

# CCD 引张线仪在亭子口水利枢纽工程中的应用<sup>\* 1</sup>

赵义飞 欧同庚 李农发 史雨辉 余剑锋  
(中国地震局地震研究所(地震大地测量重点实验室),武汉 430071)

**摘 要** 介绍 CCD 引张线仪的测量原理、安装要求、监测成果等。在亭子口水利枢纽工程中的实测结果验证了仪器设备运行稳定,可靠性高,无漂移。  
**关键词** 大坝;安全监测;水平位移;CCD;引张线仪  
**中图分类号**:TV689.1 **文献标识码**:A

## APPLICATION OF CCD TYPE WIRE ALIGNMENT IN TINGZIKOU HYDRO ENGINEERING

Zhao Yifei, Ou Tonggeng, Li Nongfa, Shi Yuhui and Yu Jianfeng  
(Key Laboratory of Earthquake Geodesy, Institute of Seismology, CEA, Wuhan 430071)

**Abstract** Measuring principle, installation requirement and monitoring results of CCD type alignment and introduced. The test result in the Tingzikou hydroengineering verifies that the instrument has the advantages of good stability and no drift.  
**Key words**: dam; safety monitoring; horizontal displacement; charge-coupled device( DCD ); wire alignment transducer

### 1 引言

亭子口水利枢纽工程是嘉陵江干流开发中的控制性工程。亭子口电站计划装机 80 万千瓦,年发电量 29.6 亿千瓦时(实际工程总装机容量为 110 万千瓦,年发电量约 32 亿千瓦时),大坝坝顶高程 466 米,正常蓄水位 458 米,总库容 41.16 亿立方米,设计灌面 2 267 平方千米。  
大坝水平位移监测自动化项目布置在基础廊道 17~36 号坝段、高程 460 米廊道 1~20 号坝段、坝顶 20~36 号坝段。引张线仪经优选,采用武汉地震科学仪器研究院研制的 CW-YZII 型遥测引张线仪。CW-YZII 型遥测引张线仪,其测量为非接触式、自动化一

维水平位移测量仪器,主要用于大坝引张线测量<sup>[1,2]</sup>。

### 2 CCD 引张线仪的工作原理

经准直后的光束均匀照射到引张线时,引张线在 CCD 接收靶面形成一条阴影,CCD 按设定的时序进行自动扫描,经处理后即得到实时的引张线位置值(图 1)。  
CCD 引张线仪的主要技术参数为:  
测量范围:0~25 mm;  
分辨率:0.02 mm;  
精度:±0.5 mm;  
环境温度:−20℃~+60℃  
环境湿度:<98 %;

\* 收稿日期:2013-08-02  
基金项目:中国地震局基本科研业务费专项(1S201126048)  
作者简介:赵义飞,男,1984 年生,助理工程师,主要从事形变观测技术的研究. E-mail: yifei\_zhao0712@163.com

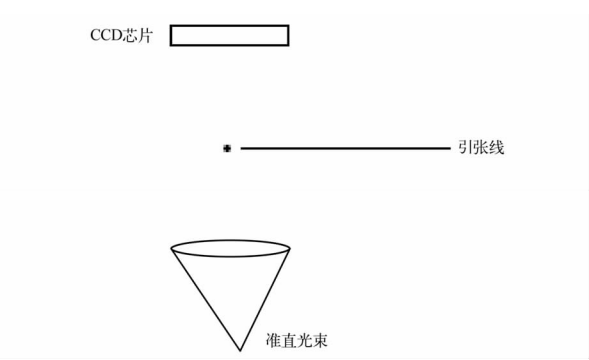


图1 CCD 引张线工作原理图

Fig.1 Working principle of CCD type wire alignment

输出:RS485;  
数据传输速率:2400 波特率;  
工作电压:AC36V。

### 3 CCD 引张线仪安装调试

在引张线端点装置安装时,要求引张线与坝轴线平行。用浮船把引张线(钢丝)调整到大体上水平,引张线(钢丝)与人工观测钢板尺间距 0.3 ~ 3 mm。引张线(钢丝)从仪器缺口处进入,仪器大体置平由测点装置的安装保证,调整仪器位置,使引张线大致处于 CCD 的中间位置,借助笔记本电脑,采用随机采模式,采得的数据大体处于 14 左右,表示引张线(钢丝)已基本上处于 CCD 的中间位置。

### 4 CCD 引张线仪观测资料分析

CCD 引张线仪自 2011 年年底完成安装调试投入运行以来,未发现硬件故障,系统稳定性高。图 2 是基础廊道 17 ~ 35 号坝段自 2012 年 10 月与 2011

年 12 月 30 日初始值的差值过程曲线,图中 X 轴是基础廊道坝段号,Y 轴为仪器测值与仪器初始值的差值即坝段位移值。从图中可以看出,各个坝段的位移测值过程曲线符合亭子口水电站大坝的形变规律。

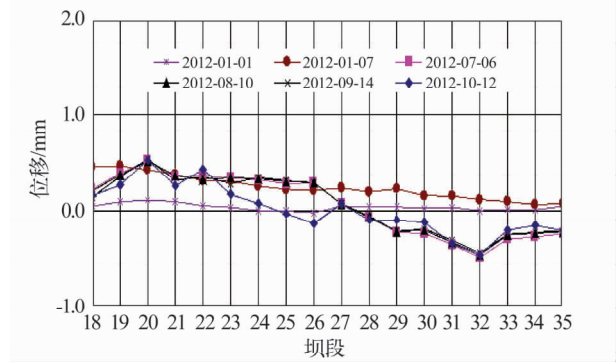


图2 CCD 引张线仪位移曲线

Fig.2 Displacement curve of CCD type wire alignment

### 5 结语

从 CCD 引张线在亭子口水利枢纽工程中的使用效果看,其测量结果能满足要求,整个测量过程无机械动作,无漂移现象,无非线性的修正问题。仪器设备运行状态稳定,可靠性高。

### 参 考 文 献

1 朱伟宾,等. 电容式引张线仪和垂线坐标仪在大坝监测应用中的讨论[J]. 水电能源科学,2010,28(1):60-65.  
2 何金平. 大坝安全监测理论与应用[M]. 北京:中国水利水电出版社,2010.

(上接第 97 页)

### 6 结束语

以 MEMS 加速度计为基础、SCO 型单片机为核心、SD 卡为数据存储方式以及电池供电的地震触发器实现了免维护、长时间的振动监测与记录。该研究在交通运输、基础设施、地震检测、报警系统、环境监视、工程测振、地质勘探等的振动测试与分析等领域具有较好的应用前景。

### 参 考 文 献

1 马克斯蒂 H W. 耐强振和冲击的电子设备设计[J]. 雷达

与对抗,1998,4:55-57.

2 朱翊洲. 绝对累计速度 CAV 的标准算法及其对地震监测的影响[J]. 噪声与振动控制,2012,2:182-184.  
3 张海涛,阎贵平. MEMS 加速度传感器的原理及分析[J]. 电子工艺技术,2003,24(6):260-263.  
4 刘凤丽. 一种电容式微加速度计的系统设计与温度影响分析[J]. 沈阳理工大学学报,2009,28(3):79-82.  
5 高克芳,郭建钢. 一种基于噪声点检测的自适应中值滤波方法[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2009,38(3):333-336.