

# 边坡应急监测与变形规律研究

## Study on Emergency Monitoring and Deformation Law of Slope

韦昭传 陈卓佳

Zhaochuan Wei Zhuojia Chen

贵州省地质矿产勘查开发局一一五地质  
大队  
中国·贵州 贵阳 551400  
Guizhou Geology and Mineral Exploration and  
Development Bureau 115 Geological Brigade,  
Guiyang, Guizhou, 551400, China

**【摘要】**贵阳某工程边坡,因暴雨等原因导致严重变形,布设40个监测点,对边坡进行应急监测。监测表明采用先快速后精确分阶段的应急方式是可行的;回填覆压能较快稳定边坡;支护边坡变形整体性较强,有“后仰式”滑移等特点。贵州属于山地,工程边坡较多,对类似边坡应急监测具有参考价值。

**【Abstract】**The slope of a project in Guiyang is seriously deformed due to rainstorm and other reasons. 40 monitoring points are arranged to monitor the slope in an emergency. The monitoring results show that it is feasible to adopt the emergency method of fast first and then accurate stage by stage; the backfill and overburden can stabilize the slope quickly; the deformation integrity of the supporting slope is strong, with the characteristics of "back up" sliding. Guizhou is a mountainous area with many engineering slopes, which has reference value for emergency monitoring of similar slopes.

**【关键词】**应急监测;应急措施;变形规律

**【Keywords】**emergency monitoring; emergency measures; deformation law

**【DOI】**10.36012/se.v2i1.1161

## 1 引言

随着经济社会发展,城镇化率的提高,房地产工程项目也得到长足的进步和发展,且房地产项目中对地下车库的需求日益增加,故地下室的开挖过程中,产生了很多零时性或永久性边坡。本文以贵阳某工程地下室开挖中零时性边坡为实例,研究边坡变形应急监测方法、精度控制、边坡稳定措施及边坡变形规律等问题。该边坡由于受到连续性暴雨、支护情况、地下水等因素影响,已发生严重变形和下沉,边坡顶部已出现很宽的裂缝,危及边坡下方基坑的施工作业安全和边坡上方的道路通行安全。

## 2 边坡应急监测方法与精度控制

### 2.1 监测点布设及监测频率

整个边坡长度约280m,高度为12~15m,坡度为50°~70°。在边坡的上部和中部位置布设两排共40个监测点(如图1所示),由于交叉施工,边坡底部不具备布设条件。由于边坡变形严重,裂缝明显,情况紧急,属于应急抢险监测,常规的变

形监测周期已不能满足现场需求,故采用更高频率的监测方式。初期监测频率定为每天三次;在边坡采用稳定措施后,变形量减小,频率调为一至三天监测一次,最后调为一至两周监测一次<sup>[1-3]</sup>。

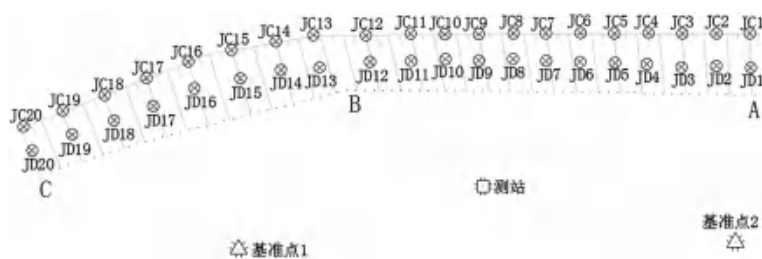


图1 布点示意图

### 2.2 监测方法与精度控制

本次监测采用徕卡TS60高精度测量系统,因每个点都能通视,故而在后视基准点后,直接测量每个监测点的三维坐标。本方法的优点是简单、方便、效率高,缺点是测量的精度不够高。由于时间紧,任务重,为了更早更快地实现边坡监测,采用先快后准的监测方法过渡,在项目开展初期,监测方法经过了三个阶段调整,逐步提高监测精度。

第一阶段,基准点和监测点均埋设监测钉,监测钉顶部为十字叉,在钉子顶部架设强制对中杆测量,仪器采用三脚架架设。经过测量对比,该方法的平面精度为3~6mm,高程精度为2~5mm,且单对中杆和单棱镜的精度比多对中杆多棱镜的精度高。

第二阶段,随着采用混凝土埋设棱镜接头工作的完成,基准点和监测点直接将棱镜插入到预埋的棱镜接头中测量,仪器依旧采用三脚架架设。经过测量对比,该方法的平面精度为1~3mm,高程精度为1~3mm,且单棱镜的精度比多棱镜的精度高。

第三阶段,待观测墩的埋设并凝固稳定后,仪器架设在观测墩上测量,基准点和监测点直接将棱镜插入到预埋的棱镜接头中测量。经过测量对比,该方法的平面精度为0.1~1mm,高程精度为0.1~1mm,且单棱镜的精度比多棱镜的精度高,该方法可达到高精度监测的要求<sup>[4]</sup>。

### 3 支护段边坡变形规律研究

根据收集的资料和现场踏勘显示,边坡AB段为已支护的边坡,支护方式为锚索锚杆,边坡表面喷浆挂网。边坡BC段为未支护的边坡,以回填土质材料为主。本项目共布设40个监测点,观测时间约100d,观测期数共50期,文章展示了比较有代表性的10个点共10期的数据。水平方向的位移数据见表1,竖直方向的位移数据表如表2,水平方向位移趋势图见图2,竖直方向位移趋势图见图3。

表1 水平方向位移量数据表

mm										
点号	第1天	第3天	第5天	第10天	第15天	第20天	第30天	第50天	第80天	第100天
JC3	0.0	2.0	2.7	3.7	4.1	4.5	4.9	4.8	4.6	4.6
JC5	0.0	3.4	4.8	8.4	12.1	13.9	13.8	14.3	14.9	15.1
JC7	0.0	4.7	6.1	18.8	23.7	25.4	26.2	27.6	27.2	27.4
JB7	0.0	8.6	12.3	25.4	33.7	35.9	37.2	39.6	38.8	39.7
JC8	0.0	7.2	9.6	16.4	19.6	23.8	24.3	23.3	24.9	24.8
JB8	0.0	9.1	14.0	23.9	28.7	30.9	33.7	35.5	36.9	36.4
JC9	0.0	5.6	7.0	15.2	18.5	19.5	20.1	20.1	21.9	21.1
JC10	0.0	4.9	6.3	7.4	8.3	11.8	11.3	12.1	11.0	10.2
JC15	0.0	5.0	5.3	6.1	6.8	10.1	9.6	10.3	11.7	11.9
JB15	0.0	4.2	5.4	6.3	6.9	8.2	9.8	10.3	9.9	8.7

表2 竖直方向位移量数据表

mm										
点号	第1天	第3天	第5天	第10天	第15天	第20天	第30天	第50天	第80天	第100天
JC3	0.0	-1.5	-1.9	-1.6	-1.3	0.6	-3.3	-3.6	-3.2	-2.5
JC5	0.0	-6.8	-11.9	-16.1	-18.1	-20.0	-21.5	-22.4	-22.3	-22.6
JC7	0.0	-13.9	-22.5	-30.5	-33.6	-35.3	-40.0	-42.2	-44.4	-44.5
JB7	0.0	-10.5	-13.2	-22.5	-26.2	-28.3	-29.0	-30.1	-30.3	-30.8
JC8	0.0	-10.9	-19.3	-27.0	-29.2	-33.8	-35.3	-36.4	-36.6	-36.3
JB8	0.0	-8.9	-10.7	-16.6	-22.8	-23.4	-23.4	-24.5	-25.2	-25.9
JC9	0.0	-6.8	-11.9	-16.1	-18.1	-20.0	-21.5	-22.4	-22.3	-22.6
JC10	0.0	-5.1	-6.2	-6.9	-8.0	-10.3	-10.7	-11.8	-12.4	-13.1
JC15	0.0	-3.2	-8.5	-13.0	-12.8	-13.8	-14.5	-15.3	-15.6	-15.4
JB15	0.0	-4.1	-4.6	-13.6	-14.4	-13.0	-16.4	-14.7	-15.3	-15.9

边坡出现变形后,为保证边坡上下方的人身财产安全,阻止边坡进一步变形趋势,从监测的第5天开始,边坡下方采用土石方回填覆压方式稳定边坡,直到第20天回填工作基本完成。回填土石方为带状分布,沿着边坡下方,宽约8m,高6~8m。从表1、表2和图2、图3变形规律,结合工程施工的情况分析得:

①根据回填覆压对边坡的影响,边坡变形可分为三个阶段:

第一阶段是回填前,时间是第1~5d,变形速率较大,平均位移量水平方向为1.5mm/d、竖直方向为2.2mm/d,最大点位

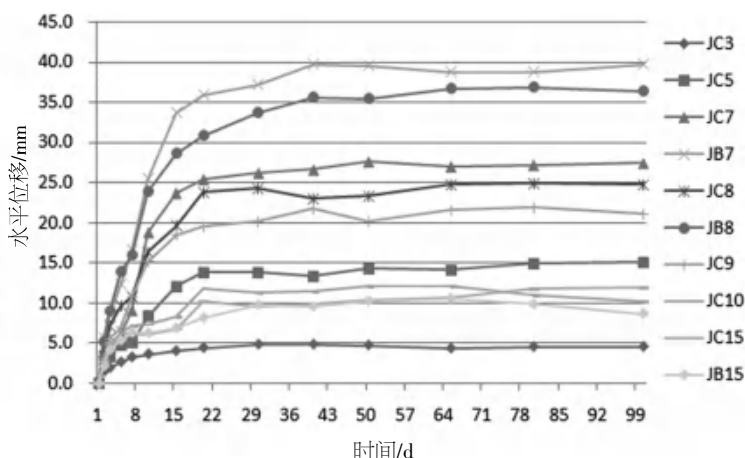


图2 水平方向位移趋势图

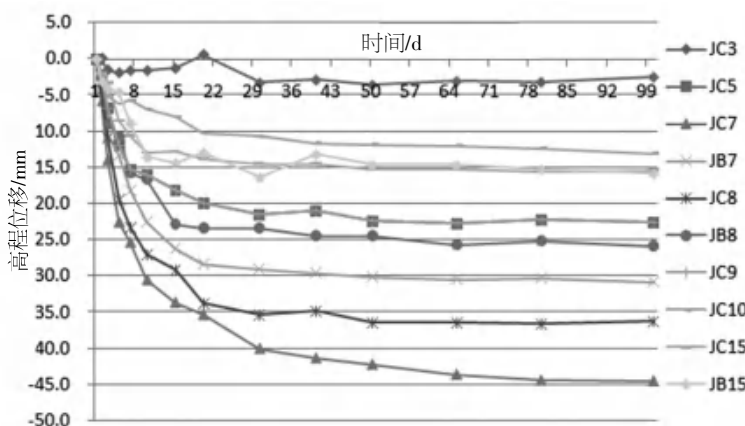


图3 垂直方向位移趋势图

移量水平方向为 2.8mm/d、竖直方向为 4.4mm/d；

第二阶段是回填中，时间是第 5~20d，变形速率逐渐变小，平均位移量水平方向为 0.8mm/d、竖直方向为 0.6mm/d，最大点位移量水平方向为 1.4mm/d、竖直方向为 0.7mm/d；

第三阶段是回填后，时间是第 20~100d，变形速率小，边坡逐渐趋于稳定。

②边坡整体成中间段变形大，向两边逐渐变小的态势。根据监测数据分析，其中 JC1~JC5 方向变形逐渐变大；JC5~JC9 段变形最为严重，水平方向累计最大值为 39.7mm，竖直方向累计最大值为 44.5mm；JC9~JC20 方向变形逐渐变小。结合其他点变形情况得出水平方向位移量和竖直方向位移量成正比。

③AB 段为已支护边坡，边坡顶部点(编号 JC)比边坡中部点(编号 JB)的水平位移量小约 12mm，而边坡顶部点比边坡中部点的竖直位移量大约 14mm，可得出在支护段边坡其变形整体成“后仰式”滑移式下沉，上部下沉大平移小，下部下沉小平移大，支护边坡的移动的整体性强。BC 段为未支护边坡，其变形规律较为零散，随机性较大，整体性不强<sup>[5,6]</sup>。

## 4 结语

①应急抢险边坡监测具有时间紧、任务重等特点。监测频率远高于常规监测频率；监测方法要求快速、简单、高精度，在无法同时满足所有条件的情况下，可以按不同方法分阶段实现，选择先快速后高精度分阶段过渡的方式，达到先快速了解和及时掌握，之后再精确控制的目的。

②在应急边坡抢险中，采用土石方回填覆压方式稳定边坡的方法是可行的，具有高效率、易操作、效果好等特点。

③边坡变形有非均匀性、分段性、零散性等特点，支护边坡与未支护边坡变形规律不同。支护边坡变形整体更强，还具有“后仰式”滑移式下沉的特点；而未支护边坡变形整体性不强、零散、随机性较大。

## 参考文献

- [1]龙林,李之达.长沙市某深基坑工程的监测及变形规律研究[J].建筑结构,2020,50(2):133-137.
- [2]顾雷雨,黄宏伟,陈伟,等.复杂环境中基坑施工安全风险预警标准 [J]. 岩石力学与工程学报,2020,50(2):133-137.
- [3]蒲建华.高速公路边坡监测及信息管理系统应用研究[D].成都:成都理工大学,2014.
- [4]孙华芬.尖山磷矿边坡监测及预测预报研究[D].昆明:昆明理工大学,2014.
- [5]李金阁.基于徕卡测量机器人的边坡监测系统研究[D].重庆:重庆交通大学,2017.
- [6]李秀峰.地铁基坑地表风险监测及变形规律的研究[D].淮南:安徽理工大学,2018.