

基于GPS的山区水库边坡滑坡体变形监测

陈佳¹ 董世勇¹ 王永甫² 唐晓松^{2,3}

1 重庆市水利局 重庆市三峡库区工作服务中心

2 重庆地质矿产研究院 重庆市地质灾害自动化监测工程技术研究中心

3 重庆公共运输职业学院 铁道与建筑学院

DOI:10.12238/gmsm.v4i4.1116

[摘要] 对山区水库边坡体开展变形监测,不但可以保障监测库区的安全性,还可以最大程度的保障沿江居民的生命安全。基于社会经济的不断发展,GPS技术也在同步的发展,在开展山区水库边坡滑坡体变形监测过程中,将GPS技术应用进来,不但可以保证监测的高效性,还能保证监测的实时性。

[关键词] GPS; 山区水库边坡滑坡体; 变形监测

中图分类号: P211 文献标识码: A

Deformation Monitoring of the Slope of Mountain Reservoir Based on GPS

Jia Chen¹ Shiyong Dong¹ Yongfu Wang² Xiaosong Tang^{2,3}

1 Chongqing Three Gorges Reservoir Area Work Service Center of Chongqing of Chongqing Water Resources Bureau

2 Chongqing Institute of Geological Disaster and Automation Monitoring Engineering Technology Research Center of Geology and Mineral Resources

3 School of Railway and Construction, Chongqing Vocational College of Public Transport

[Abstract] Transformation monitoring of the slope body of the mountain reservoir can not only ensure the safety of the monitoring reservoir area, but also guarantee the life safety of the residents along the river to the greatest extent. Based on the continuous development of social economy, GPS technology is also developing simultaneously. In the process of monitoring the deformation of mountain reservoir slope landslide, GPS technology is applied, which can not only ensure the efficiency, but also ensure the real-time nature..

[Key words] GPS; the slope of mountain reservoir; deformation monitoring

引言

GPS技术不但可以实现全天候和不间断的监测,还具备测站时间无需通视和定位非常迅速的优点,对比常规的方法,GPS技术,不但速度和精度有着非常优异的效果,相应的效益和时效性也非常高,所以,广泛应用于滑坡体监测方面,可以最大化的保证监测效果和精准度。

1 研究区概况

对于阿海水电站库区而言,该区域由于水库两岸的岸坡非常陡峭,还受到多种因素的影响,例如地层岩性、地质构造等,多形成峡谷或者陡崖。本文将滑坡非常明显的白亚滑坡体选取进来,作为重要的研究区域,其位于上游部位,而且该部位存在的人口非常多,还有大量的耕地^[1]。为了

更好的对该地区滑坡变形情况进行实时的观测,要在滑坡体上布置相应的监测点。在实际开展巡视检查过程中,可以明确的看到地表存在严重的裂缝现象,尤其是在滑坡位置的上方位置,整体的裂缝具备缓慢增大的发展趋势,但是却并不是非常明显。此外,还存在很多滑下的碎石,而且相关部位还具备持续下滑的趋势。部分地区有轻微的下陷,但是并不是非常明显,整体来看,并无滑移崩塌的征兆。

2 数据获取

对于该区域而言,其所处位置就是库区的上游地区,整体的交通并不畅通,主要采取的监测方式都是人工周期性的监测。而自从阿海水电站全面蓄水之后,将周期性的监测实施进来,可以对具体区

域不同时间段的GNSS监测数据进行获取。将配套的数据收集软件应用进来,可以深入到现场之中,采集相应的数据,并且实现全天候的监控和异常报警。与此同时,就可以实现对滑坡体位移量和变形速率的远程监控,达到提前预警的目的。

在该区域,开展监测点监测数据采集过程中,主要就是将中海达F16系列GPS接收机应用进来,并且通过静态双频的方式,达到采集的目的。在开展数据采集的过程中,同步观察多个监测点^[2]。

3 数据处理

为了更大程度的提高监测数据的融合性,在本文研究中,将于GPS具备同样较大兼容性的HDS2003数据处理软件应用进来,在对GPS网进行建立的过程中,相应的

表1 白亚滑坡体各监测点监测成果表

点号	观测日期	累计位移量				平均变形速率	合位移增量	本期变形速率
		$\sum X$	$\sum Y$	$\sum Z$	平面合位移			
BY01	2016/1/14	142.4	68.0	-18.1	157.8	10.9	10.9	0.11
BY02	2016/1/14	153.9	24.4	53.3	155.8	18.7	18.7	0.19
BY03	2016/1/14	153.5	25.1	39.5	155.6	14.5	14.5	0.15
BY04	2016/1/14	40.6	25.6	67.8	48.0	0.0	0.0	0.00
BY05	2016/1/14	14.8	17.8	129.8	23.1	3.0	3.0	0.03
BY06	2016/1/14	197.2	116.5	62.6	228.6	38.6	38.6	0.37
BY07	2016/1/14	100.6	34.0	21.1	106.2	0.09	34.1	0.35

数据处理工作是分阶段开展的。在具体变形监测过程中,由于会定期的联测基准点,所以,在本次研究中,将最近复测后的基准点监测数据选取进来,对个监测点的坐标和高程进行计算。

以算法为基础,可以进一步划分GPS网的数据处理流程为以下四个阶段,首先第一个阶段,就是数据传输;第二个阶段,就是格式转换;第三个阶段,就是基线结算;最后一个阶段就是网平差。与此同时,对于基线质量评估指标而言,主要包含以下内容,不但有同步环闭合差,还有观测值残差以及无约束平差基线向量改正数等。在开展基线结算过程中,一般都是自动化进行,不需要任何的人工干预。在全面完成基线解算之后,进行网平差,不但将自由网平差包含了进来,还要将高程拟合和二维平差等包含了进来。

为了对滑坡体的变形情况进行更深入的分析,深度的统计和分析并且计算本期数据与以往各期数据,进一步深入了解白亚滑坡体。

4 滑坡体变形分析

在开展监测点变形分析的过程中,将位移量和位移趋势有效结合进来,开展综合全面的分析和判断,主要就是对平面位移中的主位移进行关注,然后,就是对平面位移的次位移和垂直位移开展关联分析,同时,还要对现场的具体点位布设情况和实际地质情况进行深入的了解,经本次数据和前期数据全面统计之后,得到表1。

4.1监测成果表。根据表1可以发现,从坡上想坡下垂直河道为X方向,即为正,同时,以平行河道向下游为Y方向,即为正,相应的沉降为H,也为正。根据本次的监测数据,进一步发现,对于滑坡体监测

点平面和位移而言,最大值,就是324.8mm,同时,23.1mm为最小值;同时,对于滑坡体监测点的平面和位移,最大值为324.8;相应的变形速率平均最大值为0.28mm/d;相应的变星速最大值为1.29mm/d。

根据表可知,在滑坡上部位置的监测点,即BY01、02、03、06,实际的平面合位移相对较大,对于下部的监测点,即BY04、05、07,相应的平面合位移相对较小。与此同时,不论是滑坡体各个监测点的平均变形速率,还是相应的平面合位移都存在这样一种分布现象,就是以坡顶向下游逐渐减少的趋势分布。在滑坡体之上,不论是任何一个监测点的变形均为正值,由此可以推断得出,滑坡整体朝着库区上游方向滑动。

4.2监测点位移、变形速率。根据相关数据,可以进一步发现,所有的监测点,不论是X方向位移时间曲线,还是平面合位移均呈现线性增加的趋势发展,而且整体的增长速度非常快。以2016年为截点,在此之后的相关监测点变形速率呈现逐步减小的趋势发展,而且相应的平面合位移,却呈现平稳增长的发展趋势。根据相关数据,可以进一步发现,相应的变形量与其他监测点的对比,都相对较大,所以,在后续监测过程中,需要特别注意^[3]。

根据整体的滑坡体滑动情况和未来趋势来看,对于滑坡体各监测点而言,不论是平均变形速率,还是平面合位移,都呈现逐步减小的趋势发展,而且还朝着坡顶大和坡脚小的趋势分布。所有监测点的平面合位移都在48到324.8mm区间之内,整体呈现的滑动趋势为从坡顶部向下、偏下游方向滑动,通过GPS技术的应用,可以使相关人员更好的掌握滑坡体变形的发

展趋势,和整体滑动的分布范围。

5 结语

在本文的研究之中,多期实时监测了白亚滑坡体,而且在本次的观测之中,可以进一步发现,对于BY06平面合位移量,可以达到324.8mm,相应的合位移增量也达到了124mm,对比其他监测点,变形量相对较大,所以,在后续的观测过程中,必须要加大重视力度。在开展白亚滑坡体监测过程中,有效应用GPS,可以进一步感受到,在非常恶劣的观测环境下,该技术的优势,不但具备动态性和实时性的特点,还具备不间断的特点,整体的监测精度非常高,对于不同的站点和站点之间,可以实现直接的观测,对于一些环境非常恶劣的山区滑坡监测非常使用。在应用GPS技术的过程中,还具备劳动强度非常低的特点,而且整体的作业效率也极高,不论是在后续的数据处理上,还是在后续的数据效益上,均具备非常明显的优势。以白亚滑坡体监测数据为依据,开展数据处理,同时,将过往的各期监测数据有机结合进来,开展综合性的变形分析。可以进一步发现,对于滑坡体各监测点而言,不论是平均变形速率,还是相应的平面合位移,都呈现从坡顶向下游逐步减少的趋势发展。

[基金项目]

重庆市教委科学技术研究项目“结构服役期损伤评估及剩余寿命预测研究”(KJZD-K201905801);重庆公共运输职业学院校级科研项目“材料检测仿真实训室建设的研究”(YSKY2019-03)。

[参考文献]

- [1]尹努寻,侯林洋,曹兴民,等.不合理采矿工程活动对基岩顺层滑坡的影响:以纳雍县姑开乡胜利村冲子山体滑坡为例[J].中国矿业,2020,29(S2):353-355.
- [2]刘建勋.无人机航测技术在地质灾害应急测绘中的研究与应用——以6.16太原山体滑坡应急测绘为例[J].世界有色金属,2020,(19):125-126.
- [3]何文刚,李华章,贾亮亮,等.中缅天然气管线沿线滑坡变形监测与机理分析——以黔西南州沙子镇滑坡为例[J].人民长江,2020,51(05):138-143.