

# 矿山地质灾害类型及勘查方法

李 艺,李明顺,庞春勇

(广西师范大学 环境与资源学院,广西 桂林 541004)

**摘 要:**根据灾害的空间分布和成因关系,矿山地质灾害主要有岩土体变形灾害、地下水位改变引起的灾害和矿体内因引起的灾害等 3 大类型。对这些类型及其亚类型进行了论述,对矿山地质灾害的现代新技术勘查方法进行了介绍,并特别指出在这些勘查方法技术中,应用计算机技术和“3S”(遥感 RS、全球定位系统 GPS 和地理信息系统 GIS)技术,实施综合探测技术方法是必然趋势。

**关键词:**矿山;灾害类型;勘查方法

**中图分类号:**P694;P631.8

**文献标识码:**C

**文章编号:**1008-4495(2007)05-0068-03

矿山地质灾害是由于人为的采矿活动所直接引起或诱发的灾害,可对生态环境和自然资源造成严重危害和破坏。我国是采矿大国,开采技术和设备相对落后,民采干扰十分严重,导致矿山开采环境不断恶化,矿山地质灾害事故如冒顶、地表塌陷、矿坑突水等有逐年上升趋势。因此,研究矿山地质灾害的发生及发展规律,提出防治灾害的措施,是 1 项十分迫切和重要的任务。

## 1 矿山地质灾害类型

矿山地质灾害种类繁多,按成灾与时间的关系,可分为突发性矿山地质灾害(如矿坑突水、瓦斯爆炸、岩爆等)和缓发性矿山地质灾害(如采空区的地面变形、环境污染等)。但最常见的是以灾害的空间分布和成因关系分类。

### 1.1 岩土体变形灾害

#### 1.1.1 矿山地面和采空区塌陷

地面塌陷主要发生在地下以井巷开采的矿山。在矿山采空区,若保留矿柱不足,或因矿柱受损而失去支撑能力,就会造成地面塌陷。特别是那些矿体埋藏较浅,产状较平缓的矿区(如煤矿),地面塌陷的现象更为常见。矿体埋藏相对较深的地下开采矿山,如果不能及时回填和崩落采空区,当其达到一定规模就会产生大面积塌陷,如河北寿王坟铜矿、黑龙江西林铅锌矿都发生过大面积采空区崩塌。此外,在岩溶分布区,还会因矿山排水疏干而导致溶洞上

方地面塌陷,如广西柳江锰矿采矿区发生的岩溶塌陷。地面塌陷不仅破坏可耕地资源、建筑物,毁坏道路、水库,还可直接导致矿山某些地下巷道的塌毁,或使大气降水和地表水沿塌陷裂缝灌入坑内,造成淹井事故,直至停工停产。

#### 1.1.2 采矿场边坡失稳、滑坡与岩崩

主要原因是不合理开采如采剥失调、边坡角度过陡等造成,这种灾害多发生在露天开采的非金属矿山和建材矿山。1980 年湖北盐池河磷矿所发生的山崩事件<sup>[1]</sup>,使矿山毁于一旦,死难 307 人,危害极大,是此类灾害的典型例子。在中国最大的锰矿生产基地——广西下雷锰矿和天等锰矿等矿山的露天采区,由于地处中低山地貌和多雨地区,坡度过陡而常易发生采场边帮、废石场等滑坡灾害。

#### 1.1.3 坑内岩爆

坑内岩爆又称矿山冲击,这是因矿坑周边和顶底板围岩,在受到强大的地壳应力作用而被强烈压缩,一旦因采掘挖空出现自由面,即有可能产生岩石地应力的骤然释放,导致岩石大量破裂成碎块,并向坑内大量喷射、爆散,给矿山带来危害和灾难。

#### 1.1.4 采矿诱发地震

因采矿活动而诱发的地震,震源浅、危害大,小震级的地震即可导致井下和地表的严重破坏。如湖南涟源市的青山硫铁矿<sup>[2]</sup>因地下采空区过大,在 1996 年 7 月发生里氏 2.6 级的地震。广西大厂 100 号矿体因民采太泛滥,1999—2000 年采场冒顶频繁,造成多次有感地震。可以预计,随着我国各矿山向深部采掘的发展,此类地震的出现频率也将增加,由此对矿山及周边地区的危害也势必加剧。

#### 1.1.5 场库失稳

场库失稳主要是由于尾矿坝溃决崩塌继而形成

收稿日期:2007-01-15;2007-06-06 修回

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30560032);广西基金资助项目(桂科基 0575047)

作者简介:李 艺,男,教授,研究方向为矿产资源与环境。E-mail:liyi03@sina.com。

泥石流造成的危害。此灾害发生的原因有: 坝体稳定性差; 因洪水漫顶而溃坝; 因坝体渗漏管涌而溃坝; 因坝体浸润软化或坝基过度沉陷而溃坝。此外, 由于坝体无正规设计施工而失事也频有发生。如广西南丹县鸿图选矿厂在 2000 年因坝体稳定性差发生垮坝事故<sup>[3]</sup>, 广西凌云县逻楼金矿因设计施工不善而在 1992 年发生堆浸场尾矿坝崩坝; 广西天等锰矿尾矿库坝体中曾出现“管涌”17 处而导致溃坝危机。尾矿坝崩坝事故常给矿区居民生命财产带来巨大危害, 同时也给环境造成巨大破坏和污染。

## 1.2 地下水位改变引起的灾害

### 1.2.1 矿坑突水涌水

这是最常见的矿山灾害, 突发性强、规模大, 后果严重。生产过程中常因对矿坑涌水量估计不足, 采掘过程中打穿老窿, 贯穿透水断层, 骤遇蓄水溶洞或暗河, 导致地下水或地面水大量涌入, 造成井巷被淹、人员伤亡灾难。特别是在民采严重干扰的矿山, 开采技术低下, 乱采滥挖, 缺乏安全监督, 这种由民采引发的突发性灾害的潜在威胁极大, 如 2001 年广西南丹县拉甲坡矿发生的“7.17”特大矿难事故<sup>[4]</sup>。

### 1.2.2 坑内溃沙涌泥

这是常与矿坑突水相伴而生的灾害。当采掘过程中骤遇蓄水溶洞, 常见溶洞中充填的泥沙和岩屑伴随地下水一起涌入, 另外一些透水断层和地裂缝也常会使浅部第四纪沉积物随下漏的地表径流涌入坑内。其结果是使坑道被泥沙阻塞, 机器、人员被泥沙所埋, 严重时甚至会使矿山遭受毁灭性的打击。

### 1.2.3 环境污染

环境污染是矿山灾害的另一种重要形式。因采矿、选矿产生的“三废”物质, 由于未经有效处理就被排放到江河湖海中, 造成环境污染公害事件, 如我国贵州兴仁因钨污染造成的“鬼剃头”事件<sup>[5]</sup>等。除环境污染外, 采矿还会造成水土流失、土地砂化、盐渍化、地下水断流等, 其结果是矿区环境日益恶化, 影响人的身体健康, 最终也影响矿山的生产。

## 1.3 矿体内因引起的灾害

### 1.3.1 瓦斯爆炸和矿坑火灾

这种灾害最常见于煤矿。由于通风不良, 使瓦斯积聚发生爆炸, 造成井下作业人员伤亡, 矿井被毁; 矿坑火灾除见于煤矿外, 也见于一些硫化矿床。因硫化物氧化生热, 在热量聚积到一定程度时则发生自燃, 引发矿山火灾。矿山火灾的危害极大, 而且还严重损耗地下矿产资源, 如有的煤矿在地下已燃烧上百年, 其资源损耗量十分巨大。此外, 矿山火灾对周围环境的危害也令人触目惊心, 如一些久烧不熄的矿山, 常使当地气候发生改变, 农作物和树木大

量死亡, 田地荒芜, 环境严重恶化。

### 1.3.2 地热

随着开采深度加大, 地热危害不断加剧。我国已有许多矿山开采深度达到 800 m 以下, 矿山因含硫量高, 开采深度又大, 地温非常高。如凡口铅锌矿的深井, 实测岩石温度达 41℃; 安徽冬瓜山铜矿深部实测岩石温度达 36~37℃; 广西高峰锡矿深部矿坑岩石温度达 38℃以上<sup>[6]</sup>。矿山地热灾害导致矿工劳动环境恶劣, 严重影响了有关矿山的正常生产。

## 2 矿山地质灾害的勘查方法

### 2.1 地球信息技术综合方法

主要是“3S”技术的应用, 可以从宏观上掌握地质灾害的分布、发生、发展规律。如 GPS 可以对灾害发生地进行精确定位; RS 技术可以利用矿区的多时相遥感图像进行叠加分析, 获取矿区不同时期的地貌破坏程度、塌陷区的形态、面积、矿业废弃物的类型及分布状况、环境污染状况及生态环境状况; GIS 技术可以对矿山灾害信息数据进行空间有效分析, 方便管理人员迅速掌握灾情, 有效进行防灾减灾工作。“3S”技术的应用弥补了以前常规的技术手段(如地形测量等)难于胜任的空白, 特别是对危险地带的矿山灾害的调查, 如矿山积水塌陷区等。

### 2.2 地球物理勘查方法

#### 2.2.1 高密度电阻率法

高密度电阻率法是以岩土体导电性差异为基础的一类物探方法<sup>[7-9]</sup>, 该方法一次布极即可进行多装置数据采集, 既可研究深度方向的电性变化, 也可研究水平方向的电性变化, 通过参数换算取得更多突出的有效异常的比值参数, 利于潜在灾害的埋深、范围等的推断解释。它对不太深的采空区、地下水系、岩石风化层等的勘查十分有效。例如, 山西平定矾土矿采空区, 通过采用高密度电阻率法进行测量, 获得深部的闭合圈异常, 结合钻探资料, 圈定了该区采空区的平面分布<sup>[10]</sup>范围。

#### 2.2.2 视电阻率法

视电阻率法可用于圈定采空区。一般金属矿山都是块状硫化物矿体, 它是一种良导体, 具有极低的电阻率, 而有待探明的采空区为空气充填, 空气是绝缘高阻, 其电阻率与硫化物矿体的电阻率有显著差别, 利用视电阻率法揭示这种差别存在的范围就是圈定的采空区<sup>[11]</sup>。

#### 2.2.3 瞬变电磁法

瞬变电磁法是利用不接地回线或接地线源向地下发送一次脉冲电磁场, 在一次脉冲磁场的间歇期间, 利用线圈或接地电极观测地下半空间二次涡流

场的变化,从而达到探测的目的。同时,该方法信噪比高、分辨力强、探测深度大、探测速度快,较容易发现矿区的采空区异常<sup>[12]</sup>。

2.2.4 浅层地震法

浅层地震法是由人工手段激发地震波,再通过研究地震波在地层中的传播规律,以查明地下地质小构造及获取地层岩性信息的一种物探方法。其中的浅层反射法,不仅能直观地反映地层界面的起伏变化,而且还能探测地下隐伏断层、空洞、陷落柱以及各种异常物体,是滑坡、断裂面、采空区等潜在地质灾害的有效勘查方法之一。

2.3 其他方法

在矿山地质灾害的勘查中,地球化学勘查方法也可发挥重要作用,特别是对矿区环境污染的勘查,化探方法可以充分发挥其优势,在污染因素查定、探测污染源、污染机制(过程)研究、圈定污染异常区,以及提出污染治理方案等方面将起决定性作用。

3 结语

矿山地质灾害种类繁多,不同的矿山地质灾害有着不同的形成机制和诱发因素,针对不同矿区的地质环境特点,选择适当的地质灾害勘查方法,对防灾减灾有十分重要的意义。

综观当前对矿山地质灾害的勘查技术方法,实施综合探测技术方法是必然趋势;概括而言,就是在GIS系统支持下,综合应用地质调查和遥感图像等资料,首先在矿区范围内分析和预测灾害发生的异常

可疑区,以缩小勘查靶区,然后据此以电法、重力、磁法及地震法等物探手段对灾害体可疑区进行精查,查明灾害体的特征,预测灾害体的发展变化,提出防治措施,从而达到防灾减灾的目的。

参考文献:

[1] 张玉琪.论盐池河磷矿山崩的采矿技术因素及教训[J].化工矿物与加工,1981(5):27-30.

[2] 谷新建,周庆华.湖南省青山硫铁矿矿区地震成因探讨[J].中国地质灾害与防治学报,1999(4):29-34.

[3] 非煤矿山典型事故案例[J].当代矿工,2003(7):17-20.

[4] 朱建邦.南丹“7.17”备忘录[J].现代职业安全,2001(9):27-29.

[5] 贾如宝.“鬼剃头”与铊(Tl)[J].金属世界,1994(2):16.

[6] 余新明,吕先昌.高峰矿100号矿体井下深部开采热害调查分析[J].工业安全与环保,2001(6):19-22.

[7] 郭君科,田绍义,吕绍龙.高密度电阻率法技术与应用[J].黑龙江水利科技,2005(1):116-117.

[8] 高亚成,冷元宝.高密度电阻率法的试验研究与应用[J].勘察科学技术,2005(6):61-64.

[9] 秦正.高密度电阻率法在工程勘察中的应用[J].物探装备,2005(3):205-206.

[10] 高丽敏.浅谈高密度电阻率探测方法的应用[J].太原科技,2006(8):68-69.

[11] 苏亚汝,邓金灿,任基林,等.视电阻率法在探明某矿区井下采空区中的应用[J].矿产与地质,2001(3):229-232.

[12] 郭崇光,田卫东.瞬变电磁法在山西采空区探测中的应用[J].煤,2004(1):25-26.

(责任编辑:卫 蓉)

(上接第 52 页)

威胁。各墙口 CO 体积分数变化见图 2(测试日期:2002-06-10—2005-06-19)。

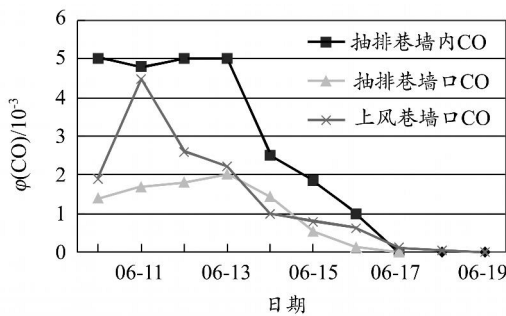


图 2 各墙口 CO 体积分数变化曲线

5 结语

1) 矿井过去采取向墙间注黄泥浆、凝胶封堵采空区漏风存在缺陷,由于种种原因长时间后仍会产

生漏风。通过该次试验可以看出:与注黄泥浆、凝胶相比,注水泥浆能与围岩胶结成整体,增强堵漏效果,消除采空区发火隐患。

2) 向封闭墙上方及周围围岩补打钻孔注水泥浆,浆液充填围岩裂隙,对墙体周围破碎顶板进行胶结,提高了巷道承压能力,起到加固顶板作用,最大限度地降低了因采空区来压对墙体的破坏。

3) 采取注水泥浆加强封闭后,采空区不漏风,瓦斯等有害气体不能从封闭墙处涌出,解决了封闭墙前瓦斯积聚问题。

4) 注水泥浆工艺简单,材料来源方便、成本低,是一种行之有效、安全可靠的加强采空区封闭堵漏风的技术。

(责任编辑:卫 蓉)