

Exploration of supply chain risk management practice in nuclear power plants in operation

Xudong Yang

Daya Bay Nuclear Power Operation & Management Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518124, China

Abstract

In the field of supply chain management, risk management is a critical element that all stakeholders must address. It affects not only an enterprise's legal compliance and integrity practices, but also directly impacts supply assurance and safe operation. Under the influence of the safety culture principle that "nuclear safety overrides all else", risk management in nuclear power plants is facing new situations and challenges. The uncertainties in the external environment, the development of internal systems and cultures, the concealment and prolonged cycles of corruption techniques in business management, among other factors, are increasingly becoming barriers to safe production operations. Therefore, this paper, within the context of the nuclear power industry and from the perspective of procurement risk management, explores the identification of core elements of risk management and control, cause analysis, and other related aspects. It proposes corresponding control pathways and strategies.

Keywords

Contract Procurement; Risk Management; Risk Control; Checks and Balances

在运核电厂供应链风险管理实践探索

杨旭东

大亚湾核电运营管理有限责任公司，中国·广东深圳 518124

摘要

在供应链领域，风险管理是所有环节都必须面对的关键内容，不仅会影响到企业的合法合规与廉洁从业，还会对供应保障和安全生产带来直接影响。在“核安全高于一切”的安全文化作用之下，核电厂的风险管理正面临新的形势与考验，外部环境的不确定性、内部制度与文化的发展、商务管理中腐败手段的隐蔽性、长周期性等，正在越来越频繁的成为安全生产运行障碍。因此，本文结合核电行业背景，从采购风险管理角度出发，探讨风险管理与控制的核心要素识别、原因分析等内容，提出对应的控制渠道和可能的策略方向。

关键词

合同采购；风险管理；风险控制；权力制衡

1 引言

核电行业作为清洁能源的重要代表之一，具有技术路线繁杂、资金庞大密集、建设周期长、重资产运营等特点，与工程建设期间管理模式不同，建成投运后的核电厂在供应链管理中，不仅面临常规电厂运营采购的一系列风险，更延续了核工程建设及设备选型而附加的各种挑战。供应链的部分专有技术支持服务垄断、少数进口备件供应不稳定、采购资金密集与权力集中缺乏制衡机制、廉洁腐败问题隐蔽性更高等，进一步提高了在运电厂采购风险管理的不确定性。在不断的管理实践中，探索供应链领域的改革措施与采购风险防范与控制手段，对保障核电安全稳定运行、提升经济效益具有切实的重要意义。

【作者简介】杨旭东（1985-），男，中国湖北天门人，本科，工程师，从事商务管理研究。

2 采购与供应链管理存在的风险

2.1 外部环境变化导致的供应保障不足

核电行业的发展历程，多伴随着引进——消化吸收——再创新的思维，一般早期建设商用核电站会采用大量的进口设备和技术，进入运行阶段后，维修、备件保障与技术支持成为主要工作，部分依赖于进口设备和技术弊端越来越多的显现出来。虽然国内核电技术的自主化程度和本地化比例越来越高，但随着外部形势不稳定性加剧，贸易摩擦仍带来越来越多的供应中断风险，少数重要备件的断供风险持续上升，这些设备、备件或技术普遍存在研发、设计、制造周期长的问题，过程监造、物流运输等各环节存在一定的文化壁垒或差异，进而可能演变成“卡脖子”的情况，整体供应链呈现脆弱化趋势。

2.2 内部权力制衡缺失产生的廉洁问题

技术、资金的双密集，在采购环节形成较大的权力寻

租空间,在运电厂每年的运维成本以数十亿计,涉及数百个系统上的各类零部件采购、维修、技术支持等,技术门槛相对较高,需求的专业性强。此外,国内核电行业多为国企或央企,流程规章造成的审批流程冗长,各个环节中间容易产生管理真空。这些隐蔽性都加剧了专业技术人员与采购相关人员的权力差异,为权力寻租留下了一定的空间。“安全至上”的外衣之下,权力失衡导致的风险被掩盖,围标串标、指定渠道、特殊定制等行为屡见不鲜,廉洁事件频发。

2.3 多重因素作用下的质量成本管控差

运维阶段的质量与成本控制,往往受制于工程建设期间的选型后遗症,采购渠道单一、更换成本高、海外监造困难、质量检验手段不足等,都会引起备件质量下降,成本上升。随着海外核电市场持续萎靡,供应规模缩小,虽然国家核安全局出台了一系列与 HAF 相关的质量管控措施,用于进一步提升质量门槛,但电厂作为使用方对其质量控制的手段有限。同时,海外供应链渠道的管控手段无法有效传递到国内,形成闭环沟通困难。缺乏 TCO 全生命周期总成本管理意识^[1],需求过剩、储备过度、备件停产断供后的替代、改造等措施仅考虑短期利益,总成本增加的概率不断提升,进一步加剧质量、成本管控乏力状态。

3 采购风险管理与控制措施实践

3.1 外引内联,守住核电供应链保障“生命线”

3.1.1 对外强化重要供应商分级分类合作

根据卡拉拉克矩阵识别和分析电厂重要战略供应商,依托高、中、低三层立体沟通机制,强化分级分类战略合作,是控制外部风险的第一道屏障。与核燃料、核岛、常规岛主设备厂家等签订战略框架协议,保持与重点涉外供应商的合作友谊,确保每年一次的定期互访,探索优先供应、战略备件联合储备、本地化业务开展等,以合作促进供应保障,降低对外的依赖性。

积极推动“外转内”策略,加大资源投入,参与重要技术攻关,尽可能争取垄断供应商在本地化合作或落地,参考国内同行的先进合作模式,扶植国内有能力的供应商与海外厂家共同研发、更新,搭建后备平台,及时化解瓶颈供应商问题,以此来将外部环境因素变化产生风险的概率降低、后果降至可控状态。

3.1.2 对内建立底线思维下自我保障机制

深度植入纵深防御的核安全理念,落实“万无一失”和“绝无一失”各项举措。参考风险管理的“4T 原则”,在风险无法消除的情况下,考虑尽可能的减轻或转移。一是化繁为简,通过深化改革打造底线思维下的供应保障系统,依托科研平台建立备件安全库存模型,分析和实现关键敏感设备的 100% 储备保障,确保“最小战略单元”安全稳定运行。二是由短及长,开展替代、改造、研发、储备四级应对纵深防御,谋划“长期全面断供”等极限状态下的安全保障手段。

建立跨电厂甚至跨行业的备件与技术资源共享,针对发电机零部件等长周期资源共享调配,摆脱外部依赖,降低储备成本,共担风险提升可用率。三是利用核物质损失险、核第三者责任险等,通过核保险与核共体再保等形式,联合共保,依靠核电行业“一损俱损”的特性,保留为公众负责的最后底线。

3.2 权责分离,构筑采购风控屏障的“安全屋”

3.2.1 制度约束,发挥行业成熟的程序制度体系优势;

完善的程序制度体系是核电行业一直坚持的良好实践,电厂针对采购过程与风险防控管理的程序文件超过几十份,涵盖全流程。结合在运电厂特点,总结核电采购风险防范实践经验,以“一表、两集、三责任、四环节”为牵引,通过一项责权表、风险案例和审计案例的两份案例集、落实三个采购角色责任,穿透预算、立项、合同、验收的四个环节,结合“以法自查、以规自纠、以案自省、以例促改”的穿透指引模式,分化权力,提炼形成采购(P)、技术(M)、财务(B)权力制衡为核心的 PMB 模型,有效防止权力滥用,扫除贪腐滋生的土壤,通过有效的制度约束,防范采购风险。模型以采购、技术、预算三个基本角色区分,明确定义各角色权责范围,以日常、专项监督为抓手,构建相互制约、相互监督的流程机制;识别主要风险,通过流程管控、案例聚焦、联合监督、信息留痕等多种方式,进行全方位的风险识别与防范。同时,结合实践中的正面、负面案例,持续更新《采购风险防范案例集》,识别、预警、处理苗头性问题百余项,建立了一套不断成熟和完善的制度,形成特有的经验教训知识库,从基础上进行保障。

3.2.2 风险探测,算法应用搭配风控模型以防微杜渐;

通过采购系统或相关信息收集平台,拾取采购全过程中的敏感信息,识别苗头性事件,参考红脸出汗的执纪“四种形态”汇总处理,避免出现系统性廉洁事件。启用数据对接,链接内部采购数据与外部供应商数据,通过供应商“陪跑”识别、围标串标嫌疑度集中、价格离散度异常、直接采购比例异常等算法,基于内部 PMB 模型和外部工商税务等信息,强化预算申报及必要性说明、采购过程双人验收与协助监督、财务的项目收益后评价等手段落地,将异常事件与廉洁问题扼杀在萌芽状态。针对冗长的审批流程,采取全过程强制留痕的手段,提高透明度,优化审批方式,尽可能压缩权力寻租的空间,减少人为干预。通过采购项目画像、采购员画像、供应商画像等算法,引入核能行业协会、中电联信用惩戒等外部数据,提前预判、识别潜在纠纷、舆情事件等,抓早抓小、防患未然。

3.2.3 执行监督,权力制衡强化落实各项责任与义务。

开展包含商务大监督在内的综合监督,以商务监督五十条、两严两禁等为抓手,推动 100% 阳光采购、100% 采购公开,不仅将权力装进制度的笼子,更将权力以及各相关方置于阳光下,接受广大员工、供应商乃至社会公众的共

同监督。通过独立审计、纪检联动，定期检查梳理各方权责义务的落实，对程序制度的执行情况复盘，什么应当做、什么必须做、什么不能做、什么不建议做，是否应做未做，是否主动去做，都要有准绳和监督。设置专岗合规管理员，对每项采购任务重点审查流程合规、渠道及价格有效，以制度落实、结果有效为目标，联合采购、审计、纪检多部门定期发布警示案例，对违纪违规零容忍、从严从快处理形成有力震慑。

3.3 自立自强，打造质量与成本管控“示范点”

3.3.1 过程管控，防范质量风险

面对供应链的不确定性影响，首当其冲的过程失管问题，开展针对性的风险应对。以近五年来的质量体系提升行动为例，提前布局、复盘分析历史备件异常事件，归纳核心问题并精准施策，建立以采购（P）、监造（M）、验收（C）为方向的供应质量提升模型，强化过程管控。PMC 聚焦三个环节的改进方向，采购方面提升采购技术规范书质量、限定贸易商采购，监造方面整合专业化监造队伍、提高质量计划标准，验收方面扩大质检单应用、强化验收规则并细化验收分级管控。三大过程同向发力，从供应源头控制出发，记录重要物项的原材料选材、关键生产过程加工、H/W 见证点的记录、关键节点强制性检验等各项信息，同时建立质量问题数据库，通过不符合项 NCR 及时与供应商建立联动与信息共享机制，确保质量风险控制。同时，细化分解供应链保障中的质量风险，聚焦质量管控和提升，加大国产化推进力度，有效应对停产断供压力下的质量问题。

3.3.2 需求管控，消除浪费行为

动态预判“断链”风险，从需求出发，对重要备件进行深入分析梳理，完成数千项战略储备采购需求，完成数百项备件国产化、归一化，积极推行标准化、通用化，以国内核级管道管件等材料集中采购试点，降低库存种类和存储总量的同时，提升了采购需求的集中管理、批量采购及对供应商的议价能力。根据电厂运行数十年的维修备件消耗情况，优化维修质保大纲，提升工单预留和需求计划的准确性；开展库存物资存储及领用数据清洗，实现智能化、标准化、可视化三大功能，解决长期的工单预留不及时、采购策略不准确、等备件数量多等数十项管理痛点难点，源头上消灭浪费。

针对需求过剩、储备过多的问题，积极探索备件联储联储新模式，加大闲废物资的处理力度，变废为宝，从库存

结构分析中提取信息，以库存周转率切入，供应链全链条角色联动，依托零库存、JIT 等精益化管理模式，盘活库存、减少低值易耗品的存储。辅助仓储管理成本分析，将存储成本按面积量化的方式，具象化改善存储需求；定期清理异常品库，实现循环备件的高效利用。

3.3.3 数字助力，落地价值创造

全面拥抱数字化转型，采用先进的数字化技术，如物联网、大数据分析^[1]等，实现技术创新。推进智能仓储开发与升级，并在群厂群堆推广应用，进一步深挖精益化管理潜力，大幅提升库存物资的周转率，在审批时间减少 25% 的基础上，提高备件的及时交货率、领用率和总体保障率。引入日趋成熟的外部信息平台，优化采购价格数据库、扩充工单处理成本核算数据库、备件维修/更换辅助决策系统等，为供应链上的采购、存储、运输、维修更换提供可靠的数据和系统支撑。应用安全库存建模等科研成果，针对 10 余个数字化业务场景，诊断分析提炼识别逻辑，开发标准化诊断算法，以动态数据交互对接和系统平台协同来实现包含采购 MRP、仓储、收发、盘点在内的备件管理自动诊断智能化系统，以实现供应链的柔性^[1]可控为目标，为电厂科学决策提供强大依据，切实发挥价值创造作用。

4 结语

安全与韧性是供应链评价中的核心要素，而风险管理将贯穿在运核电的全生命周期，以核安全文化为引领的管理实践表明，“外引内联”是有效应对供应链风险的重要手段，能有效提升自我保障能力；“权责分离”是防控廉洁风险的核心机制，制度设计、风险预警和刚性监督并举；“自立自强”则是实现质量可靠、成本最优的必由之路。紧跟数字化浪潮，核电供应链的发展离不开大数据和人工智能技术，数字化时代的风险预警与应对，将促使行业内殊途同归、达成资源和风险共享共担的美好前景，为核电高质量发展保驾护航。

参考文献

- [1] 刘宝红. 采购与供应链管理：一个实践者的角度[M]. 北京：机械工业出版社，2015.
- [2] 彭新良. 2024我国企业数字化采购发展特点、优秀实践及展望[J]. 供应链管理，2024(8): 127.
- [3] Tang, C., & Tomlin, B. (2008). The power of flexibility for mitigating supply chain risks. *International Journal of Production Economics*, 116(1), 12-27.