



长江干线武安段 6 m 水深航道整治工程 航运经济效益评估

赵 振¹, 董鸿瑜¹, 许 鹏¹, 陈 洁¹, 李 蕾², 孙 辉³

(1. 长江航运发展研究中心, 湖北 武汉, 430014; 2. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉, 430040;
3. 长江三峡通航管理局, 湖北 宜昌, 443000)

摘要: 武安段 6 m 水深航道整治工程建成后, 万吨级江海船舶可常年直达武汉, 航运经济效益十分显著。以散杂货为代表船舶, 按照有无对比、实际发生原则, 基于 2018—2022 年武安段通航统计数据, 科学评估武安段航道货运量和船舶结构, 并在此基础上构建航运经济效益定量计算模型, 对武安段实施后航运经济效益进行评估。经测算, 2022 年武安段散杂货船产生的航运经济效益达 4.84 亿元, 超过工程设计阶段的预期目标。研究不仅可用于确定工程主要经济效益指标是否实现, 为工程后评估提供重要参考, 还有利于指导航道工程项目的投资和管理, 为推进相关项目计划和政策优化提供依据。

关键词: 武安段工程; 散杂货船; 有无对比法; 航运经济效益; 定量评估

中图分类号: U651

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)06-0142-06

Evaluation on navigation economic benefits of 6-meter-deep waterway regulation project in Wu'an section of the Yangtze River main line

ZHAO Zhen¹, DONG Hongyu¹, XU Peng¹, CHEN Jie¹, LI Lei², SUN Hui³

(1. Shipping Development Research Center of Yangtze River, Wuhan 430014, China;
2. Changjinag Waterway Institute of Planning and Design, Wuhan 430040, China;
3. Three Gorges Navigation Authority, Yichang 443000, China)

Abstract: After the completion of the 6-meter-deep waterway regulation project in Wu'an section, 10,000-ton river and sea ships can pass through Wuhan throughout the year, and the economic benefit of shipping is very significant. Taking bulk cargo as a representative ship, this paper scientifically evaluates the freight volume and ship structure of Wu'an section based on the statistical data of Wu'an section from 2018 to 2022 in accordance with the principle of “with and without” and actual occurrence. On this basis, the quantitative calculation model of shipping economic benefit is built to evaluate the shipping economic benefit after the implementation of Wu'an section. It is estimated that in 2022, the shipping economic benefit of Wu'an section bulk carriers will reach 484 million yuan, exceeding the expected target of the engineering design stage. The research can not only be used to determine whether the main economic benefit indicators of the project are realized, and provide an important reference for the post-project evaluation, but also help to guide the investment and management of waterway engineering projects, and provide a basis for promoting the optimization of relevant project plans and policies.

Keywords: Wu'an section project; bulk cargo ship; with and without method; navigation economic benefit; quantitative assessment

为贯彻落实长江经济带发展战略, 充分发挥水运比较优势, 提升长江黄金水道功能, 加快构

建综合立体交通走廊, 国家发展改革委于 2018 年 1 月批准实施长江干线武汉—安庆段 6 m 水深航道

收稿日期: 2023-09-26

作者简介: 赵振 (1991—), 女, 硕士, 工程师, 从事长江港航物流发展研究。

整治工程(简称武安段)。武安段建设范围为武汉天兴洲长江大桥—安庆皖河口,全长约386.5 km,横跨湖北、江西和安徽三省,见图1。通过对湖广至罗湖洲、戴家洲等7个碍航滩段进行系统整治,武安段航道最小维护水深由4.5 m提高至6.0 m,实现了万吨级船舶常年直达武汉,形成了一条畅行鄂赣皖,通达江浙沪的水上高速路^[1]。工程建成后极大提升了武汉长江中游航运中心及沿线港口的辐射能力,为打造畅通国内国际双循环的主动脉提供了更强劲的航运支撑。

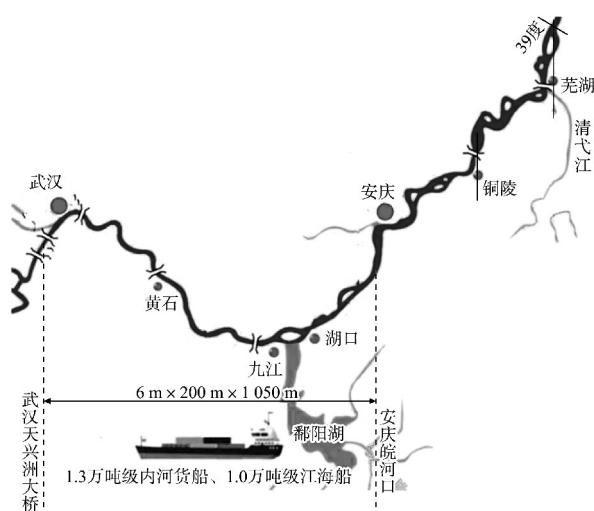


图1 武安段航道

武安段于2018年10月开工,2021年3月全面完工并投入试运行。武安段作为长江中游航道代表性工程,其作用的发挥将对推进长江中上游航道工程的建设有一定的参考借鉴意义。截至目前,武安段已试运行超2 a,工程试运行后吃水6.0 m以内的万吨级江海船舶无需减载卸装,航运企业与营运船舶的经济效益大幅提升。在此背景下,十分有必要对武安段工程实施后的航运经济效益进行定量评估。

航运经济效益分析是内河航道工程项目立项阶段中的重要评价内容,目前主要应用于航道工程实施之前,而针对航道工程实施后评估分析较少。开展航道工程完工后的航运经济效益定量评估不仅可用于确定工程主要经济效益指标是否实现,为工程后评估提供重要参考,还有利于指导航道工程项目的投资和管理,为推进相关项目计

划和政策优化提供依据。

目前国内一些专家学者针对工程实施后的航运效益开展了一些宏观定性分析,重点围绕长江口深水航道、水利水电枢纽工程,尚未有聚焦代表性货类进行分析^[2-7],缺乏客观深入的定量评估。新形势下,客观、科学、准确的定量评估内河航道工程完工后的航运经济效益亟需进行探索和突破。

根据2018—2022年长江海事局报港系统数据,散杂货在武安段货运量中占比超85%,因此通过散杂货特征变化量化可表征武安段的经济效益。本文以散杂货为代表船舶,按照有无对比、实际发生原则,科学评估武安段航道货运量和船舶结构,并在此基础上构建航运经济效益定量计算模型,对武安段实施后航运经济效益进行评估。

1 散杂货船舶货运情况评估

2018—2022年武安段货运量情况和船舶吃水-货运量分布,见图2、3。由图2可知,2022年武安段散杂货运量约为5.83亿t,近5 a年均增速达12.4%,增势明显,基本实现工程预期目标^[8]。

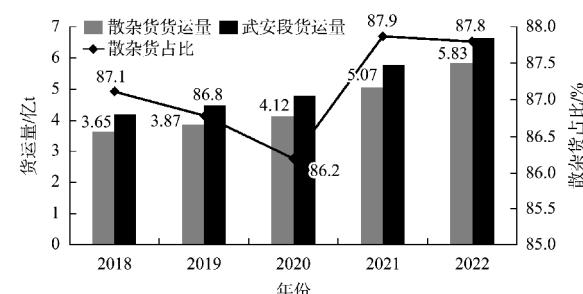


图2 武安段货运量情况

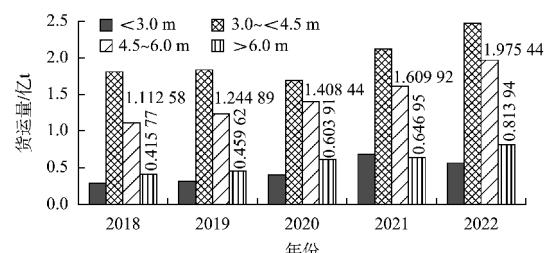


图3 武安段船舶吃水-货运量分布

由图3可知,近5 a来,武安段吃水4.5~6.0 m船舶货运量由1.112 58亿t提升至1.975 44亿t,

年均增速达 15.4%；吃水 6.0 m 以上船舶货运量由 0.415 77 亿 t 增长至 0.813 94 亿 t，年均增速达 18.3%，由武安段实施后船舶吃水提升带来的航道货运量增长十分显著。

2 散杂货船舶结构情况评估

2018—2022 年武安段载质量和吃水分布见图 4。

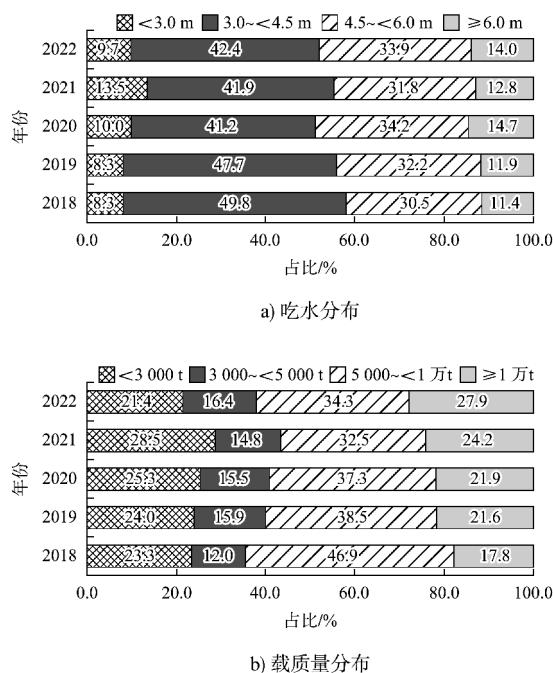


图 4 武安段船舶结构情况

由图 4 可以看出，武安段工程实施后船舶大型化趋势明显，万吨级以上船舶货运量占比由 2018 年 17.8% 增长至 2022 年 27.9%；吃水 4.5~6.0 m 船舶货运量占比由 2018 年 30.5% 增长至 2022 年 33.9%，吃水 6.0 m 以上船舶货运量占比由 2018 年 11.4% 增长至 2022 年 14.0%。

3 航运经济效益分析

根据《水运建设项目经济评价方法与参数》(2009 年修订)^[9]，水运建设项目经济效益主要包括船舶大型化效益、船舶待泊(待闸、候潮)费用节约、缩短水路运距的效益、替代陆路运输费用的节约、缩短陆路运距的效益等。武安段工程为内河航道整治工程，在现有航道基础上进行了尺度

提升，具有货运种类相对稳定、船舶大型化趋势明显、船舶减少减载显著、不存在缩短运距等特点。为客观、准确定量评估工程实施后航运经济效益，通过区域内重点航运企业调研和港航、海事、研究机构、高校等行业专家咨询，采取“有-无”对比方法，确定武安段主要航运经济效益为船舶大型化效益、替代陆路运输费用的节省效益、船舶减少减载的经济效益。本文航运经济效益分析遵循“有-无”对比原则，其中“无项目”指武安段未实施前的情况，即 2018 年 10 月之前武安段按最小 4.5 m 维护水深通航的情景；“有项目”指 2021 年 3 月武安段 6 m 水深贯通试运行后的情形。

3.1 船舶大型化效益

船舶大型化效益主要体现在船舶因吃水增加提高载货量而产生的经济效益，是航道尺度提升工程的主要经济效益。船舶大型化效益计算公式为：

$$D_1 = E_m \cdot \sum_{i=1}^n 100 \cdot \bar{D} \cdot T_{pc} \cdot \Delta T \quad (1)$$

式中： D_1 为散杂货船舶大型化效益，元； E_m 为水上运输平均运价，元/(t·km)； n 为某类代表船型运输艘次； \bar{D} 为某类代表船型的平均运距，km； T_{pc} 为某类代表船型每厘米吃水吨数，t/cm； ΔT 为某类代表船型“有无项目”时的吃水差，m。

3.1.1 散杂货船运价标定

根据长江航务管理局 2018—2022 年发布散货运价数据^[10]，近 5 年散杂货运价见表 1。

表 1 近 5 年散杂货运价

| 年份 | 散杂货货运价格/ (元·t ⁻¹ ·km ⁻¹) | 散杂货平均运价/ (元·t ⁻¹ ·km ⁻¹) |
|------|--|--|
| 2018 | 0.030~0.060 | 0.036 |
| 2019 | 0.025~0.058 | 0.034 |
| 2020 | 0.025~0.057 | 0.034 |
| 2021 | 0.022~0.072 | 0.042 |
| 2022 | 0.020~0.060 | 0.031 |

3.1.2 散杂货船型选择

通过 K-mean 聚类方法^[11]对 2018—2022 年武安段通过船舶吃水、载质量、载货量进行聚类分析，结果表明，武安段通过船舶载质量质心

分别为0.3525万、0.8183万、1.2220万和1.4170万t,见图5。

由于船舶大型化效益主要体现在吃水4.5 m以上船舶,根据聚类结果,依据船级社船舶数据库查找代表船舶的设计 T_{PC} 值,见表2。各类代表船舶参数取值见表3。

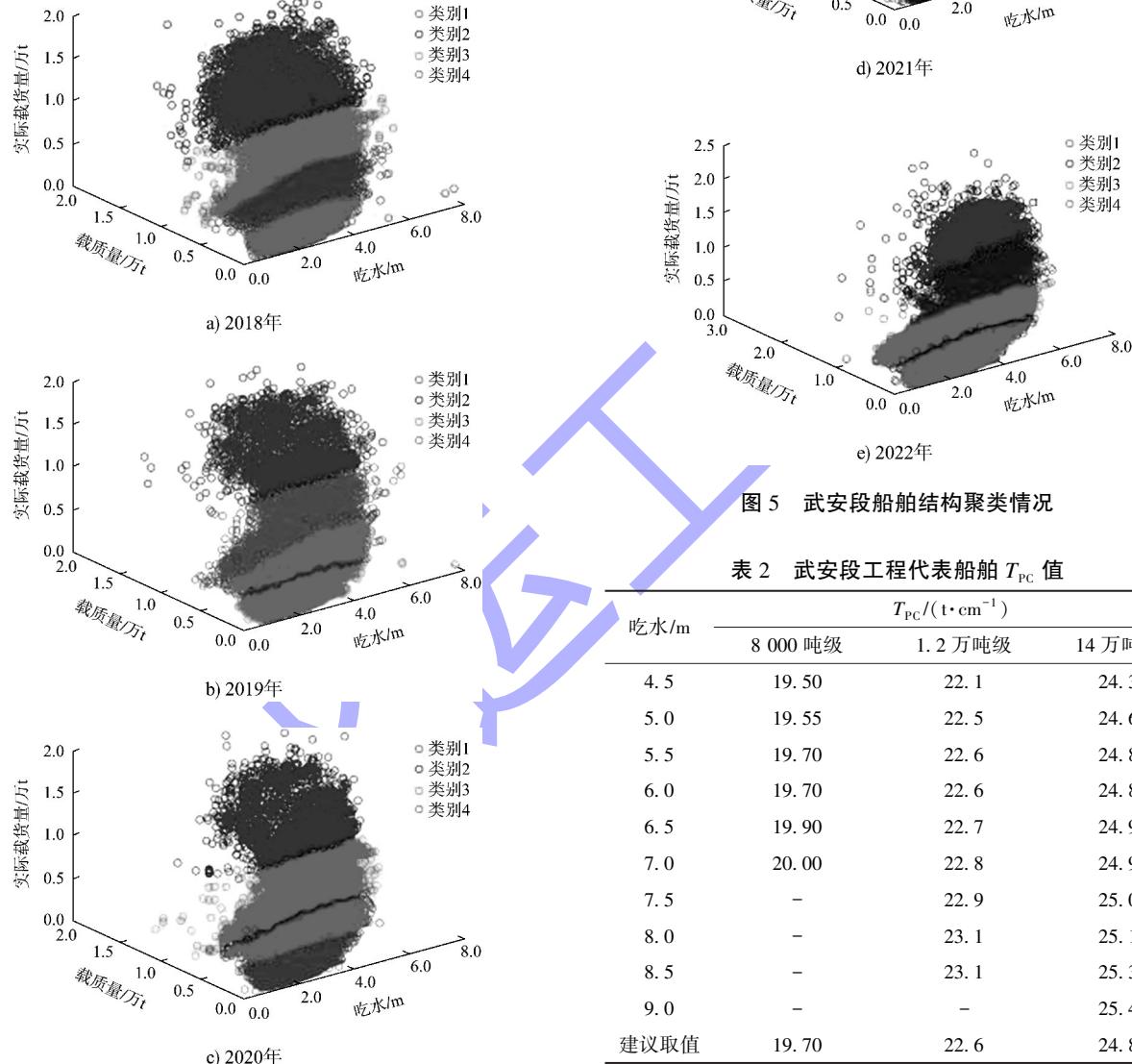


图5 武安段船舶结构聚类情况

表2 武安段工程代表船舶 T_{PC} 值

| 吃水/m | $T_{PC}/(t \cdot cm^{-1})$ | | |
|------|----------------------------|--------|-------|
| | 8 000吨级 | 1.2万吨级 | 14万吨级 |
| 4.5 | 19.50 | 22.1 | 24.3 |
| 5.0 | 19.55 | 22.5 | 24.6 |
| 5.5 | 19.70 | 22.6 | 24.8 |
| 6.0 | 19.70 | 22.6 | 24.8 |
| 6.5 | 19.90 | 22.7 | 24.9 |
| 7.0 | 20.00 | 22.8 | 24.9 |
| 7.5 | — | 22.9 | 25.0 |
| 8.0 | — | 23.1 | 25.1 |
| 8.5 | — | 23.1 | 25.3 |
| 9.0 | — | — | 25.4 |
| 建议取值 | 19.70 | 22.6 | 24.8 |

表3 武安段工程代表船舶参数取值

| 年份 | 载质量区间/t | 载质量质心/吨级 | 区间频率/% | 吃水差/cm | 平均运距/km |
|------|------------|----------|--------|--------|---------|
| 2021 | 5 000~1.0万 | 8 000 | 16.6 | 13 | 336 |
| | 1 000~1.3万 | | 3.2 | 30 | 246 |
| | 1.3万以上 | | 6.8 | 58 | 160 |
| 2022 | 5 000~1.0万 | 1.2万 | 18.6 | 15 | 336 |
| | 1 000~1.3万 | | 2.8 | 35 | 246 |
| | 1.3万以上 | 1.4万 | 5.2 | 58 | 160 |

将上述各参数代入式(1), 计算结果表明, 2021、2022 年武安段实施后的船舶大型化效益分别为 2.53 亿、2.84 亿元。

3.2 替代陆路运输费用的节省效益

替代陆路运输费用的节省指因航道运输条件改善, 由水路运输替代陆路运输节省费用带来的经济效益, 计算公式为:

$$D_2 = \sum (P_{\text{陆}} - P_{\text{水}}) \Delta Q \quad (2)$$

式中: D_2 为替代陆路运输费用的节省效益, 元; $P_{\text{陆}}$ 为陆路运输费率, 元/t; $P_{\text{水}}$ 为水路运输费率, 元/t; ΔQ 为替代陆路运输货运量, t。

据武安段腹地 2008—2017 年期间 GDP 和水运量增长情况及弹性系数变化情况, 运用弹性系数法预测 2018—2022 年武安段“无项目”时散杂货运量。结合不同发展阶段弹性系数的变化情况以及武安段经济发展趋势来看, 2018—2022 年是长江中上游地区产业规模集聚、综合运输通道建设高峰时期, 水运量保持增长态势, 但随着产业结构的升级, 弹性系数呈现下降态势。根据长江干线武汉—安庆段航道整治工程完工后经济社会效益评估分析报告^[12], 2018—2022 年武安段腹地 GDP 增长率按可比价格计算取 4.4%, 弹性系数取 0.85。根据长江航务管理局统计数据, 2017 年武安段散杂货运量为 3.55 亿 t, 测算出 2021、2022 年武安段“无项目”时散杂货运量分别

为 4.11 亿、4.27 亿 t。

“无项目”时武安段货运量与“有项目”状态下进行对比, 货运增量包含诱增货运量和替代陆路运输货运量(即“转移货运量”)。诱增货运量和替代陆路运输货运量具有区域性和难区分性特点。本文通过实地调研及文献研究, 定性分析与定量计算相结合, 对两者进行区分^[13]。根据调研, 武安段腹地散杂货运输主要服务长江中上游钢铁、电力、工矿、粮油企业, 货物价值及时效性要求相对较低, 适宜长距离水路运输, 公路、铁路分担比例有限。因此转移货运量在货运增量中占比较小, 一般约 10%。诱增货运量作为货运增量主要来源, 与运输需求价格弹性系数、工程投产阶段相关^[14-15]。诱增货运量为因工程实施后传导反馈至港口的效益, 一般归类至港口效益进行测算, 不在工程航运效益中测算。依据长江干线武汉—安庆段航道整治工程完工后经济社会效益评估分析报告研究结论, 2021、2022 年武安段“有项目”时散杂货诱增货运量分别为 0.808 亿、1.385 亿 t, 可计算出 2021、2022 年武安段“有项目”时散杂货替代陆路运输货运量分别为 0.152 亿、0.175 亿 t。根据武安航段多家企业调研数据, 该航道测算运费率节约为 10 元/t, 经测算武安段实施后, 2021、2022 年替代陆路运输费用的节省效益分别为 1.52 亿、1.75 亿元, 见表 4。

表 4 替代陆路运输费用的节省效益

| 年份 | “无项目”时货运量/亿 t | “有项目”时实际货运量/亿 t | 诱增货运量/亿 t | 替代陆路运输货运量/亿 t | 替代陆路运输费用节省/亿元 |
|------|---------------|-----------------|-----------|---------------|---------------|
| 2021 | 4.11 | 5.07 | 0.808 | 0.152 | 1.52 |
| 2022 | 4.27 | 5.83 | 1.385 | 0.175 | 1.75 |

3.3 船舶减少减载的经济效益

工程实施前, 武安段常年通行 5 000 吨级及以下船舶, 枯水期部分大型船舶需减载通行。船舶减少减载的经济效益主要包括减载中转港的装卸费节约和货损节约。计算公式为:

$$D_{31} = \sum_{i=1}^n \Delta h F_m \quad (3)$$

$$D_{32} = \sum_{i=1}^n \Delta htu \quad (4)$$

式中: D_{31} 为减载中转装卸费, 元; Δh 为应减载货运量, t; F_m 为减载费用价格, 元/t; D_{32} 为货物耗损费用; t 为货物吨货价值, 元/t; u 为装卸货物自然损耗率。

$$D_3^N = (D_{31}^{N-1} + D_{32}^{N-1}) - (D_{31}^N + D_{32}^N) \quad (5)$$

式中: D_3^N 为第 N 年船舶减少减载的经济效益, 元, 即上一年度减载中转装卸费和货物自然损耗费用总和与本年度的差值。

工程完工前, 实际发生减载的主要是吃水大于 6 m 的船舶, 根据长江干线航道分月维护水深情况, 减载期主要集中在枯水期(10 月中下旬—次年 3 月)。经测算, 2020、2021、2022 年应减载货运量分别为 753 万、534 万、295 万 t。根据市场调研, 减载中转装卸费按 5.5 元/t, 主要散杂货铁矿石价格为 650 元/t、煤炭为 600 元/t、矿建材料为 300 元/t, 按主要货种运量份额所占比例加权, 按 500 元/t 计算。经测算武安段实施后, 2021、2022 年船舶减少减载的经济效益分别为 0.23 亿、0.25 亿元, 见表 5。

表 5 船舶减少减载的经济效益

| 年份 | 应减载货运量/ 万 t | 减载中转 港装卸费/ 亿元 | 货物耗 损费用/ 亿元 | 船舶减少减载 的经济效益/ 亿元 |
|------|----------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| 2020 | 753 | 0.41 | 0.38 | - |
| 2021 | 534 | 0.29 | 0.27 | 0.23 |
| 2022 | 295 | 0.16 | 0.15 | 0.25 |

综上所述, 经测算, 武安段实施后 2021 和 2022 年的航运经济效益见表 6。

表 6 武安段工程实施后航运经济效益

| 年份 | 船舶大型化和 吃水增加的 经济效益/亿元 | 替代陆路运输 费用的节省 效益/亿元 | 减少减载 的经济效 益/亿元 | 合计/ 亿元 |
|------|----------------------------|--------------------------|----------------------|-----------|
| 2021 | 2.53 | 1.52 | 0.23 | 4.28 |
| 2022 | 2.84 | 1.75 | 0.25 | 4.84 |

由表 6 可以看出, 武安段工程实施后直接产生的航运经济效益 2021 年为 4.28 亿元, 2022 年为 4.84 亿元。2022 年航运经济效益较工可报告预期航运经济效益 4.18 亿元提高了 15.8%, 其中船舶大型化和吃水增加的经济效益最为显著, 占比达 58.7%。工程实施后, 武汉—安庆段干线航道尺度得以提升, 极大地促进了武安航段内船舶大型化, 发挥了显著的航运经济效益, 工程航运经济效益超过预期。

4 结语

1) 本文以散杂货为代表船舶, 按照有无对比、实际发生原则, 基于 2018—2022 年武安段通航统计数据, 构建航运经济效益定量计算模型, 实现对武安段工程实施后航运经济效益定量评估, 一定程度上弥补了以往类似研究中以定性分析为主的不足, 可为工程后评估提供重要参考。但同时航运效益测算中相关参数需通过大量调查研究才能确定, 在实际应用和推广中还存在一定的局限性。

2) 研究结果表明武安段工程实施后, 大大改善了航运条件, 适应船舶大型化需求, 工程航运经济效益远超预期。工程实施后, 万吨级船舶常年直达武汉, 促进江海直达运输发展和口岸功能提升, 区域航运经济得到增幅发展, 为长江中游城市群建设和长江经济带发展增添了新动能, 进一步发挥武安段的水运优势, 对发挥长江中游超大规模市场的潜力和优势起到积极作用。

参考文献:

- [1] 黄晶晶. 长江干线武汉至安庆段 6 m 水深航道整治产生的经济效益分析[J]. 中国水运(上半月), 2020(12): 74-76.
- [2] 岳巧红. 长江南京以下 12.5 米深水航道工程效益后评估分析[J]. 珠江水运, 2021(7): 103-104.
- [3] 赵德招. 长江南京以下沿江港口对 12.5 m 深水航道的效益响应[J]. 水运工程, 2019(6): 8-14.
- [4] 马轶玮, 刘翰卿, 朱苏辉, 等. 长江南京以下 12.5 m 深水航道二期工程初步效益分析 [J]. 水运工程, 2019(7): 9-12, 27.
- [5] 顾秀丽. 长江口深水航道整治直接经济效益分析[J]. 水运工程, 2014(7): 99-103.
- [6] 李文正, 潘文达. 长江口深水航道航运经济效益分析[J]. 水运管理, 2014, 36(4): 25-28, 38.
- [7] 陶国武, 冯妍, 张弘弘, 等. 长江口深水航道工程社会效益分析[J]. 水利科技与经济, 2015, 21(11): 77-80.

(下转第 169 页)