

徠卡测量新技术应用专栏

测量机器人在高寒地区水电建筑变形监测中的应用

江西省国土资源勘测规划院 田克明

徠卡测量系统(上海)技术中心 廖辉军

测量机器人是一种智能型电子全站仪,在全站仪的基础上集成了精密机械、微型计算机、激光、CCD传感器以及人工智能等技术,能通过 CCD 传感器自动识别目标,并在软件控制下获取所需观测信息,完成各种野外观测任务。本文以西藏雪卡水电站为例对首部枢纽进行汛期临时水平位移观测,评估其安全性,可为其他工程提供一定的借鉴。

一、工程概况

雪卡水电站工程位于西藏东南部的林芝地区巴河干流上,东距林芝八一镇 103 km,西距拉萨市 343 km。该水电站为四等小型工程,主要任务为发电。水库正常蓄水位 3 346.50 m,总库容 86 万 m³,装机容量 4 MW,年发电量为 1.82 亿 kWh。工程总工期为 36 个月,第一台机组发电工期 28 个月。其主要建筑物有首部枢纽、泄水建筑物、引水发电建筑物及电站厂房等。首部枢纽从右岸到左岸依次为发电进水口、中间副坝三孔泄水闸、三孔泄水闸、三孔浆砌石溢洪道和浆砌石重力坝。在施工期间,需对主要建筑物进行变形监测,以保障其安全和后续建设的顺利进行。

二、观测仪器

采用徠卡 TM/TS30 测量机器人对雪卡水电站首部枢纽进行汛期临时水平位移观测,其标称精度:测角精度(一测回方向标准偏差)为 $\pm 0.5''$,测距精度为 $\pm(0.6 \text{ mm} + 1 \times 10^{-6} D)$ 。TM/TS30 测量机器人使用压电驱动技术,可不受电场、磁场变化影响,并采用低压铸造等工艺,可避免受到恶劣天气影响,适应环境能力强。观测时搭配高原型气压计、干湿温度计等仪器以提高观测精度。所有仪器及辅助器具和商业软件在使用前都按《土石坝安全监测技术规范》(SL 60—1994)、《水利水电工程测量规范》(SL 197—1997)等有关规范要求进行了检定、检验。

三、水平位移观测

1 观测方法和时间

采用 1954 北京坐标系和 1956 黄海高程系统,利用极坐标测量法对大坝表面 12 个观测墩进行汛期临时位移观测。水平角观测 9 个测回;距离观测 4 个测回;竖直角观测 6 个测回。12 个测点的位置分别为:TP01、TP02 位于右副坝段;TP03、TP04 位于进水闸坝段;TP05、TP06 位于中间副坝段;TP07、TP08 位于冲沙闸坝段;TP09、TP10、TP11、TP12 位于左副坝段。

观测周期为 8 月 10 日—11 月 10 日,每隔 10 日测一次各观测点的 x 坐标、 y 坐标和高程 z 。每次水平位移外业观测尽量选择各天中的同一时段能见度高的早晨或傍晚进行,以降低大气折光等气候不稳定因素对观测的影响。

2 起算数据的联测

以雪卡水电站施工控制网的 XK01 点的 x 、 y 坐标和 XK01—XK02 点的方位角为位移监测的起算数据。

为了提高观测精度,尽量使观测成果真实可靠,严格按照表 1 所示二等测角技术要求进行观测。

表 1 首部枢纽大坝变形监测技术要求 (")

等级	仪器类型	两次照准目标之差	半测回归零差	一测回 2c 互差	同一方向各测回较差
二	TS30	3	5	9	5

3 内业平差计算及精度评定

(1) 观测成果的各项改正

气象改正值公式为

$$\Delta D_1 = [281.8 - 0.29065P / (1 + 0.0036609T)] \times S \times 10^{-6} \quad (1)$$

加、乘常数改正公式为

$$\Delta S = k_{\text{加}} + k_{\text{乘}} \times S \times 10^{-3} \quad (2)$$

(2) 平差处理

采用经典平差法对观测数据进行平差处理,以保证观测精度。设观测误差为 m , 则相应误差 $\Delta m = \sqrt{2}m$, ΔL 为两次观测变形量, K 为有误差分布类型和置信水平所决定的系数, 当 $\Delta L \geq K \times \Delta m$ 时可以认为大坝存在变形。

4 观测结果分析

图 1 为 8 月 20 日—10 月 20 日期间各观测点位移过程和位移量 ΔL 。

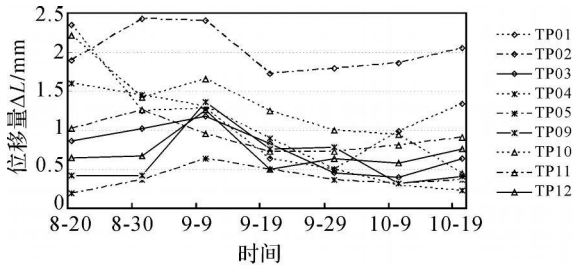


图 1 各观测点位移过程图

其中,大坝部分坝段正在施工,对观测和大坝自身有一定影响,TP06点被埋无法观测,因而本次观测除部分测点有微量变形外,其余各点均无变形。选取 10 月 10 日至 20 日数据分析大坝的安全状态,由观测数据计算出 $m = \pm 0.71 \text{ mm}$, $\Delta m =$ 大坝

在 10 月 10 日至 20 日期间无异常变形,处于安全状态。

对其他 9 次的观测数据进行相同分析发现,在整个观测过程中有些测点由于施工影响及水情预报的水流量与实际情况存在明显变化,导致大坝受水冲力的影响而产生的变形在不同时间有变化。其次,大坝为混凝土重力坝,自身受热胀冷缩影响,在观测数据及曲线图中反映出有部分测点位移比较明显,其余个别点除去观测误差均无变形。因此认为大坝在整个汛期基本无变形,处于安全状态,不影响后续施工。

四、结束语

测量机器人可以在高寒地区实现全天候高精度测量,提供可靠和长期稳定性观测。其自动功能不仅可以提高工作效率,还能减小人为观测误差,保证观测成果的准确性,为西部地区的水电站等大型工程建设提供有力支持。此外,该仪器还能弥补控制网图形条件强度弱的缺点,无需通过多辅助点来增强图形条件,节约了经费。但为了获取尽可能准确的数据,建议选择气象条件较好的时间段进行观测,同时根据试验选择合适的观察方向。

(本专栏由徕卡测量系统和本刊编辑部共同主办)

ERDAS 桌面产品中文版正式发布

[本刊讯] 2011 年 4 月,徕卡测量系统贸易(北京)有限公司正式推出 ERDAS 2011 桌面产品汉化包。

此汉化包是基于 ERDAS 2011 桌面产品(MAGNE和 LPS)英文版开发的。在徕卡美国 ERDAS 公司的支持下,徕卡测量系统贸易(北京)有限公司对 ERDAS 2011 桌面产品进行了全面的汉化,使得 ERDAS 遥感图像处理系列产品的系统更加易用和本地化、实用化,也省去了很多应用系统二次开发的大量繁琐工作,真正解放了为英文菜单而烦恼的广大中国用户,有助于用户集中精力解决问题,所见即所得,同时也减少了用户的培训成本,加快了项目完成的进程,提高了单位快速创收的能力。此项汉化工作历时数月,经过严格的测试和审核,充分体现了徕卡 ERDAS“创新发展,用户至上”的服务宗旨,这也成为国际著名遥感图像处理领域里中文化软件的第一家。

该产品汉化的特点如下:

- 全面的汉化

覆盖了 MAGNE、LPS 的核心和扩展模块的主界面、菜单和对话框,以及 PRO600 数字制图系统的菜单和对话框等。

- 准确的术语翻译

汉化过程中对术语严格按照国内遥感和摄影测量领域的中文术语进行翻译,采用专业翻译管理软件管理术语库,力求专业术语翻译的准确性和一致性。

- 贴近中国用户的语言习惯

由于东西方的文化差异,国内用户对英语的一些表达方式不太容易理解,汉化过程中充分考虑到国内用户的使用感受,大量使用浅显易懂的语句进行翻译。

- 丰富的中文提示信息

ERDAS 2011 桌面产品采用了耳目一新的 Ribbon 界面。它使用标签将各种相关的功能组织在一起,使应用程序的功能更加易于发现和使用,同时每个功能菜单都有对应的中文提示信息,解释此选项的用途。

(本刊编辑部)