

长白山旅游区泥石流灾害研究

孙 平, 王钢城, 曹炳兰

(吉林大学 建设工程学院, 吉林 长春 130026)

摘要:长白山旅游区为泥石流灾害频发地段,从地貌形态来看,其主要类型为山坡型泥石流,其形成条件主要包括三个方面:区内广泛分布的倒石堆为泥石流的形成提供了主要物质来源,陡峭的地形提供了动力条件,丰富集中的降雨是诱发因素,这三个条件相互影响,缺一不可。分析表明,本区泥石流的空间分布规律与倒石堆的发育状况密切相关。

关键词:泥石流;长白山;倒石堆;形成条件;发育特征

中图分类号:P642.23 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5589(2002)02-0167-05

0 前 言

长白山位于我国东北吉林省东南部与朝鲜接壤的边陲地带,东西宽约 200 km,南北长约 310 km,是图们江、松花江与鸭绿江三大水系的发源地,为我国著名的自然保护区和风景旅游胜地。长白山主峰白头山海拔 2 700 m,是中国东北最高的山峰。长白山火山是一座多期喷发的火山,顶部即为喷发形成的火山口湖——长白山天池。天池呈椭圆形,周长约 13 km,集水面积 9.82 km²,平均水深约 200 m,最深处达 373 m,是我国最高的火山湖和最深的湖泊。天池北面有一缺口,池水从悬崖陡壁处跌水直泻,形成落差达 68 m 的巨大瀑布,这就是著名的长白山第一胜景——长白瀑布。

长白山自然保护区为典型的火山构造地貌,自下而上主要由熔岩台地、山麓倾斜熔岩高原和火山锥体三大地貌单位构成,围绕天池呈同心环状分布^[1]。区内海拔高差近 2 000 m,其地势总体特征为以天池火山锥体为中心,向四周逐渐降低。近年来,笔者曾数次对长白山进行实地考察,发现该区广泛发育着崩塌、泥石流等自然灾害,不仅严重破坏了长白山旅游区宝贵的生态资源,而且还时刻威胁着游人和当地居民的生命财产安全。2000 年 8 月,长白山天池顶部停车场东侧发生泥石流灾害,不仅摧毁了其影响范围内的森林、建筑物及公路设施,而且还酿成了两人死亡、一人受伤的严重灾害事故。这一切都极大地阻碍了该区旅游事业的发展。本文将重点论述该区泥石流的形成条件及其特点。

1 长白山泥石流的形成条件

泥石流形成的自然条件很多,主要具备三个基本条件,即丰富的物质来源、高陡的地形和充足的降水。这三个条件相互影响,缺一不可。

1.1 物质来源

本区的地层岩性分布及构造条件为泥石流提供了大量的固体碎屑物质:(1)长白山天池

收稿日期:2001-10-29

作者简介:孙平(1977-),男,湖北省荆州市人,硕士生,主要从事工程地质研究。

一带地层的主体是由中更新统以来地壳间歇性抬升及多次火山喷发逐渐形成的^[1]。早更新统军舰山组和广坪组玄武岩形成广阔的熔岩台地,中更新统白头山组坚硬巨厚的粗面岩、碱流岩、碎屑岩和较长时期喷发间断所形成的薄层风化壳构成了天池火山锥体,在白云峰、天文峰顶及周围覆盖全新统白云峰组黄色粗面质浮岩,结构疏松,为一套近代火山喷发物^[2],如图 1 所示。由于不同岩体物理力学性质存在着差异,软弱岩层因抗风化能力弱而易脱离母岩被地表流水搬运携带,常使上部的岩体失去支撑作用而处于临空状态;(2)构造条件有利于固相物质的形成:长白山位于中国东北松辽盆地与朝鲜—日本海盆地边缘隆起带。区域上发育有 EW 向、NNE 向、NNW 向断裂,白头山火山处于 EW 向和 NNE 向断裂的交汇部位。天池周围及二道白河两侧的坚硬岩体中,放射状构造节理及柱状节理十分发育,使岩体的完整性、坚固性和稳定性遭到破坏。此外,长白山区冻融作用十分强烈,在雨季,大量的降水渗入地下,充填岩体裂隙;而在冰冻期,裂隙因地下水的毛细迁移与冻结而不断膨胀,使岩体中原有的裂隙不断扩大,从而使岩体的完整性进一步遭到了破坏。正是由于内外地质营力的共同作用,斜坡岩体以崩塌、落石等方式向沟谷聚集,形成了规模不等的扇形倒石堆群。在二道白河东西两侧,大小重叠的扇形崩塌堆积物分布在山体坡台和前缘,直接为泥石流的形成提供了大量的松散固体物质。

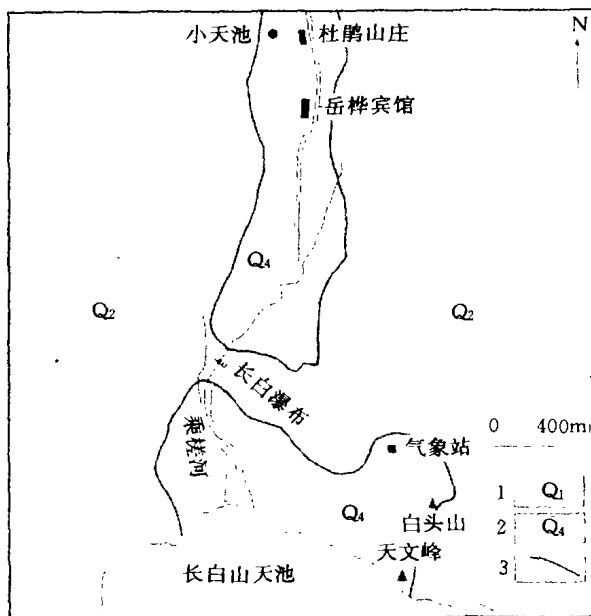


图 1 长白山天池区地质简图

Fig. 1 Geological sketch of the Tianchi Lake area in Changbai Mountain

1. 中更新统白头山组粗面岩、碱流岩及碎屑岩;2. 全新统白云峰组粗面质浮岩;3. 地层界线

1.2 地形条件

长白山天池一带沟谷地形陡峭,高差悬殊,大部分山体呈现出明显的多级台阶状地貌,代表了地质历史时期的多次火山喷发过程。从整个地势上看,玄武岩高原海拔高度在 1 000 ~ 1 800 m 之间,沟谷斜坡近于直立,一般在 70°~85°之间。由于受各种物理风化作用的影响,崩塌落石等不良物理地质现象在本区十分发育。受重力作用控制,在倒石堆的上部,细粒物质含量较多,斜坡上部有数条坡面支沟呈辐射状收敛,成为漏斗状泥石流形成区。倒石堆中部一般发育细长冲沟,后经流水改造而成为泥石流流通区。在长白山天池一带,倒石堆规模较大,后壁相对高度可达 100 m,几乎接近山脊,坡度一般在 30°~40°之间。具有这种特点的地形,对泥石流的形成具有十分重要的意义。一方面,在倒石堆顶部的平缓地带有利于大量固体物质与水的聚集;另一方面,在暴雨等外界因素的诱发作用下,陡峭山坡上的固体物质极易失稳而形成山坡泥石流。

1.3 气象条件

长白山自然保护区属于具有季风影响的温带山地气候,呈现出明显的气候垂直分带性。

总的特点是:年平均气温在 $3\sim 7^{\circ}\text{C}$ 之间,白头山天池区低于零下 7°C ,7月份最高气温不超过 10°C ,冬长夏短是长白山自然保护区的又一显著特点。全年冻结期长达7个月之久,天池区长达10个月。另外,长白山自然保护区不但降雨丰富,而且雨量特别集中。据本区气象部门资料,本区年平均降雨量在 $700\sim 1\,400\text{ mm}$ 左右,一般多在7、8月份发生。山顶年降雨日数209 d,山脚下年降雨日数 $115\sim 146\text{ d}$,为东北地区之最。在海拔 $2\,000\text{ m}$ 以上的火山锥体,有8个月左右的固体形式降水。同时,降雨持续时间长也是本区降雨的另一重要特点。据本区气象站的观测资料,在雨季,连绵不断的阴雨天气最长时间可达2个月之久。

本区的气象条件对泥石流的发育具有相当重要的意义。一方面,融水和降雨所形成的强大地表径流使坡面上的松散固体物质向倒石堆聚集,向沟谷聚集;另一方面,长时间的降雨使倒石堆中聚集的松散碎屑物质充分饱和,处于极限平衡或不稳定状态。当大量的雨水降落至地表,由于降雨时间短、强度大,几乎全部转化为坡面径流和沟谷洪流,为泥石流的形成提供了强大的动力条件。

2 长白山区泥石流的发育特征分析

长白山由于其独特的气候条件与地貌和地质条件,使其泥石流的发育具有其自身的特点。从泥石流活动场所的地貌形态来看,本区泥石流类型主要为山坡冲沟型泥石流。这类泥石流发育于斜坡坡面的树枝状沟槽中,各树枝状沟槽汇集于冲沟出口,向下形成扇形堆积区,松散固体物质来源于树枝状沟槽汇集区域内的山坡崩塌堆积物和坡面风化残积物。这类泥石流在本区分布广泛,具有明显的区域特征。

根据野外勘查资料,本区山坡冲沟型泥石流在二道白河源区两侧山体的斜坡中较为发育。它的形成过程与沟谷两侧陡峭山体的崩塌、落石所形成的倒石堆的发育状况密切相关。从平面分布上看,在二道白河上游的河谷两侧,地势陡峭,岩壁近于垂直,依其而卧规模不等的倒石堆群。在垂直分布上,长白山区发育的倒石堆特征主要受地层岩性控制,具有明显的成层性。从整个区域上看,本区倒石堆的发育具有以天池为中心、向四周逐渐减少的趋势;而以长白瀑布到温泉一带的岩崩—倒石堆最为发育。在对长白瀑布以北两侧倒石堆的仔细观察的基础上,根据岩崩—倒石堆地形特征、坡面植被发育状况及堆积特点,将本区倒石堆的发育过程划分为三个阶段:幼年期,中年期和老年期^[3]。

在岩崩—倒石堆发育的幼年期,后缘近于直立。它的形成主要是其上部崩塌物质脱离母岩后在重力的作用下直接堆积而成。在倒石堆形成的过程中,崩塌物质经过了一定的重力分选作用,使下部粒径明显大于上部粒径,所有的砾石呈棱角状和次棱角状。在倒石堆发育的中年期,后缘经地面流水的搬运及堆积作用而出现了一定面积的呈凹形的汇水区,并且在后缘区的细粒物质明显增多。倒石堆的平均粒径从上至下有由细变粗的特点,这主要是崩塌物质经重力作用和流水作用形成的结果。在倒石堆发育的老年期,后缘坡度平缓。由于化学风化作用,整个倒石堆的粘性物质较多,坡面上植被相对较为发育。整个倒石堆基本停止发展。

二道白河源区岩崩—倒石堆的发育状况与泥石流的形成有着极其密切的关系,它常成为泥石流的物源区、形成区和流通区。由于本区泥石流的形成区、流通区及堆积区均位于倒石堆中,故是一种发育于倒石堆中的泥石流。由于泥石流的形成必须在其形成区内汇集大量的松散固体物质及强烈集中降雨所产生的丰富水源,因而本区泥石流一般多发生在倒石

堆的中年期。这一点与野外调查结果是一致的。

二道白河源区泥石流松散固体物质的来源可分为两种类型:(1)沟谷两侧山体崩塌为泥石流提供粗粒物质。二道白河源区两侧山体出露的深灰色粗面岩中节理裂隙十分发育,多个方向的节理不仅使岩石十分破碎,而且在裂隙中充填了大量的水分。经过流水的反复冲刷作用和冻胀作用,使岩石松动。一部分松动的岩石在重力的作用下脱落,另一部分松动的岩石在夏季受坡面流水的冲刷作用而脱落,这是倒石堆粗颗粒的主要来源。(2)物理风化作用所产生的残积物为泥石流提供细粒物质。中更新统的下部为淡黄色火山凝灰岩,结构松散,抗风化能力弱,重力侵蚀作用十分强烈。在雨季,在暴雨径流的触发下,坡面上的残积物经过坡面水流的搬运作用,不断聚集,为碎石堆积中的细粒物质提供了来源。

本区泥石流的形成区和流通区均位于倒石堆中,堆积区一般叠置于倒石堆的前缘,呈扇形分布,其前缘多受二道白河流水的冲刷作用而被侵蚀。其粒度特征为从上至下,平均粒径逐渐变小,从中间至两侧平均粒径逐渐变大,这主要是泥石流流体在不同位置处的能量差异所致。

对本区泥石流堆积物的粒度分析结果如图 2 所示。从图中可以看出,泥石流堆积物的粒度分布十分复杂,其直方图呈现出双峰的特点,并且以 $-3\phi \sim -4\phi$ 范围内的粒径占绝对优势,占总含量的 50% 以上,而在 1ϕ 以下的颗粒含量小于 5%,粘粒含量很少,说明本区泥石流为水石流型泥石流,同时也进一步说明了本区泥石流的高能堆积环境。

3 结 论

综上所述,我们可以得出以下结论:

(1)本区泥石流的发育必须有大量的松散固体碎屑即倒石堆为物质基础,陡峭的地形为动力因素,集中而充沛的降雨为其诱发因素。

(2)本区岩崩所形成的倒石堆的发育状况与泥石流的形成关系密切:倒石堆为泥石流提供物质来源,其近旁的高山深沟为泥石流提供活动场所泥石流扇形堆积区一般与倒石堆相连,分布在倒石堆的前缘,这是本区泥石流发育的主要特点。

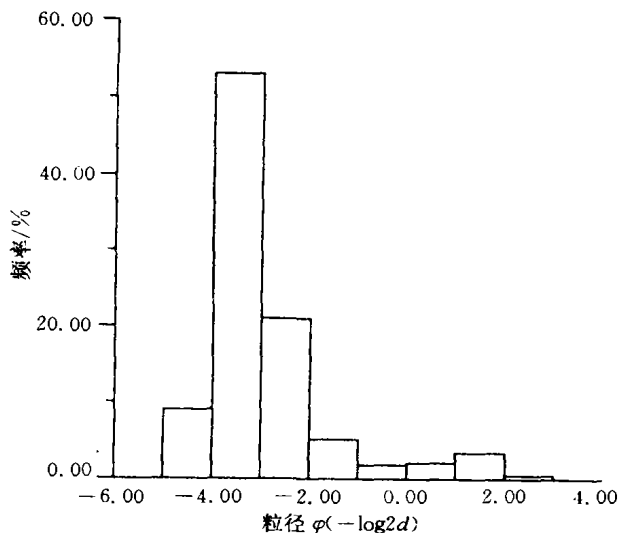


图 2 长白第一温泉西侧泥石流堆积物粒度分布直方图

Fig. 2 The granular distribution histogram in the sedimentary area of the debris flow in the west of the hot spring in Changbai Mountain

Application of Seismic Dynamic Parameters in Sandstone Prediction

LIU Jun¹, HOU Ping¹, WEI Mao-lin¹, QIN Wen-ming¹

LU Jun¹, Ma Shi-zhong², ZHAO De-bin²

(1. Geological Survey Bureau of Jilin Petroleum Corp, Songyuan 138000, China; 2. Daqing Petroleum Institute, Daqing 151400, China)

Abstract: With the increase of survey degree, the big undiscovered structural reservoirs have become less and less, so it is very important work to search suppressed sandstone reservoirs. The work of using seismic data to identify sandstone can help us to reach the goal of searching for suppressed sandstone reservoirs. The general predicting sandstone methods are usually fit to the layer whose thickness is less than the harmonious', but they are not fit to the thicker thickness. In view of the geologic character of thin interbed in southern Songliao basin, the paper proposed a method that uses seismic dynamic parameters and neural network technique for study, training to identify sandstone thickness. The method is suitable even if the thickness is bigger than the harmonious'.

Key words: seismic dynamic parameter; neural network; reservoir; sandstone

(上接 170 页)

参考文献:

- [1] 刘若新,魏海泉,李继泰. 长白山天池火山近代喷发[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [2] 谢宇平,刘祥,向天元. 中国东北中部地区新生代火山及火山岩研究[M]. 长春:东北师范大学出版社,1993.
- [3] 宋长春,崔之久. 长白山二道白河源区倒石堆发育特征[J]. 山地研究,1992,10(3):155-160.
- [4] 崔之久. 泥石流沉积与环境[M]. 北京:海洋出版社,1996.

Research On the Debris Flows Hazard in the Tourist Area of Changbai Mountain

SUN Ping, WANG Gang-cheng, CAO Bing-lan

(College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun 130026, China)

Abstract: The tourist area of Changbai Mountain is a place where debris flows happen frequently. According to the geomorphologic conditions of debris flow activity, the principal type is hillslope type of debris flows. Its forming conditions are mainly as follows: wide-range distributing talus is the material source, and the steep topography and plenty of rainfall are respectively the dynamic and inductive factors. Not a single one of these conditions can be dispensed with. Finally, it can be concluded that the spatial distribution of debris flow is interrelated with the developing condition of talus.

Key words: debris flow; Changbai Mountain; talus; developing condition; formative characteristic