



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116261315 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 13

(21) 申请号 202310530526.X

(22) 申请日 2023.05.12

(71) 申请人 合肥创科电子工程科技有限责任公司

地址 230000 安徽省合肥市包河区徽州大道4872号金融港中心B3栋901

(72) 发明人 徐志高 崔国强 徐丽娟 聂腾宇

(74) 专利代理机构 合肥集知匠心知识产权代理事务所(普通合伙) 34173

专利代理师 郑琍玉

(51) Int. Cl.

H05K 7/20 (2006.01)

H05K 5/02 (2006.01)

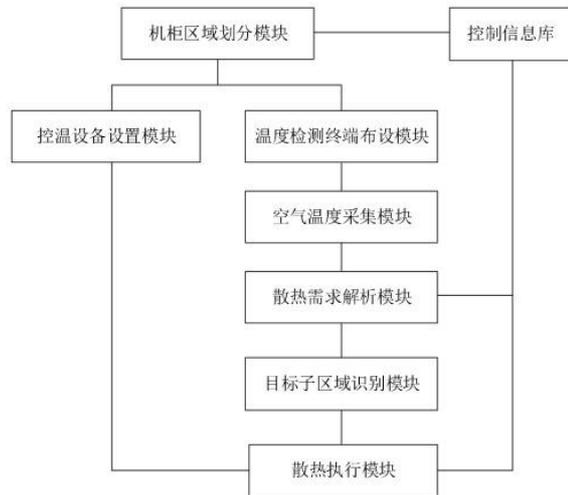
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种机柜温度调节控制系统

(57) 摘要

本发明涉及机柜温度控制技术领域,具体公开一种机柜温度调节控制系统,本发明通过将机柜内部空间进行区域划分,并将涡流制冷器的进风管、冷出风管设置为若干进风支管和若干冷出风支管,进而将各进风支管和各冷出风支管分别通向划分的子区域,由此对各子区域进行散热需求分析,针对性地进行散热,实现了机柜内部的局部需求散热,不仅提高了散热效果,还节约了散热资源,与此同时通过综合各子区域的空气温度和空气温度变化趋势统计分析获取各子区域的散热需求指数,以此作为温度控制开关,最大限度规避了现有技术中只以机柜内的空气温度作为温度控制开关造成的适用场景局限,大幅提高了机柜内温度控制的精确性。



1. 一种机柜温度调节控制系统,其特征在于,包括:

机柜区域划分模块,用于对机柜内部空间按照规划设置的小隔间进行区域划分,得到若干子区域,其中各隔间对应一个子区域;

控温设备设置模块,用于在机柜上设置涡流制冷器,所述涡流制冷器包括进风管、冷出风管和热出风管,其中进风管和冷出风管均由若干支路组成,形成若干进风支管和若干冷出风支管,且各进风支管和冷出风支管分别通向各子区域;

温度检测终端布设模块,用于在各子区域内布设温度检测终端;

空气温度采集模块,用于利用布设的温度检测终端按照设定的时间间隔采集机柜内各子区域的空气温度;

散热需求解析模块,用于基于各子区域在各采集时刻的空气温度解析各子区域在各采集时刻的散热需求指数;

控制信息库,用于存储各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度,存储各进风风机转速对应的堵塞程度系数区间,并存储各出风风机转速对应的输送力表征系数区间;

目标子区域识别模块,用于依据各子区域在各采集时刻的散热需求指数从所有子区域中识别出目标子区域及目标采集时刻;

降温执行模块,用于在目标采集时刻启动涡流制冷器,并分别开启热出风管及目标子区域对应的进风支管和冷出风支管的两端阀门,对相应风管进行堵塞监测预警,以此控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速吸取目标子区域内的空气进行离心分解出高温空气和适配低温空气,进而将高温空气引向热出风管外排,将适配低温空气引向目标子区域对应的冷出风支管,并控制冷出风支管内的出风风机转速对引入的适配低温空气输送到目标子区域内。

2. 如权利要求1所述的一种机柜温度调节控制系统,其特征在于:所述进风支管、冷出风支管和热出风管内均设置风机,其中进风支管内设置的风机为进风风机,冷出风支管和热出风管内设置的风机为出风风机,并分别在进风支管、冷出风支管和热出风管的两端管口位置均设置阀门和流量计,常态状态下阀门处于关闭状态。

3. 如权利要求1所述的一种机柜温度调节控制系统,其特征在于:所述解析各子区域在各采集时刻的散热需求指数具体实现过程如下:

预先配置监测时长,并将其结合设定的时间间隔计算监测时长包含的采集时刻数量;

基于监测时长包含的采集时刻数量在各采集时刻构建各采集时刻对应的历史采集时刻集合,并将集合内存在的各历史采集时刻按照时间先后顺序进行排列;

以时间为横坐标,以空气温度为纵坐标构建二维坐标系,针对各子区域在各采集时刻对应各历史采集时刻的空气温度在所述二维坐标系内标注出多个点,形成各子区域在各采集时刻中空气温度随历史采集时刻的变化曲线,并获取所述变化曲线的斜率;

将各子区域在各采集时刻的空气温度和各子区域在各采集时刻中空气温度随历史采集时

$$\text{刻变化曲线的斜率导入散热需求指数解析公式 } \eta_{i,t} = \begin{cases} \ln \left[2 \left(\frac{T_{i,t} - T_{i,\text{正常}}}{T_{i,\text{正常}}} \right) + \frac{k_i t}{1 + k_i t} + 1 \right], k_i t \geq 0 \\ 2 \left(\frac{T_{i,t} - T_{i,\text{正常}}}{T_{i,\text{正常}}} \right) - e^{k_i t}, k_i t < 0 \end{cases}$$

,得到各子区域在各采集时刻的散热需求指数 η_{it} ,式中*i*表示为子区域的编号, $i=1,2,\dots,n$,*t*表示为采集时刻编号, $t=1,2,\dots,x$, T_{it} 表示为第*i*子区域在第*t*采集时刻的空气温度, $T_{i正常}$ 表示为第*i*子区域对应的正常空气温度, k_{it} 表示为第*i*子区域在第*t*采集时刻中空气温度随历史采集时刻变化曲线的斜率,*e*表示为自然常数。

4.如权利要求3所述的一种机柜温度调节控制系统,其特征在于:所述 $T_{i正常}$ 的获取过程如下:

采集各子区域对应隔间的电气设备分布三维图像,进而从三维图像中识别各子区域中存在的电气设备种类;

将各子区域中存在的各种电气设备与控制信息库中各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度进行比对,从中筛选出各子区域对应各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度;

将同一子区域对应各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度按照降序顺序进行排列,进而将排在末位的空气温度作为各子区域对应的正常空气温度。

5.如权利要求1所述的一种机柜温度调节控制系统,其特征在于:所述目标子区域的识别方式为将各子区域在各采集时刻的散热需求指数与设定的警戒散热需求指数进行对比,若某子区域在某采集时刻的散热需求指数大于设定的警戒散热需求指数,则将该子区域作为目标子区域,同时将该采集时刻作为目标采集时刻。

6.如权利要求2所述的一种机柜温度调节控制系统,其特征在于:所述对相应风管进行堵塞监测预警的具体实现过程如下:

将目标子区域对应的进风支管、冷出风支管依次记为特定进风支管、特定冷出风支管;

分别启动热出风管、特定进风支管和特定冷出风支管内的风机,进而由设置在相应风管两端管口的流量计进行风流量监测,得到热出风管、特定进风支管和特定冷出风支管对应的两端管口风流量;

将热出风管、特定进风支管和特定冷出风支管对应的两端管口风流量进行相互对比,

通过堵塞程度系数表达式
$$\text{堵塞程度系数} = \frac{1}{1 + e^{\frac{|\text{两端管口风流量对比差}|}{2 \times \text{两端管口风流量之和}}}$$
, 计算得到热出风

管、特定进风支管和特定冷出风支管对应的堵塞程度系数,并将其与设置的限定堵塞程度系数进行对比,若某风管对应的堵塞程度系数大于限定堵塞程度系数,则进行预警处理,同时将对应的风管记为堵塞风管,进而将堵塞风管的名称上传到温控显示中心。

7.如权利要求6所述的一种机柜温度调节控制系统,其特征在于:所述控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速吸取目标子区域内的空气对应的具体实现方式为:

(1)若存在堵塞风管且堵塞风管为特定进风支管,则将特定进风支管对应的堵塞程度系数与控制信息库中存储的各进风风机转速对应的堵塞程度系数区间进行匹配,从中选取匹配成功的进风风机转速作为目标子区域对应进风支管内风机的适宜转速,从而控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速,使其调整到适宜转速;

(2)若不存在堵塞风管或存在堵塞风管且堵塞风管不为特定进风支管,则按照预设的

基准转速控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速。

8. 如权利要求3所述的一种机柜温度调节控制系统,其特征在於:所述适配低温为目标子区域对应的正常空气温度。

9. 如权利要求7所述的一种机柜温度调节控制系统,其特征在於:所述控制冷出风支管内的出风风机转速将引入的适配低温空气输送到目标子区域内对应的具体控制过程如下:

A、若存在堵塞风管且堵塞风管为特定冷出风支管,则将特定冷出风支管对应的堵塞程度系数结合目标子区域在目标采集时刻的散热需求指数代入公式
$$\psi = \frac{\log_{(R1^\xi + 1)} R2^\eta}{R1 + R2},$$

统计得到适配低温空气对应的输送力表征系数 ψ ,其中 ξ 表示为特定冷出风支管对应的堵塞程度系数, η 表示为目标子区域在目标采集时刻的散热需求指数,R1、R2分别表示为设定的堵塞程度系数、散热需求指数对应的权衡因子;

B、将适配低温空气对应的输送力表征系数与控制信息库中各出风风机转速对应的输送力表征系数区间进行匹配,从中获取目标子区域对应冷出风支管内出风风机的适宜转速,从而控制目标子区域对应冷出风支管内的出风风机转速,使其调整到适宜转速;

C、若不存在堵塞风管或存在堵塞风管且堵塞风管不为特定冷出风支管,则直接将目标子区域在目标采集时刻的散热需求指数作为适配低温空气对应的输送力表征系数,进而按照B进行冷出风支管内的出风风机转速控制。

一种机柜温度调节控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及机柜温度控制技术领域,具体而言,是一种机柜温度调节控制系统。

背景技术

[0002] 机柜是一种为了保护、管理、调控计算机设备和网络设备的专用电子设备。随着计算机技术的快速发展,机柜在实际应用中具有越来越广泛的应用前景,例如数据中心机房、通信基站等,鉴于机柜内一般都包含大量的电气设备,高密度的设备在运行过程中会产生大量的热量,严重干扰设备的正常运行。由此可见对机柜内部的温度进行调节控制显得尤为必要。

[0003] 传统机柜内部温度控制大多以风扇、空调作为散热设备,但风扇、空调一般体积较大,在机柜内安装不便,另外风扇、空调在散热过程中一方面会耗费较多的电力,增加机房的能耗成本,另一方面风扇和空调都需要运行一段时间才能达到需求的散热效果,散热效率不佳,再者会产生较大噪音。在这种情况下,涡流制冷器应运而生,涡流制冷器通过电子元器件的热交换来实现散热,在散热效果、噪音、节能等方面都具有明显的优势。

[0004] 但目前涡流制冷器应用于机柜进行温度控制时基本都采用统一控制方式,由于机柜内部不是所有空间都存在电气设备,且电气设备的种类不只一种,使得机柜内不同区域产生的温度不一样,进而导致不同区域的散热需求存在差异,而采用统一的散热控制方式致使散热时机不适宜,散热过于笼统,缺乏针对性,容易发生机柜内有些区域散热过度,有些区域散热不足的现象,造成机柜内散热区域不均衡,在一定程度上影响了散热效果,同时还有可能造成散热资源浪费。

[0005] 另外目前使用涡流制冷器进行机柜温度控制时一般只以机柜内的空气温度作为控制开关,忽略了机柜内空气温度的变化趋势,在机柜内空气温度没有达到阈值,但其变化趋势呈现上升趋势且上升幅度较大的情况下如果不及时进行散热,也是会存在较大的运行隐患,由此可见单纯以机柜内的空气温度作为温度控制开关,存在适用场景局限,降低了机柜温度控制的精确性,难以有效保障机柜散热的及时性。

发明内容

[0006] 为此,本申请实施例的一个目的在于提供一种机柜温度调节控制系统,有效解决了背景技术提到的问题。

[0007] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:一种机柜温度调节控制系统,包括:机柜区域划分模块,用于对机柜内部空间按照规划设置的小隔间进行区域划分,得到若干子区域,其中各隔间对应一个子区域。

[0008] 控温设备设置模块,用于在机柜上设置涡流制冷器,所述涡流制冷器包括进风管、冷出风管和热出风管,其中进风管和冷出风管均由若干支路组成,形成若干进风支管和若干冷出风支管,且各进风支管和冷出风支管分别通向各子区域。

[0009] 温度检测终端布设模块,用于在各子区域内布设温度检测终端。

[0010] 空气温度采集模块,用于利用布设的温度检测终端按照设定的时间间隔采集机柜内各子区域的空气温度。

[0011] 散热需求解析模块,用于基于各子区域在各采集时刻的空气温度解析各子区域在各采集时刻的散热需求指数。

[0012] 控制信息库,用于存储各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度,存储各进风风机转速对应的堵塞程度系数区间,并存储各出风风机转速对应的输送力表征系数区间。

[0013] 目标子区域识别模块,用于依据各子区域在各采集时刻的散热需求指数从所有子区域中识别出目标子区域及目标采集时刻。

[0014] 降温执行模块,用于在目标采集时刻启动涡流制冷器,并分别开启热出风管及目标子区域对应的进风支管和冷出风支管的两端阀门,对相应风管进行堵塞监测预警,以此控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速吸取目标子区域内的空气进行离心分解出高温空气和适配低温空气,进而将高温空气引向热出风管外排,将适配低温空气引向目标子区域对应的冷出风支管,并控制冷出风支管内的出风风机转速对引入的适配低温空气输送到目标子区域内。

[0015] 在一种可替换的实施方式中,所述进风支管、冷出风支管和热出风管内均设置风机,其中进风支管内设置的风机为进风风机,冷出风支管和热出风管内设置的风机为出风风机,并分别在进风支管、冷出风支管和热出风管的两端管口位置均设置阀门和流量计,常态状态下阀门处于关闭状态。

[0016] 在一种可替换的实施方式中,所述解析各子区域在各采集时刻的散热需求指数具体实现过程如下:预先配置监测时长,并将其结合设定的时间间隔计算监测时长包含的采集时刻数量。

[0017] 基于监测时长包含的采集时刻数量在各采集时刻构建各采集时刻对应的历史采集时刻集合,并将集合内存在的各历史采集时刻按照时间先后顺序进行排列。

[0018] 以时间为横坐标,以空气温度为纵坐标构建二维坐标系,针对各子区域在各采集时刻对应各历史采集时刻的空气温度在所述二维坐标系内标注出多个点,形成各子区域在各采集时刻中空气温度随历史采集时刻的变化曲线,并获取所述变化曲线的斜率。

[0019] 将各子区域在各采集时刻的空气温度和各子区域在各采集时刻中空气温度随历史采集时刻变化曲线的斜率导入散热需求指数解析公式

$$\eta_{it} = \begin{cases} \ln \left[2 \left(\frac{T_{it} - T_{i\text{正常}}}{T_{i\text{正常}}} \right) + \frac{k_{it}}{1 + k_{it}} + 1 \right], & k_{it} \geq 0 \\ 2 \left(\frac{T_{it} - T_{i\text{正常}}}{T_{i\text{正常}}} \right) - e^{k_{it}}, & k_{it} < 0 \end{cases}, \text{得到各子区域在各采集时刻的散热}$$

需求指数 η_{it} ,式中*i*表示为子区域的编号, $i=1,2,\dots,n$,*t*表示为采集时刻编号, $t=1,2,\dots,x$, T_{it} 表示为第*i*子区域在第*t*采集时刻的空气温度, $T_{i\text{正常}}$ 表示为第*i*子区域对应的正常空气温度, k_{it} 表示为第*i*子区域在第*t*采集时刻中空气温度随历史采集时刻变化曲线的斜率,*e*表示为自然常数。

[0020] 在一种可替换的实施方式中,所述 $T_{\text{正常}}$ 的获取过程如下:采集各子区域对应隔间的电气设备分布三维图像,进而从三维图像中识别各子区域中存在的电气设备种类。

[0021] 将各子区域中存在的各种电气设备与控制信息库中各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度进行比对,从中筛选出各子区域对应各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度。

[0022] 将同一子区域对应各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度按照降序顺序进行排列,进而将排在末位的空气温度作为各子区域对应的正常空气温度。

[0023] 在一种可替换的实施方式中,所述目标子区域的识别方式为将各子区域在各采集时刻的散热需求指数与设定的警戒散热需求指数进行对比,若某子区域在某采集时刻的散热需求指数大于设定的警戒散热需求指数,则将该子区域作为目标子区域,同时将该采集时刻作为目标采集时刻。

[0024] 在一种可替换的实施方式中,所述对相应风管进行堵塞监测预警的具体实现过程如下:将目标子区域对应的进风支管、冷出风支管依次记为特定进风支管、特定冷出风支管。

[0025] 分别启动热出风管、特定进风支管和特定冷出风支管内的风机,进而由设置在相应风管两端管口的流量计进行风流量监测,得到热出风管、特定进风支管和特定冷出风支管对应的两端管口风流量。

[0026] 将热出风管、特定进风支管和特定冷出风支管对应的两端管口风流量进行相互对

比,通过堵塞程度系数表达式

$$\text{堵塞程度系数} = \frac{1}{1 + e^{\frac{\text{两端管口风流量对比差}}{\text{两端管口风流量之和}}}}$$

出风管、特定进风支管和特定冷出风支管对应的堵塞程度系数,并将其与设置的限定堵塞程度系数进行对比,若某风管对应的堵塞程度系数大于限定堵塞程度系数,则进行预警处理,同时将对应的风管记为堵塞风管,进而将堵塞风管的名称上传到温控显示中心。

[0027] 在一种可替换的实施方式中,所述控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速吸取目标子区域内的空气对应的具体实现方式为:(1)若存在堵塞风管且堵塞风管为特定进风支管,则将特定进风支管对应的堵塞程度系数与控制信息库中存储的各进风风机转速对应的堵塞程度系数区间进行匹配,从中选取匹配成功的进风风机转速作为目标子区域对应进风支管内风机的适宜转速,从而控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速,使其调整到适宜转速。

[0028] (2)若不存在堵塞风管或存在堵塞风管且堵塞风管不为特定进风支管,则按照预设的基准转速控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速。

[0029] 在一种可替换的实施方式中,所述适配低温为目标子区域对应的正常空气温度。

[0030] 在一种可替换的实施方式中,所述控制冷出风支管内的出风风机转速将引入的适配低温空气输送到目标子区域内对应的具体控制过程如下:A、若存在堵塞风管且堵塞风管为特定冷出风支管,则将特定冷出风支管对应的堵塞程度系数结合目标子区域在目标采集

时刻的散热需求指数代入公式 $\psi = \frac{\log_{(R1^\xi + 1)} R2^\eta}{R1 + R2}$,统计得到适配低温空气对应的输送

力表征系数 ψ ,其中 ξ 表示为特定冷出风支管对应的堵塞程度系数, η 表示为目标子区域在目标采集时刻的散热需求指数,R1、R2分别表示为设定的堵塞程度系数、散热需求指数对应的权衡因子。

[0031] B、将适配低温空气对应的输送力表征系数与控制信息库中各出风风机转速对应的输送力表征系数区间进行匹配,从中获取目标子区域对应冷出风支管内出风风机的适宜转速,从而控制目标子区域对应冷出风支管内的出风风机转速,使其调整到适宜转速。

[0032] C、若不存在堵塞风管或存在堵塞风管且堵塞风管不为特定冷出风支管,则直接将目标子区域在目标采集时刻的散热需求指数作为适配低温空气对应的输送力表征系数,进而按照B进行冷出风支管内的出风风机转速控制。

[0033] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:1、本发明在以涡流制冷器进行机柜温度控制时通过将机柜内部空间进行区域划分,进而将涡流制冷器的进风管、冷出风管设置为若干进风支管和若干冷出风支管,并将各进风支管和各冷出风支管分别通向划分的子区域,由此对各子区域进行散热需求分析,针对性地利用进风支管和冷出风支管进行散热,实现了机柜内部的局部需求散热,有效弥补了统一散热控制方式造成的散热时机不适宜、散热区域不均衡的不足,不仅提高了散热效果,还节约了散热资源。

[0034] 2、本发明通过综合各子区域的空气温度和空气温度变化趋势统计分析获取各子区域的散热需求指数,以此作为温度控制开关,最大限度规避了现有技术中只以机柜内的空气温度作为温度控制开关造成的适用场景局限,大幅提高了机柜内温度控制的精确性,有利于提升机柜散热及时性的保障力度。

[0035] 3、本发明在由涡流制冷器对目标子区域进行温度控制之前对涡流制冷器对应的相应风管进行堵塞监测预警,实现了散热前的控温设备运行检测操作,能够及时发现风管存在的堵塞问题,大大避免了因涡流制冷器风管堵塞对散热造成的干扰,为散热效果的提升提供了一定保障。

附图说明

[0036] 利用附图对本发明作进一步说明,但附图中的实施例不构成对本发明的任何限制,对于本领域的普通技术人员,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据以下附图获得其它的附图。

[0037] 图1为本发明的系统连接示意图。

[0038] 图2为本发明中机柜内部空间子区域划分示意图。

[0039] 图3为本发明中涡流制冷器的组成构造示意图。

[0040] 图4为本发明中空气温度随历史采集时刻的变化曲线示意图。

[0041] 附图标记:1——进风支管,2——冷出风支管,3——热出风管。

具体实施方式

[0042] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明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前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0043] 本发明提出一种机柜温度调节控制系统,包括机柜区域划分模块、控温设备设置模块、温度检测终端布设模块、空气温度采集模块、散热需求解析模块、控制信息库、目标子区域识别模块和散热执行模块。

[0044] 参照图1所示,上述中各模块之间的连接关系为机柜区域划分模块分别与控温设备设置模块和温度检测终端布设模块连接,温度检测终端布设模块与空气温度采集模块连接,空气温度采集模块与散热需求解析模块连接,散热需求解析模块与目标子区域识别模块连接,控温设备设置模块和目标子区域识别模块均与散热执行模块连接,控制信息库分别与机柜区域划分模块、散热需求解析模块和散热执行模块连接。

[0045] 所述机柜区域划分模块用于对机柜内部空间按照规划设置的小隔间进行区域划分,得到若干子区域,其中各隔间对应一个子区域,参见图2所示。

[0046] 所述控温设备设置模块用于在机柜上设置涡流制冷器,参见图3所示,所述涡流制冷器包括进风管、冷出风管和热出风管,其中进风管和冷出风管均由若干支路组成,形成若干进风支管和若干冷出风支管,且各进风支管和冷出风支管分别通向各子区域。

[0047] 在上述方案基础上,进风支管、冷出风支管和热出风管内均设置风机,其中进风支管内设置的风机为进风风机,冷出风支管和热出风管内设置的风机为出风风机,并分别在进风支管、冷出风支管和热出风管的管口位置均设置阀门和流量计,常态状态下阀门处于关闭状态。

[0048] 需要说明的是在进风支管、冷出风支管和热出风管的管口位置均设置阀门,是为了控制风管的开启关闭,且常态状态下阀门处于关闭状态是为了防止风管不工作的时候灰尘大量进入造成对散热的干扰,在一定程度上保障了风管的正常工作。

[0049] 所述温度检测终端布设模块用于在各子区域内布设温度检测终端,其中温度检测终端可以为温度传感器。

[0050] 所述空气温度采集模块用于利用布设的温度检测终端按照设定的时间间隔采集机柜内各子区域的空气温度,得到各子区域在各采集时刻的空气温度。

[0051] 所述散热需求解析模块用于基于各子区域在各采集时刻的空气温度解析各子区域在各采集时刻的散热需求指数,具体实现过程如下:预先配置监测时长,并将其结合设定的时间间隔计算监测时长包含的采集时刻数量,其计算表达式为

$$\text{监测时长包含的采集时刻数量} = \left\lceil \frac{\text{监测时长}}{\text{设定的时间间隔}} \right\rceil。$$

[0052] 示例性的,配置的监测时长为1小时,设定的时间间隔为10分钟,则配置的监测时长包含的采集时刻数量为 $\left\lceil \frac{60}{10} \right\rceil = 6$ 。

[0053] 基于监测时长包含的采集时刻数量在各采集时刻构建各采集时刻对应的历史采集时刻集合,其中各采集时刻对应的历史采集时刻集合中包括采集时刻本身,例如在以配置的监测时长包含的采集时刻数量为6情况下获取第7个采集时刻对应的历史采集时刻集合为 $\{2, 3, 4, 5, 6, 7\}$,并将集合内存在的各历史采集时刻按照时间先后顺序进行排列。

[0054] 需要说明的是,在刚开始进行空气温度采集时由于前几个采集时刻对应的历史采集时刻集合中存在的历史采集时刻数量难以满足监测时长包含的采集时刻数量,此时对前几个采集时刻不进行空气温度变化趋势分析,在分析散热需求时只以前几个采集时刻的空

气温度作为分析指标,作为本发明的一个示例,配置的监测时长包括的采集时刻数量为6,则在前5个采集时刻不进行空气温度变化趋势分析。

[0055] 参见图4所示,以时间为横坐标,以空气温度为纵坐标构建二维坐标系,针对各子区域在各采集时刻对应各历史采集时刻的空气温度在所述二维坐标系内标注出多个点,形成各子区域在各采集时刻中空气温度随历史采集时刻的变化曲线,并通过对变化曲线求导获取所述变化曲线的斜率。

[0056] 将各子区域在各采集时刻的空气温度和在各子区域在各采集时刻中空气温度随历史采集时刻变化曲线的斜率导入散热需求指数解析公式

$$\eta_{it} = \begin{cases} \ln \left[2 \left(\frac{T_{it} - T_{i\text{正常}}}{T_{i\text{正常}}} \right) + \frac{k_{it}}{1 + k_{it}} + 1 \right], & k_{it} \geq 0 \\ 2 \left(\frac{T_{it} - T_{i\text{正常}}}{T_{i\text{正常}}} \right) - e^{k_{it}}, & k_{it} < 0 \end{cases}, \text{得到各子区域在各采集时刻的散热需}$$

求指数 η_{it} ,式中*i*表示为子区域的编号, $i=1,2,\dots,n$,*t*表示为采集时刻编号, $t=1,2,\dots,x$, T_{it} 表示为第*i*子区域在第*t*采集时刻的空气温度, $T_{i\text{正常}}$ 表示为第*i*子区域对应的正常空气温度, k_{it} 表示为第*i*子区域在第*t*采集时刻中空气温度随历史采集时刻变化曲线的斜率,*e*表示为自然常数。

[0057] 具体地,空气温度随历史采集时刻变化曲线的斜率为正时,空气温度随历史采集时刻的变化趋势为上涨,空气温度随历史采集时刻变化曲线的斜率为负时,空气温度随历史采集时刻的变化趋势为下降。

[0058] 在本发明的具体实施例中, $T_{i\text{正常}}$ 的获取过程如下:采集各子区域对应隔间的电气设备分布三维图像,进而从三维图像中识别各子区域中存在的电气设备种类,具体识别方式为从电气设备分布三维图像中提取电气设备外观特征,由此识别出电气设备种类。

[0059] 将各子区域中存在的各种电气设备与控制信息库中各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度进行比对,从中筛选出各子区域对应各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度。

[0060] 将同一子区域对应各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度按照降序顺序进行排列,进而将排在末位的空气温度作为各子区域对应的正常空气温度。

[0061] 上述中某子区域在某采集时刻的空气温度相比较正常空气温度越高,且该子区域在某采集时刻的空气温度随历史采集时刻变化曲线的斜率为正值且越大,该子区域在该采集时刻的散热需求指数越大,表明该子区域在该采集时刻越需要散热。

[0062] 本发明通过综合各子区域的空气温度和空气温度变化趋势统计分析获取各子区域的散热需求指数,以此作为温度控制开关,最大限度规避了现有技术中只以机柜内的空气温度作为温度控制开关造成的适用场景局限,大幅提高了机柜内温度控制的精确性,有利于提升机柜散热及时性的保障力度。

[0063] 所述控制信息库用于存储各种电气设备处于正常运行状态下的空气温度,存储各进风风机转速对应的堵塞程度系数区间,并存储各出风风机转速对应的输送力表征系数区间。

[0064] 所述目标子区域识别模块用于依据各子区域在各采集时刻的散热需求指数从所有子区域中识别出目标子区域及目标采集时刻,具体识别方式为将各子区域在各采集时刻的散热需求指数与设定的警戒散热需求指数进行对比,若某子区域在某采集时刻的散热需求指数大于设定的警戒散热需求指数,则将该子区域作为目标子区域,同时将该采集时刻作为目标采集时刻。

[0065] 所述散热执行模块用于在目标采集时刻启动涡流制冷器,并分别开启热出风管及目标子区域对应的进风支管和冷出风支管的两端阀门,对相应风管进行堵塞监测预警,以此控制目标子区域对应进风支管内的风机转速吸取目标子区域内的空气进行离心分解出高温空气和适配低温空气,进而将高温空气引向热出风管外排,将适配低温空气引向目标子区域对应的冷出风支管,并控制冷出风支管内的风机转速对引入的适配低温空气输送到目标子区域内。

[0066] 优选地,对相应风管进行堵塞监测预警的具体实现过程如下:

[0067] 将目标子区域对应的进风支管、冷出风支管依次记为特定进风支管、特定冷出风支管。

[0068] 分别启动热出风管、特定进风支管和特定冷出风支管内的风机,进而由设置在相应风管两端管口的流量计进行风流量监测,得到热出风管、特定进风支管和特定冷出风支管对应的两端管口风流量。

[0069] 将热出风管、特定进风支管和特定冷出风支管对应的两端管口风流量进行相互对

比,通过堵塞程度系数表达式
$$\text{堵塞程度系数} = \frac{1}{1 + e^{\frac{\text{两端管口风流量对比差}}{\text{两端管口风流量之和}}}}$$
, 计算得到热出风

管、特定进风支管和特定冷出风支管对应的堵塞程度系数,其中两端管口风流量相差越大,堵塞程度系数越大,并将其与设置的限定堵塞程度系数进行对比,若某风管对应的堵塞程度系数大于限定堵塞程度系数,则进行预警处理,同时将对应的风管记为堵塞风管,进而将堵塞风管的名称上传到温控显示中心。

[0070] 本发明在由涡流制冷器对目标子区域进行温度控制之前对涡流制冷器对应的相应风管进行堵塞监测预警,实现了散热前的控温设备运行检测操作,能够及时发现风管存在的堵塞问题,大大避免了因涡流制冷器风管堵塞对散热造成的干扰,为散热效果的提升提供了一定保障。

[0071] 进一步地,控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速吸取目标子区域内的空气对应的具体实现方式为:(1)若存在堵塞风管且堵塞风管为特定进风支管,则将特定进风支管对应的堵塞程度系数与控制信息库中存储的各进风风机转速对应的堵塞程度系数区间进行匹配,从中选取匹配成功的进风风机转速作为目标子区域对应进风支管内风机的适宜转速,从而控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速,使其调整到适宜转速,其中进风风机转速越大,风管内空气的流速越大,越能够冲破堵塞。

[0072] (2)若不存在堵塞风管或存在堵塞风管且堵塞风管不为特定进风支管,则按照预设的基准转速控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速。

[0073] 上述中适配低温为目标子区域对应的正常空气温度,且控制目标子区域对应进风支管内的进风风机转速吸取目标子区域内的空气进行离心分解出高温空气和适配低温空

气对应的离心过程如下:将目标子区域在目标采集时刻的空气温度与目标子区域对应的正

常空气温度进行对比,利用公式 $\varphi = \begin{cases} \left(\frac{e+1}{2}\right)^{\frac{T-T_0}{T_0}}, & T > T_0 \\ 0, & T \leq T_0 \end{cases}$ 计算出涡流制冷器对目标子区域

空气的离心力度系数 φ , T 表示为目标子区域在目标采集时刻的空气温度, T_0 表示为目标子区域对应的正常空气温度,其中目标子区域在目标采集时刻的空气温度与正常空气温度越贴近,涡流制冷器对目标子区域空气的离心力度系数越小,表明涡流制冷器对应的需求涡流转速越小,代表涡流制冷器对应的散热动力需求越小。

[0074] 将涡流制冷器对目标子区域空气的离心力度系数与设置的各离心力度系数对应的需求涡流转速进行对比,以此获取涡流制冷器对应的需求涡流转速,进而控制涡流制冷器的涡流转速,使其符合需求涡流转速。

[0075] 本发明通过依据目标子区域对应的正常空气温度对涡流制冷器的涡流转速进行控制,一方面能够使离心出来的低温空气符合目标子区域电气设备的正常运行,另一方面避免过度追求低温造成散热能源浪费,更加具有实用价值。

[0076] 再进一步地,控制冷出风支管内的出风风机转速将引入的适配低温空气输送到目标子区域内对应的具体控制过程如下:A、若存在堵塞风管且堵塞风管为特定冷出风支管,则将特定冷出风支管对应的堵塞程度系数结合目标子区域在目标采集时刻的散热需求指

数代入公式 $\psi = \frac{\log_{(R1^\xi+1)} R 2^\eta}{R1 + R2}$,统计得到适配低温空气对应的输送力表征系数 ψ ,其中 ξ

表示为特定冷出风支管对应的堵塞程度系数, η 表示为目标子区域在目标采集时刻的散热需求指数, $R1$ 、 $R2$ 分别表示为设定的堵塞程度系数、散热需求指数对应的权衡因子,其中适配低温空气对应的输送力表征系数越大,需求的出风风机转速越大,适配低温空气的流速越大,输送到目标子区域的速度越快,越能够快速满足目标子区域的散热需求。

[0077] B、将适配低温空气对应的输送力表征系数与控制信息库中各出风风机转速对应的输送力表征系数区间进行匹配,从中获取目标子区域对应冷出风支管内出风风机的适宜转速,从而控制目标子区域对应冷出风支管内的出风风机转速,使其调整到适宜转速。

[0078] C、若不存在堵塞风管或存在堵塞风管且堵塞风管不为特定冷出风支管,则直接将目标子区域在目标采集时刻的散热需求指数作为适配低温空气对应的输送力表征系数,进而按照B进行冷出风支管内的出风风机转速控制。

[0079] 本发明通过对目标子区域对应进风支管和冷出风支管内风机转速进行针对性控制,在进风时能够解决风管堵塞对散热造成的干扰,实现散热目的,在出风时能够快速将离心得到的适配低温气体输送到目标子区域,从而从低温气体输送方面提高目标子区域的散热及时度,避免因散热不及时影响电气设备正常运行。

[0080] 本发明在以涡流制冷器进行机柜温度控制时通过将机柜内部空间进行区域划分,进而将涡流制冷器的进风管、冷出风管设置为若干进风支管和若干冷出风支管,并将各进风支管和各冷出风支管分别通向划分的子区域,由此对各子区域进行散热需求分析,针对性地利用进风支管和冷出风支管进行散热,实现了机柜内部的局部需求散热,有效弥补了统一散热控制方式造成的散热时机不适宜、散热区域不均衡的不足,不仅提高了散热效果,

还节约了散热资源。

[0081] 以上内容仅仅是对本发明结构所作的举例和说明,所属本技术领域的技术人员对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,只要不偏离本发明的结构或者超越本发明所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。

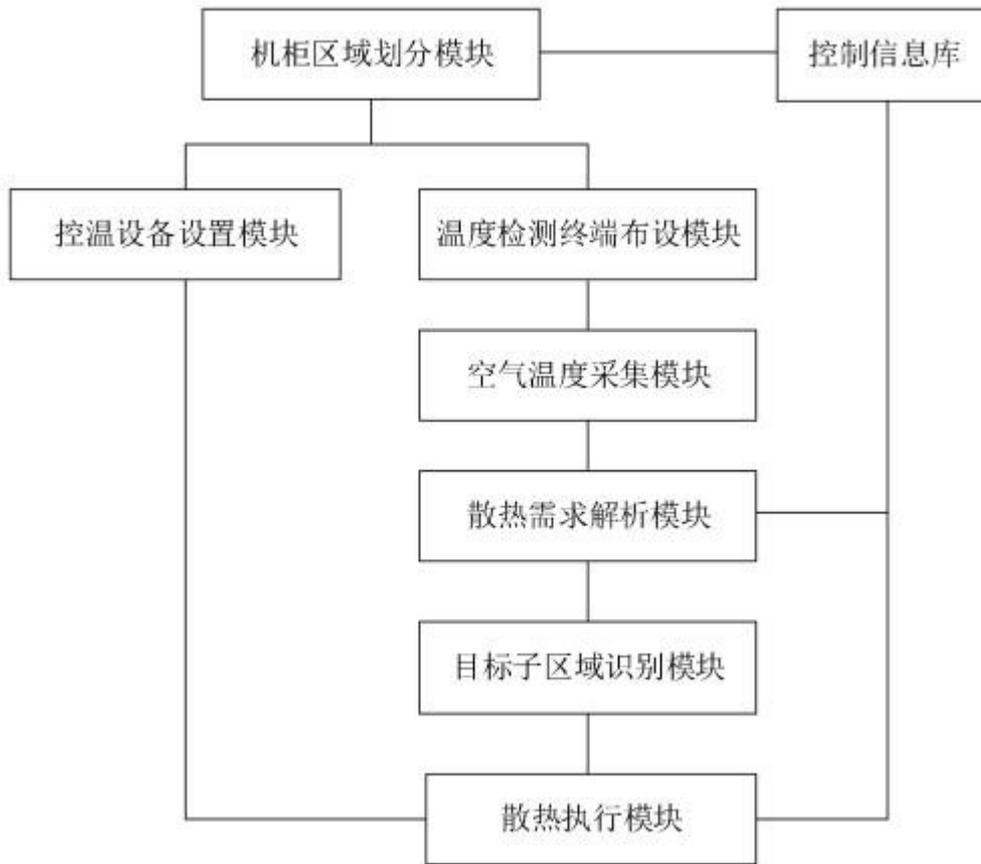


图 1

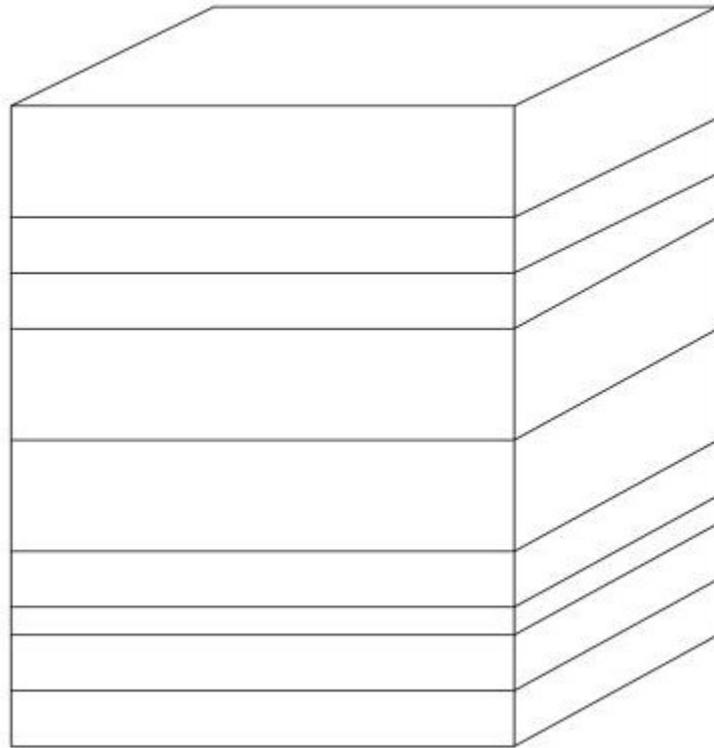


图 2

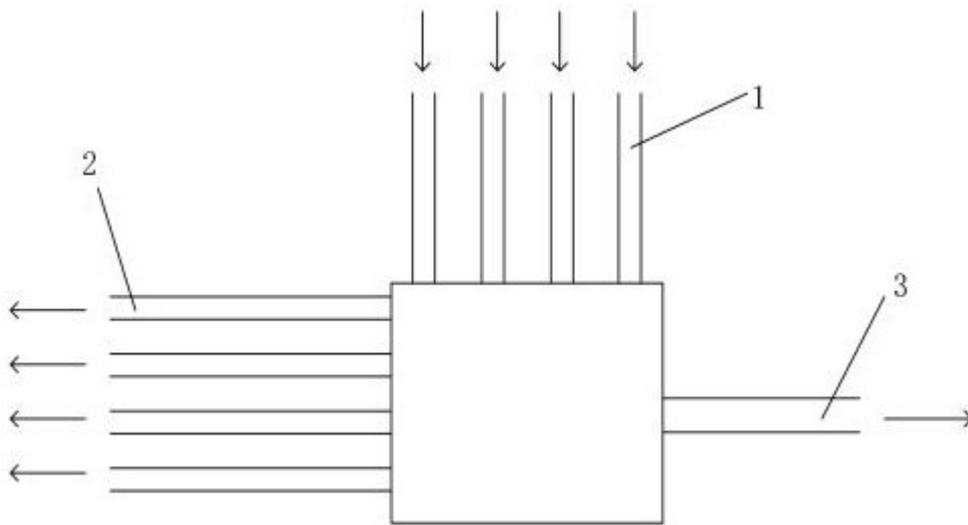


图 3

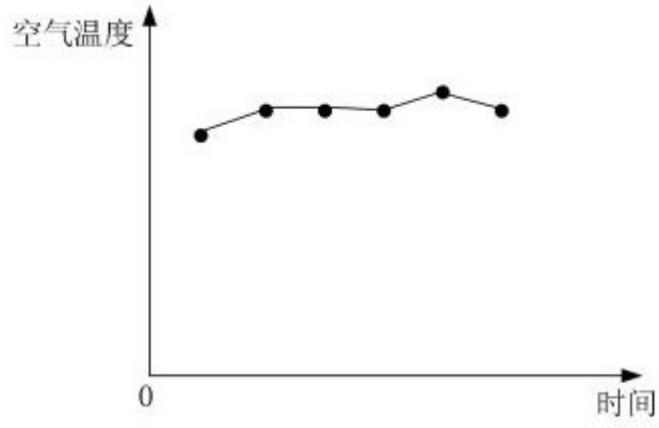


图 4