(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 105000811 A
(43)申请公布日 2015.10.28

(21)申请号 201510444135.1
(22)申请日 2015.07.24
(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 李宝宽 荣文杰 王强 李林敏 孙美佳 童岩鹏 李一明 齐凤升 王芳
(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.
C04B 2/10(2006.01)
C01B 31/20(2006.01)

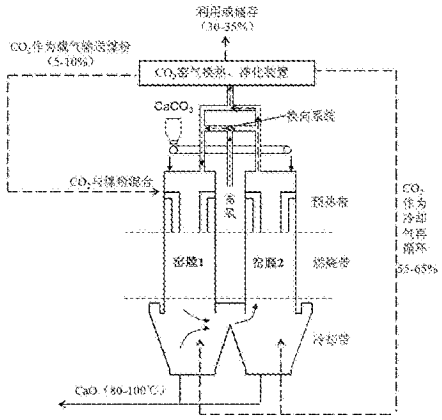
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种基于CO_2富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法

(57)摘要

一种基于CO_2富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，包括：将石灰石原料送入并流蓄热式石灰窑的两个窑膛内；将载气喷入窑膛内；将助燃气体供入；在当前窑膛的燃烧带，石灰石吸收燃料燃烧产生的热量，分解生成生石灰和CO_2气体；生石灰冷却至80℃~100℃后出料；冷却气体与石灰石分解生成的CO_2气体和燃料燃烧产生的CO_2气体混合进入另一窑膛对石灰石进行预热；预热产生的烟气将热量释放给石灰石后温度降低并排出，产生体积浓度大于95%的CO_2气体；并流蓄热式石灰窑开始换向工作。本发明在制备高质量石灰的同时也得到高纯度的CO_2气体。与现有工艺方法相比，消除了N_2在系统内的循环，节省了用于加热N_2的能量，并将烟气循环利用以达到提高产品附加值及节能降耗目标。



CN 105000811 A

1. 一种基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，其特征在于，包括以下步骤：

（1）在第一个燃烧周期，将石灰石原料从窑前石料仓输送至称量斗，石灰石原料经称量斗称量后装入料车内运至并流蓄热式石灰窑窑顶，进入并流蓄热式石灰窑的两个窑膛内；

（2）并流蓄热式石灰窑的一个窑膛内的燃料喷枪插入到石灰石料柱内，载气载着燃料由燃料喷枪喷入窑膛内；

（3）通过助燃风机将助燃气体由并流蓄热式石灰窑窑顶供入，在助燃风机的抽力下助燃气体向下流动到燃烧带与燃料相遇，使燃料在燃料喷枪的喷口下方燃烧；

（4）在当前窑膛的燃烧带，石灰石吸收燃料燃烧产生的热量，分解生成生石灰和 CO_2 气体；

（5）在当前窑膛的燃烧带产生的生石灰由冷却风机供入的冷却气体进行冷却至 80℃ ~100℃后出料；

（6）冷却气体被生石灰加热后上升到连接通道处，与石灰石分解生成的 CO_2 气体和燃料燃烧产生的 CO_2 气体混合通过连接通道进入另一窑膛并上升，经过燃烧带进入预热带对石灰石进行预热；

（7）预热产生的烟气将热量释放给石灰石后温度降低并排出，通过除尘净化，产生体积浓度大于 95% 的 CO_2 气体，该 CO_2 气体的一部分作为输送燃料的载气，另一部分作为由冷却风机供入冷却带的冷却气体，其余直接储存或制成干冰产品；

（8）第一个煅烧周期完成，并流蓄热式石灰窑内各种气流停止流动，并流蓄热式石灰窑开始换向工作，换向时间 40 s ~50s，生石灰从并流蓄热式石灰窑的窑膛底部卸出。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，其特征在于，步骤（3）所述助燃气体为氧气浓度 >95% 的富氧。

3. 根据权利要求 1 所述的基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，其特征在于，所述步骤（7）中所述的体积浓度大于 95% 的 CO_2 气体中 30%~35% 的 CO_2 气体直接储存或制成干冰产品。

4. 根据权利要求 1 或 3 所述的基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，其特征在于，所述步骤（7）中所述的体积浓度大于 95% 的 CO_2 气体中 5%~10% 作为输送燃料的载气。

5. 根据权利要求 1 或 3 所述的基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，其特征在于，所述步骤（7）中所述的体积浓度大于 95% 的 CO_2 气体中 55%~65% 作为由冷却风机供入燃烧带的冷却气体。

一种基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法

技术领域

[0001] 本发明涉及石灰窑生产工艺方法，特别涉及一种基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法。

背景技术

[0002] 冶金工业中，在生产造渣材料生石灰时会产生大量的 CO_2。实际生产中，生产 1 吨生石灰就产生超过 1 吨的 CO_2，而熔炼 1 吨钢约需 70 kg 的生石灰。2014 年中国粗钢产量约为 8.2 亿吨，则约需生石灰 5700 万吨，产生大于 6000 万吨的 CO_2。目前大多使用石灰窑来生产生石灰，但石灰窑排出来的废气中 CO_2 的含量很低，如果要将 CO_2 富集再循环利用，则还需花费很大一部分能源和资金，所以大多数企业选择直接排放，这就造成了一个很严重的环境问题。

[0003] 目前国内并流蓄热式石灰窑生产大多使用压缩空气输送煤粉、助燃和产品冷却，产生的烟气中 CO_2 浓度低(体积浓度 10~14%)且烟气量大。由于回收烟气后分离低 CO_2 含量的废气成本较高，所以大多企业将烟气直接排入大气，造成严重的大气污染和资源浪费。

发明内容

[0004] 针对现有工艺方法存在的问题，本发明提供一种基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法。

[0005] 本发明的技术方案是：

一种基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，包括以下步骤：

(1) 在第一个燃烧周期，将石灰石原料从窑前石料仓输送至称量斗，石灰石原料经称量斗称量后装入料车内运至并流蓄热式石灰窑窑顶，进入并流蓄热式石灰窑的两个窑膛内；

(2) 并流蓄热式石灰窑的一个窑膛内的燃料喷枪插入到石灰石料柱内，载气载着燃料由燃料喷枪喷入窑膛内；

(3) 通过助燃风机将助燃气体由并流蓄热式石灰窑窑顶供入，在助燃风机的抽力下助燃气体向下流动到燃烧带与燃料相遇，使燃料在燃料喷枪的喷口下方燃烧；

(4) 在当前窑膛的燃烧带，石灰石吸收燃料燃烧产生的热量，分解生成生石灰和 CO_2 气体；

(5) 在当前窑膛的燃烧带产生的生石灰由冷却风机供入的冷却气体进行冷却至 80℃ ~100℃后出料；

(6)冷却气体被生石灰加热后上升到连接通道处，与石灰石分解生成的 CO_2 气体和燃料燃烧产生的 CO_2 气体混合通过连接通道进入另一窑膛并上升，经过燃烧带进入预热带对石灰石进行预热；

(7) 预热产生的烟气将热量释放给石灰石后温度降低并排出，通过除尘净化，产生体积浓度大于 95% 的 CO_2 气体，该 CO_2 气体的一部分作为输送燃料的载气，另一部分作为由冷却风机供入冷却带的冷却气体，其余直接储存或制成干冰产品；

（8）第一个煅烧周期完成，并流蓄热式石灰窑内各种气流停止流动，并流蓄热式石灰窑开始换向工作，换向时间 40 s ~50s，生石灰从并流蓄热式石灰窑的窑膛底部卸出。

[0006] 步骤（3）所述助燃气体为氧气浓度 >95% 的富氧。

[0007] 所述步骤（7）中所述的体积浓度大于 95% 的 CO_2 气体中 30%~35% 的 CO_2 气体直接储存或制成干冰产品。

[0008] 所述步骤（7）中所述的体积浓度大于 95% 的 CO_2 气体中 5%~10% 作为输送燃料的载气。

[0009] 所述步骤（7）中所述的体积浓度大于 95% 的 CO_2 气体中 55%~65% 作为由冷却风机供入燃烧带的冷却气体。

[0010] 有益效果：

本发明提供了基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，这种具有富集 CO_2 功能的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法在制备高质量石灰的同时也得到高纯度的 CO_2 气体。与现有的工艺方法相比，消除了 N_2 在系统内的循环，节省了用于加热 N_2 的能量，并将烟气循环利用以达到提高产品附加值及节能降耗等目标。

附图说明

[0011] 图 1 为本发明实施例中采用的基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑系统结构示意图。

具体实施方式

[0012] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细说明。

[0013] 实施例 1

本实施例中基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑系统结构如图 1 所示，系统中的采用的除尘装置为袋式除尘器，燃料为煤粉。从排气口排出的烟气的粉尘浓度≤ 50mg/Nm^3。

[0014] 采用上述并流蓄热式石灰窑系统生产生石灰（CaO），生石灰日产量 450 吨，每天 80 个生产周期，每生产周期煤粉量 240 kg ~270kg，助燃风过剩系数 1.1~1.4。

[0015] 基于 CO_2 富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，包括以下步骤：

（1）在第一个燃烧周期，将石灰石原料从窑前石料仓输送至称量斗，石灰石原料经称量斗称量后装入料车内运至并流蓄热式石灰窑窑顶，进入并流蓄热式石灰窑的两个窑膛（窑膛 1 和窑膛 2）内；

具体上料工艺：石灰石由地下受料仓，经过电振给料机送至大角度皮带，由大角度皮带将石灰石运至单层石料振筛进行筛分，其中碎石筛除至废石仓作为它用，合格的石灰石则通过振筛由溜槽到中间皮带，再由中间皮带至窑前石料仓。窑前仓的合格石灰石，经过窑前称量斗称量后，送入卷扬提升机料斗，由卷扬机将石灰石送至窑顶石料称量斗，再由一台振动机和可逆皮带机将石灰石送入设在两个窑筒上的旋转布料器，最后由布料器将石灰石送入窑炉。

[0016] （2）并流蓄热式石灰窑的一个窑膛（窑膛 1）内的燃料喷枪插入到石灰石料柱内，载气载着燃料由燃料喷枪喷入窑膛内；

（3）通过助燃风机将氧气浓度 >95% 的富氧作为助燃气体由并流蓄热式石灰窑窑顶供

入，在助燃风机的抽力下助燃气体向下流动到燃烧带与燃料相遇，使燃料在燃料喷枪的喷口下方燃烧；

（4）在当前窑膛（窑膛 1）的燃烧带，石灰石吸收燃料燃烧产生的热量，分解生成生石灰和 CO_2气体；

（5）在当前窑膛（窑膛 1）的燃烧带产生的生石灰由冷却风机供入的冷却气体进行冷却至 80℃ ~100℃后出料；

窑膛 1 煅烧时，煤粉由燃料喷管喷入窑膛 1 内，CO_2助燃气（输送燃料的载气）从窑顶喷入，两个窑膛的底部通入 CO_2冷却气（由冷却风机供入燃烧带的冷却气体），CO_2冷却气将温度为 1000℃ ~1150℃的高温 CaO 冷却至 80℃ ~100℃。

[0017] （6）冷却气体被生石灰加热后上升到连接通道处，与石灰石分解生成的 CO_2气体和燃料燃烧产生的 CO_2气体混合通过连接通道进入另一窑膛（窑膛 2）并上升，经过燃烧带进入预热带对石灰石进行预热；

（7）预热产生的烟气将热量释放给石灰石后温度降低并排出，通过除尘净化，产生体积浓度大于 95% 的 CO_2气体，该 CO_2气体的 5% 作为输送燃料的载气，65% 作为由冷却风机供入冷却带的冷却气体，其余 30% 直接储存或制成干冰产品；

（8）第一个煅烧周期完成，并流蓄热式石灰窑内各种气流停止流动，并流蓄热式石灰窑开始换向工作，换向时间 45s，生石灰从并流蓄热式石灰窑的窑膛底部卸出。

[0018] 换向工作：助燃空气换向阀门改变位置，助燃空气释放阀门打开，冷却空气释放阀门打开，卸料闸板打开。

[0019] 原日石灰 450 吨的并流蓄热式石灰窑每天排放的 CO_2量为 385~415 吨，经本发明方法后，进入空气压缩机的部分的循环使用的烟气量为 231~270 吨，存储的烟气量 164~184 吨，降低了烟气排放，减少了环境污染。

[0020] 实施例 2

本实施例中基于 CO_2富集的并流蓄热式石灰窑系统结构如图 1 所示，系统中的采用的除尘装置为袋式除尘器，燃料为煤粉。从排气口排出的烟气的粉尘浓度≤ 50mg/Nm^3。

[0021] 采用上述并流蓄热式石灰窑系统生产生石灰（CaO），生石灰日产量 500 吨，每天 80 个生产周期，每生产周期煤粉量 265kg ~300kg，助燃风过剩系数 1.1~1.4。

[0022] 基于 CO_2富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，包括以下步骤：

（1）在第一个燃烧周期，将石灰石原料从窑前石料仓输送至称量斗，石灰石原料经称量斗称量后装入料车内运至并流蓄热式石灰窑窑顶，进入并流蓄热式石灰窑的两个窑膛（窑膛 1 和窑膛 2）内；

（2）并流蓄热式石灰窑的一个窑膛（窑膛 1）内的燃料喷枪插入到石灰石料柱内，载气载着燃料由燃料喷枪喷入窑膛内；

（3）通过助燃风机将助燃气体由并流蓄热式石灰窑窑顶供入，在助燃风机的抽力下助燃气体向下流动到燃烧带与燃料相遇，使燃料在燃料喷枪的喷口下方燃烧；所述助燃气体为氧气浓度 >95% 的富氧；

（4）在当前窑膛（窑膛 1）的燃烧带，石灰石吸收燃料燃烧产生的热量，分解生成生石灰和 CO_2气体；

（5）在当前窑膛（窑膛 1）的燃烧带产生的生石灰由冷却风机供入的冷却气体进行冷却

至 80℃ ~100℃后出料；

窑膛 1 煅烧时，煤粉由燃料喷管喷入窑膛 1 内，CO_2助燃气（输送燃料的载气）从窑顶喷入，两个窑膛的底部通入 CO_2冷却气（由冷却风机供入燃烧带的冷却气体），CO_2冷却气将温度为 1000℃ ~1150℃的高温 CaO 冷却至 80℃ ~100℃。

[0023] （6）冷却气体被生石灰加热后上升到连接通道处，与石灰石分解生成的 CO_2气体和燃料燃烧产生的 CO_2气体混合通过连接通道进入另一窑膛（窑膛 2）并上升，经过燃烧带进入预热带对石灰石进行预热；

（7）预热产生的烟气将热量释放给石灰石后温度降低并排出，通过除尘净化，产生体积浓度大于 95% 的 CO_2气体，该 CO_2气体的 10% 作为输送燃料的载气，55% 作为由冷却风机供入冷却带的冷却气体，其余 35% 直接储存或制成干冰产品；

（8）第一个煅烧周期完成，并流蓄热式石灰窑内各种气流停止流动，并流蓄热式石灰窑开始换向工作，换向时间 50s，生石灰从并流蓄热式石灰窑的窑膛底部卸出。

[0024] 换向工作：助燃空气换向阀门改变位置，助燃空气释放阀门打开，冷却空气释放阀门打开，卸料闸板打开。

[0025] 原日石灰 500 吨的并流蓄热式石灰窑每天排放的 CO_2量为 425~460 吨，经本发明方法后，进入空气压缩机的部分的循环使用的烟气量为 255~276 吨，存储的烟气量 170~184 吨，降低了烟气排放，减少了环境污染。

[0026] 实施例 3

本实施例中基于 CO_2富集的并流蓄热式石灰窑系统结构如图 1 所示，系统中的采用的除尘装置为袋式除尘器，燃料为煤粉。从排气口排出的烟气的粉尘浓度≤ 50mg/Nm^3。

[0027] 采用上述并流蓄热式石灰窑系统生产生石灰（CaO），生石灰日产量 550 吨，每天 80 个生产周期，每生产周期煤粉量 290 kg ~330kg，助燃风过剩系数 1.1~1.4。

[0028] 基于 CO_2富集的并流蓄热式石灰窑生产工艺方法，包括以下步骤：

（1）在第一个燃烧周期，将石灰石原料从窑前石料仓输送至称量斗，石灰石原料经称量斗称量后装入料车内运至并流蓄热式石灰窑窑顶，进入并流蓄热式石灰窑的两个窑膛（窑膛 1 和窑膛 2）内；

（2）并流蓄热式石灰窑的一个窑膛（窑膛 1）内的燃料喷枪插入到石灰石料柱内，载气载着燃料由燃料喷枪喷入窑膛内；

（3）通过助燃风机将助燃气体由并流蓄热式石灰窑窑顶供入，在助燃风机的抽力下助燃气体向下流动到燃烧带与燃料相遇，使燃料在燃料喷枪的喷口下方燃烧；所述助燃气体为氧气浓度 >95% 的富氧；

（4）在当前窑膛（窑膛 1）的燃烧带，石灰石吸收燃料燃烧产生的热量，分解生成生石灰和 CO_2气体；

（5）在当前窑膛（窑膛 1）的燃烧带产生的生石灰由冷却风机供入的冷却气体进行冷却至 80℃ ~100℃后出料；

窑膛 1 煅烧时，煤粉由燃料喷管喷入窑膛 1 内，CO_2助燃气（输送燃料的载气）从窑顶喷入，两个窑膛的底部通入 CO_2冷却气（由冷却风机供入燃烧带的冷却气体），CO_2冷却气将温度为 1000℃ ~1150℃的高温 CaO 冷却至 80℃ ~100℃。

[0029] （6）冷却气体被生石灰加热后上升到连接通道处，与石灰石分解生成的 CO_2气体和

燃料燃烧产生的CO_2气体混合通过连接通道进入另一窑膛(窑膛 2)并上升,经过燃烧带进入预热带对石灰石进行预热;

(7)预热产生的烟气将热量释放给石灰石后温度降低并排出,通过除尘净化,产生体积浓度大于 95% 的CO_2气体,该CO_2气体的 8% 作为输送燃料的载气,60% 作为由冷却风机供入冷却带的冷却气体,其余 32% 直接储存或制成干冰产品;

(8)第一个煅烧周期完成,并流蓄热式石灰窑内各种气流停止流动,并流蓄热式石灰窑开始换向工作,换向时间 40 s,生石灰从并流蓄热式石灰窑的窑膛底部卸出。

[0030] 换向工作:助燃空气换向阀门改变位置,助燃空气释放阀门打开,冷却空气释放阀门打开,卸料闸板打开。

[0031] 原日石灰 450 吨的并流蓄热式石灰窑每天排放的CO_2量为 470~510 吨,经本发明方法后,进入空气压缩机的部分的循环使用的烟气量为 282~306 吨,存储的烟气量 188~204 吨,降低了烟气排放,减少了环境污染。

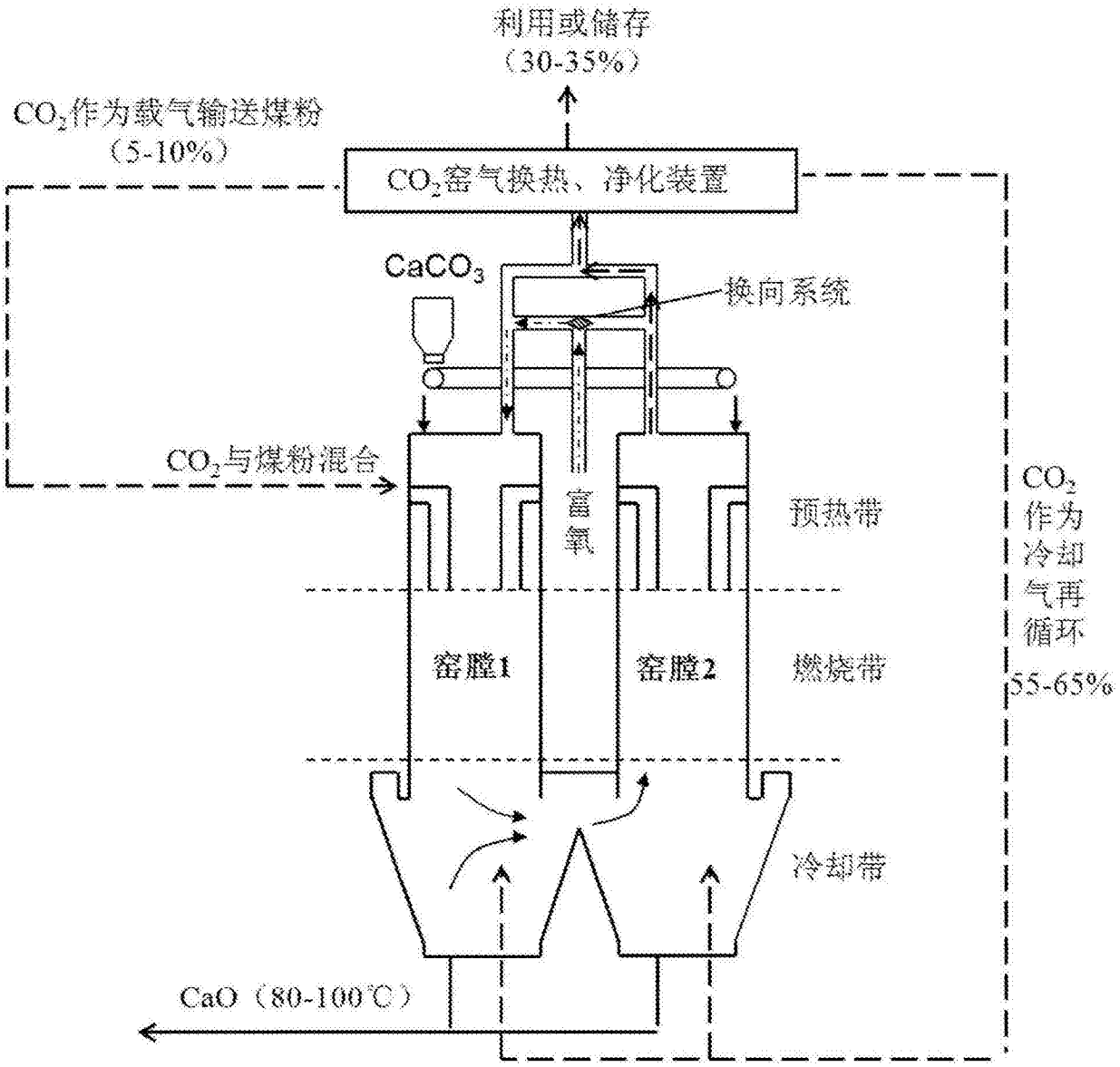

利用或储存
（30-35%）
CO_2作为载气输送煤粉
（5-10%）
CO_2窑气换热、净化装置
$CaCO_3$
换向系统
CO_2与煤粉混合
富氧
预热带
窑膛1
窑膛2
燃烧带
冷却带
CO_2作为冷却气再循环
55-65%
CaO（80-100℃）

图 1