

JIANKANG HUANJING
—ZHUZHAI CHUFANG PAIYOUYAN XITONG BUFENG CELUE YANJIU

健康环境

——住宅厨房排油烟系统补风策略研究

尚少文 著



东北大学出版社
Northeastern University Press

健康环境

——住宅厨房排油烟系统补风策略研究

尚少文 著

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 尚少文 2018

图书在版编目 (CIP) 数据

健康环境：住宅厨房排油烟系统补风策略研究 / 尚少文著. — 沈阳：东北大学出版社，2018.3
ISBN 978-7-5517-1836-3

I. ①健… II. ①尚… III. ①厨房设备—通风设备
IV. ①TS972.26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 048127 号

出 版 者：东北大学出版社

地址：沈阳市和平区文化路三号巷 11 号

邮编：110819

电话：024-83683655(总编室) 83687331(营销部)

传真：024-83687332(总编室) 83680180(营销部)

网址：<http://www.neupress.com>

E-mail: neuph@neupress.com

印 刷 者：沈阳市第二市政建设工程公司印刷厂

发 行 者：东北大学出版社

幅面尺寸：185mm × 260mm

印 张：6.75

字 数：160 千字

出版时间：2018 年 3 月第 1 版

印刷时间：2018 年 3 月第 1 次印刷

组稿编辑：郭 健

责任编辑：朱 虹

责任校对：叶 子

封面设计：潘正一

责任出版：唐敏志

ISBN 978-7-5517-1836-3

定 价：28.00 元

前 言

近年来,室内空气污染严重影响着人们的身体健康和生活品质,室内环境污染问题已引起人们的广泛关注。在国际上,室内空气质量(IAQ)已成为一个重要研究课题。厨房和卫生间作为住宅室内环境的主要污染源,其气流组织的不合理是导致室内空气质量恶化的一个重要原因。

由于目前住宅厨房采用的排油烟系统普遍存在缺陷,不可避免地造成了油烟等污染物外溢的现象,从而严重污染了室内空气和环境。尤其是在门窗关闭的情况下,自然通风必然受到限制,单靠厨房机械排风的通风方式已不能满足人们对新风的要求。因此一种合理、完整的气流组织形式是良好室内空气品质的必然要求。

本书通过综合分析比较室内气流组织的研究方法,选择采用CFD数值模拟仿真技术中的Fluent软件对住宅室内的气流组织进行模拟研究。针对室内空气流场的湍流流动,选用标准 $k-\varepsilon$ 湍流模型,采用混合型网络划分,通过有限体积法将计算区域进行离散,用Simple算法求解。

运用Fluent软件模拟在灶台上(排油烟机的正下方)增设补风口后住宅厨房、套室内的工作状况,分析不同工况下厨房室内气流速度分布、压力分布、温度分布及浓度分布。探求住宅厨房合理的气流组织形式,平衡室内空气,消除传统系统弊端,解决住宅厨房排油烟系统存在的污染室内空气、增加暖通空调系统能耗等问题。

模拟内容包括以下几个方面:

- (1) 分别对无补风和有补风情况下的厨房内气流分布进行模拟研究;
- (2) 模拟不同的补风形式和不同的补风面积下厨房室内气流的分布情况,确定最佳的补风方式和补风口尺寸;
- (3) 模拟分析不同排风量下,增设补风口后厨房、套室内的气流分布状况;
- (4) 模拟增设补风风道时的补风量及室内气流分布。

研究发现,增设补风不但能解决烹调过程污染物对住宅室内空气污染的问题,还为室内补充了部分新鲜的室外空气,改善了室内空气质量。另外,补充进来的新风为灶口燃料的燃烧提供了氧气,有助燃作用,减少了不完全燃烧产生的有害气体。在占用很少建筑面积的前提下,通过设置竖直补风管道,可以有效地对多层建筑厨房进行集中新风补充。增设补风口的排油烟系统能有效排除厨房污染物,取得对室内空气质量提升的预期效果。

机械排风加补风这种通风方式为住宅厨房通风设计提供了一种合理、可行、节能环保的选择方案,而数值模拟与试验验证结合得出的真实可靠结论也为吸油烟机的设计研

究提供了一定的理论依据。

本书共分八章，内容包括绪论、住宅厨房气流组织及数值模拟研究介绍、住宅厨房机械排风气流组织数值模拟、住宅套内机械排风气流组织数值模拟、住宅室内补风气流对排风量的影响、居住建筑增设补风风道数值模拟、厨房增设补风口气流组织实验测试、结论与展望。

作者多年从事建筑环境与能源应用工程专业的教学及科研工作，通晓本专业的工程实践和开发设计，在室内空气质量保障技术、建筑节能技术、流固耦合、绿色建筑体系等方面均有深入的研究，有关厨房污染物控制的研究成果包括：省部级科研项目、国家及地方标准、补风系统发明专利、学术论文等。

本书凝集了作者关于厨房污染物控制的研究成果，为室内空气品质研究、工程设计和产品开发提供参考和思路。本书撰写过程中得到了学院、教研室和同人们的大力支持，研究生也为本书的成稿做了很多辅助性工作，谨致谢意。

由于作者水平有限，书中的缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

尚少文

2017年12月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 课题的研究背景	1
1.1.1 室内空气污染	1
1.1.2 室内空气污染控制	3
1.2 课题研究的目的和意义	5
1.2.1 研究目的	5
1.2.2 研究意义	6
1.3 国内外研究现状及发展趋势	6
1.3.1 国内外研究现状	6
1.3.2 发展趋势	7
1.4 课题的主要研究内容及方案	7
1.4.1 主要研究内容	7
1.4.2 补风系统设计	8
1.4.3 厨房内补风方式的设置	8
1.4.4 研究方案设计	9
1.5 本章小结	10
第2章 住宅厨房气流组织及数值模拟研究介绍	11
2.1 住宅厨房气流组织	11
2.1.1 空气量平衡	11
2.1.2 补风方式	12
2.1.3 补风系统的设置	12
2.1.4 气流组织的其他影响因素	13
2.2 计算流体力学 (CFD) 法介绍	13
2.3 流体动力学控制方程	14
2.4 湍流数值模拟方法和模型	17
2.4.1 数值模拟方法简介	17
2.4.2 湍流常用基本模型	18
2.4.3 流场数值计算介绍	20

2.5 本章小结	20
第3章 住宅厨房机械排风气流组织数值模拟	22
3.1 模型的建立	22
3.1.1 模拟对象简介	22
3.1.2 数学模型的网格生成	23
3.1.3 模拟工况	25
3.2 厨房气流组织的模拟结果分析	26
3.2.1 补风口形式对室内气流的影响	26
3.2.2 补风口面积对室内气流的影响	32
3.3 模拟结果的小试验证	37
3.3.1 实测平台与测试仪器	38
3.3.2 试验测试参数	38
3.3.3 试验测试点的选择	39
3.3.4 厨房吸油烟机排风量的实测数据分析	40
3.4 本章小结	41
第4章 住宅套内机械排风气流组织数值模拟	42
4.1 户型一的室内气流组织模拟	43
4.1.1 模拟对象介绍	43
4.1.2 数学模型网格的生成	44
4.1.3 模拟工况	45
4.2 户型一室内气流的模拟结果分析	45
4.2.1 工况一的模拟结果分析	45
4.2.2 工况二的模拟结果分析	48
4.3 户型二的室内气流模拟	53
4.3.1 模拟对象介绍	53
4.3.2 户型二室内气流的模拟结果分析	54
4.4 本章小结	63
第5章 住宅室内补风气流对排风量的影响	64
5.1 厨房的模拟数据结果分析	64
5.2 户型一 (50m ²) 的模拟数据结果分析	67
5.3 户型二 (78m ²) 的模拟数据结果分析	69
5.4 本章小结	71
第6章 居住建筑增设补风风道数值模拟	72
6.1 模型的建立	72

6.1.1	模拟对象简介	72
6.1.2	初始与边界条件	73
6.1.3	数学模型网格的生成	74
6.2	模拟工况	75
6.2.1	工况一：多个用户使用	75
6.2.2	工况二：底层用户单独使用	77
6.2.3	工况三：顶层用户单独使用	79
6.3	结论	80
第7章 厨房增设补风口气流组织实验测试		82
7.1	实验测试目的	82
7.2	实验设置	82
7.3	实验的搭建	84
7.3.1	实验测试平台	84
7.3.2	实验的测试仪器	85
7.3.3	测点的选取	85
7.4	实测数据分析	86
7.4.1	工况一：无补风	86
7.4.2	工况二：不同补风口面积对结果的影响	86
7.4.3	工况三：不同排风量对结果的影响	89
7.5	实测与模拟结果对比分析	92
7.6	结 论	93
7.7	节能分析	94
第8章 结论与展望		96
8.1	结 论	96
8.2	展 望	97
参考文献		98

第1章 绪 论

近些年来,随着我国经济高速发展,人民的生活水平发生了质的飞跃。在社会高速发展的今天,人们对生活及工作环境等各方面的要求也上了一个新台阶,追求高品质生活的同时也引发了新的问题——室内空气污染。室内空气污染被视为危害人类生命健康的“隐形杀手”,引起了世界各国相关人士的高度关注。

1.1 课题的研究背景

1.1.1 室内空气污染

1. 室内空气污染

当今,人们正面临着继工业革命带来的“煤烟型污染”和“光化学烟雾型污染”之后的第三环境污染时期——“室内空气污染”。美国已经将室内空气污染视为危害人类健康的五大环境因素之一。世界卫生组织也已将室内空气污染归类为影响人类健康的10大威胁的行列中。

及时补充室外新鲜空气不仅是良好室内空气品质的保证,也是满足人们对高生活品质和身体健康的基本要求。然而根据美国的有关调查表明,在室内空气中可以检测到500多种挥发性有机物,其中20余种是致突变物或者致癌物。大量医学研究结果表明,室内空气污染还会引起“致病建筑综合症”,症状包括眼、鼻和喉部干咳痒,皮肤干燥瘙痒,头痛、头晕恶心,注意力不易集中和对气味敏感等。对于我国各城镇住宅室内污染物的大量调查发现:我国住宅普遍存在不同程度的室内空气污染,其中主要的污染物是:甲醛(HCHO)、氡(Rn)、苯系物及挥发性有机物(VOC),其中世界卫生组织已把苯系化合物确定为强烈致癌物质。而且如果人们长期暴露在这种生活环境下,与这些污染物发生长时间的接触,受危害较轻者一般会有咽喉不适,并且伴有头痛、嗜睡等症状,有的人还会有轻度黏膜刺激等病症,严重的患者则可导致死亡。

厨房、卫生间与人们生活联系最为密切,是住宅建筑的核心部分,同时也是住宅中的两个主要污染源。厨房中燃料燃烧及烹饪过程中所产生的油烟气,会产生大量CO、氮化物、硫化物和有机、无机气体污染物等,这些一般都具有腐蚀性和毒性,如果人们长期接触将导致“三致”:致突变、致畸形、致癌。大量有关流行病的调查研究结果显示:中国妇女肺癌发病率居世界前列,排除吸烟因素外,烹调油烟是其主要危险因素之

一。

2. 厨房污染物的产生、危害的机理

我国传统城市住宅的厨房在设计上具有空间小、位置隐蔽的特点，根据我国生活饮食的传统习惯，烹饪时间长而且用油量大，通常情况下厨房新风补充不足，造成厨房烟气浓度过高，滞留时间长。在烹调过程中烹调油的加工、燃料燃烧都会产生更大量甲醛气体。以上这些原因都会加重室内污染物的含量，进一步恶化室内环境。尤其是在冬季门窗关闭，厨房烟气对室内环境的影响尤为明显。

厨房废气包括油烟废气和燃料废气两大类。油烟废气主要是食用油和食品加热过程中产生的油烟雾。油烟废气是食用油脂煎炸食物时发生剧烈化学变化后产生的成分复杂的混合物。在高温作用下，食用油和食物本身所含的脂类发生热氧化分解，食物中的碳水化合物、蛋白质、氨基酸发生美拉德反应，同时上述反应的中间产物相互作用发生二次反应。油烟的成分极其复杂，有关研究表明，油烟成分至少由 300 种物质组成。烹调油烟中有饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸，氧化裂解后多种短链醛、酮、酸、醇，有害的丁二烯、乙烯酸高分子聚合物及有致癌作用的苯并芘等。其中有些污染物会刺激人们的眼睛及呼吸道，诱发心血管疾病，醛类衍生物能使动物细胞产生致突变现象。

燃料不完全燃烧产物中黏稠度大的可吸入颗粒物，在肺内不易被清除，对肺损伤较大，而且颗粒物中还含有大量的直接和间接的致突变或者致癌物质；另外，厨房烟气中含有一些易形成积尘的飘尘物，长期积累会粘附在物体表面，严重影响室内环境卫生。即便使用电磁炉等电灶，烹饪时也会产生大量的 CO₂，SO₂，CO，NO，可吸入的微粒粉尘，环芳香烃类致癌物，噪声等。几种常见有害物对人体的危害见表 1-1。

表 1-1 几种常见有害物质对人体的危害

有害物质	对人体的危害
二氧化碳	当空气中含量大于 5% 及氧含量不足 15%，出现胸闷、头痛、呼吸困难
二氧化硫	与空气中的水生成硫酸和亚硫酸，对上呼吸道有刺激作用，对设备有腐蚀作用
一氧化碳	低浓度产生头痛、头晕、眼花、乏力、恶心等，高浓度时长时间接触，可导致死亡
氮氧化合物	有 NO、NO ₂ 、N ₂ O ₄ 等。可引起变形血红蛋白的形成，危害神经系统；含量为 150ppm，对呼吸系统有刺激作用，可导致呼吸道和支气管炎，严重时会发生肺水肿
粉尘	携带各种细菌，吸入体内，有害健康
油蒸汽	含有苯并芘（BAP），危害人体健康，降温后凝结成微小油滴，悬浮在空气中形成油雾，附着在厨房各部表面形成污垢
水蒸气	加快电气设备腐蚀
高温气体	人体汗液蒸发过多，导致脱水，体温升高，有害健康

这充分说明住宅室内空气品质（IAQ）状况着实令人担忧，解决室内空气污染问题已经刻不容缓。一般采用的改善室内空气品质的方法有：采用通风技术、安装室内空气过滤器、采用空气负离子技术等，而既简单又有效的措施是向室内送新风，进行通风换气。

3. 住宅厨房存在的通风问题

以往人们大都采用开窗、开门等自然通风的方式来改善室内空气品质,但随着生活方式的日益改变,空调技术的不断进步以及门窗的密闭性能的大大提高,特别是对于在冬季采暖和夏季制冷期间需要密闭门窗的住宅,仅仅靠自然通风方法已经不能满足人们对良好空气品质的要求。调查表明,70%以上的北京居民在冬季每天都需要开窗通风。然而目前通风量难以控制,故在冬季开窗所得的通风换气量远远超过了维持室内空气品质所需的换气量,这就会造成冬季供暖的热损失。在我国北方地区,自然通风方式受到室外噪声大、气候条件恶劣等各种条件的限制而不能开窗,在此情况下如何保证冬季室内合理的通风换气,已经成为当前较为突出、亟待解决的问题。

吸油烟机只是厨房通风系统的一个组成部分,完全靠它来有效地排除污染物几乎是不可能的。因为根据风量平衡原理,即排风量必等于送风量,这一点是不以人的意志为转移的。若室外空气补充不足,则就不能够有效地把室内的污染空气从排风罩排出,因此就会降低室内空气品质,这也是目前经常遇到的问题。解决厨房内污染物向其他房间扩散问题的关键在于能否合理地分配有、无组织补风的比例,建立适当的压力梯度。这就需要设计合理的通风方式,在室内形成合理的气流组织以减少或消除厨房油烟等污染物对人体健康所造成的危害。

1.1.2 室内空气污染控制

1. 现有住宅通风方式

经过几个世纪的长期发展,现有住宅通风方式主要有以下两种。

(1) 自然通风

我国《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736—2012)中明确:消除建筑物余热、余湿的通风设计,应该优先利用自然通风方式。目前我国大多数民用住宅建筑仍采用自然通风方式,这种通风方式仅仅靠进入的室外新风来实现室内的通风换气,在高层公寓建筑中自然通风仍是最主要的通风方式。

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造成的热压,促使空气流动,使得建筑室内外空气交换,保证室内获得新鲜空气,带走多余的热量,不需要消耗动力,节省能源,节省设备投资和运行费用,因而是一种经济有效的通风方法。但自然通风也受到许多条件的限制,不能提供稳定的气流和保证室内空气品质。2004年,有学者对北京和上海的民用住宅建筑的自然渗透换气次数进行了详细的测试,测试包括15个普通民用住宅的33个测试房间,测试方法采用示踪气体浓度衰减法,测试数据表明,仅仅依靠自然通风方式几乎无法达到人员对室内新风的要求。

(2) 机械通风

机械通风则是依靠换气扇或吸油烟机等提供的动力,将厨房内的油烟等污染气体排至室外。机械通风方式结构较简单、价格低廉、安装方便,普遍应用于城镇住宅等民用建筑。

机械通风是一种能够实现有组织的通风换气的方式,从而能够保证良好室内空气品质,满足人员的舒适性要求,使人们的生活环境更加舒适健康。但它也存在一定弊端即

需要消耗一定的能源。但只要能够综合考虑各方面的影响因素,通过合理的通风方式来优化室内的气流组织,则是一种非常有效的改善措施,这样就能够满足节能降耗的要求。

2. 厨房排风系统的类型

(1) 自然排风方式

控制厨房油烟污染物最简单的方法就是有组织地利用风压和热压来进行自然通风。在建筑平面设计时,通过利用厨房所处位置稳定的主导风向来组织形成穿堂风,将厨房布置在居室的下风区,使室外新风首先经过居室后再穿过厨房,然后将污染空气排至室外。如果主导风向是多变的,则需要利用厨房的门窗形成独立的穿堂风,也可利用楼梯间和厨房组织对流通风,或者利用天井组织对流通风。但由于自然通风要受到室外气温、风向等各种条件的约束,不仅无法保证定向通风的形成,还不能保证在任何情况下都会有穿堂风可以携带走被污染的空气。

(2) 机械排风方式

机械通风方式充分运用了烹调过程中形成的热羽气流,并结合吸油烟机风机在炉灶上部形成的负压,从而控制油烟等污染物向其他区域扩散。直接在厨房外墙上安装轴流式排风扇是最简单的机械排风方式。但是由于轴流式排风扇压头低,遇到高速迎风气流时会导致排气不畅或者产生倒灌现象,同时油烟会严重污染排风扇及其安装位置附近的内外墙面,而且排出室外的污染气体还会飘落到周围的建筑物上,或者遇风后又进入附近门窗,与邻居形成交叉污染。

(3) 厨房补风方式

局部机械排风是我国现在普遍采用的厨房通风方式,所以为使吸油烟机达到有效地排除厨房污染物,促进住宅房间的通风换气,在通风设计时应加强整体设计,合理设计室内气流组织形式。特别是对于采用气密性等级较高的门窗的高层住宅建筑,更应考虑引入新鲜空气,对厨房以及住宅其他房间进行补风。

根据规定补风量一般应为排风量的 50% 左右,按照这个标准进行计算,通常考虑把补风口开设在外墙上,补风口开设面积的大小应当按照当地室外气流流速、风向等条件来确定。对于应将补风口的位置设置在室内哪一具体位置这一问题,目前国内外研究学者正在进行各种补风方式的研究分析。但不论哪种补风方式都应该满足当室外补充气流掠过室内人员的主要工作区时,一定不能存在补充气流发生短路的现象,从而导致污染空气滞留,在室内出现污染空气死角,严重影响室内空气品质。

3. 我国吸油烟机现状

在 1993 年,我国颁布了吸油烟机的行业标准《吸油烟机》(QB/T1816—1993),该标准于 1999 年和 2011 年进行了修订,通过建立这样的行业标准,对吸油烟机这一家电产品的一些参数进行了设定,如风量大于 $7\text{m}^3/\text{min}$ 、风压大于 80Pa、噪声小于 74dB(A) 等。但是吸油烟机也存在这样一个现象,随着使用时间的增长,油烟机上会附着大量的油烟在壳体和叶轮上,这就使油烟机的效率大大降低,不能达到规范中的要求。而且使用较长时间后,其工作时所产生的噪音增大。到目前为止,我国住宅厨房吸油烟机油烟净化技术仅停留在静态处置的思维范畴。

油烟机将烹饪所产生的油烟、污染物、悬浮颗粒及所产生的废热的混合物排至室外,在厨房内的气体是空气和少部分烹饪所产生的污染物和固体颗粒的混合物。虽然烹饪所产生的污染物与油烟机排出的风量相比很小,但是由于条件的限制,污染物不能全部排出,对室内造成了污染,影响室内空气品质。所以,本课题中考虑,排风是空气和污染物混合物,灶台处产生污染物,补风口处为空气。

炉灶和人是系统内的两个热源,炉灶的发热量根据《餐饮业油烟排放标准》中的数据,设为46kW。查《空气调节设计手册》得中等劳动的散热量为236W,即人的散热量为236W。

1.2 课题研究的目的是和意义

1.2.1 研究目的

由于目前住宅建筑中通常存在以下几个问题。

(1) 由于交通噪声、室外空气质量及气候,或是户型设计的缺陷等的影响,无法正常开窗通风,使得住宅普遍存在通风不足的问题。

(2) 现代建筑为了保证室内舒适度,减少热量散失,房屋的门、窗越来越紧密,可开启的窗户越来越小,关闭外窗时吸油烟机的排烟量大幅降低,不能满足厨房换气要求,厨房、卫生间排气道产生严重窜气现象。若采用开窗方法解决,会产生侧向气流影响排油烟效果,在冬季和夏季又造成大量的能量损失。这将大大影响住宅的通风效果,使室内污染物,尤其是厨房与卫生间的污染空气得不到及时清除而导致严重的空气污染。

(3) 厨房内产生的油烟等污染物的扩散不仅会污染厨房室内空气,还可导致污染物扩散至相邻房间内,污染室内空气,降低空气品质,对人们的日常生活环境造成不良影响。

因此,要从根本上改善住宅厨房的室内空气品质,重要的手段就是设计合理的有组织通风,它既可减少过量通风换气导致的能源损失,还可以保持良好的室内空气品质。

与此同时,也需考虑到,如果把补偿气流引入通风系统,首先最大问题就是怎样把室外新鲜空气引入厨房。补偿气流在排风罩的捕获区可能产生局部紊流,导致不能有效地排除污染物,降低排风罩捕获污染物的能力,引起人员不舒适感。一般补风速度是排风罩的捕获能力影响因素之一,补风量越大,负影响越明显,而且补风气流过冷或者过热都破坏工作环境的舒适性。补风的引入方式一定程度上将影响排风罩的实际使用性能。

本课题研究在厨房设置补风装置,当吸油烟机工作时进行补风,既加大了排风量,增强了吸油烟机的排烟效率,又避免了由于负压导致厨房、卫生间排风道的污浊空气进入室内。同时,补风减少了经吸油烟机排除的室内空气量,减少了暖通空调系统的冷热量的损失,达到节能目的。

1.2.2 研究意义

传统研究是通过运用模型实验得到的经验或半经验公式对厨房气流组织进行计算,但对于复杂空间,由于受模型实验条件的限制,难以准确地描述室内气流分布。目前我国已经开展了进行气流组织数值模拟的研究工作,取得了一定的研究成果。但多数研究工作是对房间气流组织的二维模拟。因此对住宅内厨房、卫生间气流组织进行研究分析具有重大的实际意义。

(1) 通过设置补风口,形成气流幕墙,有效控制油烟等污染物的扩散,防止厨房和卫生间污染空气扩散至其他房间;

(2) 增加厨房新风量,提高室内空气品质和舒适性;

(3) 起到辅助燃烧的功效,减少不完全燃烧产物对人体的危害;

(4) 降低抽烟油机能耗,从而达到节约能源的目的;

(5) 提高吸油烟机工作效率,节省电能;

(6) 对住宅厨房的设计具有一定的指导意义。

1.3 国内外研究现状及发展趋势

1.3.1 国内外研究现状

近些年来,各国家对于居住建筑厨房及其配套设备的发展已趋于完善,并向多样化、高档化发展。越来越多的用户认为住宅设施越来越成为社会地位的象征,而厨房又是最重要的功能房间。结合我国的国情,基本上接近新加坡和韩国的水平,由文明型过渡到舒适型。

提高居住建筑厨房的环境质量,消除各种因素造成的室内环境污染,对此,要提高空气质量,采用先进的技术手段解决厨房卫生间污染给人体健康造成严重危害的问题。从查阅的大量资料总结出目前改善厨房空气质量的方法有以下两点。

(1) 人们通过改进油烟机的结构、外形、风口形状等增加油烟机的排烟效果;

(2) 人们通过有组织的机械通风改善厨房内的空气质量。

有组织的机械通风由于其效果明显,操作直接被人们深入研究,目前国内研究的住宅厨房补风方式包括在厨房的墙壁上不同位置,设置不同大小的补风口,在油烟机上自设补风装置、与排风烟道等同的补风道等。

日本公寓式住宅的厨房必需换气量是 $300 \sim 450 \text{ m}^3/\text{h}$,我国学者也对城镇民用住宅建筑做了大量的调查研究,我国住建部根据研究结果推荐人们采用 LQ 系列吸油烟机,这种吸油烟机的额定排风量为 $250 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

国外学者 Fisher D 从能效角度分析研究了厨房排风罩的性能,提出合理的气流组织是良好室内空气品质的必要保证。

Boulder 和 San Ramon 对改善商业厨房通风系统的设计进行了研究,改善了商用厨

房通风不足的缺点。

Arnolds Kaufman 等人对于吸油烟机排风罩的研究进行比较早。在 1975 年他们就深入研究排风罩性能,研制出了可变角度的吸油烟机补风系统,从而在很大程度上提高了室内空气品质。

国外有些研究学者还对新式吸油烟机颇感兴趣,他们研究带有风幕的新型吸油烟机排风罩,在如何实现循环风和非循环风方面也做了较系统的研究分析,为带有风幕的新型吸油烟机的设计提供了理论基础,促进了吸油烟机的改良。

通过以上介绍,国内外学者对吸油烟机的研究已经有很多,但都没有考虑过在厨房灶台上增设补风口工况下对厨房内空气品质的影响,本书选择平型吸油烟机,并研究其增设补风口,进行自然补风后对厨房、卫生间、客厅的空气品质及冬夏节能效果的影响,以期得到最优的模式。

1.3.2 发展趋势

鉴于我国目前住宅建筑的室内环境存在的严重污染问题,改善室内空气品质的呼声一度高涨,经过对各个室内空气污染因素和改善室内空气品质措施的综合分析,采用有组织的机械通风方式势在必行。前面系统地分析了国内外普通住宅建筑中存在的空气污染问题,由于增设补风系统的住宅厨房排油烟系统在解决这一问题方面具有很大的优势,故在国内外普通住宅设计中增设补风的排油烟系统已成为推广价值最高的一个改善室内空气品质的方案。在结合我国国情的基础上对住宅补风系统的气流组织进行的深入研究,现今人们广泛关注对于其影响因素以及变化规律等方面的研究分析。希望从中找到最适合我国住宅排油烟系统的补风方式,改善我国的室内空气污染现状。今后的住宅通风系统设计将会更加注重标准化、规范化和人性化。

目前国内研究住宅厨房机械排风系统的补风方式主要集中在以下两个方面。

(1) 在住宅建筑外墙上不同位置开设大小适宜的补风口,从室外引入一定量新风,达到稀释室内污染物,为人们提供新鲜空气从而满足人们对舒适度的要求。

(2) 设计带补风装置的新型排风罩,在排除厨房油烟等污染物的同时,补充一定的室外新风,达到补风效果。

1.4 课题的主要研究内容及方案

1.4.1 主要研究内容

本课题主要通过实验测试和软件模拟结合的方式,对住宅厨房吸油烟系统不同工况进行研究。

1. 实验研究

实验对象的选择:有独立的厨房,厨房设置有门、窗、灶台及吸油烟机。

对实验对象在各工况下进行测量,记录数据。主要测量的数据有:

- (1) 测得厨房、门、窗、门窗缝隙、吸油烟机、灶台的尺寸及其距地面的距离。
- (2) 在门窗关闭的情况下,测得室内外压差、设置补风装置后的室内外压差、排风罩处拾取点速度值以及补风口处速度。
- (3) 测得油烟机运行在有补风时,厨房内几个测点的污染物浓度及其温度,以及室内测点的污染物浓度与温度。

2. 模拟研究

通过 Fluent 模拟软件,建立模型,通过对居住建筑厨房进行三维模拟,与实验数据相比较,获得较可靠数据:

- (1) 在厨房门窗关闭的情况下,进行模拟得出污染物浓度分布、温度分布及压力分布。
- (2) 在厨房门窗关闭的情况下,对于所设补风口不同工况下,进行模拟得出污染物的浓度分布、温度分布及压力分布。
- (3) 补风口不同工况下,对邻室的影响。
- (4) 在建筑内部设置补风道,补风道对各层建筑房间的影响。
- (5) 对比各补风工况下,对室内环境的影响,分析结果。

1.4.2 补风系统设计

设置一与排烟管道并行的补风管道,由新风口从室外引入新风,在各层设置支管引至在灶台上方设置的补风口,对厨房进行补风,得到较合理的气流组织,提高厨房空气品质和居室环境的舒适性。通过吸油烟机,将室外新风吸入厨房,形成气幕,阻挡锅口产生的油烟等污染气体扩散。

- (1) 根据补风量与空气品质、厨房面积、排油烟量关系分析,确定补风量。
- (2) 确定补风方式,通过对比模拟机械补风、自然补风情况得出较合理的补风方式。
- (3) 补风口大小、位置、形状确定。本课题设置条缝型补风口,设定两种补风口位置。

1.4.3 厨房内补风方式的设置

小试验时,在厨房窗户处设置一管道,从室外引入新鲜空气,连接至补风装置。在压差的作用下对厨房进行补风,提高厨房的空气品质。本课题在实验时,暂不考虑其敷设情况,直接将此补风管放置厨房的窗口处(将窗户处做密封处理),直接连接在补风设备上的连接管段。如图 1-1 和图 1-2 所示。

此设备为一补风设备,四周设置条形补风口,面积通过在补风口处用木条调节其大小,通过油烟机单独运行排风,自补风口处向室内补风,形成空气幕,阻挡污染物向外扩散,从而提高厨房内的空气品质。根据厨房的体积和油烟机排烟量的关系分析,确定风量的大小;所制作实验设备为四面补风,根据各用户的不同,将其设置成两种工况,三面补风及四面补风。改变补风口的面积大小,来确定不同补风口面积对补风效果的影响,以得到最佳效果。改变油烟机风量大小,以确定哪种风速下补风效果最佳。



图 1-1 补风装置图

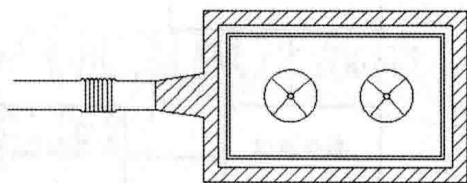


图 1-2 补风装置平面图

1.4.4 研究方案设计

本课题通过 Fluent 软件结合实验测试完成。首先进行补风系统实验研究，然后进行实验测试及软件模拟，继而对研究成果整理分析。

在 Gambit 中绘制模拟对象三维图形，并进行合理和良好的网格划分；在边界面上进行局部加密网格划分处理；划分计算网格，生成计算节点；建立控制方程，确立初始条件和边界条件；将网格导入 Fluent 主程序，进行计算；显示和输出计算结果。

软件设置完毕后，确定典型实验房间类型，选择实验对象为 $2.7\text{m} \times 2.3\text{m}$ 的厨房，平面图如图 1-3 所示。然后按照如下步骤进行：

- (1) 测试方案确定；
- (2) 实验仪器安装调试；
- (3) 实验测试；
- (4) 最后，将模拟结果与实验结果进行比对，得出结论。

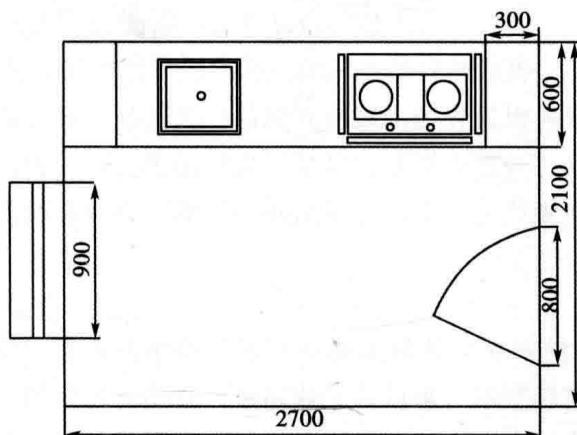


图 1-3 厨房平面结构