

电力工程管理中技术管理与工程风险管理协同探究

龚文仪

广东 广州 511450

DOI:10.61369/WCEST.2025110020

摘 要： 电力工程管理涉及技术管理与工程风险管理。前者包括设备选型、施工规范及技术创新管理，具专业性、系统性和动态性；后者涵盖风险识别、评估、应对及监控。二者相互作用，技术决策传导至风险控制，风险监控数据指导技术改进。构建多维协同模型、协同管理机制等可实现二者协同，经案例验证能提升管理效果，当前研究存在不足，未来数字孪生技术或有应用。

关 键 词： 电力工程管理；技术管理；工程风险管理

A Collaborative Exploration of Technical Management and Engineering Risk Management in Electric Power Engineering Management

Gong Wenyi

Guangzhou, Guangdong 511450

Abstract： Power engineering management involves technical management and engineering risk management. The former includes equipment selection, construction standards and technological innovation management, which is professional, systematic and dynamic. The latter covers risk identification, assessment, response and monitoring. The two interact with each other. Technical decisions are transmitted to risk control, and risk monitoring data guide technical improvements. The construction of multi-dimensional collaborative models, collaborative management mechanisms, etc. can achieve the synergy between the two. It has been verified through cases that it can enhance the management effect. The current research has some deficiencies, and digital twin technology may be applied in the future.

Keywords： electric power engineering management; technical management; engineering risk management

引言

随着《国家能源局关于推进电力安全生产风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制建设的指导意见》在2018年颁布，电力工程管理需更注重技术与风险的协同。电力工程技术管理涵盖设备选型、施工规范等多方面，工程风险管理涉及风险识别、评估等环节，二者紧密关联。技术决策影响风险控制，风险监控数据指导技术改进。构建多维协同模型、协同管理机制，在方案设计与施工阶段实施预控与动态协同，对提升管理效率与质量意义重大，案例也证实其有效性，未来更需深化研究以推动电力工程高质量发展。

一、电力工程技术管理与工程风险管理的基本内涵

（一）技术管理的内涵与特点

电力工程技术管理旨在确保电力工程从规划到交付使用的全过程技术活动科学、高效开展。在设备选型方面，需依据工程实际需求、性能指标、成本预算等因素，精准挑选适配的电力设备，合理的选型是保障电力系统稳定运行的基础^[1]。施工规范上，要严格遵循行业标准和操作规程，对施工流程、工艺方法等进行细致管控，以此保障工程质量达标。技术创新管理则鼓励引入新技术、新工艺、新材料，提升工程建设的效率与技术水平。其特点在于专业性强，要求管理人员具备深厚的电力专业知识；

系统性高，涵盖工程各环节技术活动；动态性明显，随着技术发展

（二）工程风险管理的定义与框架

工程风险管理旨在识别、评估并应对电力工程项目中可能出现的各种风险，以降低风险对项目目标的负面影响，确保项目顺利实施^[2]。其框架涵盖多个关键环节。风险识别是基础，全面梳理项目各个阶段潜在风险，如技术风险、市场风险、自然风险等。风险评估则运用定性或定量方法，分析风险发生可能性与影响程度。风险应对措施是核心，依据评估结果制定相应策略，对高风险事件可采取规避、减轻、转移或接受等措施。在项目全生

命周期中,从规划、设计到施工、运营,风险管理贯穿始终,通过动态监控与调整防控措施,保障电力工程在可控环境下推进,降低损失,提高项目整体效益与成功率。

二、技术管理与风险管理的相互作用机理

(一) 技术决策对风险控制的传导路径

在电力工程管理中,技术决策对风险控制存在明确的传导路径。施工技术方案的选择不影响风险发生概率,不同的技术路径会产生显著的风险差异。例如,在某些电力工程中,选择较为复杂但理论效率更高的施工技术,虽可能带来更高的收益预期,但由于对施工人员技术要求高、设备依赖度大,一旦人员操作失误或设备故障,风险发生概率将大幅上升。而相对简单成熟的技术,虽效率可能稍低,但风险相对可控。从案例分析可见,技术决策通过影响施工的可行性、可靠性以及对外部条件的依赖程度等因素,传导至风险发生的可能性及影响程度,进而实现对风险的控制^[3]。因此,合理的技术决策是电力工程有效控制风险的关键环节,能从源头上降低风险发生几率,保障工程顺利推进。

(二) 风险控制对技术优化的反馈机制

风险控制所收集到的监控数据,对电力工程技术改进具有关键的指导作用。在电力工程运行过程中,风险监控会实时采集诸如设备运行状态、电力负荷等各类数据。通过对这些数据的深度分析,能够精准识别潜在风险及其诱因,从而为技术改进提供明确方向。例如,若监测到某区域电力损耗异常,经分析确定是输电线路材料性能问题,便可以此为依据改进线路材料技术,降低电力损耗。同时,建立风险预警与工程技术参数调整的联动模型^[4]。当风险预警系统发出警报,表明工程面临一定风险时,联动模型能够迅速根据风险类型与程度,自动生成相应的技术参数调整方案。如当预警显示电网电压不稳定,模型会及时调整变压器相关参数,优化电力传输技术,确保电网稳定运行,实现风险控制对技术优化的有效反馈。

三、协同管理机制的构建路径

(一) 协同管理理论框架设计

1. 多维协同模型构建

在电力工程管理中,构建多维协同模型可从整合 PDCA 循环与风险矩阵理论入手。将技术标准维度纳入,依据电力行业规范及项目特性,明确技术指标与操作流程,确保技术应用的准确性与规范性。风险评估维度,借助风险矩阵理论对工程潜在风险进行量化分析,识别风险可能性与影响程度。决策优化维度基于 PDCA 循环,在技术应用与风险管控过程中,持续收集数据、分析偏差,进而调整技术方案与风险管理策略。通过这三个维度相互作用、协同运作,实现技术管理与工程风险管理有机融合,有效提升电力工程管理效率与质量^[5]。

2. 信息交互平台架构

在电力工程管理中,构建协同管理机制,实现技术管理与工

程风险管理的协同,可通过设计基于 BIM 技术的协同管理系统达成。该系统作为信息交互平台架构的关键组成部分,借助 BIM 技术强大的可视化与数据集成能力,对电力工程的各类技术参数与工程风险数据进行整合。在系统运行过程中,能够实时共享这些数据,使得技术人员与风险管理人员可随时获取全面信息,实现高效沟通与协作。同时,系统还能对数据进行智能分析,挖掘潜在联系,为电力工程管理决策提供科学依据,助力精准应对技术与风险问题,提升工程整体管理水平^[6]。

(二) 协同实施的关键环节

1. 方案设计阶段的技术风险预控

在电力工程方案设计阶段,技术风险预控至关重要。可提出价值工程与 FMEA 方法集成应用的实施方案预审机制。价值工程旨在以最低寿命周期成本实现产品必要功能,通过对功能与成本的系统分析,优化设计方案,避免因功能过剩或不足带来的技术风险^[7]。FMEA 方法则通过对潜在失效模式及其后果的分析,识别可能出现的技术故障,提前采取预防措施。将二者集成应用,一方面从功能成本角度审视方案合理性,另一方面从潜在失效角度排查风险隐患。在预审过程中,组织多领域专家对设计方案进行全面评估,从技术可行性、经济合理性、风险可控性等方面深入分析,及时发现并解决潜在技术风险,确保电力工程方案设计的科学性与可靠性,为后续工程实施奠定坚实基础。

2. 施工阶段动态协同控制

在电力工程施工阶段的动态协同控制中,建立基于物联网技术的实时监控体系尤为关键。借助物联网设备,可实时收集施工现场各类数据,如设备运行参数、施工环境指标等,实现对工程技术实施情况与潜在风险因素的全面感知。同时,构建技术指标与风险阈值的动态匹配算法^[8]。依据实时监控数据,将技术指标与预先设定的风险阈值进行动态对比分析。一旦技术指标接近或超出风险阈值,系统即刻发出预警,促使管理人员及时调整施工技术方案或采取风险应对措施,确保技术实施与风险管控在施工过程中协同推进,保障电力工程施工的顺利进行与整体质量安全。

四、协同管理模式的工程实践

(一) 火电建设项目应用案例

1. 项目风险管理现状分析

选取典型百万千瓦机组建设项目进行研究,当前该火电建设项目在风险管理方面存在一些问题。在风险识别环节,对一些潜在风险如极端天气影响设备运输、新技术应用可能出现的技术故障等识别不够全面,未能建立完善的风险清单^[9]。风险评估多依赖经验,缺乏科学量化的评估方法,导致对风险发生可能性及影响程度的判断不够精准。风险应对措施制定相对滞后,往往在风险临近或已发生时才匆忙应对,且应对策略单一,缺乏针对性和灵活性。风险监控机制也不完善,不能实时跟踪风险动态变化,无法及时调整应对措施,这种风险管理现状使得项目在实施过程中面临诸多不确定性,严重影响项目的顺利推进,因此亟需将技术管理与风险管理协同,以改善风险管理状况。

2. 协同管理实施效果评估

在该火电建设项目中，通过蒙特卡洛模拟对协同管理实施效果进行评估。模拟结果显示，在实施协同管理模式前，工期延误概率相对较高，成本超支风险值也处于较大区间。而实施协同管理后，工期延误概率显著降低，成本超支风险值同样明显减小。这表明技术管理与工程风险管理的协同，有效提升了项目对工期和成本的把控能力，使得项目在这两方面的风险得到了较好的管控。通过这种量化对比，直观展现出协同管理模式在火电建设项目中的积极作用，为电力工程管理中推广该协同模式提供了有力的实践依据^[10]。

（二）新能源发电工程应用研究

1. 光伏电站技术风险管理协同实践

在光伏电站工程实践中，组件选型与气象风险的协同管控对降低度电成本（LCOE）效果显著。从组件选型看，高效能、高可靠性组件虽初始投资高，但长期发电效率高，可减少因组件性能问题带来的发电量损失风险。同时，气象风险对光伏电站影响巨大，如光照强度、温度、降水等，通过精准气象预测和分析，能提前制定应对策略，降低气象因素造成的发电量波动和设备损坏风险。两者协同，根据不同地区气象特点选择适配组件，可优化系统整体性能。例如，在光照充足但温度较高地区，选用温度系数低的组件，结合气象预报调整运维计划，最大程度减少气象风险影响，实现 LCOE 的优化，提升光伏电站经济效益与稳定性。

2. 风电场运维技术风险集成管理

在风电场运维中，预测性维护技术与故障风险的协同管理至关重要。借助先进监测设备实时收集风机运行数据，运用数据分析技术对设备状态精准评估，提前察觉潜在故障风险。当预测到可能出现故障时，运维团队迅速启动应对预案，合理安排维护资源，减少不必要的维护成本。例如，通过对风机关键部件如叶片、齿轮箱等运行参数的长期监测与分析，预测其性能衰退趋势，提前更换零部件。这种技术与风险联动的协同管理模式，有效降低故障发生率，减少因故障导致的发电量损失，显著提升风电场整体经济效益，为新能源发电工程的稳定高效运行提供有力支撑。

（三）特高压输电工程协同创新

1. 设备选型与运行风险协同决策

在特高压输电工程中，设备选型与运行风险协同决策至关

重要。构建全寿命周期成本模型，可有效优化 GIS 设备技术参数与绝缘故障风险的平衡关系。通过该模型，综合考虑 GIS 设备从采购、安装、运行维护到退役的全过程成本，同时紧密结合绝缘故障风险因素。比如，在技术参数选择上，不能仅追求高性能而忽视成本与风险，需权衡诸如耐压水平、绝缘材质等参数对成本及故障风险的影响。当提升某一技术参数能降低绝缘故障风险，但同时会大幅增加成本时，模型可辅助决策出最佳平衡点，使设备选型既满足工程性能需求，又将运行风险控制在合理范围，实现设备选型与运行风险的协同优化，确保特高压输电工程的高效、稳定运行。

2. 施工技术创新与风险控制融合

在特高压输变电工程中，施工技术创新与风险控制的融合极为关键。以智能张拉技术为例，应用于电缆隧道施工时，它能精准控制张拉力与伸长量。从技术层面，智能张拉系统可依据设定参数精确施加预应力，避免人工操作误差，提升施工精度。而在风险控制方面，精确的预应力施加能有效降低隧道结构因受力不均产生裂缝的风险，保障隧道结构稳定性与耐久性。通过这种技术创新与风险控制的融合，不仅提高了电缆隧道施工质量，更保障了特高压输变电工程整体的安全性与可靠性，为工程的长期稳定运行奠定基础，凸显出施工技术创新与风险控制协同管理在特高压输变电工程中的重要意义与实践价值。

五、总结

电力工程管理中技术管理与工程风险管理的协同，具有显著的理论创新与实践价值。从理论层面看，其打破传统管理模式的局限，构建了更为科学、系统的协同机制，为电力工程管理理论注入新内涵。在实践领域，该协同大幅提升工程的安全性、可靠性，有效降低风险，保障电力项目高效推进。然而，当前研究仍存不足，智能预警算法有待优化，以更精准地识别潜在风险；多目标协同决策也需完善，使技术与风险管控目标实现更优平衡。未来，数字孪生技术有望在电力工程协同管理中深度应用，通过构建虚拟模型模拟工程全生命周期，助力技术与风险管理的精准协同，为电力工程高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 袁琳. Y 工程设计公司技术管理优化研究 [D]. 河北工业大学, 2022.
- [2] 廖家军. FY 公司模具开发的技术管理改进方案研究 [D]. 吉林大学, 2022.
- [3] 潘少峰. 国家先进技术光伏发电 H 项目施工技术管理研究 [D]. 东南大学, 2021.
- [4] 倪盛繁. 电力工程施工过程中的造价管理与控制研究 [D]. 天津工业大学, 2021.
- [5] 李海. 基于全生命周期的城市轨道交通技术管理研究 [D]. 广东工业大学, 2021.
- [6] 李斌斌. 电力工程技术管理问题研究 [J]. 科技经济导刊, 2018(35): 86.
- [7] 饶强. 电力工程管理中安全管理的具体策略 [J]. 通讯世界, 2021, 28(5): 134-135.
- [8] 郭丽, 王佳甲. 如何强化电力工程技术管理浅析 [J]. 文渊 (小学版), 2021(12): 3631-3632.
- [9] 徐婉月. 电力工程技术管理的难点和对策 [J]. 科技创新与应用, 2021, 11(19): 191-193.
- [10] 刘建松. 电力工程技术管理中存在的问题及对策研究 [J]. 电力设备管理, 2022(5): 165-167.