

自动化集装箱码头辅助工艺流程设计要点



陈凯凯，梁 浩，刘汉东，吴邵强，彭骏骏

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司，广东 广州 510290)

摘要：自动化集装箱码头辅助工艺流程具有自动化程度低、安全风险高的特点，是自动化集装箱码头生产作业的薄弱环节，合理设计辅助工艺流程对提高作业效率和安全生产具有重要意义。结合广州南沙四期自动化集装箱码头和钦州大榄坪自动化集装箱码头建设案例，对比两者辅助工艺的异同，并针对重点环节进行论述。工程建设实践表明，自动化集装箱码头辅助工艺须结合总体布局、工艺设备和配套基础设施等进行设计。

关键词：自动化集装箱码头；辅助工艺流程；设计

中图分类号：U 656.1+35

文献标志码：A

文章编号：1002-4972(2022)10-0079-06

Key points of auxiliary technological process design for automated container terminal

CHEN Kai-kai, LIANG Hao, LIU Han-dong, WU Shao-qiang, PENG Jun-jun

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510290, China)

Abstract: The auxiliary technological process of automatic container terminal has the characteristics of low degree of automation and high safety risk. It is a weak link in the production of automated container terminal. Reasonable design of auxiliary technological process is of great significance to improve operation efficiency and safe production. Combined with the construction cases of Guangzhou Nansha phase IV and Qinzhous Dalanping automated container terminals, the similarities and differences of the two auxiliary technological processes are compared and discussed for the key links. The construction practice shows that the auxiliary technological process of the automated container terminal needs to be designed in combination with the overall layout, process equipment and supporting infrastructure.

Keywords: automated container terminal; auxiliary technological process; design

集装箱码头主要装卸工艺流程包括标准集装箱装卸船、外集卡提送箱、特殊集装箱装卸和水-水中转“直装直卸”流程等，是码头主要的生产流程。除装卸运输设备和控制系统外，自动化集装箱码头的主要装卸工艺流程与传统集装箱码头基本一致。而自动化集装箱码头的辅助工艺流程与传统集装箱码头相比有其特别之处，如前者将生产区划分为自动化作业区和非自动化作业区，针对设备保养维修、冷藏箱电源插拔等辅助生产业务尚需人工完成，设计其工艺流程时，需要从时间或空间上将自动化和非自动化业务进行隔离，以确保生产作业效率和人员设备安全^[1]。本文以广州南沙四期自动化集装箱码头^[2]和钦州大榄坪自动

化集装箱码头^[3]为例，对其辅助工艺流程进行详细论述。

1 自动化集装箱码头工艺布置

广州南沙四期自动化码头海轮泊位采用自动化单小车岸桥，自动化集装箱堆场采用平行码头布置、自动化单悬臂轨道吊作业，主要由自动化集装箱堆箱区、自动化水平运输设备装卸作业通道、港内外集卡交互区及相关附属设施组成。港外集卡运行于港内外交互区的陆侧端，而港内自动化水平运输设备均直接进入堆箱区进行装卸作业，见图 1a)。

钦州大榄坪自动化集装箱码头前沿采用自动

化双小车岸桥, 自动化集装箱堆场采用 U 形垂直布置、自动化双悬臂轨道吊作业, 外集卡进入堆场内的 U 形通道与智能导引运输车 (intelligent guided vehicle, IGV) 分别在轨道吊两侧悬臂下作业, 港内外水平运输设备交通组织物理分离, 见图 1b)。

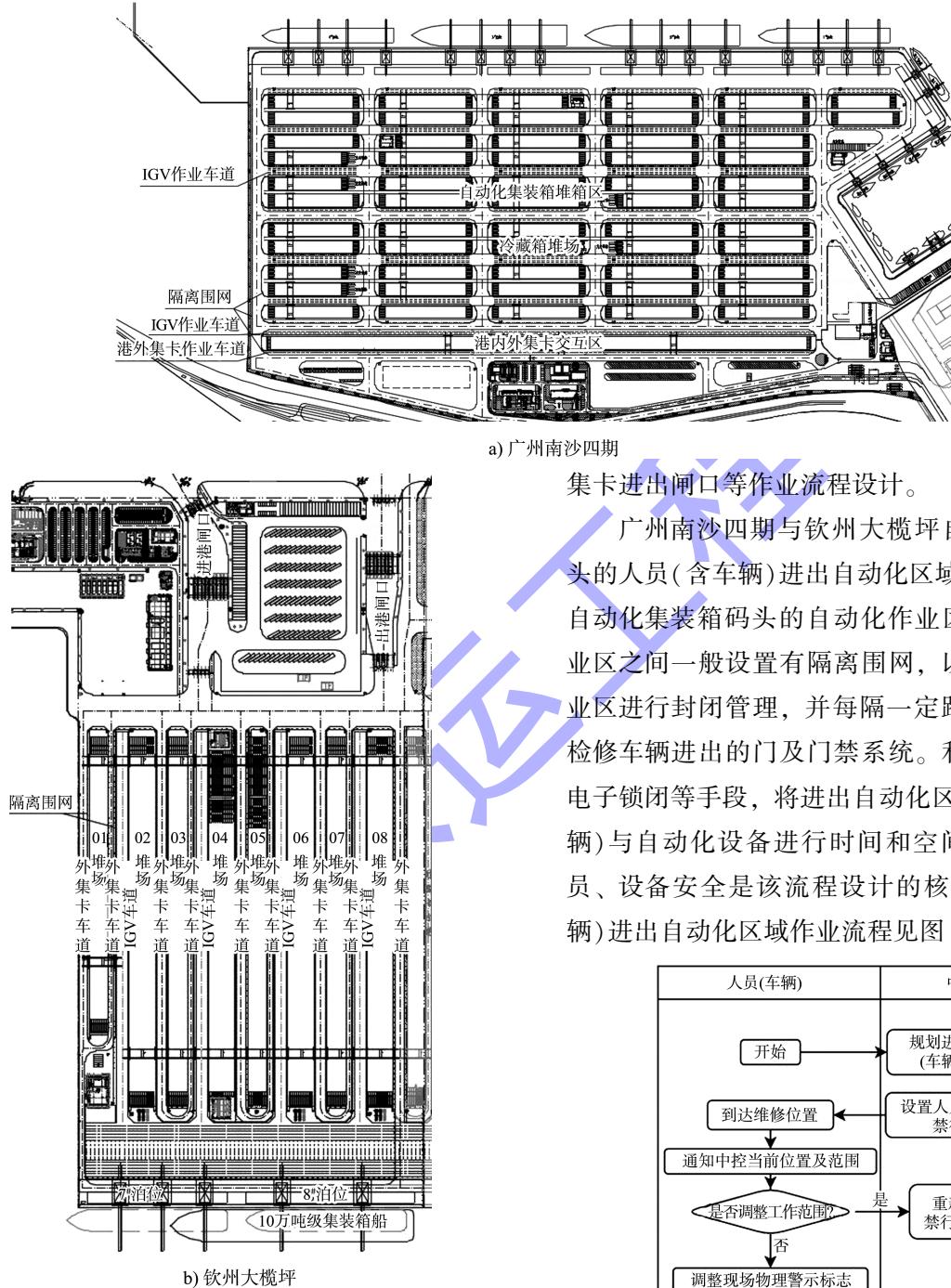


图 1 自动化集装箱码头工艺布置

2 自动化集装箱码头辅助工艺流程

2.1 人员(含车辆)进出自动化区域流程

自动化集装箱码头的辅助工艺设计主要包括人员(含车辆)进出自动化区域、自动化设备检修、IGV 充电、IGV 故障救援、冷藏箱插拔电源、外

guided vehicle, IGV) 分别在轨道吊两侧悬臂下作业, 港内外水平运输设备交通组织物理分离, 见图 1b)。

集卡进出闸口等作业流程设计。

广州南沙四期与钦州大榄坪自动化集装箱码头的人员(含车辆)进出自动化区域流程基本一致。自动化集装箱码头的自动化作业区与非自动化作业区之间一般设置有隔离围网, 以便对自动化作业区进行封闭管理, 并每隔一定距离设置人员和检修车辆进出的门及门禁系统。利用门禁系统或电子锁闭等手段, 将进出自动化区域的人员(含车辆)与自动化设备进行时间和空间隔离, 确保人员、设备安全是该流程设计的核心。人员(含车辆)进出自动化区域作业流程见图 2。

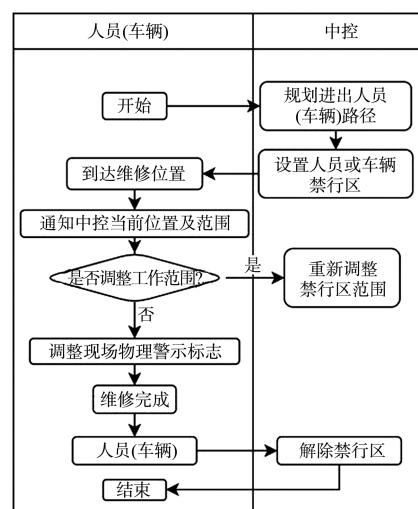


图 2 人员(含车辆)进出自动化区域作业流程

当 IGV、自动化轨道吊、自动化岸桥维修或保养需要人员或车辆进入自动化区域作业时, 码头中

控人员根据具体作业位置划定相应的自动化设备禁行区域并进行电子锁闭, 以避免维修人员进场救援时与自动化运行设备发生干扰或安全事故。

作业人员(含辅助维修车辆)接受中控指令后, 按指定的门禁刷卡进入自动化区域, 并按中控划定的路径到达目标作业位置; 维修或维护操作完成后, 再按中控划定的路径和门禁刷卡出场, 随后中控对禁行区域进行解除。

2.2 自动化装卸设备维修和保养流程

自动化装卸设备包括自动化岸桥和自动化轨道吊。

南沙四期码头前沿采用自动化单小车岸桥, 轨内非自动化车道与自动化装卸车道采用围网隔离, 轨后设置检修车道, 可利用轨内非自动化车道和轨

后检修车道进行设备的维修和保养。堆场相邻箱区采用单悬臂自动化轨道吊“背靠背”成组布置模式, 轨道吊非悬臂侧相邻区域设置有检修通道。

钦州大榄坪码头前沿采用自动化双小车岸桥, 轨内设置舱盖板区和非自动化车道, 轨后设置自动化装卸车道, 可利用轨内非自动化车道进行设备维修和保养。堆场外集卡车道与自动化轨道吊之间设置围网进行物理隔离, 并在围网适当位置设置供车辆、人员进出的门禁, 可用于日常运营过程中的维护、检修、应急作业等。

作业人员利用自动化设备附近的检修通道进行设备维修和保养, 检修通道布置与设备形式、工艺布局有关。自动化岸桥和轨道吊的维修、保养作业流程一致, 如图 3 所示。

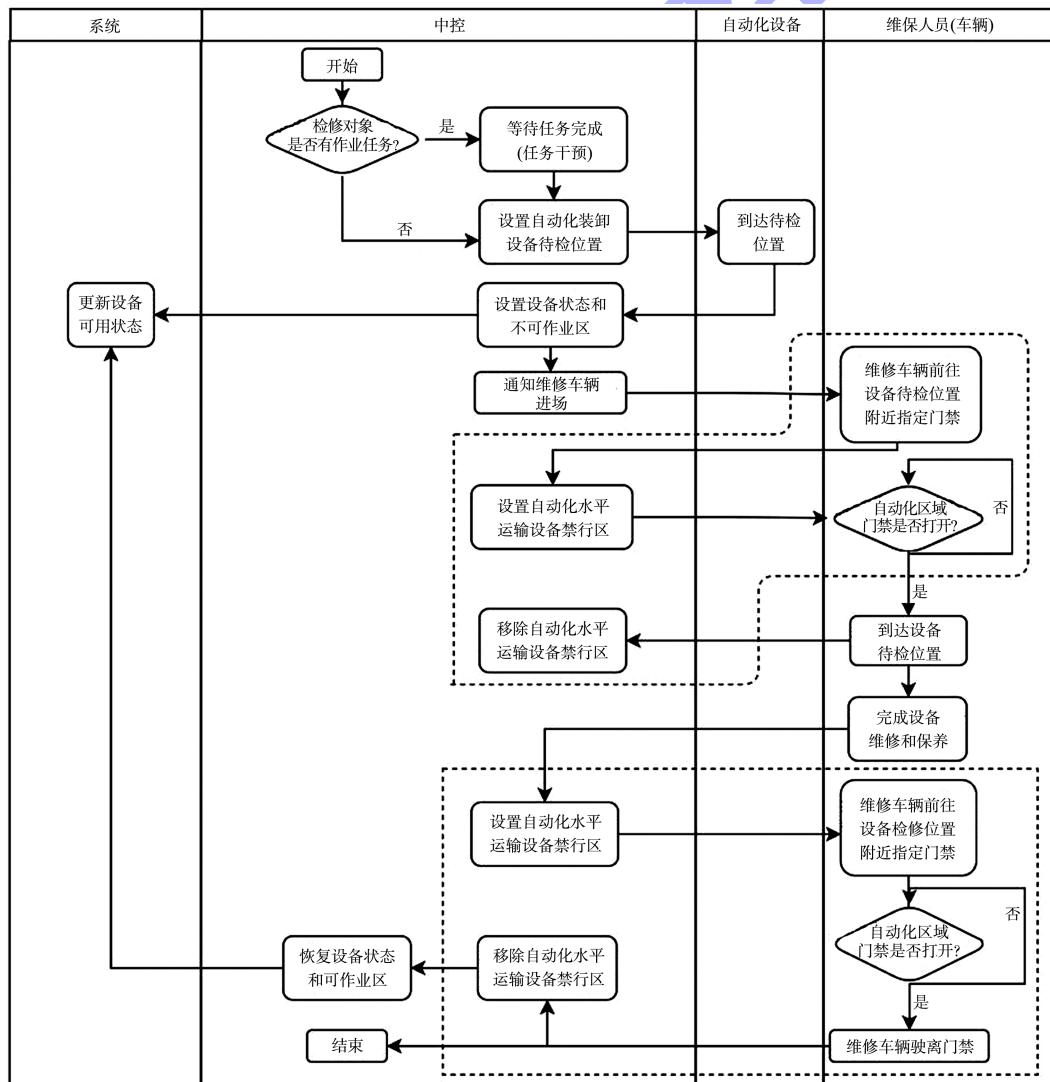


图 3 自动化装卸设备维修和保养作业流程

当人工驾驶维修车辆须经过自动化区域时,为避免与港区内自动化水平运输设备运行轨迹交叉产生安全风险,本流程应按照全过程执行;当人工驾驶维修车辆和人员在码头非自动化作业区域内即可开展堆场自动化装卸设备维修和保养工作时,可不执行设置和移除禁行区环节(图 3 中虚线框部分)。

当维修车辆和人员进入码头自动化作业区域内开展堆场自动化装卸设备维修和保养工作时,在作业前或完成后,维修车辆在自动化区域门禁和设备待检位置间的自动化区域内运行应执行“人员(含车辆)进出自动化区域流程”。

2.3 IGV 自动充电流程

IGV 充电包括机会充电和集中充电两种方式,广州南沙四期和钦州大榄坪码头均采用集中充电方式。自动化水平运输设备接收来自系统或中控的自动充电任务时,一般处于正在执行自动化任

务和闲置两种状态。若设备处于正在执行自动化任务的状态,则应根据设备当前电量与预设多级电量警戒线的对比情况,决策是否需要立即执行充电任务。若设备处于闲置状态,则可直接执行充电任务。

2.4 IGV 故障救援流程

南沙四期和钦州大榄坪码头的 IGV 故障救援流程一致。当 IGV 故障无法现场修复时,维修人员须根据故障 IGV 的实际情况,利用辅助设备将 IGV 运送至维修区。一般情况下,可利用牵引车拖拽 IGV 出场;当 IGV 轮系无法正常动作时,可利用正面吊将 IGV 吊装至牵引拖车上,然后运输出场,或利用正面吊直接将 IGV 吊装出场。执行 IGV 故障救援流程时,IGV 维修人员(或车辆)进出自动化区域还需要执行“人员(含车辆)进出自动化区域流程”。IGV 故障救援作业流程见图 4。

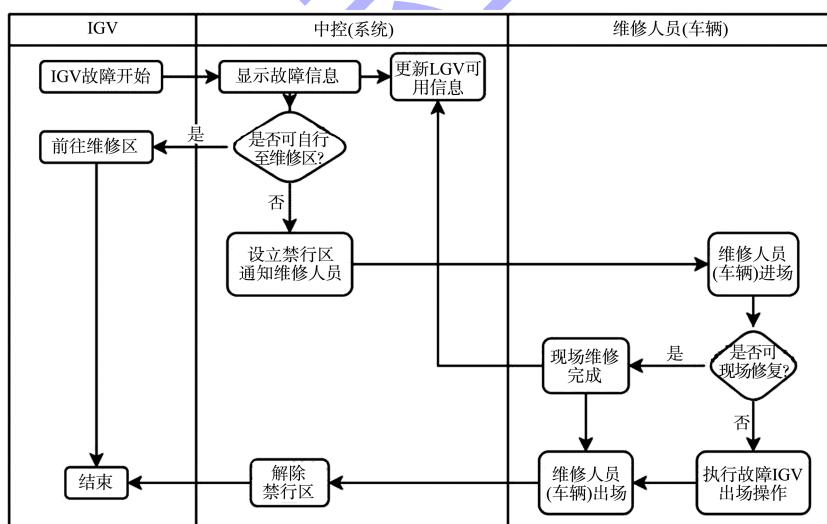


图 4 IGV 故障救援作业流程

IGV 进维修区: 故障 IGV 收到中控或系统发出的“前往维修区”指令后,IGV 自行运行至目标门禁指定位置(或中控人员将 IGV 运行模式切换成远控模式后,由中控人员将 IGV 远控至门禁指定位置),中控将 IGV 从系统车队中移出,现场人员(自动化区域外)在门禁外确认后,将 IGV 切换为本地模式,中控人员远程或现场人员现场开启

门禁,IGV 通过人工遥控进入维修区指定区域进行维修。

IGV 出维修区: 现场人员将 IGV 遥控至目标门禁点,与中控确认后,现场人员或中控远程开启门禁,IGV 遥控至门禁内指定位置,关闭门禁,现场人员通知中控接管 IGV 并编入车队,IGV 切换为自动模式。

IGV 日常维护进出维修区流程与上述相同。

2.5 冷藏箱插拔电源流程

广州南沙四期、钦州大榄坪自动化码头冷藏箱堆场均设置有箱底式通道, 见图 5。作业人员通过箱底式通道进入冷藏箱箱架进行拔插电源操作, 不同的是两者进入箱区通道的方式略有不同。

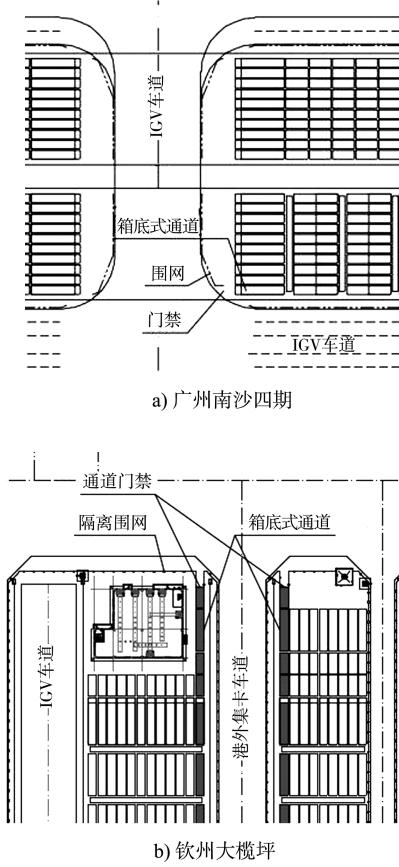


图 5 自动化码头冷藏箱堆场箱底式通道

南沙四期自动化码头冷藏箱堆场四周为 IGV 车道, 车道与堆场之间采用围网隔离, 作业人员无法通过非自动区域直接进入冷藏箱堆场, 须采取电子锁闭方式规划隔离作业人员通行路径, 避免与堆场自动化装卸设备和自动化水平运输设备产生轨迹交叉。

钦州大榄坪自动化码头冷藏箱堆场布置在条形堆场的陆侧端部, 靠轨道侧设置箱底式通道, 利用隔离围网将通道出入口与自动化区域物理隔离, 作业人员从港外集卡车道进出箱底式通道,

避免与自动化区域作业交叉^[4]。

冷藏箱插拔电源流程须与集装箱自动化轨道龙门吊设备管理系统联锁, 工作人员进入冷藏箱堆场作业区执行电源插拔操作须严格执行堆场内部操作规程, 在箱式专用通道和各冷藏箱架间的允许活动范围内等待作业指令, 见图 6。

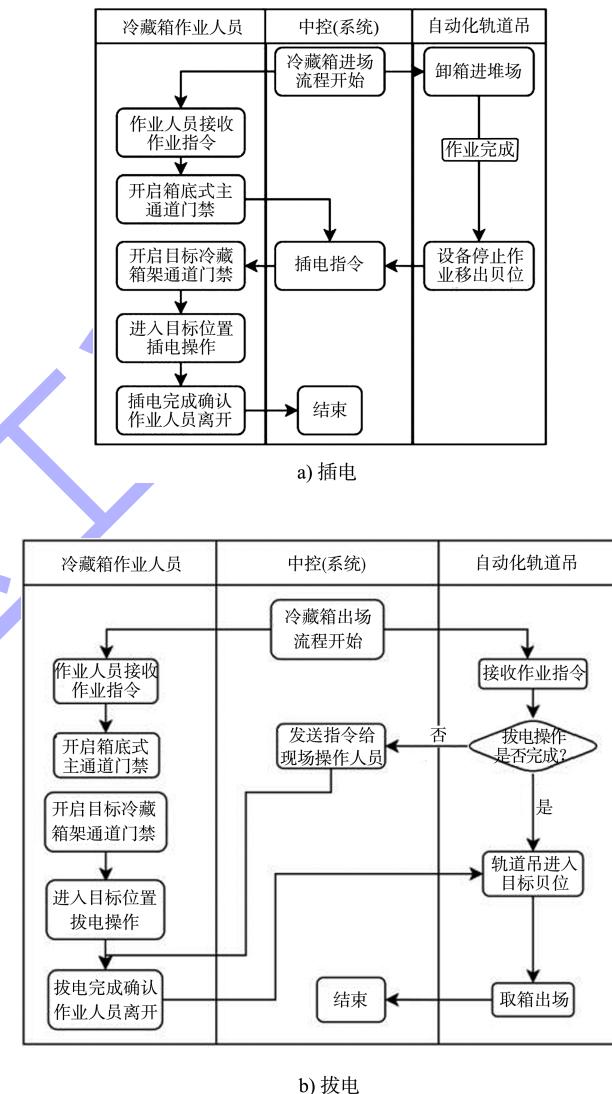


图 6 冷藏箱插拔电作业流程

2.6 外集卡进出闸口流程

2.6.1 闸口区布置

自动化集装箱码头闸口已完全实现了无人化, 南沙四期和钦州大榄坪自动化码头的进、出港闸口均采用 3 级闸口布置模式^[5], 见图 7。



a) 广州南沙四期

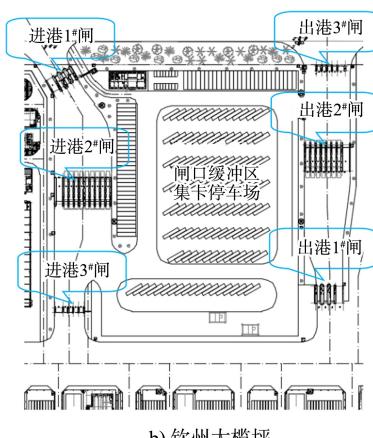


图 7 自动化码头闸口区布置

2.6.2 外集卡进闸

1) 进港第 1 级闸口为进港信息采集闸，主要用于进港外集卡的车牌号、箱号、箱门朝向、铅封、箱型、危险品标识、残损等信息的识别和采集。外集卡经过进港第 1 级闸口至第 2 级闸口的过程中，闸口管理系统对相关信息进行匹配与校验，判断异常或提前分配外集卡进港作业任务。

2) 进港第 2 级闸口为进港控制分流闸，主要对车辆进行作业信息校验与确认、过磅、作业任务小票打印、异常处理等。对于校验通过且无特殊作业要求的车辆，打印作业小票后，进港第 2 级闸口车道档杆自动抬起，司机驾驶车辆直接驶向进港第 3 级闸口；对于信息校验异常或有进港调箱门等特殊作业需求的车辆，则会提示司机进入闸口缓冲区停车场，待司机确认接收相关处理信息后，绿灯亮、车道自动档杆抬起，司机驾驶车辆进入闸口缓冲区进行异常或特殊作业处理，处理完成后，再驶入进港第 3 级闸口。

3) 进港第 3 级闸口为放行闸，主要进行过闸车辆的信息匹配与放行控制，防止异常的车辆进入港内作业区域。

对于进错码头或进闸异常需要直接返回的车辆，待车辆进入进港第 2 级闸口时，闸口提示车辆进入缓冲区处理，经缓冲区处理和指引，异常车辆通过指定的出港道路出港。

2.6.3 外集卡出闸

出港各级闸口功能与进港闸口类似，主要为：港外集卡在港区作业完成后，经过港内道路快速通过出港第 1 级闸口（信息采集闸）进行相关信息的识别与采集；随后进入出港第 2 级闸口（控制闸）进行相关信息识别，并对有过磅要求的车辆生成相应信息，同时校验车辆是否完成了所有作业任务、有无异常等，对校验通过的车辆，司机根据需要打印完信息小票后，直接绿灯亮、档杆自动抬起，放行车辆进入出港第 3 级闸口（放行闸口）；出港第 3 级闸口对车辆放行条件进行判断，满足放行条件则绿灯亮、车道自动档杆抬起，车辆直接出港，对有异常的车辆则提示其进入缓冲区进行异常处理。

3 结语

1) 将自动化区域的人员（含车辆）与自动化设备进行时间和空间隔离，确保人员、设备安全是人员（含车辆）进出自动化区域流程设计的核心。

2) 自动化设备检修通道布置与设备形式、工艺布局有关。

（下转第 98 页）