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

陈志强[1], 苏 亮[2], 杨保疆[3]
(中国冶勘总局 第一地质勘查院,河北 三河 060000;
2. 广西壮族自治区 南丹县国土资源局,广西 南丹 547200;
3. 南宁中冶岩土工程有限责任公司,南宁 530022)

摘 要: 广西南丹地区尾矿分布于大厂、车河、芒场等矿区。尾砂来自以锡石为主的多金属矿床,尾砂中除 Sn,Pb,Zn,Ag,Sb 的质量分数达到工业指标外,Au 亦达到综合利用指标。通过试验证明,对尾矿中的细微粒锡石可采用风力分级选矿、磁选和化学选矿等方法回收;尾砂中的非金属资源可作为填充材料、水泥原料利用,使尾砂型人工矿床充分的资源化。

关键词: 锡多金属矿;尾砂型人工矿床;尾砂资源化;南丹地区;广西
中图分类号: P613;P618.4 **文献标识码**: A **文章编号**:1001-1412(2005)S0-0139-06

1 南丹尾矿资源评价工作

为落实广西壮族自治区政府关于"搞好尾矿资源综合利用开发和环境污染治理"工作布署,南丹县国土资源局与南宁中冶岩土工程有限责任公司决定开展南丹县有色金属尾矿资源地质评价工作,并委托中国冶勘总局第一地质勘查院衢州分院承担评价工作。

在地质评价工作中,基本查清了南丹县的尾矿资源,完成了全县尾矿库的勘查工作,统计 61 个尾矿库共有尾砂量约 2 500 万吨,提交了龙泉中心库、坡前、五米桥、南阳、大宇等 5 个库的尾矿资源地质详查报告,该报告已经广西壮族自治区储委资源咨询有限公司评审通过。经认定的资源量见表 1。

南丹的尾矿库主要分布于大厂、车河、芒场 3 个矿区。据调查,20 %的尾矿库无人管理,60 %的尾矿库没有安全利用的设计方案,50 %以上的尾矿库属病(险)库。以往矿山主要是回收利用锡等主要组分,尾砂中除 Sn,Pb,Zn,Ag,Sb 的品位达到工业指标外,其中还普遍含 Au,并达到 0.1×10^{-6} 的综合利用指标。

通过本次尾矿资源评价,对解决当前矿山的资源危机、保障矿业可持续发展、充分合理利用现有的尾砂矿资源具有积极的促进作用。

表 1 南丹县尾矿库资源量一览表

Table 1 Mineral resource volume of tailing dams in Nandan county

尾矿库名称	矿砂量(万 t)	Sn(t)	Zn(t)	Pb(t)	Sb(t)	Ag(t)
龙泉中心库	99.14	6222	15203	9757	9719	46
坡前库	361	178	843	461	469	2
五米桥库	23.79	1284	3980	2124	1980	12.6
南阳库	16.72	765	2054	1529	1661	8.75
大宇库	18.15	1077	2865	1568	1557	9.8

2 尾矿资源成矿背景分析

2.1 物质来源分析

丹池成矿带是我国重要的有色金属基地,矿带内重要的矿田有大厂、芒场等,主要是以锡为主的多金属矿床,其次是铅、锌、铜、锑、钨、汞、银、硫和砷,此外还有铋、镉、镓、铟、金、硒及萤石等。

收稿日期:2005-03-17

作者简介:陈志强(1966-),男,浙江东阳人,高级工程师,学士,1988 年毕业于浙江大学地质学系,从事矿产地质勘查和资源综合利用研究工作。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

大厂矿田是世界上最富的的锡多金属矿田,矿田内铜坑矿含锡细脉带、V91,V92 重叠式富矿体和巴厘—龙头山深部 V100,V105 巨型特富矿体(均为锡石-硫化物型)为主要开采对象,其次为拉么锌铜矿、大福楼-坑马锡锌矿、茶山锑矿。矿石工艺矿物学特性基本相近,但各矿体内矿石矿化类型、有用金属元素种类、含量有些差异,各矿体内矿石具体特性如下:

(1)矿石可分为 4 种矿化类型:锡多金属矿化、锌铜型矿化、锡锌矿化、锡-铅-锑矿化。

(2)金属矿物种类多,硫化物含量高。矿石中硫化物含量一般 20 %～30 %,但大型特富的 V100,V105 矿体硫化物含量均 > 80 %。

(3)矿石品位高,伴生组分多。目前,含 Sn,Pb,Sb,Zn 和 Ag 等 5 种元素的矿石是主要开采对象,矿石中伴生组分主要有 In,Cd,As,S 和 Au。

(4)矿石构造简单、结构复杂。有用矿物嵌布关系复杂,锡石、铁闪锌矿、脆硫锑铅矿与磁黄铁矿等嵌布关系密切,有 60 %～80 %的锡石嵌布在硫化物中。

综上说明:以锡石为主的多金属矿物矿化强度大、伴生组分多、矿石品位富、可选性能好、经济附加值高,为尾矿的形成提供丰富的矿物质来源。

2.2 尾矿形成的外部条件

(1)选矿能力强,尾砂排放量大。南丹县有选矿企业 69 家,总选矿能力为 730 万 t/a,总建设规模为 22 340 t/d,按 85 %排放量计算,日排放量18 989 t,年排放量可达 627 万 t。

(2)技术水平不平衡,选矿方法单一,综合利用率低。早期采用重选方法提取锡石,其他伴生矿物都留在尾砂之中;60 年代开始回收铅、锑、锌等有价元素;70 年代选冶目的矿物增加到 3 种,即锡石、脆硫锑铅矿、铁闪锌矿,其他伴生矿物仍然在尾矿之中被排放。同时,由于主要目的矿物锡石采用重选回收宜粗磨,硫化物采用浮选分离需细磨,这一在选别粒度上的矛盾,始终没有彻底解决,至今锡的回收率仍较低,致使细微级锡石仍以"浆矿锡"的形式排放于尾砂之中,其量不少,品位均在 1.00 %上下,龙泉中心库就是典型例证。

(3)生产管理薄弱,人为造成尾矿富化。①矿山仅对锡、铅、锑、锌等进行回收,毒砂、磁黄铁矿、黄铁矿等虽然相对富集,仍排放于尾砂之中,经查明:由于毒砂等主要载金矿物的人工富集,原矿中 $w(Au)=0.30\times10^{-6}$,而在尾砂中 $w(Au)=0.70\times10^{-6}$,最高达 2.94×10^{-6}。同时由于毒砂的相对富集,$w(As)>20\%$。②对矿山的选矿回收率监督不够,一些企业片面追求眼前利益,简化原设计选矿流程,采富弃贫,致使相当一部分有用资源流入尾矿之中。③有些生产单位因回收手段原始,或者人为地把部分中度矿排放于尾矿之中。

3 尾砂矿床地质特征:以龙泉中心库为例

龙泉中心库尾砂主要由龙泉中心选厂分两阶段分选不同的原矿所排放的固体废料堆积而成,前期为五一矿分选大福楼锡、锌矿,尾砂堆积于初期坝首的底部即现在的坝首至 ZK001 附近的底部,分选的矿种主要为锡、锌矿,尾砂量占 10 %;后成为龙泉中心选矿厂的尾砂库,尾砂主要来自大厂矿田 V100,V105 锡多金属硫化物矿石,自 2000 年 10 月形成日处理矿石能力 2 600 t,日排放尾砂量约2 210 t,尾砂的排放方式为上游排放,尾砂堆积有由粗到细的粒度变化偏向,选厂的选矿方法为磁-浮-重联合选矿法,回收率约为 86 %,该期排放的尾砂为库内尾砂的主要来源。该库现有尾砂量约 100 万 t。

本次勘查证实,库中锡品位已达工业利用指标,共(伴)生元素铅、锑、锌、金、银品位亦达综合评价利用指标,已构成一个新的以锡为主的多金属尾矿型人工矿床。

3.1 矿体分布、形态、规模、产状与品位

根据本次勘查所取得的主元素锡的含量,按相关工业指标圈出一个矿体,编号为 33C-6-1#。矿体形态受库区地形地貌控制,平面上呈"长角辣椒"形,EW 向展布,纵剖面呈一"船"形(图 1,图 2)。由于选矿厂在不同年代分选来源不同的原矿石,因此,该尾砂矿体可圈出一个年代层,主要分布在坝首至 ZK001 附近。

矿体长轴方向长 540 m,坝首最宽处 150 m,坝尾最窄处 15 m,平均宽 100 m,坝首最厚 29.50 m,坝尾厚 3～4 m,平均厚 12.02 m,储量估算矿砂量 991 382t,规模属小型。矿体呈不规则层状、似层状产出。矿体平均品位 $w(Sn)=0.63\%$,$w(Pb)=0.98\%$,$w(Zn)=1.53\%$,$w(Sb)=0.98\%$,$w(Au)=0.35\times10^{-6}$,$w(Ag)=47\times10^{-6}$,品位大多分布均匀,品位变化系数平均为 45 %,但贵金属 Au 有局部富集地段,$w(Au)$大于 0.7×10^{-6}可独立圈出 2 个矿

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

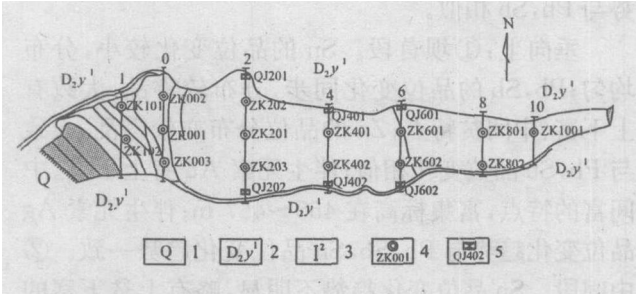


图 1　龙泉中心库锡多金属尾砂矿床 33C-6-1 矿体水平投影示意图

Fig. 1　The horizontally projected sketch of 33C-6 - 1 artificial ore body in the central Sn-polymetal tailing dam at Longquan

1. 第四系　2. 泥盆系益兰组泥岩、页岩夹碳质泥岩　3. 勘探线及编号　4. 钻孔及编号　5. 浅井及编号

块,一个矿块分布于 1～4 线间,平均品位为0.98 × 10^{-6},平均厚度为 4.51 m,储量估算金金属量为 135.88 kg,另一矿块分布于 ZK802 附近,平均品位为 0.80 ×10^{-6},平均厚度为 3.00 m,储量估算金金属量为 4.61 kg,累计金金属量 140.49 kg,占整个矿体金金属量的 42.5 %。

3.2　矿砂质量

该矿床矿砂粒度 - 0.175～ + 0.074 mm 占量 45 %, - 0.074～ + 0.043 mm 占量 40 %, - 0.043 mm 占量 15 %,按颗粒级配分为两种不同的自然矿砂类型:即坝首的中粗粒锡石-硫化物型;坝尾的细微级锡石类型。二者在矿物成分、主要金属矿物特征、矿物的嵌布关系、矿砂粒度分布特点上有所差异。

有用元素的赋存状态:主要目的矿物锡以锡石单体存在,以锡石存在的 Sn 占 94.4 %,锡石中 w(Sn) = 76.77 %～77.30 %;共生元素铅、锑及伴生元素银赋存于脆硫锑铅矿中,含 w(Pb) = 37.63 %, w(Sb) = 36.40 %, w(Ag) = 947.7 ×10^{-6},分布率分别占 96.95 %,97.30 %和 83.40 %。

根据 V100 矿体选矿试验资料,共生元素 Zn 及稀有分散元素 In,Cd 赋存于铁闪锌矿中,铁闪锌矿中的 Zn 分布率占 98.58 %,共生存在的 In,Cd 分布率分别占 86.61 %和 97.63 %。

V105 矿体伴生元素 Au 的主要载体矿物分别为:毒砂产率 31.12 %,单体矿物 w(Au) = 14.80 × 10^{-6};铁闪锌矿产率 23.24 %,单体矿物 w(Au) = 7.10 ×10^{-6};磁黄铁矿产率 12.42 %,单体矿物 w(Au) = 2.00 ×10^{-6}。

3.3　矿砂类型和品位分布情况

(1)矿砂类型。按自然类型主要分为中粗粒锡石-硫化物型及细微级锡石类型。空间分布情况:中粗粒锡石-硫化物型矿砂在平面上主要分布于坝首～6 线间,垂向上主要从地表～455 m 标高段,是最主要的矿砂类型;细微级锡石类型在平面上主要分布于 6 线至坝尾,由矿体顶板至底板均为该类型矿砂,2～6 线 455 m 标高以下至矿体底板的矿砂亦为该类型。细微级锡石类型矿砂量占 40 %左右。原始坝基至 1 线 ZK001 附近,455 m 标高以下至库底储存的矿砂为原五一矿选厂分选大福楼矿区锡、锌矿所排放的尾砂,该类型矿砂颗粒较粗,锌品位低,占整个矿砂量的 10 %左右。

按工业类型分划分为氧化矿砂和原尾矿砂。其中氧化矿砂分布于矿体的表层,厚 0.3～0.6 m,次生变化主要表现为磁黄铁矿、黄铁矿的褐铁矿化,矿砂颜色呈暗红褐色或黑褐色,固结程度较高,在坝首表现更为强烈,但该类型矿砂所占比例很少。

(2)矿砂有用元素品位分布情况。矿砂 Sn 的品位的主要分布区间为 0.30 %～0.40 %, 0.40 %～0.50 %, > 1.00 %共 3 个区间,分别占总比例的 22.3 %,22.7 %,20.6 %;Pb 的品位主要分布区间为 0.50 %～1.00 %和 1.00 %～1.50 %,分别占总比例的 43.8 %和 20.6 %;Zn 的品位主要分布区间为 1.00 %～1.50 %和 1.50 %～2.00 %,分别占总比例的 39.1 %和 27.8 %;Sb 的品位主要分布区间为 0.50 %～1.00 %和 1.00 %～1.50 %,分别占总比例的54.5 %和 19.7 %;Au 的品位主要分布区间为0.10 ×10^{-6}～0.20 ×10^{-6}和 > 0.60 ×10^{-6},分别占总比例的 47.2 %和 16.3 %;Ag 的品位主要分布区间为 25 ×10^{-6}～50 ×10^{-6}和 50 ×10^{-6}～75 ×10^{-6},分别占总比例的 62.2 %和 35.2 %。

为了更直观了解矿体内各有用元素品位的空间分布规律,在对整个矿体各有用元素化验分析结果进行统计分析与研究的基础上,做品位空间分布图。从图 2～图 4 可见:

纵向上:①由坝首至坝尾 Sn 的品位由低到高,持续上升。②Pb,Sb 共生,品位变化趋势一致,密切相关。分布趋势大致呈两端高、中间低的特点。③Zn 的品位变化趋势与 Pb,Sb 的品位变化趋势相似。④伴生元素 Au,Ag 与 Pb,Sb,Zn 的品位变化趋势相似。

横向上:①Sn 的品位变化有中间高、两边低的特点。②Pb,Sb 的品位分布较均匀,由北而南有升

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

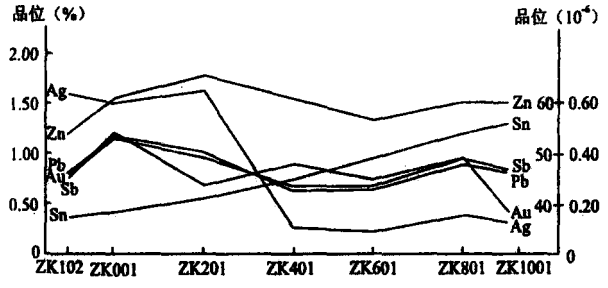


图 2 纵剖面各元素的品位空间分布

Fig. 2 Profile showing spatial distribution of elements

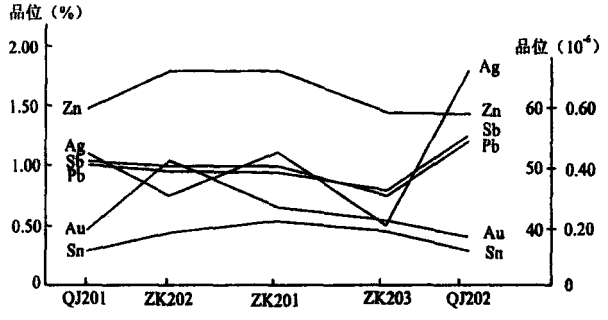


图 3 2 线各元素的品位空间分布

Fig. 3 Ore grade distribtution for each element at line 2

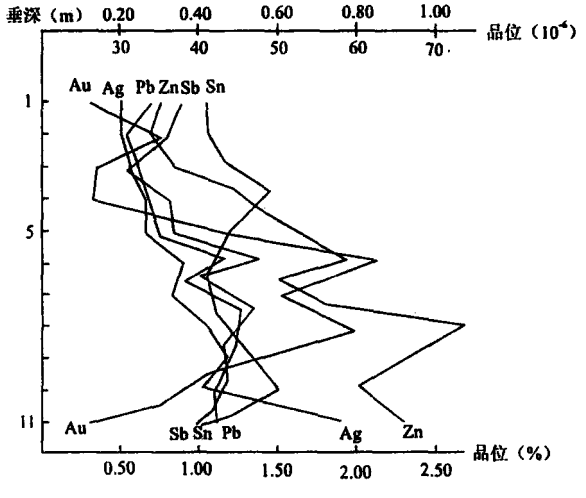


图 4 ZK801 各元素的品位空间分布

Fig. 4 Ore grade distribtution for each elements at drillhole ZK801

高趋势。③Zn 的品位变化趋势与 Sn 相似。④伴生元素 Au 的品位变化趋势与 Sn 大致相似。⑤伴生元素 Ag 与 Pb ,Sb 元素呈正相关关系,品位变化趋势与 Pb ,Sb 相似。

垂向上: ①坝首段。Sn 的品位变化较小,分布均匀;Pb ,Sb 的品位变化同步,分布较零乱,大致有上下富、中间贫特点;Zn 的品位分布亦较零乱,大致与 Pb ,Sb 品位变化相似;伴生元素 Au 有上下贫、中间富的特点,富集标高在 455～467 m;伴生元素 Ag 品位变化趋势与 Pb ,Sb ,Sn 品位变化趋势一致。②中间段。Sn 品位变化趋势不明显,略有上贫下富的特点;Pb ,Sb 品位变化略有上富下贫逐步递减的特点;Zn 品位变化趋势与 Sn 相似;伴生元素 Au 有上下贫、中间富的特点,富集标高在 455～462 m;伴生元素 Ag 品位变化趋势与 Pb ,Sb 品位的变化趋势一致。③坝尾段。Sn 品位的变化趋势不明显,分布较均匀;Pb ,Sb ,Zn ,Ag 品位变化趋势一致,有上贫下富、逐步递增的特点;伴生元素 Au 有上下贫、中间富的特点,富集标高在 454～458 m。

3.4 尾砂矿床成因分析

尾砂矿床的形成受控于入选原矿特性(矿源背景)和选矿工艺(外部条件)两个方面。龙泉中心库的锡多金属尾砂主要来自大厂矿田锡多金属矿和大福楼锡锌矿。

(1)尾砂矿床赋存于地表,为单一独立矿床,呈松散砂状,无盖层,为地表资源。

(2)矿床形态受控于库区地形地貌;矿床规模受控于库容量和选厂排放的尾砂总量;矿床呈层状、似层状产出。

(3)矿砂矿物成分、有用元素含量和种类受控于选厂分选原矿的矿石类型和品位、选厂所分选的矿种、选矿方法和工艺流程及回收率。原矿底蕴大,尾矿品位高;一般矿山越老,选矿技术越落后,尾矿品位越高;分选过的矿种的含量有所降低,未经分选的矿种则有二次富集作用,其含量相对升高;如金的品位普遍升高。矿砂粒度受控于选厂的选冶技术条件,一般介于 60～325 目;矿砂粒度分布及品位的空间分布规律受控于尾砂排放方式,龙泉中心库尾砂主要为上游排放,因而有较系统的流向和沉积环境,由西向东(由坝首向坝尾)尾矿砂颗粒由粗变细,锡品位由低变高。

矿砂的岩石化学类型为长英岩型尾矿,具有富铁、多钙、少镁钛、钾钠低的特点。

4 关于尾矿资源化问题

我国近些年来对资源的大量开采,使有色金属

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

矿山的资源危机日显突出,不少矿山已进入了中晚期开采,开采成本越来越高,为尾矿的资源化提供了契机。

为了从尾矿中综合回收锡及其他有价元素,中南冶金地质研究所和武汉理工大学长城机械制造厂等单位进行联合攻关,针对本区难选类型的细微级锡石类型矿砂进行了初步的选矿试验,对细微级锡石的回收采用风力分级选矿、磁选、化学选矿。

(1)风力分级选矿:通过风选试验可知,风选可提高原锡品位 40 %左右,由 $w(Sn)=0.68\%$ 提高到 0.94 %～1.00 %,而 Sn 的回收率可达 97 %～99 %,锡石损失极微。集尘产品含锡品位提高 10 %以上,Sn 回收率为 98 %。表明风力选别方法可富集部分产品,对锡石有一定的分选富集作用。风选作业可减少下段选别作业中锡的流失,提高锡石的回收率。

(2)磁选及化学选矿:探索试验进行了磁选的场强考察,目的是排除铁的硫化物对锡石提高品位的影响,结果表明磁选有利于提高锡石的品位,但磁场强度不宜过高,否则会影响锡石的回收率;细微级锡石的选矿技术一直是个技术难关,由于粒度过细锡石表面特性复杂,常规的选矿方法难以奏效,经过本次化学选矿探索试验可知,化学选矿有富集作用,为后续试验提供了思路。

(3)关于粗粒锡石-硫化物型矿砂的选矿回收技术,主要参照原矿的"重-磁-浮-重"流程;本区沙坪选矿厂回收尾矿的工艺采用浮-磁-重联合流程,分别选锡精矿、高铅锑精矿、锌精矿。

金矿的选冶方法引进中国科学院金属研究所《含砷难浸浮选金精矿常温常压强碱浸预处理-氰化提金新工艺》。

(4)非金属资源的综合利用:尾矿中有 80 %以上的非金属矿产资源,因本次地质评价工作重点是有色金属资源,工作中我们按照尾矿整体利用资源化,治理尾矿环境污染,变废为宝的方向进行相关的探索。

①全县的尾矿在提取再利用有价组分后,亦可称为复合型矿物原料,部分可作为充填料用。据调查,大厂地区有 500 万 m^3 采空区,其中,巴力—龙头山 V100 矿体自地表到 - 79m,有 800m 高程的巨大采空区,至少有 250 万 m^3 空间区,已列为国家级特大事故隐患区。其次在 - 79 米～181 水平 V105 矿体有 100 万 m^3 采空区,铜坑矿采空区有 150 万 m^3,尾砂需要上千万吨、需要上亿的资金解决充填问题。如能借鉴甘肃金川有色金属公司采用"全尾砂胶结充填采空区"工艺,就地取材,能降低成本,对消除安全隐患、减少环境污染,逐步实现无尾矿绿色矿业工程具有重大意义。

②"浆矿锡"尾砂可做水泥原料。据资料显示,当铅锌尾矿 CaO 的质量分数较高而 MgO 较低时,则用作水泥原料,具体要求为:当尾砂的矿物成分主要是石英、方解石,钙硅比 $CaO/SiO_2=0.50$～0.70,其中 $w(CaO)=18\%$～25%,$w(Al_2O_3)>5\%$,$w(MgO)<3\%$,$w(S)=1.5\%$～3% 时,可烧制低标水泥,当 $w(CaO)<18\%$,而 $CaO/SiO_2<0.5$ 时,可采用外配石灰或加石灰石以调节生料中 CaO 的含量,满足上述要求。

尾矿中 Fe_2O_3 是水泥的有益成分,适量的 Fe_2O_3 能降低烧制温度,而 MgO,TiO_2,K_2O,Na_2O 是水泥原料的有害成分,其含量控制在 $w(MgO)<3\%$,$w(TiO_2)<3\%$,$w(K_2O+Na_2O)<4\%$,$w(S)<1\%$。对照上述要求,龙泉中心库"浆矿锡"尾矿具有富铁、多钙、少镁钛、钾钠低特点,基本上达到上述要求,应进一步研究和试验。

③全县库区的脉石矿物中普遍含萤石,已有人搞回收,现通过尾矿二次选矿,肯定富化,故值得重视,能否纳入整体综合利用范围中,需进一步调查。

5　几点建议

(1)尾矿属于非传统矿产资源,作为二次资源其潜在的价值非常突出,但是多年来对尾矿资源综合利用并没有得到应有的重视,应当对全国现有的有色金属矿山的尾矿资源进行全面的调查,摸清尾矿的资源量(有用组分、分布特点、含矿品位、有用组分储量)、类型、质量,并进行相应的经济技术评价。大力推进尾矿的综合利用研究,在管理上应把尾矿资源真正当成地表矿产资源纳入法制化、规范化管理轨道。南丹县国土资源管理局把全县的尾矿资源根据矿法进行了统一的管理和勘查,值得借鉴。

(2)尾矿的污染现状和安全隐患(如泥石流等地质灾害)是有目共睹的,因此尾矿的利用要以资源化、无害化和整体利用为原则,并进行无尾矿工艺的研究,实现无尾排放。

(3)尾矿的综合利用是一个系统工程,涉及面很广,在权属上有国有和民营之分,在行业内涉及到地质、采矿、选矿、冶炼,在行业外有化工、建材、建筑,在管理上涉及到安全、环保、农业、林业诸部门,因

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

此,应按照国家《矿产资源法》的要求,由主管部门实 综合利用工作。
行统一规划、统一协调,实施尾矿资源的调查研究和

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND MINERAL RESOURCES OF ARTIFICIAL ORE DEPOSITS IN TAILING DAMS OF NONFERO-METAL MINES IN NANDAN AREA, GUANGXI

CHEN Zhi-qiang[1], SU Liang[2], YANG Bao-jiang[3]

(1. *The Ist Geological Exploration Institute, Sanhe* 060000, *China;*
2. *Nandan County Land and Mineral Resources Bureau, Nandan* 547200, *China;*
3. *Rock and Earth Engneering Co. Ltd., Nanning* 530022, *China*)

Abstract: Tailing dams are built in Dachang, Donghe, Mangchang mining districts in Nandan area, Guangxi province. They are tailing of polymetal deposits dominated by cassiterite. Sn, Pb, Zn, Ag, Sb concentrations of tailing reach the industrial index, Au also to the index. Experiments show that the fine-micro-grain size cassiterite can be recovered by step-air flow, magnetic beficiation methods. In addition to the metals non-metal materials can be recovered as filling material and raw materals for cement.

Key words: Sn polymetal ore; artificial ore deposit of tailing dam; tailing resource; Nandan area; Guangxi

(上接第 110 页)

[2] 王道经,傅群和,赵银海. 湘南岩溶残余堆积型锰铁矿基本特征及其开发利用前景[J]. 湖南省地质学会会刊,2000,(1):58-61.
[3] 蒋年生. 湘南红土型金矿地质特征及控矿因素[J]. 湖南地质,1999,(2):79-83.
[4] 任美锷. 中国自然地理纲要[M]. 北京:商务印书馆,1985. 25-28,186-267.
[5] 姚敬劬,苏长国,彭三国,等. 湘中湘南古构造成锰盆地及锰矿找矿[M]. 北京:冶金工业出版社,1998. 169-190.

DISCUSSION ON ORE FORMATION MECHANISM OF LANSHAN STYLE OXIDIZED Fe-Mn DEPOSIT IN SOUTHERN HUNAN PROVINCE

ZHOU Shang-guo, FU Qun-he, WANG Yong-ji

(*Central South China Geological Exploration Institute of CGEB, Wuhan* 430081, *China*)

Abstract: Based on summary of characteristics of Lanshan style oxidized Fe-Mn deposits in southern Hunan province the paper discusses the ore-forming conditions (basement structure, sedimentary basin, ore source bed, physiographic condition and Neo-tectonic rework) and mechanism.

Key words: southern Hunan; Lanshan style oxidized Fe-Mn deposit; the ore-forming mechanism

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net