



自动化集装箱码头集卡周转效率影响因素研究

郭大伟，王伟，李强，王吉升，张晖鹏

(青岛新前湾集装箱码头有限责任公司，山东 青岛 266500)

摘要：外集卡周转时间长短是衡量码头生产服务能力的主要指标之一。针对自动化码头集疏港作业效率低的问题，研究外集卡作业模式和影响外集卡周转时间的因素。将影响外集卡平均周转耗时的因素归纳为集疏运箱量、堆场盘存量、海侧作业繁忙程度、集港时间安排和场站集疏运能力等10类。结果表明，协调集港时间，避免场站集中压车；平衡海陆侧生产，减少作业冲突；加强周边场站集疏运管控，减少闸口堵车；加强部门间协同，提升系统、设备稳定性等措施能够有效降低外集卡周转时间。

关键词：自动化码头；堆场；集疏港效率；集装箱卡车；周转时间

中图分类号：U 656.1+35

文献标志码：A

文章编号：1002-4972(2023)02-0065-04

Factors affecting turnover efficiency of trucks in automated container terminals

GUO Da-wei, WANG Wei, LI Qiang, WANG Ji-sheng, ZHANG Hui-peng

(Qingdao New Qianwan Container Terminal Co., Ltd., Qingdao 266500, China)

Abstract: The turnover time of outbound container trucks is one of the main indicators to measure the production and service capacity of a terminal. Aiming at the problem of low operation efficiency of the collection and distribution of the automated terminals, this paper studies the operation modes of the outbound container trucks and the factors affecting the turnover time of the outbound container trucks, and summarizes the factors affecting the average turnover time of outbound container trucks into ten categories, such as the number of containers in the collection and distribution, the inventory of the yard, the busyness of the seaside operation, the time arrangement of the collection port, and the collection and distribution capacity of the yard. The results show that coordination of port collection time can avoid centralized pressure at stations; balancing sea and land side production can reduce operational conflicts; strengthening the management and control of collection and distribution at surrounding stations can reduce traffic jams at gates; strengthening inter-departmental coordination can improve system and equipment stability and other measures to effectively reduce the turnover time of outbound container trucks.

Keywords: automated terminal; yard; collection and distribution port efficiency; container truck; turnover time

集装箱码头的生产效率主要指两方面：1) 装卸船作业效率；2) 集疏港作业效率^[1]。其中集疏港作业效率主要由堆场收发箱速度和外集卡在港周转时间决定。缩短外集卡在港周转时间可以有效减少码头设备的单箱操作时间，提升码头吞吐

量，对减少设备能耗、增加码头盈利水平具有重要意义^[2]。随着集装箱吞吐量不断上涨以及集装箱船舶大型化趋势的影响，大量集卡进出码头易造成高峰时段码头闸口和堆场的拥堵，影响码头的集疏港作业效率^[3-4]，不利于码头对外服务质量

收稿日期：2022-05-27

作者简介：郭大伟(1995—)，男，硕士，经济师，从事自动化集装箱码头流程优化设计。

通讯作者：王伟(1979—)，男，硕士，高级工程师，从事自动化集装箱码头技术管理。E-mail：Wang.w@qqctn.com.cn

的提升。

现有研究对集装箱码头海侧交互区集卡作业的研究较多, 对陆侧集卡的研究相对较少, 且集中在集卡到达码头时间的预测研究^[5-6]。本文通过对青岛港自动化码头堆场作业的实际情况进行研究, 探究影响集卡进出堆场周转时间长短的因素, 为提升自动化码头陆侧集卡周转效率的管理决策提供依据。

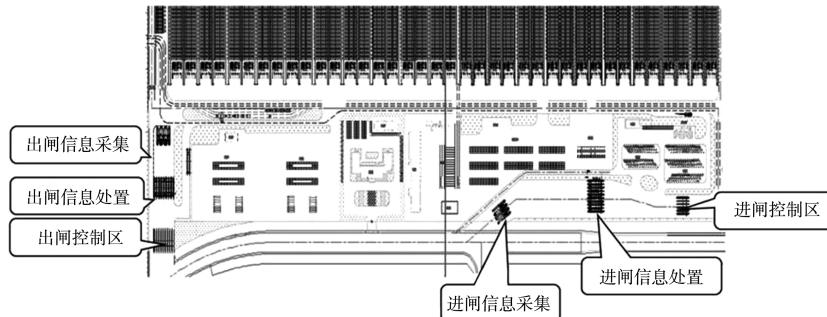


图 1 青岛港自动化码头闸口布局设计

基于青岛港自动化码头闸口布局, 目前外集卡在场周转时间的计算有 3 个口径: 1) 从进入入口主闸开始到离开出口控制闸结束; 2) 从闸口刷卡获得堆场场位开始到堆场作业指令完成结束; 3) 从陆侧交互区刷卡到作业指令完成结束。

第 1 条的周转时间包含了非码头因素的车辆待检或因箱信息异常导致的待时, 还包含了驾驶员作业完毕未及时离港等情况, 数据不能真实地反映码头对外集卡的服务水平。

第 2 条的周转时间只计算从闸口刷卡获得指令开始到堆场作业指令完成结束, 包含了第 3 条的周转时间, 能够体现码头给作业外集卡提供的正常生产服务能力。此种计算规避了外集卡的系统性或生产性待检时间。

相比较而言, 第 2 条的周转时间更能准确反映码头对外集卡的服务能力和服务水平, 也是目前在用的外集卡在场周转时间指标。本文也将以此项指标作为分析的主要依据。

2 青岛港自动化码头堆场布局

目前青岛港自动化码头堆场采用单个堆场 9 列 5 个陆侧交互车道的垂直布局, 外集卡和自动

1 外集卡在场周转时间定义

青岛港自动化集装箱码头闸口在设计过程中吸取了“进出闸集中、一站式处理”闸口所造成交通拥堵的经验教训, 结合当地集疏运特点以及港区与市政道路结合部实际情况, 提出进出闸分离、多站式异步处理方案^[7]。进闸口与出闸口各设信息采集、信息处置和控制区 3 道闸^[8], 闸口布局设计见图 1。

导引车 AGV 分别在陆侧和海侧交互车道与堆场全自动堆垛机 ASC 进行交互, 陆侧交互区设计如图 2 所示。驾驶员到达对应堆场后可根据实际情况将车倒入空闲车道, 然后在对应的交互厅刷卡等待作业即可。自 2017 年开港以来, 青岛港自动化码头的外集卡平均周转时间均控制在 15 min 内, 有效保证了码头对外服务的质量。

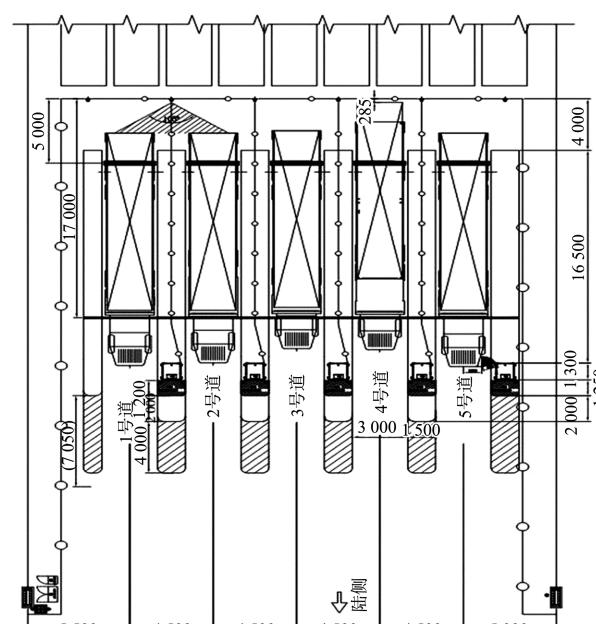


图 2 青岛港自动化码头陆侧交互区设计 (单位: mm)

3 集卡作业模式

3.1 按集疏运模式分类

外集卡进场作业按照集疏运模式分为集港和提箱,有的车有集港也有提箱,简称“集带疏”。集港为船舶靠泊前,场站将出口箱运输至码头堆场的过程;提箱即进口箱卸船后,场站或货主将箱子提离码头的过程;“集带疏”即集港车辆在港区卸出口箱后,立即换背进口箱提离港区的过程,此模式可以提升集卡利用率,减少堆场盘存。

3.2 按作业箱区分类

外集卡进场作业按照箱区作业分为同场区作业和异场区作业。由于箱信息不同的影响,当集卡背2个20 ft($1 \text{ ft} = 0.305 \text{ m}$)箱时,按照自动化码头堆场堆码规则可能计算至同一场区与不同场区。同场区作业由于减少了集卡换场的时间,整体周转时间较异场区作业相对较少。

3.3 按作业箱型分类

外集卡进场作业根据集装箱种类可分为常规箱作业(包括20、40 ft等)、超限大件箱作业或特殊箱作业。其中超限大件箱及特殊箱由于需要特殊工属具或特殊作业流程等因素影响,作业时间一般长于常规箱作业。

4 外集卡在场周转时间影响因素

4.1 集疏运箱量

集疏运箱量对堆场收发箱速度的影响程度最高,受场区作业资源限制,同一时间段内集疏运箱量越多,意味着单个集卡在每个场区作业资源相对减少,集卡待时越长,平均周转耗时越高。青岛港自动化码头某月份集港箱量与集卡周转时间的关系见图3,可以大致看出集港箱量较大时,集卡周转时间也会相应增加。



图3 集疏港箱量与平均周转时间

4.2 集港时间安排

出于经济和效率的考虑,集港主要遵循用电“避峰就谷”、堆场与泊位协同及避免出行高峰期集港的原则。

用电“避峰就谷”是指集港时间段尽量选择避开电费峰值时间(每日8时30分—11时、14时30分—21时),加之上下班高峰期因素,当前集港时间主要安排为21时—次日7时、11时—15时2个时间段,共14 h。如出现船舶集中到港、船期临时提前等情况时,集港压力较大,一定程度上会造成集港拥堵,增加集卡周转时间。

堆场与泊位协同,根据泊位安排集港堆场范围,减少AGV从堆场到桥吊门架下的运行距离,缩短周转时间,提高船舶作业效率。受疫情影响,周边港口经常出现压港的现象,船期预报经常变动,存在堆场与泊位的不对应情况。过早收箱容易造成泊位安排不灵活,收箱过晚容易造成集港高峰和截港时间不足的情况,也会增加集卡周转时间。

避免出行高峰期的拥堵,安排夜间集港。这是调节周边交通环境的重要管控措施,但另一方面也易造成夜间外集卡集港作业相对集中。

4.3 海侧作业繁忙程度

青岛港自动化码头目前有4个泊位和16台桥吊。每一台桥吊作业时即对应一条作业线。通过对实际作业数据的研究,发现同一时间段内,海侧作业线少于10条时,外集卡的平均周转时间与海侧作业线关联度较小;当海侧作业线大于10条时,陆侧集卡收发箱平均周转耗时与作业线数量间的关系趋于正相关。其中关联度最高的时间段为00:00—07:00,主要原因该时间段集港量较多。此时间段内海侧作业繁忙程度对陆侧集卡的平均周转时间影响最大,见图4。

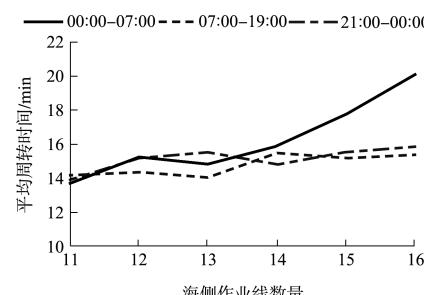


图4 不同时间段海侧作业繁忙程度对集卡平均周转时间的影响

4.4 陆侧自动收箱功能影响

青岛港自动化码头 ASC 具备自动收箱功能，即集港车辆倒入指定车道并刷卡成功后，陆侧 ASC 可根据作业指令进行自动抓箱，能够有效缩短集卡驾驶员的等待时间。若关闭此功能，每次 ASC 抓箱都需要人工介入，增加驾驶员等待时间。

4.5 各场站集疏运能力

由于各场站规模、运力、作业资源及距码头的距离不同，导致不同场站在相同时间内集疏运能力不同。如距离码头较近的场站，运力足、距码头近，峰值 1 h 内可集港 50~100 箱甚至超过 100 箱，而部分场站距离远，1 h 内仅可以集港 30~50 箱，集疏港时间的不均衡会导致部分高峰时段的拥堵，增加了集卡的周转时间。

4.6 堆场盘存量过高

若一定时期内，场站盘存持续处于接近饱和的状态，空箱场地严重缩减，场站用地资源严重不足。疏港能力不足会影响码头进口箱的疏港作业，导致大量进口箱积压在堆场内，进而造成堆场可使用场位减少，堆场盘存量过高会增加提箱时集卡驾驶员待时，从而增加集疏运周转时间。此外，大风天气需要对堆场集装箱堆码高度进行放高处理，也会增加不同属性集装箱混堆的概率，增加翻倒率，也会对集卡周转效率造成负面影响。

4.7 冻柜发箱速度

冻柜在作业过程中应提前断电。当前疫情下进口冻柜经喷淋消毒，导致在港内积压较多。若作业冷柜未提前拔电或驾驶员提前预约提离冻柜但未及时到达系统产生需要插电的指令，须重新确认插拔电指令，也会降低集卡周转效率。

4.8 机械或系统故障

作业过程中 ASC 故障造成吊箱无指令或指令超时，个别堆场 ASC 维保只保留一侧作业全场时会降低 ASC 的循环效率，对收发箱平均耗时增加有一定影响；此外，出闸口偶尔出现因识别故障造成码头内拥堵，也增加集疏运作业时间。

4.9 外集卡驾驶员的人为因素

目前青岛港进出口箱的集疏港业务主要由物

流服务平台协调场站、车队等派发集卡完成。集卡驾驶员的操作技能高低对周转时间也有一定影响。实际生产中发现存在个别驾驶员操作不熟练、对堆场提取箱流程不熟悉、倒车入车道慢、到位后不知道如何操作等情况，降低了集卡的周转效率。

4.10 周边道路交通影响

集装箱码头作为供应链上的节点，运输效率会受到周边交通因素的影响。若码头进出闸口道路交通状况较差，经常拥堵则会对码头正常生产造成极大影响，不利于提升集卡周转效率。

5 结语

1) 外集卡周转效率是衡量集装箱码头对外服务质量高低的重要指标之一。提升外集卡周转效率，缩短外集卡在港作业时间，是集装箱码头提升竞争力，打造对外服务名片的有力途径。

2) 协调集港时间，避免场站集中压车。对昼夜集疏港计划提前摸排，尤其夜班集港量大于一定箱量时，要拉长收箱作业时间，均匀进行收发箱作业，减少集中集港作业。同时，针对船期预报不准确的情况，采取优先安排航程较远的船舶进行收箱，并优先收取箱量较大船舶，避免集港集中。

3) 平衡海陆侧生产，减少作业冲突。结合装卸生产实际情况，平衡海陆侧生产作业，灵活安排集港时间，减少海陆侧作业冲突。根据场地盘存情况，加强疏港作业，制定疏港计划，降低码头盘存。

4) 加强周边场站集疏运管控，减少闸口堵车。联系场站共同制定道路管控措施，高峰期各场站平衡派车，避免大批车辆同时入场作业造成拥堵，减少出入闸口堵车现象。

5) 加强部门间协同，提升系统、设备稳定性。加强码头各部门协同合作，出现系统、设备问题第一时间处理。制定故障应急预案，并针对不同工况对设备及系统进行优化，尽可能减少因系统、设备故障带来的影响，提升系统及设备的稳定性。