

## 213 国道改线工程监测分析

杨亚静, 汪家林

(成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059)

**摘 要:** 在 213 国道改线工程的施工及公路运行期间, 公路沿线多处发生滑坡和变形沉降较大部位, 给道路的正常运行带来隐患。为此, 对这些路段进行监测, 以确定它们的稳定性, 确保施工的进度。简要介绍千金沟大桥以及斑竹林两处, 安装必要的精密仪器进行监测, 在出现变形破坏的征兆时捕捉到稳定性的异常信息, 并对这些信息进行分析研究, 以便及时发现问题, 指导施工。

**关键词:** 稳定性; 多点位移计; 钻孔倾斜仪; 监测

**中图分类号:** U415.1; P642.22

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2007)03-0128-03

## Monitoring and Analysis of National Road

YANG Ya-jing, WANG Jia-lin

(College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

**Abstract:** By analysis of the 213 national road geological engineering conditions make sure monitoring items, then choose and lay right instruments. By analysis of monitoring information know stability condition during constructing, then provide secure information to the project. Holding working condition in time help us find problem as quickly as possible, then take measure in time.

**Key words:** stability; multiple position borehole extensometer; bore hole inclinometer; monitoring

四川岷江紫坪铺水利枢纽工程是国家重点建设项目, 是西部大开发的标志之一, 是一座以灌溉和供水为主, 兼有发电、防洪、环境保护、旅游等综合效益的大型水利枢纽工程。根据工程施工进度要求, 在水库下闸蓄水之后, 原 213 国道部分路段将被淹没。本文针对 213 国道改线工程中出现的滑坡及变形沉降较大的千金桥部位进行稳定性监测, 由监测结果对后续工作进行指导。

### 1 工程概况及基本地质条件

西部四川岷江紫坪铺水利枢纽工程是国家重点建设项目, 由于其施工总进度安排, 在下闸蓄水之后将淹没 213 国道部分路段, 为此, 将对此段公路进行改线。213 国道改线工程沿岷江右岸展布, 为四川盆地西北侧, 龙门山地东南段, 地势自西北向东南倾斜, 属低中山区。该区域地质构造较复杂, 岩性、岩相不稳定; 岩土工程地质性质较差。由于本工程为大型水电水利工程淹没区内的改建公路, 属较重要建设项目, 工程区地质背景条件较为复杂, 属地质灾害易发区。公路沿线及其邻近区域已发生及可能发生的地质灾害有滑坡、崩塌、小型泥石流、煤洞采空区塌陷以及库岸塌陷等。

改线路段中的千金沟大桥 6# 桥墩和 7# 桥台在施工过程中出现了沉降和位移变形。千金沟大桥横跨千金沟。桥位区位于千金沟沟口一带, 千金沟蜿蜒曲折, 在工区范围总体流向呈北西流向, 过沟沟床宽 5~10 m, 谷底高程 852~855 m, 两岸基本对称, 坡顶高程 882~900 m, 坡高 30~50 m。左岸为大致呈南北向展布的山嘴地形, 被崩坡堆积块碎石土覆盖, 地形坡度 15~30°; 右岸基岩裸露, 为一呈北东向展布的单薄条形山脊, 山顶高程 870~885 m, 地形坡度 35~40°。桥位区第四系松散堆积层主要有: 第四系全新统人工堆积( $Q_4^{+dl}$ ) 煤洞弃渣, 厚 3.6~9.12 m; 崩坡积( $Q_4^{+dl}$ ) 块碎石土, 厚 8~20.12 m; 冲洪积( $Q_{4-2}^{al+pl}$ ) 块卵石土, 厚 10~12.5 m。下伏三叠系须家河组上段( $T_{3xi}$ ) 长石石英砂岩、

砂质页岩、泥质页岩、碳质页岩。

斑竹林滑坡位于都汶高速公路跨线桥下游, 滑坡为覆盖层滑动, 受滑坡牵引影响, 后缘边坡出现拉裂缝, 危及该部位输电线铁塔的安全稳定。

### 2 监测仪器的选取与布置

由于千金沟大桥 6 号桥墩和 7 号桥台在施工过程中出现了沉降和位移变形, 在 6 号桥墩下游侧及 7 号桥台上游侧各布置安装 1 套多点位移计(MXQ1、MXQ2)。斑竹林滑坡为表面覆盖层滑动, 受滑坡牵引影响, 后缘出现多处拉裂缝, 危及该部位输电线铁塔的安全稳定, 滑坡处理过程中, 在滑坡后缘上方的输电线原铁塔和新建铁塔处安装了 2 个测斜孔(IN1、IN2), 监测滑坡治理效果及稳定性动态。

通过对地质报告及剖面图分析, 掌握坡体不同深度的岩性状况, 探测出滑动面的位置, 监测位移动态与发展趋势, 选定多点位移计的监测深度。MXQ1、MXQ2 为四点式位移计, 观测深度分别为 45 m 和 55 m, 多点位移计采用基康仪器(北京)有限公司生产的 BGK A6-4 型, 钢弦式传感器、玻璃纤维测杆、灌浆锚头, 量程为 100 mm, 分辨率为 0.025% FSR。钻孔倾斜仪为滑动式, 在测斜管内移动监测坡体各部位的横向变形, 选用美国 SINCO 公司生产的伺服加速度计传感器, 其量程为  $\pm 53^\circ$ , 分辨率应为 0.02 mm。采购专用的倾斜仪数据处理软件, 便于监测数据的及时处理。

根据现场施工的进度确定观测频率, 在特殊施工期间按需求加密观测频次。

### 3 仪器设备及其工作原理

#### 3.1 多点位移计

本工程使用的多点位移计均为振弦式仪器, 振弦式仪器的敏感元件是一根金属丝弦(一般称为钢弦、振弦或简称

\* 收稿日期: 2006-05-26

作者简介: 杨亚静(1980-), 女, 在读硕士研究生, 岩土工程专业。

“弦”)。根据钢弦张紧力与谐振频率成单值函数关系设计而成,所测定的参数主要是钢弦的自振频率,常用专门的钢弦频率计测定,在专用的频率计中加一个平方电路或程序也可直接显示频率的平方。该类钢弦式仪器的主要优点是钢弦频率信号的传输不受导线电阻的影响,测量距离较远,灵敏度高及稳定性好。本工程主要测读设备为 Geokon 公司生产的 GK-403 读数仪。

多点位移计是由锚头、位移传递杆、位移传感器及测头等几个主要部分组成的位移测量系统。不同深度的锚头与围岩锚固在一起以保证同步位移。当钻孔内各锚头点围岩发生位移时,锚固在围岩内的锚头也随之发生位移,此部分位移通过传递杆传递到基准端(测头位置),带动传感器的移动轴的位置发生变化。位移传感器主要由激振线圈和彼此串联的钢弦、弹簧、移动轴构成,移动轴的位移将改变弹簧的受力从而改变钢弦的受力,使钢弦的自振频率发生变化。位移与频率的平方呈线性关系,由读数仪测读各测点不同时间的频率信号,从而与初读数比较计算出岩土体的变形量。

多点位移计的成果计算可分两部分进行,第一步先将本次的观测结果与基准值比较计算出各深度测点相对于地层表面的相对位移,由于地层表面也是有变化的,所以第二步假定最深点是稳定不动的即假定该点的绝对位移为零,然后将其余各深度点的相对位移与最深点的相对位移比较从而计算出各深度测点的绝对位移。

3.2 钻孔测斜仪

钻孔测斜仪的原理图如下:

设探头上、下两组导轮的距离为  $L$ , 传感元件测得钻孔与垂线的夹角为  $\Delta\theta$ , 则上下导轮间的水平挠度为  $L \cdot \sin\Delta\theta$ , 如果逐段测试全孔, 则总挠度量为  $\sum L \cdot \sin\Delta\theta$ , 多次观测, 则总挠度量的变化值即代表位移, 由于导管与岩体结合在一起, 故由此测得变形也就代表了岩体的的水平位移。

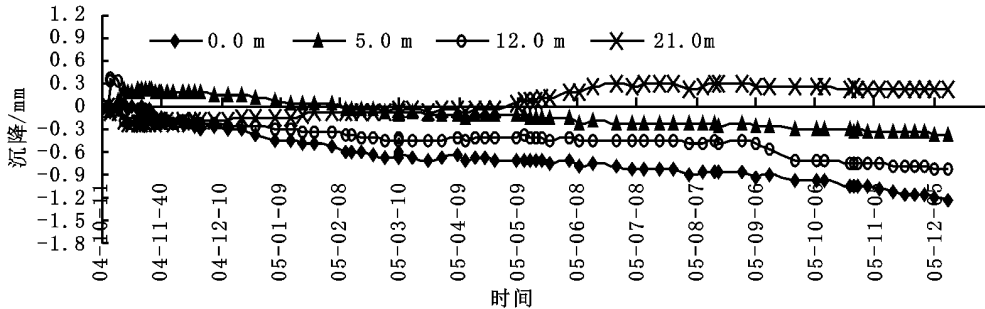


图 2 213 国道干金沟多点位移计 MXQ1 沉降-时间过程线

(2) 从位移测值看, MXQ2 各测点的位移测值均为负值, 表示位移方向向下(沉降)。从位移-时间过程线看, MXQ2 安装初期, 15 m 以上岩土体微量沉降, 以表面点沉降量最大; 2004 年 12 月以后 30 m 深度岩体也开始出现小量的沉降。从位移速率看, 2005 年 1 月中旬前的沉降速率很小, 1 月下旬后的沉降速率有所增大, 近 3 周的位移速率为  $-0.03 \text{ mm/d}$ 。从位移与孔深的关系来看, 位移量随深度有所减小,

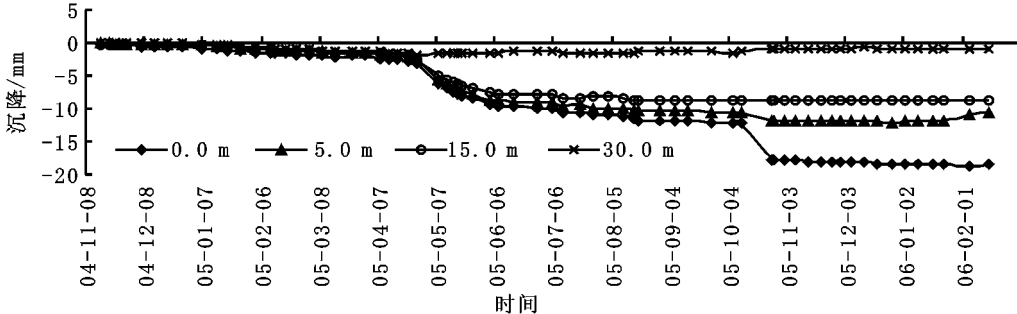


图 3 213 国道干金沟多点位移计 MXQ2 沉降-时间过程线

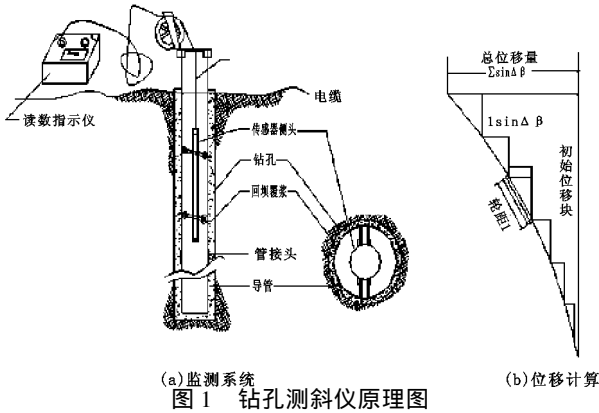


图 1 钻孔测斜仪原理图

4 现场观测与资料整理

监测得到的直接成果是观测数据, 因此要将观测数据通过公式计算转换成监测的物理量, 物理量换算的一个重要前提条件是首先确定一个合理可靠的基准值, 以后每次观测成果都是将测得的结果与基准值比较通过计算得出监测对象的变化量。本成果分析是以仪器安装完成后首次测值为基准值。

4.1 多点位移计成果分析

(1) 从 2004 年 10 月 7 日, MXQ1 安装后, 其初期测值很小, 主要受施工和水泥浆凝固期的影响, 在 2004 年 10 月前, 该部位基本无沉降, 11 月份后表面点开始微弱沉降, 11 月底以后孔深 5 m、12 m 也开始微量沉降, 21 m 以下稳定; 从近期观测成果看, 21 m 以上部位仍存在微量的沉降, 但沉降量不大, 到目前为止, MXQ1 最大沉降量为  $-0.538 \text{ mm}$ (表面点)。

下图为 MXQ1 的沉降与时间过程线。

4.2 测斜仪成果分析

IN1、IN2 的位移变形- 时间过程线如下图:

从 IN1 测斜孔监测成果看, 该部位变形产生在孔下 16 m 左右, 其位移- 孔深曲线在 16 m 处已具有明显的滑移面特征

特征; 从 IN2 测斜孔监测成果看, 该部位变形产生在孔下 18 m 左右, 其位移- 孔深曲线在 18 m 处也具有滑移面特征。综合此 2 孔监测成果, 大致可认为滑移方向偏向上游, 滑动性质为蠕滑。

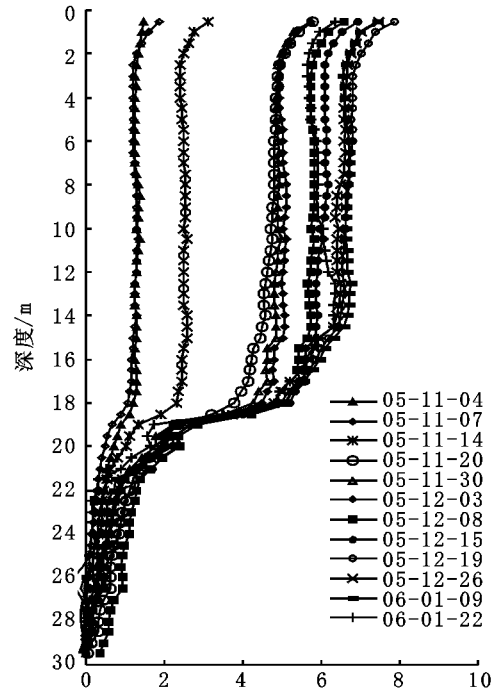


图 4 IN2A 向累计位移-孔深曲线

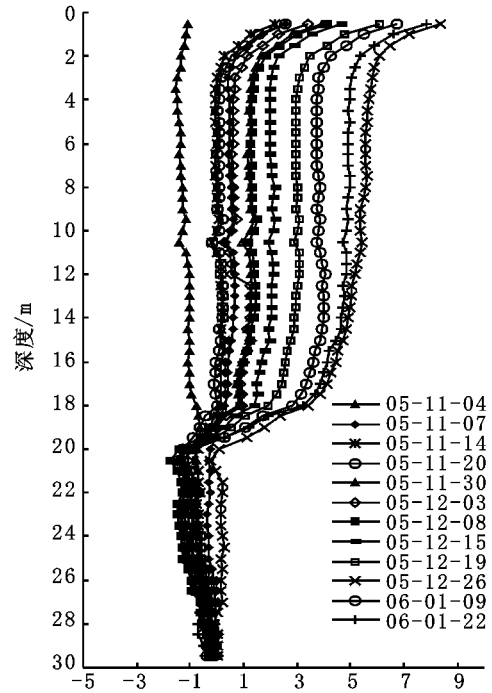


图 5 IN2B 向累计位移-孔深曲线

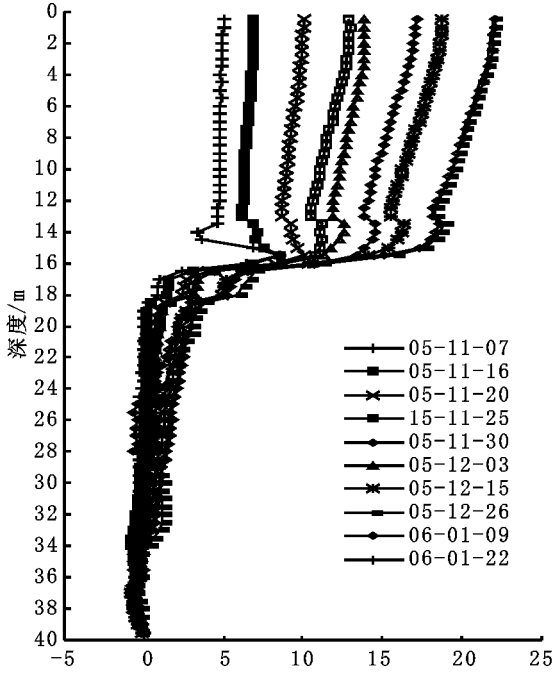


图 6 IN1A 向累计位移-孔深曲线

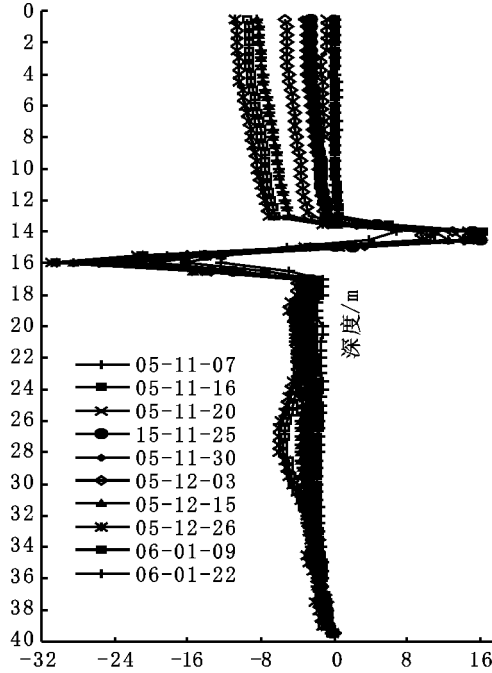


图 7 IN1B 向累计位移-孔深曲线

5 结论与建议

(1) 综合 2 支多点位移计的监测成果分析, 6# 桥墩沉降非常微小, 应属于基本正常的变形调整。7# 桥台存在沉降趋势且近期有所发展, 但沉降总量仍较小, 暂不会对千金沟大桥的稳定带来明显影响, 有待进一步观测。

参考文献:

[ 1 ] 二滩水电开发有限责任公司. 岩土工程安全监测手册[ S ]. 中国水利水电出版社, 1999. 170, 187- 188.  
[ 2 ] 李燕东. 二滩水电站泄洪洞进口边坡变形及稳定分析[ J ]. 人民长江, 1997, 2.  
[ 3 ] 林宗元. 岩土工程试验监测手册( 827 ) [ S ]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.

( 2 ) 从测斜仪的监测成果分析, 此坡体的蠕滑变形并没有完全停止, 目前原铁塔部位测斜孔 IN1 孔的位移速率仍有 0. 44 mm/d, 新铁塔部位的位移速率有 0. 21 mm/d, 估计在雨季时坡体变形会进一步加剧, 建议根据后期监测成果, 必要时采取加固措施抑制坡体变形发展。