

全自动化与传统集装箱码头投入产出比较研究

叶雅妮 丁 涛

(武汉理工大学交通学院 武汉 430063)

摘要:在分析集装箱码头的特点、布局和装卸工艺基础上,构建相似规模的传统集装箱码头和全自动化集装箱码头,从企业投资运营经济性、对国民经济贡献和港口发展前景等角度,对两类码头进行投资估算、国民经济评价和前景展望.研究表明,传统集装箱码头投资回收期较全自动化集装箱码头短,对国民经济的贡献较全自动化集装箱码头小,全自动化集装箱更加符合现代发展大趋势.

关键词:集装箱码头;投入产出;投资估算;国民经济分析

中图法分类号:U651. +4

doi:10.3963/j.issn.2095-3844.2019.05.036

0 引言

码头和自动化的关系在当今世界计算机技术迅猛进步的背景下越来越紧密.我国自动化集装箱码头建设起步较晚,但随着“一带一路”尤其是 21 世纪海上丝绸之路政策的发布,我国集装箱码头向高端自动化码头的发展趋势明显加速.

全自动化集装箱码头和传统集装箱码头的投入产出状况如何?国内外许多学者分析港口投入产出指标,采用数据包络分析或其衍生等模型对港口的竞争力进行分析^[1-3].另一些学者研究投入产出表内部经济关系,建立经济贡献模型^[4-5],但针对全自动化集装箱码头和传统集装箱码头的对比投入产出分析研究还不多见.本文基于同等规模的传统集装箱码头和全自动化集装箱码头,从财务、国民经济评价和发展机遇等角度比较两个码头的投入产出效益.

1 码头基础数据

以广东某码头构建基于同等规模的传统集装箱码头和全自动化集装箱码头,两个码头均设计建立四个 5 万 t 级的多用途泊位,建成达产后吞

吐量如下:初期集装箱吞吐量为 45 万 TEU/年,通过增加设备逐年增加吞吐量,最终形成 180 万 TEU/年吞吐能力.

根据规模,传统集装箱码头应每个泊位配备 3 台单小车岸桥;水平运输配备 120 辆集卡;每台岸桥配备 4 台轮胎吊或轨道龙门吊;堆场共配备 12 台正面吊,20 台叉车.

而全自动化集装箱码头则需每个泊位配备 3 台双小车岸桥;水平运输配备 60 辆 AGV 小车;每台岸桥配 3 台自动化轨道吊(ARMG).两个码头的设计布局规划见图 1.

两个码头建设期均为 2.5 年,计算期为 23 年.根据市场调研和专家咨询,以广东某港口为基准,从工程费用、其它费用和预留费用角度估计两个集装箱码头的投资.估计传统集装箱码头的投资约为 213 284 万元,建设期之后 3 年内每年增加 21 229 万元设备投资;全自动化集装箱码头的投资估算为 290 964 万元,建设期之后 3 年内每年增加 34 871 万元设备投资.

2 财务分析

在项目计算期内,按行业基准折现率计算各年净现金流量现值的代数和即为净现值.资金流

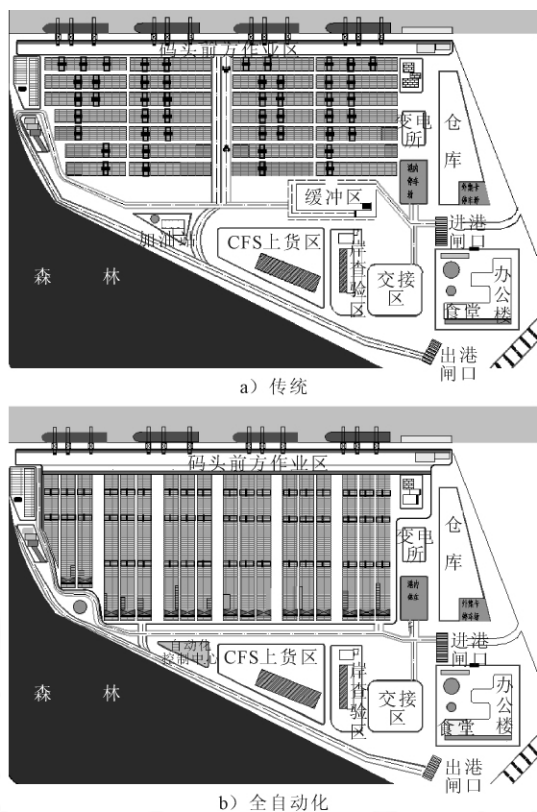


图1 设计集装箱码头布局规划示意图

入现值总额与资金流出现值总额相等即净现值等于零时的折现率为内部收益率,采用插入法计算内部收益率.投资项目各年的净现金流量按基准收益率折成现值之后,净现金流量累计现值等于零时的年份为投资回收期.两个码头的财务指标计算结果见表1.

表1 两个集装箱码头财务指标

财务指标	传统集装箱 码头所得 税前	全自动化 集装箱码头 所得税前	传统集装箱 码头所得 税后	全自动化 集装箱码头 所得税后
内部收益率/%	16.47	12.26	12.99	9.26
净现值/万元	199 910	129 717	105 910	34 473
投资回收期/年	10.8	14.3	12.4	19.2

由表1可知,不管是所得税前海是所得税后,传统集装箱码头的内部收益率和净现值都比全自动化集装箱码头高,传统集装箱码头的投资回收期比全自动化集装箱码头小.

3 码头国民经济分析

国民经济评价分为直接效益和间接效益,其中间接效益又分为前向波及作用、后向波及作用和消费波及作用.首先,将两个集装箱码头的建设总投资根据投入产出表分配到各个部门,分配结果见表2.

表2 国民经济相关部门投入资金分配表 万元

部门	传统码头	全自动化码头
农林牧渔产品和服务	2 268	2 268
通用设备	574	574
专用设备	28 152	58 135
交通运输设备	6 275	6 275
通信设备、计算机和其他电子设备	3 410	45 353
电力、热力的生产和供应	3 528	3 528
水的生产和供应	3 543	3 543

3.1 相关系数计算

根据广东省2015年投入产出表,计算涉及的相关系数,包括两个码头建设波及部门的2015年广东省增值系数、直接消耗系数、完全消耗系数、分配系数以及完全需求系数.

1) 国内生产总值增值系数 z_j 为第 j 部门最初投入占总投入的比值.含义是单位总投入所能产生的国内生产总值,为

$$z_j = \frac{v_j}{X_j} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中: z_j 为国内生产总值增值系数; v_j 为第 j 部门最初投入; X_j 为第 j 部门总投入.所有增值系数组成增值系数向量 $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)^T$

2) 直接消耗系数 a_{ij} 为横向第 j 部门生产单位产品所需要直接消耗的列向第 i 部门的产品价值量.反映了各部门之间相互耗用产品的数量关系与一定技术水平下各部门之间的技术经济联系,为

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

式中: a_{ij} 为直接消耗系数; x_{ij} 为第 j 部门生产所需要直接消耗的第 i 部门的产品价值量; X_j 为第 j 部门总投入.所有直接消耗系数组成直接消耗系数矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$

3) 完全消耗系数 b_{ij} :是指第 j 部门提供单位最终使用需要直接消耗和间接消耗的第 i 部门的产品数量.完全消耗等于直接消耗和间接消耗之和,为

$$b_{ij} = a_{ij} + \sum_{k=1}^n b_{ik} \cdot a_{kj} \quad (3)$$

式中: b_{ij} 为第 j 部门对第 i 部门的完全消耗;

$\sum_{k=1}^n b_{ik} \cdot a_{kj}$ 为全部间接消耗系数.所有完全消耗系数组成完全消耗系数矩阵 $B = (b_{ij})_{n \times n}$

式(3)写成矩阵、向量形式:

$$B = A + BA \text{ 即 } B = (I - A)^{-1} - I \quad (4)$$

式中: I 为单位矩阵; $(I - A)^{-1}$ 为列昂惕夫逆矩阵,又称为完全需求系数矩阵,完全需求系数矩阵

等于完全消耗系数矩阵和单位矩阵的和,单位矩阵的含义是本部门产出的单位最终产本身。

4) 分配系数 d_{ij} 为指国民经济各部门生产的产品在中间使用和最终使用等各种用途之间的分配比例,为

$$d_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_i + M_i} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

式中: d_{ij} 为分配系数; x_{ij} 为第 i 部门给第 j 部门提供的产品数量; X_i 为第 i 部门的总产出; M_i 为第 i 部门的进口、国内省外流入之和。其中, $X_i + M_i$ 为第 i 部门产品总供给量(包含进口和国内省外流入)。

3.2 直接效益计算

码头建设直接创造的增加值是指码头作为生产者,通过提供装卸、运输、拆拼箱等服务,取得劳动报酬,产生经济增加值,本身对国民经济产生贡献。直接经济效益为

$$E_d = Z^T X \quad (6)$$

式中: E_d 为码头建设直接创造的增加值; Z 为码头建设相关部门国内生产总值增值系数; X 为计算期码头建设总投资根据投入产出表分配到各个部门的投入额。

根据直接经济贡献计算公式可得传统集装箱码头的国民经济直接贡献为

$$E_d = \sum z_j X_j = 5.29 \text{ 亿元}$$

全自动化集装箱码头的国民经济直接贡献为

$$E_d = \sum z_j X_j = 7.07 \text{ 亿元}$$

3.3 间接效益计算

1) 码头的后向波及作用是指生产码头建设

中间投入产品所创造的增加值。

后向波及作用公式为

$$E_b = Z^T B X \quad (7)$$

式中: E_b 为码头建设的后向波及作用; Z 为所有部门增值系数组成增值系数向量; B 为完全消耗系数矩阵; X 为计算期码头建设分部门总投入矩阵即表2所示部分,未涉及的部门计为0。

2) 码头的前向波及作用是指以码头建设为中间投入的产品的生产所创造的增加值。前向波及作用公式为

$$E_f = \sum z_j \frac{d_{ij}}{a_{ij} X_j} \quad (8)$$

式中: z_j 为码头建设前向波及部门的国内生产总值增值系数; d_{ij} 为码头建设前向波及部门对码头建设产品的分配系数; a_{ij} 为码头建设前向波及部门对码头建设产品的直接消耗系数; X_j 为计算期码头建设总产出。

3) 码头建设的消费波及作用是指上述码头建设直接与间接创造的增加值形成的国民收入,通过直接分配与使用而再次引起的国民收入增量。消费波及作用公式为

$$E_c = \frac{b}{1-b} (E_d + E_b + E_f) \quad (9)$$

式中: b 为边际消费倾向(2015年广东省的边际消费倾向83.7%); E_d 为码头建设直接创造的增加值; E_b 为码头建设的后向波及作用; E_f 为码头建设的前向波及作用。

经计算,两个集装箱码头对广东省各经济部门的间接贡献见表3。

表3 传统集装箱码头和全自动化集装箱码头的间接贡献计算结果

亿元

部门	传统集装箱码头			全自动化集装箱码头		
	E_b	E_f	E_c	E_b	E_f	E_c
农林牧渔产品和服务	0.09	8.26	43.32	0.09	8.26	43.31
通用设备	0.046	2.12	11.16	0.05	2.12	11.16
专用设备	2.15	70.21	374.94	3.49	144.98	769.41
交通运输设备	0.51	35.46	185.29	0.076	35.46	183.04
通信设备、计算机和其他电子设备	0.27	77.91	401.80	3.65	1 036.16	5 343.95
电力、热力的生产和供应	0.25	17.63	92.35	0.26	17.63	92.35
水的生产和供应	0.22	1.05	7.23	0.22	1.05	7.23
建筑	10.83	999.41	5 201.98	10.83	999.41	5 201.98
交通运输、仓储和邮政	0.028	2.29	12.00	0.028	2.29	12.00
科学研究和技术服务	1.53	32.90	183.13	1.77	39.76	220.89
水利、环境和公共设施管理	0.032	0.35	2.18	0.03	0.35	2.18
教育	0.01	0.46	2.52	0.01	0.46	2.52
合计	15.97	1 248.05	6 517.90	20.50	2 287.93	11 890.02

由表3可知,虽然全自动化集装箱码头的总投资是传统集装箱码头的1.27倍,但全自动化集装箱码头的直接贡献是传统集装箱码头的1.35

倍,后向波及作用是传统集装箱码头的1.28倍,前向波及作用是传统集装箱码头的1.83倍,消费波及作用是传统集装箱码头的1.82倍。

4 港口发展前景

中国港口正掀起人工智能码头改造的热潮,以智能化为引领的第六代港口正在开创更安全绿色、更高效率、更全功能、更低成本的新模式。国家针对智慧港口建设的制度和支持力度,表明了发展智能化港口的决心^[6]。

面对全球工业 4.0 和“互联网+”的发展趋势,目前我国已自主开发并投入使用 TOS 全自动化码头智能生产管理控制系统和 wellocean 类脑智能港口系统,自动化集装箱码头成为了智慧港口当前及未来发展的一个重点。

虽然目前自动化码头还存在资金、技术、管理、规范和标准上的缺陷,缺少社会大环境的支持,距离智慧港口的自我适应阶段还有一段路要走,但自动化集装箱码头降低了人工成本,减小了生产的危险性,提高了全球供应链的可预见性,其环保并凭借 24h 不间断的生产提高了作业效率,积极适应船舶大型化大趋势,必将为供给侧结构性改革,以及产业链质量与效益重构、加快转型升级,注入巨大新动能^[7]。

5 结 论

1) 传统集装箱码头的内部收益率和净现值比全自动化集装箱码头的要高,投资回收期比全自动化集装箱码头短。对于希望资金流动速率快的

投资方来说,建设传统集装箱码头更有利。

2) 全自动化集装箱码头不管是直接贡献还是间接贡献都比传统集装箱码头要大,说明全自动化集装箱码头对于区域的经济带动作用更明显,从国民经济角度,从国家战略角度,建设全自动化集装箱港口更有利。

3) 从长远看,全自动化集装箱港口更加贴合时代发展趋势,是国家倡导建设智慧港口的重点。

参 考 文 献

- [1] 王腾,梁晶. 基于非期望产出超效率 SBM 模型的港口能源效率评价[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2018, 42(4): 637-641.
- [2] 陈汨梨,封学军,陆玉华,等. 基于 GRA-CV 的非洲西海岸主要港口竞争力评价研究[J]. 现代交通技术, 2018, 15(3): 78-83.
- [3] 吕靖,张新放. 基于主成分分析法和三阶段数据包络分析模型的港口效率评价[J]. 水运管理, 2018, 40(6): 10-12.
- [4] 徐晓慧,牟岩,李剑. 基于投入产出分析的港口产业体系动态演化研究——以天津港为例[J]. 物流科技, 2018, 41(11): 59-62.
- [5] 姜超雁,真虹. 港口经济贡献的投入产出乘数模型[J]. 中国航海, 2012, 35(4): 100-103.
- [6] 吴明华. “智能化”旋风掀动港航产业新变革[J]. 航海, 2018(1): 3-4.
- [7] 马巍巍. 对我国智慧港口建设的认识与思考[J]. 水运管理, 2018, 40(1): 4-6.

Comparative Study on Input and Output of Fully Automated and Traditional Container Terminals

YE Yani DING Tao

(School of Transportation, Wuhan University of Technology, Wuhan 430063, China)

Abstract: Based on the analysis of the characteristics, layout and loading and unloading technology of container terminals, the traditional container terminals and fully automated container terminals of similar scale were constructed. From the perspectives of enterprise investment and operation economy, contribution to national economy and port development prospect, the investment estimation, national economy evaluation and prospect of the two types of terminals were made. The research results show that the investment recovery period of traditional container terminals is shorter than that of fully automated container terminals, and its contribution to the national economy is smaller than that of fully automated container terminals. Fully automated containers are more in line with the general trend of modern development.

Key words: container terminal; input and output; investment estimation; national economic analysis