

核电行业备品备件采购风险分析及应对

韩秉云

中广核核电运营有限公司

DOI:10.12238/ej.v7i7.1765

[摘要] 在我国积极稳妥发展核电产业的背景下,核电商运机组逐年增加,每年均需采购大量维修用备品备件,而各国政府的能源政策对核电产业发展影响较大,叠加近年复杂的国际贸易形势,核电供应链的安全稳定受到了诸多挑战。本文基于SCOR模型,结合核电备件采购特点及政府监管要求,借鉴各种经验反馈,对核电行业供应链进行系统分析,梳理备件采购各环节的潜在风险,提出合理化建议,在一定程度上丰富了供应链风险管理理论,供同行参考。

[关键词] 核电行业; 备品备件; 供应链风险

中图分类号: X820.4 **文献标识码:** A

Risk analysis and response of spare parts procurement in the nuclear power industry

Bingyun Han

CGN Nuclear Power Operation Co., LTD

[Abstract] Against the backdrop of the proactive and steady development of nuclear power industry, the number of commercial units has been increasing year by year, and a large number of spare parts need to be purchased annually. However, the energy policies of governments have a significant impact on the development of the nuclear industry. In addition on the complex international trade situation, the safety and stability of the supply chain have faced numerous challenges. Based on the SCOR model, this article systematically analyzes the supply chain of the nuclear power industry, combining the characteristics and government regulatory requirements, drawing on experience feedback. It sorts out the potential risks in each link and proposes reasonable suggestions, which enrich the theory of supply chain risk management to a certain extent, providing reference for peers.

[Key words] nuclear power industry; spare parts; supply chain risk

引言

在能源结构转型背景下,2022、2023连续两年国务院常务会议均核准了10台核电机组,彰显了国家对核电清洁基荷电源价值的认可,长期看,核电高速发展趋势有望延续。核电厂每年换料大修和日常维修均需采购大量备件,加之近年来国际贸易保护主义、俄乌战争、欧洲能源危机等给核电供应链稳定带来诸多挑战。因此对核电行业的供应链风险进行分析、管控就变得日益迫切。

1 核电行业备品备件采购供应链管理现状

核电厂日常运维需要采购大量的备品备件,而供应链管理是保障核电厂安全稳定运行的重点内容,近年来受到了业内的普遍重视,相关管理改进也逐步深入,基本达成了要对采购全流程进行管控的共识。备件采购全流程包括设计选型、技规书编写、申请提报、渠道选择、签约、监造、运输、验收、保养等环节,只有进行全流程质量管控,才能保证采购到合格的备件。

1.1 监管风险

监管风险主要来自国家核安全局等政府部门。《核安全法》实施以来,我国将核安全纳入总体国家安全体系,确立了安全第一、预防为主、责任明确、严格管理、纵深防御、独立监管、全面保障的原则^[1]。形成了一套包括2部法律、7部行政法规、26项部门规章和100项安全导则以及众多技术标准的监管体系。建立了“三位一体”的监管机构,壮大了监管队伍。在全面落实核设施营运单位核安全责任,厘清各单位责任方面提供了法律依据。而备件采购贯穿产业链的所有环节,必须严格遵守监管要求,避免违反相关法规。

1.2 外部风险

外部风险包括国内外政策可能导致供应保障水平降低的风险和环境变化带来的不确定性。近年来部分国家频繁出台管制措施,对核电供应链产生了较大影响,需关注相关政策是否导致备件断供,或增加政府审批流程。根据风险分级可以制定包括策略性采购、替代、国产化研发等应对措施。

1.3 内部风险

由于我国核电产业经过了引进、消化、吸收、再创新的发展历程,不同时期选择的技术路线不同,各种机型相同功能位置的设备由不同厂家供货,增加了备品备件的数量和采购成本,降低了共享率。

2 SCOR模型

广泛应用于工业各领域的 SCOR 模型,包括五个基本管理流程:计划、采购、生产、配送和退货。通过这些流程模块,SCOR 模型使用一组标准定义、符号来描述不同行业的供应链:P代表计划过程,S代表采购过程,M代表生产过程,D代表配送过程,R代表退货过程^[2]。通过分析相互关系,可以清楚地描述从供应商到客户的整个标准过程。本文通过深入分析核电供应链,采用风险矩阵法,对风险及其重要性水平进行定量计算,并给出改进建议。

3 基于SCOR模型核电行业供应链的构建

SCOR模型主要分为三个层次,首先是定义层,描述计划、采购、生产、配送和退货五个基本流程;其次是配置层,根据订单情况配置企业的供应链;最后是流程要素层,在配置层的基础上使流程具体化。

3.1 核电厂供应链定义层的构建

核电厂处于供应链下游,基于SCOR模型的五个基本流程,可以确定核电厂供应链内部的流程和范围,从而架构出定义层分为计划、采购、生产、配送、退货五个流程。

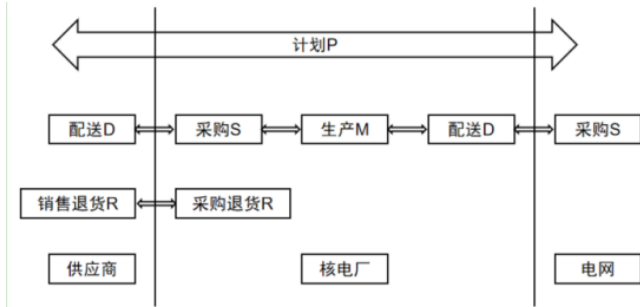


图1 核电厂供应链定义层

3.2 核电厂供应链配置层的构建

在对核电厂构建定义层之后需要对供应链的配置层进行构建,配置层是对定义层的细分,根据SCOR模型和核电厂供应链的结构特点,构建出核电厂供应链的配置层如图2所示。

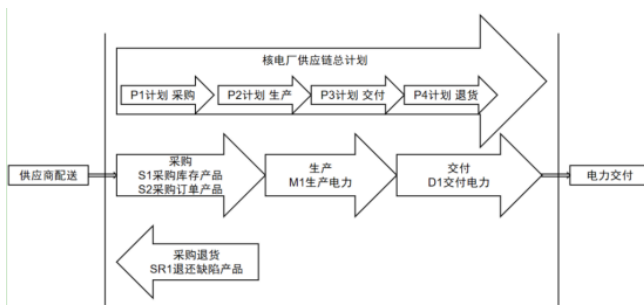


图2 核电厂供应链配置层

3.3 核电厂供应链流程要素层的构建及风险分析

核电备件集采平台在核电供应链领域具有一定的主导力,通过对信息流、物流、资金流的管理,对上游制造企业有一定的引导作用。对供应链全链条进行分析,调动内外资源,可以提高供应链的抗风险能力和总体竞争力。

3.3.1 计划流程中的风险

(1) 设计选型。核电厂运营阶段的设计选型主要指改造、替代等,核电厂建设阶段选用的产品,移交运营后,经常会有停产淘汰的情况发生,需进行物项替代,由于是新引入现场的设备,存在厂家推荐参数不合适、不满足现场工况等情况,导致替代选型失败。由此得出基于SCOR模型的风险:选型错误。

(2) 编码阶段。核电厂移交业主运营后,会基于完工文件、维修手册、功能位置对现场设备进行编码管理。编码要具备唯一性、结构简单、便于扩展等特点。基本信息包括备件名称、型号、材质、图号、图项号、参考号等。因上游图纸信息缺失、厂家编码格式不同,会导致编码错误或重复。由此得出风险:编码错误、重复。

(3) 需求计划。核电厂的备件需求主要来源于日常维修和换料大修,对于预防性维修工作,根据检修经验,备件可以分为A类件(必换件)、B类件(可换件)。要实现备件按需求数量、准时交货的精准保障要求,要对工单预留备件制定准确的需求、采购计划。如果计划数量、需求时间不准、叠加供货延迟,会导致现场维修工作无法开展,进而影响机组运行及核安全功能的执行。

B类件通常价值高、不常用、制造周期长,如果缺货会导致机组后撤或核安全功能降低等严重后果。要综合考虑备件损坏概率、重要程度、采购周期等因素,制定库存储备策略。既要储备合理库存,也要考虑对库存总额的影响,从而指导采购工作的实施^[3]。由此得出风险:工单预留错误、采购申请提报不及时。

3.3.2 采购流程中的风险

(1) 渠道选择。核电厂物资按不同的管理方式可以分为库存备件、非库存备件、非生产物资等。库存备件又分为备品备件、化学品、消耗材料等。不同的品类按采购渠道可以分为原厂采购、代理商采购、市场采购。针对不同的质保要求、不同的采购渠道,在备件采购过程中面临不同的风险,应制定相应的管控措施,选择最经济的采购方式。由此得出风险:采购渠道错误。

(2) 商务流程。签约是将采购需求释放到供应商的过程,遇紧急情况,要充分与供应商协调沟通,增加生产资源,缩短制造周期以满足现场需求。使用标准合同文本能避免原料交付延迟或质量问题等导致的交付违约,能促进供应链企业间的良好合作。由此可得出风险:采购延误、合同文本错误。

(3) 监造管理。制造厂要按技术规范安排生产,编制完工报告与货物一起交付。由于核级备件制造工艺复杂,过程文件多,存在造假风险。监造人员要熟悉设备制造工艺和法规要求等,确保备件制造过程满足相关要求。由此得出风险:制造偏差。

(4) 交货跟踪。由于供应商管理水平参差不齐、原料交付延迟或生产延误等原因, 很容易导致备件延期交付, 影响核电厂正常生产安排。由此得出风险: 交付延期。

(5) 到货验收。到货验收是备件质量管控的重要一环, 要落实验收责任制, 制定清晰的验收标准。需检查备件外观、数量、型号是否与合同约定及现场一致, 要对质量文件、完工报告等进行查验, 确保到货实物采购渠道正规, 质量合格。由此得出风险: 备件验收偏差。

(6) 储存保养。核电厂要建立库存备件存储保养制度, 并按计划进行保养, 确保备件在仓库存储期间质量状态完好。根据不同备件的材质、性能要求, 需分类制定恒温、恒湿、避光等保存方案, 部分备件还需定期加油保养。橡胶制品、化学品等要设定保存期限, 过期后要及时报废, 避免将不合格备件用于现场。由此得出风险: 备件保养不当。

3.3.3 生产流程中的风险

核电厂的生产过程就是做好机组的维护, 按设计规范进行定期试验, 发现异常及时干预, 保证机组多发满发。为提升设备可靠性, 目前各电厂都在开发数字化管理平台, 逐步实现巡检一体化, 优化预防性维修, 建立设备可靠性指标, 逐步实现设备管理智能化。例如智能监测平台根据实时数据, 预测发展趋势, 可识别早期故障; 关键敏感设备信息化平台建立了以故障预防、预测、消除为核心的关键部件全寿命健康管理模型, 实现了部分泵组的智能化检修和监测功能。同时要求各级生产管理组织和当班值长要履行安全职责、做好生产活动风险控制, 加强日常工作安排与机组异常的掌控, 确保机组风险可知可控。由此得出风险: 设备管理偏差。

3.3.4 配送流程中的风险

核电设备制造厂大多远离核电厂, 所以要考虑运输风险。首先是运输方式的选择, 如果需求紧急、货物价值高一般选择空运, 如货物体积、重量较大一般选择海运。对于超高、超重的战略备件, 需安排专车运输, 并提前办理相关手续。对于进口备件、核监管备件还要预留足够的报关、报检时间。由此得出风险: 运输方式选择不当、报关延误。

3.3.5 退货流程中的风险

核电厂会对有质量问题、型号不符的备件退回厂家重新供货。差异信息要及时反馈厂家, 协商处理方案, 避免备件损坏或

丢失。要从源头控制差异产生, 引导供应商提高生产制造水平, 安排人员做出厂验收, 避免备件到货后才发现异常。由此得出风险: 退货方案制定延误、产品补供不及时。

4 核电厂供应链风险因素的评价

根据核电备件供应链管理现状, 将风险发生的可能性和后果的严重程度进行量化计算, 映射到矩阵图中, 可以得出风险等级。在实际工作中, 计划阶段的高风险因素有图纸错误、编码错误、工单预留错误、采购申请提报不及时等, 需做好信息核实工作, 避免编码错误; 备件管理人员要做好标准包诊断工作, 及时提出采购申请, 给采购部门预留足够的时间。采购阶段的高风险因素有渠道选择错误、备件交付延期等, 需要开发专门的信息管理平台, 实现全流程在线监控, 减少人因失误, 合理制定交货计划, 定期跟踪生产进度避免交货延误。退货阶段的风险主要是补供不及时, 尤其是国外采购的产品, 如果交货后发现备件缺陷, 将备件退回国外厂家, 再重新安排生产, 耗时较长, 如果长期未完成补供, 会影响现场工作开展。

5 结语

近年来国内核电事业蓬勃发展, 商运机组逐年增加, 设备国产化率逐步提高, 但部分关键设备还是受制于人。在优化物资管理, 提升数字化管理水平, 深化与供应商战略合作的基础上, 要建立供应链风险管理机制, 对可能影响核安全及机组出力的风险制定识别、筛选和缓解机制, 持续提升供应保障和外部资源掌控能力。作为核电供应链管理的从业者, 面对纷繁复杂的备件保障工作, 需要提高风险意识, 对不同风险发生的概率和影响做到心中有数, 加快推动国产化研发, 强化核电备件保障韧性, 以更好的应对挑战, 保障核电厂的安全稳定运行。

[参考文献]

- [1] 深入贯彻落实核安全观持续推动核安全监管高质量发展[J]. 环境与可持续发展, 2023, 48(03): 51-54.
- [2] 李臻. 基于SCOR模型的YC供电公司供应链管理体系研究[D]. 宁夏大学, 2023.
- [3] 吴江琦, 周鑫. 核电机组备品备件储备定额数学模型研究[J]. 设备管理与维修, 2024, (07): 12-16.

作者简介:

韩秉云(1985--), 男, 汉族, 山西省吕梁市人, 本科, 中广核核电运营有限公司, 工程师, 从事核电供应链管理工作。