

# 住宅室内空气品质与通风换气

■ 郝俊红

当今,国际上一些环保专家已将“室内空气污染”问题列为继“煤烟型污染”、“光化学烟雾型”污染之后的第三代空气污染问题。ASHRAE(美国暖通空调和制冷工程师协会)标准62-1989R中,首次提出了可接受的室内空气品质的概念,定义如下:房间内绝大多数人(80%或更多)没有对室内空气表示不满意,并且空气中没有已知的污染物达到了可能对人体健康产生严重威胁的浓度。

由于人类的绝大部分时间在室内度过,因此,室内空气质量的优劣直接影响着人们的身体健康。而在所有的室内环境中,住宅与人们生活最为密切。

城市住宅的室内空气品质经过媒体的一系列报道已经引起公众普遍关注,相比而言,小城镇的住宅室内空气品质状况却被忽视。我国是全世界拥有小城镇最多的国家,现有小城镇4万多个。截止到2002年,小城镇有居民5000多万户,总人口2亿多人,住宅总建筑面积23.97万 $m^2$ ,新建住宅中楼房所占比例在经济发达、人多地少的地区已超过60%。改善小城镇住宅建筑的室内空气品质状况迫在眉睫。

## 一、小城镇住宅室内通风换气系统的研究意义

目前,国内大部分的住宅室内污染状况堪忧。随着科学技术的进步和生活水平的提高,越来越多的人开始注重居室的美观和舒适,室内装修热不断升温,豪华装修越来越普遍。各种新型建筑材料、装修材料、日用化学品进入居民住宅成为室内污染源,但空调的使用和普及使室内通风率比以前明显下降,造成住宅室内污染的累积。目前改善室内空气品质通常采用的方法包括:使用绿色建材;通风换气,合理使用空调;使用室内空

气净化器。可以看出,加强通风换气是提高室内舒适性的最经济有效的途径。

国家住宅工程中心通过《小城镇建设》杂志(2004第3期)对小城镇居民发放问卷调查表,现已收回住宅调查表(一)79份,表(二)54份。住宅调查表(二)统计结果表明,22.0%的小城镇居民认为所在住宅的通风状况需要改进。住宅调查表(一)统计结果表明,65.7%的居民认为其居住环境偶尔有异味,10.4%的居民认为经常有异味,44.8%的居民认为空气异味来源于厕所,22.4%的居民认为空气异味来源于排水道;9%居民认为空气异味来源于装修材料;9%居民认为空气异味来源于家具。可见,小城镇住宅的室内空气品质和室内通风换气系统亟待改善。

## 二、通风换气在国内外住宅建筑中的应用

### (1) 通风换气方式简介

通风换气大致分为自然换气、通风和机械换气。靠外部风的动压,或者靠内外空气的密度差产生的烟囱效应作驱动力,称作换气。在自然换气中,有大的换气量、气流速度时称作通风,室内的空气质量接近外气。自然通风是依靠室外风力造成的风压和室内外空气温度差所造成的热压使空气流动的。机械通风是依靠风机造成的压力使空气流动的。

### (2) 国外建筑通风经验

“病态建筑综合症”的根本原因是通风不够。国外在通风方面的研究开展得比较早,发展也比较快,界定:如果一幢建筑中有30%的人都有近似的不适感,就基本判断为病态建筑。因此国外中大型建筑非常强调通风效果。

但国外的建筑通风也有曲折,有一个从单纯的温度调节到空气环境品

质综合改善的过程。起初,建筑的通风量都很大,能源危机爆发后,公共建筑的空调通风系统回风量被增加,新风量减少,以节约能源;但很快又出现严重的建筑室内空气质量问题。人们重新修订新风量标准,才改善了建筑通风效果。但是,人们在可持续发展和健康问题上的争议仍在继续,就在不久前,还对欧洲的节能法规和健康法规争论不休。

除了低层独户住宅建筑以外,国外的多层和高层集合住宅都依赖机械通风。一些低层独户住宅建筑也在使用带有热回收性能的机械通风设施。特别是随着建筑材料的进步,建筑节能技术水平和建筑规范的提高,建筑围护结构的密闭性越来越好,使室内空气环境品质越来越需要机械通风。北欧、北美国家在建筑中大量采用机械通风。

### (3) 通风换气技术在我国住宅建筑中的应用

“非典”肆虐期间,所有卫生专家都强调,通风是最有效的预防“非典”措施之一。房屋设计应当能够实现良好的自然通风,但我国仍有不少建筑设计对自然通风未引起应有的重视。例如,有些居住建筑阳台或窗户封闭,完全依赖空调;有些居住建筑进深太大,通风脆弱。

自然通风是利用自然能源就能保持适宜的室内环境的方式。要充分利用自然通风必须考虑建筑朝向、间距和布局。例如南向是冬季太阳辐射量最多而夏季日照减少的方向,并且我国大部分地区夏季主要刮东南风,因此从改善夏季房间热环境和减少冬季的房间采暖负荷来讲,南向是建筑物最好的选择。

建筑高度对自然通风也有很大影响,一般高层建筑对其自身的室内自然通风有利;而在不同高度的房屋

组合时,高低建筑错列布置有利于低层建筑的通风。处于高层建筑风景区内的低矮建筑受到高层背风区回旋涡流的作用,室内通风良好。

自然通风主要有三种方式:(1)穿越式通风。室外空气从房屋一侧窗户流入,另一侧窗户流出。此时,房屋在通风方向的进深不能太大,否则就会通风不畅。进气窗和出气窗之间的风压差大,房屋内部空气流动阻力小,才能保证通风流畅。(2)浮力烟囱式通风。主要依靠密度差异使室外冷空气从低处的窗户进入室内,室内的暖空气则从高位窗处排出。通常用烟囱或天井来产生足够的浮力,促进通风。但是,即使微弱的风也会在房屋的外表面产生压力,也能促进空气流通。(3)单侧式局部通风。空气的流动是由于房间内的浮力效应,微小的风压差和湍流,因此,单侧式局部通风的驱动力甚小,而且变化大,局限于房间的通风。在建筑设计中,通常是混合采用上述三种通风方式以满足房屋通风要求。

目前在中国,大量的民用建筑多是依靠自然通风实现室内的通风换气,高层公寓基本上还是靠自然通风。各家各户自行安装的空调,只能调节室内空气温度和湿度,多数没有通风功能。目前国内住宅较常见的室

内换气系统或设备主要有换气扇、吸油烟机、通风器等,通过机械强制排气的方式,排除室内污染的空气(烟气、燃烧废气、臭气、水蒸气、二氧化碳等),对室内进行全面或局部换气。

在冬季采暖和夏季制冷期间,由于外窗密闭,宜开发推广无动力和有动力的窗用自然通风器。国家住宅工程中心与北京斯特灵换气设备有限公司共建“住宅室内换气系统研发实验基地”,开发旋转式热回收换气系统。其特点是双向换气,排出室内浊气,送入净化后的室外新鲜空气;节能效果显著,室内温度稳定,维护简便,清洗容易。

表1对目前国内住宅常用的室内通风换气方法进行了比较。

### 三、自然通风改善室内空气品质的实例分析

室内空气污染物有时是特定的某些种类,有时是多种并存;各种污染物的释放特性也不一样,有的容易排除,有的释放缓慢,难以排除(如氡及其子体);有的呈游离状态;有的存在于固定的污染源中(如墙体、地板、家具、洁具);情况复杂多变。针对室内污染的复杂性,加强通风换气,用室外新鲜空气来稀释室内空气

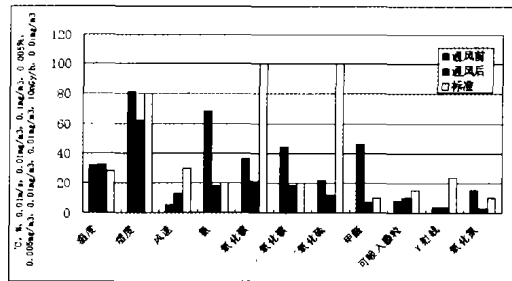


图1 某住宅主卧室污染物浓度通风前后对照图

污染,是降低室内污染的最方便快捷的方法。据估计,一间30m<sup>2</sup>的居室,开窗3~9分钟可使空气置换一遍。依据污染发生源的大小,污染物种类及其数量多少,决定采用全面通风还是局部通风,以及通风量大小。在一般家庭居室内,每人每小时需要新风量约30m<sup>3</sup>。

现采用长沙某住宅室内空气品质检测实例说明自然通风对改善室内空气品质的有效性。图1为某住宅中午14:00(通风前)和16:30(通风后)所测得的室内污染浓度对照图。室内一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、甲醛(HCHO)、氨(NH<sub>3</sub>)、一氧化氮(NO)的浓度经开窗通风两个半小时后都降低到室内空气标准所规定的浓度限值以下。但是可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)浓度在通风后反而增大。这是由于颗粒污染物来源复杂,粒径不

表1 常用通风换气方法比较

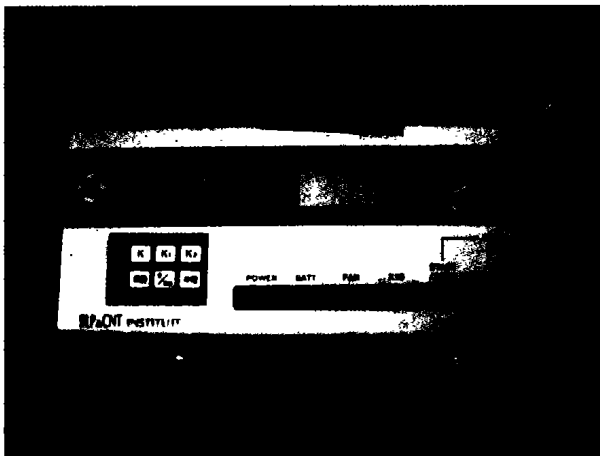
方法	换气方式	优缺点
开窗通风	自然换气	优点: 通风量大。 缺点: 1、无法避免噪音; 2、夹带大量灰尘; 3、刮风, 下雨, 下雪时不能开窗; 4、使用热或冷源时, 室内能源损失大; 5、室内无人或睡眠时开窗不安全; 6、风大时吹走物体, 人易伤风。
排气扇	机械换气	优点: 可控换气, 排除室内热气、湿气。 缺点: 1、用电, 耗能源; 2、通电时才换气, 不是连续通风; 3、单向排气, 新风难入室内; 4、使用时间愈长, 噪音愈大; 5、装在外墙有碍美观; 6、后续费用大。
空调换气	热交换换气	优点: 集温度调控与换气于一身, 无需增加换气设备。 缺点: 1、循环使用室内空气使人易患空调病; 2、窗式空调有少量新风, 但噪音大; 3、分体空调新风量不够; 4、风中含氧量不够, 空气干燥; 5、费用大, 能耗大; 6、一年中使用时间短。
窗式自然通风器	自然换气	优点: 1、连续通风, 一年365天每日24时; 2、噪音低; 3、可按需要控制通风量; 4、不需蚊网也可防虫, 也有防盗防尘功能; 5、节能, 安全, 美观, 不需动力, 免维护; 6、能清除室内污染的空气, 水蒸气; 7、开启关闭方式简单, 可用手操作, 也可用绳, 用杆控制。 缺点: 通风换气受室外风速, 季节等影响。



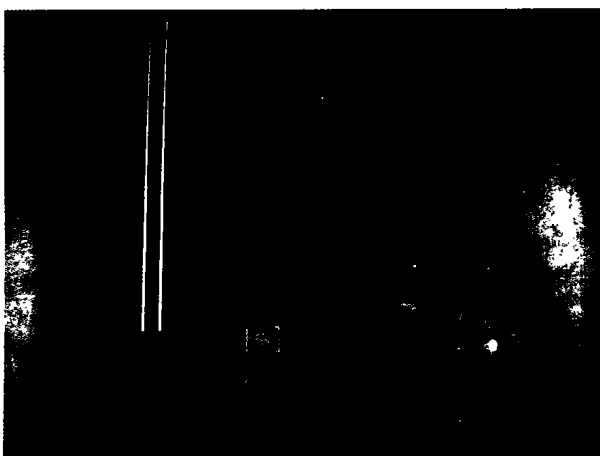
甲醛、二氧化硫、二氧化氮测试仪



TES-1360 温湿度计 &amp; 德国风速仪



P-5L2C 型便携式微电脑粉尘仪



γ 辐射仪

一、通风排除时,应注意控制风向和风速,防止更大范围的污染。

鉴于自然通风不能保证持续性,可增加除窗以外独立的进、排风口,持续通风。建筑内部设计通风风道或风路,但进、排风口的构造要考虑节能、过滤的要求。

#### 四、室内空气品质及通风换气系统检测

为了解住宅室内空气品质及室内通风换气系统的效果,就必须进行住宅室内空气污染物浓度和新风量现场测试。具体包括:住宅室内空气污染物浓度检测;起居室、卧室、厨房、卫生间新风量测试;住宅排烟道性能和吸油烟机性能测试。依据 GB/T18883-2002《室内空气质量标准》和 GB50325-2001《民用建筑工程室内环境污染控制规范》,室内空气现场检测的指标包括温度、相对湿度、空气流速、新风量、苯、甲苯、二甲苯、挥发性有机化合物总量(TVOC)、甲醛、氨、氡、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、臭氧(O<sub>3</sub>)和可吸入颗粒物。因此,在 GB/T18883-2002《室内空气质量标准》所列的19项检测项目中,可完成17项的检测。另外两项为苯并芘和菌落总数。其中苯并芘为强致癌物质,对实验室的设置条件要求很高,目前也很少有单位从事这项检测,菌落总数的检测属于医学范畴,一般由卫生防疫站进行检测。以上这两项检测内容可采取与相关单位联合的方式。室内空气污染物浓度和新风量的仪器大部分为便携式仪器,可直接带到现场使用。

#### 五、室内通风换气技术在小城镇住宅的应用前景

同城市相比,小城镇住宅在自然通风方面有得天独厚的优势。小城镇的室外空气质量优于城市,如果能够合理的利用自然通风技术,加强室内通风换气,小城镇居民的住宅室内环境状况将大大改善。

我们对小城镇住宅室内通风换气系统的研究与开发,将通过问卷调查和现场检测相结合的方式进行。现场问卷调查针对小城镇的特殊性,重在强调自然通风。问卷调查内容包括:住宅室内环境情况;居民对新风健康与节能方面的认识情况;住宅自然通风条件调研;自然通风状况,具体包括不同季节不同功能房间的开窗面积、开窗方式及开窗时间调查;机械通风状况,具体包括卫生间、厨房和居室的室内换气设备选取情况调查。同时,为了解通风换气系统的效果,还将进行室内空气品质各项指标及新风量的测试。

#### 参考文献

- 1、张国强,喻李葵. 室内装修—谨防人类健康杀手. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002
- 2、ASHRAE Standard 62-1989R, Ventilation For Acceptable Indoor Air Quality
- 3、住宅调查表(一)和住宅调查表(二). 小城镇建设. 2004/3
- 4、周中平、赵寿堂、朱立等. 室内污染检测与控制. 北京: 化学工业出版社. 2002.
- 5、国家质量监督检验检疫总局. 卫生部. 国家环境保护总局. 中华人民共和国国家标准室内空气质量标准 (GB/T 18883-2002).

作者单位: 中国建筑设计研究院

(编辑: 蔡红)