

文章编号:1673-9981(2014)02-0125-04

利用煤矸石制取无机纤维工艺试验的研究

尹 雪

沈阳有色金属研究院, 辽宁 沈阳 110141

摘 要:用矿热电炉处理煤矸石,并对制取矿物无机纤维的工艺技术条件进行了研究,发现通过加入辅助添加剂,用煤矸石可制取无机纤维.试验结果表明:在石灰添加量为 20%、铁精粉添加量为 25%,以及石灰石添加量为 20%、镓红土矿添加量为 100%的条件下,电炉冶炼均能正常进行且能制备出无机纤维,所制备的无机纤维经处理后可获得合格的纤维保温板.

关键词:煤矸石;添加剂;熔渣;矿物无机纤维;保温材料

中图分类号:TF111

文献标识码:A

煤矸石是一种在成煤过程中与煤层伴生的一种含碳量较低、比煤坚硬的黑灰色岩石,是我国目前排放量和累计存放量最大的工业混合固体废弃物之一.全国共有 1600 多座煤矸石山,累计存放量已超过 40 多亿吨,它的堆存不仅占用宝贵的土地资源而且造成环境污染^[1-2].煤矸石的主要成份为 SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 和 $\text{C}^{[3-5]}$,在煤矸石综合利用方面,以往主要用于工程回填料、煤矸石制砖、制作水泥、煤矸石发电及提取铝盐等,虽然煤矸石综合利用方法较多,但综合利用率均不高,其原因主要是处理工艺流程复杂、成本费用高、产品市场占有率受限,以及未能实现完全利用并产生二次污染等问题.

本试验以煤矸石为研究对象,通过添加一定量的添加剂,可制造出无机矿物纤维并应用于保温材料中,为实现工业生产提供了技术依据.

1 试验部分

1.1 试验原料

试验原料为某矿厂煤矸石,添加剂为红土镍矿、铁精粉和石灰,它们的主要组成成分列于表 1.

表 1 原料及添加剂的组成成分

原料	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Ni	Fe	固定碳
煤矸石	61.8	20.6	0.95	0.45	—	6.8	10~15
红土镍矿	42.67	<2	<2	15.69	2.0	13.58	—
铁精粉	14.70	0.22	1.30	—	—	60.68	—
石灰	4.77	—	86.80	1.58	—	—	—

1.2 试验方法

试验用原始型煤矸石首先经 50 mm 的格筛筛分,以保证试验用料粒度,筛上部分经颚式破碎机破碎至粒度小于 50 mm,与筛下煤矸石合并进行干燥,待用.

按建筑保温材料的成份要求并兼顾冶炼工艺条件将处理过的煤矸石与添加剂进行混配,混配后的试验原料在 1000 kVA 矿热电炉中冶炼熔化,高温熔融渣流入 200 kVA 保温电炉中,然后再以一定的匀速流到高速离心制纤机的转鼓上,利用转鼓高的线速度和轴向高压风产生的组合外力,将高温熔融渣制成无机矿物纤维,最后对无机矿物纤维制作的建筑保温材料产品进行测试.冶炼过程中产出的副产品由出铁口放出并铸锭,同时对其成份进行分析.

收稿日期:2014-04-02

作者简介:尹雪(1988-),女,辽宁沈阳人,硕士研究生.

1.3 试验设备

化渣设备为矿热电炉,其功率为 1000 kVA、二次电压为 171.6 V、电流为 3300 A;成纤设备为 JLX2.5-300 型制纤高速离心机及 JLX180-120 型号负压风机。

2 试验结果与分析

2.1 煤矸石熔渣情况分析

本次试验所用煤矸石冶炼渣的主要成分为二氧化硅和三氧化二铝。根据煤矸石化验分析成分计算, $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 二元系熔渣中 SiO_2 的含量高达 75% 左右,熔渣的酸性较大,此时熔渣的熔点在 1750℃ 以上。由熔渣粘度相图可以得出^[6],当 Al_2O_3 的含量达到 25% 左右时, $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 二元系熔渣的粘度在 200~300 Pa·s 之间,熔渣粘度较大。由此可见,需添加一定量的添加剂,降低煤矸石熔渣的熔点及粘度,以实现其在电炉中的冶炼及满足制纤要求。选择辅助添加剂时应在保证制纤要求的同时,以煤矸石中碳的有效综合利用及产出高附加值的副产品为最终目的。

2.2 不调渣型制纤试验

利用煤矸石进行不调渣型直接冶炼制纤试验,即不加入添加剂,在整个试验过程中发现:(1)只有三根电极底部炉料熔化,电极中心及炉四周炉料不熔化;(2)二次电流基本在 1500 A 左右,达不到满负荷;(3)熔渣发红,温度低,熔渣粘稠。由试验实际情况得知,因熔渣熔点高及粘度大,冶炼渣型调整及熔炼过程比较困难,致使试验时间长、各种消耗较大,煤矸石直接冶炼的熔渣不能用于直接制造无机纤维,需加入添加剂进行成分的调配,以达到制纤的要求。

2.3 添加石灰制纤试验

由于熔渣的酸性及粘度均较大,需添加碱性添加剂以有效地降低炉渣的熔点,试验选用石灰(CaO)作为添加剂,以降低渣熔点、提高渣的流动性。

在相同环境下,选定添加 5%~25% 的石灰进行调整渣型制纤试验。试样结果列于表 2。由表 2 可知:随着石灰添加量的增大,熔渣的粘度及流动性均发生变化;当石灰添加量(质量分数)为 5% 时,出炉的熔渣比较粘、流动性极差,熔渣状态见图 1 和图

2;当石灰添加量为 20% 时,熔渣仍粘稠,但流动性有所改善;当石灰添加量为 25% 时,熔渣又变得粘稠,流动性变差,无法达到制纤要求。这表明,配加单一的添加剂无法使熔渣达到制纤的要求,根据试验结果,确定选取石灰添加量为 20%。

表 2 调整石灰含量制纤数据分析
Table 2 Data analysis of adjusting the lime content in fiber production

序号	含量 w/%	熔渣状态	结果
1	5	熔渣很粘,流动性很差	未成纤
2	15	熔渣粘,流动性稍许改善	未成纤
3	20	熔渣粘,流动性好转	未成纤
4	25	熔渣很粘,流动性差	未成纤

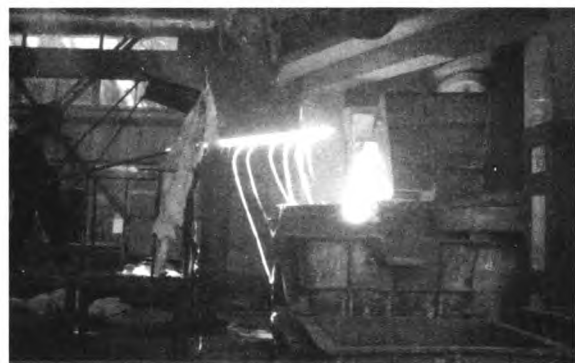


图 1 开眼过程熔渣状态图
Fig. 1 Slag state diagram on open process



图 2 熔渣流到钢包内的状态图
Fig. 2 Slag flow to the ladle

2.4 添加铁精粉制纤试验

在石灰添加量为 20% 的前提下,进行不同铁精粉添加量的试验,铁精粉加入量(质量分数)分别为煤矸石的 10%,15%,20%,25% 及 30%。试验结果列于表 3。由表 3 可知:随着铁精粉添加量的增加,熔渣的粘度及流动性均有改善;当铁精粉添加量为

25%时,熔渣粘度有所改善,流动性好转,电炉冶炼可正常进行,可以制纤;当铁精粉添加量为 30%时,虽然熔渣粘度有所改善、流动性好转,但熔化时间长. 所以,适宜的铁精粉添加量应为 25%.

表 3 调整铁精粉含量制纤数据分析结果
Table 3 Data analysis of adjusting the iron powder content in fiber production

序号	含量 w/%	熔渣状态	结果
1	10	熔渣很粘,流动性很差	未能制纤
2	15	熔渣粘,流动性差	未能制纤
3	20	熔渣粘,流动性稍差	未能制纤
4	25	熔渣粘度改善,流动性好转	可以制纤
5	30	熔渣粘度改善,流动性好转,但熔化时间长	可以制纤

在石灰添加量为 20%、铁精粉添加量为 25%条件下进行制纤试验,炉渣、纤维及生铁的组成成份分别列于表 4 和表 5,制纤试验工作现场见图 3 和图 4. 从表 4 和表 5 可以看出,试验所得的熔渣成份和生铁成份均能满足制纤及炼钢要求.

表 4 炉渣及纤维的组成成分
Table 4 The composition of slag and fiber w/%

成分	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO
炉渣	3.493	55.10	12.57	15.73
纤维	4.472	54.76	12.26	15.72

表 5 生铁的组成成分
Table 5The composition of big iron

成分	C	Fe	S	Si	p
含量 w/%	2.13	85.71	0.58	2.24	0.01

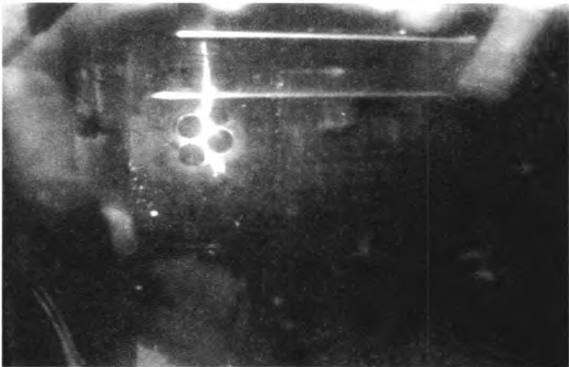


图 3 成纤机制纤状态照片
Fig.3 The state photo of fiber forming mechanis



图 4 制纤试验现场照片
Fig.4 Photo of fiber production test

2.5 添加镍红土矿制纤试验

在添加 20%石灰条件下,进行不同添加量的镍红土矿试验,镍红土矿加入量(质量分数)分别为煤矸石的 40%,60%,80%,100%及 120%. 试验结果列于表 6. 由表 6 可知,随着镍红土矿添加量的增大,熔渣的粘度及流动性有所改善,当镍红土矿添加量分别为 100%和 120%时,电炉冶炼均可正常进行,熔渣的粘度及流动性变化相差不大. 所以,适宜的镍红土矿添加量应为 100%.

表 6 调整镍红土矿含量制纤数据分析结果
Table 6 Data analysis of adjusting the nickel laterite ore content in fiber production

序号	镍红土矿 w/%	熔渣状态	结果
1	40	熔渣很粘,流动性很差	未能制纤
2	60	熔渣粘,流动性差	未能制纤
3	80	熔渣粘,流动性稍差	未能很好制纤
4	100	熔渣粘度改善,流动性好转	可以制纤
5	120	熔渣粘度改善,流动性好转	可以制纤

在石灰添加量为 20%、镍红土矿添加量为 100%的条件下进行制纤试验,试验炉渣、纤维及镍铁合金的成份分别列于表 7 和表 8. 由表 7 和表 8 可以看出,试验所得的炉渣成份和镍铁合金成份均能满足制纤及冶炼不锈钢的要求.

表 7 炉渣及纤维组成成分
Table 7 The composition of slag and fiber w/%

成分	Ni	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO
炉渣	0.063	3.68	54.09	11.15	15.08
纤维	0.061	2.81	51.98	9.14	14.99

表 8 镍铁合金组成成分
Table8 The composition of ferro-nickel

成分	Ni	Fe	C	Si	S	P
含量 w/%	14.57	80.33	1.38	2.06	0.38	0.037

2.6 无机纤维制造保温材料

为进一步研究煤矸石制取无机纤维的利用价值,在小型试验设备上进行了制造保温材料试验。

取所制备的无机纤维 5 kg,经清洁处理后加入活性剂硅丙乳液,硅丙乳液活性剂起到增强无机纤维表面韧性的作用,在成型温度为 300 ℃条件下,经 1.5 h 成型,制得煤矸石纤维保温板。本试验获得的纤维保温板的密度、导热值等指标均较理想。产品送往上海市建筑材料及构件质量监督检验站检验,检验结果符合国家标准要求。因此,利用煤矸石制备矿物无机纤维并应用于制造建筑保温材料,是实现其综合利用的有效途径。

3 结 论

(1)煤矸石不能在电炉中单独冶炼制造无机矿

物纤维,需添加一定的辅助材料进行渣型调整。

(2)在添加 20%石灰和 25%的铁精粉调整渣型,以及添加 20%石灰和 100%的镍红土矿调整渣型的条件下,用煤矸石均可制备出无机纤维。

(3)将煤矸石制备出的矿物纤维用于制造保温材料,其保温性能指标较理想,符合国家标准要求。

参考文献:

[1] 路三军,朱全剩,杜永生. 浅谈煤矸石综合利用的一些途径[J]. 探索争鸣,2013(6):27.

[2] 王斌,张冬健,谷林. 煤矸石综合利用的研究概述[J]. 煤炭加工与综合利用,2013(3):77-79.

[3] 王姣雯. 煤矸石综合利用现状分析[J]. 工业技术,2011(3):191.

[4] 王彦峰. 论煤矸石综合利用现状[J]. 北方环境,2011(11):52.

[5] 郭宇清. 煤矸石综合利用对策及意义[J]. 山西煤炭管理干部学院学报,2011(1):43-45.

[6] 张志文,王增莹,梁钦锋,等. 完全熔融状态下 SiO₂-Al₂O₃-CaO 体系的黏度分析与预测[J]. 中国电机工程学报,2008,28(5):39-43.

Experimental study about preparing inorganic fiber by using coal gangue

YIN Xue
Shenyang Nonferrous Metal Research Institute, Shenyang 110141, China

Abstract: The technique of producing mineral inorganic fiber using smelting electric furnace to process coal gangue is investigated. It is found that coal gangue can be made into inorganic fibers by adding auxiliary additives. The results show that electric furnace smelting are in normal work and can prepare inorganic fiber with the condition of adding 20% lime and 25% iron ore, or 20% lime and 100% nickel laterite ore. The qualified fiber insulation board can be made after treating the inorganic fiber.

Key words: coal gangue; additive; melt-slag; inorganic mineral fiber; heat insulating material