



## 西江流域船闸通过能力缺口仿真分析\*

黎斌<sup>1</sup>, 左玲<sup>2</sup>, 覃聪晓<sup>2</sup>, 刘春泽<sup>3,4</sup>, 李东阳<sup>2</sup>, 周慧欣<sup>3</sup>, 张佰望<sup>3,4</sup>

(1. 广西北港西江港口有限公司, 广西南宁 530200;

2. 广西西江开发投资集团有限公司, 广西南宁 530000; 3. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007;

4. 中交集团综合交通虚拟仿真应用技术研发中心(港口与城市), 北京 100007)

**摘要:** 针对西江流域船闸未来可能存在的能力缺口问题, 开展系统性的定量分析, 为船闸规划建设提供依据。基于历史数据和经济社会发展趋势, 采用定性与定量相结合、结构化的方法对西江干线及支流货运量进行预测。采用系统仿真建模方法模拟船闸作业过程, 分析各船闸的通过能力。通过对比货运量和通过能力, 分析西江流域一系列船闸的能力缺口。结果表明, 2030年大藤峡、那吉、鱼梁、金鸡滩船闸的通过能力分别存在10%、23%、32%、55%的缺口, 规划工程完工后问题得到解决, 老口船闸的通过能力存在42%的缺口; 2040年长洲、大藤峡、那吉、鱼梁、金鸡滩船闸的通过能力分别存在3%、19%、39%、48%、63%的缺口, 规划工程完工后问题得到解决, 老口、桂平船闸的通过能力分别存在51%、18%的缺口; 各水平年其他船闸能力基本满足货运量需求。建议规划船闸项目按计划实施, 并及时开展老口和桂平枢纽新建船闸的论证工作。

**关键词:** 运量预测; 系统仿真; 船闸通过能力; 西江

中图分类号: U641.7+3

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2026)02-0110-11

### Simulation on capacity gap of ship locks in Xijiang River basin

LI Bin<sup>1</sup>, ZUO Ling<sup>2</sup>, QIN Congxiao<sup>2</sup>, LIU Chunze<sup>3,4</sup>, LI Dongyang<sup>2</sup>, ZHOU Huixin<sup>3</sup>,  
ZHANG Baiwang<sup>3,4</sup>

(1. Guangxi BG Xijiang Port Co., Ltd., Nanning 530200, China;

2. Guangxi Xijiang Development and Investment Group Co., Ltd., Nanning 530000, China;

3. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China;

4. CCCC Comprehensive Transportation Virtual Simulation Application Technology Research and Development Center (Port and City), Beijing 100007, China)

**Abstract:** A systematic quantitative analysis is conducted, focusing on the potential capacity gap of ship locks in Xijiang River basin in the future. It supports the planning and construction of ship locks in this area. On the basis of historical data and the development trend of the economy and society, a structured method combining qualitative and quantitative approaches is used to predict the freight volume of the main channel and tributaries of Xijiang River. A system simulation modeling method is employed to simulate the operation process of ship locks and analyze their capacities. By combining the freight volume prediction with the ship lock capacity results, the capacity gaps of a series of ship locks in Xijiang River basin are analyzed. The results indicate that in 2030, there are capacity gaps of 10%, 23%, 32% and 55% at Datengxia, Naji, Yuliang, and Jinjitan ship locks respectively, which will be resolved once the planned projects are completed. Meanwhile, there are capacity gap of 42% at Laokou ship locks. In 2040, there are capacity gaps of 3%, 19%, 39%, 48% and 63% at Changzhou, Datengxia,

收稿日期: 2025-06-06 录用日期: 2025-06-20

\*基金项目: 广西科技重大专项(桂科 AA23023018)

作者简介: 黎斌(1979—), 男, 高级工程师, 从事水运工程建设和运行管理工作。

Naji, Yuliang, and Jinjitan ship locks respectively, which will be resolved once the planned projects are completed. Meanwhile, there are capacity gaps of 51% and 18% at Laokou and Guiping ship locks respectively. The capacities of other ship locks in each planning year will basically meet the freight volume requirements. It is recommended that the planned ship lock projects should follow the schedule, and the feasibility studies for the construction of new ship locks at the Laokou and Guiping hubs should be carried out.

**Keywords:** freight volume prediction; system simulation; ship lock capacity; Xijiang River

随着内河航运的快速发展,船闸作为重要的通航设施,其运行效率和通过能力对区域经济发展具有重要意义。西江作为中国重要的内河航道之一,其船闸的运行状态和通过能力直接影响西江流域的航运效率。目前缺少对于西江流域各船闸的通过能力及缺口进行系统性研究,一些学者围绕西江干线长洲船闸、柳黔江大藤峡船闸、平陆运河船闸,进行船闸运行现状及能力分析、通过能力提升措施的分析<sup>[1-4]</sup>,也有学者从船闸建设和运营等角度对西江船闸的情况进行系统梳理<sup>[5-6]</sup>,或者对西江干线长洲枢纽3号和4号船闸、桂平船闸设计方案进行总结<sup>[7-9]</sup>。

本文一方面基于历史统计数据,并综合考虑腹地矿产资源分布、主导产业构成、产业园区布局、重点项目建设时序,采用定性与定量相结合的方法,以及结构化预测的方法,对各枢纽断面过闸货运量进行预测;另一方面基于系统仿真建模方法,将位于同一枢纽断面的船闸或升船机作为一个研究对象进行统一建模,模拟船闸作业过程,分析西江流域各船闸或升船机的通过能力;最终结合预测的货运量和计算的通过能力,对西江流域各枢纽断面的船闸的通过能力缺口进行系统梳理分析,为合理分配社会资源、支持西江流域船闸的规划建设提供数据支撑。

## 1 船闸货运量预测

### 1.1 预测方法

船闸货运量需求预测是船闸能力是否满足要求的评判标准。预测方法为:1)明确西江腹地以广西、云南、贵州、湖南四省区为主,并对腹地四省区政府部门和工业、物流企业情况进行调研;2)针对西江干线总货运量,采用定性与定量相结

合的方法预测,并采用产运销分析方法自下而上对西江流域主要运输货类的流量流向进行分析,将西江干线货运量根据流量流向拆分为腹地南向出海、西江沿线区间交流两部分,在此基础上进行分货类运输需求预测;3)针对重要支流航道,根据主要货类流量流向情况,综合考虑腹地矿产资源分布、主导产业构成、产业园区布局以及航道改善情况,进行货运量的预测;4)结合广西水运重点项目建设规划和时序,以发生运量作为决策原则,进行各枢纽断面过闸货运量预测。本文预测的基础年为2023年,取近期2030年、远期2040年作为预测水平年。

### 1.2 西江干线航道货运量预测

#### 1.2.1 腹地南向出海货运量预测

1)腹地货运现状分析。西江腹地南向出海货物运输主要有三大通道,经珠江水系由珠三角港口出海、经北部湾港出海、经湛江港出海。2023年腹地出海货运量和货类见表1。

表1 2023年腹地南向出海货运量和货类  
Tab.1 Southbound seaborne freight volume and cargo type in 2023

主要路径	货运量/ 亿 t	主要服务腹地、货类
珠三角港口—西江出海通道	0.54	主要服务广西,主要货类包括煤炭、铁矿石、粮食、集装箱、石材装箱等
北部湾港出海通道(现状主要为海铁、海公联运)	1.30	主要服务广西、云南、贵州,兼顾服务湖南,主要货类包括煤炭、金属矿石、非金属矿石、粮食、化肥、钢材、木材集装箱
湛江港出海通道(现状主要为海铁联运)	0.33	主要服务广西、贵州,兼顾服务湖南、云南,主要货类包括原油、金属矿石、少量煤炭、钢材等
合计	2.17	-

2) 腹地货运量增速分析。结合腹地四省区经济社会发展现状与规划,未来在双循环格局下,社会货运量保持增长;但随着产业结构的不断调整,服务业比重增加,货运量与地区生产总值(gross domestic product, GDP)增长弹性系数将下降。预计2024—2030年、2031—2040年的弹性系数均为0.5。依据《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》<sup>[10]</sup>,以及2021—2023年广西年均GDP增速7.0%的现实情况,预测2024—2030年腹地GDP增速为6.5%。远期考虑国家阶段发展战略和《全国沿海港口布局规划》<sup>[11]</sup>,未来腹地GDP增长率呈现逐步放缓趋势,预测2031—2040年、2041—2050年腹地四省GDP增速分别为5.0%、3.0%。按弹性系数法预测,2024—2030年、2031—2040年腹地货运量年均增速分别为3.25%、2.50%。

3) 腹地南向出海货运量预测。分别采用增长率法和社会货运量占比法分别进行预测。采用增长率法,预计2024—2030年、2031—2040年南向出海货运量增速分别为2.5%、2.0%,2030、2040年南向出海货运量分别达到2.6亿、3.1亿t。采用社会货运量占比法,预测2030、2040年腹地四省区全社会货运量将分别达到89.3亿、114.3亿t,腹地南向出海货运量占比在2030、2040年均提升至3.2%,货运量分别为2.9亿、3.7亿t。对两种方法的结果加权平均,预测2030、2040年腹地南向出海货运量分别为2.7亿、3.3亿t。

4) 各通道承担腹地南向出海货运量预测。平陆运河建成投产后,预计未来腹地四省区南向出海通道将形成以北部湾港海铁和海公联运、北部湾港—平陆运河江海联运为主,以珠三角港口—西江江海联运为辅,以湛江港海铁联运为补充的格局,预测未来各通道承担货运量见表2,其中北部湾港—平陆运河江海联运通道和珠三角港口—西江江海联运通道数据为经西江航道的腹地南向出海货运量,2030年为1.42亿t,2040年为1.77亿t。

表2 各出海通道承担腹地南向出海货运量预测

Tab. 2 Forecast of freight volume of different southbound seaborne corridors

出海通道	2030年		2040年	
	承担货运量/亿t	占比/%	承担货运量/亿t	占比/%
北部湾港海铁、海公联运通道	1.07	40	1.29	39
北部湾港—平陆运河江海联运通道	0.90	33	1.15	35
珠三角港口—西江江海联运通道	0.52	19	0.62	19
湛江港海铁联运通道	0.21	8	0.24	7
合计	2.70	100	3.30	100

### 1.2.2 西江沿线区间交流货运量预测

以长洲船闸作为代表,其过闸货物中矿建材料、水泥砂石等建筑材料在总量中占比超过65%,因此将沿线区间交流货运量拆分为建筑材料和非建筑材料两大类分别进行预测。

1) 建筑材料运量预测。建筑材料主要包括矿建材料、水泥等。广西内陆地区矿建材料和石灰石(水泥主要原料之一)资源丰富,产业发展稳健。随着工业化、城镇化推进及西部陆海新通道建设,广西水泥需求增长;珠江三角洲和粤西地区石灰石等资源缺乏,加上产业升级、环保要求的日益严峻、大湾区基础设施建设力度进一步加大,未来广东基础设施及城市建设所需水泥将更加依靠广西供应。预计2030、2040年通过西江调入的矿建材料运输量分别为1.15亿、1.00亿t,水泥运输量分别为3500万、3800万t。综上,2030、2040年西江航道建筑材料的运量分别为1.50亿、1.38亿t。

2) 非建筑材料运量预测。在非建筑材料货物中,以广西与广东之间的交流为主,未来部分云南、贵州、珠江水系沿线城市与广东之间的货物交流也将占有一定比重。其中广西与广东两省的非建筑材料运量,采用基于历史数据的预测方法,首先绘制非建筑材料运量与广东和广西总GDP的散点图,用函数进行拟合得到的关系式为:

$$y = 5\,082.3 \ln x - 566\,76 \quad (1)$$

式中:  $y$  为广东和广西非建筑材料总运量, 万 t;  $x$  为广东和广西 GDP 总额, 亿元。

根据《广西壮族自治区国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》, 2030、2040 年广东和广西 GDP 合计预测值分别为 23.2 万亿、32.8 万亿元, 代入式(1)得到广西与广东之间的非建筑材料运量预测值, 并综合考虑百色枢纽、龙滩枢纽等关键节点打通后云南南部、贵州南部与广东之间的水运交流量, 最终得到 2030、2040 年西江航道非建筑材料的运量约为 4 200 万、6 900 万 t。

### 1.2.3 预测结果

综合以上分析, 得到广西境内西江航道的货运总量在 2030 年为 3.34 亿 t, 在 2040 年为 3.84 亿 t。

### 1.3 重要支流及平陆运河货运量预测

西江的主要支流航道有右江、左江、柳黔江、红水河、绣江等, 其中右江、柳黔江、绣江汇入西江干线航道, 左江汇入右江, 红水河汇入柳黔江, 都将影响航道货运量规模, 另外平陆运河的开通也将给广西内河水运格局带来较大的改变。根据流经区域、矿产资源、产业发展及布局等因素, 预测各支流及平陆运河货运量, 见表 3。

表 3 西江重要支流及平陆运河货运量预测

Tab. 3 Freight volume prediction for Xijiang River's major tributaries and Pinglu Canal 万 t

年份	右江	左江	柳黔江	红水河	绣江	平陆运河
2030	4 200	1 760	8 400	2 380	1 100	8 800
2040	5 100	1 950	9 700	3 100	1 600	10 300

### 1.4 广西水运重点项目规划建设时序梳理及枢纽断面货运量预测

西江干线航道自西向东已建老口、邕宁、西津、贵港、桂平、长洲共计 6 个梯级枢纽, 其中长洲五线船闸工程预计于 2035 年前建设完成, 南宁(牛湾)—贵港 3 000 吨级航道工程及绣江航道整治工程将于 2030 年前完成。右江航道自上而下已建有百色、那吉、鱼梁、金鸡共计 4 个梯级枢

纽, 其中百色水利枢纽过船设施建设工程、金鸡水利枢纽二线船闸建设工程将于 2030 年前完成。柳黔江航道已建红花船闸和大藤峡船闸, 2030 年前将建设完成大藤峡枢纽二线、三线船闸工程。平陆运河主体工程预计于 2026 年底建成。各枢纽断面货运量预测结果见表 4。

表 4 枢纽货运量预测结果

Tab. 4 Freight volume prediction results of hub 万 t

航道	枢纽断面	2030 年			2040 年		
		上行	下行	小计	上行	下行	小计
西江干线及上游	老口	2 500	2 400	4 900	3 030	2 940	5 970
	邕宁	2 550	2 650	5 200	3 060	3 190	6 250
	西津	2 800	4 800	7 600	3 800	5 800	9 600
	贵港	3 700	6 100	9 800	4 800	7 200	12 000
	桂平	5 800	8 200	14 000	7 000	11 000	18 000
	长洲	8 700	15 800	24 500	10 300	18 500	28 800
右江	百色	300	400	700	390	510	900
	那吉	800	1 000	1 800	900	1 300	2 200
	鱼梁	1 550	1 250	2 800	2 000	1 550	3 550
	金鸡	1 950	1 550	3 500	2 410	1 990	4 400
柳黔江	红花	1 900	1 100	3 000	2 300	1 360	3 760
	大藤峡	3 700	4 300	8 000	4 350	4 950	9 300

## 2 船闸运行仿真模型构建

在西江干线及其上游, 老口、邕宁船闸为单线船闸, 西津、贵港、桂平船闸为双线船闸, 且其中的西津一线为二级船闸, 长洲船闸为四线船闸、未来规划新建第五线船闸。在柳黔江, 大藤峡船闸为一线船闸、未来规划新建两线船闸, 红花船闸为双线船闸。在右江, 鱼梁船闸为一线船闸, 那吉、金鸡滩船闸现状为一线船闸、未来均规划新建一线船闸, 百色枢纽为船闸及升船机串联布置, 根据百色设计方案以及其他工程的经验, 选取作为通航瓶颈的升船机为研究对象。研究范围包括西江流域内上述 12 个枢纽断面的现状及在建的 19 座单线船闸或升船机, 及规划中的 5 座单线船闸。考虑到位于同一枢纽断面的多线船闸的作业会相互影响, 故以枢纽断面为单位, 考虑现状情况及规划船闸建成的情况, 分别构建 16 个船闸通航系统仿真模型。

### 2.1 模型边界和范围

每个模型的边界均为通航建筑物的上游锚地和下游锚地。每个模型包括上下游锚地、该枢纽断面各线船闸对应的上下游靠船建筑物、上下游闸首和闸室等。

### 2.2 基本假设

当锚地中待闸船舶少于一定数量时，模型自动生成一批船舶到锚地待闸。船舶排队采用“先到先过闸”的原则。排档时总是尽可能地将闸室装满。考虑船舶过闸不均衡性，按照 JTS 305—2025 《船闸通过能力总体规范》<sup>[12]</sup>，对得到的通过能力结果除以 1.1 进行修正。

### 2.3 船舶过闸流程

单级船闸或升船机，无论单线还是多线，均采用双向运行方式。西津一线船闸为二级船闸，采用单向运行为主、不定时换向的运行方式，综合考虑其一次过闸时间(约 1 h)，为保证一天换向一次，按照每单向运行 10 闸次进行换向运行。

### 2.4 模型整体算法

单线船闸或升船机模型的整体算法按照船舶到达、船舶排序、过闸排档、执行船舶过闸流程的顺序进行。船舶过闸排档算法见文献[13]。单线船闸模型算法框架见图 1。

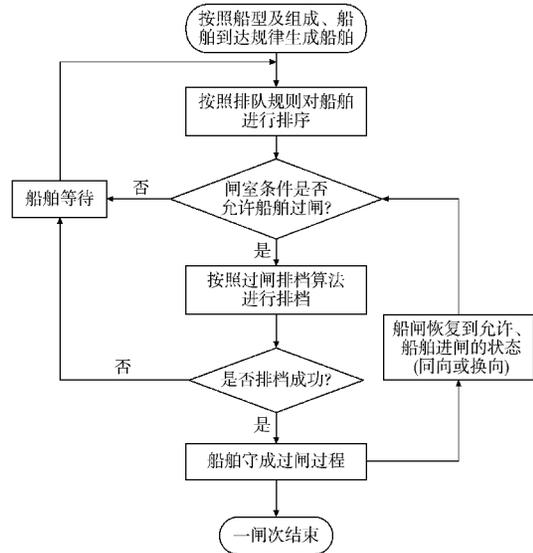


图 1 单线船闸模型算法框架

Fig. 1 Algorithm framework of single-line ship lock model

多线船闸模型的整体算法，先按照船闸选择规则将船舶被划分到不同的待排档队列，根据船舶排队规则对船舶进行排序；然后按照船舶过闸排档算法，选取船闸、从相应待排档队列中选取通过船舶并确定船舶在闸室的位置；最后对排档结果进行评价并选择最优排档方案及船闸。船舶排队规则、过闸排档算法与单线船闸模型相同。多线船闸模型算法框架见图 2。

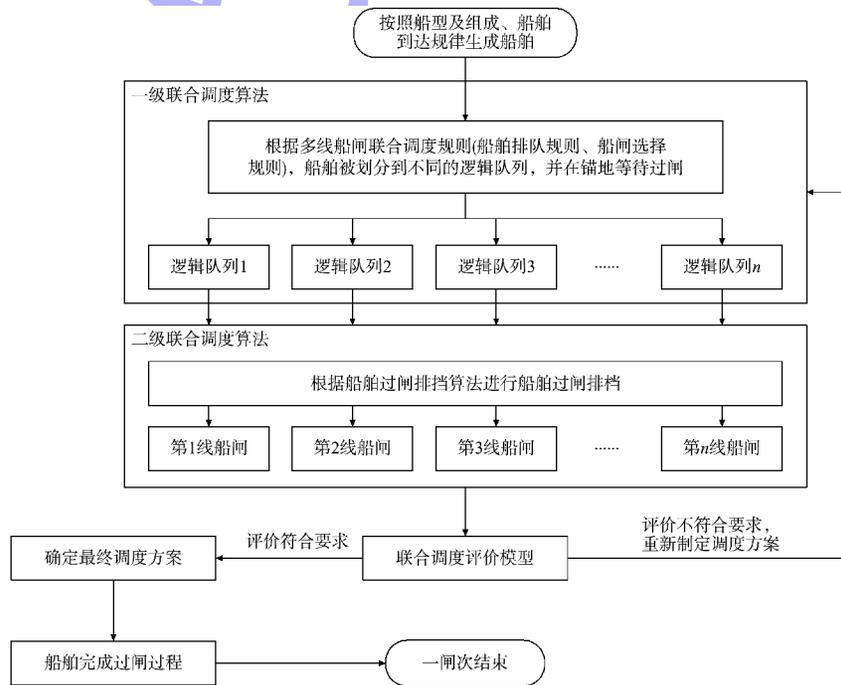


图 2 多线船闸模型算法框架

Fig. 2 Algorithm framework of multi-line ship lock model



### 3.2 过闸船型尺度

以西江航运干线干散货船、液散货船标准船型主尺度系列为基础，并对2019、2022和2024年船型进行分析，确定各吨级当前占比较大且未来仍可能具有一定比例的船型作为补充。最终结果见表8。

表8 模型中的过闸船型平面尺度  
Tab.8 Planar scale of ships in model

类型	船型	总长/m	型宽/m	同吨级占比/%
散货船	500吨级	32.4	10.0	50
		46.0	10.0	50
	1000吨级	50.0	11.0	100
	2000吨级	56.9	13.0	20
		74.0	14.0	80
	3000吨级	71.5	14.0	20
80.0		15.8	80	
5000吨级		90.0	15.8	100
集装箱船	70 TEU	60.0	11.0	-
	160 TEU	74.0	14.0	-
	200 TEU	74.0	15.8	-
	250 TEU	90.0	15.8	-

### 3.3 船闸闸室平面尺度

已建船闸的闸室平面尺度来自于设计文件；处于规划、工可阶段的船闸由于方案没有最终确定，根据搜集的资料、参考类似工程取值。结果见表9。

表9 各船闸闸室平面尺度

Tab.9 Planar scale of lock chamber

流域	船闸	闸室长度/m	闸室宽度/m
	老口船闸	190	23
	邕宁船闸	250	34
西江干线	一线	190	15
	二线	280	34
贵港船闸	一线	190	23
	二线	280	34
桂平船闸	一线	190	23
	二线	280	34
柳黔江	一线	200	34
	二线	185	23
	三线	340	34
	四线	340	34
	五线(工可)	340	34
红花船闸	一线	180	18
	二线	280	34
大藤峡船闸	一线	280	34
	二线(工可)	340	34
	三线(工可)	340	34
百色升船机		120	12
那吉船闸	一线	190	13
	二线(规划)	250	34
鱼梁船闸		190	23
金鸡滩船闸	一线	190	12
	二线(工可)	250	34

### 3.4 船舶过闸时间

结合船闸设计资料、运行资料和经验，船舶过闸时间取值见表10、11。此外，前后两船的安全间隔时间取2min。

表10 船舶过闸航行时间参数  
Tab.10 Parameters of ship navigation time for passing through ship lock

流域	船闸	下行					上行				
		进出闸方式	进闸距离/m	进闸速度/(m·s <sup>-1</sup> )	出闸距离/m	出闸速度/(m·s <sup>-1</sup> )	进出闸方式	进闸距离/m	进闸速度/(m·s <sup>-1</sup> )	出闸距离/m	出闸速度/(m·s <sup>-1</sup> )
	老口船闸	曲进直出	486.50	0.7	484.50	1.10	曲进直出	484.50	0.7	486.50	1.10
	邕宁船闸	直进曲出	703.00	0.9	703.00	0.95	直进曲出	703.00	0.9	703.00	0.95
西江干线	1#	曲进直出	467.80	0.7	395.30	1.10	曲进直出	395.30	0.6	467.80	1.10
		移闸	210.30	0.4	-	-	移闸	210.30	0.4	-	-
	2#	曲进直出	583.00	0.7	586.00	1.10	曲进直出	586.00	0.7	583.00	1.10
	1#	直进直出	616.50	0.9	619.50	1.10	曲进曲出	619.50	0.7	616.50	0.95
贵港船闸	2#	曲进曲出	570.00	0.7	580.00	0.95	直进直出	580.00	0.9	570.00	1.10
	1#	曲进直出	460.00	0.7	462.50	1.10	曲进直出	462.50	0.7	460.00	1.10
桂平船闸	2#	曲进直出	554.25	0.7	564.75	1.10	曲进直出	564.75	0.7	554.25	1.10

续表 10

流域	船闸	下行					上行					
		进出闸方式	进闸距离/m	进闸速度/ (m·s <sup>-1</sup> )	出闸距离/m	出闸速度/ (m·s <sup>-1</sup> )	进出闸方式	进闸距离/m	进闸速度/ (m·s <sup>-1</sup> )	出闸距离/m	出闸速度/ (m·s <sup>-1</sup> )	
西江干线	长洲船闸	1#	曲进直出	655.25	0.7	632.75	1.00	曲进直出	632.75	0.7	655.25	1.00
		2#	曲进直出	627.50	0.7	644.00	1.00	曲进直出	644.00	0.7	627.50	1.00
		3#	曲进直出	614.75	0.7	621.75	1.10	曲进直出	621.75	0.7	614.75	1.10
		4#	曲进直出	614.75	0.7	621.75	1.10	曲进直出	621.75	0.7	614.75	1.10
		5#	曲进直出	602.50	0.7	609.50	1.10	曲进直出	609.50	0.7	602.50	1.10
柳黔江	红花船闸	1#	曲进直出	474.00	0.7	419.00	1.10	曲进直出	419.00	0.7	474.00	1.10
		2#	曲进直出	565.00	0.7	585.00	1.10	曲进直出	585.00	0.7	565.00	1.10
	大藤峡船闸	1#	曲进直出	600.00	0.7	596.00	1.10	曲进直出	596.00	0.7	600.00	1.10
		2#	曲进直出	614.75	0.7	621.75	1.10	曲进直出	621.75	0.7	614.75	1.10
		3#	曲进直出	614.75	0.7	621.75	1.10	曲进直出	621.75	0.7	614.75	1.10
右江	百色升船机	曲进直出	362.50	0.5	250.50	0.50	曲进直出	250.50	0.5	362.50	0.50	
	那吉船闸	1#	直进曲出	612.00	0.9	612.00	0.95	直进曲出	612.00	0.9	612.00	0.95
		2#	曲进直出	553.00	0.7	553.00	1.10	曲进直出	553.00	0.7	553.00	1.10
	鱼梁船闸	曲进直出	432.15	0.7	431.35	1.10	曲进直出	431.35	0.7	432.15	1.10	
	金鸡滩船闸	1#	曲进曲出	276.50	0.6	276.50	0.70	直进直出	276.50	0.7	276.50	1.00
2#		曲进直出	553.00	0.7	553.00	1.10	曲进直出	553.00	0.7	553.00	1.10	

表 11 船闸运行时间  
Tab. 11 Ship lock operation time

流域	船闸	开闸门时间/min	关闸门时间/min	灌水时间/min	泄水时间/min	年作业时间/d	日工作时间/h		
西江干线	老口船闸	3.00	3.00	10.00	10.00	350	22		
	邕宁船闸	4.50	4.50	10.00	10.00	345	23		
	西津船闸	1#	2.50	2.50	10.00	10.00	345	23	
		2#	4.50	4.50	10.00	10.00	345	23	
	贵港船闸	1#	3.00	3.00	10.00	10.00	345	23	
		2#	4.00	4.00	10.00	10.00	345	23	
	桂平船闸	1#	3.00	3.00	10.00	10.00	345	23	
		2#	4.50	4.50	10.00	10.00	345	23	
	长洲船闸	1#	4.50	4.50	10.00	10.00	248	23	
		2#	4.00	4.00	10.00	10.00	248	23	
		3#	4.50	4.50	12.00	12.00	340	23	
		4#	4.50	4.50	12.00	12.00	340	23	
		5#	4.50	4.50	12.00	12.00	340	23	
	柳黔江	红花船闸	1#	2.50	2.50	10.00	10.00	345	23
			2#	4.50	4.50	10.00	10.00	345	23
大藤峡船闸		1#	4.50	4.50	10.00	10.00	345	23	
		2#	4.50	4.50	12.00	12.00	340	23	
		3#	4.50	4.50	12.00	12.00	340	23	
右江	百色升船机	6.75	6.75	5.92	5.92	335	22		
	那吉船闸	1#	2.50	2.50	10.00	10.00	345	23	
		2#	4.50	4.50	10.00	10.00	345	23	
	鱼梁船闸	3.00	3.00	10.00	10.00	345	23		
	金鸡滩船闸	1#	2.50	2.50	10.00	10.00	345	23	
2#		4.50	4.50	10.00	10.00	345	23		

## 4 仿真结果及船闸通过能力缺口分析

### 4.1 2030年结果及分析

2030年结果见表12。经分析可知:

1) 预计到2030年,西江老口船闸有双向2038万t的能力缺口(占需求比例42%),柳黔江大藤峡船闸有双向836万t的能力缺口(占比10%),右江那吉船闸有双向418万t的能力缺口(占比23%),鱼梁船闸有双向901万t的能力缺口(占比32%),金鸡滩船闸有双向1924万t的能力缺口(占比55%),上述船闸能力缺口明显。西

江桂平船闸有双向30万t的能力缺口(占需求比例0.2%),能力稍有不足。

2) 西江邕宁船闸、西津船闸、贵港船闸,柳黔江红花船闸,右江百色升船机,通过能力有比较明显的富余。西江长洲船闸通过能力与运量需求比较接近,富余量不足,能力无法满足需求的风险较高。

3) 长洲船闸、大藤峡船闸、那吉船闸、鱼梁船闸、金鸡滩船闸规划新建工程完成后,通过能力有较大提升,并有较大余量。

表12 2030年仿真及计算结果  
Tab.12 Simulation and calculation results of 2030

类型	流域	船闸	枢纽断面		双向运量需求/万t	能力相对于需求/%
			年过闸船舶总载重吨最大值/万t	年过闸货运量最大值/万t		
现状船闸	西江	老口船闸	4 503	2 862	4 900	-42
		邕宁船闸	8 382	6 918	5 200	33
		西津船闸(一二线)	14 469	11 466	7 600	51
		贵港船闸(一二线)	16 492	13 049	9 800	33
		桂平船闸(一二线)	17 735	13 970	14 000	0
		长洲船闸(一~四线)	33 542	26 340	24 500	8
	柳黔江	红花船闸(一二线)	10 569	7 200	3 000	140
		大藤峡船闸	11 331	7 164	8 000	-10
		百色升船机	1 736	1 155	700	65
	右江	那吉船闸	2 078	1 382	1 800	-23
		鱼梁船闸	2 852	1 899	2 800	-32
		金鸡滩船闸	2 361	1 576	3 500	-55
考虑新建船闸	西江	长洲船闸(一~五线)	45 171	35 477	24 500	45
		柳黔江	大藤峡船闸(一~三线)	36 971	23 371	8 000
	右江	百色升船机	1 728	1 164	700	66
		那吉船闸(一二线)	9 972	6 477	1 800	260
		鱼梁船闸(一二线)	10 639	6 888	2 800	146
		金鸡滩船闸(一二线)	10 874	6 984	3 500	100

### 4.2 2040年结果及分析

2040年结果见表13。经分析可知:

1) 预计到2040年,西江老口船闸有双向3073万t的能力缺口(占需求比例51%),桂平船闸有双向3277万t的能力缺口(占需求比例18%),柳黔江大藤峡船闸有双向1789万t的能力缺口(占比19%),右江那吉船闸有双向866万t的能力缺口(占比39%),鱼梁船闸有双向1696万t的能力缺口(占比48%),金鸡滩船闸有双向

2771万t的能力缺口(占比63%),上述船闸能力缺口明显。西江长洲船闸有双向726万t的能力缺口(占需求比例3%),能力稍有不足。

2) 西江邕宁船闸、西津船闸、贵港船闸,柳黔江红花船闸,右江百色升船机,通过能力有比较明显的富余。

3) 长洲船闸、大藤峡船闸、那吉船闸、鱼梁船闸、金鸡滩船闸规划新建工程完成后,通过能力有较大提升,并有较大富余。

表 13 2040 年仿真及计算结果  
Tab. 13 Simulation and calculation results of 2040

类型	流域	船闸	枢纽断面		双向运量需求/万 t	能力相对于需求/%
			年过闸船舶总载重吨最大值/万 t	年过闸货运量最大值/万 t		
现状船闸	西江	老口船闸	4 577	2 897	5 970	-51
		邕宁船闸	8 974	7 423	6 250	19
		西津船闸(一二线)	16 588	13 278	9 600	38
		贵港船闸(一二线)	18 591	14 879	12 000	24
		桂平船闸(一二线)	18 456	14 723	18 000	-18
		长洲船闸(一~四线)	35 290	28 074	28 800	-3
	柳黔江	红花船闸(一二线)	10 877	7 353	3 640	102
		大藤峡船闸	12 026	7 511	9 300	-19
	右江	百色升船机	1 747	1 164	900	29
		那吉船闸	2 008	1 334	2 200	-39
		鱼梁船闸	2 784	1 854	3 550	-48
		金鸡滩船闸	2 441	1 629	4 400	-63
考虑新建船闸	西江	长洲船闸(一~五线)	49 377	39 264	28 800	36
	柳黔江	大藤峡船闸(一~三线)	39 302	24 547	9 300	164
	右江	百色升船机	1 853	1 251	900	39
		那吉船闸(一二线)	9 591	6 199	2 200	182
		鱼梁船闸(一二线)	10 552	6 809	3 550	92
		金鸡滩船闸(一二线)	11 457	7 311	4 400	66

## 5 结论

1) 预测 2030、2040 年西江干线航道货运量分别为 3.34 亿、3.84 亿 t, 右江 2030、2040 年分别为 4 200 万、5 100 万 t, 柳黔江 2030、2040 年分别为 8 400 万、9 700 万 t。

2) 到 2030 年, 西江老口船闸、柳黔江大藤峡船闸、右江那吉船闸、鱼梁船闸、金鸡滩船闸能力缺口明显, 西江桂平船闸能力略有不足, 长洲船闸存在能力不足的风险。规划工程完工后, 上述船闸中的长洲船闸、大藤峡船闸、那吉船闸、鱼梁船闸、金鸡滩船闸的通过能力问题得到解决, 但老口船闸、桂平船闸仍存在能力不足的问题。

3) 到 2040 年, 西江老口船闸、桂平船闸、

柳黔江大藤峡船闸、右江那吉船闸、鱼梁船闸、金鸡滩船闸能力缺口明显, 西江长洲船闸能力略有不足。规划工程完工后, 上述船闸中的长洲船闸、大藤峡船闸、那吉船闸、鱼梁船闸、金鸡滩船闸的通过能力问题得到解决, 但老口船闸、桂平船闸仍存在能力不足的问题。

4) 建议继续推进长洲枢纽五线船闸、大藤峡枢纽二三线船闸、那吉枢纽二线船闸、鱼梁枢纽二线船闸、金鸡滩枢纽二线船闸的规划、设计和建设工作, 以保证能够满足未来西江及周边流域的货运量需求。同时现阶段, 在西江老口枢纽、桂平枢纽新建船闸的需求比较迫切, 建议及时开展前期论证工作, 并推动工程的实施。

## 参考文献:

- [1] 潘荣友, 胡颖, 王勇, 等. 长洲枢纽一、二线船闸通过能力变化及航运潜能释放[J]. 水运工程, 2022(12): 140-145, 151.  
PAN R Y, HU Y, WANG Y, et al. Trend of traffic capability of first and second ship locks of Changzhou hydro-project and release of shipping potential[J]. Port & waterway engineering, 2022(12): 140-145, 151.
- [2] 庞雪松, 潘荣友, 廖鹏. 提高长洲枢纽现有船闸通过能力对策研究[J]. 水运工程, 2011(4): 114-119, 125.  
PANG X S, PAN R Y, LIAO P. On improvement of navigation lock capacity at Changzhou Complex[J]. Port & waterway engineering. 2011(4): 114-119, 125.
- [3] 黄运禄, 安宇. 大藤峡船闸通航管理现状及对策建议[J]. 中国海事, 2024(5): 50-52.  
HUANG Y L, AN Y. Current situation and countermeasures for navigation management of Datengxia shiplock [J]. China maritime safety, 2024(5): 50-52.
- [4] 穆森, 吕小龙. 平陆运河船闸通过能力研究[J]. 水运工程, 2021(3): 145-150.  
MU S, LYU X L. Lock capacity of the Pinglu Canal[J]. Port & waterway engineering, 2021(3): 145-150.
- [5] 齐俊麟, 陈冬元, 吴澎, 等. 长江和西江大型船闸通航运行关键技术研究及展望[J]. 水运工程, 2024(1): 137-143.  
QI J L, CHEN D Y, WU P, et al. Key technology research and outlook for large ship lock navigation in Xijiang River and the Yangtze River [J]. Port & waterway engineering, 2024(1): 137-143.
- [6] 谢凯. 我国船闸建设分析与思考[J]. 交通信息与安全, 2010, 28(6): 69-72.  
XIE K. Analysis of lock construction in China [J]. Journal of transport information and safety, 2010, 28(6): 69-72.
- [7] 吴信. 西江航运干线桂平二线船闸设计关键技术[J]. 水利水运工程学报, 2012(4): 108-114.  
WU X. Key techniques adopted for the Guiping 2nd lane lock on Xijiang River[J]. Hydro-science and engineering, 2012(4): 108-114.
- [8] 吴澎, 曹凤帅. 西江长洲水利枢纽3号和4号船闸总体设计[J]. 港工技术, 2014, 51(5): 4-9.  
WU P, CAO F S. Overall design of lock No. 3 & 4 for Changzhou hydro-junction on Xijiang River [J]. Port engineering technology, 2014, 51(5): 4-9.
- [9] 刘俊涛, 庞雪松, 潘荣友. 长洲枢纽三线四线船闸平面布置研究[J]. 水道港口, 2013, 34(1): 66-72.  
LIU J T, PANG X S, PAN R Y. Research on plane layout of the third-line and the fourth-line ship locks of Changzhou hydro-junction [J]. Journal of waterway and harbor, 2013, 34(1): 66-72.
- [10] 广西壮族自治区人民政府. 广西壮族自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[R]. 广西: 广西壮族自治区人民政府, 2022.  
People's Government of Guangxi Zhuang Autonomous Region. The 14th Five-Year Plan for national economic and social development of Guangxi Zhuang Autonomous Region and the long-range objectives through 2035[R]. Guangxi: People's Government of Guangxi Zhuang Autonomous Region, 2022.
- [11] 交通部. 全国沿海港口布局规划[R]. 北京: 交通部, 2007.  
Ministry of Transport. National layout plan for coastal ports[R]. Beijing: Ministry of Transport, 2007.
- [12] 船闸总体设计规范: JTS 305—2025[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2025.  
Code for overall design of navigation locks: JTS 305-2025 [S]. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2025.
- [13] 商剑平, 吴澎, 唐颖. 基于计算机仿真的船闸联合调度方案研究[J]. 水运工程, 2011(9): 199-204.  
SHANG J P, WU P, TANG Y. On multiple-lane lock's joint scheduling plan based on computer simulation[J]. Port & waterway engineering, 2011(9): 199-204.