

· 防灾减灾工作决策指导手册 ·

ZHONGGUO ZIRAN ZAIHAI YAOLAN

中国自然灾害要览

· 下卷 ·

丁一汇 朱定真 主 编
石曙卫 范一大 李如彬 副主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

ZHONGGUO ZIRAN ZAIHAI YAOLAN

中国自然灾害要览

· 下卷 ·

丁一汇 朱定真 主 编
石曙卫 范一大 李如彬 副主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

下 卷

第 二 十 章	滑坡和崩塌灾害	509
第二十一章	泥石流灾害	531
第二十二章	地面塌陷和地裂缝灾害	549
第二十三章	风暴潮灾害	563
第二十四章	海浪灾害	581
第二十五章	海冰灾害	605
第二十六章	海啸灾害	625
第二十七章	赤潮灾害	647
第二十八章	农业病灾	669
第二十九章	农业虫灾	691
第 三 十 章	农业草灾	709
第三十一章	农业鼠灾	725
第三十二章	有害生物入侵灾害	743
第三十三章	野生和家养动物疫源疫病灾害	761
第三十四章	林业生物灾害	793
第三十五章	森林火灾	817
第三十六章	草原火灾	841
第三十七章	生态灾害	861
第三十八章	大气环境灾害	887

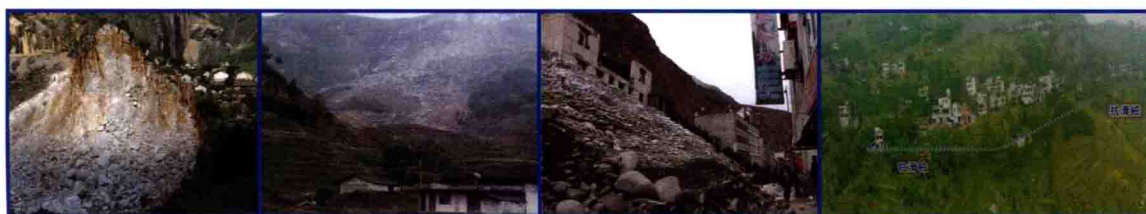
第三篇 自然灾害的相关主要防范与救助措施

第三十九章 灾后疫情防范	923
第四十章 自然灾害的心理应对措施	937
第四十一章 自然灾害应急地理信息服务	951
第四十二章 灾害保险	969

附 录

自然灾害救助条例	983
国家自然灾害救助应急预案	988
中国的减灾行动	1000
国家综合防灾减灾规划	1015
中国自然灾害预警信号一览表（气象水文）	1027

第二十章 滑坡和崩塌灾害



滑坡灾害，是指斜坡部分岩（土）体主要在重力作用下发生整体下滑，对人类生命财产造成严重损害的自然灾害。

崩塌灾害，是指陡崖前缘的不稳定部分主要在重力作用下突然下坠滚落，对人类生命财产造成严重损害的自然灾害。

滑坡和崩塌灾害是我国山区主要的自然灾害之一，分布十分广泛，除东部沿海、沿江平原、内陆山间盆地外，其余广大山地（占全国 70% 的县）都有分布，尤其山区的农村分布最多。

第一节 滑坡和崩塌灾害概述

山体滑坡是指山体斜坡上的土体或岩体，受降水、河流冲刷、地下水活动、地震及人工切坡等因素的影响，在重力的作用下失稳，沿着坡面内部的一个（或多个）

软弱面（带）发生剪切而产生的整体或分散地顺坡向下滑动的现象（见图 20-1）。俗称“走山”“垮山”“地滑”“土溜”“山剥皮”等。其主要运动特征是滑移，滑体内各块体做相对平行运动，块体之间无明显的撞击和翻滚现象，至少在滑坡启动后的一瞬间是如此。

滑坡从外观上可由滑坡体、滑坡后壁、滑床、滑坡前缘组成。图 20-1 是发生在重庆云阳的一次典型的山体滑坡。

山体滑坡规模可以是几万立方米至上



图 20-1 重庆云阳的一次典型山体滑坡图
（来源：马力）

千万立方米。滑动速度一般是每小时滑动数 10 厘米至数米，最快可以达到每秒滑动数十米。

崩塌是斜坡上的部分岩土体在重力作用下，沿着一个破裂面向临空一侧倾倒，进而发生坠落、滚动的现象，由于滑动或者破裂面的倾角一般大于 45° ，所以其主要运动特征是滚动。崩塌启动后，由于巨大的势能转变为巨大的动能，往往造成严重的灾害（见图 20-2）。



图 20-2 2010 年 7 月 1 日，广西壮族自治区凌云县伶站瑶族乡伶兴村发生山体崩塌（来源：新华网）

一、我国的滑坡和崩塌灾害

滑坡和崩塌灾害是我国山区主要的自然灾害之一，分布十分广泛，除东部沿海、沿江平原、内陆山间盆地外，其余广大山地（占全国 70% 的县）都有分布，尤其山区的农村分布最多。

我国有名的滑坡和崩塌灾例有：

（1）1967 年 6 月 8 日 9 时，四川省雅江县孜河区雨日村西南约 1 千米的雅砻

江右岸唐古栋,约7000万立方米土石在5分钟之内崩塌入雅砻江中,从滑坡后壁到坡脚高差1030米,最大水平长度1900米,最大宽度1300米,形成一长约200米,高175~355米的堆石坝。导致坝内蓄水达6.8亿立方米,回水长达53千米,坝下游一度断流,200~300千米范围内,均出现了全年最低水位。9天后,库水翻坝流出,造成非常规性洪水,在坝下游10千米处水位上涨达48米,流量达62100立方米/秒。这一影响,一直到1300千米以外的宜宾市还可看到。对下游沿江两岸土地造成强烈侵蚀,初步估计因山崩及溃坝后洪水的侵蚀,进入红河的泥沙量达1亿立方米以上。据西昌、米易等8个县不完全统计,共毁田地233公顷、房屋435间,冲走牲畜131头、粮食79吨,毁坏公路51千米、桥梁8座、涵洞47座,洼里、沪宁等三个水文站的全部设施被冲毁,有人员伤亡,直接经济损失超过1000万元。

(2) 1982年7月17日,重庆云阳县城东鸡扒子大滑坡,面积达0.77平方千米,1500万立方米土石坠入长江,1700间房屋毁于一旦。

(3) 1985年6月12日,湖北秭归县新滩大滑坡,3000余万立方米土石自100米高处的广家岩坡脚高速下滑,将古镇新滩全部摧毁。新滩这个千年古镇顷刻滑入长江,激起高达70米的过江涌浪,上下游各110千米江段的96条船被倾覆,造成了长江上游的断航和巨大的财产损失。由于事先有了准确的预报并加以防范,新滩古镇无一人伤亡。

(4) 2005年5月13日,发生在重庆秀山的一次小型滑坡(见图20-3),房屋中有9人死亡和失踪。



图20-3 2005年5月13日发生在重庆秀山的一次小型滑坡
(来源:马力)

二、滑坡和崩塌对我国造成的损失和社会影响

滑坡和崩塌灾害主要危及人身安全,阻断交通运输通道,破坏水利设施,危害山区城镇,破坏采矿区域和施工工地,破坏耕地。

1. 滑坡和崩塌危害人身安全

滑坡和崩塌灾害每年造成 800 ~ 1500 人死亡, 其危害人群主要是居住在山区的城镇和农村居民, 其中农村占到 80% 以上。还有一些是采矿区和山区工程施工的人员, 正在公路、铁路旅行中的人员及在山区旅游的游客等。

2. 滑坡和崩塌危害交通运输

滑坡和崩塌对交通运输的危害体现在公路、铁路、航运等多方面。每年汛期, 山区的公路都会因为滑坡和崩塌随时中断。在四川甘孜、阿坝、凉山州公路的高山峡谷段, 会看到许多警示标志树立在公路边, 上面写着“注意飞石”“滑坡地段, 小心驾驶”“滑坡! 靠里行驶”等字样。它们或因滑坡和崩塌阻塞道路, 或因滑坡造成路面向下塌方, 或因滑坡危害桥梁、涵洞; 铁路亦有同样的情形。例如 2011 年从 4 月份开始到 10 月份, 四川的上述地区的公路、铁路共发生了数百次滑坡崩塌事件, 6 月汶都 213 国道因滑坡一度中断了十几天。大型和巨型滑坡倾泻大量土石方到江河中, 造成航运中断的事件也在许多河流中发生过。例如 1982 年 7 月 17 日至 18 日发生在重庆云阳的鸡扒子滑坡, 将上百万立方米的土石体及位于其前缘的县冷冻库、饲养场、卫生院等 10 余个单位的建筑物、设备全部推入长江中, 直抵河床, 并达彼岸, 形成一个高达 30 多米的水下大坝。致使 700 多米宽的河床被压缩, 航道由 120 米宽压成 40 米, 过水断面由 2700 万平方米缩减为 320 万平方米, 使滩上的流速超过原来的青滩最大流速, 上水客货轮要在绞滩船或大型拖轮协助下, 才能逆水上行过滩, 严重阻碍了长江航运。致使鸡扒子成为川江上最大、最恶的险滩, 直接经济损失 600 万元, 间接经济损失 3000 万元。

3. 滑坡和崩塌危害水利水电设施

由于水库大坝、电站都建设在山沟中, 其附近的山体失稳垮塌, 必然会给水库坝体带来严重的危害, 致使运行瘫痪。例如, 1996 年在内蒙古鄂尔多斯市达拉特旗恩格贝水库的体量约 4 万立方米的山体发生滑坡, 使坝体严重渗漏, 濒临垮坝。在水库库区发生频繁的滑坡, 还会将大量的泥沙带入库中, 对水库库容产生长期而深远的影响。

4. 滑坡和崩塌危害山区城镇

城镇是人口密集区, 也是各种经济设施集中的区域, 一旦发生滑坡和崩塌, 造成的后果都十分严重。为了安全, 山区城镇在建设时就应投入大量资金用于滑坡和崩塌治理及加固, 其价值往往超过设施建设本身的花费。例如, 位于四川西部高原的丹巴县城就是一座依靠滑坡和崩塌治理而稳固的城市。

5. 滑坡和崩塌危害采矿区和山区施工工地

滑坡和崩塌主要危及矿区和山区施工人员居住区的安全, 危及矿井、采矿和施工设施的安全。“5·12”汶川地震灾后重建的许多公路建设项目和水利设施修复项

目都在高山峡谷地带，2009 年以来的汛期，在这些工地发生了许多滑坡和崩塌灾害，不仅对工程设施造成了严重破坏，还造成了一些人员伤亡。

6. 滑坡和崩塌危害耕地和植被

滑坡和崩塌灾害会将山体上大量的土石方在短时间里搬运到更低的地方，不仅掩埋了山下的大片耕地，还使山体上的土壤流失，岩石外露，减少植被覆盖，需要花费较长时间才能逐步恢复其生态环境和水土涵养功能。

第二节 滑坡和崩塌灾害的成因及特点

一、滑坡和崩塌形成的基本条件

滑坡和崩塌是山区、丘陵地区常见的一种地质灾害，它的形成与地形地貌、地质环境、气候气象水文和人类活动等有着密切的关系。

1. 地形地貌

只有处于一定的地貌部位、具备一定坡度的斜坡才可能发生滑坡。一般江、河、湖（水库）、海、沟的岸坡，前缘开阔的山坡、铁路、公路和工程建筑物边坡等都是易发生滑坡的地貌部位；坡度大于 10° 而小于 45° 、下陡中缓上陡、上部成环状的坡形，是产生滑坡的有利地形。图 20-4 表明了重庆山体滑坡数量与坡度的关系，76.6% 的滑坡坡度在 $20^{\circ} \sim 39^{\circ}$ 之间。

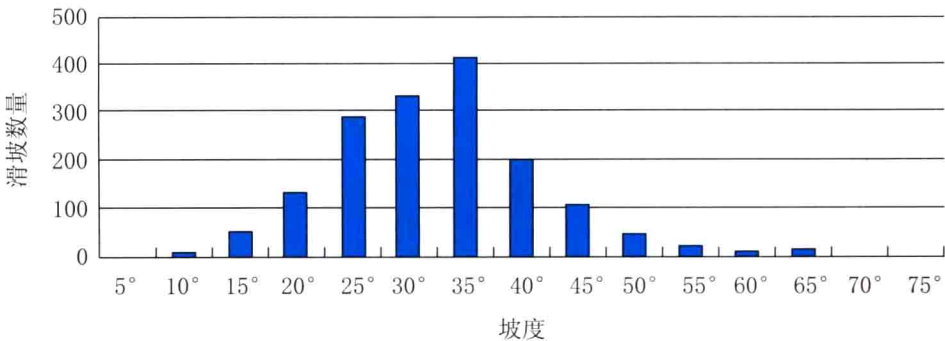


图 20-4 重庆山体滑坡数量与山体坡度的关系

2. 地层岩性

斜坡的地层岩性，是发生滑坡的物质基础。石灰岩、花岗岩和石英岩等致密坚硬的块状岩石，因抗剪强度很大，能经受很大的剪切力而不变形，完全由这些岩石组成的斜坡高陡而稳定，很少发生滑坡。相反，页岩、泥岩和其他各种地表覆盖层，因抗剪强度比较低，很容易变形和发生滑坡。如黏性土、黄土、类黄土

和各种成因的松散、松软沉积物（崩积、坡积、洪积和人工堆积等），砂岩、页岩和泥岩的互层地层，煤系地层，灰岩、页岩或泥灰岩的互层地层，泥质岩石的变质岩如板岩、千枚岩、云母片岩、绿泥石片岩、滑石片岩等地层，软质或易风化的火成岩如凝灰岩等。所有这些地层，岩性都比较软弱，在构造作用、水、风化作用及其他外力作用影响下，都很容易形成土状或泥状的软弱层，成为潜在的滑动面或滑动带，具备了产生滑坡的基本条件，属于容易发生滑坡的易滑地层（见表 20-1）。

表 20-1 重庆山体滑坡与地层岩性的关系

	软岩类	半坚硬岩类	坚硬岩类	合 计
项 目	各类黏土、碎块石、碳质页岩等	砂岩、页岩、泥岩、泥岩互层、砂泥岩互层等	厚层砂岩、灰岩、花岗岩类等	
滑坡数	1911	97	31	2039
百分比	93.7%	4.8%	1.5%	100%

3. 地质环境

一个地区的地质构造环境，对滑坡的形成有多方面的影响：一是断裂破碎带为滑坡提供了物质来源；二是各种地质构造结构面，如层面、断层面、节理面、片理面和地层的不整合面等，控制了滑动面的空间位置和滑坡的周界；三是控制了山体斜坡地下水的分布和运动规律，如含水层的数目、地下水的补给和排泄等，都由地质构造条件所决定；四是斜坡的内部结构，包括不同土石层的相互组合情况，岩石中断层、裂隙的特征及其与斜坡方位的相互关系等，与滑坡发生的难易程度有密切的关系。

4. 地表水体、水文地质和气候条件

江、河、湖泊等地表水体的水位变化，地下水活动、强降水多发的气候条件，在滑坡形成过程中都起着重要的作用，它的作用主要表现在：水软化了岩层、土体，降低岩层、土体强度，产生动水压力和孔隙水压力，潜蚀岩层、土体，增大岩层、土容重，对透水岩石产生浮托力等。尤其是对滑面（带）的软化作用和强度降低作用最为突出。我国山体滑坡多发地带主要分布在年降水量大于 400 毫米的区域。

二、滑坡和崩塌形成的影响因素和诱发因子

滑坡和崩塌的形成除了与地形地貌、地质环境、地层岩性等内在因素有关外，还与当地的自然环境和人类经济活动有关。

1. 自然因素

昼夜的温差，季节的温度变化，促使岩石风化，降低其抗剪强度；夏季炎热干

燥,使黏土层龟裂,暴雨雨水沿裂缝渗入,大气降水致使斜坡土体湿化,重量增加,黏聚力低,因此,导致滑坡的产生。

在诱发山体滑坡的多种因素中,降雨诱发的山体滑坡在世界上分布最广、发生频率最高(占90%以上)、造成危害最大。降雨和融雪的渗透水作用是产生滑坡的最主要外因。据统计,重庆90%以上的山体滑坡都是由较强降水诱发的(见图20-5)。降水的作用一是渗透水进入土体孔隙或岩石裂缝,使土石的抗剪强度降低;二是渗透水补给地下水,使地下水位或地下水压增加,对岩土体产生浮托作用,土体软化、饱和,结果也造成抗剪强度的降低。所以,降雨和融雪一般对滑坡可起到诱发或促进作用。

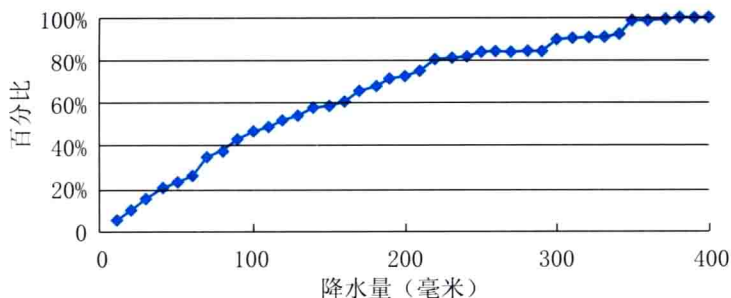


图 20-5 重庆山体滑坡与 10 天累计降水量的关系

地下水的动水压力、静水压力是滑坡和崩塌的动力破坏因素。地下水量的增加,使岩土体含水量增大;地下水位的增高,使岩土重量增大,浸湿范围扩大;地下水流速的加大,促使土体潜蚀作用,这些因素均促使滑坡的产生。

水库、河道水流冲刷、潜蚀、淘蚀坡脚,削弱斜坡的支撑部分,河水涨落引起地下水位的升降,均能引起滑坡的失稳。

地震是诱发滑坡的重要因素之一。地震诱发滑坡,首先是使斜坡土石结构破坏,在地震力的反复震动冲击之下,沿原有软弱面或新产生的软弱面产生滑动。由于地震产生裂缝和断崖,助长了以后降雨和融雪的渗透。因此,地震以后常因降雨、融雪而发生滑坡或山崩,这种情况比地震发生时所触发的滑坡或山崩还要多。一般说来,在雨季或暴雨、融雪时发生的地震,同发型(与地震同时发生)滑坡较多;旱季时斜坡干燥,稳定性较高,同发型滑坡较少,后发型(在地震以后很长时间才发生)滑坡较多。1976年5月29日云南龙陵地震时,同发型滑坡很少,震后雨季时发生的后发型滑坡,占与地震有关的滑坡总数的95%以上。

2. 人为因素

(1) 采掘矿产资源:采矿不按规范执行,预留矿柱少,乱采滥挖,造成采空区坍塌,导致山体开裂,继而发生崩塌和滑坡。

(2) 开挖边坡:修建铁路、公路,依山建房建厂等工程,开挖边坡,使斜坡下

部失去支撑部分，形成人工陡边坡，造成崩塌和滑坡。

(3) 水库蓄、泄水与渠道渗漏：水库蓄水，浸润和软化岩土体，加大岩土体中的静水压力、动水压力；水库泄水，水位急剧下降，加大了坡体的动水压力；渠道渗漏，增加了浸润和软化作用，这些因素均能导致崩塌和滑坡的发生。

(4) 堆填加载：在斜坡上大量兴建楼房、工厂，如果堆渣、弃渣、填土等堆放于易产生崩塌和滑坡地段，等于给斜坡增加了荷载，斜坡支撑不了过大的重量，失去平衡而诱发崩塌和滑坡。

(5) 采石、劈山放炮：采石、劈山等强烈振动，使斜坡岩土体受振而松动，诱发崩塌和滑坡。

(6) 乱砍滥伐：不适当的开垦农田，乱砍滥伐，破坏植被，有利于雨水入渗，也能诱发崩塌和滑坡。

三、滑坡和崩塌的规模

山体滑坡的规模可以按两种方式划分：一种是按体积划分，另一种是按埋深程度划分。山体滑坡按滑坡体积可划分为巨型滑坡（滑坡体积大于 10000 万立方米）、特大型滑坡（滑坡体积为 1000 万～10000 万立方米）、大型滑坡（滑坡体积为 100 万～1000 万立方米）、中型滑坡（滑坡体积为 10 万～100 万立方米）、小型滑坡（滑坡体积为 1 万～10 万立方米）和微型滑坡（滑坡体积小于 1 万立方米）。山体滑坡按滑面埋深程度可划分为超深层滑坡（滑面埋深大于 50 米）、深层滑坡（滑面埋深为 30～50 米）、中层滑坡（滑面埋深为 10～30 米）、浅层滑坡（滑面埋深为 3～10 米）和表层滑坡（滑面埋深小于 3 米）。

四、我国滑坡和崩塌的活动特点

我国滑坡和崩塌灾害不仅具有点多面广的特征，其发生频度也具有随着各地汛期降水量的年际变化和降水量的季节变化而变化的特点，即周期性、波动性和季节性。图 20-6 是重庆 2003—2007 年各年汛期强降水频次与地质气象灾害发生数量的关系图。滑坡和崩塌灾害发生的频数与降水状况的年际波动情况非常一致。2006 年遭遇了百年不遇的大旱，强降水频次和汛期降水量都极少，因此，此年的地质气象灾害发生数量也是最少的，实现了因此种灾害零伤亡。

从滑坡发生的空间位置上看：一是滑坡通常集中发生在某些特定的易滑岩层分布的地区；二是滑坡容易集中发生在构造活跃的区域；三是群发性的滑坡通常集中分布在沿交通干线、河流等区域。

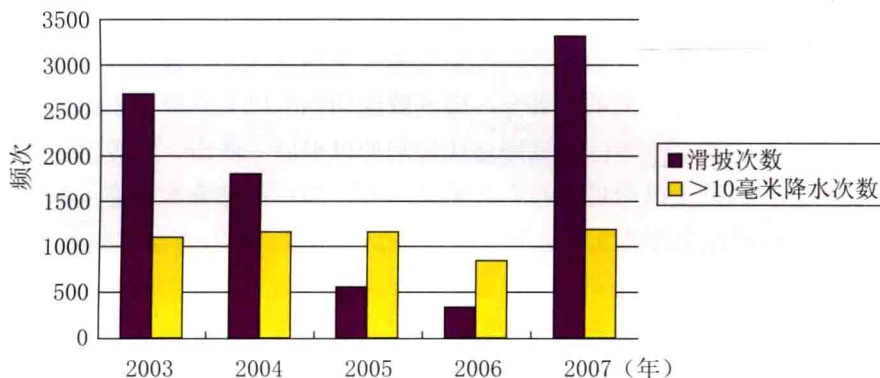


图 20-6 重庆 2003—2007 年汛期强降水频次与地质灾害发生数量

五、滑坡和崩塌的危害方式

滑坡和崩塌形成以后，在其运动过程中所波及的范围内，对人员和各类建筑设施、耕地和一切财产的直接破坏作用，主要有以下形式：

(1) 拉——这是滑坡和崩塌在剧烈运动前的一种主要破坏形式，它利用自己强大的拉力使地面、耕地、房屋和其他设施产生拉裂破坏，甚至完全毁坏（如房屋倒塌，墙壁开裂下陷）。

(2) 砸——这是滑坡和崩塌在高速运动中对人、畜、物和各种建筑设施危害的主要形式，崩塌体启动之前所处位置高出被害对象 10 米到数百米，具有很大的动能，在高速运动中碰到什么，就砸到什么。

(3) 埋——崩滑下来大量的固体物质将被危害对象埋于地下，堆积场有什么就埋什么，无一漏埋。

(4) 堵——大量土石进入主沟河，将河道堵断，使河水上涨淹没农田、房屋、铁路、公路和其他设施。其在河流中形成的堵坝一旦垮塌，会形成洪水泥石流，危害下游。

第三节 我国滑坡和崩塌灾害的分布和发展趋势

一、我国滑坡和崩塌灾害的地域分布特点

我国滑坡和崩塌主要分布在西南的四川、云南、贵州、西藏地区和西北的陕西、甘肃、山西地区，以及中南、东南的湖南、湖北、福建等地区。滑坡多成群、成片、成带状分布，而其余地区则较少发生滑坡和崩塌，即使有滑坡也多属零星散布。我国滑坡和崩塌分布的基本特点是西部地区多于东部地区，南部地区多于北部地区，

其中我国西南地区是滑坡分布最集中、发生频率最高的地区。

以大兴安岭—太行山东麓—贵州高原东缘一线的我国第一级地貌为界线，把我国划分为地貌景观截然不同的两部分，即高耸深切割的以高原、山原、高山、极高山和大盆地为主的西部地区和低矮而浅切割的以平原、低山、丘陵为主的东部地区，因此，东、西两大区滑坡分布存在明显差异。西部滑坡分布密集，东部滑坡分布明显减少，特别在东部的北部地区几乎很少发生滑坡，更没有滑坡的集中发生区。

滑坡分布的南、北差异明显。以秦岭—淮河一线为界，北部滑坡稀疏，南部滑坡密集。秦岭—淮河一线是我国气候分区的第一级界线，年降雨量 800 毫米等值线与此线吻合，其他的气候要素也多以此为界。此线以北是蒸发量超过降水的干旱和半干旱地区，小河流大多数是间歇性的，河流密度较小；此线以南是降水超过蒸发量的湿润和半湿润地区，小河流常年有水，河流密度较大。南、北两大区滑坡分布存在明显差异。

1. 滑坡直接受易滑地层的控制

中国 95% 以上的滑坡发生在易滑地层分布区。例如，四川省的滑坡集中发生在上更新统成都黏土、下更新统昔格达组、中生代红色砂页岩地层和下侏罗系、二叠系煤系地层中；贵州省的滑坡集中发生在二叠系煤系地层和三叠系红色泥岩、砂页岩地层中；云南省的滑坡主要分布在砂页岩地层和凝灰岩地层中；而陕西、甘肃两省的滑坡主要发生在第四系新、老黄土层中；山西省的滑坡主要分布在第四系黄土、上更新统的杂色黏土岩、上更新统红色黏土和三叠系砂页岩地层中；湖北、湖南两省的滑坡多集中发生在第四系红色黏土、裂隙黏土和砂板岩地层之中；福建省的滑坡主要集中在富含泥质（或风化后形成泥质）的岩浆岩中。

2. 滑坡集中发生在地质构造复杂地区

在强烈构造运动中形成的各种软弱结构面是滑坡发生与分布的一个重要指标，这些软弱结构面与有利的地貌条件相配合，为发生滑坡提供了十分有利的条件。新构造运动对滑坡发育的影响可分为直接作用和间接作用。在直接作用中，地震是新构造运动的典型表现，强烈地震时会触发大量的滑坡灾害；在间接作用中，由于新构造运动的影响，地貌形态发生着巨大变化，地面隆升导致河谷下切和冲刷，间接地影响着滑坡的发生和分布。

3. 地形切割程度影响着滑坡分布

我国绝大多数滑坡都分布在河流、沟谷的两岸。因此，在较小区域的滑坡分析预测时，地形切割度是非常重要的指标。在大区域的分析预测时，大的地貌单元界线则更为重要。

4. 强降雨集中和剧烈的人类活动也是滑坡灾害频繁发生的重要因素

根据滑坡和崩塌灾害历史分布情况、地质背景、环境特征、灾害与环境条件相关关系分析，制作出全国滑坡和崩塌易发程度分区图（见图 20-7）。

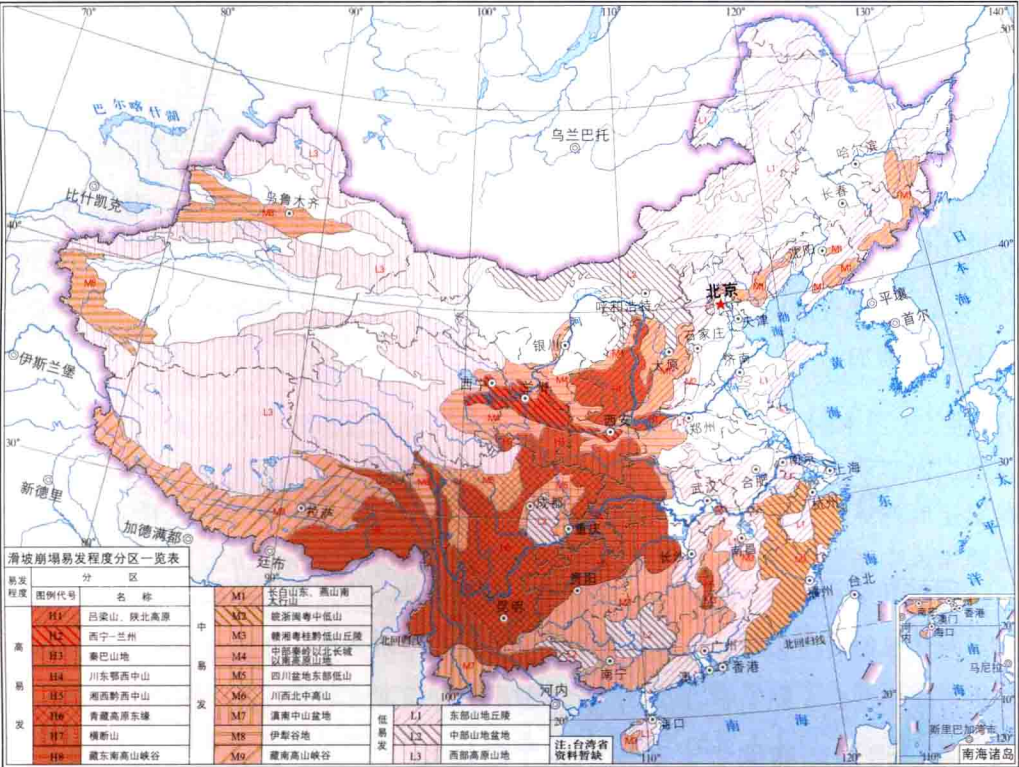


图 20-7 全国滑坡和崩塌灾害易发程度分区图（来源：孟晖等，2006）

二、我国滑坡和崩塌灾害的时间分布特点

由于我国是季风气候，全年降水量的 70% 均集中在 5—9 月，80% 的大雨（日雨量≥ 25 毫米）日数，都集中在 5—9 月，所以滑坡和崩塌灾害也主要集中在此阶段。图 20-8 是重庆滑坡和崩塌年内发生时间分布统计图，可以看出重庆市的山体滑坡主要发生在 5—9 月，占全部滑坡的 95% 以上，6—8 月所占比例为 87.0%。这种山体滑坡的季节分布特征与重庆降水量、强降水日数的年内分布相一致。

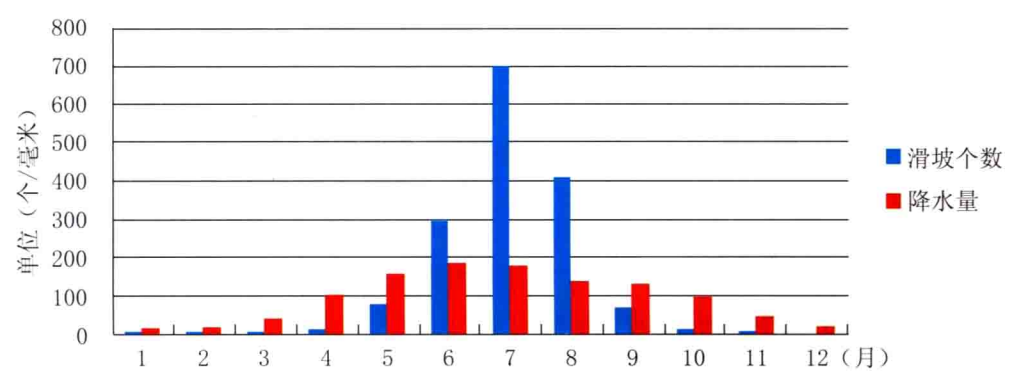


图 20-8 重庆滑坡和崩塌年内发生时间分布统计图

三、我国滑坡和崩塌灾害的发展趋势

近年来,我国有山体滑坡灾害发生频率增高、灾害损失加重的趋势,究其原因:

(1) 人口增加导致的人类居住范围扩大,在许多地质条件较差的山区居住着大量的居民,使灾害造成的人员伤亡增大。

(2) 发展经济导致人类活动加剧,架桥、修路、城市扩建、大型水库建设、采矿等工程建设开挖,使原本不太稳定的边坡失稳,但又没有得到及时和恰当的治理。

(3) 全球气候变化导致一些地区极端强降水次数增加,因此诱发的山体滑坡灾害也有所增加。

第四节 如何预防和减轻滑坡和崩塌灾害

滑坡和崩塌灾害防御由非工程措施、工程措施、防灾减灾的组织体系和机制三部分构成,三者有机结合、相互补充才能取得良好的效果。

一、滑坡和崩塌灾害防治的非工程措施

滑坡和崩塌灾害非工程措施:由灾害调查和风险区划、灾害监测、诱发滑坡和崩塌的局地强降水监测预警、建立在局地强降水监测预报基础上的滑坡和崩塌气象条件预报和灾害发生概率预报、监测预警信息共享和发布、群测群防等体系构成。

1. 灾害调查

滑坡和崩塌隐患点和灾害点调查是灾害防治的第一步。为此,通过国家“六五”计划(1981—1985年)和“七五”(1986—1990年)计划,针对大江大河工程地质与环境地质调查,编制了长江流域环境地质图系、黄河流域环境地质图系和中国环境地质图系。后来国家“八五”计划(1991—1995年)和“九五”(1996—2000年)科技攻关计划中,开展了以地质灾害为主的1:50万区域环境地质调查与编图,圈定滑坡等地质灾害危险区,在一定程度上查明了我国环境地质问题(地质灾害)的成因、发育分布规律和危害特征等,统计出崩塌1.22万个、滑坡5.46万个、泥石流1.67万条,岩溶塌陷面积大于400平方千米,塌陷地点2400处,塌陷坑4万个,采空塌陷超过180处,塌坑超过1995个,塌陷面积大于1150平方千米。

1999年开始,国土资源部开始推行工程建设用地地质灾害危险性评估制度,以规范土地和地质环境合理开发利用,减轻地质灾害。完成了1588个县(市)地质灾害调查,调查结果用于制定区域防灾减灾规划、编制防灾预案,推行地质灾害群测群防体系,为县、乡级地方政府行使防灾减灾职责提供依据。这项工作强调专

业技术人员与地方管理人员联合组队调查,保证了调查的针对性。

调查范围基本包括了中国的山地丘陵地区,覆盖面积约 500 万平方千米。根据调查结果,分别建立了数据库系统,编制了“地质灾害易发区分布图”和“地质灾害防治规划图”等,对重要的地质灾害隐患点编制了“防灾预案”。

2004 年,依据 1:50 万分省区域环境地质调查和以县为单位的地质灾害调查资料,结合各省的工作,分别编制了 1:500 万全国崩塌滑坡、泥石流、地面塌陷和地面沉降地裂缝灾害易发程度区划图。2005 年启动了 1:5 万精度的地质灾害专业调查,意在推动重点地区的地质灾害风险管理与风险控制。

2. 灾害监测

滑坡和崩塌监测主要包含滑坡体变形监测、土壤含水状况(孔隙水压力)监测、地表水和地下水位监测、降水监测四大部分。目前在实际应用中,对滑坡的监测实际上就是对滑坡外部环境稳定性的监测。在专业监测中,主要有人工观测和卫星遥感监测两种方式,但随着科学技术的发展,一些新的技术和方法也逐渐引入滑坡监测中,如利用位相测量剖面术对滑坡地表位移和形变的监测,核磁共振技术应用于滑坡体三维变形监测等。最典型的地质灾害监测系统是三峡库区山体滑坡监测系统和云南东川蒋家沟泥石流综合实验观测系统。三峡库区已经形成了一张地质灾害预警监测网络,地质灾害治理部门在长江干流、支流两岸设置了上百个监测点,重点对新县城、移民新场镇、交通干线及重要基础设施、农村居民集中点进行监测,再加上群测群防机制,构成了一张及时、可靠的“安全网”。

在我国灾害点多面广的情况下,对滑坡体的专业监测难以满足实际需要,因此,多数地方需要采用简易监测。其主要方法有:一是埋桩法,即在地裂缝两侧埋桩,定期测量两桩相对位置的变化;二是埋钉法,即在墙体裂缝两侧埋钉,定期测量两钉相对位置的变化;三是上漆法,即在墙体裂缝处用油漆画一条垂直并穿过裂缝的线,并定期观察线条错位程度;四是贴片法,即在横跨墙体裂缝处贴一纸条,观察其被拉断的情况。

3. 降水监测预警,地质灾害气象预报,监测预警信息共享和发布

做好局地强降水监测预报,是做好滑坡和崩塌灾害预防避险的前提,局地强降水监测主要由密集的地面自动气象观测站网(复杂地形下的站网密度需小于 10 千米)、高空探测站网、天气雷达站网、GPS/MET 观测站网、卫星云图观测系统构成,并对大气运动进行三维、立体、全天候的观测。强降水预报是在上述监测资料的基础上,采用数值模式和人工分析的方法做出精细化的降水预报结果,再配上山体滑坡预报气象条件等级模型,综合分析前期降水量、未来降水趋势和地质地貌条件,最终得到地质气象灾害预报结果。

从 2000 年开始,各级气象部门和国土部门合作开展的地质灾害气象等级预报,向社会公开发布,对减少灾害造成的人员伤亡和财产损失,取得了良好效果。