



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103290159 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 11

(21) 申请号 201310223126. 0

(22) 申请日 2013. 06. 06

(71) 申请人 昆明钢铁集团有限责任公司  
地址 650302 云南省昆明市安宁市郎家庄昆  
钢科技创新部

(72) 发明人 李轶 刘宁斌 唐启荣 王涛  
赵红全 杨立新

(74) 专利代理机构 昆明正原专利商标代理有限  
公司 53100

代理人 徐玲菊

(51) Int. Cl.

*C21B 13/00* (2006. 01)

*B22F 9/20* (2006. 01)

*B22F 9/04* (2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种微波加热生产直接还原铁粉的方法

(57) 摘要

本发明提供一种微波加热生产直接还原铁粉的方法,经下列步骤:按下列质量百分比配制原料:铁原料 60 ~ 73%,还原剂 22 ~ 30%,脱硫剂 3 ~ 7%,膨润土 2 ~ 3%;加水混合、造球、筛分,得球径为 10 ~ 15mm 的生球;干燥后,送入微波加热炉中升温至 1050 ~ 1150°C,还原 160 ~ 180min,得金属化球团;经破碎、磨细成粒度小于 0.2mm 的细粉;经磁选得直接还原铁粉。通过本发明方法,能有效克服煤基隧道窑罐装外配碳法生产直接还原铁工艺存在的还原时间长、产品质量难以控制、投资大,占地面积大等不足,大幅缩短还原时间,降低人工成本,节能减排效果明显。

1. 一种微波加热生产直接还原铁粉的方法,其特征在于按以下步骤进行:

A、按下列质量百分比配制原料:

铁原料	60 ~ 73%
还原剂	22 ~ 30%
脱硫剂	3 ~ 7%
膨润土	2 ~ 3%

总和为 100%;

B、将步骤 A 的原料经常规加水混合、造球、筛分,得球径为 10 ~ 15mm 的生球;

C、将步骤 B 的生球经常规干燥至生球含水量小于 1% 的质量比;

D、将步骤 C 的干燥生球送入微波加热炉中,升温至 1050 ~ 1150℃,还原 160 ~ 180min,得金属化球团;

E、将步骤 C 的金属化球团经常规破碎、磨细成粒度小于 0.2mm 的细粉;

F、在磁选电流强度为 0.5 ~ 1.5A 的条件下,对步骤 E 的细粉进行磁选,磁选得直接还原铁粉。

2. 如权利要求 1 所述的微波加热生产直接还原铁粉的方法,其特征在于所述步骤 A 中的铁原料为氧化渣或者铁精矿中的一种或两种的混合,且两种的混合质量比为:氧化渣:铁精矿 = 30 ~ 50:50 ~ 70,具体种类的选择及混合比值的确定,以铁原料中 TFe 为 65 ~ 70% 为宜。

3. 如权利要求 1 所述的微波加热生产直接还原铁粉的方法,其特征在于所述还原剂为焦粉或者煤粉中的一种或两种,且两种的混合质量比是任意的。

4. 如权利要求 1 所述的微波加热生产直接还原铁粉的方法,其特征在于所述脱硫剂为石灰石或者生石灰或者轻烧白云石中的一种。

5. 如权利要求 1 所述的微波加热生产直接还原铁粉的方法,其特征在于所述步骤 B 的造球是在常规圆盘造球机上完成的,其主要技术参数为:直径  $\Phi=1000\text{mm}$ ,转速 40r/min,边高  $h=150\text{mm}$ ,倾角  $\alpha=45^\circ$ 。

6. 如权利要求 1 所述的微波加热生产直接还原铁粉的方法,其特征在于所述步骤 C 的干燥是在常规干燥设备如烘箱、烤箱内完成的,干燥温度为 95 ~ 120℃,干燥时间为 1 ~ 3h。

7. 如权利要求 1 所述的微波加热生产直接还原铁粉的方法,其特征在于所述步骤 D 的微波加热还原是在常规工业微波炉中完成的,即将干燥生球以 30 ~ 45mm 的料层高度平铺于料盘中,再将料盘送入工业微波炉中,升温加热,并每隔 15min 抽风 10s,以排除还原产生的  $\text{SO}_2$  气体、水分等。

8. 如权利要求 1 所述的微波加热生产直接还原铁粉的方法,其特征在于所述步骤 E 的在破碎、磨细成粒度小于 0.2mm 的细粉中,-200 目的细粉应占到 20.00 ~ 35.00% 的质量比。

9. 如权利要求 1 所述的微波加热生产直接还原铁粉的方法,其特征在于所述步骤 F 的磁选是用常规磁选机完成的。

## 一种微波加热生产直接还原铁粉的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种直接还原铁粉的生产方法,尤其是一种微波加热还原含碳球团制备还原铁粉的方法,属于微波冶金技术领域。

### 背景技术

[0002] 作为新兴的、开拓性的前沿技术之一,直接还原铁是将铁矿等原料在固态条件下,直接还原为低碳多孔状的铁产品——海绵铁的方法,该方法省去了炼焦、烧结、高炉炼铁等工序,克服高炉炼铁投资大、能耗高、流程长等缺点,更好地适应现代钢铁企业不断向紧凑化、高效化、连续化、高净化及对环境友好方向发展的趋势。直接还原铁的方法具有化学成分稳定、杂质含量少、有害元素含量低等优良特性,适应性强,需求量大。

[0003] 目前采用煤基隧道窑罐装外配碳法生产直接还原铁,具有以下不足:(1)因采用煤气发生炉所产煤气进行加热,且热量从物料外部,以对流、传导、辐射等传热方式,由表及里进行传递,因此需要较长的时间,即物料在隧道窑内的停留时间长达 70 小时之多,预热升温至 1150℃需 12 小时,还原需要 43 小时,同时还需对较大空间的炉体进行加热,存在工艺时间长、能耗高、热效率低等缺点。(2)煤气加热存在物料温度分布不均匀,产品质量难以控制,易发生欠烧、过烧等现象,给后续工序带来加工难度。(3)因要建设煤气发生装置,故投资大,占地面积大。因此,急需寻求一种快速、能耗低、产品性能稳定的新工艺。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是克服煤基隧道窑罐装外配碳法生产直接还原铁存在的上述种种不足,提供一种微波加热还原含碳球团制备还原铁粉的方法。

[0005] 本发明通过下列技术方案完成:一种微波加热生产直接还原铁粉的方法,按以下步骤进行:

A、按下列质量百分比配制原料:

铁原料	60 ~ 73%
还原剂	22 ~ 30%
脱硫剂	3 ~ 7%
膨润土	2 ~ 3%

总和为 100%;

B、将步骤 A 的原料经常规加水混合、造球、筛分,得球径为 10 ~ 15mm 的生球;

C、将步骤 B 的生球经常规干燥至生球含水量小于 1% 的质量比;

D、将步骤 C 的干燥生球送入微波加热炉中,升温至 1050 ~ 1150℃,还原 160 ~ 180min,得金属化球团;

E、将步骤 C 的金属化球团经常规破碎、磨细成粒度小于 0.2mm 的细粉;

F、在磁选电流强度为 0.5 ~ 1.5A 的条件下,对步骤 E 的细粉进行磁选,磁选得直接还原铁粉。

[0006] 所述步骤 A 中的铁原料为氧化渣或者铁精矿中的一种或两种的混合,且两种的混合质量比为:氧化渣:铁精矿=30~50:50~70,具体种类的选择及混合比值的确定,以铁原料中 TFe 为 65~70% 为宜。

[0007] 所述还原剂为焦粉或者煤粉中的一种或两种,且两种的混合质量比是任意的。

[0008] 所述脱硫剂为石灰石或者生石灰或者轻烧白云石中的一种。

[0009] 所述步骤 B 的造球是在常规圆盘造球机上完成的,其主要技术参数为:直径  $\Phi=1000\text{mm}$ ,转速  $40\text{r/min}$ ,边高  $h=150\text{mm}$ ,倾角  $\alpha=45^\circ$ 。

[0010] 所述步骤 C 的干燥是在常规干燥设备如烘箱、烤箱内完成的,干燥温度为  $95\sim 120^\circ\text{C}$ ,干燥时间为  $1\sim 3\text{h}$ 。

[0011] 所述步骤 D 的微波加热还原是在常规工业微波炉中完成的,即将干燥生球以  $30\sim 45\text{mm}$  的料层高度平铺于料盘中,再将料盘送入工业微波炉中,升温加热,并每隔  $15\text{min}$  抽风  $10\text{s}$ ,以排除还原产生的  $\text{SO}_2$  气体、水分等。

[0012] 所述步骤 E 的在破碎、磨细成粒度小于  $0.2\text{mm}$  的细粉中, $-200$  目的细粉应占到  $20.00\sim 35.00\%$  的质量比。

[0013] 所述步骤 F 的磁选是用常规磁选机完成的。

[0014] 本发明的优点在于:

1、通过微波加热方式,使原料在加热速率快,加热均匀,热效率高等微波环境中,充分利用铁矿粉和氧化渣与煤粉的自还原特性,及脱硫剂的脱硫效果,生产出高品质、低能耗的金属化球团。并结合磁选工艺磁选出高质量的还原铁粉。

[0015] 2、通过微波加热还原,每生产 1 吨直接还原铁,可减少还原剂无烟煤用量  $0.172$  吨,按半工业化试验无烟煤固定碳含量  $76.76\%$  计算,每生产 1 吨直接还原铁,可少向空气中排放  $\text{CO}_2$   $0.630$  吨,因此本发明的微波加热还原生产直接还原铁的方法,不仅能降低、生产成本,而且还能减少  $\text{CO}_2$  的排放,是一种低碳环保的新工艺。

[0016] 3、本发明的微波加热还原,是将电加热转化成微波加热,不需要燃烧煤或者煤气辅助加热,既简化了生产流程,又显著缩短还原时间,还原时间较传统工艺缩短了  $85\%$  以上,另外,还有利于采用自动化进行控制,易操作,大大降低工人的劳动强度,对非高炉炼铁及短流程直接炼钢的发展具有重要意义。

## 附图说明

[0017] 图 1 为本发明的微波加热还原含碳铁矿球团工艺流程图。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合实施例对本发明做进一步描述。

[0019] 含铁原料的化学成分见下表。

[0020] 含铁原料的化学成分 /%

名称	TFe	FeO	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	S
铁精矿	62.98	24.86	6.86	0.43	0.81	1.36	0.04	0.024
氧化渣	69.18	53.60	2.84	1.44	0.62	0.64	0.63	0.020

### 实施例 1

A、将氧化渣和铁精矿按  $40:60$  的质量百分比混合作为铁原料,将焦粉和无烟煤粉按

50:50 的质量百分比混合作为还原剂,并按质量百分比的铁原料为 68%、还原剂为 25%、轻烧白云石为 5%、膨润土为 2% 的比例混匀,混合中加入适量水,得混合料;

B、将步骤 A 的混合料置于常规圆盘造球机中,按常规加入适量水进行造球,其中,圆盘造球机的主要技术参数为:直径  $\Phi=1000\text{mm}$ ,转速  $40\text{r/min}$ ,边高  $h=150\text{mm}$ ,倾角  $\alpha=45^\circ$ ;造好的生球经过人工筛分,将  $10\sim 15\text{mm}$  的生球作为合格生球;

C、将步骤 B 的生球置于烘箱内,在  $105^\circ\text{C}$  下,干燥 2h 得含水量为 0.8% 的干燥球团;

D、将步骤 C 的干燥球团呈散状平铺于料盘中,控制料层高度为 40mm,将料盘送入常规工业微波加热炉中,升温至  $1100^\circ\text{C}$ ,还原 160min,每 15min 抽风 10s,冷却后,得到金属化球团;

E、将步骤 D 的金属化球团,经常规破碎、磨细成粒度小于 0.2mm 的还原铁细粉,其中 -200 目的比例占 20.00%;

F、在磁选机电流强度为 0.5A 的条件下,对步骤 E 的还原铁粉进行磁选,选出的铁粉即为 TFe93.16%、MFe85.08%、金属化率 91.33% 的还原铁粉,选出的脉石送废物场堆放。

[0021] 所述的工业微波炉采用 220V 电源供电,有 6 组微波源,每组 3 相,每相平均 12A,总电流 216 A,功率 47.52 kW。

#### [0022] 实施例 2

A、将氧化渣和铁精矿按 35:65 的质量百分比混合,并按质量百分比的铁原料为 60.0%、优质无烟煤粉为 30%、石灰石为 7%、膨润土为 3% 的比例配合、混匀,混合中加入适量水,得混合料;

B、将步骤 A 的混合料置于常规圆盘造球机中,按常规加入适量水进行造球,圆盘造球机主要技术参数为:直径  $\Phi=1000\text{mm}$ ,转速  $40\text{r/min}$ ,边高  $h=150\text{mm}$ ,倾角  $\alpha=45^\circ$ 。造好的生球经过人工筛分,将  $10\sim 15\text{mm}$  的生球作为合格生球;

C、将步骤 B 的生球置于烘箱内,在  $95^\circ\text{C}$  条件下干燥 3h 得含水量为 0.9% 的干燥球团;

D、将步骤 C 的干燥球团呈散状平铺于料盘中,控制料层高度 30mm,将料盘送入工业微波加热炉中,升温至  $1050^\circ\text{C}$ ,还原 180min,每 15min 抽风 10s,冷却后,得到金属化球团;

E、将步骤 D 的金属化球团,经常规破碎、磨细成粒度小于 0.2mm 的还原铁细粉,其中 -200 目的比例占 35.00% 质量比;

F、在磁选机电流强度为 1.0A 的条件下,对步骤 E 的还原铁粉进行磁选,选出的铁粉即为 TFe91.03%、MFe83.71%、金属化率 91.96% 的还原铁粉,选出的脉石送废物场堆放。

[0023] 所述的工业微波炉采用 220V 电源供电,有 6 组微波源,每组 3 相,每相平均 12A,总电流 216 A,功率 47.52 kW。

#### [0024] 实施例 3

A、将氧化渣和铁精矿按 45:55 的质量百分比混合,并按质量百分比的铁原料为 72.5%、焦粉为 22%、生石灰为 3%、膨润土为 2.5% 的比例配合、混匀,混合中加入适量水,得混合料;

B、将步骤 A 的混合料置于常规圆盘造球机中,按常规加入适量水进行造球,圆盘造球机主要技术参数为:直径  $\Phi=1000\text{mm}$ ,转速  $40\text{r/min}$ ,边高  $h=150\text{mm}$ ,倾角  $\alpha=45^\circ$ ;造好的生球经过人工筛分,将  $10\sim 15\text{mm}$  的生球作为合格生球;

C、将步骤 B 的生球置于烘箱内,在  $120^\circ\text{C}$  条件下干燥 1h 得含水量为 0.7% 的干燥球团;

D、将步骤 C 的干燥球团呈散状平铺于料盘中,控制料层高度 45mm,将料盘送入工业微

波炉中,升温至 1150℃,还原 160min,每 15min 抽风 10s,冷却后,得到金属化球团;

E、将步骤 D 的金属化球团,经破碎、磨细成粒度小于 0.2mm 的还原铁细粉,其中 -200 目的比例占 30.00% 质量比;

F、在磁选机电流强度为 1.5A 的条件下,对步骤 E 的还原铁粉进行磁选,选出的铁粉即为 TFe89.58%、MFe83.14%、金属化率 92.81% 的还原铁粉;选出的脉石送废物场堆放。

[0025] 所述的工业微波炉采用 220V 电源供电,有 6 组微波源,每组 3 相,每相平均 12A,总电流 216 A,功率 47.52 kW。

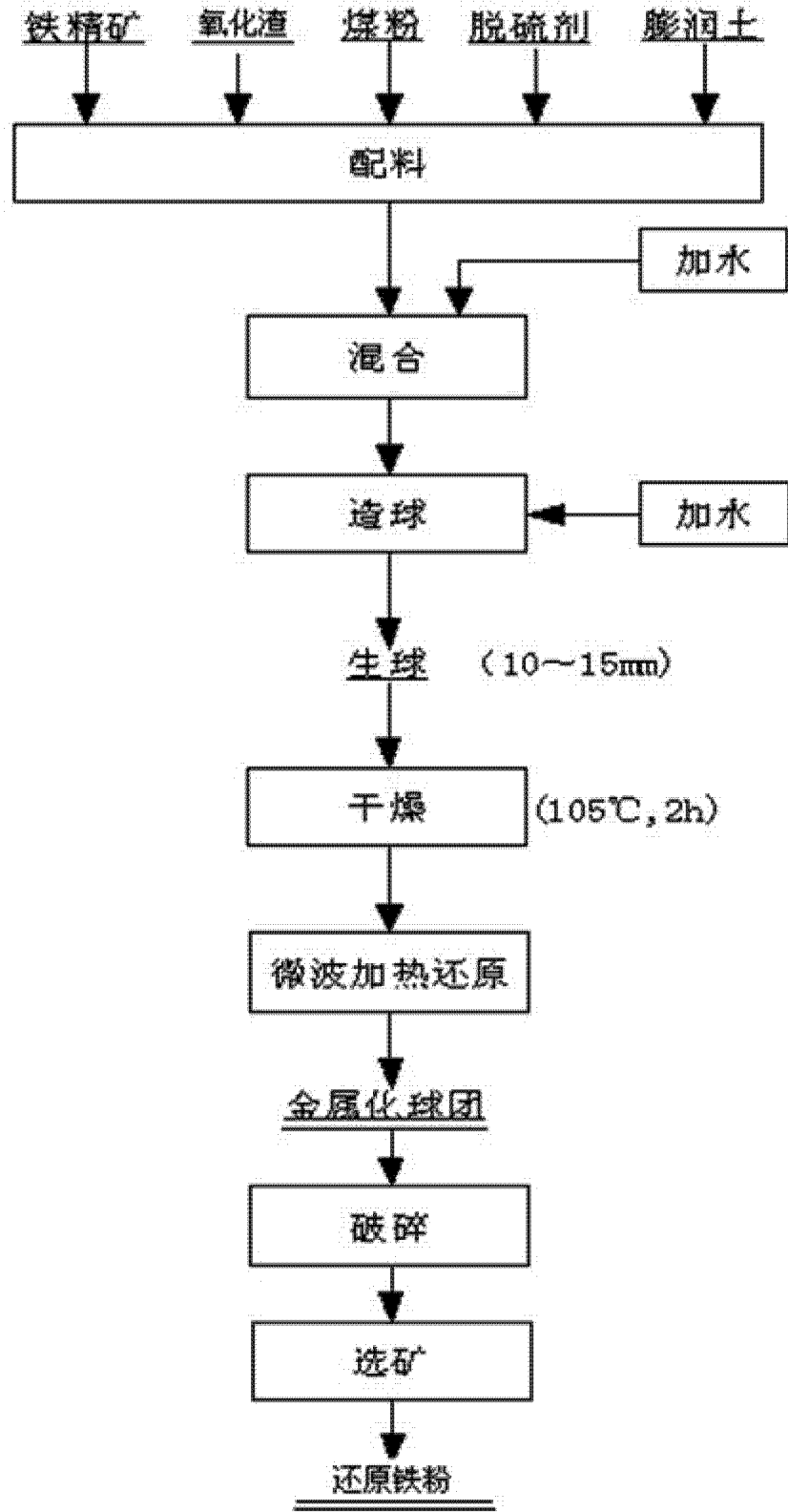


图 1