

# 《餐饮业油烟污染防治可行技术指南》

(征求意见稿)

## 编制说明

标准编制组

二〇二〇年八月

# 目 录

<b>1 项目背景</b> .....	<b>2</b>
1.1 任务来源.....	2
1.2 工作过程.....	2
<b>2 指南编制的必要性、总体思路及基本原则</b> .....	<b>3</b>
2.1 必要性.....	3
2.2 总体思路.....	3
2.3 基本原则.....	3
<b>3 行业概况</b> .....	<b>4</b>
3.1 餐饮文化.....	4
3.2 餐饮业新的发展趋势.....	4
3.3 餐饮阶段（模式） .....	4
3.4 餐饮经济.....	5
3.5 发展趋势.....	5
<b>4 行业产排污情况及污染控制技术分析</b> .....	<b>6</b>
4.1 油烟污染物产生过程及污染物分析.....	6
4.2 油烟污染物排放特征.....	7
<b>5 国内外相关标准研究</b> .....	<b>9</b>
5.1 国内相关标准.....	9
5.2 国外相关标准.....	11
<b>6 指南主要技术内容</b> .....	<b>12</b>
6.1 范围.....	12
6.2 指南结构框架.....	12
6.3 术语和定义.....	12
6.5 油烟污染的防治技术.....	12
6.6 环境管理措施.....	16
<b>7 实施本指南的环境效益及经济技术分析</b> .....	<b>16</b>
7.1 环境（减排）效益分析.....	16
7.2 经济技术分析.....	17
<b>8 实施本指南的建议</b> .....	<b>17</b>

# 1 项目背景

## 1.1 任务来源

近年来，随着产业结构调整、环保法规、标准的日趋严格，我国尤其是城市地区，餐饮排放已经成为大气污染物的重要来源之一，而且餐饮排放的污染物不仅对空气质量造成很大影响，而且对人体健康也存在危害。出于环保和人体健康的考虑，控制餐饮油烟污染的工作变得十分紧迫。为了确保“建设资源节约型、环境友好型社会”的政策方针有效贯彻落实，有必要及时进行餐饮业油烟污染的防治。餐饮业油烟污染防治工作的开展对提高我国城市大气环境质量，尤其是经济发达城市的大气环境质量有效促进作用，推动我国环保、节能产业向纵深发展均具有重要的意义。

根据《中华环保联合会关于〈汽车维修行业大气污染防治可行技术指南〉等十一项团体标准的立项公告》（中环联字〔2020〕43号）有关要求，中华环保联合会委托北京市环境保护科学研究院建标准编制组共同编制《餐饮业油烟污染防治可行技术指南》（以下简称《指南》）团体标准。

## 1.2 工作过程

该《指南》立项后，北京市环境保护科学研究院联合深圳市生态环境监测站、北京大学、上海市环境科学研究院成立了标准编制组，共同开展了标准的编制工作。标准编制组对国内外餐饮业相关标准、政策法规、规范进行了深入研究；对我国餐饮业现状、排放特征情况等开展了调研，对重点区域的油烟净化设施处理效果进行了实地监测，获得了排放特征、影响因素和可行控制技术，并形成了征求意见稿。

具体工作过程包括：

a) 文献、资料调研。2017年-2018年，对国内相关排放标准、污染物控制技术、行业发展情况、管理部门控制要求的调研；编制组查阅了相关的行业现状、行业标准，对现有餐饮业菜系、规模、分布进行了大致的了解；梳理总结了国外及国内典型地区餐饮行业排放标准、管理要求和控制技术指南；同时查阅了关于治理技术方面的科研文献、研究进展。

b) 实地调研座谈和现场监测。2018年-2019年，参照餐饮业菜系、品牌、规模等调研资料，对我国典型地区餐饮服务单位进行了筛选，选取部分典型餐饮服务单位进行了调研，通过赴生态环境行政主管部门、餐饮服务单位走访等形式，比较详细地了解了部分餐饮企业的实际情况，结合现场调研与资料调研，在全国典型地区选择比较具有代表性的餐饮服务单

位进行现场调研和监测工作。

d) 编写指南征求意见稿和编制说明。2020年，在国内标准、控制技术资料调研和餐饮服务单位现场调研、监测的基础上，综合我国实际情况，并组织标准编制单位召开了多次研讨会，对《指南》框架及标准内容进行讨论，在此基础上形成了《指南》（征求意见稿）及其编制说明。

e) 2020年8月21日，中华环保联合会主持召开了《餐饮业油烟污染防治可行技术指南》技术审查会，专家组听取了标准编制单位所作的标准征求意见稿和内容介绍，并通过了该指南征求意见稿的技术审查，建议修改完善后形成征求意见稿，公开征求意见。

## 2 指南编制的必要性、总体思路及基本原则

### 2.1 必要性

a) 餐饮成为大气污染的重要来源，对空气质量和人体健康具有重要影响。为应对大气复合型污染控制与改善环境质量的迫切需要，有必要编制本指南

b) 现有餐饮行业排放标准不够完善，并无针对餐饮油烟污染防治的相关的标准，编制本指南将有利于完善环境标准体系，提升行业污染控制管理水平的现实要求

综上所述，制定《指南》，既可填补我国在该行业领域环保标准的空白，为行业主管部门提供监管依据，又可满足当前市场需求和创新需要。根据环境技术发展水平，有必要及时采取有效手段削减 VOCs 等污染物的排放，改善大气环境质量。

### 2.2 总体思路

a) 加强对餐饮行业大气污染物的排放控制，减少餐饮行业大气污染物的排放。

b) 通过新标准的制定与推广使用，引导餐饮行业加强规范化管理和污染防治工作，有效推行清洁生产、改进空气质量和保护人体健康。

### 2.3 基本原则

a) 科学性和可行性兼顾的原则

在充分调研和参考借鉴国外及地方相关大气污染物排放标准和先进的污染物控制技术的基础上，结合我国环境空气质量要求和总量控制的具体要求，提出科学的大气污染防治可行技术；鼓励餐饮业采取先进控制技术，充分体现标准的可行性原则。

b) 先进性和前瞻性兼顾的原则

在国家大气污染防治方面，油烟颗粒物和挥发性有机物已成为受到重点关注的污染物，行业标准需考虑到未来全国推广使用时现场执法落地的实际情况，同时又满足当前市场需求和创新需要，在充分调研现有控制技术的基础上大胆预测未来污染物控制技术发展水平，充分体现标准的先进性和前瞻性的原则。

### 3 行业概况

#### 3.1 餐饮文化

中国饮食文化源远流长，是中华文明的特色之一。我国的菜系，是指在一定区域内，由于气候、地理、历史、物产及饮食风俗的不同，经过漫长历史演变而形成的独特风味的区域性菜肴和一整套自成体系的烹饪技艺，当前已发展出我们今天所熟知的最有影响和代表性的八大菜系，即：四川菜系（川菜）、山东菜系（鲁菜）、广东菜系（粤菜）、江苏菜系（苏菜）、浙江菜系（浙菜）、福建菜系（闽菜）、安徽菜系（徽菜）和湖南菜系（湘菜）。这八大菜系各具风格，但在烹饪方式上均含有“炒”，这是中式餐饮服务单位使用最频繁的烹饪方式，也是油烟产生的主要来源方式，但同时，其他烹饪方式均会产生油烟，其贡献不可忽略。

#### 3.2 餐饮业新的发展趋势

随着我国经济的快速发展，居民收入水平的不断提高，在消费升级、团餐崛起、资本介入、冲击上市、智能科技渗透等大背景下，餐饮业迎来了巨大的机遇与挑战。传统餐饮向现代餐饮的转化步伐加快，经营形式更加灵活化、多元化。突出的特点是互联网+餐饮迅猛发展。近年来互联网技术飞速发展，传统餐饮行业也迅速利用技术，第三方线上餐饮平台如大众点评、美团等大量涌现，微博、微信和短视频营销系统的出现、各类餐饮轻应用(app)的诞生，餐饮的线上业务占比越来越重。

另一方面随着生活节奏的日益加快，人们意识到健康养生胜过方式的重要性。饮食朝着绿色健康营养的方向发展，倡导节能环保，绿色养生健康理念，饮食低碳化，绿色餐饮成为餐饮企业核心竞争力。

#### 3.3 餐饮阶段（模式）

据我国的餐饮业自改革开放以来，大致经历了如下四个发展阶段：

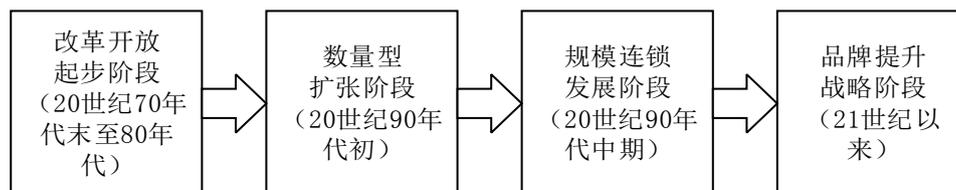


图 3-1 我国餐饮业发展阶段示意图

(1) 改革开放起步阶段：20 世纪 70 年代末至 80 年代，我国餐饮业在政策上率先放

开，各种经济成分的共同投入，使餐饮行业取得了新的发展成就，社会网点迅速增加，这一时期的餐饮业经营模式主要以单店作坊式餐饮店为主。

(2) 数量型扩张阶段：20 世纪 90 年代初，社会投资餐饮业资本大幅增加，餐饮网点大量涌出，行业蓬勃发展。

(3) 规模连锁发展阶段：20 世纪 90 年代中期，餐饮连锁经营的推进步伐和速度明显加快，很多品牌企业跨地区经营，并抢占了当地餐饮业的制高点，餐饮企业逐步走向连锁规模化成为这一时期的显著特点。与此同时，外资餐饮企业凭借先进的经营管理制度和高效的物流配送体系开始在中国大力发展连锁餐饮店，如肯德基、必胜客、麦当劳等等。

(4) 品牌提升战略阶段：进入 21 世纪，我国餐饮业发展更加成熟，增长势头不减，整体水平提升，一批知名的餐饮企业在外延发展的同时，更加注重企业文化内涵的建设，综合水平和发展质量不断提高，并开始输出品牌与经营管理模式，品牌创新和连锁经营力度增强，餐饮现代化发展步伐加快。

### 3.4 餐饮经济

近 40 年来，我国餐饮业收入额持续、稳步增长，特别是 2006 年，我国餐饮业收入额首次突破万亿元大关，达到 10345.5 亿元。2010 年至今，全国实现餐饮业收入额平均增速超过 10%，始终高于同期的国内生产总值的增长率，是一个快速增长的行业。国家统计局 2020 年 2 月 28 日公布的数据显示，2019 年全国餐饮收入额 46721 亿元，是 1978 年的 852 倍，占 GDP 的 4.74%，同比增长 9.4%，增速和上年基本持平但依然高于同期 GDP 增长速度（6.1%）。居民消费能力增强，消费层次提高，外出就餐消费额比重持续增长。

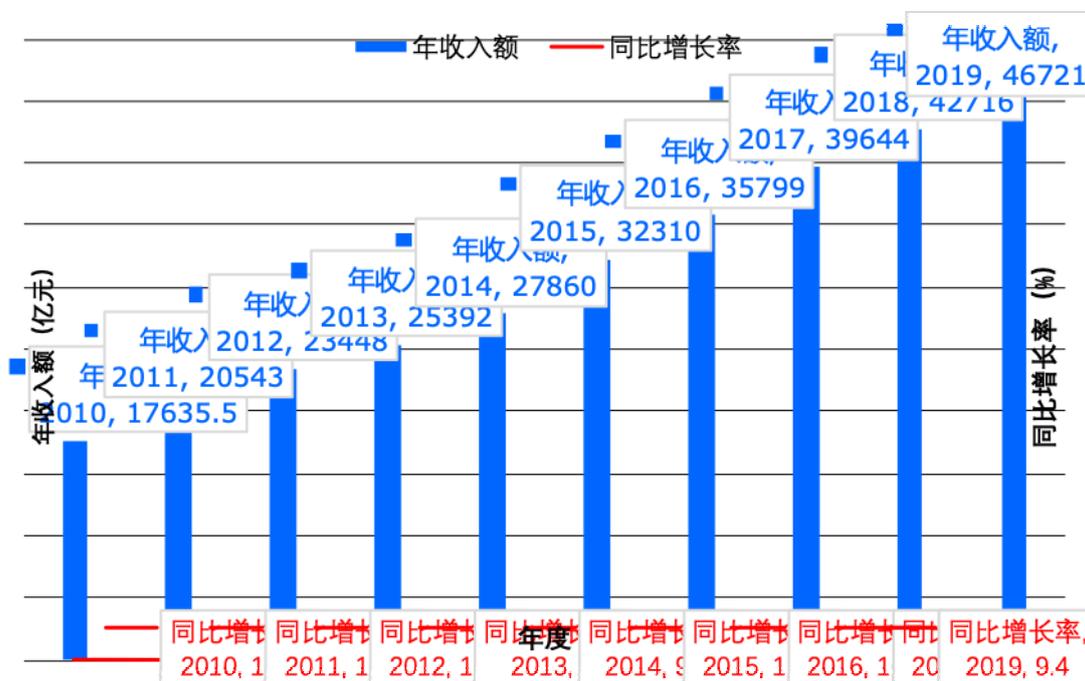


图 3-2 2010-2019 年我国餐饮业收入额及增长情况

### 3.5 发展趋势

2016 年 12 月 27 日，商务部发布的《居民生活服务业发展“十三五”规划》（商服贸发

[2016]488号)指出:2015年,我国居民生活服务业营业收入为5.2万亿元,比上年增长12.6%,高于同期国内生产总值增速。大众化需求占主导地位,餐饮等服务逐渐成为百姓的习惯性消费,其中大众化餐饮占餐饮市场的80%。各地应充分调动社会资本参与大众化餐饮服务体系建设的积极性,推动高端餐饮加快转型,实现餐饮业科学发展。力争用5年左右的时间,使餐饮行业现代化水平大幅提高,行业诚信体系初步形成,服务质量明显改善,国际交流合作更加深入,大众化餐饮服务体系更为健全,大众化餐饮占全国餐饮市场的比重提高到85%以上,总体发展水平与人民群众餐饮消费需求基本相适应。

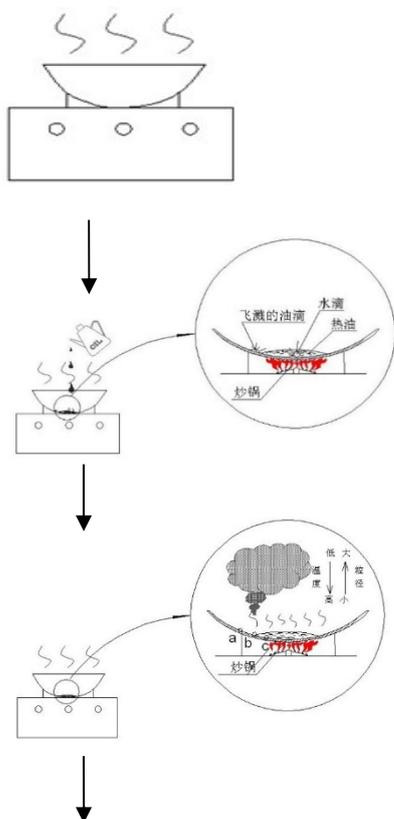
随着对外开放的扩大和经济持续稳定快速增长,城乡居民收入增加,生活水平不断提高,我国的餐饮业发展非常迅速,基本形成了投资主体多元化、经营业态多样化、经营方式连锁化和行业发展产业化的局面,市场化程度较高。

## 4 行业产排污情况及污染控制技术分析

### 4.1 油烟污染物产生过程及污染物分析

餐饮业原料主要为肉禽类、蔬菜类等食材以及配料和调料等。餐饮业的加工过程可以描述如下:准备阶段:洗、切、解冻食品;烹调阶段:煎、炸、炒、烤、蒸、煮等;结束阶段:倾倒剩余食品,洗涤锅、碗、瓢、盆等器皿、地面清洗等。

煎、炸、炒、烤等工艺都会产生油烟污染物。炒是中餐最为常用的烹饪方法。中餐炒菜时按油烟产生过程可分为热锅干锅、放油热油、食材入锅、翻炒颠勺、调味收尾、菜品出锅几个阶段,每个阶段油烟污染物成分有较大的变化。



炒锅加热,锅体迅速升温,残留在锅体表面的油膜迅速蒸发,之后凝聚成油烟。此阶段产生的油烟的颗粒物主要为PM<sub>1.0</sub>,气态污染物主要是燃烧产物与食用油蒸汽。

食油加入锅中,油温逐渐升高,如食油中含有水分,当油温升至100℃以上时,会出现爆鸣声,同时有油滴溅开。因为油和水均为热的良导体,热油迅速将热量传递给锅底的水珠,水珠瞬间气化体积爆增,水滴爆炸时产生油烟颗粒物属于TSP。

油温持续升高,食油开始沸腾,此时炒锅温度不均匀,  $T_a > T_b > T_c$ 。锅中食油表面大量蒸发的食油分子在油面上空形成过饱和油蒸汽,边缘油烟量较中央部更浓。此阶段产生的油烟的颗粒物主要为PM<sub>2.5</sub>,气态污染物主要是燃烧产物与食用油蒸汽。

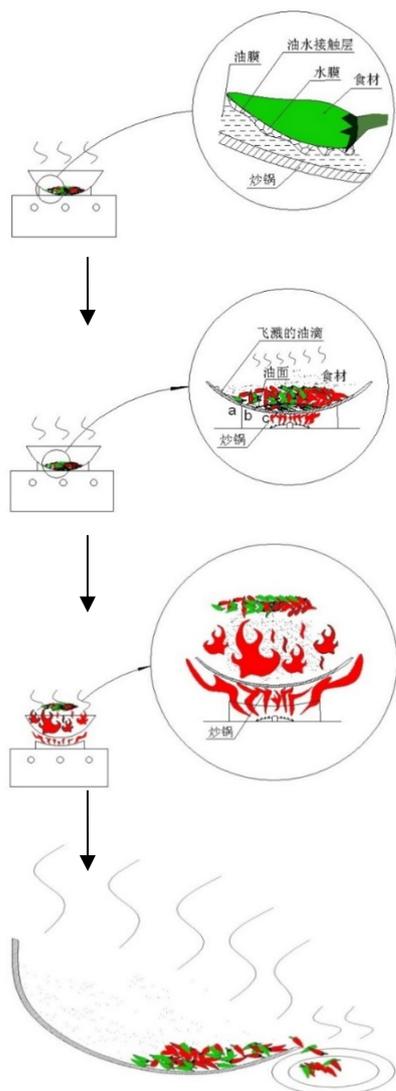


图 4-1 餐饮业生产工艺流程及油烟污染物产生情况分析

当温度达到要求时，食材下锅。通常新鲜食材表面带有大量的清洗水，水滴与高温油相遇瞬间产生大量的爆炸，爆炸出来的油滴溅到炒锅边缘 a 点部位，由于 a 点温度远远高于 b、c 点，当油滴溅到 a 点部位时，油烟迅速蒸发，在锅面形成浓烟，也是油烟产生的第一个高峰，此过程产生的油烟包含爆炸与挥发凝聚两个模态，粒径在纳米至毫米量级之间均有分布。此过程开始油烟 VOCs 成分开始变得极为复杂。

食材入锅初期，伴随着翻炒，锅面温度降低，食材温度上升，温差逐渐减小，油烟浓度随之下降。从锅面到食材中心呈现不均匀的温度梯度，在食材与锅面之间有一个油水接触层，此层产生的油烟包含爆炸与挥发凝聚两个模态，其挥发凝聚过程与单纯空气中的过饱和凝聚不同，存在过饱和食油蒸气在水泡表面瞬间凝聚的过程，会产生超过毫米级别的油包水与水包油粗颗粒物。

中餐炒菜在菜即将起锅之前往往有一个猛火爆炒使得锅内食材起火燃烧的过程，而这个过程并非食材起火，而是食材腾空翻起时产生的小油滴和细小的食材渣燃烧起火，并产生大量的油烟，这是油烟浓度产生的最后一个峰值，此过程产生的油烟包含爆炸与挥发凝聚以及食材不完全燃烧产物聚集三个模态，此过程颗粒物的成分最为复杂。

食材炒好后起锅，在食材盛入碟子的过程中，由于炒锅外沿温度往往高于食材集中的锅底，导致汤汁受高温挥发产生一个短时间的极浓油，随即，锅体温度迅速下降，油烟产生量迅速减少，此过程产生的油烟包含爆炸与挥发凝聚两个模态，产生油烟颗粒物属于 TSP。

## 4.2 油烟污染物排放特征

### 4.2.1 油烟颗粒物排放特征

油烟对环境的污染物主要包括食物烹饪、加工过程中挥发的脂肪酸、烷烃、烯烃、醛酮、芳香烃等有机物及其加热分解或裂解的产物。从存在状态上看，包括颗粒物及气态污染物 2 类。颗粒物分固态和液态 2 种，其主要存在状态为气溶胶细颗粒物；从粒径特征来看，各菜系中  $PM_{10}/PM_{2.5}$  质量比为 0.66~0.85，说明餐饮业烹饪过程主要散发粒径  $<1\mu m$  的聚集态颗粒物，这类有机气溶胶颗粒与大气充分混合并长时间存在，可影响大气环境。 $PM_{2.5}/PM_{10}$  范围在 0.57~0.62，说明烹饪同时产生了约 40% 的油烟粗颗粒，主要影响室内空气，在环境中短暂存留后重力沉降；从计数浓度谱分布来看，主要分布在积聚模态，餐饮业排放的油烟可吸入颗粒浓度谱成单峰对数正态分布，峰值粒径在 63~109nm，其中，快餐排放的数量浓度最高，高达  $5.43 \times 10^6$  个/cm<sup>3</sup>。

### 4.2.2 挥发性有机物排放特征

VOCs 是挥发性有机化合物 (Volatile Organic Compounds) 的英文缩写, 是指在常压下, 沸点低于 260℃ 的各种有机化合物。在目前已确认的 900 多种室内化学物质和生物性物质中, VOCs 多达 350 种以上 (>1ppb), 因此非常有必要对油烟中的 VOCs 组分进行鉴别和分析, 以便评价相关化合物对人体健康和环境空气质量的影响。

编制组参照 HJ 759-2015, 采用 Teflon 气袋采样, GC/MS 分析的方法对典型餐饮服务单位排放油烟中的 VOCs 组分进行了测定, 为降低个别餐饮服务单位排放带来的偏差, 将所有测定数据按川、湘、粤三大菜系进行平均统计, 结果见表 4-1。

表 4-1 典型餐饮服务单位排放油烟中 VOCs 组分表

单位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

序号	目标化合物	川菜平均值	湘菜平均值	粤菜平均值	总平均值	最低检出限
1	二氟二氯甲烷	3.9	21.9	9.4	12.5	0.4
2	二氟四氯乙烷	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	0.6
3	氯甲烷	26.8	13.2	18.8	18.9	0.2
4	氯乙烯	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2
5	溴甲烷	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.3
6	氯乙烷	<0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
7	三氯氟甲烷	2.3	4.6	3.2	3.5	0.5
8	1,1-二氯乙烯	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.3
9	三氯三氟乙烷	<0.7	1.9	0.9	1.2	0.7
10	二氯甲烷	12.0	22.3	18.2	18.0	0.3
11	1,1-二氯乙烷	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4
12	顺-1,2-二氯乙烯	1.3	1.1	0.6	1.0	0.3
13	氯仿	3.5	7.8	8.4	6.8	0.4
14	1,1,1-三氯甲烷	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5
15	1,2-二氯乙烷	2.1	3.2	2.3	2.6	0.4
16	四氯化碳	45.6	200.8	60.4	107.7	0.5
17	苯	44.0	47.2	39.7	43.6	0.3
18	三氯乙烯	4.2	7.7	3.6	5.2	0.5
19	1,2-二氯丙烷	1.5	6.3	2.7	3.7	0.4
20	顺-1,3-二氯丙烯	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0.4
21	甲苯	79.2	114.0	133.6	111.8	0.3
22	反-1,3-二氯丙烯	1.4	7.9	2.1	4.0	0.4
23	1,1,2-三氯乙烷	0.5	1.8	1.6	1.4	0.5
24	四氯乙烯	18.8	129.1	14.6	57.5	0.6
25	1,2-二溴乙烷	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	0.7
26	氯苯	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0.4
27	乙苯	8.7	15.0	10.3	11.6	0.4
28	间,对-二甲苯	18.9	21.3	19.4	19.9	0.4
29	苯乙烯	2.0	3.6	2.5	2.8	0.4
30	邻-二甲苯	6.6	13.3	7.8	9.5	0.4
31	1,1,2,2-四氯乙烷	<0.6	0.7	<0.6	<0.6	0.6
32	1,2,4-三甲苯	2.2	7.5	4.9	5.1	0.4
33	1,3-二氯苯	0.5	1.0	0.5	0.7	0.5
34	1,4-二氯苯	0.6	1.0	<0.5	0.7	0.5
35	1,2-二氯苯	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5

序号	目标化合物	川菜平均值	湘菜平均值	粤菜平均值	总平均值	最低检出限
36	1,3,5-三甲苯	0.6	2.6	1.4	1.6	0.4
37	1,3,5-三氯苯	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	0.6
38	六氯-1,3-丁二烯	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	0.9
	非目标化合物					
39	丙烷	738.3	354.5	486.1	506.1	——
40	异丁烷	411.6	141.8	300.5	272.5	——
41	丁烷	596.7	273.7	458.7	428.4	——
42	甲醇	39.2	58.0	17.3	38.1	——
43	乙醇	269.7	309.5	221.4	266.6	——
44	TVOC	2780.6	2523.2	2988.6	<b>2762.6</b>	——

备注：非目标化合物以甲苯计。

与此同时，编制组还参照 HJ 683-2014，采用 DNPH 小柱采样，HPLC (UV) 分析的方法对典型餐饮服务单位油烟废气中的醛酮类化合物组分进行了测定，为降低个别餐饮服务单位排放带来的偏差，将所有测定数据按川、湘、粤三大菜系进行平均统计，结果见表 4-2。

表 4-2 典型餐饮服务单位排放油烟中醛酮类化合物组分表

单位：μg/m<sup>3</sup>

序号	目标化合物	川菜平均值	湘菜平均值	粤菜平均值	总平均值	最低检出限
1	甲醛	648.9	882.9	940.6	841.6	2.8
2	乙醛	438.3	532.8	441.0	473.1	4.3
3/4	丙酮/丙烯醛	360.5	412.2	351.2	375.5	4.7
5	丙醛	147.3	172.3	141.8	154.2	7.1
6	丁烯醛	26.8	37.4	29.1	31.4	7.6
7	丁醛	81.0	115.9	77.4	92.2	7.4
8	苯甲醛	16.0	25.5	15.9	19.4	13.7
9	异戊醛	26.6	50.7	32.6	37.5	9.1
10	戊醛	94.9	116.9	65.6	91.9	9.1
11	邻-甲基苯甲醛	<16.9	19.6	<16.9	<16.9	16.9
12/13	对/间-甲基苯甲醛	<16.9	<16.9	<16.9	<16.9	16.9
14	己醛	178.1	190.4	124.9	162.8	14.1
15	2,5-二甲基苯甲醛	<16.9	17.9	<16.9	<16.9	16.9
16	醛酮类化合物总量	2106.1	2510.9	2200.0	<b>2288.9</b>	——

由表 4-1 和表 4-2 可知，典型餐饮服务单位排放油烟废气中的 VOCs 组分在不同的菜系中各有不同，但主要特征污染物均含有丙烷、丁烷、异丁烷、乙醇、甲醛乙醛、丙酮/丙烯醛和丙醛，平均排放浓度均在 100μg/m<sup>3</sup> 以上，另外还有部分苯系物和卤代烃。实际监测证明，油烟中 VOCs 的组分占比动态范围极大，不同菜系、不同菜品、不同食材与配料、不同烹饪阶段、不同厨师等多种因素都会产生很大的影响。

## 5 国内外相关标准研究

### 5.1 国内相关标准

我国的港澳台地区以及山东、上海、天津、深圳、北京、河南和重庆等地已制定相应的餐饮业油烟污染物地方排放标准。港澳台地区侧重通风及去除效率要求；内地各省市，一般借鉴 GB 18483-2001，在去除效率要求外增加了排放污染物的浓度限值要求。

表 5-1 我国主要地区相关标准

序号	地区	标准	颁布部门	颁布时间	主要内容
1	香港	《评估煮食油烟控制设备的除烟性能标准测试技术规范》	香港环保署	2004年12月	该技术规范提供一套标准的测试程序，让煮食油烟控制设备的供货商和制造商、进行测试的实验所和其他有关机构，据以测试煮食油烟控制设备的性能。这套测试技术规范，详列采样及分析程序，可用以同位评估煮食油烟控制设备的去除油烟效率。
		《饮食业的环保法例要求》		2009年	该要求针对空气污染、噪音污染、污水排放以及废物处理都提出了相应的环保要求。其中空气污染方面，主要是控制由烹饪产生的油烟及难闻气味的排放，规定厨房排放的废气不得有肉眼可见的油烟，而且排放物不得对临近处所造成气味污染。
		《控制食肆及饮食业的油烟及煮食气味》		/	主要内容包括：空气污染问题控制标准、排气口位置、油烟及煮食气味的控制等，旨在帮助饮食业主认识和经营者应用最好的切实可行的控制措施。
2	澳门	《餐饮业及同类场所油烟、黑烟和异味污染控制指引》	/	/	该指引由一般原则、排放口的设计、油烟排放控制要求、油烟处理设备管理规范、燃料的使用、二次污染的控制和投诉处理机制7部分组成。指引规定油烟排放限值为1.5mg/m <sup>3</sup> ，油烟去除效率超过90%。
		《关于餐饮业场所加装油烟处理设备及设置烟囱等的建议技术规范》	/	/	该规范规定餐饮业场所加装的油烟处理设备的油烟去除效率需达到90%，组合式设备的油烟去除效率应超过95%，油烟排放浓度均需小于1.5 mg/m <sup>3</sup> 。规定了油烟处理设备的设计和安装等要求。
3	台湾	《饮食业空气污染物管制规范及排放标准》	台湾环保署	/	该标准规定了饮食业作业场所空气污染物产生区应设置集排气系统以及系统的性能与要求，符合管制要求的饮食作业场所应设置排放削减率90%以上的污染防治设施。优先推荐使用静电净化设备控制污染，并对设备性能和维护进行了具体规定。
4	山东	《饮食油烟排放标准》(DB37/ 597-2006)	山东省环境保护局	2006年1月	标准规定了饮食业单位油烟的最高允许排放浓度、臭气浓度、油烟净化设施的最低去除效率、油烟排气筒最低排放高度。
5	上海	《餐饮业油烟排放标准》(DB31/ 844-2014)	上海市环境保护局	2014年11月	标准规定了餐饮业单位油烟的最高允许排放浓度、臭气浓度、油烟净化设施的最低去除效率。

序号	地区	标准	颁布部门	颁布时间	主要内容
6	天津	《餐饮业油烟排放标准》(DB12/644-2016)	天津市环境保护局	2016年7月	标准规定了餐饮业单位油烟的最高允许排放浓度、集排气系统和净化设施的维护保养与记录要求。
7	深圳	《饮食业油烟排放控制规范》(SZDB/Z254-2017)	深圳市市场监督管理局	2017年7月	规范规定了饮食业油烟最高允许排放浓度、油烟净化设备最低去除效率、非甲烷总烃最高允许排放浓度、臭气浓度限值及相关管理、监测要求。
8	北京	《餐饮业大气污染物排放标准》(DB11/1488-2018)	北京市环境保护局	2018年1月	标准规定了餐饮业大气污染物的排放控制要求(包括排放限值、运行操作要求)、监测要求和标准的实施与监督等内容。
9	河南	《餐饮业油烟污染物排放标准》(DB41/1604-2018)	河南省环境保护厅	2018年6月	标准规定了餐饮业油烟污染物的排放控制要求、监测要求及实施与监督。
10	重庆	《餐饮业大气污染物排放标准》(DB50/859-2018)	重庆市环境保护局	2018年7月	标准规定了餐饮业大气污染物的排放控制要求(包括排放限值、运行操作要求)、监测以及标准的实施与监督要求。

## 5.2 国外相关标准

国外油烟控制主要侧重于消防控制。如美国消防署《商业烹饪设备油烟去除装置设置标准》主要内容制定设备规范,管制重点以安全、防火为主;东京消防厅《业务用厨房设备附属油烟去除装置技术基准》也是要求贴印认证,以证明厨房设备能确保防灾及安全。

表 5-2 主要国家相关标准

序号	国家	标准	颁布部门	颁布时间	主要内容
1	美国	《商业烹饪设备油烟去除装置设置标准》	美国消防署	1991年	该标准管辖对象为商业营利用烹饪设备(不含住宅厨房),管制重点以安全、防火为主,其管制方式是制定设备规范使从业者遵循,但未指明空气污染物排放标准。
		《经营性餐馆污染排放控制规范》	南海岸空气质量管理局	1997年	该控制规范主要对链式烤炉和下烧式烤炉做了规定,要求其优先使用按照规定方法测试并获得认证的催化氧化控制设备,要求PM削减率达85%。此外,该控制规范对餐饮企业的记录保存、豁免情况以及PM和VOCs的分析测试方法做了详细规定。
2	日本	《业务用厨房设备附属油烟去除装置技术基准》	东京消防厅	1993年	该标准规定符合标准的产品认证为“财团法人日本厨房工业会合格品”,贴印认证,以证明厨房设备能确保防灾及安全,其认证内容包括油烟去除装置及其油烟去除效率要求(专用分离器要求90%以上,其他装置要求75%以上)、油烟去除装置的认证制度等。

## 6 指南主要技术内容

指南的主要内容包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、行业生产与污染物的产生、污染防治技术和环境管理措施等6个章节。

### 6.1 范围

本指南规定了餐饮业油烟污染防治可行技术和环境管理措施要求。

本指南可作为餐饮服务单位或油烟污染物治理设施建设项目的环境影响登记表备案、国家污染物排放标准制修订、排污许可管理和污染防治技术选择的参考。

本指南适用于排放油烟污染物的食品加工单位和单位内部非经营性职工食堂。

本指南不适用于居民家庭油烟污染防治。

### 6.2 指南结构框架

指南的主要内容包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、行业生产与污染物的产生、污染防治技术和环境管理措施等6个章节。

### 6.3 术语和定义

#### 1) 餐饮服务单位 catering service unit

通过即时制作加工、商业销售和服务性劳动等，向消费者提供食品 and 消费场所的服务机构。处于同一建筑物内，隶属于同一法人的所有排烟灶头，计入一个餐饮服务单位。

#### 2) 参比状态 reference state

大气温度为298.15K，大气压力为1013.25hPa时的状态。

#### 3) 油烟 cooking fume

按照规定的监测方法测得的食物烹饪、加工过程中挥发的油脂、有机质及其加热分解或裂解的产物。

#### 4) 非甲烷总烃 non-methane hydrocarbons

采用规定的监测方法，在氢火焰离子化检测器上有响应的扣除甲烷以后的其他气态有机化合物的总和（结果以碳计）。本标准使用“非甲烷总烃”作为餐饮业排放废气中挥发性有机物的综合控制指标。

#### 5) 无组织排放 fugitive emission

油烟污染物不经过排气筒的无规则排放，包括开放式作业逸散等。

#### 6) 油烟污染物净化设施 cooking fume abatement equipment

对餐饮油烟污染物进行净化处理的各种设备组合。

### 6.5 油烟污染的防治技术

#### 6.5.1 油烟颗粒物污染控制技术

##### 1) 机械分离法

按照分离油烟原理的不同，机械分离法可分为3类：第一类是通过重力使油烟粗颗粒分

离出来，从而达到净化的目的，如空气沉降器；第二类是利用惯性使油烟颗粒发生碰撞而分离出来，多采用金属加工成折板式、滤网式、蜂窝波纹形的滤油格栅，设备简单，阻力较小，能耗较低；第三类是利用海绵、无纺布、活性炭、球形滤料、陶瓷、海泡石等材料的表面吸附原理开发的油烟分离技术。机械分离法的技术设备简单，实际使用时分离率为 30%~75%，可单独使用，也可用于油烟的预处理。

## 2) 离心分离法

离心分离法利用离心力分离净化油烟，按照设备形式可分为两类：第一类为动态离心，烟气中的油烟颗粒物在高速旋转金属丝网盘的碰撞截击下吸附于金属丝网，由于离心力的作用又沿着呈径向分布的金属丝被甩向网盘外围的集油槽收集，进而完成油烟的净化。该法设备无本体阻力，有一定的净化效果，不产生二次污染，拦截的废油可作为化工原料或生物柴油，目前常安置于集烟罩前端作预处理，有效减少了安全隐患，减少了排烟管道维护清洗频次，延长了风机和后端治理设备的使用寿命；第二类为旋风分离，即在油烟管道系统中增设旋风分离器，使气流发生旋转，利用旋转气流产生的离心力使油烟中的颗粒物分离出来，该法设备简单，压降小，成本较小，但油烟的去除效率不高，通常只有 50%~70%，难以分离油烟细颗粒物，且分离的油烟污染物易堆结且不易清洗，一般只作为净化工艺的预处理。

## 3) 湿式净化法

湿式净化法是根据喷雾水膜除尘器的工作原理，以喷头喷洒水或其它净化液（水与一定量的表面活性剂、乳化剂的混合物）形成水膜、水雾的方式来吸收油烟，从而达到净化的目的。设备有两种类型：第一类是运水烟罩，通常安装在集烟罩的前端作为油烟初步清除设施，对直径 $>2\mu\text{m}$ 的油烟颗粒有较高的去除效率，其油烟净化效率在 30%~40%之间，具有系统阻力小、无噪声污染、工程造价低等优点，在香港以及国内的一些港式餐厅应用较多；第二类是洗涤塔，该型设备利用正反向喷雾，增设中间隔板等方式，甚至使用流化床，增加净化液与油烟的接触时间和接触面积，以达到净化效果，一般安装在后端。由于油烟雾滴的疏水性，在净化液中加入的表面活性剂可改善油水混合性能，提高去除效率。洗涤塔的油烟净化效率可达 50%~70%，选用的洗涤液对油烟异味有一定的去除效果，但洗涤塔会产生大量含油废水，需定期清洗并更换洗涤液，由于存在污水排放等二次污染问题，已基本不再使用。

## 4) 静电沉积法

静电沉积法是利用油烟颗粒物在通过高压电场时获电并在电场力的作用下沉积下来，以达到净化的目的。该法对油烟的去除效率较高，设备占地面积小，技术已趋于成熟并得到了广泛的应用。但静电式油烟净化设备使用后形成的油垢黏度较高，不易清洗，若用清洗剂清洗会导致二次污染，长期使用会在集尘极表面形成一层油膜层，使去除效率大幅下降。为解决维护清洗的问题，可采用模块化和分体抽屉式设计，委托第三方运营清洗维护也是可以采用的方式。从实践来看，采用静电沉积法的油烟治理设备处理后的洁净烟气完全可以达到国家餐饮业油烟排放标准要求，其油烟去除效率一般达到 90%以上。市场反馈也表明，静电沉积法具有一定的优越性和广泛的应用前景，是当前最主流的油烟净化方法。

## 5) 复合净化法

由于油烟废气的成分、特征复杂，每一种净化方法均有其优点和缺点，且差异较大，实践中为达到良好的去除效果，餐饮行业目前常采用由两种或多种净化技术相结合的复合净化方法。复合法的特点是适应性强、普及率高、净化效率高，油烟去除效率可达到 95%。目

前最常用的是机械净化法与静电沉积法相结合的复合方法；其次，还有离心分离法与静电沉积相结合的复合方法。

据统计，2018年通过中国环境保护产业协会认证的油烟净化设备大约有350个型号，其中单一静电式设备占比约60%，含静电的复合式设备约占30%，合计占比约为90%，其他类型设备约占10%。从油烟去除效率来看，静电及其复合式油烟净化设备对油烟的平均去除效率可达93%，其他类型油烟净化设备对油烟的平均去除效率不到90%。采用静电及其复合式技术的油烟净化设备对油烟的去除效率优于其他类型的产品，是当前主流的油烟净化技术。

### 6.5.2 挥发性有机物污染控制技术

当前VOCs（油烟气态污染物）控制技术可以分为两大类：一类称为破坏性方法，即将VOCs分解为CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等，基本实现清洁排放目标。具体包括光催化氧化法、低温等离子法、热分解法、活性炭吸附法、吸附-催化氧化法等；另一类称为回收性方法，VOCs的回收一般针对中、高浓度且成分较为单一的气体排放处理，回收的有机物可以继续循环利用。具体包括吸收法、吸附法、冷凝法和膜分离法等。常用的VOCs末端处理技术特点比较如下。

#### 1) 光催化氧化法

利用催化剂在一定波长（一般采用紫外光）的光照下产生的强氧化能力的活性物质，将吸附在催化剂表面上的VOCs催化氧化分解。理论上，光催化反应过程快，效率高，且无二次污染问题，但是在实际使用过程中，由于反应时间太短，VOCs经光催化氧化反应后会生成大量臭氧和醛、酮等中间副产物排放到大气环境中。对催化剂的要求高，催化剂活性易降低，如何解决催化剂的失活问题成为该技术的关键。

#### 2) 低温等离子法

利用低温等离子体产生的高能电子，与空气中的O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等经过复杂的物理和化学反应生成各种活性粒子或基团，再与VOCs分子发生碰撞致其化学键断裂而变成活性分子，最终分解生成CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O和其他小分子化合物。当前大量在用的小功率低温等离子体设施实际上对油烟颗粒物有一定的净化效果，用于油烟中VOCs处理时，由于功率小且反应时间短导致反应不完全而生成大量中间副产物和臭氧，设施在运行时产生的拉弧可引燃、引爆排放的有机废气，有较大的安全隐患。

#### 3) 生物法

包括生物洗涤、生物过滤和生物滴滤等。生物洗涤法是先通过洗涤塔将废气中的VOCs吸收至液相，再由含有微生物活性污泥将液相中的VOCs分解。生物过滤和生物滴滤主要是采用多孔、比表面积大的惰性无机物作填料，当VOCs流经表面长有微生物的填料层时，可被吸附和生物降解而去除。整个处理过程比较环保，但存在优势菌种驯化难、生物补养繁琐、占地空间大、反应时间长、运维复杂等问题，适用性较差。

#### 4) 热分解法

典型工艺有储热燃烧（RTO）和催化燃烧（RCO）。其原理是通过直接燃烧或者添加催化剂进行低温燃烧，利用“烧”将有机废气彻底降解为CO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O。目前热分解法的处理效率和效果相对理想，适用于中、高浓度且连续排放的有机废气的治理，是大型工业企业排放VOCs的主要治理方法，但对餐饮服务单位而言，热分解法不仅设备昂贵，运行费用、额外

的能源消耗和污染物排放也不少，难以推广。

#### 5) 活性炭吸附法

采用具有大比表面积和多孔结构的活性炭等材料对废气中的VOCs进行吸附，吸附饱和的活性炭交由专业公司处置。由于前期投资较低，净化效果好（不低于60%），是目前低浓度VOCs治理中应用最多的处理方法。当前，该方法存在的主要困难是活性炭的再生，原位再生成本投入较高，经济可行性不高，而采用现场换碳、统一回收、集中再生的方式可较好解决安全问题和净化效率问题，切实可行，能够带动产业发展。建议国家给予相应的政策支持。

#### 6) 吸附-催化氧化法

“吸附-催化氧化”是近年来新发展的一种低浓度 VOCs 净化技术，该技术利用活性炭或者分子筛等作为催化剂的固载体和氧化反应床，通过活性炭的吸附缓冲功能比较理想地解决了 VOCs 浓度动态范围变化大、瞬态浓度高的问题，即在浓度较低时吸附实时催化氧化、在浓度较高时吸附削峰逐步催化氧化。配合现阶段主流的静电式油烟净化技术，该技术可把完成油烟颗粒物净化后的残余污染物中的臭氧进行回收利用，在空速不大于 10000m<sup>3</sup>/h 的实际工程案例中，该技术对油烟中 VOCs 的净化效率可以达到 95%以上，在实现对油烟颗粒物及 VOCs 全面高效净化的同时兼具节能降耗、避免臭氧二次污染、减少维护等优势，尤其是其大幅度延长活性炭更换周期（可长达 1 年及以上）的特点可极大降低餐饮服务单位频繁更换活性炭带来的经济成本与处置风险，具备较为广阔的发展前景。

### 6.5.3 污染防治技术方向

#### 1) 油烟颗粒物污染治理技术推荐

据统计，2018 年通过中国环境保护产业协会认证的油烟净化设备大约有 350 个型号，其中单一静电式设备占比约 60%，含静电的复合式设备约占 30%，合计占比约为 90%，其他类型设备约占 10%。从油烟去除效率来看，静电及其复合式油烟净化设备对油烟的平均去除效率可达 93%，其他类型油烟净化设备对油烟的平均去除效率不到 90%。采用静电及其复合式技术的油烟净化设备对油烟的去除效率优于其他类型的产品，是当前主流的油烟净化技术。

#### 2) 挥发性有机物污染治理技术推荐

当前，我国餐饮服务单位数量大、覆盖面广、单体规模小，餐饮服务单位生产营业时间不连续，排放的油烟污染物浓度较低（相对其他工业行业而言）且属间歇式排放。因此，常用的工业 VOCs 治理技术，包括直接焚烧、催化燃烧、生物净化、光催化、资源回收等方法在餐饮油烟污染物治理方面的适用性还有待进一步的研究。考虑到治理效果和成本等因素，目前推荐以活性炭吸附作为油烟中挥发性有机物（VOCs）的主要处理方式。

#### 3) 推荐的油烟污染物净化技术流程

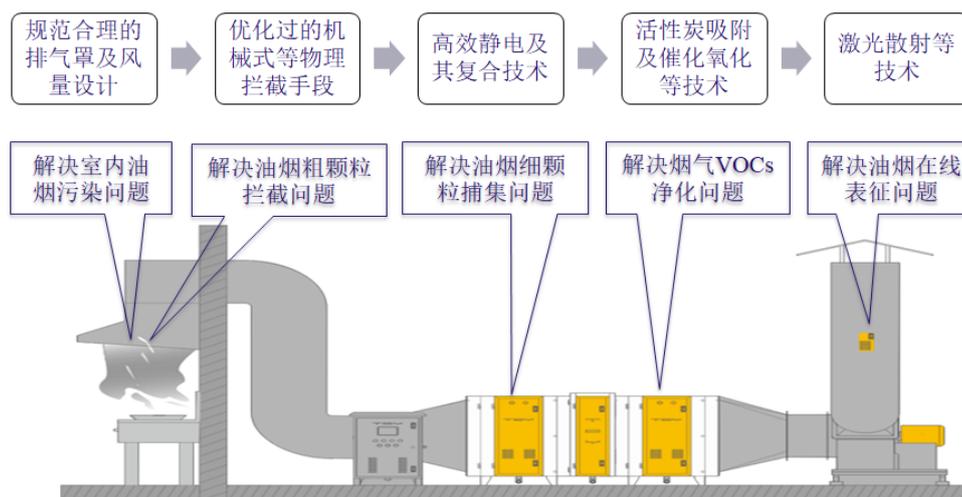


图 6-2 推荐的油烟污染物净化技术流程

## 6.6 环境管理措施

- 1) 餐饮服务单位应采取有效措施净化油烟污染物，满足 GB 18483 规定，防止对周边环境造成影响。
- 2) 餐饮服务单位应采取必要的油烟污染物捕集措施，防止油烟污染物对作业环境和就餐环境造成影响，保障作业人员和消费者的身心健康。
- 3) 餐饮服务单位宜采取低油脂、密闭烹饪器具、自动化烹饪、清洁燃料等措施，减少油烟污染物的产生。
- 4) 餐饮服务单位应建立环境保护管理制度，安排专人或委托第三方运营管理、维护保养油烟污染物净化设施。
- 5) 餐饮服务单位在油烟污染物净化设施的建设、运行和维护过程中产生的大气、水、噪声等污染物应符合所在地的生态环境保护要求。
- 6) 加强公众科普宣传，倡导绿色低碳生活方式。鼓励餐饮服务单位选择对人体健康和环境友好的烹饪方式。

## 7 实施本指南的环境效益及经济技术分析

### 7.1 环境（减排）效益分析

依据《城市大气污染源排放清单编制技术手册》数据测算，2019年我国餐饮业排放的油烟总量约为16.8万吨，排放的VOCs总量约为21.0万吨。

国家统计局公布的统计数据显示，2019 年我国餐饮业收入额 46721 亿元，同比增长 9.4%，由此预计，到 2021 年我国餐饮业收入额将达到 55917 亿元。经测算，废气的环境效益分析见表 7-1。

表 7-1 实施本标准废气排放的环境效益预测表

项目	油烟	VOCs
2021年削减前污染物排放量（万吨）	20.1	25.1

项目	油烟	VOCs
标准实施后的污染物削减率（%）	58.5	45.3
2021年污染物预估削减量（万吨）	11.8	11.4

备注：本表基于《城市大气污染源排放清单编制技术手册》和中国环境统计年鉴中相关数据测算。

根据表中减排量可知，本指南实施后，将促进餐饮服务单位对油烟污染物的治理，虽然企业的治理成本会不同程度的增加，但是污染物治理有利于改善企业职工的劳动环境，并降低对周围环境的损害，取得的环境效益显著。

## 7.2 经济技术分析

餐饮服务单位排放油烟污染物要满足本指南所匹配排放标准排放限值要求，推荐采用的油烟和非甲烷总烃处理技术的投资及运行费用见表 7-2。

表 7-2 餐饮服务单位油烟和非甲烷总烃处理技术的投资及运行费用

类型	推荐处理方法	处理能力 (m <sup>3</sup> /h)	固定资产投资 (万元)	运营维护成本 (万元/年)	选用效果
油烟	机械式	8000~10000	0.80~1.00	0.12~0.24	处理效率不高，30%~75%
	离心式	8000~10000	0.70~0.80	0.12~0.24	
	静电式	8000~10000	1.00~1.10	0.24~0.30	处理效率 80%~90%
	静电复合式	8000~10000	1.80~2.40	0.30~0.32	处理效率在 95%以上
非甲烷总烃	纤维活性炭吸附	8000~10000	4.50~5.60	0.38~0.40	处理初始浓度 20mg/m <sup>3</sup> ，达标
	椰壳活性炭吸附	8000~10000	3.00~3.60	0.48~0.52	
	煤基活性炭吸附	8000~10000	0.80~1.20	0.48~0.52	

## 8 实施本指南的建议

(1) 加大监管力度，对新建餐饮服务单位应严格按本指南的要求实施，对现有餐饮服务单位要按标准限期整改；同时应加大执法力度，逐步提高违规排污的成本，引导餐饮服务单位增加污染治理设施的投资，以体现公平竞争的原则，使各餐饮服务单位认识到治理污染、保护生态环境是其必须承担的责任。

(2) 建议现有大型餐饮油烟排放单位配备油烟在线连续监测系统，并使之与地方生态环境部门联网，以便在线获取排放信息，为实时监督和管理服务。

(3) 本指南发布实施后，应加强跟踪评估，及时提出修订方案和建议。