



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105509059 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201510974062. 7

(22) 申请日 2015. 12. 22

(71) 申请人 北京神雾环境能源科技集团股份有限公司

地址 102200 北京市昌平区马池口镇神牛路  
18 号

(72) 发明人 刘璐 张安强 贾懿曼 肖磊  
吴道洪

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事  
务所（普通合伙） 11201

代理人 李志东

(51) Int. Cl.

F23G 5/027(2006. 01)

F23G 5/033(2006. 01)

F22B 1/18(2006. 01)

F01K 23/00(2006. 01)

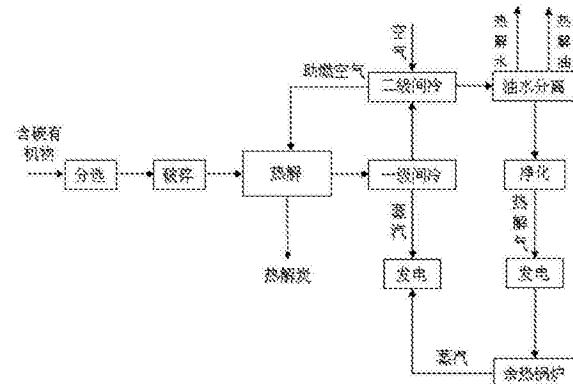
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

发电系统和发电方法

(57) 摘要

本发明公开了发电系统和发电方法。其中，该发电系统包括：热解炉、第一间接冷凝器、分离器和发电装置。该发电系统利用热解炉进行热解处理，热解温度高，热利用率高，无二噁英产生，并且，热解处理得到的热解气和与热解产物换热得到水蒸汽共同用于发电，发电功率大。



1. 一种发电系统,所述发电系统利用含碳有机物进行发电,其特征在于,包括:

热解炉,所述热解炉具有含碳有机物进口、热解气液混合物出口、热解炭出口;

第一间接冷凝器,所述第一间接冷凝器具有热解气液混合物进口、第一冷凝热解气液混合物出口、第一水进口和第一蒸汽出口,所述热解气液混合物进口与所述热解气液混合物出口相连;

分离器,所述分离器具有第一冷凝热解气液混合物进口、热解油出口、热解水出口、热解气出口,所述第一冷凝热解气液混合物进口与所述第一冷凝热解气液混合物出口相连;以及

发电单元,所述发电单元包括蒸汽发电装置、热解气发电装置和余热锅炉,其中,所述蒸汽发电装置具有第一蒸汽入口和第二蒸汽入口和第一电量输出端,所述第一蒸汽入口与所述第一蒸汽出口相连,热解气发电装置具有热解气入口、烟气出口和第二电量输出端,所述热解气入口与所述热解气出口相连,所述余热锅炉具有第二水进口、烟气入口和第二蒸汽出口,所述烟气入口与所述烟气出口相连,所述第二蒸汽出口与第二蒸汽入口相连。

2. 根据权利要求1所述的发电系统,其特征在于,所述热解炉为旋转床热解炉,所述热解炉包括:

环形炉体;以及

燃气辐射管加热器,所述燃气辐射管加热器设置在所述环形炉体的环形内壁上。

3. 根据权利要求1所述的发电系统,其特征在于,进一步包括:

分选装置;以及

破碎装置,所述破碎装置与所述分选装置和所述含碳有机物进口相连。

4. 根据权利要求2所述的发电系统,其特征在于,进一步包括:

第二间接冷凝器,所述第二间接冷凝器具有第一冷凝热解气液混合物进口、第二冷凝热解气液混合物出口、助燃气进口、预热后的助燃气出口,所述第一冷凝热解气液混合物进口与所述第一冷凝热解气液混合物出口相连,所述第二冷凝热解气液混合物出口与所述第一冷凝热解气液混合物进口相连,所述预热后的助燃气出口与所述助燃气进口相连。

5. 根据权利要求4所述的发电系统,其特征在于,进一步包括:

助燃气通道,所述助燃气通道与所述预热后的助燃气出口和所述燃气辐射管加热器的助燃气进口相连。

6. 一种利用权利要求1-5任一项所述的发电系统进行发电的方法,其特征在于,包括:

利用热解炉对所述含碳有机物进行热解处理,以便得到热解气液混合物、热解炭;

利用第一间接冷凝器将所述热解气液混合物与冷凝水进行第一换热处理,以便得到第一冷凝热解气液混合物和第一蒸汽;

利用分离器对所述第一冷凝热解气液混合物进行分离处理,以便得到热解水、热解油和热解气;以及

通过发电装置利用所述第一蒸汽和所述热解气进行发电,并得到烟气,利用余热锅炉将所述烟气与水进行第二换热处理,以便得到第二蒸汽,其中,所述第二蒸汽用于所述发电。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述含碳有机物的含水率为20-30%。

8. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述含碳有机物的粒径为不大于100mm。

9. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,进一步包括:

利用第二间接冷凝器将所述第一冷凝热解气液混合物与助燃气进行第二换热处理,以便得到第二冷凝热解气液混合物和预热后的助燃气。

10. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,进一步包括:

利用助燃气通道将所述预热后的助燃气输送至所述燃气辐射管加热器,为所述热解处理提供所述预热后的助燃气。

## 发电系统和发电方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及发电系统和发电方法。

### 背景技术

[0002] 含碳有机物热解技术由于不产生二噁英，而且可获得价值更高的油、气和固体炭，被公认为比焚烧更好的处理方式。该技术主要在无氧或绝氧的条件下，将含碳有机物中的有机物进行热裂解，生成以H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、CO为主的可燃气体、高热值的燃料油及部分固定碳。

[0003] 目前国内外已有的含碳有机物热解工艺主要有回转窑热解、流化床热解等工艺，但上述含碳有机物热解工艺存在物料粒径要求高、单台处理规模小、操作复杂等问题，有些热解工艺还需要将含碳有机物进行压块、成型，预处理过于复杂，因此难以实现工业化应用。

[0004] 若不采用含碳有机物热解发电，现有技术存在的主要问题有：(1)收集的热解气热值较低，若作为热解炉热源使用，则经济效益差，若作为产品出售，其销售价格又较低；(2)收集的热解气中含有较多油水混合物，容易堵塞和腐蚀管道，且油水混合物处理难度较大，费用较高。

[0005] 由此，利用含碳有机物进行热解发电的方法和系统有待改进。

### 发明内容

[0006] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本发明的一个目的在于提出一种利用含碳有机物进行发电的发电系统，该发电系统结构简单，热利用率高，发电功率大。

[0007] 因而，根据本发明的一个方面，本发明提供了一种发电系统，所述发电系统利用含碳有机物进行发电。根据本发明的实施例，该发电系统包括：热解炉，所述热解炉具有含碳有机物进口、热解气液混合物出口、热解炭出口；第一间接冷凝器，所述第一间接冷凝器具有热解气液混合物进口、第一冷凝热解气液混合物出口、第一水进口和第一蒸汽出口，所述热解气液混合物进口与所述热解气液混合物出口相连；分离器，所述分离器具有第一冷凝热解气液混合物进口、热解油出口、热解水出口、热解气出口，所述第一冷凝热解气液混合物进口与所述第一冷凝热解气液混合物出口相连；以及发电单元，所述发电包括蒸汽发电装置、热解气发电装置和余热锅炉，其中，所述蒸汽发电装置具有第一蒸汽入口和第二蒸汽入口和第一电量输出端，所述第一蒸汽入口与所述第一蒸汽出口相连，热解气发电装置具有热解气入口、烟气出口和第二电量输出端，所述热解气入口与所述热解气出口相连，所述余热锅炉具有第二水进口、烟气入口和第二蒸汽出口，所述烟气入口与所述烟气出口相连，所述第二蒸汽出口与第二蒸汽入口相连。

[0008] 根据本发明实施例的发电系统，利用热解炉进行热解处理，热解温度高，热利用率高，无二噁英产生，并且，热解处理得到的热解气和与热解产物换热得到水蒸汽共同用于发电，发电功率大。

[0009] 另外,根据本发明上述实施例的发电系统,还可以具有如下附加的技术特征:

[0010] 根据本发明的实施例,所述热解炉为旋转床热解炉,所述热解炉包括:环形炉体;以及燃气辐射管加热器,所述燃气辐射管加热器设置在所述环形炉体的环形内壁上。

[0011] 根据本发明的实施例,该发电系统进一步包括:分选装置,所述分选装置用于对所述含碳有机物进行分选处理,以便得到分选后的含碳有机物;以及破碎装置,所述破碎装置与所述分选装置和所述含碳有机物进口相连,用于对所述分选后的含碳有机物进行粉碎处理,以便得到粉碎后的含碳有机物。

[0012] 根据本发明的实施例,该发电系统进一步包括:第二间接冷凝器,所述第二间接冷凝器具有第一冷凝热解气液混合物进口、第二冷凝热解气液混合物出口、助燃气进口、预热后的助燃气出口,所述第一冷凝热解气液混合物进口与所述第一冷凝热解气液混合物出口相连,所述第二冷凝热解气液混合物出口与所述第一冷凝热解气液混合物进口相连,所述预热后的助燃气出口与所述助燃气进口相连,用于将所述第一冷凝热解气液混合物与助燃气进行第二换热处理,以便得到第二冷凝热解气液混合物和预热后的助燃气;以及助燃气通道,所述助燃气通道与所述预热后的助燃气出口和所述助燃气进口相连,用于将所述预热后的助燃气输送至所述热解炉,为所述热解处理提供所述预热后的助燃气。

[0013] 根据本发明的实施例,该发电系统进一步包括:余热锅炉,所述余热锅炉具有第二水进口、第二烟气入口和第二水蒸汽出口,所述第二烟气入口与所述发电装置的所述第二烟气出口相连,所述第二水蒸汽出口与所述发电装置的所述水蒸汽入口相连,用于将所述第二烟气与水进行第三换热处理,以便得到第二水蒸汽;以及第二水蒸汽通道,所述第二水蒸汽通道与所述第二水蒸汽出口和所述水蒸汽入口相连,用于将所述第二水蒸汽输送至所述发电装置进行发电。

[0014] 根据本发明的另一方面,本发明提供了一种利用前述的发电系统进行发电的方法。根据本发明的实施例,该方法包括:利用热解炉对所述含碳有机物进行热解处理,以便得到热解气液混合物、热解炭;利用第一间接冷凝器将所述热解气液混合物与冷凝水进行第一换热处理,以便得到第一冷凝热解气液混合物和第一蒸汽;利用分离器对所述第一冷凝热解气液混合物进行分离处理,以便得到热解水、热解油和热解气;以及通过发电装置利用所述蒸汽和所述热解气进行发电,并得到烟气,利用余热锅炉将所述烟气与水进行第二换热处理,以便得到第二蒸汽,其中,所述第二蒸汽用于所述发电。

[0015] 根据本发明实施例的发电方法,利用热解炉进行热解处理,热解温度高,热利用率高,无二噁英产生,并且,热解处理得到的热解气和与热解产物换热得到水蒸汽共同用于发电,发电功率大。

[0016] 另外,根据本发明上述实施例的发电方法,还可以具有如下附加的技术特征:

[0017] 根据本发明的实施例,所述热解炉为旋转床热解炉,所述热解炉包括:环形炉体;以及燃气辐射管加热器,所述燃气辐射管加热器设置在所述环形炉体的环形内壁上。

[0018] 根据本发明的实施例,所述含碳有机物的含水率为20-30%。

[0019] 根据本发明的实施例,所述含碳有机物的粒径为不大于100mm。

[0020] 根据本发明的实施例,该方法进一步包括:利用第二间接冷凝器将所述第一冷凝热解气液混合物与助燃气进行第二换热处理,以便得到第二冷凝热解气液混合物和预热后的助燃气。

[0021] 根据本发明的实施例，该方法进一步包括：利用助燃气通道将所述预热后的助燃气输送至所述燃气辐射管加热器，为所述热解处理提供所述预热后的助燃气。

[0022] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

## 附图说明

[0023] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

[0024] 图1显示了根据本发明一个实施例的发电系统的结构示意图；

[0025] 图2显示了根据本发明一个实施例的发电系统的结构示意图；

[0026] 图3显示了根据本发明一个实施例的发电系统的结构示意图；

[0027] 图4显示了根据本发明一个实施例的利用发电系统进行发电的方法流程示意图；

[0028] 图5显示了根据本发明一个实施例的利用发电系统进行发电的方法流程示意图；

[0029] 图6显示了根据本发明一个实施例的利用发电系统进行发电的方法流程示意图。

## 具体实施方式

[0030] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0031] 在本发明的描述中，术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明而不是要求本发明必须以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0032] 需要说明的是，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。进一步地，在本发明的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

### 发电系统

[0034] 根据本发明的一个方面，本发明提供了一种发电系统，该发电系统利用含碳有机物进行发电。

[0035] 根据本发明实施例的发电系统，利用热解炉进行热解处理，热解温度高，热利用率高，无二噁英产生，并且，热解处理得到的热解气经净化、发电、换热得到的水蒸汽与热解产物换热得到的水蒸汽共同用于发电，发电功率大、发电效率高。同时，采用高温热解处理，热解炭产率较小、灰分较高、热值很低，且不属于危险废物，可直接进含碳有机物填埋场进行填埋处置。

[0036] 此外，该发电系统结构简单，无需繁琐的预处理过程，投资成本低，易于工业化推广。

[0037] 此外，利用高温热解产生的热解油，产率较低、性质较好，不会发生结焦和堵塞管道的问题，使该发电系统的维修成本也大大降低。

[0038] 此外,本发明实施例的发电系统,运行成本较低、余热回收利用率高,并将含碳有机物转化为电能出售,经济效益好,利于含碳有机物热解的工业化应用,实现了真正的“无害化、减量化、资源化”。

[0039] 图1示出了本发明的实施例的发电系统。如图1所述,该发电系统包括:热解炉100、第一间接冷凝器200、分离器300和发电装置400。

[0040] 根据本发明的具体实施例,热解炉100具有含碳有机物进口110、热解气液混合物出口120和热解炭出口130,该热解炉100用于对含碳有机物进行热解处理,得到热解气液混合物、热解炭和第一烟气。由此,采用热解炉进行高温热解处理,热解炭产率较小、灰分较高、热值很低,且不属于危险废物,可直接进含碳有机物填埋场进行填埋处置,环境污染小。

[0041] 根据本发明的实施例,热解炉100为旋转床热解炉。由此,热解效率高,效果好。根据本发明的具体实施例,热解炉100包括:环形炉体和燃气辐射管加热器,该燃气辐射管加热器设置在环形炉体的环形内壁上,通过燃气辐射管燃烧器加热,即通过燃烧可燃气以热辐射的方式提供热解所需热量。待热解物料布置在环形炉的环形炉底上,该炉底是可水平转动的,燃气辐射管燃烧器布置于环形炉的环形炉内壁上,辐射管内的烟气与环形炉内的气氛隔绝。由此,含碳有机物在绝氧条件下,利用辐射管加热,热解油气与高温烟气隔绝,不产生二噁英污染,并且得到的热解炭产率低。

[0042] 根据本发明的具体实施例,助燃气进口130设置在燃气辐射管加热器上。

[0043] 根据本发明的具体实施例,燃气辐射管加热器的温度为800~900℃,辐射管内的烟气与旋转床内的气氛隔绝,旋转床处于无氧、绝氧状态。由此,热解温度适宜,热解炭产率较小、灰分较高、热值很低,并且,绝氧条件下热解,无二噁英产生,不污染环境。

[0044] 根据本发明的具体实施例,刚入炉的含碳有机物受到辐射管的加热作用,将水分干燥至5%以下,然后随着炉底转动继续发生热解反应,生成热解气液混合物及热解炭。其中,热解气液混合物通过热解炉100末端顶部气液出口排出,并进入后续发电系统;热解炭转至热解炉100底端,通过炉体底部螺旋输送装置1100出料。

[0045] 根据本发明的一些实施例,热解气液混合物的温度约为600摄氏度。

[0046] 根据本发明的实施例,第一间接冷凝器200具有热解气液混合物进口210、第一冷凝热解气液混合物出口240、第一水进口220和第一水蒸汽出口230,其中,热解气液混合物进口210与热解气液混合物出口120相连,用于将热解气液混合物与水进行第一换热处理,以便得到第一冷凝热解气液混合物和第一水蒸汽。由此,通过换热作用,回收热解气液混合物热量,并用于加热水得到第一水蒸汽,利用该第一水蒸汽进行发电。

[0047] 根据本发明的一些实施例,经第一换热处理得到的第一冷凝热解气液混合物的温度约为300摄氏度,第一水蒸汽的温度约为300~400摄氏度。

[0048] 根据本发明的实施例,分离器具有第一冷凝热解气液混合物进口310、热解油出口320、热解水出口330、热解气出口340,其中,第一冷凝热解气液混合物进口310与第一冷凝热解气液混合物出口240相连,该分离器300用于对第一冷凝热解气液混合物进行分离处理,得到热解水、热解油和热解气。由此,分离处理得到的热解气具有较高热值,一般可达4500大卡左右,可利用燃气轮机进行发电,提高了整个工艺的经济性,并实现资源的充分利用,发电效率更高。

[0049] 根据本发明的实施例,发电单元400包括蒸汽发电装置410、热解气发电装置420和

余热锅炉430，其中，蒸汽发电装置410具有第一蒸汽入口411和第二蒸汽入口412和第一电量输出端(未示出)，第一蒸汽入口411与第一蒸汽出口230相连，热解气发电装置420具有热解气入口421、烟气出口422和第二电量输出端(未示出)，热解气入口421与热解气出口340相连，余热锅炉430具有第二水进口431、烟气入口432和第二蒸汽出口433，其中，烟气入口432与烟气出口422相连，第二蒸汽出口433与第二蒸汽入口412相连。发电单元400利用蒸汽发电装置410和热解气发电装置420利用第一水蒸气和所述热解气同时进行发电，发电效率更高，适合大规模发电。余热锅炉430用于将第二烟气与水进行第三换热处理，得到第二水蒸汽，并将第二水蒸汽输送至蒸汽发电装置410进行发电。通常烟气的温度不低于455℃，这部分热量可利用余热锅炉产生300~400℃的第二水蒸汽，进而，利用余热锅炉回收烟气的热量，热利用率高，有效地实现了能源的综合合理利用。根据本发明的一些实施例，发电装置400是由蒸汽发电机和燃气轮机发电机组组成的发电机组。由此，适合大规模发电，发电效率更高。

[0050] 参考图2，根据本发明的实施例，该发电系统进一步包括：分选装置500和破碎装置600，其中，分选装置500用于对含碳有机物进行分选处理，得到分选后的含碳有机物，破碎装置600与分选装置500和含碳有机物进口110相连，用于对分选后的含碳有机物进行粉碎处理，得到粉碎后的含碳有机物。由此，通过分选处理，去除含碳有机物中不易热解的物质，而破碎装置对含碳有机物进行粉碎处理，降低热解温度，提高热解效率。

[0051] 参考图3，根据本发明的一些实施例，该发电系统进一步包括：净化装置900，该净化装置900与热解气入口410和热解气出口340相连，用于对热解气进行净化处理，去除热解气中的H<sub>2</sub>S等杂质，避免杂质腐蚀和堵塞发电装置，影响发电系统的稳定性。

[0052] 参考图3，根据本发明的实施例，该发电系统进一步包括：第二间接冷凝器700和助燃气通道800，该第二间接冷凝器700具有第一冷凝热解气液混合物进口、第二冷凝热解气液混合物出口、助燃气进口、预热后的助燃气出口，其中，第一冷凝热解气液混合物进口与第一冷凝热解气液混合物出口相连，第二冷凝热解气液混合物出口与第一冷凝热解气液混合物进口相连，预热后的助燃气出口与助燃气进口相连，用于将第一冷凝热解气液混合物与助燃气进行第二换热处理，得到第二冷凝热解气液混合物和预热后的助燃气；助燃气通道800与预热后的助燃气出口和助燃气进口相连，用于将预热后的助燃气输送至热解炉，为热解处理提供所述预热后的助燃气。由此，利用第二间接冷凝器对助燃气的预热作用，提高了辐射管内助燃空气的燃烧效果，降低运行成本、余热回收利用率更高。

[0053] 根据本发明的具体实施例，经第二换热处理得到的预热后的助燃气的温度约为200~250摄氏度。

[0054] 根据本发明的具体实施例，助燃气为空气。由此，成本低，助燃效果好。

[0055] 发电方法

[0056] 根据本发明的另一方面，本发明提供了一种利用前述的发电系统进行发电的方法。参考图4，根据本发明的实施例，对该发电方法进行解释说明，该方法包括：

[0057] S100热解处理

[0058] 根据本发明的实施例，利用热解炉对所述含碳有机物进行热解处理，得到热解气液混合物、热解炭和第一烟气。由此，采用热解炉进行高温热解处理，热解炭产率较小、灰分较高、热值很低，且不属于危险废物，可直接进含碳有机物填埋场进行填埋处置，环境污染

小。

[0059] 根据本发明的实施例，所述含碳有机物的含水率为20-30%。由此，降低热解温度，热解效率高。

[0060] 根据本发明的实施例，所述含碳有机物的粒径为不大于100mm。由此，降低热解温度，热解效率高。

[0061] 根据本发明的实施例，热解炉为旋转床热解炉。由此，热解效率高，效果好。根据本发明的具体实施例，热解炉包括：环形炉体和燃气辐射管加热器，该燃气辐射管加热器设置在环形炉体的环形内壁上，通过燃气辐射管燃烧器加热，即通过燃烧可燃气以热辐射的方式提供热解所需热量。待热解物料布置在环形炉的环形炉底上，该炉底是可水平转动的，燃气辐射管燃烧器布置于环形炉的环形炉内壁上，辐射管内的烟气与环形炉内的气氛隔绝。由此，含碳有机物在绝氧条件下，利用辐射管加热，热解油气与高温烟气隔绝，不产生二噁英污染，并且得到的热解炭产率低。

[0062] 根据本发明的具体实施例，燃气辐射管加热器的温度为800-900℃，辐射管内的烟气与旋转床内的气氛隔绝，旋转床处于无氧、绝氧状态。由此，热解温度适宜，热解炭产率较小、灰分较高、热值很低，并且，绝氧条件下热解，无二噁英产生，不污染环境。

[0063] 根据本发明的具体实施例，刚入炉的含碳有机物受到辐射管的加热作用，将水分干燥至5%以下，然后随着炉底转动继续发生热解反应，生成热解气液混合物及热解炭。其中，热解气液混合物通过热解炉100末端顶部气液出口排出，并进入后续发电系统；热解炭转至热解炉100底端，通过炉体底部螺旋输送装置出料。

[0064] 根据本发明的一些实施例，热解气液混合物的温度约为600摄氏度。

[0065] S200第一换热处理

[0066] 根据本发明的实施例，利用第一间接冷凝器将热解气液混合物与冷凝水进行第一换热处理，得到第一冷凝热解气液混合物和水蒸汽。由此，通过换热作用，回收热解气液混合物热量，并用于加热水得到第一水蒸汽，利用该第一水蒸汽进行发电。

[0067] 根据本发明的一些实施例，经第一换热处理得到的第一冷凝热解气液混合物的温度约为300摄氏度，第一水蒸汽的温度约为300-400摄氏度。

[0068] S300分离处理

[0069] 根据本发明的实施例，利用分离器对第一冷凝热解气液混合物进行分离处理，得到热解水、热解油和热解气。由此，分离处理得到的热解气具有较高热值，一般可达4500大卡左右，可利用燃气轮机进行发电，提高了整个工艺的经济性，并实现资源的充分利用，发电效率更高。

[0070] S400发电

[0071] 通过发电装置利用第一蒸汽和热解气进行发电，并得到烟气，利用余热锅炉将所烟气与水进行第二换热处理，得到第二蒸汽，其中，该第二蒸汽用于发电。由此，利用水蒸汽和热解气共同进行发电，实现了能源的充分利用，发电效率高，适合大规模发电。并且利用余热锅炉回收烟气的热量加热水得到第二蒸汽，该第二蒸汽用于发电，进一步提高了发电效率，并充分利用烟气能源，实现了能源的高效地综合利用。

[0072] 根据本发明的一些实施例，在热解气进行发电前，对热解气进行净化处理，去除热解气中的杂质，避免杂质堵塞发电装置，影响发电方法的稳定性。

[0073] 根据本发明实施例的发电方法,利用热解炉进行热解处理,热解温度高,热利用率高,无二噁英产生,并且,热解处理得到的热解气和与热解产物换热得到水蒸汽共同用于发电,发电功率大。同时,高温热解处理,热解炭产率较小、灰分较高、热值很低,且不属于危险废物,可直接进含碳有机物填埋场进行填埋处置。

[0074] 此外,该发电方法的流程简单,无需繁琐的预处理过程,投资成本低,易于工业化推广。

[0075] 此外,利用高温热解产生的热解油,不会发生结焦和堵塞管道的问题,该发电系统的维修成本也大大降低。

[0076] 此外,本发明实施例的发电方法,运行成本较低、余热回收利用率高,并将含碳有机物转化为电能出售,利于含碳有机物热解的工业化应用,实现了真正的“无害化、减量化、资源化”。

[0077] 参考图5,根据本发明的实施例,该方法进一步包括:

[0078] S500第二换热处理

[0079] 根据本发明的实施例,利用第二间接冷凝器将第一冷凝热解气液混合物与助燃气进行第二换热处理,得到第二冷凝热解气液混合物和预热后的助燃气。由此,通过第二换热处理利用第一冷凝热解气液混合的热量对助燃气的进行预热,提高了辐射管内助燃空气的燃烧效果,降低运行成本、余热回收利用率更高。

[0080] 根据本发明的具体实施例,经第二换热处理得到的预热后的助燃气的温度约为200–250摄氏度。

[0081] 根据本发明的实施例,该方法进一步包括:利用助燃气通道将预热后的助燃气输送至燃气辐射管加热器,为热解处理提供预热后的助燃气,从而提高热解处理的效率。

[0082] 下面参考具体实施例,对本发明进行说明,需要说明的是,这些实施例仅仅是说明性的,而不能理解为对本发明的限制。

[0083] 实施例1:

[0084] 利用发电系统对某市城市垃圾为原料进行发电,该垃圾的含水率为25%,其各组分百分含量如表1所示,其中,发电系统的结构示意图如图3所述,发电流程如图6所示,具体处理流程如下:

[0085] 表1 垃圾各组分百分含量(湿基)

[0086]	组分 种类 含量 (%)	有机物				无机物			
		纸类	餐厨	塑料	织物	木屑	金属	玻璃	砖块
		28.2	30.1	14.7	4.5	3.4	2.7	3.3	2.0
		11.1							

[0087] (1)将含水率25%的垃圾送入分选装置,去除玻璃、金属等无机物,再进入垃圾破碎设备初步破碎,得到粉碎后的垃圾。

[0088] (2)将粉碎后的垃圾通过提升装置、螺旋输送装置进入蓄热式旋转床热解炉,在物料传送带的上下两侧均布置有辐射管以给垃圾加热,辐射管的温度为850°C。垃圾在旋转床中依次经过干燥脱水、热解制气等过程,最后得到的热解气液混合物在旋转床末端顶部排出,进入冷凝系统,热解炭在旋转床末端底部通过螺旋输送装置排出,其中,高温热解气液混合物的温度达到650°C。

[0089] (3)高温热解气液混合物经过一级间接冷凝器后温度降至300℃,得到降温后的热解气液混合物和水蒸汽,水蒸汽的温度为400℃,将水蒸汽输送至蒸汽轮机发电。

[0090] (4)将降温后的热解气液混合物输送至二级间接冷凝器再次进行间接冷凝处理,使热解气温度降至85℃,二级间接冷凝器对空气进行换热后,得到预热后的助燃气和冷却的热解气液混合物,其中,预热后的助燃气进入辐射管作为助燃空气使用,此时助燃空气的温度升至220℃。

[0091] (5)将冷却的热解气液混合物经过油水分离、气体净化装置后,得到净化的热解气。

[0092] (6)净化的热解气进入燃气轮机进行发电利用,燃气轮机排出的烟气温度达到420℃。

[0093] (7)将烟气输入至余热锅炉,与水换热产生390℃的蒸汽,与一级间接冷凝器的蒸汽一同进入蒸汽轮机发电。

[0094] (8)热解产生的热解炭大部分为无机物残渣,直接运至填埋场进行处置。

[0095] 利用上述发电装置对垃圾进行发电处理,最终制得的高温热解气产率为36%,热解油的产率为7%,热解炭的产率为8%,其余为热解水。蒸汽轮机的进汽温度为380℃,排汽温度为150℃,燃气轮机的空气流量为19.67kg/s,排烟温度420℃。

[0096] 实施例2:

[0097] 利用发电系统对某小区的垃圾为原料进行发电,该垃圾的含水率为25%,其各组分百分含量如表2所示,其中,发电系统的结构示意图如图3所述,发电流程如图6所示,具体处理流程如下:

[0098] 表3 垃圾各组分百分含量(湿基)

[0099]	组分 种类 含量 (%)	有机物					无机物		
		纸类	餐厨	塑料	织物	木屑	金属	玻璃	砖块
		25.1	30.8	17.5	5.2	3.6	3.1	1.7	10.2

[0100] (1)将含水率28%的垃圾送入分选装置,去除玻璃、金属等无机物,再进入垃圾破碎设备初步破碎,得到粉碎后的垃圾。

[0101] (2)将粉碎后的垃圾通过提升装置、螺旋输送装置进入蓄热式旋转床热解炉,在物料传送带的上下两侧均布置有辐射管以给垃圾加热,辐射管的温度为900℃。垃圾在旋转床中依次经过干燥脱水、热解制气等过程,最后得到的热解气液混合物在旋转床末端顶部排出,进入冷凝系统,热解炭在旋转床末端底部通过螺旋输送装置排出,其中,高温热解气液混合物的温度达到700℃。

[0102] (3)高温热解气液混合物经过一级间接冷凝器后温度降至350℃,得到降温后的热解气液混合物和水蒸汽,水蒸汽的温度为400℃,将水蒸汽输送至蒸汽轮机发电。

[0103] (4)将降温后的热解气液混合物输送至二级间接冷凝器再次进行间接冷凝处理,使热解气温度降至95℃,二级间接冷凝器对空气进行换热后,得到预热后的助燃气和冷却的热解气液混合物,其中,预热后的助燃气进入辐射管作为助燃空气使用,此时助燃空气的温度升至220℃。

[0104] (5)将冷却的热解气液混合物经过油水分离、气体净化装置后,得到净化的热解

气。

[0105] (6)净化的热解气进入燃气轮机进行发电利用,燃气轮机排出的烟气温度达到420℃。

[0106] (7)将烟气输入至余热锅炉,与水换热产生430℃的蒸汽,与一级间接冷凝器的蒸汽一同进入蒸汽轮机发电。

[0107] (8)热解产生的热解炭大部分为无机物残渣,直接运至填埋场进行处置。

[0108] 利用上述发电装置对垃圾进行发电处理,最终制得的高温热解气产率为40%,热解油的产率为5%,热解炭的产率为6%,其余为热解水。蒸汽轮机的进汽温度为390℃,排汽温度为160℃,燃气轮机的空气流量为19.67kg/s,排烟温度410℃。

[0109] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0110] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

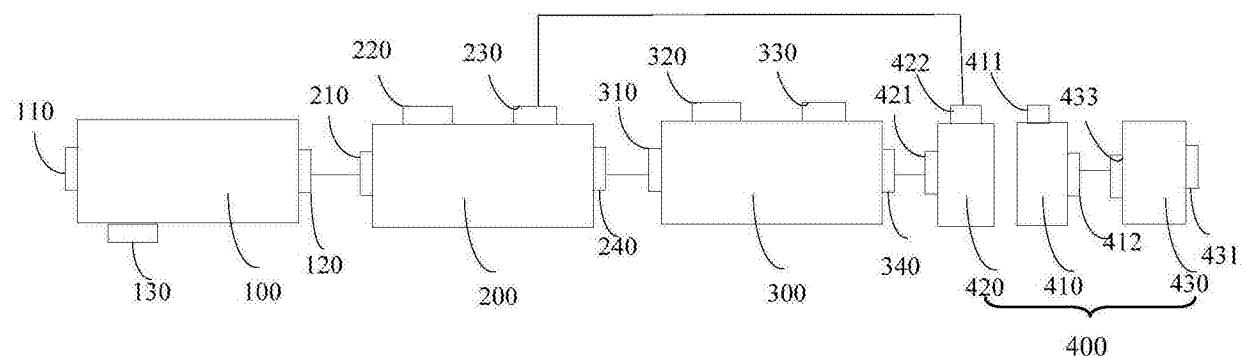


图1

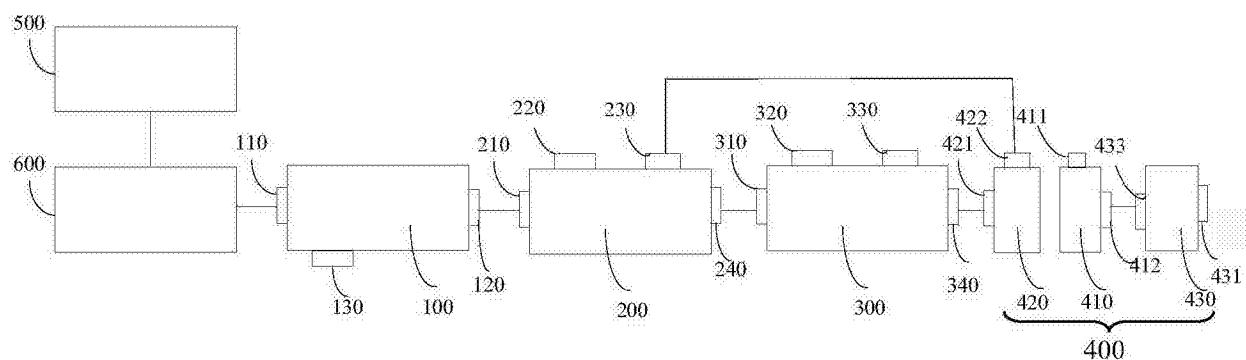


图2

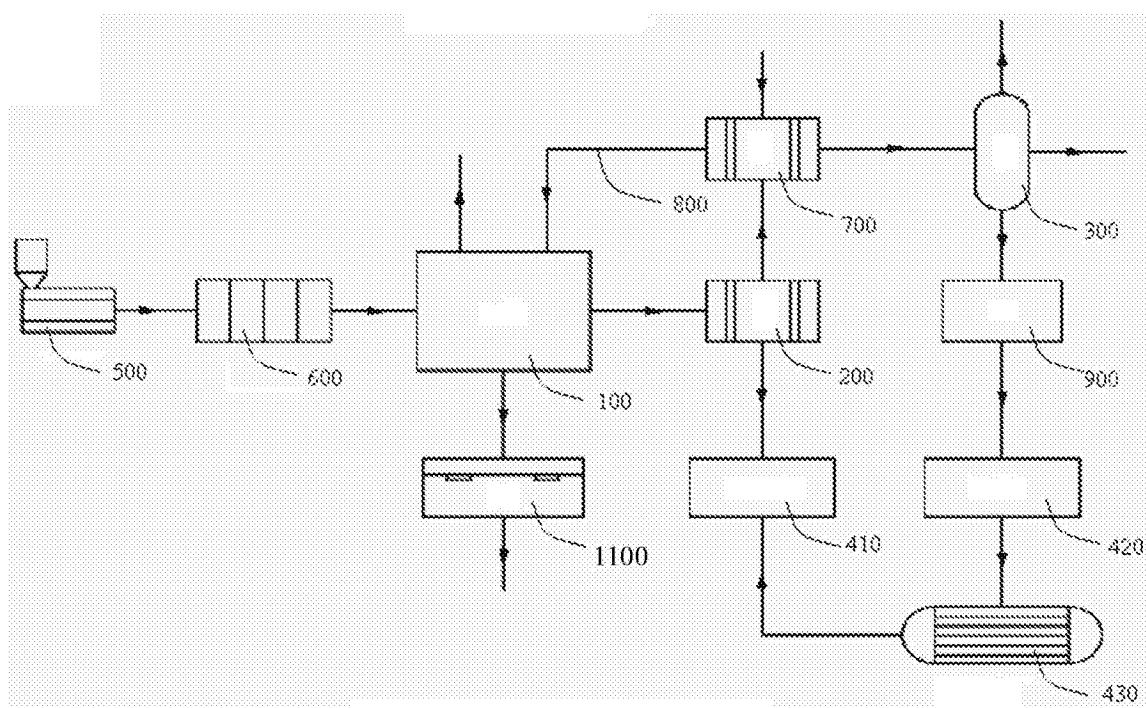


图3

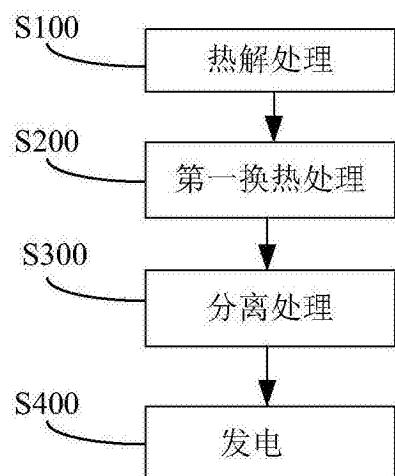


图4

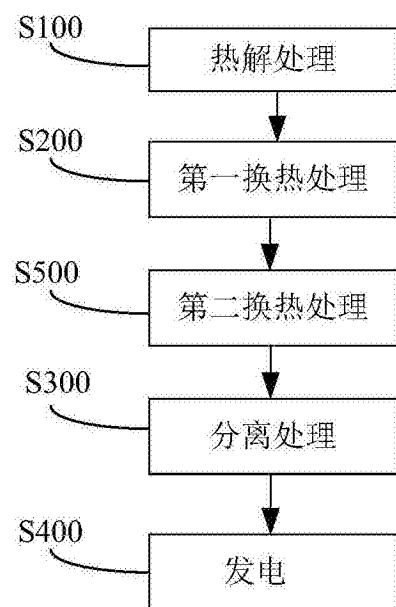


图5

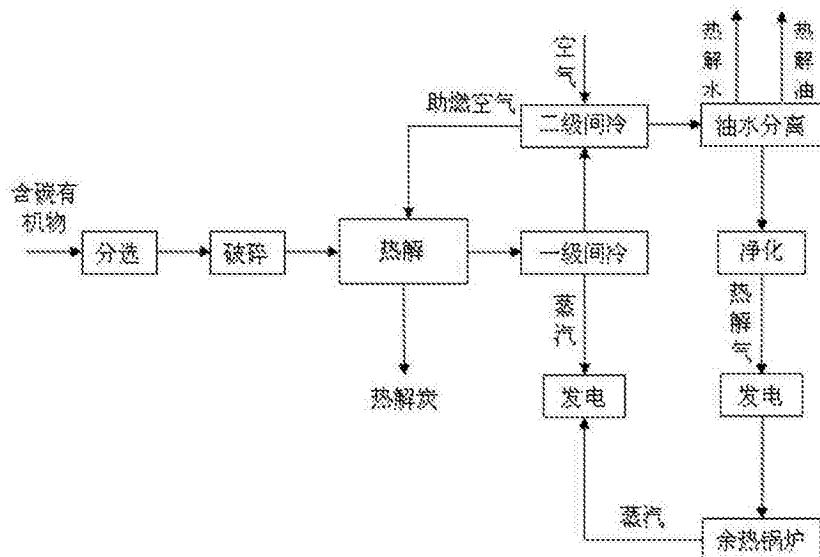


图6