

## 说明书

### 发明名称: 泵体加热控制系统及泵体加热控制方法

[0001] 本申请要求在2023年4月13日提交中国专利局、申请号为202310390646.4的中国专利申请的优先权，以上申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

[0002] 本申请涉及真空泵技术领域，尤其涉及一种泵体加热控制系统及泵体加热控制方法。

### 背景技术

[0003] 相关技术中，为避免真空泵内气体冷凝影响真空泵的使用，在真空泵运行过程中，通常需要对真空泵进行适当地加热。目前，一般根据实时测得的泵体温度与统一的预设温度值之间的差值来进行加热控制。然而，由于真空泵内的气体可能掺杂杂质，且气体状态也可能存在不同，这样的加热控制方式无法取得较好的防气体冷凝的效果。

### 发明概述

[0004] 本申请提供一种泵体加热控制系统及泵体加热控制方法来解决上述技术问题。

[0005] 本申请提供一种泵体加热控制系统，包括：加热模块；温度采集模块，被配置为采集真空泵的温度；环境信息采集模块，被配置为采集所述真空泵内的环境信息；控制模块，与所述温度采集模块、所述环境信息采集模块及所述加热模块连接，被配置为基于所述温度采集模块所采集的温度及所述环境信息采集模块所采集的环境信息控制所述加热模块对所述真空泵的泵体进行加热。

[0006] 本申请还提供一种泵体加热控制方法，包括：获取真空泵内的当前环境信息及所述真空泵的当前温度，所述当前环境信息包括所述真空泵内当前通入的气体类型、所述真空泵内的当前压力值、所述真空泵内单位时间的气体流量中的至少一者；根据所述当前环境信息确定与所述当前环境信息对应的目标温度；基于所述当前温度及所述目标温度的差值对所述真空泵的泵体加热进行控制。

### 有益效果

[0007] 本申请的有益效果为：本申请通过在泵体加热控制系统中增设环境信息采集模块，且控制模块基于温度采集模块及环境信息采集模块的采集结果控制加热模块对真空泵进行加热，使得加热控制能够更具针对性，有助于提升防止真空泵内气体冷能的效果。

## 附图说明

[0008] 图1为本申请一实施例提供的泵体加热控制系统的结构框图。

[0009] 图2为图1的加热模块的结构框图。

[0010] 图3为图1的泵体加热控制系统中的温度采集模块的结构框图。

[0011] 图4为本申请一实施例提供的恒流源单元的电路图。

[0012] 图5为本申请一实施例中泵体温度传感器（或尾排温度传感器）与恒流源单元及信号调理单元的电路连接图。

[0013] 图6为图1的模拟信号采集模块的结构框图。

[0014] 图7为图1的环境信息采集模块的结构框图。

[0015] 图8为本申请一实施例提供的信号调整单元的电路图。

[0016] 图9为本申请一实施例提供的泵体加热控制方法的流程图。

[0017] 附图标记说明：

[0018] 泵体加热控制系统-10；加热模块-11；温度采集模块-13；环境信息采集模块-15；控制模块-17；加热板-111；加热块-113；泵体温度传感器-131；尾排温度传感器-132；恒流源单元-133；信号调理单元-134；模拟信号采集模块-12；模拟信号多路选择器-121；模拟信号采集器-122；信号调整单元-151；人机交互模块-16。

## 本发明的实施方式

[0019] 请参阅图1，本申请一实施例提供一种泵体加热控制系统10，被配置为对真空泵泵体的加热过程进行控制。该泵体加热控制系统10可以包括加热模块11、温度采集模块13、环境信息采集模块15及控制模块17。

[0020] 加热模块11被配置为安装在真空泵泵体上，以便对真空泵泵体进行加热。请参阅图2，加热模块11可以包括加热板111及加热块113。加热块113的数量可以为多

个，且多个加热块113可以均设置在加热板111上。在将加热模块11安装在真空泵泵体上后，加热块113可以位于加热板与真空泵泵体之间。

[0021] 温度采集模块13被配置为采集真空泵的温度。

[0022] 请参阅图3，温度采集模块13可以包括多个泵体温度传感器131及一个尾排温度传感器132。此时，为使得温度采集模块13所采集的数据能够被控制模块17识别运用，泵体加热控制系统10还可以包括模拟信号采集模块12。模拟信号采集模块12可以连接在泵体温度传感器131及尾排温度传感器132与控制模块17之间。

[0023] 多个泵体温度传感器131可以分散地设置在真空泵泵体上，尾排温度传感器132可以设置在真空泵排气管上。如此设置，可以采集到较为准确的真空泵温度。

[0024] 泵体温度传感器131及尾排温度传感器132的测温范围可以在0℃-175℃之间，且测温精度在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 之间。由此，可以保证真空泵的测温需求。

[0025] 泵体温度传感器131及尾排温度传感器132可以均采用热电阻温度传感器。由于在热电阻中铂电阻具有精度高、性能可靠、稳定性佳等特点，且铂电阻的电阻相对变化率与温度的关系曲线的线性特性较为明显，为保障测温的准确性，可以选用铂电阻作为泵体温度传感器131及尾排温度传感器132的敏感元件。

[0026] 示例性地，泵体温度传感器131及尾排温度传感器132均可以采用PT100或PT1000温度传感器。

[0027] 进一步地，考虑到电阻自发热对温度测量存在负面影响，为减少该部分影响，泵体温度传感器131及尾排温度传感器132可以均采用PT100温度传感器。

[0028] 相关技术中，在将热电阻接入测温电路时，存在多种接法。其中，三线制接法较为普遍。然而，采用三线制接法将热电阻接入测温电路后，可能会导致可调电阻的接触电阻与电桥臂的电阻相连，进而导致电桥的零点不稳。为避免这一问题，本申请实施例采用四线制接法将热电阻接入测温电路中。

[0029] 一实施例中，温度采集模块13还可以包括恒流源单元133。恒流源单元133与泵体温度传感器131及尾排温度传感器132一一对应。每一恒流源单元133连接在与之对应的泵体温度传感器131或尾排温度传感器132与模拟信号采集模块12之间。

- [0030] 由于热电阻的自热效应对于测温存在负面影响，为减少该部分影响，需要保证流过热电阻的电流尽量小，然而，若电流太小，则测温易受噪声干扰，为避免上述问题，本申请中恒流源单元133的输出电流在0.5mA~2mA之间，例如，为1mA。
- [0031] 示例性地，恒流源单元133可以是恒压源芯片TL431利用电流负反馈转化所形成的恒流源，其电路图可以如图4所示。该恒流源单元133的精度在0.4%左右。该恒流源单元133中的运算放大器U4被配置为提高电流源的带载能力。该恒流源单元133中的电阻R2、R3、R9及R10可以均选用0.1%精度的电阻。
- [0032] 一实施例中，温度采集模块13还可以包括信号调理单元134。信号调理单元134与恒流源单元133一一对应。每一信号调理单元134连接在与之对应的恒流源单元133与模拟信号采集模块12之间。
- [0033] 请参阅图5，示例性地，可以利用两个恒流源单元133（图中对两个恒流源单元133的各元件的标号进行区分，两恒流源单元133的电路结构实质相同）的输出作为信号调理单元134的仪表放大器的差分输入构建减法电路，从而取出泵体温度传感器131（或尾排温度传感器132）在0℃~175℃范围内变化时的电压。图5示出了泵体温度传感器131（或尾排温度传感器132）与恒流源单元133及信号调理单元134的连接关系。
- [0034] 请参阅图6，一实施例中，模拟信号采集模块12包括模拟信号多路选择器121及模拟信号采集器122。模拟信号多路选择器121连接在信号调理单元134与模拟信号采集器122之间，模拟信号采集器122还与控制模块17连接。
- [0035] 环境信息采集模块15被配置为采集真空泵内的环境信息。
- [0036] 环境信息采集模块15可以设置在真空泵内。
- [0037] 环境信息采集模块15可以包括气体类型传感器、气体流量传感器及压力传感器中的至少一者。由此，在进行泵体加热控制时，至少将真空泵内的气体组成、气体流量或气体压力纳入考虑，因此，可以在一定程度上使得加热控制能够更具针对性，提升防止真空泵内气体冷能的效果。
- [0038] 较之输出信号为电压的电压型传感器，输出信号为电流的电流型传感器在信号传输过程中具有较强的抗干扰能力，因此，气体流量传感器及压力传感器可以

均为电流型传感器。进一步地，气体流量传感器及压力传感器可以选用输出电流在4mA–20mA的电流型传感器。

- [0039] 请参阅图7，一实施例中，环境信息采集模块15可以同时包括气体类型传感器、气体流量传感器及压力传感器。模拟信号采集模块12还可以连接在压力传感器及气体流量传感器与控制模块17之间。具体地，模拟多路选择器121连接在压力传感器及气体流量传感器与模拟信号采集器122之间。气体类型传感器与控制模块17连接。示例性地，气体类型传感器可以通过I2C总线接口将检测到的不种类型气体传送给控制模块17。控制模块17按照预先约定的通讯协议识别出气体类型。
- [0040] 进一步地，环境信息采集模块15还可以包括信号调整单元151。信号调整单元151与压力传感器及气体流量传感器一一对应设置，且连接在与之对应的传感器和模拟信号采集模块12的模拟多路选择器121之间。示例性地，信号调整单元151的电路结构可以如图8所示，其中，压力传感器（或气体流量传感器）的输出信号经ANA IN端口输入到信号调整单元151中，信号调整单元151将调整后的信号经ANA OUT端口输出。
- [0041] 控制模块17与温度采集模块13、环境信息采集模块15及加热模块11连接，被配置为基于温度采集模块13所采集的温度及环境信息采集模块15所采集的环境信息控制加热模块11对真空泵的泵体进行加热。
- [0042] 请再次参阅图1，可以理解，泵体加热控制系统10还可以包括人机交互模块16。人机交互模块16与控制模块17连接。人机交互模块16可以包括显示单元及输入单元。用户通过人机交互模块16的显示单元可以获知温度采集模块13所采集的温度信息及环境信息采集模块所采集的环境信息，以及通过人机交互模块16的输入单元可以设定温度采集模块13中各温度传感器的温度上限及其他信息。
- [0043] 本申请实施例通过在泵体加热控制系统中增设环境信息采集模块，且控制模块基于温度采集模块及环境信息采集模块的采集结果控制加热模块对真空泵进行加热，使得加热控制能够更具针对性，有助于提升防止真空泵内气体冷能的效果。

- [0044] 请参阅图9，基于同一发明构思，本申请实施例还提供一种泵体加热控制方法。该方法可以被配置为前述泵体加热控制系统10中的控制模块17。
- [0045] 一实施例中，该方法可以包括以下步骤。
- [0046] 步骤S11，获取真空泵内的当前环境信息及真空泵的当前温度，当前环境信息包括真空泵内当前通入的气体类型、真空泵内的当前压力值、真空泵内单位时间的气体流量中的至少一者。
- [0047] 具体地，控制模块17可以从环境信息采集模块15获取真空泵内的当前环境信息，从温度采集模块13获取真空泵的当前温度。
- [0048] 步骤S12，根据当前环境信息确定与当前环境信息对应的目标温度。
- [0049] 一实施例中，步骤S12可以包括：根据当前环境信息从预设的对应关系表查找到与当前环境信息对应的目标温度。需要说明的是，预设的对应关系表中可以记录有各种环境信息与调控温度之间的对应关系，例如，记录有真空泵内的气体类型与调控温度之间的对应关系、压力与调控温度之间的对应关系、气体流量与调控温度之间的对应关系；或者，记录有真空泵内的气体类型及压力两者与调控温度之间的对应关系、真空泵内的气体类型及气体流量两者与调控温度之间的对应关系、真空泵内的压力及气体流量两者与调控温度之间的对应关系；或者，记录有真空泵内的气体类型、压力及气体流量三者与调控温度之间的对应关系；或者，记录有上述所罗列出的所有对应关系。每种环境信息所对应的调控温度是指在该种环境信息所对应的环境中，取得最佳防气体冷凝效果所需的温度。
- [0050] 步骤S13，基于当前温度及目标温度的差值对真空泵的泵体加热进行控制。
- [0051] 一实施例中，步骤S13可以包括：在当前温度低于目标温度时，启动泵体加热；在温度达到目标温度时，停止泵体加热。具体地，在当前温度低于目标温度时，启动加热模块11对真空泵的泵体进行加热；在温度达到目标温度时，控制加热模块11停止对真空泵的泵体进行加热。

## 权利要求书

- [权利要求 1] 一种泵体加热控制系统，包括：  
加热模块；  
温度采集模块，被配置为采集真空泵的温度；  
环境信息采集模块，被配置为采集所述真空泵内的环境信息；  
控制模块，与所述温度采集模块、所述环境信息采集模块及所述加热模块连接，被配置为基于所述温度采集模块所采集的温度及所述环境信息采集模块所采集的环境信息控制所述加热模块对所述真空泵的泵体进行加热。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的泵体加热控制系统，其中，所述环境信息采集模块包括气体类型传感器、气体流量传感器及压力传感器中的至少一者。
- [权利要求 3] 如权利要求2所述的泵体加热控制系统，其中，所述环境信息采集模块包括气体类型传感器、气体流量传感器及压力传感器，所述泵体加热控制系统还包括模拟信号采集模块，所述模拟信号采集模块连接在所述压力传感器、所述气体流量传感器及所述温度采集模块与所述控制模块之间，所述气体类型传感器与所述控制模块连接。
- [权利要求 4] 如权利要求3所述的泵体加热控制系统，其中，所述温度采集模块包括多个泵体温度传感器及一个尾排温度传感器，所述泵体温度传感器被配置为分散地设置在所述真空泵的泵体上，且均与所述模拟信号采集模块连接，所述尾排温度传感器被配置为设置在所述真空泵的排气管上，且与所述模拟信号采集模块连接。
- [权利要求 5] 如权利要求4所述的泵体加热控制系统，其中，所述泵体温度传感器及所述尾排温度传感器均为PT100温度传感器。
- [权利要求 6] 如权利要求4所述的泵体加热控制系统，其中，所述温度采集模块还包括恒流源单元，所述恒流源单元与所述泵体温度传感器及所述尾排温度传感器一一对应，每一所述恒流源单元连接在与之对应的

所述泵体温度传感器或所述尾排温度传感器与所述模拟信号采集模块之间。

- [权利要求 7] 如权利要求6所述的泵体加热控制系统，其中，所述恒流源单元的  
输出电流在0.5mA~2mA之间。
- [权利要求 8] 如权利要求6所述的泵体加热控制系统，其中，所述温度采集模块  
还包括信号调理单元，所述信号调理单元与所述恒流源单元一一对  
应，每一所述信号调理单元连接在与之对应的所述恒流源单元与所  
述模拟信号采集模块之间。
- [权利要求 9] 如权利要求8所述的泵体加热控制系统，其中，所述模拟信号采集  
模块包括模拟信号多路选择器及模拟信号采集器，所述模拟信号多  
路选择器连接在所述信号调理单元与所述模拟信号采集器之间，所  
述模拟信号采集器还与所述控制模块连接。
- [权利要求 10] 一种泵体加热控制方法，包括：  
获取真空泵内的当前环境信息及所述真空泵的当前温度，所述当前  
环境信息包括所述真空泵内当前通入的气体类型、所述真空泵内的  
当前压力值、所述真空泵内单位时间的气体流量中的至少一者；  
根据所述当前环境信息确定与所述当前环境信息对应的目标温度；  
基于所述当前温度及所述目标温度的差值对所述真空泵的泵体加热  
进行控制。