

19 101-105

煤基还原贫菱铁矿冶炼海绵铁的实验研究

朱子宗 张丙怀

(重庆大学冶金及材料工程系, 重庆, 400044; 第一作者 32岁, 男, 讲师)

TF 559

摘要 在实验室的系列研究表明:采用固定床罐式法煤基还原贫菱铁矿,得到高金属化率的还原矿,经球磨磁选得到 $TFe > 80\%$, $SiO_2 < 6\%$ 的海绵铁(铁粉)。从而为开发利用低品位矿提供了理论依据。

关键词 菱铁矿; 海绵铁 / 煤基还原
中国图书资料分类法分类号 TF559

0 引言

我国具有丰富的铁矿资源,已探明储量近 500 亿吨,可供开发利用的约 260 亿吨,其中 96% 为贫矿,平均铁品位为 32.6%。随着钢铁工业的发展,富矿越来越少,已不能满足钢铁生产的需要,国内多数大型钢铁企业不得不利用大量外汇购买澳大利亚、巴西铁矿等进行高炉冶炼,比较分散的中小型钢铁企业也只能吃较低品位的铁矿。再者,我国电弧炉炼钢,需要大量的废钢原料,来源靠引进和自身废钢,但仍不能满足需要,造成不少电炉炼钢厂半停产状态。因此,找寻新的补充原料已是迫在眉睫的任务^[1~3]。

本文主要讨论在实验室条件下,利用固定床罐式法煤基还原贫菱铁矿过程中,矿石粒度、还原温度、还原时间以及矿石结构等对还原矿石金属化率的影响。并通过球磨、磁选探索分离海绵铁的可行性。从而为我国贫菱铁矿资源的综合利用提供理论依据。

1 实验内容及方法

采用坩埚法做温度系列、粒度系列、还原时间系列实验,分析还原矿金属化率变化情况,实验装置如图 1 所示。采用罐式法做扩大性还原试验,试验装置如图 2。

实验采用的矿石为涪源市沟门子乡低品位矿,其成分见表 1。还原煤选用的是四川宜宾煤,其成分见表 2。

表 1 贫菱铁矿成分 %

TFe	FeO	H ₂ O	SiO ₂
36.44	23.76	3.11	15.86

表 2 还原煤成分 %

C	A	V	W
51.74	31.0	15.0	2.26

* 收文日期 1997-06-19

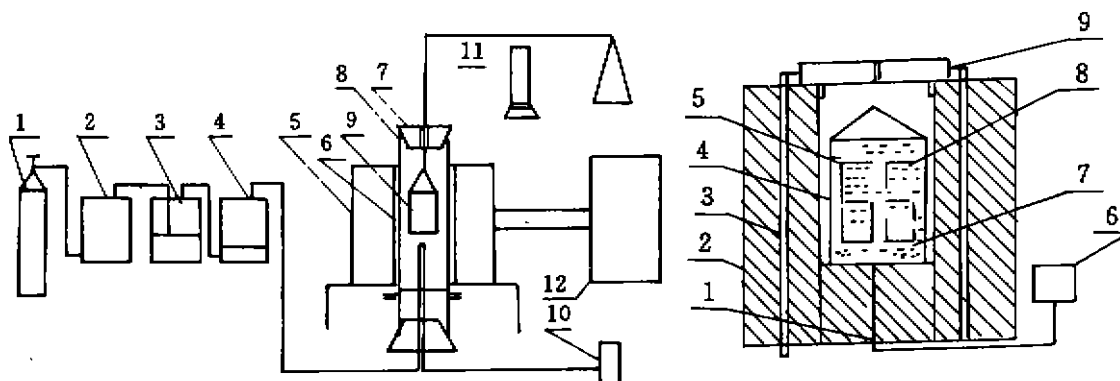


图1 坩埚法固相还原装置系统图

1—N₂气瓶, 2—稳压瓶, 3—洗气瓶, 4—干燥瓶;
5—炉体, 6—硅碳管, 7—炉盖, 8—刚玉管;
9—坩埚, 10—热电偶, 11—热天平, 12—温度控制柜

图2 菱铁矿固相还原扩大性试验装置示意图

1—热电偶, 2—还原炉, 3—硅碳棒;
4—铁桶, 5—石墨坩埚, 6—测温仪表;
7—煤粒, 8—菱铁矿与煤粒, 9—炉盖

2 实验结果及分析

2.1 温度变化系列实验结果及分析

矿石粒度(8~10 mm), 还原时间 3.5 h 及还原煤配比一定的条件下, 随着温度(t)的变化, 还原矿中的 TFe、MFe、金属化率 η 的变化如图 3 所示。

从图 3 看出, 随着还原温度的升高, 矿石中的 TFe 和 MFe 明显增加, 金属化率逐渐达到 90% 以上。在煤基直接还原中, 还原剂的用量为理论碳量的 1~2.5 倍, 其主要反应为



综合(1)(2)式得:



(3)式即为直接还原反应, 该反应为强吸热反应, 故还原温度的升高有利于还原反应的加快; 另外, 当温度升高后, 煤的反应性提高, CO 量增加, 反应气氛浓, 也促进反应速度加快。

2.2 矿石粒度变化系列实验结果及分析

在 1050℃ 和还原时间 3.5 h 的条件下, 改变矿石粒度(s), 还原矿中的 TFe、MFe、 η 的变化如图 4 所示。

从图 4 可看出, 随着矿石粒度增大, 在温度和还原时间相同情况下, 矿石的 TFe、MFe、 η 呈下降趋势, 矿石粒度越大, 矿石中金属化率越低, 当矿石粒度 > 10 mm 时, η 急剧下降, 这是因为在此实验条件下, 随着矿石粒度的增大, 与还原煤、还原气体的接触面积减小及还原

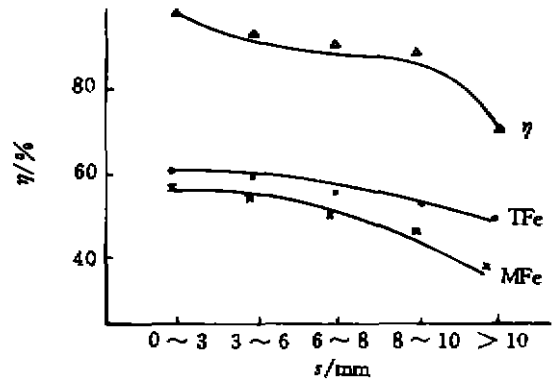
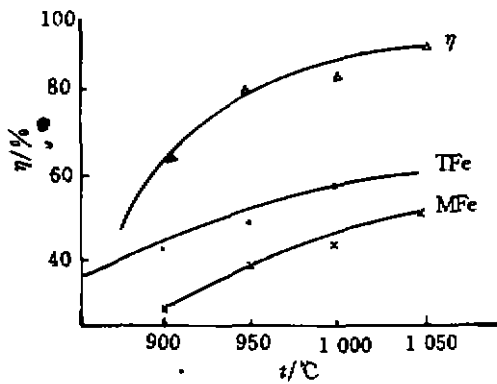


图 3 还原矿中 TFe、MFe、 η - t (温度)的变化关系图 图 4 还原矿中 TFe、MFe、 η - s (粒度)的变化关系图

气体扩散行程增加,使还原速率减慢所致。

2.3 还原时间变化系列实验结果及分析

在 1 050℃, 矿石粒度 8~10 mm, 还原煤粒度 2~3 mm 的条件下, 改变还原时间(τ), 还原矿中的 TFe、MFe、 η 的变化如图 5 所示。

从图 5 可以看出, 随着还原时间的增加, 还原矿中的 TFe、MFe、 η 总的趋势是增加的。一方面随着还原时间的增加, 还原反应逐渐向矿石内部推移, 矿石的还原度提高。另一方面, 菱铁矿受热分解生成 FeO 和 CO₂ 气体, 与煤气化反应生成 CO, 加速了铁矿石的还原, 提高了还原矿的金属化率。

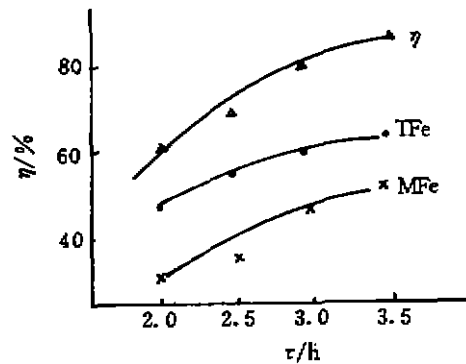


图 5 还原矿中 TFe、MFe、 η - τ (时间)的变化关系图

2.4 煤基还原菱铁矿扩大性试验结果

为了更好地研究菱铁矿煤基固相还原, 提高还原矿金属化率, 探讨其使用价值和应用范围, 在实验室大型焙烧炉内采用固定床罐式法进行了扩大性试验, 结果见表 3。

表 3 实验室扩大性试验结果

编 号	原 料	$t/^\circ\text{C}$	预还原成分 %		
			TFe	MFe	η
C ₁	矿 500 g 煤 500 · β g 8~10 mm 2~3 mm	1 050	52.55	47.97	91.19
C ₂	矿 700 g 煤 700 · β g 6~8 mm 2~3 mm	1 050	53.65	48.74	90.82
C ₃	矿 700 g 煤 700 · β g 3~5 mm 2~3 mm	1 050	57.12	55.71	97.53

注: ($0 < \beta < 1$)

从表3可以得出这样的结论:在1050℃和还原时间4h的条件下,几组试验结果均证实了在矿:煤=1:β,情况下,均能生产出TFe=55%±,金属化率90%±的还原矿,甚至还原矿中全铁皆为金属铁的效果。

2.5 还原矿磁选试验结果

为了提高还原矿的利用价值,探索生产海绵铁的可行性,我们利用扩大实验所得的金属化率高的还原矿,经破碎球磨达到磨矿细度G后在形成磁场电流I的磁场强度下,进行磁选分离出海绵铁或铁粉,磁选结果见表4。

表4 还原矿磁选结果

编号	G/μm	I/A	磁选后成分	
			TFe	MFe
D ₁	<74	1.7	77.68	64.84
D ₂	<74	1.2	81.15	64.34
D ₃	<54	1.7	84.32	67.89
D ₄	<54	1.2	84.17	69.55

从表4可以看出经球磨磁选后能够得到TFe在77.68%~84.32%之间,MFe在64.34%~69.55%之间,SiO₂大约6%左右的海绵铁。

对于该种贫菱铁矿生产的高金属化率还原矿能够选出TFe大约84%的海绵铁是相当不错的,这主要是因为:一方面贫菱矿矿物组成主要有铁氧化物、脉石、少量菱镁矿,其显微结构有致密层状、包边状、流素状及脉石基体上的带状等(图6),而还原矿中还原出的铁晶粒细小,呈网络状、星点状、海绵状分布,且部分嵌布在脉石基体中(图7),造成磁选分离困难。另外一方面由于矿粉在球磨,磁选和干燥过程中发生了部分氧化,以致金属铁含量偏低。在进一步的研究工作中将重点解决该问题。

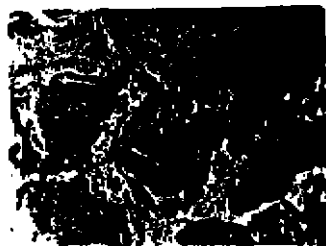


图6 原矿包边状结构
白色——铁氧化物;灰色——菱镁矿



图7 还原矿海绵状结构
白色——金属铁;灰白色——富氏体

3 结 论

经大量的基础实验和扩大性实验证明:采用煤基罐式法还原贫菱铁矿,能够得到 TFe 55%,金属化率 $>90\%$ 以上的还原矿,经球磨,磁选能够得到 TFe $>80\%$,SiO₂ 大约 6%左右的海绵铁。为我国开采利用贫菱铁矿资源提供了理论依据。

参 考 文 献

- 1 刘宗周. 褐煤还原菱铁矿制海绵铁初探. 云南冶金,1989,(3):34~37
- 2 朱子宗. 利用贫矿资源生产海绵铁前景. 重庆大学学报,1996,1992):117~121
- 3 王尚槐. 海绵铁生产与钢铁工业短流程. 冶金能源,1994,(3):8~10

An Experimental Research on Coal-base Reducing Poor Siderite to Sponge Iron

Zhu Zizong Zhang Binghuai

(Department of metallurgy and materials, Chongqing University)

ABSTRACT A series of experiments were carried out in the department laboratory and showed that using fixed-bed jar method the coal-base reduction of poor siderite can produce reduction-ore. by ball milling and magnetic separation the sponge iron(TFe $>80\%$, SiO₂ $<6\%$) was obtained. Thereby the scientific basis for developing and utilizing the low-grade siderite were provided.

KEYWORDS siderite; sponge iron / coal-base reduction