

# 三峡河段锚链辅助调节系统设计

吕露, 章捷, 刘星辰

(长江三峡通航管理局, 湖北 宜昌 443000)

**摘要:** 三峡水库建成蓄水至预期目标后, 整个三峡河段的水位涨落呈现规律性、周期性变化的特点。本文针对传统锚链调节过程中锚链调节不及时、调节长度无差别等缺点, 提出一个三峡河段锚链辅助调节系统设计方案。当某锚链受力超过阈值、区域水位变化或者即将大幅变化时, 自动提醒调节锚链长度, 使锚有效抓底, 保持锚泊趸船定位可靠、船体稳定, 维护通航环境和通航秩序。

**关键词:** 三峡河段; 锚链调节

**中图分类号:** U64      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1006—7973 (2021) 10—0082—20

## 1 概述

### 1.1 背景

2018年4月, 习近平总书记视察长江行至三峡谈到, 大国重器必须掌握在自己手里。“大国重器”三峡工程的建设倒逼国内工程项目各项技术的自主创新, 其有效运行也深刻影响着长江经济带乃至全国经济社会的蓬勃发展。三峡工程设计调度目标为防洪、发电、航运, 自2010年成功蓄水至175m以来, 三峡工程的综合功能得到进一步拓展, 目前已经发展为防洪、抗旱、供水、发电、航运、渔业、旅游等<sup>[1]</sup>。为保障三峡水库综合效益得到充分发挥, 2009年国务院批复了“三峡水库优化调度方案”, 该方案较初设条件抬高了蓄水期和枯水期补水标准; 汛期可实施中小洪水优化调度抬高水库运行水位; 蓄水起蓄时间和起蓄水位有了大幅度优化。

从图1可以看出, 三峡水库建成后, 三峡坝上水位多年以来始终有效调控, 尽管水位落差较大, 但整个水位变化呈现出周期性、规律性的特点。三峡水利枢纽梯级调度中心的水位预告也为本文提出三峡河段锚链辅助调节系统的设计提供了有效支撑。

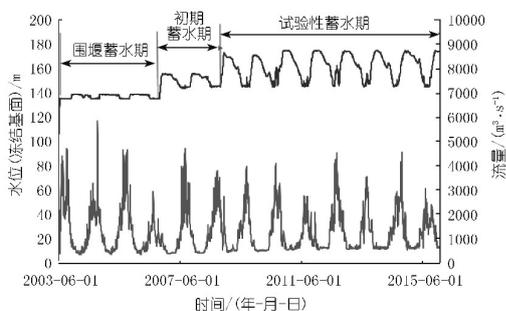


图1 三峡水库多年水位及流量变化过程线

### 1.2 三峡河段的锚泊趸船

据悉, 整个三峡河段南北两岸分布有数量众多的锚泊趸船, 用于海事、消防、航道、公安、旅游、燃油供

应等。大多数锚泊趸船是通过传统锚泊方式抛多口锚固定趸船位置。

锚泊趸船的锚链将锚与船体有效连接, 通过浮力、拉力、摩擦力、重力等合力固定锚泊趸船位置。一方面, 船舶在安检、装卸货物、避风、靠泊等情况下都可能在锚泊趸船靠泊。船舶靠泊过程中的驶入驶离会对锚泊趸船稳定性造成影响; 另一方面, 风、浪、流等外力因素的作用也可能使锚泊趸船发生走锚, 从而导致事故的发生, 同时, 水流时刻都在腐蚀锚链。尤其是每年三峡水库枯水期、蓄水期的综合调度, 更使得三峡河段水位不时呈现出大幅变动, 影响趸船锚泊安全。

## 2 传统锚链调节出现的问题

为降低水位大幅变动对锚泊趸船造成的风险, 各海事、消防、航道、公安等有关部门每年根据三峡水利枢纽梯级调度中心发布的水位流量预警, 结合往年工作经验调整锚链, 应对即将到来的通航环境变化。这种锚链调节方式也带来了一些问题:

(1) 当三峡水库入库流量短时间内迅速增加或者出库流量急剧较小的情况下, 坝上水位变化明显, 水位与锚链长度不匹配, 锚泊趸船值班水手无法立刻感知锚链受力变化。水位过低, 锚泊趸船定位移动, 甚至出现锚链打结等问题。水位过高, 可能造成走锚等险情, 影响锚地正常运行秩序和人员、生产安全。

(2) 以长江三峡通航综合服务区(以下简称“综合服务区”)为例, 三峡趸902-三峡锚围604-三峡趸903以两艘跳趸链接, 构成了长度将近300米的锚泊整体, 前后下锚24口, 每年不规律调整锚链超过20次。受河床底质变化、锚泊趸船配载不均衡等因素的影响, 整个综合服务区前后各锚链所受拉力并不一致, 所需调

节长度也不一致。传统人工调节多凭借专家经验等方式，无差别调节所有锚链。

### 3 锚链辅助调节系统的设计

#### 3.1 锚链辅助调节系统设计

##### 3.1.1 系统总体结构设计

与复杂不可预期的海洋环境相比，三峡河段锚链调节具有得天独厚的优势。本文设计的三峡河段锚链辅助调节系统的总体结构如图所示。系统分为感知层、网络管理层以及应用层。感知层主要用于采集基础数据，包括实时水位数据，水位预告数据，各锚链实时拉力数据等。网络管理层是通过移动通信网络（以长江三峡通航综合服务区为例，现已实现 5G 网络覆盖）、互联网、通信信息中心等手段将相关采集数据发送至应用层。应用层中的锚链调整模块是系统的核心，其将接收到的流量、水位、拉力等数据综合分析，判断是否需要调整锚链。

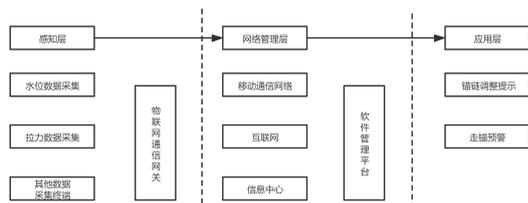


图2 三峡河段锚链辅助调节系统总体结构图

##### 3.1.2 锚链受力感知模块设计

三峡河段锚链辅助调节系统通过该模块实现锚链调节提示。系统设计的模块包括压力传感器与控制器两个部分。可拆卸的压力传感器内置于有档锚链或无档锚链的卸扣中。压力传感器用于检测锚链的压力并将信号传送给控制器。该控制器通过无线信号发射模块将检测到的锚链实时压力信号联网传送到锚链调节控制中心和三峡锚地业务管理系统。

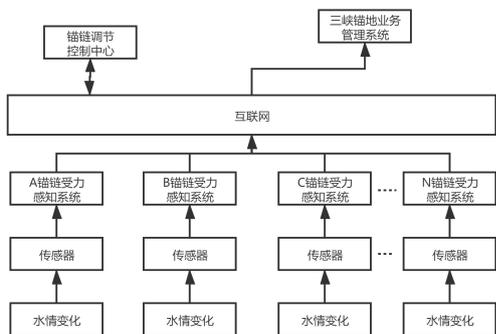


图3 锚链受力感知模块设计图

##### 3.1.3 水位模块设计

该模块存储一个初始数据：最近一次锚链调节时的

水位信息；接收两个外部数据，一是当日水位数据，二是预告水位数据。设置一个阈值，一旦水位差超过阈值，即触发锚链调节控制中心预警，向锚泊趸船值守水手或管理单位发出锚链调节提示。

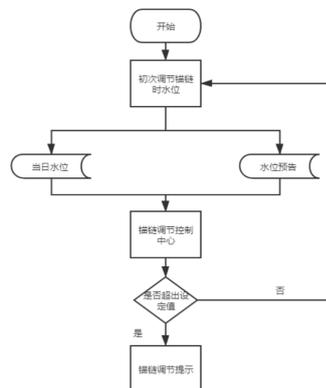


图4 水位模块设计图

### 4 结语

三峡河段目前普遍使用的锚泊趸船为传统固定式锚链。该类型锚泊趸船的锚链调节需要人工实施。遇到三峡水库出入库流量大幅变化的季节（如2020年的五次长江大洪水，为保证上下游安全，三峡河段水位变化非常大），传统固定式锚泊趸船会出现锚链调节不及时导致走锚或者丢锚等险情。

本文设计的三峡河段锚链辅助调节系统，在系统硬件结构中设计了锚链受力感知模块和水位模块，进行锚链受力实时监测与锚链调节提醒等。其中，水位模块不仅可以用于三峡河段锚泊趸船，还可用于航标、浮标、靠船墩、系缆桩、待闸船舶等。以此提升三峡河段锚泊安全，维护通航秩序。本文系统解决了传统凭借人工经验的锚链调节方式存在的无差别化调节的弊端，提高了三峡锚地的信息化水平，为锚泊安全提供了可靠的保障。

#### 参考文献：

- [1] 鲍正风, 李长春, 王祥. 长江上游流域水文条件变化下的三峡水库综合运用 [J]. 水利水电技术, 2016(4):98-103.
- [2] 程铁信, 吴浩刚, 杨树耕, 等. 海上单点系泊锚链调整软件的开发 [J]. 中国海上油气, 2000.
- [3] 姜小云, 陈成松, 陈江恒, 等. 基于Python的远程水位数据监测预警系统设计与实现 [J]. 国外电子测量技术, 2020(9).
- [4] 印黄燕, 莫丽琴, 孙方霞, 等. 航道浮标锚定系统: CN203946244U[P].
- [5] 张国根. 浮标自动升降系统的设计和应用 [J]. 中国水运月刊, 2016, 16(009):143-144.