

降本增效视角下石化行业工程项目仪表技术管理 关键环节优化

钟家鸣 肖良学（中海壳牌石油化工有限公司，广东 惠州 516086）

摘要：仪器仪表技术管理在石化行业工程项目中起着至关重要的作用，可以保证生产安全，稳定运行，达到降本增效的目的，从降本增效的角度出发，优化仪表技术管理的关键环节势在必行。本文通过分析石化工程项目仪表技术管理关键环节识别与问题分析，提出针对性的优化措施，并针对优化策略进行了经济效益评估，从而提高石化行业工程项目的经济效益及运营效率，促进行业高质量可持续发展。

关键词：降本增效；工程项目；仪表技术管理；经济效益分析

中图分类号：TE65；TH86 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)031-0063-03

Optimizing Key Aspects of Instrumentation Technology Management in Petrochemical Engineering Projects from Cost-Effectiveness Perspective By

Zhong Jiaming, Xiao Liangxue (Zhonghai Shell Petrochemical Company Limited, Huizhou Guangdong 516086, China)

Abstract: Instrumentation technology management plays a vital role in petrochemical engineering projects, ensuring production safety, stable operations, and cost efficiency. From this perspective, optimizing critical aspects of instrumentation technology management has become imperative. This paper identifies key aspects of instrumentation technology management in petrochemical projects, analyzes existing issues, proposes targeted optimization measures, and evaluates economic benefits of these strategies. These efforts aim to enhance the economic efficiency and operational effectiveness of petrochemical engineering projects, thereby promoting high-quality and sustainable industry development.

Keywords: Cost-Effectiveness; Engineering Projects; Instrumentation Technology Management; Economic Benefit Analysis

在石化行业竞争日趋激烈的当下，降本增效成为企业提升竞争力的关键策略，工程项目中贯穿于工程全生命周期的仪表技术管理深刻地影响着成本控制及生产效益，优化仪表技术管理关键环节能确保石化项目顺利实施和高效运行，有效降低工程建设费用，提高生产效率和产品质量，促进企业的经济发展。

1 石化工程项目仪表技术管理关键环节识别与问题分析

1.1 仪表选型不当

部分石化企业在仪表选型中存在“技术崇拜”，将高端技术指标作为首要标准，这忽视了实际生产工况，在普通工艺流程中，盲目选用超高精度仪表，还选用复杂功能的高端仪表，这形成了“大马拉小车”的资源浪费，采购成本大幅增加，生产效益却未同比提升，资金使用效率低下，选型时未将仪表纳入整个生产系统评估，仅关注自身技术参数，忽视与工艺流程的兼容性，忽视与现有控制系统的匹配以及与其他设备的协调，增加改造成本，影响控制系统稳定性，降低系统响应速度，还增加后期调试难度，部分企业选型时“重采购价、轻全周期”，仅以初始采购成本为核心指标，未考量仪表全生命周期成本，低价仪表

存在采购投入低，但运行中可靠性差、故障频发，维修费用高，长期下来总成本反而更高。

1.2 仪表安装调试欠缺

仪表施工队伍技术不一，部分人员专业不足，缺乏规范意识，仪表安装方式不合标准，测量准确性下降，可靠性降低，工艺参数控制不准，调试难度增加，维护工作量加大，测量不准引发工艺波动，存在安全隐患，而且企业缺少统一调试流程，调试人员操作随意，有人跳过单体调试，直接进行系统联调，仪表故障难发现^[1]。性能缺陷难察觉，调试时间延长，成本增加，故障点隐蔽难查，影响控制系统投用，存在调试记录不完整，关键信息缺失，后期维护缺少依据，各专业沟通不畅，施工计划未考虑顺序，衔接节点缺失，施工中相互干扰，冲突频发。

1.3 仪表运行维护缺少科学依据

企业仪表维护计划不科学，未考虑仪表重要性及运行工况，维护周期差异不足，部分维护周期太短，导致资源浪费，关键仪表维护周期过长，或维护不及时，易引发故障，导致生产中断，增加维修成本，缺乏优化依据，依赖个人经验，缺少技术及系统支持，面对复杂故障，依据人工判断效率低下，隐性故障更

难发现，对故障数据收集不足，分析不充分，缺乏故障数据库，无法预测维护，总是被动应对，部分备件采购过多，长期闲置，占用资金、仓储空间，而关键备件储备不足或无储备，故障时紧急采购，延长维修时间，可能中断生产，给企业造成巨大损失^[2]。

1.4 仪表更新改造不善

企业管理层认识不足，不重视仪表更新改造，缺乏前瞻性规划，总是等到仪表性能下降，故障频发时才考虑改造，老旧也存在仪表运行时间长，测量精度降低，影响产品质量，增加成本核算难度，还可能增加能耗，生产成本上升，制定改造方案时调研不足，技术论证不充分，经济评估欠缺，部分方案太保守。没有引入智能技术，不能满足企业需求，部分方案太激进，盲目追求新技术，忽视企业的实际情况，项目缺乏进度控制，质量把控不到位，关键环节缺乏检验标准，缺乏监督措施，改造后仪表质量差，预算控制不严容易出现超支情况。

1.5 文档与知识管理不完善

文档与知识管理容易被忽视却至关重要，当前存在着文档交付不完整的问题，由于缺乏规范的管理流程和责任机制，往往会造成文档交付工作滞后于安装调试进度，运维人员无法及时获取资料，部分文档内容出现错误和遗漏，从而影响后续工作的开展。

2 石化工程项目仪表技术管理优化策略

2.1 仪表选型优化

①组建专业团队。组建多专业选型团队，团队要发挥各自的专业优势，协同开展工作很重要，工艺工程师提供参数，参数要详细，仪表工程师使用这些信息，结合技术现状，梳理仪表功能、性能指标，生产操作人员从实际使用角度出发，提出操作便捷性、维护便利性等方面，团队要多次研讨、论证，研究工艺需求，仪表参数要精准，避免设定过高或者过低，防止出现选型偏差。

②加强兼容性评估。选型阶段要全面评估仪表与现有工艺流程、控制系统、其他相关设备之间的兼容性，要求供应商提供技术参数手册，明确通信协议、接口标准、电源要求、信号类型，还需提供兼容性说明文档，关键仪表要模拟测试。搭建测试环境验证通信稳定性，验证数据传输准确性，验证与其他设备的协同能力，仪表通信协议要对接 DCS，也要对接 PLC 等控制系统，接口标准要符合企业规范，避免后期硬件改造，减少软件升级需求，缩短调试周期，降低改造成本，确保仪表系统顺畅运行^[3]。

③运用全生命周期成本分析。引入全生命周期成本分析方法，综合考虑仪表所有成本，从采购开始，包括安装调试、运行能耗、维护维修、报废处理等都

要建立 LCC 数学模型，明确各成本要素权重的计算方法，分析不同品牌仪表的成本效益，比较不同型号的成本效益，在模型中纳入初始采购成本，详细计算安装调试成本，计算运行过程中的能耗成本，考虑定期维护成本，包括备件更换、人工成本、故障维修成本、报废时的处置成本，对于关键设备上的仪表采购成本较高，但其可靠性高，维护周期长，成本低，使用寿命长，通过 LCC 分析发现其总成本更低，长期更具成本优势，实现仪表投资最优化，提升企业整体经济效益。

2.2 仪表安装调试优化

①加强安装质量管理。对仪表的安装施工人员进行系统的专业培训，考核合格后才能上岗，确保施工人员技术达标，保证施工人员质量意识强，根据仪表类型制定作业指导书，明确安装要求，充分考虑工艺流程特点，指导书要详细，明确每台仪表的位置、安装方式、安装精度、管线连接规范、接地要求等为安装提供技术依据，安装过程要严格监督，建立质量检查机制，班组要自检，工序要互检，质检员要巡检，把控每个环节，实行质量验收单制度，每道工序都要验收，验收合格才能继续，签字确认后方可进行，确保安装质量达标，符合相关规范，从源头上杜绝因安装质量问题导致的仪表故障。

②强化交叉作业协调。仪表安装调试常与多个专业交叉作业，这些专业包括工艺管道安装、设备安装、电气安装等，因此需要高效协调机制，项目前期应组织各专业人员，共同制定详细施工进度计划，明确各专业施工顺序，确定时间节点，提出交叉作业衔接要求，避免施工冲突，定期召开跨专业协调会议。加强各专业沟通交流，及时通报施工进展，讨论解决交叉作业问题，施工过程中设立专门协调人员，负责统筹各专业施工安排，重点管理交叉作业区域，及时处理现场突发问题，有效协调交叉作业，确保施工有序进行，减少工序混乱，避免工期延误，降低返工成本，保障项目按计划推进^[4]。

2.3 仪表运行维护优化

①制定科学维护计划。使用可靠性高的维护方法，全面分析仪表的可靠性，根据仪表在生产中的重要性分类管理，全面考虑运行状况、故障模式、影响程度等关键因素，对关键仪表使用状态监测技术，安装在线监测设备或定期采集运行数据，实时掌握仪表状态，根据监测结果进行针对性维护，对一般仪表结合历史故障数据，参考运行经验，确定合理维护周期，明确维护内容，制定预防性维护计划，维护计划需明确以下内容，维护项目、维护周期、维护人员、维护方法、所需备件等，根据运行状况变化调整优化，科学的维护计划避免资源浪费，防止维护不足引发故障，提高

仪表可靠性，延长使用寿命。

②提升故障诊断能力。引进传感器技术、大数据分析技术、人工智能算法等先进技术的故障诊断系统，通过建立的故障诊断模型，实时采集仪器仪表运行处理数据，及时发现仪器仪表异常征兆，并对故障部位进行准确诊断，从而实现对仪器仪表运行数据的实时采集。同时，建立完善的故障数据库，系统整理分析历史故障，总结故障发生的规律和趋势，为故障诊断系统提供数据支持和经验参考，建立完善的故障数据数据库，加强对历史故障数据的分析。

③优化备件管理。建立科学的库存管理体系，备件分类采用ABC分类法，确保安全库存的是A类关键备件，保持适度库存的是B类备件，采取适时采购策略的是C类备件，加强与供货商的协作，对供货商进行定期评估，对备品备件进行定期盘点和清理，优化库存结构，降低成本。

2.4 仪表更新改造环节优化

建立适时更新改造机制，成立仪器仪表技术考核组，对在用仪器的性能、运行状况、维修费用等进行定期考核，对更新改造指标进行量化制定，对仪器仪表信息建立台账记录，及时启动更新改造工程，避免仪器仪表老化或工艺落后给生产带来影响，组织多专业人员对方案进行技术经济论证，结合企业需求和规划，关注行业技术动态，遴选出先进的方案，具有较强的专业性。对不同的计划进行比较分析，分析其利弊和风险评估，制定详尽的技术设计文件及实施方案，把进度、质量和费用目标具体化，建立进度跟踪机制，及时调整偏差，加强质量控制，严格按规范施工检验，做好成本管理，监控费用支出，避免超支现象发生，并对后续工程进行经验总结和借鉴^[5]。

2.5 文档与知识管理优化

推动数字化交付，要求设计方和承包商交付明确数据标准和格式的结构化仪表索引表和3D模型等数字化数据，为仪器仪表全生命周期管理提供支撑，建立统一的数字化平台，对管理数据进行整合，确保数据准确、完整、相符。建立在线知识管理库，建立鼓励技术人员贡献经验、定期优化数据库、实现知识共享复用、提升仪表管理整体水平的分类检索机制及维护机制，收集和存储故障案例、最佳实践、校验数据等知识。

3 优化策略的成本与效益评估

3.1 直接经济效益

通过建立统一的技术标准体系，实现标准化设计，减少非标准部件的使用，从而降低设计制造成本，推行战略采购模式，通过批量采购与核心供应商签订长期框架协议，获得价格折扣，开展国产化替代工作，

在满足技术指标的前提下，选用国内质量水平相当的设备和材料，降低进口关税和物流成本，同时缩短供货周期，综合降低项目直接采购和建安成本，在满足技术指标的前提下，通过优先选用高可靠性设备，降低设备故障发生频率，从而降低备品备件采购费用和人工维护成本，通过设备状态在线监测和预判维护，提前识别潜在故障风险，减少水、电、气等能源浪费，减少产量损失和重启调试成本，采用智能仪表和自动化控制系统，实现能耗的实时监测和动态调节，避免因非计划停机导致的生产中断。

3.2 间接经济效益

采用数字化调试技术和模拟仿真手段，提前发现系统匹配问题，提高现场调试效率，促进项目提前达到投产条件、产生销售收入和利润，通过标准化施工流程和质量管控措施，减少施工过程中的返工整改工作量，建立数字化文档管理平台，通过开展有针对性的数字化技能培训、提高运维人员操作熟练度和问题处理能力、减少人工作业时间和失误率、节约人力成本支出等措施，实现运维数据的快速检索和共享。构建完善的安全管理体系和质量监督机制，加强现场安全巡检和质量抽检频次，及时消除安全隐患和质量缺陷，减少因安全事故、产品召回、客户索赔等造成的伤亡赔偿、设备损坏修复费用以及因质量问题造成的潜在损失，把风险费用变成实实在在的效益。

4 结论

综上所述，石化工程项目仪表技术管理的关键环节从降本增效的角度进行优化，能够有效降低项目成本、提高生产效率和产品质量、增强企业市场竞争力，对于提高企业经济效益和经营效益、不断加强仪表技术管理、不断优化关键环节、满足行业发展需求、实现企业可持续发展具有十分重要的意义。

参考文献：

- [1] 杨飞, 翁小平. 石化行业工程项目建设中的仪表技术管理 [J]. 化工管理, 2024(32):163-165.
- [2] 徐荣刚, 杨明华, 任晓莉. 石油化工厂仪控设备前期管理经验探讨 [J]. 石油化工自动化, 2023(S1):18-21.
- [3] 邢勐. 仪控状态监测平台对于石化企业长远发展的重要影响 [J]. 石油化工自动化, 2024(01):1-5.
- [4] 李文才. 基于仪控状态监测平台的智能设备状态监测及诊断研究 [J]. 办公自动化, 2025(11):14-16.
- [5] 查龙信. 化工生产过程自控仪表技术改造及检修分析 [J]. 化工设计通讯, 2022, 48(05):51-53.

作者简介：

钟家鸣（1996-），男，汉族，广东惠州人，本科，助理工程师，研究方向：仪器仪表工程。