

# 电力工程项目管理模式创新研究

吴晶晶

中国华电科工集团有限公司, 北京 100000

**[摘要]** 电力工程项目管理模式创新研究是应对能源体系重构与技术范式迭代的复合型挑战的关键路径。在“双碳”战略驱动与能源结构深度调整的双重压力下,传统线性管理方式因风险传导阻滞、资源协同效能衰减及可持续发展适配性不足,正面临整体性治理失效危机。基于全生命周期视角,系统性解构管理模式创新的制度障碍与技术瓶颈,创新性构建融合滚动式规划与成本动态优化的协同框架。依托复杂适应系统理论(CAS),创新性重构风险预警的阈值响应机制,嵌套式设计多主体利益耦合的契约体系,并建立技术经济性适配的动态耦合决策模型,显著提升管理系统的环境适应性与运行韧性。理论层面揭示管理创新对技术迭代响应速度的非线性加速效应,以及利益相关方博弈均衡的动态均衡优化作用;实践层面,为破解新能源并网加速与电力市场深化背景下的管理效能衰减难题,提供兼具韧性治理框架与技术经济性的系统性解决方案,推动工程管理理论向多维动态适配方向演进。

**[关键词]** 电力工程; 管理模式创新; 风险管控

DOI: 10.33142/hst.v8i5.16506

中图分类号: TM29

文献标识码: A

## Research on Innovation of Project Management Mode in Power Engineering

WU Jingjing

China Huadian Engineering Co., Ltd., Beijing, 100000, China

**Abstract:** Innovative research on power engineering project management mode is a key path to address the complex challenges of energy system reconstruction and technological paradigm iteration. Under the dual pressure of the "dual carbon" strategy driving and deep adjustment of energy structure, the traditional linear management paradigm is facing a crisis of overall governance failure due to risk transmission blockage, weakened resource synergy efficiency, and insufficient adaptability to sustainable development. Based on the perspective of the entire lifecycle, systematically deconstruct the institutional barriers and technological bottlenecks of management mode innovation, and creatively construct a collaborative framework that integrates rolling planning and cost dynamic optimization. Based on the theory of Complex Adaptive Systems (CAS), we innovatively reconstruct the threshold response mechanism for risk warning, design a nested contract system with multi-party interest coupling, and establish a dynamic coupling decision model for technological and economic adaptation, significantly improving the environmental adaptability and operational resilience of the management system. At the theoretical level, it reveals the nonlinear acceleration effect of management innovation on the response speed of technological iteration, as well as the dynamic equilibrium optimization effect of stakeholder game balance; At the practical level, in order to solve the problem of management efficiency decline under the background of accelerating the integration of new energy into the grid and deepening the electricity market, a systematic solution that combines resilience governance framework and technical economy is provided, promoting the evolution of engineering management theory towards multidimensional dynamic adaptation.

**Keywords:** power engineering; innovation in management mode; risk control

### 引言

全球能源体系正经历以清洁化转型与数字化渗透为特征的双重变革,电力工程作为能源供应链的核心载体,其项目管理面临投资规模扩张与技术复杂度跃升的双重挑战。传统以设计-招标-建造为主导的线性管理模式,因其固有的阶段性割裂特征导致技术迭代响应滞后,难以协调新能源并网带来的系统波动性与电力市场机制创新引发的利益重构需求。在碳约束趋紧与能源安全战略升级的双重压力下,既有管理方式在风险传导阻断、多主体协同治理等维度已显现出结构性适配缺陷。本研究立足系统工

程理论与可持续发展理论交叉视角,聚焦管理理论与工程实践的界面障碍,通过解构管理模式创新的制度障碍与技术瓶颈,构建具有动态适应性的管理框架。该研究旨在突破传统管理理论的路径依赖,为电力行业应对能源革命与数字革命协同演进提供理论支撑与实践指引。

### 1 创新电力工程项目管理模式的必要性

当前电力工程领域普遍采用的总承包模式在实践中暴露出制度性困境:施工主体与投资主体的经济目标存在策略性博弈,传统线性管理架构难以调和迭代压力与风险管控需求的非线性叠加矛盾。究其根源,总承包模式

固有的阶段性割裂特征导致跨专业协作效能衰减,而极端气候事件频发与碳减排目标叠加的外部环境变化,进一步放大了管理系统的结构脆弱性。在此背景下,单纯依赖技术修补已无法弥合管理模式与技术创新间的代际鸿沟,亟需通过理论创新重构管理方式。基于复杂适应系统理论(CAS)与动态能力理论,打造具有多维适应特性的管理方式,不仅能够优化资源配置效率(如通过帕累托改进实现多方利益均衡),更能为应对能源革命与数字革命协同演进提供系统性解决方案。这种创新已超越传统管理优化的范畴,成为保障国家能源战略安全与提升产业国际竞争力的必然选择。具体而言,新型管理模式需融合区块链技术的不可篡改性以强化契约执行刚性,同时依托数字孪生技术构建虚拟调试平台,实现技术方案与资源配置策略的多目标动态耦合机制,从而在技术迭代与制度惯性之间建立鲁棒性平衡系统。

## 2 创新管理模式实施的关键问题

### 2.1 风险管控体系重构

传统风险防控机制多依赖于历史经验数据库与专家经验判断,其本质是静态化、片段式的威胁应对策略。在新型电力系统建设场景中,气候变化引发的极端事件具有显著非线性特征,叠加电力市场电价波动、关键技术“卡脖子”等系统性风险,使得单一维度的风险评估模型难以捕捉风险传导的链式反应。构建适应性更强的风险管控体系,需要建立多源异构数据融合机制,将气象预测数据、设备状态监测信号、市场价格波动指数等纳入统一分析框架。更为关键的是,需建立风险预警阈值动态调整机制,通过机器学习算法实现风险概率的实时迭代计算。这种转型要求打破传统部门间信息孤岛,构建贯穿规划设计、建设施工、运营维护的全周期风险画像,从而在风险潜伏期即形成有效干预能力。

### 2.2 利益相关方协同机制

电力工程作为典型的社会技术系统,其实施过程涉及政府监管部门、投资主体、技术供应商、终端用户等数十类利益相关方。各主体在风险承担意愿、技术认知水平、利益诉求优先级等方面存在的结构性差异,导致协作过程中易产生目标偏移与信任损耗。解决这一矛盾需要构建多层次协同框架:在制度层面,需建立基于社会契约的利益分配调节机制,通过风险共担条款设计平衡公共利益与商业回报;在操作层面,则需搭建跨专业信息交换平台,运用可视化技术消除专业壁垒造成的沟通障碍。特别在涉及多方产权的PPP项目中,需创新性设计剩余控制权分配方案,通过动态协商机制平衡各方利益诉求演变,避免因刚性契约条款引发合作僵局。

### 2.3 合规性与可持续性平衡

在环境规制框架持续强化的政策背景下,项目管理需构建制度性约束与生态效益目标的动态适配机制。这种平

衡的复杂性体现为双重维度:其一,环境评价体系正从末端治理范式向全生命周期环境足迹追踪转型,要求管理决策嵌入碳足迹核算、生物多样性影响评估等非财务指标;其二,社会对清洁能源项目的接受度受社区文化认同、景观生态敏感性等多元变量制约,需建立超越经济理性假设的社会技术系统韧性评估框架。实证研究表明,机械式合规管理不仅导致技术经济性损失,还可能引发社会接受度下降的次生风险。理想的解决方案需通过技术创新实现制度性交易成本内部化,例如研发新型环保材料以降低生态修复边际成本,或运用数字孪生技术构建环境友好性验证系统,从而在规制刚性与技术柔性之间创造战略协同价值。

## 3 电力工程项目管理模式的创新路径

### 3.1 滚动式管理模式的理论内涵

滚动式管理通过非线性分解项目周期形成动态迭代的规划单元,其本质是对传统线性管理范式的范式级突破。相较于设计-招标-建造模式的刚性时序结构,该模式将全周期划分为若干具有反馈闭环的子阶段,每个阶段均包含规划验证与方案修正的迭代循环。这种管理逻辑的演进根植于系统工程理论中的渐进明晰原则,并融合复杂适应系统理论(CAS)的自组织演化特征,使管理体系能够通过多主体协同演化实现动态适应性优化。通过构建滚动式决策框架,管理者可将外部政策波动、技术迭代等不确定性因素纳入实时响应系统,例如依托数字孪生技术构建虚拟施工场景,结合蒙特卡洛模拟实现技术方案与资源配置策略的自适应校准。在特定场景中,规划阶段可基于预测性数据建立弹性技术方案库,随着实施进程的推进,前期反馈信息将通过强化学习算法触发后续阶段的参数修正与资源再平衡。这种模式的价值不仅体现在应对技术不确定性的能力跃升,更在于通过管理流程的自我修正机制实现资源投入的帕累托改进,并借助区块链技术的不可篡改性构建全周期韧性治理框架,从而在动态环境中形成多目标动态耦合的可持续管理韧性。

### 3.2 成本式管理的优化策略

全周期成本效能优化需突破传统财务范式的局限性,将技术经济分析嵌入项目全链条的动态决策流程。价值工程方法论在此过程中发挥核心作用,其通过功能分析矩阵识别非增值环节,在保证技术性能阈值的前提下重构成本结构。数字化技术的深度介入推动成本管理从静态核算向动态仿真演进,构建参数化模型实现设计方案与成本指数的实时映射。这种管理方式的转型需建立跨学科知识融合机制,将工程经济学原理与运筹学优化算法相结合,在技术可行性与经济合理性之间建立多目标动态耦合方程。特别在新能源并网项目中,全生命周期成本需纳入碳交易成本、电网接入成本及生态修复边际成本等新型要素,这对成本模型的多维变量兼容性提出更高要求,促使管理者在技术经济性分析中探索更复杂的非线性耦合关系。为实现成

本控制的韧性提升，需引入系统动力学模型模拟政策波动、技术迭代与市场供需的多因素交互影响，并依托区块链技术构建不可篡改的成本数据溯源体系。管理者需构建动态成本-技术投资权衡模型，通过模糊数学方法处理不确定性参数，形成多目标优化算法驱动的决策支持框架。这一过程不仅依赖技术创新，更要求管理者具备跨领域知识整合能力，以应对政策规制与市场波动叠加引发的系统性风险，最终实现成本效能的帕累托改进与技术经济性的动态平衡。

### 3.3 人员素质与组织能力提升

复合型人才培养机制的设计需突破传统专业壁垒，构建多维度知识迁移路径。电力工程管理者不仅需要掌握专业技术规范，更应具备系统思维与复杂系统解构能力，其决策框架需嵌入社会技术系统的宏观评估维度。组织架构的适应性变革要求从机械式科层制向有机式网络化结构演进，扁平化设计能够缩短决策信息传递链条，而虚拟团队的协同模式可整合分布式专家资源。知识管理系统的构建尤为关键，需通过经验沉淀机制将隐性知识显性化，形成组织集体智慧的迭代升级。这种能力建设需构建多维度激励机制创新体系，将知识贡献度与职业发展通道动态耦合，从而形成人才成长的自驱动机制，确保组织在技术迭代中保持持续的学习与适应能力。为实现组织能力的韧性跃迁，需引入复杂系统理论指导下的适应性管理框架，通过数字孪生技术构建虚拟组织协作平台，强化跨地域知识共享的实时性与精确性。同时，基于社会技术系统韧性理论设计的激励机制，可将技术创新贡献度转化为可量化的组织资本积累指标，推动个体能力成长与组织战略目标形成动态耦合。

### 3.4 施工管理程序标准化

施工管理标准化建设需构建规范弹性耦合机制，在技术规范与工程实践间建立动态适配框架。从施工组织设计到质量验收标准，每个环节均需形成可量化的执行基线，同时保留基于项目特征的柔性调整空间。数字化技术的深度介入推动标准化管理向动态执行范式演进，移动巡检系统依托计算机视觉技术实现施工规范的实时比对，既确保质量控制的客观性，又消除人为判断的认知偏差。值得注意的是，标准化体系需嵌入自适应优化通道，通过施工数据的持续采集与分析，周期性触发作业程序的PDCA循环迭代。这种刚柔相济的管理哲学，本质上通过标准化降低系统变异性，同时依托动态优化提升技术经济性，从而在工程实践中实现效率与质量的帕累托改进。为实现这一目标，需引入精益建造理论指导下的价值流分析工具，通过消除非增值工序提升流程效率。同时，基于区块链技术的智能合约可固化标准化操作节点，确保施工规范的不可篡改性。社会技术系统韧性理论的应用，要求标准化体系嵌入风险容错机制，例如通过数字孪生技术构建虚拟施工场景，预演标准执行偏差对项目整体效能的影响。管理者需构建刚性制度与柔性执行的动态校准模型，通过模糊控制理论处理

不确定性变量，形成多目标约束下的自适应管理框架。

### 3.5 责任制管理的强化路径

权责利对等机制的设计需要引入委托代理理论框架，通过契约条款的精细化设计平衡多方利益诉求。在EPC总承包模式中，责任边界的界定需覆盖设计优化空间与施工风险承担范围，这要求建立基于风险共担的激励相容机制，使各参与方的收益函数与项目整体目标形成正相关关系。绩效考核体系应突破单一财务指标局限，引入技术经济指标、安全熵值、生态影响因子等多维评价参数，通过多准则决策模型实现绩效的立体化评估。容错机制的构建尤为关键，需在质量追溯体系中区分主观过失与客观不可抗力，避免过度问责抑制管理创新活力。这种制度设计的深层逻辑，在于通过责任体系的刚性约束与柔性调节功能的结合，形成驱动管理效能持续提升的内生动力，确保管理体系在复杂环境中保持动态稳定性。为实现这一目标，需将复杂适应系统理论(CAS)融入责任网络设计，通过智能合约技术固化责任履行节点，确保权责关系的不可篡改性。同时，基于韧性理论构建的容错机制，可通过数字孪生技术模拟责任履行偏差对系统韧性的影响，动态优化责任分配策略。管理者需在社会技术系统理论指导下，建立组织学习与责任追溯的协同机制，通过模糊控制理论处理责任边界模糊性问题，形成多目标约束下自适应的责任治理框架。

## 4 结语

电力工程项目管理模式创新本质上是管理理论与工程技术深度融合的过程。面对能源转型与技术革新的双重挑战，管理方式的突破需从系统思维重构与技术工具迭代两个维度协同推进。通过风险管控体系的动态适应性重构，管理实践能够有效应对极端气候与市场波动带来的复合型风险；利益相关方协同机制的优化，则为化解多元主体利益冲突提供了制度性解决方案；而合规性框架与可持续发展目标的动态平衡，标志着管理活动从被动合规向价值创造的质变跃迁。滚动式管理等创新策略的实践应用，不仅验证了渐进式改革路径的有效性，更揭示了管理理论自我迭代的进化规律。未来研究需重点关注技术演进对管理方式的颠覆性影响，特别是人工智能与区块链技术对决策透明化与流程自优化的赋能效应。通过构建人机协同的新型管理框架，电力行业有望突破传统管理效能边界，为全球能源治理体系现代化提供中国方案。

### [参考文献]

- [1]李茜,王辰,马尧,等. 电力工程项目管理模式创新探索[J]. 电站系统工程,2022,38(3):81-82.
  - [2]张营. 项目管理模式在电力工程项目管理创新中的应用[J]. 电气技术与经济,2023(8):235-237.
- 作者简介:吴晶晶(1993.10—),女,毕业院校:伯明翰大学,所学专业:管理学,当前工作单位:中国华电科工集团有限公司,职务:采购工程师,职称级别:中级。