

附件27

《环境空气 恶臭污染物自动监测技术规范（征求意见稿）》编制说明

《环境空气 恶臭污染物自动监测技术规范》标准编制组

二〇二五年十二月

项目名称：《环境空气 恶臭污染物自动监测技术规范》

项目统一编号：2017-25

承担单位：中国环境监测总站、天津市生态环境科学研究院、上海市  
环境监测中心

编制组主要成员：张 颖、王 亘、韩 萌、高 松、崔虎雄、  
于 勇、蔡云飞、阴 琨、肖咸德、宁晓宇

环境标准研究所技术管理负责人：裴淑玮

生态环境监测司项目负责人：仇 鹏

# 目 录

1	项目背景.....	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	工作过程.....	1
2	标准制订的必要性分析.....	2
2.1	恶臭污染的环境危害.....	2
2.2	相关环保标准和环保工作的需要.....	3
2.3	标准实施的法律、法规依据.....	11
3	国内外相关分析方法研究.....	12
3.1	国内恶臭污染相关标准和方法研究.....	12
3.2	国外恶臭污染相关标准和方法研究.....	15
3.3	国内外恶臭相关环境监测分析方法研究.....	19
3.4	国内外常见恶臭气体仪器检测要求.....	22
4	标准制修订的基本原则和技术路线.....	26
4.1	标准制修订的基本原则.....	26
4.2	标准的适用范围和主要技术内容.....	27
4.3	标准制修订的技术路线.....	27
5	主要编制内容.....	28
5.1	适用范围.....	28
5.2	术语和定义.....	29
5.3	监测项目.....	29
5.4	监测点位布设.....	31
5.5	监测时长.....	33
5.6	仪器设备技术要求.....	33
5.7	数据采集要求和传输单元.....	34
5.8	数据存储.....	35
5.9	质量保证与质量控制要求.....	35
6	日常运行维护要求.....	44
6.1	基本要求.....	44
6.2	日常运行维护要求.....	44
7	与开题报告的差异说明.....	44
8	标准征求意见稿技术审查情况.....	45
9	标准实施建议.....	45
10	参考文献.....	45

# 环境空气 恶臭污染物自动监测技术规范

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

根据原环境保护部办公厅《关于开展 2017 年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》（环办科技函〔2017〕413 号），下达了《环境空气和废气 恶臭气体在线监测技术规范》的项目计划，项目统一编号为 2017-25，由中国环境监测总站承担本标准的制订任务，协作单位为上海市环境监测中心和天津市生态环境科学研究院。

### 1.2 工作过程

#### 1.2.1 成立标准编制组

项目任务下达后，承担单位立即组织成立了标准编制组，并根据需要对各单位进行分工，各单位成员为多年从事恶臭环境监测和研究人员。标准编制组查阅了国内外相关资料，拟定了标准方法制修订的基本原则和技术路线；开展现场检查仪器调研工作，确定了标准的主要内容。

#### 1.2.2 国内外相关资料调研

标准编制组根据《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》（HJ 168-2010）《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1号）的相关规定，查询和收集国内外相关标准和文献资料，确立了建立标准的原则，制订了标准的技术路线，编制了工作和技术方案，并形成了开题报告和标准草案。

#### 1.2.3 标准技术指标的确定

经过查询大量资料，调研了现有主流的在线监测设备的使用情况和科研生产情况，组织专家召开应用及运维的专项研讨会，进行了两批次仪器参数条件选择实验，现场调研了北京、南京、天津和上海的恶臭污染在线及移动监测的实际使用技术现状，实地调研了代表性的恶臭排放现场，如垃圾填埋场、垃圾转运场、不同城市居民区、化工厂和工业园区污染周边等，确立了各项参数和技术指标。

#### 1.2.4 开题报告预审论证会

2017年6月，编制单位组织技术讨论会，明确了课题的技术路线、课题分工，讨论了存在的技术难点和关键点。

2017年11月4日，中国环境监测总站科技处组织，召开了本标准开题预审会，并通过了专家审议。

### 1.2.5 开题论证会

2018年4月26日，监测司组织召开了标准的开题论证会，编制组提交了项目的开题论证报告及标准文本草案，并对标准制定目标及技术方案进行报告。专家组经质询、讨论通过该标准的开题论证。提出的具体修改意见和建议如下：

1、鉴于固定污染源与环境空气采样方法差异较大，标准名称修改为《环境空气 恶臭污染自动监测技术规范》；

2、进一步调研现有国内外恶臭自动监测仪器性能指标，明确本标准技术参数设置；

3、基于主流自动化监测设备，选择典型恶臭污染源开展环境空气及无组织排放监测工作。会后，标准编制组按照专家提出的意见，对标准文本征求意见稿和编制说明进行了名称等相关内容修改和完善，提交办理征求意见。

2019年1月，针对本标准与《环境空气气态污染物（氨和硫化氢）监测系统安装验收技术规范》会否合并，监测司组织召开了专家论证会，形成意见如下：认为两项标准不易合并，建议分别进行研究。

### 1.2.6 编制征求意见稿

2019年6月，通过总站站内标准征求意见稿技术审查会。

2019年12月，向标准管理部门提交了征求意见稿及编制说明。

2020年~2022年，按照法规标准司要求，对标在修订中的《恶臭污染物排放标准》（GB 14554）的修订情况，调整本标准的相关内容。

2023年11月，通过标准所进行形式审查，对照《环境空气气态污染物（氨、硫化氢）自动监测技术规范》（HJ 1393-2024），同步修改本标准修改部分内容。

2025年5月，在生态环境监测标准管理平台上提交了标准征求意见稿和编制说明。

2025年9月，通过了生态环境部监测司组织召开的征求意见稿技术审查会。

2025年10-12月，根据技术审查会和标准管理单位意见，逐条修改完善了标准文本和编制说明中相关技术内容，编制说明中增加了2.3标准实施的法律、法规依据、标准征求意见稿技术审查情况和标准实施建议等内容。

## 2 标准制订的必要性分析

### 2.1 恶臭污染的环境危害

恶臭是指一切刺激嗅觉器官引起人们不愉快及损害生活环境的气体物质。恶臭污染具有突发性、多发性，直接影响环境空气质量，导致正常的生产生活秩序的破坏，是一种公害污染。

地球上存在的 200 多万种化合物中，其中约 1/5 具有气味，约有 1 万种为重要的恶臭物质。除硫化氢和氨外，恶臭物质大都为有机物。按化学组成可分成以下 5 类：（1）含硫的化合物，如硫化氢、二氧化硫、硫醇、硫醚类等；（2）含氮的化合物，如胺、氨、铵、吲哚类等；（3）含卤素及衍生物，如卤代烃等；（4）含氧的有机物，如醇、酚、醛、酮、酸、酯等；（5）烃类，如烷、烯、炔烃以及芳香烃等。

恶臭物质具有气味特征，因此在常温常压下多具有挥发性，还具备气味物质应有的水溶性、脂溶性的等特征。化学结构常为醛酮类化合物、含硫化合物、含氮化合物、含磷化合物、低级脂肪酸、酚类化合物、环状醇等物质。这些化合物的共同化学特性是具有电负性较强的功能团，其分子极性、化学性质活泼，具有生物活性或氧化还原反应特征。

恶臭在环境中的危害是通过人类嗅觉器官对人们的心理、情绪产生不良影响，严重者将产生生理反应，如出现恶心、呕吐、头痛等症状或并发引起呼吸道疾病。有些恶臭物质本身即为有毒有害物质，可直接引起急性中毒症状，如常见的硫化氢就具有较强的毒性。此外，当某些气味物质浓度较高或持续时间过长时，同样会引起人们的厌烦情绪，产生不良的生理反应，这些气味物质也同样造成恶臭环境污染。

## 2.2 相关环保标准和环保工作的需要

### 2.2.1 加强恶臭污染防治是环境管理的迫切需求

恶臭污染是恶臭气味扩散到环境中而形成的一种特殊的空气污染，已被列入世界七大公害之一，其危害日益受到世界各国的重视。恶臭是典型的扰民污染，严重地影响居民生活质量和环境舒适度。近些年，我国城市化进程不断加快，打破了原有的城市规划和工业布局，在旧工业区周边新建了大量的居民区、高档公寓、别墅等，工厂排放的恶臭气体会大大降低这些新建居住区的生活环境质量，直接导致工厂与居民的矛盾激化，常常引发大规模、集中的投诉上访事件，激化社会矛盾，不利于构建和谐社会。

全国恶臭投诉占有环境投诉的比例逐年递增，近年恶臭投诉占有环境投诉比例逐年提高，分别从2016年的21.3%、2017年的24.6%，截止至2020年，恶臭投诉占比有时超过50%，已经成为超过噪声成为首要的环境投诉问题。上海市、广东省对恶臭的投诉率占环境投诉的五成以上，浙江、江苏、山东等经济发达地区，恶臭污染投诉比例也较大。在某些石化、化工产业集中的地区，甚至90%的环境投诉都来自恶臭问题。

我国的恶臭污染主要有以下特征：（1）来源复杂。生态环境部恶臭污染控制重点实验室近年来向18个省、自治区、直辖市67个城市的环境监测单位、第三方检测机构方法发放调查问卷，了解各地恶臭污染的主要来源。统计结果显示，恶臭污染的主要来源有垃圾处理、污水处理、畜禽养殖、化工等。另外各地方经济发展水平和产业发展不同，餐饮、食品加工、石油炼制、制药等行业在某些地方恶臭污染问题也比较突出，见图1。各种污染源彼此交错，互相干扰。给环境管理部门对于恶臭污染的判别与控制带来了很大的难度；（2）成分多样。由于不同的污染源排放的恶臭污染物各不相同，而恶臭物质的种类众多，且大部分的典型恶臭污染物，如含硫、含氮、含氧类物质，嗅阈值都为ppt级，甚至几个分子就能够闻到，应用现有的分析方法无法对污染物质准确定量；（3）形势严峻。随着人民群众生活水平的提高，环境保护意识的逐步增强，对生活环境的要求越来越高，对于恶臭的投诉呈逐年递增的趋势。

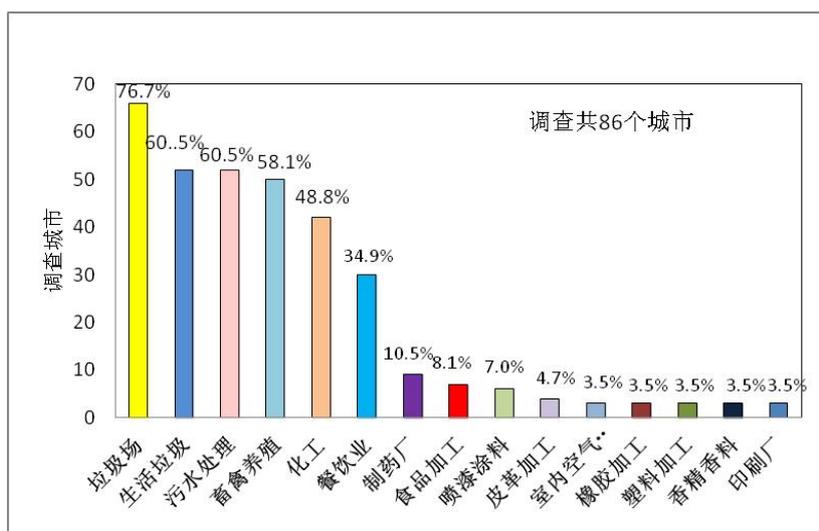


图 1 我国恶臭污染排放主要来源

由于恶臭污染的社会危害性，国家和各地方对于恶臭污染问题高度重视，一些法律法规、标准政策规定了恶臭/异味污染防治要求，并逐步“细化”，比如设置合理的防护距离、加强恶臭治理、推广电子鼻监控预警、开展关键技术研究等。

2018年，第十三届全国人民代表大会第一次会议通过的《中华人民共和国宪法修正案》第二十六条规定“国家保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公害。”

国家和各地方对于恶臭污染问题高度重视，2014年修订通过的《中华人民共和国环境保护法》第四章第四十二条明确提出“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、恶臭气体、放射性物质以及噪声、振动、光辐射、电磁辐射等对环境的污染和危害”。

《中华人民共和国大气污染防治法》第四章第五节第八十条“企业事业单位和其他生产经营者在生产经营活动中产生恶臭气体的，应当科学选址，设置合理的防护距离，并安装净化装置或者采取其他措施，防止排放恶臭气体。第八十条要求产生恶臭气体的单位应设置防护距离并采取净化措施；第八十一条专门针对餐饮油烟排放；第一百一十七条规定了对未采取恶臭防治措施的处罚，处1万至10万元罚款；第七十五条要求畜禽养殖场处理粪便防止恶臭；第八十二条禁止在人口密集区焚烧产生恶臭的物质。第四章第五节第八十条“企业事业单位和其他生产经营者在生产经营活动中产生恶臭气体的，应当科学选址，设置合理的防护距离，并安装净化装置或者采取其他措施，防止排放恶臭气体。”

《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）2012年，原环境保护部印发的《重点区域大气污染防治“十二五”规划》（国函〔2012〕146号）中提到“逐步开展有毒、恶臭等挥发性有机物的有机化工企业在线连续监测系统的建设，并与环境保护主管部门联网。”2012年，原环境保护部制定的“‘十二五’时期全国污染防治工作的要点（环办〔2011〕46号）”中将“加强恶臭、餐饮油烟治理，解决突出的扰民问题”列为今后污染防治工作的要点。”2017年，原环境保护部印发的《国家环境保护标准“十三五”发展规划》（环科技〔2017〕49号）中提出“修订恶臭污染物排放标准，加强恶臭控制。”

《全国生态保护“十三五”规划纲要》第三节将制修订恶臭污染的相关标准列入规划，“全

面推广密闭化收运，实现干、湿分类收集转运。加强垃圾渗滤液处理处置、焚烧飞灰处理处置、填埋场甲烷利用和恶臭处理”。

2019年，生态环境部印发的《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53号）5重点治理任务中明确提出“涉恶臭污染的工业园区和产业集群，推广实施恶臭电子鼻监控预警。”2021年，生态环境部印发的《关于加快解决当前挥发性有机物治理突出问题的通知》（环大气〔2021〕65号）中提出“各地系统梳理……长期投诉的涉VOCs类恶臭、异味扰民问题。”2022年，生态环境部印发的《“十四五”生态环境保护综合行政执法队伍建设规划》（环执法〔2021〕113号）中提出“重点地区和重点流域可根据实际需求，积极装备特种专业技术用车 便携式恶臭监测设备等。”2023年，国务院印发的《空气质量全面改善行动计划（2021-2025年）》中要求“对群众反映强烈的恶臭/异味污染扰民问题加强排查整治”“推进致臭物质识别、恶臭污染评估和溯源技术方法研究”。

目前恶臭气体在线监测仪器在国外发展非常迅速，在我国的应用也越来越普遍。首先市场上在线监测仪器种类繁多，按检测器类别分有色谱法、光谱法、质谱法、传感器法等，前处理手段包括吸附富集、低温浓缩等，对仪器设备的检测项目、检测指标、技术要求、安装要求、质控要求等没有统一的标准要求，数据难以统一；其次，应用较多的恶臭在线监测设备大都是进口设备，采用的是国外的标准，内置的识别模式和预测模型核心算法无法公开，各种检测技术和测定物质还有待规范，数据之间缺乏统一的技术指标和比对数据；另外，由于恶臭具有实时的瞬时性的特点，目前我国针对在线的恶臭监测数据缺乏国家标准规范的支撑，无法作为监管和执法的依据，因此应用受到较大的局限性。

鉴于目前我国环境监测的严峻形势，以往的现场采样-实验室分析-对比排放标准的固定模式已经不能满足现有环境管理的需求，在线监测因其时效性强，人员占用少，监测结果直观可视等优点成为环境监测手段的有效补充。通过制定本技术规范，可以逐步统一并明确仪器法测定恶臭的检测项目、技术指标、安装要求、质控要求等技术内容，实现数据的统一和可比，为环境管理提供实施有效的技术数据，满足环境监测管理部门、恶臭气体排放企业、周边居民对恶臭的浓度数据实时性和可靠性需求，提高环境监管的技术支撑能力，成为我国恶臭管理标准体系的有效补充，为保护人民的生产生活安全提供技术保障，推动我国在线监测仪器行业健康。

现阶段恶臭的测定方法主要有两类，一类是以测定恶臭气体化学组分、物质浓度为主要目的仪器分析法；一类是以嗅觉对恶臭气体进行量化分析的感官测试法。仪器分析法在恶臭测定方面存在很大的局限性，一方面许多恶臭物质在环境中痕量级别下即可被人们感知到气味，但若浓度低于仪器检出限，则导致无法检出；更重要的是恶臭气体大都是多组分的混合气体，各组分之间存在气味的相互叠加或相互抵消作用，通过仪器分析法测定的物质组分和浓度不能全面地反映恶臭气体对人体的感官影响（即臭气浓度）。因此，感官测试法因为能够真实反映人体的感受而成为最重要和有效的恶臭污染分析评价手段，是目前国内外进行恶臭测定的标准方法。目前我国恶臭感官分析的标准方法为《环境空气和废气 臭气的测定 三点比较式臭袋法》（HJ 1262-2022），但该方法需要通过从现场采集恶臭气体样品带回实验室，由专业嗅辨员在特定的实验室测定样品的臭气浓度，三点比较式臭袋法测定臭气，是先将三只无臭袋中的两只充入无臭空气，另一只则按一定稀释比例 充入无臭空气和被测臭气

样品供嗅辨员嗅辨，当嗅辨员正确识别有臭气袋后，再逐级进行稀释、嗅辨，直至稀释样品的臭气浓度低于嗅辨员的嗅觉阈值时终止实验。每个样品由若干名嗅辨员同时测定，最后根据嗅辨员的个人嗅觉阈值和嗅辨小组成员的平均阈值，求得臭气浓度。实验过程操作复杂，时间和人员成本较高，无法实现实时的连续监测。

恶臭污染本身因为具有瞬时、阵发的特点，易受环境因素影响，现有实验室监测标准方法三点式嗅袋法，是采样后嗅辨员按照逐级稀释后给出无量纲的抽样结果，在应对恶臭瞬时性上存在不足，同时受到嗅辨员人为的影响也较大。感官测试法不适用于恶臭的现场连续监测，因此在实际操作工作中，往往很难及时地、全面地获取恶臭污染信息，限制了管理部门对恶臭污染企业进行有效的监督和管理，使环境管理部门长期面临及时响应难、污染识别难、执法取证难的窘境。

因此，需要制订《环境空气和废气 恶臭自动监测技术规范》方法标准，保证监测结果的准确性、可靠性。针对自动监测时使用的监测仪器、应满足的性能技术指标、分析方法确认、仪器的检出限和测定下限、数据的有效性和可比性做出规范性要求。

通过本项标准的制订，可以完善恶臭监测的技术体系，为环境管理提供实时有效的技术数据和监测手段等技术支撑，满足环境监测管理部门、恶臭气体排放企业、周边居民对恶臭的浓度数据实时性和可靠性需求，提高环境监管的技术支撑能力和恶臭的环境预警能力，降低居民投诉，保护人民健康，实现社会和谐。

## 2.2.2 相关环保标准和环保工作的需要

恶臭排放控制要求《恶臭污染物排放标准》（GB 14554），是与大气综合排放标准并行的对大气污染控制要求，是独立的综合大气污染控制标准，主要污染物为9项，见表1。天津、上海等地方也发布了地方标准，如天津《恶臭污染物排放标准》（DB 12/059-2018）、上海《恶臭（异味）污染物排放标准》（DB 31/1025-2016），控制指标在国家标准基础上，增加了更多的有机污染物的指标，在执行恶臭标准时，不再执行地方大气综合排放标准的相关指标。恶臭污染管理涉及的行业类别涉及非常广泛，垃圾填埋，污水处理，畜禽养殖，石油化工，制药行业，涂装行业，橡胶制品，食品加工，电子行业，机械制造，塑料加工，印刷行业等。

表1 《恶臭污染物排放标准》（GB 14554）中的恶臭物质

序号	CAS No.	监测项目	英文名	单位
1	7664-41-7	氨	Ammonia	ppb
2	75-50-3	三甲胺	Trimethylamine	ppb
3	7783-06-4	硫化氢	Hydrogen sulfide	ppb
4	75-18-3	甲硫醚	Dimethyl sulfide	ppb
5	74-93-1	甲硫醇	Methanethiol	ppb
6	624-92-0	二甲二硫醚	Dimethyl disulfide	ppb
7	75-15-0	二硫化碳	Methanedithione	ppb
8	100-42-5	苯乙烯	Styrene	ppb
9		臭气浓度	Odor concentration	无量纲

针对恶臭污染排放的主要来源，恶臭重点实验室采集了恶臭排放单位的2000多个样品，进行采样测试，对主要恶臭污染行业臭气浓度水平和恶臭污染物排放情况等进行分析，详见表2所示。不同行业排放的特征恶臭污染物差别较大，同一行业的不同单位由于生产工艺、管理水平、治理技术的不同臭气浓度水平也有巨大差异。有些行业如水泥行业国家排放标准GB4195中规定了制造产品氨排放10mg/m<sup>3</sup>。

表 2 各主要行业臭气浓度水平及主要恶臭污染物

行业类别	厂界浓度范围 (mg/m <sup>3</sup> , 臭气 浓度无量纲)	恶臭主要污染物
生活垃圾填埋场	17-415	氨、硫化氢、甲硫醚、二甲二硫、乙醛、异戊酸、戊酸
城镇污水处理厂	10-89	氨、硫化氢、甲硫醇、二甲二硫、甲胺、乙胺、二甲胺、三甲胺
畜禽养殖业	41-1318	氨、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、乙醇、乙醛、丁醛、三甲胺
石油化学工业、有机化工企业	15-89	氨、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、乙硫醇、丙酮、异戊醛、丙醛、正丁醛、丁烯醛、苯乙烯、乙苯、间/对-二甲苯、异丙苯、柠檬烯
制药工业	28-65	氨、乙醇、异丙醇、丁醇、丙酮、丙醛、乙酸乙酯、乙酸丁酯、甲苯
涂装行业	14-174	乙醇、甲基乙基酮、甲基异丁酮、乙酸乙酯、乙酸丁酯、甲苯、乙苯、苯乙烯
橡胶制品工业	10-43	二硫化碳、异丙醇、乙酸乙酯、甲苯、乙苯、间/对-二甲苯、苯乙烯
食品加工	15-713	氨、甲硫醇、二甲二硫、乙醛、丙醛、戊醛、异戊醛
电子行业	10-93	二硫化碳、乙醇、丙酮、异丙醇、乙酸乙酯、乙酸丁酯、甲苯、柠檬烯
机械制造	11-234	乙醇、甲基异丁酮、乙酸乙酯、乙酸丁酯、间/对-二甲苯、邻-二甲苯、苯乙烯
塑料加工	10-741	乙醇、乙醛、苯甲醛、乙酸、乙酸丁酯、甲苯、三氯乙烯、甲酰胺
印刷行业	18-89	乙醇、丙酮、异丙醇、乙醛、丙醛、甲苯、乙酸乙酯、乙酸丁酯、乙酸异丙酯

我国对于恶臭的监管手段目前还较为单一，主要沿用《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—93)和《环境空气 恶臭的测定 三点比较式臭袋法》(HJ 1262—2022)。这些标准目的旨在控制恶臭污染物对大气的污染。其中《恶臭污染物排放标准》中规定了8种恶臭污染物(氨、三甲胺、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、苯乙烯)的一次最大排放速率限值、臭气浓度限值及无组织排放源的厂界浓度限值。目前国家已启动了该标准修订工作。目前该标准已完成修订的送审稿，主要从区域划分、收严排放限值、调整排放筒高度

区间等方面进行修订。

配套控制标准的规范主要包括《恶臭污染环境监测技术规范》（HJ 905—2017）已经发布实施，该规范为针对实验室测定恶臭的主要技术规范。规范规定了环境空气及各类恶臭污染源（包括水域）以不同形式排放的恶臭污染的监测技术，主要针对实验室分析，包括恶臭的采样点位与频次、采样方法、前处理与分析方法、监测与记录、质量控制与保证等内容。

《恶臭嗅觉实验室建设技术规范》（HJ 865—2017），该规范规定了恶臭嗅觉实验室的选址、布局以及内部设计等技术要求。《空气和废气 恶臭的测定 三点比较式臭袋法》（HJ 1262—2022）和环境空气和废气 臭气的测定 动态稀释嗅辨法（HJ 1416-2024）规定了恶臭实验室测试方法。

地方标准，天津市《恶臭污染物排放标准》（DB 12/059—2018）详见表 3，规定了氨、三甲胺、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、苯乙烯、乙苯、丙醛、丁醛、戊醛、乙酸乙酯、乙酸丁酯、2-丁酮、基异丁基酮、臭气浓度。

表 3 天津恶臭（异味）污染排放控制标准

序号	控制项目	标准值/ mg/m <sup>3</sup> ，臭气浓度为无量纲
1	氨	0.20
2	三甲胺	0.05
3	硫化氢	0.02
4	甲硫醇	0.002
5	甲硫醚	0.02
6	二甲二硫	0.05
7	二硫化碳	0.50
8	苯乙烯	1.0
9	乙苯	1.0
10	丙醛	0.065
11	丁醛	0.06
12	戊醛	0.04
13	乙酸乙酯	3.0
14	乙酸丁酯	0.40
15	2-丁酮	1.4
16	甲基异丁基酮	1.2
17	臭气浓度	20

上海市《恶臭（异味）污染物排放标准》（DB 31/1025-2016）详见表 4~表 6，规定了氨、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、苯乙烯，乙苯、丙醛、正丁醛、正戊醛、甲基乙基酮、甲基异丁基酮、丙烯酸、丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸甲酯、一甲胺、二甲胺、三甲胺、乙酸乙酯、乙酸丁酯和臭气浓度。本标准自 2017 年 2 月 1 日起实施。监测分析方法，采用的均为实验室化学方法。

表 4 上海恶臭（异味）特征污染物排放限值

序号	控制项目	最高允许排放浓度/（mg/m <sup>3</sup> ）	最高允许排放速率/（kg/h）②
1	氨	30	1
2	硫化氢	5	0.1
3	甲硫醇	0.5	0.01
4	甲硫醚	5	0.1
5	二甲二硫	5	0.26
6	二硫化碳	5	1
7	苯乙烯	15	1
8	乙苯	40	1.5
9	丙醛①	20	0.3
10	正丁醛①	20	0.2
11	正戊醛①	20	0.2
12	甲基乙基酮①	50	5
13	甲基异丁基酮①	80	3
14	丙烯酸①	20	0.5
15	丙烯酸甲酯①	20	1
16	丙烯酸乙酯①	20	1
17	甲基丙烯酸甲酯①	20	0.6
18	一甲胺①	5	0.11
19	二甲胺①	5	0.15
20	三甲胺	5	0.2
21	乙酸乙酯	50	1
22	乙酸丁酯	50	1

①国家分析方法标准发布后执行。  
②：当恶臭（异味）污染物控制设施去除效率≥95%时，等同于满足最高允许排放速率限值要求。

周界监控点的臭气浓度限值和恶臭特征污染物的浓度限值应分别符合表 5 规定和表 6 的规定。

表 5 周界监控点臭气浓度限值

单位：无量纲

序号	污染物	工业区	非工业区
1	臭气浓度	20	10

表 6 周界监控点恶臭（异味）特征污染物浓度限值

单位：mg/m<sup>3</sup>

序号	控制项目	工业区	非工业区
1	氨	1.0	0.2
2	硫化氢	0.06	0.03
3	甲硫醇	0.004	0.002
4	甲硫醚	0.06	0.02

序号	控制项目	工业区	非工业区
5	二甲二硫	0.06	0.04
6	二硫化碳	2.0	0.3
7	苯乙烯	1.9	0.7
8	乙苯	0.6	0.4
9	丙醛	0.26	0.08
10	正丁醛	0.14	0.06
11	正戊醛	0.11	0.04
12	甲基乙基酮	2.0	1.0
13	甲基异丁基酮	1.2	0.7
14	丙烯酸	0.6	0.11
15	丙烯酸甲酯	0.7	0.4
16	丙烯酸乙酯	0.4	0.4
17	甲基丙烯酸甲酯	0.4	0.2
18	一甲胺	0.05	0.03
19	二甲胺	0.06	0.04
20	三甲胺	0.07	0.05
21	乙酸乙酯	1.0	1.0
22	乙酸丁酯	0.9	0.4

山东省地方标准《有机化工企业污水处理厂（站）挥发性有机物及恶臭污染物排放标准》（DB 37/3161—2018）规定了有机化工企业污水处理厂（站）挥发性有机物及恶臭污染物排放限值、监测和监控要求，以及标准实施与监督等相关规定。

江苏省地方标准《化学工业挥发性有机物排放标准》（DB 32/3151—2016）规定了化学工业企业或生产设施的 35 种挥发性有机物排放控制、监测及监督实施要求。《制药工业大气污染物排放标准》（DB 32/4042—2021）规定了工艺废气中臭气浓度及 17 种特征污染物排放限值，污水处理站氨、硫化氢及臭气浓度的排放限值；企业边界的臭气浓度限值。

河北省地方标准《青霉素类制药挥发性有机物和恶臭特征污染物排放标准》（DB 13/2208—2015）规定了青霉素类制药企业产生的挥发性有机物和恶臭特征污染物排放控制要求。《生活垃圾填埋场恶臭污染物排放标准》（DB 13/2697—2018）规定了生活垃圾填埋场恶臭污染物排放控制、污染防治措施、污染物排放监测、实施与监督等要求。

深圳《市政排水厂站恶臭污染物排放标准》（DB4403/T 473-2024），规定了排水厂站恶臭污染物的排放控制要求和监测采样与分析方法。

北京市大气污染物综合排放标准 DB11/501 规定了污染源的氨、硫化氢和臭气浓度要求。针对污染自动监控，国家和地方近几年也先后颁布了多项相关法律法规、管理制度，如：《主要污染物总量减排监测办法》（国发〔2007〕36 号），《污染源自动监控管理办法》（环保总局第 28 号令），《污染源自动监控设施运行管理办法》（环发〔2008〕6 号）。为了加强对企业污染源自动监测设备监督考核，确保国控企业污染源自动监测设备提供的监测数据的有效性，原环保部于 2009 年 7 月发布了《国家重点监控企业污染源自动监测数据有效性审核办法》和《国家重点监控企业污染源自动监测设备监督考核规程》（环发〔2009〕

88号)。为了加强对污染源自动监控设施的现场监督检查,保障其正常运行,保证自动监控数据的真实、可靠和有效,原环保部在2012年发布了《污染源自动监控设施现场监督检查办法》。

国家及地方也出台了一系列的在线监测技术的标准与规范,包括《固定污染源烟气连续排放技术规范》、《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及监测方法》、《环境空气气态污染物连续自动监测系统技术要求及检测方法》、《污染源在线自动监控(监测)系统数据传输标准》、《上海市固定污染源非甲烷总烃在线监测系统验收及运行技术要求(试行)》、《上海市固定污染源非甲烷总烃在线监测系统安装及联网技术要求(试行)》等。一些行业类别也发布了针对恶臭异味的标准,包括《规模化养鸡场臭气减控技术规范》(DB4114/T 246-2024)《规模化养猪场臭气防治技术规范》(DB41/T 2642—2024)《制浆造纸企业产生臭气处理工艺设计规范》(DB42/T 2165-2023)《生物和化学制药行业挥发性有机物与恶臭气体污染控制技术指南》(DB13/T 5363-2021)《规模猪场臭气减控技术规范》(DB5114/T 58-2023)《规模化养鸡场臭气防控技术规范》(DB4116/T 042-2023)《蛋鸡养殖场减氨除臭技术规程》(DB1304/T 387-2022)《规模化牧场牛奶生产过程中出现异味处置规程》(DB2306/T 189-2023)《生活垃圾焚烧厂污染治理技术指南 臭气》(T/ACEF 073-2023)《生猪屠宰场(厂)臭气处理规范》(T/GDID 1078-2023)《规模猪场综合减臭技术规范》(DB33/T 1377—2024)《猪禽舍内菌液智能喷淋除臭技术规范》(T/SAASS 103—2023)。目前国内外尚未发布对于恶臭气体的自动或者连续监测技术标准或规范。国务院印发的《“十三五”生态环境保护规划》(国发〔2016〕65号)中明确指出“加强垃圾渗滤液处理处置、焚烧飞灰处理处置、填埋场甲烷利用和恶臭处理”。《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》(环大气〔2017〕121号)明确提出“环境保护部制修订制药、农药、汽车涂装、集装箱制造、印刷包装、家具制造、人造板、涂料油墨、纺织印染、船舶制造、储油库、汽油运输、干洗、油烟等行业大气污染物排放标准,制订挥发性有机物无组织排放控制标准,修订恶臭污染物排放标准”。在《大气污染防治行动计划》(国发〔2013〕37号)、《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》等一系列政策文件中都明确指出加强挥发性有机污染物的排放控制,推进挥发性有机物污染治理、完善挥发性有机物排放标准体系。由于恶臭污染物多数都是挥发性有机物,因此加强恶臭污染治理的同时也将起到控制挥发性有机物排放的作用。

### 2.3 标准实施的法律、法规依据

《中华人民共和国环境保护法》第十七条规定“国家建立、健全环境监测制度。国务院环境保护主管部门制定监测规范,会同有关部门组织监测网络,统一规划国家环境质量监测站(点)的设置,建立监测数据共享机制,加强对环境监测的管理”;第三十二条规定“国家加强对大气、水、土壤等的保护,建立和完善相应的调查、监测、评估和修复制度”。《中华人民共和国水污染防治法》第二十五条规定“国家建立水环境质量监测和水污染物排放监测制度。国务院环境保护主管部门负责制定水环境监测规范,统一发布国家水环境状况信息,会同国务院水行政等部门组织监测网络,统一规划国家水环境质量监测站(点)的设置”。第四章第四十二条明确提出“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、恶臭气体、放射性物质以及噪声、振动、光辐射、电磁辐射等对环境的污染和危害”。

《中华人民共和国大气污染防治法》第四章第五节第八十条“企业事业单位和其他生产经营者在生产经营活动中产生恶臭气体的，应当科学选址，设置合理的防护距离，并安装净化装置或者采取其他措施，防止排放恶臭气体。第八十条要求产生恶臭气体的单位应设置防护距离并采取净化措施；第一百一十七条规定了对未采取恶臭防治措施的处罚，处1万至10万元罚款；第七十五条要求畜禽养殖场处理粪便防止恶臭；第八十二条禁止在人口密集区焚烧产生恶臭的物质。第四章第五节第八十条“企业事业单位和其他生产经营者在生产经营活动中产生恶臭气体的，应当科学选址，设置合理的防护距离，并安装净化装置或者采取其他措施，防止排放恶臭气体。

因此，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》《中华人民共和国宪法修正案》第二十六条规定“国家保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公害，防治生态环境污染，改善生态环境质量，规范环境空气中恶臭污染的监测，有必要开展本标准的制定。

### 3 国内外相关分析方法研究

#### 3.1 国内恶臭污染相关标准和方法研究

##### 3.1.1 国内相关恶臭污染物环境监测技术的特点和应用情况

目前世界恶臭污染物环境监测技术仍处于嗅觉测试法和质量浓度测试法并存又相互补充阶段。感官测试法的配气技术，主要有静态稀释法和动态稀释法；质量浓度测试法，主要有气相色谱法、色谱/质谱联用法、其他化学分析法。嗅觉测试法是由工作人员在恶臭气体污染区域将恶臭气体样本通过采集器收集带回，由专业的嗅辨测试人员进行臭气浓度测定。采用人工嗅辨的方式能够以感官为基准，得到恶臭气体臭度等级，但是无法得到被测气体的具体成分以及各成分的浓度信息；质量浓度测试法是由工作人员在恶臭气体污染区域将恶臭气体样本通过采集器收集带回，并再通过专业设备进行化学成分分析，该过程通过气体样本分离和鉴定，能够准确地测得样本中各个成分以及对应的含量。这类方法一般具有检测手段及检测标准；便携式质量浓度测试法是由工作人员携带检测设备在污染区域进行测量，该方法通过对污染区域的提前考察初步确定污染区域有可能的恶臭污染成分，随后携带仪器设备在污染区域进行实时测量。该方法能够准确测得污染区域污染物的成分及含量。通常与人工嗅辨的方式相结合，通过人工嗅辨的方式得出恶臭强度等级。从而得到污染物成分、含量、恶臭等级等相对完整的污染物信息。该方法通常为污染严重，接到周边人员投诉后进行的测量，测量及预警滞后性较大。且感官测试法以恶臭污染气体至嗅辨员的感觉阈值稀释倍数作为定量测试结果，能够给出人对环境恶臭的感受程度，但不能得到恶臭污染物质的种类和成分。

嗅辨方法，我国《环境空气和废气 臭气的测定 三点比较式臭袋法》（HJ 1262—2022），通过嗅辨员测试样品感官浓度，日常需对嗅辨员嗅觉灵敏度进行管理，建气味评价小组之前

要进行人员筛选，如存在嗅觉缺陷或同一样本气味测试结果相差较大的人员应排除。

传感器法，其主要功能是把不同气体分子在各传感器表面的作用转化为可以测量的物理信号。传感器的质量指标将直接影响监测系统的整体性能，多种类型传感器组合、阵列式多传感器（如灵敏度、稳定性等）可有效地提高系统监测性能。国内外的主流传感器一般都进行产品筛选和指标对比，并采取定制化方式，以满足测量的精度和量程等指标。为保证传感器线性关系，目前多采用多点标定校准方式，抑制由于温度漂移和标定误差造成的线性失真，最大程度地保证测量的精度。

数据传输部分已经广泛应用GSM/GPRS无线通信模块，该模块通过串口与主MCU进行数据传输，由于模块内嵌了完整的TCP/IP协议，使该模块有了访问Internet的能力，它可以通过移动网关实现GSM/GPRS无线网络与Internet互联，最终实现把数据传输到指定IP或域名的服务器上。同时利用GSM/GPRS技术成熟、基站建设充足的特点，可以实现数据的远程精确传输。

软件（后台）系统，服务器端对GSM/GPRS无线模块发送的数据进行解析、并根据具体架构要求和客户需求对数据库进行创建。通过编程，从服务器端读取数据，绘制单一气体的实时曲线图，通过多种编程语言的综合运用，软件系统开发，操作简单方便。这种模式统一了客户端，将系统功能实现的核心部分集中到服务器上，简化了系统的维护和使用

恶臭自动监测技术，用仪器监测、软件计算和分析、实时发布、自动预警的科学监测系统替代人工嗅觉器官，对恶臭污染进行实时监控，实现信息化的管理。电子、生物化学和人工智能的进步，模拟人类嗅觉系统的传感器仿真技术由于其在“气味感知”和“现场连续监测”方面的优势，逐渐被应用于农业、食品和环境等领域中，目前已有结合了单物质测试+感官模拟测试成型的“电子鼻”，在恶臭污染源和环境气味在线监测中表现突出。电子鼻监测原理，在结构组织上可以分为三部分：信息采集系统--传感器就相当于人类的嗅觉器官的嗅觉受体细胞，信号处理系统--计算机软件相当于大脑的中枢神经，和模式识别系统数据库就相当于人类的认知与经验。

电子鼻针对臭气来源多，成分复杂，选择三种或多种广谱性金属氧化物传感器（MOS传感器等），得到综合性的整体响应，测定臭气浓度，并可完成整体气味图谱（指纹分析）和化学组成定性定量分析。电子鼻是一种生物仿生学设备，模仿人体嗅觉工作原理，可连续24 h测定嗅觉浓度。监测指标包含硫化氢（H<sub>2</sub>S）、氨气（NH<sub>3</sub>）、TVOC等特征污染因子及无量纲臭气浓度OU值。

快速气相电子鼻（GC-电子鼻）是气相色谱与电子鼻的结合。系统采用两根不同极性的色谱柱MXT-5和MXT-1701，升温速度达10 °C/s，检测器为2个氢火焰检测器。平均每个样品分析时间不超过2分钟。大大提高了分析效率，可以对样品实时质控。结合Arochembase数据库可以实现对样品中的成分进行定性分析，找出样品之间的差异性。有两根并行不同极性金属毛细管色谱柱，双柱双FID检测器，利用保留指数，可分析化合物成分。内置采样泵，内置半导体冷阱，可实现预浓缩脱附分析，增加高挥发性样品的灵敏度。每分钟达600 °C的快速程序升温，获得不损失分辨率的快速分析（5 min）。自建气味指纹数据库/化合物库形成新型的恶臭气体监测方法与设备，替代传统的人工方法，填补国内产品空白，为科学有效地开展环境监测提供设备基础；提出基于气体扩散、交叉干扰和模式识别的数据处理方法，

可以实现对恶臭的精确实时测量；提出恶臭大气监测规范，为大气环境监测与预警的规范化操作与管理奠定基础。

### 3.1.2 国内自动连续监测的研究

“感官6级表示法”和“三点比较式臭袋法”从采样到分析都需要手工监测完成，由于使用的监测设备造价低廉，操作简便并易于普及，至今仍被日本、中国等亚洲国家接受。动态稀释法起源于欧美国家，最早的动态稀释法稀释原理是通过使用转子流量计调节样品气和纯净空气的比例完成配气工作，并提供嗅辨员嗅辨。动态配气装置后来在90年代被改进，其方法是用质量流量代替了转子流量计，因此配气精度和稀释浓度范围得到大幅度提高。随着技术的进步，动态稀释法仪器在自动配气控制和数据处理方面都有了很大改进，发展成为现代的动态稀释嗅觉仪，这种现代的动态稀释嗅觉计已在发达国家，如美国、澳大利亚和欧盟成员国国家得到应用。

静态配气方法和动态配气方法最大的不同点是后者自动化程度较高，在世界范围内得到普及应用，目前在美国、欧洲地区国家、澳大利亚已上升为法定的嗅觉实验方法。无论是静态配气方法还是动态配气方法都依据嗅觉实验的方法对稀释结果进行判定。

感官测试法的理论基础起源于“古典心理物理学”。利用外界刺激量和感觉强度关系的技术方法包括最小可觉差法、平均差误法、正误法，“最小可觉差法”采用“标准刺激”和“比较刺激”进行比较判断，这种方法的特点可以将感觉阈值测量溯源于标准样品，如具有代表性的欧洲的《Air quality- Determination of odour concentration by dynamic olfactometry(空气质量-动态嗅觉计法测定臭气浓度)》(EN 13725: 2003)，标准规定正丁醇为臭气浓度测定中的标准物质，将123  $\mu\text{g}$ 正丁醇挥发进入1  $\text{m}^3$ 干燥的标准状态的无气味气体中制成标准气体，这种标准气体的浓度为 $0.040 \times 10^{-6}$  (V/V)，正好达到嗅辨员的生理反应检测阈值水平。“三点比较式臭袋法”属于感觉测定方法中的“平均差误法”，在样品嗅觉试验中，嗅辨员对无臭气袋与有样品气袋进行比较嗅辨，是将嗅觉感受为零作为参照点。这里使用了“平均差误法”规定的“标准嗅阈值”为零的阈值测定方法。但测定结果受不同地区、不同时间内嗅辨员嗅觉灵敏度变化影响，所以开发嗅辨标准物质在嗅辨实验中的应用，完善嗅辨员筛选条件是今后发展我国恶臭监测技术的研究方向。

欧洲规定嗅辨员的嗅阈值应在“标准浓度”的0.5~2倍的范围内。值得注意的是不同民族不同的社会生活方式，人们的嗅阈值存在差异，所以标准臭气的浓度不能照搬国外的指标。我国仍然使用嗅辨液作为考核嗅辨员的鉴定标准，这种鉴定方法主要问题是嗅觉灵敏度偏高的嗅辨员不能被筛出，导致测试阈值偏低，出现测试结果偏离平均阈值较大的倾向。此外我国目前使用的“标准嗅辨液”难以在自动化嗅辨仪上应用，因此开发标准臭气研究工作具有重大意义。

近年来，VOCs走航监测技术在国内发展非常迅速，即利用车载快速质谱及其他辅助设备，在车载行进时对环境空气、无组织排放废气进行连续自动监测，并根据地理位置信息，显示沿行进路线的挥发性有机物浓度空间连续分布，进而锁定无组织废气来源，评估整个区域的VOCs污染及分布情况。该技术的理念可以借鉴恶臭污染连续监测，可有效应对恶臭污染的瞬时性特点。然而，目前VOCs走航监测主要目标为臭氧或/和颗粒物前体物为主的挥发

性有机污染物，我国恶臭污染评价指标为臭气浓度值，加之恶臭污染物嗅觉阈值低、在环境中浓度甚至达到ppt级，导致VOCs走航监测无法满足恶臭污染连续监测的需求。

2020年中华环保联合会发布了团体标准《固定污染源废气恶臭排放自动监测技术指南》（T/ACEF002-2020），该标准适用于固定污染源废气中恶臭污染物的自动监测。恶臭自动监测系统由恶臭检测单元、废气参数检测单元、大气压力检测单元、数据采集与处理系统等组成。

2024年9月中华环保联合会发布了《恶臭/异味污染走航监测技术指南》（T/ACEF 156-2024）。指南规定了自动监测设备的组成与性能、监测指标与仪器准备、监测实施方案、结果与分析等要求。该指南旨在指导和规范恶臭异味污染走航监测技术，丰富恶臭异味污染全流程监管手段，为加大力度管理恶臭/异味污染提供重要抓手。

### 3.2 国外恶臭污染相关标准和方法研究

国外现有的恶臭污染标准管理方法主要有以下几种，包括避免妨害法（Avoidance of nuisance laws）、单一化学物质的环境浓度标准（Ambient concentration criteria for individual chemicals）、环境空气中臭气浓度标准（Ambient concentration criteria for odour）、持续-频率法（Episode duration-frequency）、最小防护距离（Minimum separation distances）、气味强度范围（Odour intensity scales）、气味指数（Odour index）、投诉标准（Complaint criteria）、定量排放标准（Quantitative emission criteria）和技术标准（Technology criteria）。其中应用最为广泛的是单一化学物质环境浓度标准和空气中臭气浓度标准。

美国联邦政府针对恶臭污染没有制定统一的法规标准，而是各州根据所辖区域的经济特点 and 实际情况制订相应的恶臭管理办法。美国的《清洁空气法》规定了大气中187种（类）危险空气污染物（hazardous air pollutants）筛选是联合环保局、有毒物质与疾病处、毒理学研究所、标准制定委员会、基金委、能源会及外科医学学会等多部门共同制订，并通过研究人类健康影响与暴露水平的关系以及小鼠的毒性和吸入式实验，确定了物质的健康风险值、嗅觉阈值等。

加利福尼亚州海湾空气管理局的《Rules and Regulations》（2001）规定了环境空气中厂界的臭气浓度限值以及硫化氢的浓度限值，如表7所示。此外还规定了排放筒臭气浓度限值，并根据排气筒的高度不同制定了不同排放限值，如表7所示；提出了单一化学物质点源和非点源的排放限值，如表8和表9所示。

表 7 加利福尼亚州环境空气中恶臭标准值

物质	标准值	平均时间
臭气浓度	5 D/T	-
硫化氢	500 ppb	3 min
	60 ppb	3 min
	30 ppb	60 min

表 8 加利福尼亚州排气筒臭气浓度排放限值

物质	标准值 (D/T)	排放筒高度 (m)
臭气浓度	1000	<9
	3000	9~18
	9000	18~30
	30000	30~55
	50000	>55

表 9 加利福尼亚州单一化合物的有组织排放限值

物质	标准值	污染源类型
甲硫醚	0.1 ppm	点源
	0.05 ppm	面源、体源
氨	5000 ppm	点源
	2500 ppm	面源、体源
硫醇（以甲硫醇计）	0.2 ppm	点源
	0.1 ppm	面源、体源
酚类化合物（以苯酚计）	0.5 ppm	点源
	2.5 ppm	面源、体源
三甲胺	0.02 ppm	点源
	0.02 ppm	面源、体源
二氧化硫	300 ppm	除船舶以外的源
硫化氢	2000 ppm	船舶
	250 ppm	硫磺回收厂
	3000 ppm	硫酸厂
	1000 ppm	催化裂化装置，流化焦硫器
	400 ppm	可口可乐煅烧窑
	22 kg/hr	催化剂制造厂
	9.0 kg	亚硫酸处理（杏）
	10.9 kg	亚硫酸处理（桃）
13.6 kg	亚硫酸处理（梨）	

加拿大安大略省早在1990年的恶臭污染物排放规定中，明确规定了禁止排放造成不良影响的污染物，针对敏感受体（例如住宅、学校、教堂、社区中心、游乐场、办公楼）规定了包括含硫、含氮、含氧等68种典型恶臭物质排放浓度。

欧洲的国家中德国和英国的恶臭管理标准最为成熟。德国使用愉悦度与烦恼度评价恶臭污染。根据令人愉悦的程度制定不同的标准。《空气质量 使用动态稀释法测定气味浓度》EN 13725—2003规定评价前 30分钟和评价测试期间，气味评价员不允许抽烟、饮食（水除外）或吃口香糖或糖果；气味评价员应注意不要由于个人卫生问题或使用香水、香体剂、身体乳液或化妆品对自身或其他人员的嗅觉造成干扰；如果气味评价员患感冒或任何其他影响嗅觉的疾病（例如过敏或鼻窦炎），则不应参加试验；女性气味评价员处于妊娠期间不应参加试验；如果气味评价员患感冒或任何其他影响嗅觉的疾病（例如过敏或鼻窦炎），则不应参加试验；此外，补充的管理办法还包括避免妨害法、最小安全距离（主要针对农业与污水处理）、气味排放等级与定量排放标准，试样评价完成前，气味评价员互相之间不应交流各自的评价结果。臭气浓度排放标准如表10所示。

表 10 德国臭气浓度排放标准

地区	标准限值	来源或过程类型
德国	500 OU/ m <sup>3</sup>	有机废物生产设施 产量>10000 mg/yr
		生物废物发酵罐产量>30 mg/day
		干燥废品的设施
		干燥污泥设备
		混合生活垃圾的机械处理净化厂

英国的恶臭管理标准主要包括《H4-恶臭管理导则》、《综合污染防治》(IPPC)和《恶臭标准指导》。对于行业的恶臭排放标准,《H4-恶臭管理导则》的操作具有一定的灵活性。根据气味对人感官影响的不同,不同类型的行业制定不同的标准:(1)对于气味强烈难闻的排放源,例如涂料厂,98%的小时平均恶臭浓度为C98.0,1-hour<1.5 OUE/m<sup>3</sup>; (2)对于气味中等的排放源,例如食品加工厂,98%的小时平均恶臭浓度为C98.0,1-hour<3.0 OUE/m<sup>3</sup>; (3)对于气味不太难闻的排放源,例如面包房,98%的小时平均恶臭浓度为C98.0,1-hour<6.0 OUE/m<sup>3</sup>。判断是否超过相应的标准,需要定量测定排放源的恶臭浓度,将排放源恶臭浓度及相应的气象条件输入扩散模型,并进行计算,以小时平均浓度的98%响应时间百分数为指标,判定企业周边或其他环境敏感点是否存在恶臭污染。

澳大利亚的新南威尔士规定了36种化合物的地面浓度标准(gls,ground level concentration standards),标准值以平均时间3 min计,应用于有组织排放和无组织排放管理,同时对厂区外环境臭气浓度进行了规定。

日本是较早开展恶臭污染研究的国家之一。20世纪60年代后期,日本开始进行恶臭管理对策研究。1971年,日本制订了《恶臭防止法》,并于1972年6月正式实施。随后30年,《恶臭防止法》不断修订和完善,追加恶臭物质,修正规制基准,完善相关内容。现行的《恶臭防止法》为2000年最终修订的。控制项目主要包括特定恶臭物质浓度和臭气指数,如表11所示。各地方政府可以选择以特定恶臭物质浓度或者臭气指数,或者两者结合作为受控区域的控制项目。

表 11 日本恶臭防止法中的恶臭排放限值 单位: mg/m<sup>3</sup>

测定对象	工业区域	工业以外区域
氨	1.5~3.8	0.76~1.5
硫化氢	0.09~0.3	0.03~0.09
甲硫醇	0.009~0.02	0.004~0.009
甲硫醚	0.14~0.55	0.028~0.14
二甲二硫醚	0.13~0.42	0.038~0.13
三甲胺	0.053~0.18	0.013~0.053
乙醛	0.2~0.98	0.098~0.2
丙醛	0.26~1.3	0.13~0.26
丁醛	0.097~0.26	0.029~0.097
异丁醛	0.23~0.64	0.064~0.23
戊醛	0.077~0.19	0.035~0.077

测定对象	工业区域	工业以外区域
异戊醛	0.023~0.038	0.012~0.023
异丁醇	13~66	3~13
测定对象	工业区域	工业以外区域
乙酸乙酯	28~79	12~28
甲基异丁基酮	12~24	4~12
甲苯	123~246	41~123
苯乙烯	3.7~9.3	1.9~3.7
二甲苯	9.5~24	4.7~9.5
丙酸	0.23~0.66	0.099~0.23
丁酸	0.008~0.024	0.004~0.008
戊酸	0.009~0.018	0.004~0.009
异戊酸	0.018~0.046	0.005~0.018
臭气指数*	10~21 (相当于臭气浓度 10~126)	
*臭气指数=10 log臭气浓度, 无量纲。		

韩国在上世纪90年代初制定的《大气环境保全法》中规定恶臭排放标准的相关内容。2004年2月, 韩国政府考虑到恶臭的特殊性, 制定了《恶臭防止法》。法律中对恶臭排放限值(如表12所示)、测试方法以及惩罚措施等内容进行了规定, 目前受控物质达到了22种。

表 12 韩国恶臭防止法中的厂界恶臭排放限值 单位: mg/m<sup>3</sup>

区分	测定对象	工业区域	以外区域
特定恶臭物质	氨	1.5	0.76
	硫化氢	0.09	0.03
	甲硫醇	0.009	0.004
	甲硫醚	0.14	0.028
	二甲二硫	0.13	0.038
	三甲胺	0.05	0.013
	乙醛	0.2	0.1
	苯乙烯	3.7	1.9
	丙醛	0.26	0.13
	丁醛	0.097	0.029
	正戊醛	0.077	0.035
	异戊醛	0.023	0.012
	异丁醇	13	3
	甲基异丁基酮	12	4
	甲苯	123	41
	二甲苯	9.5	4.7
	丙酸	0.23	0.01
	正丁酸	0.010	0.005
	异戊酸	0.018	0.005
	正戊酸	0.009	0.004

区分	测定对象	工业区域	以外区域
	甲基乙基酮	112	42
	乙酸丁酯	21	5.2
复合恶臭	稀释倍数	厂界：20 排放筒：1000	厂界：15 排放筒：500

在90年代，美国空气和废气管理协会成立了气味委员会，在2002年推出了恶臭动态稀释测试法并在2004年以《Standard Practice for Determination of Odor and Taste Thresholds By a Forced-Choice Ascending Concentration Series Method of Limits》（ASTM E679）版本正式发布。该方法与我国的《空气质量 恶臭的测定 三点比较式臭袋法》（GB/T 14675—1993）不同之处是测试中的质控和数据处理方法，使用已知近阈值浓度的正丁醇气体对嗅辨员挑选，然后进行样品嗅辨，测试结果是用嗅辨小组个人阈值的几何均值表示，其特点是测试效率高，具有统一的质量控制手段。

在欧洲恶臭测试是执行欧洲标准化委员会批准的《空气质量-动态嗅觉计法测定臭气浓度》（EN 13725-2022），该方法引用了ISO相关标准的10项定义，使其具备了国际化和标准化的特点。该方法与我国GB/T 14675方法最显著的差异是EN 13725所规定的欧洲臭度单位（OUE）为有量纲的单位，其（OUE）单位是指在标准状况下（293 K和101.325 kPa）的1 m<sup>3</sup> 纯净空气中含有123 μg正丁醇气体，记为1（OUE）单位。对样品气体的测试结果，规定为相对于1（OUE）单位所引起嗅辨员的生理反应的稀释倍数。

利用电子鼻替代人的嗅觉器官进行臭气浓度的嗅辨分析方法，目前还处于研究开发阶段。发达国家在嗅觉传感器开发和模拟神经网络识别系统方面取得了不少成绩，但仿生效果还存在一定差距，主要问题是有待开发能够稳定工作的大规模矩阵嗅觉传感器技术。

### 3.3 国内外恶臭相关环境监测分析方法研究

#### 3.3.1 国外测定恶臭的相关监测分析方法的研究

目前恶臭测试常用的几种方法有人工嗅辨的三点式臭袋比较法、紫外-可见光光度法、气相色谱法/质谱、液相色谱法/质谱和传感器测试法。

传统的人工嗅辨的三点式臭袋比较法费时费力，且对实验室环境及实验人员要求比较高；同时由于人的个体差异，不同的人对同一种味道表现出来的差异性很大，检测结果很不稳定。近年来研究人员对此方法进行改进，推出了智能型恶臭测定仪。此仪器采用动态稀释技术结合我国国家标准三点比较式臭袋法开发而成。此方法不用人工配气，自动化过程更为便捷，节省大量人力，但在检出限、应用范围和市场化程度等方面具有局限性。

紫外-可见光光度法是利用恶臭污染物质中的某些基团吸收紫外可见辐射光以后，发生了电子能级跃迁，而产生相应吸收光谱，对物质进行定性定量的方法。此方法仪器设备简单，操作简便快速，但往往存在干扰物质，显色物质稳定性差等缺点，影响了分析方法的准确度。

气相色谱法/质谱和液相色谱/质谱法适用于复杂基体样品的检测，具有高效能、高选择性、高灵敏度、速度快和应用范围广等特点。气相色谱法虽然能准确测量某些恶臭物质的准确浓度，但无法反映人们对恶臭气体的感受强度。而且，使用此种方法，对恶臭气体的采样

和保存也是一个挑战，因为某些恶臭气体不稳定，必须使用特殊的采样装置。

传感器法模仿人的嗅觉系统，利用气体传感器阵列的响应图案来识别气味的电子系统，可以与恶臭污染的嗅觉测试法建立相关性。它可以在几小时、几天甚至数月的时间内连续地、实时地监测特定位置的气味状况。虽然电子鼻具有便携及实时、在线、原位分析等特点，但目前国家规定的恶臭监测方法里不包含传感器法。

嗅觉测定法，是以人的评判为依据，最能诠释恶臭定义的方法。各类色谱/光谱、分光光度法，可确定产生臭气物质的浓度，更适用于判断污染物质的来源。

### 3.3.2 国内测定恶臭的相关监测分析方法的研究

目前，我国的GB 14554-1993中对恶臭浓度和8种恶臭气体组分的排放及测量做了规定：三甲胺、苯乙烯、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫为气相色谱法，氨及二硫化碳为分光光度法，臭气浓度测定采用三点比较式臭袋法；《环境空气和废气 臭气的测定 三点比较式臭袋法》（HJ 1262-2022）使用的是逐级稀释法，人工嗅辨，测得OU值。《环境空气 氨、甲胺、二甲胺和三甲胺的测定 离子色谱法》（HJ 1076-2019）等，详见表13。此外，各地方也出台了相关的地方标准，比如河北DB 13/ 2208-2015、浙江DB 33/ 923-2013规定了医药行业的恶臭污染物排放标准及相关的测量方法。总体来说，我国的恶臭管理体系相对落后，标准相对老旧，已不能满足日益严峻的恶臭污染形式。

表 13 现有恶臭气体实验室主要分析方法

序号	监测项目	标准名称	标准编号
1	氨	环境空气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法	HJ 533
		环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法	HJ 534
2	三甲胺	空气质量 三甲胺的测定 气相色谱法	GB/T 14676
		环境空气和废气 三甲胺的测定 溶液吸收-顶空/气相色谱法	HJ 1042
		环境空气 氨、甲胺、二甲胺和三甲胺的测定 离子色谱法	HJ 1076
3	硫化氢	空气质量 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫醚的测定 气相色谱法	GB/T 14678
4	甲硫醚	空气质量 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫醚的测定 气相色谱法	GB/T 14678
5	甲硫醇	空气质量 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫醚的测定 气相色谱法	GB/T 14678
6	二甲二硫醚	环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759
7	二硫化碳	空气质量 二硫化碳的测定 乙二胺分光光度法	GB/T 14680
		空气质量 苯、甲苯、苯乙烯 的测定 气相色谱法	GB/T 14677
8	苯乙烯	环境空气 苯系物的测定 固体吸附/热脱附-气相色谱法	HJ 583
		环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759
		环境空气 苯系物的测定 活性炭吸附/二硫化碳解吸-气相色谱法	HJ 584
		环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 644
9	臭气浓度	空气质量 恶臭的测定 三点比较式臭袋法	GB/T 14675
10	乙苯	环境空气 苯系物的测定 固体吸附/热脱附-气相色谱法	HJ 583
		环境空气挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759
		环境空气 苯系物的测定 活性炭吸附/二硫化碳解吸-气相色谱法	HJ 584
		环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 644
11	丙醛	环境空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相色谱法	HJ 683

序号	监测项目	标准名称	标准编号
12	丁醛	环境空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相相色谱法	HJ 683
13	戊醛	环境空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相相色谱法	HJ 683
14	乙酸乙酯	环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759
15	甲基乙基酮	环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759
16	甲基异丁基酮	环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759
17	2-丁酮	环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 683
		环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759
18	丙烯酸甲酯	环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759
19	丙烯酸乙酯	环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759
20	甲基丙烯酸甲酯	环境空气挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759
21	甲胺	环境空气 氨、甲胺、二甲胺和三甲胺的测定 离子色谱法	HJ 1076
22	二甲胺	环境空气 氨、甲胺、二甲胺和三甲胺的测定 离子色谱法	HJ 1076
23	醛酮类	环境空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相相色谱法	HJ 683
24	酯类	环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱法-质谱法	HJ 759

### 3.3.3 国外恶臭自动监测相关方法研究

欧盟各国为统一恶臭测试标准以作为法律仲裁的依据，经过近10年的研究，在2003年4月颁布了《空气质量-动态嗅觉计法测定臭气浓度》（EN13725：2003）标准以替代以往欧盟各国的国家标准，2022年进行了修订。该标准规定了恶臭的嗅觉测定及评价方法，未对恶臭成分的分析评价进行规范。EN 13725所规定的欧洲臭度单位（OUE）为有量纲的单位，其（OUE）单位是指在标准状况下（293 K和101.325 kPa）的1 m<sup>3</sup>纯净空气中含有123 μg正丁醇气体，记为1（OUE）单位，这种标准气体的浓度为0.040×10<sup>-6</sup>v/v。欧洲规定嗅辩员的嗅阈值应在“标准浓度”的0.5~2倍的范围内。

美国1971年颁布了《清洁空气法》，采用的恶臭测定方法主要为Scantometerf气味计法和ASTM注射器法。另外，EPA TO系列方法规定了空气中挥发性有机物的测定方法，为部分恶臭物质的测定提供了分析方法依据。美国采取中央立法和各州立法相结合的方针。对个别带有普遍性的恶臭物质制定了控制标准。如美国西部港湾地区把三甲胺、酚系物、硫醇类、氨、二甲硫定为恶臭物质，按恶臭物质浓度制定相关恶臭控制标准，从排放时间和排放总量进行控制。科罗拉多、伊利诺伊、明尼苏达、密苏里等，将地区按功能分为居住区、工业区、混合区等不同区域，制定不同的环境基准值。美国某些州还采用了恶臭主成分量来制订控制标准，并采用臭气指数来制订恶臭环境标准。其次美国还颁布的《恶臭动态稀释测试法》（ASTM E679）方法，该方法与我国的“三点比较式臭袋法”不同之处是测试中的质控和数据处理方法，使用已知近阈值浓度的正丁醇气体对嗅辩员筛选后，进行样品嗅辨，测试结果是用嗅辨小组个人阈值的几何均值表示，其特点是测试效率高，具有统一的质量控制手段。

日本是最早开始研究恶臭气体的国家之一，在上个世纪60年代，由岩崎好阳等人提出了“三点比较式臭袋法”用来实现对恶臭强度的评定。日本已经建立了完整的恶臭控制体系，环境省针对本国的恶臭污染的国情，制定了一系列的法律法规，用于指导恶臭气体及恶臭指数的监控和管制。在《恶臭防治法》内阁令中针对受管制的22种恶臭气体，分别规定了测量方法。每种恶臭气体的测量方法都包括试剂、仪器及测量步骤。仪器包括采样和分析两个部分，每部分都给出了质控要求和测量过程，但是没有对仪器具体的操作方法。除氨气使用的

为光度计法,其他气体均使用气相色谱法进行测定。恶臭指数的测量方法为嗅觉感官测试法。

### 3.4 国内外常见恶臭气体仪器检测要求

仪器分析法是对恶臭气体单一组分进行定性和定量分析的评价方法,或对复杂的臭气混合物,通过测定一种或几种代表物质浓度来评价恶臭强度的分析方法。它一般包括实验室仪器分析法(如色谱质谱联用法)、自动监测仪器法、检知管法,以及其他分析方法。其特点是:测定精度高,数据客观;可连续测量实现自动监测;可定性定量了解气体组分。

各个国家或地区针对于恶臭的污染的定性定量一般分为臭气感官测定和典型恶臭气体组分的浓度测量。

感官强度测试方面,日本采用六级强度表示法,欧洲标准为七级强度表示法,表格 14 所示:

表 14 臭气嗅觉强度分类

级别	日本	欧洲标准	恶臭描述
0	无臭	无臭的	不可察觉
1	勉强可以闻到轻微臭味 (感觉阈值浓度水平)	对恶臭是否存在表示怀疑	微弱
2	容易闻到微弱臭味 (识别阈值浓度水平)	恶臭存在但不能详细描述出	弱
3	明显感到臭味	恶臭物质能被清楚认知	可分辨的
4	强烈臭味	恶臭物质能被清楚地认知,长时间暴露于这种臭气强度下是不可忍受的	强
5	无法忍受的强烈臭味	恶臭是扰民的,这个强度下的恶臭暴露会令人不快	非常强
6		恶臭暴露是扰民的,采取措施减少进一步恶臭暴露	异常强

臭气强度分为几个等级,均是以人的嗅觉作为衡量标准,主观性强。虽然感官测试结果更直观地反映了人的感受,适用程度宽,但是也存在无法定性分析污染气体成分的缺点。目前,对于臭气感官影响的监测,国内外依然以建立嗅辨实验室,培养嗅辨员作为标准方法。由于操作环节多,各个环节人工工作较多,存在时效性差、数据客观性差、人工成本高等一系列问题,传统的标准方法已经无法满足日益增加的恶臭监测的需要。恶臭电子鼻的研制解决了无法在线监控以及人的主观影响。

电子鼻模仿人的嗅觉系统,利用气体传感器阵列的响应图案来识别气味的电子系统,可以与恶臭污染的嗅觉测试法建立相关性。它可以在几小时、几天甚至数月的时间内连续地、实时地监测特定位置的气味状况。因此,电子鼻具有便携、实时、在线、原位分析等特点。虽然目前我们国家规定的恶臭监测方法里不包含传感器法,但是电子鼻在越来越多的场合中已经开始承担重要角色。

在线恶臭电子鼻主要由小型气象工作站、臭气采样泵、水分灰尘过滤装置、传感器部分和数据处理与传输系统、实时发布系统、自动预警系统几部分组成,各部分功能如表15所示。

表 15 在线恶臭电子鼻组成及功能

组成部分	各组成部分功能
小型气象工作站	提供监测现场的风向、风速、气温和湿度等气象指标
臭气采样泵	负责把样品源源不断地带入到传感器检测部分
水分灰尘过滤装置	把臭气源排放出臭气中的水分和灰尘过滤掉，起到保护传感器的作用，同时也有保证降低臭气的本底噪声
传感器	臭气分析系统的关键部分，主要负责对臭气中不同气味成分的响应分析
数据处理与传输系统	大量软件算法，保证数据分析和传输
实时发布系统	大屏幕、电脑、手机 APP 即时发布监测结果
自动预警系统	设定预警值，超标后通过发出声音、变换数据颜色等自动报警

电子鼻也存在如下缺点：校准曲线多变，需要不断学习更新校准曲线、样品经过处理后是否还能准确表示采样时的臭气污染情况以及使用传感器作为检测方法的准确度和灵敏度的问题。所以，虽然研制电子鼻的厂家各个国家都有，但是涉及利用在线恶臭电子鼻的标准目前只有法国要求（The Degree of April 22, 2008, Article 27和The Degree of Feb 12, 2003, Article 46）。该标准规定恶臭排放速率必须定期检测，必须将仪器检测方法与其测得的臭气浓度和附近居民所感觉的危害进行关联，在应用电子鼻进行恶臭连续监测的情况下，可以延长恶臭的检测周期。另外，电子鼻设备可以提供定制传感器测定指定恶臭气体的浓度。

典型恶臭气体组分种类繁多，迄今凭人的嗅觉即可感觉到的恶臭物质有4000多种，多数情况下恶臭来源于由数十种甚至上百种成分形成的混合气体，能够散发臭味的对人体健康危害大的恶臭物质有几十种，国标目前我国国标中只规定了8种，日本规定了22种，韩国规定了8种。针对受控的恶臭气体组分，各个国家也分别给出了标准监测方法。恶臭气体组分监测常用的方法有分光光度法、气相色谱法、气相色谱-质谱法、液相色谱法以及液相色谱-质谱法。与臭气浓度相比，对恶臭气体组分的测量标准更加统一，测量结果也更加客观。仪器分析法虽不能反映人的感受程度，但可以测定污染物质的种类和浓度，测定精度高，可实现连续或自动监测，适用于对恶臭来源进行解析，以及对恶臭治理进行指导。与臭气浓度不同，恶臭气体组分可完全按照一般环境监测的方法进行。

日本《恶臭防治法》中规定了22种恶臭受控物质及最大允许排放浓度（MPC）（表16）。

表 16 日本恶臭受控物质 MPC

物质	浓度范围 单位: ppm	物质	浓度范围 单位: ppm
氨	1≤MPC≤5	异戊醛	0.003≤MPC≤0.01
甲硫醇	0.002≤MPC≤0.01	异丁醇	0.9≤MPC≤20
硫化氢	0.02≤MPC≤0.2	乙酸乙酯	3≤MPC≤20
甲硫醚	0.01≤MPC≤0.2	甲基异丁基甲酮	1≤MPC≤6
甲基二硫醚	0.009≤MPC≤0.1	甲苯	10≤MPC≤60
三甲基胺	0.005≤MPC≤0.07	苯乙烯	0.4≤MPC≤2
乙醛	0.05≤MPC≤0.5	二甲苯	1≤MPC≤5
丙醛	0.05≤MPC≤0.5	丙酸	0.03≤MPC≤0.2

物质	浓度范围 单位: ppm	物质	浓度范围 单位: ppm
正丁醛	0.009≤MPC≤0.08	正丁酸	0.001≤MPC≤0.006
异丁醛	0.02≤MPC≤0.2	正戊酸	0.0009≤MPC≤0.004
正戊醛	0.009≤MPC≤0.05	异戊酸	0.001≤MPC≤0.01
注: 所有恶臭气体组分浓度均为厂界值。			

我国的GB 14554—1993中对臭气浓度和8种恶臭气体组分的排放限值也做了规定, 对应日本的排放标准, 表17中的浓度为厂界值。

表 17 GB 14554—1993 恶臭排放标准

序号	控制项目	单位	一级	二级		三级	
				新扩改建	现有	新扩改建	现有
1	氨	mg/m <sup>3</sup>	1	1.5	2	4	5
2	三甲胺		0.05	0.08	0.15	0.45	0.8
3	硫化氢		0.03	0.06	0.1	0.32	0.6
4	甲硫醇		0.004	0.007	0.01	0.02	0.035
5	甲硫醚		0.03	0.07	0.15	0.55	1.1
6	二甲二硫		0.03	0.06	0.13	0.42	0.71
7	二硫化碳		2	3	5	8	10
8	苯乙烯		3	5	7	14	19
9	臭气浓度	无量纲	10	20	30	60	70
注: 此标准为 1993 年颁布, 新改扩建和现有的时间划分为 1993 年标准正式发布为标准。							

GB 14554—1993中规定的8种受控恶臭气体组分的监测方法为: 三甲胺、苯乙烯、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫为气相色谱法, 氨及二硫化碳为分光光度法。可以看出, 除氨、二硫化碳外, 其余6种恶臭物质均采用了气相色谱法进行分析检测。

气相色谱法具有灵敏度高、分析速度快, 具有同时测定几种同类物质等特点, 因此可以做到对多组分气体的分离和测试。常用的色谱检测器有:

(1) 热导检测器 (TCD)

热导检测器以被测成分的热导率的差值来测定其浓度, 属于非选择性检测器。适用范围包括无机气体如硫化氢、氨等, 有机气体如甲酸、二硫化碳等。

(2) 氢火焰离子检测器 (FID)

有机化合物在氢焰中燃烧时, 伴随化学键的断裂, 并产生带电离子, 使气流导电。通过检测产生的微电流即可确定待测物质的浓度。其适用范围包括烃类、醛类、酮类、醇类、酯类、酚类、硫醇类、胺类、脂肪酸类、有机氯等。FID检测器对甲醛、甲酸没有反应; 对二硫化碳响应异常。

(3) 火焰光度检测器 (FPD)

FPD测定氢火焰中硫化物和磷化物分解时产生的固定波长的光强, 进而求得其浓度。FPD对硫化物和磷化物具有很好的选择性。其适用范围为: 一般硫化物、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫等。

#### (4) 电子捕获检测器 (ECD)

ECD通过捕获亲电性分子中的电子使气流中的电流减少,减少的比例与被测定物质的浓度成正比。ECD属于具有很高灵敏度的选择性强的探测器,其适用范围为有机氯化物如三氯乙烯、四氯乙烯等,硝酸酯、亚硝酸酯等。对氯乙烯的灵敏度不高。

#### (5) 质谱检测器 (MSD)

色谱质谱联用,解决了色谱法在定性方面的问题。在环境分析技术上,可实现对任何恶臭物质成分的定量定性分析,即根据质谱进行定性分析,采用碎片离子的选择离子SIM法对特定成分进行定量分析。

除直接测量外,也可使用间接测量法进行测量,将恶臭物质转化为其他物质进行测量,再经过计算得到被测物质的浓度。例如:硫化氢可使用气相色谱直接测定,也可通过将其转换为SO<sub>2</sub>后,使用非常成熟的技术测量SO<sub>2</sub>的量间接得出硫化氢的浓度。氨气可通过转化器转化为NO和NO<sub>2</sub>,再使用化学发光法测量Nx-NOx。此方法的关键在于转换效率,如何对仪器厂家的转换效率进行控制是工作重点。

另外,传感器法在环保监测领域也担负了越来越重要的角色。传感器以其体积小、成本低以及灵活性受到环保市场青睐,不同传感器原理详见表18。传感器的应用类型主要有:

##### (1) 半导体式传感器

利用还原性气体接触金属氧化物表面时电气传导度发生变化的原理检测气味,主要对恶臭物质发生反应,灵敏度高。

##### (2) 电化学式传感器

使用膜或电解液检测气体中的特定成分。

##### (3) 光离子化传感器

照射像紫外线一样的能源,通过特定成分的图谱检测污染物质,灵敏度高。

##### (4) 红外传感器

应用物质的特殊红外吸收谱带对物质进行定性定量分析,区分性好。

传感器分析方法,适合用以连续监测企业、园区恶臭气体污染情况、城市恶臭污染空间分布特征、预警、预报,在不同功能区多点位进行监测。使用多传感器阵列布设时,应建立符合人工嗅辨方法的工作分析曲线,模拟人的嗅觉系统,单一物质可以选择单一传感器法。

气相色谱及气相色谱质谱联用分析法,适合用以监测城市空气质量状况为目标,全面了解恶臭污染的中有机污染物变化特征、污染变化过程和长期变化趋势,可应用连续在线监测技术。

表 18 不同类型传感器的基本原理

传感器类型	基本原理
三极电化学传感器	目标污染物在传感电极上发生氧化还原反应从而产生电位变化,测量电极测量参比电极和传感电极之间的电位差。传感器电流与被测物质浓度成正比。
金属氧化物半导体传感器	利用目标污染物被吸附后产生电阻变化,通过确定浓度与信号的曲线关系测量浓度。
离子化检测器	目标污染物离子化后形成的电流与目标污染物浓度成正比。
红外检测器	目标污染物吸收特定频率的红外辐射,产生特征的吸收谱带。吸收最大值的位置

传感器类型	基本原理
	和相对强度指示目标污染物的性质，峰高或面积与目标污染物浓度成正比。

现在西方国家已经可以提供电子鼻设备并形成了一定的市场规模，如法国的Alpha MOS公司提供的RQBox 电子鼻能够对恶臭气体实现自动检测；德国的PEN是用来检测气体和蒸汽的小巧、快捷、高效的检测系统，在食品安全分析、原材料分析、环境安全分析、医药应用等有突出的表现；美国Cyrano 320电子鼻具有广泛的应用空间，在食品与饮料的安全、环境分析、化学品的识别与分析、工业过程控制等，详见表19。

表 19 国外电子鼻主要传感器

产品名称	品牌	传感器构成
RQBOX	法国Alpha MOS	7个（MOS、PID、EC）传感器阵列
PEN	德国WMA Airsense	10MOS传感器阵列
Cyranose	美国Cyrano Science Inc	32个CP传感器阵列
A32	英国Osmetech Plc	32个CP传感器阵列
Nose	英国Neotronics	10个CP传感器阵列
FOX	法国Alpha Mos	6个(MOS、CP)传感器阵列
注：其中MOS金属氧化物传感器，EC代表电化学传感器，CP代表导电聚合物传感器，PID代表光离子化传感器。		

将人工嗅辨方法和恶臭检测气相色谱和传感器法进行多方面的比较，对比结果如表20所示。

表 20 恶臭气体检测方法对比

项目	人工嗅辨	气相色谱	传感器法
恶臭稀释倍数（OU）	YES	NO	YES
能否连续监测	NO	YES	YES
能否实时分析（5分钟以内）	NO	NO	YES
经济性（上、中、下）	上	下	中
与其他系统扩展性	NO	YES	YES
结果客观性	NO	YES	YES
管理便利性	NO	NO	YES
能否定量分析恶臭物质	NO	YES	YES
实施便利性	NO	NO	YES
恶臭扩散及溯源	NO	YES	YES
是否为标准方法	YES	YES	NO

#### 4 标准制修订的基本原则和技术路线

##### 4.1 标准制修订的基本原则

本标准制修订过程中严格遵守《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ 168—2020）和《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565—2020）等的要求，符合国标《标准化工作

导则 第 1 部分:标准的结构和编写》(GB/T 1.1)的规定。在参考国内外相关文献资料的基础上,兼顾国内现有监测机构的监测能力和实际情况,确保方法标准具有一定的科学性、先进性、可行性和可操作性,明确标准制修订的基本原则,如下:

(1) 方法的检出限和测定范围满足相关生态环境标准和生态环境工作的要求。

为满足生态环境工作的要求,标准方法的测定下限应低于国内外质量标准、风险管控标准或排放标准中的限值规定,测定范围应涵盖《恶臭污染物排放标准》(GB 14554)。

(2) 制订的方法准确可靠,能够满足各项方法特性指标的要求。

用定期与实验室人工嗅辨比对、有证标准物质对本标准进行质控,以确保本标准方法采用的分析技术和规定的各项技术指标准确可靠。

(3) 方法具有普遍适用性,易于推广使用。

本方法标准 适应我国大部分环境恶臭监测仪器类别及相关实验室仪器要求,设备、技术能力能够满足现有的监测方法标准,兼具备强的抗干扰能力;参考工业发达国家制订的相关标准,具有普遍适用性,易于推广和使用,确保制订的方法标准科学、合理、严谨,满足相关生态环境污染物排放标准的要求。

#### 4.2 标准的适用范围和主要技术内容

本标准适用于环境空气和废气中恶臭气体的自动监测。按照开题会议专家意见,名称修改为《环境空气 恶臭污染物自动监测技术规范》,将适用范围按照自动监测仪器的适用类别,本标准适用于环境空气和无组织排放监控点恶臭污染的自动监测。本标准是对现行标准在自动监测恶臭污染的补充。

主要内容为恶臭污染监测项目、监测点位布设、监测时长、仪器设备技术要求、质量管理与质量控制和日常运行与维护等技术要求。

#### 4.3 标准制修订的技术路线

(1) 查阅期刊文献、国内和国际标准化组织的标准文本。

(2) 完成标准的开题报告提交标准所,组织专家论证,确定技术路线,拟定实验方案。

(3) 参照有关的基础标准或者规范技术要求,编制国家标准文本草案,同时编制标准文本制订的说明。提交标准文本和编制说明的征求意见稿。

(4) 征求意见稿上报生态环境部,向国务院有关部门、环境保护相关机构、科研院所、大专院校等公开征求意见。

(5) 对征求的意见进行汇总,编制标准的送审稿和编制说明。

(6) 送审稿经审查合格后,提交标准的报批稿和编制说明。

(7) 报批稿经审查合格后发布。

技术路线如图 2 所示。

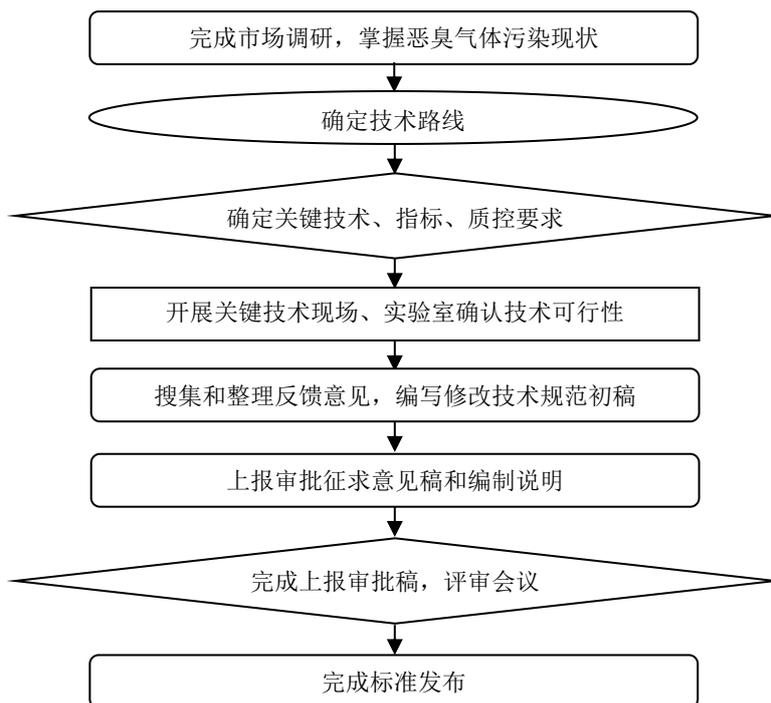


图 2 标准制订工作技术路线图

## 5 主要编制内容

### 5.1 适用范围

考虑无组织排放监控点和环境空气的监测技术方法基本相同，本标准规定了测定环境空气和无组织排放监控点中恶臭污染的自动监测的技术要求。

恶臭污染监测项目、监测点位布设、监测时长、仪器设备技术要求、质量保证和质量控制、日常运行与维护等技术要求，对于不同仪器条件性能调试控制要求，参照专家意见统一放入了质量控制要求部分。

HJ 905 适用范围为“环境空气及各类恶臭污染源（包括水域）以不同形式排放的恶臭污染的监测技术”，与本标准一致；HJ 905 中规定“本标准适用于采用实验室分析方法进行环境空气、有组织排放源和无组织排放源排放的恶臭污染监测。”，本标准规定的范围境空气和废气无组织排放的中恶臭气体的自动监测。

HJ 1393 标准规定了环境空气气态污染物（氨、硫化氢）自动监测系统的原理与组成、安装、调试、试运行、验收、日常运行维护、质量保证和质量控制、数据有效性判断等技术要求。适用于环境空气气态污染物（氨、硫化氢）自动监测系统的安装、调试、试运行、验收、日常运行维护、质量保证和质量控制、数据有效性判断等。

HJ 1394 标准规定了环境空气气态污染物（氨、硫化氢）自动监测系统的原理与组成、技术要求、性能指标和检测方法。适用于环境空气气态污染物（氨、硫化氢）自动监测系统的设计、生产和检测。

## 5.2 术语和定义

恶臭、臭气浓度、嗅觉阈值、周界、恶臭敏感点与恶臭敏感点与（HJ 905-2017）保持一致。参考环境《空气 气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范》（HJ 818—2018）、《环境空气气态污染物（氨、硫化氢）自动监测技术规范》（HJ 1393—2024）、《环境空气气态污染物（氨、硫化氢）自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 1394—2024），结合恶臭监测的特点，编写完成。恶臭自动监测参照已发布的关于污染源连续监测的概念，结合恶臭监测的特点，为本次定义。

### 5.2.1

#### 恶臭 odor

一切刺激嗅觉器官引起人们不愉快感觉及损害生活环境的异味气体。

### 5.2.2

#### 臭气浓度 odor concentration

用无臭空气对臭气样品连续稀释至嗅辨员阈值时的稀释倍数。

### 5.2.3

#### 嗅觉阈值 odor threshold

嗅觉阈值包括可以嗅觉气味存在的感觉阈值和能够定出气味特性的识别阈值。

### 5.2.4

#### 周界 boundary

指恶臭排放单位的法定边界。若无法定边界，则指实际边界。

### 5.2.5

#### 恶臭敏感点 odor sensitive point

指人群集聚区，包括人群居住地、活动场所等。

### 5.2.6

#### 恶臭自动监测 odor automatic monitoring

指采用连续自动监测仪器对环境空气进行连续的样品采集、处理、分析的过程。

参照 HJ 818 环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范中“环境空气质量连续自动监测 automated ambient air quality monitoring 指采用连续自动监测仪器对环境空气进行连续的样品采集、处理、分析的过程。”增加了特定恶臭污染物。

## 5.3 监测项目

### 5.3.1 主要污染物

由于恶臭涉及的物质繁多，还兼具各种物质间交互影响，根据对国内外情况进行的调研，查阅相关文献等资料，按照技术标准制定主要对标管控标准且对技术有一定引领的原则，针对不同级别的控制标准，对测定项目进行分类要求。

依据国家标准 GB 作为主要的目标污染物的选择，确定监测项目应包括《恶臭污染物排放标准》（GB 14554）中规定的 9 项指标，详见表 21。英文名称在标准文本中不包括，保

留 CAS 号；其他恶臭污染物特征污染物按照优先污染物确定，并可根据情况进行扩展。

表 21 恶臭污染物自动监测必测项目

序号	监测项目	CAS No.	英文名
1	氨	7664-41-7	Ammonia
2	三甲胺	75-50-3	Trimethylamine
3	硫化氢	7783-06-4	Hydrogen sulfide
4	甲硫醚	75-18-3	Dimethyl sulfide
5	甲硫醇	74-93-1	Methanethiol
6	二甲二硫醚	624-92-0	Dimethyl disulfide
7	二硫化碳	75-15-0	Methanedithione
8	苯乙烯	100-42-5	Styrene
9	臭气浓度	—	Odor concentration

### 5.3.2 优先选择污染物

恶臭自动监测系统，还可根据监测地区的恶臭污染物排放特征，优先选择浓度较高、嗅觉阈值较低的恶臭气体作为监测的其他特征污染物，同类型监测点的其他特征污染物选择应尽量保持一致。结合已发布的相关地方标准上海恶臭异味排放标准DB31/1025-2016和天津恶臭排放标准 DB12/059-2018 提出 14 种优先监测的其他污染物如

表所示 22，可根据具体情况，扩展项目。

表 22 恶臭污染物自动监测优先选测项目

序号	监测项目	CAS No.
1	乙苯	100-41-4
2	丙醛	123-38-6
3	丁醛	123-72-8
4	戊醛	110-62-3
5	乙酸乙酯	141-78-6
6	乙酸丁酯	123-86-4
7	甲基乙基酮	78-93-3
8	甲基异丁基酮	108-10-1
9	丙烯酸	79-10-7
10	丙烯酸甲酯	96-33-3
11	丙烯酸乙酯	140-88-5
12	甲基丙烯酸甲酯	80-62-6
13	一甲胺	74-89-5
14	二甲胺	124-40-3

### 5.3.3 气象参数

气象参数的变化会直接影响恶臭气体的浓度，目前排放控制标准中多数增加了排放速率的要求，针对环境空气和无组织排放的恶臭污染物，受到监测时的气象影响也很多，因此标准中规定了在线监测时应该同步测定气象参数，包括气温、气压、风速、风向及湿度等参数。

## 5.4 监测点位布设

### 5.4.1 布点原则

参考现有的环境空气 HJ664 和 HJ905、污染源无组织排放监控点 HJ/T55、HJ1393 等监测技术要求，针对恶臭污染物，兼顾考虑了恶臭随气象条件变化及瞬时性的基本特点，对监测点位规定了一般原则；对于实际点位布设的要求，按照无组织排放监控、一般居民区和环境空气进行了要求。

#### 5.4.1.1 代表性

具有较好的代表性，能客观反映一定空间范围内的环境空气恶臭污染特征及变化规律和区域空气恶臭污染状况。

#### 5.4.1.2 可比性

由于气味是综合性指标，同类型的监测点位设置，条件尽可能一致，使各个监测点获取的数据具有可比性。比对监测时按照 HJ 905 要求同时采样。

#### 5.4.1.3 整体性

综合考虑自然地理、气象条件、工业布局、人口分布等社会经济特点，结合监测目的，在布点上反映工业园区或企业恶臭污染现状以及对居民区的影响，从整体出发，合理布局，监测点之间相互协调。

### 5.4.2 布点位置

#### 5.4.2.1 有组织排放源周界点位布设

根据当地气象特点，一般设置 3 个点位，根据风向变化情况可适当增加监测点位。可根据自身条件，在下风向最大落地浓度距离的延长线上增加布点，推荐间隔距离为 1 km~5 km。对于恶臭物质的有组织排放监测不在本文中规定，本文针对的为有具体排放源的周界环境空气监测时的点位要求。按照目前标准协调性，对于有组织周界没有管控要求，本条并入无组织监控点。

#### 5.4.2.2 无组织排放源点位布设

无组织排放源恶臭监测时，按照 HJ 905 和 HJ/T 55 执行。

在进行无组织排放源恶臭监测采样时，应对风向和风速进行监测。应在下风向周界布设监测点位。一般情况下参考 HJ/T55。

被测周界无条件设置监测点位时，可在周界内设置监测点位，原则上距离周界不超过 10 m。当排放源紧靠围墙（单位周界），且风速小于 1.0 m/s 时，在该处围墙外增设监测点。当两个或两个以上无组织排放源的单位相毗邻时，应在被监测排放源之间增设监测点。居民区和环境空气恶臭污染的点位布设园区布设点位时，可在主要的风险单元站、重点涉异味工段、厂界站、扩散途径站、环境敏感点站、移动站布设加密点位。

#### 5.4.2.3 环境空气点位布设

参照 HJ 905 和 HJ 664 执行。由于恶臭污染具有较强的地域性，因此应对以排放源为中

心，半径10 km以内的居民区，尤其是处于排放源主导风向下风向的居民区进行恶臭监测。应根据居民区楼高，选择立体布点，高度在地面至20 m之间。比对监测时按照 HJ 905 要求的时间同时采样。HJ644 污染监控点依据排放源的强度和主要污染项目布设，应设置在源的主导风向和第二主导风向（一般采用污染最终季节的主导风向）的下风向的最大落地浓度区内，以捕捉到最大特征污染物原则进行布设。

对于一些空气中由于开放水体或者排放的污水、坑塘等固定水域恶臭监测，选择恶臭污染严重的周界及下风向布点，可以在岸边陆地布点，也可以在水上布点，也可参考移动在线监测。

#### 5.4.2.4 移动点位布设

对固定在线监测点位未覆盖的区域进行移动式监测。同时，恶臭污染物应急监测时开展环境空气、无组织排放源周边移动式快速排查。

#### 5.4.3 监测点位数量

参照 HJ 664 基本要求一般设置不少于 3 个点位，根据风向变化情况可适当增加监测点位。布设点数量应参考发生源的特点和敏感点。敏感点要求参照 HJ 905 执行，要求对现场进行踏勘、调查等。

根据现场恶臭点特点、现场条件和当日气象条件，环境空气布点参照 HJ 664 执行，无组织排放监控点参照 HJ 905 执行。点位数量一般不少于 3 个点，根据风向变化情况可适当增加监测点位数量。

#### 5.4.4 安装一般要求

5.4.4.1 按照仪器说明书和相关技术规范完成仪器安装调试。如需安装在站房内，站房建设参考 HJ 1393 相关要求。

5.4.4.2 监测点位的选择应结合本地区污染源分布、气象条件、健康评估和未来规划等因素；确定前应对当地空气污染状况开展调查研究和预监测，评估环境空气恶臭污染物浓度水平和变化趋势；监测点位一经确定应能长期使用，不宜轻易变动，以保证监测数据的连续性和可比性。

5.4.4.3 监测点有稳定可靠的电力供应，通信线路，方便安装和检修。

5.4.4.4 监测点应地处相对安全和防火措施有保障的区域。

#### 5.4.5 验收要求

##### 5.4.5.1 技术验收

按照 6、7、8 完成安装、调试及试运行合格后，完成监测系统安装调试报告、试运行报告，开展验收。

##### 5.4.5.2 联网验收

完成与相关部门的联网证明，满足 HJ 212 的相关要求。

### 5.4.5.3 记录和档案验收

参照 HJ 193, 完成验收报告、记录资料和档案存档。

## 5.5 监测时长

参照目前已发布的环境空气和无组织排放连续排放自动监测技术要求和规范, 结合恶臭目前设备可连续工作的能力, 规定本标准的要求为宜全年连续运行, 每日可连续监测 24 h。每月检修时间不超过 2 d, 全年不多于 24 d。

## 5.6 仪器设备技术要求

### 5.6.1 系统组成

恶臭气体自动监测系统应包括恶臭自动监测仪器和设备、校准系统、数据采集系统、数据分析单元、数据存储和输出显示系统和数据信息化网络服务等, 可按照需要配置留样系统及其他辅助设备。

使用多传感器阵列布设时, 应建立符合人工嗅辨方法的工作分析曲线, 模拟人的嗅觉系统, 单一物质可以选择单一传感器法。

使用分布式多通道快速监测系统时, 应选取可实现多组分实时监测的质谱方法, 监测组分应包括主要污染物所有监测项目包括臭气浓度, 优选污染物中 80% 以上监测项目, 且同时应基于多种监测项目监测数据, 建立监测多种监测项目浓度与臭气浓度的相关关系。有机类监测项目可以选择气相色谱、气相色谱-质谱法, 无机类监测项目可选择单一传感器法或等效技术方法。

使用移动式快速质谱监测系统时, 应连续自动监测环境空气、无组织排放源, 并根据地理位置信息, 显示沿行进路线的恶臭监测项目及其浓度在空间上的连续分布, 必要时辅以定点监测, 完成定性、定量分析。

### 5.6.2 分析仪器要求

#### 5.6.2.1 外观要求

监测仪器应具有产品铭牌, 铭牌上应有仪器名称、型号、生产单位、出厂编号、制造日期等信息。监测仪器表面应完好无损, 无明显缺陷, 各零部件连接可靠, 各操作键、按钮灵活有效。仪器主机面板显示清晰, 字符、标识易于识别。

#### 5.6.2.2 工作条件

室内参照 HJ 818 和一般恶臭仪器自动监测的工作条件指标, 站房参照 HJ 1393。考虑南北温度差别和多数仪器能满足的条件现场情况, 规定监测仪器在以下条件中应能正常工作。目前恶臭分析仪安装环境温度室外条件:  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 目前的相对湿度:  $\leq 85\%$ ; 大气压:  $80\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ ; 供电电压:  $\text{AC } 220\text{ V}\pm 22\text{V}$ ,  $50\text{ Hz}\pm 1\text{ Hz}$ 。

#### 5.6.2.3 样品采集单元

仪器进口样品传输管线内包覆的气体传输管应至少为两根, 一根用于样品气体的采集传

输，另一根用于标准气体的全程校准，自动监测系统样品采集和传输装置应具备完成全系统校准的功能要求。

样品采集装置和传输管线应选用经惰性化处理的耐高温、防腐蚀、低吸附、不与恶臭污染物发生反应的材料，应不影响待测污染物的正常测量，可定期反吹净化、过滤除水。

#### 5.6.2.4 分析仪器要求

文本中对上述要求进行了分类，分为基本要求和和其他要求。

恶臭污染物分析测定的仪器设备，应具备以下基本要求

- a) 应同时监测表 1 中 9 种污染物的浓度和气象参数 4.3 中气象五参数；
- b) 内置抽气泵，可保证 24 h 自动监测；
- c) 具备测量流速、自动样品稀释功能，
- d) 稀释用零空气部件应具备气体过滤、除水、除油、除味等功能，且可自动清洗定期反吹；
- e) 样品采集单元和测量部件可定期进行反吹，防止颗粒物等累积造成的堵塞状况；
- f) 数据自动存储，断电后自动恢复；
- g) 可通过有线或无线方式传输到控制信息系统

#### 5.6.2.5 其他要求

可移动式自动监测仪器，应连续自动监测环境空气、无组织排放监控点空气，结合对应点位地理位置信息，显示沿行进路线的恶臭监测项目及其浓度在时间、空间上的连续分布图，必要时辅以定点监测，完成定性、定量和臭气浓度分析。

有机类监测项目可以选择气相色谱连续监测、气相色谱-质谱连续监测，无机类监测项目可选择单一传感器法监测。

使用多传感器监测时，通过对比标准曲线或机器学习模型，自动出具结果，且可实时采集不同点位的温度、湿度、气体浓度等参数；单一物质可选择单一传感器法。

使用多通道快速监测时，应通过集成化系统同时采集、处理和分析多个监测点位的数据，可实现多组分实时监测，通过对比标准曲线或机器学习模型，自动出具结果。

使用质谱方法时，监测组分应包括表 1 中的所有监测项目和表 2 中 80%以上监测项目，且同时应基于多种监测项目监测数据，建立项目浓度与臭气浓度的相关关系。

### 5.7 数据采集要求和传输单元

#### 5.7.1 数据采集要求

数据采集应满足以下要求：

- a) 应显示和记录超出其零点以下和量程以上至少 10%的数据值。
- b) 应具备显示、设置系统时间和时间标签功能，数据为设置时段的平均值；
- c) 能够显示实时数据，具备查询历史数据的功能，并能以报表或报告形式输出；
- d) 具备数字信号输出功能；
- e) 具有中文数据采集、记录、处理和软件；

- f) 仪器临时断电时，能自动保存数据，恢复供电后可自动启动，恢复正常开始工作。
- g) 自动监测系统机柜内应具备良好的散热装置，确保机柜内的温度符合仪器正常工作温度；并应配备照明设备，便于日常维护和检查。

### 5.7.2 数据传输要求

数据传输主要按照 HJ 212 相关要求执行。

其他内容按照数据可通过 HTTP TCP/IP 等网络传输，文本中对网络没有要求，并随着通信技术发展，传输符合相关国家规定，只对结果提出要求。数据可通过网络传输，可通过电脑网页或手机 APP 实时查看监测数据；数据信息化网络服务平台嵌入的系统软件具备数据直传、数据存储、统计分析、超标报警、信息自动发送、点位和 GIS 自动展示等功能；软件能以图表的形式直接显示数据变化、组分占比情况；系统配置自动预警功能，当前监测数据超过预设限值时，仪器会自动输出控制信号，用于报警灯或者其他报警器的应急联动控制。

### 5.8 数据存储

根据一般在线数据存储要求，结合目前对在线的要求和云端数据存储能力，数据存储满足不少于 3 年的数据存储能力。

### 5.9 质量保证与质量控制要求

#### 5.9.1 比对监测

自动监测仪器每半年应在现场开展 1 次比对试验，测定误差小于  $\pm 30\%$ 。比对项目执行 GB 14554 中 9 项指标。臭气浓度与 HJ 1262 或 HJ 1416 比对，其他物质比对方法详见附录 A。我们选择了市场上在线监测设备，对精密性、准确度、零点漂移、响应时间、多点线性、检出限、人工嗅辨对比等指标对电子鼻进行比测，结果详见表 23、表 24、表 25、表 26。

表 23 性能比对要求一览表

检测项目	样品类型	比测方法
测量范围		针对目标检测项目的测试范围，并使用标准气体进行验证。
精密度 (重复性)	标准气体	分别选取能 2 种浓度的标准气体（正丁醇或乙酸乙酯），代表环境与污染源样品，连续测定 25 次，以相对标准偏差（RSD）表示；对有单质具有单质测试功能的仪器，选择相应的物质标气，选择其测量量程内的某一浓度连续测试 25 次，计算相对标准偏差。根据校正曲线，计算在每个理论浓度值的标准偏差。
示值误差	标准气体	方法同精密度测试，将 25 次测试的均值与真值进行比较，计算相对误差。 配制取满量程浓度的 0%、20%、50%、80%和 100%五个理论浓度，每个理论浓度配置的误差范围为±5%。每个理论浓度进气至少 7 次，构建一起响应值与理论浓度的校正曲线。每个理论浓度点的线性度不超过 10%。
零点漂移和量程漂移	零气（高纯氮气）	检测期间开始时，人工或自动校准仪器零点和量程值，记录最初的模拟零点和量程读数。每隔 4 h 或 24 h 后测定（人工或自动）和记录一次零点、量程值读数（使用满量程标气）；随后校准仪器零点和量程值，记录零点、量程值读数；连续 24 h 或者 168 h（7 d）计算零点漂移、量程漂移。
响应时间	零气+标准气体	首先通入 2 次零气，待仪器零点稳定后，通入 80%量程最高点浓度标准气体，纪录稳定后的示值，然后在通入零气进行标零，再通入标准气体，并启动秒表计算仪器示值从零升到稳定示值的 90%所需要的时间，重复三次，取平均值。
检出限	标准气体	选用标准气体不断稀释至仪器 3 倍噪音，根据此时标准气体浓度推算仪器臭气浓度检出限。
与人工嗅辨对比实验	实际样品	取实际样品 7~10 个（臭气浓度 30~30000），采用人工嗅辨和电子鼻测试同时进行，测试结果组成一组测试值（ $X_{yi}$ , $X_{bi}$ ），计算相对误差；对实际样品同时进行电子鼻与人工嗅辨测试，测试数据采用多元线性回归数理统计分析，分析其相关系数
干扰实验	标准气体+实际样品	分别选择臭气浓度 30-3000 内的一定体积的标准气体（正丁醇）和实际样品，记录仪器示值，向气体中加入 30%~60%体积的 TO-15 标准气体，记录仪器示值，评估仪器的受干扰程度。

表 24 10 ppm硫化氢性能对比实验一览表

	品牌	浓度梯度-精密度	浓度梯度-示值误差	零点漂移	浓度梯度-响应时间	检出限	干扰实验
国外品牌	1	100%~1.52%	100%~1.95%	无	12 s	-	-
	2	100%~1.16%	100%~8.57%	0.002%	—	20 ppb	偏差+9.49%
		50%~2.65%	50%~0.33%		—		
		20%~1.95%	20%~0.38%		20%~15s		
		10%~3.48%	10%~0.45%		10%~9s		
	3	100%~2.3%	10ppm-14.77%	无	36s	—	—
4	40%~1.61%	40%~2.8%	0.1%	60s	—	—	
国内品牌	5	10ppm-2.92%	10ppm-10.61%	0.64%	18s	—	—
	6	-	—	—	—	—	—
	7	100%~0.13%	100%~0.64%	0.2%	100%~22s	50 ppb	偏差-11.57%
80%~0.66%	80%~2.45%	80%~18s					
50%~1.1%	50%~0.42%	50%~24s					
20%~0.43%	20%~9.23%	20%~21s					

注：精密度、示值误差和响应时间分别按照量程的百分数进行测量。

表 25 100 ppm氨性能对比实验一览表

	品牌	浓度梯度-精密度	浓度梯度-示值误差	零点漂移	浓度梯度-响应时间	检出限	与实际样品比对	干扰实验
国外品牌	a	40%~2.19%	40%~1.59%	—	40%~64s	—	—	—
	b	100%~2.08%	100%~13.19%	2.32%	100%~60s	50 ppb	—	加入 PAMS 测量值由1.3 ppm 上升至 1.9 ppm
		80%~7.14%	80%~9.85%		80%~90s			
		50%~10.42%	50%~6.08%		50%~61s			
20%~3.46%		20%~3.14%	20%~120s					
10%~5.53%	10%~14.03%	10%~180s						
c	80%~5.10%	80%~10.94%	0.8%	180 s	—	—	—	
国内品牌	d	100%~6.46%	100%~12.66%	1.29%	180 s	5 ppm	—	—
	e	100%~3.78%	100%~1.01%	0.14%	68 s	>1 ppm	—	加入 PAMS 无变化
80%~7.14%		80%~7.59%	74 s					
50%~6.15%		50%~11.99%	50 s					
20%~4.79%		20%~15.55%	63 s					
10%~10.19%		10%~5.62%	55 s					

注：精密度、示值误差和响应时间分别按照量程的百分数进行测量。

表 26 臭气浓度（正丁醇）性能对比实验一览表

	品牌	精密度	示值误差	零点漂移	响应时间	检出限	人工嗅辨-电子鼻	干扰实验
国外品牌	A	12 ppm~1.11%	12ppm-1.93%	0.079	—	0	69-269 37-127	—
	B	48 ppm-0.34% 30 ppm-0.37% 12 ppm-0.76% 6 ppm-11.32%	48ppm-4.48% 30ppm-1.5% 12ppm-8.21% 6ppm-13.01%	—	—	0	238-294 827-699 2044-1884 2650-2501	—
	C	12 ppm-26.19%	12ppm-5.02%	28.44	—	0	气量需求太大无法检测	—
国内品牌	D	15 ppm-2.5%	15ppm-9.83%	2.717	—	0	未建立算法模型	—
	E	60 ppm-8.23%	60ppm-7.34%	37	—	0	—	—
	F	15 ppm-4.04% 10 ppm-3.88% 8 ppm-0.90% 6 ppm-0.75% 2 ppm-1.41%	15ppm-4.60% 10ppm-5.5% 8ppm-9.2% 6ppm-3.83% 2ppm-4.67	9	—	0	未建立算法模型	—
注：由于各个厂家未给出臭气浓度量程，故零点漂移给出了漂移最大值。								

从比对实验的结果来看，测试结果精密度（重现性）0.13%~10.49%，示值误差 0.33%~15.55%，零点漂移 0.002%~2.32%，响应时间 9s-180s，检出限和抗干扰实验基本满足规范要求（70%以上）。

### 5.9.2 标准气体检查

每月不少于 1 次，各监测项目标准气体的测定结果与标准值的相对偏差在±30%以内。氨和硫化氢参照HJ 1393和HJ 1394执行。

### 5.9.3 测试要求

每次测试之前，均要进行系统气密性检查；测试过程中，要注意气体采样流量保持在仪器规定的流量范围之内；测试之前后，应对仪器进行校验或校准。氨和硫化氢参照HJ 1393和HJ 1394执行。

### 5.9.4 仪器校准

仪器的系统调试在参考性附录 B 中给出，氨和硫化氢参照HJ 1393和HJ 1394执行。

#### 5.9.4.1 性能指标

表 21 中无机物监测项目和臭气浓度，调试性能指标应满足表 27 要求；表 21 中有机物和表 22 中指标可参照 HJ 1010 执行。

本标准所示恶臭连续监测污染物，不得少于目标污染物中物质的指标。氨和硫化氢参照 HJ 1393和HJ 1394执行。

其它有机物按照仪器说明书和仪器校准完成通用性能指标。

表 27 调试检测性能指标要求

检测项目		技术要求（臭气浓度无单位）
零点噪声		≤0.5 nmol/mol
仪器检出限		≤1 nmol/mol
线性度	斜率 ( $k$ )	1±0.05
	截距 ( $b$ )	±2 nmol/mol
	相关系数 ( $r$ )	≥0.999
精密度	20%量程	≤5%
	80%量程	≤2%
24 h 漂移	零点	±2 nmol/mol
	20%量程	±3 nmol/mol
	80%量程	±5 nmol/mol

#### 5.9.4.2 测量范围

监测仪器针对必测表 21 中所列单一监测项目，工业园区应为0 μmol/mol~20 μmol/mol，可扩展；居民区应为0 nmol/mol~500 nmol/mol，可扩展。检出限根据《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ 168）规定，所选样品浓度大于计算出的检出限的 10 倍或小于检出限，均需调整样品浓度重新验证。

### 5.9.4.3 零点噪声

待测分析仪器运行稳定后，通入零气，待读数稳定后，每2 min记录该时间段数据的平均值 $x_i$ （记为1个数据），获得至少25个数据。按照公式（1）、（2）计算待测分析仪器的零点噪声（标准偏差）。

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

式中： $\bar{x}$ ——待测分析仪器测量值的平均值，nmol/mol；  
 $x_i$ ——待测分析仪器第*i*次测量值，nmol/mol；  
*i*——记录数据的序号，1，2，...*n*；  
*n*——记录数据的总次数， $n \geq 25$ 。

$$SD_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中： $SD_0$ ——待测分析仪器零点噪声（标准偏差），nmol/mol；  
 $x_i$ ——待测分析仪器第*i*次测量值，nmol/mol；  
 $\bar{x}$ ——待测分析仪器测量值的平均值，nmol/mol；  
*i*——记录数据的序号，1，2，...*n*；  
*n*——记录数据的总次数， $n \geq 25$ 。

### 5.9.4.4 仪器检出限

按照公式（3）计算仪器检出限。

$$IDL = 2SD_0 \quad (3)$$

式中：IDL——仪器检出限，nmol/mol；  
 $SD_0$ ——零点噪声，nmol/mol。

### 5.9.4.5 线性度

待测分析仪器运行稳定后，依次通入零气、20%量程、40%量程、60%量程、80%量程和满量程标准气体，每个浓度点至少稳定读数5 min，记录待测分析仪器每个浓度点5 min数据的平均值 $x_i$ ，作为该浓度点的测量值。以标准气体浓度值 $x_{s,i}$ 为横坐标，测量值 $x_i$ 为纵坐标，用最小二乘法进行拟合，分别按照公式（4）、（5）、（6）计算回归曲线的斜率*k*、截距*b*和相关系数*r*。

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{s,i} - \bar{x}_s) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_{s,i} - \bar{x}_s)^2} \quad (4)$$

式中：*k*——回归曲线斜率；  
 $x_{s,i}$ ——待测分析仪器第*i*个浓度点标准气体浓度，nmol/mol；  
 $\bar{x}_s$ ——待测分析仪器*n*个浓度点标准气体浓度的平均值，nmol/mol；  
 $x_i$ ——待测分析仪器第*i*个浓度点测量值，nmol/mol；

$\bar{x}$ ——待测分析仪器  $n$  个浓度点测量值的平均值, nmol/mol;  
 $i$ ——浓度点序号, 1, 2, ... $n$ ;  
 $n$ ——浓度点个数,  $n=6$ 。

$$b = \bar{x} - k \times \bar{x}_s \quad (5)$$

式中:  $b$ ——回归曲线截距, nmol/mol。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{s,i} - \bar{x}_s) \times (x_i - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{s,i} - \bar{x}_s)^2 \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \quad (6)$$

式中:  $r$ ——回归曲线相关系数。

#### 5.9.4.6 精密度

待测分析仪器运行稳定后, 按照以下步骤开展测试。

通入20%量程标准气体, 待读数稳定后, 记录待测分析仪器5 min数据的平均值 $x_i$ , 然后通入零气。重复测试6次, 按照公式(7)计算待测分析仪器的20%量程精密度(相对标准偏差)。

将20%量程标准气体更换为80%量程标准气体, 重复a)操作, 按照公式(7)计算待测分析仪器的80%量程精密度(相对标准偏差)。

$$RSD = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}}{\bar{x}} \times 100\% \quad (7)$$

式中: RSD——待测分析仪器精密度(相对标准偏差), %;

$x_i$ ——待测分析仪器第  $i$  次测量值, nmol/mol;

$\bar{x}$ ——待测分析仪器  $n$  次测量值的平均值, nmol/mol;

$i$ ——测试序号, 1, 2, ... $n$ ;

$n$ ——测试总次数,  $n=6$ 。

#### 5.9.4.7 仪器空白与检出限

按公式(8)计算分析仪器检出限  $R_{DL}$ , 空白中目标物的测定值应小于仪器检出限  $R_{DL}$ 。

$$R_{DL} = 2S_0 \quad (8)$$

式中:  $R_{DL}$ ——分析仪器检出限, nmol/mol ( $\mu\text{mol/mol}$ );

$S_0$ ——分析仪器零点测定结果的精密度, nmol/mol ( $\mu\text{mol/mol}$ )。

#### 5.9.4.8 稳定性

通入80%量程最高点浓度的有机硫标准气体, 待仪器稳定后, 记录连续3次响应, 24 h后分别再次通入标气记录连续3次响应。对比24 h前后有机硫各因子所测浓度的漂移情况。

所有目标组分的连续3次测量结果平均值与初始连续测量3次测定平均值之间的最大变化幅度应在±5%以内。

#### 5.9.4.9 高浓度残留

仪器通入2次100 nmol/mol的标准气体后，通入零气进行测定，查看零气测定时是否有物质残留，残留量不超过初始浓度的0.5%。

#### 5.9.4.10 可选有机物的干扰实验

分别通入10 nmol/mol的TO-15和PAMS标准气体。查看各有机目标组分峰窗内有无干扰峰出现。

分别通入10 nmol/mol PAMS+10 ppb有机硫、10nmol/mol TO15+10 nmol/mol有机硫，有机硫目标组分的相邻峰与目标组分峰的分度大于1.5。

#### 5.9.4.11 响应时间

先进行2次空白分析后，通入80%量程最高点浓度标准气体，记录第一次响应值；如未达到理论浓度90%，则再次进样分析，直到分析浓度达到理论浓度的90%以上。从通标气开始到最后一次分析结束所经历的时间称为响应时间。若使用渗透管作为标准物质，响应时间测试在渗透管加热24 h后马上开始。要求响应时间不能超过1 h。使用传感器性能指标，待测仪器运行未定后，通入零点标准气体，待读数稳定后通入80%量程的标准气体，同时用秒表开始计时；当待测仪器显示上升至标注气体浓度标称值90%时，停止计时，记录所用时间为待测仪器的上升时间。待80%量程标准气体测量读数稳定后，通入零点标准气体，同时用秒表开始计时，当待测分析仪器显示值下降至80%量程标准气体浓度标称值10%时，停止计时；记录所用时间为待测分析仪器的下降时间。

#### 5.9.4.12 24 h 零点漂移和量程漂移

待测仪器运行稳定后，通入零气进行分析，待读数稳定后，记录连续3次测得浓度平均值；然后通入量程浓度的标气，计算待测仪器监测浓度连续3次测得浓度平均值。通气结束后，待测分析仪器连续运行24 h（期间不允许任何维护和校准）后重复上述操作，并分别计算待测仪器监测浓度。分别计算待测仪器的24 h零点漂移和24 h 量程漂移。

零点漂移

$$\Delta Z_i = Z_i - Z_{0i} \dots\dots\dots (11)$$

$$Z_d = \frac{\Delta Z_{\max}}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

- 式中： $Z_{0i}$ ——第  $i$  次零点读数初始值；
- $Z_i$ ——第  $i$  次零点读数值；
- $Z_d$ ——零点漂移；
- $\Delta Z_i$ ——第  $i$  次零点测试值的绝对误差；

$\Delta Z_{max}$ ——零点测试绝对误差最大值；

$R$ ——仪器满量程值。

量程漂移

$$\Delta S = S_i - S_{0i} \dots\dots\dots (13)$$

$$S_d = \frac{\Delta S_{max}}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

式中： $S_{0i}$ ——第  $i$  次量程读数初始值；

$S_i$ ——第  $i$  次量程读数；

$S_d$ ——量程漂移；

$\Delta S_i$ ——第  $i$  次量程测试值的绝对误差；

$\Delta S_{max}$ ——量程测试绝对误差最大值。

## 6 日常运行维护要求

### 6.1 基本要求

1、监测系统宜全年连续运行，运行中断时，应于6 h内响应，上报监测站点管理部门，并采取有效措施及时恢复运行。需要主动停运的，应提前报监测站点管理部门批准。

2、因监测系统故障、报废或其他特殊因素需要更换、更新监测系统的，应上报监测站点管理部门备案，监测系统应按照本标准的验收要求重新验收。

3、监测系统主要技术参数应与说明书要求以及验收时的设置值保持一致，如确需对主要技术参数进行调整，应开展参数调整试验，并按照 8.4 进行仪器性能测试。测试后应记录测试结果并编制参数调整测试报告。

### 6.2 日常运行维护要求

运维单位应制定监测设施的运行要求和维护计划。

每日可通过远程方式，检查监测系统运行状态及数据是否异常，站房及周边情况。具体包括监测系统是否有报警等异常提示，监测系统是否出现数据中断，数据连续异常等。

每周至少对现场检查 1 次，检查内容主要包括系统全流程分析过程，样品采集单元、分析过程中主要技术参数是否在仪器设定的合理范围内，数据处理单元，是否出现数据中断、通讯故障等异常情况，应调整并做记录。

每月至少完成一次标准气体核查，每季度按照仪器说明书要求更换配件、定期保养等维护。

## 7 与开题报告的差异说明

修改了标准的名称。根据开题会议和标准所审查意见，标准名称修改为：《环境空气 恶臭污染物自动监测技术规范》，相应调整了适用范围。将仪器检定校准内容调整到质量控制要求条款。编制说明增加了2.3 标准实施的法律、法规依据条款内容。

## 8 标准征求意见稿技术审查情况

2025年9月18日，生态环境部生态环境监测司在线上组织召开了本标准征求意见稿的技术审查会，通过了本标准的技术审查。审查意见纪要如下：

专家组听取了标准主编单位所作的标准文本和编制说明的内容介绍，经质询、讨论，形成以下审查意见：

- 一、标准主编单位提供的材料齐全、内容完整；
- 二、标准主编单位对国内外方法标准及文献进行了充分调研；
- 三、标准定位准确，技术路线合理可行，方法验证内容完善。

专家组通过该标准征求意见稿的技术审查。建议按照以下意见修改完善后，提请公开征求意见：

- 1、标准文本中进一步完善布点数量、响应时间、气体核查、监测站房等相关要求表述；
- 2、按照《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565-2010）对标准文本和编制说明进行编辑性修改。

编制组按照征求意见稿审议会意见和标准管理单位生态环境部标准研究所的要求，进行了逐条修改完善。明确了监测点位数量的最低数量、仪器的响应时间按照设备原理进行、细化了气体核查技术指标描述、参照现有关于环境监测站房的要求补充完善了对站房的表述。

## 9 标准实施建议

（1）在本标准之前，《恶臭污染物环境监测技术规范》（HJ 905-2017）中缺少有关恶臭污染物的自动监测的技术相关规定，建议在本标准发布之后，建议对其进行修订，使实验室监测技术和自动监测技术标准之间有效衔接。

（2）在本标准发布之后，及时针对标准内容开展宣贯培训，此促进标准的有效实施。

## 10 参考文献

[1] The Standards Policy and Strategy Committee. EN13725 Air quality determination of odor concentration by dynamic olfactometry[S]. European Union: the Standards Policy and Strategy Committee, 2003.

[2] 王 亘, 翟增秀, 耿 静等, 40种典型恶臭物质嗅阈值测定[J]. 安全与环境学报, 2015(6): 348-351.

[3] ASTM Committee . A STM E679-04 Standard practice for determination of odor and taste thresholds by a forced-choice ascending concentration series method of limits[S] . U SA : A STM Committee, 2004.

[4] Office of Odor , Noise and Vibration Environmental Management Bureau Ministry of the Environment. Odor index regulation and triangular odor bag method[EB/OL]. Japan: Government of Japan, 2003 [2017-07-25]. <http://www.env.go.jp/en/air/odor/regulation/all.pdf>.

- [5] European Committee for Standardization. EN 16841-1:2016 Ambient Air—Determination of Odour in Ambient Air by Using Field Inspection—Part 1: Grid Method[7] Environmental Protection Agency of Ireland, Office of Environmental Enforcement (OEE). Air Guidance Note 5 (AG5): Odour Impact Assessment Guidance for EPA Licensed Sites[8] Institute of Air Quality Management (IAQM), London UK, 2018. Guidance on the Assessment of Odour for Planning, Version 1.1.
- [6] 邹克华, 武雪芳, 李伟芳等. 恶臭污染评估技术及环境基准[M]. 2013.
- [7] 王 亘, 王宗爽, 王元刚等. 国内外恶臭污染控制标准研究[J]. 环境科学与技术, 2012, (S2): 147-151.
- [8] 方向生, 施汉昌, 何 苗等. 电子鼻在环境监测中的应用与进展[J]. 环境科学与技术, 2011, (10): 112-117+122.
- [9] 包景岭. 恶臭污染源解析及预警应急系统[M]. 中国环境科学出版社, 2012.
- [10] Gardner J W, Bartlett P N. Odour detection methods: olfactometry and chemical sensors[J]. Sensors, 2011, 11(1): 5290-5322.
- [11] 国家环境保护总局. GB/T 14675-1993 空气质量恶臭的测定三点比较式臭袋法[S].北京: 中国标准出版社,1993.