

集装箱码头自动化装卸工艺设计及优化

刘明鑫

(山东港口烟台港集装箱码头有限公司, 山东 烟台 264000)

摘要: 随着信息技术及新能源技术的飞速发展, 以及集装箱船舶运输行业规模的日渐提升, 现代港口逐步提高人力成本、环保、节能、安全及运行效率等方面的标准, 集装箱码头的自动化作业也开始步入新的发展时期。现阶段, 就集装箱码头的具体运营而言, 控制好装卸工艺, 使其实现自动化为实践作业的核心部分, 在整体的码头设计中起到极其关键的作用。基于此, 本文首先对集装箱码头自动化装卸工艺的发展与设计现状进行探讨, 随后分析了集装箱码头自动化装卸工艺存在的问题, 并提出相应的解决措施, 以期为相关研究人员提供参考。

关键词: 集装箱码头; 自动化装卸; 设计优化

中图分类号: U656.135

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2023.14.035

文献标识码: A

港口的集装箱装卸是一项重要的生产工艺, 作业内容即开展码头物资的装载、运送、拆装箱及查验等, 所以, 在码头的装卸工作中要全面重视集装箱自身装卸工艺的优化设计, 持续改进并调整集装箱装卸工艺的自动化程度, 保障港口的物流运输科学、经济地运行。

近年来, 我国建设了多个集装箱码头, 其突出优势为在实现自动化, 区位优势的同时干线极为密布, 属于现阶段重要的枢纽港口或是关键的干线港。这些集装箱码头均具备不可替代的航运地位, 背靠强劲的腹地经济, 同时拥有规模化的集装箱吞吐量等显著优势, 这些都可为建设高投资的自动化港口提供支撑。

1 集装箱码头自动化装卸工艺发展与设计现状

1.1 码头前沿作业设备自动化装卸发展现状

自动化集装箱码头前端作业通常是利用岸桥, 现阶段其自动化技术水平已非常成熟, 按照不同的内部结构及工作原理, 可将自动化岸桥分为单小车与双小车两类不同的岸桥类型。全球第一个实现全面自动化与智能化的集装箱码头是鹿特丹市内的 ECT 码头, 其运用的是单小车岸桥, 优点是质量轻、设备单价投入少、对码头结构承载力无过高要求。但该岸桥设备运行的前提是码头前沿要明确区分自动化及非自动化两个作业区域, 对于设计特殊的操作流程和安保等方面的要求也相对更高^[1]。

20 世纪初期, 在船舶规模的扩大化及自动控制技术的持续发展过程中产生了自动化双小车岸桥, 借助于机身集装箱自身的双小车设备以及中转平台, 主副小车得以顺利实现接力运行, 在成功降低了主小车作业所需时间的同时, 集装箱运行效率得到

持续提升。不足之处在于设备体积与造价过高, 同时对码头结构有着明确的承载能力要求。

自动化双小车岸桥在当今集装箱码头的应用日渐普及与广泛, 随着码头运输设备智能化水平的持续提升与拆装扭锁信息技术的不断优化, 人机隔离得以实现, 作业安全性得到进一步提升。自动化单小车岸桥的显著优势为成本低, 且能耗小, 现已成功被广州南沙四期和天津北疆 C 段等一些自动化码头采用。尤其在对传统的集装箱码头开展自动化优化改进时, 由于码头结构、空间布局等不同的限制因素, 更加普及了自动化单小车岸桥的应用。

特别是在以传统集装箱码头为对象的自动化升级与改进作业中应用较为普遍, 同时受码头结构布置、空间布局等不同因素的影响, 自动化单小车岸桥未来的应用将更为广泛与全面。

1.2 堆场作业设备自动化装卸发展现状

集装箱的自动化堆场作业装置分为两种形式, 即自动化轮胎式龙门吊 (ARTG) 与自动化轨道型龙门吊 (ARMG)。

ARTG 使用的橡胶轮胎极易发生形变, 在作业时容易跑偏, 而在大车定位、自动通信等方面也具有更加繁琐的技术, 现在仅有少数码头仍在使用该种设备进行作业。而 ARMG 则设置了固定的大车运送轨道, 因此定位精确, 自动化管控更容易实现, 其在近年已建、新建的自动化集装箱码头中逐步替代轮胎吊而提升了应用覆盖面。ARMG 依照结构细分成无悬臂与带悬臂两类 ARMG。通常码头多借助于无悬臂 ARMG 完成堆场垂直作业的相关操作, 组织交通较为便利, 同时可提升堆场封闭管理效率。而有悬臂 ARMG 在作业时无须带箱, 而是借助水平运输设备将货箱带到悬臂下后完成装卸操作, 能耗较小, 且可使堆场出箱点得以增加, 在堆场中的垂直及平行布局等不同的布局

形式中均适用^[2]。

1.3 水平运输设备自动化装卸发展现状

集装箱自动化的运输设备在现阶段主要包含自动导引车 (AGV)、智能导引车 (IGV)、无人驾驶集卡 (集装箱卡车) 等, 目前 AGV 成为各类码头提升自动化运输效率的首选。IGV 则是基于无人驾驶技术的应用拓展而发展起来, 车身结构实现轻量化是其优势, 同时搭载有导航设备, 可实现集成多元传感, 有效减少单机及码头基础配套建设等成本, 同时能增强环境感知及统筹判断能力, 可适应更多形式的自动化堆场。无人驾驶集卡则优化相关功能, 如增设视觉相机、加装激光雷达等, 并配备自动驾驶及车队管理的计算平台系统实现无人驾驶, 其本身的优势为成本低廉、应用广泛, 是如今各大科技公司及港口的重点研究项目, 现阶段已逐步应用于一些自动化集装箱码头的升级项目。

2 集装箱码头自动化装卸工艺存在的问题

集装箱码头开展自动化建设, 自然注重装卸工艺的优化。但现阶段上方面仍有些问题需要改善, 如码头内外集装箱卡车存在较高空驶率、装卸交互作业存在一定缺陷和卸交互作业存在一定缺陷。

2.1 港内外集装箱卡车空驶率高

港口在开展自动化作业时, 卡车在运卸集装箱时常用线路较为单一, 导致其空驶率高。尤其是目前集装箱船舶的体积扩大化, 当集卡实施以上一系列作业后, 一般会空驶返回开展下一次作业, 这就造成了集卡一半以上的运行时间均为空缺状态, 降低了利用效率, 提升了作业成本, 导致码头在同行业中的竞争力下降^[3]。另外, 港内外集卡运行时轨迹交叉, 难以实现真正意义的空间与轨迹的双重隔离, 也无法避免港外集卡影响集装箱的自动化装卸设备运行, 以及自动化运输设备带来的港外集卡的安全风险; 港区集卡在自动化区域作业时交通组织较为混乱, 车辆运行存在一定的安全风险, 一般情况下港内外的集卡是按照吨位来运输货物, 司机通常比较在意货物重量及出车次数, 因此主观上排斥对轻小货物的运输, 且集卡在组织方面比较混乱, 造成无法落实调度责任, 这也导致港外集卡无法发挥实际的利用率, 交货周期延长, 同时对港口的正常运转造成一定的影响。

2.2 装卸工艺机械配置不科学

多数码头现阶段装卸工艺所用的设备配置科学性不足, 这些机构均为依照集装箱承载的具体吨位及数量综合确定, 随后进行集装箱场桥的配置, 但有些船舶无须装卸所有的集装箱, 因倒箱率难以下降或单船内未装卸较多的货物等, 极易造成不

科学地配置集装箱场桥, 降低场桥利用效率。同时, 堆场作业规模多由当天船舶数量及货物量共同决定, 并非由同一天内集装箱装卸数量与作业工程量所左右。所以依照上述标准分配工作量, 会造成集装箱堆场内装卸工艺机械的工作配置失衡, 导致资源的浪费。

2.3 装卸交互作业存在一定缺陷

自动化集装箱码头的特点是具有大型的陆域纵深及垂直布置区域长度, 如港外集装箱卡车运输提送箱选取常用的装卸交互操作方式, 会产生如下问题: 其一, 单一箱体交互操作循环使用设备时, 平均能耗相对较高; 其二, 自动化箱区长度对比装卸仪器的理想运距过长, 会对交互操作生产效率形成不可替代的负面影响; 其三, 未设置合理的出箱装卸点, 使港外集卡运送集装箱作业效率难以提高。

3 集装箱码头自动化装卸工艺的设计及优化

集装箱码头自动化装卸工艺的设计及优化主要有提升集装箱卡车利用率、提升自动化装卸工艺设备比重和强化装卸交互作业有效性。

3.1 提升集装箱卡车利用率

首先, 科学压缩工艺停歇时间。集装箱装卸作业停歇, 主要原因是在运用全新装卸工艺的过程中并未完全发挥出其具体作用, 难以达到港口集装箱卡车装卸的实际要求。因此产生装卸时机械设备的不合理使用及人员的不科学配置等问题。所以, 在优化集装箱码头的装卸设备时, 要全面顾及以上问题, 合理安排人力、机械及配套设施等, 注重装卸过程中出现的中断环节, 大幅减少作业中的停歇, 以有效降低装卸作业时间, 提高装卸效率^[4]。

其次, 注重提升装卸安全。在集装箱码头的装卸作业中, 安全是首要问题, 要实时监督并控制好装卸过程及其具体操作环境, 确保监督全程化、立体化, 使装卸涉及的人力资源、机械设备完全符合相关的安全标准。同时, 由专人负责监管装卸作业中的人员及设备安全, 按照相关的安全生产制度标准, 以有效预防集装箱装卸发生各类危险事故, 开展常规的安全检查, 降低工伤事故率, 全面实现集装箱装卸操作的安全化与高效化。

再次, 在集装箱堆场后方要设立有效的码头内外交互作业区域, 确保交互作业的自动化与集中化。具体来说, 在堆场内布设一条平行的集装箱中转区域, 箱区内部选定自动化系统, 以实现远程操控, 确保轨道龙门吊可以根据需要自由切换作业功能, 使装卸实现自动化、智能化。轨道吊陆侧悬臂下方同样要布设集卡专用交互操作车道与作业超车道。陆侧轨与作业车道彼此间选用围网实现有效隔离, 港外集卡驾驶范围要限制在

轨道吊陆侧悬臂下方的非智能化作业区内。

最后,客户要提前预约港外集卡的提送箱服务,以免集卡空跑而降低使用率。客户借助码头业务系统提前预约报备,如目标箱、集卡及提送时间等重要的相关资料信息,码头收到其预约后,依照相关信息安排目标箱在本码头的提送、转运及交互作业等具体计划,以进一步提升码头集卡利用率。如果客户目标箱运量不大,可以在码头集中交互作业进行集卡提送,从而节约作业时间,提升作业效率。同时,码头集装箱卡车进港后要确保其运行和作业在不对其他自动化运输设备形成不利影响的情况下完成,提升集卡整体运行效率。

3.2 提升自动化装卸工艺设备比重

船舶规模大、常态的航运联盟、创新港口发展等目前已成为港口的发展常态,全世界范围都提升了对港口运行的绿色智慧要求,未来的集装箱码头要向更低的消耗、排放、污染,以及更高的安全、效率及效益等方向发展^[5]。港口企业要从容应对产业、市场及技术等各项需求的不断变化,确保码头作业实现自动化,针对操作人员分配、装卸作业效能、装卸精准服务及作业品质提升等方面不断努力,致力于打造港口装卸生态竞争集群,确保其核心竞争力得到持续提升。为此,在提升集装箱码头作业效率、优化装卸工艺的同时,要加大自动化设备的比例,例如在船岸装卸、水平运输及堆场作业过程中,合理采用自动化设备,全面体现自动化设备的先进优势。

3.3 强化装卸交互作业有效性

集装箱码头在开展自动化装卸建设时,垂直布置要多布设几条用于港外集卡运行的U形通道,通道要与码头集装箱堆场非自动化作业区保持连通,同时借助围网与码头自动化作业实现有效隔离。港外集卡在箱区运行时,其运行区域要保持不偏离于U形通道。自动化码头箱区在开展装卸作业时,要采用如前文分析的轨道龙门吊,此类门吊在确保双悬臂集装箱作业自动化的同时,可以实现远程作业操控,确保功能得以自由切换。港外集卡在龙门吊参与下顺利完成提送箱作业以后,沿U形通道驶离该集装箱自动化作业区,依靠在非自动化作业区内。

上述作业模式适用于港口码头陆域纵深宽、垂直作业箱区长的作业区域,即将码头外集卡引入自动化装卸区内,使交互作业与垂直布置相结合,以此提升码头集装箱装卸的自动化程度,提升装卸工艺水平。港外集卡驶进自动化作业区域,在箱

区侧边实现与堆场自动化装卸及提送箱交互作业的融合,使装卸交互作业的显著优势得到有效运用,如自动化箱区设置更多的出箱点、集卡作业效率持续提升及机械平均能耗下降等。U形通道使港外集卡运营在限制的区域与路径内,在满足码头外集卡与自动化设备交通分隔的安全要求的同时,也使得集装箱码头的运量得到不断提升,装卸作业的有效性不断强化。

4 结语

就传统集装箱码头而言,因为装修规模、港口位置、集疏运模式及自身现状的不同,在开展自动化装卸建设时,要制定不同的设计思路,同时辅以有效的优化路径,只有各方协同配合,方能确保集装箱码头装卸工艺的自动化改造升级更有成效、码头自动化作业应用更为广泛。

集装箱码头逐步提升的自动化发展观念,会在未来建设自动化码头的过程中提升重视安全、舒适、便捷、高效、节能、可持续发展及绿色环保等方面的建设。我国的港口在参与国际竞争的过程中,若要取得世界集装箱的枢纽地位,就要遵循这一发展趋势,有效提升我国集装箱码头的自动化、智能化水平,以及创新相关行业的技术发展,全面体现我国港口的机械制造行业的优势,制造出具备国际水平和自主知识产权的自动化系统设备,建立全面优化的自动化集装箱码头。

参考文献:

- [1] 陈凯凯,梁浩,刘汉东,等.自动化集装箱码头辅助工艺流程设计要点[J].水运工程,2022,(10):79-84,98.
- [2] 吴邵强,刘汉东,梁浩.自动化集装箱码头拆装扭锁工艺设计[J].水运工程,2022,(10):73-78.
- [3] 沈园.在建传统集装箱码头自动化升级改造装卸工艺设计[J].中国港湾建设,2019,39(04):54-58,62.
- [4] 孙洪雁.集装箱码头自动化装卸作业工艺研究分析[J].物流工程与管理,2014,36(06):154-155.
- [5] 林浩,唐勤华.新型集装箱自动化码头装卸工艺方案探讨[J].水运工程,2011,(01):158-163.

作者简介:刘明鑫(1984-),男,黑龙江大庆人,工程师,大学本科,主要从事集装箱码头自动化研究。