



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113072310 B

(45) 授权公告日 2022. 06. 17

(21) 申请号 202110340704.3

审查员 扈春鹤

(22) 申请日 2021.03.30

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113072310 A

(43) 申请公布日 2021.07.06

(73) 专利权人 北京卡卢金热风炉技术有限公司

地址 100055 北京市西城区广安门外大街

248号机械大厦1809

(72) 发明人 王长春 张紫豪 梁晶晶 汪小龙

(74) 专利代理机构 北京卓岚智财知识产权代理

事务所(特殊普通合伙)

11624

专利代理师 郭智

(51) Int. Cl.

C04B 2/10 (2006.01)

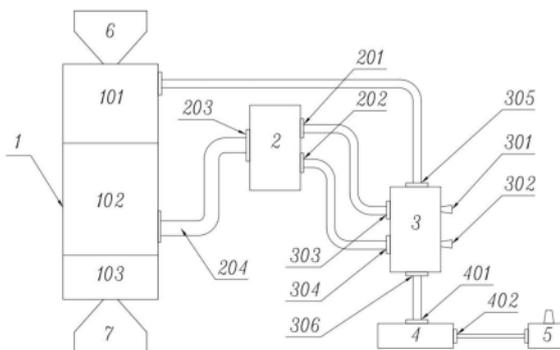
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种石灰窑及石灰制备方法

(57) 摘要

本发明实施例提供一种石灰窑及石灰制备方法,所述石灰窑包括石灰窑窑体和设置在窑体外部的一个或多个热载体加热装置;所述热载体加热装置包括燃气输入口、空气输入口和热载体输出口;窑体和热载体输出口之间通过热载体输送管道相连接;热载体输送管道的内壁铺设耐高温内衬。采用此装置进行石灰制备时,窑内无燃烧火焰,而是采用热载体加热装置为石灰窑提供热烟气从而对窑内原料进行加热,可以精准控制热载体气体的温度和压力,使石灰窑内的温度和压力稳定,提高了煅烧效率。



1. 一种石灰窑,其特征在於,包括:石灰窑窑体(1)和设置在所述石灰窑窑体外部的一个或多个热载体加热装置(2);所述热载体加热装置(2)包括燃气输入口(201)、空气输入口(202)和热载体输出口(203);所述石灰窑窑体(1)和所述热载体输出口(203)之间通过热载体输送管道(204)相连接;

所述热载体输送管道(204)的内壁铺设有耐高温内衬;

所述石灰窑窑体(1)内部从上至下依次设置有预热段(101)、煅烧段(102)和冷却段(103);

所述热载体输送管道连接到所述煅烧段(102)上;

所述石灰窑还包括设置于所述石灰窑窑体(1)外部的换热器(3),所述换热器(3)包括换热器燃气输入口(301)、换热器空气输入口(302)、燃气输出口(303)、空气输出口(304)、换热介质输入口(305)和换热介质输出口(306);所述燃气输出口(303)与所述燃气输入口(201)之间、所述空气输出口(304)与所述空气输入口(202)之间分别以管道连接;所述换热介质输入口(305)与所述预热段(101)之间以管道连接。

2. 如权利要求1所述的石灰窑,其特征在於,

所述热载体加热装置(2)为加热炉、或燃烧器;

所述热载体加热装置(2)内设置有温度控制装置和压力控制装置。

3. 如权利要求1所述的石灰窑,其特征在於,所述石灰窑窑体(1)为竖式单膛结构、或竖式多膛结构、或回转式结构。

4. 如权利要求1所述的石灰窑,其特征在於,所述换热器(3)为蓄热式换热器、或间壁式换热器。

5. 如权利要求1所述的石灰窑,其特征在於,还包括除尘器(4)和排放风机(5),所述除尘器(4)包括除尘器输入口(401)和除尘器输出口(402),所述除尘器输入口(401)与所述换热介质输出口(306)之间以管道连接;所述排放风机(5)的输入口与所述除尘器输出口(402)之间以管道连接,所述排放风机(5)的输出口与大气相通。

6. 如权利要求1所述的石灰窑,其特征在於,

所述石灰窑还包括设置于所述预热段(101)上方的上料装置(6)和设置于所述冷却段(103)下方的卸灰装置(7)。

7. 一种采用权利要求1所述的石灰窑制备石灰的方法,其特征在於,包括:

通过上料装置将用于制备石灰的原料投入所述石灰窑内;

通过所述热载体加热装置生成热载体气体,所述热载体气体用于接触并加热原料;

将所述热载体气体输入所述石灰窑内进行石灰制备;

在生成的石灰冷却后,通过卸料装置将石灰卸出窑外;

将热载体废气通入石灰窑外部的换热器来预热燃料气体。

8. 如权利要求7所述的制备石灰的方法,其特征在於,

所述热载体气体的温度范围为800℃~1350℃;

所述热载体气体包括热空气、或燃气燃烧后生成的热烟气;

所述通过热载体加热装置生成热载体气体,采用以下两种方式中的至少一种:

加热空气,生成热空气;

点燃由燃气和空气组成的混合气体,生成热烟气,其中所述燃气为高炉煤气。

## 一种石灰窑及石灰制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及化工生产技术领域,具体涉及一种石灰窑及石灰制备方法。

### 背景技术

[0002] 石灰即氧化钙(CaO),广泛应用于钢铁工业、电石工业、氧化铝工业、耐火材料等工业,也是这些大规模工业领域所必需的生产原料之一,例如在冶金工业中,每生产1吨的钢就需要约70公斤的石灰。制取石灰的主要原料是石灰石,石灰石主要成分是碳酸钙( $\text{CaCO}_3$ ),烧制石灰的基本原理就是借助高温,把石灰石中碳酸钙分解成氧化钙和二氧化碳。

[0003] 石灰石中碳酸钙分解成氧化钙和二氧化碳的基本反应式是 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow - 1777.4\text{kJ/kgCaCO}_3$ 。在石灰窑加温条件下,为了使这个反应达到一定的反应速度,并有较高的 $\text{CaCO}_3$ 分解,工业生产中窑内石灰煅烧温度保持在 $1050 \sim 1250^\circ\text{C}$ 范围之内。

[0004] 石灰制取工艺过程主要分为预热、煅烧、冷却和卸灰。基于现有的石灰制取技术的工艺方法是:将石灰石和固体燃料装入石灰窑,或者在石灰石装入石灰窑的同时,将气体燃料、助燃空气经管道和燃烧器送入窑体燃烧,燃料与助燃空气混合燃烧后产生的高温烟气用于对石灰石进行加热、煅烧;在热烟气煅烧条件下,石灰石被加热到一定温度开始分解,并在较高温度、持续加热条件下成石灰成品;生成的石灰经过冷却后,卸出窑外,即完成生石灰产品的生产。

[0005] 现有的石灰窑按燃料分:有混烧窑(即以烧固体燃料为主,包括焦炭、焦粉、煤等)和气烧窑(即以燃烧气体燃料为主,如高焦混合煤气、焦炉煤气、转炉煤气、电石尾气、发生炉煤气、天然气等),其中,因为石灰品质高,气烧窑应用更为广泛;按窑形分:有竖窑、回转窑、套筒窑、并流蓄热式双膛竖窑(麦尔兹窑,也称迈尔兹窑)、弗卡斯窑(意大利)等,其中应用比较广泛的是环形套筒竖窑、麦尔兹窑;按操作方式分:有负压操作窑(如环形套筒竖窑)和正压(微正压)操作窑(如并流蓄热式双膛竖窑)

[0006] 在实现本发明过程中,发明人发现现有技术中至少存在如下问题:

[0007] 在现有的石灰生产工艺中,尽管不同形式的石灰窑的结构形式和煅烧形式有所区别,但工艺流程、主要设备构成基本类似,共性的特征都是采用了安装在窑体上的燃烧器对矿料原料进行加热煅烧,由于燃烧过程是在窑体内部完成,因此窑体内部只能采用负压或微正压,燃烧火焰和高温烟气所携带的热量分布不均匀且难以控制,需要较长的煅烧时间才能保证窑体内部的石灰石矿料全部分解,这就使得石灰窑的生产率较低。

[0008] 因此,如何使石灰窑内的原料能够均匀受热,从而提高生产率,是需要解决的问题。

### 发明内容

[0009] 本发明实施例提供一种石灰窑,用以解决现有技术的石灰窑内原料受热不均导致的生产率低的问题。

[0010] 为达上述目的,一方面,本发明实施例提供一种石灰窑,包括石灰窑窑体和设置在所述石灰窑窑体外部的一个或多个热载体加热装置;所述热载体加热装置包括燃气输入口、空气输入口和热载体输出口;所述石灰窑窑体和所述热载体输出口之间通过热载体输送管道相连接;所述热载体输送管道的内壁铺设耐高温内衬。

[0011] 另一方面,本发明实施例提供一种制备石灰的方法,包括:

[0012] 通过上料装置将用于制备石灰的原料投入所述石灰窑内;

[0013] 通过所述热载体加热装置生成热载体气体,所述热载体气体用于接触并加热原料;

[0014] 将所述热载体气体输入所述石灰窑内进行石灰制备;

[0015] 在生成的石灰冷却后,通过所述卸料装置将石灰卸出窑外。

[0016] 上述技术方案具有如下有益效果:

[0017] 本技术方案取消了现有技术中的石灰窑中所必须的金属烧嘴等燃烧器结构,生产过程中石灰窑内不再进行燃烧,而是采用外部输入的热载体气体对窑内矿物原料进行无焰式加热。同时,由于热载体气体是在石灰窑外部单独配备的热载体加热装置中生成,因此可以精准控制热载体气体的温度和压力,使石灰窑内的温度和压力稳定,从而提高供热效率,提高了煅烧效率。经实测验证,采用本技术方案所述的装置和方法进行石灰制备时,煅烧时间相较于现有技术缩短了30-50%。

[0018] 同时,本技术方案还具有以下特点:

[0019] 1、由于石灰窑内热量分布不均、难以控制,现有技术普遍存在欠烧和过烧率较高的问题,所谓欠烧就是矿料里的部分碳酸钙没有分解,所谓过烧就是石灰成品与矿料杂质中的硅反应生成硅酸钙,这都会严重影响石灰成品的品质,导致石灰活性度降低。采用本申请的技术方案后,通过窑外控制温度和压力的方式,使得进入窑内的热载体气体能够稳定地加热原料,从而提高石灰的煅烧质量,获得高品位的石灰成品并大幅减少欠烧和过烧率。

[0020] 2、受限于石灰窑内的空间和环境,现有技术中采用金属烧嘴进行窑内燃烧时,普遍存在燃烧不充分的情况,从而导致燃料利用率较低;若采用本申请技术方案,则由于采用了石灰窑外独立配置的热载体加热装置,可以实现燃料充分燃烧,实质性地提高了燃料利用率。

[0021] 3、现有技术为提高生产率、提高煅烧质量,需要采用价格昂贵的转炉煤气或焦炉煤气或其它的高热值燃料;而采用本技术方案的装置和方法,可以使用较低热值、价格便宜的高炉煤气作为燃料,大幅度地降低了石灰窑运行的燃料成本。

[0022] 4、经实测验证,采用本技术方案时,若选用空气或低CO<sub>2</sub>含量气相作为热载体气体,则可以降低石灰石煅烧温度,进一步提高效率、降低能耗。

## 附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1是本发明实施例一种石灰窑的系统构成图;

[0025] 图2是本发明实施例一种石灰制备方法的流程图；

[0026] 图3是本发明实施例一种石灰制备方法的工艺原理图；

[0027] 附图标号：1、石灰窑窑体；101、预热段；102、煅烧段；103、冷却段；2、热载体加热装置；201、燃气输入入口；202、空气输入入口；203、热载体输出口；204、热载体输送管道；3、换热器；301、换热器燃气输入入口；302、换热器空气输入入口；303、燃气输出口；304、空气输出口；305、换热介质输入入口；306、换热介质输出口；4、除尘器；401、除尘器输入入口；402、除尘器输出口；5、排放风机；6、上料装置；7、卸灰装置。

### 具体实施方式

[0028] 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，所描述的实施例仅仅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。

[0029] 如图1所示，本发明实施例提供一种石灰窑，包括：石灰窑窑体1和设置在所述石灰窑窑体外部的一个或多个热载体加热装置2；所述热载体加热装置2包括燃气输入入口201、空气输入入口202和热载体输出口203；所述石灰窑窑体1和所述热载体输出口203之间通过热载体输送管道204相连接；所述热载体输送管道204的内壁铺设耐高温内衬。

[0030] 现有石灰窑共有的特点是都需要配置燃烧器系统，一般由多排、多组燃烧器分布（包括中心烧嘴）组成，配置有气体燃料管道和助燃空气管道、喷嘴等。目前，无论如何优化该燃烧器布置形式，均难以取得较好的生产效率，因此本申请不再采用石灰窑内进行火焰煅烧的方式，转而采用窑外燃烧或加热后生成的热载体通入石灰窑进行无火焰方式加热。所谓热载体，是指进入炉窑前的温度水平高于煅烧温度、且能将自身热量传递给待煅烧石料的气相载体。此设计能够有效控制进入石灰窑内的热载体的温度和压力，能够使用于制备石灰的矿物原料受热均匀，从而提高生产效率。并且该设计无需在窑内布置燃烧系统，一定程度上增加了石灰窑内的有效利用空间。由于热载体气体具有很高的温度，因此热载体输送管道需要具备较好的耐高温性能，在本技术方案中，采用铺设耐高温内衬的方法来达到此目的。

[0031] 优选的，所述石灰窑窑体1内部从上至下依次设置有预热段101、煅烧段102和冷却段103；

[0032] 所述热载体输送管道连接到所述煅烧段102上。

[0033] 为降低造价以及具有更好地适应性，本技术方案中的石灰窑窑体与现有技术基本相同，除无火焰加热外，其余工艺也与常规工艺相同，因此，依旧设置预热段、煅烧段和冷却段三个分区。矿物原料主要在煅烧段进行受热生成石灰，因此将热载体输送管道连通到煅烧区。

[0034] 优选的，所述热载体加热装置2为加热炉、或燃烧器；

[0035] 所述热载体加热装置2内设置有温度控制装置和压力控制装置。

[0036] 根据热载体气体类型的不同，可以选用不同形式的热载体加热装置。当热载体加热装置为加热炉时，可以单纯对空气进行加热，使空气达到所需的温度，再将热空气通过管道送入石灰窑；若选用热烟气作为热载体时，可选燃烧器作为热载体加热装置，此时空气与

燃料气体混合燃烧,达到所需温度后,将燃烧后生成的热烟气送入石灰窑。

[0037] 为了精确地控制热载体输出温度和输送压力,需设置温度控制装置和压力控制装置。

[0038] 优选的,所述石灰窑窑体1为竖式单膛结构、或竖式多膛结构、或回转式结构。

[0039] 为具备更好地适应性,石灰窑窑体与现有技术基本相同,窑体本身可采用与竖式、回转式等结构;当采用竖式结构时,还可根据需要做成单膛或多膛结构。

[0040] 优选的,所述石灰窑还包括设置于所述石灰窑窑体1外部的换热器3,所述换热器3包括换热器燃气输入口301、换热器空气输入口302、燃气输出口303、空气输出口304、换热介质输入口305和换热介质输出口306;所述燃气输出口303与所述燃气输入口201之间、所述空气输出口304与所述空气输入口202之间分别以管道连接;所述换热介质输入口305与所述预热段101之间以管道连接。

[0041] 热载体气体在完成煅烧后与石灰石分解出的CO<sub>2</sub>混合后上升,对预热段的石灰石矿料进行预热,随后降温的混合气体被排出窑体。一般情况下,该煅烧后的废气仍旧含有大量余热,因此可在窑体外设置换热器,将废气通入换热器从而对其余热进行回收。换热器设置于热载体加热装置的上游,空气和燃料气体先进入换热器,在换热器内吸收废气的热量而升温后再进入热载体加热装置,从而降低加热或燃烧的燃料需求,减少能耗浪费。

[0042] 优选的,所述换热器3为蓄热式换热器、或间壁式换热器。

[0043] 本技术方案可以对换热器并无特殊要求,可采用多种类型。

[0044] 优选的,所述石灰窑还包括除尘器4和所述排放风机5,所述除尘器4包括除尘器输入口401和除尘器输出口402,所述除尘器输入口401与所述换热介质输出口306之间以管道连接;所述排放风机5的输入口与所述除尘器输出口402之间以管道连接,所述排放风机5的输出口与大气相通。

[0045] 在引风机的作用下,经余热回收处理后的废气流经除尘器进行净化并最终被排放。

[0046] 优选的,所述石灰窑还包括设置于所述预热段101上方的上料装置6和设置于所述冷却段103下方的卸灰装置7。

[0047] 煅烧后的石灰成品经冷却后需要从窑体排出,因此在冷却段的下方设置卸灰装置。

[0048] 如图2所示,本发明实施例提供一种采用前述石灰窑制备石灰的方法,包括:

[0049] S101、通过上料装置将用于制备石灰的原料投入所述石灰窑内;

[0050] S102、通过所述热载体加热装置生成热载体气体,所述热载体气体用于接触并加热原料;

[0051] S103、将所述热载体气体输入所述石灰窑内进行石灰制备;

[0052] S104、在生成的石灰冷却后,通过所述卸料装置将石灰卸出窑外。

[0053] 优选的,所述热载体气体的温度范围为800℃~1350℃;

[0054] 所述热载体气体包括热空气、或燃气燃烧后生成的热烟气;

[0055] 所述通过热载体加热装置生成热载体气体,采用以下两种方式中的至少一种:

[0056] 加热空气,生成热空气;

[0057] 点燃由燃气和空气组成的混合气体,生成热烟气,其中所述燃气为高炉煤气。

[0058] 图3为制备石灰过程的工艺流程图,各气体管路中的介质走向如图所示。

[0059] 在上述的详细描述中,各种特征一起组合在单个的实施方案中,以简化本公开。不应该将这种公开方法解释为反映了这样的意图,即,所要求保护的主题的实施方案需要比清楚地每个权利要求中所陈述的特征更多的特征。相反,如所附的权利要求书所反映的那样,本发明处于比所公开的单个实施方案的全部特征少的状态。因此,所附的权利要求书特此清楚地被并入详细描述中,其中每项权利要求独自作为本发明单独的优选实施方案。

[0060] 为使本领域内的任何技术人员能够实现或者使用本发明,上面对所公开实施例进行了描述。对于本领域技术人员来说;这些实施例的各种修改方式都是显而易见的,并且本文定义的一般原理也可以在不脱离本公开的精神和保护范围的基础上适用于其它实施例。因此,本公开并不限于本文给出的实施例,而是与本申请公开的原理和新颖性特征的最广范围相一致。

[0061] 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。

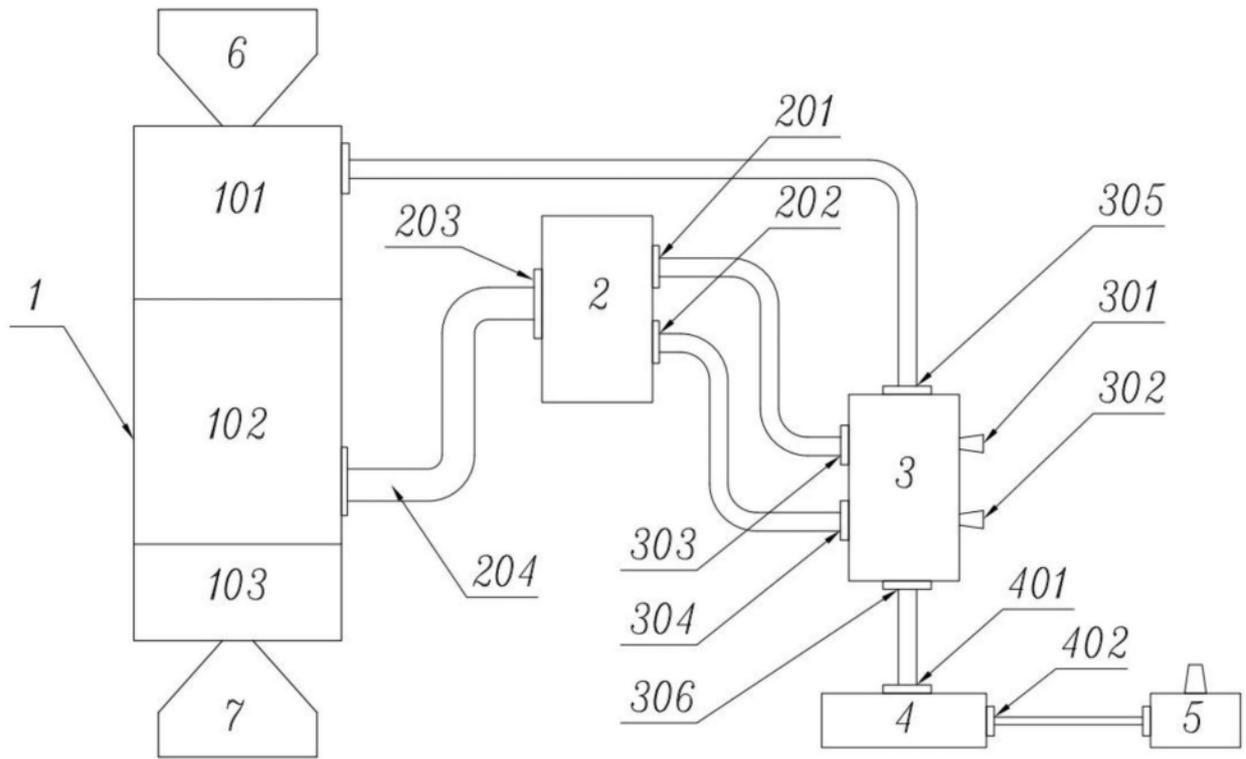


图1

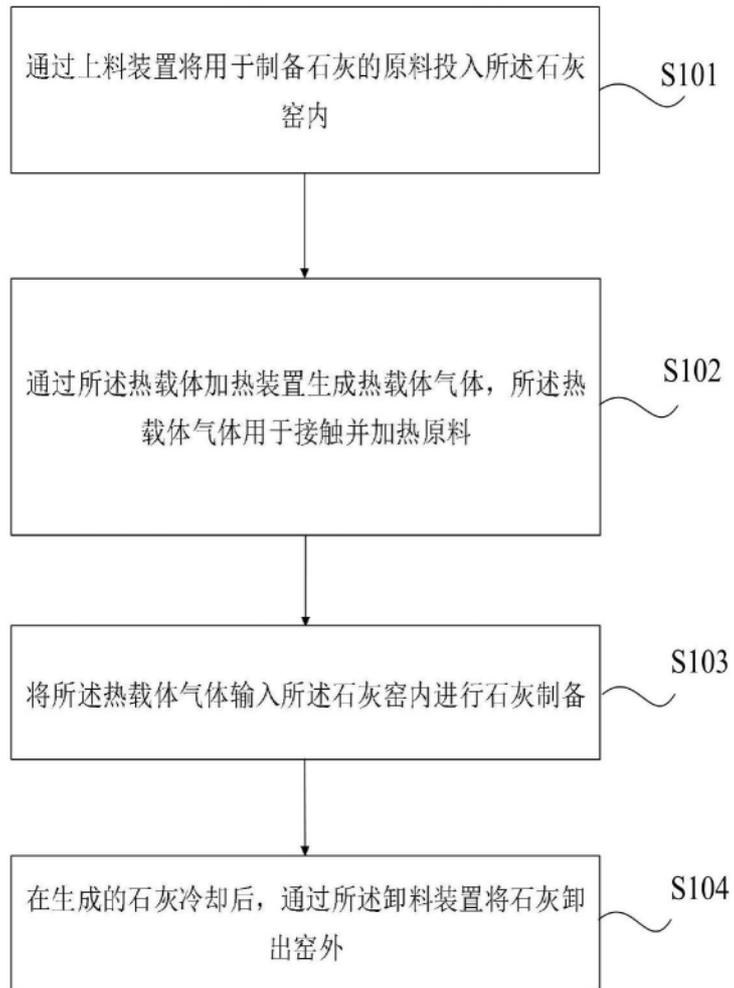


图2

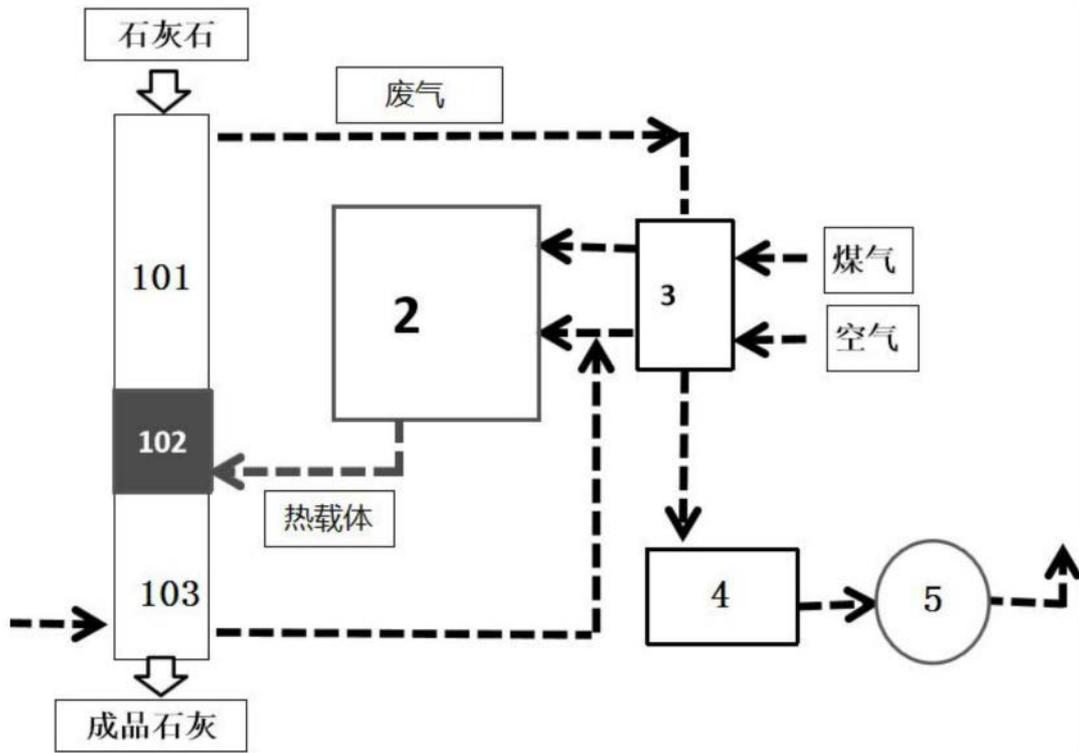


图3