



自动化集装箱码头的经济和社会效益分析

汪超, 申勇锋

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510290)

摘要: 针对目前自动化集装箱码头相对于传统码头财务效益指标偏低的问题, 从自动化集装箱码头的经济和社会效益方面进行深入研究, 通过定性和定量分析相结合对自动化集装箱码头在改善劳动环境、提升物流效率、引领技术变革、降低能源消耗和实现零碳排放等经济和社会效益方面的积极意义进行分析和论述。综合评估认为自动化集装箱码头的发展具备更加综合和长远的积极意义, 代表集装箱码头的未来发展方向, 随着技术的日渐成熟, 自动化集装箱码头的优势将逐渐显现, 推广和建设自动化集装箱码头具有现实意义。

关键词: 自动化集装箱码头; 经济效益; 社会效益

中图分类号: U 6-9; U 656.1+35

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)10-0036-04

Economic and social benefits of automated container terminals

WANG Chao, SHEN Yong-feng

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510290, China)

Abstract: Compared with traditional container terminals, the existing automated container terminals have a low financial benefit index. In view of this, this paper carries out an in-depth study on the economic and social benefits of automated container terminals. In addition, the paper utilizes qualitative and quantitative analysis to expound on the positive effects of automated container terminals in optimizing working conditions, improving logistics efficiency, leading technological changes, reducing energy consumption, achieving zero carbon emissions, and creating other social and economic benefits. As a result, automated container terminals are of comprehensive and profound significance and will be a development trend of container terminals. As technologies get mature, automated container terminals will gradually show their advantages. Therefore, it is of practical significance to popularize and construct automated container terminals.

Keywords: automated container terminal; economic benefit; social benefit

近年来, 随着科技进步和集装箱海运业的快速发展、绿色低碳发展理念的不断践行以及交通强国战略的实施和建设世界一流港口的持续推进, 自动化集装箱码头在我国迅猛发展, 截至 2021 年底, 我国已建成 10 座自动化集装箱码头, 并有 7 座在建, 已建和在建规模均位居世界首位。

后疫情时期, 在集装箱运输需求增速放缓、企业经营成本不断攀升、港口收费减并等因素影响下, 港口企业经营压力持续增加, 对服务功能

和质量提出更高的要求。目前建成投产的自动化码头包括厦门远海、上海洋山四期、青岛前湾一和二期、天津五洲国际、深圳妈湾、日照石臼、天津港北疆 C 段等, 在建的自动化码头包括广州港南沙四期、钦州港大榄坪南码头等, 上述工程的建设标志着我国已全面掌握了自动化码头设计建造、装备制造、系统集成和运营管理全链条的关键技术, 实现了从“跟跑、并跑到领跑”的转变。然而, 在实践中也面临着资金、技术等方面

收稿日期: 2022-05-20

作者简介: 汪超(1986—), 男, 高级工程师, 从事交通运输规划与管理、投资咨询。

的挑战, 地方政府和投资商需要综合评估投入产出方可做出科学决策。

1 自动化集装箱码头的财务效益

相比于传统码头, 自动化集装箱码头大部分以新建为主, 由于基础设施和港工设备的智能化以及人工智能、大数据等新一代信息技术的应用, 自动化集装箱码头的建设成本相对较高、投资规模更大, 根据相关码头工程的建设经验, 自动化集装箱码头投资比传统码头提高 25%~40%, 数据见表 1。

表 1 部分自动化集装箱码头投资对比				
名称	通过能力/ 万 TEU	传统码头方 案投资/亿元	自动化码头 方案投资/亿元	增幅/%
华南 A 港	490	55	70	27
华南 B 港	300	82	113	38

营业收入方面, 由于自动化码头和传统码头提供的装卸服务是一致的, 执行统一的收费标准, 因此, 较高的码头投资并没有创造出更多的溢价。

经营成本方面, 根据沿海集装箱码头生产运营管理经验, 大型集装箱码头经营成本为 35~40 元/TEU。若按照自动化码头建设, 人力成本将大幅降低, 但维修保养费用以及电力费用支出增加, 综合评估预计经营成本仍将有所下降, 预计为 30 元/TEU, 节约 10%~15%。

根据上述条件, 在全自动化码头方案下, 虽然节约了经营成本, 但建设投资增加了 25%~40%, 融资税前项目内部收益率略高于沿海港口 7% 的基准收益率。根据沿海港口集装箱码头的运营管理经验, 一般集装箱码头可以达到 10% 左右的水平。基于目前的投资水平, 从财务效益的角度, 传统码头相对于自动化码头更具有优势。按照工程可行性研究口径, 部分自动化集装箱码头融资税前项目内部收益率为: 华北 A 港 8.81%, 华南 A 港 7.44%, 华南 B 港 8.51%, 华南 C 港 8.47%^[14]。

因此从实践上看, 目前投资建设自动化码头的港口包括上海港、广州港、天津港、厦门港等

我国沿海大型枢纽港口, 而小型港口缺乏相应的资金实力和足够的集装箱箱源支撑, 目前并不具备建设自动化集装箱码头的条件。

2 自动化集装箱码头的经济效益

2.1 节省人力成本

根据对粤港澳大湾区主要港口集团的集装箱码头用工调研情况, 由于薪资、工作环境、工作地点等因素, 港口工人招聘难的问题普遍存在, 已经出现了新老司机断层的情况。目前 20~30 岁的年轻人普遍认为港口行业既辛苦也没有前途, 且在港口工作自我价值和幸福感缺失, 存在相关专科院校学生跨行业求职的现象。未来随着人口红利的减少, 这一情况仍将继续影响港口运输业的发展。

与传统码头相比, 全自动码头集装箱的装卸主要依靠自动化装卸设备和无人驾驶运载车。通过在码头上实现无人驾驶、场桥一对多操作、电子监控辅助安全员巡逻等作业模式, 有效减少码头操作人员环节用工紧张的情况。以青岛港全自动化码头为例, 由于应用了 5G+自动化、机器视觉+自动化、三维可视化运维平台等前沿技术, 使每天在班的生产作业人员不超过 25 人, 节省人力成本 70%~80%^[5]。部分自动化集装箱码头人力成本节约情况为: 青岛前湾节约 70%~80%, 厦门远海节约 90%, 广州港南沙四期节约 70%。

2.2 降低能源消耗

传统港口集装箱码头的岸桥、堆场轮胎吊等机械设备普遍存在单位能耗高、排放和噪声大等缺点。自动化码头机械设备一般采用全电驱动、智能化控制和自动化运行, 可以实现零排放, 将单位耗能降至最低。以天津港北疆港区 C 段智能化集装箱码头为例, 设施设备采用电力驱动, 由“风光储荷一体化”系统实现绿电自主供应, 全程零碳排放, 较传统自动化集装箱码头能耗降低 17% 以上^[6]。同时, 自动化码头均配建有船舶岸电设备, 在船舶靠港时通过岸电设备获取能源, 直

接减少了能源消耗和碳排放。因此，自动化码头是我国建设绿色港口的有益实践，有助于“碳达峰”和“碳中和”目标的实现。部分自动化集装箱码头能耗降低情况为：洋山四期降低 40%，日照石臼降低 50%，厦门远海降低 25%，天津港北疆港区 C 段降低 17%。

2.3 降低安全隐患

港口装卸涉及高空作业，属于高危行业；在水平运输和堆场作业，目前存在专业司机招工难、年龄大、安全事故多等问题，而且大部分的安全事故都是由于不遵守规章制度、违反操作规范、疲劳作业、麻痹大意等人为因素造成的，要消除这些人为的不安全因素，就必须考虑减少人员与设备的接触，实现人机分离^[7]，自动化码头的出现有效解决了这一问题。

在疫情时期，公共卫生安全突发事件对港口生产也产生了较大影响。2021 年春节期间大量集卡司机因疫情停工返乡，节后整个上海港约 7 000 名司机没有及时返岗，直接导致了上海港无法正常运营。同年 5 月，深圳港盐田港区西作业区因疫情封闭，直接导致码头作业效率下降超过 50%，多个船公司选择跳港，对码头运营影响较大。因此，由于封控、感染等因素导致一线作业人员不断减少、专班作业人员换班困难的情况，随着疫情的延长更加凸显出来。

根据对自动化码头的相关调查显示，近 65% 的码头运营商认为港口自动化操作可以提高安全性能。在自动化码头，由于操作工人远离一线生产现场，极大程度地减少了安全事故的发生率，降低安全隐患；同时操作现场的无人化满足了防疫要求，避免一线作业人员确诊导致码头停工的情况，降低防疫成本，规避了疫情对生产运营可能造成的影响。

2.4 节约发展空间

传统码头的集装箱堆场高度有限，一般采用“堆四过五”或者“堆五过六”的方案，堆存空间有限，只能单纯依靠增加面积提供堆存通过能

力。目前正在研究的立体式自动化空箱库，与同能力堆场相比可以节省约 40% 的用地。

由全球最大的港口运营商迪拜环球等联合设计开发的高湾仓储(HBS)系统，通过机架结构提高了空间利用率，节约土地，实现从单一平面向立体互联的升级，为后方土地资源稀缺的港口提供了全新的发展思路，有助于缓解港城发展的冲突和矛盾，更好地促进港城和谐发展，在环境影响和经济利益之间找寻平衡，最大限度地提高港口经济活动的资源使用率，减少港区对外区域环境的负面影响，提升港区社会、经济和环境综合效益。

3 自动化集装箱码头的社会效益

3.1 提升港口形象

全自动化码头被誉为“港口科技王冠上的明珠”，自动化集装箱码头的建设通过与生俱来的“智慧”气质，为港口带来了明显的明星效应，极大地吸引了社会关注度。以青岛港为例，自动化码头已经成为当地的热门景点，多次刷新装卸效率的世界纪录也多次成为新闻热点，大幅提升了港口的公众形象和社会影响，对争取班轮航线和箱源发挥了重要作用，同时其智慧、绿色和安全的码头界面有效扭转了公众关于码头脏乱差的旧印象，为港口业的发展树立了新标杆。

3.2 体现人文关怀

在传统集装箱码头，司机无论面临怎样的恶劣天气和工作环境，都需要登上数十米高的岸桥，进行长时间的低头操作作业，属于特别高强度、高风险的现场作业岗位。大部分码头采用三班制，码头工人每个月仅有 3 d 的休息时间，造成了对年轻人吸引力不足、新老司机断层的现象。自动化码头将人员的现场作业通过自动化的改造转移到控制室进行远程监控，体现以人为本的安全生产工作理念。自动化改善了港口工作环境，让码头工人从“蓝领”变成了“准白领”。

在我国自动化码头的实践中，传统码头的工

人数量可减少 60%~70%。同时，码头效率的提高和竞争力的提升，间接增加整个供应链的就业。根据国外的统计结果，自 2015 年(洛杉矶港和长滩港开始过渡到自动化操作)以来，在洛杉矶港和长滩港相关产业注册劳动力增长了 11.2%。

3.3 引领行业变革

从厦门远海码头的“中国首个全自动化码头、全球首个第四代自动化码头”、青岛港前湾四期“亚洲首个真正意义上的全自动化集装箱码头”到天津港北疆港区 C 段“全球首个智慧零碳码头”，已经从“第一”“最大”逐步向“智慧”“自动化程度最高”“5G”等转变，显示出科技推动行业发展。未来随着 5G、区块链、大数据、数字孪生等技术在港口落地，智能理货、智慧闸口、智能安防、大数据分析等应用不断涌现，更加智慧、智能的港口成为趋势，不断地推进港航业的发展和进步。

3.4 贡献中国方案

经过不断创新，我国已经在自动化集装箱码头上拥有自己的核心技术和经验。如广州港南沙四期码头采用全球首创的“单小车自动化岸桥、北斗导航无人驾驶智能集卡、堆场水平布置侧面装卸、港区全自动化”的“广州方案”等^[8]。我国自动化码头建设为世界贡献了“中国方案”，凸显了中国智慧和力量，大幅提升了我国港口的国际形象和影响力。目前，我国的自动化集装箱码头建设技术和标准已走出国门，如以色列海法港、阿布扎比哈里发港二期等自动化码头在总平面布置、装卸工艺等方面均采用了我国的技术标准。

4 结论

1) 相比于传统码头，自动化集装箱码头虽然节省了经营成本，但建设投资的大幅增加使得项目融资前税前项目内部收益率仅略高于沿海港口 7% 的基准收益率，低于传统码头方案。

2) 自动化集装箱码头的外部性显著。自动化方案可为码头提高效率和能力创造条件，从而节约宝贵的港口资源；可有效降低码头安全隐患，

有效助力“碳达峰”和“碳中和”目标的实现和绿色平安港口的建设。

3) 自动化集装箱码头社会效益明显。自动化方案显著改善了码头操作工人的工作环境，体现了“以人为本”的发展理念；智慧、绿色和安全的码头界面有效提升了港口公众形象。大量新技术的运用为港口行业可持续发展提供支撑，并向世界贡献“中国方案”，提升了国际形象和影响力。

4) 随着技术成熟度不断提升，码头效率将持续提升，自动化方案的投资和运营成本持续下降，自动化码头的优越性将逐渐显现，将引领我国集装箱码头创新发展。自动化方案将成为未来集装箱码头的标配。

参考文献：

[1] 吴金娜,李擘.青岛港自动化集装箱码头经济效果分析[J].港工技术,2019,56(3): 89-91.

[2] 中交水运规划设计院有限公司. 深圳港盐田港区东作业区集装箱码头工程工程可行性研究报告[R].北京: 中交水运规划设计院有限公司,2018.

[3] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 钦州港大榄坪南作业区 7#~11# 泊位工程可行性研究报告 [R]. 广州: 中交第四航务工程勘察设计院有限公司,2022.

[4] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 广州港南沙港区四期工程可行性研究报告 [R].广州: 中交第四航务工程勘察设计院,2020.

[5] 新浪网.山东港口青岛港: 自动化无人码头玩转“黑科技”[EB/OL].(2021-12-17)[2022-04-26].https://k.sina.com.cn/article_1882481753_v7034645902000v1hn.html.

[6] 网易网.全球首个“智慧零碳”码头在天津港投入运营[EB/OL].(2021-10-18)[2022-04-26].<https://www.163.com/dy/article/GMJT18120530KEJV.html>.

[7] 陈洋. 自动化集装箱码头发展现状分析 [J].中国水运,2020(2): 35-36.

[8] 澎湃新闻.北斗导航 粤港澳大湾区首个全自动化码头实船联调成功 [EB/OL].(2021-06-24)[2022-04-26].https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_13292831.