

■ 王智超 编著

住宅通风设计及评价



中国建筑工业出版社

住宅通风设计及评价

王智超 编著

清华大学出版社
北京

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

住宅通风设计及评价/王智超编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011. 3

ISBN 978-7-112-12944-7

I. ①住… II. ①王… III. ①住宅-通风系统-建筑设计
②住宅-通风系统-系统评价 IV. ①TU834.25

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 030259 号

本书结合作者在建筑通风领域的研究开发成果以及国内外住宅通风系统的发展, 全面系统地阐述了有关通风理论、住宅通风方式及效果评价等。全书共分 5 章, 第 1 章介绍住宅建筑对通风的要求和国内外住宅通风现状, 第 2 章介绍住宅自然通风和机械通风的设计计算及指标, 第 3 章介绍自然通风的设计及适用条件, 第 4 章为住宅机械通风的设计及工程实例, 第 5 章是本书的重点, 详细系统地介绍了住宅通风效果的评价指标、CFD 模拟预测和示踪气体浓度衰减法测试两种评价方法, 并以具体的工程实例予以说明, 具有较强的实用性。

本书可供从事住宅通风研究、设计、施工、运行管理的暖通专业技术人员使用, 同时也可从事住宅通风设备生产的企业人员、在校学生提供一定的参考。

* * *

责任编辑: 齐庆梅

责任设计: 张 虹

责任校对: 王金珠

住宅通风设计及评价

王智超 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市铁成印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 9½ 字数: 234 千字

2011 年 4 月第一版 2011 年 4 月第一次印刷

定价: 26.00 元

ISBN 978-7-112-12944-7

(20193)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

随着我国经济的发展,人民生活水平的提高和城镇化步伐的加快,健康、舒适和节能的住宅已成为未来住宅的发展趋势。近年来,随着住宅建筑的密闭性越来越好,住宅通风的问题日益凸现出来,如何解决好现代住宅的通风问题,为人们创造一个健康舒适的室内环境越来越受到人们的关注。

通风是保证健康住宅最基本和最为有效的手段。目前我国住宅的整体通风效果和国外比较相差甚远,主要是因为一些发达国家早已制定相关的通风标准,而我国制定的标准还不够完善,且标准中未涉及到通风效果的评价方法,加之目前我国对住宅通风认识的重要性存在一定的局限性。为提高我国住宅通风的效果,并推动我国建筑通风标准的制定,编写了本书。

本书主要针对目前住宅通风设计及效果评价中存在的问题,从通风的原理、设计计算、设备选型及通风效果的预测评价几个方面进行论述,以期加强人们对住宅通风重要性的认识,为我国住宅通风的设计、施工、评价提供一些必要的资料和经验。内容主要包括:住宅通风原理及通风量计算;住宅自然通风设计;住宅机械通风设计;住宅通风评价。

本书由中国建筑科学研究院王智超主编,中国建筑科学研究院杨英霞、李效禹等人做了大量的前期资料搜集及成稿工作,杨英霞还负责了本书部分内容的撰写及全书的校核、修改工作,在此谨致谢意!本书的编写参考和引用了许多相关的文献,在此致谢相关作者!

本书是作者近几年进行建筑通风研究成果的结晶,得到了“十一五”国家科技支撑计划重大课题“城镇人居环境改善与保障关键技术研究”的资助,在此表示衷心感谢!

中国建筑科学研究院原空调所的副所长杨纯华研究员在本书审稿过程中提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示深深的谢意!

由于编者水平所限,难免存在错误和疏漏,敬请广大读者批评指正。

目 录

第1章 概论	1
1.1 中国民用住宅建筑的发展及对通风的要求	1
1.2 国内外住宅通风方式概述	2
1.2.1 国内外住宅通风设计标准规范	2
1.2.2 国内外住宅通风系统	5
1.3 民用住宅通风设计概述	8
1.3.1 民用住宅通风设计范围	8
1.3.2 设计中重点处理的问题	9
1.3.3 民用住宅通风设计与节能	9
参考文献	9
第2章 民用住宅通风设计计算及指标	10
2.1 住宅室内空气品质	10
2.1.1 住宅室内污染物来源	10
2.1.2 室内空气质量标准	11
2.1.3 室内空气质量评价	12
2.2 全面通风	13
2.2.1 混合通风	13
2.2.2 置换通风	14
2.3 住宅通风所需的新风量计算	15
2.4 自然通风原理及通风量计算	16
2.4.1 热压作用下的自然通风	16
2.4.2 风压作用下的自然通风	17
2.4.3 风压、热压同时作用下的自然通风	19
2.5 机械通风设计计算	19
2.5.1 居室机械通风量计算	19
2.5.2 厨房通风量的计算	20
2.6 气流组织的选择及其计算	21
2.6.1 送风口空气流动规律	21
2.6.2 回风口空气流动规律	23
2.6.3 气流组织形式	24
2.7 机械通风管道系统	25

2.7.1 风管内的压力损失	25
2.7.2 机械通风系统的设计计算	29
参考文献	30
第3章 民用住宅自然通风	31
3.1 建筑自然通风的整体设计	31
3.2 住宅群的规划布局	33
3.2.1 建筑物的朝向	33
3.2.2 建筑物的间距	34
3.2.3 建筑群的布局	34
3.3 单体住宅建筑设计对自然通风的影响	35
3.3.1 平面布置	35
3.3.2 窗	36
3.3.3 中庭、楼梯间等	39
3.3.4 太阳能强化自然通风	41
3.3.5 双层玻璃幕墙围护结构	43
3.3.6 屋顶设计	43
3.4 住宅自然通风的适用条件	45
3.4.1 自然条件	45
3.4.2 环境噪声和空气污染物	45
3.4.3 门窗的气密性	45
3.4.4 热舒适	46
3.5 住宅自然通风的特殊装置	47
3.5.1 进风口	47
3.5.2 通风管和捕风装置	48
参考文献	50
第4章 民用住宅机械通风	51
4.1 机械通风的原理及设计原则	51
4.2 机械通风系统方式和排放形式	53
4.2.1 机械通风系统方式	53
4.2.2 机械通风系统排放形式	54
4.3 住宅机械通风系统的分类	54
4.3.1 单向流自平衡式机械通风系统	55
4.3.2 湿控式进风口的中央机械通风系统	56
4.3.3 双向流非热回收系统	57
4.3.4 双向流热回收机械通风系统	57
4.3.5 混合式通风换气系统	58
4.4 住宅机械通风设备	59

4.4.1	风口	59
4.4.2	排风机	64
4.4.3	双向流新风机	65
4.4.4	管盖和管罩	66
4.4.5	风阀	67
4.5	住宅机械通风能耗分析	68
4.5.1	新风负荷的理论计算	69
4.5.2	机械通风对空调采暖能耗的影响	69
4.5.3	运行成本	72
4.6	工程实例分析	73
4.6.1	单向流自平衡式新风系统	73
4.6.2	双向流热回收新风系统	83
	参考文献	87
第5章	住宅通风效果研究及评价方法	88
5.1	住宅通风效果的评价	88
5.1.1	换气效率	88
5.1.2	通风效率	89
5.1.3	空气龄	91
5.2	住宅通风效果的预测与评估	92
5.2.1	网络法	92
5.2.2	CFD 数值模拟技术	99
5.2.3	网络法和 CFD 方法相结合	110
5.3	示踪气体法研究住宅通风效果	112
5.3.1	室内空气流动测量方法	112
5.3.2	示踪气体测量法的基本原理	112
5.3.3	示踪气体的性质及选用	113
5.3.4	实验设备的选择	114
5.3.5	示踪气体浓度衰减法测试通风效果实例	115
5.4	住宅通风效果测试及 CFD 模拟研究	126
5.4.1	住宅及通风系统简介	126
5.4.2	室内空气品质检测	126
5.4.3	室内温度场测试	129
5.4.4	室内空气流场检测	132
5.4.5	民用建筑混合通风换气装置的设计方案	137
	参考文献	143

第 1 章 概 论

1.1 中国民用住宅建筑的发展及对通风的要求

住宅是人们每天生活起居的地方,集中体现了一个国家的经济发展水平,一直是各国政府十分重视并着重解决的问题。

纵观中国历史,中国住宅的发展已经历了很多阶段,从当初遮风避雨的场所,到后来的冷暖空调、节能、密闭性住宅。特别是近十几年来,中国国民经济快速发展,住宅建筑得到了迅速发展。截至 2005 年底,全国城镇房屋建筑面积 164.51 亿 m^2 ,其中住宅建筑面积 107.69 亿 m^2 ,占房屋建筑面积的比重为 65.46%。随着我国城市化进程的加快,这个比例和总量都会有大幅度的增加。

据统计,现代人类大约有 4/5 的时间在建筑内度过,而住宅作为人们每天生活起居的地方,其居住条件的好坏直接影响着人们的生活品质。健康、舒适的室内居住环境一直是人们孜孜追求的理想居住环境。随着社会的发展和科技的进步,人们的居住条件也有了很大的发展。截至 2004 年,中国的集中供热普及率为 25%,较 20 世纪 70 年代以前住宅采暖仅限制在“三北”严寒地区,已取得了长足的进步。另外,到 2004 年底,全国各地城镇居民家庭平均每百户空调拥有量已达 69.81 台;全国各地农村居民家庭平均每百户空调拥有量也已有 4.70 台,并且在逐年增长,到 2008 年已达 9.8 台。空调降温设施在 20 世纪 80 年代几乎是没有的。

现代住宅健康、舒适的室内环境主要是通过采暖、通风、空调和空气净化等手段来实现的。这些室内环境控制手段的实施与运行需要耗费大量的能量。据统计,我国建筑能耗约占能源消耗总量的 30%,而采暖、通风、空调消耗的能量约占建筑总能耗的 80%。在能源日益紧缺的形势面前,建筑节能的呼声也日益高涨且显得必要,于是一批节能建筑拔地而起。但节能建筑的发展使得建筑物的气密性越来越好,为了降低能耗,进入室内的新风量控制得越来越严格,再加上各种新型建筑和装饰材料的使用,室内的污染物得不到及时的清除,由此引发的健康问题越来越成为人们关注的焦点,也就有了对“健康住宅”的迫切要求。

世界卫生组织(WHO)定义的“健康”是指一个人的身体、精神和社会适应等方面都处于良好状态,而不仅仅是指疾病或体弱。据此,“健康住宅”即指使居住者在“生理和心理等方面处于良好状态”的住宅。“健康住宅”的室内空气质量、热环境、声环境、光环境等方面都应满足要求。维持良好的室内空气品质是“健康住宅”的基本要求,保持良好室内空气品质,最基本也最为有效的手段就是通风。通风不仅可以引入新鲜的空气(新风量),而且可以稀释并排除室内的各种污染物。住宅通风具有以下的功能:

- (1) 满足人员对新鲜空气的需要;
- (2) 排除室内的污染物或气味;
- (3) 保证室内人员的热舒适。

通风的基本方式分为两大类:自然通风和机械通风。自然通风依靠风压、热压使空气流动,不需要消耗动力,但其缺点就是通风量与室外气象条件密切相关,难以人为控制;机械通风依靠动力驱动风机使空气流动,它是有组织通风的主要技术手段,但需要消耗高品位的能量。

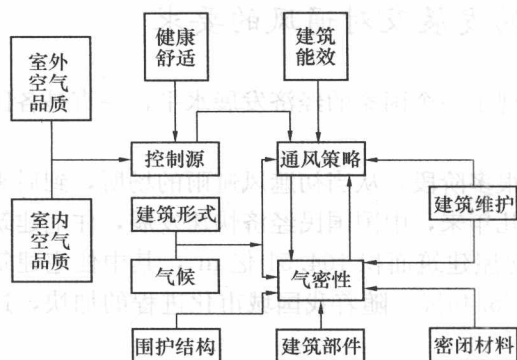


图 1-1 建筑通风系统与各相关因素的关系

通风在保证室内空气品质的同时,往往需要消耗大量的能量。例如,在北方地区,冬季冷风渗透占采暖负荷的 20%~30%。一方面是维持良好的室内空气品质,一方面是建筑节能,如何平衡这两方面,是现代住宅通风设计必须考虑的问题^[1]。图 1-1 是建筑通风系统与各相关因素的关系。

结合国家的能源政策和节能要求,现代住宅建筑通风应满足以下几方面的要求:

- (1) 确定合适的通风方式。应根据住宅所处地区的气候条件、住宅的结构布局、周围的环境状况来确定采用自然通风或机械通风。

(2) 合理的通风量。通风量太小,则不能满足人们的健康舒适要求。通风量太大,可能会对人的舒适性产生影响,而且在空调和采暖季节会造成能源的浪费。

(3) 合理的气流组织形式。良好的气流组织形式是达到通风目的的关键。因此,现代住宅建筑的通风路径应使新鲜空气首先进入起居室、卧室等人员活动场所,而从厨房、卫生间排除。

1.2 国内外住宅通风方式概述

1.2.1 国内外住宅通风设计标准规范

为了设计并实现住宅的良好通风,国内外都制订了相关的标准规范,对住宅通风的实现、通风量、气流组织等进行要求。

1.2.1.1 国外住宅通风设计可依据的规范

1. 法国

法国关于住宅通风的设计规范是 1982 颁布的《住宅建筑标准》。该标准规定^[2],在室外温度低至需要关闭窗户时,住宅通风至少是一般性和永久性的。空气循环主要通过房间内的进气口和功能性房间内的排气口来完成。

该标准对于住宅的通风量做了具体的规定,考虑主要房间(即卧室和客厅)的数量来选择通风量,规定的通风量要求是一个基本要求,居住者处于正常活动水平。

无论通风是利用机械装置,还是利用热能形成自然风压的风道,依照主要房间数量,每个功能性房间中的排风量应同时或不同时的达到表 1-1 中的值。

法国的住宅通风量标准^[2]

表 1-1

住宅中主要 房间数量 (个)	排风量 (m³/h)				
	厨房	浴室或不配备 马桶的一般 淋浴间	其他 潮湿区域	卫生间	
				单 个	多 个
1	75	15	15	15	15
2	90	15	15	15	15
3	105	30	15	30	15
4	120	30	15	30	15
5 或更多	135	30	15	30	15

当通风由自动调节住宅内空气变化的机械设备完成时，表 1-1 中的排气量值可以降低，一般来说，总的排风量和厨房排风量应当至少和表 1-2 中的数值相等。

法国住宅最小排气量和厨房最小排气量标准^[2]

表 1-2

	主要房间的数量						
	1	2	3	4	5	6	7
最小排风量 (m³/h)	35	60	75	90	105	120	135
最小厨房排气量 (m³/h)	20	30	45	45	45	45	45

2. 美国

考虑到非人员产生的污染物对身体健康的影响，ASHRAE 62.1-2004 标准^[3]明确申明在采用室外新风稀释不同污染源所产生的污染时，是依据“叠加原理”来计算所需要的室外新风量的。民用空调建筑中的污染源可划分为两类：一类是由于人的生理排泄及人的活动所造成的污染；另一类是由建筑材料及室内的家具与设备所散发的污染。因此，明确采用式 (1-1) 来计算呼吸区所需要的外面的新风量。

$$V_{bz} = R_p P_z + R_a A_z$$

(1-1)

式中 R_p ——单位通风分区面积所需要的室外新风通风量, L/(s·人);
 P_z ——在一般使用时, 预期居住在该通风分区的最多人数, 人;
 R_a ——室外单位面积的气流量, L/(s·m²);
 A_z ——分区的楼板面积, 该分区的可居住楼板面积, m²。

式中, $R_p P_z$ 反映了稀释因为人造成的污染所需的室外新风量, $R_a A_z$ 反映了为稀释由于建筑本身污染所需的室外新风量。ASHRAE 62.1-2004 标准不再仅以人作为新风量的唯一要求。即使在室内无人的情况下, 它也要求有一个基本的新风量, 希望使室内由建筑材料、家具或其他非人污染源产生的污染物能够保持较低的浓度, 以保证健康舒适的室内空气质量。

式 (1-1) 应用的场所很多, 在不同的场所 R_p 和 R_a 都有不同的要求, 表 1-3 为住宅中不同区域在不同通风方式下的通风量。

通风住宅的室外空气通风量^[3]

表 1-3

应用条件	室外通风量要求
生活区域	换气次数 $0.35h^{-1}$ ，且不小于每人 $27m^3/h$
厨房	间歇通风: $180m^3/h$; 持续通风: $43.2m^3/h$; 开窗
浴室, 卫生间	间歇通风: $90m^3/h$; 持续通风: $36m^3/h$; 开窗
每个住宅的单个车库	每辆车为 $180m^3/h$
普通停车场	$27m^3/(h \cdot m^2)$

3. 日本

日本的《建筑基本法》规定^[4]，自然通风的居室，当其净层高小于 $4m$ 时，人均空间应大于 $10m^3$ ，室内 CO 浓度应低于 50×10^{-6} ， CO_2 浓度应低于 5000×10^{-6} 。其包括可开启外窗等的有效开口面积应大于居室地板面积的 $1/20$ 。当有效开口面积小于居室地板面积的 $1/20$ 时，居室应有自然通风进风口和排风口，其面积按式 (1-2) 计算。

$$A_v \geq \frac{A_f}{250\sqrt{h}} \quad (1-2)$$

式中 A_v ——排风道有效截面积， m^2 ；

A_f —— $A_f = A - 20a$ ；

A ——居室面积， m^2 ；

a ——包括可开启外窗等有效面积， m^2 ；

h ——进风口中心至排风道顶部出风口的高差， m 。

日本的《建筑基本法》规定机械通风和空调的居室的室内标准为：浮游粉尘浓度在 $0.15mg/m^3$ 以下， CO 浓度应低于 $10ppm$ ， CO_2 浓度应低于 $1000ppm$ ，风速低于 $0.5m/s$ 。

居室机械通风的通风量按式 (1-3) 计算。

$$V \geq \frac{20A_f}{N} \quad (1-3)$$

式中 V ——有效通风量， m^3/h ；

A_f —— $A_f = A - 20a$ ， m^2 ；

A ——居室面积， m^2 ；

a ——包括可开启外窗等有效开口面积， m^2 ；

N ——人均居室面积， m^2 。当 $N > 10$ 时，仍取 $N = 10$ 。

日本的《空气调和·卫生工学便览》(第 11 版，昭和 62 年)对住宅通风换气量也作了规定，如表 1-4 示。

日本住宅通风换气量^[5]

表 1-4

房间	通风换气量 m^3/h (换气次数, h^{-1})	要求最大通风量的条件
双人卧室	$5(0.2) \sim 60$	室内 2 人, 1 人抽烟
单人卧室	$5(0.2) \sim 30$	室内 1 人, 抽烟
起居室	$10(0.5) \sim 150$	室内 5 人, 2 人抽烟
日式客厅	$5(0.2) \sim 60$	室内 2 人
厨 房	从天井送新风 $20(0.5) \sim 100$	
	灶台排风 $150 \sim 500$	
浴 室	$10 \sim 100$	夏季入浴时和入浴后
厕 所	$10 \sim 30$	使用厕所时

1.2.1.2 国内住宅通风的相关规范规定

目前我国还没有专门的住宅通风设计规范,关于住宅通风的设计主要依据是《室内空气质量标准》GB/T 18883—2002、《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019—2003、《住宅设计规范》GB 50096—1999等。

1. 关于通风方式的规定

现行的《住宅设计规范》GB 50096—1999中,关于住宅通风的规定有^[6]:

第5.1.4条规定:住宅卧室、起居室(厅)应与室外空气直接流动的自然通风,单朝向住宅应采取通风措施。第5.1.5条规定:采用自然通风的房间,其通风开口面积应符合下列规定:1)卧室、起居室(厅)、明卫生间的通风开口面积不应小于该房间地板面积的1/20。2)厨房的通风开口面积不应小于该房间地板面积的1/10,并不得小于0.06m²。第5.1.6条规定:严寒地区住宅的卧室、起居室(厅)应设通风换气设施,厨房、卫生间应设自然通风道。

现行《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019—2003有关通风的规定^[7]:

第5.2.2条规定,厨房、厕所、盥洗室和浴室等,宜采用自然通风。当自然通风不能满足室内卫生要求时,应采用机械通风。民用建筑的卧室、起居室(厅)以及办公室等,宜采用自然通风。

2. 有关通风量规定

《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019—2003对建筑物内人员所需最小新风量做了规定^[7]:1)民用建筑人员所需最小新风量应按国家现行的有关卫生标准确定;2)工业建筑应保证每人不小于30m³/h的新风量。

《室内空气质量标准》GB/T 18883—2002中的规定^[8]:室内CO₂标准值为≤0.10%,新风量规定为30m³/(h·人)。

《北京市居住建筑节能设计标准》DBJ 11—602—2006中对室内通风换气标准规定^[9]:1)冬季采暖:室内通风换气次数不低于0.5h⁻¹;2)夏季空调:利用空调机降温时,室内通风换气次数不低于1.0h⁻¹;利用自然通风降温时,通风换气次数不低于10h⁻¹。

1.2.2 国内外住宅通风系统

1.2.2.1 国外住宅通风系统

国外在通风方面的研究开展得比较早,发展也比较快,但国外的建筑通风也有曲折,有一个单纯的温度调节到空气环境品质综合改善的过程^[1]。开始时,建筑的通风量很大,但能源危机爆发后,通过增加空调系统的回风量、减小新风量来节约能源,但很快又出现严重的建筑室内空气质量问题。因此,为了人们的健康,重新修订新风量标准以改善建筑通风效果。

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。目前,北欧、北美国家在建筑中大量采用机械通风来改善室内空气质量。

在欧洲,特别是瑞典、法国和英国等国家,约90%的住宅建筑都安装了机械通风系统。欧洲发达国家大多采用的是住宅负压通风系统^[1]。该通风系统是在低层和多层住宅,

或别墅等建筑中常见的自平衡型排风式通风系统,一般包括三个部分:(1)安装于住宅室外墙上的进风设备,如自然进风口;(2)安装于卫生间或厨房通风道的排风口;(3)排风机。

机械通风形式还可以根据不同的地区和要求选用不同的系统:自平衡式、湿控式、热回收式等通风换气系统。热回收式通风系统有较好的节能效果,但初投资比较大,管道系统也相对复杂,普遍使用还有一定的阻力。从市场占有率来看,前两种通风系统已经普遍应用于欧洲住宅建筑,在近几年陆续进入了中国市场。前者能在一定静压范围内,保持恒定的风量;后者则是应用某种设备或材料感应空气中的湿度,从而控制风口开度来改变风量。

1.2.2.2 国内住宅通风系统

目前国内住宅的卧室、起居室等很少考虑有组织的通风,大多数是采用自然通风,而仅在厨房、卫生间采用机械通风系统,并且仅是简单地设置排油烟机、通风器而已。各家各户自行安装的空调产品,大多没有通风功能,只能调节室内空气温度和湿度。

对于目前大量的多层及高层住宅建筑,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。

1. 厨房通风

目前厨房的排烟道主要有主次式烟道、变压式烟道、止逆阀式烟道三种形式^[10-13]。

(1) 主次式烟道

采用混凝土直接浇筑。主次式烟道由两个并列矩形烟管构成,垂直穿越各楼层楼板。主烟道在建筑物底层设有补风口,有利于整个烟道形成“烟囱效应”,帮助烟道内烟气从屋面出口排出。次烟道在住宅每层设一进风口与厨房的排油烟设备相连,在距离进风口一定距离处,次烟道与主烟道相汇,避免烟道进风口与主烟道直接接触,减少串烟。

在使用中由于烟气在烟道内的长距离运动带来的阻滞作用使得烟气的运动非常缓慢,同时由于机械排风设备的作用使得烟道内部始终处于正风压,主烟道补风口无法进风,废油烟、气在烟道内部长时间滞留,会有倒烟与串味现象。

(2) 变压式烟道

将各层的烟道做成不同的截面形式,下层烟道通过主次式烟道排气,而靠近屋面的烟道则同单烟道一样,直接将油烟从烟道排出。变压式烟道是试图通过改变烟道的截面形式,利用烟气流动的各种物理规律,使气流向上运动,以利于废油烟的排除和最大程度地防止串烟。

但在实际使用中烟道内气流动静压转换不明显,进风口的静压值基本上没有改变,还是呈正压状态,防串烟和排烟性能并无显著提升。另外,变压式烟道的各层构造不相同,使工程使用与烟道生产容易混乱,造价较高。

(3) 止逆阀式烟道

止逆阀式烟道是在单管烟道上的各层进风口处加装一个防气流逆行的止逆阀,迫使烟气向烟道内单向运动,从而解决烟气互串的问题。这种烟道截面尺寸最小,是一种复合式烟道。止逆阀式烟道力图通过控制气流流向,强行使烟气在烟道内流动,从而解决串烟

现象。

初期的止逆阀式烟道主要针对串烟问题进行设计,忽略了烟道的排风量性能,截面面积较小,排风量不足,烟道内部压力过大,阻滞进风口的排烟效果,对排油烟机的工作压力要求较高,整体排油烟效率较低。同时,由于油烟的粘附使得止逆阀开启困难,在长期使用中更会出现止逆阀无法开启,或开启后由于油污黏滞,使得止逆阀无法关闭而出现严重串烟现象。

2. 卫生间通风

目前住宅卫生间的通风主要是采用机械排风或机械排风与自然排风相结合的排风方式^[14,15]。

机械排风方式是在屋顶排风道出口设引风机,各卫生间排风口处设排风扇及防火阀。各排风扇均与屋顶引风机连锁,只要风道上有任意一台排风扇工作,屋顶引风机即工作;风道上所有排风扇全部停止工作时,屋顶引风机方可停止运行。这种方式通风效果好,能满足防火要求,但投资较高,维修管理工作量较大。常用于卫生标准高的卫生间。

机械排风与自然排风相结合的排风方式按排风扇的形式可以分以下两种情况:

(1) 在各卫生间通风道的排风口处安装普通排风扇,利用建筑风道的自然排风能力将各排风扇排出的废气排至室外。这种方式可对各卫生间进行强制排风,但建筑风道的自然排风能力受气候的影响大,有时出现倒灌、串气现象。

(2) 在各卫生间风道排风口处装设带止回阀的排风扇,靠止回阀将不排风的卫生间与风道隔断,不会产生倒灌和串气现象,同时可满足一定的防火要求。使用这种方式,建筑风道不仅是自然排风,各排风扇在克服风口及止回阀阻力后,还为建筑风道中气体流动提供了动力。因而要求排风扇具有较大的风压。这种方式在高级住宅的卫生间较为多见。

3. 卧室、起居室通风

目前,我国住宅卧室和起居室的通风换气主要是采用自然通风方式,通过门窗的冷风渗透和开窗两种方式实现自然通风。但自然通风受到许多条件的限制,如室外气候条件恶劣、有噪声等情况下不允许开窗,自然通风的可靠性和可控性都比较差,往往不能保证室内空气品质的要求。

由此可以看出,在普通民用住宅中都会考虑住宅的自然通风,但自然通风的特点决定了其不足以改善室内空气品质。机械通风包括厨房排烟系统(抽油烟机)、卫生间通风系统(通风扇)等,用来瞬时排除室内累积的污染物,但目前排风道设计水平参差不齐,住宅排风倒烟、串味、交叉污染情况严重。

随着国家建筑节能法规的制定和实施,人们的居住环境总体上有所改善。在强调室内装饰设计高档化、材料标准化、施工专业化的同时,住房的密封性也随之越来越好。但许多房屋由于户型和高层问题,无法满足人们对新鲜空气的基本需求。因此,国内的一些大中城市的住宅建筑,也开始将国外住宅机械通风的理念应用于住宅的通风设计中。如上海中凯城市之光、北京光彩国际公寓、深圳东海岸公寓等采用了中央机械通风系统,如图1-2所示。

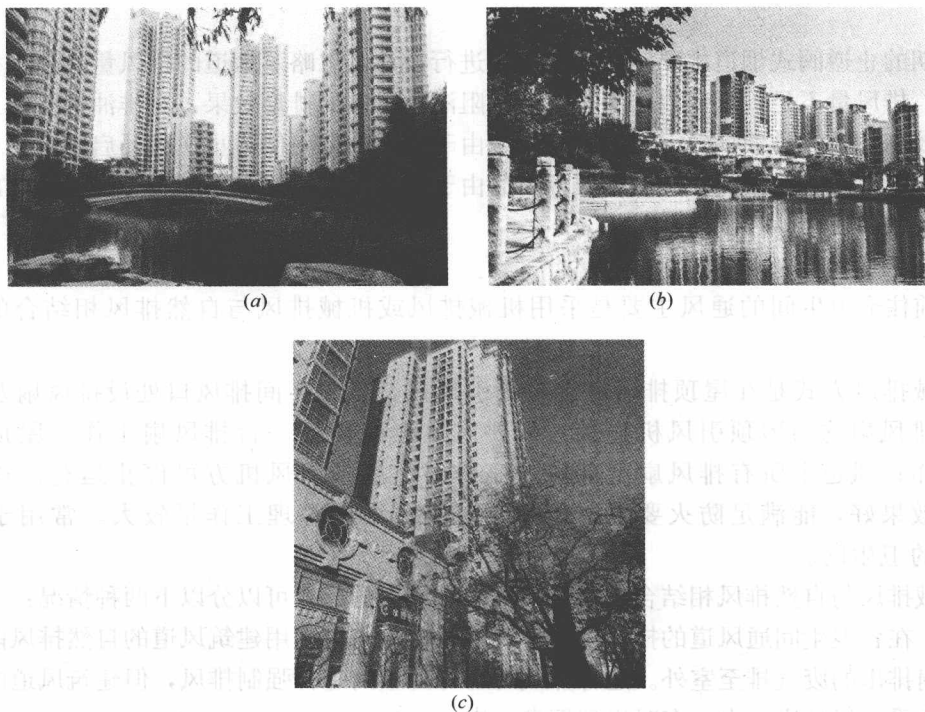


图 1-2 中央机械通风案例

(a) 上海中凯城市之光; (b) 深圳东海岸公寓; (c) 北京光彩国际公寓

1.3 民用住宅通风设计概述

1.3.1 民用住宅通风设计范围

民用住宅通风系统和其他系统设计一样,系统设计的好坏直接影响系统的造价和使用效果。

民用住宅通风系统和其他通风系统的设计方法和步骤大致相同。但因住宅内的余热、余湿量较小,通风的功能也主要是排除室内的污染物,住宅通风系统相对工业通风系统和大型建筑通风系统来说,具有通风量小、风速低、气流组织要求高、系统相对简单的特点。因此,民用住宅通风系统设计有自己的特点。一般来说,设计步骤和范围按如下方式进行:

第一步 根据业主要求,在进行充分技术经济比较的基础上,确定合适、可行、可靠的通风方案。

第二步 针对所确定的方案进行系统划分与布置。一般情况下,住宅通风系统比较简单,设计一个系统即可,布置力求简单。

第三步 负荷计算。根据设计参数和相应规范要求,进行住宅房间热湿负荷计算,并确定房间换气次数。

第四步 通风量设计计算。针对所确定的方案划分系统,进行系统的风量和热平衡计

算,确定送风参数及送风量,并预选风机。

第五步 气流组织设计。通风效果的好坏不仅取决于通风量的大小,还与气流组织是否合理密切相关,合理气流组织可以用较小的通风量达到很好的通风效果。气流组织主要通过合理选用送、排风口的数量、位置及形式来实现。

第六步 通风设备的选型与布置。选择运行可靠、稳定、低噪声的通风机,送、回风口的布置在保证气流组织设计要求的基础上力求简单。

1.3.2 设计中重点处理的问题

住宅通风设计的初衷是创造良好的室内空气环境,满足人们对健康、舒适的居住环境的需求。但如果设计不合理、一些问题处理不当,就可能使得通风效果差、能耗高,还可能造成室内噪声高,室内环境质量下降、维护困难、业主费用增加等不良后果。

因此,住宅通风设计中应处理好通风能耗与室内热舒适性、空气品质之间的关系;处理好系统投资与运行费用的关系;处理好设备安装、噪声、维护对用户及周围环境的影响等。在多层及高层住宅建筑中,当采用公用竖井风道时,则需要处理好户间窜气、窜味等问题。

1.3.3 民用住宅通风设计与节能

设计住宅通风系统引入室外新风是为了创造一个健康的室内空气环境,但在冬天采暖季和夏天空调季,为了将新风处理到要求的空气状态,需要消耗大量的能量。因此,如何设计住宅通风系统,使其既能节能又能满足室内空气品质的要求,是住宅通风设计者必须要考虑的问题。本书通过建立住宅通风效果评价方法和评价体系,使通风系统在满足热舒适性和空气品质要求的基础上,寻求我国民用住宅通风节能途径。

参考文献

- [1] 李安桂. 欧洲自然通风技术研究与设计进展. 制冷空调与电力机械, 2004, 25 (2): 1-8.
- [2] La ventilation dans le tertiaire.
- [3] ASHRAE Standard 62.1-2004. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.
- [4] 徐天柱. 日本住宅的通风设计. 暖通空调, 1995, 2: 40-47.
- [5] 藤井正一. 空气调和・卫生工学便覧. 东京: 空气调和・卫生工学会, 1981.
- [6] 中华人民共和国建设部. 住宅设计规范 GB 50096—1999. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [7] 中华人民共和国建设部. 采暖通风与空气调节设计规范 GB 50019—2003. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [8] 国家质量监督检验检疫总局. 室内空气质量标准 GB/T 18883—2002. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [9] 北京市城乡建设委员会. 北京市居住建筑节能设计标准 DBJ 11-602-2006. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [10] 段小雨, 陈卓. 浅谈高层住宅厨房排烟道系统. 重庆建筑, 2003, 6: 37-39.
- [11] 廉学军. 厨房通风若干问题探讨. 低温建筑技术, 2004, 3: 80, 88.
- [12] 彭荣, 伶连青. 改善住宅排气道防倒灌防串烟串味的空气动力性能研究. 2004年全国暖通空调制冷学术年会论文集, 2004.
- [13] 吕玉民. 厨房通风设计中风机风量与风压的确定. 制冷空调与电力机械. 2010, 1.
- [14] 徐明. 住宅卫生间通风的改进. 住宅科技. 1994, 5: 39.
- [15] 段尖鹰, 谢兆鸿. 民用建筑卫生间通风道排风分析. 山西建筑. 1999, 3: 102-103.

第2章 民用住宅通风设计计算及指标

住宅通风设计时,无论是采用自然通风还是机械通风,都是利用室外的新鲜空气来稀释与排除室内有害气体及气味。而且通风效果的提高不能单纯依靠增加新风量,需要通过改善气流组织以发挥新风的最大稀释效果。

2.1 住宅室内空气品质

室内空气品质直接影响着人的身体健康,已越来越引起人们的关注,而在所有的室内空气环境中,住宅的室内空气环境与人们的关系最为密切。要创造一个舒适的室内环境,必须要有较高的空气品质。住宅的空气品质受很多因素的影响,通风是改善室内空气品质的基本方法。通过加强室内通风,不断地向房间补充新鲜空气,同时置换出室内原有的低质量空气。因此,在进行住宅通风设计计算时,首先应确定室内的空气质量标准,也即各种污染物浓度的限制标准。

2.1.1 住宅室内污染物来源

室内空气污染物的来源是多方面的,主要来源于室内和室外两个方面。室外来源主要是室外被污染了的空气,其污染程度会随时间不断地变化,所以其对室内的影响也是不断变化的。室内来源有两个方面:一是人们在室内的活动产生的,包括人的行走、呼吸、吸烟、烹调、使用家用电器等,可产生 SO_2 、 CO_2 、 NO_x 、可吸入颗粒物、细菌、尼古丁等污染物;二是建筑材料、装修材料和室内家具中所含的挥发性有机物,在其使用过程中可向室内释放多种挥发性有机物(VOC),如苯、甲苯、二甲苯、甲醛、三氯甲烷、三氯乙烯及 NH_3 等。室内空气污染中对人体危害最大的是挥发性有机物,主要有甲醛、苯、氡、VOC等。

1. 甲醛

甲醛是一种无色易溶的刺激性气体,可经呼吸道吸收,其水溶液“福尔马林”可经消化道吸收,主要危害表现为对皮肤粘膜的刺激作用。甲醛的来源:用作室内装饰的人造板材及以甲醛为主要成分的粘合剂;含有甲醛成分并可能向外界散发的其他各类装饰材料,比如贴墙布、贴墙纸、化纤地毯、泡沫塑料、油漆和涂料等。另外某些材料(如香烟及一些有机材料)燃烧后会散发甲醛。

2. 苯

苯是一种具有特殊芳香气味的无色液体,长期吸入会造成神经衰弱,甚至损害人体中枢神经系统和造血组织。装修中使用的胶、漆、涂料和建筑材料的有机溶剂是室内苯的主要来源。

3. 氡

氡是由镭衰变而产生的自然界唯一的天然放射性惰性气体,它无色无味。从房