



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109929573 A

(43)申请公布日 2019.06.25

(21)申请号 201711353268.3

C10L 5/00(2006.01)

(22)申请日 2017.12.15

F22B 1/18(2006.01)

F23J 15/06(2006.01)

(71)申请人 神华集团有限责任公司

地址 100011 北京市东城区安外西滨河路
22号神华大厦

申请人 北京低碳清洁能源研究所

(72)发明人 杜万斗 次东辉 苒亮 高浩华

麻林 李君 张峰 孙任晖 陈薇

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

代理人 严政 刘依云

(51)Int.Cl.

C10B 53/00(2006.01)

C10B 47/00(2006.01)

C10B 57/00(2006.01)

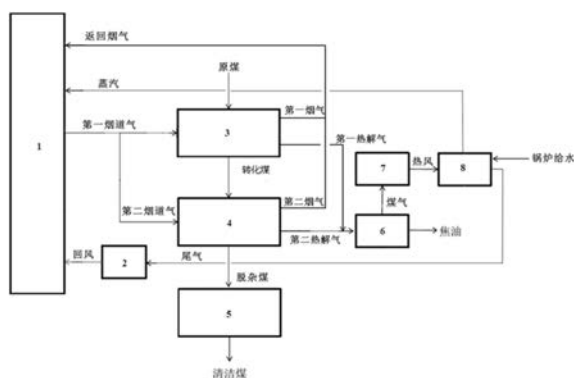
权利要求书2页 说明书15页 附图1页

(54)发明名称

电厂发电耦合生产清洁煤的方法和系统

(57)摘要

本发明涉及电厂发电与清洁煤生产耦合领域,公开了电厂发电耦合生产清洁煤的方法和系统。该方法包括:(1)用来自电厂锅炉的第一烟道气间接加热原煤进行煤转化,最终转化温度为500~640℃,转化时间为10~60min,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;(2)用来自电厂锅炉的第二烟道气间接加热干燥煤进行煤脱杂,最终脱杂温度为650~750℃,脱杂时间为10~60min,得到第二烟气、第二热解气和脱杂煤;(3)将热解气进行焦油脱除,得到焦油和煤气;(4)将煤气进行燃烧和换热,得到的蒸汽和尾气返回电厂锅炉用于发电;将第一烟气和第二烟气汇合返回电厂锅炉。实现电厂正常发电生产的同时将低阶原煤生产为清洁煤。



1. 一种电厂发电耦合生产清洁煤的方法,包括:

(1) 用来自电厂锅炉的800~1200℃的第一烟道气间接加热原煤,进行煤转化,所述煤转化的最终转化温度为500~640℃,转化时间为10~60min,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

(2) 将所述转化煤用来自电厂锅炉的800~1200℃的第二烟道气间接加热进行煤脱杂,所述煤脱杂的最终脱杂温度为650~750℃,脱杂时间为10~60min,得到第二烟气、第二热解气和脱杂煤;

(3) 将第一热解气和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油和煤气;

(4) 将所述煤气进行燃烧和换热,得到的蒸汽和尾气;所述蒸汽和尾气返回电厂锅炉用于发电;将第一烟气和第二烟气汇合为返回烟气送入电厂锅炉用于发电;

(5) 将脱杂煤进行干冷得到清洁煤。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一烟道气和第二烟道气的温度为900~1000℃。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一烟道气和第二烟道气的总流量为电厂锅炉产生的烟道气的总流量的1~30体积%,优选为5~20体积%,更优选为5~10体积%。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一烟道气和第二烟道气之间的体积比为(1~4):1,优选为(1~2):1。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,相对于10000Nm³的所述第一烟道气和第二烟道气的总流量,所述原煤的进料量为3000~6000kg,优选为4000~5000kg。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述转化时间与脱杂时间之比为(1~2):1。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述返回烟气的温度为750~900℃;所述蒸汽的温度为750~900℃;所述尾气的温度为300~500℃,优选为350~450℃;所述返回烟气和尾气的总流量为所述第一烟道气和第二烟道气的总流量的100~130体积%,优选为100~120体积%,更优选为105~120体积%。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述原煤为粒度1~100mm的褐煤、长焰煤和不粘煤中的至少一种。

9. 一种应用权利要求1-8中任意一项所述的电厂发电耦合生产清洁煤的方法的系统,包括:电厂锅炉(1)、原煤脱杂单元、冷凝器(6)、混烧炉(7)、废热锅炉(8)、干冷装置(5)和引风装置(2);其中,

所述原煤脱杂单元用于将来自电厂锅炉(1)的烟道气对原煤进行间接加热,去除原煤中的杂质,得到烟气、热解气和脱杂煤,并将烟气返回电厂锅炉发电;

冷凝器(6)用于回收来自原煤脱杂单元的热解气中的焦油,并得到煤气;

混烧炉(7)用于将来自冷凝器(6)的煤气进行燃烧,并将得到的热风通入废热锅炉(8)与锅炉给水进行热交换得到蒸汽和尾气;

废热锅炉(8)连电厂锅炉(1)和引风装置(2),所述蒸汽返回电厂锅炉(1),所述尾气经引风装置(2)返回电厂锅炉(1);

干冷装置(5)用于将脱杂煤通过干冷法进行降温得到清洁煤。

10. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述原煤脱杂单元包括转化装置(3)和脱杂装置(4),其中,

转化装置(3)连通电厂锅炉(1)、脱杂装置(4)和冷凝器(6);脱杂装置(4)连通电厂锅炉(1)、转化装置(3)、冷凝器(6)和干冷装置(5)。

电厂发电耦合生产清洁煤的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电厂发电与清洁煤生产耦合领域,具体地涉及一种电厂发电 耦合生产清洁煤的方法和系统。

背景技术

[0002] 中国在能源消费结构中,煤的消耗占主要地位。其中燃煤发电是煤炭消耗的主要形式。但由于燃煤产生污染物排放和受煤炭价格的影响,燃煤的火 力电厂的发电生产近年来出现经营性亏损,燃煤电厂负荷率整体较低,制约了发电行业的可持续发展。

[0003] 另外燃煤过程产生的烟气排放是造成雾霾的重要原因。近年来,京津冀地区是我国大气污染最严重的地区,全国污染最重前10位中有8城在京津冀地区。为治理京津冀地区日益严峻的大气污染问题,国家相继出台了政策文件,开展行动治理大气环境。与燃煤电厂相比,3亿吨左右的民用散烧煤,煤质较差、污染物控制难度大,被公认为大气污染治理领域难以治愈的“癌症”。因此将散煤清洁化迫在眉睫。

[0004] 因此,电厂发电生产和散煤清洁化成为当前煤炭和发电企业发展关注的焦点。

[0005] CN106382790A公开了一种利用电厂烟气和蒸汽余热的褐煤干燥方法,包括:(1)利用电厂燃煤锅炉直接排除的高温烟气对潮湿物料进行一次干燥处理;所述高温烟气直接与潮湿物料进行均匀接触,得到中间物料;(2)再 利用电厂燃煤锅炉直接排除的高温烟气和蒸汽同时对中间物料进行二次干燥处理;所述高温烟气直接与中间物料进行均匀接触,同时中间物料与通有蒸汽的换热管均匀接触进行热交换,得到干燥物料,实现二次干燥处理。该方法仅能实现电厂烟气与煤的干燥的联合,但没有启示如何解决电厂与清洁煤生产联合的问题。

[0006] CN102350214A公开了一种燃煤电厂煤粉制备活性焦烟气综合净化工艺,包括:1)煤粉储罐的煤粉被压缩空气携带,由煤粉仓泵送入炭化活化炉,同时从过来抽取部分温度为500-1200℃的烟气作为煤粉炭化热源和活化剂,送入活性焦炭活化炉的底部,与煤粉混合,烟气携带煤粉自下向上运动,同时发生炭化和活化反应,得到粉状活性焦;2)烟气携带活性焦进入分离器实现气固分离,分离出的活性焦经冷却器冷却后经活性焦仓泵II送入活性焦储罐进行储存;分离器分离出的热解气作为再燃燃料,送入锅炉的还原区,将主燃烧区生成的 NO_x 还原成 N_2 ,实现 NO_x 的部分脱除;3)从锅炉排出的烟气经过预除尘器处理后进入吸附塔,在吸附塔与由活性焦储罐送入的活性焦充分混合;水泵抽取工艺水箱内的水,由喷嘴喷入吸附塔内,调节烟气的温度,在60-120℃的温度下烟气中的 SO_2 和汞被活性焦吸附;氨气输送风机抽取氨气储罐内的氨气由吸附塔上部的氨气喷嘴喷入氨气,与烟气中的 NO_x 发生氧化还原反应生成 N_2 ,实现 NO_x 的脱除;4)净化后的烟气进入布袋分离器进行气固分离,净化后的气体由引风机送入烟囱直接排入大气,分离的活性焦一部分由螺旋给料机送入吸附塔内参与循环,另一部分送入再生炉中进行再生;5)再生后的活性焦经冷却器II冷却后由活性焦仓泵I送入活性焦储罐循环利用;再生过程中得到浓度为20-60%的二氧化硫富集气体,实现二氧化硫的资源化利用;6)活性焦经多次吸附/再生后失去吸附

性能,将失去吸附性能的废活性焦送入锅炉燃烧,充分利用活性焦的能量。该方法用于解决电厂烟气的污染物排放,利用烟气将煤炭制取活性焦,再利用活性焦和产生的热解气实现降低烟气的污染物排放,但没有涉及并启示如何利用电厂烟气生产清洁煤,以及存在的技术问题。

[0007] US20170137731A1公开了一种煤增质的方法,通过两次在无氧下加热煤除去煤中含有的水分和副产物,提升煤质,得到增质的煤;同时循环排出的副产物燃烧作为加热煤的热源,节省能量。第一加热大约为400°F (204℃),第二加热大约1500°F (815.6℃)。该方法仅公开了可以将原煤生产为清洁煤的方法,但是没有涉及如何实现电厂烟气与清洁煤生产的联合,以及该联合过程中遇到的技术问题。

[0008] CN10664459A公开一种多级回转的煤热解加工工艺,包含步骤:(1) 将粒度3-30mm的原料煤送入干燥的回转炉内与温度低于300℃的热烟道气直接换热脱水,最终干燥温度为200-250℃;(2) 将干燥后的煤料送入热解回转炉,煤料被由热解加热炉提供的热量间接加热,分解生成粒状半焦、焦油蒸汽和煤气,最终的热解温度为500-650℃;(3) 将焦油蒸汽和煤气的混合气送到冷凝器中分离,得到粗焦油及煤气;(4) 将粒状半焦送入增碳回转炉中,在800-850℃的温度下,经内热式加热,得到粒状焦及高温混合气,混合气被导入热解加热炉;(5) 将由增碳回转炉排出的粒状焦于振动筛上喷水熄头,制得产品焦。该工艺进行煤的热解加工,采用多级串联回转炉并分段加热方式,其中干燥段以热解加热炉排出的热烟道气为干燥介质,热解段由热解加热炉提供热解所需的热量,该热量同空气、热解煤气或其他燃料在加热炉中燃烧产生。该工艺用于煤热解生产得到焦、焦油和煤气,并没有涉及如何利用电厂烟气联合生产清洁煤,以及如何稳定电厂发电生产的问题。

[0009] 综上所述,现有技术公开的方法没有考虑如何将电厂烟气与清洁煤生产进行联合,需要提供实现平衡电厂发电生产和煤清洁生产的方法。

发明内容

[0010] 本发明的目的是为了如何解决实现电厂发电与煤清洁生产的联合,并能平衡两者生产稳定的问题,提供了电厂发电耦合生产清洁煤的方法和系统,可以实现利用电厂的热烟气进行清洁煤的生产且同时不影响电厂的发电生产,还可以得到煤焦油。

[0011] 为了实现上述目的,本发明第一方面提供一种电厂发电耦合生产清洁煤的方法,包括:

[0012] (1) 用来自电厂锅炉的800~1200℃的第一烟道气间接加热原煤,进行煤转化,所述煤转化的最终转化温度为500~640℃,转化时间为10~60min,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0013] (2) 将所述转化煤用来自电厂锅炉的800~1200℃的第二烟道气间接加热进行煤脱杂,所述煤脱杂的最终脱杂温度为650~750℃,脱杂时间为10~60min,得到第二烟气、第二热解气和脱杂煤;

[0014] (3) 将第一热解气和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油和煤气;

[0015] (4) 将所述煤气进行燃烧和换热,得到的蒸汽和尾气;所述蒸汽和尾气返回电厂锅炉用于发电;将第一烟气和第二烟气汇合为返回烟气送入电厂锅炉用于发电;

[0016] (5) 将脱杂煤进行干冷得到清洁煤。

[0017] 优选地,所述第一烟道气和第二烟道气的温度为900~1000℃。

[0018] 优选地,所述第一烟道气和第二烟道气的总流量为电厂锅炉产生的烟道气的流量的1~30体积%,优选为5~20体积%,更优选为5~10体积%。

[0019] 优选地,所述第一烟道气和第二烟道气之间的体积比为(1~4):1,进一步优选为(1~2):1。

[0020] 优选地,相对于10000Nm³的所述第一烟道气和第二烟道气的总流量,所述原煤的进料量为3000~6000kg,进一步优选为4000~5000kg。

[0021] 优选地,所述转化时间与脱杂时间之比为(1~2):1。

[0022] 优选地,所述返回烟气的温度为750~900℃;所述蒸汽的温度为750~900℃;所述尾气的温度为300~500℃,优选为350~450℃;所述返回烟气和尾气的总流量为所述第一烟道气和第二烟道气的总流量的100~130体积%,优选为100~120体积%,更优选为105~120体积%。

[0023] 优选地,所述原煤为粒度1~100mm的褐煤、长焰煤和不粘煤中的至少一种。

[0024] 本发明第二方面提供一种应用本发明的电厂发电耦合生产清洁煤的系统,包括:电厂锅炉1、原煤脱杂单元、冷凝器6、混烧炉7、废热锅炉8、干冷装置5和引风装置2;其中,

[0025] 所述原煤脱杂单元用于将来自电厂锅炉1的烟道气对原煤进行间接加热,去除原煤中的杂质,得到烟气、热解气和脱杂煤,并将烟气返回电厂锅炉发电;

[0026] 冷凝器6用于回收来自原煤脱杂单元的热解气中的焦油,并得到煤气;

[0027] 混烧炉7用于将来自冷凝器6的煤气进行燃烧,并将得到的热风通入废热锅炉8与锅炉给水进行热交换得到蒸汽和尾气;

[0028] 废热锅炉8连通电厂锅炉1和引风装置2,所述蒸汽返回电厂锅炉1,所述尾气经引风装置2返回电厂锅炉1;

[0029] 干冷装置5用于将脱杂煤通过干冷法进行降温得到清洁煤。

[0030] 优选地,所述原煤脱杂单元包括转化装置3和脱杂装置4,其中,

[0031] 转化装置3连通电厂锅炉1、脱杂装置4和冷凝器6;脱杂装置4连通电厂锅炉1、转化装置3、冷凝器6和干冷装置5。

[0032] 通过上述技术方案,本发明控制来自电厂烟道气,一定的温度和流量比例分别与原煤、转化煤进行间接加热,实现原煤的分段加热。分段操作可以更灵活控制各段的加热操作,有利于更好地生产清洁煤。本发明中原煤和转化煤被高温烟道气加热处理,可以脱除煤中的挥发分、硫化物、汞等杂质,得到的清洁煤可以降低煤燃烧时的污染物排放。清洁煤质量可以达到DB13-2081-2014标准规定的民用散煤的质量标准。

[0033] 此外本发明的方法产生的热解气可以提出焦油,得到的煤气通过混烧炉和废热锅炉可以回收煤气中的热量以蒸汽和尾气的形式再返回电厂发电。返回烟气也可以用于电厂发电生产。同时尾气净化可以利用电厂已有装置。

[0034] 本发明的方法可以利用电厂烟气余热和电厂现有的烟气处理装置,可以减少电厂发电的煤消耗,可以降低清洁煤生产系统的热源和尾气处理的投入。

附图说明

[0035] 图1为本发明提供的一种电厂发电耦合生产清洁煤的方法和系统的流程示意图。

具体实施方式

[0036] 在本文中所披露的范围的端点和任何值都不限于该精确的范围或值,这些范围或值应当理解为包含接近这些范围或值的值。对于数值范围来说,各个范围的端点值之间、各个范围的端点值和单独的点值之间,以及单独的点值之间可以彼此组合而得到一个或多个新的数值范围,这些数值范围应被视为在本文中具体公开。

[0037] 本发明第一方面提供一种电厂发电耦合生产清洁煤的方法,如图1所示,包括:

[0038] (1) 用来自电厂锅炉的800~1200℃的第一烟道气间接加热原煤,进行煤转化,所述煤转化的最终转化温度为500~640℃,转化时间为10~60min,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0039] (2) 将所述转化煤用来自电厂锅炉的800~1200℃的第二烟道气间接加热进行煤脱杂,所述煤脱杂的最终脱杂温度为650~750℃,脱杂时间为10~60min,得到第二烟气、第二热解气和脱杂煤;

[0040] (3) 将第一热解气和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油和煤气;

[0041] (4) 将所述煤气进行燃烧和换热,得到的蒸汽和尾气;所述蒸汽和尾气返回电厂锅炉用于发电;将第一烟气和第二烟气汇合为返回烟气送入电厂锅炉用于发电;

[0042] (5) 将脱杂煤进行干冷得到清洁煤。

[0043] 优选地,所述最终转化温度为500~600℃,所述转化时间为30~45min。

[0044] 优选地,所述最终脱杂温度为650~700℃,脱杂时间为30~45min。

[0045] 本发明中,利用来自电厂的热烟道气进行清洁煤生产,同时不影响电厂的发电生产。步骤(1)中进行所述煤转化只要能够实现所述第一烟道气对所述原煤的间接加热即可,可以在回转窑、塔式移动床或耙式移动床中进行,实现原煤中的水分、挥发组分等轻物质的去除。优选地,所述第一烟道气和第二烟道气的温度为900~1000℃。

[0046] 本发明中,所述第一烟道气和第二烟道气来自电厂锅炉生产的热烟道气,可以用于发电生产。本发明中使用该热烟道气可以作为清洁煤生产的热源。可以根据电厂产生热烟道气的流量以及需要生产清洁煤的量,按照一定比例引出热烟道气。优选地,所述第一烟道气和第二烟道气的总流量为电厂锅炉产生的烟道气的总流量的1~30体积%,优选为5~20体积%,更优选为5~10体积%。按此限定,本发明提供的方法可以满足清洁煤的生产,且步骤(4)所述煤气经混烧炉、废热锅炉转换的热量、所述返回烟气返回电厂可以继续提供电厂的发电生产,不影响发电生产。

[0047] 本发明中,所述第一烟道气和第二烟道气分别用于步骤(1)和步骤(2),分别用于处理所述原煤和所述转化煤。所述第一烟道气和第二烟道气的各自用量满足所述煤转化和煤脱杂的条件,并保证热解气和烟气返回电厂锅炉可以继续提供电厂的发电生产,不影响发电生产。优选地,所述第一烟道气和第二烟道气之间的体积比为(1~4):1,进一步优选为(1~2):1。在此限定下,本发明提供的方法可以实现电厂发电生产的同时生产清洁煤。

[0048] 本发明中,步骤(2)中仍然通过间接加热的方式,在所述煤脱杂的条件下可以实现脱除所述干燥煤中含有的汞等杂质,使所述转化煤更清洁。步骤(2)中进行所述煤脱杂只要能够实现所述第二烟道气对所述转化煤的间接加热即可,可以在回转窑、塔式移动床

或耙式移动床中进行。

[0049] 本发明中,优选地,相对于 10000Nm^3 的所述第一烟道气和第二烟道气的总流量,所述原煤的进料量为 $3000\sim 6000\text{kg}$,进一步优选为 $4000\sim 5000\text{kg}$,这样可以保证既完成原煤生产为清洁煤,又保证返回烟气、蒸汽和尾气返回电厂仍可以继续提供电厂的发电生产。

[0050] 本发明中,优选地,所述转化时间与脱杂时间之比为 $(1\sim 2):1$ 。可以保证清洁煤的生产,同时返回烟气、蒸汽和尾气返回电厂仍可以继续用于电厂的发电生产。

[0051] 本发明中,利用电厂锅炉的烟道气生产清洁煤的同时,还可以将得到热解气分离出焦油,得到焦油产品。所述焦油脱除可以采用本领域常规的技术措施,可以是将汇合的第一热解气和第二热解气进行冷凝,从而分离出焦油并得到煤气。

[0052] 本发明中,进一步地,所述煤气可以经过燃烧和换热之后,以蒸汽和尾气的形式返回电厂锅炉发电。可以将所述煤气送入混烧炉进行燃烧得到热风,再将热风送入废热锅炉与锅炉给水进行换热产生蒸汽和尾气。优选地,所述蒸汽的温度为 $750\sim 900^\circ\text{C}$ 。

[0053] 本发明中,所述尾气以回风的形式返回电厂锅炉。优选地,所述尾气的温度为 $300\sim 500^\circ\text{C}$,优选为 $350\sim 450^\circ\text{C}$ 。

[0054] 本发明中,优选地,所述返回烟气的温度为 $750\sim 900^\circ\text{C}$ 。

[0055] 本发明中,优选地,所述返回烟气和尾气的总流量为所述第一烟道气和第二烟道气的总流量的 $100\sim 130$ 体积%,优选为 $100\sim 120$ 体积%,更优选为 $105\sim 120$ 体积%。

[0056] 本发明中,所述脱杂煤是指本发明提供的方法中,原煤经干燥和脱杂处理被除去杂质后得到的未经冷却的煤。

[0057] 本发明中,所述原煤可以没有特别的限定。优选地,所述原煤为粒度 $1\sim 100\text{mm}$ 的褐煤、长焰煤和不粘煤中的至少一种。

[0058] 本发明中,得到的清洁煤的质量符合DB13-2081-2014标准。

[0059] 本发明第二方面提供一种应用本发明电厂发电耦合生产清洁煤的方法的系统,本发明的电厂发电耦合生产清洁煤的方法应用的系统,包括:包括:电厂锅炉1、原煤脱杂单元、冷凝器6、混烧炉7、废热锅炉8、干冷装置5和引风装置2;其中,

[0060] 原煤脱杂单元用于将来自电厂锅炉1的烟道气对原煤进行间接加热,去除原煤中的杂质,得到烟气、热解气和脱杂煤,并将烟气返回电厂锅炉发电;

[0061] 冷凝器6用于回收来自原煤脱杂单元的热解气中的焦油,并得到煤气;

[0062] 混烧炉7用于将来自冷凝器6的煤气进行燃烧,并将得到的热风通入废热锅炉8与锅炉给水进行热交换得到蒸汽和尾气;

[0063] 废热锅炉8连通过电厂锅炉1和引风装置2,所述蒸汽返回电厂锅炉1,所述尾气经引风装置2返回电厂锅炉1;

[0064] 干冷装置5用于将脱杂煤通过干冷法进行降温得到清洁煤。

[0065] 本发明中,优选地,所述原煤脱杂单元包括转化装置3和脱杂装置4,其中,

[0066] 转化装置3连通过电厂锅炉1、脱杂装置4和冷凝器6;脱杂装置4连通过电厂锅炉1、转化装置3、冷凝器6和干冷装置5。

[0067] 本发明中,转化装置3可以选自回转窑、塔式移动床或耙式移动床。

[0068] 本发明中,脱杂装置4可以选自回转窑、塔式移动床或耙式移动床。

[0069] 本发明中,干冷装置5可以使用已有的干熄方法的设备。

[0070] 本发明中,冷凝器6可以是本领域常规用于焦油脱除的设备,满足回收 热解气中的焦油即可。

[0071] 本发明中,混烧炉7没有特别的限定,本领域常规使用的实现热解气的 燃烧的设备即可。

[0072] 本发明中,废热锅炉8可以是本领域中常规使用的实现所述热风与锅炉 给水换热的设备即可。

[0073] 以下将通过实施例对本发明进行详细描述。

[0074] 实施例和对比例得到的清洁煤按照DB13-2081-2014标准测定含硫量、灰分含硫和挥发分含量。

[0075] DB13-2081-2014标准中的规定清洁煤的全硫含量 <0.4 重量%,灰分含 量 <16 重量%和挥发分含量 <10 重量%。

[0076] 实施例1

[0077] (1) 将 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的第一烟道气(900°C)对回转窑中4500kg的原煤(褐煤,粒径为20mm)间接加热,进行煤转化45min,最终转化温度为 600°C ,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0078] (2) 将 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的第二烟道气(900°C)对回转窑中转化煤间接加热,进行煤脱杂35min,最终脱杂温度为 650°C ,得到第二烟气、第二热解气和 脱杂煤;

[0079] (3) 将脱杂煤进行干冷,得到清洁煤;

[0080] (4) 将第一和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油产品;同时 将得到煤气通入混烧炉进行燃烧,得到的热风通入废热锅炉与锅炉给水进行 换热产生蒸汽和尾气,蒸汽(温度 800°C)返回至电厂锅炉用于发电,尾气 作为回风(温度 450°C)经引风装置返回电厂锅炉用于发电;将第一和第二 烟气汇合为返回烟气(800°C)送入电厂锅炉用于发电;回风和返回烟气的 流量为 $12000\text{Nm}^3/\text{h}$;

[0081] 第一烟道气和第二烟道气的总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体 积%。

[0082] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量、(蒸汽+尾气+返回烟气)发电量,结果见表1。

[0083] 实施例2

[0084] (1) 用 $6500\text{Nm}^3/\text{h}$ 的第一烟道气(1000°C)对塔式移动床中的4000kg 的原煤(不粘煤,粒径为30mm)间接加热,进行煤转化30min,最终转化 温度为 500°C ,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0085] (2) 用 $3500\text{Nm}^3/\text{h}$ 的第二烟道气(1000°C)对回转窑中的转化煤间接 加热,进行煤脱杂30min,最终脱杂温度为 700°C ,得到第二烟气、第二热 解气和脱杂煤;

[0086] (3) 将脱杂煤进行干冷,得到清洁煤;

[0087] (4) 将第一和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油产品;同时 将得到煤气通入混烧炉进行燃烧,得到的热风通入废热锅炉与锅炉给水进行 换热产生蒸汽和尾气,蒸汽(温度 900°C)返回至电厂锅炉用于发电,尾气 作为回风(温度 350°C)经引风装置返回电厂锅炉用于发电;将第一和第二 烟气汇合为返回烟气(900°C)送入电厂锅炉用于发电;回风和返回烟气的 总流量为 $11000\text{Nm}^3/\text{h}$;

[0088] 第一烟道气和第二烟道气的总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的10 体积%。

[0089] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量、(蒸汽+尾气+返回烟气)发电量,结果见表1。

[0090] 实施例3

[0091] (1) 用 $6000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的第一烟道气(950°C)对塔式移动床中的 5000kg 的原煤(长焰煤,粒径为 3mm)间接加热,进行煤转化 40min ,最终转化温度为 550°C ,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0092] (2) 用 $4000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的第一烟道气(950°C)对回转窑中的转化煤间接加热,进行煤脱杂 30min ,最终脱杂温度为 650°C ,得到第二烟气、第二热解气和脱杂煤;

[0093] (3) 将脱杂煤进行干冷,得到清洁煤;

[0094] (4) 将第一和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油产品;同时将得到煤气通入混烧炉进行燃烧,得到的热风通入废热锅炉与锅炉给水进行换热产生蒸汽和尾气,蒸汽(温度 750°C)返回至电厂锅炉用于发电,尾气作为回风(温度 400°C)经引风装置返回电厂锅炉用于发电;将第一和第二烟气汇合为返回烟气(750°C)送入电厂锅炉用于发电;回风和返回烟气的总流量为 $105000\text{Nm}^3/\text{h}$;

[0095] 第一烟道气和第二烟道气的总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的8体积%。

[0096] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量、(蒸汽+尾气+返回烟气)发电量,结果见表1。

[0097] 实施例4

[0098] (1) 将 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的第一烟道气(800°C)对回转窑中 4500kg 的原煤(褐煤,粒径为 20mm)间接加热,进行煤转化 45min ,最终转化温度为 600°C ,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0099] (2) 将 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的第二烟道气(800°C)对回转窑中转化煤间接加热,进行煤脱杂 40min ,最终脱杂温度为 650°C ,得到第二烟气、第二热解气和脱杂煤;

[0100] (3) 将脱杂煤进行干冷,得到清洁煤;

[0101] (4) 将第一和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油产品;同时将得到煤气通入混烧炉进行燃烧,得到的热风通入废热锅炉与锅炉给水进行换热产生蒸汽和尾气,蒸汽(温度 800°C)返回至电厂锅炉用于发电,尾气作为回风(温度 450°C)经引风装置返回电厂锅炉用于发电;将第一和第二烟气汇合为返回烟气(800°C)送入电厂锅炉用于发电;回风和返回烟气的总流量为 $12000\text{Nm}^3/\text{h}$;

[0102] 第一烟道气和第二烟道气的总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体积%。

[0103] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量、(蒸汽+尾气+返回烟气)发电量,结果见表1。

[0104] 实施例5

[0105] (1) 将 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的第一烟道气(1200°C)对回转窑中 4500kg 的原煤(褐煤,粒径为 20mm)间接加热,进行煤转化 45min ,最终转化温度为 600°C ,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0106] (2) 将 $5000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的第二烟道气(120°C)对回转窑中转化煤间接加热,进行煤脱杂 40min ,最终脱杂温度为 650°C ,得到第二烟气、第二热解气和脱杂煤;

[0107] (3) 将脱杂煤进行干冷,得到清洁煤;

[0108] (4) 将第一和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油产品;同时将得到煤气通入混烧炉进行燃烧,得到的热风通入废热锅炉与锅炉给水进行换热产生蒸汽和尾气,蒸汽(温度 800°C)返回至电厂锅炉用于发电,尾气作为回风(温度 450°C)经引风装置返回电

厂锅炉用于发电;将第一和第二 烟气汇合为返回烟气(800℃)送入电厂锅炉用于发电;回风和返回烟气的 总流量为12000Nm³/h;

[0109] 第一烟道气和第二烟道气的总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体 积%。

[0110] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量、(蒸汽+尾气+返回烟气)发电量,结果见表1。

[0111] 实施例6

[0112] (1)将8000Nm³/h的第一烟道气(900℃)对回转窑中4500kg的原煤(褐煤,粒径为20mm)间接加热,进行煤转化45min,最终转化温度为600℃ 下,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0113] (2)将2000Nm³/h的第二烟道气(900℃)对回转窑中转化煤间接加热,进行煤脱杂40min,最终脱杂温度为650℃,得到第二烟气、第二热解气和 脱杂煤;

[0114] (3)将脱杂煤进行干冷,得到清洁煤;

[0115] (4)将第一和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油产品;同时 将得到煤气通入混烧炉进行燃烧,得到的热风通入废热锅炉与锅炉给水进行 换热产生蒸汽和尾气,蒸汽(温度800℃)返回至电厂锅炉用于发电,尾气 作为回风(温度450℃)经引风装置返回电厂锅炉用于发电;将第一和第二 烟气汇合为返回烟气(800℃)送入电厂锅炉用于发电;回风和返回烟气的 总流量为12000Nm³/h;

[0116] 第一烟道气和第二烟道气的总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体 积%。

[0117] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量、(蒸汽+尾气+返回烟气)发电量,结果见表1。

[0118] 实施例7

[0119] (1)将5000Nm³/h的第一烟道气(900℃)对回转窑中6000kg的原煤(褐煤,粒径为20mm)间接加热,进行煤转化60min,最终转化温度为600℃ 下,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0120] (2)将5000Nm³/h的第二烟道气(900℃)对回转窑中转化煤间接加热,进行煤脱杂30min,最终脱杂温度为650℃,得到第二烟气、第二热解气和 脱杂煤;

[0121] (3)将脱杂煤进行干冷,得到清洁煤;

[0122] (4)将第一和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油产品;同时 将得到煤气通入混烧炉进行燃烧,得到的热风通入废热锅炉与锅炉给水进行 换热产生蒸汽和尾气,蒸汽(温度800℃)返回至电厂锅炉用于发电,尾气 作为回风(温度450℃)经引风装置返回电厂锅炉用于发电;将第一和第二 烟气汇合为返回烟气(800℃)送入电厂锅炉用于发电;回风和返回烟气的 总流量为12000Nm³/h;

[0123] 第一烟道气和第二烟道气的总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体 积%。

[0124] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量、(蒸汽+尾气+返回烟气)发电量,结果见表1。

[0125] 实施例8

[0126] (1)将5000Nm³/h的第一烟道气(900℃)对回转窑中4500kg的原煤(褐煤,粒径为20mm)间接加热,进行煤转化45min,最终转化温度为640℃ 下,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0127] (2)将5000Nm³/h的第二烟道气(900℃)对回转窑中转化煤间接加热,进行煤脱杂35min,最终脱杂温度为750℃,得到第二烟气、第二热解气和 脱杂煤;

[0128] (3)将脱杂煤进行干冷,得到清洁煤;

[0129] (4) 将第一和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油产品;同时 将得到煤气通入混烧炉进行燃烧,得到的热风通入废热锅炉与锅炉给水进行 换热产生蒸汽和尾气,蒸汽(温度800℃)返回至电厂锅炉用于发电,尾气 作为回风(温度450℃)经引风装置返回电厂锅炉用于发电;将第一和第二 烟气汇合为返回烟气(800℃)送入电厂锅炉用于发电;回风和返回烟气的 总流量为12000Nm³/h;

[0130] 第一烟道气和第二烟道气的总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体 积%。

[0131] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量、(蒸汽+尾气+返回烟气)发电量, 结果见表1。

[0132] 实施例9

[0133] (1) 将5000Nm³/h的第一烟道气(900℃)对回转窑中4500kg的原煤(褐煤,粒径为20mm)间接加热,进行煤转化50min,最终转化温度为600℃ 下,得到第一烟气、第一热解气和转化煤;

[0134] (2) 将5000Nm³/h的第二烟道气(900℃)对回转窑中转化煤间接加热, 进行煤脱杂25min,最终脱杂温度为650℃,得到第二烟气、第二热解气和 脱杂煤;

[0135] (3) 将脱杂煤进行干冷,得到清洁煤;

[0136] (4) 将第一和第二热解气汇合后进行焦油脱除,得到焦油产品;同时 将得到煤气通入混烧炉进行燃烧,得到的热风通入废热锅炉与锅炉给水进行 换热产生蒸汽和尾气,蒸汽(温度800℃)返回至电厂锅炉用于发电,尾气 作为回风(温度450℃)经引风装置返回电厂锅炉用于发电;将第一和第二 烟气汇合为返回烟气(800℃)送入电厂锅炉用于发电;回风和返回烟气的 总流量为12000Nm³/h;

[0137] 第一烟道气和第二烟道气的总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体 积%。

[0138] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量、(蒸汽+尾气+返回烟气)发电量, 结果见表1。

[0139] 对比例1

[0140] (1) 将2000Nm³/h的电厂烟气(300℃)与4500kg的原煤(褐煤,粒 径为20mm)在回转窑中以逆流方式直接接触,进行煤转化45min,最终转 化温度为200℃下,得到第一荒煤气和转化煤;

[0141] (2) 将8000Nm³/h的电厂烟气(900℃)与转化煤在回转窑中以逆流方 式直接接触,进行煤脱杂40min,最终脱杂温度为820℃,得到第二荒煤气 和脱杂煤;

[0142] (3) 将脱杂煤用空气进行干熄,得到清洁煤;

[0143] (4) 将第一和第二荒煤气汇合为回风(9000Nm³/h,温度700℃),并 经引风单元返回电厂锅炉的燃烧器用于发电。

[0144] 上述电厂烟气总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体积%。

[0145] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量和回风发电量,结果见表1。

[0146] 对比例2

[0147] (1) 将2000Nm³/h的电厂烟气(300℃)与4500kg的原煤(褐煤,粒 径为20mm)在干燥温度200℃下进行干燥,得到转化煤;

[0148] (2) 将4000Nm³/h的电厂烟气(900℃)与转化煤在热解温度600℃下 进行热解45min得到半焦、焦油蒸汽和煤气;

[0149] (3) 将4000Nm³/h的电厂烟气(900℃)与半焦在脱杂温度800℃下进 行加热,得到焦和高温混合气;

[0150] (4) 将焦进行熄焦,得到产品焦;

[0151] (5) 将粗焦油、煤气和高温混合气汇合为回风 ($10000\text{Nm}^3/\text{h}$, 温度 750°C), 并经引风单元返回电厂锅炉的燃烧器用于发电。

[0152] 电厂烟气的总流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体积%。

[0153] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量和回风发电量,结果见表2。

[0154] 对比例3

[0155] (1) 将 $10000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的烟道气 (900°C) 与 4500kg 的原煤 (褐煤, 粒径 为 20mm) 在回转窑中以逆流方式直接接触, 进行煤加热 45min , 最终加热 温度为 600°C , 得到荒煤气和煤制品;

[0156] (2) 将煤制品用空气进行干冷, 得到清洁煤;

[0157] (3) 将荒煤气 ($9000\text{Nm}^3/\text{h}$, 温度 450°C) 作为回风经引风装置返回电 厂锅炉的燃烧器用于发电。

[0158] 烟道气流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体积%。

[0159] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量和回风发电量,结果见表2。

[0160] 对比例4

[0161] (1) 将 $10000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的烟道气 (900°C) 与 4500kg 的原煤 (褐煤, 粒径 为 20mm) 在回转窑中以逆流方式直接接触, 进行煤加热 45min , 最终加热 温度为 750°C , 得到荒煤气和煤制品;

[0162] (2) 将煤制品用空气进行干冷, 得到清洁煤;

[0163] (4) 将荒煤气 ($9000\text{Nm}^3/\text{h}$, 温度 450°C) 作为回风经引风装置返回电 厂锅炉的燃烧器用于发电。

[0164] 烟道气流量相当于电厂锅炉烟道气总流量的5体积%。

[0165] 测定清洁煤的质量、烟道气发电量和回风发电量,结果见表2。

[0166] 表1

[0167]

		实施例 1	实施例 2	实施例 3
第一烟道气	流量 (Nm ³ /h)	5000	6500	6000
	温度 (°C)	900	1000	950
第二烟道气	流量 (Nm ³ /h)	5000	3500	4000
	温度 (°C)	900	1000	950
烟道气用量 (%) ¹		5	10	8
体积比 ²		1	1.8	1.5
原煤进料量 (kg) ³		4500	4000	5000
原煤粒度 (mm)		20	30	3
转化温度 (°C)		600	500	550
转化时间 (min)		45	30	40
脱杂温度 (°C)		650	700	650
脱杂时间 (min)		35	30	30
时间比 ⁴		1.1	1	1.3
蒸汽温度 (°C)		800	900	750
尾气温度 (°C)		450	350	400
返回总占比 (体积%) ⁵		120	110	105
返回总流量 (Nm ³ /h) ⁶		12000	11000	10500
返回烟气温度的 (°C)		800	900	750
烟道气发电量/kg 标煤 ⁷		1000	1111	1056
返回发电量/kg 标煤 ⁸		1549	1691	1483
清洁煤	全硫/重量%	0.13	0.12	0.11
	灰分/重量%	12.94	13.01	11.98
	挥发分/重量%	6.97	7.99	8.04
	汞/重量%	0.001	0.001	0.001

[0168] 注:

[0169] 1第一烟道气和第二烟道气的总流量为电厂锅炉产生的烟道气总流量的体积 百分数,体积%;

[0170] 2第一烟道气和第二烟道气之间的体积比;

[0171] 3相对于10000Nm³的所述第一烟道气和第二烟道气的总流量,原煤的进料 量;

[0172] 4转化时间与脱杂时间之比;

[0173] 5尾气和返回烟气的总流量为第一烟道气和第二烟道气的总流量的体积百分 比, 体积%;

[0174] 6尾气和返回烟气的总流量;

[0175] 7电厂引出的10000Nm³烟道气用于发电可以产生的电量,以标煤计算;

[0176] 8蒸汽、尾气和返回烟气用于发电可以产生的电量,以标煤计算。

[0177] 表1 (续1)

[0178]

		实施例 4	实施例 5	实施例 6
第一烟道气	流量 (Nm ³ /h)	5000	5000	8000
	温度 (°C)	800	1200	900
第二烟道气	流量 (Nm ³ /h)	5000	5000	2000
	温度 (°C)	800	1200	900
烟道气用量 (%) ¹		5	5	5
体积比 ²		1	1	4
原煤进料量 (kg) ³		4500	4500	4500
原煤粒度 (mm)		20	20	20
转化温度 (°C)		600	600	600
转化时间 (min)		45	45	45
脱杂温度 (°C)		650	650	650
脱杂时间 (min)		40	40	40
时间比 ⁴		1.1	1.1	1.1
蒸汽温度 (°C)		800	800	800
尾气温度 (°C)		450	450	450
返回总占比 (体积%) ⁵		120	120	120
返回总流量 (Nm ³ /h) ⁶		12000	12000	12000
返回烟气温度 (°C)		800	800	800
烟道气发电量/kg 标煤 ⁷		888	1333	1000
返回发电量/kg 标煤 ⁸		1316	1441	1439
清洁煤	全硫/重量%	0.13	0.10	0.11

[0179]

	灰分/重量%	12.96	13.04	12.14
	挥发分/重量%	8.10	8.29	7.89
	汞/重量%	0.001	0.001	0.001

[0180] 表1 (续2)

[0181]

		实施例 7	实施例 8	实施例 9
第一烟道气	流量 (Nm ³ /h)	5000	5000	5000
	温度 (°C)	900	900	900
第二烟道气	流量 (Nm ³ /h)	5000	5000	5000
	温度 (°C)	900	900	900
烟道气用量 (%) ¹		5	5	5
体积比 ²		1	1	1
原煤进料量 (kg) ³		6000	4500	4500
原煤粒度 (mm)		20	20	20
转化温度 (°C)		600	640	600
转化时间 (min)		60	45	50
脱杂温度 (°C)		650	750	650
脱杂时间 (min)		30	35	25
时间比 ⁴		2	1.3	2
蒸汽温度 (°C)		800	800	800
尾气温度 (°C)		450	450	450
返回总占比 (体积%) ⁵		120	120	120
返回总流量 (Nm ³ /h) ⁶		12000	12000	12000
返回烟气温度的 (°C)		800	800	800
烟道气发电量/kg 标煤 ⁷		1000	1000	1000
返回发电量/kg 标煤 ⁸		1294	1389	1374
清洁煤	全硫/重量%	0.12	0.11	0.10
	灰分/重量%	13.22	12.97	12.46
	挥发分/重量%	7.01	8.19	6.98
	汞/重量%	0.001	0.001	0.001

[0182] 表2

[0183]

		对比例 1	对比例 2	对比例 3	对比例 4
第一烟道气	流量 (Nm ³ /h)	2000	2000	10000	10000
	温度 (°C)	300	300	900	900
第二烟道气	流量 (Nm ³ /h)	8000	4000	--	--
	温度 (°C)	900	900	--	--

[0184]

第三烟道气	流量 (Nm ³ /h)	--	4000	--	--
	温度 (°C)	--	900	--	--
烟道气用量 (%) ¹		5	5	5	5
体积比 ²		4	--	--	--
原煤进料量 (kg) ³		4500	4500	4500	4500
原煤粒度 (mm)		20	20	20	20
干燥温度 (°C)		--	200	--	--
转化温度 (°C)		200	600	600	--
转化时间 (min)		45	45	45	--
脱杂温度 (°C)		820	800	--	750
脱杂时间 (min)		40	--	--	40
时间比 ⁴		1.1	--	--	--
回风	流量 (Nm ³ /h)	9000	10000	9000	9000
	温度 (°C)	700	750	700	750
	还原性气体含量 (体积%)	4.57	4.62	4.38	3.98
回风占比 (体积%) ⁵		90	100	90	90
烟道气发电量/kg 标煤 ⁶		967	967	1000	1000
回风发电量/kg 标煤 ⁷		700	833	900	900
清洁煤	全硫/重量%	0.6	0.8	0.9	0.7
	灰分/重量%	18	20	21	19
	挥发分/重量%	14	16	12	20
	汞/重量%	0.007	0.008	0.006	0.005

[0185] 注:

[0186] 1第一烟道气和第二烟道气的总流量为电厂锅炉产生的烟道气总流量的体积 百分数,体积%;

[0187] 2第一烟道气和第二烟道气之间的体积比;

[0188] 3相对于10000Nm³的所述第一烟道气和第二烟道气的总流量,原煤的进料 量;

[0189] 4转化时间与脱杂时间之比;

[0190] 5回风流量占第一烟道气和第二烟道气的流量的体积百分比,体积%;

[0191] 6电厂引出的10000Nm³烟道气用于发电可以产生的电量,以标煤计算;

[0192] 7回风用于发电可以产生的电量,以标煤计算。

[0193] 通过实施例和对比例的结果可以看出,采用本发明的方法的实施例可以 实现同时实现电厂的发电和清洁煤生产。

[0194] 实施例采用本发明的方法,获得的清洁煤的质量符合DB13-2081-2014 标准中民用散煤的质量标准,且汞含量低。而对比例中得到的清洁煤不符合 上述标准或者没有得到清洁煤,且汞含量高。

[0195] 按照本发明的方法,实施例引用电厂锅炉的热烟道气生产了清洁煤,同时荒煤气提取焦油后,得到的煤气经混烧炉和废热锅炉回收的热量返回电厂用于发电,可增加发电量。

[0196] 实施例4、5中限定的烟道气温度不在最优选范围内,实施例6中第一和第二烟道气的体积比不在最优选范围内,实施例7中原煤进料量不在最优选的范围内,实施例8中转化温度、脱杂温度不在最优选的范围内,实施例9中转化时间和脱杂时间不在最优选的范围内时,虽可以生产质量合格的清洁煤,但是回收的热量的发电量不如实施例1-3中的效果好。

[0197] 对比例1-4中没有采用本发明的方法,不仅生产出的清洁煤不合格,且回风的发电量减少,影响电厂的发电生产。

[0198] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于此。在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种简单变型,包括各个技术特征以任何其它的合适方式进行组合,这些简单变型和组合同样应当视为本发明所公开的内容,均属于本发明的保护范围。

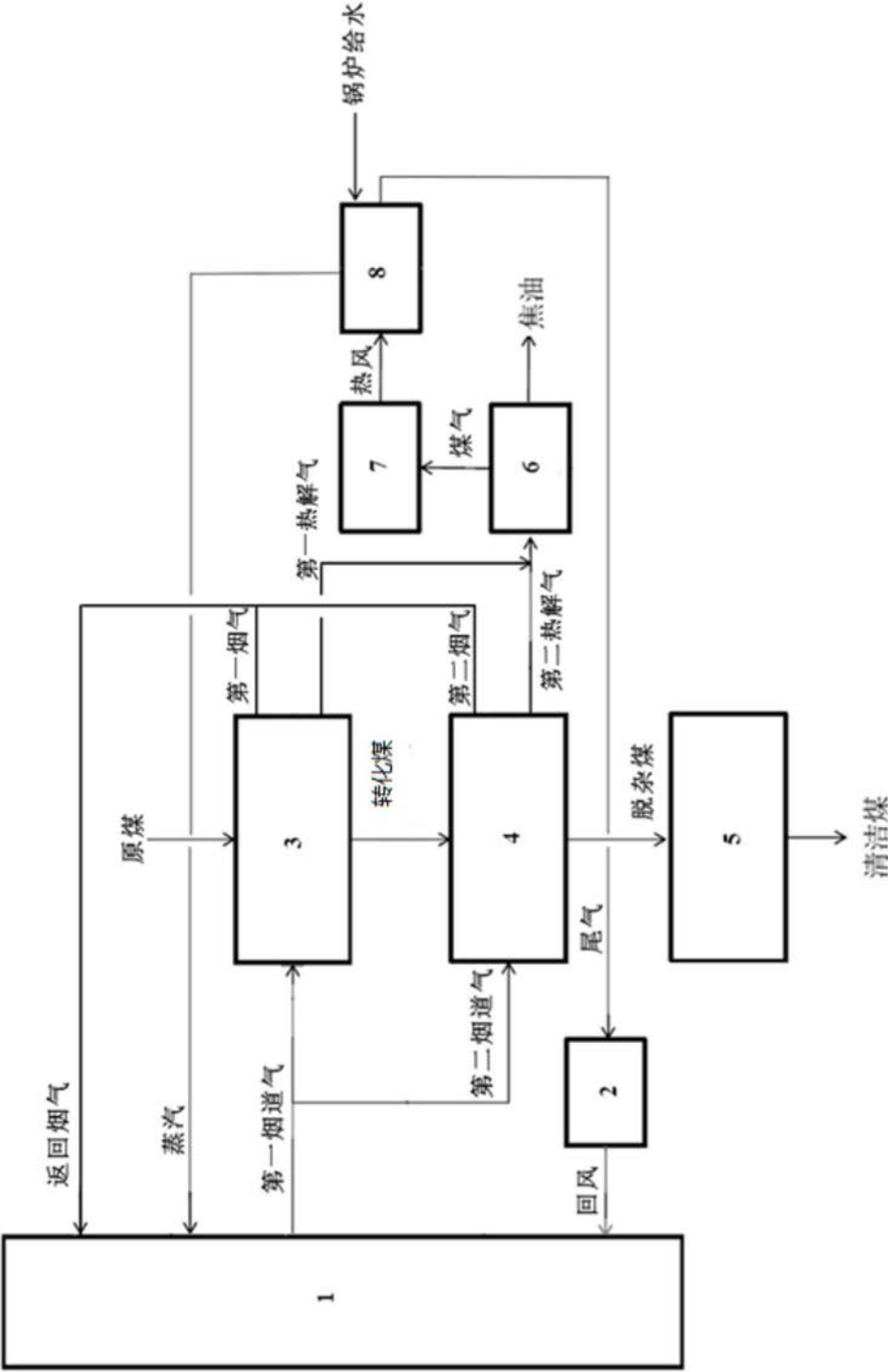


图1