



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104901557 B

(45)授权公告日 2017.09.22

(21)申请号 201510231532.0

H05K 7/20(2006.01)

(22)申请日 2015.05.08

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104901557 A

US 2005252672 A1,2005.11.17,
CN 103368413 A,2013.10.23,
CN 202043025 U,2011.11.16,
CN 103368413 A,2013.10.23,
CN 204179953 U,2015.02.25,
CN 104405627 A,2015.03.11,
CN 103389668 A,2013.11.13,

(43)申请公布日 2015.09.09

(73)专利权人 株洲南车时代电气股份有限公司
地址 412001 湖南省株洲市石峰区时代路
169号

邹档兵.TGA16型动车组主变流器水冷系统的设计.《机车电传动》.2014,
翁星芳.高速试验动车组用TGA16型IGBT变流器.《机车电传动》.2014,

(72)发明人 刘大 周汉 李华 程俊 刘永江
祁善军 李星 饶沛南

(74)专利代理机构 湖南兆弘专利事务所(普通
合伙) 43008
代理人 赵洪 周长清

审查员 李楠

(51)Int.Cl.

H02M 7/00(2006.01)

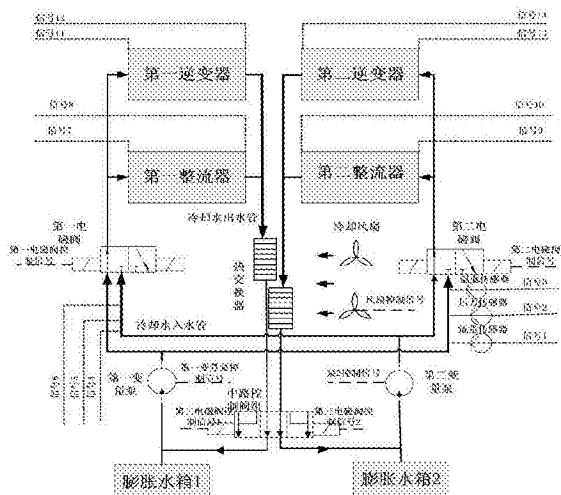
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种智能变流器冷却系统及智能冷却控制方法

(57)摘要

一种智能变流器冷却系统及智能冷却控制方法,该系统中的第一冷却回路包括流经第一逆变器和第一整流器并通过管路形成回路的第一变量泵、第一冷却管、第一冷却介质箱、第一电磁阀、第一热交换器,第二冷却回路包括流经第二逆变器和第二整流器并通过管路形成回路的第一变量泵、第二冷却管、第二冷却介质箱、第二电磁阀、第二热交换器,第一冷却回路和第二冷却回路均流经中部控制阀组;控制组件通过传感器组件的监测信号控制中部控制阀组,以完成第一冷却回路和/或第二冷却回路工作状态的切换。该方法基于上述系统来执行。本发明具有原理简单、冷却效果、节能效果好等优点。



1. 一种智能变流器冷却系统,其特征在于,包括控制组件、传感器组件、第一冷却回路、第二冷却回路和中部控制阀组,所述第一冷却回路包括流经第一逆变器和第一整流器并通过管路形成回路的第一变量泵、第一冷却管、第一冷却介质箱、第一电磁阀、第一热交换器,所述第二冷却回路包括流经第二逆变器和第二整流器并通过管路形成回路的第二变量泵、第二冷却管、第二冷却介质箱、第二电磁阀、第二热交换器,所述第一冷却回路和第二冷却回路均流经中部控制阀组;所述传感器组件用来实时监测流经逆变器、整流器处的水温、水压和流量,并将监测信号输入至控制组件;所述控制组件通过传感器组件的监测信号控制中部控制阀组,以完成第一冷却回路和/或第二冷却回路工作状态的切换;所述控制组件读取传感器组件传输过来的温度、压力和流量信息,分别计算第一整流器、第二整流器、第一逆变器、第二逆变器的出水口温度与环境温度的差值,得到相应功率模块的温升值,取其中的较大值分别为1路温升 ΔT_1 和2路温升 ΔT_2 ,将状态监测信号与期望的冷却系统运行状态进行比较判断,根据实际运行状态不同,决定不同的输出控制手段,进入不同的工作模式。

2. 根据权利要求1所述的智能变流器冷却系统,其特征在于,所述第一热交换器和第二热交换器处设置有冷却风扇,所述控制组件用来发出风扇控制信号以控制冷却风扇的转速和风量。

3. 根据权利要求1或2所述的智能变流器冷却系统,其特征在于,所述中部控制阀组为第三电磁阀,所述第三电磁阀为三通阀,所述第一电磁阀和第二电磁阀均为双通阀。

4. 根据权利要求1~3中任意一项智能变流器冷却系统的智能冷却控制方法,其特征在于,步骤:

S1:输入状态监测信号;

S2:将状态监测信号与期望的冷却系统运行状态进行比较判断,根据实际运行状态不同,决定不同的输出控制手段,进入不同的工作模式;

S3:输出不同的控制信号,并且反馈系统的工作状态;

所述步骤S1包括:

S101:控制组件读取传感器组件传输过来的温度、压力和流量信息;

S102:分别计算第一整流器、第二整流器、第一逆变器、第二逆变器的出水口温度与环境温度的差值,得到相应功率模块的温升值;

S103:取其中的较大值分别为1路温升 ΔT_1 和2路温升 ΔT_2 。

5. 根据权利要求4所述的智能冷却控制方法,其特征在于,所述步骤S2中,将两路温升值分别与预设的最大温升 ΔT_{max} 进行比较:

如果超过了安全的温升,则进入工作模式1:采取保护措施,封锁模块脉冲,变流器停止运行,并报出模块超温故障;

如果水泵的出水口温度显著高于环境温度,则认为风机或者热交换器异常,则进入工作模式2:采取保护措施,报风机异常;

若温升正常,通过比较第一变量泵、第二变量泵设定的输出流量与检测到的流量,如果某路泵输出的流量远远小于设定的流量值,则认为该路泵异常;如果没有水泵正常工作,进入模式3:采取保护措施,报冷却水泵故障;

判定第二变量泵是否异常,如异常,则进入模式4:利用第一变量泵同时向两条冷却回路输出冷却介质,最后从两条回路返回的冷却介质经散热器内强制散热,回流到第一变量

泵,进行下一回合的循环冷却;

如果第一变量泵异常则进入工作模式5:由正常的第二变量泵向冷却系统提供动力,驱动冷却介质循环;

如果两个变量泵工作都正常,则进入工作模式6:根据温升等级进行流量调节。

一种智能变流器冷却系统及智能冷却控制方法

技术领域

[0001] 本发明主要涉及到轨道交通设备领域,特指一种可适用于动车等轨道交通车辆的智能变流器冷却系统及智能冷却控制方法。

背景技术

[0002] 牵引变流器作为列车电气牵引系统的核心部件,在列车运行过程中实现牵引变压器和牵引电机之间能量转换和传递。由于变流器包含大量的功率器件,在能量转换和传递过程中,功率器件会产生大量的热量,这些热量都需要通过冷却系统进行散热,因此一套高效冷却系统是变流器正常工作的前提保证。

[0003] 目前,动车变流器冷却系统采用水循环或者风循环进行冷却,只有运行和停止两种工作状态,散热功率恒定,不能根据实际散热状况进行动态调节。而且,动车变流器冷却系统工作时只能处于固定模式,无法根据变流器的实际工作环境和运行状态进行冷却效果的调节,散热功率不可变。夏季时,环境温度高,散热条件差,需要冷却系统带走更多热量;冬季时,气候寒冷,雨雪天气多,自然散热效果好,需要冷却系统耗散的热量少。列车运行的地域不同,散热条件也不同,一般而言,在我国南方地区运行,要求冷却系统耗散的功率高,北方要求耗散的功率低。冷却系统是按照最大散热效果设计的,还有一定的裕量,实际工作时就满负荷运转,这样既浪费了大量的能量,又降低了冷却系统的使用寿命,同时也带来了一定噪声污染。

[0004] 有从业者提出一种改进方案:“一种CRH380BL牵引变流器冷却系统”,它是采用水冷系统吸收变流器内功率器件发出的热量,再通过热交换器强迫风冷,实现变流器同外部空气换热。但是,它采用的是开环控制,不能调节冷却效果。

[0005] 目前动车变流器冷却系统只能以额定的冷却功率工作,不能根据实际工作情况调节冷却效果。具有不经济、冷却效率低的特点。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题就在于:针对现有技术存在的技术问题,本发明提供一种原理简单、冷却效果、节能效果好的智能变流器冷却系统及智能冷却控制方法。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案:

[0008] 一种智能变流器冷却系统,包括控制组件、传感器组件、第一冷却回路、第二冷却回路和中部控制阀组,所述第一冷却回路包括流经第一逆变器和第一整流器并通过管路形成回路的第一变量泵、第一冷却管、第一冷却介质箱、第一电磁阀、第一热交换器,所述第二冷却回路包括流经第二逆变器和第二整流器并通过管路形成回路的第二变量泵、第二冷却管、第二冷却介质箱、第二电磁阀、第二热交换器,所述第一冷却回路和第二冷却回路均流经中部控制阀组;所述传感器组件用来实时监测流经逆变器、整流器处的水温、水压和流量,并将监测信号输入至控制组件;所述控制组件通过传感器组件的监测信号控制中部控制阀组,以完成第一冷却回路和/或第二冷却回路工作状态的切换。

[0009] 作为本发明系统的进一步改进:所述第一热交换器和第二热交换器处设置有冷却风扇,所述控制组件用来发出风扇控制信号以控制冷却风扇的转速和风量。

[0010] 作为本发明系统的进一步改进:所述中部控制阀组为第三电磁阀,所述第三电磁阀为三通阀,所述第一电磁阀和第二电磁阀均为双通阀。

[0011] 本发明进一步提供一种基于上述智能变流器冷却系统的智能冷却控制方法,其步骤:

[0012] S1:输入状态监测信号;

[0013] S2:将状态监测信号与期望的冷却系统运行状态进行比较判断,根据实际运行状态不同,决定不同的输出控制手段,进入不同的工作模式;

[0014] S3:输出不同的控制信号,并且反馈系统的工作状态。

[0015] 作为本发明方法的进一步改进:所述步骤S1包括:

[0016] S101:控制组件读取传感器组件传输过来的温度、压力和流量信息;

[0017] S102:分别计算第一整流器、第二整流器、第一逆变器、第二逆变器的出水口温度与环境温度的差值,得到相应功率模块的温升值;

[0018] S103:取其中的较大值分别为1路温升 ΔT_1 和2路温升 ΔT_2 。

[0019] 作为本发明方法的进一步改进:所述步骤S2中,将两路温升值分别与预设的最大温升 ΔT_{max} 进行比较:

[0020] 如果超过了安全的温升,则进入工作模式1:采取保护措施,封锁模块脉冲,变流器停止运行,并报出模块超温故障;

[0021] 如果水泵的出水口温度显著高于环境温度,则认为风机或者热交换器异常,则进入工作模式2:采取保护措施,报风机异常;

[0022] 若温升正常,通过比较第一变量泵、第二变量泵设定的输出流量与检测到的流量,如果某路泵输出的流量远远小于设定的流量值,则认为该路泵异常;如果没有水泵正常工作,进入模式3:采取保护措施,报冷却水泵故障;

[0023] 判定第二变量泵是否异常,如异常,则进入模式4:利用第一变量泵同时向两条冷却回路输出冷却介质,最后从两条回路返回的冷却介质经散热器内强制散热,回流到第一变量泵,进行下一回合的循环冷却;

[0024] 如果第一变量泵异常则进入工作模式5:由正常的第二变量泵向冷却系统提供动力,驱动冷却介质循环;

[0025] 如果两个变量泵工作都正常,则进入工作模式6:根据温升等级进行流量调节。

[0026] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0027] 1、本发明的智能变流器冷却系统及智能冷却控制方法,通过检测变流器工作环境和运行状态,实时调水冷介质和风机的流量,实现调节冷却效果的目的;同时采用两台变量泵,两路冷却回路之间可以互相切换,提高了系统的可靠性。本发明的智能冷却系统具有多种工况,来适应不同的工作环境和实际运行状态,即降低了能耗,提高了系统的冷却效率,延长了系统工作的寿命和可靠性,也降低了智能冷却系统对外噪声污染。

[0028] 2、本发明的智能变流器冷却系统及智能冷却控制方法,能够根据不同工况智能调节运行状态,在散热条件好的时候,以较低换热功率运行;在散热条件差的时候以最大换热率运行。采用冗余设计方案,大大提高了冷却系统的可靠性;相对于传统的冷却方案,本发

明的智能冷却系统两组冷却回路可以独立控制,也可以两组冷却回路之间互相切换。

[0029] 3、本发明的智能变流器冷却系统及智能冷却控制方法,采用闭环控制方法,可以自动调节输出冷却介质流量,实现冷却效果的精确控制。本发明具有节能、冷却效率高、经济环保等优点;采用冗余设计方法,提高了系统的可靠性及使用寿命。

附图说明

[0030] 图1是本发明的冷却系统在具体应用实例中的结构原理示意图。

[0031] 图2是本发明的冷却系统在具体应用实例中控制组件的传感信号输入与控制信号输出的原理示意图。

[0032] 图3是本发明的冷却系统在具体应用实例中控制组件的控制原理示意图。

[0033] 图4是本发明的冷却控制方法在具体应用实例中的逻辑示意图。

具体实施方式

[0034] 以下将结合说明书附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明。

[0035] 本发明的智能变流器冷却系统,包括控制组件、传感器组件、第一冷却回路、第二冷却回路和中部控制阀组,所述第一冷却回路包括流经第一逆变器和第一整流器并通过管路形成回路的第一变量泵、第一冷却管、第一冷却介质箱(膨胀箱)、第一电磁阀、第一热交换器,所述第二冷却回路包括流经第二逆变器和第二整流器并通过管路形成回路的第二变量泵、第二冷却管、第二冷却介质箱(膨胀箱)、第二电磁阀、第二热交换器,所述第一冷却回路和第二冷却回路均流经中部控制阀组。所述传感器组件用来实时监测流经逆变器、整流器处的水温、水压和流量,并将监测信号输入至控制组件。所述控制组件通过传感器组件的监测信号控制中部控制阀组,以完成第一冷却回路和/或第二冷却回路工作状态的切换。即,本发明能够检测环境温度和变流器实际工作状态,自动调节输出冷却介质的流量,冷却条件差、温升高时,输出冷却介质流量大;冷却条件好、温升高时,输出冷却介质流量小。采用双变量泵连接两个二位三通电磁阀的冗余设计方案,在其中一个泵故障时,转换相应的电磁阀的工位,可以用正常的泵向两个冷却回路提供冷却介质,保证系统正常运行。控制组件可以根据两重模块实际工作温升不同,对两个变量泵的输出流量进行独立调节,输出不同的流量,从而实现两个冷却回路工作在相同温升水平。

[0036] 在具体应用时,第一热交换器和第二热交换器处设置有冷却风扇,控制组件用来发出风扇控制信号以控制冷却风扇的转速和风量。

[0037] 在具体应用时,中部控制阀组为第三电磁阀,第一电磁阀和第二电磁阀均为双通阀,第三电磁阀为三通阀。

[0038] 如图2所示,为具体应用时,控制组件的传感信号输入与控制信号输出的原理示意图。如图3所示,为具体应用时,控制组件的控制原理示意图。传感器组件将检测到的温度、压力和流量信息输入控制组件;控制组件通过逻辑运算,与控制目的进行比较判断,输出控制信号,以控制上述各电磁阀进行换位、风扇的转速和变量泵的流量,最终实现冷却系统可靠、稳定、安全运行的目的。

[0039] 在正常工作状态下,冷却介质(冷媒)经第一变量泵加压,通过第一电磁阀,对第一整流器和第一逆变器(第一重变流器)进行冷却。在吸收热量之后,进入第一热交换器,通过

冷却风扇进行强制风冷,温度降低。再流经第三电磁阀的中位,回流到第一变量泵的入水口,进入下一个冷却循环。同理,在另一回路中,冷却介质(冷媒)通过第二变量泵对第二逆变器和第二整流器(第二重变流器)进行冷却。

[0040] 当控制组件检测到第二变量泵的流量异常时,会驱动第二电磁阀换位,同时第三电磁阀换位,工作在左工位,此时第一变量泵会同时向两个回路提供冷却液,对两重变流器进行冷却,冷却介质由两路热交换器,通过第三电磁阀的左工位汇聚,最后都回流到第一变量泵,由第一变量泵提供动力,进行下一轮循环。在第一变量泵出现异常时,第一电磁阀进行换位,第三电磁阀工作在右工位,第二变量泵也能同时对两个回路提供冷却液,保证冷却系统可靠运行。

[0041] 在具体应用实例中,各路监测信号的定义如下表1所示,而在不同工作模式下电磁阀的状态如表2所示。

[0042] 表1 各路监测信号定义

[0043]

信号	定义	信号	定义
信号1	第一变量泵输出流量	信号9	第二整流器入口水温
信号2	第一变量泵出口水压	信号10	第二整流器出口水温
信号3	第一变量泵出口水温	信号11	第一逆变器入口水温
信号4	第二变量泵输出流量	信号12	第一逆变器出口水温
信号5	第二变量泵出口水压	信号13	第二逆变器入口水温
信号6	第二变量泵出口水温	信号14	第二逆变器出口水温
信号7	第一整流器入口水温	信号15	变流器内部温度
信号8	第一整流器出口水温	信号16	环境温度

[0044] 表2 不同工作模式下电磁阀工作状态

[0045]

工作模式	第一电磁阀状态	第二电磁阀状态	第三电磁阀状态
正常	0	0	00
仅第一变量泵工作	0	1	10
仅第二变量泵工作	1	0	01

[0046] 其中,“1”表示双通电磁阀动作,“0”表示双通阀不动作;“10”表示三通电磁阀工作在左位,“01”表示三通阀工作在右位,“00”表示三通阀工作中位。

[0047] 如图4所示,为在具体应用实例中控制组件中的控制逻辑示意图。对于控制组件而言,其控制步骤大体可以分为三步,即:输入、逻辑运算和输出。具体步骤为:

[0048] S1:输入状态监测信号;

[0049] S2:将这些与期望的冷却系统运行状态进行比较判断,根据实际运行状态不同,决定不同的输出控制手段,进入不同的工作模式;

[0050] S3:输出不同的控制信号,并且反馈系统的工作状态。

[0051] 也就是说,在本发明的智能冷却系统工作开始后,控制组件会先读取传感器组件传输过来的温度、压力和流量信息;然后分别计算第一整流器、第二整流器、第一逆变器、第二逆变器的出水口温度与环境温度的差值,得到相应功率模块的温升值;取其中的较大值

分别为1路温升 ΔT_1 和2路温升 ΔT_2 ；将两路温升值分别与预设的最大温升 ΔT_{max} 进行比较，如果超过了安全的温升，则进入工作模式1：采取保护措施，封锁模块脉冲，变流器停止运行，并报出模块超温故障。

[0052] 如果水泵的出水口温度显著高于环境温度，则认为风机或者热交换器异常，则进入工作模式2：采取保护措施，报风机异常。

[0053] 若温升正常，通过比较第一变量泵、第二变量泵设定的输出流量与检测到的流量，如果某路泵输出的流量远远小于设定的流量值，则认为该路泵异常。如果没有水泵正常工作，进入模式3：采取保护措施，报冷却水泵故障。

[0054] 若有水泵能够正常工作，则依据当前的模块温升情况，确定冷却输出状态。将允许的温升范围划分为若干个区间。

[0055] 在具体应用实例中，以10个区间为例，但不局限于10个区间，只要能够满足实际控制需要即可。在本实例中，区间节点分别为 $\Delta T_i = i \Delta T_{max} / 10$, $i=0, 1, 2, \dots, 10$ ，相应的，把变量泵的输出流量也划分为10级。据不同的温升情况，输出不同的冷却介质流量，对冷却系统输出冷却功率起到调节作用。

[0056] 如果温升处于某个区间 $\Delta T_i > \Delta T > \Delta T_{i-1}$ ($10 \geq i > 1$)，则调节变量泵输出流量至与之适应的流量等级 Q_i 。两路冷却系统可以分别进行独立调节。

[0057] 冷却风机的风量调节控制方法和水泵的控制原理类似。冷却风扇的输出流量通过变频控制调整风机转速获取，同样将其输出流量分为若干档，需要冷却功率大的时候，工作在较高档位，输出的风量大；需要的冷却功率小的时候，工作在较低档位，输出风量小。模块温升等级计算方法 $N_1 = [10 \text{等级}_1 / \Delta T_{max}]$ ， $N_2 = [10 \text{等级}_2 / \Delta T_{max}]$ ， $N = \max(N_1, N_2)$ ， $[a]$ 表示对 a 取整数。

[0058] 进一步，判定第二变量泵是否异常，如异常，则进入模式4：利用第一变量泵同时向两条冷却回路输出冷却介质，最后从两条回路返回的冷却介质经散热器内强制散热，回流到第一变量泵，进行下一回合的循环冷却；风机的冷却风量需要调节至 $q_{N1} + q_{N2}$ ，通过风机变频调速调节转速来实现风量的控制。

[0059] 类似的，如果第一变量泵异常则进入工作模式5：由正常的第二变量泵向冷却系统提供动力，驱动冷却介质循环。在单泵工作模式下，正常泵输出冷却介质的流量为两个泵都工作时两个回路流量的总和，变流器可以继续运行，在检修过程中，检修人员应该及时排除故障。如果两个变量泵工作都正常，则进入工作模式6：根据温升等级进行流量调节。这样就能实现变流器依据实际的工作环境和运行状态，自动调节输出冷却功率，控制冷却效果。第一变量泵输出流量 Q_{N1} ，第二变量泵输出流量 Q_{N2} ，风机输出风量为 $q_{N1} + q_{N2}$ 。因为在两路变量泵都正常工作时，两个冷却回路都可以根据实际的温升情况进行独立的输出流量调节，客观上能够实现两个冷却回路工作在相同温升水平。

[0060] 以上仅是本发明的优选实施方式，本发明的保护范围并不仅局限于上述实施例，凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰，应视为本发明的保护范围。

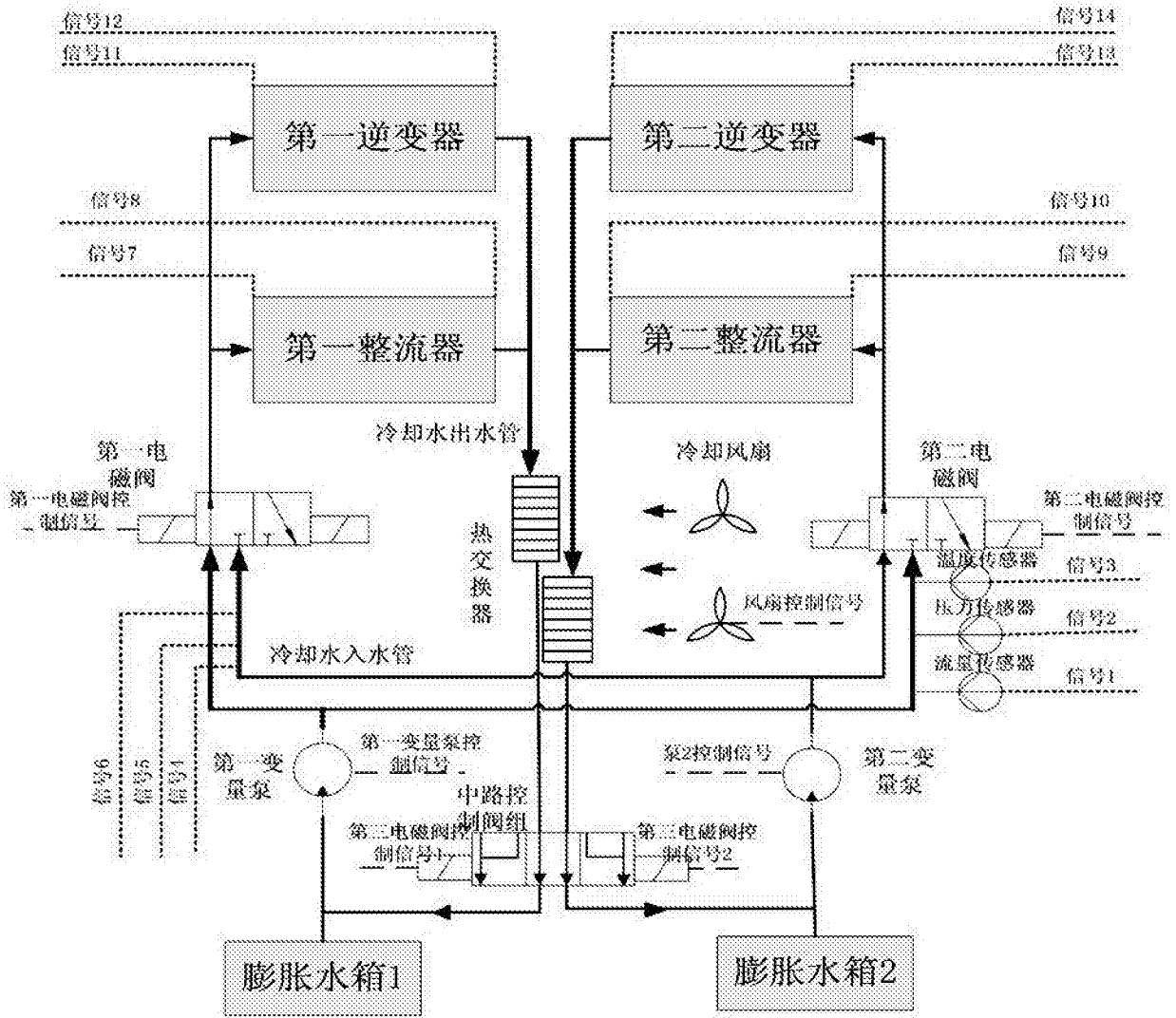


图1



图2

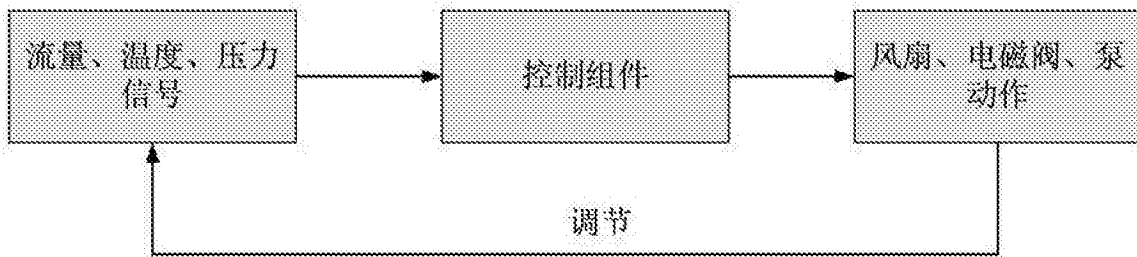


图3

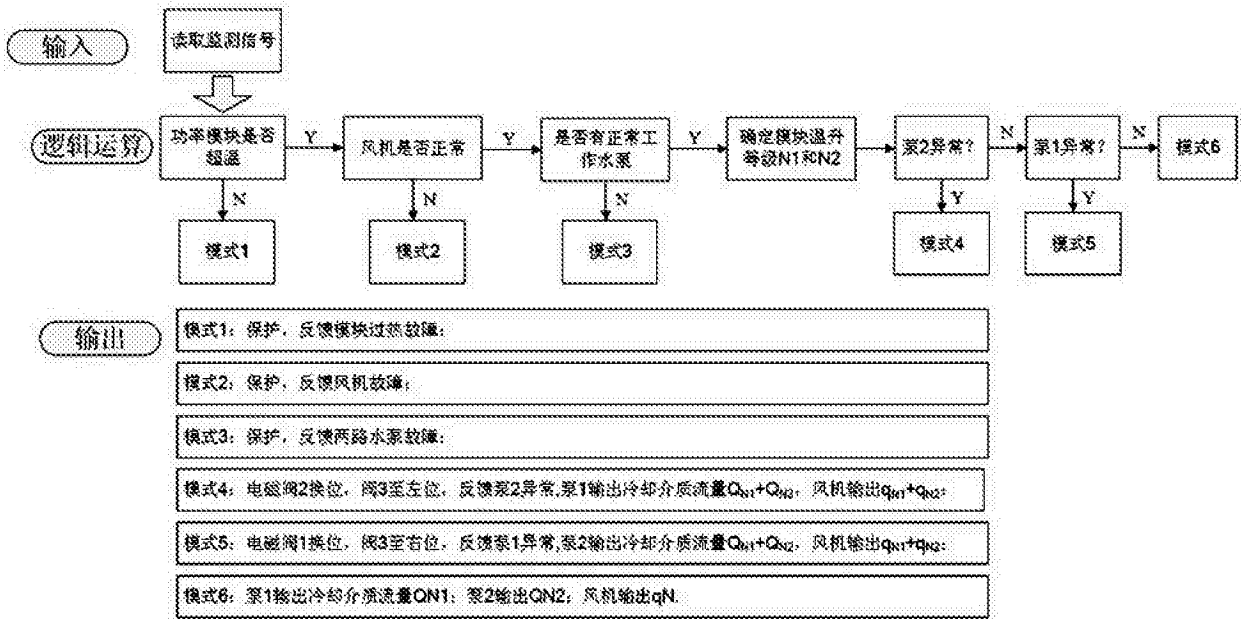


图4