

一种风幕式抽油烟机的实验研究

史漫兴, 王汉青, 王志勇, 陈裕

(湖南工业大学 土木工程学院, 湖南 株洲 412008)

摘要: 通过对厨房油烟扩散机理的分析和模型实验, 研究了影响油烟控制的各种因素, 采用实验与计算流体力学仿真技术相结合的方法, 对不同情况下油烟罩的油烟控制性能进行了比较、分析, 设计出了一种新型节能型抽油烟机。

关键词: 抽油烟机; 油烟; 射流

中图分类号: F276.6

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2008)03-0020-04

Experimental Research on New Design for Wind-Curtain Lampblack Presser

Shi Manxing, Wang Hanqing, Wang Zhiyong, Chen Yu

(School of Civil Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

Abstract: In view of analysis of kitchen fume diffusion mechanism and experimental model, various factors to the fume control are studied. With the method combining experiment and simulation technology of hydrodynamic calculation, a new energy-conservation wind-curtain lampblack presser is designed by comparing and analyzing the control characteristics of oil hood under different conditions.

Key words: lampblack presser; lampblack; jet

普通抽油烟机的安装高度一般为700~1 050 mm, 而风机的有效作用半径一般在400 mm左右, 这样, 油烟在锅面一产生, 很大一部分就会顺罩沿外溢, 四处蔓延, 进而污染厨房环境, 侵害居民健康^[1-3]。若要提高抽油烟机的抽吸效果, 必须降低其安装高度, 但是这样就会影响烹调操作, 甚至引起火灾。所以, 设想在集气罩周围利用射流风幕, 形成一个较大的空气腔, 以增大控制区域, 使油烟不向外溢出, 从而保证厨房的清洁。

1 普通烟机油烟外溢的原因分析

假设热源为灶具上的炒锅, 锅内放入植物油, 油面直径 D 为240 mm, 油面至灶台净高100 mm, 抽油烟机的安装高度700 mm, 则抽油烟机下沿距油面的距离 d 为0.6 m, 见图1。

热气流在抽油烟机下沿的直径 D_c 可由中国医学科学院卫生所提出的公式 $D_c=0.36d+D=0.456$ m计算^[4]。

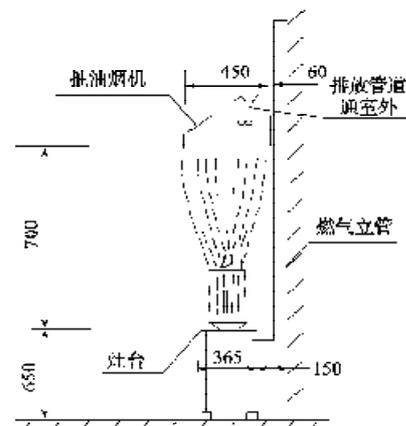


图1 灶具的传统安装方式

Fig. 1 The installation method of domestic appliance

收稿日期: 2008-03-19

作者简介: 史漫兴 (1983-), 男, 湖南长沙人, 湖南工业大学硕士研究生, 主要研究方向为建筑环境设备与计算机仿真。

若再考虑上升热气流可能的偏斜, 外界横向气流的影响, 抽油烟机吸口中心与灶具中心的对正误差等因素, 实际热气流直径更大。显然, 这是普通抽油烟机尺寸难以达到的。

当抽油烟机内部的引风机运行时, 集气罩内吸风口处产生负压, 对油烟的捕捉可近似地看成点汇式抽吸(见图2)。

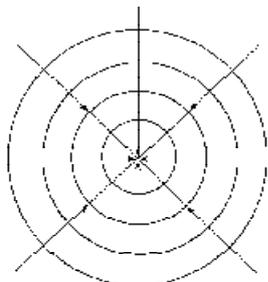


图2 点汇式抽吸图

Fig. 2 The aspiration point-converge

回风气流从四面八方流向风口, 流线向回风点集中, 形成点汇, 等速面以此点汇为中心近似于球面。在吸风气流作用区内, 任意2点间的流速与距点汇的距离的平方成反比, 这就使点汇速度场的气流速度迅速下降, 吸风所影响的区域范围变得很小(见图3)^[5,6]。

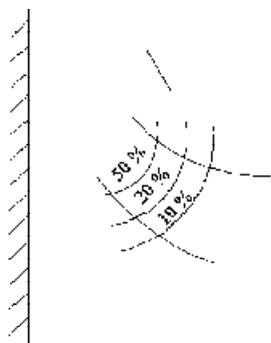


图3 抽油烟机速度场分布

Fig. 3 Speed field distribution of lampblack presser

经研究, 灶具烹饪的热射流比抽油烟机回风气流的影响大得多, 因此厨房抽油烟的气流流型主要取决于热射流。现用的抽油烟机布置形式不可避免地出现油烟外溢现象。

2 实验模型

从以上分析可以看出, 改变热气流的流向和增大抽油烟机的控制范围是减少油烟外溢的有效途径。所以, 实验时在集气罩周围利用射流风幕生成的空气腔来增大控制区域。

实验是通过改装一台深吸式抽油烟机来进行的。本实验选用输入功率为180 W, 风量为15.5 m³/min的

CXW-180型深吸式吸油烟机。在吸油烟机周围用0.8 mm的镀锌薄板围成一个外罩, 外罩与烟机外壁之间留有20 mm的空隙宽度(即射流口宽), 以形成导流通道, 导流通道内设导流片; 外罩与烟机后壁之间有一个空腔, 相当于静压箱; 外罩后壁设有风机, 向空腔送风(见图4)。

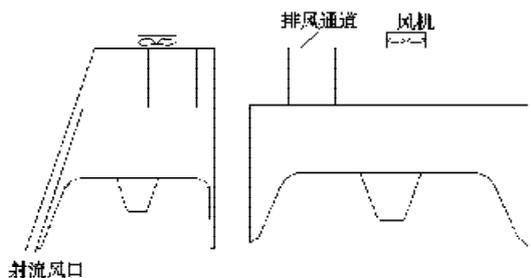


图4 风机剖面图

Fig. 4 The sectional drawing of fan

考虑到风量的损失, 最大送风速度取2.5 m/s, 射流口宽度20 mm, 射流口截面积为:

$$(0.8 + 0.5 \times 2) \times 0.02 = 0.036 \text{ m}^2,$$

则所需风量为:

$$0.036 \text{ m}^2 \times 2.5 \text{ m/s} = 0.09 \text{ m}^3/\text{s} = 324 \text{ m}^3/\text{h}.$$

根据风量选择型号为150FZY2-D, 输入功率为30 W, 风量为330 m³/h的轴流式风机。

3 安装高度的确定

烟机安装在燃气灶正上方, 保持整机水平。为便于烹饪操作, 油烟机的最佳安装高度为600~750 mm。本实验中安装高度选用700 mm。

4 CFD软件的模拟结果

以油烟释放速度 V_s 为1.0 m/s作为计算中采用的最不利工况, 考虑到人体对于射流的吹风感以及射流速度对于油烟捕集的影响, 吹风速度 V_c 设定为0.9 m/s^[7]。选定不同吹风角度 β 为: 0°、15°、30°、-120°, 分别计算在2个不同排风速度 V_p 下的各种排风情况, 得出的流场图如图5、6所示。

由图5、图6可以看出, 这种罩内送风的方式能够直接在罩内部形成一个诱导气流, 随着排风速度的增大, 这种诱导作用加强。在排风速度较小(如图5中 V_p 为1.2 m/s)时, 有少量的油烟无法及时排出; 排风速度增大到1.7 m/s(如图6所示)时, 射流形成的风幕隔断油烟与罩外空气, 使油烟全部被控制在罩下部区域。考虑风幕射流角度 β 的变化: 在 $\beta = 0^\circ$ 时, 射流风幕的气流全被排油烟机排出, 优于 $\beta = 15^\circ$ 的情况。所以, 最佳射流角度采用0°。

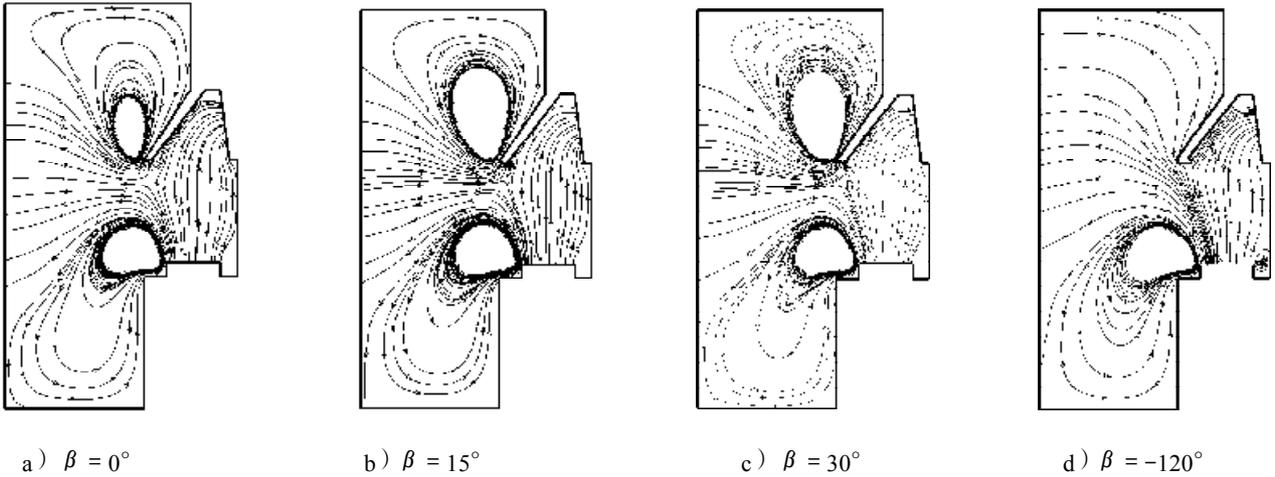


图5 $V_p=1.2$ m/s 时的流场图
 Fig. 5 The flow field diagram while $V_p=1.2$ m/s

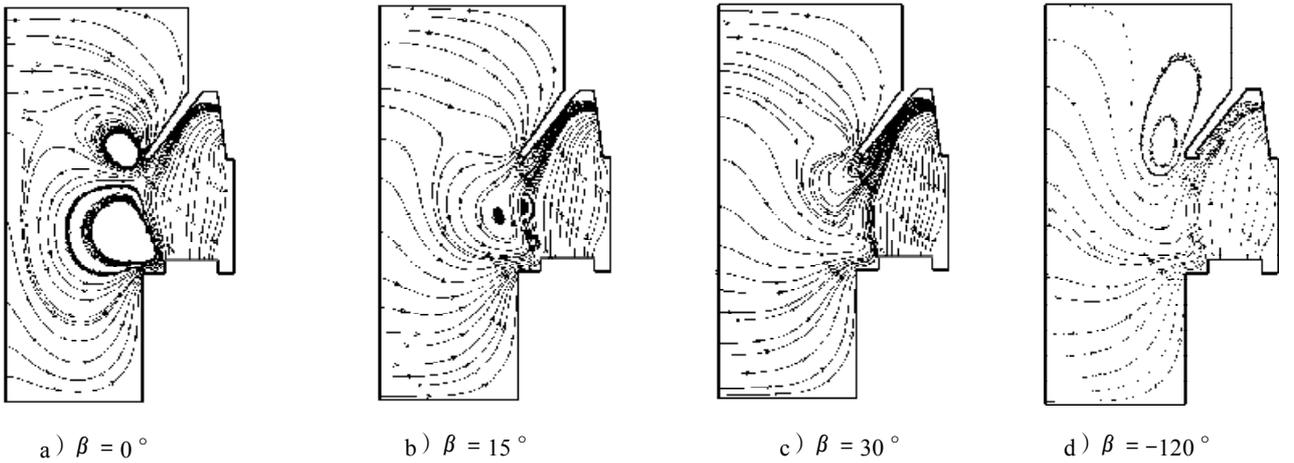


图6 $V_p=1.7$ m/s 时的流场图
 Fig. 6 The flow field diagram while $V_p=1.7$ m/s

5 实验过程与结果

抽油烟机实物如图7所示。通过调速器改变射流口风速，测量抽油烟机各测点风速，测点布置如图8所示，测量结果如图9所示。

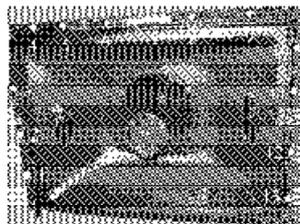


图7 烟机实物图
 Fig. 7 The factual picture

图8 射流风口的取点
 Fig. 8 Each point on tuyere

取适量植物油倒至炒锅，然后点燃燃气灶，并启动抽油烟机。当炒锅内油烧开并产生油烟时，利用数

码相机进行拍照，得到不同射流风速时的排烟情况，如图10所示。

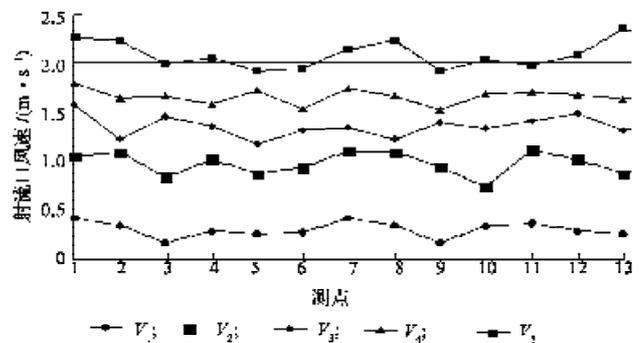


图9 各点风速的折线图
 Fig. 9 The line graph of wind speed

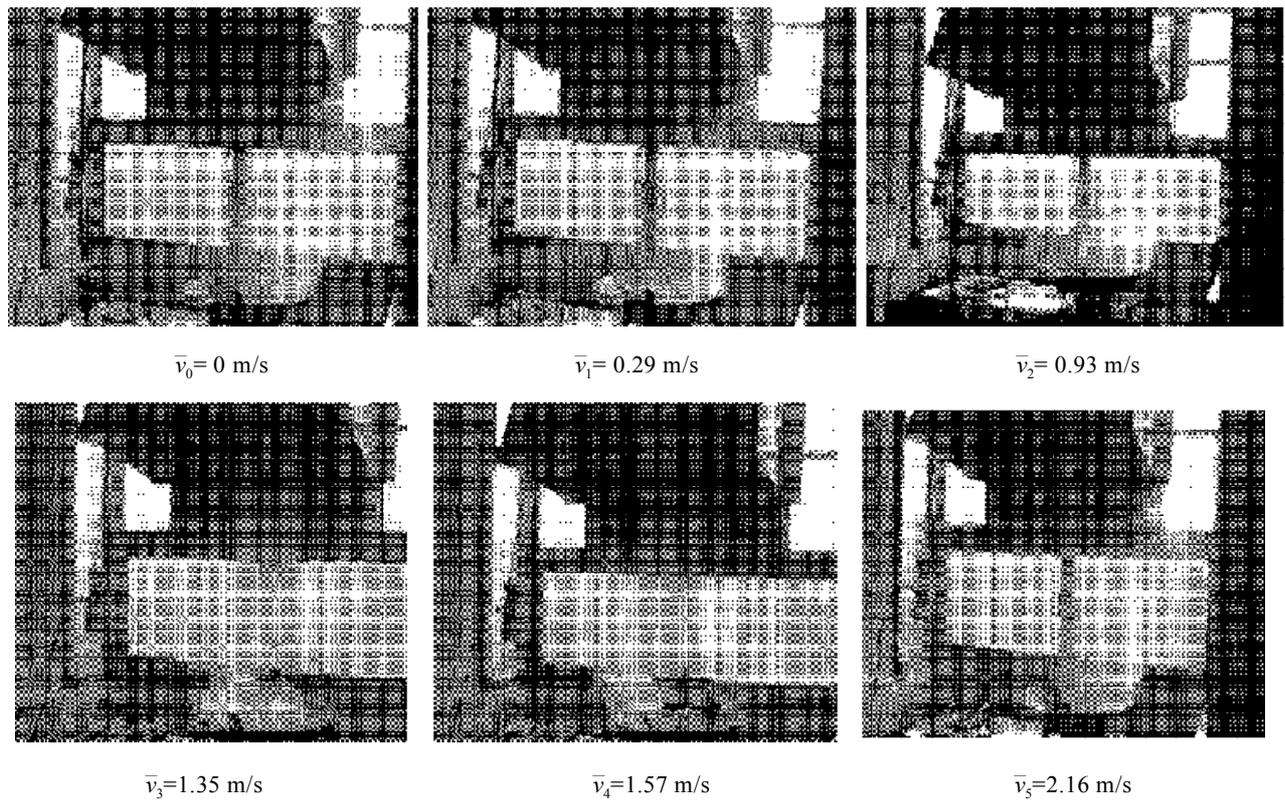


图 10 不同射流风速下的排烟情况

Fig. 10 The smoke exhaust under different conditions

从图10可以看出,当送风速度较小(如 $\bar{v}_1=0.29\text{ m/s}$)时,该烟机的排烟效果与普通烟机相似,风幕未起到预期作用;而射流风速过大(如 $\bar{v}_5=2.16\text{ m/s}$)时,部分油烟在上升过程中受射流口气流的影响,从集气罩下方逃逸,扩散到室内,污染室内环境;只有当射流风速的取值在一个适当的范围内时,射流风幕才能把油烟释放的区域与人员工作区域分隔开,使油烟基本上被控制在罩下部区域。通过实验得出射流风速的适当范围为 $v_s=0.8\sim 1.4\text{ m/s}$ 。另外,普通抽油烟机在捕集油烟的同时,也把部分室内空气抽出,带走了大量的室内空调空气,这是厨房普通抽油烟的另一种形式的耗能。本实验研究的新型风幕式抽油烟机,通过抽取室外空气为室内补风,减少了空调能源的流失,具有较明显的节能效果。

6 结语

本文分析了一般情况下油烟外溢的原因,设计了一种新型的风幕式抽油烟机,模拟计算了使用该抽油烟机时厨房室内的气流组织形式,确定出该烟机的结构和最佳送风角度。通过实验证明了这种新型烟机具

有较为理想的控烟和节能效果。

参考文献:

- [1] 朱利中,王静,江斌煊. 厨房空气中PAHs污染特征及来源初探[J]. 中国环境科学, 2002, 22(2): 142-145.
- [2] 王凯雄,朱杏冬. 烹调油烟气的成分及其分析方法[J]. 上海环境科学, 1999, 18(11): 526-528.
- [3] 艾效逸,付忠诚,潘树源,等. 厨房空气污染的调查研究[J]. 煤气与热力, 1997, 17(3): 30-33.
- [4] 天佑,梁凤珍. 工业通风除尘技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1984.
- [5] 林润泉,王岳人. 住宅厨房排油烟系统设计与研制[J]. 暖通空调, 1992(5): 3-6.
- [6] 卜维平,张泰基. 厨房排油烟机油烟捕集效率的测定[J]. 暖通空调, 1992(5): 7-9.
- [7] California Energy Commission PIER Program. Design Guide: Improving Commercial Kitchen Ventilation System Performance[R]. California: [s.n.], 2006.

(责任编辑:张亦静)