

大型风电项目开发全流程风险评估与控制研究

武辉

大唐(内蒙古)能源开发有限公司乌兰察布新能源事业部

DOI:10.32629/bd.v9i6.4549

[摘要] 大型风电项目开发全流程具有系统性、复杂性特征,贯穿前期筹备至后期运维全生命周期,各环节均存在多样风险。梳理自然环境、技术、供应链、施工与运维等核心风险类型,分析其表现形式与影响路径,结合各阶段特点构建针对性风险评估体系,提出提前预判、科学管控、精准应对的控制策略,实现风险闭环管理,保障项目开发质量与长期运营效益,为大型风电项目规范推进提供支撑。

[关键词] 大型风电项目; 开发全流程; 风险评估; 风险控制

中图分类号: TM614 文献标识码: A

Research on Risk Assessment and Control in the Whole Process of Large-Scale Wind Power Project Development

Hui Wu

Ulanqab New Energy Business Department of Datang (Inner Mongolia) Energy Development Co., Ltd.

[Abstract] The whole process of large-scale wind power project development is systematic and complex, running through the entire lifecycle from preliminary preparation to later operation and maintenance, with various risks existing in each link. This paper sorts out core risk types including natural environment, technology, supply chain, construction and operation and maintenance, analyzes their manifestations and impact paths, constructs a targeted risk assessment system based on the characteristics of each stage, and proposes control strategies of advance prediction, scientific management and control, and precise response to achieve closed-loop risk management, ensuring project development quality and long-term operational benefits, providing support for the standardized advancement of large-scale wind power projects.

[Key words] large-scale wind power project; whole process of development; risk assessment; risk control

引言

随着风电产业快速发展,大型风电项目规模不断扩大,开发流程日趋复杂,全流程风险管控难度显著提升。项目开发各环节衔接紧密,自然环境、技术适配、供应链稳定等各类风险相互关联、叠加影响,易导致项目工期延误、成本增加、效益受损。为破解这一难题,需系统梳理项目开发全流程核心环节,全面评估各类潜在风险,探索科学有效的风险控制路径,为项目顺利推进提供保障,由此展开相关研究。

1 大型风电项目开发全流程概述

大型风电项目开发全流程是系统性、连续性的复杂过程,贯穿前期筹备至后期运维的完整生命周期,各环节紧密衔接、相互影响。前期筹备阶段核心包括风资源勘察、场址筛选、可行性论证、设备选型及供应链规划,是项目推进的基础,直接决定选址合理性与前期风险管控效果。工程建设阶段聚焦场址平整、道路修建、风机基础施工、升压站建设及集电线路铺设,受施工环境与工艺影响较大。设备安装阶段重点开展风机核心部件吊

装与调试,对精度和规范要求极高;并网调试阶段完成设备联动与电网接入测试,确保具备发电条件。后期运维围绕设备巡检、故障排查、性能优化及部件更换展开,是保障长期稳定发电的关键。各环节衔接与风险管控水平,直接决定项目开发质量与综合效益,需统筹全流程推进风险防控^[1]。

2 大型风电项目开发全流程风险评估

2.1 自然环境风险评估

自然环境风险是大型风电项目开发中最基础且难以规避的风险,源于场址自然条件差异,贯穿建设与运维全过程。风资源作为项目核心依托,其勘察精度直接决定发电效益,若前期测算的风速、风向等参数存在偏差,会导致风机选型与场址不匹配,造成发电量未达预期。极端天气如台风、暴雪、雷击等,易造成风机叶片断裂、塔筒倾斜、集电线路损坏,既延误工期又增加维修成本与安全隐患。此外,场址地质松软会加大风机基础施工难度、导致沉降超标,水文复杂则影响地下施工安全,进而降低项目建设质量与推进效率。

2.2 技术风险评估

技术风险贯穿项目全流程，源于技术选型、施工工艺、调试运行等环节，专业性强且影响深远。前期核心设备与技术选型不合理，与场址条件、风资源特征不匹配，会导致设备运行效率低、故障频发，影响长期运营。施工环节中，风机基础、塔筒吊装等工艺不规范，会引发基础质量不达标、吊装精度不足等问题，增加后期维修成本并缩短项目使用寿命。并网调试技术不到位、测试不全面，会导致项目无法顺利并网，延误发电周期造成经济损失。同时，技术迭代快，若采用落后技术，会降低项目竞争力，增加技术升级的成本与难度。

2.3 供应链风险评估

大型风电项目需大量核心设备与建筑材料，供应链稳定性直接影响进度与成本，风险集中在采购、运输、供应保障三环节。核心设备生产周期长、技术要求高，供应商产能不足或质量不达标，会导致设备交付延误、质量不合格，甚至需重新采购增加成本。大型设备体积大、重量重，运输受路线、工具、自然条件影响，易出现延误或损坏，偏远复杂场址的运输风险更为突出。建筑材料与配套零部件供应不及时，会导致停工待料，增加工期与管理成本，还可能引发连锁反应影响后续环节推进^[2]。

2.4 施工与运维风险评估

施工风险集中在工程建设与设备安装阶段，源于施工组织、安全防护、质量管控等方面。施工方案不完善、工序衔接不畅、人员配置不足，会降低施工效率、延误工期；高空、吊装等高危环节防护不到位、操作不规范，易引发安全事故造成人员伤亡与财产损失；质量管控疏漏会导致基础开裂、线路故障等问题，影响项目寿命与运营安全。运维风险存在于长期运营阶段，核心是设备故障、运维管理与性能衰减，设备核心部件磨损老化若未及时处理，会导致非计划停机影响发电量；运维体系不完善、人员专业不足，会降低运维效率、增加成本；设备性能逐年衰减未优化，会导致发电效率下降，各类风险关联叠加易形成连锁反应，损害项目全生命周期效益。

3 大型风电项目开发全流程风险控制策略

3.1 自然环境风险控制策略

自然环境风险的控制核心是提前预判、主动规避、科学应对，结合项目场址自然条件，从前期勘察、设备适配、防护措施三个方面构建防控体系。前期风资源勘察阶段，委托专业机构采用高精度勘察技术，结合卫星数据、数值模拟预报及实地测风等方式，开展长期、全面的风资源监测，精准测算风速、风向、湍流强度等关键参数，确保勘察数据的准确性与可靠性，为风机选型、场址布局提供科学依据，规避风资源测算偏差带来的风险。场址筛选过程中，结合地质勘察报告，避开地质松软、水文复杂、极端天气频发的区域，优先选择自然条件稳定、风险可控的场址，从源头降低自然环境风险。针对极端天气风险，结合场址气候特征，选用适配的抗灾设备，沿海区域选用抗台风风机，高寒区域配置低温耐受机组及除冰装置，山区区域加强风机防雷、防暴雪防护设计；建立与气象部门联动的灾害预警机制，

实时监测极端天气变化，提前制定应急预案，在灾害来临前采取停机、顺桨、加固等防护措施，降低灾害造成的损失。针对地质与水文风险，施工前开展详细的地质勘察，优化基础设计方案，采用加固、防护等技术措施，确保风机基础的稳定性，避免基础沉降、开裂等问题；施工过程中加强水文监测，及时应对地下水、暴雨等带来的施工隐患，保障施工安全^[3]。

3.2 技术风险控制策略

技术风险的控制重点是优化技术选型、规范施工工艺、强化调试管理，实现技术全流程管控，提升项目技术可靠性。前期技术选型阶段，建立科学的技术选型体系，结合项目风资源特征、场址条件、运营需求，综合评估各类技术的先进性、成熟度、适配性及经济性，优先选用经过市场验证、技术成熟、运维便捷的核心设备与技术方​​案，避免选用落后或不成熟的技术，降低技术适配风险。风机选型过程中，结合风资源参数，优化风机功率、叶片长度等核心参数，确保风机与场址风资源条件高度匹配，提升发电效率；升压站、集电线路等配套技术选型，兼顾安全性、稳定性与经济性，确保配套系统与核心设备协同运行。施工技术控制方面，制定完善的施工技术方案，明确各环节施工工艺标准、技术要求及质量控制点，加强施工技术交底，确保施工人员严格按照技术规范开展作业；针对风机基础施工、塔筒吊装等关键环节，采用专业的施工设备与技术，加强施工过程中的质量监测，及时发现并整改技术隐患，确保施工质量达标。并网调试阶段，组建专业的调试团队，制定详细的调试方案，按照技术规范开展设备联动测试、并网测试，全面排查调试过程中的技术问题，确保项目顺利并网；调试完成后，建立调试档案，为后期运维提供技术参考。此外，建立技术更新跟踪机制，关注行业技术发展趋势，适时开展技术优化升级，提升项目技术竞争力与长期运营效益。

3.3 供应链风险控制策略

供应链风险的控制核心是强化供应链管理、保障供应稳定、降低供应成本，构建稳定、高效、可靠的供应链体系。供应商管理方面，建立严格的供应商筛选与评估体系，从供应商的产能、质量控制能力、交付能力、售后服务等多个维度进行全面评估，筛选优质供应商，建立长期稳定的合作关系；与核心供应商签订规范的合作协议，明确设备质量标准、交付周期、售后服务等核心条款，明确双方权责，降低合作风险。设备采购环节，提前制定采购计划，结合项目建设进度，合理安排设备采购周期，预留充足的缓冲时间，避免设备交付延误；加强采购过程中的质量管控，对设备生产过程进行全程跟踪，开展设备进场检验，严格核查设备质量，杜绝不合格设备进场。运输环节，结合设备特点与场址条件，制定科学的运输方案，选择具备大型设备运输资质、经验丰富的运输企业，优化运输路线，避开复杂地形与恶劣天气区域；加强运输过程中的设备防护，采用专业的运输工具与固定措施，实时跟踪运输进度，及时应对运输过程中的突发情况，降低设备运输损坏、延误的风险。供应保障环节，建立供应链预警机制，实时监测供应商生产状况、材料供应情况，及时发

现供应链异常,提前制定备选方案,如储备关键零部件、筛选备选供应商,避免出现停工待料现象;合理规划材料采购与库存管理,优化库存结构,既保障供应充足,又避免库存积压,降低库存成本^[4]。

3.4 施工风险控制策略

施工风险的控制重点是规范施工管理、强化安全防护、严控施工质量,实现施工全流程风险闭环管控。施工组织管理方面,制定科学合理的施工组织方案,明确施工进度计划、工序衔接、人员配置、设备调度等核心内容,优化施工流程,避免工序脱节、人员冗余或设备闲置,提升施工效率;建立施工进度监测机制,实时跟踪施工进度,及时发现并解决施工过程中的进度滞后问题,确保项目按期推进。安全风险控制方面,建立健全施工安全管理制度,明确各岗位安全职责,加强施工人员安全培训,提升施工人员安全意识与操作规范度,杜绝违规作业;针对高空作业、吊装作业等高危环节,严格落实安全防护措施,配备齐全的安全防护设备,安排专业人员现场监护,及时排查安全隐患,防范安全事故发生。施工质量控制方面,建立完善的质量管控体系,明确各环节质量标准与验收流程,加强施工过程中的质量监测与检验,对基础施工、设备安装、线路铺设等关键环节进行全程质量跟踪,及时发现并整改质量隐患;加强施工材料与设备的质量管控,严格执行进场检验制度,杜绝不合格材料与设备用于施工;施工完成后,严格按照验收标准开展验收工作,确保施工质量达标,为项目后期运营奠定坚实基础。此外,加强施工过程中的现场管理,规范施工秩序,优化施工环境,减少施工过程中的干扰因素,降低施工风险。

3.5 运维风险控制策略

运维风险控制核心是健全运维管理体系、强化设备监测、提升运维能力,保障项目长期稳定运营并提升效益。管理体系建设上,需完善运维管理制度,明确运维职责、巡检及故障处理流程、备件管理等核心内容,实现运维标准化;组建专业运维团队,加强专业培训,提升运维人员技术水平与故障处置能力,保障运维

高效开展。设备监测方面,引入智能化监测技术,搭建全流程监测平台,实时监测风机、升压站等核心设备运行状态,通过大数据分析预判故障隐患,实现早发现、早排查、早维修,减少非计划停机;定期开展全面巡检,重点检查核心部件磨损、老化情况,提前维护更换以延长设备寿命。故障处理上,建立快速响应机制,明确分工与流程,优化维修流程缩短处置时间,降低发电量损失;建立故障档案,分析原因、总结经验,优化运维策略减少同类故障。备件管理需建立科学库存制度,结合故障发生率与采购周期合理储备核心备件,加强库存监测,避免积压与短缺,降低管理成本。此外,定期优化设备运行参数、制定设备更新计划,保障项目长期稳定运营与效益最大化^[5]。

4 结束语

大型风电项目开发全流程风险具有多样性、关联性、长期性特点,风险管控是保障项目效益的关键。通过对全流程风险的系统评估,明确了自然环境、技术、供应链等核心风险的影响因素,针对性提出预判规避、规范管控、精准应对的控制策略,覆盖前期勘察至后期运维各环节。完善的风险评估与控制体系,可有效降低各类风险影响,推动项目规范高效稳定推进,为同类风电项目全流程风险管控提供实用参考与借鉴。

[参考文献]

- [1]张伟荣.大型风电项目安全建设的全流程管理[J].中国战略新兴产业,2025,(09):97-99.
- [2]张玉辉.基于新能源开发的风电工程项目管理的难点及改进策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(19):49-51.
- [3]张步恩,王林.风电工程安全管理风险与对策[J].中国电力企业管理,2024,(36):23-25.
- [4]黄国建.新能源电力项目施工过程中的质量控制与管理[J].电力设备管理,2025,(23):199-201.
- [5]尚子宸.新能源项目施工安全风险与应对策略研究[J].中国科技投资,2025,(25):15-17+23.