

工厂设备管理中备件库存优化模型及应用研究

孙 能

宁夏天元锰业集团有限公司 宁夏 中卫 755000

摘要: 本文深入探讨了工厂设备管理中备件库存优化的重要性及其面临的挑战, 文章明确了备件的概念和分类标准, 分析了当前备件库存管理中存在的诸如分类不合理、需求预测不准确、库存模型适用性差及信息协同不畅等问题。针对这些问题, 文章提出了构建多维度备件分类体系及基于“云-边-端”架构的备件库存管理系统的方法。该系统通过整合数据全链路、利用LSTM神经网络进行需求预测, 并结合多目标优化算法, 实现了库存的高效管理。本文的研究为工厂备件库存管理提供了理论支撑和实践指导, 有助于提升工厂运营效率, 降低库存成本。

关键词: 工厂设备管理; 备件库存优化模型; 备件分类体系

1 工厂设备备件库存管理相关理论基础

1.1 备件相关概念界定

工厂设备备件是指为保障设备正常运行、维修更换而储备的各类零部件, 具有专用性、时效性、多样性等特征。按功能重要性可分为关键备件、重要备件与常规备件: 关键备件直接影响设备核心功能, 如发动机的曲轴、精密机床的主轴, 其缺货可能导致设备停机, 需优先保障库存; 重要备件对设备运行效率有显著影响, 如液压系统的密封圈、电机的轴承, 缺货会降低设备性能但不会立即停机; 常规备件为通用性强、易采购的零部件, 如螺栓、垫片等, 库存要求相对宽松。按使用频率可分为易损备件、常用备件与偶用备件: 易损备件如刹车片、滤网等, 因损耗快需高频更换; 常用备件如齿轮、皮带等, 定期维护中频繁使用; 偶用备件多对应设备突发故障, 如电路板、传感器等, 使用频率低但不可或缺。明确备件概念与分类边界, 是后续库存优化的基础前提。

1.2 库存管理基础理论

库存管理基础理论为备件库存优化提供方法论支撑, 核心包括经典库存模型与现代库存优化思想。经典经济订货批量(EOQ)模型通过平衡采购成本与存储成本, 确定最优订货量, 适用于需求稳定的常规备件管理, 但其假设需求恒定、无缺货成本的局限性, 使其难以应对工厂备件的动态需求。定期订货模型与定量订货模型是两种常用的库存控制方式: 定期订货模型按固定周期订货, 适用于多品种备件联合采购, 可降低采购成本; 定量订货模型当库存降至设定点时触发订货, 响应速度快, 适合关键备件的库存管控。随机库存理论考虑需求不确定性, 通过设定安全库存平衡缺货风险与库存成本, 如基于服务水平的安全库存计算公式, 可根据设

备停机损失调整安全库存阈值, 更贴合工厂实际需求^[1]。

2 工厂设备管理中备件库存管理存在的问题

2.1 备件分类不合理

当前多数工厂采用单一维度的备件分类方法, 如仅按价值高低的ABC分类法, 导致分类结果无法全面反映备件的实际管理需求。某机械制造工厂采用ABC分类法, 将高价值的轴承归为A类备件, 却忽略其作为易损件的高频需求特性, 按A类备件的低库存策略管理, 导致半年内出现3次缺货停机, 直接损失超50万元。分类指标单一还导致关键备件识别不清, 部分工厂将通用性强但非核心的螺栓归为重要备件, 而将影响设备精度的光栅尺归为常规备件, 造成库存资源错配——螺栓库存积压资金超20万元, 而光栅尺多次缺货导致设备精度偏差, 产品合格率下降3%。分类标准缺乏动态调整机制, 当设备更新换代后, 原有分类未及时更新, 如引入新的自动化设备后, 其专用传感器仍按旧设备备件标准分类, 导致库存不足。

2.2 需求预测不准确

需求预测方法落后是导致预测偏差的主要原因。多数工厂仍采用经验估算法或简单移动平均法, 忽略设备运行状态、生产计划等关键影响因素。某汽车零部件工厂采用过去3个月平均消耗量预测刹车片需求, 未考虑旺季生产负荷增加导致的设备磨损加快, 旺季时刹车片缺货率达15%, 而淡季库存积压率超40%。数据利用不充分加剧了预测误差, 工厂设备运行数据、维护记录与备件需求数据分散存储, 未实现有效整合。某电子厂的设备振动数据未与轴承需求关联分析, 无法通过振动异常预判轴承损耗, 只能在故障发生后紧急采购, 平均采购周期7天, 设备停机时间长达10天/次。另外, 对突发故障的需求预测不足, 偶用备件如电路板、继电器等, 因历史

消耗数据少,预测精度不足60%,常出现“备而不用”或“用而无备”的情况。

2.3 库存模型适用性差

现有库存模型与工厂实际需求脱节,部分工厂直接套用通用库存模型,未考虑备件特性与生产场景差异。某精密机械厂采用EOQ模型管理关键备件,该模型假设需求稳定,而实际中因订单波动,设备开机率变化导致备件需求波动幅度达30%,按EOQ模型计算的订货量要么导致库存积压,要么引发缺货。模型参数设置固化也是突出问题,安全库存、订货周期等参数一旦设定长期不变,无法适应设备老化、工艺升级等变化。某化工厂的反应釜搅拌器备件,随着设备使用年限增加,故障频率上升,但安全库存仍维持初始设定的2件,导致一年内出现5次缺货,每次停机损失超10万元^[2]。此外,单一模型难以覆盖多类型备件需求,如同时用定量订货模型管理易损备件与偶用备件,易损备件因订货频繁增加采购成本,偶用备件因订货周期长无法应对突发需求。

2.4 信息协同不畅

部门间信息壁垒导致库存管理效率低下。工厂设备管理部门、采购部门、库存管理部门的数据各自独立,设备管理部门发现备件短缺后才通知采购部门,采购部门再核实库存,平均响应时间达2天,延误维修进度。某机床厂曾因设备部门未及时告知新设备采购计划,库存部门未提前储备专用备件,新设备安装后因缺少关键部件闲置15天,影响订单交付。供应链协同不足加剧了信息滞后问题,工厂与供应商之间缺乏实时信息共享,供应商无法及时掌握工厂备件库存动态,备货周期长。

3 工厂设备备件分类的实践操作指南

3.1 备件分类实际操作步骤

为了对备件实施高效分类管理,首先需要建立一套全面且实用的分类指标系统。这套系统包括备件对设备功能的关键性、因停机导致的经济损失、备件的需求频次、需求波动性、采购周期以及供应稳定性等多个方面,为备件分类提供了多角度的考量框架。在实施分类时,这些抽象指标需转化为具体可操作的数据。设备功能的重要性被明确划分为五个等级,从“完全失效”至“无影响”,为评估备件关键性提供了直观基准。停机损失依据日均金额大小被分为高、中、低三个层级,以迅速评估备件缺货可能引发的经济后果。同时,需求频率根据年度更换次数进行划分,帮助理解备件的使用速率。这些量化标准的制定需紧密结合工厂运营实际,并通过专家打分与详细数据统计相结合,确保数据的真实性和公正性。采用层次分析法确定各指标的权重,邀请

业内专家针对指标重要性进行两两比较,构建科学的判断矩阵,通过矩阵运算精确计算各指标权重,并进行一致性检验以确保其合理性。随后,运用模糊综合评价法,结合各备件的量化评分,进行细致分类。依据评分结果,备件被划分为高优先级、中优先级和低优先级三类,为实施差异化管理策略提供基础,实现备件管理的精细化和高效化。

3.2 分类结果验证与灵活调整实践

备件分类完成后,验证其有效性至关重要。采用历史数据回溯与专家评审相结合的方式验证。通过分析过去一段时间内备件的使用情况和缺货记录,直观评估分类结果的准确性。随着设备状态变化、生产计划调整和供应链环境波动,备件的重要性的需求情况可能显著变化^[3]。因此,建立动态调整机制,确保分类结果始终与工厂实际需求同步。例如,设备老化导致核心备件功能影响度和停机损失度提升时,及时调整其优先级,确保关键备件供应。供应商优化物流体系、采购周期缩短时,根据实际情况适当降低对应备件优先级,以降低库存成本。

4 备件库存管理系统的实施与应用

4.1 系统实施的简易流程

备件库存管理系统的实施与应用是提升工厂运营效率、降低库存成本的关键步骤,其简易流程蕴含着精妙的布局与技术创新。首先,系统架构设计的环节至关重要。该系统采用了前沿的“云-边-端”三层架构,这一架构确保了数据的全面整合与智能决策的高效实现。在“端”层,通过各种传感器和智能设备,实时采集备件库存数据和设备运行数据,这些数据如同企业的生命线,为后续的分析和决策提供坚实的基础。而“边”层则扮演着数据预处理的重要角色,它负责清洗、整理来自“端”层的数据,确保数据的准确性和一致性,为“云”层的高级分析提供高质量的输入。“云”层是整个系统的核心,它包含了数据管理、分类管理、需求预测和库存优化四大模块。数据管理模块负责数据的存储、检索和分析,是系统的大脑;分类管理模块则基于备件的关键性和需求特性,对备件进行科学分类,为库存管理提供精准指导;需求预测模块利用先进的LSTM神经网络算法,深入挖掘历史数据中的规律,对未来备件需求进行准确预测,减少库存积压和缺货风险;库存优化模块则运用多目标优化算法,综合考虑成本、库存水平和服务水平等多个维度,制定最优的库存策略;开发团队不仅需要掌握先进的技术手段,如LSTM神经网络算法和多目标优化算法,还需要将这些技术与实际需求紧

密结合,开发出既实用又高效的软件系统。与外部平台的协同接口开发也是不容忽视的一环,它确保了系统能够与其他业务系统进行数据实时同步,实现信息的无缝对接。部署过程中,需要充分考虑系统的稳定性和安全性,确保系统能够在各种网络环境下稳定运行。测试环节则需要对系统的各项功能进行全面而严格的测试,包括功能测试、性能测试、安全测试等,确保系统在实际运行中不会出现任何漏洞或故障。通过系统培训,让管理人员和操作人员熟悉系统的操作流程和功能,提高他们的操作效率和使用体验。同时,制定系统的推广应用计划,通过内部宣传、培训会议等方式,推动系统在工厂内部的广泛应用,实现库存管理的全面升级。

4.2 备件库存管理系统的实施保障措施

为了确保备件库存管理系统的顺利实施和有效运行,一系列周密的保障措施是必不可少的。首先,数据质量管控机制的建立是基础。制定数据采集标准,明确数据录入、审核、更新的责任流程,是确保数据真实性和准确性的关键。同时,安排专人进行数据核查,及时发现和纠正数据错误,为系统提供高质量的数据支持;采用本地备份和云端备份相结合的方式,可以有效防止数据丢失,确保数据的安全性。定期开展系统压力测试,模拟高峰期数据流量和系统负载,确保系统在极端情况下仍能稳定运行,为工厂的正常运营提供有力保障;明确设备管理部门、采购部门、库存部门在系统应用中的职责,建立跨部门协同会议机制,定期分析系统运行数据,及时发现和解决库存管理中的问题。这不仅可以提高库存管理的效率,还可以促进部门间的沟通与协作,增强企业的整体竞争力;将系统应用效果纳入部门绩效考核,对表现优秀的团队给予奖励,可以激发员工的积极性和创造力,推动他们更好地应用系统解决实际问题。同时,定期对系统进行优化和升级,以适应工厂生产环境的变化,确保系统始终处于最佳状态,为企业的持续发展提供有力支持^[4]。

4.3 系统实施效果评估与持续优化

备件库存管理系统的实施不仅是一次技术的革新,

更是一场管理模式的变革。在系统稳定运行一段时间后,对其效果进行全面而客观的评估显得尤为重要。评估内容包括但不限于库存周转率的提升、缺货率的下降、库存成本的节约以及员工工作效率的提高等关键指标。通过对比系统实施前后的数据,可以直观地看到系统带来的积极变化,为后续的持续优化提供有力的数据支持。在评估的基础上,持续优化是确保系统长期发挥效能的关键。根据评估结果,及时调整系统的参数设置和功能模块,以适应工厂生产环境的变化。同时,鼓励员工提出宝贵的意见和建议,充分发挥他们的主观能动性,让系统更加贴近实际需求。此外,还要密切关注行业内的最新技术和管理理念,及时将先进的技术和方法融入系统中,保持系统的先进性和竞争力。通过持续的努力和优化,备件库存管理系统将不断焕发新的活力,为工厂的高效运营和持续发展提供源源不断的动力。这不仅将提升企业的管理水平,还将为企业带来显著的经济效益和社会效益。

结束语

通过对备件库存管理问题及其优化措施的系统性探讨,本文展示了在工厂设备管理中实现备件库存优化的重要性和可行性。随着技术的不断进步和管理理念的持续更新,备件库存管理将更加智能化、自动化。企业应紧跟时代步伐,积极引入新技术、新方法,不断完善备件管理体系,以适应复杂多变的生产环境。只有这样,才能在激烈的市场竞争中立于不败之地,实现企业的持续健康发展。

参考文献

- [1]苗绍飞.基于全生命周期理论的物资设备管理策略研究[J].活力,2024,42(24):136-138.
- [2]焦磊建,郭海涛,张鹏程,李鹏.设备管理对于企业运营成本控制的影响[J].煤化工,2024,52(S1):123-126.
- [3]王亚芳.核电机组备件管理提升策略探索与实践[J].中国机械,2024,(35):83-86.
- [4]钱景卫,金鹰.从项目建设初期规划设备备件库存管理的探讨[J].设备监理,2021,(08):62-65.