



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109268955 A
(43)申请公布日 2019.01.25

(21)申请号 201810877924.8

(22)申请日 2018.08.03

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 王赞社 顾兆林 冯诗愚 高秀峰
李云 罗昔联

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 姚咏华

(51)Int.Cl.

F24F 3/14(2006.01)

F24F 5/00(2006.01)

F24F 11/83(2018.01)

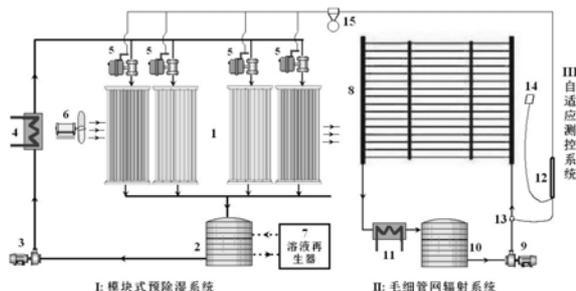
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射
空调系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统及方法,包括模块式预除湿系统I,毛细管网辐射系统II和自适应测控系统III,通过自适应测控系统III控制模块式预除湿系统I的循环量、调整毛细管网辐射系统II毛细管网进水口温度,实现模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空气调整。模块式预除湿系统利用多路膜组件的模块式组合首先对湿空气进行膜除湿;毛细管网辐射空调系统用于调节室内温度;自适应测控系统通过测量室内温湿度和毛细管网进水口温度为模块式预除湿系统提供流量控制和调节依据。最终实现调节室内湿度和温度的同时,毛细管网的表面不出现结露。



1. 一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统,其特征在于,包括模块式预除湿系统(I),毛细管网辐射系统(II)和自适应测控系统(III),其中:

所述模块式预除湿系统(I)包括溶液储液器(2)、与溶液储液器(2)循环连通的多路膜组件(1);还包括一个置于多路膜组件(1)侧面的室内送风机(6);

所述毛细管网辐射系统(II)包括冷水箱(10)、与冷水箱(10)循环连通的毛细管网(8);

所述自适应测控系统(III)包括传感器组件(12)和室内空气温湿度传感器(14)以及毛细管网进水口温度传感器(13);传感器组件(12)通过传感器信号处理器(15)分别与多路膜组件(1)的流量调节器(5)连接,通过毛细管网进水口温度传感器(13)与毛细管网(8)循环管路连接;

通过自适应测控系统(III)控制模块式预除湿系统(I)的循环量、调整毛细管网辐射系统(II)毛细管网进水口温度,实现模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空气调整。

2. 根据权利要求1所述的一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统,其特征在于,所述模块式预除湿系统(I)的多路膜组件(1)相互并联连通,并通过管路连通溶液冷却器(4)、溶液泵(3)和溶液储液器(2)构成循环管路。

3. 根据权利要求1所述的一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统,其特征在于,所述流量调节器(5)置于多路膜组件(1)顶部,每个流量调节器(5)连接至传感器信号处理器(15)。

4. 根据权利要求1所述的一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统,其特征在于,所述溶液储液器(2)连通有溶液再生器(7)。

5. 根据权利要求1所述的一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统,其特征在于,所述毛细管网(8)包括纵向分布的主管和连通主管的若干横向分布的分管,主管通过管路连通水冷却器(11)、冷水箱(10)和水泵(9)构成循环管路。

6. 一种权利要求1-5任一项所述系统进行模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 首先启动室内送风机(6)和溶液泵(3),流量调节器(5)全部打开,进行系统室内空气的预除湿;

2) 溶液储液器(2)中的除湿溶液进入多路膜组件(1)内侧流动,多路膜组件(1)外侧为流动的湿空气;

3) 室内送风机(6)将空气均匀地送至多路膜组件(1)中每路膜组件的表面,空气中的水蒸气在多路膜组件(1)的膜表面扩散至膜内侧被溶液吸收,形成膜除湿;

4) 多路膜组件(1)中每路膜组件的进口设置有一个流量调节器(5),传感器信号处理器(15)采集模块式预除湿系统(I)流量信号并传输至传感器组件(12);

5) 同时开启水泵(9),启动毛细管网辐射系统(II)开始循环;

6) 传感器信号处理器(15)根据毛细管网进水口温度传感器(13)和室内空气温湿度传感器(14)开始调节流量调节器(5)的流量,经膜除湿后的空气在毛细管网(8)的表面不出现结露。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,传感器信号处理器(15)内置有毛细管网进水口温度传感器(13)、室内空气温湿度传感器(14)和流量调节器(5)的控制算法,使得经过模块式预除湿系统(I)后空气的露点温度小于毛细管网(8)的进水口温度 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。

8. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述传感器信号处理器(15)根据毛细管网进水口温度传感器(13)的信号和室内空气温湿度传感器(14)的信号来控制流量调节器(5)。

9. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述传感器信号处理器(15)控制流量调节器(5)的方法包括流量调节器(5)的打开和关闭方式,或是流量调节器(5)的不同开度调节,以此实现模块式预除湿功能。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,采用流量调节器(5)的打开和关闭方式进行调节的时候,流量调节器(5)开启的数量N为:

$$N = \frac{\Delta t \cdot d_b}{a + b \cdot t_{14}}$$

$$\text{其中: } d_b = \frac{0.622}{10^5 \cdot \exp\left[\frac{3816.44}{t_{14} + 227.02} - 23.1964\right] - 1}$$

式中,a、b分别为系数,N为流量调节器开启的数量; t_{14} 为室内空气温湿度传感器测量的温度,℃; d_b 为 t_{14} 温度下的饱和含湿量,g/kg·干空气; Δt 为 t_{14} 对应的空气露点温度与毛细管网的进水口温度的差。

一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于建筑室内空气温度和湿度调节技术领域,特别涉及一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统及方法。

背景技术

[0002] 在建筑环境中,温度和湿度是人体热舒适性的主要评价指标。在我国,虽然气候存在多样性,但多数地区在夏季处于高温高湿条件,因此对湿热地区的温度和湿度控制一直是空气调节的重点。

[0003] 在空气调节中,温度和湿度无疑是最重要的两个参数,然而,由于水蒸气在空气中以混合物的形式存在,温度和湿度参数处于耦合状态,传统空调系统将温度和湿度一起调节,如常用空调器的冷凝除湿形式,这种形式中空调蒸发器表面温度均远远低于空气的露点温度,冷凝水会源源不断地产生。冷凝水的无序排放一方面会影响建筑物的外观,造成环境污染,另一方面,由于冷凝水的温度较低,直接排放也造成冷源能量的直接浪费。同时,由于蒸发器温度较低造成空调系统的能效降低。

[0004] 从人体热舒适的角度来看,湿度过高会引起人体闷热的感觉,而降低湿度会提高人体的热舒适感。

[0005] 值得注意的是,传统空调系统的低温送风会给人体带来吹风感,造成不舒适感甚至是“空调病”。

[0006] 毛细管网空调系统是近年来出现的新型节能空调系统末端,具有高舒适性、无噪音、节能、低温差驱动、布置灵活、可利用低品位能源等诸多特点。尤其是其没有吹风感的特点能大大提高空调房间的舒适性。然而,毛细管网辐射系统在夏季的最大缺陷就是毛细管网的表面容易结露,大大影响了系统的运行效率。

发明内容

[0007] 为了克服上述现有技术的缺点,本发明基于温湿度独立控制的思想,提供一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统方法,利用膜组件易于组合形成模块化的特点,使用膜组件的膜除湿性能构建模块化的预除湿系统;其次,利用毛细管网的低温差驱动、无吹风感和节能舒适的特点,构建毛细管网辐射空调系统,用于调节室内温度;最后,利用毛细管网进水口的温度传感器和室内空调的温湿度传感器进行信号处理,来控制膜组件进口溶液流量的调节,达到毛细管网的表面不出现结露现象。一方面实现了室内温度和湿度的独立控制,另一方面,大大提高了室内的热舒适性和系统的高效运行。

[0008] 本发明是通过下述技术方案来实现的。

[0009] 一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统,包括模块式预除湿系统I,毛细管网辐射系统II和自适应测控系统III,其中:

[0010] 所述模块式预除湿系统I包括溶液储液器、与溶液储液器循环连通的多路膜组件;还包括一个置于多路膜组件侧面的室内送风机;

- [0011] 所述毛细管网辐射系统II包括冷水箱、与冷水箱循环连通的毛细管网；
- [0012] 所述自适应测控系统III包括传感器组件和室内空气温湿度传感器以及毛细管网进水口温度传感器；传感器组件通过传感器信号处理器分别与多路膜组件的流量调节器连接，通过毛细管网进水口温度传感器与毛细管网循环管路连接；
- [0013] 通过自适应测控系统III控制模块式预除湿系统I的循环量、调整毛细管网辐射系统II毛细管网进水口温度，实现模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空气调整。
- [0014] 对于上述技术方案，本发明还有进一步优选的方案：
- [0015] 优选的，所述模块式预除湿系统I的多路膜组件相互并联连通，并通过管路连通溶液冷却器、溶液泵和溶液储液器构成循环管路。
- [0016] 优选的，所述流量调节器置于多路膜组件顶部，每个流量调节器连接至传感器信号处理器。
- [0017] 优选的，所述溶液储液器连通有溶液再生器。
- [0018] 优选的，所述毛细管网包括纵向分布的主管和连通主管的若干横向分布的分管，主管通过管路连通水冷却器、冷水箱和水泵构成循环管路。
- [0019] 本发明进而给出了上述系统进行模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调方法，包括以下步骤：
- [0020] 1) 首先启动室内送风机和溶液泵，流量调节器全部打开，进行系统室内空气的预除湿；
- [0021] 2) 溶液储液器中的除湿溶液进入多路膜组件内侧流动，多路膜组件外侧为流动的湿空气；
- [0022] 3) 室内送风机将空气均匀地送至多路膜组件中每路膜组件的表面，空气中的水蒸气在多路膜组件的膜表面扩散至膜内侧被溶液吸收，形成膜除湿；
- [0023] 4) 多路膜组件中每路膜组件的进口设置有一个流量调节器，传感器信号处理器采集模块式预除湿系统I流量信号并传输至传感器组件；
- [0024] 5) 同时开启水泵，启动毛细管网辐射系统II开始循环；
- [0025] 6) 传感器信号处理器根据毛细管网进水口温度传感器和室内空气温湿度传感器开始调节流量调节器的流量，经膜除湿后的空气在毛细管网的表面不出现结露。
- [0026] 优选的，传感器信号处理器内置有毛细管网进水口温度传感器、室内空气温湿度传感器和流量调节器的控制算法，使得经过模块式预除湿系统I后空气的露点温度小于毛细管网的进水口温度3~5℃。
- [0027] 优选的，所述传感器信号处理器根据毛细管网进水口温度传感器的信号和室内空气温湿度传感器的信号来控制流量调节器。
- [0028] 优选的，所述传感器信号处理器控制流量调节器的方法包括流量调节器的打开和关闭方式，或是流量调节器的不同开度调节，以此实现模块式预除湿功能。
- [0029] 优选的，采用流量调节器的打开和关闭方式进行调节的时候，流量调节器开启的数量N为：

$$[0030] \quad N = \frac{\Delta t \cdot d_b}{a + b \cdot t_{14}}$$

$$[0031] \quad \text{其中: } d_b = \frac{0.622}{10^5 \cdot \exp\left[\frac{3816.44}{t_{14} + 227.02} - 23.1964\right] - 1}$$

[0032] 式中,a、b分别为系数,a=0.1~0.3;b=0.001~0.003;N为流量调节器开启的数量;t₁₄为室内空气温湿度传感器测量的温度,℃;d_b为t₁₄温度下的饱和含湿量,g/kg·干空气;Δt为t₁₄对应的空气露点温度与毛细管网的进水口温度的差,|Δt|=3~5℃。

[0033] 与现有技术相比,本发明采用了模块化的膜组件进行预除湿实现湿度的调节,采用毛细管网辐射空调系统调节室内温度,采用自适应测控系统来控制模块化的膜组件的运行。实现温湿度独立控制的同时解决了毛细管网表面的结露问题。由于采用了毛细管网辐射空调系统,室内的热舒适性大大提高,系统的节能特性也得到提高。

附图说明

[0034] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明的不当限定,在附图中:

[0035] 图1为本发明的结构流程和原理图。

具体实施方式

[0036] 下面将结合附图以及具体实施例来详细说明本发明,在此本发明的示意性实施例以及说明用来解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0037] 参照图1所示,一种模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调系统,包括模块式预除湿系统I,毛细管网辐射系统II以及自适应测控系统III。

[0038] 其中:模块式预除湿系统I由多路膜组件1、溶液储液器2、溶液泵3、溶液冷却器4、流量调节器5、室内送风机6以及溶液再生器7组成。若干个多路膜组件1相互并联连通,并通过管路连通溶液冷却器4、溶液泵3和溶液储液器2构成循环管路。溶液储液器2连通有溶液再生器7。多路膜组件1中每路膜组件的进口都设置有一个流量调节器5,每个流量调节器5连接至自适应测控系统III的传感器信号处理器15。

[0039] 其中:毛细管网辐射系统II由毛细管网8、水泵9、冷水箱10和水冷却器11组成。毛细管网8包括纵向分布的主管和连通主管的若干横向分布的分管,主管通过管路连通水冷却器11、冷水箱10和水泵9构成循环管路。

[0040] 其中:自适应测控系统III由传感器组件12、毛细管网进水口温度传感器13、室内空气温湿度传感器14、传感器信号处理器15和流量调节器5组成。传感器组件12通过传感器信号处理器15分别与多路膜组件1的流量调节器5连接,通过毛细管网进水口温度传感器13与毛细管网8循环管路连接;通过自适应测控系统III控制模块式预除湿系统I的循环量、调整毛细管网辐射系统II毛细管网进水口温度,实现模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空气调整。

[0041] 膜组件内侧流动的是除湿溶液,膜组件外侧流动的是湿空气,形成膜除湿,而膜组件中溶液流量不同则膜组件的除湿量会不同。

[0042] 室内送风机6将室内空气均匀地送至多路膜组件1中每路膜组件的表面,空气中的水蒸气在膜组件的膜表面扩散至膜内侧后被溶液吸收,形成膜除湿。

[0043] 传感器信号处理器15根据毛细管网进水口温度传感器13的信号和室内空气温湿度传感器14的信号来控制流量调节器5。

[0044] 本发明上述系统进行模块式自适应预除湿型毛细管网辐射空调方法,包括以下步骤:

[0045] 1) 首先启动室内送风机6和溶液泵3,流量调节器5全部打开,进行系统室内空气的预除湿;

[0046] 2) 溶液储液器2与溶液再生器7相连,使得溶液储液器2中的浓度始终保持可以进行膜除湿的要求。溶液储液器2中的除湿溶液进入多路膜组件1内侧流动,多路膜组件1外侧为流动的湿空气;

[0047] 3) 室内送风机6将室内空气均匀地送至多路膜组件1中每路膜组件的表面,空气中的水蒸气在多路膜组件1的膜表面扩散至膜内侧被溶液吸收,形成膜除湿;

[0048] 4) 多路膜组件1中每路膜组件的进口设置有一个流量调节器5,传感器信号处理器15采集模块式预除湿系统I流量信号并传输至传感器组件12;传感器信号处理器15根据毛细管网进水口温度传感器13的信号和室内空气温湿度传感器14的信号来控制流量调节器5;

[0049] 5) 同时开启水泵9,启动毛细管网辐射空调系统,毛细管网辐射系统II开始循环;

[0050] 同时,传感器信号处理器15开始工作,根据毛细管网进水口温度传感器13和室内空气温湿度传感器14开始调节流量调节器5的流量,传感器信号处理器15内置有毛细管网进水口温度传感器13、室内空气温湿度传感器14和流量调节器5的控制算法,保证经过模块式预除湿系统I后空气的露点温度小于毛细管网8的进水口温度3~5℃。

[0051] 6) 通过控制毛细管网内的循环温度,经膜除湿后的空气在毛细管网8的表面不出现结露。

[0052] 传感器信号处理器15控制流量调节器5的方法包括两种,一是流量调节器5的打开和关闭方式,二是流量调节器5的不同开度调节,以此实现模块式预除湿功能。

[0053] 采用流量调节器的打开和关闭方式进行调节的时候,流量调节器开启的数量N为:

$$[0054] \quad N = \frac{\Delta t \cdot d_b}{a + b \cdot t_{14}}$$

$$[0055] \quad \text{其中: } d_b = \frac{0.622}{10^5 \cdot \exp\left[\frac{3816.44}{t_{14} + 227.02} - 23.1964\right] - 1}$$

[0056] 式中,a、b分别为系数,a=0.1~0.3;b=0.001~0.003;N为流量调节器开启的数量;t₁₄为室内空气温湿度传感器测量的温度,℃;d_b为t₁₄温度下的饱和含湿量,g/kg·干空气;Δt为t₁₄对应的空气露点温度与毛细管网的进水口温度的差,|Δt|=3~5℃。

[0057] 通过本发明系统,能够实现毛细管网的表面不结露,并降低湿度以提高空调房间的舒适性。

[0058] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施方式仅限于此,对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单的推演或替换,都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定专利保护范围。

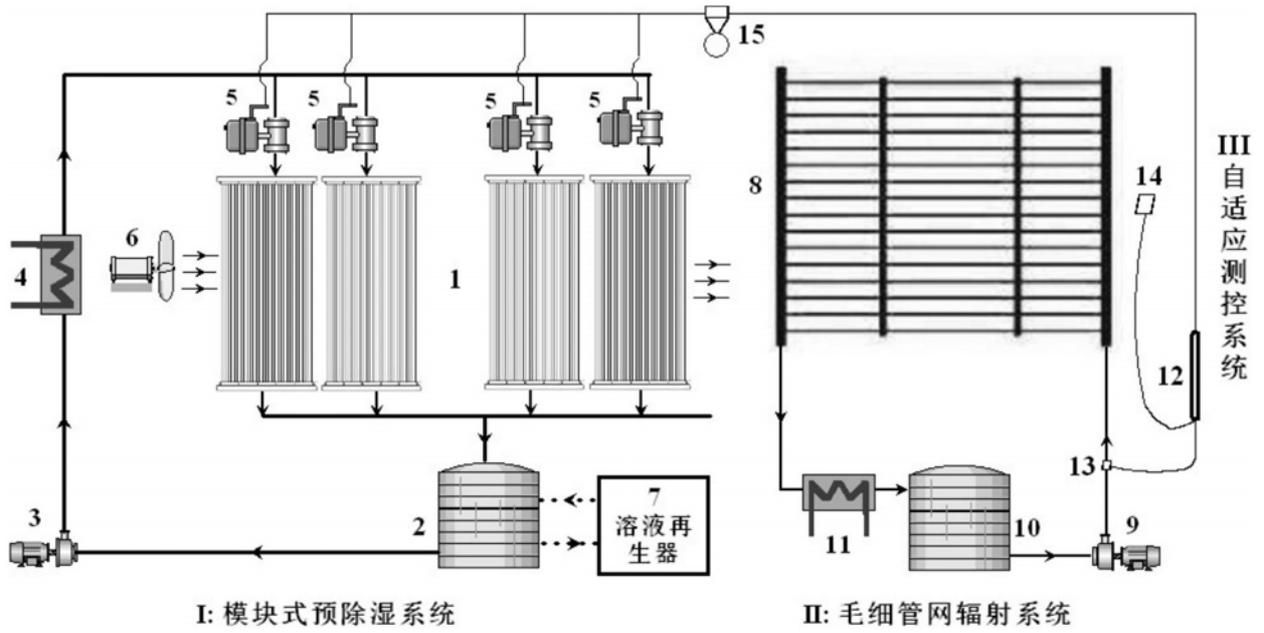


图1