

安科瑞餐饮油烟监测云平台-烹饪油烟污染的危害及其控制技术研究现状

产品名称	安科瑞餐饮油烟监测云平台-烹饪油烟污染的危害及其 控制技术研究现状
公司名称	安科瑞电气股份有限公司
价格	.00/件
规格参数	品牌:安科瑞 型号:餐饮油烟监测云平台 产地:江苏江阴
公司地址	上海市嘉定区育绿路253号
联系电话	19821750213 19821750213

产品详情

摘要：介绍了烹饪油烟的组成及危害，着重概述了家庭烹饪油烟污染特点以及净化技术的研究进展，对各技术特点及存在的问题进行了分析，初步探讨了新近发展的静电催化耦合技术在烹饪排放污染控制中的应用，分析了现行的吸油烟机技术标准及发展趋势。

关键词：油烟污染；家用吸油烟机；环境污染；防治对策

0 引言

烹饪油烟(cooking oil fumes , COFs) ,是指采用食用油煎、炒、烹和炸食物后发生剧烈化学变化而产生的油烟雾，包含多种有毒化学成分，已成为危害烹饪者健康的重要因素。不仅如此，分散在千家万户的厨房烹饪油烟未经处理直排至室外，在城市大气中不断累积，成为引起城市大气雾霾的重要排放源之一 [1]，甚至被认为是继工业排放、机动车尾气排放之后，空气污染的第三“元凶” [2]。由此可见，烹饪油烟的净化对保护大气环境和保障人类的健康具有重要意义。

近十几年来，人们比较关注餐饮业的油烟净化技术的研发，而对分散式的家庭烹饪污染治理研究报道较少。因此，本论文在介绍烹饪油烟的危害以及主要技术发展的同时，对家庭烹饪污染特点、技术现状、未来发展以及法规标准等方面作了的分析和论述。

1 烹饪油烟的组成及危害

1.1 烹饪油烟的主要成分

烹饪过程中会产生可见的烟雾，这些烟雾是由油、水蒸气、液滴、燃烧产物以及冷凝的有机物组成的微米级别的粒子。这些颗粒物属于超细微粒，总体直径处于100nm到2.5 μm之间[4]。从形态组成上看，主要由颗粒物和气态物质组成，气态污染物主要是一些挥发性有机化合物(volatile organic compounds, VOCs)，是异味的主要来源。

油烟的组成十分复杂，成分有300多种，主要包括脂肪酸、烷烃、烯烃，以及氧化裂解后的短链醛类、酮、醇、酯、芳香化合物和杂环化合物。蒋燕等采用低温预浓缩仪和气相色谱-质谱联用的分析技术对川菜馆排放的油烟废气进行检测，共检测出14种VOCs，其中苯系物6种(43%，体积分数，下同)、烷烯烃4种(29%)、卤代烃2种(14%)、酮类2种(14%)。Sjaastad等[8]通过研究发现，在煎牛排的过程中会产生大量挥发性的醛类，包括甲醛、乙醛、丙醛、异丁醛、丁醛、异戊醛、戊醛、庚醛、辛醛、壬醛和癸醛。

1.2 家庭烹饪油烟的特点及危害

国外的烹饪方式与我国差异很大，食物多为生食或加工为半成品，厨房污染程度较低；而我国家庭烹饪的温度高、油量大，同时加入各种油、盐、酱、醋，在高温下这些酱料也发生化学变化，因此中式厨房的污染程度很高。一些研究表明，亚洲的烹饪方式产生的PM_{2.5}要多于西式烹饪，分别为30~1400和20~535 μg/m³。Li等分析了中餐、西餐和日餐的废气来研究排放中的多环芳烃，发现中式烹饪产生更高的致癌物质—苯并芘，其中，西式烹饪是中式烹饪的1/7，而日式的烹饪和快餐几乎都不产生苯并芘。

我国居民平均每人每天食用油的消耗量是40g，3口之家1天消耗食用油120g，1年43200g，按照目前市场上家用吸油烟机的油脂去除率95%来计算，每年每户排放油烟颗粒物2160g，计为2 kg，按上海现有900余万户家庭计算，全年全市的排放量就有18000多t的油烟颗粒物，记者调查报告也与上述结果相符。数量如此巨大的分散式点源排放出来的油烟废气量是相当惊人的。然而，目前我国对家庭厨房油烟排放的管理和控制还处于真空状态。

在纽约市一项研究中，研究者使用了高分辨率气溶胶飞行时间质谱仪，发现烹饪和交通具有相同比重的有机气溶胶的排放量，其所产生的有机气溶胶占到了30%的总有机气溶胶排放量。大规模的烹饪已被确定是一个重要的有机碳和碳元素的贡献者，包括城市环境中通过有机光化学，二次有机气溶胶形成的缩合的气态反应产物。

油烟中含有的VOCs大部分为有毒有害物质，而苯系物、多环芳烃类等为致癌物质，对人体健康造成大的危害。研究表明，在中国、香港及新加坡，烹饪频率越高的女性，患肺癌的几率越大，这与她们经常暴露在充满油烟的厨房环境中有很大关系。与其他国家相比，尽管亚洲的女性吸烟率很低，但是患肺癌的比例却高于男性。

2 各种烹饪油烟净化技术

国外的烹饪方式产生的油烟浓度低，大饭店一般是采用热氧化焚烧法，即利用热氧化反应将油烟中的有毒有害成分转化成无毒状态；中小饭店一般采用催化剂净化法，通过催化氧化燃烧将油滴转化为CO₂和蒸汽，从而消除污染和异味。

目前我国家庭厨房所广泛采用的吸油烟机，其净化原理是首先采用机械过滤除去大颗粒的油滴和水滴，再经过叶轮的旋转，一方面利用离心力产生惯性分离，另一方面产生气力输送作用，通过过滤对油烟起到一定的净化作用。但吸油烟机只是将厨房污染转移到室外，在排放口仍然可见明显的烟雾，污染大气。

现在普遍采用的油烟净化技术主要有以下几种：机械式净化、吸附式净化、静电式净化、洗涤法净化等。

2.1 机械式油烟净化

机械式净化法主要包括惯性碰撞、旋风分离和过滤。机械式净化法设备简单、运行费用低、维修管理方便，但由于去除效率比较低等缺点，一般只应用于预处理或者是复合处理法中。

2.2 吸附式油烟净化

吸附法是利用活性炭或其他多孔材料的吸附特性，吸附去除大部分的颗粒物和VOCs。这种方式对气溶胶的去除率为40%~70%，且对气味的净化有较明显作用，但随着油烟雾的附着，吸附能力会逐渐减弱，需要经常更换滤料，因此维护成本较高，且细菌、霉菌还可能在活性炭上繁殖、发臭，从而造成二次污染。

2.3 静电式油烟净化

静电式油烟净化设备的主要原理是利用阴极在高压电场发出来的电子与油烟颗粒碰撞，使颗粒荷电，再利用电场力使带电颗粒在捕集区被捕集，从而实现净化分离。与其他技术例如喷淋、洗涤相比，静电式净化技术在收集和去除油烟方面更加有效。李家胜报道，当静电式油烟净化设备风速控制在0.6~1.6 m/s，电极电压为2.5 kV 时，1~10 μm 的颗粒物去除率在90%以上。虽然静电技术可以捕集颗粒物并在一定程度上降低了异味，但运行效率受一些因素的影响，例如运行参数，烹饪过程和天气条件。

2.4 湿式油烟净化

湿式油烟净化法是将吸收净化液(水、化学药剂)通过特殊的装置形成液膜或液雾，通过气液接触使污染物从气相向液相转移，从而洗涤吸收颗粒物和有害气体。李刚等提出“水幕式公共厨房油烟净化装置”，处理效率在75%~90%左右;邵伟庆等发明的“组合式油烟洗涤净化装置”，净化效率可达到80%。洗涤法对于去除油烟中SO₂，NO_x等废气很有效，但此方法耗水、耗电，运行费用较高;如果采用循环水，喷淋装置容易堵塞，不易清洗;而且设备庞大，对于场地比较狭窄的厨房则无法安装。

湿式净化法需要对洗涤液进行无害化处理。显然，这种技术可以用于餐饮烹饪的排放净化，却难以适用于家庭烹饪油烟排放的净化。

2.5 催化净化法

催化净化法的原理是在催化剂的作用下，在烹调过程产生的污染物在一定温度下被催化氧化燃烧或分解，转化为二氧化碳和水蒸气，消除污染和臭味。张大伟等 [27] 采用浸渍法制备La_{0.8}Sr_{0.2}MnO₃负载型纳米催化剂，经800 ℃焙烧的催化剂形成了钙钛矿晶粒，当负载量达到10% 时，催化剂对油烟低温燃烧的催化活性较高，起燃温度为198 ℃，300 ℃下催化效率高，达到90%。Yang 等以Al₂O₃为载体、MnO₂/CuO 为活性组分，在650 ℃下焙烧制成球形催化剂，对油烟进行催化，催化温度200~600 ℃，能将PAHs、硝基多环芳烃等氧化为CO₂和H₂O，在200 ℃对油烟的催化效率达到了96%。

以上结果表明，虽然催化燃烧法对油烟的去除效率较高，但需要在高温环境(300 ℃左右)才能进行催化反应，能耗高、危险性大，家庭厨房难以应用。

各种净化技术的优缺点对比总结在表1中。可以预见，未来该领域的研究在于寻找能够同时去除颗粒物与VOCs、总体造价与能耗都较低、尺寸小、适用于家庭厨房的复合式油烟净化技术。

表1 常见油烟净化技术对比

3 高压静电催化耦合净化技术

高压静电的原理决定了它具有捕捉细小颗粒物的特性，以及对烹饪油烟的净化能力。在一定范围内，电压越高则颗粒物捕集效率也越高，同时产生更多臭氧。臭氧污染环境，单独的臭氧对有机污染物和异味的去除能力很有限。我们的研究表明，在催化作用下O3能实现对VOCs的有效净化，并在静电催化耦合同时净化室内PM和VOCs方面取得了进展。

将这一原理用于净化烹饪油烟，主要面临以下挑战: 1) 如何减轻大量油污对高压静电产生的负担; 2) 如何提高静电模块对PM和油烟的去除效率，保护催化剂不受污染。

根据该原理设计了新型油烟净化模块，净化过程如图1所示。

图1 静电与催化耦合净化烹饪油烟示意图

该净化模块采用三段净化处理，一段油烟分离单元采用机械式过滤格栅，使油烟气体流经过滤格栅时，由于惯性作用产生变向、加速，形成湍流和漩涡，使颗粒物与过滤格栅充分碰撞，去除油烟气体中大颗粒的油滴和水滴。二段静电单元采用静电捕集原理，分为高压放电区和低压捕集区，通过高压电离作用使油烟颗粒荷电，在通过捕集区域时由于电场作用力而发生偏转，从而收集在捕集极板上。再经过三段催化单元，将油烟气体中的异味及有害气体催化分解，去除油烟中的异味及有害气体。

本课题组建立的脱排油烟机净化性能评价试验台如图2所示，测试方法基本按照GB/T 17713-2011标准进行。

图2 家庭油烟净化器油脂分离度测试平台

图3为采用激光颗粒计数器在油烟净化模块出口端采样进行颗粒物去除效率测试得到的实验结果，其中蓝色棒状数值为空气中的PM数值。

图3 颗粒物去除效率测试结果

从颗粒物测试的结果可见，未经过净化的烹饪油烟中含有大量颗粒物，数值远远大于干净空气中的颗粒物数量，且更多是1 μm以下的超细微粒; 经净化后，粒径为0.3 ~ 0.5 μm 的颗粒物数量有所下降，粒径为1 μm的颗粒物数量基本去除一半，粒径为3 μm的颗粒物去除率超过80%，粒径为5 ~ 10 μm的颗粒物的去除率接近100%。由此可见，该净化模块对于大颗粒有很好的去除效果，颗粒物越大，去除效果越好，对1 μm以下颗粒物的去除效果不大明显。

采用便携式总挥发性有机物测试仪在净化模块出口端采样进行TVOC去除效率测试可发现，未净化的烹饪油烟中总挥发性有机物的浓度约为 7849×10^{-9} ，净化后其体积分数降至 2647×10^{-9} ，去除率接近70%。

研究表明，高压静电催化耦合具有以下技术优势: 1)静电与催化耦合，高压静电产生的臭氧在催化剂表面快速分解，因而能防止臭氧的溢出;2)由于能实现对臭氧的控制，为高压静电的设计提供了更大的技术空间，所设计的静电模块能实现对PM2.5和更小颗粒物的去除;3)利用静电所释放出的具有高能量的活性物种(O3等)驱动催化反应(克服势垒)，使得在室温下能有效对油烟排放中的VOCs和异味等进行有效、持久催化净化。

该项技术具有应用于家庭厨房的潜力，但是要成为产品，仍然面临诸如成本与价格、安装与维护等许多

挑战。

4 技术标准现状及发展趋势

从20世纪90年代开始，我国相关部门开始着手制定吸油烟机的行业标准。1999年4月2日，国家质量技术监督局发布了《吸油烟机》(GB/T17713-1999)，并于当年10月1日起实施。该《标准》对吸油烟机的定义、产品分类、试验要求、技术方法、检验规则及标志等做了具体的规定。

2011年10月31日，国家质量监督检验检疫总局发布了《吸油烟机》(GB/T 17713-2011)，用于替代GB/T 17713-1999《吸油烟机》。该标准所涉及污染与排放控制的特点变化主要有以下方面:

- 1)将标准的《气味降低度》与《油脂分离度》的等级从“提性附录”提升为“规范性附录”；
- 2)气味降低度区分为“瞬时气味降低度”和“常态气味降低度”，两个指标同时进行考量，并规定:外排式油烟机的常态气味降低度应不小于90%，瞬时气味降低度应不小于50%;
- 3)《油脂分离度》标准实验变化之处为: 实验油由48 mL白色石蜡油变为400 mL玉米油; 实验油的温度由 20 ± 5 变为 290 ± 5 ； 模拟油烟发生的方式由压缩空气喷射石蜡油变为滴水控制: 69mL水在 $30\text{min} \pm 15\text{s}$ 内均匀滴入油锅中; 称质量: 吸油烟机上的油网、油杯和独立滤网烘干后分别称质量; 标准规定: 外排式油烟机的油脂分离度应不小于80%。

新标准考虑了实际家庭烹饪过程中油烟集中、量大的特点，并且提高了独立滤网对油烟外排限制作用标准。该标准的不足之处在于: 1) 油脂分离度在一定程度上限制了油烟机向室外大气排放的油烟量，但是对其排放的PM10或PM2.5没有具体要求; 2) 标准中的“气味降低度”标准实验是测评油烟机排放能力带来的室内环境的要求，对VOCs的外排放浓度却没有任何限制。

PM和VOCs是大气污染和导致雾霾的主要物质，其中来自烹饪油烟的贡献度不可低估。我们相信，今后吸油烟机的标准中增加PM和VOCs的排放限值要求是必然的趋势。

5 安科瑞AcrelCloud3500餐饮油烟监测云平台

为了弥补现存餐饮行业在烟油监测上的漏洞，同时便利监管部门的监察，安科瑞油烟监测云平台应运而生。油烟监测模块通过2G/4G与云端平台进行通信和数据交互，系统能够对企业餐饮设备的开机状态、运行状态进行监控；实现开机率监测，净化效率监测，设施停运告警，待清洗告警，异常告警等功能；对采集数据进行统计分析、排名等统计功能；较之传统的静电监测方案，更具实效性。平台预留与其他应用系统、设备交互对接接口，具有很好的扩展性及融合性。

5.1 平台结构

平台GIS地图采集餐饮油烟处理设备运行状态和油烟排放的浓度数据，自动对超标排放及异常企业进行提示预警，监管部门可迅速进行处理，督促餐饮企业整改设备，并定期清洗、维护，实现减排环保，不扰民等目的。现场安装监测终端，持续监测油烟净化器的工作状态，包括设备运行的电流、电压、功率、耗电量等等，同时结合排烟口的挥发性物质、颗粒物浓度等进行对比分析，一旦排放超标，系统会发出异常信号。

油烟监测设备用来监测油烟、颗粒物、NmHc等数据

净化器和风机配合对油烟进行净化处理，同时对净化设备的电流、电压进行监测

设备通过4G网络将采集的数据上传至远程云端服务器

5.2 平台主要功能

(1)在线监测

对油烟排污数据的监测，包括油烟排放浓度，颗粒物，NmHc等数值采集监测;同时对监控风机和净化器的启停状态、运行数据进行监测。

(2)告警数据监测

系统根据采集的油烟数值大小，产生对应的排放超标告警;对净化器的运行数据分析，上传净化设备对应的运行、停机、故障等告警事件。

(3)数据分析

运行时长分析，离线分析；告警占比、排名分析；历史数据统计等。

(4)隐患管理

系统对采集的告警数据分析，产生对应的隐患记录，派发、处理隐患，及时处理告警，形成闭环。

(5)统计分析

包括时长分析、超标分析、历史数据、分析报告等模块。

(6)基础数据维护

个人信息、权限维护，企业信息录入，对应测点信息录入等。

(7)数据服务

数据采集，短信提醒，数据存储和解析。

5.3油烟监测主机

油烟监控主机是现场的管理设备，实时采集油烟浓度探测器和工况传感器的信号，进行数据处理，通过有线或无线网络通讯将数据传输到服务器平台。同时，对本地数据进行存储，监控现场设备状态，提供人机操作界面。

具体技术参数如下：

类别 条目 规格

5.4 设备选型方案

注：双探头适合双排烟通道的场合，每路探头监测1路排烟通道。

6 结论

烹饪油烟是大气环境中PM的主要来源之一。家庭烹饪油烟具有量大、面广、高度分散的特点，控制其排放对保护大气环境、减少雾霾产生具有重要意义。

目前国内油烟净化技术都有各自的优点，但同时存在不足之处。实践证明，高压静电催化耦合技术应用于烹饪油烟处理具有很好的净化效果，不仅对颗粒物有较高的去除效果，同时在室温下能够有效地对VOCs及异味气体等进行持久催化净化。该技术具有应用于家庭厨房的潜力。

技术标准方面，现行油脂分离度标准没有设定排放限值，气味降低度标准对吸油烟机的测评仅是评价将污染物转移到室外的能力，因此很有必要增加对PM和VOCs的排放限值要求，在推进油烟净化技术水平提高的同时加强监管和执法力度。