

新源县苏勒萨依沟泥石流流发育特征及形成条件分析

陈鹏飞

(新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第三地质大队,新疆 库尔勒 841000)

[摘要] 新源县苏勒萨依沟泥石流灾害对生命财产安全及相关设施等构成一定程度的威胁。在野外实地调查的基础上,对研究区泥石流灾害的发育特征及形成条件进行了分析。研究结果表明:该泥石流为粘性、沟谷型、高频中型溃决泥石流;泥石流的流域划分为形成区(包括清水区和物源补给区)、流通-堆积区;三面环山的有利地形地貌特征、丰富的重力侵蚀补给和沟床质侵蚀补给松散物源以及降雨和冰雪融水耦合作用是泥石流形成的基本条件。此外,堰塞、溃决激发条件为该泥石流的典型特征。

[关键词] 泥石流;发育特征;形成条件;新源县

[中图分类号] P642.23

[文献标识码] B

[文章编号] 1004-1184(2020)03-0147-03

新源县苏勒萨依沟泥石流灾害位于新源县野果林改良场、巩乃斯谷地东段南侧,属新源县阿勒玛勒乡管辖。研究区西距新源县城28 km,距阿勒玛勒乡4 km,东距风景名胜区那拉提镇40 km,有县道与县城和218国道相通,交通较为便利。由于研究区泥石流灾害的发生主要对苏勒萨依沟内的牛羊牲畜、原生态林带和下游耕地、灌溉渠及道路,还有下游居民和游客构成威胁。因此,本文在参考相关研究成果的基础上^[1-5],对新源县苏勒萨依沟泥石流灾害的发育特征以及形成条件进行了分析。最后,通过对新源县苏勒萨依沟泥石流灾害的发育特征及形成条件的分析,可以为溃决型泥石流灾害的防治工程提供治理依据。

1 孕灾环境条件分析

1.1 气象水文

研究区气候特征明显,因受地形影响,地势东南高,西北低,分山地、平原两种地貌形态。西部四季分明,冬春长而夏秋短,年降水量较多,流域温凉湿润,降水丰富,冬暖夏凉,年均气温8.1℃,极端最高气温40.5℃,极端最低气温-37.6℃。年最大月降水量一般出现在5月,年最小月降水量一般出现在1月。降水量的年际变化比较稳定,最大年降水量与最小年降水量的倍比值为2.6左右。

1.2 地形地貌

研究区南依呈东西向延伸的那拉提山脉,北临巩乃斯河谷地,总地势南高北低。按照地貌成因和形态特征,研究区可划分为构造-侵蚀切割作用形成的中山区和堆积-剥蚀作用形成的丘陵地区两种地形地貌。中山区分布于研究区南部山区,山体呈东西向延伸,总地势南高北低,海拔高度在1350~2639 m之间,组成岩性主要为古生界石炭系凝灰岩类。在分水岭北侧发育有2条近南北向冲沟,切割深度一般大于300 m。丘陵地区分布于研究区沟谷出口处的野果林改良场三队和二队以北至县道之间的广大地区。海拔高度在1

000~1300 m左右,相对高差10~80 m不等。

1.3 地层岩性

研究区地层岩性主要为古生界石炭系下石炭统大哈拉军山组、华力西中期侵入的花岗岩;新生界第四系的上更新统风积黄土和全新统冲洪积层、全新统滑坡堆积层、全新统泥石流堆积层、全新统坡积层。

1.4 地质构造

研究区区域在大地构造上归属天山-兴安地槽褶皱带中的伊犁地块,属四级构造单元。伊犁地块位于西天山优地槽褶皱带的中部,北以尼勒克深断裂为界与婆罗科努复背斜相接,南以那拉提深断裂为界与哈尔克山复背斜为邻。

1.5 水文工程地质条件

研究区岩土体分为岩体和土体两大类。按照岩石强度、结构以及土体的粒度成分及结构,将岩土体划分为层状~块状坚硬安山质凝灰岩岩组和块状坚硬花岗岩组,土体包括黄土单层土体、碎石土单层土体和粉土、砾石混杂结构土体。

研究区地下水根据其赋存条件,水理性质及水力特征,可以划分为基岩裂隙水和第四系松散岩类孔隙水。基岩裂隙水分布于野果林改良场南部山区,含水层岩性主要是石炭系下石炭统大哈拉军山组紫灰色紫灰色~灰绿色安山质晶屑凝灰岩,富水性差;第四系松散岩类孔隙水分布于研究区中北部丘陵区和巩乃斯河谷平原区。

2 泥石流发育特征分析

2.1 泥石流类型划分

根据《泥石流灾害防治工程勘查规范》(DZ/T0220-2006),按泥石流一次性暴发规模可划分为小型;按水体供给成因划分为溃决泥石流;按土体供给划分为崩滑型泥石流;按集水区地貌特征划分为沟谷型泥石流;按暴发频率划分为高频泥石流;按照物质组成划分为泥石型;按流体性质划分为粘性泥石流。

[收稿日期] 2020-01-06

[作者简介] 陈鹏飞(1985-),男,江苏南通人,工程师,主要从事水文地质、工程地质和环境地质方面工作。

2.2 泥石流发育特征

根据区内泥石流形成、流通、堆积的特点,结合堰塞、溃决型泥石流的形成机制,将整个泥石流的流域划分为形成区(包括清水区和物源补给区)、流通-堆积区。主要特征分述如下:

2.2.1 形成区特征

该区主要包括泥石流流域的中游和上游段,面积为 8.84 km^2 ,占整个流域面积的 88.76% 。上游区域主要为泥石流汇集水流区,该区的地质岩性以安山质凝灰岩为主,岩层致密层状,表层覆盖薄层腐殖土层,植被覆盖率达到 90% 以上,植被的储水固土作用明显,能够被坡面水流侵蚀携带的固体物源量很小,加之沟道内常流水在上游段有 650 m “隐藏”于地下,该沟段地层主要有两侧山体基岩风化的大块石松散堆积而成,成为天然的拦挡坝,水流在松散孔隙中顺畅流通,其上树木植被生产良好,说明该段存在时间超过了上次泥石流发生距今的时间。支沟水系均集中在流域上游段发育,水流汇集强烈。

流域的中游段两侧斜坡上滑坡灾害十分发育,总计有9处滑坡灾害。滑坡灾害发生后堆积体可直接堆积到狭窄的“V”型沟道内堵塞坝,上游积水成湖。随着水位升高,松散土体的堆积物逐渐充水饱和,导致坝体瞬间溃决,溃决的洪水一方面强烈冲刷下游沟床,另一方面对东、西两侧平台进行侧蚀,使得石块、土体整体迅速卷入泥石流流体中,形成粘性泥石流。流域中游段丰富的松散黄土层,一方面成为形成堰塞、溃决泥石流的激发条件,另一方面提供了泥石流发生的物源条件。

2.2.2 流通堆积区

堰塞、溃决泥石流形成之后,开始在平直深切的“V”型沟谷中流通,在流通过程中,遇到弯道超高后,在左岸形成垄岗状堆积。在实际调查过程中,发现了明显的超高堆积垄岗。同时,在右岸岸坡上施工的探井,很好的揭露了泥石流的侧积垄岗。堆积物中混杂砾石、树木等。此次地面调查过程发现,泥石流在出山口地形相对平缓处,形成明显的堆积扇。泥石流在沟道内的堆积物基本已被水流冲蚀,在主沟道分叉成东、西两条支流的位置,堆积扇保存较为完整,可以看出扇体厚度在 $5\sim 10\text{ m}$ 左右,一次冲淤积变幅达 10 m 。

3 泥石流形成条件分析

3.1 地形地貌

3.1.1 全流域特征

苏勒萨依泥石流主沟流域及支沟流域共同构成了泥石流流域。该流域地处构造剥蚀切割形成的低中山区,总体地势南高北低,南、东和西三面环山,地形起伏较大,主沟道两侧斜坡坡面上支沟发育;流域南面山顶最高处海拔 $2\,612\text{ m}$,山前丘陵区海拔 $1\,222\text{ m}$,流域高差达 $1\,390\text{ m}$;流域平面形态为长条形,流域总面积 9.96 km^2 ,为泥石流活跃的沟谷流域面积区间($5\sim 10\text{ km}^2$)。

3.1.2 沟谷特征

泥石流主沟道全长 $5\,690\text{ m}$,沟床平均纵坡降 162.1‰ ,沟谷纵断面形态为“漏斗状”,属于典型的泥石流沟谷形态;沟谷横断面形态为“V”型;沟谷底部形成狭窄沟槽,平均宽度为 2 m 左右,深度 1 m 左右。沟谷两侧斜坡坡度较大,平均坡度约 35° ,基岩山区可达 50° 以上;沟谷两侧共发育5条支

沟水系;其中Ⅱ号、Ⅲ号、Ⅴ号支沟内有常流水,以Ⅲ号支沟内的水量最大;在Ⅲ号支沟右岸也发育了2条小型坡面型支沟;支沟水系结构呈“树枝状”状,主沟两侧小型坡面冲沟众多,主、支沟总长度 $14\,702\text{ m}$,沟谷密度大($1\,626\text{ m/km}^2$),有利于降水通过与主沟连通的支沟水系迅速汇流。

3.1.3 植被覆盖特征

流域内基岩山区植被覆盖类型主要为云杉林带和草地。在基岩山区的西侧斜坡整个坡面上均有云杉树,东侧斜坡坡面的中上部云杉树生长茂密、下部主要为草地;在黄土层覆盖的斜坡坡面上,主要生长着野生果树、杏树和草。总体来讲,流域内基岩山区的植被覆盖率较好,生物风化作用显著,使基岩破碎;而在黄土覆盖的山体斜坡坡面,由于黄土湿陷、滑坡等不良地质作用和人类改造野生果树破坏原有树林及在草场过度放牧等活动,导致坡面腐殖质土壤层流失、土体失稳,形成了大面积的黄土裸露区域,使得植被覆盖率降低,约为 70% 左右。

3.2 物源条件

在南部基岩中山区对泥石流沟道调查过程中,发现总计 650 m 的沟道内没有地表水流,这是因为两侧山体基岩风化破碎成块碎石后堆积至沟道内“隐藏”了地表水流,而这段地下水流通的沟道内生长了树木、杂草,说明了很长一段时间内沟道底部并未有巨石被运移。在巨石粒径的调查中,发现砾石的母岩成分主要以花岗岩为主且具有一定的磨圆度,而基岩山区的沟道内堆积的巨砾母岩成分以凝灰岩为主且棱角分明,也说明了仅在地表水流的作用下无法对基岩山区沟道砾石的进行远距离搬运。因此,松散物源主要集中在泥石流的泥沙补给区段(即滑坡灾害集中发育的中下游区段)。在钻探工程施工之后,发现中下游沟床地层中有巨砾的存在,说明泥石流堆积物中包裹的砾石主要来自于泥石流对沟床质侵蚀补给。综上所述,该泥石流的松散物源主要来源于重力侵蚀补给和沟床质侵蚀补给。

3.3 水源条件

3.3.1 大气降水

研究区沟道的汇水水源类型主要为大气降水(降雨和冰雪融水)和地下水(均为基岩裂隙泉水),从降水量的集中程度分析,一般连续最大四个月降水量出现在4-7月,占全年降水量的 52% 。年最大月降水量一般出现在5月。2003年在穿过野果林改良场三队的苏勒萨依沟发生的泥石流和2002年在穿过临近野果林改良场二队的沙勒克萨依沟发生的泥石流均是在5月份发生。根据调查访问了解到,5月区内降雨和冰雪融水双重发生。

3.3.2 堰塞、溃决激发条件

两次泥石流发生的过程均是在滑坡堆积物形成的堵塞坝之后,上游积水成堰塞湖,随着水位抬升,松散土体堆积物逐渐充水饱和,导致坝体逐渐溃决,溃决的洪水,强烈冲刷下游沟床和沿程侧蚀堆积平台,破坏沟底堆积层和平台的整体稳定性,造成大幅度的揭底冲刷和沿程侵蚀,形成泥石流。

因此,该泥石流的激发条件与滑坡灾害的发生密切相关。

4 结语

(1)新源县苏勒萨依沟泥石流灾害位于新源县野果林改良场、巩乃斯谷地东段南侧;该泥石流为粘性、沟谷型、高频

中型溃决泥石流。

(2) 根据区内泥石流形成、流通、堆积的特点,结合堰塞、溃决型泥石流的形成机制,将整个泥石流的流域划分为形成区(包括清水区和物源补给区)、流通-堆积区。

(3) 研究区泥石流的形成条件主要包括三面环山的有利地形地貌特征、丰富的重力侵蚀补给和沟床质侵蚀补给松散物源以及降雨和冰雪融水耦合作用。此外,堰塞、溃决激发条件为该泥石流的典型特征。

参考文献

(上接第 75 页)

表 1 潜水断面径流量统计表

河谷 名称	断面位置	孔号	渗透系数	水力坡度	断面面积 /m ²	径流量	
			/m/d	‰		m ³ /d	10 ⁴ m ³ /a
黑城河	中游宗尔滩段	ZK22	56.45	37.3	6 590.5	13 876.86	506.51

表 2 承压水断面径流量统计表

孔号	降深	涌水量	影响半	含水层	涌水量	影响半	断面长	径流量	
	/m	/m ³ /d	径/m	厚/m	/m ³ /d	径/m	度/m	m ³ /d	10 ⁴ m ³ /a
ZK22	13.09	442.45	267	10.30	442.45	267	570	1 318.1	48.11

2) 排泄量总和法

经排泄量总和法计算,黑城河地下水天然资源量为 18 650.96 m³/d;其中,断面径流量为 15 194.96 m³/d,河流排泄量为 3 456 m³/d(表 3)。

表 3 地下水排泄量计算表

测流断面		下上断面测流		排泄量	
上断面位置	流量 /m ³ /s	下断面位置	流量 /m ³ /s	测流日期	差值 /m ³ /s
泉古拉	0	宗尔滩	0.040	2017.3.20	0.04
				m ³ /d	10 ⁴ m ³ /a
				3456	126.14

4 开采潜力分析

根据区内城镇生产布局及发展规划对水资源的需求,通过野外调查并结合前人工作成果资料,以解决城镇生活用水及应急后备水源为目的,选择黑城河中游泉古拉至宗尔滩段为地下水开采利用区。该地段地下水较为富水,水质好,宜开采河谷宽度约 200-260 m,地下水呈带状分布,乡镇到该地均有硬化路相通,上游无污染源,适宜集中开采地下水的方式进行开采。采用平均布井法计算其可开采资源量,计算公式如下:

$$Q = Q_{\text{单}} \cdot N \cdot T \tag{5}$$

$$N = \frac{F}{4R^2} \tag{6}$$

式中:Q 为可开采资源量(m³/d);Q_单为平均单井出水量(m³/d);N 为布井数;F 为宜开采面积(m²);T 为开采时间(d);R 为平均影响半径(m)。

由于受河谷地形条件的影响,布井数量受到制约,该区域内开采井只能沿河谷线状布置,可布置开采井 4 眼,井间距约 200 m。可开采资源量 6 168.60 m³/d,占断面径流量的

[1]李媛媛. 新疆自然灾害治理研究[D]. 新疆大学. 2019.

[2]凌新鹏. 新疆伊犁西部山区高速公路水毁防治技术研究[D]. 长安大学. 2019.

[3]邵海,魏云杰,黄喆,等. 新疆伊宁克孜勒赛黄土滑坡堵溃型泥石流成灾模式[J]. 中国地质灾害与防治学报. 2018. 29(06): 40-46.

[4]魏学利,陈宝成,陈瑞考,等. 中巴公路盖孜河段降雨型泥石流的激发雨型及临界阈值研究[J]. 灾害学. 2018. 33(S1): 75-80.

[5]曹琛,刘威. 阿勒泰市克什喀拉苏沟泥石流形成条件及易发性评价[J]. 地下水. 2018. 40(04): 171-172.

40.6%,在该区域开采地下水是可以满足供给的。

5 结语

(1) 经水文地质调查、水文地质钻探等工作,圈定了黑城河中游泉古拉至宗尔滩段为富水地段,含水层厚 20.39~35.25 m,降深 2.21~2.68 m,实际涌水量 1 542.15~3 364.40 m³/d,矿化度 0.385~0.402 g/L,水化学类型为 HCO₃-Ca·Mg 型。

(2) 黑城河宗尔滩段为黑城河地下水转换断面,采用排泄量总和法计算,黑城河地下水天然资源量为 18 650.96 m³/d,水质良好。

(3) 采用平均布井法计算,黑城河中游地下水可开采资源量为 6 168.60 m³/d,占断面径流量的 40.6%,水量有保证,可作为河谷区村镇及下游重点城镇的后备水源。

参考文献

[1]陈德华,秦毅苏,王昭. 黄河流域地下水资源开发利用与潜力分析[J]. 地理学与国土研究. 2000(2): 48-52.

[2]石建省,张发旺,秦毅苏,等. 黄河流域地下水资源、主要环境地质问题及对策建议[J]. 地球学报. 2000(2): 114-120.

[3]杨站君,张森琦,李启春,等. 地下水资源在青海省可持续发展中的地位与作用[J]. 青海环境. 2008(4): 165-173.

[4]李长辉,马顺清. 青海省地下水资源及水资源开发利用建议[J]. 青海国土经略. 2004(4): 23-25.

[5]青海省环境地质勘查局. 青海省化隆地区扎巴镇(J47E023024)、群科(J47E024024)、上加合(J48E024001)三幅 1:5 万水工环地质调查报告[R]. 2018.

[6]青海省水文地质工程地质环境地质调查院,青海省化隆县地方病严重区地下水供水安全示范工程论证方案[R]. 2009.

[7]供水水文地质手册[M]. 地质出版社. 1983.

[8]中国地质调查局. 水文地质手册[M]. 地质出版社. 2012.