



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207079173 U

(45)授权公告日 2018.03.09

(21)申请号 201720397478.1

(22)申请日 2017.04.17

(73)专利权人 王长春

地址 100055 北京市西城区广安门外大街  
248号机械大厦1809室

专利权人 张紫毫 梁晶晶 汪小龙

(72)发明人 王长春 张紫毫 敖文青 姜曦  
汪小龙 贾冰

(74)专利代理机构 北京市中闻律师事务所  
11388

代理人 王新发 常亚春

(51)Int. Cl.

C04B 2/12(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

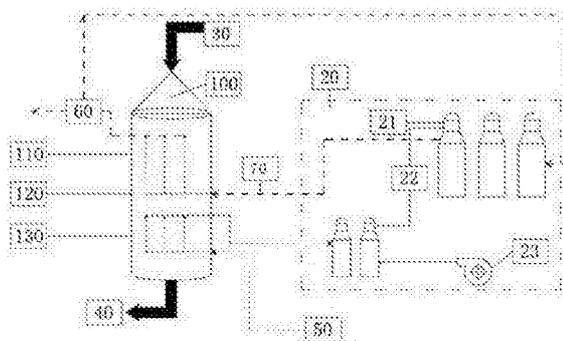
权利要求书1页 说明书8页 附图4页

(54)实用新型名称

一种全回收CO<sub>2</sub>的石灰窑装置

(57)摘要

本实用新型提出了利用CO<sub>2</sub>热风对矿料进行煅烧、利用蓄热式加热炉加热CO<sub>2</sub>的工业石灰制取装置,主要包括有内套筒的竖式石灰窑,以及为石灰窑提供热能的蓄热式加热炉组,在制取石灰时产生的CO<sub>2</sub>被全部回收。被回收的CO<sub>2</sub>经过除尘后,其中一部分被输送到蓄热式加热炉组,加热到800℃~1200℃后再送回到石灰窑用于煅烧原料,石灰窑煅烧产生的另一部分CO<sub>2</sub>则被回收利用。本实用新型大幅度缩减了石灰窑煅烧时间、提高了生产效率,全部回收CO<sub>2</sub>则提高了石灰窑系统副产品的价值。本实用新型提出的石灰窑系统不需要在窑体上配置燃烧器系统,因而也有利于实现炉窑大型化;蓄热式加热炉可以利用但不限于单一的高炉煤气做燃料,因而有利于降低石灰窑运行成本。



1. 一种全回收CO<sub>2</sub>石灰窑装置,包括窑体和加热炉组,其特征在于:所述窑体包括上料机构和出料机构,所述窑体的工作区自上而下包括预热段、煅烧段、冷却段,窑体内设置有内套筒,在窑体内壁和内套筒外壁之间形成物料移动的物料通道,所述物料通道截面的总宽度为通径,物料通道在预热段、煅烧段、冷却段的通径不同,矿料从上料机构进入窑体,沿物料通道从预热段到煅烧段,成品沿物料通道经过冷却段,最后从出料机构排出窑体,所述窑体煅烧段侧壁上设置有CO<sub>2</sub>热风进口,加热炉组将CO<sub>2</sub>加热至设定温度后形成CO<sub>2</sub>热风送入到窑体中对预热后的矿料进行煅烧,窑体顶部设置有CO<sub>2</sub>回收装置,内套筒位于冷却段的上部设置有进风口,冷却空气从窑体的下部进入到窑体与内套筒之间的空间,对石灰石成品冷却后从进风口进入到内套筒内并从顶部被抽出窑体。

2. 如权利要求1所述的一种全回收CO<sub>2</sub>石灰窑装置,其特征在于,物料通道在煅烧段和冷却段之间具有过渡段,过渡段通径减小,形成料封层。

3. 如权利要求2所述的一种全回收CO<sub>2</sub>石灰窑装置,其特征在于,所述窑体的物料通道优选在预热段下部、煅烧段中部的通径较大、在煅烧段下部通径减小,经过过渡段后,在冷却段的通径较大。

4. 如权利要求3所述的一种全回收CO<sub>2</sub>石灰窑装置,其特征在于,所述窑体的物料通道在煅烧段中部的最大通径与煅烧段下部的最小通径的比值的优选范围是2~3.5,所述窑体的物料通道在冷却段的最大通径与过渡段通径的比值的优选范围是2~3.5。

5. 如权利要求1所述的一种全回收CO<sub>2</sub>石灰窑装置,其特征在于,内套筒内部设置有降尘装置,其下部有粉尘收集装置,其上部与引风管连接,引风管用于将高温的冷却空气从窑体上部抽出,被抽出的高温冷却空气用于加热助燃气体。

6. 如权利要求1所述的一种全回收CO<sub>2</sub>石灰窑装置,其特征在于,加热炉组包括蓄热式加热炉、蓄热式预热炉和混风室,在蓄热式加热炉的烧炉周期里,低热值的气体燃料和来自混风室的助燃空气进入燃烧器燃烧,生成的热烟气加热蓄热室的蓄热材料;在蓄热式加热炉的送风周期里,CO<sub>2</sub>气体从加热炉蓄热室下部进入加热炉,经蓄热材料加热后从蓄热室上部的热风出口排出加热炉并送入窑体中。

7. 如权利要求6所述的一种全回收CO<sub>2</sub>石灰窑装置,其特征在于,从窑体顶部被抽出的高温冷却空气用于加热蓄热式预热炉内部的蓄热材料,加热后的蓄热材料再加热助燃空气,被加热的助燃空气从蓄热材料上部排出进入所述混风室,混风室将所述助燃空气调整到设定的温度,再将其送至所述蓄热式加热炉。

8. 如权利要求1所述的一种全回收CO<sub>2</sub>石灰窑装置,其特征在于,CO<sub>2</sub>热风的设定温度值的范围是800℃~1200℃。

## 一种全回收CO<sub>2</sub>的石灰窑装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种利用气体为燃料的石灰窑及利用该石灰窑生产石灰的工艺方法。

### 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(CaCO<sub>3</sub>),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] 基本反应式: $\text{CaCO}_3 + 42.5\text{Kcal} = \text{CaO} + \text{CO}_2$

[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,将气体燃料经管道和燃烧器送入窑体;石灰石被预热到800℃~850℃开始分解,到1200℃完成煅烧;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。在现有的石灰生产工艺中,每生产1吨的石灰就会产生超过1吨的CO<sub>2</sub>排放。虽然CO<sub>2</sub>在食品、卫生、石油化工、核工业、消防领域等国民经济的各部门中有着十分重要的用途,在冶金行业也应用广泛,但在现有的石灰生产工艺中,由于燃料在燃烧时需要鼓入助燃空气,烟气中CO<sub>2</sub>的体积浓度约为10~15%,回收CO<sub>2</sub>的成本很高,企业一般将含有大量CO<sub>2</sub>的烟气直接排入大气,造成环境污染。

[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,如高炉煤气、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)和正压操作窑(如并流蓄热式双膛竖窑)。

[0006] 无论哪一种形式的石灰窑,均是由窑体、上料装置、布料装置、燃烧装置、卸灰装置、电器、仪表控制装置、除尘装置等部件组成。现有的石灰窑技术、尤其是各种气烧窑共有的特点是都需要配置燃烧器系统,气烧窑的燃烧器系统一般由多排、多组燃烧器分布组成,配置有气体燃料管道和助燃空气管道、喷嘴等。

[0007] 为了更清楚地说明各种形式的气烧窑技术的普遍特点,下面以应用比较普遍的环形套筒竖窑、并流蓄热式窑(麦尔兹窑)为例进行阐述。

[0008] 如附图1,环形套筒竖窑系统包括:1-炉体、1a-冷却空气、2-上料系统、3-1-上内套筒、3-2-换热器、3-3下内套筒、4-废气排出系统、4a-全部废气、5-燃烧器、5a-燃气+烧嘴空气、6-出料系统;炉体1内有:1-1-预热带、1-2-煅烧带、1-3-冷却带。

[0009] 在预热带1-1内,石灰石被加热至其煅烧温度。预热带1-1的热量来自于煅烧带1-2的废烟气,煅烧带1-2产生的一部分废烟气向上进入预热带1-1,再从预热带1-1上部进入废气系统4;另一部分废气(带有多余的热量)通过上内套筒3-1进入换热器3-2,用于加热助燃

空气,加热后的助燃空气通过管道送到燃烧器5,换热后的废气再经废气系统4排出。

[0010] 煅烧过程在煅烧带1-2进行,燃气和助燃空气在燃烧器5内混合、燃烧,在煅烧带1-2内对石灰石煅烧,煅烧后的一部分废烟气4a向上在预热带1-1中对矿料进行预热,石灰成品在煅烧带1-2底部即进入冷却带1-3。

[0011] 在冷却带1-3内,热的石灰与窑底吸入的冷空气1a进行热交换,温度降低后通过出料系统6排出窑体。冷却空气1a从冷却带1-3下部进入窑内,在下内套筒3-3内与燃烧器5的一部分废烟气混合成为高温废空气,从下内套筒3-3上部排出进入燃烧器5参与燃烧。

[0012] 套筒窑的主要技术优势包括:热效率高、原料入窑粒度范围大、占地面积小、负压煅烧、运行安全稳定等。这种炉型的技术特点还包括在煅烧段与冷却段之间具有一个负压操作区和正压操作区的分界带。其中,并流烟气在此分界带被抽出窑体,全部废烟气的一部分通过内套筒进入换热器,另一部分对矿料进行预热后从窑体上部被抽出,因此,自所述分界带以上形成了负压操作区。在冷却段,从窑体底部吸入的冷却空气从冷却段上部被抽出,因此在所述分界带的下部形成正压操作区。

[0013] 在上述系统里,窑内煅烧生成的CO<sub>2</sub>经废气系统4排放,由于其中混合了空气,因此回收CO<sub>2</sub>成本很高;预热带1-1和煅烧带1-2的热量均来自于气体燃料和助燃空气在燃烧器5内混合燃烧形成的高温烟气,所有的燃烧器分两带布置在窑体1上,采用直接燃烧的方式对原料进行加热,因此,热量不能均衡分布。在这种情况下,为了获得高品质的石灰,整个煅烧反应时间较长,这既增大了窑体尺寸,同时又极大地限制了生产率。

[0014] 并流蓄热式窑(麦尔兹窑)也是目前应用比较广泛的窑型之一。目前有两种形式的石灰竖窑,即单膛逆流式和多膛并流式石灰窑(一般是双窑膛)。标准的并流蓄热式石灰窑是由燃烧窑膛和非燃烧窑膛相互切换运行的双膛式石灰窑,其采用的是环形双膛的结构形式,中间由通道连接,每隔一定时间即轮换煅烧一次。在完成煅烧后,燃烧气体从燃烧窑膛内通过所述通道流入到非燃烧窑膛,对原料石灰石进行预热,预热区起到了一个换热器的作用。这种并流蓄热式窑具有热效率高、能耗低、石灰产品的品质较高等优点,但因为多了一套换向系统,设备比较复杂并且投资较大。同样地,并流蓄热式窑技术的生产率并没有明显提高,回收CO<sub>2</sub>成本很高。

[0015] 并流蓄热式窑(麦尔兹窑)双膛石灰竖窑工作原理示意图如附图2。其中包括:7-燃烧膛,7-1-燃烧风,7-2-煅烧带,7-3冷却带,8-排气膛,8-1-预热带,8-2废气,9-通道,8-3冷却带,10-冷却风。

[0016] 如上所述,对于应用比较广泛的不同形式的气烧式石灰窑来说,其结构形式和煅烧形式虽然有所区别,但工艺流程、主要设备构成基本类似,共性的问题都是采用了安装在窑体上的燃烧器对矿料进行加热煅烧,煅烧时间较长,设备投资大、运行费用高、维护费用高,生产率较低,CO<sub>2</sub>排放污染严重。工程技术人员虽然进行了许多重大改进,但上述共性问题依然没有得到彻底解决。

[0017] 与本实用新型接近的几项石灰窑的研究成果包括:

[0018] 一种梁式蓄热石灰窑(CN 203007146 U),如附图3,其中包括:

[0019] 1c-进料系统、2c-上抽吸梁、3c-预热带、6c-窑体、7c-下抽吸梁、8c-冷却带、9c-出料口、10c-旋风除尘器、11c-布袋除尘器、12c-引风机、13c-第2阀门、14c-2号蓄热器、15c-烧嘴、16c-第4阀门、17c-第1阀门、18c-三通阀、19c-1号蓄热器、20c-第3阀门、21c-助燃空

气、22c-燃料、23c-排放系统。

[0020] 该技术是将 从窑体冷却段上部抽出的热废气进行除尘净化处理,然后作为助燃空气进入预热器,助燃空气预热器由 2 台蓄热式换热器组成,2 台蓄热式换热器轮流对助燃空气进行加热,持续地为窑体燃烧器提供热的助燃空气,窑体燃烧器被布置在窑体的燃烧梁上。蓄热式换热器采用低热值煤气为燃料,主要结构包括燃烧器和蓄热室;由于使用了预热后的助燃空气,窑体燃烧器也可以采用低热值煤气。这种技术的特征是利用蓄热式换热器对助燃气体进行预热,提高了助燃空气温度,窑体燃烧器因此可以采用低热值煤气。但因为这种技术只解决了采用低热值煤气降低运行成本的问题,并未涉及其它的气烧式石灰窑共性技术问题,因此应用受到局限。

[0021] 与上述技术类似的,还有“一种空气蓄热石灰窑(CN 203144298 U)”,其技术特点是在窑体燃烧器上设计了一种“蓄热式烧嘴”,利用这种带蓄热材料的烧嘴对助燃空气进行预热,目的是在燃烧时利用低热值煤气。同样地,这项技术也没有涉及其它的气烧式石灰窑共性技术问题。

[0022] 与本实用新型接近的一项石灰窑技术是“一种基于 CO<sub>2</sub> 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法”(CN 105000811 A),如附图 4。

[0023] 其中包括:1d-窑膛1、2d-窑膛2、3d-富氧、4d- CO<sub>2</sub>与煤粉混合、5d- CO<sub>2</sub>为载气输送煤粉、6d- CO<sub>2</sub>换热、净化装置、7d- CO<sub>2</sub>循环气、8d-预热带、9d-煅烧带、10d-冷却带、11d-冷却后的石灰成品、12d-回收储存的 CO<sub>2</sub>、13d-换向机构。

[0024] 这项技术的主要特征是:采用并流蓄热式双窑膛形式,以 95% 的氧气作为助燃气体与喷入煅烧窑膛的固体煤粉混合燃烧,固体煤粉以 CO<sub>2</sub> 气体输送,在窑膛下部的冷却段,采用 CO<sub>2</sub> 气体对石灰成品进行冷却,煅烧后的烟气与冷却段上部的高温冷却气体混合后,通过双窑膛的通道进入蓄热窑膛,用于对矿料的预热,按一定时间,煅烧窑膛与预热窑膛通过换向装置轮换操作。按照该项技术的说明,最终可以回收浓度达 95% 以上的 CO<sub>2</sub> 气体,这些 CO<sub>2</sub> 气体的约 10% 用于输送固体燃料,约 55% 用于冷却石灰成品,约 35% 则回收利用,例如用于制作干冰。

[0025] 这项技术采用固体燃料—煤粉作为燃料,虽然采用了浓度 95% 的氧作为助燃气体且过量系数 1.1~1.4,但是在石灰成品里仍然将会混合一定的燃料粉尘,这些粉尘会污染成品、降低成品的品质;另外,根据该项技术说明,“采用 CO<sub>2</sub> 作为冷却气体将温度为 1000℃ ~ 1150℃ 的高温 CaO 冷却至 80℃ ~ 100℃”。虽然该项技术在技术说明资料中列举了日产 450 吨、500 吨、550 吨三个实施例,但是实用新型人仍然对其采用 CO<sub>2</sub> 作为冷却气体的技术措施的可行性存在质疑。根据实用新型人的研究成果,以及公开的研究资料都证明:如果采用 CO<sub>2</sub> 气体冷却高温石灰成品,部分石灰成品将会与 CO<sub>2</sub> 反应重新生成碳酸钙,导致石灰成品的品质严重下降。

[0026] 如上所述,对于上述与本实用新型相近的研究,或者因为其并未解决各种气烧窑的共性技术问题,或者因为其采用固体燃料,或者因为使用 CO<sub>2</sub> 作为冷却气体等问题,使得这些研究都无法广泛应用。

### 实用新型内容

[0027] 针对现有技术中存在的问题,本实用新型提供了一种全回收 CO<sub>2</sub> 的石灰窑装置。

[0028] 本实用新型采用如下的技术方案：

[0029] 一种全回收CO<sub>2</sub>石灰窑装置，包括窑体和加热炉组，所述窑体包括上料机构和出料机构，所述窑体的工作区自上而下包括预热段、煅烧段、冷却段，窑体内设置有内套筒，在窑体内壁和内套筒外壁之间形成物料移动的物料通道，所述物料通道截面的总宽度为途径，物料通道在预热段、煅烧段、冷却段的途径不同，矿料从上料机构进入窑体，沿物料通道从预热段到煅烧段，成品沿物料通道经过冷却段，最后从出料机构排出窑体，所述窑体煅烧段侧壁上设置有CO<sub>2</sub>热风进口，加热炉组将CO<sub>2</sub>加热至设定温度后形成CO<sub>2</sub>热风送入到窑体中对预热后的矿料进行煅烧，窑体顶部设置有CO<sub>2</sub>回收装置，内套筒位于冷却段的上部设置有进风口，冷却空气从窑体的下部进入到窑体与内套筒之间的空间，对石灰石成品冷却后从进风口进入到内套筒内并从顶部被抽出窑体。

[0030] 物料通道在煅烧段和冷却段之间具有过渡段，过渡段途径减小，形成料封层。

[0031] 所述窑体的物料通道优选在预热段下部、煅烧段中部的途径较大、在煅烧段下部途径减小，经过过渡段后，在冷却段的途径较大。

[0032] 所述窑体的物料通道在煅烧段中部的最大途径与煅烧段下部的最小途径的比值的优选范围是2~3.5，所述窑体的物料通道在冷却段的最大途径与过渡段途径的比值的优选范围是2~3.5。

[0033] 内套筒内部设置有降尘装置，其下部有粉尘收集装置，其上部与引风管连接，引风管用于将高温的冷却空气从窑体上部抽出，被抽出的高温冷却空气用于加热助燃气体。

[0034] 加热炉组包括蓄热式加热炉、蓄热式预热炉和混风室，在蓄热式加热炉的烧炉周期里，低热值的气体燃料和来自混风室的助燃空气进入燃烧器燃烧，生成的热烟气加热蓄热室的蓄热材料；在蓄热式加热炉的送风周期里，CO<sub>2</sub>气体从加热炉蓄热室下部进入加热炉，经蓄热材料加热后从蓄热室上部的热风出口排出加热炉并送入窑体中。

[0035] 从窑体顶部被抽出的高温冷却空气用于加热蓄热式预热炉内部的蓄热材料，加热后的蓄热材料再加热助燃空气，被加热的助燃空气从蓄热材料上部排出进入所述混风室，混风室将所述助燃空气调整到设定的温度，再将其送至所述蓄热式加热炉。

[0036] 2热风的设定温度值的范围是800℃~1200℃，优选是850℃~1150℃。

[0037] 本实用新型具有的技术效果：

[0038] 1、所述石灰窑使用没有火焰的、温度恒定且可调的CO<sub>2</sub>热风对矿料进行煅烧；通过精准地控制CO<sub>2</sub>气体的热风风温来提高煅烧效果，因此不存在过烧现象，这有利于提高产品活性；以CO<sub>2</sub>气体作为载体的热能用于矿料煅烧，实质性地大幅度缩短了煅烧时间，在不增加窑体容积的情况下就可以大幅度提高产能。实用新型人对此进行了试验验证，证明以CO<sub>2</sub>气体作为载体的热能用于矿料煅烧，不仅大幅度缩减了煅烧时间，而且石灰成品质量高、活性高。

[0039] 2、取消了窑体燃烧器，实质性地简化了窑体结构，系统更加稳定、可靠，便于维护，降低了系统维护成本；

[0040] 3、一方面实现了CO<sub>2</sub>减排，另一方面相当于为石灰窑系统提供了高附加值的副产品，提高了本实用新型的经济效益；

[0041] 4、使用较低热值的高炉煤气作为燃料、持续为石灰窑提供热能，实质性地取代了价格昂贵的焦炉煤气或其它的高热值燃料；本实用新型取消了窑体燃烧器，因此简化了窑

体结构,相比现在各种石灰窑技术,本实用新型大幅度地降低了石灰窑运行成本。

### 附图说明

- [0042] 下面结合附图对本实用新型进一步说明:
- [0043] 图1为背景技术中描述的现有技术之一结构示意图;
- [0044] 图2为背景技术中描述的现有技术之二结构示意图;
- [0045] 图3为背景技术中描述的现有技术之三结构示意图;
- [0046] 图4为背景技术中描述的现有技术之四结构示意图;
- [0047] 图5为本实用新型实施例1中的石灰窑装置组成图;
- [0048] 图6为本实用新型实施例1中的石灰窑工作原理示意图;
- [0049] 图7为本实用新型实施例1中的蓄热式加热炉工作原理示意图。

### 具体实施方式

[0050] 下面结合附图说明和具体实施方式对本实用新型作进一步描述:

[0051] 实施例1

[0052] 图5展示的是本实用新型涉及的可全回收CO<sub>2</sub>的石灰窑系统组成和工作原理图,包括:100-窑体、20-加热炉组,21-高炉煤气,22-助燃空气,23-助燃风机,30-上料装置,40-出料机构,50-冷却空气,60- CO<sub>2</sub>回收机构,70- CO<sub>2</sub>热风。其中,窑体100包括:110-预热段,120-煅烧段,130-冷却段

[0053] 如附图5所示,相对于现有的所有形式的气烧石灰窑技术来说,本实用新型的意义首先在于采用CO<sub>2</sub>热风作为热能载体对矿料进行煅烧,CO<sub>2</sub>热风没有火焰、温度恒定,其效果是加速了矿料裂解,不仅可以获得高品位的石灰成品,而且大幅度缩短了煅烧时间;

[0054] 其中,矿料从上料机构30进入窑体100,经过预热段110、煅烧段120、冷却段130,降温后的石灰成品从窑体100的下部出料机构40排出;其中,矿料采用CO<sub>2</sub>热风进行预热和煅烧,煅烧后的石灰成品采用空气进行冷却;

[0055] 其中,从煅烧段进入窑体的CO<sub>2</sub>热风70对预热后的矿料进行煅烧,再与矿料裂解产生的CO<sub>2</sub>汇合,向上进入窑体100上部的预热段110,降温后从窑体100的上部被抽出,进入CO<sub>2</sub>气体回收机构60,经过除尘处理后,一部分回收利用,另一部分进入蓄热式加热炉组,被加热后再返回窑体100的煅烧段120;

[0056] 其中,加热炉组20优选的方案是由三座蓄热式加热炉和二座蓄热式助燃空气预热炉组成,加热炉组20使用高炉煤气21为燃料,将来自窑体的CO<sub>2</sub>气体加热到工艺所需温度,该温度一般在800℃~1200℃范围内,优选范围是850℃~1150℃;

[0057] 其中,煅烧后的石灰成品进入冷却段130,冷却空气50从窑体100的下部进入窑体100的冷却段130,对石灰成品进行冷却,再从窑体100的冷却段130上部被抽出,送入加热炉组20,冷却空气50在冷却石灰成品过程中产生的余热,用于在加热炉组20中加热助燃空气22。

[0058] 对于附图5并没有显示的那些不涉及本实用新型的一些辅助设施和设备,并不意味这些附属设施和设备对于实现本实用新型没有必要的,为实现本实用新型目的,本实用新型人建议尽可能采用成熟的技术配置这些必要的附属设施和设备。

[0059] 为更清晰地说明本实用新型的实施方法, 实用新型人利用附图6、附图7对石灰窑和蓄热式加热炉组的工作原理做进一步的技术说明。附图6是所述实施案例涉及的石灰窑工作原理示意图, 说明了所述石灰窑回收CO<sub>2</sub>气体、以及利用CO<sub>2</sub>热风对矿料进行煅烧的方法; 附图7为本实用新型实施案例涉及的蓄热式加热炉组的工作原理示意图, 说明了所述蓄热式燃料组使用低热值燃料加热CO<sub>2</sub>、以及利用冷却空气的余热加热助燃空气的方法。

[0060] 根据附图5, 对于石灰窑系统的窑体来说, 实现本实用新型的关键之一是涉及窑体上部CO<sub>2</sub>气体与窑体下部冷却空气的隔离技术, 以及冷却空气的除尘和余热利用技术。

[0061] 附图6是结构相对简单、有效地实现CO<sub>2</sub>减排的一个典型实施案例。

[0062] 其中包括: 100-石灰窑窑体, AB-内套筒、110-预热段, 120-煅烧段, 130冷却段, 30-上料装置, 40-出料装置, 50-冷却空气, 60-CO<sub>2</sub>回收装置, 70-CO<sub>2</sub>热风;

[0063] 根据附图6, 所述窑体100设置有内套筒AB, 窑体100内壁与内套筒AB外壁之间形成物料移动的物料通道, 所述物料通道截面的总宽度为途径, 物料通道在预热段、煅烧段、冷却段的途径不同, 矿料由上料系统30从顶部进入窑体100, 向下向下且沿着窑体内壁与内套筒AB的外壁之间的物料通道, 经过预热段110、煅烧段120, 成品沿物料通道进入冷却段130, 最后, 冷却后的石灰成品经出料系统40排出;

[0064] 所述CO<sub>2</sub>热风70经窑体100上布置的三排进风喷嘴进入窑体100, 在所述煅烧段120下方, 采用减小物料通道途径的方式, 在煅烧段120和冷却段130之间形成过渡段, 所述过渡段在煅烧段和冷却段之间建立起物料“密封”层, 即所谓的“料封层”, 所述过渡段“料封层”的主要作用是阻碍冷却空气50进入到煅烧段120。

[0065] 为实现上述目的, 本实用新型提供的典型解决方案如下:

[0066] 所述窑体100的形式为圆形竖窑, 但优选形式是一种在预热段110下部、煅烧段120中部的内径较大、在煅烧段120下部内径减小的鼓腰形竖窑; 所述窑体100内部设置有内套筒AB, 内套筒AB的形式通常为圆形筒体, 也可以设计为异形筒体; 窑体100内壁与内套筒AB外壁之间形成物料移动的物料通道, 所述物料通道截面的总宽度为途径, 物料通道在预热段、煅烧段、冷却段的途径不同, 物料通道在煅烧段120中部的途径较大, 在煅烧段120下部的途径较小; 所述物料通道在煅烧段120中部的最大途径与煅烧段下部的最小途径的比值为1~4, 优选范围是2.5~3.5;

[0067] 由于所述物料通道位于煅烧段120的下部的过渡段的途径较小, 物料在途径较小的过渡段移动速度较快, 因此形成所谓的过渡段“料封层”; 这种结构不仅可以阻碍冷却空气进入到煅烧段120, 也有利于石灰成品提高活性。

[0068] 采用冷却空气对煅烧后的石灰成品进行冷却, 本实用新型提供的典型解决方案如下:

[0069] 所述窑体100内部设置有内套筒AB, 内套筒AB内部设置有降尘装置, 其下部有粉尘收集装置, 其上部与引风管连接, 引风管用于将高温的冷却空气50从窑体100上部抽出, 内套筒AB在位于冷却段130的上部的位置有进风口, 冷却空气50在所述冷却段130下部, 也就是窑体100的下部进入物料通道, 再从内套筒AB位于冷却段130上部的进风口被抽进内套筒AB;

[0070] 在冷却段130, 石灰成品沿物料通道向下移动, 而冷却空气50与石灰成品逆流向上, 对石灰成品进行冷却; 物料通道在冷却段中部和下部的途径较大, 如a2, 所述物料通道

在冷却段的最大通径 $a_2$ 与冷却段上部的过渡段的最小通径 $a$ 的比值为1~4,优选范围是2~3.5;石灰成品冷却后进入出料机构40;在引风管的吸抽作用下,内套筒AB内部形成负压,冷却空气50从位于冷却段130上部的进风口被抽进内套筒AB,经过内套筒AB除尘后,再通过引风管被抽出窑体100。

[0071] 为实现上述目的,可以采取与上述典型方案不同的其它的解决方案,但无论哪种解决方案,都应努力实现:1)冷却空气不会进入煅烧段,2)高温的冷却空气经初步降尘后再被抽出窑体。

[0072] 附图7是本实用新型所涉及的蓄热式加热炉组20工作原理图。其中包括:201-蓄热式加热炉,202-蓄热式预热炉,21-高炉煤气,22-助燃空气,23-助燃风机,24-混风室,25-蓄热式预热炉换向机构,26-蓄热式加热炉烟气。

[0073] 其中,优选采用三座蓄热式加热炉201,可以保证为石灰窑系统连续提供热风,当一座加热炉维护时,其余2座加热炉也可以维持生产。

[0074] 其中,三座蓄热式加热炉采用“两烧一送”工作模式,所述蓄热式加热炉201在烧炉时使用高炉煤气21和助燃空气22;冷风则为来自石灰窑系统收集的、经过除尘的 $CO_2$ 气体,被加热炉201加热至 $800^{\circ}C\sim 1200^{\circ}C$ ,再经环形布置的热风喷嘴送回到石灰窑100。

[0075] 所述加热炉201的工作原理是:在烧炉周期里:高炉煤气21与助燃空气22进入蓄热式加热炉201的燃烧器进行燃烧,生成 $1100^{\circ}C\sim 1300^{\circ}C$ 的高温烟气,用于加热炉内蓄热材料;在送风周期里:燃烧器关闭,通入冷的 $CO_2$ 气体,冷的 $CO_2$ 气体来自石灰窑100收集、除尘后的一部分 $CO_2$ ,所述 $CO_2$ 气体被加热炉201的蓄热材料加热,在 $800^{\circ}C\sim 1200^{\circ}C$ 范围内,以一个恒定的温度经环形布置的热风喷嘴送回到石灰窑100。所述加热炉组“两烧一送”工作模式,即同时有2座加热炉烧炉、1座加热炉送风。

[0076] 所述加热炉201下部有粉尘收集器,便于将粉尘收集,在日常性维修时清理出加热炉。

[0077] 所述加热炉201的废烟气一般需继续降温、除尘后排放。有多种可选择的技术方案对加热炉201废烟气进行降温,本实用新型优选的技术方案是:将加热炉201的废烟气接入混风室24,调节来自预热炉202的助燃空气温度。

[0078] 所述两座蓄热式预热炉202的外壳为金属结构钢,设置保温内衬,上部有拱形结构,下部是蓄热室,蓄热室有蓄热材料,蓄热材料优选格子砖形式,格子砖下部有耐热铸铁支撑装置,蓄热式预热炉202下部有废气出口和助燃空气进口,格子砖上部有助燃空气出口,预热炉底部设置粉尘收集结构,拱形上部设置高温冷却空气50的进风口,来自窑体100的高温冷却空气50经引风管道从蓄热式预热炉202的拱形上部进入预热炉202。

[0079] 来自窑体100的高温冷却空气50经过管道从第1座蓄热式预热炉202的拱形顶部进入预热炉,加热蓄热室的蓄热材料,降温后从废气出口排出,经除尘后排放;

[0080] 在第1座预热器蓄热材料加温到设计温度、完成一轮“加热”后,经过切换阀门,高温冷却空气50通过管道进入第2座蓄热式预热炉202,加热第2座预热炉蓄热室的蓄热材料;同时,冷的助燃空气22从下部进入第1座蓄热式预热炉202,经蓄热室的蓄热材料加热后从蓄热材料上部排出,进入混风室24;混风室还接入冷的助燃空气和来自加热炉201的废烟气,用于调节助燃空气22的温度,助燃空气22以一个固定的温度从混风室24进入蓄热式加热炉201。

[0081] 高温冷却空气50携带的少量的粉尘被预热炉202下部的收集机构收集起来,在日常设备维护时清理出预热炉。

[0082] 对于所属技术领域的技术人员而言,随着技术的发展,本实用新型构思可以不同方式实现。本实用新型的实施方式并不仅限于以上描述的实施例,而且可在权利要求的范围内进行变化。

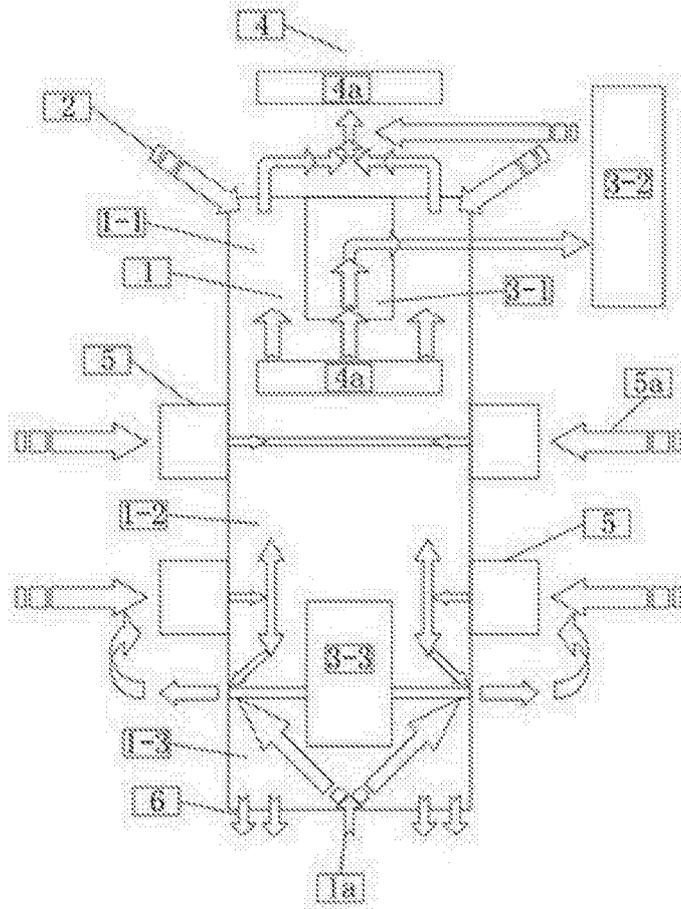


图1

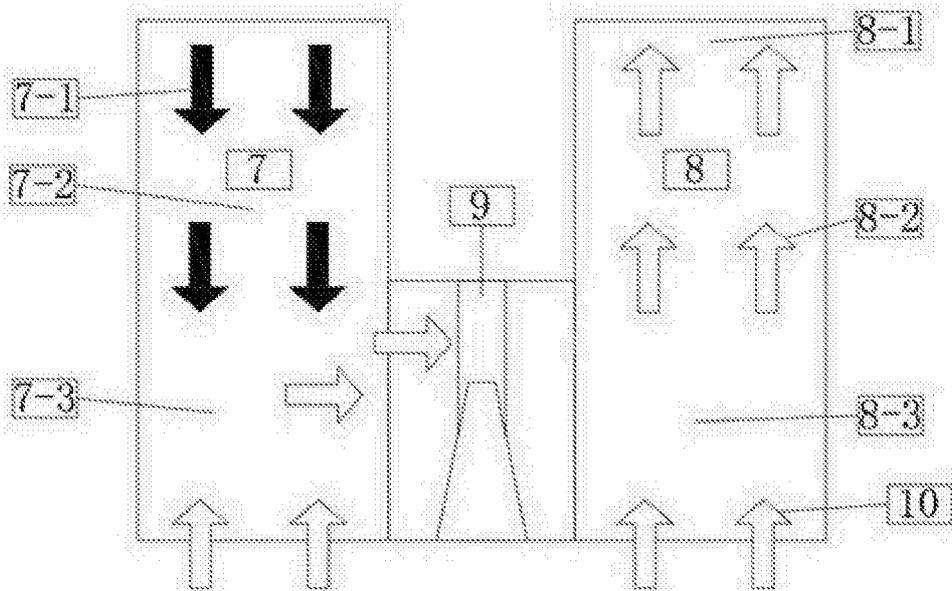


图2

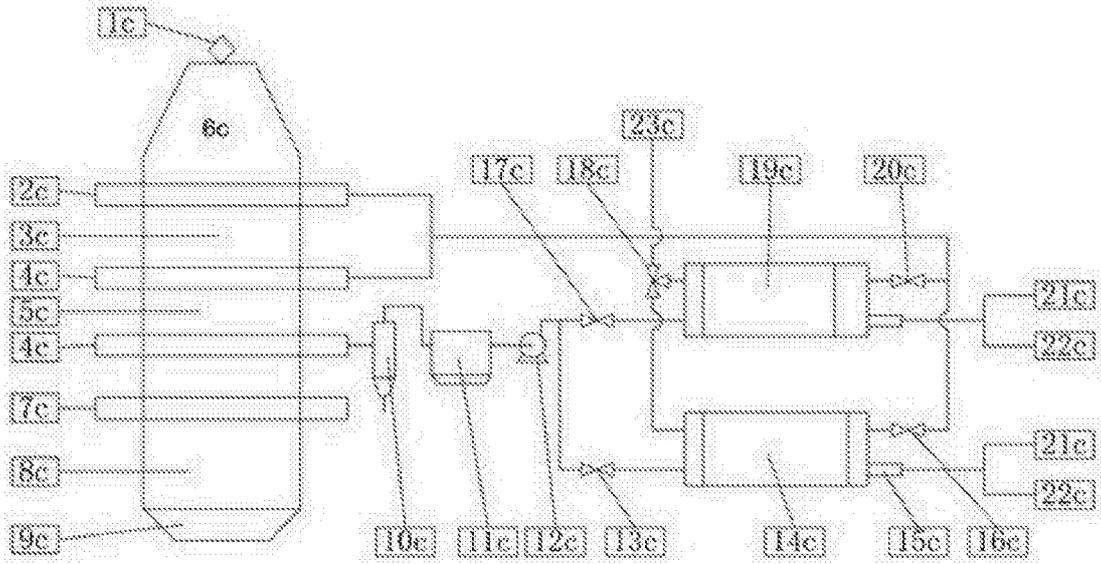


图3

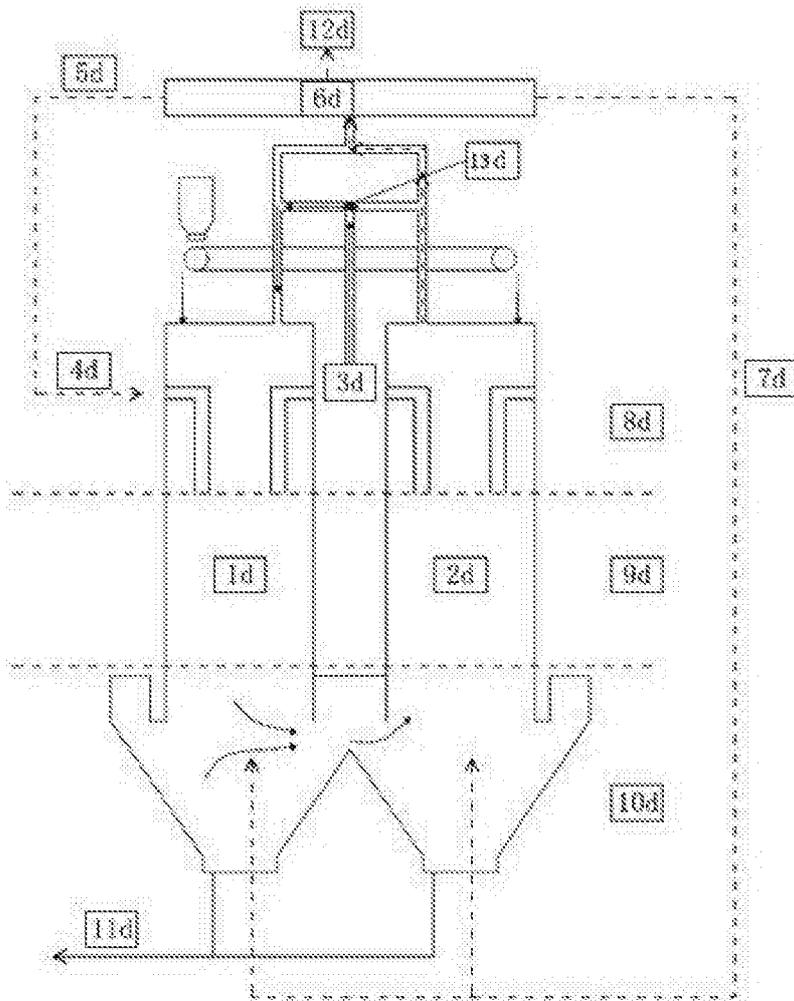


图4

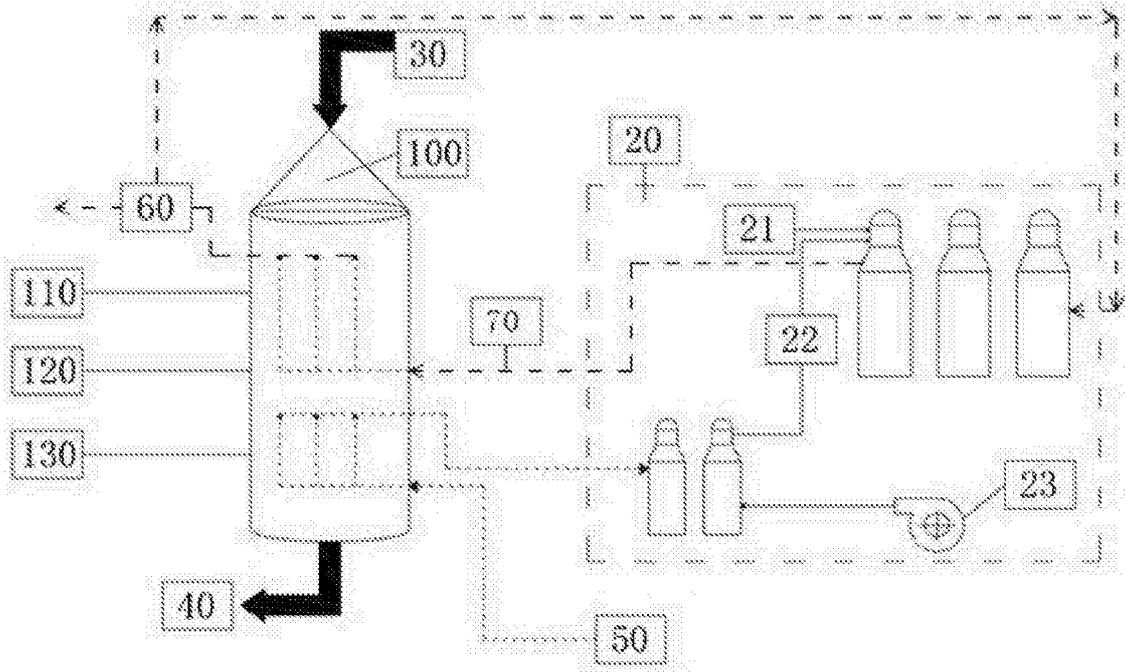


图5

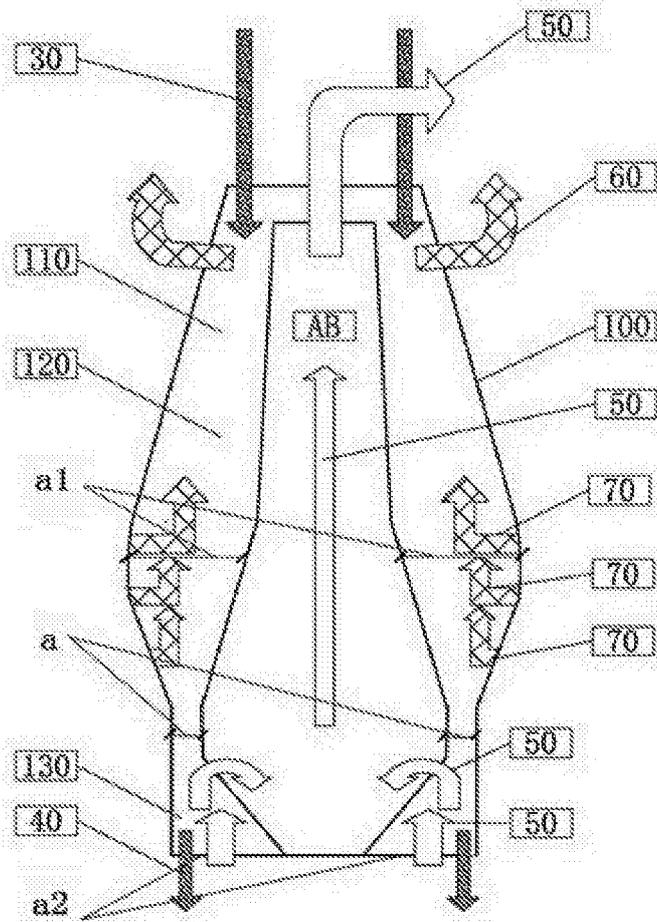


图6

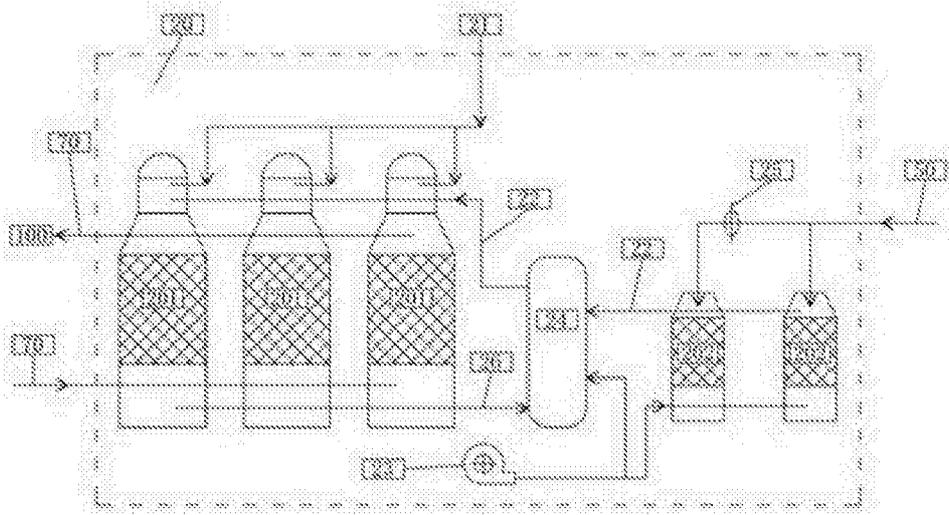


图7