

# 自动监测系统在三河闸测压管中的研究与应用

王 豹, 龙 俊, 李守成

(江苏省洪泽湖水利工程管理处, 江苏 淮安 223100)

**摘要:** 测压管水位观测对了解水闸防渗设施的工作效能、判断建筑物在各种运行条件下的稳定性、监视工程安全状态有着十分重要的作用,是水闸管理工作中必须开展的观测项目。针对人工观测存在观测效率和频率不高的问题,采用浮子式测压管水位计的自动监测系统进行观测,可以有效地数据传输,获得连续的水位监测数据,可为水库大坝的扬压力监测提供一定参考。

**关键词:** 测压管; 监测系统; 应用

**中图分类号:** TP274+.2      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2017) 02-0038-03

## Research and application on automatic monitoring system in piezometric tube of Sanhe Sluice

WANG Bao, LONG Jun, LI Shoucheng

(The Hongze Lake Water Conservancy Project Management Office of Jiangsu Province,  
Huai'an 223100, Jiangsu)

**Abstract:** The water level observation of piezometric tube plays a very important role in understanding the work efficiency of the sluice seepage prevention facilities, judging the stability of the building under various operating conditions and monitoring the safety of the project. It is an observation project that must be carried out in the work of water gate management. According to the observation efficiency and the frequency is not high in the manual observation, the automatic monitoring system with float type water level gauge piezometric tube is adopted. The data transmission and monitoring data obtained is significantly improved. Some references for uplift pressure monitoring of reservoirs and dams are provided.

**Key words:** piezometric tube; monitoring system; application

测压管人工观测一直存在观测效率和频率不高的问题。而采用的自动化监测系统的数据采集精度达不到人工观测的精度要求,且系统运行稳定性和观测精度不能满足工程分析和资料整编要求。随着现代化技术的进步,水利管理单位不断探索建立自动监测系统。

### 1 工程概况

三河闸工程作为淮河第一大闸,是淮河入江水道的控制口门。三河闸于1952年10月1日动工兴建,1953年7月26日建成放水,属大(I)型水闸。三河闸闸身为钢筋混凝土结构,共63孔,每孔净宽10 m,总宽697.75 m,分21块底板,底板高程7.5 m(废黄河高程,下同),胸墙底高程13.7 m,闸孔高6.2 m。闸门为弧型钢闸门,每孔均设有2×100 kN卷扬式启闭机一台。左、右岸墙

收稿日期: 2016-11-05

作者简介: 王豹(1989-),男,本科,助理工程师,主要从事水闸管理工作。

空箱内分别设有水轮发电机组一台,装机容量均为 200 kW。2013 年,对三河闸启闭系统及土建附属工程进行更新改造,拆除重建了启闭机房及桥头堡,升级改造了闸门自动监控系统等<sup>[1-2]</sup>。

三河闸是淮河流域骨干水利工程,任何时候必须确保安全。长期以来,三河闸拦河坝的测压管均采用人工方式、电测法进行观测,观测精度 $\pm 2$  cm,平时进行观测、分析,每年年底进行资料整编并形成观测成果。逢 5、逢 10 年进行一次管口高程考证和灵敏度试验。自建成以来,三河闸一直存在渗流异常问题,其依据就是长期进行的测压管人工观测结果。

## 2 项目设计

为了研发满足工程运行管理要求的测压管高精度观测系统,参考“河道上广泛采用的精度满足要求的浮子式水位计的观测原理,对其进行小型化研究”的总体思路,拟用 2 寸测压管内的浮子式测压管水位传感器,代替现有的压力传感器,使该仪器在很小的测压管中能正常可靠工作,提高测压管水位的测量精度<sup>[3-4]</sup>。

本系统主要由自收缆式测压管水位计、智能数据采集单元(MCU)和上位机采集软件三部分组成,见图 1。自收缆式测压管水位计负责感应测压管内水位高程变化,内部带有测量电路,平常电路是不上电的,当上电工作时按照约定的信息格式将测压

管水位数据以数字信号的形式传递给 MCU。MCU 采集单元负责按照设定的测量时间给水位计上电、采样并存储水位计返回的水位数据,当上位机发来传输命令时再将测压管水位信息上传<sup>[5-6]</sup>。上位机采集软件负责将各 MCU 采集到的测压管水位信息存入相应的数据库内,可实现简单的数据浏览、成果计算及分析。通过传感器与 MCU 间传输电缆两端的信号防雷器,利用 MCU 中间层来进行测压管水位数据的采集存储,避免了最底层水位传感器必须时时上电在线的工作方式,只在需要采集数据时方才上电工作,这样可有效防止干扰信号的引入,增强系统防雷防电磁效果。

主要技术指标:

(1) 通用小型自收绳浮子式测压管水位传感器

测量范围: 5 m、10 m、20 m; 测量精度:  $\pm 2$  cm 或 0.3%FS; 分辨力: 1 cm

(2) 测量控制装置(MCU)

自动化数据采集功能: ①随机、巡测和选测,自动存储。②定时巡测和存储。③断电后自动每天定时巡测一次,运行一周;

通讯接口: 内置 RS-232/485 接口,可扩展 CAN 总线、无线、光纤、GSM、电话线等多种通讯方式;

工作电源: 市电或太阳能电源可选,配 12 V、4 Ah 蓄电池。

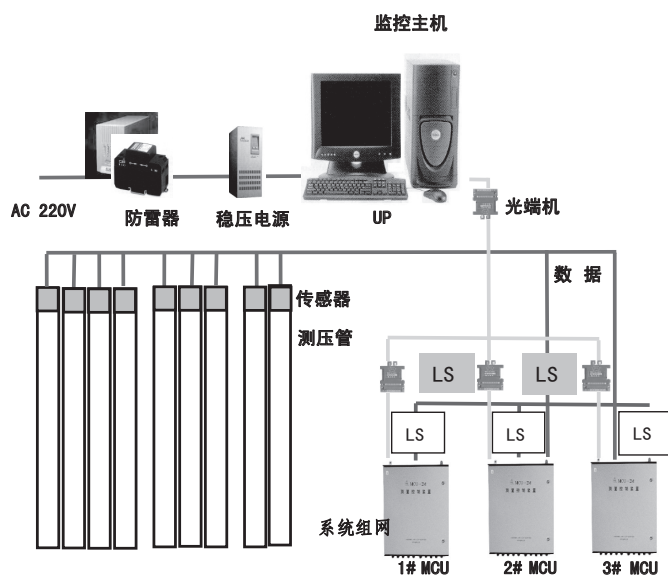


图 1 测压管浮子式水位传感器和测量控制装置 (MCU) 产品

### 3 设备安装调试

围绕解决测压管观测数据传输持续性问题,遇到了观测数据中断、通信不畅等诸多困难,并多次到现场深入分析研究,多次尝试解决,直到单独设立通信系统,才调试成功。主要原因有:

(1) 机械方面原因: 因气温高致使 191# 测压管水位计塑料外壳变形,卡住水文轮;浮子上的凸出的麻点,与 21# 测压管粗糙的管壁接触,导致水位轮转动不畅;因管径原因,人工观测与自动观测相互干扰,水位计测缆被拽离测轮;测绳断掉,致使浮子脱落管中等。

(2) 通信方面原因: 191# 测压管 2#MCU 与监控主机间通讯不可靠, 21# 测压管 QB485 信号防雷器存在压降问题,一级现场电源供电变化的影响而带来的问题(主要是光电编码器不能满足直流电源浮动的要求所致)。

三河闸 191# 测压管和拦河坝 021# 测压管水位监测系统正常运用后,在现场进行了对比观测,并在试验台上进行了全量程(10m)范围内检验测试,进行人工、自动化对比观测。比测结论如下:

(1) 试验室环境下,检验数据表明仪器的各项指标满足设计要求。

(2) 现场观测环境下, 021# 测压管人工—自动化差 16 个数据中有 8 个数据,即 50% 满足设计要求; 191# 测压管人工—自动化差 19 个数据有 4 个数据,即 21% 满足设计要求。总体情况 021# 管好于 191# 管。

设计要求说明: 自动化监测系统误差为总量程  $\pm 0.3\%$ , 即  $\pm 3$  cm, 人工观测误差  $\pm 2$  cm。二者组合,考虑人工—自动化差值在  $\pm 5$  cm 为符合设计要求。表 1 为 021# 测压管观测的部分数据比较情况。

为了分析人工和自动化观测数据差值超限的

表 1 021# 测压管比测试验结果

比测日期	比测时间	测压管序号: 21			
		人工测值 (m)	自动化值 (m)	人工-自动化 (m)	比较结论
2010-4-22	14:00	14.85	14.85	0	符合要求
2010-4-27	14:00	14.66	14.66	0	符合要求
2010-4-30	14:00	14.4	14.32	0.08	不符合要求
2010-5-4	14:00	14.23	14.13	0.10	不符合要求

为了解决数据通信问题,设计变更了通信方案,将 2 根测压管水位监测的仪器、设备单独组网,从原有的闸门监控和视频监控中脱离出来。在中控室增加一台监控主机,同时安装一套水位监控数据采集软件;底层的 MCU 模块未更换,修改其内置固化测量软件;重新敷设中控室到闸门 1#MCU 的通讯线路,将闸门的 1#MCU 和原监控系统分开。将拦河坝 MCU3# 和闸门的 MCU1# 分为两条独立线路,分别经过 RS485/RS232 转换后接入监控主机的 COM1 和 COM2。方案修改后,系统的上位机与下位机之间采用南京水文所自主开发的内部通讯协议,系统可完成选点、选箱等召测功能,设置模块自动测量的时间和间隔、读取自动测量数据、进行通讯检查或模块自检,不再受上位机 intouch 工控软件的限制。

### 4 监测数据对比分析

问题,分析了人工和自动化比测期间的气温、降雨、洪泽湖上游水位变化、三河闸开闸等因素,了解河道水位观测的情况,得出如下结论:

(1) 三河闸开闸期间(4月15日关闸、4月19日开闸、4月29日开度加大), 191# 测压管水位呈现突变现象(超过 10 cm),说明浮子式水位计水位轮与测缆在水闸开闸时闸门振动荷载作用下发生相对位移,形成了数据突变。

(2) 浮子式水位计浮子在测压管中与镀锌钢管管壁的移动是否灵敏,直接影响数据的准确性。尤其是 021# 测压管管内径 5 cm(191# 测压管管内径 7.5 cm),浮子直径 3 cm,如果管壁粗糙(主要是锈斑),不垂直,那么数据难以保证准确可靠。这可由试验台(采用 PVC 管)试验成果验证。

(3) 即使是在河道水位站上广泛采用的河道水位计,也存在一定的监测误差。而河道水位计适

(下转第 44 页)

（上接第 40 页）

用的环境不同,一般具有封闭的井桶,空间较大,浮子水位计体积较大,而且每天都有人员进行巡测,如果发现人工观测与自动化数据误差超过 $\pm 2\text{ cm}$ 时,随时进行调整,保持观测数据一致。而相对于河道水位计而言,水闸和堤防的测压管数量众多,且多位于野外,如在人工观测时调整自动化数据则工作量太大,且相互影响,因此,由于机械传动的误差和传感器的转换等因素,现有的浮子式测压管水位计是很难用人工及时调整来消除累计误差的。

## 5 结论

浮子式测压管水位计,经过试验台和现场比测,得到了连续的水位监测数据,并且可以进行有效地数据传输,积累了此类浮子式水位计的实践经验。尽管从现场比测效果来看,浮子式测压管水位计测量的水位数据不能满足三河闸工程的资料整编要求,但是根据三河闸拦河坝 021# 测压

管的监测情况,如果改进测压管的材料(如采用 PVC 管),其对于水库大坝的扬压力监测将有一定的意义,也必将取得较好的经济和社会效益。

## 参考文献:

- [1] 郭志毅,侯敏,吕春艳.简析分级分布控制在三河闸工程中的应用[J].水利建设与管理,2011(12):71-74.
- [2] 张宇.龙凤山水库大坝测压管安全监测系统设计的探讨[J].黑龙江水利,2014(04):116-117.
- [3] 侯敏,郭志毅,钱宽.简析浮子式水位计在三河闸测压管自动监测系统中的应用[J].水利建设与管理,2013(12):56-58.
- [4] 王林生,曹建生,王凤燕,毕新熙.大坝测压管水位监测系统设计[J].人民黄河,2013(07):101-102.
- [5] 牛月祥,田军秋,王炎炎.涵闸工程中的扬压力远程监测[J].山东水利,2012(11):26-27.
- [6] 刘影,刘丹,朱博.汤河水库大坝自动化监测系统的软件应用[J].农业与技术,2010(02):139-141.

(责任编辑:华智睿)