

金尾矿粗粒制备陶瓷原料—细粒胶结充填实验研究

周文涛^{1,2}, 高文昊², 吕宪俊³, 王俊祥², 张晖⁴

1. 矿物加工科学与技术国家重点实验室 矿冶科技集团有限公司, 北京 102628;
2. 山东科技大学 能源与矿业工程学院, 山东 青岛 266590;
3. 山东科技大学 化学与生物工程学院, 山东 青岛 266590;
4. 郑州市管城回族区教育局 教师发展研究中心, 河南 郑州 450000

中图分类号: TD926.4; TD835.34 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2024)06-0097-06
DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2024.08.021

摘要 以金尾矿为主要原料, 采用分级-磁选工艺对其进行了“粗细分级—粗粒制备陶瓷原料、细粒充填”实验研究。结果表明, 采用 $\Phi 150$ mm 旋流器, 在金尾矿给矿质量浓度为 28.28% 的条件下, 实现了底流中+325 目含量 92.83%、溢流中-325 目含量 96.09% 的有效分级。底流物料经过一段弱磁选—两段强磁选工艺后能够获得白度 59.09%、氧化铁含量 0.15%、产率 58.98% 的长石石英产品, 有效地实现除铁提质增白效果, 满足陶瓷用瓷石轻工行业标准要求。针对溢流物料, 当灰砂比在 1:10、料浆质量浓度在 65% 以上时可满足胶结充填要求, 28 d 抗压强度为 1 MPa。实验研究结果可为金尾矿资源化利用价值提供指导。

关键词 金尾矿; 粗细分级; 陶瓷原料; 细粒充填; 资源化利用

中国黄金矿产资源丰富, 2023 年自然资源部发布的《2022 年全国矿产资源储量统计表》中我国金储量 3 127.46 t^[1]。随着黄金矿产资源的开发利用, 金尾矿的堆积量也逐年增长, 当前全国金尾矿的堆存量已超 15 亿 t。金尾矿由于有价元素含量低、嵌布粒度细、组成矿物复杂等原因, 其综合利用率较低, 仅有 36.9%^[2], 远低于矿业发达国家 62% 的平均水平。金尾矿大多以筑坝堆存为主, 少数进行了有价元素提取或应用在建筑材料、环境和生态修复等领域^[3-8]。金尾矿的大量堆存, 不仅占用土地, 浪费资源, 还易造成环境污染和安全隐患^[9-14]。因此, 开展金尾矿资源的高效清洁综合利用新技术研究意义重大。

近年来, 针对金尾矿资源化利用, 学者们主要围绕提取有价元素、制备建筑材料、制备充填材料、环境和生态治理等方面展开较多研究: (1) 有价元素。Qin 等^[15]采用氯化焙烧工艺回收金尾矿中金和银, 在焙烧温度为 1 100 °C、硫铁矿添加量为 5%、空气流量为 100 mL/min、CaCl₂ 添加量为 10%、焙烧时间为 60 min 的条件下, 烘焙后 Au 和 Ag 的浸出率分别高达 98.56% 和 87.92%。Zhang 等^[16]采用还原焙烧—水浸—磁选的工艺流程从金尾矿中回收铁, 在优化条件下, 得到铁品位为 59.11%、铁回收率为 75.12% 的精矿产品。(2)

制备建材材料。Wei 等^[17]以金尾矿为原料、黏土为添加剂制备烧结砖, 在最佳实验方案下制得的烧结砖抗压强度为 22.48 MPa。Jiang 等^[18]以中国福建双岐山金矿尾矿为原料, 成功制备了高结晶微晶玻璃, 在最佳实验方案时所得产品与普通天然石材相比, 其性能有所改善, 且满足建筑使用标准。王志明等^[19]以金尾矿和碱渣为主要原料, 成功制备出达到《JG/T 506—2016 尾砂微晶发泡板材及砌块》中 Md4 产品性能指标要求的多孔陶瓷。袁秋文等^[20]采用金尾矿为原料、以玻璃粉和高铝固体废弃物分别为黏结剂和增强剂, 在最佳实验方案下成功制备了满足性能要求的传统轻质瓷。(3) 制备充填材料。罗正东等^[21]以金尾矿和粉磨后的金尾矿分别为骨料和前驱体原料, 采用碱激发的方式制备出全尾砂膏体胶结充填材料, 在胶砂比 1:4、料浆质量浓度 74% 的条件下, 其 28 d 抗压强度可以达到 854.2 kPa, 满足充填强度要求。赵英良等^[22]以碱熔活化的金尾矿为胶凝材料, 在不同的灰砂比和料浆浓度下制备出全尾砂胶结充填材料, 其 28 d 抗压强度可以达到 2.74~5.80 MPa, 满足充填要求。(4) 环境和生态治理。彭东海等^[23]设计了大量不同植物配置模式的治理实验, 为黄金尾矿用于农林业恢复及土地复垦的可能性提供了切实的验证。如今, 已经投入使用的

收稿日期: 2024-05-14

基金项目: 矿物加工科学与技术国家重点实验室开放基金自助项目(BGRIMM-KJSKL-2023-16); 河南省基础教育教学研究项目(JCJYB2307010040)

作者简介: 周文涛(1990—), 男, 河南兰考人, 教授, 博士, 主要研究矿产及固废资源高效利用, E-mail: zhouwentao@sdust.edu.cn。

复垦造田的方法有两种^[24]：一种方法是在尾矿表面覆盖一层厚度适宜的土壤，然后再种植各种植物(如草和树)。这种方法虽然有效,但需要大量符合植物生长条件的表土,这个过程所包含的取土、运输、覆盖等一系列工作,使费用显著增加而难以推广;另一种方法是直接在尾矿砂上种植草木,形成植被,这种方法多受地域限制。

因此,为了实现金尾矿的最大化利用,本文提出采用“粗细分级—粗粒制备陶瓷原料、细粒充填”技术进行金尾矿综合利用实验研究,以期实现金尾矿的高效清洁综合利用。

1 原料、方法与设备

1.1 实验原料基本性质

实验用原料为山东某金矿选矿厂综合尾矿,针对样品进行了粒度筛分、化学多元素分析和 X 射线衍射分析,结果分别如表 1、表 2 和图 1 所示。

尾矿平均粒径 0.096 mm,属较细粒尾矿。由表 1、

表 1 金尾矿粒度组成

Table 1 Granularity composition of gold tailings						
粒径 /mm	+0.15	-0.15+ 0.074	-0.074+ 0.045	-0.045+ 0.038	-0.038+ 0.023	-0.023
含量 /%	34.37	24.32	11.57	5.38	4.55	19.81

表 2 金尾矿化学多元素分析结果 /%

Table 2 Chemical multi-element analysis of gold tailings						
产 品	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
综合尾矿	2.89	13.93	73.48	5.43	0.14	0.79
+325目尾矿	3.07	13.27	74.66	5.16	0.09	0.60
-325目尾矿	2.88	14.69	71.21	5.49	0.18	1.16

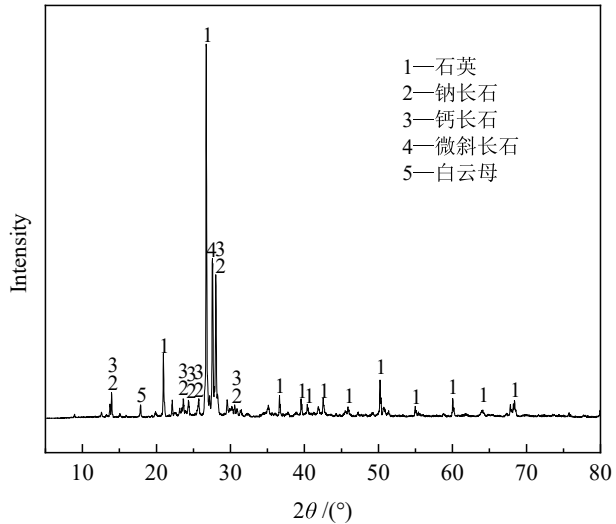


图 1 金尾矿 X 射线衍射分析
Fig. 1 X-ray diffraction analysis of gold tailings

表 2 和图 1 可知,主要化学成分为 SiO₂ 和 Al₂O₃,二者合计占 87% 左右,含有少量 Fe₂O₃、TiO₂;主要矿物为石英、长石和白云母。其化学成分和矿物组成均与陶瓷原料接近。

1.2 实验方法与设备

前期探索实验发现,相比-325 目金尾矿物料,+325 目金尾矿含铁、钛等染色元素较低,白度更高,后续增白效果显著。因此,针对金尾矿基本特性,本文采用“粗细分级—粗粒制备陶瓷原料、细粒充填”技术方案,其原则流程如图 2 所示。首先,通过调节旋流器参数实现金尾矿粗粒级和细粒级物料分离;其次,针对粗粒级物料,通过磁选实现增白效果,制备成陶瓷原料;针对细粒级物料,通过胶砂制备、试件制备、脱模、养护、强度实验与计算等胶结实验,探究制备充填材料可行性。最终实现金尾矿资源化高效利用。所使用到的主要设备如表 3 所示。

白度测定。将样品用球磨机研磨至 100 目以下

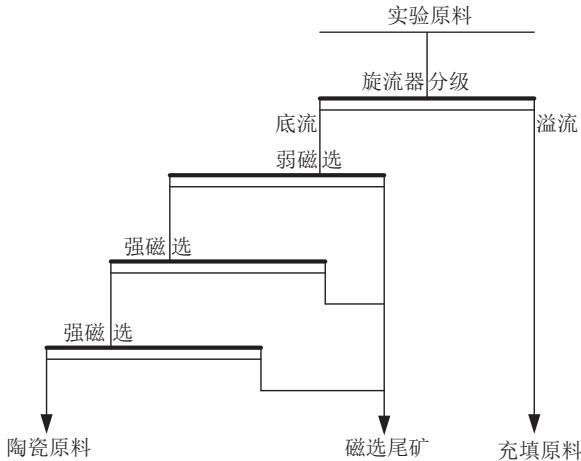


图 2 实验原则工艺流程
Fig. 2 Experimental procedures

表 3 主要设备

Table 3 Main equipment		
设备名称	型号	用途
旋流器	XCIIF-150	分级
磁滚筒	RK/CGS- Φ400 mm×300 mm	弱磁选分离
立环高梯度磁选机	LHGC500	强磁选分离
水泥胶砂搅拌机	JJ-5	搅拌
水泥胶砂试体成型振实台	ZT-96	试样振实
恒温恒湿养护箱	YH-40B	试体养护
电液式抗折抗压试验机	WAY-300	抗折抗压实验
X射线衍射仪 (XRD)	D/MAX-2500PC	检测样品物相
扫描电镜能谱分析仪 (SEM-EDS)	Nova Nano SEM450	检测样品微观结构和成分
白度检测仪	WSB-2A	检测样品白度

表 4 底流和溢流筛析实验结果
Table 4 Results of underflow and overflow sieve analysis

粒级/目	底流			溢流		
	产率/%	筛上累积/%	筛下累积/%	产率/%	筛上累积/%	筛下累积/%
+100	47.43	47.43	100.00			
−100+200	32.61	80.04	52.57	3.91	3.91	100.00
−200+325	12.79	92.83	19.96			
−325+400	3.16	95.99	7.17	8.98	12.89	96.09
−400+600	2.13	98.12	4.01	6.03	18.92	87.11
−600	1.88	100.00	1.88	81.08	100.00	81.08
合计	100.00	—	—	100.00	—	—

以保证样品的均匀性, 利用液压机将样品压成饼状后, 置于马弗炉中加热至 1 200 ℃ 煅烧 20 min, 然后自然冷却至室温, 采用白度检测仪测定样品的白度, 多次测量取平均值。

抗压强度测定。将水泥、尾矿砂分别按照灰砂比为 1 : 10、1 : 20, 料浆浓度分别为 65%、70%、75% 加入到胶砂搅拌机中搅拌, 搅拌均匀后倒入 4 cm×4 cm×16 cm 的三联试模中, 采用水泥胶砂试体成型振实台振实后置置于温度为 (20±1) ℃、相对湿度不低于 90% 的恒温恒湿养护箱中养护至规定龄期。样品养护至 3、7 和 28 d 后, 采用抗压试验机对其进行抗压强度测试, 压力实验机的加载速率为 2 400 N/s, 每组试样测定三次, 取平均值作为试样的抗压强度。

2 结果与讨论

2.1 旋流器分级

根据前期实验探索发现, 采用 $\phi 150$ mm 旋流器, 在给矿质量浓度为 28.28% 的条件下, 给矿压力和沉砂口分别 0.15 MPa 和 15 mm 时较为适宜, 在该操作工艺条件下, 底流浓度达到 72.69%、底流产率达到 70.46%, 溢流质量浓度为 11.51%, 溢流产率为 29.54%, 表明此条件下水力旋流器能够使矿浆得到有效的浓缩。采用标准筛筛析的方法, 对旋流器分级浓缩底流和溢流进行了筛析实验, 底流和溢流的粒度组成分别见表 4 和表 5。

底流产物中+325 目含量达到 92.83%, +200 目含量 80.04%, 溢流产物中−325 目含量达到 96.09%。以

表 5 底流物料处理后不同产品产率及白度
Table 5 Different product yields and whiteness after underflow material treatment

产品名称	产率/%	白度/%
底流物料	100.00	30.73
二段磁选精矿	67.80	55.47
陶瓷原料产品	58.98	59.09

上研究结果表明, 旋流器可实现金尾矿粗粒级和细粒级物料高效分离。

2.2 底流物料制备陶瓷原料

前期研究发现, 金尾矿中铁的物相组成包括磁性铁、弱磁性铁和非磁性铁, 因此为了去除底流物料中的染色氧化物(如氧化铁、氧化钛、黑云母等), 本文采用多段磁选进行了除铁提质增白实验, 实验流程如图 3 所示。其中, 一段磁选选用永磁式磁选机(磁滚筒), 磁场强度为 0.3 T; 二段磁选和三段磁选均选用立环高梯度磁选机, 最大磁选强度为 1.4 T, 本实验为最大限度脱除染色氧化物, 二段和三段磁选均选定磁场强度为 1.4 T。陶瓷原料白度检测结果、化学成分分析结果和 XRD 分析结果分别见如表 5、表 6 和图 4 所示。

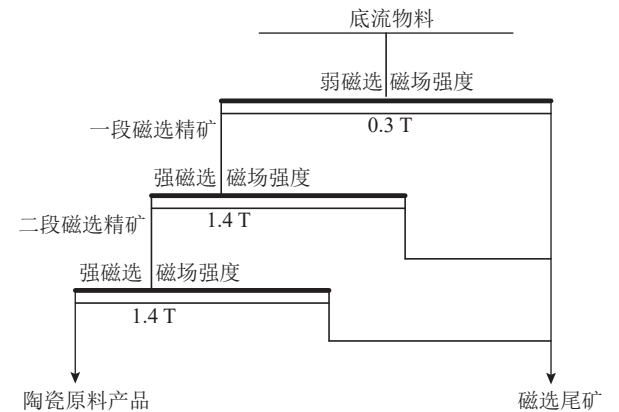


图 3 底流物料制备陶瓷原料工艺流程
Fig. 3 Procedure flow for ceramic raw material preparation using underflow materials

表 6 底流物料处理后不同产品化学多元素分析结果 /%
Table 6 Chemical multi-element analysis of different products after underflow material treatment

物料	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
底流物料	3.26	5.18	13.10	71.81	0.61	0.12
二段磁选精矿	3.25	5.25	12.63	77.16	0.22	0.07
陶瓷原料产品	2.88	5.01	11.61	78.15	0.15	0.05

由表 5 可知,底流物料的白度为 30.73%,经过三段磁选工艺处理后,样品白度从 30.73% 提升到了 59.06%,精矿(陶瓷原料产品)产率达到 58.98%。

由表 6 可知,经过三段磁选工艺处理后,氧化铁和氧化钛等染色成分分别从 0.61% 和 0.12% 降低至 0.15% 和 0.05%。

由图 4 可知,通过三段强磁选后,陶瓷原料产品只有石英、长石类矿物,而其中的云母物相消失,说明通过强磁手段可以脱除物料中一些含有铁元素的黑云母。

上述实验及检测结果表明,陶瓷原料产品满足陶

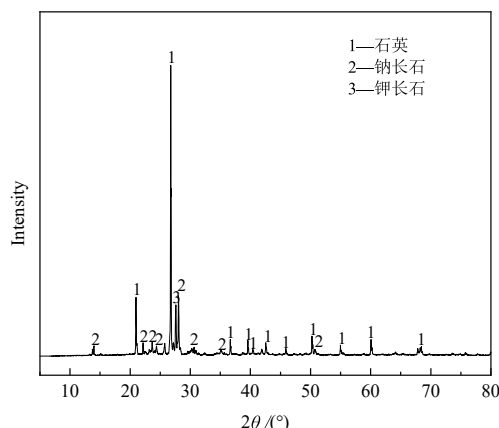


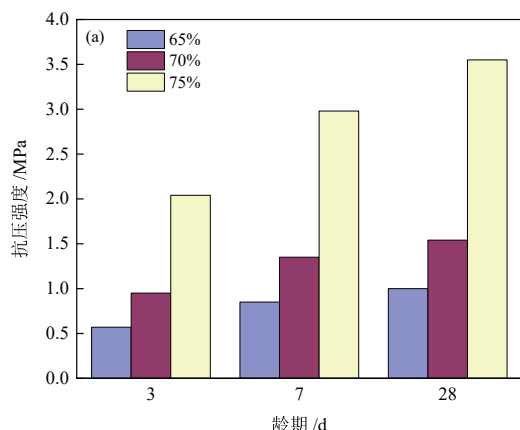
图 4 陶瓷原料产品 XRD 图谱

Fig. 4 XRD pattern of ceramic raw material products

表 7 溢流物料胶结实验配比

Table 7 Mixing ratio of overflow material bonding test

质量浓度 /%	灰砂比	溢流物料/g	胶结料/g	水/mL
65	1 : 10	1 000	100	592
	1 : 20	1 000	50	565
70	1 : 10	1 000	100	471
	1 : 20	1 000	50	450
75	1 : 10	1 000	100	367
	1 : 20	1 100	55	385



瓷用瓷石轻工行业标准 QB/T 2264—2016 化学成分和白度要求,说明利用金尾矿生产白度>50% 的陶瓷原料是可行的。

2.3 溢流物料制备充填材料

采用溢流物料作为胶结充填材料的骨料,实验灰砂比分别为 1 : 10 和 1 : 20,质量浓度分别为 65%、70%、75%,胶结实验配比见表 7,实验结果见表 8,不同灰砂比下料浆浓度对胶结试件胶结强度的影响规律见图 5。

由表 8、图 5 可知,随料浆质量浓度升高和灰砂比的增大,胶结试块单轴抗压强度随之增大。当灰砂比在 1 : 10 时,料浆质量浓度在 65% 以上,28 d 抗压强度为 1 MPa,可以满足充填要求。而当灰砂比为 1 : 20 时,需要适当增加料浆质量浓度(75%)才能满足充填要求。因此在用溢流物料作为骨料充填时,在低灰砂比条件下需要适当控制料浆质量浓度方能达到充填要求。同时受骨料粒度影响,细骨料充填时也要适当控制料浆质量浓度方能满足充填要求。

3 结论

(1)旋流器可以高效将金尾矿分级为粗粒级和细粒级物料。采用 $\Phi 150$ mm 旋流器,在给矿质量浓度

表 8 溢流物料胶结实验结果

Table 8 Results of overflow material bonding test

灰砂比	质量浓度 /%	不同养护期下的物料强度 /MPa		
		3 d	7 d	28 d
1 : 10	65	0.57	0.85	1.00
	70	0.95	1.35	1.54
	75	2.04	2.98	3.55
1 : 20	65	0.16	0.25	0.37
	70	0.30	0.52	0.56
	75	0.58	1.03	1.18

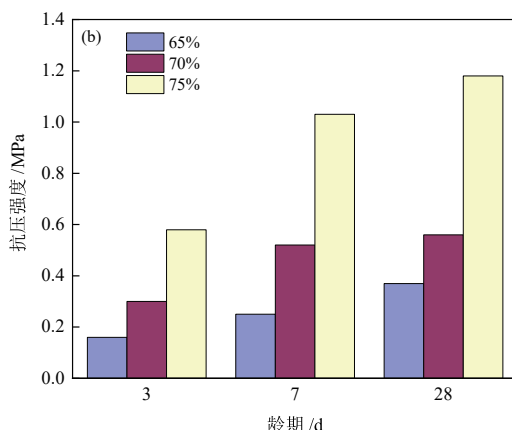


图 5 灰砂比为 1 : 10(a)和 1 : 20(b)时不同料浆质量浓度对溢流物料胶结胶结强度的影响

Fig. 5 Effect of different slurry mass concentrations on the bonding strength of overflow materials when the cement-sand ratio is 1 : 10(a) and 1 : 20(b)

为28.28%、给矿压力0.15 MPa、沉砂口15 mm时,实现了底流中+325目含量92.83%、溢流中-325目含量96.09%的有效分级。

(2)底流物料经过一段弱磁—两段强磁处理后,可获得产率58.98%、白度59.09%的陶瓷原料产品,其氧化铁和氧化钛含量分别为0.15%和0.05%,满足陶瓷用瓷石轻工行业标准要求。

(3)当灰砂比在1:10、料浆质量浓度在65%以上时,溢流物料制备出胶结充填材料28 d抗压强度为1 MPa,可满足充填要求。

金尾矿“粗细分级—粗粒制备陶瓷原料、细粒充填”综合回收技术不仅提高了金尾矿深度利用水平,同时实现了其全组分无尾排放,具有显著的经济、环境效益。

参考文献:

- [1] 佚名. 全国矿产资源储量统计表[R]. 北京: 自然资源部, 2023.
Anonymous. National mineral resource reserve statistics table[R]. Beijing: Ministry of Natural Resources, 2023.
- [2] 佚名. 2022年中国尾矿综合利用行业全景分析[R]. 智研咨询 (www.chyxx.com), 2022.
Anonymous. Panoramic analysis of China's tailings comprehensive utilization industry in 2022[R]. Zhiyan Consulting (www.chyxx.com), 2022.
- [3] 孙旭东, 刘晓敏, 龚裕, 等. 黄金尾矿建材化利用的研究现状及展望[J]. 金属矿山, 2020(3): 12–22.
SUN X D, LIU X M, GONG Y, et al. The research status and prospects of the utilization of gold tailings as building materials[J]. Metal Mines, 2020(3): 12–22.
- [4] WANG J, XING Y, LI P, et al. Chemically-assisted phytoextraction from metal (loid) s-polluted soil at a typical carlin-type gold mining area in southwest China[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 189: 612–619.
- [5] 李日升, 翟旭东, 冯玉怀, 等. 从某金尾矿中回收金的探讨性试验[J]. 金属矿山, 2017(7): 190–192.
LI R S, ZHAI X D, FENG Y H, et al. Exploratory experiment on recovering gold from a certain gold tailings[J]. Metal Mines, 2017(7): 190–192.
- [6] 段明铭, 王苹, 杨鹏, 等. 甘肃某金矿浮选尾矿新型环保浸金剂浸出试验研究[J]. 黄金, 2021, 42(6): 74–77.
DUAN M M, WANG P, YANG P, et al. Experimental study on a new environmentally friendly leaching agent for flotation tailings from a gold mine in Gansu Province[J]. Gold, 2021, 42(6): 74–77.
- [7] 杨玮, 叶金秋, 龙涛, 等. 选冶联合回收某高硫黄金尾矿中金的试验研究[J]. 黄金科学技术, 2023, 31(1): 113–122.
YANG W, YE J Q, LONG T, et al. Experimental study on the combined recovery of gold from a high sulfur gold tailings by selective metallurgy[J]. Gold Science and Technology, 2023, 31(1): 113–122.
- [8] 常富强, 梁献振, 李杰. 河南某金尾矿回收金试验研究[J]. 现代矿业, 2021, 37(9): 9–11+40.
CHANG F Q, LIANG X Z, LI J. Experimental study on gold recovery from a gold tailings in He'nan Province[J]. Modern Mining, 2021, 37(9): 9–11+40.
- [9] 迟崇哲, 翟菊彬, 兰馨辉, 等. 黄金尾矿综合利用分析[J]. 黄金, 2022, 43(2): 100–103.
CHI C Z, ZHAI J B, LAN X H, et al. Comprehensive utilization analysis of gold tailings[J]. Gold, 2022, 43(2): 100–103.
- [10] 黄宗祥, 徐伟. 秀山县生态环境问题及对策措施[J]. 三峡环境与生态, 2009, 2(6): 1–3.
HUANG Z X, XU W. Ecological environment problems and countermeasures in Xiushan County[J]. Three Gorges Environment and Ecology, 2009, 2(6): 1–3.
- [11] WANG P, SUN Z H, HU Y, et al. Leaching of heavy metals from abandoned mine tailings brought by precipitation and the associated environmental impact[J]. Science of the Total Environment, 2019, 695: 133893.
- [12] SARI M, YILMAZ E, KASAP T. Long-term ageing characteristics of cemented paste backfill: Usability of sand as a partial substitute of hazardous tailings[J]. Journal of Cleaner Production, 2023, 401: 136723.
- [13] YI Z, SUN H, WEI X, et al. Iron ore tailings used for the preparation of cementitious material by compound thermal activation[J]. International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials, 2009, 16(3): 355–358.
- [14] 童雄, 吕昊子. 近年来国外尾矿再选与治理的研究[J]. 矿产综合利用, 2014(2): 20–24.
TONG X, LYU H Z. Research on tailings re selection and treatment abroad in recent years[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2014(2): 20–24.
- [15] QIN H, GUO X, TIAN Q, et al. Pyrite enhanced chlorination roasting and its efficacy in gold and silver recovery from gold tailing[J]. Separation and Purification Technology, 2020, 250: 117168.
- [16] ZHANG Y, LI H, YI X. Recovery of iron from cyanide tailings with reduction roasting–water leaching followed by magnetic separation[J]. Journal of Hazardous Materials, 2012, 213/214: 167–74.
- [17] WEI Z, ZHAO J, WANG W, et al. Utilizing gold mine tailings to produce sintered bricks[J]. Construction and Building Materials, 2021, 282: 122655.
- [18] JIANG K, WU W, REN B, et al. Highly crystallized glass–ceramics from high content gold tailings via a one-step direct cooling method[J]. RSC Advances, 2022, 12(22): 14175–14182.
- [19] 王志明, 渠美云, 姚耿, 等. 利用碱渣和金尾矿协同制备多孔陶瓷中孔结构和晶相的影响因素研究[J]. 山东科技大学学报(自然科学版), 2022, 41(4): 65–74.
WANG Z M, QU M Y, YAO G, et al. Influence factors of pore structure and crystal phase in preparation of porous ceramics with alkali residue and gold tailings[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2022, 41(4): 65–74.
- [20] 袁秋文, 陈伟, 邓腾飞. 金尾矿基轻质瓷的制备研究[J]. 陶瓷学报, 2023, 44(3): 547–555.
YAUN Q W, CHEN W, DENG T F. Preparation of gold tailings-based lightweight porcelain[J]. Journal of Ceramics, 2023, 44(3): 547–555.
- [21] 罗正东, 蒋波, 章本本, 等. 碱激发金矿粉充填材料力学性能及微观分析[J]. 矿冶工程, 2023, 43(4): 21–25.
LUO Z D, JIANG B, ZHANG B, et al. Mechanical properties and microscopic analysis of alkali-activated backfill material with gold mine tailings powder[J]. Mining and Metallurgical Engineering, 2023, 43(4): 21–25.
- [22] 赵英良, 邢军, 刘辉, 等. 蚕庄金矿尾矿碱熔活化制备充填胶凝材料[J]. 有色金属工程, 2017, 7(6): 80–85.
ZHAO Y L, XING J, LIU H, et al. Preparation of binding materials for backfilling using alkali fused gold mine tailings[J]. Nonferrous Metals Engineering, 2017, 7(6): 80–85.
- [23] 彭东海, 侯晓龙, 何宗明, 等. 金尾矿废弃地不同植被恢复阶段物

种多样性与土壤特性的演变[J]. 水土保持学报, 2016, 30(1): 159–164.
PENG D H, HOU X L, HE Z M, et al. The evolution of species diversity and soil characteristics in different vegetation restoration stages of abandoned gold tailings sites[J]. Journal of Soil and Water

Conservation, 2016, 30(1): 159–164.

[24] 焦绪国, 刘学杰. 黄金矿山尾矿库复土造田[J]. 黄金, 2004, 25(1): 46–47.

JIAO X G, LIU X J. Reclamation of gold mine tailings pond for farming[J]. Gold, 2004, 25(1): 46–47.

Experimental Study on Ceramic Raw Material Preparation with Coarse-grained Gold Tailings and Cemented Filling with Fine-grained Gold Tailings

ZHOU Wentao^{1,2}, GAO Wenhao², LYU Xianjun³, WANG Junxiang², ZHANG Hui⁴

1. State Key Laboratory of Mineral Processing Science and Technology Mining and Metallurgy Technology Group Co., Ltd., Beijing 102628, China;

2. School of Energy and Mining Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, Shandong, China;

3. School of Chemistry and Bioengineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, Shandong, China;

4. Teacher Development Research Center of Education and Sports Bureau of Guancheng Hui Autonomous Region, Zhengzhou 450000, Henan, China

Abstract: This study investigates the utilization of gold tailings as raw materials through a process involving classification and magnetic separation. The specific approach involves “coarse-fine classification—coarse particle preparation for ceramic raw materials, fine particle filling.” The results demonstrate that effective classification can be achieved using a $\Phi 150\text{mm}$ cyclone with a feed concentration of 28.28%, resulting in an underflow with +325 mesh content of 92.83% and an overflow with –325 mesh content of 96.09%. After undergoing a two-stage magnetic separation process (weak magnetic separation followed by strong magnetic separation), the underflow yields feldspar-quartz product with a whiteness of 59.09%, iron oxide content of 0.15%, and a recovery rate of 58.98%. This process effectively improves the quality, removes iron impurities, and enhances the whiteness of the product, meeting the industry standards for ceramic porcelain. Regarding the overflow material, a slurry concentration of 65% or higher and a cement-sand ratio of 1:10 can meet the requirements for cemented filling, achieving a compressive strength of 1 MPa after 28 days. The findings of this research can guide the resource utilization of gold tailings.

Keywords: gold tailings; coarse and fine classification; ceramic raw materials; fine particle filling; resource utilization

引用格式: 周文涛, 高文昊, 吕宪俊, 王俊祥, 张晖. 金尾矿粗粒制备陶瓷原料—细粒胶结充填实验研究[J]. 矿产保护与利用, 2024, 44(6): 97–102.

ZHOU Wentao, GAO Wenhao, LYU Xianjun, WANG Junxiang, ZHANG Hui. Experimental study on ceramic raw material preparation with coarse-grained gold tailings and cemented filling with fine-grained gold tailings[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2024, 44(6): 97–102.

投稿网址: <http://kcbhyly.xml-journal.net>

E-mail: kcbh@chinajournal.net.cn