



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104500508 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 08

(21) 申请号 201410746224. 7

(22) 申请日 2014. 12. 08

(71) 申请人 中国船舶工业系统工程研究院

地址 100096 北京市海淀区翠微路 16 号(本部)

(72) 发明人 陈定 张二岩 宋磊 许晶

(74) 专利代理机构 北京天达知识产权代理事务所(普通合伙) 11386

代理人 白海燕 彭霜

(51) Int. Cl.

F15B 21/04(2006. 01)

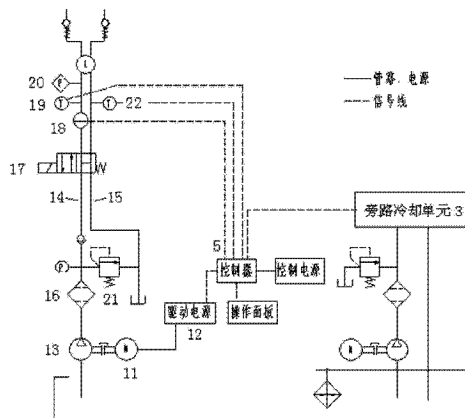
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种液冷设备的冷却循环系统及冷却方法

(57) 摘要

本发明涉及一种液冷设备的冷却循环系统及冷却方法,该系统包括多个并列设置的制冷循环单元和一旁路冷却单元,共用一个油箱和一个控制器。制冷循环单元主要由电机泵组、控制阀组、油箱及附件组成,电机的转速由控制器提供可变的功率或电压信号;在去油管路上串联一过滤器和电磁换向阀,油液经换向阀进入需冷设备,回油管路也经换向阀接入油箱;在去油管路上设置有流量计、温度传感器、压力传感器;在回油管路上设置有温度传感器。本发明采用旁路冷却单元对油箱旁路冷却。本发明提出了一种新型的液压循环系统,通过电机转速控制流量;提出了一种新的冷却循环方式-旁路冷却,降低了设备体积;降低了设备成本。



1. 一种液冷设备的冷却循环系统,其特征在于:所述冷却循环系统包括多个并列设置的制冷循环单元和一旁路冷却单元,共用一个油箱和一个控制器,所述旁路冷却单元为所述油箱中的冷却液制冷;

所述制冷循环单元主要由电机泵组、控制阀组、油箱及其附件组成,电机驱动连接液压泵,电机的转速由一电机驱动电源控制,所述电机驱动电源由所述控制器提供可变的功率或电压信号;所述液压泵的输出端连接制冷循环管路的去油管路,去油管路通往需冷设备的进油口,需冷设备的回油口连接制冷循环管路的回油管路,回油管路通往油箱;

在所述去油管路上,顺序串联一过滤器和一电磁换向阀,过滤器之后的油液经换向阀进入需冷设备,所述回油管路也经换向阀接入油箱;在所述去油管路上还设置有流量计、温度传感器、压力传感器,所述去油管路上分支有溢流管路;在所述回油管路上设置有温度传感器;电磁换向阀、流量计、温度传感器、压力传感器都与所述控制器相连接。

2. 根据权利要求1所述的冷却循环系统,其特征在于:所述电机为变频电机,所述液压泵、电磁换向阀为定量泵和定量电磁换向阀。

3. 根据权利要求1所述的冷却循环系统,其特征在于:所述溢流管路接回至油箱,所述流量计、温度传感器、压力传感器安装在溢流之后的去油管路上。

4. 根据权利要求1所述的冷却循环系统,其特征在于:多个并列设置的制冷循环单元之间通过带有截止阀的管路并联连接,实现两组或多组回路之间的相互冗余。

5. 根据权利要求1所述的冷却循环系统,其特征在于:所述控制器通过提供可变的功率或电压信号改变电机驱动电源对电机的控制,进而控制冷却液流量,控制流量包括两个环节:

(1) 第一个环节为改变当前输出流量至目标流量值;

(2) 第二个环节为根据制冷需求增加输出流量;

其中,将流量的目标值设定为低于油箱容量值。

6. 一种对权利要求1-5之一所述冷却循环系统的冷却方法,其特征在于:采用所述旁路冷却单元对油箱旁路冷却的方法实现对制冷液的冷却。

7. 根据权利要求6所述的冷却方法,其特征在于:所述旁路冷却单元中,包括电机泵组、过滤器、热交换器、溢流阀、制冷压缩机、蒸发器、贮液器、气液转换器、气液分离器,电机泵组抽动油箱内的制冷液至过滤器,经过滤器过滤的制冷液经过热交换器回到油箱;热交换器自身的冷却模块连接到制冷压缩机,制冷压缩机将气态制冷剂压缩成液态制冷剂,经蒸发器带走液态制冷剂的热量,相对冷的制冷剂经过贮液器至气液转换器变为气态制冷剂,气态制冷剂再进入热交换器冷却模块。

8. 根据权利要求6或7所述的冷却方法,其特征在于:所述旁路冷却的温度控制方法是:控制器连接电机泵组、制冷压缩机,以及需冷设备进、出口温度传感器,控制器内设定确定机型的需冷设备出口冷却液温度目标值,通过出口温度传感器检测当前出口温度值,通过进、出口温度传感器计算需冷设备进出油口的液体温差,然后控制器根据出口目标温度与实际出口温度的差值,以及进、出口温度差值,模拟出一系列制冷量控制规律曲线,控制器根据出口目标温度与实际出口温度的差值,以及进、出口温度差值选取适用的控制曲线,控制制冷量。

一种液冷设备的冷却循环系统及冷却方法

技术领域

[0001] 本发明属于液冷技术领域,具体涉及一种液冷设备的冷却循环系统及对循环系统的冷却方法。

背景技术

[0002] 液冷属于常见的设备冷却方法,一些大型设备的更新换代,其制冷要求也越来越高。譬如随着我国航空和国防事业发展,需冷设备所含功能及性能都有不同程度的提高,其内部电子设备发热逐渐增加。需冷设备在例行检查、检修、或调试时需要外界冷却保障设备对内部电子设备进行冷却,业内称为液冷设备。通常伴随不同型号需冷设备的研制会设计出该型需冷设备的外部液冷设备,即一种机型对应一种液冷设备,但这种情况势必出现很多种机型的液冷设备,通用性不强。所以需要设计一种通用型液冷设备,该液冷设备可分为多种循环回路,分别供应大中小不同型号的需冷设备。

[0003] 目前液冷设备的冷却方法是采用主管路冷却方法。液冷设备中的冷却液循环通过电机带动液压泵把冷却液输送到冷却器,冷却器把冷却液温度降至规定范围内,已降低温度的冷却液进入需冷设备对需冷设备内电子设备进行冷却。如果采用主管路冷却方式,在应用于多机型使用时,每组管路均需要设置冷却器,冷却设备体积过于庞大,且设备资源重复浪费较大。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明提出一种液冷设备的冷却循环系统及其冷却方法,其目的在于解决多种型号需冷设备共用冷却系统的问题,以及解决冷却系统的多路冷却方式的问题,为社会解决生产成本和节约能源。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种液冷设备的冷却循环系统,该系统包括多个并列设置的制冷循环单元和一旁路冷却单元,多个制冷循环单元共用一个油箱和一个控制器,旁路冷却单元为油箱中的冷却液制冷;制冷循环单元主要由电机泵组、控制阀组、油箱及其附件组成,电机驱动连接液压泵,电机的转速由一电机驱动电源控制,所述电机驱动电源由所述控制器提供可变的功率或电压信号;所述液压泵的输出端连接制冷循环管路的去油管路,去油管路通往需冷设备的进油口,需冷设备的回油口连接制冷循环管路的回油管路,回油管路通往油箱;

[0006] 在所述去油管路上,顺序串联一过滤器和一电磁换向阀,过滤器之后的油液经换向阀进入需冷设备,所述回油管路也经换向阀接入油箱;在所述去油管路上还设置有流量计、温度传感器、压力传感器,所述去油管路上分支有溢流管路;在所述回油管路上设置有温度传感器;电磁换向阀、流量计、温度传感器、压力传感器都与所述控制器相连接。

[0007] 进一步讲,所述电机为变频电机,所述液压泵、电磁换向阀为定量泵和定量电磁换向阀。

[0008] 所述溢流管路接回至油箱,所述流量计、温度传感器、压力传感器安装在溢流之后

的去油管路上。

[0009] 多个并列设置的制冷循环单元之间通过带有截止阀的管路并联连接,实现两组或多组回路之间的相互冗余。

[0010] 所述控制器通过提供可变的功率或电压信号改变电机驱动电源对电机的控制,进而控制冷却液流量,控制流量包括两个环节:

[0011] (1) 第一个环节为改变当前输出流量至目标流量值;

[0012] (2) 第二个环节为根据制冷需求增加输出流量;

[0013] 其中,将流量的目标值设定为低于油箱容量值。

[0014] 为解决上述技术问题,本发明还提供了一种液冷设备的冷却方法,是指采用所述旁路冷却单元对油箱旁路冷却的方法实现对制冷液的冷却。

[0015] 所述旁路冷却单元中,包括电机泵组、过滤器、热交换器、溢流阀、制冷压缩机、蒸发器、贮液器、气液转换器、气液分离器,电机泵组抽动油箱内的制冷液至过滤器,经过滤器过滤的制冷液经过热交换器回到油箱;热交换器自身的冷却模块连接到制冷压缩机,制冷压缩机将气态制冷剂压缩成液态制冷剂,经蒸发器带走液态制冷剂的热量,相对冷的制冷剂经过贮液器至气液转换器变为气态制冷剂,气态制冷剂再进入热交换器冷却模块。

[0016] 所述旁路冷却的温度控制方法是:控制器连接电机泵组、制冷压缩机,以及需冷设备进、出口温度传感器,控制器内设定确定机型的需冷设备出口冷却液温度目标值,通过出口温度传感器检测当前出口温度值,通过进、出口温度传感器计算需冷设备进出油口的液体温差,然后控制器根据出口目标温度与实际出口温度的差值,以及进、出口温度差值,模拟出一系列制冷量控制规律曲线,控制器根据出口目标温度与实际出口温度的差值,以及进、出口温度差值选取适用的控制曲线,控制制冷量。

[0017] 相较于现有电子设备冷却技术,本发明的主要有益效果为:1、提出了一种新型的液压循环系统,通过电机转速控制流量;2、提出了一种新的冷却循环方式-旁路冷却;3、只用一组冷却系统,解决了多路冷却需求;4、降低了设备体积;降低了设备成本。

附图说明

[0018] 图 1 是多组制冷循环单元的结构图;

[0019] 图 2 是单组制冷循环单元的控制图;

[0020] 图 3 是旁路冷却单元的结构图;

[0021] 图 4 是管路进出口温度与制冷量的模拟关系曲线族。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0023] 本发明所提供的冷却循环系统,如图 1 所示,包括第一制冷循环单元 1,第二制冷循环单元 2, …直至第 N 个制冷循环单元,以及旁路冷却单元 3。所有的制冷单元及旁路冷却单元都针对一个共有的油箱 4 执行液体循环及冷却。各个制冷循环单元分别对各种型号需冷设备进行制冷,其循环管路的承压设计以及流通量设计与需冷设备的型号及制冷量需求相关。制冷循环单元的流量、温度,以及旁路冷却单元的流量、温度都由一控制器 5(见图 2) 予以控制。

[0024] 以其中的第一制冷循环单元 1 为例进行循环制冷方面的介绍。

[0025] 制冷循环单元主要由电机泵组、控制阀组、油箱及其附件组成。控制阀组包括过滤器、换向阀、溢流阀等,附件包括温度传感器、压力传感器、流量计等。

[0026] 如图 2 所示,电机 11 由一电机驱动电源 12 控制,而驱动电源又由控制器 5 提供可变的功率或电压信号,驱动电源通过可变的电信号改变电机的转速,及电机的输出功率。电机 11 与液压泵 13 驱动连接,由于电机的输出功率的变化致使液压泵的输出量产生变化。

[0027] 液压泵 13 的输出端连接制冷循环管路的去油管路 14,去油管路一直通往需冷设备的进油口,需冷设备的回油口连接回油管路 15,回油管路接至油箱 4。在去油管路上,管路离开液压泵 13 后率先连接一过滤器 16,过滤器 16 后的高压制冷液经过换向阀 17 进入需冷设备。液压泵 13 将集中油箱 4 内的制冷液加压到一定压力并输出到过滤器 16。换向阀 17 可改变制冷液的流动方向,当不需要向需冷设备供液时制冷液可通过换向阀返回至油箱,当需要向需冷设备供液时换向阀电磁铁得电可将制冷液通向需冷设备。在去油管路 14 上尤其是接近需冷设备入口处,还设置有流量计 18、温度传感器 19、压力传感器 20,分别用于测量去液流量、温度和压力,都与控制器 5 相连接。去油管路 14 上也设置溢流管路,若外部负载过大,过滤之后的液体如果压力过大或流量过高,都可以通过溢流管路进行溢流,溢流管路回接至油箱,溢流管路上设置溢流阀 21,通过溢流阀 21 可调节系统压力,系统压力升高到指定压力后压力不再上升,多余的流量将通过溢流阀 21 返回油箱。这里所测得的流量、温度和压力,是溢流之后的数值,所以流量计 18、温度传感器 19、压力传感器 20,安装在溢流之后的去油管路上。

[0028] 回油管路 15 连接至油箱 4,在回油管路上设置有温度传感器 22,也可以设置流量计和压力传感器,因为回油流回到油箱中,所以一般压力和流量无需控制,只需测量温度,计算进、出油之间的温差,以此判别需冷设备的温度以及制冷是否达到要求等。

[0029] 以上仅是一条制冷循环管路的结构方式,前面讲过,这样的共用一油箱的循环管路,可以有多组,第一制冷循环单元 1,第二制冷循环单元 2, …直至第 N 个制冷循环单元。在本发明所提供的液压单元中,因为要控制不同需冷设备机型的供给量,所以在一个大集中的油箱下,分别独立的控制各个单路回路的流量将成为关键。

[0030] 本发明的冷却循环控制技术如下:

[0031] 传统型液冷设备针对特定型号设备而设计,流量控制通常采用比例泵或比例阀控制,对比例泵或比例阀的清洁度要求较高,这无疑为设备增加了成本。如果元件选择为通用电机配置定量泵和常规液压阀件组合,定量泵和常规液压阀件对制冷液污染物等级要求较低,但定量泵按最大发热量进行设计并始终以恒定流量输出制冷液,设备内部管路和换热器受冲击较大,影响其使用寿命;同时定量泵仅能实现定量供给,输出的压力和流量为定值,也不符合便流量供应的需求。

[0032] 本发明需满足多型号需冷设备使用需求,因此需考虑变流量输出,同时在变流量输出时还不能对制冷管路和换热器产生冲击,还必须在变流量输出时不增加对制冷液污染物等级的要求。

[0033] 鉴于上述设计要求,本发明提供独特的制冷流量循环控制方法,电机和液压泵、控制阀组都可以使用常规的产品,对液压泵、控制阀组无特殊要求,只需控制电机的转速,实现变速输出即可。以图 2 中一条液压回路为例介绍,流量控制分两个主要环节:

[0034] (1) 第一个环节为改变当前输出流量至目标流量值

[0035] 通过操作面板选择需冷设备的型号即对应输出流量值目标值,或手动输入“输出流量”的目标值;输出流量目标值实时输入控制器,同时控制器实时采集流量计的输出流量信号;控制器内对目标值和当前流量值进行比较计算,并形成控制电机转速的电控信号;电机转速电控信号输入驱动电源,驱动电源改变电机驱动参数(频率或电压),驱动电机改变其转速;电机通过联轴器带动泵改变转速,从而改变泵的输出流量,即改变液压系统流量。系统流量通过方向控制阀到达流量计,流量计把流量信息改变为电信号再反馈给控制器;控制器根据新的流量值再与目标值比较计算生成新的电机转速控制信号;以上为一个循环,周而复始,进行流量调整,直至当前流量值与目标流量值相同为止。

[0036] (2) 第二个环节为根据制冷需求增加输出流量

[0037] 因为是提供制冷液,所以仅仅控制流量达到目标值还不够,在制冷过程中,制冷液会随需冷设备发热量增加而增加,控制器初期根据所选择需冷设备型号控制液冷装置以某恒定流量输出,然而当额定流量不足以满足制冷需求时,必须加大制冷量,加大制冷流量是措施之一。当控制器实时检测到去路和回路的温度传感器的温差超过预定值时,控制器将增加输出流量目标值,使液冷设备输出流量增加以平衡需冷设备产生的发热量直至两温度传感器的温差恢复到预定值。根据温度调整的流量值依然采用控制电机转速的方式实现,只有当流量满足目标值且也满足温度预设值的情况下,才算是完成了流量的最佳控制。这里,为了以防流量过大而使需冷设备冷却箱容量不够,将流量的初始目标值设定为低于冷却箱容量值。

[0038] 具体的操作方式如下:

[0039] 1) 通过操作面板改变输出流量的目标值;

[0040] 2) 目标值实时输入控制器,同时当前流量值也实时输入控制器;

[0041] 3) 控制器内对目标值和当前流量值进行比较计算,并形成控制电机转速的电控信号;

[0042] 4) 电机转速电控信号输入驱动电源,驱动电源改变电机驱动参数(频率或电压);

[0043] 5) 驱动电源驱动电机改变其转速;

[0044] 6) 电机通过联轴器带动泵改变转速,从而改变泵的输出流量,系统流量通过控制阀组到达流量计,流量计把流量信息改变为电信号反馈给控制器;

[0045] 7) 当前流量值实时输入控制器;

[0046] 8) 控制器内再对目标值和当前流量值进行比较计算,并形成新的控制电机转速的电控信号;

[0047] 9) 电机转速电控信号再次输入驱动电源,驱动电源改变电机驱动参数(频率或电压);

[0048] 10) 驱动电源再次驱动电机改变其转速;

[0049] 11) 电机通过联轴器带动泵改变转速,从而改变泵的输出流量,既改变液压系统流量;

[0050] 12) 系统流量通过控制阀组到达流量计,流量计把流量信息改变为电信号反馈给控制器;

[0051] 13) 控制器根据新的流量值再与目标值比较计算生成新的电机转速控制线号；

[0052] 14) 周而复始,进行流量调整,直至当前流量值与目标流量值相同为止。

[0053] 当遇制冷需要,需要加大制冷剂流量时,系统调整目标流量值,重新循环计算,不断调整电机转速和泵的流出量,直至满足要求为止。

[0054] 当几个循环单元协同工作时,为更大需求量的需冷设备机型同步提供供给,或当其中某一路液压回路出现故障时,由另一支回路顶替其工作,这种措施可通过在各循环回路的供油主干道之间连接带有截止阀 23 的管路实现,当需要补给时打开截止阀,否则关闭,实现两路或多路回路的相互冗余。

[0055] 由此可见,各制冷循环单元可以共用一个油箱,控制器可以独立控制各制冷循环单元,各制冷循环单元可以只独立为自己的机型供液,也可在这共同的环境下协调作战,这种结构模式可以大大简化系统的构成,为设备节约空间,同时也减少成本,提高了设备的通用性。

[0056] 对于液冷设备的冷却循环的保障,我们采用旁路冷却技术。

[0057] 图 3 所示是本发明提供的旁路冷却单元 3 原理图。可以看出,旁路冷却单元由控制器 5 控制,可以为整个油箱制冷。旁路冷却单元 3 可根据提供的制冷量信号值进行制冷液制冷。

[0058] 由于传统液冷设备针对特定型号需冷设备设计,因此一般只有一组管路输出即出油和进油。根据此特点传统液冷设备将制冷单元布置于液压管路循环的输出管路处,它将管路内的制冷液进行制冷,再与需冷设备内部热交换器进行热交换。此方法适用于单机组管路输出,若兼容型液冷设备(多组管路输出)采用此方法,在每组输出管路配置相应功率的冷却组件虽然可实现基本功能但会带来设备体积庞大、设备成本高、效率底等问题。因此在使用多管路输出的兼容型液冷设备上,应考虑采用共用的一组制冷单元对制冷液进行制冷且满足多管路输出需求。其目的是降低油箱内制冷液的温度。

[0059] 旁路冷却单元 3 中,电机泵组 24 抽动油箱内的制冷液至过滤器 25,经过过滤器过滤的制冷液经过热交换器 26 回到油箱;溢流阀 27 设定管路内制冷液的最高压力,当压力超过时溢流回油箱。以上为制冷的最基本单元,然而热交换器 26 作为制冷源则成为制冷技术的关键。热交换器 26 自身的冷却模块连接到一压缩机制冷装置,该装置包括制冷压缩机 28、蒸发器 29、贮液器 30、气液转换器 31、气液分离器 32。制冷压缩机将气态制冷剂压缩成液态制冷剂,气液转换间使液体温度上升,经蒸发器带走液态制冷剂的热量,相对冷的制冷剂经过贮液器至气液转换器,在制冷剂从液态转换成气态过程中,气态制冷剂温度大幅降低,进入热交换器与油箱内的油液进行热交换以降低油箱油液的温度,然后气态制冷剂经气液分离器回到制冷压缩机完成一个制冷循环。控制器 5 完成对制冷压缩机的控制,以此控制油箱内循环液的温度。

[0060] 旁路冷却的方法为:按图 3 所示,控制器内设定需冷设备出口的冷却液温度的目标值;通过环境温度传感器检测当前环境温度值,然后计算需冷设备管路出、入口液体温差;通过目标温度与出口温度的差值,以及参考当前环境温度值和管路出入口温差值进行控制器算法编译形成特定制冷控制信号。制冷控制信号控制压缩机执行功率,即控制制冷量;若环境温度高、出入口温差大则制冷量增大;若环境温度底、出入口温差小则制冷量减小。制冷压缩机形成的制冷介质通过热交换器与油箱内制冷液进行热交换,即对油箱内的

需冷设备制冷液进行冷却 ; 循环检测温度信号和调整制冷量, 至目标温度值与出口温度值温差小于规定范围。

[0061] 与冷却相关联的技术指标是温度, 制冷技术的关建是温度的稳定和精确。在应对多管路输入输出时, 本发明采用的是旁路冷却油箱内制冷液的方式, 来代替传统冷却管路主路冷却的方式。

[0062] (1) 冷却液温度控制原理

[0063] 使用需冷设备制冷管路入口及出口温度传感器, 控制器将传感器测量信号与出口预设温度相比对, 同时计算需冷设备制冷管路出、入口温度差, 根据控制逻辑给出控制信号。

[0064] (2) 控制算法

[0065] 控制器反馈控制算法的输入包括 : a) 制冷管路进、出口温差、 b) 制冷管路出口温度当前值与目标值的偏差。

[0066] 控制器根据采集的管路出口温度与预设温度值的差值 ΔT , 以及制冷管路出入口的温差决定控制律, 此时的控制规律曲线见图 4, 此曲线为一个曲线族。控制器根据输入的两个温度差决定选取适用的控制曲线。

[0067] 从图中可以看出, 决定制冷量的因素有两个值, 即输入的管路出口温度与预设温度值的差值 ΔT 和制冷管路出入口的温差。管路出口温度与预设温度值的差值 ΔT 表达了实际输出值与目标值的差距, 数值越大制冷量也应当越大。制冷管路出入口的温差表达了需冷设备内部电子器件的发热量, 数值越大制冷量也应当越大。

[0068] 控制器 5, 用于接收操作面板信号、采集管路流量、压力、温度等各种传感信号, 对液压部分和制冷部分进行模拟量和数字量信号输入, 经过逻辑运算后控制液压部分的电机转速和电控阀件, 使其产生所需的流量、压力和温度 ; 根据管路流量和温度, 控制压缩机的制冷量, 使其满足管路油液出口温度的要求 ; 控制电机启动时的缓冲启动 ; 控制操作面板的状态显示。其主要由各 PLC 模块组成。控制器通过控制配电部分开关器件的分合实现对各部分的供电。配电部分配电模块向液压部分的调速器及液压泵供电, 同时控制器输出模拟量信号对调速器进行控制, 调节液压泵的转速, 根据不同机型提供规定流量和压力的冷却液 ; 配电部分配电模块还向制冷部分的压缩机供电, 同时控制器输出模拟量信号对压缩机运行工况进行调节, 控制压缩机制冷量, 实现输出制冷液的温度控制 ; 整流模块向控制器、操作面板等提供直流电源。

[0069] 本领域技术人员可以理解, 以上所述仅为本发明较佳的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内, 可轻易想到的变化或替换, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此, 本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

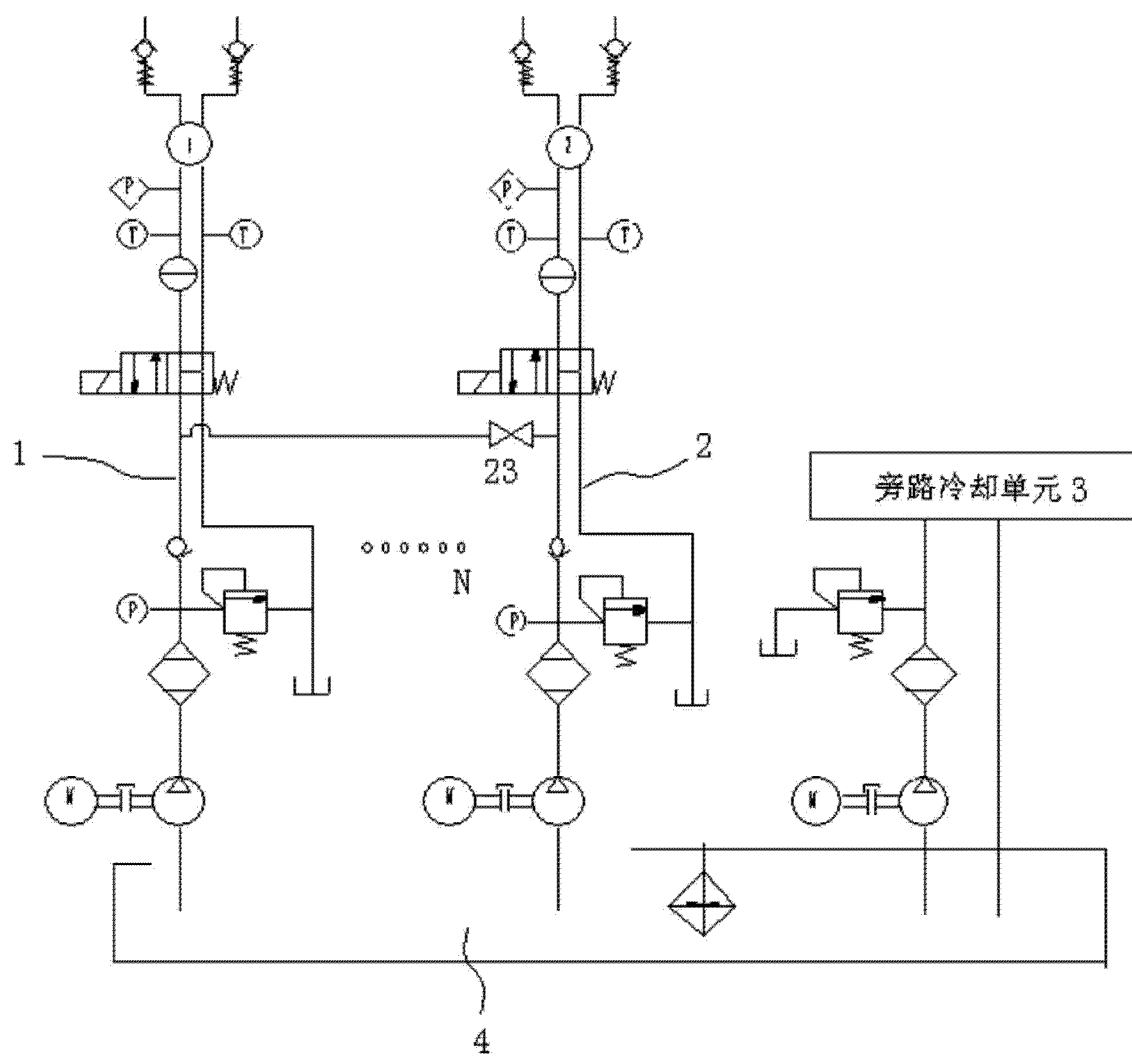


图 1

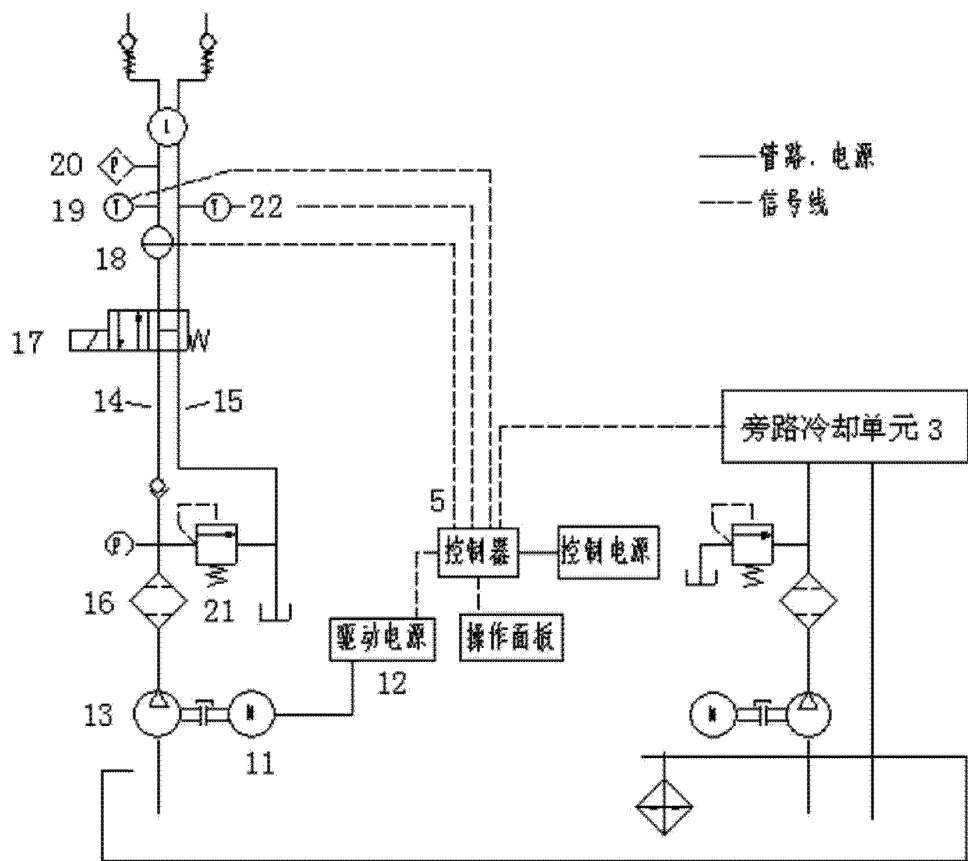


图 2

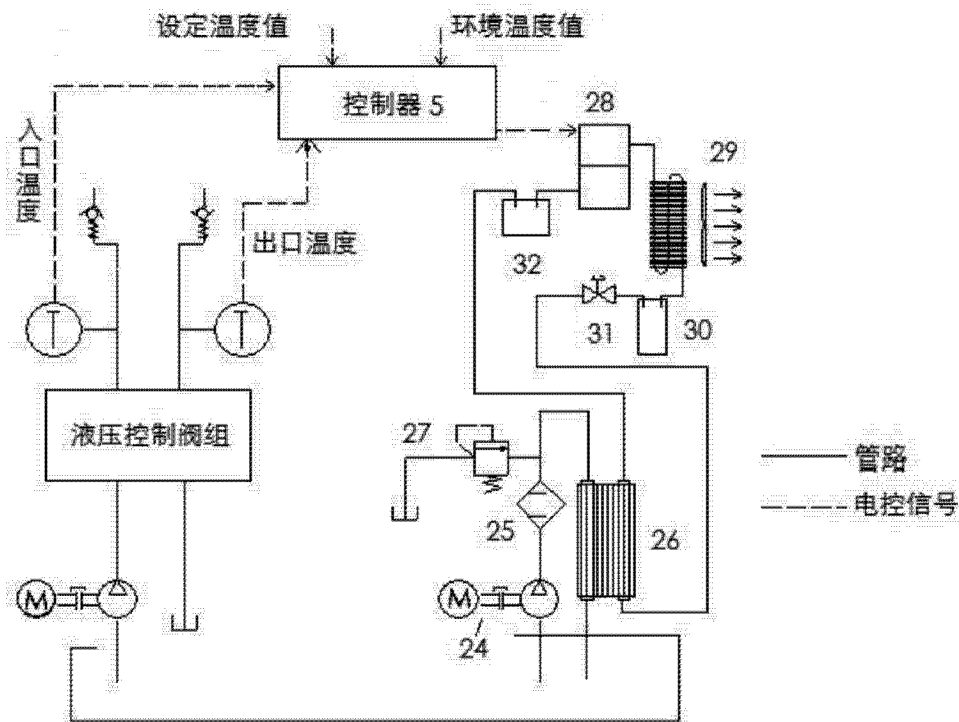


图 3

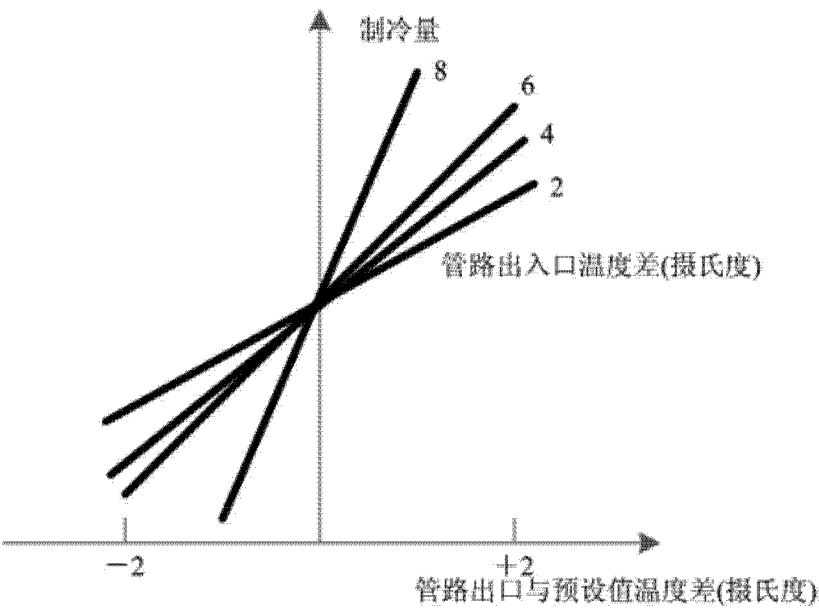


图 4