

实验室水位仪检测平台设计及应用

李杰,郑钧,姜冲

(北京尚水信息技术股份有限公司,北京 100085)

摘要:针对水利实验室水位仪技术指标的检测要求,研发了实验室水位仪检测平台。平台利用高精度传动及测量组件,能够快速检测常见实验室水位仪的精度、量程、采样周期及跟踪速度等技术指标。利用检测平台对探测式水位仪 LH-I、探测式水位仪 WEL-II 型、超声式水位仪进行了检测,检测结果表明这些水位仪的实际技术指标满足标称指标。

关键词:水位仪;水位仪检测;水位精度;水位采集频率

中图分类号:TV149.3

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2012)S2-0064-03

水位在水利工程模型试验中是必不可少的水力要素,通常对于测量的精度、量程、频率等有着严格的要求。常用的实验室水位仪有多种,如探测式、超声式等^[1]。这些水位仪能否满足物模试验的要求,特别是使用过程中是否发生技术指标的变化,是水利实验室设备管理的一项重要内容^[2-3]。在试验中通常关注水位仪的以下技术指标:

a. 精度:指观测水位和真实水位之间的接近程度。例如精度为 0.1 mm,观测值为 80.5 mm 表示真实值在 80.4 ~ 80.6 mm 之间。

b. 量程:指水位仪能够测量的最低和最高水位之差。超出量程的水位变化属于水位仪的盲区,无法进行正常测量。

c. 采样周期:采集频率较高的水位仪 1s 内可以采集到多个数据,但有些数据是属于水位仪缓存中的数据,并不能及时反映水位的变化。这就涉及到采样周期的概念,即实际多长时间可以采集一次水位的真实变化。

d. 跟踪速度:这个指标主要针对探测式水位仪,由于探测式水位仪的测针有一定的运动速度,如果水位变化过快,探测式水位仪的运动机构可能无法跟上水位的变化。能够跟上水位的最大变化速度就是水位仪的跟踪速度。

1 检测平台设计

针对常见水位仪的检测需求,研发了水位仪检测平台。检测平台采用高精度模组进行传动,利用

光栅尺进行精确的位置测量,通过计算机软件系统,实现对平台的运动位置、运动速度的控制,以此模拟水位的变化,并与同步测量得到的自动水位仪数据进行对比分析,得到被检测水位仪的技术指标。

1.1 检测平台结构设计

该检测平台通过计算机控制,实现对升降台的升降速度、位移信息的监控,将升降台的运行数据与同步运行的水位仪的测量数据进行对比分析,从而得到被检测水位仪的技术指标。升降台的运行速度、定位精度等性能高于被检测水位仪,进而保证对其的检测效果。

该检测平台由以下几个单元组成:

a. 水位仪承载平台:位于检测平台最顶端,用于安装待检水位仪,该结构与升降模组连接,平稳牢固,保证水位仪与水位升降台之间的垂直关系。

b. 升降模组:采用的传动机构为滚珠丝杠,丝杠的旋转运动转化为滑块的直线升降运动,具有表面光洁度高、传动效率高、定位准确的特性。

c. 水位升降台:与滚珠丝杠的滑块相连接,可随着滑块的运行在丝杠上进行升降。该升降台承载检测量杯在一定速度下升降,模拟变化的水位。

d. 光栅尺:主尺固定在模组侧面,副尺与模组滑块连接,随着滑块升降运动,记录水位升降台的精确位置。

e. 检测量杯:容纳一定体积的水样,构成水位仪的检测环境,并在升降平台的协同下模拟变化的水位。

f. 调平底座:检测装置的承载平台,与地面接

触,具备调平装置,保证基准台的稳固与水平状态。

g. 软件:具备采样及多种统计分析功能,操作便捷,实时性高,检测结果直观。

1.2 检测方案设计

将水位仪置于平台顶端,升降台上放置检测量杯,量杯内盛一定容积的水。通过软件控制升降台的运动定位,并记录运行参数;获取同一时间段内水位仪的测量数据。检测方案如下:

a. 精度检测:设置升降台的运动范围,之后控制升降台以一定步长进行运动,同时记录光栅尺和水位仪测量值,对比光栅尺及水位仪的数据,计算水位仪检测精度。

b. 量程检测:设置升降台的运动范围,控制升降台进行运动,通过对比光栅尺与水位仪的读数,利用精度检测值进行判定,当超出量程后水位仪读数将明显超出精度范围,以此检测出量程范围。

c. 采样频率检测:设置升降台的运动范围,以一定的速度进行运动,同时记录光栅尺和水位仪测量值,剔除无效数据后,得到有效的数据,计算有效的数据采集频率得到检测值。

d. 跟踪速度检测:设置升降台的运动范围,以不同的速度进行运动,同时记录光栅尺和水位仪测量值,以光栅尺为基准值,当速度达到一定值时,水位仪将无法进行跟踪测量,此时的速度即水位仪的跟踪速度。

使用前先将检测台设备进行调平,调平包括底座调平和水位仪承载台调平两部分。图 1 为水位检测平台,图 2 为底座的调平水泡,底座的 4 个角都有调节螺丝,调整其高度使水泡居中。承载平台的调平过程相同。

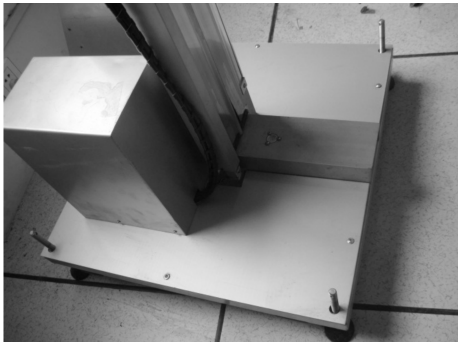


图 1 水位检测平台

水位仪安装在水位仪承载平台上,支架的上层可以调整宽度适应不同型号的水位仪,平台上有一个孔用于伸出水位仪的探头,支架上有螺丝用于紧固被检测水位仪。安装后即可进行水位仪的检测工作。

1.3 检测精度及效率

平台通过采用高精度的机电设计,使得其检测

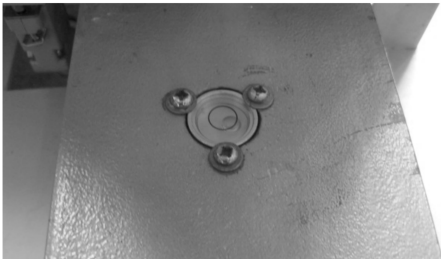


图 2 调平水泡

精度达到 0.01 mm,完全满足水利实验室常见水位仪 0.1 mm 精度的检测要求。

平台的水位升降台运动速度最高可达 800 mm/s,每个水位仪的检测过程包括 2 个往返运动,考虑启动过程及安装、拆卸被检测水位仪的时间,每个水位仪的总计检测时间约为 10 min。一台检测平台每天可检测约 40 台水位仪。

2 常见水位仪的检测

利用该检测平台,针对探测式水位仪 LH-1、探测式水位仪 WEL-Ⅱ型、超声式水位仪等常见水位仪进行了检测。

2.1 探测式水位仪 LH-1

LH-1 型水位仪(图 3)默认通信协议为武汉大学开发的协议,检测前应将其设置为 Modbus 协议后方可接入。设置时同时按“测量”、“参数”两个按键,出现参数后,使用“参数”翻页,直至出现“U 01000”参数,使用设置键将其设置为“U 00100”,再按“测量”键退出设置。

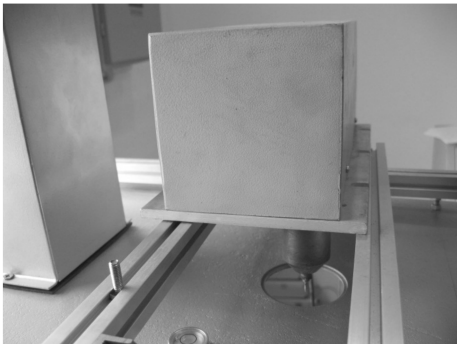


图 3 LH-1 型水位仪

运行检测软件的复位操作后,点击“启动”完成所有检测流程。图 4 为 LH-1 型水位仪检测结果,其技术指标符合其标称值:精度 0.173 mm,量程 610.07 mm,采样周期 0.495 s,跟踪速度 36.353 mm/s。

2.2 探测式水位仪 WEL-Ⅱ型

运行检测软件的复位操作后,不能点击“启动”完成所有检测流程。由于 WEL-Ⅱ型水位仪(图 5)在水面快速上升时不能自动跟随提升,因此检测过程中需要手动操作辅助检测。

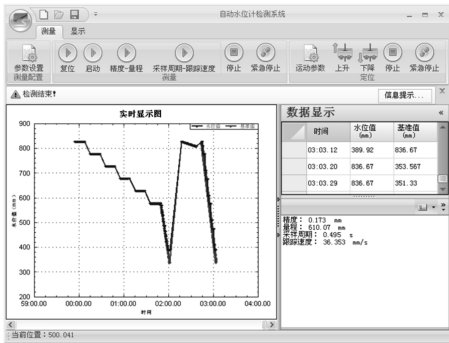


图4 LH-1型水位仪检测结果

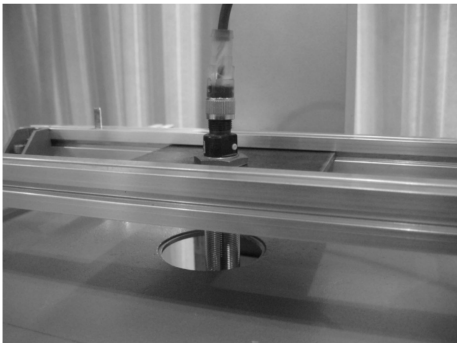


图7 超声式水位仪



图5 探测式水位仪 WEL-II 型

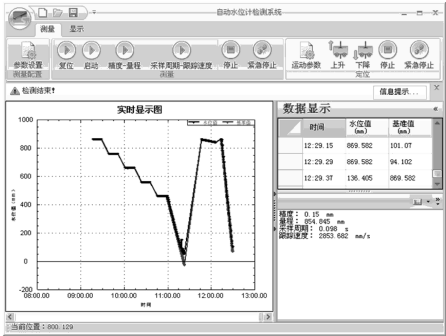


图8 超声式水位仪检测结果

首先点击“精度-量程”按钮进行精度和量程检测,检测结束后,手动提升水位仪探头,再控制水位升降台上升到最上面的位置,然后启动水位仪进行连续测量,再点击“采样周期-跟踪速度”按钮进行采样周期、跟踪速度的测量。

图6为WEL-II型水位仪检测结果,其技术指标符合其标称值:精度0.195 mm,量程739.9 mm,采样周期0.498 s,跟踪速度22.709 mm/s。

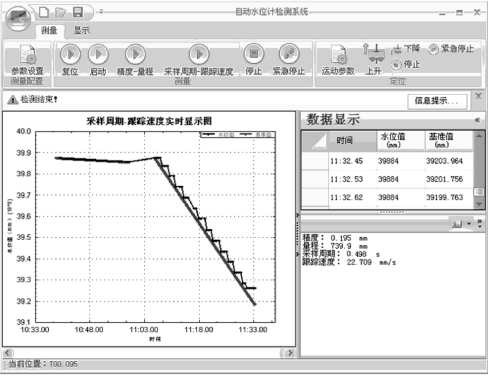


图6 WEL-II型水位仪检测结果

2.3 超声式水位仪

通常超声式水位仪都有其标定系数,按照给定系数输入即可,包含一组系数,用逗号分隔^[4-6]。

运行检测软件的复位操作后,点击“启动”完成所有检测流程。图8为超声式水位仪检测结果,其技术指标符合其标称值:精度0.15 mm,量程854.845 mm,采样周期0.098 s,跟踪速度2853.682 mm/s。

3 结 语

该水位仪检测平台能够快速对常见的几款水位仪进行检测。介绍的几款水位仪的检测结果都符合厂家给出的标称值。该检测方法合理有效,检测软件操作简单友好,检测过程便捷迅速,为保证水利水运实验室的水位仪完好率提供了一种便捷的检测手段。

在水位仪检测平台研制过程中得到了长江科学院的大力协助,在此表示诚挚的谢意!

参考文献:

- [1] 蔡守允,刘兆衡,张晓红,等. 水利工程模型试验量测技术[M]. 北京:海洋出版社,2008.
- [2] 唐洪武. 现代流动测试技术及应用[M]. 北京:科学出版社,2009.
- [3] 虞邦义,武锋,吕列民. 河工模型量测与控制技术研究进展[J]. 水动力学研究与进展:A辑,2001,16(1):84-91.
- [4] 童峰,许水源,许天增. 一种高精度超声波测距处理方法[J]. 厦门大学学报,1998,37(4):507-511.
- [5] ANDRIA G, ATTIVISSIMO F, GIAQUINTO N. Digital signal processing techniques for accurate ultrasonic sensor measurement[J]. Measurement,2001,30:105-114.
- [6] WEBSTER D. A pulsed ultrasonic distance measurement system based upon phase digitizing[J]. IEEE Transactions on instrumentation and measurement, 1994, 43(4):578-582.

(收稿日期:2012-08-03 编辑:熊水斌)