



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105157155 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201510547806. 7

(22) 申请日 2015. 08. 31

(71) 申请人 西安建筑科技大学

地址 710055 陕西省西安市雁塔路 13 号

(72) 发明人 李安桂 任彤 杨长青

(74) 专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务

所 61216

代理人 李婷

(51) Int. Cl.

F24F 7/08(2006. 01)

F24F 11/00(2006. 01)

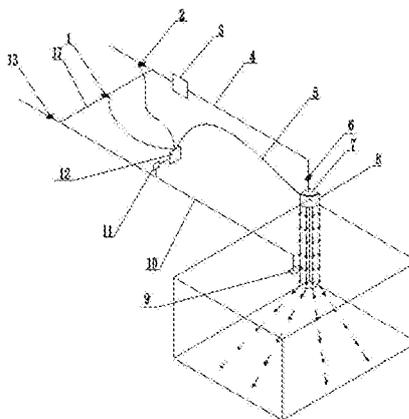
权利要求书2页 说明书9页 附图13页

(54) 发明名称

一种形成空气池气流组织的单侧通风装置及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种形成空气池气流组织的单侧通风装置及其控制方法,包括竖直安装在房间顶部墙角处的通风管道,所述通风管道与房间连通,其横截面为四分之一圆形;通风管道沿竖直方向的两个平面分别平行于其所安装的房间墙角处的两个墙;所述通风管道顶端送风口外接送风装置;所述房间顶部还设置有排风装置,所述排风装置与房间相连通。本发明的装置减少了其与室内污染空气或者热空气的混合量,提高了送风空气的品质;形成的冷空气池覆盖面较广,利用送风口与墙角的两面侧墙形成双面贴附射流的送风方式,最大程度的作用整个工作区,从而保证了所有工作区域空气的新鲜度,使工作区空气品质以及温湿度满足舒适性要求。



1. 一种形成空气池气流组织的单侧通风装置,其特征在于,包括垂直安装在房间顶部墙角处的通风管道(8),所述通风管道(8)与房间连通,其横截面为四分之一圆形,通风管道(8)沿垂直方向的两个平面分别平行于其所安装的房间墙角处的两个墙壁;所述通风管道(8)顶端送风口(7)外接送风装置;

所述房间顶部还设置有排风装置,所述排风装置与房间相连通。

2. 如权利要求1所述的形成空气池气流组织的单侧通风装置,其特征在于,所述送风装置包括送风管(4),所述送风管(4)上沿风向依次设置有新风阀(2)和送风阀(6),所述送风管(4)的末端连接所述通风管道(8)。

3. 如权利要求2所述的形成空气池气流组织的单侧通风装置,其特征在于,所述排风装置包括排风管(10),所述排风管(10)的一端连接房间顶部的排风口(9)。

4. 如权利要求3所述的形成空气池气流组织的单侧通风装置,其特征在于,所述排风装置与送风装置之间设置有回风装置。

5. 如权利要求4所述的形成空气池气流组织的单侧通风装置,其特征在于,所述回风装置包括回风管(17),所述回风管(17)上设置有调节阀(1);

所述回风管(17)的两端分别连接送风管(4)和排风管(10);

所述回风装置还包括设置在排风管(10)末端的排风阀(13);

所述回风管(17)与排风管(10)连接的一端安装在排风口(9)与排风阀(13)之间,所述回风管(17)与送风管(4)连接的一端安装在送风阀(6)与新风阀(2)之间。

6. 如权利要求5任一所述的形成空气池气流组织的单侧通风装置,其特征在于,所述通风管道(8)的内壁上安装有热胀冷缩层(15),其内部包裹导温片(14)。

7. 如权利要求6所述的形成空气池气流组织的单侧通风装置,其特征在于,所述回风管(10)上位于排风阀(13)和排风口(9)之间设置有传感器(11),所述传感器(11)连接控制器(12),所述控制器(12)通过导线(5)与调节阀(1)、新风阀(2)和导温片(14)均连接。

8. 如权利要求6或7所述的形成空气池气流组织的单侧通风装置,其特征在于,所述热胀冷缩层(15)外部包裹隔热层(16)。

9. 如权利要求1至7任一所述的形成空气池气流组织的单侧通风装置,其特征在于,所述通风管道(8)沿垂直方向的两个平面的交线,与所述房间顶部墙角处的竖直线之间的垂直距离为d,其与送风口(7)的半径R的比值满足 $0 \leq d/R \leq \sqrt{2}$ 。

10. 一种形成空气池气流组织的单侧通风装置的控制方法,具体包括以下步骤:

步骤一:给定初始温度值为 T_0 ,送风管(4)输送的初始新风量为 Q_1 ,回风管(10)输送的初始回风量为 Q_2 ,则通风管道的通风总量 $Q = Q_1 + Q_2$;温度传感器测得排风管(10)内回风温度为T,并将上述信息传送至控制器(12);

步骤二:控制器(12)计算温差 ΔT_1 , $\Delta T_1 = T - T_0$,控制器(12)发出信号至新风阀(2)、调节阀(1)和导温片(14),控制新风阀(2)、调节阀(1)的开启程度以及导温片(14)的温度变化,其具体实现方法如下:

情况一:保持通风管道(8)的送风速度不变

若 $\Delta T_1 > 0$,则控制器(12)控制新风阀(2)的开启程度,使送风管输送的新风量由 Q_1 增

大至 Q_1' ,控制调节阀 (1) 的调节程度,使回风管 (17) 输送的回风量由 Q_2 减少至 Q_2' ,控制贴附在通风管道 (8) 内壁中的导温片 (14) 的温度由 T_1 减少至 T_2 变化,温差 ΔT_2 ,且 $\Delta T_2 = T_1 - T_2$, $Q_1' + Q_2' > Q$,温差 ΔT_2 使得热胀冷缩层 (15) 厚度由 L_1 减少至 L_2 ,伸缩量为 ΔL , $\Delta L = L_1 - L_2$,通风管道 (8) 的横截面积由 A 增大为 A' ;

其中,

$$\Delta T_1 = \alpha \Delta T_2 = \beta \Delta L \quad (1)$$

$$\frac{Q_1 + Q_2}{A} = \frac{Q_1' + Q_2'}{A'} \quad (2)$$

$$\frac{|\sqrt{A} - \sqrt{A'}|}{\sqrt{\pi}} = \Delta L \quad (3)$$

式中,线性系数 α 与 β 为常量;

若 $\Delta T_1 < 0$,则控制器 (12) 控制新风阀 (2) 的开启程度,使送风管输送的新风量由 Q_1 减少至 Q_1' ,控制调节阀 (1) 的调节程度,使回风管 (17) 输送的回风量由 Q_2 增大至 Q_2' ,控制贴附在通风管道 (8) 内壁中的导温片 (14) 的温度由 T_1 增大至 T_2 变化,温差 ΔT_2 ,且 $\Delta T_2 = T_2 - T_1$, $Q_1' + Q_2' < Q$,变化温差 ΔT_2 使得热胀冷缩层 (15) 厚度由 L_1 增大至 L_2 ,伸缩量为 ΔL , $\Delta L = L_2 - L_1$,通风管道 (8) 的横截面积由 A 减小为 A' ;

情况二:通风管道 (8) 的送风速度改变

若 $\Delta T_1 > 0$,则需要通风管道 (8) 的送风速度变大,则控制器 (12) 控制新风阀 (2) 的开启程度,使送风管输送的新风量由 Q_1 增大至 Q_1' ,控制调节阀 (1) 的调节程度,使回风管 (17) 输送的回风量由 Q_2 减少至 Q_2' ,且 $Q_1' + Q_2' > Q$;导温片 (14) 温度保持不变;或者控制器 (12) 单独控制导温片 (14) 温度增大,导温片 (14) 的温度由 T_1 增大至 T_2 ,温差为 ΔT_2 ,且 $\Delta T_2 = T_2 - T_1$,变化温差 ΔT_2 使得热胀冷缩层 (15) 厚度由 L_1 增大至 L_2 ,伸缩量为 ΔL ($\Delta L = L_2 - L_1$),通风管道 (8) 的横截面积由 A 减小为 A' ;

若 $\Delta T_1 < 0$,则需要通风管道 (8) 的送风速度变小,则控制器 (12) 控制新风阀 (2) 的开启程度,使送风管输送的新风量由 Q_1 减小至 Q_1' ,控制调节阀 (1) 的调节程度,使回风管 (17) 输送的回风量由 Q_2 增大至 Q_2' ,且 $Q_1' + Q_2' < Q$;导温片 (14) 温度保持不变;或者控制器 (12) 单独控制导温片 (14) 温度减小,导温片 (14) 的温度由 T_1 减小至 T_2 ,温差为 ΔT_2 ,且 $\Delta T_2 = T_1 - T_2$,变化温差 ΔT_2 使得热胀冷缩层 (15) 厚度由 L_1 减小至 L_2 ,伸缩量为 ΔL ($\Delta L = L_1 - L_2$),通风管道 (8) 的横截面积由 A 增大为 A' 。

一种形成空气池气流组织的单侧通风装置及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种通风装置,具体涉及一种形成空气池气流组织的单侧通风装置及其控制方法。

背景技术

[0002] 现代人在经历了“煤烟污染”和“光化学污染”的危害之后,正在遭受着以“室内空气污染”为主的第三次污染。据美国专家研究表明,室内空气污染的程度要比室外严重 2-5 倍,在特殊情况下甚至可达到 100 倍。要改善室内空气污染,提高室内空气质量的最直接有效的办法就是提高室内空气的流通,加快室内污染空气的排出,加速室外新鲜空气的注入。由于置换通风可使室内工作区得到较高的空气品质、较高的热舒适性并具有较高的通风效率,因此目前置换通风是空调系统中较为广泛应用的通风形式。

[0003] 现有技术中常用条缝型面式通风系统来实现室内送风,送风口为条缝形,长宽比可达 1:50,送出的气流以面状方式送出。该系统条缝型风口安装在侧墙上,送出的面式气流依靠墙体的贴附作用送达工作区。但是条缝型面式通风系统在运行时仍然存在一些缺陷,由于其送风口为条缝型,属于扁平射流,气流轴心速度衰减快,贴附射程较短,温差和速度变化较快;并且条缝型面式通风系统送风气流覆盖的室内工作区范围有限。

[0004] 同时,中国专利(专利号:200710018332.2),该送风方式中送风口为矩形,利用送风口与墙角的两面侧墙形成双面贴附射流的送风方式来提高送风空气品质和效果。但是在具体实施时却存在问题,该发明的送风口为矩形,尽管其已经贴附两面侧墙,但是在相同的送风量和送风速度下,该矩形送风口与上述的条缝型面式通风系统一样,送出的气流与周围室内空气接触面积较大,会导致送风气流就会较早的与室内污染(热)空气混合,降低送风品质。

发明内容

[0005] 针对上述现有技术中存在的问题或缺陷,本发明的目的在于,提供一种形成空气池气流组织的单侧通风装置及其控制方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种形成空气池气流组织的通风装置,包括竖直安装在房间顶部墙角处的通风管道,所述通风管道与房间连通,其横截面为四分之一圆形,通风管道沿竖直方向的两个平面分别平行于其所安装的房间墙角处的两个墙壁;所述通风管道顶端送风口外接送风装置;所述房间顶部还设置有排风装置,所述排风装置与房间相连通。

[0008] 具体地,所述送风装置包括送风管,所述送风管上沿风向依次设置有新风阀和送风阀,所述送风管的末端连接所述通风管道。

[0009] 具体地,所述排风装置包括排风管,所述排风管的一端连接房间顶部的排风口。

[0010] 进一步地,所述排风装置与送风装置之间设置有回风装置。

[0011] 具体地,所述回风装置包括回风管,所述回风管上设置有调节阀;

[0012] 所述回风管的两端分别连接送风管和排风管；

[0013] 所述回风装置还包括设置在排风管末端的排风阀；

[0014] 所述回风管与排风管连接的一端安装在排风口与排风阀之间，所述回风管与送风管连接的一端安装在送风阀与新风阀之间。

[0015] 进一步地，所述通风管道的内壁上安装有热胀冷缩层，其内部包裹导温片。

[0016] 进一步地，所述回风管上位于排风阀和排风口之间设置有传感器，所述传感器连接控制器，所述控制器通过导线与调节阀、新风阀和导温片均连接。

[0017] 进一步地，所述热胀冷缩层外部包裹隔热层。

[0018] 进一步地，所述通风管道沿垂直方向的两个平面的交线，与所述房间顶部墙角处的竖直线之间的垂直距离为 d ，其与送风口的半径 R 的比值满足 $0 \leq \frac{d}{R} \leq \sqrt{2}$ 。

[0019] 一种形成空气池气流组织的单侧通风装置的控制方法，具体包括以下步骤：

[0020] 步骤一：给定初始温度值为 T_0 ，送风管输送的初始新风量为 Q_1 ，回风管输送的初始回风量为 Q_2 ，则通风管道的通风总量 $Q = Q_1 + Q_2$ ；温度传感器测得排风管内回风温度为 T ，并将上述信息传送至控制器；

[0021] 步骤二：控制器计算温差 ΔT_1 ， $\Delta T_1 = T - T_0$ ，控制器发出信号至新风阀、调节阀和导温片，控制新风阀、调节阀的开启程度以及导温片的温度变化，其具体实现方法如下：

[0022] 情况一：保持通风管道的送风速度不变

[0023] 若 $\Delta T_1 > 0$ ，则控制器控制新风阀的开启程度，使送风管输送的新风量由 Q_1 增大至 Q_1' ，控制调节阀的调节程度，使回风管输送的回风量由 Q_2 减少至 Q_2' ，控制贴附在通风管道内壁中的导温片的温度由 T_1 减少至 T_2 变化，温差 ΔT_2 ，且 $\Delta T_2 = T_1 - T_2$ ， $Q_1' + Q_2' > Q$ ，温差 ΔT_2 使得热胀冷缩层厚度由 L_1 减少至 L_2 ，伸缩量为 ΔL ， $\Delta L = L_1 - L_2$ ，通风管道的横截面积由 A 增大为 A' ；

[0024] 其中，

$$[0025] \quad \Delta T_1 = \alpha \Delta T_2 = \beta \Delta L \quad (1)$$

$$[0026] \quad \frac{Q_1 + Q_2}{A} = \frac{Q_1' + Q_2'}{A'} \quad (2)$$

$$[0027] \quad \frac{|\sqrt{A} - \sqrt{A'}|}{\sqrt{\pi}} = \Delta L \quad (3)$$

[0028] 式中，线性系数 α 与 β 为常量；

[0029] 若 $\Delta T_1 < 0$ ，则控制器控制新风阀的开启程度，使送风管输送的新风量由 Q_1 减少至 Q_1' ，控制调节阀的调节程度，使回风管输送的回风量由 Q_2 增大至 Q_2' ，控制贴附在通风管道内壁中的导温片的温度由 T_1 增大至 T_2 变化，温差 ΔT_2 ，且 $\Delta T_2 = T_2 - T_1$ ， $Q_1' + Q_2' < Q$ ，变化温差 ΔT_2 使得热胀冷缩层厚度由 L_1 增大至 L_2 ，伸缩量为 ΔL ， $\Delta L = L_2 - L_1$ ，通风管道的横截面积由 A 减小为 A' ；

[0030] 情况二：通风管道的送风速度改变

[0031] 若 $\Delta T_1 > 0$ ，则需要通风管道的送风速度变大，则控制器控制新风阀的开启程度，使送风管输送的新风量由 Q_1 增大至 Q_1' ，控制调节阀的调节程度，使回风管输送的回风量由

Q_2 减少至 Q_2' , 且 $Q_1' + Q_2' > Q$; 导温片温度保持不变; 或者控制器单独控制导温片温度增大, 导温片的温度由 T_1 增大至 T_2 , 温差为 ΔT_2 , 且 $\Delta T_2 = T_2 - T_1$, 变化温差 ΔT_2 使得热胀冷缩层厚度由 L_1 增大至 L_2 , 伸缩量为 $\Delta L (\Delta L = L_2 - L_1)$, 通风管道的横截面积由 A 减小为 A' ;

[0032] 若 $\Delta T_1 < 0$, 则需要通风管道的送风速度变小, 则控制器控制新风阀的开启程度, 使送风管输送的新风量由 Q_1 减小至 Q_1' , 控制调节阀的调节程度, 使回风管输送的回风量由 Q_2 增大至 Q_2' , 且 $Q_1' + Q_2' < Q$; 导温片温度保持不变; 或者控制器单独控制导温片温度减小, 导温片的温度由 T_1 减小至 T_2 , 温差为 ΔT_2 , 且 $\Delta T_2 = T_1 - T_2$, 变化温差 ΔT_2 使得热胀冷缩层厚度由 L_1 减小至 L_2 , 伸缩量为 $\Delta L (\Delta L = L_1 - L_2)$, 通风管道的横截面积由 A 增大为 A' 。

[0033] 与现有技术相比, 本发明具有以下技术效果:

[0034] 1、本发明设置通风管道, 其横截面为四分之一圆形, 安装于房间顶部墙角处, 利用送风口与墙角的两侧侧墙形成双面贴附射流的送风方式, 形成贴于墙壁的柱式送风气流, 减少送风气流对室内空气的卷吸, 使得在送风气流沿侧墙墙壁贴附送至工作区之前, 减少了其与室内污染空气或者热空气的混合量, 提高了送风空气的品质; 柱式送风气流到达房间底部墙角后, 其形成的冲击射流撞击底板后, 在底板上沿扇形的径向扩散, 形成的冷空气池覆盖面较广, 送风气流最大程度的作用整个工作区, 从而保证了所有工作区域空气的新鲜度, 使工作区空气品质以及温湿度满足舒适性要求。

[0035] 2、设置送风装置, 安装在房间顶部墙角, 不占用房间的下部空间, 装置布置简单方便。

[0036] 3、设置回风装置, 将排风管内的气体输送到送风管中, 与新风进行混合, 重新输送到通风管道内, 从而重复利用, 节省能源。

[0037] 4、通风管道内设置热胀冷缩层, 其内部包裹导温片, 所述的热胀冷缩层可随着导温片的温度变化热胀冷缩, 从而使得通风管道的管道内径发生变化, 控制送风气流进入工作区的量, 使得房间内的温度和湿度适宜。

[0038] 5、本发明的形成空气池的形成空气池气流组织的单侧通风装置的控制方法, 根据排风管的温度, 方便有效地控制新风与回风的混合比例, 以及通风管道的管径大小, 使得房间内达到适宜人体的温度和湿度。

附图说明

[0039] 图 1 是本发明的结构示意图;

[0040] 图 2 是通风管道结构示意图;

[0041] 图 3 是采用本发明的装置形成的室内空气流线图;

[0042] 图 4 是实验一送风速度为 1m/s 时, 送风口所在房间对角面速度云图;

[0043] 图 5 是实验一室内不同截面处空气温度分布云图, 图 5(a1) 是 $x = 1$ 处室内截面图, 图 5(a2) 是 $x = 1$ 处截面空气温度分布云图, 图 5(b1) 是 $y = 2.5$ 处室内截面图, 图 5(b2) 是 $y = 2.5$ 处截面空气温度分布云图, 图 5(c1) 是 $z = 1.5$ 处室内截面图, 图 5(c2) 是 $z = 1.5$ 处截面空气温度分布云图;

[0044] 图 6 为实验二中条缝型面式通风装置的室内空气流线图;

[0045] 图 7 是实验二中采用条缝型面式通风装置, 室内不同截面处空气温度分布云图, 图 7(a1) 是 $x = 1$ 处室内截面图, 图 7(a2) 是 $x = 1$ 处截面空气温度分布云图, 图 7(b1) 是

$y = 2.5$ 处室内截面图,图 7(b2) 是 $y = 2.5$ 处截面空气温度分布云图,图 7(c1) 是 $z = 1.5$ 处室内截面图,图 7(c2) 是 $z = 1.5$ 处截面空气温度分布云图;

[0046] 图 8 是实验三中采用本发明装置送风速度为 2m/s ,送风口所在房间对角面速度云图;

[0047] 图 9 是实验四中采用本发明装置送风速度为 3m/s ,送风口所在房间对角面速度云图。

[0048] 图中标号代表:1—调节阀,2—新风阀,3—空气处理器,4—送风管,5—导线,6—送风阀,7—送风口,8—通风管道,9—排风口,10—排风管,11—传感器,12—控制器,13—排风阀,14—导温片,15—热胀冷缩层,16—隔热层,17—回风管。

[0049] 下面结合附图和实施例对本发明的方案做进一步详细的解释和说明。

具体实施方式

[0050] 遵从上述技术方案,参见图 1,本发明的形成空气池气流组织的单侧通风装置,包括竖直安装在房间顶部墙角处的通风管道 8,所述通风管道 8 与房间连通,其横截面为四分之一圆形,通风管道 8 沿竖直方向的两个平面分别平行于其所安装的房间墙角处的两个墙壁;所述通风管道 8 顶端送风口 7 外接送风装置;所述房间顶部还设置有排风装置,所述排风装置与房间相连通。

[0051] 本发明的送风装置安装在房间上部,不占用房间的下部空间,装置布置简单方便。本发明的通风管道 8 横截面为四分之一圆形,通风管道 8 为四分之一圆柱形,利用送风口与墙角的两面侧墙形成双面贴附射流的送风方式,从而形成贴于墙壁的柱式送风气流,柱式送风气流到达房间地板,其形成的冲击射流撞击底板后,在底板上沿扇形的径向扩散,形成的冷空气池覆盖面较广,送风气流最大程度的作用整个工作区,从而保证了所有工作区域空气的新鲜度,使工作区空气品质以及温湿度满足舒适性要求。

[0052] 本发明的装置能够将风直接送达工作区,可有效降低室内工作区空气温度,达到节能的效果。

[0053] 所述通风管道 8 安装在房间天花板的上方,位于房间顶部墙角处;所述通风管道 8 沿竖直方向的两个平面的交线,与所述房间顶部墙角处的竖直线之间的垂直距离为 d ,其与送风口 7 的半径 R 的比值满足 $0 \leq \frac{d}{R} \leq \sqrt{2}$ 。

[0054] 使得由通风管道 8 送出的气流能够形成贴附侧墙的射流,进一步减少了其与室内污染空气或者热空气的混合量,提高了送风空气的品质。

[0055] 气流从通风管道 8 送出形成射流,由于通风管道 8 的底面离侧墙足够近,在靠近侧墙和远离侧墙的两侧送出的气流分别对其周围环境的空气产生卷吸作用,且二者卷吸的空气质量不相等,远离侧墙一侧的气流卷吸空气质量多于靠近侧墙一侧气流卷吸的空气质量;由于射流通过边界上的湍流掺混作用传递给两侧环境的能量基本相等,所以远离侧墙一侧的气流卷吸速度慢,靠近侧墙一侧的气流卷吸速度快,从而靠近侧墙一侧的气流压力小,射流向靠近侧墙一侧偏转,此后靠近侧墙一侧气流卷吸速度更快,压力更低,射流继续偏向侧墙,直到完全贴附在侧墙壁面上形成稳定流动为止。当 d 增大时,送出的气流两侧在同一时间内受卷吸作用影响的周围环境空气质量逐渐相等,气流两侧便不会形成压力差,

从而气流不会贴附在侧墙上,经过试验验证,选取 $0 \leq d/R \leq \sqrt{2}$ 。

[0056] 所述通风管道 8 的高度的选取考虑其能够形成稳定的四分之一圆柱形气流,经过试验分析,其高度应大于 100mm,从而避免通风管道 8 底部的送风口送出的气流发生向周围扩散,加剧气流紊乱情况的发生。同时,从设备安装和美观的角度考虑,通风管道 8 的高度不应超过天花板吊顶距房顶的高度。

[0057] 所述通风管道 8 的四分之一圆形横截面的半径的选取根据送风量 Q 和送风口的出风速度 V 进行计算,计算公式: $R = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$ 。

[0058] 具体地,所述送风装置包括送风管 4,所述送风管 4 上沿风向依次设置有新风阀 2 和送风阀 6,所述送风管 4 的末端连接所述通风管道 8。进一步地,送风管 4 上新风阀 2 和送风阀 6 之间设置有空气处理器 3。空气处理器 3 可选择型号为 ZKJ6-DT 的组合式金属的吊挂式空气处理机组,额定风量 6000m³/h。

[0059] 具体地,所述排风装置包括排风管 10,所述排风管 10 的一端连接房间顶部的排风口 9。

[0060] 所述送风管 4 用于将新风输送到通风管道 8 内,通风管道 8 形成的送风气流进入工作区内,带走人体以及发热设备产生的热量和污染气体,上述热量和污染气体经由排风装置排到室外。

[0061] 所述新风阀 2 用于调节进入通风管道 8 内的新风的量;所述空气处理器 3 用于净化进入通风管道 8 内的新风;

[0062] 所述送风阀 6 可根据对送风速度的要求灵活进行调节,保证室内具有适宜的温度和湿度。经试验验证,当送风口 7 的送风速度小于 0.5m/s 时,本发明装置形成的柱式送风气流贴附侧壁的效果不佳,无法与房间地板形成所需的冲击气流;当送风口 7 的送风气流大于 3m/s 时,室内人员就会产生“吹风感”,因此,送风阀 6 控制的送风速度范围为 0.5 ~ 3m/s。

[0063] 进一步地,所述排风装置与送风装置之间设置有回风装置。

[0064] 因本发明的装置可以有效提高室内空气品质,对室内降温效果明显,使得由排风口 9 排出的室内空气较低,为了避免冷空气的浪费,设置回风装置,用于将排风管 10 内的气体输送到送风管 4 中,与新风进行混合,重新输送到通风管道 8 内,从而重复利用,节省能源。

[0065] 具体地,所述回风装置包括回风管 17,所述回风管 17 上设置有调节阀 1;所述回风管 17 的两端分别连接送风管 4 和排风管 10;所述回风装置还包括设置在排风管 10 末端的排风阀 13;所述回风管 17 与排风管 10 连接的一端安装在排风口 9 与排风阀 13 之间,所述回风管 17 与送风管 4 连接的一端安装在空气处理器 3 与新风阀 2 之间。

[0066] 所述新风阀 2、调节阀 1 和排风阀 13 用于控制新风与回风的混合比例,使得在保证室内适宜温度和湿度的同时,有效节约能源。

[0067] 进一步地,所述通风管道 8 的内壁上安装有热胀冷缩层 15,其内部包裹导温片 14。进一步地,所述热胀冷缩层 15 外部包裹隔热层 16。

[0068] 所述的热胀冷缩层 15 可随着导温片 14 的温度变化热胀冷缩,从而使得通风管道

8 的管道内径发生变化,控制送风气流进入工作区的量。所述的热胀冷缩层 15 采用变形范围大、承载能力高以及抗疲劳性能良好的柔性复合材料。所述的导温片 14 选用铜。

[0069] 所述的隔热层 16 用于防止导温片 14 的温度变化导致通风管道 8 内的送风气流的参数的改变。

[0070] 进一步地,所述回风管 10 上位于排风阀 13 和排风口 9 之间设置有传感器 11,所述传感器 11 连接控制器 12,所述控制器 12 通过导线 5 与调节阀 1、新风阀 2 和导温片 14 均连接。

[0071] 所述的传感器 11 可采用温度传感器或者 CO₂传感器,所述温度传感器用于监测热气流,所述 CO₂传感器用于监测污染气体。传感器 11 将测得的信号传送控制器 12,所述控制器 12 控制调节阀 1 和新风阀 2 的开启程度,控制新风和回风的混合比例;同时控制导温片 14 的温度变化量,从而调节所述热胀冷缩层 15 的伸缩量。

[0072] 一种形成空气池气流组织的单侧通风装置的控制方法,其中,传感器 11 采用温度传感器,其具体控制方法如下:

[0073] 步骤一:给定初始温度值为 T₀,送风管 4 输送的初始新风量为 Q₁,回风管 10 输送的初始回风量为 Q₂,则通风管道的通风总量 Q = Q₁+Q₂;温度传感器测得排风管 10 内回风温度为 T(T ≠ T₀),并将上述信息传送至控制器 12;

[0074] 步骤二:控制器 12 计算温差 ΔT₁(ΔT₁ = T-T₀),控制器 12 发出信号至新风阀 2、调节阀 1 和导温片 14,控制新风阀 2、调节阀 1 的开启程度以及导温片 14 的温度变化,其具体实现方法如下:

[0075] 情况一:保持通风管道 8 的送风速度不变

[0076] 若 ΔT₁>0,则控制器 12 控制新风阀 2 的开启程度,使送风管输送的新风量由 Q₁增大至 Q₁' ,控制调节阀 1 的调节程度,使回风管 17 输送的回风量由 Q₂减少至 Q₂' ,控制贴在通风管道 8 内壁中的导温片 14 的温度由 T₁减少至 T₂变化,温差 ΔT₂,且 ΔT₂ = T₁-T₂, Q₁' +Q₂' >Q,变化温差 ΔT₂使得热胀冷缩层 15 厚度由 L₁减少至 L₂,伸缩量为 ΔL(ΔL = L₁-L₂),进而导致通风管道 8 的横截面积由 A 增大为 A' ;

[0077] 其中,

$$[0078] \quad \Delta T_1 = \alpha \Delta T_2 = \beta \Delta L \quad (1)$$

$$[0079] \quad \frac{Q_1+Q_2}{A} = \frac{Q_1'+Q_2'}{A'} \quad (2)$$

$$[0080] \quad \frac{|\sqrt{A}-\sqrt{A'}|}{\sqrt{\pi}} = \Delta L \quad (3)$$

[0081] 式中,线性系数 α 与 β 为常量。

[0082] 若 ΔT₁<0,则控制器 12 控制新风阀 2 的开启程度,使送风管输送的新风量由 Q₁减少至 Q₁' ,控制调节阀 1 的调节程度,使回风管 17 输送的回风量由 Q₂增大至 Q₂' ,控制贴在通风管道 8 内壁中的导温片 14 的温度由 T₁增大至 T₂变化,温差 ΔT₂,且 ΔT₂ = T₂-T₁, Q₁' +Q₂' <Q,变化温差 ΔT₂使得热胀冷缩层 15 厚度由 L₁增大至 L₂,伸缩量为 ΔL(ΔL = L₂-L₁),进而导致通风管道 8 的横截面积由 A 减小为 A' ;

[0083] (2) 通风管道 8 的送风速度改变

[0084] 若 $\Delta T_1 > 0$,则需要通风管道 8 的送风速度变大,则控制器 12 控制新风阀 2 的开启程度,使送风管输送的新风量由 Q_1 增大至 Q_1' ,控制调节阀 1 的调节程度,使回风管 17 输送的回风量由 Q_2 减少至 Q_2' ,且 $Q_1' + Q_2' > Q$;导温片 14 温度保持不变;或者控制器 12 单独控制导温片 14 温度增大,导温片 14 的温度由 T_1 增大至 T_2 ,温差为 ΔT_2 ,且 $\Delta T_2 = T_2 - T_1$,变化温差 ΔT_2 使得热胀冷缩层 15 厚度由 L_1 增大至 L_2 ,伸缩量为 $\Delta L (\Delta L = L_2 - L_1)$,进而导致通风管道 8 的横截面积由 A 减小为 A' 。

[0085] 若 $\Delta T_1 < 0$,若需要通风管道 8 的送风速度变小,则控制器 12 控制新风阀 2 的开启程度,使送风管输送的新风量由 Q_1 减小至 Q_1' ,控制调节阀 1 的调节程度,使回风管 17 输送的回风量由 Q_2 增大至 Q_2' ,且 $Q_1' + Q_2' < Q$;导温片 14 温度保持不变;或者控制器 12 单独控制导温片 14 温度减小,导温片 14 的温度由 T_1 减小至 T_2 ,温差为 ΔT_2 ,且 $\Delta T_2 = T_1 - T_2$,变化温差 ΔT_2 使得热胀冷缩层 15 厚度由 L_1 减小至 L_2 ,伸缩量为 $\Delta L (\Delta L = L_1 - L_2)$,进而导致通风管道 8 的横截面积由 A 增大为 A' 。

[0086] 实验分析

[0087] 实验一

[0088] 根据实际情况建立房间尺寸为 $4000(x) \times 5000(y) \times 2600(z)$ (mm^3) 的数值计算模型,通风管道的半径: $R = 356(\text{mm})$,排风口布置在房间顶部中间的天花板上,排风口尺寸: $400 \times 200(\text{mm}^2)$,房间热源简化成地板热流密度为 $50\text{w}/\text{m}^2$,其余墙壁绝热。送风温度为 291K ,送风速度为 $1\text{m}/\text{s}$ 。

[0089] 为了验证本发明装置的气流组织扩散情况和室内降温效果,选用平均湍流能量模型,即标准 $k-\epsilon$ 两方程模型(standard $k-\epsilon$ model)求解方程组。

[0090] 采用有限体积法对上述控制方程进行离散,离散格式选用二阶迎风格式,引入边界条件后选用 SIMPLE 算法对离散方程求解,当速度项和压力项残差值均小于 10^{-3} ,同时温度和组分的残差值均小于 10^{-6} 时,控制方程组收敛,由此可得室内空气流动情况。

[0091] 图 3 为采用本发明的装置形成的室内空气流线图;由图 3 可以明显看出,送风口送出的柱式气流沿侧壁贴附于顶部墙角两侧壁面,然后沿两侧壁下送到达房间底部墙角,撞击地板扩散,形成速度均匀的空气池。柱式送风气流扩散范围非常大,经计算在送风速度为 $1\text{m}/\text{s}$ 情况下,其射流面域占整个房间地板的 100% ,即送风气流全部覆盖整个工作区域。参见图 4,工作区风速约为 $0.1\text{m}/\text{s}$,射流到达对面侧墙的末端速度为 $0.1\text{m}/\text{s}$ 。

[0092] 图 5 为采用本发明的装置形成的不同截面室内空气温度分布云图;由图 5 可以看出,房间室内温度分布比较均匀,同一截面不同位置温度差异较小。经计算在送风温度为 291K 情况下, $x = 2\text{m}$ 截面温度平均值为 298.7K , $y = 2.5\text{m}$ 截面温度平均值为 298.6K ,呼吸区高度($z = 1.5\text{m}$)温度平均值为 298.8K ,其他截面温度平均值见表 1。由表 1 可知不同截面温度变化非常小,不同截面最大温差为 0.1K 。由此可见,柱式通风空调系统送风的整个房间温度比较均匀。

[0093] 实验二

[0094] 对本发明的装置和目前最常用的条缝型面式竖壁贴附射流通风装置的室内气流扩散效果及工作区温度场进行对比试验。

[0095] 在与实验一条件相同的情况下,条缝型面式送风装置的送风口布置于紧挨侧墙的天花板上。基于与本发明装置送风口面积相等,条缝型送风口尺寸为 $2000 \times 50(\text{mm}^2)$,送风

温度为 291K,送风速度为 1m/s。

[0096] 图 6 为条缝型面式通风装置的室内空气流线图;由图 6 可以看出,从送风口送出面式气流后沿竖壁贴附于侧壁面,然后沿侧壁下送撞击地板扩散,形成空气池。其送风机理与本发明的装置类似,但是条缝型面式送风气流扩散范围并没有本发明的装置大,经计算在送风速度为 1m/s 情况下,面式送风装置的气流射流面域 ABCD 占整个房间地板的 69%。

[0097] 图 7 为条缝型面式通风系统室内温度分布云图;由图 7 可以看出,条缝型面式送风装置的房间室内温度分布不均匀,同一截面不同位置温度差异较大。经计算在送风温度为 291K 情况下, $x = 1m$ 截面温度平均值为 300.5K, $y = 2.5m$ 截面温度平均值为 301.2K,呼吸区高度($z = 1.5m$) 温度平均值为 300.8K,其他截面温度平均值见表 1,由表 1 可知不同截面温差变化较大,最大截面温差可达 0.4K。由此可见,采用条缝型面式通风装置送风的整个房间温度分布不均匀。

[0098] 通过对比发现,在相同的送风工况下,本发明装置形成的送风气流射流面域比传统的面式送风装置扩大了 44.9%,即送风效率提高 44.9%,从而导致室内污染物空气更新量大,保证了空气清新度,提高空调舒适性,同时降温明显。

[0099] 表 1 为柱式通风空调系统与面式送风系统不同截面温度对比,由表 1 可以看出,采用本发明装置的室内房间不同截面的温度平均值均比面式送风装置低,从而使得采用本发明装置的柱式通风装置的室内整个呼吸区温度平均值比面式送风装置低 2.0K,由此可见,柱式通风空调系统降温效果明显,节能效果显著。究其原因,是由于柱式送风系统在送风到达地面时,低温送风气流与室内高温空气接触面积比面式送风系统小,(经计算,柱式送风气流沿竖壁贴附射流与室内空气接触面积为 $3.3m^2$,面式送风气流沿竖壁贴附射流与室内空气接触面积为 $5.46m^2$),引起的换热量小,从而导致柱式送风气流到达工作区时温度比面式送风系统气流温度低,因此降温效果明显,系统比较节能。再者,本发明的柱式送风装置安装在房间上部,提高房间利用效率。

[0100] 表 1 $v = 1m/s$ 柱式送风装置与面式送风装置在不同截面温度平均值对比 (K)

[0101]

	$x=1m$	$x=2m$	$x=3m$	$y=1m$	$y=2.5m$	$y=4m$	$z=1.5m$
柱式系统	298.7	298.7	298.7	298.6	298.6	298.7	298.8
面式系统	300.5	300.6	300.9	300.7	301.2	300.7	300.8
温差	1.8	1.9	2.2	2.1	2.6	2.0	2.0

[0102] 实验三

[0103] 在与实验一条件相同的情况下,改变送风速度为 2m/s,则工作区风速约为 0.2m/s,不仅送风量增加,提高室内空气新鲜度,同时由于送风速度的增加,射流到达对面侧墙的末端速度为 0.2m/s,射流距离更远,提高本发明柱式送风装置的送风效率,参见图 8。当送风速度为 2m/s 时,各截面温度平均值见表 2。由表 2 可知,当 $v = 2m/s$ 时,室内各截面平均温度比 $v = 1m/s$ 时室内各截面平均温度降低了约 4K,降温效果明显,且各截面的平均温度相等,表明房间室内温度分布非常均匀。

[0104] 表 2 $v = 2\text{m/s}$ 柱式送风装置在不同截面温度平均值对比 (K)

[0105]

	x=1m	x=2m	x=3m	y=1m	y=2.5m	y=4m	z=1.5m
v=2	294.8	294.8	294.8	294.8	294.8	294.8	294.8

[0106] 实验四

[0107] 在与实验一条件相同的情况下,改变送风速度为 3m/s ,则工作区风速约为 0.3m/s ,不仅送风量增加,提高室内空气新鲜度,同时由于送风速度的增加,射流到达对面侧墙的末端速度为 0.3m/s ,射流距离更远,提高本发明柱式送风装置的送风效率,参见图 9。当送风速度为 3m/s 时,各截面温度平均值见表 3。由表 3 可知,当 $v = 3\text{m/s}$ 时,室内各截面平均温度比 $v = 2\text{m/s}$ 时室内各截面平均温度降低了约 1.1K ,降温效果趋势有所减少。此时房间温度分布仍非常均匀。

[0108] 表 3 $v = 3\text{m/s}$ 柱式送风装置在不同截面温度平均值对比 (K)

[0109]

	x=1m	x=2m	x=3m	y=1m	y=2.5m	y=4m	z=1.5m
v=3	293.7	293.7	293.7	293.7	293.7	293.7	293.8

[0110] 综上,可以看出采用本发明的柱式送风装置送风时,房间工作区降温效果明显,温度分布比较均匀。送风速度越大,房间工作区速度越大,同时射流末端气流速度越大,送风射流距离更远,从而保证房间空气品质及热舒适性。

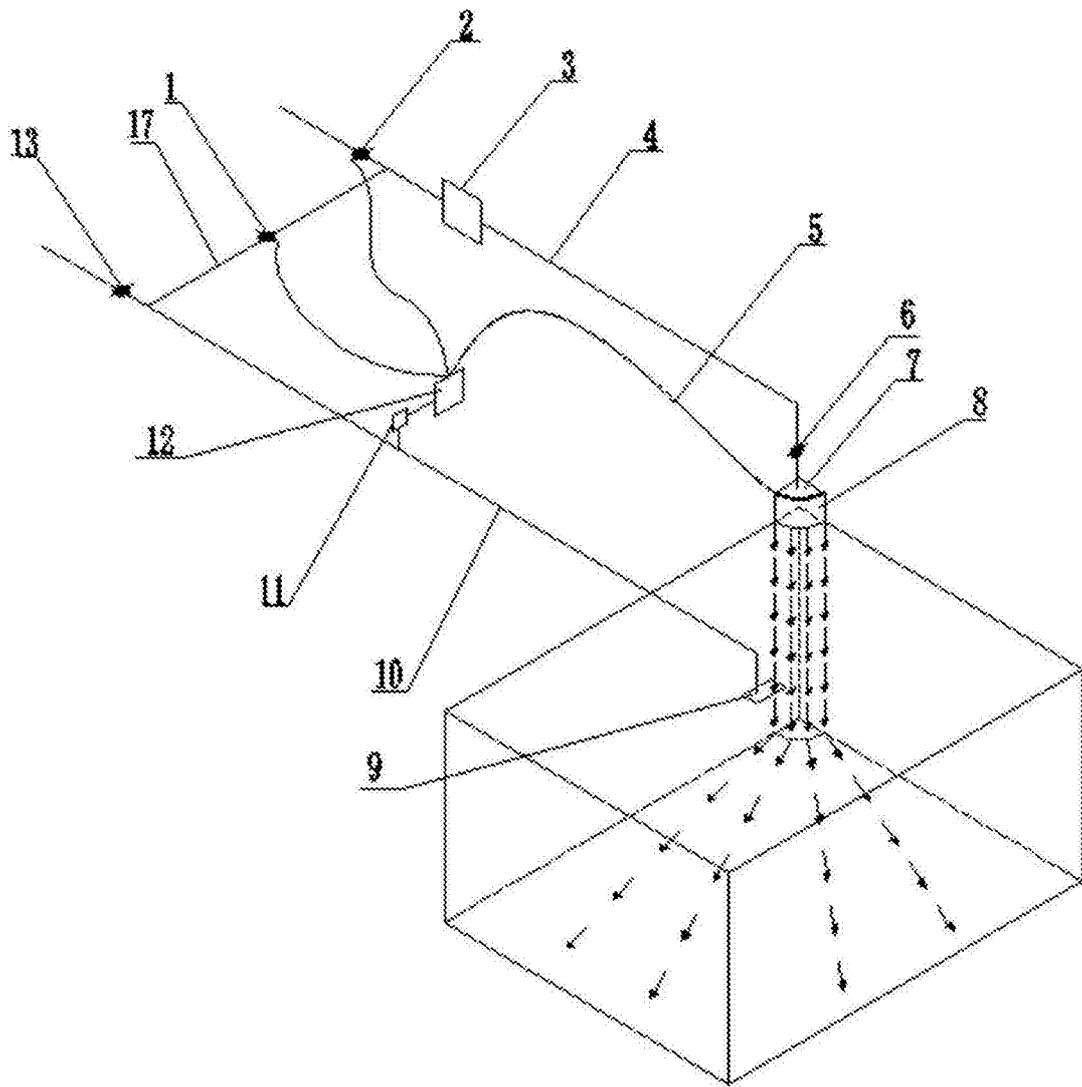


图 1

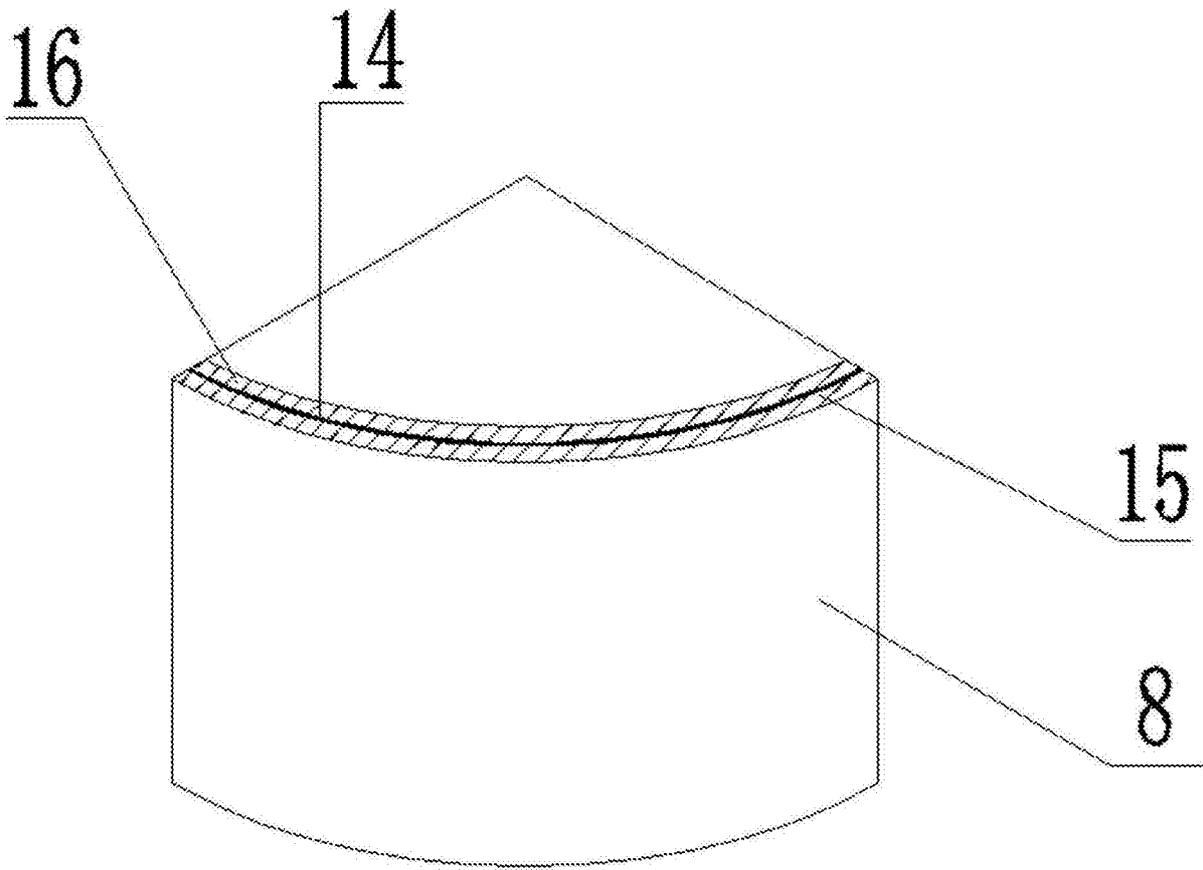


图 2

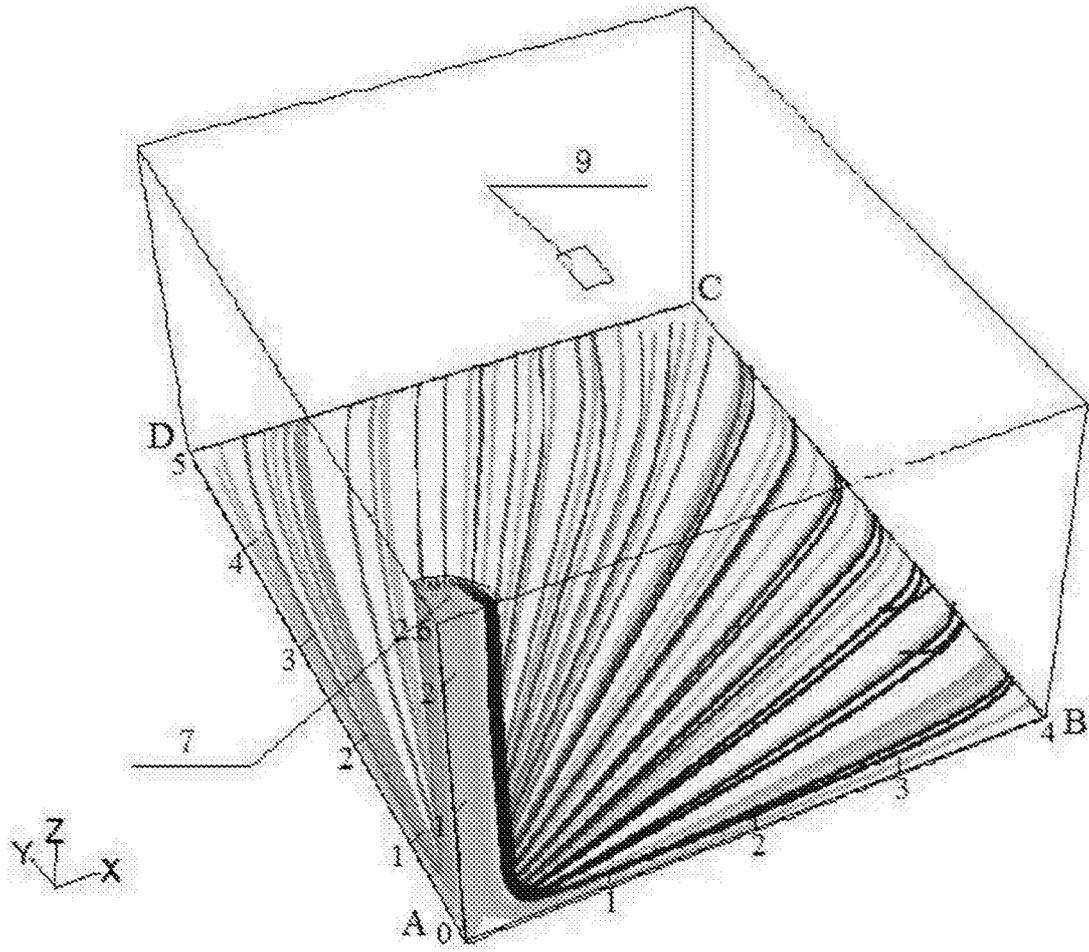


图 3

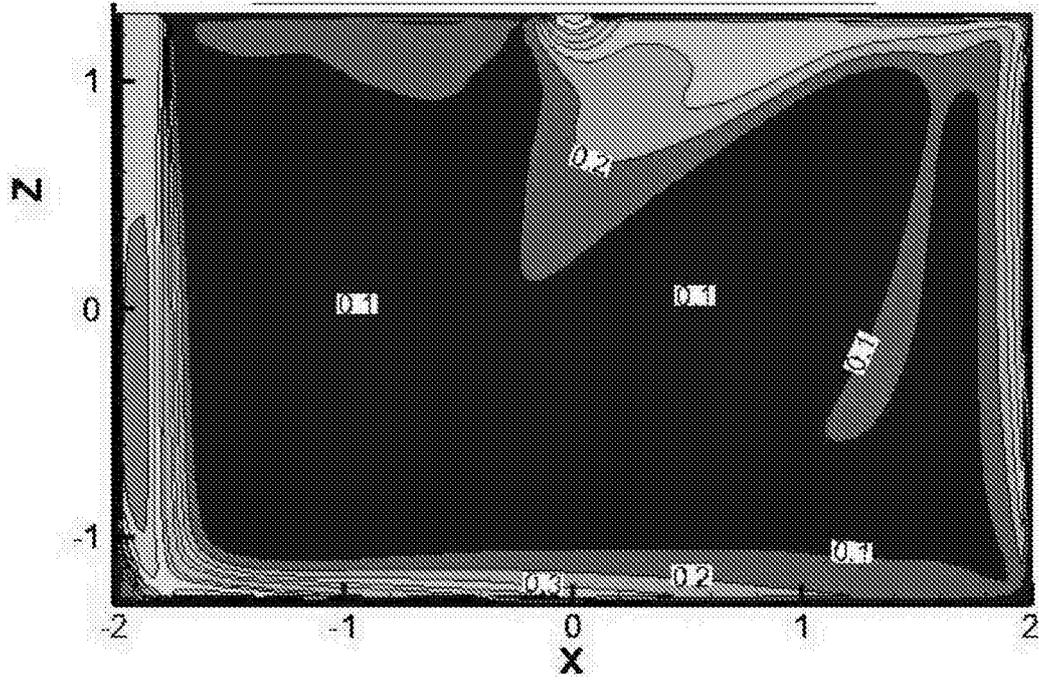
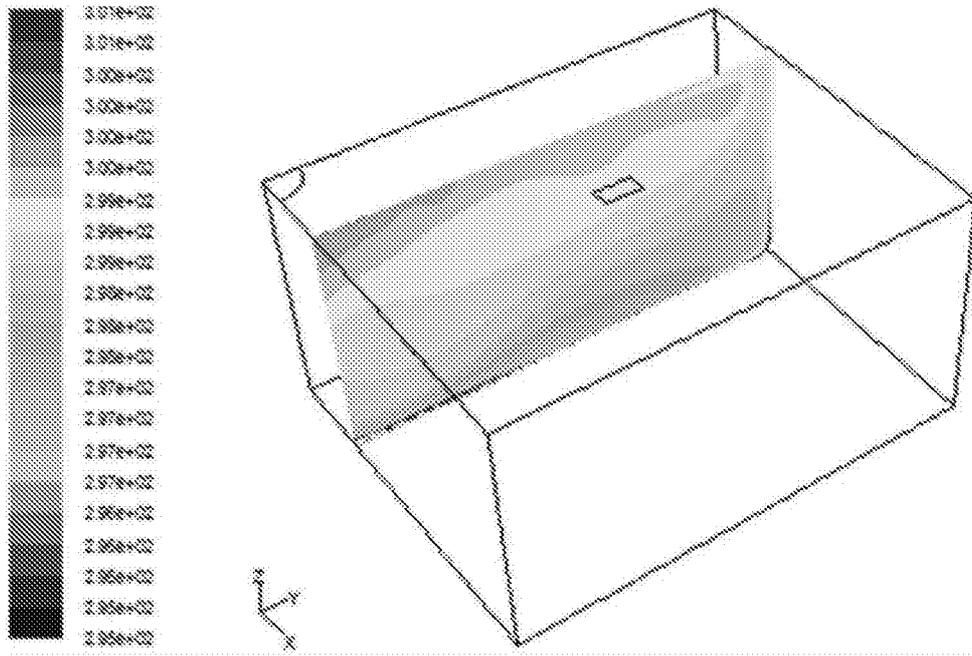
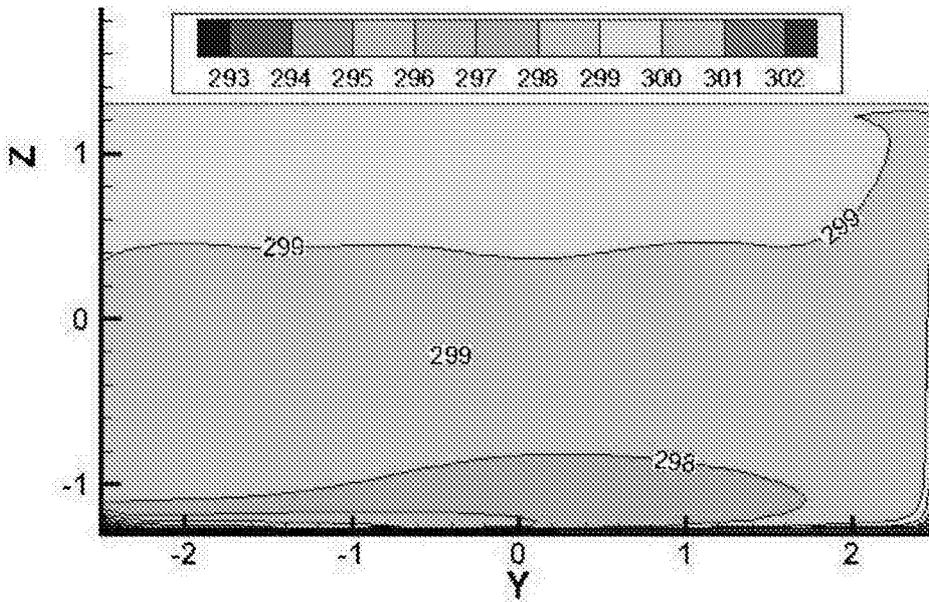


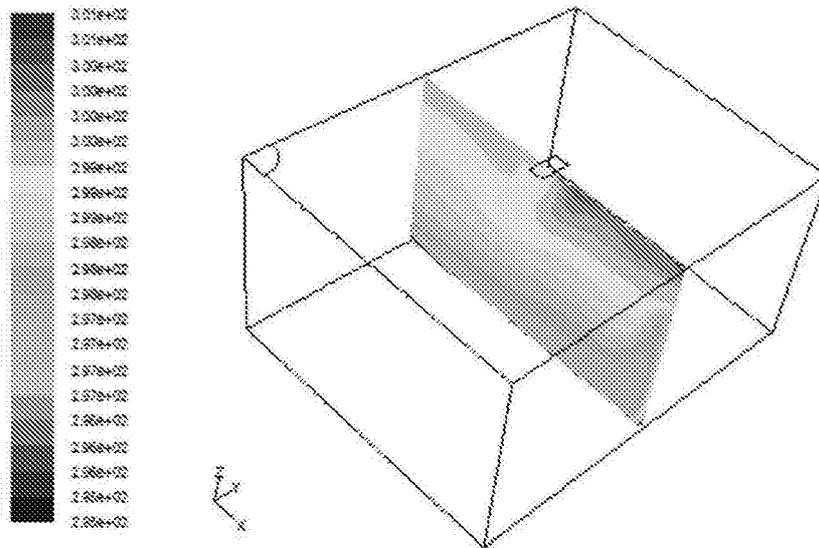
图 4



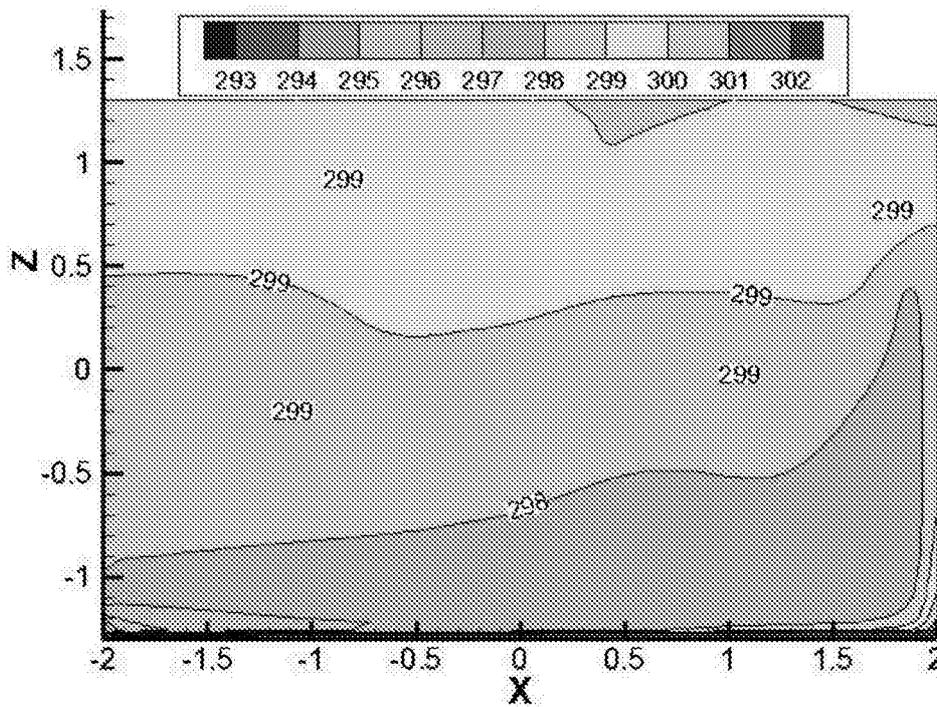
(a1)



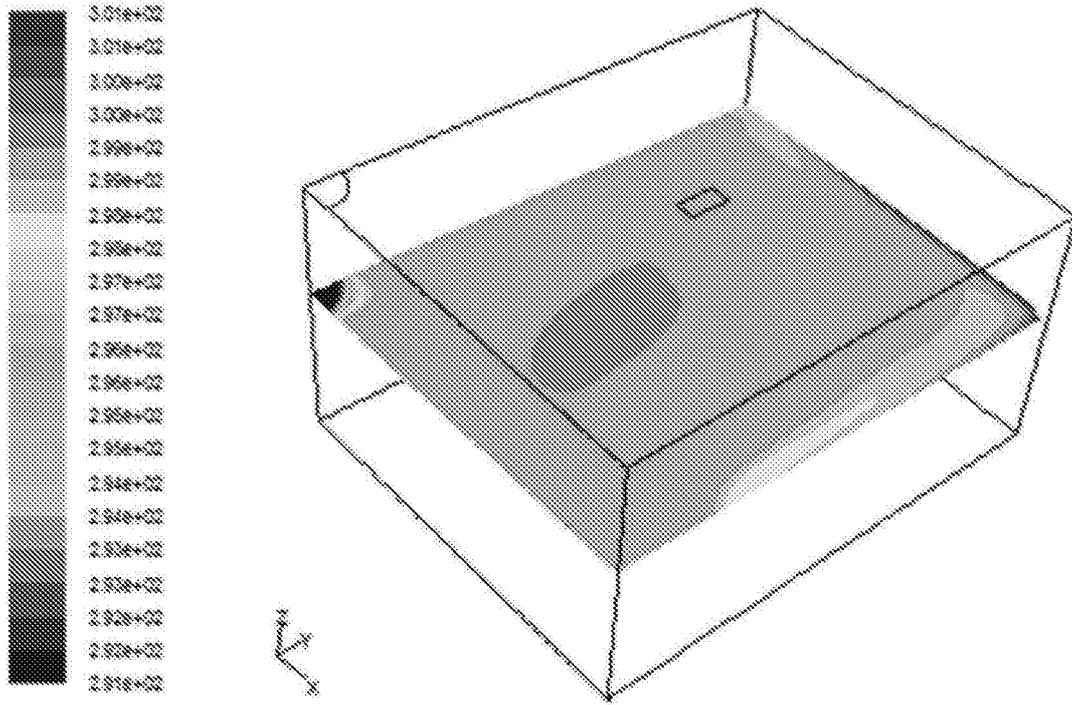
(a2)



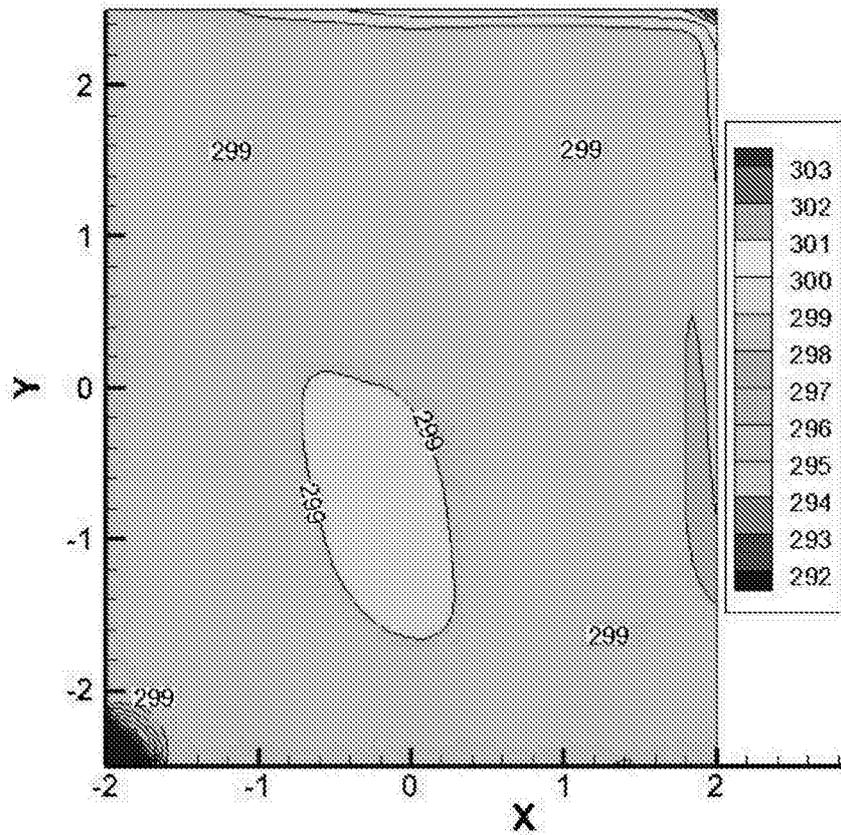
(b1)



(b2)



(c1)



(c2)

图 5

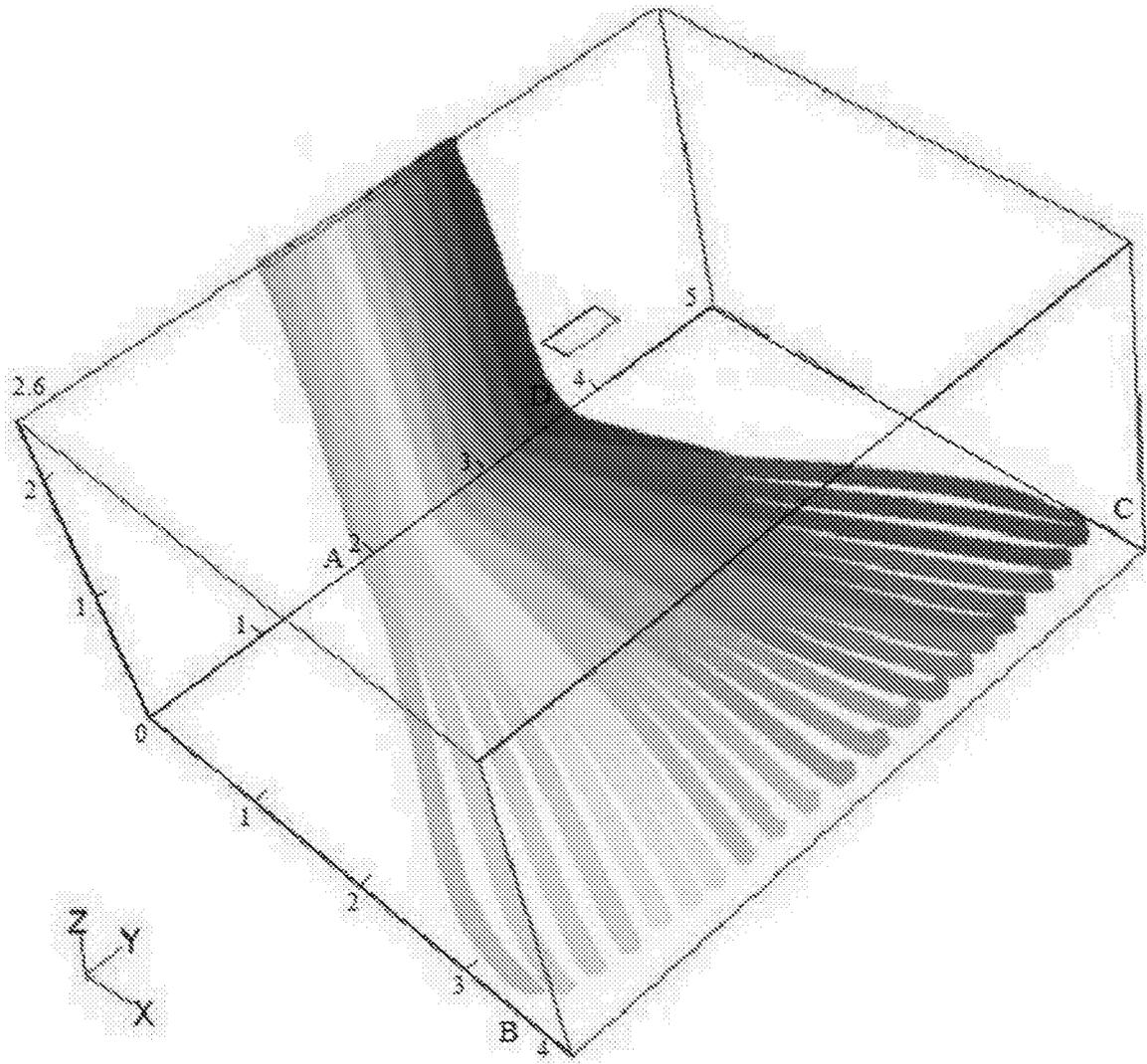
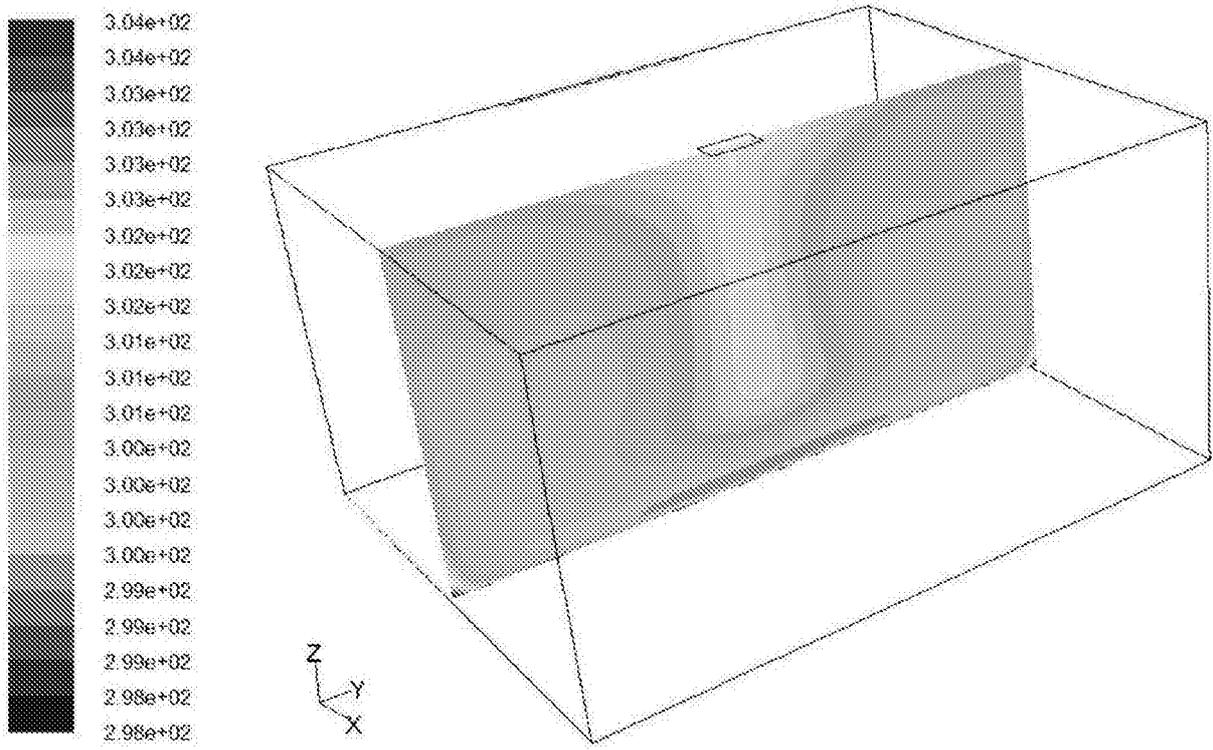
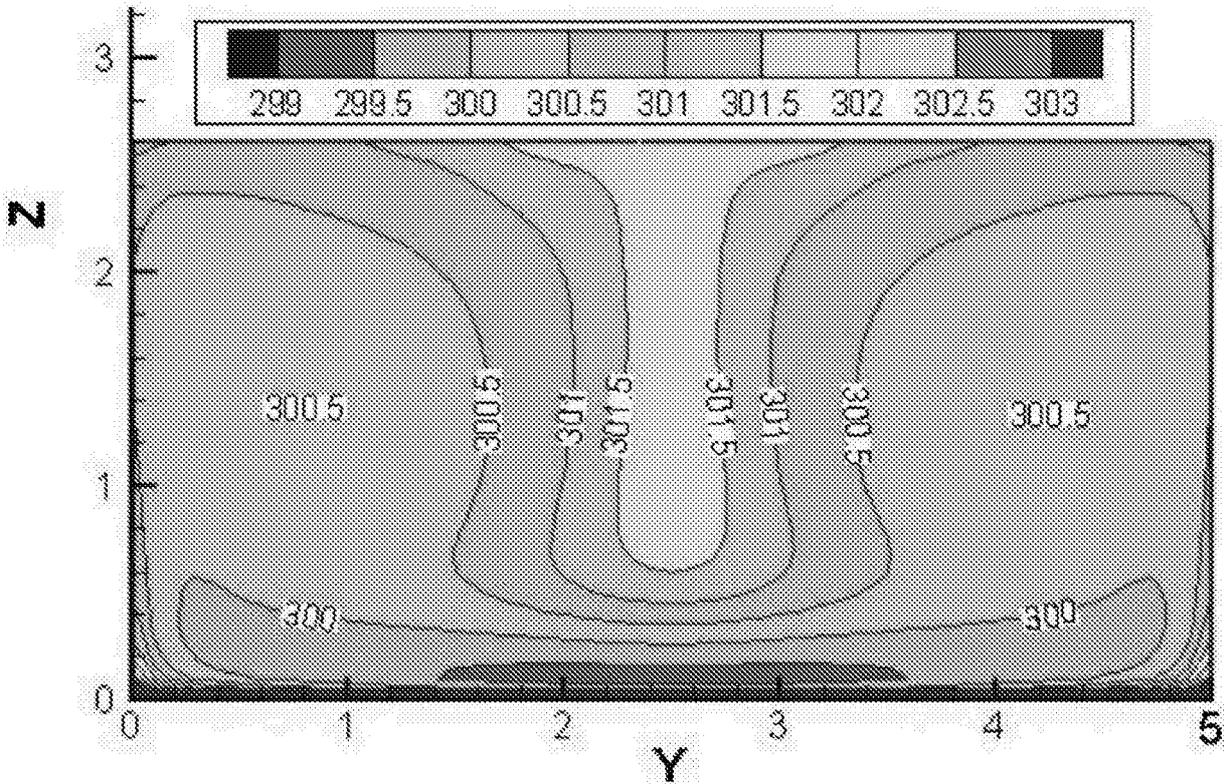


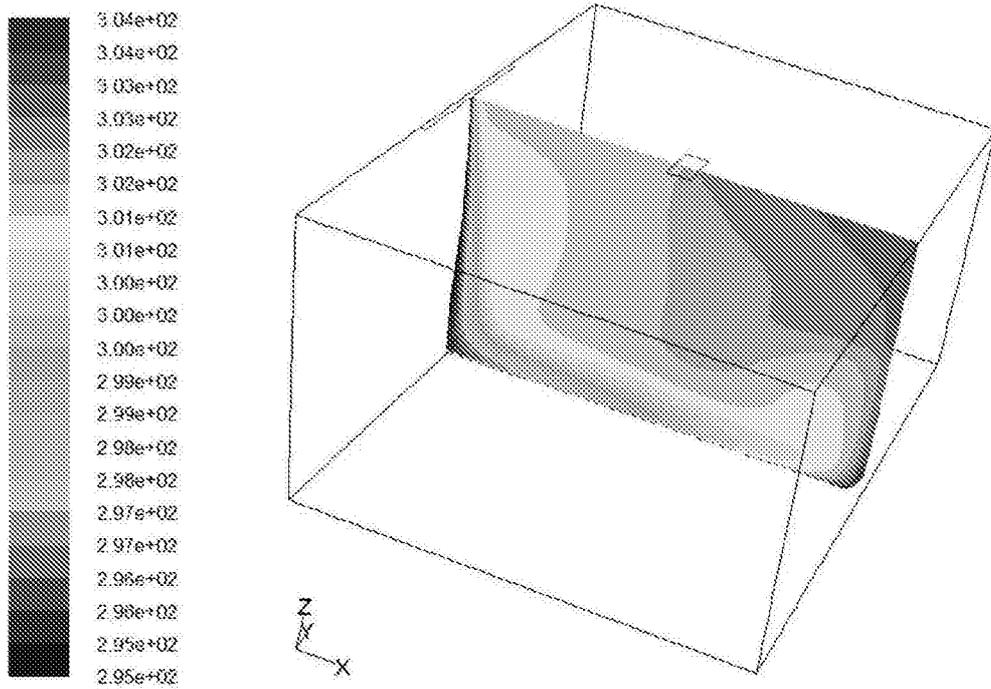
图 6



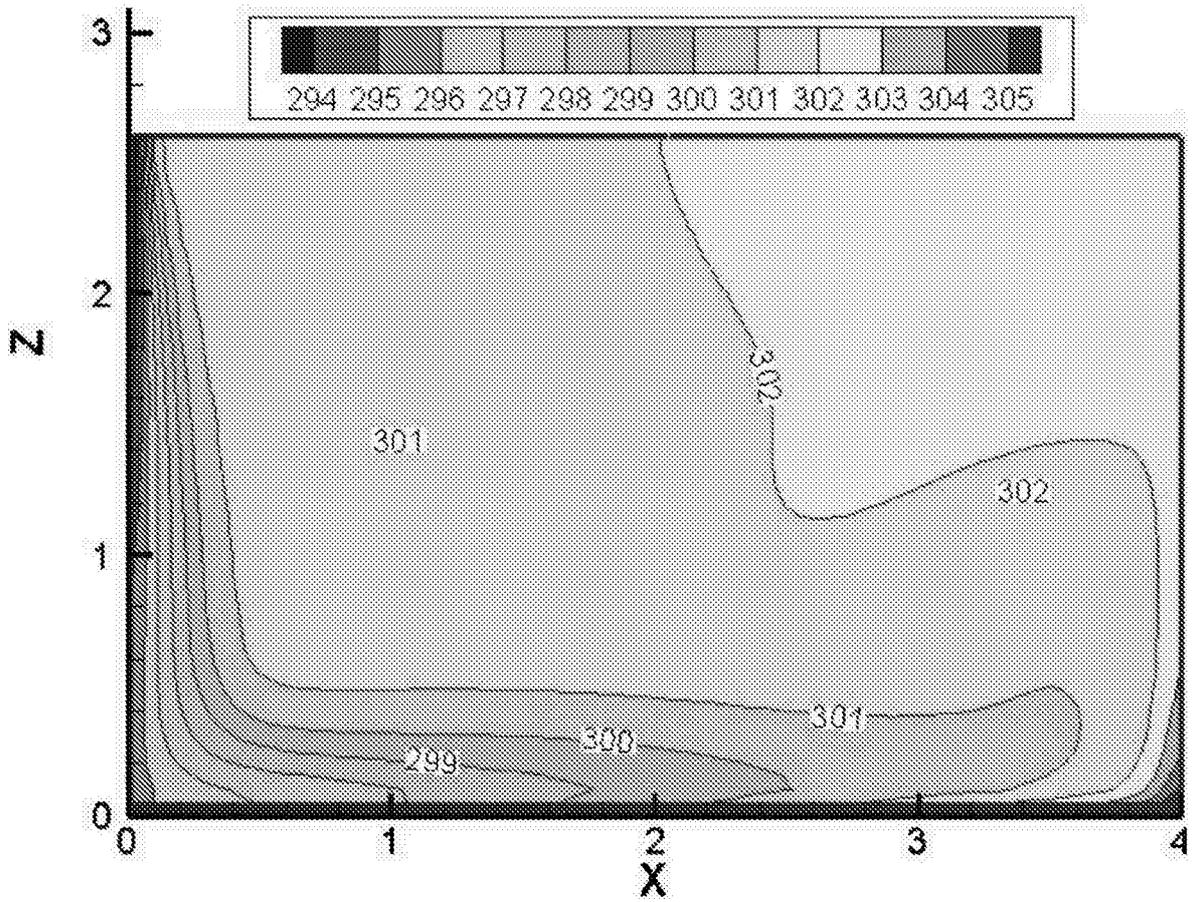
(a1)



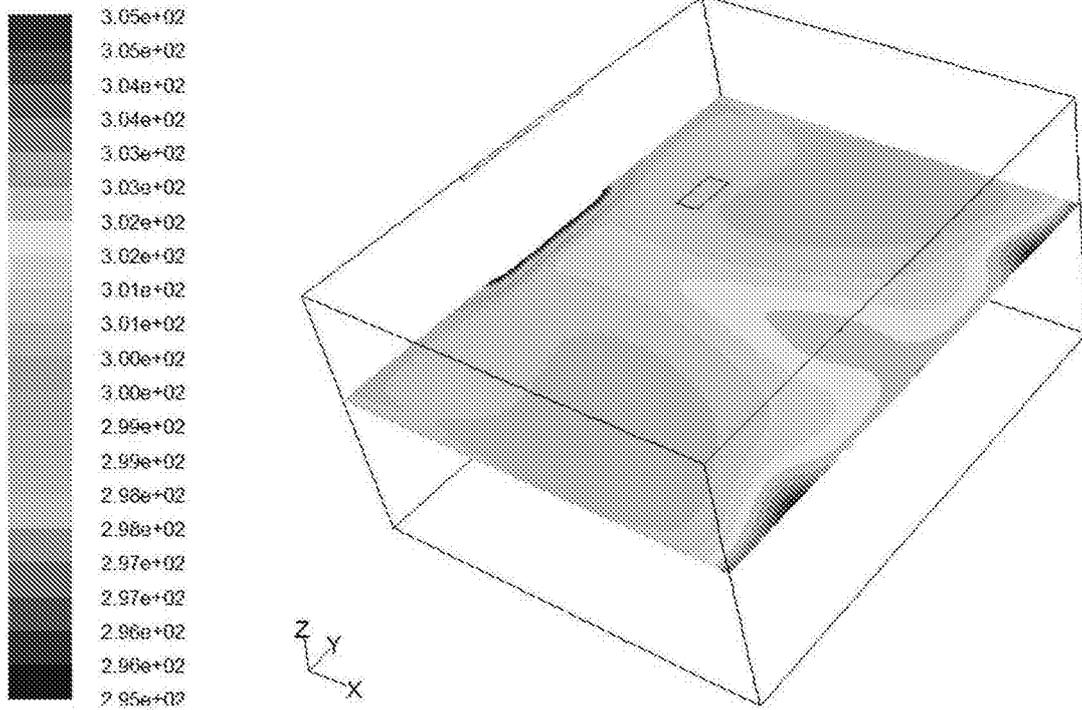
(a2)



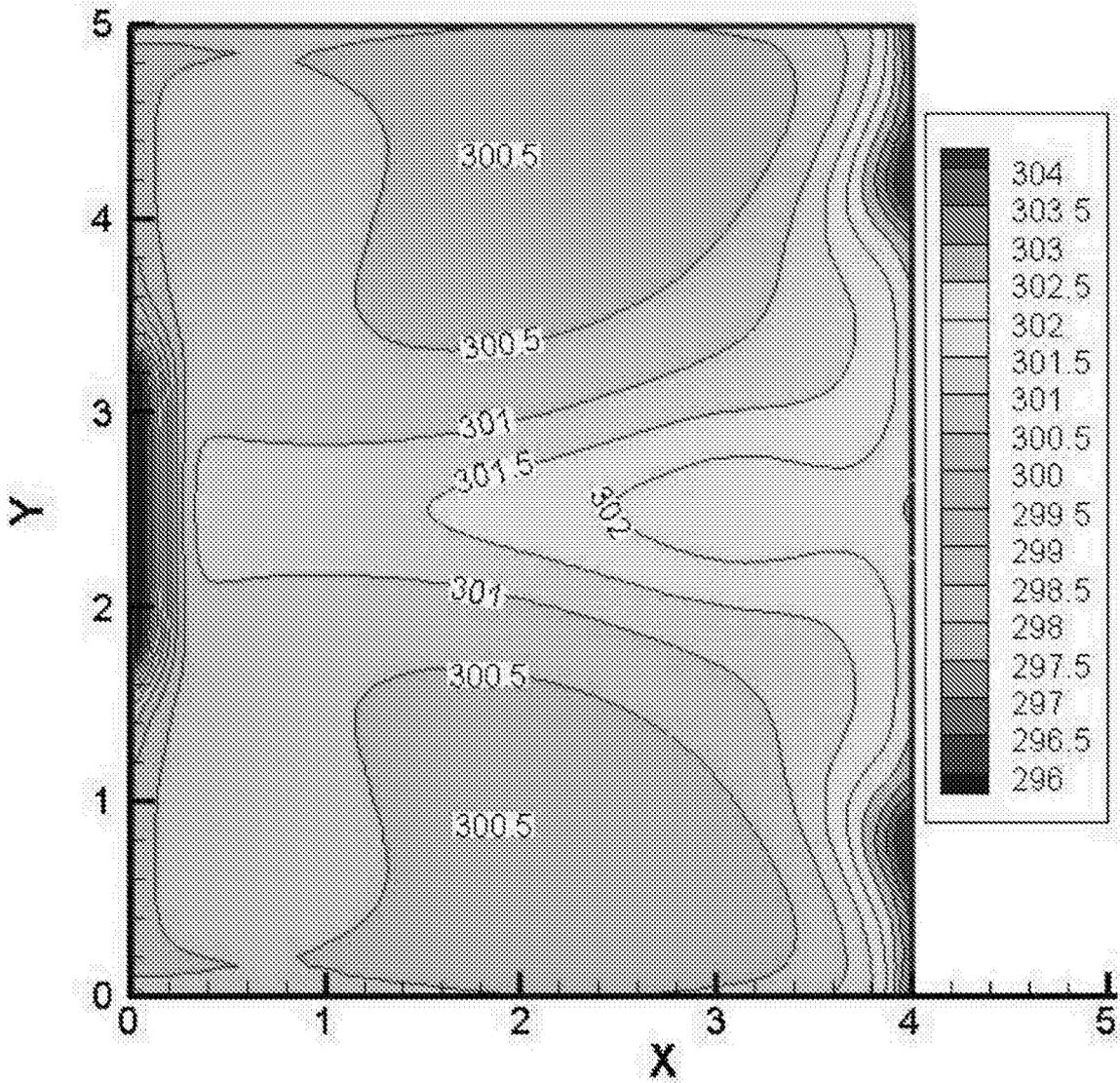
(b1)



(b2)



(c1)



(c2)

图 7

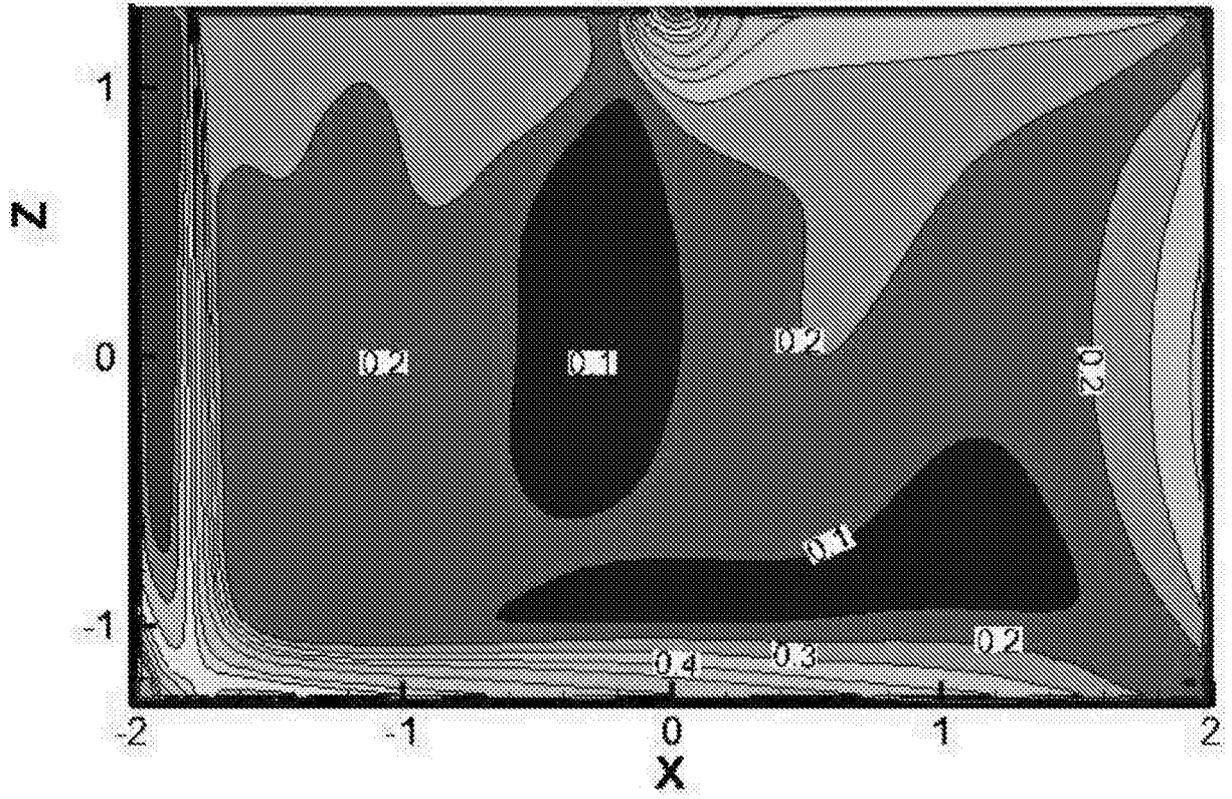


图 8

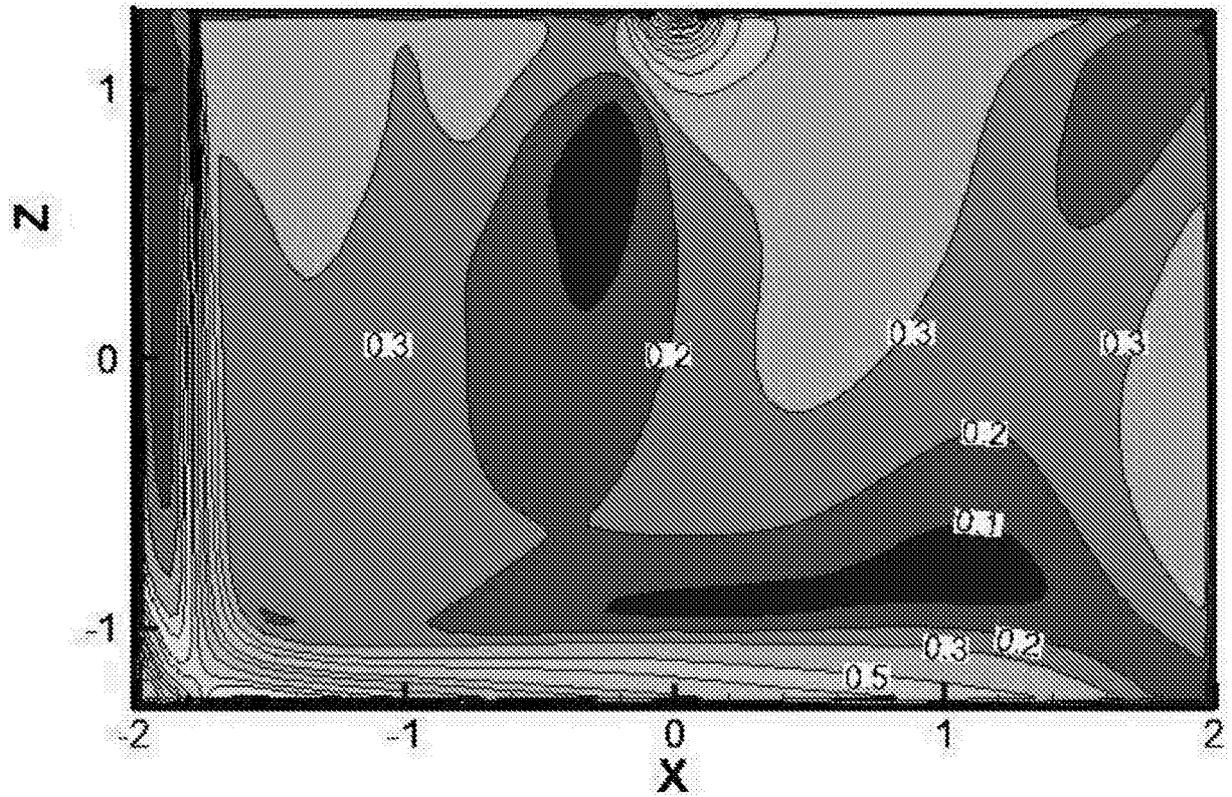


图 9