

The Analysis and Thinking of Loess Slumping Landslide and Deformation Monitoring in Sanxia Reservoir

Shaobo Zhong

Hydrogeological Engineering Geological Brigade of Hubei Province, Jingzhou Hubei
Email: zhong1840@sina.com

Received: Apr. 8th, 2016; accepted: Apr. 26th, 2016; published: Apr. 29th, 2016

Copyright © 2016 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Landslide deformation and displacement monitoring directly reflects the deformation and stability characteristics of landslide. Based on the study of data from landslide deformation displacement monitoring in the most obvious and active periods of 2004-2011, and the relationship between the displacement rate and cumulative displacement of landslide monitoring, it showed that loess slumping landslide and deformation had typical phase characteristics and provided scientific evidence for the early warning and prevention of landslide monitoring.

Keywords

Landslide, Monitoring, Deformation and Displacement, Displacement Rate

三峡库区黄土坡滑坡变形监测分析与思考

钟少波

湖北省水文地质工程地质大队, 湖北 荆州
Email: zhong1840@sina.com

收稿日期: 2016年4月8日; 录用日期: 2016年4月26日; 发布日期: 2016年4月29日

文章引用: 钟少波. 三峡库区黄土坡滑坡变形监测分析与思考[J]. 测绘科学技术, 2016, 4(2): 60-67.
<http://dx.doi.org/10.12677/gst.2016.42008>

摘要

滑坡变形监测位移直接反映滑坡的变形性状及稳性状,通过2004~2011年黄土坡滑坡变形的位移速率和累积位移量的关系,分析了滑坡变形监测位移特征及变形特征,根据监测结果,表明黄土坡包滑坡变形具典型的阶跃性特点,为滑坡监测预警与防治提供科学依据。

关键词

滑坡, 监测, 变形位移特征, 位移速率

1. 滑坡概况

黄土坡滑坡东距巴东老城区 2 km, 行政区划隶属巴东县信陵镇。黄土坡滑坡发育于三叠系中统巴东组第二段、第三段以泥岩、泥质粉砂岩、泥灰岩为主的易滑地层中,是一个多期次形成、结构复杂、由古滑坡体和崩滑堆积体组成的复合岩土混合型地质灾害体。以三道沟为界,西、东前缘分别为 I#、II#两个临江崩滑堆积体,分布高程在 250~260 m 以下;其上由园艺场滑坡和变电站滑坡组成,分布高程在 180~600 m。黄土坡滑坡区总面积 1.358 km², 体积 6934.1 × 10⁴ m³, 2013 年三峡水库蓄水后,黄土坡滑坡浅部和深部变形十分明显[1]。根据变形特征,划分为 I#临江崩滑堆积体、II#临江崩滑堆积体、园艺场滑滑体和变电站滑体(图 1), 并进行了长期监测。

2. 滑坡变形与变形监测位移特征

2.1. 变形监测

针对滑坡变形,布置了滑坡区建立了三纵(监纵 1、2、3)四横(A、B、C、D)监测剖面组成的立体监测网, I#临江崩滑堆积体布设有 8 个 GPS 监测点; II#临江崩滑堆积布设有 5 个 GPS 监测点; 园艺场滑滑体布设有 3 个 GPS 监测点; 变电站滑滑体布设有 5 个 GPS 监测点, 2004 年首测, 在 2004 年至 2011 年期间, 滑坡变形较明显, 监测的位移变形较大[2] (图 2~5)。

2.2. 变形位移特征

从上述变形位移曲线及监测数据分析, 滑坡变形具有以下特征:

I#临江崩滑堆积体反映滑坡变形总体呈持续变形特性, 整体呈持续增加趋势; II#临江崩滑堆积 2004 年~2005 年变形阶跃值较小, 2006~2011 年变形呈缓慢增加趋势; 园艺场滑坡体呈持续变形特性, 在 2006 年变形最明显, 变形阶跃值较大, 变形呈缓慢增加趋势; 变电站滑坡体变形呈缓慢增加趋势, 在 2004 年~2011 年变形呈逐年增大趋势, 根据黄土坡滑坡从 2004~2011 年监测时段分析, 滑坡整体同步变形为以下因素所致:

① 巴东县城区降水丰沛, 具降雨连续集中、雨量大、强度高特点, 由于排水沟道不够完善, 降雨、生活废水形成的水流一方面冲刷、侵蚀边坡坡脚, 表明地下水受降雨入渗影响明显, 迳流途径短, 循环交替迅速, 对坡体稳定性影响较大。

② 变形破坏地段物质组成为多期次崩滑堆积的碎块石土, 结构松散, 地形主要表现为陡缓相间折线坡间夹多级缓坡平台, 一般缓坡段居民建筑物较为集中, 人类工程活动强烈, 岩土体受后期改造(主要是切坡)扰动较大, 透水性较强, 具有坡体变形的内在物质基础和地形条件。

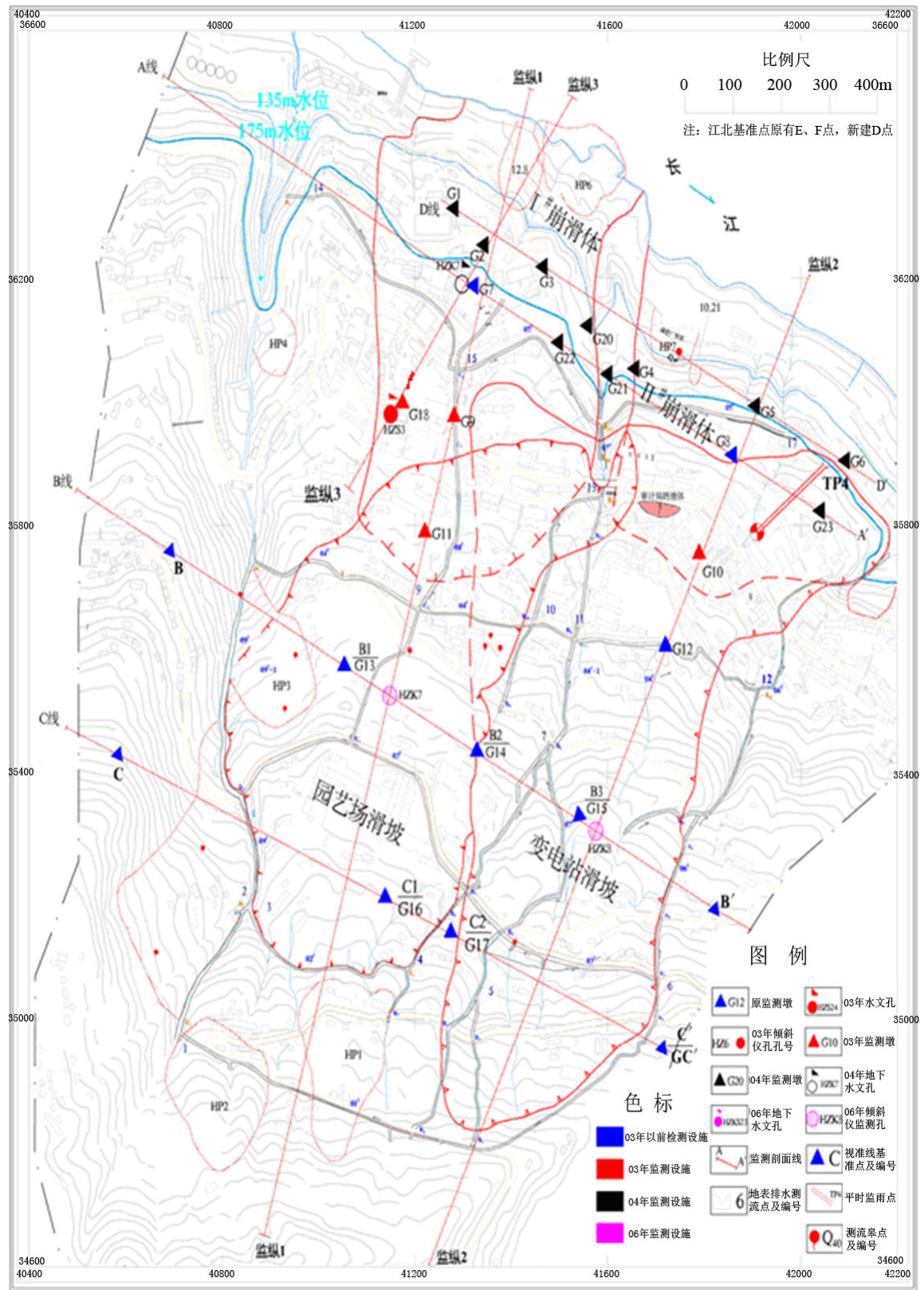


Figure 1. Loess slumping landslide and deformation monitoring mesh designation plan

图 1. 黄土坡滑坡变形监测网点布置平面图

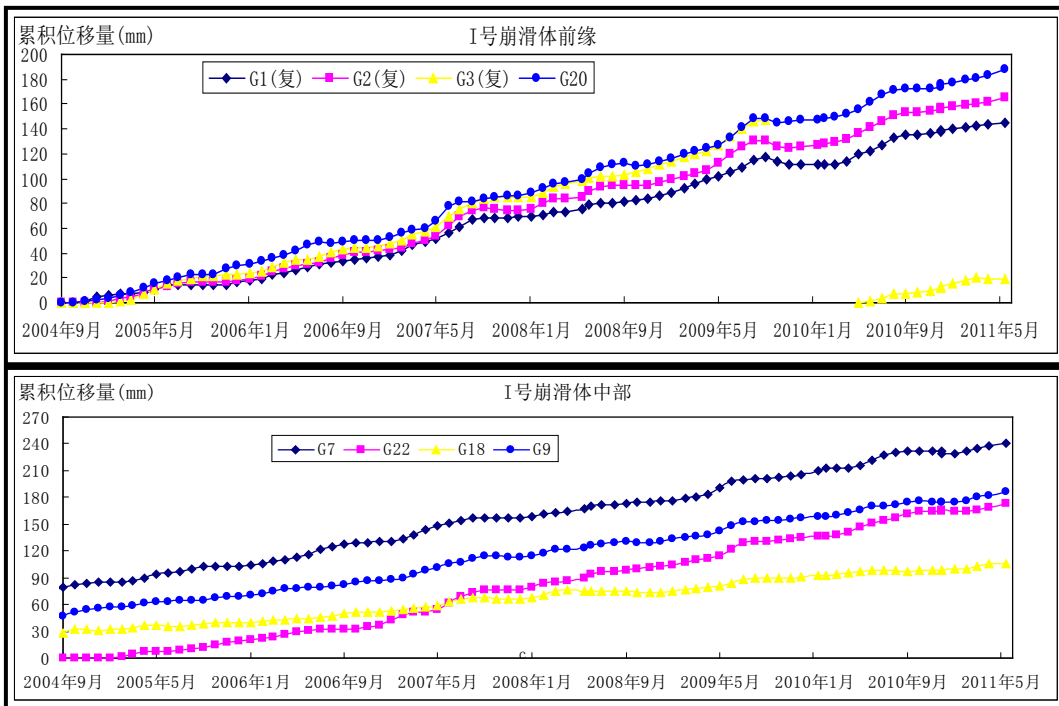


Figure 2. I# The horizontal displacement curve of cumulative Linjiang riverside slumping mass monitoring points
图 2. I#临江崩滑堆积体监测点累计水平位移曲线

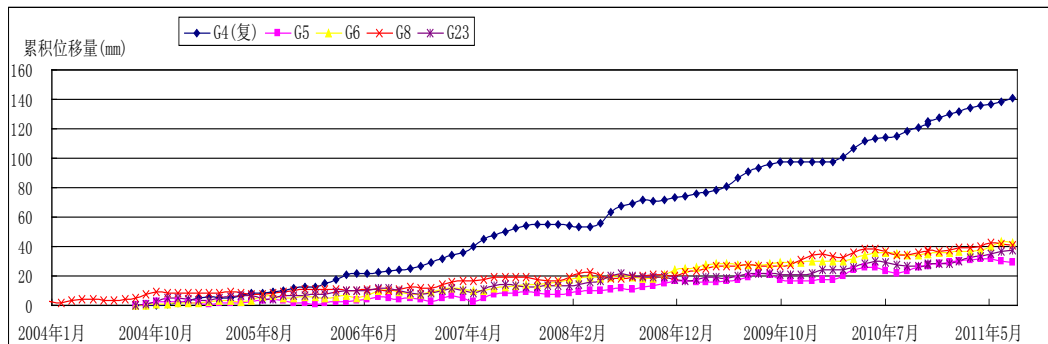


Figure 3. II# The horizontal displacement curve of cumulative Linjiang riverside slumping mass monitoring points
图 3. II#临江崩滑堆积体监测点累计水平位移曲线

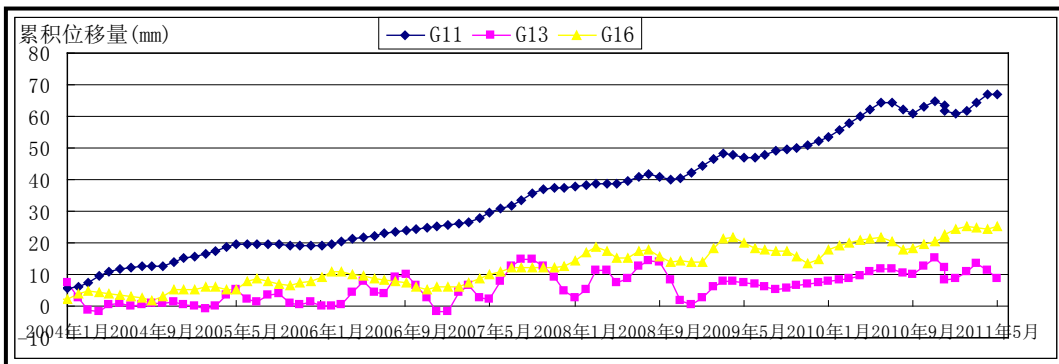


Figure 4. The horizontal displacement curve of Nian Yuan Yi Chang landslide monitoring points
图 4. 园艺场滑坡体监测点水平位移曲线

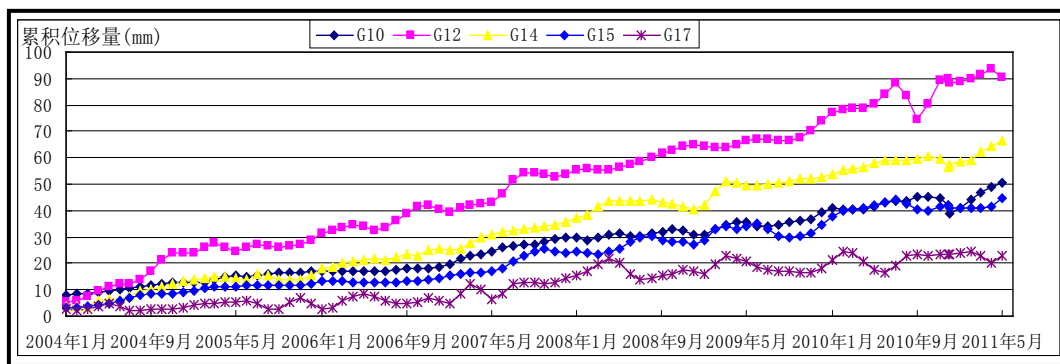


Figure 5. The horizontal displacement curve of substation landslide monitoring points

图 5. 变电站滑坡体监测点水平位移曲线

③ 在 135 m 蓄水前，崩滑堆积体前缘临江部位多具有高陡临空面，三峡库区江水洪峰急剧消落期间或滞后数日常引发坍塌体产生，洪水期江水一方面对崩滑堆积体下部坡段冲刷侵蚀，另一方面渗入坡体内浸泡软化崩滑堆积体内的软弱层(带)，使其物理力学性能降低。洪峰大幅度急剧消落期，江水位迅速下降导致坡体内地下水位与江水位产生落差，使其水力坡度增大，动水压力增加，产生潜蚀作用，掏蚀坡脚，致使坡体产生变形；因此，洪水期江水对坡脚的冲蚀、软化作用和洪峰急剧消落影响导致地下水压力变化是滑坡及其它沿江坍塌体变形的主要动力因素，表明滑坡的形成发展与降水快速消落引起的地下水动力作用密切相关，说明江水是影响滑坡稳定性的重要因素。

3. 滑坡变形位移速率的动态分析

3.1. 滑坡位移速率分析

为了反映滑坡变形监测位移特征与滑坡变形的动态关系，根据累积位移-时间曲线波动较大的情况，对累积位移数据进行了均匀滤波处理。针对影响滑坡变形的主要因素，首先绘制累积变形量与影响因素散点图，找出二者的函数关系类型，主要数据分析处理过程如下：

a) 异常数据的剔除与内插

对监测数据中明显异常和误差较大的数据进行了剔除，如：投影后出现的负值、跳跃性大数据。为了保证监测数据的等间隔性，对剔除后的监测数据进行了线性内插处理[3]。

b) 投影

由于监测误差等原因，各监测点累积位移方向有一定的差异，为了便于对比分析，首先统计各监测点累积位移方向，找出各点累积位移方向中出现频率最高的方向作为主滑方向，将各点位移矢量投影到各点主滑方向上，求出各点在主滑方向的实际位移值。

3.2. 滑坡变形位移速率的动态特征

3.2.1. I#临江崩滑堆积体变形速率、II#临江崩滑体变形速率分析

从滑坡稳定性的动态变化过程与监测的当月水平位移速率对比可见，I#临江崩滑堆积体和II#临江崩滑堆积体的监测点因沿江而建，稳定性系数较大的值是在该年的 10 月~次年 2 月份之间，较小的值出现在 5 月~9 月之间，这与水位的升降、降雨的大小存在明显的对应关系，库水位长期浸泡导致老滑坡的滑带前部软化泥化，力学强度降低，库水位快速消落导致滑坡体内产生巨大的动水压力，地下水位与库水位形成正落差，这是涉水老滑坡复活和新滑坡产生的重要动力因素之一；若滑体渗透性差，库区蓄水时，水自河流向坡体内渗透，其渗透速率缓慢，从而在库水位与地下水位间形成负落差，反压坡体，有利于

滑坡的稳定性；而在库水消落期间，地下水向河流排泄，但其排泄速度缓于库水消落速率，从而形成地下水与库水位的正落差，动水压力指向坡体外侧，不利于滑坡的稳定性，这是库区滑坡产生阶跃状变形的主要因素且稳定性的变化与平均位移速率呈负相关性，当稳定性增大位移减缓，稳定性系数变小位移速率变大(图 6、图 7)。

3.2.2. 园艺场滑坡体、变电站滑坡体变形速率分析

园艺场滑坡体、变电站滑坡体因处于库水水位以上，地下水位对其影响不明显，而大气降雨对滑坡变形的影响主要表现在以下方面：① 降雨入渗饱和岩土体，增大滑体的容重，一定程度上起加载作用；② 降雨形成坡面流，对滑体表部松散土体进行冲刷，改变边坡地形地貌是地表变形的一个因素；③ 降雨入渗软化岩土体，降低滑体的粘聚力，从而改变滑体的力学性质；④ 降雨入渗补充地下水，导致地下水位抬高而引起水动力条件的改变。根据历年汛期后中缘产生加速(阶跃式)变形分析，当月降雨量大于 380 mm 时，且一次性降雨大于 200 mm 时，变形体中后缘产生剧变，月降雨量小于 60 mm 时坡体变形速率的影响明显减弱。

降雨是滑坡变形的主要诱发因素之一，是导致地表位移速率季节性变化的重要因素[4]，从位移速率曲线图也可以看见，滑体的稳定性与水平位移速率也呈反对应的关系、随季节性变化明显，阶跃点明显，说明滑体稳定性动态变化明显(图 8、图 9)。

4. 结语

黄土坡滑坡是三峡库区水库型滑坡，其变形具典型的阶跃性特点，滑坡稳定性系数与位移速率呈负相关性，位移速率越大，稳定性系数越低。滑坡稳定性系数是表征滑坡稳定现状的直接指标，通过类比滑坡监测变形数据和降雨量大小、库区水位涨幅及人类工程活动等因素，可以掌握滑坡稳定性系数的变化，鉴于滑坡变形监测位移特征能直接、直观反映滑坡的变形性状及稳定性状，监测中掌握滑坡变形监

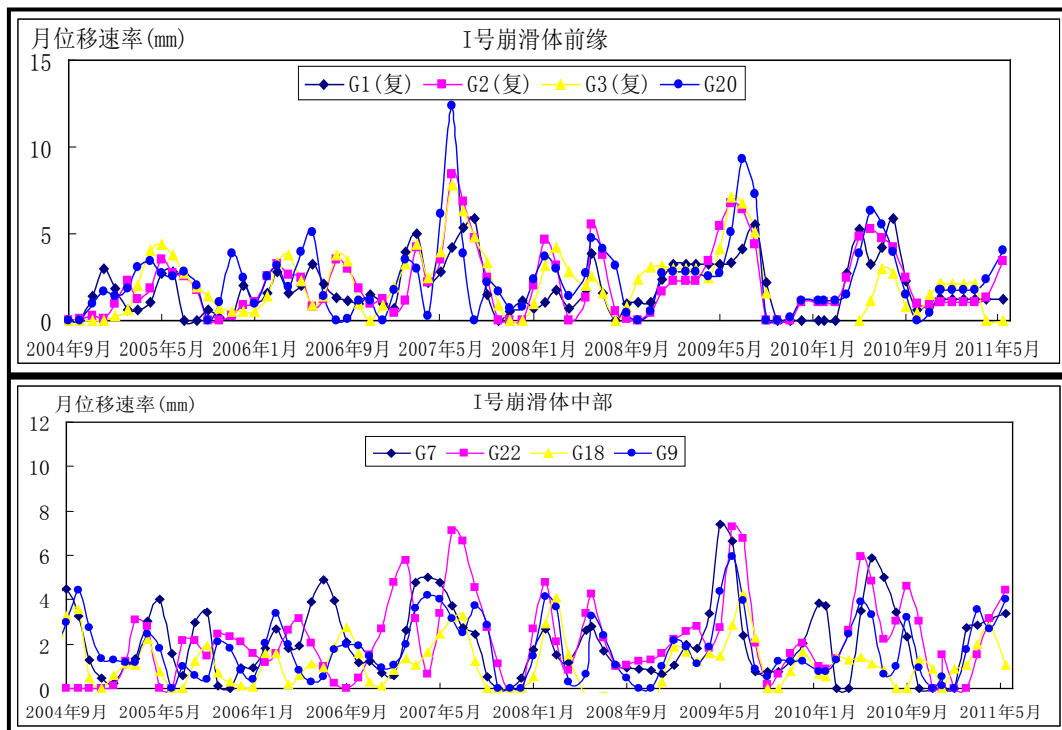


Figure 6. I# The dislocation rates curve chart of Linjiang riverside slumping mass

图 6. I#临江崩滑堆积体位移速率曲线图

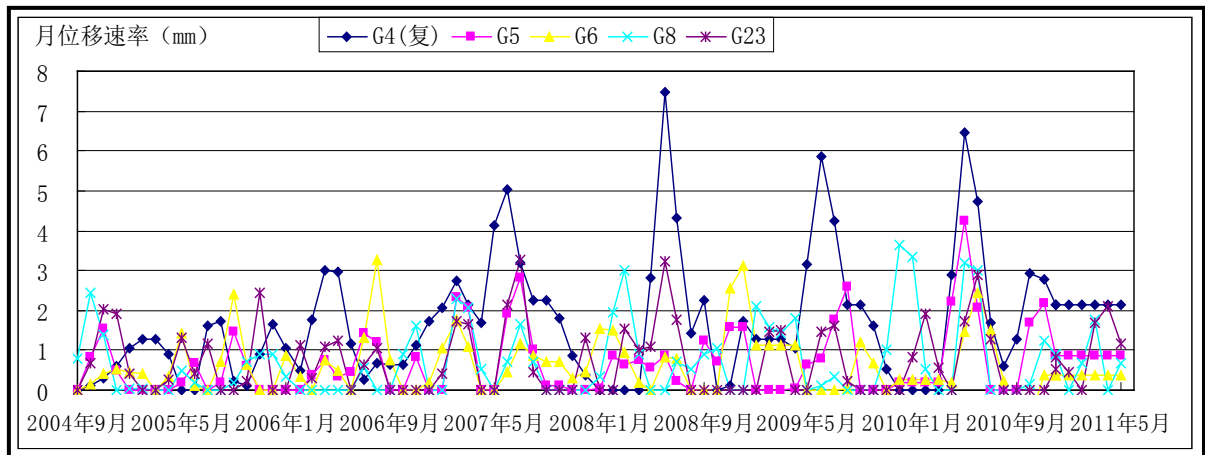


Figure 7. II#The dislocation rates curve of Linjiang riverside slumping mass
图 7. II#临江崩滑堆积体位移速率曲线图

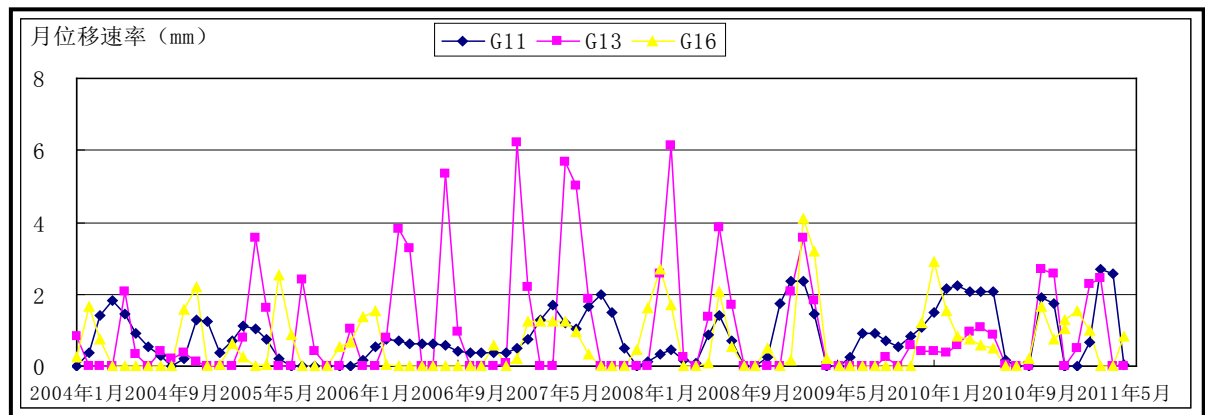


Figure 8. The dislocation rates curve chart of Yuan Yi Chang landslide mass
图 8. 园艺场滑坡体位移速率曲线图

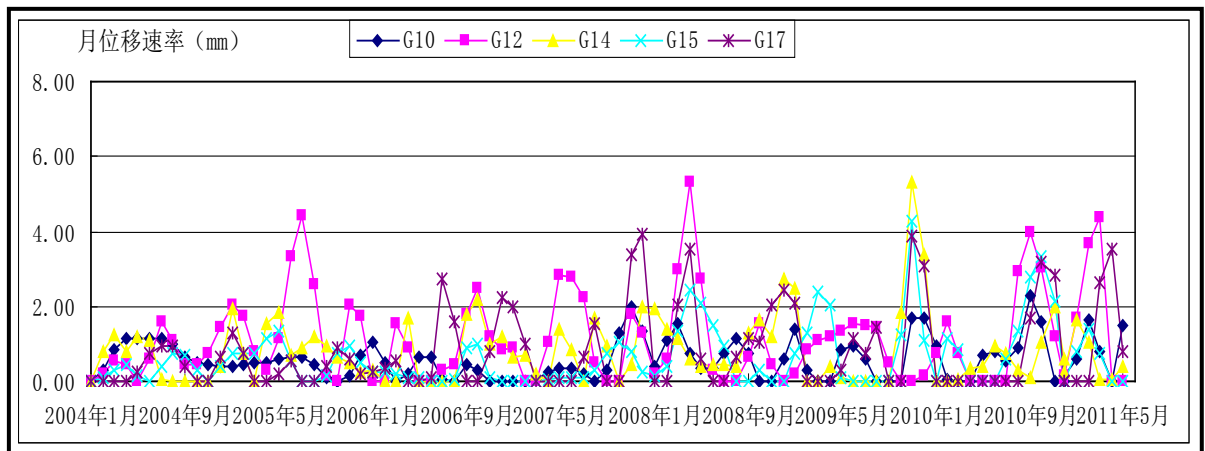


Figure 9. The dislocation rates curve chart of substation landslide mass
图 9. 变电站滑坡体位移速率曲线图

测位移特性十分重要，可为滑坡监测预警及防治提供决策依据。

参考文献 (References)

- [1] 陈海洋. 巴东县黄土坡滑坡地质勘察报告[R]. 湖北省水文地质工程地质大队, 1999: 27-28.
- [2] 钟少波. 三峡库区巴东县黄土坡滑坡监测分析报告[R]. 湖北省水文地质工程地质大队, 2011: 2.
- [3] 刘大杰, 施一民, 过静. 全球定位系统(GPS)的原理与数据处理[M]. 上海: 同济大学出版社, 1996: 1.
- [4] 周雪峰. 降雨诱发滑坡变形机理分析[J]. 勘察科学技术, 2011(4): 30.