



随着海运船公司的重新洗牌，船型越来越大，单船箱量变大，对码头短期的集疏港带来压力，传统集装箱码头的自动化需求已经非常迫切

传统集装箱码头自动化探索与实践

撰文 黄良丰 顾卡杰

一、传统集装箱码头自动化发展趋势

随着海运船公司的重新洗牌，船型越来越大，单船箱量变大，对码头短期的集疏港带来压力，同时大船对码头的作业效率要求极高，要求码头发挥极高的堆场运转效能以及最佳的船舶作业执行计划，计划调度人员时刻需要做出最佳的执行决策，稍有考虑不周将导致效率低下的连锁反应。

另外，码头生产岗位人员越来越难招，“90后”、“00后”年轻人期望实现更多的自我价值，拒绝重复性、无挑战的工作。而且，前方码头面、堆场也是生产最危险的地方，只要有人在，总避不开人员的安全隐患问题。

所以集装箱码头自动化、智能化已经成为被关注最多的领域。传统集装箱码头的自动化需求越来越迫切。笔者以宁波大榭国际集装箱码头（简称宁波大榭）为例，对传统集装箱码头自动化改造进行探索。

二、传统集装箱码头自动化发展瓶颈

新建的自动化码头从建设之初就可以规避很多问题，而传统集装箱码头在自动化改造过程中却有很多无法绕开的问题，尤其面临现有资产、环境的重组和再利用问题。

传统集装箱码头上改造每个自动化项目时需要在技术选择、安全等级、成本投入和效率保障等4个方面做出权衡。有些项目安全为重，

为解决安全问题可以不计成本；有些项目效率优化，在技术选择上要关注整体性能。所以，在具体项目执行的时候对这些方面的识别决定了项目开展的方向。

传统集装箱码头的自动化改造必须要有长远的规划，通盘考虑。从4个方面对自动化场景进行归纳，分别是机械设备自动化、作业流程自动化、系统监控自动化和业务计划智能化。这4个方面相辅相成，缺一不可。

1. 设备自动化场景

机械设备自动化改造往往是传统集装箱码头自动化改造的第一步。机械设备改造的项目效果比较明显，看得到摸得着。将集装箱码头作业设备按作业场地进行分类，见图1。



图1 生产设备自动化场景梳理

在进出闸口区域，可以把闸口整体当作一个设备，它解决进出车辆、集装箱信息采集、处理、进出闸放行控制等问题，2009年已经上线的智能闸口解决了闸口自动化控制的问题。但是现有的信息采集和控制方案较为陈旧，对传感器有较大依赖，系统复杂、稳定性差，已经针对此设计了新的方案，即通过引入



机器视觉技术减小对特定传感器的依赖。目前该项目正在改造过程中,改造后将实现进出闸无人化,提高系统识别效率,进一步提高设备整体可用时间。

堆场是集装箱码头最大的区域,堆场设备的作业效率也决定了码头的作业效率和服务水平。对于机械设备来说,堆场自动化主要是作业设备的自动化和远程控制,宁波大榭目前已经有4台RTG实现1人对多台的远程控制,年底可以具备全场推广的条件。

通过3年的跟踪和研究,目前集卡无人驾驶项目外部技术条件已经成熟,针对现有的外部供应商条件,我们拟定了3种可以合作的方式,也编制了3个阶段集卡投入实际生产的准入条件,2018年6月左右就可以有公司进场测试。

在码头面,目前还有桥吊司机和锁销工。RTG远控和QC远控有相似之处,计划在RTG远控项目后即可将该技术移植到桥吊远控。桥下装卸锁项目已经于2017年8月底开始运行,通过该项目将锁销工撤到引桥根。通过上述两个项目,码头面即可实现无人,彻底解决码头面人员的安全隐患问题。

集卡是集装箱码头拥有的数量最多的平面运输设备,实现集卡无人驾驶,RTG、QC等主要设备的远程控制,传统集装箱码头基本与全自动化码头无异。

2. 流程自动化与决策智能化场景

机械设备在自动化改造后效率往往与之前的人工操作还有一段差距,而自动化的好处在于持续和全局规划,通过对设备资源的综合规划,从全局优化流程来提升作业效率,这就需要背后智能化系统的支持。通过对码头作业场景的梳理,将集装箱码头作业场景进行分类——集装箱码头作业活动基本可以归纳为:装、卸、进、提、移共5类,智能化改造也需要覆盖到这5类场景才能将传统集装箱码头变

成自动化码头。

通过智能理货项目实现岸边装卸作业的理货流程自动化,通过自动化和智能化降低人员的劳动强度,减少人员配置,从而提升效率、降低成本。目前已经实现一人三路作业常态化运行。

码头面无人后,装卸锁作业模式就需要变更,通过集中装卸锁系统将装卸锁工作进行集中处理,为以后实现装卸锁机器人做准备。

无接触式外集卡定位、自动堆场计划管理、智能指令调度等项目已经进入研发阶段,通过这些系统,码头作业活动将更智能化,专业人员的经验也将在系统中不断沉淀,结合计算机的海量数据和计算能力,通过系统给出最佳作业决策将为码头带来效益和服务品质的提升。

3. 监控管理自动化场景

对于进行自动化改造,以往第一个念头就是构建自动化所需要的基础设施以及部署自动化机械设备。但如果自动化码头要跑得好、跑得快,就需要从自动化设计之初考虑系统的最优化运行状态。IT需要有一套智能化的运维设施,它能获得系统当前的运行状态、第一时间获取异常情况,甚至是对未来故障的预测变得非常重要。

所以,集装箱码头自动化以后,业务持续性的保证就需要自动化、智能化的监控系统来处理,需要基于业务视角将基础架构、平台、系统和业务串联在一起,综合并行关联分析,以保证问题发生时能第一时间被定位,并快速给出解决方案,实现业务在无感知情况下把问题解决。

三、传统集装箱码头自动化成果

通过自主设计方案以及评估市面上的计算机视觉处理技术,最终自主完成智能理货系统的集成。通过摸索掌握了摄像头联动控制技术,使得只利用4个摄像头就能解决7个车道



的箱号和集卡号的采集问题,相比同行 16 个摄像头的方案,降低了系统成本和摄像头本身故障导致作业中断的概率,通过自己设计和自主集成,通过接口规范和分层分模块的设计,兼容各种技术和产品。

在设计模式层面对机器视觉技术进行提炼,形成了一套软件定义的机器视觉方法论。通过对业务流程、业务对象及其对象活动的梳理,界定了机器视觉的应用范围。

自动配载项目解决了配载岗位船舶人工配载的问题。系统根据预置的机械投入,通过算法和规则自动为配载人员生成配载方案,并根据不同机械配置给出成本预测,使配载方案的优劣能够直观地进行量化比较。自动配置系统正常配置 3 000 TEU 的船舶,只需要 2~3 min,而人工处理则需要 5 h 以上。

后续将基于现有的自动配载项目,引入深度学习算法,对现在规则中的参数进行学习和训练,从而通过机器学习自动给出最佳的配载参数。

四、传统集装箱码头自动化发展经验

传统集装箱码头也能利用自动化、智能化改造在数字化转型过程中实现弯道超车。得益于近几年互联网等行业的高速发展,大数据、人工智能、无人驾驶、计算机视觉、区块链等技术有了大范围的应用,除了服务于自身行业外,这些公司也希望将技术推广到其他行业落地应用,但又苦于集装箱码头相对封闭、进入门槛较高,所以作为码头自动化改造项目的创新主导者,必须打破由集团信息公司自上而下

被动接收的常规模式,独立思考寻求适合自己的最佳方案。

在自动化改造过程中,要保证项目的成功,参与改造项目的人员和组织必须具备以下几个关键能力。

1. 精通码头业务

行业外有很多技术,但是这些技术的拥有者(提供商)并不清楚码头的业务,不清楚如何解决码头的问题,所以自动化改造的主导者必需精通码头的业务,成为业务和技术都能掌控的解决方案设计师,梳理码头业务痛点,将业务需求转化为外部技术要求,让供应商免于理解业务,降低外部先进技术的进入门槛。

2. 卓越的抽象能力

集装箱码头发展历史相对较短,业务较繁杂,同时外部技术纷繁多样,需要相关参与人员火眼金睛,一眼看透本质,才能真正知道用户需要解决的本质问题是什么,某项技术的特点是什么,提出适合自身的解决方案。

3. 良好的 IT 架构

用户需求层出不穷,新系统会不断增加,良好的 IT 架构决定了新系统构建的成本以及面对变化时的适应能力。

4. 拥抱先进技术

解决现有问题所需要的技术在市场上已经存在,我们不需要重新“造轮子”,要有开放的心态和包容新技术的能力,选取最适合的技术为我所用。

(作者单位:宁波大榭招商国际码头有限公司)

