

新兴技术在智慧港口的应用现状及发展趋势

袁玉祥, 随振营

(长江引航中心江阴引航站, 江苏 无锡 214431)

摘要:近年来, 集装箱吞吐量的快速增长给港口的管理以及环保工作带来了压力。智慧港口的提出为缓解港口作业繁重的现状提供了解决方案。为使我国在国际智慧港口发展中处于优势地位, 分析 5G 技术、人工智能、物联网和大数据等新兴技术在智慧港口中的应用及发展趋势, 这对预判“十四五”下我国智慧港口的规模、增加潜力以及新兴技术的发展方向有着重要的作用。

关键词: 智慧港口; 5G; 人工智能; 大数据

中图分类号: U691.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 03—0060—03

随着经济全球化的发展, 国际贸易越来越频繁。现有的集装箱码头或自动化集装箱码头无法满足国际贸易的增长需求, 所以大力发展拥有智能化、信息化和现代化的智慧港口已成为港口未来的发展趋势。与此同时, 我国在新兴技术, 如 5G 通信、人工智能、大数据分析、自动驾驶等技术领域持续突破, 为我国智慧港口的建设提供了技术支持和保障。

目前国内掀起了自动化码头建设的高潮, 自厦门远海码头完成自动化集装箱码头改造并投产后, 国内多地开始了自动化集装箱码头的建设以及传统集装箱码头的自动化改造。自动化集装箱码头只是智慧港口建设的一部分, 因此有必要研究新兴技术在智慧港口的应用及发展趋势, 为智慧港口的未来发展提供技术支持。

1 智慧港口

1.1 智慧港口概念及特征

智慧港口是指在现代港口设施的基础上, 充分运用 5G 通信技术、物联网技术、人工智能、大数据等, 实现港口现有的设施智能化, 其打破了传统港口的物理隔离, 实现了港口供应链的所有资源和各活动参与方之间的无缝连接和协调。

智慧港口有别于传统的自动化码头, 其主要特征有以下四个方面:

(1) 全面感知: 指利用各种信息获取设备, 如射频识别技术 (RFID)、传感器、北斗卫星导航系统等, 实现对整个运输过程实时跟踪、定位、监控和管理, 并保障货物运输的安全性和经济性等。

(2) 智能决策: 指根据系统中现有的数据, 对运输活动的未来发展趋势进行预估, 从而为未来港口发展决策提供依据。

(3) 信息整合与共享: 智慧港口通过信息获取技

术得到整个运输过程中的所有活动信息, 然后将该信息传送到港口后台数据库中, 并通过信息处理和整合技术将其展示在码头综合信息化平台中以实现信息共享。

(4) 全程参与: 利用 5G 通信、物联网及大数据技术等实现信息实时通讯和交流, 保障综合信息化平台能可靠、稳定的为管理者和码头运输各参与方提供服务。

1.2 智慧港口的种类

迄今为止, 全球港口的发展经历了五代。第一代主要是作为海陆运输的节点; 第二代部署基础设施和设备, 减少了对人力的依赖; 第三代逐渐作为货物装卸中心; 第四代打破了港口的物理隔离性, 致力于港口网络化服务; 第五代是致力于打造以顾客和贸易中心为主的智慧港口。全球第五代各港口的发展方向和功能如表 1 所示。

表 1 全球部分智能港口功能描述

国家	港口	特点
中国	上海洋山四期	使用有远程控制岸桥、场桥以及自动导引车的自动化码头。
荷兰	阿姆斯特丹	改进资产管理, 并在废物管理方面发展独特的专业知识。
西班牙	巴塞罗那	实现风暴预警系统, 并能够量化客户货物的运动轨迹。
德国	汉堡	实时监控导航, 从可再生能源中获取岸电, 并使用移动 GPS 传感器进行智能车队管理。
美国	洛杉矶 TraPac 港	收集来自具有数据分析的港口生态环境的实时数据并进行分析, 以提高供应链的效率。
新加坡	大士大型港口	实现码头的自动船坞及自动堆场、全自动的 AGV。

2 智慧港口发展现状

2.1 智慧港口作业设备

2.1.1 自动导引车

自世界上第一座自动化集装箱码头建成使用至今, 自动导引车 (AGV) 一直都是自动化码头水平运输方式的首选, 其特点是利用电磁或光学等导航设备实现车辆无人驾驶的功能。根据导航方式的不同将其分为电磁感应引导式 AGV、激光引导式 AGV、视觉引导式 AGV 等。集装箱码头大多选用“电磁+传感器”引导式 AGV, 该方式需在码头建设初期沿规划行驶路线埋设磁钉。

尽管 AGV 是大多数自动化码头的唯一选配,但是 AGV 自身导航特性导致其无法满足未来港口智能化的发展。其主要原因包括以下三个方面:一是 AGV 采用电磁导航方式需预埋磁钉,对港口的平整性有较高的要求;二是 AGV 生产成本(500-700 万)远高于普通集卡;三是我国大多数集装箱码头区域规划合理、地面相对平整,若要改造为自动化码头,需要重新埋设磁钉,造成极大的资源浪费。基于此,智能导引车(IGV)的概念被提出,IGV 采用“卫星+传感器”方式进行导航。其可在现有的卡车底座系统上进行改装而成,所以 IGV 具有低成本、高精度和易改造等特点,其必然成为未来智能化码头的水平运输方式的主流。

2.1.2 智能集装箱

据不完全统计,全球 60% 以上的货物都是以集装箱方式进行运输,集装箱运输俨然已成为世界贸易运输的重要方式。与此同时,为进一步提高集装箱的运输效率、缩短集装箱中转时间、保障运输安全性,集装箱智能化概念应运而生。

智能集装箱实现的主要功能有:①检测意外的集装箱开口,将传感器放置在集装箱内以确定何时打开,通过编程确认预计的开放时间,并检查开放时间是否与预定的视察时间相符,若不符可由 GPRS/3G 发出警报;②监测货物运输环境,如可通过温湿度传感器检测环境信息,在运输过程中管理货物(对湿度温度敏感);③识别货物信息,RFID 技术可将集装箱货物及签单信息及时传输至交通管理系统(TSS)以实现签单信息的电子化。

虽然集装箱智能化取得一定的成就,但现有技术仍无法满足国际物流行业的趋势,主要表现为智能集装箱实时化、信息化和互联化不足。

2.2 智慧港口管理系统

码头管理系统(TOS)的开发和完善是码头实现智能化、信息化和现代化的关键,也是实现智慧港口的主要途径之一。TOS 采用图形化技术将港口现有信息如集装箱装卸船情况、水平运输过程等实时展示。该系统还可以帮助码头管理者合理管理、分配现有资源,加快集装箱装卸货效率,缩短集装箱在港中转时间,提高堆场空间利用率,降低集装箱码头运营成本等。

迄今为止,世界上集装箱码头管理系统的核心技术主要掌握在欧美发达国家。尽管我国近年来在自动化和智能化港口发展领域已逐步趋近世界领先行列,但集装箱码头管理系统与发达国家仍存在一定的距离。目前我国在这方面的发展主要存在以下三点问题:

(1) 存在系统间信息孤岛问题。我国在 TOS 领域的发展方式是购买主要核心模块和二次开发附属模块,但由于各模块采用设备标准不统一,部分子系统无法实现信息共享,使码头无法实现完全数字化;

(2) 现有系统存在性能不足问题。为满足日益繁荣的国际贸易发展,各运输环节的设备日益更新。现有系统无法完全兼容新设备,造成系统性能出现日益不足的问题。

(3) 现有系统出现维护成本高的问题。随着集装箱码头的装卸设备、运输设备和码头规模的扩建,系统的使用频率和业务处理量逐渐加大,需要不断维护现有系统以提高其稳定性,这无疑给码头带来极大的挑战。

基于此,随着第五代智慧港口的发展契机,码头管理系统无疑将重新打破原有世界垄断布局,这将给我我国实现智能化、信息化和现代化的智慧码头管理系统带来巨大的机遇。

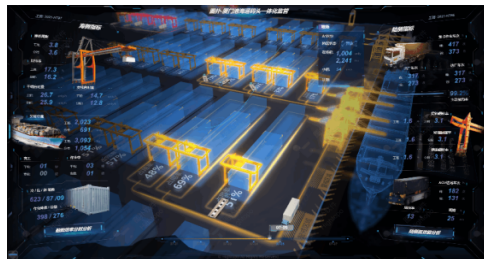


图1 智慧码头管理系统展望蓝图

3 新兴技术在智慧港口的应用及发展趋势

3.1 5G 技术的应用

第五代移动通信技术(5G)是具有高速率、低时延和大连接等特点的新一代宽带移动通信技术,是实现人机物互联的网络基础设施。

5G 技术的应用场景主要有三大类:①增强移动宽带。为移动互联网用户提供更加便利的应用体验;②超高可靠低时延通信。可满足原创控制自动驾驶研究领域的低时延和可靠性要求;③海量机器类通信。智慧城市、智能家居等概念的提出对于多机器之间的连接和通信提出了新的要求,5G 技术可满足该类以传感和数据采集为目标的应用需求。

在智慧港口的建设方面,5G 技术可以应用于自动搬运设备、辅助搬运设备,实现物料精准识别、移动设备集群协调调度、远程实时监控等功能。

IGV 是一种采用“卫星+传感器”进行定位的无人驾驶智能导引车,如图2所示。5G 技术为 IGV 的研发和应用提供了很好的技术支持。例如 5G 技术用于港口 IGV 车队的管理系统可以使其在发布任务、管理 IGV

时更加迅速；5G 通信技术用于 IGV 卫星导航定位差分信号通信，实现对 IGV 的定位与定向，定位精度不低于 10cm；5G 技术大连接的特点也适应于港口多设备的连接调度及信息互通。

另外，5G 通信技术在港口管理系统的建设和使用方面也有较好的应用前景。如使用 5G 无线网络实现港口设备的连接以及数据传输，能够降低港口的建设及运营成本，保证港口运营的安全可靠。

随着 5G 技术的持续开发和突破以及不断的应用尝试，其在港口的应用会更加广泛，对于港口自动化、智能化、智慧化的发展起到非常重要的作用。



图 2 集装箱港口智能导引车

3.2 人工智能技术的应用

人工智能是一门新的技术科学，包含很多领域，比如计算机视觉、机器学习、智能决策等。在智慧港口的建设上，主要有两个方面的应用。

首先是安全生产管控方面。计算机视觉、语音识别等技术的应用对于港口安全管控系统的智能化水平有很大的提升。部分港口已使用人脸识别、手势识别、车辆识别等技术建立了智慧安全系统，实时管控作业区域内的作业人员和车辆，识别安全隐患并做出响应。如深圳赤湾港使用京东云提供的高级驾驶辅助系统 (ADAS) 来避免车辆碰撞等交通事故的发生。但目前港口在该方面的应用仍处于起步阶段，仅进行了试运行，未来随着人工智能技术的持续突破，安全管控系统的智能化会成为智慧港口的重要组成部分。

另外一个应用方向是智能调度。码头生产作业系统的有序高效运行是港口的核心竞争力，因此，港口需要合理的组织调度资源。学者对于生产管控系统调度模块的智能开发缺少关注。但是智慧港口的建设不仅需要设备的智能化，更需要管理的智能化。目前国内部分港口已经开始使用自动化堆场选位、配载等模块。

3.3 大数据分析

近年来大数据技术由于其快速高效地采集、处理以及分析海量数据的特点受到了广泛的关注，在社会的各个领域得到了广泛的应用。

由于船舶的大型化及港口吞吐量的不断上涨，港口在作业过程中产生的数据量也快速增长。港口作为物流链中重要的节点，其管理作业的数据经过大数据处理分析后，能够反过来对其业务起到指导作用，而且港口的调度、管理以及业务联系也均可受益。

目前港口对于大数据技术的应用主要集中在船舶完工后的一些数据采集及指标计算上，作业前的数据采集、作业预测、方案优化、智能决策等方面的功能并没有完善。但现阶段大数据分析系统已实现了自动化集装箱码头全过程作业海量数据的汇集及构建智能决策大数据知识库的功能。因此未来智慧港口应注重生产调度数据平台的开发，在港口机械智慧化的基础上突破管理智慧化的技术难关。

4 结语

智慧港口是智慧技术在港口领域的深度应用。近年来，我国沿海港口开始深入的推进自动化码头、智慧港口的建设，这是提升我国港口的服务水平、港口管理模式，提高港口国际竞争力的重要途径。在智慧港口的建设过程中，5G 通信技术、计算机视觉、智能调度、大数据分析等新兴技术发挥了重要的作用，对于未来智慧港口的进一步升级起着关键的作用。本文通过研究当前智慧港口发展现状以及对新兴技术在智慧港口的应用研究，了解港口建设过程中的重点与不足，并通过分析新兴技术在智慧港口的发展趋势，为未来的智慧港口建设提供了方向。

参考文献：

- [1] 柳长满, 张传捷, 陈微波, 等. 国内沿海自动化集装箱码头关键技术发展趋势 [J]. 中国港口, 2021(1):17-23.
- [2] 智慧港口 - MBA 智库百科 [EB/OL]. [2021/10/11]. <https://wiki.mbalib.com/wiki/%E6%99%BA%E6%85%A7%E6%B8%AF%E5%8F%A3>.
- [3] Millefiori L M, Zissis D, Cazzanti L, et al. A distributed approach to estimating sea port operational regions from lots of AIS data, 2016[C]. IEEE, 2016.
- [4] 李美贞. 厦门港传统集装箱码头智能化改造 [J]. 港口科技, 2020(10):12-14.
- [5] 罗海雄. 集装箱码头管理信息系统 [D]. 广州: 华南理工大学, 2011.
- [6] 王维圳, 曾文浩. 大数据技术在港口生产管理中的应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2019(7):150-151.
- [7] 刘兴鹏, 张澍宁. 智慧港口内涵及其关键技术 [J]. 世界海运, 2016,39(1):1-6.