

山东邹城雨山村西南滑坡灾害特征与防治方案

刘文峰¹, 胡波², 刘杰¹

(1. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100)

摘要: 山东邹城雨山村西南滑坡在 20 世纪 50 年代发生过滑动, 导致部分农田被毁。该滑坡为浅层土质滑坡, 滑体成分主要为含碎石粉质粘土, 滑带位于含碎石粉质粘土层与基岩接触带, 由于人工切坡, 滑带在滑坡前缘局部已揭露, 滑床为下伏强风化闪长岩。近年来, 频繁的人类工程活动导致该滑坡存在重新滑动的可能, 为消除该地质灾害隐患, 采取了悬臂式挡墙支撑和截排水结合的防治方案, 达到了治理效果。

关键词: 土质滑坡; 危岩体崩塌; 滑坡防治方案; 悬臂式挡墙; 截排水

中图分类号: P642.22 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2016)10-0040-04

Characteristics of the Landslide Disaster in Yushan Village of Zoucheng and the Control Plan/LIU Wen-feng¹, HU Bo², LIU Jie¹ (1. Shandong Institute of Geophysical and Geochemical Exploration in Shandong, Jinan Shandong 250013, China; 2. Shandong Lunan Geological Engineering Investigation Institute, Yanzhou Shandong 272100, China)

Abstract: The landslide happened in the southwest of Yushan Village in Zoucheng of Shandong in 1950s, some farmland was destroyed. It was a shallow soil landslide, the landslide mass was mainly pebbly-clay; the sliding zone was located in the pebbly-clay and bedrock contact zone. Due to the artificial slope cutting, the sliding zone in the front had been exposed, and the sliding bed was underlying strong weathered diorite. In recent years, frequent human engineering activities may lead to the landslide reoccurring. In order to eliminate the risks of geological disasters, the combined control plan with cantilever retaining wall and water interception & drainage system was taken to achieve the control effect.

Key words: soil slope; dangerous rock collapse; landslide control plan; cantilever retaining wall; water interception and drainage

0 引言

雨山村西南滑坡位于山东省邹城市城前镇雨山村西侧, 居民房屋距离雨山山脚最近不足 20 m。根据调查访问, 雨山村西南滑坡在 20 世纪 50 年代发生过滑动, 导致部分农田被毁; 2013 年 7 月 18 日, 因村民削坡恢复耕地、砌筑道路, 山体前缘失稳滑塌, 造成生产路阻塞, 坡下部分杨树被毁坏; 每逢强降雨山上均有碎石滚落, 山下居民不得不撤离避让, 严重影响村民正常的生产和生活。近年来, 随着极端强降雨等灾害性天气的诱发重大地质灾害在我国呈逐渐增加趋势^[1], 造成人员伤亡和财产损失越来越大。因此, 查明该滑坡的灾害特征, 进行稳定性分析评价, 制定防治方案并实施工程施工, 消除地质灾害隐患是当务之急。

1 滑坡区地质环境条件

滑坡区属构造剥蚀丘陵地貌, 地势起伏较大。

雨山山顶高约 287 m, 山脚下雨山村地面高程约为 189 m, 高差约 98 m, 雨山整体坡度在 37°左右, 靠近村庄一侧略陡。雨山是山东省最大的野生灌木丛所在地, 整个山体植被发育良好, 东侧及北侧主要发育苦皮藤、侧柏、槐树等乔、灌木, 南侧及西侧主要发育草本植物, 山下发育大量杨树。

滑坡区位于尼山凸起西南部, 南西为济宁凹陷, 北为汶泗凹陷。凸起区由新太古界早寒武系基底构成, 多见有泰山岩群雁翎关组北西向展布透镜体零星分布其中, 山丘顶部残留寒武系沉积盖层, 凹陷区主要为古生界、新生界沉积。研究区位于山东郯城、聊考两大强地震带之间的临沂—济宁中强地震活动带内。

区域地层: 太古界泰山群, 主要呈北西向条带状零星出露在山区, 早古生界寒武系, 主要残留于山丘的顶部; 奥陶系地层大部分隐伏于第四系之下; 新生界第四系广泛分布于区内山前倾斜平原和白马河、

收稿日期: 2016-07-19

作者简介: 刘文峰, 男, 汉族, 1977 年生, 高级工程师, 国家注册土木工程师(岩土), 从事地质灾害防治和水工环地质工作, 山东省济南市历山路 56 号, wwwwhyliu@yeah.net。

泗河冲洪积平原。

水文地质条件:勘查区地下水类型为岩浆岩、变质岩类裂隙水。岩浆岩、变质岩类裂隙水赋存于闪长岩裂隙内,富水性差,补给来源主要为大气降水入渗,地下水流向与地势大体一致,排泄方式为顺地势向下游径流及以泉的形式进行排泄。根据钻探及探槽揭示勘查区第四系松散堆积物厚度不大,含水量极少,无稳定潜水位。土体含块石、砾石等,渗透性强,暴露地表,在长期降水作用下,土体易饱和,对边坡的稳定性影响很大。

滑坡区及附近地表水体发育较少,仅在山体下部发育有两眼泉,泉的补给来源为上部基岩裂隙水,排泄方式为地表径流,泉流量 $< 5 \text{ m}^3/\text{d}$,常年有水。

滑坡区东部为雨山村,民居、通讯、电力、水利设施遍布村内,人类工程活动强烈。雨山上部地势平缓地带被当地村民切坡堆土改造成梯田,下部坡脚地带亦被切割出一条生产路,在山腰处村民零星种植杨树、刺槐等。

2 地质灾害现状与稳定性分析

2.1 滑坡地质灾害隐患

2.1.1 滑坡地质灾害地貌特征及危害

雨山村西南滑坡地貌类型属于构造剥蚀丘陵地貌,滑坡体范围内地形起伏较大,地面标高 194.93 ~ 243.83 m,高差约 48.9 m,滑坡后缘无明显裂缝,前缘由于人工切坡形成高度 1 ~ 4 m 的临空面(图 1),下方为乡村生产路、树林及民居(图 2)。滑坡体南部为当地村民修砌的梯田,中部发育 2 条小型冲沟,北部植被较为茂盛。

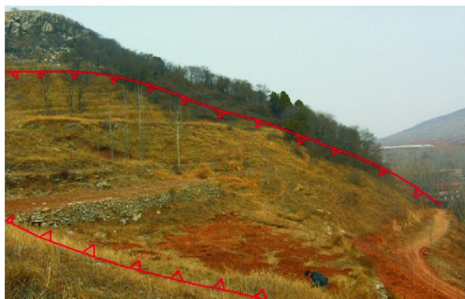


图 1 滑坡全貌

雨山村西南滑坡整体呈倒 U 形,平面纵方向上呈中间长、两端窄的不规则状。滑坡体纵向最长 133 m,平面面积约 12719.8 m^2 ,滑体厚度在 0.5 ~ 6.0 m 之间,平均厚度约 2.1 m,滑坡体体积约



图 2 滑坡与下方民居位置关系

26711.58 m^3 。滑体后缘及两翼未出现明显张拉裂隙,滑体中部局部发生小型滑塌,滑坡前缘剪出带部分出露于生产路上方,舌部由于人工开挖造成小型滑塌。

山体上部寒武系地层未现滑动特征,滑坡后缘及右翼以第四系覆盖层与寒武系底层接触带为界;滑坡前缘由于人工切坡局部已揭露滑带,因此滑坡前缘以切坡道路为界;闪长岩岩体出露区域在生产路上方发生滑塌区域已揭露滑带,且此区域以北第四系覆盖层厚度都不大,不存在形成大量滑体的松散土层,坡体倾角一般小于 30° ,因此滑坡的左翼以闪长岩出露区域为界。

2.1.2 滑坡物质组成及结构特征

滑体主要为第四系残坡积物,黄褐色、杂色,成分主要为粘性土混大量砾石、块石,碎石含量在 30% ~ 70% 不等。结构较松散,渗透性、孔隙度较高。滑带位于第四系残坡积物与强风化闪长岩接触带,呈缓倾斜状,由于人工切坡,滑带在滑坡前缘局部已揭露。

滑床岩性为强风化闪长岩,为相对隔水层,滑床岩体裂隙较发育(图 3)。



图 3 出露的滑带

2.2 危岩体崩塌地质灾害隐患

雨山上曾多次发生滚石掉落灾情,灾害的发生均伴随大型降雨,每逢暴雨山下居民不得不撤离避让,崩塌地质灾害隐患给山下村民带来极大的心理恐慌,严重影响村民正常的生产和生活。据调查,在

滑坡体的上方存在一处危岩体(W1危岩群,见图4)崩塌隐患区,对下方雨山村、耕地、道路形成威胁。W1危岩群位于雨山山顶的东南侧,高程在255~273 m,坡度 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$,坡向 130° ,由于风化、降水、冻胀及植物根劈作用岩体裂隙逐渐增大,岩石与母岩的接触面积及摩擦力不断减小,具备崩塌的条件,且下方无密集高大植被阻挡,一旦发生崩塌对下方村民影响巨大。



图4 W1危岩群

W1危岩群岩性为张夏组鲕粒状灰岩,受长期风化剥蚀作用,岩体发育3组节理,其产状分别为: $132^{\circ}\angle 83^{\circ}$ 、 $221^{\circ}\angle 89^{\circ}$ 、 $150^{\circ}\angle 10^{\circ}$ 。危岩体裂隙交错、贯通,裂隙宽度在3~20 cm,基本与母岩脱离,裂隙内充填散落碎石块。少量危岩体下部悬空,仅靠与母岩间摩擦力保持稳定,另有孤立碎块状危岩体摇摇欲坠。危岩群下方倒石堆遍布,为前期崩塌堆积体。W1危岩群整体长度约25 m,高8~18 m,潜在崩塌总体积 1000 m^3 。

研究区夏季雨水充沛,占全年降水量的65.1%,月最大降水量出现于1971年的7月,降水量达523.6 mm,存在大一暴雨引发因素。从地形地貌、地质结构及水文气象等方面多方面综合分析可知,该崩塌灾害点稳定性差。

2.3 滑坡稳定性评价

2.3.1 滑坡类型及变形破坏模式

通过工程地质测绘、钻孔、槽探、物探揭露,综合确定雨山村西南滑坡为缓倾顺向边坡^[2],属于小型浅层土质滑坡,滑坡变形方式为推移式滑塌。

2.3.2 滑坡影响因素及成因机制分析

岩土体类型:滑坡区域内,第四系堆积体岩性以粘性土为主,混大量砾石、块石,新近堆积,地层结构为易滑坡地层。

地形地貌:山体坡度一般 30° 左右,后缘较陡,达 $37^{\circ}\sim 40^{\circ}$,地形坡角条件为滑坡形成与位移提供

了条件。

地质构造:第四系覆盖层与基岩的界面缓倾斜,为顺向边坡。

降雨:区域内降雨量大,降水集中,上游汇水面积大,降雨是滑坡的主要动力因素和激发因素。滑坡体物质透水性较好,降雨形成的地表水沿岩土体的孔隙、裂隙渗入坡体内,既增加了岩土体容重和坡体自重,又增大了岩土体的动水压力和静水压力^[3],降低坡体稳定性,同时,滑带土含水量增加,抗剪强度降低,使土体更易沿滑带发生剪切破坏。

人类活动:坡体上部地势平缓地带被当地村民切坡堆土改造成梯田,下部坡脚地带被切割出一条生产路,在山腰处村民零星种植杨树、刺槐等。

地形地貌和地层岩性是滑坡发育分布的先天条件,地质构造是滑坡发育分布的重要影响因素,降雨和人类活动是滑坡发育分布的直接诱因^[8]。

2.3.3 滑坡稳定性计算和综合评价

选择滑坡主滑断面作为计算剖面,根据钻孔、槽探、物探揭露数据综合分析,滑面为折线形^[5-6],采用传递系数法计算。

对计算剖面分天然状态和饱水状态2种工况,采用计算软件,分别进行稳定性计算,计算结果为:天然状态下滑坡稳定性系数为1.215,饱水状态下滑坡稳定性系数为1.020。

根据野外实地调查和滑坡特征结合稳定性计算结果,该滑坡在天然状态条件下处于稳定状态,土体饱水状态下处于欠稳定状态^[7]。

勘查治理期间(旱季)滑坡处于稳定状态,缓倾顺向边坡受季节性降雨、人类工程活动作用,后缘裂隙扩展、侧边界逐渐贯通,易产生滑移失稳。当进入雨季,尤其是遭遇连续强降雨时,如果滑坡体上方W1危岩群发生崩塌,崩塌下来的岩石正好滚落到滑坡体上,对滑坡后缘形成强势撞击和加载,随同雨水一起对滑坡体形成俯冲推动作用,致坡体加载失稳^[9],促使滑坡体滑动,并在一定程度上加速滑坡体的滑动,因此危岩体崩塌和滑坡的协同作用是该地质灾害点的最大隐患。崩塌和滑坡主要威胁对象是山坡下方村庄居民的生命和财产安全,一旦滑坡发生滑动,将造成较大的经济损失及人员伤亡。

3 防治方案

采用卸荷及加固的方式处理W1危岩群,消除

危岩体崩塌地质灾害隐患。

根据滑坡条件、稳定性影响因素综合考虑,滑坡的主要防治措施:(1)支挡工程,在滑坡体前缘修建悬臂式挡墙进行支护;(2)截排水工程,水是诱发滑坡的主要因素,治滑的关键之一是治“水”。在滑坡体的上部修建2条挡水墙,并用排水沟将水引至坡体下部,使坡体上的雨水及时排出,同时修建排水沟排出坡体上地表水,减少水对滑坡体的影响。

治理顺序为先治理滑坡上方的崩塌隐患,待消除上方的危岩体后再进行滑坡治理工程施工,以防止上方落石危及施工人员。

3.1 W1危岩群治理工程

采取先对危石进行临时加固,然后再采取静态爆破分层破碎拆除,以保证施工期间危石不发生崩塌,人工一块一块将危石破碎并搬运至安全区域。考虑到爆破之后的岩石面仍会存在部分小裂隙,对坡体的缝隙进行封堵,以防止雨水的渗入,封堵材料选用M5水泥砂浆。

3.2 悬臂式挡墙工程

挡墙接近滑坡前缘,布置成平直的支挡线,与主滑方向垂直,挡墙基础深入强风化闪长岩至少1.0 m,墙顶高于剪出口。由于本工程滑坡体底部为高约3 m的边坡,部分区域滑带出露,在施工过程中尽量少扰动原土体,以免造成边坡失稳。

悬臂式挡墙高度4.5 m,墙厚0.6 m,面坡倾斜坡度为1:0.3,墙趾悬挑长1.8 m,墙趾跟部高0.8 m,墙趾端部高0.6 m,挡土墙每20 m设置一条伸缩缝,缝宽25 mm,缝中填塞沥青木板及热塑橡胶弹性体。墙后回填渣土,选取透水性较好的I类填料,利于水体排泄。墙身布置排水孔,排水孔外倾5%。墙身钢筋除墙趾主筋采用直径为14 mm的HRB400钢筋外,其余均为直径18 mm的HRB400钢筋,墙身用C30混凝土现浇。

3.3 截排水工程

截排水工程设计挡水墙和排水沟2种类型。考虑到滑坡体上部局部植被茂密,为方便施工采用挡水墙。在滑坡体中部凹处,依地势设置竖向排水沟。挡水墙布置于滑坡后缘、滑坡体西侧,拦截坡体上的地表径流。排水沟充分利用坡体上的已有冲沟、渠修建,并将地表泉水引至边坡以下。挡水墙材料选取强度等级不低于MU30的毛石,用M7.5水泥砂浆砌,挡水墙表面用1:2.5砂浆勾缝,顶部用厚50

mm的M10砂浆压顶,内侧设置50 mm厚水泥砂浆面。排水沟设计底部宽0.4 m,顶部宽0.8 m,沟身先用素土夯实,然后再用200 mm厚的M5水泥砂浆砌毛石,沟底部挖至基岩面,用M5水泥砂浆抹面。

3.4 绿化与场地恢复

危岩群卸载后产生的新鲜岩面及灌浆充填物与周边环境的不一致使治理区产生不协调感并带来视觉污染,因此设计在危岩群下方点缀式补种侧柏4棵,刺槐6棵进行遮挡。

挡水墙及排水沟的修砌会破坏现有生产道路并影响当地居民的出行,因此在主体工程完工后对现有生产路的路基及路坡进行修复,同时在排水沟与生产路交汇区域设置钢筋混凝土预制板。

4 工程治理效果

在尽量保持原有地貌形态的基础上,本着因地制宜、经济实用的原则,通过工程治理(图5、6),有效防止了危岩体、滑坡体地质灾害隐患在降雨等因素的诱发下发生崩塌或整体滑移的可能,使雨山村地质灾害隐患点得到彻底的治理,从而保证雨山村村民及生产路上行人的生命财产安全。



图5 施工的悬臂式挡墙



图6 施工的挡水墙

5 结语

(1)雨山村西南滑坡属浅层土质滑坡,滑体成分
(下转第48页)

3 试验分析

本次同心扩孔钻具扩孔钻进室内试验,取得了不错的扩孔效果,整体来说,这种在锚固孔内进行扩孔的工艺方法是可行的,同时根据试验中遇到的问题,我们还有很多工作需要作进一步研究、改进。在以后的研究工作中,我们计划从以下2个方面着手:

(1)通过改进设计和热处理2方面增强同心扩孔钻具扩孔块的强度;

(2)改进扩孔块的布齿。

4 结语

本次试验共完成了3段扩孔钻进试验,扩孔效果良好,达到了预期的目标。

本通过扩孔钻进室内试验,验证了这种在锚固孔内进行扩孔的工艺方法是可行性,并且在试验中发现钻具设计的一些问题,为钻具的改进设计提供了依据,室内扩孔钻进试验达到了预期的目的并取得了良好的效果。

本通过理论设计、室内试验,完成了预应力锚索

孔内扩孔钻具与施工工艺的研究,并且通过室内扩孔试验验证了所设计的同心扩孔钻具能够在锚固孔内进行扩孔钻进,实现锚固段分段扩孔,满足安装自承载式锚索承载体扩体后进行初张拉锁定的要求。

参考文献:

- [1] 王恭先. 滑坡防治中的关键技术及其处理方法[J]. 岩石力学与工程学报, 2005, 24(21).
- [2] 陆观宏, 曾庆军, 黄敏, 等. 锚杆扩孔技术应用于某高层建筑基础加固[J]. 土工基础, 2011, 25(5).
- [3] 汪彦枢. 潜孔锤跟管钻进方法的开发及应用[J]. 探矿工程, 2003, (S1).
- [4] 汪彦枢. 潜孔锤跟套管钻进技术[C]// 探矿工程科技进步100例. 北京:地震出版社, 1998.
- [5] 耿瑞伦, 陈星庆, 等. 多工艺空气钻探[M]. 北京:地质出版社, 1995.
- [6] 张国樾. 凿岩钎具的设计、制造和选用[M]. 湖南长沙:湖南科学技术出版社, 1989.
- [7] 杨俊志, 冯杨文. 预应力锚固工程技术的发展与应用[J]. 探矿工程, 2003, (S1).
- [8] 汪彦枢. 钻进大口径锚索孔的新方法——浅谈潜孔锤扩底钻进[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004, 15(S1).

(上接第43页)

为第四系残坡积物,滑带位于含碎石粉质粘土层与基岩接触带,滑床为下伏强风化闪长岩,人类工程活动使该滑坡存在重新滑动的可能。

(2)滑坡的稳定性评价在定性分析时除考虑滑坡体本身的稳定性外,还考虑了滑坡体上方危岩体崩塌的影响,两者的协同作用会加大地质灾害的破坏作用;在定量计算时按天然和饱水2种工况计算,更直观的反映了降雨对滑坡的影响。

(3)防治方案综合治理了崩塌体和滑坡体2个地质灾害隐患,采用卸荷及加固的方式治理W1危岩群,采用支挡和截排水工程增加滑坡的稳定性,并对治理后的场地进行绿化和恢复,使雨山村地质灾害隐患点得到彻底的治理,保证了村民的生命财产安全。

参考文献:

- [1] 殷跃进, 朱继良, 杨胜元. 贵州关岭大寨高速远程滑坡-碎屑

流研究[J]. 工程地质学报, 2010, 18(4): 445-454.

- [2] 刘光华, 张玲, 赵鹏, 等. 模糊数学在缓倾顺向边坡稳定性判断中的作用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2015, 26(2): 23-29.
- [3] 张端森, 庞威, 吴昱, 等. 清江隔河岩库区滑坡时空分布特征和主要控制因素分析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2014, 25(S1): 40-44.
- [4] 张涛, 石胜伟, 谢忠胜, 等. 四川省南江县陈家湾滑坡稳定性分析及防治建议[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(1): 14-19.
- [5] 姜德义, 等. 边坡稳定性分析与滑坡防治[M]. 重庆:重庆大学出版社, 2005.
- [6] 陈祖煜, 等. 土质边坡稳定性分析——原理·方法·程序[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2003.
- [7] 唐皓, 赵法锁, 宋飞. 陕西地震灾区滑坡类型及其时空分布特征——以略阳县为例[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2015, 26(1): 9-15.
- [8] DZ/T 0218—2006, 滑坡防治工程勘查规范[S].
- [9] 温铭生, 方志伟, 王阳谷. 都江堰五里坡特大滑坡灾害特征与致灾成因[J]. 现代地质, 2015, 29(2): 448-453.