

振弦式渗压计在黄河下游引黄涵闸中的应用研究

王志强

山东黄河勘测设计研究院有限公司 山东 济南 250013

摘要: 相较于传统的钢尺水位计, 振弦式渗压计的应用可以节省人力物力, 减少数据处理误差, 提高黄河下游引黄涵闸自动化安全监测水平, 便于对渗流数据整理分析和评价水闸的运行状态。目前, 黄河下游引黄涵闸渗流观测多采用人工监测, 振弦式渗压计对黄河下游“数字黄河”和引黄涵闸维修养护具有重要意义, 具有极高的推广应用价值。

关键词: 渗压计; 人工监测; 应用

1. 背景介绍

黄河下游干流共有引黄涵闸 111 座, 渗流监测属于引黄涵闸常规监测项目, 渗流监测主要以观测闸底板扬压力分布以及水闸与护堤结合部的渗透压力为主。从建设施工到后期维修养护, 渗流监测贯穿于涵闸全生命周期, 而引黄涵闸渗流是有规律可循的。

以往引黄涵闸基底的渗透压力和侧向扰流监测主要是通过传统的钢尺水位计测水压, 需要人工观测和使用, 存在以下缺点:

人工监测具有更多的主观性, 过多的依靠个人的经验, 这样很难达到全面准确; 随着人力成本的不断上升, 人工安全监测成本也越来越昂贵;

在水闸工程施工期间, 由于条件所限, 技术人员很难及时有效分析数据, 导致无法及时发现隐患并进行处理;

随着现代化建设的进程, 应用于水利水电工程(尤其是水库大坝工程)安全监测的渗压观测设备类型日益增多, 如差动电阻式、压阻式等, 但均存在长期稳定性差、对传感器本身信号弱、受外界干扰大的特点。根据安全监测设计原则结合目前先进的测压仪器, 所选择的监测设备应科学有效, 精密可靠, 便于维护, 长期稳定性好。

在此背景下提出采用长期稳定性好、分辨率高的振弦式渗压计进行渗流监测。

2. 振弦式渗压计工作原理和性能指标

2.1 振弦式渗压计工作原理

振弦式渗压计是一种测量液位的压力传感器, 基于所测液体静压与该液体的高度成比例的原理, 采用隔离型扩散硅敏感元件或陶瓷电容压力敏感传感器, 将静压转换为电信号, 再经过温度补偿和线性修正, 转化成标准电信号。

2.2 主要性能指标

(1) 稳定性

振弦式渗压计通过工艺处理、加工方法并进行时效处理的方法可有效减轻残余应力、蠕变等因素影响, 严格保证其长期稳定性。振弦式渗压计稳定误差仅士 1.0%。

(2) 灵敏度

缩短弦长对提高灵敏度是一个不错的办法, 同时在保证振弦能稳定起振的情况下, 钢弦应力尽可能小些, 一般在 300- 400 之间为宜, 灵敏度为士 0.1%。

(3) 温度附加误差

振弦式渗压计零件的金属材料膨胀系数的不同, 造成了温度误差。为减小这一误差, 振弦式渗压计除尽量考虑达到传感器机械结构自身的热平衡外, 并从结构设计和装配技术上不断调整零件的几何尺寸和相对固定位置, 以取得最佳的温度补偿结果。振弦式渗压计在 - 10 ~ 55℃使用温度范围内时, 温度附加误差仅有士 0.25% / 10℃ (1.5Hz / 10℃)^[1]。

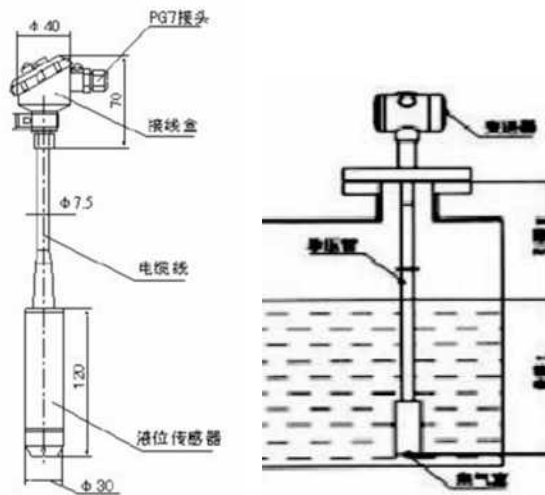


图 1 振弦式渗压计结构组成图 图 2 振弦式渗压计工作图

3. 在涵闸渗流观测中的先进性

引黄涵闸可沿闸室中心线埋设若干振弦式渗压计, 以监测水闸底板扬压力分布情况; 在闸室每侧挡墙外侧与护堤结合部位分别埋设若干振弦式渗压计, 以监测水闸与护堤结合部的渗透压力分布情况。振弦式渗压计在黄河下游涵闸渗流观测中的比较优势如下:

(1) 既可用于新建涵闸, 也可用于涵闸后期的检修养护
新建涵闸可在施工期采用坑式埋设法安装振弦式渗流

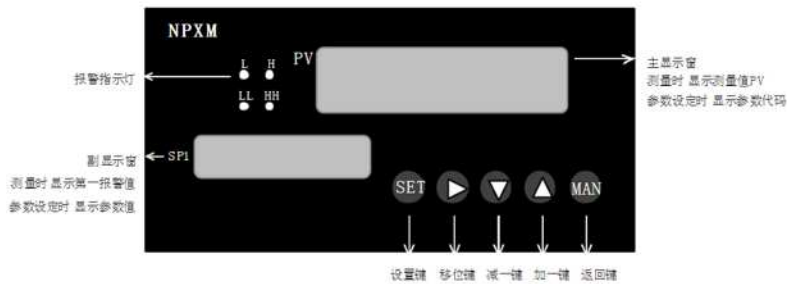


图 3 仪表显示面板

计,埋设方法同传统的测压管埋设。当横穿防渗体敷设时,应加止水环;当进入观测房时,应以钢管保护。

已建涵闸可将已有的测压管进行冲洗处理后,在原测压管内增设振弦式渗压计;也可采用钻孔法埋设,钻孔成孔后需在孔底铺设砾石和级配砂垫层^[2]。

(2) 数据采集便捷,可实现自动化监测

自动信号采集把渗压计的信号连接到 MCU 中,MCU 的数据采集单元可自动实现选点测量、巡回测量、选箱测量、定时测量。工作人员可设定或修改监测周期。另外 MCU 还可存储信息,把信息传递给计算机系统,通过专用处理软件进一步分析和处理数据。

(3) 测量精度高

振弦式渗压计的传感器能以频率信号输出,抗电磁干扰能力强,具有高精度、高稳定性、高可靠性,能更为简便地进行数据采集、传输、处理和存储,实现高精度的自动测试,准确反映涵闸的渗压水位。

(4) 安装和测量方便快捷,省时省力

振弦式渗压计安装方便,经过安装调试后即可投入水闸安全常规监测。可通过电缆线连接的振弦式读数仪实现与渗压计之间进行相互通信,涵闸渗压监测人员不用亲临现场就可以随时随地掌握各监测点信息,便于监测人员采集渗流数据,省时又省力。

(5) 环境适应能力强

振弦式渗压计使用场合广,适应环境能力强,可以应用于低温、高温、高辐射等恶劣的环境中,如测量混凝土的渗透水压力,土壤中的孔隙水压力,扬压力管内的水位等,广泛应用于水库、大坝、地下水水位、水库等检测场合。

振弦式渗压计不受恶劣环境干扰,无淤堵,在黄河下游引黄涵闸渗流观测中比传统钢尺水位计具有更强的环境适应性^[3]。

4 在工程应用中的创新性

(1) 输出信号直接转化为水压力

黄河下游引黄涵闸传统的渗流观测设备是钢尺水位计^[4]。观测人员人工记录监测点水位,再经过计算转换为水压力,数据量大,需人工计算后数据分析再由分析结果做出决

策,存在着分析工作繁重复杂、错误率较高、查询困难、工作效率较低等问题。振弦式渗压计直接输出监测点渗透压力,解决了上述问题。

(2) 数据采集可人工定时采集,也可自动化控制

振弦式渗压计传输方式方便有效,通用性和拓展性能强,可靠性好,可将参数的变化转换成标准电流信号,远传至操作控制室,供二次仪表或计算机进行集中显示、报警或自动控制^[5]。

(3) 防雷击、防射频干扰

振弦式渗压计使用寿命长,不受被测介质起泡、沉积、电气特性的影响;具有电源反相性保护和过载限流保护,信号隔离放大,截频干扰设计,抗干扰能力强,抗冲击,防腐^[6]。

5. 结语

渗流监测是黄河下游引黄涵闸安全监测的重要项目之一,渗压计是安全监测系统最常用仪器设备。渗压计安装方便,仅需要将内径 $\Phi 45\text{mm}$ 左右的钢管(钢管有孔与水通畅)固定于水中,将变送器放入钢管中即可使用。经过安装调试后即可投入水闸安全常规监测,闸内水压力可以通过数据线连接的显示屏直接显示,方便监测人员读数。

振弦式渗压计的应用将节省人力物力财力,大大提高水闸渗透压力数据收集,便于对数据整理分析,评价水闸的运行状态,促进水闸安全管理和决策水平,对水闸维修养护具有重要意义。

相较于传统的钢尺水位计,振弦式渗压计的应用可以节省人力物力,减少数据处理误差,提高黄河下游引黄闸自动化安全监测水平,便于对渗流数据整理分析和评价水闸的运行状态。

目前,黄河下游引黄涵闸渗流观测多采用人工监测,振弦式渗压计对黄河下游“数字黄河”和引黄涵闸维修养护具有重要意义,具有极高的推广应用价值。

参考文献:

- [1]《水闸安全监测技术规范》(SL 768-2018)
- [2]《水闸设计规范》(SL 265-2016)
- [3]《水工混凝土结构设计规范》(SL 191-2008)
- [4]《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744-2016)
- [5]浅析蓄水期大坝中渗压计渗透压力异常原因[J]. 汤荣,邓建辉. 科技创新与应用. 2013(30)

[6]大坝坝基中振弦式渗压计安装[J]. 张晓廷,刘佳,赵景飞,张强. 水利水电施工. 2011(06)

通讯作者:王志强,1984.04.03、男、汉族、籍贯:山东梁山、职称:高级工程师、学历:本科、研究方向:主要从事水利规划设计工作、邮箱:546345068@qq.com