

一种新型静力水准仪的安装与调试^{*}

郭晓菲^{1,2)} 吴 鹏^{1,2)} 王智力³⁾

(1) 中国地震局地震研究所(地震大地测量重点实验室),武汉 430071
(2) 中国地震局地壳应力研究所武汉科技创新基地,武汉 430071
(3) 广州中望龙腾软件股份有限公司,武汉 430070

摘 要 分析了静力水准测量基本原理,提出了使用 CY3068 磁致伸缩液位传感器取代传统传感器的设想并应用实践,设计了一套新型静力水准仪系统,在武汉地震科学仪器研究院进行试验并获取了观测资料。经测试,该系统稳定性好、量程大、精度高,所有性能参数均满足工程实际需要。

关键词 静力水准;磁致伸缩;传感器;采集控制器;不均匀沉降

中图分类号: TH762 **文献标识码:** A

DESIGN AND INSTALLATION OF HYDROSTATIC LEVELING INSTRUMENT OF A NEW TYPE

Guo Xiaofei^{1,2)}, Wu Peng^{1,2)} and Wang Zhili³⁾

(1) Key Laboratory Earthquake Geodesy, Institute of Seismology, CEA, Wuhan 430071
(2) Wuhan Base of Institute of Crustal Dynamics, CEA, Wuhan 430071
(3) ZWCAD Software Co., Ltd, Wuhan 430070

Abstract: This paper analyzes the Hydrostatic leveling measurement principle, proposed the envision of the use of CY3068 magnetostrictive liquid level sensor instead of traditional sensor and application practice. In the same time, a new type of hydrostatic leveling system has been designed and put to test in Wuhan Research Institute of Earthquake Science Instrument and obtained the observation data.

Key words: hydrostatic leveling; magnetostriction; sensor; acquisition sensor; uneven settlement

1 静力水准测量原理

液体静力水准测量的方法在很早之前已被人们所熟悉。它是根据静止液面在重力作用下保持同一水平的特性,亦即与大地水准面相平行的水准面的原理,测量各点间的高程差,从而直接得到垂直形变或间接求得倾斜角度的变化。各测点间液体用管道连通,液体静力水准测量又称为连通管法^[1]。静力

水准仪是用于测量基础和建筑物各个测点的相对沉降的精密仪器。主要用于大型建筑物如水电站厂、坝、高层建筑物、核电站、水利枢纽工程岩体等各测点不均匀沉降的测量。

2 系统的结构

新型静力水准仪系统由主机和电子记录两大系统组成。主机系统包括主体测头和管路系统。电子

* 收稿日期:2012-02-07

基金项目:中国地震局地震研究所所长基金(6701);中国地震局基本科研业务费专项(1S201056071)

作者简介:郭晓菲,男,1984年生,硕士,主要从事地震前兆检测仪器的设计与研发。E-mail:coolgxf1984@163.com

记录系统由磁致伸缩液位传感器和 EP-Ⅲ型 IP 采集控制器组成。系统结构如图 1 所示。

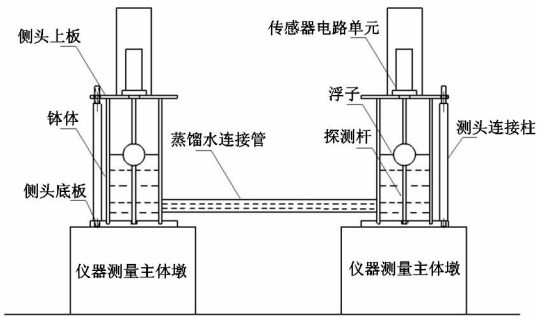


图 1 水准仪结构示意图

Fig. 1 Sketch of the leveller structure

3 磁致伸缩液位传感器检测

磁致伸缩位移传感器是利用稀土超磁材料的维德曼(wiedemann)效应、维拉里(viuary)效应及超声效应,将液位信息转换成最易高精度测量的时间量,来实现对液位、界位的超高精度计量^[1]。本系统采用的 CY3068 磁致伸缩液位传感器如图 2 所示。

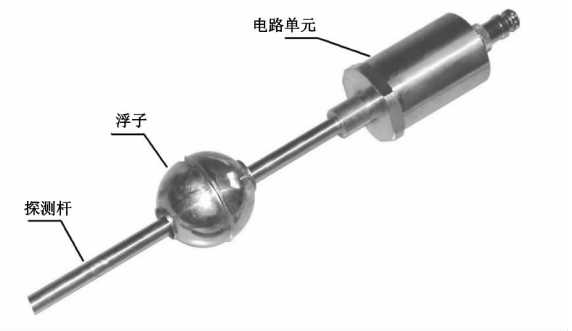


图 2 CY3068 磁致伸缩液位传感器

Fig. 2 CY3068 magnetostrictive liquid level sensor

该传感器可以实现非接触、绝对式测量,具有大量程、高精度的特点。另外,因为磁致伸缩液位传感器几乎没有可动的机械部件,故具有可靠性高、安装维护方便、适用范围广等特点,是当前最理想的接触型大罐液位测量装置之一^[2]。磁致伸缩液位传感器相比传统静力水准系统使用的压力、电容、差动变压式以及 CCD 式等种类传感器具有更高的应用和经济价值。磁致伸缩液位传感器与其他液位测量产品的性能和特点见表 1。

本系统选用的传感器为 CY3068 磁致伸缩液位传感器,量程为 150 mm。为对其性能有正确了解,我们对其进行了标定,标定方法是该传感器垂直悬挂于水平状态的吊杆上,使用具有刻度的、保持铅垂状态的实验标尺缓慢靠近传感器,再利用游标固

定传感器的浮子,通过钢丝控制游标在标尺上的升降,对其满量程的 5%、10%、20%、50%、100% 点进行精度标定,标定结果见表 2 和表 3。

表 1 几类传感器的性能与特点

Tab. 1 Perfomence and characteristics of some sensors

类型	测量范围	可靠性	环境适应性	输出信号	安装方式
磁致伸缩式	≥5 000 mm	高	高	多样	简单
压力式	≥600 mm	低	高	多样	简单
电容式	20 mm	低	较低	模拟	一般
差动变压式	20 ~ 50 mm	高	高	电压	一般
CCD 式	20 mm	一般	一般	数字	较复杂

表 2 正行程测量结果及误差(单位:mm)

Tab. 2 Test results and errors of forward travel measurement(unit:mm)

正行程标 定点(%)	游标卡 尺读数	1 号传感 器读数	1 号绝对 误差	2 号传感 器读数	2 号绝对 误差
5	7.5	7.6	+0.1	7.5	0
10	15.0	14.9	-0.1	14.9	-0.1
20	30.0	30.1	+0.1	29.9	-0.1
50	75.0	75.0	0	75.1	+0.1
100	150.0	150.0	0	150.1	+0.1

表 3 反行程测量结果及误差(单位:mm)

Tab. 3 Test results and errors of Reverse travel measurement(unit:mm)

反行程标 定点(%)	游标卡 尺读数	1 号传感 器读数	1 号绝对 误差	2 号传感 器读数	2 号绝对 误差
100	150.0	150.1	+0.1	149.9	-0.1
50	75.0	75.0	0	74.9	-0.1
20	30.0	29.9	-0.1	29.9	-0.1
10	15.0	14.9	-0.1	15.1	+0.1
5	7.5	7.6	+0.1	7.5	0

从表 2、3 可知该传感器达到了出厂性能指标,能保证 ±0.1 mm 的测量精度,可以满足新型静力水准系统的设计要求。

4 系统的安装

系统的安装主要包括主体测头和连接系统的安装。

仪器测头(图 3)是由三根均分布在圆周上的不锈钢支柱将上盖板和底座稳固地连成一体,中间放置的是不锈钢筒体,它与底座焊接在一起,不锈钢筒体底部周围附着一层硅胶,增强其密封性。筒体下部与水管连接底座使用氩弧焊的方式焊死,筒体内壁磨砂抛光,减少对内部液体的阻力。在筒体上出口边缘处设计一内径约 5 mm 的小圆槽,以便使筒

体内外压强一致,减少内部压强对试验数据造成的误差。为保证磁致伸缩液位传感器的探测杆垂直于液体水平面,上盖板中心开孔并攻丝,圆孔同探测杆与传感器电子单元间带螺纹的部分过渡配合,安装时使用生料带和密封垫圈辅助,将传感器与整个测头固定,调整其角度保证达到铅垂状态。

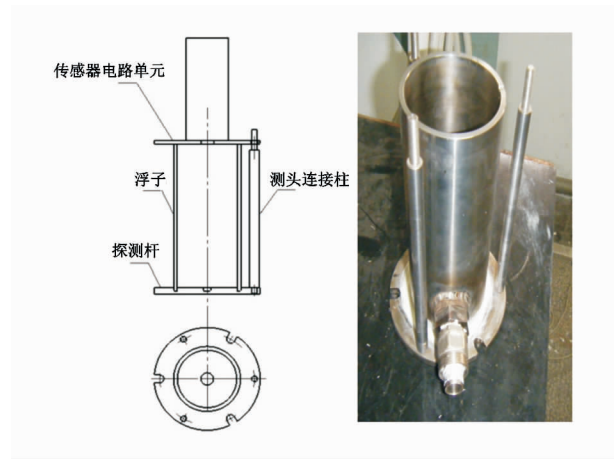


图3 仪器主体测头

Fig.3 Side head of main body of the instrument

本系统的水管采用的是内径 20 mm 的爱康保利 PP-R 水管。在水管与测头连接部分,首先将带螺纹的管座焊接在测头筒体上,然后用生料带在内接口处缠上 20 圈,接着套上密封垫套,旋紧不锈钢螺母,并用大扳手加力锁死。

仪器主体部分安装完毕之后,将两传感器同电源箱连接,通过电源箱中信号转换模块将传感器输出的电流信号转换为电压信号,接着将电源箱的信号输出线连接到数据采集仪上,测试数据采集仪能否正常采集数据,及时更换不能正常工作的传感器。

仪器应安放在岩石坚硬完整的山洞体内。要求水平坑道观测室的顶部、旁测覆盖一般应大于 40 m,黄土覆盖岩洞为 20 m。洞体顶部最好有植被。

系统的标定时通过移动标定装置,改变液体体积,实现人为改变液面升降的目的,和电路信号连接起来,从而求得液面改变单位高度时,电信号数值的变化。

5 误差来源及处理

1)为避免磁致伸缩位移传感器探测杆不垂直引起的误差,采用气泡法调直^[3]。

2)为防止钵体水分蒸发流失及钵体管壁湿润导致液面下降,将整个钵体设计为密封结构,各个钵体在上方用空气管连接,保证各钵体气压相同,同时

将钵体直径设计为 ≥ 18 cm,可将液体分子和固体分子间相互作用引发的湿润现象影响减至最低。

3)为防止探测杆及钵体的温度形变而引起的误差,采用线胀相同的材料设计及探测杆和钵体,本系统均采用硬铝^[4]。

6 观测结果

本系统于 2010 年 10 月投入正式测试,至今已经一年有余。仪器在观测中主要通过模拟测试振动台进行数据比测,图 4 是一天时间内的输出曲线。

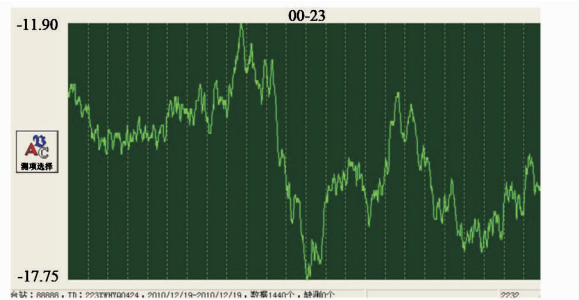


图4 静力水准仪观测资料

Fig.4 Observational data with hydrostatic leveling instrument

对图 4 中所有观测数据进行统计,并根据模拟测试振动台理论输入值进行比测,计算得到的总体观测中误差为 ± 0.1 mm,达到了仪器设计要求。

7 小结

新系统采用 CY3068 磁致伸缩位移传感器。经测试,系统稳定性好、量程大且精度较高,所有性能参数均满足工程实际的需要,可实际运用于大坝等形变工程的监测。

参 考 文 献

- 1 孙君文,等. 磁致伸缩位移传感器的研制[J]. 仪表技术与传感器,2006,(6):35-37.
- 2 陈德福,等. 液体静力水准仪及其应用[M]. 地震出版社,2008.
- 3 薄志鹏,刘国辉,王泽民. 数字水准仪述评[J]. 测绘通报,1996,(2):30-35.
- 4 李晋惠,范会敏,耿丽清. 电子水准仪设计与研究[J]. 测绘技术装备,2003,(2):46-47.
- 5 聂磊,等. DSQ 型短基线水管倾斜仪及标定装置的研制[J]. 地壳形变与地震,2001,(3):21-23.