

DOI:10.16031/j.cnki.issn.1003-8035.2015.01.020

天津市突发性地质灾害气象预警及其示范工程

王爽¹, 王晴², 李倩¹

(1. 天津市地质环境监测总站, 天津 300191; 2. 天津师范大学, 天津 300384)

摘要: 文章以五名山东滑坡的工程地质环境为基础, 通过定性分析评价和力学计算法分析评价了该滑坡的稳定性。此外, 重点介绍了五名山东滑坡自动化远程监测系统示范工程, 系统较好的反应了滑坡的变形特征及变形趋势。

关键词: 地质灾害; 滑坡; 预警系统; 示范工程; 防灾减灾

中图分类号: P694; P66

文献标识码: A

文章编号: 1003-8035(2015)01-0113-04

Research on the meteorological early demonstration project system for sudden geological hazards in Tianjin

WANG Shuang¹, WANG Qing², LI Qian¹

(1. General Geological Environmental Monitoring Station of Tianjin Province, Tianjin 300191, China;

2. Tianjin Normal University, Tianjin 300384, China)

Abstract: This paper, based on engineering geological environment of landslide in east of Wumingshan, It evaluated the stability of the landslide through quantitative analysis evaluation and mechanical calculative qualitative analysis evaluation of geomorphic. It focuses on a demonstrative automatic landslide monitoring system in east of Wumingshan, which is a good reflection of landslide distortion characteristic and the distortion tendency.

Keywords: geo-hazard; landslide; early-warning system; demonstration project; control and reduction of disaster

0 引言

天津市地处华北平原东北部,地质条件比较脆弱,地质灾害以崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害为主,多次造成人员伤亡和财产损失^[1]。自2004年,开展了以降雨为诱因的天津市地质灾害气象风险预警工作。2012年,提出了基于GIS环境下的天津市突发性地质灾害风险预警系统设计及验证实现,以及针对天津市区域特征设计建设的点对点滑坡地质灾害自动化监测预警示范工程,并对示范区的稳定性进行了计算评价^[2]。

本文针对在天津市五名山东设计建设的示范工

程,对其进行滑坡稳定性计算评价及应用情况介绍,课题的完成将有利于天津市地质灾害的防治工作,有利于保障人民生命财产安全及社会的稳定。

1 滑坡地质灾害示范区预警工程建设

针对五名山东滑坡地质灾害现状情况,本文提出了在该隐患点建设一处滑坡自动化监测示范系统,形成集监测数据采集、传输、监测、数据处理和预警为一体的综合信息平台。

1.1 示范工程建设目的

(1)滑坡体上建设点、面相结合的深部位移变形情况和地下水活动监测网络,可建立滑坡变形与降雨

收稿日期: 2014-10-11; 修订日期: 2014-11-24

基金项目: 天津市科委科技计划项目: 天津市地质灾害预警预报技术及应用(07ZCGYSF03300)

第一作者: 王爽(1979-),女,研究生,天津人,工程师,现主要从事天津市突发性地质灾害监测预警工作。E-mail: wangshuang7905@163.com

和地下水活动的定量关系,从而研究降雨、滑坡、地下水作用机理,提高滑坡预警的准确性和科学性。

(2)开展山区滑坡地质灾害预警机理研究^[3-5]。全面掌握其滑坡深部位移变形的各阶段特征及其地下水活动规律,为长期监测预警提供可靠的观测资料以及滑坡体稳定性的正确分析与评价,以便从更加深入的角度剖析灾害的发生机理。

1.2 示范区自动监测系统建设

根据五名山东滑坡现状,依据其致灾机理所表现出的可测物理量,对滑坡实行立体监测,在原有滑坡伸缩仪、全站仪的地表变形监测基础上,加设深部测斜仪、孔隙水压计和自动雨量站监测系统。

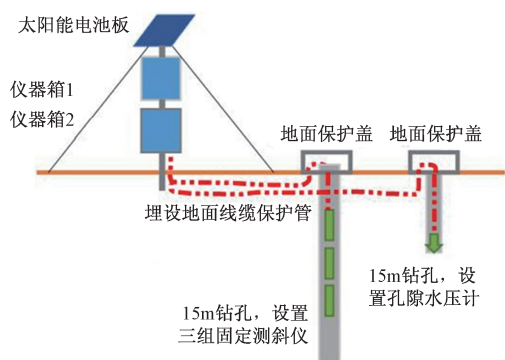


图1 示范区自动化监测系统示意图

Fig.1 Schematic diagram of automatic monitoring system of demonstration area

示范区采用自动化监测手段,即将传感元件所测电信号经采集系统转化为数字信号,再通过无线通讯方式传输到云数据采集中心,监测人员通过远程登录

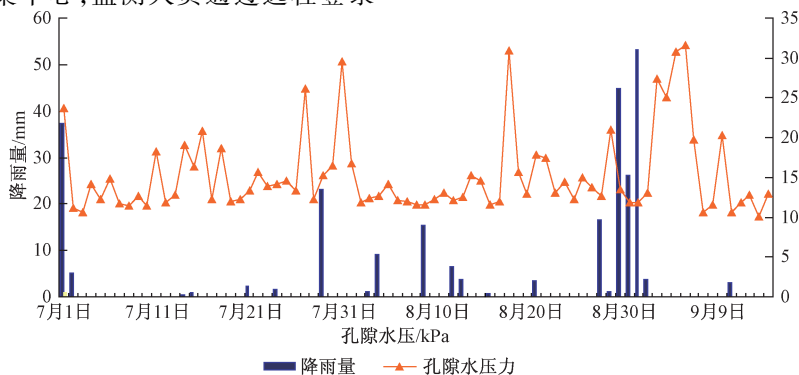


图2 孔隙水压计监测结果

Fig.2 Pore water pressure monitoring results

(2)固定测斜仪监测及数据分析

观测结果显示,分别位于观测孔孔口3 m、5 m和7 m位置的三组固定测斜仪监测结果均保持相对稳定状态,分析原因可能是周边采矿工程大范围停产,人为破坏影

系统查看滑坡发育变形情况,并根据天气变化情况实时调控采集频率,示范区自动化监测系统示意图如图1。

(1)监测参数

地表大地变形监测(包括水平和垂直位移)、地表两点相对位置变化的监测(变形突出部位)、地表裂缝宽度监测、地下深部滑动面变形监测、孔隙水压力监测、地下深处稳定地层与地下一定深部位之间的相对变形监测。

(2)监测仪器

地表大地变形监测(包括水平和垂直位移)采用全站仪进行监测;

地表两点相对位置变化的监测(变形突出部位)、地表裂缝宽度监测选用全站仪和滑坡伸缩仪进行监测;

地下一定深部、地下深部滑动面、地下深处稳定地层附近变形监测采用固定式测斜仪进行监测;

孔隙水压力监测采用孔隙水压计进行监测。

1.3 系统监测结果和初步分析

以五名山东滑坡监测系统为例,对深部位移孔隙水压力监测结果进行初步分析。

(1)孔隙水压计监测及数据分析

根据本次滑坡自动监测系统布设的孔隙水压计监测孔。孔隙水压计变化与降水量存在相关性,各期降水在孔隙水压计上均有显示,而且体现出一定程度的滞后效应,这些现象在远程监控数据中均有所体现(图2)。

响大大减少;其次仪器正式投入运行以来,该地区降水量一直较小,由降雨这一主要的诱发因素影响较小。

1.4 五名山东滑坡变形分析

从示范区五名山东滑坡体的地表变形特征、滑坡

体深部发育变形和孔隙水压力计监测数据,分析判断:五名山东滑坡区正处于缓变蠕滑阶段,可能由于监测期未出现强降雨过程,以及周边采矿业的陆续停产,隐患体现无明显加速趋势,其滑动面出露的陡坎作为滑坡的剪出口,潜在滑动方向大约 70°。

2 滑坡地质灾害示范区稳定性分析

2.1 破坏模式分析

根据天津市蓟县五名山东滑坡示范区的地形地貌及形态特征判断,该滑坡属牵引式滑发。

①该区松散堆积物覆盖层和岩层接触面均为泥质白云岩软弱层,其水性差,使得雨水在堆积物内不断聚集,水压力不断增大,下滑力增大。加之多年来的开采活动使前缘切坡形成临空面,进一步降低了滑体阻滑力,进而导致坡体底部沿软弱层发生蠕变变形,产生滑坡。据此,判断其变形破坏模式为上覆松散体沿基岩界面产生的折线型滑动,这种破坏模式滑坡稳定性按极限平衡传递系数法进行计算。

②多年的采矿活动,致使斜坡被人为改造为阶梯状,且坡角较大,这为滑坡发生局部沿台阶陡坎底部剪出发生局部滑动破坏提供了良好的地形条件,其变形破坏模式与①相同。

2.2 岩土物理力学参数分析与评价及参数取值

2.2.1 岩土物理力学参数分析与评价

本次勘查在斜坡体上选择了 3 个点进行探槽试验,并采集了 6 个岩土样进行土工试验。斜坡体上松散堆积体滑动面为松散滑体和斜坡稳定基岩石体的接触面,其滑动面物理力学性质参数均采用堆积体物理力学参数,斜坡体内部推测潜在滑动面的物理力学性质参数采用斜坡土体物理力学参数。

2.2.2 岩土物理力学参数取值

(1) 示范区重度的确定

根据实地勘查试验结果,建议采用的滑体土重度值为:①天然重度:19.1 kN/m³;②饱和重度:20.1 kN/m³。

(2) 示范区 C 、 φ 值确定

滑坡滑带抗剪强度参数根据土工试验成果、探槽开挖土体密实程度,根据经验数据类比的方法确定,本次设计采用的 C 、 φ 值分别为 19.03 kPa、12.5°。

2.3 稳定性计算与评价

2.3.1 计算模型与计算方法的确定

(1) 计算剖面确定

目前示范区已出现裂缝,裂缝长度近 50 m,宽度 5~25 cm,最宽处达 30 cm,最大可视深度近 5 m。2009 年 7 月,沿裂缝走向方向安装了滑坡伸缩仪报警设备 3 台,目前裂缝区已被粘土填充。

本次计算以该裂缝走向为计算剖面,对其进行了稳定性计算,以分析剖面稳定状态。各剖面滑面根据斜坡体形态、变形特征等采用边坡稳定性分析软件进行搜索后确定。

(2) 计算工况

根据《滑坡防治工程设计与施工技术规范》,该示范区滑坡等级为 3 级,暴雨工况以 20 年 (5% 频率) 暴雨考虑;工作区处于 7 度区,地震加速度以 0.15g 考虑。滑坡稳定性以滑块的剩余下滑力验算,采取以下工况开展研究:

工况 1 (天然):自重 (安全系数 1.15)

工况 2 (暴雨):自重 + 暴雨 (安全系数 1.10)

工况 3 (地震):自重 + 地震 (安全系数 1.05)

(3) 计算方法

滑坡稳定性评价和推力计算方法采用的是传递系数法,计算公式采用《滑坡防治勘查规范》DZ/T0218—2006 附录 E 推荐公式,按滑动面为单一平面进行计算。

滑坡稳定性计算:

$$K_f = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} ((W_i((1-r_v)\cos\alpha_i - A\sin\alpha_i) - R_{D_i})\tan\varphi_i + C_i L_i) \prod_{i=1}^{n-1} \Psi_i) + R_n}{\sum_{i=1}^{n-1} ((W(\sin\alpha_i + A\cos\alpha_i) + T_{D_i}) \prod_{i=1}^{n-1} \Psi_i) + T_n}$$

式中: K_f ——滑坡稳定系数;

C_i ——第 i 计算条块的内聚力/kPa;

φ_i ——第 i 计算条块的内摩擦角标准值/(°);

L_i ——第 i 计算条块滑面长度/m;

W_i ——第 i 计算条块重量/kN/m;

α_i ——第 i 计算条块滑面倾角/(°);

A ——地震加速度(单位:重力加速度 g)。

2.3.2 计算数据准备

计算所用参数按勘查所采取的样品试验及原位测试数据参考相关规范进行取值。

2.3.3 滑坡稳定性及推力计算成果

根据《滑坡防治工程勘查规范》规定,滑坡稳定状态应根据其稳定系数按表 1 确定。

对示范区滑坡剖面进行稳定性计算。稳定性计算

结果见表 2。

表 1 示范区滑坡稳定状态分级

Table 1 Model landslide of stability classification

稳定系数 F_s	$F_s < 1.00$	$1.0 \leq F_s < 1.05$	$1.05 \leq F_s < 1.15$	$F_s \geq 1.15$
滑坡稳定状态	不稳定	欠稳定	基本稳定	稳定

表 2 滑坡稳定性计算结果

Table 2 Landslide stability calculation

计算剖面	计算工况	稳定系数	安全系数	剩余下滑力 (kN)	稳定性
五名山东 滑坡剖面	工况 1 天然	2.63	1.15		稳定
	工况 2 暴雨	1.04	1.10	26.4	欠稳定
	工况 3 地震	1.97	1.05		稳定

根据滑坡稳定状态划分(表 2),滑坡剖面在天然工况下整体处于稳定状态,剪出口处于稳定状态;在暴雨工况下整体处于欠稳定状态,剪出口处于基本稳定状态;在地震工况下整体处于稳定状态,剪出口处于稳定状态。

3 结语

五名山东滑坡自动监测示范工程首次开启了天津市点对点地质灾害监测预警的新篇章。针对天津市蓟县山区小区域地质灾害预警工作特点,单点监测预警工作将进一步深化本市地质灾害监测预警水平,其监测预警结果将反馈给地质灾害风险预警模型,完成数据库更新,使地质灾害气象风险预警工作日趋专业化、常态化,不断提高地质灾害气象预警工作的准确性和针对性,提高本市地质灾害预警水平,切实保障人民群众的生命财产安全。

参考文献:

[1] 王爽,王晴,斯蒿,等. 基于 GIS 的天津市突发性地质灾害预警预报系统设计与实现[J]. 地质调查与研究,2012,35(3):206-209.

WANG Shuang, WANG Qing, SI Ai, et al. Design and implementation of the early warning and forecasting system of Tianjin abrupt geology hazard based on GIS [J]. Geological Survey and Research, 2012,35(3):206-209.

[2] 刘传正,刘艳辉. 地质灾害区域预警原理与显式预警系统设计研究[J]. 水文地质工程地质,2007,34(6):107-115.

LIU Chuansheng, LIU Yanhui. Early warning theory for regional geo-hazards and design of explicit statistical system [J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2007,34(6):107-115.

[3] 范国胜,陈明金. 万州滑坡深部位移和孔隙水压力监测系统建设和初步分析[A]//地壳构造与地壳应力文集[C],2006(18):37-46.

FAN Guosheng, CHEN Mingjin. Construction and preliminary result of a deep displacement and pore-pressure monitoring system in wanzhou Landslide region[A]// Essays on Crustal Structure and Crustal Stress[C]. 2006(18):37-46.

[4] 黄雯,方琼,等. 湖南茶陵滑坡空间预警的降雨临界值初步分析[J]. 中国地质灾害与防治学报,2014,25(3):38-42.

HUANG Wen, FANG Qiong, et al. Preliminary study on the critical rainfall for landslide space early warning in chaling county of Hunan province[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2014,25(3):38-42.

[5] 徐永强,马娟. 基于物联网技术的地质灾害动态监测预警体系及其架构[J]. 中国地质灾害与防治学报,2013,24(3):90-93.

XU Yongqiang, MA Juan. Based on the Internet of things the geological disaster dynamic monitoring[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2013,24(3):90-93.