



湘桂运河水运通道选线方案^{*}

吕英鹰¹, 姜兴良²

(1. 广西壮族自治区港航发展中心, 广西 南宁 530029; 2. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

摘要: 针对湘桂两省区水系运河连通工程航道选线的问题, 系统总结工程特点和选线原则, 并提出4条可行的线路方案, 采用定性分析与定量计算相结合的方法, 对各线路通航效率、越岭段供水条件、碍航设施条件、生态敏感目标等因素进行系统比选。结果表明, 线路1具有通航效率高、越岭段高程低、供水条件好、不涉及高铁桥改建等优势, 可作为湘桂水运通道的推荐线路。

关键词: 湘桂运河; 水运通道; 航道选线

中图分类号: U 612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)03-0132-06

Route selection scheme for water transportation passage of Hunan-Guangxi Canal

LYU Yingying¹, JIANG Xingliang²

(1. Port and Channel Development Center of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530029, China;
2. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: To solve the problem of channel route selection for the project connecting the water systems and canals in Hunan Province and Guangxi Zhuang Autonomous Region, this paper systematically summarizes the project's characteristics and route selection principles and proposes four feasible route schemes. By means of qualitative analysis and quantitative calculation, the paper systematically compares the factors of each route, such as navigation efficiency, water supply conditions in watershed sections, navigation-obstructing facilities, and ecologically sensitive targets. The results show that Route 1 can serve as a recommended route for the Hunan-Guangxi water transportation passage as it has many advantages, such as high navigation efficiency, low elevations in watershed sections, favorable water supply conditions, and no reconstruction of high-speed railway bridges.

Keywords: Hunan-Guangxi Canal; water transportation passage; channel route selection

航道选线是航道工程规划建设最基础也是至关重要的一步。《航道工程设计规范》^[1]规定了天然径流航道选线原则, 但缺少对跨水系运河连通工程选线的具体规定。彭钜新^[2]利用海床等深线的走向, 研究拦门沙发展延伸方向及其诱因, 提出西江磨刀门出海航道的选线方案; 杜梦等^[3]采用主观综合评价法提出分汊河段航道选择方法; 余丹亚^[4]、杨明远等^[5]、徐俊锋等^[6]、钱俊君等^[7]对湘粤运河和湘桂运河开发必要性进行分析; 蔡

翠苏等^[8]对湘桂运河和赣粤运河越岭段航运水资源进行分析, 并提出航运用水的保障措施。基于水沙条件发展趋势判断, 提出航道选线方案的研究成果较多。跨水系运河连通工程航道选线决定因素不是水沙条件, 主要在于运输需求、通航效率, 在于水资源、生态、资金等要素的保障条件, 这与常规航道选线考虑因素有明显差异, 相关研究案例非常有限, 尚未形成完善的航道选线理论。

湘桂水运通道规划等级为Ⅱ级, 通过修建长

收稿日期: 2022-06-08

*基金项目: 中交集团重大科技项目 (2019-ZJKJ-06)

作者简介: 吕英鹰 (1975—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事港航发展规划、建设和政策研究。

距离人工运河连通长江水系与珠江水系, 将面临诸多限制要素。本文在总结湘桂水运通道相关资料与已有研究成果的基础上, 对各线路方案特点进行分析, 可为后续深化研究奠定基础, 为完善跨水系运河连通工程航道选线理论提供案例支撑。

1 工程特点

湘桂水运通道北起湖南长江洞庭湖口, 南至西江河口, 长度超过1 200 km, 工程特点为:

1) 跨越湘桂两省区, 战略意义重大。湘桂水

运通道已纳入《内河航运发展纲要》^[9]和《国家综合立体交通网规划纲要》^[10], 是构建新发展格局和贯彻规划要求的具体体现, 是服务国家重大战略、打造南北水运大通道、建设交通强国、构建现代综合立体交通网的客观需要。

2) 腹地范围广阔, 水运需求旺盛。湘桂水运通道直接腹地为湖南省11地市、广西壮族自治区3地市; 间接腹地可拓展至长江中上游湖北、四川、重庆沿江地市, 广西壮族自治区其他地市以及广东省, 见图1。不同规划技术等级下, 湘桂水运通道2035、2050年货运总需求见表1^[11]。

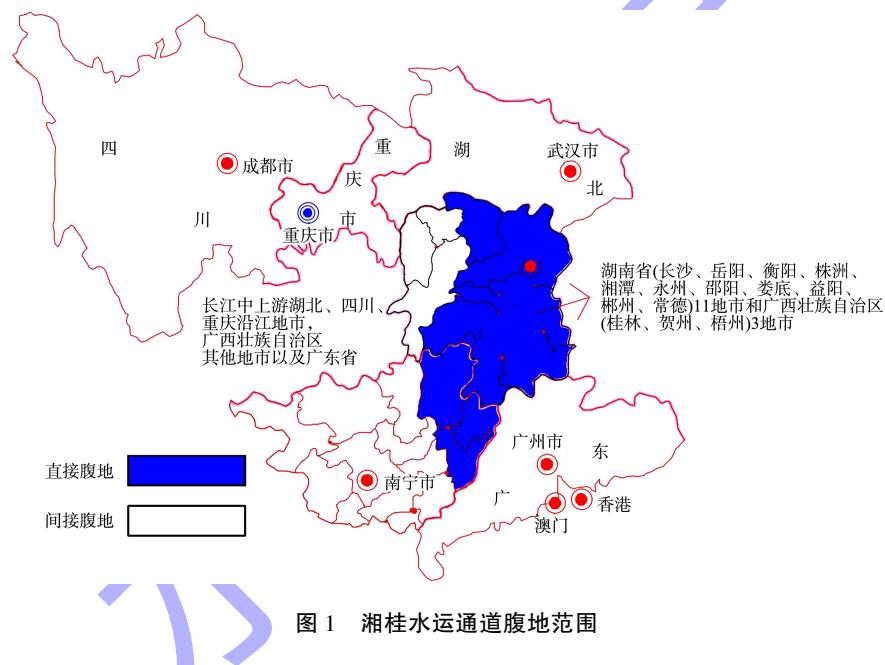


图1 湘桂水运通道腹地范围

表1 各航道等级下的货运需求

航道等级	船舶吨级	2035年货运需求/亿t	2050年货运需求/亿t
Ⅲ	1 000	1.5	2.0
Ⅱ	2 000	2.5	3.3
I	3 000	3.0	4.0

3) 区域水资源条件丰富, 部分河段已实现通航。目前, 湘江衡阳以下435 km已达到Ⅱ级通航标准, 永州萍岛—衡阳283 km正在按Ⅲ级标准建设, 具备高等级通航条件^[12]。桂江是西江一级支流, 流经平乐县、昭平县、长洲区, 主要支流有恭城河、思勤江、富群河等。贺江是西江一级支流, 流经富川县、钟山县、贺州市和广东省封开县, 主要支流有大宁河、马尾河、沙田河等^[13]。

构建湘桂水运通道的关键在于打通接壤处的节点。湘桂两省区接壤处河流众多, 大型河流有潇水、永明河、恭城河、桂江、沱江、西河、白沙河、思勤江、富群河、涔天河、大宁河、贺江等, 河道水系分布见图2。

4) 线路长度大, 涉及水资源分配和环境保护等众多因素。湘桂水运通道连通长江、珠江两个流域, 长度超过1 200 km, 主要是对既有河道挖深拓宽, 在越岭段开凿一定长度的人工运河。通道建设一定程度上涉及生态红线、水源地保护区、湿地公园、森林公园、风景名胜区、水产种质保护区的影响。运河运营期, 对生态环境和水资源分配产生一定影响, 属综合性开发项目。

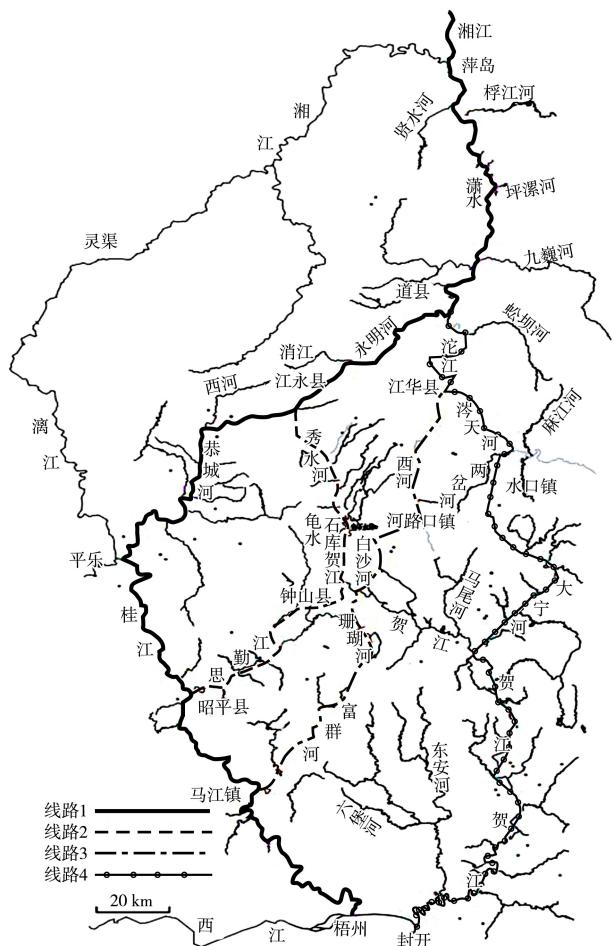


图 2 河道水系分布

2 选线原则

有关部门正在推进平陆、湘桂、赣粤、浙赣运河等跨水系运河连通工程的前期工作，提出的选线原则概括为与相关规划要协调、充分利用地形和河势条件、利于保护生态环境、航线相对顺直、减少沿线影响、工程投资最省、适当兼顾沿线开发等^[14-16]。在这些研究的基础上，总结运河连通工程选线主要原则为：

1) 充分利用既有通航河道，选择开挖长度短的线路。既有通航河道具有较好的基础条件，包括优良的水资源条件、较少的碍航设施、良好的地质水文条件及尽可能少的征地拆迁工程量等。充分利用既有通航河道和湖泊，可有效降低湘桂水运通道的开挖长度，提供可靠的水源保障，从而合理控制工程投资。

2) 选择对经济社会发展带动力作用大、运输需求旺盛的区域。水路运输成本低的优势可促进产

业布局向运河沿线转移，带动经济社会快速发展。同时，运河选线应与矿产资源开发规划等结合，串联矿产资源丰富、工业基础雄厚的区域。湘江沿线的洞庭湖地区、长株潭地区是湖南省经济最活跃的地区，广西壮族自治区梧州市、桂林市、贺州市布局多个产业园、工业园，适水货类较多、运输需求旺盛。

3) 选择生态敏感点少、碍航设施少、投资小的线路。运河是线性工程，开发建设会占用一定的土地资源，可能会涉及一定数量的生态保护区。运河选线应贯彻生态优先、绿色发展的理念，尽可能减少土地占用，减少对生态环境的影响。另外，应优选河床稳定、碍航滩险少的河段，控制维护投资。须统筹做好航运规划、水资源利用、生态环境保护等多方面的比选工作。

为满足河道两岸交通和城市生态景观需要，运河沿线通常建有跨河桥梁、穿堤管线和拦河闸坝。当不满足通航条件时，将成为碍航设施，尤其是高铁桥、铁路桥会成为运河建设的控制性节点。通常情况下，利用既有河道比新开挖河道在碍航设施改造、土石方开挖方面具有经济性。在山区、丘陵地区新开挖航道较利用既有河道建设航道土石方工程量更大，但碍航设施改造工程量会少，应进行技术经济性比选。

4) 选择水资源综合开发利用效益高的线路。运河选线应与河道的防洪排涝、供调水、灌溉等功能相结合，实现水资源综合开发利用效益的最大化。在实现水运通航的同时，完善流域河道防洪体系，改善流域河道水质和生态环境。例如，为扩大自流灌溉面积，可使运河线路通过地势偏高地带；为解决排涝问题，可使运河线路通过低洼地带以利于周边地区的排水。

3 选线方案

3.1 方案拟定

湖南省境内湘江萍岛以下已实现高等级通航，潇水局部通航，区域无其他河流可与之相比，可不再研究新的线路。在道县分为永明河、沱江，

沱江在江华县分为西河与涔天河, 可作为比选的重点。广西壮族自治区境内桂江、贺江连通西江且局部通航, 桂江支流恭城河、思勤江、富群河水资源条件丰富, 具有相对好的基础条件, 可作为比选的重点。初拟4条线路方案(图2):

线路1(永州—桂林恭城河—梧州)北起永州萍岛潇湘二水汇流处, 经潇水于道县入永明河, 在江永县通过人工运河连通永明河与恭城河, 经恭城河至桂林平乐三江汇流口, 入桂江南下至梧州西江河口, 全长约520 km。

线路2(永州—贺州思勤江—梧州)北起永州萍岛潇湘二水汇流处, 经潇水于道县入永明河, 在江永县通过人工运河连通永明河与秀水河, 经秀水河于富川县入龟石水库, 出龟石水库入贺江, 在钟山县通过人工运河连通贺江与思勤江, 经思勤江至贺州昭平县两江汇流口, 入桂江南下至梧州西江河口, 全长约499 km。

线路3(永州—贺州富群河—梧州)北起永州萍岛潇湘二水汇流处, 经潇水于道县入沱江, 在江华县三江汇流口入西河, 在江华县河路口镇通过人工运河连通西河与白沙河, 在钟山县通过人工运河

连通白沙河与珊瑚河, 经珊瑚河在平桂区公会镇入富群河, 经富群河至昭平县马江镇两江汇流口, 入桂江南下至梧州西江河口, 全长约469 km。

线路4(永州—贺州贺江—肇庆)北起永州萍岛潇湘二水汇流处, 经潇水于道县入沱江, 在江华县三江汇流口入东河, 在江华县东田乡通过船闸与升船机连通东河与涔天河库区航道, 在江华县水口镇通过人工运河连通涔天河库区航道与大宁河, 经大宁河在贺街镇入贺江, 经贺江南下至广东肇庆市封开县入西江河口, 全长约515 km。

3.2 方案比选

3.2.1 线路基本情况

水运通道通航时间由线路长度、梯级数量、通航建筑物运行效率等因素决定。在满足货运需求的情况下, 应尽可能缩短航道长度、平衡梯级数量与通航建筑物运行效率, 追求较短的通航时间。梯级数量由总水头差、单级通航建筑物克服水头差的能力、工程投资等因素决定, 采用高效的通航建筑物输水系统, 根据工程投资, 对梯级数量进行比选。湘桂水运通道4条线路方案基本情况见表2^[17]。

表2 各线路方案基本特征

线路	方位	线路长度/km	梯级数量/座	越岭段地面高程/m	越岭段正常蓄水位/m	总水头差/m	通航建筑物
1	湘江侧	212	6	约270	220	123.0	省水船闸
	西江侧	308	9			216.2	
2	永明河侧	193	5	约280	235	138.0	省水船闸
	秀水河侧	45	3			231.2	
3	贺江侧	30	1	约180	170	35.0	省水船闸
	思勤江侧	231	8			166.2	
4	西河侧	233	10	约330	282	185.0	省水船闸
	白沙河侧	30	3			157.0	
	白沙河侧	42	2	约360	220	95.0	省水船闸
	珊瑚河侧	164	8			198.0	
	沱江侧	205	7	约450	313	216.0	船闸与升船机组合
	涔天河侧	34	1			0	
	涔天河侧	24	1	约420	282	31.0	船闸与升船机组合
	大宁河侧	252	8			279.6	

注: 湘江萍岛处水位高程为97.0 m, 西江梧州处水位高程为3.8 m, 西江封开处水位高程为2.4 m, 白沙河水位高程为125.0 m。

3.2.2 水资源条件

根据货运需求、船闸通过能力与设计水头测算, 各线路越岭段天然径流均不能满足航运用水

需要, 考虑建设三级省水池进行节水, 省水率60%。下游梯级利用上游下泄流量和汇入的径流, 作为航运用水来源。线路1有1处越岭段, 线路2

和 3 各有 2 处越岭段，越岭段均采用设三级省水池的省水船闸方案；线路 4 有 2 处越岭段，均采

用船闸与升船机组合通航方案，测算各线路方案越岭段航运水资源需求见表 3。

表 3 各线路方案越岭段航运水资源需求

线路	方位	年货运量/万 t	通航建筑物有效尺度(长×宽×门槛水深)/(m×m×m)	水头/m	日均用水流量/(m ³ ·s ⁻¹)	年用水量/亿 m ³
1	永明河侧	1 572	200×34×5.5	24.0	12.17	4.40
	恭城河侧	952	200×34×5.5	30.0	15.13	5.47
2	永明河侧	1 924	200×34×5.5	39.0	43.02	12.64
	秀水河侧	925	200×34×5.5	45.0	49.59	14.57
3	贺江侧	2 377	200×34×5.5	37.0	40.83	12.00
	思勤江侧	2 648	200×34×5.5	35.0	38.64	11.35
4	西河侧	1 924	200×34×5.5	17.0	8.71	2.56
	白沙河侧	925	200×34×5.5	60.0	33.53	9.85
3	白沙河侧	2 377	200×34×5.5	60.0	66.02	19.39
	珊瑚河侧	2 648	200×34×5.5	30.0	33.01	9.69
4	沱江侧	1 507	升船机:184×17.1×4.5	105.0	44.76	13.15
	涔天河侧	927	船闸:200×34×5.5	105.0	0	0
4	涔天河侧	2 980	升船机:184×17.1×4.5	102.5	0	0
	大宁河侧	4 620	船闸:200×34×5.5	102.5	44.76	13.15

注：线路 4 是按船闸规模为 200 m×34 m×5.5 m、水头 31 m、船闸不省水方案测算的年用水量。

3.2.3 碍航设施条件

水运通道常见碍航设施包括未建通航设施的闸坝、通航净空尺度不满足要求的桥梁和埋置深

度不足的管线，其改建费用应计入运河开发投资。

4 条线路上碍航设施数量较多，主要碍航设施见表 4。

表 4 主要碍航设施

线路	闸坝 改建/座	闸坝 拆除/座	增建 船闸/座	桥梁 改建/座	增建 桥梁/座	跨河 线缆/道	控制性桥梁
1	5	6	8	66	24	486	涉及 1 座普铁桥
2	3	9	7	76	53	453	涉及 贵广高富江双线特大桥和 1 座普铁桥
3	5	1	7	62	53	397	涉及 贵广高铁湴寨段改线并新建桥梁和 1 座普铁桥
4	4	19	7	41	1	235	涉及 贵广高铁桂岭江特大桥

正常情况下，跨河管线改造涉及面小，技术难度不大，投资相对较小，不是控制因素。跨河桥梁由交通部门主管，改建期要有可靠的保通方案，实施难度总体不大。铁路桥尤其是高铁桥对沉降控制要求高，坡度和转弯都有严格的技术要求，涉及铁路网运行调度，需要由铁路部门代建。闸坝工程由水利或交通部门主管，若只增建通航建筑物，实施难度不大，若需要调整特征水位，涉及库区征地拆迁，则实施难度较大。

3.2.4 生态敏感目标情况

工程建设对生态环境的影响包括陆域生态、

水域生态。湘桂水运通道主要穿越 4 类敏感区，包括自然保护地、水产种质区、饮用水源地和鱼类三场等，见表 5^[18]。

表 5 主要生态敏感目标

线路	自然 保护地/处	水产 种质区/处	饮用 水源地/处	鱼类 三场/处
1	9	2	17	8
2	6	5	5	0
3	6	2	8	0
4	8	1	5	0

3.2.5 方案比选

线路 1 长 520 km，设 15 座梯级，越岭段地面高程为 270 m、正常蓄水位高程为 220 m；线路 2

长499 km, 设17座梯级, 越岭段地面高程为280 m、正常蓄水位高程为235 m; 线路3长469 km, 设23座梯级, 越岭段地面高程为360 m、正常蓄水位高程为282 m; 线路4长515 km, 设17座梯级, 越岭段地面高程为450 m、正常蓄水位高程为313 m。4条线路中, 线路4在涔天河大坝处须采用船闸与升船机的组合方案, 通过能力受到限制, 升船机运行和维护成本较高, 与水运大通道高通航保证率要求不匹配, 不予推荐。

通航效率方面, 线路1较线路2长21 km, 少2个梯级; 线路1较线路3长51 km, 少8个梯级。按照船舶航行速度12 km/h, 过闸时间1 h/座测算, 线路1与2通航时间基本相当, 线路3通航时间最长。

供水条件方面, 线路1有1处越岭段, 线路2和3各有2处越岭段, 且线路3越岭段正常蓄水位最高, 线路1~3的供水难度逐个增加。经分析, 线路1供水方案保证率与投资较其他线路更优^[19]。另外, 线路2和3的两个越岭段间是凹地, 排涝难度大。

碍航设施改建方面, 线路1~3改建闸坝分别为5、3、5座, 增建船闸分别为8、7、7座, 改建、增建桥梁分别为90、129、115座。经测算, 线路1、3、2投资逐渐增多, 且线路2和3涉及高铁桥改建, 难度较大。

生态敏感目标方面, 4条线路均存在一定的环境制约因素, 应尽早与相关部门沟通, 通过规划调整、保护区调整、寻找备用应急水源和专题论证等措施予以解决。

综合考虑通航效率、供水条件、碍航设施改建和生态敏感区条件, 暂将线路1列为推荐方案。按此推荐线路, 湘桂水运通道北起湖南岳阳城陵矶长江洞庭湖口, 经湘江于永州萍岛入潇水, 经潇水于道县入永明河, 在江永县通过人工运河连通永明河与恭城河, 经恭城河至桂林平乐三江汇流口, 入桂江南下至梧州西江河口, 全长约1 238 km。

4 结语

1) 湘桂水运通道腹地范围广阔, 水运需求旺盛, 具有良好的航运发展基础, 同时也存在越岭段水资源短缺、碍航设施改造工程量大、生态敏感目标多等限制条件, 开展选线研究是必要的。

2) 基于目前的资料, 线路1较其他线路更具优势, 可作为推荐方案。后续可根据掌握的资料情况, 再深入比选论证, 并开展支线航道研究。

参考文献:

- [1] 长江航道规划设计研究院, 中交天津港航勘察设计研究院有限公司. 航道工程设计规范: JTS 181—2016[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016.
- [2] 彭钜新. 西江磨刀门出海航道的选线探讨[J]. 水运工程, 2009(11): 121-127.
- [3] 杜梦, 徐元. 主客观综合评价法在内河航道选线中的应用[J]. 水运工程, 2017(11): 98-103.
- [4] 余丹亚. 湘粤运河工程可行性的宏观环境分析[J]. 人民珠江, 2018, 39(12): 76-80.
- [5] 杨明远, 余丹亚, 覃益官. 湘粤运河大构想[J]. 中国水运, 2020(1): 55-57.
- [6] 徐俊峰, 马殿光, 于广年, 等. 赣粤、湘桂运河工程战略定位及必要性分析[J]. 中国水运, 2020(8): 57-59.
- [7] 钱俊君, 卢毅. 湘粤运河的战略价值和比较优势[J]. 长江技术经济, 2021, 5(3): 27-30.
- [8] 蔡翠苏, 高成岩, 李晓楠, 等. 湘桂运河越岭段航运水资源分析[J]. 水运工程, 2022(S1): 115-118.
- [9] 交通运输部. 内河航运发展纲要[R]. 北京: 交通运输部, 2020.
- [10] 国务院. 国家综合立体交通网规划纲要[R]. 北京: 国务院, 2020.
- [11] 中交水运规划设计院有限公司. 湘桂运河通道运输需求研究[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2022.
- [12] 湖南省交通运输厅. 湖南省“一江一湖四水”水运发展规划[R]. 长沙: 湖南省交通运输厅, 2020.
- [13] 交通运输部规划研究院. 广西壮族自治区内河水运发展规划报告[R]. 北京: 交通运输部规划研究院, 2021.
- [14] 中交水运规划设计院有限公司. 平陆运河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, 2022.

(下转第192页)