

矿山地质环境治理

任军旗, 郑群有, 方茜娟

(河南省第一地质工程队, 河南 驻马店 463000)

关键词: 地质灾害; 矿山地质环境; 环境治理

文章编号: 1003-8035(2008)03-0160-03

中图分类号: P642.2

文献标识码: B

1 概况

我国是一个矿业大国, 煤炭、钢铁、有色金属等产量均排于世界前列。随着工业的不断发展, 矿产资源的需求和消耗越来越大, 而采掘业的发展使矿产资源的开发力度、广度和深度也越来越大。目前品位较富、埋藏较浅、易采易选、交通方便的矿床已优先开采。矿床开采的趋势趋于深部复杂地层。矿山在开采资源的同时, 不仅有诱发崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等突发性地质灾害的可能, 而且有诱发地面沉降、土壤荒漠化、水环境恶化、生态环境恶化等缓变性地质灾害的可能性。日本色堡煤矿 1955 年一次暴雨形成人工泥石流造成 370 人的伤亡; 1966 年英国南威尔士阿伯番煤矿排土场滑坡, 使 144 人丧身; 我国湖北省某磷矿一次山体崩塌事故, 整个工业场地和居住区被淹埋, 死亡数百人; 沪沽铁矿、云浮硫铁矿、潘洛铁矿、永平铜矿、海南铁矿以及东川矿务局所属铜矿都相继发生过规模较大的泥石流灾害。尾矿坝崩塌造成的严重灾害, 在国外的有智利爱尔克伯区尾矿坝。国内有云锡火谷都尾矿坝。

2 矿山地质环境治理原则

2.1 以人为本、防灾减灾

所有的地质灾害, 直接或间接的对矿山职工和矿区居民的生命财产安全构成威胁, 因此矿山环境治理首先要保证矿区免遭矿山开发诱发的各种地质灾害的危害, 达到防灾减灾的目的。

2.2 因害设防、综合治理

针对矿山地质环境破坏的特点、方式、分布及危害程度, 抓住重点和关键环节, 因地制宜、因害设防, 采取拦、排、护、整、填、植等方面的综合治理措施对矿山环境进行治理。

2.3 注重效益、分期实施

矿山地质环境治理工程应遵循生态社会效益优先的同时, 争取最大的经济效益。区别不同的矿山地质环境问题, 采取不同的治理措施。同时根据资金情况、矿山地质环境问题的危害大小、轻重缓急, 分期、分阶段进行治理。

2.4 工程措施与生物措施相结合

矿山环境治理只有将工程措施与生物措施紧密结合, 才

能达到矿山环境治理的最终目标^[1]。各种工程措施只要配置合理, 就能根治地质灾害。但其缺点是投资过大, 而生物措施恰好弥补工程措施的缺点, 其投资较小, 能改善小气候的特点, 使其广泛应用于矿山环境治理中。

3 矿山地质环境治理具体措施

3.1 地下采空区和矿山疏干排水导致地面沉降、形成地裂缝, 影响地面的农田和建筑物。

采空区是地下固体矿床开采后的空间及其围岩失稳而产生位移、开裂、破碎垮落, 上覆岩层整体下沉、弯曲并引起的地表变形和破坏, 在地面上常可见到圆形塌陷坑及平行于地下开采巷道的地裂缝。由于疏干排放地下水, 改变了地下水流的自然渗流、径流条件, 水浮力消失, 水的潜蚀作用使充填物流失, 形成空洞, 在真空吸蚀力和重力作用下也可造成塌陷^[2]。

对采空区的治理主要是为了预防与控制地表残余沉降的发生。此类方法可细分为 4 种:

(1) 全部充填采空区支撑覆岩, 以彻底消除地基沉降隐患。充填法可分: 干石充填法、尾砂充填法、胶结充填法、注浆充填、水力充填和风力充填等。其中, 以注浆法应用最广泛、效果最好;

(2) 局部支撑覆岩或地面构筑物, 减小采空区空间跨度, 防止顶板垮落。常用的方法有注浆柱、井下砌墩柱和大直径钻孔桩柱或直接采用桩基法等;

(3) 注浆加固和强化采空区围岩结构, 充填采动覆岩断裂带和弯曲带岩土体离层、裂缝, 使之形成一个刚度大、整体性好的岩板结构, 有效抵抗老采空区塌陷向上发展, 使地表只产生相对均衡的沉降, 以保证地表构筑物的安全;

(4) 采取措施。释放老采空区的沉降潜力法, 在采空区地表未利用前, 采取强制措施加速老采空区活化和覆岩沉降过程, 消除对地表安全有较大威胁的地下空洞。在沉降基本稳定后再开发利用地表土地。常用方法有崩落法、堆载预压法、

收稿日期: 2007-10-12; 修回日期: 2007-12-13

作者简介: 任军旗 (1972—), 男, 工学学士, 工程师, 主要从事地质灾害的治理工作。

高能强夯法和水诱导沉降法等。

3.2 大量开采矿产资源,为泥石流的产生提供了大量松散固体物质。也造成了崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害现象。

在矿山建设和生产过程中,由于一方面开采矿产资源形成大量的矿山废弃物,特别是私人进行的无序开采,废弃物随意堆放在山坡上。另外开采矿产资源及修筑运输道路对山坡植被造成较大的破坏,切坡不当、废矿井陷落引起的地面崩塌等因素可使沟内土量剧增,使地表径流系数大大增加,洪峰流量增加,进入雨季在地表山洪冲刷下,大量松散物质在雨水浸润饱和和液化后而发生的因过度充水而引起下滑,便暴发泥石流。此种泥石流称为矿山泥石流^[3]。

矿山泥石流具有源地集中,松散固体物质充足,破坏和淤埋能力很强的特点。一旦暴发严重危害农田和下游居民生命财产安全。为此,对其防治首先应纳入矿山建设总体规划中,主要是合理选择好排土场,并在建设阶段列出泥石流防治工程项目,在基建和采矿过程中根据需要分期分批实施,以防止泥石流灾害;选择恰当的采矿方式并选择好排土场类型。在治理措施方面,应在整个泥石流流域内,采用蓄水、拦挡、改土、排导和造林等多种措施。上游采用蓄水和引水隧洞等措施。将上游清水水流引走,使水流与松散堆积体脱离接触,以避免泥石流的形成;并修建拦挡坝,以拦截形成泥石流体的物质来源。中游采用挡土墙或土钉墙等措施,防止泥石流体对道路农田和房屋建筑的破坏。下游采用排导工程,包括排导沟等措施,将泥石流安全地排入大河,或堆积于堆积扇下部,以保护下游地区的公路、村镇或农田的安全。

边坡的维护和整治是预防崩塌和滑坡及泥石流的有效措施。首先应查明引起变形破坏的主要因素和变形破坏机制,针对不同的破坏因素采用不同的措施。如排水、削坡、边坡加固等措施。

3.3 废石、废土、矸石固体废弃物堆放侵占大量土地资源,污染水土体

化工、黑色金属矿山中,尾矿的量要占矿石量的50%~80%;有色金属矿山中,尾矿量则要占到70%~95%;而在黄金、钼、钨、钽、铌等稀有金属矿山中尾矿量更是占到99%以上,几乎可以说是来多少矿石就得丢出去多少尾矿,尾矿量是十分巨大的。矿山尾矿的综合利用首先就是尾矿的资源利用、开发。尾矿作为一种原料、材料已得到一些实际利用。

用作建筑材料,尾矿作为建筑材料需要非常慎重的考虑,要对尾矿的化学成分进行详细分析,看是否存在对人体健康不利的物质。

利用尾矿作为矿山井下充填的材料,现在已经取得很多成功的经验,许多矿山都在应用。这使矿山的尾矿资源利用程度和开采率大大提高,减少了尾矿的堆存量,同时又将尾矿这一资源保存在地下,以利今后重新开采、利用。

利用尾矿进行造地、复垦造田,对于在含有一定有害物质的尾矿上种植作物,主要是针对不同的尾矿,采用不同的化合

方式、生物分解方式等多种方式处理,消除尾矿中的有害物质,使之变有害为无害,然后进行农作物种植栽培。

由于各种金属精矿的价格大幅上扬,而早期的尾矿库中尾矿金属品位都比较高,现在很多矿山都在对老尾矿库中的尾矿进行重新选矿的工作。但在挖掘库内尾矿时,一定要考虑尾矿库的整体稳定,暴雨时的排洪路径和能力,避免在挖掘过程中库区出现垮塌、垮坝、洪水漫顶等危险情况,避免造成人员伤亡和对环境大的破坏。挖掘出的尾矿经选别后的剩余尾矿要有安全的堆存地方,或者再进入原尾矿库,以减少对环境的影响。总之,尾矿的堆存和利用,对环境都会有一定的影响,因此须尽量减少对环境的影响和破坏。采用拦水坝工程、地表排水工程、边坡整理工程、覆土工程、生物工程等治理措施对废弃的尾矿库进行环境恢复治理;实施排水工程,加大库区排水能力。

一些矿山特别是金属硫化物矿由于氧化分解,释放重金属离子和 SO_4^{2-} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 存在及pH值降低大大加速了金属硫化物分解和重金属元素的沉淀。对环境造成污染的研究,酸性废水防治技术包括:碱性物质中和,湿地处理系统,铁氧化细菌隔离,显微密封技术和覆盖技术等等。首先应了解酸性废水的地球化学特点及演化机制,根据酸性废水的化学特性来选择合理的治理方法。

3.4 放射性矿山的环境治理

坑(井)口治理采用封堵坑口,切断污染源,恢复坑口原貌,抑制放射性物质向大气扩散;切断污水外流,防止人、畜误入和地表水流入。对废石(渣)堆场砌筑挡墙、排水沟进行稳定化处理,防止废石下滑、流失,造成二次污染。堵水工程有常规方案及特殊方案,前者对岩性较好、涌水量不大的坑口采用堵水墙堵水,砌外毛石充填砂石并通过预埋注浆管对充填层注浆。后者则针对岩性松软、涌水量大的巷道顶板至地表较薄的地段,为防止顶板薄层穿漏,在无法进入巷内施工的巷道,采用堵水段堵水。堵水段是由地表打钻孔至坑道内,通过钻孔向坑道内投入河沙、碎石,将需要堵水的坑道填满一定长度,再由地面通过原投料孔向充填在巷道内的砂石层注入水泥浆。在一定注浆压力下,浆液把松散的砂石层完全胶结好,在巷道内形成一长段结石体,起到堵水效果。

在需要覆土的地段,先将废石堆平整、放坡和网格型浆砌块石骨架护坡,然后覆土夯实,再植被,保证覆土稳定。对于析出率小于管理限值、贯穿辐射剂量率接近于天然水平的废石堆,采取稳定措施,即通过设置挡土墙和截、排水沟,将废石稳定在固定的位置,并尽可能减少水的淋浸作用;对于析出率超过管理限值,或贯穿辐射剂量率较高,对附近公众的照射影响不容忽视,且废石堆放平整规范,堆置高度与形状不甚复杂,场地比较平坦、整齐的废石堆,除作稳定性工程外,在废石堆表面覆以一定厚度的覆盖土;对于堆放高度高、坡度陡、覆盖难度大的废石堆场,可采用建挡墙、全坡面块石护坡及顶部覆土的方式进行处置。但视觉效果较差,且全部护坡表面寸草难生。为

了既能保证稳定,又改善环境质量,且易于恢复植被,可对大面积的废石场采用了在废石堆底部砌筑挡土墙,顶部覆盖粘土,山坡处砌筑网格型浆砌块石骨架护坡,网格内覆黄土然后栽种植被的新处置方法。这样既可以稳定住废石,保证覆土不流失,保护植被,又减少了放坡幅度,节约了工程费用。

3.5 土地复垦与土地整理

矿山开采占用土地问题不仅带来了严重的社会问题和经济问题。同时还破坏了自然景观,造成区域环境质量状况不断下降。采掘工业特别是露天开采,在很大程度上破坏了原来稳定的土壤和植被,使水土容易流失。隆起的排土场往往是人工泥石流祸源,矿岩爆破时产生剧烈的冲击波和噪声,爆破和搬运过程中产生的大量粉尘;干枯的尾砂池更是人造的小沙漠,成为严重的污染源;酸性、有毒或含有各种化学成分的废水排放,污染了矿区地面、地下水体和下游河道,含硫废石堆的风化自燃,排放出二氧化硫、一氧化碳等有害气体给矿区及其周围带来了大面积的破坏和人畜的伤亡。

通过复垦,使被破坏了的土地可以重新得到有效的利用。在矿山建设中,由于矿山企业不同于一般加工企业那样可以任意选场地,往往要受资源埋藏条件的限制,难以避开人多地少地区和沃土良田。因此,矿产资源的开发不但占地面积要大,而且难免要破坏耕地、森林等资源。特别是露天开采,对

自然环境的影响范围更大,使相当大区域的生态平衡遭到破坏,导致耕地和农业的重大损失。另一方面,大部分采掘后遗留下来的废弃地(如废石场、尾矿坝等)通过治理与复垦,可再用于农业、林业或作其他护环境和保持自然生态平衡。

土地整理和复垦。一方面使被破坏了的土地不要再增加。另一方面,对已经被破坏了的土地尽快地进行复垦造田、绿化植被,恢复生态平衡和保护自然环境,使已废弃的土地重新恢复利用,发挥出更大的社会效益。

4 结论

各个矿山由于矿石类型、赋存条件、开采方式、地质环境容量的不同,对矿山地质环境的破坏程度不同,因而治理方法、治理措施、治理思路应结合矿山实际情况确定。

参考文献:

- [1] 刘起霞,李清波,邹剑峰. 环境工程地质[M]. 郑州:黄河水利出版社,2001.
- [2] 何国清,杨伦,凌赓娣,等. 矿山开采沉降学[M]. 北京:中国矿业大学出版社,1991.
- [3] 张丽萍,唐克丽. 矿山泥石流[M]. 北京:地质出版社,2001.

(上接第 159 页)



图1 北京市通州区地面沉降危险性分区评价图

Fig.1 Surface subsidence risk zoning in Tongzhou District of Beijing

- 1- 地面沉降中度易发区; 2- 地面沉降轻度易发区;
3- 地面沉降微度易发区

参考文献:

- [1] 朱良峰,殷坤龙. 基于 GIS 技术的区域地质灾害信息分析系统研究[J]. 中国地质灾害与防治学报,2001,12(3): 52-57.
- [2] 张先林. 地面沉降控制对策的效果及其灰色系统分析——以上海市地面沉降研究为例[J]. 中国地质灾害与防治学报,1990年,1(2).
- [3] 张业成,等. 中国地质灾害系统层次分析与综合灾度计算[J]. 中国地质科学院院报,1993,(27、28).
- [4] 武汉中地信息工程有限公司,MAPGIS 组件开发手册[Z]. 中地软件系列丛书,2002 15-17.
- [5] 罗元华,张梁,张业成. 地质灾害风险评估方法[M]. 北京:地质出版社,1998.