(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 215672465 U
(45)授权公告日 2022.01.28

(21)申请号 202121972972.9

(22)申请日 2021.08.22

(73)专利权人 华北电力大学(保定)
地址 071000 河北省保定市莲池区永华北大街619号

(72)发明人 陈鸿伟 钟方豪 宋扬凡 艾天超 贾建东 薛国强 杨思杨

(74)专利代理机构 杭州知学知识产权代理事务所(普通合伙) 33356
代理人 张雯

(51)Int.Cl.
F02C 3/22(2006.01)
F02C 6/00(2006.01)
F02C 6/18(2006.01)
F02C 7/08(2006.01)
F03G 6/06(2006.01)
F01K 25/10(2006.01)
F01D 15/10(2006.01)
C10J 3/20(2006.01)
C10J 3/06(2006.01)
C10J 3/00(2006.01)
C10J 3/60(2006.01)
C10J 3/72(2006.01)

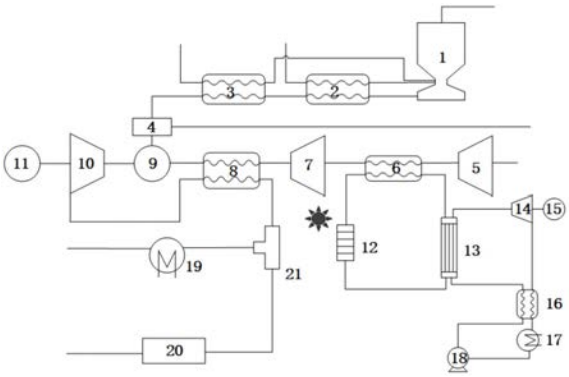
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)实用新型名称

生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统

(57)摘要

本实用新型公开一种生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，包括生物质气化系统、燃气轮机发电系统、太阳能-有机朗肯循环系统和烟气余热利用系统。生物质颗粒状给料经过生物质气化系统后产生生物质气，在混合装置中向生物质气掺入一定量的天然气，燃气在燃气轮机的燃烧室中燃烧，产生的高温气体进入到燃气透平中做功，带动第一发电机发电；内置回热器和烟气余热利用系统可将燃气轮机排出的高温气体进行充分利用；中间冷却器和太阳能集热器驱动有机朗肯循环进行发电；本系统可实现能源循环利用，根据用户的需求可以同时输出电量、热量和冷量，生物质气和天然气混合作为燃料，在解决生物质难于燃用的同时还能减少的天然气的使用。



CN 215672465 U

1.生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，其特征在于：包括生物质气化系统、燃气轮机发电系统、太阳能-有机朗肯循环系统和烟气余热利用系统，其中，

生物质气化系统包括依次连接的气化炉、第一热交换器、第二热交换器；燃气轮机发电系统包括依次连接的第一压气机、第二压气机、燃烧室、燃气透平、第一发电机；太阳能-有机朗肯循环系统包括依次连接的太阳能集热器、中间冷却器和蒸发器、透平、第二发电机、再生器、工质泵和冷凝器；烟气余热利用系统包括依次连接的内置回热器和余热利用装置；

第二热交换器的出口经混合装置连接至燃烧器；燃气透平的烟气出口连接至内置回热器；第一压气机的空气出口经中间冷却器连接至第二压气机，第二压气机的出口经内置回热器连接至燃烧器。

2.根据权利要求1所述的生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，其特征在于：所述混合装置包括第一进口和第二进口，第一进口与第二热交换器的出口连接，第二进口与天然气接通。

3.根据权利要求1所述的生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，其特征在于：余热利用装置为烟气型溴化锂吸收制冷机组。

4.根据权利要求3所述的生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，其特征在于：烟气余热利用系统还包括三通阀和第三换热器，内置回热器的出口经三通阀连接至第三换热器或余热利用装置，第三换热器的出口连接至用户端。

5.根据权利要求1所述的生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，其特征在于：生物质气化系统采用含水率在10％以下的生物质颗粒状给料，生物质气化的原料包括秸秆、稻壳、花生壳、甘蔗渣、木材加工剩余物中的任一种或多种的组合。

6.根据权利要求1所述的生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，其特征在于：生物质气化系统中，所述气化炉为下吸式气化炉。

7.根据权利要求6所述的生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，其特征在于：下吸式气化炉从上至下依次为干燥区、热解区、氧化区和还原区，氧化区设有预热气入口。

生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及分布式能源给系统技术领域，具体涉及一种生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统。

背景技术

[0002] 在能源供应日益紧张的今天，节能降耗、合理利用资源、提高能源利用效率已成为人们普遍关注的问题，也是我国能源发展的根本途径。为了提高能源利用效率，迫切需要将高品质的电与低品质的冷、热三种能量需求有机统一，燃气冷热电分布式能源系统正是在能源结构调整中涌现出来的提高能源利用效率的一种最佳利用方式，它具有效率高、安全、经济、环境友好等特点。

[0003] 目前大多数的冷热电联产系统使用燃料是天然气，天然气价格昂贵，且目前天然气的价格在不断的上涨，导致使用天然气进行冷热电联供的成本在不断的上升。

[0004] 生物质燃料主要用作链条炉生成蒸汽或热水，为生产工艺或居民供应蒸汽或采暖、生活热水。虽然国内已有生物质发电站，但是这些发电站主要采用的是生物质直接燃烧发电技术，普遍存在建设成本高、运行费用大，年年亏损的问题。生物质气化发电技术的基本原理是把生物质转化为可燃气，再利用可燃气推动燃气发电设备进行发电。气化技术改变了传统直接燃烧生物质来获取能量的方式，通过气化技术，将生物质转变为清洁的可燃气体，大大提高生物质能源的使用范围。

[0005] 对于10MW以下的生物质发电系统而言，气化发电系统与直接燃烧发电系统投资接近，但气化发电系统效率远高于直接燃烧发电系统，具有更大的优势。因此，本实用新型提出一种生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，能够提高生物质的能源利用率。

实用新型内容

[0006] 为解决上述现有技术存在的问题，本实用新型提供了生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，将生物质送入气化炉获得生物质气，在生物质气不足的情况下，向获得的生物质气中掺入一定量的天然气来确保用户端的负荷。

[0007] 为实现上述目的，本实用新型采用以下技术方案：

[0008] 生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，包括生物质气化系统、燃气轮机发电系统、太阳能-有机朗肯循环系统和烟气余热利用系统，其中，生物质气化系统包括依次连接的气化炉、第一热交换器、第二热交换器；燃气轮机发电系统包括依次连接的第一压气机、第二压气机、燃烧室、燃气透平、第一发电机；太阳能-有机朗肯循环系统包括依次连接的太阳能集热器、中间冷却器和蒸发器、透平、第二发电机、再生器、工质泵和冷凝器；烟气余热利用系统包括依次连接的内置回热器和余热利用装置；

[0009] 第二热交换器的出口经混合装置连接至燃烧器；燃气透平的烟气出口连接至内置回热器；第一压气机的空气出口经中间冷却器连接至第二压气机，第二压气机的出口经内置回热器连接至燃烧器。

[0010] 作为本实用新型的优选方案之一，所述混合装置包括第一进口和第二进口，第一进口与第二热交换器的出口连接，第二进口与天然气接通。

[0011] 作为本实用新型的优选方案之一，余热利用装置为烟气型溴化锂吸收制冷机组。

[0012] 作为本实用新型的优选方案之一，烟气余热利用系统还包括三通阀和第三换热器，内置回热器的出口经三通阀连接至第三换热器或余热利用装置，第三换热器的出口连接至用户端。

[0013] 作为本实用新型的优选方案之一，生物质气化系统采用含水率在 10％以下的生物质颗粒状给料，生物质气化的原料包括秸秆、稻壳、花生壳、甘蔗渣、木材加工剩余物中的任一种或多种的组合。

[0014] 作为本实用新型的优选方案之一，生物质气化系统中，所述气化炉为下吸式气化炉。

[0015] 作为本实用新型的优选方案之一，下吸式气化炉从上至下依次为干燥区、热解区、氧化区和还原区，氧化区设有预热气入口。

[0016] 相比于现有技术，本实用新型具有以下有益效果：采用以上耦合发电技术方案，以1.79t/h质量流量的稻壳气化为例，产气量为 113.8kmol/h，燃气的低位发热量为219.6kj/mol，燃气轮机系统的发电量为2.78MW～3.19MW，最大供热量在1.15MW～1.7MW，最大制冷量在1.57MW～2.77MW，太阳能—有机朗肯循环的发电量在130kW～182kW。相同条件下，需要流量将近32kmol/h的天然气才能获得近似的发电量、供热量和制冷量。有效地将生物质能转化为电能和热能，解决了生物质难于燃用的缺点，还能减少的天然气的使用。

附图说明

[0017] 图1是本实用新型所述发电系统流程示意图。

[0018] 图中：1-下吸式气化炉，2-第一热交换器，3-第二热交换器， 4-混合装置，5-第一压气机，6-中间冷却器，7-第二压气机，8-内置回热器，9-燃烧室，10-燃气透平，11-第一发电机，12-太阳能集热器，13-蒸发器，14-工质泵，15-第二发电机，16-再生器，17-冷凝器，18-工质泵，19-第三热交换器，20-烟气型溴化锂吸收制冷机组，21-三通阀。

具体实施方式

[0019] 下面通过具体实施例对本实用新型的技术方案作进一步描述说明。

[0020] 实施例1

[0021] 如图1所示，本实施例提供一种生物质气化耦合燃气轮机冷热电三联产系统，包括生物质气化系统、燃气轮机发电系统、太阳能-有机朗肯循环系统和烟气余热利用系统，其中，生物质气化系统包括下吸式气化炉1、第一热交换器2、第二热交换器3、混合装置4；燃气轮机发电系统包括第一压气机5、第二压气机7、燃烧室9、燃气透平 10、第一发电机11；太阳能—有机朗肯循环系统包括太阳能集热器 12、中间冷却器6、蒸发器13、透平机14、第二发电机15、再生器 16、冷凝器17和工质泵18；烟气余热利用系统包括内置回热器8、第三热交换器19、烟气型溴化锂吸收制冷机组20、三通阀21。

[0022] 下吸式气化炉1所产生的生物质气先经过第一热交换器2、第二热交换器3，在混合装置4中与天然气完成混合后进入到燃烧室9的第二进口，空气依次经过第一压气机5、中间

冷却器6、第二压气机 7、内置回热器8进入到燃烧室9的第一个进口和生物质气在燃烧室 9中燃烧，燃烧所产生的高温气体被送入到燃气透平10中做功，燃气透平10带动第一发电机11发电；燃气透平10排出的高温气体通过内置回热器8对第二压气机7后的压缩气体进行预热，内置换热器 8后根据负荷需求调节三通阀21，控制流向第三换热器19和烟气型溴化锂吸收制冷机组20的烟气比例；经过太阳能集热器12加热过的热水被送入到中间冷却器6中进行进一步的加热，之后流入到蒸发器 13中去加热循环工质，工质被加热到饱和蒸汽状态后进度到透平机 14中做功，透平机14带动第二发电机15完成发电，做完功的循环工质在再生器16中对将要进入到蒸发器13的循环工质进行预热，之后流入到冷凝器17中冷凝，最后在工质泵18处将压力升至到蒸发器 12的入口压力；

[0023] 本实施例将生物质气化与燃气轮机发电、烟气余热利用技术和太阳能-有机朗肯循环发电相结合，生物质气和天然气作为燃料驱动燃气轮机发电，同时将燃气轮机发电的余热充分转化为冷热电，整个耦合发电系统的能源利用效率更高。

[0024] 生物质气化的原料包括秸秆、稻壳、花生壳、甘蔗渣、木材加工剩余物中的任一种或多种的组合。

[0025] 太阳能-有机朗肯循环的有机工质选择需考虑工质的物理化学特性、热力学特性以及与热源的匹配性，这里给出几种合适的有机工质：R601、R601A、R113，但需根据具体情况选择最佳有机工质。

[0026] 以稻壳作为生物质气化的原料为例，本实施例所述系统运行原理如下：

[0027] (1)生物质气化过程：质量流量为1.44t/h、含水量为6.47％的稻壳从下吸式气化炉顶部进入，向气化炉中质量流量为720kg/h的空气与质量流量为360kg/h的水蒸气，生物质气化温度870℃。向生成的生物质气中通入摩尔流量为6.44kmol/h的天然气，得到总摩尔流量为88.15kmol/h的燃气，其低位发热量为284.1kJ/mol。

[0028] (2)燃气轮机发电过程：燃气以88.15kmol/h的流量进入到燃烧室，空气以1031kmol/h的流量依次经过第一压气机、中间冷却器、第二压气机、内置回热器被压缩至10bar、温度为450℃，之后和燃气在燃烧室内燃烧，燃烧室出口气体温度为1150℃，高温气体进入到燃气轮机内做功，燃气轮机带动第一发电机发电，发电功率为3107kW；

[0029] (3)太阳能-有机朗肯循环发电过程：循环工质为R113，热水依次经过太阳能集热器和中间冷却器被加热到178℃，热水流量为 4.03kg/s，工质蒸发温度为150℃，工质流量为4.49kg/s，系统净发电量为166.6kW，㶲效率为31.99％。

[0030] 以上对本实用新型的实施例进行了详细说明，对本领域的普通技术人员而言，依据本实用新型提供的思想，在具体实施方式上会有改变之处，而这些改变也应视为本实用新型的保护范围。

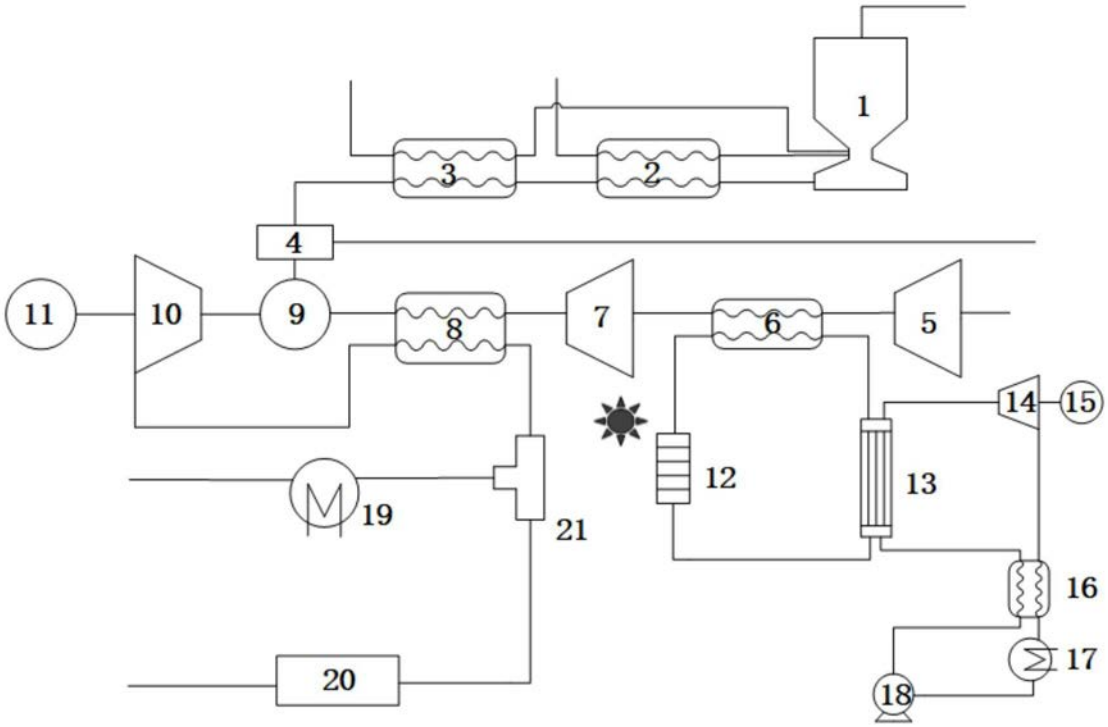


图1