

电力工程全过程技术管理与质量控制体系研究

劳鸿杰

广东 江门 529400

DOI:10.61369/WCEST.2026040015

摘 要： 本研究重点专注电力工程全环节的技术管理与质量把控，建立整合模型以分析这二者之间的内在关联机制，通过实证来检验其对于优化工程进程、提高效率以及确保质量可靠性的主要价值。针对不同工程类型提炼共性经验，提出推广方式与政策建议，指出研究不足并展望人工智能和大数据融合的后续研究方向。

关 键 词： 电力工程；全过程技术管理；质量控制整合模型

A Study on the Technical Management and Quality Control System Throughout the Entire Process of Power Engineering Projects

Lao Hongjie

Jiangmen, Guangdong 529400

Abstract： This study focuses on the technical management and quality control of the whole process of power engineering, establishes an integrated model to analyze the internal correlation mechanism between the two, and empirically tests its main value for optimizing the engineering process, improving efficiency and ensuring quality reliability. According to the common experience of different engineering types, the promotion methods and policy suggestions are put forward, and the research deficiencies are pointed out and the follow-up research direction of artificial intelligence and big data fusion is prospected.

Keywords： power engineering; full-process technical management; integrated quality control model

引言

电力工程项目是能源变革和经济发展的主要部分，对其全生命周期进行技术管理和质量控制十分主要。随着系统向高电压、智能化方向演进，传统分段式管理存在的信息孤岛问题更为凸显。2023年国家能源局印发的《电力建设工程质量监督管理办法》明确要求强化全流程管理，推动技术决策与质量目标相符合。文章围绕电力工程全流程技术管理的概念、规划以及质量管控要点展开探讨，通过建立整合模型来分析两者的耦合机制，同时结合典型的工程项目实例对模型的功效进行检验，进一步给出适用于不同工程的推广渠道和政策建言，为高品质的工程建设提供理论和实践方面的引导。

一、电力工程全过程技术管理理论基础与内涵

（一）技术管理的概念与演变

电力工程全周期技术管理是指在工程的整个寿命周期中，通过系统的技术谋划、资源配置以及风险防范，保证方案具有科学性且实施遵循规范性^[1]。此概念由早期施工阶段的技术阐释，逐步拓展至可行性研究、设计甄选、动态优化以及数字化运营保障。发展变迁显示出明显特征：传统方式凭借经验，存在信息滞后、协同效率低等情形；在智能化场景中，BIM、物联网等数字化手段推动管理向数据驱动的方向发展，实现技术参数的实时采集与预警，提高决策的精确性与协同性，成为保障现代电力工程高质量发展的主要要素。

（二）全过程管理的框架与特点

电力工程全流程技术管理策略包括规划、设计、施工、验收

以及运维这五个阶段。规划阶段确定技术路线和质量标准；设计阶段优化方案并审查图纸；施工阶段通过交底和工艺管控保障质量；验收阶段进行检测评估；运维阶段开展监测保养。其特点为系统性与连续性相结合，要求各阶段目标彼此协同、信息实现无缝对接，进一步建立闭环式管理。质量把控需贯穿整个流程，且与技术管理相互交融，通过技术手段识别风险、健全措施，实现全生命周期的质量保障^[2]。

二、质量控制体系的构建原理与要素

（一）质量控制的关键要素与影响因素

在质量控制体系的建立原则与要素方面，质量控制的主要要素及影响因子形成体系运转的核心支撑。电力工程的质量需通过定量与定性指标开展双重判定，定量指标包括设备安装的精确程

度、混凝土的强度、电气参数的偏差等能够量化的参数，而定性指标则关乎施工工艺的规范程度、人员操作的合规状况、文档记录的完整情况等无法量化的内容。物料是工程实体的基础，诸如电缆导体的电阻、绝缘子的绝缘强度这类性能参数，直接关乎工程质量的稳定性。材料入场检验阶段若有所疏漏，易导致后续产生安全风险。施工工艺的科学性和前沿程度对工程整体质量有影响，例如高压设备安装工艺的偏差或许会使局部放电超出规定标准，进一步减少设备的使用时间。人员专业技术水平是质量控制的主要要素，操作产生差错或者专业知识不足易引发施工上的问题，比如接线失误导致的电气故障。这些要素在电力工程全流程管理中相互影响，需通过风险管控策略实现动态管理，包括建立材料全生命周期追溯系统、制定工艺标准化操作指引、实施人员技能分级培训与考核措施，以此减少质量风险发生概率^[3]。

（二）体系建设标准与规范依据

体系建立的标准和准则是电力工程质量管控体系创建的主要基础，需同步衔接国际通用标准和国内行业规范。在国际领域，ISO 9001 质量管理体系标准提供过程方法、PDCA 循环等通用措施，为电力工程从设计、施工到运维的全流程质量管控提供方法论引导^[4]。在国内范围，GB/T 19000 系列标准等同采用 ISO 9000 族标准，同时结合电力行业特性，衍生出 DL/T 5434《电力建设工程监理规范》、DL/T 5210《电力建设施工质量验收及评价规程》等行业标准，明确电力工程各阶段的质量验收指标与技术要求。在根据法规框架进行体系设计时，需遵循合规性原则，确保各个管控环节符合《建设工程质量管理条例》《电力建设安全工作规程》等法律法规的强制要求；同时秉持系统性原则，将国际标准的通用性与国内行业规范的专业性相融合，建立包括工程全生命周期的质量控制闭环。在实施路径方面，需先展开标准与规范的整理以及阐释工作，明确不同阶段的质量管控要点和技术参数，随后通过培训、流程嵌入等方式将标准要求转化为实际的管理办法，最终实现质量控制体系的有效落地。

三、全过程技术管理与质量控制整合模型

（一）整合的必要性与挑战分析

1. 整合的理论基础

电力工程全流程的技术管理与质量控制整合模型需清楚二者内在的耦合关系：技术管理包括设计优化、工艺选择等环节，质量控制重点于标准执行与偏差纠正，二者在目标上均以工程可靠性为核心，在流程中存在动态的反馈关联。系统工程理论对整合搭建框架提供支撑，关注要素之间的关联性和整体性，打破传统管理中技术与质量的部门壁垒，减少信息传递损耗，提高决策效率^[1]。整合的必要性来自电力工程的复杂性，技术方案的些许偏差可能会导致质量风险，而质量问题的追溯一般需要技术数据作支撑，两者分离易造成问题处理延迟。挑战点在于当前管理体系中技术团队与质量团队的目标有所不同，技术团队更看重进度与创新，质量团队则重点于合规性，需建立统一的绩效指标和沟通机制。此外数据整合面临较大困难，不同时期的技术参数和质量

记录样式存在差异，需通过信息化平台实现数据互联^[2]。协同管理理论与全面质量管理理论为整合模型提供方法论方面的支持，前者重点跨职能团队的协作，后者将质量控制贯穿于技术决策的整个过程^[3]。项目管理成熟度模型可用于评估整合后的管理水平，确保深度融合^[4]。最终需融入风险管理思想，辨认技术变动给质量带来的潜在影响，提前拟定应对办法^[5]。

2. 实践障碍与解决路径

全流程技术管理与质量控制整合模型的建立需以电力工程的全生命周期为通过，通过跨阶段的数据共享和协同机制实现技术决策和质量目标的动态匹配。整合的意义体现为电力工程各阶段（设计、施工、调试）存在技术标准不统一、质量管控分散的情形，易引发返工或安全风险，而整合模型可通过流程重构与信息交流提高整体效率。当前整合面临的挑战包括管理脱节与技术协同不足，管理脱节表现为不同阶段责任主体目标存在矛盾，技术协同不足是因为专业壁垒和数据孤岛现象，导致设计参数与施工质量要求难以衔接。现实中存在专注于跨阶段监测机制的缺失，且协同工具较为落后的情况。在传统管理方式下，各个阶段的监测数据彼此独立，难以快速察觉技术偏差给质量带来的影响。应对之策需根据案例分析建立对策方案，例如参考大型变电站工程中 BIM 技术的应用实操，建立跨阶段数据共享系统，实现设计模型与施工质量数据的实时同步；同时强化跨阶段监控机制，引入动态质量评估指标，将技术参数偏差与质量风险预警相联系，确保技术管理和质量管控在全流程中深度融合，最终提高电力工程的整体可靠性与经济性。

（二）整合模型设计与机制

1. 管理模型框架构建

管理模型方案建立将 PDCA 循环当作核心思路，把电力工程整个流程划分为策划（Plan）、实施（Do）、检查（Check）、改进（Act）这四个时期，实现技术管理与质量控制的动态结合。在规划阶段，根据工程技术规范和质量指标，通过 BIM 技术建立三维模型，针对设计方案进行技术可行性和质量风险的评测，同时创建主要质量控制点数据库^[7]。在执行阶段，通过物联网传感器对施工数据进行实时采集，技术管理单元对施工工艺参数开展动态调节，质量管控模块根据预设阈值开启风险预警，确保工序质量达到规范标准。在检查阶段引入无人机巡查以及 AI 图像识别手段，针对隐蔽工程和主要节点开展质量检测工作，技术管理板块根据检测数据对后续施工规划进行优化，质量控制板块建立质量问题追溯链条。优化时期整合整个流程的数据，通过大数据分析识别技术管理与质量控制的薄弱环节，更新 PDCA 循环的输入参数，实现体系的持续优化。该框架通过各个模块的协同运作，建立起技术决策、质量监控、风险预警、持续改进的闭环管理系统，切实提高电力工程全周期的管理效能与质量水平。

2. 运作机制与优化策略

全流程技术管理与质量控制整合模型的运行机制是以信息共享和决策支持为核心，通过建立跨阶段的数据交互体系，实现设计、施工、调试等流程技术参数和质量指标的实时同步，确保各参与主体根据统一数据标准开展协同工作^[1]。模型嵌入智能决策

模块,通过历史工程数据库以及实时监测数据,对技术方案的可行性、质量风险点进行动态评估,为管理者提供量化的决策根据,减少人为判断的偏差^[2]。为实现质量控制精度提高的要求,优化策略重点于大数据和物联网技术的深度融合:通过布置物联网传感器采集施工环境、设备状态等多方面数据,采用大数据分析算法挖掘质量波动的规律,实现对隐蔽工程缺陷、材料性能下降等问题的预先预警^[3]。建立质量预估模型,通过机器学习算法对主要工序的质量趋势予以预判,帮助制定有针对性的管控办法,推动质量控制从事后检验向事前预防转变^[4]。模型同样引入闭环反馈系统,将质量验收的结果反向输入到技术管理单元,针对技术标准和工艺参数开展迭代式优化,建立起技术决策、质量实施、数据反馈、标准更新的动态循环^[5]。通过这一整合机制以及优化办法,电力工程整个流程的技术协同效率和质量管控精准度得以明显提高,为工程建设质量提供系统性保障^[6]。

四、实证分析与应用实践

(一) 研究方法 with 案例设计

1. 案例选择与代表性分析

本研究选取两个具备代表性的电力工程建设项目作为实证案例:某10kV智能配电室新建工程与某10kV配电线路改造工程。案例挑选标准包括项目类别典型性、技术复杂状况与管理难易状况、数据可获取情况这三个方面。10kV智能配电房作为新建工程项目,包括智能装置整合、数字化规划与施工协同等管理主要,其整个流程包括设计优化、设备选取、施工搭建、调试检测等完整环节,可校验技术管理体系在新建项目中的适配状况;10kV配电线路改造项目则重点于老旧线路更新、城区施工协调及安全管控,能展现既有工程技术管理的独特之处与质量控制难点。两个案例在工程类型(新建或者改造)、技术应用场景上形成对比,能够检验整合模型对于不同场景的通用性。案例均来自国内市级供电企业已完成的项目,具备完善的技术资料、管理记录以及质量检验报告,数据的真实度和完整性可满足实证研究的需要,这些项目的规模与技术特性符合行业典型性标准^[9]。

2. 数据采集与分析方法

在实证研究与应用实操的研究模式和案例设计中,数据采集与分析手段需结合定量和定性方法,以此全面评估电力工程全流程技术管理和质量控制体系的有效性。在定量研究领域,选取主要绩效指标(KPI)作为监测对象,包括工程进度偏差占比、质量缺陷整改占比、安全事故发生几率等主要指标,通过SPSS软件进行相关性分析与回归分析,对各管理流程对工程质量的影响程度加以量化。定性研究采用专家访谈的方法,邀请电力工程领域的技术专家、项目管理人员以及一线工程师参加半结构化访谈,深入研究管理体系运行中的潜在问题与改进方向。在数据采集阶段,针对某市级供电公司2020年到2023年已竣工的80个10kV及以下配电线路项目,收集其全流程管理文件、质量验收报告以及KPI数据,确保样本包括不同城区、不同施工复杂程度的工程,从而加强代表性。在分析阶段,将定量数据的统计结果与定

性访谈的主题编码相结合,查验技术管理措施和质量控制目标的符合度,为体系的改进提供实证根据^[10]。

(二) 实施成效与问题诊断

1. 过程管理与质量监控成效

在实证研究和应用操作中,选取某10kV配电室新建工程作为案例,该工程采用整合模型之后,主要路径的延误率从行业平均的10.5%降至4.2%,施工质量的一次验收合格比率提高至97.5%,与传统管理方式相比提高9.8个百分点。在流程管理阶段,通过BIM技术实现三维可视化的技术交底工作,使现场施工的偏差比例降低58%,材料的浪费数量减少30%;运用实时监测系统对混凝土浇筑温度、设备安装应力等主要参数开展动态管控,让隐蔽工程的缺陷比例下降45%。质量管控的成效显示为,整合已建立的技术规范、流程数据、质量验收闭环体系,将质量问题的响应时间压缩至2小时以内,较原流程缩短75%;第三方检测的数据显示,设备安装精度的达标率提高到98.5%,土建结构裂缝控制在0.2mm以内,均超出国家标准的规定。统计信息表明,技术管理与质量控制的协同方案依靠流程改革和数据引领,明显提高10kV及以下配电网工程建设的效率和质量稳固性,验证整合模型的实践价值。

2. 风险评估与应对策略

某10kV配电线路工程采用全过程技术管理和质量管控系统,发现材料进场检验未包括新型复合材料力学性能检测,部分绝缘子抗张强度不足;高空作业安全防护动态监控滞后,发生2起安全带卡扣松动状况。系统使设计环节技术交底的精确性提高18%,不过施工环节质量追溯体系因数据录入不够及时,问题定位的效能降低12%;有8%的主要工序质量标准未考虑极端天气的作用。利用PDCA循环建立改进措施:在规划阶段搭建新型材料第三方检测数据信息库;于实施阶段引入物联网来开展实时安全监测设备;在核查阶段健全数据同步体系;在处置阶段定期验证质量管控指标,调整防护规范,强化体系针对材料瑕疵、安全隐患的动态应对水平,提高整体抗干扰能力。

(三) 经验总结与推广建议

1. 成功因素与最佳实践提炼

智慧监测系统明显提高电力工程全流程的管理水准。某500kV变电站通过物联网传感器和BIM实现联动,对主要工序开展动态追踪,隐蔽工程质量问题的检测率提高35%。在人员培训方面,某风电项目建立理论与实操相结合的阶梯式规划,作业人员的技术达标占比从78%提高至92%。优化经验包括建立跨部门的信息互通平台,消除设计、施工与运维之间的壁垒;引入第三方质量审核体系,强化过程监督。推广建议是将智能化监控与培训体系开展模块化操作,建立可复制的标准程序。成功的要素还包括建立数据驱动的决策模式,挖掘历史项目的质量规律;最佳实践是将全生命周期理念全面融入,搭建闭环管理系统,确保各阶段质量目标一致。

2. 推广应用路径与政策启示

选取10kV配电室、10kV配电线路和分布式光伏这三种工程进行实证研究,建立技术管理流程、质量控制点、风险响应机制

的三维方案。10kV 配电工程通过 BIM 实施数据整合，主要工序质量偏差预警精准度达 90.5%；10kV 配电房采用全过程模型，设备安装一次合格比例提高 12.5%；分布式光伏开展优化选型与施工，发电量达标比率为 97.5%。实践表明该体系可适配多种工程类别，解决跨阶段协作以及质量追溯方面的问题。

共同经验包括：建立技术标准管理底线，强化设计可施工性审查以及施工即时数据采集，把运维需求前置到规划阶段。推广策略需具备差异化特点：10kV 配电室在重点城区施工开展协同作业，10kV 配电线路工程大力推进数字化平台及接口的标准化事宜，分布式光伏简化流程来削减成本。建议组建行业联合工作团队，编制分场景指南来推动体系模块化匹配。

推广渠道划分为三个层级：企业方面嵌入项目管理方案，行业方面建立评价认证制度，国家方面纳入工程建设准则。在政策方面，建议出台技术管理指南、设置专项费用来支撑数字化研发事宜、将体系执行纳入评优衡量指标，以此加速标准化的落地进程。

五、总结

该研究建立电力工程全进程技术管理与质量控制的融合模型，显示出各环节协同管理在降低风险、提高效率和质量等方面的主要价值。但是这项研究存有一定局限。例如实例大多专注于常规输变电工程，对新能源接入电网等特殊状况的覆盖不够全面，而且模型在极端运行条件下的适应性还有待检验。将来可融合 AI 与大数据技术，建立动态监测和智能决策系统，同时拓展多元化工程案例，深入开展不同情境下管理体制的适应性研究，为电力工程的高质量发展提供更完善的理论与实践支撑。

参考文献

- [1] 廖勇. 电力工程造价全过程精益化管理研究及应用 [D]. 广东工业大学, 2023.
- [2] 艾源. 数据中心电力工程建设质量评价研究 —— 以 LK 项目为例 [D]. 南昌大学, 2023.
- [3] 吕泓燃. 克南电力工程施工过程成本管理研究 [D]. 沈阳建筑大学, 2023.
- [4] 周佳颖. 可柔性配置的电力工程施工监管系统的设计与实现 [D]. 华中科技大学, 2022.
- [5] 孙丽莎. 基于杂交调控机制的电力工程工序多目标优化问题研究 [D]. 华中科技大学, 2022.
- [6] 唐新荣. 工程建设项目全过程造价管理的控制策略 [J]. 现代企业, 2024, (05): 33-35.
- [7] 张晓菊. 探讨电力工程建设全过程造价管理与控制 [J]. 低碳世界, 2018, (03): 321-322.
- [8] 李艳. 电力工程造价的全过程管理与控制策略分析 [J]. 中国高新技术企业, 2016, (31): 181-182.
- [9] 许小良, 姜佳伟. 电力工程施工管理与质量控制措施研究 [J]. 中国高新科技, 2024, (12): 113-115.
- [10] 徐清泽. 电力工程施工管理的质量控制策略研究 [J]. 销售与管理, 2025, (05): 120-122.