维普资讯 http://www.cqvip.com

□综合论述

汶川县地质灾害的成因及防治对策

程 思[1] 易加强[2]

(1成都理工大学 2四川省地矿局成都水文地质工程中心)

摘 要：汶川县位于四川盆地西北部，山高谷深，地表切割强烈，地层岩性和地质构造复杂，地质灾害发生频繁，造成的损失巨大，成为国民经济和社会发展的重要障碍。在分析汶川县地质灾害的主要特征、地质灾害隐患的基础上，划分出了地质灾害易发区，阐述了地质灾害的成因，提出了地质灾害防治的初步规划建议，同时提出了建立地质灾害信息系统，建立健全群专结合、群测群防的防灾减灾和地质灾害预报预警系统，为有计划地开展地质灾害防治和合理安排生产建设提供了科学依据。

关键词：地质灾害 泥石流 滑坡 崩塌 汶川县

中图分类号：S157.1；P642.2 **文献标识码**：A **文章编号**：1008-0120(2007)03-0001-04

汶川县位于四川盆地西北部，居阿坝藏族自治州东南部，南距省会成都146 km，北至州府马尔康246 km。岷江穿越县境东部地区，长达88 km。县城威州镇位于杂谷脑河与岷江交汇处，为全县的经济文化中心。县域东西宽84 km，南北长105 km，总面积4 084 km²。东邻彭县、灌县，南靠崇庆、大邑县，西接宝兴、小金县，西北和东北分别与理县、茂汶县(现茂县)相连，界于北纬30°45′37″～31°43′10″，东经102°51′46″～103°44′37″之间。汶川县交通较为便利，形成了以县城威州镇为中心的交通网。对外，汽车北通松潘、南坪、黑水等县，西达大、小金川，南往都江堰、成都；对内，汽车可进出全县6镇8乡。

1 汶川县地质灾害灾情及其特征

1.1 地质灾害的类型

全县共调查地质灾害132处，地质灾害分布密度为3.2处/100 km²。其类型主要有滑坡、崩塌、泥石流和不稳定斜坡等，其中，滑坡43处，占32％；崩塌7处，占5.4％；泥石流71处，占54.3％；不稳定斜坡9处，占6.8％；地面裂缝2处，占1.5％。由此可以看出，汶川县地质灾害以滑坡、崩塌和泥石流为主。各类地质灾害的数量及规模详见表1。

表1 地质灾害类型及规模分类统计表

灾害类型	指 标	巨 型	大 型	中 型	小 型	合 计
崩 塌	规模分级标准(10^4 m³)	>1 000	100～1 000	10～100	<10	
	数 量(处)			1	6	7
	所占比例(％)			0.8	4.6	5.4
滑 坡	规模分级标准(10^4 m³)	>1 000	100～1 000	10～100	<10	
	数 量(处)		3	18	22	43
	所占比例(％)		2.3	13.7	16.0	32.0
泥石流	规模分级标准(10^4 m³)	>50	20～50	2～20	<2	
	数 量(处)	1	15	28	27	71
	所占比例(％)	0.8	11.5	21.4	20.6	54.3
不稳定斜坡	规模分级标准(10^4 m³)					
	数 量(处)					9
	所占比例(％)					6.8
地裂缝	规模分级标准	裂缝长>1 km，影响宽度>20 m	裂缝长>1 km，影响宽度10～20 m	裂缝长>1 km，影响宽度3～10 m；或长<1 km，影响宽度10～20 m	裂缝长>1 km，影响宽 <3 m；或长<1 km，影响宽度3～10 m	
	数 量(处)				2	2
	所占比例(％)				1.5	1.5

1.2 地质灾害的灾情与特征

1.2.1 崩塌

汶川县7处崩塌点以土质崩塌为主。由于修筑公路、采矿和房屋建筑平场削坡，由陡坡地段形成高陡临空面，其中所夹转块石成为危岩，当暴雨作用使土体强度降低或被冲蚀的情况下，这些转块石发生崩落，危及住户和行人的生命财产安全。此外，当岩石风化强烈时，土体在风化及卸荷作用下

收稿日期：2007-07-16

维普资讯 http://www.cqvip.com

以崩落的形式变形破坏的现象也较为发育。

1.2.2 滑坡

汶川县境内共43处滑坡，占地质灾害总数的32%，是主要的地质灾害类型。其中，大型、中型和小型滑坡皆有分布，大型占3处，中型占18处，小型占22处。由此可见，滑坡以中小型为主。分布于11个乡镇，因此其分布较为广泛。其滑坡按力学性质划分，以推移式滑坡为主，牵引式滑坡次之；按物质成分划分，以土质滑坡为主，仅有少量岩质滑坡和碎块石滑坡；按滑体厚度划分，以厚度小于10 m的中浅层滑坡为主，深层滑坡较少；按稳定性划分，属不稳定的滑坡居多，目前基本稳定的滑坡较少。

1.2.3 泥石流

汶川县现有泥石流71处，占全县已知地质灾害的54.3%，是最主要地质灾害类型。泥石流规模以中、小型为主，其中，巨型泥石流1处，大型15处，中型28处，小型27处。泥石流在全县14个乡镇均有分布。

1.2.4 不稳定斜坡

汶川县境内共9处不稳定斜坡，占地质灾害总数的6.8%，分布于雁门乡、威州镇、龙溪乡、三江乡和卧龙镇，分别为坡脚开挖修筑公路、风化、卸荷、降雨等诱发的斜坡失稳，共造成毁房3间，直接经济损失1.2万元。目前威胁对象，主要包括房屋264间，公路530 m，威胁资产479万元，威胁居民359人。

2 汶川县地质灾害分布特征

2.1 行政区域分布特征

汶川县的132处地质灾害，在全县14个乡镇均有分布，平均密度为3.2处/100 km^2。但是散中有聚。地质灾害分布密度大于3.2处/100 km^2的乡镇有8个（威州镇、绵虒镇、漩口镇、水磨镇、龙溪乡、克枯乡、雁门乡、白花乡），其地质灾害达84处，占全县地质灾害总数的64.1%；而8个乡镇土地面积之和为830.97 km^2，仅占全县总面积的20.3%。可见这8个乡镇为汶川县地质灾害分布相对集中的区域。而从这些乡镇的分布来看，大都在岷江、杂古脑河、寿江河、渔子溪河等河谷两岸，这些河流的河谷谷坡及山麓坡脚地带往往是地质灾害分布最为集中的区域。

2.2 地层岩性分布特征

汶川县滑坡共43处，为区内主要的地质灾害。对滑坡所处地质环境的地层岩性统计结果表明，有1处分布于震旦系，1处分布于寒武系，13处分布于志留系，18处分布于泥盆系，1处分布于二叠系，7处分布于三叠系。

2.3 地形分布特征

对汶川县50处滑坡、崩塌后缘高程进行了统计，结果表明，分布于海拔1 000 m以下的3处，1 000～1 200 m的6处，1 200～1 400 m的7处，1 400～1 600 m的13处，1 600～1 800 m的9处，1 800～2 000 m的3处，2 000～2 200 m的4处，大于2 2000 m的5处。其分布见图1。

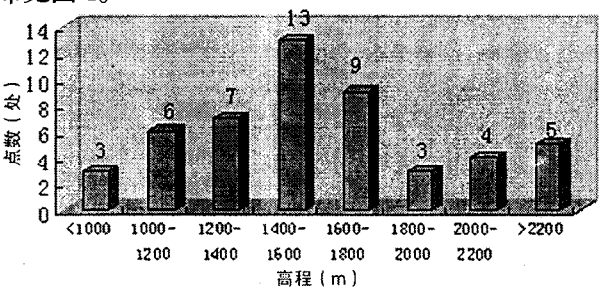

图1 汶川县地质灾害高程分布特征

在坡度分布上，小于20°有2处，20°～25°有4处，25°～30°有13处，30°～35°有8处，35°～40°有4处，大于40°有19处。地质灾害坡度分布见图2。

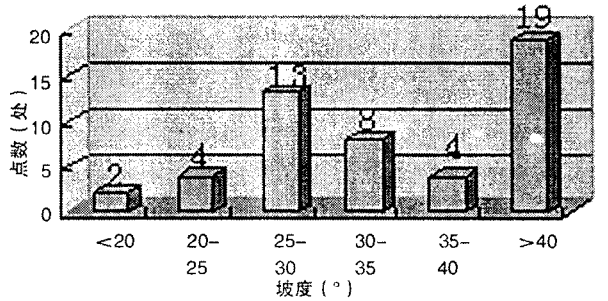

图2 汶川县地质灾害坡度分布情况

3 地质灾害形成条件

3.1 地形地貌

汶川县以高中山地形为主，仅有沿田坝河谷分布一些平坝地貌。区内最低处漩口镇海拔780 m，最高点四姑娘山海拔6 250 m，相对高差5 470余m。相对高差大，地形坡度陡，临空面发育，沟谷纵横，切割强烈，支沟纵坡比降大是其地貌的基本特征，为滑坡、崩塌和泥石流的发育提供了基本条件。海拔高程和地形坡度与人类经济活动的分布有着密切的关系，而人类的经济活动与地质灾害的发生往往关系密切。地形地貌因素间接地影响着地质灾害的分布，在高程1 000～1 800 m、坡度25～30°范围内，地质灾害分布最为集中。

3.2 地层岩性

汶川县地层发育比较完整，其中奥陶系、志留

维普资讯 http://www.cqvip.com

系地层大部分缺失，小范围有出露，岩性变化大，岩体工程地质特性空间变化复杂，以第四系松散地层及强风化岩浆岩为代表的软弱岩土体分布广泛，为地质灾害的发育提供了基本条件。地层岩性对地质灾害的分布起着重要的控制作用，在50处滑坡、崩塌地质灾害中，有13处分布于志留系、17处分布于泥盆系，且多发生在千枚岩中。泥石流也多发生于千枚岩出露区，威州镇、克枯乡、龙溪乡等为泥石流易发区。

3.3　地质构造

汶川县处于九顶山新华夏构造带，地质构造复杂，断层、褶皱发育，构造对岩土体的改造强烈。同时，区域构造运动应力场的作用使岩体节理裂隙发育，岩性破碎，结构面发育，从而使岩体力学性质大为变化，为地质灾害的发育提供了条件。

3.4　斜坡结构

河流沟谷人工挖填等作用而形成不同结构形式的斜坡，由于沟谷纵横，且区内地层岩性变化复杂，构造对地层的破坏和改造强烈，致使区内斜坡结构特征变化较复杂，既有顺向斜坡，又有逆向斜坡和斜向坡、水平层状斜坡，既有层状斜坡，也有结晶岩斜坡、土质斜坡、变质岩斜坡等。不同结构形式斜坡常伴生不同类型的地质灾害：顺向斜坡常伴生滑坡，特别是岩层倾角小于坡角时，发生滑坡的可能性常较大；逆向斜坡则常伴生崩塌；而花岗岩区表层风化强烈时，在暴雨作用下其形成泥石流的可能性则较大。

3.5　降水

滑坡、崩塌、斜坡变形和泥石流等地质灾害都与降雨有着直接的联系。从地质灾害发生时间的分布来看，绝大多数发生于雨季，降雨是地质灾害最重要的诱发因素。

3.6　人类经济活动

县域的人类经济活动主要包括农业耕作、采矿、交通道路建设、水利水电工程建设等。农业耕作开垦坡地，破坏植被，改变斜坡结构常诱发斜坡变形和滑坡；配套的农田水利设施建设中，如不注意合理规划，加强工程质量的管理，就有可能出现灌溉渗漏、渠塘渗漏等情况，成为发生滑坡地质害的诱因。采矿中如规划设计不合理，露天采矿若工作面过高、过陡可能遗留崩塌隐患，采矿弃渣、选矿尾矿等固体废弃物的不合理堆放，可能诱发形成矿山泥石流和不稳定斜坡。道路建设中大量的削坡，改变了斜坡形态和结构，形成临空面，也可能成为诱发崩塌和滑坡的诱因。水利水电工程建设可能因水库蓄水浸润坡脚及放水引起水位陡涨陡落，产生浮托力和动水压力，从而诱发滑坡的发生。县内水电站目前均为引水式中小电站，电站厂房建设开挖坡体易诱发滑坡、崩塌，但危害相对较小，且已基本治理。

4　地质灾害易发区划分

4.1　地质灾害易发区的划分方法

地质灾害的形成有其自身的形成条件和外部的诱发因素，据此可将致灾因子分为条件因子和诱发因子。条件因子主要包括地层岩性、地质构造、地形地貌等，而诱发因子则包括气候、水文、新构造、人类经济活动等。

确定致灾因子后，就可以根据这些因子，对各网格单元给以一定的权值：首先针对某一种灾害，一般高易发区给权值4，中易发区给权值3，低易发区给权值2，不易发区给权值1。然后对其他灾害用同样的办法给以一定的权值。最后将各网格单元不同灾害的权值进行叠加处理，叠加方法为，如果同一单元格有两种以上灾害的都为高易发区，即有两种以上灾害的权值为4，叠加后权值取5。对于其他情况，取各灾害权值中的最大值为叠加后的单元格权值。这样各单元格都得到一个权值，从而完成各单元格的数值化处理。

在剖分得到的各单元格都数值化的基础上，可应用SURF软件或手工内插的方法制备易发区程度等值线图。

绘制易发区程度等值线后，即可划分地质灾害易发程度分区。等值线≥3.5的区域为地质灾害高易发区，特别是≥4.5的区域地质灾害程度最高；等值线为2.5～3.5之间的区域为地质灾害中易发区；等值线为1.5～2.5之间的区域为地质灾害低易发区；等值线≤1.5的区域为地质灾害不易发区。

4.2　易发区的划分结果及分区评价

据以上原则和方法，将汶川县划分为地质灾害高易发区、中易发区、低易发区，没有地质灾害不易发区。

4.2.1　地质灾害高易发区

分布于岷江、寿江河、渔子溪、杂古脑河河谷地区，为汶川县人口分布最为密集和人类经济活动强度最大的地区。此区分布着县城（威州镇）以及卧龙、耿达、水磨、三江、绵虒、映秀、漩口、克枯等重要集镇和国道213线、省道303线、省道317线等重要交通设施，在建都汶高速公路也将从该区经过。其谷坡及山麓坡脚地带为地质灾害的高

维普资讯 http://www.cqvip.com

易发区，滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害发育密度较大，危害严重。

4.2.2 地质灾害中易发区

位于绵虒以南岷江河谷沿岸，以及草坝河中下段河谷沿岸的草坡、银杏、映秀等乡。该区总面积122.64 km²，分布地质灾害10处，地质灾害分布密度为8.2处/100 km²。灾害以中小型滑坡和泥石流为主。

4.2.3 地质灾害低易发区

位于县西部卧龙自然保护区及拟建的草坡自然保护区，以及汶川北部高山、极高山区和岷江东部高山、极高山区。该区地势陡峻，地层岩性松散，降雨丰沛集中，但人居分散，人口密度小，人类经济活动强度小，只要加强地质灾害的群测群防工作，造成损失的危害就少，因此将该区划分为地质灾害低易发区。

5 防治对策建议

汶川县地质灾害防治工作应本着尊重科学的原则，从地质灾害的分布特征和发育情况出发，结合国民经济和社会发展的总体规划及生态建设、水土保持等相关专题规划，按照“以人为本”和“以防为主，防治结合”的基本思想，在建立健全群测群防的地质灾害监测系统和预警预报系统基础上，采用工程治理、生物防治、搬迁避让等多种手段，对区内发育的地质灾害按轻重缓急分期分批进行防治。在地质灾害防治工作中应注意以下几个问题：

5.1 群测群防网络的建设是地质灾害防治的基础

在国土行政主管部门进一步落实地质灾害防治的工作中，应特别加强群测群防网络建设，层层落实责任，加强宣传教育和培训，落实地质灾害的防治预案，加强地质灾害的预警预报，做到县、乡、村、户四级联防。

5.2 加强矿业管理

汶川县矿产资源丰富，矿业经济较为发达。采矿活动在创造经济效益的同时，也遗留了一定的安全隐患，对人们的生命财产安全构成了一定的威胁。因此，宜加大矿业秩序整顿力度，加强矿山地质环境管理，避免因采矿诱发地质灾害。

5.3 加强水土保持，合理利用土地

汶川县农业较发达，开垦耕地破坏森林植被、陡坡耕作改变斜坡形态和结构等是诱发滑坡等地质灾害的重要因素。应加强地质灾害的生物治理措施，选择合适的树种或草种，起到生物固土，减少大气降水入渗滑体和滑带的数量，辅以坡改梯、水改旱、地表排水等措施，减少水土流失面积，降低水土流失强度，增强斜坡稳定性。

5.4 以人为本，移民搬迁

对危险性较大，但危害程度相对较小的地质灾害威胁范围内的住户，遵照以人为本的原则，宜尽快实施搬迁。对目前相对稳定，但从发展趋势来看，将来仍有复活的可能，但危害程度相对较小的地质灾害威胁范围内的住户也应分期分批实施搬迁。

5.5 建立组织，制定规章

地质灾害防治工作是一项庞大而复杂的系统工程。因此，在进行地质灾害防治过程中，应注意完善相应的组织机构和规章制度，配备相应的技术力量和设备，建立地质灾害专项防治资金并纳入政府财政预算，多层次多渠道筹集资金，加强资金的管理，确保地质灾害防治工作顺利进行。

参考文献

[1] 白云峰，周德培．滑坡分布与环境的关系浅析（J）．焦作工学院学报（自然科学版），2003，22(5)：360～363.

[2]刘仁志，倪晋仁．中国滑坡崩塌危险性区划（J）．应用基础与工程科学学报，2005，13(1)：9～18.

[3]张倬元，王士天，王兰生，等．工程地质分析原理（第二版）（M）．北京：地质出版社，1994.

作者简介

程 思：男，26岁，在读硕士；通讯地址：四川省成都市，610059

□信息窗□

毫不动摇地抓好淤地坝工程建设质量

8月9日，省水利厅水保局在太原召开"山西省淤地坝工程质量管理工作会议"。省水利厅副厅长张健、水保局局长李文银出席会议并作重要讲话，厅水保局副局长石生新、省水保项目办副主任王志坚分别对黄土高原淤地坝工程和黄河水土保持生态工程质量检查情况进行了汇报。吕梁、忻州等6市的分管水保工作的副局长、水保科长及25个淤地坝重点县的水利局局长、技术骨干，西安黄河工程监理有限公司和山西恒业水保生态工程建设监理有限公司总监、副总监参加了会议。

会议对全省淤地坝质量检查结果进行了通报，对部分质量不达标的淤地坝提出了补救措施，对部分存在问题的施工队伍和监理队伍提出了整改意见。会议要求，要全方位抓好淤地坝工程建设的各个环节，努力提高淤地坝规范化管理水平，确保淤地坝工程的建设质量。

据《山西水土保持简报》摘编