

用于三峡工程的步进式变形监测仪器

朱爱华, 周克明

(南京水利水文自动化研究所, 江苏 南京 210008)

摘要:介绍 SWT 型步进式引张线仪及 STC 型步进式垂线坐标仪的设计原理及特性, 阐述了该类仪器在三峡工程现场试验结果, 通过对陈村水电站、潘家口水利枢纽等工程实测资料的数据缺失率、数据可靠性等方面的分析, 认为该类仪器测值连续稳定, 无突跳点, 变幅较小, 符合高边坡变形规律, 是一种可信赖的能真正实现大坝安全自动监测的变形传感器。

关键词:大坝; 变形监测; 步进式仪器; 三峡水利枢纽

中图分类号:TV698

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2003)02-0039-03

大坝变形监测是大坝安全监测的必设项目, 该项目可通过多种仪器实现自动化监测, 但实测效果却有很大差别。测值的可靠性和精度取决于仪器的选型。SWT 型步进式引张线仪及 STC 型步进式坐标仪曾先后在 20 座大坝上应用, 实践证明步进式变形仪器是实现大坝变形监测自动化的理想仪器。步进式变形仪器是 DG 型分布式大坝安全监测自动化系统的主要组成设备, 该系统 1998 年获国家科技进步三等奖。

1 步进式变形监测仪器原理

步进式变形监测仪器是由机电传动机构、光电测量及壳体组成的位移传感器。当仪器接到测量信号后, 步进电机启动发出脉冲, 同时经传动机构带动光电探头作直线运动, 依次扫描第一基准杆、垂线或引张线、第二基准杆, 测得垂线或引张线所处的位置坐标值及基准长度。仪器的准确度为 0.1 mm, 分辨力为 0.01 mm, 测量范围为 30 ~ 100 mm。由于两根基准杆和仪器底板永远固定在大坝观测墩上, 两根基准杆的间距即基准长度值是一个固定值, 所以仪器每次测量均有自校功能。光电探头又设有备份照准装置, 以防止测量数据丢失。引张线仪和垂线坐标仪的区别是: 引张线仪探头只完成 X 单向位移测量, 垂线坐标仪探头一次完成平面内 X, Y 两向位移的测量。

2 步进式变形监测仪器在三峡现场试验中的应用

为确保三峡水利枢纽水工建筑物安全监测数据

的准确、可靠, 长江水利委员会综合勘测局监测中心于 2000 年 6 月组织有关科研、生产单位在三峡永久船闸高边坡 5 号排水洞内安装各自生产的变形监测仪器——垂线坐标仪、引张线仪及测控装置, 自成一个自动化小系统, 遥测距离为 400 m, 要求每小时测量一次, 数据自动存储。考核期为 2 年。由长江水利委员会综合勘测局监测中心负责管理, 用严格的现场试验方法来优选仪器。

经抽签决定, 南京水利水文自动化研究所在距洞口约 1000 m 深处的垂线房内, 安装 1 台 STC-50 型步进式垂线坐标仪及 MCU-30 型测控装置, 在离垂线房 141 m 的引张线测点墩上安装 1 台 SWT-50 型步进式引张线仪, 引张线仪与测控装置的通讯电缆长 400 m。该地点十分潮湿, 仪器的运行环境很差。从安装到结束 2 年时间内, 这两台仪器测值连续稳定, 无突跳点, 变幅较小, 符合高边坡变形规律。用来自校的基准长度测值基本不变, 表明仪器测量可靠。该仪器现已被三峡开发总公司用于三峡永久船闸的变形监测, 从 2001 年 12 月起分期、分批在三峡永久船闸安装 36 台 STC-100 型步进式垂线坐标仪及 9 台 MCU-2M 型测量控制装置。为了适应船闸水位变化速度较快的特点, 采用了一对一智能型模块化的测控装置, 不但可满足量程大(100 mm)、测量速度快的要求, 而且能实现永久船闸变形动态的实时监控。2000 年 6 月至 2001 年 10 月 5 号排水洞内测值过程线如图 1 所示。

3 步进式变形监测仪器在其他工程中的应用

步进式变形监测仪器已在葛洲坝水利枢纽等 20

基金项目: 国家创新基金资助项目(00C26233200201)

作者简介: 朱爱华(1941—), 女, 浙江杭州人, 教授级高级工程师, 主要从事大坝监测研究。

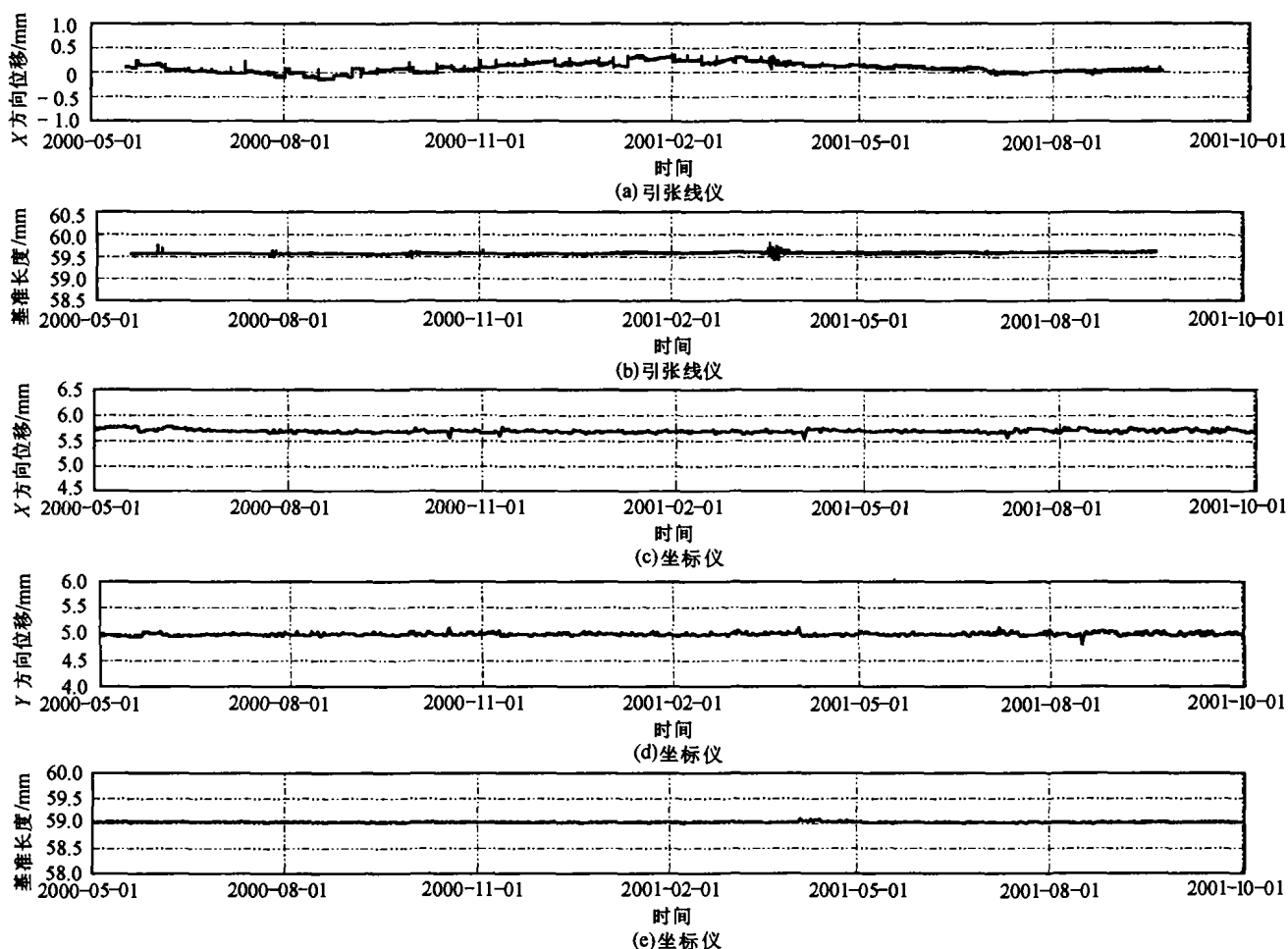


图1 永久船闸高边坡变形测值过程线

多座大坝上应用,效果良好,现举两个实例供参考.

3.1 陈村水电站

陈村水电站位于安徽省泾县青弋江上游,由混凝土重力拱坝、坝后厂房、左右岸溢洪道及过木伐道组成,最大坝高 76.3 m,坝顶弧长 419 m.工程于 1958 年开工,1970 年 10 月蓄水发电.

由于大坝在施工期受到某些因素的影响,坝体存在大规模水平裂缝,且坝地质条件复杂,断层、裂隙及层间错动面纵横交错,尤其是河床 18 坝段以左,被 3 条大断层切割,致使左半部基础刚度明显削弱.为了监测大坝变形,在坝体内布置 16 条垂线、18 个测点,分别监测 3 个代表性坝段和坝基两大断层及坝肩岩体的变形,1998 年安装了 DG 型分布式大坝安全监测自动化系统,实现大坝水平位移监测自动化,共布置了 19 台 STC-50 型步进式坐标仪及 7 台 MCU-30A 型测控装置进行测量.

经过冬季低温和夏季高温高湿环境的考验,表明步进式坐标仪测量数据精确可靠,故障率低.仪器自身测距误差最大为 ± 0.10 mm,最小为 ± 0.02 mm,自动化与人工比测(限差为 ± 0.28 mm)超限率为 3.7%;局部故障率、数据缺失率均为 0.61%.自动化仪器测得的坝体变形规律与理论分析完全相同.

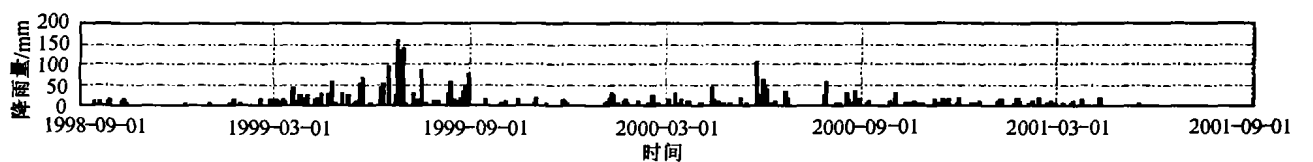
1998 年 7 月~2001 年 10 月 18 号坝段的变形测值过程线(含自动化测量及人工测量两种)及环境量测值过程线如图 2 所示.

3.2 潘家口水利枢纽

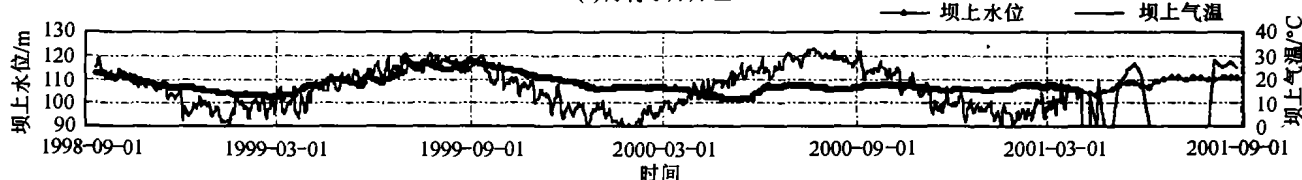
潘家口水利枢纽坐落在河北省迁西县境内滦河干流上,水库主要为天津市、唐山市提供生活及工农业用水,结合供水发电同时兼顾防洪、灌溉及水产养殖等,枢纽由混凝土宽缝重力大坝、溢洪道、电站及两座土质副坝建成,最大坝高 107.5 m,坝顶长 1040 m,总库容 29.3 亿 m^3 ,装机 4.2 万 kW.工程于 1975 年 10 月动工,1979 年 12 月下旬蓄水,1981 年 4 月并网发电.

潘家口大坝水平位移观测通过引张线和垂线实现.在高程 202 m 和高程 154 m 廊道布置了 4 条引张线,其长度分别为 71.2 m,111.1 m,501.9 m,452.3 m,1999 年共安装了 57 台 SWT-50 型步进式引张线仪,并接入 DG 型分布式大坝安全自动监测系统实现自动监测.

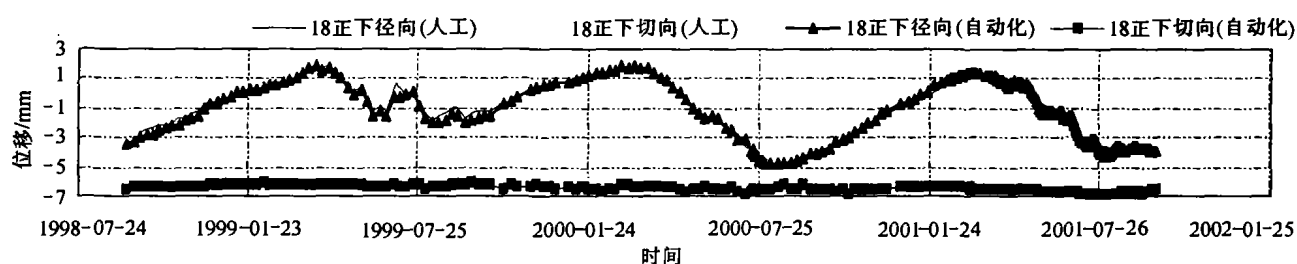
该系统已运行 2 年以上,现将高程 202 m 廊道引张线部分测点测值过程线示于图 3,从过程线上看测值连续稳定变化,无突跳点,符合大坝变形规律.



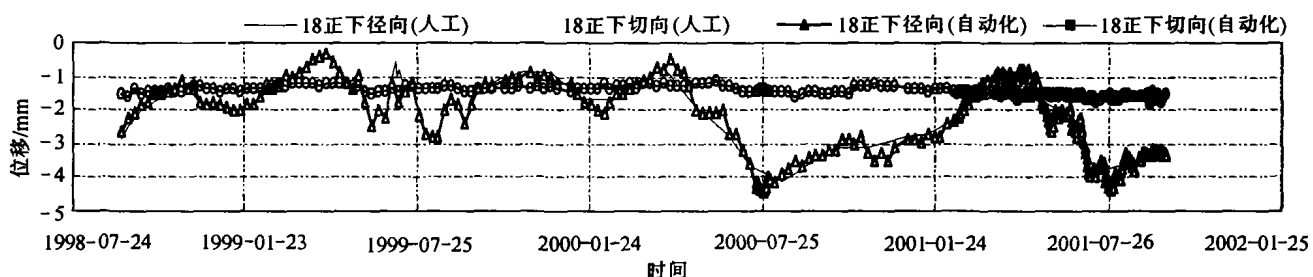
(a) 陈村水库库区



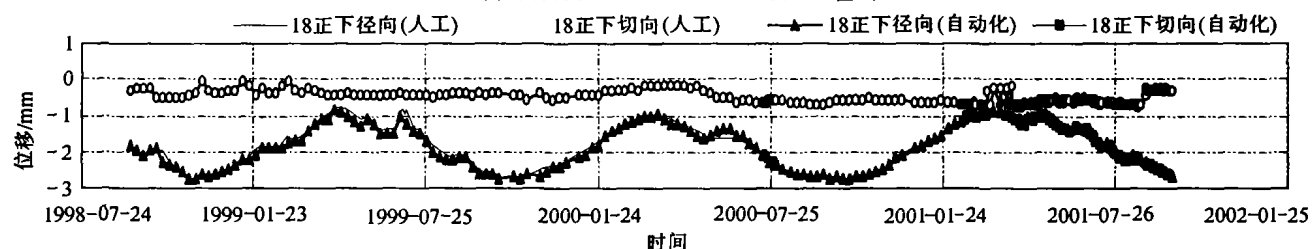
(b) 陈村水库



(c) 陈村自动化监测系统18正下测值过程线



(d) 陈村自动化监测系统18正上测值过程线



(e) 陈村自动化监测系统18倒2测点测值过程线

图2 陈村18号坝段垂线测值过程线

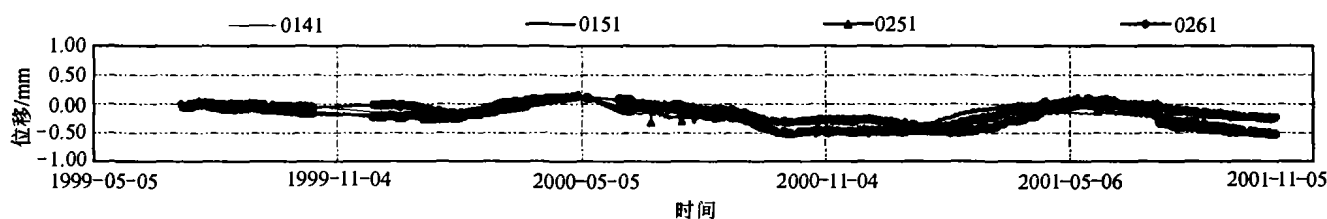


图3 潘家口监测系统202廊道引张线测值过程线

4 结 语

多年来在设计研究、加工工艺等方面的不断完善,使 SWT 型、STC 型步进式变形监测仪器具有性能优越,测量准确,受外界干扰小等特点.由于这种仪器是非接触式的,在安装、运行和维修时均不会触

碰垂线或引张线的线体,因而不但安装维修方便,而且不会干扰钢丝而带来测值误差,这正是步进式变形监测仪器的优越性之所在,在葛洲坝水利枢纽等20座大坝上的成功运行和三峡工程的现场试验都证明了这一点.

(收稿日期:2002-04-12 编辑:张志琴)