

某码头船舶回旋水域利用航道水域可行性初步分析

吴川波

云南水运规划设计研究院有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12404

[摘要] 山区河流天然河道狭窄河段建设港口码头时,经常遇到船舶回旋水域布置在航道上的情况,规范规定,船舶回旋水域需利用航道水域时,应通过专题论证确定。本文结合工程实际,以航道通过能力作为分析指标,根据动量定量推导出了船舶掉头时间的估算公式,并基于系统研究提出的航道通过能力计算方法,分析出工程前后航道通过能力变化,从而初步判断船舶回旋水域利用航道水域的可行性,文中的分析思路和方法可以为今后类似问题的研究提供参考。

[关键词] 狭窄航道; 回旋水域; 航道通过能力; 船舶掉头时间

中图分类号: F407.474 文献标识码: A

Preliminary analysis of the feasibility of using waterway waters for a wharf ship to maneuver waters

Chuanbo Wu

Yunnan Water Transport Planning, Design and Research Institute Co., LTD.

[Abstract] When constructing the port and wharf in the narrow reaches of the natural river course of mountainous rivers, the ship rotary waters are often arranged on the waterway. The relevant regulations stipulate that when the ship rotary waters need to use the waterway waters, they should be determined through special demonstration. Based on the calculation method of the channel, and comparing the future channel traffic volume can be used in this paper.

[Key words] narrow channel; roundwater; channel passage ability; ship turn time

流经山区及流经丘陵地区的河流称为山区河流,我国南方的长江、珠江以及怒江等水系都有不少干流河段是山区河流。山区河流在平面形态上具有蜿蜒曲折,弯道曲率半径较小,急弯和卡口众多,支汉纵横,河道宽窄相间分布等特点。近年来,随着大量拦河闸坝的修建,山区河流不断渠化,使河流的平面形态发生巨大变化,原本狭窄的河道变为宽阔的库区,成为建设港口码头的优良河段,但梯级电站的回水变动区以及电站回水影响范围外的天然河段水面狭窄,水流条件较差。在山区河流天然河道建设港口码头时,港址一般应选在河势、河床及河岸稳定少变、水流平顺、流速适宜、水深适当、水域面积足够,并具备船舶安全营运条件的河段^[1]。但山区河流天然河道大部分河段水域狭窄,难以满足规范选址要求,只能选址在狭窄河段。

近年来,山区河流航道等级逐步提升,航道宽度不断增加,最大双线航道宽度已扩充到了40m~60m,同时,运输船舶逐渐向标准化、大型化方向发展,内河船舶长度已普遍在60~80m,宽度也普遍在8~10m^[2],新形势下港口码头占用河道水域面积也在相应扩大。码头水域包括停泊水域和船舶回旋水域,停泊水域是指供船舶安全停靠、系泊、装卸货物、上下旅客以及进行其他水

上作业的特定水域区域,船舶回旋水域是指为船舶在靠离码头、进出港口或转向等操作过程中提供足够空间进行回旋运动的水域,停泊水域宽度一般为1倍船宽,船舶回旋水域垂直水流方向的宽度一般为船长的1.5倍,一般山区河流天然河段河宽约100~200m,工程选址在狭窄河段时,码头水域布置较为困难,受水域宽度限制,经常遇到船舶回旋水域布置在航道上的情况,船舶回旋水域需利用航道水域时,应通过专题论证确定^[3]。

1 工程概况

本工程位于澜沧江下游左岸,工程河段基本顺直,现为优良河段,水域宽阔,水流平缓,码头布置在自然形成的挖入式港池内。码头原有39个中小型快艇泊位,拟进行提升改造,仅保留8个小型快艇泊位,将拆除后浮桥改造为实体结构,并对客运泊位停泊水域港池进行疏浚,满足600客位双体旅游客船靠泊要求。

2 总平面布置

客运泊位布置在挖入式港池内,正对口门布置,泊位顺岸坡布置,客船停泊水域布置在港池内,口门处靠近河道水流主动力轴线,水流较急,口门外受水流影响明显时港池内宜设船舶回旋水域^[1],但受港池宽度限制,船舶回旋水域只能布置在港池外,船

船舶需要到港池外水域进行掉头,并且需要利用船舶航行水域。游艇泊位布置在挖入式港池内,与客运泊位共用一个港池,游艇码头选址应考虑游艇有足够的活动水域并应减少与其他船舶相互干扰,满足通航、停泊安全要求^[4]。但受港池宽度限制,布置游艇泊位进港航道的空间有限,需要利用部分客运泊位停泊水域(见图1)。

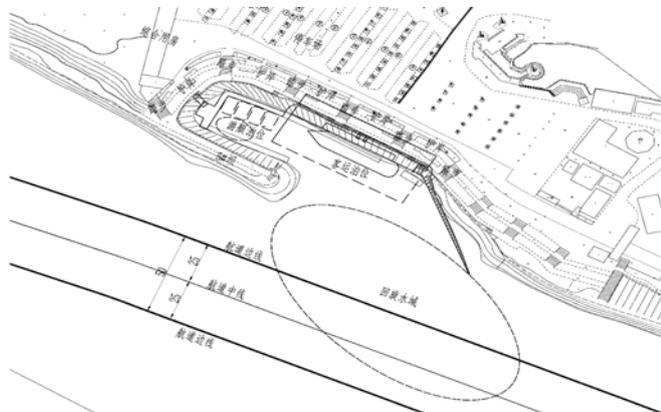


图1 码头平面布置图

3 分析思路

船舶回旋水域利用航道水域对航道通航条件的影响主要体现在:船舶在航道上掉头会短暂限制上下行船舶通行,减少航道通航时间,导致航道拥堵,对船舶交通组织、航道通航秩序、船舶驾驶操作造成一定影响,增加航务、海事监管部门的压力。

为了定量分析船舶回旋水域利用航道水域对航道通航条件的影响,以航道通过能力作为分析指标,采用上海市地方标准^[5]中经系统研究提出的航道通过能力计算方法,计算工程前后航道通过能力变化量,并将工程后航道通过能力与该河段远期航道运量预测结果进行对比,从而初步判断船舶回旋水域利用航道水域的可行性。

4 工程前航道通过能力计算

航道理论通过能力以及船舶理论航速计算公式如下:

$$W = \frac{1000W_c V_t S K}{L_c}$$

$$EHP = 0.0342 \cdot \Delta^{\frac{2}{3}} \cdot V_s^3 + \frac{0.87}{75} \cdot J \cdot \Delta \cdot V_s$$

式中:W——航道通过能力(t/a);W_c——代表船型的载重量(t);V——航道的设计航速(km/h);L_c——代表船型的船长(m);t——全年通航小时数(h),按年通航天数、设计通航保证率、日工作系数和24小时的乘积取值。日工作系数,可夜航的航道可取0.67~0.85,不夜航的航道可取0.5;S——航道线数;K——综合系数,取0.078~0.088,开敞航道取低值,闸控航道取高值。其中标准船型船长与两艘船头距离之比取0.2~0.22,航行密度增大引起航行阻力增加引起的折减系数取0.9,到港不平衡引起的折减系数取0.6,船舶交会时减速引起的折减系数取0.8,标准船型折减系数取0.9。EHP——船舶有效功率(kW);Δ——船舶

排水量(t);J——水面比降(%);V_s——船舶对水航速(m/s);

工程河段航道等级为IV级双线航道,航道尺度为2.5m×50m×330m(航深×航宽×弯曲半径),可通航500吨级船舶。按内河一类航标配布标准配布航标,满足船舶夜航要求。

工程河段设计代表船型为500吨级货船、500t级集装箱船、600客位双体旅游船以及400客位旅游船,设计代表船型尺度见表1。

表1 设计船型尺度表

	船舶	总长m	型宽m	吃水m	功率kw	备注
1	500吨级货船	56	8.8	2	2×400	
2	500吨级集装箱船	56	9.8	2	2×450	
3	600客位双体旅游船	51.8	10	1.5	2×280	
4	400客位旅游船	38.8	8.8	1.2	2×147	

根据上述公式计算设计代表船舶理论航速,水面比降取最低通航水位工程河段平均比降,水流流速取为3m/s,船舶方形系数取0.625,计算结果见表2:

表2 船舶理论航速计算表

序号	1	2	3	4
船舶	500吨级货船	500吨级集装箱船	600客位双体旅游船	400客位旅游船
Δ(t)	616	686	485.7	256
J(%)	1.386	1.386	1.386	1.386
EHP(kW)	2×400	2×450	2×280	2×147
对水航速V _s (km/h)	24.012	24.372	22.428	20.916
上行航速V(km/h)	21.012	21.372	19.428	17.916
下行航速V(km/h)	27.012	27.372	25.428	23.916

航道通过能力计算公式中代表船型长度取设计代表船型的平均值,航道的设计航速取上下行船舶航速的平均值,公式中参数取值见表3。

表3 计算参数取值表

序号	参数名称	符号	单位	取值	备注
1	代表船型载重量	W _c	t	500	
2	航道的设计航速	V	km/h	22.93	船舶航速平均值
3	全年通航小时数	t	h	5564	通航保证率95%可夜航
4	航道线数	S	/	2	双线航道
5	综合系数	K	/	0.078	开敞航道
6	船舶长度	L _c	m	50.65	设计代表船型长度平均值

将表中计算参数代入上述计算公式中得到工程前航道通过能力为19650万吨。

5 港内船舶掉头对航道日通航小时数的影响

直舵时螺旋桨推力^[6]可采用下列公式估算:

$$T = \frac{P * \eta}{v}$$

式中: T为直舵时螺旋桨推力(kN); P为发动机功率(kw);
η为螺旋桨推进效率系数; v为螺旋桨推进速度(m/s);

600客位双体旅游船发动机功率为2×280kw,相应配置两块平板舵,螺旋桨推进速度为10m/s,螺旋桨推进效率系数取0.8,根据上述公式计算得到直舵时螺旋桨推力为44.8kN,舵角增大到临界值35°时,舵力达到最大,此时螺旋桨切向分力为25.7kN假定船舶掉头过程中水流沿船舶轴线的纵向分力与螺旋桨法向分力始终保持平衡,船舶掉头起终点位置角速度均为0rad/s,船舶在转向到90°时角速度达到最大值,根据动量定理,船舶掉头时间可利用下列公式:

$$t = \sqrt{\frac{\pi * m * L}{6 * F}}$$

式中: t为船舶掉头时间(s); m为船舶满载排水量(t); L为船长(m); F为螺旋桨切向分力(kN);

600客位双体旅游船满载排水量为487.5吨,船长为51.8m,根据上述公式计算得到600客位双体旅游船满载时掉头时间为45s。

航道内船舶在泊位上靠泊过程为下行船舶左转航行至回旋水域掉头然后靠泊,装卸作业完成后第二次掉头向下游航行,船舶需要在回旋水域内掉头2次。

拟建码头600客位客船每日靠泊艘次为2次,按最不利情况考虑,每次靠泊需要在回旋水域掉头2次,则港内船舶掉头占用航道通航时间为180s,航道日通航小时数相应减少0.05h。

6 工程后航道理论通过能力计算

利用前文所述航道通过能力计算公式,对航道日通航小时数减少后的航道通过能力进行计算,其余计算参数不变,计算得到工程后航道通过能力为19590万吨。

7 远期航道运量

工程河段远期货运量达1335万吨,客运量达500万人次,客运量按每4人折合1吨计算,则客运量折合货运量为125万吨,工

程河段远期折算货运量达1460万吨。

8 分析总结

根据前文计算结果可知,工程后航道理论通过能力为19590万吨,而工程河段远期折算货运量仅1460万吨,工程后航道理论通过能力远大于航道远期货运量,因此,拟改建码头船舶回旋水域利用航道水域是可行的。

9 结语

(1)在山区河流天然河道狭窄河段建设港口码头时,港址一般应选在水流平顺、流速适宜、水深适当、水域面积足够的河段,但山区河流天然河道宽窄相间,水域狭窄,难以满足规范选址要求,只能选址在狭窄河段。

(2)文中采用船舶推力计算公式并考虑船舶转向时推力与舵角的关系确定出了船舶转动力矩,根据动量定理推导出了船舶掉头时间的估算公式,具有一定实用价值。

(3)船舶在航道上掉头会短暂限制上下行船舶通行,减少航道通航时间,以航道通过能力作为分析指标,通过计算工程前后航道通过能力变化量并与航道远期航道运量预测结果进行对比,从而初步判断船舶回旋水域利用航道水域的可行性,该方法适用于进行初步定量分析,可用于航道规划、设计等前期研究阶段及管理工作中。

【参考文献】

- [1]中交第二航务工程勘察设计院有限公司.河港总体设计规范:JTS 166-2020[S].北京:人民交通出版社,2020.
- [2]中华人民共和国交通运输部.内河过闸运输船舶标准船型主尺度系列第1部分长江水系,2020.
- [3]中华人民共和国交通运输部.内河通航标准,GB 50139—2014[G].北京:人民交通出版社,2014.
- [4]中交第四航务工程勘察设计院有限公司.游艇码头设计规范:JTS 165-7-2014[S].北京:人民交通出版社,2014.
- [5]上海市交通运输和港口管理局.内河航道工程设计标准.DG/TJ 08-2116—2020[S].同济大学出版社,2021.
- [6]长江船舶设计院.内河船舶设计手册[M].北京:人民交通出版社,1977.

作者简介:

吴川波(1990--),男,重庆人,大学本科,工程师,研究方向为港口航道工程设计、咨询。