

# 自动化集装箱码头轨道吊维修区布局新模式



谢锡聪, 郭亚梦, 戴正辉

(上海国际港务(集团)股份有限公司, 上海 200080)

**摘要:** 针对如何布置自动化集装箱码头轨道吊维修区的问题, 将传统码头与自动化码头的堆场机械作业模式及维修模式进行对比, 并提出适合自动化集装箱码头轨道吊维修区布局的新模式, 并将其应用到洋山四期工程中。

**关键词:** 自动化集装箱码头; ARMG; 陆侧维修区; 海侧维修区

中图分类号: U 656.1<sup>+</sup>35

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)09-0122-04

## New layout of automatic container terminal's ARMG functional area

XIE Xi-cong, GUO Ya-meng, DAI Zheng-hui

(Shanghai International Port(Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China)

**Abstract:** In view of the layout of the automatic container terminal's ARMG maintenance area, we carry out a comparison of the stacking yard machines' operational modes and maintenance modes between the traditional container terminal and automated container terminal, and propose the new mode for the layout of ARMG maintenance area which is adaptable to the automatic container terminal, and applied to the Yangshan Phase IV project.

**Keywords:** automatic container terminal; ARMG; landside maintenance area; waterside maintenance area

自动化集装箱码头的出现, 是技术进步的产物, 也是码头经营者杜绝人为误操作、优化业务流程、提高码头整体效率的需要。世界各国自动化码头虽然在作业工艺及机械的选择上存在一定差异, 但自动化程度都相对较高<sup>[1]</sup>。为了提高自动化堆场作业效率及安全性, 堆场通常采用全封闭式管理模式, 堆场通过栅栏与其他工作区域隔离。这一模式改变了传统码头设备维修方式, 也对码头总平面布局中机械维修功能区布局产生了较大影响。如何科学合理地布置自动化集装箱码头 ARMG 维修区, 成为提高码头运行效率、充分利用土地资源和确保维修人员安全的关键问题。本文详细分析了传统码头堆场设备作业模式与自动化堆场设备作业模式以及两者之间的差别, 并结合目前技术发展及港口整体发展要求, 提出轨道吊机修区布局新方式, 并且将其运用于洋山四期工程中。

### 1 传统堆场与自动化堆场设备作业模式及修理模式比较

传统码头堆场基本采用平行码头前沿的布局方式, 装卸工具主要采用人工操作轨道吊或轮胎吊。堆场装卸机械与堆场间无固定对应关系, 作业人员可根据堆存装卸任务分布情况选择机械作业箱区。该作业形式灵活性较强, 堆场装卸机械需要维修或保养时可直接行至或拖至专门的机械修理区, 其作业任务将由别的机械完成, 对码头生产的影响较小。当对传统集装箱码头堆场设备进行检修时, 由于整个堆场是开放式, 修理人员可快速进入故障设备箱区对设备进行作业, 灵活、便捷性。

自动化码头堆场采用全自动或半自动(人工远程操作)堆场装卸机械, 为了最大限度地实现人机分离、提高码头作业效率与堆场作业安全性, 自动化码头堆场通过栅栏与别的作业区域隔离, 采

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 谢锡聪(1973—), 男, 工程师, 从事港口设备技术管理工作。

取封闭式管理模式。当修理人员需进入某个箱区进行机械维修时,要在该箱区对应的围网门禁处刷卡申请进入箱区,一台设备故障检修时不但会影响同一轨道上另一台设备,而且还会影响相邻箱区的设备运行,特别是海侧 AGV 伴侣边上维修区轨道吊修理,可能影响整个码头装卸船作业效率。其次,传统集装箱码头堆场箱区可以借助其他设备配合修理,如正面吊、堆高车、大铲车可直接开进箱区进行临时辅助应急作业,故障设备比较灵活地转移到其他箱区,一台设备故障时基本不影响其他设备作业;但自动化集装箱码头轨道吊都不具备这些条件。

传统码头与自动化码头堆场机械、装卸工艺、整体布局及故障处理方式的不同使得两者堆场机械机修区布置模式存在明显差异。传统码头堆场机械修理区布局模式研究及实践发展相对成熟,并获得一定成果。但是,若要将传统模式运用于自动化码头中,必将会影响自动化码头机械生产能力的发挥、降低码头生产效率,甚至使整个生产陷入瘫痪。因此,提出与自动化堆场机械作业规则、修理规则相符的机械修理区布置方式具有重要意义。



图1 陆侧交换区布置模式

### 3 自动化轨道吊保养及故障修理规则

#### 3.1 故障修理原则

故障按大小分为一般故障、较大故障、严重故障。一般故障,可以通过中控室远程维修台进行复位、PLC程序的临时强制,临时旁路等办法解决,若确实无法通过远程修复,修理人员通过门禁系统刷卡进入箱区查找故障并将其修复,此时相对应另一台 ARMG 大车降低速度运行,并发出语音提示修理人员注意安全。对于确实因各种原因在短时间无法修复的较大故障、严重故障,

#### 2 自动化轨道吊作业规则

海侧轨道吊主要负责海侧装卸船作业,陆侧轨道吊主要负责陆侧进提箱作业,两者能相互支援。优先级顺序是:装卸船—进提箱—堆场整理,即当两侧轨道吊当前任务位置存在冲突时,海侧优先级别高于陆侧。海侧以 AGV 到达海侧 AGV 伴侣支架车位,系统即根据时间先后顺序自动发送 ARMG 开始作业指令及开始作业时间,如海侧仍有支架空闲,则必须对海侧 ARMG 开始作业时间和 AGV 放箱到支架时间进行比较,以缩短 AGV 等待时间为准。陆侧交换区按照集卡司机在陆侧安全岛上确认可操作指令先后顺序—车牌识别系统、远程对讲系统、作业状态显示和相关的语音提示、车道信号灯系统、作业区域的入侵检测联动报警、作业车道的空闲状态检测等<sup>[2]</sup>。

系统根据某一箱区一定时间段计划作业箱量,判断海陆侧 ARMG 的优先级别。当 1 台 ARMG 繁忙而另 1 台 ARMG 空闲,则考虑接力,调用接力选位;当 2 台 ARMG 均处于繁忙状态时,则考虑将箱子就近放到海陆侧,调用海陆侧的临时选位(靠近海陆侧  $N$  个空倍位或暂无计划箱位),见图 1。

通过另一台 ARMG 能够将故障 ARMG 推至相对应维修区再进行修理。

#### 3.2 海侧或者陆侧维修保养规则

在海侧或者陆侧维修区停车到位的信号通过接口传给 TOS。一台 ARMG 到维修区后,该箱区的 TOS 指令只能发送到另一台 ARMG。陆侧 ARMG 进入维修模式后,由海侧 ARMG 执行列表的任务,此时海侧 ARMG 作业时无需再考虑陆侧 ARMG 的位置,因为其已停在已知的维修位置上。反之亦然。同时, TOS 系统收到某个 ARMG 进入

维修状态后,应尽量减少与该箱区有关箱子的进出。

### 3.2.1 陆侧维修区工作内容

每个陆侧交换区除作业车位以外,也为陆侧轨道吊的维修、保养等工作留出专用的轨道吊维修保养停放区域。

陆侧维修区主要负责:陆侧轨道吊日常保养、更换钢丝、重大项目修理、疑难故障临时停放区修理。除更换钢丝、更换吊具及吊具修理,尽可能少封闭相对应集卡装卸位,减少影响另一台 ARMG 的正常作业,被封闭装卸位对应车道信号灯为红色、显示屏显示设备正在修理,严禁集卡进入此车道作业。同时,硬件上也设置物理安全的隔离区域,增加双重保护,避免人机混合发生碰撞安全隐患事故。

### 3.2.2 海侧维修区工作内容

每个海侧交换区除 5 个 AGV 伴侣外,也为海侧轨道吊的维修、保养等工作留出专用的轨道吊维修保养停放区域。

海侧维修区主要负责:海侧轨道吊日常保养、更换钢丝、重大项目修理、疑难故障临时停放区修理。除更换钢丝、更换吊具及吊具修理,尽可能少封闭相对应 AGV 伴侣,减少影响另一台 ARMG 的正常作业,被封闭 AGV 伴侣将信号通过接口传给 TOS,取消该 AGV 作业指令。由于在海侧维修区进行 ARMG 修理,特别是更换吊具和修理人员驾驶车辆要从 AGV 高速通道进入,隔离 AGV 高速通道,这样必影响整个码头作业效率,均衡后确定海侧轨道吊是否需要马上修理。

### 3.3 轨道吊重大故障应急维修方案

由于 ARMG 不同传统轮胎吊:轮胎吊具有较强的灵活性,发生故障时,通过一台拉动将其自由地转移到其他箱区,或者正面吊、堆高机进入辅助临时作业;但轨道吊不同,只能在同一箱区不同位置转移,故在海陆侧设有维修保养修理区,当一台 ARMG 发生故障、并且在短时间内无法修复时,通过应急方案将其移到相应维修区,故在制造轨道吊时,要制定重大故障应急方案。

#### 1) 起升变频器发生重大故障。

起升变频器发生重大故障无法在短时间修复时,可以切换到大车变频器低速运行,将吊具上箱子处理完毕,起升到最高点,然后大车运行到指定位置进行修理。

#### 2) 大车变频器发生重大故障。

大车变频器发生重大故障无法在短时间修复时,可以切换到起升变频器低速运行,然后大车运行到指定位置进行修理。

#### 3) 小车变频器发生重大故障。

手动释放制动器,通过小车制动盘加装的手动盘车辅助工具,将小车盘到合适位置。

#### 4) 系统发生故障。

根据全自动化轨道吊的特点,在极端情况下,轨道吊的三大机构无法通过电动来控制运行时,须采用应急处理模式。下面以吊具上吊着箱子出现极端故障时,须考虑如何将箱子放掉,如何将轨道吊移至 BLOCK 末端的维修区,确保该 BLOCK 另一台轨道吊可以全程作业。工况和操作步骤如下:

#### ① 小车应急处理模式。

小车应急工况:轨道吊出现极端故障,根据堆场的堆存情况,须将小车停到适当的位置,才能将吊具上箱子放掉。

操作步骤:手动打开小车制动器——通过小车制动盘加装的手动盘车辅助工具或者用葫芦拉的方式,缓慢地将小车移到合适的目标位。

#### ② 起升应急处理模式。

起升应急工况:当轨道吊出现极端故障,需要将起升拉倒最高位,才能确保大车能顺利地移进维修功能区。

操作步骤:将小车停到合适的位置——手动控制起升制动器的开合,缓慢地将吊具放下,直到钢丝绳略微松弛——解开吊具与上吊架之间的连接——打开起升制动器,通过起升制动盘加装的手动盘车辅助工具,缓慢地将上吊架升到最高位后,关闭起升制动器。

#### ③ 大车应急处理模式。

大车应急工况:当轨道吊出现极端故障,根

据港区作业情况, 需要将其推至 BLOCK 的末端维修功能区, 确保该 BLOCK 另一台轨道吊可以全程作业。

操作步骤: 通过应急开关打开将被救援轨道吊制动器、夹轮器——将正常轨道吊移至被救援轨道吊侧面, 并在两台轨道吊之间 U 型板上安装连接推杆——以安全速度(建议不超过 5% 全速)将其推行至 BLOCK 末端——当陆侧轨道吊营救海侧轨道吊时, 还需要配备一名维修人员, 通过大车卷盘手持式操作手柄, 来操作被救援轨道吊高压电

缆的收缆工作。

#### 4 洋山四期自动化轨道吊堆场功能布置方式

##### 4.1 洋山四期自动化码头基础设施现状

洋山四期自动化码头位于东海大桥大乌龟岛南侧, 陆域面积 223.16 万 m<sup>2</sup>, 横向宽度约 3 km, 纵深 202.5~638 m, 平均纵深 500 m, 7 个泊位, 设计年吞吐能力 630 万 TEU。相较于传统集装箱码头, 码头陆域面积小, 码头纵深短, 可利用的土地面积有限<sup>[3]</sup>, 具体规划见图 3。

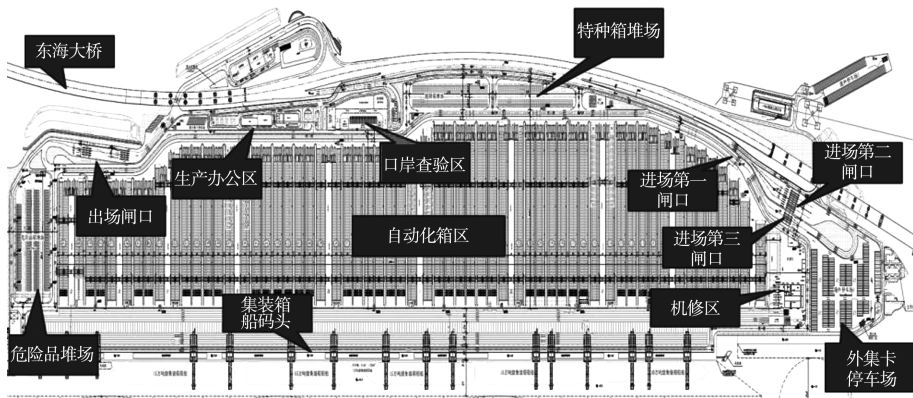


图 3 洋山四期整体规划

##### 4.2 洋山四期轨道吊堆场功能布置

洋山四期自动化码头采用垂直与岸线的纵向堆场布置, 单街轨道吊只有 2 台, 陆侧轨道吊在装卸作业过程中采用自动化加人工干预的远程操控方式, 其余作业过程均为全自动化模式; 海侧轨道吊则完全采用自动化模式。交接区设在箱区

的两端: 海侧为 AGV 交接区, 每个箱区设有 5 个 AGV 支架; 陆侧为集卡交接区, 每个箱区布置 5 个集卡装卸位。同一箱区 2 台轨道吊各自负责相应端交接区的装卸作业, 同时又可互相支援。另外, 箱区海侧端部设有海侧轨道吊故障维修区, 陆侧端部设有陆侧轨道吊维修区(图 4)。

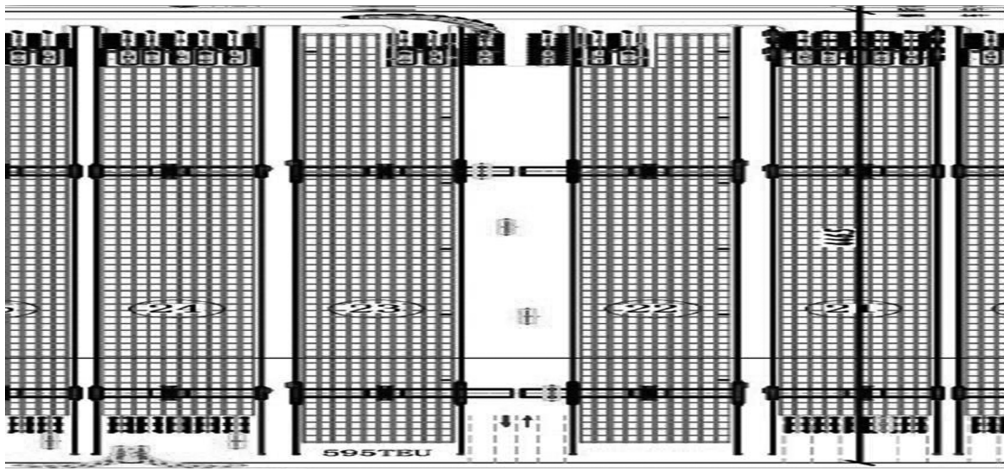


图 4 洋山四期堆场机械修理区布置

(下转第 133 页)