

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F25B 27/02 (2006.01)

B60K 16/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03804562.1

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 100408940C

[22] 申请日 2003.2.25 [21] 申请号 03804562.1

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 25 [33] US [31] 60/360,072

[32] 2003. 2. 24 [33] US [31] 10/374,581

[86] 国际申请 PCT/US2003/005899 2003.2.25

[87] 国际公布 WO2003/072384 英 2003.9.4

[85] 进入国家阶段日期 2004.8.25

[73] 专利权人 奥特菲特能源公司

地址 美国特拉华

[72] 发明人 汉斯·G·霍恩 拉尔夫·霍恩

米哈伊尔·瓦因伯格

阿尔方斯·威兰德

理查德·A·阿塞韦多

[56] 参考文献

US6109047A 2000.8.29

WO00/71944A1 2000.11.30

US6053418A 2000.4.25

US4079591A 1978.3.21

考虑定子高次谐波恒定磁势的感应励磁同步发电机转子电流计算. 徐衍亮, 李光友, 王建民, 孟传富. 微特电机, 第4期. 1999

冷水机组制冷剂的选择和展望. James, M., Calm, , , P., .E. 制冷与空调, 第1卷第2期. 2001

审查员 梅奋永

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

代理人 朱德强

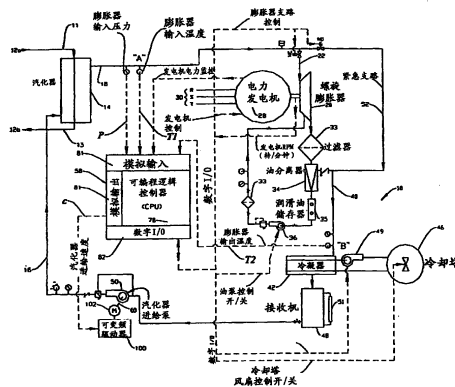
权利要求书5页 说明书16页 附图8页

[54] 发明名称

废热太阳能系统

[57] 摘要

从低等级废热/太阳能回收电能, 包括封闭循环被填充的制冷剂回路。加压后的制冷剂流体在外界环境温度下被泵送的通过连接于废热/太阳能的热交换器(14), 在转换期间吸收热能变成高压气体。加热/加压后的气体被输入膨胀器(20), 在所述流体膨胀成  $0\text{psig}$  的冷却气体期间, 驱动输出轴(26)。冷却后的其它制冷剂被凝缩成处于低压和外界温度下的液体, 在压力下重新循环到热交换器。膨胀器是颠倒改装的气体压缩机。加压后的热制冷剂气体在通常被作为出口之处被输入, 正常的入口变成膨胀器的端部。制冷剂气体质量流压力/温度下降驱动膨胀器轴, 以便直接输出机械能或耦合于同步或感应发电机, 进行发电。



1. 一种用于由废热和太阳能产生电能的系统，以操作组合的形式包括：

a) 闭环制冷剂工作流体回路，包括：

i) 至少一个从废热或太阳能提供热能的热交换器，以将所述工作流体从液体加压制冷剂转换成加热后的加压气体制冷剂；

ii) 被所述加热后的加压制冷剂工作流体驱动的膨胀器，以便产生能量驱动一输出轴，所述工作流体的压力因而被降低，并且所述膨胀器包括一螺旋式压缩机，该螺旋式压缩机被定向为在所述回路中以颠倒方式运行，以便在温度下降时使所述制冷剂工作流体驱动所述输出轴，其中所述膨胀器从连续螺旋式压缩机和多级螺旋式压缩机中选出；

iii) 被所述螺旋式压缩机输出轴驱动以便发电的发电机，所述发电机从感应类型发电机和同步类型发电机中选择；

iv) 冷凝器，用于使所述压力下降的制冷剂工作流体气体温度降低，从而在所述工作流体的冷凝温度处或以下将工作流体气体转换成液体；

v) 用于对所述制冷剂工作流体加压并使其在所述回路内循环的泵，所述泵由一变频驱动器驱动；

vi) 用于使闭环制冷剂回路中的所述热交换器、所述膨胀器、所述冷凝器以及所述泵相互连接的导管，所述工作流体从 R123、245FA、R134A、R22 有机制冷剂中选出，并且，所述回路包括围绕所述膨胀器的紧急制冷剂工作流体气体旁路；及

b) 控制器，用于监控所述发电机及所述回路内处于加压的液体或气体形式的制冷剂工作流体的选择的温度和压力，以及用于提供控制信号以便控制所述泵变频驱动器、螺旋式压缩机和发电机。

2. 如权利要求 1 所述系统，其特征在于：在干式螺旋式压缩机的情况下，所述螺旋式压缩机包括油润滑轴承，在油润滑的螺旋式压缩机的情况下，所述螺旋式压缩机包括辅助润滑油分离及重新循环回路。

3. 如权利要求 1 所述系统，其特征在于：所述工作流体回路包括

在所述膨胀器出口侧上的过滤器。

4. 如权利要求 1 所述系统，其特征在于：所述热交换器是多级的。

5. 如权利要求 1 所述系统，其特征在于：所述回路包括所述冷凝器下游的接收器，以提供一用于所述冷却的流体制冷剂的储存器和一用于所述工作流体泵的水头。

6. 如权利要求 5 所述系统，其特征在于：所述冷凝器由水冷热交换器冷却，所述水冷热交换器包括冷却塔和冷却水储存系统中的至少一个。

7. 如权利要求 1 所述系统，其特征在于：所述控制器包括可编程逻辑控制器，其具有至少一个控制回路，表示实际的膨胀器输入压力及温度和膨胀器出口温度的测量值的温度与压力输入，发电机 rpm（每分钟转数）与能量监控，冷凝器控制，到所述变频驱动器的输出，包括所预选的膨胀器输入温度、压力和温差（ $\Delta T$ ）的程序，以及用于泵开/关控制、支路阀控制、发电机开/关管路控制的输出。

8. 一种用于由废热和太阳能产生电能或直接轴的动力的系统，以操作组合的形式包括：

a) 移动式滑架，在该移动式滑架上安装有封闭的制冷剂工作流体回路，该回路包括：

i) 用于连接到至少一个热交换器上的输入及输出加压制冷剂导管，所述热交换器从低等级废热或太阳能提供热能以将所述制冷剂工作流体从液体转换成加热后的加压气体；

ii) 被所述加热后的加压制冷剂工作流体驱动的膨胀器，以便产生能量驱动一输出轴，所述工作流体的压力因而被降低，并且所述膨胀器包括一螺旋式压缩机，该螺旋式压缩机被定向为在所述回路中以颠倒方式运行，以便使所述制冷剂工作流体在通过所述压缩机时的压力下降过程中驱动所述输出轴；

iii) 所述输出轴与感应类型或同步类型发电机中的至少一种连接，以便产生电能和可与负载连接以做功的直接动力输出；

iv) 冷凝器，用于使所述压力下降的制冷剂工作流体气体温度下降，

从而在所述工作流体的冷凝温度处或以下将制冷剂工作流体气体转换成液体；

v) 用于对所述制冷剂工作流体加压并使其在所述回路内循环的泵，所述泵由一变频驱动器驱动；

vi) 用于使闭环回路中的所述热交换器输入及输出、所述膨胀器、所述冷凝器以及所述泵相互连接的导管，所述工作流体从 R123、245FA、R134A、R22 有机制冷剂中选出，并且所述回路包括围绕所述膨胀器的紧急制冷剂工作流体气体旁路；及

b) 控制器，用于监控所述输出轴及所述回路内处于液体或气体形式的工作流体的选择的温度和压力，以及用于提供控制信号，以便控制所述泵变频驱动器并从而控制所述轴的输出。

9. 一种由废热或太阳能产生直接轴动力或电能的方法，以操作序列的形式包括下述操作步骤：

a) 向加压的液体制冷剂工作流体提供废热源，从而将所述工作流体加热成更高温度、加压后的气体，所述工作流体为 R123、245FA、R134A、R22 有机制冷剂中的一种；

b) 在一封闭的制冷剂工作流体环形回路中泵送所述制冷剂，所述泵由一变频驱动器驱动；

c) 由所述加热和加压后的气体驱动具有输出轴的膨胀器，从而降低了所述气体的压力，所述膨胀器包括一螺旋式压缩机，该螺旋式压缩机被定向为在所述回路中以颠倒方式运行，以便在温度及压力下降时使所述制冷剂工作流体驱动所述输出轴；

d) 以所述输出轴驱动同步类型、感应类型发电机中的至少一种，以产生电能或动力输出；

e) 将所述制冷剂工作流体气体冷凝成冷凝温度或低于该冷凝温度的液体；

f) 在封闭的工作流体回路中使所述制冷剂工作流体液体在压力作用下重新循环到所述废热源；

g) 监视和控制所述回路内的工作流体液体和气体的流动、压力和

温度，以便产生电能或产生来自所述膨胀器输出轴的直接动力，所述监视和控制步骤包括监视所述轴以及所述回路内液体或气体形式工作流体的所选择的温度和压力，提供控制信号，以控制所述泵变频驱动器、所述冷凝器和所述发电机。

10. 如权利要求 9 所述方法，其特征在于：所述回路包括围绕所述膨胀器的紧急制冷剂工作流体气体，所述重新循环步骤包括将所述液体制冷剂工作流体在压力下泵送通过热交换器，以便从所述废热源中获得热量。

11. 如权利要求 9 所述方法，其特征在于：所述监视和控制步骤包括提供可编程逻辑控制器，其具有至少一个控制回路，表示实际膨胀器输入压力和温度及膨胀器出口温度的测量值的温度和压力输入，发电机或膨胀器输出轴每分钟转数（rpm）和动力监控，所述膨胀器输出气体至液体的冷却控制，到所述变频驱动器的输出，包括预选膨胀器输入温度、压力和温差（ $\Delta T$ ）的程序，用于泵开/关控制、阀控制和发电机开/关状态控制的输出。

12. 一种由废热或太阳能产生直接轴动力或电能的方法，以操作序列的形式包括下述操作步骤：

a) 向液体工作流体提供废热源，从而将所述工作流体加热成更高温度、加压后的气体；

b) 由所述加热和加压后的气体驱动具有输出轴的膨胀器，从而降低所述气体的压力，所述膨胀器包括一螺旋式压缩机，该螺旋式压缩机被定向为在所述回路中以颠倒方式运行，以便使所述工作流体气体驱动所述压缩机输出轴；

c) 将所述工作流体气体冷凝成冷凝温度或低于该冷凝温度的液体；

d) 在封闭的工作流体回路中使所述工作流体液体重新循环到所述废热源，所述重新循环包括使用一可控制的变频驱动器将所述液体工作流体在压力作用下泵送通过热交换器，以便从所述废热源中获得热量；以及

e) 监视和控制所述回路内的工作流体液体和气体的压力和温度，

以便产生电能或产生来自所述膨胀器输出轴的直接动力，所述监视和控制包括监视所述膨胀器输出轴以及所述回路内液体或气体形式的工作流体所选择的温度和压力，并提供控制信号以控制所述泵、膨胀器和发电机，包括提供可编程逻辑控制器，其具有至少一个控制回路，表示实际膨胀器输入压力和温度及膨胀器出口温度的测量值的温度和压力输入，发电机或膨胀器输出轴每分钟转数和动力监控，所述膨胀器输出气体至液体的冷却控制，到所述变频驱动器的输出，包括预选膨胀器输入温度、压力和温差 ( $\Delta T$ ) 的程序，以及用于泵开/关控制、阀控制和发电机开/关状态控制的输出。

13. 如权利要求 1 所述系统，其特征在于：所述膨胀器、发电机、冷凝器、泵、以及制冷剂流体回路导管组件安装在移动式滑架上。

14. 如权利要求 13 所述系统，其特征在于：由所述热交换器提供的所述废热为低等级废热。

15. 如权利要求 1 所述系统，其特征在于：从所述膨胀器的入口侧到出口侧横跨膨胀器的制冷剂的压降在 167.5 磅/平方英寸的范围内。

## 废热太阳能系统

### 相关申请的交叉引用

本申请是申请日为2002年2月25日的、美国临时申请USSN序列为60/360,072的普通美国申请和PCT申请，根据美国法第§119条第35款要求其优先权。

### 技术领域

本发明涉及能量产生领域，涉及由废热直接产生机械能和发电，更具体地说涉及一种由低等级废燃烧热或工艺热以及太阳能产生能量的方法和系统。本发明的能量产生系统和方法在优选实施例中是作为模块化的、滑架安装系统加以实现的，不过同样也适合于与工业设备或商业设备相关的用于固定发电的永久设备。作为非限制性示例，该创造性系统通过工作流体(制冷剂)在封闭回路系统内循环而从废热内回收能量，其中通过具有切断同步感应发电机能量或切断直接机械能的能量切断功能的膨胀器装置而实现压降。优选的膨胀器是修改后的气体压缩机，它利用热、压力工作流体而反相运转。制冷剂回路包括由散热器冷却塔冷却的(最好是由液体或气体冷却的)冷凝器。通过适当地选择发电机，可以获得直流和交流电(单相或多相)。该系统允许节省成本地从低等级废热中回收能量，重要的是，操作该创造性系统所需的能量与所产生的能量之比非常低，通常小于所产生能量的10%。

### 背景技术

通常，在众多工业和商业过程和操作中，每天产生巨大数量的废热。所述废热典型包括来自建筑物供热操作的废热、生产用蒸汽锅炉废热、机械和电系统冷却等的废热。通常，所述废热是低等级的，也就是低于350°F，经常低于250°F，该数值非常之低以致于普通的热回收系统没有

有效而经济地从这种资源回收能量。结果是，大量废热被简单地排放到大气中、地面或水中，从而引起温室效应，极大地增加了操作成本。

除了低效光电池之外，太阳能系统产生最大温度低于作为电源功能所需范围的热气或流体。而太阳能主要用于建筑物供热操作和热水生产，由于这些应用仅要求被输送的温度值在100~150°F范围内，该数值刚好低得足够匹配可以从太阳能系统输出中被萃取的 $\Delta H$ 。

因而，迫切需要提供一种节省成本地从低等级的废热和太阳能系统中回收能量的系统和方法，由此改善从包括矿物燃料和太阳能的能源产生能量的整体效率，该系统能够适用于固定发电，或者为了轻便将其构造成滑架安装模块化装置。

## 发明内容

本发明包括系统和方法，其包括含操作算法（诸如启用PLC的控制算法）的计算机程序，用于从低等级废热和太阳能设备回收能量。

在最广泛的应用中，本发明的系统包括制冷剂的封闭循环回路，所述制冷剂作为流体在压力和接近环境温度下被泵送的、通过与废热或太阳能设备输出相连的热交换器。制冷剂流体在热交换器从热源吸收热能，并被转换成高压气体。受加热和加压的制冷剂气体进入膨胀器内，在流体膨胀变成大致0磅/英寸<sup>2</sup> (psig) 或更低的冷却气体或气体/液体混合物期间，驱动输出轴。冷却后的气态制冷剂在冷凝器内被进一步冷却，并转换成低压和接近环境温度的液体。然后，该液体再次在压力下被泵送返回通过膨胀器，重复上述循环。

优选实施例中的膨胀器包括空气压缩机，它被修改并且被反过来用在该创造性系统中。也就是说，对压缩机作了修改，以便在处于通常压缩机出口端位置的入口接收加压热制冷剂气体。在该创造性系统中被颠倒的压缩机的常规入口变成气态制冷剂出口。制冷剂气体的压力和温度下降使压缩机轴转动，从而，可以作为直接机械能输出来使用，或与同步或感应发电机相连而产生电能。

在该创造性系统中，被改装和修改以充当膨胀器的优选型压缩机是



一种连续类型的压缩机，而不是具有不连续的多阶段的压缩机。虽然在下文示例中所使用的最佳模式的膨胀器是具有对压缩机螺杆进行润滑的油回路的螺旋压缩机，但是优选膨胀器是无油类型的（oil free）。由于该创造性系统使用无泄漏装填制冷剂系统，因而压缩机轴承最好是完全密封的，也就是说该轴承不应该暴露于外界空气下，以便在制冷剂气体通过轴承时不泄漏到外界气体中。

在使用具有用于轴承润滑的油回路的压缩机的情况下，本发明的一个重要方面是膨胀的制冷剂气体离开膨胀器，通过分油器来清除膨胀器油。分离器贮槽是用于向膨胀器轴承和转子泵送润滑油的储存器。此外，膨胀器油的选择和使用必须与制冷剂相容，以便不对制冷剂性能或系统操作造成化学或热力学影响。在目前，工作流体（制冷剂）包括R123、245FA、R134A、R22等。用于膨胀器的优选油包括诸如聚酯油（RL 68H）之类的合成工作流体适用油。

充当热交换器的冷凝器从制冷剂气体中吸取热量，在此期间，将液体冷凝到接近外界温度。该冷凝器由水冷或气冷冷却塔或其它适合的散热器冷却，其可以提供对大量流动的气体进行完全冷却所需的 $\Delta T$ 。冷凝器的液体制冷剂出口连接于接收器，所述接收器的功能是作为保持罐或贮槽，以便提供制冷剂循环泵送（工作流体泵送或WFP）的重力头。

制冷剂WFP泵被设置在系统回路的高压侧，最好在接收器和热交换器入口侧之间。在该位置的泵将制冷剂的压力升高到设计参数，以便进入热交换器，同时维持制冷剂的温度接近环境温度。

该创造性发电系统的控制系统包括适合的温度、流动、输出环绕状态传感器以及泵和阀的PLC控制器，一种或多种用于系统起动、稳定状态运行、关闭和颠倒控制的控制算法。

系统能量输出受工作流体泵（WFP）的流速的控制。WFP的速度受带有由PLC产生的模拟电压信号的变频驱动（VFD）的控制。驱动WFP以便跨膨胀器维护所选择的膨胀器输入压力、所选择的膨胀器输入温度和所选温度差值 $\Delta T$ 。在控制系统内有三条回路。控制系统回路1也就是控制器输入温度回路，提供对WFP流速的粗糙调整。控制系统回

路2也就是控制器输出温度回路，利用控制器输出温度与控制器输入温度结合，来提供通过控制器的温度差值 $\Delta T$ ，该温度差值对WFP流速进行微调。控制系统回路3根据膨胀器输入压力来修改给WFP发出的流速指令信号。几个温度和压力信号由PLC的CPU处理，可以以热动力方程、查找表或图形的数字表示为条件。对于动力信号条件而言，可以应用光学PID算法。应用积分器动作以使电压信号按希望电平保持VFD。例如当热源或热交换器温度太低时，可以根据需要使用标准极限块来保护包括紧急关闭在内的加压（upset）条件，不符合 $\Delta T$ 要求，通过冷凝器后，部分工作流体保持气体状态，冷却塔不能运行，或不十分有效（诸如，由于安装该创造性装置的区域中的环境温度、压力或湿度条件），膨胀器经受承载问题。

优选地，使用包括电磁阀的气体支路，所述电磁阀位于热交换器输出（膨胀器的高压上游侧）和冷凝器的上游之间（膨胀器的低压侧），有助于起动、膨胀器调制或/和发电机输出（例如，匹配网负载要求）、关闭、或紧急制动或加压条件阻止或解决，在所述支路中的电磁阀是N.O阀以便为紧急制动而开启，或一旦能量损失时开启。过程调制器电磁阀位于热交换器出口和膨胀器入口之间，最好位于支路线连接处的下游。第二反动作紧急关闭阀位于所述调制阀的下游（膨胀器入口的上游）。该阀是N.C以便在紧急关闭或一旦能量损失时，在支路紧急阀开启时它同时关闭。

例如，在开启热交换器出口侧以及膨胀器处于负压时，该创造性系统监视回路和热源入口内的制冷剂的热和质量流到达热交换器的情况，并且可以包括适当的反馈、向前输送或预定表、图形或操作曲线跟踪控制算法。

可以采用适用于膨胀器输入轴速的任何类型或规格的同步或感应发电机。例如，利用直流发电机可以产生直流电。用适当的交流发电机可以产生单相或三相交流电。发电机装置包括常规速度控制和自动门控制器，以便与接收电力网的负载要求相匹配，无论所述电力网是局部电网、区域电网还是广域电网，都是产生的电力被提供或销售的电网。该

创造性系统在原型试验时已经证明所产生的电力是极其清洁且无尖峰信号的。

作为举例而非作为限制，电流设计参数表明所述创造性系统从废热吸收能量，向热交换器提供220°F气体、蒸汽或水，允许系统通过同步发电机提供120~240V、15KW、50~60Hz的单相或三相交流电，用8%系统能量抽取制冷剂流体，制冷剂在85°F以125磅/英寸<sup>2</sup>的 $\Delta P$ 、4.2加仑流入热交换器。在系统回路内采用更大的膨胀器和发电机装置，也可以产生2300V、4160V或13.5KV的电压。虽然在稳定状态操作期间，该创造性系统优选使用其所产生的一部分能量用于系统操作（例如控制器和泵操作），但应该理解的是，可以使用另一个动力源来起动，也可以使用另一个动力源进行一般的操作。

该系统是非兰氏绝对温度循环系统，它在低压下操作，典型地，在膨胀器入口侧上是100~150磅/英寸<sup>2</sup>，而在膨胀器输出侧是4~5"真空。该创造性系统的尺寸可以被设计得适合于热源，是便利地可滑架安装的，从而可以将该系统提供成工厂制造、模块、可船运装置，以供在使用现场安装和连接。在这种模块化装置形式中，该创造性系统的装置包括：PLC或其它类型控制器、传感器、管路、阀、泵、膨胀器、发电机、分油器（如果需要对膨胀器进行润滑的润滑油）、冷凝器、支路和接收器、用于将压力制冷剂的入口连接到热交换器上且将压力制冷剂的出口连接到的膨胀器上的凸缘、用于冷凝器的散热器的凸缘。冷凝器的散热器最好是冷却塔，作为该创造性系统的一部分，将其设置在一个独立的滑架（skid）上，或可以是局部、预先存在的冷却塔或其它散热器。同样，也可以将热交换器提供成一个独立的滑架，其带有将废热或太阳能热流体源的入口和出口连接到热交换器上的凸缘，以及将系统制冷剂泵的入口和出口连接到膨胀器上的凸缘。因而，该创造性系统以1~3滑架安装单元的预制模块形式被提供，各个模块具有用于简单的现场安装和操作地装配的匹配的接头。

在可选的实施例中，该创造性系统可以在制冷剂回路中使用多个热交换器。在这个实施例中，在实践中，存在多种实现方式。例如，可以

设置来自于不同热源的两个热交换器，一个热交换器设置在另一个热交换器的上游，从而所述第一个热交换器作为制冷剂的预热器，在制冷剂通过第二热交换器之前，提高制冷剂的温度，在其进入膨胀器入口之前，急骤干燥成选定压力下的气体。在这种布局中，预热器可能来自于均匀的低等级废热源，或者该预热器可以被连接到下游热交换器的出口。在后一种情况下，热交换器被串联地、与系统回路的制冷剂流动方向反向设置。

因而，本发明的发电系统允许有效地从废热和太阳能源吸收能量，即使所述热源的温度只有 $200 \sim 250^{\circ}\text{F}$ ，也可以产生用途广泛的可用数量的电能和直接驱动轴运动的能量，例如供应给电网且与电网相容的电能，可现场使用的电力或系统或设备操作所需的机械能。应该理解的是，将选择制冷剂的质量流和制冷剂的类型适应膨胀器的工作输出，以适应所选的具有特殊绕组因数的感应或同步发电机的需求。对于感应发电机来说，通常在 $1750 \sim 1850$ 转/分钟（rpm）范围内操作，用电网建立励磁绕组，以便所输出的电能可以被“输入到”电网内（被供应给电网）。

可以将与定子侧的多相励磁源相连的感应设备制成：如果其转子被外部装置以高于同步速度的速度机械驱动，电动机的滑差率变成负，则就能发电（例如与电动机相比，能流相反）。也就是，当与AC电源（外部电网或电路）相连时，如果以高于同步速度被驱动，感应电动机将向外部电路输送能量。所述多相励磁源将产生磁场，在所述磁场下，感应电动机将会发电。也就是，感应电动机必须与电能系统并联或独立地被操作，带有电容器所补充的负荷。对于独立的操作，发电机的速度必须随着负载而增加，以便维持恒定频率，电压受所述电容器的控制。

翻修负载在感应电动机内产生并联环境。也可以通过由原动机在大于同步速度下驱动转子来强加并联环境。在直达500马力（hp）的范围内，感应电动机可以被用作感应发电机，但是不可被用作初级电源。在没有适合的多相电源的情况下，不可能发电；即便叠加的感应电流向供应系统输出能量，该电源也仍然必须提供激励电流组件（且由此来提供同步电通量）。

感应发电机输出瞬时三相（R、S、T）的短路电流，其电压等于被其止转转子阻抗分隔的终端电压。对应于次瞬态时间常数，其衰变速率比相同额定值的同步发电机的衰变速率快，所保持的短路电流为0。感应发电机的优点是：当定子电路对电力系统封闭时，其能够自我同步。由于它们的鼠笼式转子结构，感应发电机也可以用作高速、高频发电机。

## 附图说明

下文将结合附图来详细描述本发明。

图1是一个显示在封闭致冷剂回路内的相位、流速、温度和压力的系统部件的示意性框图；

图2是一个从流体入口/出口侧看到的本发明系统的滑架安装核心单元，包括控制器、传感器、管道系统、阀、泵、膨胀器、发电机、分油器、冷凝器、支路和接收器，还带有用于将加压制冷剂入口连接到热交换器、将出口连接到膨胀器上的凸缘，以及用于冷凝器的散热器的连接的凸缘；

图3是一个从发电机侧看图2的滑架安装核心单元的透视图；

图4是一个具有用于废热和太阳能热源的入口/出口凸缘以及用于制冷剂回路的入口/出口凸缘的滑架安装的主要热交换器的透视图；

图5是一个带至冷凝器的入口/出口的凸缘的滑架安装的冷却塔的透视图；

图6是一个第二种系统结构的框图，其使用分级的、串联热交换器，可增加能量产生效率；

图7是一个创造性系统的框图，该图显示了PLC控制器的集成并且表示系统装置的商业结构，在下文的工业可用性段落中汇报了所述系统装置的测试结果；

图8示意性显示了控制系统的整体结构，显示软件、硬件以及用于系统操作控制的逻辑流和信号流。

## 具体实施方式

下文说明书通过示例详细描述了本发明，但是并不限制本发明。该说明书将确保本领域普通技术人员制造和使用本发明，描述了几个实施例、用途、变型、改进和发明的使用，包括执行本发明的最佳模式。

在几个附图中详细显示了本发明，其非常复杂，有很多元件、相互关系和组合，不能简单地用一个专利类型视图来表示。为了清楚和简明起见，几个附图示意性显示，或省略了在图中不关键的元件，仅显示了描述本发明的特定特征、方面和原理的元件。由此，某一特征的优选实施例可以在一个实施例中显示出来，另一特征在另一个视图显示出来。就材料和测试数据而言，一个方面或特征的优选实施例可以在一个示例中显示出来，不同方面的最佳模式将在一个或多个示例、测试、结构、公式或讨论中提出。

在此，将在本说明书中所引用的所有出版物、专利和申请都引入于此，就相当于每个单独的出版物、专利和申请都被明确地指出引入于此。

图1是一个本发明系统和方法的部件框图，该图显示了在致冷剂回路、支路回路和油分离回路内的相位、流速、温度和压力，在所述油分离回路内，使用油需要压缩机作为膨胀器。整个系统10是被改装垂直的(plumbed)封闭回路，在其中资源12向热交换器14提供废热或太阳能，加压、低温(例如环境温度)液体制冷剂通过管路16流入热交换器14，并作为加热、加压的气体制冷剂流出热交换器14，且通过管路18流到膨胀器20。作为工作示例，从诸如废蒸气、热水、热烟气、太阳能或地热能之类的资源12那里输入的废热在220°F下被输入到热交换器14中，并以220°F的温度离开热交换器14，与此同时管路16内的加压工作流体(例如R123)在80°F、125磅/英寸<sup>2</sup>(psig)下被输入到热交换器中，并在220°F、125磅/英寸<sup>2</sup>(psig)状态下离开热交换器14，并被输送到无油膨胀器20。在这个示例中，冷凝器的液体工作流体出口处于4''W.C(真空)下。废热和工作流体彼此逆流流过热交换器，80°F的冷工作流体进入热交换器的底部并在最大蒸汽压力125磅/英寸<sup>2</sup>和最大温度220°F下从热交换器的顶部离开，废热流体进入热交换器的顶部，冷却后的流体从底部离开热交换器。

在本最佳模式下,将膨胀器20密封,对油润滑螺旋压缩机进行改型,以便常规出口端是加压热制冷剂气体的入口。常规入口端是膨胀器的排出端24。膨胀器输出轴26驱动未示出的能量输送装置(例如皮带轮、齿轮系统等)或发电机28,根据需要,把能量提供给电网30或在局部地使用。

在膨胀器中,热气使叶片或螺杆旋转,通过压力下降到近似0磅/英寸<sup>2</sup>的压力和温度下降到入口温度和外界温度之间的大致温度中值,能量损耗。被部分冷却的气体通过管路32被排放到分油器34,从储池将被分离出的油由泵36通过油回路管路38返回膨胀器20。已将油过滤后的制冷剂气体通过管路40流到冷凝器42,在此被冷却到外界温度并凝缩为压力大致为0磅/英寸<sup>2</sup>的液体,通过管路44离开冷凝器。所述冷凝器可以由诸如水冷或气冷塔46的适合的散热器来冷却,所述冷却塔46通过输出管路45、输入管路47和泵49与冷凝器相连。冷却后的液体工作流体/制冷剂离开冷凝器42并通过管路44被排出到用作为高压泵50的储存器/储池的接收容器48中,高压泵50对液体制冷剂施压并通过管路16将其泵送回热交换器14的制冷剂回路入口侧。

支路52连接在热交换器制冷剂回路输出侧和分油器的输出侧之间,以有助于起动、加压条件改良和紧急控制。紧急关闭电磁阀54A、54B、调制阀56和止回阀57也有助于操作。阀、适当定位的传感器(由端部带有字母S的断线表示)、热交换器、膨胀器、分油器、冷凝器、冷却塔和接收器与控制器58相连。字母S、F、L和R分别表示压力、温度传感器输入、流量计输入、液位传感器输入、轴转动速度传感器输入以及类似的其它相应的控制器输入。控制器58包括适当的电路和控制算法,以便输出到诸如阀、V、泵、P、支路调制和控制阀B之类的系统中。发电机装置28包括常规的速度控制和自动门控制系统(未示出),以便与接收能量的电网的要求相匹配,无论电网是局部网、地区网还是广域网。在电路中使用适合的止回阀、调制阀和安全阀。

本发明包括计算机系统,用于管理系统、部件(例如膨胀器、泵、油过滤器、冷凝器、热交换器和冷却塔)状态和操作、通信、数据库操

作、历史跟踪和报告、处理和记帐。本发明的系统可以由陆线、无线电或卫星与远程主机站点相连，以便简化租赁该装置的用户的操作管理，并且用于对系统操作和能量生产或/和销售给电网的情况进行归档。该创造性系统的计算机包括通信工具，以便产生、传送、接收、归档、搜索和检索系统操作、子系统状态和能量销售。

诸如现场施工、通信、LAN、WAN或互联网执行的管理以及归档的处理可以作为计算机操作指令来用软件实现，一旦执行所述指令，则就执行几个附图所示的操作。该创造性系统的服务器可以是一个或多个计算机，其配备有服务器软件以在互联网上寄宿站点，以便提供静态的、普通的信息化网页，以及产生和提供能显示所选的性能或系统状态的动态网页，并且可以被容易地制作以便于能量产生和分配管理。动态网页可以由单个用户来制作，并且可以响应于单个用户通过他们的互联接入装置（台式和膝上型计算机、网络计算机等）发出的请求，来为单个用户生成动态网页。

可以在系统体系结构中配置本发明的计算机，例如一个或多个PLC控制器、客户端计算机、服务器计算机、数据库（关系和层次）计算机、存储器计算机、路由器、接口以及外围输入和输出设备，它们一起实现了该系统以及报告与管理网络。该创造性系统所使用的计算机通常包括至少一个处理器以及与总线相连的存储器。总线可以是任何一个或多个任何适合的总线结构，包括存储总线或存储控制器、外围总线、以及处理器总线或使用任何总线结构和协议的局部总线。存储器通常包括易失性存储器（例如RAM）以及固定和/或可拆卸的非易失性存储器。非易失性存储器可以包括但是不局限ROM、闪存卡、包括RAID阵列内的驱动器的硬盘驱动器、软磁盘、微型驱动器、Zip驱动器、记忆棒、PCMCIA卡、磁带、诸如CD-ROM、WORM驱动器、RW-CDROM驱动器之类的光学驱动器、DVD驱动器、磁光驱动器等。不同存储器类型提供了对信息和图像的存储，包括计算机可读指令、数据结构、程序块、操作系统、操作算法和计算机所使用的其它数据。

网络接口与总线相耦合，以便为数据通信网络（LAN、WAN和/或



互联网)提供接口,以供在各种不同的站点计算机、路由器、消费者计算机设备、热源供应商和能量消费者之中交换数据。该系统还包括至少一个与总线相耦合的外围接口,以便与诸如键盘、小键盘、触感衰减器、鼠标、跟踪球、扫描仪、打印机、喇叭、麦克风、存储媒体阅读器、写字台、摄像机、调制解调器、网卡、RF、光纤和IR收发器之类的外围设备进行通信。

可以在存储器内存储各种不同的程序模块,包括OS、服务器系统程序、系统操作程序、应用程序以及其它程序模块和数据。在互联网环境下,程序模块可以被分布在经由互联网相连的几台计算机当中,并根据需要被使用。当程序被执行时,该程序至少被部分地下载到计算机存储器上,包含用于执行操作、计算、归档、分类、筛选、分级、格式化、翻译、再现和通信功能和处理的指令。

消费者、操作历史、使用和其它这类数据被存储在一或多组数据记录中,可以把所述一或多组数据记录构造成关系数据库(层次数据库、网络数据库或其它类型的数据库),在所述关系数据库中,按表格对这些数据记录进行编组按照预定和可选的关系,这类记录可以有选择地与另一个相关联,从而,例如使一个表格内的数据记录与另一个表格内的能量消费者和/或热源供应者的相应记录相互关联,并且按照此处所述的能量产生系统的发明方法,所述相关性数据或单独的数据是可调用的,以供在屏幕上显现、打印出来或是进行其它活动。

图2和3是在图1中由点划线所示的本发明系统10的滑架安装核心子系统60的透视图,图2是从流体入口/出口侧看到的视图,包括控制器、传感器、管路、阀、泵、膨胀器、发电机、油分离器、冷凝器、支路和接收机,且带有使制冷剂加压入口与热交换器相连、制冷剂加压出口与膨胀器相连的凸缘,以及用于与冷凝器的散热器相连的凸缘。图3是一个从发电机侧看到的图2的滑架安装核心单元的转动的透视图。

图2和3中元件的附图标记与图1中的相同。滑架62包括钢梁式桁架62,在该梁式桁架62上安装着底板64和用于安装这些元件的适合框架,虽然热交换器14没有被设置在该梁式桁架上,但是它可以被安装在梁式

桁架62、64左侧的区域68（在剖视图内被显示）上、被安装在一单独的梁式桁架上（参考图4），或被安装在废热源位置上的衬垫上。

在系统回路18、32、40、44、16内的管路内，在支路回路52内，在润滑油回路38内，工作流体流动方向用箭头显示。此外，图2显示了管路45内的热水输出流到冷却塔46内。从冷却塔46返回的凉水通过管路47、泵49到达冷凝器42。图5显示了冷却塔46。注意，如图所示，冷凝器42是多模块板热交换器，例如具有4个模块，带有用作工作流体管路40入口的适合歧管、工作流体冷凝管路44（参考图3）、冷却水输入管路47和热水输出管路45（参考图2）。虽然热交换器14和冷却塔46之一或两者可以在现场被安装在永久衬垫上，类似的滑架装置可以固持热交换器14和冷却塔46。应该理解的是，部件的分布可以具有多种结果和滑架，或作为与热源12有关的永久装置，系统可以被直接安装在地面上。

图4是一个热交换器的透视图，诸如图1中的热交换器14或图6中的热交换器14A~14C，也可以是图1和6中的冷凝器42。输入管路11包括歧管，用于将热流体（气体或液体）从热源12（未示）分配到模块板单元15a、15b、15c和15d。输出管13使冷却后的热源流体返回热源或到掉。在图4中的面对侧上，显示了来自高压液体工作流体输送泵50的输入管路和歧管16进入板热交换器15a~15d的底部，输出气体工作流体管路18在顶部离开。注意，将不同的流体流动管路设置成热反向流动。热交换装置被安装在滑架68上，其可以是单独的滑架，或如图2所示，是主滑架62的一部分。

图5显示了适合的普通冷却塔46，在这个示例中，空气冷却塔包括内部风扇（未示），在底部带有空气入口70，而在顶部锥体上74上具有热空气72排出口。如图所示，底部具有凸缘，在所述凸缘上具有用于来自冷凝器42的水的入口45（图1~4和6）以及冷却后返回水的出口47。观察口76允许在操作期间进行观察。泵49位于滑架62上（图2）。

图6是本创造性系统的第二种可选构造的框图，该系统使用了分级的、串联热交换器，可增加能量产生效率。还要注意的，也可以采用无油螺旋膨胀器，由此而省略了分油器和润滑油回路（图1中的项目34、

36、38)。注意，在图6中，废热流体的逆向流在第一级以240°F温度流入热交换器14A内，离开第一级，以220°F温度进入第二级的热交换器14B，离开第二级，以200°F温度进入第三级的热交换器14C，并在180°F下离开第三级。管路16内的输入工作流体的温度逆向升高，从125磅/英寸<sup>2</sup>（液体）下的温度80°F增加到在最大压力125磅/英寸<sup>2</sup>下的最大温度220°F的工作流体（气体），并被输入到膨胀器20内。

参考图7和8，这些相关附图分别显示了本创造性系统的PLC控制器的集成和系统控制的整体结构，包括软件和硬件部件，以及逻辑和信号流动路径。

在这个示例中，系统利用颠倒操作的润滑后膨胀器也就是Bitzer螺旋压缩机作为膨胀器，润滑油回路包括几个过滤器33和位于分油器34下游的储存器35。位于冷凝器下游的工作流体回路接收器48可以包括水位计51。控制器58是PLC单元，包括PLCCPU78、模拟输入和输出81以及数字I/O块82。如图所示，虚线表示系统部件的不同控制线，线上的箭头表明PLC58和不同部件是否输入、输出或既输入也输出。此外，带标号的虚线表明控制功能性，尽可能地与图8地结构和逻辑匹配。

图7中部件的附图标记与图1中一致，并且表示管路、量规、开关、泵、风扇和过滤器的各种符号如下：

⊙ 压力表	∩ 阀关闭
⊙ 温度计	<sup>NC</sup> 电磁阀正常关闭
◇ 过滤器	☞ 泵
⌈ 卸压	⌈ 风扇
∩ 止回阀	Ⓜ 电动机
<sup>NO</sup> 电磁阀正常开启	

参考图7和8，PLC程序80包括控制系统输出能量的算法。它采用了压力和温度信号的浮点二进制表示。这些信号被采样并根据周期来进行算法计算。根据系统以及工作流体要求，也就是驱动系统发电机所需的膨胀器输出功以及系统热动力学特性作为整体，来预选上述“选定”值。在下文所述说明书中，我们用数字来标识某些确定的块，然后可以由图

中的功能符号表示控制逻辑和信号流。

- 用所选定的膨胀器输入温度86减去在图7中的A处测量出的（来自蒸发器14的气体输出管路18）实际膨胀器输入温度 $T1(u)$  84，以得出误差信号 $c1$ ；

- 用实际的膨胀器输出温度 $T2(u)$  88减去在图7中的“B”处测量出的（冷凝器42上游的管路40）实际膨胀器输入温度 $T1(u)$ ，以得出膨胀器的实际温差，即实际 $\Delta T$ ；

- 用所选定的膨胀器 $\Delta T90$ 和误差信号 $c1$ 减去膨胀器的实际温差（即实际 $\Delta T$ ），以得出误差信号 $c2$ ；

- 根据需要，任选地将误差信号 $c2$ 应用于热动力学数字方程、查找表或图形92，以便进行补偿，其输出为 $c3$ ；

- 将实际的膨胀器输入压力 $P(u)$  106应用于热动力学数字方程、查找表或图形108，其输出为 $p1$ ；

- 然后，用所选定的膨胀器压力94和误差信号 $c3$ 减去 $p1$ ，以得出误差信号 $c4$ 。任选地将 $c4$ 应用于PID（比例积分导数）信号调节与补偿算法96，以得出 $c5$ 。

- 将 $c5$ 应用于积分器算法98，以得出信号 $c6$ ；

- $c6$ 是到VFD100的控制信号的浮点二进制数字表示。这个VFD控制信号可以是电压、电流或串行位流。如图所示，它是电压。二进制形式的控制信号被施加到PLC总线上的数字~模拟模块上，该模块的输出电压信号 $c$ 连接于VFD100的输入。

依次地，通过对泵电动机的能量输入进行调制，VFD100驱动泵50的电动机102（参考图7），VFD输出对泵电动机的速度进行调制，这同时也提供了对泵电动机的功率的调制。上述讨论的重点是，在图8中，电压信号 $c$ 被VFD变换函数 $V(c)$ 转换成泵速度 $\omega$ 。工作流体的流量用 $u$ 表示。根据任何指定工作流体的流量，可以轻易地计算出质量流。通过变换函数 $U(\omega)$  104，把流量与泵速关联起来。工作流体的流量与在A点处的压力之间的关系用变换函数 $P(u)$  106来表示。如上所述，将P点电压带入热动力学方程106，完成第三控制回路。

工作流体的流量与A点的压力之间关系、工作流体的流量与A点温度之间关系以及工作流体的流量和B点的温度之间关系分别由 $P(u)$ 、 $T1(u)$ 、 $T2(u)$ ，106，84和86来表示。虽然，这些变换函数的准确特性非常复杂，在很大范围内不是线性的，但是只要在控制范围内，变换函数是准确线性的，无需知道变换函数的精确性质。

如图7所示，利用温度传感器来检测A点处的温度和压力以及B点处的温度。这些传感器可以是带调节电路的热电偶，或是独立的变换器。这些传感器/变换器的输出可以是与测量出的温度或串行位流表示的温度成比例的电压或电流。如图7和8所示，该信号是电压。使用PLCCPU79的PLC总线部分上的模拟-数字模块，信号T1、T2和P被转换成浮点二进制表示。

如图8所示，PLC程序还利用上述信号以及用于各种泵、阀、电动机和发电机的控制112的其它数字或模拟输入，来为整个系统执行开启/关闭排序、监控和保护处理的逻辑操作110。

### 工业实用性

很明显，本领域技术人员使用普通仪器，可以轻易实现本发明的发电系统，在工业领域中具有广泛的实用性，适合于废热，特别是低等级温度为 $200 \sim 250^{\circ}\text{F}$ 的废热，也适用于太阳能系统或产生具有类似热值的流体的地热。由于众多工业加工和许多商业建筑为它们的加工或操作或空间加热产生热量，存在适合本发明系统特别是上述滑架安装形式服务的热源。

并没有打算将本发明系统应用在机动车辆上。然而，作为模块装置结构，可以轻易地改装成现有的零售、工业或能量生产系统，本发明系统可以轻易地被改型为适用于来自涡轮机排出的废气、某些电厂的烟道气、核反应堆冷却剂回路或船用热源，例如船蒸汽锅炉、涡轮机冷却回路或核反应堆废热。

可以轻易地改动本发明系统的尺寸，以便利用来自电厂的废热作为一种联合发电添加类型，例如利用来自烧煤、烧气、烧油的发电厂的烟

道气的低等级热或核能发电厂的被加热后的冷却水。

通过说明本发明系统的工业实用性，与图1所示系统相关的图2~5的滑动安装系统的操作实际示例（所有都参考图1，温度为°F，油润滑螺旋膨胀器被R123制冷剂供以动力，驱动功率因数0.85的标准感应线圈的发电机，提供28、30安培,3相,480V±10V@60Hz±2.5Hz的输出）

水源温度，输出（在12a下） 216°F

水源返回（在12b下） 201°F在26磅/英寸<sup>2</sup>情况下

蒸发器（热交换器）（在11） 212°F

蒸发器（热交换器）（在13） 201°F,75~85加仑在11磅/英寸<sup>2</sup>条件

下

到蒸发器的制冷剂气体T（在18,22） 208°F,74~92磅/英寸<sup>2</sup>

分离器之后的制冷剂气体T（在40）在冷凝器的上游 108°F,0磅/英寸<sup>2</sup>

WF回路内的制冷剂流动 12~13gpm加仑/分钟

流出WFP50的制冷剂液体T 62°F

能量产生（在30,图1） 22 KWH 在82磅/英寸<sup>2</sup>（在18,22）

能量产生（在30,图1） 27.5 KWH 在92磅/英寸<sup>2</sup>（在18,22）

所产生能量是实际测试数值，由典型系数（例如通过密封、污染等的制冷剂损耗）反映KW损耗。很明显，从200~220°F废热获得大约480V/30Amp的25KWH的输出，通常的工业或零售操作废热或发电厂废热值很明显在此数值范围内。25KWH将可以向8~10户居民或零售店或工业操作提供电能。

以上已对本发明作了十分详细的描述，所以阅读和理解了本说明书后，对本领域技术人员来说，本发明的各种改变和修改将变得明显。所以一切如此改动和修正也包括在此发明中，因此它们在权利要求书的保护范围内。

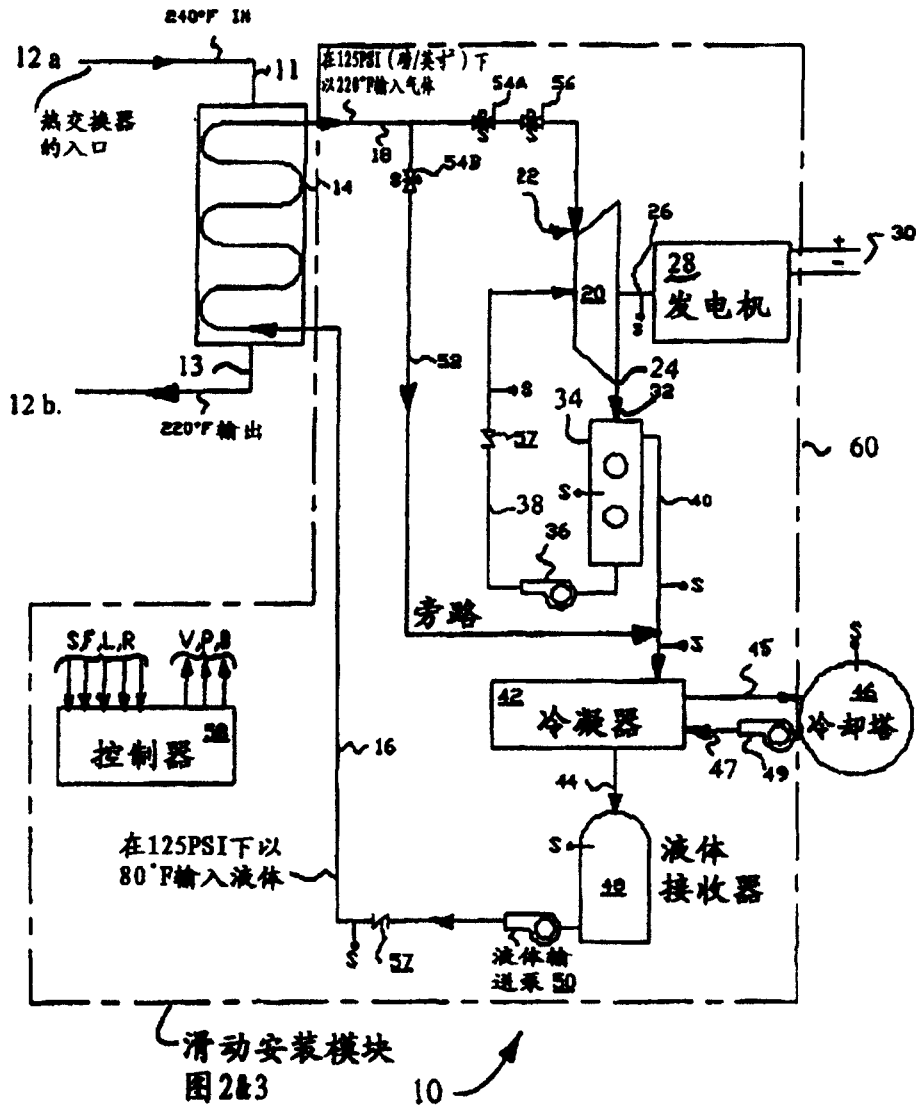


图1

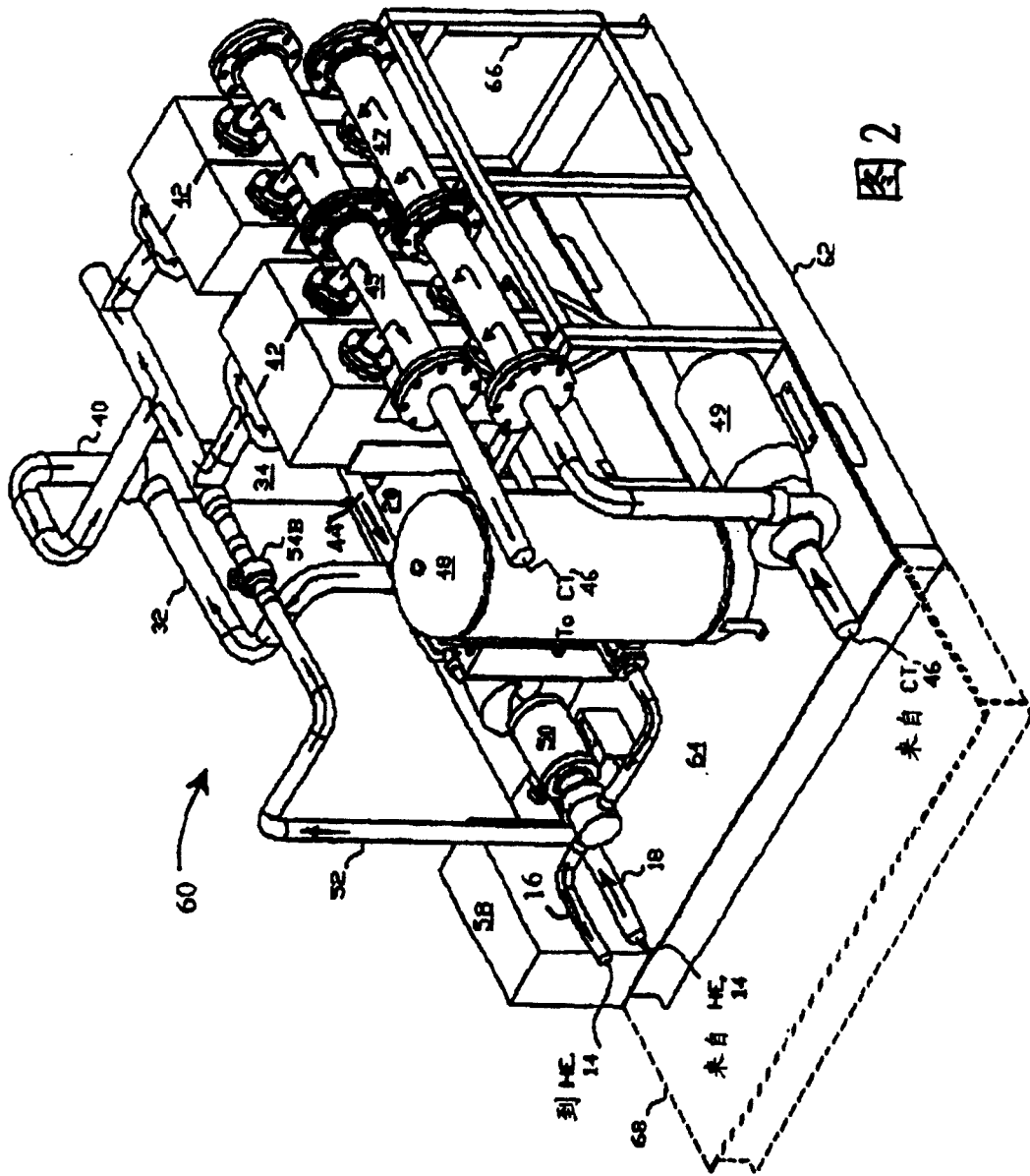
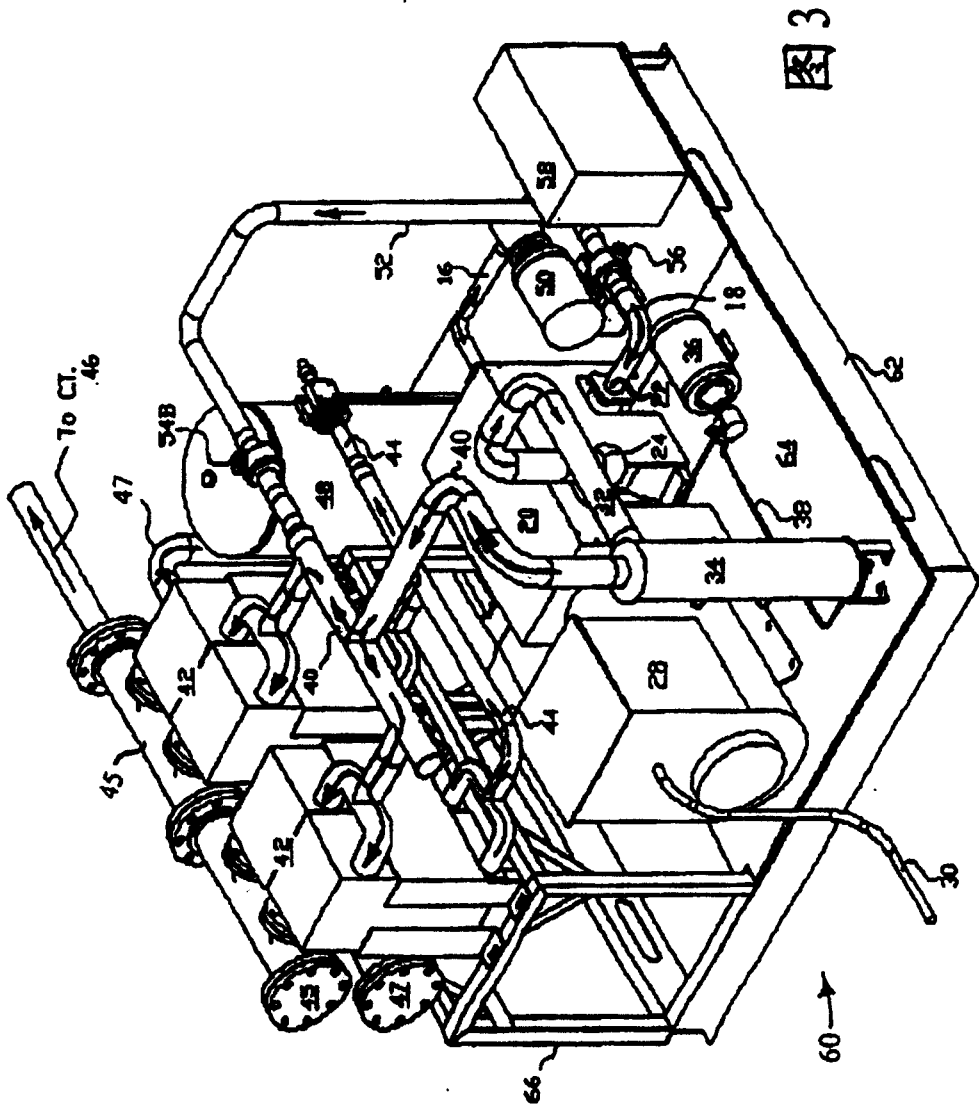
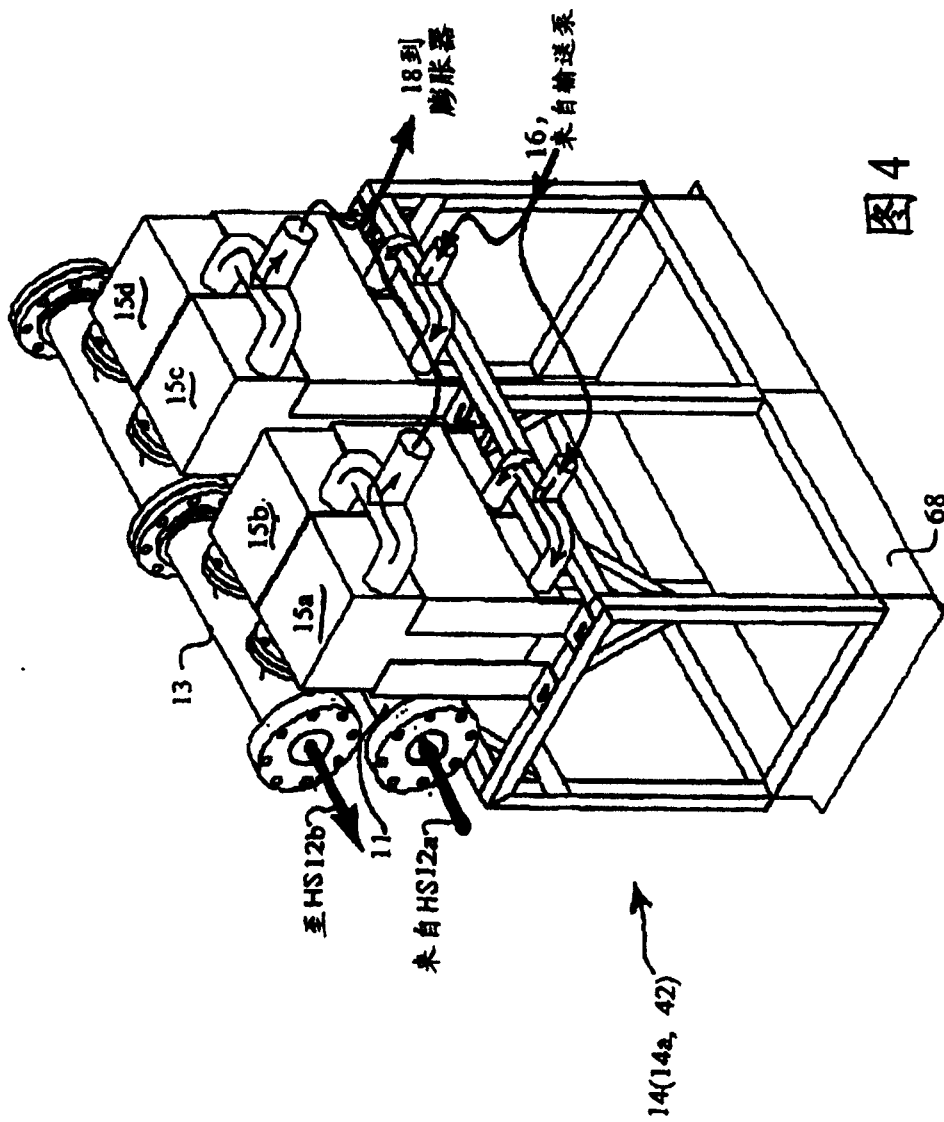


图 2







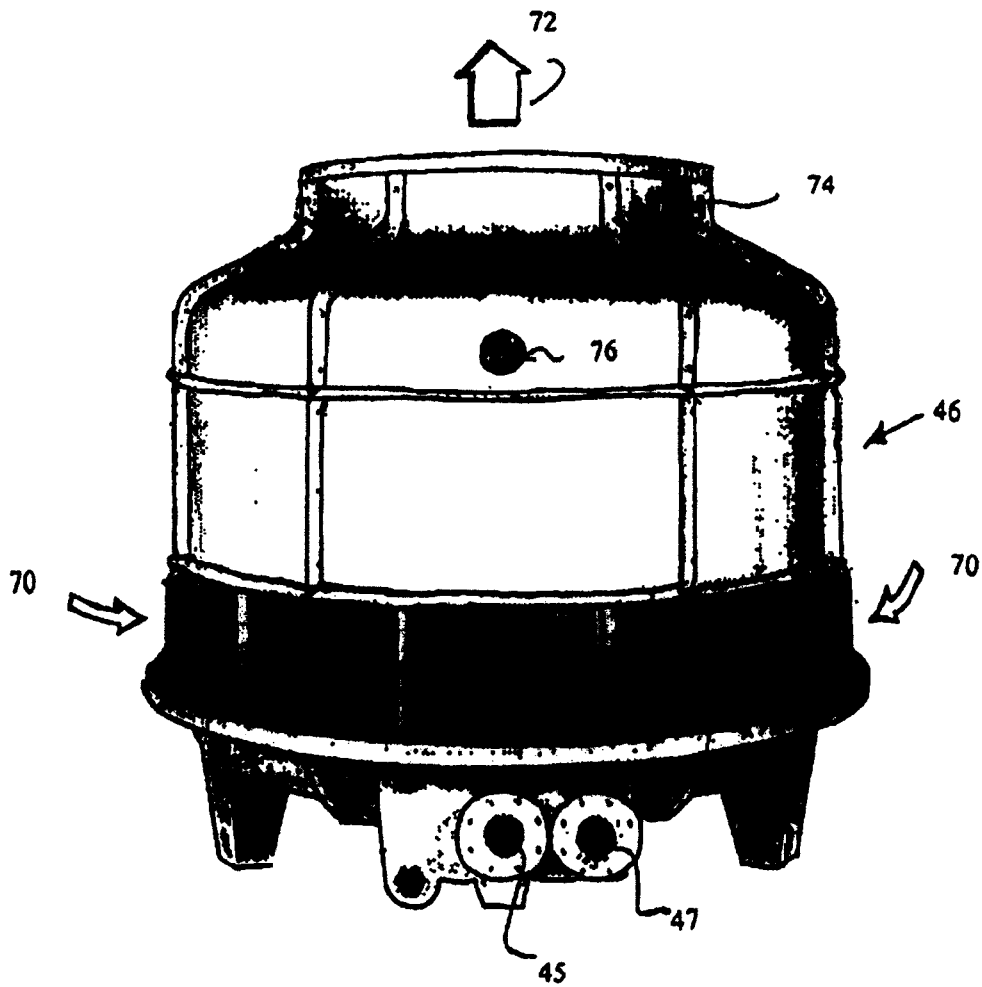


图5

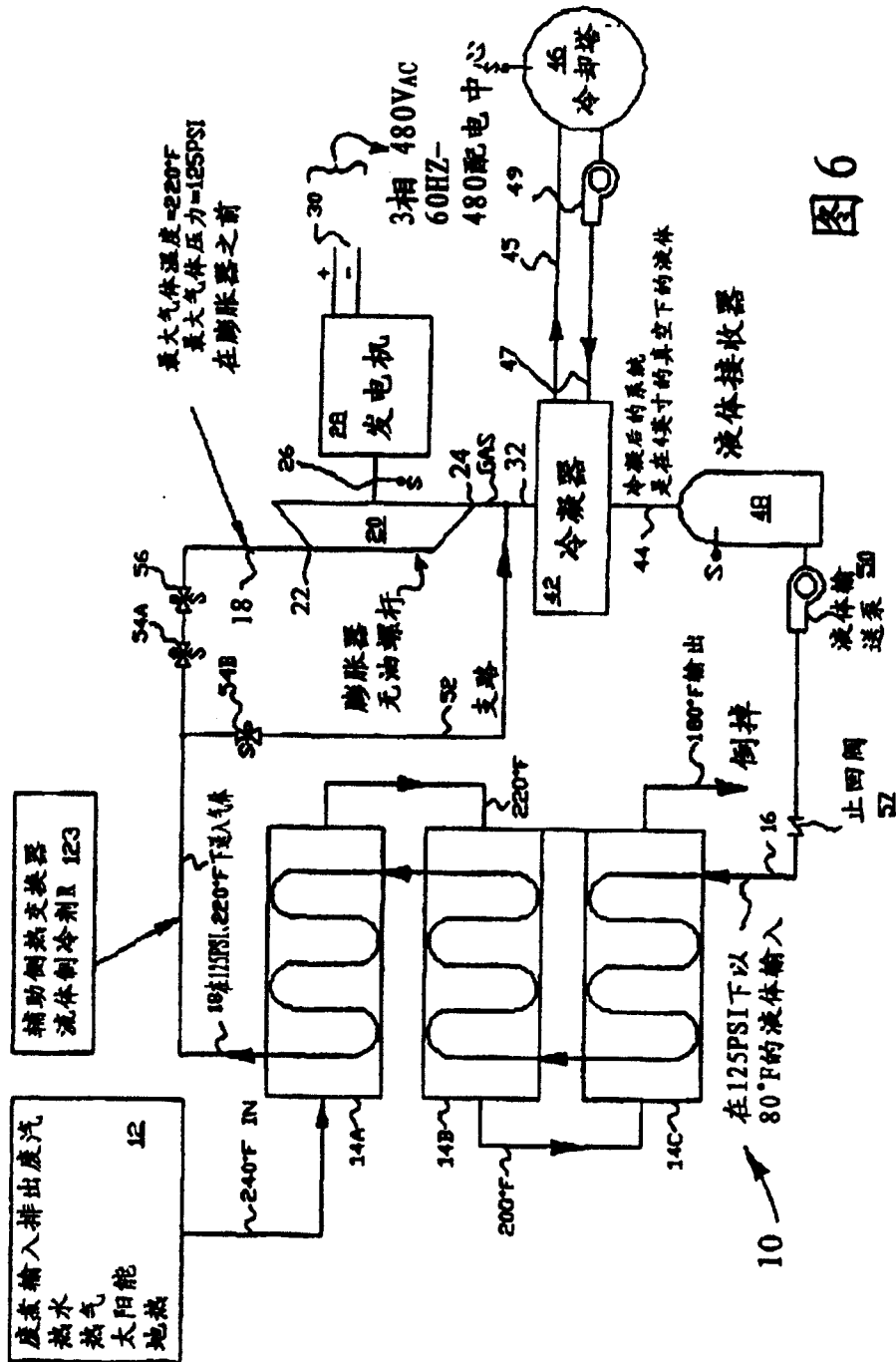


图6

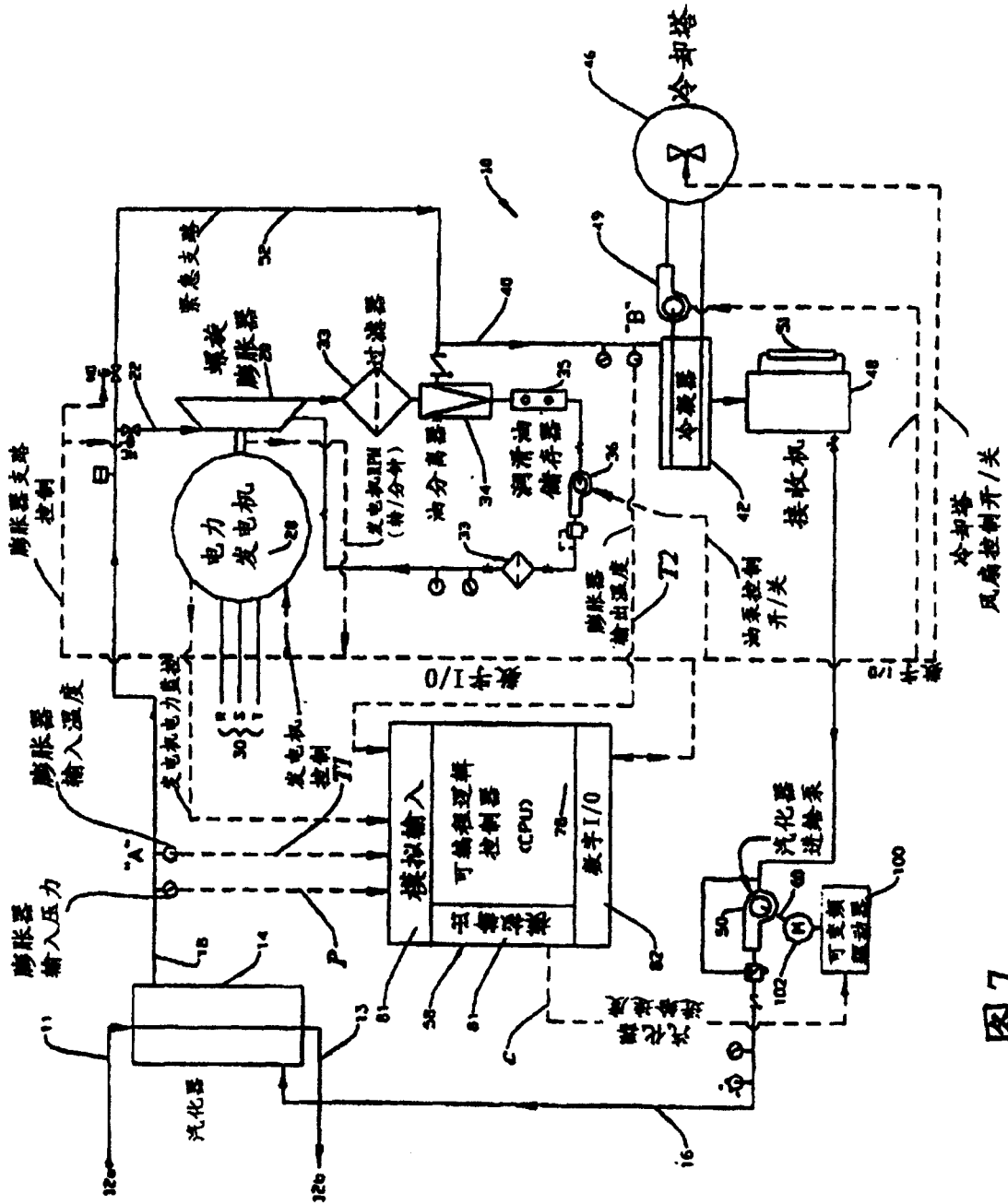


图7

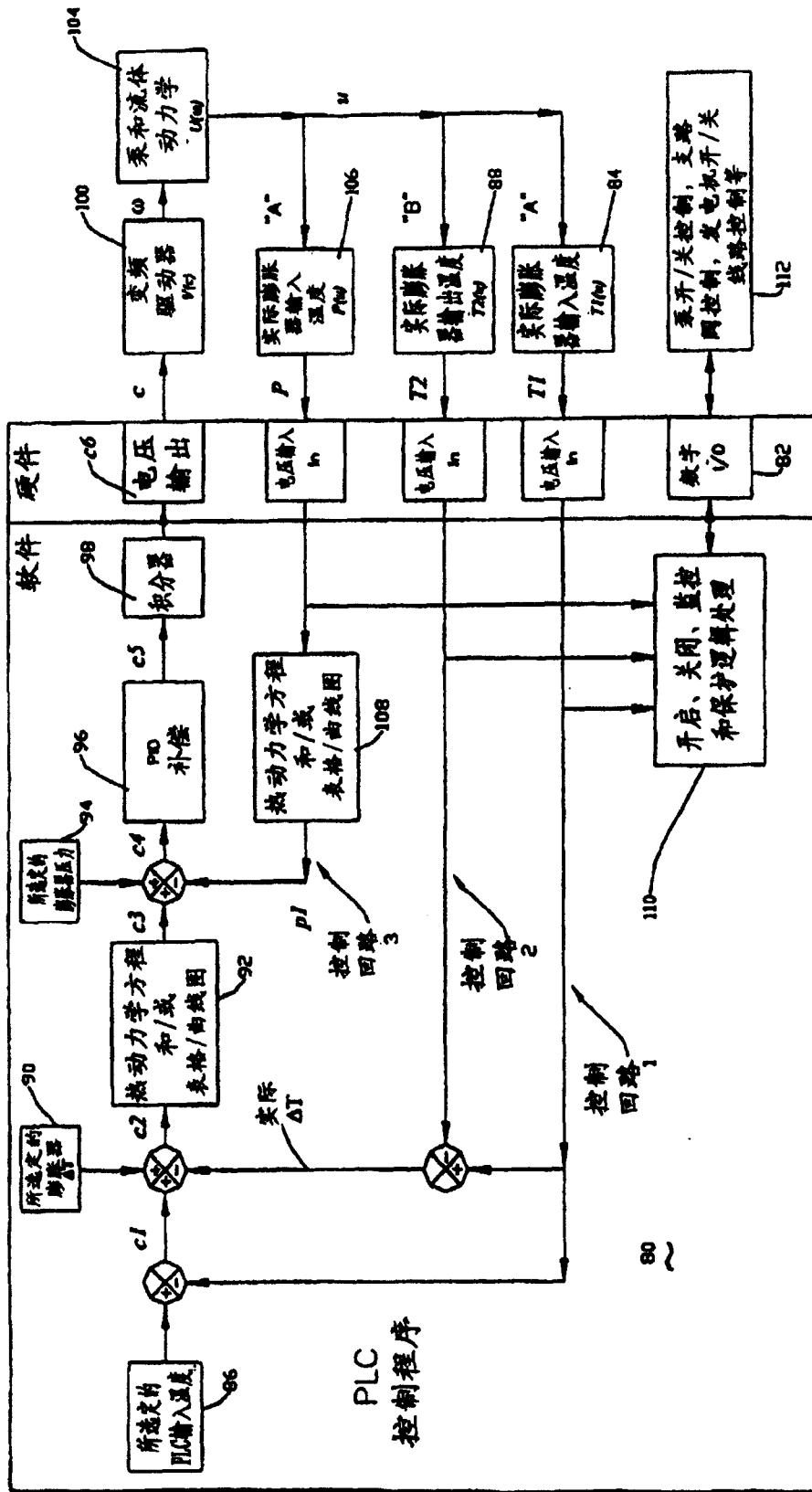


图 8