



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03811026.1

[43] 公开日 2005 年 8 月 10 日

[11] 公开号 CN 1653253A

[22] 申请日 2003.3.11 [21] 申请号 03811026.1

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 14 [33] CH [31] 444/2002

[86] 国际申请 PCT/EP2003/050054 2003. 3. 11

[87] 国际公布 WO2003/076781 德 2003. 9. 18

[85] 进入国家阶段日期 2004. 11. 15

[71] 申请人 阿尔斯通技术有限公司

地址 瑞士巴登

[72] 发明人 罗尔夫·迪特曼

汉斯·乌尔里克·弗吕斯基

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

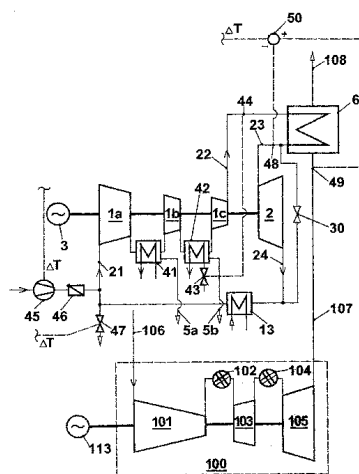
代理人 曾立

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 4 页

[54] 发明名称 动力发生设备

[57] 摘要

在动力发生设备、例如用于发电的发电厂设备中，为了废气(107)的余热利用在一个开式循环燃气轮机(100)后设有一个次级机器(1a, 1b, 1c, 2)。该次级机器是一个在封闭循环回路中用气态流体工作的机器，例如是一个闭式涡轮机，它具有：压缩机(1a, 1b, 1c)；用于加热被压缩气体的装置(6)，它利用初级燃气轮机(100)的废气(107)的余热；一个涡轮机(2)及至少一个散热装置(13)。在一个实施形式中设有在压缩过程期间的一些中间冷却器(41, 42)。次级机器的可变循环回路充满程度允许待提供的、差别很大的余热产出量的利用具有优异的灵活性。



1.动力发生设备，尤其是用于发电的发电厂设备，具有一个初级机器（100）及一个设置在其后的用于余热利用的次级机器，其中所述初级机器是一个开式循环燃气轮机组，它包括至少一个压缩机（101，201，202）、至少一个燃烧室（102，104）及至少一个涡轮机（103，105，203，204）及在其中在最后涡轮机的下游设有一个用于将所述初级机器（107）的废气的热量传送给所述次级机器的过程流体的热交换器（6），其特征在于：所述次级机器通过至少一个做功机械（1，1a，1b，1c）将一个气态的过程流体从一个第一低压压缩到一个第二高压，并设有：用于将所述被压缩的过程流体输送到所述热交换器（6，6a，6b）的装置；至少一个用于在技术上做功的情况下将所述过程流体从所述高压膨胀到所述低压的一个动力发动机（2，2a），该动力发动机被设置在所述热交换器的下游；至少一个用于从所述过程流体导出热的散热装置（11，13，41，42）；其中所述次级机器的流体循环回路本身在流体上完全被封闭。

2.根据权利要求1的动力发生设备，其特征在于：至少一个动力发动机（2，2a）与至少一个做功机械（1，1a，1b，1c）和/或一个功率消耗装置（3，113）设置在一个共同的轴上。

3.根据以上权利要求中一项的动力发生设备，其特征在于：至少一个动力发动机是一个涡轮机（2）。

4.根据以上权利要求中一项的动力发生设备，其特征在于：至少一个做功机械是一涡轮压缩机。

5.根据以上权利要求中一项的动力发生设备，其特征在于：设置了至少一个用于在从所述低压（21）压缩到所述高压（22）期间冷却所述过程流体的散热装置（41，42）。

6.根据以上权利要求中一项的动力发生设备，其特征在于：在所述次级机器的低压部分中所述最后的动力发动机（2）的下游设有一个构成余热蒸汽发生器（11）的散热装置。

7.根据权利要求6的动力发生设备，其特征在于：设有一些使所述余热蒸汽发生器（11）中产生的、在高于所述低压的压力上的蒸汽（26）加入到所述气态的过程流体中的装置，它们是这样的，即使得所述蒸汽流过这些动力发动机（2，2a）的至少一部分或一个动力发动机（2）的一部分及在所述次级机器的所述低压部分中在至少一个散热装置（11，13）内基本上冷凝；设有一些用于从所述过程流体中分离冷凝液的装置（5，5a，5b）；及设有一些使所述冷凝液的压力升高及使它回送到所述余热蒸汽发生器（11）中的装置（18）。

8.根据以上权利要求中一项的动力发生设备，其特征在于：所述次级机器的所述低压部分与一个装置（51）形成功能连接，以便改变所述低压。

9.用于运行根据权利要求5至8中一项的动力发生设备的方法，其特征在于：这样地调节这些散热装置，以使得所述次级机器的压缩终端温度高于所述初级机器的废气的露点温度。

10.根据权利要求9的方法，其特征在于：所述压缩终端温度被调节到所述初级机器的废气的露点温度以上不到20°C，最好2°C至10°C上。

11.运行根据权利要求8的动力发生设备的方法，其特征在于：所述次级机器通过气态过程流体的循环质量流量的变化来适配于所提供的不同余热功率。

12.根据权利要求11的方法，其特征在于：所述质量流量被这样地调节，以使得所述次级机器的涡轮机入口温度在由所述初级机器排出的废气的温度以下不到50°C。

动力发生设备

技术领域

本发明涉及根据权利 1 要求的前序部分的动力发生设备,尤其是发电厂设备。它还涉及用于根据本发明的发电厂工作的方法。

现有技术

动力发生设备,其中为了余热利用在一个作为初级机器工作的燃气轮机组后面设有一个次级机器,其本身作为组合发电厂(Kombikraftwerk)被广泛地公知。在一个最通常的实施形式中,在一个燃气轮机组的废气路径设有一个余热蒸汽发生器,在其中产生出一定的蒸汽量,它用于驱动一个蒸汽轮机。并且可以取出过程蒸汽及热蒸汽。由 EP 924 410 公知了一种发电厂设备,其中在初级燃气轮机组后连接了一个次级开式循环燃气轮机组。这两个结构方式比较而言具有差的、对于不同余热产出量按比例的工作性能。在一个后置的蒸汽设备上例如必需不断地给出新蒸汽足够的过热,以避免蒸汽轮机末端中过大的湿度。因此在初级机器的最低废气温度以下次级蒸汽循环回路通常不能工作。此外由于通常冷凝器压力小需要大的废汽注入及大的冷凝器。一个作为次级机器后置的次级燃气轮机组虽然可以用降低的废气温度水准在运行技术方面较好地胜任。但在例如基于初级机器的前导序列调节余热产出量变化及余热温度水准近似保持恒定时,也会出现这样的情况,即次级机器不再能达到可能的上过程温度。因此次级机器的涡轮机入口温度小于其可能温度;结果使次级燃气轮机过程的效率下降。基于总的相对低的温度水准这种效应会很快地变得显著。

但自由化电力市场的最新发展要求可高度灵活工作的发电厂设备，它具有良好的运行特性及在很大负载范围上令人满意的效率而不是仅在窄的负载范围上具有最佳的效率。这在弱的电网上尤为重要，这种电网必需仅用少量的发电厂设备来应付所有的电网波动，及因此在这里考虑到所述的一些部分负载特性。这些良好的部分负载特性此外也考虑用于驱动，尤其是在船舶及机车驱动上。

本发明的概要描述

因此本发明的任务在于，提出开始部分所述类型的动力发生设备，它可避免现有技术的缺点，及它尤其可提供余热利用的高度灵活性。

根据本发明，该任务将利用权利要求 1 的所有特征来解决。

本发明的核心是，作为次级机器设置了一个具有在流体上完全封闭的流体循环回路的、用气态过程流体工作的机器。在此情况下，可以理解，该过程流体即过程气体在次级机器整个循环过程期间不经过任何相态改变（Phasenwechsel）。在该次级机器中首先使气态过程流体被压缩，然后气态过程流体在次级侧通过初级燃气轮机组的余热交换器被引导，在这里它吸收热量、膨胀及完全地返回压缩部分，其中最好在压缩前和/或压缩期间发生从过程流体在散热装置中的热量输出。该过程流体物料封闭的引导对于余热利用提供了出人意料的优点：首先可自由选择过程流体，以便例如特别好地获得适于低温利用的过程流体的热力学特性。此外，通过次级过程整个压力水准的适配可改变循环流体的质量流量，由此可在基本恒定的温度、基本不变的压力比及由此好的次级机器效率的情况下对例如与余热质量流量的下降相关的余热产出量下降作出响应。换句话说，可以通过次级过程的整个压力水准的简单改变、通过循环的过程流体的输入及输出这样地调整其质量流量，以使得次级机器的上过程温度接近于初级机器的

废气温度。因此在根据本发明的动力发生设备的一个优选工作方式中，循环回路充满程度（Füllung）及由此过程的整个压力水准被这样调节，以致在静态工作时次级机器的上过程温度在初级机器的废气温度以下不到 50°C，最好 30°C，及该温度差尤其是必要的，以便能提供驱使热传导的温度梯度，它在 5°C 至 20°C 的范围中可调节；在此情况下可达到的值也与可提供的热传导面的大小相关。此外，因为不发生过程流体相态的变化，在较低的上过程温度上可以工作，无需 – 如开始部分所述地 – 注意两个相态过程最小需要的新蒸汽温度。可以理解，借助本发明可实现燃气轮机组余热利用的优异灵活性。

次级机器尤其可这样地实现，其方式是为了压缩过程流体设有至少一个做功机械及为了过程流体膨胀至少设有一个动力发动机。在此情况下最好至少一个动力发动机与至少一个做功机械和/或一个功率消耗装置设置在一个共同的轴上，需要时也可带有一个连接在中间的变速器；它产生出单轴或多轴的次级机器的实施形式。对于功率消耗装置例如可考虑发电机，但也可考虑船舶螺旋桨、驱动车轮及类似装置。在此情况下驱动发电机的动力发动机通过自动作用的离合器作用在初级燃气轮机组的发电机上；它原理上产生出本身公知的单轴组合设备的构造。视待实现的单元功率而定，最好使用流体机器、涡轮机及涡轮压缩机作为做功机械及动力发动机。在单元功率/流体体积流量小的情况下，使用柱塞机（Verdrängermaschine）也具有其优点，或使用涡轮机及柱塞机的级联连接。

如上所述，在次级机器中也可设置一个散热装置。基于一个在封闭式循环回路中工作的燃气轮机组，通常在从涡轮机到压缩机的流体路径中设置散热装置。在本发明的一个实施形式中，至少设置一个散热装置，例如作为中间冷却器，它可与确定用于压缩过程气体的装置直接形成流体连接。由此实现了等温或近似等温的压缩。通过压缩终

端温度的下降可实现余热利用的改善。在本发明的一个特别优选的实施形式中，在从次级过程的低压压缩到次级过程的高压的压缩路径中设置的一些散热装置被这样地调节，以使得次级机器的压缩终端温度处于初级机器废气的露点温度以上一定的、小的安全余度上。例如对于气体燃烧的初级机器压缩终端温度被调节到 70°C 至 75°C 上及对于油燃烧的初级机器被调节到 130°C 至 150°C 上。对于最佳余热利用压缩终端温度处于初级机器的废气的露点温度以上不到 20°C，最好 2°C 至 10°C 上。

在根据本发明的动力发生设备的另一实施形式中，次级机器在从最后动力发动机到第一做功机械的流体路径中在低压部分中具有一个散热装置，它被构成余热蒸汽发生器。在这里产生的蒸汽将在高于次级机器低压的压力上借助适当的装置加入到气态过程流体中，在功率输出的情况下与它一起膨胀及在一个低压上的散热装置中基本上被再冷凝。然后冷却液从过程流体中被分离、处理及通过适合的装置如一个供给泵再输回余热蒸汽发生器。并且该附加介质的循环回路也是封闭的。过程气体带着很小的剩余湿度再流入压缩装置中。相对真正的两相态过程来说利用了实质上低得多的上过程温度。通过所述的循环回路充满程度的变化可这样地调节压力比，以使得总是给予新蒸汽足够的过热。在次级机器中具有热回收的该实施形式特别好地适合次级机器的低压力比。如果该实施形式与次级机器压缩机中的中间冷却器相结合，则最好在那里设置冷凝液分离器。

附图的概要描述

以下将借助附图中所示的实施例来详细描述本发明。附图中分别表示：

图 1：根据本发明的第一动力发生设备；

图 2：以 T, s 曲线图表示的图 1 上动力发生设备中的状态变化；

图 3 及 4：根据本发明的动力发生设备的其它实施形式。

这里所表示的实施例仅是具有权利要求书中的特征的本发明的示范性的一小部分。

实施本发明的途径

图 1 表示根据本发明一个动力发生设备。一个燃气轮机组 100 作为初级机器驱动一个发电机 113。对此并无限制，但这里它涉及具有顺序燃烧部分的燃气轮机组，正如由 EP 620 362 及众多基于它的公开文件所公知的。因此无需详细地说明，仅简短地描述其基本的功能。压缩机 101 及两个涡轮机 103 及 105 被设置在一个共同的轴上。压缩机 101 从周围吸取一定的空气量 106。在第一燃烧室 102 中燃料混合在被压缩的空气中及在那里燃烧。烟气在第一涡轮机 103 中被部分地膨胀，例如以压力比：2 膨胀。通常总是具有高的剩余氧成分并典型超过 15% 的烟气流入到第二燃烧室 104，在这里其它的燃料被燃烧。该被再加热的烟气在第二涡轮机 105 中膨胀大致到环境压力 - 不计废气侧中的压力损耗，及作为总是热的废气 107 从燃气轮机组中流出，该废气的温度在高负载的情况下约在 550-600°C 上。在热废气的流动路径中设有用于利用余热的多个装置、即热交换器 6，在废气作为被冷却的废气 108 排放到大气中前，它在热交换器中被继续冷却。作为利用余热的装置而设置的热交换器 6 将开式循环燃气轮机组 100 的废气 107 中的余热传导到一个构成次级机器的闭式燃气轮机组的循环回路上。设置了一个在一共同轴上具有分压缩机 1a, 1b, 1c 及一个发电机 3 的涡轮机 2。由多个分压缩机 1a, 1b, 1c 组成的压缩机将气体 21 - 在本例中为空气 - 从第一分压缩机 1a 上游的低压压缩成最后分压缩机 1c 下游的高压。在这些分压缩机之间设有多个散热装置，即中间冷却器 41 及 42，它们由一种冷却剂如冷却水作为反向流流过。中间冷却降低了压缩机的耗用功率。此外降低了压缩终端温

度，这在本例中将带来其它后面还要描述的优点。中间冷却器设置得愈多，则压缩过程愈好地接近等温压缩；但在实施中这具有明显实际的界限。此外还公知了使用喷射冷却器或在压缩机中导入液滴，液滴通过蒸发用于连续的内部冷却。这里与此相反地，中间冷却器 41 及 42 设有内部冷凝液分离器 5a, 5b，它们的功能将在下面与压缩机 45 结合地描述。被压缩的过程气体、即高压过程气体 22 与废气 107 相反地流过热交换器 6：初级燃气轮机组的冷却后的废气 108 流出到大气中。被加热的高压过程气体 23 流入涡轮机 2 中及驱动它。在负载损耗的情况下过程气体可通过并联装置 30 直接旁路涡轮机 2 地投入到低压侧上。膨胀的过程气体 24 流过一个降热装置、即回冷却器 13 及最后作为低压过程气体 21 再流入压缩机。低压过程气体 21 或膨胀的过程气体 24 的压力可被变化，用于闭式燃气轮机组的功率调节。为了提高入口压力，压缩机 45 通过一个止回装置 46 将空气压到闭式燃气轮机组的低压侧。为了减小压力气体通过一个节流及阻塞装置 47 再被排入到大气中。当通过压缩机 45 将环境空气充入循环回路时，空气中的湿气也被带到循环回路中。它可能在中间冷却器 41 及 42 中冷凝，因此在那里设置了组合的冷凝液分离器 5a, 5b。为了最佳的利用余热，在热交换器 6 中使高压过程气体 22 的温度尽可能低，但不能低于热交换器初级侧上废气 107, 108 的露点。因此在最后分压缩机 1c 的下游设有一个温度测量点 44。根据那里测量的温度来干预一个调节装置 43，该调节装置这样地调节流到最后的中间冷却器 42 的冷却剂质量流量，以使得压缩机出口处的温度处于初级机器的废气露点温度以上一定的安全余度上。由此可保证：一方面使压缩机工作所需的功率减小，及另一方面使废气 107 的余热在尽可能避免废气中形成露水的情况下被有效的利用。另一对次级循环过程有利地实施的调节干预是使用两个温度测量点 49 及 48，前者用于确定流入热交换

器 6 前的废气 107 的温度,而后者用于确定排出热交换器时闭式燃气轮机组的被加热的高压过程气体 23 的温度。这两个测量值被导入一个差值形成器 50,在这里形成温度差 ΔT 。当该温度差超过一定值时,将打开节流及阻塞装置 47 及使过程压力下降。因为其后果是次级机器的过程气体的质量流量下降,被压缩的过程气体将达到较高的温度,及温度差值将变小。如果相反地当温度差低于一个下限值时,通过压缩机 45 使压力水准、尤其使作为次级机器连接的闭式燃气轮机组的低压侧的压力提高。在次级机器的循环回路中的质量流量增大,及由此使温度差也变大。此外也可对被加热的高压过程气体 23 的温度单独地调节,以便使它恒定地保持在一个给定值上。对低过程压力的另一干预是,它使涡轮机 2 的压力比调节到一个恒定值上,该压力比首先由流入体积流量一起确定及由此与质量流量及入口温度及绝对压力相关。也可考虑,次级机器的涡轮机出口温度通过循环的质量流量来调节。所述的调节机制的结合可产生余热能 (Abwärmepotenzial) 的最佳利用。已表明,在使用闭式气体循环回路的次级机器时,通过低压变化及在次级机器中循环的质量流量的变化可使次级机器可能出其意料简单地及有效地适配于极其不同的余热产出量。

在所述发电厂设备中,次级机器无需在涡轮机的下游回收余热及在压缩机中间带有中间冷却并理想地以高的、最好为 10 或更高的设计压力比工作。因此在涡轮机 2 的预定入口温度上,涡轮机 2 的出口温度及由此排出到回冷却器 13 中的热量保持小些。这些所属的状态改变非常概要地表示在图 2 的、温度 T 相对单位质量的熵 s 的曲线图中。用 I 表示的右边的循环是初级机器的循环曲线。空气 106 在温度 T_{AMB} 上被吸入,及由压缩机 101 压缩。在燃烧室 102 近似等压地输入热量直到最大温度值 T_{MAX} 。在涡轮机 103 中使在燃烧室 102 中形

成的烟气部分地膨胀，及在涡轮机 105 中膨胀到环境压力以上以前，在燃烧室 104 中再次中间加热到最大温度。热废气 107 具有温度 T_{EX} 。在循环过程 I 的左边 – 因为通常运行在超大气压力水准下 – 为次级循环过程 II。它的起点是压缩机前面的过程气体 21，它基本上在环境温度上及处于过程低压上。该过程气体被第一分压缩机 1a 压缩，这时其温度上升，接着在中间冷却器 41 中尽可能地冷却到环境温度，在另一分压缩机 1b 中继续被压缩，在第二中间冷却器 42 中被冷却，及在最后分压缩机 1c 中被压缩到状态 22 或 22'，它处于过程高压上。可以看出，分压缩机及中间冷却器设置得愈多，压缩就愈好地接近等温压缩。在最后中间冷却器 42 中的冷却功率被这样地调节，以使得状态 22 或 22' 的压缩终点温度约在对于气体燃烧的露点温度 T_{DPG} 或对于油燃烧的露点温度 T_{DPO} 以上。压缩终点温度愈低，废气的热量利用愈好。基于中间冷却级也可实现高的压力比与尽可能低的压缩终点温度。在热交换器 6 中被压缩的过程气体 22 从废气 107 接收热量，及被加热到略低于废气的温度。在此情况下废气 107 在流过热交换器 6 时被冷却到状态 108 或 108'，该状态基于次级过程的压缩终点温度的调节处于相应的露点温度以上一个小的安全余度上。被加热的过程气体 23 在涡轮机 2 中膨胀到状态 24。基于高压力比，该温度将相对地低，由此仅需要使很小热量输送到回冷却器 13 中。在该方案中总的热量的排出在尽可能低的温度上发生，这就有助于高的效率。所考虑的次级机器通过过程低压变化适配于余热产出量的可能性已在上面讨论了；部分负载运行中的循环过程的这些变化对于技术人员可毫无困难地推断出来。

本发明的另一优选实施形式表示在图 3 中。作为初级机器也设有上述类型的燃气轮机组 100。作为次级机器设有具有余热回收的闭式燃气轮机组，将在下面描述它。因为废气余热被利用，这里所示的次

级机器用比结合图 1 所示的闭式燃气轮机组更小的压力比工作；作为典型的压力比考虑在 4 至 10 的范围中，尤其在 6 至 8 的范围中。此外如所述的，次级机器适于使用空气以外的其它气体来工作。次级机器的低压过程气体 21 在第一分压缩机 1a 及第二分压缩机 1b 中被压缩到高压上，在这两个压缩机之间设有一个作为中间冷却器的喷射冷却器 54。喷射冷却器 54 也可无困难地这样设计，以使得喷射冷却器过湿润（überfeuchten）过程气体；然后它使水滴进入到后面的压缩机级中，及在那里用于内部冷却。就此而言，也可在第一分压缩机的上游设置一个相应的喷射装置。基于较小的压力比可取消其它的昂贵的冷却器级。并仍然有利地保证了：高压过程气体的温度处于初级燃气轮机组的废气 107，108 的露点温度以上。当被加热高压过程气体流过在技术做功的情况下的涡轮机 2 以前，高压过程气体以相对废气反向流的方式流过热交换器 6，后者被分为两个部分热交换器 6a, 6b。涡轮机 2 与分压缩机 1a 及 1b 设置在同一轴上及涡轮机 2 驱动它们；此外涡轮机的功率通过一个自动作用的离合器 109 从初级及次级机器可传递到一个公共的发电机 113 上。膨胀的过程气体 24 在一个构成余热蒸汽发生器 11 的散热装置中及在一个回冷却器 13 中又回到低压过程气体 21 的起始状态。余热蒸汽发生器在次级侧被处于低压的供给水 12 流过— 因为所有介质在封闭的循环回路中导行，它也可涉及水以外的其它液体，尤其是有毒的液体。处于低压的液体将在余热蒸发器中被加热蒸发及形成的蒸汽至少轻微地过热。新蒸汽 26 将在余热交换器 6 的其上蒸汽温度低于废气温度的温度适配点上注入到过程气体中及与该过程气体一起流到第二部分热交换器 6b。蒸汽与过程气体一起流过涡轮机并输出功率。此外该蒸汽 — 包括由输入喷射冷却器 54 的液体引起的蒸汽量在内 — 在初级侧流过余热蒸汽发生器 11，在这里被冷却及冷凝。在此情况下根据过程气体中的蒸汽露

点，冷凝温度与分压力相关。其它的蒸汽在回冷却器 13 中被冷凝。在冷凝液分离器 5a 及 5b 中冷却液与过程气体分离及被收集在一个容器 17 中。从这里冷凝液一方面通过泵 55 输送到喷射冷却器 54 及尤其由一个供给泵 18 作为供给水 12 输送到蒸汽发生器 11 的次级侧。次级机器具有用于改变循环回路充满程度及由此改变过程-压力水准的系统。压缩机 45 可从循环回路分支出高压过程流体 22 的一部分，及通过一个冷却器 52、一个分离器 53 以及止回装置 46 输送到一个高压气体存储器 51 中。通过过程流体从循环回路到气体存储器 51 的移动使循环回路通过循环过程流体的充满程度及由此整个过程压力水准减小。在气体存储器 51 中存储的流体量在需要时可通过阻塞及节流装置 47 流回到循环回路中，由此使循环回路的充满程度及压力水准增高。该循环回路充满程度的改变如所述地可特别好地适合于次级机器功率的持续调节。

此外在高压气体存储器中存储的能量可特别快地作为有用功率来提供，因为压力气体在高压气体存储器减载时近似直接地作用在涡轮机上。该自发的功率上升可特别有利地用于电网的频率支持。由现有技术公知了不同的存储器系统，例如也公知了具有级联压力的存储器。循环回路的充满程度及次级机器的压力水准可根据结合图 1 所讨论的原则被调整，此外也可以在涡轮机入口达到蒸汽的一定的过热。

当然，具有权利要求书中特征的本发明也可在这样的情况下实现，即多个初级机器通过一个共同的热交换器作用在一个共同的次级机器上；如多次提到的，根据本发明的发电厂设备的次级机器特别适于：响应通过不同多个的初级机器的工作造成的余热产生量的波动。

为了说明本发明不被限制在执行次级过程的涡轮机的应用上，图 4 中表示出根据本发明发电厂设备的一个实施形式，它可特别好地对于小的功率单元结合工业燃气轮机或所谓的空气动力机

(Aeroderivate) 作为初级机器来实施。所述燃气轮机组 100 是一个两轴的机器, 它与一个高压压缩机 202 及一个高压涡轮机 203 连接在一个共同的轴上及与一个低压压缩机及一个低压涡轮机连接在一个第二共同的轴上, 后者也作为有用功率的输出轴, 及具有一个燃烧室。这个小功率的燃气轮机组通常运行在比电网频率高得多的转速上。因此输出轴通过变速器 114 作用在发电机 113 上。初级机器 100 的工作方式根据以上的说明可直接地得知。根据本发明, 热膨胀烟气 107 的余热在一个热交换器中被传送到一个用闭式循环回路中的气态过程流体工作的次级机器上及在那里被利用。由于次级机器小的质量流量及体积流量, 为了将过程气体从低压过程气体 21 压缩成高压过程气体 22 设置了一个柱塞机、即螺旋压缩机 (Schraubenkompressor) 1 来取代涡轮压缩机。高压过程气体 22 流过一个热交换器 6a 及从废气 107 接收热量。被加热的高压过程气体 23 流过第一被作成柱塞机、即螺旋膨胀机 (Schraubenexpander) 2a 的动力发动机及在这里膨胀到一个中间压力。螺旋膨胀机 2a 驱动螺旋压缩机 1。中间压力过程气体 25 与由余热蒸汽发生器 11 导入的新蒸汽量 26 一起流到一个第二部分热交换器 6b 中及被中间地加热。现在更大的容积需要更大的通流横截面, 因此对于中间压力过程气体及蒸汽向低压的膨胀选择一个涡轮机, 尤其是径流式涡轮机。它通过第二变速器 115 及一个自动作用的离合器 109 也驱动发电机 113。在余热蒸汽发生器 11 及回冷却器 13 中膨胀的过程气体 24 又回到起始状态 21, 及蒸汽被冷凝及冷凝液在冷凝液分离器 5 中与过程气体分离并由一个供给泵 18 作为供给水 12 输送给余热蒸汽发生器 11。次级机器还具有用于快速断开的装置, 尤其是设有具有并联装置 30 的并联导管。并且设有高压过程气体存储器 51 以及已详细描述的加载及减载的装置。当然, 该完全封闭的次级机器的循环回路允许原则上自由地选择适合的、既用作

过程气体也用于蒸汽发生的过程流体。

在所有描述的实施方案中,也可取代发电机使用其它的功率消耗装置、尤其是机械的驱动装置。此外这里可考虑用于船舶推进器。

标号说明:

ΔT 温度差

T_{AMB} 环境温度

T_{EX} 涡轮机出口温度

T_{DPG} 燃烧气体燃料的露点温度

T_{DPO} 燃烧油的露点温度

T_{MAX} 最高温度

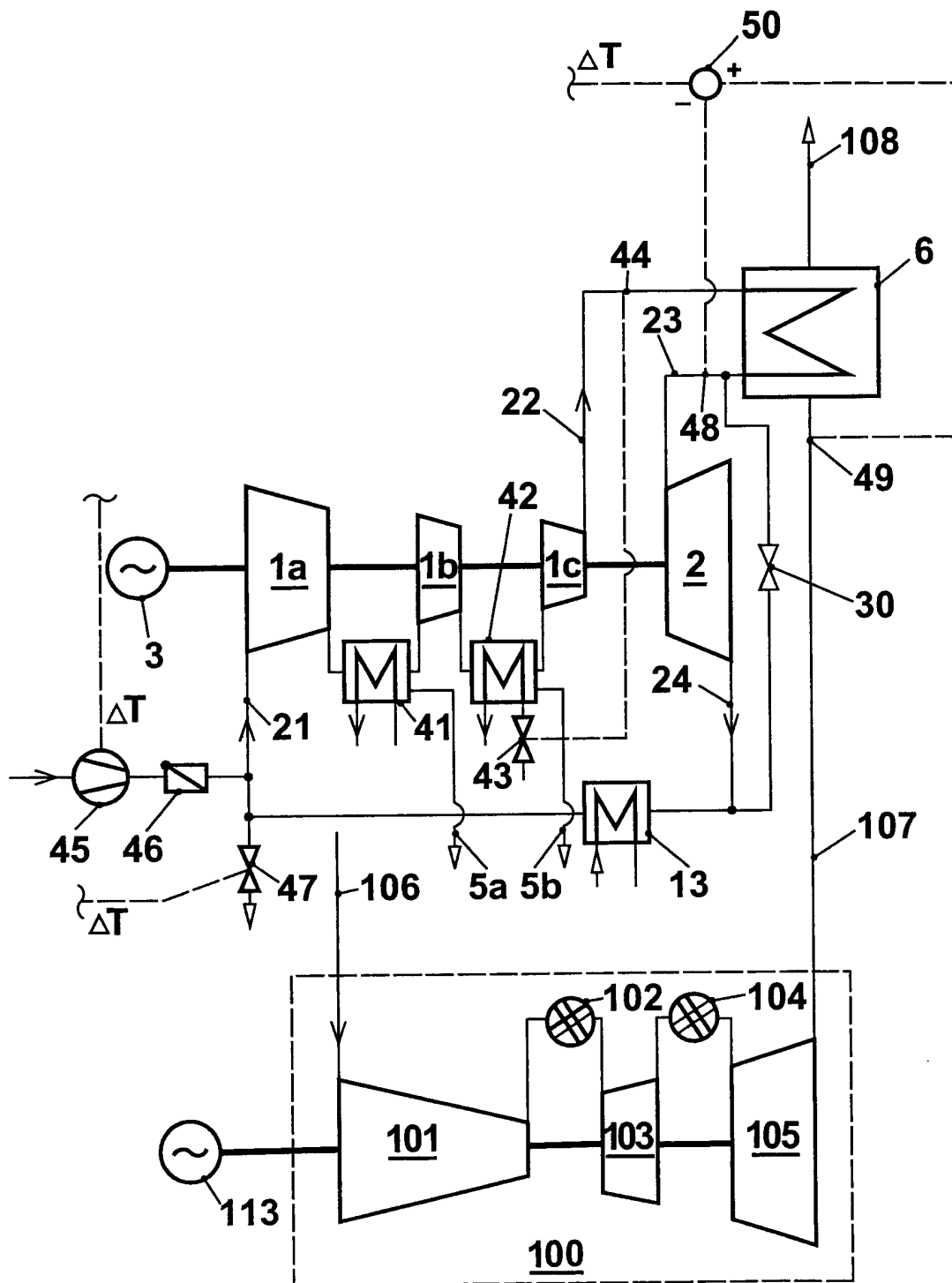


图 1

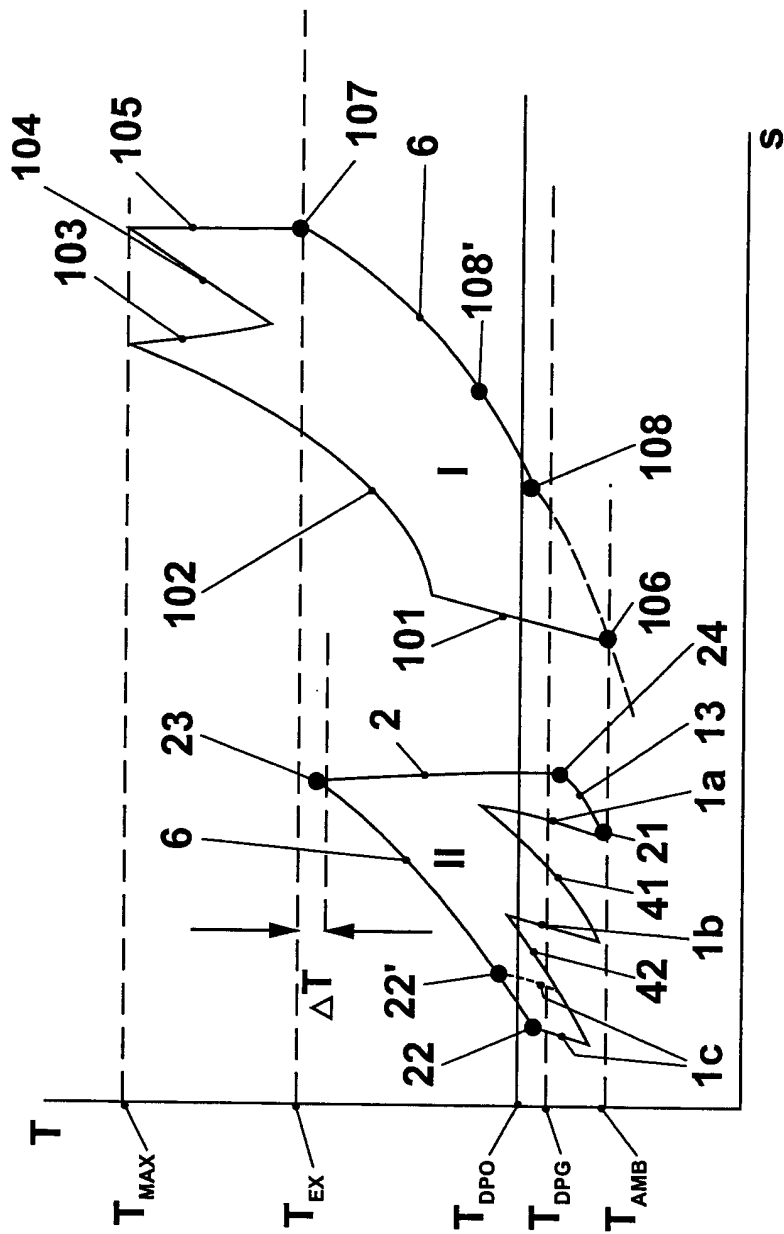


图 2

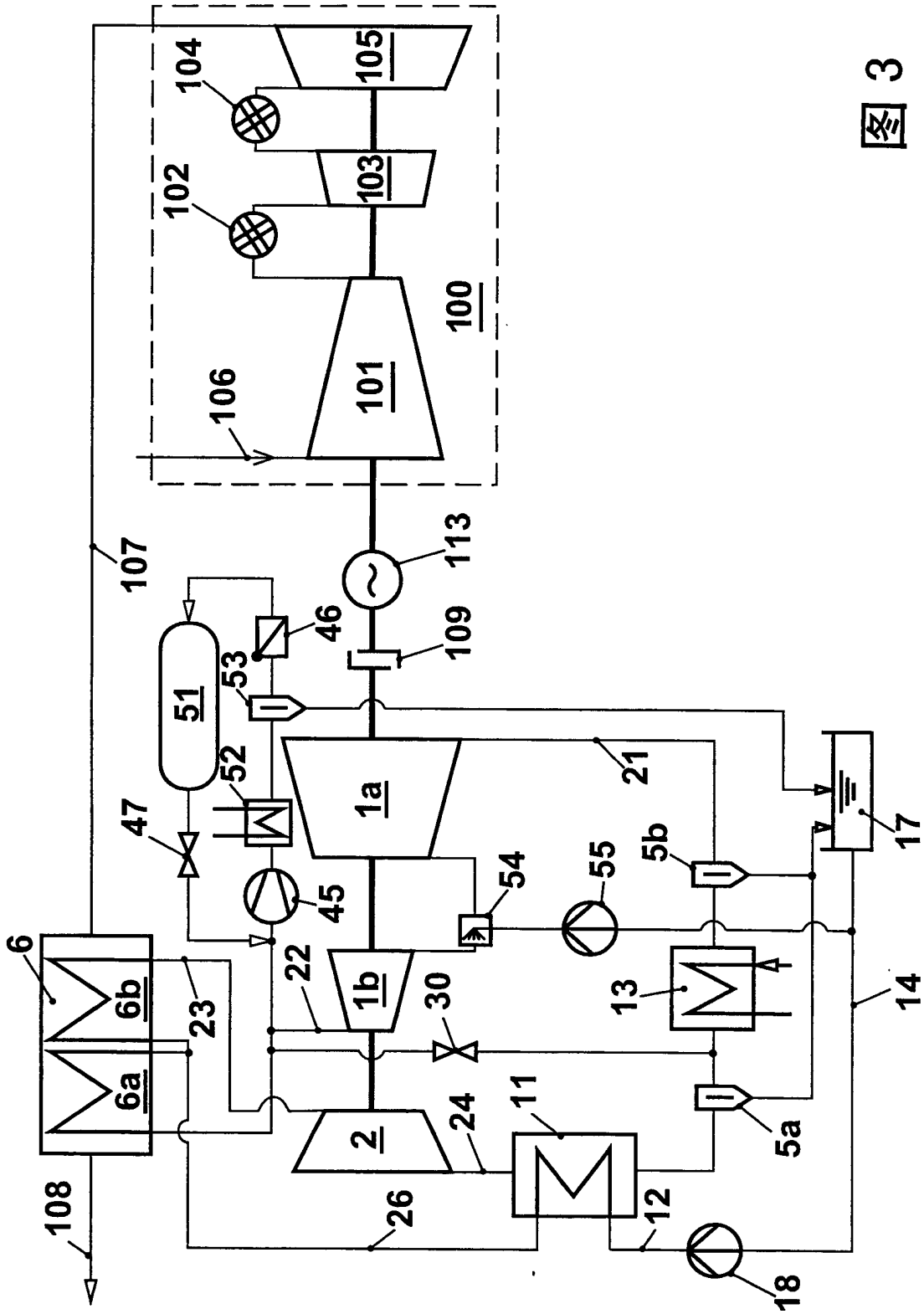


图 3

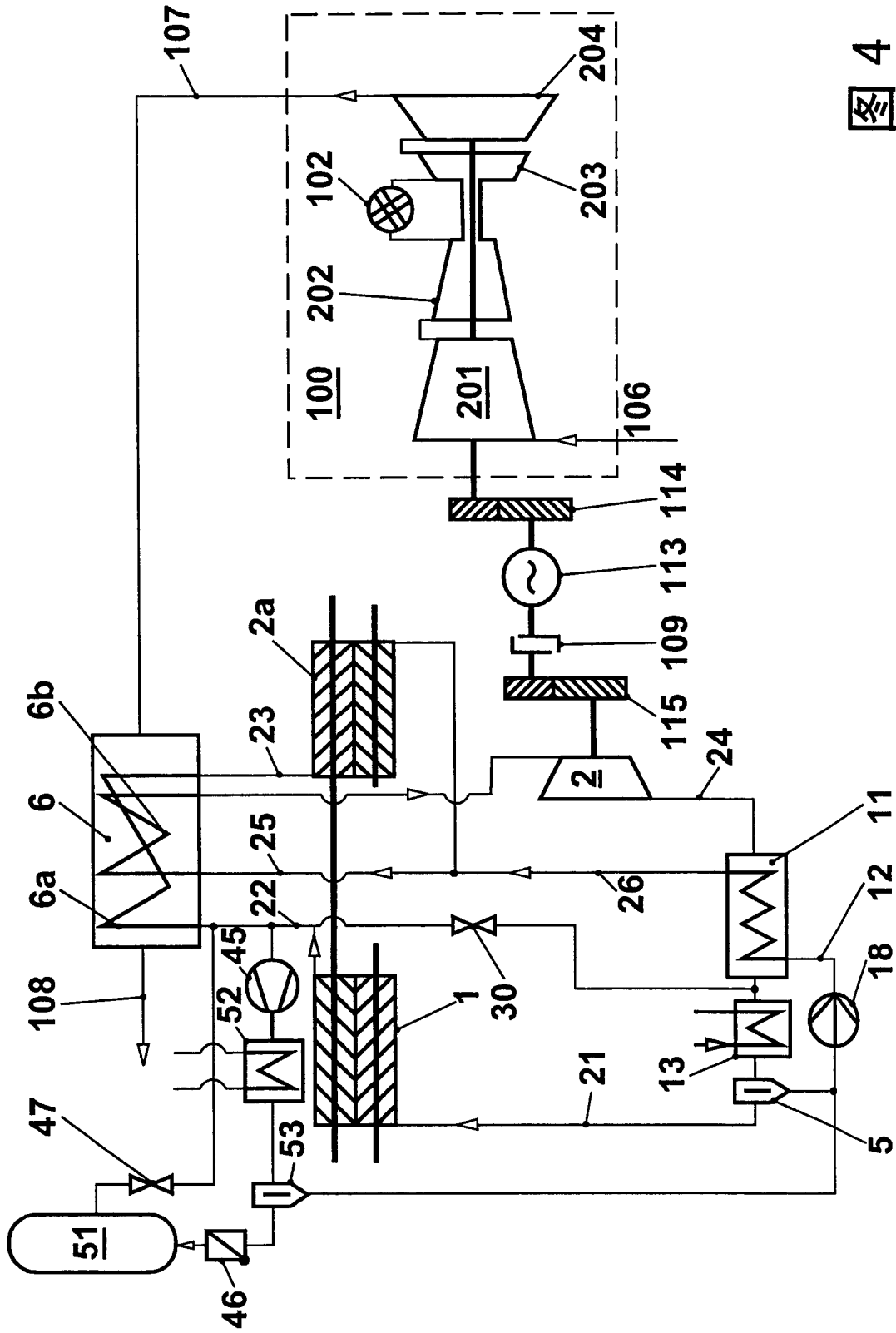


图 4