

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H02P 9/04

H02P 9/14 G05F 1/66

G05F 1/70



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02811281.4

[43] 公开日 2004 年 9 月 8 日

[11] 公开号 CN 1528045A

[22] 申请日 2002.3.28 [21] 申请号 02811281.4

[30] 优先权

[32] 2001.4.4 [33] AU [31] PR4189

[86] 国际申请 PCT/AU2002/000391 2002.3.28

[87] 国际公布 WO2002/082631 英 2002.10.17

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.4

[71] 申请人 柯根微系统私人有限公司

地址 澳大利亚南澳

[72] 发明人 保罗·范·德·卢

[74] 专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司

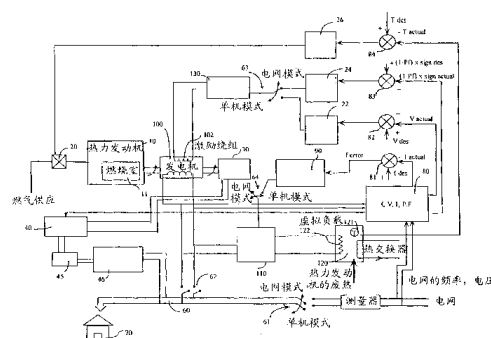
代理人 王昭林

权利要求书 6 页 说明书 22 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种热电联产装置的控制系统

[57] 摘要

一个热电联产装置的控制系统，该热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，其为一电力负载生产交流电。控制系统包括一个参数检测器，其用于检测一个或多个参数并为每个检测参数提供检测到的参数值。对于每个检测参数，都有一个比较器来比较检测到的参数值和相应的所需值，并根据检测参数值与所需值的差给出一个误差信号。一个或多个控制器通过一个或多个误差信号来给出多个控制信号，以使每个控制信号可以调节一个或多个交流发电机的控制参数及调节利用热电联产装置提供的能量加热的物体的温度。



1. 一种热电联产装置的控制系统，该热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，其为一电力负载生产交流电，控制系统包括：

a. 参数检测装置用于检测：

i. 所产生的交流电的指定参数；和

ii. 利用热电联产装置提供的能量加热的物体的温度；

参数检测器为每个检测参数提供了一个检测的参数值；

b. 对于每个检测的参数，都有一个比较器来比较检测的参数值和相应的所需值，每个比较器可以根据检测参数值和所需值的差提供一个误差信号；和

c. 每个比较器配一个相应的控制器，每个控制器可以通过由比较器产生的误差信号来给出一个控制信号，以使每个控制信号可以调节一个相应的参数。

其中指定参数的调节是通过控制交流发电机的参数来完成的，物体温度的调节是通过控制热力发动机的燃料供应来完成的。

2. 如权利要求1所述的热电联产装置的控制系统，其中电力负载包括一个家用负载，家用负载与交流发电机和一个外部交流电源相连。

3. 如权利要求2所述的热电联产装置的控制系统，其中指定参数为所产生的交流电的功率因数，且所需值为一个所需的功率因数值。

4. 如权利要求3所述的热电联产装置的控制系统，其中所需功率因数值可以通过控制系统的一个可编程装置来由程序控制。

5. 如权利要求3所述的热电联产装置的控制系统，其中功率因数参数的控制装置是一功率因数控制器，该功率因数控制器可以向一个励磁电流控制器提供一个功率因数控制信号，励磁电流控制器与发电机的激励绕组相连，其中响应功率因数控制信号励磁电流控制器改变励磁电流。

6. 如权利要求1所述的热电联产装置的控制系统，其中电力负载包括一个家用负载和一个虚拟负载，家用负载和虚拟负载均与发电机相连而不与外部交流电源相连。

7. 如权利要求6所述的热电联产装置的控制系统, 其中指定参数是所产生的交流电的输出电压和频率, 且所需值是一个所需的输出电压值和一个所需频率值。

8. 如权利要求7所述的热电联产装置的控制系统, 其中输出电压参数的控制装置为一个电压控制器, 该电压控制器可以向励磁电流控制器提供一个电压控制信号, 励磁电流控制器与发电机的激励绕组相连, 其中响应电压控制信号励磁电流控制器改变发电机的激励绕组励磁电流。

9. 如权利要求7所述的热电联产装置的控制系统, 其中频率参数的控制装置为一个频率控制器, 该频率控制器可以向一个电子开关提供一个频率控制信号, 以使该电子开关根据频率控制信号来改变虚拟负载的有效量, 其中虚拟负载有效量的变化可以改变发电机的转速。

10. 如权利要求9所述的控制系统, 其中电子开关为一个三端双向可控硅开关。

11. 如权利要求6所述的热电联产装置的控制系统, 其中虚拟负载为一个电阻元件, 该电阻元件可以加热物体。

12. 如权利要求1所述的热电联产装置的控制系统, 其中温度参数的控制装置为一个燃料控制器, 该燃料控制器可以向一个燃料调节器提供一个燃料控制信号, 以使燃料调节器根据燃料控制信号来改变热力发动机的燃料供应速率, 其中燃料供应速率的变化改变供给物体的能量。

13. 如权利要求12所述的热电联产装置的控制系统, 其中物体为可以用在液体循环加热系统的水。

14. 如权利要求13所述的热电联产装置的控制系统, 其中所需温度值根据液体循环加热系统来设定, 其中液体循环加热系统可以耗散由物体得到的热量。

15. 如权利要求13所述的热电联产装置的控制系统, 其中控制系统进一步包括控制液体循环加热系统的热耗散的装置。

16. 如权利要求1所述的热电联产装置的控制系统, 其中控制系统进一步包括一个开关转换装置, 其可以来选择电子负载的类型, 该电子负载可以从以下选择:

- a. 一个与发电机和外部交流电源都相连的家用负载；和
- b. 一个家用负载和一个可控的虚拟负载，都不与外部交流电源相连。

17. 一种控制热电联产装置的方法，该热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，交流发电机为电力负载产生交流电，该方法包括：

- a. 检测参数，参数包括：
 - i. 所产生的交流电的指定参数；
 - ii. 利用热电联产装置产生的能量加热的物体的温度；使得检测可以为每个检测的参数提供一个检测的参数值；
- b. 比较检测的参数值和相应的所需值，通过比较给出了一个由检测值和所需值的差得到的误差信号；和
- c. 根据由比较装置得到的误差信号来给出一个相应的控制信号，使得每个控制信号可以用来调节相应的参数；

其中指定参数的调节是通过通过控制交流发电机的参数来完成的，物体的温度的调节是通过控制热力发动机的燃料供应来完成的。

18. 一种控制热电联产装置的方法，该热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，交流发电机为电力负载产生交流电，程序控制计算机包括软件和硬件，用来：

- a. 检测参数，参数包括：
 - i. 所产生的交流电的指定参数；
 - ii. 利用热电联产装置产生的能量加热的物体的温度；
- b. 比较检测的参数值和相应的所需值，通过比较给出了一个由检测值和所需值的差得到的误差信号；和
- c. 根据由比较装置得到的误差信号来给出一个相应的控制信号，使得每个控制信号可以用来调节相应的参数；

其中指定参数的调节是通过控制交流发电机的参数来完成的，物体的温度的调节是通过控制热力发动机的燃料供应来完成的。

19. 如权利要求16所述的程序控制计算机, 其中所需值是由程序控制的。

20. 一个热电联产装置的多模式控制系统, 该热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机, 交流发电机为电力负载产生交流电, 该控制系统包括:

a. 参数检测器用于检测:

i. 所产生的交流电的指定参数; 和

ii. 利用热电联产装置产生的能量加热的物体的温度;

参数检测器为每个检测参数提供了一个检测的参数值, 指定参数取决于模式, 使得在第一模式下指定参数包括交流电的电压和频率和在第二模式下指定参数包括交流电的功率因数;

b. 对于每个检测的参数, 都有一个比较器用于比较检测的参数值和相应的所需值, 每个比较器可以根据检测的参数值和所需值的差提供一个误差信号; 和

c. 每个比较器配一个相应的控制器, 每个控制器可以通过由比较器产生的误差信号来给出一个控制信号, 以使每个控制信号可以调节一个相应的参数。

其中指定参数的调节通过控制交流发电机的参数来完成的, 物体温度的调节是通过控制热力发动机的燃料供应来完成的, 其中控制系统的模式是由一个开关来选择的。

21. 如权利要求20所述的热电联产装置的多模式控制系统, 其中在第一模式中热电联产装置不依赖于外部交流电源运行, 在第二模式中热电联产装置在与外部交流电源相连下运行。

22. 如权利要求21所述的热电联产装置的多模式控制系统, 其中在第一模式中电力负载包括一个虚拟负载和一个家用负载。

23. 如权利要求22所述的热电联产装置的多模式控制系统, 其中虚拟负载的有效量由与调节频率参数的控制器相连的控制装置控制, 以使虚拟负载的控制可以用来调节交流电的频率。

24. 如权利要求21所述的热电联产装置的多模式控制系统，其中第二模式中电力负载包括一个家用负载。

25. 一种热电联产装置的控制系统，该热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，交流发电机为电力负载产生交流电，该控制系统包括：

- a. 用于检测一个或多个参数的参数检测器，该参数检测器为每个检测的参数提供一个检测到的参数值。
- b. 对于每个检测的参数，都有一个比较器来比较检测的参数值和相应的所需值，每个比较器可以根据检测的参数值和所需值的差来给出一个误差信号；和
- c. 一个或多个控制器，一个或多个控制器可以通过一个或多个误差信号来给出多个控制信号，以使每个控制信号可以调节一个或多个检测参数。

其中检测参数的调节是通过控制交流发电机的参数和控制利用热电联产装置产生的能量加热的物体温度来完成的。

26. 如权利要求25所述的热电联产装置的控制系统，其中控制系统在至少一个第一模式和一个第二模式下运行。

27. 如权利要求26所述的控制系统，其中在第一模式下，热电联产装置不依赖于外部交流电源来运行。

28. 如权利要求27所述的控制系统，其中检测的参数包括：

- a. 所产生的交流电压的频率；
- b. 所产生的交流电压的电源；和
- c. 物体的温度。

29. 如权利要求27所述的控制系统，其中电力负载包括一个虚拟负载和一个家用负载。

30. 如权利要求29所述的控制系统，其中虚拟负载的有效量通过一个控制信号来控制。

31. 如权利要求26所述的控制系统，其中在第二模式中热电联产装置在与外部交流电源相连时运行。

32. 如权利要求31所述的控制系统，其中第二参数包括：

- a. 所产生交流电的功率因数；和
- b. 物体的温度。

33. 控制一个热电联产装置的方法，该热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，交流发电机为电力负载产生交流电，该控制系统包括：

- a. 检测一个或多个参数，检测过程为每个检测的参数提供一个检测参数值；
- b. 比较检测的参数值和相应的所需值；
- c. 根据检测参数值和所需值的差给出一个误差信号；
- d. 通过一个或多个误差信号来提供至少一个控制信号，使得每个控制信号可以调节一个或多个检测的参数；

其中检测参数的调节是通过控制交流发电机的参数及利用热电联产装置产生的能量加热的物体的温度来完成的。

一种热电联产装置的控制系统

技术领域

本发明涉及一种热电联产系统，特别是控制一个与电力配电网相连的热电联产装置。

背景技术

当前，大多数电力是由使用燃料例如天然气或煤的大型发电站产生的。在这种传统发电方式下，燃料的约三分之一能量转换成电能，而大约三分之二的能量转换成热能。这些具有潜在利用价值的热能很难出售给消费者，因为热能不易于运输而潜在用户通常较远。因此这些产生的热能通常没有被利用而是通过冷却塔释放到大气层中或者通过冷却水释放到大海中。

同时，热能的潜在用户包括工厂、医院和加温游泳池通常通过燃烧更多的燃料或者使用电能来产生他们所需要的热能。很显然这是一种非常低效率的产生热能和电能的方式而且已发现对于上述用户建立他们自己的小型“发电站”能够更大的降低成本且更有效，这样使他们可以直接利用发电过程中产生的废热来满足他们自己的热能需求。

这种在同一间电厂同时生产可用的热能和电能被称为热电联产。热电联产装置在许多上文所述的工业应用中使用。然而，这个概念也可以应用于家居环境中，比如家庭中需要用热能来烧水和日常环境取暖，特别是在较冷气候的地区。热电联产在家庭应用中产生的益处会大大增加，如果此种装置产生的额外电能可以供给电力配电网来供其他家庭或者商业用户使用。

此外，与电网连接需要家用负荷的峰值电力与电力配电网相持平。这种热电联产装置则不需要限量以满足最大负荷的要求。之前已提出过许多方法来实现这个目的。然而，现在的方式普遍较昂贵且设计和安装

相当复杂。

上述系统的昂贵和复杂或许归因于换流器，其通常用于小型发电装置来为电力配电网提供一个可用的接口。在这种类型的系统中，由交流发电机产生的交流电被整流成直流电输送到换流器。换流器合成交流电使其与电网参数（如频率、电压）相匹配并达到所需的功率因数。这种类型的换流器通常能检测电网参数并合成交流电使之相匹配。

本发明的目的之一是通过一种更加简单和低成本的方式来提供一种用于与电力配电网相连的热电联产装置的控制系統。

本发明的另一目的是提供一种用于热电联产装置的控制系統，该装置可以不依赖于外部交流电源（例如，由电力配电网供电的干线电源）工作。

发明概述

广泛的说，本发明直接相关于一种控制热电联产装置的系统或者方法，这种控制系统使热电联产装置可为一个电力负载产生交流电，这种交流电的参数确定不需使用换流器。

本发明因此提供了一种热电联产装置的控制系統，该热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，交流发电机为电力负载产生交流电，该控制系统包括：

- a. 用于检测一个或多个参数的参数检测器，该参数检测器为每个检测的参数提供一个检测到的参数值。
- b. 对于每个检测的参数，都有一个比较器来比较检测的参数值和相应的所需值，每个比较器可以根据检测的参数值和所需值的差来给出一个误差信号；和
- c. 一个或多个控制器，一个或多个控制器可以通过一个或多个误差信号来产生多个控制信号，以使每个控制信号可以调节一个或多个检测参数。

其中检测参数的调节是通过控制交流发电机的参数和控制利用热电联产装置产生的能量加热的物体温度来完成的。

本发明还提供了—个热电联产装置的控制系統，该热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，交流发电机为电力负载产生交流电，控制系統包括：

a. 参数检测装置用于检测：

i. 所产生的交流电的指定参数；和

ii. 利用热电联产装置产生的能量加热的物体的温度；

参数检测器为每个检测参数提供了一个检测的参数值；

b. 对于每个检测的参数，都有一个比较器来比较检测的参数值和相应的所需值，每个比较器可以根据检测参数值和所需值的差提供一个误差信号；和

c. 每个比较器配一个相应的控制器，每个控制器可以通过由比较器产生的误差信号来给出一个控制信号，以使每个控制信号可以调节一个相应的参数。

其中指定参数的调节通过控制交流发电机的参数来完成的，物体温度的调节是通过控制热力发动机的燃料供应来完成的。

本发明可以为一个电力负载提供交流电，可以是与由外部电源（例如，一个电力配电网）获得的交流电一起协同供电，也可以不通过外部电源。因此，本发明可以具有至少两种运行模式，即，一个与电网连接模式（mains-connected mode）或者单机模式（stand-alone mode）。在本发明的该实施例中，指定的参数依赖于所采用的模式。

具体来说，在单机模式下指定参数优选交流发电机产生的交流电的输出电压和频率。在此模式下，本发明可以调节这些参数以补偿电力负载组件的量的变化，从而使可能产生不利影响的电压和频率的大幅波动最小化。在这里，电力负载的组件可以是一个家庭负载。

在与电网相连的模式下指定参数优选发电机所产生的交流电的功率因数。

还应说明的是本发明还为热电联产装置提供了一种多模式的控制系統，此热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，交流发电机为电力负载产生交流电，该控制系統包括：

a. 参数检测器用来检测:

- i. 所产生的交流电的指定参数; 和
- ii. 利用热电联产装置产生的能量加热的物体的温度;

参数检测器为每个检测参数提供了一个检测的参数值, 指定参数取决于模式, 使得在第一模式下指定参数包括交流电的电压和频率和在第二模式下指定参数包括交流电的功率因数;

b. 对于每个检测的参数, 都有一个比较器用于比较检测的参数值和相应的所需值, 每个比较器可以根据检测的参数值和所需值的差给出一个误差信号; 和

c. 每个比较器配一个相应的控制器, 每个控制器可以通过由比较器产生的误差信号来给出一个控制信号, 以使每个控制信号可以调节一个相应的参数。

其中指定参数的调节通过控制交流发电机的参数来完成的, 物体温度的调节是通过控制热力发动机的燃料供应来完成的, 在这里控制系统的模式是由一个开关来选择的。

在本发明的一个优选的实施例中物体的温度由一个传感器来检测。此物体可以是存放在储水箱中的水, 水至少可以利用从热力发动机中得到的废热来进行加热。

在本发明的另一实施例中, 物体可以是利用来自一个源(例如, 上文提到的水)中的能量加热的空气, 该源是从热电联产装置得到能量的。

在本发明的另一实施例中, 物体可以是在液体循环加热水流路中的水。

控制物体温度的控制器优选包括一个燃料控制装置, 其可以提供一个根据由比较器和传感器产生的温度误差信号变化而变化的燃料控制信号。燃料控制信号最好传送到燃料调节器, 其响应燃料控制信号并根据燃料控制信号来调节热力发动机的燃料供应。

在本发明的一个优选实施例中, 热力发动机是一蒸汽机, 其具有一个燃气燃烧器。本发明在此种实施例中, 燃料调节器为燃气调节器, 其

可以为燃气燃烧器供应燃气。在本发明的另外一种实施例下，热力发动机可以是内燃机（例如，柴油机），其适于应用本发明。

在本发明的一个优选实施例中控制系统可以通过一个程序控制计算机来实现。因此本发明还提供了一种用于控制热电联产装置的程序控制计算机，该热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，交流发电机为电力负载产生交流电，程序控制计算机包括软件和硬件：

a. 检测参数，这些参数包括：

- i. 所产生的交流电的指定参数；和
- ii. 由热电联产装置产生的能量加热的物体的温度；

使得检测可以为每个检测参数提供一个检测的参数值；

b. 比较检测的参数值和相应的所需值，比较过程根据检测值和所需值的差给出一个误差信号；和

c. 用每个误差信号来提供一个相应的控制信号，使得每个控制信号可以用来调节一个相应的参数；

其中指定参数的调节是通过控制交流发电机的参数来完成的，而物体温度的调节是通过控制热力发动机的燃料供应来完成的。

还应该说明的是本发明还提供了一种控制热电联产装置的方法，此热电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，交流发电机为电力负载产生交流电，该控制系统包括：

a. 检测一个或多个参数，检测过程为每个检测的参数提供一个检测参数值；

b. 比较检测的参数值和相应的所需值；

c. 根据检测参数值和所需值得差给出一个误差信号；

d. 通过一个或多个误差信号来给出至少一个控制信号，以使每个控制信号可以调节一个或多个检测参数；

其中检测的参数的调节是通过控制交流发电机的参数和利用热电联产装置产生的能量加热的物体的温度来完成的。

还应说明的是本发明还提供了一种控制热电联产装置的方法，此热

电联产装置包括一个热力发动机和一个由热力发动机驱动的交流发电机，交流发电机为电力负载产生交流电，此方法包括：

a. 检测参数，参数包括：

i. 所产生的交流电的指定参数；

ii. 利用热电联产装置产生的能量加热的物体的温度；

使得检测可以为每个检测的参数提供一个检测的参数值；

b. 比较检测的参数值和相应的所需值，通过比较给出了一个根据检测值和所需值的差得到的误差信号；和

c. 通过比较器的误差信号来给出一个相应的控制信号，使得每个控制信号可以用来调节相应的参数；

其中指定参数的调节是通过控制交流发电机的参数来完成的，物体的温度的调节是通过控制热力发动机的燃料供应来完成的。

发明详述

理想地，本发明的交流发电机是混合交流发电机。最好，混合交流发电机包括一个转子，其具有一个可以被一直流电流（这里指的是‘励磁电流’）磁化的激励绕组，一个永磁体，和一个具有一个定子绕组的定子，使得当转子被热力发动机驱动时，一个由激励绕组的磁化和永磁体联合产生的旋转磁通量可以在定子绕组处感应出电压(电动势)。

交流发电机应该具有足够大的容量以使运转时的转角（即，转子磁场和定子磁场的交角）不会过大，否则很难达到或者维持在电网相连模式下所要求的交流发电机和电网之间的同步（例如，如果转角超过90度则同步将完全失去）。

在这个方面，尽管混合交流发电机可以作为发电机的参考，但在本发明的其它实施例中使用传统的交流发电机也是可以的。

此外，虽然交流发电机将被描述为具有一个单相输出（其非常适用于家庭应用），但应该理解为本发明的控制系统也可以同等地应用于三相电力的生产及与电网的三相连接。

最后，虽然说明书中提到的交流发电机是一个同步电机，但其他类

型的具有适当改进使适合于其参数的交流发电机也可以被采用。

由上文所述，依据本发明的一个优选实施例，控制系统（因此，热电联产装置）可以在至少两种模式之一下运行。在这个优选的实施例中，控制系统进一步包括一个多极转换开关，其可以可选择地将控制系统切换成单机模式或者电网连接模式。在本发明的一个实施例中，多极转换开关可以是一个物理开关。在发明的另一实施例中，多极转换开关可以由一个程序控制计算机来实现（例如，通过使用微型计算机上的软件）。

用比较宽泛的术语扼要描述了这两种模式后，现在说明书将更详细的描述这些模式。

单机模式控制

在单机模式下，转换开关被设为将控制系统置于使交流发电机不依赖于外部交流电源（例如，由电力配电网得到的交流电源）来产生交流电。

在这种模式下，如前文所述，由控制系统检测的指定参数优选包括所产生的交流电的输出电压（V）和频率（f）。如下文的具体说明所述，输出电压的控制是通过控制交流发电机的激励绕阻的电流来实现的，然而频率的控制是通过控制交流发电机的转速来实现的。

在本发明的该实施例中，提供了至少两个比较器。一个第一比较器最好用于比较检测的输出电压和相应的所需电压值（即， V_{des} ），一个第二比较器最好用于比较检测的频率和相应的所需频率值（即， f_{des} ）。

第一比较器优选根据检测的输出电压值和相应的所需电压值的差给出一个电压误差信号。在本发明的该实施例中，电压误差信号优选用于输出电压控制器来改变发电机激励绕组的励磁电流（ I_f ）。最好的，改变励磁电流从而成比例地改变与定子耦合的电动势（ E_{mf} ），因而调节输出电压。因此，在本发明的这种模式中，被控制来调整输出电压的发电机参数是励磁电流。

第二比较器优选根据检测的频率和相应的所需频率值的差给出一个频率误差信号。在这里，频率误差信号优选用于频率控制器来控制一个

电子开关（或者调节器），从而有效地改变与发电机输出相连的“虚拟”负载的量。

在本发明的一个优选实施例中，虚拟负载的有效量是通过以一个可控的切换速率将虚拟负载与发电机的输出进行可切换的连接而产生变化的。在此，该具体说明中的有关“有效虚拟负载”应被理解为发动机输出“看到”的虚拟负载的平均值。

最好的，改变与发电机的输出相连的虚拟负载的有效量相应地改变了发电机转子上的机械载荷，这种变化是通过热力发动机的转矩负载的变化来实现的。热力发动机的转矩负载的变化相应地改变了转子的角速率，从而进一步调节了交流电的频率。因此，在本发明的此种模式下，被控制来调节频率的发电机参数是转矩负载。

在本发明的优选实施例中，电子开关是一个三端双向可控硅开关，其可以通过一个由与第二比较器相连的控制器得到的控制信号进行切换，来使虚拟负载与发电机的输出进行可切换的连接。

虚拟负载优选为一电阻负载。具体来说，电阻负载可以作为一个位于水箱中的发热元件，使得电阻负载的能量耗散所产生的热可用来为水箱中的水加热。因此，在本发明的该实施例中，热力发动机的废热和电阻负载产生的热都用来加热水。

此外，在本发明的这种实施例中，由发电机产生的交流电被提供给一个电力负载，其包括电阻负载和家用负载，电阻负载优选用于消耗额外的电力（其为发电机产生的总电力与家用负载所需电力的差），同时也通过提供一个“缓冲”负载来补偿家庭负载需求的波动，此缓冲负载是可以操纵的以维持一个基本恒定的总电力负载（即，电阻负载加上家用负载）。理想地，这种操纵是可以“快速”（即，在一个，或几个，发电机输出周期内）的完成，然而热力发动机对于一个变化的燃料供应速率的响应通常会较慢。甚至，热力发动机对一个变化的燃料供应速率的响应太慢以至于无法避免在家用负载切换中产生大的频率波动。

此外，通过电阻负载增加电力耗散有助于水的升温。

水的温度是由传感器检测的同时将检测结果信号输送至一个第三比

较器，其可以根据检测到的温度和所需的温度值的差产生一个温度误差信号。

温度误差信号输送至燃料控制器，其通过控制燃料调节器来响应水温的升高，从而减少热力发动机的燃料供应。热力发动机的燃料供应的减少相应地降低了发电机输出的频率。

频率的降低是通过频率监测器来检测的，因此根据前面描述的方法电阻负载的有效量为补偿频率的下降而降低。

电阻负载的有效量的降低可能会抑制控制系统对可能由家用负载的波动引起的“切换”瞬变状态的响应能力。就是说，当一旦电阻负载的有效量足以作为“缓冲负载”来适应家用负载的波动时，在刚才所述的情况下电阻负载可能就会不够大而无法使其补偿这种波动。

作为改进，本发明通过提供一种模式（这里指的是“电力优先模式”‘electrical priority mode’）克服了上文所提出的问题，这种模式在物体温度可能产生不利影响而导致交流电不可用（例如频率过低）的情况下，提供了具有维持用于家用负载的交流电的供电能力的控制系统。

本发明的一个可支持电力优先模式的系统，其进一步包括以下装置：

A. 使温度/燃料控制在达到阈值温度时失效的装置（即，用阈值温度替代所需温度）；

B. 与（A）相同，但还包括在房子内部或者外部（损耗掉）或者两者都有添加一个附加热负载的装置，来延长达到阈值温度的时间，或者避免达到阈值温度；或者

C. 添加一个足够大的附加内部和/或外部热负载来确保总可以在所需的温度消耗最多的热量，并持续控制达到所需的温度。

关于（A）和（B），在这些情况下单机电力优先模式（stand-alone electrical priority mode）是唯一可运行的模式，直到物体达到了阈值温度，此时控制系统转换至单机模式运行。在此，阈值温度可以是一个超过所需温度的最大允许温度。

关于（B）和（C），在本发明的该实施例中，附加的热负载可以包括一个热耗散装置，其可以从物体中吸收热量，从而延长到达阈值的时

间或者避免物体到达阈值温度。

在一个适合的装置的实例中，可以使用一个通常与物体相连的液体循环加热系统。在这种设置中，液体循环系统可以通过利用被加热的物体（例如水）来为一个家庭供暖。

在发明的该实施例中，控制系统进一步包括控制液体循环加热系统的控制器。该控制器通常用于控制液体循环加热系统以增加其热的耗散（例如，通过增加水流的流动速率，或者在散热器处增加阀门开口），从而使热电联产装置能够产出最大输出电力的同时降低迅速到达阈值温度的几率，或者完全避免。

在本发明的另一实施例中，电力优先模式可以为运行的“缺省”模式，而在这种模式下由物体消耗的热可以作为废热被释放。在发明的这种实施例中，最大输出电力（即，完全输出负载能力）是一直可用的。在发明该实施例的一种布局中，废热是通过使用位于房子外的冷却塔来释放的。换句话说，当物体是水箱中的水时，水可以被加热至沸腾并将蒸汽排出至水箱外。

在描述了控制系统的第一种模式后，下文将继续说明第二种模式。

电网连接模式控制

在第二种模式中（“电网连接模式”）转换开关被设置为使交流发电机能够产生交流电以使第二模式的指定参数可通过用相应的外部交流电源的相应参数来控制，及物体的温度可根据传感器检测的温度来控制的。

优选地，外部交流电源是从电力配电网获得的干线电源。在本发明的另一实施例中，外部交流电源可以是来自非电力配电网的电源获得的（例如，一个太阳能发电机，一个风力涡轮电机，或者其他适合的交流发电机）。

在电网连接模式中，发电机的输出电压和输出的频率是根据外部交流电源的相应参数来设定的。在此，由发电机输出“看到”的电力配电网的阻抗相对于热力发动机的驱动能力来说是非常低的，以致于热力发动机和发电机的频率和电压取决于电力配电网的干线电源。因此，发电

机输出电压固定为外部交流电源的电压，发电机的频率固定为外部交流电源的频率。

优选地，被控制系统检测和调节的指定参数是发电机输出的功率因数（即，定子电压和定子电流的相位角）。因此，在本发明的该模式下，功率因数的检测需要检测输出电压和输出电流的相位关系。

具体来说，控制系统包括一第四比较器，其可以比较检测到的功率因数和所需的功率因数。理想地，第四比较器根据检测到的功率因数和所需的功率因数的差给出一个功率因数误差信号。在本发明的该实施例中，误差信号优选用于一个功率控制器来改变发电机激励绕组的励磁电流（ I_f ）从而进一步调节发电机输出的功率因数。因此，在本发明的该实施例中，被控制来调节功率因数的发电机参数是励磁电流。

此外，在本发明的该实施例中，当家用负载的电力需求比发电机的总输出小的时候，剩余电力可以供给外部交流电源。甚至，在本发明的该实施例中当外部电源是电力配电网时，剩余电力可以出售给公用事业供应者。

电网连接模式 - 故障情况的反应

优选地，本发明包括充分的功能使控制系统能够对某些故障情况作出反应。在此，需注意到在一个控制方案中会有两种类型的故障发生，即，热力发动机故障和电力配电网故障。

关于热力发动机故障，如果热力发动机失效而同时热电联产装置处于电网连接模式运行，则干线电源对发电机输出的作用将导致发电机被作为电动机来运转。这种运转将导致发电机输出端的电流方向的反向。

此外，在一个本发明的优选实施例中，参数检测器包括一个电流检测器，其可以检测到电流方向的反向并作出响应将发电机与电力配电网隔断。

在本发明的另一实施例中，参数检测器可以通过检测发电机输出的功率因数来检测电流方向的反向。此外，需注意检测到的功率因数对于其他故障情况的发现也是有用的（例如，同步故障）。

关于电力配电网的故障，这里的控制系统优选检测干线电源的损耗（即，电力配电网供电的电压和频率）并作出反应将控制系统的运行转为单机模式。因此，若家用负载的电力需求低于发电机的输出电力，供给家用负载的交流电不会被中断。

因此需要说明的是本发明提供了一种用电力配电网且不依赖于中间直流换流过程的生产适于使用的交流电的系统和方法。因此，本发明可以供给交流电而无需依靠换流器。

还应说明的是本发明提供了一种不用电力配电网的产生适于使用的交流电且可以补偿电力负载波动的系统和方法。

附图说明

下文具体描述的本发明的优选实施例是关于以下附图：

附图 1 是本发明控制系统的电路原理图；和

附图 2 是附图 1 中优选实施例的状态 - 模式的图示。

具体实施方式

根据图 1，本发明的优选实施例包括一个与发电机 100 相连的热力发动机 10，热力发动机 10 提供了一个动力用于驱动发电机 100，其在本发明的优选实施例中为一个混合交流发电机。

在图示及描述的实施例中，热力发动机 10 还与一个直流电动机 30 相连，其可以用于启动热电联产装置，它的方法将在下文进行具体说明。

在此优选实施例中，热力发动机 10 为一个蒸汽发动机，其包括了一个燃烧器 11，用来燃烧燃气以产生热量而将水转换成蒸汽，从而为驱动发电机 100 的转子提供机械能。

燃气经由一个燃料调节器 20 送至热力发动机，其可以被一燃料控制器 26 所控制，该控制器可以为一个模拟或者数字控制器（例如，一个微型计算机）。

检测器 80 提供具备检测发电机所产生交流电的指定参数并给出检测的参数值的必需功能的控制系统。

指定参数取决于控制系统运行的模式。在这里，本发明的优选实施例可以在至少两种模式下使用。第一模式为单机模式，其中热电联产装置脱离于电力配电网工作。第二模式为电网连接模式，其中热电联产装置与电力配电网相连并与其协同作用。

在第一模式下，参数检测装置 80 优选检测发电机输出的电压和频率，而第二模式中参数检测装置检测发电机输出的功率因数（通过检测输出电压和输出电流的相位关系）。

在优选实施例中，电流是通过检测一个分流电阻（图中未示出）的电压并用该检测电压来确定此测量电压上的电流来检测到的。

最好，电压可以通过使用伏特计来检测。

至于功率因数，功率因数是作为输出电压和电流之间的相位差由参数检测装置计算出来的。

控制系统的模式与所指定参数之间的相互关系的本质将在下文进行详细说明。

控制系统包括开关 61，62，63 和 64，其可以开动以将控制系统设置为以一个特定模式运行。

在本发明的优选实施例中开关 61，62，63 和 64 是通过使用软件控制来实现的。具体来说，开关 61 和 62 各为一个通过使用带线圈的继电器的触点（图中未示）而形成的物理开关，其可以通过各自的软件控制开关（图中未示）而被激励和解除激励，从而使相应的开关 61，62 起作用。

在此，当使用一个微型计算机，开关 63 和 64 可以通过使用包括适当功能（例如，一个“逻辑”开关）的软件程序来实现，从而将相应的控制信号（即，就开关 63 来说是电压或者功率因数控制信号，就开关 64 来说是频率控制信号）发送至适当的控制系统组件，其取决于控制系统的模式。

每个检测的指定参数的参数值被提供给相应的比较器。因此，本发明的优选实施例包括一个频率比较器 81，一个电压比较器 82 和一个功率因数比较器 83。每个比较器都可以与相应的控制器 90，24 相连，其

仍取决于控制系统的模式。

在本发明的优选实施例中，这些控制器，与燃料控制器 26 一起，都可以通过使用一台微型计算机来实现。

确实，使用一台微型计算机是非常适合本发明的，因为这样一种实现方式允许其与其他特征相结合，例如家庭加热回路（例如，一个液体循环加热系统）和/或一个外部冷却塔的选择控制。这些部件的意义将在下文进行具体描述。

此外，使用微型计算机也可以提供其他的功能例如一个用户界面，系统诊断，和计时功能。这些功能的实现例如通过软件来实现，在软件工程师的能力范围内会是很方便的。

启动热电联产装置

在初始启动状态，开关 61，63 和 64 置于独立（stand-alone）位置。由图 1 可明显看出，在这种布局中，来自电力配电网的干线电源供电是与热电联产装置相隔断的且发电机 100 的输出是与家用负载 70 相隔断的。此外，频率控制器 90 优选地将虚拟负载 122 的有效量初始设置为一个最小值。

启动时，燃料调节器被“打开”来为燃烧器 11 提供燃气，燃烧器 11 被点燃来使热力发动机 10 开始运转。

稍后燃烧器 11 被点燃，热力发动机 10 开始产生蒸汽。在这个阶段，用电池 45 使启动电机（在这种情况下，直流电动机 30）转动一小段时间以使热力发动机 10 开始转动。在优选实施例中，直流电动机 30 的运转是由与电池 45 相连的启动控制器 40 来控制的，电池 45 再与电池充电器 46 相连。电池充电器与电源电路 60 直接相连。

一旦热力发动机 10 被直流电动机 30 启动，热力发动机 10 即开始使用由热力发动机 10 本身产生的机械动力。此时，启动控制器使直流电动机 30 脱离热力发动机 10。

在启动过程中，发电机 100 产生的电流的频率和电压由参数检测装置 80 检测。

然后, 将所需频率值 (f_{des}) 和检测到的频率值 (f_{act}) 输入到比较器 81 中, 同时将所需电压值 V_{des} 和检测到的电压值 V_{act} 输入到比较器 82 中。

比较器 81 和比较器 82 对检测到的参数值和相应的所需值的差作出响应, 从而向相应的控制器提供一个相应的误差信号, 使得每个控制器可以直接或间接地调整发电机的参数, 从而使发电机 100 所产生的交流电输出的相应参数可以达到对应的所需值。

在启动过程中, 随着热力发动机 10 转速的增加, 发电机 100 的输出频率也相应的变化 (即, 增大), 从而比较器 81 产生的误差信号也发生变化。

频率误差信号的变化由频率控制器 90 检测, 其逐渐增加与发电机 100 的输出相连 (从而为虚拟负载 122 供电) 的虚拟负载 122 的有效量直到频率与所需频率相一致。

在本发明的优选实施例中, 虚拟负载 122 的有效量的逐渐增加是通过频率控制器 90 与三端双向可控硅开关 110 结合来完成的。具体来说, 频率控制器 90 是控制 (使用频率控制信号) 三端双向可控硅开关 110 的转换操作来逐渐增加发电机 100 的输出端的虚拟负载 122。

频率控制器 90 可以为任意适合的模拟或数字控制器, 其可以使用一个频率控制函数来根据频率误差信号产生频率控制信号。

在此, 本发明优选实施例中, 频率控制函数可以是这种形式:

$$K_7 + K_8/s \quad (1)$$

其中 K_7 是一个比例项, K_8/s 是积分项 (需要其消除在频率控制中不能接受的稳态误差)。在本发明的另一实施例中, 还包括一个微分项 K_9s , 在这种情况下频率控制函数是这种形式:

$$K_7 + K_8/s + K_9s \quad (2)$$

此处, K_7 , K_8 和 K_9 为负值, 因为为了增加频率而需要降低虚拟负载的有效值。

虽然频率控制函数用公式 (1) 和 (2) 来描述, 但应理解为其他的具有相似结果的频率控制函数也可以被使用。

在公式(1)和(2)中的增益 K_i 的值可以由标准优化过程根据所需响应的类型来确定。在这种情况下,一种临界阻尼响应是适合的。这种响应提供了一种更迅速的响应,但会以更大超调量的代价。

运行时,三端双向可控硅开关 110 在每个需要其接通的周期中,都有一个完整的半周期中是接通的。通过这种方式,所有的开关在零伏时都可工作。然而很重要的一点是开关切换应发生在或者正周期(positive cycle)或者负周期中以避免直流输出。

三端双向可控硅开关控制方法会导致机械振动和应力问题,因为与三端双向可控硅开关负载切换相关的转矩波动的频率相对较低。因此,上述切换方案的另一种可供选择的办法是使用三端双向可控硅开关切换的相位角控制,其中负载每半周期切换一次。

尽管这将导致较大的切换电流,但上述方法将可以实现更流畅的控制,因为转矩波动频率会变高。

关于控制输出交流电的电压使其达到所需值,这里在热力发动机“做好准备”时电压误差信号被提供给电压控制器 22,其根据电压误差信号产生一个电压控制信号。

在这个方面,本发明的优选实施例中,电压控制函数可以是以下形式:

$$K_1 + K_2/s \quad (3)$$

其中 K_1 为一个比例项, K_2/s 是积分项(用于消除在电压控制中不能接受的稳态误差)。在本发明的另一实施例中,还包括一个微分项 $K_{2a}s$,在这种情况下频率控制函数是这种形式:

$$K_1 + K_2/s + K_{2a}s \quad (4)$$

尽管电压控制函数用公式(3)和(4)来描述,但应理解为其他的具有相似结果的电压控制函数也可以被使用。

在公式(3)和(4)中的增益 K_i 的值可以由标准优化过程根据所需响应的类型来确定。在这种情况下,一种临界阻尼响应是适合的。这种响应提供了一种更迅速的响应,但会以更大超调量的代价。

电压控制信号被提供给励磁电流控制器 130,其控制发电机的激励

绕组 102 的电流（或者混和发电机永磁体上的同等物）以达到所需值。最好增加，或者降低激励绕组上的电流从而相应地改变发电机的磁通量，从而进一步相应地改变所感应出的电动势及电压。

尽管可以参考使用直流电动机 30 来启动热力发动机 10，但应理解为本发明不应仅限于此。甚至，在本发明的另一实施例中，发电机 100 可以作为一个电动机来运转，因此无需另外一个单独的启动电机。在本发明的该实施例中，用于使发电机转动（在这种情况下发电机作为一个电动机使用）的交流电流可以由电力配电网（如果需要的话）来提供或者由一个借助于换流器的电池提供。

在本发明的另一实施例中，发电机 100 可以包括一个单独的附加绕组，其可以使发电机作为一个直流电动机来使用。在此实施例中，发电机 100 可以包括适合的机械或电子整流换向装置来提供一个稳定的转矩方向。

现在看图 2，从启动模式 200 开始，一旦发电机提供的交流电具有所需的频率和电压，控制系统则转换到“单机电力优先模式”。

单机电力优先模式

再根据图 1，控制系统可以被设置为通过使用开关 62 来将发电机电流供给电力负载，其包括家用负载 70 和虚拟负载 122，或者可作为选择地，输出电力也可以单独的输送至虚拟负载 122（和启动模式的情况相同）。

在单机电力优先模式，燃烧器 11 的燃气供应维持在最大供应速率。在这里，燃料控制器 26 被设置为不对由比较器 84 根据所需温度值而产生的温度误差信号作出响应。

而是，用一个阈值温度值来替代所需温度值，且燃料控制器 26 直到达到阈值温度时才失效。

因此，励磁电流控制器 130 仍然对电压误差信号作出响应，同时频率控制器 90 仍对频率误差信号作出响应，发电机输出电压和频率根据前面描述的方法来进行调节。

每当水温达到阈值温度时，控制系统就被设置为以单机模式 204 运行（参照图 2）。如前所述，这种切换可能受控制系统的影响，其控制一个热耗散装置，该装置与物体（例如一个液体循环加热系统）相连且可以设置为使家庭内部和/或外部的热耗散最大，以避免，或者延迟达到阈值温度。

甚至，在本发明的一种实施例中热耗散装置可以提供足够大的热负载从而无需阈值温度代替所需温度。

此外，单机模式是通过操纵一个开关（图中未示）来进行选择的，该开关将控制系统从单机电力优先模式切换至单机模式。

在由电力配电网提供的干线电源是可用的情况下，控制系统可以被设置为以电网连接模式（借助一个同步模式）206 来运行（参照图 2）。

单机模式控制

在单机模式 204（参照图 2）控制系统保持与单机电力优先模式 202 相同的设置，除了燃料控制器 26 可以控制燃料调节器 20 以使水箱保持一个所需的水温。

在此，燃料控制器 26 控制燃烧器 11 消耗燃料的速率，以使储水箱 120 保持所需的温度。储水箱 120 装着可以至少用热力发动机的废热来进行加热的水。

燃料控制器 26 从比较器 84 处接收温度误差信号，该信号是根据位于水箱内的传感器 121 检测到的温度信号与所需温度值 (T_{des}) 的差产生的。在本发明的该实施例中，所需温度值可以通过一个从水箱中吸收热量的家庭供热系统来设定。燃料控制器 26 然后向燃料调节器 20 提供一个燃料控制信号以改变燃烧器 11 消耗燃料的速率。在本发明的优选实施例中，燃料控制信号通过一个燃料控制函数产生。

在此，本发明优选实施例中，燃料控制函数可以是这种形式：

$$K_s + K_i/s \quad (5)$$

其中 K_s 为一个比例项， K_i/s 是积分项（用于消除在燃料控制中不能接受的稳态误差）。在本发明的另一实施例中，还包括一个微分项 $K_d s$ ，

在这种情况下燃料控制函数是这种形式：

$$K_5 + K_6/s + K_{6a}s \quad (6)$$

尽管燃料控制函数用公式(5)和(6)来描述，但应理解为其他的具有相似结果的燃料控制函数也可以被使用。

在公式(5)和(6)中的增益 K_i 的值可以由标准优化过程根据所需响应的类型来确定。在这种情况下，一种过阻尼响应是适合的。这种响应提供了一种较慢的响应，但避免了大超调量的发生。

维持热力发动机10的燃料流以使所需温度得以保持。然而，由于太大的水的热质量，水温的变化会相当缓慢，因此燃料控制系统对改变热力发动机的转速以维持所需电力需求的响应也有些缓慢。

既然不可能迅速改变热力发动机的转速，家用负载的波动就会导致较大的频率波动。作为改进，在本发明的优选实施例中，负载瞬变量是通过改变有效电阻负载122来处理的，从而维持基本恒定的电力负载(其为家用负载和虚拟负载相结合的综合负载)。

在此，额外的电力转向虚拟负载122从而为家用负载的增加(例如，由打开一个大功率的电设备引起的增加)提供了“峰值储备”。这还是由频率控制器90来控制的。

因此，随着家用负载电力需求的增加，由虚拟负载消耗的额外电力从其所需值慢慢减少直至为零，此时家用负载与发电机的输出相一致。

供给虚拟负载122的电力用于加热储水箱120内的水。如上所述，水也可以由热力发动机的废热来加热。

如果产生的热没有被使用，发动机100的输出会减少，因为燃料控制器26为调节水温而调节了热力发动机10的燃料供应。甚至，这会导致需要热力发动机来驱动的燃料控制器26处于小于最小允许的燃料配置的状态。在这种情况下，热电联产装置可以回复至一个“切断(shut down)”状态208(参照图2)，并且维持这个状态直到水温回到需要热力发动机重新启动的温度水平。一旦发动机被重启，将重复前文描述的启动循环过程。

从上文的描述中可以明显看出，在单机模式中，为使家庭得到最大

的电力输出，必须保证热水系统有足够的热负载。

电网连接模式

根据图 2，在切换到电网连接模式 206 之前，发电机的输出电压和频率必须通过同步来与电力配电网供给的干线电源的相应参数一致。因此，在切换到电网连接模式 206 之前，控制系统转换到一个“同步”模式 20，其中发电机通过开关 61 来使其与电力配电网保持隔断(参照图 1)。

再回来看图 1，发电机输出频率与电力配电网供给的干线电源的频率的同步需要检测干线电源的频率并用它来设定所需的频率值。通过这种方式，干线电源的频率可以被用于控制热力发动机的转速，以使发电机 100 具有一个比电力配电网供给的干线电源频率稍高（或者稍低）的频率。例如，如果干线电源频率需要发电机具有 1500rpm 的转速，则发电机转速实际会被控制为 1502rpm。

通过这种方式，电力配电网供给的干线电源的频率和发电机频率可以根据转速的不同进行周期性地同步。在同步时，开关 61，63 和 64 处于电网位置，从而使装置与电力配电网相连，因此将热电联产装置设定为电网连接模式。在这种模式下，电力可以流向或者流出输电网，其取决于热电联产装置的输出和家用负载的电力需求。

在本发明的另一实施例中，同步过程可以采用一个相位锁定回路（Phase Locked Loop, PLL）控制器。

在由电力配电网得到的干线电源在同步过程中发生故障（例如，“断电”或者“限电”期间）的情况下，控制系统回复至“单机模式” 204（参照图 2）并保持此模式直到干线电源可用，此时控制系统可以再恢复为同步模式 210（参照图 2）。

在此模式下，物体水的热需求决定了热电联产装置所产生的电力的量，其是通过用前文所述的温度/燃气控制器方案来改变供应给热力发动机 10 的燃气的量来实现的。

因而在开关 63 处于电网位置时，励磁电流控制器 130 不再与包含比较器 82 和电压控制器 22 的电压反馈回路相连。而是，励磁电流控制器

130 与包含比较器 83 和功率因数控制器 24 的功率因数反馈回路相连。因此,在这种模式下,所需的功率因数 PF_{des} 与检测装置 80 所检测到的实际功率因数相比较且将所得出的差值转换成功率因数误差信号提供给功率因数控制器 24。作为对此接收到的功率因数误差信号的响应,功率因数控制器 24 用一个功率因数控制函数来产生一个功率因数控制信号,其被提供给励磁电流控制器 130 从而调节发电机的激励线圈电流,从而调节发电机输出的功率因数。

功率因数控制器 24 可以是任意适合的模拟或者数字控制器,其可以通过一个功率因数控制函数来根据功率因数误差信号来产生一个功率因数控制信号。

在此,本发明优选实施例中,功率因数控制函数可以是这种形式:

$$K_3 + K_4 / s \quad (7)$$

其中 K_3 为一个比例项, K_4 / s 是积分项(用于消除在功率因数控制中不能接受的稳态误差)。在本发明的另一实施例中,还包括一个微分项 $K_{4a}s$, 在这种情况下功率因数控制函数是这种形式:

$$K_3 + K_4 / s + K_{4a}s \quad (8)$$

这里, K_3 , K_4 和 K_{4a} 为负值。

增益 (K_i) 的值可以通过标准优化过程根据所需响应的类型来确定。在这种情况下,一种过阻尼响应是适合的。这种响应提供了一种较慢的响应,但避免了大超调量的发生。

尽管功率因数控制函数用公式 (7) 和 (8) 来描述,但应理解为其它的具有相似结果的功率因数控制函数也可以被使用。

为了进行说明,图 1 中所需功率因数用 $(1-PF)sign_{des}$ 表示,而实际的(检测到的)功率因数用 $(1-PF)sign_{actual}$ 来表示。在此, 'sign' 对于超前功率因数被设为正的而对于滞后功率因数则为负的。在这里,所需功率因数通常由电力公司规定。由于大部分的由电力配电网通过的干线电源是滞后的,所以需要电力配电网的输入是超前的。因此,在本发明的优选实施例中,所需的功率因数是可由程序控制的,从而可以根据需要来改变。

所需功率因数的程序控制可以通过一个电话网(例如,公共交换电

话网，或者公共地面移动电话网）远程执行（例如，由电力公司），或者通过其他的通讯网络（例如，借助于互联网），或者通过在干线电源自身上叠加所需功率因数数据。

当为电网连接模式 206 时（参照图 2）在热力发动机失效的情况下，电网电力对发电机 100 输出的作用将导致发电机被作为电动机来运转，这种运转将导致发电机 100 输出端的电流方向的反向。

作为改进，在本发明的一个优选实施例中，参数检测装置 80 可以检测电流方向的反向。对发现电流反向的响应使控制系统转至“切断”状态 208。

同样地，在电力配电网故障的情况下（例如，在“断电”或者“限电”过程中）控制系统检测到干线电源（即，电力配电网供电的电压和频率）的丧失（或者降低）并作出响应将控制系统切换到单机模式 204（参照图 2）。因此，倘若家用负载的电力需求低于发电机的电力输出，交流电对家用负载的供电将会被切断。

因此需要说明的是本发明提供了一种用电力配电网且不依赖于中间直流换流过程的生产适于使用的交流电的系统和方法。因此，本发明可以供给交流电而不需依靠换流器。

还应说明的是本发明提供了一种不用电力配电网的产生适于使用的交流电且可以补偿电力负载波动的系统和方法。

上文结合一个特定实施例进行说明并且本领域技术人员可以了解在本发明的范围内是可以作出多种改进和变型的。

甚至，尽管本发明通过一个优选实施例来进行阐述，该实施例提供可以用于调节一个相应检测参数的控制信号，但本发明也可通过每个控制信号都可以用于调节多个检测参数的其他实施例来实施，或者甚至通过根据多个检测信号而分别给出一个或多个控制信号的实施例来实施。

本发明的一个可以调节多个检测参数的适合的实施例可能包含一个状态空间控制器。而另一个适合的实施例可以包括一个模糊逻辑控制器。

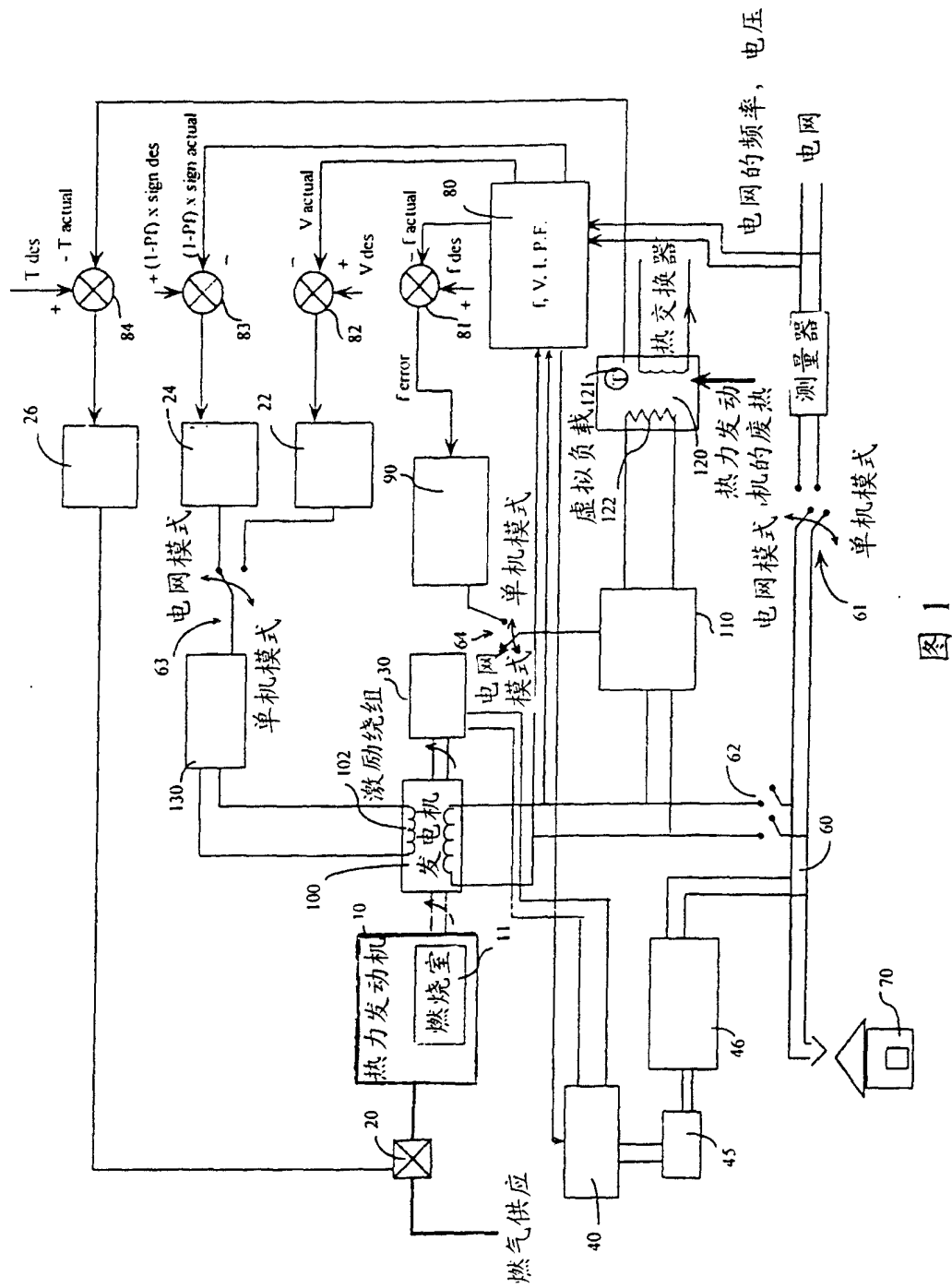


图 1

