



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113203283 B

(45) 授权公告日 2022.04.22

(21) 申请号 202110453734.5

(22) 申请日 2021.04.26

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113203283 A

(43) 申请公布日 2021.08.03

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所  
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 魏小林 张乐宇 赵京

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11390  
代理人 胡剑辉

(51) Int.Cl.  
F27B 7/34 (2006.01)  
F27D 99/00 (2010.01)

(56) 对比文件

CN 111811256 A, 2020.10.23  
CN 111288792 A, 2020.06.16  
CN 2529083 Y, 2003.01.01  
DE 102006060869 A1, 2008.06.26  
EP 0421903 A2, 1991.04.10

审查员 赵鑫

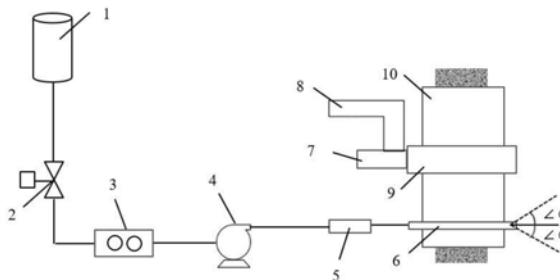
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法

(57) 摘要

本发明属于水泥生产设备技术领域,为解决现有技术中的回转窑在窑体烧成长度较长,烟气的量较大导致风机负荷居高不下的缺陷,本发明的目的在于提供一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法。该装置包括:回转窑,其主体设置为中空管状壁面,管状壁面的两端分别与进口端面 and 出口端面相衔接;回转窑进口端面设置至少三个物料入口,以及多通道燃烧器和二次风进口3;回转窑出口端面设置有回转窑出口。采用富氧射流的技术手段可以提高窑内烧成温度,拉长火焰形态,扩大高温区范围,强化熟料煅烧强度并缩减烧成所需时间,从而有效缩短窑体长度,较大程度的降低回转窑出口烟气的量从而有效降低风机负荷,降低生产成本,达到一定的脱除效率。



1. 一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置,其特征在于,包括高纯度富氧生产装置(1)、输送泵(4)和回转窑,

所述高纯度富氧生产装置(1)依次通过流量调节阀(2)、流量计(3)和输送泵(4)连接,输送泵(4)通过流量自动调节装置(5)和回转窑连接,

所述回转窑的主体设置为中空管状的回转窑壁面(11),管状壁面的两端分别与进口端面和出口端面相连接,回转窑进口端面至少设置三个物料进口,物料进口通过流量自动调节装置(5)控制,回转窑的出口端面设置为回转窑出口(12);

所述回转窑的内部设置为回转窑多通道燃烧器(9),回转窑多通道燃烧器(9)相连有一次风管道(7)、二次风进口(10),所述一次风管道(7)和喷煤管道(8)相连接;

所述喷煤管道(8)包括第一管道部(8-1),所述第一管道部(8-1)与物料进口直接相连,同时连接有第二管道部(8-2);所述第一管道部(8-1)与所述第二管道部(8-2)部垂直设置;所述第二管道部(8-2)与所述一次风管道(7)平行设置。

2. 根据权利要求1所述的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置,其特征在于,所述回转窑多通道燃烧器(9)由内向外依次包括中心风入口,旋流风入口,煤风入口及轴流风入口,且各通道次序可互换,根据需要增设各通道数目。

3. 根据权利要求1所述的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置,其特征在于,所述物料进口设置为富氧射流进口及煤粉进口,分别包含设置在中心的煤粉进口(6-1)和设置在两侧的富氧射流进口(6-2),煤粉进口连接煤粉燃烧器,且煤粉燃烧器中的过量空气系数小于1。

4. 根据权利要求1-3任意一项所述的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置,其特征在于,所述回转窑多通道燃烧器(9)和煤粉进口(6-1)以及富氧射流进口(6-2)形成分级燃烧。

5. 一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置方法,采用权利要求1-4任意一项所述一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置,其特征在于,具体包括如下步骤:

(1) 原煤送入磨煤机磨成煤粉后,由送煤风通过煤粉喷管输入回转窑多通道燃烧器(9)中的煤风入口和物料进口中的煤粉进口(6-1)中;

(2) 煤粉进入回转窑后,在回转窑多通道燃烧器(9)的旋流风的作用下散开,并卷吸高温的二次风气体提供的热量,快速燃烧并释放热量;

(3) 物料进口中的煤粉进口(6-1)与富氧射流进口(6-2)接触,煤粉在高温环境下燃烧释放热量;

(4) 通过二次风进口(10)的高温二次风及总体过量空气系数 $>1$ 提供煤粉燃尽所需要的氧量和热量,控制煤粉分解完全。

6. 根据权利要求5所述一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置方法,其特征在于,所述步骤(1)中的煤粉的粒径范围为 $30-60\mu\text{m}$ ,煤风入口采用单独管道输送,不与中心风,旋流风,轴流风,二次风共用管道。

## 一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于水泥生产设备技术领域,具体涉及一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法。

### 背景技术

[0002] 新型干法水泥生产技术是一种目前较为成熟的水泥生产工艺,在回转窑燃烧系统中,高温的二次风及煤粉燃烧释放的热量作为熟料烧成的热源,使氧化钙粉体在回转窑系统中煅烧为熟料,经篦冷机分离后送入装配车间打包为成品。

[0003] 目前,水泥行业对于回转窑燃烧过程的窑体烧成长度优化及氮氧化物控制采取的措施较少,窑内烧成温度低,高温区范围较窄,回转窑出口烟气量较大且风机负荷大,生产成本低,因此,如何研发一种新型水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法,具有重要的现实意义。

### 发明内容

[0004] 鉴于此,为解决现有技术中的回转窑在窑体烧成长度较长,烟气量较大导致风机负荷居高不下的缺陷,利用分级燃烧技术对氮氧化物进行一定程度的降低,同时利用富氧射流近料层燃烧提升熟料煅烧效果。本发明的目的在于提供一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法。

[0005] 本发明采取的技术方案为:

[0006] 一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置,包括高纯度富氧生产装置、输送泵和回转窑;

[0007] 所述高纯度富氧生产装置依次通过流量调节阀、流量计和输送泵连接,输送泵通过流量自动调节装置和回转窑连接;

[0008] 所述回转窑的主体设置为中空管状的回转窑壁面,管状壁面的两端分别与进口端面和出口端面相连接,回转窑进口端面至少设置三个物料进口,物料进口通过流量自动调节装置控制,回转窑的出口端面设置为回转窑出口;

[0009] 所述回转窑的内部设置为回转窑多通道燃烧器,回转窑多通道燃烧器相连分别设置有一次风管道、二次风进口,所述一次风管道和喷煤管道相连接。

[0010] 富氧生产装置经流量自动控制系统和流量调节阀的共同作用,自动化动态控制与调节所需流量,与动态的工况运行状态相匹配。

[0011] 进一步的,所述喷煤管道包括第一管道部,所述第一管道部与物料进口直接相连,同时连接有第二管道部;所述第一管道部与所述第二管道部垂直设置;所述第二管道部与所述一次风管道平行设置。

[0012] 进一步的,所述回转窑多通道燃烧器由内向外依次包括中心风入口,旋流风入口,煤风入口及轴流风入口,且各通道次序可互换,根据需要增设各通道数目,例如可增加通道形成五通道燃烧器效果。

[0013] 进一步的,所述物料进口设置为富氧射流进口及煤粉进口,分别包含设置在中心的煤粉进口和设置在两侧的富氧射流进口,煤粉进口连接煤粉燃烧器,且煤粉燃烧器中的过量空气系数小于1。

[0014] 进一步的,所述回转窑多通道燃烧器和煤粉进口6-1以及富氧射流进口 6-2形成分级燃烧。一定程度上有利于降低氮氧化物浓度。

[0015] 一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置方法,采用所述一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置,具体包括如下步骤:

[0016] (1) 原煤送入磨煤机磨成煤粉后,由送煤风通过煤粉喷管输入回转窑多通道燃烧器中的煤风入口和物料进口中的煤粉进口中;

[0017] (2) 煤粉进入回转窑后,在回转窑多通道燃烧器的旋流风的作用下散开,并卷吸高温的二次风气体提供的热量,快速燃烧并释放热量;

[0018] (3) 物料进口中的煤粉进口与富氧射流进口接触,煤粉在高温环境下燃烧释放热量;

[0019] (4) 通过二次风进口的高温二次风及总体过量空气系数 $>1$ 提供煤粉燃尽所需要的氧量和热量,控制煤粉分解完全。

[0020] 进一步的,所述步骤中的煤粉的粒径范围约为 $30-60\mu\text{m}$ ,煤风入口采用单独管道输送,不与中心风,旋流风,轴流风,二次风共用管道。

[0021] 所述步骤(3)由于煤粉分级燃烧在保证主燃区空气过量的前提下使得回转窑后部均温降低,氮氧化物浓度有一定减少,对后续脱硝工艺有利。

[0022] 本发明的有益效果为:

[0023] 本发明实施例提供的回转窑富氧分级燃烧技术装置,采用富氧射流近料层燃烧的技术手段可以提高窑内烧成温度,拉长火焰形态,扩大高温区范围,可以强化熟料煅烧强度并缩减烧成所需时间,从而可以有效缩短窑体长度,较大程度的降低回转窑出口烟气体量从而有效降低风机负荷,降低生产成本。且多通道燃烧器与物料进口既可以形成燃料分级(多通道燃烧器内的煤粉通道与物料进口中的煤粉通道形成燃料分级),又可以形成空气分级(多通道燃烧器前端的一次风通道与物料进口中的富氧射流通道形成空气分级),燃料分级及空气分级有利于降低温度极值,从而有利于降低热力型 $\text{NO}_x$ ,达到一定的脱除效率。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明实施例的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法的系统整体布置图;

[0025] 图2为本发明实施例的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法的燃烧系统示意图;

[0026] 图3为本发明实施例的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法的系统侧视图;

[0027] 图4为本发明实施例的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法的系统正视图;

[0028] 图5为本发明实施例的富氧气流动态调节示意图;

[0029] 图6为本发明中回转窑常规燃烧与富氧分级燃烧效果对比图(温度分布)。

[0030] 其中,1、高纯度富氧生产装置;2、流量调节阀;3、流量计;4、输送泵;5、流量自动调节装置;6-1、中心的煤粉进口;6-2、富氧射流进口;7、一次风管道;8、喷煤管道;8-1、第一管道部;8-2、第二管道部;9、回转窑多通道燃烧器;10、二次风进口;11、回转窑壁面;12、回转窑出口。

### 具体实施方式

[0031] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 为便于对本发明实施例的理解,下面将结合附图以对 具体实施例做进一步的解释说明,实施例并不构成对本发明实施例的限定。

[0033] 实施例1

[0034] 如图1所示,为本发明实施例的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法的系统整体布置图,在一实施例中,该装置包括高纯度富氧生产装置1、输送泵4和回转窑;

[0035] 所述高纯度富氧生产装置1依次通过流量调节阀2、流量计3和输送泵4 连接,输送泵4通过流量自动调节装置5和回转窑连接;

[0036] 所述回转窑的主体设置为中空管状的回转窑壁面11,管状壁面的两端分别与进口端面和出口端面相连接,回转窑进口端面至少设置三个物料进口,物料进口通过流量自动调节装置5控制,回转窑的出口端面设置为回转窑出口 12;

[0037] 所述回转窑的内部设置为回转窑多通道燃烧器9,回转窑多通道燃烧器9 相连分别设置有一次风管道7、二次风进口10,所述一次风管道7和喷煤管道 8相连接。

[0038] 富氧生产装置经流量自动控制系统和流量调节阀的共同作用,自动化动态控制与调节所需流量,与动态的工况运行状态相匹配。

[0039] 在实施例1的基础上,不同于实施例1,本发明的又一实施例,如图5所示,所述喷煤管道8包括第一管道部8-1,所述第一管道部8-1与物料进口直接相连,同时连接有第二管道部8-2;所述第一管道部8-1与所述第二管道8-2 部垂直设置;所述第二管道部8-2与所述一次风管道7平行设置。

[0040] 该设计可保证回转窑多通道燃烧器9中的煤风通道独立于其他风道,同时与物料进口(中心的煤粉进口6-1富氧射流进口6-2)共用富氧输入通道,使其共用富氧气流来加快煤粉燃烧速率,使得煤粉燃烧更为充分和剧烈,有利于增强熟料煅烧效果。同时通过自动控制控制系统改变阀门开度来动态调节煤风通道与物料进口(中心的煤粉进口6-1富氧射流进口6-2)的风量比以满足变化的窑况的需要。

[0041] 如图2所示,为本发明实施例提供的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法的总体结构示意图,在一实施例中,该装置可以包括:富氧射流进口及煤粉进口6,多通道燃烧器9,二次风进口10,回转窑壁面11,回转窑出口12。

[0042] 所述回转窑多通道燃烧器9由内向外依次包括中心风入口,旋流风入口,煤风入口及轴流风入口,且各通道次序可互换,根据需要增设各通道数目。不仅限于本例所示,例如

可增加通道形成五通道燃烧器效果。其中,中心风有利于降低喷嘴温度,防止烧蚀,保护燃烧器,稳定火焰以及防止煤粉回流堵塞燃烧器出口;旋流风将煤粉吹散,有利于煤粉快速燃烧并增强火焰刚性;煤风用于输送煤粉并提供氧气以达到助燃的目的;轴流风有利于对发散的火焰进行聚拢,同时调节火焰形态。而多通道燃烧器喷出的高速风形成负压区,对周围的高温二次风形成卷吸效应,可以快速引燃煤粉,同时高温二次风可以减少热量需求,提高回转窑燃烧效率。

[0043] 所述物料进口设置为富氧射流进口及煤粉进口分别包含设置在中心的煤粉进口6-1和设置在两侧的富氧射流进口6-2,煤粉进口连接煤粉燃烧器,且煤粉燃烧器中的过量空气系数小于1。所述回转窑最外侧为高温的二次风进口10,本发明实施例中的高温气体是指用来提供回转窑中的燃料燃尽所需要的氧量和热量的气体。

[0044] 所述回转窑多通道燃烧器的煤风入口以及三个物料进口中的煤粉进口均连接煤粉燃烧器,且所述煤粉燃烧器中的过量空气系数均小于1。

[0045] 所述回转窑多通道燃烧器9和煤粉进口6-1、富氧射流进口6-2形成分级燃烧,一定程度上有利于降低氮氧化物浓度。且不仅限于本例所示。

[0046] 本发明的又一实施例,一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置方法,采用所述一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置,具体包括如下步骤:

[0047] (1) 原煤送入磨煤机磨成煤粉后(煤粉的粒径范围约为30-60 $\mu\text{m}$ ),由送煤风通过煤粉喷管输入回转窑多通道燃烧器9中的煤风入口和物料进口中的煤粉进口6-1中;煤风入口采用单独管道输送,不与中心风,旋流风,轴流风,二次风共用管道。

[0048] (2) 煤粉进入回转窑后,在回转窑多通道燃烧器9的旋流风的作用下散开,并卷吸高温的二次风气体提供的热量,快速燃烧并释放热量;

[0049] (3) 物料进口中的煤粉进口6-1与富氧射流进口6-2接触,煤粉在高温环境下燃烧释放热量;由于煤粉分级燃烧在保证主燃区空气过量的前提下使得回转窑后部均温降低,氮氧化物浓度有一定减少,对后续脱硝工艺有利;

[0050] (4) 通过二次风进口10的高温二次风及总体过量空气系数 $>1$ 提供煤粉燃尽所需要的氧量和热量,控制煤粉分解完全。

[0051] 图3为本发明实施例的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法的系统侧视图。

[0052] 图4为本发明实施例的一种水泥回转窑富氧风铲式窑头分级燃烧装置与方法的系统正视图。

[0053] 图6为本发明实施后的具体效果,由数值仿真计算结果可知,1800K以上高温区范围得到极大拓展,证实了富氧分级燃烧技术对于提高窑内烧成温度,强化熟料煅烧效果的作用,且分级燃烧技术使窑体后半段温度水平少许降低,出口断面平均浓度降低了20K,有利于降低热力型 $\text{NO}_x$ 。

[0054] 专业人员应该还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现

不应认为超出本发明的范围。

[0055] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0056] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

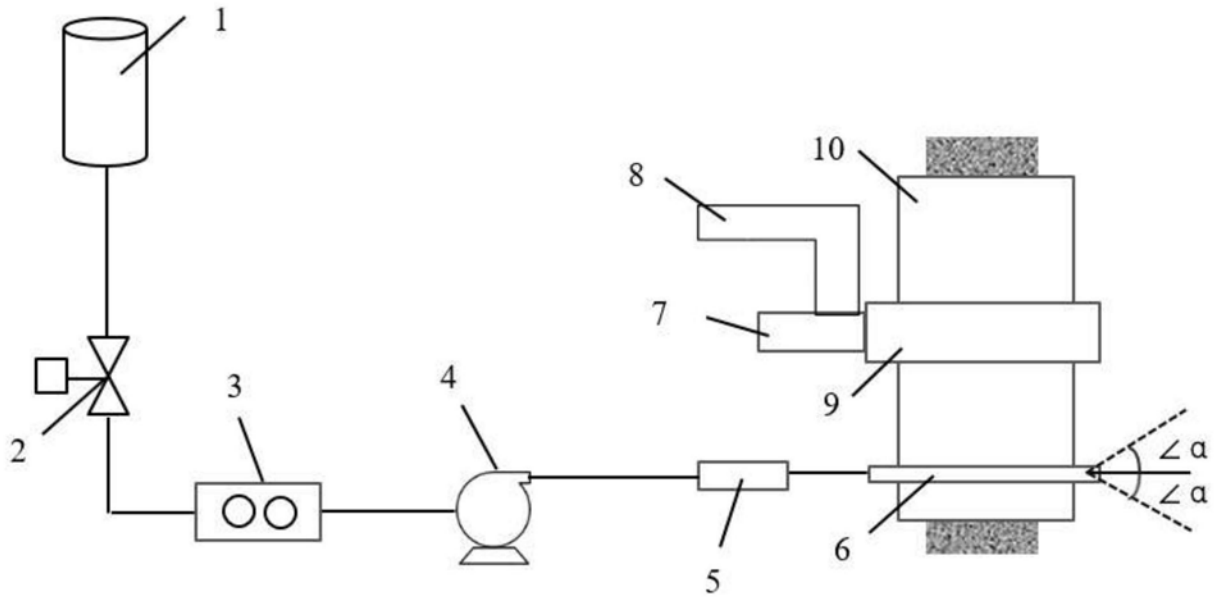


图1

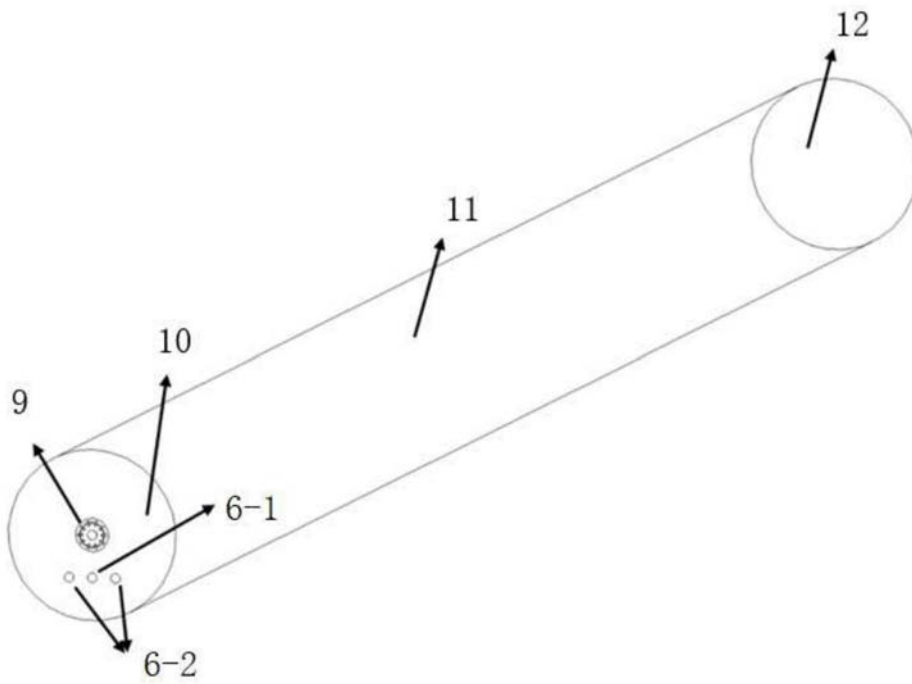


图2



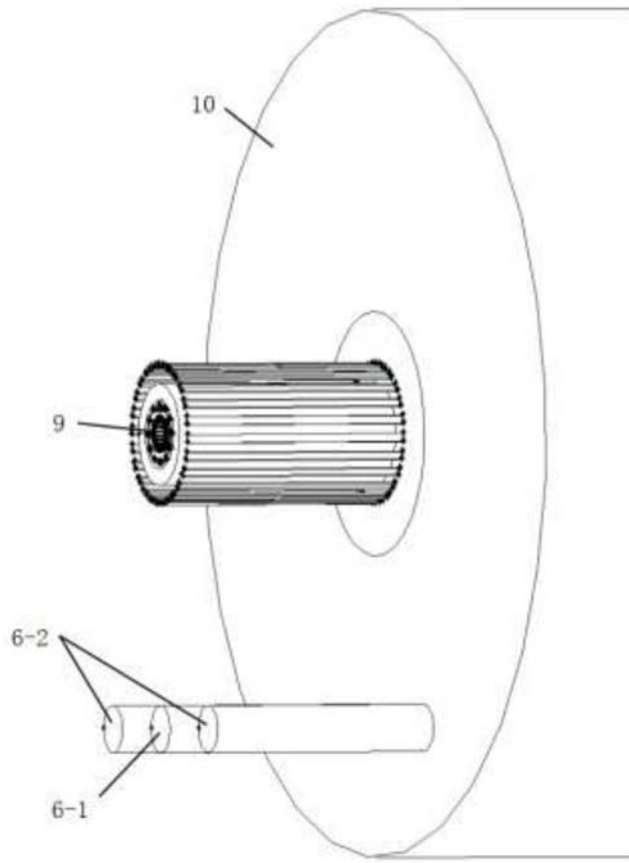


图3

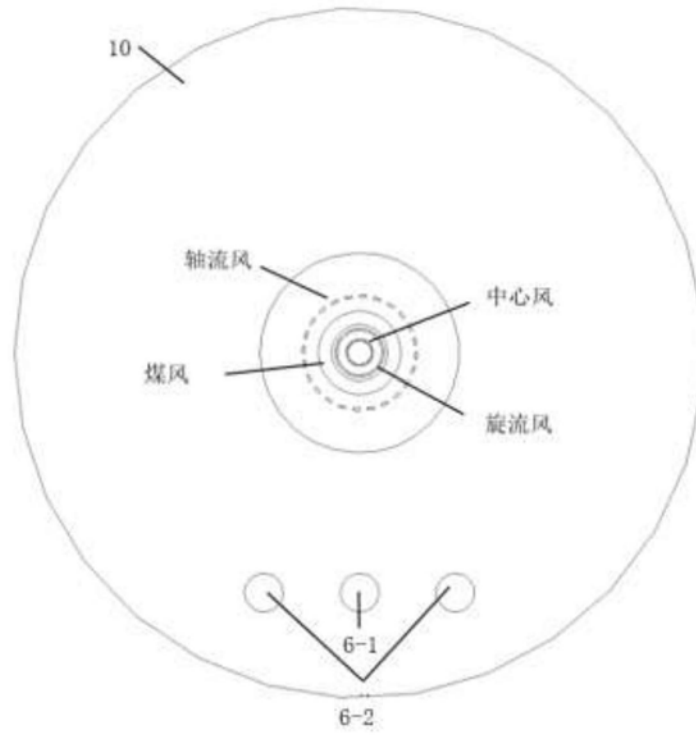


图4



图5

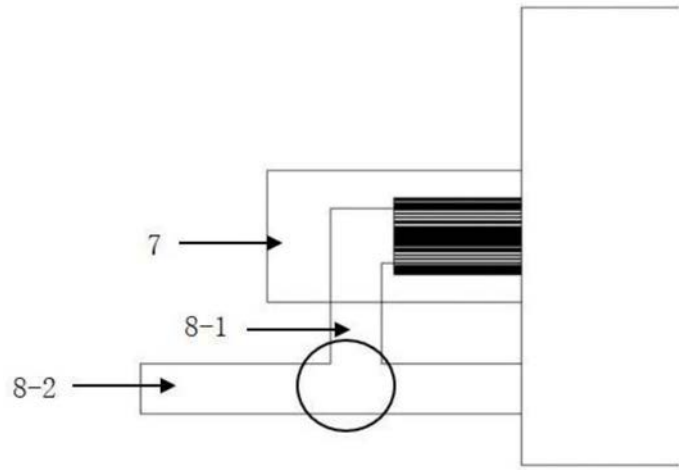


图6