

文章编号 :1007-3701(2005)04-0050-05

广东大宝山多金属矿山环境污染问题及启示

蔡锦辉¹, 吴明光², 汪雄武¹, 王晓地¹

(1. 宜昌地质矿产研究所, 湖北 宜昌 443003 2. 安徽省淮北市窦庄矿, 安徽 淮北 23500)

摘要 大宝山矿是一座大型多金属矿床。目前,在该地区有国家和地方以及个体等多家矿业单位进行开发,由于长期开采对周围水土中释放了大量重金属和酸性废水,从而破坏了自然环境。本文根据该矿床的矿山地质环境和污染现状,认为矿山在进行规划、布局和建设时应充分考虑到自然条件对环境的自然净化作业,即矿山的尾砂坝应建在碳酸盐岩地层区,矿山的废渣、废石、废水尽可能地在上游碳酸盐岩地区多停留,以减少重金属和酸性废水对下游的影响。

关键词 多金属矿山 环境污染 碳酸盐岩地层区 大宝山

中图分类号:X5

文献标识码:A

1 概述

多金属矿山在开采过程中流失的重金属 Pb, Fe, Zn, Cu, Hg, As, Ag, Cd, Mn, Bi 等,是土、水生态环境的毒害元素。金属硫化物的氧化释放出大量的重金属离子和 H^+ 。金属污染、矿业酸性废水为大宝山多金属矿开采过程中产生的两大环境公害^[1]。

大宝山矿是广东省的一座特大型多金属矿山,位于粤北山区,范围横跨曲江和翁源两县境(图1)。地势总体为北高南低,北部是海拔 800~1 200 m 的山区,南部为低矮山地和冲积平原;农作物主要有水稻、红薯、玉米,经济作物为花生、柑桔等。矿区范围内也是多条水系的发源地。本区属亚热带湿润型气候,一月平均气温 $-4 \sim -8^\circ C$,七月为 $20 \sim 35^\circ C$ 。年均降雨量 1 350~1 750 mm。

该矿区地处亚热带季风气候区,表层岩石风化强烈,土壤类型为红壤,随海拔高度增加而逐渐演替为山地黄壤。受采矿活动影响地段,由于所含金

属硫化物发生氧化而发育为酸性硫酸盐土。

大宝山矿区在平面上分南、北两个矿段,北矿段以铁铜矿为主,南矿段以铅锌矿为主。在剖面上,上部为褐铁矿体,中部为大型铜硫矿体,下部为中型铅锌矿体。铜铅锌矿体为似层状、透镜状富集于向斜槽部,矿石矿物组合复杂,主要矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、黄铜矿,并伴有钨、铋、钼、金、银等多种稀有金属和贵金属^[2,3]。

2 污染情况

自 80 年代初大宝山矿区出现私人和小集体采矿业开始,非法民采活动就日益严重起来。特别是大宝山南矿段,盛行时高达 100 多条采坑,非法采矿民工超过了 3 千人。采矿时,多是采富(矿)弃贫(矿),不仅造成资源的严重浪费,而且开采出来的贫矿和废石任意堆放。选矿、洗矿产生的含有硫、镉、锰、铅等多种严重超标的重金属污水在没有经过任何处理的情况下,就直接顺着大宝山西南部的山间小溪往下游冲积平原(新江)排放,沿翁源河南流,绵伸 30 多公里至英德桥头镇境内,排放出的废水使河水变成具一股刺鼻气味的浑浊硫酸水,河滩变成铁锈色,河水中鱼虾绝迹。在翁源县新江镇上

收稿日期 2005-05-08

基金项目 国土资源大调查“中南地区矿山地质环境调查评价”项目。

作者简介 蔡锦辉(1959—),男,汉族,副研究员,从事矿床地质学研究工作。

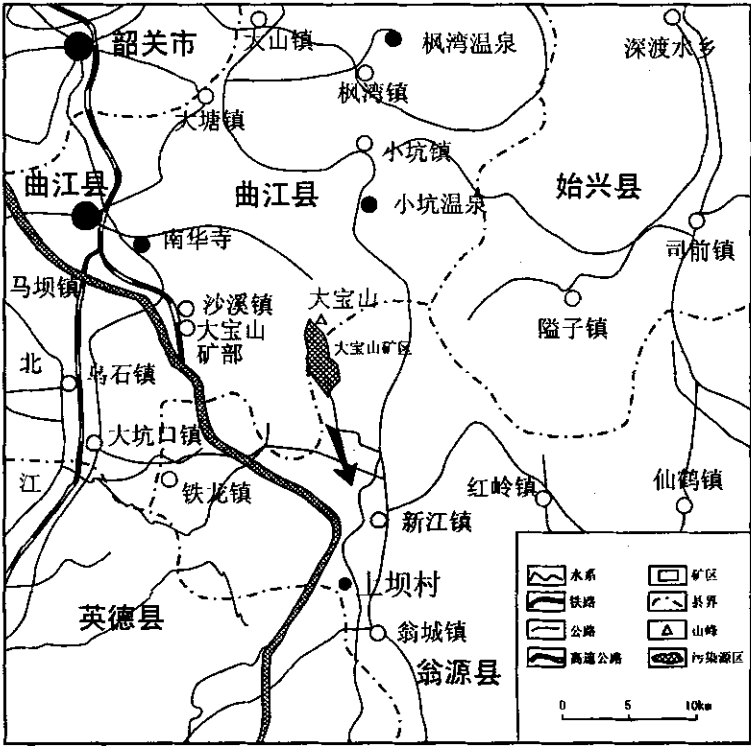


图 1 大宝山多金属矿区交通位置

Fig.1 Position of transportations of Dabaoshan polymetallic mining area

坝村污染结果最为严重,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%。同时皮肤病、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,但几乎无一体检合格^①。

大宝山矿区外排酸性废水主要源自矿区南侧的拦泥坝。据了解,修建该拦泥坝的目的是为了防止随山洪从山顶排土场下移的泥土流入翁江。目前拦泥坝内严重淤积,导致水位高于大坝坝顶高程,含矿废水常年漫过坝顶流入翁江支流。据林初夏、龙新宪等(2003)从拦泥坝上游山坑到拦泥坝下游约 25km 长河段的水质测试数据显示,拦泥坝上游山坑含矿废水的 pH 值在 3.1 左右,拦泥坝内水的 pH 值为 3.36,拦泥坝下游约 3.5 km 处(凉桥)河水的 pH 值为 3.78;在此处汇入的非矿水支流的 pH 值为 5.27;两股水汇合处下方河水的 pH 值为 4.39;拦泥坝下游约 16 km 处河水的 pH 值为 4.66;拦泥坝下游约 25 km 处河水的 pH 值为 6.29。

由拦泥坝内排放到下游的含矿废水含 Pb 2.67 (mg · L⁻¹), Mn 20.50 (mg · L⁻¹), Fe 51.63 (mg · L⁻¹), Cu 1.64 (mg · L⁻¹), Zn 2.83 (mg · L⁻¹) 和 Cd 0.10 (mg · L⁻¹);下游含矿废水旁侧溪流的非含矿废水含 Pb 0.24 (mg · L⁻¹), Mn 1.63 (mg · L⁻¹), Fe 0.23 (mg · L⁻¹), Cu 0.25 (mg · L⁻¹), Zn 0.76 (mg · L⁻¹) 和 Cd 0.01 (mg · L⁻¹)^[4]。显示上游拦泥坝内溶解于水中的大量重金属元素在强酸性环境条件下,没有发生聚合反应形成次生矿物,而是随着水体向下游排放,沿途形成重金属污染带。

3 矿山环境污染机理浅析

矽卡岩型矿床主要位于碳酸盐岩中,包括灰岩或大理岩、白云岩、钙质和白云质大理岩、泥质岩、泥质板岩、页岩、杂砂岩和其它碎屑岩。它们为具有广泛缓冲能力的高钙质沉积岩或高钙质变质沉积岩。较不常见的主岩包括燧石岩、火山熔岩(英安岩、安山岩和玄武岩)、火山碎屑岩以及板岩、千

①法制日报,附近矿山污染严重 广东一鱼米之乡竟成癌症村, 2001 年 6 月 14 日。

枚岩、石英岩和闪岩等变质岩类。这些较为特殊的主岩提供了低到中等的缓冲能力。

在中南地区,像广东大宝山铜多金属矿床这样具强烈矽卡岩化、高的铜铅锌等元素含量、开采规模大、废水对周边地区有污染的矿山有多家,代表性的矿山有湖南柿竹园钨锡铋钼多金属矿床、七宝山多金属矿床、水口山铅锌银矿、黄沙坪铅锌矿,广西新路锡矿床和大厂锡多金属矿床,湖北铜录山铜矿、铜山口铜矿、鸡冠嘴金铜矿床等。但为什么就仅有大宝山矿床对下游地区造成如此强烈和显著的污染结果?

通过野外地质调查,我们发现大宝山下游的污染主要来源于大宝山(海拔高程 850 ~ 1 000 m)西

南侧山间的废石、废水、废渣区(图 2),排放区的围岩是侏罗系的碎屑岩,海拔高程 300 ~ 400 m。金属硫化物氧化程度对不同种类的矿物以及同一种类不同的矿物个体是有明显不同的,这与它们的热力学性质、系统的动力学条件及是否存在次生沉淀矿物有关。

据许乃政和陶于祥(2001)模拟黄铁矿 + 黄铜矿 + 闪锌矿 + 方铅矿脉的多金属交代矿床或以富碳酸盐岩石为主岩交代产物的矿山排水系统性质,表明矿区水系很可能为接近中性值范围,所溶解的金属大约为中等浓度^[1]。部分没有与碳酸盐岩接触的矿床可能会导致相关的排水更酸性或富金属。一般来说,在不含碳酸盐的土壤中应没有以碳酸盐

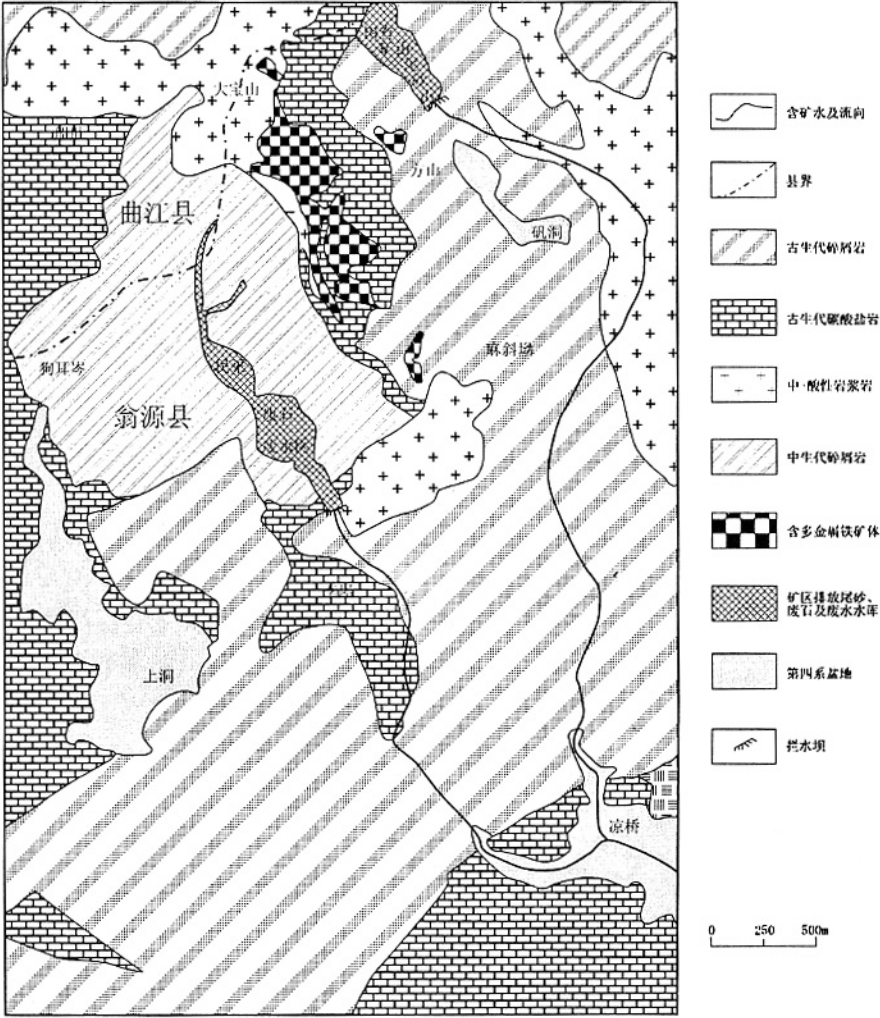


图2 粤北大宝山地区岩性地质特征分布图

Fig. 2 Sketch map showing distribute the geological distribution characteristic of the Lithological association in Dabaoshan area , northern Guangdong

结合态存在的重金属元素。在大宝山矿西南侧废石、废水、废渣排放区及下游的土壤中碳酸盐结合态重金属的质量分数很低。

大宝山西南侧山间的拦泥坝暂时拦住了大量的废石、废渣,在开始时,金属硫化物的氧化很慢,随着反应的进行而产生酸和 Fe^{3+} , pH 值降低,增大了金属离子的溶解度,金属硫化物在强烈的酸性环境下发生强烈分解, Fe^{3+} 活性增加,氧化速度加快。含大量重金属的废水越过拦泥坝排放到下游。

通过对横石河河滩土的研究发现,河滩土沉积物中 Pb、Zn、Cu 和 Cd 的质量分数分别为 1841.02、2326.28、1522.61 和 10.33 mg/kg;经此河水灌溉的稻田中重金属(Cu、Cd、Pb 和 Zn)的质量分数也远远超出了土壤环境二级标准值,其中 Cu、Cd 超标分别为 14.01 和 4.17 倍,并发现横石河河滩土中重金属的总量随着深度的增加而降低^[5~7]。

全国第二次农田土地普查数据表明:矿区周边境内有 83 个自然村和近 600 公顷农田受到影响,农田土壤中重金属含量严重超标,其中 Pb 超过国家标准 44 倍,Cd 超标 12 倍。上述数据表明,河流两侧农田表层土壤中重金属的严重超标是长期用矿山污染的河水灌溉的结果。

从尾矿中释放金属的途径包括尾矿堆的结构性破坏(如在洪水期间),尾矿直接排放到地表水、粉尘中、在植物中的聚集、侵蚀和淋滤到地下水中。在大宝山矿床西南侧的拦泥坝区无碳酸盐岩地层,该坝中的碳酸盐矿物含量及其溶解率不足以中和硫化物的氧化作用,暴露在氧化条件下的硫化物,特别是黄铁矿促进了矿山酸性水的发育和重金属迁移。而在其它矿山(如湖北大冶的铜矿和湘南地区的铅锌矿)矽卡岩矿床中通常含有碳酸盐岩,其废石中可含有少量包括硅酸盐在内的活性脉石矿物,尾矿具有较大的酸缓冲能力。

4 结语

由于大宝山多金属矿床南采场开采产生大量的废矿石,使本处于还原状态下的矿物带到地面,同时采矿活动导致氧气进入地下深处,故黄铁矿、磁黄铁矿等金属硫化物及其伴生的重金属元素 Pb,

As、Ag、Cd、Fe、Zn、Cu、Hg、Mn、Bi 等,因暴露于氧化环境而处于非稳定状态,经过一系列复杂的化学反应,黄铁矿及其它硫化物氧化释放出大量的 H^+ , Fe^{2+} , SO_4^{2-} 及重金属离子进入废矿石溶液,形成富含重金属的废水。又由于拦泥坝区为一套以硅酸盐矿物为主的碎屑岩,对酸性废水的中和作用微弱,这样大宝山矿南部废石、废渣区经过强氧化形成的富含重金属的废水就对下游河水和土壤产生强烈污染。

虽然在自然环境下,随着时间推移,会逐渐减少或消失,但是不同矿物在不同的 pH 值范围内中和能力不同,其反应活性也不同。即金属离子的活动性在酸性条件下相对活跃,随着 pH 值的升高,其活动性降低。由于酸性孔隙水能够溶解碳酸盐,碱性碳酸盐溶液中和 H^+ 使溶液的 pH 值降低,从而有利于金属离子的沉淀。在低 pH 值矿业废水中,粘土矿物(如高岭土) also 具有很强的中和能力。由于自然系统整治效果的局限性和脆弱性其所需要的时间是漫长的,因此,对大宝山多金属矿床外围已被污染的地区必须采取一定的酸水整治措施,以改善下游群众的生产、生活用水条件。

30 多年的采矿活动导致大宝山矿区周围土壤中 Pb、Zn、Cu、Cd 等重金属总量的严重超标,给下游人民的生产和健康造成严重影响。虽然现在已开始进行初步治理,但含矿废水依然在不间断的向下游排放,因此,要恢复到原来的环境状况还需许多年的不懈努力。如果当初在大宝山矿床进行矿山开采规划、布局和建设时就考虑到自然条件对环境的自然净化作业,即把矿山的尾砂坝建在碳酸盐岩地层区,矿山的废渣、废石、废水尽可能地在上游碳酸盐岩地区多停留,将减少重金属和酸性废水对下游的影响。对于后来盛行的民采,如果严格规范其废渣、废石和废水排放,将民采尾砂坝也建在碳酸盐岩地层区,并科学地对矿业开发生产进行布局,相信也不会对下游造成如此大的污染和损害。

参考文献:

- [1] 许乃政, 陶于祥, 高南华. 金属矿山环境污染及整治对策 [J]. 火山地质与矿产, 2001, 22(1): 63—68.

[2]蔡锦辉 ,刘家齐. 粤北大宝山多金属矿床矿物包裹体特征研究及应用. 矿物岩石 ,1993 ,3(1) 33—40.

[3]蔡锦辉 ,刘家齐. 粤北大宝山多金属矿区岩浆岩的成岩时代[J]. 广东地质 ,1993 ,8(2) 45—52.

[4]林初夏 ,龙新宪 ,童晓立 ,徐颂军 ,章家恩. 广东大宝山矿区生态环境退化现状及治理途径探讨[J]. 生态科学 ,2003 ,22(3) 205—208.

[5]李博文 ,杨志新 ,谢建治. 土壤 Cd Zn Pb 复合污染对植物吸收重金属的影响[J]. 农业环境科学学报 ,2004 ,23(5) 905—911.

[6]周建民 ,党志 ,司徒粤 ,刘丛强. 大宝山矿区周围土壤重金属污染分布特征研究[J]. 农业环境科学学报 ,2004 ,Vol. 23 ,No. 6 ,1172—1176.

[7]蔡美芳 ,党志 ,文震 ,周建民. 矿区周围土壤中重金属危害性评估研究[J]. 生态环境 ,2004 ,13(1) 6—8.

The pollution of the environments of Dabaoshan polymetallic mine in Guangdong and its enlightenment

Cai jin-hui¹ ,Wu Ming-guang² ,Wang xiong-wu¹ ,Wang xiao-di¹

(1. Yichang Institute of Geology and Mineral Resources ,Yichang 443003 ,China 2. Duzhunang Mining of Anhui Province ,Huai-bei 235000)

Abstract :Dabaoshan mine is a large polymetallic ore deposit in the northern Guangdong. The mine is developing by several companies. Because of long-term mine ,as a result of the soil and water round the mine have polluted by the heavy metals released from the mine and the water with acidity have damaged the nature environment. By geological environment and pollution present condition of the mine in Dabaoshan polymetallic deposit ,we consider the mine must pay attention to purification at the nature when the mine make proceeding program ,layout with developments ,that is the tail sand dam of the mine should set up in the carbonate geologic strata area and the mine broken bits ,mullock ,discard the water should stop or deposit as possible as in the upper stream carbonate region ,as well as it decrease the influence of heavy metals and discard the water with acidity to the downstream.

Key words :Polymetallic mine ; Pollution of the environment ; Carbonate geologic strata area ; Dabaoshan deposit ; northern Guangdong