

# 集装箱码头轨道吊(半)自动化改造方案

郝红

(青岛港湾职业技术学院, 山东 青岛 266404)

**摘要:**集装箱码头轨道吊是集装箱码头作业系统的重要组成部分,其自动化程度直接影响了码头的综合作业效率,本文以青岛港轨道吊为例,在保证安全和作业效率的同时,尽量利用现有机械、电气设备,通过逻辑衔接、加装检测设备和监控系统,完成了自动化改造,减少了操作人员,提高了设备的可靠性、可维护性和维护的便利性。

**关键词:**集装箱码头轨道吊;自动化改造;检测设备;监控系统

## 1 自动化改造概述

现以青岛港三台无外伸臂轨道吊(原上海港机厂(SPMP)制造)为例,拟通过改造基本实现远程自动化操作,该(半)自动化改造方案,通过可预期的操作时间,提高生产组织的准确性,提高码头综合服务水平。

### 1.1 设备简介

该轨道吊电控系统为安川品牌,主要技术参数为吊具下额定起重量 41T,跨度为 36.5 米,吊具下起升高度为 21.48 米。目前设备具备了部分机构定位条件。

### 1.2 需要实现的功能

**全自动化作业模式:**在堆场内移动、翻倒箱,在集卡上抓取集装箱全部由轨道吊自动完成,向集卡落箱的最后过程采用人工确认或者辅助作业;**半自动化作业模式:**轨道吊收到操作指令后首先跑到到指定位置,自动完成定位、起升/下降动作,仅在最终的抓/放箱过程中由人工完成;**人工(远程)作业模式:**操作人员在(远程)操作台前人工完成所有操作。

### 1.3 需要实现的技术要求

**码箱效率:**根据预先指定好的作业规则,大车本位不移动,在拖车足够的情况下,自动码箱效率不低于未改造前的人工作业效率。**综合作业效率:**按照码头正常作业安排,一个月内的综合作业效率不低于未改造前综合作业效率。

### 1.4 改造范围

与码头共同完成 TOS 相关接口与业务逻辑衔接;起升/大车/小车机构运行精确控制和定位;加装检测装置,实现自动化定位和取放箱;增加视频监控系统;升级原有 CMS 系统;吊具增加防摇;提供可靠的通讯方案,满足运行所需的通讯带宽和实时性、可靠性要求;增加确保设备安全运行的监控手段,对重点部位进行状态监测;其他部分设备改造。

## 2 改造分项

改造内容分为控制中心、现场设备以及其他三类。

**2.1 控制中心.****2.1.1 RMGC 自动化管理系统.**增加相应的服务器等硬件,通过与 TOS 等其他系统接口进行业务逻辑处理以及设备作业分配;采集现场所有设备的实际信息进行数据处理,并将处理结果发送给中控 PLC 系统。**2.1.2 远程操作台.**通过增加触摸屏、主令手柄、按钮等元器件以及服务器等硬件,实现远程操控。**2.1.3 视频系统.**在机上安装 CCTV 高清摄像头,覆盖作业场区,辅助操作人员作业,为满足作业需求,在作业过程中 PLC 与视频系统通过通讯自动切换画面。**2.1.4 辅助作业系统 OAS.**控制中心安装辅助作业系统,操作人员可以通过模拟动画

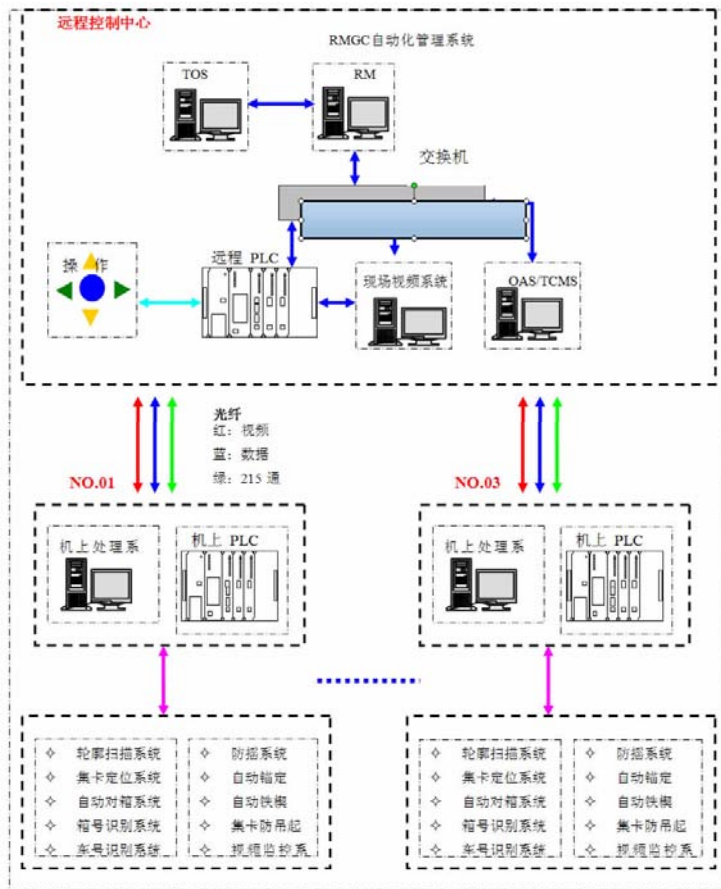


图1 改造后的系统图

了解设备实际的动作以及现场所有系统的实际作业状态。**2.1.5 对讲系统.**通过中控操作台上的麦克风可以与现场设备喊话。**2.1.6 设备监控系统 TCMS.**通过对现有 CMS 进行升级,提取必要的对自动化作业有用的信息,掌握现场设备作业状态以及必要的控制功能。**2.1.7 控制中心 PLC 系统.**在控制中心增加一套 PLC 系统,通过控制中心 PLC 与设备上 PLC 的通讯,实现远程设备控制。本次控制中心 PLC 和设备上 PLC 采用同品牌、同型号产品。

**2.2 现场设备.****2.2.1 位置定位.**通过绝对值编码器进行定位,目前设备上起升机构绝对值编码器功能完好,改造时可以不予考虑,小车机构轨道有齿条,故采用绝对值编码器即可,大车机构利用绝对值编码器以及激光校正实现精确定位。**2.2.2 自动对箱.**采用一套自动对箱检测系统,实现吊具自动精确着箱、堆箱。**2.2.3 软着箱.**通过轮廓扫描得到的目标位的具体距离,与 PLC 系统不断的数据交换中,软件进行相关数据模块处理,并控制吊具软着陆。**2.2.4 集卡定位.**通过激光扫描仪对到 (转下页)

# 基于 FLAC 的某城市综合管廊开挖引起的地表沉降数值模拟对比

郭延华 马 骏 崔龙丹 乔 趁 王 鹏

(河北工程大学土木工程学院, 河北 邯郸 056038)

**摘 要:** 运用有限差分数值模拟软件 FLAC<sup>3D</sup> 对某城市综合管廊地表沉降进行了不同开挖深度的地表沉降数值模拟实验, 获得了某城市综合管廊地表沉降的大致规律及其他参数指标, 并运用模拟结果对某城市综合管廊地表沉降的最终沉降数值进行对比, 得出不同模拟方法的沉降数值差异, 从而优化数值模拟的方法。

**关键词:** FLAC<sup>3D</sup>; 城市综合管廊; 数值模拟; 对比

## 1 概述

城市地下综合管廊, 笼统的解释为: 在道路的某一特定的地层下, 将敷设管线的管道统一建设, 一次投资, 终身受益。例如: 敷设有电视线路、电力输送、通讯毗连、给排水管道、热力供给、燃气供送等, 与居民息息相关的管道线路工程。地下综合管廊建设, 是建设智慧城市、海绵城市的首选, 是我国“十三五”宏伟蓝图的亲之于民的项目, 中国作为一个发展中的现代化国家, 将建设更多的“海陆空”立体式交通, 其中地下综合管廊将会不断加快建设并投入运营。

城市地下综合管廊的开挖会引发许多岩土问题, 沉降变形施工全过程沉降进行严密的监控预测, 最大限度的减少地层的沉降量, 严格控制沉降, 密切关注后续的沉降, 尽最大限度的减少对周围环境的影响。采用 FLAC<sup>3D</sup> 模拟控制沉降是本轮文的主要方法。

## 2 城市综合管廊开挖引起的地表沉降数值模拟

达集卡进行扫描, 通过 LED 显示屏提醒司机快速泊车。2.2.5 轮廓扫描。通过激光扫描仪对场地集装箱轮廓进行扫描, 经过系统数据处理控制设备按照最优路径行走, 提高作业效率。2.2.6 吊具防摇。通过检测吊具与小车的相对角度偏差, 控制小车运行的速度, 使吊具迅速停止摆动。2.2.7 箱号识别 CNR。通过图像识别技术, 识别出集装箱箱号, 并将采集信息与 TOS 系统比对。2.2.8 车号识别 CLPR。通过 RFID 对车牌号进行识别。2.2.9 大车防撞。通过在大车四个腿上安装超声波传感器实现大车防撞。2.2.10 自动锚定。通过加装电力推拉杆以及控制电路硬件, 实现远程自动锚定。2.2.11 自动铁楔。通过增加自动铁楔以及控制电路硬件, 大车行走铁楔抬起, 大车停止铁楔落下。2.2.12 集卡防吊起。通过加装激光探测器以及相应的控制回路, 通过检测信号来判断是否集卡被吊起。2.2.13 吊具微动 (使用用户现有 ELME 吊具)。在原有吊具以及上架上增加相应的油缸以及控制电路, 实现吊具微动。2.2.14 吊具垂缆出筐检测。检测起升过程中吊具垂缆出筐。2.2.15 通讯。更换带光纤高压电缆等, 同时铺设地面与中控之间的光缆。

## 3 改造后自动化作业模式

3.1 作业模式分类。全自动化 (集卡上方手动放箱, 翻倒箱、车道抓箱、场区内抓落箱自动完成)。半自动化 (抓落箱时手动, 其他部分自动完成)。人工远程操作 (整个作业过程依靠视频系统人工操作完成)。

3.2 作业模式选择。控制中心操作台安装选择开关, 可选择全自动 / 半自动 / 人工远程操作; 根据作业需要, 可以将全自动变为半自动或人工远程操作。当选择半自动化模式时自动对

本文考虑现实情况进行建模。模型的范围取, 长 42m, 宽 50m, 高 25 m, 取地表为自由边界, 模型的前后  $y=0$ ,  $y=50$ , 模型的左右  $x=-21$ ,  $x=21$ , 模型的下方  $z=-12$  限制其移动, 地面固定, 限制位移, 本文中综合管廊土体的开挖采用空模型 (Null), 土体采用摩尔 - 库伦模型 (Mohr-Coulomb), 盾构管片采用壳单元 (Shell), 根据实际情况, 综合管廊埋深 11m, 综合管廊外径 3.7m, 盾构内径 3m, 管片每环 1.2m 宽, 厚 0.35m。本模型的建立, 是对现实工程 1:1 的基础上进行模拟, 便于观察分析。

首先建模, FLAC<sup>3D</sup> 具有三维网格生成器, 模拟管道开挖 5m、10m、20m、30m、40m、50m。此后让数值软件开始模拟运算, 最后对后处理图形进行分析。建立的三维计算模型如图 1 所示。

对于模型参数的选取, 土体模型采用 Mohr-Coulomb 为准则的弹塑性模型, 管片和注浆体采用线弹性模型, 其中各土层物理力学参数如表 1 所示, 管片采用 C50 钢筋混凝土, 密度为 2500kg/m<sup>3</sup>, 弹性模量为 34.5Gpa, 泊松比为 0.2。 (转下页)

箱、软着箱、吊具微动功能将不起作用, 吊具在取落箱时全部由人工参与完成, 并在一定安全距离以上按照最优路径行走; 当选择人工远程操作时, 除了视频系统、自动铁楔、箱号识别系统、车号识别系统、大车防撞、集卡防吊起外其他系统不起作用, 设备的运行全部由人工远程通过视频系统辅助操作完成。

## 4 改造后系统图

图 1 为改造后的系统图。

每台设备都与 RMGC 自动化管理系统单独通讯, 此中央系统通过综合分析运算后将执行指令发送给中控执行 PLC 系统以及现场各设备, 实现设备统一调度。该改造方案经青岛港初步验收试验, 已达到规定的三种模式和所有功能, 改造后码箱效率和综合作业效率较改造前都有显著提高。

文中涉及的主要术语有: TOS: 港口生产系统; GP: 触摸屏; PLC: 可编程逻辑控制器; CPS: 集卡自定位系统; GCP: 场地集装箱轮廓扫描系统; OAS: 操作辅助系统; CNR: 集装箱箱号识别系统; CLPR: 集卡车牌识别系统; RMS: 轨道吊管理系统; TMS: 集装箱运输管理系统。

## 参考文献

- [1] 马会军, 信毅, 王洪亮. 集装箱轨道吊远程自动控制系统设计及优化[J]. 集装箱化, 2014(12).
- [2] 吴照阳, 金帅, 戴正辉, 陈志伟. 集装箱码头自动化轨道吊定位技术及参数设定[J]. 水运工程, 2016(9).