



湘桂运河航道等级论证

董焱赫, 孙 平, 黄 力, 杨 靓

(交通运输部规划研究院, 北京 100028)

摘要: 运河连通航道衔接两端水系, 通过人工开挖开辟新航道, 兼具限制性航道与非限制性航道的特点, 其航道等级确定受运输需求分析、船型和营运组织、技术经济比较等多因素影响。针对运河连通航道等级提出了一种论证方法, 首先基于通航保证率和运河通达性定义运河航道等级, 确立不同等级航道比选方案; 然后开展运输组织分析, 结合运量预测及航道规划方案开展两端航道适应性、运输经济性、工程经济性、航道开发的长远发展适应性等定量及定性分析, 综合确定运河连通航道推荐等级。通过论证, 湘桂运河建议采用二级航道标准, 中、洪水期可通航 3 000 吨级船舶, 为水系连通航道相关工程的规划研究提供参考。

关键词: 湘桂运河; 航道等级; 运输组织; 通航保证率

中图分类号: U612.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)09-0190-07

Demonstration on waterway classification of Xiang-Gui Canal

DONG Yanhe, SUN Ping, HUANG Li, YANG Jing

(Transport Planning and Research Institute Ministry of Transport, Beijing 100028, China)

Abstract: The canal connects two water systems, through manual excavation to dig new channel, which has both the characteristics of restricted channel and unrestricted channel. The determination of waterway classification is affected by many factors, such as transportation demand analysis, ship type and operation organization, techno-economic comparison. This paper proposes a demonstrate method for the waterway classification of canal. Firstly, based on navigation guarantee rate and canal connectivity, the canal waterway classification is defined, and different levels of waterway comparison schemes are established. Then, a transportation organization analysis is carried out. In combination with the transport volume forecast and the waterway planning scheme, quantitative and qualitative analysis are conducted on the adaptability of the waterways at both ends, transportation economy, engineering economy, and the long-term development adaptability of waterway development. The recommended classification of the canal connection waterway is comprehensively determined. Through demonstration, it is suggested that the Xiang-Gui Canal should adopt the class II waterway standard, and can be navigable by 3, 000-ton class ships during normal and flood period, which provides a reference for the planning and research of related projects of water system connecting channels.

Keywords: Xiang-Gui Canal; waterway classification; transportation organization; navigable guarantee rate

为优化提升全国内河航道设施网络, 完善综合交通运输体系, 全国各地开展了湘桂运河、浙赣运河^[1]、赣粤运河^[2]、松辽运河^[3]、荆汉运河等一系列跨水系运河连通航道的规划研究工作, 相关工作得到了国家和行业主管部门的高度关注,

其中航道等级论证是运河连通航道规划研究的重点问题之一^[4], 其主要的难点为充分考虑运河航道兼具天然渠化河流和限制性航道特点的前提下, 确定合适的航道等级方案, 使运输经济性、工程技术经济性、通达性达到最优平衡, 其主要影响

收稿日期: 2024-12-20

作者简介: 董焱赫 (1987—), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为水运行业政策研究、规划、咨询和设计。

因素为航道的通达性、规划的适应性、航道可实施性以及技术经济比较等。

常规航道项目主要考虑腹地水运发展现状及趋势，根据上位布局规划确定航道等级。运河连通工程为新开辟航道，一般由两端连接段天然航道及人工开挖段航道共同组成，涉及两端水系航道的衔接，需要规划阶段研究论证航道等级，目前鲜有运河连通航道等级论证的相关研究。

1 运河概况

湘桂运河是沟通长江、珠江两大流域的重大运河连通工程，是中部地区南向出海水运新通道，也是国家综合立体交通网规划纲要和全国布局规划明确的“四纵四横两网”中汉湘桂通道的组成部分，运河自湖南永州萍岛至广西平乐，全长约 300 km^[5-6]。湘桂运河及通道的位置关系见图 1。

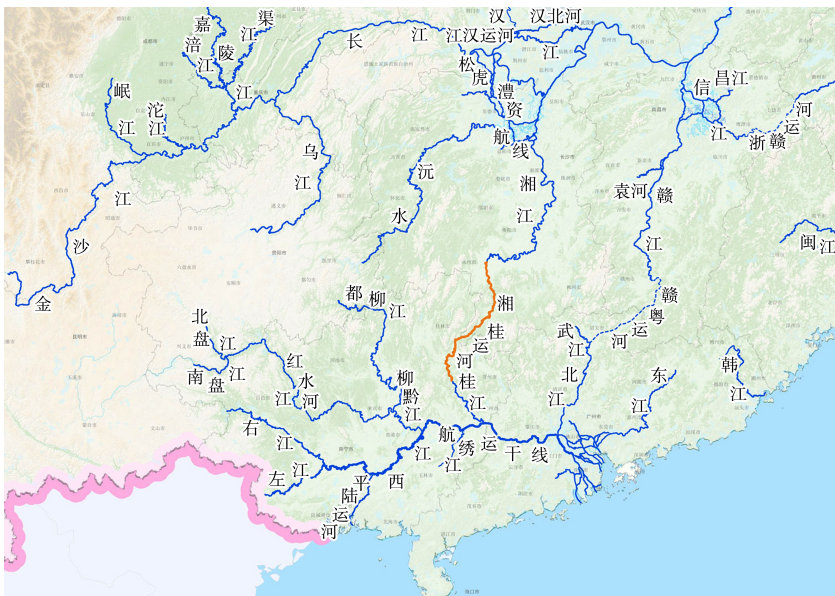


图 1 湘桂运河位置
Fig. 1 Location of Xiang-Gui Canal

2 航道等级论证方案的确立

湘桂运河连接湘江及桂江水系，范围内既包含潇水、桂江在内的非限制性航道，又包含河面较窄段及越岭段人工开挖的限制性航道。由于限制性航道来流量小，梯级渠化后水位稳定^[7]，若与天然径流河段采用相同的航道标准，在中、洪水期，该段航道将成为全线水运通道的瓶颈。

运河两端的湘江、西江航运干线，其航道设计水深均按多年历时保证率 98% 以上的最低通航水位计算确定，即为该航道的枯水期最小航道维护水深。由于湘江、西江年内各期水量分布不均衡，中、洪水期的河道自然水深明显大于枯水期的相应航道最小维护水深，使中、洪水期该天然航道可通航更大的运输船舶。而湘桂运河限制性

航道航运用水主要依靠人工措施保障，其航道设计水深基本是该运河的常年航道维护水深。限制性航道多为越岭段人工开挖航道，实施代价较大，后续改扩建需要在水下进行，工程投资大，且影响通航，航道尺度应同时考虑丰水期兼顾船型的通航需求。因此限制性航道段可通航船舶吨级高于非限制性航道段，与丰水期通航船舶相适应。

为充分利用中、洪水期湘江、西江航运干线的自然水深条件，保障湘桂水运通道全线畅通，运河连通航道的通航标准确定原则为：航道等级应根据运河航道全线 98% 通航保证率对应通航船型确定，其中限制性航道段的通航条件应按照天然径流河段中、洪水期通航船舶确定。

根据两端段航道现状及规划，湘江干线航道

及通航建筑物总体为三级或二级通航标准，湘江、桂江规划航道等级三级及以上；西江干线贵港以下已实现一级航道全线通航，桂江已启动平乐至梧州三级航道工程，规划为三级及以上航道，未来纳入湘桂运河通道进一步统筹考虑。因此湘桂运河航道等级比选方案为：一级航道，通航 3 000 吨级内河船舶，其中限制性航道段可通航 5 000 吨级船舶；二级航道，通航 2 000 吨级内河船舶，其中限制性航道段可通航 3 000 吨级船舶；三级航道，通航 1 000 吨级内河船舶，其中限制性航道段可通航 2 000 吨级船舶。

3 运输组织

湘桂水运通道对现有运输方式和综合运输体系的影响可分为 3 种类型^[8]：1) 对湘桂水运通道沿线运输的影响，主要是与现有的铁路、公路运输对比；2) 对长江水系与珠江水系之间运输的影响，主要是与现有的沿海运输的对比；3) 对湘桂水运通道沿线与区域以外的重点货类全程运输的影响，开通湘桂水运通道后，现有的铁路、海铁、江海等运输路径将发生变化。综合考虑内河水运全生命周期经济性和双碳目标下的优势，以及物流成本、运输时间、损耗等因素，采用必要运费率法开展典型货类运输组织论证，分析湘桂运河合理腹地服务范围，其中，船型采用机动单船进行论证，考虑过闸时间，但按船闸不收费测算运输费用。不同方案运输计算结果见表 1、2。

根据运输组织分析，运河通道沿线水运比公路、铁路运输具有明显的运输经济性；湘桂运河在对湘江沿线地区，尤其是长沙以南地区与珠三角物资交流及外贸物资运输中具有明显的运输经济性；在长江上游地区与珠三角的物资运输中具有较好的运输经济性；与区域外交流的主要货种随货源地不同而经济合理服务范围有所不同。综合分析，湘桂运河服务的直接腹地可界定为湘桂运河沿线以及与运河相连的湘江、珠江三角洲水网地区，间接腹地界定为与其连接沟通的长江干线武汉以上地区以及西江干线部分地区，见图 2。一级与二级航道服务范围基本相当，三级航

道服务范围较二级航道有所缩小，仅能服务运河沿线区域。

表 1 湘桂运河沿线典型航线不同方案运费计算结果
Tab. 1 Freight calculation results of different schemes for typical routes along the Xiang-Gui Canal

典型线路	货类	组织方式	运距/ km	运费/ (元·t ⁻¹)
广州— 广西平乐	干散货	1 000 吨级船运直达	582	58
		2 000 吨级船运直达	582	50
		3 000 吨级船运直达	582	48
		汽车直达	395	190
广州— 湖南长沙	干散货	铁路直达	743	168
		1 000 吨级船运直达	1 452	108
		2 000 吨级船运直达	1 452	86
		3 000 吨级船运直达	1 452	79
		汽车直达	710	310

表 2 长江与珠江水系之间干散货经湘桂运河论证结果
Tab. 2 Demonstration results of dry bulk cargo between the Yangtze River and the Pearl River through the Xiang-Gui Canal

典型线路	运输路线	距离/ km	运费/ (元·t ⁻¹)
岳阳—广州	经湘桂运河 1 000 吨级		94
	经湘桂运河 2 000 吨级	1 612	70
	经湘桂运河 3 000 吨级		63
	由江阴至沿海	1 115+1 900	91
重庆—广州	经湘桂运河 1 000 吨级		151
	经湘桂运河 2 000 吨级	2 659	110
	经湘桂运河 3 000 吨级		99
	由江阴至沿海	2 162+1 900	126

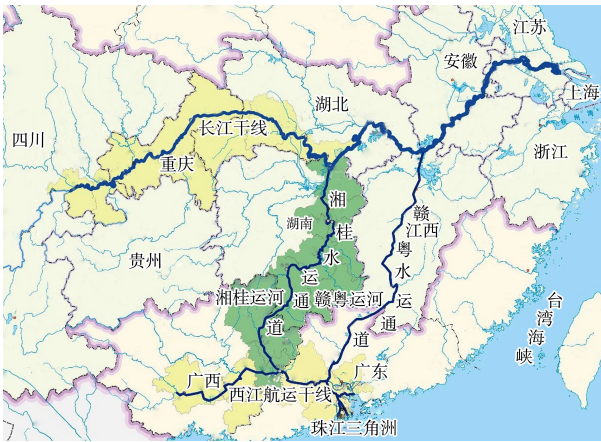


图 2 湘桂运河辐射范围

Fig. 2 Scope of services of Xiang-Gui Canal

4 航道等级论证

4.1 两端段航道适应性

湘桂运河两端段航道为湘江干流航道以及西江航运干线, 结合湘桂运河推荐线路方案, 湘江潇水段、桂江段为天然径流航道, 按非限制性航道确定航道尺度, 越岭段及永明河、恭城河裁弯取直段按限制性航道确定航道尺度, 根据通航标准确定原则, 湘桂运河非限制性航道一级至三级通航标准下, 航道水深分别取 4.1、3.5 及 2.4 m; 航道宽度分别取 80、80 及 60 m。限制性航道在一级至三级通航标准下, 分别兼顾 5 000 吨级、3 000 吨级及 2 000 吨级船舶通航要求, 航道水深分别取 6.0、4.8 及 3.6 m, 航道底宽取 70、70 及 60 m^[9]。

西江航运干线流经广西、广东两省, 规划为一级航道, 由广西南宁经思贤滘连接珠江出海航道, 目前贵港以下已实现一级航道全线通航, 沿线设置有邕宁、西津、贵港、桂平和长洲枢纽, 各枢纽均已设置满足 3 000 吨级船舶通航的船闸, 西江航运干线可满足湘桂运河各航道方案通航要求。

湘江干流地跨湘、桂两省, 其中永州萍岛—衡阳航道等级为六级至三级, 衡阳—株洲段航道等级为二级, 株洲—城陵矶航道为二级。沿线共 8 座枢纽^[10], 依次为长沙、株洲、大源渡、土谷塘、近尾洲、湘祁、浯溪和潇湘枢纽。规划湘江干流航道等级为三级及以上, 航道里程约 836 km, 其中永州—衡阳 283 km 规划等级为三级及以上, 衡阳—株洲 154 km 规划等级为二级及以上, 株洲—

濠河口 165 km 规划等级为一级航道。根据通航标准, 如按照一级航道标准, 需对湘江干线航道全线进行整治, 按二级航道标准仅需重点整治永州萍岛—衡阳段航道。

分析湘江干流沿线船闸门槛水深对 3 000 吨级及 2 000 吨级内河船舶的适应性, 最小门槛水深由船舶吃水和富余水深组成, 其中富余水深取值为航行下沉值与最小富余水深之和, 采用 Spitzer 公式^[11]计算船舶下沉值, 最小富余水深取 0.3 m, 用于补偿航行下沉计算误差及预留波浪富余深度, 根据船闸运行经验, 船闸出闸速度一般大于进闸速度, 满载船舶的出闸速度为 1.0~1.5 m/s, 如果船舶航速在 1.0 m/s 时, 船闸最小门槛水深仍不能满足计算最小门槛水深要求, 则认为船闸对该船型不具备适应性。

基于此原则, 湘江沿线船闸对一、二级航道的适应性见表 3, 湘江沿线船闸对 2 000 吨级内河船舶总体上适应性较好, 其中土谷塘船闸通过 2 000 吨级船舶时, 最小门槛水深与吃水比较小, 当 2 000 吨级船舶满载出闸极限航速控制在 1.2 m/s 以下时, 该船闸具有一定的适应性。由表 3 可知, 湘江沿线湘祁、近尾洲、土谷塘 3 座船闸最小门槛水深对 3 000 吨级船舶适应性较差, 3 000 吨级船舶在枯水期满载进出闸存在触底风险, 需对既有船闸进行改建或扩建。

综上, 西江干线航道对各等级方案均具有适应性, 湘江干线航道对二级及三级航道具有较好的适应性和衔接性。

表 3 湘江干线船闸对 2 000 吨级内河船舶适应性分析
Tab. 3 Adaptability analysis of Xiangjiang mainline ship locks for 2,000-ton class inland ship

船舶吨级	船闸名称	船闸宽度/ m	船闸最小门槛水深 D/m	代表船型满载吃水/m	断面系数 n	航行航速/ (m·s ⁻¹)	航行下沉值 D ₁ /m	最小安全富余水深 D ₂ /m	计算门槛水深 (D+D ₁ +D ₂)/ m	船闸是否具有适应性
2 000	潇湘二线	34	5.0	2.6	4.01	1.5	0.25	0.3	3.15	是
	浯溪二线	34	5.0	2.6	4.01	1.5	0.25	0.3	3.15	是
	湘祁二线	23	4.0	2.6	2.17	1.5	0.71	0.3	3.61	是
	近尾洲二线	23	4.0	2.6	2.17	1.5	0.71	0.3	3.61	是
	土谷塘	23	3.5	2.6	1.90	1.2	0.65	0.3	3.55	是
	大源渡二线	34	4.5	2.6	3.61	1.5	0.29	0.3	3.19	是
	株洲二线	34	4.5	2.6	3.61	1.5	0.29	0.3	3.19	是
	长沙	34	4.5	2.6	3.61	1.5	0.29	0.3	3.19	是

续表3

船舶吨级	船闸名称	船闸宽度/m	船闸最小门槛水深D/m	代表船型满载吃水/m	断面系数n	航行航速/(m·s ⁻¹)	航行下沉值D ₁ /m	最小安全富余水深D ₂ /m	计算门槛水深(D+D ₁ +D ₂)/m	船闸是否具有适应性
3 000	潇湘二线	34	5.0	3.5	2.98	1.5	0.40	0.3	4.20	是
	涪溪二线	34	5.0	3.5	2.98	1.5	0.40	0.3	4.20	是
	湘祁二线	23	4.0	3.5	1.61	1.0	0.77	0.3	4.57	否
	近尾洲二线	23	4.0	3.5	1.61	1.0	0.77	0.3	4.57	否
	土谷塘	23	3.5	3.5	—	—	—	—	—	否
	大源渡二线	34	4.5	3.5	2.68	1.5	0.48	0.3	4.28	是
	株洲二线	34	4.5	3.5	2.68	1.5	0.48	0.3	4.28	是
	长沙	34	4.5	3.5	2.68	1.5	0.48	0.3	4.28	是

4.2 运输经济性

开展一级至三级航道代表船型运输经济性比较,选取各主要货类典型航线,采用必要运费率进行计算,结果见表4、5,运河通航代表船型越大,越可降低单位运输成本,提高航运效益,扩展运河腹地范围,吸引更多货源转由湘桂运河承运。因此一级航道运输经济性最优,其次为二级航道,三级航道运输经济性较差。

表4 散杂货航线运输经济性论证结果
Tab.4 Demonstration results of transportation economy of bulk and general cargo routes

货类	典型航线	运费/(元·t ⁻¹)		
		3 000 吨级船舶	2 000 吨级船舶	1 000 吨级船舶
煤炭	珠海—永州	39.0	43.2	57.1
矿石	珠海—衡阳	48.0	53.2	71.1
矿石	防城—衡阳	49.6	54.9	73.6
矿建	平乐—珠三角	41.3	45.5	59.1
杂货	衡阳—广州	61.2	64.1	82.6

表5 集装箱航线运输经济性论证结果
Tab.5 Demonstration results of transportation economy of container routes

航线	运费/(元·TEU ⁻¹)		
	300 TEU	200 TEU	72 TEU
衡阳—广州	908	1 123	1 597
长沙—广州	1 119	1 384	1 968

4.3 工程技术经济性

方案经济比选主要有效益比选法、最小费用比选法和最低价格比较法等。由于运河航道为公益性工程,不适合采用最低价格比较法。最小费用法通过综合航道建设和维护费以及船舶运输费

用,选择总费用最低的方案,即选择社会为水运付出的整体经济代价最小的整治方案,但最小费用法需要不同建设方案的效益基本相同,湘桂运河一级、二级及三级航道方案服务范围不同,运输需求差异较大,不适合采用最小费用法。综上,本次论证采用效益比选法中的差额投资内部收益率法,按下式计算:

$$\sum_{t=1}^n [(B-C)_{\text{大}}-(B-C)_{\text{小}}]_t(1+\Delta I_{\text{RR}})^{-t}=0 \tag{1}$$

式中:(B-C)_大为投资大的方案的净现金流量;(B-C)_小为投资小的方案的净现金流量;ΔI_{RR}为差额投资内部收益率。

当2个方案的各年差额现金流折现后的现值之和等于零时的折现率即为差额投资内部收益率,当差额投资内部收益率大于或等于设定的基准收益率时,以投资大的方案为优,反之,投资小的方案为优。其中航道使用期取50 a,建设期取8 a,基准收益率取6%。

从工程投资看^[12],相较于二级航道方案,湘桂运河一级航道方案投资匡算增加投资约117亿元,二级航道方案较三级航道方案,增加投资约229亿元。建成后各等级方案年维护费用认为总体一致。

从航运效益看,根据不同航道方案的运输需求,按照“有无”方案对比原则,分别计算一级至三级航道的运输效益,再对3个方案的效益进行比较。船型越大,运输经济性越优,运河腹地

范围越大,能吸引货源更多,其中,一级航道较二级航道,中远期预测的湘桂运河新增货运量将分别达800万、1 000万 t^[13],而相应的中远期的运河年运输效益差值将分别达6.4亿、8.4亿元;二级较三级航道,中远期预测的湘桂运河新增货运量将分别达2 000万、2 500万 t,而相应的中远期的运河年运输效益差值将分别达15.7亿、20.6亿元。中远期之间年份的效益差值采用插值算法得到,2050年以后运输需求增长放缓,所以2050年以后的效益差值采用远期数值。

从差额投资内部收益率来看,一级航道方案较二级方案,运河开发运营的差额投资内部收益率为4.92%,小于6%的基准收益率,表明一级航道建设工程代价较大,投资较小的方案经济性较好;二级方案较三级方案,运河开发运营的差额投资内部收益率为6.05%,大于6%的基准收益率,表明投资较小的方案经济性较好。

综上,湘桂运河开发按二级方案工程经济性最优。

4.4 长远发展的适应性

湘桂运河连通长江、珠江两大流域,是国家高等级航道网“四纵四横两网”中的重要组成部分。随着湘桂运河的开发建成,湘桂水运通道不仅服务于通道沿线及其相连的珠三角水网地区,还可辐射至长江干线武汉以上段、西江航运干线、平陆运河沿线等地区,湘桂水运通道的长远发展需求规模大,通道运输需求远景预计达到3.3亿 t^[14]。

为充分利用湘江、西江干线航道条件,湘桂运河的二级航道方案可在中、洪水期通航3 000吨级船舶,其航运优势明显优于三级航道方案,且与全线一级航道相比,工程代价更小,体现湘桂通道各航段通航标准的衔接协调和航道资源的合理优化配置。

综上,湘桂运河推荐航道等级为二级。

5 结语

1) 本文建立了一种基于定性和定量研究相结

合的航道等级论证方法,综合分析确定比选方案,通过开展航道的运输组织分析,确定不同等级航道的运输经济性,明确不同等级航道的服务范围;确定航道通航标准,开展不同等级航道方案的投资匡算,采用差额内部收益率法对各方案进行比较分析,并结合航道通达性、长远发展适应性综合确定推荐的航道等级,为相关航道的规划研究提供借鉴和参考。

2) 湘桂运河是连通长江、珠江两大流域的重大运河工程,对比一级至三级航道方案,二级航道具有更好的运输经济性,可提高航运企业效益,扩展运河腹地范围,同时差额投资内部收益率为6.05%,具有较好的工程经济效益。从航道的通达性和长远发展的适应性来看,二级航道能更好地实现与周边航道的衔接协调,实现航道资源的合理优化配置。因此,建议湘桂运河航道等级为二级。

3) 湘桂运河包括以天然和渠化河段为主的非限制性航道,以及以人工开挖越岭段为主的限制性航道,综合考虑两端段天然航道中、洪水期船舶通航需求,长江、珠江水系货物运输的长远发展以及越岭段航道改扩建难度,建议湘桂运河二级航道限制性航道段在中、洪水期可通航3 000吨级船舶确定航道尺度,运河全线满足2 000吨级船舶通航,通航保障率不小于98%。

参考文献:

- [1] 胡峰军. 浙赣运河常山江至省界段线路初选[J]. 水运工程, 2021(1): 168-173, 195.
HU F J. Preliminary route selection from Changshanjiang to Jiangxi provincial boundary in Zhegan Canal[J]. Port & waterway engineering, 2021(1): 168-173, 195.
- [2] 交通运输部规划研究院. 赣粤运河重点问题专项研究总报告[R]. 北京: 交通运输部规划研究院, 2023.
Transport planning and Research Institute Ministry of Transport. General report on key problems of Gan-Yue Canal [R]. Beijing: Transport Planning and Research Institute Ministry of Transport, 2023.

- [3] 杜木子, 宋洋. 松辽运河线路及梯级布置方案初探[J]. 水运工程, 2024(3): 112-118.
DU M Z, SONG Y. Preliminary discussion on Songliao Canal route and cascade layout scheme [J]. Port & waterway engineering, 2024(3): 112-118.
- [4] 杨靓, 李歌清, 黄力, 等. 湘桂赣粤运河开发重点问题亟待研究[J]. 综合运输, 2022, 44(1): 25-27.
YANG J, LI G Q, HUANG L, et al. The key issues of Hunan, Guangxi, Jiangxi and Guangdong Canals development [J]. China transportation review, 2022, 44(1): 25-27.
- [5] 吕英鹰, 姜兴良. 湘桂运河水运通道选线方案[J]. 水运工程, 2023(3): 132-137, 192.
LYU Y Y, JIANG X L. Route selection scheme for water transportation passage of Hunan-Guangxi Canal[J]. Port & waterway engineering, 2023(3): 132-137, 192.
- [6] 中交水运规划设计院有限公司. 湘桂运河线路及梯级布置方案研究[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2022.
CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd. Research on Xiang-Gui canal route and ship lock layout scheme[R]. Beijing: CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., 2022.
- [7] 吕小龙, 吴澎, 刘晓玲. 平陆运河航道等级论证[J]. 水运工程, 2021(10): 266-270.
LYU X L, WU P, LIU X L. Demonstration on waterway classification of Pinglu Canal [J]. Port & waterway engineering, 2021(10): 266-270.
- [8] 交通运输部规划研究院. 湘桂运河船型及营运组织和通航标准研究[R]. 北京: 交通运输部规划研究院, 2022.
Transport Planning and Research Institute Ministry of Transport. Research on ship type, operating organization and navigation standards of Xiang-Gui Canal [R]. Beijing: Transport Planning and Research Institute Ministry of Transport, 2022.
- [9] 中交水运规划设计院有限公司. 湘桂运河重点问题专项研究总报告[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2023.
CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd. General report on key problems of Xiang-Gui Canal[R]. Beijing: CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., 2023.
- [10] 中交水运规划设计院有限公司, 湖南省交通规划勘察设计院有限公司. 湘桂运河沿线跨拦河设施调查及航运开发条件分析[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2022.
CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Hunan Provincial Communications Planning, Survey & Design Institute Co, Ltd. Research on survey of river crossing facilities and analysis of navigation development conditions of Xiang-Gui Canal [R]. Beijing: CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., 2022.
- [11] 吴澎. 船闸的门槛水深(二): 船舶过闸所需的最小门槛水深[J]. 水运工程, 2023(7): 101-104, 119.
WU P. Water depth on sill of locks, part 2: minimum water depth on sill for vessels passing through locks[J]. Port & waterway engineering, 2023(7): 101-104, 119.
- [12] 中交水运规划设计院有限公司. 湘桂运河开发基础资料勘察调查及影响分析[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2022.
CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd. Reconnaissance and influence of Xiang-Gui Canal [R]. Beijing: CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., 2022.
- [13] 中交水运规划设计院有限公司. 湘桂运河通道运输需求分析[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2022.
CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd. Research on transport demand forecasting of Xiang-Gui Canal [R]. Beijing: CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., 2022.
- [14] 胡裕, 姜丰怡, 彭书华, 等. 湘桂运河建设对长江航运物流格局的影响研究[J]. 水运工程, 2024(7): 145-149.
HUY, JIANG F Y, PENG S H, et al. Impact of Xianggui Canal construction on logistics pattern of Yangtze River shipping [J]. Port & waterway engineering, 2024(7): 145-149.

(本文编辑 赵娟)