

新疆滑坡分布特征及成因探析

吴绍英¹, 敬广秀²

(1. 新疆维吾尔自治区地质环境监测院, 新疆 乌鲁木齐 830000; 2. 新疆地矿局第一水文工程地质大队, 新疆 乌鲁木齐 830000)

[摘要] 新疆特殊的地质条件和气候条件使得其滑坡地质灾害有一定的区域特殊性。本文在地质灾害区划研究的基础上对全区的滑坡地质灾害特征进行研究, 具体从地貌条件、岩土体特征、滑坡与构造运动、滑坡与地表径流、滑坡与降水五个方面对滑坡地质灾害影响因素进行分析, 根据滑坡灾害的特征找出滑坡形成的主要因素, 以及全区滑坡的形成规律。

[关键词] 地质灾害; 黄土; 滑坡; 新疆

[中图分类号] P642.22 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1004-1184(2020)04-0142-02

随着“一带一路”经济带的发展, 新疆人类经济工程活动的日趋增强, 其范围不断扩大, 进一步加剧了地质灾害的发生, 地质灾害的发生越来越多, 从单一变成成片, 严重的威胁到人民的生命和财产安全, 也影响经济的发展。考虑到新疆的特殊地质环境条件, 滑坡地质灾害对其影响因素比其他地区更加敏感, 现就新疆已经发生或者潜在的滑坡地质灾害特征进行统计分析, 对滑坡地质灾害的主要特征和控制因素进行研究和阐述。

1 研究区地质环境概况

研究区在气候上表现为干旱且少雨, 气候干燥, 夏季较短, 冬季较长, 春秋两季交替时间短, 气温变化快, 日照时间长。

由于新疆是离海洋最远的省份, 其水汽来源不足, 年平均降水量仅为 154.7 mm, 降水在地域分布上极不均匀, 天山以北的降水量约在 150~200 mm, 天山以南又不足 100 mm。但是在新疆北部的伊犁谷地年降水量可达到 840 mm, 而同样是北疆的托克逊县降水量不足 10 mm。每年的 5-8 月份为雨季, 降水量为全年降水量的 70%, 新疆降水量很少, 但是在雨季又多发生暴雨。

地表径流水量分布的丰富程度与降水量的大小密切相关, 总的规律是由西向东径流深度趋于减小, 由高山向盆地平原沙漠趋于减少。

地质构造主要是古生代末新疆及亚洲北部三大古陆(西伯利亚、哈萨克斯坦-准噶尔和塔里木)相继发生碰撞拼合, 形成了额尔齐斯河和南天山两条线性褶皱带, 奠定了目前新疆大地构造的基本格局。

前山带, 海拔高程 1 400~2 000 m, 地形较复杂, 具有脊状低中山, 桌状丘陵及宽浅的河谷。河谷内堆积有较厚的冲洪积松散卵石, 丘陵顶部堆积有微胶结的冰积卵砾石和 10~20 m 厚的黄土, 其底部为砂岩、砾岩、泥岩等坚硬、半坚硬岩石。河谷内卵石含水、松散、力学强度低, 黄土具有湿陷性, 湿陷系数 0.027~0.110, 自重湿陷系数 0.05~0.06。在博

格达山前地带, 伊犁谷地中部及东部山前及山麓地带广泛分布这风积黄土, 厚度 10~50 m, 局部为双层结构, 厚度大的风积黄土土质疏松、空隙率大, 发育有柱状节理, 黄土具有湿陷性。

2 新疆滑坡地质灾害主要特征

新疆区域内发育滑坡及潜在滑坡千余处, 黄土滑坡占总数的 80%, 其次是碎块石滑坡, 约占 11%, 其余为岩质滑坡。区内发育的大型滑坡较少, 主要以小型为主, 占区内滑坡总数的 82%; 中型占 13%。新疆区域内发育滑坡地质灾害主要是小型的黄土滑坡。

区内的滑坡型态主要为滑动型、流动型或上部滑动下部流动的复合型, 土层很薄的小型滑坡多呈现为坡面流动型。滑动型滑坡主要发育有下伏基岩的滑坡中, 而流动型滑坡往往发育于土体滑坡中。

研究区内的滑坡形态较为完整, 边界轮廓清晰, 平面形态多数呈倾向坡外、倾角小于坡角的弧形、半圆形或圈椅状, 少数呈舌形、直线形、波状或不规则状, 滑面的形态; 剖面形态多呈下凹的弧形, 少数受第四系与下伏岩层不整合接触面影响, 剖面形态呈凹形的勺状、舌形或阶梯状、直线状及不规则的复合形态;

区内滑坡的滑体岩性多为第四系中上更新统黄土、冰水砾石、坡积碎石土及松散的砾石、人工堆积及新近系砂岩、泥岩, 少部分为花岗岩及火山岩。已发生滑坡坡体倾角多在 25°~47°之间, 后壁部位形成陡坎, 滑坡的后缘和滑坡两侧边缘多分布拉张裂隙。滑坡高度大部分小于 5 m, 坡度多在 40°~60°之间, 比发生滑坡的斜坡原始坡度要大(原始坡度一般在 30°~45°), 故发生的滑坡后缘多数呈陡立、临空状态, 易产生崩塌或再一次发生滑坡。潜在滑坡多在斜坡中上部沿垂直潜在滑移方向发育有数米至数十米的主裂缝, 另外有多条小而平行的拉张裂隙并存, 从纵剖面形态上滑坡以缓坡一陡坡形斜坡最为发育。

区内大部分滑坡植被稀少, 多数为低矮灌木。在产生滑

[收稿日期] 2019-12-09

[作者简介] 吴绍英(1989-), 女, 重庆人, 工程师, 主要从事水文地质、工程地质和地质灾害等方面工作。

坡的斜坡上,如有植被发育,可见小部分滑坡体上树木歪斜的醉汉林和马刀树。在第四系分布较厚较陡(坡角 $25^{\circ}\sim 60^{\circ}$)的斜坡上,坡脚遭受水流强烈冲刷、侧蚀导致失稳下滑,滑坡以上部分常可见到已形成平行或圈椅状的拉张裂缝和地面沉降,使斜坡大多处于不稳定状态。

3 滑坡地质灾害影响因素分析

3.1 地貌条件对滑坡成灾影响

据区划统计,区内的 1 706 处滑坡灾害点有 1 581 处分布在中山区(海拔高度 1 000~3 500 m),有 102 处分布在中山区(海拔高度 500~1 000 m),有 21 处分布在高山区(海拔高度 3 500~5 000 m),仅有 2 处分布在丘陵区(海拔高度 < 500 m),由此可以看出,海拔高度(高程)对区内滑坡控制较为明显,区内的滑坡主要发育在中高山、中低山及丘陵地带,极高山、平原、沙漠地带不发育。

区内滑坡的形成受到微地貌控制强烈,主要表现在:中低山区地形转折带或河流沟谷上游深切切割地带、各级阶地和剥夷面间的斜坡地带、受水流冲刷、淘蚀的山区河流凹岸、黄土地区高阶地前缘斜坡(受水浸湿,土的强度降低)、基岩出露少的山体阴坡、河溪与沟谷的岸坡、前缘开阔的山坡、铁路与公路以及矿山等工程边坡都为滑坡的高发地带。

地形地貌条件对滑坡的影响主要取决于斜坡的高度和坡度。由于构造作用的山区多形成较深的沟谷和陡峭的斜坡,而在水流的冲刷作用下,极易形成滑坡。当斜坡的坡度在 $20^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之间,形成上下陡中间缓的山坡地段,且土层厚度不大(一般 1~5 m)的地形时,有利于降水的汇集,在渗入作用下沿下伏基岩面产生滑坡,是滑坡最有利的发生地段。特别是当坡向与岩层结构面倾向一致时,形成顺向坡,更有利于滑坡的形成。

3.2 岩土体特征对滑坡成灾影响

斜坡的岩土体特征是影响斜坡稳定性的重要因素。区内的 1 007 处已发生的滑坡灾害点中,岩质滑坡 81 处,其中发生在坚硬—较坚硬片状岩为主的有 32 处,占滑坡总数的 3.18%;发生在坚硬—较坚硬块状、较坚硬—软弱、软弱互层状共有 49 处,占总数的 4.87%。土质滑坡合计 926 处,占总数的 91.95%,其中:碎石土滑坡合计 98 处,占总数的 9.73%。而在所有土质滑坡中黄土滑坡共计 828 处,占总数的 82.22%。

从统计数据可以得出,研究区内滑坡主要是土质滑坡,土质滑坡中又以黄土滑坡为主,在滑坡的易发区域,土层均由第三系和第四系的软弱土层组成,几米至数十米不等的黄土或者碎石土覆盖于斜坡顶部和坡面。黄土和碎石土空隙大,水稳定差。在雨水或冰雪融水的下渗,下部基岩或泥岩阻止水流下渗地带,在两种岩性的接触面,由于水的渗入,黄土或者碎石土的力学性质改变,强度降低,容易变形而发生滑坡。因此说明区内的滑坡发育受土体控制明显,最主要的影响因素就是黄土和碎石土。

黄土滑坡为研究区内滑坡主要滑坡类型,尤为新源县的黄土滑坡较为典型^[5]。黄土和黄土状土在伊犁谷地分布普遍是且沉积厚是导致黄土滑坡形成的最基本条件。厚层黄土具有结构比较疏松、孔隙率大和垂直节理发育,水稳定性差遇水具有湿陷性等特征,在遇上大面积降水或者大量地表

水入渗时可形成湿陷性漏斗和地面塌陷^[5]。黄土沉积的厚度是影响滑坡的发育程度和规模直接因素,在黄土沉积厚的斜坡上多发生大规模又密集的滑坡。厚度大的黄土层中,发育垂直节理,地表水和降水容易渗入,并形成软弱结构面,或者部分若透水层的黄土层下伏软弱基座。水的入渗使得坡体重度增大,黄土可沿软弱结构面下滑。由于厚黄土具有垂直节理,所以在黄土滑坡厚壁多形成陡直后壁,滑动面和滑带形状与软弱结构面有关,而薄黄土滑坡下伏多为基岩,滑带面较为平直。在伊犁谷地,盛行西北风,黄土被风携带至沟谷的迎风面,在迎风面堆积成深厚黄土,所以在在水流切割较深的沟谷凹坡上、阴坡和半阴坡滑坡发育较多且多为大型深厚的滑坡。此种特征在如巩乃斯谷和恰合博河中下游,表现明显。

研究区的基岩滑坡占比较少,主要发生在岩性主要为软硬相间的泥岩、砂泥岩、粉砂岩、砂岩、砾岩及千枚岩、片岩、石灰岩等,软弱层主要在水作用影响下,易形成泥状的软弱结构面成为潜在的滑动面或滑动带,在重力推动下易发生滑坡。相对来说,沉积岩组成的斜坡最大的特点是具有层理,起控制斜坡稳定性的作用,若硬质岩层中夹软弱层,如砂岩与泥岩互层的边坡,易构成滑动面(带)而产生岩质滑坡。

3.3 滑坡与构造运动

研究区区域断裂构造发育,研究区内的中山带位于强烈的地质构造抬升区和构造隆起带,构造区域岩体在构造作用岩体破碎。在强烈的地质构造侵蚀切割作用下,形成了深沟和陡坡,这为滑坡形成提供了有利的地形地貌和岩土体条件。由于新构造运动强烈上升,使得在中山区有大面积的第四系(特别是风积黄土)、第三系地层分布,成为了易滑地层的物质基础。因此,区内滑坡的发生也多在中山区侵蚀切割作用强烈的深沟陡坡处。如伊犁谷地的新源南山、阿吾拉勒山中山带。恰合博河受到东西向的恰博大断裂影响,河流走向呈东西向。在河流和断裂作用下陡坎和谷地沿断裂带形成,断裂带两侧还发育有高角度的派生逆冲断裂,对滑坡的形成提供了有利地质条件。

3.4 滑坡与地表径流

据统计全区有 70% 的滑坡灾害点分布在中低山丘陵区的河流、沟谷两侧。其中 58% 的滑坡分布在伊犁谷地,该地区除是黄土分布区外,也是新疆河流发育最多的地区。山区除交通线路的修建对河谷两侧斜坡的切坡、水利工程建设、房屋修建、放牧等人类工程活动对河谷两岸及边坡稳定性破坏产生滑坡灾害外,滑坡体与水系的距离、水系发育密度也密切相关。

沟谷地区,河水对斜坡坡脚冲刷严重,地表水侵蚀坡体,冲刷坡脚,对斜坡坡脚进行卸荷,在坡脚形成空洞,使得斜坡下部支撑力减弱,斜坡稳定性降低。当下滑力大于抗滑力时,斜坡就会产生变形甚至滑动。此外,研究区斜坡在有岩体破碎、土体为泥岩或者粉土等软弱结构面时,地表水入渗软弱结构面,岩土体容重增大,斜坡沿软化后的软弱结构面形成滑动面(带),最终形成滑坡。

3.5 滑坡与降水

降雨也是诱发研究区产生滑坡的重要因素,但由于研究区降水稀少,但是一旦降水又容易形成大雨、暴雨,一旦遇到大雨、暴雨情况下,极易破坏斜坡的平衡 (下转第 225 页)

粮食产量和水土保持效益的重要基础。

表 3 土壤物理性与生化性试验对比

土地类别		保土耕作	坡式梯田	水平梯田
土层厚度/cm		15~30	10~25	40~50
密度/ $g \cdot cm^{-3}$		1.20	1.26	1.18
总孔隙度/%		50.7	46.1	53.6
田间持水量/%		18.6	12.5	21.5
日降水 100 mm 情况下	拦洪/%	78.4	60.7	82.0
	拦沙/%	61.7	52.6	85.8
有机质/ $g \cdot kg^{-1}$		19.35	16.15	17.45
全氮/ $g \cdot kg^{-1}$		0.88	0.68	0.96
速效磷		5.0	2.6	6.0
碱解氮		35.2	35.1	43.1
每千克土壤中微生物/万个	细菌	5 087.5	4 540.5	7 580.0
	固氮菌	3 160.5	3 008.1	4 260.2

2.3.2 经济效益

紧紧围绕发展区域经济和改善生态环境这一综合治理目标,大凌河流域采取集约经营、集中连片治理的方略,经过多年的治理发展山地大棚 183.50 hm^2 ,其经济效益为 233 019.36 万元;项目的实施,形成了刺槐、大枣、沙棘、大扁杏、山杏种植面积为 60 269.07、2 840.85、2 380.00、2 432.04、25 632.12 hm^2 ,各项作物的经济效益依次为 4 759.20、11 805.73、6 526.20、245.54、16 037.27 万元,综合治理项目取得的经济效益显著。

2.3.3 社会效益

有助于田间管理和机械耕作为水平梯田、保土耕作等治理措施主要的社会效益,项目的实施大大降低了劳动投入

(上接第 143 页)

状态,快速诱发滑坡形成。每年 4 月至 8 月份,山区积雪融化,降雨增多,干燥的岩土体在突然的融雪和暴雨作用下,水快速渗入斜坡,使斜坡岩体或土层快速饱水,形成较大的水力梯度和压力差,导致坡体重力急剧增加,致使坡体固结力降低,抗拉和抗剪强度快速变小,当其拉张力大于抗拉力时导致了滑坡的发生。研究区内雨季发生滑坡地质灾害具有突发性。

4 结语

(1) 综上所述,新疆的滑坡地质灾害的发育与分布在空间上是沿三大山系环绕,与两大盆地呈“E”字型展布,呈向东开口的环状分布,主要分布在中低山区,有向高山区扩展的趋势。在时间上,地质灾害主要发生在汛期,其他季节偶有出现。滑坡地质灾害发育程度由天山北麓-天山南麓-阿勒泰山南麓-阿尔金山-昆仑山北麓-昆仑山西部依次递减。

(2) 区内滑坡灾害形成的最主要的控制因素为岩土体性质,区内大部分滑坡为黄土滑坡,由于新疆干燥的气候及黄土的水敏感性和特殊力学性质,在黄土分布较多、较厚的地区极易导致黄土滑坡的发生;其次,研究区内滑坡地质灾害

量、劳动强度,为粮食和作物运输及灌溉提供了有利条件。此外,耕作措施的实施培育了一大批高质量、高标准农田,这些精品工程发挥着重要的带头示范作用,为其它流域径流调控工程和植物措施的优化设计提供科学指导。

3 结语

(1) 以大凌河流域为例,综合评价了各项治理措施的整体效益,结果显示工程措施效益最高,而耕作措施的综合效益最小,生物措施居中。项目的实施可以大大降低土壤流失量,促进大凌河流域生态环境的良性循环,有效遏制水土流失的发展趋势,在很大程度上推动当地经济发展,同时能够将土地利用效率提升至 58.9% 以上。

(2) 水土保持治理工程以耕作、生物、工程三大措施为主,从理论和实践上这些措施均得到普遍接受和认可。然而,对于具体的流域和区域,如何优化耕作、生物、工程措施与项目综合效益密切相关。为进一步提升流域治理综合效益,未来仍需要深入研究各项治理措施的空间配置,准确分析水土保持措施的适宜性及其作用机理。

参考文献

- [1] 朱森. 辽宁省水土流失重点防治区划分方法及成果[J]. 水土保持应用技术. 2017(3): 30-32.
- [2] 张子财, 周晓乐. 辽宁省风沙区水土保持规划研究[J]. 水土保持应用技术. 2016(2): 19-21.
- [3] 王锁. “降水-水土保持-径流”统计模型在辽宁大凌河流域水土保持效应分析中的应用研究[J]. 地下水. 2018(1): 109-111.
- [4] 方芳. 小凌河流域水土流失现状及水土保持措施研究[J]. 黑龙江水利科技. 2017. 45(1): 76-78.
- [5] 洪宇. 羊山沟小流域水土保持现状及生态补偿方法研究[J]. 地下水. 2019(2): 178-179.

的发育程度受地形地貌的影响。滑坡多发育在中山区,及高中低山交汇处、沟谷切割相对较深地段。其分布特征为:在地形上主要分布于中山、低中山区;在地貌形态上主要分布于剥蚀、剥蚀低山-丘陵地貌区;在降水和河流方面,新疆滑坡地质灾害的发生频率在季节性上表现明显,受降雨控制强烈。主要还是由于研究区土质对水的敏感性,导致滑坡灾害的突发。滑坡地质灾害沿水系走向发育,具有河流侵蚀的沟谷部位,河水对斜坡的侵蚀、冲刷对滑坡的形成有促进作用。

(3) 由于地质构造作用形成的“三山夹两盆”地形地貌,不仅控制着地质环境条件和区域水文气象条件的变化,而且对地质灾害的形成、发育和分布也起着控制作用^[6]。山区在构造作用下,沟谷深切,降水比较丰沛,地质灾害极为发育,且发生迅速,持续时间短,破坏作用大^[1]。

参考文献

- [1] 滑坡防治工程勘察规范(DZ/T0218-2006)。
- [2] 滑坡防治工程设计与施工技术规范(DZ/T0219-2006)。
- [3] 崩塌、滑坡、泥石流监测规范(DZ/T0221-2006)。
- [4] 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范(1:50000)(DZ/T0261-2014)。
- [5] 新疆县(市)地质灾害调查与区划总报告[R]. 2010.
- [6] 张成文. 新疆新源县地质灾害特征与评价研究. 2014.