

《餐饮业油烟污染物在线监测技术规范 (征求意见稿)》编制说明

《餐饮业油烟污染物在线监测技术规范》

标准编制组

2019 年 10 月

目 录

1 项目背景	3
1.1 任务来源	3
1.2 工作过程	3
2 标准制修订的必要性分析	3
2.1 国家及环保主管部门的相关要求	4
2.2 餐饮业油烟污染物在线监测系统建设的必要性	4
2.3 现行标准存在的问题	5
3 国内外相关标准研究	6
3.1 主要国家、地区和国际相关组织的研究	6
3.2 我国餐饮业油烟污染物排放控制发展历程	6
3.3 相关标准与本规范的关系	10
4 标准制修订的基本原则和技术路线	10
4.1 基本原则	10
4.2 技术路线	10
5 标准主要技术内容及解释	11
5.1 适用范围	11
5.2 规范性引用文件	11
5.3 术语和定义	12
5.4 系统组成和功能要求	12
5.5 技术要求	13
5.6 性能要求	13
5.7 安装要求	15
5.8 验收要求	16
5.9 日常运行质量保证	16
6 标准实施意义	16
7 标准实施建议	16
7.1 油烟污染物在线监测数据关系	16
7.2 油烟污染物在线监测与“民标”	17
7.3 油烟污染物在线监测值与“看不见”、“闻不到”	17

《餐饮业油烟污染物在线监测技术规范》

编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》和《深圳经济特区服务行业环境保护管理办法》，保护生态环境，保障人体健康，防治污染，进一步加强对餐饮业油烟污染物的排放控制和管理，根据深圳市实际情况，深圳市生态环境局委托深圳市环境监测中心站开展《餐饮业油烟污染物在线监测技术规范》的编制工作。2019年5月10日，根据深圳市市场监督管理局“关于下达2019年第一批深圳市地方标准计划项目任务的通知”（深市监〔2019〕342号），项目立项编号为54，合作单位为深圳市力德环保工程有限公司，后因编制工作需要增设广东南天司法鉴定所为协作单位。

1.2 工作过程

任务下达后，深圳市环境监测中心站立刻成立了标准编制组，先后进行了国内外相关文献调研、规范框架结构确定、本标准文本初稿编写、标准征求意见稿编写并小范围征求意见等工作，最后根据专家反馈意见进一步修改完善后形成标准征求意见稿公开征求意见。

2019年5月，深圳市环境监测中心站接到深圳市市场监督管理局的标准编制立项通知后，立即成立了标准编制组，并根据需要对组内成员进行了分工。小组成员长期从事餐饮业油烟污染物排放控制、监测和治理技术、监管研究的教授级工程师、高级工程师及工程师，具有丰富的工作经验以及完成本标准编制的能力。

2019年6月至8月，标准编制组根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》的相关规定，在该标准制定前，检索、查询和收集了国内外相关标准和文献资料，对餐饮业油烟排放控制要求、监测技术和治理技术发展现状和趋势、各级监管部门的要求等需求开展了广泛而深入的调查研究，对提出的技术路线、工作内容等多次研讨，形成本标准文本草稿。

2019年8月29日，标准编制组组织召开了《餐饮业油烟污染物在线监测技术规范》论证会，在会上，编制组将编制的草稿及编制说明（草稿）在会上进行了汇报，与会专家经过质询和讨论，认为本标准的定位准确、适用范围合理，主要内容及编制的技术路线可行。在项目执行过程中，编制组还广泛征求国内该行业的专家、学者、工程技术人员、基层管理人员的意见，完善本标准的编制。

2 标准制修订的必要性分析

2.1 国家及环保主管部门的相关要求

2.1.1 《大气污染防治行动计划》

2013 年 9 月 10 日国务院发布了《大气污染防治行动计划》(国发〔2013〕37 号), 要求: 开展餐饮油烟污染治理。城区餐饮服务经营场所应安装高效油烟净化设施, 推广使用高效净化型家用吸油烟机。

2.1.2 《中华人民共和国环境保护法修订案》

2015 年 1 月 1 日开始实施的《中华人民共和国环境保护法修订案》中第四十二条规定: 排放污染物的企业事业单位和其他生产经营者, 应当采取措施, 防治在生产建设或者其他活动中产生的废气、废水、废渣、医疗废物、粉尘、恶臭等对环境的污染和危害。油烟污染物包含颗粒物和废气的污染, 必须依法进行治理。

2.1.3 《中华人民共和国大气污染防治法》

2016 年 1 月 1 日起施行的《中华人民共和国大气污染防治法修订案》中第八十一条规定: 排放油烟的餐饮服务业经营者应当安装油烟净化设施并保持正常使用, 或者采取其他油烟净化措施, 使油烟达标排放, 并防止对附近居民的正常生活环境造成污染。禁止在居民住宅楼、未配套设立专用烟道的商住综合楼以及商住综合楼内与居住层相邻的商业楼层内新建、改建、扩建产生油烟、异味、废气的餐饮服务项目。

2.1.4 《打赢蓝天保卫战三年行动计划》

2018 年 6 月 27 日国务院发布了《打赢蓝天保卫战三年行动计划》(国发〔2018〕22 号)。《行动计划》中第二十九条要求: 完善法律法规标准体系。研究将 VOCs 纳入环境保护税征收范围。加快制修订餐饮油烟等重点行业污染物排放标准, 以及 VOCs 无组织排放控制标准。鼓励各地制定实施更严格的污染物排放标准。

2.2 餐饮业油烟污染物在线监测系统建设的必要性

2.2.1 餐饮业油烟污染物的危害

餐饮业产生的大气污染物以油烟气的形式排入环境, 油烟对局地环境的直观影响主要表现在排出的黏性油类物质会粘结在周边建筑表面, 长时间积累后使建筑表面发黑并散发霉味, 清洗极为困难, 既不卫生又有碍观瞻, 同时, 黏性、可燃的油烟极易在排烟管道内壁冷凝聚集成为火灾隐患。从形貌特征上看, 油烟污染物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, 主要对呼吸系统和心血管系统造成伤害, 包括呼吸道受刺激、咳嗽、呼吸困难、降低肺功能、加重哮喘、导致慢性支气管炎、心律失常、非致命性的心脏病、心肺病患者的过早死。老人、小孩以及心肺疾病患者, 是细颗粒物污染的敏感人群。

研究表明，餐饮源排放的颗粒物中，PM_{2.5}的质量浓度占到PM₁₀的80%以上，PM_{1.0}的质量浓度占到PM_{2.5}的50%~85%，说明餐饮源排放颗粒物主要为细颗粒物，直接对PM_{2.5}产生贡献。北京市2018年5月14日最新公布的PM_{2.5}来源解析显示餐饮源贡献了约4%，在广州，这一比例为6%。

油烟中的气态污染物主要指VOCs，可参与大气光化学反应，增强大气氧化性，同时为二次颗粒物的产生提供原料，其中的部分组分具有异味，直接干扰了周边居民的正常生活，造成扰民问题。据统计，2015年度北京市餐饮油烟大气污染投诉占大气污染投诉总量的34%。

由此可见，餐饮油烟污染物不仅对灰霾直接产生贡献，而且对居民生活造成困扰。据统计，餐饮业油烟污染物扰民导致的城市邻里冲突事件数量在现阶段排在城市环境冲突之首，因此，有效控制餐饮油烟污染是促进社会和谐与环境保护的双重需求。

2.2.2 餐饮业油烟污染物的监管的困境

相对于餐饮业油烟污染物排放总量控制而言，避免与消除餐饮业油烟污染物扰民是更为直接和迫切的城市环境管理工作。中国许多城市例如武汉、成都等新一线城市已经将餐饮业油烟排放控制管理工作职能正式由环保部门移交给城市管理部门，可见政府部门已经意识到餐饮业油烟管控需要解决的首要矛盾是消除油烟扰民而不是油烟污染物排放总量控制。事实上，如果能通过行政规定与技术手段有效解决餐饮业油烟扰民问题，油烟污染物排放总量也一定能得到有效控制，解决油烟扰民问题实际上是解决城市餐饮业油烟污染问题的关键所在。餐饮业油烟污染源量大面广，污染物浓度时变动态范围极大，很难像工业污染源那样做到精准管控，采用经济适用的远程在线监测技术对餐饮业油烟排放进行监测监控很有必要，可以有效提升城市小散乱污染源的管控效率，同时油烟在线终端的维护工作也可以部分取代基层行政部门的巡查监管工作，在实践中取得了比较好的实际效果，因此油烟在线监测系统具备比较大的发展空间，需要有权威的技术规范支持其技术与设备的健康发展。

不同层面的管理部门对油烟污染管控关注点与数据需求有所差别，一般说来，层级越高的管理部门越需要总量控制与冲突控制的宏观统计数据，基层的管理部门更加需要实时反应排污状况的围观基础监测数据；同一辖区内不同的建设主体构建的不同油烟在线监测数据需要进行汇总与统计分析，必须有统一的技术规范约束不同的油烟在线监测系统的数据格式、统计分析方法、设备标定与数据溯源方法，需要权威的技术规范来保障不同层级和不同供应与运维商的油烟在线监测系统的数据传输、存储、汇总、统计、分析的系统兼容性。

2.3 现行标准存在的问题

《饮食业油烟排放标准》（GB 18483-2001）颁布执行近20年，期间国内各地又配套颁布了多项与之相关的地方标准，城市餐饮业油烟污染正在逐步得到有效控制。但是GB 18483-2001所规定的油烟污染物浓度检测方法较复杂，设备多、周期长、成本高，不适合于油烟在线监测，现阶段各类餐饮业油烟在线监测设备的检测方法均不符合现行国标要求。北京市与深圳市近期颁布执行的地方标准与规范中对餐饮油烟检测提出了一些新的方法，但并未形成正式的技术规范。由于缺乏相应的技术规范，各个厂家之间没有统一的标定方法与

设备，数据表达也五花八门，采用不同设备获取的油烟在线监测数据相互之间以及与国标方法之间均没有可参比性，因此现阶段的油烟在线监测数据对于政府行政执法部门来说参考意义不大，需要有权威的技术规范支撑油烟在线监测数据的合法性与置信度。

3 国内外相关标准研究

3.1 主要国家、地区和国际相关组织的研究

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。由于油烟污染物排放量少，对油烟污染物在线监测方面的要求基本处于空白状态。

表 3-1 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，其认证内容主要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。

3.2 我国餐饮业油烟污染物排放控制发展历程

3.2.1 我国餐饮业油烟污染物排放控制标准

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，一般借鉴现行国家标准，在去除效率要求外增加了排放污染物的浓度限值要求。

表 3-2 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 $1.5\text{mg}/\text{m}^3$,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 $1.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。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/Z 254-2017)	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。

总的来说,我国港澳台地区对油烟去除效率进行了要求,其中澳门还规定油烟浓度限值为 $1.5\text{mg}/\text{m}^3$; 内地省市中, 山东和河南对不同规模餐饮服务单位的油烟去除效率和浓度限值进行了要求, 上海和深圳对不同规模餐饮服务单位的油烟去除效率和浓度限值要求进行了统一, 天津、北京和重庆则取消了油烟去除效率的要求, 深圳、北京和重庆增加了非甲烷总烃的浓度限值。

3.2.2 我国餐饮业油烟污染物在线监测工作的实践

在深圳市地方标准《饮食业油烟排放控制规范》(SZDB/Z 254-2017) 颁布执行之前, 国内尚无任何标准或规范规定了适用的油烟污染物在线监测方法, 相关的油烟污染物在线监测技术、设备及系统实际上处于“自由发挥”状态, 最常见的有“开关状态监视”、“气敏传感器监测”、“光散射监测”、“PID 传感器监测”、“NDIR 传感器”、“FID 传感器”、“电化学传感器监测”等测量方法。

(1) 开关状态监视: 所谓“开关状态检测”是早期最常见的油烟在线监测设备, 其原理是在油烟风机以及油烟净化设备的电路上安装互感器, 利用风机以及净化设备工作时在互感器上产生的电信号判断风机以及净化设备是否工作, 衍生了所谓“联动”概念——风机与净化设备同时开启为联动, 在线监视则判断为正常, 否则就判断为不正常。实际上并未对油烟污染物排放进行有效监测, 因此不能算真正意义上的“油烟在线监测装置”。

(2) 气敏传感器监测: 其原理是利用气敏传感器来检测油烟中不同于正常大气成分的气体浓度。由于是暴露使用, 工作条件较恶劣, 气敏传感器存在选择性差、零点漂移与量程漂移大、受温湿度变化影响大、长期稳定性差、重复性差、响应速度慢等缺陷, 通常用于异常气体报警等测量精度要求不高的场合, 并不适用于对油烟污染物进行定量测量。

(3) 光散射监测：光散射检测分为“光粒子计数器”与“粒子集合光散射”两类。油烟细颗粒物在烟管内部传输时成分稳定，粒径谱偏移量小，且颗粒物形状呈球形，表面光散射特性非常稳定，非常适合采用“粒子集合光散射法”进行表面积浓度测量后换算成油烟细颗粒物质量浓度，其优点是装置简单，测量下限低、精度高，可以获得测量结果与感官判断（目测烟雾）高度一致地实际效果，参比测试与称重法和微振荡天平法等直接测量法的相关系数极高（可超过 0.95），因此非常适用于对餐饮油烟颗粒物进行实时在线监测。其缺点是对油烟大颗粒的响应度低。“粒子集合光散射”法用于油烟在线监测时其传感器设计必须避免油烟颗粒物对光源以及透镜、光敏器件表面的污染，否则会发生严重的量程漂移现象。

(4) PID 传感器：PID 传感器即光离子化检测器，其原理是使用紫外灯(UV)光源将有机物分子电离成可被检测器检测到的正负离子(离子化)。检测器捕捉到离子化了的气体的正负电荷时将其转化为电流信号实现气体浓度的测量。气体离子在检测器的电极上被检测后，很快会与电子结合重新组成原来的气体和蒸汽分子。PID 是一种非破坏性检测器，它不会改变待测气体分子。可以实现连续实时检测。采用 PID 测量油烟中 VOCs 浓度是现阶段比较高端的油烟在线监测设备，虽然 PID 传感器远远优于金属氧化物半导体气敏传感器，但其成本也远远超过后者，其外围电路也比较复杂。PID 用于油烟 VOCs 测量最大的问题在于油烟 VOCs 成分谱的不确定性，不同的烹饪工艺形成的油烟 VOCs 成分谱差异极大，而 PID 对不同成分的 VOCs 响应度差别很大（可以超过一个数量级），因此 PID 应用于油烟 VOCs 测量时效果远不如用于成分谱相对稳定的工业污染源监测，特别对于一部分具有 VOCs 降解能力的油烟净化设备，可能会出现油烟经过净化设备之后 PID 检测值反而升高出现负效率的现象，因此 PID 在餐饮油烟在线检测领域的适用性远不如其它成分谱稳定的工业污染源。

(5) NDIR 传感器：其工作原理是基于不同气体分子的近红外光谱选择吸收特性，利用气体浓度与吸收强度关系（朗伯-比尔 Lambert-Beer 定律）鉴别气体组分并确定其浓度。绝大多数挥发性有机物均可采用 NDIR 传感器进行测量。由于油烟 VOCs 成分谱非常复杂且不确定性极大，迄今为止尚未寻找到合适的能比较准确反应餐饮业油烟气态污染物污染程度的指针物质，因此很难确定油烟 NDIR 传感器的窄带滤波波长以及通道数且餐饮业油烟 VOCs 的浓度水平接近现阶段 NDIR 传感器的检测下限，如果不能有效拓展检测下线，NDIR 很难广泛应用于餐饮业油烟在线检测领域，但随着红外光源技术以及热释电传感器和弱信号处理技术的不断发展，NDIR 传感器在油烟在线监测领域存在一定的发展空间。

(6) FID 检测：FID 检测器工作原理氢火焰离子化检测器(FID)的工作原理是含碳有机物在氢火焰中燃烧时,产生化学电离,发生下列反应: $\text{CH} + \text{O} \rightarrow \text{CHO} + \text{e}$ $\text{CHO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$ 反应产生的正离子在一个电场作用下被收集到负电极上,产生微弱电流,经放大后得到色谱信号。FID 检测器优异的技术性能也完全满足餐饮业油烟 TVOC 检测的技术需求，然而现阶段常规的 FID 检测器在油烟 TVOC 在线监测领域难以广泛应用的障碍在于 FID 所需要的复杂精密的气源及火焰装置，FID 检测器很难做到 PID 与 NDIR 传感器那样微小的体积，FID 还需要复杂的外围电路以及辅助设备，同时 FID 检测器的长期工作需要承受持续更换标准气体以及氢气带来的耗材与人工成本。

(7) 电化学传感器：电化学传感器通过与被测气体发生反应并产生与气体浓度成正比的电信号来工作。典型的电化学传感器由传感电极(或工作电极)和反电极组成，并由一个薄电解层隔开。在实际中，由于电极表面连续发生电化学反应，传感电极电势并不能保持恒定，在经过一段较长时间后，它会导致传感器性能退化。为改善传感器性能，人们引入了参考电极。参考电极安装在电解质中，与传感电极邻近。固定的稳定恒电势作用于传感电极。参考电极可以保持传感电极上的这种固定电压值。参考电极间没有电流流动。气体分子与传感电极发生反应，同时测量反电极，测量结果通常与气体浓度直接相关。施加于传感电极的电压值可以使传感器针对目标气体。电化学传感器性能普遍优于金属氧化物半导体传感器，其造价比PID检测器低，但是远高于金属氧化物半导体传感器，被采用在一些中高端的油烟在线监测装置中。

3.3 相关标准与本规范的关系

本标准在国内首次制定，主要依据的是部分基层管理部门的试点经验以及餐饮业油烟污染物在线监控系统供应商的研发经验，尚无先例可循。

4 标准制修订的基本原则和技术路线

4.1 基本原则

本标准在国内首次制定，在制定过程中，重点是总结和吸取先进经验，在调研成熟经验和管理要求的基础上，结合国内现有的、比较成熟技术方法（如粒子集合光散射法）的基础上提出设备功能和管理需求。本标准结合现行《饮食业油烟排放标准》（GB 18483-2001）和《饮食业油烟排放控制规范》（SZDB/Z 254-2017）油烟污染物在线监测系统的要求进行参数设定，对现有标准进行合理补充，方便油烟管控，缓解油烟扰民，将相关邻里冲突消灭于萌芽状态，满足广大人民群众对美好生活的向往。

4.2 技术路线

本标准在制定过程中，首先是在充分调研的基础上，形成本标准编制的主要体系、内容及控制指标；其次，在完成草稿撰写和小范围内专家意见征求的基础上，充分借鉴国内成熟的示范经验、技术以及管理需求进行完善，在广泛征求意见的基础上进一步充实完善，以期形成技术指标合理、可操作性强，基本能满足现阶段环境管理需求的标准试行稿。本标准制定所采取的技术路线如图2所示。

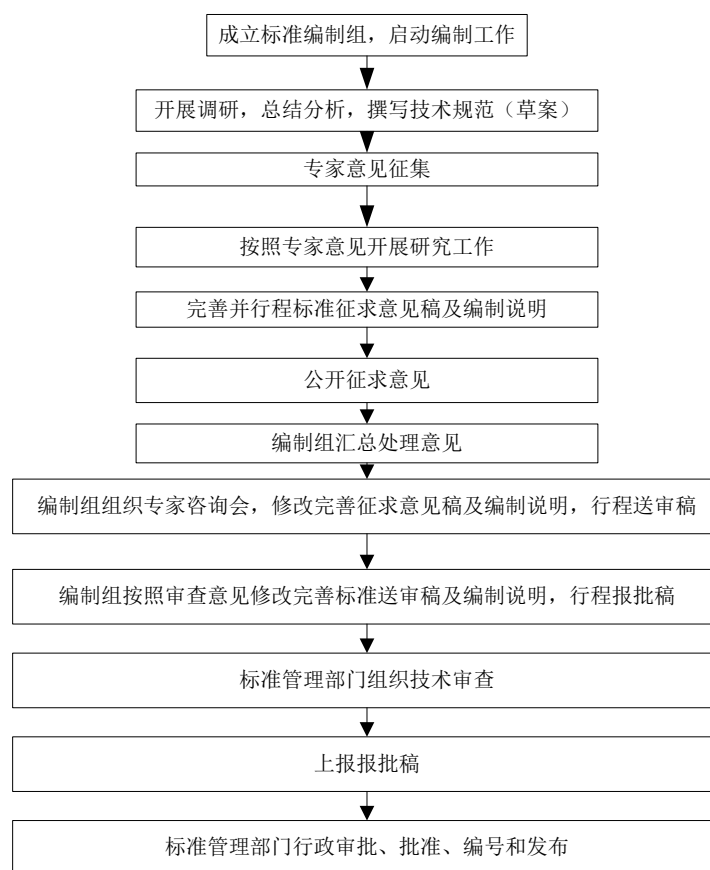


图 4-1 标准编制技术路线图

5 标准主要技术内容及解释

5.1 适用范围

本规范规定了餐饮业油烟污染物在线监测过程中油烟污染物在线监测系统主要技术、性能、安装、调试、验收、运维管理、质量保证的有关要求。

根据使用方式的不同，规定了固定式和便携式两类餐饮业油烟污染物在线监测设备，固定式设备主要适用于在固定的采样位置对餐饮服务单位排放的油烟污染物进行长期监测以监控其油烟污染物排放变化规律并对异常排放进行预警；便携式设备主要适用于对非特定的餐饮服务单位排放的油烟污染物进行现场监测并对异常排放进行督导。

本规范适用于深圳市行政管辖区餐饮服务单位经营期间的油烟污染物排放管理。

本规范不适用于居民家庭油烟排放。

5.2 规范性引用文件

本标准主要引用的环保标准包括：《饮食业油烟排放标准》（GB 18483）、《环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法》（HJ 1012）、《固定污染源废气非甲烷总烃连续监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1013）、《污染源在线

自动监控（监控）系统数据传输标准》（HJ 212）、固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法（GB/T 16157）和《饮食业油烟排放控制规范》（SZDB/Z 254）等。考虑到以上标准由于管理需求的不断深化可能出现更新的情况，因此凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

5.3 术语和定义

本标准主要沿用了《饮食业油烟排放标准》（GB 18483）和《饮食业油烟排放控制规范》（SZDB/Z 254）的相关术语和定义。为了管理和验收考核的方便，增加了“油烟污染物在线监测系统”和“系统响应时间”两个术语和定义。其中，油烟污染物在线监测系统是指对餐饮服务单位排放的油烟、非甲烷总烃的排放浓度和排放量进行连续、实时的自动监测所需全部软硬件设备，简称OMS。系统响应时间是指从餐饮业油烟在线监测设备采样探头通入标准气体的时刻起，到分析仪示值达到标准气体标称值90%的时刻止，中间的时间间隔。包括管线传输时间和仪表响应时间。

5.4 系统组成和功能要求

5.4.1 内容要求

油烟污染物在线监测系统由油烟监测模块、非甲烷总烃监测模块、数据采集与处理模块及其它辅助模块组成。

油烟污染物在线监测系统需可实时测量油烟污染物中油烟浓度、非甲烷总烃浓度并根据烟气参数（油烟管道横截面、油烟温度、压力、流量、相对湿度、灶头数等）计算油烟污染物排放浓度、排放速率以及排放量，可显示、记录、打印各种监控参数，并通过数据、图文等方式传输至管理部门。

5.4.2 解释说明

餐饮业油烟污染物在线监测的目的根据当前管理的需要可分为宏观与微观两个层面，宏观层面可以为大气环境污染控制决策提供大数据支持，微观层面可以为解决微环境或局域环境油烟扰民问题的责任界定提供具体的数据支撑。现阶段餐饮油烟污染呈现大气污染贡献比例排名居后、投诉量占据绝对第一的态势，因此油烟污染治理与其它污染源治理有所不同，最急迫解决的不是油烟污染物排放总量控制而是对油烟扰民问题的迅速有效控制。客观来说，如果能有效解决油烟扰民问题，油烟污染物排放总量控制也一定会得到有效控制，因此现阶段油烟在线监测的首要目的是解决对油烟扰民因子的准确监测。

餐饮业排放的油烟污染物从物理形态上分为油烟细颗粒物与油烟 VOCs 两类，油烟在线监测需要对这两类污染物特别是其中最易导致居民感官不良刺激的成分进行持续定量的监测。

油烟颗粒物粒径谱呈分散状态，粒径数谱峰值分别处于数十纳米数量级与 100 微米数量级，大颗粒物属于 DF 和 TSP 范畴，细颗粒物属于 PM_{2.5}、PM_{1.0} 范畴，因 DF 与 TSP 现阶段未列入大气质量考核范畴，且因油烟 DF 与 TSP 的沉降速率较大，在大气中漂浮

时间及传播距离都很短，特别是油烟 DF 与 TSP 导致的丁达尔效应非常微弱，几乎不会造成光学视觉影响，因此不属于油烟在线监测的主要检测对象；油烟细颗粒物属于大气 $PM_{2.5}$ 一次贡献粒子，其巨大的比表面积造成油烟细颗粒物（挥发凝聚与不完全燃烧产物凝聚）是油烟烟羽视觉污染的最主要因素，同时小颗粒物与油烟 VOCs 浓度之间形成动态平衡关系，是扩散稀释后油烟气味（或 VOCs）的二次来源，因此油烟细颗粒物是油烟在线监测的首要对象。准确检测油烟细颗粒物的浓度，对准确评估油烟烟羽视觉污染扰民程度以及油烟气味扰民程度起到决定性作用，因此油烟细颗粒物的浓度检测是油烟在线监测的首要项目。

油烟 VOCs 非常复杂且成分谱不确定，已知有超过 200 种有机物质。油烟 VOCs 是大气 $PM_{2.5}$ 二次粒子的前体物，同时也是油烟气味扰民的主因，不同类型烹饪食材与烹饪工艺的油烟气味物质成分差异很大，且气味扰民程度因人而异，现阶段尚无法对油烟气味扰民物质进行准确的定量分析以及嗅觉阈值定义，通过对油烟 TVOC 的检测尚不能准确评估油烟气味扰民的程度，但能评估油烟对大气 $PM_{2.5}$ 二次粒子的贡献。因此油烟 VOCs（以 NMHC 表征）的监测可以评估油烟对大气 $PM_{2.5}$ 的贡献，也可以辅助评估油烟气味扰民程度。

综上所述，油烟污染物在线监测系统最重要功能要求是实现对油烟细颗粒物($PM_{2.5}$)排放情况的监测，其次是油烟 VOCs 的排放监测。同时，为了修正监测数据，油烟污染物在线监测设备可以配置烟管风速传感器、烟管气压传感器、烟气温传感器、烟气湿度传感器等辅助传感器，现阶段主流的经济型传感器基本上都能满足需求。

5.5 技术要求

主要规定了油烟污染物在线监测系统的外观要求（包括铭牌、外表、面板和外壳方面的要求）、工作条件（包括系统可以工作的环境温度、相对湿度、大气压和供电电压条件）、安全要求（包括绝缘要求和电器保护要求）和功能要求（包括样品采集和传输设备要求、校准要求、数据采集和传输设备要求）。

5.6 性能要求

5.6.1 内容要求

主要规定了油烟污染物在线监测系统中各测量设备的主要性能指标，其中：

（1）油烟测量设备

1) 响应时间：固定式设备响应时间：≤30s；便携式设备响应时间：≤10s。

2) 准确度：

对固定式设备，当参比方法测量油烟排放浓度的平均值：

a) $\geq 0.1 \text{ mg/m}^3 \sim \leq 1.0 \text{ mg/m}^3$ 时，OMS 与参比方法测量结果平均值的绝对误差：≤±0.1 mg/m^3 ；

b) $> 1.0 \text{ mg/m}^3 \sim \leq 10 \text{ mg/m}^3$ 时，OMS 与参比方法测量结果平均值的相对误差：≤±15%；

c) $> 10 \text{ mg/m}^3$ 时，OMS 与参比方法测量结果平均值的相对误差：≤±25%。

对便携式设备，当参比方法测量油烟排放浓度的平均值：

a) $\geq 0.1 \text{ mg/m}^3 \sim \leq 1.0 \text{ mg/m}^3$ 时, OMS与参比方法测量结果平均值的绝对误差: $\leq \pm 0.1 \text{ mg/m}^3$;

b) $> 1.0 \text{ mg/m}^3 \sim \leq 10 \text{ mg/m}^3$ 时, OMS与参比方法测量结果平均值的相对误差: $\leq \pm 10\%$;

c) $> 10 \text{ mg/m}^3$ 时, OMS与参比方法测量结果平均值的相对误差: $\leq \pm 15\%$ 。

3) 零点漂移和量程漂移: 对于固定式设备, 要求: 24h 零点漂移和量程漂移: 不超过 $\pm 5\%$ 满量程; 30d 零点漂移和量程漂移: 不超过 $\pm 10\%$ 满量程。对于便携式设备, 要求 24h 零点漂移和量程漂移: 不超过 $\pm 2.5\%$ 满量程。

(2) 非甲烷总烃测量设备

1) 响应时间: 固定式非甲烷总烃测量设备响应时间: $\leq 90\text{s}$; 便携式非甲烷总烃测量设备响应时间: $\leq 5\text{s}$ 。

2) 准确度: 固定式设备与参比方法测量结果平均值的相对误差: $\leq \pm 20\%$, 便携式设备与参比方法测量结果平均值的相对误差: $\leq \pm 10\%$ 。

3) 零点漂移和量程漂移: 对于固定式设备, 要求 24h 零点漂移和量程漂移: 不超过 $\pm 15\%$ 满量程, 30d 零点漂移和量程漂移: 不超过 $\pm 25\%$ 满量程。对于便携式设备, 要求 24h 零点漂移和量程漂移: 不超过 $\pm 10\%$ 满量程; 7d 零点漂移和量程漂移: 不超过 $\pm 15\%$ 满量程。

(3) 其他测量设备

主要是烟气参数(油烟管道横截面、油烟温度、压力、流速或流量、相对湿度等)的性能要求应符合 HJ 76 相关要求。

5.6.2 解释说明

油烟细颗粒物的浓度动态范围在 $10\mu \text{ g/m}^3$ 至 100mg/m^3 数量级之间, 未经净化设备处理典型的餐馆油烟细颗粒物排放浓度(小时均值)通常在 20mg/m^3 以下, 以 10mg/m^3 居多, 高浓度油烟细颗粒物主要出现在食品加工业。值得注意的是餐馆油烟虽然平均浓度不高, 但是其动态范围很大, 某些特殊烹饪工艺过程产生的瞬态峰值也可以达到 100mg/m^3 以上; 大型的食品加工业油烟细颗粒物浓度动态范围相对较小, 一般来说峰值浓度与平均浓度的偏离远远小于小型的餐饮企业。

对于高浓度油烟细颗粒物造成的滚滚浓烟来说, 其超标扰民事实确凿不容争辩, 因此对于超常规油烟细颗粒物浓度的准确检测需求并不强烈, 通常检测上限不低于 30mg/m^3 即可满足绝大部分正常工作的餐馆油烟在线监测需求, 对于特殊场合的特殊需求可以采用特别定制的方法满足需求, 不宜作为一般性规定。

对于浓度不高(排放限值附近)然而存在扰民可能的所谓“轻烟”、“淡烟”范畴的油烟细颗粒物浓度则需要相对准确的定量检测能力, 否则在线监测数据无法对油烟扰民事件处理提供客观公正的监测数据, 不仅不能支持油烟扰民事件公平解决, 还可能派生出更多的纠纷。在环境大气 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度较高超过 $200\mu \text{ g/m}^3$ 时, 排烟口油烟细颗粒物浓度如果不超过环境大气 $\text{PM}_{2.5}$ 本底浓度 50%, 基本上不容易观察到显著烟羽, 也就避免了所谓“可视烟雾”造成的视觉扰民; 当环境大气 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度较低低于 $50\mu \text{ g/m}^3$ 时, 油烟细颗粒物浓度即使低于 $200\mu \text{ g/m}^3$, 依然会有敏感人群在近距离可以观察到烟雾的存

在，因此，与常规的烟气在线监测系统不同，油烟在线监测设备对细颗粒物的检测下限须不大于 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 且浓度分辨率须不大于 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，只有满足这样的条件，才可以从监测数据判断所监测对象排烟口是否出现可视烟雾且能分辨评估烟雾可能造成的视觉影响和扰民程度。现有的采用“粒子集合光散射法”原理构建的油烟细颗粒物检测传感器完全能满足检测下限低于 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、浓度分辨率优于 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的技术需求，部分高性能传感器可以做到检测下线低于 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，浓度分辨率低于 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，已经远远超过了基本的油烟检测性能需求。

基于国家大气污染防治的需要，一些地方油烟排放标准将油烟非甲烷总烃（NMHC）作为油烟VOCs污染的。油烟污染物在线监测设备采用标准的非甲烷总烃检测方法即以FID为检测器的气相色谱法进行测量的成本较高，尚需进一步开发完善，但采用PID、NDIR或其它气敏元件对油烟气态污染物的测量虽然存在许多技术与计量问题但并非完全没有意义，特别是金属氧化物半导体类气敏元件，造价低廉、外围电路简单同时具有极低的检测下限值，可以对油烟VOCs浓度的变化提供一些参考数据。

油烟VOCs浓度动态范围通常在 $0.1\sim 100\text{mg}/\text{m}^3$ 数量级范畴，比较典型的是 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 左右。PID的测量下限可达ppb级，NDIR、金属氧化物半导体传感器、电化学传感器均可达ppm级，因此都可以应用于油烟TVOC测量，如果要配合油烟细颗粒物传感器提供油烟扰民程度评估，PID检测器显然最佳，如果仅仅是一般性趋势表征监测则金属氧化物半导体传感器就可满足要求。

综上所述，便携式设备的性能指标要求稍严于固定式设备主要考虑到在实际工作中，固定式设备可以长时间对污染源的排放状况进行监控，能够获得该排放源较多的排放数据，可以对整体排放趋势进行评估，性能稍弱不影响整体判断。而便携式设备更多的适用于现场监管的需要，需要尽可能准确给出和标准测定方法相同的结果判定结论。

5.7 安装要求

主要规定了油烟污染物在线监测系统采样探头和终端设备的安装位置和施工要求。

由于餐饮服务单位量大面广、油烟污染物排放浓度低、易粘接且间歇式排放等特点，为有效表征油烟污染物排放情况，规定：1）采样监测探头安装位于油烟污染物净化设备的下游，应优先选择在排烟管道平直部分，应尽量避免避开油烟管道内壁凝结水滴和油滴的干扰。2）采样监测探头穿管安装位置应按照 GB/T 16157 的要求确定；现场管道条件无法满足 GB/T 16157 要求的，则应避开弯头和断面急剧变化的部位，采用参比方法同步测量后确定其修正系数并录入其修正参数表进行实时修正。3）采样监测探头穿管安装位置应进行气密性处理，确保排烟管道不漏风。4）同一餐饮服务单位通过多个烟管汇总排放其油烟污染物时，应将采样监测探头安装在其总排烟管上，不得只在其中的一个烟管上安装监测探头并充当该餐饮服务单位的排放数据；允许在每个烟管上分别安装采样监测探头监控各烟管油烟污染物排放情况。5）油烟污染物净化设施设置有旁路排烟管道时，应在旁路烟管上安装监测采样探头，其安装、运行、维护、数据采集、记录和传输应符合本规范要求。

油烟污染物在线监测系统终端设备的安装施工要求需符合 GB 50093、GB 50168 的规定。施工单位应熟悉 OMS 的原理、结构、性能，编制施工方案、施工技术流程图、设备技术文

件、设计图样、监测设备及辅助设备安装与交接清单、施工安全细则等有关文件。设备的外壳防护应符合 GB 4208 的技术要求,户内达到防护等级 IP24 级,户外达到防护等级 IP54 级。设备的工作电源应有良好的接地措施,接地电阻应小于 4Ω ,且不能和避雷接地线共用。

5.8 验收要求

为有序推进油烟污染物在线监测系统的建设、运行和管理,规定:油烟污染物在线监测系统在完成安装、调试并和主管部门联网后,应进行技术验收,包括监测技术指标验收和联网验收。为减少不必要或者重复的有关各方的工作量,在进行技术验收前,系统供应商和运营商应确保系统安装符合本规范第7章的要求、数据采集和传输以及通信协议均应符合 HJ/T 212 的要求,调试自检应连续进行不少于 72h,并提供调试自检数据和报告。

联网验收由通信及数据传输验收、现场数据比对验收和联网稳定性验收三部分组成。验收内容包括油烟、非甲烷总烃监测的系统响应时间、准确度、零点漂移和量程漂移验收。

5.9 日常运行质量保证

为确保餐饮业油烟污染物在线监测系统正常、有效运行,基于现有条件和实际运行经验,总结出了以下 3 条关于运维、校准和校验方面的要求:1)至少每 30d 对系统终端设备运行状态巡查维护一次并形成巡查维护报告。2)至少每 30d 校准一次油烟监测设备零点和量程,至少每 7d 校准一次非甲烷总烃监测设备零点和量程,同时测试并记录零点漂移和量程漂移。3)至少 6 个月做一次准确度校验,校验用参比方法和系统同时段数据进行比对,当校验结果不符合规范中相应准确度指标要求时,则应扩展为评估整个系统的技术指标,直至达到要求,所取样品数不少于 9 对。

6 标准实施意义

本标准的颁布实施将使深圳市成为国内首个颁布油烟污染物在线监测技术规范的城市。通过本规范的实施,可以使深圳市辖区内各级生态环境部门各自独立的油烟在线监测系统获得多网合一的可能性;可以使不同厂商和运维服务商获得统一的数据格式,从而方便、规范管理。

本标准的实施可进一步提升深圳市油烟污染防治管理水平,能够有效地控制油烟的污染问题,对进一步降低餐饮场所颗粒物的浓度、非甲烷总烃的浓度,切实改善油烟扰民的现状具有重要意义。通过油烟在线监测的实施,能够进行跟踪管理,把控油烟污染的动态,及时处理,促进区域环境的可持续发展。

7 标准实施建议

7.1 油烟污染物在线监测数据关系

《饮食业油烟排放控制规范》(SZDB/Z 254-2017)中对油烟污染物做出限值规定的有“油烟”、“非甲烷总烃”和“臭气”三项,这三项均无法在油烟在线监测设备内进行

标准方法测量，因此在提交监测数据时应该通过标定标准设备对设备进行标定时得出的转换关系将数据转换成标准对应的项目。油烟在线监测系统对标国标或者深圳市技术规范时只能提交“油烟浓度”、“非甲烷总烃浓度”、“臭气浓度”三项，其中油烟“臭气浓度”现阶段无法实现在线测量，“油烟浓度”与“非甲烷总烃浓度”可以用传感器进行间接测量，可以提交符合标准要求的监测数据。“油烟浓度”的间接测量对象是油烟细颗粒物，其测量值恰好对应于 $PM_{2.5}$ 概念，对普通居民来说，“油烟浓度”、“非甲烷总烃浓度”概念远不及“ $PM_{2.5}$ 浓度”概念清晰，编制组建议对标居民感官的“民标”时提交油烟“ $PM_{2.5}$ 浓度”测量值更适合，因此在监测数据中将“油烟浓度”同时标注为“油烟 $PM_{2.5}$ 浓度”。

7.2 油烟污染物在线监测与“民标”

随着近年来中国老百姓环保意识以及维权意识的不断提升，环保出现了一个新概念——“民标”，所谓民标就是指百姓认可标准。国内多地已经开展“国标+地标+民标”的污染治理效果评估，将原来单纯的排放国标监测数据判据与整治成效群众感官判据相结合，在处理环境冲突的实践中取得了很好的效果。

油烟污染物排放的烟雾与气味导致的视觉与嗅觉感官不适是现阶段涉油烟环境冲突事件的主要污染因子，基层环保与城管部门处理此类冲突时面临的问题主要也就是要解决餐饮业油烟的“视觉污染”与“嗅觉污染”的问题，很多餐饮单位废气排放虽然符合国家排放标准甚至远远优于地标但群众持续反映油烟排放口周边有异味，如果按照常规的以是否满足油烟排放国标、地标为判据，极有可能出现餐饮单位合法排放但群众投诉不断甚至起诉，因此单纯依靠国标、地标管控餐饮业油烟排放是不够的，在环境敏感地域满足“民标”更为迫切，被投诉的油烟排放口必须进行深度治理，整治工程结束后，主管部门邀请群众代表、网民代表、行风监督员等参与验收，整治成效由群众评判，全部通过后才视为验收合格，采用了这种“国标+地标+民标”的整治要求的城市和地区，可以有效遏制环境冲突，油烟扰民问题明显减少，区域空气环境质量明显改善。

7.3 油烟污染物在线监测值与“看不见”、“闻不到”

人眼观察油烟排放口时，受大气 $PM_{2.5}$ 本底水平、油烟排放口背景图像、光照强度、光照角度、光源色温、观察角度、个体视力差异等多因素的影响，难以准确的数字化。造成视觉污染的污染因子是油烟细颗粒物，在大气 $PM_{2.5}$ 本底水平不超过 $30\mu g/m^3$ 的条件下，夏日（冬日因水雾的存在无法评估）白天在排放口 10 米处可以观察到淡烟雾存在的油烟细颗粒物浓度大致在 100 至 $300\mu g/m^3$ ，超过 $1mg/m^3$ 数量级后开始呈现浓烟状态。在进行排放总量控制时用到的平均浓度概念在评估居民感官刺激时意义不大，即便是时间间隔较大的瞬间高浓度油烟烟雾排放（瞬态值较高但是平均浓度很低）也可能招致严重投诉，因此对于“民标”来说，评价油烟污染程度时油烟浓度瞬态值（峰值浓度决定居民感官评价）比平均值更为重要，只有将油烟细颗粒物瞬态峰值浓度控制在 $1mg/m^3$ 以下才能基本满足“看不见”的“民标”限值。

要相对准确地监测评估“偶尔冒淡烟”这类餐饮服务单位的油烟污染程度，需要油烟污染物在线监测设备对油烟细颗粒物浓度 $1mg/m^3$ 以下的区间能够提供相对准确且分辨

率高于 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 的监测数据，最小时间分辨率不宜大于 5 秒，优于此条件的监测数据可以满足基层监管部门的需求。

由于人们对于气味的敏感程度差异非常大，同一种物质不同个体嗅觉阈值可以相差数个数量级且主观评价可能南辕北辙，例如榴莲菜式和炸臭豆腐，有的人感觉奇臭无比难以忍受，有的人却很受用，而餐饮油烟 VOCs 成分谱极其复杂且不同的菜式不同的烹饪阶段变化极大，因此很难确定一个相对准确的油烟 VOCs 嗅觉阈值，而且廉价的非标准方法测量装置对 VOCs 的测量结果准确性不高，因此油烟污染物在线监测设备配置的传感器检测的非甲烷总烃浓度值很难做到与油烟气味感官嗅辩一致，无法获得像油烟细颗粒物测量的监测数据与肉眼观察浓度高度一致的效果，因此现阶段技术条件下油烟污染物在线监测设备还难以有效评估“闻不到”与 VOCs 阈值之间的关系，有待进一步研究。