

文章编号: 1003-8035 (2001) 01-0051-04

我国煤矿的主要地质灾害及防治对策

肖和平

(湖南省地震局, 湖南 长沙 410001)

摘要: 文章综合分析了煤矿区地震、滑坡、地面沉陷与塌陷、煤与瓦斯突出及突水等主要地质灾害。通过对各类灾害特征、成生机理及危害的研究, 认为: (1) 煤矿地质灾害严重地危害着矿山正常生产和人民生活; (2) 煤矿矿震生成主要是脆硬-软地层结构、褶皱构造、构造活化区及地下水突变、采煤卸载等内外环境因子综合作用的结果; (3) 煤矿滑坡、地面沉陷与塌陷、煤与瓦斯突出和突水等地质灾害是矿区工程活动破坏了地质构造和生态环境、山体原始平衡所致。在此基础上, 提出了煤矿地质灾害链和防御措施。

关键词: 煤矿; 地质灾害; 防治对策

中图分类号: TD161; X45

文献标识码: A

1 引言

人类在向大自然索取的同时, 往往破坏了自身生存的地质环境而引起灾害。矿业是对地质环境影响最大的产业, 特别是近年来, 地方小煤窑的盛兴和滥采乱挖, 地质环境已日趋恶化。为此, 科学地

掌握此类灾害的发生、发展规律, 预测灾害发展趋势, 采取有效减灾防灾对策, 已日益引起人们的重视。

煤矿地质灾害主要有地震、滑坡、地面沉陷及塌陷、煤与瓦斯突出及突水等, 严重地危及着矿山正常生产和人民生活 (图1)。

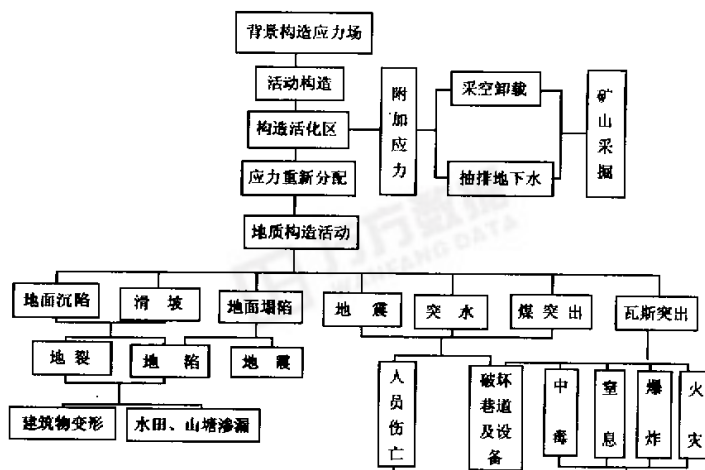


图1 煤矿地质灾害链框图

Fig. 1 Framework of geological hazards chain in coal-mine

2 煤矿的主要地质灾害

2.1 矿震

煤矿地震是矿震类型中最的一种, 所造成的损失亦相当严重。据不完全统计, 我国已有北京门

头沟、吉林辽源、贵州化处、山西大同等煤矿和辽

收稿日期: 2000-04-03; 修回日期: 2000-09-10

作者简介: 肖和平 (1952—), 男, 高级工程师, 长期从事防震减灾和地震地质研究。

宁北票、山东陶庄、湖南涟邵（涟源-邵阳）等煤田 55 余座煤矿发生矿震或具备发生矿震的潜在危险。为此，引起了地震及煤炭系统的关注，并致力于煤矿矿震的研究。

2.1.1 矿震特征及危害

(1) 矿震震源浅。不仅地面建筑物易遭到损失，而且井下设施也会受到严重破坏，并引起人员伤亡。如 1977~1991 年间，山东陶庄煤矿发生破坏性矿震 180 余次，摧毁巷道 3000 余 m，伤亡 90 人。

(2) 矿震震级小，一般为 2~3 级，最大 4.3 级，波及范围不大，但造成的灾害往往比较严重。如 1977 年 4 月 28 日辽宁北票煤田 3.8 级矿震，造成 113 间民房受损，几十家烟囱扭裂或倒塌，12 人受伤，其中 2 人重伤。

(3) 矿震破坏程度随井巷深度而增加（表 1）。

表 1 辽宁省北票煤田 3.8 级矿震井巷破坏情况表

Tab. 1 Alley destruction by earthquake (Magnitude: 3.8Ms) in Beipiao coal basin of Liaoning Province

巷道深度	-400m	-475m	-550m	-625m
震害现象	料石墙变形出现阶梯状裂缝	少量岩块冒落	矿车运输钢轨扭曲成“S 状”	顶部冒落大量岩块，压风管和直径 6 cm 的水管被扭断

(4) 矿震往往引起矿区断层“复活”。由于矿震的发生与开采有关，因此开采区边界断层部位比其它地区破坏严重。如 1981 年 8 月 22 日辽宁北票矿务局台吉煤矿 3.3 级矿震，井下 -580 m 处，断层面上盘向北、向上移动，造成轨道扭曲。

(5) 随着矿震的发生，矿区的塌陷和岩爆、岩炮、岩石突出等矿山压力现象增多、程度增大。

(6) 矿震时，在强大的地应力作用下，岩层或煤层突然脱离母体向采空区闪射，同时产生强大的气流，引起井巷的破坏和人员伤亡。如 1982 年 1 月 7 日山东陶庄煤矿发生 2.7 级矿震，使井下工作面的 18 名工人全被冲击波击倒^[1]。

2.1.2 矿震成生环境

据我国煤矿矿震研究^[2]，概括成生环境主要有：脆硬-软地层结构是矿震发生的内在介质力学环境；褶皱是矿震孕育、发展弹性能积累的构造环境；活动构造引起的“活化区”是矿震产生的动力环境；地下水饱和和雨量充足是矿震发生的外界诱发因子；煤矿采掘卸载是诱发矿震的外界动力因子。

2.2 滑坡

煤矿滑坡除有与自然山体滑坡同样的地质条件（岩石结构、岩层产状、水理性质）及地形地貌条件外，更主要是由于人类工程活动诱发所致，它可使边坡滑落或老滑坡再度活动。

湖南冷水江市城西南资江煤矿在资水西北岸浪石滩深部采掘，1987 年以来，浪石滩之上的山体向南东（资水河床）缓慢运动，并伴生地陷裂形变。截止 1997 年，滑坡后缘形成一条长约 2000 m，宽 5~100 m，可见深度 5~12 m 的大规模地陷裂带。分析该滑坡产生的原因，首先，具坡陡、沟深的山体地貌，即滑坡主体山坡下段坡角在 40°以上，两侧为深切沟谷，前方为资江河谷，为山体重力滑落提供了有利的地形地貌；其次，滑坡体内发育着 NE40°与近 E-W 向共轭构造裂面，碳酸盐岩内溶洞发育，为山体滑落面的生成创造了地质构造条件；第三，滑坡下前方为资江煤矿，滑坡形成的地陷裂和地表形变均分布在该煤矿采区及其影响范围内。由此可见，采煤活动是诱发山体滑坡的决定因素。大面积的采空区，使上部岩层失去有效支撑力，产生沉裂、塌落，以致牵动山体薄弱面，最后形成滑动面；第四，大气降水为地裂缝的贯通和扩展起到加速作用；最后，资江对滑坡前缘浸泡、侧蚀使临空面扩大，并减弱下部支撑力，利于山体重力滑落。总之，浪石滩滑坡是地下采煤诱发的山体滑坡。

湖南新宁县社教煤矿采掘引起白羊山老滑坡体局部复活，形成长约 150 m，宽 3 m 的地裂带，造成 5.34 hm² 耕地、14 户 7 栋民房（计 88 间）不同程度受损，20 口小型山塘严重渗漏无法蓄水，11 口饮水井水源减少或干枯等。

2.3 地面沉陷及塌陷

地面塌陷是煤矿普遍发生的一种地质灾害。据不完全统计，我国开采万吨煤就有 0.2 hm² 的土地塌陷。仅 1993 年，煤矿塌陷面积约 2 万 hm²，直接经济损失约 20 亿元。地面塌陷使煤矿区积水、受淹、土地盐渍化，破坏耕地及建筑设施等。我国东部矿区，每年因开采塌陷灾害而搬迁 10 个村庄。仅此一项，国家每年征占耕地约 1500 hm²，其经济损失巨大。

由于采空区不断扩展和大量抽排地下水，使该区的地下水重新分布、水力坡度加大，形成大面积降落漏斗及地面沉陷。如湖南邵阳市牛马司短陂桥

煤矿区内，采掘引起地面不均匀沉陷，已使水田无法排水、房屋墙体开裂、地基陷落。

在岩溶水发育地区的煤矿，则造成大面积岩溶塌陷。如湖南娄底市恩口煤矿区，开采 - 150 m 水平，最大涌水量 8, 473 m³/h，地面塌陷面积 2500 hm² 塌坑 6000 多个^[3]。

特别值得指出的是，乡镇煤矿多开采浅部煤层，易引起漏斗状的塌陷，它对土地资源和环境的破坏性更为突出。近年，在国营煤矿区，涌现出密布的小煤窑，争夺回采“保安煤柱”，使地面沉陷更为明显，其后果不仅加重了煤矿地质灾害程度，而且出现了采掘影响迭加区，使采掘赔偿问题复杂化，酿成矛盾和纠纷。

采掘造成的地面沉陷及塌陷还可引起共轭断裂的表层活动，及岩层倾滑、触动走向断裂活动，形成地裂缝。导致民房开裂、田坎陷落，水塘渗漏，甚至溢冒瓦斯气体，给生产及居民生活带来严重威胁。

2.4 煤与瓦斯突出

2.4.1 煤与瓦斯突出特征

(1) 随采掘深度的增加，煤与瓦斯突出的危险性不断加大，煤突出的危险性也随破碎煤层厚度增加而加大；

(2) 煤与瓦斯突出常发生在压扭性断裂带、向斜轴部和煤层扭转、煤层产状突变、煤层厚度突变等地区；

(3) 煤与瓦斯突出后，在煤层中留下椭圆形或梨形等喷出空洞，喷孔一般在巷道的上方及上隅角（也有在巷道下隅角的）。煤被抛出距离取决于突出的强度。此外，被喷出的煤具有较好分选性，即靠近突出喷出孔和巷道下部为块煤，其次为碎煤，离突出空洞较远处和巷道顶部为粉煤；

(4) 煤与瓦斯突出均有地声（如劈裂、煤炮、闷雷般响声），或出现煤体变软、变暗，煤层层理紊乱、支架压力增大、落煤掉渣、煤面外鼓以及钻进时的顶钻或夹钻等前兆。

2.4.2 煤与瓦斯突出的危害

我国是世界上煤与瓦斯突出最为严重的国家之一。据统计，1950 ~ 1981 年我国有 205 对矿井发生煤与瓦斯突出 9845 次，约占世界总数的 1/3，强度在千吨以上的特大型突出就有 69 次。另据有关资料，全国国有重点煤矿 626 处矿井中，煤与瓦斯突

出矿井占 49.5%；建国以来，我国煤矿已发生煤与瓦斯突出 10 万余次。仅 1984 ~ 1995 年，因煤及瓦斯突出造成经济损失约 100 亿元。

煤和瓦斯突出严重威胁着矿山生产和安全。突出时强大的冲击气浪不仅推翻矿车，掀翻巨石，破坏井巷支架，而且可以引起爆炸、火灾和人员中毒、窒息等伤亡事故。如短陂桥煤田煤层瓦斯量达 55 m³/t，1960 年 12 月 8 日，突发的瓦斯爆炸，使 44 人当场遇难。我国最严重的一次是 1991 年 4 月 21 日山西洪洞县三交河煤矿瓦斯煤尘爆炸，造成 147 人死亡^[4]。

2.5 突水

一般煤矿区所处地质及水文地质条件复杂，特别是井下开采时常会遇到地表水、潜水、承压水、老窑水以及断裂水的威胁。易引起矿坑突水的灾害事故。据统计，1956 ~ 1995 年，全国发生突水灾害约 50 余次/a，淹井事故 74 起，死亡 44 人，经济损失达 25 亿元/a。近些年来，煤田内的乡镇、个体煤窑蓬勃兴起，这些煤窑大都缺乏采掘经验及必要的技术力量，特别是受利益驱动盲目生产，不重视生产安全，一些国营煤矿在强调经济效益的今天，亦对安全生产有所放松，以致煤矿突水事故时有发生。据不完全统计，乡镇煤矿此类灾害损失达数十亿元/a。如 1997 年 9 月 7 日湖南邵东县界岭乡金华煤矿新开井巷突然穿水，淹没整个井巷，井下作业的 6 名矿工无一生还。1984 年 6 月 2 日开滦范各庄煤矿突水淹井，最大突水量达 12.32 万 m³/h，覆没两座现代化大型矿井，造成地下水位下降 50 ~ 120 m，使附近 20 万居民断水，波及 5 个矿，减产煤 850 万 t，死亡 11 人，直接经济损失高达 5.6 亿元，为世界煤矿突水事故之最^{[5][6]}。

3 煤矿地质灾害防御措施

3.1 各级政府、有关部门应高度重视防御煤矿地质灾害工作，开展地质灾害防治知识的宣传教育活动，以提高民众减灾意识及对灾害的承受能力。

3.2 合理开采地下资源，保护地质环境。遵循《环境保护法》、《矿产资源法》合理开发利用和保护地质环境的准则，加强地质灾害防治管理工作，提高人们的环境意识，避免或减少煤矿地质灾害事件发生。

3.3 提高建筑物抗灾能力，减轻煤矿地质灾害。在

科学技术指导下,提高矿区民宅建筑材料和砌筑质量,增强地基、上部结构牢固性,提高民宅建设总体抗灾性能。

3.4 做好预测工作,减少矿井煤和瓦斯突出。严格遵守《煤矿安全规程》的规定,建立瓦斯检查制度,及时处理超限和积存瓦斯矿井,禁止携带点火工具下井,在瓦斯矿井选用安全型、防爆型或安全火花型电气设备,放炮前后进行瓦斯检测。同时,做好以下预测及防治措施:一是随时注视威胁煤层或原不危险的煤层出现突出的危险“信号”,发现险情应立即撤出井下人员;二是在煤田或井田应做好煤层突出危险性评价工作,圈定可能出现突出的临界深度,预测煤层揭开前采区突出危险度。

3.5 避免突水事故的主要措施有:

3.5.1 煤矿和小煤窑在采掘前,应探明所在矿区地质和水文地质条件,掌握矿区开采史和采空区分布情况,圈划水害威胁疑问区,制定井下预防水灾技术方案;

3.5.2 在与相邻矿井或煤窑(包括老窑)的积水区和生产区、含水断裂或破碎带两侧的可采煤层留设防水煤柱;

3.5.3 必须遵循“对水害威胁疑问区采取探水措施,探清和消除水害威胁后,才允许掘进”的原则;

3.5.4 凡遇到煤层变得潮湿、光泽变暗;巷道壁或煤壁“挂汗”;煤层变凉,工作面温度下降,水蒸气增大;顶板淋水加大或底板鼓起;出现压力水流,煤层出现水挤出的“嘶嘶”声或空洞泄水声;工作

面沼气、二氧化碳和硫化氢等有害气体增加;老窑“死水”渗入,煤壁或巷道会出现挂红、酸度增大,水味发涩、有臭鸡蛋味等现象,应停止掘进,进行探水工程。

3.6 查明活动构造,规划煤矿工程活动,做好防灾减灾工作。查明矿区内新构造运动性质、特点及活动程度、现今仍在活动的构造或属不稳定易复活的断裂,分析、认识各种地质灾害产生原因及分布规律,合理规划矿区工程活动。

3.7 为确保地质灾害险情处理,应做到井上、井下、矿内、矿外调度通讯畅通。如煤矿井巷出现险情,作业现场负责人或安全管理员应立即组织职工撤离危险现场。同时,成立井下临时抗灾指挥部,并作出脱险方案。

参考文献:

- [1] 董瑞树,徐世杰. 浅谈矿震灾害[J]. 灾害学, 1990, 5(1): 65-66.
- [2] 肖和平. 煤矿诱发地震研究[J]. 华南地震, 1998, 18(4): 83-87.
- [3] 肖和平. 娄邵地区煤矿地质灾害[J]. 湖南地质, 1999, 18(1): 57-60.
- [4] 于石凡,白帆,刘明. 煤矿瓦斯防治技术[M]. 北京:中国经济出版社, 1990.
- [5] 纪万斌. 塌陷与灾害[M]. 北京:地震出版社, 1996.
- [6] 梁鸿光. 减灾必读[M]. 北京:地震出版社, 1990.

Important geological hazards of coal-mine and its prevention measures in China

XIAO He-ping

(Seismological Bureau of Hunan Province, Changsha 410001, China)

Abstract: In this paper, principal geological hazards including earthquake, landslide, land subsidence and collapse, coal outburst and gas explosion, waterbursting in coal mine are comprehensively analyzed. Study of characteristic, mechanism and endangerment of all kinds of geological hazards in coal-mine area indicates: (1) These geological hazards of coal-mine have threatened the daily work and local people, people's life. (2) The coal-mine earthquakes are the result of comprehensive action by endogenous-exogene environmental factors of brittle soft strata, folds, tectonic zone. (3) Formation of geological hazards of land slides, land subsidence and collapse, coal outburst and gas explosion, water-bursting in coal mine is due to the deterioration of ecological environment and the broken of ecological balance. The chain of geological hazards in coal-mine and prevention measures are put forward.

Key words: coal-mine; geological hazards; countermeasures