

(19)中华人民共和国国家知识产权局



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110578032 A

(43)申请公布日 2019.12.17

(21)申请号 201911009556.6

(22)申请日 2019.10.23

(71)申请人 辽宁科技大学

地址 114051 辽宁省鞍山市高新区千山路  
185号

(72)发明人 韩鹏 刘坤 王玺 陈立峰

王帅辉 冯亮花 刘广强

(74)专利代理机构 鞍山嘉讯科技专利事务所

(普通合伙) 21224

代理人 张群

(51)Int.Cl.

G21C 5/35(2006.01)

G21C 5/46(2006.01)

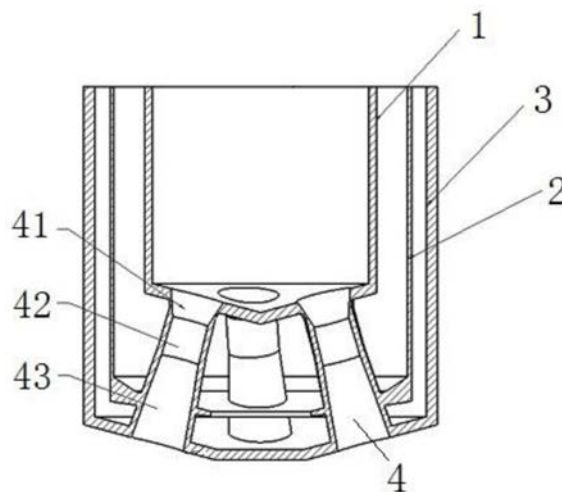
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种大型转炉喷吹工艺方法

(57)摘要

本发明涉及一种大型转炉喷吹工艺方法,所述转炉设有喷吹系统,喷吹系统包括设于转炉顶部的旋流氧枪及设于转炉底部的水平缝式底吹元件;所述旋流氧枪、水平缝式底吹元件用于向转炉内喷入气体或弥散态的固体颗粒,固体颗粒包括CaO固体颗粒或稀土元素固体颗粒;所述旋流氧枪喷入的气体包括氧气、氩气或氮气;所述水平缝式底吹元件喷入的气体包括CO<sub>2</sub>、氩气、氮气或氧气。本发明通过设于转炉顶部的旋流氧枪及转炉底部的水平缝式底吹元件选择性地向转炉内吹入空气或固体颗粒,有利于降低废气排放,减少冶炼时间,提高化渣效果,减少石灰消耗量。



CN 110578032 A

1. 一种大型转炉喷吹工艺方法,其特征在于,所述转炉设有喷吹系统,喷吹系统包括设于转炉顶部的旋流氧枪及设于转炉底部的水平缝式底吹元件;所述旋流氧枪由枪管及喷头组成,喷头由内向外设有3层管道,依次是气固体引入管、隔水管及喷头外管,所述气固体引入管的底部设多个喷孔,喷孔向下延伸穿透隔水管及喷头外管;所述水平缝式底吹元件由设于转炉炉底的多个大孔底枪及小孔底枪组成;

所述旋流氧枪、水平缝式底吹元件用于向转炉内喷入气体或弥散态的固体颗粒,固体颗粒包括CaO固体颗粒或稀土元素固体颗粒;其中:

CaO固体颗粒的喷入量按公式1计算:

$$y=0.21\alpha+2.7\beta+8.1\gamma \quad \text{公式1}$$

式中:y——CaO颗粒喷入量,单位:吨;

$\alpha$ ——转炉工艺条件系数,取值范围: $\alpha=0\sim30^2$ ;

$\beta$ ——动力学影响因子,取值范围: $\beta=0\sim20^2$ ;

$\gamma$ ——CaO反应效率系数,取值范围: $\gamma=0\sim30^2$ ;

稀土元素固体颗粒的喷入量按公式2计算:

$$k=a\times(0.21\alpha+2.7\beta+8.1\gamma)+b\times W \quad \text{公式2}$$

式中:k——稀土固体颗粒喷入量,单位:吨;

a——混均有效影响因子;取值范围: $a=0\sim20$ ;

b——稀土收得率;取值范围: $b=0\sim3$ ;

W——稀土反应效率系数;取值范围: $W=0\sim3$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种大型转炉喷吹工艺方法,其特征在于,所述CaO固体颗粒经钝化处理,钝化后的CaO固体颗粒直径为 $5\mu\text{m}\sim4\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种大型转炉喷吹工艺方法,其特征在于,所述旋流氧枪喷入的气体包括氧气、氩气或氮气;所述水平缝式底吹元件喷入的气体包括 $\text{CO}_2$ 、氩气、氮气或氧气,气体喷吹时的压力范围 $0.5\text{MPa}\sim20\text{MPa}$ ,气体湍流强度控制在 $0.3\sim14.6$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种大型转炉喷吹工艺方法,其特征在于,所述喷头的喷孔数量为 $3\sim8$ 个,喷孔倾斜设置,喷孔中心线与氧枪轴线之间的夹角为 $3^\circ\sim23^\circ$ ;旋流角为 $5^\circ\sim21^\circ$ ;氧枪入口压力 $0.6\text{MPa}\sim1.6\text{MPa}$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种大型转炉喷吹工艺方法,其特征在于,所述喷孔为先收缩后扩张的拉瓦尔型喷孔,自上至下分为收缩段、喉口及扩张段,收缩段的入口直径为 $45\sim170\text{mm}$ ,喉口处直径为 $26\sim84\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种大型转炉喷吹工艺方法,其特征在于,所述大孔底枪的直径为 $10\text{mm}\leq d_1 < 40\text{mm}$ ,小孔底枪的直径为 $40\text{mm}\leq d_2 < 150\text{mm}$ 。

7. 根据权利要求1所述的一种大型转炉喷吹工艺方法,其特征在于,所述水平缝式底吹元件的底吹流量为 $100\text{m}^3/\text{h}\sim1980\text{m}^3/\text{h}$ ,底吹强度为 $0.02\sim0.21\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{t}$ ,底吹压力为 $0.1\text{MPa}\sim1.1\text{MPa}$ 。

8. 根据权利要求1所述的一种大型转炉喷吹工艺方法,其特征在于,适用于 $180\text{t}\sim360\text{t}$ 的大型转炉。

## 一种大型转炉喷吹工艺方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及转炉炼钢技术领域,尤其涉及一种大型转炉喷吹工艺方法。

### 背景技术

[0002] 转炉主要用于碳钢、合金钢及铜和镍的冶炼,转炉炼钢是以铁水、废钢、铁合金为主要原料,不借助外加能源,靠铁液本身的物理热和铁液组分间化学反应产生热量而在转炉中完成炼钢过程。转炉的喷吹方式按气体吹入炉内的部位分为顶吹、底吹和侧吹;按喷吹的气体种类为分空气转炉和氧气转炉。碱性氧气顶吹和顶底复吹转炉由于其生产速度快、产量大,单炉产量高、成本低、投资少,为目前使用最普遍的炼钢设备。

[0003] 申请号为CN201210467199.X的中国专利公开了“一种将旋流氧枪应用于转炉提钒的方法及旋流氧枪”,其旋流氧枪由连接在一起的氧枪枪身与喷头组成,喷头包含喷头端面、喷孔、喷头外管、中层隔水管和内层氧管,喷头端面上设置喷孔,喷头端面设置在喷头外管的端部,喷头外管内设有中层隔水管,中层隔水管内设有内层氧管,内层氧管与喷孔连通;所述的喷头端面上沿同一圆周均匀分布多个喷孔,喷孔为先收缩后扩张型的拉瓦尔喷管。其有益效果为:相对于普通顶吹氧枪提钒,使用旋流氧枪提钒后,可以使提钒周期缩短1-2min/炉,同样铁水条件下钒回收率提高3%-5%,钒渣品位提高1%以上、钒渣中TFe可降低1%-2%左右,同时降低氧气消耗1-2Nm<sup>3</sup>/吨铁水。但是该技术方案涉及的转炉冶炼工艺单一,无法进行固体颗粒喷入,吹炼时间增加和搅拌强度较弱。

[0004] 申请号为CN201410338945.4的中国专利公开了“一种转炉底吹枪的布置方法及顶底复吹转炉”,将N组底吹枪中的每一个底吹枪设置在转炉炉底,其中,所述N组底吹枪中的每一组底吹枪至少包括2支长度相同的底吹枪,且所述N组底吹枪中的每两组底吹枪的长度不同,N为不小于2的整数。采用该布置方法后,能够实现了简化工艺,提高转炉产量,并能够实现较好的底吹效果的技术效果。但是该专利没有考虑节能增效问题,同时转炉冶炼工艺单一,没有考虑搅拌强度对冶炼工艺的影响。

### 发明内容

[0005] 本发明提供了一种大型转炉喷吹工艺方法,通过设于转炉顶部的旋流氧枪及转炉底部的水平缝式底吹元件选择性地向转炉内吹入空气或固体颗粒,有利于降低废气排放,减少冶炼时间,提高化渣效果,减少石灰消耗量。

[0006] 为了达到上述目的,本发明采用以下技术方案实现:

[0007] 一种大型转炉喷吹工艺方法,所述转炉设有喷吹系统,喷吹系统包括设于转炉顶部的旋流氧枪及设于转炉底部的水平缝式底吹元件;所述旋流氧枪由枪管及喷头组成,喷头由内向外设有3层管道,依次是气固体引入管、隔水管及喷头外管,所述气固体引入管的底部设多个喷孔,喷孔向下延伸穿透隔水管及喷头外管;所述水平缝式底吹元件由设于转炉炉底的多个大孔底枪及小孔底枪组成;

[0008] 所述旋流氧枪、水平缝式底吹元件用于向转炉内喷入气体或弥散态的固体颗粒,

固体颗粒包括CaO固体颗粒或稀土元素固体颗粒；其中：

[0009] CaO固体颗粒的喷入量按公式1计算：

[0010]  $y=0.21\alpha+2.7\beta+8.1\gamma$  公式1

[0011] 式中： $y$ ——CaO颗粒喷入量，单位：吨；

[0012]  $\alpha$ ——转炉工艺条件系数，取值范围： $\alpha=0\sim30^2$ ；

[0013]  $\beta$ ——动力学影响因子，取值范围： $\beta=0\sim20^2$ ；

[0014]  $\gamma$ ——CaO反应效率系数，取值范围： $\gamma=0\sim30^2$ ；

[0015] 稀土元素固体颗粒的喷入量按公式2计算：

[0016]  $k=a\times(0.21\alpha+2.7\beta+8.1\gamma)+b\times W$  公式2

[0017] 式中： $k$ ——稀土固体颗粒喷入量，单位：吨；

[0018]  $a$ ——混均有效影响因子；取值范围： $a=0\sim20$ ；

[0019]  $b$ ——稀土收得率；取值范围： $b=0\sim3$ ；

[0020]  $W$ ——稀土反应效率系数；取值范围： $W=0\sim3$ 。

[0021] 所述CaO固体颗粒经钝化处理，钝化后的CaO固体颗粒直径为5mm~4mm。

[0022] 所述旋流氧枪喷入的气体包括氧气、氩气或氮气；所述水平缝式底吹元件喷入的气体包括CO<sub>2</sub>、氩气、氮气或氧气，气体喷吹时的压力范围0.5Mpa~20Mpa，气体湍流强度控制在0.3~14.6。

[0023] 所述喷头的喷孔数量为3~8个，喷孔倾斜设置，喷孔中心线与氧枪轴线之间的夹角为3°~23°；旋流角为5°~21°；氧枪入口压力0.6Mpa~1.6Mpa。

[0024] 所述喷孔为先收缩后扩张的拉瓦尔型喷孔，自上至下分为收缩段、喉口及扩张段，收缩段的入口直径为45~170mm，喉口处直径为26~84mm。

[0025] 所述大孔底枪的直径为10mm≤d<sub>1</sub><40mm，小孔底枪的直径为40mm≤d<sub>2</sub><150mm。

[0026] 所述水平缝式底吹元件的底吹流量为100m<sup>3</sup>/h~1980m<sup>3</sup>/h，底吹强度为0.02~0.21m<sup>3</sup>/min·t，底吹压力为0.1Mpa~1.1Mpa。

[0027] 一种大型转炉喷吹工艺方法，适用于180t~360t的大型转炉。

[0028] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0029] 1) 首次针对大型转炉进行喷吹系统的设计，采用多孔大流量设计提高转炉供氧强度，提升转炉产能；采用旋流氧枪，通过旋流角及倾角的合理设计延缓多孔氧气射流的融合，从而抑制转炉冶炼过程的爆发性喷溅、金属喷溅；

[0030] 2) 基于数值模拟、实验测试、模型试验法探索旋流角、倾角变化对射流特性、射流同熔池的作用规律，从作用机理的层面揭示多股射流剪切掺混作用规律，分析结构参数变化对轴线上射流融合距离及熔池均混时间、冲击坑深度、冲击坑面积的影响，为大型转炉低喷溅氧枪的优化设计和应用提供理论支撑；

[0031] 3) 通过增设旋流角实现旋流，使射流发生偏转，多股射流汇合可能性大大降低，可延缓在一定范围的融合，从而降低冶炼过程产生的可能产生的各种喷溅；

[0032] 4) 每个喷孔均形成对应的旋流反应区，增大了反应面积，有利于缩短冶炼时间；射流冲击熔池产生轴向冲力的同时，在水平方向形成径向和切向冲力，通过设定旋流角可达到强化熔池搅拌、控制液滴喷溅目的；

[0033] 5) 采用本发明所述工艺方法后，平均碳氧积仅为0.0021，脱磷率达到92.5%以上。

## 附图说明

- [0034] 图1是本发明所述旋流氧枪的喷头的主视剖面图。
- [0035] 图2是本发明所述旋流氧枪的喷头的立体结构示意图。
- [0036] 图3是本发明所述水平缝式底吹元件的布置形式示意图。
- [0037] 图4是图3中的A-A剖视图。
- [0038] 图中：1.气固体引入管 2.隔水管 3.喷头外管 4.喷孔 41.收缩段 42.喉口 43.扩张段 5.小孔底枪 6.大孔底枪 7.转炉

## 具体实施方式

- [0039] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步说明：
- [0040] 本发明所述一种大型转炉喷吹工艺方法，所述转炉设有喷吹系统，喷吹系统包括设于转炉顶部的旋流氧枪及设于转炉底部的水平缝式底吹元件；如图1、图2所示，所述旋流氧枪由枪管及喷头组成，喷头由内向外设有3层管道，依次是气固体引入管1、隔水管2及喷头外管3，所述气固体引入管1的底部设多个喷孔4，喷孔4向下延伸穿透隔水管2及喷头外管3；如图3、图4所示，所述水平缝式底吹元件由设于转炉7炉底的多个大孔底枪6及小孔底枪5组成；
- [0041] 所述旋流氧枪、水平缝式底吹元件用于向转炉内喷入气体或弥散态的固体颗粒，固体颗粒包括CaO固体颗粒或稀土元素固体颗粒；其中：
- [0042] CaO固体颗粒的喷入量按公式1计算：
- [0043]  $y=0.21\alpha+2.7\beta+8.1\gamma$  公式1
- [0044] 式中： $y$ ——CaO颗粒喷入量，单位：吨；
- [0045]  $\alpha$ ——转炉工艺条件系数，取值范围： $\alpha=0\sim30^2$ ；
- [0046]  $\beta$ ——动力学影响因子，取值范围： $\beta=0\sim20^2$ ；
- [0047]  $\gamma$ ——CaO反应效率系数，取值范围： $\gamma=0\sim30^2$ ；
- [0048] 稀土元素固体颗粒的喷入量按公式2计算：
- [0049]  $k=a\times(0.21\alpha+2.7\beta+8.1\gamma)+b\times W$  公式2
- [0050] 式中： $k$ ——稀土固体颗粒喷入量，单位：吨；
- [0051]  $a$ ——混均有效影响因子；取值范围： $a=0\sim20$ ；
- [0052]  $b$ ——稀土收得率；取值范围： $b=0\sim3$ ；
- [0053]  $W$ ——稀土反应效率系数；取值范围： $W=0\sim3$ 。
- [0054] 所述CaO固体颗粒经钝化处理，钝化后的CaO固体颗粒直径为 $5\text{nm}\sim4\text{mm}$ 。
- [0055] 所述旋流氧枪喷入的气体包括氧气、氩气或氮气；所述水平缝式底吹元件喷入的气体包括CO<sub>2</sub>、氩气、氮气或氧气，气体喷吹时的压力范围0.5Mpa~20MPa，气体湍流强度控制在0.3~14.6。
- [0056] 所述喷头的喷孔数量为3~8个，喷孔倾斜设置，喷孔中心线与氧枪轴线之间的夹角为 $3^\circ\sim23^\circ$ ；旋流角为 $5^\circ\sim21^\circ$ ；氧枪入口压力0.6MPa~1.6MPa。
- [0057] 所述喷孔4为先收缩后扩张的拉瓦尔型喷孔，自上至下分为收缩段41、喉口42及扩张段43(如图1所示)，收缩段的入口直径为45~170mm，喉口处直径为26~84mm。
- [0058] 所述大孔底枪的直径为 $10\text{mm}\leq d_1 < 40\text{mm}$ ，小孔底枪的直径为 $40\text{mm}\leq d_2 < 150\text{mm}$ 。

[0059] 所述水平缝式底吹元件的底吹流量为 $100\text{m}^3/\text{h}\sim 1980\text{m}^3/\text{h}$ ，底吹强度为 $0.02\sim 0.21\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{t}$ ，底吹压力为 $0.1\text{MPa}\sim 1.1\text{MPa}$ 。

[0060] 一种大型转炉喷吹工艺方法，适用于 $180\text{t}\sim 360\text{t}$ 的大型转炉。

[0061] 本发明所述一种大型转炉喷吹工艺方法，将水平缝式底吹元件和旋流氧枪耦合在一起，能够提高金属收得率 $5.2\%$ 以上，缩短冶炼时间，节能环保。同时能够提高化渣速度，降低转炉一次吹炼时间，增加熔渣搅拌强度，还具有防喷溅、氧消耗量小、增加供氧强度的优点，在溅渣护炉时能够减少炉冒渣堆积，从而增加转炉一次炉龄。

[0062] 旋流氧枪是能够喷碳粉或其它固体粉剂的多功能氧枪，喷孔增设旋流角，可避免射流流股过早融合，以减少冶炼过程中的喷溅现象，选取合适的旋流角，可以加快成渣速度，提高熔池搅拌效果。旋流氧枪溅渣时，旋流角的存在可减少氮气射流对炉底的直接冲刷，使炉渣更多地往熔池部位聚集，使炉帽部位粘渣过多现象有所缓解，可有效提高溅渣护炉效果。

[0063] 以下实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。下述实施例中所用方法如无特别说明均为常规方法。

[0064] **【实施例1】**

[0065] 本实施例中，所冶炼钢材的主要化学成分按重量百分比如图1所示：

[0066] 表1

化学成分 %							
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Fe
0.1--0.23	0.12--0.37	0.3--0.60	$\leq 0.008$	$\leq 0.010$	1.25--1.45	3.0--3.4	余量

[0068] 本实施例中，冶炼钢水时，向转炉内喷入固体颗粒，固体颗粒要求如表2所示：

[0069] 表2

固体颗粒种类	钝化前直径	钝化后直径	误差范围
CaO颗粒	20nm--180nm	$\leq 2\text{mm}$	$\pm 5\%$

[0071] 向转炉内喷入CaO固体颗粒时是以介质气体做为载体，具体工艺步骤如下：

[0072] 1) 转炉工程吨位 $180\text{t}$ ，适用于大废钢比转炉冶炼。

[0073] 2) 通过旋流氧枪和水平缝式底吹元件同时喷吹CaO固体颗粒，或者通过旋流氧枪吹入氧气的同时，采用水平缝式底吹元件喷吹CaO固体颗粒；

[0074] 3) 旋流氧枪的氧气出口压力控制在 $1.5\text{MPa}$ ；

[0075] 4) 当转炉工艺条件系数 $\alpha=0.34$ ，动力学影响因子 $\beta=0.65$ ，CaO反应效率系数 $\gamma=0.63$ 时，通过公式 $1y=0.21\alpha+2.7\beta+8.1\gamma$ 计算，得出喷入CaO固体颗粒的量应为 $y=6.93$ 吨。

[0076] 5) 旋流氧枪吹氧 $1\text{min}$ 后，分批次加入渣料，水平缝式底吹元件满足冶炼工艺要求。

[0077] 6) 水平缝式底吹元件的压力及流量对应吹炼工艺过程适度调整。旋流氧枪在吹炼初期高枪位化渣冶炼。

[0078] 7) 控制旋流氧枪的吹炼时间在 $13\text{min}$ 以内。水平缝式底吹元件压力 $0.4\text{MPa}$ 。

[0079] 8) 旋流氧枪吹炼中期为了防止返干现象发生,氧枪枪位控制在2.2m。水平缝式底吹元件压力0.8MPa。

[0080] 9) 旋流氧枪吹炼后期需要保证碳温平衡及成分,水平缝式底吹元件防止压力过大导致喷溅事故发生。

[0081] 本实施例与原工艺过程相比,转炉CaO利用效率提高12.3%以上。节省冶炼时间2min以上。

[0082] **【实施例2】**

[0083] 本实施例中,通过旋流氧枪和水平缝式底吹元件向转炉内吹入气体。

[0084] 水平缝式底吹元件的气体流量 $710\text{m}^3/\text{h}$ ,底吹强度 $0.06\text{m}^3/\text{min}\cdot\text{t}$ ,平均碳氧积0.0021。

[0085] 旋流氧枪的喷孔倾角 $7.5^\circ$ ,旋流角 $11^\circ$ ,氧枪入口压力1.0MPa。喷孔收缩段入口直径为80mm,喉口处直径为40mm,冲击面积增大4%以上。

[0086] 吹氧结束后,旋流氧枪提枪操作,停止吹炼,根据公式 $2(k=ay+bw)$ 计算喷入稀土元素固体颗粒的量,式中:喷入量为 $y=6.93$ 吨, $a=0.091$ , $b=43\%$ , $w=0.03$ , $k=0.64$ 吨。通过水平缝式底吹元件喷入稀土元素固体颗粒。

[0087] 本实施例中,每炉钢的供氧时间缩短近2min左右,每吨钢金属料的消耗比降低8.3kg,石灰的消耗比降低1.7kg。

[0088] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

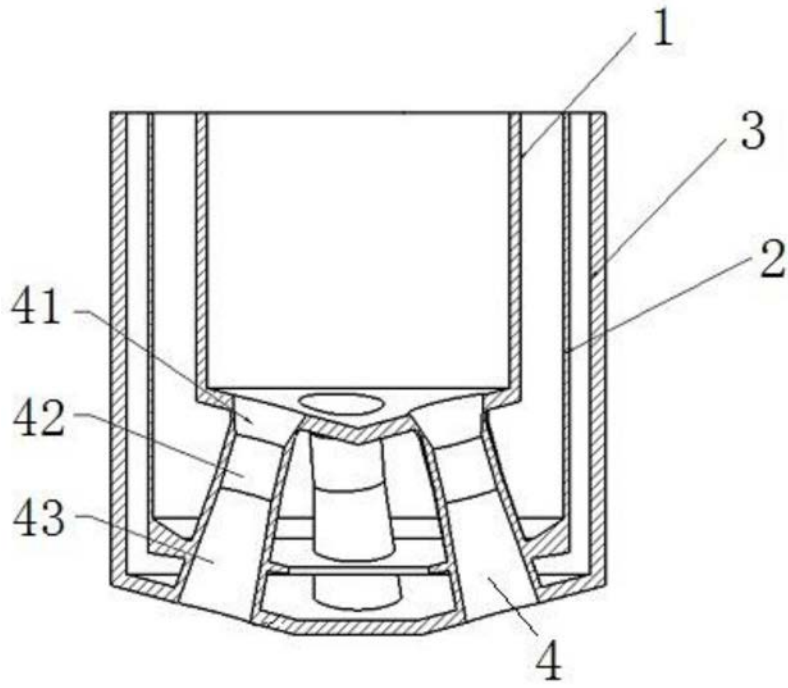


图1

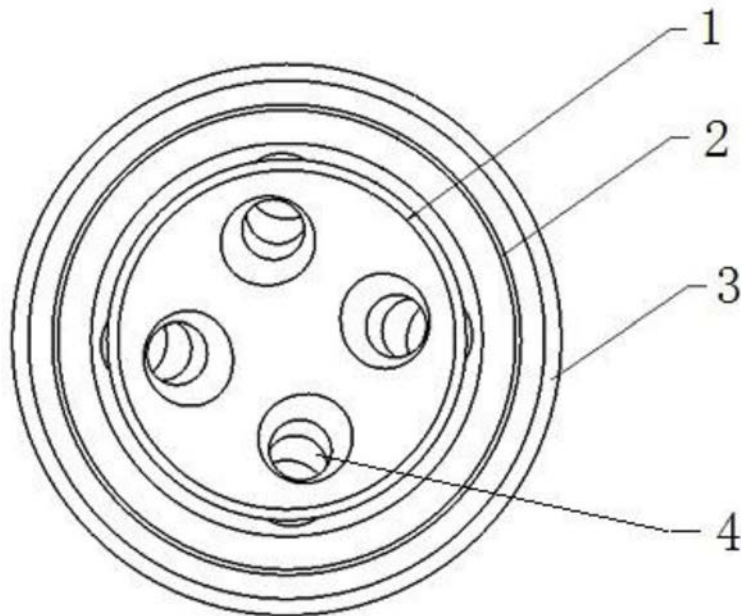


图2

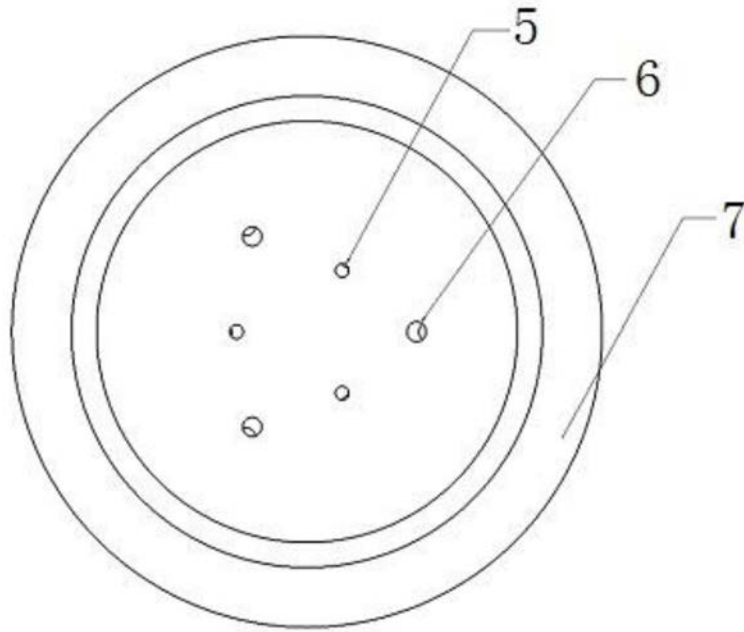


图3

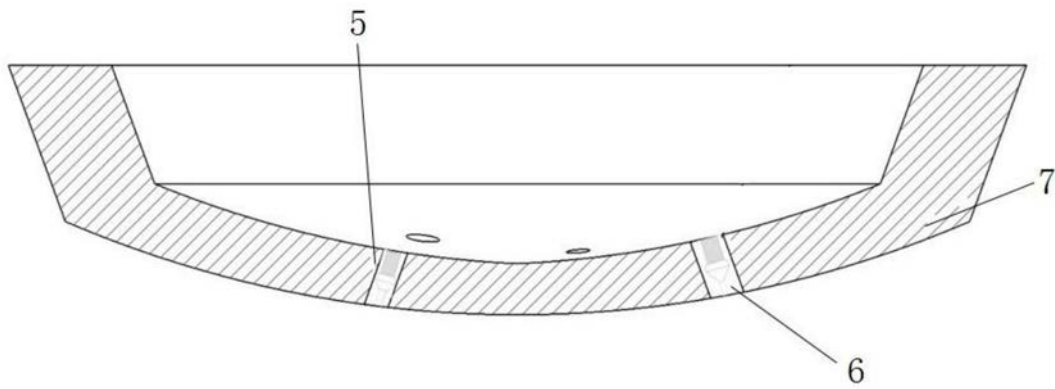


图4