

中国矿山地质灾害分布特征

何芳, 徐友宁, 乔冈, 陈华清, 刘瑞平

HE Fang, XU You-ning, QIAO Gang, CHEN Hua-qing, LIU Rui-ping

中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054

Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China

摘要: 矿山地质灾害是人类矿业活动和自然地质作用作用于地质环境造成的灾害事件。近几年, 随着矿产资源开发力度的不断加大, 矿山地质灾害发生频率呈加剧趋势, 对矿业正常生产和人居生态环境构成严重的威胁, 甚至造成重大的群死群伤灾难。依据 2002—2005 年全国 31 个省(自治区、直辖市)矿山地质环境调查与评估的成果资料, 利用数据统计、分析、总结的方法, 按不同省区市、不同地质环境背景区、不同类型矿产、不同规模的矿山、不同开采方式, 简述了中国矿业开发引发的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝 5 种地质灾害的时空分布特征和危害, 为矿山地质灾害监测、防治提供基础信息。

关键词: 矿山地质灾害; 时空分布; 危害; 存在问题; 中国

中图分类号: P694 文献标志码: A 文章编号: 1671-2552(2012)02/03-0476-10

He F, Xu Y N, Qiao G, Chen H Q, Liu R P. Distribution characteristics of mine geological hazards in China. *Geological Bulletin of China*, 2012, 31(2/3): 476-485

Abstract: Mine geological hazards are disasters caused by the destruction of geological environment resulting from human mining activity and natural geological activity. In recent years, with the intensifying mineral resources exploitation, mine geological hazards tend to occur more and more frequently, which has seriously threatened people's production and living safety around some mining areas, and even caused heavy casualties. According to achievements obtained in the investigation and appraisal of the China's mine geological environment from 2002 to 2005 by means of data statistics, analysis and summarization, and in accordance with geological environmental background divisions, mine types, mine scales and exploitation modes, this paper expounds the distribution characteristics and harmfulness of five kinds of geological hazards, i.e., rockfall, land slide, debris flow, land collapse and ground fissure, with the purpose of providing some basic information for the monitoring, prevention and control of mine geological hazards.

Key words: mine geological hazard; spatial-temporal distribution; harm; existing problems; China

中国矿产资源丰富, 矿种齐全, 截至 2005 年全国共有各类非油气矿山企业 126695 处, 开采矿种 193 种, 其中能源矿山企业 23901 处、金属矿山企业 10116 处、非金属矿山企业 92678 处。年产矿石总量(原矿量) $52.47 \times 10^8 \text{t}$, 矿山企业工业总产值 5588.48 亿元^①。大规模的矿产资源开发活动在给人类带来巨大实惠和财富的同时^①, 频繁的不合理的矿业活动破坏了矿区土地资源、诱发了地质灾害、污染了矿区环境^②, 严重威胁着矿山的正常生产和人居生存环

境的安全, 影响了资源开发、经济发展、环境保护的协调发展和社会的和谐稳定^③。为了初步摸清中国矿业开发对地质环境的影响, 中国地质调查局于 2002 年启动了全国 31 个省(自治区、直辖市)的矿山地质环境调查与评估项目。通过 4 年的项目实施, 建立了全国 31 个省(自治区、直辖市)的分省矿山地质环境调查数据库, 提交了相应的成果报告, 为了解全国矿山地质灾害的分布特征提供了大量的基础数据。笔者通过对这些数据的整理、统计、分析和综合

收稿日期: 2011-07-30; 修订日期: 2011-11-28

资助项目: 中国地质调查局项目《中国矿山环境地质图(1:400 万)编制》(编号: 1212010741505)

作者简介: 何芳(1965-), 女, 高级工程师, 从事矿山地质环境调查与研究。E-mail: xahfang@126.com

研究,总结了我国矿山崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝 5 种地质灾害的时空分布特征和危害的严重性,旨在阐述我国矿山地质灾害防治的重要性,为我国矿山地质灾害监测、防治提供基础信息。

目前,我国涉及我国矿山地质灾害类型、危害现状、评价、影响因素、成因分析、防治对策等方面内容的论文较多^[4-12]。但就全国性矿山地质灾害在不同省区市、不同地质环境背景区危害的严重程度和特点,不同类型矿产产生地质灾害的严重程度和差异,不同规模的矿山和不同开采方式发生地质灾害次数的比较而言,通过调查数据进行系统统计和研究的论文尚属首次。这也是全国矿山地质环境调查与评估成果的一部分内容,对从不同区域、不同角度了解我国矿山地质灾害的分布特点和危害的严重性具有重要的现实意义。

1 矿山地质灾害

矿山地质灾害是指自然地质作用和矿山地质作用(亦称人为地质作用)导致的矿山生态地质环境恶化,并造成人类生命和财产损失或人类赖以生存的资源、环境严重破坏的灾害事件^[3]。其破坏作用主要表现在危害矿工生命和财产安全;破坏采矿设施,影响矿业正常生产;破坏矿产资源、土地资源和水环境、矿区环境。严重的地质灾害一次可造成几十人甚至上百人死亡^[4]。

我国是矿山地质灾害多发国之一,地质灾害种类多、分布广、影响大、造成的损失严重^[5]。据全国 31 个省(自治区、直辖市)矿山调查数据统计,1950—2005 年的 55 年间,我国矿山开发已发生地质灾害约 10869 起,死亡约 4779 人,造成直接经济损失约 174.58 亿元。其中突发性的崩塌、滑坡、泥石流灾害 2549 起,死亡 4244 人,经济损失 50.04 亿元;缓变型的地面塌陷、地裂缝有 8320 处,影响的面积 314765hm²,死亡 535 人,经济损失 124.54 亿元。矿山地质灾害类型以地面塌陷为主,共有 5416 处,占我国地质灾害的 50%,灾害规模以小型为主(占 63%),大型次之(占 21%),经济损失、影响面积以地面塌陷和地裂缝最严重,泥石流灾害发生的次数虽然最少,仅占 6%,但造成的死亡人数最多^②,共 1581 人,占 33%(表 1)。

2 矿山地质灾害分布

矿山地质灾害的发育分布与灾害点所处地

域的矿业开采活动强度、地质环境背景、矿产资源类型、矿山规模、开采方式等有关,地质灾害空间分布不同(图 1),所产生的危害和严重程度也不相同。

2.1 省区市矿山地质灾害

全国 31 个省(自治区、直辖市)由于矿产资源开发强度不相同,发生我国地质灾害的频率和危害也不相同,开发强度强的省发生灾害的次数要高于开发强度弱的省。全国我国地质灾害除上海未发生过外,其它 30 个省区市均有发生。其中地面塌陷、地裂缝发生数量最多,占到全国我国地质灾害总数的 77%,其次是滑坡,占 10%。我国地质灾害发生次数在 300 起以下的只有东北地区,其它地区均在 300 起以上,主要有山西、湖南、河南、新疆、陕西、云南、内蒙古、广西、山东、贵州 10 个省区,尤以山西、湖南最为严重,分别为 2242 起和 1666 起,占到发生灾害总数的 21%和 15%。造成死亡人数在 100 人以上的有云南、新疆、陕西、湖北、广西、四川、湖南、贵州、河南、山西、宁夏、浙江 12 个省区,尤以云南最重,为 1212 人,占到死亡人数的 25%,这 12 个省区我国地质灾害造成的人员死亡数量占全国死亡数量的 86%。我国地质灾害影响面积在 10000hm² 以上的有山西、山东、湖南、四川、黑龙江、新疆、河南、江苏、安徽 9 个省区,经济损失在 5 亿元以上的有山西、贵州、湖南、河南 4 个省(表 2)。截至 2005 年底全国已发生滑坡 1083 起,主要分布在湖南、云南、新疆、山西、陕西、四川等省区,其中湖南发生次数最多,共 163 起,占全国我国滑坡的 15%;崩塌 866 起,主要分布在湖南、广西、新疆、陕西、云南等省区,湖南发生次数最多,共 185 起,占全国我国崩塌的 21%;泥石流 600 起,主要分布在新疆、广西、云南、陕西、湖南等省区,其中新疆数量最多,共 90 起,占全国我国泥石流的 15%。地面塌陷、地裂缝 8320 处,主要分布在山西、湖

表 1 全国我国地质灾害影响程度统计结果

Table 1 Statistics of the impact extents of mine geological hazards all over China

统计内容	崩塌	滑坡	泥石流	地面塌陷	地裂缝	合计
大型/处	28	53	57	315	1793	2246
中型/处	57	152	104	719	772	1804
小型/处	781	878	439	4382	339	6819
合计/处	866	1083	600	5416	2904	10869
影响面积/hm ²	4752	9653	16497	251101	63664	345667
经济损失/万元	43552	139414	317237	404210	841421	1745834
死亡人数/人	1478	1185	1581	535		4779

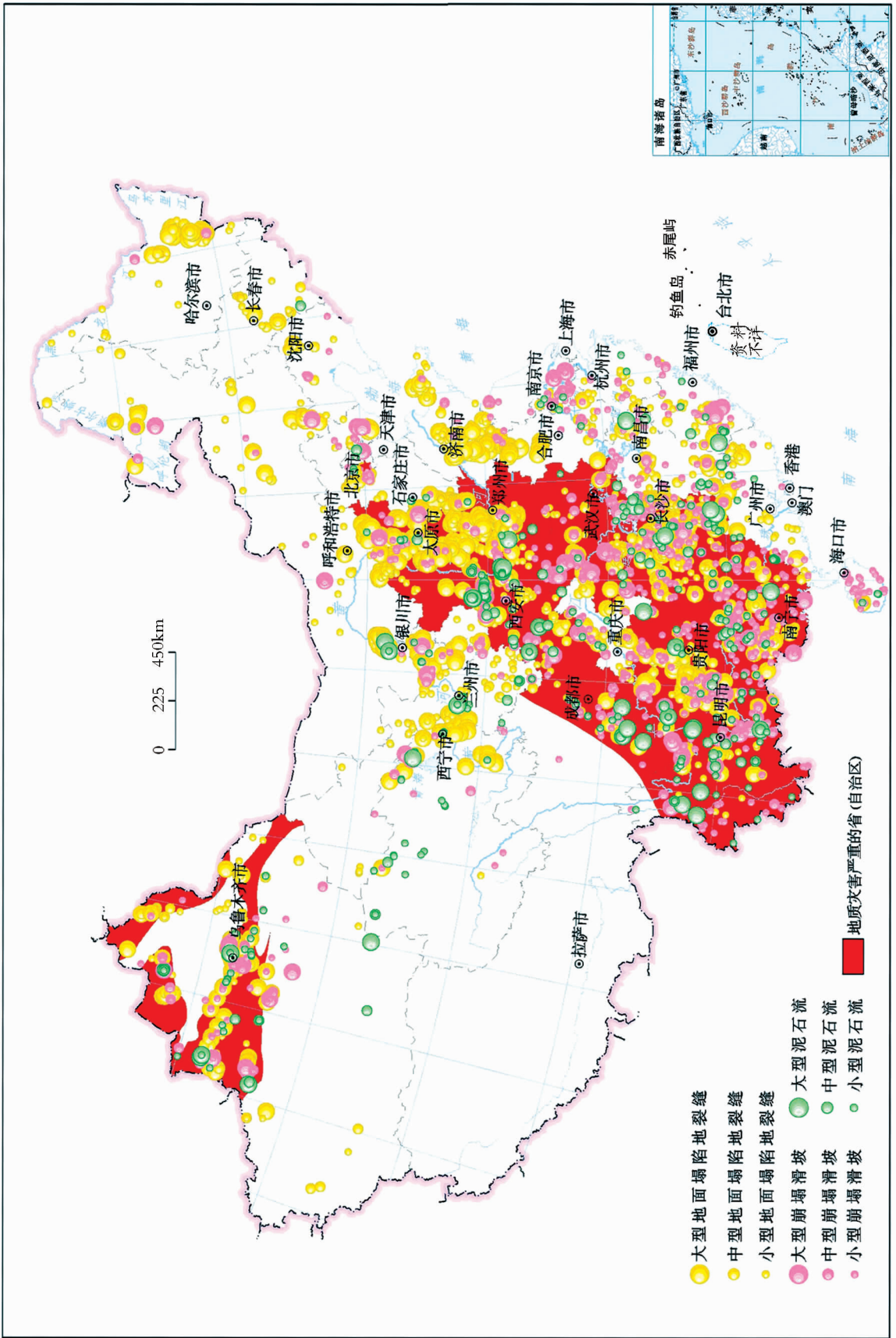


图1 中国矿山地质灾害分布图

Fig. 1 Distribution of mine geological hazards in China

表 2 全国 31 个省(自治区、直辖市)矿山地质灾害影响程度统计结果

Table 2 Statistics of the impact extents of mine geological hazards in 31 provinces, autonomous regions and municipalities directly under the Central Government in China

省 份	发生次数/处	死 亡 人 数 / 人				合计	影响面积 /hm ²	直接经济损失 /万元
		崩塌	滑坡	泥石流	地面塌陷			
新疆	838	123	290	119	91	623	30186.47	49530.24
甘肃	212	8	2	24	34	68	477.52	3418.55
青海	135	19	18	10	6	53	2554.48	5397.03
宁夏	113	11	0	91	0	102	6188.73	6115.78
陕西	610	95	28	209	49	381	4754.71	39745.68
内蒙古	437	1	0	1	17	19	7322.01	29159.28
山西	2242	7	11	64	38	120	59510.95	978469.87
河北	221	9	11	2	3	25	3435.35	10773.23
北京	125	3	0	0	2	5	291.70	7013.00
天津	8	9	0	0	0	9	12.81	211.00
山东	348	2	0	0	39	41	49770.06	39741.62
河南	865	4	2	87	55	148	19711.78	65538.89
黑龙江	238	1	0	0	1	2	32709.72	14940.60
吉林	117	3	0	0	0	3	221.85	2196.50
辽宁	26	13	6	0	18	37	731.11	3476.09
西藏	1	3	0	0	0	3	0	0
四川	275	123	17	184	2	326	36361.94	34135.39
重庆	108	54	22	11	0	87	1030.95	14423.61
云南	561	135	577	482	18	1212	6919.52	53334.34
贵州	339	73	35	52	0	160	9561.20	198590.12
湖北	207	297	24	31	0	352	1336.64	9379.49
湖南	1666	106	10	57	71	244	37093.78	123110.21
广西	400	199	5	62	61	327	1046.56	13192.58
广东	75	61	7	4	0	72	1300.94	2042.09
海南	89	5	0	3	0	8	84.91	1211.90
安徽	85	35	0	19	1	55	11221.40	4053.32
江苏	148	26	28	2	1	57	13661.66	9273.25
上海	0	0	0	0	0	0	0	0
江西	187	18	55	0	17	90	4654.02	11033.78
浙江	82	35	2	54	11	102	25.42	13997.01
福建	111	0	35	13	0	48	3489.01	2329.27
合计	10869	1478	1185	1581	535	4779	345667.20	1745833.72

南、河南、新疆、陕西等省区,山西数量最多,共 2133 处,占全国矿山地面塌陷、地裂缝的 26%。利用指标加权综合评价法,选取地质灾害发生次数、影响面积、死亡人数、经济损失 4 项指标对地质灾害进行综合评价,得出矿山地质灾害严重的省份主要为湖南、山西、云南、四川、新疆、陕西、河南、贵州、湖北、广西 10 省区(图 1、表 2),这和省区矿产资源开发强度成正比。

2.2 不同地质环境区矿山地质灾害

区域地质环境条件是影响矿山地质灾害类型、

分布和危害程度的重要因素,不同的地质环境区开矿导致的地质灾害类型和严重程度不同,如山区开矿会引发和加剧崩塌、滑坡、泥石流灾害的发生与发展;而平原盆地区则会加剧地面塌陷的发生。中国地质环境条件复杂、多样,依据区域地形地貌、气象水文、植被、岩土体性质、原生环境地质问题等因素^[16-20],将影响中国矿山环境地质问题分布规律的地质环境背景划分为六大地质环境区和 28 个地质环境分区^③(图 2)。了解不同地质环境区

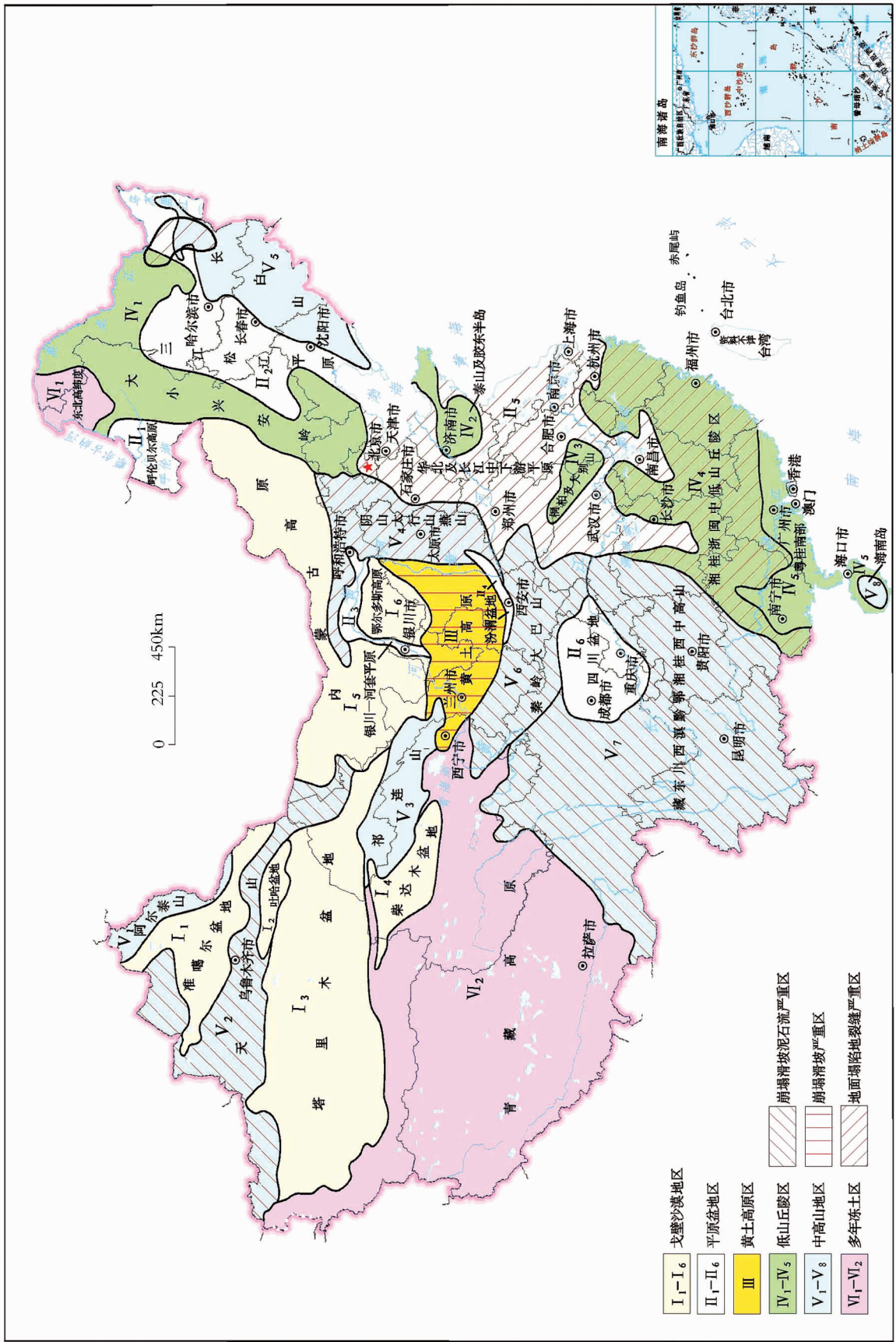


图 2 中国矿山地质环境分区图

Fig. 2 Division of mine geological environments in China

的地质灾害分布,对分析和研究矿山地质灾害分布的特征具有重要意义。

就不同地质环境区域而言,矿山地质灾害发生次数从高到低的排序依次为中高山地区、中低山丘陵区、平原盆地区、黄土高原区、戈壁沙漠区和多年冻土区。崩塌、滑坡、泥石流灾害的发生与地形地貌、降雨、采矿弃渣堆积有密切的关系。地形陡峭的川西滇黔鄂湘桂西中高山区、秦巴中高山区、天山中高山区和降雨充沛的湘桂—浙闽中低山丘陵区,是崩滑流灾害的易发区和多发区(图2中V₇、V₆、V₁和IV₄区)。这些地域矿山地质灾害已造成3354人死亡,占到全国矿山崩滑流灾害死亡人数的79%,发生次数2575起,占全国矿山崩滑流的61%。其中川西滇黔鄂湘桂西中高山区崩滑流死亡人数最多(1821人),占全国矿山地质崩滑流死亡人数的43%,该区山川相间,切割甚深,峡谷纵多,气候温暖湿润,降雨较充沛,是自然泥石流、滑坡、崩塌的发育区,矿业开发等人为活动使泥石流、滑坡、崩塌的发育更为严重,是中国矿山崩滑流灾害最严重的地区。中国矿山开采普遍存在的地面塌陷、地裂缝主要是地下采矿造成的,尤其是煤矿开采造成的地面塌陷、地裂缝占到全国矿山地面塌陷、地裂缝总数的81%,因此煤矿开采集分布的区域也是地面塌陷、地裂缝集中分布的区域。阴山—太行山—燕山的山西煤矿区,内蒙古乌海—宁夏石嘴山煤矿区,华北和长江中下游平原区的河南义马—郑州—平顶山煤矿区,山东济宁—枣庄煤矿区,河北开滦和邢台—邯郸煤矿区,湘桂—浙闽中低山丘陵区的湖南怀化、娄底—邵阳、郴州煤矿区,湖北宜昌煤矿区,江西萍乡、丰城煤矿区,江苏徐州煤矿区,安徽淮北和淮南煤矿区,天山山地的新疆乌苏—沙湾—乌鲁木齐—昌吉煤矿区,黄土高原的陕西关中和晋陕蒙能源基地,长白山的黑龙江鹤岗—双鸭山—七台河—鸡西煤矿区、辽宁阜新—抚顺煤矿区,藏东川西滇黔鄂湘桂西中高山地的重庆—贵州中西部煤矿区,秦巴山地的四川广旺煤矿区,四川盆地的华蓥山—达竹、宜宾煤矿区等是中国煤矿开采的主要集中地,这些区域煤矿开采形成的地面塌陷、地裂缝数量占到全国矿山地面塌陷、地裂缝数量的85%(图2,表3),也是塌陷危害严重的区域。

2.3 不同类型矿产矿山地质灾害

不同类型矿山开采造成的地质灾害数量、类型等差别较大。中国煤矿山23901座,煤矿地质灾害发

生率(煤矿山地质灾害总数量/煤矿山数量)为32%,煤矿山开采引发的地质灾害数量和经济损失远大于金属和非金属矿山。全国矿山地质灾害数量约10869起,煤矿共发生地质灾害约7730处,占了71%,全国矿山地质灾害经济损失约174.58亿元,煤矿经济损失约139.71亿元,占了80%。煤矿灾害类型以地面塌陷、地裂缝、滑坡为主,采煤塌陷面积占全国矿山地面塌陷面积的82.78%。金属矿山开采造成的死亡人数最多,尤其是突发性泥石流灾害,常常造成重大的群死群伤,全国矿山地质灾害死亡约4779人,金属矿山开采死亡约2148人,占到总死亡人数的45%,灾害类型以滑坡、泥石流、崩塌、地面塌陷为主,主要是开采金矿、铁矿、铅锌矿等诱发的。非金属矿山灾害类型以崩塌、滑坡、泥石流为主,主要是开采石灰岩、花岗岩、石膏、砖瓦用粘土等矿产引发的,虽然其矿山数量是金属矿山数量的9倍,但灾害发生率仅有1.7%,金属矿山灾害发生率是15%,并且其影响面积和死亡人数均较金属矿山少(表3、表4)。可见,中国矿山开采,煤矿山地质灾害重于金属矿山,金属矿山地质灾害重于非金属矿山。

2.4 不同规模矿山地质灾害

中国矿山规模以小型为主,占到矿山总数的97%,小型矿山发生地质灾害的数量远大于大中型矿山,是大中型矿山的5.5倍。这是因为小型矿山大多为集体和私营企业所有,开采技术水平不高,技术设施落后,管理不规范,回采率和选矿回收率低,环保意识淡薄,群采乱挖现象严重,因此造成的地质灾害数量也较多,而大中型矿山大多为国有企业所有,管理措施和开采技术水平较规范,造成的地质灾害数量相对较少^[2]。据调查数量统计,中国大、中、小型矿山企业发生地质灾害的次数分别为658起、1023起、9188起,其中小型矿山企业发生地质灾害的数量占到了85%(表5)。可见,小型矿山企业是引发地质灾害较多的企业,需要重点加强监管。

2.5 不同开采方式引发的矿山地质灾害

中国矿山开采方式大部分为井下开采,煤矿山的98%和金属矿山的73%均为井下开采,不同的开采方式诱发的地质灾害数量差别较大。井下开采诱发的地质灾害数量是露天开采诱发量的6倍,二者分别为9385起和1483起。井下开采造成的地质灾害类型主要为地面塌陷、地裂缝,其次是由地面塌陷、地裂缝引起的地面变形进而诱发的山体开裂,继

表3 全国不同地质环境背景区矿山地质灾害死亡人数

Table 3 Necrology of geological hazards in mines of different geological backgrounds in China

地质环境区 (代码)	地质环境亚区 (代码)	发生 次数	死亡人数/人				死亡人 数总计
			崩塌	滑坡	泥石流	地面塌陷	
戈壁沙漠地区 (I)	准噶尔盆地(I ₁)	23		1		2	3
	土哈盆地(I ₂)	26	3	2			5
	塔里木盆地(I ₃)	62	17	5	4		26
	柴达木盆地(I ₄)	7	1				1
	内蒙古高原(I ₅)	134	5		50	5	60
	鄂尔多斯高原(I ₆)	95	2			2	4
平原盆地(II)	呼伦贝尔高原(II ₁)	53					
	三江-松辽平原(II ₂)	53	10			1	11
	银川-河套平原(II ₃)	41	5		42		47
	汾渭谷地(II ₄)	12	5	5			10
	华北及长江中下游平原(II ₅)	2201	117	91	23	110	341
	四川盆地(II ₆)	185	56	9	5	2	72
黄土高原区(III)	黄土高原(III)	792	83	19	29	13	144
中低山丘陵区 (IV)	大小兴安岭(IV ₁)	377	6	6		2	14
	泰山及胶东半岛(IV ₂)	181	2			27	29
	桐柏及大别山(IV ₃)	19					
	湘桂—浙闽(IV ₄)	1904	194	81	162	57	494
	粤桂南部及海南岛周边(IV ₅)	215	128	4	8	1	141
中高山地区 (V)	阿尔泰山(V ₁)	40	17	4		1	22
	天山(V ₂)	880	85	276	115	88	564
	祁连山(V ₃)	102	14	11	2	13	40
	阴山—太行山—燕山(V ₄)	1276	4	11	64	50	129
	长白山(V ₅)	302	7			17	24
	秦岭大巴山(V ₆)	463	306	15	299	64	684
	藏东川西滇黔鄂湘桂西 中高山(V ₇)	1356	403	643	775	80	1901
	海南岛(V ₈)	30	4		3		7
多年冻土区(VI)	东北高纬度区(VI ₁)	1					
	青藏高原(VI ₂)	39	4	2			6
合计		10869	1478	1185	1581	535	4779

表4 全国不同类型矿产地质灾害影响程度

Table 4 Impact extents of different types of mine geological hazards in China

不同类 型矿产	崩塌 /处	滑坡 /处	泥石流 /处	地面塌 陷/处	地裂缝 /处	合计 /处	影响范围 /hm ²	直接经济损 失/万元	死亡人 数/人
煤矿	284	516	225	4139	2566	7730	276497.12	1397078.85	1168
金属矿产	176	263	199	718	185	1541	53720.47	138849.09	2148
非金属矿产	406	304	176	559	153	1598	15449.61	209905.78	1463
合计	866	1083	600	5416	2904	10869	345667.20	1745833.72	4779

而引发崩塌、滑坡、泥石流灾害,露天开采诱发的灾害类型则以崩塌、滑坡、泥石流为主(表6)。因此,井下开采要预防地面塌陷的发生,露天开采需预防崩滑流的发生。

2.6 矿山地质灾害的时间变化特征

对有时间记载的8483起地质灾害进行统计,20世纪50年代、60年代、70年代、80年代、90年代至21世纪2000—2005年,中国矿山发生地质灾害的

表 5 全国不同规模矿山企业地质灾害发生次数
Table 5 Number of occurrence of geological hazards
in mine enterprises of different scales in China

矿山规模	崩塌 /处	滑坡 /处	泥石流 /处	地面塌陷 /处	地裂缝 /处	合计 /处
大型	47	90	45	339	137	658
中型	56	114	68	557	228	1023
小型	763	879	487	4520	2539	9188
合计	866	1083	600	5416	2904	10869

次数分别为 20 起、48 起、156 起、598 起、3150 起、4511 起,死亡人数分别为 14 人、499 人、313 人、897 人、1716 人、1118 人,突发性地质灾害主要集中在 6—9 月,引发因素有自然因素和人为因素,自然因素主要是强降雨,人为因素主要是不合理的矿业开发活动。从以上数据可以看出,矿山地质灾害发生的年次数和年死亡人数从 20 世纪 50 年代到 2005 年总体呈现增长的趋势,而且随着矿业开发强度的不断加大,矿山地质灾害仍呈现高发的态势,潜在的致灾隐患依然十分严重。因此矿山地质灾害的监测、防治是一项长期而艰巨的任务。

3 矿山地质灾害的危害

按国务院 2004 年 3 月 1 日起施行的《地质灾害防治条例》第 394 号令第一章第四条规定,一次性灾害造成的死亡人数在 30 人以上就为特大型地质灾害。据此,对解放以来中国矿山开采造成死亡人数在 30 人以上的一次性矿山地质灾害进行了初步统计(表 7)。结果显示,泥石流是造成人员死亡最严重的地质灾害,其次是滑坡、崩塌。最严重的泥石流是 2000 年 7 月 11~14 日发生在陕西省安康市紫阳县瓦板岩矿区的特大暴雨诱发的泥石流地质灾害,造成 202 人死亡、4 人失踪、211 人受重伤,倒塌房屋 16357 间,4196 户 18043 人无家可归;另外农作物受灾 12 万亩,其中绝收 7 万亩,造成襄渝铁路中断运营达 7 天,累计直接经济损失 3 亿元以上^[2]。最严重的滑坡发生在云南省红河州元阳县大坪乡老金山金矿区,该矿具有 600 多年的采矿历史,在方圆 27.6km² 的范围内发育有体积大于 500m³ 的滑坡、崩塌点 36 个,其中以 1996 年 5 月 31 日和 1996 年 6 月 3 日发生的 2 次滑坡的危害最严重,数天之内接连 2 次滑坡,总体积约 43×10⁴m³,共造成 372 人死

亡或失踪,直接经济损失 1.4 亿余元,目前滑坡后壁仍不稳定,在雨季常发生小规模坍塌^④。最严重的崩塌为湖北省远安县盐池河磷矿崩塌,该矿山自 1969 年至 1980 年,采矿在地下形成约 6.4×10⁴m² 的采空区,致使上覆山体逐步发生变形、开裂,由于裂缝不断扩大,加上降雨诱发,于 1980 年 6 月 3 日凌晨发生体积达 100×10⁴m³ 的崩塌,仅 16s 就摧毁了山体下宜昌地区殷盐矿务局机关的全部建筑物和坑口设施,整个矿务局毁于一旦,造成 284 人死亡,直接经济损失 2500 万元^[2],是中国采矿史上有名的悲剧之一。山西是一个煤矿大省,含煤面积 6.2×10⁴km²,占全省面积的 40%^⑤,在煤矿采空区普遍存在地面塌陷和地裂缝。大同市 1950 年建矿务局,半个世纪以来,因采煤已形成近 450km² 的塌陷区,地面塌陷随处可见,地裂缝纵横交错,耕地被大量破坏,道路中断,房屋出现裂缝甚至倒塌^[2]。严重的矿山地质灾害不仅破坏了人们的居住和生活环境,毁坏了矿区及其周边的建筑和配套设施,导致了资源浪费,恶化了矿山地质环境,而且制约了部分地区经济的可持续发展,给国家、矿山企业和附近群众的生命、财产安全带来了严重的影响,这是多年粗放式的矿业开发导致的结果^[2]。

4 矿山地质灾害研究存在的问题

中国矿山地质灾害对人民生命、财产的危害和生态环境的破坏是矿山最主要的地质环境问题之一。2008 年 9 月 8 日山西省临汾市襄汾县陶寺乡的新塔矿业有限公司塔山铁矿发生的尾矿库溃坝型泥石流灾害,造成 271 人死亡^[2],是近几年发生的最严重的地质灾害。但截至目前,对全国矿山地质灾害灾情还没有进行过全面详细的调查。2002—2005 年开展的矿山地质环境调查主要是以填表的形式进行的摸底调查,建立的全国性矿山地质灾害数据库主要针对单个矿山,对已发生的地质灾害按发生次数、影响面积、经济损失、人员死亡进行调查统计,矿山企业填表时对存在的问题填写有顾虑,造成数据的准

表 6 全国矿山不同开采方式地质灾害发生次数
Table 6 Number of occurrence of geological hazards
in mines of different mining modes in China

开采方式	崩塌	滑坡	泥石流	地面塌陷	地裂缝	合计/处
露天	427	370	210	346	130	1484
井下	439	713	390	5070	2774	9385
合计	866	1083	600	5416	2904	10869

表7 新中国成立以来矿山特大型地质灾害一览表
 Table 7 Extremely serious geological hazards that have happened since the founding of the People's Republic of China

顺序	发生地点	发生时间	灾害类型	灾害规模	死亡人数
1	新疆巴州轮台县鑫达煤矿一分矿	1984	崩塌	中型	50
2	四川凉山州昭觉县竹核水泥厂	时间不明	崩塌	小型	34
3	四川凉山州会理县益门煤矿	1985,1990-05-31	崩塌	小型	58
4	重庆合川区康佳乡鸡公咀煤矿	1973-05-22	崩塌	大型	42
5	云南昆明市西山区采石场	1986-06	崩塌	中型	40
6	云南玉溪市元江金厂矿区	1995-05,1996	崩塌	中型	43
7	云南个旧市锡业有限责任公司卡房采选厂	时间不明	崩塌	中型	30
8	贵州毕节地区纳雍县鬃岭镇左家营孙晓煤矿	2004-12-03	崩塌	中型	44
9	湖北宜昌市远安县盐池河磷矿	1980-06-03	崩塌	大型	284
10	新疆伊犁州新源县伊犁铁矿	1960	滑坡	中型	236
11	云南昆明市东川区东川铜矿因民矿区	1978,2001-07-09	滑坡	中型	49
12	云南红河州元阳县大坪乡老金山金矿区	1996-05-31,1996-06-03	滑坡	中型	372
13	陕西安康市紫阳县瓦板岩矿	2000-07-11~14	泥石流	大型	202
14	山西太原市西山煤矿	1996-08-04	泥石流	大型	60
15	陕西潼关金矿	1994-07-11	泥石流	大型	51
16	河南洛阳市嵩县陶村金矿	1996-08-03	泥石流	大型	36
17	四川凉山州甘洛县铅锌矿	1990-07	泥石流	大型	34
18	四川凉山州冕宁县泸沽铁矿	1970-05-26	泥石流	大型	104
19	云南昭通市永善金沙厂铅锌矿	1990-06-29	泥石流	大型	52
20	云南昆明市东川区东川铜矿因民矿区	1984-05-27,2002-07-09	泥石流	大型	150
21	云南文山州丘北县六独铜矿	1990	泥石流	小型	30
22	云南红河州个旧市锡矿	1962-09-23	泥石流	大型	171
23	湖北大冶市龙角山铜矿	1994-07-13	泥石流	大型	31
24	湖南柿竹园有色金属矿	1985-08-24~25	泥石流	中型	49
25	浙江丽水市青田县石平川钼矿	1996	泥石流	大型	53
26	新疆米泉市三道坝镇碱泉沟三煤矿	1994-07-11	泥石流	大型	51
27	山西省临汾市新塔矿业有限公司塔山铁矿	2008-09-08	泥石流	大型	271

确性不高,潜在的地质灾害隐患点不清,因此无法对潜在的灾情进行综合分析、评价和预报;同时矿山地质灾害的研究尚未纳入国家防灾减灾体系,多数矿山企业在问题出现时都能很积极地与相关科研机构合作,对灾害进行研究和治理,一旦问题暂时解决,就不再进行深入的研究,使得矿山灾害研究资料不连贯,利用价值不高。另外矿山生产属高风险行业,在不发生灾害性事故时,经济损失往往看不到,灾害一旦发生,造成的损失远远大于地质灾害防治投入的人力物力财力,但企业为了追求经济效益的最大化,往往重利益、轻防范,使得灾害给国家、企业、人民带来巨大的损失。灾害的防范需投入大量资金和人力物力,就使得长期以来人们宁

愿灾后治理也不愿提前防范^[27]。国土资源部成立以来十分重视矿山环境保护工作,从2000年起开始了矿山地质环境的治理工作,其中包括对地质灾害的治理。但随着矿业开发活动的进一步加剧,部分治理和未治理的地质灾害的潜在危害依然存在,新的矿山地质灾害会不断产生,矿山地质灾害的发展与防治并存的局面将长期存在。因此,加强矿山地质灾害的调查、监测、评估、防治、预测等工作,开展矿山地质灾害详细调查和综合研究,掌握其现状和发展趋势,建立矿山地质灾害监测网络、预警信息系统和预报制度^[28-29],开展矿山地质灾害危险性评估^[30],研究其防治的科学技术和措施,建立政府和主管部门的科学防灾决策系统,对促

进中国矿山的可持续发展和整个国民经济的持续、稳定发展具有重要意义。

5 结 论

(1)截至2005年底,中国矿山开采已发生崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝5种地质灾害约10869起,影响面积约345667hm²,死亡约4779人,经济损失约174.58亿元。地面塌陷、地裂缝是最主要的地质灾害,占到灾害总数的77%,其次为滑坡、崩塌、泥石流。灾害规模以小型为主,占到总数的63%。死亡人数以泥石流最多,占总死亡人数的33%。

(2)矿山地质灾害严重的省份有湖南、山西、云南、四川、新疆、陕西等10个省(自治区)。山地区是矿山崩滑流灾害的多发区,煤矿开采集中区是矿山地面塌陷、地裂缝灾害的易发区。煤矿地质灾害发生率高于金属矿山、金属矿山地质灾害发生率高于非金属矿山。小型矿山地质灾害数量大于大中型矿山,矿山井下开采引发的地质灾害数量高于露天开采。

(3)地质灾害年发生率和年死亡人员从20世纪50—90年代到21世纪2000—2005年总体呈增长趋势。据有关资料,全国2006—2008年发生矿山地质灾害5000余次,造成的直接经济损失约70亿元。矿山地质灾害监测、防治工作任重而道远。

(4)矿山地质灾害造成的人员死亡和经济损失以泥石流、滑坡、崩塌为主,而地面塌陷、地裂缝主要造成地面下沉,土地资源破坏和利用价值降低,地表建筑物毁损,道路扭曲开裂和区域地下水位下降。在山地区则链生崩滑流灾害,对人们的生存环境构成严重的威胁。

(5)到目前为止,中国尚未作过全国性的矿山地质灾害详细调查,矿山地质灾害隐患不清,近几年尾矿库溃坝型泥石流灾害造成的损失极为严重。因此,加强矿山地质灾害的调查、监测、评估、防治、预测等工作,对经济社会和谐发展具有重要意义。

参考文献

- [1]姜建军,刘建伟.中国矿山环境地质问题及对策建议[J].西北地质,2003,36(增刊):1-5.
- [2]徐友宁.矿山环境地质与地质环境[J].西北地质,2005,38(4):108-112.
- [3]徐友宁.关于解决煤矿塌陷区社会矛盾的对策建议[J].中国矿业,2006,15(8):14-16.
- [4]陈秀峰.论矿山地质灾害及其防治[J].煤,2009,(119):51-52.
- [5]严韬,严学清.矿山地质灾害防灾减灾对策研究[J].采矿技术,2009,9(6):42-43.

- [6]周蕾,刘慧林,刘志尧,等.矿山开发过程中地质灾害的产生及其预防措施[J].矿产保护与利用,2008,(2):39-42.
- [7]岳境,邹继兴.露天矿山地质灾害治理方案[J].河北理工学院学报,2007,29(1):129-132.
- [8]李毅,李衡,张静.我国矿山地质灾害主要类型和勘查防治方法[J].矿产与地质,2004,18(1):62-64.
- [9]李庶林.论我国金属矿山地质灾害与防治对策[J].中国地质灾害与防治学报,2002,13(4):44-48.
- [10]肖松春.湖南郴州矿山地质灾害及防治对策[J].国土资源导刊,2007,(2):34-36.
- [11]毛新虎,刘占魁,李秀青.灰色聚类法在矿山地质灾害危险性分区评价中的应用[J].西南民族大学学报(自然科学版),2008,34(3):545-551.
- [12]杨阳,高永利,代凤红.重庆南川后山煤矿地质灾害危险性预测研究[J].地质灾害与环境保护,2007,18(2):81-84.
- [13]唐春,李波.矿山地质灾害防治与土地复垦[J].中国水土保持,2007,(2):25-26.
- [14]黄宗理,张良弼.地球科学大辞典[M].北京:地质出版社,2005.
- [15]赵永久.矿山环境地质灾害问题及其勘查方法[J].地质灾害与环境保护,2008,19(6):104-107.
- [16]周北燕,石家里.中华人民共和国地形图[M].北京:中国地图出版社,2006.
- [17]地图科学研究所.中国地形图[M].北京:中国地图出版社,2003.
- [18]段永侯,哈承佑,李京森,等.中国环境地质分区图[M].北京:中国地图出版社,1992.
- [19]段永侯,哈承佑,李京森,等.中国滑坡崩塌类型及分布图[M].北京:中国地图出版社,1992.
- [20]段永侯,哈承佑,李京森,等.中国泥石流灾害图[M].北京:中国地图出版社,1992.
- [21]何芳,徐友宁,陈华清,等.西北地区矿山地质灾害现状及时空分布特征[J].地质通报,2008,27(8):1245-1255.
- [22]徐友宁,何芳,袁汉春,等.中国西北地区矿山环境地质问题调查与评价[M].北京:地质出版社,2006.
- [23]梅惠,李长安.湖北省矿山环境问题及治理对策研究[J].中国地质大学学报(社会科学版),2006,6(2):33-37.
- [24]张进德,张作辰,刘建伟,等.中国矿山地质环境调查研究[M].北京:地质出版社,2009.
- [25]陈爱钦.矿山常见地质灾害特征及防治[J].中国锰业,2007,25(1):39-41.
- [26]徐友宁,何芳,张江华,等.矿山泥石流特点及防灾减灾对策[J].山地学报,2010,28(4):463-469.
- [27]王永炜.矿山常见地质灾害与防治[J].煤,2008,17(1):63-64.
- [28]张进德,田磊,赵慧.我国矿山地质环境监测工作方法初探[J].水文地质工程地质,2008,(2): I-IV.
- [29]韩伟民,章光,王力庆,等.矿山地质灾害的预警系统研究[J].现代矿业,2010,(5):60-62.
- [30]徐美琼.矿山地质灾害危险性评估的思路与基本方法[J].中国水运,2008,8(5):182-183.
- ① 国土资源部通报,国土资通[2006]6号.
- ② 西安地质调查中心.中国矿山环境地质图说明书.2009.
- ③ 西安地质调查中心.中国矿山环境地质图.2009.
- ④ 云南省地质环境监测总站.云南省矿山地质环境调查与评估报告.2003.
- ⑤ 山西省地质环境监测中心.山西省矿山地质环境综合调查与评估报告.2004.