

“花岗岩型”矿全尾资源化综合利用

刘庭忠, 吴师金, 卢一, 周渝

(江西省地质调查研究院, 江西 南昌 330030)

摘要: 利用非传统矿产理论, 剖析四个不同矿种的“花岗岩型”矿的尾矿特征和综合利用所得产品特征, 分析“花岗岩型”矿全尾资源化综合利用的可行性。通过研究, “花岗岩型”矿尾矿是一个无开采成本和低选矿成本的含云母、长石和石英的非金属矿。其全尾资源化综合利用无论从物质条件、目前技术手段还是经济方面都是可行的。因此, 花岗岩型“矿基本可以实现尾矿资源化和无尾矿”, 在减轻尾矿对生态环境影响的同时, 增加矿山企业的经济收益。

关键词: 全尾矿; 资源化; 综合利用; “花岗岩型”矿

doi: 10.3969/j.issn.1000-6532.2020.04.007

中图分类号: TD989 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2020) 04-0042-07

通过调查江西省 114 家铜铅锌钼金萤石钨矿山企业的尾矿, 其尾矿库内累计库存尾矿量约 78368.84 万 t, 近三年年均排放量累计为 5751.58 万 t, 年均综合利用尾矿量 493.2 万 t, 年均综合利用率约为 9%, 利用方式多为建筑用砂和采空区充填等粗放式利用, 尾矿存放压力越来越大。对于尾矿综合利用, 自上个世纪 80 年代起, 我国就有一定的研究, 当时多集中在有价元素二次回收方面^[1-3]和利用尾矿生产微晶玻璃和微晶陶瓷方面^[4-8]。1998 年 8 月中国科学院赵鹏大、常印佛、刘宝珺、殷鸿福、涂光炽、王淀佐六位院士提出“尽快启动非传统矿产资源发现与开发基础研究”的建议, 以及国家对环境保护的重视程度越来越高, 矿山尾矿减量化逐渐摆在矿山企业面前。进入 21 世纪, 我国尾矿综合利用研究在二次回收有价元素的基础上逐渐转向减量化, 如赖才书、阎赞等对尾矿的二次回收, 用作建筑材料、土壤改良剂

及微量元素肥料以及充填矿山采空区等方面进行了研究^[9-10], 同时, 尾矿中非金属矿利用也开展了研究^[11-13]。刘玉林、刘长淼等从尾矿的主要成分对尾矿进行分类, 梳理了我国在尾矿资源化、减量化和无害化技术及应用现状, 并对我国尾矿综合利用存在问题及需解决的问题提出了建议^[14], 随着近几年倡导绿色生态发展, 尾矿的全尾资源化利用研究迫在眉睫。

江西省花岗岩分布广泛, 以花岗岩为母岩或围岩的有色金属矿、稀有金属矿和非金属矿(以下统称为“花岗岩型”矿)分布较多, 其在开采开发过程中形成大量的尾矿。下面通过分析江西 4 个不同矿种的“花岗岩型”矿(即: 青石钨锡矿、白果锂铷矿、风里背高岭土矿和槽溪山钾长石矿)尾矿资源化综合利用研究现状, 来探讨“花岗岩型”矿全尾资源化利用的可行性。

收稿日期: 2019-05-20; 改回日期: 2019-06-30

基金项目: 地质调查《22 种重要矿产资源节约与综合利用调查》项目(121201017000160901)

作者简介: 刘庭忠(1970-), 女, 高级工程师, 长期从事选矿工程和试验测试技术工作。

1 四个不同矿种的“花岗岩型”矿尾矿综合利用研究

1.1 青石钨锡矿

青石钨锡矿为花岗岩内接触带石英脉型钨锡矿床，并含一定的铜和钼。其围岩为花岗岩。矿石成分中钨锡达到工业品位，铜钼达到综合利用品位。

试验采用重浮联合选矿法，回收了主回收元素钨、锡、钼和铜载体矿物后，并形成大量尾矿，占全矿的99.02%。尾矿的主要化学成分为： SiO_2 78.42%， Al_2O_3 11.08%， TiO_2 0.08%， Fe_2O_3 2.12%， K_2O 4.20% 和 Na_2O 1.55%。其主要矿物成分为石英 39.0%，长石 30.2% 和云母 28.5%。

综合利用试验：云母浮选经一粗一扫二精流程获得云母精矿；长石浮选经一粗一扫二精流程获得长石精矿；长石浮选尾矿经强磁选后得到石英精矿。原则流程见图1。

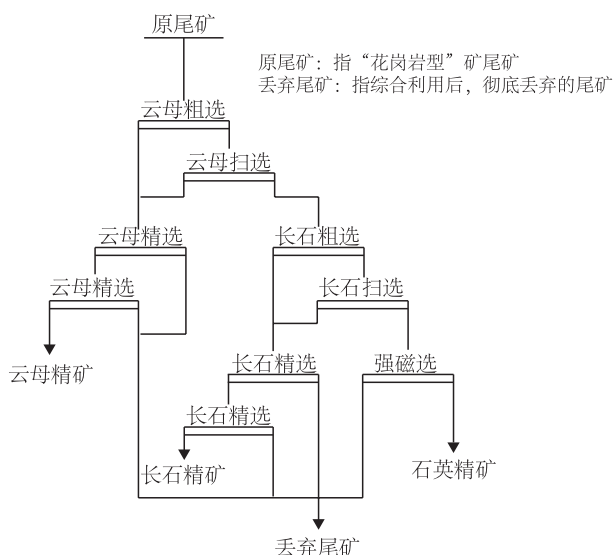


图1 青石钨锡矿尾矿综合利用原则流程图

Fig.1 flow chart of comprehensive utilization Qingshi tungsten and tin tailings

产品指标如下：

①绢云母粉精矿，产率（以尾矿为基数，下同）为31.17%， Al_2O_3 、 SiO_2 、 K_2O 含量达到相应产品要求。

②平板玻璃用长石精矿，产率为12.44%，精矿中 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 含量为13.02%， K_2O 、 Na_2O 含量达到相应产品要求。

③日用陶瓷用石英精矿，产率为37.60%， SiO_2 含量为99.31%，精矿中 Fe_2O_3 含量为0.074%， TiO_2 含量为0.011%， $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ 含量为0.085%，满足相应产品要求。

1.2 白果锂铷矿

白果锂铷矿矿体为蚀变中细粒白云母花岗岩，矿石中 Rb_2O 和 Li_2O 含量分别为0.16%和0.37%。未见锂和铷的独立矿物，锂和铷主要以类质同象的形式分散在白云母中。

试验研究表明：原矿经浮选云母后，尾矿主要化学成分为： SiO_2 76.47%， Al_2O_3 12.17%， K_2O 2.46%， Na_2O 4.6%， Fe_2O_3 1.25%， TiO_2 0.04%，主要矿物成分为：石英40.2%，斜长石56.5%，白云母1.2% 和其他2.1%。

云母尾矿通过一粗二扫三精浮选分离，得到长石精矿和石英，石英经强磁选除铁钛后到石英精矿。原则流程见图2。

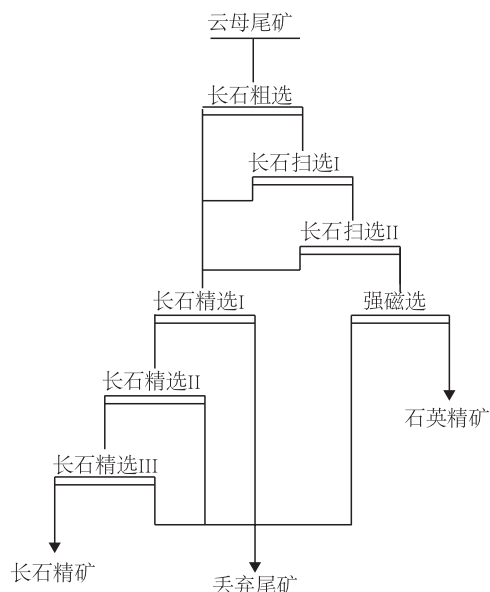


图2 白果锂铷矿尾矿综合利用原则流程图

Fig.2 flow chart of comprehensive utilization Baiguoli rubidium ore tailings

产品指标如下:

①长石精矿: 产率(以尾矿为基数,下同)为 54.08%, 达到日用陶瓷用长石合格品的要求;

②石英精矿: 产率为 38.41 %, 达到日用陶瓷用石英一等品要求。

1.3 风里背高岭土矿

风里背高岭土矿为花岗岩风化残积型高岭土矿, 其母岩为中细粒(斑状)二云母花岗岩和细粒白云母花岗岩。

原矿经碎散-筛分-旋流器分离-磁选-漂白可获得产率为 16.83% 的高岭土产品, 尾矿主要化学成分为: SiO_2 79.39%, Al_2O_3 11.93%, K_2O 3.75%, Na_2O 0.26%, TiO_2 0.11%, Fe_2O_3 1.47%。主要矿物成分为: 石英 48.08%, 长石 26.44%, 白云母 25.18% 和高岭石 0.3%。

综合利用试验: 云母浮选经一粗一扫二精流程获得云母精矿; 长石浮选经一粗一扫经强磁选除铁钛后获得长石精矿; 长石浮选尾矿经强磁选后得到石英精矿, 原则流程见图 3。

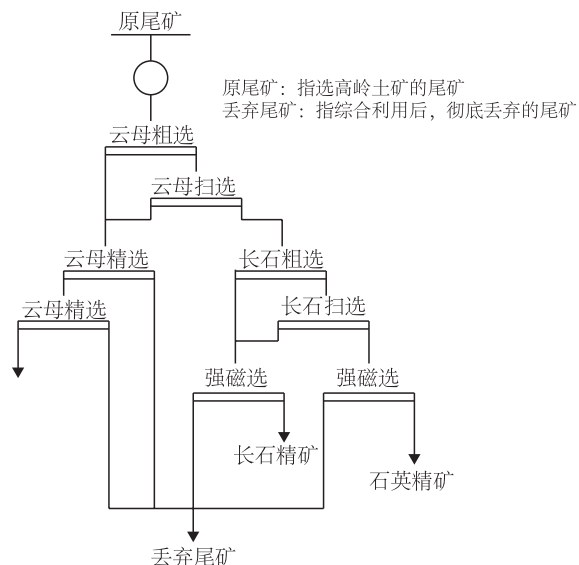


图 3 风里背高岭土矿尾矿综合利用原则流程图

Fig. 3 flow chart of comprehensive utilization Fenglibei kaolin mine tailings

产品指标如下:

①MCA-1 绢云母粉精矿: 产率(以尾矿为基数,下同)为 38.3%, Al_2O_3 23.42%, SiO_2 61.49%,

K_2O 6.02%;

②一级平板玻璃用长石精矿: 产率为 12.14%, K_2O 10.49%, Fe_2O_3 0.14%;

③优等品日用陶瓷用石英精矿: 产率为 42.3%, SiO_2 99.42%, Fe_2O_3 0.016%。

1.4 槽溪山钾长石矿

槽溪山钾长石矿为花岗伟晶岩, 主回收矿物为长石(包含钾长石和斜长石)。尾矿主要化学成分为: SiO_2 79.73%, Al_2O_3 9.63%, TiO_2 0.06%, Fe_2O_3 1.33%, K_2O 3.87%, Na_2O 1.83% 和 CaO 0.24%, 主要矿物成分为: 石英 47.87%, 白云母 41.96%, 长石 8.5%, 其他 1.67%。

槽溪山钾长石矿尾矿综合利用与前面三个矿略有不同: ①槽溪山钾长石矿在浮选长石之前先要通过二次浮选将云母富集, 综合利用云母时, 对云母进行两次精选, 获得云母精矿。②主回收矿物长石是从云母浮选后的尾矿回收。③浮选长石后的尾矿经强磁选除铁钛后到石英精矿, 见图 4 中“石英利用部分原则流程”。可见, 槽溪山钾长石矿的尾矿综合利用贯穿在整个选矿过程中。

原则流程见图 4。

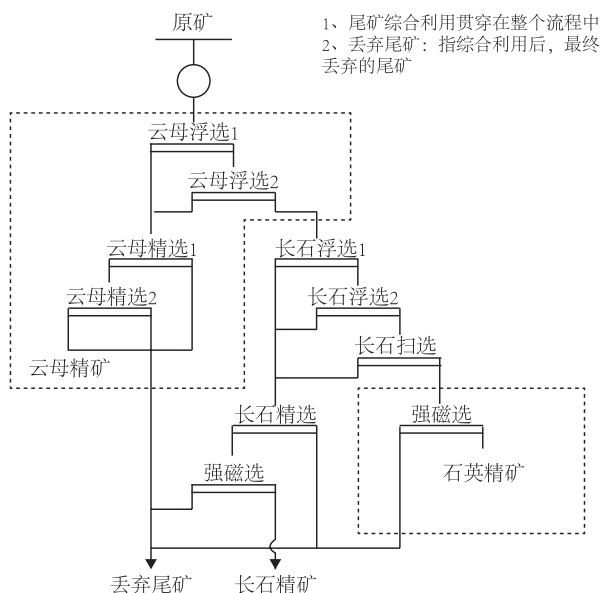


图 4 槽溪山钾长石矿尾矿综合利用原则流程图

Fig. 4 flow chart of comprehensive utilization Chouxishan potassium feldspar mine tailings

产品指标如下:

①长石精矿:产率58.01%,品质达到了目前日用陶瓷用长石钾长石类产品标准一等品。

②云母精矿:产率为18.42%,相对尾矿而言产率为43.87%,产品满足绢云母精矿质量标准MCA-2牌号要求。

③石英精矿:产率为17.95%,相对尾矿而言产率为42.75%,SiO₂含量为99.11%,达到了目前

日用陶瓷用石英砂优等品质量要求。

2 “花岗岩型”矿尾矿特征

前面已经限定“花岗岩型”矿是指围岩或母岩为花岗岩(或花岗伟晶岩)的矿床,此类尾矿主要表现为花岗岩的特点,具体如下:

(1)化学成分主要为SiO₂、Al₂O₃、K₂O和Na₂O等,尤其是SiO₂,其含量高于75%,其次是Al₂O₃,其含量也高于10%,见表1。

表1 尾矿主要化学成分/%

Table 1 Chemical composition of tailings/%

矿山名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	MnO	P ₂ O ₅	其他
青石钨锡矿	78.42	11.08	0.08	2.12	4.20	1.55	0.13	0.83	0.22	/	1.37
白果锂铷矿	76.47	12.17	0.04	1.25	2.46	4.6	0.06	0.48	/	/	2.47
风里背高岭土矿	79.39	11.93	0.11	1.47	3.75	0.26	0.17	0.04	0.12	0.03	2.73
槽溪山钾长石矿	79.73	9.63	0.06	1.33	3.87	1.83	0.28	0.24	0.09	0.47	2.47

(2)尾矿中矿物成分主要为石英、长石(钾长石和斜长石)和云母(白云母和黑云母),见表2。

表2 尾矿主要矿物成分/%

Table 2 main mineral composition of tailings/%

矿山名称	石英	长石	云母	高岭土	其他	合计
青石钨锡矿	39.0	30.2	28.5	1.5	0.8	100.0
白果锂铷矿	57.9	35.4	3.7	/	3.0	100.0
风里背高岭土矿	48.1	26.4	25.2	0.3	/	100.0
槽溪山钾长石矿	47.9	8.5	41.9	/	1.7	100.0

(3)“花岗岩型”矿中石英、长石和云母的嵌布粒度较粗,一般在2mm以上,多在2mm~5mm,甚至更粗。远远粗于主回收矿物,如青石钨锡矿中黑钨矿、锡石等。因此,当磨矿至主回收矿物解离时,形成尾矿的石英、长石和云母早于解离。

(4)在花岗岩风化过程中,石英一般不风化,云母难风化,只有长石是容易风化成高岭土或其他粘土矿物。因此,对于以花岗岩为母岩的风化

残积型矿床,其风化过程也是石英、云母和长石之间的一个解离过程。

综上所述,“花岗岩型”矿尾矿其实就是一个石英、云母和长石完全解离的一个人工非金属矿。

3 “花岗岩型”矿尾矿综合利用产品特征

根据花岗岩的特性,基本决定了其尾矿的特征,也决定了“花岗岩型”矿尾矿资源化综合利用产品种类,从前面四类不同“花岗岩型”矿尾矿综合利用研究结果来看,其综合利用产品具有如下特征:

(1)产品种类为绢云母粉、日用陶瓷用石英和日用陶瓷用长石;

(2)各类产品的质量指标均达到目前国内相应的产品的合格品以上,见表3。

表3 综合利用产品质量一览表/%

Table 3 list of comprehensive utilization of product quality/%

矿山名称	云母					长石					石英					
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	等级	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	等级	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	等级
青石钨锡矿	21.54	57.62	7.69	MCA-2	/	/	18.12	8.1	4.92	67.16	合格品	99.31	0.22	0.07	0.01	一等品
白果锂铷矿	26.9	48.54	7.95	MCA-1	0.16	0.05	14.28	3.89	7.59	68.52	合格品	97.86	1.93	0.04	0.02	一等品
风里背高岭土矿	23.42	61.49	6.02	MCA-1	0.14	0.09	16.91	10.49	0.92	69.62	合格品	99.42	/	0.02	0.01	优等品
槽溪山钾长石矿	20.8	62.44	9.08	MCA-2	0.21	0.01	19.98	9.55	4.47	64.58	合格品	99.11	0.34	0.05	0.01	合格品

注:云母等级执行《绢云母粉》(YS/T 467-2004),长石等级执行《日用陶瓷用长石》(QB/T 1636-2017),石英等级执行《日用陶瓷用石英》(QB/T 1637-2016)

(3) 以花岗岩原岩为围岩的“花岗岩型”矿综合利用长石和石英产品的质量更高,有的可达优等品或一级品。

(4) 以花岗岩为母岩的风化型“花岗岩型”矿综合利用的长石和石英产品的质量相对较差,主要是铁含量偏高,可能是花岗岩含铁矿物在风化过程中以离子相吸附在长石和石英表面,单一物理方法难于将其分离,但借助酸洗或酸浸,除铁效果较好。

4 “花岗岩型”矿全尾资源化可行性

通过剖析青石钨锡矿、白果锂铷矿、风里背高岭土矿和槽溪山钾长石矿的尾矿综合利用研究结果,“花岗岩型”矿全尾资源化综合利用是完全可行的,理由如下:

(1) “花岗岩型”矿尾矿特征表明,其矿物成分基本为石英、长石和云母,其他矿物极少量,为“花岗岩型”矿全尾资源化综合利用提供物质基础。

(2) “花岗岩型”矿尾矿综合利用产品特征可知,无论花岗岩作为母岩,还是作为围岩,“花岗岩型”矿尾矿综合利用的产品绢云母粉、日用陶瓷用石英和日用陶瓷用长石均可达到合格品以上。这为“花岗岩型”矿全尾资源化综合利用指明了综合利用方向。

(3) 从四个不同矿种的“花岗岩型”矿的尾矿综合利用研究发现,其原则流程是相似的,即,首先通过浮选分离云母,云母再精选,得到云母粉精矿,其次通过浮选分离长石和石英,长石再精选,精选后的长石再除铁钛后得到长石精矿,石英经除铁钛后到石英精矿。因此,从选矿技术角度而言,“花岗岩型”矿尾矿综合利用的技术问题就是如何分离云母、长石和石英的问题。云母浮选是目前应用最广泛的云母选矿方法,尤其是细粒云母。随着浮选理论研究和装备研制的逐

步发展,一些新型的浮选技术(如疏水聚团浮选法)和装备(如充填式静态浮选柱等)已广泛应用到云母浮选中,并取得了很好效果^[15]。另外,早在2005年于福顺等在总结无氟浮选分离石英长石工艺技术时就指出酸性浮长石法是最常用方法,中性和碱性条件下的浮选流程最有前景^[16]。现阶段无氟无酸浮选分离长石和石英的技术研究也取得较大的进展^[17]。从选矿技术而言,将尾矿中云母、长石和石英分离是可行的,即“花岗岩型”矿全尾资源化综合利用技术上是可行的。

(4) “花岗岩型”矿全尾资源化综合利用经济也是可行的,这是因为:①不需要另外增加开采方面的投资和开采成本;②选矿方面的主要投资和成本是破碎和磨矿,“花岗岩型”矿全尾资源化综合利用过程中不需要另外增加破碎和磨矿,因此其主要选矿投资和选矿成本也进入了主回收元素的投资和选矿成本中。

5 结 论

(1) 在现有的选矿技术条件下,可以分离“花岗岩型”矿尾矿中的云母、长石和石英,得到相应的精矿产品,均满足相应的产品质量要求,实现了尾矿资源化,为矿山企业增加经济收益。

(2) 通过研究,四个不同矿种的“花岗岩型”矿的尾矿综合利用率在82.19%-95.71%,真正实现尾矿大幅度地减量化。减轻了尾矿对生态环境影响的压力以及尾矿堆积而引起安全压力,为矿山企业取得较好的社会效益。

(3)、“花岗岩型”矿全尾资源化,为类似矿山在绿色矿山建设中的资源综合利用和固废减排提供方向和借鉴。

参考文献:

- [1] 回收低品位矿石与二次资源中有用元素的研究与结果
[J]. 国外金属矿选矿,1985(7):44.
Research and Results on the Recovery of Useful Elements

from Low-grade Ores and Secondary Resources [J]. Mineral Processing Abroad, 1985(7):44.

[2] 刘维阁. 加强尾矿综合利用研究合理回收二次资源 [J]. 金属矿山, 1998(9):42-44.

Liu W G. Research on Strengthening Comprehensive Utilization of Tailings and Reasonable Recovery of Secondary Resources [J]. Metal Mine, 1998 (9) : 42-44.

[3] 刘书杰, 谭欣, 肖巧斌, 等. 云南某富镁铁尾矿综合回收伴生铜锌的选矿试验研究 [J]. 有色金属: 选矿部分, 2019(2):23-28.

Liu S J, Tan X, Xiao Q B, et al. Experimental Study on the Comprehensive Recovery of Associated Copper and Zinc from a Magnesium-rich Iron Tailings in Yunnan [J]. Nonferrous Metals : Ore Dressing, 2019 (2) : 23-28.

[4] 李章大, 周秋兰. 尾矿资源的综合开发与利用 [J]. 中国有色金属学报, 1992(2):80-83.

Li Z D, Zhou Q L. Comprehensive Development and Utilization of Tailings Resources [J]. Journal of China Nonferrous Metals, 1992 (2) : 80-83.

[5] 孙孝华, 汪明朴, 林建凉, 等. 一种新型钨尾矿微晶玻璃 [J]. 中南工业大学学报, 1997(5):448-451.

Sun X H, Wang M P, Lin J L, et al. A New Type of Tungsten Tailings Glass-ceramics [J]. Journal of Central South University of Technology, 1997 (5) : 448-451.

[6] 吴春山. 用铜尾矿生产黑色玻璃 [J]. 世界有色金属, 1995(2):27.

Wu C S. Production of Black Glass from Copper Tailings [J]. World Nonferrous Metals, 1995 (2) : 27.

[7] 刘军, 宋守志. 利用金属尾矿制取微晶玻璃的研究进展 [J]. 有色金属, 1999(4):38-42.

Liu J, Song S Z. Research Progress of Glass-ceramics Made from Metal Tailings [J]. Nonferrous Metals, 1999 (4) : 38-42.[8] 张金青. 我国矿山尾矿生产微晶材料产业化现状与前景 [J]. 矿产保护与利用, 2017(4):94-97.

Zhang J Q. Status and Prospect of Industrialization of Microcrystalline Materials in Mine Tailings Production in China [J]. Mineral Protection and Utilization, 2017 (4) : 94-97.

[9] 赖才书, 胡显智, 字富庭. 我国矿山尾矿资源综合利用现状及对策 [J]. 矿产综合利用, 2011(4):11-14.

Lai C S, Hu X Z, Zhi F T. Status Quo and Countermeasures of Comprehensive Utilization of Tailings Resources in Mines in China [J]. Mineral Comprehensive Utilization, 2011 (4) : 11-14.

[10] 阎赞, 王想, 徐名特, 等. 尾矿资源化研究在铅锌尾矿中的应用 [J]. 矿产综合利用, 2017(1):1-5.

Yan Z, Wang X, Xu M T, et al. Application of tailing resource-based Study in Lead-zinc Tailing [J]. Comprehensive Utilization of Mineral Resources, 2017 (1) : 1-5.

[11] 吴师金, 欧阳安源, 陈金保. 江西某钨矿尾矿物质组成特点及再利用探讨 [J]. 岩矿测试, 2004(4): 287-290+294.

Wu S J, Ouyang A Y, Chen J B. Study on the Composition and Reuse of Tailings from a Tungsten Mine in Jiangxi Province [J]. Rock Ore Test, 2004 (4) : 287-290 + 294.

[12] 任瑞晨, 张乾伟, 王秀兰, 等. 选钼尾矿中提取陶瓷材料试验研究 [J]. 硅酸盐通报, 2014(5):1203-1206.

Ren R C, Zhang Q W, Wang X L et al. Experimental Study on Extraction of Ceramic Admixtures from Molybdenum Tailings [J]. Silicate Bulletin, 2014 (5) : 1203-1206.

[13] 田键, 申盛伟, 叶斌, 等. 铜尾矿资源化利用与处置新工艺 [J]. 矿产综合利用, 2016(3).

Tian J, Shen S W, Ye B, et al. New Technology of Copper Tailings Resource Utilization and Disposal [J]. Mineral Comprehensive Utilization, 2016 (3).

[14] 刘玉林, 刘长淼, 刘红召, 等. 我国矿山尾矿利用技术及开发利用建议 [J]. 矿产保护与利用, 2018(6):140-144.

Liu Y L, Liu C M, Liu H Z, et al. Tailings Utilization Technology and Suggestions for Exploitation and Utilization in Mines in China [J]. Mineral Protection and Utilization, 2018 (6) :140-144.

[15] 方霖, 郭珍旭, 刘长淼, 等. 云母矿物浮选研究进展 [J]. 中国矿业, 2015,24(3):131-136.

Fang L, Guo Z X, Liu C M, et al. Research Progress of Mica Mineral Flotation [J]. China Mining Industry, 2015,24 (3) : 131-136.

[16] 于福顺. 石英长石无氟浮选分离工艺研究现状 [J]. 矿产保护与利用, 2005(3):52-54.

Yu F S. Research Status of Fluorine-free Flotation Separation Technology of Quartz Feldspar [J]. Mineral Protection and Utilization, 2005 (3) : 52-54.

[17] 聂轶苗, 刘淑贤, 王森, 等. 石英长石无氟浮选分离的研究现状及进展 [J]. 化工矿物与加工, 2015,44(7):51-54.

Nie Y M, Liu S X, Wang S, et al. Research Status and Progress of Fluorine-free Flotation Separation of Quartz Feldspar [J]. Chemical Minerals and Processing, 2015,44 (7) : 51-54.

(下转 12 页)

Science and Technology, 2015.

[10] 赵明臻, 周留煜. 新型陶瓷的发展及其对环境保护的研究探讨 [J]. 中山大学研究生学刊, 2013, 34 (1):61-67.

Zhao M Z, Zhou Y L. Study on the development of advanced ceramics and its adaptation to environmental protection[J]. Journal of the Graduates, 2013, 34 (1):61-67.

[11] 江玉和. 非金属材料化学 [M]. 北京: 北京技术文献出版社, 1992.

Jiang Y H. Non-metallic materials chemistry [M]. Beijing: Beijing Technical Literature Press, 1992.

[12] 李海林, 郭柱, 王正东, 等. 铬粒弥散增韧氧化铝金属陶瓷的研究 [J]. 无机材料学报, 1995, 10 (3):313-318.

Li H L, Wu Z, Wang Z D, et al. Toughening alumina by chromium particles[J]. Journal of Inorganic Materials, 1995, 10 (3):313-318.

[13] 张振东, 庞来学. 铁基金属陶瓷的强韧化研究进展 [J]. 江苏陶瓷, 2006, 39 (3):8-12.

Zhang Z D, Pang L X. Research progress on strengthening and toughening of iron-based cermet[J]. Jiangsu Ceramics, 2006, 39 (3): 8-12.

[14] 师瑞霞, 李嘉, 陶文宏, 等. Al_2O_3 基陶瓷材料的强韧化研究进展 [J]. 兵器材料科学与工程, 2005, 28 (5):56-59.

Shi R X, Li J, Tao W H, et al. Research progress in strengthening and toughening of alumina matrix ceramic materials [J]. Ordnance Material Science and Engineering, 2005, 28 (5): 56-59.

Reuse of Zinc Kiln Slag to Fire Iron-based Cermet and its Prospect

Wang Chuang, Zhang Kuai, Yan Hongyan, Li Yungang

(College of Metallurgy and Energy, North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei, China)

Abstract: In this paper, the content and research results related to zinc kiln slag and iron-based cermet are briefly described. In order to make rational use of zinc kiln slag, the influence of the phase composition and chemical composition of zinc kiln slag on the sintering of iron-based cermet is analyzed. From the phase interfacial wettability, the quality of raw material and other aspects to summarize the difficulties in firing iron-based cermet from zinc kiln slag, and accordingly propose measures to improve the mechanical properties of ceramics. The main purpose is to make efficient use of metallurgical solid waste and improve the rationality of the direction of zinc kiln slag reuse.

Keywords: Zinc kiln slag; Iron-based cermet; Sintering; Wettability; Mechanical properties

////////////////////////////////////
(上接 47 页)

Study on Comprehensive Utilization of the Whole Tail of "Granite Type" Ore

Liu Tingzhong, Wu Shijin, Lu Yi, Zhou Yu

(Geological Survey Institute, Nanchang, Jiangxi, China)

Abstract: using the non-traditional mineral theory, this paper analyzes the tailings characteristics and comprehensive utilization product characteristics of four different kinds of "granite type" ore, and analyzes the feasibility of comprehensive utilization of "granite type" ore. Through research, "granite type" ore tailings is a non-metallic ore containing mica, feldspar and quartz with no mining cost and lower processing cost. The comprehensive utilization of the whole tail resource is feasible in terms of material conditions, current technical means and economy. Therefore, granite "ore can basically realize tailings recycling and no tailings, reduce the impact of tailings on the ecological environment at the same time, increase the economic income of mining enterprises.

Keywords: Whole tailings; Resource; Comprehensive utilization; "granite type" ore