

# 轨道式龙门吊远程控制系统 在集装箱堆场中的应用

袁耀<sup>1</sup>, 何雨生<sup>2</sup>, 秦文峰<sup>2</sup>

(1. 山东省交通规划设计院集团有限公司, 山东 济南 250101; 2. 兖矿东平陆港有限公司, 山东 泰安 271000)

**摘要:**近年来, 集装箱码头建设得到了显著提升, 集装箱码头的竞争力主要取决于码头的作业效率和服务水平。如何提高集装箱码头作业效率、保障工作人员的安全越来越受到重视。传统龙门吊的作业存在设备利用率低、现场工作环境恶劣、高空作业存在安全隐患。本文设计了一套轨道式龙门吊远程控制系统, 并用于某港口工程, 将龙门吊司机转移到环境舒适的远程控制中心, 实现了龙门吊设备远控管理, 以降低司机工作强度, 提升龙门吊作业的整体效率, 进而提高码头运行效率。

**关键词:** 集装箱码头; 龙门吊; 远程控制系统; 作业效率

**中图分类号:** U656.1+35

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006—7973 (2023) 03—0037—03

## 1 引言

自动化、智能化是港口码头的发展趋势。轨道式龙门吊是集装箱码头常用设备, 因而, 对轨道式龙门吊作业过程和效率的研究格外重要。传统龙门吊的作业存在设备利用率低、现场工作环境恶劣、高空作业安全隐患等缺陷。本文利用先进的计算机管理技术、自动化技术、通信技术, 设计了一套轨道式龙门吊远程控制系统, 通过将传统龙门吊进行自动化升级改造, 将驾驶台后移至办公室, 实现远程控制, 将龙门吊司机转移到环境舒适的远程控制中心, 以降低司机工作强度, 提高整体作业效率, 通过系统配置的设备获取相应的任务和相关的摄像头画面, 通过人工远程操作, 发送给不同的设备对应的指令, 再把指令运行结果反馈给计算机管理系统, 节省操作台的空间和成本, 提升龙门吊作业的整体效率。实现远程操控后, 人机比例可由纯人工操作状态下的 1:1 提升至 1:4 不仅操作环境得到改善, 规模使用后可以使综合人力成本下降 50% 以上, 能够使港口企业减少驾驶员, 节约人工成本, 同时提高港口无人化水平, 也提高了安全性。

## 2 工程概况

本工程建设 8 个 1000 吨级泊位, 其中 5 个泊位主要用来进行集装箱装卸, 泊位总长度 650m, 设计综合通过能力为 664 万吨/年, 其中集装箱通过能力 40.9 万 TEU/年。集装箱堆场采用 4 台轨道式龙门吊装卸重箱, 采用 2 台空箱堆高机装卸空箱, 水平运输采用集装箱牵引拖挂车, 拆装箱采用 45t 正面吊及 3t 箱内叉车进行作业。

## 3 轨道式龙门吊远控系统的设计

### 3.1 系统方案

本工程设计一套轨道式龙门吊远程控制系统, 使操作人员通过中控室远程操作台完成对大机、水平运输设备、堆场设备的监控和操作。无论是装载或者卸载作业, 大部分的操作都自动完成, 大机的作业指令来自计算机管理, 可实现带路径优化的自动运行、堆场自动着箱等功能, 中控室操作人员只需要在个别情况下对车道集卡安全高度以上手动接管吊具的下降、着箱和开闭锁等有限几个动作, 用以确保安全。

### 3.2 系统结构

轨道式龙门吊远程控制系统主要包括设备调度控制管理系统 (ECS 系统)、远程管理系统 (RCMS 系统)、计算机调度管理系统等 (TOS 系统)、远程控制站 (包括操作手柄、面板按钮、控制触摸屏; 视频监视器、显示器; )。根据 TOS 发来的工作指令, 自动控制大机设备的运行, 在远程操作人员的辅助或者无需辅助的情况下进行着箱和开闭锁等操作, 实现的功能有主机构定位、吊具定位、目标位置定位、集卡引导、集卡防吊起、大车防撞等。具体的系统组成结构示意图如图 1 所示:

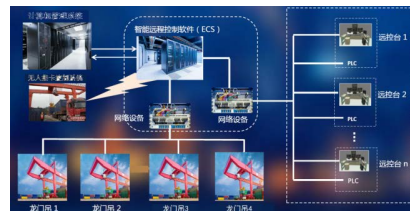


图 1 龙门吊远程控制系统的架构图

#### 3.2.1 计算机管理系统 (TOS 系统)

计算机管理系统由资源计划系统、电子数据交换系统、监控及识别软件、作业计划系统和设备控制接口组成, 其主要功能是计划和指派任务、管理任务状态以及向设备控制系统发送指令并接收反馈信息。

计算机管理系统 (TOS) 以数据库为核心, 以信息系统为平台, 以行政办公系统和集装箱码头生产管理系作为面向内部用户的界面, 客户服务系统作为面向外

部用户的界面，集成各类业务系统的总体结构。管理系统由资源计划系统、电子数据交换系统、监控及识别软件、作业计划系统和设备控制接口组成，其主要功能是计划和指派任务、管理任务状态以及向设备控制系统发送指令并接收反馈信息。

根据码头运行管理中的不同的任务分为计划、操纵、作业支持以及管理等几大类，同时各类之间又有具体的业务操作。

### 3.2.2 设备控制系统（ECS 系统）

设备控制系统（ECS）的主要功能包括接收作业信息、驱动设备执行指令、监控设备运行状态、向管理系统反馈作业信息及设备状态等。设备控制系统（ECS）与管理系统（TOS）之间通过数据交互接口实现任务指令传输和处理。为使数据流转更加高效、灵活，设计管理总线架构，由管理总线连接指令模块与控制模块，并通过发布和订阅机制完成高密度数据交换。采用管理总线架构后，用户可以根据需求定制所需要的模块，实现控制设备的自由组合和灵活添加，以适应未来码头的发展要求。

### 3.2.3 龙门吊监测和管理系统（RCMS 系统）

龙门吊监测和管理系统具有数据搜集、分析、管理、故障诊断和维护功能。龙门吊与控制中心之间通过光缆进行实时通信和数据交换。在控制中心能实时显示龙门吊的主要技术参数和运行状态。龙门吊状态监测和管理系统主要显示的内容如下：①龙门吊实时总状态；②龙门吊各机构单独实时运行状态，震动监测；③故障报警；④故障诊断指南；⑤有关参数和图形实时显示，并可存盘打印；⑥对每工班、每日、每月的作业箱数、重量、作业小时等实现自动统计和打印；⑦设备维修保养情况；⑧各机构运行时间。

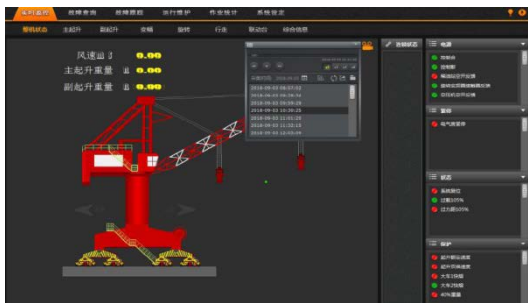


图 2 龙门吊监测和管理系统图

### 3.2.4 远程操作控制系统

中控室配置两台远程操作台，操作司机可利用远程操作台远程操控龙门吊进行半自动作业；操作台通过交换机与各系统服务器连接，司机通过终端向码头生产管理系统反馈相关作业信息，通过数据交互的方式与码头生产管理系统进行信息交互。

每一个远程操作台可以监控并控制任意一台龙门吊，实现多对多工况。

远程操作台上布置了远程操作所需的按钮、转换开关、指示灯及操作手柄、显示屏、可显示状态及操作

控制的触摸屏、语音通话设备、生产管理系统、远控 PLC、司机座椅以及其它的配件。在远程操作台的后面集成有控制箱，控制箱内远控 PLC，接收远程控制软件发送过来的指令，通过以太网接口与堆场内龙门吊上的远控 PLC 进行通讯。操作台上的按钮、转换开关、指示灯及操作手柄等信号进入 PLC 的 I/O 模块。

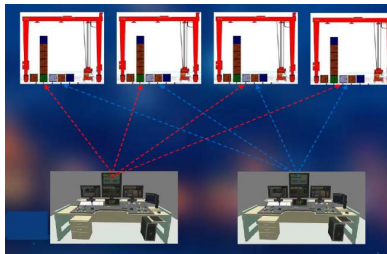


图 3 龙门吊远程操作控制系统图

### 3.3 操作方式

龙门吊设备可根据每个作业阶段的状态、要求，在不同阶段选择不同的操作方式：

(1) 当龙门吊设备进行装卸箱作业时，采用远程操作方式。在远程操作模式下，大机设备所有的工作指令都直接来自 TOS 系统。无论收箱或提箱作业，大多数操作都能自动完成，包括带路径优化的自动运行、吊具倾转控制、集卡引导、自动着箱等；为了确保安全，操作员只需要在车道一侧集卡车安全高度上手动接管机构运行和开闭锁等有限几个动作，且自动、手动操作过程能做到无缝切换。大机设备上自动化功能的实现能有效地减轻司机工作强度，并提高堆场的工作效率。

(2) 当龙门吊设备遇到状况或从安全方面考虑，需要进行远程人工干预时，采用人工远程操作方式。

(3) 当龙门吊设备遇到故障或处于维修状态时，采用本地状态下的手动操作方式。

### 3.4 作业流程

自动化轨道式龙门吊集装箱堆场作业流程分为进箱作业、出箱作业。

#### 3.4.1 进箱工作流程

堆场调度员在计算机管理系统上计划进箱作业任务，并下发作业指令给场站管理系统。带箱集卡进入作业堆场入口，入口 RFID 识别拖车车号并反馈给场站管理系统。场站管理系统根据入口 RFID 识别的拖车，自动执行相对应的拖车指令。龙门吊接收到场站管理系统指令大车自动运行到提箱目标位置，集卡到达目标作业位，集卡引导系统引导集卡精准停车。小车自动运行到目标车道上方，起升自动下降到集卡上方安全高度。人工操作龙门吊吊具下降、着箱，自动闭锁。人工操作龙门吊吊具上升 500mm，判断有无挂锁等异常状态，人工起升手柄回零再次上升确认，转入自动运行，起升自动上升。小车自动运行到放箱排位，吊具自动下降到目标箱上方安全高度。

#### 3.4.2 出箱工作流程

堆场调度员在计算机管理系统上计划出箱作业任

# 面向长江堤防的智慧限行集成技术研究设想

张洁<sup>1</sup>, 居鸿洋<sup>2</sup>, 胡操<sup>3</sup>, 徐逸文<sup>3</sup>

(1. 南京市水务建设工程有限公司, 江苏 南京 210011; 2. 南京振高建设有限公司, 江苏 南京 211300;  
3. 南京市长江河道管理处, 江苏 南京 210011)

**摘要:** 长江南京河段堤防限行措施存在智慧化程度低、不利于防汛及养护专用车辆通行、安全冗余度有待进一步提高、布置有待进一步优化等方面的不足, 本文通过技术调研以及查阅文献, 提出了一种面向长江堤防的智慧限行集成技术的研究设想, 进一步分析并提出了该技术的研究内容、拟需要解决的关键问题以及综合优势。分析结果表明, 该技术能够克服长江南京河段现有堤防限行措施的不足, 无论是在技术还是管理方面, 均具有一定的优势, 有一定的研究意义。

**关键词:** 长江; 堤防; 智慧技术; 限行; 研究设想

中图分类号: TV871 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2023) 03—0039—03

近期, 水利部先后出台《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》《智慧水利建设顶层设计》《“十四五”智慧水利建设规划》《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》等系列重要文件, 全面部署智慧水利建设, 并将数字孪生流域建设作为构建智慧水利体系、实现“四预”的重中之重。数字孪生流域是当下的研究热点, 河道堤防工程是其重要组成部分, “四预”的许多场景与河道堤防工程直接和间接相关, 需要加强对堤防防汛道路管理的智慧化研究和探索, 为数字孪生流域实现提供基础部件支撑。

## 1 限行措施现状与不足

南京市长江堤防约 270km, 历经 1988 年达标建设、

2010~2013 年防洪能力提升建设、2015 年城区滨江风光带建设等, 已全部达到防洪标准, 在抵御洪水、保障南京市防洪安全方面发挥了巨大的作用。其中防洪能力提升段堤防长度约 102km, 以挡墙结合土堤型式为主, 坡比 1: 3, 墙高 0.5~1m, 堤顶宽度 8m, 堤顶设防汛道路, 以沥青路面为主。

### 1.1 限行措施现状

考虑堤防道路等级相对市政交通标准低, 抗压能力弱, 为避免超载车辆对防洪能力提升段堤防造成严重损坏, 工程实施前后, 建设单位及运行管理部门在上堤路口及堤顶部分位置设置了若干限宽路墩和限高杆 (如图 1(a))。限宽路墩净宽 2.5m, 设置后不可移动; 限高杆净高 2.5m, 非汛期关闭, 汛期打开 (如图 1(b))。

务, 下发作业指令给场站管理系统, 空集卡进入作业堆场入口, 入口 RFID 识别拖车车号并反馈给场站管理系统。场站管理系统根据入口 RFID 识别的拖车, 自动执行相对应的拖车指令。龙门吊接收到场站管理系统指令, 大车、小车自动运行到提箱目标位置, 起升自动下降到目标箱上方安全高度。人工操作龙门吊吊具下降、着箱, 自动闭锁。集卡到达目标作业位, 集卡引导系统引导集卡精准停车。小车自动运行到目标车道上方, 起升自动下降到集卡上方安全高度。人工操作龙门吊吊具下降、放箱、开锁。人工操作龙门吊具上升 500mm, 判断有无挂锁等异常状态, 人工起升手柄回零再次上升确认, 转入自动运行, 起升自动上升, 指令完成。

## 4 结语

本文针对传统龙门吊的作业存在设备利用率低、现场工作环境恶劣、高空作业安全隐患等缺陷, 提出了一种智能高效的轨道式龙门吊远程控制系统, 并对该系统的总体架构和功能分析进行了详细的介绍。本系统已在

该港口稳定运行了一段时间, 使用效果良好, 操作简单, 可靠性和实用性高, 改善了司机的作业环境, 降低司机工作强度, 提高港口整体作业效率, 具有广阔的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 中交第二航务工程勘察设计院有限公司. 河港总体设计规范: JTS166-2020[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2020.
- [2] 中交水运规划设计院有限公司. 集装箱码头计算机管理控制系统设计规范: JTJ/T282-2006. 北京: 人民交通出版社, 2006.
- [3] 中交水运规划设计院有限公司. 集装箱码头堆场装卸设备供电设施建设技术规范: JTS196-9-2014. 北京: 人民交通出版社, 2014.
- [4] 钱继锋. 集装箱码头“岸桥-集卡-堆场”作业计划优化[D]. 北京交通大学, 2014.

项目基金: 山东省交通科技项目 (2016B35)