

自动化集装箱码头智能闸口布置

韩保爽¹, 罗勋杰¹, 乔其斌², 奚敏华³, 郭亚梦¹

(1. 上海国际港务(集团)股份有限公司, 上海 200080;
2. 上海冠东国际集装箱码头有限公司, 上海 200137; 3. 上海盛东国际集装箱码头有限公司, 上海 200137)

摘要: 在总结国外自动化集装箱码头闸口布置经验的基础上, 提出自动化码头新型多级闸口布置形式, 以提高进港集卡通过能力及闸口运作效率。多级闸口在洋山四期工程中被采用, 其优越性得以体现, 该方案可行性得到检验。

关键词: 自动化集装箱码头; 闸口; 多级布置; 缓冲停车场

中图分类号: U 656.1⁺35

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)09-0040-06

Intelligent gate layout in fully automated container terminal

HAN Bao-shuang¹, LUO Xun-jie¹, QIAO Qi-bin², XI Min-hua³, GUO Ya-meng¹

(1. Shanghai International Port (Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China;
2. Shanghai Guandong International Container Terminal, Shanghai 200137, China;
3. Shanghai Shengdong International Container Terminal, Shanghai 200137, China)

Abstract: Based on the analysis of foreign container terminals' gate layout model, we propose the multi-gate layout mode to increase the gate's through capacity and improve the operation efficiency. The multi-gate layout is adopted in Yangshan phase IV, which shows the advantages and verifies the feasibility of this layout scheme.

Keywords: fully automated container terminal; lock gate; multi-level arrangement; parking apron

集装箱码头闸口是划分集装箱责任的分界点, 能够处理与集装箱交接有关的业务, 如核验集装箱信息(箱号、归属船名航次、尺寸等)与集卡车号信息、进行箱体检验与交接、单证审核与签发签收、进箱和提箱的堆场位置确定、进出码头集装箱信息记录等工作。闸口的通过能力直接影响客户服务质量和码头综合作业能力^[1]。传统集装箱码头进港闸口具有采集和处理信息量较大、信息比对耗时长等特点, 易导致进港集卡在闸口处停车等待时间长、通过效率低, 造成大量集卡在进港闸口处堵塞交通。

因此, 利用建设全自动化集装箱码头的契机, 笔者在分析国外典型自动化码头闸口布置的基础上, 根据现有技术条件和集装箱码头整体平面布局形式, 提出多级闸口布置模式, 并在上海港洋

山四期工程中得以应用。

1 世界典型自动化码头闸口布置及功能分析

自动化集装箱码头首先出现在劳动力成本高、熟练劳动力匮乏的欧洲。随着自动化技术的发展, 荷兰鹿特丹港率先尝试建设自动化集装箱码头, 从以鹿特丹 ETC 为代表的第一代自动化码头, 发展到以 Euromax 和 Maasvlakte 二期为代表的第三代自动化码头, 使鹿特丹港成为自动化码头发展的标杆^[2]。其作业工艺、流程设计、平面布局等方面的经验, 对我国自动化码头建设具有借鉴意义。

1.1 世界典型自动化码头闸口布置案例

1) Maasvlakte 二期码头闸口布置。

Maasvlakte 二期自动化码头位于荷兰鹿特丹, 岸

线总长 1 500 m, 拥有一个支线泊位和两个干线泊位, 目前配置 10 台桥吊, 设计年吞吐量 270 万 TEU, 进、出港闸口采用集中布置形式, 设置于自动化码头堆场东南角。

Maasvlakte 二期码头的进港闸口平面布置如图 1 所示。

其中: SI (security in): 进港安全检查闸口, 为进港第一级闸口; VGI (visual gate in): 进港光

学识别闸口, 为进港第二级闸口; GI (gate in): 入场放行闸口, 为进港第三级闸口; P-TR (truck parking): 集卡停车场; P-TRB (trouble parking): 用于处理异常作业的集卡停车场; VGO (visual gate out): 出港光学识别闸口, 为出港第一级闸口; GO (gate out): 出港放行闸口, 为出港第二级闸口; SO (security out): 出港安全检查闸口, 为出港第三级闸口。

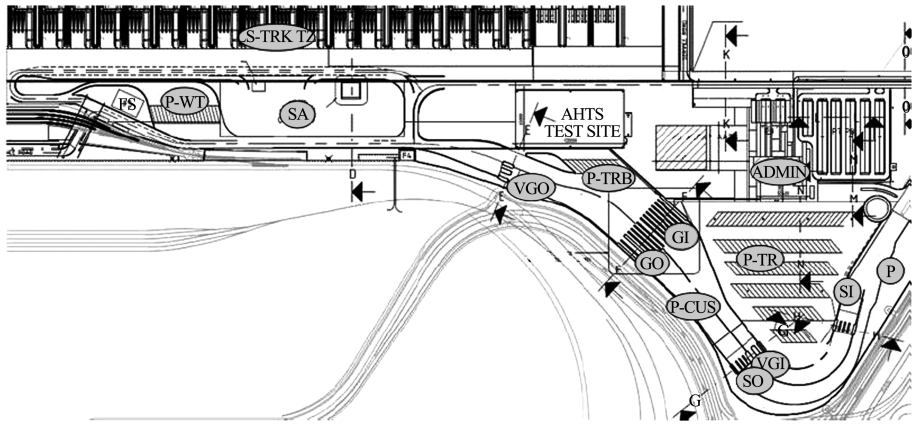


图 1 Maasvlakte 二期码头进、出港闸口平面图

在闸口设置上, 鹿特丹 Maasvlakte 二期码头的进港闸口采用三级闸口设计形式, 各级闸口在车道数量、设备配置、功能定位上均有所不同。其中在第一级闸口 (SI) 与第二级闸口 (VGI) 之间、第三级闸口 (GI) 之后分别设置一块港外集卡停车场。

进、出港闸口采用集中布置形式, 出港闸口亦为三级布置形式, 其中出港第二级闸口 (GO) 与进港第三级闸口集中布置, 出港第三级闸口 (SO) 与进港第二级闸口集中布置。

2) Euromax 码头闸口布置。

Euromax 码头位于鹿特丹港以西约 30 km 处, 码头岸线长 1 800 m, 目前年集装箱吞吐量为 180 万 TEU, 采用“双小车岸桥+自动导引车+自动化轨道吊”作业工艺。其进、出港闸口平面如图 2 所示。

与 Maasvlakte 二期码头进港闸口布局相似, Euromax 码头的进港闸口分为三级布置形式, 在进港第一级闸口和二级闸口之间、进港第三级闸

口之后分别设置一块港外集卡停车场。

Euromax 码头出港闸口采用四级闸口布置形式, 其中出港第一级闸口与进港第二级闸口、出港第二级闸口与进港第三级闸口完全重合, 进、出港集卡不分流, 通过布置在各级闸口的智能识别设备分析来车属性。与 Maasvlakte 二期码头不同的是, Euromax 码头增设一道海关专用闸口 (即图 2 中出场第三闸口)。



注: 实线所示线路为进港集卡行驶路线示意, 虚线为出港集卡行驶路线示意。

图 2 Euromax 码头进、出港闸口平面图

1.2 世界典型自动化码头多级闸口功能分析

Maasvlakte 二期与 Euromax 码头的进港闸口在布置形式、功能设定上完全一致。主要功能如表 1

所示。

Maasvlakte 二期与 Euromax 码头出港闸口在布置形式、功能设定上有所差异。主要功能见表 2。

表 1 世界典型自动化码头进港各级闸口主要功能

闸口名称	一级闸口 (SI)	二级闸口 (VGI)	三级闸口 (GI)
主要功能	安全检查道口, 要求司机出示通行证并输入预约号, 并进行车牌识别	通过 OCR 设备识别集装箱箱号、尺寸、危险品信息、残损情况、箱门朝向等信息, 并将识别信息与预约信息进行后台比对	司机出示通行证并领取作业小票

表 2 世界典型自动化码头出港各级闸口主要功能

码头	一级闸口	二级闸口	三级闸口	四级闸口
Maasvlakte 二期	识别箱号、车号并进行信息核对	司机出示车辆身份卡并确认箱残损情况	放行闸口, 司机出示车辆身份卡并被放行出港	无
Euromax	识别箱号、车号并进行信息核对	司机出示车辆身份卡并确认箱残损情况	海关专用闸口, 主要用于集装箱放射性检测	放行闸口, 司机出示车辆身份卡并被放行出港

2 自动化码头闸口布置新模式设计

自动化码头闸口设计可借鉴国外自动化码头多级闸口布置形式, 并结合自动化码头堆场作业模式和港内交通组织方案, 确定进、出港闸口平面布置方案。考虑到国内外港口在口岸环境、设计吞吐量、作业模式等方面的不同, 在分析闸口功能的基础上, 设计符合我国港口作业实际的自动化码头闸口布置方案。

2.1 进港闸口布置

参考国外多级进港闸口布置模式, 可设计为三级闸口形式, 分别为预检闸口(第一级)、分流闸口(第二级)和放行闸口(第三级)。其中, 在分流闸口和放行闸口之间设置缓冲停车场; 自缓冲停车场内驶出的集卡, 在放行闸口处打印进场作业小票后, 进入指定自动化堆场作业。

集卡进港作业流程如图 3 所示。

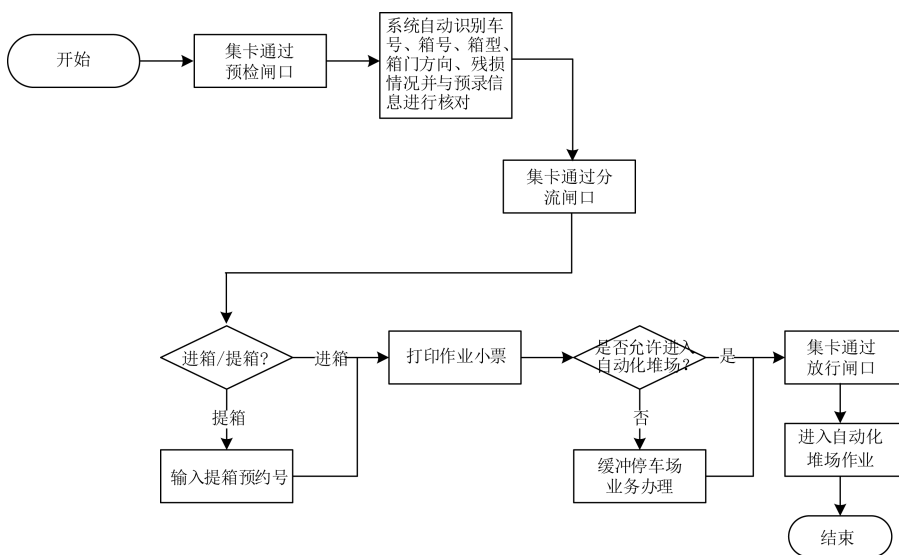


图 3 自动化码头集卡进港作业流程

具体功能定位与国外自动化码头有所不同(表 3)。缓冲停车场设置于分流闸口和放行闸口

之间, 可用于集卡停车办理人工辅助业务、自动等待进场指令、进行调箱门和空车过磅作业等。

表3 自动化码头闸口功能对比分析

方案	一级闸口	二级闸口	三级闸口	
现有多级布置方案	项目	安全检查	预检	分流
	功能	检查通行证、扫描车牌号码、进行指纹录入	识别车号、箱号、箱门、残损等信息	打印进堆场作业小票;如有异常情况,至缓冲停车场处理
闸口布置新模式	项目	预检	分流	放行
	功能	识别车号、箱号、箱门、残损等信息	打印作业小票,提示司机进入自动化堆场或停车场指定车位	供缓冲停车场内出来的集卡打印进场作业小票

2.2 出港闸口布置

由于目前国内集装箱码头普遍使用纸质设备交接单作为集装箱交付凭证,在设计出港闸口时,可采用传统闸口作业方式,即设计为单级出港闸口,由人工在出港闸口处进行集装箱相关单证收取工作;同时在出港闸口处配置相应智能识别设备,完成出港集卡的车号、箱号核验工作^[3]。

3 多级闸口布置新模式在洋山四期工程中的应用

洋山四期工程对外陆路交通依托东海大桥,进港车流到达东海大桥颞珠山海堤段时,由大乌龟岛南侧西向东下匝道离开东海大桥主线,实现与东海大桥的分流。因此,设计进出分离式闸口,将进港闸口布置于陆域东端,出港闸口布置于陆

域西端。集卡进港后沿港区内北侧主干道(纬三路)自东向西行驶,进入指定箱区的陆侧交换区作业。集卡作业完毕后,继续沿纬三路西向行驶,从出港闸口通过出港辅道和大乌龟岛匝道,实现与东海大桥主线的合流。

根据洋山四期工程陆域的地形特点和港外交通接口条件,港区闸口采用了“东进西出”的布置方案,闸口车道方向与港外主线道路平行。集卡自东侧进港后,即沿自动化堆场北侧的横向主干道直行至相应的自动化箱区,在陆侧集卡交换区内完成进、提箱作业,随后再继续西行至出港闸口。集卡在港内的行驶路径实现了最短化,有效减少了集卡滞港时间,提高了通行效率^[4]。进、出港位置如图4所示。

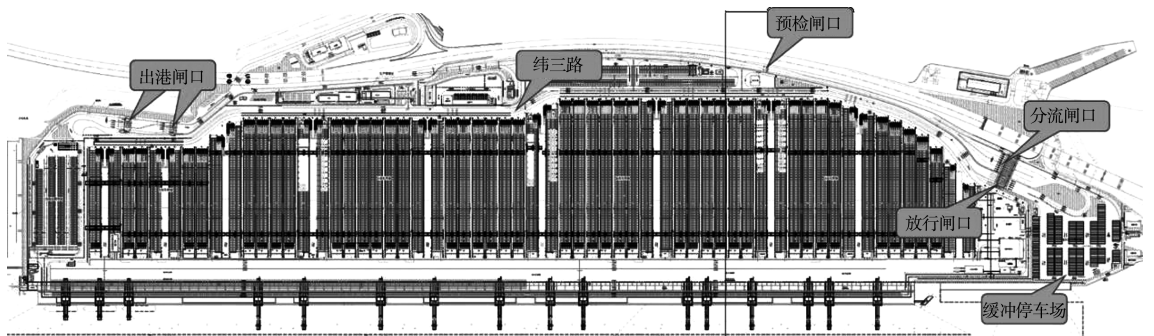


图4 洋山四期自动化码头闸口布置

3.1 进港闸口

1) 预检闸口。

预检闸口位于进港道路临近中心变电所处,设2条进港车道,道路宽度5.5m,限高5.5m。预检闸口设计为M型门架结构,配置OCR系统,用于实现车号识别、箱号识别、自动验残及箱型识别功能。集卡进港前,可直接通过门架下方集卡车道,系统自动完成相关信息识别并与预约信息匹配。预检闸口位置如图5所示。

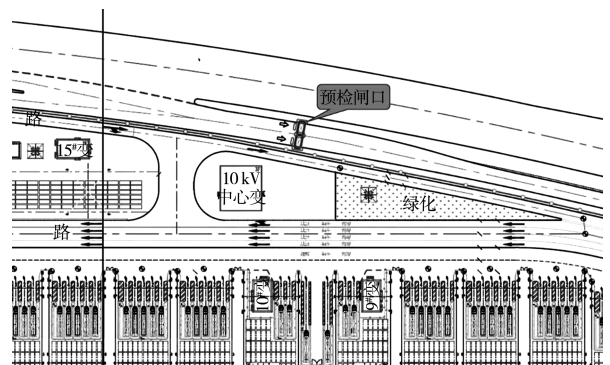


图5 预检闸口位置

2) 分流闸口。

分流闸口位于港区东侧，据预检闸口约 700 m。共设置 10 条车道，其中包括一条超限箱专用车道，道宽 5.5 m。每条车道配置 OCR 车号识别系统、闸口一体机、地磅、CCTV 摄像头和栏杆。集卡通过分流闸口时，停车并领取作业小票。小票显示信息分为 2 种情况：① 车辆信息完整且同时港内相应箱区具备接卸条件，则车辆直接通过放行闸口的 5 条车道进港；② 需办理特种箱业务或港内相应箱区作业繁忙需要临时等待时，不具备入港条件，需要进入位于分流闸口与放行闸口之间的缓冲停车场内，进行人工业务办理或自助等待^[5] (图 6)。

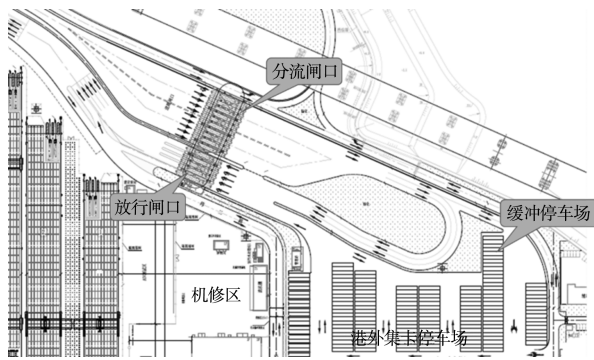


图 6 分流闸口、放行闸口、缓冲停车场位置

3) 放行闸口。

放行闸口是进入自动化堆场前最后一道闸口，与分流闸口并排布置，设置 5 条车道，其中包括一条超限车道，道宽 5.5 m。设有 OCR 车号识别、闸口一体机和栏杆。对于已在分流闸口获取进场作业小票的集卡，放行闸口自动抬杆放行；对于缓冲停车场内业务办理完毕并允许进入陆侧交换区作业的集卡，在通过放行道口时，领取作业小票。放行闸口位置如图 6 所示。

4) 缓冲停车场。

停车场位于分流闸口与放行闸口之间，在自动化堆场东侧区域。停车场共设计 314 个车位，其中设计 9 个冷藏箱预制冷专用车位，位于停车场西北角、靠近停车场管理站处；设置调箱门专用区域，布置调箱门固定吊一台，位于停车场东南角。缓冲停车场布置如图 7 所示。

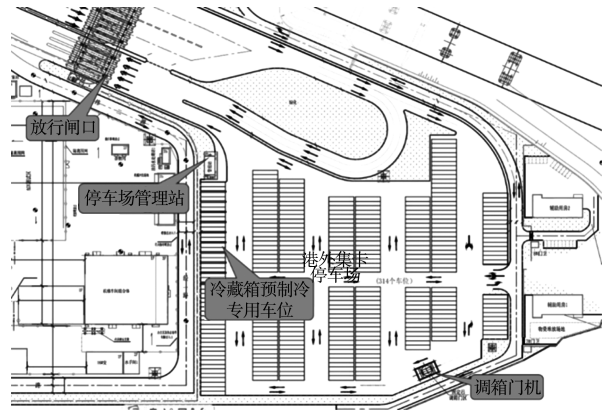


图 7 缓冲停车场平面布局

3.2 出港闸口

出港闸口布置于港区西侧，通过大乌龟岛预留的两个匝道连接东海大桥，出港车道总数为 8 条车道，另外在北侧设置 1 条已建洋山东侧港区 (洋山一~三期) 通向洋山四期拖箱集卡的进港车道。为节约用地，出港闸口采用两进式布置 (图 8)。

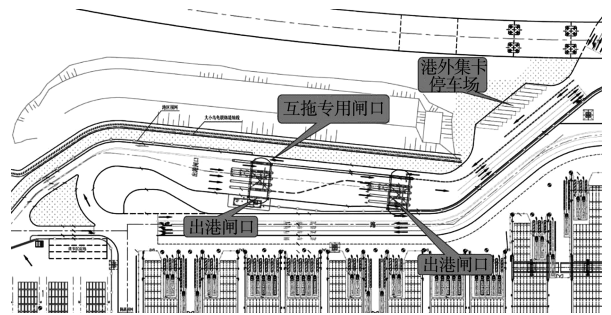


图 8 出港闸口布置

由于港区间的互拖箱作业通常由码头营运公司的内集卡完成，与外集卡进港车流相隔离，因此在出港闸口北侧设置专用车道，有利于港区的管理，进一步缓解进港闸口的交通压力，提高互拖集卡的作业效率。

出港闸口东侧设置一个港外集卡停车场，用于在互拖集卡因相应箱区繁忙、暂时无法进港时，临时停车之用。

4 结语

1) 对 Maasvlakte 二期与 Euromax 码头闸口布置及功能进行介绍及分析，两者进港闸口完全一致，出场闸口存在较大差异。

2) 对进、出港闸口平面布置方案进行创新。创新之处体现在:①进港闸口将集卡信息采集、人机交互、放行功能分派到不同闸口完成,利用集卡在不同级别闸口间行驶的时间进行后台信息处理,缩短集卡在闸口处的停车等待时间;②放行闸口避免集卡擅自进入自动化堆场内,确保港区安全生产;③缓冲停车场具备业务办理、停车等待、调箱门、空车过磅等功能,降低了港区内交通组织难度。

3) 新型闸口布置形式在洋山四期工程中的运用,检验了新型方式的可行性,为该布置方式的进一步推广提供有力依据。

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第26页)

轨道吊的轨距为31 m,轨内布置10列箱,堆高6层,起升高度按允许在6层中混入3个9 ft 6 in(29 m)箱考虑,取19.75 m,配置双20 ft(6.1 m)箱吊具。单侧悬臂轨道吊的外伸距为4.5 m。无悬臂箱区海侧轨道吊的吊具下起重力610 kN,其余轨道吊的吊具下起重力均为400 kN。

悬臂轨道吊箱区以堆放水-水中转箱为主,兼顾部分水-陆转运箱,箱区海、陆侧两端部可用于堆放45 ft箱。双悬臂轨道吊箱区兼顾港区间互拖箱作业,无悬臂轨道吊箱区以堆放水-陆转运的集装箱为主,也可根据作业需要在海侧堆放水-水中转箱。陆侧设3个集卡交接区,AGV交接区设在箱区侧面,即轨道吊悬臂下,同一箱区的2台轨道吊均可对AGV作业。

堆场布置新模式的主要特点:1)采用无悬臂、单侧悬臂和双侧悬臂3种自动化轨道吊混合布局模式;2)2台单悬臂轨道吊之间设置21 m AGV运行通道;3)无悬臂海侧轨道吊配置双20 ft集装箱吊具;4)各箱区堆箱种类相对固定。

该新型布置模式解决了堆场海陆侧轨道吊作业量的不平衡、海侧装卸系统效率对船舶大型化的适应性差、互拖箱的装卸成本高和交通组织复杂等诸多问题,优化了自动化码头堆场容量、作业效率、设备投资和营运成本,提高了全自动化

参考文献:

- [1] 杨茅甄.国际集装箱港口管理实务[M].上海:上海人民出版社,2007.
- [2] 朱连义,安国利,董席亮.世界自动化集装箱码头发展现状及启示[J].集装箱化,2015(1):7-10.
- [3] 罗勋杰.集装箱码头闸口优化策略[J].集装箱化,2009(12):11-14.
- [4] 刘广红,程泽坤,林浩.自动化码头总体布局[J].水运工程,2013(10):73-78.
- [5] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司.上海国际航运中心洋山深水港区四期工程初步设计[R].上海:中交第三航务工程勘察设计院有限公司,2014.

集装箱码头的适应性。

4 结语

1) 选取国外4个具有代表性自动化集装箱码头堆场布置形式进行分析,并对平面布置、设备选型和功能规划等方面特点及可借鉴之处进行梳理。

2) 结合洋山四期全自动化集装箱码头实际,提出自动化堆场布置新模式,总结突出特点,为国内外类似自动化集装箱码头堆场布置提供参考。

3) 自动化集装箱码头堆场布置应综合考虑工艺系统作业特点、港区陆域条件、功能要求和集疏运方式等因素,充分发挥自动化码头的优势。

参考文献:

- [1] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司.上海国际航运中心洋山深水港区四期工程总平面及装卸工艺方案研究报告[R].上海:洋山深水港区四期工程建设指挥部,2014.
- [2] 刘晔.谈自动化集装箱码头[J].港工技术,2014(4):8-12.
- [3] 薄海虎,张氢,孙远韬.集装箱码头RTG远程半自动化操作堆场实现方法研究[J].起重运输机械,2015(4):12-15.
- [4] 刘广红,程泽坤,林浩.自动化集装箱码头总体布局[J].水运工程,2015(2):101-106.

(本文编辑 郭雪珍)