

# 适应水位变化恒张紧拦船设施研究与应用

周和平<sup>1</sup>, 周建方<sup>1</sup>, 夏 炎<sup>2</sup>

(1. 江苏省洪泽湖水利工程管理处, 江苏 淮安 223100; 2. 江苏省淮沭新河管理处, 江苏 淮安 223005)

**摘要:**为使拦船设施适应水位变化,研究采取以下措施:一是选择在设计低水位时安装拦船设施,选配适当体积和重量的浮筒,调整钢丝绳到水面的间距以适合拦阻船舶;二是在设计低水位时两岸水边的2只浮筒下加大配重,安装时收紧钢丝绳,分配适当重量由钢丝绳承担,使钢丝绳内具有设计张力;三是引入由底板、构架、钢丝绳、滑轮组、吊锤、导向钢管等组成的张拉系统,其中钢丝绳一头连着设计低水位时拦船设施水边的浮筒,另一头通过3个滑轮连接吊锤。前两项措施保证拦船设施在设计低水位下正常发挥拦船功效,第三项措施保证水位上涨后,张拉系统吸收拦船设施富余钢丝绳,并以几乎恒定的拉力使拦船设施钢丝绳处于张紧状态,发挥拦阻船舶作用。安装时通过调整钢丝绳长度、浮筒配重、吊锤重量等措施,使拦船设施在任何水位下均满足设计要求。

**关键词:**工程管理;拦船设施;张紧装置;水流力

中图分类号:TV131.2+9

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2019)08-0066-03

## Research and application on the constant tension ship – blocking facilities adapt to the change of water level

ZHOU Heping<sup>1</sup>, ZHOU Jianfang<sup>1</sup>, XIA Yan<sup>2</sup>

(1. The Hongze Lake Water Conservancy Project Management Office of Jiangsu Province, Huai'an 223100, Jiangsu; 2. The New Huaishu River Management Division of Jiangsu Province, Huaian 223005, Jiangsu)

**Abstract:** In order to adapt the ship – blocking facilities to the changes of water level, the following three measures were taken: First, installing ship – blocking facilities at lowest design water level, selecting the buoys of appropriate volume and weight, adjusting the distance between wire rope and water surface to be suitable for blocking ships; Second, increasing the counterweight of two buoys at both sides of the river under lowest design water level, tightening the wire rope when installing, and assigning appropriate weight borne by the wire rope, so as to make the wire rope bear the design tension; Third, a tensioned – tension system composed of bottom plate, frame, wire rope, pulley block, hanging hammer, guiding steel pipe, etc. was introduced. One end of the wire rope was connected to the buoy at the water side of the ship blocking facility at the lowest design water level, and the other end was connected to the hanging hammer through three pulleys. The first two measures ensured the normal function of the ship – blocking facilities at lowest design water level. The third measure ensured that after the water level rose, the tension system absorbs the surplus steel wire rope of the ship – blocking facilities and tensioned the steel wire rope with almost constant tension to play the role of blocking ships. When installation, by adjusting the length of wire rope, the counterweight of buoys and the weight of hanging hammers, the ship – blocking facilities could meet the design requirements at any water level.

收稿日期:2019-05-13

作者简介:周和平(1964—),男,本科,研究员级高级工程师,主要从事水利工程管理工作。

**Key words:** engineering management; ship – blocking facilities; tension device; water current force

## 1 研究背景

水利工程施工中,为防止船舶在水流作用下失控撞击工程或擅自进入工程管理区域,一般在工程引河适当位置设置拦船设施。拦船设施型式众多,总体可分为:一类用于阻止小型船舶进入工程管理区,如直线型拦船设施<sup>[1-2]</sup>;另一类用于拦截重载船舶,防止船舶撞击工程,如折线型拦船设施<sup>[3-4]</sup>、摩阻型拦船设施<sup>[5-6]</sup>以及利用液压传动的拦船装置<sup>[7-8]</sup>。直线型拦船设施由锚墩、钢丝绳、浮筒、拖锚等组成,主要靠钢丝绳拦阻船舶,拦截能力较弱;折线型拦船设施是基于直线型拦船设施,增加2根副索,将主索连同浮筒、拖锚向上游方向牵引,在水面呈折线布置,拦截船舶时副索先后破断,拖锚发挥作用消减船舶动能并克服水流力,最终主索呈V形拦截船舶,拦截能力较强;摩阻型拦船设施由摩阻机、锚墩、钢丝绳和浮筒组成,摩阻机上预绕设计长度钢丝绳,拦截船舶时,钢丝绳张紧,当绳内张力达到设计值时,摩阻机转动并释放钢丝绳,做功消耗船舶动能并克服水流力,最终钢丝绳呈V形拦截船舶,拦截能力强。

上述拦船设施均未考虑河道水位大幅变化工况,不能保证拦船设施在任何水位下均处于良好工作状态。水位低时,钢丝绳下净空较大,小船由钢丝绳下方可进入工程管理区;水位高时,钢丝绳过于松弛,小船可轻松进入工程管理区。因此,在水位变化较大的河道,无论哪类拦船设施,都需要采取措施适应水位变化,才能确保拦截效果。

## 2 基本思路

所谓拦船设施在任何水位下均处于良好工作状态,主要指不管水位如何变化,拦船设施以下2种形态不变:

- (1) 钢丝绳到水面的距离基本保持不变;
- (2) 钢丝绳张紧程度基本不变。

为创造上述条件,设计采取以下3种措施:

(1) 选择在设计低水位时安装拦船设施,选配适当体积和重量的浮筒,调整钢丝绳到水面的间距以适合拦阻船舶;

(2) 在设计低水位时两岸水边的2只浮筒下加大配重,安装时收紧钢丝绳,分配适当重量由钢丝绳承担,使钢丝绳内具有设计张力;

(3) 引入张拉系统牵引钢丝绳,当水位变化拦船设施钢丝绳出现松弛倾向时,张拉系统产生恒定力使拦船设施钢丝绳内保持设计张力,处于张紧状态。

## 3 配重设计

浮筒可选用钢浮筒或聚乙烯浮筒。钢浮筒一般500 kg左右,人力难以挪动,若选用聚乙烯浮筒,可装配一定重量的混凝土配重块。

选择在设计低水位时安装拦船设施,在两岸水边的2只浮筒下增加配重(如图1),此时浮筒将有下沉趋势,但安装拦船设施时收紧钢丝绳,使浮筒上升,保持钢丝绳在水位以上适当位置,这样配重块的部分重量就传递给钢丝绳,使钢丝绳内产生设计张力。

但实际情况不同于图1,因为另外还有张拉系统作用在两岸水边的2只浮筒上,该拉力将浮筒连同钢丝绳一起向下游方向牵引,并产生将水边浮筒向上牵引的合力,最终在某一位置达到平衡(如图2)。此时,2只浮筒连同钢丝绳可能偏离水面较多,可调节钢丝绳的长度以及调整配重块的重量,使钢丝绳与水面的距离保持在设计范围内。

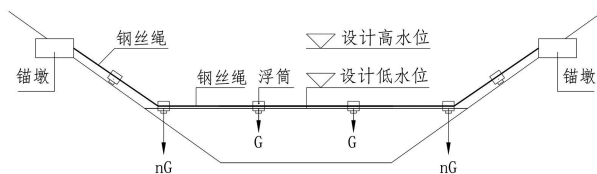


图1 拦船设施布置立面示意图

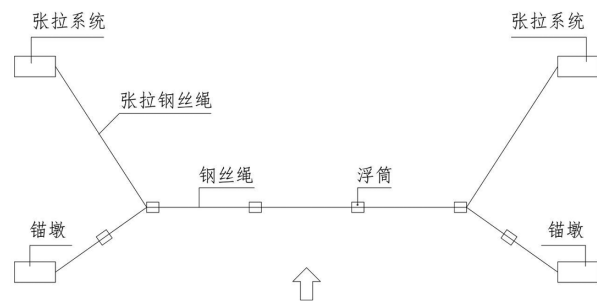


图2 拦船设施布置平面示意图

## 4 张拉系统设计

拦船设施按照图1所示低水位配置钢丝绳,水位升高后,一般拦船设施钢丝绳将松弛,不能有效拦阻船舶。为使拦船设施在任何水位下均能有效

拦阻船舶,引入张拉系统使钢丝绳始终处于张紧状态。张拉系统由底板、构架、钢丝绳、滑轮组、吊锤、导向钢管等组成(如图3),钢丝绳一头连着设计低水位时拦船设施水边的浮筒,另一头通过3个滑轮连接吊锤,吊锤重量转化为对拦船设施钢丝绳的拉力,起到张紧拦船设施的作用。滑轮3外侧的导向钢管用于支承钢丝绳,防止钢丝绳脱槽。为减轻钢丝绳磨损,可在导向钢管与钢丝绳接触面上焊贴铜套。

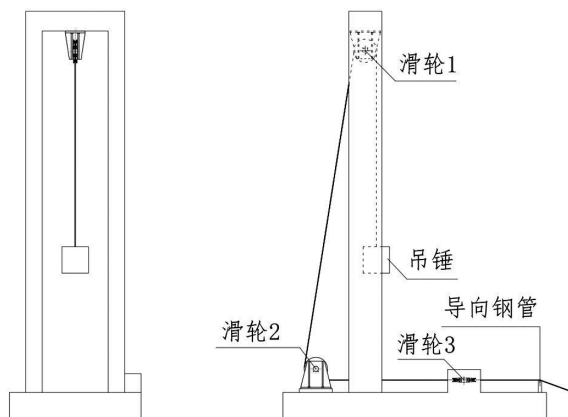


图3 拦船设施张拉系统立面图、侧视图

## 5 应用

三河闸为淮河入江水道控制口门,共63孔,每孔净宽10 m,闸身总宽697.25 m,设计流量12000 m<sup>3</sup>/s,设计分泄淮河70%以上洪水,年平均泄洪近200亿 m<sup>3</sup>。三河闸下游引河常年有渔船捕捞,屡禁不止,特别是泄洪时众多渔船逐浪作业,十分危险,迫切需要设置一种有效的拦船设施,阻止船舶进入工程管理警戒区,消除隐患。

设计选用适应水位变化恒张紧拦船设施。两岸设锚墩,锚墩间连钢丝绳,河道中设置浮筒架设钢丝绳,浮筒下配重。三河闸下游水位变幅较大,正常低水位7.6 m左右,设计流量时水位14.2 m,变幅达6.6 m。为了保持拦船设施钢丝绳始终处于水面以上10 cm左右,并始终处于张紧状态,配置张拉系统。

### 5.1 钢丝绳配置

对计划设置拦船设施处的河床断面进行了观测,设计高水位时水面宽度约775 m,断面面积约6615 m<sup>2</sup>,水流速度约1.81 m/s。该拦船设施主要功能是阻拦渔船进入警戒区捕捞,无需高强拦截能力,但泄洪时水流量较大,同时为防止人为破坏,选用6×37-φ21.5镀锌钢丝绳,设2道。

### 5.2 浮桶配置

采用聚乙烯浮桶,价格较低,维护方便。选用直径100 cm、长度120 cm、壁厚6 mm定型产品,内部填充高密度泡沫(9.7 kg/m<sup>3</sup>),平行于浮桶柱体轴线对称设置2根φ25聚乙烯管,备穿钢丝绳;浮筒间距10 m左右。另设配件浮筒与钢丝绳(如图4),制作钢筋混凝土配重块,尺寸为25 cm×25 cm×60 cm,重90 kg。两岸水边处浮筒下安装配重块5块,其它每个浮筒下装配1块。

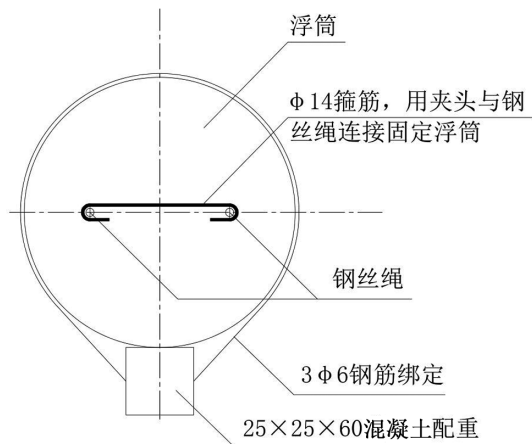


图4 拦船设施浮筒配重示意图

### 5.3 张拉系统设计

张拉系统采用钢筋混凝土结构,构架高5.8 m,选用与拦船设施相同规格钢丝绳,吊锤尺寸定为40 cm×40 cm×40 cm,重160 kg,张拉系统与锚墩到中距离定为20 m。最高水位时张拉系统牵引拦船设施在水面形态如图5,其力学计算简图如图6。此时A段钢丝绳内张力160 kg,B段钢丝绳内张力297 kg,C段钢丝绳内张力423 kg,该张力适宜阻止渔船进入禁区。

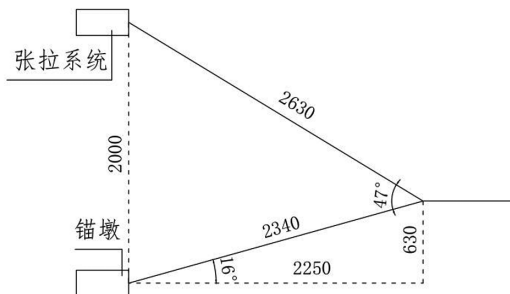


图5 最高水位时拦船设施左端平面几何形态

## 6 结语

行洪河道、感潮河道的水位一般变幅较大,在水位发生变化后,保持拦船设施设计功能不变很重

(下转第72页)

(上接第 68 页)

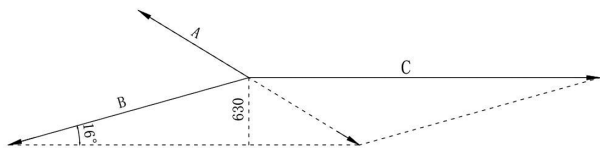


图 6 拦船设施钢丝绳内力计算简图

要。通过配重方案使拦船设施钢丝绳内部具有初始张力,保证拦船设施在低水位时具有拦阻船舶功能;另设置张拉系统使拦船设施适应水位变化,始终处于张紧状态,保持有效拦船功能。恒张紧拦船设施设计安装应注意以下几点:

(1)配重要恰当,既要保持拦船设施钢丝绳内有足够的张力,又要维持钢丝绳到水面的间距在 10 cm 左右。

(2)安装时要慎重调试,不仅初始安装时要满足设计要求,还要通过调整钢丝绳长度、浮筒配重、吊锤重量等措施,使拦船设施在任何水位下均满足设计要求。

(3)拦船设施在水流、风载作用下易摇晃,钢丝绳与导向钢管存在摩擦,滑轮也随时转动,因此需要在导向钢管表面焊贴铜套减轻钢丝绳磨损,并对转动、滑动部位定期开展润滑保养。

## 参考文献:

- [1] 陈国虞,倪步友,张澄,等. 跨海湾(河湾)桥梁非通航孔柔性拦船防撞装置[J]. 广东造船, 2011(1):31-41.
- [2] 谢远宏,李志忠. 杭州湾跨海大桥非通航孔桥船舶拦截体系施工技术[J]. 施工技术, 2011(3):1-4.
- [3] 周和平,李璟. 运东闸上游拦船设施改造方案简析[J]. 水利水电科技进展, 2001(12):52-53.
- [4] 孙猛,周和平,严凯. 后置式拦船设施的动力学分析与工程应用[J]. 扬州大学学报, 2014, 35(2):24-28.
- [5] 钱福军,周和平,夏卫中. 长江感潮段闸站工程摩阻型拦船设施应用[J]. 排灌机械工程学报, 2016(4):313-320.
- [6] 周和平,李欣,陆美凝. 三河闸摩阻型拦船设施应用研究[J]. 江苏水利, 2017(12):31-36.
- [7] 邹明. 英国曼彻斯特运河船闸的拦船装置[J]. 水运工程, 1979(3):48.
- [8] 饶建江,胡涛勇,任涛,等. 苏州河河口水闸水上安全防撞设施设计[J]. 水利水电科技进展, 2007(1):79-81.