

## 低硅铁尾矿的综合利用

王纲, 陈吉春

(武汉理工大学资源与环境工程学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要:**武钢程潮铁矿的铁尾矿属于低钙镁铝硅型, 以低硬度和易风化易泥化矿物为主, 利用难度大。通过研究, 利用其为主要原料制作加气混凝土和路面砖, 产品质量合格, 为该类型铁尾矿的综合利用开辟了新的途径。

**关键词:**低硅铁尾矿; 加气混凝土; 彩色路面砖; 综合利用

**中图分类号:**X751 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2003)03-0045-04

## 1 前言

目前我国铁尾矿的年排放量高达1.5亿吨, 但对其利用基本上处于起步阶段, 大多仅停留在回收部分有价金属组分上, 对尾矿中大量的非金属组分却极少开发利用, 而这些非金属组分也存在较高的利用价值。随着矿产资源的大量开发和利用, 矿石日渐贫化, 资源日渐枯竭。尾矿作为二次资源已受到世界各国的重视。同时排出大量尾矿给环境造成的严重污染和危害以及占用土地等诸多问题, 也受到全社会广泛的关注。而且尾矿资源的综合利用已成为提高矿山企业经济效益的重要途径。近几年我们对武汉钢铁公司下属

的程潮铁矿尾矿作了大量探索性研究, 成功试制了加气混凝土和彩色路面砖, 为这类铁尾矿的开发利用开辟了新的途径。

## 2 尾矿性质

程潮铁矿选矿厂的原矿经中碎后分级抛尾, 尾矿采用直线振动筛脱水, 并就地堆积, 然后用汽车外运, 此为筛上尾矿, 简称筛尾, 本研究即以筛尾为原料。

## 2.1 尾矿的化学成分

为考查筛尾各粒级中组分的变化情况, 对筛尾进行了筛析, 各粒级主要成分的化学分析列于表1。

从表1可知, 程潮铁矿尾矿属于低钙镁

表1 筛尾及各粒级化学多元素分析/%

粒级	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
+5mm	55.1	5.94	0.84					
-5+3mm	53.05	6.26	0.84					
-3+2mm	51.78	7.14	2.59					
-2mm	46.97	9.4	3.83					
筛尾	50.38	7.8	1.98	10.72	5.24	10.15	3.47	2.56

铝硅型。筛尾的SiO<sub>2</sub>含量为50%左右, 与建材制品中经常用的黄砂的SiO<sub>2</sub>含量有很大

差距。同时铁的含量较高, 会增加制品容重。K<sub>2</sub>O和Na<sub>2</sub>O的含量较低, 可避免因含碱过

收稿日期: 2002-09-30

作者简介: 王纲(1978—), 男, 硕士研究生, 研究方向: 固体废物的处理与利用。

高在制品表面产生的盐析作用。

## 2.2 尾矿的矿物成分

经光学显微镜和 X 射线粉晶衍射半定量分析(见表 2),程潮铁矿尾矿的主要矿物为长石、石英、硬石膏,次要矿物为方解石、白云石、石膏、云母、绿泥石、黄铁矿、氧化铁矿物、微量闪石类矿物(透闪石和阳起石)、蒙脱石等。经研究发现尾矿中的长石已被风化,其自身强度很低。这种尾矿是以低硬度和易风化易泥化矿物为主,致使其利用难度较大。

表 2 筛尾及各粒级矿物成分半定量分析/%

矿物名称	筛尾	+5mm	-5 +3mm	-3 +2mm	-2mm
长石	50~60	40~50	70~80	40~50	50~60
石英	5~10	5~10	5~10	1~3	3~5
硬石膏	5~10	5~10	5~10	10~20	20~30
方解石	3~5	3~5	3~5	5~10	5~10
白云石	1~2	1~2	<1	<1	1~2
石膏	1~2	1~2	<1	3~5	5~10
云母	1~3	1~2	1~2	3~5	3~5
绿泥石	1~3	1~2	1~3	3~5	3~5
黄铁矿	1~2	2~3	<1	1~2	1~3
氧化铁	1~3	1~2	1~2	<1	1~2
蒙脱石	1~2	不显	1~2	2~3	2~3
闪石类	<1	不显	<1	不显	<1

## 2.3 尾矿对产品性质的影响

在对低硅铁尾矿性质的理论研究基础上,对其在实际产品中的性能特点也进行了研究。采用标准砂和建筑黄砂进行了比较实验,检验尾矿的胶砂强度。在采用 425<sup>#</sup> 普硅水泥,胶砂比为 1:3,浇注成型,标准养护的实验条件下,其结果见表 3。

表 3 胶砂强度比较实验结果

骨料名称	抗压强度/MPa		抗折强度/MPa	
	3d	7d	3d	7d
标准砂	17.78	26.03	4.33	6.23
黄砂	18.62	28.83	4.57	5.88
尾矿	11.13	16.03	2.41	3.03

由表 3 的实验结果可以看出,与标准砂比较,尾矿制品的抗压强度仅相当于标准砂

的 62%,与黄砂比较,仅相当于黄砂的 56%;抗折强度则更低,无论相对于标准砂还是黄砂,均为其 50%左右。这就表明,用这种类型的尾矿作为砼骨料,其砼试块的强度明显低于标准砂和黄砂,不能制得符合要求的产品。

因此要利用低硅铁尾矿替代黄砂作为建筑材料,需要对低硅铁尾矿进行改性,并利用外掺料提高产品的性能,使低硅铁尾矿能在水泥制品中得到大量利用。

## 3 尾矿制作加气混凝土的研究

加气混凝土制品对硅质材料有较高的要求。国内要求  $\text{SiO}_2$  总量  $\geq 75\%$ ,石英含量  $\geq 40\%$ 。而低硅铁尾矿远不能满足要求。

根据原材料的性质特点,确定的工艺流程是:将磨细的尾矿、外掺硅质材料 and 水泥与水分别计量后混合搅拌,在搅拌过程中依次加入添加剂石灰和铝粉,然后进行浇注,预养,蒸压,经过干燥后得到成品。工艺条件为:浇注温度  $45\sim 50^\circ\text{C}$ ,养护温度为  $70^\circ\text{C}$ ,养护静停时间 1.5~2h,蒸压制度为升温 2h,恒温 8h,降温 1.5h,蒸压温度  $175^\circ\text{C}$ 。

经过实验还确定了低硅铁尾矿加气混凝土生产适宜的工艺参数,适宜的水料比为 0.58,钙质材料的掺量为 30%,水泥和石灰的配比为 1:1,C/S 比为 0.75 左右。

由于利用低硅铁尾矿生产加气混凝土在国内外均属首次,因此在相同的配合比和养护条件下,经过实验找到了 3 种外掺硅质原料:黄砂、石英砂、粉石英。这 3 种外掺硅质原料的合理掺入,可明显提高产品强度,使指标接近高硅材料的标准。并可因地制宜的选用合适的外掺硅质材料。其实验结果见表 4。

表 4 不同外掺硅质材料对制品强度的影响

外掺材料	不同掺量的比强度/MPa				
	5%	8%	11%	15%	20%
石英砂	2.75	3.95	3.49	3.61	4.96
粉石英	2.34	3.31	3.30	2.53	2.27
黄砂	2.26	2.85	2.85	3.07	3.46

本研究试制的加气混凝土按国家标准测试,其容重为  $600\text{kg}/\text{m}^3$ ,平均抗压强度约为  $3.5\text{MPa}$ ,最小为  $2.8\text{MPa}$ ,符合国家要求。

#### 4 尾矿制作彩色路面砖的研究

由于尾砂的胶砂强度低,要利用其作为主要集料,并最大限度减少水泥的用量,使该产品与同类产品具有竞争力,我们做了大量实验进行探索。首先找到了合适的对尾矿改性的外加剂 TN,添加适量的无机外加剂 TN 能增强产品性能,提高产品的稳定性。为了使研制的路面砖有合适的粗细骨料的比例,粗骨料采用程潮铁矿粗粒抛尾的一种尾石。其制作的工艺流程见图 1。

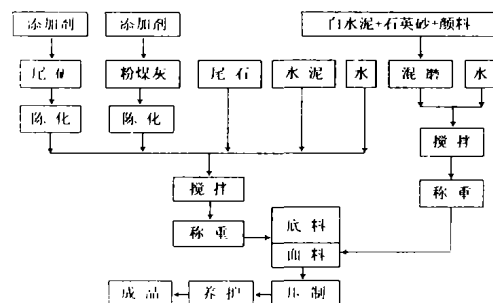


图1 程潮铁矿尾矿彩色路面砖制作工艺流程图

最终我们在实验室利用工业设备,试制了彩色路面砖。彩色路面砖原料配合比见表 5。试块采用  $60^\circ\text{C}$  湿热养护 24h,再自然堆放。制得的样品送湖北省建筑工程质量监督检测中心检测,依照国家标准 JC/T446—2000 检测所得的主要指标见表 6。

### The Comprehensive Utilization of Low-silicon Iron Ore Tailings

WANG Gang, CHEN Ji-chun

(Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei, China)

**Abstract:** The iron ore tailings from Chengchao Iron Mine belong to low-calcium, magnesium, aluminium and silicon type. The essential minerals in the tailings are easy to weather and mud. The experimental research on manufacturing aerated concrete and coloured pavement brick making use of the tailings was performed. The results indicate that the product quality has come to the stipulative standard.

表5 路面砖原料配比

原料名称	含量/%	备注
尾矿	51	
尾石	14	
425#水泥	25	市售
粉煤灰	10	预激发处理
TN	0.5	占尾矿量
水	8	占固体量

表6 低硅铁尾矿彩色路面砖检测结果

检测项目	优等品 标准要求	实测结果
吸水率/%	$\leq 5.0$	4.3
抗压强度(平均值)/MPa	$\geq 40.0$	48.9
抗压强度(最小值)/MPa	$\geq 35.0$	43.9
抗折强度(平均值)/MPa	$\geq 6.00$	8.2
抗折强度(最小值)/MPa	$\geq 5.00$	7.5

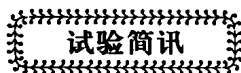
根据表 6 的测试结果得出结论:依据 JC/T446—2000,本研究成果符合  $C_{60}$ ,  $C_{f6.0}$  优等品规定指标要求。

#### 5 结 语

利用低硅铁尾矿生产加气混凝土和彩色路面砖的工艺可行,各项技术指标可以达到国家标准。本研究对低硅铁尾矿的综合利用开辟了新的途径。

#### 参考文献:

- [1]王运敏,常前发.当前我国铁矿尾矿的资源状况利用现状及工作方向[J].金属矿山,1999(1):1~6.
- [2]沙德昌,厉维.尾矿质彩色道板砖的研制与应用[J].鞍钢技术,1999(7):49~51.



## 助磨剂对石英磨矿细度的影响

刘凤春, 王博, 姜圣才, 于勇军, 孙正锋

(山东理工大学资源与环境工程学院, 山东 淄博 255049)

中图分类号: TD921 文献标识码: B 文章编号: 1000-6532(2003)03-0048-02

### 1 前言

磨矿作业能耗高, 而且能量利用率很低, 无论是在选厂、水泥厂, 还是在其他破碎作业中, 降低磨机能耗, 提高磨矿效率一直是一个亟待解决的问题。为此, 人们采取了许多措施, 如改进磨机结构、改革粉磨工艺流程等, 而这些方法受投资、厂房等条件的限制, 效果不是太好。在磨矿中添加助磨剂可有效地改善磨矿过程, 即在磨机功率相同的条件下可以提高产品细度, 因此采用助磨剂是提高磨矿效率, 降低能耗的有效措施。本文主要研究了几种助磨剂(氯化铵、氯化钠、三乙醇胺、油酸钠)对石英磨矿的影响。

### 2 石英矿样及其粒度组成

取石英矿样 100g 在振筛机上作筛分分析, 其粒度组成见表 1。

由表 1 可知, 石英矿样中 +0.076mm 粒级(大于 200 目)占 92.1%, -0.076mm 粒级(小于 200 目)只占 7.9%。

### 3 磨矿实验

每次试验均取石英矿样 200g, 磨矿设备采用 XMB-70 型三辊四筒棒磨机(13 根

表 1 石英矿样的粒度组成

粒级/mm	产率/%	筛上累积产率/%	筛下累积产率/%
+0.45	0.9	0.9	100.0
-0.045+0.30	17.8	18.7	99.1
-0.30+0.20	28.0	46.7	81.3
-0.20+0.15	14.4	61.1	53.3
-0.15+0.076	31.0	92.1	38.9
-0.076	7.9	100.0	7.9

棒), 并采用 325 目筛子对磨矿产品进行湿法筛分, 以考察磨矿效果。

#### 3.1 磨矿时间的影响

不加任何助磨剂, 磨矿浓度不变, 只是改变磨矿时间。当磨矿浓度为 50% (此时固液比为 1:1, 即石英 200g, 水 200mL) 时, 磨矿时间对磨矿细度的影响见表 2。

从表 2 中可以看出, 磨矿时间越长, 一

表 2 磨矿时间对磨矿细度的影响

磨矿时间/min	20	30	40	60	90
+325 目重量/g	106.80	40.30	29.72	14.44	8.72
-325 目含量/%	46.60	79.85	85.14	92.78	95.64

Key words: Low-silicon iron ore tailings; Aerated concret; Coloured pavement brick; Comprehensive utilization

收稿日期: 2002-10-31

作者简介: 刘凤春(1966—), 女, 高级实验师, 现从事矿物加工及矿产资源综合利用等方面的研究工作。