

机械制造业的供应链管理优化研究

曹亮

中车福伊特传动技术(北京)有限公司 北京 102202

摘要: 机械制造业供应链呈多级金字塔结构,存在库存控制效率低、供应商响应不足、信息共享不完善等问题。本文构建了精益、敏捷、数字化供应链管理优化理论框架,提出供应商管理、库存管理、生产计划与调度、物流配送等关键优化策略,并探讨工业互联网、大数据、区块链等技术在供应链中的应用,为机械制造业供应链管理优化提供思路。

关键词: 机械制造业;供应链管理;优化策略;数字化技术;精益管理

引言:机械制造业作为国民经济重要支柱,其供应链管理影响行业竞争力。当前,该行业供应链呈多级金字塔式,生产与物流协同需求贯穿全程,但存在库存与需求脱节、供应商响应迟缓、信息传递滞后等问题。在此背景下,构建科学的供应链管理优化体系,运用先进技术提升管理效能,成为机械制造业实现可持续发展的关键。

1 机械制造业供应链管理现状分析

1.1 供应链结构特点

多级供应商体系呈金字塔式分布。顶层为核心零部件供应商,提供高精度轴承、精密齿轮等关键组件,直接影响整机性能。这类供应商与制造商合作周期长,需参与产品前期研发。中层是标准件供应商,供应螺栓、密封圈等通用配件,竞争集中在价格和交付周期^[1]。底层为原材料供应商,提供钢材、铝材等基础材料,受市场价格波动影响显著。不同层级供应商之间存在层层递进的协作关系,上游供应商的交付周期和质量状态会沿着供应链向下传递,形成连锁反应。这种多层级结构使得供应链整体响应速度受层级数量制约,任何环节延迟都可能影响后续生产。生产与物流协同需求贯穿供应链全流程。生产环节根据订单制定排产计划,物流环节同步匹配物料运输节奏。原材料需在生产启动前送达仓库,零部件按装配工序配送至工位,避免占用场地或延误装配。生产计划调整时,物流方案随之变更,紧急插单需优先调配运输资源。物流方式与生产节拍适配,大批量原材料采用铁路或水路运输控制成本,紧急零部件依赖公路快运保障时效。生产与物流的衔接精度直接关系生产效率,衔接不畅会导致停工待料或库存积压。

1.2 主要管理问题

库存控制效率低体现在库存与需求脱节。原材料库存因价格波动和供应担忧保持较高储备,部分物料长期

存放导致锈蚀或性能衰减。零部件库存受生产计划变更影响,前期备货成为呆滞库存,占用资源。成品库存因需求预测偏差,部分机型积压而热门机型缺货,影响资金周转。库存管理依赖经验,缺乏动态调整机制,难以优化结构。过量库存占用资金和空间,库存不足则中断生产。供应商响应速度不足表现为对需求变化反应迟缓。订单调整时,供应商难以及时改变生产计划,交付周期延长。设计变更后,供应商需重新调整生产线或采购材料,拖延样品交付。突发质量问题时,返工或补货流程繁琐,无法及时弥补缺口。供应商内部计划与下游需求衔接松散,缺乏预判能力,被动接受订单变更。信息共享机制不完善制约协同效率。供应商、制造商、物流商间信息传递依赖传统单据,数据更新滞后。生产计划变更无法实时同步,导致供应商按旧计划生产,产生多余库存或供应不足。库存数据分散,难以跨企业查询,影响补货决策。物流信息不透明,货物位置和到达时间难追踪,影响生产计划执行。不同企业信息系统存在壁垒,数据格式不兼容,交互需人工转换,增加错误和时间成本。

2 供应链管理优化理论框架

2.1 精益供应链管理

减少浪费的核心思想贯穿供应链各环节。通过识别并消除不增值活动,如过量生产、不必要运输、冗余库存等,提升资源利用效率。关注流程中的每个步骤,剔除重复操作和等待时间,让物料流转和信息传递更加顺畅。强调以客户需求为导向,按需生产和供应,避免因盲目备货造成的资源闲置。在机械制造业中,这种思想还体现在对生产辅料消耗的严格控制,通过精准计算涂料、胶水等物料的用量,减少因过量使用导致的浪费。在机械制造业的应用方向体现在生产与采购环节。生产过程中优化工序衔接,减少在制品积压,通过标准化作

业降低操作失误导致的浪费。采购环节与供应商建立稳定合作,按生产进度精确配送物料,避免原材料库存积压。对生产设备进行预防性维护,减少因故障停机造成的生产中断,确保生产流程连续高效。通过持续改进供应链流程,逐步消除各类浪费,提升整体运营效率。

2.2 敏捷供应链管理

快速响应市场需求的方法依赖于对市场变化的敏锐感知和灵活调整能力。通过建立市场信息收集网络,及时捕捉客户需求变化和行业动态,为供应链调整提供依据。简化决策流程,缩短从需求识别到方案执行的时间,确保在市场变化时能够迅速行动^[2]。与供应商建立协同关系,共享需求信息,让供应商提前做好产能和库存准备。这种协同还包括共同参与产品设计评审,使供应商更早理解产品特性以加快响应速度。柔性生产与物流协同是应对市场波动的关键。生产环节采用模块化设计,通过更换不同模块实现产品快速换型,适应多品种小批量的生产需求。生产线具备快速调整能力,可根据订单数量变化灵活增减生产单元。物流环节采用可调节的运输和仓储方案,根据订单紧急程度和数量变化调整运输路线和仓储空间分配。生产计划与物流配送动态适配,在订单变更时快速重新规划物流流动路径,确保产品能够及时交付。

2.3 数字化供应链

信息技术在供应链中的应用覆盖数据采集、传输和处理全过程。通过安装物联网设备实现对物料、设备和运输工具的实时追踪,掌握供应链各节点的运行状态。利用云计算平台存储和处理海量供应链数据,打破地域限制实现信息共享。采用区块链技术确保数据传递过程中的安全性和不可篡改性,增强供应链各环节的信任度。这些技术的融合还能实现跨企业的流程自动化,减少人工干预带来的延迟。数据驱动的决策优化改变传统经验决策模式。通过对供应链数据的分析,识别流程中的瓶颈和优化空间,为生产计划制定、库存调整和供应商选择提供科学依据。建立预测模型,基于历史数据和市场趋势预测未来需求,提高供应链的前瞻性。根据数据分析结果动态调整采购量、生产节奏和物流方案,使供应链运行更加贴合实际需求。通过数据在供应链各环节的深度应用,提升决策的准确性和及时性,增强供应链整体竞争力。

3 关键优化策略

3.1 供应商管理优化

供应商评估与选择标准需综合考量多方面因素。产品质量稳定性是基础,需考察原材料或零部件的合格批

次占比及质量问题解决时效。交付能力包括准时交货率和订单满足率,需关注供应商应对紧急订单的响应速度。成本控制水平需结合产品价格与质量性价比,避免单纯追求低价而忽视隐性成本。合作灵活性体现在供应商对订单变更的接受程度和调整速度,以及参与新产品研发的配合度。长期合作关系建立需要双方共同投入。通过定期沟通机制交换生产计划与市场需求信息,让供应商理解制造企业的长期发展方向。开展技术交流活动共享工艺改进经验,帮助供应商提升生产水平以适应制造企业的质量标准。建立风险共担机制,在原材料价格大幅波动时协商调整采购价格,在供应紧张时优先保障核心供应商的订单份额。通过互信合作减少短期交易中的谈判成本,形成稳定的供应链协作模式。

3.2 库存管理优化

安全库存设定方法需结合供需两端特点。分析历史销售数据和生产计划波动规律,确定不同物料的需求变化幅度。考虑供应商的生产周期和运输时间,预留应对交付延迟的缓冲量。评估物料的市场稀缺性和生产替代性,稀缺且难以替代的物料适当提高安全库存比例。根据季节变化和市场趋势调整库存基准,在需求旺季前提前补充库存。库存周转率提升策略聚焦减少库存滞留时间。采用先进先出的库存管理方式,避免物料长期存放导致性能下降。定期盘点库存状态,及时清理呆滞物料,通过折价处理或重新利用减少资源占用。根据生产进度推行物料拉动式补给,由生产线的实际消耗触发补货指令,避免过量备货。优化仓储布局将高频使用物料放置在存取便捷的位置,缩短物料出入库时间。

3.3 生产计划与调度优化

需求预测方法改进需整合多渠道信息。收集历史订单数据和市场调研结果,分析产品需求的周期性和趋势性变化。关注行业技术发展和竞争对手动态,预判市场需求结构可能发生的调整。结合销售团队反馈的客户意向和经销商的库存水平,修正预测结果以贴近实际需求。采用滚动预测方式定期更新需求数据,根据最新市场变化调整后续生产计划。生产排程智能化依赖系统算法支持。根据订单优先级和交货期自动排序生产任务,确保紧急订单优先处理。考虑设备产能和物料供应情况,合理分配生产资源避免工序冲突^[3]。实时跟踪生产进度,当出现设备故障或物料短缺时自动重新规划生产顺序,减少生产中断时间。平衡各生产线的负荷量,避免部分设备过度运转而其他设备闲置的情况。

3.4 物流与配送优化

运输路径规划需综合考虑多方面因素。分析运输距

离和道路通行状况,选择路况稳定且距离适宜的路线。结合货物数量和运输时效要求,确定单次运输的最佳装载量和运输频次。避开交通拥堵时段和区域,减少运输途中的等待时间。根据仓库和生产基地的分布情况,建立区域运输网络实现货物集中配送。配送效率提升需优化整个配送流程。采用集货配送模式将同一区域的货物集中装载,减少运输趟次和空载率。合理安排配送时间窗口,使货物到达时间与生产计划或仓储接收能力匹配。应用装卸作业标准化流程,通过统一包装规格和装卸工具提高货物转运速度。建立配送跟踪机制,及时反馈货物位置和预计到达时间,便于接收方提前做好准备。

4 技术应用与创新

4.1 工业互联网与物联网技术

设备与物流实时监控通过部署传感设备实现全方位感知。在生产设备关键部位安装传感器,采集运行温度、振动幅度等参数,实时掌握设备工作状态,提前发现潜在故障隐患。运输车辆配备定位装置和温湿度监测设备,跟踪货物运输轨迹和环境条件变化,保障物料在途质量。仓库内安装智能货架和红外感应设备,记录物料存储位置和存取情况,提高仓储周转效率。这些设备产生的实时数据通过网络传输至管理平台,形成对供应链物理流动的动态感知。供应链可视化依托数字平台整合各类信息。将供应商生产进度、库存水平、运输状态等数据转化为直观图表,展示在管理界面上。通过数字孪生技术构建供应链虚拟模型,模拟物料从采购到交付的全流程运动。不同环节的信息按时间轴和空间位置关联呈现,使管理人员能够清晰掌握各节点的衔接状况。当某个环节出现延迟或异常时,可视化系统可快速定位问题发生点及影响范围。

4.2 大数据与人工智能

需求预测与库存优化通过算法模型深度分析数据。收集历史销售记录、市场趋势和客户反馈等信息,输入预测模型计算未来一段时间的产品需求总量和结构,捕捉细微的需求波动,结合不同区域市场的消费偏好差异优化预测精度。结合生产周期和供应能力,自动生成库存调整建议,确定不同物料的最佳储备量,精准匹配生产与市场需求节奏。模型可识别需求波动规律,在季节性变化或促销活动前提前调整库存策略,平衡库存成本和

订单满足率。智能决策支持系统辅助管理人员制定供应链策略。系统整合生产设备状态、物料供应情况和市场需求数据,针对产能分配、物料调度等问题提供多种解决方案。通过模拟不同方案的实施效果,预测可能出现的瓶颈和风险,帮助决策者选择最优方案。当供应链出现突发状况时,系统快速分析应急措施的可行性和影响,提出调整建议以减少损失。

4.3 区块链技术

供应链信息透明化基于分布式记账特点实现。供应链各参与方的交易记录和操作数据按时间顺序记录在区块链上,形成不可修改的链式数据结构,确保信息源头可溯。每个节点都可查询完整的信息链条,了解物料来源加工过程和流转路径。信息更新通过共识机制同步至所有节点,确保各方获取的信息一致。这种透明化模式减少信息不对称,便于追溯问题源头和评估各环节绩效。合同与交易安全性提升依靠加密技术和智能合约。交易双方的身份信息经过加密处理,只有授权方能够查看和验证。智能合约将交易条款转化为代码,当预设条件满足时自动执行支付或交货等操作,减少人为干预和违约风险。区块链的不可篡改性保证合同内容和交易记录的完整性,避免数据被篡改或伪造。这种技术应用降低信任成本,使供应链合作中的合同执行更加可靠。

结束语

机械制造业供应链管理优化是一项系统工程,需综合运用精益、敏捷、数字化管理理念,从供应商、库存、生产计划、物流配送等多方面入手,结合工业互联网、大数据、区块链等新兴技术,构建高效协同的供应链体系。通过持续改进与创新,机械制造业能够提升供应链的响应速度、降低成本、增强竞争力,以更好地适应市场变化与客户需求。

参考文献

- [1] 韦志金.基于供应链管理的工程机械制造财务统筹研究[J].贵商,2024,8(9):67-69.
- [2] 明桂贤.机械制造业供应链管理优化与成本效益分析[J].建筑工程与设计,2024,3(6):62-64.
- [3] 姜定辰.装备制造业供应链管理优化[J].数码-移动生活,2023(4):433-435.