



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101251045 B

(45) 授权公告日 2010.04.14

(21) 申请号 200810087169.X

F22D 11/06(2006.01)

(22) 申请日 2008.03.18

C10B 53/02(2006.01)

(73) 专利权人 黄家笙

地址 中国台湾台北市内湖区西康里6邻内湖路一段47巷10号

专利权人 林文彬

(72) 发明人 黄家笙 林文彬

(74) 专利代理机构 广州知友专利商标代理有限公司 44104

代理人 王洪娟

(56) 对比文件

JP 2003-227349 A, 2003.08.15, 说明书第2页左栏第7行至右栏第17行, 附图1、2.

CN 1121155 A, 1996.04.24, 说明书第1页第2-18行, 附图2.

CN 1258712 A, 2000.07.05, 权利要求1, 附图1.

审查员 杨润

(51) Int. Cl.

F02B 43/10(2006.01)

F02C 3/28(2006.01)

F02B 63/04(2006.01)

F01K 11/02(2006.01)

F01K 17/04(2006.01)

F22G 1/12(2006.01)

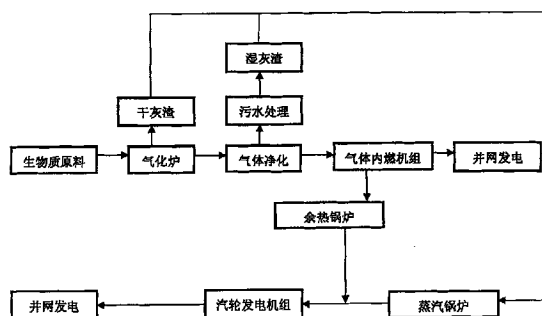
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 7 页

(54) 发明名称

一种生物质能循环发电工艺及其发电系统

(57) 摘要

一种生物质能循环发电工艺, 其特征在于包括如下步骤: (1) 将生物质原料进行气化, 转换为可燃气体, 然后经除尘、除焦净化后再送入气体内燃机组中发电; (2) 将生物质原料或步骤1所述的气化发电过程中产生的灰渣, 或二者的混合物送入蒸汽锅炉中燃烧产生过热蒸汽; 将步骤1所述的气体内燃机组的排气余热通入余热锅炉中产生过热蒸汽; (3) 将步骤2所述的蒸汽锅炉和余热锅炉产生的过热蒸汽一起送入汽轮发电机组中发电。本发明充分利用了生物质能气化发电过程中各处理环节所产生的热能和产物, 循环发电, 使发电效率大大提高、充分利用了废弃物, 降低了运行成本。本发明还同时公布了用于实现上述生物质能循环发电工艺的发电系统。



1. 一种生物质能循环发电工艺,其特征在于包括如下步骤:

(1) 将生物质原料进行气化,转换为可燃气体,然后经除尘、除焦净化后再送入气体内燃机组(13)中发电;

(2) 将生物质原料或步骤(1)所述的气化发电过程中产生的灰渣,或二者的混合物送入蒸汽锅炉(21)中燃烧产生过热蒸汽;将步骤(1)所述的气体内燃机组(13)的排气余热通入余热锅炉(9)中产生过热蒸汽;所述的气化发电过程中产生的灰渣包括步骤(1)中所述的生物质原料气化后产生的干灰渣及所述的可燃气体净化后产生的湿灰渣;将所述步骤(1)中气化发电过程中产生的高温燃气余热先送入热交换器(18)中产生汽水混合物,该汽水混合物再分别送到余热锅炉(9)和蒸汽锅炉(21)中,进一步产生过热蒸汽;

(3) 将步骤(2)所述的蒸汽锅炉(21)和余热锅炉(9)产生的过热蒸汽一起送入汽轮发电机组中发电。

2. 根据权利要求1所述的一种生物质能循环发电工艺,其特征在于将步骤(1)所述的气体内燃机组(13)在循环冷却过程中产生的热水热能转换为电能;将上述热水通过热交换设备与膨胀发电装置的介质进行热交换,从而让热交换后的介质蒸汽推动膨胀发电装置发电,而热交换降温后的水继续用来冷却气体内燃机组(13)。

3. 根据权利要求2所述的一种生物质能循环发电工艺,其特征在于将汽轮发电机组在工作过程中产生的热水的一部分或全部直接用来冷却气体内燃机组(13),然后将出来的热水通过热交换设备与膨胀发电装置的介质进行热交换,从而让热交换后的介质蒸汽推动膨胀发电装置发电,而热交换降温后的水则继续下一循环冷却过程。

4. 根据权利要求3所述的一种生物质能循环发电工艺,其特征在于将步骤(2)所述的生物质原料气化后产生的干灰渣及可燃气体净化后产生的湿灰渣先进行混合,然后再送入蒸汽锅炉(21)中燃烧。

5. 一种用于权利要求1所述的生物质能循环发电工艺的生物质能发电系统,包括气化发电单元(1),所述的气化发电单元(1)包括依次相连的气化炉(11)、气体净化装置(12)、气体内燃机组(13)和循环冷却设备,其特征在于所述的发电系统还包括蒸汽发电单元(2),所述的蒸汽发电单元(2)包括蒸汽锅炉(21)、余热锅炉(9)和汽轮发电机组,所述的气体内燃机组(13)的尾气排放口连接到余热锅炉(9),所述的气体净化装置(12)还连接有污水处理池(14);所述的气化炉(11)上用于排放干灰渣的高温排灰阀和污水处理池(14)的湿灰渣排放口共同连接到蒸汽锅炉(21)的燃料进口;所述的余热锅炉(9)与蒸汽锅炉(21)并连后再和汽轮发电机组相连;所述的蒸汽发电单元(2)的汽轮发电机组包括汽轮机(22)和与其相连的发电机(23),所述的汽轮机(22)上连接有汽轮机冷却水泵(6),该冷却水泵连接到所述循环冷却设备的冷水池(7);所述的汽轮机(22)上还连接有凝汽器(25),所述的凝汽器(25)依次通过凝结水泵(26)、除氧设备(27)、给水泵(28)和供水泵(30)分别连接到余热锅炉(9)和蒸汽锅炉(21);所述凝汽器(25)的循环冷却水的进水管通过汽轮机冷却水泵(6)与所述的冷水池(7)相连,所述凝汽器(25)的循环冷却水的回水管连接到气体内燃机组(13)的冷却进水管。

6. 根据权利要求5所述的生物质能发电系统,其特征在于所述的气化炉(11)与气体净化装置(12)之间还设有热交换器(18),热交换器(18)的下方设有进水口和出水口,热交换器(18)的进水口连接到所述的给水泵(28),出水口经供水泵(30)分别和余热锅炉(9)、蒸

汽锅炉 (21) 的给水口相连。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的生物质能发电系统,其特征在于所述的发电系统还包括热水发电单元 (4),其包括依次相连的热水池 (43)、热交换器 (42) 和膨胀发电装置,所述的膨胀发电装置还依次连接有冷凝器 (47) 和工质泵 (46),所述的工质泵 (46) 又与用于连接热水池 (43) 的热交换器 (42) 相连,该用于连接热水池的热交换器 (42) 和冷凝器 (47) 还连接到循环冷却设备的冷水池 (7);所述的循环冷却设备的回水管与热水池 (43) 相连。

一种生物质能循环发电工艺及其发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发电工艺及其发电系统,特别是涉及一种生物质能循环发电工艺及其发电系统。

背景技术

[0002] 新能源技术作为二十一世纪世界经济发展中最具影响的技术之一,人类最终将依靠新能源产业的发展来解决全球的能源危机和环境污染问题,实现可持续发展。国家鼓励的可再生能源中,最大一块就是生物质能的发电和利用,我国拥有丰富的生物质能资源,据测算,我国理论生物质能资源为 50 亿吨左右。目前,可供利用开发的生物质能资源主要为生物质废弃物,包括农作物秸秆、谷壳、薪柴、工业有机废弃物和城市固体有机垃圾等。面对经济发展中如影随形的高消耗、高污染和资源环境约束问题,近年来,中国开始寻求经济增长模式的全面转变,走节约型发展道路。循环经济是一种以资源的高效利用和循环利用为核心,以“减量化、再利用、资源化”为原则,以低消耗、低排放、高效率为基本特征,符合可持续发展理念的经济增长模式,是对“大量生产、大量消费、大量废弃”的传统增长模式的根本变革。生物质能是一个重要的能源,预计到下个世纪,世界能源消费的 40% 来自生物质能,我国有丰富的生物质能资源,我国农村能源的 70% 是生物质,仅农村秸秆每年总量达 6 亿多吨。随着经济的发展,人们生活水平的提高,环境保护意识的加强,对生物质能的合理、高效开发利用,必然愈来愈受到人们的重视。

[0003] 目前,生物质气化发电的应用是洁净利用生物质能的有效方法之一,它可以在不产生污染的情况下把生物质能转化为电能,达到从低品位能源获取高品位能源的目的。特别是小型生物质气化发电工艺及发电系统,简单、灵活,比较容易推广应用。但中、大型生物质气化发电工艺及发电系统,发电量一般为 $\geq 2\text{MW}$,在实际产业化过程中遇到很多现实问题,主要表现在如下几个方面:

[0004] (1),系统利用效率偏低,一般只有 15% 左右,对这个问题曾经试图通过增加余热锅炉和蒸汽轮机发电来提高效率,但系统不稳定,达不到效果;

[0005] (2),在气化、净化过程中产生大量的灰渣、污泥、有机污水、焦油等废弃物,这些废弃物含有很高的热量未被利用,虽然一部分可用来做肥料还田、也有一部分作为工业原料,如:保温材料、炼钢材料等,但大部分的废弃物没法利用,严重影响了电厂的正常运行,也给环境带来一定的危害;

[0006] (3),气体内燃机发电过程中效率也不高,一般为 30% 左右,大部分的热量从尾气和冷却水中散失掉了。

[0007] 综上,目前的中、大型生物质气化发电工艺及系统还存在很多问题没解决,电厂的运行费用过高,效率低下,如果不进一步提升效率,就很难商业化、产业化推广。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种生物质能循环发电工艺及其发电系统,发电效率高,运

行稳定,废弃物可被高效回收利用,环保无污染。

[0009] 本发明的技术方案可以通过以下的技术措施来实现,一种生物质能循环发电工艺,其特征在于包括如下步骤:

[0010] (1) 将生物质原料进行气化,转换为可燃气体,然后经除尘、除焦净化后再送入气体内燃机组中发电;

[0011] (2) 将生物质原料或步骤(1)所述的气化发电过程中产生的灰渣,或二者的混合物送入蒸汽锅炉中燃烧产生过热蒸汽,即在蒸汽锅炉中,可以仅燃烧气化发电过程中产生的灰渣,还可以燃烧生物质原料及灰渣的混合物,主要根据所要求的发电量来灵活控制;将步骤(1)所述的气体内燃机组的排气余热通入余热锅炉中产生过热蒸汽;所述的气化发电过程中产生的灰渣包括步骤(1)中所述的生物质原料气化后产生的干灰渣及所述的可燃气体净化后产生的湿灰渣;为了进一步利用发电过程中产生的余热,可以将步骤(1)中气化发电过程中产生的高温燃气余热先送入热交换器中产生汽水混合物,该汽水混合物再送入余热锅炉或蒸汽锅炉中,或者分别送到余热锅炉和蒸汽锅炉中,进一步产生过热蒸汽;

[0012] (3) 将步骤(2)所述的蒸汽锅炉和余热锅炉产生的过热蒸汽一起送入汽轮发电机组中发电。

[0013] 本发明充分利用了生物质能气化发电过程中各处理环节所产生的热能和产物,循环发电,使发电效率大大提高、充分利用了废弃物,降低了运行成本。

[0014] 本发明还可以作如下改进:将步骤(1)所述的气体内燃机组在循环冷却过程中产生的热水热能转换为电能,即可以将上述热水通过热交换设备与膨胀发电装置的介质进行热交换,从而让热交换后的介质蒸汽推动膨胀发电装置发电,如推动螺杆膨胀发电机组来产生电能,而热交换降温后的水继续用来冷却气体内燃机组,如此不断循环,达到充分利用热水余热的目的。

[0015] 本发明还可以进一步作如下改进:步骤(3)所述的汽轮发电机组在工作过程中也产生一些热水,如:汽轮机在循环冷却过程中产生的热水,本发明将这些热水热能也用来发电:将汽轮发电机组在工作过程中产生的热水的一部分或全部直接用来冷却气体内燃机组,然后将产生的热水进一步用来发电,如出来的热水可以通过热交换设备与膨胀发电装置的介质进行热交换,从而让热交换后的介质蒸汽推动膨胀发电装置发电,而汽轮机循环冷却系统中通过热交换降温后的水则继续下一循环冷却过程。

[0016] 本发明利用气体发电和热水发电双循环发电系统可以带来双重经济效益:一方面可降低循环冷却系统的冷却水量,从而降低系统投资和水泵运行费用,降低自用电量,另一方面,可以增加余热发电量,提高系统效率。

[0017] 本发明所述的生物质能循环发电工艺中,可以根据所要求的发电量选择是单独利用燃烧气化发电过程中产生的灰渣送入蒸汽锅炉发电,还是同时在蒸汽锅炉中燃烧生物质原料及灰渣的混合物发电。后者是可将步骤(2)所述的生物质原料气化后产生的干灰渣及可燃气体净化后产生的湿灰渣先进行混合,然后再送入蒸汽锅炉中燃烧。

[0018] 用于实现上述生物质能循环发电工艺的一种生物质能发电系统,包括气化发电单元,所述的气化发电单元包括依次相连的气化炉、气体净化装置、气体内燃机组和循环冷却设备,其特征在于所述的发电系统还包括蒸汽发电单元,所述的蒸汽发电单元包括蒸汽锅炉、余热锅炉和汽轮发电机组,所述的气体内燃机组的尾气排放口连接到余热锅炉;所述的

气体净化装置还连接有污水处理池,所述的气化炉上用于排放干灰渣的高温排灰阀和污水处理池的湿灰渣排放口共同连接到蒸汽锅炉的燃料进口;所述的余热锅炉与蒸汽锅炉并连后再和汽轮发电机组相连。所述的蒸汽发电单元的汽轮发电机组包括汽轮机和与其相连的发电机,所述的汽轮机上连接有汽轮机冷却水泵,该冷却水泵连接到所述循环冷却设备的冷水池;所述的循环冷却设备冷却汽轮机低压缸排气温度,降低低压缸排气压力,使得蒸汽在通过汽轮机时最大限度的释放能量做功转化为汽轮机旋转的机械能,从而用于驱动发电机发电。所述的汽轮机上连接有凝汽器,所述的凝汽器依次通过凝结水泵、除氧设备、给水泵和供水泵分别连接到余热锅炉和蒸汽锅炉,从而使汽轮机排出的蒸汽余热得到充分利用;其中,给水泵先经换热器再连接到余热锅炉。所述凝汽器的循环冷却水的进水管通过汽轮机冷却水泵与所述的冷水池相连,所述凝汽器的循环冷却水的回水管连接到气体内燃机组的冷却进水管,即冷却水泵将冷却水压入凝汽器中与作过功的过热蒸汽进行热交换,降低汽轮机末端排压,而吸收热量的循环水通过回水管被输送至气体内燃机组的冷却进水管,再用来冷却气体内燃机组。

[0019] 本发电系统在生物质能发电原理的基础上,将气体内燃机组的尾气余热进一步转换为电能,并对系统工作过程中产生的干、湿灰渣等废弃物进行再利用,即燃烧发电,节能环保,降低运行成本,发电效率大大提高。

[0020] 本发明所述的气化发电单元的气化燃气发电和所述的蒸汽发电单元的蒸汽发电,两部分组合成有机的整体,既可统一,又可独立,互不受限制,可以灵活运用。例如,当气体内燃机组检修时,可以在蒸汽锅炉中直接燃烧生物质原料来发电;或者,当燃烧灰渣的发电功率达不到要求时,也可以在蒸汽锅炉中填加一定量的生物质燃料作为补充,从而保证整个发电系统运行的稳定性。

[0021] 本发明可以作以下改进,所述的生物质发电系统还包括热水发电单元,其包括依次相连的热水池、热交换器和膨胀发电装置,所述的膨胀发电装置还依次连接有冷凝器和工质泵,所述的工质泵又与用于连接热水池的热交换器相连,该热交换器和冷凝器还连接到循环冷却设备的冷水池;所述的循环冷却设备的回水管与热水池相连。上述的热水发电单元将气体内燃机组在循环冷却过程中产生的热水热能转换为电能,充分利用了热水的余热,从而有效节约能源,提高了发电效率。

[0022] 本发明所述的生物质能发电系统还可以包括干湿灰混合机,所述的气化炉的高温排灰阀和污水处理池的湿灰渣排放口均与所述的干湿灰混合机的入口相连,所述的干湿灰混合机的出口再连接到蒸汽锅炉。本发电系统中,干、湿灰混合后再燃烧,可以把湿灰中的焦油等污染物处理掉,既可排除湿灰,即污泥对环境的污染,又可以充分利用污泥的热量。

[0023] 与现有技术相比,本发明的优点是:

[0024] (1). 本发明所述的生物质能循环发电工艺及其发电系统,在传统的生物质能发电技术的基础上,综合创新,对生物质能采取集约化综合开发利用,增加了余热锅炉、蒸汽锅炉及汽轮发电机组,将气化发电与蒸汽发电相结合,在生物质能转化为电能的过程中,使资源得到高效、循环利用,节能环保,大大降低了运行成本;

[0025] (2). 本发明还增加了生物质原料直接燃烧发电和热水发电环节,充分利用生物质能发电主系统发电过程中产生的热能及废弃产物,大大提高了发电的效率;

[0026] (3). 本发明所述的发电系统,气化燃气发电和蒸汽发电两部分组合成有机的整

体,既可统一,又可独立,互不受限制,可以灵活运用,如:当部分气体内燃机组检修时,可以在蒸汽锅炉中直接掺入生物质原料和灰渣混合后燃烧发电,还可以根据现场条件在蒸汽锅炉中仅燃烧生物质原料或灰渣,从而保证整个发电系统运行的稳定性;本发电系统运行安全可靠,可广泛应用于中、大型生物质气化发电厂,具有极高的商业推广价值。

附图说明

- [0027] 图1是本发明实施例1的生物质能发电工艺组合流程框图;
[0028] 图2是本发明实施例1的生物质能发电系统示意图;
[0029] 图3是本发明实施例1的生物质能发电系统的气化发电单元示意图;
[0030] 图4是本发明实施例2的生物质能发电工艺组合流程框图;
[0031] 图5是本发明实施例2的生物质能发电系统示意图;
[0032] 图6是本发明实施例2的生物质能发电系统的气化发电单元示意图;
[0033] 图7是本发明实施例2的生物质能发电系统的蒸汽发电单元的蒸汽循环热力系统示意图。

具体实施方式

[0034] 本发明的保护范围并不仅仅局限于以下的具体实施方式,其他人作出的非本质的改进,均属于本发明的保护范围之内。

[0035] 实施例1

[0036] 本发明的实施例1如图1~3所示,本发明可以通过与大型米厂合作办电厂或在粮食生产基地办生物质发电厂来推广应用,可以根据当地的生物质资源来选择电厂的规模,一般为5MW和10MW两种规格。

[0037] 本实施例的生物质能发电工艺,包括如下步骤:

[0038] (1) 将生物质原料进行处理,如将植物秸秆原料进行粉碎,而谷壳原料可以直接使用,然后将生物质原料进行气化,即把固体生物质转换为可燃气体,这些可燃气体的主要成份为CO、H₂、CH₄、CO₂等,气化出来的燃气还包含一定的杂质,如灰分,焦炭,少量的焦油等;经除尘、除焦净化后再送入气体内燃机组中发电;

[0039] (2) 将步骤1的气化发电过程中的生物质原料气化后产生的干灰渣及可燃气体净化后产生的湿灰渣送入蒸汽锅炉21中燃烧,产生过热蒸汽;将步骤1的气体内燃机组13的排气余热通入余热锅炉9中产生过热蒸汽;

[0040] (3) 将步骤2的蒸汽锅炉21和余热锅炉9产生的过热蒸汽一起并入主蒸汽母管,最后送入汽轮发电机组中来推动汽轮发电机组发电。

[0041] 实现上述生物质能发电工艺的发电系统,包括气化发电单元1、蒸汽发电单元2,气化发电单元1包括依次相连的气化炉11、气体净化装置12、气体内燃机组13、循环冷却水泵和冷水池7;气体内燃机组13与内燃机冷却水泵5的一端相连,内燃机冷却水泵5的另一端连接到冷水池7;蒸汽发电单元2包括蒸汽锅炉21、余热锅炉9和汽轮发电机组,汽轮发电机组包括汽轮机22和与其相连的发电机23,汽轮机22上与汽轮机冷却水泵6的一端相连,该冷却水泵的另一端连接到冷水池7;汽轮机22上还连接有凝汽器25,凝汽器25依次通过凝结水泵26、除氧设备27、给水泵28和供水泵30分别连接到余热锅炉9和蒸汽锅

炉 21, 从汽轮机 22 排出的蒸汽余热得到充分利用。其中, 给水泵 28 先经换热器 29 再连接到余热锅炉 9。凝汽器 25 的循环冷却水的进水管通过汽轮机冷却水泵 6 与冷水池 7 相连。凝汽器 25 的循环冷却水的回水管还连接到气体内燃机组 13 的冷却进水管, 大大节省了冷水池 7 的用水量。

[0042] 气体净化装置 12 包括依次相连的一级文氏塔 121、二级文氏塔 122、三级喷淋塔 123、四级喷淋塔 124、污水分离器 125、罗茨风机 126、电除尘器 127, 电除尘器 127 经储气罐 8 连到气体内燃机组 13; 气体净化装置 12 还连接有污水处理池 14, 污水处理池 14 包括依次相连的喷淋塔污水循环池 141、隔油池 142、大污水循环池 143、厌氧池 144、好氧池 145、斜沉池 146 和脱色池 147, 脱色池 147 再分别连至三、四级喷淋塔 123、124 的污水进水管, 一级文氏塔 121 和二级文氏塔 122 的污水排水管连到隔油池 142, 三级喷淋塔 123 和四级喷淋塔 124 的污水排水管连到喷淋塔污水循环池 141 的进水口, 经物理沉淀三、四级喷淋塔 123、124 出来的污水, 去除污水中大颗粒沉淀物, 沉淀后的水再被文氏塔利用, 即喷淋塔污水循环池 141 的出水口再直接连到一级文氏塔 121 和二级文氏塔 122 的进水管。气化炉 11 包括原料仓 111 和气化炉炉体 112, 气化炉 11 与气体净化装置 12 之间还设有分离器 17 和热交换器 18, 热交换器 18 主要是用来吸收高温燃气的显热, 热交换器 18 的下方还设有鼓风机的空气进口和空气出口, 空气出口经鼓风机再连到气化炉 11, 用来提高气化反应的热效率。气化炉 11 的 2 个排灰口和分离器 17 的 1 个排灰口经其下方设有的用于排放干灰渣的高温排灰阀 111a、112a、17a 通过机械输送连接到蒸汽锅炉 21 的燃料进口; 污水处理池 14 中的斜沉池 146 上的湿灰渣排放口经污泥浓缩池 15 和带式压滤机 16 也连接到蒸汽锅炉 21 的燃料进口。气体内燃机组 13 的尾气排放口连接到余热锅炉 9, 余热锅炉 9 与蒸汽锅炉 21 并连后再和汽轮发电机组的汽轮机 22 相连。

[0043] 本实施例中, 生物质原料包括农作物秸秆原料和谷壳原料两种, 将本发电系统与原料处理系统 3 相连: 秸秆原料由秸秆堆放场 31 经过秸秆粉碎机 32 和输送机 33 被输送到运行仓 19, 而谷壳由谷壳仓 34 直接被输送至运行仓 19, 原料由运行仓 19 进入气化炉炉体 112 中进行气化燃烧反应, 而气化燃烧留下的干灰渣和可燃气体净化后产生的湿灰渣送入蒸汽锅炉 21 中直接燃烧发电, 气体内燃机组 13 的排气余热通过余热锅炉 9 产生过热蒸汽。

[0044] 实施例 2

[0045] 本发明的实施例 2 如图 4~7 所示, 与上一个实施例所不同的是, 在生物质能发电的工艺中, 在步骤 2 中, 还将气化炉 11 出口的高温燃气余热先送入热交换器 18 中产生汽水混合物, 该汽水混合物再送入余热锅炉 9 或蒸汽锅炉 21 中, 或者分别送到余热锅炉 9 和蒸汽锅炉 21 中燃烧, 进一步产生过热蒸汽, 然后转入步骤 3 中推动汽轮发电机组发电;

[0046] 在步骤 2 中, 将生物质原料气化后产生的干灰渣及可燃气体净化后产生的湿灰渣先进行混合, 然后再送入蒸汽锅炉 21 中燃烧;

[0047] 在步骤 2 中, 在必要时, 还在蒸汽锅炉 21 中直接掺入生物质原料和灰渣混合后燃烧, 产生过热蒸汽;

[0048] 将步骤 1 的气体内燃机组 13 在循环冷却过程中产生的热水热能转换为电能: 热水经热水池 43 再通过热交换器 42 与膨胀发电装置的介质进行热交换, 从而让热交换后的介质蒸汽推动螺杆膨胀发电机组来产生电能, 而热交换降温后的水重新回到冷水池 7, 继续用来冷却气体内燃机组 13, 如此不断循环。

[0049] 步骤3的汽轮发电机组的汽轮机22在循环冷却过程中产生热水,将这些热水热能也进行发电:将上述热水的一部分或全部直接用来冷却气体内燃机组13,然后将产生的热水进一步用来发电,热水经热水池43,并通过热交换器42与膨胀发电装置的介质进行热交换,从而让热交换后的介质蒸汽推动螺杆膨胀发电机组发电,而汽轮机循环冷却系统中通过热交换降温后的水重新回到冷水池7,如此不断循环。

[0050] 另外,可将蒸汽锅炉21排污产生的低压蒸汽、汽封和轴封泄漏产生的低压蒸汽直接连接到热水池43进一步用来发电或供暖。

[0051] 实现本实施例的生物质能发电工艺的发电系统,与上一个实施例所不同的是,热交换器18的下方设有进水口和出水口,进水口连接到给水泵28,出水口经供水泵30分别和余热锅炉9、蒸汽锅炉21的给水口相连,进一步产生过热蒸汽来推动汽轮发电机组发电,其中,供水泵30先经换热器29再连接到余热锅炉9。

[0052] 发电系统还包括干湿灰混合机10,原料仓111、气化炉炉体112和分离器17下面的高温排灰阀111a、112a、17a均与干湿灰混合机10的入口相连,污水处理池14的湿灰渣排放口也经污泥浓缩池15和带式压滤机16连接到干湿灰混合机10的入口,干湿灰混合机10的出口再连接到蒸汽锅炉21。

[0053] 气化发电系统还包括热水发电单元4,其包括依次相连的热水池43、循环热水泵48、过滤器49、热交换器42和膨胀发电装置,膨胀发电装置为螺杆膨胀发电机组,包括螺杆膨胀动力机44和发电机45,螺杆膨胀动力机44上还依次连接有冷凝器47和工质泵46,工质泵46又与热交换器42相连,热交换器42和冷凝器47还分别连接到冷水池7;气体内燃机组13循环冷却后的回水管与热水池43相连,上述的热水发电单元4将气体内燃机组13在循环冷却过程中产生的热水热能转换为电能。

[0054] 蒸汽锅炉21和余热锅炉9通过主蒸汽母管与汽轮机22相连,利用过热蒸汽来推动汽轮发电机组发电,汽轮机22还通过汽轮机冷却水泵6与冷水池7相连;汽轮机22的凝汽器25依次经凝结水泵26、除氧设备27、给水泵28连接到热交换器18的进水口。凝汽器25的循环冷却水的进水管通过汽轮机冷却水泵6与冷水池7相连,凝汽器25的循环冷却水的回水管连接到气体内燃机组13的冷却进水管,大大节省了冷水池7的用水量。

[0055] 热水发电单元4是采用热水和低沸点介质进行热交换,使介质蒸发后推动螺杆膨胀动力机44进行发电的技术,螺杆膨胀动力机44适用于蒸汽、汽水混合物、热水、被污染热源的各种介质。热水发电单元4的热水循环过程为:热水池43的热水进入热交换器42,与介质发生热交换后变成冷水,回到冷水池7,冷却汽轮发电机组的凝汽器25、螺杆膨胀动力机44的冷凝器47,然后再通过凝汽器25循环冷却后的回水管连接到气体内燃机组13的冷却进水管,冷却气体内燃机组13,产生的热水重新回到热水池43,继续下一循环。

[0056] 热水发电单元的介质循环过程为:介质通过工质泵46进入热交换器42,与热水发生热交换后,变成蒸汽推动螺杆膨胀发电机组发电,然后再通过冷凝器47冷凝,继续下一循环。上述的介质为低沸点的液体,一般为低于水的沸点,可以是氨水等介质。

[0057] 蒸汽锅炉21还可以通过连续排污母管和定期排污母管分别与连续排污扩容器221和定期排污扩容器222相连,连续排污扩容器221还连接到低压蒸汽母管,低压蒸汽母管再连接到热水池43,使汽轮机在工作过程中产生的低温低压蒸汽的热量的得到充分利用。汽轮机22还可以连接有锅炉补水系统20,适用于蒸汽发电单元2缺水的情况,锅炉补

水系统 20 包括工业水箱 201 和工业水泵 202, 工业水箱 201 经工业水泵 202 连接到化学水处理系统, 对水进行化学处理, 处理后的软水连接到除盐水母管, 与凝结水泵 26 相连的汽封加热器 253 连接到凝结水疏水母管, 凝结水疏水母管通过疏水泵连接到疏水箱 223。上述的除盐水母管和凝结水疏水母管共同连接到除氧设备 27, 除氧设备 27 包括除氧器 271 和与其相连的除氧水箱 272, 除氧水箱 272 经给水泵 28 连接到热交换器 18。

[0058] 上述的实施例中, 余热锅炉和蒸汽锅炉还可以串联组合后再连接到汽轮发电机组发电, 二者串连的顺序可以任意设定。热水池的热水还可以用来冬季采暖, 如把热水送到采暖点加热器, 然后回到冷水池。此外, 蒸汽锅炉燃烧后的尾气和余热锅炉排出的尾气余热有两种方法进一步利用: (1) 作为干燥生物质原料和湿灰渣的热源; (2) 经热水池的水吸热后排出。还可以将蒸汽锅炉燃烧后剩下的白灰进一步提炼成二氧化硅或加工肥料, 如秸秆灰可以做钾肥, 本发电系统最终的白灰含量已低于 5%。还可以将生物质原料气化后产生的多余黑灰, 即灰渣作进一步利用。上述的生物质原料还可以包括薪柴、工业有机废弃物等。

[0059] 上述的实施例中, 当必要时, 如部分气体内燃机组检修时, 可以在蒸汽锅炉中直接掺入生物质原料和灰渣混合后燃烧发电, 从而保证整个发电系统运行的稳定性。同理, 在蒸汽锅炉中还可以仅燃烧灰渣, 或仅燃烧生物质原料, 主要根据所要求的发电量来灵活控制。

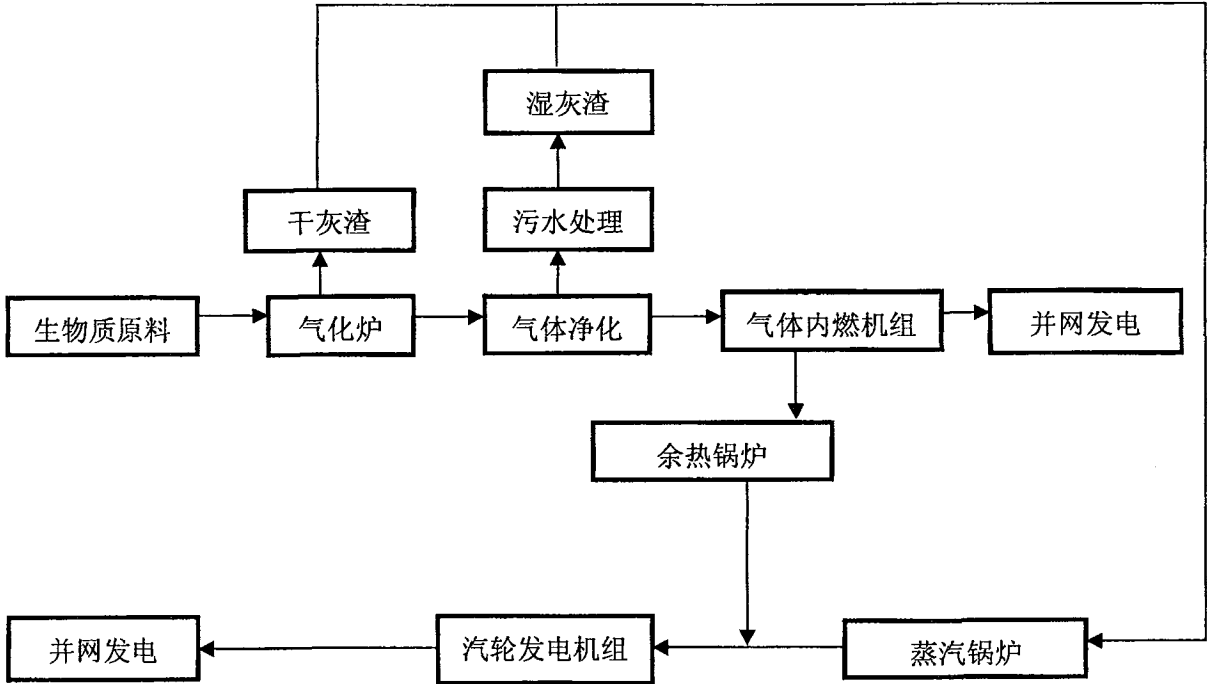


图 1

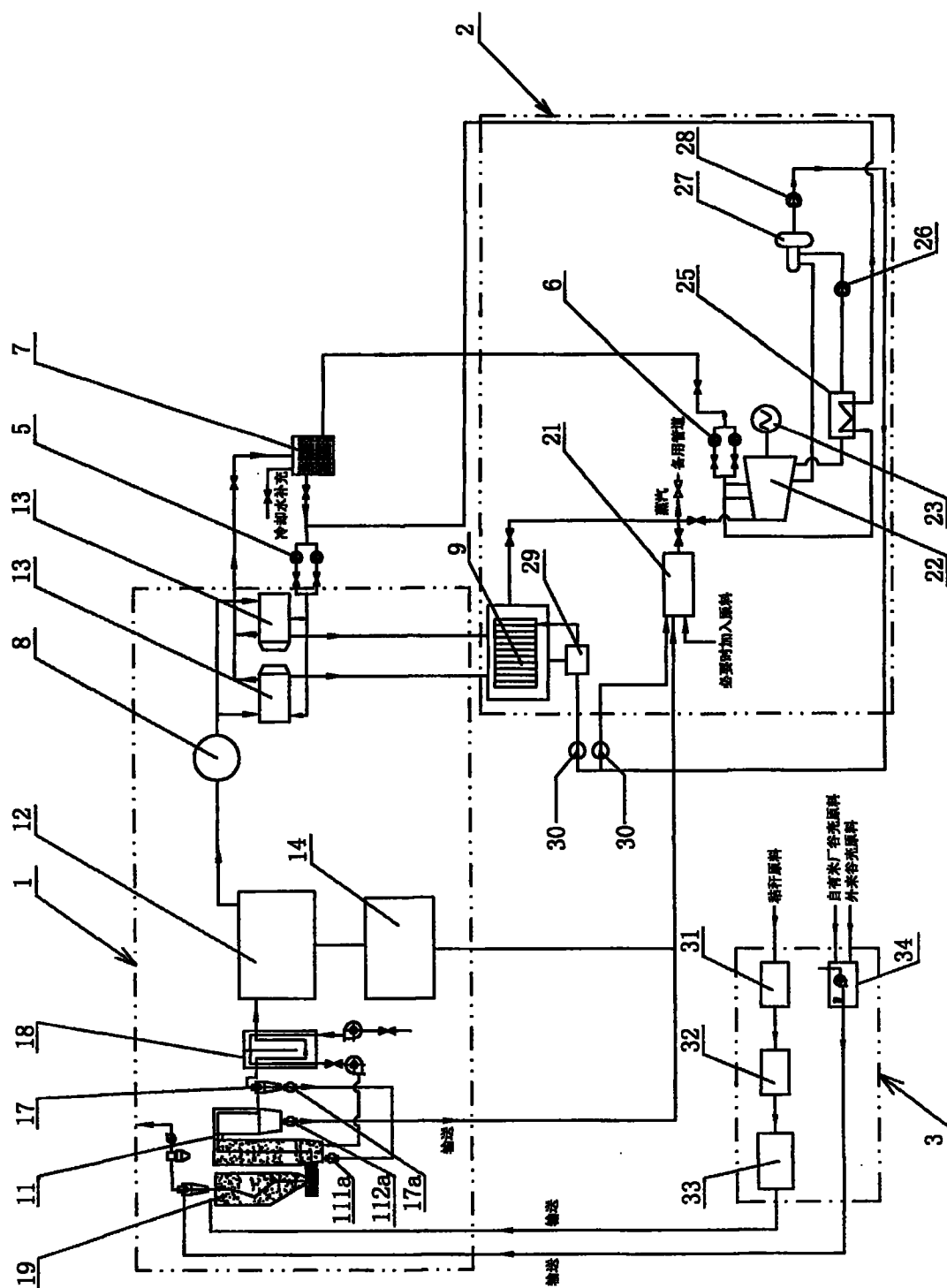


图 2

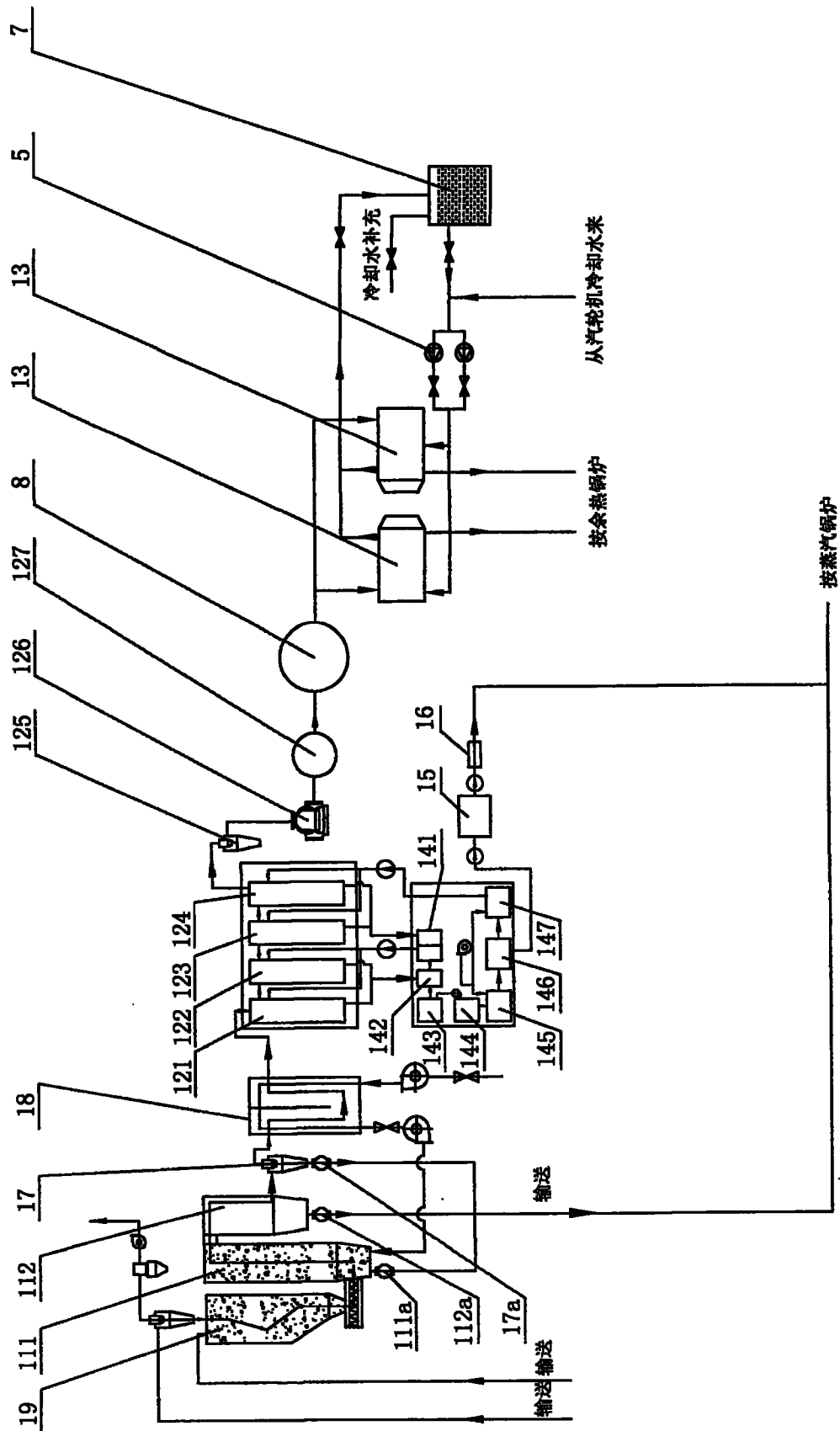


图 3

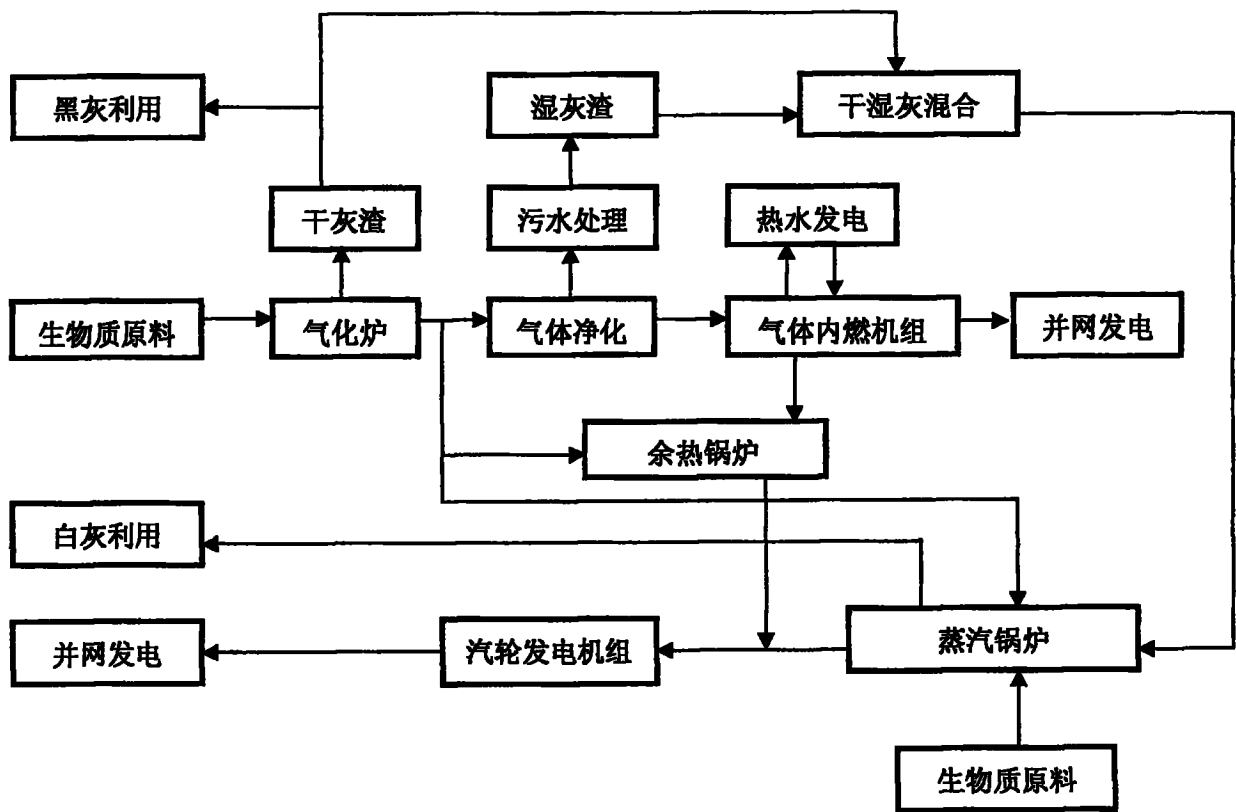


图 4

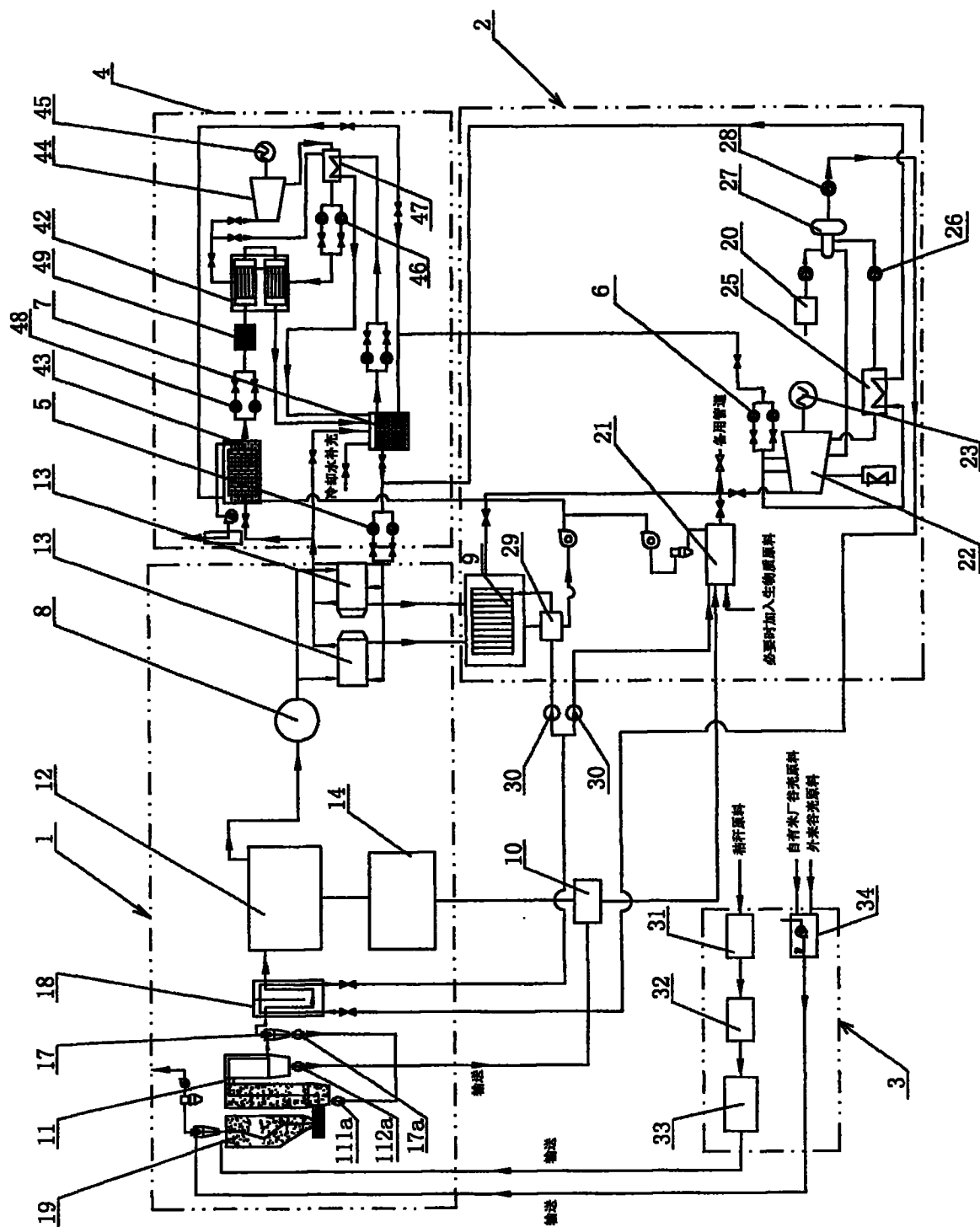


图 5

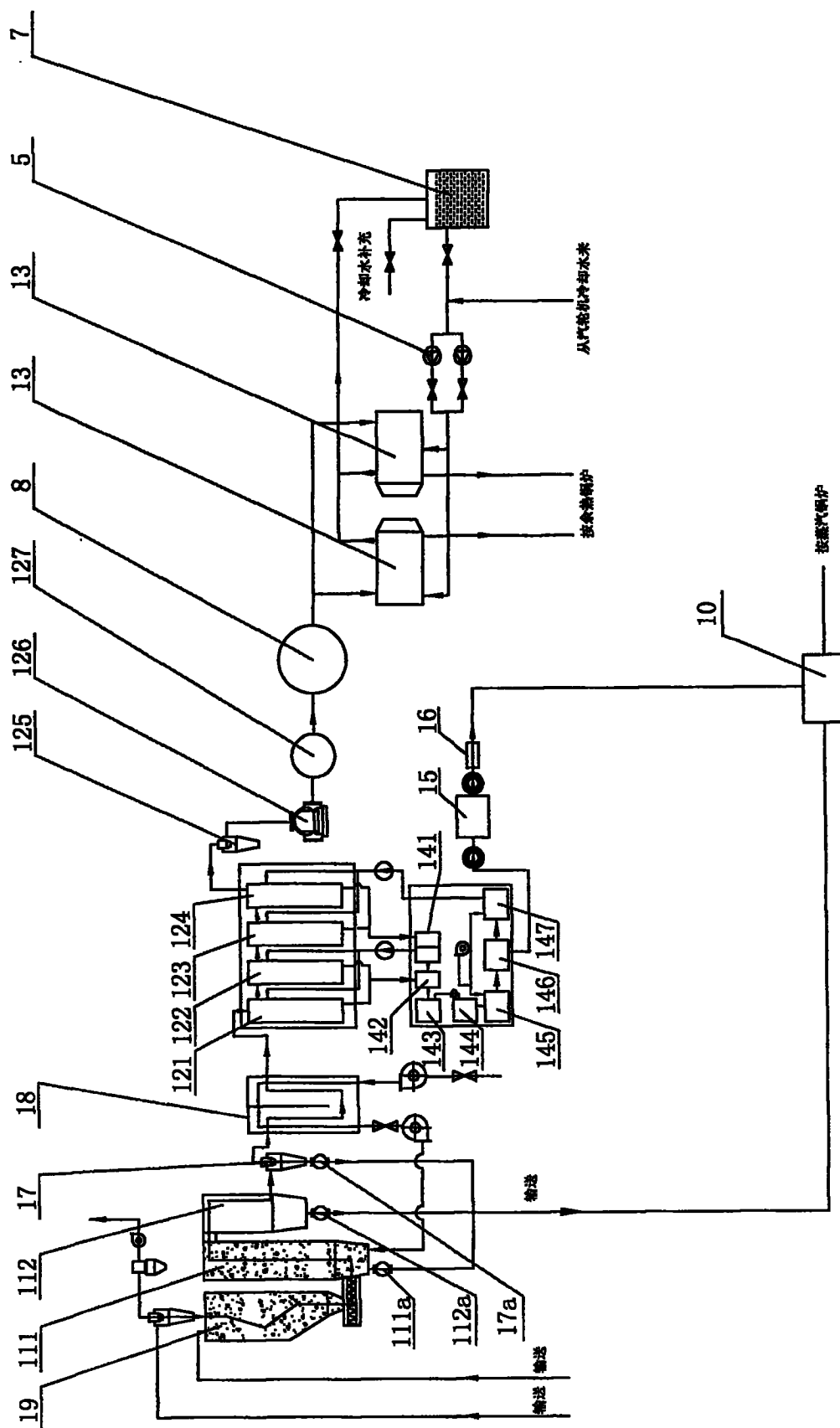


图 6

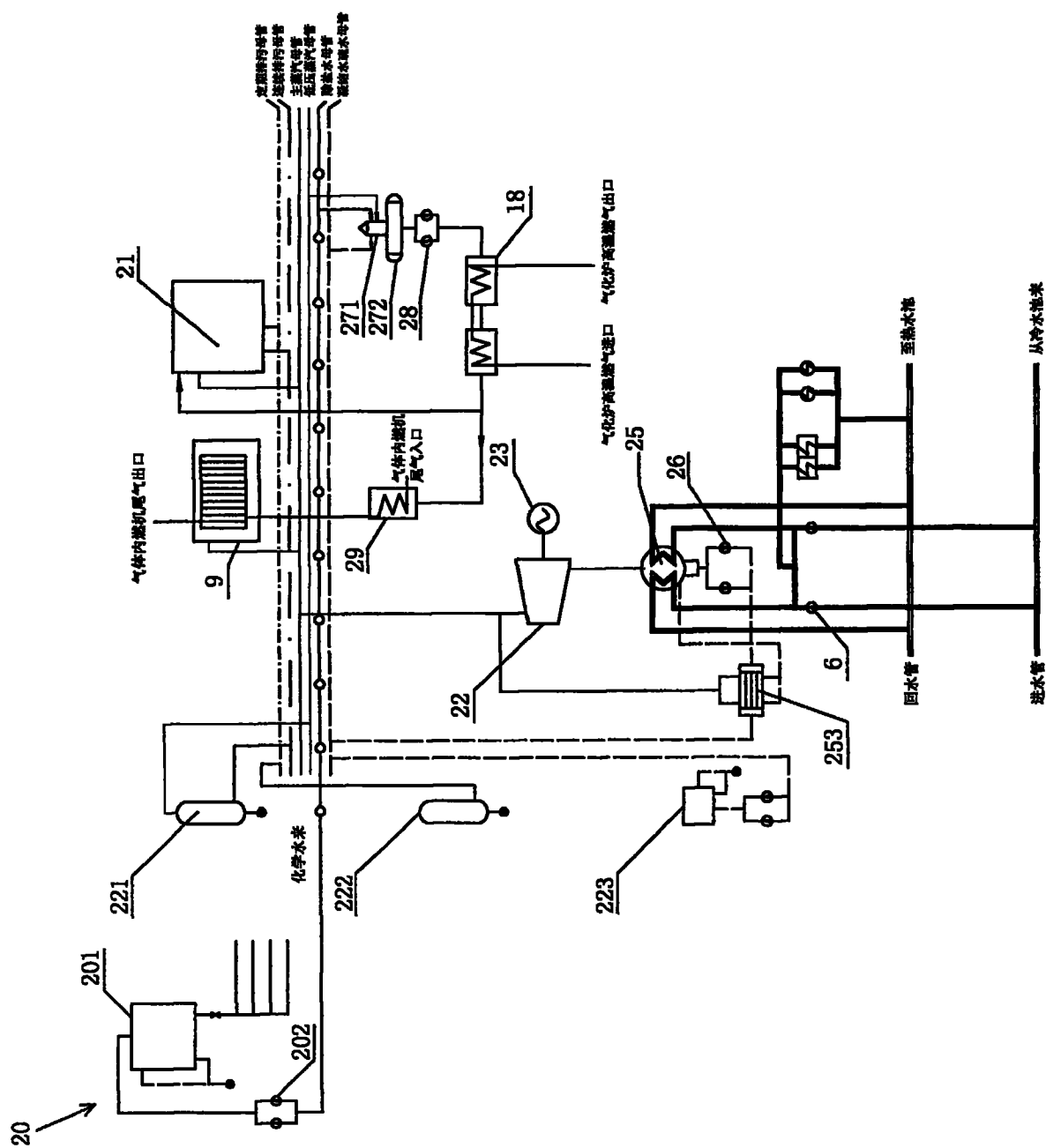


图 7