



新时代内河航运开发的全面经济性 评价理论与方法研究

吴晓磊, 刘晓玲, 吴 澎, 王 桃
(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

摘要: 新时代内河航运占地省、能耗小、环境友好的比较优势愈发突出, 发展内河航运提到更高的高度, 传统的以运输效益为主的经济性评价方法的片面性日益凸显。在系统梳理国内外相关研究的基础上, 根据新时代的特点进一步归纳、完善, 基于内河航运工程建设对综合交通、区域经济社会发展、生态环保、文化旅游等各方面的综合效益, 探索构建一套可用于内河航运开发全面经济性评价的指标体系, 简要论述各评价指标的定量化和货币化计算方法, 并以京杭运河黄河以北段复航工程为例进行实证分析, 为新时代内河航运开发经济性评价工作提供决策参考。

关键词: 内河航运; 经济性评价; 指标体系; 综合交通; 区域经济社会发展; 生态环保; 文化旅游

中图分类号: U 656

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)08-0101-06

Research on theory and method of comprehensive economic evaluation of inland river shipping development in new era

WU Xiao-lei, LIU Xiao-ling, WU Peng, WANG Tao
(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: In the new era, the comparative advantages of inland river shipping, such as less land occupation, less energy consumption, and environmental friendliness, are becoming more and more obvious. The development of inland river shipping has reached a higher level. One sidedness of the traditional economic evaluation method based on transportation efficiency gets increasingly prominent. We systematically summarize the previous relevant studies at home and abroad, further improve them according to the new characteristics in the new era. Then with full consideration of the benefits on comprehensive transportation, regional economic and social development, ecological and environment protection, and culture and tourism by the engineering construction of inland river shipping, we establish a set of index system for the comprehensive economic evaluation of the inland river shipping development, briefly discuss the quantitative and monetized calculation method of each evaluation index, and take the navigation recovery project of the section north of the Yellow River of Beijing-Hangzhou Canal as an example to make an empirical analysis. The results can provide a decision-making reference for the economic evaluation of inland shipping development in the new era.

Keywords: inland river shipping; economic evaluation; index system; comprehensive transportation; regional economic and social development; ecological and environment protection; culture and tourism

21 世纪以前, 内河航运的比较优势通常主要体现在运能大、成本低等方面; 进入 21 世纪之后, 尤其是“十三五”期以来, 随着经济社会逐

步进入高质量发展阶段, 环境、土地等资源约束不断加强, 除了运能大、成本低之外, 内河航运占地省、能耗小、环境友好的综合比较优势日益

收稿日期: 2020-12-10

作者简介: 吴晓磊(1982—), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为交通规划、运输经济。

凸显，内河航运建设工程的经济评价也需要由传统的以运输效益为主向全面考虑运输、国民经济、产业布局、社会环境等各方面的综合效益转变。本文在深入分析现行评价方法和研究成果的基础上，创新性地将现有评价工作汇成一个体系，进一步归纳、完善，并采用与货币经济挂钩的方法，构建一套适应新时代特点的内河航运工程经济性评价指标体系。

1 国内现行评价方法的适应性和研究现状

我国内河航运工程的效益分析目前主要依据交通运输部发布的《水运建设项目经济评价方法与参数》^[1]，根据其中对内河航道、通航建筑物等内河航运相关工程经济效益的规定，主要计算运输费用节约相关直接经济效益。随着生态优先、绿色发展理念深入贯彻，发展内河水运已成为发挥综合运输优势、解决生态环境等多方面问题的重要抓手，综合经济、环境、土地等多方面的诉求，传统的以运输效益为主的经济性评价在决策工作中存在一定的片面性。

国内一些专家、学者已注意到形势的变化，陆续开展大量内河航运建设工程经济性评价拓展研究，引领内河航运经济性评价向全面考虑运输、国民经济、产业布局、社会环境等各方面的综合效益转变。丰玮等^[2]和唐净等^[3]均从较全面的角度就内河航运项目建设对运输、环境、经济社会发展等各方面综合效益进行研究，以定性分析为主，定量分析主要为运输效益的计算和内河航运相对其他运输方式节能、减排、安全性等的对比；朱孟高^[4]、吴鼎新等^[5]、刘宏霄等^[6]、王仁利^[7]分别就长江、京杭运河、西江、松花江重点航段开发的综合效益进行研究，定性分析主要包括内河航运开发对经济社会的贡献、对产业布局的诱导性、综合运输的比较优势、社会环境影响、水资源综合利用价值、旅游事业发展等方面，定量分析主要集中在计算运输费用节约、经济增加值

(GDP 贡献)等指标以及对不同运输方式技术经济指标(如节能减排效果等)进行比较。

总体上，国内内河航运开发全面经济性评价相关理论和数据分析已取得了一定成果，但关于定量评价的体系性仍有欠缺，且对各方面效益由于分析角度、计量单位等不同难以综合汇总，有待对现有研究进行系统梳理和完善，构建形成一套较完善的、能够全面反映内河航运开发实际情况且行之有效的评价体系和方法，这种需求在新时代经济社会发展条件下尤为迫切。欧美国家内河航运建设起步早，美国田纳西大学交通运输研究中心的研究^[8]较具有代表性，从 13 个方面对内河航道开发的经济性进行评价，并试图对各方面效益进行定量化和货币化计算，可为新时代我国内河航运开发全面经济性评价提供参考。

2 内河航运开发全面经济性评价指标体系构建

2.1 构建原则

2.1.1 延续性原则

本着继承发扬的原则，主要是在已有指标的基础上进行补充和完善。

2.1.2 全面性原则

跳出本行业的范畴，深入挖掘内河航运开发对区域经济、社会、生态、人文等各方面的影响，筛选具有代表性的核心指标。

2.1.3 可操作性原则

选取典型性和代表性较强、相互关联性较小的指标，并注重原始数据的可获取性，注重选取指标的可量化和货币化。

2.2 体系框架

根据国内外研究基础和工程实践经验进行系统总结、梳理，将内河航运开发的影响主要归纳为综合交通、区域经济社会发展、生态环境、文化旅游等 4 大方面，并进一步细分为 12 个二级指标，构建内河航运开发全面经济性评价指标体系，见表 1。

表 1 内河航运开发全面经济性评价指标体系

| 经济性分类(一级指标) | 影响的具象表征 | 评价指标体系(二级指标) |
|-------------|---|--|
| 对综合交通的经济性 | 对降低社会物流费用的价值; 对优化运输结构的价值; 对提高公路交通、大宗危险品运输安全性的价值 | 1. 运输费用节约; 2. 船舶拥堵费用节约; 3. 货值利息节约; 4. 公路交通拥堵费用节约; 5. 减少交通事故带来的费用节约 |
| 对区域经济社会的经济性 | 对降低生产成本的价值; 对引导产业集聚、带动沿线经济发展和城镇化建设的价值; 对促进沿线社会发展的价值 | 6. 经济增加值 |
| 对生态环境的经济性 | 对节能减排的价值; 对土地资源集约利用的价值; 对美化环境的价值; 对水资源综合利用的价值 | 7. 能源消耗费用节约; 8. 土地资源节约价值; 9. 污染物排放降低价值; 10. 水资源综合利用价值 |
| 对文化旅游的经济性 | 对文化遗产、文化产业发展的价值; 对旅游开发的价值 | 11. 带动新增旅游业收入; 12. 带动文化产业收入 |

2.3 指标计算方法

2.3.1 运输费用节约

运输费用节约是指工程建设带来的全社会运输费用的降低。《水运建设项目经济评价方法与参数》(2009 年修订)中关于运输费用节约这一效益的说明和计算方法已十分明了,且经过多年实践验证,因而对于运输费用节约这一指标沿用《水运建设项目经济评价方法与参数》(2009 年修订)的规定,采用“有-无”对比法。对于不同类型的工程,由于“无”工程时所对应的次优方案不同,运输费用节约的体现也不相同。对于航道等级提升类工程,其运输费用节约主要体现为船舶大型化带来的运输成本降低;对于新航道建设类工程,其运输费用节约主要体现为替代陆路运输带来的运输费用降低;对于河道裁弯取直类工程,主要体现为水运运输距离缩短带来的运输费用降低。各具体指标计算公式如下:

$$TCR_{\text{船舶大型化}} = RFR_{\text{水前}} \cdot L_{\text{水}} \cdot F - RFR_{\text{水后}} \cdot L_{\text{水}} \cdot F \quad (1)$$
式中: $TCR_{\text{船舶大型化}}$ 为船舶大型化带来的运输费用降低(元); $RFR_{\text{水前}}$ 、 $RFR_{\text{水后}}$ 为项目建设前后通航主力船型必要运费率(元·t⁻¹·km⁻¹); $L_{\text{水}}$ 为主要航线内河航运距离(km); F 为通航运量(t), 最大不超过工程建设前的通过能力。

$$TCR_{\text{替代陆运}} = f \cdot L_{\text{陆}} \cdot RFR_{\text{陆}} - f \cdot L_{\text{水}} \cdot RFR_{\text{水}} \quad (2)$$
式中: $TCR_{\text{替代陆运}}$ 为替代陆路运输带来的运输费用降低(元); f 为货运量(t); $L_{\text{陆}}$ 为陆上运输距离

(km); $RFR_{\text{陆}}$ 为采用陆上运输(公路或铁路)时必要运费率(元·t⁻¹·km⁻¹); $RFR_{\text{水}}$ 为典型船型内河航运必要运费率(元·t⁻¹·km⁻¹)。

$$TCR_{\text{运距缩短}} = f \cdot RFR_{\text{水}} \cdot (L_{\text{水前}} - L_{\text{水后}}) \quad (3)$$
式中: $TCR_{\text{运距缩短}}$ 为水运距离缩短带来的运输费用降低(元); $L_{\text{水前}}$ 、 $L_{\text{水后}}$ 分别为工程建设前、后内河航运距离(km)。

2.3.2 船舶拥堵费用节约

船舶拥堵费用节约可包括船舶航行费用节约和船舶等待费用节约,这两部分可能同时产生,也可能仅产生其中一个。计算公式为:

$$SCR_{\text{航行}} = \frac{T_{\text{前}} - T_{\text{后}}}{24} \cdot FHT \quad (4)$$

$$SCR_{\text{等待}} = \frac{t_{\text{前}} - t_{\text{后}}}{24} \cdot FTT \quad (5)$$

式中: $SCR_{\text{航行}}$ 、 $SCR_{\text{等待}}$ 分别为船舶航行、等待费用节约(元); $T_{\text{前}}$ 、 $T_{\text{后}}$ 为工程建设前、后船舶航行时间(h); $t_{\text{前}}$ 、 $t_{\text{后}}$ 为工程建设前、后过闸及等待时间(h); FHT 为船舶航行每日费用(元/d); FTT 为船舶停泊每日费用(元/d)。

2.3.3 货值利息节约

内河航运项目的建设通过畅通航道和船闸通航设施能够缩短航次时间,对于货物而言,将加快周转,产生货值利息节约,计算公式为:

$$CIR_{\text{货物}} = P_{\text{货}} \cdot f \cdot (T_{\text{Pr前}} - T_{\text{Pr后}} + T_{\text{Sr前}} - T_{\text{Sr后}}) \cdot \frac{i}{365} \quad (6)$$

式中： $CIR_{货物}$ 为货值利息节约(元)； $P_{货}$ 为每吨货物的价值(元)； l 为年航行次数； $Tpr_{前}$ 、 $Tpr_{后}$ 为工程建设前、后单航次船舶航行时间(d)； $Tsr_{前}$ 、 $Tsr_{后}$ 为工程建设前、后单航次船舶停泊时间(d)； i 为社会折现率。

2.3.4 公路交通拥堵费用节约

参考《道路交通拥堵经济损失评估指南》^[9]，公路交通拥堵费用主要包括旅行时间延误经济损失、机动车能源消耗增加量经济损失、机动车污染排放增加量经济损失 3 部分，结合内河航运实际情况，上述各部分损失主要体现在客货运交通混行情况下对客运交通的影响，各部分计算公式如下：

$$ELT=t \cdot VOTT_p \cdot U_p P_p \tag{7}$$

式中：ELT 为旅行时间延误的经济损失(元)； t 为平均旅行时间延误(h)； $VOTT_p$ 为对象地域人员时间价值(元·h⁻¹·人⁻¹)； U_p 为客车数量(辆)； P_p 为客车平均载客数量(人/辆)。

$$ELE=H_{成本} Q L_{拥堵} \cdot ENF(v)-H_{成本} Y_{目标} \tag{8}$$

式中：ELE 为机动车能源消耗增加的经济损失(元)； $H_{成本}$ 为单位油价(元/L)； Q 为当量交通量； $L_{拥堵}$ 为拥堵路段长度(km)； $ENF(v)$ 为平均速度下机动车综合能源消耗因子(L/km)； $Y_{目标}$ 为目标情况下燃油消耗量(L)。

$$ELD=H_k Q L_{拥堵} \cdot EP(v)-H_k F_{目标} \tag{9}$$

式中：ELD 为机动车污染排放增加的经济损失(元)； H_k 为污染物 k 单位排放的治理成本(元/t)； Q 为当量交通量； $L_{拥堵}$ 为拥堵路段长度(km)； $EP(v)$ 为平均速度下机动车污染物 k 的综合排放因

子(t/km)； $F_{目标}$ 为目标情况下污染物的排放量(L)。

2.3.5 减少交通事故带来的费用节约

内河航运工程建设能够有效分流公路货运量，缓解交通拥堵，减少客货运交通混行，从而直接降低交通事故发生率，降低交通事故损失。计算公式为：

$$ACR=P(J_w-J_y)MK \tag{10}$$

式中：ACR 为减少交通事故带来的费用节约(元)； P 为公路交通事故平均损失的费用(元/次)； J_w 为无此工程时的事故率(次·万车⁻¹·km⁻¹)，可以采用实际统计数据； J_y 为有此工程时的事故率(次·万车⁻¹·km⁻¹)，可参考历史数据构建回归分析、灰色预测、神经网络等模型进行预测； M 为平均断面流量(万车)； K 为公路段长度(km)。

2.3.6 经济增加值

经济增加值通常包括直接经济贡献增加值、间接经济贡献增加值、诱发经济贡献增加值 3 个方面，可以采用生产法、支出法、收入法等进行测算，收入法通常较多地被采用，计算公式如下：

$$EVA=V+T+D+S \tag{11}$$

式中：EVA 为经济增加值(元)； V 为劳动者报酬(元)； T 为生产税净额(元)； D 为固定资产折旧(元)； S 为营业盈余(元)。

现有研究对京杭运河、长江、珠江等通航河段已产生的经济贡献进行了大量测算，其中典型航段测算结果见表 2，也可结合沿线资源特点和产业基础，综合考虑主要影响行业，针对主要行业的经济增加值测算后加和。

表 2 国内外内河航运发达地区内河航运开发对经济社会发展的贡献实例

| 河段 | 里程/km | 等级 | 货运量/亿 t | 经济贡献/亿元 | 经济贡献度/% |
|-----------|-------|--------------|---------|---------|---------|
| 京杭运河徐州段 | 181 | Ⅱ级 | 0.74 | 170 | 2.6 |
| 京杭运河无锡段 | 238 | Ⅲ级 | 0.54 | 192 | 1.8 |
| 京杭运河杭州段 | 413 | Ⅲ级 | 1.10 | 391 | 3.1 |
| 长江沿线湖北省段 | 1 050 | Ⅰ级 | 3.60 | 2 123 | 6.5 |
| 西江航道贵港段 | 570 | Ⅱ级 | 0.65 | 251 | 3.4 |
| 美国密西西比河流域 | — | 航道平均水深 2.7 m | 6.00 | 334 亿美元 | — |

注：京杭运河无锡段、杭州段水网较发达，航道长度按全市高等级航道总里程考虑。

2.3.7 能源消耗费用节约

能源消耗节约指采用内河航运相比其他运输

方式所能节约耗费的能源，结合能源价格可转换为具体价值，计算公式如下：

$$ECR=(C_{其他}L_{陆}-C_{内河}L_{水})fP_{燃} \quad (12)$$
式中: ECR 为能源消耗费用节约(元); $C_{其他}$ 、 $C_{内河}$ 分别为其他方式、内河航运单位能源消耗(g 标煤 $\cdot t^{-1}\cdot km^{-1}$), 结合文献[10], 各主要货运方式的能耗见表 3; $P_{燃}$ 为燃料价格(t /元), 可根据当地能源市场价格取值; 其他参数同前。

| 表 3 我国各主要货运方式能耗 | |
|-----------------|---|
| 运输方式 | 能源消耗/(g 标煤 $\cdot t^{-1}\cdot km^{-1}$) |
| 铁路 | 3.9 |
| 公路 | 17.0 |
| 水运 | 2.6(远洋、沿海)、3.0(内河) |

2.3.8 土地资源节约价值

土地资源节约价值指采用内河航运相比其他运输方式节约土地占用相应产生的价值, 计算公式如下:

$$LSV=(A_{其他}L_{其他}-A_{内河}L_{航道})P_{土地} \quad (13)$$
式中: LSV 为土地资源节约价值(元); $L_{航道}$ 、 $L_{其他}$ 分别为建设内河航道里程、达到相同通过能力所需建设公路或铁路等其他方式的里程(km); $A_{其他}$ 、 $A_{内河}$ 分别为其他方式、内河航道单位占地面积($万 m^2/km$), 结合文献[11], 我国各种运输方式的占地情况见表 4; $P_{土地}$ 为土地价格(元/ $万 m^2$), 可以参考近期当地相似条件的土地交易平均市场价格取值。

| 表 4 公路、铁路、内河航运的占地 | |
|-------------------|-----------------------------|
| 运输方式 | 占地/($万 m^2\cdot km^{-1}$) |
| 铁路 | 4.0~5.3(单线) |
| | 5.3~6.7(双线) |
| 公路 | 6.0~8.0(4 车道高速公路) |
| | 2.4~4.7(二级公路) |
| 内河航运(天然航道) | 0.1~0.2 |

2.3.9 污染物排放降低价值

污染物排放降低价值指采用内河航运相比其他运输方式所能降低污染物排放相应折合的价值, 计算公式如下:

$$PRV=(F_{其他}L_{陆}-F_{内河}L_{水})fP_{污染物} \quad (14)$$
式中: PRV 为污染物排放降低价值(元); $F_{其他}$ 、 $F_{内河}$ 分别为采用其他运输方式、内河航运的单位污染物排放量($kg\cdot t^{-1}\cdot km^{-1}$), 交通运输行业的主要污染物包括碳氢化合物、一氧化碳、二氧化氮

等, 各种运输方式的单位污染物排放量见表 5; $P_{污染物}$ 为单位污染物排放治理成本(元/ kg), 可根据各地制定的主要污染物排放权交易确定, 一氧化碳也可采用国际市场最新碳排放价格。内河航运污染物排放降低总价值通常为各类型污染物排放降低价值之和。

| 表 5 公路、铁路、内河航运的单位污染物排放量 | | | |
|-------------------------|--|------|-------|
| 运输方式 | 单位污染物排放量/($kg\cdot t^{-1}\cdot km^{-1}$) | | |
| | 碳氢化合物 | 一氧化碳 | 二氧化氮 |
| 内河航运 | 0.9 | 2.0 | 5.3 |
| 铁路 | 4.6 | 6.4 | 18.3 |
| 公路 | 6.3 | 19.0 | 101.7 |

2.3.10 水资源综合利用价值

内河航运开发项目的建设还会带来水力发电、供水、灌溉、防洪减灾等多重效益, 可归纳为水资源综合利用价值, 计算公式如下:

$$CUV=V_{发电}+V_{供水}+V_{灌溉}+V_{防洪} \quad (15)$$
式中: CUV 为水资源综合利用价值(元); $V_{发电}$ 为同步建设水电站的利润(元); $V_{供水}$ 为河航运开发工程年供水总价值(元); $V_{灌溉}$ 为若未建设该工程所产生的农业损失(元), 比如粮食产量损失价值, 可结合粮食生产的减少量和价格进行测算; $V_{防洪}$ 为若未建设该工程每年将会产生的防洪投入(元), 主要结合当地或气候条件相似地区未进行内河航运项目开发时年实际防洪投入综合估算。上述各项水资源综合利用效益可能同时产生, 也可能部分产生。

2.3.11 带动新增旅游业收入

带动新增旅游业收入指内河航运开发带动旅游业务开展形成的旅游收入, 简化计算公式如下:

$$TR=P_{旅游}C_{旅游} \quad (16)$$
式中: TR 为带动新增旅游业收入(元); $P_{旅游}$ 为内河航运开发带动增加旅客数量(人); $C_{旅游}$ 为近年当地游客人均支出(元/人)。

2.3.12 带动文化产业收入

内河航运开发通过对古历史文化的挖掘, 有潜力打造内河文化品牌, 形成品牌效应, 创造品牌价值, 带动文化产业发展, 简化计算公式如下:

$$CR=V_{文化}+P_{文化品牌} \quad (17)$$
式中: CR 为带动文化产业收入(元); $V_{文化}$ 为内河

航运开发带动发展的文化产业产值(元); $P_{\text{文化品牌}}$ 为内河航运开发引领创造的文化品牌估值(元)。

3 案例分析

以京杭运河黄河以北段复航工程为例, 对其

全面经济性进行评价。考虑其对大运河文化带建设的重要意义, 对上述构建的指标体系中 4 大一级指标都有所影响, 因而结合工程特点, 针对4 大一级指标分别选取典型、代表性二级指标按照前述计算方法进行计算, 结果见表 6。

表 6 京杭运河黄河以北段复航工程的全面经济性评价典型指标计算结果

| 一级指标 | 选取的典型二级指标 | 计算结果 |
|-------------|------------|---|
| 对综合交通的经济性 | 运输费用节约 | 42.5~71.1 亿元/a |
| | 公路交通拥堵费用节约 | 替代公路货运通行车辆 382~655 万辆次/a, 折合 28.7~49.1 亿元/a |
| 对区域经济社会的经济性 | 带动新增经济增加值 | 175~300 亿元/a |
| 对生态环境的经济性 | 能源消耗费用节约 | 节约能源消耗 44.9~77 万 t 标煤/a, 折合 23.3~40.0 亿元/a |
| | 污染物排放降低价值 | 降低碳排放 37.3~63.9 万 t/a, 折合 0.6~1.1 亿元/a |
| 对文化旅游的经济性 | 带动新增旅游业收入 | 110~300 亿元/a |

4 结语

1) 本文构建的指标体系以追求全面为主, 在实际操作过程中, 可参考上述案例分析, 结合各工程的功能、特点, 合理选择评价指标体系内包含的部分指标。例如, 对于偏重于客运的航运开发工程, 应更偏重于对文化旅游发展的经济性指标; 对于一般货运航道开发工程, 应更偏重于对综合交通发展的经济性指标; 对于影响较为广泛的内河航运开发工程, 往往各方面评价指标都会有所涉及。

2) 结合各地情况, 因地制宜选取参数进行评价。考虑到内河航运工程的独特性, 其经济性分析的参数和方法不可一概而论。如相同长度、相同通航等级的航道开发, 即使投资规模相差不大, 但其效益的大小受到航道功能、沿线经济产业结构和特点、综合交通体系建设和水运网络发展等多重因素的影响, 并不完全一致。在实际评价过程中, 需要因地制宜, 合理选择评价指标和确定计算参数。

3) 对于内河航运开发综合经济性的分析, 可在计算各指标数值后, 汇总得到综合经济效益, 然后参考现行经济费用效益分析方法, 编制国民经济效益费用流量表, 计算得到评价项目的经济内部收益率, 对标行业基准收益水平, 综合权衡工程建设的全面经济性。

参考文献:

[1] 交通运输部综合规划司.水运建设项目经济评价方法与参数(2009 年修订) [R].北京: 交通运输部综合规划司, 2009.

[2] 丰玮,周之豪.水运投资项目综合评价方法的研究[J].水运工程, 1998(7) : 1-5.

[3] 唐净, 吴文华.内河航运项目效益分析[J].水运工程, 2004(10) : 89-92.

[4] 朱孟高.长江下游航道建设对沿江社会经济的贡献研究[D].武汉: 武汉理工大学, 2009.

[5] 吴鼎新, 王浦, 周桂良, 等.京杭大运河淮安段的经济效益评价[J].淮阴工学院学报, 2014, 23(4) : 1-5.

[6] 刘宏霄, 罗敬思, 徐治中.西江下游航道整治工程效益分析[J].珠江水运, 2019(14) : 61-62.

[7] 王仁利.松花江佳同段航道整治工程效益评价[J].黑龙江科技信息, 2007(24) : 53.

[8] Center for Transportation Research of the University of Tennessee. Toward a full accounting of the beneficiaries of navigable waterways[R].Tennessee: Center for Transportation Research of the University of Tennessee, 2011.

[9] 清华大学交通研究所, 北京市公安局公安交通管理局.道路交通拥堵经济损失评估指南: GA/T 1248—2015[S].北京: 中国标准出版社, 2015.

[10] 戴方川.可持续发展理念下的日照市交通运输发展研究[D].青岛: 中国海洋大学, 2013.

[11] 徐玉巧.同一运输通道内不同交通线路占地对区域发展的影响对比研究[D].西安: 长安大学, 2008.