

创新框架签署模式提升核电备件订购效率研究

李艺 张建朋

中广核核电运营有限公司

DOI:10.32629/pe.v4i1.19029

[摘要] 核电站备件稳定供应直接关系到核安全。当前框架协议签署模式及其数字化平台在应对多甲方审批、物料动态变更、协议条款灵活性及续签效率方面存在显著瓶颈。基于此,本文创新性提出基于“动态框架协议”理念的数字化平台优化方案,通过数字化平台关键能力升级,实现框架协议的敏捷化、智能化管理。模拟应用表明,该方案可大幅缩短变更及续签周期、提升框架覆盖率、降低操作错误率,为核电站备件供应链的韧性提升与数字化转型提供核心支撑。

[关键词] 核电站备件; 框架协议; 数字化平台

中图分类号: TM623 文献标识码: A

A Study on Enhancing the Efficiency of Nuclear Power Spare Parts Ordering Through an Innovative Framework Signing Model

Yi Li Jianpeng Zhang

China General Nuclear Power Operation Co., Ltd.

[Abstract] The stable supply of nuclear power plant spare parts is directly linked to nuclear safety. Currently, the conventional framework agreement signing model and its digital platform face significant bottlenecks in addressing challenges such as multi-party approval processes, dynamic changes in material requirements, flexibility in agreement terms, and efficiency in renewal procedures. This paper innovatively proposes an optimized digital platform solution based on the concept of a “dynamic framework agreement.” By upgrading key capabilities of the digital platform, this solution enables agile and intelligent management of framework agreements. Simulation studies demonstrate that this approach can substantially shorten change and renewal cycles, enhance framework coverage, and reduce operational error rates, thereby providing crucial support for bolstering the resilience and accelerating the digital transformation of nuclear power plant spare parts supply chains.

[Key words] Nuclear power plant spare parts; Framework agreement; Digital platform

1 绪论

1.1 研究背景与意义

核电站作为国家能源安全的基石,其备件供应的时效性与可靠性至关重要。框架协议作为保障稳定供应的核心采购模式,其签署与执行的效率直接影响机组运维成本与安全冗余。当前核电站普遍采用“框架协议+电子商城”模式,却在复杂变更、条款僵化、续签滞后等痛点中陷入效率困局。在“双碳”目标与数字化转型双重驱动下,重构框架协议管理模式,释放数字化潜能,具有显著的经济价值与安全意义。

1.2 国内外研究现状

供应链数字化转型: SAP Ariba、Coupa等平台侧重流程自动化,但缺乏针对核工业多甲方、强合规、高动态场景的深度适配;国内石化、电网企业探索框架协议集中管控,但未形成标准化弹性扩展机制^[1-2]。

智能合约应用: 区块链技术凭借其去中心化、不可篡改、全程可追溯等特性,在贸易金融、物流溯源领域验证了合约自动执行的可行性,为框架协议的动态条款执行提供新范式^[3]。

核电站供应链研究: 现有文献集中于库存优化、供应商评价、供应链风险管控,对框架协议签署模式及其数字化支撑的系统性研究较为匮乏。

1.3 研究内容与方法

聚焦核电站备件框架协议全生命周期(签署、执行、变更、续签),运用流程再造(BPR),提出并验证数字化平台优化方案。

2 核电站备件框架协议签署现状与痛点分析

2.1 主流签署模式

直接采购签署: 适用于原厂、系统供应商、独家代理等,谈判效率高但竞争性不足。市场通用询价采购: 通过竞争确定价格,流程相对规范,但耗时长、灵活性低。

核电站备件框架协议全生命周期(签署、执行、变更、续签)主要相关流程如下:

(1)框架协议签署流程:采购小组启动会议、发出询价、澄清及报价、价格分析、谈判准备会议、谈判、谈判结果会议、多甲方推荐审批流程、合同签署(线下)、上架电商系统(人工)共计花费146.5天。(2)框架执行流程:框架子订单下单、供应商确认、交货、备件验收支付共计花费82天。(3)框架协议变更流程:变更(技术、范围、金额)、采购小组变更确认会议、多甲方推荐审批流程、合同变更签署(线下)、备件上/下架电商系统(人工)共计花费75天。(4)框架协议续签流程:与框架协议签署流程一致,共计花费146.5天。

上述多甲方推荐审批流程时长为多甲方中审批流程最长的一家电站,其余电站需等待最后一家电站审批完成后才可进入合同签署环节,最长审批花费时长约42天。

2.2 核心痛点深度解析

2.2.1 痛点一:变更更多且流程复杂低效。框架预估金额不足:框架期内物料预计采购数量不准确,备件采购金额超过审批目标金额,受系统限制,框架内备件无法正常下单。

框架外物料纳入滞后:成功订单的价格无法自动沉淀至框架,需启动独立变更流程,造成重复劳动与数据割裂。

技术变更响应慢:物料技术变化、停产或价格变动触发合同变更与商城下架,流程繁琐易出错。

后果:变更频繁且周期长(常需数周至数月)、框架覆盖率低、首次采购比例高、管理成本攀升。

2.2.2 痛点二:首轮谈判模式僵化。条款单一:过度聚焦固定价格,缺乏对市场波动、技术迭代的前瞻性设计(如指数挂钩、调价公式)。

缺乏动态纳入机制:未约定“历史订购记录备件自动/简化纳入框架”条款,丧失效率提升机会。

后果:谈判周期长、协议适应性差、供应商合作深度不足。

2.2.3 痛点三:续签管理被动粗放。到期预警缺失:依赖人工监控,易遗漏,导致协议中断。

“推倒重来”式续签:如果到期后框架可继续执行,仍然需要走一遍框架推荐审批流程。若未利用历史执行数据,需重新谈判、录入、上架,资源浪费严重。

后果:供应断档风险高、采购紧急化、操作负担重。

2.2.4 痛点四:合同签署效率低下。框架谈判签署审批流程长:通过集采平台推荐至多甲方后,各电站审批标准不一,审核效率不一,导致审批流程及时间长。

框架审批及签署流程不够智能:若单个电厂有不同意见,退回审批无法修改审批内容。在线审批后需线下送签盖章,且通过邮寄形式完成双方合同签署,从发起审批至完成签署时间久(常需数周至数月),签署效率低下。

3 数字化平台与框架签署模式优化方案设计

核心理念:构建“动态框架协议”体系,以数字化平台为支撑,实现协议的敏捷扩展、智能执行、在线签署与闭环优化。

3.1 框架协议模式创新:动态框架协议

3.1.1 多层级甲方管理模块:依据现有标准化“甲方组”模板,支持一键创建包含多个电厂的联合框架。内置电子化协同审批流(会签),状态实时可视且可退回修改。权限精细控制,确保数据隔离与共享合规。

3.1.2 物料智能生命周期管理:自动纳入规则引擎:预设规则(如:框架期内非框架内备件有采购订单价格),触发自动发起框架扩充流程,简化审批后即生效上架。

技术变更敏捷响应:供应商在线提交变更申请(附技术文件),平台触发预定义审核流程(技术、采购、用户部门),获批后自动更新物料状态(下架/价格调整)。

3.1.3 合同条款价格模型多元化:固定+浮动混合制:基础价+与大宗商品指数/汇率/国外能源指数挂钩的浮动部分。

阶梯价格:基于累计采购量的折扣激励。

订单沉淀价:明确约定符合条件的订单价格自动成为框架价。

3.1.4 续签自动化与智能化:智能预警中心:基于协议有效期、历史用量、供应商绩效,提前3-6个月预警续签需求。

“一键续签”功能:对履约良好、条款无重大变化的协议,支持快速续签(主要更新有效期),历史条款、物料、价格自动继承。

数据驱动谈判:平台提供历史价格、交货绩效、质量数据报告,支撑高效谈判。

3.2 创新框架协议模式下的业务流程

基于上述创新框架协议模式下的业务流程,优化后预计花费平均时间如下:

框架协议签署流程:采购小组启动会议、发出询价、澄清及报价、价格分析、谈判准备会议、谈判、谈判结果会议、多甲方推荐审批流程、合同签署(线上)、上架电商系统(智能),共计花费94天。

框架执行流程:框架子订单下单、供应商确认、交货、备件验收支付共计花费:82天。

框架协议变更流程(技术、范围):采购小组变更确认会议、多甲方推荐审批流程、合同变更确认(线上)、备件上/下架电商系统(智能)共计花费5.5天。

框架协议变更流程(金额):采购小组变更确认会议、多甲方推荐审批流程、合同变更签署(线上)、备件上/下架电商系统(智能)共计花费22.5天。

框架协议续签流程(重谈):采购小组启动会议、发出询价、澄清及报价价格分析、谈判准备会议、谈判、谈判结果会议、多甲方推荐审批流程、合同签署(线上)、上架电商系统(智能)共计花费94天。

框架协议续签流程(执行上一轮框架价格):采购小组在线确认、多甲方推荐审批流程、合同签署(线上)、上架电商系统(智能)共计花费20.5天。

优化后,单个电站推荐审批完后无需等待其余所有电站审

批完后才能框架签署,单个电站审批后即可使用该框架下框架子订单,多电站平均审批花费时长约15天。

3.3 创新框架协议模式下数字化平台关键能力升级

3.3.1 统一主数据管理:统一主数据管理是供应链数字化的基础,通过构建覆盖物料、供应商的标准化模型,并设立统一治理架构与严格校验流程,确保了数据的完整与可信。该模型与ECP、电子商城等系统实时双向同步,任一端的变更均即时推送至所有关联方,有效打破信息孤岛,保障数据实时一致,避免业务中断。统一的数据源提升了流程可控性,也为数据分析与合规审计提供了可靠基础。

3.3.2 规则引擎与智能合约:为提升响应速度并降低人为风险,系统引入规则引擎与智能合约技术。用户可通过可视化界面在ECP及商城中灵活配置采购准入、价格调整等规则,非技术人员也能快速调整策略。

同时,利用区块链或可信执行环境对价格联动等关键条款进行编码。智能合约在条件触发时自动执行调整或生成订单,全程加密存证、不可篡改。此举大幅提升了效率与准确性,增强了供应链的可信度与合规性,为审计与纠纷处理提供技术保障。

3.3.3 供应商协同门户深度集成:供应商协同门户深度集成内部采购系统,实现流程电子化与可追踪。供应商可在线参与协议协商、接收变更通知并提交变更申请,极大缩短沟通周期。

同时,门户提供绩效看板、在线对账、发票管理及交付跟踪等自助功能,帮助供应商自主管理进度,提高信息对称性,减少争议。这增强了供应商的合作体验与互信,助力电站构建稳定供应关系,全面提升供应链的协作水平与运作效率。

3.3.4 商城平台智能化增强:通过提升商城智能化能力,实现了物料与协议状态的自动同步。系统依据预设规则自动完成物料上下架,避免人工滞后与误操作,提升信息准确性与运营效率。

平台增强了对复杂价格模型的支持,包括阶梯价、公式价及多种折扣机制。系统能根据用户采购行为自动匹配最优价格并实时计算成本,大幅提升价格管理的灵活性与透明度,为电站降本增效提供扎实的数据支撑。

3.3.5 高级分析与决策支持:该平台提供全面的高级分析与决策支持,实时监控框架覆盖率、协议利用率、执行效率及供应商绩效等关键指标。通过可视化看板和自动报告,管理者可随时掌握采购健康状况,快速识别改进机会。

同时,系统依托大数据与人工智能,预测中长期物料需求趋势,识别价格波动与供应风险。基于数据洞察,用户能科学调整采购计划、优化协议策略,增强供应链的可控性与前瞻性,最终实现更智能、可靠的数据驱动决策。

4 预期效益

4.1 效率跃升

优化后框架签署流程时间可缩短36%;框架合同非金额变更流程时间可缩短93%,框架合同金额变更流程时间可缩短70%;通

过重新谈判续签框架合同,花费时间可缩短36%,如果继续沿用上一轮框架价格及条款,框架续签时间可缩短86%,减少框架协议中断风险。基于数字化平台关键升级与框架签署模式流程优化实现了效率跃升。

4.2 成本优化

通过智能录入与标准条款选择,可降低操作错误率50%以上,减少纠错成本。动态定价机制根据市场行情灵活调整采购价格,优化成本结构。同时,平台整合需求并优化协议管理,提高了框架协议利用率,有效控制采购支出。框架覆盖率的提升减少了紧急采购与现货溢价,采购周期的缩短则有力保障了机组可靠性。

4.3 管理提升

通过构建创新动态协议模式,显著增强了条款的灵活性与适应性。该机制可根据市场与业务需求,动态调整采购范围、定价及交付条款,有效提升供应链韧性与抗风险能力,确保备件供应稳定。

数字化平台内置供应商协同门户,实现了订单、交付、质量及支付等环节的深度集成。双方可高效共享信息、协同处理异常,极大提升了工作效率与透明度,并增强了供应商的合作意愿与满意度。

5 结论与展望

本研究针对核电站备件框架协议签署与执行的核心痛点,提出了一套以“动态框架协议”为理念、以智能化数字化平台为支撑的综合性优化方案。通过机制创新(多甲方协同、智能生命周期管理、弹性定价、自动续签)与技术赋能(规则引擎、智能合约、供应商协同、高级分析)的深度融合,可系统性解决更低效、条款僵化、续签滞后等问题,实现备件订购效率的质的飞跃。

该方案不仅适用于核电行业,对流程复杂、供应链协同要求高的高端装备制造、大型化工、电网等领域同样具有重要参考价值。未来研究可进一步探索AI深度应用、生态协同深化、跨链互操作性。

拥抱数字化变革,重构框架协议管理模式,是提升核电站供应链韧性、保障国家能源安全与经济效益的必由之路。本研究为这一进程提供了切实可行的技术路径与管理范式。

[参考文献]

[1]王粟灿.核电站标准化采购流程的数字化转型路径[J].中国品牌与防伪,2025,(07):217-219.

[2]张婉婷,罗敏.区块链技术物流信息追溯中的应用[J].现代商业,2025,(16):48-51.

[3]徐海健,张围.核电厂通用物资框架协议采购适用性分析[J].产业与科技论坛,2019,18(19):222-223.

作者简介:

李艺(1992--),女,汉族,辽宁省大连市人,中广核核电运营有限公司,采购主任工程师,硕士研究生,研究方向:工程管理。