

· 施 工 ·



在役船闸增设导航墙结构及施工方案

齐俊麟, 彭享文, 金 锋, 闫晓青

(长江三峡通航管理局, 湖北 宜昌 443002)

摘要: 针对在役船闸因采用同步移泊方式提升运行效率而需要增加或延长导航墙的问题, 介绍在役船闸增设2种导航墙结构与其施工方案。以葛洲坝2#船闸和三峡船闸为例, 对在役船闸增设2种导航墙结构及其施工流程进行详细阐述。结果表明, 对比于传统导航墙结构与施工方式, 这2种导航墙结构与其施工方案能够满足运行需求, 同时有效减少工期且不影响施工期船舶通航, 为大多数在役船闸增设导航墙提供对自身运行影响更小的结构。

关键词: 施工方案; 导航墙; 过闸; 导航设施

中图分类号: U641.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)06-0224-05

Structure and construction plan of adding navigation wall to in-service ship lock

QI Junlin, PENG Xiangwen, JIN Feng, YAN Xiaoping

(Three Gorges Navigation Authority, Yichang 443002, China)

Abstract: In order to solve the problem that the navigation wall needs to be added or extended due to the synchronous berthing mode to improve the operation efficiency of the in-service ship locks, we introduce the structure and construction scheme of two additional navigation walls in the in-service ship locks. Taking Gezhouba No. 2 ship lock and Three Gorges ship lock as examples, we elaborate the construction process of in-service ship locks with the two navigation wall structures. The results show that compared with the traditional navigation wall structure and construction method, in-service ship locks with the two navigation walls can meet the operation requirements, and effectively reduce the construction period without affecting the navigation of ships during the construction period, and provide structural and construction scheme options with less impact on their own operation for most in-service ship locks.

Keywords: construction scheme; navigation wall; lockage; navigation facilities

船舶通过船闸, 进出闸室采用“逐条插档”移泊的方式, 此种方式运行效率较低, 因此一些船闸采用船舶在导航墙成组同步移泊的方式进出闸室^[1], 见图1。通过船舶在船闸引航道导航墙或靠船墩预先编队成组, 构建“虚拟闸室”的方式实现同步进闸和移闸^[2], 采用这种方法可以有效提高运行效率^[3]。然而目前大多数在役船闸都存在引航道未设置导航墙或导航墙长度不足的问题, 为了满足船舶以编组成队同步移泊的方式通过在役船闸的需要, 须增设或延长导航墙。

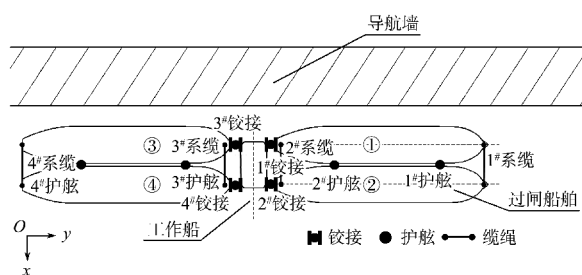


图1 船舶导航器预先编队

针对在役船闸增设或延长导航墙须重点解决2个技术难题: 1) 类似三峡船闸、葛洲坝船闸等

收稿日期: 2023-10-08

作者简介: 齐俊麟(1964—), 男, 硕士, 教授级高级工程师, 从事船舶内燃机设计与制造及枢纽通航管理。

在役船闸设计日运行时间 22 h^[4], 且处于连续运行状态, 因此新增或延长导航墙结构在施工期须保证在役船闸正常通航不受影响; 2) 新增或延长导航墙结构须满足不同水位条件下的船舶导向与靠泊, 实现船舶通过在役船闸同步移泊的通航运行要求。

1 工程概况

1.1 葛洲坝 2# 船闸工程概况

葛洲坝 2# 船闸是典型单级船闸^[5], 位于葛洲坝三江航道, 由桥墩段、上下闸首、闸室、上下

游导航墙、上下游靠船墩等建筑物组成, 船闸下游设计最高水位为 56 m, 最低水位为 38.5 m, 水位变幅为 17.5 m, 下游现有导航墙长度为 240 m, 建筑物布置见图 2。通过工程措施延伸导航墙长度, 使导航墙可以供多组同步移泊船舶停靠, 葛洲坝 2# 船闸闸室停泊区域长度为 280 m, 满足 2 闸次待闸船舶同步移泊需要的最小长度为 610 m ($=280\text{ m}\times 2+50\text{ m}$), 其中 50 m 为两闸次船舶停泊之间安全间距^[6], 因此可以增加下游导航墙 400 m, 使得下游导航墙长度达到 640 m, 可满足同步移泊船舶停靠需求。

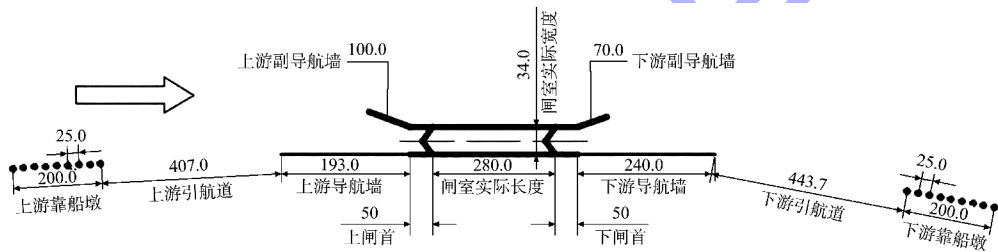


图 2 葛洲坝 2# 船闸布置 (单位: m)

1.2 三峡船闸工程概况

三峡船闸是双线五级船闸, 每一线一般实施单向运行。三峡船闸上、下游均设有导航墙和靠船墩。上游导航墙为浮式导航墙, 全长 250 m, 另外南线在导航墙上游侧加有长 70 m 趸船, 供船舶待闸停靠。上游南线靠船墩距闸前 580 m, 两侧各布置 9 座靠船墩, 间距 25 m, 总长 200 m。下游导航墙为墩板式结构, 南线长 196 m, 北线后期在导航墙尾部增加 5 座靠船墩作为导航墙的一部分,

全长 300 m, 供船舶待闸停靠。下游靠船墩距闸前 730 m, 两侧各布置 9 座靠船墩, 布置见图 3。三峡库区上游水位变化范围为 145~175 m。三峡船闸闸室停泊区域长 280 m, 满足 2 闸次待闸船舶同步移泊需要的最低尺寸为 610 m ($=280\text{ m}\times 2+50\text{ m}$), 其中 50 m 为 2 闸次船舶停泊安全间距, 根据同步移泊需要将导航墙延长 420 m, 使上游导航墙长度达到 670 m, 可满足同步移泊船舶停靠需求。

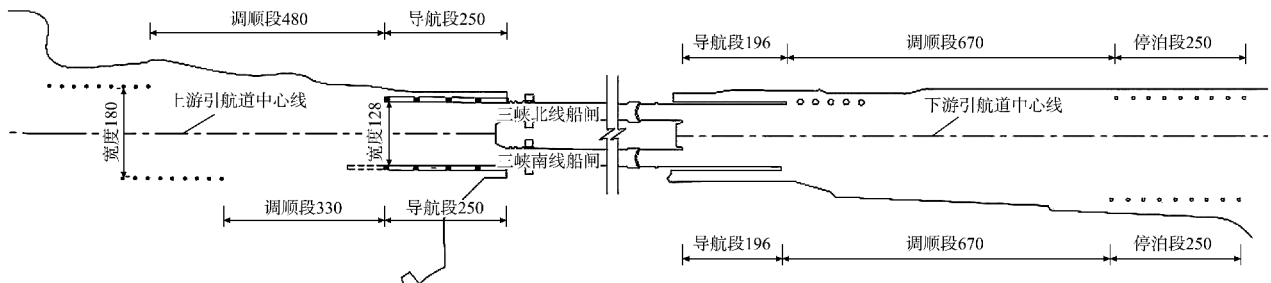


图 3 三峡船闸布置 (单位: m)

2 在役船闸增设导航墙形式和特征

增设的 2 种导航墙形式分别为为墩板式和浮式，这 2 种导航墙主要区别在于靠泊部分的形式不同。墩板式导航墙由多个支墩、多个板墙式实心混凝土板和多个导向定位块构成，见图 4a)；浮式导航墙由多个支墩、多个空心浮箱和多个导向装置构成，见图 4b)。

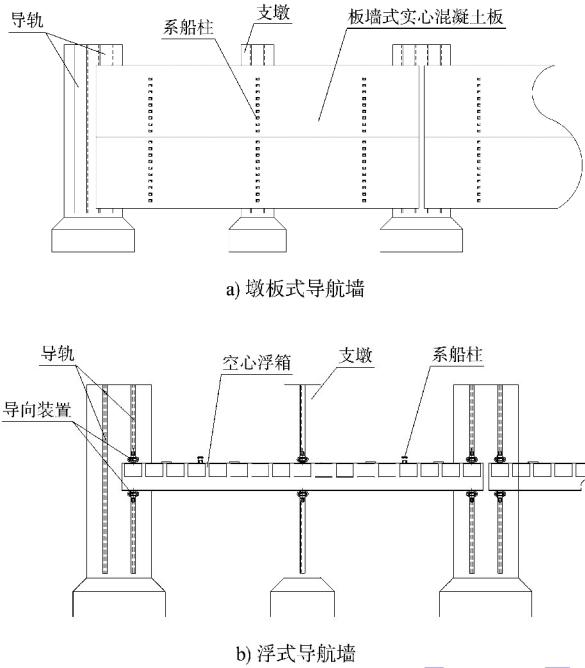


图 4 墩板式和浮式导航墙布置

2 种导航墙的支墩形式相似，都有 2 种类型：I 类型支墩在航道侧垂直方向布置有 1 条导轨，II 类型支墩在航道侧垂直方向布置有 2 条导轨。导轨为金属预埋件，在支墩建设时布置，这些导轨用于与板墙式实心混凝土板导向定位块结合固定板墙式实心混凝土板，或者与导向装置结合固定空心浮箱。

板墙式实心混凝土板沿水流方向长 50 m、高 26 m、宽 2 m，其航道侧沿水流方向等间距布置有 3 列系船柱，每列系船柱垂直方向间距为 1.5 m，在其背面沿水流方向等间距布置有 3 列导向定位块，见图 5；每列导向定位块垂直方向间距为 5 m，见图 6。板墙式实心混凝土板中的系船柱和导向定位块为金属预埋件，在板墙式实心混凝土板预制阶段进行布置。

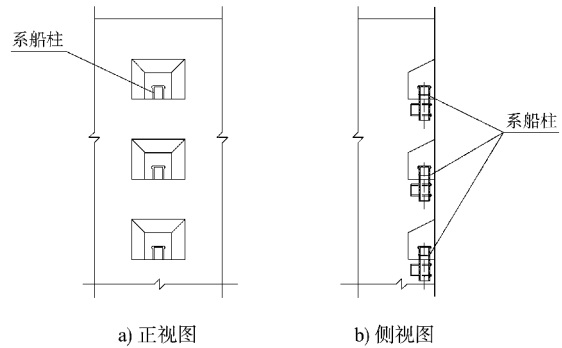


图 5 系船柱布置

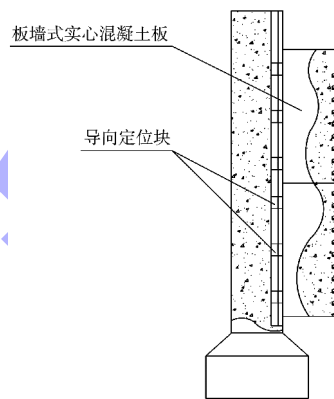


图 6 导向定位块布置

空心浮箱为密闭箱形钢结构，沿引航道水流方向长 60 m、高 7 m、宽 9 m，顶部靠近航槽侧每间隔 20 m 布置有系船柱，侧部布置有缓冲垫层，背部等间距布置有 3 排导向装置，见图 7。导向装置包括导向座、1 个正导向轮和 2 个侧导向轮，空心浮箱的系船柱与导向装置为金属预埋件，在空心浮箱预制阶段进行布置。空心浮箱顶部布置有进人孔，通过盖板密封，防止水流通过进人孔流入空心浮箱。板墙式实心混凝土板与空心浮箱于厂内预制完成。

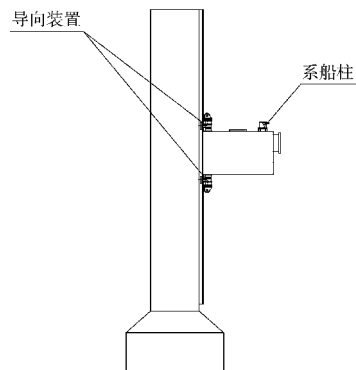


图 7 系船柱与导向装置布置

3 在役船闸增设导航墙施工技术方案

3.1 增设导航墙施工技术方案

2 种导航墙施工方案相似, 区别在于板墙式实心混凝土板与空心浮箱的制作和安装, 施工流程见图 8。以葛洲坝 2# 船闸和三峡船闸为例, 分别说明 2 种导航墙的施工技术方案。

首先在葛洲坝 2# 船闸下游和三峡船闸上游增设导航墙水域进行施工围堰建设, 应注意航道侧

围堰不得占用航道、影响过闸船舶航行。在围堰完成后进行 2 种类型支墩建设施工, 2 种支墩沿水流方向交替布置, 所有支墩全部呈直线排列, 同时控制相应形式所有支墩位置应满足板墙式实心混凝土板导向定位块或空心浮箱导向装置与其支墩导轨的位置要求, 见图 9, 同时进行板墙式实心混凝土板与空心浮箱厂内预制。

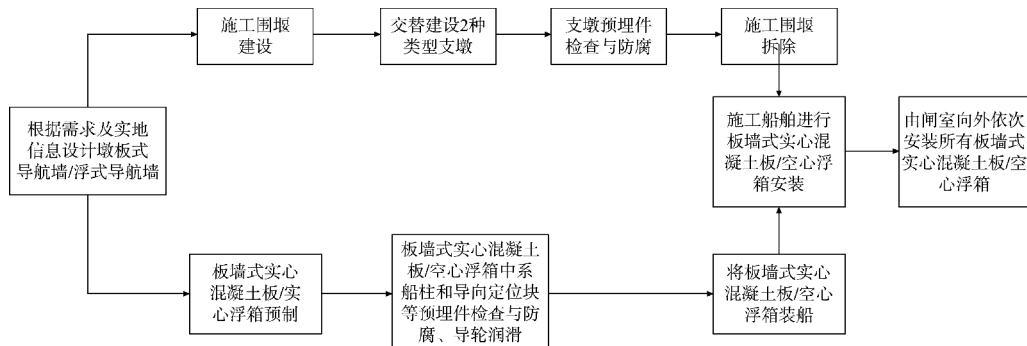


图 8 增设导航墙的施工流程

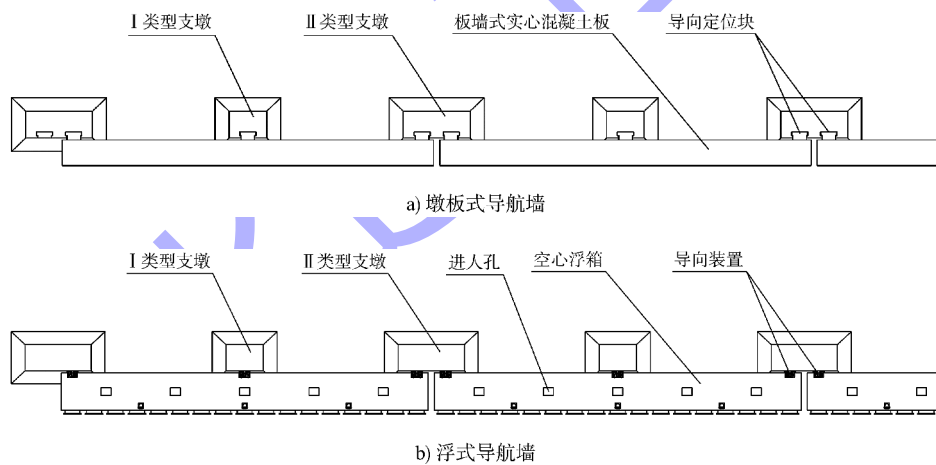


图 9 墩板式和浮式导航墙支墩布置

在支墩建设中须进行导轨预埋件位置确定, 建成支墩后须对导轨预埋件进行检查和防腐处理, 板墙式实心混凝土板与空心浮箱预制中系船柱和导向定位块等预埋件布置准确, 完成预制后对预埋件进行检查和防腐处理, 对空心浮箱的导轮进行润滑。

所有支墩完成建设并进行检测后将施工围堰拆除, 并将预制完成的板墙式实心混凝土板与空心浮箱用船运至施工现场, 采用浮吊进行板墙式实心混凝土板和空心浮箱安装, 并由施工船舶配合板墙式实心混凝土板位置调整和导向定位块进入支墩导轨, 空心浮箱由施工船舶配合进行位置调整

和控制导向定位块进入支墩导轨。葛洲坝 2# 船闸增设墩板式导航墙安装由靠近闸室下游部分开始, 依次沿水流方向延伸直至最终设计长度 640 m; 三峡船闸增设导航墙安装由靠近闸室上游部分开始, 依次向上游方向延伸直至最终设计长度 670 m。

3.2 增设导航墙施工的注意事项

此项施工中涉及围堰施工作业、预制装配式建筑施工等内容, 存在的部分注意事项如下。

1) 导航墙类型选择。可以根据船闸水域环境进行选择, 三峡船闸上游部分水位变化范围较大可以选择浮式导航墙, 而葛洲坝 2# 船闸下游水位

变化范围较小则可以选择墩板式导航墙。确定导航墙类型后再设计支墩、板墙式实心混凝土板与空心浮箱的尺寸和布置位置等，进行支墩建设时须严格控制支墩位置的误差，支墩建设的围堰注意避让航道船舶通行区域。

2) 预制构件的运输和存放。由于板墙式实心混凝土板和空心浮箱是预制装配式建筑构件，所以施工中重要的一环就是对预制构件的运输和存放，板墙式实心混凝土板和空心浮箱体积大、质量大，方案中采用船舶进行运输，应由专业人员进行操作保证预制构件的安全性^[7]。

3) 板墙式实心混凝土板与空心浮箱的安装。预制构件在支墩进行安装的环节是非常关键的一步，安装需要选择水位变化较小、水域风较小的时间段内进行，合理设计施工流程，并严格按照施工要求和施工流程，浮吊起吊、移动、下落中应避免预制构件与其他建筑物发生磕碰的风险。安装时应在判断施工环境安全的前提下，经过准确无误的计量再进行安装调整，保证板墙式实心混凝土板的导向定位块和空心浮箱导向装置与支墩的导轨配合，吊装中应保持板墙式实心混凝土板和空心浮箱的平衡，防止在导向定位块或导向装置进入导轨后出现卡阻。

4 结语

1) 在役船闸增设的2种导航墙结构及其施工方案可适用于目前绝大多数船闸，通过传统水利

建筑施工和预制建筑结合实现既能在不影响船舶通航的情况下增加或延长导航墙，同时建成后的导航墙也能满足不同水位条件下的通航运行需要，该技术的应用能够为在役船闸船舶编组排队同步移泊提供支持，提升船闸运行效率。

2) 施工方案可以实现支墩与板墙式实心混凝土板和空心浮箱的同步制作，节约工序耗时明显，减少总体施工工期，也最大程度减少对航道的影响，对于其他涉水施工同样具有参考意义。

参考文献:

[1] 张义军. 船舶过闸组织方式对三峡船闸运行效率的影响[J]. 中国水运, 2015(3): 48-50.

[2] 丁益, 程细得, 冯小检, 等. 提高三峡船闸运行效率的船舶过闸方式研究[J]. 人民长江, 2015, 46(4): 63-66, 77.

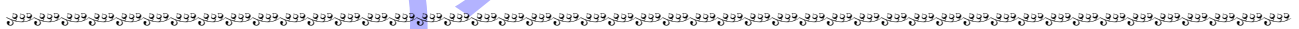
[3] 齐俊麟. 三峡—葛洲坝船闸通过能力及扩能工程对策[J]. 船海工程, 2019, 48(3): 169-174.

[4] 水利部长江水利委员会. 长江三峡水利枢纽永久船闸单项工程初步设计报告[R]. 武汉: 水利部长江水利委员会, 1994.

[5] 中交水运规划设计院. 船闸总体设计规范: JTJ 305—2001[S]. 北京: 人民交通出版社, 2001.

[6] 齐俊麟, 刘振嘉, 冉晓俊, 等. 三峡及葛洲坝船闸单向同步进出闸与导航靠船设施布置[J]. 中国水运, 2019(8): 16-19.

[7] 麻江涛. 预制装配式建筑施工技术的研究与运用[J]. 砖瓦, 2021(8): 63-64. (本文编辑 王璁)



(上接第 163 页)

参考文献:

[1] 中交水运规划设计院. 船闸总体设计规范: JTS 305—2001[S]. 北京: 人民交通出版社, 2004.

[2] 长江航道局. 内河通航标准: GB 50139—2014[S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.

[3] 王伟, 黄涛. 基于随机排挡的船闸通过能力研究[J]. 水运工程, 2021(1): 162-167.

[4] 廖鹏. 内河船闸通过能力研究进展[J]. 水利水运工程学报, 2009(3): 34-40.

[5] 王振喜. 关于船闸通过能力计算中若干问题探讨[J]. 水运工程, 1998(6): 19-22.

[6] 陶桂兰, 张玮, 丁坚, 等. 船闸 1 次过闸平均吨位的确定[J]. 水运工程, 2003(4): 50-52.

[7] 商剑平, 刘春泽, 唐颖, 等. 船闸通过能力研究综述[J]. 水运工程, 2018(7): 103-108.

[8] 吴澎, 商剑平. 船闸通过能力的计算机仿真分析方法研究[M]. 北京: 人民交通出版社, 2013: 354-363.

[9] 袁和平, 刘春泽, 张婧姝. 京杭运河台儿庄三线船闸通过能力及闸室尺度[J]. 水运工程, 2016(10): 169-173.

[10] 中交水运规划设计院有限公司. 京杭运河微山三线船闸工程初步设计[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2020.

[11] 南京水利科学研究所, 天津水运工程科学研究所. 船闸输水系统设计规范: JTJ 306—2001[S]. 北京: 人民交通出版社, 2001. (本文编辑 赵娟)