

人类与自然灾害丛书



滑坡

牟会宠 编写

地质出版社

人类与自然灾害丛书

滑 坡

李金定 编

地 震 出 版 社

1987

内 容 简 介

本书介绍了我国近时期较为著名的滑坡实例，并探讨了滑坡的结构和发生的原因。研究滑坡的各种方法，是书中着力之处。

本书为科学普及读物，可供广大自然科学爱好者尤其是青少年读者阅读，专业人员也会受到一定的启迪。

人类与自然灾害丛书

滑 坡

牟会宠 编

责任编辑：陈焕新

地震出版社出版

北京复兴路63号

北京印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

787×1092 1/32 41印张 95千字

1987年9月第一版 1987年9月第一次印刷

印数：0001—3280

ISBN 7-5028-0001-8/P.2

书号：13180·410 定价：0.85元

前 言

滑坡是自然界中常见的灾害之一，它象地震、火山、泥石流等自然灾害一样，给人民的生命财产和国家建设事业带来极大的危害。

随着工业、交通、水利、建筑、矿山建设中大量开挖山体和堆填土石方，以及由于工程地质条件调查不清或施工方法不当，往往会引起不同规模滑坡的发生。国内是这样，国外也不例外。意大利瓦扬水库蓄水不久产生的滑坡，使近3亿立方米的岩体以每秒25—30米的速度下滑，5000万立方米的水被挤出，激起250米高的巨大涌浪，毁坏下游一座城市及数个小镇，死亡达3000余人。

我国幅员辽阔，矿产丰富，但是自然条件和地质条件也极为复杂，因此在今后的国民经济建设中仍然会遇到滑坡灾害问题。为此作者编写了这本小册子，从滑坡实例开始，逐步地介绍滑坡的基本概念、滑坡的结构、基本的研究方法和预防整治措施等，供广大自然科学爱好者尤其是青少年读者阅读，希望读者从中得到启迪。

本书是根据作者20多年的工作经验，并搜集了有关资料编写的，在写作和绘图过程中赵然惠、黄道弘同志给予了大力帮助，对于提供资料的单位及个人在此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中不妥之处恳请读者批评指正。

目 录

前言.....	(Ⅲ)
一、滑坡实例.....	(1)
二、滑坡结构及其分类.....	(16)
三、发生滑坡的原因.....	(35)
四、滑坡的勘测研究.....	(53)
五、滑坡的试验研究.....	(66)
六、滑坡的动态观测.....	(89)
七、滑坡的稳定性判断与计算.....	(103)
八、滑坡防治.....	(113)
结束语.....	(129)

一、滑坡实例

山坡（或斜坡）上的部分土石体，沿着斜坡内的剪切面向下滑动位移的物理地质现象叫做滑坡。多数滑坡，特别是大规模的滑坡会掩埋村镇、摧毁厂矿、破坏铁路和公路交通、堵塞江河、损坏农田和森林，给国家建设和人民的生命财产造成严重的损失。

据文献报道，瑞士曾有5000多人丧生于滑坡之中。捷克斯洛伐克1962年普查有近1万个滑坡，共毁坏35000公顷的耕地和13500公顷的森林。1958年日本调查了5584个滑坡，平均每年有40000公顷的土地、78900间住房受到滑坡的危害。

从历史记载来看，我国是一个滑坡多发的国家。1922年云南禄劝县澜泥沟北岸发生的滑坡，掩埋两个村庄和200多亩良田。1967年四川雅砻江发生一次崩塌性滑坡，6800万米³的土石顷刻间滑入河谷，形成一个高175—355米的天然堆石坝，断流九昼夜。溢流溃坝后，形成40米高的洪水，冲毁了下游的大量房屋和良田。

上述一些国内外滑坡简例，充分说明了滑坡对人类生产和生活各方面的影响。所以认识和研究滑坡是一项非常有意义的工作。为了认识不同类型的滑坡如山体滑坡、矿山滑坡、地震滑坡、水库滑坡等特点，这里将向大家较详细地介绍几个滑坡实例。

1. 甘肃洒勒山滑坡

1983年3月7日17时46分，位于甘肃省兰州市南55公里

左右的临夏回族自治州东乡族自治县果园公社洒勒山发生了一次国内外罕见的高速大规模滑坡。

滑坡体南北长 1600 米，东西宽 600—1100 米，滑体厚

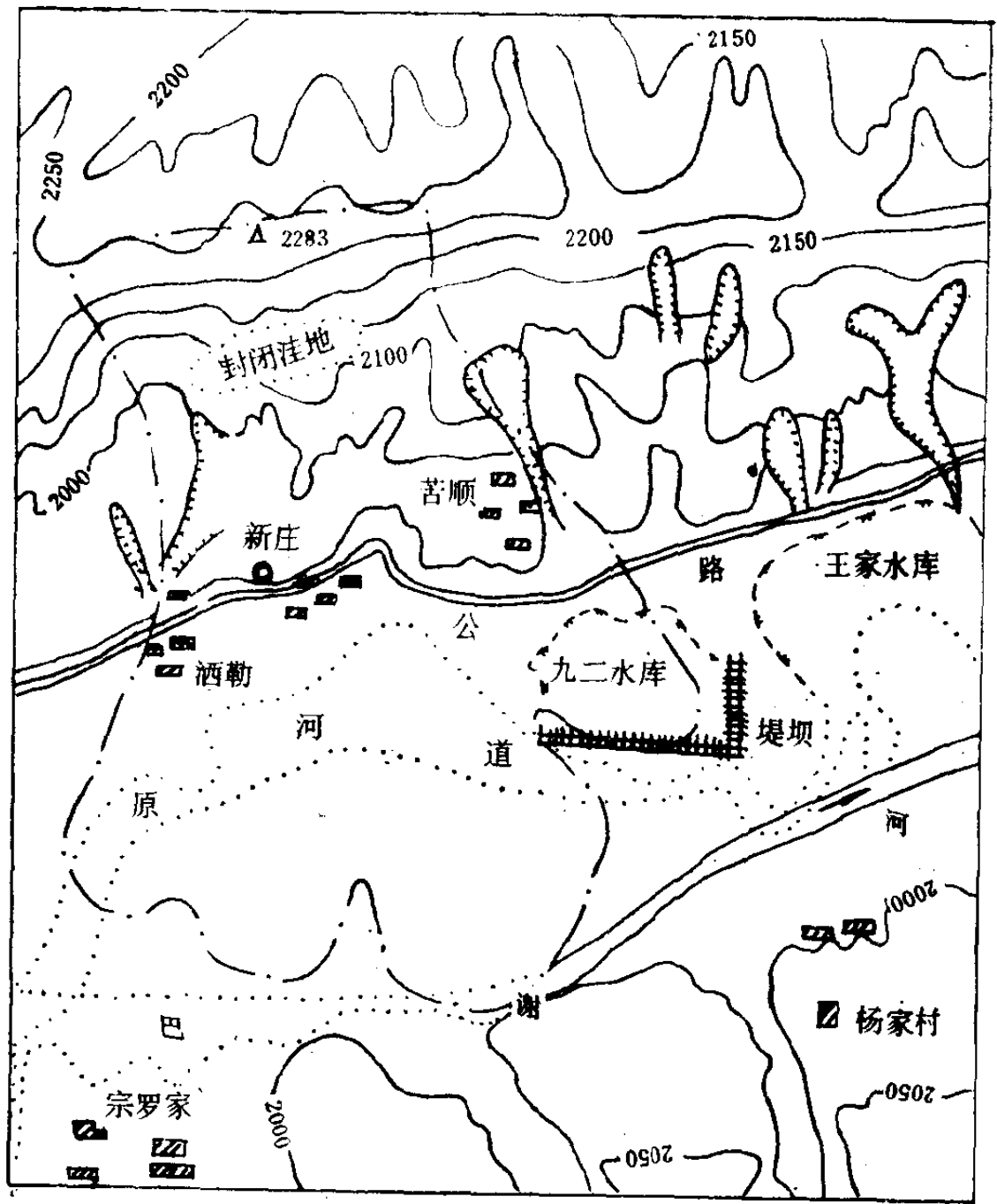


图1-1 洒勒山滑坡平面示意图

1. 滑坡范围；2. 等高线

达20—35米，下滑体积约6000万立方米，滑坡地表范围面积约3平方公里，三分钟之内滑坡体滑至巴谢河南岸，阻断了巴谢河，掩埋了苦顺、新庄、洒勒三个村庄，顷刻之间全部房屋均埋于土下，广河县至东乡县的公路被中断，一座小型水库被土石覆盖，毁坏良田达3000余亩（见图1-1），死亡237人，时值一辆面包车路过山下公路，也被埋于几十米的土下。总之这次滑坡损失极为严重。

洒勒山主峰位于巴谢河的北岸，山脉呈东西方向延伸，主峰海拔标高为2283米，相对高差大于300米。山体从上到下由黄土、亚砂土、紫红色泥岩组成。山坡的坡度为40度左右，顶部在50—60度左右。南坡冲沟较为发育，加上1982年冬季降雪量较大，因此在第二年融雪期间形成的地下水作用下，产生了这次震惊中外的大滑坡。

实际上，该滑坡的产生也有预兆，据当地老乡介绍，滑坡发生之前山坡上就有了裂缝，三年前（1980年）在洒勒山北坡发现了东西方向的张开裂缝。以后山顶上也发现有裂缝，1982年2月，洒勒山顶上的裂缝长达500米，宽0.3—0.5米，并且不断扩展，1983年初裂缝水平宽度扩展为2米，并垂直错动0.3—0.5米。大滑坡五天前有几位长者感到了山体微微颤动。滑坡发生时，整个过程不到三分钟的时间，用当地话讲只有“一口饭，一袋烟”的功夫，洒勒山主峰从北坡山腰裂缝处拦腰截断，向南侧巴谢河谷突然滑去，山坡和耕地瞬间变成了一片松动的土海。

由于山坡上裂缝不断扩大，加上山体轻微振动，因此当地政府在滑坡前三个月已经动员附近村民进行搬迁或临时性躲避，但是许多东乡族人民舍不得离开自己亲手建设起来的家园，白天仍在山坡梯田上或在家中劳动，人们未曾想到滑

坡规模如此之大，速度如此之快，致使三个村庄和200多村民被埋入滑坡之下。

据幸存者讲，这次滑坡首先是两个主峰突然崩坍，然后推动着南坡土体向前滑动，由于山坡由黄土组成，故称其为推移式黄土滑坡。该滑坡发生后十天我们进入了现场考察，适逢大雪覆盖，但地貌特征仍较为清楚。

考察中听取了现场救灾指挥部关于善后工作的介绍，访问了幸存村民，了解了滑坡发生时的情况。有一位在半山坡上打土块平整土地的老乡向我们叙说，当感觉地面强烈晃动时，人站不稳了，他抱住了一棵树干，后来突然连树带人向南坡滑移1000多米。现在人们称该树为救命树。苦顺村民马里索麻脱险后也说：“突然一声轰隆响，西山头和东山头先后滑落，我们正在山坡上打土块，还没明白过来是怎么回事，就象坐土飞机一样，连同土块一起被土浪冲到二里多远的对面山根下”。由此可见，洒勒山滑坡的速度确实是很快的。

2. 云阳宝塔滑坡

1982年7月17日，闻名于世的瞿塘峡上游70公里的云阳县城附近的长江北岸发生了宝塔滑坡。滑坡范围为0.77平方公里，土石方量达1500万米³。顷刻间损坏耕地775亩，房屋1730余间，云阳县冷冻库、饲养场、云碛区卫生院、食品站、机砖厂及供销社等单位的建筑物与设备全部被毁（见图1-2），滑坡前缘有百余万米³的土石滑入长江，造成了长江鸡扒子航道的巨大险滩。滑坡发生后引起了中央和当地政府的严重关注，首先对险滩进行了水下及岸边爆破处理，尽快疏通航道，为了预防长江枯水季节断航，在南岸张飞庙下又抢修了一条公路，以备断航期间分段输送旅客和物资。

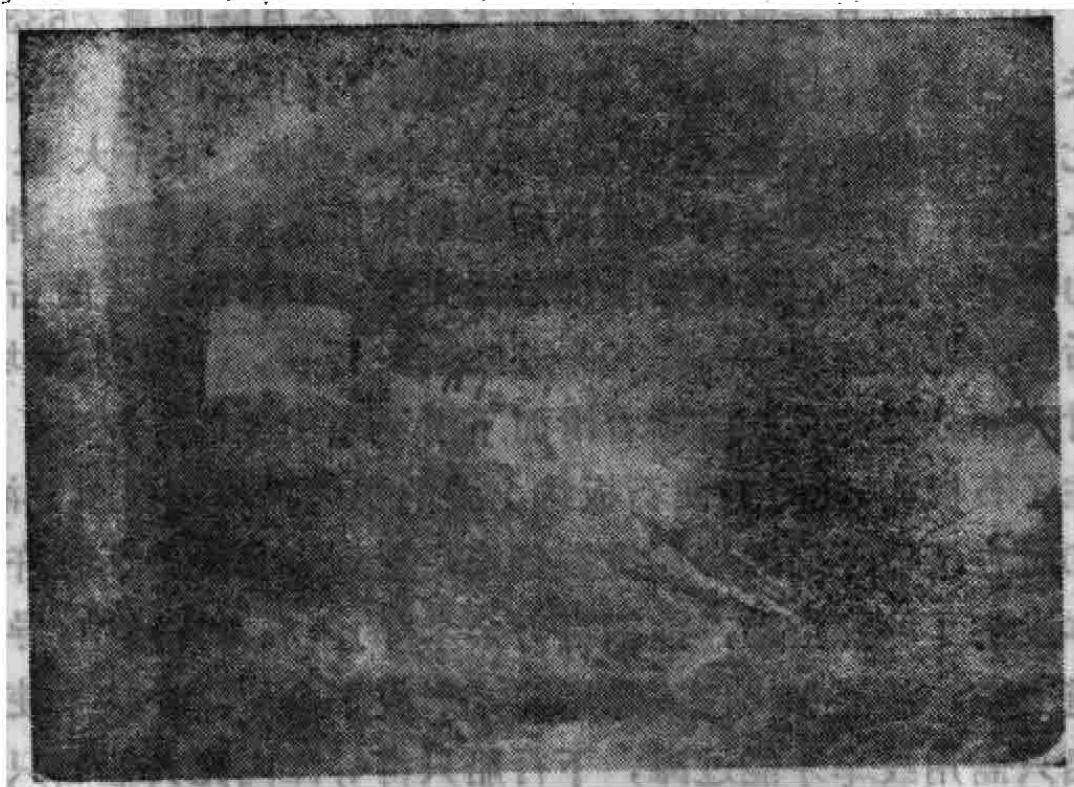


图1-2 建筑物破坏景观

该滑坡体属顺层岩石滑坡，其组成主要为砂岩和泥岩，层状岩石由北向南倾斜指向长江，滑坡体顶部岩层倾角 40° ，滑坡体中部岩层倾角为 20° 左右，长江岸边的滑坡前缘岩层倾角为 $10-12^{\circ}$ 。呈一“椅状”（见图1-3），层间弱面极易成为滑坡体的滑面，为滑坡创造了极为有利的条件。

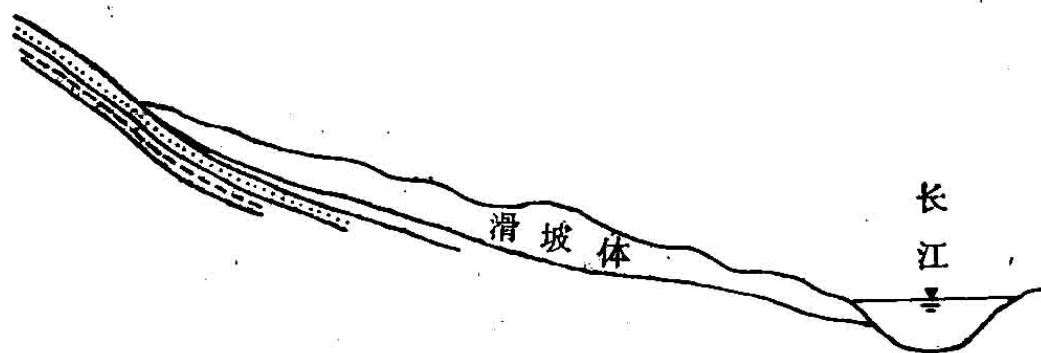


图1-3 宝塔滑坡剖面示意图

1982年7月云阳地区适逢特大暴雨,全月降雨量为633.3毫米,占全年平均降水量(1093.9毫米)的57.9%,为23年来七月份平均降水量(157.2毫米)的4.03倍。由于大量的雨水下渗,首先使宝塔古滑坡后壁的风化层充水饱和,滑面上的摩擦力减小,至使其上部岩体失稳。17日凌晨4时古滑坡后壁附近的房屋(高程300—360米)开裂,6时左右倒塌,8时大部分耕地及荒坡顺着滑面下滑至半山腰的谭树弯,并堵住了石板沟,此时迫使石板沟上游的积雨沿后缘裂面下灌,到20时古滑坡下部的房屋拉裂倒塌,直到18日凌晨2时许滑坡体发生了剧烈滑动,前缘百万余米³的土石滑入江中,导致航道变窄,流速加快,坡降增陡,形成了急流险滩,致使上行船只需用绞车才能过滩,下行船只只得等滩内无其他船只时才能通行,形成了船只排队过滩的局面。

这次长江宝塔滑坡,由于前后经历了将近20个小时,滑坡体上的房屋首先是产生了地面上鼓,然后墙上产生裂缝,居民们有充裕的时间把贵重物品抢运出来,因此当剧烈滑动房屋倒塌时,居民无一伤亡。

3. 抚顺西露天煤矿滑坡

露天开采矿山所形成的边坡常发生变形或滑坡,其危害程度决定于滑坡的规模和速度。规模小的滑坡仅破坏局部边坡地段,并局部影响矿山生产。规模大的滑坡则造成数个平台的大范围边坡破坏、运输线路中断,有时还造成设备被埋、人员伤亡,甚至使全矿停产,给国家造成极大的损失。

抚顺西露天煤矿建于1914年,目前采场东西长约6公里,南北宽2公里,采深300米,从1927年开始,产生过数十次规模不等的滑坡。仅解放(1948年)前20年所发生的滑坡就达2100万米³。

表1-1 抚顺西露天矿历次滑坡（解放后）一览表

滑坡体名称	滑坡发生时间	滑动范围（勘探线位置）*	滑动面积（米 ² ）	滑坡体积（万米 ³ ）	滑动岩层	滑坡发生原因	滑后影响
Ⅲ号滑坡	1961年1月18日	W1000—W1200 S 190—N 100	4250	64	灰白色软质凝灰岩和少量煤层	二号断层以下煤层采薄至7—12米，上部凝灰岩坡角过陡	埋没19、20两道平台及12吨机车一台，切断17、19、20、22道运输系统
Ⅰ号滑坡	1960年7月31日	W50—E 250 S 250—N 50	5000	4	煤与炭质页岩	下部采煤将岩层切断造成顺层滑坡	使东大卷以西14道以下各平台运输停顿，并破坏了采煤工作面
Ⅱ号滑坡	1960年11月17日	W300—W600 S 125—N 60	4000	44	灰白色软质凝灰岩和少量煤层	二号断层以下煤层采薄到5米，支撑不住上部岩体	17道长70米煤壁被推垮，埋319平台，破坏14道运输平台，切断了采掘段17道东段
Ⅳ号滑坡	1961年2月16日	W750—W1000 S 100—N 100	3500	40	煤与部分软质凝灰岩	坡脚太陡，支撑煤壁采薄到8米	滑坡推垮17道以上的煤壁
南机电厂滑坡	1964年8月13日	W1190—W770 S 380—S 100	75000	105	硬质凝灰岩	Ⅳ、Ⅴ号滑坡形成后，二号断层在坡面上形成陡坎、下部失去支撑致使顺坡滑动	

续表

滑坡体名称	滑坡发生时间	滑动范围 (勘探线位置) *	滑动面积 (米 ²)	滑坡体积 (万米 ³)	滑动岩层	滑坡发生原因	滑后影响
W800滑坡	1977年8月3日	W600—W950 S 190—N70	50000	73	浅绿色凝灰岩	二号断层以下煤壁采薄	影响五台电铲作业, 堵住一台电机车、五条干线、三条采掘线
东下盘滑坡	1955年12月	E 1000—E 1500 S 300—S 500	30000	15	浅绿色软质凝灰岩		
大镜面滑坡	1957年10月	E 3200—E 3500 SN0—S 140	30000	20	煤与页岩		
大镜面滑坡	1958年6月	E 1250—E 1420 S 200—S 300	17000	6	煤与页岩		
大镜面滑坡	1967年5月	E 1257—E 1380 S 390—S 250	13000	5.2	凝灰岩	坡角过陡, 下部采煤切层, 大量地表水流人	威胁中部干线和72站安全
大镜面滑坡	1971年7月1日	E 1240—E 1380 S 430—S 146	13966	12.5		老滑坡未清除, 又回填页岩 (修中干线) 增加荷载, 雨水渗入	切断南部中干线、掩埋东大卷17、20道两台电铲
大镜面滑坡	1972年8月	E 1200—E 1435 S 375—S 180		0.35	凝灰岩		

续表

滑坡体名称	滑坡发生时间	滑动范围 (勘探位置)*	滑动面积 (米 ²)	滑坡体积 (万米 ³)	滑动岩层	滑坡发生原因	滑后影响
杨柏南帮滑坡	1973年1月27日	E 3182—E 3362 S 54—N 103		5	黑灰色凝灰质泥质砂岩	坡脚处采煤、上部清理少、边坡陡	
杨柏南帮滑坡	1957年10月	E 3200—E 3500 SN0—S 140	30000	20	煤与页岩		
西崩岩滑坡	1953年6月	W 1400—W 1530 N 100—N 200	13000	5	燃烧过的炭质页岩和凝灰岩		
西北帮滑坡	1960年3月10日	W 1000—W 1050 N 615—N 750	15000			褐页岩软弱夹层、水沟漏水	滑坡上部接近人坑干线，中间切断六段水沟
西北帮滑坡	1965年8月4日	W 800—W 1050 N 634—N 781	16000			褐页岩软弱夹层、水沟漏水	切断六段水沟，和四条采掘线，1406号列车翻车
西北帮滑坡	1969年8月	W 770—W 1070 N 540—N 800	45000			褐页岩软弱夹层、水沟漏水	切断六段水沟，破坏了三条镇线和两条输电线路

* 矿区内按东 (E) 西 (W) 和南 (S) 北 (N) 方向每100米划分为一条勘探线，从而可以根据该位置确定滑坡的位置和长度与宽度。例如，Ⅱ号滑坡体位于西1000—西1200，南190—北100勘探线之间，即东西宽200米，南北长290米。

抚顺西露天煤矿的滑坡，几乎遍及该矿5500米长的整个南帮，以及东西端帮和西北帮的局部地段。

抚顺西露天矿40年来发生了十次大滑坡，滑坡总量达690万米³，影响范围达50余万米²。现将解放后发生的18次滑坡列表如下，从中可以看出滑坡的规模及其对矿山生产的影响（见表1-1）。

4. 炉霍地震滑坡

1973年2月6日四川省甘孜藏族自治州境内发生了一次7.9级强烈地震。震中在炉霍县雅得镇，震中烈度为10度。

强烈地震会引起地表建筑物的倒塌、地面出现裂缝或喷水冒沙、中断交通、通讯和破坏各种水利水电设施等，给广大人民生命财产造成巨大伤亡和损失。在山区地震波的强烈冲击颠簸和摇晃除了造成地表建筑物的毁坏外，还会导致产生滑坡、崩塌。它们也会对地震区人民的生命财产造成伤亡和损失。

炉霍的这次7.9级强震在触发滑坡方面则比较典型。共触发滑坡（包括滑坡群）137个。滑坡体积达230万米³，炉霍县城附近的滑坡分布如图1-4所示。

对地震引起的这些滑坡调查之后，发现土层中发生的滑坡达136个，基岩中仅发生一个滑坡，可见这次地震对土层的影响要比基岩大得多。

根据调查，滑坡的发生和分布与地震烈度有很密切的关系，这次炉霍地震中70%的新滑坡是发生在10°极震区内。前人对我国1950—1969年间发生的强震及其产生的滑坡进行了统计，发现9度和10度的地震区内均有滑坡发生，随着烈度的降低滑坡发生的百分率有明显的降低。

从炉霍地震滑坡调查中还可发现滑坡的产生与地形坡度

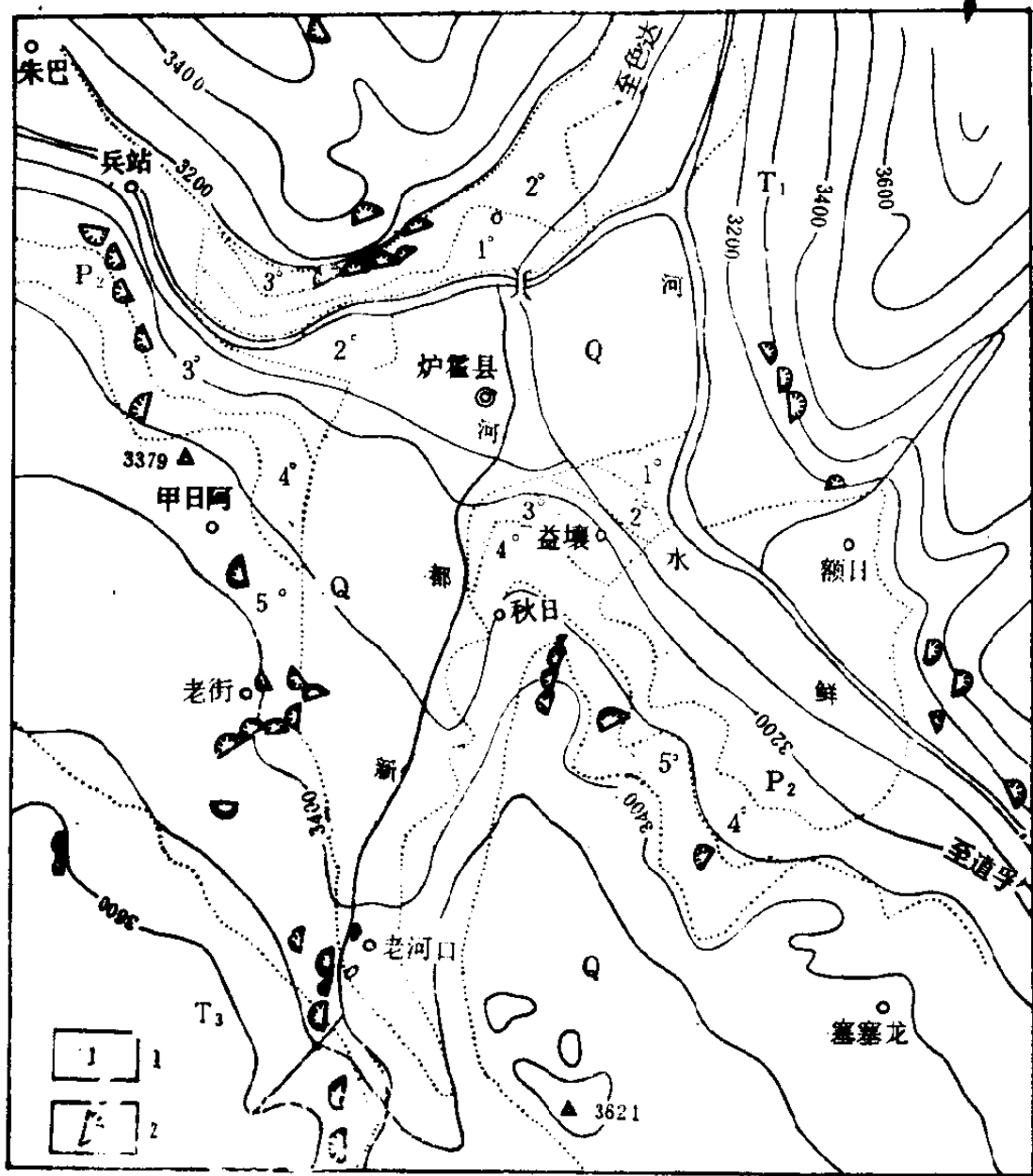


图1-4 炉霍地震（县城附近）滑坡分布示意图

1—地震烈度；2—滑坡

有很大关系。大多数的滑坡是发生在河谷两岸较陡的地段。例如炉霍地震触发的137处滑坡中有102处发生在 31° — 50° 坡度之间，占总滑坡数量的78.3%（见表1-2）。

5. 塘岩光水库滑坡

水利水电建设期间在修建大坝和发电厂房过程中，由于地质条件复杂或施工不当，坝基两岸和厂房附近往往会产生

表1-2 炉霍地震滑坡与地形坡度的关系

地形坡度	0°—10°	11°—20°	21°—30°	31°—40°	41°—50°	51°—60°	>60°
滑坡数量	0	4	15	57	48	7	3
百分比	0	3	11.2	42.5	35.8	5.2	2.3

滑坡，使基建费用增大或造成施工人员的伤亡。大坝建成后水库蓄水过程中或水库反复蓄水后，也可能在库区两岸形成滑坡。如果滑坡体积较大，滑动速度较快，则有可能引起巨大的涌浪，严重者可导致溃坝，造成下游人民生命财产的巨大损失。

1961年3月6日柘溪水库蓄水后，水位到达148.9米时，近坝库区右岸塘岩光地区首先发生了巨大的滑坡。165万米³土石高速滑入水库，滑坡体距大坝仅1.55公里，滑坡处水库水面宽约220米，水深50—70米。滑坡体激起巨大涌浪。滑坡体对岸实测该滑坡所形成的涌浪高达21米，直径25厘米的大树被涌浪连根拔起。上游8公里处涌浪高为1.2—1.5米，到上游15公里的马鬃市附近，浪高仍达0.3—0.5米。塘岩光下游大坝处涌浪高为3.6米，两岸浪高达2.5—3米。

涌浪摧毁了坝顶的临时挡水木笼，以数十米落差倾泻于下游的施工场地，造成了人员的伤亡和设备损失，延误工期达一年之久。此外，由于波浪使滑坡体附近覆盖层被冲刷，引起了较多的小规模塌滑。

塘岩光滑滑坡下部宽210米，上部宽160米，顶缘高程280米，滑坡体厚20—35米，滑坡总体积达165万米³。

该滑坡在平面上略成一长方形，滑坡后壁近于直立，壁