

# 质保分级在核电厂备件采购中的应用

## Application of Quality Assurance Classification in Spare Parts Procurement in Nuclear Power Plants

王刚

Gang Wang

中广核核电运营有限公司 中国·广东 深圳 518000

China Nuclear Power Operation Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

**摘要:** 论文基于核电厂运营期间的质量特性和备件特点,总结了质保分级的目的、原则和方法,分析了质保分级在备件采购全流程中的实际应用,提出进行备件质保分级能够确保将有限的资源投入对核电厂安全和可用率起重要作用的备件上,同时能有效控制成本。论文中的管理观点可供同行借鉴和参考。

**Abstract:** Based on the quality characteristics and spare parts characteristics during the operation of nuclear power plants, this paper summarizes the purpose, principles and methods of quality assurance classification, and analyzes the practical application of quality assurance classification in the whole process of spare parts procurement, it is proposed that the quality assurance classification of spare parts can ensure that limited resources are invested in spare parts that play an important role in the safety and availability of nuclear power plants, and can effectively control costs. The management point of view in the paper can be used for reference by peers.

**关键词:** 核电厂; 备件质保分级; 采购

**Keywords:** nuclear power plant; spare parts quality assurance classification; procurement

**DOI:** 10.12346/peti.v5i2.8023

## 1 引言

中国政府提出“积极稳妥推进碳达峰碳中和”“积极安全有序发展核电”。核电作为稳定高效的清洁能源,有望大规模替代传统化石能源的基荷电源,对保障中国能源安全,落实“双碳”目标和构建新型电力系统具有重要意义,中国核电行业将迎来重大发展机遇。同时,要始终确保核电在运机组“绝对安全,万无一失”。

质量可靠的备件供应为机组安全稳定运行发挥着至关重要的作用。面对庞大的备件种类和数量,基于国家相关法规要求,核电厂建立了一套统一的运营期间备件质保分级管理体系,确保将有限的资源投入到对保证核电厂安全和可用率起重要作用的备件上,既能做到资源的合理分配,又能最大限度地确保核电厂重要备件的质量。论文将总结核电备件质保分级的相关管理要求及在备件采购中的应用和实践,探讨

质保分级对质量和成本控制方面发挥的重大作用。

## 2 核电厂的质量特性

核电厂的产品是电,判断核能发电的质量要从用户的角度出发,判断这种发电形式的产生过程和最终结果会对环境、社会 and 用户造成的影响和效益。核电的直接用户的电网,最终的用户是社会组织和社会公众,用户对核电厂的需求是安全、经济、可靠。

**安全:** 核电厂在正常运行下是安全的,对环境的影响要比燃煤电厂小得多。但一旦发生大的事故,就有可能对核电厂的工作人员对环境及社会公众构成危害,虽然产生这种危害的概率是很小的,但它是不容忽视的。没有核电厂的安全,也没有核电厂的质量。

**经济:** 只有将发电成本控制在使电价达到用户可接受的

【作者简介】王刚(1985-),男,中国宁夏银川人,本科,工程师,从事核电运营备件采购管理研究。

程度，核电才具备生命力。

可靠：作为百万千瓦容量的大机组，它在工况上的急剧波动对直接用户电网会造成较大的冲击，致使电网处于不安全状况并造成调节困难。

### 3 核电备件的特点

#### 3.1 编码多种多样

核电厂安装设备众多，设备型号与机组型号的不同，备件编码种类极其庞大，数量达到几十万种，涉及机电仪零部件、耗材、化学品等。

#### 3.2 对质量要求高

核电备件有的直接与机组的核安全和可用率相关，有的间接相关，同时，核电行业较为敏感，因此出于对安全和可用率考虑，对备件质量的要求普遍较高。对于影响质量的制造商（供应商）资质，生产制造，制造文件可追溯性的要求会更加严格。

#### 3.3 要兼顾成本

核电厂同时作为发电企业，必须要考虑经济性，即备件的价格。

#### 3.4 采购实施难度大

核电备件市场来源选择的范围相对较小，工程建设设计选型确定后，运营阶段就需遵照设计选型进行运维，对设备原制造厂或系统供应商的依赖性强，除了一些质保要求低的通用产品或标准产品可选择竞争性采购外，主要采用的是单一来源（即原厂或原系统供应商）采购的模式<sup>[1]</sup>。

核电行业的特殊性决定了对备件质量的高度敏感，而备件质量很大程度上取决于供应商的质量体系运作的有效性和生产环节的质量控制，如何将核电对于质量的管理要求有效落实到上游生产环节，挑战很大。

### 4 质保分级的目的

#### 4.1 法规的要求

NNSA 颁布的核电站质量保证安全法规 HAF003、国际原子能机构 IAEA50-C-QA（核电站质量保证）和 IAEA50-SG-09（核电站安全运行管理）是顶层的两个法规。

#### 4.2 成本和质量的要求

采购用于生产现场的物项的质量水平，直接关系到核安全、机组可用率和运营成本，但是相关程度不同，为了保证重要物项的质量得到应有的重视，相对次要的也受到适度控制，就必须合理分配资源，确保投入与重要度对等，对不同功能、不同要求的备件提出不同的控制要求，并进行有效控制，使其达到完成设计功能的目的。

### 5 核电备件质保分级

#### 5.1 质保分级的法规依据

HAF J0045《质量保证分级手册》给出了质量保证分级的原则，即要充分考慮物项或服务在安全和运行上的重要性；所涉及领域（设计、采购、制造、建造、运行和管理）的成熟性；所涉及领域的复杂性<sup>[2]</sup>。

HAD003/03《核电厂物项和服务采购中的质量保证》中对物项质保分级除了要考慮对安全的影响外，还要考慮其他因素，如物项或服务的复杂性、独特性或新颖性；工艺、方法和设备对特殊控制、行政管理和检查的要求，通过检查和试验所能证实的与功能要求相符的程度，物项的质量史和标准化程度；物项在电厂安装后，其维修、在役检查或更换时的可达性<sup>[3]</sup>。

#### 5.2 质保分级的等级

核电厂将采购备件的质保级别划分为 C1、C2、C3 三级进行管理，其中 C1 级物项可定义为其失效直接影响核电厂三大安全功能或直接影响常规岛热力系统功能或直接跳机的物项；C2 级物项可定义为其失效间接影响安全级设备执行其安全功能或间接导致机组可用率降低的物项；C3 级物项可定义为其失效不会影响安全级设备执行其安全功能或不会导致机组可用率降低的物项。

#### 5.3 质保分级的原则和方法

质量等级是根据物项或服务本身的安全重要性和质量特性而确定的，一般分为安全级别、抗震级别、规范级别和鉴定级别；质保等级是根据物项的安全重要性、复杂性、成熟性以及提供物项的供方能力和经验、质量管理水平等要素提出的质量保证等级要求。简言之，质量等级是针对物项质量特性，质保等级是针对供方质量管理体系。质量等级是划分质保等级的基础，质保等级的具体要求是获得相应质量等级的保证。

质保分级要考虑两个基本原则：①物项对核电厂生产以及安全的重要性，即该物项的失效可能导致多大的核辐射风险、工业风险和机组可用率的损失；②物项在设计、制造、安装、运行及管理等方面的复杂度和成熟度。

以机械零部件为例，可按以下准则进行零部件质保分级：

①若有 RCC-M（1、2、3 级）制造要求的零部件，则可以划分为 C1。如某阀杆按照 RCC-M 5110 制造，应定为 C1。

②若某零部件的父设备质保级别为 C3，则该零部件直接定为 C3。

③若工艺控制过程复杂，且对于工艺控制不到位而造成的质量缺陷，在出厂试验、到货验收试验、安装调试试验中

可能无法检查出该类缺陷，则定为 C1，如某些影响机组可用率的重要水泵芯包。

④若为标准零部件（制造工艺成熟、互换性强、质量稳定），包括密封件（盘根、垫片、O 形圈等）、紧固件（螺栓、螺母、销钉、碟簧等），定为 C3。

⑤若零部件失效是否影响父设备执行功能（安全和可用性），则该零部件与父备件质保级别相同。

⑥若属于需特定供应商供货的情况，如定制零部件、电厂无该零部件的完整技术信息，可考虑定为 C2。

## 6 质保分级在备件采购中的应用

核电厂在运营期间对不同质保分级的备件在替代选型、编码、采购申请、供应商管理、采购渠道选择、生产制造、验收等环节规定了不同的管理要求，从而保证采购的备件能够满足设计功能和合同的要求。

### 6.1 替代选型阶段

质保等级高的物项，在替代选型时会有更高的控制要求。例如，C1 物项需编写采购技术规范，编写人员需要在采购技术规范中明确要求，制造厂在设计、制造前提供经厂方生效的相关图纸等技术文件；C1 物项的替代报告在征询意见时，还需征求核电厂相关维修部门和设备管理部门的意见；若与核安全相关或使用在核安全相关设备上的物项，必须还要征求核电厂核安全工程师的意见。

### 6.2 编码阶段

备件主数据中若存在部分备件质保等级定级错误，如 C1/C2 备件被错误降低了质保等级，导致采购渠道选择、监造验收的管控要求降低，就会增加备件质量缺陷的风险，因此在数据库新增编码或修改主数据质保等级环节，需要对质保等级进行严格审核。

核电厂建立了重要字段工序卡，加强校核把关，明确哪类重要备件必须对应相应级别的质保等级，降低质保级别错误修改的风险。同时建立质保分级审定模板，规范识别过程。

### 6.3 采购申请阶段

核电厂要求对于 C1 备件在提出采购申请时必须同时提供采购技术规范书，采购技术规范书规定了采购备件的工作范围、采用的规范、标准、供货要求、设计、材料、制造、检验、试验和验收及质量保证等内容。

同时，对如何编写技规书，制定了编写指南，统一群厂技规书编制模板，并根据核监管、质保等要求不定期升版，并推进技规书、验收标准、厂家制造标准一致性。并确定了技规书编校审批四个环节生效流程，并对编制人员资质提出了明确要求。

## 6.4 供应商管理

核电厂将供应商按其提供的物项的质保等级分为以下三类：

一类供应商：为核电站生产 C1 质保等级物项的供应商。

二类供应商：为核电站生产 C2 质保等级物项的供应商。

三类供应商：一类供应商和二类供应商之外的其他供应商。

在评审或复审时，针对采购备件的质保等级，就供应商质量、环境和职业健康安全管理体系的要素、技术能力、商务状况制定针对性指标，综合考虑供应商的业绩、设备管理、人力资源、质量控制、成本控制、技术开发、用户满意度、交货及时率等要素，对供应商做出全面的评价。

为保证供应商资格评审/复审的客观性，按照岗位不相容的内控制度，一类、二类供应商资格评审/复审的实施应包括安质环、技术、商务相关人员；各方独立给出各自评审范围的资格评审/复审意见，任一方的评审意见为“不通过”时，则最终评审结论为“不合格”或“取消资格”。

供应范围是否包含质保等级 C1 或 C2 的备件，也是核电厂对供应商进行不同关系分类的重要参考因素。

### 6.5 采购渠道选择

在采购实施阶段，核电厂对采购渠道选择有着严格的要求。必须检查拟选供应商的供货范围和质保相关等级，确保与采购标的物相匹配。供应商等级不低于采购物项的质保等级，且对于质保等级 C1 和 C2 的物项，必须选择相应的渠道实施采购。要求必须进行证书与供货范围的匹配、真伪识别、适用范围和有效期登记等核实工作。若供应商的供货范围与国家核安全局（NNSA）监管备件相关时，供应商必须持有 NNSA 颁发的相应资质证书。

### 6.6 生产制造阶段

核电厂基于不同的质保等级对采购过程控制和质量文件提出了不同的要求。质量文件是指能够证明提供的物项满足公司采购合同规定要求的媒体，包括纸质文件、磁盘等；质量文件的内容包括过程控制文件（如：质量计划）、结果证明文件（如材质报告、出厂检验报告）或最终完工报告等。

以 C1 备件为例，规定了如下要求：

①要求提供核级物项的供应商应在项目开始前编制质量保证大纲。

②要求供应商必须建立一个适用于本合同的管理程序及技术程序（如有）清单。

③要求供应商合同分包必须事先得到核电厂认可。

④要求供应商必须根据具体活动编制相应的质量计划，在开工前提交核电厂审查，其内容应包括工序表，每道工序必须遵守的程序和图纸等，见证点等。

⑤要求供应商对本合同有关的质量记录文件进行保存。

⑥核电厂安排代表进入供应商与合同执行有关的工作场所进行 QA/QC 活动。

⑦要求供应商必须对不符合项进行记录、技术审查及后续处理。

⑧要求供应商应当将防造假要求融入生产、经营、科研和管理等各环节，对“弄虚作假、瞒报谎报”等造假行为零容忍，并要求向其供方传递防造假机制。

⑨制造活动结束后，供应商应编制“制造完工报告”并向核电厂提交。制造完工报告应包括，在制造/服务过程中产生的，用于证实物项/服务满足合同规定的技术要求和质量要求的所有文件记录。

### 6.7 验收阶段

核电厂梳理了备件验收环节的质量控制关键节点，即：基础验收、质量验收、文件验收。基础验收需要核查实物、采购订单、数据库的所有描述信息完全一致（三统一）；质量验收需要核查外观状况检查、加工制造工艺检查、质量检测等；文件验收需要核查物项制造完工报告（EOMR）、合格证或质量符合性声明等。对于 C1 备件，制造完工报告必不可少。

同时，对于 C1 等重要备件，还增加了质量验收单，该验收单在常规验收检查的基础上，增加了要结合技规书验收要求，维修规程要求，经验反馈要求等。对于替代后首次采

购的备件，要求替代人员参与首次验收。

## 7 结语

核电厂运营期间的备件质保分级管理包括确定物项的质保等级，以及在采购活动中需要制定的各项质量控制措施和验证措施，质保分级管理工作是核电厂质量保证工作中的一项重要基础工作，既是遵守相关法规的要求，也是控制成本和质量的需要。核电厂将采购备件的质保级别划分为 C1、C2、C3 三级进行管理。

在备件采购活动中，基于不同质保等级，核电厂制定了各个采购环节对应的质量控制措施，有效地确保了质量，控制了成本。当前群厂备件供应质量稳定，库存水平持续下降，有力地保障了核电厂安全运行和成本控制需要。在当前国际形势和环境持续动荡，全球供应链稳定性带来挑战的情况下，进行高质量的备件质保分级管理探索和实践是十分有必要的。

### 参考文献

- [1] 王永刚,张龙江.核电站与供应商力量博弈[J].中国物流与采购,2006(15):3.
- [2] 国家核安全局.质量保证分级手册:HAF J0045[S].北京:国家核安全局,1994.
- [3] 国家核安全局.核电厂物项和服务采购中的质量保证:HAD003/03[S].北京:国家核安全局,1988.