



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109945211 B

(45) 授权公告日 2021.04.30

(21) 申请号 201910125637.6

F23G 5/30 (2006.01)

(22) 申请日 2019.02.20

F23G 5/46 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F22B 31/00 (2006.01)

申请公布号 CN 109945211 A

审查员 王锦锋

(43) 申请公布日 2019.06.28

(73) 专利权人 上海电力学院

地址 200090 上海市杨浦区平凉路2103号

(72) 发明人 郭瑞堂 施旭 潘卫国 官贞珍

王忠一 柳星宇 秦浩

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 赵志远

(51) Int. Cl.

F23G 7/04 (2006.01)

F23J 15/02 (2006.01)

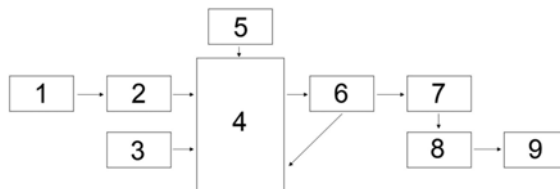
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法及系统,该方法包括以下步骤:将半焦热解废气废液通入有机吸收溶剂中,回收有机成分得到吸收浓缩废液,将所述吸收浓缩废液、燃料和空气通入循环流化床炉膛中进行燃烧反应;将燃烧产物送入旋风分离器得到固体粉尘和烟气,所述烟气经过除尘脱硝脱硫处理之后排入大气;该装置包括依次连接的废气废液吸收处理装置、循环流化床炉膛、旋风分离器和尾气处理装置。与现有技术相比,本发明具有对热解半焦废气废液中的有机物利用完全,废弃物处理无害化、资源化,处理系统节能、环保、有助于节能减排等优点。



1. 一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法,其特征在于,该方法将半焦热解废气废液通入有机吸收溶剂中,回收有机成分得到吸收浓缩废液,将所述吸收浓缩废液、燃料和空气通入循环流化床炉膛中进行燃烧反应;将燃烧产物送入旋风分离器得到固体粉尘和烟气,所述烟气经过除尘脱硝脱硫处理之后排入大气;

所述燃料由燃料输送机吹入循环流化床炉膛;所述吸收浓缩废液过滤后和压缩空气通入雾化喷嘴雾化后喷入所述循环流化床炉膛;所述空气通过空气输送机沿循环流化床炉膛内主管的切线方向进入所述循环流化床炉膛;所述循环流化床炉膛中燃烧反应的反应温度为800~1000℃;

所述空气与所述吸收浓缩废液和燃料的质量流量比值为50~200g/Nm³;

所述空气中含氧的体积百分含量为18~24%;

所述空气输送机出口空气流速为20~40m/s;

所述循环流化床炉膛出口的表压为+300Pa~-300Pa;

所述燃料输送器和空气输送机均为风机;所述燃料输送机与所述循环流化床炉膛内一次风管道相连,所述空气输送机与所述循环流化床炉膛内二次风管道相连。

2. 根据权利要求1所述的一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法,其特征在于,所述旋风分离器得到固体粉尘循环回所述循环流化床炉膛中进行燃料反应。

3. 根据权利要求1所述的一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法,其特征在于,所述空气中含氧的体积百分含量为21%。

4. 根据权利要求1所述的一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法,其特征在于,所述循环流化床炉膛通过热水循环取热,所述循环流化床炉膛外部设有换热器,锅炉水通过水泵送入汽包中,与来自循环流化床炉膛外部换热器的循环水混合后气液分离,得到的液相物料进入所述循环流化床炉膛外部换热器与所述循环流化床炉膛内物料进行热交换,得到的气相物料作为蒸汽采出。

5. 根据权利要求1所述的一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法,其特征在于,所述有机吸收溶剂选自乙醇或二氯乙烷中的一种或二者的混合物;所述燃料为烟煤或褐煤半焦中的一种或二者的混合物。

6. 一种使用如权利要求1所述的半焦热解废气废液的焚烧处理方法的系统,其特征在于,包括依次连接的废气废液吸收处理装置(1)、循环流化床炉膛(4)、旋风分离器(6)和尾气处理装置;

所述废气废液吸收处理装置(1)的进口与半焦热解炉的出口相连;

所述循环流化床炉膛(4)的废气废液进口上设有雾化器,所述废气废液吸收处理装置(1)出口与所述雾化器的液相进口相连,压缩空气管路与所述雾化器的气体进口相连;

所述循环流化床炉膛(4)上设有燃料进口和空气进口,所述燃料进口与燃料输送机管道连接;所述空气进口与空气输送机管道连接;

所述旋风分离器(6)上设有固体粉尘物料出口和烟气出口;所述烟气出口与所述尾气处理装置管道连接。

7. 根据权利要求6所述的一种半焦热解废气废液的焚烧处理系统,其特征在于,还包括返料器,所述旋风分离器(6)的固体粉尘物料出口通过返料器与所述固体粉尘物料进口管道连接。

8. 根据权利要求6所述的一种半焦热解废气废液的焚烧处理系统,其特征在于,还包括汽水循环装置(5),该汽水循环装置(5)包括设于所述循环流化床炉膛(4)外部的换热器和汽包,所述换热器上设有换热器进水口和换热器出水口,所述汽包上设有汽包进水口、汽包出水口、汽包锅炉水进水口和汽包蒸汽出口;所述换热器进水口与所述汽包出水口连接,所述换热器出水口与所述汽包出水口连接。

9. 根据权利要求6所述的一种半焦热解废气废液的焚烧处理系统,其特征在于,所述尾气处理装置包括依次连接的烟气冷却换热器(7)、污染物控制器(8)、尾部烟道(9)和引风机。

一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种煤炭半焦热解废水处理技术领域,尤其是涉及一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法及系统。

背景技术

[0002] 我国是煤炭储存和消费大国,这决定了我国以煤炭为主的能源结构,但长期粗放型地利用煤炭不仅造成了资源的浪费,而且极大地破坏了生态环境。煤炭分质利用作为解决煤炭清洁高效利用的新思路而备受关注,其中,煤的热解因其充分考虑了煤的组成和结构,是煤炭分质、高效利用的有效途径。煤的热解过程通过将煤炭在非氧化气氛中加热,发生了一系列物理化学反应,除了主要产物半焦以外,还会热解出其他产物,其主要由水蒸气、烃类气体、一氧化碳、二氧化碳、酚类废水、焦油和其他杂质组成。这些产物具有较高的热值,如果随意处理将会造成环境的污染,更是资源的一种严重浪费。

[0003] 目前对热解废气处理的方法为先将废气用氨水喷淋冷却,回收含尘煤焦油(浪费煤气携带的显热,同时造成了废水污染,煤焦油中有粉尘导致其利用价值低,工艺还很复杂)。然后送到煤焦油加工工厂,再加热进行精馏,分离出馏分(焦油再加热,浪费能量,投资大)。半焦生产过程中产生的废水属于高浓度、难降解的有机废液,其可生化性差,且含高浓度的酚类污染物和氰化物,对活性污泥系统产生毒害作用,一般经稀释后才可满足生化处理进水要求,且出水难以达标。为提高废水可生化性,工业上一般常用的方法有稀释法以及芬顿氧化、催化湿式氧化等高级氧化法,废水深度处理常用的方法有混凝吸附法、高级氧化法、膜分离法及吸附法等。但混凝吸附法药剂消耗量大,成本高,且产生大量污泥。高级氧化法虽然处理干净彻底,但费用较高,一般企业难以承受。膜分离法虽然能处理多种污染物,但存在膜组件昂贵易污染,且产生的浓水还需要进一步处理。吸附法是一种操作简单,处理效果好,且对高、低浓度的废水处理都适用的深度处理方法,但目前普遍使用的活性炭吸附剂价格昂贵,再生困难,一定程度阻碍了吸附法的大规模使用。

[0004] 半焦热解废气废水中含有多种有机物,逐个分离需要大量设备投资和大量能耗,因此,将半焦热解废气废水中的有机物浓缩后进行焚烧处理,回收有机物燃烧的热量,并且能消耗废气废液中对环境有害的有机物,使其达到环境排放标准,是一种经济环保的方法。本发明通过溶解吸附的方式收集提取热解的废气和废液,采用焚烧手段进行处理,将这些废液进行资源化、无害化再利用,达到节能减排的目的。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法及系统,既减少排放污染,又提高煤炭的利用效率。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法,包括以下步骤:

[0008] 将半焦热解废气废液通入有机吸收溶剂中,回收有机成分得到吸收浓缩废液,将

吸收浓缩废液、燃料和空气通入循环流化床炉膛中进行燃烧反应；将燃烧产物送入旋风分离器得到固体粉尘和烟气，所述烟气经过除尘脱硝脱硫处理之后排入大气。

[0009] 所述旋风分离器得到固体粉尘循环回所述循环流化床炉膛中进行燃料反应。

[0010] 所述燃料由燃料输送机吹入循环流化床炉膛；所述吸收浓缩废液过滤后和空气通入雾化喷嘴雾化后喷入所述循环流化床炉膛；所述空气通过空气输送机沿焚烧炉主管的切线方向进入所述循环流化床炉膛；

[0011] 为了保持循环流化床炉膛内半焦热解废气废液中的有机物和燃料的完全燃烧，本发明优化了循环流化床炉膛内的工艺参数。

[0012] 所述循环流化床炉膛中燃烧反应的反应温度为800~1000℃；

[0013] 所述空气与所述吸收浓缩废液和燃料的质量流量比值为50-200g/Nm³；

[0014] 所述空气含氧的体积百分含量为18~24%；优选为21%，即无采用富氧，采用普通空气即可；

[0015] 所述空气输送机出口空气流速为20-40m/s；

[0016] 所述循环流化床炉膛出口的表压为+300Pa~-300Pa；

[0017] 所述循环流化床炉膛通过热水循环取热，所述循环流化床炉膛外部设有换热器，锅炉水通过水泵送入汽包中，与来自循环流化床炉膛外部换热器的循环水混合后气液分离，得到的液相物料进入所述循环流化床炉膛外部换热器与所述循环流化床炉膛内物料进行热交换，得到的气相物料作为蒸汽采出。通过汽水循环系统将循环流化床炉膛中物料燃烧产生的热量取出，实现能量的回收利用。

[0018] 所述有机吸收溶剂选自乙醇或二氯乙烷中的一种或二者的混合物；所述燃料为烟煤或褐煤半焦中的一种或二者的混合物。

[0019] 本发明还提供了一种半焦热解废气废液的焚烧处理系统，包括依次连接的废气废液吸收处理装置、循环流化床炉膛、旋风分离器和尾气处理装置；

[0020] 所述废气废液吸收处理装置的进口与半焦热解炉的出口相连；

[0021] 所述循环流化床炉膛的废气废液进口上设有雾化器，所述废气废液吸收处理装置出口与所述雾化器的液相进口相连，压缩空气管路与所述雾化器的气相进口相连；

[0022] 所述循环流化床炉膛上设有燃料进口和空气进口，所述燃料进口与燃料输送机管道连接；所述空气进口与空气输送机管道连接；

[0023] 所述旋风分离器上设有固体粉尘物料出口和烟气出口；所述烟气出口与所述尾气处理装置连接。

[0024] 本发明的系统还包括返料器，所述循环流化床炉膛上设有固体粉尘物料进口，所述旋风分离器的固体粉尘物料出口通过返料器与所述固体粉尘物料进口连接。

[0025] 本发明还包括汽水循环装置，该汽水循环装置包括设于所述循环流化床炉膛外部的换热器和汽包，所述换热器上设有换热器进水口和换热器出水口，所述汽包上设有汽包进水口、汽包出水口、汽包锅炉水进水口和汽包蒸汽出口；所述换热器进水口与所述汽包出水口连接，所述换热器出水口与所述汽包出水口连接。

[0026] 所述燃料输送器和空气输送机均为风机，所述燃料输送机与循环流化床炉膛内的一次风管道连接，所述空气输送机与循环流化床炉膛内的二次风管道连接。

[0027] 燃料输送机中的播煤风管向循环流化床炉膛内吹入部分一次风，作用为输送并播

撒燃料至炉膛内,空气输送器(即二次风管)向循环流化床炉膛内吹入二次风,为循环流化床炉膛内燃料补充氧气,促进可燃物与氧气的混合,为可燃物提供完全燃烧条件。

[0028] 所述尾气处理装置包括依次连接的烟气冷却换热器、污染物控制器、尾部烟道和引风机。

[0029] 本发明中循环流化床炉膛的工作原理是利用炉底分布板吹出的流化风将废物和床料悬浮成流化状态,从而进行废液的焚烧处理。这种处理方式的优点为:焚烧效率高,能够充分地进行燃烧;结构紧凑,占地面积小;采用低温燃烧和分级燃烧,氮氧化物排出量低。

[0030] 与现有技术相比,本发明在循环流化床法的基础上来焚烧热解半焦所产生的废水,优化了燃烧条件保证废气废液中的有机物充分完全燃烧,使得排放的烟气内不含对环境有污染的有机物,经过除尘脱硝脱硫处理后直接达到排放大气的标准,是一种操作简单方便、处理效果较佳的处理工艺;本发明中循环流化床法由于燃烧室温度高,有利于废水的气化着火与燃烧,有利于废水中有机物的充分燃烧氧化。

[0031] 同时由于采用了高温旋风分离器,一方面将烟气中高温灰分离送回炉膛作为床料,改善了炉膛内的燃烧条件,另一方面将烟气中高温灰分离出来从而减轻焚烧产生的烟气对之后的受热面产生的磨损。

[0032] 另外本发明通过循环热水取热,实现了对半焦热解废气废液中有机物燃烧热的利用,提高了燃烧法处理半焦热解废气废水工艺的经济价值。

[0033] 与现有技术中混凝吸附法、高级氧化法、膜分离法及吸附法等需要将各组分逐级分离的技术方案相比,本发明将这些废弃物的价值以燃烧后回收热量的方式进行回收,一方面回收成本低,能够满足大部分企业处理废弃物的需求,具有较高的经济价值,也有利于在企业中的推广使用;另一方面,通过设计合理的浓缩工艺和燃烧条件,燃烧效果较好,并且对废弃物中的有害物质进行充分的处理,绿色环保。

[0034] 本发明专门针对燃烧半焦热解废气、废液而设计,充分考虑其理化特性,实现了废弃物的无害化、资源化利用,是一个环保、节能的系统,能够为国家节能减排事业做出贡献。

附图说明

[0035] 图1为本发明的结构示意图;

[0036] 图中,1为吸收处理装置,2为废液储存罐,3为燃料输送器,4为循环流化床炉膛,5为汽水循环装置,6为旋风分离器,7为烟气冷却换热器,8为污染物控制装置,9为尾部烟道。

具体实施方式

[0037] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0038] 实施例1

[0039] 一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法,包括以下步骤:

[0040] 将半焦热解废气废液通过管道通入少量有机吸收液中,吸收液为乙醇,用来收集废液中的有机成分,得到吸收浓缩废液;浓度较高的吸收浓缩废液经过过滤器过滤后储存

到罐中,通过增压泵将吸收液从储存罐中抽取;将吸收浓缩废液、燃料和空气通入循环流化床炉膛中进行燃烧反应,吸收浓缩废液以极细的液滴状雾化喷入循环流化床焚烧锅炉的燃烧室中进行燃烧反应,具体地,燃料由燃料输送机吹入循环流化床炉膛;吸收浓缩废液过滤后和空气通入雾化喷嘴雾化后喷入循环流化床炉膛;空气通过空气输送机沿焚烧炉主管的切线方向进入循环流化床炉膛;循环流化床炉膛中燃烧反应的反应温度为900℃。为了实现半焦热解废气废液的完全燃烧,所述空气与所述吸收浓缩废液和燃料的质量流量比值为50g/Nm³;所述空气含氧的体积百分数为常规21%,无采用富氧;所述空气输送机出口空气流速为20m/s;所述循环流化床炉膛出口的表压为+300Pa。

[0041] 为了将反应热取出,锅炉给水通过水泵送入汽包中,通过下降管到水冷壁中与炉膛进行热交换,实现燃烧热的能量的回收利用,具体地,循环流化床炉膛通过热水循环取热,循环流化床炉膛外部设有换热器,锅炉水通过水泵送入汽包中,与来自循环流化床炉膛外部换热器的循环水混合后气液分离,得到的液相物料进入循环流化床炉膛外部换热器与循环流化床炉膛内物料进行热交换,得到的气相物料作为蒸汽采出,该蒸汽即可用作其他需要加热设备的热源。

[0042] 将燃烧产物送入旋风分离器得到固体粉尘和烟气,烟气经过除尘脱硝脱硫处理之后排入大气;旋风分离器得到固体粉尘循环回循环流化床炉膛中进行燃烧反应,从而提供新入炉膛的物料加热所需的能量。

[0043] 根据该焚烧处理方法,本实施还提供了一种可以实现该方法的系统,包括废气废水吸收处理装置1、废液储存罐2、燃料输送机3、循环流化床炉膛4、汽水循环装置5、旋风分离器6、返料器、烟气冷却换热器7、污染物控制装置8、尾部烟道9。

[0044] 废水吸收装置1与半焦热解炉相连,吸收热解后产生的半焦热解废气废液中的有机成分得到吸收浓缩废液,并且该废水吸收装置1通过管道与废液储存罐2相连,将吸收浓缩废液存入储存罐2中。废液储存罐2通过泵与管道连接到循环流化床炉膛4,该循环流化床炉膛4的废气废液进口上设有雾化喷口,压缩空气被调整为恒定压力时进入雾化器与废液混合均匀成泡沫状,废液从雾化器出来时,由于压力释放而被分散成小雾粒,增加了燃烧总比表面积,保证燃烧效果。燃料输送机3与循环流化床炉膛4相连,将燃料送入循环流化床炉膛内,燃料输送机3为风机,该风机与循环流化床炉膛4内的一次风管道连接;为了补充燃烧所需要的氧气,空气通过空气输送机沿着焚烧炉的主管成切线方向引入炉体,该空气输送机即为风机,该风机与燃料输送机3的二次风管道连接。

[0045] 为了实现对燃烧产生的热量的利用,本发明设置了汽水循环装置5,该装置包括设于循环流化床炉膛外部的换热器和汽包,换热器上设有换热器进水口和换热器出水口,汽包上设有汽包进水口、汽包出水口、汽包锅炉水进水口和汽包蒸汽出口;换热器进水口与汽包出水口连接,换热器出水口与汽包出水口连接。通过该换热器使循环流化床炉膛4内的高温物料与换热器中的热水进行热交换,将循环流化床炉膛4内的物料燃烧热取出,实现对燃烧热的回收利用。

[0046] 循环流化床炉膛5产生的燃烧产物通过上端燃烧物料出口与旋风分离器6相连,旋风分离器6下部设有固体粉尘物料出口,将固体粉尘物料通过返料器将固体粉尘送回循环流化床锅炉炉膛4,形成循环;旋风分离器6中心管路通过烟气出口与烟气冷却换热器7连接,之后通过管路与污染物控制装置8连接处理烟气污染物,对烟气进行除尘脱硝脱硫处

理,最后污染物控制装置8连接尾部烟道9经引风机将烟气排入大气。

[0047] 本实施例提供的处理半焦热解废气废液的方法,专门针对燃烧半焦热解废水而设计,充分考虑其理化特性,实现了废弃物的无害化、资源化利用,是一个环保、节能的系统,能够为国家节能减排事业做出贡献。

[0048] 实施例2

[0049] 一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法,包括以下步骤:

[0050] 将半焦热解废气废液通过管道通入少量有机吸收液中,吸收液为乙醇,用来收集废液中的有机成分,得到吸收浓缩废液;浓度较高的吸收浓缩废液经过过滤器过滤后储存在罐中,通过增压泵将吸收液从储存罐中抽取;将吸收浓缩废液、燃料和空气通入循环流化床炉膛中进行燃烧反应,吸收浓缩废液以极细的液滴状雾化喷入循环流化床焚烧锅炉的燃烧室中进行燃烧反应,具体地,燃料由燃料输送机吹入循环流化床炉膛;吸收浓缩废液过滤后和空气通入雾化喷嘴雾化后喷入循环流化床炉膛;空气通过空气输送机沿焚烧炉主管的切线方向进入循环流化床炉膛;循环流化床炉膛中燃烧反应的反应温度为 900°C 。为了实现半焦热解废气废液的完全燃烧,所述空气与所述吸收浓缩废液和燃料的质量流量比值为 $200\text{g}/\text{Nm}^3$;所述含氧的体积百分数为18%;所述空气输送机出口空气流速为 $40\text{m}/\text{s}$;所述循环流化床炉膛出口的表压为 -300Pa 。

[0051] 为了将反应热取出,锅炉给水通过给水泵送入汽包中,通过下降管到水冷壁中与炉膛进行热交换,实现燃烧热的能量的回收利用,具体地,循环流化床炉膛通过热水循环取热,循环流化床炉膛外部设有换热器,锅炉水通过水泵送入汽包中,与来自循环流化床炉膛外部换热器的循环水混合后气液分离,得到的液相物料进入循环流化床炉膛外部换热器与循环流化床炉膛内物料进行热交换,得到的气相物料作为蒸汽采出,该蒸汽即可用作其他需要加热设备的热源。

[0052] 将燃烧产物送入旋风分离器得到固体粉尘和烟气,烟气经过除尘脱硝脱硫处理之后排入大气;旋风分离器得到固体粉尘循环回循环流化床炉膛中进行燃烧反应,从而提供新入炉膛的物料加热所需的能量。

[0053] 实施例3

[0054] 一种半焦热解废气废液的焚烧处理方法,包括以下步骤:

[0055] 将半焦热解废气废液通过管道通入少量有机吸收液中,吸收液为乙醇,用来收集废液中的有机成分,得到吸收浓缩废液;浓度较高的吸收浓缩废液经过过滤器过滤后储存在罐中,通过增压泵将吸收液从储存罐中抽取;将吸收浓缩废液、燃料和空气通入循环流化床炉膛中进行燃烧反应,吸收浓缩废液以极细的液滴状雾化喷入循环流化床焚烧锅炉的燃烧室中进行燃烧反应,具体地,燃料由燃料输送机吹入循环流化床炉膛;吸收浓缩废液过滤后和空气通入雾化喷嘴雾化后喷入循环流化床炉膛;空气通过空气输送机沿焚烧炉主管的切线方向进入循环流化床炉膛;循环流化床炉膛中燃烧反应的反应温度为 900°C 。为了实现半焦热解废气废液的完全燃烧,所述空气与所述吸收浓缩废液和燃料的质量流量比值为 $100\text{g}/\text{Nm}^3$;所述空气含氧的体积百分数为24%,无采用富氧;所述空气输送机出口空气流速为 $30\text{m}/\text{s}$;所述循环流化床炉膛出口的表压为 0Pa 。

[0056] 为了将反应热取出,锅炉给水通过给水泵送入汽包中,通过下降管到水冷壁中与炉膛进行热交换,实现燃烧热的能量的回收利用,具体地,循环流化床炉膛通过热水循环取

热,循环流化床炉膛外部设有换热器,锅炉水通过水泵送入汽包中,与来自循环流化床炉膛外部换热器的循环水混合后气液分离,得到的液相物料进入循环流化床炉膛外部换热器与循环流化床炉膛内物料进行热交换,得到的气相物料作为蒸汽采出,该蒸汽即可用作其他需要加热设备的热源。

[0057] 将燃烧产物送入旋风分离器得到固体粉尘和烟气,烟气经过除尘脱硝脱硫处理之后排入大气;旋风分离器得到固体粉尘循环回循环流化床炉膛中进行燃烧反应,从而提供新入炉膛的物料加热所需的能量。

[0058] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

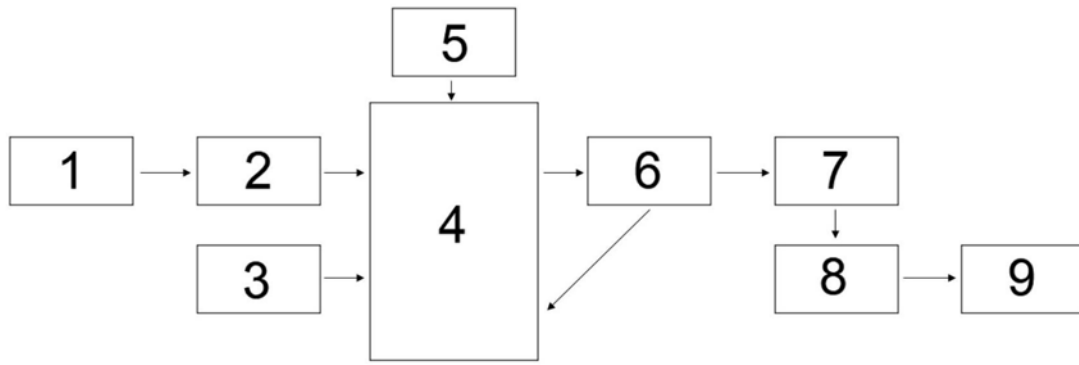


图1