



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102072105 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 10

(21) 申请号 201110023280. 4

(22) 申请日 2011. 01. 20

(73) 专利权人 顾为东

地址 210013 江苏省南京市北京西路 70 号
(省委大院内)

(72) 发明人 顾为东 颜卓勇

(74) 专利代理机构 南京同泽专利事务所(特殊
普通合伙) 32245

代理人 闫彪

(51) Int. Cl.

F03D 9/02(2006. 01)

F03G 7/04(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101000184 A, 2007. 07. 18,

CN 201332372 Y, 2009. 10. 21,

CN 101571109 A, 2009. 11. 04,

CN 202017580 U, 2011. 10. 26,

CN 101532478 A, 2009. 09. 16,

CN 1995868 A, 2007. 07. 11,

WO 00/29737 A1, 2000. 05. 25,

JP 平 1-214280 A, 1989. 08. 28,

审查员 张倩

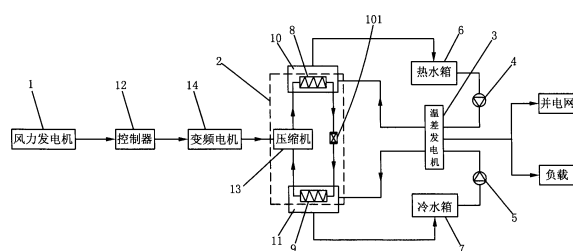
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

风力蓄能供电系统

(57) 摘要

本发明涉及一种风力蓄能供电系统,属于风力发(供)电技术领域。该系统包括风力机、温差蓄能系统和温差发电机,蓄能系统包括热泵、热水泵、冷水泵、热水箱和冷水箱,热泵的冷凝器、蒸发器分别设置于封闭的第一、第二换热箱内,风力机输出端分别连接驱动热泵压缩机的变频电机或直接联接压缩机,第一换热箱、热水箱、热水泵和温差发电机通过第一管路连接构成热水封闭循环回路,第二换热箱、冷水箱、冷水泵和温差发电机通过第二管路连接构成冷水封闭循环回路。该系统利用风能驱动热泵产生热水和冷水在温差发电机上发电,同时将风能转化为热量封闭蓄积在热水箱内,即使风能输出发生波动甚至停止,也可以保证从温差发电机上稳定发出电能。



1. 一种风力蓄能供电系统,其特征在于:包括风力发电机、温差蓄能系统和温差发电机,所述温差蓄能系统包括热泵、热水泵、冷水泵、热水箱和冷水箱,所述热泵含有冷凝器、蒸发器、压缩机、驱动压缩机的变频电机和膨胀阀,所述温差发电机含有分别与来自热水箱和冷水箱的热水和冷水进行换热的热力和冷力器,所述冷凝器和蒸发器分别设置于封闭的第一换热箱和第二换热箱内,所述风力发电机的电力输出端通过控制器连接变频电机的电力输入端,所述第一换热箱、热水箱、热水泵和热力器通过第一管路连接构成热水封闭循环回路,所述第二换热箱、冷水箱、冷水泵和冷力器通过第二管路连接构成冷水封闭循环回路;所述热水泵和冷水泵的驱动电机外接市电或连接温差发电机的电力输出端。

2. 一种风力蓄能供电系统,其特征在于:包括风轮、温差蓄能系统和温差发电机,所述温差蓄能系统包括热泵、热水泵、冷水泵、热水箱和冷水箱,所述热泵含有冷凝器、蒸发器、压缩机和膨胀阀,所述温差发电机含有分别与来自热水箱和冷水箱的热水和冷水进行换热的热力和冷力器,所述冷凝器和蒸发器分别设置于封闭的第一换热箱和第二换热箱内,所述风轮的机械力输出端通过传动机构联接热泵的压缩机的机械力输入端,所述第一换热箱、热水箱、热水泵和热力器通过第一管路连接构成热水封闭循环回路,所述第二换热箱、冷水箱、冷水泵和冷力器通过第二管路连接构成冷水封闭循环回路;所述水泵的驱动电机外接市电或连接温差发电机的电力输出端。

3. 如权利要求1所述风力蓄能供电系统,其特征在于:所述风力发电机的电力输出端与所述变频电机之间并联有超级电容。

4. 如权利要求1、2或3所述风力蓄能供电系统,其特征在于:温差发电机是采用半导体的温差发电机,所述热力和冷力器分别是使热水和冷水分别流过所述半导体两端的热水道和冷水通道。

5. 如权利要求1、2或3所述风力蓄能供电系统,其特征在于:所述温差发电机包括透平机、发电机、液压泵、气化和液化器,所述气化和液化器分别设置于封闭的第三换热箱和第四换热箱内,所述透平机的机械力输出端通过传动机构联接发电机的机械力输入端,所述透平机的气室、液压泵、气化和液化器通过第三管路连接构成工质封闭循环回路,所述热力和冷力器分别是第三换热箱和第四换热箱。

6. 如权利要求1、2或3所述风力蓄能供电系统,其特征在于:所述温差蓄能系统还包括温水箱和水池,所述温水箱串接于热水封闭循环回路的第一换热箱与热力器之间,所述水池串接于冷水封闭循环回路的第二换热箱与冷力器之间。

7. 如权利要求6所述风力蓄能供电系统,其特征在于:所述第一换热箱、热水箱、热水泵、热力器、第一管路、第二换热箱、冷水箱、冷水泵、冷力器和第二管路均设置有绝热保温层、防潮层和保护层;所述温水箱和水池均设置有绝热保温层、防潮层和保护层,所述热水泵和冷水泵的驱动电机是变频电机。

风力蓄能供电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用波动的风力产生稳定电力输出的系统,属于风力发(供)电技术领域。

背景技术

[0002] 风能作为一种绿色可再生能源,对于部分替代煤炭发电和二氧化碳减排有着重要作用。中国拥有丰富的风能资源,陆地 50 米高空风能可利用储量为 23.8 亿千瓦。风电并网是目前世界上大规模风电场的唯一应用模式。由于风电具有波动性和间歇性,因此在没有燃气发电、水电等为其调峰情况下,大规模风电并网会对电网形成较大冲击,影响供电质量,同时,风电并网需要满足电网稳频、稳压和稳相位的技术要求,由此大幅度提高了风力发电机、输配电设备的制造成本和风电价格,使风电的成本大幅度提高,制约了我国风电的大规模应用。

[0003] 目前,解决风能形成稳定电力输出的办法一般是先将风能储存,然后再形成稳定电力输出;比如,采用抽水蓄能电站将风能转化为水力势能储存,然后用水轮机形成稳定发电;或者采用蓄电池将风力发电机输出的波动电力转化为化学能储存,然后形成稳定供电。但这些方法都存在不足之处。如蓄电池成本高、使用寿命短;抽水蓄能电站同样成本高,并对使用地点有较大的限制。

[0004] 经检索,现有将风能通过热泵(现有技术,通常指主要由压缩机、蒸发器、冷凝器和膨胀阀构成的用于对工质或冷媒做功的封闭循环回路系统)转化后提供热力和冷力的技术方案,也有通过热泵产生温差后发电的技术方案,但尚未见到有将波动的风能通过热泵产生温差后发电的技术方案,尤其是未见到有将波动的风能通过热泵蓄能并产生温差后能形成稳定发电的技术方案。

发明内容

[0005] 本发明解决的技术问题是:提出一种将波动的风能通过热泵产生温差后形成稳定发(供)电的系统。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提出的技术方案之一是:一种风力蓄能供电系统,包括风力发电机、温差蓄能系统和温差发电机,所述温差蓄能系统包括热泵、热水泵、冷水泵、热水箱和冷水箱,所述热泵含有冷凝器、蒸发器、压缩机、驱动压缩机的变频电机和膨胀阀,所述温差发电机含有分别与来自热水箱和冷水箱的热水和冷水进行换热的热力和冷力器,所述冷凝器和蒸发器分别设置于封闭的第一换热箱和第二换热箱内,所述风力发电机的电力输出端通过控制器连接变频电机的电力输入端,所述第一换热箱、热水箱、热水泵和热力和冷力器通过第一管路连接构成热水封闭循环回路,所述第二换热箱、冷水箱、冷水泵和冷力器通过第二管路连接构成冷水封闭循环回路;所述水泵的驱动电机外接市电或连接温差发电机的电力输出端。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明提出的技术方案之二是:一种风力蓄能供电系统,

包括风轮、温差蓄能系统和温差发电机,所述温差蓄能系统包括热泵、热水泵、冷水泵、热水箱和冷水箱,所述热泵含有冷凝器、蒸发器、压缩机和膨胀阀,所述温差发电机含有分别与来自热水箱和冷水箱的热水和冷水进行换热的热力和器和冷力器,所述冷凝器和蒸发器分别设置于封闭的第一换热箱和第二换热箱内,所述风轮的机械力输出端通过传动机构联接热泵的压缩机的机械力输入端,所述第一换热箱、热水箱、热水泵和热力和器通过第一管路连接构成热水封闭循环回路,所述第二换热箱、冷水箱、冷水泵和冷力器通过第二管路连接构成冷水封闭循环回路;所述水泵的驱动电机外接市电或连接温差发电机的电力输出端。

[0008] 本发明的风力蓄能供电系统的使用过程是:热水泵和冷水泵在接入市电或本系统温差发电机的反馈供电下始终保持工作;风能则通过风力发电机或风轮转换成电力或机械力,其中电力通过控制器输给变频电机,再由变频电机驱动热泵的压缩机做功,机械力则通过传动机构直接驱动热泵的压缩机做功;热泵的工质(冷媒)在压缩机作用下循环经过蒸发器、冷凝器和膨胀阀完成逆卡诺循环,同时在热水泵和冷水泵分别驱动下,热水经过冷凝器加热后升温输送至热水箱,冷水经过蒸发器放热(被吸热)后降温输送至冷水箱,热水箱的高温热水再输送到温差发电机的热力和器,低温冷水再输送到温差发电机的冷力器,热水和冷水分别与热力和器和冷力器进行传热或换热;如此循环往复,这样就使温差发电机的热力和器和冷力器之间形成较大的温差,并在温差发电机的输出端形成电力输出。热水泵和冷水泵做功主要是克服热水和冷水输送中管道摩擦阻力,因此热水泵和冷水泵功率可以很小。

[0009] 本发明的风力蓄能供电系统的有益效果是:由于热泵的输入和输出比可以在1:3以上,因此,在温差发电机的动力端可以产生1:6以上的热力温差,从而驱动温差发电机发电;同时还可以将风能转化为热量和冷量封闭蓄积在热水箱和冷水箱内(热水箱和冷水箱的容积根据温差发电机输出功率确定)。当风电输出功率大于热泵工作的最小工作功率时,整个系统在风电波动的第一次平衡和热泵蓄能的第二次平衡的叠加作用下,正常平稳输出电力;当风电输出功率小于热泵的最小工作功率时,热泵停止工作,整个系统利用冷、热水箱的蓄能仍然可以平稳输出电力。这样即使风力机的动力输出发生波动甚至停止,也可以保证从热水箱和冷水箱输出到温差发电机的热水和冷水的温度差保持恒定,从而可以从温差发电机上稳定发出电能。

[0010] 上述技术方案之一的改进是:所述风力发电机的电力输出端与所述变频电机之间并联有超级电容器。

[0011] 本发明的发明人在进行上述技术方案之一实验的基础上发现,虽然通过热泵产生的温差蓄能可以在从温差发电机上形成稳定电力输出,但供给热泵的风电波动较大,而且风电波动输出的曲线都是陡峭曲线(如图5中所示的细曲线部分),因此即使采用变频电机驱动的热泵的压缩机,也仍然难以适应,容易造成压缩机非正常工作甚至损坏,最终影响温差发电机上形成稳定电力输出。对此,本发明的发明人经深入研究后提出,在风力发电机的电力输出端与所述变频电机之间并联超级电容器这一进一步的技术手段。采用这一技术手段后,由于超级电容器对风电输出功率起平滑作用,可以使风电波动输出的曲线变得较为平滑(如图5中所示的粗曲线部分),因此可以减轻变频电机工作的不稳定性,也就可以减少热泵停止工作的时间,从而进一步使热水和冷水通过温差发电机的温差保持稳定,以确在温差发电机上形成稳定电力输出。

[0012] 值得一提的是,虽然从一般电路领域孤立看电容对波动电能起稳定作用是现有技术,但在风力发电机的输出与热泵的输入连接上采用超级电容的技术手段则并非现有技术,而是本发明的发明人创造性劳动的结果,尤其是当形成风电输出到热泵的一次平衡作用和热泵到温差发电机的二次平衡作用进行叠加时,本发明所形成的从波动风电到电力稳定输出的稳定效果则显得更加突出。

[0013] 上述技术方案的完善之一是:所述温差发电机是采用半导体的温差发电机,所述热力学器和冷力学器分别是使热水和冷水分别流过所述半导体两端的热水通道和冷水通道。

[0014] 上述技术方案的完善之二是:所述温差发电机包括透平机、发电机、液压泵、气化器和液化器,所述气化器和液化器分别设置于封闭的第三换热箱和第四换热箱内,所述透平机的机械力输出端通过传动机构联接发电机的机械力输入端,所述透平机的气室、液压泵、气化器和液化器通过第三管路连接构成工质封闭循环回路,所述热力学器和冷力学器分别是第三换热箱和第四换热箱。

[0015] 上述技术方案的完善之三是:所述温差蓄能系统还包括温水箱和水池,所述温水箱串接于热水封闭循环回路中的第一换热箱与热力学器之间,所述水池串接于冷水封闭循环回路中的第二换热箱与冷力学器之间。这样,可以进一步保证通过温差发电机的热水和冷水之间的温差恒定。

[0016] 上述技术方案的完善之四是:所述透平机是涡轮机,所述传动机构是变速箱,所述控制器主要由整流器、升压电路和变频逆变器构成。

[0017] 上述技术方案的进一步完善是:所述第一换热箱、热水箱、热水泵、热力学器、第一管路、第二换热箱、冷水箱、冷水泵、冷力学器和第二管路均设置有绝热保温层、防潮层和保护层;所述温水箱和水池均设置有绝热保温层、防潮层和保护层,所述水泵的驱动电机是变频电机。

附图说明

[0018] 下面结合附图对本发明的风力蓄能供电系统作进一步说明。

[0019] 图 1 是本发明实施例一风力蓄能供电系统的构成示意图。

[0020] 图 2 是本发明实施例二风力蓄能供电系统的构成示意图。

[0021] 图 3 是本发明实施例三风力蓄能供电系统的构成示意图。

[0022] 图 4 是图 3 中的控制器和超级电容部分的电路结构示意图。

[0023] 图 5 是本发明实施例三风力蓄能供电系统的风电输出功率和现有风电输出功率的合成曲线图。

[0024] 图 6 是本发明实施例四风力蓄能供电系统的构成示意图之一。

[0025] 图 7 是本发明实施例四风力蓄能供电系统的构成示意图之二。

[0026] 图 8 是本发明实施例四风力蓄能供电系统的构成示意图之三。

具体实施方式

[0027] 实施例一

[0028] 本实施例的风力蓄能供电系统如图 1 所示,包括风力发电机 1、温差蓄能系统和温差发电机 3。温差蓄能系统包括热泵 2、热水泵 4、冷水泵 5、热水箱 6 和冷水箱 7。本实施例

的热泵 2 含有冷凝器 8、蒸发器 9、压缩机 13、驱动压缩机 13 的变频电机 14 和膨胀阀 101，其中冷凝器 8 和蒸发器 9 分别设置于封闭的第一换热箱 10和第二换热箱 11内。风力发电机 1 的电力输出端通过控制器 12连接变频电机 14 的电力输入端。温差发电机 3 含有分别与来自热水箱 6 和冷水箱 7 的热水和冷水进行换热的热力和器和冷力器；第一换热箱 10、热水箱 6、热水泵 4 和温差发电机 3 的热力和器通过第一管路连接构成热水封闭循环回路，第二换热箱 11、冷水箱 7、冷水泵 5 和温差发电机 3 的冷力器通过第二管路连接构成冷水封闭循环回路。

[0029] 本实施例的温差发电机 3 采用半导体的温差发电机，因此，热力和器和冷力器分别是使热水和冷水分别流过半导体两端的热通道和冷通道（图中未示出）。

[0030] 风力发电机 1 选用 3MW 级的风力发电机，可购自华锐、金风等国内的大型风力发电机厂商。风力发电机 1、控制器 12、变频电机 14 和热泵 2 可以一起安装在风力发电机 1 的塔筒顶部机舱内，热水箱 6 和冷水箱 7 设置在地面（当然控制器 12、变频电机 14 和热泵 2 也可以安装在地面）。按某风场的风电系数 0.25 计算，配 800m³的热水箱 6 和冷水箱 7。第一换热箱 10、热水箱 6、热水泵 4、温差发电机 3 的热力和器、第一管路、第二换热箱 11、冷水箱 7、冷水泵 5、温差发电机 3 的冷力器和第二管路均设置有绝热保温层，并加防潮层、保护层等。本实施例的传动机构可以选用变速箱，尤其是齿轮变速箱，当然也可以选用其他传动机构。

[0031] 热水泵 4 和冷水泵 5 的供电方案有：1) 系统启动时，热水泵 4 和冷水泵 5 的驱动电机外接市电；2) 当温差发电机 3 出电时，水泵的驱动电机分别外接市电或采用与温差发电机 3 的电力输出端连接的变频电机。

[0032] 本实施例的风力蓄能供电系统的使用过程见前述发明内容。此外，温差发电机 3 输出的电力可以与电网并网，也可以直接接入高能负载。

[0033] 实施例二

[0034] 本实施例的风力蓄能供电系统与实施例一基本相同，所不同的如图 2 所示，1) 去掉风力发电机 1 的发电机组，只保留风力发电机 1 的风轮 15 并在风轮 15 之后配备传动机构（齿轮箱）16；2) 去掉变频电机 14，风轮 15 的机械力输出端通过传动机构 16 直接联接热泵 2 的压缩机 13 的机械力输入端。

[0035] 本实施例的风力蓄能供电系统的使用过程见前述发明内容。

[0036] 实施例三

[0037] 本实施例的风力蓄能供电系统与实施例一基本相同，所不同的如图 3 所示，1) 在风力发电机 1 的电力输出端与变频电机之间并联有超级电容 100，控制器 12及超级电容 100 的电路结构如图 4 所示，控制器 12主要由整流器、Boost 升压电路和变频逆变器构成，风电输出后经整流后，再经 Boost 升压电路调压和逆变电路逆变后为热泵供电，超级电容通过充放电管理器与升压电路的输出端并联，起到平滑风电输出并收集风电的作用；2) 温差发电机 3 包括透平机 17、发电机 18、液压泵 19、气化器 20 和液化器 21。气化器 20 和液化器 21 分别设置于封闭的第三换热箱 22和第四换热箱 23内。透平机 17 的机械力输出端通过传动机构（一般也是变速箱，如齿轮箱等）联接发电机 18 的机械力输入端，透平机 17 的气室、液压泵 19、气化器 20 和液化器 21 通过第三管路连接构成工质封闭循环回路，温差发电机 3 的热力和器和冷力器分别是第三换热箱 22和第四换热箱 23。透平机 17 选用涡轮

机,当然也可以选用其他透平机。

[0038] 如图 5 所示,图中 A 表示现有风电波动输出功率曲线,B 表示本实施例经超级电容 100 平滑后的风电波动输出功率曲线,C 表示本实施例整个风力蓄能供电系统的最终输出功率曲线(直线),D 表示热泵停止工作区。对比曲线 A 和曲线 B,可以看出,本实施例的风力蓄能供电系统的风电波动输出功率曲线更加平滑,当风电波动输出功率大于热泵工作的最小工作功率时,整个系统在风电波动的第一次平衡和热泵蓄能的第二次平衡的叠加作用下,从温差发电机 3 平稳输出电力;当风电输出功率小于热泵的最小工作功率时,热泵停止工作,风电波动输出功率如直线 C,此时,温差发电机 3 利用冷、热水箱的蓄能仍然可以平稳输出电力。

[0039] 实施例四

[0040] 本实施例的风力蓄能供电系统是在实施例一、实施例二和实施例三基础上的完善。完善之处在于:温差蓄能系统还包括温水箱 24 和水池 25,温水箱 24 串接于热水封闭循环回路中的第一换热箱 10 与温差发电机 3 的热力器之间,水池 25 串接于冷水封闭循环回路中的第二换热箱 11 与温差发电机 3 的冷力器之间。本实施例在实施例一、实施例二和实施例三基础上进行上述完善后的三种情况分别如图 6、图 7 和图 8 所示。温水箱 24 和水池 25 也均设置有绝热保温层,并加防潮层、保护层等。

[0041] 这样,本实施例的风力蓄能供电系统与前述使用过程不同的是:热水泵 4 先抽取温水箱 24 的温水进入热泵 2 的冷凝器 8,经吸热后变成热水输送到热水箱 6 聚集,热水箱 6 内的小部分热水在热水泵 4 驱动下进入温差发电机 3 的热力器(对于采用半导体的温差发电机来说是其热水通道,对于采用透平机的温差发电机来说是其第三换热箱 22),然后回流到温水箱 24;同时冷水泵 5 驱动水池 25 的水进入热泵 2 的蒸发器 9,经放热后变成冷水输送到冷水箱 7 聚集,冷水箱 7 内的小部分冷水在冷水泵 5 驱动下进入温差发电机 3 的冷力器(对于采用半导体的温差发电机来说是其冷水通道,对于采用透平机的温差发电机来说是其第四换热箱 23),然后回流到水池。这样,可以进一步保证通过温差发电机的热水和冷水之间的温差恒定。

[0042] 温差发电机 3 的效率一般为 10 ~ 15%。风能转换为稳定电力输出的总效率为 60 ~ 70%。按转换效率 65% 计算,3MW 风机配套本实施例的风力蓄能供电系统后可稳定输出每小时 0.49MW 电力。

[0043] 本发明的风力蓄能供电系统不局限于上述实施例所述的具体技术方案,凡采用等同替换形成的技术方案均为本发明要求的保护范围。

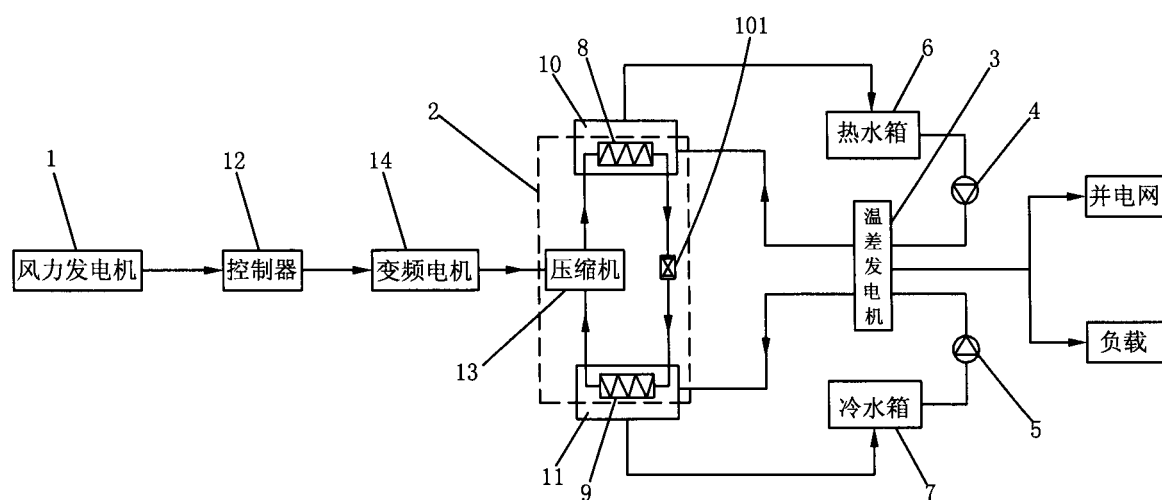


图 1

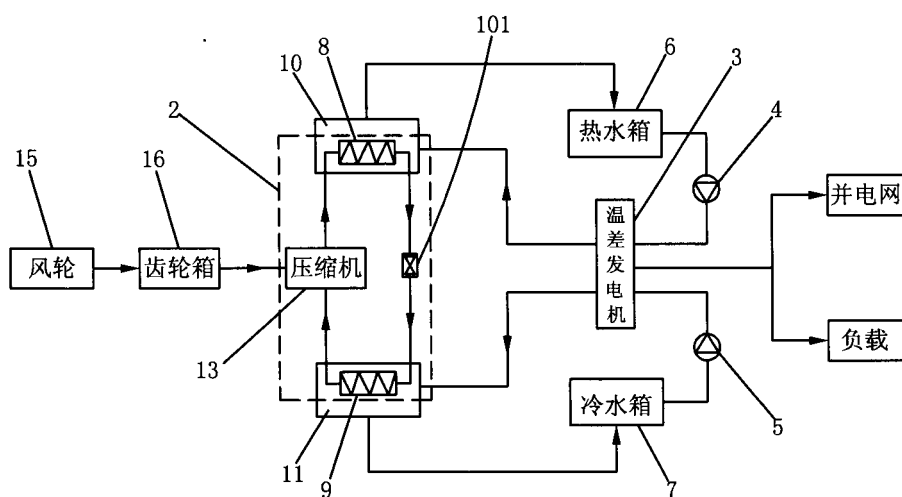


图 2

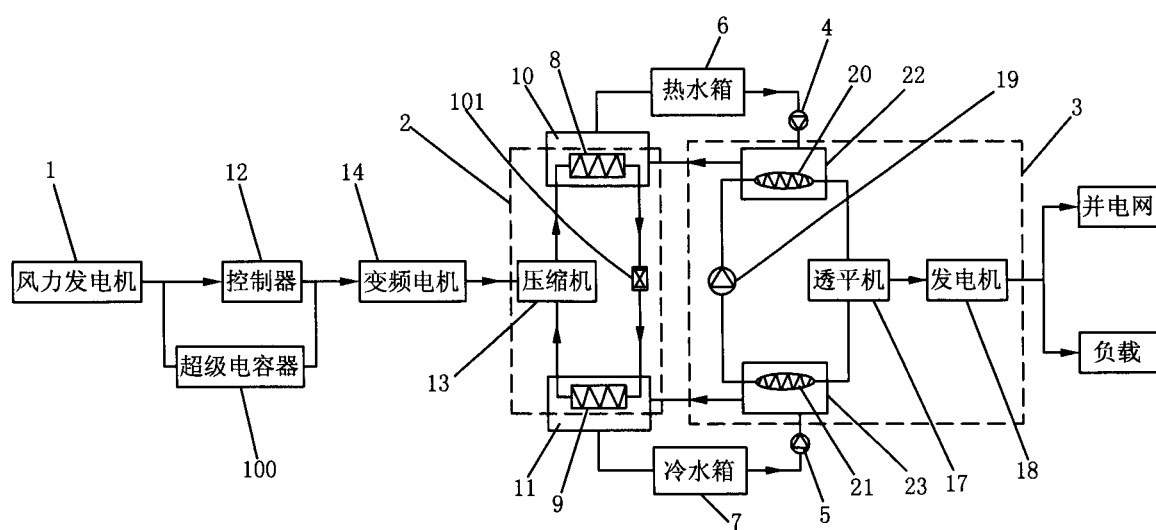


图 3

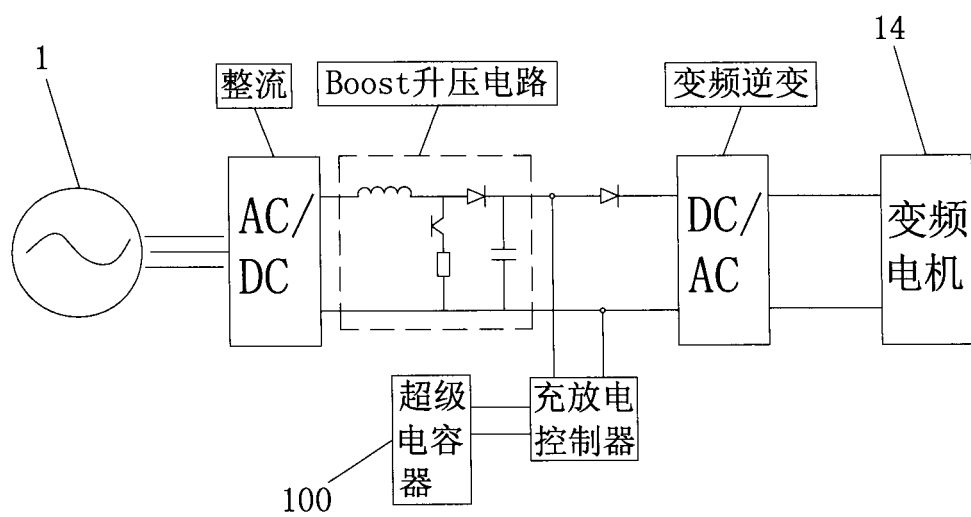


图 4

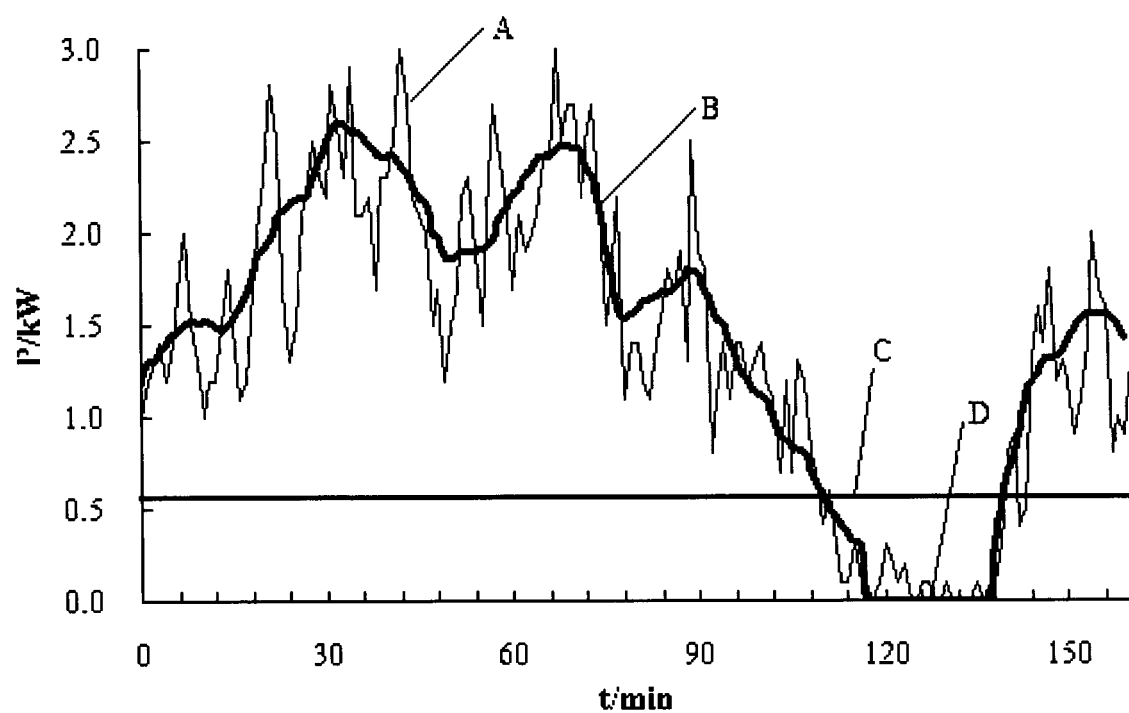


图 5

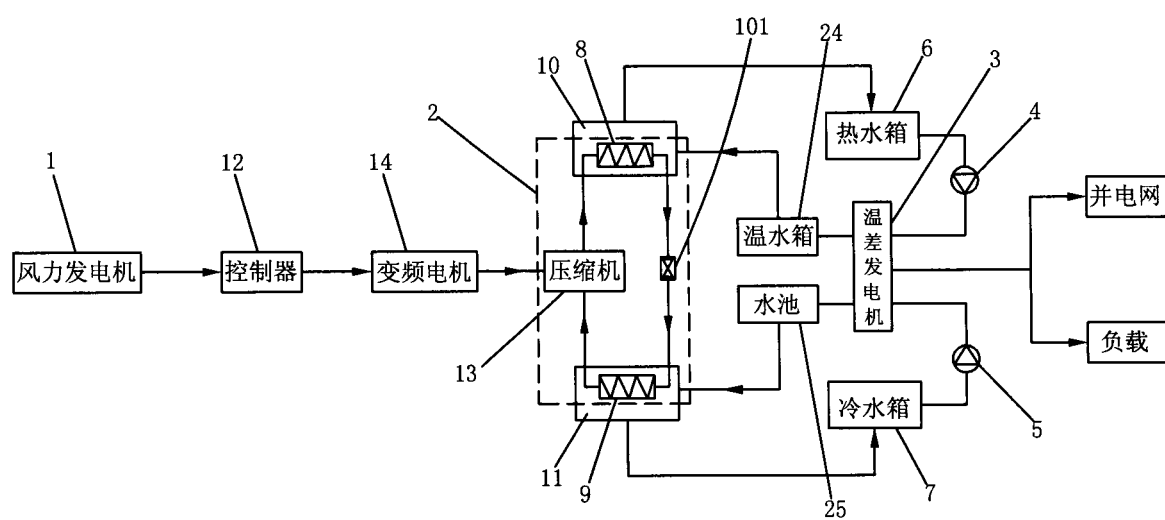


图 6

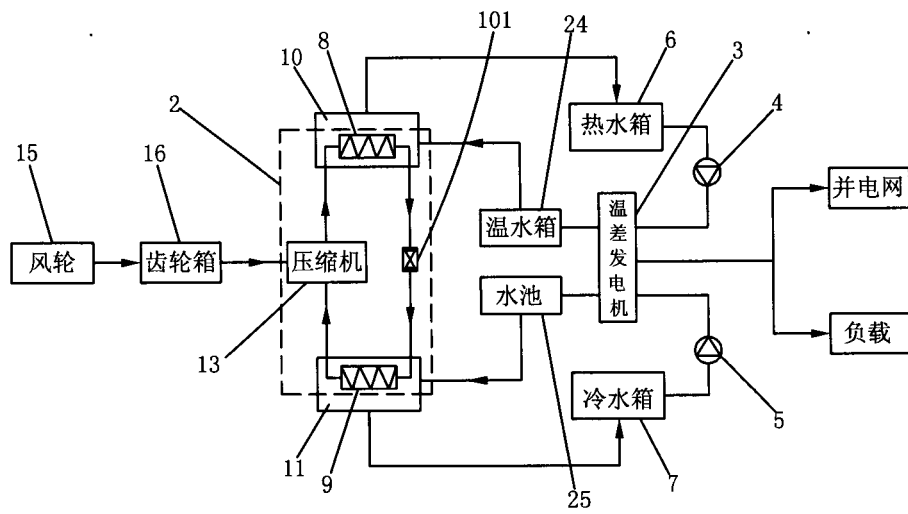


图 7

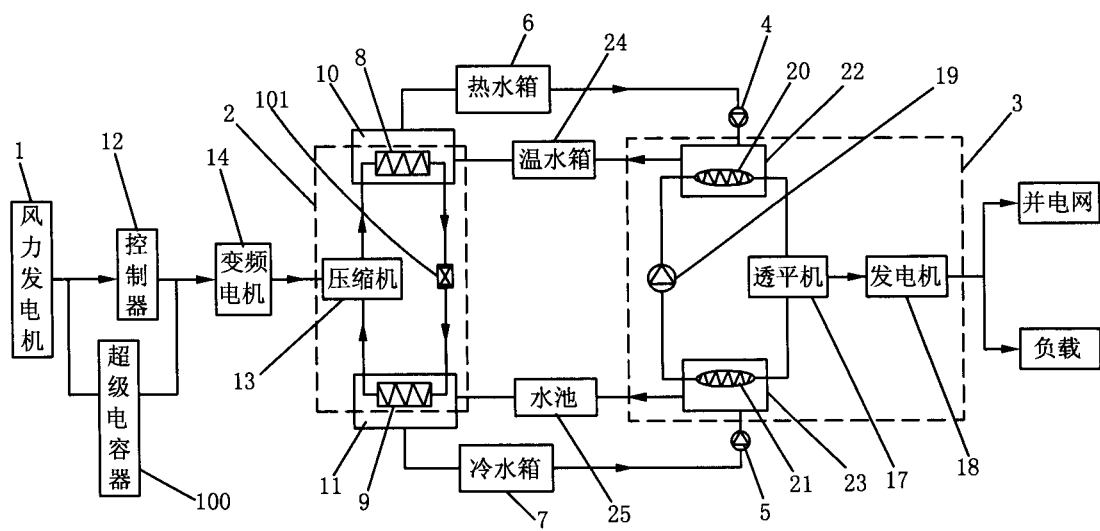


图 8