存在重建设进度、轻安全管理、重技术落地、轻风险防控的问题，安全管理制度滞后、管控手段落后、人员专业能力欠缺等隐患逐渐暴露出来，造成设备故障、施工事故、储能热失控等安全事件时有发生，既影响项目建设运营效率，又制约新能源行业安全低碳可持续发展。以芒康昂多、贡觉拉妥两大超高海拔光伏项目为例，项目海拔区间4200-4800m，高寒缺氧、昼夜温差大、冻土层广布、极端风雪频发，叠加百万级光伏组件分散阵列作业，进一步放大高原新能源项目独特安全管控难点。在双碳政策倒逼能源产业提质增效的大环境下，加强新能源项目安全生产风险管控，破解新型安全风险防控难题，创建适应新能源行业特点的长效管控体系，有着十分重要的现实意义和行业价值。

2 双碳背景下新能源项目安全生产风险特征与主要类型

2.1 新能源项目安全风险核心特征

双碳驱动下新能源项目规模化发展，安全风险不同于传统的能源项目，具有明显的行业特点。一是风险隐蔽性高，新能源新型设备、储能系统故障隐患无法用传统的巡检方法发现，电气老化、电池热失控等隐患具有长期潜伏、突然爆发的特性。二是风险复合型突出，项目建设运营包含土建施工、设备安装、电气运维、储能管控等众多环节，多工序交叉作业造成人员、设备、环境、管理风险互相叠加。三是风险迭代快，新能源技术更新换代快，新型设备、新技术的应用带来很多新的安全风险，行业安全标准、管控体系不能及时跟上。四是场景差异大，风电、光伏、储能项目分布在野外山地、荒漠、沿海等地，极端天气、复杂地形等环境因素加大了安全风险，风险防控的地

域性、场景性差异明显。昂多、拉妥光伏地处高海拔草甸区域，冻土、强紫外线、短时暴雪大风等特有环境催生差异化安全隐患，管控标准与平原光伏项目不能一概而论。

2.2 主要安全生产风险类型

(1) 人员作业风险：人员作业风险属于新能源项目建设运营中最为常见的风险，也是以人为主体的风险。新能源项目施工运维环节中存在大量的高空作业、吊装作业、高压带电作业，且大部分作业场所处在野外露天环境中，作业条件复杂多变，容易出现各种不规范的作业行为。部分作业人员安全防护措施未佩戴齐全，作业操作规程执行不严，有习惯性违章作业的。同时新能源行业技术更新快，新型设备、新型工艺不断落地，大量一线作业人员没有经过系统的专业培训，对新型设备的风险辨识能力、规范操作能力不足，实操经验缺乏，极易造成高空坠落、触电伤害、机械损伤等安全事故，是项目安全事故的主要诱因。

(2) 设备运行风险：设备运行风险存在于新能源项目的全部阶段，即设计调试、施工建设、长期运维等各个时期，是常态化的硬件风险。光伏组件、风电整机、储能电池组、高压配电柜、逆变设备等主要设备长时间处在户外自然环境当中，经常遭到温度起伏、雨水冲刷、风沙侵袭、沿海盐雾腐蚀等种种影响，设备本体容易出现线路老化、外壳破损、性能下降、部件松动等故障隐患。储能系统属于当前风险高发的重点模块，设备电池串并联集成密度大，长期反复充放电工况下，很容易出现电池热失控、线路短路、模组起火等重大安全隐患。另外一些项目的建设阶段存在着设备选型不合理、安装调试工艺不符合要求、设备验收标准不高等问题，在运营过程中由于老旧设备、带病运行的设备未能及时检修、更换，致使设备存在的安全风险越来越大。

(3) 环境诱发风险：环境诱发风险属于外部突发性、不可控性风险，给新能源项目作业安全带来很大影响。我国新能

源项目选址大多远离城市主城区，风电项目大多布置在山地、丘陵、沿海地区，光伏项目大多建在荒漠、戈壁、山地坡面上，地形复杂、气候恶劣。山地风电项目容易遇到强降雨、大风、山体滑坡、泥石流等地质气象灾害，荒漠光伏项目长期遭受高温暴晒、强沙尘天气的侵袭，沿海新能源项目很容易受到台风、风暴潮、暴雨等极端天气的影响。恶劣的环境不但会对风电、光伏、储能等各种设备设施造成直接的损害，导致设备停运、组件损坏，还会直接中断现场的施工作业，影响应急救援通道的畅通，增大安全事故发生的概率，而且会使事故的危害范围和损失程度大大增加。

3 新能源项目安全生产风险管控现存问题

3.1 管控体系适配性不足，制度标准滞后

目前我国新能源安全生产管理大多沿用传统的电力工程管控体系，对于光伏、储能、风电等细分领域专项安全管理制度和行业标准还不完善。在双碳背景之下，新能源项目模式不断革新，风光储一体化、新能源微电网等新型项目层出不穷，但是相应的安全管控规范更新迟缓，造成一些新业态的安全生产缺乏依据。同时大部分企业没有建立起全生命周期的风险管控体系，管控的重点放在施工阶段上，忽略了设计、运维、报废回收等环节的风险防控，管控环节有断层，不能实现风险闭环管理。针对昂多、拉妥这类 4500m 以上超高海拔牧光互补光伏项目，行业暂无配套专项高原安全管理细则，前期仅能参照常规山地光伏标准执行，高海拔缺氧作业、冻土施工、草甸生态施工等特有风险缺少针对性管控条款。

3.2 管控技术手段传统，智能化水平偏低

目前大部分新能源项目的安全管控还依靠人工巡检、现场排查等方式，效率低、误差大，不能实现对隐蔽性、动态性风险的实时监测预警。虽然部分大型项目引进了信息化管控设备，但是整体智能化、数字化的覆盖率很低，风险监测数据零散，没有形成一体化的监测、分析、预警、处置体系。尤其在储能系统热失控预警、设备老化趋势分析、极端环境风险预判等重要方面，先进的监测技术的应用不足，不能及时发现潜在的风险，风险防控大多以事后处理为主，前置的防控能力较弱。

3.3 隐患排查闭环不严，应急保障能力不足

大多数企业的隐患排查治理只是表面的，缺少风险分级管控的标准，对重大风险、一般风险的划分及管控措施没有差异化的设计，隐患排查不全面、整改不到位，存在排查、整改、复查流程脱节的现象，不能实现闭环管控。新能源项目应急管理体系不健全，专项应急预案针对性差，储能起火、极端天气灾害等突发事件应急处置流程不具体，应急物资储备量小，常态化应急演练次数少、方式单一，从业人员应急处置能力差，发生事故后容易出现处置不当、灾情扩大的现象。

4 双碳背景下新能源项目安全生产风险管控优化路径

4.1 完善专项管控制度，构建全生命周期管控体系

立足双碳背景下新能源行业发展特性，结合风光储各类项目风险差异，细化完善新能源安全生产管理制度和行业标准，补齐新型业态安全管理制度短板。建立覆盖项目设计、建设施工、运营运维、设备报废全生命周期的风险管控机制，针对各环节核心风险制定专项管控方案，实现风险全过程可防可控。落实风险分级管控、隐患排查治理双重预防机制，科学划分风险等级，对重大、较大、一般、低风险制定不同的防控措施，明确各岗位的安全管理职责，细化责任清单，将安全管控责任落实到个人。安全生产并入企业的信用评价体系之中，采取正向激励和反向约束的办法，促使企业产生安全管理的内在动力，杜绝重建设、轻安全的行业乱象。



图1 全生命周期管控体系

4.2 强化技术赋能，搭建智能化风险防控平台

利用数字化、智能化技术将新能源安全控制从人工被动的管理转变为科技主动的预知。全面推广应用智能巡检、在线监测、物联网传感等技术，在储能舱、高压设备、风电机组、光伏阵列等关键点位安装监测设备，对设备温度、电流、电压、气体浓度等主要参数进行实时监测和预警。创建一体化安全控制智慧平台，将项目施工、设备运行、环境监测、隐患整改等各类信息集成在一起，依靠大数据分析达到精准识别风险、实时评判风险和提前预估风险的目的。对储能热失控、线路短路等重大风险，创建起多层次的预警体系，明晰预警响应的程序以及处置准则，从而达成对风险的提前察觉，及时干预并加以处置，全面加强风险前置防控的能力。同时积极采用 BIM 技术开展施工安全模拟、作业场景风险推演，从源头上防止施工安全风险的发生。



图2 智能化风险防控平台

4.3 加强人才队伍建设，提升全员安全专业素养

创建起专业且常态化的安全培训体系，按照新能源岗位的特性以及作业环境开展有针对性的培训，杜绝使用通用化、形式化的培训方式。对一线作业人员主要进行新型设备操作规程、风险辨识方法、安全防护技能、应急处理流程等操作性培训，对安全管理人员重点提高风险评估能力、隐患整改能力、制度执行能力、现场监督检查能力，定期组织业务考试，提高基层安全管理水平。建立企业同高校、科研机构合作平台，定向培养新能源安全管理专业人才，组建行业安全专家库，给项目安全控制提供技术支持。常态化开展安全警示教育，提高全员安全生产责任意识，纠正违规作业陋习，营造全员重安全、守规范的生产氛围。

4.4 压实隐患闭环管理，健全应急保障体系

严格落实隐患排查闭环管理制度，实行常态化的、全方位的隐患排查模式，采用现场检查、智能监测、数据分析相结合的方式，对各种安全隐患进行全面排查，建立隐患台账，明确整改责任人、整改时限、整改标准，全程跟踪整改进度，保证隐患清零不反弹。按照新能源项目风险的特点来建立储能起火、高空作业事故、极端天气灾害等专项应急预案，规定处理程序、责任分工、救援方法。健全应急救援物资与设备储备体系，采用智慧平台完成应急资源动态管控，定时开展针对具体情况的应急演练，改善演练种类、提升演练成果，全方位加强从业人员应急处置本领及应急救援实力，尽力缩减事故造成的损失。

4.5 规范外包队伍管理，压实全过程监管责任

昂多、拉妥项目参建外包施工单位多、本地务工人员占比

高，需建立严格的外包单位准入制度，对承包队伍的资质、施工经验、安全管理体系、人员持证情况进行严格的审查，并建立外包单位信用档案和黑名单制度，对违反规定、安全管理混乱的承包单位实行市场禁入。加强总包单位的主体地位，把外包队伍纳入统一的安全管理体系之中，统一标准、统一培训考核、统一现场监管。加强外包作业全过程控制，作业前进行专项安全技术交底，作业过程中做好常态化的现场巡查，重点对交叉作业、高空作业、带电作业等高风险工序进行管控，及时制止违章操作行为。建立外包队伍考核激励机制，把安全生产情况与合作资质、合作份额挂钩，落实外包单位的安全主体责任地位，消除外包环节的监管漏洞。

4.6 立足低碳发展，统筹安全与绿色运维

以双碳绿色发展理念为引领，把安全生产同低碳运维深度结合，在保证项目安全稳定运行的同时，改善设备运行方式，减少能耗和碳排放。规范新能源设备报废、回收、处置全过程，创建标准化的设备回收体系，委托有资质的专业机构对废旧光伏组件、储能电池等设备进行处理，防止出现违规处置导致的安全事故及环境污染问题。安全管控提质增效可以保证新能源项目的持续稳定发电，提高清洁能源的利用率，以安全管控推动双碳目标的实现，使新能源项目安全、绿色、高效协同发展。

5 结论

双碳战略之下新能源产业飞速发展，安全生产风险管控是保证行业发展可持续、高质量发展的根基。当前新能源项目安全风险呈现隐蔽化、复杂化、复合型特征，以本公司昂多、拉妥高海拔光伏项目为代表，高原高寒、大分散阵列场景进一步放大管控短板，行业整体存在管控体系滞后、技术手段传统、人员能力不足、应急保障薄弱、外包监管松散等诸多问题。想要破解新能源安全管控难题，必须立足行业特性和双碳发展需求，构建制度完善、技术赋能、人员专业、管控闭环、监管到位、绿色协同的全方位风险管控体系。完善全生命周期管控制度、推广智能防控技术、加强人才队伍建设、压实隐患闭环治理、规范外包管理、统筹安全低碳发展，全方位提高新能源项目安全生产风险防控能力，有效防范化解各类安全事故，为新能源产业规模化、绿色化、安全化发展筑牢安全保障，助力双碳目标稳步实现。

参考文献:

- [1] 李学刚,靳晓勇.新质生产力在新能源发电企业安全生产监管中的应用[J].电力安全技术,2025,27(1):9-13.
- [2] 唐坚,龙源电力自主可控一体化新能源安全生产监控系统开发及集团化应用.北京市,龙源(北京)新能源工程技术有限公司,2023-03-31.
- [3] 于千傲,陈梓锋,樊秋海,等.新能源安全生产管理对策[J].中国电力企业管理,2023,(3):72.
- [4] 胡震,张园园,马飞.基于云平台的新能源安全生产智慧管理[J].企业管理,2021,(S1):384-385.
- [5] 张晓平.关于推进新能源行业安全生产监督管理工作的思考[N].晋中日报,2017-08-29(007).