(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 220601671 U
(45)授权公告日 2024.03.15

(21)申请号 202322161847.5
(22)申请日 2023.08.11
(73)专利权人 浙江国祥股份有限公司
地址 312300 浙江省绍兴市杭州湾上虞经济技术开发区康阳大道23号
(72)发明人 章立标 王红燕 倪焕军
(74)专利代理机构 浙江杭州金通专利事务所有限公司 33100
专利代理师 柳培乐 徐关寿
(51)Int.Cl.
F24F 5/00(2006.01)
F24F 11/46(2018.01)
F24F 11/65(2018.01)
F24F 11/70(2018.01)
F25B 41/40(2021.01)
F25B 41/30(2021.01)
F25B 41/20(2021.01)

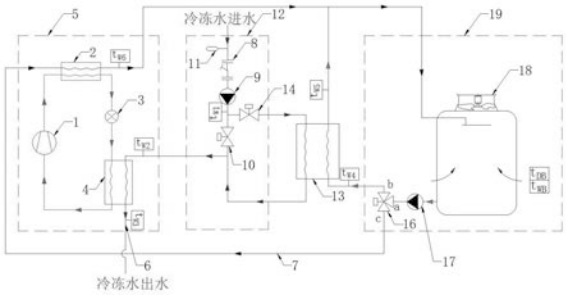
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)实用新型名称

一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组

(57)摘要

本申请涉及空调技术领域,特别涉及一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,包括水冷冷水机模块、冷却排热模块、冷冻水力模块、自然冷却换热器模块,以及对上述模块发出控制指令的集中控制器模块。本申请的水冷一体式冷水机组将上述模块集成于一体,方便安装和维护,而且功能上等同于整体式空调集冷站;其冷凝器和冷却塔、冷却水泵之间的距离短,冷却水系统阻力小,冷却水泵功耗可节省33%左右;冬季时本申请的机组无需启动压缩机,可直接利用室外空气的低温来实现对冷冻水的降温冷却,从而显著提高机组的制冷能效;本申请的水冷一体式冷水机组直接安装在室外,省去了专用空调机房,可进一步降低了建设成本。



CN 220601671 U

1.一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,包括水冷冷水机模块(5)、冷冻水力模块(12)、自然冷却换热器模块(13)、冷却排热模块(19);所述水冷冷水机模块(5)包括依次连接并形成循环回路的压缩机(1)、水冷冷凝器(2)、节流装置(3)及蒸发器(4);其特征在于:所述冷冻水力模块(12)的冷冻水泵(9)的出口通过冷冻水管(6)分别与第一控制阀(10)、第二控制阀(14)的冷冻进水口相连接,第一控制阀(10)的冷冻出水口通过冷冻水管(6)分别与蒸发器(4)的冷冻进水口、自然冷却换热器模块(13)的冷冻出水口相连接,第二控制阀(14)的冷冻出水口通过冷冻水管(6)与自然冷却换热器模块(13)的冷冻进水口相连接;所述冷却排热模块(19)的冷却水泵(17)的进口通过冷却水管(7)与位于冷却塔(18)下部的冷却出水口相连接,第三控制阀(16)控制冷却水泵(17)出口的冷却水流向水冷冷凝器(2)和/或自然冷却换热器模块(13),水冷冷凝器(2)的冷却出水口与自然冷却换热器模块(13)的冷却出水口通过冷却水管(7)接至冷却塔(18)的顶部进水口;冷冻水泵(9)的冷冻出水口、蒸发器(4)的冷冻进水口和冷冻出水口、自然冷却换热器模块(13)的冷却进水口和冷却出水口、水冷冷凝器(2)的冷却出水口、冷却塔(18)进风侧均设有传感器。

2.根据权利要求1所述的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,其特征在于:所述机组还包括对水冷冷水机模块(5)、冷冻水力模块(12)、自然冷却换热器模块(13)、冷却排热模块(19)发出控制指令的集中控制器模块(15)。

3.根据权利要求2所述的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,其特征在于:所述集中控制器模块(15)采集传感器的数据,压缩机(1)、冷冻水泵(9)、冷却水泵(17)、冷却塔(18)的各风机、第一控制阀(10)、第二控制阀(14)、第三控制阀(16)和/或节流装置(3)受集中控制器模块(15)控制。

4.根据权利要求1所述的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,其特征在于:所述冷冻水力模块(12)的冷冻水泵(9)上游还设有冷冻水过滤器(8)。

5.根据权利要求1所述的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,其特征在于:所述冷冻水力模块(12)还包括膨胀罐(11)。

6.根据权利要求1所述的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,其特征在于:所述压缩机(1)选自螺杆压缩机、涡旋压缩机、离心式压缩机。

7.根据权利要求1所述的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,其特征在于:所述节流装置(3)选自热力膨胀阀、电子膨胀阀、电动蝶阀。

8.根据权利要求1所述的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,其特征在于:所述第一控制阀(10)和第二控制阀(14)选自开关类型电动二通阀或比例类型电动二通阀,以实现不同运行模式下冷冻水泵(9)输出的冷冻水直接进入蒸发器(4)或先进入自然冷却换热器模块(13)再进入蒸发器(4)。

9.根据权利要求1所述的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,其特征在于:所述第三控制阀(16)采用电动三通阀或者两个分别通向水冷冷凝器(2)和自然冷却换热器模块(13)的电动二通阀,以对由冷却水泵(17)输送的冷却水在自然冷却换热器模块(13)和水冷冷凝器(2)之间的流量分配比例来进行控制。

10.根据权利要求1所述的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,其特征在于:所述冷却塔(18)选自开式冷却塔、闭式冷却塔。

一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组

技术领域

[0001] 本申请涉及空调技术领域,特别涉及一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组。

背景技术

[0002] 传统的水冷冷水机组必须配置专用的空调机房,由于冷却塔与冷水机组之间距离较远,冷却水管路较长,故冷却水泵的扬程和功耗较高。同时,在实际工程项目中,冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔往往过度配置,导致空调系统能耗较高。

[0003] 由于冷水机组与冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔是从不同设备制造商采购的,缺少集中控制系统。而空调系统99%时间处于部分负荷运行状态,当冷水机组的压缩机卸载或停机时,冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔却往往仍处于满载运行状态,故空调系统的运行效率较低。根据大量空调工程项目实测统计,冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔三者的功率之和仅占整个空调系统装机容量的16%左右,但实际运行能耗却占45%左右,可见冷水机组与冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔之间的集成和联动控制极其重要。

[0004] 数据中心、医药、化工、橡胶、光伏等行业的工艺用水冷冷水机组往往全年都需制冷运行以满足生产工艺参数要求。当室外气温较低时,机组的高压和冷凝温度会随之降低,节流阀前后的压差过小,引起节流阀的流通能力及对蒸发器的供液量大幅下降,最终导致机组的制冷量、制冷能效的严重衰减。同时,当压缩机高低压差过低时,也会引起压缩机供油循环量不够,引起轴承润滑条件的恶化及加载速度过慢,严重影响压缩机运行可靠性。

[0005] 常规水冷机组冬季一般通过减小冷却水流量来提高冷凝器的冷却出水温度,从而使机组冷凝温度保持在30℃以上,以维持节流阀的流通能力及压缩机内部供油所需的最小供油压差,导致机组制冷能效偏低,运行功耗偏高。而此时室外气温可能远低于冷冻水温,若能利用室外空气的低温特性来直接对冷冻水进行降温冷却,毫无疑问,可极大降低机组的运行能耗。

发明内容

[0006] 针对传统水冷空调系统水冷主机的压缩机与冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔的联动性差,冷却水系统阻力大、冷却水泵的功耗高,在室外气温远低于冷冻水温时压缩机仍需运行,机组的运行功耗高,无法利用室外低温空气所蕴含的冷量等技术问题,为此,本申请公开了一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组。

[0007] 本申请提出了一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,包括水冷冷水机模块5、冷冻水力模块12、自然冷却换热器模块13、冷却排热模块19;所述水冷冷水机模块5包括依次连接并形成循环回路的压缩机1、水冷冷凝器2、节流装置3及蒸发器4;所述冷冻水力模块12的冷冻水泵9的出口通过冷冻水管6分别与第一控制阀10、第二控制阀14的冷冻进水口相连接,第一控制阀10的冷冻出水口通过冷冻水管6分别与蒸发器4的冷冻进水口、自然冷却换热器模块13的冷冻出水口相连接,第二控制阀14的冷冻出水口通过冷冻水管6与自然

冷却换热器模块13的冷冻进水口相连接;所述冷却排热模块19的冷却水泵17的进口通过冷却水管7与位于冷却塔18下部的冷却出水口相连接,第三控制阀16控制冷却水泵17出口的冷却水流向水冷冷凝器2和/或自然冷却换热器模块13,水冷冷凝器2的冷却出水口与自然冷却换热器模块13的冷却出水口通过冷却水管7接至冷却塔18的顶部进水口;冷冻水泵9的冷冻出水口、蒸发器4的冷冻进水口和冷冻出水口、自然冷却换热器模块13的冷却进水口和冷却出水口、水冷冷凝器2的冷却出水口、冷却塔18进风侧均设有传感器。

[0008] 特别的,所述机组还包括对水冷冷水机模块5、冷冻水力模块12、自然冷却换热器模块13、冷却排热模块19发出控制指令的集中控制器模块15。

[0009] 特别的,所述集中控制器模块15采集传感器的数据,压缩机1、冷冻水泵9、冷却水泵17、冷却塔18的各风机、第一控制阀10、第二控制阀14、第三控制阀16和/或节流装置3受集中控制器模块15控制。

[0010] 特别的,所述冷冻水力模块12的冷冻水泵9上游还设有冷冻水过滤器8。

[0011] 特别的,所述冷冻水力模块12还包括膨胀罐11。

[0012] 特别的,所述压缩机1选自螺杆压缩机、涡旋压缩机、离心式压缩机。

[0013] 特别的,所述节流装置3选自热力膨胀阀、电子膨胀阀、电动蝶阀。

[0014] 特别的,所述第一控制阀10和第二控制阀14选自开关类型电动二通阀或比例类型电动二通阀,以实现不同运行模式下冷冻水泵9输出的冷冻水直接进入蒸发器4或先进入自然冷却换热器模块13再进入蒸发器4。

[0015] 特别的,所述第三控制阀16采用电动三通阀或者两个分别通向水冷冷凝器2和自然冷却换热器模块13的电动二通阀,以对由冷却水泵17输送的冷却水在自然冷却换热器模块13和水冷冷凝器2之间的流量分配比例来进行控制。

[0016] 特别的,所述冷却塔18选自开式冷却塔、闭式冷却塔。

[0017] 在符合本领域常识的基础上,上述各优选条件可任意组合,即得本申请各优选实例。

[0018] 上述技术方案具有如下优点或有益效果:本申请的水冷一体式冷水机组将水冷冷水机组、冷却塔、冷却水泵、水力模块、集控系统等设备集成于一体,水冷冷水机组的冷凝器和冷却塔、冷却水泵之间的距离很短,冷却水系统阻力很小,冷却水泵的功耗可节省33%左右。本申请的系统集成度高,功能上完全等同于整体式空调集冷站,安装及运行维护方便,且不需要专用空调机房。冬季时,机组可直接利用室外空气的低温特性来实现对冷冻水的降温冷却,无需启动压缩机,可大幅度降低运行能耗,从而显著提高机组的制冷能效。本申请的水冷一体式冷水机组直接安装在室外,省去了专用空调机房,可进一步降低了建设成本。当然,本申请的任一技术方案并不一定同时达到以上所述的所有优点。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,对于本领域技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0020] 图1是根据本申请一个实施例的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组的结构示意图。

[0021] 图2是根据本申请一个实施例的一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组的集中控制器模块的连接控制示意图。

[0022] 其中,1-压缩机;2-水冷冷凝器;3-节流装置;4-蒸发器;5-水冷冷水机模块;6-冷冻水管;7-冷却水管;8-冷冻水过滤器;9-冷冻水泵;10-第一控制阀;11-膨胀罐;12-冷冻水力模块;13-自然冷却换热器模块;14-第二控制阀;15-集中控制器模块;16-第三控制阀;17-冷却水泵;18-冷却塔;19-冷却排热模块。

具体实施方式

[0023] 下面结合本申请的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅仅是本申请的一部分实施例,旨在用于解释发明构思。基于本申请的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0024] 描述所用术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。术语“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0025] 除非另有明确的规定和限定,描述所用术语“相连”、“连通”等应做广义理解,例如,可以是固定连接、可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接、电连接;可以是直接相连、通过中间媒介间接相连;可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在实施例中的具体含义。

[0026] 描述所用术语“一个具体实施例”意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0027] 参考图1,本申请的一个具体实施例提出了一种带自然冷却功能的水冷一体式冷水机组,包括水冷冷水机模块5、冷却排热模块19、冷冻水力模块12、自然冷却换热器模块13,以及对上述模块发出控制指令的集中控制器模块15,水冷一体式冷水机组将上述模块集成于一体,系统集成度高,功能上完全等同于整体式空调集冷站,进而方便安装和维护。水冷一体式冷水机组直接安装在室外,进而又省去了专用空调机房,进一步降低了建设成本。冬季时可直接利用室外空气的低温特性来实现对冷冻水的降温冷却,无需启动压缩机,可大幅度降低运行能耗,从而显著提高机组的制冷能效。

[0028] 所述水冷冷水机模块5包括依次连接并形成循环回路的压缩机1、水冷冷凝器2、节流装置3及蒸发器4。所述压缩机1可采用螺杆压缩机,也可以采用涡旋压缩机或离心式压缩机,也可以采用其它类型压缩机。所述节流装置3可采用热力膨胀阀,也可以采用电子膨胀阀或电动蝶阀,也可以采用其它类型节流阀。

[0029] 所述冷冻水力模块12包括冷冻水过滤器8、膨胀罐11、冷冻水泵9、第一控制阀10、第二控制阀14。所述冷冻水泵9的出口通过冷冻水管6分别与第一控制阀10、第二控制阀14

的冷冻进水口相连接;第一控制阀10的冷冻出水口通过冷冻水管6分别与蒸发器4的冷冻进水口、自然冷却换热器模块13的冷冻出水口相连接,第二控制阀14的冷冻出水口通过冷冻水管6与自然冷却换热器模块13的冷冻进水口相连接。第一控制阀10和第二控制阀14可采用开关类型电动二通阀,也可以采用比例类型电动二通阀,以实现不同运行模式下冷冻水泵9输出的冷冻水直接进入蒸发器4或先进入自然冷却换热器模块13再进入蒸发器4。

[0030] 所述冷却排热模块19包括第三控制阀16、冷却水泵17、冷却塔18。第三控制阀16可采用电动三通阀或者采用两个分别通向水冷冷凝器2和自然冷却换热器模块13的电动二通阀,以对由冷却水泵17输送的冷却水在自然冷却换热器模块13和水冷冷凝器2之间的流量分配比例来进行控制。所述冷却塔18可采用开式冷却塔,也可以采用闭式冷却塔,也可以采用其它类型冷却塔。

[0031] 以第三控制阀16采用电动三通阀为例,所述冷却水泵17的进口通过冷却水管7与位于冷却塔18底部的冷却出水口相连接,第三控制阀16的接口a通过冷却水管7与冷却水泵17的出口相连接,第三控制阀16的接口c通过冷却水管7与水冷冷凝器2的冷却进水口相连接,第三控制阀16的接口b则通过冷却水管7与自然冷却换热器模块13的冷却进水口相连接。水冷冷凝器2的冷却出水口与自然冷却换热器模块13的冷却出水口通过冷却水管7接至冷却塔18的顶部进水口。

[0032] 冷冻水泵9的冷冻出水口配置了温度传感器,所检测的温度为冷冻总进水温度t_{W1}。蒸发器4的冷冻进水口、冷冻出水口均配置了温度传感器,所检测的温度分别为蒸发器4的冷冻进水温度t_{W2}、冷冻总出水温度t_{W3}。自然冷却换热器模块13的冷却进水口、冷却出水口均配置了温度传感器,所检测的温度分别为自然冷却换热器模块13的冷却进水温度t_{W4}、冷却出水温度t_{W5}。水冷冷凝器2的冷却出水口配置温度传感器,所检测的温度为冷凝器2的冷却出水温度t_{W6}。冷却塔18进风侧配置了干球温度传感器、湿球温度传感器,所检测的温度分别为冷却塔18的进风干球温度t_{DB}、进风湿球温度t_{WB}。

[0033] 当冷冻总出水温度t_{W3}与其目标值t_{W3S}的偏差小于等于e时,e为0.3℃～3℃,优选为0.5℃,机组集中控制器模块15根据冷冻总进水温度t_{W1}和冷冻总出水温度t_{W3}之间的温差来控制冷冻水流量和冷冻水泵的运行频率。当空调末端负载较低,冷冻总进水温度t_{W1}和冷冻总出水温度t_{W3}之间的温差小于设置值a时,a为3℃～10℃,优选为7℃,机组集中控制器模块15控制降低冷冻水泵9的运行频率,以减少冷冻水流量,提高冷冻总进水温度t_{W1}和冷冻总出水温度t_{W3}之间的温差,从而降低冷冻水泵9的运行功耗。反之,当空调末端负载较高,冷冻总进水温度t_{W1}和冷冻总出水温度t_{W3}之间的温差大于设置值a时,机组集中控制器模块15控制提高冷冻水泵9的运行频率,以增加冷冻水流量,降低冷冻总进水温度t_{W1}和冷冻总出水温度t_{W3}之间的温差,从而适应空调负载的增加。

[0034] 机组集中控制器模块15根据冷却塔进风湿球温度t_{WB}和冷冻总出水温度目标值t_{W3S}的差异来控制机组的运行模式,机组共有机械制冷、自然冷却预冷+机械制冷再冷、自然冷却共三种运行模式。

[0035] 第一种模式,机械制冷模式。当$t_{WB} \geq t_{W3S} - \Delta t_1$时,$\Delta t_1$为-3℃～9℃,优选为3℃,压缩机1运转,第一控制阀10通电,第二控制阀14断电,冷却水泵17和冷却塔18处于运行状态。进入机组的冷冻水先经过冷冻水过滤器8,接着被冷冻水泵9依次输送到第一控制阀10、蒸发器4,在蒸发器4中与温度相对较低、流自节流装置3的低温低压制冷剂进行热量交换。

[0036] 从蒸发器4出来的低温低压气体制冷剂进入压缩机1,被压缩成高温高压气体后进入水冷冷凝器2,将冷凝过程中所释放的大量热量排放给冷却水对其进行升温加热后被冷凝成高压液体;之后,高压液体制冷剂进入节流装置3,被节流降压为低温低压制冷剂后再进入蒸发器4,吸收温度相对较高的冷冻水热量对其进行降温冷却后蒸发成低压气体,接着重新回到压缩机1被压缩成高温高压气体,如此反复循环。

[0037] 冷却水在水冷冷凝器2中吸收高温高压制冷剂所排放的冷凝热量后温度升高,接着从水冷冷凝器2的冷却出水口经冷却水管7通向冷却塔18,在冷却塔18中将热量排放给室外空气后冷却水温降低,之后再被冷却水泵17输送到第三控制阀16后再进入水冷冷凝器2,如此反复循环。

[0038] 机组集中控制器模块15根据水冷冷凝器2的冷却出水温度t_{W6}的高低来控制冷却塔18的风机运行数量和运行频率。当$t_{W6}<t_{W6S}$,t_{W6S}为最低冷却出水温度,范围为20℃～30℃,优选为25℃,逐渐降低冷却塔18的风机运行数量和运行频率;若仅1台风机处于最低频率运行时仍满足$t_{W6}<t_{W6S}$条件,则通过第三控制阀16来控制冷却水的流量分配比例,逐步调小第三控制阀16接口a至接口c的开度,而增加接口a至接口b的开度,以减少进入水冷冷凝器2的冷却水流量,直至$t_{W6}\geqslant t_{W6S}$,在此过程中第三控制阀16接口a至自然冷却换热器模块13的冷却水流量将逐渐增加。

[0039] 第二种模式,自然冷却预冷+机械制冷再冷模式。当$t_{W3S}-\Delta t_2<t_{WB}<t_{W3S}-\Delta t_1$时,$\Delta t_2$为4℃～16℃,优选为8℃,压缩机1运转,第一控制阀10断电,第二控制阀14通电,冷却水泵17和冷却塔18处于运行状态。经冷却塔18降温冷却后的低温冷却水被冷却水泵17输送到第三控制阀16,之后被分流成两路,其中一路从第三控制阀16接口c进入水冷冷凝器2以吸收高温高压气体制冷剂的冷凝热量,另一路则从第三控制阀16接口b进入自然冷却换热器模块13以对温度相对较高的冷冻水进行预冷。

[0040] 进入机组的冷冻水经过冷冻水过滤器8后被冷冻水泵9输送到第二控制阀14,接着经冷冻水管6进入自然冷却换热器模块13,在自然冷却换热器模块13中与流自冷却塔、温度相对较低的低温冷却水进行热量交换,将热量释放给低温冷却水被低温冷却水预冷后冷冻水的温度下降,接着冷冻水经冷冻水管6继续流向蒸发器4。同时,低温冷却水在自然冷却换热器模块13中吸收冷冻水的热量温度提高后,经冷却水管7继续流向冷却塔18的进水口。

[0041] 从蒸发器4出来的低温低压气体制冷剂进入压缩机1,被压缩成高温高压气体后进入水冷冷凝器2,将冷凝过程中所释放的大量热量排放给低温冷却水对其进行升温加热后被冷凝成高压液体;之后,高压液体制冷剂进入节流装置3,被节流降压为低温低压制冷剂后进入蒸发器4,吸收经低温冷却水预冷后的冷冻水的热量,对冷冻水再次进行降温冷却后蒸发成低压气体,接着重新回到压缩机1被压缩成高温高压气体,如此反复循环。被低温低压制冷剂再次冷却后的冷冻水温度降至目标值t_{W3S}的允许偏差e内,之后从蒸发器4的冷冻出水口离开机组。在水冷冷凝器2中被高温高压制冷剂加热的冷却水温度升高,之后从水冷冷凝器2的冷却出水口经冷却水管7通向冷却塔18的进水口。

[0042] 在水冷冷凝器2中被高压制冷剂加热后的冷却水,及在自然冷却换热器模块13中被冷冻水加热后的冷却水,通过冷却水管7汇集后通向冷却塔18,在冷却塔18中将热量排放给室外空气后冷却水温降低,之后再被冷却水泵17经第三控制阀16分别输送至水冷冷凝器2和自然冷却换热器模块13。

[0043] 机组在自然冷却预冷+机械制冷再冷模式运行时，冷却塔18的所有风机和冷却水泵17处于最高频率。冷却塔进风湿球温度t_{WB}越低，则自然冷却换热器模块13冷却进水温度t_{W4}相应就越低，自然冷却换热器模块13中低温冷却水和冷冻水之间的换热温差和换热量就越大，即低温冷却水对冷冻水的预冷量越大，蒸发器4冷冻进水温度t_{W2}越低，其与冷冻总出水温度目标值t_{W3S}的偏差就越小，故水冷冷水机模块5的制冷负荷和压缩机1的运行功耗也就越小，机组的制冷能效越高。

[0044] 机组集中控制器模块15根据冷冻总出水温度t_{W3}与目标值t_{W3S}的偏差值来控制压缩机1的运行容量。当$t_{W3}<t_{W3S}-e$，对压缩机1进行卸载；当$t_{W3}>t_{W3S}+e$时，对压缩机1进行加载；当$t_{W3S}-e\leqslant t_{W3}\leqslant t_{W3S}+e$时，压缩机1的运行容量保持不变。

[0045] 机组集中控制器模块15根据水冷冷凝器2冷却出水温度t_{W6}的高低来控制第三控制阀16的流量分配。冷却塔进风湿球温度t_{WB}越低，冷却塔出水温度越低，也即自然冷却换热器模块13的冷却进水温度t_{W4}，该温度与水冷冷凝器2的冷却进水温度相同，水冷冷凝器2的冷却出水温度t_{W6}也就越低；当$t_{W6}<t_{W6S}$，逐渐调小第三控制阀16接口a至接口c的开度，也即增加接口a至接口b的开度，以减少进入水冷冷凝器2的冷却水流量，直至$t_{W6}\geqslant t_{W6S}$。此时，随着进入自然冷却换热器模块13冷却水流量的增加，自然冷却换热器模块13中低温冷却水和冷冻水之间的换热量将增加，即低温冷却水对冷冻水的预冷能力将提高，从而降低了蒸发器4冷冻进水温度t_{W2}，最终降低了水冷冷水机模块5的制冷负荷和压缩机1的运行功耗，提高了机组的制冷能效。

[0046] 第三种模式，自然冷却模式。当$t_{WB}\leqslant t_{W3S}-\Delta t_2$时，压缩机1停止运转，第一控制阀10断电，第二控制阀14通电，冷却水泵17和冷却塔18处于运行状态。经冷却塔18降温冷却后的低温冷却水被冷却水泵17输送到第三控制阀16，之后全部或部分冷却水经第三控制阀16的接口b进入自然冷却换热器模块13以对温度相对较高的冷冻水进行降温冷却。

[0047] 进入机组的冷冻水经过冷冻水过滤器8后被冷冻水泵9输送到第二控制阀14，之后经冷冻水管6进入自然冷却换热器模块13，在自然冷却换热器模块13中与流自冷却塔、温度相对较低的低温冷却水进行热量交换，被低温冷却水冷却后的冷冻水温度直接下降至冷冻总出水温度目标值t_{W3S}的允许偏差e内，接着继续流向蒸发器4。因压缩机1停止运转，蒸发器4中的制冷剂处于停滞状态，制冷剂与冷冻水不再发生热量交换。

[0048] 同时，低温冷却水在自然冷却换热器模块13中吸收冷冻水的热量后温度提高，之后经冷却水管7流向冷却塔18的进水口，在冷却塔18中把热量排放给室外低温空气后冷却水温度下降，接着被冷却水泵经第三控制阀16重新输送到自然冷却换热器模块13，如此反复循环。

[0049] 机组集中控制器模块15根据冷冻总出水温度t_{W3}与其目标值t_{W3S}的偏差来控制冷却塔风机的运行数量和运行频率，此时冷冻总出水温度t_{W3}与蒸发器进水温度t_{W2}相等。

[0050] a.当$t_{W3}<t_{W3S}-e$时，逐步降低冷却塔18风机的运行数量和运行频率，以降低冷却塔18中室外空气对冷却水的冷却能力，提高自然冷却换热器模块13冷却进水温度t_{W4}，进而降低自然冷却换热器模块13中低温冷却水和冷冻水之间的换热温差及换热量，从而提高冷冻总出水温度t_{W3}；仅1台风机处于最低频率运行且仍满足$t_{W3}<t_{W3S}-e$条件时，则逐渐增加从电动三通阀接口a至接口c的开度，以将部分低温冷却水旁通流向水冷冷凝器2，减少进入自然冷却换热器模块13的低温冷却水流量，可降低自然冷却换热器模块13中低温冷却水和冷冻

水之间的换热量,即降低低温冷却水对冷冻水的冷却能力,从而提高冷冻总出水温度t_{W3},使其与目标值t_{W3S}的偏差控制在允许偏差e内。

[0051] b.当$t_{W3}>t_{W3S}+e$时,逐渐减少从电动三通阀接口a至接口c的开度,也即逐渐增加从电动三通阀接口a至接口b的开度,以增加进入自然冷却换热器模块13的低温冷却水流量,提高自然冷却换热器模块13中低温冷却水和冷冻水之间的换热量,即提高低温冷却水对冷冻水的冷却能力,从而降低冷冻总出水温度t_{W3},使其与目标值t_{W3S}的偏差控制在允许偏差e内。当电动三通阀接口a至接口c的开度完全关闭,即冷却水泵17输送的所有低温冷却水均流向自然冷却换热器模块13后,若仍满足$t_{W3}>t_{W3S}+e$条件时,则逐渐提高冷却塔18风机的运行数量和运行频率,以提高冷却塔18中室外低温空气对冷却水的冷却能力,降低自然冷却换热器模块13冷却进水温度t_{W4},进而提高自然冷却换热器模块13中低温冷却水和冷冻水之间的换热温差及换热量,从而降低冷冻总出水温度t_{W3};使其与目标值t_{W3S}的偏差控制在允许偏差e内。

[0052] c.当$t_{W3S}-e\leqslant t_{W3}\leqslant t_{W3S}+e$,冷却塔18风机的运行数量和运行频率保持不变,同时,第三控制阀16的接口a分别到接口b、接口c的开度保持不变。

[0053] 尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本申请的限制。在不脱离本申请精神和范围的前提下,本申请还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本申请范围内。

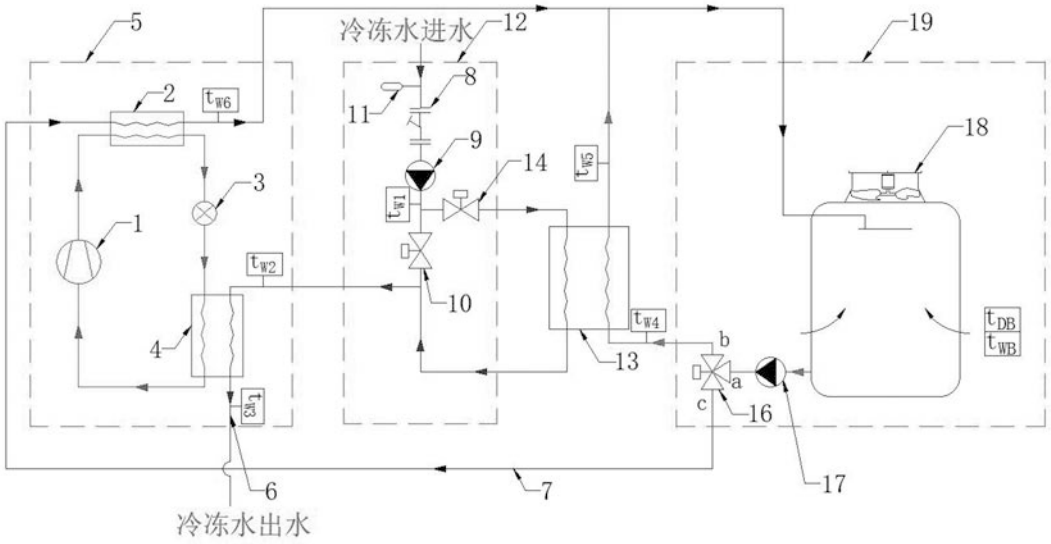

5
冷冻水进水
12
19
2
t_{W6}
11
8
9
14
t_{W5}
18
3
t_{W1}
1
t_{W2}
10
t_{W4}
t_{DB}
t_{WB}
4
13
b
a
c
16
t_{W3}
6
7
17
冷冻水出水

图 1

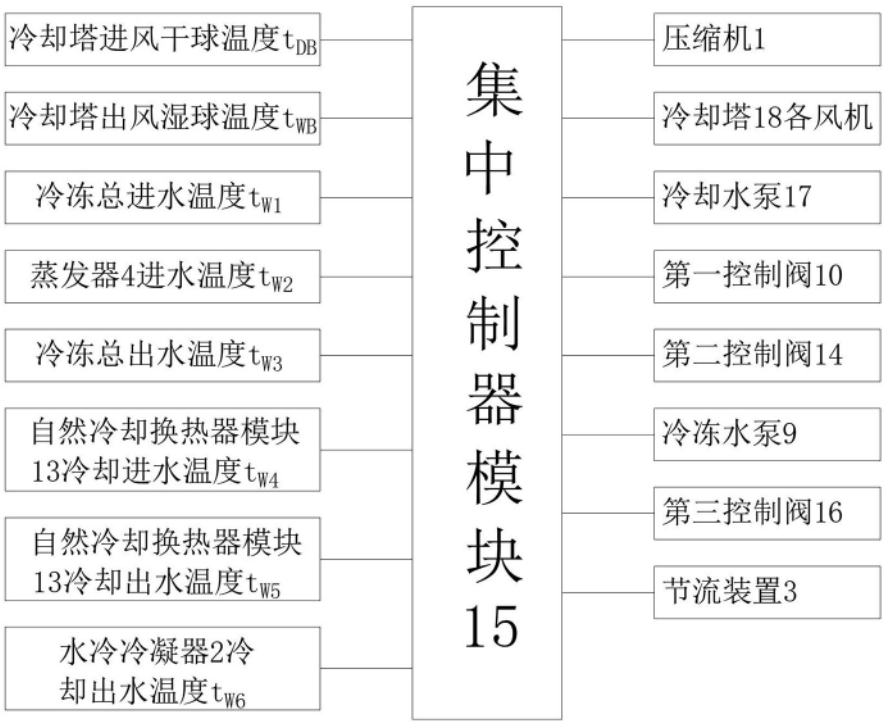

冷却塔进风干球温度t_{DB}
冷却塔出风湿球温度t_{WB}
冷冻总进水温度t_{W1}
蒸发器4进水温度t_{W2}
冷冻总出水温度t_{W3}
自然冷却换热器模块13冷却进水温度t_{W4}
自然冷却换热器模块13冷却出水温度t_{W5}
水冷冷凝器2冷却出水温度t_{W6}
集中控制器模块15
压缩机1
冷却塔18各风机
冷却水泵17
第一控制阀10
第二控制阀14
冷冻水泵9
第三控制阀16
节流装置3

图 2