

# 桥梁通航孔航道宽度的设计分析

刘质伟

(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 湖南长沙 410014)

**摘要:** 桥区航道布置主要考虑的因素是船舶的船型尺度及桥区水流条件, 本文从安全的角度并结合工程实际, 根据桥区的水流特性、船型尺度及考虑紊流区范围的影响来探讨桥区航道宽度, 并在此基础上提出了优化的方案。

**关键词:** 桥梁; 航道布置; 航道宽度; 桥墩; 紊流宽度

中图分类号: U61 文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 11-0111-03

## 1 引言

### 1.1 桥梁建设方案

拟建桥梁主桥的跨径选择主要受通航净宽、防洪、施工三方面因素综合影响, 主桥跨径的下限应满足通航的基本要求。

拟建桥梁上游 1.2km、下游 1.15km 已有过河建筑物, 为避免“巷道效应”对通航安全影响, 根据《内河通航标准》中的要求, 本桥宜采取一孔跨越通航水域的桥型方案。

桥跨布置需满足防洪安全的要求。从防洪有利的角度, 宜减少河道中桥墩数量, 降低阻水比, 尽量将承台埋入河床中。但本桥位处覆盖层浅, 承台完全埋入河床会导致造价增加过大, 应减少水中基础数量。

综上考虑, 结合桥型方案, 本桥推荐方案主桥主跨确定为 192m, 单孔双向通航。拟建桥梁与桥区河道基本正交, 10 年一遇洪水情况下桥梁建成后桥区水流方向与桥轴线法线方向的最大夹角约为 7.38°, 桥区河段主流偏右岸深槽。拟建桥梁建成效果见图 1 所示, 中间桥孔为主跨通航孔。

### 1.2 设计代表船型

综合《内河通航标准》、《关于公布珠江水系“三线”过闸船舶标准船型主尺度系列及有关规定的公告》中的相关船型, 结合分析现状船型, 并考虑到未来航线货运及客运的发展, 桥梁通航两种较大设计代表船型为: 500 吨级一顶二船队 (111.0m × 10.8m × 1.6m)、1000 吨级货船 (57m × 10.8m × 3.0m)。



图 1 拟建桥梁效果图

### 1.3 桥区航道等级

拟建桥梁处航道规划等级为Ⅳ级航道, 兼顾通航 1000 吨级单船。

桥区河段河道微弯、水流平缓、河床稳定, 水深达 6 ~ 7m 以上。

## 2 桥梁通航孔航道整治的相关规定

(1) 根据《中华人民共和国内河交通安全管理条例》第十六条规定: 船舶在内河航行时, 上行船应当沿缓流或者航路一侧航行, 下行船应沿主流或者航路中间航行。根据规范规定、桥区地形、通航孔布置等情况, 规划航线应考虑尽量少改变原航路, 并满足桥孔上下游各不小于 200m 的直线段过桥, 直线过后接不小于 3 倍设计代表船型长度的弯曲半径航线与习惯航线衔接。

(2) 拟建桥梁通航孔航道宽度计算公式为: 桥梁通航孔航道宽度 = 交角不大于 5° 情况下最小通航净宽 + 横流加宽值 + 桥梁斜交加宽值。

## 3 正交情况下通航净宽计算

拟建大桥主跨跨越了习惯航路范围, 枯水期, 主墩的设置对枯水期习惯航路影响较小。桥区航道中心线沿规划航道线布置, 船舶下行准备通过桥区通航孔时, 以中间位置偏向通航孔右岸侧航行, 上行船舶避开主流偏河道左侧上行, 各以左舷会船。

《内河航道标准》附录 C.0.1, 天然和渠化河流水上过河建筑物轴线的法线方向与水流流向的交角不大于 5° 时, 通航净宽可按下列公式计算:

$$B_{m1} = B_F + \Delta B_m + P_d \quad (1)$$

$$B_{m2} = 2B_F + b + \Delta B_m + P_d + P_u \quad (2)$$

$$B_F = B_s + L \sin \beta \quad (3)$$

式中:

$B_{m1}$ —单孔单向通航净宽 (m);

$B_{m2}$ —单孔双向通航净宽 (m);

$B_F$ —船舶或船队航迹带宽度 (m);

$\Delta B_m$ —船舶或船队与两侧桥墩间的富裕宽度 (m); I ~ V 级航道可取 0.6 倍航迹带宽度;

$P_d$ —下行船舶或船队的偏航距 (m), 按《内河

通航标准》表 C.0.1 取值；桥区横向流速最大值为 0.32m/s，下行偏航距查表 C.0.1 取值为 16m；

b——上、下行船舶或船队会船时的安全距离（m），可取船舶或船队的宽度；

$P_u$ ——上行船舶或船队的偏航距（m），取 0.85 倍下行偏航距；

$B_s$ ——船舶或船队的宽度（m）；

L——顶推船队或货船的长度（m）；

$\beta$ ——船舶或船队的航行漂角（°）；I~V 级航道可取 6°。

根据拟建桥梁设计代表船型及内河通航净宽的计算公式，交角不大于 5° 情况下通航净宽计算如表 1：

表 1 代表船型对应的桥位正交情况下净宽

参数	船型	
	1000t 货船	2 排 1 列 500t 级船队
船宽 $B_s$ (m)	10.8	10.8
船长 L (m)	57	111
航行漂角 $\beta$ (°)	6	6
航迹带宽度 $B_f$	16.76	22.40
富裕宽度 $\Delta B_m$	10.05	13.44
下行偏航距 $P_d$	16.00	16.00
上行偏航距 $P_u$	13.60	13.60
会船安全距离 b	10.80	10.80
单孔双向通航净宽 $B_{m2}$	83.97	98.65
正交情况下单孔 双向通航净宽	98.65	

根据表 1 计算，取 98.65m 作为正交情况下的计算净宽值进行通航论证。

#### 4 横向流速加宽

桥轴线法线方向与水流流向交角最大为 7.38°，横向流速最大值为 0.32m/s，根据《内河通航标准》表 C.0.3 内插计算得本桥单向横向流速加宽为 7m，双向横向流速加宽为 14m。

#### 5 斜交加宽

桥轴线法线方向与水流流向交角最大为 7.38°，根据斜交时几何关系，通航孔桥梁墩内缘净宽计算简图如图 2 所示：

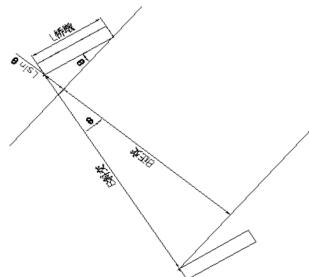


图 2 斜交净宽计算示意图

由图可推导出斜交时桥墩内缘净宽计算公式如下：

$$B_{\text{斜}} = (B_{\text{正}} + L_{\text{墩}} \times \sin \theta) / \cos \theta \quad (3-1)$$

L 墩取左岸及右岸墩柱长度平均值 13.75m 进行计算，推算得本桥斜交加宽为：(98.65+13.75 × sin7.38°) / cos7.38° - 98.65=2.6m。

取斜交加宽值为 2.6m。

#### 6 碍航紊流对航道的影响

工程河段为库区河段，水流平缓，船舶都沿河道中央偏右岸深槽航道线航行；根据试验观察，在桥墩紊动宽度范围内的水流，一方面属于下降水流，另一方面在该范围内的水流因边界分离产生回流，又伴随着一个一个的漩涡，对周围水体产生较大的吸附作用，这可能就是船舶撞击桥墩的主要原因。

因此，从船舶和桥梁的安全考虑，桥区航道的边线宜布置在该紊动宽度以外。也就是说，可以将该紊动宽度作为航道边线与桥墩之间的安全距离。

#### 7 洪水期桥区航道宽度

拟建桥梁通航孔航道宽度计算公式为：桥梁通航孔航道宽度 = 交角不大于 5° 情况下最小通航净宽 + 横流加宽值 + 桥梁斜交加宽值。

根据洪水期水流方向与桥轴线法线方向最大夹角及横向流速，拟建桥梁洪水期桥区航道宽度为：

$$\text{航道宽度} = 98.65 + 14 + 2.6 = 115.25 \text{m}$$

洪水期桥区航道宽度按 116m 布置，桥轴线上下游各 200m 后设过渡段与原航道线衔接。

#### 8 航道整治宽度优化分析

通航净宽计算公式中对宽度影响比较大的为横向流速对应的下行偏航距。桥梁所在河流洪水主要为大暴雨所致，洪水暴涨暴落，每次洪水过程时间为 5~10 天，涨水短历时约占 3 天 ~ 5 天，洪峰持续时间一般为 3h~6h。

结合桥区地形，洪水期水位上涨，水深远远大于航道水深，若按 116m 宽度进行整治，意义不大，且开挖范围较大，可能会引起河床及岸坡不稳定，从而影响桥梁安全。

经综合分析，正交情况下通航净宽计算公式中，下行偏航距  $P_d$  应按枯水期桥区最大横向流速 (0.07m/s) 取值，按《内河通航标准》表 C.0.1 取值为 8m，以此为基础计算得到的最小通航净宽值作为拟建桥梁枯水期航道宽度及桥区航道整治宽度，见表 2。

表 2 拟建桥梁通航孔航道宽度计算表

参数	船型	
	1000t 货船	2 排 1 列 500t 级船队
船宽 $B_s$ (m)	10.8	10.8
船长 L (m)	57	111
航行漂角 $\beta$ (°)	6	6
航迹带宽度 $B_f$	16.76	22.4
富裕宽度 $\Delta B_m$	10.05	13.44
下行偏航距 $P_d$	8	8
上行偏航距 $P_u$	6.8	6.8
会船安全距离 b	10.8	10.8
单孔双向通航净宽 $B_{m2}$	69.17	83.85
正交情况下单孔 双向通航净宽	90	
斜交角度 $\theta$ (°)	7.34	
桥墩长 L 墩 (m)	13.75	
考虑斜交后净宽 $B_{\text{斜}}$	92.51	
桥区航道整治宽度 B	92.51 (取整 93m)	

# 船闸横拉闸门门头运行轨迹检测 系统组成与工作原理

何保渠

( 扬州市港航事业发展中心, 江苏 扬州 225200 )

**摘要:** 通过观测激光照射横拉闸门门头靶标的光斑运行轨迹的方式, 间接的测算出横拉闸门门头的运行轨迹, 进而判断横拉闸门运行状态及底台车和轨道磨损情况。

**关键词:** 横拉闸门; 运行轨迹; 激光

中图分类号: U641 文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 ( 2022 ) 11-0113-04

船闸横拉闸门运转件较多, 由于横拉闸门结构的特殊性, 导致底台车等构件的运行工况差, 易磨损, 一旦其运转件磨损程度过大将严重影响横拉闸门的运行稳定性, 因此需要设法做好横拉闸门的观测。

## 1 概述

芒稻船闸位于江苏省扬州市江都区, 尺度为  $180 \times 23 \times 4$  (m) (闸室长  $\times$  口门宽  $\times$  槛上水深), 船闸承受双向水头作用, 最大正向设计水头为 8.50m, 最大反向设计水头 -1.31m。工作闸门采用横拉门型式, 闸门启闭机采用齿轮齿条式机械传动。上闸首闸门尺寸为  $23.65 \times 3.854 \times 8.6$  m (门长  $\times$  门厚

$\times$  面板高度), 结构件重 137.8t, 下闸首闸门尺寸为  $23.65 \times 3.854 \times 13.7$  m, 结构件重 213.9t。芒稻船闸横拉闸门, 在运行过程中主要暴露出了闸门底台车运转件易磨损导致闸门运行状态不稳定等横拉闸门通病。在船闸养护中, 人字门、三角门依据《水运工程质量检验标准》可以通过测量门头跳动量来了解门体结构变形情况, 而横拉闸门的“顶桁架四角高差”和“每对支承块中心线相对偏移”项目不满足日常养护工作中经常性的检测要求, 导致横拉闸门运行状态的好坏基本凭借养护工作人员的经验判断, 做不到量化。

## 2 系统研制目的

根据表 2 的计算成果, 在枯水期, 桥区航道宽度按 93m 设计; 在洪水期, 桥区航道宽度按 116m 设计。在洪水期水位上涨, 水深远远大于航道水深, 若按 116m 宽度进行整治, 意义不大, 因此航道整治宽度按枯水期航道设计宽度 93m 进行整治。

## 9 结论

在枯水期, 桥区航道宽度为 93m 设计, 航道右边线距离右墩柱边缘为 28.5m, 航道左边线距离左墩柱边缘为 59.5m; 在洪水期, 桥区航道宽度为 116m, 航道右边线距离右墩柱边缘为 28.5m, 航道左边线距离左墩柱边缘为 36.5m。

经水流参数计算得紊流加宽值为 12.18m, 则最大紊流单边宽度为 6.09m。

综上所述, 航道边线距离墩柱边缘最小距离均大于最大紊流单边宽度 6.09m, 满足安全要求。

本文结合工程实例, 从保证船舶在桥区安全通航的

角度, 提出了桥区航道宽度的设计过程, 结合国内相关规范给出了公式及各参数的确定方法, 可供桥梁设计参考。

### 参考文献:

- [1] GB50139-2014, 内河通航标准 [S].
- [2] JTJ312-2003, 航道整治工程技术规范 [S].
- [3] JTS141-2011, 水运工程设计通则 [S].
- [4] JTS145-1-2011, 内河航运工程水文规范 [S].
- [5] JTS181-5-2012, 疏浚与吹填工程设计规范 [S].
- [6] JTJ287 — 2005, 内河航道维护技术规范 [S].
- [7] 庄元, 刘祖源 . 桥墩紊流宽度的实验研究 [J]. 中国航海 .2007, ( 3 ) :5-9.
- [8] 陈明栋, 王多银 . 探讨跨江桥梁通航净空尺度和通航安全保障措施 [J]. 水运工程 .2001, ( 4 ) :42-43.
- [9] 沈小雄, 程永舟, 等 . 航道边线与桥墩之间安全距离的研究 [J]. 水运工程 .2004, ( 11 ) :85-87.