

文章编号:1007-3701(2008)02-0049-09

中南地区矿山环境地质现状与恢复治理分区

蔡锦辉¹, 张帆², 汪雄武³, 王晓地¹

(1. 宜昌地质矿产研究所, 湖北 宜昌 443003; 2. 华中科技大学武昌分校, 武汉 430000; 3. 成都理工大学, 成都 610059)

摘要:通过对中南地区矿产开发情况的综合, 阐明了该地区矿山开发中遇到的主要环境地质问题, 并依据该地区矿山开发所引起的环境地质问题的严重程度, 对地域进行了分级, 提出了防治措施和对策建议。

关键词:矿山环境地质; 环境分析; 对策建议; 恢复治理分区; 中南地区

中图分类号: X37

文献标识码: A

中南地区包括湖北省、湖南省、广东省、广西壮族自治区、海南省四省一区, 面积约 84.59 万 km², 占全国面积的 8.8%; 是我国有色冶金、黑色冶金、稀有金属、贵金属的重要资源地和产区。矿业是本区经济发展的重要支柱产业之一。其中钨、锡、铋、铅锌、锑、稀土等矿产资源产量位居全国乃至世界前列。该区从事矿业企业工作人员约 81.49 万人, 开发利用矿种 1 百多种, 具正规化管理的大、中、小矿山企业 1.5 万多家 (图 1)。

该地区山系发育, 地形地貌复杂。西南部属云贵高原, 北部属大巴山脉东沿中、低山区, 东南为大海; 区内中部为南岭山地分割长江和珠江水系, 北翼是江汉平原的过渡地区, 南翼是东南沿海丘陵区。全区地貌按形态特征及地势高低, 可以划分为山地、丘陵、平原三种类型。按成因类型可以划分为侵蚀、侵蚀剥蚀、岩溶、堆积等地貌类型。该区也是我国滑坡、崩塌的主要分布地区。

在长时间、大规模的矿产开发过程中, 矿产开采、工业化、城市化的迅速发展既为中南地区经济发展, 社会进步、市场繁荣和人民生活水平的提高提供了不可缺少的物质资源; 同时也给生态环境带来了负面影响, 环境质量下降, 采空塌陷、崩塌、泥石流、地裂缝、局部区域的重金属污染等地质灾害也时有发生 (图 2); 目前, 部分矿区环境地质问题不仅影响了矿区内环境安全, 而且波及到了周边地区的生态环境, 严重威胁了下游地区生产、生活及社会发展^[1-4]。特别是上世纪末期的大规模的、长期无序的不合理开发, 诱发了相当严重的矿山环境问题, 改变甚至破坏了人类的生存环境。在许多矿业开发区, 人们越来越感到自然社会和人类社会之间已经失去平衡。诸如地质灾害、森林减少、草地减少、土地减少、有害物质污染土壤、大气污染、景观和珍贵的地质遗迹破坏、地下水疏干涸干、水质污染等自然界环境的恶化问题, 已引起人们的足够重视。

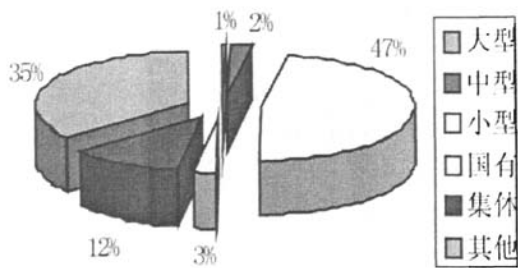


图 1 中南地区不同规模、不同所有制矿山企业的构成

Fig. 1 The composition of different scale and mine enterprises of the possession in the central - south region of the China

收稿日期: 2007-10-08

基金项目: 中国地质调查局“中南地区不同类型矿产开发环境地质研究”项目 (200412300051) 资助。

作者简介: 蔡锦辉 (1959-) 男, 副研究员, 从事矿床地质学及环境地质研究。

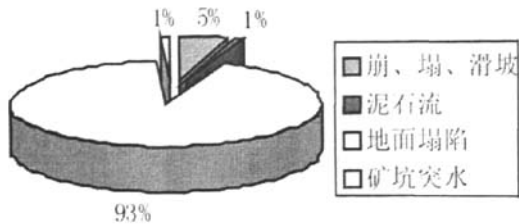


图2 中南地区矿山地质灾害构成
Fig. 2 The composition of the mine geological disaster in the central - south region of the China

1 不同矿种开发产生的主要环境地质问题及其特点

中南地区的矿产资源十分丰富,在空间上具明显的地域分布差异性,伴随的主要矿山环境地质问题也有所不同。中南地区矿山环境地质问题主要有“三废”(固相废弃物、液相废弃物、气相废弃物)、地面变形(开采沉陷、地面沉降、岩溶塌陷、边

坡稳定、泥石流、崩塌、地裂缝、地形地貌景观破坏)、矿山排(突)水、供水、生态环保三者之间的矛盾(岩溶矿床、采煤保水问题),水土流失等一系列问题^[5-8]。

矿山环境地质问题的发生、发展主要发生在矿业扰动及影响区范围内,在不同矿产类型的开发中,其环境地质问题有明显的差异性(表1);因而,矿山环境地质问题不但具有一般环境地质问题的特点和表现方式;矿山环境地质问题的类型和表现形式、严重程度、直接结果,不但与矿区地质地形条件、水文、气象、植被等区域环境条件有关,而且与矿床工业类型、开发方式、开发规模、经济活动特征等密切相关。

特别是鄂东南、湘南和粤北地区,金属矿山众多,尤其是有色金属矿产资源丰富,开发利用程度高。通过调查认为该地区伴随最突出的矿山环境地质问题是矿山排泄物对水土环境的污染,其次是破坏土地资源和泥石流地质灾害。由于金属矿山废水、废渣中重金属离子等有毒有害物质含量高,因此,污染问题较多。

表1 中南地区不同矿产类型矿山的主要环境地质问题

Table 1 The main environment geological problem of the different mineral type mine in the central - south region of the China

矿种	伴生元素	主要地质灾害	主要污染类型	实例
煤	硫铁矿等	占地,冒顶、突水、瓦斯爆炸、自燃,采空塌陷,泉水、地下水枯竭,土地干旱贫瘠	强酸性或有害、有毒元素水,污染土壤和水体,造成土壤盐碱化、毒化	楼底煤矿、松木坪煤矿
贵金属	金银,伴有铜、铅、锌等	毁坏森林、泥石流、崩塌、滑坡	氰化池,废水矿渣毒污染下游	雪峰山铲子坪金矿
有色金属矿	钨、锡、铋、砷、镉、银等	采富弃贫、资源浪费、滑坡、泥石流、冒顶、突水、自燃、采空塌陷,	选矿、洗矿直接排放导致下游重金属严重超标	大宝山多金属矿水口山铅锌矿南丹锡矿
稀土、稀有金属	钨、锡、铜、铅、锌、砷、镉、银等	泥石流,水土流失,破坏植被、堵塞河流、冲毁农田等地质灾害、资源浪费	废气、废水、废渣含有大量有毒有害和放射性物质	栗木钨钼矿区、珊瑚锡多金属矿
化工	铅、锌、砷、钒等	资源浪费、崩塌,脱顶垮塌,滑坡,地裂缝,地面变形,开裂外泄盐卤尾水;渗透性	土壤中硫、砷含量严重,甚至导致患上皮肤癌、肝癌、肺癌等严重疾病	宜昌磷矿,郑家河磷矿石门县湘雄雄黄矿
黑色金属	铅、锌、银等	破坏植被、水土流失、滑坡、水位下降、占地、崩塌、垮塌、地裂缝等	河流沉积物中铅、硫、铜、镉、砷等元素含量超标	大冶铁矿广西锰矿
建材	钙、镁、硅等	岩石崩塌,滑坡事故	粉尘污染	水泥厂
地下水	钙、镁、硅等	岩溶塌陷,农田干裂,地面塌陷	造成土壤盐碱化	鄂东北地区、桂林岩溶地区

中南地区矿毒水可分为三大类,即金属矿毒水、非金属矿毒水和放射性矿毒水,它们在中南地区的矿集区都不同程度地存在。三大类矿毒水按含有毒有害物质组分不同又可分为若干亚类,详如表 2 所列。

表 2 中南地区矿毒水类型
Table 2 The mine pollution water type in the central - south region of the China

类	亚 类
金属类矿毒水	铅、锌、砷、汞、锑、钨、铜、镉、铁、锰、钒、铬、银等矿毒水;
非金属矿毒水	硫酸盐、氯化物、氟化物、氰化物等矿毒水
放射性矿毒水	铀、镭等矿毒水
混合型矿毒水	铁 - 锰、铅 - 锌、砷 - 铅、硫酸盐 - 铁、铅 - 镉等矿毒水

据调查,湖南全省矿山年产废水 $166170.89 \times 10^4 \text{ m}^3$, 年排放 $161444.3 \times 10^4 \text{ m}^3$, 年治理量 $18165.33 \times 10^4 \text{ m}^3$, 年循环利用量 $13781.51 \times 10^4 \text{ m}^3$, 综合利用率不到 8.29%, 矿业废水排放量占工业废水排放量的 33.9%。其中煤矿和金属矿山废水排放量最多, 两者排放量占总排放量的 93.1%。废水中主要污染物为 Hg, Cd, Cr^{6+} , Pb, As, CN^- , COD, BOD, 挥发酚、悬浮物、硫化物、石油类等。其中以 Cd, Pd, As 的排放量最多, 污染最为严重, 这些污染物使水土遭到严重污染, 更为严重的是使附近居民饮水造成困难, 甚至使农作物减产, 大量的矿业废水(约占废水总量的 91.71%)未经处理而直接排放。这主要是由于金属矿山矿坑水中重金属离子含量较高, 选矿过程中加入的化学剂成份形成了大量的选矿废水, 金属矿山产生的废水主要含 As, Pb, Cd, Hg, Cr, Mn, Cu 及氰化物、悬浮物等有毒有害物质组分。这些有害物质成分随矿业废水排放后, 直接或间接地污染了地表水、地下水和周围农田、土壤等, 对人体健康造成危害, 使农作物减产、绝产。湘南矿业废水污染最为严重, 大量废水排入溪谷河流, 造成了对附近水土的污染。据郴州地区环保部门测定, 在有色金属矿区内采 47 份土壤样品分析, 发现 As, Pb, Cd 含量分别是对照区 15 份样品的 4、3、14 倍,

在黄沙坪与宝山铅锌银矿附近取样分析, 发现该区附近土壤中 As, Pb, Mn, Cu, Zn, Cd, Hg 等含量比湖南土壤背景值高出 2 倍以上, 尤以 Cd, Zn, As, Pb 高出倍数最多, 如 Cd 竟达 128 倍! 而稻米样品中, 除 Cd, Hg 外, 其他元素, 凡是有可比资料的, 如 As, Cr, Pb, Mn, Cu, Zn, F 等均高于背景值。

在粤北大宝山多金属矿山的下游, 由于早期个体和民营小集体毫无环境保护措施地选矿、洗矿; 排放出的废水使河水变成具一股刺鼻的气味的浑浊硫酸水, 河滩变成铁锈色, 河床中大大小小的鹅卵石上结上了一层白色晶体; 浑浊的河水中鱼虾绝迹, 河漫滩上却是寸草不生; 在污染最严重的时候, 有 83 个自然村、近 600 公顷农田等受影响, 农田土壤里重金属含量严重超标, 其中土壤中铅超标 44 倍, 镉超标 12 倍。其中, 在翁源县新江镇上坝村的河水污染最为严重、从 1986 年起上坝村死亡的 250 人中, 因癌症死亡的就有 210 人, 占死亡总人数的 84%。而除了癌症之外, 皮肤病、肝病也是村里的高发病。近 20 年来, 村里有 400 多名青年报名参军, 但几乎无一人体检合格。

矿山环境地质问题具有如下主要特点:

(1) 复杂性、复因性和复发性: 如大宝山铜多金属矿的环境地质问题, 是由于钨、钼、铁矿体露采, 而铜铅锌埋藏深度浅, 易洞采。上世纪 80 年代, 在无环保意识的情况下, 大规模的民采、民选矿, 造成下游河道及田地严重污染, 加上国营矿山的露采、选矿和冶炼等对土壤和大气的污染等多种形式和活动过程的共同作用的结果^[9]。

(2) 地域性特点: 矿山地质环境问题的类型、严重程度与矿山所处的自然地理环境密切相关。如山区是滑坡、崩塌、泥石流、水土流失主要发生地, 山地矿山开发必然会加重上述环境地质问题的危害程度, 除此以外, 还会产生尾矿库溃坝和河流污染等矿山特有的环境地质问题^[10-12]。

(3) 危害集中性与严重性: 矿山环境地质问题主要发生于矿山生产现场以及影响到的地区, 范围有限, 直接威胁采矿作业现场生产、工矿设施和周边居民的生命财产安全。矿山环境污染危害人体健康的滞后性和累积性影响当代人甚至后代的健康安全^[4,6,8]。

(4)群发性与共生性:如地下采矿诱发的地面塌陷、地裂缝等往往导致地表河流沿裂隙下灌引发矿井突水以及土地完整性和功能退化,或导致山体开裂诱发崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害^[13-14]。

(5)防治的迫切性:不断恶化的矿山环境地质问题给地区社会经济发展造成了广泛而深刻的影响,频发的地质灾害摧毁了工矿设施、造成了人员伤亡。长期严重的环境污染导致致畸、致畸性和致病变作用,严重危害居民的健康^[2-3]。

2 中南地区矿山环境地质问题分区

矿业开发引起的环境污染是比较普遍的现象。但在不同地域、不同的地质环境背景下,在矿产开发过程中造成的环境地质问题也有一定的差异,为更准确的反映出中南地区矿产开发过程中出现的环境问题,依据该地区地质构造特征和成矿带的分区、矿化及矿种分布规律、矿山规模、表现出主要的环境地质问题的近似性、矿山地质灾害的多发性和已经出现过的矿山环境地质问题的一致性,将中南地区划分为七个地质环境分区的基础上,进一步划分出22个子区(图3)。

3 矿山地质环境保护和恢复治理

由于中南地区矿产资源丰富,金属矿山众多,地理和气候条件特殊;在矿业开发过程中,无论是地下开采还是露采,都不可避免地要连续、长期、大量地改变地形、地貌和岩层的构造,破坏其原有的状态,从而影响地应力的均衡和水均衡,并引起水土流失、地面塌陷、山体开裂、滑坡、泥石流、水源破坏和污染等一系列的矿山环境问题。在该地区有色金属矿山的化学灾害严重度远远大于物理灾害。如粤北地区、鄂东南地区、湘南地区等。矿山的废矿一般富含重金属、碱土金属和硫化物等,通过大气降雨的淋滤作用,使可溶性的成分溶解,从而形成污染源,对周围的地表水、土壤和地下水造成污染。

矿产资源的无序开发和落后的工艺技术,加速了有限矿产资源的快速枯竭和生态环境的破坏;

采、选、冶“三废”排放造成土地、植被、农作物、河湖、大气等环境污染甚至局部是生物的绝灭等灾害。

目前中南地区各类矿山企业中,仅湖北的铁山和广东的凡口两个大型矿山的生态环境恢复治理工作开展的比较好。在中南地区闭坑矿山较多,大多数未提交矿山闭坑报告,也未进行矿山生态环境的恢复与治理;需要进行土地复垦与生态环境恢复治理的闭坑矿山数量众多,工作难度大,工程量和所需投资也较大^[11-14]。

通过分析研究矿山历史环境地质问题、矿山环境地质问题现状、矿山潜在环境地质问题,区位条件及矿山恢复治理的难易程度等五个因子,将矿山环境地质问题的严重程度划分极严重、严重、中等区和轻度四级,在此基础上,提出中南地区矿山环境地质问题综合评价分区(图4),为矿山生态环境恢复治理和预防提供参考依据。

(1)极严重区:根据实地调查和收集的资料,将中南地区矿山环境地质问题划分出6个极严重程度区,其对地质环境的潜在影响控制面积约 $4.81 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

(2)严重区:根据实地调查和收集的资料,将中南地区矿山环境地质问题划分出7个极严重程度区,其对地质环境的潜在影响控制面积约 $7.30 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

(3)中等程度区:共划分出13个;其对地质环境的潜在影响控制面积约 $31 \times 10^4 \text{ km}^2$;

(4)轻度区:由于各矿山均存在着不同方面的不同程度环境地质问题,因调查收集的资料有限,如果将轻度矿山开发产生的环境地质问题表示出来,大量的矿山因缺乏区域性轻度环境地质问题资料,引用可能会引起误会,故轻度矿山环境地质问题在图面上暂不表示。

3.1 化学灾害为主的矿山

除了加强矿山环境恢复的宣传和管理外,应加强科学研究、推广采选与环保为一体的新技术、新工艺。矿山环境的修复可采用:

(1)物理性修复,即:粉碎、压实、剥离、分级、排放等技术被用于改进矿区退化土地的物理特性,实际操作还包括梯田种植、排流水道和稳定塘设置、覆

盖物或有机肥施用等。植物残体余物(如稻草或大 麦草)可作为覆盖物将土层与极端温度变化隔开, 性修复与恢复的关键是覆盖、培育与维护表土、改善 增加土壤的持水量和减少地表径流对土壤造成的侵 蚀。施用有机肥可显著改善土壤结构性。土壤物理 性修复与恢复的关键是覆盖、培育与维护表土、改善 土壤结构,建立植被覆盖、有效控制土壤侵蚀。

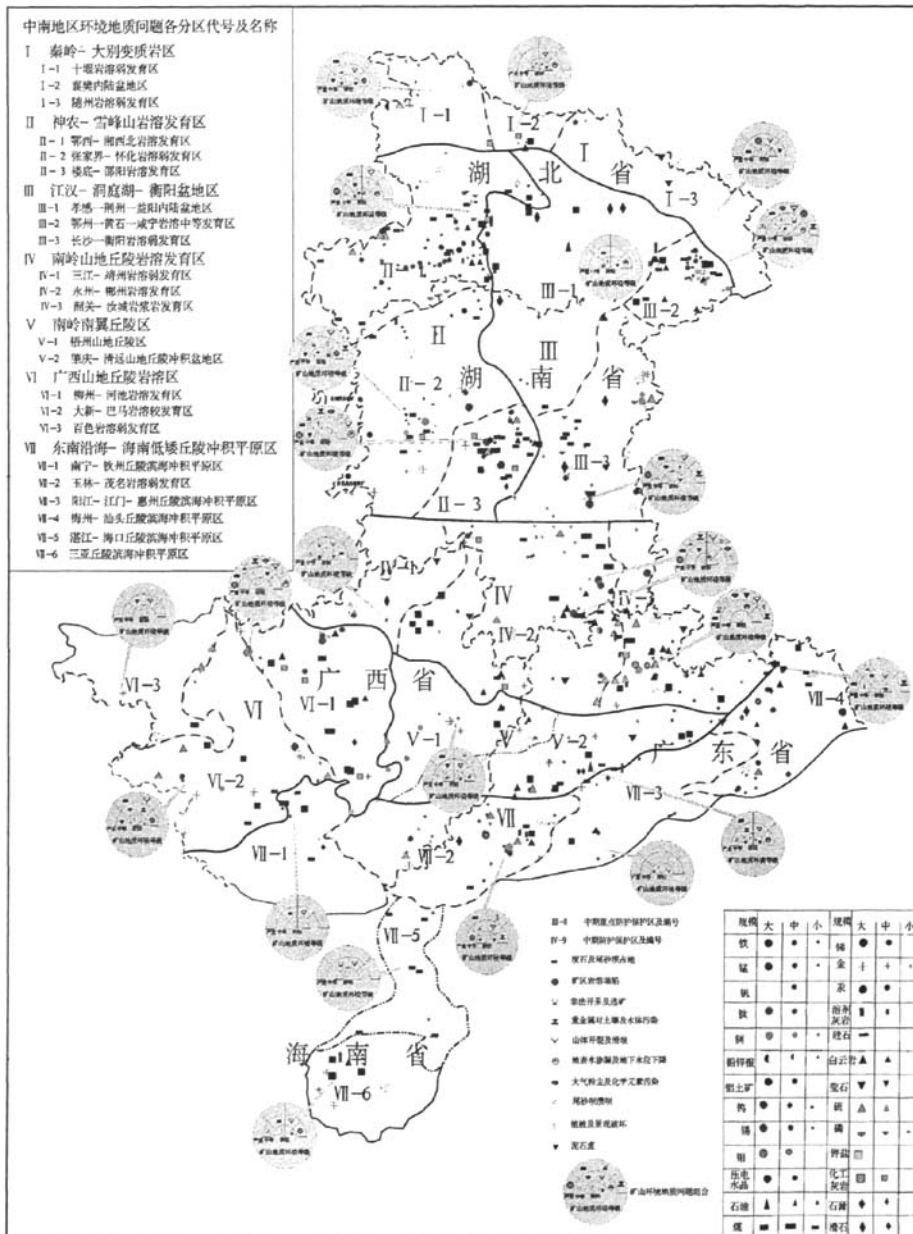


图3 中南地区矿山环境地质问题分区
Fig.3 The main environment geological problem in the central - south region of the China

(2)化学修复:多数矿区退化土壤缺乏有机质 及其营养元素,如氮素。如果将修复后的土地用于

(3)绿色植物的稳定和提取修复:利用重金属耐受型自然植物的稳定修复;利用重金属超积累型植物的提取修复:植物提取又称植物积累,包括超积累植物根部对重金属的吸收以及重金属向地上部分的转移和分配。超积累植物可以富集大量重金属。对重金属的超级耐受力是这些植物从土壤中去金属的关键,液泡的再分配是自然超积累植物重金属超耐性的基础。矿区通常是超积累植物的栖身地。有证据表明,植物包括某些树(柳树和白杨)能够从土中去除一定量的重金属,净化低污染水平的土壤。重金属污染土壤可以通过播种超积累植物种子来净化,经过几季收割后,重金属会随植物一起从土壤中分离出来。收获后的植物可以焚烧、堆肥处理或进行金属冶炼。然而,超积累植物通常是野生的。它们的生物量往往很小而且散布于偏僻地区,生长很慢且很难与其它植物共同生长,即使是同种植物。事实上,植物提取可能更适合于那些重金属浓度刚刚高于环境标准或极限浓度的土壤。人工合成的金属螯合剂,如EDTA和柠檬酸,可用来作为土壤添加剂来提高超富集植物对重金属的吸收。在实践中,一方面要加快筛选具备忍耐和富集重金属能力的植物;另一方面也要重视可以促进植物地上部分生物量或提高植物根系重金属生物有效性的农艺措施的应用。此外,不同的净化方案可能要求不同的植物种类或多种植物的串联使用。通常,植物修复可与其它净化方案联合使用。金属矿区土地的植物提取修复正处于起步实验阶段,具有潜在的应用前景。

(4)植物-微生物及动物的协同修复:重金属污染土壤中的氮循环是矿区受损生态系统恢复并保持长期稳定性的根本所在。豆科植物能够与根瘤菌形成固氮根瘤,并将氮气转化为氨,促进氮的循环和积累。因此,在矿区废弃土地中,寄主植物和根瘤菌的存活、生长、繁殖,形成根瘤菌-寄主共生协同关系的能力以及它们的固氮效率都非常重要。如果某一方面受到重金属毒性的严重抑制,豆科植物则不可能促进土壤中氮的积累。豆科植物只有在具备适宜的根瘤菌存活的情况下才有价值。所以,应用豆科植物修复重金属污染土壤的主要问题就是寄主、根瘤菌和它们的共生体系对矿区废弃

地特别是重金属毒性的耐受能力。豆科植物能生长于污染土壤并进行有效的固氮作用,使土壤中氮的积累大幅度提高。特别是一些具有茎瘤和根瘤的一年生豆科植物,生长速率快,能耐受有毒金属和低的营养水平,因而是理想的先锋植物,可加速人工生境的生态演替。湖北大冶铁矿的经验表明:豆科植物具有重金属耐受性,并能提供有机质和氮源,可用于改良尾矿的性质。然而,重金属一般会抑制根瘤菌生长、寄主豆科植物瘤形成和固氮活性,甚至会导致豆科-根瘤菌无法建立共生关系,进而对豆科植物产生有机质、有效的氮素循环都产生负面的影响。另外,其它土壤生物,例如蚯蚓,在维持土壤肥力方面的作用也不容忽视。

3.2 物理灾害为主的矿山

由于矿产资源的形成是地质营力长期、复杂作用,物质再分配的过程;所以纯单一矿种的矿床极少,矿产资源的开发必然会对生态地质环境产生改变,带来一些不利的影响。因此,在矿业开发过程中,物理和化学的地质环境问题往往是共生或伴生出现的,只是在某类矿产中某些地质环境问题占据主导地位。在中南地区,主要以物理地质环境问题出现的矿山主要是在氧化条件下较稳定的一类矿产,如:湖南的窑岗仙钨矿,鄂西、湘西的灵乡式铁矿,湖南的白云仙钨矿,湖南的白蜡水锡矿,广西的八块田锡矿和新路锡矿等以及各地的石灰石矿等非金属开发区。主要有:山体开裂、崩塌、滑坡、地面塌陷、沉降、地震、透水、泥石流、尾矿库溃坝、水源枯竭、土地流失等。这些地域应综合治理,它包括保水固土工程、土地利用工程和脱贫致富工程。采矿废渣的合理堆放,同时配套工程技术措施,如建截水沟、拦水沟、排水沟、沉沙池、蓄水塘等;选择适合当地生长的树种进行种植,形成防护林,加速恢复林草植被等生物工程技术措施,减少废渣导致的水土流失。

3.3 稀土、放射性灾害为主的矿山

中南地区可开采的稀土矿床较多,在开矿和选矿中,钍、铀、镭、氟伴生存在,且获得了一定的富集。稀土原矿及稀土精矿含有钍、镭、铀、氟等与原矿比都有变化,有的富集较高,如钍含量已富集到6.8~13倍,这在生产中将使钍更多地转入废水和

废渣中。因此,在冶炼中更要注意三废的危害,对它们要进行严格的治理,方可排放。在生产中,除用稀土精矿作为原料以外,在冶炼中也用大量的酸类,如: H_2SO_4 , HCl , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, HF 和 HNO_3 等。这些物质在冶炼中会不同程序地转入三废中,造成了有害的三废。因此,对这种三废必须认真治理,达到标准,才可排放。

稀土生产中排出的三废不复杂,所含有害物质不多,一般只要采用适宜的处理方法,均可达到国家卫生排放标准。

4 结论

中南地区是一个矿业较为发达的区域,矿产资源的开发利用必须从实施可持续发展的高度,充分认识生态环境的重大意义。要加强以资源-环境为中心的基础地质工作,对矿业开发过程中可能出现的环境地质问题进行综合性的调查研究。严格推行资源保护和环境保护政策,依据“矿产资源开发与生态环境保护并重、预防为主、防治结合”的方针,制定“谁开发、谁保护、谁污染、谁治理、谁破坏、谁恢复、谁使用、谁补偿”等原则的具体化、规范化制度,用法律手段防止矿业活动对生态环境的随意破坏,防治地质灾害,降低资源开发的环境代价。

项目组通过实地调查,依据各矿山或矿集区环境地质问题的突出性和严重程度等,对中南地区矿山的环境地质的恢复治理进行了排序;其中近期重点恢复治理区有 6 个,占据中南地区总面积的 5% (图 5),它们最主要的环境地质问题是已经造成了矿区及周边和下游严重的水土重金属污染、水土流失、塌陷和泥石流等。对没有被划分圈进去的矿山不是不需要进行治理或防治,只是矿山环境地质问题的程度还较轻,对当地人群的生产、生活还构成不了明显威胁,只要当地人群加强长期的环境意识,地方政府一贯性的重视矿山环境地质的防治和保护措施,这些地区的矿山环境地质问题就不会恶化,其经济会得到良好而持续的发展。所以没有划入下述区内的矿山开发地依然要注意矿山在开发过程中地质环境的防治和保护。

通过区内对探明储量的 5 490 个矿产地中的

20 个矿山进行的调查,对区内五省矿山地质环境数据库的整理,以及与矿山环境有关的 12 份研究报告和 466 篇矿山环境问题的论文综合;认为中南地区矿山地质环境质量调查研究工作有待进一步深入。矿业开发是中南地区主要经济支柱之一,但是该区矿业开采历史悠久,积累的矿山环境问题众多,部分矿山环境地质问题已经明显的显现出来,对当地人民的生产、生活带来极其严重的后果。迫切需要进一步进行调查研究,查明矿山地质环境现状,从而更有效地为政府提供矿山环境保护的科学依据。

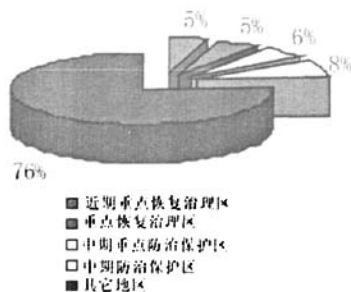


图 5 中南地区矿山环境恢复治理区构成

Fig. 5 The composition of mine environment instauration manages the area in the central-south region of the China

建议今后的矿山环境地质问题的研究工作应选择环境地质问题典型矿区(矿集区)作深入研究。首先选择有代表性的、矿山环境地质问题复杂的、具有一个或几个大型金属矿床聚集的地域展开。如湘南的柿竹园-香花岭矿集区等。

参考文献:

- [1] 冯光胜,张旺生,高山. 鄂东南铁矿区地面塌陷、滑坡灾害与安全生产[J]. 安全与环境工程, 2003, 10(2): 51—55.
- [2] 蔡锦辉,汪雄武,王晓地,等. 广东大宝山多金属矿山环境污染问题及其启示[J]. 华南地质与矿产, 2005, (4) 50—55.
- [3] 吕贻峰,曹金绪,王占岐. 磷矿山环境污染的形成与防治[J]. 矿产保护与利用, 2002, 第 6 期: 10—15.
- [4] 刘立仲. 程潮铁西区开采塌陷对选矿厂的影响及保护措施[J]. 冶金矿山设计与建设, 1995, 第 1 期: 10—16.
- [5] 隗合明,余明刚,周军等. 矿产资源与生态环境资源同步

- 开发探讨[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004, 15(3): 73—82.
- [6] 曹金绪, 吕贻峰. 磷矿开发环境污染预警研究[J]. 矿产保护与利用, 2002, (3): 10—12.
- [7] 林河成. 我国稀土“三废”状况及其治理[J]. 有色金属设计, 1997, 24(1): 58—62.
- [8] 李锦文. 浅析宜昌磷矿开发中存在的问题及对策[J]. 化工矿产地质, 2000, 22(3): 183—187.
- [9] 张发旺, 王贵玲, 侯新伟. 矿业开发环境地质链及其控制[J]. 地学前缘(中国地质大学, 北京) 2001, 8(1): 107—111.
- [10] 高波, 余强, 朱宇等. 大冶铁矿废石场复垦及矿区可持续发展研究[J]. 地质科技情报, 2001, 20(3): 65—68.
- [11] 孙翠玲, 顾万春, 郭玉文. 废弃矿区生态环境恢复、林业复垦技术的研究[J]. 资源科学, 1999, (5): 13—17.
- [12] 李天煜, 熊治廷. 南方离子型稀土矿开发中的资源环境问题与对策[J]. 国土与自然资源研究, 2003, 第3期: 42—44.
- [13] 黄铭洪, 骆永明. 矿区土地修复与生态恢复[J]. 土壤学报, 2003, 40(2): 161—169.
- [14] 连生瑞. 大冶铁矿硬岩排土场复垦的几点作法[J]. 冶金矿山设计与建设, 1995, 第4期: 55—58.

Geological Present Condition of the Mine Environment and Regionalization of Resumption and Instauration Manages in the Central – Southern Region of China

CAI Jin - hui¹, ZHANG Fan², WANG Xiong - wu³, WANG Xiao - di¹

(1. Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003, Hubei, China; 2. Huazhong university of science and technology Wuchang branch, Wuhan 430064 China; 3. Chengdu university of technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: The central – south region of China has rich metal resources and the long – term mining industry development brings the comparatively serious issue for this local partial environment. This article through to the comprehension of mine development situation in central – south region of China, had expounded in this local mine development meets the main environment geological question, and the environment geological question serious degree which causes based on this local mine development, has carried on the graduation to the region. We proposed the preventing and controlling measure and the countermeasure suggestion.

Key words: Mine environment geology; Environment analysis; Countermeasure suggestion Regionalization of instauration manages; Central – south region of China