

电气设备制造设计：管理与技术的融合路径

冯伟贤

广东 广州 511400

DOI:10.61369/EPTSM.2025100001

摘 要： 电气设备制造中管理与技术融合至关重要。从供应链协同、成本控制等多维度筑牢管理体系；借助数字孪生等技术实现管理创新；通过 PLM 系统等优化设计；采用机器视觉与传感器融合提升检测质量；重构组织架构、搭建知识平台促进协同与共享；融合设计规范与 ISO 体系、构建风险管理双体系。还涉及案例分析、系统集成、人才培养、量化评估等，以推动行业高质量发展。

关 键 词： 电气设备制造；管理与技术融合；智能制造

Electrical Equipment Manufacturing Design: The Integration Path of Management and Technology

Feng Weixian

Guangzhou, Guangdong 511400

Abstract： The integration of management and technology is crucial in the manufacturing of electrical equipment. Build a solid management system from multiple dimensions such as supply chain collaboration and cost control; Utilizing technologies such as digital twins to achieve management innovation; Optimize design through PLM system and other means; Using machine vision and sensor fusion to improve detection quality; Refactoring organizational structure and building knowledge platforms to promote collaboration and sharing; Integrating design standards with ISO system and building a dual risk management system. It also involves case analysis, system integration, talent cultivation, quantitative evaluation, etc., to promote high-quality development of the industry.

Keywords： electrical equipment manufacturing; integration of management and technology; smart manufacturing

引言

2021 年发布的《“十四五”智能制造发展规划》强调推进制造业智能化转型。在此背景下，电气设备制造中管理策略与技术设计的协同尤为关键。从供应链协同、成本控制到智能制造创新，从基于 PLM 系统的协同设计到机器视觉与传感器融合技术的应用，从组织架构重构到知识共享平台运作，从设计规范与 ISO 体系融合到风险管理双体系构建等多方面，都需实现管理与技术深度融合。通过对典型案例案例分析、系统集成应用、复合型人才培养、实施效果量化评估等，推动行业向规范化、标准化、智能化迈进，提升企业竞争力，实现高质量发展。

一、电气设备制造中的管理体系构建

（一）管理策略与技术设计的协同机制

在电气设备制造中，管理策略与技术设计的协同机制至关重要。供应链协同方面，要与产品设计方案紧密对接。例如，设计阶段需充分考虑原材料供应的稳定性与及时性，依据供应链的动态信息优化产品设计方案，使设计不脱离实际供应能力。项目成本控制管理策略同样需融入技术设计。成本预算要与设计各个环节挂钩，技术人员在设计时应结合成本参数，在满足性能要求前提下，选择性价比高的材料与工艺，实现成本可控。通过这种方式，达成管理

策略与技术设计的有机融合，从供应链和成本控制等多维度，为电气设备制造筑牢管理体系基础，提升产品竞争力^[1]。

（二）智能制造环境下的管理创新路径

在智能制造环境下，电气设备制造管理创新可借助数字孪生技术实现。通过创建物理设备及其生产流程的虚拟模型，能精准模拟和预测生产状况，优化生产计划。数字孪生可对设备运行数据实时监测分析，提前察觉潜在故障风险，据此灵活调整生产计划，提高生产效率与资源利用率。同时，以此为基础构建质量追溯体系，从原材料采购到产品交付全流程数据都能清晰记录与关联，每一个生产环节的数据在虚拟模型中都有迹可循。一旦产品

出现质量问题，可快速定位问题环节与责任主体，及时采取改进措施，提升产品质量。这种基于数字孪生技术的管理创新路径，有力推动电气设备制造管理与技术深度融合^[2]。

二、技术驱动下的产品设计优化

（一）基于PLM系统的协同设计平台

在电气设备制造设计中，基于PLM系统的协同设计平台对产品设计优化意义重大。PLM系统能整合从产品概念设计到退役的全生命周期数据^[9]。在协同设计平台上，不同专业的设计团队可实时共享信息、协同作业，打破信息壁垒，提高设计效率。例如，机械设计团队与电气设计团队可同步沟通，确保机械结构与电气布局的匹配性。通过该平台，还能实现设计流程的规范化和自动化，及时发现并解决设计冲突。同时，依据PLM系统提供的产品历史数据和分析结果，设计人员可对产品进行针对性优化，使设计更符合实际生产与市场需求，促进管理与技术深度融合，提升电气设备制造设计的整体水平。

（二）智能检测技术的工艺创新

在电气设备制造中，机器视觉与传感器融合技术为质量检测环节带来显著的工艺创新。机器视觉技术凭借高分辨率成像与图像识别算法，能快速准确地捕捉电气设备表面的缺陷、尺寸偏差等信息。传感器则可实时监测设备运行中的各类物理参数，如温度、电流、电压等。二者融合，突破了传统单一检测手段的局限。一方面，可实现对电气设备全方位、全生命周期的质量监控，从生产线上的初始检测到设备运行中的实时监测。另一方面，通过数据融合与分析，能更精准地定位问题，提前预警潜在故障。这种融合技术不仅提升了检测效率与精度，还优化了生产流程，减少了次品率，为电气设备制造质量的提升奠定了坚实基础，在电气设备制造领域展现出广阔的应用前景^[4]。

三、融合路径的体系化构建

（一）组织架构的矩阵式重构

1. 跨职能团队的协同机制

在电气设备制造设计管理与技术融合路径中，组织架构的矩阵式重构为跨职能团队的协同机制奠定基础。矩阵式架构打破传统部门壁垒，让不同专业人员在项目与职能维度上紧密交织。在此架构下，跨职能团队协同机制应注重信息实时共享，利用数字化平台，使研发、生产与质量各环节人员能及时沟通进展与问题。构建共同目标与考核体系，避免各职能部门仅关注自身利益，确保团队成员为整体项目成功努力。强化团队成员间的交叉培训，提升成员对其他职能的理解，减少沟通障碍与工作交接延误。通过这些协同机制，促使跨职能团队高效运转，实现管理与技术在电气设备制造设计中的深度融合^[5]。

2. 知识共享平台的运作模式

在电气设备制造设计领域，知识共享平台的运作模式对管理与技术的融合至关重要。该平台应具备便捷的文档上传与分类功

能，方便员工将各类电气技术资料、管理经验等相关文件按不同类别存储，如设计图纸、操作规程等，便于快速检索。设置交流讨论板块，鼓励员工针对电气设计难题、制造管理问题展开讨论，分享见解与解决方案，促进知识的流通与碰撞。通过定期举办线上线下结合的知识讲座与培训，邀请行业专家或内部资深人员讲解最新电气技术动态、先进管理理念，提升全员的知识水平。此外，利用大数据分析员工的知识需求与平台使用习惯，精准推送相关内容，提高知识共享的效率与效果，充分发挥知识共享平台在管理与技术融合中的桥梁作用^[6]。

（二）技术标准与管理规范的对接

1. 设计规范与ISO体系融合

在电气设备制造设计中，实现设计规范与ISO体系的融合十分关键。ISO体系强调质量管理、环境管理等多方面的标准化流程，而电气设备设计规范侧重技术层面的要求^[7]。要达成两者融合，需从设计流程着手。将ISO体系中的文件控制、风险管理等理念融入电气设备设计规范流程，确保每个设计环节都能遵循质量管理的严谨性。同时，依据ISO的持续改进原则，定期审查和更新电气设备设计规范，让其紧跟技术发展与市场需求。通过这种融合，不仅使电气设备设计符合技术标准，还能在整体管理层面满足国际通行的质量、环境等管理要求，提升企业在国际市场的竞争力，推动电气设备制造设计行业向规范化、标准化迈进。

2. 风险管理双体系构建

在电气设备制造设计中，风险管理双体系构建至关重要。一方面，需搭建技术层面的风险识别与评估体系，借助FMEA技术分析，深入剖析电气设备从设计到制造各环节潜在风险，明确故障模式、原因及后果，评估风险优先级，为制定针对性技术应对策略提供依据^[8]。另一方面，构建管理层面的风险防控体系，以5S现场管理为基础，通过整理、整顿、清扫、清洁和素养提升，规范工作现场，减少因环境混乱、操作不规范等引发的风险。将技术与管理层面的风险管理体系紧密结合，实现优势互补，从技术与管理全方位把控风险，确保电气设备制造设计过程的安全性与稳定性。

四、实证研究与应用分析

（一）典型企业案例选取

1. 案例企业的选择标准

为深入探究电气设备制造设计中管理与技术的融合路径，案例企业的选择至关重要。选取案例企业时，将行业地位作为重要筛选维度，优先考虑在电气设备制造领域具有较高知名度、市场份额较大的企业，这类企业往往在管理与技术融合方面有更丰富的实践经验和更具前瞻性的探索^[9]。同时，关注企业数字化转型阶段，处于不同数字化转型阶段的企业，其管理与技术融合的方式和程度存在差异，从转型初期积极探索的企业，到转型成熟阶段已形成完善融合模式的企业，都具有研究价值，能全面呈现融合路径的多样性与发展过程，为揭示管理与技术在电气设备制造设计中的有效融合路径提供多维度参考。

2.企业基本信息概述

选取的典型企业为行业内具有代表性的电气设备制造企业。该企业产品结构丰富,涵盖高低压开关柜、配电箱、变压器等多种电气设备,能够满足不同领域客户需求。从组织特点来看,企业构建了较为完善的管理架构,设有研发、生产、销售、售后等多个专业部门,各部门职责明确,协同合作。研发部门专注于新技术的引入与产品创新,紧跟行业技术发展趋势;生产部门通过优化工艺流程与质量管理,确保产品高质量产出;销售与售后部门则以客户为中心,致力于提升客户满意度。其在管理与技术融合方面的实践与探索,对研究电气设备制造设计中管理与技术的融合路径具有重要参考价值^[10]。

(二)融合路径的具体应用

1.ERP-MES-PLM系统集成

在电气设备制造设计领域,ERP - MES - PLM系统集成有着重要应用。ERP(企业资源计划)侧重于企业资源管理与规划,MES(制造执行系统)专注于生产过程的执行与监控,PLM(产品生命周期管理)聚焦产品全生命周期数据管理。通过系统集成,从产品设计阶段,PLM中的数据能快速准确传递至ERP与MES,确保设计理念有效落地。生产过程中,MES实时采集的数据反馈给ERP进行资源动态调整,同时与PLM交互优化产品设计。例如,在某电气设备制造企业,集成后产品研发周期缩短[X]%,生产效率提升[X]%,有效优化了从设计到生产的整体流程,实现管理与技术的深度融合,提升企业竞争力。

2.复合型人才培养机制

在电气设备制造设计领域,复合型人才培养机制至关重要。要构建全面的培训体系,将技术培训与管理知识传授深度结合。针对电气设备制造的特点,设计专业课程,不仅包含电路原理、设备设计等技术内容,还融入项目管理、质量管理等管理课程,使人才同时具备扎实的技术功底与管理能力。通过案例教学,选取典型的电气设备制造项目,让学员在分析案例中理解技术与管理如何融合。鼓励人才参与实际项目,在实践中锻炼技术与管理协同运用的能力。建立导师指导制度,由经验丰富的技术与管理专家为学员提供一对一指导,及时纠正偏差,助力其掌握融合路径,为电气设备制造设计行业输送高质量复合型人才。

(三)实施效果量化评估

1.产品开发周期对比分析

在电气设备制造设计管理与技术融合的实施效果量化评估中,产品开发周期的对比分析至关重要。通过收集融合管理与技术前后的产品开发数据,以时间序列分析法为工具,精准剖析开发周期的变化情况。从项目启动到产品定型,详细梳理每个阶段的耗时,对比融合前传统设计制造流程与融合后优化流程的时间差异。若融合前某电气设备开发周期为12个月,融合后缩短至9个月,这3个月的缩短体现了管理与技术融合在提升开发效率、压缩周期方面的显著成效,有力证明融合路径能有效加快产品推向市场的速度,增强企业在市场中的竞争力。

2.质量成本动态监测

在电气设备制造设计管理与技术融合的进程中,质量成本动态监测至关重要。借助构建的质量损失函数模型,对质量成本的各个组成部分进行动态跟踪。通过实时采集生产过程中的数据,包括原材料损耗、次品率、返工成本等关键参数,将其代入质量损失函数进行运算,精准分析不同阶段质量成本的变动情况。这不仅能直观呈现因质量问题导致的经济损失,还能洞察质量改进措施实施后成本的变化趋势,从而及时发现质量成本控制的薄弱环节,为调整制造设计策略和管理手段提供有力的数据支撑,助力实现质量与成本的最佳平衡,提升企业整体经济效益。

五、总结

电气设备制造设计领域中,管理与技术的融合至关重要。通过提炼管理技术融合的普适性规律,能为行业发展提供通用且有效的指引,使企业在实际操作中更具方向感与条理性,在优化流程、整合资源等方面实现高效协作。同时,展望人工智能与工业工程理论深度融合的发展趋势,预示着电气设备制造设计将迈向智能化、精细化的新阶段。这不仅有助于提升生产效率、降低成本,还能增强产品的创新性与竞争力。未来,持续推动管理与技术深度融合,借助人工智能与工业工程理论的协同效应,电气设备制造设计行业有望实现高质量、可持续发展,在全球市场中占据更有利的地位。

参考文献

- [1]侯勇康.基于区块链的智能制造生产线管理平台设计与实现[D].中国科学院大学,2022.
- [2]范莹莹.制造业公司智能制造实施路径和绩效研究——以徐工机械为例[D].苏州大学,2022.
- [3]李毅锋.Y集团智能制造技术中心跨文化管理研究[D].南昌大学,2021.
- [4]陈晨.基于Apriori改进算法的智能制造大数据平台设计与实现[D].西安电子科技大学,2022.
- [5]王坤.智能制造背景下Z企业设备管理系统研究与实现[D].吉林大学,2021.
- [6]马银林.智能制造与机器人技术融合对策研究[J].模型世界,2024(12):18-20.
- [7]韩梅.煤炭智能制造与成本管理的融合创新分析[J].财会学习,2021(9):119-120.
- [8]卜倩倩,孙晓.智能制造行业技术货架建设的实现路径[J].科技创新与应用,2022,12(20):37-40.
- [9]张瑞虹,王增峰.新能源汽车智能制造技术发展路径刍议[J].时代汽车,2021(1):75-76.
- [10]朱丽娜,岳文,唐云龙,等.《先进制造与智能制造技术》教学内容的改革案例设计[J].科教导刊-电子版(下旬),2022(9):211-212.