



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112366016 A

(43) 申请公布日 2021.02.12

(21) 申请号 202011276834.7

(22) 申请日 2020.11.16

(71) 申请人 苏州热工研究院有限公司

地址 215008 江苏省苏州市西环路1688号

申请人 中国广核集团有限公司

中国广核电力股份有限公司

(72) 发明人 杨武 陈汉斌 熊颖峰 黄超

袁亮

(74) 专利代理机构 深圳市瑞方达知识产权事务

所(普通合伙) 44314

代理人 张秋红

(51) Int. Cl.

G21D 1/02 (2006.01)

H02K 49/10 (2006.01)

H02K 7/10 (2006.01)

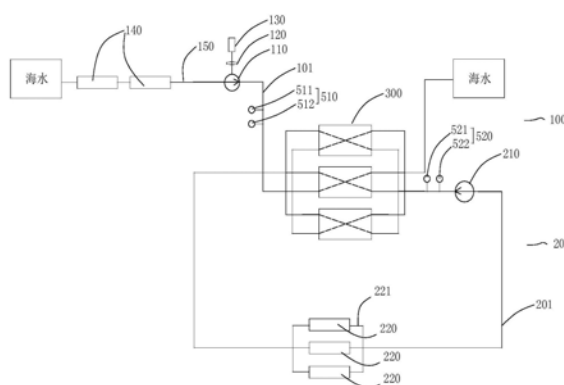
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

核电厂冷却水系统

(57) 摘要

本发明公开了一种核电厂冷却水系统,包括用于冷却水回路、辅助冷却水回路、多组换热器、用于控制冷却水回路和辅助冷却水回路以及换热器工作的控制装置;辅助冷却水回路包括连接海水冷源的第一管路,有输送海水冷源的第一循环泵,所述第一循环泵通过柔性连接调速组件连接电机;所述柔性连接调速组件对第一循环泵进行无级调速;所述冷却水回路包括第二管路,所述第二管路上连接至少一个待冷却设备,所述第二管路上设有用于将冷却水输送给待冷却设备的第二循环泵;所述第一管路与第二管路通过多组热交换器进行换热。本发明提供一种可以对海水冷源流量进行调节、使得在不同的环境海水温度下,设备进行冷却的冷却水回路的温度稳定在需要定值的核电厂冷却水系统,节省管道上一系列调整管件,且该系统设备运转稳定。



1. 一种核电厂冷却水系统,其特征在于,包括用于对设备进行冷却的冷却水回路、用于提供海水冷源的辅助冷却水回路、用于将辅助冷却水回路与冷却水回路进行热交换的多组换热器、用于控制冷却水回路和辅助冷却水回路以及设备冷却回路反馈至辅助冷却回路的控制装置;

其中,所述辅助冷却水回路包括连接海水冷源的第一管路,所述第一管路上设有输送海水冷源的第一循环泵,所述第一循环泵通过柔性连接调速组件连接电机;所述柔性连接调速组件对第一循环泵进行无级调速;

所述冷却水回路包括第二管路,所述第二管路上连接多个待冷却设备,所述第二管路上设有用于将冷却水输送给待冷却设备的第二循环泵;

所述第一管路与第二管路各自与多组换热器形成热交换通路。

2. 根据权利要求1所述的核电厂冷却水系统,其特征在于,所述柔性连接调速组件包括实现与电机柔性连接并调速的永磁调速器,所述永磁调速器的输入端与电机连接、输出端与第一循环泵连接。

3. 根据权利要求2所述的核电厂冷却水系统,其特征在于,所述永磁调速器包括永磁转子、导体转子,所述永磁转子与导体转子之间气隙连接。

4. 根据权利要求2所述的核电厂冷却水系统,其特征在于,所述控制装置包括主控制器、永磁调速控制机构、冷却水回路检测机构、辅助冷却水回路检测机构;所述冷却水回路检测机构、辅助冷却水回路检测机构将检测信息传输给主控制器,主控制器控制永磁调速控制机构对永磁调速器进行调速。

5. 根据权利要求4所述的核电厂冷却水系统,其特征在于,所述永磁调速控制机构包括用于调节永磁调速器气隙的气隙调节件,主控制器收到冷却水回路检测机构检测的检测信息后,控制气隙调节件调节气隙。

6. 根据权利要求4所述的核电厂冷却水系统,其特征在于,所述冷却水回路检测机构包括设置在第二管路上的第二温度传感器、第二流量传感器,所述第二温度传感器、第二流量传感器与主控制器通讯连接。

7. 根据权利要求4所述的核电厂冷却水系统,其特征在于,所述辅助冷却水回路检测机构包括设置在第一管路上的第一温度传感器、第一流量传感器,所述第一温度传感器、第一流量传感器与主控制器通讯连接。

8. 根据权利要求4所述的核电厂冷却水系统,其特征在于,所述冷却水回路检测机构包括设置在待冷却设备前或后的第三温度传感器、第三流量传感器,所述第二温度传感器、第二流量传感器与主控制器通讯连接。

9. 根据权利要求1所述的核电厂冷却水系统,其特征在于,所述第一循环泵前的第一管路连接海水预处理管路,所述海水预处理管路连接海水清洁过滤机构。

10. 根据权利要求1所述的核电厂冷却水系统,其特征在于,所述第二管路上设有用于控制第二管路总流量的流量总控阀;

或/和第二管路还连接有第二管路回流管,所述第二管路回流管与所述待冷却设备并联在第二管路中,所述第二管路回流管设有流量控制阀。

核电厂冷却水系统

技术领域

[0001] 本发明涉及核电技术领域,涉及一种冷却水系统,尤其涉及一种核电厂冷却水系统。

背景技术

[0002] 核电厂冷却水系统是用于对核电设备进行冷却的设备,为了节省能源,就地取材,采用的冷源为海水,但是由于四季变换,海水温度也有较大变化,特别是冬季,冬季热交换器海水侧 (SEN侧) 的冷量较大,将导致热侧 (SRI侧) 的温度低,但是由于SRI下游设备所需冷却负荷在夏季、冬季大致相同,下游设备的温度需要控制在一定范围内,较低的温度无法满足下游设备正常的需求。

[0003] 现有的处理方案是:在冬季实际仅投用一台换热器,其余的换热器中,海水和内冷水错列运行,减少热交换量;同时与待冷却设备并联设有回流管路,通过开启回流管路上的总调节阀,减少下游设备的流量。另外,在待冷却设备前后都需要设有流量控制阀。这种方案的缺陷是:1、增加系统能耗;2、增加电厂运行、维修人员的操作负担。

[0004] 另外,现有技术中,SEN泵与电机通过联轴器刚性连接,刚性连接会出现泵轴没有对中等问题导致的泵振动高,且造成设备易损坏,影响电厂正常运行、增加维修负担。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的缺陷,提供一种减少系统总设备量、可以对海水冷源流量进行调节、不同的环境海水温度下,SRI侧的温度稳定在需要定值的核电厂冷却水系统,且该系统设备运转稳定。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0007] 一种核电厂冷却水系统,包括用于对设备进行冷却的冷却水回路、用于提供海水冷源的辅助冷却水回路、用于将辅助冷却水回路与冷却水回路进行热交换的多组换热器、用于控制冷却水回路和辅助冷却水回路以及换热器工作的控制装置;

[0008] 其中,所述辅助冷却水回路包括连接海水冷源的第一管路,所述第一管路上设有输送海水冷源的第一循环泵,所述第一循环泵通过柔性连接调速组件连接电机;所述柔性连接调速组件对第一循环泵进行无级调速;

[0009] 所述冷却水回路包括第二管路,所述第二管路上连接多个待冷却设备,所述第二管路上设有用于将冷却水输送给待冷却设备的第二循环泵;

[0010] 所述第一管路与第二管路各自与多组换热器形成热交换通路。

[0011] 进一步地,所述的核电厂冷却水系统中,优选所述柔性连接调速组件包括实现与电机柔性连接并调速的永磁调速器,所述永磁调速器的输入端与电机连接、输出端与第一循环泵连接。

[0012] 进一步地,所述的核电厂冷却水系统中,优选所述永磁连接器包括永磁转子、导体转子,所述永磁转子与导体转子之间气隙连接。

[0013] 进一步地,所述的核电厂冷却水系统中,优选所述控制装置包括主控制器、永磁调速控制机构、冷却水回路检测机构、辅助冷却水回路检测机构;所述冷却水回路检测机构、辅助冷却水回路检测机构将检测信息传输给主控制器,主控制器控制永磁调速控制机构对永磁调速器进行调速。

[0014] 进一步地,所述的核电厂冷却水系统中,优选所述永磁调速控制机构包括用于调节永磁调速器气隙的气隙调节件,主控制器收到冷却水回路检测机构、辅助冷却水回路检测机构的检测信息后,控制气隙调节件调节气隙。

[0015] 进一步地,所述的核电厂冷却水系统中,优选所述冷却水回路检测机构包括设置在第二管路上的第二温度传感器、第二流量传感器,所述第二温度传感器、第二流量传感器与主控制器通讯连接。

[0016] 进一步地,所述的核电厂冷却水系统中,优选所述辅助冷却水回路检测机构包括设置在第一管路上的第一温度传感器、第一流量传感器,所述第一温度传感器、第一流量传感器与主控制器通讯连接。

[0017] 进一步地,所述的核电厂冷却水系统中,优选所述冷却水回路检测机构包括设置在待冷却设备前或后的第三温度传感器、第三流量传感器,所述第二温度传感器、第二流量传感器与主控制器通讯连接。

[0018] 进一步地,所述的核电厂冷却水系统中,优选所述第一循环泵前的第一管路连接海水预处理管路,所述海水预处理管路连接海水清洁过滤机构,经过热交换后通过地下涵道流入大海。

[0019] 进一步地,所述的核电厂冷却水系统中,优选所述第二管路上设有用于控制流量的流量总控阀;或/和第二管路还连接有第二管路回流管,所述第二管路回流管与所述待冷却设备并联在第二管路中,所述第二管路回流管设有流量控制阀。

[0020] 本发明通过控制装置检测并控制辅助冷却水回路的柔性连接调速组件,来调节SEN侧辅助冷却水回路的第一循环泵的转速,从而调节辅助冷却水回路海水冷源的流量,使得进入换热器水量根据设备所需冷量相当,这样就保证了冷却水循环系统的温度基本稳定,从而使SRI下游冷却水回路的冷却水流量在夏季和冬季都保持近似稳定,减少对换热器和冷却水回路的流量调节,也减少SRI下游冷却水回路的控制设备,相应减少设备维修。

[0021] 另外,由于采用柔性连接调速组件,一方面无级调速可以对辅助冷却水回路的流量进行较为精准的调节,保持冷却水回路热量交换稳定,使得系统能在最优化的速度运行,增加能源效率,减少运行成本,节电率达到25-60%。另一方面柔性连接可以避免现有刚性连接时,泵轴没有对中等问题导致的泵振动高的问题,并且可以容忍较大的安装对中误差,大大简化安装调试过程,维护工作量小,维护费用很低。同时柔性连接调速组件还具有过载保护功能,通过了电机驱动的可靠性,消除了系统因过载而导致的问题。

附图说明

[0022] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0023] 图1是本发明实施例的管路结构示意图;

[0024] 图2是本发明实施例永磁调速器的结构示意图;

[0025] 图3是本发明实施例管路另一种实施方式结构示意图;

[0026] 图4是本发明实施例控制装置关系框图。

具体实施方式

[0027] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图详细说明本发明的具体实施方式。

[0028] 如图1-4所示,一种核电厂冷却水系统,包括用于对设备进行冷却的冷却水回路200、用于提供海水冷源的辅助冷却水回路100、用于将辅助冷却水回路100与冷却水回路200进行热交换的多组换热器300、用于控制冷却水回路200和辅助冷却水回路100以及换热器300工作的控制装置500;其中,所述辅助冷却水回路100包括连接海水冷源的第一管路101,所述第一管路101上设有输送海水冷源的第一循环泵110,所述第一循环泵110通过柔性连接调速组件120连接电机130;所述柔性连接调速组件120对第一循环泵110进行无级调速;所述冷却水回路200包括第二管路201,所述第二管路201上连接多个待冷却设备220,所述第二管路201上设有用于将冷却水输送给待冷却设备220的第二循环泵210;所述第一管路101与第二管路201各自与多组换热器300形成热交换通路。

[0029] 本发明包括四大部分,第一部分是SEN侧(热交换器海水侧)的辅助冷却水回路100,该回路是用于给系统供冷,利用海水的丰富资源,提供冷源。辅助冷却水回路100是通过提取低温的海水进入辅助冷却水回路100,通过第一循环泵110将海水输送并循环至换热器300,被热交换后的热海水再输入回到海中,完成循环过程。第二部分是热侧(SRI侧)的冷却水回路200,该回路是待冷却设备220的热量带到换热器300与辅助冷却水回路100中的低温海水通过换热器300换热后输送至待冷却设备220进行冷却降温。第三部分就是多组换热器300,用于将辅助冷却水回路100和冷却水回路200进行热量交换。第四部分是控制装置500,该部分是对上述三部分进行控制的,使得系统实现自动化、并且低能耗、高效率运转。

[0030] 其中,辅助冷却水回路100的前端是海水预处理管路150,即所述第一循环泵110前的第一管路101连接海水预处理管路150,海水中存在很多杂质,特别是砂粒、藻类等,进入回路后会影晌设备正常运行,因此,需要海水预处理管路对其进行清洁预处理,所述海水预处理管路连接海水清洁过滤机构140。清洁过滤机构140可以包括:沉淀池、粗过滤网、孔板、过滤器等,通过多级过滤将海生物等杂质拦截在冷却系统外。

[0031] 辅助冷却水回路100中海水运行是通过第一循环泵110实现的,由于第一循环泵110通过柔性连接调速组件120连接电机130,电机130传动是通过柔性连接调速组件120实现,柔性连接调速组件120可以对第一循环泵110进行无级调速,这样根据不同环境温度以及海水温度,并且根据控制装置500检测辅助冷却水回路100和冷却水回路200的流量和温度,再控制装置500控制柔性连接调速组件120动作,实现精确调整。因此,整个系统的流量调整都可以通过柔性连接调速组件120实现,不用在冷却水回路200再设置短路回流管线和流量控制设备,整体上减少设备数量,特别是容易出现故障的调节阀门,减少了维修,可保持系统长期稳定运行。

[0032] 所述柔性连接调速组件120实现两个功能,一是对电机130输出的定速转动调整为不同条件下的速度,实现精准提取不同温度下海水量,实现精准换热。二是采用柔性连接,可以避免现有刚性连接时,泵轴没有对中等问题导致的泵振动高的问题,减少设备维修负担。

[0033] 柔性连接调速组件120实现上述功能的结构有多种:其中无级调速可以采用:永磁技术、变频技术,柔性连接可以采用:皮带连接、液力耦合器连接、永磁技术。

[0034] 本实施例优选柔性连接调速组件120包括实现与电机130柔性连接并调速的永磁调速器121,所述永磁调速器121的输入轴1214与电机130连接、输出轴1215与第一循环泵110连接。电机130输出定速转动给永磁调速器121,经永磁调速器121调节后输出与热交换量配合的转速,从而实现第一循环泵110泵出量的调整。

[0035] 如图2所示,所述永磁连接器121包括永磁转子1211、导体转子1212,所述永磁转子1211与导体转子1212之间气隙1213连接。这样就将现有技术中硬连接转成柔性的磁连接,通过调整永磁转子1211和导体转子1212之间的气隙1213可以实现输出轴1215的输出转矩的变化,从而实现第一循环泵110转速的变化。并且永磁连接器121传输动力和控制速度的能力不受电机轴(永磁调速器的输入轴1214)和负载轴(永磁调速器的输出轴1215)之间由于安装未对准原因而产生的小角度或小偏移的影响。避免了未对准而产生的震动问题,另外没有机械的硬连接,电机130本身的震动也不会引起第一循环泵110震动,使整个系统的转动问题得到有效降低。

[0036] 第一循环泵110设置在第一管路101前部,第一循环泵110可以为适用本发明所有泵的类型,优选立式离心泵。

[0037] 冷却水回路200包括第二管路201,所述第二管路201上连接至少一个待冷却设备220,多个待冷却设备220通过支管221并联在第二管路201中,使得每个待冷却设备220都能形成独立的循环管路。所述第二管路201上设有用于将冷却水输送给待冷却设备220的第二循环泵210;第二循环泵210的选择与第一循环泵110相同,在此不再赘述。

[0038] 如图3所示,为了更加精确控制进入待冷却设备冷却水的流量,在所述第二管路201上设有用于控制流量的流量总控阀240;并且还可以在第二管路210上连接有第二管路回流管230,所述第二管路回流管230与所述待冷却设备220并联在第二管路201中,所述第二管路回流管230设有流量控制阀231。设置第二管路回流管230和流量控制阀231是配合永磁调速器121实现精确调速,精确调整流量。

[0039] 换热器300在本发明中可以设置至少一组,根据实际需要确定设定数量以及换热器300的其他参数。在设置两组换热器300时,是将多组换热器300并联在第一管路101和第二管路201中,即第一管路101同时并联多个换热器300,第二管路201也同上述换热器300并联,这种方式可以在每个换热器300形成回路,避免一个换热器300损坏造成整个系统停运的风险,并且有利于调整换热器300使用数量,辅助系统换热调整。

[0040] 本发明另外一个重要部分是控制装置500,控制装置500分别实现对第一管路101和第二管路201的控制。

[0041] 监控过程:因为设备冷却温度不能变化太大,设定辅助冷却回路的温度/流量范围或温度流量/定值;监测冷却回路(二回路)的流体温度和流量;判断温度/流量是否过大或过小,如果温度/流量过大,调大永磁转子与导体转子之间气隙;如果温度/流量过小,调小永磁转子与导体转子之间气隙。

[0042] 如图4所示,所述控制装置500包括主控制器540、永磁调速控制机构530、冷却水回路检测机构520、辅助冷却水回路检测机构510;所述冷却水回路检测机构520、辅助冷却水回路检测机构510将检测信息传输给主控制器540,主控制器540控制永磁调速控制机构530

对永磁调速器121进行调速。所述永磁调速控制机构530包括用于调节永磁调速器气隙1213的气隙调节件531,主控制器540收到冷却水回路检测机构520、辅助冷却水回路检测机构510的检测信息后,控制气隙调节件531调节气隙。

[0043] 具体地,所述冷却水回路检测机构520包括设置在第二管路201上的第二温度传感器521、第二流量传感器522,所述第二温度传感器521、第二流量传感器522与主控制器540通讯连接。第二温度传感器521、第二流量传感器522设置在第二管路201上,优选可设置在第二循环泵210出口处,只要设置在待冷却设备220前即可,冷却设备前后的流量一致,冷却设备后的温度随冷却量的大小而变化。

[0044] 现有技术中,每个待冷却设备220前方或后方的管路上都设置用于控制流入或流出该设备冷却水流量的控制阀、检测该管路流量的流量计、检测该管路温度的温度传感器,在本发明中,上述设备就可以取消了,从而优化管路的设计和运行。

[0045] 所述辅助冷却水回路检测机构510包括设置在第一管路101上的第一温度传感器511、第一流量传感器512,第一温度传感器511、第一流量传感器512可设置在第一循环泵110出口处,或第一管路101其他位置,只要设置在换热器300前即可,所述第一温度传感器511、第一流量传感器512与主控制器540通讯连接。

[0046] 具体实施过程:

[0047] 监控过程:设定辅助冷却回路100的温度/流量范围或温度流量/定值;监测冷却回路200(二回路)的流体温度和流量;判断温度/流量是否过大或过小,如果温度/流量过大,调大永磁转子1211与导体转子1212之间气隙;如果温度/流量过小,调小永磁转子1211与导体转子1212之间气隙。

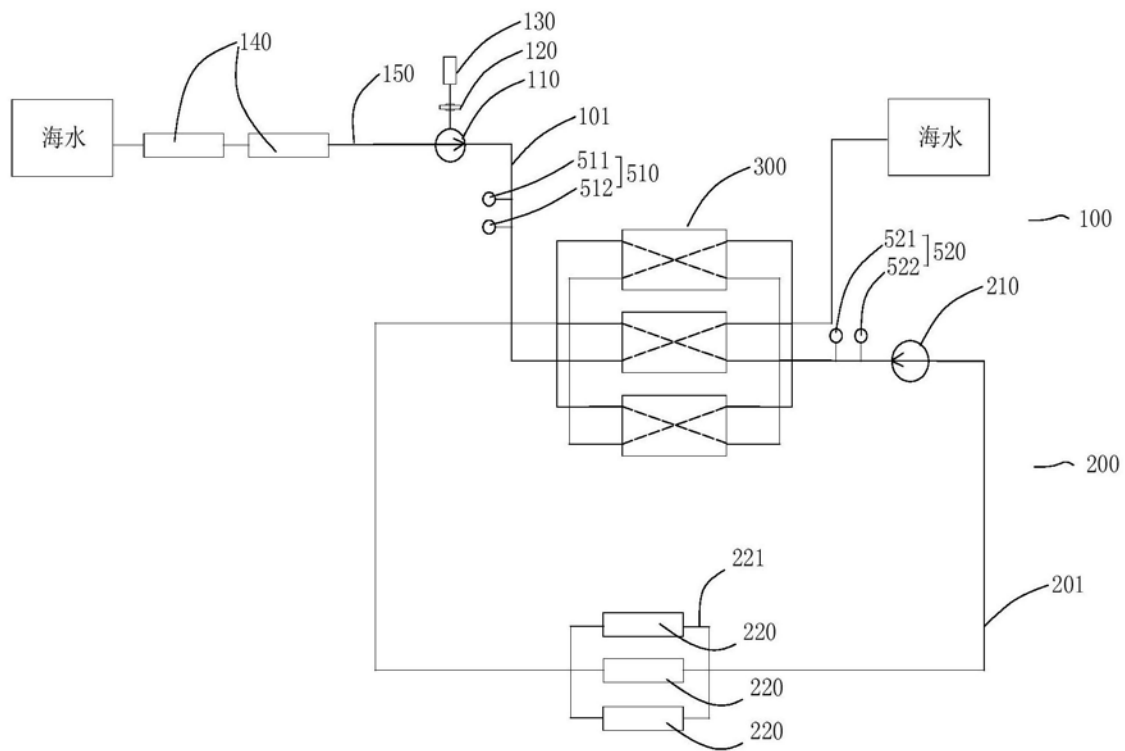


图1

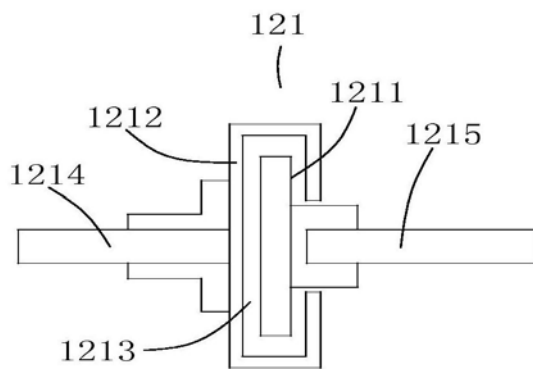


图2

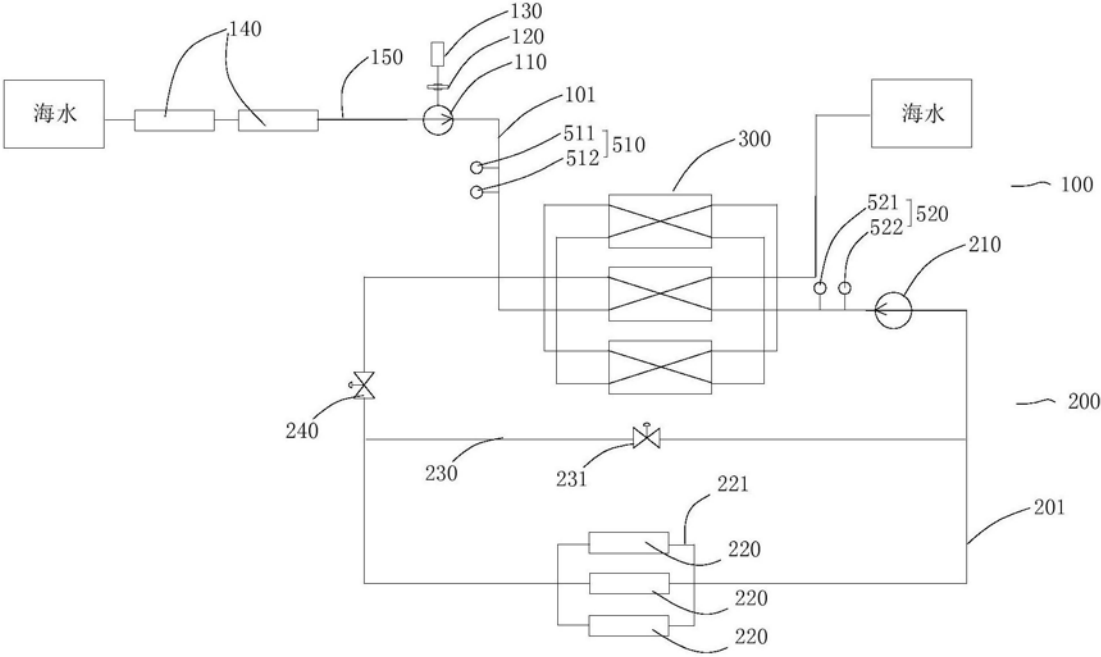


图3

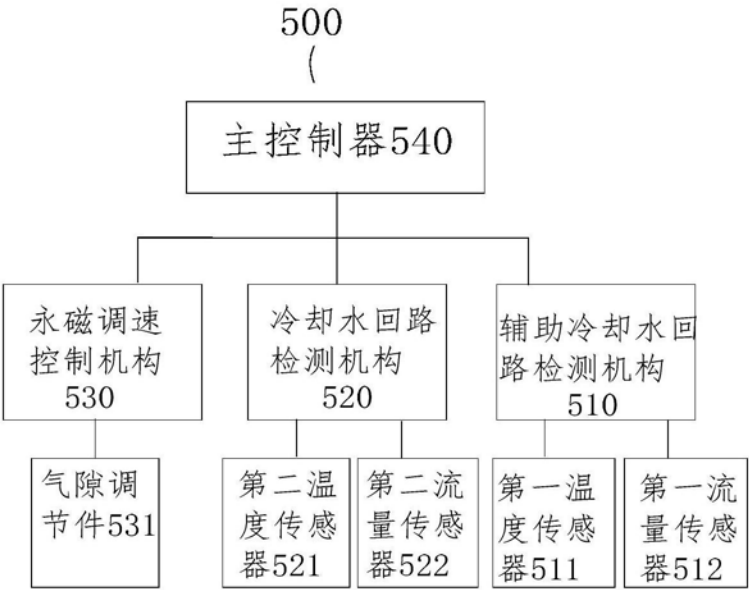


图4