

# 船闸通过能力和耗水量计算方法分析

杨艳

(四川省交通勘察设计研究院有限公司, 四川 成都 610017)

**摘要:** 本文主要针对现行《船闸总体设计规范》中关于船闸通过能力和耗水量的计算方法进行分析, 避免设计人员在运用规范的过程中直接套用规范公式, 从而导致指标计算结果错误。本文通过对规范条文的理解, 对指标计算公式进行了补充, 计算方法和公式可为船闸设计人员提供参考。

**关键词:** 单级船闸; 船闸通过能力; 耗水量; 一次过闸时间

**中图分类号:** U641.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 01—0089—03

船闸通过能力和耗水量指标是船闸重要的经济技术指标, 计算的准确性影响船闸规模、经济效益评价等多项指标。目前该两项指标的计算主要根据现行《船闸总体设计规范》(JTJ305-2001)中规定的计算方法进行, 笔者在使用规范的过程中发觉规范条文较为精炼, 也无详细的条文解释, 可能会使得初用规范的设计人员因条文理解不到位, 导致两项指标计算错误。本文主要针对规范中单级船闸影响通过能力计算的一次过闸时间和耗水量的计算方法和公式进行分析, 可为今后进行船闸通过能力和耗水量计算的设计人员提供参考。

## 1 规范计算方法

### 1.1 通过能力计算

船闸通过能力的计算包括过闸船舶总载重吨位、过闸货运量两项指标, 以年单向通过能力表示。其计算主要依据《船闸总体设计规范》(JTJ305-2001), 规范中关于船闸单向年过闸船舶总载重吨位以及单向年过闸客货运量计算公式规定如下:

$$P_1 = \frac{n}{2} NG \quad (1)$$

$$P_2 = \frac{1}{2}(n - n_0) \frac{NG\alpha}{\beta} \quad (2)$$

$$n = \frac{\tau \times 60}{T} \quad (3)$$

式中:  $P_1$  为单向年过闸船舶总载重吨位 (t);  $P_2$  为单向年过闸客货运量 (t);  $n$  为日平均过闸次数;  $n_0$  为日非运客、货船过闸次数;  $G$  为一次过闸平均载重吨位 (t);  $N$  为年通航天数 (d);  $\alpha$  为船舶装载系数;  $\beta$  为运量不均衡系数;  $\tau$  为日工作小时;  $T$  为一次过闸时间。

对单级船闸, 一次过闸时间应符合下列规定:

单向过闸:

$$T_1 = 4t_1 + t_2 + 2t_3 + t_4 + 2t_5 \quad (4)$$

双向过闸:

$$T_2 = 4t_1 + 2t'_2 + 2t_3 + 2t'_4 + 4t_5 \quad (5)$$

式中:  $T_1$  为单向一次过闸时间 (min);  $T_2$  为上、下行各一次的双向过闸时间 (min);  $t_1$  为开门或关门时间 (min);  $t_2$  为单向第一个船队进闸时间 (min);  $t_3$  为闸室灌水或泄水时间 (min);  $t_4$  为单向第一个船队出闸时间 (min);  $t_5$  为船舶、船队进闸或出闸间隔时间 (min);  $t'_2$  为双向第一个船队进闸时间 (min);  $t'_4$  为双向第一个船队出闸时间 (min)。

一次过闸时间应根据单向过闸和双向过闸的闸次比率确定。当单向过闸与双向过闸次数相等时, 可按下式确定:

$$T = \frac{1}{2}(T_1 + \frac{T_2}{2}) \quad (6)$$

### 1.2 耗水量计算

船闸一天内平均耗水量可按下列公式计算:

$$\bar{Q} = \frac{nV}{86400} + q \quad (7)$$

$$q = eu \quad (8)$$

式中:  $\bar{Q}$  为一天内平均耗水量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $V$  为一次过闸用水量 ( $\text{m}^3$ );  $q$  为闸门、阀门漏水损失;  $e$  为止水线每米上的水头损失 [ $\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ ];  $u$  为闸门、阀门止水线总长度 (m)。

## 2 计算方法分析

### 2.1 一次过闸时间的确定

尽管规范中要求一次过闸时间应根据单向过闸和

双向过闸的闸次比率确定，但闸次比率存在不确定性，在实际使用本条文时，部分设计人员会直接采用公式6进行一次过闸时间的计算，致使通过能力计算结果存在偏差。

根据规范按单向过闸和双向过闸的闸次比率确定一次过闸时间，一次过闸时间计算公式可以拟定为：

$$T = \xi T_1 + (1-\xi) \frac{T_2}{2} \quad (9)$$

式中： $\xi$ 为单向过闸闸次比率(%)。

当单向过闸闸次比率 $\xi=100\%$ 时， $T = T_1$ ；

当单向过闸与双向过闸次数相等时，公式9即可转化为上述公式6，与规范一致。

当单向过闸闸次比率 $\xi=0$ 时， $T = T_2 / 2$ 。

## 2.2 通过能力的确定

当一次过闸时间根据单向过闸和双向过闸的闸次比率确定后，在计算单向年过闸船舶总载重吨位 $P_1$ 和单向年过闸客货运量 $P_2$ 时，日平均过闸次数应按下式进行计算：

$$n = \frac{120\tau}{2\xi T_1 + (1-\xi)T_2} \quad (10)$$

## 2.3 耗水量的确定

根据规范要求船闸一天内平均耗水量的计算应按公式7进行，但对单级船闸而言，该公式只适用于船闸单向过闸的情况，对考虑双向过闸情况的耗水量计算，应对规范公式予以调整。设计人员在运用该条规范时，如直接套用规范公式，就会导致一天内平均耗水量计算结果偏大，在今后的设计工作中应特别引以注意。

在单级船闸双向一次过闸时，耗水量为单向一次过闸耗水量的一半，一天内平均耗水量的计算应调整为：

$$\bar{Q} = \frac{0.5nV}{86400} + q \quad (11)$$

当单向过闸与双向过闸次数相等时，一次过闸耗水量采用单、双向过闸耗水量的平均值，一天内平均耗水量的计算应调整为：

$$\bar{Q} = \frac{0.75nV}{86400} + q \quad (12)$$

当单、双向过闸闸次比率为 $\xi/1-\xi$ 时，一天内平均耗水量的计算应调整为：

$$\bar{Q} = \frac{0.5(1+\xi)nV}{86400} + q \quad (13)$$

## 3 算例

现以四川某单级船闸工程为例，通过能力和耗水量分别按单、双向过闸不同闸次比率进行计算，对计算成果进行对比分析。

该船闸等级为Ⅲ级，船闸有效尺度为200m×23m×4.2m（长×宽×门槛水深），船闸设计代表船型为1000t级干散货船和60TEU集装箱船，中洪水期兼顾1500t级、2000t级干散货船，设计最大水头为13m。

由于本文主要针对影响通过能力计算的一次过闸时间和耗水量的计算进行探讨，所以对通过能力计算中的其它参数计算过程不逐一论述，仅列出参数取值，各参数取值如表1。

表1 船闸通过能力和耗水量计算参数取值表

参数名称	符号	单位	数值
开门或关门时间	$t_1$	min	3.00
单向第一个船队进闸时间	$t_2$	min	8.48
闸室灌水或泄水时间	$t_3$	min	10.00
单向第一个船队出闸时间	$t_4$	min	3.58
进闸或出闸间隔时间	$t_5$	min	7.00
双向第一个船队进闸时间	$t'_2$	min	6.78
双向第一个船队出闸时间	$t'_4$	min	4.72
日非货船过闸次数	$n_0$	次	2
一次过闸平均吨位	G	t	4210
年通航天数	N	天	330
船舶装载系数	$\alpha$	/	0.6
运量不均系数	$\beta$	/	1.4
日工作小时	$\tau$	h	22
一次过闸用水量	V	m <sup>3</sup>	79488
止水线每米上的水头损失	e	m <sup>3</sup> /(s.m)	0.002
闸门、阀门止水线总长度	u	m	116.6

根据上述解析公式进行船闸通过能力和耗水量计算，计算结果如图1~2。

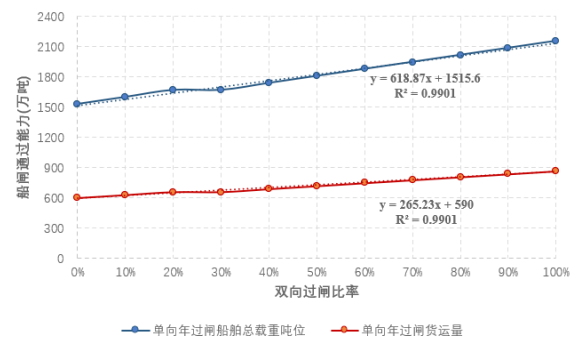


图1 船闸通过能力与双向过闸比率的关系

# 跨航道桥梁防船撞设施设计思路探讨

高龙刚

(华设设计集团股份有限公司, 江苏南京 210014)

**摘要:** 跨越航道桥梁水中设置墩柱的情况比较普遍, 特别是大型的入海航道桥梁, 水域宽阔, 通航船舶吨位较大, 船撞桥的风险较高, 桥梁防船撞设施的设置就非常重要。本文以某跨越入海航道桥梁为例, 对通航大型船舶的入海航道桥梁防船撞设施的设计思路, 进行了梳理和探讨。

**关键词:** 跨航道桥梁; 防船撞设施; 设计思路; 入海航道

**中图分类号:** U612 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 01—0091—03

在现有跨航道桥梁中, 水中设置墩柱的情况比较普遍, 特别是在水域宽阔的天然航道上, 难以一孔跨越通航水域, 水中墩柱可能受到船舶撞击。桥梁的重要性不言而喻, 特别是高速公路桥梁, 若发生船撞桥事故, 不仅会对桥梁本身产生很大安全隐患, 还会对地方经济造成重大影响。因此, 设置防船撞设施就显得格外重要和必要。而防船撞设施的设计工作, 是设置的灵魂, 是防护的基础, 只有设计思路正确, 才能使得工程措施起到有效的保护作用。本文以某跨越通航 2 万吨船舶航道的桥梁防撞工程设计方案为例, 探讨跨航道桥梁防船撞设施设计思路。

## 1 了解工程概况

### 1.1 航道情况

桥梁所跨越航道为出海口的通海航道, 正在进行升级改造, 航道等级提升后, 设计船型从 5000DWT 船舶提高到 20000DWT 船舶, 因此现大桥桥墩的防撞等级已经不能满足航道等级提升以后的防撞要求, 需要对大桥桥墩防撞能力进行同步升级, 确保安全。

### 1.2 桥梁现状

桥梁采用墩、塔、梁固结, 双塔单索面预应力混凝土斜拉桥, 主跨跨径组合为 50m+115m+338m+115m+50m, 全长 668m。共两座主墩, 东侧墩为 12# 墩, 西侧墩为 13# 墩。

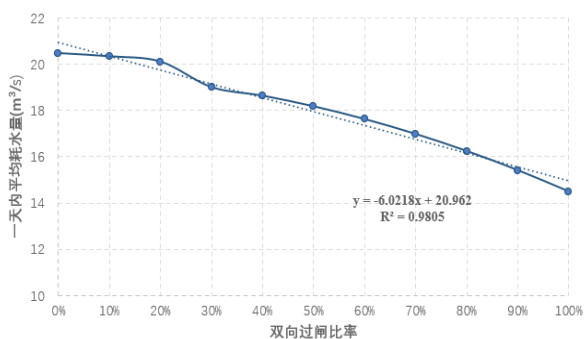


图 2 耗水量与双向过闸比率的关系

从计算结果可以看出, 该船闸通过能力与双向过闸比率基本呈现正相关, 而耗水量与双向过闸比率呈现负相关。单、双向过闸比率的确定对船闸通过能力和耗水量均有较大的影响。实际上为了提高船闸通过能力, 减少耗水量, 单级船闸应以双向过闸为主, 尽可能减少单向过闸次数。

## 4 结语

在进行船闸通过能力和耗水量计算时, 应当充分理解规范条文意义, 避免计算错误, 文中提出的相关计算方法和公式可为船闸设计人员提供参考。

### 参考文献:

- [1] JTJ305-2001, 船闸总体设计规范 [S].
- [2] 刘晓平, 陶桂兰. 渠化工程 [M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2009. 53-58.
- [3] 廖鹏. 船闸通过能力研究 [D]. 河海大学, 2007.
- [4] 耿卓, 何思远, 董思远, 等. 船闸用水量计算方法 [J]. 中国水运, 2020: 92-94.
- [5] 戈国庆, 杨晓松, 高涛, 等. 过闸平均吨位与过闸平均时间计算方法 [J]. 中国水运, 2020: 90-92.