

自然灾害自救科普馆

滑坡 的 防范 与 自救

谢宇 ⊙ 主编



自然灾害是不以人的意志为转移的，并且无时无刻不在发生，当这种变化给人类带来严重的危害时，就构成了自然灾害。自然灾害给人类的生产、生活带来了不同程度的损害，是人与自然界长期共存的一种表现形式，是人类社会过去、现在和将来所必须面临的最严峻的挑战之一。

自然灾害总是不期而至，这些突如其来的灾害具有难以预测的本性，能否正确自救决定了遇险者的生死。懂得如何应对，才能绝处逢生。



西安地图出版社

自然灾害自救科普馆

滑坡的防范与自救

主编 谢宇

西安地图出版社

图书在版编目（CIP）数据

滑坡的防范与自救/谢宇主编. —西安：西安地图出版社，2009. 10

（自然灾害自救科普馆）

ISBN 978-7-80748-507-0

I. 滑… II. 谢… III. ①滑坡—防治—普及读物②滑坡—自救互救—普及读物 IV. P642.2-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第190867号

自然灾害自救科普馆

滑坡的防范与自救

谢宇/主编

西安地图出版社出版发行

（西安市友谊东路334号 邮政编码：710054）

新华书店经销 北京市业和印务有限公司印刷

710毫米×1000毫米 1/16开本 10印张 150千字

2010年1月第1版 2010年1月第1次印刷

印数0001—5000

ISBN 978-7-80748-507-0

定价：19.80元

目 录

一、认识滑坡和崩塌	1
(一) 滑坡和崩塌概述	1
1. 滑坡和崩塌的概念	3
2. 滑坡的形态要素	6
3. 滑坡纵向分级运动特征	9
4. 横向上分块滑动特征	11
5. 滑坡运动速度	12
6. 崩塌的形态要素	12
7. 崩塌运动特征	13
8. 滑坡、崩塌的分布范围	14
(二) 形成滑坡、崩塌的自然条件	15
1. 形成滑坡、崩塌的条件	16
2. 滑坡、崩塌发生的最佳斜坡	21
3. 滑坡、崩塌形成的地层岩性条件	24
4. 降雨与滑坡的关系	27
5. 引发滑坡、崩塌的人为原因	29
(三) 水库滑坡	31
1. 水库滑坡概述	31
2. 库水诱发滑坡机理分析	32
3. 水库滑坡类型	32
4. 水库蓄水对滑坡的影响	35
(四) 滑坡、崩塌常见的分类类型	36
1. 滑坡的不同分类	36
2. 崩塌的不同分类	41
(五) 滑坡侵蚀	44
1. 滑坡侵蚀的定义	44
2. 滑坡侵蚀的形态要素	47
3. 滑坡侵蚀的诱发因素	48

(六) 滑坡侵蚀的形成条件·····	50
1. 地形地貌·····	50
2. 地层岩性·····	51
3. 地质构造·····	54
4. 坡体结构·····	55
5. 水文地质条件·····	56
(七) 滑坡、崩塌灾害·····	58
1. 在滑坡发生区内造成的灾害·····	58
2. 在运动途中造成的灾害·····	59
3. 滑坡、崩塌的危害·····	60
4. 滑坡、崩塌的直接危害·····	62
5. 滑坡、崩塌的间接危害·····	66
6. 滑坡、崩塌发生造成的损失(以广东省河源市为例)·····	67
(八) 滑坡成灾模式·····	70
1. 直接成灾模式·····	70
2. 间接成灾模式·····	71
3. 灾害链成灾模式·····	71
4. 由其他灾害引起滑坡、崩塌后再转化为其他灾害的 灾害链·····	74
二. 山洪·····	76
(一) 山洪概述·····	76
1. 山洪的活动规律·····	78
2. 山洪灾害的特征·····	79
3. 山洪灾害的破坏作用·····	81
4. 山洪危害的表现形式·····	82
5. 山洪的成因分类·····	84
6. 山洪的危害·····	85
7. 山洪的时空分布·····	87
(二) 山洪的形成过程·····	87
1. 产流过程·····	87
2. 汇流过程·····	88
3. 产沙过程·····	90
(三) 山洪的形成条件·····	95
1. 自然因素·····	95

2. 人为因素·····	98
三. 灾害预防·····	100
(一) 滑坡的预防·····	100
1. 什么时候最容易发生滑坡·····	100
2. 容易发生滑坡的山体特征·····	100
3. 滑坡来临前的征兆·····	101
4. 滑坡前兆的具体表现形式·····	102
5. 如何避免遭遇滑坡·····	105
6. 在容易发生滑坡的地区如何选择避难房屋·····	106
7. 滑坡来临前, 如何提前做好必要的物资准备·····	106
8. 滑坡灾害多发区的建房要求是什么·····	107
9. 滑坡地区如何正确开挖坡脚和堆放土石·····	107
10. 防治滑坡的工程措施有哪些·····	107
11. 强化减灾防灾意识, 建立科学的灾害防御系统·····	108
(二) 滑坡灾害预防措施·····	109
1. 努力学习防灾、减灾科普知识与技术·····	109
2. 斜坡上进行道路、房屋建设时预防滑坡、崩塌的措施·····	109
3. 其他预防措施·····	110
4. 崩塌防治与危岩加固·····	111
(三) 小型冲沟整治工程·····	114
1. 抬高河床、控制侵蚀的简易工程·····	114
2. 护岸工程·····	118
(四) 滑坡预测预报·····	120
1. 滑坡预报的基本问题·····	120
2. 滑坡监测点的选取·····	121
3. 滑坡监测信息的处理·····	123
4. 滑坡的定性预报·····	124
(五) 滑坡灾害的经验教训·····	126
1. 预防和减灾措施·····	127
2. 准备工作·····	129
3. 应急响应措施·····	130
4. 将信息向公众发布·····	131
5. 2009年5月12日全国第一个防灾减灾日·····	131

(六) 滑坡案例分析·····	132
1. 2006年5月22日广东省佛山市顺德区发生山体滑坡·····	132
2. 2007年6月28日辽宁省大连市沙河口滑坡事故·····	132
3. 2009年4月26日云南省威信县发生山体滑坡·····	133
4. 2009年5月17日陕西省眉县太白山森林公园因降雨 发生山体滑坡·····	133
5. 2009年5月18日晚湖北省十堰市发生山体滑坡·····	134
6. 2009年5月19日巫山长江段发生山体滑坡·····	134
7. 兰州是滑坡灾害多发区·····	134
8. 菲律宾南部山体滑坡造成至少26人死亡·····	138
(七) 山洪防御与预报·····	138
1. 观察天气征兆, 躲避山洪危害·····	138
2. 人类哪些活动会加剧山洪发生·····	139
3. 缺乏防洪意识最可怕·····	140
4. 山洪的预报·····	140
四. 学会保护自己·····	144
(一) 滑坡来临时的自救·····	144
1. 山体滑坡自救·····	144
2. 驱车从发生滑坡地区经过时怎么办·····	144
(二) 滑坡发生后的注意事项·····	145
1. 发生滑坡后我们应该怎么做·····	145
2. 如何选择临时避灾场所·····	145
(三) 抢救人或物时注意事项·····	146
五. 滑坡灾害统计与评估·····	147
(一) 滑坡灾害统计与评估·····	147
1. 人员伤亡·····	147
2. 直接经济损失·····	148
3. 间接经济损失·····	148
4. 对社会环境影响·····	150
5. 滑坡灾害等级划分·····	150
(二) 山洪灾害评估·····	151
1. 山洪灾害的调查评估·····	151
2. 面对自然灾害我们能做什么·····	153



一. 认识滑坡和崩塌

(一) 滑坡和崩塌概述

崩塌和滑坡都是自然界中的重力地貌过程。它们和洪水、台风等自然灾害一样具有两重性，所谓两重性就是既有好的一面，也有不好的一面。好的一面是它们给人们带来了可利用的良好的土地资源，不好的一面是它们的发生不但突然，还具有多发性和群发性，这就给人们的生活带来了可怕的灾难。如今滑坡和崩塌已成为人类社会的重大灾害种类之一。

从古至今，人类就一直经历着滑坡和崩塌的干扰。对滑坡和崩塌记载最早的国家是我国，不过当时的人们并没有把滑坡和崩塌分得很清楚。常常将两者混为一谈，可实际上崩塌比起滑坡来不但规模有限，而且作用力也不同。但是那个时候人们把它们合称为“山崩”。除我国之外，古罗马也有滑坡和崩塌灾害的相关记载。

滑坡是山区常见的一种地质灾害，是斜坡上存在的软弱面或软弱带上的岩土物质作整体性下滑的运动。滑坡可分为四种类型：自然边坡，岸坡边坡，矿山边坡和路堑边坡。作为一种灾害，它的孕育和发生与人类的生活活动有着密不可分的联系。一方面，滑坡的发生对人类造成惨重的灾难和损失，有时候它独来独往，摧毁交通设施和通信设施，危及人们的生命和财产；而有时候它附着于其他灾难，“落井下石”，使得灾难



加重，处于更难救治的地步。例如，2008年5月12日，四川汶川发生8级地震造成了15000多处滑坡，这些滑坡明显受地震断裂带控制，滑坡面密度50%~70%。大面积的滑坡现象是因为地震使山体松动，加之暴雨的侵袭而引发，汶川地震触发的体积最大的滑坡是位于主中央断裂带上的安县高川大光包滑坡，滑动距离长达4500米，宽1700~2200米，滑坡堆积体长2800米，最大厚度达580米。这一滑坡不但摧毁公路，阻碍通信，而且还造成大量伤亡事故，据不完全统计，因滑坡直接造成死亡的有20000人左右，约占地震灾害全部死亡人数的1/4。但是滑坡的发生还有另一方面原因，就是人类的生活活动，科技发展使滑坡灾害发生得更加频繁，这也是值得人们深思的问题。

滑坡一般发生在多山地区。据20世纪90年代调查资料，如我国山城重庆市是发育和产生滑坡、崩塌灾害数量较多的地方，其中体积大于500立



方米的滑坡就有129处，另外还有58处崩塌。而我国的另一座山城——攀枝花市，计从建市后的20年间，就先后发生滑坡50多次。滑坡事件的发生往往就在一瞬间，不但具有群发性和多发性特点，还具有间接活动特点。例如，我国宝成铁路的熊家河滑坡，从1955年到1982年历经28年间，不断发生滑坡事件，整治，再滑动，再整治，其整修工程就耗资了820万元。由此可见，滑坡灾害是一种危害性很强的自然灾害。

1. 滑坡和崩塌的概念

在重力作用下，斜坡上的岩石土块由于自身重量或受到如地震、人工爆破、暴雨等某些外因的触发，沿着斜坡做下移或坠落的运动，则被称为块体运动。块体运动不仅仅只有滑坡一种，它还包括崩塌和泥石流，但是这里我们主要说滑坡和崩塌。

(1) 滑坡

前面我们说过了滑坡的定义，即在重力作用下，岩土物质沿斜坡作整



体性下滑的运动。这些受到触发力而运动起来的岩土体以水平位移为主，滑动体边缘部分则存在一些极小的翻转和崩离碎块现象，除此之外，其他部位相对位置变化不大。

滑坡由滑坡体、滑动面（带）、滑床、滑动台阶和滑坡壁等组成。其中滑坡体、滑动面和滑床为必然存在的滑坡三要素。

一般以黏土质为主的土层或泥质岩及其变质岩的分布区易发生滑坡灾害。滑坡的滑动面一般沿着破裂面、岩层面或透水层与不透水层之间的分界面发育。人工开挖的陡坎或者冲刷形成的陡岸最易产生滑坡。诱发滑坡的主要自然因素是地震、降雨和融雪等。

地震使斜坡上的岩土体内部结构遭到破坏，并且会促使原有的软弱面或软弱带重新活动，重新产生。降雨和融雪的水渗入岩土体的孔隙或裂隙中，一方面使岩土体的抗剪强度降低，削减抗滑力；另一方面又使地下水位增高，产生浮托力，两力并存，形成滑坡。因此常有“大雨大滑，小雨小滑，无雨不滑”的现象。

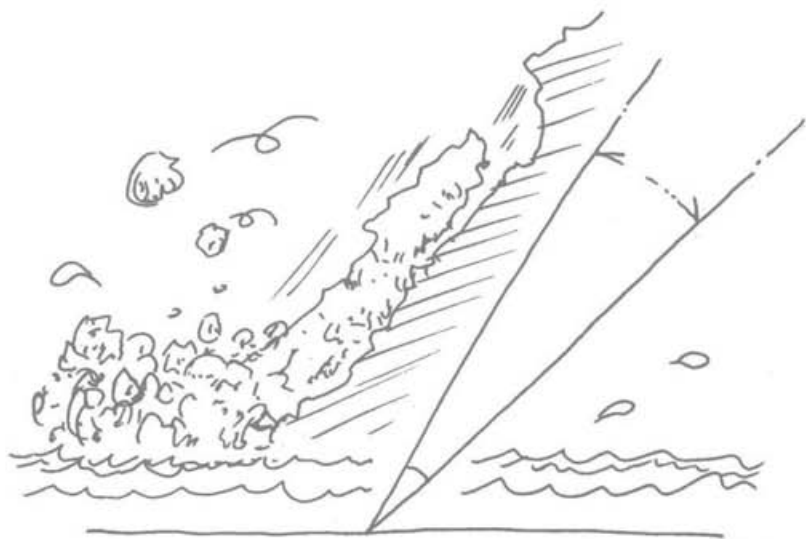
滑坡的形成过程有快有慢，快的可能瞬间发生，慢的则需要发育几个

月，甚至几年的时间。滑动移动速度通常较缓慢，但也有每秒几十米快速滑动的情况，一般这种剧滑现象出现在滑动中期阶段。

(2) 崩塌

崩塌仍然是陡坡上的岩石土体受到重力的影响而发生的。但它并不是整体做下滑运动，而是突然、迅速地垮落至坡下的现象。规模大的崩塌称为山崩，是巨大的岩石山体下落形成的。崩塌一般发生在悬崖峡谷，或者是坡度大于60~70度的海、湖岸等陡峭地段，因为这种坡度的地段一般是由坚硬且有裂隙发育的岩石组成。崩塌易发生在层理、劈理或垂直节理发育倾向与坡向一致的地方。其速度较滑坡快很多，运动速度一般为每秒5~200米。

造成崩塌的原因是岩石中已有的构造裂隙和释压裂隙受到风化作用，导致断层不断扩大和发展的结果，这时候的陡坡已经处于极不稳定状态，一旦遇到触发因素，如地震、暴雨或不合理的挖掘、地下采空等，岩体就会发生崩塌。在自然界中，这些已经处于危险状态的斜坡上的岩土体，常被称为危崖。崩塌下来岩土体顺陡坡猛烈地滚动、跳跃以及相互撞击后堆



积于山麓坡脚地带，主要为大小混杂，却棱角分明的粗碎屑物。

大规模崩塌会造成很严重破坏。它发生的突然经常会危及到人们的生命，损毁交通和通信设施。例如，2001年7月28日，在四川省雅安市晏场镇五里村，因为暴雨导致了山体崩塌，造成5人死亡，1人受伤。同年7月30日上午8时，江西省乐平市塔前镇一采石场发生大面积山体坍塌，塌方坡面长70多米，造成15人死亡，13人失踪。

综上所述，滑坡和崩塌虽然都是受斜坡重力的影响，使块体变形，造成破坏运动的现象，但它们的发育规模、发生环境、成灾特征、运动规律等方面均存在着明显差异。因此对于它们的识别、预防、治理等方面也不尽相同。

2. 滑坡的形态要素

滑坡发生、发展的过程并不是神秘不可知的，反而它有着明显而独特的一系列地貌形态。如滑坡后壁、滑坡侧壁、滑坡鼓丘、滑坡台阶、滑坡舌、滑坡趾、滑坡洼地（滑坡湖）、滑坡泉、滑坡堰塞湖等。此外，表征滑坡重要宏观现象的还有滑坡地表裂缝，它不仅仅是滑坡力学特征在地表的反映，还是滑坡特征的一部分。

不同类型的滑坡，同一类型但不同地段的滑坡以及滑坡发育的不同阶段都会体现出不同的地貌形态和地表裂缝特征。因此，通过滑坡地貌形态和地表裂缝的综合分析，我们可以更加清楚地认识、识别、鉴别出滑坡是否在此地带存在，已经发育到何种阶段或者其稳定状态及发展趋势为何，等等。

（1）滑坡的各部位特征

滑坡体：简称滑体，是指脱离斜坡母体、发生移动的那部分岩土体。

滑动面：简称滑面，又称滑动镜面或滑坡镜面，是指滑坡体沿其滑动的界面。滑动面通常很平整。但当滑坡是沿着一层数毫米、甚至数米厚度的剪切带滑动时，这个界面则被称为滑动带，滑动面一般就隐藏在滑动带中。

滑坡床：简称滑床，是指滑坡体以下的稳定岩土体。

滑坡后壁：是指因滑坡体的下滑而使滑坡主裂缝的外侧暴露出来的陡



壁。用滑坡后壁最高点的经度和纬度共同定位的那个滑坡位置点，称为滑坡顶点。

滑坡侧壁：是指位于滑动体两侧的陡壁。滑坡后壁与滑坡侧壁相互衔接，连续延伸。

滑坡洼地：是指由于滑坡体陷落而在滑坡后缘裂缝一带形成的洼地。

滑坡湖：是指由于滑坡后壁的地下水出露而汇集成的沼泽或积水洼地。

滑坡台地：是指因坡度变缓滑坡体表面形成的台地。

滑坡台坎：是指在滑坡滑动过程中发生分段解体时，在每段滑坡体之间形成的阶坎。

滑坡剪出口：是指在滑坡体的最前端，滑动面与地面所形成的交线。

滑坡主轴线：是指将滑坡体两侧边界中点相连，这条看不见的连线，

就是滑坡主轴线。滑坡体运动各点在此线上应是速度最快的。一般线呈直线，但有时由于受到滑床的影响而呈现折线形或弧形。

(2) 滑坡地表裂缝

滑坡发育过程中，滑坡地表裂缝是最早出现的地表特征，根据它的出现人们可以及时掌握滑坡的相关信息，采取必要的避险措施以及为自救赢得宝贵的时间。

拉张裂缝：拉张裂缝的形成是由于滑坡体向前、向下移动而产生在滑坡后缘位置的主要裂缝。刚刚出现的拉张裂缝呈断续状，随着发展最终连成一条裂缝（带）。这条裂缝带又称主裂缝，它是滑坡发生的标志。岩质滑坡和土质滑坡的拉张裂缝形状不尽相同，岩质滑坡的后缘裂缝呈锯齿形或直线形，而土质滑坡的后缘裂缝呈弧形。后缘裂缝的长度、宽度、深度也都因滑坡的移动距离、偏移方向，滑坡体的厚度的不同而各有差异。在主裂缝前后还可以见到一些拉张裂缝，前后不同的拉张裂缝所标志的情况现象也不同，位于前方的为滑坡体分级解体的标志。位于后方的标志的是滑坡后壁上岩土体的松动和失稳。

剪切裂缝：滑坡体的中部和前部的两侧易形成剪切裂缝，其形成



原因是滑坡体的移动时与两侧的稳定坡体产生的剪切作用，而形成的地表裂缝。初期的剪切裂缝形状呈“×”，且众多的×形裂缝以雁行状排列。随着滑坡发育逐渐成熟，最终会在滑坡体两侧各发育成一条剪切裂缝（带）。

鼓胀裂缝：是指在滑坡体经过剪出口时，因为地表磨擦阻力的增大和地形坡度发生变化致使出现上拱断裂，又从而造成的横向裂缝。

放射裂缝：呈扇形分布。位于鼓胀裂缝的前方。是由于滑坡体向左、右扩张而发生的裂缝。

3. 滑坡纵向分级运动特征

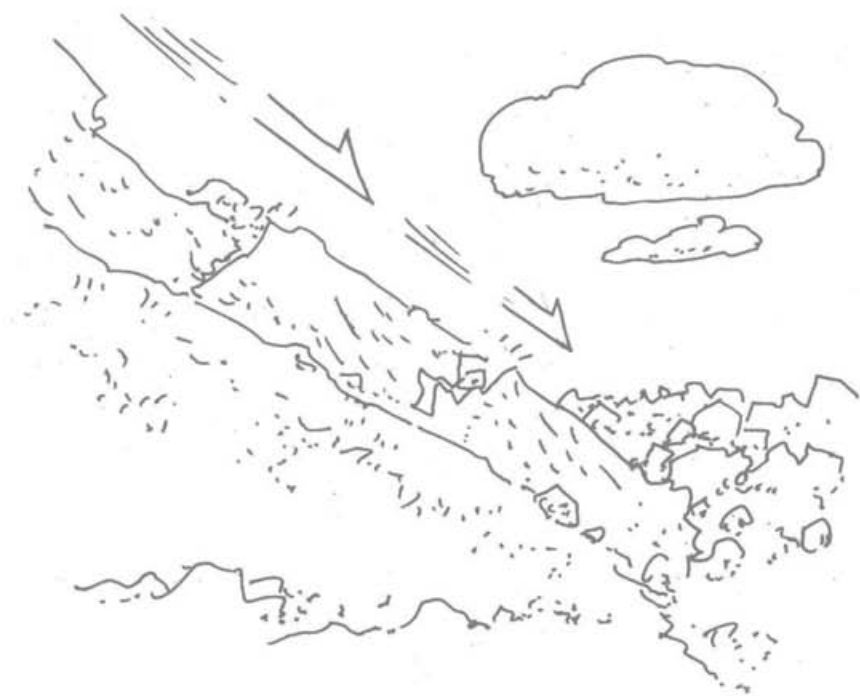
按照一定的标准，大多数滑坡运动纵向上可分为两级、三级或四级，甚至更多。根据滑坡运动过程中的力学特征，可以将滑坡运动分为三类，即牵引式、推动式和混合型运动。

（1）滑坡牵引式运动

斜坡前缘部分，即阻滑部分被某些因素渐渐削弱其作用，在失去支撑后，岩土体发生滑动现象，这就是产生滑坡的起因。后部的岩土受斜坡前缘坡脚部分滑动的牵引作用而产生滑动，使岸坡依次后退。其中，人为开挖坡脚和流水冲刷坡脚引起的岸坡滑坡是最为典型的例子。

（2）滑坡推动式运动

有可能产生滑坡的斜坡后部，受外加荷载作用和自身重力的影响，首先产生张裂变形，滑动面（带）也沿着软弱面由后到前渐渐发育起来，后部的滑坡推力传递、集中到斜坡前缘，即滑动面剪出口，当传递来的滑坡推力大于斜坡前缘岩土强度时，滑动情况就会在坡体上发生，这就是滑坡的起因。在前缘滑动面剪出口，因为滑坡的类型是推动式滑坡而有较大的能量被集中起来，因此，滑速在滑坡开始时的瞬间比较大，产生的危害也相对大一些。1971年8月，四川省汉源县富林村四组发生了推动式滑坡。山间冲沟地形是滑坡区域。高近80米的侵蚀台地为滑坡岸，它有着45~60度的岸坡坡度，其对岸坡为近20度的缓坡耕地和原村民住地。地层为易滑地层，产状近水平。在坡顶台地上，当地村民把旱地改为水田，



种了近0.3公顷的水稻。但是，田中的水在栽下水稻后不久便漏干了，而后，连续引水灌溉了三次，每次都是在不久之后又干了。一天凌晨，山体突然整体高速下滑，滑坡前部冲过冲沟跃上对岸缓坡，使得富林村近14户村民被埋，导致死亡人数超过40人。该滑坡是推动式滑坡，为一个典型范例。因为坡体的顶部地层有开裂现象，又多次灌水进稻田，使得滑动面自上而下的形成速度加快，应力（推力）快速转移集中至坡脚，强大的滑坡推力使得坡脚岩体不能抵抗，因此，就产生了高速滑动。

（3）混合式滑动

一个既有牵引式滑动，又有推动式滑动的滑动过程成为混合式滑动。比如，农历1943年正月初三，在青海省共和县（在今龙羊峡水库大坝上游6公里的右岸）查纳村发生的查纳滑坡就是混合式滑动。起初，在村后