

全国尾矿地球化学调查:需求及工作思路

张学君^{1,2,3}, 孙彬彬^{1,3}, 程志中^{1,3}, 周国华^{1,3}

(1. 中国地质科学院 地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 中国地质调查局, 北京 100011; 3. 中国地质科学院 应用地球化学开放实验室, 河北 廊坊 065000)

摘要: 尾矿资源综合利用是解决我国资源与环境问题的重要途径之一。从我国尾矿具有的巨大潜在资源价值及生态环境有害效应出发, 得出全面实施全国尾矿地球化学调查与评价是尾矿综合利用和矿区生态环境保护的迫切需要的认识, 介绍了全国尾矿地球化学调查的基本思路及方法技术, 展望了尾矿地球化学调查成果资料的应用前景。

关键词: 尾矿; 地球化学调查与评价; 综合利用

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2011)06-0715-03

资源和环境是全球关注的热点问题。随着我国工业化和城镇化进程的不断加快, 资源和环境问题日益突显, 成为我国政府面临的重大问题。在不断加大地质勘查力度, 发现新矿产地的同时, 提高矿产资源开发和尾矿综合利用水平, 是解决资源短缺的重要途径。解放以来几十年的矿业大开发, 积累了几十亿吨各类尾矿, 这些尾矿中蕴含着许多宝贵的资源, 如能利用好这些资源, 既可缓解资源紧缺的问题, 又可对耕地和环境保护产生积极影响^[1-2]。

1 我国矿山尾矿特征

1.1 潜在资源巨大

尾矿是矿业废弃物的重要组成部分。我国现有尾矿库 12 718 座。截止 2007 年, 全国金属尾矿堆积总量为 80.46 亿 t^[3]。仅 2007 年, 全国尾矿排量近 10 亿 t。尾矿的大量堆存, 带来了资源、环境、安全和土地等诸多问题, 尾矿中的有害元素对生态环境造成巨大的威胁, 但同时尾矿资源又含有大量可供利用的有价值成分, 潜在价值高。

我国金属矿产种类繁多, 有色金属矿床的伴生、共生组分多, 尾矿中多种有价值的元素含量较高, 某些有用金属元素含量甚至超过原矿。由于历史原因, 如计划经济单一, 开发技术不平衡, 选矿难度大及违法违规开采等, 致使有用元素和矿物的回收率不高, 综合利用率低, 有色金属矿山采选的金属量损失一般为 40%, 有的甚至采一矿丢几矿, 损失相当

严重。一些矿山虽然实施了综合回收技术, 但有用组分的回收率仍较低, 如狮子山铜矿, 金的回收率只有 30%~50%; 德兴铜矿每年排放的绢云母达 400 t^[3], 绢云母可作为高级化妆品的原料, 塑料、橡胶、造纸填料, 节能陶瓷原料, 电气工业中的熔结剂等。一些尾矿经人工富化后, 可达到或超出原生矿的工业品位要求。因此, 合理、充分地开发利用尾矿资源, 对于解决资源紧缺危机具有重要的现实意义。

1.2 堆放事故频发

很多尾矿库超期或超负荷使用, 甚至违规操作, 使尾矿库存在极大安全隐患, 对周边地区人民财产和生命安全造成严重威胁。近年来, 尾矿库垮塌事故频发, 2008 年 9 月 8 日, 山西省临汾市襄汾县新塔矿业有限公司尾矿库垮塌, 造成 268 人死亡的重大事故。仅 2010 年就发生了 3 起尾矿库垮塌事故, 2010 年 7 月 14 日, 浙江淳安县梓桐镇一处铅锌矿场尾矿库排污管线发生爆裂, 5 000 t 矿渣随洪水冲入溪流, 导致千岛湖上游水系污染; 7 月 24 日, 河南省栾川县境内一座尾矿库溃坝, 倾斜的矿渣吞噬了 25 户房屋, 并裹挟着大量山石、树木滚入伊河, 导致 100 多公里外的潭头镇汤营村伊河桥垮塌, 造成 44 人遇难, 22 人失踪; 9 月 27 日, 广东信宜紫金矿业银岩锡矿尾矿库发生溃坝, 造成 28 人死亡或失踪。

尾矿类型繁杂, 规模大小不一, 存放类型多样, 占用了大量的土地资源。截至 2007 年, 全国矿业开发占用和损坏的土地面积为 16 580 km²。矿山尾矿、

废石直接破坏和占用土地以每年 200 ~ 300 km² 的速度增加,间接污染的土地面积高达 67 km²。

1.3 环境污染问题突出

大部分尾矿库存在不同程度的环境污染。尾矿中镉、砷、汞、硫等有毒有害元素污染地表水和地下水,尾矿库中灰状尾砂尘粒随风飘扬污染空气,黄铁矿等含硫化物高的尾矿因自燃释放出有害的 SO₂ 气体,成为环境污染源。如:广东大宝山多金属矿废水对河流沿岸土壤的重金属污染,使整个矿区河流沿岸表层土壤都受到不同程度的 Pb、Cd、Cu、Zn 污染,以 Cd 污染最为严重;湖北省大冶地区,除铜山口选铜尾砂等 3 处废水进行处理并回收再利用外,其他均无处理措施,任其排放,对环境造成一定影响。尾砂废水对地表水的污染主要是通过管道外排或自然外流,造成江、河、湖泊污染,被污染水体呈乳白色、灰色、黄褐色,局部水体表面有泡沫等,水色浑浊,水质大于 V 类。德兴地区的矿产开发,造成鄱阳湖的重要支流乐安河严重污染,水体污染长度达 100 km 以上,尾矿堆积对地下水的污染更为严重。

1.4 综合利用前景广阔

矿产资源不可再生,回收利用尾矿资源是环境与社会协调发展的需要。一方面,回收利用尾矿资源可以缓解尾矿环境污染,推动矿山向“资源化、复垦化、无害化”方向发展,因为即使是砷、镉、汞等有毒有害元素,也是工农业甚至航天高科技发展不可缺少的原料,作好砷、镉等的回收,不仅可减少环境

污染,而且可以变害为利,消除潜在的灾害威胁,取得良好经济效益。另一方面,回收利用尾矿资源也是解决矿产资源供需矛盾的重要途径,特别是 20 世纪 50 ~ 60 年代兴建的老矿山,在资源日渐枯竭的情况下,如果能作好尾矿的综合利用,可以在一定程度上缓解矿山资源接替问题,也可成功实施矿山转产、分流,人员安置,就业问题,有利于社会稳定。

尾矿资源具有巨大的综合利用潜力。我国许多矿种伴生元素丰富,过去由于受技术水平、装备性能、选矿工艺的限制和管理原因,采冶水平和矿石的综合利用低,伴生矿物、重要金属元素,特别是稀有分散金属元素(如镓、锗、铟、碲)未充分回收利用。湖北大冶多金属矿、湖南柿竹园多金属矿、黄沙坪铅锌矿、云南个旧锡多金属矿、广东凡口铅锌矿的尾矿采样分析发现,尾矿样品中含有大量可被利用的稀有分散元素,具有综合利用价值(表 1、表 2)。尾矿中的金属和非金属大都是可利用的矿产资源,随着采冶技术的进步,矿产品价格的提升,尾矿综合利用经济技术条件日益成熟。

尾矿资源综合利用,是开拓地质工作新领域,延长地质工作链的重要体现,是 21 世纪矿产综合利用范围最广、潜力最大的领域,将是人们争先利用的新资源,是矿山企业振兴的坚实物质基础。根据国内外经验,尾矿综合利用属于非传统产业,是采用高新技术手段充分利用再生资源,产出高附加值,具有综合服务功能的绿色新型产业。

表 1 湖北大冶各矿区尾矿中稀有分散元素含量 10⁻⁶

矿区名称	Cd	Ge	In	Se	Te	Tl
龙角山铜矿	0.58	26.7	1.23	4.7	0.45	0.38
龙角山铜矿	0.34	27.3	1.03	0.62	0.18	0.68
铜山口铜矿	41.8	0.4	3.99	142	5.4	1.9
铜山口铜矿	0.73	1.04	0.15	3.9	0.43	0.57
铜山口铜矿	0.74	1.28	0.18	6.5	0.52	0.65
铜录山铜铁矿	0.6	1.1	0.97	0.49	0.34	0.4
铜录山铜铁矿	0.47	1.62	1.19	0.46	0.67	0.31
铜录山铜铁矿	0.72	1.3	1.23	0.46	0.36	0.4
石头咀铜铁矿	0.43	1	0.08	1.9	0.36	1

表 2 湖南—广东有色金属矿区尾矿中稀有分散元素含量 10⁻⁶

矿区名称	Cd	Ge	In	Se	Te	Tl
凡口铅锌矿	7.8	1	0.058	1.79	0.09	0.58
凡口铅锌矿	6.3	1.6	0.042	0.17	0.14	0.44
水口山富家湾铅锌矿	10.3	0.72	0.28	4.59	1.34	0.9
水口山富家湾铅锌矿	32.2	0.54	0.43	6.99	1.68	1.01
柿竹园多金属矿	1893	12.24	8.3	0.35	3.65	3.65
柿竹园多金属矿	548	16.74	7.6	0.31	2.81	3.37
黄沙坪铅锌矿	47.3	1.14	3	1.49	3.52	53.9
黄沙坪铅锌矿	83.6	0.94	3.9	2.77	3.44	74.2

2 尾矿地球化学调查需求

虽然我国一些矿区针对尾矿开展了大量的调查研究^[4-7],但许多矿山企业对尾矿的储量、产量、矿物成分、化学成分、矿物粒度分布特性和有价组分的类型、含量、赋存状态及变化等情况仍不了解。各类矿山的行业主管部门缺乏本行业矿山系统的尾矿资源信息,没有全面开展过本行业矿山的尾矿资源系统勘查评价工作,更没有任何行业主管部门建立跨行业的尾矿资源数据库和使用分配平衡表,指导各类尾矿资源的开发利用。

由于过去生产力发展水平和采选技术等原因,矿石中许多有用组分未得到充分回收利用,伴随尾砂进入尾矿库。相当长时期内,我国矿山开发管理制度不健全,采富弃贫现象普遍,矿石有用组分回收率低,资源浪费严重,一些低品位矿石也直接进入尾矿中。要综合利用这些尾矿资源,首先必须弄清尾矿资源贮量和分布,对尾矿库进行系统钻探取样与分析,评价其资源量和可利用性,摸清全国尾矿资源的“家底”。

尾矿资源的开发利用要走依法、科学、有序的可持续发展之路。以高新技术为依托,将金属资源和非金属资源整合开发;采用高科技,走高起点、整合开发、综合利用之路,杜绝和防止走低水平、高污染和浪费资源的老路。为此,必须开展尾矿资源评价工作,全面、系统地掌握尾矿的矿物和化学元素组成,查明可供回收利用的元素种类,为尾矿整合、开发利用提供基础依据。

3 尾矿地球化学调查思路

由于矿山开采历史及各开发阶段主要矿种类型的不同,尾矿排放的复杂性(一个尾矿库对一家选厂、一个尾矿库对多家选厂),不同历史时期选矿水平、资源回收率的差异,以及元素在表生地球化学条件下及尾矿库各种残留药剂作用下可能产生明显的次生富集等原因,尾矿库内不同位置、不同深度(层位)的尾矿类型及其矿物、化学元素组成往往有较大变化,因此,有必要建立一套适用于不同尾矿类型的尾矿地球化学普查技术方法,客观、有效地评价尾矿中潜在的可利用元素储量,进而开展全国尾矿地球化学调查。

尾矿作为一种“人工矿床”,对其进行储量估算时应和其他原生矿床一样,进行三维立体计算。因

此,调查时必须在尾矿库开展钻探工作,并通过试验确定合理的钻孔布设密度及地球化学样品采集方法、间隔,这些技术参数的确定需考虑不同尾矿类型的适用性,同时兼顾调查成本与储量估算精度要求。

尾矿堆积产生的生态环境污染主要通过河流、土壤和地下水向外扩散,对周边生态环境造成影响。近年来,由于尾矿造成的生态灾难屡见报道,我们需要系统调查全国尾矿堆积带来的生态影响,从土壤、水系沉积物、地表水、地下水和生物等方面调查,查明尾矿的迁移途径和范围,提出治理的方法,为建设绿色矿山提供依据。

此外,项目需建立相应的全国尾矿地球化学数据库,以便于成果资料更好的服务于尾矿综合利用及其相关领域。

4 结语

目前我国已开展了全国尾矿地球化学调查与评价工作,预期在“十二五”期间基本摸清全国尾矿资源量情况以及各尾矿堆积对生态环境的影响程度和范围,为国家矿产资源的节约与综合利用、绿色矿山的建设提供基础性资料。

尾矿综合利用是一项较复杂的系统工程,涉及地球化学、选冶、遥感、钻探、元素及矿物分析、环境评价、生态修复、工程学等多个学科,尾矿地球化学调查是勘查地球化学方法在新领域拓展的一种尝试,需与其他学科、部门以及矿山企业的相关人员共同努力,以达到尾矿综合利用的最终目标。

参考文献:

[1] 印万忠,李丽匣. 尾矿的综合利用与尾矿库的管理[M]. 北京:冶金工业出版社,2009.

[2] 张锦瑞,王伟之,李富平,等. 金属矿山尾矿综合利用与资源化[M]. 北京:冶金工业出版社,2010.

[3] 张进德. 全国矿山地质环境调查综合研究成果报告[R]. 中国地质环境监测院,2007.

[4] 黄兰椿,周永章,付善明,等. 大宝山多金属硫化矿尾矿综合利用途径研究[J]. 金属矿山,2009(7):164-168.

[5] 刘忠明,孔繁河,刘晓妮,等. 鄂东南金属矿山尾矿资源调查及保护、开发利用建议[J]. 资源环境与工程,2009,23(4):473-476.

[6] 刘侦德,李蕾,伏志宏,等. 凡口铅锌矿堆存尾砂资源开发利用调查研究[J]. 采矿技术,2008,8(5):101-103.

[7] 陈志强,苏亮,杨保疆. 广西南丹地区有色金属尾砂型人工矿床地质特征及其资源化[J]. 地质找矿论丛,2005,20(增刊):139-144.

GEOPHYSICAL ORE-PROSPECTING MODEL AND RESOURCE ESTIMATION OF THE HUIMIN IRON DEPOSIT IN LANCANG COUNTY, YUNNAN PROVINCE

YANG Gong, LI Kai-bi, CHEN Yuan-kun

(Geophysical-Geochemical Exploration Branch, Yunnan Institute of Geological Survey, Kunming 650216, China)

Abstract: The geophysical ore-prospecting model of the Huimin iron deposit was established on the basis of studying the characteristics of gravity and magnetic field of the Huimin iron deposit at three different levels. Combined with the proven bore hole data and the parameters of the ores, the authors got the resource quantity of C1 and C2 magnetic anomalies along No. 76 exploration line by using magnetic anomaly to fit the volume of iron ore body. The resource quantity of other magnetic anomalies was also obtained by analogy. A comparison with the proven resource shows that there exists some potential in search for iron ore bodies in this area.

Key words: Huimin iron deposit; characteristics of gravity and magnetic field; geophysical ore-prospecting model; resource estimation

作者简介: 杨功(1968 -), 男, 物探高级工程师, 长期从事矿区及基础性物化探工作。

上接 717 页

NATIONWIDE GEOCHEMICAL SURVEY OF MINE TAILINGS: DEMANDS AND IDEAS

ZHANG Xue-jun^{1,2,3}, SUN Bin-bin^{1,3}, CHENG Zhi-zhong^{1,3}, ZHOU Guo-hua^{1,3}

(1. Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China; 2. China Geological Survey, Beijing 100011, China; 3. Laboratory for Applied Geochemistry, CAGS, Langfang 065000, China)

Abstract: Comprehensive utilization of mine tailings is an effective method for solving the problem of coordination between resources and environment. Based on analyzing potential resource value and environment effect of mine tailings, this paper points out the necessity and importance of nationwide geochemical survey of mine tailings for tailing comprehensive utilization, describes the ideas and methods of nationwide geochemical survey of mine tailings and forecasts the application prospect of data and achievements obtained in this survey.

Key words: mine tailings; geochemical survey and exploration; comprehensive utilization

作者简介: 张学君(1979 -), 男, 工程师, 从事勘查地球化学研究、应用与管理工