

自动化集装箱码头设备创新管理经验

刘 森

津唐国际集装箱码头有限公司 河北 唐山 063611

摘 要：在全球贸易规模持续扩张的当下，物流效率成为影响经济运行的关键因素。本文聚焦自动化集装箱码头设备创新管理经验。先阐述其设备管理技术体系特征与管理目标升级情况，接着剖析面临的技术集成与国产化瓶颈、多设备协同效率不足等问题。针对这些问题，提出技术集成与国产化突破、多设备协同与动态调度优化、数据驱动与智能化决策支持等创新管理策略，还涉及绿色低碳建设、人才培养及应急响应等方面，旨在为自动化集装箱码头设备管理提供有益参考，提升管理效能与竞争力。

关键词：自动化集装箱码头；设备管理；问题与措施

引言：随着全球贸易的蓬勃发展，自动化集装箱码头成为提升物流效率的关键力量。设备作为自动化集装箱码头的核心要素，其管理水平直接影响码头运营效能。当前，自动化集装箱码头设备管理在技术、协同、数据等多方面面临挑战，传统管理模式已难以适应发展需求。在此背景下，探索创新管理经验迫在眉睫。本文深入剖析自动化集装箱码头设备管理现状，提出针对性策略，助力码头实现高效、智能、绿色发展，在激烈的市场竞争中占据优势。

1 自动化集装箱码头设备管理概述

1.1 技术体系特征

自动化集装箱码头技术体系呈现三代并进、智能化主导的特征。第一代以设备自动化为核心，如厦门远海自动化码头采用ARMG（自动化轨道吊）和AGV（自动导引车）实现堆场与水平运输的无人化作业；第二代聚焦系统集成，青岛港全自动化码头通过ECS（设备控制系统）与TOS（码头操作系统）深度融合，实现设备协同与流程优化；第三代以智能化为标志，天津港依托数字孪生技术构建虚拟码头模型，结合5G通信实现设备远程操控与自主决策。技术集成层面，岸桥采用双小车设计，主小车与门架小车分工完成船侧取放箱与AGV对接，轨道吊通过磁钉定位与激光扫描实现厘米级精度，AGV搭载锂电池与无线充电技术，支持24小时连续作业。系统层面，TOS系统整合船舶计划、堆场管理、设备调度功能，通过智能算法优化作业顺序，减少设备空驶率。

1.2 管理目标升级

自动化集装箱码头管理目标从传统“保障设备运行”升级为“全要素效率最大化”。效率维度，青岛港全自动化码头通过A-TOS系统实现设备调度、路径规划与能源管理的全流程智能优化，2018年创下43.23自然

箱/小时的世界纪录，较传统码头提升30%；成本维度，洋山四期码头通过无人集卡替代传统牵引车，单箱运输成本降低40%，同时减少人工干预带来的事故风险；可持续维度，厦门远海码头采用锂电池AGV与光伏发电系统，年减排二氧化碳超2万吨。管理范围从设备层扩展至系统层，需统筹硬件（岸桥、轨道吊、AGV）与软件（TOS、ECS）的协同，例如海口港TOS7.0系统升级后，通过智能堆场计划与全场集卡调度，使堆场利用率提升15%，翻箱率下降20%^[1]。

2 自动化集装箱码头设备创新管理面临的问题

2.1 技术集成与国产化瓶颈

自动化集装箱码头设备涉及多领域技术融合，如机械、电气、通信、软件等。但目前技术集成度有待提升，不同系统间兼容性差，数据交互易出现故障，影响整体运行稳定性。在国产化方面，部分关键技术如高精度传感器、智能控制系统等仍依赖进口，国内自主研发产品在性能、可靠性和稳定性上与国外存在差距，且核心零部件的国产化率较低，导致设备采购成本高，后期维护受制于人，制约了自动化集装箱码头设备的全面国产化进程。

2.2 多设备协同效率不足

自动化集装箱码头包含岸桥、轨道吊、自动导引车（AGV）等多种设备，各设备运行速度、作业节奏不同，协同难度大。例如，岸桥完成装卸后，AGV未能及时到达指定位置，或轨道吊在堆场作业时与其他设备路径冲突，导致设备等待时间增加。同时，设备间的信息传递存在延迟和不准确问题，无法实时精准调度，使得整体作业流程不流畅，降低了码头的货物吞吐能力和运营效率。

2.3 数据孤岛与决策滞后

自动化集装箱码头设备运行产生大量数据,但各部门数据系统独立,数据格式和标准不统一,形成数据孤岛。如设备维护部门、调度部门和生产管理部门的数据难以共享和整合,无法全面掌握设备运行状态和作业进度。这导致管理层在制定决策时,缺乏全面、准确的数据支持,决策过程缓慢且易出现偏差。例如,在设备故障预测和维修计划制定上,因数据不完整,难以及时发现潜在问题,影响码头正常运营。

2.4 绿色低碳转型压力

随着环保要求提高,自动化集装箱码头面临绿色低碳转型压力。设备运行能耗大,传统燃油驱动设备排放污染物多,而电动化设备虽环保但存在续航、充电设施不完善等问题。同时,码头在建设运营过程中,建筑材料的环保性、废弃物处理等方面也需改进。此外,实现绿色低碳目标需要投入大量资金进行设备升级和技术改造,如何在保证码头运营效率和经济效益的前提下,完成绿色低碳转型,是当前面临的重要挑战。

2.5 人才短缺与技能断层

自动化集装箱码头设备创新管理需要既懂技术又懂管理的复合型人才。但目前行业内此类人才匮乏,高校相关专业设置和人才培养模式与实际需求脱节,毕业生缺乏实践经验。现有员工中,部分人员对新技术、新设备的掌握不足,存在技能断层现象。例如,在设备智能化操作和维护方面,员工难以适应快速发展的技术要求,无法有效解决设备运行中的复杂问题,影响设备创新管理的推进和码头整体运营水平的提升^[2]。

3 自动化集装箱码头设备创新管理的策略

3.1 技术集成与国产化突破

(1) 强化跨领域技术融合。自动化集装箱码头设备涵盖机械、电子、通信、软件等多学科技术,应搭建跨学科研发平台,促进机械设计团队与电气控制、通信算法团队深度协作。例如,在研发新型自动化岸桥时,机械工程师与电气工程师共同优化结构与驱动系统,实现高效节能与精准控制,提升设备整体性能。(2) 聚焦关键技术自主研发。针对高精度传感器、智能控制系统等核心部件,加大研发投入,组织专业团队攻克技术难题。通过与高校、科研机构合作,建立产学研用创新机制,加速技术成果转化。如研发具有自主知识产权的激光导航传感器,提高自动导引车的定位精度和运行稳定性,摆脱对进口产品的依赖。(3) 完善国产化技术标准体系。结合国内自动化集装箱码头设备实际应用场景,制定适合国情的设备技术标准和规范。统一设备接口、数据格式等标准,提高不同厂家设备之间的兼容性和互

换性。同时,建立严格的质量检测和认证体系,确保国产化设备的质量和可靠性,推动国产化设备在市场上的广泛应用,实现技术集成与国产化的双重突破。

3.2 多设备协同与动态调度优化

(1) 构建统一的信息交互平台。将岸桥、轨道吊、自动导引车(AGV)等各类设备的数据接入同一系统,实现设备状态、作业进度、位置信息等数据的实时共享。通过该平台,各设备能及时获取周边设备的工作情况,避免因信息不畅导致的作业冲突。例如,AGV可根据岸桥的装卸进度,提前规划行驶路径,减少等待时间。(2) 引入智能调度算法。利用大数据分析和人工智能技术,开发适合自动化集装箱码头的动态调度算法。该算法能根据实时作业数据,如货物种类、数量、目的地等,自动调整设备作业顺序和路径。比如,当堆场出现货物积压时,算法可优先调度轨道吊前往处理,提高整体作业效率。(3) 建立协同作业模拟系统。在设备正式投入作业前,通过模拟系统对多设备协同作业过程进行仿真。提前发现并解决可能出现的协同问题,如设备碰撞、路径交叉等。同时,根据模拟结果优化调度策略,确保在实际作业中各设备能高效、安全地协同运行,提升自动化集装箱码头的整体运营效能。

3.3 数据驱动与智能化决策支持

(1) 搭建全面数据采集体系。在自动化集装箱码头的各类设备上安装高精度传感器,实时收集设备运行参数,如转速、温度、负载等,同时记录作业流程数据,像货物装卸时间、运输路径等。利用物联网技术将这些分散的数据汇聚到数据中心,确保数据的完整性和及时性,为后续分析提供丰富素材。(2) 构建数据分析模型。运用机器学习、深度学习等算法,对采集到的海量数据进行深度挖掘。通过分析设备历史运行数据,预测设备故障发生概率和时间,提前安排维护计划,减少非计划停机。依据作业流程数据,优化作业调度策略,提高货物吞吐效率。例如,根据不同时段货物到港情况,动态调整设备作业顺序。(3) 开发智能化决策系统。将数据分析结果与码头运营规则相结合,开发具有自主决策能力的系统。该系统能在面对复杂情况时,如突发设备故障、货物量大幅波动,快速生成最优决策方案,指导设备调度 and 人员安排,实现码头运营的智能化、高效化管理,提升整体竞争力。

3.4 绿色低碳与可持续建设

(1) 推进设备能源结构优化。在自动化集装箱码头,逐步将传统燃油驱动设备替换为电动设备,如电动岸桥、电动轨道吊等,从源头上减少碳排放。同时,加

大对新能源的应用,在码头合理布局太阳能板,将太阳能转化为电能,为部分低功耗设备供电,如照明系统、小型监控设备等,降低对传统电网电力的依赖,实现能源的清洁利用。(2)强化设备节能技术应用。在设备设计阶段,融入节能理念,采用高效的电机、变频器等部件,提高设备的能源利用效率。例如,自动导引车(AGV)采用智能能量管理系统,根据行驶速度、负载情况自动调整电机功率输出,减少不必要的能耗。在日常运行中,通过优化设备调度算法,使设备在空载或低负载时降低功率运行,进一步降低能源消耗。(3)注重资源循环利用与废弃物管理。建立完善的资源回收体系,对设备维修过程中产生的废旧零部件进行分类回收和再制造,降低原材料消耗。同时,加强码头废弃物的分类收集和处理,将可回收物进行回收利用,对有害废弃物进行安全处置,减少对环境的影响,推动自动化集装箱码头向绿色低碳、可持续发展的方向。

3.5 人才培养与技能升级

(1)构建多元化人才培养渠道。自动化集装箱码头企业可与高校、职业院校建立深度合作,联合开设相关专业与课程,依据码头实际需求定制教学内容,如设置自动化设备操作、智能系统维护等课程,让学生在在校期间就能接触到前沿知识和实践技能。同时,企业内设培训学院,针对新入职员工开展基础技能培训,使其快速熟悉码头设备与作业流程;为在职员工提供进阶培训,助力他们掌握新技术、新方法。(2)打造内部导师与交流机制。选拔经验丰富、技术精湛的员工担任内部导师,与新员工或技能待提升员工结成对子,进行一对一指导,通过实际案例分享和现场操作示范,快速提升员工技能。此外,定期组织内部技术交流会,让不同岗位、不同层级的员工分享工作经验和创新想法,促进知识在码头内部的流通与共享。(3)鼓励员工自主学习与创新。设立学习奖励基金,对通过自学考取相关专业证书、在技术创新方面取得成果的员工给予物质奖励。搭建线上学习平台,提供丰富的技术资料、视频教程等学习资源,方便员工利用碎片化时间自主学习,营造积极向上的学习氛围,推动员工技能持续升级。

3.6 应急响应与安全保障

(1)完善应急预案体系。针对自动化集装箱码头可能遭遇的各类突发状况,如设备故障引发作业停滞、极端天气影响码头运营、火灾等安全事故,制定详细且具有针对性的应急预案。预案需明确不同事件等级下的响应流程、责任分工以及应急资源调配方式。例如,对于设备突发故障,要规定技术人员到达现场的时限、备用设备的启用流程等,确保在紧急情况下能迅速、有序地开展应对工作。(2)强化应急演练与培训。定期组织全体员工参与应急演练,模拟真实的事故场景,检验应急预案的可行性和员工的应急处置能力。通过演练,发现预案中存在的问题并及时改进。同时,开展常态化的安全培训,使员工熟悉各类安全风险和应急措施,掌握基本的急救知识和设备操作技能,如正确使用灭火器、进行心肺复苏等,提升员工的安全意识和自救互救能力。

(3)构建安全监测与预警系统。利用先进的传感器和监控技术,对码头的设备运行状态、环境参数等进行实时监测。一旦发现异常情况,如设备温度过高、气体泄漏等,系统立即发出预警信号,通知相关人员及时处理,将安全隐患消除在萌芽状态,保障自动化集装箱码头的安全稳定运行^[3]。

结束语

自动化集装箱码头设备创新管理是一场永不停歇的探索征程。在技术集成、协同调度、数据决策、绿色发展、人才培养与应急保障等方面不断深耕,我们积累了宝贵经验。每一次突破都凝聚着智慧与汗水,每一项创新都推动着码头迈向更高效率、更安全、更环保的未来。未来,自动化技术将持续迭代,我们将以更开放的态度、更创新的思维,迎接新挑战,把握新机遇,让自动化集装箱码头设备管理不断焕发出新的生机与活力,在全球航运竞争中书写更加辉煌的篇章。

参考文献

- [1]李鑫,杜尊峰,赵羿羽,金伟晨.集装箱码头智能化发展建议[J].港口科技,2021(11):49-52.
- [2]殷岳梅深.交通科技云论坛探讨自动化集装箱码头创新技术[J].水道港口,2021,42(6):708-708.
- [3]耿卫宁,宋海涛.自动化集装箱码头人机交互安全保障措施[J].集装箱化,2021,27(8):19-22.