



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106854702 A

(43)申请公布日 2017.06.16

(21)申请号 201510903560.2

(22)申请日 2015.12.09

(71)申请人 中国科学院过程工程研究所  
地址 100190 北京市海淀区中关村北二条1号

(72)发明人 齐涛 陈德胜 易凌云 王丽娜  
赵宏欣 刘亚辉 王伟菁 于宏东

(74)专利代理机构 北京东正专利代理事务所  
(普通合伙) 11312

代理人 刘瑜冬

(51)Int.Cl.

G22B 5/02(2006.01)

G22B 34/12(2006.01)

G22B 34/22(2006.01)

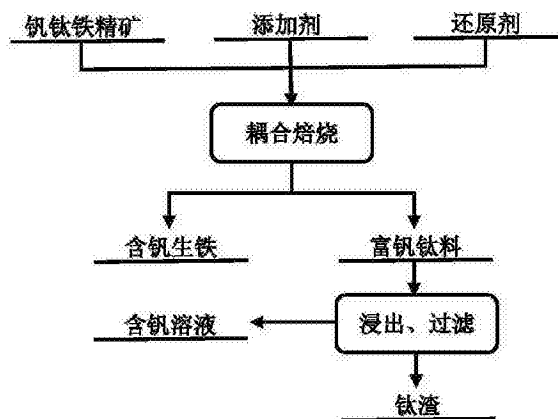
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

一步转化分离钒钛铁精矿中铁、钒和钛的方法

## (57)摘要

本发明涉及一种一步转化分离钒钛铁精矿中铁、钒和钛新方法,包括以下步骤:(1)将钒钛铁精矿和添加剂与还原剂混合焙烧,获得含钒生铁和富钒钛料;(2)将富钒钛料在水中浸出、过滤,获得含钒溶液与钛渣。本发明的技术特点在于:通过钠化还原耦合新工艺,构建低温熔态多相反应分离新体系,一步实现铁的还原、钒的钠化及铁与富钒钛渣的熔分过程,产出含钒生铁、含钒溶液和钛渣三种产品。本发明与传统的“高炉—转炉”或“直接还原—熔分/磨选”流程相比,具有工艺流程短、固定资产投资省、生产成本低、环境污染小、综合回收率高等显著优点,为高效综合利用钒钛铁矿资源提供了新技术,具有广阔的应用前景。



1. 一步转化分离钒钛铁精矿中铁、钒和钛的方法,包括以下步骤:

(1) 将钒钛铁精矿和添加剂与还原剂混合,在1100~1400℃温度下焙烧0.5~4小时,获得含钒生铁和富钒钛料;其中钒钛铁精矿、添加剂与还原剂混合的比例为:按重量配比,钒钛铁精矿:添加剂:还原剂=100:(40~80):(20~50);

(2) 将步骤(1)获得的富钒钛料在水中浸出、过滤,获得含钒溶液与钛渣。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤(1)所述钒钛铁精矿,主要成分包括:总铁的质量分数为30%~60%、 $V_2O_5$ 的质量分数为0.15%~2.0%和 $TiO_2$ 的质量分数为5%~35%。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤(1)所述添加剂为碳酸钠、氢氧化钠、硫酸钠、氯化钠、硼酸钠和碳酸氢钠中的一种或几种的混合物。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤(1)所述还原剂为无烟煤、烟煤、褐煤和焦炭中一种或几种的混合物。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤(1)所述含钒生铁中铁的质量百分数为90%~98%,钒的质量百分数为0.05%~1%。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤(2)所述浸出液固比为1:1~5:1,所述浸出温度30~100℃,所述浸出时间为0.5~4小时。

## 一步转化分离钒钛铁精矿中铁、钒和钛的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及冶金技术与矿产资源综合利用领域,具体涉及一种一步转化分离钒钛铁精矿中铁、钒和钛的方法。

### 背景技术

[0002] 从世界范围看,目前钒钛铁精矿的利用方法有:(1)高炉—转炉流程,仅能提取其中的铁和部分的钒,钛则进入高炉渣中无法有效经济回收利用,附产的大量高炉钛渣造成钛资源的大量流失及严重的环境污染;(2)转底炉—电炉流程,钒钛磁铁矿先经转底炉还原再经电炉熔分,得到铁水和富钛渣。但钒的走向很难控制,钒利用率不高,且熔分钛渣矿相稳定、结构致密,目前尚无成熟工艺处理,仅少量掺杂作为硫酸法钛白的原料;(3)还原—磨选流程,该流程实现铁与钒钛的分离获得铁粉和富钒钛渣,富钒钛渣再经钠化焙烧、水浸提钒,获得钒溶液和富钛料;(4)先提钒流程,钒钛铁精矿先经钠化焙烧浸出提钒后,再进入高炉或非高炉炼铁工艺,提钒后物料由于残留钠含量高严重影响炼铁工艺顺行,所得钛渣仍如前述流程中无法利用。而且这些工艺流程都要经过两步、甚至三步高温才能实现铁、钒、钛的有效分离,带来流程长、投资大、成本高、污染重、综合利用程度低等缺陷。综上所述,无论是哪种用途都没有实现钒钛磁铁矿中铁、钒、钛的同时回收利用,从而造成资源浪费。本发明提出的一步转化、分离钒钛铁精矿中铁、钒、钛的新方法,可实现铁、钒、钛的高效—清洁回收,具有工艺流程短、固定资产投资省、生产成本低、环境污染小、综合回收率高等显著优点,具有广阔的应用前景。

### 发明内容

[0003] 本发明针对现有综合利用钒钛铁精矿两步、三步法工艺的不足,而开发的一种一步转化分离钒钛铁精矿中铁、钒和钛的方法,同时具有环境污染小、综合回收率高等显著优点,具有广阔的应用前景。

[0004] 本发明提出的一步转化分离钒钛铁精矿中铁、钒和钛的方法,包括以下步骤:

[0005] (1) 将钒钛铁精矿和添加剂与还原剂混合,在 1100 ~ 1400℃ 温度下焙烧 0.5 ~ 4 小时,获得含钒生铁和富钒钛料;其中钒钛铁精矿、添加剂与还原剂混合的比例为:按重量配比,钒钛铁精矿:添加剂:还原剂 = 100:(40 ~ 80):(20 ~ 50);

[0006] (2) 将步骤(1)获得的富钒钛料在水中浸出、过滤,获得含钒溶液与钛渣。

[0007] 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,步骤(1)所述钒钛铁精矿,为本领域公知的任意种类的钒钛铁精矿,主要成分包括:总铁的质量分数为 30% ~ 60%、 $V_2O_5$  的质量分数为 0.15% ~ 2.0% 和  $TiO_2$  的质量分数为 5% ~ 35%。

[0008] 根据本发明的方法,其中,步骤(1)所述添加剂为碳酸钠、氢氧化钠、硫酸钠、氯化钠、硼酸钠和碳酸氢钠中的一种或几种的混合物。

[0009] 根据本发明的方法,其中,步骤(1)所述还原剂为无烟煤、烟煤、褐煤和焦炭中一种或几种的混合物。

[0010] 根据本发明的方法,其中,步骤(1)所述含钒生铁中铁的质量百分数为90%~98%,钒的质量百分数为0.05%~1%。

[0011] 根据本发明的方法,其中优选的,步骤(2)所述浸出液固比为1:1~5:1,所述浸出温度30~100℃,所述浸出时间为0.5~4小时。

[0012] 在本领域现有技术流程中都要经过两步、甚至三步高温才能实现铁、钒、钛的分离,具体地,高炉—转炉流程仅能提取其中的铁和部分的钒,钛则进入高炉渣中无法有效经济回收利用;直接还原—电炉流程中钒的走向很难控制,钛渣难以利用,存在流程长、有价组元回收率低的问题。

[0013] 本发明的技术特点在于:通过钠化还原耦合新工艺,构建低温熔态多相反应分离新体系,一步实现铁的还原、钒的钠化及铁与富钒钛渣的熔分过程,产出含钒生铁、含钒溶液和钛渣三种产品,为钒钛铁精矿的综合利用开创了一条高效、经济的新工艺。本发明与传统的“高炉—转炉”或“直接还原—熔分/磨选”流程相比,具有工艺流程短、固定资产投资省、生产成本低、环境污染小、综合回收率高等显著优点,为高效综合利用钒钛铁矿资源提供了新技术,具有广阔的应用前景。

[0014] 本发明的具体优点在于:

[0015] (1) 本发明提出了一步转化、分离钒钛铁精矿中铁、钒、钛的新方法,避免了传统钒钛磁铁矿冶炼过程中的多次高温焙烧、成本高、污染严重等问题。

[0016] (2) 本发明提出的一步转化、分离钒钛铁精矿中铁、钒、钛的新方法,铁、钒、钛回收率高,铁以附加值更高的含钒生铁形式产出,且所得钛渣酸溶性较好。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明的一步转化分离钒钛铁精矿中铁、钒和钛的方法的工艺流程图。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明。

[0019] 实施例1

[0020] 将1#钒钛铁精矿100份,与碳酸钠40份和无烟煤20份混匀,在烧成温度为1200℃的马弗炉中保温3h,得到含钒生铁和富钒钛渣;富钒钛渣经破碎、细磨,在液固比2:1、30℃条件下浸出2h后过滤得到含钒溶液和富钛料。其中,钒钛铁精矿的化学成分含量如表1所示,所得含钒生铁、含钒溶液与富钛料的分离结果如表2所示。所得含钒生铁中铁品位为97.62%、回收率达99.40%,含钒溶液 $V_2O_5$  3.2g/L、钒回收率70.46%,富钛料 $TiO_2$ 品位35.67%、钛回收率达到99.77%,较好地实现了钒钛铁精矿中铁、钒、钛的转化分离。

[0021] 实施例2

[0022] 将2#钒钛铁精矿100份,与碳酸氢钠60份和焦炭30份混匀,在烧成温度为1100℃的马弗炉中保温4h,得到含钒生铁和富钒钛渣;富钒钛渣经破碎、细磨,在液固比1:1、80℃条件下浸出4h后过滤得到含钒溶液和富钛料。其中,钒钛铁精矿的化学成分含量如表1所示,所得含钒生铁、含钒溶液与富钛料的分离结果如表2所示。所得含钒生铁中铁品位为95.38%、回收率达98.71%,含钒溶液 $V_2O_5$  5.2g/L、钒回收率90.50%,富钛料 $TiO_2$ 品位42.67%、钛回收率达到99.54%,较好地实现了钒钛铁精矿中铁、钒、钛的转化分离。

## [0023] 实施例 3

[0024] 将 3# 钒钛铁精矿 100 份,与硫酸钠 70 份和烟煤 40 份混匀,在烧成温度为 1300℃ 的马弗炉中保温 0.5h,得到含钒生铁和富钒钛渣;富钒钛渣经破碎、细磨,在液固比 4:1、100℃ 条件下浸出 0.5h 后过滤得到含钒溶液和富钛料。其中,钒钛铁精矿的化学成分含量如表 1 所示,所得含钒生铁、含钒溶液与富钛料的分离结果如表 2 所示。所得含钒生铁中铁品位为 96.54%、回收率达 99.10%,含钒溶液  $V_2O_5$  4.5g/L、钒回收率 88.56%,富钛料  $TiO_2$  品位 39.52%、钛回收率达到 99.61%,较好地实现了钒钛铁精矿中铁、钒、钛的转化分离。

## [0025] 实施例 4

[0026] 将 4# 钒钛铁精矿 100 份,与碳酸钠和硫酸钠混合物 80 份(其中  $mol(Na_2CO_3/Na_2SO_4) = 1:1$ ) 和褐煤 50 份混匀,在烧成温度为 1400℃ 的马弗炉中保温 2h,得到含钒生铁和富钒钛渣;富钒钛渣经破碎、细磨,在液固比 3:1、90℃ 条件下浸出 1h 后过滤得到含钒溶液和富钛料。其中,钒钛铁精矿的化学成分含量如表 1 所示,所得含钒生铁、含钒溶液与富钛料的分离结果如表 2 所示。所得含钒生铁中铁品位为 97.38%、回收率达 99.85%,含钒溶液  $V_2O_5$  2.8g/L、钒回收率 80.30%,富钛料  $TiO_2$  品位 46.69%、钛回收率达到 99.74%,较好地实现了钒钛铁精矿中铁、钒、钛的转化分离。

## [0027] 实施例 5

[0028] 将 5# 钒钛铁精矿 100 份,与氢氧化钠 50 份和无烟煤 30 份混匀,在烧成温度为 1250℃ 的马弗炉中保温 1h,得到含钒生铁和富钒钛渣;富钒钛渣经破碎、细磨,在液固比 5:1、70℃ 条件下浸出 3h 后过滤得到含钒溶液和富钛料。其中,钒钛铁精矿的化学成分含量如表 1 所示,所得含钒生铁、含钒溶液与富钛料的分离结果如表 2 所示。所得含钒生铁中铁品位为 97.02%、回收率达 98.60%,含钒溶液  $V_2O_5$  4.1g/L、钒回收率 86.22%,富钛料  $TiO_2$  品位 48.12%、钛回收率达到 99.73%,较好地实现了钒钛铁精矿中铁、钒、钛的转化分离。

## [0029] 实施例 6

[0030] 将 6# 钒钛铁精矿 100 份,与碳酸钠和氯化钠混合物 70 份(其中  $mol(Na_2CO_3/NaCl) = 1:1$ ) 和焦炭 30 份混匀,在烧成温度为 1300℃ 的马弗炉中保温 2h,得到含钒生铁和富钒钛渣;富钒钛渣经破碎、细磨,在液固比 4:1、90℃ 条件下浸出 1h 后过滤得到含钒溶液和富钛料。其中,钒钛铁精矿的化学成分含量如表 1 所示,所得含钒生铁、含钒溶液与富钛料的分离结果如表 2 所示。所得含钒生铁中铁品位为 98.12%、回收率达 99.85%,含钒溶液  $V_2O_5$  4.7g/L、钒回收率 83.40%,富钛料  $TiO_2$  品位 40.67%、钛回收率达到 99.01%,较好地实现了钒钛铁精矿中铁、钒、钛的转化分离。

## [0031] 表 1 实施例六种钒钛铁精矿的原矿分析 /%

## [0032]

矿样编号	TFe	$TiO_2$	$V_2O_5$	$SiO_2$	$Al_2O_3$	CaO	MgO
1	50.28	13.12	0.53	3.07	6.17	1.04	3.77
2	37.45	28.85	1.23	12.37	2.62	6.75	0.99
3	45.38	18.58	1.52	8.66	2.56	3.27	0.88

4	55.33	8.65	0.35	4.60	4.52	2.01	0.60
5	30.06	32.47	1.03	14.37	3.02	6.95	1.29
6	59.58	6.23	1.86	2.13	2.65	1.01	0.57

[0033] 表 2 实施例六种钒钛铁精矿“一步法”反应分离结果

[0034]

矿样编号	产品名称	品位/%			回收率/%		
		TFe	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

[0035]

1	含钒生铁	97.62	0.20	0.21	99.40	0.23	19.35
	含钒溶液	—	—	3.2g/L	—	—	70.46
	富钛料	0.66	35.67	0.16	0.60	99.77	10.19
2	含钒生铁	95.38	0.32	0.24	98.71	0.46	5.42
	含钒溶液	—	—	5.2g/L	—	—	90.50
	富钛料	0.81	42.67	0.25	1.29	99.54	4.08
3	含钒生铁	96.54	0.26	0.30	99.10	0.39	7.05
	含钒溶液	—	—	4.5g/L	—	—	88.56
	富钛料	0.52	39.52	0.22	0.90	99.61	4.39
4	含钒生铁	97.38	0.25	0.52	99.85	0.26	15.82
	含钒溶液	—	—	2.8g/L	—	—	80.30
	富钛料	0.51	46.69	0.17	0.29	99.74	3.68
5	含钒生铁	97.02	0.30	0.38	98.60	0.27	10.05
	含钒溶液	—	—	4.1g/L	—	—	86.22
	富钛料	0.32	48.12	0.17	1.40	99.73	3.73
6	含钒生铁	98.12	0.10	0.20	99.85	0.09	10.05
	含钒溶液	—	—	4.7g/L	—	—	83.40
	富钛料	0.26	40.67	0.08	0.15	99.01	6.55

[0036] 当然,本发明还可以有多种实施例,在不背离本发明精神及其实质的情况下,熟悉本领域的技术人员可根据本发明的公开做出各种相应的改变和变型,但这些相应的改变和变形都应属于本发明所附的权利要求的保护范围。

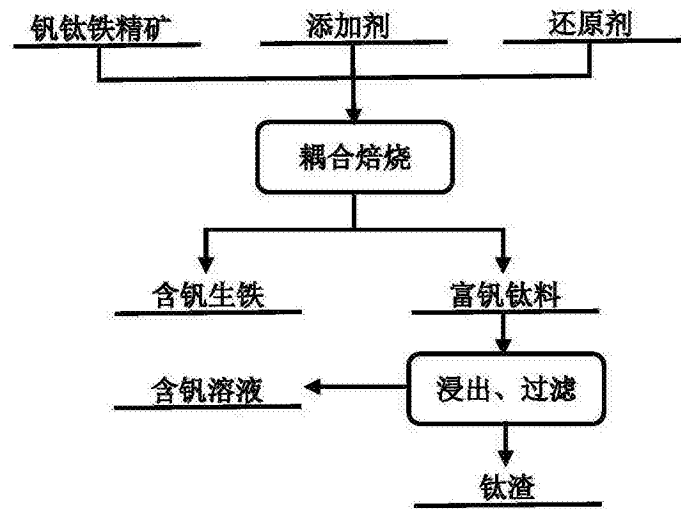


图 1