

Application of Spare Parts Subcontracting in Spare Parts Management of Nuclear Power Plant

Lai Zhou Hongzhi Xie Fengyang Li

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

Abstract

There are many types of nuclear power plant equipment, and the number of spare parts for a single power station is as high as tens of thousands. How to do a good job in the management of nuclear power plant spare parts is an important research topic. With the rapid construction of nuclear motor units, the scale effect of group reactor management has gradually formed, and it is necessary to study a more lean spare parts management mode in the management of nuclear power plants, and implement the standardization of spare parts, specialization and intensive management^[1]. In the early stage of the development of a domestic nuclear power group, by learning the advanced management experience of international counterparts, the classification management of spare parts in nuclear power plant spare parts management was carried out. The practice shows that the management efficiency of nuclear power plant spare parts can be effectively improved through the classification management of spare parts, it provides a strong guarantee for the safe and stable operation of nuclear power plants.

Keywords

Nuclear power plant; Spare parts management; Spare parts classification; Emergency diesel engine

浅析备件分类管理在核电站备件管理中的应用

周来 谢宏志 李凤洋

中广核核电运营有限公司, 中国·广东 深圳 518000

摘要

核电站设备品类繁多, 单一电站备件编码高达数万, 如何做好核电站备件管理是一个重要的研究课题。伴随核电机组的快速建设, 群堆管理规模化效应逐步形成, 需在核电站备件管理中研究更加精益化的备件管理模式, 落实备件的标准化、专业化与集约化管理^[1]。在国内某核电集团发展早期, 通过学习国际同行先进管理经验, 在核电站备件管理中进行备件分类管理, 实践表明通过备件分类管理能够有效提高核电站备件管理效率, 为核电站安全稳定运行提供有力保障。

关键词

核电站; 备件管理; 备件分类; 应急柴油机

1 引言

在国内某核电集团发展早期, 核电机组数量少, 未成立专业化的备件管理团队, 导致核电备件领域缺乏长效管理机制。其中, 备件主数据管理方面尤为明显, 早期备件编码缺乏严格质量管控措施, 产生较大比例的问题编码, 不仅导致供应环节产生大量采购澄清, 而且编码的冗余进一步加剧备件库存积压, 极大地增加了核电站运营阶段备件管理成本^[2]。随着集团内核电机组的快速建设, 核电机组数量大规模增加, 群堆管理规模化效应逐步成型, 亟需建立一套集“标准化、专业化及集约化”为一体的精益化备件管理新模式。因此, 专业化的备件管理团队成立之初, 通过对标国际同行先进的管理经验, 引入了“备件包”概念, 并研究备件分类

管理在核电站备件管理中的应用。

2 核电站备件管理概述

核电站为满足电厂工程安装调试、生产运行和维修活动需要, 合理控制工程进度、设备维修和大修停歇时间, 而事先储备的设备整件、组件或部件、零件、元器件, 统称为备件。其主要特点如下:

①备件品类复杂、数量庞大。核电站备件种类繁多、覆盖各专业门类, 单个核电站备件数量达数万、群堆模式下备件数量达数十万;

②主数据完整性较低、完善难度大。备件正常通过其主数据中关键识别信息采购供应, 但成套设备商在提供上游EOMM文件时会隐藏部分关键识别信息, 导致备件主数据难以完善;

③技术要求高、供应成本高。核电站备件涉及核安全和机组可用率, 有更严更高的质量保证要求, 导致备件生产

【作者简介】周来(1988-), 男, 中国湖南长沙人, 本科, 工程师, 从事核电站备品备件管理研究。

制造周期延长、备件制造成本上升，进而增加整个备件供应成本；

④需求零散、计划不足。绝大部分备件在单次生产运行、维修活动中需求数量较小，且相同厂家、相同设备检修计划不同，导致备件需求零散，采购供应过程往往受制于卖方市场；

⑤供应商数量大、管理难度高。核电站备件相关的供应商多达数千家，且各个核电站设备选型不尽相同、采购量小、质量管理要求高，导致供应商配合意愿不强，增加供应商管理难度。

通过调研和横向对比国内不同核电集团的不同核电站，在核电站备件管理初期，存在以下共性问题：首先，缺乏集约化、标准化、专业化的备件管理团队，不同核电站间、备件管理部门间各自为战，备件管理没有统一的标准、指挥中枢；其次，缺乏完善的主数据管理、需求管理与库存管理等机制，备件数据质量不高，需求缺乏计划性，备件库存水平高、备件保障风险也高；再者，缺乏完善的供应全过程质量管理体系，备件技术问题未形成有效闭环管理机制，备件质量管理未引起全面重视。这些问题促使核电站不断探索新的备件管理模式，以提高管理效率，降低运营成本。以国内某核电站为例，早期备件管理的缺位，导致单个电站备件编码数量逾十万，重复、错漏、无效编码的比例累计达到48%，不仅导致采购澄清、到货差异等影响采购效能和供应保障的问题，而且导致采购储备数以亿计的备件库存，在计划管理不周的情况下最终形成较大冗余而占用宝贵的资金成本，其单堆备件库存金额高出国际同行水平约20%。

3 核电站备件分类管理

备件分类管理是指，综合考虑备件的系统、设备类型、供应渠道、物资类别及专业属性等因素，将核电站备件归总切分为大小不等的若干个备件包进行管理。每个备件包包含备件领域中不同职能专业处室的专业工程师，业务覆盖核电站备件领域的需求管理、计划管理、库存管理、成本管理、效率管理、质量管理、合规管理、供应商管理等诸多方面^[3]，以更好地承担全厂供应保障、库存控制、成本管理和质量管理责任。

3.1 备件分类管理在核电站备件管理中的应用优势

相对于常见的行政职能化管理模式，备件分类管理在核电站备件管理中具有明显的优势，体现在以下几个方面：

①责任到人，术业专攻。备件领域内早期各个专业均按照机械、电气、仪控实现初级分工，各个专业处室的工程师在不同的组别内，根据工作负荷状态被分配相关的工作任务，但与备件的系统、设备类型、制造商、物资类别等并无强关联，仅对业务流程中某个时期内某个环节的工作业务负责，难以激发工程师主观能动性、难以促进其专业化发展。通过备件分类，将相同特性的某类备件、具体的某项备件挂

接到某专业的某名工程师，围绕同一个备件所发生的不同时期内的物料主数据管理、需求与计划管理、库存控制、质量管理等相关工作都将由同一个工程师负责，可以充分发挥责任工程师的经验、大幅提升各项工作的处理效能与工作质量、进一步推动工程师的专业化管理进程。

②横向打通，集约增效。备件分类管理，将备件领域内各个专业处室的工程师纳入同一个备件包项目作业单元，设置备件包项目经理、若干名各专业的项目组成员，在不改变备件领域内各个专业处室的行政组织隶属关系、岗位职责与业务边界的情况下，进包的各专业工程师业务上通过备件包项目组进行管理、听从所属备件包项目经理的安排。通过备件分类管理，将特定范围内的某类备件在供应链管理全链条上属于不同专业处室的业务内容紧密联系在同一个项目作业单元内，以实现备件领域内不同专业间的横向打通，且备件包项目运作为各个专业处室围绕“保障供应、控制库存、降低成本、提升质量”的总体目标互相补台，不仅能产生明显的集约化效应，还显著提升备件供应效能。

③纵深发展，体系赋能。备件分类管理，能够扩展各专业处室工程师对于备件领域内业务认知的广度和深度，促进备件人才围绕着核电备件供应保障的中心目标勤练武功，在供应管理全链条的各个环节形成一道道坚不可摧的纵深防线。此外，通过备件包项目运作，可以实现各项备件业务的有效监督，快速排查业务偏差并制定改进措施，推动建立一系列备件管理办法与备件业务标准动作，进而实现备件业务体系的不断完善，并反哺备件综合治理水平的持续提升。

3.2 备件分类管理在核电站备件管理中的应用实践

国内某核电集团内，将群厂数十万项备件归总为若干个备件包项目组，并根据备件特点划分为大小不等的数十个备件子包，比如汽轮机、柴油机、主泵、核岛重要阀、紧固件、变压器、继电器、就地仪表等备件包。备件包项目组通过矩阵式管理，打通备件领域内各专业处室间的横向协作，主抓备件领域的重点业务，包括但不限于物料主数据管理、需求与计划管理、库存控制、采购管理、全流程质量管理等。下面通过一个备件包管理的实践案例来分析其在核电站备件管理中的作用。

核电站应急柴油机用来确保事故工况下反应堆的紧急安全停堆，并防止重要设备因厂用电系统失电而造成损坏，其重要性自是不言而喻。为确保核电站应急柴油机的可用性，用于检修的柴油机备件库存是越多越好、备件质量是越高越好，但核电站作为企业必须兼顾其运营成本，需要将应急柴油机备件成本和库存控制在一个合理可行的区间内。因此，我们将群厂应急柴油机备件划为备件包进行管理，并开展如下工作：

①开展设备技术不同点分析。针对群厂应急柴油机设备开展技术不同点对比，分析不同厂家不同型号整设备互换性、相同厂家相同型号整设备共享性，并基于此制定群厂

应急柴油机战略备件储备方案，提升了群厂应急柴油机保障度，并在某段时期内为相关电厂减少近亿元库存储备，潜在资金收益达数千万元。此外，应急柴油机战略备件有且可用，多次保障到集团内共享电厂的突发性需求，有效降低了机组的强损，大力提升了核电站的安全性与经济性。

②梳理设备结构并建立 BOM 关系。通过柴油机设备结

构梳理，建立不同型号柴油机设备与各功能模块、零件部件间的对应关系，并以此为基础搭建和完善应急柴油机备件的功能位置及物料 BOM 关系，累计完善 BOM 数据近万条。结合应急柴油机设备的维修大纲、维修标准包、领用数据等，构建了柴油机备件的维修 BOM 数据模型（如表 1），为后续基于维修大纲的中长期备件需求提报夯实了坚实的基础。

表 1：柴油机备件维修 BOM 数据模型

功能位置	备件编码	描述	安装数量	需求类型 1 (4C)	需求数量 1 (4C)	需求类型 2 (8C)	需求数量 2 (8C)
X-LHP-202PO	1*****1	H.T. water pump	1	B	k1	B	k2
X-LHP-202PO	1*****2	Gasket	2	A	2	A	2

备注：

需求类型指不同检修周期备件的需求类别，A、B 分别为必换件和非必换件；

需求数量指相应检修周期下备件更换数量，k1、k2 为相应检修周期备件更换概率 * 安装数量。

③开展主数据专项治理。编制应急柴油机备件主数据质量控制单，分析某厂家柴油机备件数据特点，确定关键识别信息、唯一识别信息，明确其主数据维护要点，并依此开展备件主数据清理工作。累计补充完善备件数据信息数千项，大幅减少备件采购澄清与到货差异；累计新增识别柴油机备件重码数千项，大幅提高群厂柴油机备件共码比例至 54%，为柴油机备件的共享和调配建立基础。

④梳理中长期需求。开展基于维修大纲的中长期备件需求提报工作，结合备件库存、征订等，梳理出未来 3-5 年备件需求计划，并制定出相应采购及交货计划，实现集中采购、分批交货，提高了应急柴油机备件需求集中度，降低了备件采购频度，提升了备件综合治理水平。

⑤落实应急柴油机备件库存控制措施。专项集中优化群厂柴油机备件库存策略，并进行日常动态优化，降低备件保障风险并将常备备件库存控制在合理区间；开展高价值柴油机备件共享识别与共享储备，通过高价值备件的共享累计减少储备金额数千万元；此外，开展柴油机备件的冗余识别，为某电厂盘活冗余库存数百万。

⑥创新采购管理模式。与重点供应商建立战略合作关系，突破传统零星备件订购模式，签署集中采购协议提高备件议价能力、降低备件采购单价，签署中长期供货框架协议锁定备件涨幅、实现快速订单模式，签署零库存协议降低备件库存千余万元、大幅提升备件保障水平。

⑦落实备件全流程质量管理。建立应急柴油机备件标

准 C1 零部件清单，优化群厂柴油机备件质保分级，消除供应商与核电站质保分级分歧，推动解决某供应商长期无法满足 C1 备件供货要求的难题；此外，编制并完善应急柴油机重要备件品类技术规范，落实柴油机备件事件根本原因分析与群厂经验反馈，进一步提升应急柴油机备件的质量管理水平。

应急柴油机备件包的管理实践表明，通过备件分类管理能够有效提升核电站柴油机备件的管理效能，进一步实现精益化管理，降低应急柴油机备件综合管理成本、提升整体保障水平。

4 结论与展望

备件分类管理在核电站备件管理中具有重要的应用价值，能有效解决传统备件管理模式面临的挑战，提高备件管理效率、降低运营成本。然而，备件分类管理的顺利实施需要核电站制定科学的实施方案，并随着核电站管理水平的不断提高，在未来的数智化发展时代中进一步优化和完善，形成新质生产力，为核电站的安全稳定运行提供更有力的保障。

参考文献

[1] 咎云龙，核电站生产管理[M].原子能出版社，2000.12
 [2] 周来，核电站新机组备件批量编码若干质量管控措施[J].电力技术与安全管理，2024.03
 [3] 刘宝红，赵玲，供应链的三道防线：需求预测、库存计划、供应链执行[M].机械工业出版社，2018