

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F01K 25/06

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01133054.6

[43] 公开日 2002 年 4 月 3 日

[11] 公开号 CN 1342830A

[22] 申请日 1996.4.26 [21] 申请号 01133054.6

分案原申请号 96108083.3

[30] 优先权

[32] 1995.4.27 [33] US [31] 429,706

[71] 申请人 艾克泽吉公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 A·I·卡林纳 R·I·佩列蒂埃

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

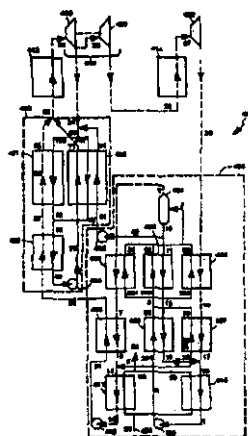
代理人 黄力行

权利要求书 6 页 说明书 12 页 附图页数 1 页

[54] 发明名称 实现一种热力循环的方法和设备

[57] 摘要

一种实现热动力循环的方法和装置。将包含有一种低沸点组份和一种高沸点组份的加热了的气体工作流膨胀,以使工作流中的能量转化成有用的形式并产生膨胀工作流。膨胀工作流被分成两路工质流,一路继续膨胀以获得更多能量并产生废工质流,另一路被抽出。将废工质流送入蒸馏/冷凝子系统中,在此将废工质流转化成一种含有较少低沸点组分的贫工质流和含有较多低沸点成份的富工质流。贫工质流和富工质流在再生子系统中同抽出的膨胀工质流部分相结合并产生工作流,而后工作流在加热器中被有效地加热并产生用于膨胀的加热了的气体工作流。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

权 利 要 求 书

1. 一种实现热动力循环的方法,包括:

5 膨胀包含有一种低沸点组分和一种高沸点组分的、加热了的气体 workflow,以使所述 workflow 中的能量转化成有用的形式并产生膨胀 workflow,

将所述膨胀 workflow 分成第一膨胀工质流和第二膨胀工质流,

膨胀所述第一膨胀工质流以半其能量转化成有用形式并产生废工质流,

10 将所述废工质流送入蒸馏/冷凝子系统并由此输出含有较少低沸点组份的第一贫工质流和含有较多低沸点成分的富工质流,

将所述第二膨胀工质流与所述贫工质流和所述富工质流相结合产生所述 workflow,

对所述 workflow 加热以产生所述加热了的气体 workflow.

15 2. 一种如权利要求 1 所述的方法,其中从所述蒸馏/冷凝子系统输出的所述贫工质流和所述富工质流为全部冷凝了的工质流.

3. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述结合包括首先将所述第一贫工质流与所述第二膨胀后工质流相结合产生中间工质流,然后冷却所述中间工质流产生热量以预热所述富工质流,再将所述中间工质流
20 与所述预热后富工质流相结合.

4. 如权利要求 3 所述的方法,其中所述的中间工质流在所述的冷却过程中被冷凝,而后用泵提高其压力,并在与所述的预热后富工质流结合前使用来自冷却所述中间工质流的热量预热.

5. 如权利要求 4 所述的方法,其中所述第一贫工质流由与所述第二工质流混合前冷却所述中间工质流的热量而预热.
25

6. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:在所述蒸馏/冷凝子系统中产生第二贫工质流,在所述蒸馏/冷凝子系统中将所述第二贫工质流与所述废工质流相结合产生组合流,通过向低温流体源传热使所述组合流

冷凝。

7.如权利要求 6 所述的方法,还包括在所述蒸馏/冷凝子系统中将所述组合流的至少一部分成用于产生所述第一、第二贫工质流的初始贫工质流和用于产生所述富工质流的初始富工质流。

5 8.如权利要求 7 所述的方法,其中所述的初始富工质流为汽态,所述的初始贫工质流为液态,所述的分离在所述蒸馏/冷凝子系统中进行。

10 9.如权利要求 7 所述的方法,进一步包括在所述的蒸馏/冷凝子系统中将所述的初始贫工质流分开以产生所述的第一和第二贫工质流。

10.如权利要求 7 所述的方法,还包括:在所述的蒸馏/冷凝子系统中将所述的组合流分开成为用于分成所述初始贫工质流和所述初始富工质流的第一组合流部分和第二组合流部分,将所述第二组合流部分与所述初始富工质流相混合产生富工质流。

15 11.如权利要求 10 所述的方法,其中所述的富工质流在所述的蒸馏/冷凝子系统中通过向所述的低温流体源传热而被冷凝并通过泵升高压力。

20 12.如权利要求 18 所述的方法,其中所述的初始富工质流在所述的分离器中分离之前通过传热方式预热所述组合流的至少一部分并使之部分蒸发而将其冷却。

13.如权利要求 10 所述的方法,其中所述的初始富工质流通过传热预热所述富工质流而使其被冷却。

25 14.如权利要求 13 所述的方法,其中所述的第二贫工质流在与所述的废工质流结合之前,通过向所述的第一组合流部分传热而被冷却。

15.如权利要求 13 所述的方法,其中所述的废工质流在与所述的第二贫工质流结合之前,通过向所述的第一组合流部分传热而被冷却。

16.如权利要求 1 所述的方法,还包括在膨胀所述的第一工作流之前,加热所述的第一工作流。

5 17.如权利要求 4 所述的方法,还包括:在所述的蒸馏/冷凝子系统中产生第二贫工质流,在所述的蒸馏/冷凝子系统中将所述的第二贫工质流与所述的废工质流结合以产生组合物,通过向低温流体源传热而冷凝所述组合物。

10 18.如权利要求 17 所述的方法,还包括:在所述的蒸馏/冷凝子系统中将所述组合流的至少一部分分成用于产生所述的第一、第二贫工质流的初始贫工质流和用于产生所述富工质流的初始富工质流,其中所述的初始富工质流为气态,所述的初始贫工质流为液态,所述的分离是在所述的蒸馏/冷凝子系统中的分离器中进行的。

15 19.如权利要求 18 所述的方法,还包括:在所述的蒸馏/冷凝子系统中将所述的组合物分成用于分成所述初始贫工质流和所述初始富工质流的第一组合物部分和第二组合物部分,将所述第二组合物部分与所述的初始富工质流相混合产生富工质流。

20.如权利要求 19 所述的方法,其中所述的富工质流在所述的蒸馏/冷凝子系统中通过向所述的低温流体源传热而被冷凝并通过泵升高压力。

20 21.如权利要求 20 所述的方法,其中所述的初始富工质流在所述的分离器中分离之前通过传热方式预热所述组合流的至少一部分并使之部分蒸发而将其冷却。

22.如权利要求 21 所述的方法,其中所述的初始富工质流通过传热方式预热所述富工质流而使其冷却。

23.一种实现热动力循环的装置,包括:

25 第一气体膨胀器,该膨胀器接收包含有一种低沸点成份和一种高沸点成份的,加热了的气体工作流并产生膨胀工作流,具有机械部件的所述第一气体膨胀器能将所述受热气体工作流在膨胀时产生的能量转化成有用的形式,

工质流分流器,用来接收所述的膨胀工作流并将其分成第一膨胀工质流和第二膨胀工质流,

5 第二气体膨胀器,用来接收第二膨胀工质流并产生废工质流,具有机械部件的所述的第二气体膨胀器能将所述第二膨胀工质流膨胀时的能量转化成有用的形式,

蒸馏/冷凝子系统,用来接收所述的废工质流并将其转化成含有较少低沸点成份的第一贫工质流和含有较多低沸点成份的富工质流,

再生子系统,用于接收并结合所述的第二膨胀工质流、所述的第一贫工质流和所述的富工质流,输出所述的工作流,

10 加热器,用于接收所述的工作流并给所述的工作流加热以产生所述的受热气体工作流。

24.如权利要求 23 所述的装置,其中蒸馏/冷凝子系统输出全部冷凝了的所述贫工质流和所述富工质流。

15 25.如权利要求 24 所述的装置,其中所述的再生子系统包括:第一结合点,在此所述的第一贫工质流和所述的第二工质流结合并形成中间工质流;第一热交换器,从所述的中间工质流向所述的富工质流传热以预热所述的富工质流;第二结合点,所述的中间工质流和所述的预热富工质流在此结合。

20 26.如权利要求 25 所述的装置,其中所述的再生系统还包括一第二热交换器,其中所述的中间工质流在所述的第一和第二热交换器中被冷凝,其中所述的再生子系统还包括给所述的中间工质流冷凝后增压的泵,其中所述经泵送的中间工质流通过所述的第二热交换器,在至所述的第二结合点之前被预热。

25 27.如权利要求 26 所述的装置,其中所述的第一贫工质流通过所述的第二热交换器,以利用来自所述中间工质流流到所述第一结合点之前的冷却过程的热量预热。

28.如权利要求 23 所述的装置,其中所述的蒸馏/冷凝子系统产生第二贫工质流,并包括:第一结合点,用于将所述的第二贫工质流和所述

的废工质流结合起来产生一组合流;一个冷凝器,通过向低温流体源传热而使组合流冷凝。

5 29.如权利要求 28 所述的装置,其中所述的蒸馏/冷凝子系统还包括一个工质流分离器,用于在蒸馏/冷凝子系统中将所述组合流的至少一部分分成产生所述第一和第二贫工质流的初始贫工质流和产生所述富工质流的初始富工质流。

30.如权利要求 29 所述的装置,其中所述的初始富工质流为气态,所述的初始贫工质流为液态。

10 31.如权利要求 29 所述的装置,其中所述的蒸馏/冷凝子系统还包括一个工质流分流器,用于将初始贫工质流分流成所述的第一和第二贫工质流。

15 32.如权利要求 29 所述的装置,其中所述的蒸馏/冷凝子系统还包括:一个分流器,用于将所述的组合流分流成流向所述工质流分离器的第一组合流部分和第二组合流部分;一个结合点,所述的第二组合流部分和所述的初始富工质流在此结合并产生所述的富工质流。

33.如权利要求 32 所述的装置,其中所述的蒸馏/冷凝子系统还包括:一个第二冷凝器,所述的富工质流通过向所述的低温流体源传热而在此被冷凝;一个泵,所述的冷凝后富工质流通过泵被增压。

20 34.如权利要求 30 所述的装置,其中所述的蒸馏/冷凝子系统包括热交换器,在此,所述的初始富工质流和贫工质流在所述的分离器中分离之前通过传热使得所述组合流的至少一部分被预热并被部分蒸发从而使其冷却。

25 35.如权利要求 32 所述的装置,其中所述的蒸馏/冷凝子系统包括一热交换器,在此,所述的初始富工质流通过传热以预热所述富工质流从而使其冷却。

36.如权利要求 35 所述的装置,其中所述的蒸馏/冷凝子系统包括一热交换器,用于使所述的第二贫工质流与所述的废工质流在所述的第一结合点处结合之前,通过向所述的第一组合流部分传热而使其冷

却。

37.如权利要求 35 所述的装置,其中所述的蒸馏/冷凝子系统包括一热交换器,用于通过向所述的第一组合流部分传热,使所述废工质流在与所述的第二贫工质流于所述的第一结合点处结合之前被冷却。

5

38.如权利要求 23 所述的装置,还包括一再热器,用于在所述的第二膨胀器中膨胀所述的第一工质流之前加热所述第一工作流。

说明书

实现一种热力循环的方法和设备

5 技术领域

本发明涉及如何实现一种热力循环。

背景技术

10 利用工质在热力循环式的封闭系统中膨胀和再生，可将来自热源的热能转化成机械能，然后转变成电能。工质可以具有不同沸点的组份，在系统内的不同位置工质的组分可以改变，以提高运行效率。具有多组份工质的系统已在 Alexander I.Kalina 的美国专利号：4346561；4489563；4548043；4586340；4604867；4732005；4763480；4899545；4982568；5029444；5095708 和美国专利申请系列号：08/127167；08/147670；08/283091)中被描述，因此这些文献在这里做为
15 参考资料。美国专利(专利号 4899545)描述了这样一个系统，其中工质的膨胀由多级完成，膨胀级之间的一部分工质流与含有较少低沸点组分的贫工质流相混合，然后进入接收废的，完全膨胀了的工质流的蒸馏塔中与其它工质流相结合。

发明内容

20 本发明涉及实现一种热力循环的方法和设备。一种包含低沸点成份和高沸点成份的，被加热了的气体工作流膨胀，将工质流中的能量转化成有用的形式，并产生膨胀了的工作流。膨胀后的工作流被分成两路流，一路进一步膨胀以获得更多能量，最终成为废工质流，另一路被抽出。废工质流被送入蒸馏/冷凝子系统，在此转化成
25 含有较少低沸点组份的贫工质流和含有较多低沸点组份的富工质流。贫工质流和富工质流在再生子系统中与被抽出的膨胀工质流结合，产生工作流。然后工作流在加热器中被有效地加热产生用于膨胀的、加热后的气体工作流。

在优选实施例中，从蒸馏/冷凝子系统输出的贫工质流和富工质流为完全冷凝了的工质流。贫工质流与膨胀后的工质流结合产生一中间工质流，该流冷却时产生热量用来预热富工质流。此后中间工质流与预热后的富工质流相接合。冷却过程中中间工质流被冷凝，之后通过泵增加压力，在与被预热的富工质流相结合之前被预热，富工质流是使用来自中间工质流的冷却的热量而预热的。贫工质流也是使用中间工质流冷却放出的热量在与膨胀后的工质流混合之前被预热的。从贫富工质流再生出的工作流被与其混合的膨胀工质流预热以使再生工作流在随后被加热时的热传递更有效。

蒸馏/冷凝子系统最好产生第二贫工质流，将其与废工质流结合，产生的组合流中低沸点组份的浓度较废工质流中低沸点组份浓度低，这样可通过膨胀至低压来提高系统的运行效率。蒸馏/冷凝子系统包括一分离器，用于接纳至少一部分组合流，当其被冷凝和加热后，将其分离成汽态初始富工质流和液态初始贫工质流。部分冷凝后的组合流与初始富工质流混合成为富工质流。蒸馏/冷凝子系统包括一些热交换器，用于使结合后的冷凝工质流在进入分离器分离前再加热；使富工质流在冷凝后并经泵升至高压后预热；使令工质流和贫工质流在冷凝前冷却；使初始富工质流与冷凝后组合流在混合之前冷却。

本发明的其它优点和特性将从以下优选实施例及其权利要求的描述中可以清楚地看出。

附图说明

图 1 是根据本发明的实施热力循环的系统流程图。

具体实施方式

参照图 1，该图示出了实现热力循环的设备 400。该循环利用在加热器 412 和再热器 414 中的燃料例如废物来产生热，利用温度为 57 ° F 的水 450 作为低温源。除加热器 412 和再热器 414 外，装置 400 还包括热交换器 401-411，高压透平 416 和泵 428，430，432，434。

装置 400 中采用包括水和氨(比水的沸点低)的两种组份的工质。如上述参考专利文献所描述的,也可来用其它多组份流体。

高压透平包括 418、420 两级,每一级都作为一个气体膨胀装置,并具有机械部件,当热气体膨胀时,将膨胀能量转化成有用的形式。

5 热交换器 405-411, 分离器 424 和泵 428-432 构成蒸馏/冷凝子系统 426, 该子系统接收来自低压透平 422 的废工质流, 并将其转化成含有较少低沸点组份的贫工质流(图 1 的 41)和含有较多低沸点组份的富工质流(图 1 的 22)。

10 热交换器 401, 402 和 403 和泵 434 构成再生子系统 452, 该系统将来自透平级 418 的膨胀工作流(点 34)和来自蒸馏/冷凝子系统 426 的贫工质流(点 41)和富工质流(22)再生成工作流(点 62)。

如上所述的装置 400 将在下面讨论, 系统中关键点的参数列于表 1。

15 被称之为"废工质流"的入口工质是来自低压透平 422 的饱和蒸汽。废工质流的参数由点 38 表示, 该流通过换热器 404 并在此被部分冷凝和冷却, 此时参数由点 16 表示。然后参数由点 16 所示的废工质流通过热交换器 407, 在此被进一步部分冷凝和冷却, 获得点 17 所示的参数。在这之后, 废工质流与点 20 所示参数的液流相混合, 该液流叫作贫工质流, 因为它相对于废工质流包含较少的低沸点组份(氨)。这样混合的结果所产生的"组合流"(点 18)含有低浓度的低沸点组份, 在低压和适当温度的冷却水下能完全被冷凝。这样就允许废工质流为低压(点 38)工质流, 因此提高了系统效率。

20 如点 18 所示参数的组合流通过换热器 410, 在此它被冷却水流(点 23~59)完全冷凝, 成为点 1 所示的参数, 之后, 点 1 所示参数的冷凝组合流由泵 428 升至较高压力, 使得泵 428 之后的组合流具有点 2 所示参数。点 2 所示参数的组合流的一部分被分离出来, 这一部分具有如点 8 所示的参数, 其余的组合流被分成两个支流, 分别具有点 201 和点 202 所示的参数。具有点 202 所示参数的组合流部分进

入热交换器 407, 在此被废工质流 16~17(见上)逆流加热, 得到点 56 所示的参数。具有点 201 所示参数的组合流的那部分进入热交换器 408, 在此被逆流的贫工质流 12-19(参见下)加热, 获得点 55 所示的参数。在这一设计的较佳实施例中, 55 点和 56 点的温度彼此相近或相等。

此后, 这两种工质流结合成点 3 所示参数的工质流。然后具有点 3 所示参数的工质流被分成 3 个支流, 分别具有点 301, 302 和 303 的参数。具有点 303 参数的工质流被送入热交换器 404, 在此被废工质流 38-16(见上)进一步加热并部分汽化, 形成点 53 的参数。具有点 302 参数的工质流进入热交换器 405, 在此被贫工质流 11-12(见下)进一步加热并部分汽化, 成为点 52 所示之参数。具有点 301 参数的工质流进入热交换器 406, 在此被"初始富工质流"6-7(见下)进一步加热并部分汽化, 获得点 51 所示参数。然后具有点 51、52、53 参数的三种工质流混合成一个具有点 5 参数的一种组合流。

具有点 5 参数的组合流进入重力分离器 424, 在重力分离器 424 中, 点 5 参数的工质流被分成点 6 参数饱和蒸汽的"初始富工质流"和点 10 参数饱和液体的"初始贫工质流"。点 6 参数的饱和蒸汽, 也就是初始富工质流进入热交换器 406, 在此被工质流 301-51(见上)冷却并部分冷凝, 成为点 7 所示参数。然后, 点 7 参数的初始富工质流进入热交换器 409, 在此被"富工质流"21-22(见下)进一步冷却并部分冷凝, 成为点 9 所示参数。

此后点 9 参数的初始富工质流与具有点 8(见上)参数的液体的结合后的冷凝工质流相混合, 产生点 13 参数的所谓"富工质流"。点 13 的组分和压力应使得这种富工质流能被一定温度的冷却水全部冷凝。点 13 参数的富工质流通过换热器 411, 在此被水(工质流 23-58)冷却并全部冷凝, 获得点 14 的参数。此后, 点 14 参数的全部冷凝了的富工质流被给水泵 430 升至高压, 获得点 21 的参数。点 21 参数的富工质流现在为过冷液体状态。点 21 参数的富工质流进入热交

换热器 409, 在此被部分冷凝的初始富工质流 7-9(见上)加热, 成为点 22 的参数。点 22 参数的富工质流是由蒸馏/冷凝子系统 426 输出的两种全部冷凝的工质流的一种。

5 现在回到重力分离器 424, 在此产生的(见上)具有点 10 参数的被称之为初始贫工质流的饱和液体工质流被分成两种贫工质流, 分别为点 11 和点 40 所示参数。点 40 参数的第一贫工质流由泵 432 升至高压, 成为点 41 所示参数, 点 41 参数的第一贫工质流是由蒸馏/冷凝子系统 426 输出的两种全部冷凝工质流的第二种。点 11 参数的第二贫工质流进入热交换器 405, 在此被冷却, 并向工质流 302-52(见上)提供热量, 成为点 12 所示的参数。点 12 参数的第二贫工质流进入热交换器 408, 在此被进一步冷却, 向工质流 201-55(见上)提供热量, 成为点 19 所示参数。点 19 参数的第二贫工质流, 被节流至如点 17 的较低的压力, 成为点 20 所示的参数。此后点 20 参数的第二贫工质流与点 17 参数的乏工质流相混合产生如上所述的点 18 参数的组合工质流。

10

15

如上所述流程, 其结果是来自低压透平 422 的点 38 参数的废工质流全部被冷凝, 并在蒸馏/冷凝子系统中分成两路液流, 分别为点 22 和点 41 参数的富工质流和贫工质流。这两路工质流的总流量等于进入子系统 426 的重量流量, 如点 38 参数所示。点 41 和点 22 参数的工质流的组分是不同的。具有点 41 和点 22 参数的工质流的流量和组分是这样的, 即假如这两种流混合, 混合流应具有点 38 参数工质流所具有的流量和组分。但点 22 参数的富工质流的温度较点 41 参数的贫工质流的温度低, 如下所述的, 这两种流在再生子系统 452 中同点 34 参数的膨胀工质流相结合形成了在高压透平 416 中被加热和膨胀的工作介质。

20

25

点 22 参数的过冷液态富工质流进入热交换器 403, 在此被逆流的工质流 68-69(见下)预热, 成为点 27 的参数, 结果点 27 的温度接近或等于点 41 的温度。

点 27 参数的富工质流进入热交换器 401, 在此被逆流的"中间工质流"166-66(见下)进一步加热, 并部分或全部蒸发, 成为点 61 的参数. 41 点参数的液态贫工质流进入热交换器 402, 在此被工质流 167-67 加热成为 44 点参数. 然后 44 点参数的贫工质流与来自透平级 418(见下)、具有 34 点参数的膨胀后工质流结合产生 65 点参数的"中间工质流". 然后这种中间工质被分成 166 点参数和 167 点参数的两路中间工质流, 二者在分别通过热交换器 401 和 402 时被冷却, 成为 66 点和 67 点参数的工质流. 而后这两股中间工质流结合产生 68 点参数的中间工质流. 68 点参数的中间工质流再进入热交换器 403, 在此被冷却并提供热量用来预热富工质流 22-27(见上), 成为 69 点参数. 然后 69 点参数的中间工质流通过泵 434 提高压力, 成为 70 点参数. 70 点参数的中间工质流进入热交换器 402 与 41 点参数的贫工质流并联. 70 点参数的中间工质流在换热器 402 中被逆流的工质流 167-67(见上)加热成为 71 点参数.

61 点参数的富工质流和 71 点参数的中间工质流混合在一起, 成为 62 点参数的工质. 62 点参数的工作流进入加热器 412, 在此被外部热源加热成为 30 点参数, 在多数情况下, 此点为过热蒸汽状态.

进入高压透平 418 的 30 点参数的工作流膨胀并产生机械能, 这些能量以后可转化成电能. 在高压透平 416 的中间段, 部分初始膨胀的工质流被抽出产生 34 点参数的膨胀工质流. 此后 34 点参数的膨胀后工质流与 44 点(见上)参数的贫工质流相混合, 结果产生了这种混合物 65 点参数的"中间工质流". 具有 35 点参数的膨胀工质流的其余部分通过高压透平 416 的第二级 420, 继续膨胀并以 36 点参数离开高压透平 416.

从以上描述中得知, 71 点参数的中间工质流的组分与 65 点参数的中间工质流的组分相同. 另外, 由 71 点和 61 点参数的工质流相混合(见上)得到的 62 点参数的工质流的组分与 34 点参数的膨胀后工质流的组分也相同.

以上所述混合的顺序如下:首先 44 点参数的贫工质流加入到 34 点参数的膨胀后工质流的组分中。此后这种混合物与 61 点参数(见上)的富工质流结合。由于贫工质流(41 点)和富工质流(61 点)的结合正好为工作组分(例如 38 点乏工质流的组分), 所以由 34 点、44 点、61 点组分的工质流的混合而产生的 62 点参数的工质流的组分与 38 点废工质流的组分相同。这种从贫和富工质流再生出来的工作流(62 点)被与其混合的膨胀工质流预热以使得再生后工作流在随后进入加热器 412 中被加热时的传热更有效。

离开高压透平 416 的具有 36 点参数(见上)的膨胀工质流通过再热器 414, 在此被外部热源加热, 成为 37 点参数。然后 37 点参数的膨胀后工质流流过低压透平, 在此膨胀, 产生机械能, 成为最终的 38 点参数(见上)

循环由此完成。

表 1 所示本系统的运行参数与低级燃料如城市废物, 生物垃圾等组分的情况相对应。系统的运行情况示于表 2。对于一给定热源来说本系统的输出功率为 12.79Mw。与目前常用的朗肯循环相比较, 在同样情况下, 后者输出功率为 9.2Mw。因此, 本系统效率是朗肯循环效率的 1.39 倍。

本发明的其它实施例在权利要求的范围内。例如, 在所描述的实施例中, 蒸汽从高压透平 416 的中间点抽出。很显然从高压透平 416 的出口抽蒸汽用于再生子系统而将工质流的其余部分通过再热器 414 进入低压透平 422 也是有可能的。送入低压透 422 的再热工质流温度不同于进入高压透平 416 的工质流的温度也是可能的。将工质流送入低压透平而完全不经过再热也是可能的。本领域技术人员能发现对所描述系统最佳运行的优化参数。

表 1

	P psia	X	T °F	H BTU/lb	G/G30	Fl.	流量	相
1	33.52	.4881	64.00	-71.91	2.0967	240,246		饱和液体
2	114.87	.4881	64.17	-71.56	2.0967	240,246		液体69°
201	114.87	.4881	64.17	-71.56	2.0967	64,303		液体69°
202	114.87	.4881	64.17	-71.56	2.0967	165,066		液体69°
3	109.87	.4881	130.65	-0.28	2.0018	229,369		饱和液体
301	109.87	.4881	130.65	-0.28	2.0018	36,352		饱和液体
302	109.87	.4881	130.65	-0.28	2.0018	31,299		饱和液体
303	109.87	.4881	130.65	-0.28	2.0018	161,717		饱和液体
5	104.87	.4881	192.68	259.48	2.0018	229,369		饱和液体
6	104.87	.9295	192.68	665.53	.6094	69,832		湿蒸汽, 6955
7	103.87	.9295	135.65	539.57	.6094	69,832		饱和蒸汽
8	114.87	.4881	64.17	-71.56	.0949	10,877		湿蒸汽, 108
9	102.87	.9295	96.82	465.32	.6094	69,832		液体69°
10	104.87	.2950	192.68	81.75	1.3923	159,537		湿蒸汽, 1827
11	104.87	.2950	192.68	81.75	1.0967	125,663		饱和液体
12	104.87	.2950	135.65	21.48	1.0967	125,663		饱和液体
13	102.87	.8700	103.53	392.97	.7044	80,709		液体57°
14	102.57	.8700	64.00	-5.01	.7044	80,709		湿蒸汽, 31
16	34.82	.7000	135.65	414.29	1.0000	114,583		饱和液体
17	33.82	.7000	100.57	311.60	1.0000	114,583		湿蒸汽, 3627
18	33.82	.4881	111.66	140.77	2.0967	240,246		湿蒸汽, 4573
19	99.87	.2950	100.57	-15.00	1.0967	125,663		湿蒸汽, 7554
20	33.82	.2950	100.72	-15.00	1.0967	125,663		液体89°
21	2450.00	.8700	71.84	7.24	.7044	80,709		液体74°
22	2445.00	.8700	130.65	71.49	.7044	80,709		液体278°
23		Water	57.00	25.00	29.1955	3,345,311		液体219°
24		Water	81.88	49.88	29.1955	3,345,311		
25		Air	1742.00	0.00	.0000	0		

26	2443.00	Air	428.00	0.00	-0.000	80,709	液体 196°
27	2415.00	.8700	153.57	97.05	.7044	218,777	蒸汽 131°
30		.7000	600.00	909.64	1.9093	218,777	湿蒸汽 0289
31	828.04	.7000	397.35	817.55	1.9093	114,583	湿蒸汽 0289
33	828.04	.7000	397.35	817.55	1.0000	104,194	湿蒸汽 0289
34	828.04	.7000	397.35	817.55	.9093	114,583	湿蒸汽 0289
35	828.04	.7000	397.35	817.55	1.0000	114,583	湿蒸汽 0289
36	476.22	.7000	349.17	776.09	1.0000	114,583	湿蒸汽 0746
37	466.22	.7000	600.00	996.69	1.0000	114,583	蒸汽 242°
38	35.82	.7000	199.68	791.41	1.0000	114,583	饱和液体
40	104.87	.2950	192.68	81.75	.2956	33,874	液体 187°
41	838.04	.2950	194.17	84.79	.2956	33,874	饱和液体
44	828.04	.2950	380.00	298.67	.2956	33,874	饱和液体
45	818.04	.6006	267.07	170.05	1.2050	138,069	湿蒸汽 7134
51	104.87	.4881	187.68	241.69	.3173	36,352	湿蒸汽 7134
52	104.87	.4881	187.68	241.69	.2732	31,299	湿蒸汽 6882
53	104.87	.4881	194.77	266.93	1.4114	161,717	饱和液体
55	109.87	.4881	130.65	-0.28	.5612	64,303	饱和液体
56	109.87	.4881	130.65	-0.28	1.4406	165,066	饱和液体
58		Water	72.01	40.01	18.6721	2,139,505	
59		Water	99.37	67.37	10.5234	1,205,805	
60	2435.00	.8700	350.06	447.47	.7044	80,709	蒸汽 0°
61	2425.00	.8700	380.00	576.27	.7044	80,709	蒸汽 30°
62	2425.00	.7000	390.03	433.90	1.9093	218,777	湿蒸汽 9368
65	828.04	.6006	394.11	690.25	1.2050	138,069	湿蒸汽 2666
166	828.04	.6006	394.11	690.25	1.2050	64,317	湿蒸汽 2666
167	828.04	.6006	394.11	690.25	1.2050	73,752	湿蒸汽 2666
66	818.04	.6006	200.68	88.90	.5613	64,317	液体 66°
67	818.04	.6006	200.68	88.90	.6437	73,752	液体 66°
68	818.04	.6006	200.68	88.90	1.2050	138,069	液体 66°

01.09.14

液体 79°
液体 219°
液体 31°

138,069
138,069
138,069

1.2050
1.2050
1.2050

73.96
81.94
350.68

187.68
193.38
380.00

.6006
.6006
.6006

816.04
2443.00
2425.00

69
70
71

运行概况

	电厂总热量	37.91MW	
	加给工质的热量	37.91MW	1128.94BTU/lb
5	Σ 透平膨胀功	14.19MW	422.56BTU/lb
	毛电输运	13.84MW	411.99BTU/lb
	循环泵功率	0.71MW	21.11BTU/lb
	水泵和风机	0.34MW	9.98BTU/lb
	其它辅助设备	0.00MW	
10	电厂净输出	12.79MW	380.90BTU/lb
	毛循环效率	34.62%	
	净热效率	33.74%	
	净电厂效率	33.74%	
15	第一定律效率	37.43%	
	第二定律效率	58.99%	
	第二定律最大效率	63.45%	
	透平热流量	10113.07 BTU/KWh	
20	100 点的流平	114583 lb/hr	

表 2

注意: "BUT/lb" 为 38 点的每磅工质

	<u>热量得失</u>	<u>BTU/lb</u>	<u>M BTU/hr</u>	<u>MW therm</u>		
5	Htr 1 pts 62-30	908.34	104.08	30.50		
	Htr 2 pts 36-37	220.60	25.28	7.41		
	总燃料热		129.36	37.91		
	总热量输入	1128.94	129.36	37.91		
10	热损失	726.25	83.22	24.39		
	<u>泵 功</u>	<u>V Δ P 功</u>	<u>当量热输入</u>	<u>功率</u>	<u>功率</u>	
	泵 69-70	6.78	9.61	10.21	0.34	
15	泵 14-21	10.42	8.63	9.17	0.31	
	泵 1-2	0.29	0.72	0.76	0.03	
	泵 40-41	2.58	0.90	0.95	0.03	
	全部泵		19.86	21.11	0.71	
20	透平	MWe	G Δ H	Δ H	Δ H isen	ATE
	HPT(30-31)	5.90	175.82	92.09	107.08	.86
	IPT(35-36)	1.39	41.46	41.46	48.21	.86
	LPT(37-38)	6.89	205.28	205.28	238.70	.86
25	总:	14.19	422.56			

说明书附图

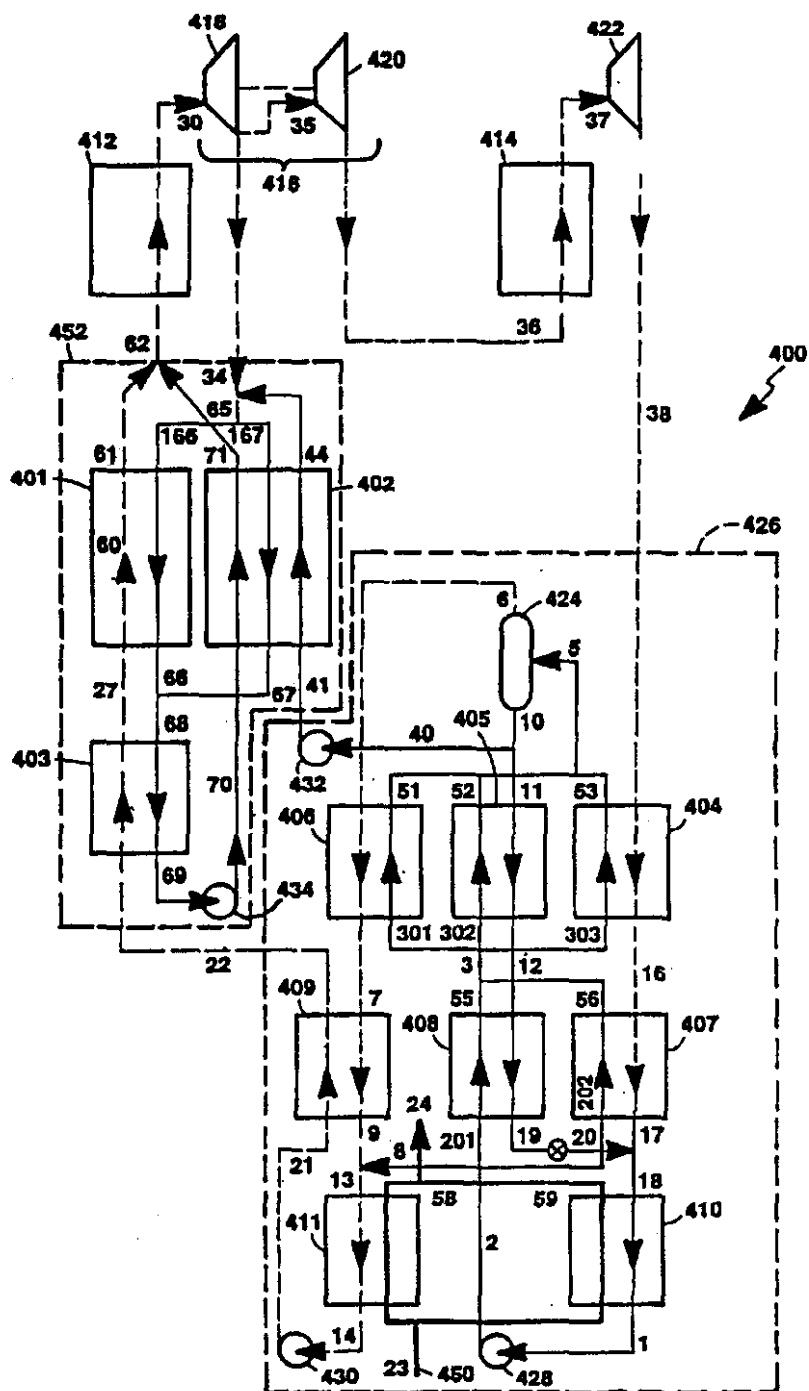


图 1

METHOD AND APPARATUS FOR IMPLEMENTING
A THERMODYNAMIC CYCLE

A method and apparatus for implementing a thermodynamic cycle. A heated gaseous working stream including a low boiling point component and a higher boiling point component is expanded to transform the energy of the stream into useable form and to provide an expanded working stream. The expanded working stream is then split into two streams, one of which is expanded further to obtain further energy, resulting in a spent stream, the other of which is extracted. The spent stream is fed into a distillation/condensation subsystem, which converts the spent stream into a lean stream that is lean with respect to the low boiling point component and a rich stream that is enriched with respect to the low boiling point component. The lean stream and the rich stream are then combined in a regenerating subsystem with the portion of the expanded stream that was extracted to provide the working stream, which is then efficiently heated in a heater to provide the heated gaseous working stream that is expanded.