Jianzhu reneng tongfeng kongtiao

ISSN1003-0344
CN42-1439/TV

建筑热能通风空调

Building Energy & Environment

中国建筑学会 主办



麦克维尔完善的水地源热泵产品系列

·离心式天威热泵 ·螺杆式水地源热泵 ·水-空气型热泵 ·涡旋式水水热泵 ·水冷涡旋式冷水机组 ·水冷多联式空调·

如果您想了解更多，请登录麦克维尔中国网站：www.mcquay.com.cn

McQuay® International

ISSN 1003-0344
12>
9 771003 034002

2014 2

第33卷 第2期 总第156期

建筑热能通风空调

原《通风除尘》

（双月刊）

Building Energy & Environment

第 33 卷第 2 期（总第 156 期）

2014 年 3 月 25 日出版

中国核心期刊（遴选）数据库收录期刊

中国期刊全文数据库收录期刊

编审委员会

主任委员：吴元炜

常务副主任委员：陈秉林

副主任委员：江　亿

顾问：（按姓氏笔画排序）

王唯国　吴玉环　李兴双　李娥飞　张钦楠
张家平　吴德绳　郎四维　陆亚俊　陈在康
陈贻谅　唐世杰　游造寿　解鲁生　谭天祐

委员：（按姓氏笔画排序）

丁国良　马伟骏　马最良　王世昌　王汉青
王如竹　方肇洪　邓启红　田　农　龙惟定
汤广发　许文发　朱　能　朱传堂　朱颖心
刘绍基　孙剑秋　陈友明　陈光明　李先庭
李百战　李安桂　张国强　何晓平　沈恒根
沈晋明　汪毓瑶　肖锡发　宋春玲　杨允立
官　庆　罗继杰　周清村　徐　伟　徐华东
姚　杨　崔鸿义　黄　翔　裴清清　潘云钢

海外特邀委员：（按姓氏拼音排序）

Cui Jun　Haghighat Fariborz
Heiseiberg Per　Lee Shuncheng
Li Yuguo　Morawska Lidia
Wang Shengwei　Yoshino Hiroshi
Zhang Jianshun

编辑部

总编：陈秉林

主编：张国强

编辑：刘绍基 崔鸿义 喻李葵 周　晋
张　泉 周军莉 任春春 蒋修英

法律顾问：傅应俊 白小莉

创刊年份：1982 年

主管单位：中国科学技术协会

主办单位：中国建筑学会

承办单位：中国建筑学会建筑热能动力分会
中国建筑学会暖通空调分会

协办单位：长沙市网轩信息技术有限公司

编辑出版：《建筑热能通风空调》编辑部

地址：武汉市武昌区北环路 23 号 501 室

电话：027-87822050

E-mail: jzrk@chinajournal.net.cn

网址：http://www.ChinaBEE.org

广告发行：长沙市网轩信息技术有限公司

地址：湖南大学土木工程学院建筑环境研究中心（410082）

广告咨询电话：0731-88823900　0731-88821312

武汉办广告销售电话：027-87184460

传真：0731-88823499

E-mail: ChinaHVACR@vip.sina.com

网址：http://www.netsun.com.cn

邮发代号：38-112

国内统一刊号：CN42-1439/TV

国际标准刊号：ISSN1003-0344

广告经营许可证号：4201004000693

目　次

专题研究

1　呼吸墙阻抗 - 动态流量计算模型　赵越 张腾飞 王树刚

6　基于 EnergyPlus 对南京地区应用夜间通风预测　乐小龙 梁彩华 张小松

10　内置百叶遮阳中空玻璃制品热工性能研究　李峥嵘 胡玲周 赵群 等

15　太阳辐射对多孔地板辐射采暖热舒适性的影响　匡东升 陈宝明 云和明 等

19　超临界二氧化碳在套管式换热管中的实验研究　胡特特 吕静 杨大章 等

23　基于室外气象信息的 CFD 室内环境模拟　王凤 王树刚 张腾飞

28　送风口高度对碰撞射流气流特征影响实验研究　黄志喜 钟珂 陈帅

研究交流

31　高压喷雾加湿中喷雾形式对加湿效率的影响　许理民 刘刚

34　跨临界 CO_2 热泵中蒸发器的数值模拟　豆君君 吕静 何哲彬 等

37　金属填料直接蒸发式空调机性能研究　张健 郝亮 郑宗达

39　转轮除湿空调系统构成形式的分析与比较　王涛 胡晓微 胡涛涛

44　天津地区太阳能 - 土壤源复合式热泵系统性能研究　马玉国 吕建 段月强

48　土壤源热泵桩基埋管换热器的传热分析和设计计算　张娇健

53　地埋管换热器周围非饱和土壤热湿迁移数值模拟　卢春方

58　太阳能采暖水箱温度分层的仿真分析　薛英霞 徐晨辉

61　冰温库蒸发器控制模型理论分析及参数确定　翁文兵 刘杨 刘中一 等

64　地板送风静压箱送风均匀性研究　吴姝 赵树兴 黄隆 等

67　钢铁厂袋式除尘器滤袋失效的测试与分析　王振华 沈恒根 梁珍

70　不同气候条件下复合墙体节能率对比研究　王烨 蔡觉先

73　对建筑楼宇碳排放量计算模型的探索　封泽鹏 刘泽勤

工程设计

76　手术室空气处理方案的比较分析　李涛 陈雪芬 叶青

79　住宅布局对城市风能利用影响的数值模拟研究　梁春峰 郭春梅 李伟 等

83　某地铁车辆段检修主厂房自然通风数值模拟　陈涛

87　冬季北方地区住宅建筑通风方式对比研究　王国建 李庆平 陈辰 等

90　地铁车站冷却塔结合新、排风井的设置探讨　蔡亚桥

93　凹槽内多台室外机安装方式的模拟研究　张燕 金梧凤 蒋悦波 等

98　机场改扩建工程节能评估方法探讨　张芸芸

101　暖通 BIM 技术在地下室管道综合中的应用　聂贤

信息交流

105　《建筑热能通风空调》稿约

106　广告索引

冬季北方地区住宅建筑通风方式对比研究

王国建 李庆平 陈辰 胡颐蘅
（北京市住宅建筑设计研究院有限公司）

摘要：随着住宅节能技术的广泛推行，对窗户的气密性要求越来越高，冬季冷风渗透远远不能满足室内人员对新风的最低需求。为了寻找节能、舒适的通风方式，本研究利用 FLUENT 对工程中较为常见的通风方式：自然通风方式、自然进机械排通风方式、带热交换的墙式通风器方式、带热交换的通风换气机组方式在气流组织、舒适性能、能耗特性及初投资方面进行了应用效果评价。最终得出：对于层高和装修标准较高的高级住宅中使用带热交换的通风换气机组，可以使通风系统在满足热舒适性和空气品质的基础上，更加节能，而对于一般住宅建筑，自然进机械排通风方式是相对最优选择。

关键词：*住宅通风方式；住宅节能；热舒适性；CFD 数值模拟技术*

Comparative Study on the Ventilation Mode of the Residential Building in North Area in Winter

Wang Guo-jian, Li Qing-ping, Chen Chen, Hu Yi-heng
（Beijing Institute of Residential Building Design & Research Co.,Ltd)

Abstract: With the development of residential energy conservation technology, the air tightness requirement of the window is higher and higher. So in winter the cold penetration wind cannot satisfy the requirement of indoor personnel to fresh air. The common ventilation mode includes natural ventilation, natural inlet and mechanical exhaust, wall type ventilator with heat exchange, ventilation unit with heat exchange. Looking for energy saving, comfortable way of ventilation, the application effect of the way of ventilation is evaluated in air distribution and comfort performance and the energy consumption features by using FLUENT software. Results show that ventilation unit with heat exchange mode is the best ventilation mode in the senior residential, which can satisfy the ventilation system in thermal comfort, air quality and more energy efficient. For general residential building, the natural inlet and mechanical exhaust ventilation mode is the optimal choice.

Keywords: residential ventilation mode, residential energy-saving, thermal comfort, numerical simulation technology

0 引言

随着住宅节能技术的广泛推行，对墙体的保温性能和窗户的气密性要求越来越高，窗户的高气密性意味着最大限度地减少房间与外界的空气交换量，减少供暖时房间因冷风渗透而形成的热损失。在常用的塑钢窗的检测报告中，测试压力为 10 Pa 条件下其冷风渗透量已经小到 0.7 m³/(m·h)，几近封闭[1]。可见，冬季冷风渗透远远不能满足室内人员对新风的最低需求，室内污染物无法及时排除，由此造成的室内空气品质不合格问题也越来越突出。维持良好的室内空气品质是“健康住宅”的基本要求，而保持良好的室内空气品质最基本也最有效的手段就是通风。住宅节能与通风是一对矛盾，在此情况下，采取何种通风方式，使其既能确保住宅室内良好的空气品质，又使采暖能源消耗处在一个最佳水平，已成为当前较为突出、急需解决的问题[2]。

为此，本研究从舒适性能、能耗特性以及初投资三个方面比较分析了住宅建筑自然通风、自然进机械排、带热交换的墙式通风器、带热交换的通风换气机组四种通风方式的优缺点，以期找出某种通风系统能够在满足热舒适性和空气品质的基础上，更加节能。

作者简介：李庆平（1969~），男，本科，高级工程师；13611154321
北京市东城区东总布胡同 5 号（100005）；E-mail: lqp13611154321@163.com

1 评价方法

1.1 热舒适性指标

热舒适指标是指人体对热环境各项因素的综合反应。热舒适指数的评价指标有有效温度、热应力指标和预测平均热感觉指标（predicted mean vote，PMV）等几种，在ISO7730 标准中，用 PMV 和 PPD 指标来描述和评价热环境[3]。本文利用 Fluent 软件模拟出房间的温度和风速，然后根据 PMV 定义式计算出房间 PMV 分布，再根据 PMV 值计算出 PPD，最终选取 PPD 来评价室内热舒适性。

1.2 能耗特性指标及初投资

冬季，新风形成热负荷为显热负荷，根据室内外空气的温度差可以计算冬季新风热负荷。结合负荷计算软件对建筑总负荷进行计算分析，最终本文重点对比采用热回收与不采用热回收通风方式时，新风负荷的变化对建筑总负荷的影响。本文除了对四种通风方式的新风负荷做了对比外，还对四种通风方式的初投资进行了分析说明。

2 物理模型及边界条件

本文研究对象为 120 ㎡的住宅建筑（如图 1 所示），为了使四种通风方式在同一层面进行对比分析，因此在边界条件设定中，四种通风方式房间的风量设定保持一致，风速大小根据实际风口面积计算确定；温度边界条件一致，具体选取原则如下：

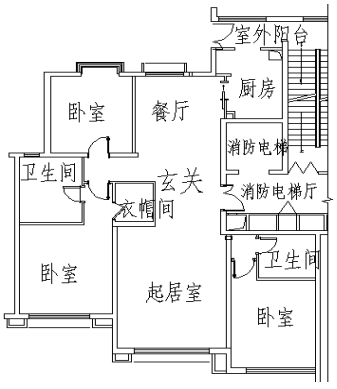


图 1 户型平面图

速度边界条件的选取：

1）风量的确定：按照《室内空气质量标准》[4]新风量规定为 30m³/(h·人)计算，室内人数取 3.5 人，共需新风量 105m³/h；按照《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》[5]冬季采暖计算换气次数应取 0.5h^{-1} 计算，共需新风量 168m³/h；按照《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012[6]规定：当人均居住面积为 20 ㎡~50 ㎡，换气次数取 0.5h^{-1} 计算，共需新风量 168m³/h。因此本研究中，通风量按照室内换气次数 0.5h^{-1} 选定。2）面积的选定：自然通风的进风口面积按照窗户的可开启面积确定，自然进机械排、带热交换的墙式通风器以及带热交换的通风换气机的风口面积按照实际尺寸确定。3）风速的计算：根据 1）、2）计算进风口风速的大小。其中，自然通风中风向的确定参考《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 冬季频率最大风向。

温度边界条件的选取：

1）外墙的温度确定：房屋墙壁在冬季的散热过程为，首先热由室内空气以对流换热的形式传给墙体内表面；再由墙内表面以固体导热方式传递到墙外表面；最后由墙外表面以空气对流换热的方式把热传到室外环境[7]。根据室内向室外的传热量与室内到外墙内表面的传热量相等，可计算出外墙内表面温度 t，其温度值作为第一类边界条件赋给外墙。内墙的温度值同室内设计温度。

2）外窗内表面温度的确定与外墙的确定方法一致，唯一不同就是外窗的传热系数与外墙不同。3)不带热回收的通风方式的进风口空气温度取供暖室外计算温度，带热回收的通风方式的进风口温度根据热回收效率 60%计算确定。

3 通风方式对比分析

3.1 舒适性对比

利用 Fluent 软件模拟出房间的温度和风速，然后根据 PPD 定义式计算出室内 PPD 分布，室内距地 1.5m 平面上 PPD 数值散点分布如图 2~图 5 所示。

通过图 2~图 5PPD 计算结果可以看出，自然通风以及带热交换的墙式通风器两种通风方式中 PPD 超过 10%（图中直线所示）的测点较多，甚至有超过 30%以上，超出《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》要求。而自然进机械排与带热交换的通风换气机组 PPD 都在 10%以内，可见舒适度较高。

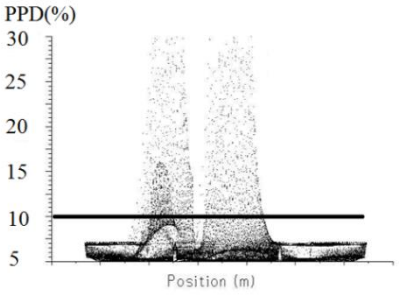


图 2 自然通风 PPD 分布图

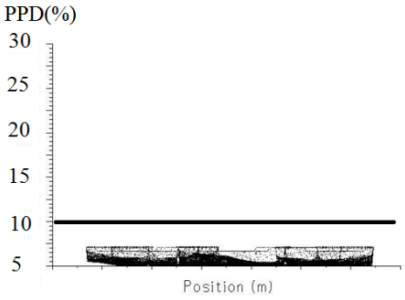


图 3 自然进机械排 PPD 分布图

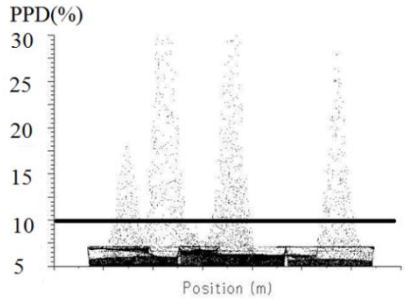


图 4 带热交换的墙式通风器 PPD 分布图

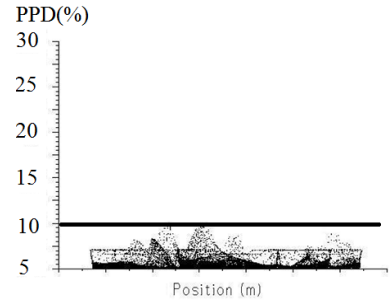


图 5 带热交换的通风换气机组 PPD 分布图

3.2 能耗特性对比

建筑总负荷包括室内负荷（即图 6、图 7 中室内采暖负荷）与新风负荷，本文把四种通风方式分成采用热回收与不采用热回收两种方式进行对比，其中室内采暖负荷保持不变，主要考虑新风热回收与否对能耗的影响。

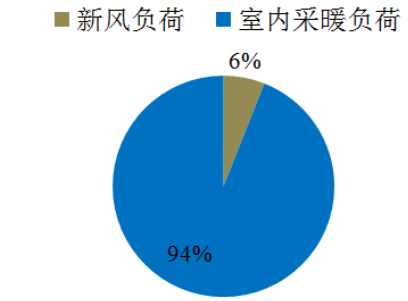


图 6 新风负荷与室内采暖负荷所占比例分布

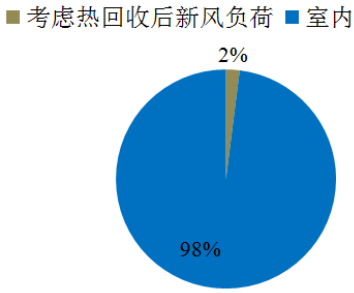


图 7 考虑热回收后的新风负荷与室内采暖负荷所占比例

通过图 6 和图 7 可以计算得出，采用热回收方式（带热交换的墙式通风器、带热交换的通风换气机组）比不采用热回收方式（自然通风、自然进机械排通风方式）节能 4%左右。

3.3 初投资对比

四种通风方式所需设备的初投资如表 1 所示。

表 1 四种方式的经济性对比

	自然通风	自然进机械排	带热交换的墙式通风器	带热交换的通风换气机组
所需设备	——	1 个风机+6 个进风口+4 个回风口+风管	5 个墙式通风器	1 个换气机组+5 个进风口+4 个出风口
初投资	——	3000~3600 元	20000~25000 元	5000~6000 元

4 结论

通过四种通风方式的能耗对比、人体舒适性指标的对比以及经济性分析比较，对四种方式的综合评价指标如表 2 所示。针对综合性能指标本研究对不同类型住宅推荐通风方式如表 3 所示。

表 2 四种通风方式性能比较

通风方式	气流组织均匀性	热舒适性	能耗特性	经济性能	综合性能指标
自然通风	一般	一般	一般	好	一般
自然进机械排	较好	好	一般	好	较好
带热交换的墙式通风器	一般	较好	好	一般	较好
带热交换的通风换气机组	好	好	好	较好	好

表 3 不同住宅类型推荐通风方式

住宅类型	普通住宅、保障房	高级住宅、别墅
推荐通风方式	自然进机械排	带热交换的通风换气机组

参考文献

[1] 欧阳沁，朱颖心. 北方地区住宅冬季通风换气方案研究. 技术交流，2004，（6）：26-28

[2] 王智超. 住宅通风设计及评价. 北京：中国建筑工业出版社，2011

[3] 薛殿华. 空气调节. 北京：清华大学出版社，1991

[4]《室内空气质量标准》GB/T 18883-2002

[5]《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010

[6]《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012

[7] 章熙民，任泽霈，梅飞鸣. 传热学（第四版）. 北京：中国建筑工业出版社，2001