



引江济淮通航工程与长江连通航道布置

许乐华¹, 李 贇², 冯丛林²

(1. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011; 2. 长江武汉航道工程局, 湖北 武汉 430010)

摘要: 引江济淮工程是兼有供水、航运、生态等开发任务的跨流域、跨省份的战略性重大水资源配置工程。拟选择枞阳闸作为引江口门, 并新建1000吨级船闸, 作为菜子湖线路与长江连通的口门。核查枞阳小港航道条件, 运用数学模型对船闸口门流态进行分析, 得出枞阳小港具备开通航线的航道与通航条件。通过设计代表船型、设计航道宽度、水深、弯曲半径, 提出连通航道的布置方案及合理的航线方案。

关键词: 引江济淮; 长江; 枞阳小港; 航线

中图分类号: U 61

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2017)01-0103-05

Water diversion project from the Yangtze River to Huaihe River connected with the Yangtze River main waterway

XU Le-hua¹, LI Yun², FENG Cong-lin²

(1. Changjiang Waterway Institute of Planning, Design and Research, Wuhan 430011, China;

2. Changjiang Wuhan Waterway Engineering Company, Wuhan 430010, China)

Abstract: Water diversion project from the Yangtze River to the Huaihe River is a major strategic allocation of water resources engineering, which has tasks such as water supply, navigation, ecology and other development. It is planned to choose Zongyang hub as the diversion channel, and a 1000-ton ship lock is to be constructed, acting as a channel connected with the Yangtze River main waterway. By checking channel conditions of Zhongyang branch, we use the mathematical model to analyze the flow pattern of the lock's outlet. It is concluded that the Zhongyang branch can be used as a route. Through the design ship, channel width, depth and bend radius, we propose a reasonable shipping line plan.

Keywords: water diversion project from the Yangtze River to Huaihe River; the Yangtze River; Zhongyang branch; shipping line

1 通航工程概况

菜子湖引江线路始于拟建的枞阳引江枢纽, 江水经长江枞阳小港入菜子湖。本研究针对枞阳引江枢纽船闸至长江主航道16 km范围(其中, 船闸向上游与主航道相接约8.2 km, 船闸向下游与主航道相接约7.8 km)。

枞阳引江枢纽新建1000吨级船闸, 作为菜子湖线路与长江连通的口门。船闸布置于拟建泵站以西(图1), 船闸中心线距离泵站中心线约220 m,

其中心线与鲟鱼江堤中心线成约73°的夹角。船闸上闸首布置在鲟鱼江堤内侧约225 m处, 船闸尺度为230 m×23 m×4.5 m(长×宽×门槛水深), 船闸闸室底高程-1.73 m、上下游引航道底宽45.0 m, 底高程分别为-1.43 m和3.90 m。引航道直线段长350 m, 然后用480 m半径的圆弧将岸线过渡至枞阳小港左岸, 对于少量的顶推船队其停泊段布置在枞阳小港的左岸顺直段, 长度为一个闸室长230 m^[1]。

收稿日期: 2016-04-27

作者简介: 许乐华(1985—), 女, 工程师, 从事航道整治工程及通航论证工作。

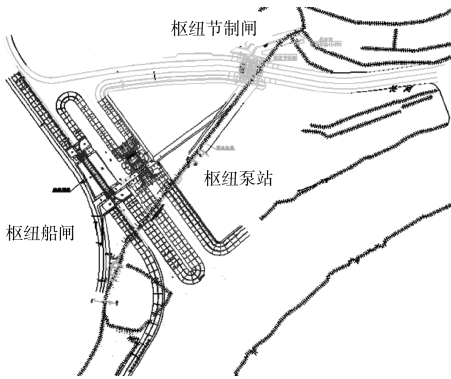


图1 枞阳枢纽平面布置

2 通航工程与长江主航道连通可行性分析

2.1 航道条件核查

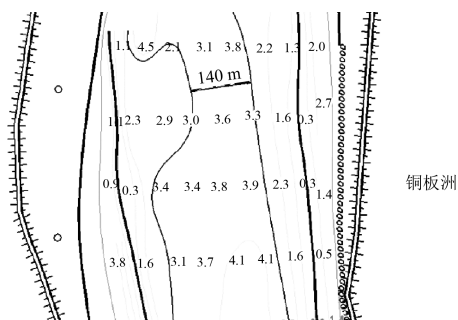
太子矶水道为鹅头分汊型河道，其右汊为主汊，右汊又分东、西两港。引江济淮通航工程所

在左汊枞阳小港，是小型船舶航路。多年来，3 m深槽贯通，上段在铜板洲头附近深槽宽度最窄，中段深槽平面位置相对稳定，宽度保持在200 m左右，出口段水流较紊乱，最窄处3 m深槽仅120 m，目前维护水深2.9 m。

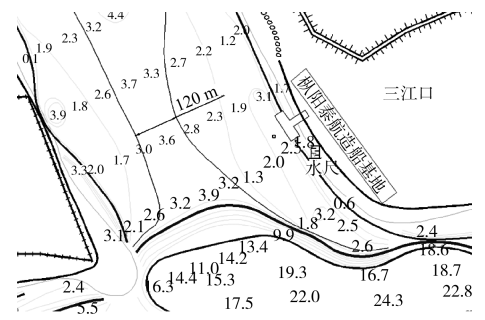
根据枞阳小港近年来航道核查情况来看(表1)：左汊3.3 m深槽全段贯通，中上段深槽平面位置相对稳定。其中，上段最小宽度约140余米，中段3.3 m深槽最小宽度近年来稳定在170 m左右，下段出口处水流较紊乱，与右汊深槽相接处枞阳泰航造船基地前方是个卡口，深槽在此位置出现明显缩窄，3 m深槽仅120 m，3.3 m深槽宽度约100 m(图2)。

表1 枞阳小港航道情况

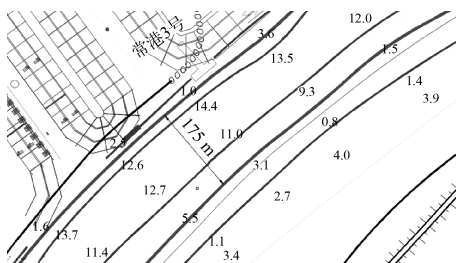
航段	测时	最小宽度				100 m 宽度最小水深
		0 m 等深线	3.3 m 等深线	4 m 等深线	6 m 等深线	
上段 (合兴村以上)	2010-08	318	142	69	无法全部连通	3.3
	2013-11	314	159	无法全部连通	无法全部连通	3.6
	2015-04	309	143	无法全部连通	无法全部连通	3.3
中段 (合兴村—长河口)	2010-08	254	136	139	100	6.0
	2013-11	264	171	161	116	6.1
	2015-04	247	177	158	115	6.0
下段 (长河口以下)	2010-08	300	63	无法全部连通	无法全部连通	3.2
	2013-11	305	96	无法全部连通	无法全部连通	2.8
	2015-04	298	103	无法全部连通	无法全部连通	3.3



a) 上口段3 m深槽卡口位置



c) 下口段3 m深槽卡口位置



b) 拟建船闸断面5 m深槽位置

图2 枞阳小港近年来航道核查情况

左汊4 m深槽中下段均无法贯通，中段水深条件较好，4 m深槽贯通，最小宽度约150 m，6 m深槽宽度也能达到100 m以上。

从枞阳小港典型断面图看(图3)，拟建船闸断面呈偏左岸的“V”字型，主流深槽稳定在河

道中心偏靠左岸一侧,水深条件较好,3.3 m深槽宽度常年维持在190 m以上,10 m深槽宽度也能达到100 m。下口段水流较紊乱,3.3 m深槽位于河心偏靠右岸侧,深槽宽度约100 m左右,左岸侧存在水深不足3 m的浅包,影响了深槽的宽度。

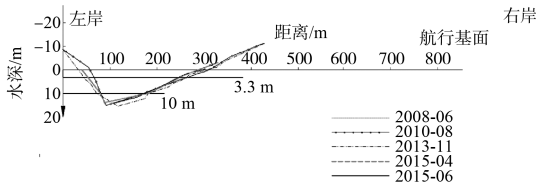


图3 船闸3#典型断面

枞阳小港属于弯曲河段航道,比较狭窄,限制了船舶过弯的尺度,增加了船舶操作的难度。弯曲航道水深分布不均匀:一般凹岸一侧水深较大,凸岸一侧水深较小。航道条件核查结果显示,枞阳小港航道弯曲半径在700 m以上。

2.2 口门流态

根据数学模型,引江济淮工程实施后枞阳船闸附近采样点水位最大下降20 mm左右,其余位置在10 mm以内。对工程河道内流速、流向的影响主要集中在工程局部区域,枞阳引江枢纽影响范围主要是左汊枞阳小港,拟建船闸口门近岸流速变幅最大,为0.33 m/s,河心流速变化很小,变幅不超过0.06 m/s。可见,对工程河段水位、流速及流向的影响较小^[2]。

2.3 连通可行性分析

工程设计代表船型为1 000吨级货船,所需的航道水深为3.25 m;兼顾船型2 000吨级货船所需航道水深3.6 m。从近几年航道测图看,枞阳小港3.3 m深槽贯通,但局部水域深槽相对狭窄,3.3 m深槽最窄处约100 m。满足设计代表船型1 000吨级货船所需的航宽、最小弯曲半径和水深。但是对于兼顾船型2 000吨级货船,由于3.6 m深槽在枞阳小港上口段和下口段的卡口位置不能贯通(图2a、c),引江济淮工程实施后,为更好地保证2 000吨级船舶双向通航要求,需在枞

阳小港上口及下口的卡口位置施以疏浚等措施,改善卡口段的水深条件,并设置警示标志标示浅区位置。

从枞阳小港通航条件看,枞阳小港属于弯曲河段,因主流线弯曲,两岸水势有高低之分,可能伴有背脑水、扫弯水、斜流和回流等不正常水流,对船舶航行安全有不利影响。另外,枞阳小港自中下段有多个码头泊位,其中拟建船闸口门位置有处砂石码头,建设单位需与码头业主单位联系,做好砂石码头的拆迁事宜。另外,枞阳泰航造船基地前方水域正是枞阳小港下口深槽卡口位置,容易造成船舶航行紧迫局面,建议进行适当疏浚以拓宽航槽。

此外,在枞阳船闸上游400 m有汽渡,长河出口下游680 m有轮渡。进出船闸的航线开通后,进出船闸的船舶与进出码头船舶以及往返渡船之间存在航线交叉,相互有干扰,但由于小港船舶流量较小,通过加强瞭望、合理避让以及采取其它必要的安全保障措施,枞阳小港能够基本满足船舶安全航行要求。

综上所述,通过合理设置航线、配布航行标志及采取必要的安全保障措施,枞阳小港具备开通航线的航道与通航条件。

3 航道、航线布置方案

3.1 航道布置原则

1) 符合相关标准、规范的规定和技术要求,依据《长江安徽段船舶定线制规定》,设置通航分隔线,实行分道通航原则;

2) 顺应河势,尽量利用天然水深,减少航道维护工程量;

3) 航道选线应以保障船舶安全航行为重点,力求水流平顺,航线顺直,转向少,转角小;

4) 建设、管理与维护并重,保证航道安全畅通。

3.2 航道总体设计思路

根据枞阳小港河床地形条件以及长江干线主

航道布置情况,综合考虑所涉及的外部条件如汽渡航线等,确定进出船闸航道线路的设计思路为:在不借助航道整治工程的条件下,充分利用自然水深,结合一定疏浚措施,选择设计满足1 000吨级船舶双向航行安全通行的航道轴线,改善通航环境,保障船舶安全航行。

3.3 航道技术标准

1) 设计代表船型确定。

根据航道规划与通航船型,以及预测货种流量流向,考虑船型标准化、大型化的趋势,经综合分析,引江济淮工程单船推荐1 000吨级货船,船队推荐1顶2×1 000吨级顶推船队,兼顾2 000吨级货船(表2)。

表2 代表船型及其主尺度 m

船型	总长	型宽	设计吃水	备注
1 000吨级货船	65	11.0	2.85	设计代表船型
1顶2×1 000吨级分节驳顶推	160	10.8	2.00	代表船队
2 000吨级货船	72	13.8	3.20	兼顾船型

2) 航道设计水深。

按《内河通航标准》^[3]有关规定,航道水深是设计船型在设计最低通航水位时须保证的航道最小水深。航道设计水深可按下式计算:

$$H = T + \Delta H \quad (1)$$

由于引江济淮工程菜子湖线路为III级航道,富裕水深可取0.4 m。

根据船型分析结果,设计代表船型吃水2.85 m,航道设计水深为: $H = 3.25$ m,取3.3 m。

3) 航道设计宽度。

引江济淮航运工程航道基本为天然和渠化河道,航道宽度按《内河通航标准》附录A天然和渠化河流航道水深和宽度的计算方法,航道航宽为:

$$B = B_{fd} + B_{fu} + d_1 + d_2 + C \quad (2)$$

$$\text{式中: } B_{fd} = B_{sd} + L_d \sin\beta \quad (3)$$

$$B_{fu} = B_{su} + L_u \sin\beta \quad (4)$$

按照船舶营运组织推荐的单船、船队,船舶航行漂角取3°; $d_1 + d_2 + C$ 为各项安全距离之和,取0.8倍上行和下行船迹带宽度(表3)。

表3 航宽计算结果

船型	总长/m	型宽/m	航行漂角/(°)	计算航宽/m
1×2(1 000吨级)组成的船队	160	10.8	3	69.0
1 000吨级货船	65	11.0	3	51.8
2 000吨级货船	72	13.8	3	63.2

根据运量预测结论,菜子湖线路水运量2030年达2 050万t,2040年达2 750万t;庐江枢纽至枞阳枢纽过闸货运量2030、2040年上行分别为1 520万、1 955万t,下行分别为525万、785万t。工程河段通航船舶密度中等,根据计算,70 m航道底宽基本满足1 000吨级船队及1 000吨级单船和2 000吨级单船不减速会船要求。考虑枞阳小港航道条件较好,3.3 m深槽最小宽度约100 m,直线段双向通航有效宽度取80 m。

弯曲航道船舶运动情况比较复杂,船舶不仅要时刻调整航向顺弯航行,还要绕其本身转心不停转动。因此,其所需航宽要远大于直线航段宽度,加宽值大小与航道弯曲半径、流速、流向、流态、船舶(队)长度及其操作性能等因素有关。一般,当弯道曲率半径大于6倍船舶长度时,加宽值 ΔB 可以忽略不记;弯道曲率半径小于6倍船舶长度时,需要适当加宽。本工程介于二者之间,可根据水流条件等具体情况确定是否需要加宽。枞阳小港3.3 m深槽宽度尚有余地,为了更好地保障船舶在弯道段的航行安全,可在80 m基础上适当加宽。

4) 航道设计弯曲半径。

航道最小弯曲半径 R 是指保证标准船队安全通过弯道的最小弯曲半径。根据《内河通航标准》有关规定:“航道最小弯曲半径宜采用顶推船队长度的3倍或拖带船队中最大单船长度的4倍,弯曲航道在直线航道宽度的基础上适当放宽”,即: $R = 3L_d = 480$ m。

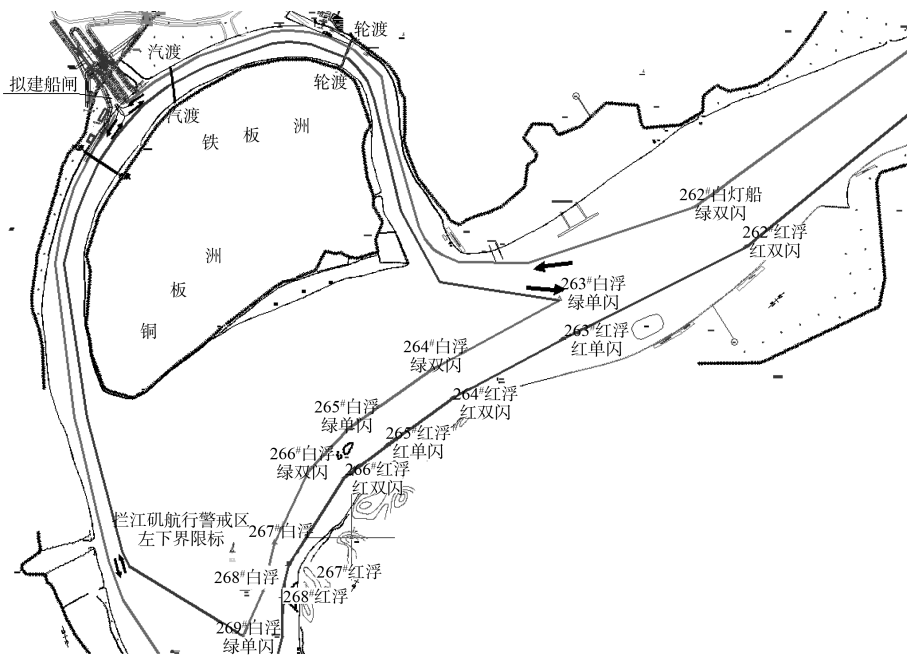
从便利航行考虑,航道弯曲半径越大越好,本工程航道弯曲半径取500 m。

3.4 航线方案设计

进出船闸的航线采用上游方向的船舶统一从枞阳小港上口进出,下游方向的船舶统一从

枞阳小港下口进出, 各自靠右航行的原则。自长江上游而来的下行船舶自枞阳小港上口驶入, 遇到弯道减速慢行, 在船闸口门附近挂高船位自引航道驶入船闸(图 4)。如遇到枯水期, 上口淤积, 可从下口绕行进入枞阳小港。自长江下游而来的上行船舶自长江主航道 262#白灯船驶入枞阳小港下口, 在闸门附近挂高船位自引水航道驶入船闸。从通航工程驶出, 驶向上游的船舶至枞阳小港上口段水流条件较差的区域, 适当减速, 航行至与长江主流交汇口时, 注意

沿上行航道航行的船舶动态, 选择合适的时机汇入太子矶水道右汉主航道。从通航工程驶出, 驶向下游的船舶至枞阳小港下口段水流条件较差的区域, 适当减速, 航行至长江 263#白浮时, 注意眺望, 选择合适的时机汇入太子矶水道右汉主航道, 穿行过程中, 要严密查视长江上行航道航行的船舶动态, 注意避让。根据 2015 年最新测图水深数据, 该水域水深在 3.3 m 以上, 3.3 m 深槽最小宽度在 100 m 左右, 可以满足代表船型双向通航需要。



注: 1. 根据长江航道测量中心 2015 年 4 月 1:100 00 测图绘制; 2. 平面坐标为 1954 年北京坐标系。

图 4 枞阳小港航线布置方案

3.5 航道布置

连通航道顺沿枞阳小港 3.3 m 深槽布置, 尽量利用天然水深, 最小航宽维持在 80 m。枞阳小港上段(自新河闸口至合兴村)长约 3.8 km, 主流深槽稳定在河心偏靠左岸一侧, 3.3 m 深槽宽度常年维持在 140 m 以上, 为南北走向的河心航道。枞阳小港中段(合兴村至长河口)长约 5.3 km, 是枞阳小港水深条件最好的一段, 主流深槽稳定在河道中心偏靠左岸一侧, 3.3 m 深槽宽度常年维持在 170 m 以上, 水深条件较好, 为沿深槽走向的河心航道。枞阳小港下段(自长河口至泰航造船基地)长约 3.5 km, 3.3 m 深槽位于河心, 在泰航造船基

地前方属于水流较紊乱的水域, 深槽宽度约 100 m 左右, 为南北走向的河心航道。枞阳小港上口航道左侧界限与长江主航道 270#白浮相连; 上口航道右侧界限与长江主航道 269#白浮相连。枞阳小港下口航道左侧界限与长江主航道 262#白灯船相连; 下口航道右侧界限与长江主航道 263#白浮相连。

3.3 m 深槽在枞阳小港上口铜板洲头附近及下口枞阳泰航造船基地前方较狭窄, 为了保证航道尽量顺直, 可对枞阳小港几处卡口位置进行适当疏浚。弯道段航道适当放宽, 以提高船舶在弯道的航行安全, 尽量减少事故的发生^[4-5]。

(下转第 114 页)