

# 基于静磁栅绝对编码技术的激光水位计在严埭港水利枢纽的应用

吴 钢, 张继来

(无锡市城市防洪工程管理处, 江苏 无锡 214023)

**摘要:** 基于静磁栅绝对编码技术的激光水位计, 克服了传统机械编码浮子式水位计的诸多缺点, 在数据准确性、可靠性上有了显著提高, 进一步提升了城市防洪工程严埭港水利枢纽的自动化运行水平。

**关键词:** 静磁栅绝对编码; 水位计; 城市防洪

**中图分类号:** TV131.66      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2019) 01-0063-04

## Application of laser water level gauge based on magnetostatic gate absolute coding technology in Yandai Port Hydro-junction Project

WU Gang, ZHANG Jilai

(Wuxi City Flood Control Project Management Office, Wuxi 214023, Jiangsu)

**Abstract:** Based on magnetostatic gate absolute coding technology, the laser water level gauge overcame many shortcomings of traditional mechanical coding float water level gauge, and had been significantly improved in data accuracy and reliability, which further improved the automatic operation level of Yandai Port Hydro-junction Project of urban flood control project.

**Key words:** magnetostatic gate absolute coding; water level gauge; urban flood control

## 1 概述

水位计广泛应用于水文测量、水利工程管理等领域, 是一种重要的水利测量仪器。目前使用的水位计主要有浮子式、压力式、超声波式, 以及雷达、激光、电子水尺等新型水位计。这些形式的水位计各有特点, 各有优势, 其中激光式水位计是近年来发展起来的一种新型水位计, 具有测量精度高、量程大等特点, 且没有时飘、温飘等缺点。

基于静磁栅绝对编码技术的激光水位计在保有激光水位计原有优点的基础上, 通过静磁栅绝对编码技术, 进一步保证了测量数据的可靠性和

稳定性, 在城市防洪工程特别是排涝响应要求较高的地区具有一定的应用广泛性<sup>[1-2]</sup>。

## 2 静磁栅绝对编码技术

### 2.1 基本原理

编码器按照信号和原理分类, 一般分为增量式和绝对式两种。增量式编码是将位移转换成周期信号, 再把周期信号转换成计数脉冲, 用脉冲个数表示位移值, 具有构造简单, 寿命长等特点; 绝对式编码是将每个位置对应一个确定的数字码, 用数字码之间的差值表示位移值, 具有每一个位置

收稿日期: 2018-06-11

作者简介: 吴钢 (1979—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事水利工程管理工作。

绝对唯一、抗干扰、失电记忆等特点。随着自动化控制程度越来越高,具有高精度的绝对编码技术逐步取代增量式编码技术,成为工业控制自动化技术的主流,广泛应用于工业控制、精密测量、航空航天、机器人等多个领域<sup>[3]</sup>。

基于静磁栅原理的绝对编码技术是绝对编码技术的一种,是利用永久磁铁通过空间被细分成栅片状的作用区,可以无接触地对位移测量装置产生作用,通过位置的变化反映出移动的距离,同时对每个空间栅片进行编号,使每个空间栅片都有固定的编号。因此,即使在失电投电不断转换的过程中,或永久磁铁离开又回到作用区等情况,由于空间栅片编号的固定,依旧能正确地反应探测的绝对位置或角度,这项技术称为静磁栅绝对编码技术<sup>[4]</sup>。

## 2.2 技术特点

静磁栅绝对编码技术是近年来才在水利工程中应用起来的一种绝对编码技术,在南水北调和部分城市防洪工程中有一定的应用实践,主要用于闸位和水位的测量。其主要技术特点是安装方便、结构简单,且具有量程长、精度高、使用寿命长,以及失电后仍能长期保存位置数据等优点,同时适用于需防水、防尘、防油、防冲击等恶劣工况。

## 3 在激光水位计上的应用

### 3.1 系统组成

基于静磁栅绝对编码技术的激光水位计(以下简称静磁栅激光水位计)是将静磁栅绝对编码技术和激光水位计有机结合起来,充分发挥两者优点,使水位计更加精确、可靠。静磁栅激光水位计主要组成部分有电子仓、激光器、带反射面浮筒、不锈钢套筒、防撞过滤网等。

### 3.2 工作原理

主要是根据连通器原理、水的浮力特性及光学三角计算法等,利用水位的变化使不锈钢套筒内的浮筒上下位置改变,再通过安装在电子仓内的激光器以每 150 ms 发送波长为 620 ~ 690 nm 的可见红色激光到浮筒的反射面,浮筒反射面发射的激光返回电子仓,电子仓收集激光点束信息通过信号处理器运用光学三角法计算出位置,位置通过静磁栅编码技术进行记录,最后将位置物理量转换成了数字的水位数据量。这种水位计兼

有测量精度高、量程大、失电记忆、没有时飘温飘等特点,大大提升了可靠性和稳定性。系统原理详见图 1。

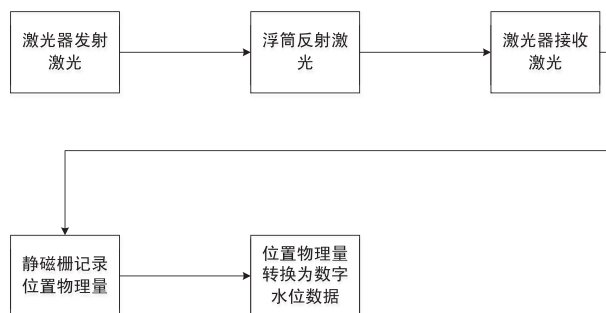


图1 系统原理图

## 4 应用实例

严埭港水利枢纽是无锡市城市防洪工程 8 个主要枢纽之一,由 1 座 75 m<sup>3</sup>/s 的泵站、1 座 2 孔净宽 32 m 的节制闸以及 1 座 16(20)×135 m 的船闸组成,主要功能是防洪、排涝、调水、航运等,于 2006 年 9 月开工建设,2008 年 6 月建成投运,建成以来会同无锡市城市防洪的其它枢纽,成功抵御了多次高水位、强降雨和强台风的侵袭,确保了无锡主城区的防洪安全。作为无锡市城市防洪的主要排涝力量,严埭港水利枢纽排涝响应时间的要求相当高,为稳定、可靠、及时地掌握内外河水位,确保枢纽泵站快速响应排涝要求,需要有一套先进、可靠、准确的水位系统来进行保障,通过综合比选,管理单位选择采用了静磁栅激光水位计。

### 4.1 应用情况

在节制闸内外河侧各安装一台静磁栅激光水位计,与原有浮子式水位计相邻。该静磁栅激光水位计安装较为便捷,不锈钢套筒与水平面保持垂直固定安装,图 2 为系统结构正视图。整个装置置于不锈钢套筒之内,不锈钢套筒直接安装固定在驳岸挡墙外侧接触水面,现场不锈钢套筒的底部加装了过滤网装置,即使在水质较差或者泥沙杂质较多情况下也可以正常工作,不锈钢套筒对激光构件起到了防雨、防水、防湿、防尘和防震的效果。静磁栅激光水位计出线接入采集卡,采集卡上的 RS485 通讯接口采用 MODBUS-RTU 通讯协议读取河面液位位移值,并上传至枢纽中控室数据库。

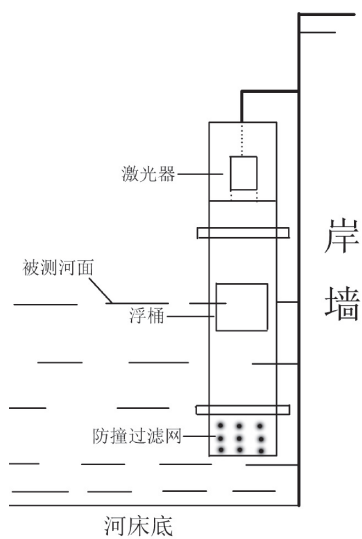


图 2 系统结构正视图

4.2 应用效果

将静磁栅激光水位计安装在早前安装的浮子式水位计的相邻位置, 并对两者使用情况进行了长时间观察和对比。原安装的浮子式水位计优点是结构简单易操作, 但易受到摩擦力、锈蚀、风雨和外力的影响导致水位采集误差较大, 特别是主汛期雨水较多, 水位升降变幅较大较快时, 误差也会不断积累, 导致水位数据与实际水位值相差越来越大。采用静磁栅激光水位计后, 在激光计测量水位的过程中, 光束被保护在坚固的不锈钢保护套筒中, 不受外界阻断和干扰, 相比之前的浮子式水位监控, 克服了精度差、易受环境影响、可靠性差等缺点。具体表现在: 一是由于其采集单元在内部, 不受外部环境变化影响; 二是采用可靠激光反射原理, 无论多深液位测量精度保持一致; 三是全不锈钢套筒结构安装简单、可靠性强。

经过对比, 两者使用情况具体如下: 对 2 台水位计同时进行校对, 同时进行校对后水位数据两者一致, 校正后 7 d 内两者基本无误差, 超过 7 d 浮子式水位计开始有累积误差, 而静磁栅激光水位计的水位数据同工作人员在现场水位尺读取的水位数据仍是基本一致的, 校正后 20 d 左右, 静

磁栅激光水位计出现累积误差, 而浮子式水位计误差已达到 5 cm 以上。具体数据对比情况详见表 1。

根据与浮子式水位计的对比以及一年多的使用情况, 静磁栅激光水位计在水位测量方面表现出了精度高、可靠性强、误差小的特征, 应该说体现出了明显的优势, 特别是在主汛期强降雨期间, 水位涨落速度较快, 水面波动频繁, 激光水位计误差率仍然较小, 应用可靠, 非常适合城市防洪工程排涝泵站对内外河水位可靠性和精确性的要求。

5 存在问题和改进措施

静磁栅激光水位计在实际运用中体现出了一定的优势, 但也存在一些问题, 如价格相对偏高, 运行时间长了仍有误差, 现场无法读取水位等, 笔者结合实际工程管理的需要, 提出以下几点改进措施:

- (1) 鉴于目前该系统只限于在中控室上位机读取水位, 可以考虑在现场增加 LED 的数字显示装置, 便于现场读数。此外, 也可以考虑和 GPRS 数据传输和无线智能终端手机 APP 结合起来, 使工作人员在智能手机端也能读取水位数据。
- (2) 该型激光水位计的功能较为单一, 目前水利枢纽的作用除了防洪排涝外, 调水引流改善水质也是一大综合效益, 可以考虑综合水位、水质、流速等测量要求, 结合水质测量传感和流速测量传感等功能, 在采集水位数据的同时采集水体的水质和流速等参数, 扩展设备的综合功能, 进一步提升性价比。

6 结语

由于采用了基于静磁栅绝对编码技术的激光水位计取代了原有的浮子式水位计, 提高了枢纽水位采集的精度、准确性和可靠性, 也进一步提升了枢纽的自动化运行水平, 具有安全可靠、运行稳定、

表 1 浮子式和激光式水位计应用情况对比表

类型	最大检测液位	环境影响	检测精度	结构	校正后 7 d 误差	校正后 9 d 误差	校正后 10 d 误差	校正后 20 d 误差	校正后 50 d 误差
浮子	40m	影响大	± 1 cm	简单	1cm	2cm	3cm	5cm	8cm
激光	100m	无影响	± 1 mm	简单	无	无	无	1cm	1cm

安装简便,便于后期维护等诸多特点,为城市防洪工程排涝泵站的运行管理提供了强有力的保障。

### 参考文献:

- [1] 马立修,隋青美.基于静磁栅绝对编码器的闸门监控系统[J].工业自动化,2007(36):68-70.
- [2] 贝乐,温海燕.静磁栅开度仪在江尖水利枢纽的应用[J].江苏水利,2010(5):32-33.
- [3] 黄思思,李寒,徐传仁.静磁栅闸门开度仪在水利工程中的应用[J].中国科技博览,2009(20):105-106.
- [4] 祝玲,卢胜利,等.智能浮子式水位计[J].传感器与微系统,2006,25(6):52-54.

