



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109578100 A

(43)申请公布日 2019.04.05

(21)申请号 201811605966.2

(22)申请日 2018.12.26

(71)申请人 天津大学

地址 300350 天津市津南区海河教育园雅
观路135号天津大学北洋园校区

(72)发明人 刘海峰 崔雁清 易文韬 杨智
尧命发 郑尊清 王泚

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 王丽英

(51)Int.Cl.

F01K 25/10(2006.01)

F01D 15/10(2006.01)

F28D 7/08(2006.01)

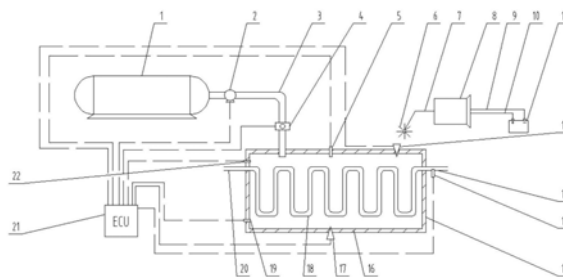
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种利用液氮的换热-发电集成系统及控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种利用液氮的换热-发电集成系统及控制方法。在本系统中,电子控制单元ECU控制液氮泵、电磁阀动作将制冷剂液氮引入到换热箱中。所需换热的流体(气体、液体)在换热管路中将热量释放给液氮以达到降温的目的,同时利用受热膨胀的氮气进一步发电,实现能量的回收利用。通过电子控制单元ECU控制电磁阀动作可以实现将换热的流体(气体、液体)温度控制在设定值,实现对冷却温度的智能调节。本发明结构较简单,成本低,维护保养方便,可以用于使发动机等具有较高热负荷及较高换热需求的设备实现快速降温。



1. 一种利用液氮的换热-发电集成系统,包括电子控制单元ECU,其特征在于:高压储氮罐出口通过液氮管路依次连接液氮泵和第一电磁控制阀并且液氮管路的出口插入换热箱顶部的液氮进口设置;

在所述的换热箱内安装有输送换热流体用的换热管路,所述的换热管路的入口、出口分别伸出换热箱的左右两侧设置,所述的换热管路的入口与用于输送换热流体的输液管路出口相连,所述的换热管路的出口与送液管路进口相连,在换热管路出口处装有温度传感器;

在所述的换热箱顶壁上分别安装有第二电磁控制阀和压力传感器,在所述的换热箱的下部侧壁和上部侧壁上分别安装有第一液位传感器和第二液位传感器,在所述的换热箱的下部底面中心位置安装有第三电磁阀,用于将换热箱内换热完成后剩余的液氮释放到外界环境中;

所述的第一电磁控制阀、第二电磁控制阀、第三电磁阀、第一液位传感器、第二液位传感、温度传感器、压力传感器以及液氮泵分别通过控制线与电子控制单元ECU相连;

在所述的换热箱外安装有蓄电池,所述的蓄电池的正负极分别通过电线与发电机对应的输出接线相连,所述的发电机的转动轴与叶轮相连,所述的叶轮位于第二电磁控制阀出口正上方位置。

2. 根据权利要求1所述的利用液氮的换热-发电集成系统,其特征在于:所述的换热管路为“U”型盘管。

3. 根据权利要求1或者2所述的利用液氮的换热-发电集成系统,其特征在于:在换热箱外壁上包裹有石棉保温材料。

4. 根据权利要求3所述的利用液氮的换热-发电集成系统,其特征在于:所述的压力传感器位于换热箱顶壁中心位置,所述的第二电磁控制阀靠近压力传感器设置。

5. 根据权利要求4所述的利用液氮的换热-发电集成系统,其特征在于:所述的叶轮设置在第二电磁控制阀出口正上方10cm-12cm的位置。

6. 采用权利要求1-5之一系统的利用液氮的换热-发电集成控制方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤一、第一液位传感器检测换热箱中液氮液面,当换热箱中液氮液面低于第一液位传感器时,第一液位传感器将信号传输给电子控制单元ECU,电子控制单元ECU发出信号控制第一电磁控制阀开启,控制液氮泵开始工作,液氮通过液氮管路从高压储氮罐输送到换热箱中;随着液氮不断被加入,换热箱中液氮液面不断上升,当液氮液面超过第二液位传感器时,第二液位传感器将信号传输给电子控制单元ECU,电子控制单元ECU发出信号控制第一电磁控制阀关闭,控制液氮泵停止工作,换热用的流体由换热管路入口进入换热箱中,并由换热管路出口流出换热箱,换热用的流体在换热管路管壁处放出热量温度降低,换热用的流体放出的热量被液氮吸收,液氮温度升高并且体积膨胀变为气态,换热箱中压力不断升高;温度传感器持续检测换热用的流体温度,若流体温度未降低到设定值,压力传感器实时监测换热箱中压力,并将信号传输给电子控制单元ECU;当压力传感器所测换热箱中压力达到设定高压,电子控制单元ECU发出信号控制第二电磁控制阀打开,换热箱中高压氮气通过第二电磁控制阀流出换热箱,高压氮气驱动叶轮转动,叶轮带动转动轴转动,转动轴带动发电机发电,所发出的电能存储于蓄电池中,随着高压氮气流流出换热箱,换热箱内压力逐渐

降低,当换热箱内压力降低至设定低压,电子控制单元ECU发出信号控制第二电磁控制阀关闭;若在这个过程中温度传感器检测到的流体温度低于设定值,则中断所有过程,直接转入步骤三;

步骤二、温度传感器检测换热用的流体温度,同时第一液位传感器检测换热箱中液氮液面;若换热箱中液氮液面低于第一液位传感器时,重复步骤一,在此过程中若温度传感器检测到的流体温度降低到设定值,转入步骤三;若换热箱中液氮液面高于第一液位传感器时,流体继续与液氮换热,直至温度传感器检测到的流体温度降低到设定值,转入步骤三;

步骤三、电子控制单元ECU控制第二电磁阀打开,换热箱中受热膨胀的氮气排出,带动叶轮转动发电;电子控制单元ECU控制第三电磁阀打开,换热箱中剩余液氮排出至外界环境中,然后电子控制单元ECU控制第三电磁阀关闭,电子控制单元ECU控制第二电磁阀关闭,由此避免换热管路中换热用的流体温度继续降低;

步骤四、温度传感器持续检测换热用的流体温度,当换热用的流体温度高于设定值时,重复步骤一、二、三、四。

一种利用液氮的换热-发电集成系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种新型利用液氮的换热-发电集成系统及控制方法。属于内燃机等具有较高热负荷及较高换热需求的技术领域。

背景技术

[0002] 限制内燃机技术进一步发展的瓶颈因素之一是内燃机在某些工况热负荷过大及如何快速散热的问题。研究表明：内燃机缸内平均有效压力达到40bar时，排气门表面温度将达到500-550℃、活塞燃烧室边缘表面的温度将达到500℃、进气门将达到350-400℃；在平均有效压力为80bar的工作环境下，活塞表面温度将升高超过600℃，而目前常用的铝活塞中铝的熔点为660℃。在较高热负荷下，如果不能实现快速散热，内燃机材料将面临开裂、熔化、疲劳失效等问题。

[0003] 目前常用于内燃机的散热方式包括水冷和风冷，但均存在着换热能力有限、换热时间较长等问题。内燃机长时间在大负荷工况下运行时，可能会出现冷却液沸腾等现象，内燃机缸内热量无法正常散失，各零部件热负荷增大，对内燃机正常稳定运行造成很大的安全隐患。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服已有技术的不足，提供一种新型利用液氮的换热-发电集成系统及控制方法，使发动机等具有较高热负荷及较高换热需求的设备实现快速降温，同时本发明还可以利用受热膨胀的氮气进一步发电，实现能量的回收利用。

[0005] 一种利用液氮的换热-发电集成系统，包括电子控制单元ECU，高压储氮罐出口通过液氮管路依次连接液氮泵和第一电磁控制阀并且液氮管路的出口插入换热箱顶部的液氮进口设置；

[0006] 在所述的换热箱内安装有输送换热流体用的换热管路，所述的换热管路的入口、出口分别伸出换热箱的左右两侧设置，所述的换热管路的入口与用于输送换热流体的输液管路出口相连，所述的换热管路的出口与送液管路进口相连，在换热管路出口处装有温度传感器；

[0007] 在所述的换热箱顶壁上分别安装有第二电磁控制阀和压力传感器，在所述的换热箱的下部侧壁和上部侧壁上分别安装有第一液位传感器和第二液位传感器，在所述的换热箱的下部底面中心位置安装有第三电磁阀，用于将换热箱内换热完成后剩余的液氮释放到外界环境中；

[0008] 所述的第一电磁控制阀、第二电磁控制阀、第三电磁阀、第一液位传感器、第二液位传感、温度传感器、压力传感器以及液氮泵分别通过控制线与电子控制单元ECU相连；

[0009] 在所述的换热箱外安装有蓄电池，所述的蓄电池的正负极分别通过电线与发电机对应的输出接线相连，所述的发电机的转动轴与叶轮相连，所述的叶轮位于第二电磁控制阀出口正上方位置。

[0010] 利用液氮的换热-发电集成控制方法,包括以下步骤:

[0011] 步骤一、第一液位传感器检测换热箱中液氮液面,当换热箱中液氮液面低于第一液位传感器时,第一液位传感器将信号传输给电子控制单元ECU,电子控制单元ECU发出信号控制第一电磁控制阀开启,控制液氮泵开始工作,液氮通过液氮管路从高压储氮罐输送到换热箱中;随着液氮不断被加入,换热箱中液氮液面不断上升,当液氮液面超过第二液位传感器时,第二液位传感器将信号传输给电子控制单元ECU,电子控制单元ECU发出信号控制第一电磁控制阀关闭,控制液氮泵停止工作,换热用的流体由换热管路入口进入换热箱中,并由换热管路出口流出换热箱,换热用的流体在换热管路管壁处放出热量温度降低,换热用的流体放出的热量被液氮吸收,液氮温度升高并且体积膨胀变为气态,换热箱中压力不断升高;温度传感器持续检测换热用的流体温度,若流体温度未降低到设定值,压力传感器实时监测换热箱中压力,并将信号传输给电子控制单元ECU;当压力传感器所测换热箱中压力达到设定高压,电子控制单元ECU发出信号控制第二电磁控制阀打开,换热箱中高压氮气通过第二电磁控制阀流出换热箱,高压氮气驱动叶轮转动,叶轮带动转动轴转动,转动轴带动发电机发电,所发出的电能存储于蓄电池中,随着高压氮气流流出换热箱,换热箱内压力逐渐降低,当换热箱内压力降低至设定低压,电子控制单元ECU发出信号控制第二电磁控制阀关闭;若在这个过程中温度传感器检测到的流体温度低于设定值,则中断所有过程,直接转入步骤三;

[0012] 步骤二、温度传感器检测换热用的流体温度,同时第一液位传感器检测换热箱中液氮液面;若换热箱中液氮液面低于第一液位传感器时,重复步骤一,在此过程中若温度传感器检测到的流体温度降低到设定值,转入步骤三;若换热箱中液氮液面高于第一液位传感器时,流体继续与液氮换热,直至温度传感器检测到的流体温度降低到设定值,转入步骤三;

[0013] 步骤三、电子控制单元ECU控制第二电磁阀打开,换热箱中受热膨胀的氮气排出,带动叶轮转动发电;电子控制单元ECU控制第三电磁阀打开,换热箱中剩余液氮排出至外界环境中,然后电子控制单元ECU控制第三电磁阀关闭,电子控制单元ECU控制第二电磁阀关闭,由此避免换热管路中换热用的流体温度继续降低;

[0014] 步骤四、温度传感器持续检测换热用的流体温度,当换热用的流体温度高于设定值时,重复步骤一、二、三、四。

[0015] 与现有技术相比,本发明具有以下优势:

[0016] 第一,与传统换热器相比,本发明使用液氮作为制冷剂,冷却时间更短,冷却效果更明显。

[0017] 第二,本发明利用换热结束后受热膨胀氮气所具有的能量,带动发电机转动,实现部分能量回收。

[0018] 第三,本发明结构较简单,成本低,维护保养方便。

附图说明

[0019] 图1是本发明的利用液氮的换热-发电集成系统的结构示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和具体实施对本发明进行详细描述。

[0021] 如附图所示的本发明的一种利用液氮的换热-发电集成系统,包括电子控制单元ECU21,高压储氮罐1的出口通过液氮管路3依次连接液氮泵2和第一电磁控制阀4并且液氮管路3的出口插入换热箱15顶部的液氮进口设置。

[0022] 在所述的换热箱15内安装有输送换热流体用的换热管路18,所述的换热管路18的入口、出口分别伸出换热箱15的左右两侧设置,所述的换热管路的入口与用于输送换热流体(气体、液体)的输液管路出口相连,所述的换热管路的出口与送液管路进口相连,换热系统为所需换热的流体(气体、液体)提供了热量交换的场所,流体(气体、液体)热量释放给液氮以达到降温的目的。优选的换热管路为“U”型盘管。在换热管路出口13处装有温度传感器14,用来测量换热流体(气体、液体)经换热后的温度。

[0023] 优选的在换热箱外壁上包裹有石棉保温材料16,以起到与外界环境绝热的作用。

[0024] 在所述的换热箱15顶壁上分别安装有第二电磁控制阀12和压力传感器5,在所述的换热箱15的下部侧壁和上部侧壁上分别安装有第一液位传感器19和第二液位传感器22,在所述的换热箱15的下部底面中心位置安装有第三电磁阀17,用于将换热箱15内换热完成后剩余的液氮释放到外界环境中。

[0025] 所述的第一电磁控制阀4、第二电磁控制阀12、第三电磁阀17、第一液位传感器19、第二液位传感22、温度传感器14、压力传感器5以及液氮泵2分别通过控制线与电子控制单元ECU21相连。优选的压力传感器位于换热箱顶壁中心位置,所述的第二电磁控制阀12靠近压力传感器设置,由于中心位置处的压力较均匀且靠近第二电磁控制阀12,能够较准确的测量出第二电磁控制阀12附近的压力。

[0026] 在所述的换热箱15外安装有蓄电池11,所述的蓄电池11的正负极分别通过电线9、10与发电机8对应的输出接线相连,所述的发电机8的转动轴7与叶轮6相连,所述的叶轮6位于第二电磁控制阀12出口正上方位置,优选的设置第二电磁控制阀12出口正上方10cm-12cm的位置,优点是氮气能够形成较为稳定的气流运动,带动叶轮6转动更加平顺。

[0027] 本发明的一种利用液氮的换热-发电集成控制方法,包括以下步骤:

[0028] 步骤一、第一液位传感器19检测换热箱15中液氮液面,当换热箱15中液氮液面低于第一液位传感器19时,第一液位传感器19将信号传输给电子控制单元ECU21,电子控制单元ECU21发出信号控制第一电磁控制阀4开启,控制液氮泵2开始工作,液氮通过液氮管路3从高压储氮罐输送到换热箱15中。随着液氮不断被加入,换热箱15中液氮液面不断上升,当液氮液面超过第二液位传感器22时,第二液位传感器22将信号传输给电子控制单元ECU21。电子控制单元ECU21发出信号控制第一电磁控制阀4关闭,控制液氮泵2停止工作。换热用的流体(气体、液体)由换热管路入口20进入换热箱15中,并由换热管路出口13流出换热箱15。换热用的流体(气体、液体)在换热管路18管壁处放出热量温度降低,换热用的流体(气体、液体)放出的热量被液氮吸收,液氮温度升高并且体积膨胀变为气态,换热箱15中压力不断升高。温度传感器14持续检测换热用的流体(气体、液体)温度,若流体(气体、液体)温度未降低到设定值,压力传感器5实时监测换热箱15中压力,并将信号传输给电子控制单元ECU21。当压力传感器5所测换热箱15中压力达到设定高压,如:3bar时,电子控制单元ECU21发出信号控制第二电磁控制阀12打开。换热箱15中高压氮气通过第二电磁控制阀12流出换

热箱15,高压氮气驱动叶轮6转动,叶轮6带动转动轴7转动,转动轴7带动发电机8发电,所发出的电能存储于蓄电池11中。随着高压氮气流过换热箱15,换热箱15内压力逐渐降低,当换热箱15内压力降低至设定低压,如:1.5bar时,电子控制单元ECU21发出信号控制第二电磁控制阀12关闭。若在这个过程中温度传感器14检测到的流体(气体、液体)温度低于设定值,则中断所有过程,直接转入步骤三。

[0029] 步骤二、温度传感器14检测换热用的流体(气体、液体)温度,同时第一液位传感器19检测换热箱15中液氮液面;若换热箱15中液氮液面低于第一液位传感器19时,重复步骤一,在此过程中若温度传感器14检测到的流体温度降低到设定值,转入步骤三;若换热箱15中液氮液面高于第一液位传感器19时,流体继续与液氮换热,直至温度传感器14检测到的流体温度降低到设定值,转入步骤三;

[0030] 步骤三、电子控制单元ECU21控制第二电磁阀12打开,换热箱15中受热膨胀的氮气排出,带动叶轮6转动发电。电子控制单元ECU21控制第三电磁阀17打开,换热箱中剩余液氮排出至外界环境中,然后电子控制单元ECU21控制第三电磁阀17关闭,电子控制单元ECU21控制第二电磁阀12关闭,由此避免换热管路18中换热用的流体(气体、液体)温度继续降低。

[0031] 步骤四、温度传感器14持续检测换热用的流体(气体、液体)温度,当换热用的流体(气体、液体)温度高于设定值时,重复步骤一、二、三、四。

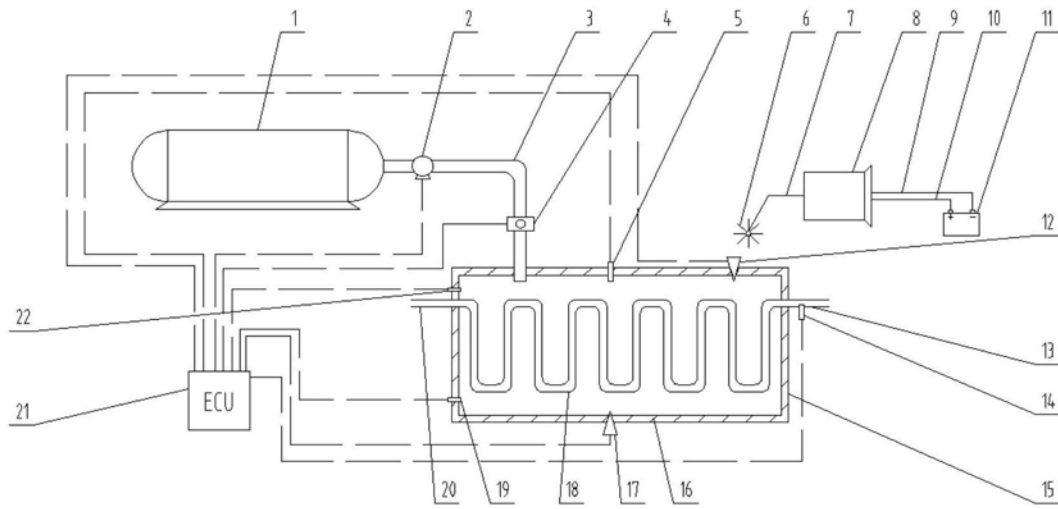


图1