

电气设备及控制系统开发制造中的成本控制 与技术创新协同研究

陈锦城

身份证号: 445121198302232633

DOI:10.61369/ERA.2025090029

摘要： 本文围绕电气设备及控制系统开发制造，阐述了成套设备成本构成，分析全生命周期成本管理瓶颈，探讨智能控制等技术对成本结构的影响，强调技术创新路径选择、跨部门协同决策、成本动态监控等的重要性，并指出研究不足及后续方向。

关键词： 电气设备；成本控制；技术创新

Collaborative Research on Cost Control and Technological Innovation in the Development and Manufacturing of Electrical Equipment and Control Systems

Chen Jincheng

ID: 445121198302232633

Abstract： This article focuses on the development and manufacturing of electrical equipment and control systems, elaborates on the cost composition of complete sets of equipment, analyzes the bottleneck of full life cycle cost management, explores the impact of intelligent control and other technologies on cost structure, emphasizes the importance of selecting technological innovation paths, cross departmental collaborative decision-making, cost dynamic monitoring, etc., and points out the research shortcomings and future directions.

Keywords： electrical equipment; cost control; technological innovation

引言

电气设备制造行业的发展对国民经济至关重要。随着《中国制造2025》（2015年颁布）等政策的推进，制造业面临着转型升级的挑战与机遇。在电气设备及控制系统开发制造领域，成套设备制造的成本构成复杂，包括原材料采购、工艺装备、人力成本和质量管控成本等。同时，全生命周期成本管理存在瓶颈，如研发设计阶段的成本固化、生产过程中成本难以联动以及设备报废回收成本被忽视等。在此背景下，智能控制技术等的应用对成本结构产生重构作用，技术创新路径选择、跨部门协同决策、全成本动态监控体系建立、标准化模块组合设计以及数字孪生技术应用等都对实现技术创新与成本控制协同发展具有重要意义，本研究对此进行系统总结与探讨。

一、电气设备制造行业成本控制现状分析

（一）成套设备制造成本构成要素

电气设备制造行业成套设备制造的成本构成要素多样。原材料采购方面，包含各种金属材料、绝缘材料等，其成本受市场价格波动影响较大^[1]。工艺装备涉及生产设备的购置、维护及更新成本，先进的工艺装备虽能提高生产效率，但往往投资巨大。人力成本涵盖了从研发、生产到销售等各个环节人员的薪酬、福利等，不同岗位和技能水平人员的成本存在差异。质量管控成本包括质量检测设备、人员培训及不合格产品处理等费用，对于保证

产品质量至关重要，同时也对成本有重要影响。这些成本模块在总成本中所占权重各不相同，且相互关联，共同影响着成套设备制造的成本。

（二）全生命周期成本管理瓶颈

在电气设备制造行业的全生命周期成本管理中，存在诸多瓶颈。研发设计阶段，往往因对成本的预估不准确，导致后期难以调整，出现成本固化问题^[2]。生产过程中，各环节成本难以有效联动，生产维护成本的把控缺乏系统性。同时，设备报废回收成本也常被忽视，没有合理的规划和核算机制。这些问题相互交织，使得全生命周期成本管理难以达到理想效果，增加了企业的成本

负担，影响了企业的经济效益和市场竞争能力。

二、技术创新与成本控制的协同机制

（一）技术研发对成本结构的重构作用

智能控制技术在电气设备及控制系统开发制造中的应用，对成本结构具有显著的重构作用。通过优化生产流程，减少不必要的工序和时间浪费，提高生产效率，从而降低单位产品的生产成本。同时，该技术推动生产标准化程度提升，使得产品质量更稳定，减少因质量问题导致的成本增加，如废品损失、返工成本等。这种标准化生产还有利于实现规模经济，进一步降低成本。智能控制技术的应用从多个方面对成本结构进行优化和重构，促进技术创新与成本控制的协同发展^[3]。

（二）成本约束下的技术创新路径选择

在成本约束下，技术创新路径选择至关重要。首先需建立技术经济性评价模型，综合考虑技术的可行性、创新性以及成本效益等多方面因素^[4]。通过该模型对不同的创新技术进行量化评估，筛选出符合成本控制要求且具有较高创新价值的技术。同时，基于成本效益分析建立创新技术筛选机制，明确各项技术在成本投入与预期收益之间的关系。这不仅有助于企业在有限的成本资源下选择最具潜力的创新技术，还能确保技术创新活动与成本控制目标紧密结合，提高企业在电气设备及控制系统开发制造领域的综合竞争力。

三、协同发展路径的实施框架

（一）组织管理机制创新

1. 跨部门协同决策体系构建

设计技术研发部门与财务控制部门应建立联席会议制度及决策流程，以实现跨部门协同决策。联席会议应定期召开，由两部门的主要负责人及相关人员参加。在会议中，技术研发部门应详细介绍项目的技术方案、研发进度及预期成果，同时财务控制部门要分析项目的成本预算、资金使用情况及潜在风险。通过充分的信息交流与讨论，共同制定合理的决策方案，确保技术创新与成本控制的协同发展。在决策流程方面，应明确各环节的责任主体和决策权限，建立有效的沟通反馈机制，及时解决决策过程中出现的问题，提高决策效率和质量^[5]。

2. 项目制成本管控模式

建立基于 PDCA 循环的技术研发项目全成本动态监控体系，是实现项目制成本管控的重要模式。在计划（Plan）阶段，明确项目目标与成本预算，制定详细的成本计划，包括各项成本要素的预估与分配^[6]。执行（Do）阶段，严格按照成本计划实施项目，确保各项成本支出符合预算，并对成本数据进行实时收集。检查（Check）阶段，对比实际成本与预算成本，分析偏差产生的原因，及时发现成本控制中的问题。处理（Act）阶段，针对问题采取有效的改进措施，调整成本计划，为下一个循环提供经验教训。通过不断循环，实现对技术研发项目成本的动态监控与有效

控制。

（二）技术应用创新方向

1. 模块化设计技术应用

标准化模块组合设计在电气设备及控制系统开发制造中具有重要意义。通过合理划分模块，可实现零部件的通用性和互换性，减少定制化设计带来的成本增加^[7]。在研发阶段，模块的复用能有效缩短研发周期，降低人力成本和时间成本。同时，标准化模块有利于生产过程的规模化和自动化，提高生产效率，降低制造成本。而且，这种设计方式便于产品的维护和升级，减少后期维护成本。在实际应用中，需根据产品的功能和性能要求，科学地确定模块的划分原则和接口标准，以充分发挥其在成本控制和科技创新协同方面的优势。

2. 数字孪生技术应用

数字孪生技术可在电气设备及控制系统开发制造中发挥重要作用。通过创建物理实体的虚拟模型，实现对设备全生命周期的精准映射与模拟^[8]。在设计阶段，利用数字孪生模型进行性能分析和优化，减少物理试验次数，降低成本。在制造过程中，实时监控生产数据，与虚拟模型对比，及时发现并纠正偏差，提高生产质量和效率。对于控制系统，数字孪生可模拟不同工况下的运行状态，辅助调试和优化控制策略。同时，结合物联网技术，实现设备与虚拟模型的实时交互，为远程监控和维护提供支持，进一步提升协同发展的效果。

四、工程实践验证与效益分析

（一）智能 MCC 站设备开发案例

1. 协同方案实施过程

在某 690V 智能 MCC 站保护控制系统开发中，协同方案实施过程严谨且高效。项目团队依据前期规划，整合电气设备及控制系统开发制造的各个环节。在硬件开发方面，确保元件选型符合成本控制与技术创新要求，同时注重设备的兼容性与可靠性^[9]。软件开发过程中，采用先进算法优化控制逻辑，提高系统的智能化水平。团队成员间保持密切沟通，定期召开项目会议，及时解决技术难题和协调各方资源。通过严格的测试流程，对设备和系统进行全面检测，确保其性能满足设计标准。最终，该协同方案的实施成功实现了成本控制与技术创新的目标，为智能 MCC 站的高效运行提供了有力保障。

2. 成本节约效果评估

在智能 MCC 站设备开发中，模块化设计展现出显著的成本节约效果。从物料成本来看，模块化设计使得零部件标准化程度提高，减少了定制化零部件的需求，从而降低了物料采购成本^[10]。同时，模块化的结构便于生产组装，提高了生产效率，进一步节约了生产成本。在调试周期方面，模块化设计使得设备的调试可以按模块进行，相较于传统的整体调试方式，大大缩短了调试时间。这不仅减少了调试过程中的人力成本投入，也加快了项目的整体进度，间接降低了项目的总成本，提高了企业的经济效益。

（二）工业自动化控制系统案例

1. 技术创新路径选择

在某 PLC 控制系统开发中，通信协议选型是关键决策之一。考虑成本约束，需综合评估不同协议的性能与成本。首先分析系统对通信速度、可靠性和兼容性的要求。对于一些对实时性要求不特别高且设备相对简单的应用场景，选择成本较低的通用协议，如 Modbus。它能满足基本的数据传输需求，且硬件和软件支持广泛，降低了开发和采购成本。同时，通过优化协议的配置和使用方式，进一步提高通信效率。而对于对实时性和准确性要求极高的复杂控制环节，在权衡成本增加的前提下，选用了更高级的工业以太网协议，如 Profinet。这样的选型决策在满足系统功能要求的同时，有效控制了成本，实现了成本控制与技术创新的协同。

2. 质量成本平衡实践

在工业自动化控制系统案例中，质量成本平衡实践至关重要。以某自动化生产线为例，在设计初期，通过对各部件可靠性要求及成本进行详细分析。采用先进的模拟软件，对不同可靠性设计方案下的系统运行情况进行模拟，同时结合成本数据。确定在满足生产效率和质量要求的前提下，哪些部件可采用高可靠性但成本相对较高的设计，哪些可适当降低可靠性要求以控制成本。通过这种方式，找到了可靠性设计与制造成本间的优化平衡点。在实际运行中，该生产线不仅保证了产品质量的稳定性，减少了因质量问题导致的维修和停机成本，同时也合理控制了制造成本，提高了企业的经济效益和市场竞争力。

（三）新能源设备开发案例

1. 全周期成本管理应用

某光伏逆变器产品的综合成本管控体系涵盖研发到回收全阶段。在研发阶段，通过精准的市场需求分析和可行性评估，优化设计方案，降低潜在成本。生产过程中，引入先进的生产技术和质量管理体系，提高生产效率，减少废品率，从而控制生产成本。销售环节，合理定价策略结合有效的市场推广，确保产品

的市场竞争力和利润空间。使用阶段，注重产品的可靠性和维护性，降低用户的使用成本和售后维护成本。回收阶段，建立完善的回收网络和处理机制，实现资源的再利用，减少环境成本。通过这样的全周期成本管控体系，该光伏逆变器产品在市场上取得了良好的经济效益和社会效益，同时也为新能源设备的成本控制提供了有益的实践参考。

2. 技术创新收益测算

通过对新能源设备开发案例的分析来测算技术创新收益。在实际工程实践中，新型拓扑结构的应用带来了显著的能效提升与维护成本降低。从能效提升方面，经过实测对比，采用新型拓扑结构的设备在相同运行条件下，电能转换效率较传统结构提高了，这意味着在长期运行过程中，能源损耗大幅减少。对于维护成本降低，由于新型拓扑结构优化了内部连接方式和组件布局，设备的故障发生率降低，维修频率减少。据统计，每年的维护费用较以往降低了2万元左右。这些数据清晰地量化了技术创新所带来的收益，体现了在新能源设备开发中技术创新对成本控制和效益提升的重要作用。

五、总结

本研究对电气设备及控制系统开发制造中的技术创新与成本控制协同机制进行了系统总结。实施该协同机制在一定程度上提升了企业效益，优化了产品性能价格比。然而，当前研究存在一些不足。样本数据方面，由于选取范围有限，可能无法全面反映行业真实情况。行业适用性上，不同行业在技术特点、成本结构等方面存在差异，现有研究成果在跨行业应用时可能出现不匹配问题。基于此，后续研究应致力于建立动态协同评价模型，以便更准确地衡量协同效果随时间和环境变化的情况。同时，构建跨行业知识迁移机制，促进不同行业间技术创新与成本控制协同经验的交流与应用，推动该领域研究不断完善。

参考文献

- [1] 黄凤. 基于标准成本法的 M 公司成本控制研究 [D]. 广西：广西师范大学，2023.
- [2] 高欢. BK 公司成本控制研究 [D]. 辽宁：沈阳理工大学，2022.
- [3] 蒋逸芳. XC 公司成本控制研究 [D]. 湖南：长沙理工大学，2022.
- [4] 郑涛. HX 印刷公司成本控制研究 [D]. 中南大学，2013.
- [5] 李政. A 汽车制造企业的采购成本控制研究 [D]. 上海财经大学，2023.
- [6] 韦秋嫻. 中小型制造企业人力资源管理现状及对策——以 L 公司为例 [J]. 商场现代化，2023(10):81-83.
- [7] 王芳. 中小型制造企业成本控制研究 [J]. 品牌研究，2022(24):229-232.
- [8] 周峰. 目标成本法下制造企业成本控制研究 [J]. 中国民商，2021(2):83,85.
- [9] 彭雪玲. 制造企业成本控制研究 [J]. 行政事业资产与财务，2023(6):45-47.
- [10] 郑晓晓. 制造企业成本控制研究 [J]. 中外企业家，2014.