

大型石化项目电气专业采购管理的策略创新与实践

——以某 100 万 t/a 乙烯及炼油改扩建项目为例

黄美莲（中化商务有限公司，北京 100071）

摘要：大型石化项目中，电气物资采购品类多、要求严、协同复杂，是影响项目进度与成本的关键。本文以某 100 万 t/a 乙烯及炼油改扩建项目为例，梳理电气采购全流程，分析公开招标与框架协议结合、动态调价、多维度评标等创新策略，总结重点难点及应对措施。研究表明，科学采办策略、严格质量管控与供应商动态管理，可实现电气物资“安全、及时、经济”供应，为同类项目提供参考。

关键词：石化项目；电气专业；采购策略；框架协议；创新实践

中图分类号：F426.4；F284

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）031-0022-04

Innovative Strategies and Practices in Procurement Management for Electrical Engineering in Large-Scale Petrochemical Projects

— A Case Study of a 10-Million-Tons/Year Ethylene and Oil Refinery Revamping and Expansion Project

Huang Meilian (Sinochem Commerce Co., Ltd., Beijing 100071, China)

Abstract: In large-scale petrochemical projects, the procurement of electrical materials involves numerous categories, stringent requirements, and complex coordination, making it a critical factor affecting project progress and costs. Taking a 10-million-tons/year ethylene and oil refinery revamping and expansion project as an example, this paper outlines the entire electrical procurement process and analyzes innovative strategies such as the combination of open bidding and framework agreements, dynamic price adjustment, and multi-dimensional bid evaluation. It also summarizes key challenges and corresponding countermeasures. Research indicates that scientific procurement strategies, strict quality control, and dynamic supplier management can achieve the “safe, timely, and economical” supply of electrical materials, providing a reference for similar projects.

Keywords: petrochemical project; electrical engineering; procurement strategy; framework agreement; innovative practice

100 万 t/a 级乙烯及炼油改扩建项目电气系统具有高温高压环境适应性强、自动化程度高、设备标准化要求严格等特点，对采购管理提出更高挑战。此类项目普遍存在周期紧、采购与设计/施工交叉推进的问题，如何平衡“质量合规、进度保障、成本优化”三者关系，成为采购管理的核心命题^[1]。本项目总投资超 300 亿元，涵盖 100 万 t/a 乙烯装置、配套炼油装置及公用工程系统，电气专业采购涉及 52 个物资品种，合同总额达 18.7 亿元，采购周期从项目前期设计阶段延续至投产试车后 3 个月。由于项目采用“边设计、边采购、边施工”的交叉推进模式，电气物资供应需同步匹配土建施工、设备安装、系统调试等多阶段需求，管理难度显著高于常规项目^[2]。本文基于该项目的实操经验，从采办策略、招标评标、合同执行等维度展开深度分析，为同类项目提供可复制的管理范式。

1 电气专业采购管理概况

1.1 采购范围与时间轴特征

本项目电气采购覆盖设备类与材料类两大体系：

设备类包含 220kV 变压器、GIS 开关设备、高低压开关柜、UPS/EPS 电源、综合自动化系统等 31 个品种；材料类包含电缆、桥架、接地材料、防爆灯具等 21 个品种。从时间轴看，采购需求呈现“全周期渗透”特征：

前期（项目开工后 6 个月内）：以箱式变电站、复合防腐接地材料、电缆桥架等基础物资为主，需配合土建预埋与基础施工，此阶段完成 15% 的采购量；

中期（开工后 7-18 个月）：核心设备集中采购期，包括 220kV 总变、10kV 开关柜、综合保护装置等，占总采购量的 65%，直接影响设备安装节点；

后期（开工后 19-24 个月）：以灯具、电力自动化系统、五防系统等配套物资为主，占比 20%，需匹配系统调试进度；

收尾阶段（投产前 3 个月至投产后）：仍有零星补充需求，如防爆胶泥、电缆保护套筒等散材，占比不足 1%，但直接影响试车进度^[3]。

1.2 合同签订与采购模式分布

截至主体装置投产,累计签订合同 1985 份,合同总额 18.7 亿元。从采购模式看:①公开招标:1860 份,占比 93.69%,涉及金额 17.5 亿元,主要覆盖动力电缆(336 份)、铝合金桥架(214 份)、10kV 开关柜(31 份)等大宗物资;②询价比选:118 份,占比 5.94%,涉及金额 0.9 亿元,以框架外散材为主,如防火封堵(5 份)、电加热器(3 份);③单一来源:7 份,占比 0.37%,涉及金额 0.3 亿元,包括复合防腐接地材料(102 份合同合并为 1 个单一来源框架)、电伴热系统增补等。

从合同类型看,框架协议订单采购占比 88.50% (1757 份),覆盖动力电缆、低压开关柜等 28 类核心物资,通过“固定单价+动态下单”模式实现高效响应;固定合同占比 11.50% (228 份),主要用于 220kV 变压器、GIS 等技术专用性强或采购量少的物资^[4]。

2 采办策略设计与实施

2.1 多元化采办方式的适配性应用

2.1.1 公开招标的精准实施

针对不同物资特性设计招标方案:①动力电缆、铝合金桥架等规模化物资:采用“资格后审+综合评估法”;②220kV GIS、主变压器等关键设备:采用“资格预审+技术评分权重”。

2.1.2 询价比选的流程优化

针对框架外小金额物资,简化流程但不降低标准:①供应商选择:从合格供应商库中随机抽取 3 家以上,避免定向询价;②评审标准:价格分占比 70%,技术符合性占比 30%,要求提供样品检测报告(如防火封堵材料的耐火极限测试报告);③周期控制:从需求提报到合同签订压缩至 7 个工作日,满足紧急施工需求。

2.1.3 单一来源采购的严格管控

主要采用于下列情况:①老装置的线路技改技措,必须保证原有采购项目一致性或者服务、功能配套的要求,需要继续从原供应商处增补。②通过实地考察,从各家原材料控制、生产工艺、装备能力、检验设备、产品质量管控来看,仅有一家产品质量稳定可靠,质量和技术性能能够满足技术要求,如复合型接地材料。③合同增补,续签合同,如电伴热系统。

2.2 框架协议的全流程管理

2.2.1 框架协议的前期策划

①需求调研阶段:联合设计院、施工单位梳理 28 类核心物资的规格范围,确保框架覆盖度 $\geq 90\%$ 。例如低压开关柜框架协议中,提前纳入“授权柜”“原厂柜”等 2 种类型,覆盖 95% 以上的需求场景;②定

价机制设计:通过成本拆解法确定合理单价,如电缆价格=铜价+耐火电缆加价/低烟无卤加价,其中铜价基准确定办法:以订单签订之日前一交易日上海期货交易所铜现货结算价为准,铜吨价每变化 1000 元调整一次。

2.2.2 框架协议的动态执行

①订单下达:施工单位提交需求后,采办工程师 24h 内完成规格匹配与单价核算,确认后下达订单;②调价触发:当原材料价格波动启动调价,按公式调整电缆单价,既保障供应商履约积极性,又避免采购方成本失控^[5]。

2.3 差异化打包策略的实践效果

2.3.1 全厂统包模式

打包策略综合考虑物资供应商群体、采购量、设计文件提交阶段等因素确定,主要包括以下情况:①采用框架协议合同策略、全厂采购量适中的情况下全厂需求打成一个采办包,如变压器、中压开关柜、防爆配电箱等;②采用框架协议策略、全厂采购量较大、不同装置需求差别较大,如电缆桥架均按区块分成多标段;③采用固定合同策略的物资,按供应商群体相同、设计文件提交时间相近原则划分采办包,如防火封堵材料等。

2.3.2 档次分标模式

低压开关柜采购量近 2000 面,按技术档次分设两个标段:一标段(原厂柜):供应主装置区;二标段(授权柜):供应辅助装置区。通过分标段平衡了高端需求与成本控制,整体采购成本较单一标段大幅降低。

3 招标评标体系优化

3.1 招标文件的精细化编制

3.1.1 资格条件的科学设定

避免“过高门槛排斥竞争”或“过低门槛导致质量风险”,围绕保证充分竞争和保证中标产品档次两个目标设置资格条件。根据设计院请购文件,进行市场调研,调研内容主要是设计制造资质及典型供货业绩,资格条件描述必须准确、清楚,避免歧义。

3.1.2 评标标准的量化设计

采用“靶心法”与“最低法”结合的评分规则:①电缆、桥架等质量差异大的物资:采用靶心法,以所有有效报价的算术平均值为基准价,按偏离 $\pm 1\%$ 扣分;②防爆操作柱等标准化物资:采用最低法,以所有有效报价的最低价为基准价,简化评审且有利于低价中标。

技术评分细化至可操作指标:①供应商的质量控制能力:包括原材料进厂检测流程、出厂试验项目;

②明确技术指标及运行性能参数；③设备现场安装、调试期间技术指导及售后服务响应时间。

3.2 定标与价格管理的创新实践

3.2.1 多维度定标原则的应用

①主备供应商制：低压综保装置招标中，综合得分前两名分别作为主选供应商和备选供应商（不承诺份额），当主供应商交货延迟或出现质量问题时，由备选供应商补充，保障供货连续性；②区块划分制：防爆配电箱按炼油区、化工区划分两个供货区块，两家中标商各负责一个区块并互为备用，避免单一供应商垄断导致的服务滞后；③份额动态调整制：根据供应商的供货及时率、质量合格率动态调整份额。

3.2.2 框架协议价格的动态管控

原材料联动：电缆、铝合金桥架等物资签订“价格联动公式”，如铝合金桥架与上海有色网的铝锭价格挂钩，以上海期货交易所的铝锭加权平均价 14500 元/t 为基础，铝锭每变化 1000 元/t，铝合金桥架价格调整幅度为 5%。

4 执行管理与质量控制

4.1 全周期交货期管控机制

4.1.1 分级催交体系的构建

按物资重要性分级管理：A 类（关键物资）：如 35kV 及以上变压器、GIS 设备，成立专项催交小组，要求供应商每周提交生产进度表（含关键节点：铁芯叠装、器身干燥、总装测试），每月进行视频监造，发现滞后立即协调排产优先级；B 类（重要物资）：如低压开关柜、动力电缆，采办工程师每周跟踪一次，要求提供原材料采购凭证（如铜材采购合同）、生产排产计划；C 类（一般物资）：如灯具、散材，到货前 7 天提醒供应商发货，确认运输方式等。

4.1.2 应急保供的实战措施

针对突发需求（如设计变更导致的电缆型号调整）：①建立“供应商产能储备库”：要求框架供应商预留 10% 的产能应对紧急订单，如防爆配电箱供应商需保持 50 台/月的应急生产能力；②专题催交会议：对滞后物资召开“供应商高管+项目方+施工方”三方会议，明确责任与奖惩，如低压开关柜通过该方式将交货期从 60 天压缩至 45 天；③跨区域调拨：当本地供应商产能不足时，协调同品牌其他区域工厂调拨至项目现场。

4.2 全链条质量管控实践

4.2.1 出厂前的质量拦截

①监造与飞检：对 220kV 变压器、GIS 等关键设备，委托第三方监造机构驻厂监造，重点管控铁芯损耗测试、SF₆ 气体泄漏率检测等关键指标；开展突击飞检等；

②出厂验收：组织技术、监理联合验收，如低压开关柜需进行“通电试验”“防护等级测试”，合格后方可出厂。

4.2.2 到货后的严格验收

①联合验收制度：到货后 48h 内，由采办、技术、监理、施工四方共同开箱，核对“三证一报告”（合格证、材质证明、检测报告、装箱清单）；②抽样送检：电缆、桥架等批量物资按“每批次抽检 3% 且不少于 3m”的标准送第三方权威机构检测。

4.2.3 质量问题的闭环处理

建立“问题登记-原因分析-整改验证-考核追溯”流程：①变压器本体接地点数量不足：要求供应商 72h 内补发接地端子并派技术人员现场安装，整改后组织复检；②防爆灯具灯杆掉漆：追溯发现是喷涂工艺缺陷，要求供应商全部更换；③太阳能路灯电池起火：立即停用所有该类路灯，组织专家分析认定为“大功率太阳能路灯在海边石化厂高湿度环境下的技术不成熟”，最终更换为三防路灯，避免安全隐患扩大。

5 经验与启示

5.1 创新实践的量化成效

5.1.1 成本优化成果

①框架协议采购较零散采购降低成本 12%-15%；②余料回购、利库管理减少浪费；③动态调价机制规避原材料波动风险，电缆采购中因铜价上涨挽回损失。

5.1.2 效率提升数据

①框架协议平均响应时间 15 天，较固定合同缩短 67%；②关键物资供货及时率从 85% 提升至 98%，未因物资延迟影响关键节点。

5.1.3 质量控制效果

①质量问题整改闭环 100%，未发生因质量问题导致的安全事故或工期延误；②电气设备投用后故障率较低且稳定。

5.2 关键经验提炼

5.2.1 策略设计的核心原则

①匹配性：根据物资特性选择采办方式（如关键设备重技术、通用材料重价格）；②灵活性：框架协议预留 10% 的“非标调整空间”，应对设计变更；③风险共担：通过调价机制、余料回购等条款平衡供需双方利益。

5.2.2 管理执行的关键举措

①计划先行：提前 3 个月滚动更新采购计划，与施工进度形成联动；②协同作战：建立采办、设计、施工三方周例会制度，提前化解接口矛盾（如开关柜尺寸与土建预留孔洞的匹配问题）；③数字化赋能：开发采购管理系统，实现订单跟踪、质量问题上报、

供应商考核的线上化,提升协同效率。

5.2.3 教训反思与改进方向

①框架协议覆盖度不足:部分防爆配电箱因前期规格梳理不全,框架外采购占比达15%,导致效率降低,需在前期联合设计院进行规格归一化;②设计变更影响:低压开关柜因机泵功率调整导致3次设计变更,需在招标前明确“预留20%功率余量”的技术要求;③新兴技术应用谨慎:太阳能路灯因缺乏石化项目应用案例导致失败,建议对新技术采用“小批量试点+运行评估”后再推广。

6 结论

某100万t/a乙烯及炼油改扩建项目的电气采购实践表明,通过“框架协议为主、多元采办为辅”的策略组合,结合精准招标评标、分级催交、全链条质量管控等措施,可有效破解大型石化项目“进度紧、质量严、成本高”的采购难题。其核心启示在于:采购管理需从“被动执行”转向“主动策划”,通过深

度介入设计阶段、构建战略供应商关系、建立风险预控机制,实现“质量、进度、成本”的有机统一。未来大型石化项目可借鉴该模式,结合数字化工具(如供应链协同平台)进一步提升采购管理的智能化水平,为项目顺利实施提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 王强,李娜.大型石化工程项目采购管理模式创新与实践[J].石油工程建设,2020,46(3):67-72.
- [2] 张伟,刘芳.基于“三边工程”背景的物资采购协同管理研究[J].项目管理技术,2019,17(8):89-93.
- [3] 陈明,赵刚.石化项目电气物资全周期采购进度控制策略[J].电气应用,2021,40(2):56-60.
- [4] 刘晓华,周健.框架协议采购在大型工程项目中的应用与优化[J].建筑经济,2020,41(5):45-49.
- [5] 赵鹏,王丽.大宗商品价格波动下的电气物资动态调价机制设计[J].价格理论与实践,2022(1):132-135.

