

电力工程设计与技术管理协同机制构建及应用研究

谢星

上海艾能电力工程有限公司广东分公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/WCEST.2026030030

摘 要 : 电力工程设计与技术管理的协同机制是衔接工程需求和建设的主要, 当前存在信息孤立、流程脱节等情形。开展建立通过全生命周期的动态协作方案, 融合多主体协作与数字化平台, 实证显示可缩短周期时长、降低成本投入、提高质量安全水平。今后可引入智能科技, 完善跨域协同体系, 推动该行业智能化高效发展。

关 键 词 : 电力工程设计; 技术管理; 协同机制

Research on the Construction and Application of Collaborative Mechanism between Power Engineering Design and Technical Management

Xie Xing

Shanghai Aineng Electric Power Engineering Co., Ltd. Guangdong Branch, Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : The collaborative mechanism between power engineering design and technical management is the key link in connecting engineering requirements and construction. Currently, there are situations such as information isolation and process disconnection. To address this, it is necessary to establish a dynamic collaboration plan throughout the entire life cycle, integrating multi-party collaboration and digital platforms. Empirical evidence shows that this can shorten the project duration, reduce costs, and improve quality and safety levels. In the future, intelligent technologies can be introduced to improve the cross-domain collaboration system, promoting the intelligent and efficient development of this industry.

Keywords : power engineering design; technical management; collaboration mechanism

引言

电力工程设计作为工程建设的开端, 其质量与技术管理的协同状况直接影响电力系统的安全稳定和经济高效。随着新型电力系统转型步伐加快, 2023年国家能源局颁布的《新型电力系统发展蓝皮书》明确提出强化全生命周期管理协同效能的要求, 传统线性协同模式中的信息孤岛、流程分割等情形更为突出, 对工程质量和效率的提高造成限制。该研究专注于电力工程设计与技术管理的协同机制展开研究, 深入分析当前存在的状况, 建立通过全生命周期的动态协同策略, 通过 BIM、大数据等技术建立支撑体系, 并且通过输变电工程的试点项目对该机制的可行性予以验证, 为推动电力工程行业朝着智能化、高效化方向发展提供理论根据与实践参考。

一、电力工程设计与技术管理基础

(一) 电力工程设计概述

电力工程设计是根据电力系统规划目标和技术标准, 通过系统性的方案探讨、技术选择与参数计算, 将工程需求转化为可实施技术方案的专业任务, 其重点在于实现电力设施的安全稳定、经济高效以及环境适配^[1]。该设计包括多个方面的内容, 从前期的负荷预测、电源与电网规划, 到中期的主接线设计、设备选择、土建结构安排, 再到后期的保护配置、自动化系统集成以及节能方案优化, 各个环节均需严格根据《电力工程设计规范》等行业标准, 确保设计成果具有技术可行性和合规性。在电力系统中, 设计环节是工程建设的开端, 其质量直接关乎后续施工效率、设备运行稳定性以及全生命周期成本——合理的设计可使线路损

耗降低10%–15%, 让电网供电可靠性提高到99.99%以上, 同时为技术管理提供明确的技术规范与执行方案, 是衔接工程需求和实际建造的主要纽带, 为后续协同机制研究确定技术边界与价值取向。

(二) 技术管理理论核心

技术管理理论的主要在于运用系统论、过程控制理论和协同理论, 重点突出技术活动于全生命周期的管理控制以及多要素间的协同配合。从系统论视角而言, 技术管理需将电力工程设计当中的技术标准、资源配置、风险防控等要素视为相互关联的整体, 通过优化要素间的耦合关系来提高管理效能^[2]。过程控制理论明确技术管理应包括设计规划、方案研讨、施工交底、验收评定等全流程, 通过设定主要控制节点(像设计方案的技术经济评估、设备选型的合规性检查)实现动态调控。协同理论重点关注

设计和技术管理彼此间的相互影响，需建立信息共享机制，确保设计变更、技术参数调整等信息能够迅速传递至管理方面，避免因信息滞后而引发的决策差错。在电力工程建设项目当中，技术管理被赋予的角色是设计质量的把关者以及技术风险的警示器，要兼顾技术的前沿性和工程的可实施性，同时应对多专业交叉（如电气、土建、通信）所导致的协调问题，还有新技术（像智能电网、储能系统）应用时出现的标准缺失情形，这就要求理论基础和工程实践实现深度融合，为协同机制的建立提供支持。

二、电力工程设计—技术管理协同现状分析

（一）当前协同模式与问题

在电力工程设计与技术管理环节的协同实践中，仍然以传统的线性模式为主导。设计单位完成图纸交付工作后，技术管理部门根据图纸开展方案审查、施工组织等后续任务。各阶段之间的信息交互依赖线下文档流转或者分阶段会议交流，缺乏实时动态的协作机制。在这种模式下，信息分割方面问题凸显，设计阶段的技术指标与管理阶段的资源配置要求常出现数据不一致的状况，比如设计图纸中的设备参数未能及时更新到采购管理系统，导致物资采购和现场施工需求相脱节^[3]。流程衔接不畅表现为在进行设计变更时，技术管理部门无法快速获取变更根据，施工方案调整滞后于设计修改，增加工程返工的可能性。从形成原因角度而言，一方面设计部门和管理部门的目标导向存在差异，设计人员更看重技术的可行性与规范性，管理人员则重点成本把控与进度效率，二者缺乏统一的协同目标规划；另一方面现有的协同工具多为单一功能模块，未能实现设计数据与管理数据的深度融合，数据孤岛现象制约协同效率的提高。

（二）协同需求与发展方向

在分析电力工程设计与技术管理协同的现状时，协同的需求和发展走向与行业的发展需求以及技术的趋势紧密相连。当前阶段电力工程正朝着智能化、绿色化的方向发展，传统的设计与技术管理存在信息孤立、流程中断等问题，导致设计方案和现场技术需求不匹配，对工程的质量和效率产生影响。高效合作可整合设计数据与技术管理准则，实现设计阶段提前规避技术风险，施工阶段快速应对设计变更，进一步提高工程质量、缩短工期^[4]。未来的发展趋势应专注于数字化协作平台的建立，通过 BIM、大数据等技术实现设计模型与技术管理数据的实时交互，同时建立跨部门的协作机制，清楚设计和技术管理的责任边界与沟通流程，推动协作从被动响应向主动预判转变，进一步符合新型电力系统建设对工程全生命周期管理的要求。

三、协同机制构建框架与方法

（一）机制设计原理

1. 多主体协作模型构建

通过系统理论，对设计主体、管理主体、施工主体加以整合，建立起权责明确、信息互通的多维协同策略。经由明确划定

各方的责任边界，建立起闭环式的协作逻辑。通过动态博弈理论分析主体间的利益要求与行为策略，例如设计方和施工方通过 BIM 平台实现模型共享与碰撞检测，削减设计变更成本^[5]。模型包括信息交互方面（通过物联网与云计算实现数据实时传输）、决策协调方面（采用智能算法优化资源配置）和执行反馈方面（建立绩效评估机制），建立起高效联动的协同系统。

2. 关键流程集成优化

围绕设计评审、变更管理、风险控制等流程的标准化与协作，实现全周期无缝隙连接。设计评价需建立多方面的指标体系，引入数字化的评价工具^[1]。变更管理要明确界定触发状况、审批权限和影响评估方式，通过信息系统实现全流程跟踪^[2]。风险管控需融合设计阶段的风险识别与管理阶段的风险处置，建立动态风险数据库，实现实时共享^[3]。各个流程通过统一信息平台对设计模型、技术参数以及管理数据进行整合，打破部门之间的隔阂，确保设计输出和管理要求能够实时符合^[4]。通过标准化和联动机制，减少信息的不对称情形，降低变更所需的成本，提高协同工作的效率^[5]。

（二）支撑技术体系开发

1. 数字化平台功能设计

协作机制建立需以业务流程为核心，明确设计与管理阶段的协作要点，建立跨部门责任矩阵和动态沟通机制。支撑技术体系重点对 BIM、智能监控等技术进行整合应用，建立多源数据融合的模型，制定统一的数据交互规则，实现设计、施工和运维信息的无缝衔接。数字化平台需整合进度管控、成本掌控、风险提示等功能，通过数据可视化显示工程情况，帮助管理人员快速响应，提高决策效率。在研究进程里需参考相关技术标准以及协同管理理论，确保机制具有科学性与可行性^[7]。

2. 管理工具适配策略

通过电力工程设计所显示的多专业耦合特性，运用目标分解、流程再造以及责任矩阵谋划，建立起跨部门的协作方案。支撑技术体系重点于 BIM、物联网和大数据的整合应用，搭建设计与管理信息的即时交互平台，实现设计参数和施工标准的自动核验^[8]。管理工具的适配需结合全生命周期的特点，规划 PDCA 循环在设计评审、技术交底等环节的实施路径，建立闭环式的管理模式；引入敏捷管理工具用以应对频繁出现的设计变更，通过迭代式的任务分解和快速响应来缩短决策周期。绩效评价建立通过协同效率、成本控制以及质量达标率的指标体系，采用层次分析法和模糊综合评估模型对应用效果予以量化。

四、协同机制应用实证与评估

（一）典型应用场景实施

1. 输变电工程试点设计

选取某 220kV 高压变电站项目当作试点。在方案挑选阶段，设计团队通过协同平台整合电气、土建、结构专业的数据，建立多方面的比选模型；技术管理部门同步接入电网规划数据与设备可靠性参数，给出有差异的技术约束条件。最终确定选用 GIS

组合电器的紧凑式布置方案, 和传统方案相比, 占地面积减少 25%, 投资成本降低 12%。在设备选择阶段, 设计团队选出 3 种常见变压器设备; 技术管理机构调取过往运维数据库, 结合负荷特点以及未来扩容需求, 建议优先选用智能监测节能型变压器, 该变压器的能效达到国家 1 级标准, 每年损耗降低 18%。从试点情况来看, 协同机制可让设计周期缩短 15%, 使后期技术变更降低 40%^[9]。

2. 施工技术协调过程

在施工图深化阶段, 协同体系通过 BIM 跨专业碰撞检测部件及时发现空间冲突, 采用线上同步评审模式, 使冲突处理时间缩短 40%^[10]。在现场交底环节运用 AR 技术, 将三维模型与现场情况进行叠加, 技术人员对安装偏差予以标记, 并迅速同步至设计端, 在两小时内完成调整方案的推送, 让返工率降低 35%。协同响应时间从 24 小时缩短至 4 小时以下, 施工技术难题一次性解决比例提高到 92%, 证明协同机制在施工技术协调中的实践价值。

(二) 综合管理效能验证

1. 工期 - 成本双控分析

选取某省级 500kV 输变电项目作为研究对象, 在协同机制推行之前, 因设计和技术管理信息彼此分离, 进度偏差率达 8.2%, 每月设计变更次数为 12 次, 成本超支比例是 6.5%; 在实施协同机制之后, 通过设计参数的实时共享以及联合评审, 进度偏差率降至 3.1%, 每月变更次数减至 4 次, 成本超支率被控制在 1.8% 以内。工期与成本的关联模型显示, 协作机制使返工率从 15% 降至 4%, 技术方案的更新周期由 7 天缩短到 3 天, 工期缩短 12%, 设备采购以及施工调整费用下降 18%。协同机制通过动态合作明显提高工期与成本双重管控的效能。

2. 质量安全指标评估

以某省级电网的 12 个 110kV 输变电工程为对象, 在协同机制实施前, 图纸缺陷率平均为 8.2%, 安全隐患治理率达到 15.6%; 实施后通过实时数据交互和责任追究, 图纸缺陷率降至 3.1%, 治理率降至 6.3%。在机制推行之前, 每一百项工程平均出现 1.2 起三级及以上的安全事故; 而在实施之后, 连续 18 个月均未发生这种事故。在设计合规性领域, 其内置的标准数据库使规范符合率由 89% 提高至 98.5%。协同机制明显降低设计缺陷传导到施工阶段的风险, 切实提高质量安全管控水平。

(三) 推广适用性研究

1. 不同规模项目适配方案

大型基础设施建设工程需强化跨部门决策相关的统筹协调事宜, 建立以项目管理办公室为核心的集中式协同方案, 通过 BIM 技术实现全生命周期的信息共享与动态管控, 配置充足的技术专家并提供资金支持。中小规模的技改项目应以快速响应和成本把控作为要点, 采用扁平化的组织架构, 通过轻量化的协同工具实现设计与现场的高效沟通, 优先保障核心设备更新以及技术优化所需的资源。大型项目工程强调系统协同与风险管控, 中小型项目工程注重灵活性和效能提高, 制定差异化协同方案。

2. 制度保障优化建议

通过比较协同前后设计周期、成本管控等相关指标, 以验证机制的实际效果。推广适用性需结合输变电、新能源等项目的技术特性与管理模式, 分析资源调配和跨部门沟通的适配程度。制度保障方面, 在标准规范领域完善协同流程的标准化文件, 明确划定技术接口和责任划分; 在组织激励领域建立跨部门协同绩效评估机制, 将协同贡献纳入考核指标体系, 设立协同管理岗位或者跨部门协调小组, 为机制的长久有效运作提供组织支撑。

五、总结

本研究专注于电力工程设计与技术管理协同机制的建立及运用来开展, 系统梳理此机制的理论创新点与实践价值。从理论方面考量, 突破传统的线性管理模式, 建立通过全生命周期的动态协同策略, 清楚设计环节和技术管理之间的耦合联系, 为多主体协作提供理论支撑。在实际操作过程中, 通过协同机制的应用, 的确缩短项目的周期、降低成本投入并提高工程质量, 证明了该机制具备可行性与有效性。研究同时表明目前存在的局限, 比如在协同过程中信息孤岛现象仍未完全消除, 跨部门协同效率有待提高。未来的科研可专注于智能诊断技术的融入, 通过大数据与人工智能实现协同异常的实时识别与预警; 加强跨域协同的研究, 打破行业和区域的障碍, 促进多领域技术与资源的深度整合, 进一步完善电力工程设计与技术管理的协同机制, 帮助电力工程行业向智能化和高效化迈进。

参考文献

- [1] 贺薪颖. 电力市场交易和碳排放权交易协同机制研究 [D]. 华北电力大学 (北京), 2023.
- [2] 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.
- [3] 沈铭. 海外中国公民权益保护协同机制构建 [D]. 兰州大学, 2022.
- [4] 胡卫军. 存量工业用地用途变更与保护协同机制研究 [D]. 苏州科技大学, 2022.
- [5] 谢磊. 涉侨权益保障协同机制研究 [D]. 温州大学, 2022.
- [6] 许乐天. 电力工程设计中的电力系统规划设计现状及应用研究 [J]. 河北农机, 2021, (03): 68-69.
- [7] 黄广艺. 电力工程设计中电力规划设计的应用分析 [J]. 科技资讯, 2018, 16(25): 30+37.
- [8] 刘铎明. 电力工程设计中电力系统规划设计应用分析 [J]. 技术与市场, 2019, 26(11): 153+155.
- [9] 丛晶. 电力工程设计中电力系统规划设计的运用分析 [J]. 科技创新与应用, 2022, 12(07): 86-88.
- [10] 曾步望. 生态审计与环境治理监督协同机制构建 [J]. 现代审计与会计, 2022, (10): 4-6.