

石油设备备件库存的安全阈值与经济库存策略研究

申成锋 (中国石油化工股份有限公司西北油田分公司, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要: 石油设备备件库存管理工作, 保障油气生产系统安全稳定运行, 备件库存管理水平直接影响设备完好率, 保证生产连续性, 降低企业运营成本。基于此, 本文以石油设备备件库存管理为研究对象, 在分析石油设备备件特点的基础上, 确定备件分类与安全阈值, 构建经济库存策略模型, 借助连续盘点、定期盘点, 实现差异化库存控制。安全阈值与经济库存策略的协同应用, 在保障设备运行安全的同时, 降低库存成本, 为石油设备备件库存精细化管理, 提供了参考。

关键词: 石油设备备件; 库存管理; 安全阈值; 经济库存策略

中图分类号: TE97 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 012-0073-03

Research on the Safety Threshold and Economic Inventory Strategy of Petroleum Equipment Spare Parts Inventory

Shen Chengfeng (Northwest Oilfield Branch of Sinopec Corporation, Urumqi Xinjiang 830000, China)

Abstract: The inventory management of petroleum equipment spare parts ensures the safe and stable operation of the oil and gas production system. The level of spare parts inventory management directly affects the equipment integrity rate, guarantees production continuity, and reduces the operating costs of enterprises. Based on this, this paper takes the inventory management of petroleum equipment spare parts as the research object. On the basis of analyzing the characteristics of petroleum equipment spare parts, it determines the classification and safety threshold of spare parts, constructs an economic inventory strategy model, and realizes differentiated inventory control through continuous inventory taking and regular inventory taking. The collaborative application of safety thresholds and economic inventory strategies not only ensures the safe operation of equipment but also reduces inventory costs, providing a reference for the refined management of oil equipment spare parts inventory.

Key words: Spare parts for petroleum equipment Inventory management Safety threshold Economic inventory strategy

在油气生产系统中, 石油设备长期处于高温高压环境中, 面对强腐蚀复杂工况, 对设备可靠性提出较高要求, 为了维护设备稳步运行, 备件是设备维护检修的重要基础。备件库存管理工作, 保障石油设备的稳步运行, 合理配置备件库存, 降低停机风险。然而, 随着油气田开发程度不断加深, 设备类型愈加多样, 技术复杂性持续提升, 备件管理面临着需求波动大的问题, 库存资金占用高, 保障压力突出, 针对现实问题。在保障设备运行安全的前提下, 控制库存成本, 成为石油企业设备管理中的关键内容。

1 石油设备备件特点分析

从类型结构上看, 石油设备备件种类繁多, 专业性强, 既包括泵、压缩机大型设备的关键功能部件, 也包括轴承阀件通用易损件。备件差异显著, 价值有所不同, 体积大小存在差异, 根据石油设备生产运行的特点, 使用频率也并不相同, 呈现明显的多样化特征, 从使用特征上看, 石油设备备件的需求具有不确定性^[1]。部分易损件在设备运行过程中, 更换周期稳定, 易损备件的寿命较为稳定, 定期更换即可, 需求相对规律。关键备件在设备突发故障时使用, 往往在极端

工况下应用, 需求低频, 但备件数量不足, 造成的影响较高, 针对这一特点, 一旦缺货, 可能导致设备长时间停运, 造成严重的生产损失。石油设备多处于高温高压工况环境中, 环境腐蚀性较强, 对备件的质量提出了较高的要求, 适配石油设备的正常运行, 部分备件专用性强, 但通用性差, 备件之间的替代空间有限, 进一步提高了库存保障的重要性。根据石油设备备件的这一特点来看, 针对不同类型的备件, 采取不同的管理方法, 细化管理内容, 增加了管理难度。

2 备件分类与安全阈值确定方法研究

2.1 构建多维度备件分类体系

在关键性评价中, 将备件划分为关键备件、重要备件、一般备件三类^[2]。关键备件多用于核心生产设备, 缺货将造成重大经济损失, 一般备件对生产影响相对有限, 具有一定替代性。在需求特性分析中, 需求稳定的备件, 采用标准化库存控制模型, 需求波动大的备件, 突发性强, 提高安全储备水平, 采用柔性补给策略。在供应特性分析中, 重点考虑采购提前期长度, 分析提前期波动性, 衡量供应商替代性, 确定备件分类体系。

2.2 分析安全阈值影响因素

石油设备备件需求受设备运行工况影响,根据检修策略,遇到突发故障,呈现出不稳定性。需求波动越大,库存系统面临的不确定性越高,对安全阈值的要求也越高。在采购提前期长度波动性上,石油设备备件中,部分关键备件依赖进口,需要专业制造商,采购周期长,受外部环境的影响较大,一旦出现交货延迟,将放大库存风险。服务水平反映企业对备件的目标要求,是安全阈值设定的决策参数。对于石油生产系统而言,不同备件对服务水平的要求存在显著差异,关键备件要求零缺货,而一般备件,缺货风险降低。

2.3 构建安全阈值计算模型

关键备件用于核心生产设备,缺货将直接导致生产中断,造成重大经济损失,对库存保障的可靠性要求极高^[3]。关键备件的安全阈值模型,以高服务水平为导向,规避风险,重点考虑需求波动,尤其是考虑供应不确定性因素。在模型构建中,基于采购提前期随机变化特性,采用统计方法,估计需求均值,结合目标服务水平,确定安全系数,设定安全阈值水平。同时,将采购提前期的波动纳入模型,修正提前期需求的不确定性。考虑到关键备件需求的低频高影响特征,单纯依赖历史消耗数据,可能低估风险,因此模型中引入经验修正系数,融入风险放大因子,适度上调对安全阈值,增强库存系统对极端情形的抗冲击能力,适用于关键备件。

一般备件在生产系统中的关键性较低,具有替代性,在更换时,没有硬性标准,可延迟更换,对缺货风险的容忍度较高。因此,其安全阈值模型加注重成本,保持基础服务水平即可。对于需求相对稳定的一般备件,在需求分布较为平稳的前提下,采用简化的安全阈值模型,根据平均需求,分析提前期需求波动,确定安全库存水平。在服务水平设定上,根据备件重要程度,衡量历史缺货影响情况,选择较为合理的目标,避免过度库存。对于供应稳定的备件,采购周期短,降低安全阈值来,减少库存占用,对于需求波动小的备件,供应周期较长,适当提高安全阈值。借助差异化模型设计,保证一般备件库存与成本控制的动态平衡。

3 石油设备备件库存的经济库存策略

3.1 连续盘点策略

针对石油设备备件库存的实际情况,实时监控库存水平,及时发现库存量的变化,借助连续盘点,监控库存水平,库存量下降至设定的订货点时,立即触发订购需求,按照预定目标,自动订购备件。连续盘点策略操作简单,根据库存量变化,确定订货点,选

择订货量,根据设定的程度,响应速度快,缺货风险较低,针对这一特点,及时订购常见备件^[4]。在石油设备备件管理中,连续盘点策略应用范围较广,对于应用范围较广的备件,应用频率较高,缺货成本较大,针对这一备件,实时掌握库存变化,在需求突发时,供应延迟情况下,及时补货备件,降低设备停机风险。结合安全阈值模型,根据连续盘点结果,在库存降至安全阈值附近时,自动启动订购程序,在风险可控条件下,完成备件订购。

3.2 定期盘点策略

在库存管理中,为了保证对剩余库存量的监控,针对实时性要求不高的备件,可展开定期盘点,指按照固定时间间隔,完成库存量的检查,在盘点时决定是否订购,如若订购,确定订购数量。定期盘点的管理方式相对简单,对于需求相对稳定的备件而言,缺货影响较小,针对一般备件,定期盘点策略经济性较好。集中盘点降低订购频次,减少采购管理成本,在盘点时,设定合理的目标库存水平,在满足基本服务水平要求的同时,控制库存规模,避免库存数量过多,增加储存成本。定期盘点之后,划分不同的责任区,根据备件类型,逐级展开备件清点,记录备件的存放位置,重点核查易混淆的备件,确定盘点报告,更新库存管理信息。定期盘点全面掌握备件库存情况,在特定周期内,分析备件的消耗情况,根据备件储量的变化,盘点库存规模稳定的备件,合理设定盘点周期,避免周期过长,累积误差。在实施中,定期判断与不定期抽查相结合,根据备件的消耗情况,调整盘点周期,确保备件库存符合生产要求。

3.3 混合策略

根据备件的特性,实施差异化管理,将连续盘点与定期盘点相结合,实现混合管理,这一备件库存管理策略的实施,强调分类管理思想,不同备件采用不同策略,实现整体库存系统的最优运行^[5]。在石油设备备件库存管理中,对关键备件采用连续盘点,对一般备件采用定期盘点,在定期盘点基础上,重点监控库存水平接近安全阈值的备件。借助分层控制方式,保障关键设备运行安全,降低整体管理成本。混合策略的优势突出,灵活性强,适应性好,在实施时,以完善的备件分类体系为支撑,配合信息支持系统,备件数据准确,管理流程清晰,在此前提下,混合策略发挥综合优势,实现对备件库存的个性化管理。

4 石油设备备件智能库存管理系统构建

4.1 系统架构设计

借助分类涉及思想,针对石油设备备件的特点,智能库存管理系统在架构设计上,采用模块化分布,

符合石油设备备件业务流程要求,解决流程复杂的管理需求。整体架构分为数据层、业务逻辑层、应用层三个层次,各层功能相对独立,又协同实施。数据层整理备件基础信息,记录历史消耗数据,根据采购记录,完善供应商信息,实现对数据的集中存储管理,更好的计算安全阈值,为库存策略优化提供数据支撑。对数据的标准化处理,展开对数据的统一管理,提高数据质量,确保系统运行的可靠性。业务逻辑层是系统的核心,构建备件分类模型,根据安全阈值计算模型,分析经济库存策略优化建议,借助对数据层信息的分析计算,生成库存控制参数,完善预警结果,实现库存决策的智能化。应用层面向管理人员,帮助业务操作人员掌握备件库存情况,提供备件库存查询,遇到备件库存量不足时,及时预警提示,调整库存管理策略,辅助后续决策分析。

4.2 主要功能模块设计

备件分类管理模块作为基础模块,多维度分类石油设备备件,实现备件的动态维护。根据系统框架设计,确定功能模块,基于供应特性分类体系,分级标识备件,形成标准化的备件分类结果库,维护备件基础信息,配置分类规则,调整分类结果。根据石油设备应用环境的特点,分析各个备机的更换周期,明确备件使用频率,根据备件供应环境的差异,系统更新数据,自动分类修正,确保备件分类结果符合管理需求。借助分类管理模块,设定安全阈值,选择库存策略。安全阈值计算模块依据备件分类结果,构建安全阈值计算模型,自动计算不同备件的安全库存水平,根据数据变化实施更新。输入历史消耗数据,确定采购周期,根据备件的应用频率,选择不同的采购方式,明确服务水平目标参数,结合需求波动,分析供应不确定性因素,动态生成安全阈值。当相关参数变化时,重新计算阈值,同步更新库存控制标准,确保信息的实时更新,避免人工判断偏差。库存策略优化模块,在满足安全阈值的前提下,提升服务水平,确定库存控制参数,根据备件分类结果,匹配库存管理策略,选择连续盘点或定期盘点,融合备件特点,借助多目标优化模型,优化关键参数,确定订购点,根据订购批量,明确盘点周期。综合考虑库存成本,提升服务水平,对比不同盘点策略方案,推荐最佳库存策略配置,保证库存管理质量。同时,根据供应条件调整动态更新,提高库存管理的灵活性,降低库存管理的经济成本。预警与决策支持模块面向管理人员,方便工作人员实时监控库存状态,分析各个备件的库存情况,在库存水平接近安全阈值时,提醒工作人员及时处理,发现库存运行的异常之处。

4.3 系统实施路径

在石油设备备件管理工作中,明确管理要求,根据备件特点,选择管理手段,完善智能库存管理系统,优化业务流程,整合库存数据,转变管理模式,确保系统顺利落地。在基础准备工作中,实施数据治理,系统上线之前,梳理现有库存,收集备件基础数据,分析历史消耗趋势,整理采购信息,确保现有信息的规范性,为了方便之后的管理,设定备件编码,统一数据口径,提升数据质量,保证库存策略优化结果的准确性。在确定基本信息之后,展开试点应用,选择具有代表性的设备备件,借助功能验证,重点验证备件分类结果的准确性,计算安全阈值,优化库存策略,分析系统功能的适用性。借助试点运行,设置模型参数,及时发现业务流程中的问题,展开针对性调整,积累库存管理经验。试点成熟之后,整理管理经验,系统全面推广,应用到更大范围的备件管理工作中,与采购数据对接,综合设备管理过程,衡量设备生产运行数据,推动库存管理的转变,实现整体协同转变。同时,强化制度建设,优化库存管理工作的流程,系统与日常管理融合。建立持续优化机制,定期评估系统运行效果,更新模型参数,动态优化库存管理策略,结合人员培训结果,不断提升系统智能化水平,确保系统的适应性,支撑石油设备备件库存管理工作,提高备件库存管理水平。

综上所述,石油设备备件库存管理,借助技术手段,加强管理,作为系统工程,在不确定环境下,实现安全保障,平衡成本控制。分析石油设备备件特点,针对库存管理问题的分析来看,选择单一维度,借助经验导向的管理方式,难以满足当前油气生产对设备保障的要求。设定差异化的安全阈值,优化经济库存策略,适应不断发展的外部要求,规避库存风险,降低运营成本。随着数据采集能力的提升,智能算法不断发展,备件库存管理将向更加智能化的方向演进。

参考文献:

- [1] 施扬权. 石油化工设备项目质量管理与进度协同优化研究 [J]. 石油和化工设备, 2025, 28(12): 204-207+196.
- [2] 李良平. 石油钻井设备管理及保养维护策略研究 [J]. 能源与节能, 2025, (S1): 154-156+164.
- [3] 周霞. 石油化工安全管理中设备维护与检测的关键技术应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(22): 51-53.
- [4] 焦洋. 石油设备精益管理的创新与应用 [J]. 设备管理与维修, 2025, (22): 13-15.
- [5] 李华伟. 点检定修制在油田设备管理中的应用研究 [J]. 中国设备工程, 2025, (18): 13-14.