

## 某滑坡体深层位移观测

陈帆 黄植翔

天津市市政工程设计研究院, 天津 300392

**[摘要]** 边坡滑移垮塌后应查明滑坡类型及其形成原因, 分析判断滑动后的坡体是否处于稳定状态, 是否有再次垮塌的可能及进一步发展为深层滑移的趋势, 为滑坡体处治提供科学的判断依据。

**[关键词]** 深层位移观测; 测斜仪; 位移曲线; 滑坡

DOI: 10.33142/aem.v1i3.984

中图分类号: P642.22

文献标识码: A

## Deep Displacement Observation of a Landslide

CHEN Fan, HUANG Zhixiang

Tianjin Municipal Engineering Design and Research Institute, Tianjin, 300392, China

**Abstract:** After the slope slip and collapse, the type of landslide and its formation cause should be ascertained. It is analyzed whether the slope after sliding is in a stable state, whether there is the possibility of re-collapse and the trend of further development into deep slip, then provides scientific judgment for the landslide body treatment.

**Keywords:** deep displacement observation; inclinometer; displacement curve; landslide

### 1 工程概况

G212 金沙县五里坡至黔西县大锡村公路改扩建工程起点连接 G326 国道交叉口 (K0+000), 终点为黔西县大锡村, 黔西至甘棠改建公路 (K60+218.052), 路线全长 60.700586Km, 为二级公路, 设计速度为 40Km/h。

2017 年 6 月, 因连续暴雨, K35+740~K36+150 挖方路段边坡于 2017 年 6 月 23 日晚上发生滑坡, 造成道路被冲毁, 交通中断, 给金沙和黔西两县人们交通出行造成极大不便。



图 1-1 滑坡体



图 1-2 公路冲毁

### 2 任务由来

该道路是金沙和黔西两县人们交通出行的主要通道, 迫切需要恢复已经冲毁的道路, 方便两县人们出行。

根据现场勘测成果并结合前期道路勘测成果可知, 滑坡体覆盖层主要为第四系耕植土和粘土, 厚约 1.0~5.0m, 其中耕植土平均厚度约 1.0m。下伏三叠系中统松子坎组强~中风化泥质白云岩, 其中强风化层厚度为 1.7~5.6m。

由此可知滑坡范围内覆盖层和强风化层厚度深达 10m 左右。

暴雨天气下现在已经滑移的边坡有没有可能沿着深层中风化岩层界面再次发生大规模滑移垮塌? 该采取何种工程措施才能经济合理的对本滑坡进行处治并确保处治后的边坡不再发生滑移垮塌?

为解决上述问题, 经多次分析论证, 我方决定采用深层位移观测查明现有滑坡是否稳定, 有没有发生深层滑移导致严重灾害事故的可能性。

### 3 深层位移观测原理

深层位移观测的工作原理是在边坡体内利用勘探手段埋入一定长度的测斜管，如果边坡体有下滑的趋势，则测斜管会发生一定的变形。观测时将测斜仪探头放入测斜管，测斜仪内部传感器可以敏感在每一深度处的倾斜角度。输出一个电压信号，在读数仪的显示器上显示出来，它输出的信号是以测斜导管导槽为方向基准，在某一深度处，测头上下导轮标准间距 L 上的倾斜角的函数，该信号可以换算成水平位移。

当测斜仪与垂直线存在一倾角  $\theta$  时，则它就输出一个电压信号。

$$U_{out1} = K_0 + K_1 g \sin \theta \dots\dots\dots ①$$

式中  $K_0$  为测斜仪偏值， $K_1$  为测斜仪电压标定因数  $2.5V/g$ ， $g$  为重力加速度。

为了消除  $K_0$  的影响，将测头调转  $180^\circ$ ，在该点上进行第二次测量得：

$$U_{out2} = K_0 - K_1 g \sin \theta \dots\dots\dots ②$$

①—②将偏值  $K_0$  消去，得：

$$U_{out1} - U_{out2} = 2K_1 g \sin \theta \dots\dots\dots ③$$

从测斜原理示意图 1 可以看出  $\sin \theta = \frac{\Delta i}{L}$ ，

其中  $\Delta i$  为水平位移 (mm)，

L 为导轮间距 500mm， $\theta$  为倾斜角。

综合上式可得：

$$\Delta i = L \times \frac{U_{out1} - U_{out2}}{2K_1 g}$$

$$= \frac{U_{out1} - U_{out2}}{2 \times 2500 \text{mv/g}} \times 500 \text{mm}$$

$$= (U_{out1} - U_{out2}) \times 10^{-1} \text{ (mm)} \dots\dots\dots ④$$

即： $\Delta i = (U_{out1} - U_{out2}) \times 10^{-1} \text{ (mm)}$

上式中  $(U_{out1} - U_{out2})$  读 mV 时则位移  $\Delta i$  为 mm，

则换算关系为  $1\text{mV}=0.1\text{mm}$ 。

用测头连续在任一深度 i 点上测试的总位移  $\delta = \sum \Delta i$ 。

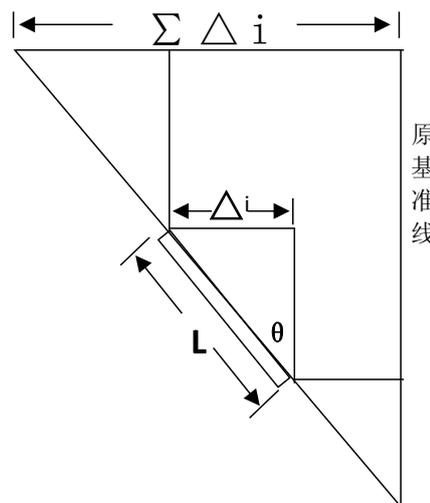


图 3-1 测斜原理示意图

### 4 钻孔布置

根据滑坡特征结合深层位移观测原理，在滑坡段共布置 7 个地质钻孔用以进一步查明滑坡岩土构成，同时通过测斜仪进行深孔观测，用以查明滑动面埋深及滑动方向等。

### 5 观测数据

7 个地质观测孔中其中 ZK3 因孔壁垮塌没有测量到相关位移值，剔除孔口段 1m 范围内因人为操作导致的个别数据异常点，各钻孔的最大相对位移值如下表：

表 1 相对位移数值表

钻孔号	X 方向最大相对位移(mm)	Y 方向最大相对位移(mm)
ZK1	22.12	10.72
ZK2	3.93	5.81
ZK4	21.62	1.08
ZK5	6.71	12.29
ZK6	8.05	10.13
ZK7	4.55	9.04

根据地勘和深孔观测成果，本次滑坡体覆盖层沿着外倾岩土交界面向下滑移，属于浅层顺向滑坡，滑坡体积约为

57032m<sup>3</sup>，滑移面积为 16670 m<sup>2</sup>，属于大型滑坡。

本边坡滑移后阻断交通，后果严重，本边坡安全性等级为一级，其水平位移监测警戒值为 30~35mm，深孔观测结果表明滑坡体前后多次观测位移曲线基本稳定，其 X 轴和 Y 轴方向最大相对位移值均小于警戒值 30~35mm，可知滑坡体体现基本处于稳定状态。相关勘探孔观测到的深层位移曲线如下图所示：

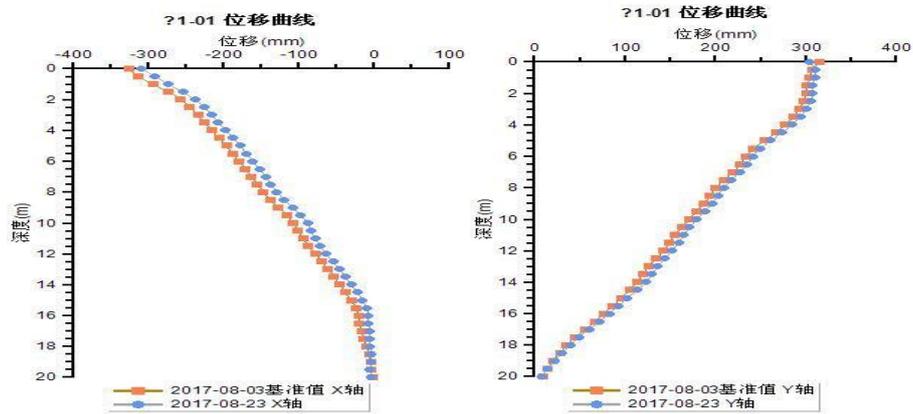


图 5-1 ZK1 孔 X 及 Y 方向位移曲线

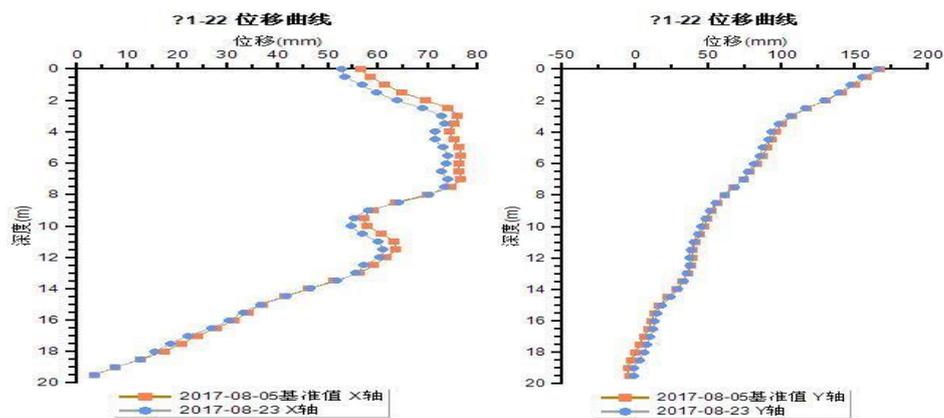


图 5-2 ZK2 孔 X 及 Y 方向位移曲线

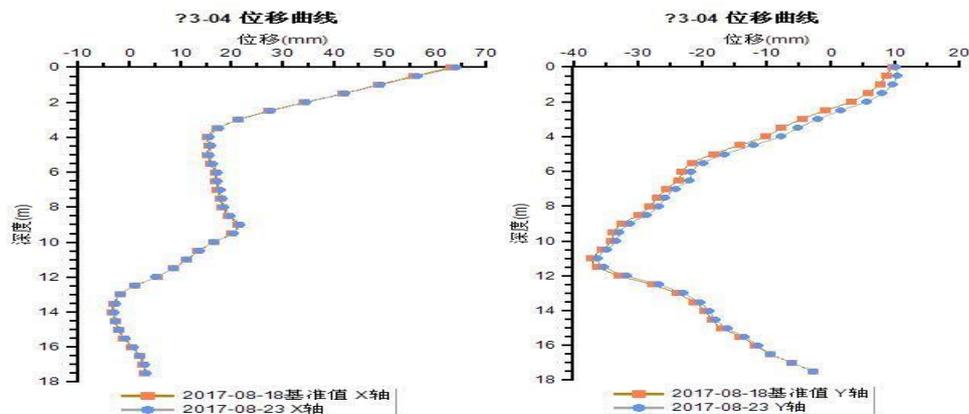


图 5-3 ZK4 孔 X 及 Y 方向位移曲线

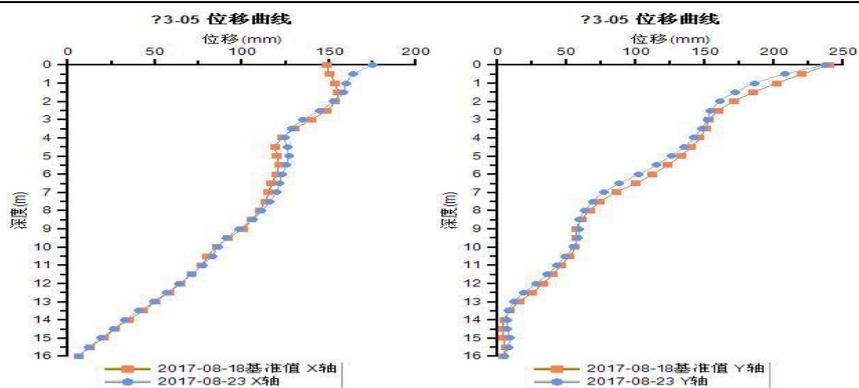


图 5-4 ZK5 孔 X 及 Y 方向位移曲线

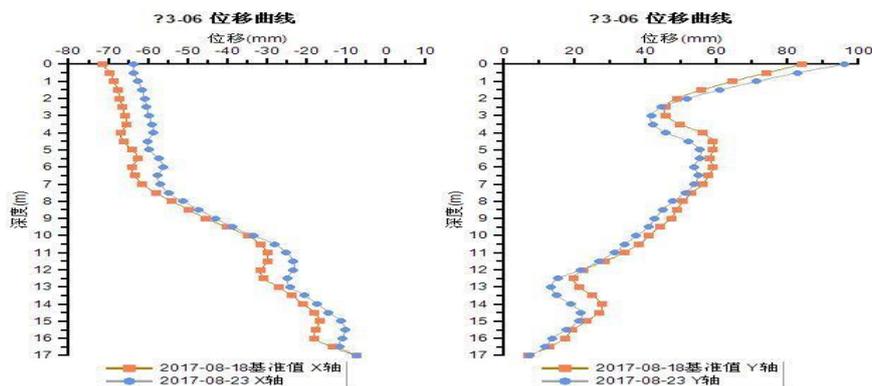


图 5-5 ZK6 孔 X 及 Y 方向位移曲线

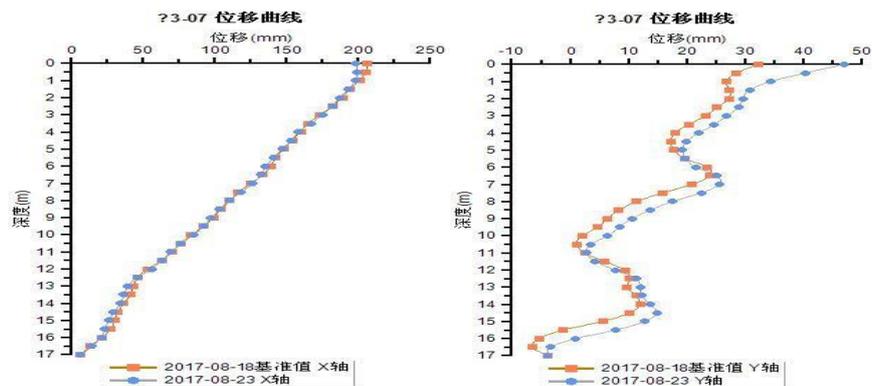


图 5-6 ZK7 孔 X 及 Y 方向位移曲线

## 6 结论及建议

(1) 忽略孔口一米范围内人为操作导致的误差, 观测钻孔深层位移数据表明桥址区同一钻孔前后观测位移值拟合曲线趋于一致, 本次滑坡是地表浅层滑坡, 滑动后的地层现在处于稳定状态, 无深层滑动迹象。

(2) 建议对本滑坡采取清除地表浅层滑动土体并结合挡土墙的方式对本滑坡进行处治。

### [参考文献]

- [1] 何云, 唐军, 李明智, 刘平军. 贵州省沿德高速公路龙家岩滑坡治理工程实例研究[J]. 灾害学, 2018, 33(S1): 134-137.
- [2] 杨志刚, 何云. 贵州省某高速公路滑坡变形破坏机理分析[J]. 交通科技, 2015(04): 60-63.
- [3] 李明峰, 卜建阳, 曹必武. 基坑支护结构深层位移监测数据处理方法研究[J]. 江苏测绘, 2002(04): 10-12.

作者简介: 陈帆 (1979-), 男, 工作单位: 天津市市政工程设计研究院, 主要从事边坡防护、工程地质勘察。