

地球动力系统、地球物质系统与滑坡生成机理研究

李海峰

(四川建筑职业技术学院, 四川 德阳 618000)

摘要: 我国是地质灾害非常严重的国家之一, 长期以来, 地质灾害影响了社会的经济建设和发展。由于它具有渐变性、突发性等特点, 给国家和人民的生命财产带来了巨大的损失。本文从地球动力系统、地球物质系统的角度对滑坡生成机理进行了研究, 并以绵阳市北川县为例, 对滑坡形成的主要影响因素进行了探讨。

关键词: 地球动力系统; 地球物质系统; 滑坡机理; 北川县

中图分类号: P642.22 文献标识码: A 文章编号: 1006-0995(2010)02-0215-03

滑坡是我国主要的地质灾害类型之一, 其中以降雨诱发的滑坡分布最广, 发生频率最高, 危害最大^[1]。给受灾地区的经济建设和人民生命财产造成严重损失, 已引起越来越多研究者的关注。导致滑坡的因素众多且十分复杂, 各种因素之间存在着交互作用, 有些因素可能还未被人们所认识, 有些因素人们虽然已经认识到, 但可能还未找到一个合适的物理量来描述, 等等。由此种种客观原因, 给滑坡成因分析研究带来了巨大的困难, 至于各影响因素的定量评价, 则更是一个棘手的难题。

1 滑坡的分布特征和规律^[2]

滑坡产生于斜坡, 斜坡的特征及其稳定性取决于区域地质和地形条件。诱发斜坡滑动的各种自然因素随着各地气候、水文条件的不同而变化。地震区和强震震中的分布, 也受区域地质构造所支配。所有这些决定了滑坡的类型和分布具有区域性的特点。

西南云、贵、川、藏为我国滑坡发生最为频繁的地区, 滑坡类型多, 规模大, 分布广泛, 危害也最严重。东南和中南等省的中山丘陵地区, 滑坡也较多, 主要以碎石土滑坡、风化壳滑坡和硬岩石构造滑坡为主。西北的黄土高原地区, 以黄土滑坡为主要特征: 融冻滑坡则为西藏、青海、黑龙江北部冻土地区所有。在我国其他地区, 滑坡也有零星分布。

2 滑坡的成因分析^[3-5]

滑坡具有突发性强、分布范围广和一定隐蔽性的特点, 一般说来其发生是一个长期的变化过程。影响滑坡发生的因素也是错综复杂, 主要可以分为坡体的物质组成、受到力的情况以及水文地质条件等方面进行研究。

2.1 斜坡的物质组成及内部结构

斜坡的物质组成可以分成三类即岩体、岩土体和土体。由于物质的性质不同, 其抗剪强度也有所不同, 对于风化和水的作用的反映也有明显的差异。根据土石在剪切力的作用下的破坏变形特征, 可以将他们分成两种主要类型: 一种是脆性的, 一种是塑性的。一般说坚硬的石灰岩、花岗岩和石英岩等都是脆性的, 它们的抗剪强度很大, 能经受很大的剪切力而不变形, 所以, 由这些岩石组成的斜坡高陡但较稳定, 很少发生滑坡。页岩、泥岩和其他地表覆盖层, 如粘土、碎石土等多是塑性的, 这些土石体的抗剪强度低, 容易变形, 易发生滑坡。

斜坡的内部结构包括不同土石层中的断层、裂隙的特征, 岩石和断层裂隙的倾斜及其与斜坡方位的相互关系等。当斜坡是由各种不同性质的土石层共同组成时, 斜坡各部分的抗剪强度因土石的性质而异。如果抗剪强度低的软弱岩石位于斜坡的坡脚时, 由于剪切力的作用, 软岩会产生缓慢的变形, 或在坡脚以下挤出, 形成垄岗, 甚至会产生大规模的滑坡。

2.2 水文地质条件

滑坡的产生多与水的作用密切相关。水的作用大致可以分为降雨、地表水和地下水三类。

1) 降水的影响: 大量的统计资料表明, 滑坡多集中在多雨年份, 长期的绵绵阴雨有利于水分下渗,

收稿日期: 2009-06-09

作者简介: 李海峰(1980-), 男, 黑龙江齐齐哈尔人, 硕士研究生, 从事地理信息系统及应用

是斜坡土石饱和甚至在隔水层上积水,这对滑坡的产生非常有利;当在斜坡上已经形成、较大的张裂缝时,暴雨形成的地表径流沿裂缝下灌,使坡体的含水量迅速上升,有时还会形成暂时含水层产生滑坡。如陕西铜川河前的一处滑坡,就是一次暴雨引起地表水沿裂缝猛灌而诱发的。

2) 地表水的影响:地面上的江河、湖泊、海洋的水流不断冲刷和切割岸坡。使岸坡增高变陡,暴露出内部的软弱面。洪水时期,河水水位上涨,反而补给地下水。洪水迅速下降后,斜坡内形成很大的动水压力,而有利于滑坡的产生。

3) 地下水的影响:地下水浸湿斜坡土石显著降低土石的抗剪强度。如果地下水在隔水层顶板上汇集成层,还会对上覆的岩层产生浮托力,降低抗滑力。地下水还能溶解土石中的易溶物质,使土石的成分发生变化,逐渐的降低土石的抗剪强度,从而加速滑坡。

2.3 滑坡产生的应力条件

地壳表面具有许多的物理场(重力场、热力场、地电场、磁场、渗透场和地球化学场),在斜坡或边坡上多少会有一些变化。对于滑坡作用意义最大的是重力场。由于重力的作用,构成地壳的岩石要承受上覆盖岩石重量所形成的应力,除重力产生的应力外,还有地壳构造力所形成的应力,热力应力,物理化学应力等。而这些附加外力不是历来就有的,也不是处处都有,而重力所产生的应力则是普遍存在的,又是不可避免的。

2.4 地形地貌条件

产生滑坡的一个必要条件是必须具备明显的地形地貌差异,这样才能形成岩土体失稳运动的重力势差。而地壳的构造隆升作用是引起地形地貌差异的根本原因,正是构造隆升作用导致山区、高原的加速隆升以及平原、盆地的加速沉降,这样两者地形高差变大,并造成更大的重力势差。山区与高原的河流坡降加大,又使河谷深切力度加大,并导致河谷与岸坡间重力势差增大。于是较高的重力势差为崩滑流灾害创造了基本运动条件。

3 以绵阳市北川县为例

3.1 区域地质环境条件

3.1.1 地形地貌

北川县全境皆山,北西部以侵蚀构造中山、高中山地形为主,南东部主要为溶蚀山原-峡谷和峰丛-洼地等侵蚀溶蚀中山地形。县城处在侵蚀构造中山的东南边缘,属龙门山前山与后山交界地带,山脉走向大体呈北东-南西向。县境内地形变化大,南西高、北东低,相对高差超过1000m,沟谷谷坡一般大于25°,部分达40°~50°,甚至陡立,按成因形态可分为四大类型。

1) 堆积平原地形:河谷冲积平原,零星分布于湔江、白草河、青片河两侧,由河漫滩及一、二级阶地组成。一般高出当地河水面3~15m。地面平坦,倾向河流下游,坡降2‰~4‰,分布面积几公里到几十公里。

2) 构造低山丘陵地形:单面低山,龙门山前砂页岩、砾岩分布区,受岩性、构造控制,形成向东南倾斜的单面低山,海拔700~1000m,高差200~500m。

3) 溶蚀中山地形:峰丛-洼地:峡谷,分布于北川南部邵家山至玉皇观一带,保存1000~1200m和1800~2000m的夷平面,夷平面上分布有较多的溶蚀洼地,较大的有大天池、小天池。主要河谷段为峡谷地形。溶蚀山原-峡谷分布于北川东北部曲山镇至通口、复兴一带,唐王寨向斜保存1600~1800m夷平面,夷平面上为石丘-洼地地形。通口河谷谷呈箱形峡谷,高差达1000m。

4) 侵蚀构造高中山:中山,广泛分布于北川西北部地区,属变质岩山区,海拔2000~2200m,高差1000~1500m。一般山脊单薄,上陡下缓。河谷开阔处,有小型山间坝子;高中山分布于北川西南部地区,大火地一带强烈隆起区,海拔2500~3000m,制高点断头崖海拔3662m,沟谷深切,高差达2000m。

3.1.2 地质构造

北川县全县绝大部分处在龙门山地槽区,县城曲山镇则处在前龙门山褶皱带与后龙门山褶皱带的界线上。龙门山地槽是一个跨旋回的地槽,早在元古代就形成地槽区,自震旦纪地槽又重新开始发展,跨越了阿森特、加里东、华力西、印支四个旋回,印支运动褶皱成山,燕山运动又受褶皱,形成现在的构造景观。

后龙门山褶皱带是早古生代沉降的中心,印支运动使地层发生变质和塑性变形,受强烈挤压,形成

北东向褶皱带。前龙门山褶皱带是晚古生代（包括三迭纪）沉降中心，尤其在泥盆纪至石炭纪下陷最强烈，印支运动和燕山运动使地层发生全形褶皱和剧烈的断裂，形成众多的迭瓦式断裂。

北川断层就在前龙门山褶皱带与后龙门山褶皱带的分界限线上。该断层是一条现今仍在活动的冲断层，断层倾向北西，倾角 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，为寒武系的砂岩逆冲于志留系、泥盆系乃至石炭系之上，切割深度较大，垂直断距千米以上，沿断裂线分布着串珠状的上升泉。勘查区北川断裂带北西、西侧大面积出露寒武系砂岩，其风化强烈，岩石破碎，多以残坡积碎块石土出露在大于 25° 斜坡上，为泥石流、滑坡等地质灾害的形成奠定了物质基础。

3.2 物质组成

根据工作区岩土体物理力学性质，可划分为松散岩类、半坚硬及坚硬岩类三种地质岩类。

1) 松散岩类，分布于工作区内湍江、白草河、青片河沿岸。主要为第四系的粘土、砂卵石层。在陡坡地段而松散堆积体较厚时，易出现滑坡。

2) 半坚硬岩类，主要分布于工作区西北地区。地层主要为志留系茂县群页岩夹砂岩、灰岩岩组以及浅变质千枚岩、砂页岩、灰岩岩组。页岩夹砂岩、灰岩岩组其残坡积物为山区泥石流的主要物质来源，浅变质千枚岩、砂页岩、灰岩岩组岩石力学强度较低，常发生滑坡等地质灾害。

3) 坚硬岩类，分布于工作区的曲山镇至桂溪一带。地层主要为下寒武统、下泥盆统、上三迭统碎屑岩，裂隙率 $0.7\% \sim 6.85\%$ ，岩石力学强度较高。

3.3 北川县滑坡灾害平面分布特征

区内地质灾害在平面上的分布主要受人类工程活动、地形地貌、地层岩性、地质构造的控制，沿人类工程活动激烈和河流切割沟谷呈条带状展布，主要发育分布为 4 个条带：湍江河带、青片河带、白草河带和陈家坝-都坝河带。

表 1 北川县滑坡灾害平面分布特征表

地质灾害分布区	滑坡		不稳定斜坡	
	数量(处)	百分比(%)	数量(处)	百分比(%)
湍江河带	11	22.9	6	66.7
青片河带	13	27.1		
白草河带	12	25.0		
陈家坝-都坝河带	7	14.6	2	22.2

4 结束语

随着我国城市发展速度的加快及城市人口增加，人的活动集中，加以城镇工业区的发展，对城市环境的影响越来越大，滑坡等一系列灾害也更加频繁的发生，给我国经济发展、社会稳定带来了极大的影响。为此，要重视对区域地质条件的评价与分析，重视对灾害发生机理及其区域性规律的认识，重视评价指标体系建立的科学性和合理性；借助先进技术，不断完善和改进易发性和危险性滑坡的发生机理研究方法，从而为实现区域地质灾害风险评价与管理以及防灾减灾奠定良好的基础。

参考文献：

- [1] 李媛. 四川雅安市雨城区降雨诱发滑坡临界值初步研究[J]. 水文地质工程地质, 2005, 1: 26 ~ 29.
- [2] 四川省地理研究所. 滑坡[M]. 北京: 科学出版社.
- [3] 马宗晋, 等. 减轻自然灾害系统工程初议. 中国自然灾害灾情分析与减灾对策[C]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1992.
- [4] 王思敬. 地圈动力学 - 地质环境、灾害与工程研究基础[J]. 工程地质学报, 2004, 12(2): 113 ~ 117.
- [5] [苏]E. . 叶米里扬诺娃. 滑坡作用的基本规律[M]. 重庆出版社.

A Study of Earth Dynamic System, Earth Material System and Genetic Mechanism for Landslide

LI Haifeng

(Sichuan Institute of Professional Technology for Civil Engineering and Architecture, Deyang, Sichuan 618000)

Abstract: Geological hazards have serious effect on economic development and safety of life and property of people. The present paper makes an approach to genetic mechanism for landslide in terms of Earth dynamic system and Earth material system by the example of Beichuan, Mianyang, Sichuan.

Key words: Earth dynamic system; Earth material system; mechanism for landslide; Beichuan