

石油化工 EPC 项目成套设备采购全过程质量管理

曹文晖（中国五环工程有限公司，湖北 武汉 430223）

摘要：在石油化工领域中，针对于EPC项目来讲，其具有技术密集、资产集中、建设周期长等特点，在这一复杂体系中，成套设备采购质量优劣不仅会影响项目进度与经济效益，也与行业可持续发展目标实现有一定关联。基于此，本文主要分析石油化工EPC项目成套设备采购全过程质量管理对策，希望可以助力行业高质量发展。

关键词：石油化工；EPC项目；设备采购；全过程质量管理；质量控制

中图分类号中：TE68 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)024-0031-03

Whole process quality management of complete equipment procurement for petrochemical EPC project

Cao Wenhui (Wuhuan Engineering Co.,LTD., Wuhan Hubei 430223, China)

Abstract: in the field of petrochemical industry, EPC projects have the characteristics of technology intensive, centralized assets, long construction period and so on. In this complex system, the quality of complete equipment procurement will not only affect the project progress and economic benefits, but also have a certain correlation with the realization of the sustainable development goals of the industry. Based on this, this paper mainly analyzes the whole process quality management countermeasures of petrochemical EPC project equipment procurement, hoping to help the high-quality development of the industry.

Key words: petrochemical industry; EPC project; Equipment procurement; Whole process quality management; quality control

在全球能源需求不断增长的背景下，石油化工行业正经历转型，EPC (Engineering Procurement Construction) 模式凭借自身管理优势，已经成为石油化工项目主流实施方式。但这一模式下的成套设备采购会涉及数百类产品，技术参数定制化程度较高。据不完全统计，因设备质量问题导致成本超支事件占比较高，这样就会直接影响项目整体效益。从这一层面分析，应构建覆盖设备采购全生命周期的质量管理体系，这是确保项目顺利实施的必然要求。

1 采购前期策划阶段质量体系构建

1.1 明确质量需求

在项目启动初期阶段，质量管理团队应联合工艺设计部门与技术研发部门，并基于项目可行性研究报告编制《设备技术规格书》，这一文件不仅要涵盖设备基础性能参数（如工作压力、温度范围以及处理能力），还要根据石油化工行业特点进一步细化材料耐腐蚀性能、防爆等级和抗震设计规范等技术要求。为确保质量标准可以有效传递，应组织多轮跨部门技术交底会议，通过三维建模可视化方式消除设计、采购以及施工等多环节理解偏差。在这一基础上，构建技术规范动态更新机制，依照行业新标准优化质量要求。

1.2 供应商质量管理体系审核

供应商选择是采购质量控制的关键防线，因此，

企业应构建分级分类供应商管理体系，通过资质预审、业绩评估、财务健康度分析等初筛流程，以此确定潜在合作名单。针对于关键设备供应商来讲，应开展现场审核，重点考察其生产车间数字化制造水平、质量管理体系运行的有效性、原材料溯源能力等。如以某千万吨级炼油项目为例，通过对压缩机供应商现场审核，发现其焊接工艺评定报告存在参数缺失问题，及时终止了合作，避免了重大质量隐患出现。在这一基础上，还可以引入供应商绩效评价模型，并结合历史合作数据和第三方信用评价等维度，量化评估供应商质量履约能力，以此形成动态更新的合格功能供应商名录。

1.3 设计管理

在石油化工EPC项目成套设备采购全过程质量管理体系中，设计管理可以说是关键环节，其执行效果会直接影响到项目整体质量。所以，需要从多个层面构建精细化管理体系。其一在工作界面划分协调中，要清晰界定各方权责，这是确保项目顺利推进的基础，可通过签订技术协议以书面形式明确业主、承包商与供应商在全路程中的职责范围^[1]。同时组织召开成套设备开工会，通过面对面沟通交流对技术协议中的关键内容进行解读，确保各方对工作界面有清晰认知，以免因职责不清而出现互相推诿、交叉作业等问题；

其二对成套设备技术文件建立规范化管理机制，设计项目文档控制人要承担起供应商技术资料分发任务，依照各专业需求将资料传递到相关工程师手中，确保其可以严格遵循项目对供应商文档复批要求对技术文件进行审核。

另外，项目组要指定专人负责建立并维护文件递交和批复合台账，可运用信息化管理手段记录文件递交时间、版次信息、返回时间、批复状态及审批负责人等关键信息。通过台账管理实现对技术文件全生命周期的动态跟踪监控，这样可以保障设计管理工作开展更加高效，长此以往，有利于为石油化工 EPC 项目成套设备采购的质量管控奠定强有力的基础。

1.4 制定质量管控计划

石油化工企业可基于项目特征编制《设备采购质量计划》，将全流程分解成为多个关键阶段，同时明确不同阶段的质量控制点、责任主体以及交付成果。在这一基础上引入 PDCA 循环和六西格玛管理理念，设定“设备一次交验合格率 $\geq 98\%$ ”“技术文件完整率 100%”等量化指标，并设立考核奖惩机制^[2]。同时，运用甘特图、关键路径法（CPM）对质量计划进行可视化管理，识别采购流程中的高风险环节（如进口设备报关延迟、长周期设备制造进度滞后），以便提前制定应急预案，确保质量目标与项目整体进度协同推进。

2 采购实施阶段质量过程控制

2.1 合同管理与技术文件控制

在石油化工 EPC 项目成套设备采购中，采购合同不仅是交易双方的法律契约，也是贯穿项目全周期质量管控的核心依据。为确保质量要求具备可操作性，应将技术规范中的质量标准、性能指标、验收准则等内容逐一细化并转化为合同条款。

针对于关键工序质量管控来讲，可采用国际通用的“R 点（记录确认）”“W 点（现场见证）”“H 点（停工待检）”三级控制模式，其中 R 点要求供应商对工序完成情况进行记录，采购方通过查阅资料确认其合规性；W 点需采购方或第三方代表在关键工序进行时到场见证，使操作符合规范；H 点则是在关键节点停工，等待采购方检验合格之后再继续施工。

对于不合格品处理来讲，合同中规定供应商要在 48h 内提交整改方案，同时承担由此产生的全部费用，以此强化供应商质量责任意识；在技术文件管理中，建立“三审三校”制度，在供应商提交图纸与检验报告等技术文件之后，首先由采购工程师对文件完整性进行初审，核查是否包含设备设计说明、材料清单及试验报告等必需材料；其次需要技术专家对文件中的技术参数进行复审，对照国家标准和行业规范及项目

技术要求，验证参数合规性^[3-4]；最后法律顾问要对文件中的法律条款进行审核，识别其中潜在风险点，例如知识产权归属、违约责任界定等。如以某乙烯项目为例，可通过“三审三校”机制审查供应商提交的压力容器设计图纸的安全系数，以免设备制造阶段的出现返工，这对于确保项目进度也有一定作用。

2.2 制造过程监造检验

为全方位把控成套设备制造质量，可采用复合管控模式，对于反应器、压缩机等重要设备来讲，应组建经验丰富的监造团队驻场，并配备先进检测设备，如激光跟踪仪、超声波探伤仪以及光谱分析仪等，以便对设备制造全流程进行监控。而在材料检验环节，可以使用光谱分析仪对钢材化学成分进行检测，使其符合标准要求。

针对于超声波探伤仪来讲，其能够对焊缝内部质量开展无损检测，有助于及时发现潜在缺陷。如以大型塔器制造为例，监造工程师要每天记录筒体椭圆度、焊缝余高、直线度等关键数据，之后运用统计分析方法对数据的趋势进行研判，提前预判质量风险。在水压试验过程中，则需要严格按照 API 620 标准控制升压速度和保压时间，同时采用高清摄像设备留存影像资料，将其作为设备验收的重要依据。

对于非驻场设备来讲，可以利用物联网技术在生产车间部署温度、压力位移等传感器，以此实时采集设备制造阶段的各种参数，并利用数据传输网络将信息同步到项目管理平台中。在这一背景下，项目团队就可以通过远程监控系统随时查看设备制造进度，实现对生产过程的动态管理。为进一步强化设备质量，还可以委托第三方检验机构对设备进行独立检验，其可以对设备原材料、加工工艺以及成本性能等进行全方位检测，确保出厂设备完全符合技术要求，这样就能够为石油化工项目稳定运行提供保障。

2.3 进度与质量动态协调

面对石油化工项目多交叉作业、设备交货期集中等挑战，应建立质量优先、动态平衡管理机制^[5]。通过项目管理信息系统（PMIS）实时监控设备制造进度和状态，在出现进度滞后风险时，优先采用增加生产班次、协调备用产能等方式，以免为赶工而降低质量。某 LNG 接收站在低温泵制造时，因供应商产能不足导致进度延误，项目组在了解实际情况之后及时启动了备用供应商资源，同时还增派检验人员加强质量抽检频率，保障了设备按期交付。

3 采购收尾阶段质量验证与闭环管理

3.1 交付验收

针对于石油化工企业成套设备采购全程质量管理

来讲，设备到货后的验收工作是把控质量的最后一道关卡，为确保验收工作有效开展，要成立联合验收小组，小组成员由设计、施工、监理以及使用单位等专业人员构成，不同成员应依照自身职责分工，并严格遵循“文件核对－外观检查－性能测试”的验收步骤开展工作^[6]。

3.1.1 文件核对

验收人员需要对照合同与技术协议要求注意核查设备出厂合格证、质量检验报告、操作维护手册、材质证明等技术文件，确保文件内容完整、数据准确且符合标准规范。

3.1.2 外观检查

运用专业检测工具对设备表面涂层质量、焊缝外观、关键尺寸等进行检查，以便及时发现表面损伤、变形、锈蚀等问题。③性能测试：这一环节要重点对设备核心功能与技术参数进行验证，对不同类型设备设置专项测试方案，如泵类设备测试要确定其流量、扬程、效率是否达标，同时检测电气设备的绝缘电阻和耐压性能。

3.2 安装调试阶段联动质量管理

石油石化企业成套设备质量管控切不可止步于交付验收环节，需要将管理链条延伸到项目现场，构建双项目经理协同机制^[7]。采购项目经理应与施工项目经理进行配合，实现信息共享和高效沟通，采购团队应派遣经验丰富的技术代表常驻现场，全程跟进设备安装过程，并及时协助施工单位解决各类技术问题。如管道法兰尺寸偏差导致连接困难，这时技术代表则可以凭借对设备设计与制造工艺的了解快速提出解决方案，避免因技术问题而导致设备出现质量隐患。

在联动试车阶段可利用数字孪生技术构建设备虚拟仿真模型，通过在设备上部署传感器采集其运行参数，然后随之同步到虚拟模型中，将实际运行状态与设计模型进行对比分析。一旦发现性能偏差，可借助数字孪生模型可视化分析功能快速定位问题根源，这样有助于缩短故障诊断时间。

3.3 售后服务质量改进

为确保石油化工成套设备在投产之后稳定运行，企业可以构建供应商售后服务 KPI 考核体系，从故障响应时间、备件供应周期、维修技术水平、维修成本以及服务态度等维度对供应商进行量化考核。在这一基础上将考核结果与供应商评级、订单分配挂钩，对售后服务表现优秀的供应商给予优先合作和订单倾斜奖励，而对于考核不达标者可采取警告、减少订单份额或直接列入黑名单，这样的方式有利于激励供应商提升售后服务质量。

针对设备试运行阶段所暴露出的质量问题，可以运用 5Why 分析法、鱼骨图等质量管理工具剖析问题产生原因，层层挖掘问题背后的本质因素，再利用鱼骨图从人员、设备、材料、方法以及环境等方面潜在影响因素，形成《质量改进建议书》反馈至供应商。例如某石化项目在设备试运行期间，仪表控制系统频繁出现误动作情况，相关工作人员通过 5Why 分析法与鱼骨图分析发现是算法设计缺陷导致，项目方及时向供应商提出改进建议，推动其优化控制系统算法，最终成功降低了仪表故障率^[8-9]。

在这一基础上，还可以建立采购质量知识库，对历史项目中出现的质量问题、解决方案、经验教训进行分类归档，这一知识库包含设备选型、供应商管理、合同执行及质量检验等案例，这样能够为后续项目提供参考。在过程中项目团队成员可随时查阅学习，持续提高采购全过程管理水平，这对于助力石油化工 EPC 项目实现高质量发展有促进作用^[10]。

4 结束语

结合全文，在石油化工 EPC 项目成套设备采购全过程质量管理中，需要在前期策划阶段构建完善质量体系、实施阶段强化动态过程控制、收尾阶段进行质量闭环管理。这样不仅可以降低设备质量风险发生，还可以保障项目按期投产且稳定运行。

参考文献：

- [1] 叶乔华. 石油化工设备安装技术及项目管理分析 [J]. 当代化工研究, 2024,(09):194-196.
- [2] 陈海峰. 海洋石油工程项目设备调试管理 [J]. 化工管理, 2024,(10):7-9+25.
- [3] 孙郭锋. 工艺设备管理系统在海洋石油工程项目中的应用 [J]. 电子技术, 2023,52(10):142-144.
- [4] 王友涛. 石油化工 EPC 项目成套设备采购全过程质量管理 [J]. 设备监理, 2023,(04):5-8.
- [5] 赵宇. 非标设备采购价格控制与影响因素 [J]. 化学工程与装备, 2022,(01):185-186.
- [6] 刘春萍. 浅析化工材料的特征与采购方法 [J]. 化工管理, 2019,(31): 26-27.
- [7] 马超. 化工设备招标采购以及验收的管理探讨 [J]. 化工管理, 2019,(29):135-136.
- [8] 张丹. EPC 总承包模式下的石油化工项目管理及其优化 [J]. 化工管理, 2018(7):1.
- [9] 郭群, 孙鹏. 出口 EPC 电站项目采购设备制造质量全过程控制 [J]. 设备监理, 2018(1):4.
- [10] 张凯天. 石油化工工程总承包项目中的设备采购管理及其案例分析 [J]. 炼油技术与工程, 2005, 35(10):4.