

四川省地质环境状况及地质灾害发育特征研究

徐志文

(成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059)

[摘要]四川省是我国地质灾害最多的省份之一,具有点多、面广、规模大、成灾快、爆发频率高、延续时间长的特点。通过对5770个已知地质灾害点的综合研究分析,总结归纳四川省地质灾害的发育规律和特征,建立崩塌、滑坡地质灾害的评判模型,并对全省地质灾害发育强度、地质灾害危险性进行分区评价,提出四川省地质灾害防治体系框架体系及措施,为全省地质灾害的防治工作提供了科学的理论和基础依据。

[关键词]地质环境 地质灾害 发育特征

[中图分类号]P641

[文献标识码]A

[文章编号]0495-5331(2006)04-0097-06

1 四川省地质环境状况

1.1 地形地貌

四川省位于我国西南部,介于东经 $97^{\circ}21'$ — $108^{\circ}31'$,北纬 $26^{\circ}31'$ — $34^{\circ}19'$ 之间。西北依托于青藏高原,南接云贵高原,北越秦岭与黄土高原相接,总面积为48.5万平方公里。

总体上看,四川省位于我国地势划分的自西向东的巨大梯级的第一、二级之间,区内西高东低,西部高原海拔多在4000m以上,东部盆地中的丘陵,仅500m左右。地势起伏大,最高峰大雪山的主峰贡嘎山7556m,最低处长江出口仅230余m,相差达7300多m。

区内地貌类型齐全,有山地、高原、盆地、丘陵和平原。在川西及川南地区,基本上均为山地和高原所占据,即使在东部的四川盆地也是一个丘陵式的盆地,平原面积积极小,全省除成都平原面积较大外,其他均零星分布,高原和丘陵山地占总面积的91.7%,平原8.3%。

根据省内地貌差异和分布状况,大致以广元、都江堰、雅安、泸定、木里为一线;雅安、乐山、宜宾为另一线将省内分为三个地貌区域,即四川东部盆地山地区域、四川西部高山高原区域、四川西南部高山山原区域。

1.2 地层岩性

四川省地质条件复杂,各时代地层均有出露,东部和西部差异极大,大体以龙门山——小金河断裂

带分东部为四川盆地及攀西地区,地层层序较完整,由结晶—褶皱基底及沉积盖层组成稳定的“地台型”地层体系。西部基底地层分布零星,盖层各地发育不全且普遍经受区域变质,以三叠系地分布尤为广泛,厚度巨大。

四川省的基底分别由块状无序的结晶基底及成层无序的褶皱两个构造层组成,分布于盆周山区及攀西地区。前者以康定杂岩、彭灌杂岩等为代表,多由中、深变的岩浆岩及少量超镁铁岩组成,混合岩化作用强烈。后者由浅变质的碎屑岩、碳酸盐岩及变质中基性—中酸性火山岩、火山碎屑岩组成,厚度一般在3000m以上,褶皱等变形剧烈,以会理群、盐边群、黄水河群、火地垭群、通木梁群等地层单位为代表。

沉积盖层在四川省东部稳定分布于四川盆地内部及基底岩系周缘,沉积厚度超万米,西部分布极不均衡,受地质构造格局控制显著。

下震旦统在攀西地区及若尔盖—平武地区堆积了数千米的杂色中酸性火山熔岩及火山碎屑岩,以苏雄组及开建桥组为代表。上震旦统以碳酸岩为主,白云岩占有优势,以灯影组为代表。

寒武—奥陶系由海相碎屑岩及碳酸岩组成,厚度达2000m。志留系以砂板岩、千枚岩为主。

泥盆—石炭系在四川东部大部地区缺失,仅在龙门山北段局部地区保留完整,除下泥盆统以海相碎屑岩为主外,均以碳酸盐岩占绝对优势。

在四川东部,二叠系—三叠系稳定覆盖全区,并平行不整合于古生界之上。

[收稿日期]2006-03-08; **[修订日期]**2006-05-12; **[责任编辑]**陈仁俊。

[第一作者简介]徐志文(1966年—),男,1990年毕业于成都地质学院,获工程硕士学位,在读博士生,现主要从事地质环境管理工作。

侏罗系一下第三系主要分布在四川东部,以发育巨厚的陆相红色砂、泥岩系为特征,层序完整而连续,总厚度达 5000m 以上。在四川西部侏罗—白垩系全部缺失,仅在局部不连续的小型盆地有下第三系分布,均为红色碎屑岩沉积。省内第三系主要分布在一系列小型沉积盆地中,以攀西地区的昔格达组为特征。

第四系在省内广泛分布,成因类型较多。以四川盆地西部的成都平原第四系堆积最为集中,最大厚度达 540m。

1.3 地质构造

四川省大地构造单元格局以龙门山—盐源一线为界,东为相对稳定的扬子准地台区,西为相对活动的松潘—甘孜地槽褶皱系,北为秦岭褶皱系,西南为三江褶皱系。台与槽的接触为典型构造过渡带,四川这种构造格局是多旋回演化的结果,其从量变到质变的演化中,具明显的阶段性与地域性,加里东、华里西、燕山及喜山等旋回对四川建造史、形变史等也有重要作用。

四川东部构造线作北东、北北东方向伸展;四川西部构造线作北西、北北西方向伸展,东西对应并于中部东经 101°—104°的广大地域汇集、交接、穿插、结合,伴随一系列向南凸的叠置弧形褶皱带,构造型式多样。

四川构造体系主要由龙门山隆起褶皱带、鲜水河断裂带、安宁河断裂构造组成四川构造体系主体,构成四川著名的“Y”字型构造。它们经历了晋宁、澄江、加里东、华里西、印支、燕山及喜山运动等。

2 四川省地质灾害发育的基本特征

四川省地质灾害主要类型为滑坡、崩塌、泥石流,其次是地面塌陷、地裂缝、坑道突水等。根据收集的 5770(其中 5310 个为崩塌、滑坡、泥石流)地质灾害点的实际特征和发育状况为依据,按崩塌、滑坡、泥石流三种主要地质灾害的类型、规模、危害、成因等进行统计分析,旨在探讨全省地质灾害的总体分布发育规律,在此基础上再对这些地质灾害与其所处的地质环境条件各因素之间进行较为系统的相关性分析。

2.1 四川省地质灾害的总体分布状况

由于四川地理环境复杂,山区广布,平原狭小,地形地貌,地层岩性,地质构造多变,新构造运动活跃,加之暴雨,地震以及人类工程、经济活动的日益频繁的影响,全省不同地区所发生的地质灾害类型多样且分布发育特征各异,据 1999 年至 2000 资料统计,发生的地质灾害点共 5770 处,其中滑坡、崩塌、泥石流达 5310 处(详见表 1)。

表 1 四川省地质灾害的总体分布状况

		滑坡	崩塌	危岩	泥石流	地裂缝	塌陷	坑道突水	瓦斯爆炸	固体废弃物	沉降	合计
1	成都	11	3			4					1	19
2	自贡	56	21	28								105
3	攀枝花	31	98		122	8	8		1	3		271
4	泸州	143	83	123	4	11	89		3		3	459
5	德阳	90	6		33	1			1			131
6	绵阳	189	166		49	1	1					406
7	广元	78	61		3							142
8	遂宁	6	11									17
9	内江	7	21		1	1						30
10	乐山	90	39		17		8	3				257
11	南充	37	8	10								55
12	宜宾	29	29		1							59
13	广安	81	9	12	9		7		1	5		124
14	达川	22	6		3							31
15	巴中	115	10		2	2						129
16	雅安	178	37		113	5	2			7		342
17	眉山	50	14		3		4			1		72
18	阿坝州	366	287		114							767
19	甘孜州	100	4		199					5		308
20	凉山州	597			1358							2045
	合计	2276	1003	173	2031	33	118	3	6	20	4	5770

从表1可见,地处西部高山高原区域的凉山、甘孜、阿坝三州地质灾害点总计达3120点,占全省总数的54.1%,其中又以滑坡和泥石流居多;同时地处盆地周边的攀枝花、泸州、绵阳、雅安等地也是地质灾害的多发区域,上述四市地质灾害总计为1478点,占全省总数的25.6%。而地处东部大部分盆地区域的,如成都、德阳、眉山等地地质灾害一般不发育。上述特点表明地质灾害的发生与所在地区的地形地貌及区域地质条件的关系是非常紧密的。

2.2 滑坡发育的基本特征

在所分析的5770个地质灾害样本中,滑坡地质灾害点达2276处,占地质灾害总数的39.4%,在全省21个市、州均有分布。但总体上看,滑坡仍主要发生在四川省的高山地区即凉山、甘孜、阿坝三州,其次在泸州、雅安等地。上述六市州滑坡地质灾害总数为1573点,占滑坡总数的69.1%。同时按其形成的地层岩性和规模,对上述2276处进行统计分析(见表7),由表7可见,滑坡中,以松散层滑坡为主,占滑坡总数的68.37%;而从规模上看,则主要以中、小型为主,占滑坡总数的82.94%。而正是这种发育状况,导致全省滑坡表现出点多、面广,尽管规模较小,但危害较大的特点。

表2 滑坡类型一览表

划分依据	滑坡类型	数量	占总数的比例%
物质组成	基岩滑坡	719	31.63
	堆积层滑坡	1557	1557
规模	特大型滑坡	141	6.21
	大型滑坡	248	10.85
	中型滑坡	824	36.22
	小型滑坡	1063	46.72

特大型:滑坡体积大于100万m³;大型:滑坡体积为10~100万m³;中型:滑坡体积为1~10万m³;小型:滑坡体积为小于1万m³。

2.3 崩塌发育的基本特征

四川省范围内的崩塌按其成因,大致可分为坠落式崩塌、倾倒式崩塌、滑移式崩塌三大类。

1. 坠落式崩塌:斜坡上悬空的岩土块体呈悬臂梁受力状态,在重力作用下发生断裂,以自由落体的方式脱离每体的破坏方式。

2. 倾倒式崩塌:此类崩塌一般也具备岩性软硬相间的组合特征,经历其漫长的地质风化作用,在下伏软弱层形成凹崖腔,加之覆盖坚硬岩体本身陡倾节理裂隙发育,凹崖腔上部岩体在重力等作用下沿支撑点形成倾倒式崩塌。

3. 滑移式崩塌:该类型崩塌主要发育于软硬相间的近水平状的岩体中,斜坡坚硬岩体由于下部软岩的压致拉裂而先表现为滑移变形,至陡岩处,则再

以高速翻滚的方式跌入底部沟槽中。

据表1,在调查的5770年地质灾害中,共有1003处崩塌,占灾害总数的17.4%,而其中特大型崩塌点又占崩塌总数的1.6%,大型崩塌为14.6%,中型崩塌为38.7%,小型崩塌为44.9%(详见表3)。

表3 崩塌灾害规模统计表

规模	特大型	大型	中型	小型	合计
数量(个)	16	146	388	453	1003
所占比例%	1.6	14.6	38.7	44.9	100

特大型:大于100万方;大型:10~100万方;中型:1~10万方;小型:小于1万方

2.4 泥石流地质灾害发育的基本特征

受地形地貌、地质构造、水文气象等自然条件控制,四川省内的泥石流主要分布于盆地向高原过渡的川西中高山峡谷区和川西南山地区,由于上述地区地壳抬升,河流下切,地形高差大,山高坡陡的地形特点,同时这些地区地质构造复杂,地震活动频繁,强度大,新构造活动强烈,又从另一方面导致这些地区岩体破碎,松散堆积层厚。再加上集中的降雨条件,从布表现出具有广泛的泥石流分布的特点。

据统计,四川省泥石流发育主要集中在14个市州,其中仅川西地区的攀枝花、雅安、阿坝、甘孜、凉山五个行政市、地、州其泥石流发生总数即占1906条,占泥石流总数的93.84%,而其余地、市仅占6.2%(详见表4、表5)。

表4 各行政区泥石流发育情况统计表

行政区	凉山州、雅安、甘孜州、阿坝州	广元、绵阳、德阳	眉山、乐山、宜宾	达州、巴中、泸州、内江	其它市
泥石流条数	1906	85	21	10	9
所占比例%	93.84	4.2	1.0	0.4	1.0

表5 四川省泥石流灾害规模及分布区域统计表

规模	特大型	大型	中型	小型
泥石流条数	24	564	1128	315
所占比例%	1.2	27.8	54.0	17
分布区域	阿坝州	甘孜、阿坝、凉山、雅安		

注:特大型泥石流:最大一次输出沟口的固体物质总量大于50万m³;大型泥石流:最大一次输出沟口的固体物质总量在10~50万m³;中型泥石流:最大一次输出沟口的固体物质总量在1~10万m³;小型泥石流:最大一次输出沟口的固体物质总量小于1万m³。

3 四川省地质灾害发育的地质环境效应

对5310处崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的发育特征的讨论,已可以看出这些地质灾害的发生除与地形地貌、地质构造、地层岩性、地震及降雨等效有关外,还与人类工程活动密切相关。

3.1 地质灾害的形成与地层岩性

受地层岩性、地形地貌的影响,四川省地质灾害明显具有分布区域的不均衡性的特点。

在攀枝花调查的 64 个滑坡中,其中有 57 个滑坡发生在昔格达组地层中,占其总数的近 90%。我们对安宁河谷流域下游丙谷镇附近的地质灾害进行分析,发现在丙谷镇的下游基本上没有滑坡的分布,而在其上游滑坡分布较为集中,这正与其上游广泛

分布有昔格达组软弱地层而其以下却为震旦系花岗岩、二迭系玄武岩等坚硬岩石密切相关。由此可见,地质灾害的形成与地层岩性特征有着不可分割的内在联系。

我们选择崩塌、滑坡的发育与地层进行统计和并和全省实际情况对比分析,岩性对地质灾害的区域分布具有明显的控制作用。(详见表 6)

表 6 地质灾害发生频率与地层的

地层	震旦系以前	寒武系	奥陶系	志留系	泥盆系	石炭系	二叠系	三叠系	侏罗系	白垩系	第三系及第四系	岩浆岩
所占比例%	0.5	1	3	4.5	3.5	0.5	9	45	17	8	5.5	1.5

根据全省地质灾害发育的普遍规律并结合不同地区地质灾害发育的特殊性,根据滑坡及崩塌发生地层的统计分析,可对地层作如下分类,其岩性见表 8 及表 9:

按易滑程度将地层划分为三类:易滑地层、中易滑地层和偶滑地层。

按易崩程度将地层划分为三类:易崩地层、中易崩地层和偶崩地层。

表 7 崩塌、滑坡的形成与岩性的关系

岩性	土层	千枚岩	泥页岩	砂板岩	砂砾岩	碳酸盐岩	岩浆岩	合计
滑坡数	119	21	16	9	2	4	0	171
滑坡发育比例	66.7	12.3	9.4	5.3	1.2	2.3	0	100
崩塌数	9	3	0	27	27	36	3	105
崩塌发育比例	8.8	2.6	0	25.4	25.4	35.1	2.6	100

表 8 地层按易滑程度的分类

类型	成岩地层	松散土层	滑坡的发育情况
易滑地层	千枚岩,半成岩的砂泥页岩互层,炭质页岩夹煤,泥质粉砂岩,粘土岩等	粘性土、人工堆填土、矿渣	极容易发生滑坡
中易滑地层	砂泥页岩互层,白云岩,白云质灰岩,片岩,板岩,凝灰岩等	碎石土	较易发生滑坡
偶滑地层	厚层石灰岩,砂岩,花岗岩,玄武岩	块砾石土,砂卵石土等	偶有滑坡发生

表 9 地层按易崩程度的分类

类型	地层	崩塌发生情况
易崩地层	灰岩、花岗岩、砂岩	极容易发生崩塌
中易崩地层	板岩、闪长岩、泥灰岩、千枚岩	较容易发生崩塌
偶崩地层	页岩、砂质泥岩	偶发崩塌

3.2 地质灾害的形成与地形坡度的关系

为说明崩、滑、流地质灾害发生频率与地形坡度我们选取广元、绵阳、泸州市三个行政区随机选取一定数目的地质灾害点分别按滑坡、崩塌与相应地形坡度进行统计分析,(表 10)可见有如下特征。

表 10 崩塌、滑坡形成与地形坡度的关系

灾害类型	地形坡度	<20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	>80	合计
滑坡	发生点数	2	41	68	47	11	2			171
	百分比	1.17	23.98	39.77	27.49	6.43	1.17			100
崩塌	点数				6	24	41	34	10	115
	百分比				5.21	20.86	35.76	29.57	8.6	100

由表 6、表 7、表 8、表 9、表 10 可见:

(1) 地质灾害的产生与地层岩性关系密切,岩性及其组合特征的控制作用决定着地质灾害分布,

60% 以上的滑坡发生与斜坡堆积松散的土层和软弱岩层的分布密切相关,斜坡堆积松散的土层和软弱的岩层为主要易滑地层,这些部位常发生规模不等

的滑坡。盆周山地古——中生界砂泥岩互层地层,特别是砂页岩夹煤层,石膏水云母粘土岩,包括三叠系上统须家河煤组,二叠系列化龙潭煤组,泥盆系水云母粘土岩,自流系页岩,寒武系页岩,均是敏感的易滑地层。其他如砂页岩互层的红层,昔格达组的粘土岩、第四系粘土、残坡积层,变质岩如千枚岩、板岩、片岩等也是易滑地层。在以上地层分布的地区,往往出现“层控”滑坡。

崩塌则主要发生于厚层的中硬—坚硬岩体中,如花岗岩、灰岩、砂岩等。

(2) 滑坡主要发生在 20—50 的地形坡度范围内,约占总数的 80—90%;而崩塌则主要发生于 50—80 的陡峭斜坡上,大致有 86% 崩塌分布在此坡度内。这些特点是符合滑坡、崩塌发生的一般规律的。崩塌的形成有其特殊的地形条件,即地形陡峭。应该说,崩塌同滑坡一样,在全省,尤其是西部高山高原区域也是极为发育的。只是表 1 统计的是对人类生产生活起着严重影响的部分崩塌,因此统计结果中,虽然显示崩塌数小于滑坡数,但不能由此得出崩塌在四川省内不如滑坡发育的结论

3.3 地质灾害发生与地质构造的关系

对全省地质灾害的分布进行分析,呈现出滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害沿断裂带成群成带分布。由于断裂构造运动,断裂带尤其是断裂发育或构造裂隙密集地带、多组不同方向断裂的交汇部位,由于断裂带等构造作用影响,常导致岩石破碎,构造裂隙发育,第四系崩坡积土体分布较多,成为崩塌和松散堆积层滑坡发育地段。

在四川构造体系主体,即龙门山隆起褶皱带、鲜水

河断裂带、安宁河断裂构造组成的著名的“Y”字型构造带上,前两种以崩塌、滑坡为主,后者以泥石流灾害为主的地质灾害发育集中现象,也说明了地质构造的发育对地质灾害的分布具有重要的控制作用。

3.4 地质灾害发生与暴雨的关系

四川省内降雨主要分布在每年的 5—10 月,占全年降雨量的 70—80% 左右且暴雨频次较其他时段明显增多,洪水期与雨季同步,大量的降雨入渗、浸润,软化岩土体,降低斜坡的稳定性。对 5310 处地质灾害点统计,几乎所有的地质灾害的暴发均与暴雨及长时间降水有关,特别是泥石流的发生更与降雨关系密切;同时近十年来,由于人类工程活动的日益加剧,对地表生态环境的破坏和恶化,更导致灾害性气候增多,从而又致使地质灾害频繁发生、具有明显的上升趋势。

四川省近年来区域性的滑坡、崩塌和危岩等地质灾害的发生,绝大部分是由大的暴雨过程和长时间的连续降雨而引起的,四川省全年平均降雨量的分布特征基本上反映了地质灾害的分布和发育强度的趋势。表 11、表 12 列出了四川省全年平均降雨量的分布与地质灾害发育的关系。

降雨与崩、滑、流的发生有密切的联系,在时间上二者具有较好的一致性。根据上述资料,绝大多数地质灾害的发生均在雨季。这也进一步说明降雨是地质灾害发生的重要诱发因素之一。

对 2001 年全省发生的 314 处地质灾害点与时间的关系进行对比(表 13), 5—10 月发生的地质灾害达 96% 以上。更印证了这一事实。

表 11 四川省主要地质灾害发生与降雨期的关系

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
滑坡	个数				11	68	204	476	729	324	194	60	11
	比例%	0	0	0	0.5	3	9	21	32	23	8.5	2.5	0.5
崩塌	个数			10	40	60	50	200	303	250	60	20	10
	比例%	0	0	1	4	6	5	20	30	25	6	2	1
泥石流	个数					61	261	467	951	220	20	41	
	比例%	0	0	0	0	3	13	23	47	11	1	2	0
合计(个)					51	189	515	1143	1983	794	274	121	21

表 12 四川省雨季(5—10 月)地质灾害数量统计

灾害类型	数量(个)	雨季发生数量(个)	所占比例(%)	总计(%)
滑坡	2276	1993	87.6	
崩塌	1003	923	92.0	92.2
泥石流	2031	1980	97.5	

表 13 四川省 2001 年地质灾害发生与时间的关系

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
灾害数(个)	1	1	2	4	11	41	61	140	40	9	3	1
所占比例%								96				

崩、滑、流地质灾害的产生除了与降雨的时间上的一致性以外,在空间上也具有较好的对应性,即雨量越大的地区崩、滑、流地质灾害也越发育。而且暴雨强度高的地区,恰恰也是崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害发育最多的地区。

3.5 地质灾害的发生与地震活动的关系

四川省位于中国南北地震带,地震活动居全国第五位,具有地域广、强度大、频率高的特点;特别是四川省西部的龙门山地震带、鲜水河地震带和安宁河地

震带形成“Y”字形交叉,地震活动尤其频繁。在地震活动带,由地震触发的崩塌、滑坡非常多,形成的规模也较大。如荣经县荣河乡漆山滑坡即是 97 年 3 月 11 日受金口河北 4.2 级地震影响而发生的。

2001 年 2 月 14 日、23 日,甘孜州雅江、康定等地先后发生里氏 5.0、6.0 级地震,震中位于北纬 29°24′,东经 101°26′,即雅奢江右岸的波斯河乡雨日村一带,最大震级达 6.0 级,有 1500 余次余震发生。通过现场调查,此次地震发生后,产生地质较大规模的地质灾害近 50 处,不仅诱发了雅江县波斯河乡的雨日、夏日、南根、邓科等滑坡和牙衣河乡的木恩滑坡、磨子沟、牙衣河崩塌等;康定县宜代——吉居地区普沙绒乡的旺姆、冷古等滑坡和吉居乡蔡玉、吉居等 14 处滑坡,火山等危岩崩塌体 3 处,宋玉、马蹄泥石流等泥石流 10 处;理塘县麦洼乡发生滑坡 4 处、崩塌 1 处,拉波乡发生滑坡 2 处;德巫乡发生滑坡 5 处,下木拉乡发生 3 处滑坡、1 处崩塌等;九龙县上团乡滑坡、子耳乡滑坡、八窝龙乡滑坡等大量的滑坡、崩塌产生,同时也使已有古滑坡体出现了明显的变形复活迹象。同时,地震灾害还使雅江县城城南滑坡、本达宗滑坡、城区北段变形体及城东危岩变形加剧,导致 87724m² 建筑物面积,遭受严重变形,直接经济损失 2939 万元。通过系统分析,此次地震诱发的地质灾害有如下特点:

(1) 地质灾害的发生与地震烈度正性相关

(2) 地震诱发的地质灾害与地形坡度有着密切的关系

据初步统计,地震诱发的 39 处滑坡所处的地形坡度均在 40°—50°之间。

3.6 地质灾害的发生与人类不合理工程活动的关系

人类工程活动如开山修路、人工垦殖、滥砍乱伐、采矿等强烈活动区,也作为地质灾害的触发因素。根据调查资料统计,地质灾害分布密集区也是

人类工程活动频繁区域,尤其是不合理人类工程活动集中的区域。据表 1,其中的 5770 处地质灾害中与不合理人类工程建设相关的地质灾害达 4040 处,占统计总数的 70% 左右,主要为滑坡、崩塌;主要为自然因素诱发的地质灾害 1730 处,约为统计总数的 30%,以泥石流为主。

随着四川省各项建设事业的迅速发展,特别是近年来在基础设施建设中投资力度的加大,交通、能源、水利、城建等带动了社会经济的发展,但同时对于自然生态环境的影响也日益加深,对地质环境的破坏所造成的灾害也更加严重。由人类工程经济活动地质灾害主要表现在以下两个方面:

(1) 城乡建设、交通建设、水利建设工程中不合理工程活动加剧了地质灾害的发生。

(2) 不合理采矿活动诱发滑坡、崩塌和泥石流

[参考文献]

- [1] 省(自治区)环境地质调查基本要求(试行)(1:50 万)原地矿部地质环境司,1996.
- [2] 杜榕桓,等. 长江三峡工程库区滑坡与泥石流研究. 四川科学技术出版社,1990.
- [3] 唐帮兴,等. 山洪泥石流滑坡灾害及防治. 科学出版社,1994.
- [4] 王成华. 滑坡的危险斜坡判别模型. 中国泥石流滑坡编目数据库与区域规律研究,1998.
- [4] 刘宗祥,等. 四川省环境地质调查总结报告. 四川省地质调查院,2000.
- [5] 钟敦伦. 中国泥石流滑坡编目数据库与区域规律研究. 四川科学技术出版社,1998.
- [7] 四川省地质灾害调查研究报告. 四川省地质环境监测总站,1994.
- [8] 黄润秋,等. 环境地质工程论文集. 成都科技大学出版社,1996.
- [9] 中国地质灾害与防治学报. 中国地质灾害研究会(第五卷),1994.
- [10] 宋光齐,雅江. 康定地震次生地质灾害的预防. 四川省地质学报,2002.

PROPOSING THE FRAME AND MEASURES FOR PREVENTION AND CURE SYSTEM OF GEOLOGICAL DISASTERS IN SICHUAN PROVINCE

XU Zhi-wen

(Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

Abstract: Sichuan is one of the provinces which encounter a lot of geological disaster, and the disasters in Sichuan have the characteristics of multilocations, wide areas, large scale, fast and frequent disaster forming, long lasting. Throughout the comprehensive investigation and analysis on 5770 known geological disaster, this paper summarizes the characteristics and laws of geological disaster development in Sichuan province, establishes the judging model for geological disasters of rockfalls and landslides, evaluates the development strength and danger of geological disasters district in whole province, proposes the frame and measures for prevention and cure system of geological disasters, provides scientific theory and basis for prevention and cure of geological disasters in Sichuan province.

Key words: geological environment, geological disasters, locations