

# 山区村镇 地质灾害防治

## 知识手册



● 村镇建设选址与环境保护

● 山区村镇地质灾害简易监测与预警

● 山区村镇地质灾害防治方法

● 山区村镇地质灾害危险状态识别

● 山区村镇地质灾害的类型与危害

杜修力 主编  
姚爱军 副主编



科学出版社  
www.sciencep.com

## 内 容 简 介

本书为“十一五”国家科技支撑计划重点项目:《村镇建筑工程灾害防治技术与示范》的课题二:《山区村镇地质灾害与工程防治技术研发》的研究成果,针对我国山区村镇地质灾害,以村镇区域为对象,以通俗易懂的文字和图示,揭示了山区村镇地质灾害的类型、识别方法、防治措施、预测预报手段以及村镇选址建设的基本规则。

本书可作为山区村镇政府、居民和相关技术人员普及地质灾害知识的参考用书,也可作为从事地质灾害防治、灾害管理、村镇规划等领域的科研和工程技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

山区村镇地质灾害防治知识手册/杜修力主编. —北京:科学出版社,2010.10

ISBN 978-7-03-029219-3

I. ①山… II. ①杜… III. ①山区-地质-自然灾害-灾害防治-手册 IV. ①P694-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 199224 号

责任编辑:沈 建/责任校对:张林红  
责任印制:赵 博/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2010 年 10 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2010 年 10 月第一次印刷 印张:3

印数:1—5 000 字数:85 000

定价:15.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 《山区村镇地质灾害防治知识手册》编写委员会

主 编 杜修力

副主编 姚爱军

编 委(以下按姓氏笔画为序)

万 力	朱国祥	刘 飞	杜修力
李战鲁	李 鹤	李育超	周宏磊
陈云敏	陈宁生	陈国华	杨成林
胡伏生	姚爱军	陶连金	詹良通
凌道盛	魏云杰		

# 前 言

我国是地质环境脆弱、地质灾害多发的国家，山地、高原和丘陵占国土面积的三分之二以上，崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害几乎遍布各省（区、市）。特别是山区村镇地质灾害（主要包括崩塌、滑坡、泥石流等灾种），是制约村镇规划、建设和经济发展的重要因素。近年来，由于气候变化、人类工程活动的增强，我国的地质灾害的规模、频率和造成的人员伤亡、经济损失都较大。根据中国地质环境监测院资料，2007 年全国共发生地质灾害 25364 起，其中，滑坡 15478 起、崩塌 7722 起、泥石流 1215 起，共造成 598 人死亡、81 人失踪、444 人受伤，直接经济损失 24.75 亿元。2008 年全国共发生各类地质灾害 26580 起，其中滑坡 13450 起、崩塌 8080 起、泥石流 443 起，共造成 656 人死亡，失踪 101 人，直接经济损失 32.7 亿元。2009 年全国共发生地质灾害 10840 起，其中滑坡 6657 起、崩塌 2309 起、泥石流 1426 起，共导致 331 人死亡、155 人失踪、315 人受伤，直接经济损失 17.65 亿元。可见，地质灾害是我国经济建设和居民生活、生产中不可忽视的影响因素。

目前，我国城市、道路和大型水利工程等区域的地质灾害，已按照有关的规范进行了地质灾害的危险性评估和防治，有关地质灾害的防治技术得到系统应用。而对于贫困落后的村镇，特别是山区村镇，由于通讯不畅、交通不便，已有的先进监测和防治措施难以实施。虽然以防为主的群测群防体系发挥了一定的作用，但因缺乏与村镇经济条件和防范要求相适应的可操作的防治技术，灾害依然频繁发生。山区村镇的地质灾害防御能力十分薄弱，严重阻碍了村镇经济发展和新农村建设。为此，2006 年 11 月，“十一五”国家科技支撑计划重点项目《村镇建筑工程灾害防治技术研究示范》启动，其中的课题二——《山区村镇地质灾害与工程防治技术研发》主要针对的就是山区村镇地质灾害的防治技术、措施和对策。本手册是该课题的部分研

究成果的提炼和总结，针对我国山区村镇地质灾害，以村镇区域为对象，以通俗易懂的文字和图示，揭示了山区村镇地质灾害的类型、识别方法、防治措施、预测预报手段，以及村镇选址建设的基本规则。本手册的主要内容对于我国山区村镇建设与发展过程中，有效地开展调查研究地质灾害隐患，提高村镇地质灾害防御能力，合理选择经济实用的防治技术和对策等方面，具有重要的指导意义。

本手册是一本面向基层科技人员与村镇居民的科普图书。全书主要包括：山区村镇地质灾害的类型与危害、山区村镇地质灾害危险状态识别、山区村镇地质灾害防治方法、山区村镇地质灾害简易监测与预警、山区村镇建设选址与地质灾害防治策略等5个方面。其主要特点是：①针对性，本书主要针对山区村镇的地质灾害特点编辑；②系统性，本书较全面系统地阐述了山区村镇地质灾害的类型、识别方法、防治措施、预测预报手段，以及村镇选址建设的基本规则等；③实用性，本书介绍的方法和技术符合村镇的特点，便于采纳和应用推广。

本手册由课题组的骨干科研人员编写，其中，第1篇由刘飞、胡伏生、于慧明、姚爱军编写，第2篇由陶连金、魏云杰、李战鲁编写，第3篇由姚爱军、李战鲁、杨成林编写，第4篇由周宏磊、朱国祥、陈国华编写，第5篇由詹良通、李鹤编写。

山区村镇地质灾害复杂多样，本手册仅是针对我国山区村镇地质灾害（崩塌、滑坡、泥石流）的特点，总结编辑的一本面向广大地质灾害防治人员和村镇居民的科普图书。因此，书中必有不妥之处，敬请同行们批评指正。

编 者

2010年8月

# 目 录

## 前言

<b>第 1 篇 山区村镇地质灾害的类型与危害</b> .....	1
1.1 地质灾害的类型与分布 .....	1
1.2 人类活动与地质灾害 .....	4
1.2.1 崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害对人类的危害 .....	4
1.2.2 人类活动对崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害的诱发作用 .....	4
1.3 崩塌 .....	6
1.3.1 崩塌的基本特征 .....	6
1.3.2 影响崩塌发育的因素 .....	7
1.3.3 崩塌的类型划分 .....	10
1.4 滑坡 .....	12
1.4.1 滑坡的基本特征 .....	12
1.4.2 影响滑坡发育的因素 .....	14
1.4.3 滑坡的类型划分 .....	18
1.5 泥石流 .....	20
1.5.1 泥石流的基本特征 .....	20
1.5.2 泥石流的形成基本条件 .....	23
1.5.3 泥石流的分类 .....	26
<b>第 2 篇 山区村镇地质灾害危险状态识别</b> .....	28
2.1 崩塌灾害识别 .....	28
2.2 滑坡灾害识别 .....	32
2.3 泥石流灾害识别 .....	34
<b>第 3 篇 山区村镇地质灾害防治方法</b> .....	37
3.1 崩塌灾害防治 .....	37
3.1.1 遮挡 .....	37
3.1.2 防护网技术 .....	38

3.1.3	锚喷、注浆与嵌补技术 .....	40
3.1.4	拦石墙和落石槽技术 .....	40
3.1.5	拦石栅栏技术 .....	43
3.1.6	树林防护技术 .....	43
3.1.7	地下水与地面水的疏导 .....	43
3.2	滑坡灾害防治 .....	44
3.2.1	坡面绿化 .....	44
3.2.2	修建排水系统 .....	45
3.2.3	坡体减重压脚 .....	46
3.2.4	挡土墙技术 .....	46
3.2.5	锚杆与锚网喷技术 .....	46
3.2.6	框架梁(格构)技术 .....	47
3.2.7	抗滑桩技术 .....	48
3.2.8	锚索技术 .....	49
3.3	泥石流灾害防治 .....	51
3.3.1	岩土工程措施 .....	51
3.3.2	生物工程措施 .....	54
<b>第4篇</b>	<b>山区村镇地质灾害简易监测与预警 .....</b>	<b>57</b>
4.1	地质灾害简易监测的基本方法 .....	57
4.1.1	变形监测法 .....	57
4.1.2	水文、气象观测法 .....	60
4.1.3	宏观地质观测法 .....	61
4.1.4	其他异常现象观测法 .....	63
4.2	简易监测的基本步骤 .....	63
4.2.1	选点 .....	63
4.2.2	做标记 .....	63
4.2.3	测量 .....	64
4.2.4	分析 .....	64
4.3	上报与预警 .....	64
4.3.1	上报内容 .....	64
4.3.2	上报时间 .....	64

---

4.3.3	上报流程	64
4.3.4	预警方案	65
4.3.5	宣传教育	65
4.4	紧急避灾与抢险	66
4.4.1	避灾场地	66
4.4.2	抢险人员	68
4.4.3	后勤保障	68
<b>第5篇</b>	<b>山区村镇建设选址与地质灾害防治策略</b>	<b>69</b>
5.1	选址原则与要求	69
5.1.1	地形地貌要求	69
5.1.2	地质构造与岩体结构要求	73
5.1.3	岩土体类型与性质要求	75
5.1.4	水文与水文地质要求	75
5.1.5	植被要求	77
5.2	山区村镇建设中的地质灾害防治策略	79
5.2.1	开挖、填方	79
5.2.2	堆载	80
5.2.3	引水储水建设	81
5.2.4	排水	82
5.2.5	植被保护	83
<b>参考文献</b>		<b>85</b>



# 第 1 篇 山区村镇地质灾害的类型与危害

## 1.1 地质灾害的类型与分布

地质灾害是指由于地壳运动、自然地质环境变化和人类活动的影响引起的自然灾害。地质灾害常造成人类生命财产损失或导致人类赖以生存与发展的资源、环境发生严重破坏。常见的地质灾害主要包括：地震、火山、崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷、地面沉降、地裂缝、矿井突水、瓦斯突出、水土流失、土地荒漠化、土地盐渍化、海水入侵、黄土湿陷等<sup>[1,2]</sup>。

根据地质灾害的形成、活动过程，将地质灾害分为突发性地质灾害、缓发性或累进性地质灾害两类。其中，突发性地质灾害是指灾害在瞬间或短时间内即可完成，往往造成人民生命财产巨大损失，如地震、崩塌、滑坡、泥石流等；缓发性地质灾害是指灾害通过长期渐变而形成，表现为造成环境、资源的破坏，如地面沉降、地裂缝、水土流失、土地沙漠化等。

我国地质灾害种类繁多，根据致灾地质作用的性质和致灾区域可将地质灾害划分为 12 类（国土资源部地质环境管理司等，1998），如表 1-1 所示。

表 1-1 地质灾害的类型

序号	类别	主要灾种
1	地壳动力灾害	地震、火山喷发、断层错动
2	斜坡动力灾害	崩塌、滑坡、泥石流
3	地面变形灾害	地面塌陷、地面沉降、地裂缝
4	地下工程灾害	煤层自燃、洞井塌方、冒顶、偏帮、鼓底、岩爆、高温、突水、瓦斯爆炸
5	城市地质灾害	建筑地基失效、基坑变形、垃圾堆积
6	河、湖、水库灾害	塌岸、淤积、渗漏、浸没、溃决

续表

序号	类别	主要灾种
7	海岸带灾害	海平面升降、海水入侵, 海岸侵蚀、海港淤积、风暴潮、海啸
8	海洋地质灾害	水下滑坡、潮流沙坝、浅层气害
9	特殊岩土灾害	黄土湿陷、膨胀土胀缩、冻土冻融、沙土液化、淤泥触变
10	土地退化灾害	水土流失、土地沙漠化、石漠化、盐碱化、潜育化、沼泽化
11	水土污染灾害	地下水水质污染、农田土地污染、地方病
12	水源枯竭灾害	河水漏失、泉水干涸、地下含水层疏干

我国山区村镇地质灾害, 以崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害为主。本手册将重点阐述崩塌、滑坡、泥石流三种突发性地质灾害的基本特征、危险状态识别、评价方法、防治技术、简易监测与预警等内容。

由于各地气候、地质条件、地质环境的差异, 崩塌、滑坡、泥石流三种突发性地质灾害的分布具有明显的区域性特点。主要表现在以下几方面:

(1) 我国崩塌、滑坡灾害分布非常广泛。据统计, 我国大部分省、市、自治区都不同程度地发生过崩塌、滑坡地质灾害。其中, 四川是我国发生崩塌、滑坡灾害次数最多的省, 约占全国崩滑灾害总数的 1/4。其次是陕西、云南、甘肃、青海、贵州、湖北等省, 它们是我国崩塌、滑坡灾害的主要分布区域。图 1-1 所示为我国 2009 年地质灾害点分布图。

(2) 我国的西南地区, 包括云南、四川、西藏、贵州等地, 不仅崩塌、滑坡的种类多, 而且地质灾害规模大、发生频繁、分布广泛、危害严重。

(3) 我国西北黄土高原地区, 包括陕西、甘肃、宁夏、青海等, 主要以黄土崩塌、滑坡为主, 其中也不乏大型高速黄土滑坡, 危害较大。

(4) 在东南、中南等省份的山地和丘陵地区, 崩塌、滑坡也较多, 但规模较小, 以堆积层滑坡、风化带破碎岩石滑坡及岩质滑坡为主。

(5) 我国崩塌、滑坡灾害以暴雨型为主, 暴雨一般是直接的诱发

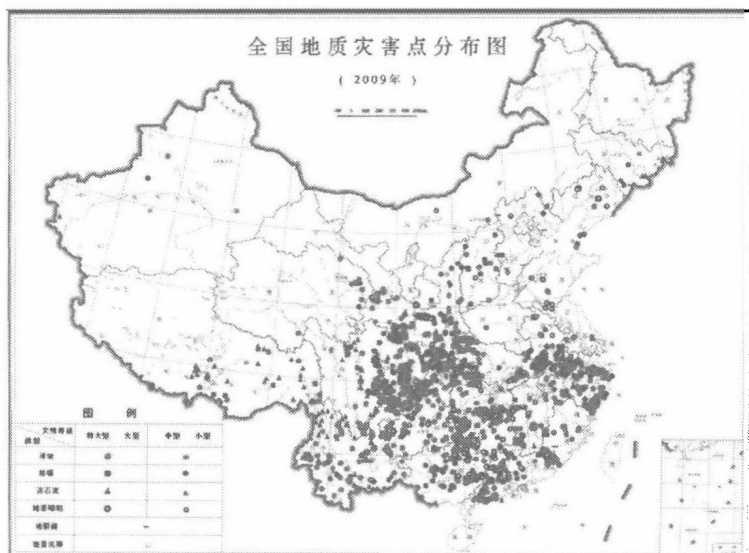


图 1-1 地质灾害分布\*

因素。在人类工程活动密集,或改造强度较大区域,如三峡工程地区、新修铁路、公路两侧的山区等,由于人工开挖、堆载等因素,破坏了边坡的稳定性,是崩塌、滑坡灾害的高发区。

(6) 我国泥石流的分布,大体上以大兴安岭—燕山山脉—太行山山脉—巫山山脉—雪峰山山脉一线为界。该线以东,是我国地貌最低一级阶梯的低山、丘陵和平原,泥石流零星分布,仅东北的东部和南部山地较为密集;该线以西,为我国地貌第一、二级阶梯,包括广阔的高原、深切切割的中山、高山和极高山区,是泥石流最发育和最集中的地区,主要集中在青藏高原东南缘山地区域,包括陇东及陕南区、龙门山区域、云贵高原、甘肃地区等<sup>[3]</sup>。其中,川滇山区是我国暴雨洪灾泥石流最为活跃的地区,青藏高原东南山区是我国冰川泥石流最活跃的地区,而西北黄土高原山区是我国暴雨泥石流最为发育的地区。在华北和东北山地则以暴雨水石流为主,北京西山、太行山东

\* 本图引自中国地质环境信息网

麓、辽宁西部山区常有泥石流活动。

## 1.2 人类活动与地质灾害

崩塌、滑坡和泥石流是最常见的山区地质灾害，它们严重危害着山区村镇的工农业生产和人民生命财产。但是，人类的生产活动却常常是诱发山区地质灾害的最主要原因。

### 1.2.1 崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害对人类的危害

滑坡、崩塌和泥石流的危害主要是摧毁农田、房舍、伤害人畜、毁坏森林和道路，以及各种农业机械设施和水利水电设施等，严重时甚至对乡村造成毁灭性的灾害。

例如，1984年12月20日，陕西省高陵县蒋刘乡发生滑坡，死亡22人，毁坏耕地245亩，房屋159间，整个村庄被毁。

1987年9月17日凌晨四川巫溪县城龙头山发生岩崩，摧毁一栋6层的宿舍、两家旅舍、居民房29余户，掩埋公路干线70余米，造成122人死亡，直接经济损失达270万元左右。

2010年8月7日夜22点左右，甘肃甘南藏族自治州舟曲县发生特大泥石流。截至8月30日，泥石流地质灾害已造成1467人遇难，298人失踪。

### 1.2.2 人类活动对崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害的诱发作用

人类的生产活动已经成为诱发崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害的主要因素。根据统计，全国由人类活动引发的崩塌、滑坡和泥石流灾害占总数的50%以上。人类工程活动引起的滑坡和崩塌（工程滑坡）遍布在24个省、市、自治区，其中四川省是工程滑坡发生频率最高的省份。在自然条件下的滑坡和崩塌中，湖北省的受灾频次为第8位，而在工程滑坡中，跃居第3位。此外，广东省和海南省在自然滑坡中为受灾频次低的省份，而在工程滑坡中居第5、6位。由此可见，工程滑坡既受控于自然地质条件，同时也受控于人类工

程活动的强度。人工诱发的泥石流主要发生在甘肃、青海、云南、四川、广西、广东、湖南等七省、自治区。四川同时还为人工诱发泥石流的高发区，其频次比为40.9%。而在人工诱发泥石流中排在第3、4、5位的湖南、广东和广西，是自然泥石流灾害极少发生的地区。

(1) 山区交通工程建设引起的滑坡和崩塌分布比较广泛，规模一般为几万立方米至几百万立方米。例如，宝成铁路和成昆铁路等铁路沿线的崩塌、滑坡都与工程开挖密切相关。

2009年4月24日凌晨1时左右，渝怀铁路铜仁市漾头拜么坡处发生大面积山体滑坡，塌方土石约7000m<sup>3</sup>，埋没铁路约60m，造成铁路交通中断，多趟列车受阻。由于滑坡地点距群众居住区较远，对村镇造成一定的经济财产损失，没有发生人员伤亡。

(2) 采矿活动导致崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害发生是十分常见的。矿山开采破坏边坡岩土体的稳定性，发生滑坡崩塌，而采矿的废弃堆积物——尾矿坝，又常成为泥石流活动的物质来源。

神府东胜煤田自1986年开发建设以来，已发生多处人为滑坡。1992年8月8日，在矿区道路发生的高石崖甘泥湾基岩滑坡，长约210m，宽约90m，厚约3.5m，总体积达66万m<sup>3</sup>。滑坡发生时，摧毁价值约67.24万元的化工厂一座，只是该滑坡速度缓慢，且发生于白天，易引起了人们的警觉，才避免了人员伤亡事故。

1970年5月26日，冕宁县泸沽县盐井沟暴发了一次中型矿山滑坡和泥石流，孙水河瞬时被堵断，造成铁二局四处职工家属死难104人，部分设施受损。

(3) 水利工程建设引起的崩塌、滑坡和泥石流极为普遍。一方面，在水利工程建设中，因施工开挖等因素破坏原有边坡的稳定性而形成；另一方面，是在水利工程建成后，水库蓄水和放水，或者输水渠道渗漏等原因而引发。后者比前者发生的次数多，一般多发生在水渠或水电站建设比较多的地区，如甘肃、湖北、湖南、四川等地区。

在水利建设过程中，因施工开挖等因素形成的滑坡，以云南漫湾滑坡损失最大。云南省漫湾水电站在施工过程中，在导流洞和泄洪洞

的出口地段，曾多次发生规模不等的岩体塌滑，经济损失巨大。

2006年10月，陕西省华县大明镇，由于灌溉引水渠的渗漏引发的高楼滑坡，导致7户人家的13人被掩埋（12人死亡）。

(4) 人为泥石流日益增加。开采矿产而产生的弃渣堆积，给泥石流提供了丰富的物质来源，在暴雨来临、山洪暴发时极易形成泥石流，爆发规模一般比较大，死亡人数也比较多。主要分布在四川、云南、广东、甘肃等省。在湖南“有色金属”之乡，多产生人为型矿渣泥石流，为稀性沟谷型泥石流，具暴雨溃决型特点。

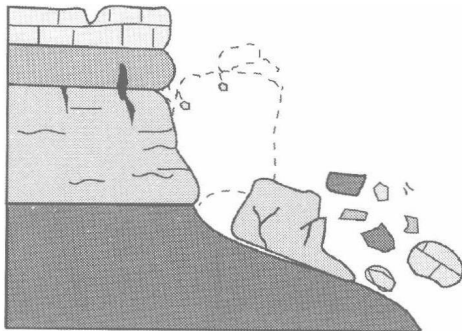
1994年7月11日，陕西省渔关县西峪金矿区爆发泥石流，死亡者51人，估计民工失踪约有2000余人，经济损失高达6亿人民币。

## 1.3 崩 塌

### 1.3.1 崩塌的基本特征

崩塌（崩落、垮塌或塌方）是指较陡斜坡上的岩土体在重力作用下突然脱离母体崩落、滚动、堆积在坡脚（或沟谷）的地质现象。

按崩塌体的物质组成，可以分为两大类：一是在土体中产生的，称为土崩；二是在岩体中产生的，称为岩崩。岩崩的规模巨大，涉及山体时，又俗称为山崩；而当崩塌发生在河流、湖泊或大海的岸边时，可称为岸崩，如图1-2所示。



(a) 山崩

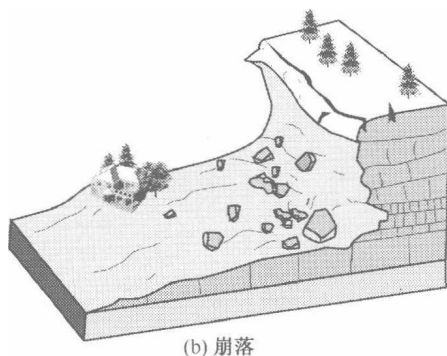


图 1-2 崩塌灾害

### 1.3.2 影响崩塌发育的因素

对崩塌发育具有控制和影响作用的因素，可以分为地形地貌条件、地质构造、地层岩性、地表水和地下水、气象因素和人类工程活动条件等<sup>[4]</sup>。

#### 1. 地形地貌条件

陡峻地形是崩塌形成的必要条件。易发生崩塌的地貌条件为：地形切割强烈、高差越大的陡峻峡谷区最易发崩塌。从区域地貌条件看，崩塌形成于山地、高原地区；从局部地形看，崩塌多发生在高陡斜坡处，如峡谷陡坡、冲沟岸坡、深切河谷的凹岸等地带。崩塌的形成要有适宜的斜坡坡度、高度和形态，以及有利于岩土体崩落的临空面。这些地形地貌条件对崩塌的形成具有最为直接的作用。崩塌多发生于坡度大于 $55^\circ$ 、高度大于30m、坡面凹凸不平的陡峻斜坡上。深沟大川强烈切割、地形陡峻、悬崖临空高耸的地形条件是崩塌最有利的发生地段。各级阶地和剥夷面间的斜坡地带，崩塌也十分发育。

#### 2. 地质构造条件

在断层带附近和褶皱核部，由于构造作用强烈，导致岩体破碎和节理裂隙发育，易发生崩塌现象。

区域性断裂构造对崩塌有一定的控制作用：①陡峭的斜坡走向与区域性断裂走向平行时，斜坡发生的崩塌现象较多；②几组断裂构造交汇形成的峡谷区，往往是大型崩塌发生地；③断层密集分布区域，由于岩层较破碎，在坡度较陡的斜坡易发生崩塌或落石。

褶皱不同部位的岩层，遭受地质作用破坏的程度有所差异，因而，崩塌的程度也有不同：①褶皱核部的岩层变形强烈，常形成大量垂直层面的张节理，在高陡边坡附近就成为潜在崩塌体（危岩体），危岩体在振动和水压力的作用下，就可能产生崩塌落石；②褶皱轴向与坡面方向垂直时，多发生落石和小型崩塌；③褶皱轴向与坡面平行时，高陡边坡就易发生较大规模的崩塌；④褶皱两翼，当岩层倾向与坡向相同、岩层倾角小于坡角时，易产生滑移式崩塌，尤其是在岩层中有软弱夹层存在时，可以形成大型滑移式崩塌。

### 3. 地层岩性条件

崩塌一般发生在厚层、坚硬的脆性岩体中。这是因为，厚层、坚硬的脆性岩体易形成高陡斜坡，斜坡前缘由于应力重分布和卸荷作用等原因产生了长、深的拉张裂缝，与其他结构面联合就形成连续贯通的分离面，在各种触发因素作用下便发生了崩塌。而软弱岩石易遭受风化剥蚀，形成坡度较缓的斜坡，崩塌发生的机会便减小。

在沉积岩岩质边坡中，崩塌发生与岩石的软硬程度密切相关。软岩在下、硬岩在上，下部软岩风化剥蚀后，上部坚硬岩体常发生大规模的倾倒式崩塌；含有软弱结构面的厚层坚硬岩石，若软弱结构面的倾向与坡向相同，极易发生大规模的崩塌；页岩或者泥岩组成的边坡中，崩塌发生很少。

岩浆岩较为坚硬，很少发生规模大的崩塌。当垂直节理发育，并存在顺坡向的节理或者构造破裂面时，易发生大型崩塌。

变质岩中结构面较为发育，把岩体切割成大小不等的岩块，所以经常发生各种规模的崩塌落石。

### 4. 地下水及地表水条件

地下水位升高，岩土体含水量增大、岩土重量增加、静水压力增



加,同时岩土体抗剪强度降低,导致崩塌发生;地下水冲刷和溶蚀作用,带走节理裂隙中的充填物,使得岩体分离,导致崩塌发生。

在水库和河流中,水流的冲刷、潜蚀、掏蚀、溶解作用,使斜坡变高变陡,稳定性降低;水流冲刷使坡脚失去支撑,导致崩塌发生;河水涨落引得地下水位发生升降,使斜坡内的动水压力增高,容易诱发大面积的岸坡崩塌。

### 5. 气象因素条件

(1) 大气降水:降水是导致崩塌发生的最活跃因素,绝大多数崩塌发生在雨季或遭遇暴雨之后。降水渗入坡体,增加了坡体重量,节理裂隙内静水压力在短时间内增高,地下水渗流产生的动水压力加大,同时降低了岩土体的抗剪强度,导致崩塌发生。

(2) 气温:昼夜温差、季节温度的变化,加大岩石的风化作用,降低其抗剪强度。夏季炎热干燥,使黏土层龟裂,降雨时水沿裂缝渗入,斜坡土体湿化、软化,重量增大,黏聚力低,会导致崩塌的发生;冬季,裂隙水的冻胀作用和劈楔作用,致使斜坡内的裂隙加深加宽,为崩塌的产生创造条件。

### 6. 人类工程活动条件

(1) 开采矿产资源:地下矿产资源采空后,造成采空区坍塌,导致山体开裂,继而发生各种崩塌。

(2) 开挖边坡:铁路、公路和各种工业民用建筑工程,开挖边坡和削坡,改变斜坡形态,降低斜坡稳定性,形成人工高陡边坡,产生崩塌。

(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;水库泄水,水位急剧下降,加大坡体的动水压力;渠道渗漏,增加了浸润和软化作用,均能导致崩塌的发生。

(4) 堆填加载:在斜坡上兴建工程建筑物、堆渣、弃渣、填土等,给斜坡加大荷载,诱发崩塌发生。

(5) 采石、劈山放炮:采石、劈山放炮产生强烈振动,使斜坡岩土体受振而开裂和松动,诱发崩塌的发生。