

文章编号:0559-9342(2008)12-0058-02

液压式沉降仪工作原理及改进

贡保臣¹, 吴毅瑾², 沈义生²

(1. 北京木联能工程科技有限公司, 北京 100011; 2. 中国水电工程顾问集团公司, 北京 100011)

关键词: 液压式沉降仪; 观测沉降量波动; 改进

摘要: 通过对液压式沉降仪工作原理的分析, 初步剖析了影响液压式沉降仪观测沉降波动的关键因素, 并提出了相应的改进措施, 以提高液压式沉降仪对环境温度变化的适应能力, 便于堆石坝内部沉降的自动化观测。

Working Principle and Improvement of Hydraulic Settlement Device

Gong Baochen¹, Wu Yijin², Shen Yisheng²

(1. Beijing Millennium Engineering Technology Co., Ltd., Beijing 100011;

2. China Hydropower Engineering Consulting Group Co., Beijing 100011)

Key Words: hydraulic settlement device; fluctuation observation of settlement; improvement

Abstract: Through analyzing the working principle of hydraulic settlement device, this paper points out preliminarily the key factors which affect the observation fluctuations of settlement device and puts forward some improvement measures in order to enhance the adaptability of hydraulic settlement device to the change of environment temperature and to realize the automatic observation of inside settlement of rockfill dam.

中图分类号: TV698.11

文献标识码: B

堆石坝以其安全性、经济性、适应性较优, 并能解决开挖堆渣问题等优势, 在我国发展很快。内部沉降观测是堆石坝一个很重要的变形观测项目, 目前大多采用水管式沉降仪观测, 但较难接入自动化观测系统。在国内极少数工程应用液压式沉降仪时发现, 其观测沉降量随温度波动太大, 数据分析相当困难, 限制了液压式沉降仪的推广普及。对液压式沉降仪进行了改进后, 其适应周围环境温度变化的能力大大增强, 有效地减少了在外界温度变化时, 仪器内外温差引起的观测误差, 使观测沉降量随温度波动的现象得到了控制。

1 液压式沉降仪工作原理

液压式沉降仪是在坝内沉降测点处安装高精度渗压计, 由进、回两根通液管给传感器供液, 并将渗压计与固定在观测房的储液罐连通, 排出管路内的气泡, 测读渗压计所受液体压强的变化, 除以液体的密度, 换算出测点处相对于储液罐液面的液柱高度变化, 来计算测点相对于观测房(储液罐)的相对沉降, 用外观方法测量观测房的绝对沉降, 计算坝内测点的绝对沉降量。在观测房安装位置与储液罐相对固定的同型号渗压计, 修正储液罐处气压及液面高度的变化。其工作原理如图 1a 所示。

2 观测沉降量波动原因分析

按照图 1 所示工作原理生产的液压式沉降仪, 在工程实

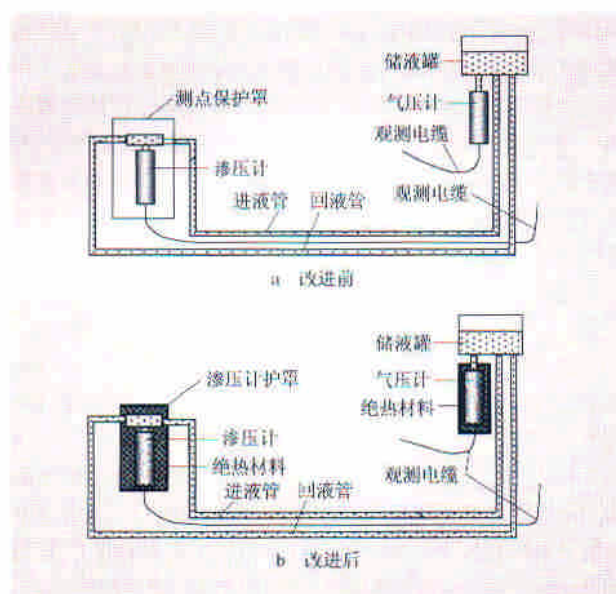


图 1 液压式沉降仪工作原理示意

践中发现经气压改正后的观测沉降量, 随渗压计温度的变化数据波动较大, 其原因分析如下。

收稿日期: 2008-05-13

作者简介: 贡保臣(1971—), 男, 河北永年人, 高级工程师, 主要从事大坝安全监测工作。

计算的观测沉降量由两部分组成:一,测点处渗压计观测的测点沉降量(P_1);二,观测房处渗压计观测的外界气压变化和液面变化量(P_2),总沉降量为:

$$P = P_1 - P_2 \quad (1)$$

式中: P 为总沉降量; m ; P_1 为测点渗压计观测的相对于其初始值的总水头增加量; m ; P_2 为观测房渗压计观测的相对于其初始值的气压、液面总水头增加量; m 。

无论采用什么类型的渗压计,由于渗压计随周围温度变化而热胀冷缩,使仪器随温度变化产生应变,其观测值也随温度变化而发生变化,所以 P_1 、 P_2 中均包含温度修正项,即

$$P_{1,2} = \Delta P_{1,2} + \Delta P_{t,2} \quad (2)$$

式中: $\Delta P_{1,2}$ 为由于测点沉降或气压和液面变化产生的水头增加量; m ; $\Delta P_{t,2}$ 为温度变化仪器应变产生的水头观测值变化; m 。

$\Delta P_{1,2}$ 可由仪器厂家提供的线性系数计算出来,下面着重对 $\Delta P_{t,2}$ 进行分析。由于金属是热的良导体,外界温度变化后,经过一段时间,仪器内部温度与外界基本一致,由于温度变化产生附加的水头变化(记为 $\Delta P_{a,2}$),这一部分可由仪器厂家提供的温度修正系数得到修正。由于观测房渗压计处在大气中,其所处的环境温度不断变化,仪器内部和外壳的温度很难同步,由于仪器内外温度不一致产生的应变使渗压计产生附加的观测水头(记为 $\Delta P_{b,2}$)即

$$\Delta P_{t,2} = \Delta P_{a,2} + \Delta P_{b,2} \quad (3)$$

式中: $\Delta P_{a,2}$ 为仪器内部温度变化产生的附加水头变化; m ; $\Delta P_{b,2}$ 为仪器外壳与内部温度不一致产生的附加水头变化; m 。

如上所述, $\Delta P_{a,2}$ 可由仪器厂家提供的温度修正系数计算和修正,而 $\Delta P_{b,2}$ 没有得到修正,而每次观测时大气的温度不同,正是由于 $\Delta P_{b,2}$ 的存在,使液压式沉降仪观测的沉降量出现波动。尤其当温度变化较快或仪器外壳较厚时, $\Delta P_{b,2}$ 引起的误差更大,令观测数据使用起来很不方便。

内部观测仪器一般应用在基岩内部或混凝土内部,仪器所处的环境基本恒温或温度变化速率较小,由于 $\Delta P_{b,2}$ 产生的误差较小,一般不易引起人们的注意。

3 液压式沉降仪的改进

根据以上液压式沉降仪观测沉降量波动原因的分析,对图1a所示的液压式沉降仪工作原理做出了修正,如图1b所示。

为了减少渗压计内外温差引起的沉降量观测误差,减少观测数据的波动,必须使 $\Delta P_{b,2}$ 尽可能的减小,其改进措施如下:

(1)渗压计选用。制造液压式沉降仪的渗压计选用金属外壳尽量薄的精密渗压计,使渗压计内外温度达到均衡所需的时间尽量短。

(2)保温隔热措施。将渗压计放入不锈钢护罩中,进、回液管和观测电缆穿过护罩采用过线端子密封,在渗压计与不锈钢护罩间用石棉等不易腐蚀的保温隔热材料密实填充,使渗压计外壳温度相对恒定。

(3)测读事项。保持观测电缆心线测头清洁,用同一只二次仪表观测,尽早将观测电缆接入手动或电测集线箱,减少观测系统误差。

(4)测点渗压、气压计同时测读。尽量在短时间内一次连

续测读完测点渗压计和作为气压、液面修正的渗压计(气压计),使气压计在修正沉降测点气压、液面变化更具代表性。

(5)测点保护。将测点处的渗压计浇筑在钢筋混凝土测墩中间,观测电缆从保护钢管中引至观测房,防止坝体填筑碾压时对测点渗压计和观测电缆的破坏。

4 工程实例

某水电站液压式沉降仪的气压计改进前的观测过程曲线如图2a所示。各沉降测点观测的变形比较同步,反映测点间的相互相对沉降较小,变化主要为气压计的修正所致。由于沉降测点深埋在坝体内部,没有办法采取补救措施,对最外面的气压和液面变动修正的气压计按照上述的改进措施改装后,沉降过程曲线如图2b所示。

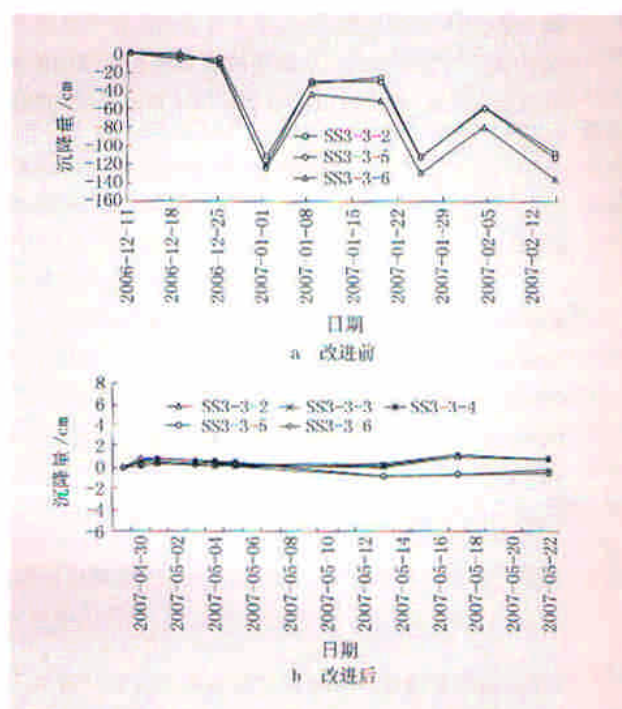


图2 液压式沉降仪沉降观测曲线

可见改进后,数据波动幅度明显减小,改进效果明显。

5 结语

(1)通过对液压式沉降仪的观测沉降量波动原因分析,基本找到了影响液压式沉降仪误差的主要来源,通过改进有效地减少了液压式沉降仪在外界温度变化时观测误差。

(2)液压式沉降仪采用薄外壳、高精度渗压计作为沉降量观测和气压、液面修正的传感器,避免了因使用带通气管的液位传感器时通气管冷凝水堵塞管路引起的不可消除的误差。

(3)液压式沉降仪通过观测测点渗压计所受压强的变化,观测坝体内部测点的沉降,便于接入自动化观测系统。在现今我国西南交通不便的偏远地区大力开发水电能源、堆石坝普遍采用的时期,具有广阔的市场前景。

(4)影响仪器误差的原因是多方面的,有待更广泛深入地探讨,以提高在堆石坝内部沉降自动化观测方面的水平。