

核电设备采购中的采购成本控制方法

陈亚君

中核运维技术有限公司 浙江 杭州 311200

摘要：核电设备具备监管严苛、定制化强、供应链壁垒高的行业特性，采购成本涵盖直接、间接与隐性风险三类成本。当前国内核电设备采购存在供应商格局固化、全周期管控缺失、部门协同薄弱、成本预警不完善等问题，成本管控效率偏低。本文依托全生命周期、战略采购等理论，剖析成本管控痛点及成因，从供应商管理、采购流程、隐性成本削减、风控协同四大维度提出优化策略，兼顾核安全合规与成本压降，助力核电企业提质增效、优化供应链综合成本。

关键词：核电设备采购；采购成本；控制方法

引言：核电工程建设投入体量庞大，设备采购成本占据项目总投资六成以上，叠加核安全法规约束、设备定制化生产、高端货源垄断等因素，成本管控难度远高于普通工业设备。现阶段行业重安全合规、轻成本统筹，传统竞价管控模式弊端凸显，成本超支、隐性损耗问题频发。为平衡核安全、供应安全与采购成本，贴合核电行业高质量发展需求，本文立足行业采购管控现状，深挖成本失控根源，针对性搭建系统化成本控制方案，为核电项目降本增效提供实操参考。

1 相关概念界定与核电设备采购成本管控基础理论

1.1 核心概念界定

(1) 核电设备分类：依据功能与安全等级，核电设备主要分为核岛主设备（如反应堆压力容器、蒸汽发生器）、常规岛设备（如汽轮机、发电机）及辅助配套设备（如冷却系统、电气仪表）三类，其质量与可靠性直接影响核电站安全运行。(2) 核电设备采购内涵及行业特殊性：指核电企业为建设项目或运维需求，从供应商处获取设备及伴随服务的过程。其特殊性体现在：法规监管严（核安全局许可）、技术门槛高、定制化强、供应商准入周期长，且对设备全周期可靠性要求极高。(3) 核电设备全生命周期采购成本定义：是指从设备采购规划、设计选型、招标签约，到生产制造、质检交付、安装调试，直至运维升级、最终报废处置的全过程所发生的所有成本总和，强调跨阶段、多主体的综合成本视角。

1.2 核电设备采购成本构成拆解

(1) 直接采购成本：包括设备本体价款（基于技术规格的合同净价）、生产定制成本（特殊材料、专用工

装、非标设计费用）以及质检认证费用（第三方抽检、核级鉴定、源地验收支出）。(2) 间接采购成本：涵盖物流运输（大件运输、特殊防护）、仓储保管（恒温库、备件库存）、驻厂监造、到场验收、售后维保（质保期内服务与备件）等支持性活动产生的成本。(3) 隐性风险成本：指因合规不达标产生的整改费用、设备延期交付导致的工期损失成本、质量返工造成的材料人工浪费，以及供应链突发断供带来的应急替代或停工损失，此类成本往往难以预先量化但影响显著^[1]。

1.3 采购成本控制核心理论

(1) 全生命周期成本管理理论：强调从长期视角最小化设备从采购到报废的总成本，引导采购决策突破低价导向，综合考量能耗、维护、可靠性等后期支出。(2) 供应链成本管控理论：主张通过上下游协同（如与供应商联合优化设计、共享生产计划）降低系统总成本，而非单纯压降单个环节费用。(3) 目标成本管理理论：基于市场竞争定价反向推导允许的采购成本上限，通过价值工程分解功能与成本差距，驱动设计与采购环节的成本约束。(4) 战略采购管理理论：将采购提升至企业战略层面，通过供应商关系管理、品类策略、长期合作与风险共担机制，实现成本优化与供应安全保障的平衡。

2 核电设备采购成本控制现状及现存问题分析

2.1 国内核电设备采购及成本管控现有模式

(1) 集中招标采购模式：国内主要核电集团普遍采用“总部集中招标+项目执行”模式，依托年度框架协议和批次采购发挥规模优势降低单价。但受核电设备技术复杂、定制要求高影响，集中招标主要覆盖标准化程

度较高的辅机设备,核岛主设备仍以单一来源或邀请招标为主,竞价效果有限。(2)采购成本管控流程:一般包括需求提报、技术规范编制、供应商资格评审、招标/谈判、合同签订、生产监造、到货验收及结算付款等环节。成本管控重点集中于合同谈判阶段压降设备本体价款,对后续监造、运输、仓储、维保等环节控制较为粗放,缺少跨阶段联动。(3)现行管控标准:行业主要参照《核电厂建设工程预算定额》《核电工程设备采购管理导则》及企业内部成本考核指标。实际执行中偏重合规性与质量安全,对成本超支的量化考核权重较低,且尚未建立统一的设备全生命周期成本测算规范。

2.2 核电设备采购成本控制现存核心问题

(1) 供应商体系固化,议价空间受限:核电设备需持核安全局许可证,合格供应商少,核岛主设备常仅1-2家具备资质。长期依赖固定供应商导致竞争不足,采购方议价弱势,设备单价居高不下。(2) 重招标竞价、轻全周期管控:采购部门以中标价低于预算为业绩,忽视安装延误、备件垄断、售后溢价等隐性成本。部分设备低价中标后频繁返修,累计维保费用远超最初节省价款。(3) 设备定制化程度高,标准化不足:不同技术路线(如华龙一号、CAP1000)差异大,同类设备需重新设计、开模、鉴定,供应商将非重复性研发成本分摊至单台,形成10%-30%定制化溢价。(4) 部门协同不足,成本管控碎片化:技术部门倾向提高裕度,采购部门被动执行;运维问题难以及时反馈至选型采购阶段。各部门各自为政,缺乏设计到退役的全链条成本闭环^[2]。

2.3 核电设备采购成本失控问题成因剖析

(1) 行业准入壁垒高,优质供应商市场竞争不足:核安全法规要求供应商具备多年业绩和核级资质,新进入者面临漫长的取证周期和业绩门槛。现有供应商形成寡占或双寡头格局,缺乏充分竞争的内生动力,成本刚性难以下降。(2) 核安全合规优先级过高,成本管控约束机制弱化:在“安全第一、万无一失”原则下,项目决策层普遍将合规达标作为首要目标,成本超支往往被容忍。采购合同条款过度侧重质量追责,缺少对供应商成本优化的激励条款。(3) 采购预算编制粗放,缺乏动态成本预警机制:预算多基于历史项目经验估算,未细化到设备全周期各阶段,也未考虑材料价格波动、汇率变化等动态因素。过程中缺乏实时成本监控与超支预警工具,问题暴露时已形成较大偏差。(4) 供应链风控体系不完善,突发成本损耗难以规避:对二级、三级供应商(特种材料、专用锻件等)的穿透管理薄弱,一旦上

游断供或出现质量缺陷,主设备供应商启动应急采购和赶工生产,产生高昂的额外成本和延期罚款。

3 优化核电设备采购成本控制的具体方法与实施策略

3.1 优化供应商管理体系,源头压降采购基础成本

(1) 分层分级搭建合规供应商库,打破寡头供应格局:依据核安全等级将设备划分为核1级、核2级、核3级及非核级,对应建立战略、核心、一般、试用四级供应商库。对核2、3级及非核级设备,适度放宽准入门槛,引入具备核级制造潜力但尚未取证的优质民企或科研院所转化成果,通过“辅导期+试用采购”模式培育新货源,确保每类设备保持至少3家合格供应商,逐步打破原有寡头垄断,预计可使采购单价下降5%—10%。(2) 建立供应商综合考评机制,实施战略合作采购议价:构建质量合格率(30%)、成本控制水平(25%)、交付准时率(20%)、技术创新能力(15%)、售后服务响应(10%)五维量化评分体系,每半年开展全覆盖评级。对年度评分前20%的A级战略供应商,签订3—5年长期框架协议,以稳定采购份额和缩短付款周期换取年度价格折让3%—5%;对连续两次C级及以下的供应商启动淘汰替换程序,形成动态优胜劣汰的管理闭环^[3]。(3) 国产化替代供应商培育,降低进口设备采购溢价:针对核级泵、阀门、仪控系统、电气贯穿件等长期依赖进口的关键设备,设立国产化专项基金,联合国内装备龙头、高校及核动力研究机构开展技术攻关与核级取证支持。对首台套国产化设备给予采购价格10%—15%的补贴,并优先纳入采购清单,力争三年内将进口设备采购溢价降低25%以上,同步缩短采购周期与维保响应时间。

3.2 优化采购流程与招标机制,管控显性采购成本

(1) 推行框架协议集中采购,批量采购压缩单价:整合同一集团内多个在建项目及不同机组的同类型设备需求(如阀门、泵类、电缆桥架等),采用年度或两年期框架协议锁定价格、产能份额及备件清单。设置阶梯折扣条款——累计采购量每增加5台或金额超5000万元,单价自动下浮1%—2%,并约定每年至少1.5%的常态化降价条款,充分摊薄单台设备的设计、模具、鉴定及运输等固定费用。(2) 细化采购预算编制,落实目标成本前置管控:在项目设计阶段,依据全生命周期成本模型逐台分解设备目标采购成本,细化至材料费、外购件费、专用工装费、试验鉴定费、包装运输费等明细科目,形成《设备采购目标成本分解表》。预算偏差超过3%的科目须由设计、采购、财务三方联合开展价值工程评审,提出降本替代方案后方可进入招标环节,从

源头避免预算粗放导致的超支风险。(3) 优化招标评标体系, 兼顾质量合规与成本最优: 摒弃“最低价中标”模式, 全面采用综合评估法, 将全生命周期成本(含运维、备件、能耗、培训等后期支出)评分权重提升至不低于 40%。同时设置技术符合性门槛(如核安全局许可证、同类机组业绩), 对明显低于成本价的恶意报价实行一票否决, 确保中标设备在满足核安全要求的前提下实现长期经济性最优^[4]。

3.3 依托全生命周期管理, 削减隐性附加采购成本

(1) 标准化设备设计优化, 减少非标定制额外生产成本: 推动华龙一号、CAP1000 等不同技术路线间通用设备(泵、阀、管道支承件、仪表接头)的接口尺寸、性能参数及模块化设计标准化, 形成行业推荐标准。新项目优先选用已有成熟图纸、工装模具及鉴定报告的标准化型号, 避免重复设计、二次开模及重复鉴定试验, 预计可降低非标定制额外成本 15%—25%。(2) 一体化监造、物流、仓储统筹管控, 压缩中间环节成本: 成立由采购牵头的供应链统筹中心, 将分散在各项目部的驻厂监造、大件运输、现场仓储、备件调拨统一调度。推行多项目联合运输、区域共享中转库、监造与生产进度同步嵌入等举措, 减少空驶率、重复验收与二次倒运, 整体压缩中间环节成本 10%—15%。(3) 绑定售后维保服务, 降低后期运维叠加采购成本: 在采购合同中强制采用“设备本体价+质保期后 3—5 年备件及维修服务”打包报价模式, 锁定备件年涨幅不超过 2%, 并约定最低备件库存保障义务。要求供应商提供全寿命周期备件清单、互换性图纸及维修手册, 防止投运后被单一供应商高价独家绑定, 从合同源头大幅削减长期隐性运维支出^[5]。

3.4 搭建协同管控与风险防控机制, 规避额外成本损耗

(1) 搭建跨部门协同管控团队, 打通成本管控信息壁垒: 由采购部门牵头, 联合技术、设计、施工、运维、财务、质保成立常设成本管控小组, 建立月度成本对标例会制度。技术部门提前通报设计变更, 运维部门定期反馈在役设备成本痛点(如频繁故障部件), 采购

部门据此动态调整供应商选择与合同条款, 实现从设计选型到退役处置的全链条成本闭环。(2) 建立采购成本动态预警机制, 实时把控成本偏差: 开发核电采购成本数字化看板, 按合同节点自动归集设计费、材料费、监造费、物流费、检验费等实际支出, 与目标成本动态比对。设置黄(超 5%)、橙(超 10%)、红(超 15%)三级预警, 预警信息自动推送至项目经理与采购负责人, 要求黄级 7 日内说明、橙级 15 日内纠偏、红级立即启动专项审计与整改。(3) 完善供应链风险预案, 降低延期、质量问题新增成本: 对二级、三级供应商(特种材料、精密锻件、焊材等)建立穿透式监控台账, 识别断供、涨价、质量波动风险。长周期关键物料提前 6 个月备库或锁定产能, 对焊接、热处理等易缺陷工艺设置驻厂见证点。建立备用供应商快速切换流程, 主供应商出现延期或质量返工时 24 小时内启动替代渠道紧急供货, 最大限度减少工期损失和额外赶工成本。

结束语

综上, 核电设备采购成本控制不能依托单一环节降价, 需立足行业特殊性, 以全生命周期管理为核心, 整合供应商优化、流程革新、跨部门协同、供应链风控多重手段, 破解寡头供货、非标溢价、隐性成本超标等难题。本次研究贴合国内华龙一号、CAP1000 机组采购实际, 兼顾合规底线与经济效益, 后续可结合数字化采购系统深化落地策略, 持续完善成本预警体系, 助力核电行业构建低成本、高安全、高稳定的采购供应链体系。

参考文献

- [1] 周铭凯. 核电非标设备采购成本影响因素与全过程控制措施[J]. 设备管理与维修, 2025(06):156-158.
- [2] 吴俊峰. 供应商分层管理在核电设备采购成本控制中的应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2024, 14(07):203-204.
- [3] 郑晓东. 核电项目设备采购合同造价管控与成本节约对策[J]. 工程造价管理, 2023(04):70-75.
- [4] 陈嘉诚. 华龙一号核电项目设备集采模式与采购成本压降路径[J]. 中国核电, 2024, 17(05):621-625.
- [5] 刘军. 核电设备采购供应链风险及成本协同管控研究[J]. 工程经济, 2023, 33(08):45-48.