



机械力化学效应提高铁尾矿活性实验研究

李萌, 周庆立, 白丽梅, 马玉新, 管吉刚, 杨鹏博

(华北理工大学矿业工程学院, 河北 唐山 063009)

摘要: 为提高铁尾矿的活性, 实现尾矿的高附加值大宗利用, 以司家营铁尾矿为原料, 采用单独机械活化与添加助磨剂机械力化学活化的方法提高铁尾矿活化程度, 并通过水泥胶砂试验、火山灰活性测试、XRD、FT-IR 以及 SEM 检测手段探究了助磨剂对提高尾矿活性的影响。结果表明: 单独对尾矿粉磨后, 活性有所提高, 粉磨 3 h 活性指数可达到 86.4%; 对照机械力粉磨 3 h, 采用添加助磨剂机械力化学粉磨的尾矿活性指数均高于单独机械力粉磨时尾矿的活性指数, 尤其采用掺有 0.7% 脱硫石膏的尾矿粉湿磨 3 h 的方法活性指数最大, 达到 91.72%, 且具有火山灰活性, 可考虑作为活性材料制备混凝土。通过 XRD、FT-IR 和 SEM 表征发现, 机械力化学活化的方式使晶体无定型程度进一步加深, 可能是在断裂的石英表面, 吸附了一层或多层金属离子, 减弱了团聚效应, 导致更多的 Si-O 键发生断裂, 从而提高粉磨效率, 致使颗粒的粒度继续下降, 活性相较于单独粉磨有了进一步的提高。

关键词: 机械力化学; 助磨剂; 活性指数

doi: 10.3969/j.issn.1000-6532.2021.01.030

中图分类号: TD943 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2021) 01-0179-07

近年来, 随着钢铁行业迅猛发展, 尾矿、赤泥、钢渣等工业固废产量猛增, 带来土地、资源、环境、安全等一系列问题。其中, 尾矿年产量近 20 亿 t, 综合利用率仅 21.55%, 开展针对尾矿的综合利用是推动资源利用方式改变, 为工业又好又快发展提供资源保障的重要途径。优质的易开采、易选别的矿产资源逐渐较少, 而尾矿的堆积总量日益增长, 对环境造成了极大的污染^[1]。在我国铁尾矿占金属尾矿的 65% 左右, 要提升我国金属矿产尾矿资源的利用率, 重在提高铁尾矿的利用率, 但铁尾矿活性一般较低, 为此要更好的利用铁尾矿, 需要对铁尾矿进行处理, 来改变尾矿的结构及性质, 以满足生产高附加值产品的需求, 使尾矿的资源化达到更高的层次^[2-3]。易忠来等^[4]以马鞍山铁尾矿为原料, 在温度 700℃ 下热活化获得胶

凝活性最好的铁尾矿。郑永超等^[5]用北京密云铁尾矿通过机械力化学的方法进行活化, 制备出尾矿掺量高达 70% 的尾矿高强度材料。朴春爱等^[6]通过机械力活化对河北迁安铁尾矿进行了活化性能的研究, 试验研究表明了在机械力粉磨 2 h 时, 可以使铁尾矿颗粒无序化物质大量增加, 在最大程度上活化了铁尾矿。蒙朝美^[7]等以辽宁省某高硅铁尾矿为原料, 通过机械力粉磨 3.5 h 活化铁尾矿, 使其具备火山灰活性, 水泥胶砂 28 d 强度比为 81.7%。以上研究均未从机械力-化学活化的角度探究铁尾矿活化的方法及可行机理。

本文以河北司家营铁尾矿为研究对象, 探究单独机械力活化与添加助磨剂后机械力化学活化对尾矿活性的影响, 并着重研究添加助磨剂后如何进一步提高铁尾矿的活化程度, 通过对普通机械力活

收稿日期: 2020-03-30

基金项目: 华北理工大学研究生创新项目 (CXZZBS2019131) 资助

作者简介: 李萌 (1981-), 女, 高级工程师, 研究方向为矿物分选与综合利用。

通讯作者: 周庆立 (1994-), 男, 研究生。邮箱: 984889416@qq.com

化与机械力-活化的机理对比分析,为尾矿更高层次的利用提供理论借鉴。

1 实验

1.1 原材料

(1) 铁尾矿

本实验铁尾矿取自河北滦县司家营铁尾矿区。所采用的铁尾矿为鞍山式铁矿尾矿,该铁尾矿主要化学组成及X射线衍射分析结果分别见表1和图1。

表1 铁尾矿主要化学成分分析结果/%

Table 1 Analysis results of main chemical components of iron tailings

SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	S	P	TFe
71.56	3.21	4.87	3.67	0.276	0.10	8.14

表2 基准水泥的化学与矿物组成/%

Table 2 Chemical and mineral composition of reference cements

化学组成						矿物组成					
SO ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	fCaO	Cl ⁻	C ₃ S	C ₂ S	C ₄ AF	C ₃ A
2.42	21.82	3.45	4.04	61.70	2.59	0.83	0.007	56.01	27.15	8.42	7.06

(3) 标准砂

本试验混凝土标准试块的制备所用的骨料尾矿标准砂,各项指标符合ISO标准。

(5) 助磨剂

本试验助磨剂组合及比例见表3。

表3 助磨剂组合及比例

Table 3 Combination and proportion of grinding aids

浓度类别	三乙醇胺 /%	脱硫石膏 /%	三乙醇胺 + 丙三醇 + 脱硫石膏 /%
1	0.4	0.4	0.08
2	0.7	0.7	0.16
3	1.0	1.2	0.24
4	1.3	1.7	0.32
5	1.6	2.2	0.40

1.2 实验方法

本实验用标准套筛将尾矿筛分为-0.075 mm、+0.075 mm两种粒级的尾矿,对-0.075 mm粒级进行铁尾矿粉体活化,在搅拌磨中分别进行机械力活化与机械力化学活化,依据《水泥胶砂强度检验方法》(ISO法)^[8-9],测定铁尾矿机械力活化与添加不同浓度类别、不同类型助磨剂的活性指数(K28d)。

通过GB/T 2847-2005《用于水泥中的火山灰质

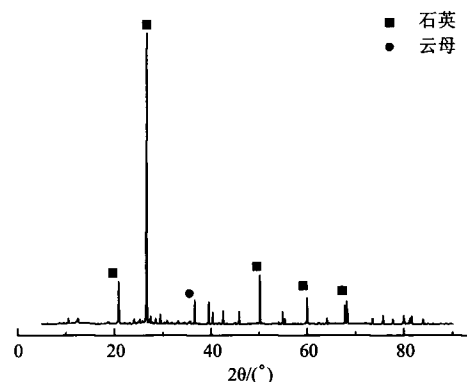


图1 铁尾矿XRD分析图谱

Fig. 1 XRD analysis of iron tailings

(2) 水泥

研究使用符合相关国家标准(GB-8076--2008)的水泥,其化学与矿物组成见表2。

混合材料》的实验方法^[10],分别对机械力活化与机械力化学活化后的铁尾矿进行火山灰活性分析,探究是否可以做活性掺料^[11-14],并利用X射线衍射(XRD)、扫描电子显微镜(SEM)和红外光谱(FT-IR),分析单纯机械力活化与添加助磨剂后的机械力-化学活化对铁尾矿活性的影响。

2 结果与分析

2.1 不同活化方式对铁尾矿活性的影响

(1) 机械力活化

试验配料见表4,T0为不掺加尾矿的对照组,T1为掺有未活化尾矿-0.075 mm粒级的对照组,粉磨时间与铁尾矿活性指数关系测试结果见图2。

表4 配料分配

Table 4 Distribution of ingredients

序号	活化尾矿 /g	标准砂 /%	基准水泥 /%	粉磨时间 /h	水灰比 /%
T0	-	1350g	540g	-	0.5
T1	-	1350g	540g	-	0.5
T2	162g	1350g	378g	2h	0.5
T3	162g	1350g	378g	3h	0.5
T4	162g	1350g	378g	4h	0.5
T5	162g	1350g	378g	5h	0.5
T6	162g	1350g	378g	6h	0.5

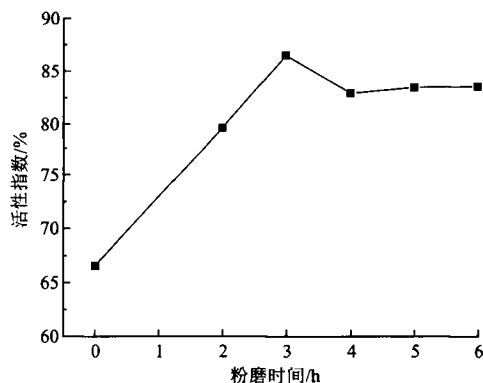


图2 粉磨时间与活性指数的关系

Fig. 2 Relationship between grinding time and activity index

从图2可以看出,机械力粉磨初期,铁尾矿活性指数是随机力粉磨时间的增加而升高,当粉磨3h时,活性指数最高为86.4%;随着机械粉磨时间的继续延长,尾矿的活性指数开始迅速下降,在机械粉磨4h时,铁尾矿活性指数达到最小值82.9%,之后随着粉磨时间的延长,铁尾矿的活性指数趋于平衡。机械力粉磨初期铁尾矿活性增强主要由于铁尾矿颗粒尺寸迅速减小,机械能把颗粒晶体结构破坏,晶格扰乱程度增大;在粉磨后期,颗粒细度变化不明显,颗粒处于亚稳的高能状态,在范德华力的作用下,颗粒发生团聚。因此机械力粉磨时间为3h时,铁尾矿活性最高。

(2) 机械力化学活化

在上述试验的基础上,通过添加不同类别及不同掺量助磨剂的铁尾矿湿磨3h后,进行水泥胶砂试验,探究机械力-化学效应对提高铁尾矿活性的影响,其活性指数变化规律见图3。

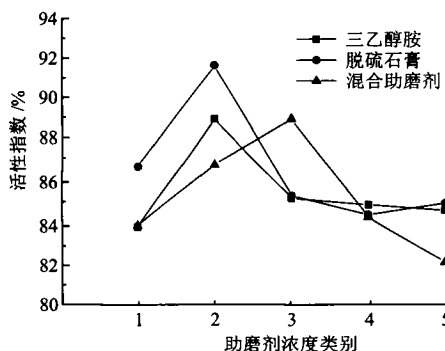


图3 不同助磨剂及掺量对活性指数的影响

Fig. 3 Effect of different grinding aids and dosage on activity index

由图3可知,当三乙醇胺助磨剂掺量由0.4%增加0.7%时,铁尾矿活性指数有明显增长,当掺量为0.7%时,活性指数达到88.94%,随着三乙醇胺掺量的继续增加,铁尾矿活性指数急剧下降,在掺量为1.0%后继续增加,铁尾矿活性指数下降趋于平缓;随着脱硫石膏掺量的增加,铁尾矿活性指数三乙醇胺呈相同趋势,当脱硫石膏掺量为0.7%时,铁尾矿活性指数达到峰值91.72%;随着混合助磨剂掺量增加,铁尾矿呈活性指数先增后减,当混合助磨剂掺量为0.24%时,铁尾矿活性指数达到最大为89.72%。因此,三种不同类型的助磨剂的较佳掺量为:三乙醇胺0.7%、脱硫石膏0.7%、混合助磨剂0.24%。

由此可知,助磨剂为脱硫石膏,掺量为0.7%时,粉磨3h对提高铁尾矿活化较佳。相比对铁尾矿单独机械力活化,通过机械力-化学方式活化的方式使铁尾矿活性增加了6.15个百分点。

2.2 不同活化方式的火山灰活性对比分析

为探究单纯机械力活化铁尾矿与添加浓度为0.7%脱硫石膏助磨剂后的机械力化学活化后的铁尾矿是否具备活性掺料的条件,根据试验方法来进行火山灰活性测试,测试结果见图4。

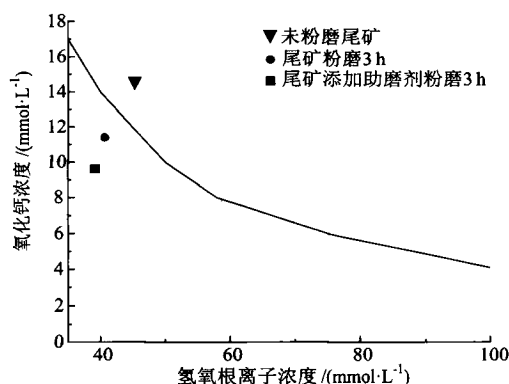


图4 火山灰活性测定结果

Fig. 4 Determination results of pozzolanic activity

如果溶液中氢氧化钙的浓度低于饱和溶液中氢氧化钙的浓度,则认为铁尾矿火山灰活性合格。

分析结果表明,铁尾矿未活化前对应龄期的

实验点在标准曲线上方,不具备火山灰活性,为惰性材料;而原矿粉磨 3 h 后,溶液中氢氧化钙浓度滴定结果低于饱和氢氧化钙溶液浓度,火山灰活性合格;添加助磨剂活化 3 h 后,对应龄期的试验点在标准曲线下方,溶液中氢氧化钙浓度滴定结果远低于饱和氢氧化钙溶液浓度,火山灰活性合格。

因此机械力活化与机械力化学方式活化后的铁尾矿都具有良好的火山灰活性,具备作为活性掺合料的条件。

2.3 不同活化方式的产品的 XRD 对比分析

为进一步了解不同活化方式提高铁尾矿活性的内在机理,对粉磨后的尾矿进行 XRD 分析^[10]。通过 X 射线衍射分析,即可以定性分析不同活化方式前后铁尾矿的矿物组成,而且可以通过衍射谱中的衍射峰的宽度以及衍射峰强度来定量分析铁尾矿颗粒在不同活化方式的作用下所产生的晶格畸变和无定形化程度,具体见图 5。

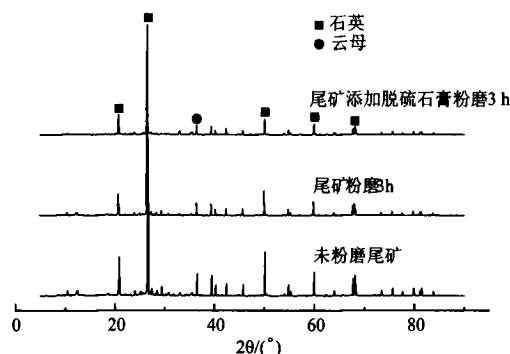


图 5 不同活化方式尾矿粉磨 3 h XRD

Fig. 5 3 h XRD of tailings grinding with different activation methods

用 Jade6.5 软件计算出 3 种不同活化方式所测得的 XRD 的半峰宽,见表 5。

表 5 不同活化方式尾矿的半峰宽

Table 5 Half peak width of different activated tailings

样品	尾矿	尾矿粉磨 3 h	尾矿机械化学粉磨 3 h
半峰宽	0.126	0.137	0.156

由图 5 发现,铁尾矿粉磨 3 h 后,铁尾矿中各矿物的衍射峰下降明显,该现象表明铁尾矿通过不同活化方式后的无定型程度加深,晶体结构产

生了不同变化影响矿物的 X 射线衍射峰强度^[15-17];尾矿在机械粉磨 3 h 后,铁尾矿的半峰宽由 0.126 提高到 0.137,半峰宽的增大是由于机械能的存在,使颗粒的晶体结构逐渐遭到破坏,晶格畸变,晶格常数发生变化^[18];加入脱硫石膏助磨剂的尾矿经 3 h 粉磨后,铁尾矿半峰宽由 0.137 继续提高到 0.156,表明晶体的晶格畸变程度继续增大,表面能加强,无定形化程度继续加深。

因此,加入助磨剂后 X 射线衍射强度的继续降低,以及半峰宽的进一步提高,都说明了在加入助磨剂后机械力化学效应使铁尾矿晶体结构发生变化,内部存储了大量的能量,使之处于热力学不稳定状态,使得活性提高^[19]。

2.4 不同活化方式产品的 FT-IR 分析

通过对不同活化方式的红外光谱变化进行分析,观察不同活化方式的铁尾矿粉体中基团结合键的变化情况以及原子配位数的变化,从而来对比说明铁尾矿进行不同活化方式后内部结构的变化^[20]。图 6 中,a、b、c 三条曲线分别代表了,未粉磨尾矿、尾矿粉磨 3 h、尾矿掺有脱硫石膏粉磨 3 h。

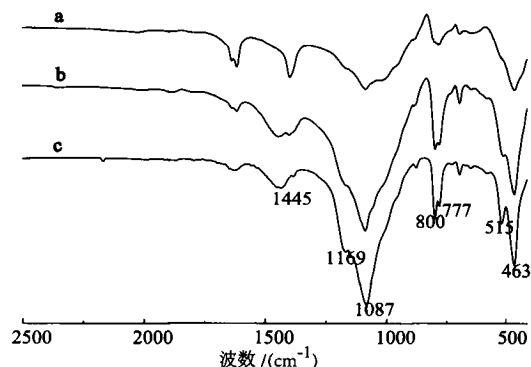


图 6 不同活化方式尾矿的 FT-IR 分析

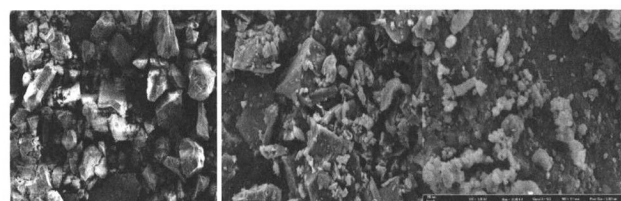
Fig. 6 IR analysis of tailings with different activation modes

从图 6 中我们可以发现,1169 cm^{-1} 、1087 cm^{-1} 、800 cm^{-1} 、777 cm^{-1} 、515 cm^{-1} 及 463 cm^{-1} 等处的吸收峰是由 Si-O-Si 键与 Si-O 键变化引起的。其中 1169 cm^{-1} 和 1087 cm^{-1} 均在 SiO_2 基本谱带的最强吸收区,由 Si-O 键的非对称伸缩振动引起的而且

粉磨3 h与不粉磨的尾矿IR相比,其粉磨3 h后的吸收峰更加尖锐,第一个强吸收带逐渐变宽,说明了机械粉磨3 h时,晶体的长程有序结构以及晶体的完整性和对称性遭到破坏, Si-O键断裂数目增多,使石英的红外光谱第一个强吸收带变宽,并使其它特征谱带变得分裂尖锐化;在 800 cm^{-1} 、 777 cm^{-1} 处,由于 Si-O键的断裂,使断裂表面出现不饱和价键和带正负电荷的结构单元,从而引起断裂面上的重组和聚合,形成 Si-O-Si 或 O-Si-O 桥键,晶体的对称性在一定程度得以恢复,从而使 800 cm^{-1} 和 777 cm^{-1} 中等强度吸收带增强^[21];加入助磨剂后,通过机械力化学方式粉磨尾矿3 h,表征石英 Si-O键的最强特征谱带变得更加尖锐化,而表征 Si-O-Si 或 O-Si-O 桥键的特征谱带变弱,可能是助磨剂的加入,通过机械力-化学效应使石英断裂的表面吸附一层离子,抑制了 Si-O-Si 或 O-Si-O 桥键的生成,从而使团聚效应减弱。更进一步的是,由于团聚效应的减弱,使尾矿的粉磨效率进一步提升,更多的 Si-O键发生断裂,两者相互影响,致使石英特征谱带的尖锐化^[22-24]。

2.5 不同活化方式的微观形貌分析

对不同活化方式粉磨的铁尾矿粉进行 SEM 表征,不同活化方式粉磨前后铁尾矿粉颗粒的尺寸、分布以及晶体的形貌与团聚状况见图7。



a 未粉磨尾矿 b 尾矿粉磨3 h c 尾矿添加脱硫石膏粉磨3 h

图7 铁尾矿的微观形貌

Fig. 7 Microstructure of iron tailings

从图7b可以发现,单独粉磨3 h后的铁尾矿粒度与原矿(图7a)相比大大减小,集中在 0.005 mm , 还有更细粒度的颗粒,粉磨后颗粒大都呈扁平状,使得颗粒之间的接触面积增大,吸附团聚现

象愈加严重;图7c可知,掺入0.7%脱硫石膏后,粉磨3 h尾矿的粒度相较于单独粉磨继续减小,颗粒接近球状,产生大量的新的表面,此现象表明,助磨剂的加入,可以有效地控制颗粒间的聚集,减弱团聚效应,使粉磨效率进一步加强。与此同时,大量新表面产生,使颗粒的表面能大大增强,团聚效应进一步加强,但与机械粉磨3 h以后的尾矿活性相比增长明显,可能是颗粒粒度减小造成比表面积增大,导致单位质量表面积上的表面能高于粉磨3 h以后的尾矿的表面能,所以活性近一步提高。

3 结 论

(1) 尾矿经过机械粉磨后,反应活性有所提高,测得单独粉磨3 h尾矿的反应活性为86.4%,加入脱硫石膏后,由于机械力化学效应使尾矿粒度继续减小,晶格畸变度加大,无序化程度继续加强,反应活性进一步提高,活性指数增加到91.72%。

(2) 机械力活化和机械力化学活化后的尾矿均具有高活性的特点,且火山灰性合格,可作为活性掺和料掺加到水泥基材料中。

(3) 机械力化学活化在通过助磨剂的加入,一方面减弱颗粒间的团聚效应,使 Si-O键断裂的数目继续增加,晶体的无定型程度加深,晶格能提高;另一方面,抑制了 Si-O-Si 或 O-Si-O 桥键的生成,颗粒的粒度继续减小,裸露出更多新的表面,表面能提高。

参考文献:

- [1] 魏瑞丽,张婕.铁尾矿资源化利用研究进展[J].矿业工程,2014,12(1):56-59.
WEI R L, ZHANG J. Research progress on resource utilization of iron tailings [J]. Mining Engineering, 2014, 12(1): 56-59.
- [2] 王思博.混凝土产业:固废综合利用的王者[J].混凝土世界,2016,(9):26-29.
WANG S B. Concrete Industry: King of solid Waste

- Comprehensive Utilization [J]. Concrete World, 2016 (9): 26-29.
- [3] 马玉新. 南芬红矿选矿尾矿再回收试验研究 [D]. 沈阳: 东北大学, 2015.
- MA Y X. Experimental study on tailings recovery of Nanfenhong mine [D]. Shenyang Northeastern University, 2015.
- [4] 易忠来, 孙恒虎, 李宇. 热活化对铁尾矿胶凝活性的影响 [J]. 武汉理工大学学报, 2009, 31(12): 5-7+34.
- YI Z L, SUN H H, LI Y. Effects of thermal activation on gelling activity of iron tailings [J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2009, 31(12): 5-7+34.
- [5] 郑永超, 倪文. 机械力化学效应对铁尾矿反应活性的影响机理研究 [J]. 江西建材, 2015(12): 100-103.
- ZHENG Y C, NI W. Study on mechanism of mechanochemical effect on reactivity of iron tailings [J]. Jiangxi Building Materials, 2015(12): 100-103.
- [6] 朴春爱, 王栋民, 张力冉, 等. 机械力活化对铁尾矿活化性能的影响研究 [J]. 硅酸盐通报, 2016, 35(9): 2973-2979.
- PU C A, WANG D M, ZHANG Z R, et al. Study on the effect of mechanical activation on the activation performance of iron tailings [J]. Chinese journal of silicate, 2016, 35(9): 2973-2979.
- [7] 蒙朝美, 侯文帅, 战晓菁. 机械力活化高硅型铁尾矿粒度及活性分析研究 [J]. 绿色科技, 2014(11): 228-231.
- MENG C M, HOU W S, ZHAN X J. Analysis of particle size and activity of mechanically activated high-silicon iron tailings [J]. Green Science and Technology, 2014(11): 228-231.
- [8] 戴民, 牛晚扬, 聂元秋, 等. $\text{SiO}_2/\text{CaSiO}_3$ 复合粉体对水泥基材料早期性能的影响 [J]. 沈阳建筑大学学报 (自然科学版), 2006(6): 935-938.
- DAI M, NIU W Y, NIE Y Q, et al. Effect of $\text{SiO}_2/\text{CaSiO}_3$ composite powder on the early performance of cement-based materials [J]. Journal of Shenyang Jianzhu University : Natural Science edition, 2006(6): 935-938.
- [9] Geng Yao, Qiang Wang, Zhiming Wang, Junxiang Wang, Xianjun Lyu. Activation of hydration properties of iron ore tailings and their application as supplementary cementitious materials in cement [J]. Powder Technology, 2020, 360.
- [10] Zhong-lai Yi, Heng-hu Sun, Xiu-quan Wei, Chao Li. 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).
- [11] 王安岭, 马雪英, 杨欣, 等. 铁尾矿粉用作混凝土掺和料的活性研究 [J]. 混凝土世界, 2013(8): 66-69.
- WANG A L, MA X Y, YANG X, et al. Study on the activity of iron tailing powder used as concrete Admixture [J]. Concrete World, 2013(8): 66-69.
- [12] 元敬顺, 孙婧, 岳丽娇, 等. 热激发张家口尚义页岩的火山灰活性研究 [J]. 硅酸盐通报, 2013, 32(3): 476-481+485.
- YUAN J S, SUN J, YUE L J, et al. Study on volcanic ash activity of the shangyi shale in zhangjiakou by thermal stimulation [J]. Chinese journal of silicate, 2013, 32(3): 476-481+485.
- [13] 韩鹏. 高硅型铁尾矿对混凝土和易性及抗压强度影响试验研究 [D]. 沈阳: 东北大学, 2013.
- HAN P. Experimental study on the influence of high silicon iron tailings on workability and compressive strength of concrete [D]. Shenyang: Northeastern University, 2013.
- [14] 朴春爱. 铁尾矿粉的活化工艺和机理及对混凝土性能的影响研究 [D]. 北京: 中国矿业大学 (北京), 2017.
- PIAO C A. Study on activation process and mechanism of iron tailings powder and its effect on concrete performance [D]. Beijing: China University of Mining and Technology, Beijing, 2017.
- [15] Beatryz C. Mendes, Leonardo G. Pedroti, Mauricio P.F. Fontes, José Carlos L. Ribeiro, Carlos M.F. Vieira, Anderson A. Pacheco, Afonso R.G. de Azevedo. Technical and environmental assessment of the incorporation of iron ore tailings in construction clay bricks [J]. Construction and Building Materials, 2019, 227.
- [16] Runfeng Li, Yang Zhou, Cuiwei Li, Shibo Li, Zhenying Huang. Recycling of industrial waste iron tailings in porous bricks with low thermal conductivity [J]. Construction and Building Materials, 2019, 213.
- [17] Juenger M C G, Monteiro P J M, Gartner E M. In situ imaging of ground granulated blast furnace slag hydration [J]. Journal of Materials Science, 2006, 41(21): 7074-7081.
- [18] Gallias J L, Kara-Ali R, Bigas J P. Effect of fine mineral admixtures on water requirement of cement pastes [J]. Cement and Concrete Research, 2000, 30(10): 1543-1549.
- [19] 巴恒静, 潘雨, 杨英姿. 矿物细掺料对高性能混凝土流变性能的影响 [J]. 哈尔滨建筑大学学报, 2002, 35(6): 50-54.
- BA H J, PAN Y, YANG Y Z. Effect of fine mineral admixtures on rheological properties of high performance concrete [J]. Journal of Harbin Jianzhu University, 2002, 35(6): 50-54.
- [20] Hassan K E, Cabrera J G, Maliehe R S. The effect of mineral admixtures on the properties of high-performance concrete [J]. Cement & Concrete Composites, 2000, 22(4): 267-271.
- [21] Sakthivel R, Vasumathi N, Sahu D, et al. Synthesis of

magnetite powder from iron ore tailings[J]. Powder Technology, 2010, 201(2):187-190.

[22] ZHANG S, XUE X, LIU X, et al. Current situation and comprehensive utilization of iron ore tailing resources[J]. Journal of Mining Science, 2006, 42(4):403-408.

[23] 印万忠, 徐东, 杨耀辉, 等. 承德某钒钛磁铁矿尾矿资源化利用技术研究 [J]. 矿产综合利用, 2020(6):37-42.

YIN W Z, XU D, YANG Y H, et al. Research on the Recycling

Technology for a Vanadium-titanium Magnetite Tailings in Chengde[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2020 (6):37-42.

[24] 汪应玲, 罗绍华, 姜茂发, 等. 铁尾矿制备地质聚合物工艺条件研究 [J]. 矿产综合利用, 2019(5):121-126.

WANG Y L, LUO S H, JIANG M F, et al. Study on process conditions for geopolymer from iron tailings[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2019(5):121-126.

Experimental Study on Improving the Activity of Iron Tailings by Mechanochemical Effect

Li Meng, Zhou Qingli, Bai Limei, Ma Yuxin, Guan Jigang, Yang Pengbo

(College of Mining Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei, China)

Abstract: In order to improve the activity of iron tailings and realize the high value-added large-scale utilization of tailings, the method of adding separate mechanical activation and adding grinding aid mechanical chemical activation was used to improve the activation degree of iron tailings, and the effects of grinding aid on the activity of tailings were analyzed by cement mortar test, pozzolanic activity test, XRD, IR and SEM. The analysis results showed that after grinding the tailings separately, the activity is improved, especially after grinding for 3 h, the activity index reaches 86.4%, the activity index of the tailings by adding grinding aids is generally higher than that by grinding alone, while the activity index of the tailings by wet grinding with 0.7% desulfurized gypsum for 3 h is the largest, reaching 91.71%, and has pozzolanic activity, which can be considered as active The concrete is made of sex materials. Further analysis shows that the action mode of grinding aids may be that one or more layers of metal ions are adsorbed on the fractured quartz surface, which weakens the agglomeration effect, thus improving the grinding efficiency, further reducing the particle size, breaking more Si-O bonds, and further improving the activity compared with the single grinding.

Keywords: Mechanochemistry; Grinding aid ; Activity index

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告