

基于约束理论的 港口物流成本优化探究

吴 迪 魏 文 刘齐阳 钟哲琳
(岳阳职业技术学院商贸物流学院, 湖南 岳阳 414000)

摘 要: 港口物流作为连接海陆的重要节点, 对于商品流通具有重要的支撑作用。港口物流管理是一个复杂的系统工程, 涵盖从货物到港至离港的全流程, 涉及多个环节和参与方, 传统的成本管理方法依托会计理论, 从局部进行成本优化的方法无法完全实现港口物流成本整体优化的目标。本文基于约束理论, 分析五步法在港口物流成本管理中的应用, 提出强化人才培养、加强资金保障、制定保障政策等港口物流成本控制优化措施。

关键词: 港口物流; 约束理论; 五步法; 物流成本; 成本优化

DOI:10.12323/j.issn. 1673-0542.2025.02.018

国际电子商务和网络经济的快速发展使得流通业在连接生产端与消费端的作用更加重要, 已经成为城市和区域发展的重要支撑。而港口物流作为连接海陆的重要节点, 其高效运作不仅能够有效降低物流成本、提高物流效率, 还能通过吸引更多的货源和航线资源来推动城市流通业的发展^[1]。邢虎松、陈茜等对我国内河港口城市的港口物流与经济产业系统的耦合进行了量化分析, 结果表明多数城市的港口物流与经济产业发展能够起到相互作用, 港口物流经济效益提升能够促使相关产业

的发展^[2]。我国港口吞吐量位居全球第一, 2024 年全球港口吞吐量前十位中, 中国占据七位。根据 2024 年联合国贸易和发展会议的年度报告, 吞吐量排名第一的上海港港口经济效益排名位列第四。贸易量与经济效益的不匹配主要原因在于我国港口行业成本居高不下。港口物流企业成本主要受能源价格、设备维护费用、作业效率等因素的影响。现有的港口物流成本核算与管理方法大多基于成本理论对局部成本进行优化, 以促进经济效益的提升。艾利·戈德拉特在其著作《目标》中指出, 包括作业成本法

在内的传统成本管理制度鼓励局部优化, 会对组织整体绩效的提升产生不利影响。他提出的约束理论(Theory of Constraints, TOC) 强调在企业管理中实现目标首先需要识别“瓶颈”, 采取有效措施消除“瓶颈”才能更有效实现企业目标。在企业成本管理过程中, 基于 TOC 发现影响绩效达成的“瓶颈”后需要有具体的成本管理方法消除“瓶颈”^[3]。

1 约束理论内涵

TOC 是艾利·戈德拉特在最优化生产技术(Optimized Production

Technology, OPT) 的基础上提出并发展起来的。TOC 的目标在于找出各种条件下生产的内在规律, 确立一种分析并解决生产运营问题的有效方法。TOC 认为在一条业务链中, 瓶颈节点的节拍决定了整条链的节拍, 即任何一个多阶段生产系统, 如果其中一个阶段的产出取决于前面一个或几个阶段的产出, 那么产出率最低的阶段决定着整个系统的生产能力。约束即阻碍企业有效扩大产出能力、降低库存和运行成本的环节。

TOC 的实施核心是五步法。第一, 识别系统中的约束。找出系统中限制整体目标实现的关键瓶颈或约束因素。这些约束可以是物理资源(如设备、人员)、政策、流程, 以及市场因素。通过数据分析、流程分析、员工反馈等方式, 确定哪些环节阻碍了系统目标的达成。第二, 最大化利用约束资源。在识别出约束后, 充分利用这些约束资源, 确保其不被浪费。提高约束资源的使用效率, 如通过调整生产计划、缩短约束资源的闲置时间、优化操作流程等, 使其尽可能多地为系统创造价值。第三, 使其他活动服从约束。调整系统中其他非约束资源的活动, 使其与约束资源的利用相匹配, 避免资源浪费和过度生产。通过调整生产节奏、优化工作流程、重新分配任务等方式, 确保整个系统围绕约束资源高效运行。第四, 打破约束。通过创新、改进或增加资源等方式, 消除当前的约束, 从而提升系统的整体性能。可以采取增加设备、优化工艺、改进技术、调整政策等措施, 从根本上解决约束问题。第五, 警惕新的约束。当一个约束被打破后, 系统中可能会出现新的约束。因此, 需要持续监控系统, 及时发现并解决新的瓶颈。建立持续改进机制, 定期评估系统性能, 确保系统目标的持续优化。

2 TOC 五步法在港口物流成本管理中的应用

TOC 的五步法能够从港口物流管理的全局识别影响港口物流的约束, 在最大限度利用约束的基础上, 协调其他环节服从约束, 从而达到整体优化的目的。在此基础上, 通过投资或创新提升瓶颈环节的产能, 实现长期成本优化。

2.1 识别约束

约束是限制当前港口整体效率、导致成本升高的关键瓶颈。精准识别约束首先要进行数据采集与分析。通过收集船舶等待时间、装卸效率、堆场周转率、通关时长、空驶率等影响港口物流效率的历史数据。应用关键绩效指标、流程图、因果图等科学方法分析历史数据, 得出物理约束、流程约束、政策约束对于港口物流成本的影响值。

2.2 最大限度利用现有约束资源

已识别的约束也是成本控制的瓶颈。在短期内无法通过资本投入快速突破的情况下, 需要通过优化现有资源的管理方式, 充分释放约束环节的潜在产能, 降低单位作业成本优化资源调度。应用智能调度系统, 根据实时需求调整瓶颈资源的分配优先级。例如, 在堆场管理中, 将临近装船期的集装箱分配至靠近岸桥的堆存位置, 减少翻箱次数。青岛港通过实施“预约提箱”制度, 按预约时间到港, 减少堆场拥堵。翻箱率降至 12%, 年堆存成本节省约 800 万元。同时, 缩短了非增值时间。

通过精细化数据控制系统, 减少瓶颈资源的无效等待或冗余操作, 从而提高港口物流的运行效率。鹿特丹港利用三维立体存储和射频识别(Radio Frequency Identification, RFID) 标签定位, 使翻箱率从 30% 降至 12%。通过物联网(Internet of Things, IoT) 和传感器采集瓶颈环

节的实时数据, 结合历史数据进行趋势分析。通过船舶自动识别系统(Automatic Identification System, AIS) 获取船舶实时位置, 精准匹配装卸资源。应用自动化与智能化工具。宁波舟山港应用无人驾驶场桥通过激光定位和路径规划, 实现 24 小时不间断作业, 场桥作业效率提高 35%。新加坡港的 TradeTrust 平台实现了电子提单自动化流转, 通关时间从 48 小时缩短至 4 小时。

2.3 非约束环节服从约束节奏

约束环节是限制整体效率的关键点, 在复杂的统一系统运行中, 非约束环节应服从约束环节, 保障整体有效运行。应用“鼓-缓冲-绳子”调度工具, 通过协调系统各环节的节奏, 确保瓶颈资源(约束环节) 的高效利用, 同时减少非瓶颈环节的资源浪费。“鼓”代表系统的“节奏制定者”, 即瓶颈环节的作业能力。其决定了整个系统的最大产出速率。“缓冲”是为应对系统不确定性(如延误、波动) 而在瓶颈环节前设置的资源或时间储备, 确保瓶颈资源连续作业。

“绳子”是信息传递机制, 用于控制上游环节的物料释放速率, 使其与瓶颈环节的消耗速率同步, 避免过量生产或库存积压^[4]。深圳盐田港实施“预约系统”, 平均等待时间从 4 小时缩短至 1 小时, 空驶率降低 18%。

2.4 突破约束能力限制

长期成本优化和效益最大化需要通过投资或创新彻底提升瓶颈环节的产能。港口物流成本管理中突破约束能力的方法主要包括以下三个方面。第一, 技术升级与数字赋能。通过部署无人驾驶自动导引车、自动化岸桥, 实现“黑灯工厂”式作业, 有效解决港口物流人工成本较高的问题。第二, 流程重构冗余环节可以有效提高运行效率。推行“抵港直装”“船边直提”, 集装箱从船舶直

接装车或提离,跳过堆场中转。在报关环节,通过海关实施“提前申报、货到验放”,通关时间能够缩短至1小时内。实行港口、海关、货主数据互通,通过“单一窗口”同步申报信息,有效提高港口物流运行效率。第三,多式联运与资源整合。对基础设施进行整合,建设“前港后园”枢纽,港区直连铁路专用线和高速公路,实现“水铁公”无缝衔接能够有效提升运输约束。例如,“沪渝直达快线”的开通,使得长江航运周期从20天缩短至12天。海关推行“一单制”多式联运提单,货主凭一份提单完成全程运输,综合物流成本明显下降。

2.5 持续循环改进

在解决当前的约束后,系统会出现新的瓶颈,需要持续识别和优化。为动态精准识别瓶颈,建立实时监控与预警系统。通过数字化手段实时跟踪港口各环节效率与成本数据,快速识别新约束。青岛港“云港通”平台集成IoT数据,2023年预警堆场拥堵风险327次,准确率92%。通过敏捷响应与快速迭代,以最小试错成本验证改进措施的有效性,避免系统惯性。厦门港试行“敏捷优化”,成立跨部门敏捷小组,由港口运营、财务、客户服务等部门组成,针对新约束启动“冲刺(Sprint)”项目,通过47次小规模试验,累计节省成本3,800万元。记录并复用管理经验有助于提升瓶颈识别能力并提出有效解决方案。通过归档历次约束突破的案例、工具模板、数据模型,制定《港口瓶颈识别与优化手册》,明确五步法各环节的输入输出标准,开发自动化分析模板,生成港口物流效率诊断报告。

3 港口物流成本控制优化措施

3.1 强化人才培养

港口企业应依据自身状况制定

全面的人才培养计划,探索建立一体化、全方位的员工人才培养体系。人才培养体系的构建是保障企业战略目标实现的基础,需要安排专项资金逐步完成人才梯度的培养。结合企业特点,根据企业发展规划和战略目标差异化制定培训内容与培训方式等。根据生产经营特点和不同岗位要求,在培训时间上既要兼顾员工需求又要保持长期规划,确保人才培养工作的系统性和针对性。强化专业技能培训。组织员工参加港口管理、物流运输、国际贸易等相关课程,提高员工的专业理论水平。开展装卸操作、设备维护、安全管理等实操培训,提高新进员工对于港口物流相关设备的操作能力。为员工参加企业外部学习提供时间与资金保障,促使员工与其他企业或高等院校加强交流与合作。搭建职业成才通道。建立健全人才队伍,规范开展专业技术资格内部认证和职业技能鉴定,为员工搭建职业发展的平台。

3.2 加强资金保障

提升企业投融资和现金流管理能力,完善企业内部控制制度,保障企业各项资金使用的规范性和有效性。进一步拓宽企业融资渠道,提升企业长期资金的稳定性。加强与银行及融资租赁机构的合作,积极争取授信和贷款支持,确保在对瓶颈资源进行升级过程中的满足其资金需求。在传统融资方式的基础上,采取数字资产与区块链驱动的融资模式、绿色与可持续发展融资及供应链与数据驱动融资等创新性融资方式,最大限度降低企业财务成本,提高资金回报率。

3.3 制定保障政策

港口物流的发展对区域贸易和产业结构调整具有推动作用,为区域经济发展提供助力^[9]。因此,政府应出台与企业税收及财政补贴等直接

相关的政策,提升港口企业提升瓶颈资源能力。此外,政府应加大人才引进力度,缓解港口企业招聘难的问题。进一步完善涉及港口物流行业的法律法规体系,优化营商环境,保护港口物流参与者的合法权益。

4 结语

电子商务与国际贸易的快速发展使得港口物流在流通领域作用更加突出。港口物流成本的变化直接影响商品流通效率和参与者利益。本文分析TOC五步法在港口物流成本管理中的具体应用,通过识别各环节成本,最大限度利用瓶颈资源,保障多环节多主体的港口物流成本管理系统有效运行。

参考文献

[1] 叶善椿. 粤港澳大湾区港口效率与产业结构升级耦合协调时空演化分析[J]. 广州航海学院学报, 2023, 31(1): 54-58.

[2] 邢虎松, 陈茜, 杜利楠. 内河港口城市港物产城融合协调发展研究[J]. 中国航海, 2024, 47(4): 79-86.

[3] 秦娟, 贡志国. 约束条件下作业成本法在独立学院成本管理中的应用[J]. 财会通讯, 2009(29): 64-65.

[4] 涂南, 叶剑. 基于TDABC和TOC的物流成本控制研究[J]. 物流技术, 2011, 30(7): 61-64.

[5] 罗松林, 彭刘安, 牛梦梦. 港口物流在区域经济发展中的作用和影响[J]. 中国航务周刊, 2024(11): 48-50.

基金项目: 2023年岳阳现代物流产业发展研究院专项课题“基于ABC法的港口物流企业成本管理研究”(YML2024B005)。

作者简介: 吴迪(1985—), 女, 河北唐山人, 硕士研究生, 经济师、会计师。研究方向: 区域经济发展、企业成本管理。