

新能源电力工程安全管理体系建设探讨

文 / 廖 韵 中国华电集团有限公司广东分公司

摘要：当前，在“双碳”战略目标的强力驱动下，我国新能源电力产业进入了规模化、基地化发展的快车道。风电、光伏、储能等项目建设规模持续扩大，技术迭代加速，海上风电、深远海项目、大容量高电压等级工程不断涌现。这种迅猛发展的态势，对项目全生命周期内的安全管控提出了前所未有的高标准与严要求。然而，新能源项目固有的建设环境复杂、技术集成性强、作业风险高等特点，使得传统依赖于事后补救和经验型的管理模式难以适应新形势。频发的安全事故不仅造成生命财产的巨大损失，更可能冲击电网稳定运行，成为制约行业健康可持续发展的突出短板。因此，系统性构建与现代新能源电力工程特点相匹配的安全管理体系，已成为一项紧迫而重要的现实课题。

关键词：新能源；电力工程；安全管理体系；建设

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.074

引言

面对日益复杂的安全挑战，构建一套科学、高效、前瞻的安全管理体系，是保障新能源电力工程顺利推进和稳定运行的基石。这一体系不应是各项规章制度的简单堆砌，而应是一个深度融合了先进管理理念、精准风险预控方法与现代信息技术的有机整体。它需要能够有效应对项目从规划设计、施工建设到运营维护各阶段所面临的独特风险，并将安全要求切实贯穿于决策、管理和作业的每一个环节。探讨该体系的构建路径，旨在为实现从被动应对向主动预防、从局部管控向系统治理的深刻转变提供理论支撑与实践指引，从而为新能源战略的顺利实施筑牢安全防线。

一、新能源电力工程安全管理体系的重要性

(一) 是应对行业独特高风险、保障人身与设备安全的根本前提

新能源电力工程相较于传统能源，其建设与运营环境更为复杂苛刻，蕴含着显著增高的固有风险。例如，大型风力发电机的塔筒内部高空作业、光伏阵列区的高压触电、海上风电面临的恶劣海况以及山地项目复杂的施工地形等。这些风险具有隐蔽性强、突发性高、后果严重等特征。若缺乏一套系统化、标准化的管理体系，仅依靠零散的经验 and 被动应对，将无法对危险源进行有效辨识和前置管控。体系的核心重要性在于，它将安全要求嵌入项目全生命周期，从规划设计阶段的本质安全优化，到施工运维中的标准化流程与应急准备，形成一个环环相扣的防御链条。这不仅是保障一线人员生命安全的必然要求，也是确保巨额投资的发电设备在复杂环境下能够长期稳定运行，避免因安全事故导致巨大财产损失的基础屏障。

(二) 是支撑新能源产业实现规模化、高质量发展的核心基石

随着双碳目标的深入推进，新能源电力工程正朝着大规模、基地化的方向迅猛发展。项目的规模化意味着风险点的数量和管理复杂度呈指数级增长。在此背景下，一个科学的安全管理体系超越了单纯避免事故的范畴，更是提

升整体投资效益和行业竞争力的战略支撑。该系统通过明确各方安全责任、规范作业标准、引入智能化监控手段，能极大提升项目管理效率，减少因安全问题导致的工期延误和成本超支，从而保障投资回报的确定性。同时，稳健的安全记录是企业赢得社会公众信任、获取绿色金融支持的重要无形资产。可以说，没有可靠的安全管理体系作为基石，新能源产业的快速扩张将如同建立在流沙之上，任何技术革新与规模效应都将因可能发生的重大事故而功亏一篑，最终制约其健康可持续的高质量发展^[1]。

二、新能源电力工程安全管理的核心挑战

(一) 风险形态复杂多变，传统经验难以应对

新能源项目固有的技术特性和部署环境，使其风险与传统火电或水电项目有本质区别，呈现出高度的复杂性和不可预测性。在施工阶段，挑战来自大型风机吊装时对天气条件极为苛刻的要求，以及山地光伏项目中在陡峭地形上进行大规模设备运输与安装带来的稳定性风险。更为棘手的是运维阶段的风险，例如，光伏电站直流电弧故障隐蔽性强且易引发火灾，而风力发电机塔筒内部近乎密闭空间的高空救援难度极大。海上风电更是面临极端海况、船舶交通协调以及海底电缆维护等世界级安全难题。这些风险往往是动态叠加的，传统电力工程的安全管理经验在面对这些新颖、复合型的危险源时，常常显得力不从心，缺乏现成的、行之有效的管控方案，使得安全管理始终处于被动追赶风险的态势。

(二) 现场管理链条冗长，安全标准落地困难

新能源项目通常地处偏远，参与单位众多，从业主、总包商到各专业分包商，管理链条长、层级多，导致安全管理的压力难以有效传导至最后一公里，即作业班组和个人。现场普遍存在大量流动性强的短期合同工，其安全技能与意识参差不齐，而项目工期压力巨大，往往导致“重进度、轻安全”的倾向在实际操作中占据上风。安全规章制度和操作手册可能制作精良，但在现场执行时却容易被打折扣、搞变通。例如，为了追赶工期，可能会省略高风险作业的审批流程，或是在无人监护的情况下进入有限空间作业。这种管理层要求与现场实践之

间的巨大鸿沟，使得统一的安全标准沦为墙上挂挂的一纸空文，无法真正约束作业人员的行为，形成了安全管理中最致命的“肠梗阻”现象。

(三) 技术迭代迅速，管理能力更新滞后

新能源行业技术革新速度极快，大功率风机、新型光伏组件、储能系统等新技术、新设备不断涌现并快速投入应用。这给安全管理带来了前所未有的挑战，即管理知识和能力的更新速度远远跟不上技术变化的步伐。对于一种全新的设备或工艺，其全生命周期内可能存在的潜在风险、失效模式以及相应的安全操作与应急规程，都需要一个认知和积累的过程。但在实际中，往往是设备已经安装到位，相应的安全规范却尚未成熟，甚至负责运维的人员都未经过系统性的培训。管理者与一线作业人员都是在“摸着石头过河”，只能在实践中逐步摸索和识别风险，这种“先应用、后认知”的模式本身就蕴含着巨大的未知风险，使得安全管理体系始终处于被动应对和补漏的状态，缺乏前瞻性和预见性。

三、安全管理体系构建的理论框架

(一) 基于 PDCA 循环的持续改进模型

PDCA 循环，即计划、实施、检查、改进，是构建任何管理体系的核心逻辑框架，它强调管理活动不是一个一次性的项目，而是一个螺旋式上升的、永无止境的优化过程。在安全管理体系构建中，计划阶段的核心任务是确立安全方针、识别法律法规要求、并对组织内外部的风险与机遇进行全面的评估，以此为基础制定量化的安全目标和具体的行动方案。实施阶段则是将计划转化为行动，包括分配资源、明确职责、开展培训、建立操作规程和沟通机制，确保整个组织有能力按计划执行。检查阶段的关键在于对运行过程进行监视和测量，通过安全检查、事故调查、审核等方式，评估各项安全措施的执行效果是否达到了计划阶段设定的目标^[2]。最后的改进阶段旨在根据检查结果采取行动，对发现的不符合项进行纠正，并深入分析根本原因，采取纠正措施，同时将成功的经验固化到新的制度和流程中，从而开启下一个更高级别的循环。这个闭环确保了管理体系能够自我修复和不断完善。其动态循环关系如图 1 所示。

(二) 强调结构化要素的系统化管理

一个成熟的安全管理体系不仅仅是零散制度的集合，而是由一系列相互关联、相互作用的要素构成的有机整体。国际通用的 ISO 45001 职业健康安全管理体系标准为我们提供了这样一个结构化的模型。该模型的核心是领导力与员工参与，要求最高管理者承担终极责任，并确保各层级员工都能参与其中。在此基础上，体系要素围绕组织环境分析展开，明确内外部的需求与期望。接着是支持要素，如资源、能力、意识、沟通等，为体系运行提供保障。运行要素是风险控制的直接环节，包括对常规、非常规活动和外包方的控制。绩效评价要素涉及监视、测量、内审和管理评审，用于判断体系的有效性。最后是改进要素，对应 PDCA 中的处置环节，处理事故、

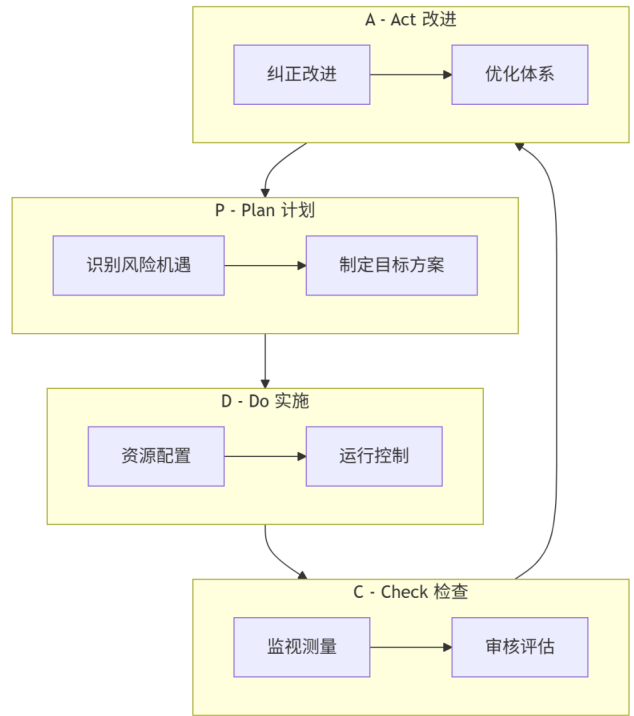


图 1 动态循环关系图

不符合项并寻求持续改进的机会。这些要素以过程方法相互链接，形成一个完整的系统，确保管理没有死角。

其系统结构可简化为以下核心要素的循环：

(三) 贯穿全过程的风险预控理念

任何有效的安全管理体系，其灵魂都在于对风险的超前辨识和有效控制，即风险预控理念。这一理念要求将安全管理的重心从“事后处理”彻底转向“事前预防”和“事中控制”。在体系构建中，这意味着必须建立一个系统性的、持续的风险管理过程。该过程始于危险源的全面辨识，不仅要关注常规作业活动，更要覆盖非常规作业、所有进入工作场所的人员以及基础设施、组织文化等潜在因素。在辨识基础上，进行风险评估，运用科学方法评价风险大小，确定其可接受性，并对风险进行分级分类。随后，根据评估结果，制定并实施风险控制措施，其选择应遵循消除、替代、工程控制、管理控制和个体防护的层次优先级。最后，还必须对控制措施的效果进行评估，确认残余风险是否已降至可接受水平，并持续监视因任何变化可能带来的新风险。这一风险预控主线应像一根链条，贯穿于从项目规划、设计、施工到运维的全生命周期，是体系能否真正发挥效用的关键所在。

其核心流程可图示为持续循环的闭环：

四、新能源电力工程安全管理体系建设关键举措与实施路径

(一) 筑牢责任根基，实现全员共治

管理体系有效运行的前提是责任清晰、层层压实。

首要关键举措是构建一个覆盖所有参与方、贯穿所有层级的安全生产责任网络。这要求明确界定建设单位、总承包单位、监理单位、分包单位乃至每一位作业人员的具体安全职责，实现从项目负责人到班组长的“直线责任”，避免出现责任真空或相互推诿。实施路径上，必须通过正式的合同条款和安全协议将各方责任固化下来，并建立可量化的安全绩效考核指标，将考核结果与绩效薪酬、评优评先直接挂钩。同时，大力倡导和建立员工安全观察与报告机制，鼓励一线员工主动发现和报告身边的隐患，变“要我安全”为“我要安全”，从而形成从管理层到执行层的全员共治格局，确保安全压力不失真地传递到神经末梢。

（二）聚焦核心风险，实施精准管控

新能源项目风险独特，必须将有限资源精准投入对重大风险的管控上。核心举措是建立并严格执行一套贯穿项目全生命周期的、基于风险的管理流程。实施路径始于全面系统的危险源辨识与风险评估，不仅要识别常规作业风险，更要聚焦于大型风机吊装、超高塔筒作业、光伏区高压触电、海上施工等固有重大风险。在此基础上，针对每一项重大风险制定专门的管控方案，例如吊装作业必须有详细的专项施工方案和严格的审批流程。随后，利用技术手段进行精准监管，例如对重大风险作业区域实施视频监控全覆盖，推广使用智能安全帽、无人机巡检等，确保管控措施在现场得到不折不扣的执行。最后，建立风险动态更新机制，

当设计、设备或环境发生变化时，重新评估风险并调整管控措施，实现闭环管理。

（三）强化执行保障，构建智慧防线

再完善的体系若缺乏强有力的支撑保障也将沦为空谈。关键举措在于构建一个集技术、人员、文化于一体的现代化保障体系。实施路径首要的是强化技术保障，积极应用智慧工地建设理念，通过BIM技术提前模拟施工流程以优化安全方案，利用物联网传感器实时监测塔筒垂直度、风速、边坡位移等关键状态，为风险预警提供数据支撑。其次是夯实人员保障，改变“一刀切”的培训模式，针对不同岗位、不同工种面临的特定风险开展定制化、实战化的安全技能培训，并严格特种作业人员资质管理。最终，是推动安全文化保障，通过领导层的率先垂范、持续的安全宣传与警示教育、建立无惩罚的主动报告制度等，潜移默化地培育“安全第一”的集体认同和行为习惯，构筑起一道坚不可摧的“人防+技防”智慧防线^[3]。

（四）建立应急闭环，提升处置韧性

新能源项目多位于偏远地区，外部救援力量到达时间长，建立高效的自有应急响应机制至关重要。关键举措是构建“预防-准备-响应-恢复”的完整应急管理闭环。实施路径首先要基于项目具体风险编制实用型应急预案，并定期开展实战演练。同时，必须配备必要的现场应急资源，确保员工具备自救互救能力。事后还需进行根源分析，将教训反馈至预防环节，实现持续改进，见表1。

表1 新能源项目关键应急资源配备表

项目类型	核心应急设备	主要用途
风力发电	塔筒救援装置、应急通讯设备	高空救援、保持通讯畅通
光伏电站	快速断电装置、绝缘救援钩	火灾扑救、触电救援
海上风电	救生艇、保温毯、定位装置	人员落水救援、保温定位
所有项目	急救箱、应急照明	现场急救、应急照明

通过以上措施，可显著提升项目现场的自主应急处置能力，形成从被动响应到主动改进的韧性提升循环。

（五）严格合约管理，压实各方责任

新能源项目参建单位众多，界面复杂，通过合同手段压实各方安全责任是体系落地的关键。核心举措是建立与安全绩效挂钩的契约化管理模式，将安全管理要求转化为具有约束力的商业条款。实施路径要从招标阶段开始，在合同中明确安全投入比例、专业安全人员配备、标准化设施配置等底线要求，并设立安全保证金制度。重点在于过程管控，建设单位要建立对总包单位的月度履约考核机制，考核结果与工程款支付联动；总包单位则需将相同标准延伸至分包单位，形成压力传导链条。对于发现的严重违章或重复性问题，要严格执行合同约定的处罚条款，直至启动清退程序。同时建立各参建单位的安全信用档案，将其现场表现与未来投标资格关联，利用市场手段优化合作资源，最终通过清晰的权责边界和严格的契约精神筑牢安全管理防线。

结语

总之，构建科学完善的新能源电力工程安全管理体系是一项长期而系统的工程，它不仅是保障人员生命安全和项目投资效益的核心举措，更是推动能源结构绿色转型和实现高质量发展的内在要求。面对未来，该体系的建设必须坚持动态优化、持续改进的原则，积极拥抱数字化、智能化技术，将安全理念深度融入项目全生命周期。唯有如此，才能为新能源电力事业的健康、可持续发展奠定坚实可靠的安全基础，助力“双碳”目标行稳致远。

参考文献

- [1] 罗成. 电力工程项目中的安全管理与事故预防[J]. 通讯世界, 2025, (08): 134-136.
- [2] 孟晓美. 新能源电力工程管理现状及对策[C]// 广西大学广西县域经济发展研究院. 2025年第三届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流论文集. 杭州环保科技有限公司, 2025: 59-60.
- [3] 何启成. 新形势下电力工程设计中的电力系统规划设计研究[J]. 光源与照明, 2024, (12): 207-209.