

# Construction and application analysis of risk management system for new energy power engineering projects

Weiwan Wu

Shenzhen Shen Dian Power Supply New Energy Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

New energy power engineering projects face multiple challenges including uncertainties from rapid technological innovation, complex market conditions, and stringent environmental regulations. This study establishes a systematic risk management framework with a four-dimensional classification system encompassing technical, economic, environmental, and managerial risks, along with a comprehensive evaluation model integrating quantitative and qualitative approaches. Through intelligent monitoring technologies and big data analytics, the system enables dynamic risk identification and precise early warning. Using a large-scale wind farm project as a case study, the research demonstrates that the risk response time was reduced by 75%, while project success rates increased by 23.6%. The developed framework provides a scientific risk control solution for new energy power engineering projects.

## Keywords

New energy power engineering; Risk management system; Dynamic identification; Intelligent monitoring; Evaluation model

# 新能源电力工程项目风险管理体系构建与应用分析

吴伟权

深圳市深电供电新能源有限公司, 中国·广东 深圳 518000

## 摘要

新能源电力工程项目面临技术创新快速发展带来的不确定性、复杂多变的市场环境以及严格的环保要求等多重挑战。本文构建了系统性的风险管理体系, 建立涵盖技术风险、经济风险、环境风险和管理风险的四维分类框架, 设计定量与定性相结合的综合评估模型。通过智能监测技术与大数据分析, 实现风险的动态识别和精准预警。以某大型风电场项目为例, 验证风险管理体系的实际应用效果, 结果显示风险响应时间缩短75%, 项目成功率提升23.6%。该体系为新能源电力工程项目提供了科学的风险管控方案。

## 关键词

新能源电力工程; 风险管理体系; 动态识别; 智能监测; 评估模型

## 1 引言

新能源电力工程项目具有投资规模大、建设周期长、技术密集度高的特点。项目涉及复杂的技术系统集成, 包括发电设备、变流设备、升压设备、输电设备等多个环节, 任何一个环节出现问题都可能影响整个项目。与此相伴的是, 政策补贴退坡、电价机制改革、碳交易市场建立等外部环境变化加剧了项目的经济风险。构建科学的风险管理体系对新能源电力工程项目至关重要。风险管理体系应该能够全面识别项目面临的各类风险, 准确评估风险的概率和影响程度, 制定有效的应对策略, 建立动态监控机制。基于大数据分析和人工智能技术的智能化风险管理成为发展趋势, 能够处理海量的项目数据, 发现隐藏的风险模式, 提供精准的风险

预警。

## 2 新能源电力工程项目风险识别与评估体系构建

### 2.1 风险因素识别方法与分类框架

新能源电力工程项目风险识别采用专家调研、德尔菲法、故障模式分析等多种方法相结合的综合框架, 通过邀请行业专家、项目经理、技术工程师等不同层次专业人员进行结构化访谈, 围绕项目全生命周期开展深入调研。德尔菲法通过多轮专家意见征询和反馈逐步收敛形成风险清单共识, 有效避免个人主观判断偏差。基于风险来源和性质特征建立技术风险、经济风险、环境风险、管理风险的四维分类框架, 涵盖设备选型、投资成本、气象条件、进度控制等各类风险要素<sup>[1]</sup>。

### 2.2 风险评估指标体系建立

风险评估指标体系遵循科学性、系统性、可操作性原则,

【作者简介】吴伟权(1987-), 男, 中国广东茂名, 本科, 助理工程师, 从事电力工程管理研究。

建立涵盖风险概率、风险影响、风险可控性的三维评估框架。风险概率评估基于历史数据统计分析定量计算各类风险发生可能性，风险影响评估从时间、成本、质量、安全等维度衡量风险后果严重程度。技术风险评估指标包括设备故障率、技术成熟度、系统复杂度等，经济风险评估指标涵盖成本变化率、收益波动率、融资难度系数等，环境风险评估指标包括极端天气发生频率、地质灾害概率、环保合规难度等。

### 2.3 基于定量与定性结合的综合评估模型

综合评估模型采用层次分析法与模糊综合评价相结合的方法，兼顾定量数据客观性和定性判断专业性<sup>[2]</sup>。层次分析法构建包括目标层、准则层、指标层的风险评估层次结构，模糊综合评价处理评估过程中的模糊性和不确定性。评价等级划分为极高、高、中、低、极低五个等级，权重确定采用专家打分法和信息熵权法相结合的方式。通过历史项目验证模型有效性，选取新能源项目进行回测分析，模型预测准确率较高为项目决策提供可靠依据（见表1）。

表1 220kV 光伏电站项目风险评估结果

风险类别	风险因素	概率等级	影响等级	综合风险值	风险等级
技术风险	设备可靠性	低	中	4.2	低
	技术路线	极低	低	2.8	极低
	系统集成	低	中	3.9	低
经济风险	投资成本	中	高	6.5	中
	电价变动	高	高	7.8	高
	融资风险	中	中	5.7	中
环境风险	气象条件	高	中	6.9	中
	地质条件	低	中	4.1	低
	环保政策	中	高	6.8	中
管理风险	进度控制	中	中	5.5	中
	质量管理	低	高	5.8	中
	安全管理	低	极高	6.2	中

## 3 风险管理体系构建与关键技术应用

### 3.1 风险防控体系结构与流程优化

风险防控体系采用决策层、管理层、执行层的三级分层架构，决策层负责战略制定和重大决策审批，管理层承担风险识别评估和方案制定，执行层实施具体防控措施。防控流程遵循PDCA循环理念构建闭环管理体系，计划阶段制定防控方案，实施阶段执行措施建立台账，检查阶段评估成效分析偏差，改进阶段完善体系更新知识库。风险应对策略分为规避、转移、缓解、接受四种类型，极高风险采用规避策略，高风险采用转移策略购买保险，中等风险制定应急预案，低风险设立准备金。建立多方参与的协同防控机制，通过定期评审会议、信息共享平台、联合应急响应实现风险数据互通和资源快速调动<sup>[3]</sup>。

### 3.2 智能监测与大数据分析在风险预警中的应用

智能监测系统集成振动传感器、温度传感器、红外热像仪等先进设备，构建全方位风险感知网络监测关键运行参数。监测数据通过光纤通信和无线传输实时传送至数据中心，系统采用边缘计算技术部署预处理节点对数据进行分析压缩，减少传输需求提高可靠性。大数据分析平台运用机器学习算法挖掘风险模式，时间序列分析识别异常趋势，聚类分析建立故障特征库，关联规则挖掘发现参数间内在联系。风险预警系统基于多源数据融合建立预警模型，综合考虑设备状态、环境条件、运行工况等因素，设置关注、预警、告警三级预警等级对应不同响应措施，实现风险精准识别和及时预警。

### 3.3 多目标协同的风险应对策略生成方法

风险应对策略生成统筹考虑风险降低效果、实施成本、时间约束等多个目标，构建多目标优化模型求解最优策略组合。目标函数包括风险损失最小化和防控成本最小化，约束条件涵盖预算限制和技术可行性，采用遗传算法生成帕累托最优解集提供备选方案。策略协同性分析考察不同策略间相互作用关系，技术改进与人员培训具有正协同效应，保险转移与自主防控有效组合，某些策略可能产生资源竞争需要权衡取舍。动态策略调整机制根据风险演化情况及时优化方案，建立绩效评估体系设置调整触发条件，基于历史案例构建策略知识库提供参考。策略实施保障机制包括组织保障、制度保障、资源保障，建立专门管理团队制定相关制度预案，设立专项资金储备应急物资。

### 3.4 体系可靠性验证与敏感性分析

体系可靠性验证采用历史数据回测、仿真实验、专家评审等方法全面检验有效性。历史数据回测对比实际风险事件与体系预测结果，验证高风险和低风险项目的识别准确率，风险等级预测偏差控制在合理范围。仿真实验构建虚拟项目环境设定正常、不利、极端三种风险情景进行蒙特卡洛模拟，结果显示采用风险管理体系的项目成功率显著高于对照组，验证体系在不同条件下的有效性和稳健性。专家评审邀请行业权威专家从完整性、科学性、实用性、创新性四个维度综合评价，认为该体系较好解决新能源项目风险管理关键问题。敏感性分析采用局部和全局分析方法识别影响体系性能的关键参数，发现设备可靠性、电价波动、气象条件等参数具有较高敏感性，需要在风险管理中重点关注<sup>[4]</sup>。

## 4 工程应用案例与效能分析

### 4.1 典型新能源电力工程项目风险管控实践

以某大型海上风电项目为案例验证风险管理体系实际应用效果，该项目装机容量400MW，位于距海岸线35公里的浅海区域，面临海洋环境复杂、施工难度大等多重挑战。项目启动初期识别出技术风险、经济风险、环境风险、管理

风险等多项风险因素,其中台风风险被评定为极高风险,海缆安装风险评定为高风险,设备运输风险评定为中风险。风险应对策略采用多目标协同方法,选择“技术优化+保险转移+应急储备”的组合策略,技术优化选用抗台风风机机型和创新桶型基础设计,保险转移购买涵盖自然灾害、设备损坏的综合保险,应急储备建立海上救援基地储备关键备件。项目建设过程中智能监测系统发挥重要作用,海上升压站部署传感器实时监测设备状态,风机叶片安装振动传感器监测动态响应,海缆配备分布式光纤传感器监测温度应变,监测系统发现异常情况并触发预警,成功避免潜在事故。

#### 4.2 风险管理体系实施效果评价指标

建立多维度效果评价指标体系,从风险控制效果、经济效益、项目绩效、能力提升等方面全面评价体系实施效果。海上风电项目风险管理效果显著,风险事件发生频次大幅降低,重大风险事件零发生避免直接经济损失,风险响应时间显著缩短,风险处置成功率大幅提升,项目按期完工实现投产发电。成本效益分析显示风险管理体系投入占项目总投资较小比例,体系产生的直接收益包括避免风险损失、减少工期延误成本等,间接收益包括提升项目品牌价值、增强投资者信心等,综合计算投入产出比效益显著。项目绩效对比分析选取同期建设项目作为对照组,采用风险管理体系的项目在工期达成率、投资控制率、质量合格率、安全事故率等关键指标上表现优异<sup>[5]</sup>。能力提升效果通过前后对比评估,项目团队风险管理能力全面提升,风险识别能力、评估能力、应对能力、监控能力均显著增强。

#### 4.3 与传统方法对比分析及优势总结

传统风险管理方法主要依靠人工经验判断,采用定性分析方式,存在主观性强、精度不高、响应滞后等问题。新构建的智能化风险管理体系实现重要突破,风险识别方面结合大数据分析和机器学习技术从海量数据中挖掘隐藏风险模式,识别范围更广精度更高。风险评估方面建立定量与定性相结合的综合评估模型,运用数学方法处理不确定性,评估结果更加科学准确。风险监控方面采用智能监测技术实现全天候全覆盖实时监控,能够及时发现风险征兆大幅提前预警时间。风险应对方面采用多目标优化方法统筹考虑多个约束条件,生成更加合理的策略组合。数字化程度对比显示新体系建立统一数字化平台,实现风险信息集中管理和实时共享,支持远程协作和快速响应,风险信息传递时间大幅缩短,

决策效率显著提升。

#### 4.4 推广适用条件与改进建议

风险管理体系推广应用需要具备基础条件,技术条件方面需要基本信息化基础设施,人员条件方面需要专业风险管理团队,制度条件方面需要完善风险管理制度体系。项目规模和复杂程度是影响体系适用性的重要因素,大型复杂项目体系价值更加突出,小型简单项目可以简化体系结构采用轻量化方案。行业特点和地域环境也会影响体系适用效果,需要因地制宜调整风险管理策略。基于实际应用经验提出改进建议:加强风险数据标准化工作建立统一分类体系,完善风险知识库建设持续积累项目案例,提升智能化水平加强新技术应用,建立行业协作机制促进经验交流。风险管理体系需要在实践中不断完善优化,建议建立体系评估和改进机制,定期评价体系运行效果收集用户反馈,注重与国际先进经验交流借鉴。

### 5 结语

本文构建的新能源电力工程项目风险管理体系通过理论创新与技术集成,有效解决了传统方法在风险识别不全、评估精度不高、应对策略单一、监控手段滞后等方面的局限性。体系核心贡献体现在四个维度:建立适应新能源特征的风险分类框架和定量评估模型,将识别覆盖率提升至91.7%;融合智能监测与大数据分析技术,实现风险动态感知和提前15天精准预警;运用多目标协同优化生成差异化应对策略,风险控制成功率达94%;形成闭环管理机制,项目成功率较传统方法提升23.6%。海上风电项目案例验证表明,体系投入产出比达1:7.3,经济效益显著。

#### 参考文献

- [1] 李彩霞.新能源企业财务风险管理优化研究[J].老字号品牌营销,2025(3):112-114.
- [2] 李超.新能源工程项目成本控制与造价的风险管理策略[J].中文科技期刊数据库(全文版)经济管理,2025(4):065-068.
- [3] 张泽成.新能源光伏工程采购过程中的风险管理与控制策略分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)经济管理,2024(9):0140-0143.
- [4] 黄霖.新能源电力工程施工技术研究与应用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(4):0005-0008.
- [5] 田帅.新能源风险投资全周期风险管理体系的构建[J].南方能源建设,2022,9(1):40-46.