

# 超声波及浮子式水位计在感潮河道 水闸泵站中的应用与探讨

张 羽<sup>1</sup>, 沈 强<sup>2</sup>

(1. 上海市堤防(泵闸)设施管理处, 上海 200080; 2. 上海迅翔开发实业总公司, 上海 200231)

**摘要:** 水闸、泵站内外河水位是其运行调度非常重要的基础数据及依据, 一般通过在内外河安装水位计以量测河道的实时水位信息。通过对上海市感潮河道上郝桥港泵闸内外河超声波和浮子式水位计一个月的观测数据进行比对分析, 探讨其在感潮河道水闸、泵站的适应情况, 为今后的水位计选型、安装及运行管理提供参考。

**关键词:** 水位计; 感潮河道; 水闸; 泵站

中图分类号: TV131.66 文献标识码: B 文章编号: 1007-7839 (2017) 06-0006-04

## Application and discussion of ultrasonic and float type water level gauge in sluice pump station of tidal river

ZHANG Yu<sup>1</sup>, SHEN Qiang<sup>2</sup>

(1. *Embankment ( Pump and Sluice ) Facilities Management Division of Shanghai, Shanghai 200080, China*; 2. *Xunxiang development of Industrial Corporation, Shanghai 200231, China*)

**Abstract:** The water level inside and outside the sluice and pumping station is the important basic data and basis for its operation and dispatching. Based on the observation data of inner and outer river of pump gate in Haoqiao port by ultrasonic and float type water level gauge during a month, the adaptability of tidal river sluice and pumping station is discussed. References for future water level gauge selection, installation and operation management are provided.

**Key words:** water level gauge; tidal channel; sluice; pump station

## 0 引言

水闸、泵站内外河水位是其运行调度非常重要的基础数据及依据, 一般通过在内外河安装水位计以量测河道的实时水位信息。水利工程应用的水位计样式很多, 接触式的有水位测针、水尺、浮子式水位计、压力式水位计等, 非接触式的有超声波水位计、雷达水位计、激光水位计等。

目前, 超声波及浮子式水位计在各类水闸、泵

站应用广泛, 基本满足运行调度要求。但位于感潮河道河口的水闸、泵站, 由于受潮汐影响, 外河水位一直在变化, 水面波动也大, 给水位的实时监测带来诸多不利因素。

## 1 感潮河道河口水位波动特征

黄浦江是长江干流最后一条支流河道, 贯穿上海市陆域全境。受长江口外潮汐影响, 黄浦江

收稿日期: 2017-03-12

作者简介: 张羽(1987-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事水利工程建设与运行管理工作。

属中等强度的潮汐河流,为非正规半日浅海潮型,每日两次高潮,两次低潮。河口吴淞站,历史最高潮位 5.9 m(上海吴淞高程,下同),历史最低潮位 -0.25 m,平均潮差 2.26 m,最大潮差 4.48 m。

郝桥港泵闸为一等水利工程,采用泵闸单侧不对称布置形式,东侧为泵站,安装 6 台 5 m<sup>3</sup>/s 贯流泵,西侧为单孔节制闸,净宽 12 m。工程位于上海市宝山区南泗塘上,与蕰藻浜(黄浦江最主要支流)河口交汇处,距离黄浦江入长江河口仅 6 km 左右,因此潮汐作用明显,水位落差大,水位波动特征与黄浦江河口类似。

由于潮汐的作用,闸门关闭后闸外水位有明显的雍高,并且出现明显的水位振荡现象。闸外水位振荡与关闸水位密切相关,闸门起关水位越高(即相对于高潮位关闸时间越晚),闸外最高水位越高,水位振荡的幅度也越大<sup>[1]</sup>;此外,水闸、泵站运行过程中会形成水跃、水跌等复杂的水流形态,水流急、水体剧烈紊动。因此水位计安装时,一定要尽量避开这些水位震荡、波动明显的区域,选择相对顺直、开阔的河道。

## 2 超声波及浮子式水位计工作原理

### (1) 超声波水位计

超声波水位计按照声波传播介质可分为液介式和气介式两大类,水闸、泵站上一般采用气介式。当声波在空气中传播遇到水面后被反射,仪器测得声波往返于传感器到水面之间的时间,根据声速计算距离,再用传感器安装高程减去其所测至水面距离即得水位。表达式<sup>[2]</sup>为:

$$H=1/2Ct; H_{\text{水}}=H_{\text{传}}-H; C=331.45+0.61T$$

式中:

$C$ —声波在空气中的传播速度;

$T$ —声波往返于传感器至水面之间的时间;

$H$ —超声传感器至水面的距离;

$H_{\text{水}}$ —水位;

$H_{\text{传}}$ —传感器安装高程;

$T$ —空气介质的温度。

### (2) 浮子式水位计

浮子式水位计安放在测井的工作台上,首先设置井内初始水位  $H_0$ ,水位计通过由浮子、配重锤、不锈钢钢丝绳和计量轮组成的水位计量系统,测量出井内水深变化值  $\Delta H$ 。则井内水位为:

$$H=H_0+\Delta H$$

退水时,  $\Delta H < 0$ ; 平水时,  $\Delta H=0$ ; 涨水时,  $\Delta H > 0$ <sup>[3]</sup>。

## 3 水位计误差分析

无论是超声波水位计还是浮子式水位计,都具有一定系统误差。超声波水位计的系统误差主要由传播介质空气的温度梯度变化导致,一般小于 2 cm<sup>[4]</sup>;浮子式水位计的系统误差主要由测井内水位滞后及波浪引起,一般小于 5 cm<sup>[5]</sup>。作为水闸、泵站运行调度而言,并非严格的水文施测,精度要求没那么高,相比较,水位计观测数据的稳定性和可靠性更加重要。

## 4 观测成果分析

选取郝桥港泵闸内河及外河超声波和浮子式水位计 2016 年 6 月 1 日~30 日每日上午 9 时和下午 15 时的观测数据进行分析,具体见表 1~表 4。

通过分析表 1~表 4 中水位观测数据,得出以下结论:

(1) 内河超声波与浮子式水位计上午 9 时 24 组观测数据中,差值在 10 cm 以内的为 100%, 5 cm 以内的为 88%;内河超声波与浮子式水位计下午 15 时 30 组观测数据中,差值在 10 cm 以内的为 97%, 差值在 5 cm 以内的为 93%。可见,对于一般采用控制水位、水位变化幅度和变化率均不大的内河河道而言,超声波与浮子式水位计实测数据均比较稳定可靠,能比较准确地反映河道的真实水位,有效指导水闸、泵站的实际运行。

(2) 外河超声波与浮子式水位计上午 9 时 30 组观测数据中,差值在 10 cm 以内的为 30%, 5 cm 以内的为 27%,大部分数据偏差都在 50 cm 以上,正负皆有;外河超声波与浮子式水位计下午 15 时 30 组观测数据中,差值在 10 cm 以内的为 7%, 差值在 5 cm 以内的为 7%,大部分数据偏差都在 50 cm 以上,正负皆有。可见,对于水位持续变化的感潮河道而言,尤其在水闸、泵站运行过程中,由于多种不利因素叠加,导致水流剧烈紊动,水体交换强烈,水位波动频繁,超声波与浮子式水位计观测数据稳定性及可靠性受到很大影响,分化严重,无法直接作为水闸、泵站实际运行的判断依据,必须结合其他观测手段如现场水尺的读数来综合判

表 1 郝桥港内河水位(2016 年 6 月 1 日~30 日每日 9 时)

日期	超声波 (m)	浮子式 (m)	差值 (cm)	日期	超声波 (m)	浮子式 (m)	差值 (cm)
1	2.40	2.37	3	16	2.07	2.07	0
2	2.22	1.97	25*	17	2.00	2.05	-5
3	2.19	2.20	-1	18	2.14	2.12	2
4	1.98	1.99	-1	19	2.07	2.06	1
5	2.14	2.13	1	20	2.25	2.20	5
6	2.16	2.12	4	21	2.04	2.04	0
7	1.70	2.11	-41*	22	1.74	1.95	-21*
8	2.18	2.19	-1	23	1.98	1.98	0
9	2.05	2.03	2	24	2.03	2.01	2
10	2.22	2.21	1	25	1.84	1.88	-4
11	2.22	2.29	-7	26	2.07	2.06	1
12	2.23	2.53	-30*	27	2.22	2.27	-5
13	2.50	2.58	-8	28	2.23	2.60	-37*
14	2.39	2.38	1	29	2.29	2.22	7
15	2.22	2.23	-1	30	2.23	2.45	-22*

备注: 标 \* 的 6 组数据偏差过大, 考虑为偶然状况, 暂不计入统计数据。

表 2 郝桥港内河水位(2016 年 6 月 1 日~30 日每日 15 时)

日期	超声波 (m)	浮子式 (m)	差值 (cm)	日期	超声波 (m)	浮子式 (m)	差值 (cm)
1	2.12	2.13	-1	16	1.99	1.98	1
2	2.27	2.23	4	17	2.00	2.05	-5
3	2.18	2.19	-1	18	2.05	2.04	1
4	2.43	2.40	3	19	1.99	2.10	-11
5	2.40	2.43	-3	20	1.98	1.99	-1
6	2.24	2.24	0	21	2.02	2.01	1
7	2.11	2.09	2	22	2.10	2.12	-2
8	2.22	2.20	2	23	2.15	2.14	1
9	1.99	1.98	1	24	2.22	2.26	-4
10	1.99	1.99	0	25	2.04	2.06	-2
11	2.13	2.11	2	26	2.06	2.07	-1
12	2.34	2.32	2	27	1.99	1.97	2
13	2.17	2.11	6	28	1.91	1.93	-2
14	2.33	2.32	1	29	1.98	1.95	3
15	2.08	2.10	-2	30	2.15	2.15	0

表3 郝桥港外河水位(2016年6月1日~30日每日9时)

日期	超声波(m)	浮子式(m)	差值(cm)	日期	超声波(m)	浮子式(m)	差值(cm)
1	3.65	3.65	0	16	3.15	3.13	2
2	3.43	3.43	0	17	2.61	2.58	3
3	3.68	3.70	-2	18	2.58	2.28	30
4	2.94	2.93	1	19	3.76	2.84	92
5	2.45	1.23	122	20	4.12	2.78	134
6	2.57	2.40	17	21	4.04	1.35	269
7	2.50	1.37	113	22	4.20	1.70	250
8	2.30	2.31	-1	23	4.24	1.94	230
9	2.76	2.00	76	24	4.28	1.98	230
10	2.76	2.18	58	25	4.28	1.80	248
11	2.76	2.27	49	26	4.28	1.97	231
12	2.76	2.64	12	27	4.28	2.55	173
13	2.47	2.76	-29	28	4.28	2.63	165
14	2.78	2.87	-9	29	4.28	4.28	0
15	2.78	2.36	42	30	4.28	2.41	187

表4 郝桥港外河水位(2016年6月1日~30日每日15时)

日期	超声波(m)	浮子式(m)	差值(cm)	日期	超声波(m)	浮子式(m)	差值(cm)
1	2.08	3.25	-117	16	1.98	1.93	5
2	2.19	2.76	-57	17	2.10	2.07	3
3	2.54	2.76	-22	18	2.58	1.99	59
4	2.50	2.70	-20	19	2.40	2.01	39
5	2.60	1.37	123	20	2.25	2.10	15
6	2.60	1.59	101	21	2.39	1.98	41
7	2.60	2.76	-16	22	4.27	1.38	289
8	2.15	2.41	-26	23	4.20	1.90	230
9	2.86	2.30	56	24	4.28	2.64	164
10	2.32	1.99	33	25	4.28	3.70	58
11	2.76	2.60	16	26	2.75	4.28	-153
12	2.38	2.22	16	27	4.28	2.14	214
13	1.77	2.76	-99	28	4.28	1.86	242
14	2.76	1.67	109	29	2.87	1.99	88
15	3.04	1.89	115	30	4.28	1.50	278

(下转第15页)

(上接第9页)

## 5 结语

### 参考文献:

(责任编辑:徐丽娜)