

传统集装箱码头堆场自动化改造和 操作工艺革新

林洪为

(天津五洲国际集装箱码头有限公司, 天津 300456)

摘要:为促进天津港集装箱码头智慧化转型升级,提升码头作业效率,进一步节约人力资源成本,实现低投入、高收益等目标,对传统集装箱码头进行堆场自动化改造。通过“边生产、边改造,边调试、边上线”的方式,堆场自动化改造与生产作业同步进行,攻克内跨式轨道吊单边双车道布局、TOS系统对“边装卸”工艺的适应性等技术难点,实现堆场策划方式从集中式向分散式(智能分位)、操作体制从围绕单一船舶向围绕整体资源的优化配置的转变。自动化改造完成后,极大地促进码头生产、管理的变革,提升码头作业能力、对外服务水平和经济效益。

关键词:港口;天津港;集装箱码头;内跨式轨道桥;TOS系统;堆场自动化改造

1 码头介绍

天津五洲国际集装箱码头有限公司(以下简称“五洲码头”)坐落于天津港东凸堤北侧,建成于2003年,是天津港北港池最先运营投产的集装箱码头,码头岸线总长1 202 m,拥有4个20万吨级深水泊位,堆场平行于岸线布置,堆存能力3.2万TEU,配有12台岸桥和31台轨道吊,年设计吞吐能力为150万TEU,是我国第1个全部采用定轨式场地设备作业工艺的专业数字化集装箱码头。

2 堆场自动化改造的目的

作为传统轨道吊工艺码头,五洲码头堆场自动化改造的目的在于:

(1)抢抓集装箱码头智慧化转型升级的先机。天津港正处在重要的转型机遇期,规划5类29个智慧港口重点项目,大力推动集装箱码头操作一体化、集装箱码头堆场自动化升级改造和港口云数据中心等项目建设。五洲码头以特有的设备工艺优势,积极抢抓转型先机。

(2)突破工艺效率的瓶颈。五洲码头投产至今,

轨道式堆场设备工艺虽已成熟,但作业效率、服务水平、操作能力受转场限制、机械配比、生产组织模式的制约,再难取得新的突破。效率低与设备利用率低的现象共存,整体资源闲置与局部资源紧张的现象共存。具体指标方面,陆运车辆滞场时间居高不下、夜间作业效率低、司机工班作业量不均衡等问题固化已久,需要通过堆场设备的改造彻底解放思想、革新操作、突破资源配置方面的瓶颈。

(3)破解招工难、用工难问题。五洲码头近几年劳务用工成本持续以超过10%的速度增长,成本压力加大,装卸司机岗位竞争力下降,轨道吊司机流失情况不容忽视,招工难、成本高的问题愈发严重。自动化改造是破解此难题的有效途径。

(4)实现低投入、高收益。五洲码头装卸设备均已服役15 a以上,主要部件已到产品生命周期的末端,堆场设施也进入大修周期,此时实施堆场自动化升级改造是难得的契机。

3 改造历程

五洲码头堆场自动化改造必须与生产作业同步进行,采用“边生产、边改造,边调试、边上线”的

方式。改造前,五洲码头组织各方参建单位,明确5类22个限制要素,通过桌面推演制订40个阶段的改造计划。改造中,以周为单位滚动更新,甚至每隔2~3d就更新1次,以此预判生产与改造的交叉状态,确保各阶段改造范围和设备数量的最大化,并维持正常的生产秩序。最终,历时13个月完成全部改造任务,在堆场操作环节实现航运全自动作业和陆运远程干预作业。

4 自动化改造的难点突破与操作革新

五洲码头的自动化改造,从本质上讲,是探索加实践的过程,是将现有成熟的自动化技术同自身的实际条件结合的过程。在此过程中,克服难题、革新操作,探索传统码头自动化改造的可行之路,主要就是“克服2个难点”“实现2个转变”。

4.1 克服内跨式轨道桥单边双车道布局的难题

水平布局的自动化堆场多采用外悬臂式轨道吊工艺,可以实现内外集卡的分离,并在每侧设置公共车道,通行自由度较高。五洲码头内跨式轨道吊的车道在门腿以内,集卡只能从轨距内穿行,易产生堵塞。经过论证,最终选择内跨式单侧双车道布局,通过设置超车道来保证集卡在堆场内的通行要求。该布局意味着内外集卡要在堆场内混行,作业组织难点在于对车流和车序的控制。对此,五洲码头会同项目总承包方开发PDS系统管理自动化交换区(TP)和控制时序,主要实现以下功能:

- (1)通过入场口RFID天线识别内外集卡。
- (2)收集并过滤集卡的到达信息。
- (3)根据TP占用情况缓冲和推送集卡到达信息。
- (4)通过补发、回退、置顶等功能对车辆到达信息进行时序控制和纠正。
- (5)连接TOS和ECI,针对指令顺序错误的情况进行换车操作。
- (6)各类RFID未识别原因自动记录与管理。
- (7)内集卡手动和自动确认到达方式分场地切换控制。
- (8)外集卡分阶段滞场状态监控。

4.2 克服TOS对“边装卸”工艺的适应性难题

TOS是生产作业指挥的大脑。在自动化之前,TOS指令和设备动作之间由人工操作连接。五洲码头自动化改造采取TOS驱动作业指令的模式。

目前,天津港各集装箱码头的TOS已经在集团主管部室统筹下,由天津港信息公司完成一体化部署,五洲码头另外应用其AYC模块实现对自动化作业的控制。该模块通过对时间、距离、作业类型等要素的综合评估,优化作业指令顺序,在“端装卸”自动化方面具有很多成功案例。而在“边装卸”堆场自动化方面,五洲码头会同天津港信息公司对AYC模块进行140余项改进,以解决其对“边装卸”工艺的适应性难题,重点是3个方面的改进。

(1)实现按贝位设置自动化交换区。与“端装卸”不同,在“边装卸”条件下,自动化轨道吊与集卡的交互发生在堆场的每个贝位上。为此,AYC改变传统的TP布局方式,使每个贝位都能被设置为独立的自动化交换区。

(2)实现沿车道行进方向派发指令。在“边装卸”条件下,集卡要沿车道行进方向行驶,为避免倒车和二次入场,同车双箱的指令派发顺序至关重要。为此,AYC明确装、卸、集、提等4项作业类型的指令派发规则,总体按照“先低贝后高贝”“先前后后位”“同车同贝连续做”的原则派发指令。

(3)实现在限定范围内的自动捣箱。与“端装卸”接力完成水平运输的方式不同,“边装卸”条件下的水平运输主要依靠水平运输工具完成,AYC必须消除其自动接力捣箱的功能,将捣箱控制在本贝位或限定的区间范围以内。在此需求下,AYC增加捣箱范围的设置功能,就近寻找捣箱位,同时降低系统无法给出箱位的概率。

4.3 堆场策划方式从集中式向分散式(智能分位)转变

分散策划以TOS系统智能分位功能为基础,将集装箱按照需要的属性分类,然后综合考虑设备工作量、大车跑动距离和时间、场地利用率、同场作业优先级、泊位堆场距离等匹配要素,并以较为广阔的区域(甚至拓展到全堆场)作为分散式智能分位的范围,多场、多点分配同类型箱的位置。分散策划方式的主要目的是平衡每个堆场和每台设备的工作量。

五洲码头在自动化作业之前,堆场策划采用的是集中式策划方式。对于船舶作业而言,按照一定的岸边与堆场设备配置比例,将进出口箱集中策划到1个连续的贝位区域,堆场设备以最短跑动距离和最少时间逐层逐排连续作业。

但近年来,随着天津港进出口规模的不断扩

大、港区功能结构性调整和转型升级、新技术新工艺的引入以及口岸环境的不断改善,传统堆场策划方式正面临诸多现实挑战,越来越不适应港口发展的需要。主要表现在:一是难以应对作业高峰的连续冲击;二是难以挖掘和提升堆场设备的整体作业效能;三是难以适应新的口岸政策要求。

自动化的优势在于快速的响应和稳定的高效率,劣势在于各环节严苛的操作标准以及缺乏极限效率冲击能力。自动化作业恰好是堆场策划方式革新的契机。分散式堆场策划方式更适合自动化设备的运行特点(作业人员没有生理疲劳期、不会抱怨频繁的跑动和翻捣,速度恒定、效率稳定并及时响应任务指令等)。五洲码头认为分散式堆场策划方式是与自动化操作匹配最佳的配套工艺,可以此挖掘设备整体的潜力。

五洲码头通过“分级策划”“进出口分区策划”“进出口全场混合策划”等3个阶段24次的参数调整与优化,实现分散式堆场策划方式的革新与稳定运行,从而提高场桥使用均衡度、选位合理性和场地调配的弹性,降低由于进出口比例转换、船舶班期调整等原因对生产作业产生的负面影响,减少装船捣箱总量,进而发挥出自动化轨道桥作业效能整体优势。

4.4 操作体制从围绕单一船舶向围绕整体资源的优化配置转变

自动化改造后,五洲码头生产、操作、设备、IT等部门均进行深刻的管理变革,以适应全新的自动化生产工艺。以操作部门为例:自动化改造前,五洲码头操作管理体制围绕单一船舶的生产组织建立;自动化改造后,特别是分散策划工艺投入应用之后,航运作业和陆运作业以及航运各船舶作业之间的资源界限不再明显,调配不再独立,操作管理体制随之进行调整,向围绕整体资源优化配

置的方向转变。以中控为例,改变原有的“4+2”中控配置架构,即将原来“4名航运中控加2名场地实时中控指挥现场司机”的管理结构,调整为以“资源三岗位+车辆时序管理”为核心的组织结构。资源三岗位具体为统筹场地资源的实时策划、统筹自动化轨道吊资源的机械中控和统筹所有水平运输资源的拖车中控。此外,充分发挥自动化轨道吊远程操控员的技术能力,统筹外部集卡的时序管理工作,使远控员不再仅仅是操作司机,提升岗位的综合技能水平,充分调动起工作进取心。

5 项目改造成效

5.1 改造后的作业指标

远程操控台对自动化轨道桥操控比达到1:6;改造后自动化轨道桥平均机械动作效率为35.2自然箱/h;RFID扫描成功率为99%;流程外人工介入率为2%。

5.2 改造实现的4点提升

(1)场地设备吞吐能力的提升。通过改造,堆场设备资源能力提升20.7%,至2018年末提升至40%以上。

(2)船舶平均在泊停时由2018年的23.45h,缩减到2019年的19.15h,进一步释放泊位资源。

(3)司机人数大幅度减少,由原来的132人减少至40人。

(4)外集卡滞场时间大幅度减少,由2018年的50.9min,缩减至23.2min,提升对外服务水平。

5.3 经济性成效

五洲码头自动化改造项目实际投资3.1亿元,评估回收期8.59a,平均总投资收益率9.39%,大于港口行业投资基准收益率。与此同时,本项投资兼顾设备核心部件的更新换代和堆场年限大修的需要,达成了“固基础、上台阶”的目标成效。

(上接第6页)

据分析,达到计划和生产组织的协同,实现集疏运的智能化控制,提升全港区的集疏运能力。

4 结 语

当前,我国进入经济发展新常态,正处于加快传统行业转型升级、全面推进供给侧结构性改革的关键时期,我国港口依靠项目投资、通过能力增长来获取效益持续增长的空间已十分有限。沿海部分

区域存在港口过度建设现象,导致港口功能趋同、能力过剩,同质化竞争日益激烈,港口依靠大规模建设拉动吞吐量增长的发展模式已难以为继。因此,走内涵发展道路,在已有信息化建设成果的基础上,通过智慧港口建设来全面提升港口物流服务的供给质量、供给效率,提高企业品牌效应和核心竞争力,是港口的发展方向,也是我国港口赶超世界先进水平、向现代化港口强国发展的必由之路。