



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111952826 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 17

(21) 申请号 202010918821.9

(22) 申请日 2020.09.03

(71) 申请人 中国久远高新技术装备有限公司
地址 100000 北京市海淀区丰豪东路1号

(72) 发明人 杨波 刘晨星 杨锐 云宇 侯奕
吴春霞 王楚 刘波

(74) 专利代理机构 四川省成都市天策商标专利
事务所 51213

代理人 赵以鹏

(51) Int. Cl.

H01S 3/042 (2006.01)

G05D 23/20 (2006.01)

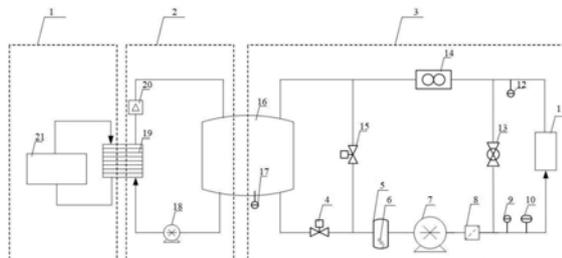
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

基于蓄冷模式的高能激光热管理系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了基于蓄冷模式的高能激光热管理系统及其控制方法,该系统包括低温制冷回路系统、内循环载冷回路系统、外循环冷却回路系统和控制系统;控制系统分别与低温制冷回路系统、内循环载冷回路系统和外循环冷却回路系统电性连接;低温制冷回路系统通过板式换热器与内循环载冷回路系统换热,实现热交换和冷量的传递;内循环载冷回路系统和外循环循环冷却回路共用一个开式水箱,实现低温载冷剂和吸收废热后的高温载冷剂相混合,达到吸收废热目的。本发明采用基于低温载冷剂蓄冷后吸收激光废热的方式,能够大幅度降低热管理系统的体积、重量和运行功耗,特别适用于短时工作、长时间待机运行的车载、机载等移动平台上所布设的高能激光系统。



1. 基于蓄冷模式的高能激光热管理系统,其特征在于,包括低温制冷回路系统、内循环载冷回路系统、外循环冷却回路系统和控制系统;控制系统分别与低温制冷回路系统、内循环载冷回路系统和外循环冷却回路系统电性连接;低温制冷回路系统通过板式换热器与内循环载冷回路系统换热;内循环载冷回路系统和外循环冷却回路系统之间共用一个开式水箱。

2. 如权利要求1所述的基于蓄冷模式的高能激光热管理系统,其特征在于,所述外循环冷却回路系统包括:顺序连接的第一电动两通阀、闭式缓冲水箱、外循环泵、过滤器、第一温度传感器、压力变送器、高能激光热负载、第二温度传感器、流量计、开式水箱。

3. 如权利要求2所述的基于蓄冷模式的高能激光热管理系统,其特征在于,所述外循环冷却回路系统还包括第二电动两通阀,所述第二电动两通阀入口与流量计出口以及开式水箱的第一回水口连接,所述第二电动两通阀出口与第一电动两通阀的出口以及闭式缓冲水箱的入口连接,所述闭式缓冲水箱内置安装有加热器。

4. 如权利要求2所述的基于蓄冷模式的高能激光热管理系统,其特征在于,所述外循环冷却回路系统还包括旁通调节阀,所述旁通调节阀一端与流量计入口以及高能激光热负载的出口连接,所述旁通调节阀的另一端与过滤器出口以及第一温度传感器入口连接。

5. 如权利要求1所述的基于蓄冷模式的高能激光热管理系统,其特征在于,所述内循环载冷回路系统包括顺序连接的内循环泵、板式换热器、流量开关和开式水箱;所述板式换热器第一入口与内循环泵出口连接,板式换热器第一出口与流量开关入口连接;

所述低温制冷回路系统包括低温制冷系统,所述板式换热器的第二入口与低温制冷系统出口连接,板式换热器的第二出口与低温制冷系统入口连接。

6. 如权利要求1-5任一项所述的基于蓄冷模式的高能激光热管理系统,其特征在于,所述开式水箱的第一出水口与外循环冷却回路系统的第一电动两通阀的入口连接,开式水箱的第一回水口与外循环冷却回路系统的第二电动两通阀的入口以及流量计出口连接;所述开式水箱的第二出水口与内循环载冷回路系统的内循环泵入口相连,开式水箱的第二回水口与内循环载冷回路系统的流量开关出口连接,所述开式水箱内部安装有第三温度传感器。

7. 如权利要求1-6任一项所述的基于蓄冷模式的高能激光热管理系统的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤(1)、控制系统顺序开启内循环泵和外循环泵,当内循环泵和外循环泵开启后始终保持运行状态;

步骤(2)、在完成步骤(1)后,控制系统根据开式水箱内第三温度传感器实时测得的蓄冷温度数值,判断是否需要开启低温制冷回路系统:若蓄冷温度高于设定温度范围上限,则开启低温制冷回路系统,直至蓄冷温度低于设定温度范围下限后关闭低温制冷回路系统;若蓄冷温度低于设定温度范围上限,则保持低温制冷回路系统为关闭状态;

步骤(3)、在完成步骤(1)后,控制系统根据第一温度传感器测得的冷却液温度数值,判断是否需要开启闭式缓冲水箱内部的加热器:若冷却液低于设定温度范围下限,则开启加热器,直至冷却液温度高于设定温度范围上限后关闭加热器;若冷却液温度高于设定温度范围上限,则保持加热器为关闭状态;

步骤(4)、控制系统根据第一温度传感器测得的冷却液温度数值,实时调节第一电动阀

和第二电动阀的开度,直至第一温度传感器测得的冷却液温度数值在设定范围内。

8.根据权利要求7所述的基于蓄冷模式的高能激光热管理系统的控制方法,其特征在于,所述的控制系统采用PID控制方式对外循环冷却回路系统中第一电动两通阀和第二两通阀的开度大小进行调节。

9.根据权利要求7所述的基于蓄冷模式的高能激光热管理系统的控制方法,其特征在于,所述的控制系统根据第二温度传感器测得的冷却液温度数值,实时判断高能激光热负载是否加载,从而更快速的提高PID控制方式的响应速度。

10.根据权利要求7所述的基于蓄冷模式的高能激光热管理系统的控制方法,其特征在于,所述的控制系统对外循环冷却回路系统中第一电动两通阀和第二两通阀的开度大小在0~100%之间取反控制,即保持两者开度之和为100%。

基于蓄冷模式的高能激光热管理系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及激光技术和热管理技术领域,尤其涉及基于蓄冷模式的高能激光热管理系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着固体激光器在功率输出、光束质量等方面取得长足进步,高能固体激光器已逐步从实验室装置走向实际装备应用。然而,激光器在功率水平提升的同时,由于其能量转换效率普遍较低,庞大的热管理系统将限制高能激光系统在车载等移动平台的搭载应用。针对高能激光系统短时工作、长时间待机运行的工作特点,采用蓄冷模式的热管理技术路线替代传统的实时散发方式,能够有效减少系统的尺寸与重量、降低能耗,从而扩大应用范围,对高能激光技术的应用及发展具有重要意义。当前蓄冷型热管理系统鲜见报道,已有样机系统大多通过水箱内部设置盘管和加热器的换热方式进行热交换,其换热效率较低,不满足系统装备快速展开的时长要求;主流的电动三通阀合流温控方式,其控制系统在调节三通阀开度时,由于三通阀自身的非线性调节结构特性,不可避免地存在压力和流量的大幅度波动问题,而流量的波动必将影响激光系统内部换热,进而影响系统整体性能。

发明内容

[0003] 本发明的目的就在于为了解决上述问题而提供基于蓄冷模式的高能激光热管理系统及其控制方法,本发明的低温制冷回路系统通过板式换热器与内循环载冷回路系统换热,实现热交换和冷量的传递;内循环载冷回路系统和外循环循环冷却回路共用一个开式水箱,实现低温载冷剂和吸收废热后的高温载冷剂相混合,达到吸收废热目的。

[0004] 本发明通过以下技术方案来实现上述目的:

[0005] 基于蓄冷模式的高能激光热管理系统,包括低温制冷回路系统、内循环载冷回路系统、外循环冷却回路系统和控制系统;控制系统分别与低温制冷回路系统、内循环载冷回路系统和外循环冷却回路系统电性连接;低温制冷回路系统通过板式换热器与内循环载冷回路系统换热;所述内循环载冷回路系统和外循环循环冷却回路系统之间共用一个开式水箱。

[0006] 进一步方案为,所述外循环冷却回路系统包括:顺序连接的第一电动两通阀、闭式缓冲水箱、外循环泵、过滤器、第一温度传感器、压力变送器、高能激光热负载、第二温度传感器、流量计、开式水箱。

[0007] 进一步方案为,所述外循环冷却回路系统还包括第二电动两通阀,所述第二电动两通阀入口与流量计出口以及开式水箱的第一回水口连接,所述第二电动两通阀出口与第一电动两通阀的出口以及闭式缓冲水箱的入口连接,所述闭式缓冲水箱内置安装有加热器。

[0008] 进一步方案为,所述外循环冷却回路系统还包括旁通调节阀,所述旁通调节阀一端与流量计入口以及高能激光热负载的出口连接,所述旁通调节阀的另一端与过滤器出口

以及第一温度传感器入口连接。

[0009] 进一步方案为,所述内循环载冷回路系统包括顺序连接的内循环泵、板式换热器、流量开关和开式水箱;所述板式换热器第一入口与内循环泵出口连接,板式换热器第一出口与流量开关入口连接;

[0010] 所述低温制冷回路系统包括低温制冷系统,所述板式换热器的第二入口与低温制冷系统出口连接,板式换热器的第二出口与低温制冷系统入口连接。

[0011] 其中,所述开式水箱的第一出水口与外循环冷却回路系统的第一电动两通阀的入口连接开式水箱的第一回水口与外循环冷却回路系统的第二电动两通阀的入口以及流量计出口连接;所述开式水箱的第二出水口与内循环载冷回路系统的内循环泵入口相连,开式水箱的第二回水口与内循环载冷回路系统的流量开关出口连接,所述开式水箱内部安装有第三温度传感器。

[0012] 本申请另一方面还提供了上述基于蓄冷模式的高能激光热管理系统的控制方法,包括以下步骤:

[0013] 步骤(1)、控制系统顺序开启内循环泵和外循环泵,当内循环泵和外循环泵开启后始终保持运行状态;

[0014] 步骤(2)、在完成步骤(1)后,控制系统根据开式水箱内第三温度传感器实时测得的蓄冷温度数值,判断是否需要开启低温制冷回路系统:若蓄冷温度高于设定温度范围上限,则开启低温制冷回路系统,直至蓄冷温度低于设定温度范围下限后关闭低温制冷回路系统;若蓄冷温度低于设定温度范围上限,则保持低温制冷回路系统为关闭状态;

[0015] 步骤(3)、在完成步骤(1)后,控制系统根据第一温度传感器测得的冷却液温度数值,判断是否需要开启闭式缓冲水箱内部的加热器:若冷却液低于设定温度范围下限,则开启加热器,直至冷却液温度高于设定温度范围上限后关闭加热器;若冷却液温度高于设定温度范围上限,则保持加热器为关闭状态;

[0016] 步骤(4)、控制系统根据第一温度传感器测得的冷却液温度数值,实时调节第一电动阀和第二电动阀的开度,直至第一温度传感器测得的冷却液温度数值在设定范围内。

[0017] 所述的控制系统采用PID控制方式对外循环冷却回路系统中第一电动两通阀和第二两通阀的开度大小进行调节。

[0018] 所述的控制系统根据第二温度传感器测得的冷却液温度数值,实时判断高能激光热负载是否加载,从而更快速的提高PID控制方式的响应速度。

[0019] 所述的控制系统对外循环冷却回路系统中第一电动两通阀和第二两通阀的开度大小在0~100%之间取反控制,即保持两者开度之和为100%。

[0020] 本发明的有益效果在于:

[0021] 本发明采用基于蓄冷模式的高能激光热管理系统,与传统的实时散热方式相比,具有小型、轻量化和低能耗的突出优势,对于促进高能激光装备在车载等移动平台上的搭载应用有重要意义。通过设计的内循环载冷回路系统:一方面与低温制冷系统通过板式换热器进行热交换,具有更高的系统紧凑性和热交换效率,有利于缩短蓄冷时长,提高激光系统快速展开的响应能力;另一方面与外循环制冷回路系统共用一个开式水箱,可以快速吸收高能激光工作过程中所产生的废热。此外,PID实时调节两个型号、规格完全一致的电动两通阀开度的方式,能够保证合流后冷却液流量的稳定性和高精度的温度控制;通过外循

环泵进水口前端设置闭式缓冲水箱的方式,可进一步提高冷却液的温控精度。本申请针对不同规模的高能激光,其热管理系统可根据热负载大小实现等比例缩放,具有良好的继承性和扩展性。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要实用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实施例的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0023] 图1为本发明结构示意图。

[0024] 图2为本发明控制流程图。

[0025] 附图标记说明:1低温制冷回路系统,2内循环载冷回路系统,3外循环冷却回路系统,4第一电动两通阀,5闭式缓冲水箱,6加热器,7外循环泵,8过滤器,9第一温度传感器,10压力变送器,11高能激光热负载,12第二温度传感器,13旁通调节阀,14流量计,15第二电动两通阀,16开式水箱,17第三温度传感器,18内循环泵,19板式换热器,20流量开关,21低温制冷系统。

具体实施方式

[0026] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明的技术方案进行详细的描述。显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所得到的所有其它实施方式,都属于本发明所保护的范围。

[0027] 实施例1

[0028] 如图1所示,本实施例基于蓄冷模式的高能激光热管理系统,它包括低温制冷回路系统1、内循环载冷回路系统2、外循环冷却回路系统3和控制系统;控制系统分别与低温制冷回路系统、内循环载冷回路系统和外循环冷却回路系统电性连接;具体的,低温制冷回路系统1通过板式换热器19与内循环载冷回路系统2换热,内循环载冷回路系统2和外循环循环冷却回路相同3共用一个开式水箱16。

[0029] 具体的,外循环冷却回路系统包括:顺序连接的第一电动两通阀4、闭式缓冲水箱5、外循环泵7、过滤器8、第一温度传感器9、压力变送器10、高能激光热负载11、第二温度传感器12、流量计14、开式水箱16。外循环冷却回路系统还包括第二电动两通阀15,第二电动两通阀入口与流量计出口以及开式水箱的第一回水口连接,第二电动两通阀出口与第一电动阀的出口以及闭式缓冲水箱的入口连接。闭式缓冲水箱内置安装有加热器6;外循环冷却回路系统中所采用的第一电动两通阀和第二两通阀为型号、规格完全相同的电动两通阀。

[0030] 外循环冷却回路系统还包括旁通调节阀13,旁通调节阀13一端与流量计14入口以及高能激光热负载11的出口连接,旁通调节阀13的另一端与过滤器8出口以及第一温度传感器9入口相连。

[0031] 内循环载冷回路系统包括顺序连接内循环泵18、板式换热器19、流量开关20和开式水箱16。板式换热器19第一入口与内循环泵18出口连接,板式换热器19第一出口与流量

开关20入口连接;低温制冷回路系统1包括低温制冷系统21,板式换热器19的第二入口与低温制冷系统出口1连接,板式换热器19的第二出口与低温制冷系统1入口连接。

[0032] 本实施例中开式水箱16的第一出水口与外循环冷却回路系统3的第一电动两通阀4的入口连接,开式水箱16的第一回水口与外循环冷却回路系统3的第二电动两通阀15的入口以及流量计14出口连接;开式水箱16的第二出水口与内循环载冷回路系统2的内循环泵18的入口相连开式水箱16的第二出水口与内循环载冷回路系统2的流量开关20的出口连接开式水箱16内部安装有第三温度传感器17。

[0033] 实施例2

[0034] 如图2所示,本实施例公开一种基于蓄冷模式的高能激光热管理系统的控制方法,具体的,该控制方法包括以下步骤:

[0035] 步骤(1)、控制系统顺序开启内循环泵和外循环泵,当内循环泵和外循环泵开启后始终保持运行状态;

[0036] 步骤(2)、在完成步骤(1)后,控制系统根据开式水箱内第三温度传感器实时测得的蓄冷温度数值,判断是否需要开启低温制冷回路系统:若蓄冷温度高于设定温度范围上限,则开启低温制冷回路系统,直至蓄冷温度低于设定温度范围下限后关闭低温制冷回路系统;若蓄冷温度低于设定温度范围上限,则保持低温制冷回路系统为关闭状态;

[0037] 步骤(3)、在完成步骤(1)后,控制系统根据第一温度传感器测得的冷却液温度数值是否在正常工作温度范围,若在正常工作温度范围内,则保持闭式缓冲水箱内部的加热器为关闭状态,通过PID实时调节第一电动阀和第二电动阀的开度来保持温度控制在正常工作范围;

[0038] 步骤(4)、在完成步骤(3)后,控制系统根据第一温度传感器测得的冷却液温度数值不在正常工作范围,则进一步判断冷却液温度是否低于正常工作范围下限。若是,则开启闭式缓冲水箱内部加热器直至冷却液温度在正常工作温度范围内;

[0039] 步骤(5)、在完成步骤(3)后,控制系统根据第一温度传感器测得的冷却液温度数值不在正常工作范围,则进一步判断冷却液温度是否高于正常工作范围上限。若是,则保持闭式缓冲水箱内部加热器为关闭状态,通过PID实时调节第一电动阀和第二电动阀的开度来保持温度控制在正常工作范围。

[0040] 本实施例中控制系统根据第二温度传感器测得的冷却液温度数值,实时判断高能激光热负载是否加载,能够更快速地提高PID控制方式的响应速度,从而避免高能激光热负载初始加载过程中的温度波动,保证了高能激光热管理系统在空载、热负载加载过程和长时间满负载持续加载中冷却液温度的稳定性。

[0041] 本实施例中控制系统对外循环冷却回路系统中第一电动两通阀和第二电动两通阀的开度大小在0~100%之间取反控制,即保持两者开度和始终为100%,该方式能够有效保证PID在温度控制过程中、调节电动两通阀开度时外循环泵输出冷却液流量的稳定性。

[0042] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,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以所述权利要求的保护范围为准。另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况

下,可以通过任何合适的方式进行组合,为了避免不必要的重复,本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。此外,本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本发明的思想,其同样应当视为本发明所公开的内容。

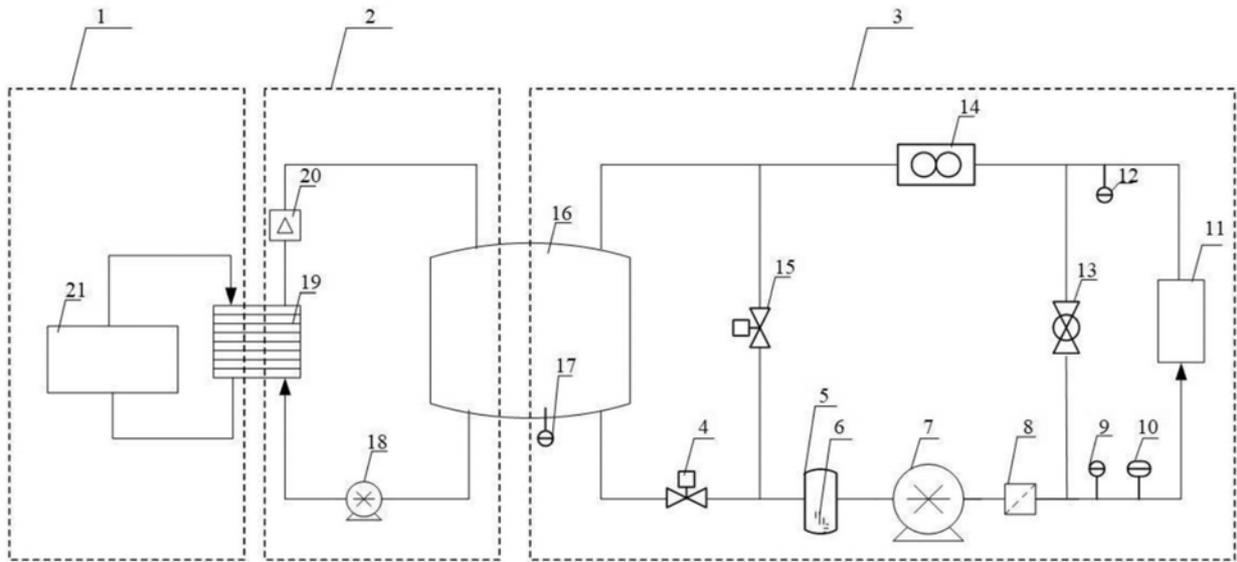


图1

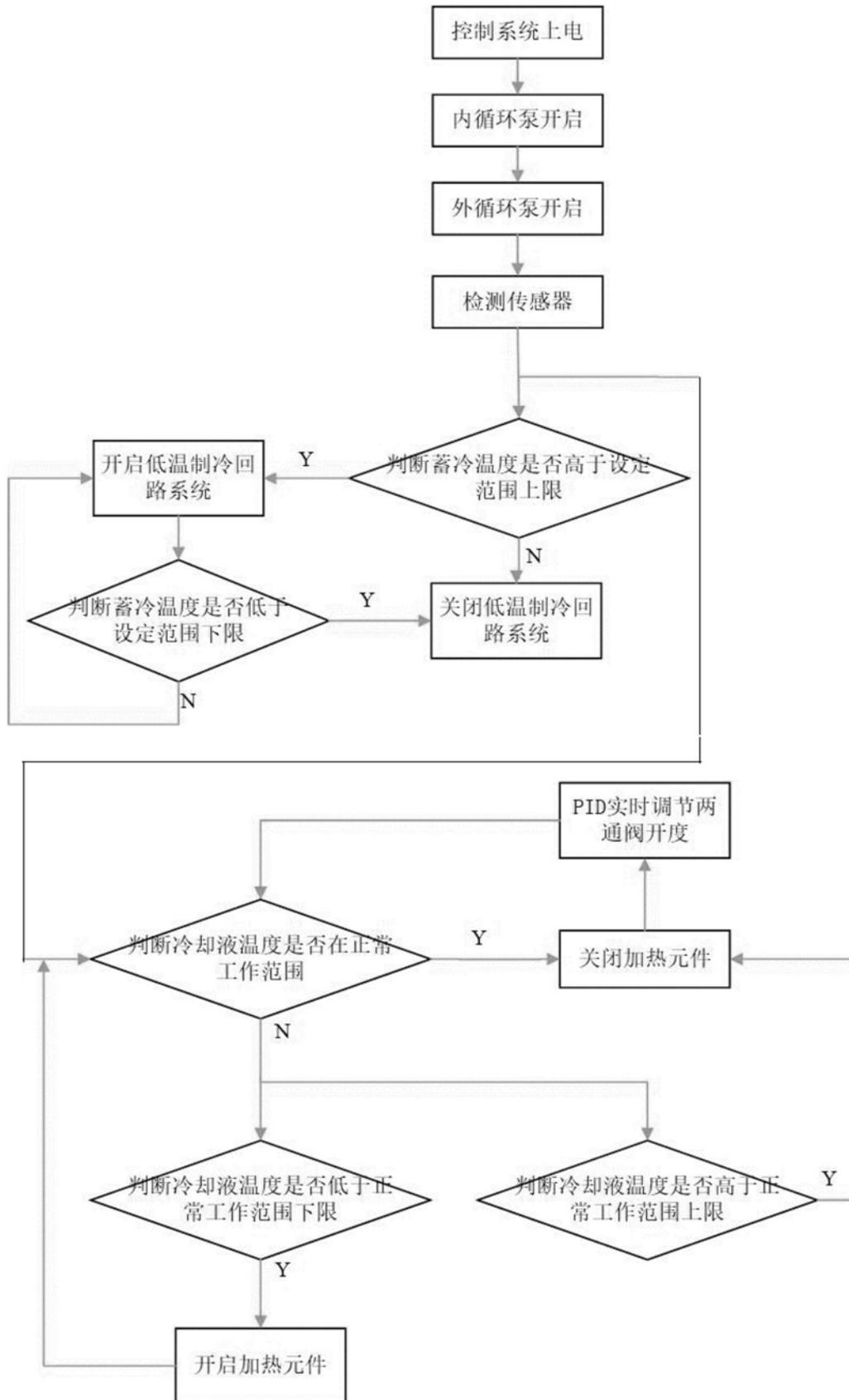


图2