

文章编号:1006-7329(1999)04-0045-05

45-49
10

建筑节能与改善功能

TU111

陈启高¹ 付正惠² 董子忠¹ 刘才丰¹

(1. 重庆建筑大学 建筑城规学院 400045; 2. 重庆建筑高等专科学校 400030)

摘要 建筑节能与改善建筑功能是矛盾对立的两方面,讲节能,限制了通风,产生了房间空气质量问题;而满足了房间空气质量的通风,会产生能量大的损失,经济负担太大,一般住户难以承担。也是国家政策所不允许。所以,处理好这一对矛盾是解决建筑节能的关键问题。中国四合院建筑是既解决建筑节能又改善功能的典型,作者将对此进行论证。对被动太阳房因能量有限是绝对不能通风的,也产生室内空气质量问题,这可采用在四合院建筑形成被动太阳房来解决房间空气质量的问题。还研究了大气长波辐射的利用、强化和减弱的措施。

关键词 四合院天井建筑; 风水场; 储氧理论; 最佳空气质量; 建筑节能; 被动太阳房; 大气长波辐射

中图法分类号 TU111

文献标识码 A

建筑节能

1 四合院天井建筑

四合院天井建筑是中国传统的住宅建筑形式,它们的发展是源远流长的。据考,是下沉式窑洞衍变而来的。过去,在中国是喜闻乐见居安的量大而广的住宅建筑。这是中国的瑰宝,很不幸在旧中国百年来的破除封建迷信的过程中被偏置了。但是这种构造简单,功能完善的四合院天井建筑,是一种健康建筑、节能型建筑坯子,应立即应用和发展,为人类造福。

四合院天井建筑是以房屋围绕天井构成,就像下沉窑洞那样,房间的换气,是由天井来完成的。不允许地面污染的空气从地面开口进入天井。根据古人的巧妙的构思,天井是引进氧气、保持氧气和处理废气的特殊空间。

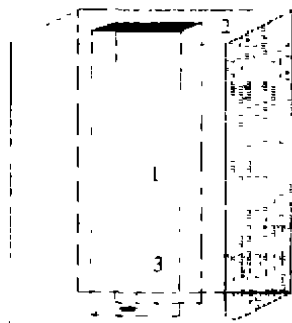


图1 四合院天井建筑形象模型

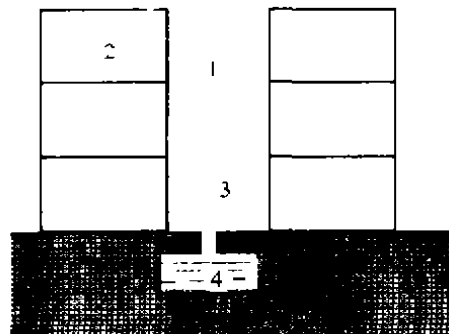


图2 四合院天井建筑功能示意图

收稿日期:1999-01-06

作者简介:陈启高(1925-),男,贵州遵义人,重庆建筑大学教授,博士生导师,主要从事建筑技术方面的研究。

2 风水场

天井的功能可由风水场来定义,风水场是由空气源、废物汇、工作空间三部分组成。对于天井来说,上口处于高位,风带来比较新鲜的空气,较轻的气体受到天井中浮力的作用逸出,较重的气体容易坠入。由于天井口内外的自然流动状况的不同,造成富氧的新鲜空气源,这就比任何进风口进入的空气质量高一着。进入天井空气经自然沉淀,轻清者上浮而外出,重浊者下沉入地下的蓄水池,存在于空气中的固体、液体悬浮污染物,很容易被水吸收,至于存在于天中的二氧化碳等更易为水所吸收除掉。所以,在天井中的空气比生态环境中的空气新鲜和富于氧且能昼夜保持。可以断言,中国四合院天井中的空气质量是天下最好的。这是四合院中风水场的作用造成的,这种作用简称为风水。四合院天井是中国古人的天才创造,这里只作科学的说明。

3 四合院天井中氧气贮量的理论研究

在风水场的作用下,四合院天井中的空气趋于纯粹,可近似认为是氮氧二元混合气体。在重力的作用下氧分子向下运动,而氮分子靠浮力运动。在这一对力的作用下气体势必分层,重者在下和轻者在上。而在这两种气体之间的浓度相互扩散;这对扩散力造成与重力和浮力这一对力之间的平衡。这样就决定这两种气体沿重力方向的分布。对此作如下数学论证。

在天井中任意点处取体元 ΔV (图 3),有空气质量为 m ,其中氧质量为 m_o 和氮的质量为 m_n ,必有:

$$m = m_o + m_n \quad (1)$$

当用体元 ΔV 去除上式等号两边,而得

$$\rho = \rho_o + \rho_n \quad (2)$$

式中 $\rho = m \div \Delta V$, $\rho_o = m_o \div \Delta V$, $\rho_n = m_n \div \Delta V$ 。当用 ρ 去除(2)式等号两边,而得:

$$C_o + C_n = 1 \quad (3)$$

式中 $C_o = \rho_o \div \rho$, 和 $C_n = \rho_n \div \rho$ 分别为天井中的氧的浓度和氮的浓度。可见在二元混合气体中两者的浓度的和是等于 1 的。

力驱使气体分子的运动是沿重力的垂直方向的。因此,对(3)式作梯度运算,可得:

$$\Delta C_o + \Delta C_n = 0 \quad (4)$$

这是说:在天井中的氧和氮得到一组分布曲线,它们的斜率的绝对值相等,符号相反。如果梯度代表气体各自的流势,则气体组元将保持其分布状态。将(4)式写成对高度 h 作变量的导数关系,则得微分方程组为:

$$\frac{d}{dh} C_o(h) = - \frac{d}{dh} C_n(h) = \text{氧曲线的斜率 } S_o = - \text{氮曲线的斜率 } S_n \quad (5)$$

氧曲线的微分方程和氮曲线的微分方程分别是

$$\frac{d}{dh} C_o(h) = S_o \quad (6)$$

和

$$\frac{d}{dh} C_n(h) = S_n \quad (7)$$

分别求(6)和(7)两个线性微分方程的积分,而得:

$$C_o(h) = S_o h + k_o \quad (8)$$

$$C_n(h) = S_n h + k_n \quad (9)$$

上两式中的待定量,根据边界条件而定。在(8)中当 $h = 0$ 时, $C_o(h) = 100$; 当 $h = H$ 时, $C_o(h) = 21$, 故得: $k_o = 100$; $S_o = 79 \div H$ 。(8)变成:

$$C_0(h) = -79(h \div H) + 100 \quad (10)$$

同理对(9)式。当 $h = 0$ 时, $C_0(h) = 0$; 当 $h = H$ 时 $C_0(h) = 79$ 。故得: $k_n = 0$; $S_n = 79 \div H$; (9)式变成:

$$C_0(h) = 79(h \div H) \quad (11)$$

这里(10)和(11)分别表示天井中氧和氮的浓度随高度的分布线。

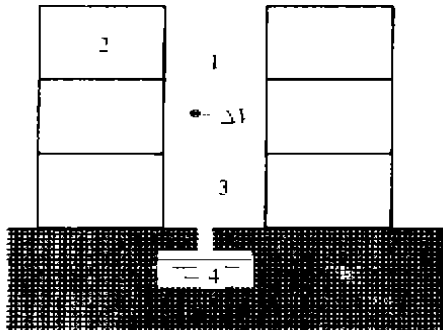


图3 在天井取一气体微元 ΔV

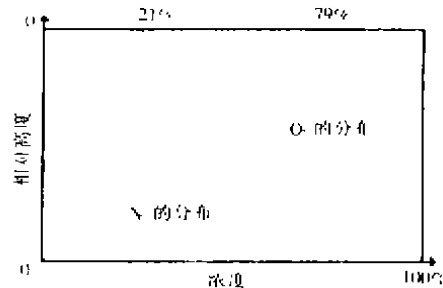


图4 天井中氧气与氮气的分布曲线

古人发明四合院中的天井是要储蓄氧的。上述理论证明了这种储蓄的特性。由于氧气和氮气在天井内均是线性分布的,所以,线段两个端点的平均,即为线段所跨越的区域的量的平均。因此,在四合院的氧的平均浓度为 60.5%;比一般生态环境下的 21%高出近三倍;而在四合院的氮的平均浓度为 39.5%,仅为自然环境之半。

4 最佳空气质量

从上述所知,由于四合院天井经常充满着平均浓度高达 60.5%的氧。这样的氧会转而充满与天井相连的所有房间。可见这些房间中的空气质量是上乘的。且是无与伦比的。可以说这是中国特有的。西方国家所强调的生态环境比此差得远矣。

天井神奇之处还在于建筑节能上。在天井上端部覆盖相当厚的氮气层,当其上的氧经过此层时发生热的交换,因此进入房间的空气温度与室内温度之差减小,必然有节能效益。又在室内和天井空气交换过程中来到天井中进行热的交换,此时,天井中的空气的温度与室内温度接近,既表现为通风节能,又表现为围护结构传热节能。其实,房间传向天井的热,温暖着其中的空气,然后又供应房间,而在此过程中能量的消耗是很小的。较轻气体在天井中带向上的热,被下降的氧的扩散流带回。至于由房间排出的二氧化碳在下降过程中,经穿过的空气换热之后为天井底的水所吸收,从空气中清除。这样,天井在运转过程中,不断吐故纳新,保持天井及其相连房间的优质空气质量。同时,天井能回收由于通风换气和围护结构转向天井的热。这为进一步建筑节能奠定了坚实的基础。

5 建筑节能

四合院除面向天井一面设置通风、采光窗和供人通行的门之外,其余的地方几乎不设开口,这就为建筑节能创造了条件。因为,如果采用热绝缘层来改善节能,这事是十分容易和有效的,因为,冷热桥的干扰甚少。而四合院的整个平面又是接近方形的,它的几何形状本身就是节能的,再加上天井的回收热的节能作用,四合院不仅在室内空气质量是最出色的,就是在建筑节能也是最好的。看来,中华民族在历史上创造的四合院,是有许多优点的。可以说,它的诸种建筑功能都处于完善的地位(1)。其中空气质量和建筑节能比较详细补充。至于隔声、采光的优良特性也做过研究。这里对自然能源的利用再作简要的说明。

6 被动太阳房

利用四合院建造成被动太阳房是适宜不过的了。只要在受日照的外墙面上装上带空气层的玻璃幕墙并在适当的部位做上通气孔即可(图 5)。它不象普通被动太阳房那样,有室内空气质量问题;这里因有天井联合动作,室内空气质量也是上乘的。或许被动太阳房与四合院才是最好的搭配,才能发挥两者之长。

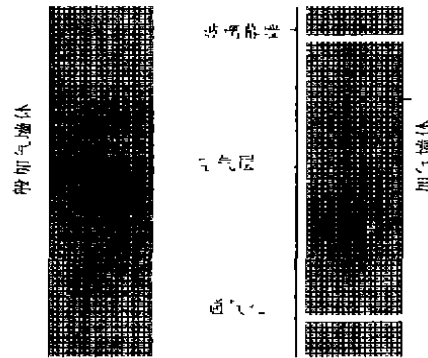


图 5 一般加气墙体与带有玻璃幕墙的被动太阳房加气墙体

7 大气的长波辐射

大气的长波辐射是来自天空的冷源,其量是相当可观的,可表示成下式:

$$E = C_0 [(T_c/100)^4 - B_r (T_0/100)^4] \quad (12)$$

式中 E 是来自空气的冷辐射热强度, W/m^2 ; C_0 是绝对黑体的热辐射系数, W/m^2T^4 ; T_c 是天井的热力学温度, K ; T_0 是空气的热力学温度, K ; B_r 是 Brunt 数,它是大气中水蒸汽分压强 e (Pa) 的函数,即

$$B_r = 0.51 + 0.0066 \sqrt{e} \quad (13)$$

这样的冷源存在于露天和屋盖上,一般是难以利用的,因为,在高空形成的冷空气被风吹散了。唯独有四合院天井建筑不但可完全全的保持由天空直接射入的致冷流,而且围绕天井屋盖上的冷气加强了天井及相连房间的冷却(图 6)。图上分两种情况:(1)沿屋盖外缘短围墙,收其上冷气流入天井;(2)将天井壁上升高出屋面适当高度,挡住屋面冷气流向天井。而当屋面的冷气向外流时,可能引起天井上空大气和天井口的空气产生流动,这样可减轻长波辐射冬天引起的冷却作用。

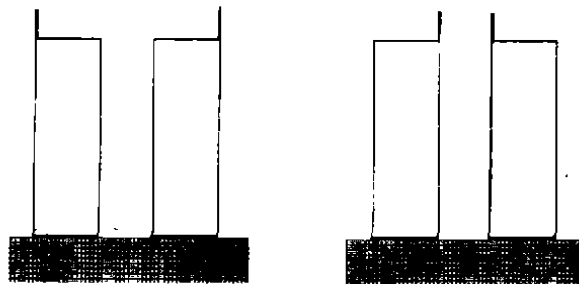


图 6 对四合院中大气长波辐射的强化和弱化的措施

8 结 论

着重从四合院房间室内空气质量的优良性质,即使在采用建筑节能措施条件下,室内空气质量的优良性质仍然保持。这就圆满地解决了建筑节能和室内空气质量相矛盾的世界性的现实问题。被动太阳房的空气质量问题亦可用恰当类似方法来解决。还研究了大气长波辐射在四合院天井

建筑中的利用、强化和减弱。

四合院天井建筑是中国的传统建筑技术和艺术,它是一种风水环境系统,中国建筑的精华,应发扬光大,使之能造福人类。

参考文献

- [1] 陈启高,等. 详论中国传统健康建筑[J]. 重庆建筑大学学报,1996,18(4)

A Solution of Contradiction of Building Energy Efficiency with Indoor Air Quality

CHEN Qi-gao¹ FU Zheng-hui² DONG Zi-zhong¹ LIU Cai-feng¹

(1. Faculty of Architecture and Urban Planning, Chongqing Jianzhu University, 400045, China; 2. Chongqing Architectural College, 400030, China)

Abstract This paper is attempted to solve the problem of contradiction of building energy efficiency with indoor air quality. Quadrangle has the character of improving indoor air quality, since it always refreshes air intelligently. The courtyard has a long air column covering over the courtyard and the insulation of such a thick air layer can resist heat loss. As oxygen from outer space enters the courtyard, the energy can be recovered by oxygen. So, the contradiction of building energy efficiency with indoor air quality can be solved. The indoor air quality can be improved by the quadrangle combined with solar houses.

Key Words courtyard in quadrangle building; Feng-Shui field; oxygen storage theory; optimum air quality; building energy efficiency; passive solar house; long - wave radiation