



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108977620 A

(43)申请公布日 2018.12.11

(21)申请号 201811184284.9

(22)申请日 2018.10.11

(71)申请人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号

(72)发明人 郑淑国 刘志远 安艳飞 吴优 王爽 朱苗勇

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109

代理人 梁焱

(51)Int.Cl.

G21C 5/46(2006.01)

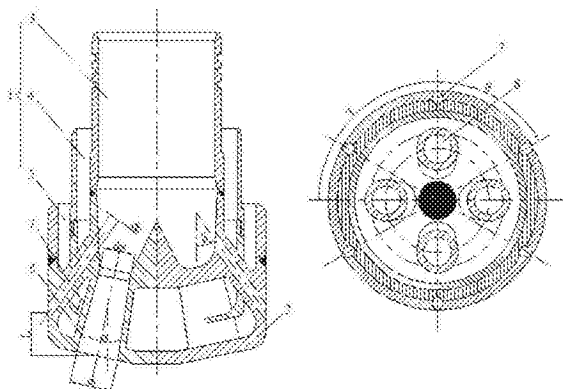
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪及其使用方法

(57)摘要

一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪及其使用方法,包括枪体和喷头,所述枪体包括由中间管道、中间环缝和外围管道组成的三层钢管结构,所述中间管道通入氧气,所述中间环缝通入冷却水,所述外围管道流出回水,所述喷头的端面设置有主氧喷孔,所述喷头的侧壁设置有副氧喷孔,所述副氧喷孔流量占总供氧流量的15%~30%,所述主氧喷孔流量占总供氧流量的70%~85%,本发明单流道二次燃烧氧枪,氧枪的主氧喷孔与常规传统氧枪设计一致,在原有喷头基础上,开设副氧喷孔,在保证副氧喷孔射流既不与主氧喷孔射流发生“卷吸”现象又不对转炉炉衬造成侵蚀的情况下,利用副氧喷孔射出的氧气射流与炉内一氧化碳燃烧产生大量的热量来加热钢水,提高转炉废钢比。



1. 一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪,其特征在于,包括枪体和喷头,所述枪体包括由中间管道、中间环缝和外围管道组成的三层钢管结构,所述中间管道通入氧气,所述中间环缝通入冷却水,所述外围管道流出回水,所述喷头的端面设置有主氧喷孔,所述喷头的侧壁设置有副氧喷孔,所述副氧喷孔流量占总供氧流量的15%~30%,所述主氧喷孔流量占总供氧流量的70%~85%。

2. 根据权利要求1所述的一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪,其特征在於:所述主氧喷孔轴线与枪体轴线之间的张角为 $\alpha$ ,且 $\alpha$ 设置为 $9^{\circ}$ ~ $18^{\circ}$ ,所述副氧喷孔与枪体轴线之间的张角为 $\beta$ ,且 $\beta$ 为 $\alpha$ 的2.1~2.5倍。

3. 根据权利要求1所述的一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪,其特征在於:所述主氧喷孔与副氧喷孔在喷头轴向间距 $L$ 设置为40mm~150mm。

4. 根据权利要求1所述的一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪,其特征在於:所述主氧喷孔设置为3~6个,且副氧喷孔与主氧喷孔的个数比为1.0~2.0倍。

5. 根据权利要求1所述的一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪,其特征在於:所述主氧喷孔设置为常规的拉瓦尔型结构,所述主氧喷孔的喉口直径 $d_{\text{喉}}$ 为25mm~45mm,主氧喷孔出口直径 $d_1$ 为 $d_{\text{喉}}$ 的1.1~1.5倍。

6. 根据权利要求1所述的一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪,其特征在於:所述副氧喷孔为直筒型或突跃扩张型结构,直筒型结构副氧喷孔入口直径 $d_2$ 为 $d_{\text{喉}}$ 的0.3~0.5倍;突跃扩张型结构副氧喷孔扩张段直径 $d_3$ 为副氧喷孔入口直径 $d_2$ 的1.1~1.5倍。

7. 一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪使用方法,根据权利要求1所述的采用一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪,其特征在於,包括以下步骤,

步骤1,上一炉出钢完成后,倒净炉渣,堵住出钢口,由天车向转炉内添加废钢,之后将铁水包内的铁水兑入转炉;

步骤2,由二次燃烧氧枪升降机构对本设计的单流道二次燃烧氧枪进行控制,并提供合适的供氧压力和流量;在送氧开吹的同时,加入第一批渣料,加入量为全炉总渣量的四分之三;

步骤3,开吹3~4min后,第一批渣料化好,再加入第二批渣料;吹炼过程中,将供氧流量和供氧压力控制在合理的范围内,加强对转炉熔池的搅拌,使熔池内钢水成分和温度均匀;当吹炼到达所炼钢种要求时,提枪停吹,倒炉取样并进行出钢。

8. 根据权利要求7所述的一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪使用方法,其特征在於:步骤2所述的供氧压力为0.75~1.25Mpa,供氧压力为常规氧枪供氧压力的1.05~1.25倍,步骤2所述的供氧流量为17000~45000Nm<sup>3</sup>/h,供氧流量为常规氧枪供氧流量的1.10~1.35倍。

## 一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪及其使用方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于转炉炼钢技术领域,尤其涉及一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪及其使用方法。

### 背景技术

[0002] 目前,我国电炉钢的比例还不足10%,转炉流程仍是我国产钢的主流程,各大钢铁企业都在大力提高转炉废钢比。目前大生产中常用的提高转炉废钢比的手段主要有:废钢预热、转炉加入补热剂(焦炭、SiC等),但上述两类提高废钢比的技术均有不足之处:前者需要专门的加热设备,后者往往会往钢液中引入硫、磷等杂质且钢水会增氮,影响钢水洁净度。

[0003] 在转炉炼钢过程中,作为副产品的转炉煤气,通常被钢厂回收利用。但若转炉煤气在转炉内部进行二次燃烧利用,则是煤气回收利用热效率最高、最经济的方法。二次燃烧氧枪技术是一种能提高转炉炼钢二次燃烧率的热补偿方法,该技术是在传统转炉炼钢氧枪上开设副孔,让主孔射出的氧气射流进行脱碳反应,利用副孔射出的氧气射流与炉内一氧化碳燃烧产生大量的热量,使转炉自身热量得到较充分利用,进而提高转炉废钢比。但目前二次燃烧氧枪技术存在以下不足:①双流道二次燃烧氧枪由于设备复杂,加工制作难度大;且由于对氧枪升降机构、冷却水系统要求高,很难在现有转炉的传统氧枪系统基础上进行改造,故在大生产中难以大规模推广应用;②双流股氧枪(单流道)由于副孔流量不足15%,其二次燃烧热补偿效果有限,故其提高钢水温度及增大转炉废钢比能力不足;且副孔出口个数多于其入口个数的设计冷却难度很大(尤其是副孔出口区域),这种副孔设计的双流股氧枪不适用于工业生产。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明设计一种新型单流道二次燃烧氧枪,在传统氧枪基础上仅对喷头进行改造,即在原有喷头基础上开设合理的副氧喷孔,并基于该单流道二次燃烧氧枪对转炉炼钢工艺进行优化,进而有效提高转炉炼钢过程煤气的二次燃烧率,增加入炉废钢量,提高转炉废钢比,减少吹氧时间,缩短转炉冶炼周期,提高转炉终点脱硫率。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪,其特征在于,包括枪体和喷头,所述枪体包括由中间管道、中间环缝和外围管道组成的三层钢管结构,所述中间管道通入氧气,所述中间环缝通入冷却水,所述外围管道流出回水,所述喷头的端面设置有主氧喷孔,所述喷头的侧壁设置有副氧喷孔,所述副氧喷孔流量占总供氧流量的15%~30%,所述主氧喷孔流量占总供氧流量的70%~85%。

[0007] 所述主氧喷孔轴线与枪体轴线之间的张角为 $\alpha$ ,且 $\alpha$ 设置为 $9^{\circ}$ ~ $18^{\circ}$ ,所述副氧喷孔与枪体轴线之间的张角为 $\beta$ ,且 $\beta$ 为 $\alpha$ 的2.1~2.5倍。

[0008] 所述主氧喷孔与副氧喷孔在喷头轴向间距L设置为40mm~150mm。

[0009] 所述主氧喷孔设置为3~6个,且副氧喷孔与主氧喷孔的个数比为1.0~2.0倍。

[0010] 所述主氧喷孔设置为常规的拉瓦尔型结构,所述主氧喷孔的喉口直径 $d_{喉}$ 为25mm~45mm,主氧喷孔出口直径 $d_1$ 为 $d_{喉}$ 的1.1~1.5倍。

[0011] 所述副氧喷孔为直筒型或突跃扩张型结构,直筒型结构副氧喷孔入口直径 $d_2$ 为 $d_{喉}$ 的0.3~0.5倍;突跃扩张型结构副氧喷孔扩张段直径 $d_3$ 为副氧喷孔入口直径 $d_2$ 的1.1~1.5倍。

[0012] 一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪使用方法,采用一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪,包括以下步骤,

[0013] 步骤1,上一炉出钢完成后,倒净炉渣,堵住出钢口,由天车向转炉内添加废钢,之后将铁水包内的铁水兑入转炉;

[0014] 步骤2,由二次燃烧氧枪升降机构对本设计的单流道二次燃烧氧枪进行控制,并提供合适的供氧压力和流量;在送氧开吹的同时,加入第一批渣料,加入量为全炉总渣量的四分之三;

[0015] 步骤3,开吹3~4min后,第一批渣料化好,再加入第二批渣料;吹炼过程中,将供氧流量和供氧压力控制在合理的范围内,加强对转炉熔池的搅拌,使熔池内钢水成分和温度均匀;当吹炼到达所炼钢种要求时,提枪停吹,倒炉取样并进行出钢。

[0016] 步骤2所述的供氧压力为0.75~1.25Mpa,供氧压力为常规氧枪供氧压力的1.05~1.25倍,步骤2所述的供氧流量为17000~45000Nm<sup>3</sup>/h,供氧流量为常规氧枪供氧流量的1.10~1.35倍。

[0017] 本发明的有益效果,

[0018] (1) 本发明单流道二次燃烧氧枪,氧枪的主氧喷孔与常规传统氧枪设计一致,在原有喷头基础上,开设有合理的副氧喷孔结构,在保证副氧喷孔射流既不与主氧喷孔射流发生“卷吸”现象又不对转炉炉衬造成侵蚀的情况下,利用副氧喷孔射出的氧气射流与炉内一氧化碳燃烧产生大量的热量来加热钢水,可增加加入炉废钢量,提高转炉废钢比;该二次燃烧氧枪还有利于转炉冶炼过程化渣,增大供氧强度,减少供氧时间,缩短转炉冶炼周期,并提高转炉终点脱硫率。

[0019] (2) 本发明单流道二次燃烧氧枪不需对原有枪体进行改造,只对氧枪喷头进行改造,且副孔出口个数与入口个数相同,对冷却水通入管道改造较小,枪身冷却效果好,加工难度小,制造成本低。由于氧枪副氧喷孔的供氧流量可达总供氧流量的15%~30%,且氧气供氧压力为常规氧枪压力的1.05~1.25倍,供氧流量为常规氧枪流量的1.10~1.35倍;因此该二次燃烧氧枪既能大幅提高转炉内一氧化碳的二次燃烧率,又不影响氧枪主氧孔的脱碳及溅渣的冶金功能。

## 附图说明

[0020] 图1为实施例1单流道二次燃烧氧枪I结构示意图,其中,主氧喷孔个数4个,副氧喷孔个数6个,副氧喷孔孔型为直筒型结构;

[0021] 图2为实施例2单流道二次燃烧氧枪II结构示意图,其中,主氧喷孔个数为4个,副氧喷孔个数为6个,副氧喷孔孔型为突跃扩张型结构;

[0022] 图3为实施例3单流道二次燃烧氧枪III结构示意图,其中,主氧喷孔个数为5个,副

氧喷孔个数为8个,副孔孔型为直筒型结构;

[0023] 图4为实施例4单流道二次燃烧氧枪IV结构示意图,其中,主氧喷孔个数为4个,副氧喷孔个数为8个,副氧喷孔孔型为直筒型结构;

[0024] 1-枪体,2-喷头,3-中间管道,4-中间环缝,5-外围管道,6-主氧喷孔,7-副氧喷孔。

### 具体实施方式

[0025] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0026] 一种提高转炉废钢比的单流道二次燃烧氧枪,其特征在于,包括枪体1和喷头2,所述枪体1包括由中间管道3、中间环缝4和外围管道5组成的三层钢管结构,所述中间管道3通入氧气,所述中间环缝4通入冷却水,所述外围管道5流出回水,所述喷头2的端面设置有主氧喷孔6,所述喷头2的侧壁设置有副氧喷孔7,所述副氧喷孔7流量占总供氧流量的15%~30%,所述主氧喷孔6流量占总供氧流量的70%~85%。

[0027] 所述主氧喷孔6轴线与枪体1轴线之间的张角为 $\alpha$ ,且 $\alpha$ 设置为 $9^{\circ}$ ~ $18^{\circ}$ ,所述副氧喷孔7与枪体1轴线之间的张角为 $\beta$ ,且 $\beta$ 为 $\alpha$ 的2.1~2.5倍。

[0028] 所述主氧喷孔6与副氧喷孔7在喷头2轴向间距L设置为40mm~150mm。

[0029] 所述主氧喷孔6设置为3~6个,且副氧喷孔7与主氧喷孔6的个数比为1.0~2.0。

[0030] 所述主氧喷孔6设置为常规的拉瓦尔型结构,所述主氧喷孔6的喉口直径 $d_{喉}$ 为25mm~45mm,主氧喷孔6出口直径 $d_1$ 为 $d_{喉}$ 的1.1~1.5倍。

[0031] 所述副氧喷孔7为直筒型或突跃扩张型结构,直筒型结构副氧喷孔7入口直径 $d_2$ 为 $d_{喉}$ 的0.3~0.5倍;突跃扩张型结构副氧喷孔7扩张段直径 $d_3$ 为副氧喷孔7入口直径 $d_2$ 的1.1~1.5倍。

[0032] 在国内某钢厂80t、120t、180t、210t顶底复吹转炉上分别对本发明I、II、III、IV氧枪的冶炼效果进行现场试验,尤其对使用本氧枪前后的转炉废钢比作详尽对比。

[0033] 实施例1

[0034] 目前,该钢厂80吨转炉上采用常规普通氧枪,其平均入炉废钢量一般为8.37t,入炉废钢量较低。第一批加入的渣料一般为总渣料的三分之二,化渣时间为4~6min,供氧时间为14.5min~15.7min,冶炼终点脱硫率为5.1%~6.3%。

[0035] 如图1所示,本实施例中单流道二次燃烧氧枪I副氧喷口7为直筒型结构,在80t转炉上将单流道二次燃烧氧枪I应用于现场转炉炼钢工艺,该氧枪主氧喷孔6个数为4个,副氧喷孔7个数为6个,主氧喷孔6张角 $\alpha$ 为 $9^{\circ}$ ,副氧喷孔7张角 $\beta$ 为 $20^{\circ}$ ,喉口直径 $d_{喉}$ 为25mm,主氧喷孔6出口直径 $d_1$ 为28mm,副氧喷孔7入口直径 $d_2$ 为10mm,主氧喷孔6与副氧喷孔7在喷头2轴向间距L为40mm。

[0036] 具体实施如下:上一炉出钢完成后,倒净炉渣,堵住出钢口,由天车向转炉内添加废钢,之后将铁水包内的铁水兑入转炉,铁水温度一般高于 $1300^{\circ}\text{C}$ ,然后由氧枪升降机构进行降枪供氧,供氧压力为0.75~0.85Mpa,供氧流量为 $17000\sim 21000\text{Nm}^3/\text{h}$ ,在送氧开吹的同时,加入第一批渣料,加入量为全炉总渣量的四分之三,开吹3~4min后,第一批渣料化好,再加入第二批渣料。在吹炼中期,供氧压力和流量基本保持不变,保证炉渣不发生“返干”,不产生喷溅;吹炼末期,利用二次燃烧氧枪升降机构,降低氧枪与熔池的距离,使熔池钢水成分和温度均匀,加强搅拌,降低渣中铁含量,减少铁损;当吹炼到达所炼钢种要求时,提枪

停吹,倒炉取样并进行出钢。

[0037] 对结果进行取样分析,使用单流道二次燃烧氧枪I后,冶炼过程中,吹氧时间缩短为12.2~13.5min,冶炼终点脱硫率提高到8.9%~11.3%。入炉废钢量由原来的8.37t增加为10.25t,入炉废钢量增加:

$$[0038] \quad \frac{10.25 - 8.37}{8.37} \times 100\% = 22.5\%$$

[0039] 实施例2

[0040] 目前,该钢厂120吨转炉上采用常规普通氧枪,其平均入炉废钢量一般为15.37t,入炉废钢量较低。第一批加入的渣料一般为总渣料的三分之二,化渣时间为4~6min,供氧时间为13.7min~14.9min,冶炼终点脱硫率为4.7%~5.3%。

[0041] 如图2所示,本实施例中单流道二次燃烧氧枪II副氧喷孔7为突跃扩张型结构,在120吨转炉上将单流道二次燃烧氧枪II应用于现场转炉炼钢工艺,该氧枪主氧喷孔6个数为4个,副氧喷孔7个数为6个,主氧喷孔6的张角 $\alpha$ 设为 $15^\circ$ ,副氧喷孔7张角 $\beta$ 为 $35^\circ$ ,喉口直径 $d_{喉}$ 为35mm,主氧喷孔6出口直径 $d_1$ 为45mm,副氧喷孔7入口直径 $d_2$ 为14mm,突跃扩张直径 $d_3$ 为18mm,主氧喷孔6与副氧喷孔7在喷头2轴向间距 $L$ 为80mm。

[0042] 具体实施如下:上一炉出钢完成后,倒净炉渣,堵住出钢口,由天车向转炉内添加废钢,之后将铁水包内的铁水兑入转炉,铁水温度一般高于 $1300^\circ\text{C}$ ,然后由氧枪升降机构进行降枪供氧,供氧压力为0.85~1.05Mpa,供氧流量为 $28000\sim 30000\text{Nm}^3/\text{h}$ ,在送氧开吹的同时,加入第一批渣料,加入量为全炉总渣量的四分之三,开吹3~4min后,第一批渣料化好,再加入第二批渣料。在吹炼中期,供氧压力和流量基本保持不变,保证炉渣不发生“返干”,不产生喷溅;吹炼末期,利用二次燃烧氧枪升降机构,降低氧枪与熔池的距离,使熔池钢水成分和温度均匀,加强搅拌,降低渣中铁含量,减少铁损;当吹炼到达所炼钢种要求时,提枪停吹,倒炉取样并进行出钢。

[0043] 对结果进行取样分析,使用本设计的单流道二次燃烧氧枪II后,冶炼过程中,吹氧时间缩短为11.8~13.2min,冶炼终点脱硫率提高到7.8%~8.6%,入炉废钢量由原来的15.37t增加为18.45t,入炉废钢量增加:

$$[0044] \quad \frac{18.45 - 15.37}{15.37} \times 100\% = 20.1\%$$

[0045] 实施例3

[0046] 目前,该钢厂180吨转炉上采用常规普通氧枪III,其平均入炉废钢量一般为16.35t,入炉废钢量较低。第一批加入的渣料一般为总渣料的三分之二,化渣时间为4~6min。供氧时间为13.5~14.8min,脱硫率为5.7%~6.4%。

[0047] 如图3所示,本实施例中单流道二次燃烧氧枪III副氧喷孔7为直筒型结构,在180吨转炉上将单流道二次燃烧氧枪III应用于现场转炉炼钢工艺,该氧枪主氧喷孔6个数为5个,副氧喷孔7个数为8个,主氧喷孔6的张角 $\alpha$ 设为 $18^\circ$ ,副氧喷孔7张角 $\beta$ 为 $40^\circ$ ,喉口直径 $d_{喉}$ 为40mm,主氧喷孔6出口直径 $d_1$ 为50mm,副氧喷孔7入口直径 $d_2$ 为20mm,主氧喷孔6与副氧喷孔7在喷头2轴向间距 $L$ 为100mm。

[0048] 具体实施如下:上一炉出钢完成后,倒净炉渣,堵住出钢口,由天车向转炉内添加废钢,之后将铁水包内的铁水兑入转炉,铁水温度一般高于 $1300^\circ\text{C}$ ,然后由氧枪升降机构进

行降枪供氧,供氧压力为0.95~1.15Mpa,供氧流量为29600~32500Nm<sup>3</sup>/h,在送氧开吹的同时,加入第一批渣料,加入量为全炉总渣量的四分之三,开吹3~4min后,第一批渣料化好,再加入第二批渣料。在吹炼中期,供氧压力和流量基本保持不变,保证炉渣不发生“返干”,不产生喷溅;吹炼末期,利用二次燃烧氧枪升降机构,降低氧枪与熔池的距离,使熔池钢水成分和温度均匀,加强搅拌,降低渣中铁含量,减少铁损;当吹炼到达所炼钢种要求时,提枪停吹,倒炉取样并进行出钢。

[0049] 对结果进行取样分析,使用本设计的单流道二次燃烧氧枪IV后,冶炼过程中,吹氧时间缩短为11.2~12.3min,脱硫率提高到9.5%~10.7%。入炉废钢量由原来的16.35t增加为21.32t,入炉废钢量增加:

$$[0050] \quad \frac{21.32-16.35}{16.35} \times 100\% = 30.4\%$$

[0051] 实施例4

[0052] 目前,该钢厂210吨转炉上采用常规普通氧枪,其平均入炉废钢量一般为19.35t,入炉废钢量较低。第一批加入的渣料一般为总渣料的三分之二,化渣时间为4~6min,化渣时间长。转炉冶炼过程中,平均供氧时间为15.4~16.7min,脱硫率为5.6%~6.7%。

[0053] 如图4所示,本实施例中单流道二次燃烧氧枪IV副氧喷口为直筒型结构,在210吨转炉上将单流道二次燃烧氧枪IV应用于现场转炉炼钢工艺,该氧枪主氧喷孔6个数为4个,副氧喷孔7个数为8个。主氧喷孔6张角 $\alpha$ 为18°,副氧喷孔7张角 $\beta$ 为45°,喉口直径 $d_{喉}$ 为45mm,主氧喷孔6出口直径 $d_1$ 为60mm,副氧喷孔7入口直径 $d_2$ 为20mm。主氧喷孔6与副氧喷孔7在喷头2轴向间距L为120mm。

[0054] 具体实施如下:上一炉出钢完成后,倒净炉渣,堵住出钢口,由天车向转炉内添加废钢,之后将铁水包内的铁水兑入转炉,铁水温度一般高于1300℃,然后由氧枪升降机构进行降枪供氧,供氧压力为0.90~1.25Mpa,供氧流量为40000~45000Nm<sup>3</sup>/h,在送氧开吹的同时,加入第一批渣料,加入量为全炉总渣量的四分之三,开吹3~4min后,第一批渣料化好,再加入第二批渣料。在吹炼中期,供氧压力和流量基本保持不变,保证炉渣不发生“返干”,不产生喷溅;吹炼末期,利用二次燃烧氧枪升降机构,降低氧枪与熔池的距离,使熔池钢水成分和温度均匀,加强搅拌,降低渣中铁含量,减少铁损;当吹炼到达所炼钢种要求时,提枪停吹,倒炉取样并进行出钢。

[0055] 对结果进行取样分析,使用本设计的单流道二次燃烧氧枪IV后,冶炼过程中,吹氧时间缩短为13.2~14.5min,脱硫率提高到9.4%~11.2%。入炉废钢量由原来的19.35t增加为25.13t,入炉废钢量增加:

$$[0056] \quad \frac{25.13-19.35}{19.35} \times 100\% = 29.8\%$$

[0057] 通过实施例1、实施例2、实施例3和实施例4可知,使用本发明设计的四种单流道二次燃烧氧枪,在转炉冶炼过程中,化渣快,供氧时间减少,冶炼周期缩短;冶炼终点脱硫率提高;特别是转炉入炉废钢量均有大幅增加,其中实施例3和实施例4中所用的单流道二次燃烧氧枪III、IV现场使用效果最好,入炉废钢量提升明显。

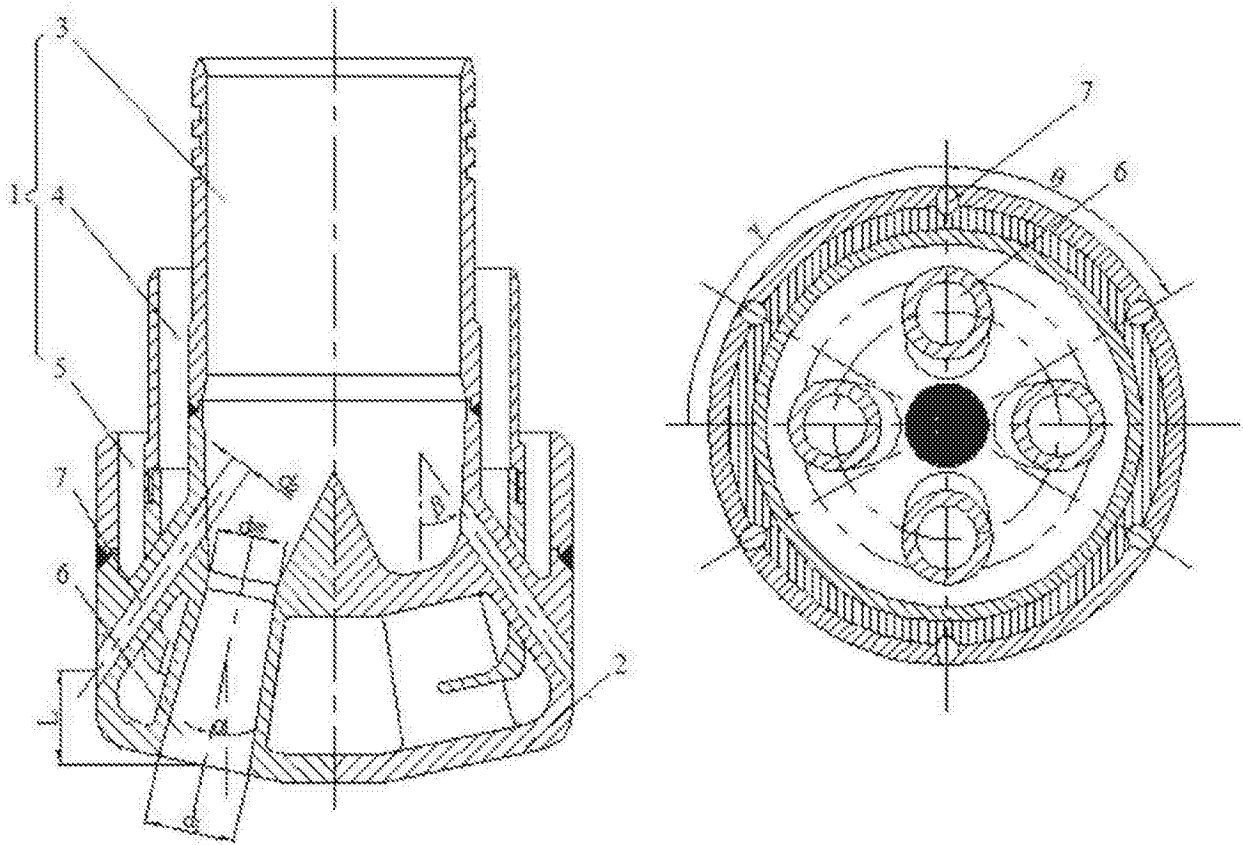


图1

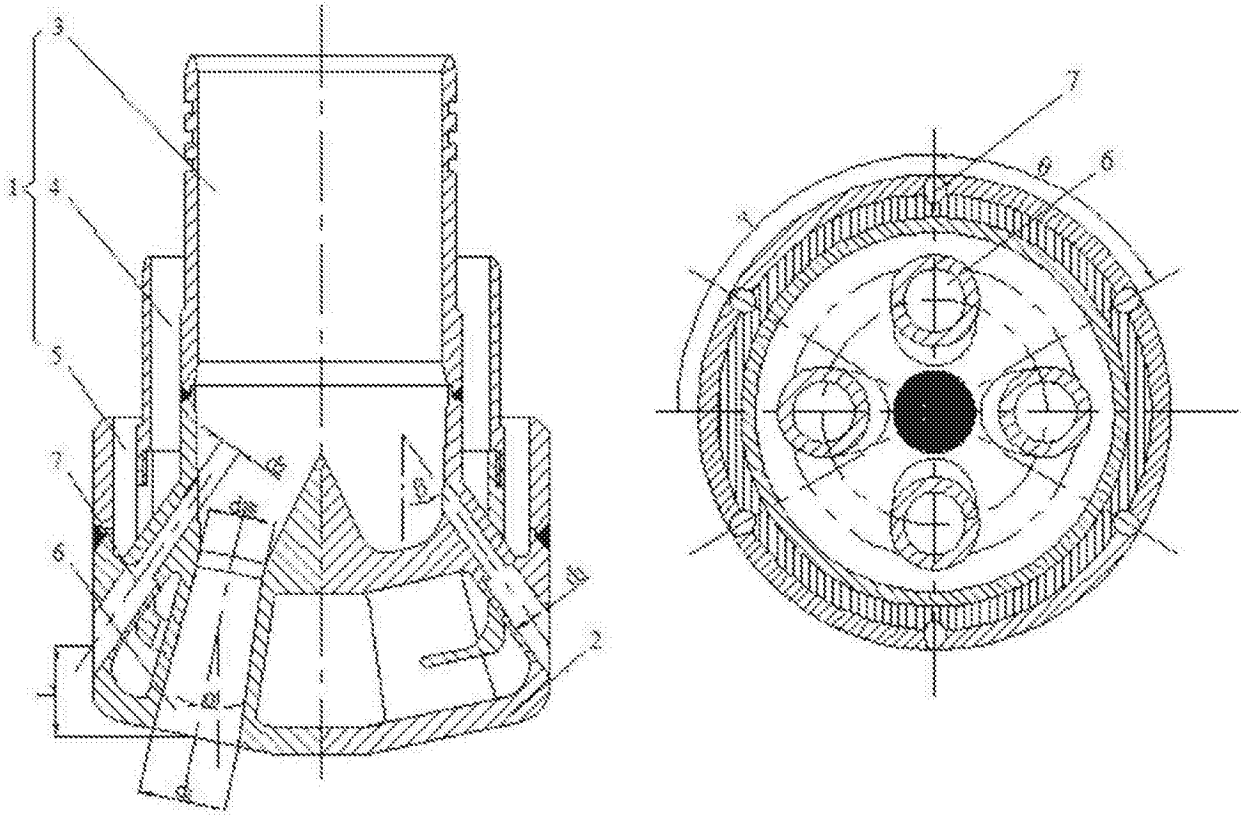


图2

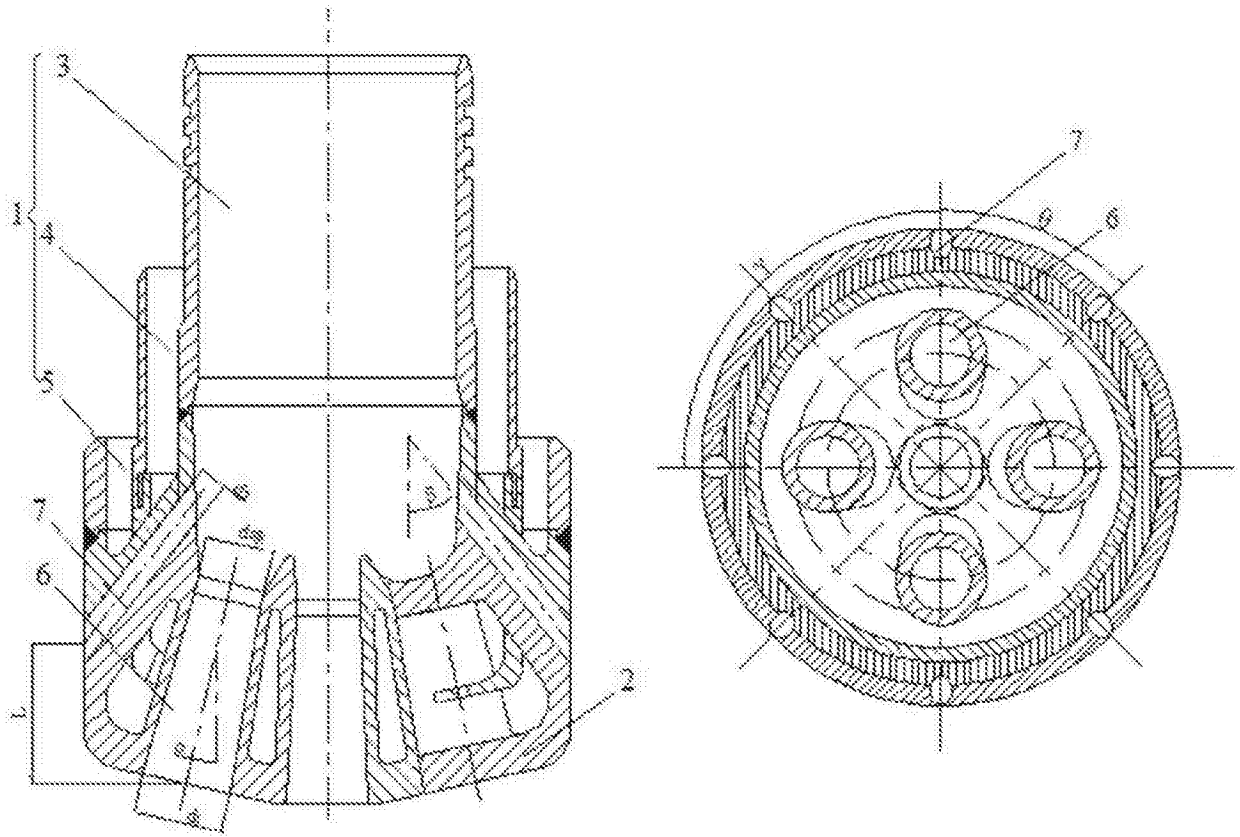


图3

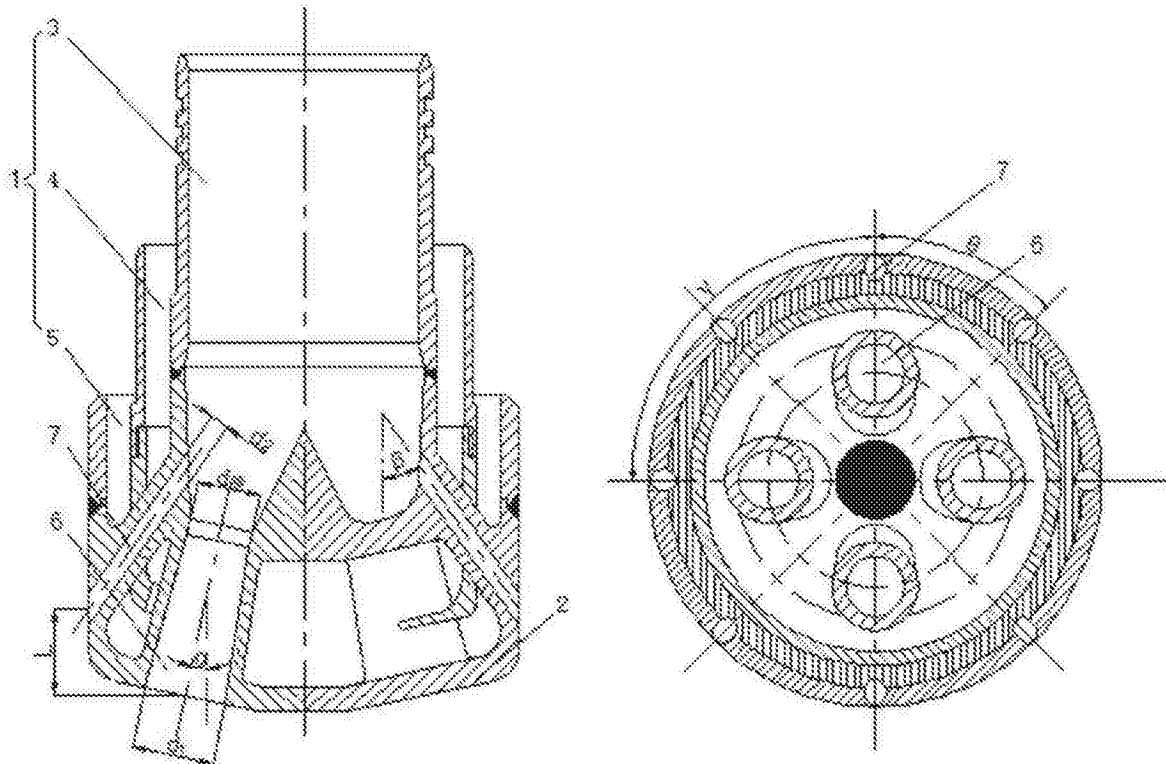


图4