

# 经济管控视角下石油化工电气自动化系统创新应用

王宝兴 (信联电子材料科技股份有限公司, 河北 黄骅 061108)

**摘要:** 石油化工行业能耗高、运营成本高, 电气自动化系统作为生产核心支撑, 其创新应用与经济管控深度融合是降本增效的关键。当前传统系统存在能耗管控粗放、成本核算滞后等问题, 难以适配经济管控需求。本文界定核心概念及协同价值, 从系统设计、技术升级、成本优化、管理协同四个维度提出应用路径。研究为石油化工企业通过自动化创新实现经济管控升级提供支撑, 助力行业提升经济效益与核心竞争力。

**关键词:** 电气自动化系统; 石油化工; 经济管控; 创新应用

**中图分类号:** TP273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 004-0016-03

## Innovative Application of Petrochemical Electrical Automation System from the Perspective of Economic Control

Wang Baoxing (Xinlian Electronic Materials Technology Co., Ltd., Huanghua Hebei 061108, China)

**Abstract:** The petrochemical industry has high energy consumption and operating costs. As the core support of production, the innovative application and deep integration of economic control of electrical automation systems are the key to reducing costs and increasing efficiency. The current traditional system has problems such as extensive energy consumption control and lagging cost accounting, making it difficult to adapt to economic control needs. This article defines the core concepts and collaborative value, and proposes application paths from four dimensions: system design, technology upgrade, cost optimization, and management collaboration. Research provides support for petrochemical enterprises to upgrade their economic control through automation innovation, helping the industry improve economic efficiency and core competitiveness.

**Keywords:** electrical automation system; Petrochemical industry; Economic control; Innovative Application

### 1 核心概念与协同价值维度

#### 1.1 核心概念界定

经济管控视角下的石油化工电气自动化系统即将成本优化、效率提高、风险减小作为核心目的, 将智能感知、数据解析、精准控制等技术相融合, 达成电气设备运行情况实时监测、能耗动态调节、成本精确核算的创新性系统。其核心特性涵盖经济指标引领、数据推动决策、全流程协同管控等方面, 与传统的仅关注“设备运行稳定”的自动化系统不同, 着重强调“技术效能”与“经济价值”的统一。

石油化工经济管控构建以整个生产周期为范畴的综合管控体系, 此体系围绕如电力消耗、设备运维、故障损失等核心成本要素, 同时结合产能、质量等收益指标搭建。其核心目的在于达成“成本达到最小化、收益实现最大化”的效果, 凭借电气自动化系统的创新举措, 可以将管控的精细程度从“车间级别”细化到“设备级别”, 提高管控的精确程度。

#### 1.2 协同创新的核心价值

成本节约的价值呈现在多个环节的精确降低成本。系统借助智能负载的调控, 对各个生产线的用电负荷予以平衡, 防止在用电高峰时段出现超额用电而被处以罚款的情况; 对峰谷电价间的差值加以利用, 可以让电力成本降低 8%-12%; 设备健康管理模块可

以提前对故障发出预警, 减少非计划性停机的损失, 单次故障的损失可以从百万元的级别降低至十万元的级别; 能耗的精确计量可以使单位产品的电耗减少 5%-10%, 每年节约的成本超过千万元。

价值推动与效率提升共同促进产能优化。具备毫秒级响应能力的自动化系统, 可以实现电气设备启停操作以及参数调节, 让生产线的切换时间显著缩短, 缩短幅度超过 40%; 智能巡检方式取代传统的人工巡检, 使巡检效率大幅提高, 提升至原来的 3 倍, 同时设备维护所需时间减少 50%; 通过与生产系统进行数据协同, 可让电气供应与生产负荷达成精准匹配, 使产能利用率得到 15%-20% 的提升。

风险缓释的价值可以对经营的稳定性起到保障作用。系统会在实时状态下对电压、电流等参数加以监控, 规避过载、短路等安全事故出现, 让设备损坏成本得以降低; 精确的能耗数据以及成本数据可为预算编制工作给予支撑, 减少成本出现波动的风险; 可以提前适应电力政策所发生的变化, 例如新能源并网的相关要求, 防止政策合规成本增加。

#### 1.3 二者协同的核心机理

成本传导的内在机理表现为: 系统会将经济管控指标转变为电气运行相关的参数, 借助设定诸如“单位产品电耗上限”“设备维护成本阈值”等指标, 系

统可以自动对设备的运行状态开展调控。例如，当某反应釜的电耗超出所设定的阈值时，系统会自动对加热功率进行优化，并且将相关信息反馈到成本核算模块，达成“参数调控-成本变化”的即时联动。

效率提升的内在机理：数据共享可以破除管控阻碍，系统会将电气运行数据与生产数据、成本数据进行整合，搭建起“设备运行-能耗消耗-产品产出”关联模式。借助数据分析识别处于低效运行状态的设备。

价值增值的内在机理表现为：创新技术可以转化为经济收益。新能源技术，如光伏、储能等与自动化系统相互融合，达成绿电的自发自用，有效降低从外部购买电力的价格成本；智能竞价购电模块依据电力市场价格的起伏波动，自动挑选合适的购电时机，减少电力成本，构建起“技术创新-成本节约-收益提升”的完整闭环。

## 2 创新应用的经济管控瓶颈

### 2.1 系统设计与经济管控脱节

设计目标与成本导向相背离。传统的自动化系统设计将“设备可以稳定运行”作为核心要素，并未将经济管控需求融入其中，例如仅设计基础的启停功能，缺少能耗优化的相关模块，使得设备长时间处于高负荷的运行情况，单位产品的电耗始终维持在较高水平；并未对全生命周期的成本加以考虑，设备在初期的采购成本较低，然而运维成本较高，整体的经济性能不佳。

数据协同能力呈现出明显的不足情况。ERP、MES等管理系统同电气自动化系统间存在数据无法互通的问题，形成“数据孤岛”现象，电气运行的数据难以及时同步到成本核算模块中，导致成本分析出现1-3天的滞后情况，所以无法为实时的成本管控提供有力支撑。此外，数据标准缺乏统一性，生产数据与能耗数据在统计口径方面存在较大的差异，因此难以开展关联分析工作。

### 2.2 核心技术瓶颈制约效益释放

进口依赖情况存在于关键技术方面。国外对高精度电力传感器、智能控制芯片等核心部件实施垄断，国产部件产生的测量误差处于2%-5%，造成能耗数据核算无法达到精准的程度，对成本管控的精确性产生影响；进口部件的价格达到国产部件价格的2-3倍，使得系统建设需要耗费较高的成本，投资回收期长达6-8年，导致企业的创新意愿较低。

技术融合的深度处于欠佳状态。新能源、数字化技术与自动化技术的融合存在不足处，例如光伏系统与电气主网的衔接存在不顺畅的情况，绿电消纳率低

于百分之六十；AI算法的应用仅局限于简单的故障诊断方面，未能达成能耗与成本的智能化预测，难以预先规避成本上涨的风险。

### 2.3 成本结构失衡影响投资回报

在项目起始阶段，初期投资在整体投入中的占比处于过高的水平。在创新系统建设所需的成本之中，硬件采购以及软件开发这两部分的占比高达70%，以中型规模的石油化工装置为例，其进行自动化升级所需要的投资超过5000万元，而传统系统的投资仅为1500万元，前者超出后者。另外，中小规模的石油化工企业在资金实力方面相对薄弱，没有足够的能力承担高额的投资。

隐性成本容易被忽略。在进行系统设计时，并未将后期的运维成本纳入考量范围，例如，进口部件的更换周期相对短暂，维修费用较为高昂，每年的运维成本可以占到建设成本的10%-15%；操作人员的技能培训成本居高不下，需要投入数十万元开展专业的培训工作，若不进行培训，便难以充分释放系统的效能，会使得实际获取的收益低于预先的期待<sup>[1]</sup>。

### 2.4 管理体系滞后导致效能不足

管理模式存在不匹配情况。企业依旧沿用传统“将设备管理与成本管理相分离”的模式，负责电气运维的团队仅承担设备运行职责，并不参与到成本管控工作中，造成系统的节能功能处于被闲置的状态；绩效考核的重点集中在设备故障率上，并未将能耗降低、成本节约等因素纳入到考核体系中，使得员工在创新应用方面缺乏积极性。

人才支持存在欠缺情况。当下，匮乏兼备“电气自动化”与“经济管控”能力的复合型人才，操作人员仅懂得设备的基础操作技能，难以凭借系统数据开展成本分析以及优化工作；管理人员对自动化技术了解不够深入，无法制定出具备科学性的系统应用方案，使得系统效能的释放比例不足30%。

## 3 创新应用的经济管控优化路径

### 3.1 构建经济导向的系统设计体系

设定以成本优先作为导向的设计目标。构建由“电气工程师与成本分析师”共同组成的联合设计团队，将单位产品的电耗、运维成本等经济指标归入设计规范中；运用“模块化设计”的理念开展工作，核心模块要达成稳定运行的要求，扩展模块着重于能耗的优化以及成本的核算，企业可以依据自身的资金情况分阶段进行采购，减轻初期投资的压力<sup>[2]</sup>。

着手构建数据协同平台。将电气自动化系统与ERP、MES系统的数据接口予以打通，达成设备运行、能耗、成本、生产等数据的即时共享；拟定统一的数

据标准,对能耗统计的口径以及数据格式加以规范,以此保证数据关联分析的精准性;研发数据可视化界面,实时呈现“设备状态-能耗变化-成本波动”的关联关系,为即时决策提供支撑。

### 3.2 突破核心技术瓶颈

关注关键技术的攻克。增加对像高精度传感器、智能控制芯片等核心部件在研发上的投入,构建产学研相结合的团队,打破部件测量精度以及稳定性瓶颈,让国产部件的测量误差降低到1%以内;研制拥有自主知识产权的智能控制算法,达成对能耗与成本的精确预测,使预测的准确程度达到90%以上。

促使技术达成融合创新的态势。搭建起“自动化、新能源、数字化”相融合的体系架构,研发光伏、储能与主网协同控制的模块,让绿电消纳率提升至超过90%;引入人工智能深度学习的算法,构建“能耗、成本、生产负荷”相互关联的模型,自动对设备运行的参数予以优化,使单位产品的电耗再降低5%到8%;运用数字孪生技术对系统运行的状态开展模拟,提前察觉能耗优化的空间范围,削减试错成本<sup>[3]</sup>。

### 3.3 优化成本结构加速投资回报

对投资成本进行分阶段的管控。运用“先让核心功能落地,后对扩展功能进行升级”的实施途径,在第一阶段投入两千万达成设备的智能监控以及基础能耗的优化,在第二阶段即三年后投入三千万达成成本的精准核算与智能决策,让每年的资金压力降低百分之五十;优先选用国产的成熟部件,使核心部件的国产化比率提升到百分之七十,使建设成本降低百分之三十。

全生命周期成本的管控。构建系统的全生命周期成本数据库,该数据库包含从采购、建设、运维到报废整个流程产生的成本;运用“国产产品替换进口产品并进行自主运维”的策略,用国产的部件替换原本的进口部件,使得运维成本下降40%;组织开展面向内部运维人员的培训活动,以此来替代原本依赖的外部运维服务,让每年的运维成本降低25%,让投资回收期缩短至4年以内<sup>[4]</sup>。

### 3.4 升级管理体系释放系统效能

构建起协同管理的模式。组建“电气运维+成本管控”的一体化团队,将运维人员参与成本分析的职责予以明确;将能耗降低率、成本节约额归入绩效考核体系,设立“创新应用奖励基金”,对达成成本优化目标的团队给予奖金形式的激励,提高员工的积极性。

致力于培育具备多元能力的复合型人才。高校特别开设“电气自动化+能源经济”跨学科交叉专业,

有针对性对复合型人才进行培养;企业积极开展“技术+管理”的双轨制培训活动,一方面邀请在电气领域有深厚造诣的专家详细讲解系统操作内容,另一方面邀请专业的成本分析师讲授成本管控的相关知识;同时,建立起“师带徒”的机制,安排经验丰富的资深技术人员对新入职的员工进行指导,让团队的专业能力可以迅速得到提升。优化流程衔接强化数据赋能,持续提升管理协同与系统效能。

### 3.5 完善支撑保障机制

对政策精准支持予以强化。颁布电气自动化系统创新专项政策,针对采用国产核心技术的企业,给予其建设金额30%的补贴;拓宽税收减免的范畴,中小微企业可以享有增值税即征即退的政策;设立期限较长、利息较低的贷款,将贷款期限延长到10年,以此与投资回收期相匹配。

构建产业服务的生态体系。培育具备专业能力的系统集成服务组织,为企业给予“设计-建设-运维”的一体化服务内容;由行业协会发挥牵头作用,制定系统应用规范以及经济效益的评估准则,让评估的指标与方法实现统一;搭建起技术沟通交流的平台,对先进企业在创新应用上的经验进行分享,加快技术的推广速度<sup>[5]</sup>。

## 4 结语

从经济管控的角度来看,石油化工电气自动化系统的创新运用,是该行业打破高成本阻碍、达成高质量进步的关键途径。目前存在系统与管控未有效衔接、技术遭遇阻碍、成本关系失调等情况,可借助以经济为导向进行设计、攻克核心技术难题、优化成本、升级管理以及提供政策保障等办法进行解决。此种创新的运用不仅可以削减电力与运维成本,而且可以提高生产的效率以及在市场中的竞争能力。

### 参考文献:

- [1] 赵帆. 基于PLC的电气自动化控制系统在石化行业油库区中的应用[J]. 自动化应用, 2023, 64(21): 30-32.
- [2] 王凯. 石油化工电气自动化控制中的PLC技术应用[J]. 中国设备工程, 2023, (19): 226-228.
- [3] 童理. 电气自动化系统在化工行业的应用概述[J]. 电气技术与经济, 2023, (02): 166-169.
- [4] 史晓宇. 石油化工电气自动化控制中的PLC技术应用[J]. 化工管理, 2022, (20): 106-108.
- [5] 柯小均. 电气自动化系统在石油化工行业中的应用探讨[J]. 中国设备工程, 2022, (06): 106-107.

### 作者简介:

王宝兴, 男, 汉族, 河北沧州人, 本科, 工程师, 研究方向: 电气工程及其自动化。