



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410067712.1

[45] 授权公告日 2009年7月8日

[11] 授权公告号 CN 100511791C

[22] 申请日 2004.11.2

[21] 申请号 200410067712.1

[73] 专利权人 上海神力科技有限公司

地址 201401 上海市工业综合开发区龙洋
工业园区国际一道27幢

[72] 发明人 夏建伟 付明竹 章波 胡里清

[56] 参考文献

CN1376319A 2002.10.23

CN2775852Y 2006.4.26

US6007930A 1999.12.28

US4820594 1989.4.11

审查员 刘颖

[74] 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司

代理人 赵继明

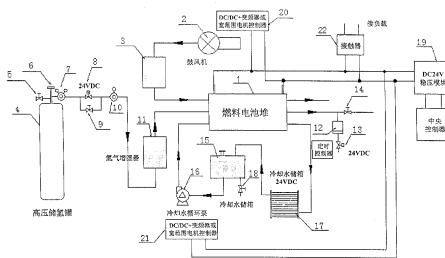
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

[54] 发明名称

一种不需外电源帮助便可实现自起动的燃料电池发电系统

[57] 摘要

本发明涉及一种不需外电源帮助便可实现自起动的燃料电池发电系统，该系统由以下五个子系统组成：(1)氢气供应子系统，(2)空气供应子系统，(3)冷却散热子系统，(4)控制子系统，(5)燃料电池堆电能输出子系统。与现有技术相比，本发明不需要任何外电源帮助即可实现自起动，它省去了现有燃料电池发电系统必备的起动蓄电池，结构更加紧凑、制造成本更低；同时，也解决了现有燃料电池发电系统的蓄电池因久置而失效，或因自放电而失效，导致无法起动燃料电池发电系统的问题。



1. 一种不需外电源帮助便可实现自起动的燃料电池发电系统，该系统由以下五个子系统组成：（1）氢气供应子系统，（2）空气供应子系统，（3）冷却散热子系统，（4）控制子系统，（5）燃料电池堆电能输出子系统；所述的氢气供应子系统包括高压储氢罐、氢罐手动截止阀、充氢阀、一级高压减压阀、供氢电磁阀、氢气增湿器、氢气汽水分离器、氢气定时排电磁阀及连接管道，所述的空气供应子系统包括高压鼓风机、空气增湿器及连接管道，所述的冷却散热子系统包括冷却水储箱、冷却水循环泵、冷却水散热器、冷却水储箱排水阀及连接管道，所述的控制子系统包括中央控制器，该中央控制器集中控制供氢电磁阀、氢气定时排电磁阀、高压鼓风机、冷却水循环泵的开启与关停，并由该中央控制器控制正常运行下的高压鼓风机及冷却水循环泵电机的转速以及氢气定时排电磁阀的排放频率，所述的燃料电池堆电能输出子系统包括燃料电池外接负载系统，该外接负载系统包括接触器和外接负载；其特征在于，所述的氢气供应子系统还包括供氢手动截止阀、二级低压减压阀、氢气手动排放截止阀，所述的燃料电池堆电能输出子系统还包括燃料电池自身供电系统，该自身供电系统包括稳压模块、第一调速器、第二调速器，所述的第一调速器控制起动状态下的高压鼓风机，所述的第二调速器控制起动状态下的冷却水循环泵；所述的二级低压减压阀设在供氢电磁阀与氢气增湿器之间；所述的供氢手动截止阀设在一级高压减压阀与二级低压减压阀之间，并与供氢电磁阀并联；所述的氢气手动排放截止阀设在燃料电池堆氢气出口管道上，并与氢气汽水分离器并联。

2. 根据权利要求 1 所述的一种不需外电源帮助便可实现自起动的燃料电池发电系统，其特征在于，所述的高压储氢罐上的氢罐手动截止阀可手动操作打开，供应高压氢气。

3. 根据权利要求 1 所述的一种不需外电源帮助便可实现自起动的燃料电池发电系统，其特征在于，所述的稳压模块为 24V DC 稳压模块。

4. 根据权利要求 1 所述的一种不需外电源帮助便可实现自起动的燃料电池发电系统，其特征在于，所述的冷却水散热器带有散热风扇。

一种不需外电源帮助便可实现自起动的燃料电池发电系统

技术领域

本发明涉及燃料电池，尤其涉及一种不需外电源帮助便可实现自起动的燃料电池发电系统。

背景技术

电化学燃料电池是一种能够将氢及氧化剂转化成电能及反应产物的装置。该装置的内部核心部件是膜电极（Membrane Electrode Assembly，简称MEA），膜电极（MEA）由一张质子交换膜、膜两面夹两张多孔性的可导电的材料，如碳纸组成。在膜与碳纸的两边界面上含有均匀细小分散的引发电化学反应的催化剂，如金属铂催化剂。膜电极两边可用导电物体将发生电化学反应过程中生成的电子，通过外电路引出，构成电流回路。

在膜电极的阳极端，燃料可以通过渗透穿过多孔性扩散材料（碳纸），并在催化剂表面上发生电化学反应，失去电子，形成正离子，正离子可通过迁移穿过质子交换膜，到达膜电极的另一端阴极端。在膜电极的阴极端，含有氧化剂（如氧气）的气体，如空气，通过渗透穿过多孔性扩散材料（碳纸），并在催化剂表面上发生电化学反应得到电子，形成负离子。在阴极端形成的阴离子与阳极端迁移过来的正离子发生反应，形成反应产物。

在采用氢气为燃料，含有氧气的空气为氧化剂（或纯氧为氧化剂）的质子交换膜燃料电池中，燃料氢气在阳极区的催化电化学反应就产生了氢正离子（或叫质子）。质子交换膜帮助氢正离子从阳极区迁移到阴极区。除此之外，质子交换膜将含氢气燃料的气流与含氧的气流分隔开来，使它们不会相互混合而产生爆发式反应。

在阴极区，氧气在催化剂表面上得到电子，形成负离子，并与阳极区迁移过来的氢正离子反应，生成反应产物水。在采用氢气、空气（氧气）的质子交换膜燃料电池中，阳极反应与阴极反应可以用以下方程式表达：



阴极反应： $1/2\text{O}_2+2\text{H}^++2\text{e}^-\rightarrow\text{H}_2\text{O}$

在典型的质子交换膜燃料电池中，膜电极（MEA）一般均放在两块导电的极板中间，每块导流极板与膜电极接触的表面通过压铸、冲压或机械铣刻，形成至少一条以上的导流槽。这些导流极板可以是金属材料的极板，也可以是石墨材料的极板。这些导流极板上的流体孔道与导流槽分别将燃料和氧化剂导入膜电极两边的阳极区与阴极区。在一个质子交换膜燃料电池单电池的构造中，只存在一个膜电极，膜电极两边分别是阳极燃料的导流板与阴极氧化剂的导流板。这些导流板既作为电流集流板，也作为膜电极两边的机械支撑，导流板上的导流槽又作为燃料与氧化剂进入阳极、阴极表面的通道，并作为带走燃料电池运行过程中生成的水的通道。

为了增大整个质子交换膜燃料电池的总功率，两个或两个以上的单电池通常可通过直叠的方式串联成电池组或通过平铺的方式联成电池组。在直叠、串联式的电池组中，一块极板的两面都可以有导流槽，其中一面可以作为一个膜电极的阳极导流面，而另一面又可作为另一个相邻膜电极的阴极导流面，这种极板叫做双极板。一连串的单电池通过一定方式连在一起而组成一个电池组。电池组通常通过前端板、后端板及拉杆紧固在一起成为一体。

一个典型电池组通常包括：（1）燃料及氧化剂气体的导流进口和导流通道，将燃料（如氢气、甲醇或乙醇、天然气、汽油经重整后得到的富氢气体）和氧化剂（主要是氧气或空气）均匀地分布到各个阳极、阴极面的导流槽中；（2）冷却流体（如水）的进出口与导流通道，将冷却流体均匀分布到各个电池组内冷却通道中，将燃料电池内氢、氧电化学放热反应生成的热吸收并带出电池组进行散热；（3）燃料与氧化剂气体的出口与相应的导流通道，燃料气体与氧化剂气体在排出时，可携带出燃料电池中生成的液、汽态的水。通常，将所有燃料、氧化剂、冷却流体的进出口都开在燃料电池组的一个端板上或两个端板上。

质子交换膜燃料电池（PEMFC）可用作一切车、船等运载工具的动力系统，又可用作手提式、固定式的发电装置。质子交换膜燃料电池在用作车、船动力系统或移动式/固定式发电站时，一般用氢气为燃料，空气为氧化剂，并且根据用途的不同要求输出的净功率不等，一般净功率输出要求从几千瓦

到几百千瓦。

燃料电池发电系统一般由以下几个部分组成：（1）燃料电池堆；（2）燃料氢气供应子系统；（3）空气供应子系统；（4）循环冷却散热子系统；（5）自动控制及电能输出子系统。整个燃料电池发电系统除了燃料电池堆以外的其他部分也可以统称为燃料电池运行支持系统。

为了保证燃料电池堆的持续性、安全可靠运行并向外输出所需的有效功率，必须给燃料电池提供足够的空气，氢气及循环冷却水（冬天采用防冻液），因此提供空气的鼓风机或空气压缩机、给循环冷却水（防冻液）提供动力的水泵、散热器风扇以及电磁阀和其他控制及监控部件等燃料电池堆运行支持系统自身也必须消耗一定的功率。其中最主要的功率消耗部件是鼓风机（或空气压缩机）、水泵及散热器。电磁阀和其他的控制及监控部件的消耗功率只是很小的一部分。

采用鼓风机供空气的燃料电池系统在系统额定净功率输出时其运行支持系统自身所消耗的总功率不超过电堆输出总功率的 10%，且鼓风机及水泵都可以采用缓启动，所需的启动功率很小，因此完全可以实现自启动。而采用空气压缩机供空气的燃料电池系统在系统额定净功率输出时其运行支持系统自身所消耗的总功率要占电堆输出总功率的 20% 左右，且空气压缩机缓起启动所需的功率很大，因此实现自启动的难度相对增加。

目前多数质子交换膜燃料电池发电系统开始启动时必须要有外部电源供电，这种外部电源，可以是蓄电池，或是从电网上取电。帮助燃料电池发电系统启动一直到稳定的工作状态，等到燃料电池发电系统处于稳定的工作状态后，再切换至燃料电池自身供电。燃料电池发电系统作为车、船动力系统或移动式发电站应用时，上述二种外部电源有不可克服的技术缺陷：

1. 从电网上取电：对车用燃料电池动力系统、船用燃料电池动力系统根本就不可行，对于固定式或移动式燃料电池发电系统也非常不便，当电网停电时就根本不能启动。

2. 采用蓄电池启动：采用蓄电池启动时就必然要在系统内加装一组供电蓄电池，增加了系统的复杂性，而且蓄电池电压很难与燃料电池的电压输出相匹配。对于几十千瓦至几百千瓦的燃料电池发电系统，与其相匹配的启动

蓄电池用量也非常巨大，增大了系统的成本，并且系统重量增加巨大，对于车用燃料电池动力系统和船用燃料电池动力系统而言，蓄电池占住了大量的空间，增加了装配难度，且重量的增加降低了燃料的经济性。

上海神力科技公司专利“一种带自启动装置的燃料电池发电系统”（专利号：03209953.3）提供了一种方法，这种带自启动装置的燃料电池发电系统，包括燃料电池堆、燃料氢气供应子系统、空气供应子系统、冷却散热子系统、自动控制及电能输出子系统以及自启动装置。该技术只需要携带一至二节功率、体积、重量非常小的蓄电池就可以实现燃料电池发电系统的自启动。其示意图如图1所示。图1中，4.高压氢气罐、2.空气输送泵、1.燃料电池堆、8.氢气供应电磁阀、31.空气供气电磁阀、12.氢气水汽分离器、32.空气水汽分离器、33.空气排出节流阀、41.氢气循环泵、15.冷却水（液）箱、16.冷却水（液）循环泵、17.散热器、51.电堆输出负载、30.空气减压阀、7.氢气减压阀。但该技术还有以下技术缺陷：

1. 额外地增加了一些自启动装置，例如小型空气泵、空气泵电磁阀、一至二节功率较小的蓄电池组。这些器件不但导致整个燃料电池发电系统的复杂性，使得价格增高，而且当燃料电池发电系统作为车、船动力系统应用时，占据了车、船上宝贵的有效空间，降低了车、船的动力效率。

2. 当蓄电池久置失效，或因自放电等原因引起失效时，就无法自启动整个燃料电池发电系统。

发明内容

本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种不需外电源帮助便可实现自启动的燃料电池发电系统。

本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：一种不需外电源帮助便可实现自启动的燃料电池发电系统，该系统由以下五个子系统组成：（1）氢气供应子系统，（2）空气供应子系统，（3）冷却散热子系统，（4）控制子系统，（5）燃料电池堆电能输出子系统；所述的氢气供应子系统包括高压储氢罐、氢罐手动截止阀、充氢阀、一级高压减压阀、供氢电磁阀、氢气增湿器、氢气汽水分离器、氢气定时排放电磁阀及连接管道，所述的空气供应子系统

包括高压鼓风机、空气增湿器及连接管道，所述的冷却散热子系统包括冷却水储箱、冷却水循环泵、冷却水散热器、冷却水储箱排水阀及连接管道，所述的控制子系统包括中央控制器，该中央控制器集中控制供氢电磁阀、氢气定时排放电磁阀、高压鼓风机、冷却水循环泵的开启与关停，并由该中央控制器控制正常运行下的高压鼓风机及冷却水循环泵电机的转速以及氢气定时排放电磁阀的排放频率，所述的燃料电池堆电能输出子系统包括燃料电池外接负载系统，该外接负载系统包括接触器和外接负载；其特征在于，所述的氢气供应子系统还包括供氢手动截止阀、二级低压减压阀、氢气手动排放截止阀，所述的燃料电池堆电能输出子系统还包括燃料电池自身供电系统，该自身供电系统包括稳压模块、第一调速器、第二调速器，所述的第一调速器控制起动状态下的高压鼓风机，所述的第二调速器控制起动状态下的冷却水循环泵。

所述的二级低压减压阀设在供氢电磁阀与氢气增湿器之间。

所述的高压储氢罐上的氢罐手动截止阀可手动操作打开，供应高压氢气。

所述的供氢手动截止阀设在一级高压减压阀与二级低压减压阀之间，并与供氢电磁阀并联。

所述的氢气手动排放截止阀设在燃料电池堆氢气出口管道上，并与氢气汽水分离器并联。

所述的稳压模块为 24V DC 稳压模块。

所述的第一调速器为第一 DC/DC+变频调速或宽电压范围电机调速器。

所述的第二调速器为第二 DC/DC+变频调速或宽电压范围电机调速器。

所述的冷却水散热器带有散热风扇。

所述的燃料电池发电系统在自起动之前，可以向燃料电池堆空气排出管内用嘴或打气筒送入一定量空气以帮助自起动。

与现有技术相比，本发明不需要任何外电源帮助即可实现自起动，它省去了现有燃料电池发电系统必备的起动蓄电池，结构更加紧凑、制造成本更低；同时，也解决了现有燃料电池发电系统的蓄电池因久置而失效，或因自放电而失效，导致无法起动燃料电池发电系统的问题。

本发明适应于所有的车用燃料电池发电系统、船用燃料电池发电系统、

固定式及移动式发电站等的自启动。

附图说明

图 1 为现有燃料电池发电系统的结构示意图；

图 2 为本发明的结构示意图。

具体实施方式

下面结合具体实施例，对本发明作进一步说明。

实施例

如图 2 所示，一种不需外电源帮助便可实现自启动的燃料电池发电系统，该系统由以下五个子系统组成：（1）氢气供应子系统，（2）空气供应子系统，（3）冷却散热子系统，（4）控制子系统，（5）燃料电池堆电能输出子系统；所述的氢气供应子系统包括高压储氢罐 4、氢罐手动截止阀 6、充氢阀 5、一级高压减压阀 7、供氢电磁阀 8、供氢手动截止阀 9、二级低压减压阀 10、氢气增湿器 11、氢气汽水分离器 12、氢气定时排放电磁阀 13、氢气手动排放截止阀 14 及连接管道，所述的二级低压减压阀 10 设在供氢电磁阀 8 与氢气增湿器 11 之间，所述的供氢手动截止阀 9 设在一级高压减压阀 7 与二级低压减压阀 10 之间，并与供氢电磁阀 8 并联，所述的氢气手动排放截止阀 14 设在燃料电池堆 1 氢气出口管道上，并与氢气汽水分离器 12 并联；所述的空气供应子系统包括高压鼓风机 2、空气增湿器 3 及连接管道；所述的冷却散热子系统包括冷却水储箱 15、冷却水循环泵 16（带有散热风扇）、冷却水散热器 17、冷却水储箱排水阀 18 及连接管道；所述的控制子系统包括中央控制器 23，该中央控制器 23 集中控制供氢电磁阀 8、氢气定时排放电磁阀 13、高压鼓风机 2、冷却水循环泵 16 的开启与关停，并由该中央控制器 23 控制正常运行下的高压鼓风机 2 及冷却水循环泵 16 电机的转速以及氢气定时排放电磁阀 13 的排放频率；所述的燃料电池堆电能输出子系统包括燃料电池自身供电系统、燃料电池外接负载系统，所述的燃料电池自身供电系统包括 24V DC 稳压模块 19、第一 DC/DC+变频调速或宽电压范围电机调速器 20、第二 DC/DC+变频调速或宽电压范围电机调速器 21，所述的外接负载系统包括接触器 22 和外接负

载，所述的第一 DC/DC+变频调速或宽电压范围电机调速器 20 控制起动状态下的高压鼓风机 2，所述的第二 DC/DC+变频调速或宽电压范围电机调速器 21 控制起动状态下的冷却水循环泵 17。

将本实施例应用到一种 5~10kw 车载动力用燃料电池发电系统，该发电系统燃料电池堆由 100 个单电池组成，开路电压是 100V 左右，工作电压范围是 100V~50V 之间。所有电磁阀、散热风扇及控制电源都由 24VDC 稳压模块提供，24VDC 稳压模块直接从燃料电池取电。鼓风机和水泵通过一个升压 DC/DC（输入电压为 100VDC~50VDC，输出电压为 310VDC）和变频器从燃料电池直接取电。所有电磁阀的开闭、鼓风机和水泵的起停及调速、散热风扇的起停都由中央控制器集中控制。

本发明燃料电池自起动步骤：

1. 燃料电池发电系统在停机达到一定时间后，由于燃料电池堆中与氢管道中的氢燃料都已消耗殆尽，整个系统没有向外界或向支持燃料电池发电系统的功率消耗器件供电的能力。所有电磁阀都处于常闭状态，表现在燃料电池堆 1 的开路电压为零。

2. 打开高压氢气罐手动截止阀 6，调节一级高压减压阀 7 至所需压力，打开供氢手动阀 9，调节二级低压减压阀 10 至电堆运行压力，打开氢气手动排放截止阀 14 吹除氢侧的杂质气体和液态水，然后关闭氢气手动排放截止阀，此时，燃料电池堆氢侧与氢气子系统已经充满氢气。

3. 燃料电池堆空气子系统中有以下二种可能：

- (1) 燃料电池堆空气侧及空气子系统中已经有空气；
- (2) 燃料电池堆空气侧及空气子系统中氧已经消耗殆尽。

对于第二种可能需要用嘴或打气筒向排空气与水的管送进一定量空气，保证燃料电池堆空气侧以及空气子系统中空气（即有氧气存在）。

4. 当燃料电池堆空气侧有氧气存在，氢气侧有氢气存在，整个燃料电池堆就建立了开路电压。一旦建立了开路电压，燃料电池堆就会给 24VDC 稳压模块 19 和 100V~50V 升 310V 升压 DC/DC20、21 供电。24VDC 稳压模块给中央控制器供电，此时，控制器自动探测整个系统处于正常后，先打开供氢电磁阀 5，同时变频起动鼓风机 2 和水泵 16，定时开启及关闭氢气定时排放电

磁阀，散热器的风扇会根据系统运行温度开停。

5. 待整个燃料电池发电系统处于完全自动控制状态后，关闭供氢手动截止阀 9。

6. 燃料电池发电系统运行正常后，合上外接负载前端接触器，燃料电池开始给外接负载供电。

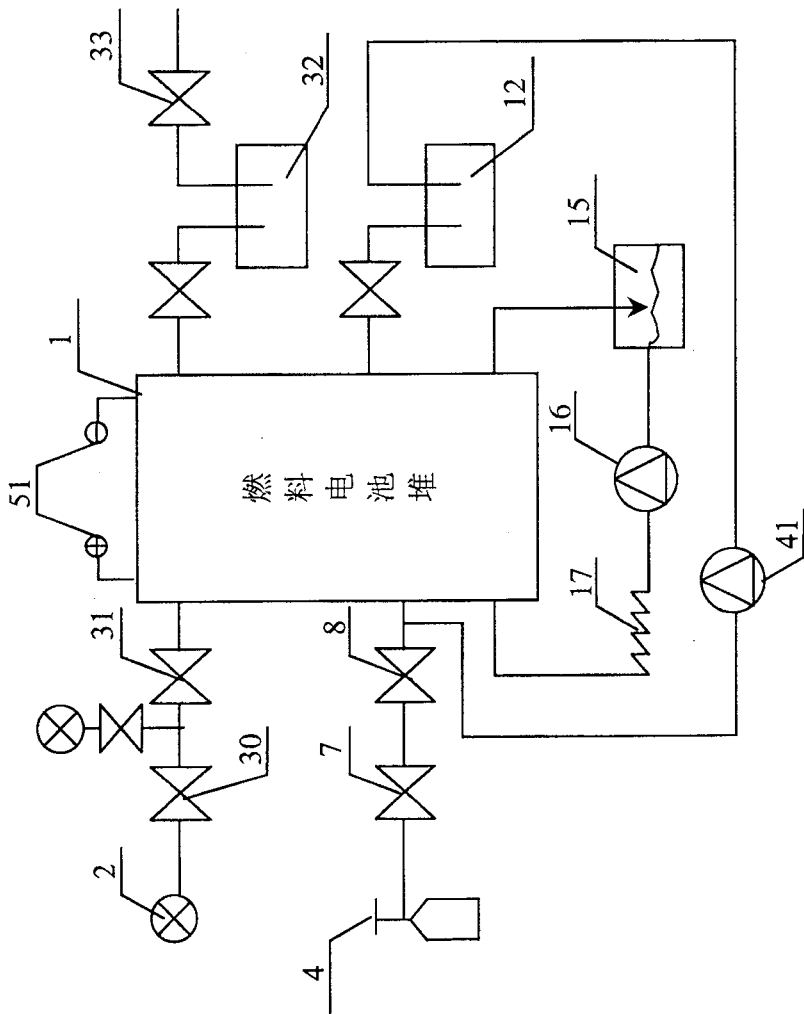


图 1

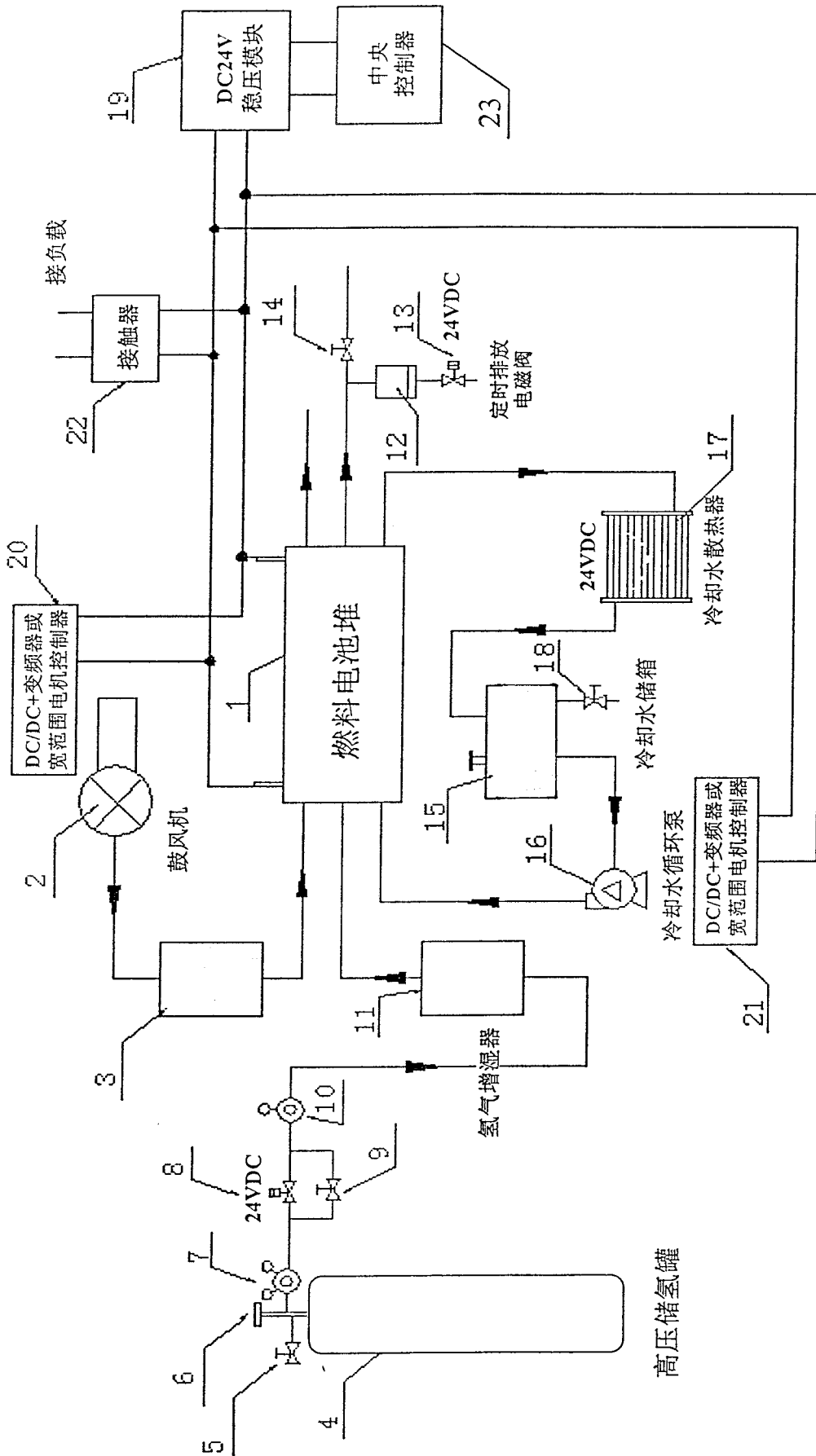


图 2