

DOI: 10.13228/j.boyuan.issn0449-749x.20170239

碳对含钛高炉渣钠化反应热力学及钠化率的影响

居殿春^{1,2}, 邱家用^{1,2}, 徐敏人^{1,2}, 张俊³, 王海风³, 齐渊洪³

(1. 江苏科技大学张家港校区冶金与材料工程学院, 江苏 张家港 215600; 2. 张家港江苏科技大学产业技术研究院精细冶金研究所, 江苏 张家港 215600; 3. 钢铁研究总院先进钢铁流程及材料国家重点实验室, 北京 100081)

摘 要: 为高效回收含钛高炉渣中钛元素, 探索含钛高炉渣综合利用的新工艺。通过热力学计算分析了含钛高炉渣钠化可行性, 热力学计算结果表明, 在高于碳酸钠熔点 1 124 K 低于 1 423 K 的温度范围内进行含钛高炉渣的钠化反应是可行的。采用渣碱共熔法对含钛高炉渣进行钠化试验研究, 结果表明, 碳可以促进含钛高炉渣的钠化, 随着配碳量的增加, 含钛高炉渣的钠化率增加, 在含钛高炉渣粒径 d_0 为 0.075 mm、反应温度为 1 423 K、反应时间为 2 h 的条件下, 当配碳量为 $n_c : n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 2 : 1$ 时, 含钛高炉渣的钠化率达到 78% 并维持稳定状态。

关键词: 含钛高炉渣; 钠化; 偏钛酸钠; 综合利用

文献标志码: A **文章编号:** 0449-749X(2018)01-0088-06

Effect of carbon on rate and thermodynamics of sodium reaction of titanium-bearing blast furnace slag

JU Dian-chun^{1,2}, QIU Jia-yong^{1,2}, XU Min-ren^{1,2}, ZHANG Jun³,
WANG Hai-feng³, QI Yuan-hong³

(1. School of Metallurgical and Materials Engineering, Zhangjiagang Campus of Jiangsu University of Science and Technology, Zhangjiagang 215600, Jiangsu, China; 2. Fine Metallurgy Institute, Zhangjiagang Industrial Technology Research Institute, Jiangsu University of Science and Technology, Zhangjiagang 215600, Jiangsu, China; 3. State Key Laboratory of Advanced Steel Processes and Products, Central Iron and Steel Research Institute, Beijing 100081, China)

Abstract: In order to recycle titanium from titanium-bearing blast furnace slag with high efficiency, a new process for comprehensive utilization of titanium-bearing blast furnace slag is explored. Sodium modification feasibility of titanium-bearing blast furnace slag is analyzed through thermodynamic calculation. According to the result of thermodynamic calculation, the feasibility of sodium modification reaction of titanium-bearing blast furnace slag is indicated under temperature of 1 423 K when the melting point of sodium carbonate is higher than 1 124 K. The empirical study on sodium modification of titanium-bearing blast furnace slag is carried out through congruent melting of phosphorous slag. According to the results, carbon can facilitate the sodium modification of titanium-bearing blast furnace slag. Along with the increase of carbon content, the sodium rate of titanium-bearing blast furnace slag increases. When the titanium-bearing blast furnace slag particle size d_0 is 0.075 mm and the carbon content reaches $n_c : n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 2 : 1$, under the conditions of 1 423 K holding 2 h, the sodium rate of titanium-bearing blast furnace slag will reach 78% and maintain a stable state.

Key words: titanium-bearing blast furnace slag; sodium modification; sodium metatitanate; comprehensive utilization

含钛高炉渣中的钛品位低、回收经济性差, 造成含钛高炉渣大量堆积, 因此, 含钛高炉渣一直是钢铁工业固体废弃物资源化综合利用的研究热点和难点^[1]。目前, 含钛高炉渣的综合利用技术主要分为两大类: 提钛和非提钛^[2]。提钛技术主要采用

强酸、强碱、高温碳化等方法^[3-5]; 非提钛技术采用含钛高炉渣制备建材、催化剂、肥料等方法^[6-8]。这些技术方案虽然都有其独特之处, 在实验室研究方面也取得了一些积极进展, 但始终未能实现对含钛高炉渣的大规模工业化应用。

基金项目: 国家重点实验室开放基金资助项目 (SKLASPP201601); 江苏科技大学博士启动基金资助项目 (120140008)

作者简介: 居殿春 (1981—), 男, 博士, 讲师; **E-mail:** judianchun@just.edu.cn; **收稿日期:** 2017-05-15

含钛高炉渣资源综合利用,不仅要提取其中的钛元素,还应该根据含钛高炉渣中含钛矿物或其他矿物成分的特性加以利用,以提高其综合利用价值,并且在综合利用过程中尽可能不产生二次污染。由张俊等^[9]提出了一种碳热钠化还原处理钒钛磁铁矿的工艺,即在钒钛磁铁矿含碳球团中添加钠化剂,加热过程中铁氧化物的还原与钛的钠化同步进行,将反应产物进行碱液浸出,浸出残渣经磁选后可回收铁元素,调整浸出液中 Al/Si 以去除浸出液中 Al、Si 等杂质元素,利用 CO₂ 调节浸出液 pH 值,实现钛、钒元素和钠化剂的回收,从而实现钒钛磁铁矿的综合利用。并通过试验研究发现,钠化剂能显著改善钒钛磁铁矿的还原性以及磁选和熔分效果^[10]。

本文基于这一工艺思路^[9],从热力学角度分析了含钛高炉渣中的酸性氧化物及两性氧化物的钠化可行性,并通过试验研究分析了配碳量对含钛高炉渣钠化反应的影响,探讨钠化工艺用于处理含钛高炉渣的可行性,为含钛高炉渣综合利用提供新思路。

1 含钛高炉渣钠化反应热力学分析

1.1 钠化剂的还原

本文主要研究在以碳酸钠为钠化剂,存在碳的情况下,碳酸钠可能发生式(1)和式(2)两个碳热还原反应。

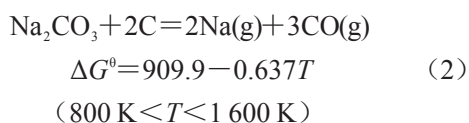
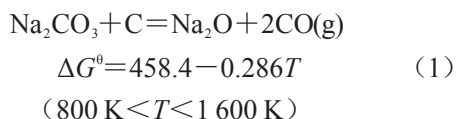


图1所示为式(1)和式(2)吉布斯自由能与温度的关系曲线。从图1可以看出,在标准状态下,低于 1 428 K 时碳酸钠碳热还原反应的标准自由能为正值,这说明碳酸钠不会被碳还原,因此不会造成钠化剂碳酸钠的损失。

1.2 含钛高炉渣中矿物的钠化反应

由于试验研究所用的含钛高炉渣成分能与碳酸钠发生反应的主要是酸性氧化物(SiO₂)及两性氧化物(Al₂O₃、TiO₂),所以热力学的讨论只考虑钠化剂碳酸钠与含钛高炉渣中 TiO₂、Al₂O₃ 和 SiO₂ 的钠化反应,而不考虑碳酸钠与其他酸性物质的反应。

1.2.1 TiO₂-Na₂CO₃ 体系

由于高炉冶炼工艺及高炉渣冷却方式不同,所

以高炉渣的物相结构也大不相同,但钛的存在形式可认为以 TiO₂ 为主,这里探讨二氧化钛与碳酸钠反应的热力学过程。反应式(3)和式(4)的标准自由能变化与温度的关系如图2所示。

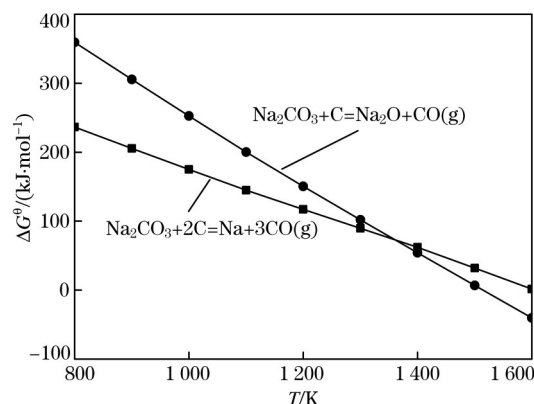
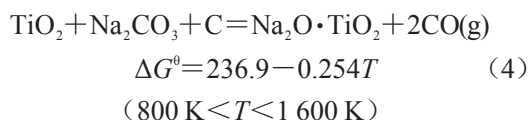
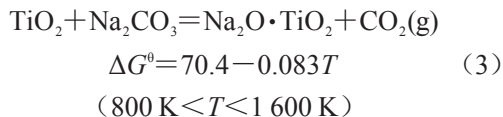


图1 碳酸钠碳热还原的吉布斯自由能与温度的关系

Fig. 1 Relationship between temperature and free energy of carbothermic reduction by sodium carbonate

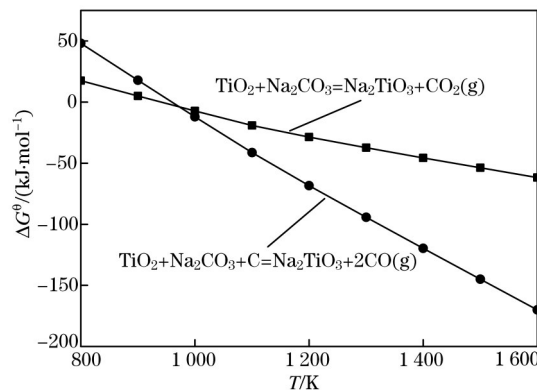


图2 偏钛酸钠生成的标准自由能变化与温度的关系

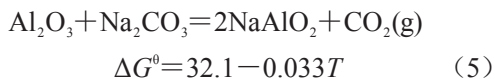
Fig. 2 Relationship between standard free energy change and temperature in formation of sodium titanates

由图2可知,式(3)和式(4)两个反应在大于 958 K 温度范围内标准反应自由能的变化值均为负值,并且随着反应温度的升高,更有利于钛酸钠的生成。但考虑到碳酸钠在高于 1 428 K 时会发生碳热还原反应,因此,钠化反应温度应控制为 958~1 428 K。同时也可以看出,碳的存在使偏钛酸钠的生成吉布斯自由能更低。

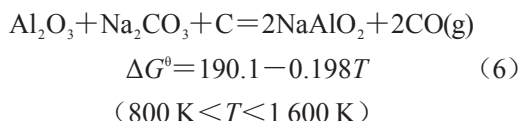
1.2.2 Al₂O₃-Na₂CO₃ 体系

含钛高炉渣中铝通常以杂质相 Al₂O₃ 相的形式

存在,在碳存在的情况下,碳酸钠与酸性氧化物 Al_2O_3 将发生如下两个反应



$$(800 \text{ K} < T < 1600 \text{ K})$$



$$(800 \text{ K} < T < 1600 \text{ K})$$

将反应式(5)和式(6)的标准自由能变化值对反应温度作图,如图3所示。

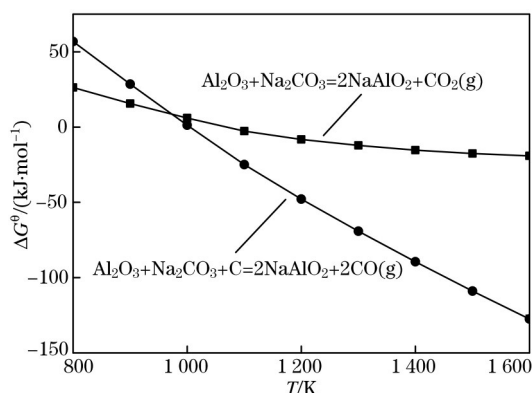


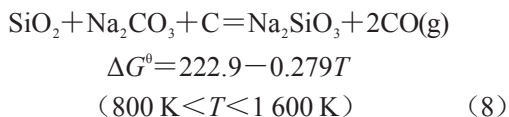
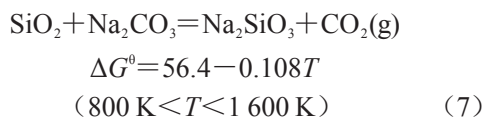
图3 铝酸钠生成的标准自由能变化与温度的关系

Fig. 3 Relationship between standard free energy change and temperature in formation of sodium aluminate

由图3可以看出, Al_2O_3 与 Na_2CO_3 反应生成 NaAlO_2 的标准自由能变化在 1070 K 之后均为负值,并且随着反应温度的升高,其绝对值增大,这就说明随着反应温度的升高,铝酸钠更容易形成。结合之前钠化剂还原热力学的讨论,钠化反应的温度应控制在 1070~1428 K。同时,也可以看出碳的存在促进了铝酸钠的形成。

1.2.3 SiO_2 - Na_2CO_3 体系

含钛高炉渣中硅多以杂质相 SiO_2 的形式存在,在含钛高炉渣钠化反应过程中,二氧化硅会与碳酸钠发生反应,见式(7)和式(8)。



由图4可以看出,二氧化硅与碳酸钠反应生成硅酸钠的标准吉布斯自由能变化在 1070~1428 K 温度内均为负值,并且随着反应温度的升高,其绝对值增大,这就说明随着反应温度的升高,更有利

于硅酸钠的形成。同时,碳的存在也促进了硅酸钠的形成。

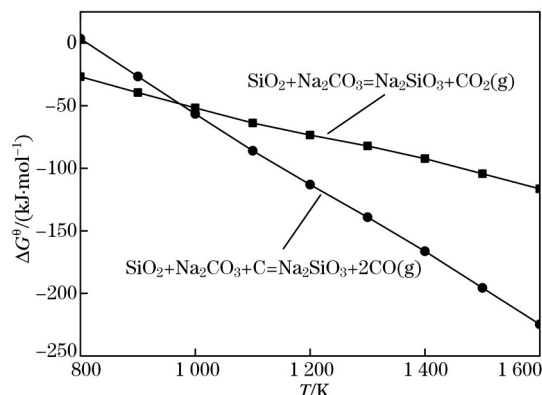
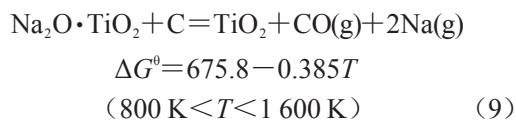


图4 硅酸钠生成的标准自由能变化与温度的关系

Fig. 4 Relationship between standard free energy change and temperature in formation of sodium silicate

1.3 钠化物的还原

碳酸钠与含钛高炉渣中酸性氧化物(SiO_2)及两性氧化物(Al_2O_3 、 TiO_2)发生钠化反应,分别生成硅酸钠(Na_2SiO_3)、铝酸钠(NaAlO_2)和钛酸钠($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{TiO}_2$)。其中,硅酸钠和铝酸钠不能被碳还原,偏钛酸钠的碳热还原反应见式(9),偏钛酸钠在低于 1703 K 时不会被碳还原。



综合以上热力学计算及分析可知,在标准状态下,低于 1428 K 时碳酸钠碳热还原反应的自由能为正值,这说明碳酸钠不会被碳还原,因此不会造成钠化剂碳酸钠的损失;含钛高炉渣中 TiO_2 、 Al_2O_3 和 SiO_2 的钠化反应在 1070~1428 K 温度区间内均可发生;钠化产物在低于 1703 K 时不会被碳还原,因此不会影响钠化率的计算。

钠化剂碳酸钠的熔点为 1124 K,沸点为 1873 K,为了保证钠化反应效率,反应温度应控制为 1124~1873 K。结合上述分析,试验中钠化反应的温度最终确定为 1150 °C。

2 试验

2.1 试验原料

试验所用原料为东北某厂经过高炉炼铁后得到的含钛高炉渣,研磨后取平均粒径 0.075 mm 的炉渣样,利用 X 射线荧光光谱仪(XRF)分析其元素及质量分数,主要成分见表1;利用 X 射线衍射仪(XRD)分析其物相结构,如图5所示。试验中所用煤粉工

业分析见表2,固定碳质量分数为79.92%。

表1 含钛高炉渣的主要化学成分(质量分数)

Table 1 Main chemical composition of Ti-bearing slag				
CaO	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO
39.31	26.31	10.80	10.13	8.7

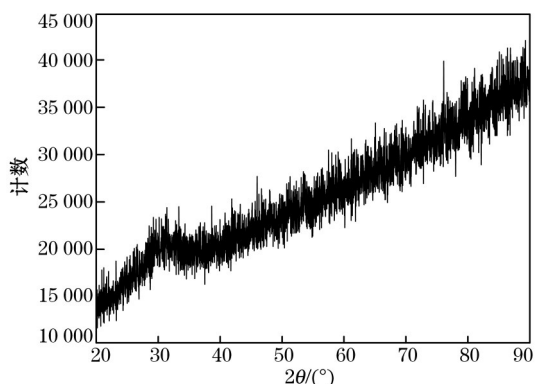


图5 含钛高炉渣 XRD

Fig. 5 XRD pattern of Ti-bearing blast furnace slag

表2 煤粉工业分析(质量分数)

Table 2 Pulverized coal industry analysis				
水分	灰分	硫分	挥发分	固定碳
7.5	11.66	0.47	8.42	79.92

从表1可以看出,试验所采用的含钛高炉渣主要由CaO、MgO、SiO₂、Al₂O₃和TiO₂五种氧化物组成,为CaO-MgO-SiO₂-Al₂O₃-TiO₂五元渣系含钛高炉渣。渣的化学性质取决于这些占比较大的氧化物性质。这些氧化物可以分为3类:碱性氧化物CaO、MgO;酸性氧化物SiO₂;两性氧化物TiO₂、Al₂O₃。此含钛高炉渣中TiO₂质量分数为10.13%,在5%~20%之间,此试样为中钛型高炉渣。由其XRD峰型可以判断,这种含钛高炉渣是一种非晶体混合物,属于急冷型含钛高炉渣。

2.2 试验原理及方法

由于含钛高炉渣化学性质稳定,渣中的钛元素以难溶性的化合物形式存在。本研究对含钛高炉渣进行处理,使其中的钛以易溶于盐酸的化合物形式存在,经盐酸浸出后,通过测定滤液中的钛离子质量分数计算其钠化率。

对含钛高炉渣进行处理的基本过程:首先,将固态碳酸钠、含钛高炉渣和适量煤粉在高温下进行反应,反应产物有偏铝酸钠、硅酸钠和偏钛酸钠;将反应后的共熔渣溶于水,渣中偏铝酸钠、硅酸钠和残余的碳酸钠将溶于水中,而偏钛酸钠不溶于水,经过多次水洗后,再加稀盐酸溶液酸解,偏钛酸钠

溶于稀盐酸进入溶液,通过电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES法)测定酸解液中钛离子质量分数,进而确定试样中偏钛酸钠的质量分数,即可计算试样中钛的钠化率。

含钛高炉渣中钛的钠化率 N_{Ti} 的计算方法见式(10)。

$$N_{Ti} = \frac{V_i \times C_{i,Ti}}{M_{slag} \times W_{i,Ti}} \times 100\% \quad (10)$$

式中: N_{Ti} 为含钛高炉渣中钛的钠化率,%; V_i 为用于溶解第 i 号坩埚中共熔渣稀盐酸的体积,mL; $C_{i,Ti}$ 为第 i 号坩埚中共熔渣酸解后滤液中钛离子的浓度,g/mL; M_{slag} 为第 i 号坩埚中含钛高炉渣的质量,g; $W_{i,Ti}$ 为第 i 号坩埚中含钛高炉渣中钛的质量分数,%。

3 试验结果与分析

在含钛高炉渣粒径 d_0 为0.075 mm、反应温度为1 423 K、反应时间为2 h的条件下,考察了配碳量对含钛高炉渣和钛白粉(对照组)钠化率的影响,结果分别如图6和图7所示。

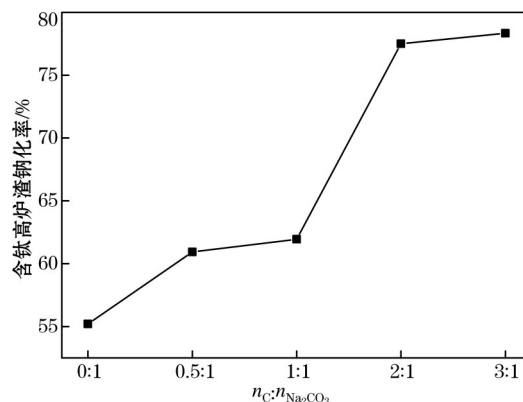


图6 配碳量对含钛高炉渣钠化率的影响

Fig. 6 Effect of carbon content on ratio of sodium of Ti-bearing blast furnace slag

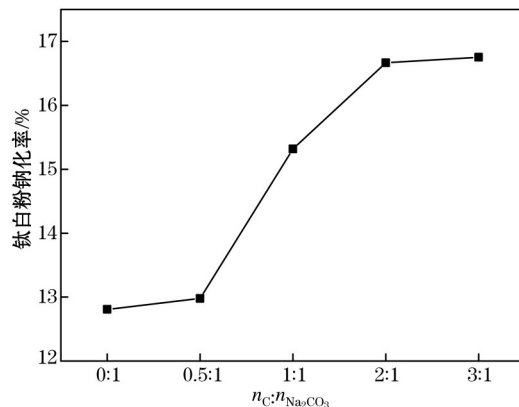


图7 配碳量对钛白粉钠化率的影响

Fig. 7 Effect of carbon content on ratio of sodium of titanium dioxide

从图6可以看出,当配碳量为0时,含钛高炉渣的钠化率为55%左右。随着配碳量的逐渐增加,含钛高炉渣的钠化率也逐渐升高。配碳量在 $n_C:n_{Na_2CO_3}=0.5:1\sim n_C:n_{Na_2CO_3}=1:1$ 范围内,随着配碳量的增加,含钛高炉渣钠化率增加速率较快。当配碳量继续增加时,含钛高炉渣的钠化率几乎无变化。这可能因为在1423 K下碳酸钠处于熔融态,随着配碳量的增多,碳酸钠的量相对变小,整个系统的流动性变弱,黏度升高,物料之间的传质阻力变大,不利于钛的深度转化。所以,当配碳量达到一定程度后,随着配碳量的增加,含钛高炉渣的钠化率也几乎不再增长。此试验在含钛高炉渣粒径 d_0 为0.075 mm、反应温度为1423 K、反应时间为2 h的条件下,最佳的配碳量为 $n_C:n_{Na_2CO_3}=2:1$,此含钛高炉渣的钠化率达到78%左右。

从图7可以看出,当配碳量为0时,钛白粉的钠化率为12.807%。随着配碳量的逐渐增加,钛白粉的钠化率也逐渐升高。配碳量在 $n_C:n_{Na_2CO_3}=0.5:1\sim n_C:n_{Na_2CO_3}=1:1$ 范围内,随着配碳量的增加,钛白粉钠化率增加速率最快。当配碳量增到 $n_C:n_{Na_2CO_3}=2:1$ 时,随着碳质量分数的增加,钠化率几乎不再增加。对于钛白粉的钠化,最佳配碳量为 $n_C:n_{Na_2CO_3}=2:1$ 时,其钠化率可达到16.7%左右。

对比图6和图7可以看出,钛白粉的钠化率远远低于含钛高炉渣的钠化率。这可能是因为本试验所使用的钛白粉为锐钛型 TiO_2 。锐钛型 TiO_2 在低温下是稳定的,当煅烧温度高于1273 K时,锐钛型 TiO_2 完全转化为金红石型,金红石型 TiO_2 的晶体密度比锐钛型 TiO_2 的晶体密度更高。因此,钛白粉在1423 K下钠化时, TiO_2 的晶型转变导致其钠化率较低。同时,已有文献证明,向钛白粉中掺入 Al_2O_3 后可以明显地阻碍锐钛型 TiO_2 向金红石型 TiO_2 的转变。这也可能是含钛高炉渣比纯钛白粉钠化率高的一个重要因素。

含钛高炉渣和钛白粉配碳量为 $n_C:n_{Na_2CO_3}=1:1$,反应温度为1423 K、反应时间为2 h下,钠化产物的XRD表征结果分别如图8和图9所示。

从图8和图9可以看出,含钛高炉渣钠和钛白粉钠化产物的XRD都发现有明显的 Na_2TiO_3 特征峰。

图8中含钛高炉渣钠化产物的XRD表征 Na_2CaSiO_4 特征峰最强,而 Na_2TiO_3 的特征峰较低,这与含钛高炉渣的成分有关,本试验所用的含钛高炉渣中含CaO和 SiO_2 的量较多,而 TiO_2 的量偏少,这

导致了产物偏钛酸钠的质量分数太低。图9中钛白粉钠化产物的XRD也发现有明显的 Na_2TiO_3 特征峰,而 TiO_2 的特征峰最强。

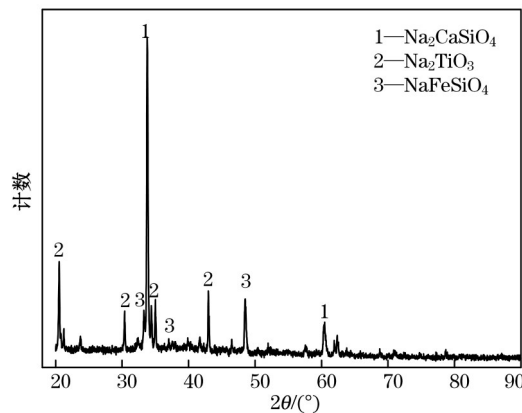


图8 含钛高炉渣($n_C:n_{Na_2CO_3}=2:1$)反应产物的XRD

Fig. 8 XRD pattern of reaction products of Ti-bearing blast furnace slag ($n_C:n_{Na_2CO_3}=2:1$)

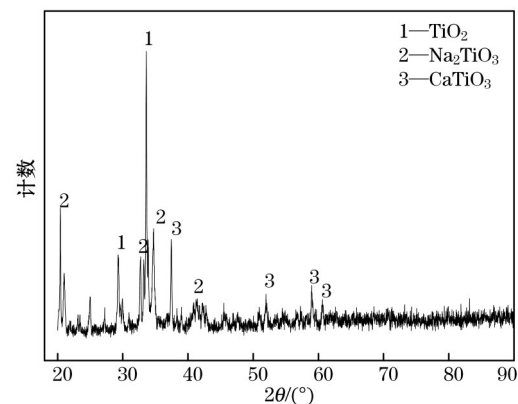


图9 钛白粉($n_C:n_{Na_2CO_3}=1:1$)试样反应产物的XRD

Fig. 9 XRD pattern of reaction products of TiO_2 ($n_C:n_{Na_2CO_3}=1:1$)

4 结论

(1) 在高于碳酸钠的熔点低于1428 K的温度范围内,含钛高炉渣的钠化是可行的。具体表现为在标准状态下,低于1428 K时碳酸钠不会被碳还原,因此不会造成钠化剂的损失;通过热力学分析,含钛高炉渣中 SiO_2 、 Al_2O_3 和 TiO_2 的钠化反应在1428 K之前的一段温度区间内均可发生,且由于碳的存在,进一步降低了其钠化反应的吉布斯自由能,使得钠化反应更具可能性。

(2) 碳的存在促进了含钛高炉渣钠化反应的发生,对于本试验所用的中钛型高炉渣,在反应温度为1428 K、反应时间为2 h的条件下,最佳配碳量为 $n_C:n_{Na_2CO_3}=2:1$,此含钛高炉渣的钠化率达到78%并保持稳定。

参考文献:

- [1] 仇圣桃, 张明博, 李建新, 等. 含钛高炉渣资源综合利用研究现状与展望[J]. 钢铁, 2016, 51(7): 1. (QIU Sheng-tao, ZHANG Ming-bo, LI Jian-xin, et al. Recent progress and prospective of comprehensive utilization of Ti-bearing blast furnace slag[J]. Iron and Steel, 2016, 51(7): 1.)
- [2] 吴胜利. 高钛高炉渣综合利用研究进展[J]. 中国资源综合利用, 2013, 31(2): 39. (WU Sheng-li. Research progress on comprehensive utilization of high titanium blast furnace slag[J]. China Resources Comprehensive Utilization, 2013, 31(2): 39.)
- [3] Jiang T, Dong H G, Guo Y F, et al. Study on leaching Ti from Ti bearing blast furnace slag by sulphuric acid[J]. Mineral Processing and Extractive Metallurgy, 2010, 119(1): 33.
- [4] 何思祺, 王岩, 孙红娟, 等. 含钛高炉渣在碱熔过程中Ti、Si、Al元素赋存状态的变化[J]. 钢铁钒钛, 2017, 38(1): 1. (HE Si-qi, WANG Yan, SUN Hong-juan, et al. Changes in occurrence state of Ti, Si and Al elements in Ti-bearing blast furnace slag during alkali melting process[J]. Iron Steel Vanadium Titanium, 2017, 38(1): 1.)
- [5] 高启瑞, 宋波, 杨占兵, 等. 含钛高炉渣碳化超重力分离碳化钛的研究[J]. 有色金属科学与工程, 2017(2): 31. (GAO Qi-rui, SONG Bo, YANG Zhan-bing, et al. Research on carbonization of blast furnace slag bearing titanium and separation of TiC phase by super gravity[J]. Nonferrous Metals Science and Engineering, 2017(2): 31.)
- [6] 李要辉, 杨志远, 王晋珍, 等. 高钛高炉渣制备微晶石材的体系设计及制备研究[J]. 钢铁钒钛, 2016, 37(1): 72. (LI Yao-hui, YANG Zhi-yuan, WANG Jin-zhen, et al. System design and preparation of glass-ceramics using titanium blast furnace slag[J]. Iron Steel Vanadium Titanium, 2016, 37(1): 72.)
- [7] Tuystuon Tran, Jian Yu, Lina Gan, et al. Upgrading V_2O_5 - WO_3 /TiO₂ de NO_x catalyst with TiO₂-SiO₂ support prepared Ti-bearing blast furnace slag[J]. Catalyst, 2016, 6(4): 56.
- [8] 张悦, 杨合, 王丽, 等. 用含钛高炉渣制备肥料[J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2010, 31(8): 1169. (ZHANG Yue, YANG He, WANG Li, et al. Synthesis of fertilizer from titanium-bearing blast furnace slag[J]. Journal of Northeastern University: Natural Science, 2010, 31(8): 1169.)
- [9] 张俊, 严定鏊, 齐渊洪. 钒钛磁铁矿利用新工艺的理论分析[J]. 钢铁钒钛, 2015, 36(3): 1. (ZHANG Jun, YAN Ding-liu, QI Yuan-hong. Theoretical analysis on use of V-Ti Magnetite in new route[J]. Iron Steel Vanadium Titanium, 2015, 36(3): 1.)
- [10] 张俊, 戴晓天, 严定鏊, 等. 钒钛磁铁矿碳热钠化还原工艺[J]. 钢铁, 2016, 51(10): 6. (ZHANG Jun, DAI Xiao-tian, YAN Ding-liu, et al. Carbothermal sodium reduction process of vanadium-bearing titanomagnetite[J]. Iron and Steel, 2016, 51(10): 6.)

《中国冶金》杂志征稿启事

《中国冶金》是由中国科学技术协会主管, 中国金属学会、北京钢研柏苑出版有限责任公司主办的中国金属学会会刊和金属行业综合类科技期刊, 由北京钢研柏苑出版有限责任公司负责编辑出版和发行, 创刊于1991年, 现为月刊, 大16开。《中国冶金》是“中国科技核心期刊”, 美国《化学文摘(CA)》收录期刊, ASPT《中国科学文献计量评价数据库》来源期刊, 《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊。

1 征稿对象

欢迎从事金属冶金生产、管理、设计、科研、教学和钢材使用部门的科技人员、专家学者和管理干部等人员投稿, 尤其欢迎广大企业一线工作人员投稿。

2 征稿范围

《中国冶金》的报道范围涵盖了钢铁及有色金属矿山地质、采矿、焦化、废钢铁、铁合金、烧结和球团、炼铁、炉外处理、炼钢、连铸、压力加工、材料研究、能源环保等金属冶金工业的主要技术领域, 也征集部分化学化工、新型复合材料等方面的稿件。

栏目设置包括专家论坛、技术综述、专题研究、生产技术、装备技术、节能环保、铁合金、矿业工程与化工、新型复合材料、企业专访、人物专访、冶金科学技术奖、冶金科技英才、学会动态、厂商动态等。其特点是: 既有较高学术水平的创新性研究文章, 又有较高实用价值的技术交流文章, 包括技术发展前沿文章、行业发展方向文章、冶金行业热点问题以

及学会各种会议与活动信息和冶金行业科技信息等。

3 投稿和联系方式

(1) 请登录“钢铁期刊网”网站(<http://www.chinamet.cn>), 点击《中国冶金》的图标或刊名导航条, 进入期刊的首页进行投稿。

(2) 直接登录《中国冶金》网站(<http://www.zgyj.ac.cn>), 从“作者投稿中心”进行投稿。

编辑部联系人: 曹微言, 魏 来

电话: 010-62181032

广告部联系人: 高京慧, 孔立军

电话: 010-62183298

发行部联系人: 魏来

电话: 010-62181032

邮箱: CM@chinamet.cn

传真: 010-62185134

通讯地址: 北京市海淀区学院南路76号



衷心欢迎广大科技工作者踊跃来稿!