

低硅铁尾矿开发利用的新途径

王砚 许士洪 陈吉春 彭长琪 TD926.4
(武汉工业大学资源环境学院 湖北 武汉 430070) TU528.2

摘要 简要介绍了对程潮铁矿尾矿进行回收利用的可行性研究,并以此制订出了工艺流程、工艺参数和最佳配比,为低硅铁尾矿研制加气混凝土开辟了一条新途径。

关键词 低硅铁尾矿, 加气混凝土, 回收利用, 工艺流程

长久以来,人类的生存发展都依赖于矿产资源。现今世界上有 90% 的工业品和 17% 的消耗品是用矿物原料加工生产的,随着社会的不断发展,人类对矿产资源的需求量日益加大。但是,矿产资源是不可再生的,已面临着“资源匮乏”的境地。同时,在矿产资源开发利用过程中却丢弃大量的废石和尾矿。据初步统计,我国每年排出的尾矿约 2 亿吨,并以 10% 的速度逐年增加,众多的尾矿坝(库)占用大量良田土地,污染水体、土壤和大气,对生态环境造成危害。在暴雨季节还会发生泥石流,淹没村庄农田,造成人员伤亡。因此,国内外对尾矿的处理利用研究给予了极大的关注。这不仅治理了环境,而且变废为宝,化害兴利,产生明显的经济效益和社会效益。近几年来,我们对武汉钢铁公司下属的程潮铁矿尾矿作了大量的探索研究,试制成功低硅铁尾矿加气混凝土,为这类低硅铁尾矿的开发利用开辟了新途径。

1 加气混凝土及其特性

加气混凝土是硅质材料(如砂、粉煤灰、尾矿粉等)和钙质材料(如水泥、石灰等)加水并加入适量的发气剂和其他附加剂,经混合搅拌、浇注、发泡、胚体静停和切割后,再经蒸压养护制成的一种性能优良的新型轻质建筑材料,具有质量轻、保温性能好和可加工性等优点,受到建筑业的普遍重视。用于生产加气混凝土的砂,一般要求 SiO_2 含量 $> 70\%$,并要求石英含量 $> 40\%$ 。

2 程潮铁矿尾矿的成分特点

对程潮铁矿的尾矿及其不同的粒级筛析产和的作了化学分析、光学显微镜和 X 射线粉晶衍射分析,以查明其物质成分特点。

2.1 化学成分

经多元元素分析,程潮铁矿尾砂及其不同粒级产物的主要化学成分如表 1。

表 1 程潮铁矿尾矿的化学成分(%)

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O	S
尾砂	50.38	10.72	7.80	5.24	10.15	3.47	1.98
+5mm	55.10	-	5.94	-	-	-	0.84
-5+3mm	53.05	-	6.26	-	-	-	0.84
-3+2mm	51.78	-	7.14	-	-	-	2.59
-2mm	46.97	-	9.40	-	-	-	3.83

2.2 矿物成分

经光学显微镜和 X 射线粉晶衍射半定量分析,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(见表 2)。

2.3 尾矿的成分特点

由表 1、表 2 可以看出程潮铁矿尾矿的成分有以下特点:

(1)尾矿中的 SiO_2 含量 50% 左右,而且主要以长石形式存在,石英含量 $< 10\%$,并含有约 10% 石膏类矿

表2 程潮铁矿尾矿的矿物成分(%)

矿物成分	尾矿	+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	不显著	1~2	2~3	2~3
闪石	<1	不显著	<1	不显著	<1

物。由于该尾矿中的SiO₂含量较低且石英量较少,不能满足生产加气混凝土的硅质原料要求,必须添加某些硅质原料。尾矿中石膏含量较高,在研制加气混凝土时可以不添加石膏。

(2) 随尾矿粒径的由粗到细,各化学组分呈规律性变化, SiO₂含量逐渐降低, Fe₂O₃和S的含量则逐渐升高。这就表明在细粒级尾矿中富含硫铁矿,可以加以回收利用,余下的尾矿可以作建筑材料的原料。

3 尾矿加气混凝土的研制

3.1 原材料

(1)尾矿 采用武汉钢铁公司程潮铁矿的尾矿。

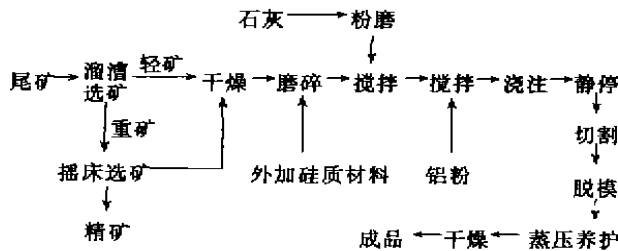
(2)石灰 采用某硅酸盐制品厂焙烧的石灰。有效CaO为85.0%左右,消化时间为3.5min,消化温度为91℃。

(3)水泥 采用某水泥厂生产的425#普通硅酸盐水泥,其比表面积为400cm²/g。

(4)铝粉 采用某硅酸盐制品厂生产的水溶性铝粉。

3.2 工艺流程

根据原材料的性质、特点,制订其工艺流程图如下。



3.3 工艺参数

(1) 水泥与石灰之比

确定水泥与尾砂的用量,调整石灰与水泥的比例进行对比试验,其结果见图1。

从图1看出,随水泥与石灰的比例增加,制品强度随之上升,当增至1:1左右时,强度最大,若继续增加,则强度反而降低。故而,本试验中水泥与石灰最佳比为1:1。

(2) 添加硅质材料的用量

本次研究所采用的铁尾矿中SiO₂含量为50%左右,未达到生产加气混凝土对原料中SiO₂含量的一般要求,因此必须加入一定量高硅材料以提高原料的含硅量。为了探讨外加硅质材料用量对加气混凝土强度的影响。以黄砂作为添加硅质材料,其他条件固定,黄砂在配合比中的用量分别为5%、8%、11%、15%、20%、30%,试验结果见图1。

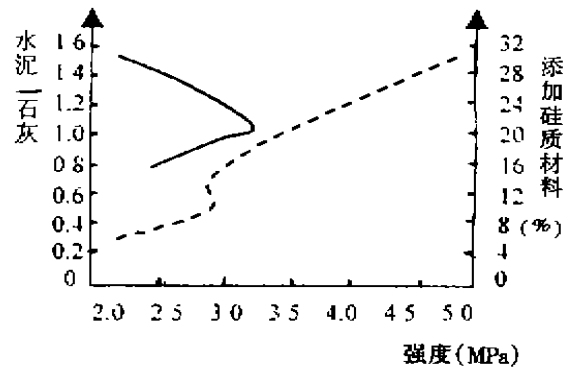


图1 水泥/石灰与添加硅质材料对制品的影响

——表示水泥/石灰对制品的影响

-----表示添加硅质材料用量对制品的影响

由图1可以看出,随尾矿与添加硅质材料的比例降低,强度随之升高,当黄砂的用量约为8%时,制品的出釜强度基本达到国家标准。为了充分利用尾矿,降低成本,其比例应选择较低的为宜。经对比实验表明,本研究中添加硅质材料最佳用量为11%~20%。

(3) 钙硅比

钙硅比是加气混凝土制品各种原料中氧化钙的总和与二氧化硅总和的摩尔比。

钙硅比与凝结时间、强度等性能都有密切关系,当钙质材料过多,料浆升温激烈,稠化速度很快,发气速度

跟不上,气孔结构一般不好,水化速度不太完全,对制品强度是不利的。根据有关资料,水泥—石灰—砂加气混凝土的C/S在0.7~0.8之间。在其他条件相同情况下,改变钙质材料总量与硅质材料总量比例,我们发现随着钙质材料用量的增加,制品强度随之增加,且达到最高值后,随着用量再增加时,强度便开始降低。最佳钙质材料与硅质材料之比为3:7,经计算最佳C/S为0.75左右,其试验所得曲线见图2。

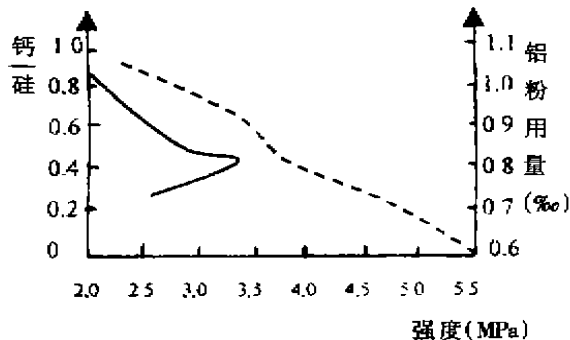


图2 钙硅比与铝粉用量对制品的影响

——表示钙硅比对制品的影响

.....表示铝粉用量对制品的影响

(4) 铝粉用量

固定其他任何条件,只改变铝粉的用量,试验结果见图2。

由图2可以知道,随铝粉用量增加,容重越来越轻,制品的强度越来越低。这主要是因为铝粉用量增加,产气率增大,孔隙率变大,且气泡过大,不利于制品强度。

除上述工艺参数之外,试验中还对水料比、调节剂用量、搅拌时间、料浆温度、静停养护时间和温度等参数进行的探索研究,并确定了其最佳值,这里从略。

3.4 铁尾矿加气混凝土的物理性能

本试验研究所试制的铁尾矿砂加气混凝土经按国家标准测试,其容重为 $600\text{kg}/\text{m}^3$,平均抗压强度约为 3.5MPa ,最小为 2.8MPa ,符合国家标准要求。

4 结论

(1) 程潮铁尾矿可以生产600级的加气混凝土,为低硅铁尾矿的回收开辟了一条新途径。

(2) 试验中最佳水泥与石灰的比例为1:1。

(3) 试验中外加硅质材料的用量在5%~30%之间变化时,制品强度增加很快,其最佳强度的外加硅质材料用量为11%~20%。

(4) 试验中最佳钙质材料/硅质材料为3:7,经计算最佳钙硅比为0.75,钙质材料的用量不能太多,否则对制品强度影响明显。

(5) 铝粉用量明显影响着制品强度,在生产中应严格控制,本试验最佳铝粉用量为0.8%。

参考文献

- 1 张继能,顾同曾. 加气混凝土生产工艺. 武汉: 武汉工业大学出版社,1992. 6
- 2 重庆建筑工程学院,南京工学院. 混凝土学. 北京: 中国建筑工业出版社,1981. 7

(责任编辑 赵贤瑶)

· 科技经济要闻 ·

武汉高新产业将整体跃进

最近湖北省武汉市召开的“发展高科技、实现产业化”座谈会上传出消息,今年内武汉市高新技术产业将整体跃进,计划总投资16.6亿元人民币,吸引外资6700万美元,启动18个重大高新技术产业项目。

这些项目涉及电子与信息、生物工程与新医药、光机电一体化、新材料、环保、现代农业等6大领域,具有科技含量高、产业化条件充分、市场前景广阔等特点。特大项目关南生物医药基地(今年内投资1.7亿元)由红桃K集团承担,重点项目BT生物农药基地由科诺公司承担,这两个项目将按5年内50亿元产值的规模来规划和推进产业化;此外还有体外培育牛黄原料及制剂、白蛋白多肽胶囊、武汉中药现代化等项目;电子与信息领域里的锂电池项目,由武汉力兴电源股份有限公司承担,总投资1.46亿元;可视电话及网络项目,总投资7000万元;CDMA移动通信项目由武汉龙安集团承担;预计每年销售收入达6亿元。