

DOI: 10.16031/j.cnki.issn.1003-8035.2019.06.03

四川巴中市红层地区滑坡发育特征与防范措施

曹先康 温 智 陈海兰

(巴中市地质环境监测站 四川 巴中 636000)

摘要: 本文以巴中市大量发育的红层地区滑坡为研究对象,分析了巴中市红层地质环境特点,归纳了红层区域滑坡类型为浅表层土质滑坡、深厚层土质滑坡和缓倾顺层岩质滑坡三类。研究了三类红层地区滑坡的分布规律与发育特征。从满足基层防灾管理的现实需要出发,对红层地区滑坡灾害防范核心要点进行了深入总结和提炼,提出的滑坡灾害防范措施具有现实性和可操作性。

关键词: 红层地区滑坡;发育特点;防范措施

中图分类号: P642.22

文献标识码: A

文章编号: 1003-8035(2019)06-0020-05

Landslide development characteristics and preventive measures in the area with red beds in Bazhong City, Sichuan Province

CAO Xiankang, WEN Zhi, CHEN Hailan

(Bazhong Geological Environment Monitoring Station, Bazhong, Sichuan 636000, China)

Abstract: Based on field investigation in the red bed region in Bazhong City, this paper analyzes the geological environment of the red layer; it is found that the main landslide type in red beds region is the superficial soil landslide, thick-layer soil landslide and gentle dipping bedding rock landslide. The distribution and development characteristics of the three kinds of landslide are discussed. Taking the disaster prevention and management into consideration, this paper summarizes and refines the core point of landslide geological disaster prevention deeply, and puts forward practical and operability landslide disaster prevention measures.

Keywords: landslides in red beds region; development characteristic; preventive measure

0 引言

红层是巴中市广泛分布的一类滑坡高发育易滑岩层,以砂岩、泥岩、页岩为主,覆盖全市约 80% 的区域。红层发育的地质灾害以滑坡居多,是巴中市最主要的地质灾害类型。据统计,2010~2017 年巴中市共发生地质灾害灾情 1 432 起,其中滑坡 1 280 起,而红层地区滑坡 1 178 起,62 起大型、特大型滑坡均位于红层区域,172 起中型滑坡中红层区域占 158 起,红层地区滑坡共造成直接财产损失达 11 亿余万元。因此,研究巴中市红层地区滑坡发育特征与防范措施,对于指导基层管理人员防灾减灾工作,具有重要的现实意义。

1 巴中市红层地质环境特征分析

1.1 软岩易风化软化

红层中的泥岩、页岩为软岩,抗压强度低,渗透性极弱,常常作为隔水层,具有吸水膨胀、失水收缩特性。软岩的风化剥落物或破碎结构岩体在吸水、失水过程中循环胀缩而逐渐分解变细形成粉质黏土或黏土。粉质黏土或黏土具有极强的遇水软化特性,尤其是当饱和的土体发生变形后,滑带抗剪强度会迅速衰减。据有关红层土层室内试验研究资料显示^[1],其饱和残余抗剪强度随着变形的增加会逐渐趋于零,即当土体产生一定程度的变形后,饱和的滑带土会逐渐演变成软塑

收稿日期: 2019-02-28; 修订日期: 2019-04-03

第一作者: 曹先康(1984-),男,湖南桂阳人,工学硕士,工程师,主要从事地质灾害防治工作。E-mail: 616326820@qq.com

至流塑状态,滑带土抗滑移能力大幅下降。

1.2 浅表层干、湿交替频繁

红层砂岩、泥岩、页岩通常以互层形式出现,泥岩、页岩具有相对较好的隔水作用,基覆界面和基岩裂隙中地下水通常以上层滞水的形式存在,稳定地下水的补给量很有限,其水位高低往往受地表水的下渗量控制,同时巴中市雨量丰富但降雨时段集中,因而浅表层水位波动剧烈,干湿交替频繁。

1.3 软弱层带、泥化夹层普遍发育

斜坡上的土体通常较薄且松散,雨水很容易穿越土层、下渗至基覆界面并沿着基覆界面附近缓缓排出,基覆界面附近岩土干湿交替作用频繁;同时雨水的下渗作用下,细小颗粒易被携带并在基覆界面富集。平缓低洼区域基覆界面附近上层滞水难以迅速排出,在基覆界面至地下水水位之间的土层能得到充分的浸泡和软化,长期演变后基覆界面附近易形成较厚的软弱带。

受构造作用和干湿交替作用等综合影响,砂泥岩、砂页岩交界面附近泥化夹层普遍发育。构造挤压作用下,砂泥岩、砂页岩接触面附近常常形成厚度不等的层间剪切带^[2];构造作用及卸荷作用下,岩体沿层间剪切带发生顺层剪切位移,并生成竖向或近垂直于岩层层面的构造裂隙,岩体的完整性受到破坏^[3];地表水和地下水沿着构造裂隙渗入后,在干湿交替作用下,层间剪切带风化加剧,逐渐软化、泥化,形成软弱泥化夹层。

2 红层地区滑坡分布规律与发育特征

巴中市红层地区滑坡主要分三类:第一类为广泛发育的小型浅表层土质滑坡;其它两类分别为深厚层土质滑坡和缓倾顺层岩质滑坡,数量相对较少,三类滑坡发育数量统计情况见表1。

表1 三类滑坡发育情况统计

Table 1 Statistics of three types of landslide development

滑坡类型	2016 年		2017 年	
	数量	占比	数量	占比
小型土质滑坡	2 603	85.34%	2 578	81.35%
深厚层土质滑坡	351	11.51%	489	15.43%
缓倾顺层岩质滑坡	96	3.15%	102	3.22%

2.1 浅表层土质滑坡

红层岩土多以残坡积、崩坡积方式堆积形成厚度相对较薄的土层,其厚度通常在2~6 m,广泛分布于斜坡和小型台阶之上。土层较薄主要有三方面的原

因:一是由于巴中市雨量丰富,且降雨时段集中,坡面易形成冲刷水流;二是土体结构松散,形成过程中不具备固结压密的条件,雨水容易下渗,土体颗粒在积累过程中易达到滑坡启动临界平衡条件;三是由于土层本身易软化的性质,常常会发生小型溜滑,即使是平缓台阶上的土体,也不乏发生因滑移变形而引起房屋开裂的现象。总体上来看,浅表层土层具有对降雨雨量的高度敏感性^[4-7],天然状态下一般处于基本稳定状态,强降雨条件下则很容易发生滑移变形,具有体积小、数量多、密度大、易启动、时空分布不均匀的特点,典型滑坡照片见图1、图2。



图1 红层典型浅表层土质滑坡照片

Fig. 1 Typical shallow soil landslide



图2 红层典型浅表层土质滑坡照片(前缘房屋垮塌)

Fig. 2 Typical shallow soil landslide

(house collapse at the front of the landslide)

2.2 深厚层土质滑坡

深厚土层一般分布于山间平台、山前平缓坡脚以及古河道、古冲沟附近等地形平缓或低洼区域,土层厚度与周边土体存在显著差异,其形成方式及其环境特点主要有以下几类:

一是前缘具有明显临空面的深厚土层,往往为古滑坡形成的堆积物,全风化后演变成粉质黏土或黏土,土层仍保持一定的似层状性质,规模较大,下伏基岩一般为隔水效果较好的泥岩。

二是位于河流阶地与山前坡脚交界附近的深厚土层,物质来源以小型溜滑和坡积堆积物为主,在长期的

物质积累过程中,逐渐形成平缓连续的过渡面,物质较均匀,土体已处于自然休止状态,稳定性较好且前缘不具备明显的临空面。

三是位于古冲沟、古河道以崩坡积物为主的深厚土层,土层杂乱无章、结构松散,含数量不等的巨石、块石等,底部软弱带较厚,往往掺杂一定厚度的淤泥,稳定性通常较差,但此类型堆积物土层一般很少见。

如巴中市某在建工程滑坡(图3~图5),滑坡纵向长约400 m,横向宽约300 m,滑体平均厚度达22 m,最厚处达28.6 m。滑坡区地形平缓,中部至前部有约长250 m、平均坡度仅为4°的大范围平缓区,中后部有长约150 m、坡度约13°的稍陡区域。根据勘查资料,滑体具有明显的分层性质,上层为黄褐色粉质黏土,下层为一灰绿色粉质黏土,但黏性较上层高;同时,滑坡范围基覆界面高程低于周围相应基覆界面高程,因而界面处易于富水。因工程建设场平需要将前缘坡脚大范围土体挖除,开挖前虽已采取抗滑桩预支挡,但支挡设计时对整个斜坡稳定性的估计不足,平缓的地形地貌容易造成斜坡稳定性极好的假象,导致场平开挖后,前缘部分区域开始发生变形,但仍未引起建设单位注意,未能及时采取反压措施,数月后引发斜坡向前整体滑移了20余米,抗滑桩被剪断,支挡工程报废。



图3 某在建工程深厚层土质滑坡全景照片

Fig. 3 Panoramic photo of deep layer of soil slope at the construction land



图4 某在建工程深厚层土质滑坡前缘照片

Fig. 4 The front of deep layer soil slope in the construction land

深厚土层基覆界面处的软弱层中,当某处软弱带发生变形后,其抗剪强度迅速衰减,对周边岩土体的侧限作用减弱,并逐渐向周边发展,当外界条件继续恶化后,将引发大面积土体滑移。

2.3 缓倾顺层岩质滑坡

缓倾顺层岩质滑坡主要分布在宽缓隔档式褶皱的两翼,岩层倾角多处于12°~28°。从历次岩质滑坡发生的情况上看,其具有规模大、爆发强度剧烈、破坏性强、危害大以及滑坡征兆难以捕捉等特点。

红层岩体结构以厚层砂岩夹泥岩、厚层泥岩夹砂岩和砂泥岩互层三类为主,岩体整体较完整,具有较强能量积蓄能力,同时强降雨时往往伴随着高水头压力,因此缓倾顺层岩质滑坡发生时一般具有启程弹冲性和行程高速性的特点,滑坡体上房屋能瞬间被摧毁,而滑坡启动能量积蓄过程中变形征兆不明显或不易发现,是灾害防范与监测的难点。

如巴州区枣林镇渔江居委会田家坝顺层基岩滑坡,滑坡纵向长约450 m,横向宽约300 m,滑体平均厚度约15 m,属大型基岩滑坡。滑坡区位于南阳背斜翼部,岩层倾角达22°,受河流冲刷影响,前缘早已形成一较好的临空面,但因岩层倾向与河流流向呈55°斜

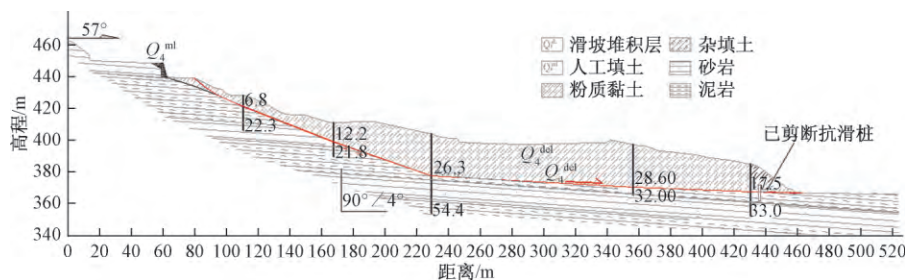


图5 某在建工程深厚层土质滑坡剖面图

Fig. 5 Cross-section of deep soil landslide in a project under construction

交,右侧山体对滑坡具有一定的斜向阻挡作用,因而山体长期以来滑坡尚能保持相对稳定的状态。后期由于人类工程活动,尤其是高速公路建设对坡脚的高位切坡,斜坡稳定性再度削弱。2011年“9·18”强降雨条件下,斜坡发生大面积山体滑移,变形最强烈区域向前滑移了近30 m,上下错落高差达20 m,造成斜坡中部一砖房拉裂倒塌,后缘砖厂倒塌,前缘大量民房损坏,已有高速公路工程建设成果报废。

3 红层地区滑坡防范措施

3.1 重视水的作用,强化排水措施

滑坡历来就有“十滑九水”之说,水对滑坡的作用无疑是至关重要的。因此,合理疏导坡体汇水是红层地区滑坡地质灾害防治应首要考虑的重要措施^[8],尤其是对位于低洼、平缓开阔区域或平缓台阶上的因自然因素引发的滑坡隐患点,做好排水措施往往就能达到稳定滑坡的目的。常见的排水措施,主要以截排水沟为主,其设置应注意以下几项事项:一是截排水沟应尽量选择在土层厚度相对较薄、场地稳定性较好地方,避免因水沟开裂而成为集中渗流源,反而促进了斜坡土体的滑移;二是设置在土层上的排水沟,应将排水沟周围土体夯实,将软土挖除换填;三是长的横向截水沟应尽量多设置几处排水出口,避免因一处堵住而群体遭灾;四是对于大面积滑移区域,不宜单独设置环形截排水沟,可设置如树枝状排水系统,及时将斜坡汇水排出坡外;五是注意沟道清理和维护,发现渗漏严重的地方应及时修补。

3.2 浅表层土质滑坡防范措施

浅表层土质滑坡单个灾害体影响范围十分有限,易于避让,危险性一般较小,其主要威胁对象为农村土坯房,滑坡发生时很容易造成土坯房垮塌,而对于砖混框架结构,房屋本身具备承受小型浅表层滑坡冲击的能力,往往以轻度或中度变形开裂为主,很少引起房屋垮塌。小型浅表层滑坡的防治相对较容易,落实好监测预警、设置简单的支挡、排水工程,同时配合合理的建设布局,一般都可以解决此类灾害的防范问题;但如若不加重重视、防灾意识薄弱,也会产生严重的房屋开裂,甚至发生人员伤亡事故,尤其是当连续强降雨后,连片的浅表层滑坡将集中诱发,若受威胁人员仍不懂得避让,将会引发人员伤亡事故。

针对巴中市农村土坯房屋分布较分散的特点,浅表层土质滑坡的防范措施建议如下:一是位于土体上的主要排水沟不要过于靠近房屋,一般应保持距离房

屋10~20 m较为合适,特殊条件如沟底为基岩时可另行考虑;二是做好屋后斜坡的简易支挡工程,用于浅层土质滑坡拦挡、压脚,浅表层土层滑坡因滑坡推力较小,这些简单的支挡工程可起到良好的防范效果;三是做好基层社区的地质灾害防灾减灾宣传工作,强降雨条件下主动就近避让,同时养成时常检查房屋后部斜坡是否存在变形的良好习惯。

3.3 深厚层土质滑坡防范措施

根据深厚土层分布及灾害发育特点,引发深厚层土质滑坡的主要外界条件为强降雨时的强汇水条件、地表排水不畅和工程建设的大范围土体开挖,因此,深厚层土质滑坡防范可采取如下措施:一是设置合理的排水体系,由于深厚土层区域一般地形平缓低洼、土质肥沃、耕种条件较好,地表排水极为不畅,也常常会设置数量不等的灌溉蓄水池,因此,因地制宜设置多条截排水沟、及时将低洼处汇水排出、形成健全的截排水系统,同时与灌溉蓄水池(严格按标准防渗要求设计)相互连接,既能满足民用灌溉需求,又能达到减轻滑坡灾害启动的风险;二是工程建设地质灾害危险性评估时,要立足于整体地质环境的稳定性开展评价,从微地形地貌中细致分析研究深厚土层的物质来源,针对性的提出防范措施;三是工程勘察时不应仅局限于工程建设范围内,应对斜坡整体进行勘察,科学评价斜坡整体稳定性;四是工程建设开挖时,要对基覆界面在非降雨时期也可能因长期富水而形成软弱带有足够的估计,尤其是当开挖揭露有厚层软弱带或下层与上层岩土存在明显差异的软弱岩土时,应谨慎开挖、保守预估斜坡的整体稳定性,强化斜坡监测,出现变形时及时采取反压措施。

3.4 缓倾顺层岩质滑坡防范措施

缓倾顺层岩质滑坡虽难以监测和防范,启动条件更是难以预测,但其有共同的特性:一是具有良好的剪出临空面,临空面走向与岩层倾向相交角度越大危险性越大;二是临空面或两侧边界附近基岩露头上可见明显软弱夹层,软弱夹层易发展成为滑带;三是斜坡中部或后部裂隙发育,局部存在长大构造裂隙或拉裂缝,强降雨条件下易形成高压水头;四是工程建设对坡脚开挖后按主动土压力设置的支挡工程,往往抵挡不住大型基岩滑坡启动时的强大推力。

因此,巴中市红层区域缓倾顺层岩质滑坡防范时首先要对斜坡临空面进行调查,是否具有发生基岩滑坡的条件;其次,要立足于斜坡整体稳定性开展巡查调查,调查山体构造裂隙发育程度以及是否具有后缘长

大裂隙或拉裂缝,强降雨条件下是否有雨水在某处集中渗漏,对地表水集中渗漏处采取及时封填,并引导斜坡汇水避开裂缝发育处;此外,工程建设开挖要在斜坡整体稳定性的详细调查评价基础上进行,且应谨慎开挖。

4 结语

(1) 红层地区滑坡是巴中市发育最广泛、因灾损失最严重的一类灾种,主要包括浅表层土质滑坡、深厚土层土质滑坡、缓倾顺层岩质滑坡三类。

(2) 在巴中市阳光充沛、雨量集中而丰富的气候条件下,红层浅表层干湿交替频繁、软岩风化剧烈、软弱层带、泥化夹层普遍发育,是红层地区滑坡广泛发育的基础性地质环境特征。

(3) 浅表层土质滑坡具有普遍性、广泛性,受强降雨影响明显,有即雨即滑、群发广发、动态变化频繁的特点,主要威胁农村土坯房以及部分结构整体性差的房屋,其防范措施重点是要加强房屋结构性建设以及配套所必须的输排水、小型支挡工程等措施,同时加强农村地质灾害防治宣传等辅助性措施。

(4) 深厚土层滑坡、缓倾顺层岩质滑坡数量较少,其分布范围各自均有相对明显的特点。此两类滑坡受长期集中强降雨和人类工程建设大范围开挖影响明显,其中由人类工程建设大范围开挖引发的滑坡频次最高、数量最多。因此,深厚土层滑坡、缓倾顺层岩质滑坡的防范关键是要加强滑坡周边环境地质调查和整体性勘察,在此基础上制定合理开挖方案、工程措施和应急策略;同时,需结合滑坡地形地貌特点,加强斜坡合理输排水。

参考文献:

- [1] 王志俭,殷坤龙,简文星,等. 万州安乐寺滑坡滑带土松弛试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2008, 27(5): 931-937.
WANG Zhijian, YIN Kunlong, JIAN Wenxing, et al. Experimental research on stress relaxation of slip zone soils for anlesi landslide in Wanzhou City [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2008, 27(5): 931-937.
- [2] 徐瑞春. 红层与大坝[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 2003: 3-48.
- [3] 简文星,殷坤龙,马昌前,等. 万州侏罗纪红层软弱夹层特征[J]. 岩土力学, 2005, 26(6): 901-914.
JIAN Wenxing, YIN Kunlong, MA Changqian, et al. Characteristics of incompetent beds in Jurassic red elastic rocks in Wanzhou [J]. Rock and Soil Mechanics, 2005, 26(6): 901-914.
- [4] 熊炜,范文. 秦巴山区浅表层滑坡成灾规律研究[J]. 灾害学, 2014, 29(1): 228-233.
XIONG Wei, FAN Wen. Disaster law of shallow landslide in Qin-ba mountain region [J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(1): 228-233.
- [5] 李江,许强,胡泽铭,等. 红层缓倾角土质滑坡发育环境、分布规律及影响因素研究[J]. 科学技术与工程, 2014, 14(12): 88-93.
LI Jiang, XU Qiang, HU Zeming, et al. Study on development environment, distribution characteristics and factors of soil landslides on low: angled rock formation of red bed [J]. Science Technology and Engineering, 2014, 14(12): 88-93.
- [6] 李蕊,于孝民,王振涛. 川东红层缓倾角地层中降雨引起滑带土饱和对滑坡的稳定性影响[J]. 土工基础, 2012, 26(4): 94-97.
LI Rui, YU Xiaomin, WANG Zhentao. Influence of slipped soil on the stability of landslides in eastern Sichuan Province [J]. Soil Engineering and Foundation, 2012, 26(4): 94-97.
- [7] 张群,许强,易靖松,等. 南江红层地区缓倾角浅层土质滑坡降雨入渗深度与成因机理研究[J]. 岩土工程学报, 2016, 38(8): 1448-1455.
ZHANG Qun, XU Qiang, YI Jingsong, et al. Rainfall infiltration depth and formation mechanism of slow-inclination soil landslides in Nanjiang [J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2016, 38(8): 1447-1455.
- [8] 骆银辉,邓星理,王兴安. 试论疏排水在红层地区滑坡治理中的重要作用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14(3): 58-60.
LUO Yinhui, DENG Xingli, WANG Xing'an. Elementary discussion on the function of water draining for landslide remediation in red beds area [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2003, 14(3): 58-60.