



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115143602 B

(45) 授权公告日 2023.09.05

(21) 申请号 202210752907.8

F24F 11/61 (2018.01)

(22) 申请日 2022.06.29

F24F 11/64 (2018.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F24F 11/74 (2018.01)

申请公布号 CN 115143602 A

F24F 11/84 (2018.01)

G06N 20/00 (2019.01)

(43) 申请公布日 2022.10.04

F24F 110/10 (2018.01)

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

(56) 对比文件

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街  
道高新技术产业园南区粤兴一道18号  
香港理工大学产学研大楼205室

CN 102147146 A, 2011.08.10

CN 104006503 A, 2014.08.27

CN 107421029 A, 2017.12.01

CN 112665102 A, 2021.04.16

WO 2020119038 A1, 2020.06.18

(72) 发明人 王盛卫 戴明坤

王盛卫; 孙勇军; 马贞俊. 多机制冷系统在线  
优化控制策略. 化工学报. 2010, (第S2期), 92-  
98.

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事  
务所(普通合伙) 44268

专利代理师 谢松

审查员 孟宪禹

(51) Int. Cl.

F24F 11/62 (2018.01)

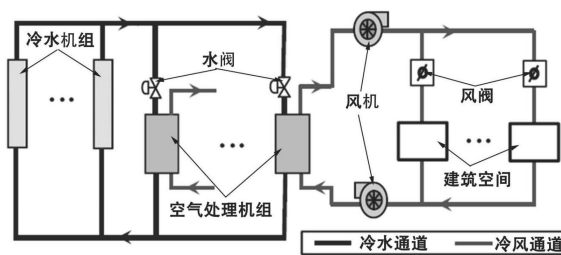
权利要求书3页 说明书14页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于迭代学习机制的有限冷量条件下的  
分配控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,包括:根据各建筑空间在本阶段的室内差异温度,在上一阶段的室内差异温度,在上一阶段的分配控制时间,确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值;根据各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值,以及在本阶段的冷量流量控制修正值,确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值,并对到达各建筑空间冷量流量进行控制。在本阶段内,根据上一阶段的冷量流量控制值、室内差异温度以及分配控制时间,结合本阶段的室内差异温度,计算得到本阶段的冷量流量控制值经由控制系统执行。随着时间线的推移,每个控制周期通过不断迭代学习和改进以提高控制精度和适应工况的改变,确保冷量分配均匀。



CN 115143602 B

1. 一种基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,其特征在于,应用于建筑空调系统的空调预冷阶段或建筑参与需求侧响应的阶段;所述建筑空调系统包括:

空调冷源;

若干个水阀,均与所述空调冷源连通;

若干个并联的空气处理机组,分别与所述空调冷源和对应的水阀连通;

风机,与所述空气处理机组连通;

若干个并联的风阀,分别与所述空气处理机组和建筑空间连通;其中,所述风阀与建筑空间一一对应设置;

控制系统,与所述水阀以及所述风阀连接;

其中,所述控制系统用于控制到达各建筑空间的冷量流量;

所述分配控制方法包括步骤:

获取各建筑空间在本阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值;所述室内差异温度为空调预冷阶段的初始室内温度或建筑参与需求侧响应的阶段的终了室内温度;

根据各建筑空间在本阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值;

根据各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值,以及各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值,确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值;

根据各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值,对到达各建筑空间冷量流量进行控制。

2. 根据权利要求1所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,其特征在于,所述冷量流量控制修正值包括:水阀冷量流量控制修正值和/或风阀冷量流量控制修正值;

所述根据各建筑空间在本阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值,包括:

针对每一个空气处理机组对应的建筑空间组,根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,确定该建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间;根据所述平均分配控制时间、该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间、该建筑空间组内各建筑空间在本阶段的室内差异温度以及该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,确定该建筑空间组内各建筑空间在本阶段的风阀冷量流量控制修正值;和/或

针对每一个空气处理机组对应的建筑空间组,根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,确定该建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间,根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,确定该建筑空间组在上一阶段的平均室内差异温度,根据该建筑空间内各建筑空间在本阶段的室内差异温度,确定该建筑空间在本阶段的平均室内差异温度;根据各建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间,确定上一阶段的总平均分配控制时间;根据所述总平均分配控制时间、各建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间、各建筑空间组在本阶段的平均室内差异温度以及各建筑空间组在上一

阶段的平均室内差异温度,确定各建筑空间组在本阶段的水阀冷量流量控制修正值。

3. 根据权利要求2所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,其特征在于,所述风阀冷量流量控制修正值为:

$$\Delta v_{jk,i+1} = k_1 \cdot (\overline{t_{j,i}} - t_{jk,i}) - b_1 \cdot (T_{jk,i+1} - T_{jk,i})$$

$$\overline{t_{j,i}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} t_{jk,i}}{n}$$

其中,  $\Delta v_{jk,i+1}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的风阀冷量流量控制修正值,  $\overline{t_{j,i}}$  表示第j个建筑空间组在第i个阶段的平均分配控制时间,  $t_{jk,i}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的分配控制时间,  $T_{jk,i+1}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的室内差异温度,  $T_{jk,i}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的室内差异温度, n表示第j个建筑空间组内建筑空间的数量,  $k_1$  和  $b_1$  均表示控制参数,  $\Sigma$  表示求和符号;

所述水阀冷量流量控制修正值为:

$$\Delta u_{j,i+1} = k_2 \cdot (t_{ave} - \overline{t_{j,i}}) - b_2 \cdot (\overline{T_{j,i+1}} - \overline{T_{j,i}})$$

$$t_{ave} = \frac{\sum_{j=1}^{j=m} \overline{t_{j,i}}}{m}$$

$$\overline{t_{j,i}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} t_{jk,i}}{n}$$

$$\overline{T_{j,i+1}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} T_{jk,i+1}}{n}$$

$$\overline{T_{j,i}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} T_{jk,i}}{n}$$

其中,  $\Delta u_{j,i+1}$  表示第j个建筑空间组在第i+1个阶段的水阀冷量流量控制修正值,  $t_{ave}$  表示总平均分配控制时间,  $\overline{t_{j,i}}$  表示第j个建筑空间组在第i个阶段的平均分配控制时间,  $\overline{T_{j,i+1}}$  表示第j个建筑空间组在第i+1个阶段的平均室内差异温度,  $\overline{T_{j,i}}$  表示第j个建筑空间组在第i个阶段的平均室内差异温度,  $k_2$  和  $b_2$  均表示控制参数,  $t_{jk,i}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的分配控制时间,  $T_{jk,i+1}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的室内差异温度,  $T_{jk,i}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的室内差异温度, n表示第j个建筑空间组内建筑空间的数量,  $\Sigma$  表示求和符号。

4. 根据权利要求3所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,其特征在于,所述冷量流量控制值包括:水阀冷量流量控制值和/或风阀冷量流量控制值;

所述水阀冷量流量控制值为:

$$u_{j,i+1} = u_{j,i} - \Delta u_{j,i+1}$$

其中,  $u_{j,i+1}$  表示第j个建筑空间组在第i+1个阶段的水阀冷量流量控制值,  $u_{j,i}$  表示第j

个建筑空间组在第*i*个阶段的水阀冷量流量控制值， $\Delta u_{j,i+1}$ 表示第*j*个建筑空间组在第*i+1*个阶段的水阀冷量流量控制修正值；和/或

所述风阀冷量流量控制值为：

$$v_{jk,i+1} = v_{jk,i} - \Delta v_{jk,i+1}$$

其中， $v_{jk,i+1}$ 表示第*j*个建筑空间组内第*k*个建筑空间在第*i+1*个阶段的风阀冷量流量控制值， $v_{jk,i}$ 表示第*j*个建筑空间组内第*k*个建筑空间在第*i*个阶段的风阀冷量流量控制值， $\Delta v_{jk,i+1}$ 表示第*j*个建筑空间组内第*k*个建筑空间在第*i+1*个阶段的风阀冷量流量控制修正值。

5. 根据权利要求1所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法，其特征在于，所述空调预冷阶段是指在各建筑空间使用之前，启动建筑空调系统预先调控各建筑空间由初始室内温度达到第一目标温度时冷量供应不足的阶段；

所述建筑参与需求侧响应的阶段是指在参与需求侧响应时，通过建筑空调系统调控各建筑空间由第一目标温度达到终了室内温度时冷量供应不足的阶段。

6. 根据权利要求1所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法，其特征在于，所述分配控制时间包括：空调预冷阶段的预冷时间或建筑参与需求侧响应的阶段的响应时间。

7. 根据权利要求1所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法，其特征在于，各建筑空间内设置有温度传感器，所述温度传感器与所述控制系统连接，所述温度传感器用于检测建筑空间的室内温度。

8. 根据权利要求1所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法，其特征在于，所述冷量流量包括冷水量流量和/或冷风量流量。

9. 一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至8中任一项所述方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至8中任一项所述的方法的步骤。

## 一种基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及冷量分配控制技术领域,尤其涉及的是一种基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法。

### 背景技术

[0002] 目前大型商业及办公建筑空调系统的设备控制,如空气处理机组(AHU)水阀,变风量空调系统(VAV)风阀等,多采用反馈控制器(如PID)进行控制,该方法通过计算采集到的被控变量数据与其设定参考值的误差来实时修正控制输出以实现反馈控制。反馈控制由于其简单实用的特性在工业界得到了广泛的应用。

[0003] 现有技术中,对于大中型商业及办公建筑,当冷负荷较大而空调系统提供冷量不足时,建筑内部各个空间面临有限空调冷量分配控制的问题。比如,建筑在早上通常早于上班时间提前开启空调系统进行建筑空间预冷,以便工作人员在上班时间进入建筑时室内温度已经达到预期的设定值。然而,由于空调系统在早上预冷时段,建筑的冷负荷很大但空调系统能的供冷能力或提供的冷量有限,同时各个建筑空间的空调水系统流动阻力不同,此时各个建筑空间对应的空调机组在传统的反馈控制下会竞争而出现冷量分配不均的问题,从而造成各个建筑空间达到室内温度设定值的时间不均,也就是说,在冷量有限而不能完全满足所有建筑空间的条件下,各建筑空间之间出现竞争导致冷量分配不均。此外,当建筑参与需求侧响应时,空调系统通常无法提供足够冷量,此时各建筑空间对应的空调机组在传统的反馈控制下也会因竞争而导致冷量分配不均的问题。

[0004] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,旨在解决现有技术中在冷量有限而不能完全满足所有建筑空间的条件下,各建筑空间之间出现竞争导致冷量分配不均的问题。

[0006] 本发明解决技术问题所采用的技术方案如下:

[0007] 一种基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,其中,应用于建筑空调系统的空调预冷阶段或建筑参与需求侧响应的阶段;所述建筑空调系统包括:

[0008] 空调冷源;

[0009] 若干个水阀,均与所述空调冷源连通;

[0010] 若干个并联的空气处理机组,分别与所述空调冷源和对应的水阀连通;

[0011] 风机,与所述空气处理机组连通;

[0012] 若干个并联的风阀,分别与所述空气处理机组和建筑空间连通;其中,所述风阀与建筑空间一一对应设置;

[0013] 控制系统,与所述水阀以及所述风阀连接;

[0014] 其中,所述控制系统用于控制到达各建筑空间的冷量流量;

[0015] 所述分配控制方法包括步骤：

[0016] 获取各建筑空间在本阶段的室内差异温度，各建筑空间在上一阶段的室内差异温度，各建筑空间在上一阶段的分配控制时间，各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值；所述室内差异温度为空调预冷阶段的初始室内温度或建筑参与需求侧响应的阶段的终了室内温度；

[0017] 根据各建筑空间在本阶段的室内差异温度，各建筑空间在上一阶段的室内差异温度，各建筑空间在上一阶段的分配控制时间，确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值；

[0018] 根据各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值，以及各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值，确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值；

[0019] 根据各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值，对到达各建筑空间冷量流量进行控制。

[0020] 所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法，其中，所述冷量流量控制修正值包括：水阀冷量流量控制修正值和/或风阀冷量流量控制修正值；

[0021] 所述根据各建筑空间在本阶段的室内差异温度，各建筑空间在上一阶段的室内差异温度，各建筑空间在上一阶段的分配控制时间，确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值，包括：

[0022] 针对每一个空气处理机组对应的建筑空间组，根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间，确定该建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间；根据所述平均分配控制时间、该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间、该建筑空间组内各建筑空间在本阶段的室内差异温度以及该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的室内差异温度，确定该建筑空间组内各建筑空间在本阶段的风阀冷量流量控制修正值；和/或

[0023] 针对每一个空气处理机组对应的建筑空间组，根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间，确定该建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间，根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的室内差异温度，确定该建筑空间组在上一阶段的平均室内差异温度，根据该建筑空间内各建筑空间在本阶段的室内差异温度，确定该建筑空间在本阶段的平均室内差异温度；根据各建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间，确定上一阶段的总平均分配控制时间；根据所述总平均分配控制时间、各建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间、各建筑空间组在本阶段的平均室内差异温度以及各建筑空间组在上一阶段的平均室内差异温度，确定各建筑空间组在本阶段的水阀冷量流量控制修正值。

[0024] 所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法，其中，所述风阀冷量流量控制修正值为：

$$[0025] \quad \Delta v_{jk,i+1} = k_1 \cdot (\bar{t}_{j,i} - t_{jk,i}) - b_1 \cdot (T_{jk,i+1} - T_{jk,i})$$

$$[0026] \quad \bar{t}_{j,i} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} t_{jk,i}}{n}$$

[0027] 其中， $\Delta v_{jk,i+1}$ 表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的风阀冷量流量控制修正值， $\bar{t}_{j,i}$ 表示第j个建筑空间组在第i个阶段的平均分配控制时间， $t_{jk,i}$ 表示第j

个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的分配控制时间,  $T_{jk,i+1}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的室内差异温度,  $T_{jk,i}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的室内差异温度, n表示第j个建筑空间组内建筑空间的数量,  $k_1$ 和 $b_1$ 均表示控制参数,  $\Sigma$ 表示求和符号;

[0028] 所述水阀冷量流量控制修正值为:

$$[0029] \quad \Delta u_{j,i+1} = k_2 \cdot (t_{ave} - \overline{t_{j,i}}) - b_2 \cdot (\overline{T_{j,i+1}} - \overline{T_{j,i}})$$

$$[0030] \quad t_{ave} = \frac{\sum_{j=1}^{j=m} \overline{t_{j,i}}}{m}$$

$$[0031] \quad \overline{t_{j,i}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} t_{jk,i}}{n}$$

$$[0032] \quad \overline{T_{j,i+1}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} T_{jk,i+1}}{n}$$

$$[0033] \quad \overline{T_{j,i}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} T_{jk,i}}{n}$$

[0034] 其中,  $\Delta u_{j,i+1}$ 表示第j个建筑空间组在第i+1个阶段的水阀冷量流量控制修正值,  $t_{ave}$ 表示总平均分配控制时间,  $\overline{t_{j,i}}$ 表示第j个建筑空间组在第i个阶段的平均分配控制时间,  $\overline{T_{j,i+1}}$ 表示第j个建筑空间组在第i+1个阶段的平均室内差异温度,  $\overline{T_{j,i}}$ 表示第j个建筑空间组在第i个阶段的平均室内差异温度,  $k_2$ 和 $b_2$ 均表示控制参数,  $t_{jk,i}$ 表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的分配控制时间,  $T_{jk,i+1}$ 表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的室内差异温度,  $T_{jk,i}$ 表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的室内差异温度, n表示第j个建筑空间组内建筑空间的数量,  $\Sigma$ 表示求和符号。

[0035] 所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,其中,所述冷量流量控制值包括:水阀冷量流量控制值和/或风阀冷量流量控制值;

[0036] 所述水阀冷量流量控制值为:

$$[0037] \quad u_{j,i+1} = u_{j,i} - \Delta u_{j,i+1}$$

[0038] 其中,  $u_{j,i+1}$ 表示第j个建筑空间组在第i+1个阶段的水阀冷量流量控制值,  $u_{j,i}$ 表示第j个建筑空间组在第i个阶段的水阀冷量流量控制值,  $\Delta u_{j,i+1}$ 表示第j个建筑空间组在第i+1个阶段的水阀冷量流量控制修正值;和/或

[0039] 所述风阀冷量流量控制值为:

$$[0040] \quad v_{jk,i+1} = v_{jk,i} - \Delta v_{jk,i+1}$$

[0041] 其中,  $v_{jk,i+1}$ 表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的风阀冷量流量控制值,  $v_{jk,i}$ 表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的风阀冷量流量控制值,  $\Delta v_{jk,i+1}$ 表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的风阀冷量流量控制修正值。

[0042] 所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,其中,所述空调预冷阶段是指在各建筑空间使用之前,启动建筑空调系统预先调控各建筑空间由初始室内温

度达到第一目标温度时冷量供应不足的阶段；

[0043] 所述建筑参与需求侧响应的阶段是指在参与需求侧响应时，通过建筑空调系统调控各建筑空间由第一目标温度达到终了室内温度时冷量供应不足的阶段。

[0044] 所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法，其中，所述分配控制时间包括：空调预冷阶段的预冷时间或建筑参与需求侧响应的阶段的响应时间。

[0045] 所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法，其中，各建筑空间内设置有温度传感器，所述温度传感器与所述控制系统连接，所述温度传感器用于检测建筑空间的室内温度。

[0046] 所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法，其中，所述冷量流量包括冷水量流量和/或冷风量流量。

[0047] 一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，其中，所述处理器执行所述计算机程序时实现如上任一项所述方法的步骤。

[0048] 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其中，所述计算机程序被处理器执行时实现如上任一项所述的方法的步骤。

[0049] 有益效果：在本阶段时段内，根据上一阶段的冷量流量控制值、室内差异温度以及分配控制时间，结合本阶段的室内差异温度，计算得到本阶段的冷量流量控制值经由控制系统执行。随着时间线的推移，本发明在每个控制周期通过不断迭代学习，不断改进和更新控制设定值以提高控制精度和适应工况的改变，确保冷量分配均匀。

## 附图说明

[0050] 图1是本发明中建筑空调系统的结构示意图。

[0051] 图2是本发明中基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法的流程图。

[0052] 图3是是传统控制下(a)和本发明方法控制下(b)各建筑空间在空调预冷阶段温度变化情况图。

## 具体实施方式

[0053] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚、明确，以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0054] 请同时参阅图1-图3，本发明提供了一种建筑空调系统的一些实施例。

[0055] 如图1所示，本发明的建筑空调系统，包括：

[0056] 空调冷源；

[0057] 若干个水阀，与所述空调冷源连通；

[0058] 若干个并联的空气处理机组，分别与所述空调冷源和对应的水阀连通；

[0059] 风机，与所述空气处理机组连通；

[0060] 若干个并联的风阀，分别与所述空气处理机组和建筑空间连通；其中，所述风阀与建筑空间一一对应设置；

[0061] 控制系统，与所述水阀以及所述风阀连接；

[0062] 其中，所述控制系统用于控制到达各建筑空间的冷量流量。



[0063] 值得说明的是,空调冷源可以替换成空调热源,则控制系统控制水阀和风阀的热量流量,采用空调冷源时,空调冷源与空气处理机组之间形成循环的冷水通道,水阀控制冷水通道中冷水的流量,则可以控制冷量流量,空气处理机组、风机以及建筑空间之间形成循环的冷风通道,风阀控制冷风通道中冷风的流量,则可以控制冷量流量;采用空调热源时,空调热源与空气处理机组之间形成循环的热水通道,水阀控制热水通道中热水的流量,则可以控制热量流量,空气处理机组、风机以及建筑空间之间形成循环的热风通道,风阀控制热风通道中热风的流量,则可以控制热量流量。下面以空调冷源为例进行说明。

[0064] 空调冷源是指空调中用于产生冷量的部件,可以是冷水机组,空气处理机组是指为冷水和空气发生冷量传导的部件,风机是指用于驱动空气移动的部件,控制系统是指用于控制到达各建筑空间的冷量流量的系统,水阀是指控制冷水流量的阀体,风阀是指控制冷风流量的阀体。空调冷源通过冷水通道与空气处理机组连通,空气处理机组通过冷风通道与风机、建筑空间连通,从而为建筑空间输送冷量,通过水阀和风阀可以调整建筑空间内的温度。

[0065] 在空调预冷阶段以及建筑参与需求侧响应的阶段,冷量供应不足,为了确保各建筑空间温度调整变化情况相近或相同,需要考虑各个建筑空间的大小和位置以及冷量输送过程中流动阻力,为每个建筑空间输送的冷量不同,具体调整各建筑空间输送的冷量流量值。例如,空间较大或流动阻力大的建筑空间,需要较大的冷量流量;空间较小或流动阻力小的建筑空间,需要较小的冷量流量,那么各个建筑空间达到目标温度(范围)的变化情况相近或相同。

[0066] 可以理解的是,每个空气处理机组对应若干个建筑空间,则可以将这些建筑空间形成建筑空间组,每个水阀控制对应建筑空间组的冷量流量。每个建筑空间组内有多个并联的建筑空间,每个风阀控制对应建筑空间的冷量流量,因此,可以通过水阀和风阀的配合,调整各建筑空间的冷量流量,当然也可以仅控制水阀或仅控制风阀。

[0067] 在本发明实施例的一个较佳实现方式中,如图1所示,各建筑空间内设置有温度传感器,所述温度传感器与所述控制系统连接,所述温度传感器用于检测建筑空间的室内温度。

[0068] 具体地,在各个建筑空间内配置温度传感器,通过温度传感器检测建筑空间内的气温(即根据需要检测室内差异温度),在建筑空调系统开启之前,可以检测建筑空间的室内初始温度,需要说明的是,由于每天的冷负荷不同,室内初始温度有可能不同。同一天中各建筑空间的室内初始温度也有可能不同。在建筑空调系统开启过程中并进入到需求侧响应阶段的建筑空间内的气温,当然也可以检测需求侧响应阶段结束时终了室内温度。

[0069] 因此, $T_{j,i}$ 表示第j个建筑空间组在第i个阶段的室内差异温度,则所有建筑空间在第i个阶段的室内差异温度可以表示为集合 $T_i$ :

$$[0070] \quad T_i = [T_{1,i}, T_{2,i}, \dots, T_{j,i}, \dots, T_{m,i}]$$

[0071] 其中,m表示建筑内建筑空间组的数量。

$$[0072] \quad T_{j,i} = [T_{j1,i}, T_{j2,i}, \dots, T_{jk,i}, \dots, T_{jn,i}]$$

[0073] 其中,n表示第j个建筑空间组内建筑空间的数量, $T_{jk,i}$ 表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的室内差异温度。若进入到空调预冷阶段, $T_{jk,i}$ 表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的初始室内温度;若进入到建筑参与需求侧响应的阶

段,  $T_{jk,i}$  表示第  $j$  个建筑空间组内第  $k$  个建筑空间在第  $i$  个阶段的终了室内温度。

[0074] 所有建筑空间组在第  $i+1$  个阶段的室内差异温度可以表示为集合  $T_{i+1}$ :

[0075]  $T_{i+1} = [T_{1,i+1}, T_{2,i+1}, \dots, T_{j,i+1}, \dots, T_{m,i+1}]$

[0076] 其中,  $m$  表示建筑内建筑空间组的数量。

[0077]  $T_{j,i+1} = [T_{j1,i+1}, T_{j2,i+1}, \dots, T_{jk,i+1}, \dots, T_{jn,i+1}]$

[0078] 其中,  $n$  表示第  $j$  个建筑空间组内建筑空间的数量,  $T_{jk,i+1}$  表示第  $j$  个建筑空间组内第  $k$  个建筑空间在第  $i+1$  个阶段的室内差异温度。

[0079] 在本发明实施例的一个较佳实现方式中, 如图1所示, 所述空调预冷阶段是指在各建筑空间使用之前, 启动建筑空调系统预先调控各建筑空间由初始室内温度达到第一目标温度时冷量供应不足的阶段;

[0080] 所述建筑参与需求侧响应的阶段是指在参与需求侧响应时, 通过建筑空调系统调控各建筑空间由第一目标温度达到终了室内温度时冷量供应不足的阶段。

[0081] 具体地, 建筑在每个阶段的使用之前, 即在工作人员工作之前, 需要启动建筑空调系统对各建筑空间进行预冷, 使得建筑空间的温度由初始室内温度达到第一目标温度, 以完成空调预冷阶段。可以理解的是, 在空调预冷阶段, 空调冷源并不能提供足够的冷量使得各建筑空间实现温度调控, 而是需要经过一段时间的冷量输送, 才能实现温度调控, 这段时间即处于空调预冷阶段。

[0082] 若各个建筑空间完成预冷时温度的变化情况不同, 则整个空调预冷阶段的时长较长, 需要提前开启建筑空调系统, 也会造成电能的浪费。若各个建筑空间完成预冷时温度的变化情况相近或相同, 则整个空调预冷阶段的时长缩短, 从而达到节能的目的。

[0083] 如图3所示, 在传统的控制下, 各个建筑空间在预冷阶段降温有快有慢, 为了确保所有建筑空间均达到  $24^{\circ}\text{C}$  (即第一目标温度), 需要  $1.55\text{h}$  左右。经过本发明的方法分配控制后, 各建筑空间在预冷阶段降温基本是同步进行的, 所有建筑空间均达到  $24^{\circ}\text{C}$  (即第一目标温度), 需要  $1.35\text{h}$  左右。

[0084] 由于减能时需要限电/限冷, 需要将第一目标温度调整为终了室内温度, 以减小电能的消耗。需要说明的是, 建筑空调系统在制冷时, 第一目标温度小于终了室内温度。在减能时, 冷量供应不足, 若各个建筑空间完成升温的变化情况不同, 则整个建筑参与需求侧响应阶段各建筑空间的温度不完全相同 (有的建筑空间温度较高, 有点建筑空间温度较低)。若各个建筑空间完成升温的变化情况相近或相同, 则整个建筑参与需求侧响应阶段各建筑空间的温度相近或相同。

[0085] 需要强调的是, 在需求侧响应阶段升温过程升温至终了室内温度。在传统的控制下, 在需求侧响应阶段升温过程中部分建筑空间的温度较高, 部分建筑空间的温度较低, 这就造成各建筑空间的温度相差较大。经过本发明的方法分配控制后, 各建筑空间在需求侧响应阶段升温基本是同步进行的, 所有建筑空间同步达到终了室内温度。

[0086] 建筑在早上通常早于上班时间提前开启空调系统进行建筑空间预冷, 以便工作人员在上班时间进入建筑时室内温度已经达到预期的设定值。然而, 由于空调系统在早上预冷时段, 建筑的冷负荷很大但空调系统能的供冷能力或提供的冷量有限, 同时各个建筑空间的空调水系统流动阻力不同, 此时各个建筑空间对应的空调机组在传统的反馈控制下会竞争而出现冷量分配不均的问题, 从而造成各个建筑空间达到室内温度设定值的时间不

均。为了使得预冷速度最慢的建筑空间达到温度设定值,通常需要预留较长的预冷时间,建筑需要提前较长的时间开启冷水机组进行预冷,这也无谓浪费大量能源。另一方面,当建筑参与需求侧响应时,空调系统通常无法提供足够冷量,此时各建筑空间对应的空调机组在传统的反馈控制下也会因竞争而导致冷量分配不均的问题,从而造成各个建筑空间在需求响应的情况下温度上升幅度不均,各空间舒适度变化差异较大而影响需求响应的成败和效果。

[0087] 在本发明实施例的一个较佳实现方式中,如图1所示,所述冷量流量包括冷水量流量和/或冷风量流量。

[0088] 具体地,冷量流量分为冷水量流量和/或冷风量流量,可以仅调整冷水量流量,也可以仅调整冷风量流量,当然还可以对冷水量流量和冷风量流量均进行调整。

[0089] 基于上述任意一实施例的建筑空调系统,本发明还提供了一种基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法的较佳实施例:

[0090] 如图1和图2所示,本发明实施例的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,包括以下步骤:

[0091] 步骤S100、获取各建筑空间在本阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值。

[0092] 具体地,这里的阶段是指空调预冷阶段或建筑参与需求侧响应的阶段,由于这两个阶段控制方式不同,因此,两个阶段的数据是分别统计和计算的。空调预冷阶段通常是每个工作日会出现的阶段,建筑参与需求侧响应的阶段通常是用电高峰时期或电能匮乏的时期会出现的阶段。需要强调的是空调预冷阶段、建筑参与需求侧响应的阶段,这两个阶段是独立调整的。因此,空调预冷阶段以天为单位,获取工作日早上的初始室内温度,此时建筑空调系统并未开启,由于室外温度通常会升高,因此,需要开启建筑空调系统调整建筑的温度,通常会在上班之前预先开启建筑空调系统将建筑空间的室内差异温度调整至第一目标温度。建筑参与需求侧响应的阶段以阶段的次数为单位,获取每次结束需求侧响应的阶段建筑空间的终了室内温度,由于此时早已经过了空调预冷阶段,需求侧响应的阶段开始时,建筑空间的温度通常为第一目标温度。

[0093] 在对本阶段的建筑空间的温度进行调控时,需要获取本阶段的室内差异温度,上一阶段的室内差异温度,上一阶段的分配控制时间,上一阶段的冷量流量控制值。这些参数是按照建筑空间来分别记录的。将本阶段记为第 $i+1$ 个阶段,将上一阶段记为第 $i$ 个阶段,所有建筑空间在第 $i$ 个阶段的室内差异温度可以表示为集合 $T_i$ :

[0094]  $T_i = [T_{1,i}, T_{2,i}, \dots, T_{j,i}, \dots, T_{m,i}]$

[0095]  $T_{j,i} = [T_{j1,i}, T_{j2,i}, \dots, T_{jk,i}, \dots, T_{jn,i}]$

[0096] 其中, $m$ 表示建筑内建筑空间组的数量, $n$ 表示第 $j$ 个建筑空间组内建筑空间的数量, $T_{jk,i}$ 表示第 $j$ 个建筑空间组内第 $k$ 个建筑空间在第 $i$ 个阶段的室内差异温度。若进入到空调预冷阶段, $T_{jk,i}$ 表示第 $j$ 个建筑空间组内第 $k$ 个建筑空间在第 $i$ 个阶段的初始室内温度;若进入到建筑参与需求侧响应的阶段, $T_{jk,i}$ 表示第 $j$ 个建筑空间组内第 $k$ 个建筑空间在第 $i$ 个阶段的终了室内温度。

[0097] 所有建筑空间在第 $i+1$ 个阶段的室内差异温度可以表示为集合 $T_{i+1}$ :

[0098]  $T_{i+1} = [T_{1,i+1}, T_{2,i+1}, \dots, T_{j,i+1}, \dots, T_{m,i+1}]$

[0099]  $T_{j,i+1} = [T_{j1,i+1}, T_{j2,i+1}, \dots, T_{jk,i+1}, \dots, T_{jn,i+1}]$

[0100] 其中,  $m$ 表示建筑内建筑空间组的数量,  $n$ 表示第  $j$ 个建筑空间组内建筑空间的数量,  $T_{j,i+1}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组在第  $i+1$ 个阶段的室内差异温度,  $T_{jk,i+1}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组内第  $k$ 个建筑空间在第  $i+1$ 个阶段的室内差异温度。

[0101] 所有建筑空间在第  $i$ 个阶段的分配控制时间可以表示为集合  $t_i$ :

[0102]  $t_i = [t_{1,i}, t_{2,i}, \dots, t_{j,i}, \dots, t_{m,i}]$

[0103]  $t_{j,i} = [t_{j1,i}, t_{j2,i}, \dots, t_{jk,i}, \dots, t_{jn,i}]$

[0104] 其中,  $m$ 表示建筑内建筑空间组的数量,  $n$ 表示第  $j$ 个建筑空间组内建筑空间的数量,  $t_{j,i}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组在第  $i$ 个阶段的分配控制时间,  $t_{jk,i}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组内第  $k$ 个建筑空间在第  $i$ 个阶段的分配控制时间。若进入到空调预冷阶段,  $t_{jk,i}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组内第  $k$ 个建筑空间在第  $i$ 个阶段的预冷时间;若进入到建筑参与需求侧响应的阶段,  $t_{jk,i}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组内第  $k$ 个建筑空间在第  $i$ 个阶段的响应时间。

[0105] 所有建筑空间在第  $i+1$ 个阶段的分配控制时间可以表示为集合  $t_{i+1}$ :

[0106]  $t_{i+1} = [t_{1,i+1}, t_{2,i+1}, \dots, t_{j,i+1}, \dots, t_{m,i+1}]$

[0107]  $t_{j,i+1} = [t_{j1,i+1}, t_{j2,i+1}, \dots, t_{jk,i+1}, \dots, t_{jn,i+1}]$

[0108] 其中,  $m$ 表示建筑内建筑空间组的数量,  $n$ 表示第  $j$ 个建筑空间组内建筑空间的数量,  $t_{j,i+1}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组在第  $i+1$ 个阶段的分配控制时间,  $t_{jk,i+1}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组内第  $k$ 个建筑空间在第  $i+1$ 个阶段的分配控制时间。

[0109] 所有水阀在第  $i$ 个阶段的冷量流量控制值可以表示为集合  $u_i$ :

[0110]  $u_i = [u_{1,i}, u_{2,i}, \dots, u_{j,i}, \dots, u_{m,i}]$

[0111] 其中,  $m$ 表示建筑内建筑空间组的数量, 也即表示水阀的数量,  $u_{j,i}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组对应水阀在第  $i$ 个阶段的水阀冷量流量控制值。

[0112] 所有风阀在第  $i$ 个阶段的冷量流量控制值可以表示为集合  $v_i$ :

[0113]  $v_i = [v_{1,i}, v_{2,i}, \dots, v_{j,i}, \dots, v_{m,i}]$

[0114]  $v_{j,i} = [v_{j1,i}, v_{j2,i}, \dots, v_{jk,i}, \dots, v_{jn,i}]$

[0115] 其中,  $m$ 表示建筑内建筑空间组的数量,  $n$ 表示第  $j$ 个建筑空间组内建筑空间的数量, 也即第  $j$ 个建筑空间组对应的风阀组内风阀的数量,  $v_{j,i}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组对应的风阀组在第  $i$ 个阶段的风阀冷量流量控制值,  $v_{jk,i}$ 表示第  $j$ 个建筑空间组对应的风阀组内第  $k$ 个风阀在第  $i$ 个阶段的风阀冷量流量控制值。

[0116] 具体地, 冷量流量控制值为到达各建筑空间的冷量流量控制值, 通过控制系统可以调整冷量流量控制值, 具体可以通过控制系统控制阀体的开度进行调整, 这里的阀体可以是水阀和/或风阀, 则各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值可以表示为  $[u_i, v_i]$ 。

[0117] 所述分配控制时间包括: 空调预冷阶段的预冷时间或建筑参与需求侧响应的阶段的响应时间。由于两个阶段是相互独立的, 则两个阶段的时间也是相互独立的, 分为预冷时间和响应时间。

[0118] 步骤S200、根据各建筑空间在本阶段的室内差异温度, 各建筑空间在上一阶段的室内差异温度, 各建筑空间在上一阶段的分配控制时间, 确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值。

[0119] 具体地,由于本阶段的参数与上一阶段的参数不完全相同,且上一阶段的冷量流量的控制也不一定是最优化的,在上一阶段的参数的基础上,对本阶段的冷量流量进行修正,具体由本阶段的室内差异温度、上一阶段的室内差异温度以及上一阶段的分配控制时间,确定本阶段的冷量流量控制修正值。所有水阀在第*i*+1个阶段的水阀冷量流量控制修正值可以表示为集合 $\Delta u_{i+1}$ :

$$[0120] \quad \Delta u_{i+1} = [\Delta u_{1,i+1}, \Delta u_{2,i+1}, \dots, \Delta u_{j,i+1}, \dots, \Delta u_{m,i+1}]$$

[0121] 其中,*m*表示建筑内建筑空间组的数量,也即表示水阀的数量, $\Delta u_{j,i+1}$ 表示第*j*个建筑空间组在第*i*+1个阶段的水阀冷量流量控制值。

[0122] 风阀在第*i*+1个阶段的风阀冷量流量控制修正值可以表示为集合 $v_i$ :

$$[0123] \quad \Delta v_{i+1} = [\Delta v_{1,i+1}, \Delta v_{2,i+1}, \dots, \Delta v_{j,i+1}, \dots, \Delta v_{m,i+1}]$$

$$[0124] \quad \Delta v_{j,i+1} = [\Delta v_{j1,i+1}, \Delta v_{j2,i+1}, \dots, \Delta v_{jk,i+1}, \dots, \Delta v_{jn,i+1}]$$

[0125] 其中,*m*表示建筑内建筑空间组的数量,*n*表示第*j*个建筑空间组内建筑空间的数量,也即第*j*个建筑空间组对应的风阀组内风阀的数量, $\Delta v_{j,i}$ 表示第*j*个建筑空间组对应的风阀组在第*i*个阶段的风阀冷量流量控制修正值, $\Delta v_{jk,i}$ 表示第*j*个建筑空间组对应的风阀组内第*k*个风阀在第*i*个阶段的风阀冷量流量控制修正值。

[0126] 需要说明的是,针对每一个建筑空间组,根据该建筑空间组在本阶段的室内差异温度和上一阶段的室内差异温度,以及所有建筑空间组在上一阶段的分配控制时间,确定该建筑空间组在本阶段的水阀冷量流量控制修正值,也就是说, $\Delta u_{j,i+1}$ 是根据 $T_{jk,i+1}$ 、 $T_{jk,i}$ 以及 $t_{jk,i}$ 确定的。

[0127] 针对每一个建筑空间,根据该建筑空间在本阶段的室内差异温度和上一阶段的室内差异温度,以及建筑空间组内所有建筑空间在上一阶段的分配控制时间,确定该建筑空间在本阶段的风阀冷量流量控制修正值,也就是说, $\Delta v_{jk,i+1}$ 是根据 $T_{jk,i+1}$ 、 $T_{jk,i}$ 以及 $t_{jk,i}$ 确定的。

[0128] 步骤S200具体包括:

[0129] 步骤S210、针对每一个空气处理机组对应的建筑空间组,根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,确定该建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间;根据所述平均分配控制时间、该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间、该建筑空间组内各建筑空间在本阶段的室内差异温度以及该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,确定该建筑空间组内各建筑空间在本阶段的风阀冷量流量控制修正值。

[0130] 具体地,先针对每一个建筑空间组(例如,第*j*个建筑空间组),根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间 $t_{jk,i}$ ,确定该建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间 $\overline{t_{j,i}}$ 。然后根据平均分配控制时间 $\overline{t_{j,i}}$ 、该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间 $t_{jk,i}$ 、该建筑空间组内各建筑空间在本阶段的室内差异温度 $T_{jk,i+1}$ 以及该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的室内差异温度 $T_{jk,i}$ ,确定该建筑空间组内各建筑空间在本阶段的风阀冷量流量控制修正值 $\Delta v_{jk,i+1}$ 。

[0131] 具体地,所述风阀冷量流量控制修正值为:

$$[0132] \quad \Delta v_{jk,i+1} = k_1 \cdot (\overline{t_{j,i}} - t_{jk,i}) - b_1 \cdot (T_{jk,i+1} - T_{jk,i})$$

$$[0133] \quad \overline{t_{j,i}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} t_{jk,i}}{n}$$

[0134] 其中,  $\Delta v_{jk,i+1}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的风阀冷量流量控制修正值,  $\overline{t_{j,i}}$  表示第j个建筑空间组在第i个阶段的平均分配控制时间,  $t_{jk,i}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的分配控制时间,  $T_{jk,i+1}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的室内差异温度,  $T_{jk,i}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的室内差异温度, n表示第j个建筑空间组内建筑空间的数量,  $k_1$  和  $b_1$  均表示控制参数,  $\Sigma$  表示求和符号。

[0135] 可以理解的是,各建筑空间组的风阀是独立控制的。调整某一风阀的开度大小,不会影响该风阀所在建筑空间组的冷量流量,建筑空间组的某一风阀增大冷量流量,则其他风阀的冷量流量会相应减小。

[0136] 步骤S220、针对每一个空气处理机组对应的建筑空间组,根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,确定该建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间,根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,确定该建筑空间组在上一阶段的平均室内差异温度,根据该建筑空间内各建筑空间在本阶段的室内差异温度,确定该建筑空间在本阶段的平均室内差异温度;根据各建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间,确定上一阶段的总平均分配控制时间;根据所述总平均分配控制时间、各建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间、各建筑空间组在本阶段的平均室内差异温度以及各建筑空间组在上一阶段的平均室内差异温度,确定各建筑空间组在本阶段的水阀冷量流量控制修正值。

[0137] 具体地,先针对每一个建筑空间组(例如,第j个建筑空间组),根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的分配控制时间  $t_{jk,i}$ , 确定该建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间  $\overline{t_{j,i}}$ 。然后根据该建筑空间组内各建筑空间在上一阶段的室内差异温度  $T_{jk,i}$ , 确定该建筑空间组在上一阶段的平均室内差异温度  $\overline{T_{j,i}}$ , 根据该建筑空间内各建筑空间在本阶段的室内差异温度  $T_{jk,i+1}$ , 确定该建筑空间在本阶段的平均室内差异温度  $\overline{T_{j,i+1}}$ ; 根据各建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间  $\overline{t_{j,i}}$ , 确定上一阶段的总平均分配控制时间  $t_{ave}$ ; 根据所述总平均分配控制时间  $t_{ave}$ 、各建筑空间组在上一阶段的平均分配控制时间  $\overline{t_{j,i}}$ 、各建筑空间组在本阶段的平均室内差异温度  $\overline{T_{j,i+1}}$  以及各建筑空间组在上一阶段的平均室内差异温度  $\overline{T_{j,i}}$ , 确定各建筑空间组在本阶段的水阀冷量流量控制修正值  $\Delta u_{j,i+1}$ 。

[0138] 具体地,所述水阀冷量流量控制修正值为:

$$[0139] \quad \Delta u_{j,i+1} = k_2 \cdot (t_{ave} - \overline{t_{j,i}}) - b_2 \cdot (\overline{T_{j,i+1}} - \overline{T_{j,i}})$$

$$[0140] \quad t_{ave} = \frac{\sum_{j=1}^{j=m} \overline{t_{j,i}}}{m}$$

$$[0141] \quad \overline{t_{j,i}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} t_{jk,i}}{n}$$

$$[0142] \quad \overline{T_{j,i+1}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} T_{jk,i+1}}{n}$$

$$[0143] \quad \overline{T_{j,i}} = \frac{\sum_{k=1}^{k=n} T_{jk,i}}{n}$$

[0144] 其中,  $\Delta u_{j,i+1}$  表示第j个建筑空间组在第i+1个阶段的水阀冷量流量控制修正值,  $t_{ave}$  表示总平均分配控制时间,  $\overline{t_{j,i}}$  表示第j个建筑空间组在第i个阶段的平均分配控制时间,  $\overline{T_{j,i+1}}$  表示第j个建筑空间组在第i+1个阶段的平均室内差异温度,  $\overline{T_{j,i}}$  表示第j个建筑空间组在第i个阶段的平均室内差异温度,  $k_2$  和  $b_2$  均表示控制参数,  $t_{jk,i}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的分配控制时间,  $T_{jk,i+1}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的室内差异温度,  $T_{jk,i}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i个阶段的室内差异温度,  $n$  表示第j个建筑空间组内建筑空间的数量,  $\Sigma$  表示求和符号。

[0145] 可以理解的是,通过水阀的调节,可以调节各建筑空间组的冷量流量,调整某一水阀的开度增大时,水阀对应的建筑空间组的冷量流量增大,则该建筑空间组内建筑空间的冷量流量均增大。其余建筑空间组的冷量流量均减小,其余建筑空间组内建筑空间的冷量流量也均减小。

[0146] 步骤S300、根据各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值,以及各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值,确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值。

[0147] 具体地,所有水阀在第i+1个阶段的冷量流量控制值可以表示为集合  $u_{i+1}$ :

$$[0148] \quad u_{i+1} = [u_{1,i+1}, u_{2,i+1}, \dots, u_{j,i+1}, \dots, u_{m,i+1}]$$

[0149] 其中,  $m$  表示建筑内建筑空间组的数量,也即表示水阀的数量,  $u_{j,i+1}$  表示第j个建筑空间组对应水阀在第i+1个阶段的水阀冷量流量控制值。

[0150] 所有风阀在第i+1个阶段的冷量流量控制值可以表示为集合  $v_{i+1}$ :

$$[0151] \quad v_{i+1} = [v_{1,i+1}, v_{2,i+1}, \dots, v_{j,i+1}, \dots, v_{m,i+1}]$$

$$[0152] \quad v_{j,i+1} = [v_{j1,i+1}, v_{j2,i+1}, \dots, v_{jk,i+1}, \dots, v_{jn,i+1}]$$

[0153] 其中,  $m$  表示建筑内建筑空间组的数量,  $n$  表示第j个建筑空间组内建筑空间的数量,也即第j个建筑空间组对应的风阀组内风阀的数量,  $v_{j,i+1}$  表示第j个建筑空间组对应的风阀组在第i+1个阶段的风阀冷量流量控制值,  $v_{jk,i+1}$  表示第j个建筑空间组对应的风阀组内第k个风阀在第i+1个阶段的风阀冷量流量控制值。各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值可以表示为  $u_{i+1}, v_{i+1}$ 。

[0154] 水阀的冷量流量控制值为:

$$[0155] \quad u_{j,i+1} = u_{j,i} - \Delta u_{j,i+1}$$

[0156] 其中,  $u_{j,i+1}$  表示第j个建筑空间组对应水阀在第i+1个阶段的水阀冷量流量控制值,  $u_{j,i}$  表示第j个建筑空间组对应水阀在第i个阶段的水阀冷量流量控制值,  $\Delta u_{j,i+1}$  表示第j个建筑空间组对应水阀在第i+1个阶段的水阀冷量流量控制修正值。

[0157] 风阀的冷量流量控制值为:

[0158]  $v_{jk,i+1} = v_{jk,i} - \Delta v_{jk,i+1}$

[0159] 其中,  $v_{jk,i+1}$  表示第j个建筑空间组对应的风阀组内第k个风阀在第i+1个阶段的风阀冷量流量控制值,  $v_{jk,i}$  表示第j个建筑空间组对应的风阀组内第k个风阀在第i个阶段的风阀冷量流量控制值,  $\Delta v_{jk,i+1}$  表示第j个建筑空间组内第k个建筑空间在第i+1个阶段的风阀冷量流量控制修正值。

[0160] 步骤S400、根据各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值,对到达各建筑空间的冷量流量进行控制。

[0161] 具体地,在得到各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值后,根据各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值,对各建筑空间对应的水阀和/或风阀的冷量流量进行调整。具体可以调节阀体的开度。

[0162] 当建筑冷负荷较大而空调系统提供冷量不足时,采用本发明提出的基于迭代学习机制的控制框架,在当前控制时段内,根据上一周期控制设定值,结合当前控制周期传感器采集到的建筑空间相关初始环境数据,计算得到当前控制周期的控制设定值经由控制器执行。同时,当前控制周期的控制设定值用于下一控制周期控制决策调整的学习,随着时间线的推移,本发明在每个控制周期通过不断迭代学习,不断改进和更新控制设定值以提高控制精度和适应工况的改变。

[0163] 对于大中型商业及办公建筑,当冷负荷较大而空调系统提供冷量不足时,比如早上的空调预冷阶段以及建筑参与需求侧响应的阶段。采用本发明提出的基于迭代学习机制的有限空调冷量分配控制方法,一方面可以减少建筑预冷时间,降低建筑预冷阶段能耗,另一方面可以在建筑参与需求侧响应时减少各空间舒适度变化的差异以促进其成功和保证其效果。

[0164] 具体地,本发明基于迭代学习机制的有限空调冷量分配控制方法如图1所示,对于大中型商业及办公建筑,来自空调冷源(如冷水机组)的冷水冷量经由水阀分配至各空气处理机组,空气处理机组中的空气与冷水进行冷量传导,降温的空气经过风机和风阀的分配抵达建筑空间实现制冷。本发明提出的基于迭代学习机制的有限空调冷量分配控制方法依托于控制系统确定控制决策量,比如控制系统可以控制空气处理机组(AHU)侧的水阀开度或水量设定值,控制系统还可以控制风阀开度或风量设定值,从而实现有限空调冷量的合理分配。对于大中型商业及办公建筑,当冷负荷较大而空调系统提供冷量不足时,比如早上的空调预冷阶段以及建筑参与需求侧响应的阶段。本发明提出在当前控制周期内(第i轮控制周期),控制系统根据上一轮执行的控制决策量(第i-1轮控制周期),结合当前控制时段传感器采集到的相关空调设备及建筑空间数据,计算得到当前控制时段(第i轮控制周期)的控制决策量,比如水阀开度或水量设定值以风阀开度或风量设定值。同时,当前控制时段(第i轮控制周期)的控制决策量提供给下一轮控制时段(第i+1轮控制周期)进行学习,随着时间线的推移,在每个控制时段不断迭代学习确定控制决策量。

[0165] 根据上述控制算法,可得到第i+1个阶段各个建筑空间对应的水阀/风阀开度控制量(或流量控制设定值)。每个阶段在建筑预冷阶段重复使用本发明控制算法,可实现有限空调冷量近似优化分配,且随着时间线推移,该算法能够适应和跟随工况的变化,达至准优化控制。各个建筑空间将能够接近一致达到室内温度设定值,从而减少建筑预冷时间,降低建筑预冷阶段能耗。



[0166] 本发明专利提出的基于迭代学习机制的有限冷量分配控制方法可编入楼宇自动化系统的控制器或服务器中。当建筑冷负荷较大而空调系统提供冷量不足时,比如在早上的空调预冷阶段以及建筑参与需求侧响应的限电/限冷阶段,楼宇自动化系统的有限冷量分配控制程序将暂时接管水阀/风阀(或流量设定值)反馈控制回路,用有限冷量分配控制设定值暂时取代反馈控制设定值。当预冷或需求侧响应阶段结束后恢复反馈控制。应用这一控制策略,一方面可以减少建筑预冷时间,降低建筑预冷阶段能耗,另一方面可以在建筑参与需求侧响应时减少各空间舒适度变化(或降低)的差异,实现建筑有限空调冷量的准优化分配控制,延长可接受的需求侧响应区间,从而成功完成预期的需求侧响应控制。

[0167] 基于上述任意一实施例所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,本发明还提供了一种计算机设备的较佳实施例:

[0168] 本发明实施例的计算机设备包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现以下步骤:

[0169] 获取各建筑空间在本阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值;所述室内差异温度为空调预冷阶段的初始室内温度或建筑参与需求侧响应的阶段的终了室内温度;

[0170] 根据各建筑空间在本阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值;

[0171] 根据各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值,以及各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值,确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值;

[0172] 根据各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值,对到达各建筑空间冷量流量进行控制。

[0173] 基于上述任意一实施例所述的基于迭代学习机制的有限冷量条件下的分配控制方法,本发明还提供了一种计算机可读存储介质的较佳实施例:

[0174] 本发明实施例的计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0175] 获取各建筑空间在本阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值;所述室内差异温度为空调预冷阶段的初始室内温度或建筑参与需求侧响应的阶段的终了室内温度;

[0176] 根据各建筑空间在本阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的室内差异温度,各建筑空间在上一阶段的分配控制时间,确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值;

[0177] 根据各建筑空间在上一阶段的冷量流量控制值,以及各建筑空间在本阶段的冷量流量控制修正值,确定各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值;

[0178] 根据各建筑空间在本阶段的冷量流量控制值,对到达各建筑空间冷量流量进行控制。

[0179] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可

以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

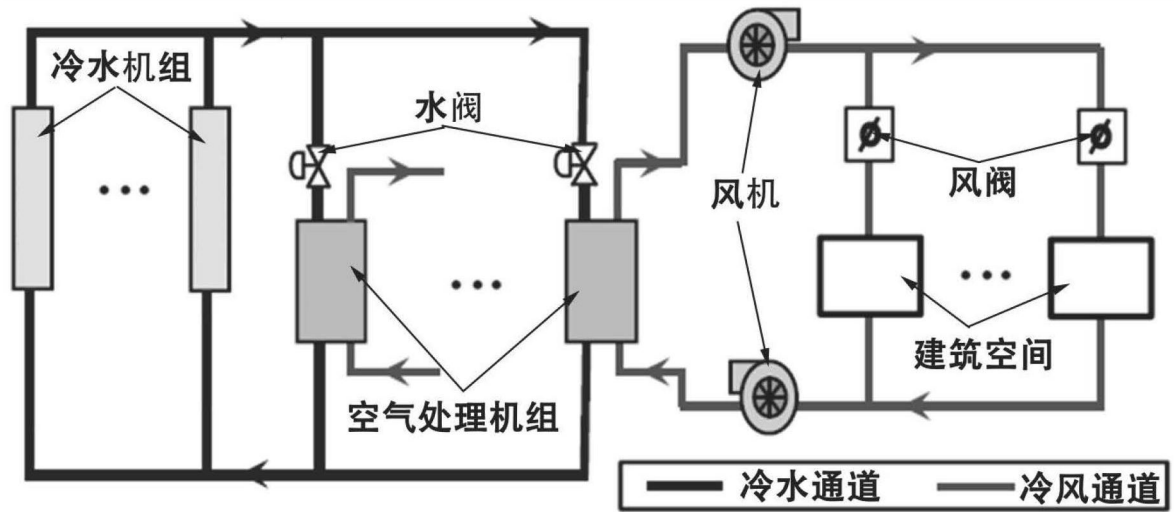


图1

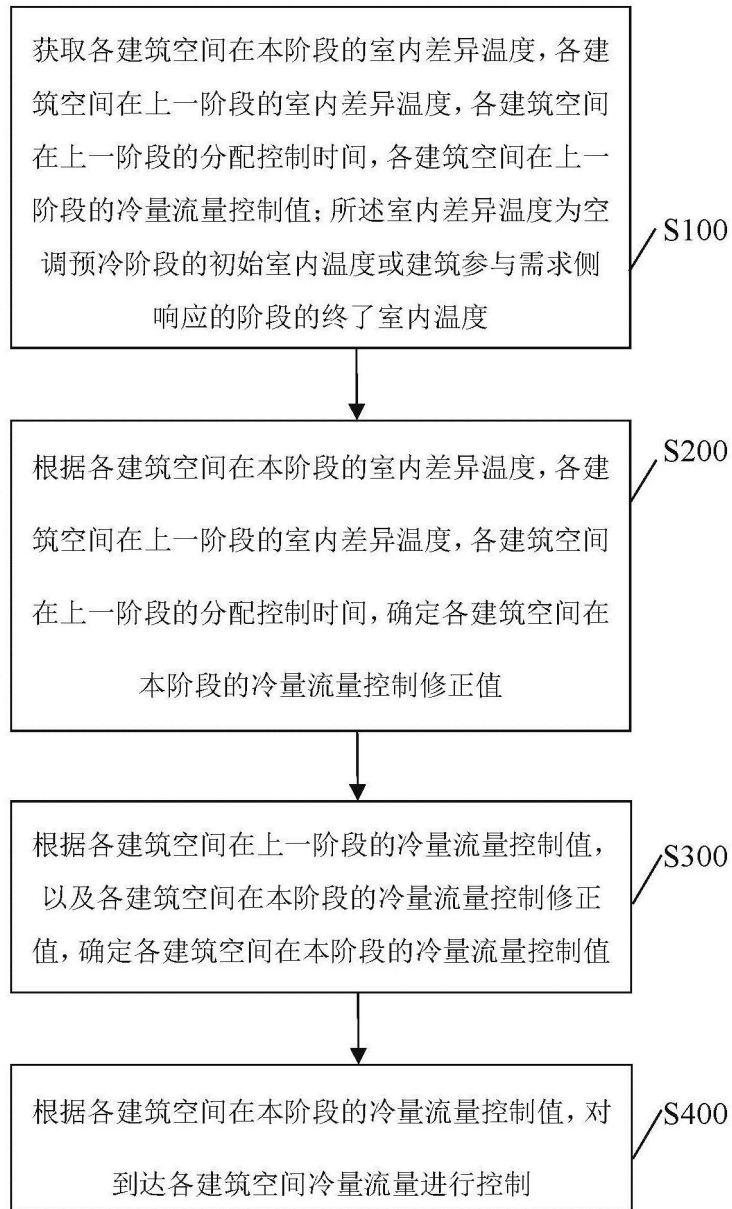


图2

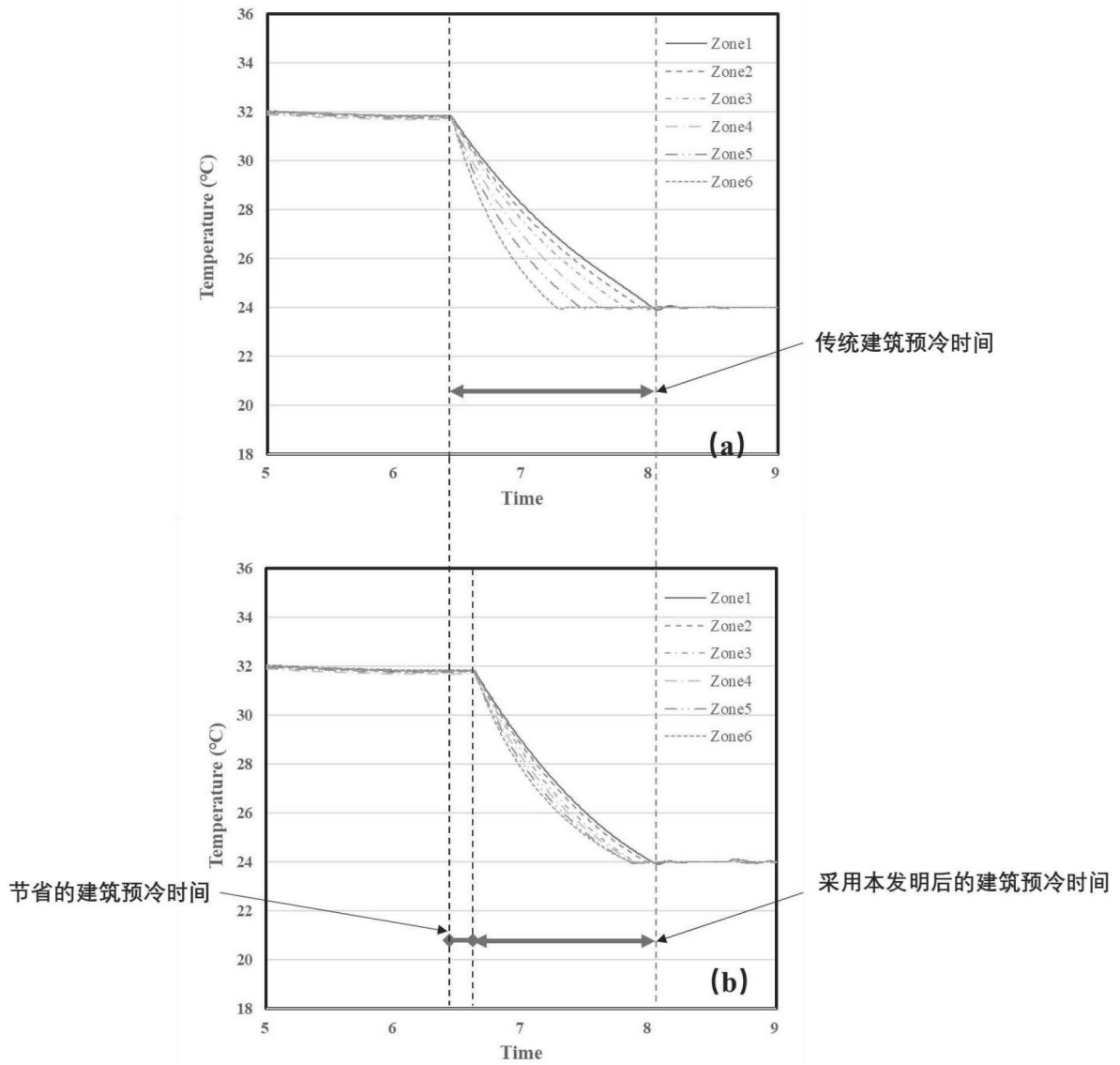


图3