

附件 3

恶臭污染物排放标准

编制说明

(征求意见稿)

标准编制组

2018年2月

标准制定主管部门：

宁夏回族自治区环境保护厅

标准编制牵头单位：

华东理工大学

标准编制参加起草单位：

宁夏环境科学研究院有限责任公司

宁夏环境监测中心站

上海市化工环境保护监测站

主要参与起草人员：

本标准主要起草人：修光利，高晓波，宋钊，张巍，郝艳，陈晓婷，金璐，高松，周磊，王震东，刘红。

目 录

1、背景和项目由来.....	6
1.1 恶臭污染与恶臭污染物.....	6
1.2 宁夏恶臭污染形势.....	7
1.3 国家及地方管控政策发展.....	8
1.4 恶臭污染物排放标准制定的必要性.....	10
1.5 标准编制的工作过程.....	11
2、恶臭污染的基本概念和原理.....	12
2.1 恶臭污染生成的机理.....	12
2.2 恶臭污染的表征.....	13
2.3 臭气强度与浓度的关系.....	17
3、国内外恶臭污染排放标准调研.....	20
3.1 国外恶臭污染管控的基本思路比较.....	20
3.2 美国.....	22
3.3 欧洲.....	25
3.4 澳洲.....	29
3.5 加拿大.....	31
3.6 日本.....	33
3.7 韩国.....	36
3.8 中国台湾.....	38
3.9 中国香港地区 VOCs 排放控制标准.....	39
3.10 中国内地的排放标准.....	40
4、恶臭污染源及控制现状调查.....	45
4.1 中国台湾地区的恶臭污染源分类.....	45
4.2 恶臭污染行业及特征污染物.....	46
4.3 典型行业的恶臭污染特征调研.....	50
4.4 典型特征污染物例行检测结果调研.....	56
4.5 典型企业的实测结果.....	57
4.6 宁夏自治区的行业特征.....	58
4.7 宁夏回族自治区重点恶臭源及监测结果.....	59

5、标准制定原则与体系建立.....	68
5.1 标准制定的原则.....	68
5.2 标准的定位.....	68
5.3 标准制定的总体思路.....	69
5.4 标准指标体系的确立.....	69
6、标准主要技术内容说明.....	72
6.1 标准技术内容框架.....	72
6.2 适用范围的说明.....	72
6.3 术语和定义.....	73
6.4 时间段的划分.....	74
6.5 污染物控制项目选择.....	74
6.6 标准限值的确定依据.....	80
6.7 技术规定.....	95
6.8 监测的要求.....	97
6.9 分析方法.....	99
6.10 达标判定.....	101
7、与国家政策法规相符性.....	102
7.1 标准制定所依据的国家法律法规.....	102
7.2 与国家法律法规和环保标准的关系.....	103
7.3 与现行国家和宁夏回族自治区地方环境保护标准的关系.....	104
8、与国内外标准宽严比较.....	105
8.1 与现行恶臭污染物排放标准 GB14554-93 的比较.....	105
8.2 与其他国家和地区的标准的比较.....	106
8.3 特征污染物比较.....	108
9、技术经济可行性分析.....	113
9.1 恶臭污染物控制的总体技术.....	113
9.2 过程控制技术可行性分析.....	113
9.3 末端废气治理技术可行性.....	115
9.4 经济可行性分析.....	135
10、预期效益分析.....	140

11、标准实施建议.....	141
参考文献：	142

1、背景和项目由来

1.1 恶臭污染与恶臭污染物

恶臭污染扰民越来越频繁，已经成为当前城市投诉的焦点，引起了政府和公众的高度重视。随着我国经济的发展和城市快速扩张，规划与环境脱节，工业企业与居住区出现犬牙交错的现象越来越突出。随之而来的恶臭污染扰民现象越来越频繁，特别是在城市与工业区交错混杂的区域，居民的投诉居高不下，甚至逐渐引发大规模、集中投诉上访事件，容易激化社会矛盾，不利于社会的稳定。

所谓恶臭，也称为异味，是大气、水、废弃物等中的异味物质通过空气介质，作用于人的嗅觉思维而被感知的嗅觉污染。恶臭的范围很广泛，可以说散发在空气中气味都可以归于恶臭，这取决于人的反感程度。日本将引起不愉快气味和破坏生活环境的气体成为恶臭 (offensive odor)，韩国认为恶臭 (foul odor) 是一种人们通过嗅觉感受到的感官污染的主要形式。在我国，恶臭和异味被视为同一类污染。

尽管恶臭污染属于大气污染，但又不同于常规的大气污染，因为恶臭污染具有以人的嗅觉感知为判断标准的特殊性。国际上通常采用以下五要素

(FIDOL) 来判断：频率 (Frequency)、强度 (Intensity)、持久性

(Duration)、反感 (Offensiveness)、位置 (Location) 来表征恶臭污染。所谓频率，就是恶臭的影响应该考虑偶发性的干扰，只有超过一定频率的异味才能称为恶臭污染；所谓强度则是恶臭要超过一定的强度才能引起人们对异味的反感；所谓持久性，异味可能具有一定持久性，另外的含义是与频率有类似的含义；；所谓位置则是恶臭可能受到受体所处位置及心情的影响，还有另一层意思，恶臭可能对远处的影响不大，通过一定的隔离距离可以缓解恶臭的影响。

从化学结构而言，恶臭物质分子多具有剩余电子而具有刺激人类的嗅觉特性。这类具有剩余电子的官能团被称为特征发臭基团，比如不饱和、含氧(羟基-OH、醛基-CHO、羰基-CO、羧基-COOH)、含还原态氮 (-NH)、还原态硫(硫基=S 和巯基-SH)、含卤素 (Cl-) 等。这些含有发臭基团的气味分子与嗅觉细胞相作用，经过嗅觉神经向脑部神经传递信息，从而完成对气味的鉴别。这类物质的结构就决定了其检测的难度。不同的恶臭物质散发出来的气味性质各异，有的似鱼腥味，如胺类；有的似腐烂的卷心菜味，如硫醇类；有的如臭鸡蛋

味，如硫化氢；有的类似汗臭，如酪酸；有的具有刺激臭味，如氨和醛类；有的发生腐臭，如羊脂酸(癸酸)等。

除了硫化氢和氨外，大部分的恶臭物质为有机物。一般同族之中，相对分子质量越大，臭味越强，但达到某一相对分子质量之后，臭味又减弱，碳原子超过 18 的化合物多数无气味。因此恶臭污染物通常集中在 C1-C18 的范围内，所以恶臭污染物多数属于挥发性有机物的范畴。

鉴于此，恶臭污染具有以下特征：

(1) 复杂性。恶臭污染来源非常广泛，既有工业源，又有市政设施、餐饮业等生活源。不同行业的特征污染物也不同、不同污染物之间协同效应也不同，因此标准制定和控制都比较困难。

(2) 不确定性。由于恶臭污染与人的嗅觉密切相关，而人与人之间、敏感人群与非敏感人群的嗅觉不同，同一人的心情不同，对恶臭的反感度也不同，而当前主要靠嗅觉辨识，因此恶臭污染监测和评价具有很大的主观性和不确定性。

(3) 达标扰民的特殊性。随着人民群众环境保护意识的增强，对生活环境的要求越来越高，而城市化进程和工业区的集聚则打破了原有的城市规划和工业布局，在工业区周边新建了大量的居民区、高档公寓、别墅等，人为造成了厂群矛盾，不利于社会的安定和谐。

1.2 宁夏恶臭污染形势

恶臭污染已经成为宁夏回族自治区某些城市集中区域扰民最为严重的污染现象。近年来,银川周边永宁、贺兰两县生物发酵企业恶臭污染问题严重影响居民日常生活和周边空气质量。对此,广大群众反映强烈,社会各界十分关注,同时也引起了各级政府及环保部门的高度重视。自治区党委、政府领导多次作出重要指示,要求采取有效措施对恶臭污染环境问题进行有效治理。

宁夏恶臭污染来源具有明显的产业特点和区域特征恶臭投诉与其他省市明显不同。根据宁夏回族自治区 2012 以来的投诉情况的统计，全自治区大气污染的投诉接近 60%（如图 1.1（a）所示），大气污染中恶臭投诉占 25%，工业废气占 38%，两者相加占 63%（如图 1.1（b）所示）。根据自治区监测中心站 2015 年的排查，主要恶臭来源于医药发酵企业（7 家）、污水处理厂（27 家）、垃圾填埋场（8 个）、银川市污泥代处置中心、银川市保绿特生物科技有限公司、银川中科环保电力有限公司。

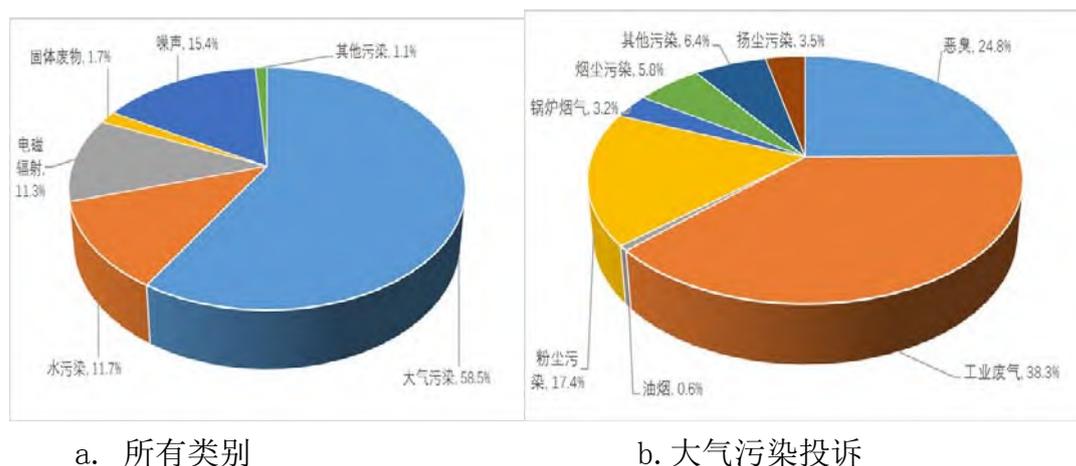


图 1.1 全自治区的投诉分类分布

1.3 国家及地方管控政策发展

(1) 《中华人民共和国环境保护法》

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。”

(2) 《中华人民共和国大气污染防治法》

《中华人民共和国大气污染防治法》第四章第五节中，对恶臭气体的控制提出了如下要求：

①第 75 条畜禽养殖场、养殖小区应当及时对污水、畜禽粪便和尸体等进行收集、贮存、清运和无害化处理，防止排放恶臭气体。

②第 80 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。”

③第 81 条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。任何单位和个人不得在当地人民政府禁止的区域内露天烧烤食品或者为露天烧烤食品提供场地。

④第 82 条禁止在人口集中地区和其他依法需要特殊保护的区域内焚烧沥青、油毡、橡胶、塑料、皮革、垃圾以及其他产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质。

⑤第 84 条从事服装干洗和机动车维修等服务活动的经营者，应当按照国家有关标准或者要求设置异味和废气处理装置等污染防治设施并保持正常使用，防止影响周边环境。

《中华人民共和国大气污染防治法》第七章（法律责任），也对恶臭气体相关的违法行为规定了罚则。具体如下：

①第 117 条违反本法规定，有下列行为之一的，由县级以上人民政府环境保护等主管部门按照职责责令改正，处一万元以上十万元以下的罚款；拒不改正的，责令停工整治或者停业整治：....（八）未采取措施防止排放恶臭气体的。

②第 118 条：.....违反本法规定，在居民住宅楼、未配套设立专用烟道的商住综合楼、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的，由县级以上地方人民政府确定的监督管理部门责令改正；拒不改正的，予以关闭，并处一万元以上十万元以下的罚款。

③第 120 条违反本法规定，从事服装干洗和机动车维修等服务活动，未设置异味和废气处理装置等污染防治设施并保持正常使用，影响周边环境的，由县级以上地方人民政府环境保护主管部门责令改正，处二千元以上二万元以下的罚款；拒不改正的，责令停业整治。

（3）《宁夏回族自治区环境保护条例》

2016 年 5 月 27 日，宁夏颁布了《宁夏回族自治区环境保护条例》。

①第 21 条 在居民区、文化教育医疗卫生区、城乡景观区等环境敏感区，禁止新建、扩建污染环境的工业项目，已经建成的应当限期搬迁。

禁止在城市住宅楼、以居住为主的综合楼内，设立产生油烟污染的饮食业和产生环境噪声、振动污染的饮食、娱乐业等经营项目，原有项目应当达到国家和地方污染排放标准。

②第 22 条 在城市市区范围内，不得有下列行为：

（一）在居住区、机关、学校、医院等环境敏感区域从事切割、机械锤击，露天装卸或者堆放水泥、石灰、粉煤，露天喷漆或者屠宰、水产品加工、塑料制品生产、生物发酵等产生环境噪声、粉尘、恶臭污染的营业活动。

（4）《宁夏回族自治区大气污染防治条例》

2017 年宁夏回族自治区颁布了《宁夏回族自治区大气污染防治条例》。

第十五条：下列产生含挥发性有机物废气的活动，应当使用低挥发性有机物含量的原料和工艺，按照规定在密闭空间或者设备中进行并安装、使用污染防治设施；无法密闭的，应当采取措施减少废气排放：

- （一）石油化工、煤化工等含挥发性有机物原料的生产；
- （二）燃油、溶剂的储存、运输和销售；
- （三）涂料、油墨、胶粘剂、农药等以挥发性有机物为原料的生产；

- （四）涂装、印刷、粘合、工业清洗等含挥发性有机物的产品使用；
- （五）生物发酵等其他产生挥发性有机物的生产和服务活动。

1.4 恶臭污染物排放标准制定的必要性

我国自 1993 年以来就开始单独控制恶臭污染物，于 1993 年制定了国家层面的《恶臭污染物排放标准》，对 8 项恶臭污染物和 1 项臭气浓度（综合性指标）加以管控。天津市已经于 1995 年公布了天津市地方恶臭污染物排放标准。河北针对青霉素制药的恶臭制定了专门的标准，2016 年上海市制定并颁布实施了《恶臭（异味）污染物排放标准》（DB31/1025-2016）。

由于国家恶臭污染物排放标准于 1993 年公布实施，至今已经有 13 年了，随着对恶臭污染的认识和城市工业的不断发展，恶臭污染物的种类发生了变化，对控制标准也提出了新的要求。主要体现在以下几方面：

一是恶臭污染物的种类发生了变化。随着工业的不断发展和技术革新，一些过去使用不普遍的有机物的使用量呈现明显的上升趋势，因此一些有机类恶臭污染物也不断出现在居民投诉中，比如医药制造、食品制造、石油化工、煤化工、精细化工等，有机类恶臭污染物扰民现象突出。在宁夏回族自治区，生物发酵为核心的企业的恶臭投诉占了很大比重。工业带来的恶臭的突出特点是原有的以有机硫和有机胺为主的特征污染物体系已经不能涵盖主要的恶臭污染物。

二是 1993 年的标准指标体系已经不能完全适应当前的要求，比如标准限值过于宽松，缺乏过程控制要求，缺乏浓度控制要求，这些已经限制了日常管理的有效性。特别是很多情况下，恶臭污染物质不超标，但综合性指标臭气浓度却超过标准限值。即所谓的“达标扰民”的现象。

三是标准控制体系与行业排放标准体系产生了冲突。近年来，国家行业排放标准指标体系的特点是以排放浓度限值为核心，一些行业排放标准中规定了恶臭污染物的排放限值，与 GB14554 以排放速率为核心的指标体系发生了冲突。这种现象导致了标准选择与执法的混乱。

四是关于臭气浓度的分析测试方法也值得关注，比如很多情况下发现，气象条件对监测数据的影响很大，过去的分析方法在质量控制方面还有欠缺。

五是恶臭限制区域划分发生了变化。GB14554 按照一类区、二类区、三类区的区域划分已经过时，需要重新考虑最新的限制区域划分方法。

综合以上，非常有必要制定宁夏回族自治区的恶臭污染物排放标准，体现当前的技术进步，体现当前的环境管理要求。

1.5 标准编制的工作过程

1.5.1 任务的来源

宁夏回族自治区环保厅自 2018 年 1 月开始启动了《恶臭污染物排放标准》（以下简称《标准》）的编制任务，并委托华东理工大学作为牵头单位承担该项标准编制的任务。

华东理工大学作为牵头单位，经过讨论论证，组建了标准编制组：华东理工大学、宁夏环境科学研究院有限责任公司、宁夏环境监测中心站、同济大学、上海市环境监测中心、银川市环境监测站、上海市化工环境保护监测站。

在标准编制过程中，具有恶臭监测和控制技术的企业也参与了标准的编制工作，为标准的编制做出了贡献。

1.5.2 标准编制过程

2018 年 1 月：资料调研

尽可能收集了国内外恶臭污染控制的学术文献，园区和企业环评报告书，日本、韩国、欧盟、美国、荷兰、澳大利亚等组织和国家的相关标准和规范，以及国内外有关资料和数据。

2018 年 1 月-2 月：成立了编制组，并组织召开了编制组会议，起草了初稿。

2018 年 2 月 27 日：组织了恶臭控制和监测开题讨论会。

2018 年 3 月：根据专家意见，形成了标准文本（征求意见稿）和编制说明（征求意见稿）

2018 年 3 月 20 日：自治区环保厅在银川召集了专家，对征求意见稿进行了技术审查，专家一致同意征求意见稿经适当修改后，可进行公开征求意见。

2、恶臭污染的基本概念和原理

2.1 恶臭污染生成的机理

如前所述，恶臭污染也称为臭味污染或者异味污染。广义上讲，当人体嗅到某种气味而感到厌恶，该气味就是一般认知的臭味。恶臭污染物，也可以称为臭味物质或者异味物质，是指具有强烈气味的物质。从化学结构来看，臭味物质的分子多因为有剩余电子而具有刺激人类嗅觉特征。一般具有剩余电子对的官能团有不饱和物质、含氧、含还原态氮、含还原态硫、含卤素等碳氢化合物具有特殊味道。另外薄荷醇、樟脑油、柠檬油等植物油也具有不饱和电子对及含氧等特性，而有异味。典型恶臭污染物及其官能团如表 2.1 所示。

表 2.1 典型的臭味物质及其官能团

分类	名称	臭味官能团*	味道
脂肪烃	1,3-丁二烯	烯基	瓦斯味
芳香烃	苯乙烯	苯环、烯基	塑胶味
含还原态氮化物	氨	还原态氮	氨味
	甲胺	还原态氮	氨味
	三甲胺	还原态氮	鱼腥味
	吡啶（粪臭素）	还原态氮	粪便味
	3-甲基吡啶（甲基粪臭素）	还原态氮	粪便味
还原态硫化物	硫化氢	还原态硫	臭鸡蛋味
	甲硫醇	还原态硫	瓦斯、腐菜味
	二甲基硫	还原态硫	腐菜味
	二甲基二硫	还原态硫	洋葱味
卤代烃	氯仿	羰氯基	醚味
含氧烃	乙醛	羰氧基	刺鼻味
	丙酮	羰氧基	刺激性甜味
	乙酸乙酯	酯基	凤梨香
	乙酸	酸基	醋酸味
	植物油等	羰氧基、羰环烯	樟脑味、薄荷味、柠檬味

*：源自《臭味及挥发性有机物控制》（周明显编著）

一般情况下，气味物质具有下列特征：（1）挥发性大（2）蒸汽压大（含氮化合物除外）（3）一般易溶解于乙醚等有机溶剂（4）大环状化合物，一般由环的大小决定气味的性质。

2.1.2 恶臭生成机理

恶臭污染产生的环节如图 2.1 所示。从源到受体，从源到控制。一个好的恶臭管控体系是需要（1）收益性：使投入控制排放的企业拥有高收益。（2）简单：很容易理解，不需要进行法律解释。（3）易执行：能够理清各方的职责；

(4) 进步性：易于适应或者体现新技术的产生。

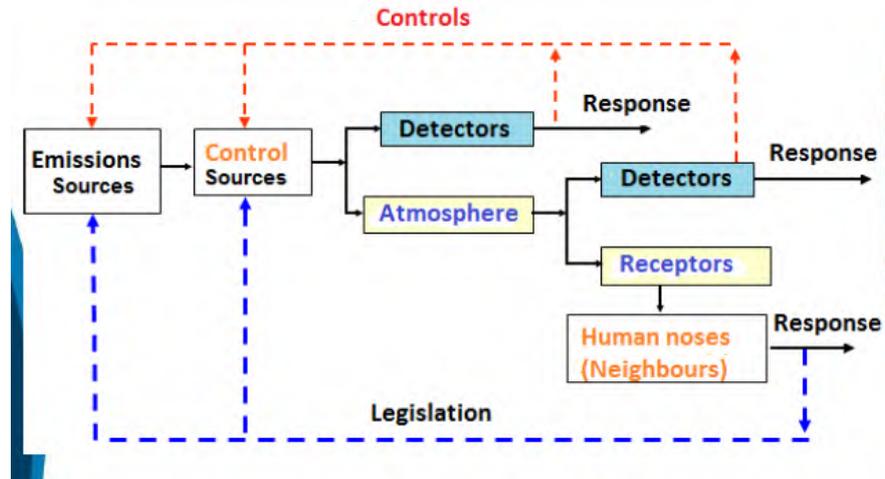


图 2.1 恶臭污染生成机理与控制途径图（来自 **International Odour Regulations** © Odotech Inc. 2014）

恶臭污染的特点是频率（Frequency）、强度（Intensity）、持久（Duration）、反感（Offensiveness）、位置（Location）。如图 2.2 所示。

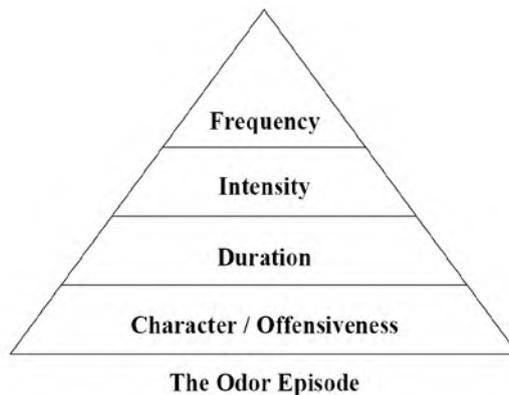


图 2.2 恶臭污染的特点

2.2 恶臭污染的特征

2.2.1 嗅阈值(odor threshold value)

嗅阈值是表征气味物质的重要指标，对识别重要的异味污染物质，认识异味的形成机理、评价恶臭污染具有重要的意义。目前的文献都认为，能引起人嗅觉的最小恶臭物质浓度称为嗅阈值。嗅阈值可以分为两种，一种为检知阈值（也称为感觉阈值），即嗅觉可以勉强感受到恶臭物质的存在，但又很难辨别出是什么气味时的检出量；第二种为认知阈值（也称识别阈值），就是指，嗅觉不仅能够感受到恶臭物质的存在，而且可准确辨别出是什么气味时候的检出量。

人和人的嗅觉有明显的个体差异，这种差异有时可达 20~30 倍，而且即使

是嗅觉敏感的人对不同恶臭的种类敏感度也不同；另外，嗅觉灵敏度与年龄、性别等有关；嗅觉的灵敏性还与人的心情、健康状况有关系；嗅觉的灵敏性与天气、温度、湿度也有关系。因此，不同测试个体、不同外环境条件下测试出的嗅阈值会有一定差异。由于受试个体嗅觉灵敏度不同，一般来说对于同一种恶臭物质其嗅阈值也将不同，但总的来说会在一定的区间浮动。因此测试某种恶臭物质的嗅阈值，其标准为在特定的化学浓度下，50%的受试个体能够闻出气味，另外50%不能闻出气味，我们称此浓度为恶臭物质的嗅阈值。国内应用较多的三点比较式臭袋法所要寻找的浓度值，就是我们通常所说的检知阈值。无论是识别阈值还是检知阈值，都有个体阈值（针对某一个嗅辨员）和组阈值（针对一组嗅辨员）的区别。一般情况下嗅阈值=物质浓度/臭气浓度。目前，关于单一物质的嗅阈值的研究比较多，但混合气体嗅阈值则非常复杂。

通常有害气体对人体的生理影响是与有害气体的浓度成正比，由于人的嗅觉对臭味很敏感，嗅阈值极低，所以恶臭给予人的感觉量与恶臭物对人嗅觉刺激量（恶臭物浓度）的对数成正比。即使把恶臭物质去除了90%，但人的嗅觉只能感觉到臭气浓度只减少了一半。人们对臭气感知的特点：恶臭的感知是由臭气刺激而引发的，以强度和频率为特征。要预测这些参数，需要考虑接受点短期内臭气浓度的波动。只有在臭气浓度高于物质嗅阈值时臭气才会被感知。但由于波动，有时在恶臭浓度低于嗅阈值的情况下臭气也可能被感知。

人群中嗅阈是呈正态分布的，96%在“正常”范围内，2%为超感受性的，2%为无感受性的，包括无嗅觉和嗅觉低下。个体的嗅阈是围绕着均值分布的，实际应用中还应注意可能影响嗅阈的个体因素，如吸烟、药物依赖、妊娠、性别、年龄等。生活体验可知，气味特征常随化学物浓度即气味强度而改变。例如，醋酸丁酯在低浓度下具有甜味，而在较高浓度下呈特异的“香蕉油”气味。时间也是一个影响因素，古语说，“久居芝兰之室而不闻其香，常处鲍鱼之肆而不知其臭”，亦即会发生嗅觉疲劳问题。

2.2.2 嗅觉指数

恶臭污染对环境的影响不仅仅是嗅阈值起作用，同样嗅阈值的化合物因为蒸汽压不同，其对环境的影响也不同。在相同的温度下，蒸汽压高的（即易挥发）对环境的影响远远要比蒸汽压低（即难挥发）的高。因此1973年由T.M.Hallman及F.H.Small提出了嗅觉指数的概念（O.I.），并作为在挥发条件下，用来预测察觉臭味的工具。

嗅觉指数是一个无量纲值，是由蒸汽压及100%识别阈值决定，具体由下式表示：

$$O.I.=\text{蒸汽压}(\text{ppm})/\text{臭味识别阈值}(100\%)(\text{ppm})$$

这里一个大气压=1,000,000ppm（20°C）。

O.I.值越大，其对环境的影响越大，人们对恶臭的感觉越强烈。一般认为当O.I.值高于1,000,000时候称之为强恶臭物质，100,000-1,000,000者称之为中等恶臭物质，而低于100,000的称之为低恶臭物质。为了易于比较起见，有时也可以用其Log值来表示，即当LogO.I.值大于6时，称之为强恶臭物质，5~6之间为中等恶臭物质，小于5为低恶臭污染物。O.I.值事实上是驱动力与化合物产生嗅味能力的比值，是在挥发条件下产生嗅味的能力。最大的嗅觉指数是异丙基硫醇的1052000000，最小的嗅觉指数是顺丁烯二酸酐的0.2。

2.2.3 臭气味质

臭气味质是气体的特征描述，可将一种恶臭与其他不同的恶臭相区别。臭气味质不像人们对颜色的描述那样直观和统一，而且臭气味质是通过稀释被改变。有学者指出嗅觉也存在基本臭或者原臭的假说，最为典型的是阿莫尔提出的7种基本臭：醚气味（53种化合物）、樟脑气味（106种化合物）、薄荷气味（77种化合物）、花香（71种化合物）、麝香（69种化合物）、腐败臭（49种化合物）、刺激臭（95种）；当然还有其他的杏仁臭（30种化合物）、芳香（27种化合物）、茴香（12种化合物）、柠檬（7种化合物）、雪松香（7种化合物）、蒜臭（7种化合物）、黄油等腐烂臭（6种化合物）。也有学者将恶臭归类如表2.2所示的种类和气味属性。

表 2.2 恶臭种类和气味属性

类型	种类	气味属性	类型	种类	气味属性
芳香型	芳香臭	芳香的臭味	植物型臭味	藻臭	藻类腐烂时的臭味
	药味臭	中草药味		青草臭	蒸煮青草的味
	黄瓜臭	烂黄瓜味、熟透的黄瓜味		木材臭	锯末味
	韭菜臭	韭菜花味		海藻臭	干燥海藻时发出的气味
	蒜臭	蒜臭味	金属型臭	铁锈臭	以铁为主的各种钢铁的嗅臭味
	黄铜臭	铜臭味		金属臭	以铝锌为主的各种有色金属臭味
土臭及霉臭	土臭	土壤中的臭味（腐殖质）	药品及试剂型臭气	苯酚臭	苯酚、甲苯的臭味
	沼泽臭	湿地中的臭味		焦油臭	炼焦油、沥青、焦炭的臭味
	霉臭	物质发霉时的臭味		油臭	石油系列物质的臭味
鱼臭	鱼臭	鱼市中的腥臭味		油脂臭	动物油脂及其他油脂的臭味
	肝油臭	鱼肝油的腥臭味		石蜡臭	蜡烛熄灭时候的臭味
	蛤蚧臭	动物性的腥臭味		硫化氢臭	臭鸡蛋的气味
腐败型臭气	芥臭	厨房垃圾堆放发出的臭味		氯臭	氯气臭
	污水臭	下水道中发出的		碘臭	碘仿的臭味

		臭味		
	猪圈臭	猪圈及动物园的臭味		药方臭 医院药房的臭味
	腐败臭	有机物腐败时的臭味		试剂臭 各种化工厂的气味

2.2.4 臭气强度划分

臭气强度是人的嗅觉对气味的心理感受程度，是对气味强弱的一种主观描述。臭气强度指标是人体对于恶臭污染最直观的反应，可以简单直观地反映恶臭污染的程度。臭气强度是指恶臭气体在未经稀释的情况下对人体嗅觉器官的刺激程度。一般情况下，臭气强度以数字的形式表示。因此不同的国家的分级方法也略有不同，一般情况下，大家共识的强度分类方法是日本 1973 年 5 月审定通过的 6 级法，不同的强度级别对应的感官描述见表 2.3。欧洲则一般将臭气强度分为七级，具体如表 2.4 所示。

表2.3 臭气强度的感官描述

臭气强度	描述	对应的臭气浓度*
0	无臭	≤10
1	气味似有似无，勉强可感知的臭气（感知阈值）	10-34
2	微弱的气味，但是能确定什么样的气味（辨识阈值或者认知阈值）	34-78
3	能够明显的感觉到气味	78-176
4	感觉到比较强烈气味	176-600
5	非常强烈难以忍受的气味	≥600

*源自《恶臭污染评估技术及环境基准》（邹克华主编，2013，p237）

表 2.4 欧洲臭气强度分级

恶臭描述	强度等级	注释
异常强	6	恶臭是扰民的，应该采取措施减少进一步的恶臭暴露。
非常强	5	恶臭是扰民的，在这个强度下的恶臭暴露会令人不快。
强	4	恶臭物质能被清楚认知，长时间暴露于这种臭气强度下是不可忍受的。
可分辨的	3	恶臭物质能被清楚认知。
弱	2	恶臭存在但不能详细描述出来
微弱	1	对恶臭是否存在存在怀疑
不可察觉的	0	无臭的。

目前，通常被普遍接受的是日本的臭气强度分级。

臭气强度与恶臭物质浓度的关系遵循韦伯-费希纳（Weber-Fecher）定律，其公式如下：

$$Y=K \lg X+a$$

其中：Y 为感觉强度；X 为刺激强度，或者采用臭味物质的浓度，ppm 或者 mg/m³；K，a 为常数。

这个定律说明了人的一切感觉的强度与刺激量的对数成正比，臭味物质浓度增加 10 倍时，臭气强度增加 k 值。

因此有必要研究并建立臭气强度与臭气浓度的对应关系，依据臭气强度计算对应的臭气浓度，可获得臭气浓度标准限值。

2.2.5 臭香值或者愉悦度

臭香值也称愉快、不愉快度，是表示某个恶臭样品令人愉快或不愉快的程度。臭香值是一个独立的气味特征。嗅辨员对某个恶臭样品愉快、不愉快度的赋值是主观的，嗅辨员根据其经验和对恶臭的记忆作为参考尺度来定臭香值。经过训练的嗅辨员对自己的经验和记忆是有意识的。最终以嗅辨组的平均值报告恶臭样品的臭香值。由于缺乏标准的量度约定以及嗅辨员个体之间的差异，从不同实验室得到的臭香值可能不能相比较。但是同一实验室的嗅辨组得出的臭香值能够对气味随时间的变化做出比较正确的评价。

2.2.6 臭气浓度

臭气浓度是根据嗅觉器官试验法对臭气气味的大小予以数量化表示的指标，用无臭的清洁空气对臭气样品连续稀释至嗅辨员阈值时的稀释倍数叫作臭气浓度。臭气浓度为无量纲量，单位是“1”。测定方法采用“三点比较式臭袋法”进行测定（国家分析方法标准编号为 GB/T 14675-93）。

2.3 臭气强度与浓度的关系

2.3.1 臭气浓度与臭气强度的关系

臭气浓度和臭气强度的关系得到了关注和研究。根据耿静等的报道（耿静等，城市环境与城市生态，2014，27（4）：27-30），国家环境保护恶臭污染控制重点实验室在 2012-2013 年间对 679 个恶臭样品进行了臭气强度和臭气浓度的测试，涉及到了污水泵站和污水处理、垃圾转运和垃圾填埋、喷漆涂料、工程塑料、机械加工、金属冶炼、铸造材料、香精香料等十余个恶臭污染的典型行业。该研究得到的结果是 $Y=0.5893\ln X-0.7877$ ($Y=1.341 \lg X -0.740$, $R^2=0.997$ 其中 X: 臭气浓度, 稀释倍数; Y: 臭气强度, 等级), 相关系数 R^2 达到了 0.9965。同时也发现了由于臭气强度的主观性, 以及恶臭样品的复杂性, 臭气强度对应的浓度数据为一定的区间, 最大值和最小值之间的差距可能达到 4.7-5.6 倍。不同的行业, 臭气浓度和臭气强度会有一些的波动性。

2.3.2 恶臭污染物浓度与臭气强度的关系

恶臭污染物浓度与臭气强度之间的关系也得到了广泛的研究。国内外很多学者针对恶臭污染物的浓度与臭气强度之间的关系进行了研究, 研究结果也有所

不同。国家环境保护恶臭污染控制重点实验室和中国台湾地区的研究结果如表 2.4 所示。

表 2.4 6 阶段臭气强度中一些恶臭污染物与臭气强度的关系

序号	物质名称	关系式（天津环科院）**	关系式（中国台湾）*	感知阈值（ppm）
1	氨	$Y=1.13\lg C+1.681$, $R^2=0.980$	$Y=1.67\lg C+2.38$	0.15
2	三甲胺	$Y=0.91\lg C+2.7$, $R^2=0.94$	$Y=0.90\lg C+4.56$	0.00011
3	硫化氢	$Y=1.462\lg C$ $+3.659$, $R^2=0.983$	$Y=0.95\lg C+4.14$	0.00050
4	甲硫醇	$Y=0.955\lg C+4.15$, $R^2=0.991$	$Y=1.25\lg C+5.99$	0.00010
5	甲硫醚	$Y=1.2\lg C-3.79$, $R^2=0.96$	---	
6	二甲二硫	$Y=1.089\lg C$ $+3.108$, $R^2=0.990$	$Y=0.78\lg C+4.06$	0.00012
7	苯乙烯	$Y=0.52\lg C-1.68$, $R^2=0.999$	$Y=1.42\lg C+3.10$	0.033
8	乙苯	$Y=1.353\lg C$ $+1.277$, $R^2=0.999$		
9	丙醛	$Y=1.13\lg C+2.679$, $R^2=0.997$		
10	丁醛	$Y=1.305\lg C$ $+3.258$, $R^2=0.991$		
11	戊醛	$Y=1.195\lg C$ $+3.347$, $R^2=0.999$		
12	乙酸乙酯	$Y=1.99\lg C+4.08$, $R^2=0.992$		
13	乙酸丁酯	$Y=1.435\lg C$ $+2.601$, $R^2=0.996$		
14	甲基乙基酮	$Y=1.41\lg C+1.057$, $R^2=0.987$	$Y=1.85\lg C+0.15$	2.9
15	甲基异丁基酮	$Y=1.72\lg C+1.783$, $R^2=0.991$		
16	乙醛		$Y=1.01\lg C+3.85$	0.0015
17	丙烯酸甲酯		$Y=1.30\lg C+4.30$	0.0029
18	甲基丙烯酸甲酯		$Y=2.05\lg C+2.68$	0.00015
19	酚类		$Y=1.42\lg C+3.74$	0.00015

*: 中国台湾地区的 C 单位是 ppm。源自《臭味及挥发性有机物控制》（周明显编著）。

**：研究成果来自国家环境保护恶臭污染控制重点实验室

2.3.3 恶臭与分子结构的关系

气味与分子结构是一个极其复杂的问题。目前嗅阈值与分子结构间的关系的研究，因为受到阈值准确识别和嗅觉产生机制研究的制约，多采用经验或半经验总结的方式进行。Czerny 等比较 30 种酚类化合物的嗅阈值和分子结构间的关系，得出阈值与苯酚环上烷基取代基的位置有很大的关系，且酚类物质中的酚羟

基在异味特性中占主导地位。Tan 等通过研究醇、酯醛、酮等化合物的异味阈值与分子结构间的定量关系，发现阈值和分子中的氢原子数目之间呈多元非线性相关。王克强发现脂肪醇的嗅阈值不仅与分子大小有关，而且与羟基在分子中的位置有关，且羟基对阈值的影响十分显著。伊芹的研究表明，直链易挥发化合物的嗅阈值随碳数的增加而减小，随官能团疏水参数的增加而降低。

日本嗅阈值测定研究发现，含有同类官能团的物质阈值分布在相对集中的某区间内，如硫化物嗅阈值分布在 10^{-17} 与 10^{-12} 之间，氧化物嗅阈值分布在 10^{-12} 与 10^{-11} 之间，氮化物嗅阈值分布在 10^{-11} 与 10^{-10} 之间，碳氢化合物嗅阈值分布在 10^{-10} 与 10^{-6} 之间，氯化物嗅阈值分布在 10^{-6} 与 10^{-5} 之间。研究还发现，在一定相对分子质量范围内，含有相同官能团的同系物，体现出嗅阈值随相对分子质量的增加而降低的规律。

3、国内外恶臭污染排放标准调研

3.1 国外恶臭污染管控的基本思路比较

当前国内外针对恶臭污染控制政策大致上可以分为四大类：

(1) 防护距离 (Setback distance based)：即在污染源和环境敏感目标或者保护目标之间设定一定的防护距离。通常该类控制应用在农业源和固废处置行业的管理。

(2) 基于化学物种 (Chemical based)：这种管控方式通常是针对恶臭 (异味) 污染源或者周边环境空气指标的制定。针对恶臭污染物的控制标准，不同国家和地区选择的物种是不同的。美国、欧盟、澳大利亚等国家的恶臭污染物排放标准通常是关于环境敏感点的恶臭浓度水平，标准并不针对排放源的排放进行具体的规定，只要保证周边环境敏感点不受恶臭污染影响即可，因此欧洲通常称为恶臭环境标准。日本、韩国和中国 (包括中国台湾地区等) 则针对排气筒也给出了排放控制限值要求。

(3) 臭气嗅辨 (Odor quantification based)：这种通过臭气嗅辨的方式管控通常针对恶臭污染源或者周边环境空气指标。臭气嗅辨的方式是当前最为普遍采用的方式。20 世纪 80 年代，欧洲就开始颁布《嗅觉测试法》与各种法规，并在 2003 年颁布了 EN13725 统一了欧洲的国家标准，对嗅辨方法的臭气测定等进行了详细的规定。日本和韩国也分别制定恶臭防止法对恶臭排放限值、测试方法以及惩罚措施等进行了详细的规定。

(4) 基于投诉 (Complaints based)：基于投诉的控制也是国外很多国家或者地区普遍采用的方式之一。特别是针对一些特殊地区，比如渔村、农村等特殊地区的特殊恶臭物质背景比较高的区域，通常是基于投诉再控制，无投诉不控制的观念。日本在很多地区也是按照类似政策管控。上海市餐饮业排放标准中也提出了基于投诉的管控方式。

国内外恶臭污染物管控的比较如表 3.1 所示。

表 3.1 国内外恶臭物质管控项目比较

国家	GB14554-93 中物质	其他恶臭污染物	综合指标	与 GB14554-93 相比，缺少的物质
日本	氨、三甲胺、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、苯乙烯	乙醛、丙醛、丁醛、异丁醛、戊醛、异戊醛、异丁醇、乙酸乙酯、甲基异丁基酮、甲苯、二甲苯、丙烯酸、丁酸、戊酸、异戊酸	臭气指数 (=10log 臭气浓度)	缺少二硫化碳
韩国	氨、三甲胺、	乙醛、丙醛、丁醛、正戊醛、异丁	臭气浓度	缺少二硫化碳

	硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、苯乙烯	醇、甲基异丁基酮、甲苯、二甲苯、丙酸、正丁酸、异戊酸、正戊酸、甲基乙基酮、乙酸丁酯		
美国	硫化氢、甲硫醇、三甲胺、氨、	总还原硫、酚类	稀释/阈值 (D/T)	氨、三甲胺、二甲二硫、苯乙烯、二硫化碳
荷兰			臭气浓度 Ou/m ³	
英国			臭气浓度 Ou/m ³	
澳大利亚	二硫化碳、二甲胺、甲硫醇、	乙醛、乙酸、丙酮、丙烯酸、苯基氯、1,3-丁二烯、正丁醇、丁硫醇、氯苯、异丙苯、环己酮、双丙酮醇、二乙胺、二苯醚、乙醇、乙酸乙酯、丙烯酸乙酯、甲醇、甲胺、丁酮、甲基丙烯酸甲酯、甲基苯乙烯、甲基异丁基酮、硝基苯、过氯乙烯、苯酚、磷化氢、正丙醇、吡啶、苯乙烯、甲苯、三乙胺、二甲苯	臭气浓度 Ou/m ³	缺少所有的： 氨、三甲胺、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、苯乙烯、二硫化碳
中国台湾	氨、硫化氢、二甲二硫、三甲胺、二硫化碳、甲硫醚（二甲硫）、苯乙烯（厂界）	硫醇类、一甲基胺、二甲胺、	臭气浓度	
加拿大	氨、二硫化碳、硫化氢、苯乙烯、甲硫醚、	丙酮、正丁醇、丙醛、甲苯、二甲苯、二甲胺、二甲醚、乙苯、氯苯、1,4-二氯苯、甲基丙烯酸甲酯、甲基叔丁基醚、甲基丙烯酸甲酯、四氯化碳、四氯乙烯、1,2,4-三氯苯, 1,3,5-三氯苯	臭气浓度 Ou/m ³	三甲胺、甲硫醇、二甲二硫、
WHO	二硫化碳、苯乙烯、硫化氢	甲醛、二氯甲烷、四氯乙烯、甲苯		氨、三甲胺、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫

以上四种管控方式的应用优缺点比较如表 3.2 所示。

表 3.2 不同管控方式应用的优缺点比较

特征	防护距离	基于化学物种	臭气排放限值	环境（源嗅辨+模型）	环境区域嗅辨	基于投诉
FIDOL	差	弱	差	优	好	弱
管控所有源	弱	弱	好	好	好	弱
项目规划	弱	合理	好	优	差	弱
操作水平提高	差	合理	弱	优	弱	弱
评价法规执法性	容易	合理	好	好	合理	弱

识别恶臭源	差	弱	弱	好	弱	弱
识别引发恶臭的操作条件	差	弱	差	好	弱	弱
识别不利气象条件	差	合理	差	好	好	合理
提供解决方案	差	好	好	优	差	差
社区交流协商	合理	弱	弱	优	好	好
培养创新	差	合理	弱	优	弱	弱

由表 3.2 可见，应用目的不同，所以管控方式的适用性也不同。总体上看，环境+源嗅辨+模型是比较适合的管控方式。

针对恶臭污染物的立法来说，一般从排放和环境两个角度入手制定：

（1）基于排放的立法：针对恶臭源的最大臭气排放速率或者最大臭气浓度。

（2）基于环境标准的立法：基于频率的臭气浓度或者受体（或敏感人群）的暴露限值。针对这种方式，通常有两种形式：一种是源采样+实验室嗅辨+扩散模型计算；另一种是现场嗅辨或者现场观测。

从国内外的管控方式看，基本上国际上以管控环境质量为主，日本、韩国等又从环境质量为基准计算排气筒的管控标准。而我国主要是管控源为核心，以达到周边环境质量满足要求的目的。这也是往往达标扰民的关键所在。

3.2 美国

美国是最早致力于恶臭控制标准研究的国家之一。恶臭污染的管控开始于 20 世纪 50-60 年代时期的公众投诉。美国对全国的典型工业行业进行了调查，发现了炼油厂、化工厂、化学制品厂、塑料加工厂、香料厂等均存在恶臭污染问题。美国联邦政府没有制定统一的控制标准，而是针对不同的区域，采取各州根据所辖区域的经济特点和发展实际情况制订相应的恶臭管理方法。基本出发点有两个：一是基于感官的恶臭物质浓度的控制标准（环境标准和污染源标准）；二是制定特殊恶臭污染物的控制标准。综合不同州的控制标准，美国恶臭管理方法的特点是：

（1）单一恶臭污染物和综合表征恶臭单位结合的控制方式。

美国采取的是单一特殊恶臭污染物控制和恶臭单位或者稀释倍数/阈值（D/T）相结合的方式控制恶臭污染物。某些州制定了硫化氢、甲硫醇或总还原性硫的环境恶臭标准（如表 3.3 所示），大部分州则制定了环境中恶臭单位的标准值（如表 3.4 所示）。美国重点关注的恶臭污染源是污水处理厂和禽畜业养殖场。加州湾区在早期还制定了三甲胺、苯酚、硫醇类、甲硫醚、氨等污染物控制标准。

（2）美国以基于环境质量标准和防护距离相结合的方法进行控制。

美国制定的单一恶臭物质和恶臭单位都主要是针对环境质量的控制限值。

根据《美国恶臭污染管理及测试方法》（城市环境与城市生态，2004，17（6）：40-42），通过动态嗅觉测试法和扩散模型预测点位的极限值，并采用恶臭单位的方式表征。即采用动态嗅觉测试法测定排放源的臭气浓度，然后将数据输入大气扩散模型进行预测。但针对堆肥恶臭的控制，美国农业工程协会（ASAE）工作准则 379.1 中给出了畜牧场与最近的居民保持 0.4-0.8 公里的距离，与新建居民区保持 1.6km 的距离。德克萨斯州则给出了 3.6 公里以上防护距离要求。针对排气筒的排放也要追溯到早期恶臭控制标准，比如加州湾区制定了三甲胺、苯酚、硫醇类、甲硫醚、氨的排放口最大允许排放浓度。

表 3.3 美国不同地区的恶臭污染控制标准

地区	受控物质	环境恶臭标准($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
加利福尼亚州	硫化氢	46（小时平均）
加利福尼亚州湾区	三甲胺	0.02ppm（排放口）0.01ppm（地面）
	苯酚	5.0 ppm（排放口）2.5ppm（地面）
	硫醇类	0.2 ppm（排放口）0.1ppm（地面）
	甲硫醚	0.1 ppm（排放口）0.05ppm（地面）
	氨	5000 ppm（排放口）2500ppm（地面）
康涅狄格州	硫化氢	6.3
	甲硫醇	2.2
爱达荷州	硫化氢	15（24小时平均）
		45（30分钟平均）
明尼苏达州	硫化氢	46（24小时平均）*
		76（30分钟平均）**
内布拉斯加州	总还原硫	143（30分钟平均）
新墨西哥州	硫化氢	15（小时平均）
		46-152（30分钟平均）
纽约州	硫化氢	15（小时平均）
纽约市	硫化氢	1.5（污水处理厂）
北达科他州	硫化氢	76（瞬时，15分钟分离读数）
宾夕法尼亚州	硫化氢	152（小时平均）
		7.6（24小时平均）
德克萨斯州	硫化氢	居住区/商业区：121（30分钟平均）
		工业区、农业区：182（30分钟平均）

*为 5 天里不超过 2 天；**为一年不超过 2 天。

（3）考虑排放时间和排放总量的控制

美国有的州还对特殊的排放源制定了恶臭污染物排放标准，比如针对牛皮纸浆工场总还原硫的排放限值：回收炉<15ppm（数小时均值）、<40ppm（累计 60min）、回收炉（未漂）（136g/d.t）；苛化槽<40ppm（连续 60min）；苛化槽（未漂）<60g/d.t；除上述外的排放口：<15ppm（连续 30min）。旧金山湾区针对大气污染防治地区还规定了不同烟囱排放高度(H) 臭气浓度限值(倍数)：<10m: 1000；10-20: 3000；20-30: 9000；30-60: 30000；>60:50000。

（4）考虑功能区域的环境基准值

科罗拉多州等一些地区还按照功能区分为居住区、工业区、混合区等不同区域制定了不同的环境基准值。

表 3.4 美国部分州和地方恶臭限值

州	标准限值或者指导值	基准	平均时间或者频率基准	适用范围	备注
马萨诸塞州	5ou/m ³ 在受体	基于排放		堆肥	
旧金山海湾地区空气质量管制区	5ou/m ³ 在受体	基于环境		农村地区	90天内至少10次投诉后执行
北达科他州	2ou/m ³ 在受体	基于环境			
爱荷华	28（工业区） 8（其他）	基于环境			
圣路易斯	0（居住区）				
圣地亚哥	5ou/m ³ 在受体	基于环境	5 分钟	污水处理厂	
西雅图	5ou/m ³ 在受体	基于环境	5 分钟	污水处理厂	
德克萨斯州	与居民区的防护距离 3.6-7.2 公里	基于防护距离		养猪场	
宾夕法尼亚（除了费城）	4ou/m ³ 在最近的邻居处	基于环境	2 分钟 (50h/a)	污水处理厂	
康涅狄格州	7ou/m ³ 在受体	基于环境		所有	嗅觉测量法和扩散模型
肯塔基州					
怀俄明州					
密苏里州	5.4ou/m ³ 在受体 20（工业区）	基于环境			
加州东部湾区市政设施区域	50 ou/m ³ ，但与居民区过渡时最大不能超过 20 ou/m ³	基于环境	50 ou/m ³ (10h/a); 20 ou/m ³ (100h/a)	污水处理厂	
科罗拉多州	7ou/m ³ 在受体	基于环境			
	15（其它）	基于环境			
	127（排放口）	基于排放			
新泽西州	5ou/m ³ 在受体	基于环境	5 分钟或者更少		
俄勒冈州	1-2 ou/m ³ 在受体	基于环境	15 分钟		
明尼苏达州	1（居住、公共区）	基于环境			
	2（轻工业区）				
	4（其它）				
伊利诺斯	8（居住、公共区）	基于环境			
	24（工业区）				
	16（其他）				
奥克兰市（加州）	50	基于环境	3 分钟		

(5) 推荐使用最有效地恶臭污染控制技术或者等效的技术。

(6) 恶臭测试方法：

美国采用的测试方法也在各个州有所不同，比如美国杜克大学、爱荷华州

大学、明尼苏达州大学、洛杉矶卫生辖区、明尼苏达州市政院、污水处理厂管制区参照欧洲标准化委员会的恶臭实验室嗅觉测量方法。美国空气和废物管理协会 EE-6 恶臭委员会的附属委员会则对恶臭取样程序标准化和动态稀释嗅觉仪测定技术形成了一整套方法和推荐准则。

（7）基于投诉管理的方法

根据居民投诉，测试人员现场测定恶臭污染的程度，并用规范性的语言描述恶臭强度，恶臭强度等级一般分为 6 级，分别为：1=非常微弱，2=微弱，3=明显，4=强烈，5=非常强烈，6=难以忍受。该方法简单、直观，但是受人的主观影响结果偏差较大，且恶臭污染大多发生在深夜或清晨，因此该方法未能得到有效推广使用。

3.3 欧洲

欧洲的臭气浓度的管控基本上是按照五个方面进行的：

（1）厂界标准。厂界基本上不允许有恶臭（现场嗅辨员测定或者环保局官员现场感官），同时针对硫化氢的浓度也有 10-100ppb（30 分钟均值）的要求。

（2）污染源排放标准。制定针对排气筒的排放标准。

（3）最优化的恶臭控制技术：针对恶臭污染控制提出具有针对性的控制技术，要求采用最佳可行技术。

（4）防护距离。针对一些特殊行业，规定了与最近居民的防护距离。

（5）空气扩散模式和恶臭影响标准。用于选址或者基于投诉的情况下，采用空气扩散模式预测不同距离处的恶臭浓度，确定恶臭污染的影响范围和影响程度。比如奥地利的恶臭动态扩散模式（AODM:Austrian odour dispersion model），澳大利亚等采用的 ausplume 扩散模型（新南威尔士州默认的模式）以及目前比较流行的 AERMOD 模型等。

3.3.1 基于污染源的排放标准

欧洲部分国家针对主要的行业制定了污染源排放限值的要求，具体如表 3.5 所示。

表 3.5 欧洲部分国家的基于污染源排放限值

国家或地区	标准限值或者指导值	控制位置	适用范围	备注
奥地利	300 ou/m ³ 和最大总排放速率 5000 ou/s	基于排放源	堆肥	嗅觉测定仪 EN13725
	500 ou/m ³ 和与居住区的防护距离为 500 米		生物处理	
	设定了农场与居住区的防护距离			
芬兰	250ou/m ³	基于排放源	堆肥场	嗅觉测定仪 EN13725
	5-25ppm NH ₃			

瑞士	根据不同的活动推荐臭气浓度	基于排放源		嗅觉测定仪 EN13725
----	---------------	-------	--	------------------

3.3.2 基于环境质量标准

欧洲部分国家的基于环境质量的恶臭控制标准总结如表 3.6 所示。由表 3.6 可见，欧洲国家的环境质量控制标准一般是基于居民的保护，同时考虑了频率的概念。为了方便扩散模型计算，欧盟以正丁醇为标准气体规定了欧洲恶臭单位 OU_E/m^3 ，其物理意义为 $123 \mu\text{g}$ 正丁醇挥发到 1m^3 中性气体中带给人的生理反应。

表 3.6 基于环境质量的恶臭控制标准

国家	标准限值或者指导值	基准	平均时间或者频率基准	适用范围	备注
丹麦	距离最近的居民的防护距离 500 米	距离		堆肥和生物处理	嗅辨+扩散模型
	$5-10 \text{OU}/\text{m}^3$ （最近居民处）	环境	99%		
爱尔兰	$3\text{ou}/\text{m}^3$ （最近居民处，新源）	环境	98%	堆肥和生物处理	嗅辨+扩散模型
	$6\text{ou}/\text{m}^3$ （最近居民处，现有源）				
荷兰	$3\text{ge}/\text{m}^3$ （最近居民，新源）	环境	99.5%	所有	根据不同的区域制定不同的限值， EN13725
	$6\text{ge}/\text{m}^3$ （最近居民，现有源）		98%		
	$1.5 \text{ou}/\text{m}^3$		98%		
	距离居民区至少 300 米	距离		堆肥场	取决于养猪场的大小和受体特点
挪威	$5-10\text{ou}/\text{m}^3$ （最近的居民）	质量		堆肥场	嗅觉测定仪 EN13725
英国	$6\text{ou}/\text{m}^3$ （最近的居民）		98%	堆肥和生物处理	嗅觉测定仪 EN13725
	$5 \text{ou}/\text{m}^3$		98%	所有	

3.3.3 荷兰

根据 1971 年，荷兰针对高密度的畜禽养殖业颁布了欧盟第一个国家级恶臭污染影响评价标准。标准规定，对于现有和新建的养猪场，必须根据其生产能力即猪的数量，决定养殖场与居民区之间的最小防护距离。随着标准的颁布，人们迫切需要恶臭的定量测试方法。1984 年，荷兰颁布了针对工业源恶臭量化的《空气质量大纲》。该大纲规定使用嗅觉计方法测定恶臭浓度，并将嗅觉计测定的排放源的恶臭浓度输入扩散模型（LTFD）中，预测超过某一小时平均浓度限值的相应时间百分数。

1984年，荷兰环境部颁布了两项排放标准。对现有工业企业标准要求相对较低，对新建的工业企业要求较高，具体如下：（1）对于新建企业，周边环境敏感点如居住区、学校、医院、疗养院等，99.5%的小时平均臭气浓度不应超过 $0.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ ，即 $C_{99.5, 1\text{-hour}} < 0.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ ；（2）对于现有企业，周边环境敏感点如居住区、学校、医院、疗养院等，98%的小时平均臭气浓度不应超过 $0.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ ，即 $C_{98, 1\text{-hour}} < 0.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ 。该标准自1984年实施以来，对于减少污染地带周围居民的投诉起到了显著的作用。但在实施过程中也暴露了一些问题：①法规未区分气味的种类对人带来的不同感官影响，对面包房的香味和涂料工厂的臭味作相同的要求；②法规保护性强，标准过于严格，方法比较死板；③现有的测试方法不能为法规的执行提供充分、准确的数据。

为此，1995年荷兰出台了更为灵活的恶臭管理方法，现已被写入2000年的《国家排放准则》（National Emissions Guideline），准则中对16类企业的恶臭污染排放要求进行规定，以全年98%的小时平均恶臭浓度为指标，并提供相应的控制技术方法。具体行业的排放限值如表3.7。

表 3.7 荷兰各行业恶臭标准限值

行业	周边环境敏感点的恶臭标准限值
面包和糕点店	$C_{98.0, 1\text{-hour}} = 5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
屠宰场	$C_{98.0, 1\text{-hour}} = 1.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
油脂提炼厂	$C_{98.0, 1\text{-hour}} = 1.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
肉类加工厂	$C_{98.0, 1\text{-hour}} = 2.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
咖啡屋	$C_{98.0, 1\text{-hour}} = 3.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
香精香料厂	$C_{98.0, 1\text{-hour}} = 2.0 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
酿酒厂	$C_{98.0, 1\text{-hour}} = 1.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
饲料加工厂	$C_{98.0, 1\text{-hour}} = 2.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
畜禽养殖场	$C_{98.0, 1\text{-hour}} = 1.0 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
污水处理厂	人口密集区： 现有： $C_{98.0, 1\text{-hour}} = 1.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ 新建： $C_{98.0, 1\text{-hour}} = 0.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ 工业区及人口密度小的地区： 现有： $C_{98.0, 1\text{-hour}} = 3.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ 新建： $C_{98.0, 1\text{-hour}} = 1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
家庭有机废物堆肥	$C_{98.0, 1\text{-hour}} = 1.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$

3.3.4 英国

1990年英国《环境保护法案》中第79节指出“扰民包括由工业、贸易、商业造成的对健康有害或对居住环境造成侵扰的粉尘、水雾、气味等”。法规的执行取决于环境健康工作人员，首先由他们判断某个具体场所是否存在扰民现象，然后采取措施将其消除。这在实际评价过程中，会使评价结果存在很大的差异。因此，2003年1月英国环境署颁布了《H4-恶臭管理导则》、《综合污染防治》（IPPC）和《恶臭标准指导》，为恶臭污染的评价提供了依据。

《H4-恶臭管理导则》规定企业若要获得环境许可证，必须制订恶臭管理计

划（Odour Management Plan, 简称 OMP），环境管理部门可根据企业恶臭管理计划的内容和实施情况对企业的环境许可证进行管理。导则中还提出了制定恶臭管理计划应包含的内容，恶臭污染控制的方法，行业的排放标准，环境管理部门审批环境许可证的程序以及具体问题的管理办法等。

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，不同类型的行业制订不同的标准：（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 $C98.0, 1\text{-hour} < 1.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ ；（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 $C98.0, 1\text{-hour} < 3.0 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ ；（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 $C98.0, 1\text{-hour} < 6.0 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ 。

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。

3.3.5 法国

法国的恶臭污染控制标准如表 3.8 所示。

表 3.8 法国的恶臭污染控制标准

标准限值或者指导值	基准	平均时间或者频率基准	适用范围	备注
嗅辨员嗅辨最多 3 公里；嗅觉测定+扩散模型（ $< 5 \text{ ou}/\text{m}^3$ 的范围最多 3 公里）	排放	98%	适用于信息公开的堆肥	在居民有投诉的情况下，NFX43-103 和 EN13725.
嗅觉测定+扩散模型（ $< 5 \text{ ou}/\text{m}^3$ 的范围最多 3 公里）	排放和环境	98%	适用于法规的堆肥	所有新源和排在 20Mou/h（EN13725 检测测定）以上的现有源：扩散模型
嗅觉测定+扩散模型（ $< 5 \text{ ou}/\text{m}^3$ 的范围最多 3 公里）	排放和环境	98%	动物油脂厂	EN13725 或者电子鼻
最大 $1000 \text{ ou}/\text{m}^3$	源			EN13725
建设之前的背景值和一年后的臭气影响	排放		厌氧消化	NFX43-103 或 EN13725
根据高度设定排放限值	排放		环境保护区域内的所有源	EN13725
排放高度	恶臭排放速率（ou/h）			
0	1000×10^3			
5	3600×10^3			
10	21000×10^3			
20	180000×10^3			
30	720000×10^3			

50	3600×10^6
80	18000×10^6
100	36000×10^6

3.3.6 德国

德国的控制标准如表 3.9 所示。

表 3.9 德国的恶臭污染控制标准

标准限值或者指导值	基准	平均时间或者频率基准	适用范围	备注
最大 $500\text{ou}/\text{m}^3$	源排放	98%	生物处理	嗅辨+扩散模型 有专门的针对不同区域的指导值
距离居民区最小距离 300 米	防护距离			
距离居民区最小距离 300 米	排放和环境	98%	养殖场	
最大 $500\text{ou}/\text{m}^3$	排放	98%	堆肥场	
距离居民区最小距离 300 米（密闭设施），500 米（敞开设施）	防护距离			
居住区恶臭时的相对发生频率在 10%之内	环境		所有源	恶臭时：指恶臭在一小时内有超过6分钟的时间可以被察觉到
工业区恶臭时的相对发生频率在 15%之内				

3.4 澳洲

3.4.1 澳大利亚

澳大利亚是第一个应用恶臭的测定和大气扩散模型结果来控制恶臭（的国家。虽然各地方政府根据所辖区域的实际情况分别制定相应的恶臭影响评价标准，标准的控制水平不尽相同（见表 3.10），但是标准的制定思路基本一致。

表 3.10 澳大利亚部分地区恶臭影响评价标准

地区	环境恶臭标准	基准	平均时间或者频率基准	适用范围	备注
西澳洲	$C99.9,3\text{-min}<2\text{OU}/\text{m}^3$	环境	3分钟均值，99.5%	所有的源	嗅觉测试法
新南威尔士	2 ~7 OU/m^3 （取决于人口密度） 2: 城市地区（ ≥ 2000 人） 3:（500-2000人） 4:（125-500人） 5:（30-125人） 6:10-30人； 7:单一住宅（ ≤ 2 ）	环境	0.1-1秒平均；99%		
维多利亚	$C99.9,3\text{-minute}<1$	环境	3分钟均值，		

	OU/m ³		99.9%		
昆士兰	养猪场: C98,1-hour=10 OU/m ³	环境	98%		
	混合臭气: 2.5~10ou/m ³		1小时均值, 99.5%		
	单一臭气: 低强度		3分钟均值, 99.5%		
南澳大利亚	2.0-10 OU/m ³ (取决于人口密度)		3分钟均值, 99.9%		

主要包括以下内容：（1）用动态嗅觉计测定恶臭排放源臭气强度和臭气浓度；（2）用扩散模型预测恶臭排放源的影响范围；（3）预测结果与相应标准进行比较。澳大利亚的新南威尔士恶臭管理计划中还规定了一些地面污染物的限值（基于恶臭）损害制定的标准）如表 3.11 所示

表 3.11 澳大利亚地面浓度限值

恶臭物质	标准值/ppm	平均时间/min	恶臭物质	标准值/ppm	平均时间/min
乙醛	0.042	3	甲醇	4.26	3
乙酸	0.2	3	甲胺	0.0042	3
丙酮	20	3	丁酮	2	3
丙烯酸	0.094	3	甲硫醇	0.00042	3
卞基氯	0.0094	3	甲基丙烯酸甲酯	0.05	3
1, 3-丁二烯	0.45	3	α-甲基苯乙烯	0.052	3
正丁醇	0.3	3	甲基异丁基酮	0.1	3
丁硫醇	0.004	3	硝基苯	0.00094	3
二硫化碳	0.042	3	过氯乙烯	0.94	3
氯苯	0.042	3	苯酚	0.0094	3
异丙苯	0.008	3	磷化氢	0.0042	3
环己酮	0.12	3	正丙醇	0.03	3
双丙酮醇	0.28	3	吡啶	0.0042	3
二乙胺	0.02	3	丙乙烯（单体）	0.05	3
二甲胺	0.0094	3	甲苯	0.17	3
二苯醚	0.02	3	三乙胺	0.09	3
乙醇	2	3	二甲苯	0.08	3
乙酸乙酯	6.3	3	丙烯酸乙酯	0.0002	3

3.4.2 新西兰

新西兰的恶臭污染控制标准如表 3.12 所示。

表 3.12 新西兰恶臭污染控制标准

标准限值或者指导值	基准	平均时间或者频率基准	适用范围	备注
环境敏感度： 高：1-2ou/m ³ ； 中等：5ou/m ³ 低：5-10ou/m ³	环境	99.5%	所有	基于 AUSTIN 法律
在畜牧养殖场和居民之间 设定防护距离	距离		养猪场	取决于养殖场的规模 和受体大小

3.5 加拿大

加拿大是较早开展恶臭污染物基准研究并发布环境标准的国家之一。加拿大的阿尔伯达省最早分别于 1975 年和 1976 年制定并发布基于恶臭感官的硫化氢和氨的空气质量目标值，规定硫化氢 1h 平均和 24h 均目标值分别为 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。NH₃ 的 1h 平均目标值为 1400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。具体的恶臭控制标准如表 3.13 所示。

表 3.13 加拿大的恶臭污染物控制标准

州	标准限值或者指导值	基准	平均时间或者频率基准	适用范围	备注
曼尼托巴	居住区:2ou/m ³ （最近居民区） 工业区:7 ou/m ³ （最近居民区）	环境		所有	嗅觉测定仪和扩散模型 嗅觉+便携式嗅觉测定仪
安大略	最大 1 ou/m ³ （厂界）	环境	最大值	所有	嗅觉测定仪和扩散模型 EN13725
魁北克	密闭设施：与居住/商业区、公共场所分别保持 250、500 米距离；敞开设施：与居住/商业区、公共场所区分别保持 500 米、1000 米的防护距离。	防护距离	500 米	堆肥/厌氧消化	
	居住/商业区：最大 1 ou/m ³	环境	98%	堆肥/厌氧消化	嗅觉测定仪-扩散模型来优化选址
	居住/商业区：最大 5 ou/m ³	环境	99.5%		
	硫化氢：6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （4 分钟平均）	环境	最大值	所有	化学品影响的定量或者模型

表 3.14 加拿大几种主要恶臭污染物 POI 标准、导则和环境空气质量标准

恶臭污染物	标准值/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	平均时间	标准类型
丙酮	48000	30min	POI 标准
	48000	24h	AAQC
氨	3600	24h	POI 过度标准
正丁醇	2278	30min	POI 指导
	770	24h	AAQC
	3100	10min	AAQC
二硫化碳	330	30min	POI 标准
	330	24h	AAQC
硫化氢	30	30min	POI 标准
	30	1h	AAQC
丙醛	7	30min	AAQC
	2.5	24h	AAQC
	10	10min	AAQC
苯乙烯	400	30min	POI 标准
甲苯	2000	30min	POI 标准
	2000	24h	AAQC
二甲苯	2300	30min	POI 标准
	2300	24h	AAQC
二甲胺	1840	1h	AAQC
甲硫醚	30	30min	POI 标准
	30	1h	AAQC
二甲醚	2100	30min	POI 指导
	2100	24h	AAQC
乙苯	1900	10min	AAQC

加拿大安大略省环境部自 2001 年开始为包括氨气和甲苯在内的多种恶污染物制定了 POI (point of impingement limites) 标准、POI 导则和环境空气质量标准 (AAQC), 平均时间包括 10 分钟、30 分钟、1 小时和 24 小时。几种主要恶臭污染物 POI 标准、导则及环境空气质量标准如表 3.14 所示。针对特殊敏感受体（如居住区、教堂、社区、运动场所及办公场所等）给出了 10 分钟的平均标准限值 $1 \text{ ou}/\text{m}^3$ 。

在环境基准方面，1994 年加拿大卫生部制定发布《优控物质健康风险评估》技术文件。制定了非致癌效应的优控物质可忍受浓度 (Tolerable concentration, TCs) 指导值。涉及恶臭污染物的可忍受浓度如表 3.15 所示。

表 3.15 基于非致癌效应的优控恶臭污染物可忍受浓度 (TCs)

恶臭污染物	可忍受浓度 (吸入) / (mg/m^3)
氯苯	0.01
1, 4-二氯苯	0.095
甲基丙烯酸甲酯	0.052
甲基叔丁基醚	0.037

苯乙烯	0.092
四氯乙烯	0.36
甲苯	3.8
1, 2, 4-三氯苯	0.007
1, 3, 5-三氯苯	0.0036
二甲苯	0.18

3.6 日本

3.6.1 恶臭防止法

日本是较早开展恶臭污染研究的国家之一，也是第一个颁布《恶臭防止法》的国家。早在 1967 年，日本颁布实施《公害对策基本法》以后，已经陆续建立了恶臭物质浓度控制标准和恶臭官能实验控制标准两类完整的标准体系。1971 年，日本制订了《恶臭防止法》，并于 1972 年 6 月正式实施。《恶臭防止法》对恶臭防止的目的意义、限定区域、执行标准、事故处置、测试方法、防止对策、公民及政府的职责以及处罚措施等诸多方面进行了解释说明和规定；目的是限制伴随事业或从出现的恶臭，推进恶臭防止对策，以达到保护生活环境和保护国民健康的目的。该法划分限制区和非限制区，限制区内所有的事业场所（不限行业、规模）都作为受限对象。针对恶臭源来说，重点规范各类工厂、禽畜养殖、污水处理厂、饭店和商店等，但不控制各类工程、填埋、疏浚等和汽车、船舶等移动发生源。

日本《恶臭防止法》经过不断修订和完善，追加恶臭物质，修正規制基准，完善相关内容。现行的《恶臭防止法》为 2000 年最终修订的，形成了完整的恶臭污染控制标准体系。

（1）限制区的划分：由各都、道、府、县的地方政府指定恶臭污染的限制区域，可以是整个城市，也可以是城市内的部分区域；限制区域还可以进一步根据功能细分，比如工业地区限制、商业地区限制、居住地区限制等。地方政府可以在《恶臭防止法》下规定该区域内恶臭控制项目和执行标准，不同区域的标准限值也不尽相同。

（2）控制方法

恶臭控制方式主要包括特定恶臭物质浓度和臭气指数两种方式，各地方政府可以根据地区的自然环境、产业特点选择限制方式：以特定恶臭物质浓度或者臭气指数（嗅觉），或者两者结合作为受控区域的控制项目。根据《恶臭防止法》第 8 条的规定，如果限制区内不符合限制基准，且损害了居民的生活环境（出席居民投诉的情况），市镇村长可以提出劝告，要求减少恶臭原因物排放的措施；针对原本有臭味的地区（如畜牧业、渔村等特殊区域），可能已经超出了限制基准，但居民已经习惯臭味未投诉，则不发出改善劝告和改善命令。

（3）特定恶臭污染物的变迁

自 1972 年 6 月起针对畜产农业、污水处理厂、动物油提炼厂、鱼肠骨处理厂、垃圾处理厂等行业的典型物种氨、甲硫醇、硫化氢、二甲基硫醚、三甲胺等 5 种恶臭污染物加以限制；1976 年 10 月增加了二甲二硫、乙醛、苯乙烯等 3 种（针对乙醛制造厂、乙酸制造厂、石油化工厂、聚乙烯等树脂厂、牛皮纸浆工厂等）。1990 年 10 月针对畜产农业、动物油提炼厂、淀粉制造厂增加了 4 种物质：丙酸、丁酸、戊酸、异戊酸（；1993 年 6 月针对涂料涂装工序、印刷等行业增加了 10 种物质：丙醛、丁醛、异丁醛、戊醛、异戊醛、异丁醇、乙酸乙酯、甲基异丁酮、甲苯、二甲苯。1994 年 4 月针对事业场所的排水、大楼的地下贮留池等的特征污染物甲硫醇、硫化氢、二甲基硫醚、二甲基二硫等。

（4）臭气指数

1996 年 4 月日本引入了臭气指数，用于表征 22 种特征恶臭物质无法应对的行业，比如服务业等。

3.6.2 恶臭物质控制标准

日本标准体系包括厂界标准、气体排放口标准和排水口标准（如表 3.16），其中厂界标准是气体排放口和排水口标准制定的基础，分为工业区域和其他区域，见表 3-17。气体排放口标准需要依据厂界的标准限值通过大气扩散模型进行推算，因此不同的排放口由于其排放高度、排放参数、周边最大建筑物高度的不同，执行的排放标准也各不相同。为了方便计算，日本环境省制作了《臭气指数 2 号规制基准算定系统》，输入以上参数，便可计算排气筒应执行的标准，并可简单预测对周边环境的影响。因此不同的排放口由于其排放高度、排放参数、周边最大建筑物高度的不同，执行的排放限值也各不相同。

表 3.16 日本恶臭污染限制方法和基准

限制对象	特定恶臭物质	臭气指数
用地边界	对象物质：22 种特定物质的浓度作为判定标准	根据臭气指数进行判定
排放口	对象物质：13 种；根据排出的流量进行判定	排放口高度不同，判定结果也不同（扩散计算软件）
排水	对象物质：4 种；根据排出流量的响应系数乘以浓度作为判定标准	臭气指数（测定） 用地边界的测定值+16

表 3.17 日本恶臭防止法中的恶臭排放限值（单位：mg/m³）

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
异戊醛	0.023~0.038	0.012~0.023
异丁醇	13~66	3~13
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=10log 臭气浓度，无量纲。

不同的地区选择的控制方式和区域划分也不同，比如名古屋市选择特定恶臭物质的控制，硫化氢和氨的控制示例如表 3.18 所示。东京都采用臭气指数来控制恶臭污染，具体标准形式如表 3.19 所示。

表 3.18 日本名古屋市特定恶臭物质的控制示例

恶臭物质	第一类区域（居住区）	第二类区域（商业、准工业区）	第三类区域（工业区域）
氨	1ppm(0.76mg/m ³)	2ppm(1.5 mg/m ³)	5ppm(3.79 mg/m ³)
硫化氢	0.02ppm (0.03 mg/m ³)	0.06ppm (0.09 mg/m ³)	0.2ppm (0.3 mg/m ³)

表 3.19 日本东京都的臭气指数控制方法

控制位置	第一类区域（居住区）	第二类区域（商业、准工业区）	第三类区域（工业区）
用地边界	10	12	13
排放口	根据计算公式	根据计算公式	根据计算公式
排出水	26	28	29

3.6.3 恶臭物质测试方法

日本特定恶臭物质的测定方法如表 3.20 所示。日本对臭气指数的测定过程中为了提高人类鼻子的可靠性，实施了使用标准物质的精度管理，使用乙酸乙酯 2000ppm（臭气指数相当于 35）气体作为精度管理的要求。2002 年，日本环境省颁布了《嗅觉测试法质量控制手册》和《嗅觉测试法安全保证手册》。两本手册的推出，不仅规范了小企业的嗅觉测试方法，保证了嗅觉测试结果的准确性，而且大大推动了嗅觉测试法的进步。

表 3.20 特定恶臭物质的测定方法

物质名称	捕集方法-预处理	分析方法
氨	硼酸吸收	吸收光度法
硫化物	气袋采样-低温浓缩	气相色谱法（FPD）
三甲胺	稀硫酸吸收-低温浓缩	气相色谱法（FID）
醛类	气袋捕集-固体捕集	气相色谱法（FTD）
	固体捕集-低温浓缩	气相色谱-质谱分析
烃类	气袋捕集-低温浓缩	气相色谱法（FID）
低级脂肪酸	固体捕集-低温浓缩	气相色谱法（FTD）

3.6.4 恶臭防止法外的恶臭评价方法

《恶臭防止法》外的恶臭评价方法通常希望在现场就知道结果，或者连续监测，或者想评价气味，或者想简单完成。通常可以采用仪器测定（比如定量的气相色谱或者 GC-MS 的方法、定性的识别装置 O-GC/MS、连续测定的气味传感器以及检测管等）；嗅觉测定与评价也是一种方法，比如现场采用可感受强度标准试样，进行强度标定。通常可以选择异丁醇进行强度标定。还有一种方法是气味辨识，则有臭气体验瓶，通过嗅觉的舒适度和不适度来评价臭气气味。但这种气味测定是很难给出标准试样的。

3.7 韩国

3.7.1 恶臭防止法

韩国在上世纪 90 年代初制定的《大气环境保全法》中开始规定恶臭排放标准的相关内容。韩国在《大气环境保全法》第三章第 30 条指明了 8 种恶臭物

质，规定的设施包括作为大气污染物质排放设施（《大气环境保全法》第二条）的化学肥料制造设施、颜料及染料制造设施、焚烧设施、涂装及建造设施、石油炼制设施、纸浆生产设施等。规定的生活恶臭设施（《大气环境保全法》第30条）包括农畜产品销售市场、屠宰场和牲畜废水排放设施、污水处理设施、出版社、印刷厂、干洗店等。另外，禁止产生恶臭物质的焚烧设施和露天焚烧（《大气环境保全法》第29条）。初期对于厂界的臭气强度和8种恶臭物质浓度设定了限值。90年代末又追加了厂界和排放口的臭气浓度限值。

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、测试方法以及惩罚措施等内容进行了规定，同时受控物质由8种增加到了12种（增加了丙醛、丁醛、正戊醛、异戊醛）。2008年、2010年又先后两次修订《恶臭防止法》的内容。2008年增加了甲苯、二甲苯、甲乙酮、甲基异丁基酮、醋酸丁酯等5种物质；2010年增加了丙酸、正丁酸、正戊酸、异戊酸、异丁醇等5种。目前受控物质达到了22种。

《大气环境保全法》规定的恶臭排放标准指允许每个工厂排放的最大恶臭值，根据检测对象分为直接嗅辨测定法、三点比较式臭袋法、仪器分析法。直接嗅辨法规定的工厂厂界的恶臭强度为2度以下，超过3度等于超过了标准值。三点比较式臭袋法分别规定了工厂厂界线和工厂内排放口的最大排放值，根据工厂所在位置分为工业地区和其他地区，分别规定了它们的排放标准。仪器分析法规定的物质有22种，根据工厂所在位置分为工业地区和其他地区，并规定了在厂界线上的最高浓度。

韩国的恶臭污染由地方政府负责管理，根据法律规定恶臭污染企业或地区的范围，并逐渐将恶臭管理区扩展到投诉率高的工业区，以进行有效的恶臭排放限制。管控也开始向全过程管控，除小的企业外，恶臭排放企业既要从恶臭排放设备控制恶臭，又要从生产流程和产品储藏等环节控制恶臭。韩国也要求建立恶臭污染的测试机构以保证测试方法的可靠性和客观性，指导恶臭排放标准的实施。

3.7.2 恶臭控制标准

韩国《恶臭防止法》中的特定恶臭物质与《日本恶臭防止法》中的物质基本相同，其排放限值取日本排放限值下限，详见表3.21。

表 3.21 《韩国恶臭防止法》中的厂界恶臭排放限值（单位： mg/m^3 ）

区分	测定对象	工业区域	其他区域
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
甲基乙基酮	112	42	
乙酸丁酯	21	5.2	
复合恶臭	臭气浓度（稀释倍数）	厂界：20 排气筒：1000	厂界：15 排气筒：500
直接嗅辨法	臭气强度	恶臭强度 2 级以下	

检测方法根据大气污染工程试验方法实施直接嗅辨法和三点比较式臭袋法，在厂界线采集的样品中若有仪器分析法规定的 8 种恶臭物质，并行实施仪器分析法。无论采用哪种检测方法，只要检测结果超过了标准值，都视为超过了排放标准。

三点比较式臭袋法的检测场所如下：（1）排放口的高度为 5 m 以上时：① 工厂内有排放口外的其他排恶臭排放源，且排放的恶臭物质为氨、硫化氢或三甲胺时：厂界线或排放口② 工厂内除了排放口，没有其他排放源时：排放口；（2）上面论述的（1）以外的情况：厂界。

工业地区指下列几个地区：（1）产业选址及开发相关法律第 6 条至第 8 条规定的国家产业园区、地方产业园区及农工业园区；（2）出口自由地区设立法第 3 条规定的出口自由地区；（3）城市规划法第 17 条规定的工业地区中的专用工业区域及一般工业区。

3.8 中国台湾

早在 1973 年中国台湾地区就开始公告空气污染物排放标准，至 2007 年已

经修订了 8 次。其中，1986 年进行了大的修改，针对新污染源、台北市及高雄市辖区内污染源制定较严格的标准，并增加制定中长期管控标准。每次管控标准的修订均逐步加严。2013 年，中国台湾地区最新修订颁布的《固定污染源空气污染物排放标准》中，控制的恶臭类污染物有硫醇类、甲基硫、二甲二硫、一甲基胺、二甲基胺、三甲基胺、二硫化碳、甲醛、苯、甲苯、二甲苯、硫化氢、氨和臭气浓度；排放标准中未列排放管道排放标准的气体污染物，也给出了相应的计算方法。最新的固定源排放标准对恶臭污染的修订重点如下：（1）将臭气或厌恶性异味修正为异味污染物；（2）依据不同的管道高度对臭气浓度分别加严；（3）考虑新设污染源在建设规划时，对污染防治设施可作妥善设计，故将其厂界标准加严为 30；（4）规定了近 500 种污染物的排放速率和厂界监控浓度限值。排放标准具体内容如表 3.22。

表3.22 台湾异味污染物排放标准

空气污染物	管道排放		周（场）界标准 (ppm)	
	排放浓度 (ppm)	排放速率* (kg/h)		
氨	--	1.1-6.2	1	
硫化氢	100	0.2-1.3	0.1	
	燃烧处理前 650			
硫醇	--	0.03-0.17	0.01	
二甲基硫	--	0.8-4.5	0.2	
二甲二硫	--	0.6-3.5	0.1	
一甲胺	--	0.04-0.23	0.02	
二甲胺	--	0.06-0.33	0.02	
三甲胺	--	0.08-0.4	0.02	
二硫化碳	--	2.0-11	0.4	
异味污染物	排放管道		周（场）界	
	高度h（公尺）	臭气浓度	区域	臭气浓度
	h≤18	1000	工业及农业区	现有：50
	18<h≤50	2000		新建：30
h>50	4000	工业及农业以外地区	10	

*：下限计算基于15米， $b > 5(h-6)$ 计算；上限计算基于 $b < 5(h-6)$, $h=50$ 米计算。

3.9 中国香港地区 VOCs 排放控制标准

2009 年 10 月，香港特区政府修订了《空气污染管控（挥发性有机化合物）条例》（即“VOC 管理条例”），以此作为实现 VOC 减排目标的一部分。根据修订内容，将从 2010 年 1 月 1 日起，分阶段加大控制力度，控制范围也将扩大到十四种车辆修补漆和涂料、三十六种船舶和工艺品油漆和涂料以及四十七种粘合剂和密封剂。采用的控制方法与美国加州相似，这将使香港成为限制所涉产品 VOC 含量方面处于领先的城市。具体管制建筑涂料、印刷油墨、消费品、汽车修补涂料、船舶和游艇船只、粘合剂和密封剂的挥发性有机污染物的管制。香港也制定了石油加工、铜加工、电子制造、铝业加工、钢铁工业、矿

业加工、石油加工、铅工业、有机化学品加工、镀锌、鱼粉加工等 25 个行业（或工业）的排放标准，涉及到污染物 40 余项。颗粒物、氮氧化物（以 NO_x 表示）、二氧化硫、氯化氢、总有机碳、汞及其化合物、镉/铊及其化合物、砷/锑/铬/钴/铜/铅/锰/镍和钒及其化合物、多氯二联苯、二恶英（戴奥辛）、多氯氧茱、铜及其化合物、铅及其化合物、镍及其化合物、锡及其化合物、氟化物（以氟化氢计）、氨、一氧化碳、VOCs、镉及其化合物、重金属、沥青烟、铜/铅/锌/镍及其化合物、锑/锡/碲及其化合物、镉/砷/汞/铊/硒及其化合物、氯及其化合物（以氯气计）、总磷、溴化氢和溴、农药和医药中的活性组分、总胺（以二甲胺计）、苯、溴、二硫化碳、氯、1,2-二氯乙烷、甲醛、溴化氢、氰化氢、氟化氢、碘化氢、硫化氢、碘。与恶臭污染物有关的是二硫化碳、氨、硫化氢。

3.10 中国内地的排放标准

3.10.1 国家和地方挥发性有机物排放标准体系

根据中国环科院标准研究所的统计，目前，我国固定源排放标准体系中标准名录见表 3.23。根据表 3.23，我国目前已经发布的固定源大气污染物排放标准 44 项，其中行业型 39 项，通用型 4 项，综合型 1 项。但没有家具制造业大气污染物排放标准，仍执行 GB16297-1996 的老标准。根据环境保护部的标准制修订计划，尚在制修订 37 项固定源大气污染物排放标准。

表 3.23 国家和地方关于恶臭污染物的标准制定情况

	序号	标准名称	标准编号	实施时间
国 标	1	恶臭大气污染物排放标准	GB14554-1993	1994.6.1
	2	大气污染物综合排放标准	GB16297-1996	1997.1.1
	3	石油炼制工业污染物排放标准	GB31570-2015	2015.7.1
	4	石油化学工业污染物排放标准	GB31571-2015	2015.7.1
	5	合成树脂工业污染物排放标准	GB31572-2015	2015.7.1
	6	无机化学工业污染物排放标准	GB31573-2015	2015.7
正 在 制 定 或 修 订 的 部 分 标 准	1	国家涂料油墨胶黏剂大气污染物排放标准	制定中	2017 年底（预计）
	2	家具行业大气污染物排放标准	制定中	
	3	制药工业大气污染物排放标准	制定中	2017 年底（预计）
	4	无组织排放控制标准	制定中	2017 年底（预计）
	5	恶臭大气污染物排放标准	修订中	
	6	农药工业大气污染物排放标准	制定中	2017 年底（预计）
	7	染料工业污染物排放标准	制定中	
	8	纺织工业大气污染物排放标准	制定中	
	9	印刷大气污染物排放标准	制定中	
	10	汽车制造大气污染物排放标准	制定中	

上海市	序号	标准名称	标准编号	实施时间
	1	生物制药行业污染物排放标准	DB31/373-2010	2010.7.1
	2	餐饮业油烟排放标准	DB31/844-2014	2015.5.1
	3	汽车制造业（涂装）大气污染物排放标准	DB31/859-2014	2015.2.1
	4	印刷行业大气污染物排放标准	DB31/872-2015	2015.12.1
	5	涂料、油墨及其类似产品制造工业大气污染物排放标准	DB31/881-2015	2015.5.1
	6	上海市大气污染物综合排放标准	DB31/933-2015	2015.12.1
	7	船舶工业大气污染物排放标准	DB31/934-2015	2015.12.1
	8	城镇污水处理厂大气污染物排放标准	DB31/982— 2016	2016.3.28
	9	禽畜养殖业污染物排放标准	制定中	
10	上海恶臭大气污染物排放标准	制定中		

3.10.2 国家恶臭污染物排放标准

现行的《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中明确规定了 8 种特征污染物和 1 种综合性指标。主要的特点如下：

（1）恶臭污染物：8+1：氨、三甲胺、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、苯乙烯+臭气浓度（无量纲）

（2）控制指标体系：最大排放速率限值和排气筒高度不同速率不同。厂界浓度限值：一级、二级、三级。

（3）该标准正在修订，修订的征求意见稿采用了工业区和非工业区进行分类控制厂界浓度限值。排气筒的控制方式没有发生变化。但控制项目增加到 16 种，该标准尚未得到发布，此处仅仅参考修订的方向和趋势。

3.10.3 国家行业与恶臭污染物相关的排放标准

根据目前国家行业污染物排放标准体系的制定，行业标准中涉及恶臭物质和臭气浓度的标准，汇总如表 3.24 所示。

表 3.24 国家行业污染物排放标准中规定的恶臭污染物

标准名称	标准号	控制恶臭物质及标准			
		恶臭污染物	排放浓度 mg/m ³	排放速率 Kg/h	周（场）界 mg/m ³
无机化学工业 污染物排放标 准	GB31573- 2015	氨	20/10	--	0.3
		硫化氢	10/5	--	0.03
石油化学工业 污染物排放标 准	GB31571- 2015	苯乙烯	50/		
		丁酮	100		
		丙烯酸	20		
		甲基丙烯酸甲酯	100		
		二硫化碳	20		
合成树脂工业	GB31572-	苯乙烯	50/20		

污染物排放标准	2015	氨	30/20		
		硫化氢	5/5		
		丙烯酸甲酯	50/20		
		丙烯酸丁酯	50/20		
		丙烯酸	20/10		
		甲基丙烯酸甲酯	100/50		
炼焦化学工业污染物排放标准	GB16171-2012	氨	30/10		
		硫化氢	3/1		
橡胶制品工业污染物排放标准	GB27632-2011	氨	10	基准排气量 80000m ³ / t 胶)	
城镇污水处理厂污染物排放标准	GB18918-2002	氨			一级/二级/ 三级 1.0/1.5/4.0
		硫化氢			一级/二级/ 三级 0.03/0.06/0 .32
		臭气浓度			一级/二级/ 三级 10/20/60
城镇污水处理厂污染物排放标准	(征求意见稿)	氨			1.0
		硫化氢			0.03
		臭气浓度			10

3.10.4 地方行业与恶臭污染物相关的排放标准

(1) 河北省

河北省 2015 年颁布了《青霉素类制药挥发性有机物和恶臭特征污染物排放标准》（DB31/2208-2015），具体指标如表 3.25 所示。

表 3.25 河北省青霉素类制药 VOCs 和恶臭特征污染物排放标准

序号	污染物	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	排气筒高度 (m)	最高允许排放速率(kg/h)	无组织排放监控浓度限值(mg/m ³)
1	乙酸丁酯	200	15-60	1.3~27	1.2
2	正丁醇	100	15-60	0.92~20	0.90
最高允许排放限值					
			排气筒高度 (m)	现有源	新源
3	臭气浓度		≥20	3000	2000

(2) 北京市

表 3.26 北京市地方排放标准中有关恶臭污染物的排放标准

标准名称	标准号	控制恶臭物质及标准			
		恶臭污染物	排放浓度 mg/m ³	排放速率 Kg/h	周（场）界 mg/m ³
炼油与石油化学工业大气污染物排放标准	DB11/447-2015	氨	30/30	--	0.3
		硫化氢	5/5	--	0.03
		甲基丙烯酸甲酯	80/80		
		苯乙烯	50/50		
		丙烯酸	20/20		
		二硫化碳	20/20		
		丁酮	80/80		
铸锻工业污染物排放标准	DB11/914—2012	三乙胺	5	0.42-6.3	--
大气污染物综合排放标准	GB31572-2015	硫化氢	5	0.11-1.6	
		二硫化碳	30	0.15-2.2	

(3) 上海市恶臭类污染物排放标准

上海市已经颁布的地方大气污染物排放标准相关恶臭污染物排放标准如表 3.27 所示。

表 3.27 上海市相关行业排放标准中恶臭污染物排放标准汇总

标准名称	标准号	控制恶臭物质及标准			
		恶臭污染物	排放浓度 mg/m ³	排放速率 Kg/h	厂界 mg/m ³
涂料油墨及其类似品制造工业大气污染物排放标准	DB31/881-2015	苯乙烯	20	1.0	0.42
		醛酮类	50	1.5	--
		乙酸酯类	80	1.6	1.0
		丙烯酸酯类	50	1.2	--
城镇污水处理厂大气污染物排放标准	DB31/982-2016	氨	30	--	1.0
		硫化氢	5	--	0.03
		甲硫醇	0.5	--	0.004
		臭气浓度	600	或者 90%	10
大气污染物综合排放标准	DB31/933-2015	乙酸酯类	50	1.0	0.5、1.0
		甲基丙烯酸甲酯	20	0.6	0.4
		丙烯酸	20	0.5	0.11
		甲基异丁基酮	80		0.7
		二甲胺	20		
恶臭（异味）污染物排放标准	DB31/1025-2016	22 种污染物	浓度	速率	厂界

上海市 2016 年颁布的《恶臭（异味）污染物排放标准》（DB31/1025-

2016）中规定了 22 种特征污染物，规定了最高允许排放浓度、最高允许排放速率（或者 95% 的去除效率）、周（场）界浓度控制限值，成为我国控制恶臭污染物最多的城市。

4、恶臭污染源及控制现状调查

4.1 中国台湾地区的恶臭污染源分类

臭味物质的来源是非常广泛的。从其生成机制来看，可以分为生物分解、化学反应、物理作用等三类。从人类活动的角度来份，恶臭污染的来源可分为四大类，分别是生活、农业、商业、工业。有机物分解反应通常来自于厌氧过程，一般在缺氧条件下，有机物分解为有机酸、醇、酮及还原态硫、氨等臭味物质。比如胺基乙酸根水解可以生成甲基胺，醋酸根离子与硫酸根离子结合，可以生成硫化氢根，甲硫胺酸水解可以生成二甲基硫。化学反应则是工业臭味的主要机制，例如石油化工的加氢脱硫反应产生硫醇和硫化氢；加氢反应则可能脱氢反应造成恶臭污染；树脂轻微分解。其典型的污染物如表 4.1 所示。

表 4.1 典型的与人类活动有关的恶臭物质

活动类型	臭味物质来源	代表性臭味物质	目前未管控的指标	我国恶臭标准管控的指标
生活源	阴沟及生活污水处理厂	硫化物：硫化氢、甲硫醇、戊硫醇、二甲基硫	戊硫醇	硫化氢、甲硫醇、二甲硫
		含氮化合物：氨、三甲胺		氨、三甲胺
		含氧烃：乙醇、乙醛、丙酮、2-5 碳脂肪酸	乙醇、丙酮、2-5 碳脂肪酸	
		含氯烃：三氯乙烷、四氯乙烯	三氯乙烷、四氯乙烯	
		烃：5-8 碳脂肪烃、6-10 碳芳香烃	5-8 碳脂肪烃、6-10 碳芳香烃	
	垃圾填埋场	硫化物：硫化氢、1-4 碳硫醇、二甲基硫	1-4 碳硫醇	硫化氢、二甲基硫
		含氮化合物：氨、三甲胺		氨、三甲胺
		含氧烃：乙醛、丁醛、二乙酮、戊酸、乙酸乙酯、乙酸丁酯、戊酸	二乙酮、	
		含氯烃：三氯乙烯、四氯乙烯	四氯乙烯	
		烃类：丁二烯、苯乙烯		苯乙烯
农业源	禽畜养殖场记禽畜粪便堆肥场	硫化物：1-4 碳硫醇、二甲基硫、二甲基二硫	1-4 碳硫醇	二甲基硫、二甲基二硫
		氮化物：1-5 碳单胺、二甲胺、三甲胺、吡啶、3-甲基吡啶	1-5 碳单胺、二甲胺、吡啶、3-甲基吡啶	三甲胺
		含氧烃：1-4 碳醇醛酮酯酸、苯酚、甲酚、乙酚	1-4 碳醇醛酮酯酸、乙酚	
	化炼场（鱼杂	硫化物：硫化氢、甲硫醇	--	硫化氢、甲硫醇
		氮化物：三甲胺		三甲胺

	及禽畜下脚料处理场、饲料用动物油脂提炼场)	含氧烃：醛、酮、酯、低级脂肪酸	脂肪酸		
商业	干洗店	含氧烃：三氯乙烷、三氯乙烯、四氯乙烯	四氯乙烯、三氯乙烷		
		烃类：沸点为 150-210 度的矿物油			
	加油站	烃类：苯、甲苯、二甲苯、6-8 碳矿物油	6-8 碳矿物油		
	瓦斯分装场	硫化物：甲硫醇		甲硫醇	
工业	表面涂装及印刷	含氧烃：甲醛、3-6 碳醇醛酮酯酸、丙烯醛、甲酚等。	有机酸等		
		含氯烃：1-4 碳饱和或者不饱和和氯烃	卤代烃		
		烃类：甲苯、二甲苯和苯乙烯		苯乙烯	
	合成皮制造	氮化物：二甲基甲酰胺。			
		含氧烃：丁酮			
		烃：甲苯			
	石油炼制	硫化物：硫化氢、1-7 硫醇及烷基硫	烷基硫		硫化氢
		氮化物：氨			氨
		烃：3-6 碳饱和或不饱和烃			
	半导体制造	氮化物：乙醇胺、异丙醇胺、氢氧胺等	乙醇胺、异丙醇胺、氢氧胺等		
		含氧烃：2-7 碳醇酮酯醚、二甲酚	二甲酚、部分物种		
		烃：三甲苯			
	天然及合成橡胶	硫化物：硫化氢、硫醇、烷基硫			硫化氢、硫醇、烷基硫
氮化物：三甲胺、二乙胺、TDI				三甲胺	
氮化物：三甲胺、二乙胺				三甲胺	

*：源自《臭味及挥发性有机物控制》（周明显编著）

4.2 恶臭污染行业及特征污染物

对不同行业的特征性恶臭污染物排放情况的调研结果如表 4.2 所示。不同的行业产生的臭气浓度的变化范围如表 4.3 所示。

表 4.2 不同行业的特征性恶臭污染物

行业类型	典型的恶臭污染物（含量比较高的污染物）	备注
市政污水处理厂	硫化氢、丁醇、丙酮、异丁烯醛、乙醛、乙酸、乙醇、丙酸、丙酮、丙醇	Paulina lewkowska(2016)
	苯系物（52%~90%）、二硫化碳（0.56%~11.43%）、甲硫醚（0.67%~4.69%）、羰基硫（0.25%~5.62%）。苯乙烯、苯、甲苯、邻二甲苯、间对二甲苯和乙苯等苯系物、二硫化碳、甲硫醚、羰基硫是分子标志物。	唐小东, 王伯光 (2011)
	动态嗅辨仪测定: 调节池 4036ou/m ³ , 隔油池 5650 ou/m ³ ; 浮选池 2300ou/m ³ ; 16422ou/m ³ 。硫化氢是主要污染物, 其次是苯系物。	吕秀荣等 2016.
污水处理厂	格栅: 甲苯、间乙基甲苯、苄基氯、甲硫醇; 污泥回流处: 丁烷、2-甲基丁烷、二氯甲烷和叔丁基甲醚; 缺氧池: 二氯二氟甲烷; 好氧池: 丙烯、四氯化碳、1, 2-二氯乙烷; 污泥脱水: 甲硫醚	包景岭等, 2012
餐厨垃圾堆肥	乙醇 17.069 mg/m ³ ; 乙醛 7.957 mg/m ³ ; 硫化氢 (0.96mg/m ³)、总有机硫 2.317mg/m ³ ; 甲硫醇 0.356 甲硫醚 0.217 mg/m ³ , 二甲二硫 0.446 mg/m ³ ; 丙烯 0.688 mg/m ³ ,	王晓伟, 2013
	甲硫醇 > 硫化氢 > 1, 3-二甲苯 > 邻二甲苯 > 二甲二硫 > 对二甲苯	张红玉, 2012
生活垃圾填埋场	2-甲基丁烷、丁烷、丙烯、二甲二硫醚、硫化氢、甲硫醇、甲苯、2-丁酮、二甲基硫醚、乙酸乙酯.	赵岩等, 2014
	垃圾倾倒区包括硫化氢、甲苯、二甲二硫醚、甲硫醚、乙苯; 垃圾填埋区包括甲苯、二硫化碳、乙醇、丙酮、乙酸乙酯; 填埋气包括甲苯、乙苯、对二甲苯、邻二甲苯、甲硫醚	闫凤越 2013
垃圾填埋场	芳香烃、卤代烃、硫化物最高: 苯、甲苯、苯乙烯、三甲苯、二氯甲烷、氯仿和氯苯; 乙醇、乙酸乙酯等; 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳等。 臭气浓度稀释倍数分类: 甲硫醚、乙苯、二甲苯、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、甲硫醇等等	包景岭等, 2012
生活垃圾中转站	乙硫醚、二甲二硫醚、乙醇、甲硫醚、柠檬烯和 α 蒎烯	赵岩等, 2014
	站内空气: 二硫化碳 1.67mg/m ³ , 二甲二硫醚 1.27mg/m ³ 。苯系物 (甲苯、乙苯)、正庚烷、硫化氢。 臭气浓度: 站内: 40~1303; 站外: 18-733	包景岭等, 2012
制药	臭气指数: 二甲基硫 5.9; 甲苯 9.9; 二甲苯 4.5, 苯乙烯 1.6	韩博, 2013
	青霉素+土霉素: 乙酸乙酯 567mg/m ³ 、丁醇 181.74mg/m ³ 、乙酸丁酯、丙酮	张涛, 2014
	青霉素: 硫化氢、羰基硫、甲硫醇、甲硫醚、二硫化碳、二甲二硫, 其中硫化氢 4-162mg/m ³ 。正丁醇最高, 52mg/m ³ ; 二氯甲烷 8.5mg/m ³ ;	
	维生素: 丙酮	
	维生素 C: 硫化氢 0.5mg/m ³ ; 乙酸乙酯 10mg/m ³	
	维生素 B12: 发酵尾气 77mg/m ³ VOC; 乙酸乙酯 71mg/m ³ ;	宋玉, 2014
	土霉素: 乙酸乙酯 29mg/m ³ 、乙酸丁酯	
	青霉素生产: 乙酸丁酯、丁醇、	
生物制药: 对-二乙苯、乙醇、2, 3-二甲基丁烷、戊烷、甲基异丁基酮	翟增秀, 2013	
生物制药: 甲硫醇、乙酸乙酯、硫化氢、二甲二硫;	包景岭等, 2012	

石油化工	臭气指数：二甲基硫 19.5，二甲二硫 29.1，苯 5.9，甲苯 7.1，乙苯 11.4，二甲苯 39.9，苯乙烯 18.8，间乙基甲苯 12.8	韩博，2013
炼油	臭气指数：甲硫醇 43.4，二甲基硫 9.1，二甲二硫 30.5，三氯甲烷 2.0，甲苯 0.6，间乙基甲苯 4.4；	韩博，2013
	一类恶臭物质：硫化氢；二类：甲硫醇、乙硫醇、异丙硫醇、二甲二硫、甲乙二硫、二乙二硫；第三类是苯、甲苯、乙苯和二甲苯	李凌波，2013
	环境臭气浓度范围在 5~367 ou · m ⁻³ ，其中焦化出焦时环境样、三蒸馏车间环境样、供排水车间单塔装置区环境样的臭气浓度较高，臭气浓度分别为 367 ou · m ⁻³ 、345 ou · m ⁻³ 、154ou · m ⁻³	赵朝成，2007
	酸性水罐区、油品中间罐区：硫化氢 100~42100；有机硫 112~1390 mg/m ³ ；其中甲硫醇 137；乙硫醇 211；异丙硫醇 190，重硫化物 330，二甲二硫 84.1，乙烷 2060，丙烯 5060，丙烷 3210，NMHC 41300	郭兵兵，2014；
合成树脂源	臭气指数：二甲二硫 9.9，苯乙烯 15.4	韩博，2013
	不饱和树脂：苯乙烯	冯志诚，2011
制胶业	臭气指数：甲硫醇 53.5，二甲基硫 36.9，二硫化碳 21.4，二甲二硫 29.6	韩博，2013
喷涂	臭气指数：二甲二硫 4.8，甲苯 19.0，二甲苯 7.9	韩博，2013
聚酯合成皮革厂	乙酸乙酯、甲苯和 2-丁酮	冯志诚，2011
天然皮革厂	苯、甲苯和苯乙烯	
塑胶厂	甲苯、苯、乙酸丁酯、乙酸乙酯和 2-丁酮	
海绵厂	二氯甲烷、苯乙烯、丙烯腈等	
垃圾焚烧厂	芳香烃最高：苯、甲苯、苯乙烯、二甲苯、三甲苯。 渗沥液：硫化氢、正庚烷等；渣坑：甲硫醚；转运平台：乙苯、甲苯等苯系物高，但硫化氢、二硫化碳是恶臭常用的污染物。	包景岭等，2012

表 4.3 不同污染源的臭气浓度的变化范围

排放源	采样点	采样数	恶臭浓度		排放源	采样点	采样数	恶臭浓度	
			平均值	最大值				平均值	最大值
养猪场	排放源	32	79	56,000	凹版印刷厂	排气筒	17	430	41,000
	厂界	19	26	510		厂界	6	63	410
家禽饲养所	排放源	23	42*	10,000*	胶印厂	排气筒	31	650	41,000
	厂界	29	25	1,200		厂界	2	72	130
夜间土壤处理厂	排气筒	70	4,100	450,000	橡胶厂	排气筒	42	280	79,000
	厂界	25	19	370		厂界	30	13	200
污水处	排气筒	23	490	9,800	糖果厂	排气筒	49	1,200	68,000

理场	厂界	11	100	200,000		厂界	9	9	70
炼动物 油厂	排气筒	95	2,000	23,000,000	造纸厂	排气筒	45	8,000	1,300,000
	厂界	30	36	410		厂界	36	110	680
鱼粉厂	排气筒	76	2,800	310,000	五金电镀 厂	排气筒	20	10	410
	厂界	44	81	2,900		厂界	3	9	42
车漆厂	排气筒	41	490	18,000	污泥焚烧 厂	排气筒	64	1,100	14,000
	厂界	8	10	440		厂界	4	5	23
涂料厂	排气筒	116	540	230,000	干洗店	排气筒	12	230	18,000
	厂界	24	15	100		厂界	3	12	37
金属喷 漆	排气筒	70	650	18,000	金属喷漆	厂界	7	510	5,500

*来源于：《恶臭污染评估技术及环境基准》，邹克华等编著。

天津市环科院（国家环境保护恶臭污染控制重点实验室）对不同行业的臭气浓度排放进行了详细的监测，具体如表 4.4 所示。

表 4.4 不同行业臭气浓度水平

行业	排气筒（源）		厂界		典型污染物
	范围	中位数浓度*	范围	中位数浓度*	
制药行业	131-54954	40000			丙醛、氨、乙酸乙酯等
垃圾填埋			10-415	<20 占 92.7%	氨、硫化氢、甲硫醚、二甲二硫
污水处理厂	174-97724	6000	10-89		硫化氢、氨、甲硫醇、二甲二硫
禽畜养殖业	41-1318	500			硫化氢、氨、甲硫醇、二甲二硫、二硫化碳、甲硫醚
涂装	55-7413	2000	14-174		乙酸乙酯、乙酸丁酯、丁酮、甲基异丁基酮
橡胶制品	55-4168	3000 (71.4%)			二硫化碳、硫化氢、苯乙烯
食品制造	977-74134	3000 (80%)			丙醛、戊醛
石油炼制	309-17387		15-89		多种污染物

*：由于统计的偏差这里主要是 50%左右。

4.3 典型行业的恶臭污染特征调研

4.3.1 制药行业

(1) 发酵类制药

发酵类制药主要涉及的产品包括抗生素类、维生素类、氨基酸等。一般的制药工艺流程如图 4.1 所示。

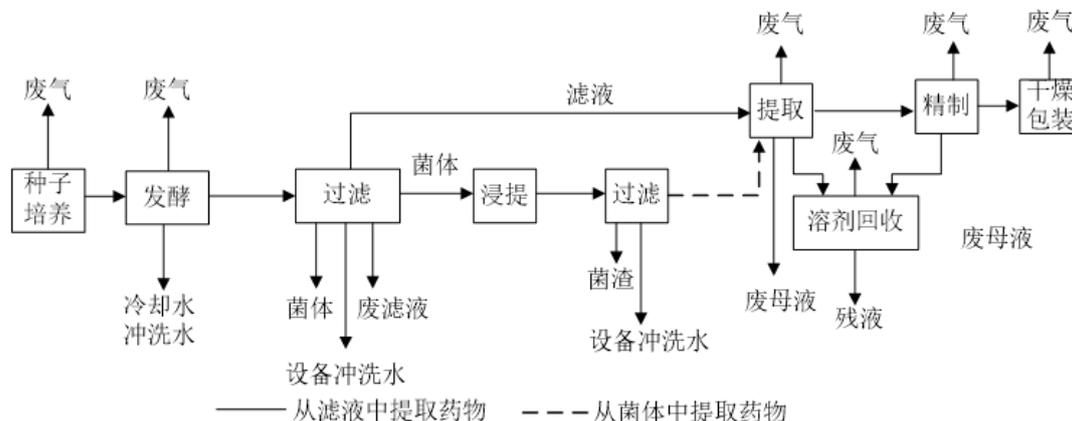


图 4.1 发酵类制药的工艺流程示意图

发酵类药物生产过程产生的废气主要包括发酵尾气、含溶媒废气、含尘废气、酸碱废气及废水处理装置产生的恶臭气体。发酵尾气的主要成分为空气和二氧化碳，同时含有少量培养基物质、以及发酵后期细菌开始产生抗生素时菌丝的气味，如直接排放，对厂区周边大气环境质量影响较大。分离提取等生产工序产生的有机溶媒废气，是主要的废气污染源。

针对制药行业的恶臭污染排放进行了调研统计，结果汇总如表 4.5 所示。

表 4.5 发酵类制药行业恶臭污染物浓度排放水平统计（ mg/m^3 ，臭气浓度除外）

制药类型		指标	有治理措施	没有治理措施
青霉素发酵尾气		臭气浓度	500-2500	5000-8000
青霉素制备		乙苯	0.0167-0.109	
		苯乙烯	n.d-0.0125	
		乙酸乙酯	0.01-0.335	
		乙酸丁酯	12.57-279.5	
浙江生物制药	发酵尾气	臭气浓度	550-1738 (1091)	5495-7328 (6595)
	干燥臭气	臭气浓度	174-977 (804)	
	污水站臭气	臭气浓度	550-2291 (1318)	
		乙酸乙酯	80.85	
		乙酸丁酯	1.26	
土霉素		硫化物（硫化氢+甲	0.015-51.87	

		硫醇+羰基硫)		
		乙酸乙酯	567.34	
		乙酸丁酯（厂界）	0.85	
		乙酸乙酯（厂界）	0.45	
青霉素	污水处理 站	硫化物	4.25	161.66

针对制药行业的恶臭污染排放进行了调研统计，结果汇总如表 4.5 所示。

(2) 化学合成制药

化学合成类制药是将有机物质或无机物质通过化学反应生成化学药品或化学原料的生产过程。其典型生产过程主要以化学原料为起始反应物，通过化学合成先生成药物中间体，然后对其药物结构进行改造，得到目的产物，然后经脱保护基、提取、精制和干燥等工序得到最终产品，其工艺流程及排污节点如图 4.2 所示。化学合成类废气主要包含回收尾气、车间尾气及废水恶臭等。其中车间废气来自过滤、精制、干燥等很多单元，排放一般具有间歇性。化学合成生产过程产生的废气浓度高、组分复杂，废气中含有大量 VOCs 及残留药物成分及药物降解中易挥发性成分。化学合成类制药所使用的溶剂几乎沸点均较低，包括酮类、醇类、醛类、含卤素类、芳香烃、脂类、含氮类、酸类及其他等多种物质。

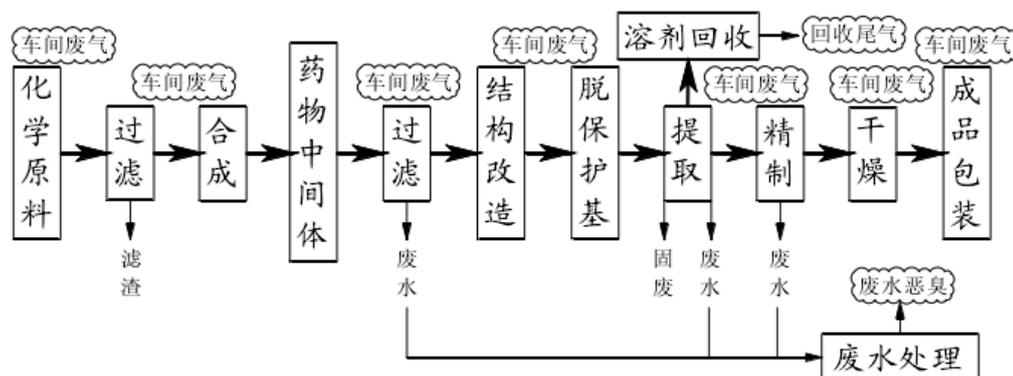


图 4.2 化学合成类制药的典型工艺

表 4.6 化学合成类制药行业臭气浓度排放水平统计（ mg/m^3 ，臭气浓度除外）

制药类型		指标	有治理措施	没有治理措施
浙江省	12 家统计	臭气浓度	250-641 (441)	
	A	臭气浓度	550-977 (712)	1738-4121 (2231)
		乙酸乙酯	<0.073	
	B	臭气浓度	232-309 (257)	2317

		乙酸乙酯	9.48-17.4 (12.45)	
C		臭气浓度	232-309 (283)	1738-4121 (2778)
		乙酸乙酯	1.14-2.3 (1.64)	
D		臭气浓度	174-309 (215)	977-1738 (1339)
		乙酸乙酯	<0.073	
E (喷淋-活性炭)		臭气浓度	855	
F (喷淋)		臭气浓度	998	
G (喷淋-生物滤池)		臭气浓度	977	
H(RTO-喷淋)		臭气浓度	1738	
I(RTO-喷淋)		臭气浓度	977	
J(RTO-喷淋)		臭气浓度	1448	
K(RTO-喷淋)		臭气浓度	1303	
L(喷淋-活性炭)		臭气浓度	1303	
M(RTO-喷淋)		臭气浓度	1738	
N(喷淋-活性炭)		臭气浓度	1703	
O(喷淋)		臭气浓度	1593	
P(喷淋)		臭气浓度	1448	
Q (RTO)		臭气浓度	2832	
R(喷淋)		臭气浓度	1194	
S (RCO)		臭气浓度	2575	
T (等离子体)		臭气浓度	3505	
U(喷淋)		臭气浓度	1629	
V(RTO)		臭气浓度	607	
W(喷淋)		臭气浓度	501	

(3) 上海市制药行业

制药行业是恶臭领域的一个重要行业，特别是发酵等原料药的制备过程的排气是重要的恶臭源，投诉也比较厉害。从图 4.3 的统计结果看，排气筒的值都不太高，厂界更是统计的结果都在 10 以下。但制药行业仍处于投诉的重点行业。考虑到全国各地的制药企业的技术水平已经趋向一致，因此可以借鉴相应的排放数据作为参考。

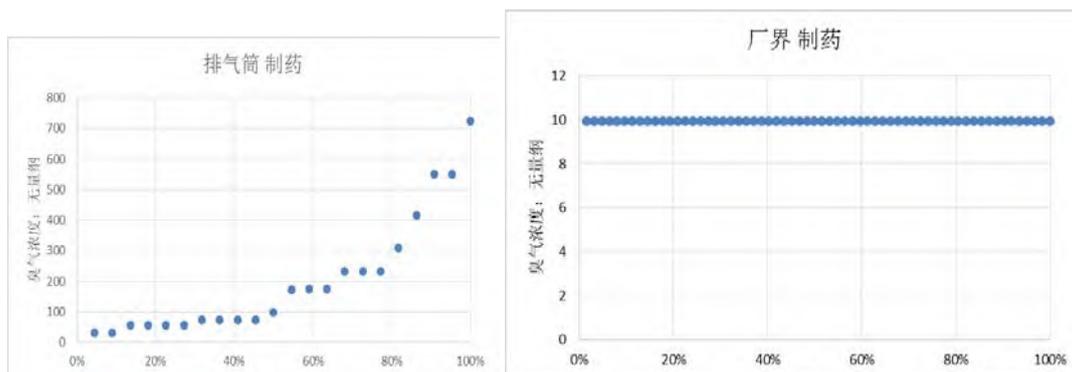


图 4.3 制药行业恶臭污染物排放的统计结果

4.3.2 污水处理厂

尽管城镇污水处理厂已经有了排放标准，但企业的污水处理单元也是一个重要的恶臭源，因此对该部分的污水处理厂的排气筒排放和厂界浓度进行了监测。结果如图 4.4 所示。

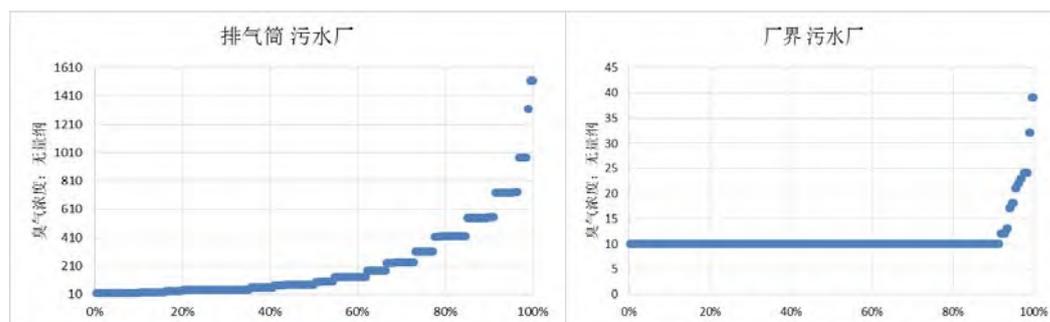


图 4.4 城镇污水处理厂排放和统计结果

城镇污水处理厂的排气筒和厂界的结果可以看出，排气筒的臭气浓度相对也是偏高一些，厂界的浓度就比较高了。

4.3.3 其他工业企业

根据上海市的一些工业企业的排放统计，具体如图 4.5 所示。

(1) 初级塑料及合成树脂。

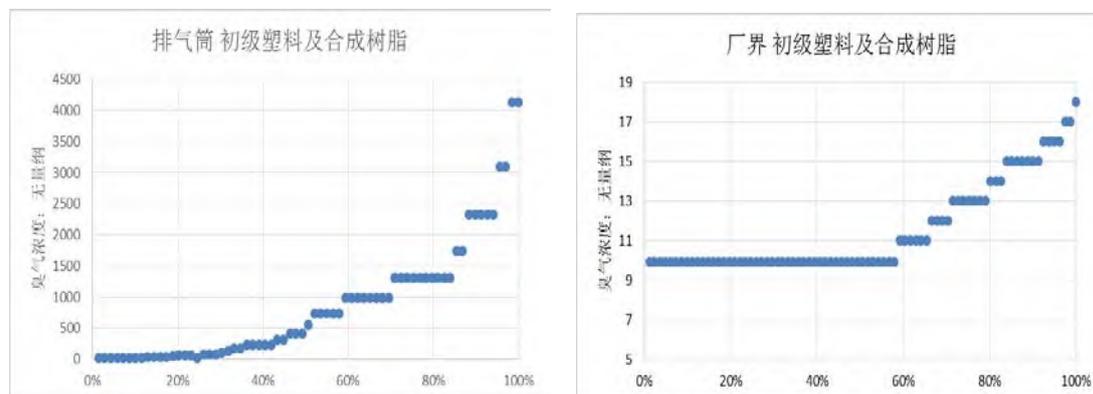


图 4.5 初级塑料及合成树脂企业臭气浓度的排放情况

排气筒的数据 80%在 1500 以下；厂界则大部分都大于 10，但小于 20，即臭气浓度都在 10-20 之间。

（2）化工行业和精细化工行业

化工行业和精细化工行业的排气筒和厂界臭气浓度的分布情况如图 4.6 所示。

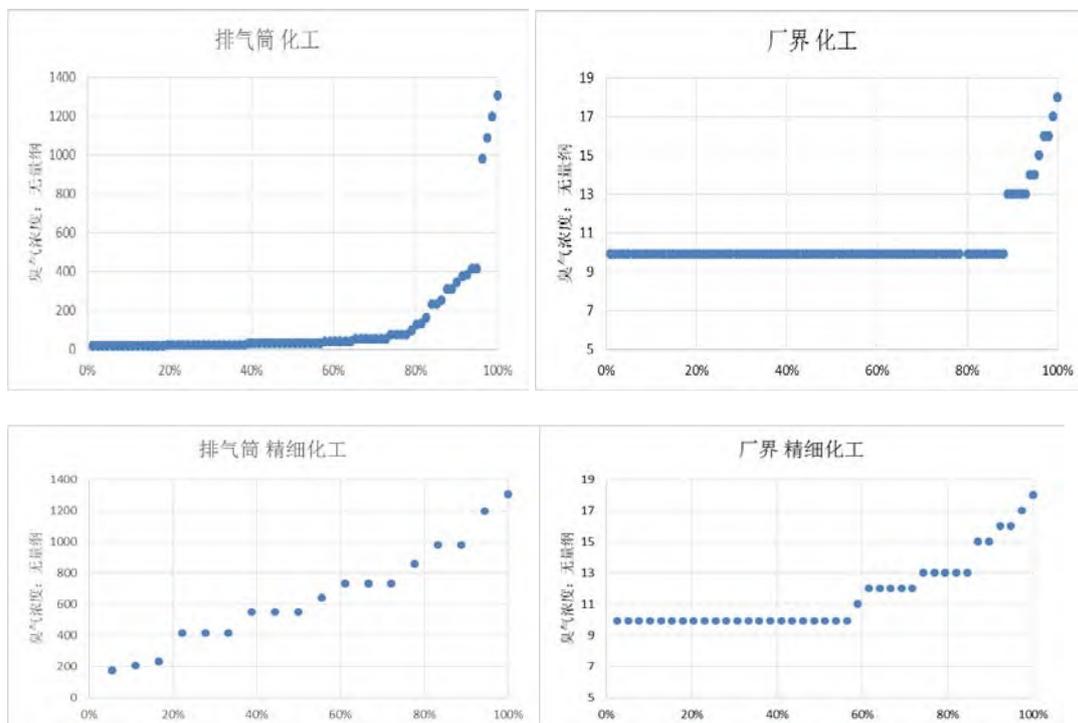


图 4.6 化工和精细化工行业的排放情况图

精细化工类企业的典型生产过程是间歇式生产，无组织排放比较严重，因此从排气筒上看排放的臭气浓度都比较低，同时厂界则略偏高一点。

（3）环境设施工程

针对环境市政设施进行一些调研，主要包括垃圾焚烧、垃圾填埋、堆肥、污水泵站等设施。统计如图 4.7 所示。

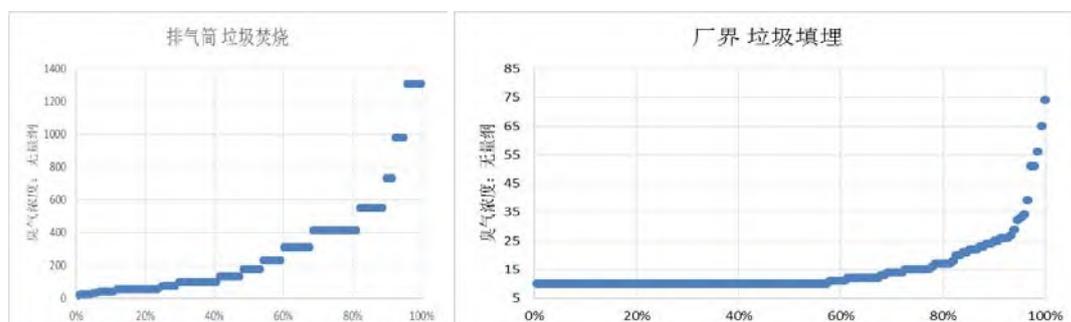


图 4.7 环境市政设施的统计数据

（4）涂料、油墨及类似品制造

涂料油墨及类似品制造在上海也是 VOC 排放的一个重要行业，但实际上很多涂料油墨企业对排气筒的臭气浓度都不检测，主要对厂界的臭气浓度进行监

测。结果统计如图 4.8 所示。

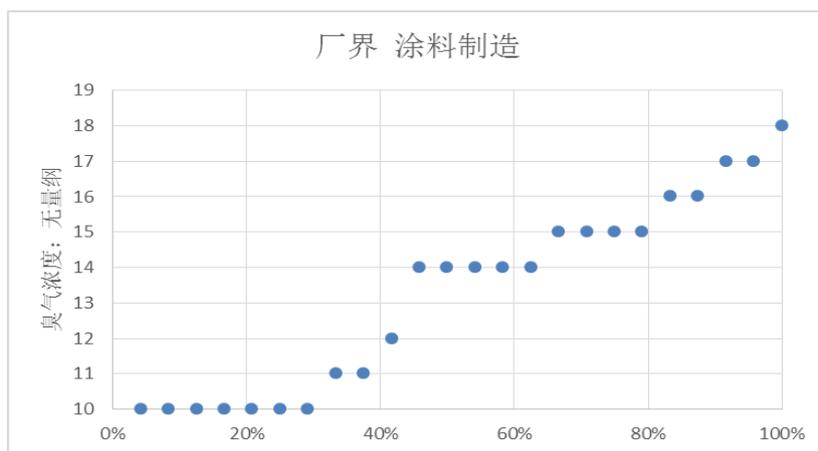


图 4.8 涂料油墨行业的厂界排放统计情况

如图 4.8 所示，涂料的厂界臭气浓度基本上也在 20 以下。

(5) 医院

医院的排放结果统计如图 4.9 所示。从图 4.9 中可以看出，医院的排气筒的数据是比较高的，厂界的浓度一般。但由于很多医院也出现在一类区中，因此厂界的医院如果按照原来的一级标准进行判断的话，超标的机会也是比较大的。

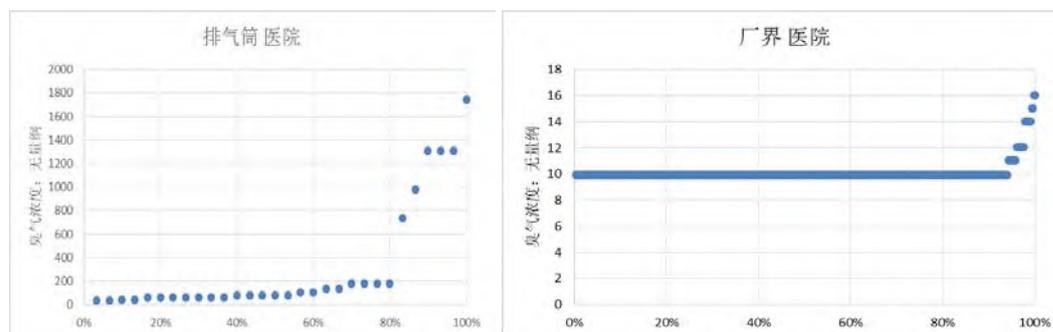


图 4.9 医院恶臭污染物排放的统计结果

(6) 钢铁行业

钢铁行业的统计结果如图 4.10 所示。

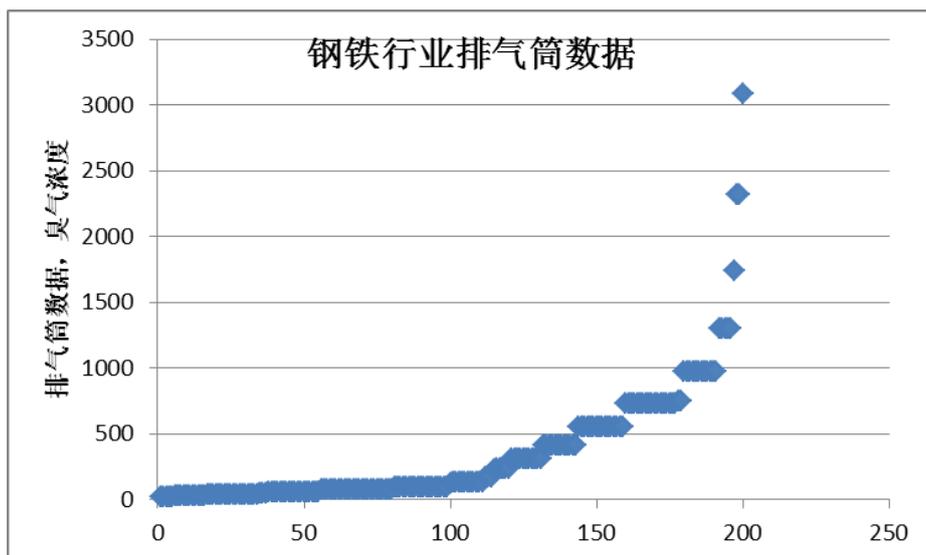


图 4.10 钢铁行业的排气筒排放结果

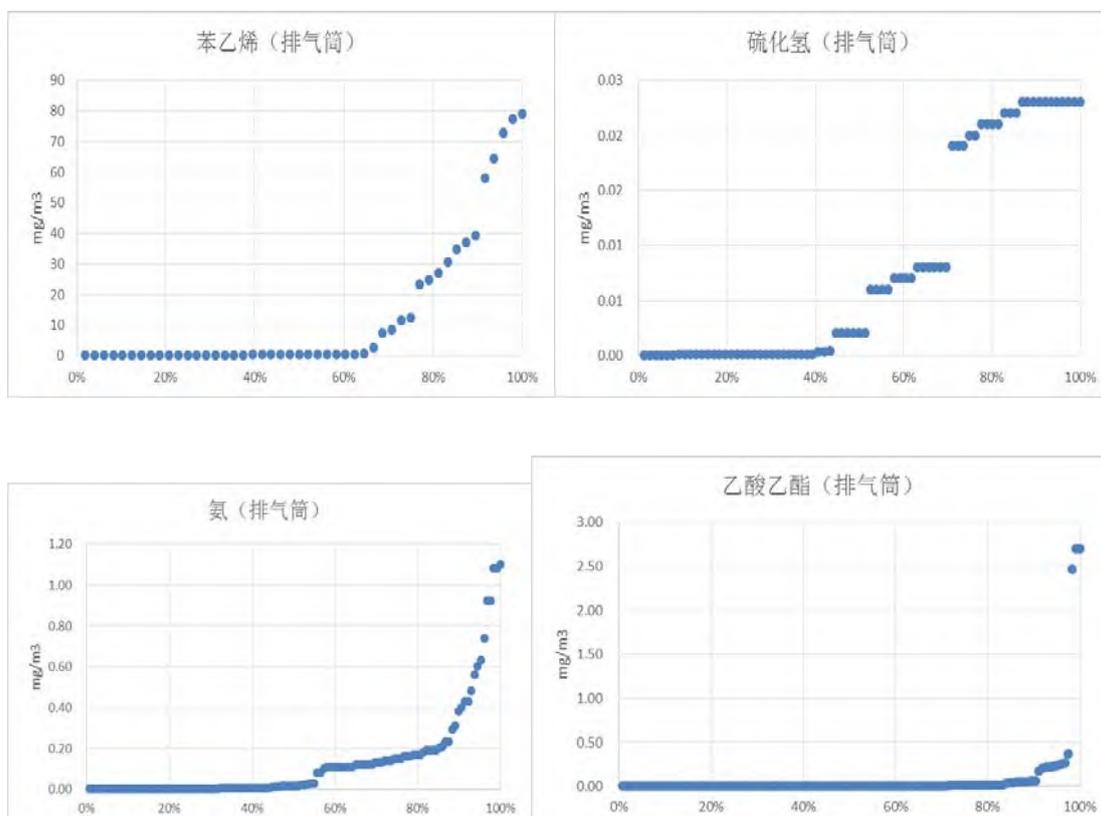
由图 4.10 可见，钢铁行业的排气筒的恶臭污染物排放数据的最大值还是比较高的，90%的数据在 800 以下。

4.4 典型特征污染物例行检测结果调研

以下是来自上海市的不同行业的特征污染物的测试结果，以供借鉴。

(1) 排气筒

苯乙烯、硫化氢、氨、乙酸乙酯、甲基乙基酮、二硫化碳的排气筒的排放数据统计如图 4.11 所示。



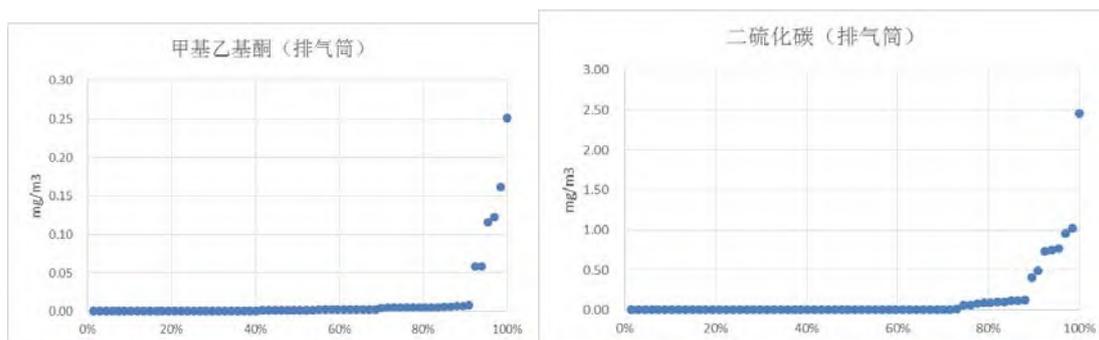


图 4.11 排气筒的典型恶臭污染物的排放数据

(2) 厂界的监测结果

厂界的检测结果如图 4.12 所示。

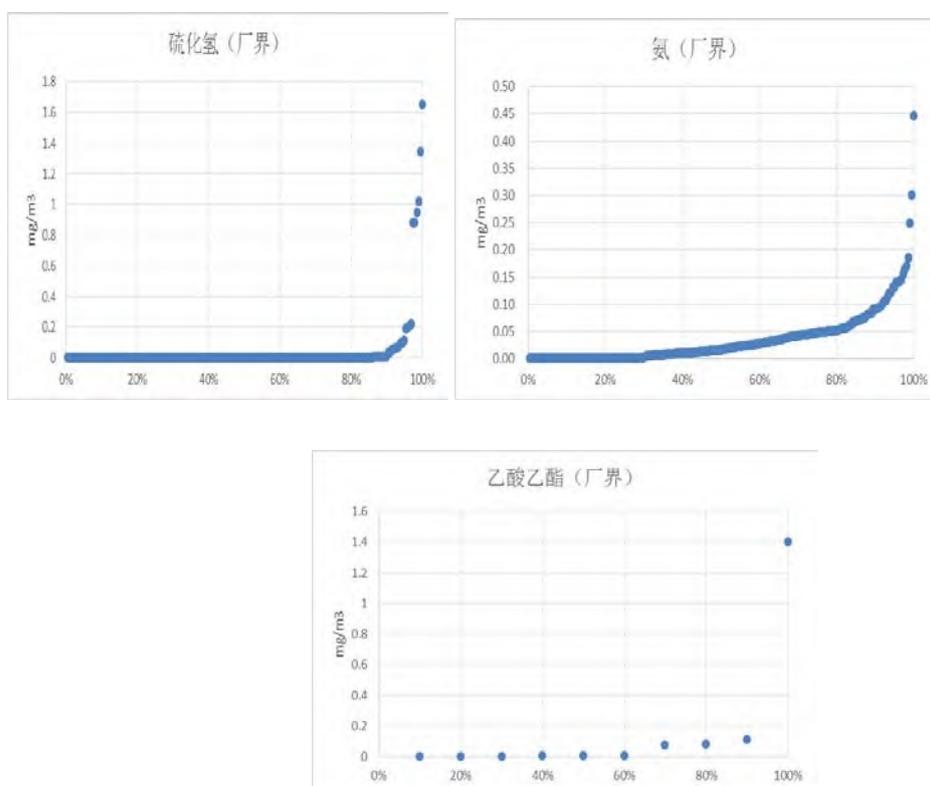


图 4.12 厂界典型恶臭污染物的排放统计数据

4.5 典型企业的实测结果

在上海选择了典型的 40 多家企业进行了实际测试，行业覆盖了喷涂、香料香精、涂料、食品、干洗、电子、印刷、石化、啤酒、胶带、4S 店、家具等行业。由于各个行业的技术水平已经在全国具有同等水平，或者具有同等水平的技术需求，因此可以借鉴。实测中排气筒和厂界的监测结果如图 4.13 和图 4.14 所示。

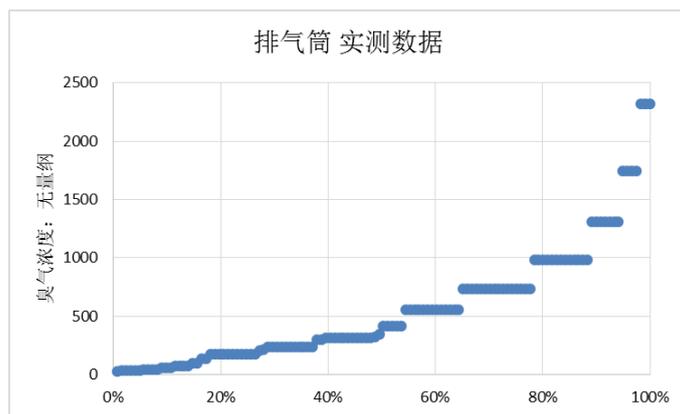


图 4.13 排气筒实测的臭气浓度

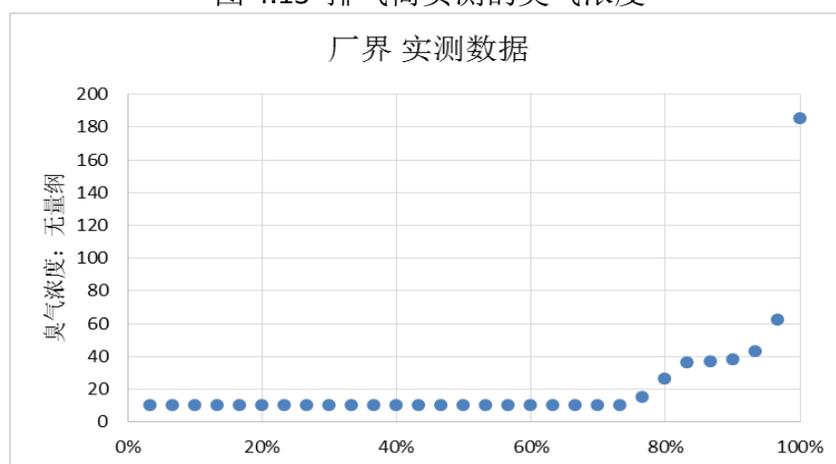


图 4.14 厂界的实测浓度

从实际测试结果来看，厂界还有相当一批企业是不能得到 20 的标准要求，占 20%左右。最高的甚至达到 185。

排气筒的数据也明显高于竣工验收或监督检查的统计数据。20%以上的企业的排放臭气浓度超过了 1000，40%的企业超过了 500。

4.6 宁夏自治区的行业特征

根据宁夏自治区的环境统计数据，自治区内的主要行业和基于产值的行业排名分别如表 4.7 所示。

表 4.7 宁夏回族自治区行业特征

行业分类	企业数量	工业总产值（当年价格）（万元）	工业废气排放量（万立方米）	单位产值的工艺废气排放量（M3/元）
热力生产与供应	224	2202.8	13867.7	6.3
火力发电	28	79507.3	1498039.0	18.8
金属及机械制造	46	29118.5	67921.3	2.3
金属冶炼	79	53108.9	210930.3	4.0
钢铁	11	53999.9	256994.7	4.8
非金属矿物制品制造	61	7355.3	5518.9	0.8
石墨及碳素制品制	65	5984.1	6308.2	1.1

造				
陶瓷制品	4	20596.9	93256.5	4.5
粘土砖瓦及建筑砌块制造	94	292.1	11651.4	39.9
水泥制品	3	1407.7	1591.0	1.1
石灰与石膏制造	9	211.1	5516.7	26.1
水泥制造	28	17604.2	311678.1	17.7
轮胎制造	1	112800.0	75428.0	0.7
医药制造	15	36889.8	92396.2	2.5
炸药	1	8400.0	15860.0	1.9
化学品制造	13	36344.5	4345.5	0.1
初级形态塑料及合成树脂	3	131961.5	275554.5	2.1
染料制造	5	14714.8	14957.9	1.0
化学农药制造	4	20219.8	21835.8	1.1
化肥制造	12	17647.0	162003.6	9.2
其他基础化学原料制造	13	30433.2	36221.8	1.2
有机化学原料制造	24	58316.6	262634.1	4.5
无机盐制备	25	19867.1	52054.0	2.6
无机酸、碱	14	4670.6	19065.5	4.1
炼焦	14	34571.0	177082.4	5.1
原油加工及石油制品制造	10	293257.3	87146.1	0.3
纸张及纸板制造	14	13002.5	34925.8	2.7
家具制造等	6	616.7	823.2	1.3
毛皮鞣制加工	16	68522.2	1661.4	0.0
食品制造	45	29320.5	66769.7	2.3
淀粉及淀粉制品	115	1215.2	415.5	0.3
石油开采	2	93854.0	2675.5	0.0
采矿	8	3496.5	50088.1	14.3
烟煤和无烟煤开采	61	38163.3	15205.7	0.4

4.7 宁夏回族自治区重点恶臭源及监测结果

4.7.1 医药发酵企业

全区共有医药发酵企业 7 家，它们是宁夏启元药业、宁夏泰瑞药业、宁夏伊品生物科技有限公司、宁夏泰益欣科技有限公司、丽珠集团宁夏福兴制药有限公司、丽珠集团宁夏新北江制药有限公司、宁夏大地丰之源有限公司。恶臭源来自生产工艺、污水处理系统和菌渣。经过多年的努力，各企业均对恶臭采取了有效治理，个别企业正在完善恶臭治理设施。恶臭污染治理设施正常运行状况时，厂界恶臭浓度满足标准限值要求。

(1) 宁夏启元药业

企业先后投资 2000 多万元对菌渣和污水处理系统产生的恶臭气体进行治理。对污水处理系统的调节池、水解酸化池、厌氧池采取密封措施，污泥处理车间将恶臭气体抽至锅炉焚烧，菌渣采取厌氧消化处理，产生的恶臭气体抽至锅炉焚烧，消化废渣和污泥压滤后送至青铜峡一家复合肥厂制造复合肥。

（2）宁夏多维药业有限公司

以蛋白粉做生产原料，污水处理系统产生恶臭。对调节池、水解酸化池、厌氧塔、污泥处理车间采取密封措施，将恶臭气体抽至锅炉焚烧，污泥压滤后送至复合肥厂制造复合肥。

（3）宁夏伊品生物科技有限公司

该公司以玉米为原料生产氨基酸，污水处理系统、生产工艺过程、复合肥车间产生恶臭气体。对污水处理系统的调节池、水解酸化池、厌氧塔进行密封，将恶臭气体抽至锅炉焚烧，复合肥车间的恶臭气体经两级喷淋、电捕集、生物过滤除臭、光微波处理后排放，菌渣和污水处理厂污泥送本公司复合肥车间制造复合肥。今年投资 4000 余万元对污水处理厂和生产系统及复合肥车间的恶臭气体收集处理系统进行改造，改造工程预计 7 月份全部完成。

（4）宁夏泰益欣科技有限公司

该公司属新建企业，以蛋白粉做生产原料，先后投资 1.7 亿元建设污水处理系统和恶臭治理系统，恶臭主要来自污水处理系统。该公司对污水处理系统产生恶臭的厌氧池、调节池、酸化池、消化塔加盖密封，将恶臭气体抽至锅炉焚烧，污泥压滤后送至锅炉焚烧。

（5）丽珠集团宁夏福兴制药有限公司

该公司是新建企业，以葡萄糖为生产原料，生产工艺不产生恶臭，菌渣产生量小，直接送公司锅炉焚烧，污水处理厂运行正常，每天产生污泥 20 吨，压滤脱水后送惠农公司处置。

（6）丽珠集团宁夏新北江制药有限公司

该公司以葡萄糖为生产原料，生产工艺不产生恶臭，菌渣产生量小，直接送公司锅炉焚烧，污水处理厂运行正常，每天产生污泥 20 吨，压滤脱水后送石嘴山市然尔特有限公司处置。

（7）宁夏大地丰之源有限公司

该公司的污水处理系统、提炼车间产生恶臭气体。污水处理系统的厌氧

池、调节池、酸化池加盖密封，恶臭气体收集后经 VU 光解处理后排放；提炼车间恶臭气体收集后经水浴、VU 光解后送至锅炉焚烧。菌渣和污泥压滤后送至宁夏危废处置中心处置。

4.7.2 污水处理厂

此次共调查污水处理厂 27 家，其中城市生活污水处理厂 24 个，占污水处理厂的 88.9%，工业园区污水处理厂 3 家，占 11.1%。污泥综合利用的有 3 家，占 11.1%；污泥填埋的有 12 家，占 44.4%；送污泥代处置中心的有 6 家，占 22.2%；仍暂存的有 1 家。城市生活污水处理厂污泥暂存或晾晒状况比较普遍，运送过程中普遍没有采取密闭措施，逸散恶臭气体。

4.7.3 垃圾填埋场

全区共有生活垃圾填埋场 8 个，在用的 7 个。均建设垃圾渗滤液收集池。渗滤液采取回喷处置的有 2 个，占 28.6%；自然蒸发的有 2 个，占 28.6%。渗滤液收集池基本未采取密封措施，渗滤液未及时回喷，逸散恶臭气体。其中银川垃圾填埋场现已停止垃圾填埋，但填埋场中有大量垃圾渗滤液，调查时有工作人员坐船在渗滤液上作业，存在严重环境安全隐患。

4.7.4 银川市污泥代处置中心

银川市污泥代处置中心是银川市在用污水处理厂污泥集中处置地，用污泥生产肥料。但运送到处置中心的污泥大量露天堆放、晾晒，逸散大量恶臭气体。

4.7.5 银川市保绿特生物技术科技有限公司

该公司处理银川市城区餐厨垃圾，新建厂址位于丰登镇。与生产线同时建设了废气处理设施，正在试生产。

4.7.6 银川中科环保电力有限公司

该公司以银川地区生活垃圾为燃料的发电企业，与生产线同步建设了废气、废水处理设施，垃圾分拣车间的臭气抽至锅炉燃烧，污染治理设施正常运行状况下，厂界臭气浓度达标。

4.7.7 典型污染源监测结果

(1) 统计结果

全自治区的典型企业的监测结果如表 4.8 所示。

表 4.8 自治区典型企业的监测结果

序号	行业类型	监测时间	监测项目	监测结果 (mg/m ³) 臭气浓度无量纲
1	精细化工	2012 年 8 月	厂界无组织硫化氢、臭气浓度	硫化氢: 0.001-0.014 臭气浓度: <10
2	脱硝改造工程	2013 年 7 月	厂界无组织氨	0.181-0.491
3	焦化工程	2013 年 11 月	厂界无组织硫化氢	0.002-0.009
4	生活垃圾焚烧	2014 年 11 月	厂界无组织氨、硫化氢	氨: 0.093-0.530 硫化氢: 0.006-0.056
5	生物医药	2014 年 12 月	厂界无组织氨、硫化氢	氨: 0.05-0.17 硫化氢: 0.006-0.018
6	水泥熟料	2015 年 5 月	厂界无组织氨	0.022-0.194
7	蛋氨酸	2015 年 6 月	厂界无组织氨、硫化氢	氨: 0.34-0.46 硫化氢: 0.009-0.028
8	合成氨尿素	2015 年 6 月	厂界、罐区周围无组织氨, 污水处理站周(场)界氨、硫化氢、臭气浓度	厂界氨: 0.46-0.69 罐区周(场)界氨: 0.62-0.69 污水周(场)界氨: 0.015-0.024 硫化氢: 0.011-0.021 臭气浓度: 10ND (未检出)
9	电解金属锰	2015 年 8 月	厂界无组织氨	0.69-1.12
10	生活垃圾焚烧	2015 年 9 月	厂界无组织氨、硫化氢	氨: 0.03-0.53 硫化氢: 0.011-0.017
11	焦化废气综合利用制烯烃	2016 年 11 月	污水站周(场)界氨、硫化氢、臭气浓度	氨: 0.02-0.53 硫化氢: 0.002L-0.014 臭气浓度: <10

12	蛋氨酸	2016年12月	厂界无组织氨、硫化氢	氨：0.21-0.44 硫化氢：0.010-0.022
13	化工项目和农药项目	2017年4月	厂界无组织氨、硫化氢	氨：0.02-0.26 硫化氢：0.002-0.031
14	发酵制药	2017年8月	厂界无组织氨、臭气浓度	氨：0.13-0.99 臭气浓度：10-85
15	生物药业	2017年8月	厂界无组织及车间有组织废气氨、臭气浓度	无组织氨：0.02-0.47 无组织臭气浓度：10-95 有组织氨：0.07-0.11kg/h 有组织臭气浓度：173-724
16	生物科技	2017年8月	厂界无组织氨、臭气浓度	无组织氨：0.10-0.80 无组织臭气浓度：10-83
17	生物科技			无组织氨：0.04-0.43 无组织臭气浓度：10-87
18	发酵制药			无组织氨：0.16-0.70 无组织臭气浓度：10-96
19	生物技术			无组织氨：0.02-1.59 无组织臭气浓度：10-82
20	发酵制药	2017年9月	厂界无组织氨、臭气浓度	无组织氨：0.07-0.78 无组织臭气浓度：<10-20
21	生物科技有限公司			无组织氨：0.03-0.61 无组织臭气浓度：10-16
22	发酵制药			无组织氨：0.03-0.66 无组织臭气浓度：<10-64
23	生物科技			无组织氨：0.06-0.57 无组织臭气浓度：<10-18
24	绿特生物技术			无组织氨：0.03-1.19 无组织臭气浓度：<10-38
25	生物科技	2017年10月-11月	厂界臭气浓度	臭气浓度：<10-20
26	生物科技	2017年11月	厂界臭气浓度	臭气浓度：<10-34
27	发酵制药	2018年1月	厂界臭气浓度	臭气浓度：<10-20
28	发酵制药	2018年1月	厂界臭气浓度	臭气浓度：<10-20

29	生物科技监测	2018年1月	厂界臭气浓度	臭气浓度：<10-20
----	--------	---------	--------	-------------

(2) 典型的排放口案例分析

- 吸收+脱水器+活性炭吸附
 - 22000m³/h, 硫化氢 1050mg/m³
 - 硫化氢去除效率 96.1%。
 - 投资：231.37 万元，日运行费用 1740 元/天， 3.14 元/kg。
- RTO
 - 风量 5000m³/h,
 - 进口臭气浓度 23442, 出口 550, 去除效率 97.7%。
 - 投资 130 万元，每万 m³ 废气投资 260 万元，运行费用 49 元/m³。
- 某污水处理公司：生物滤池
 - NH₃: 7-15mg/m³; 0.38kg/h~0.57kg/h;
 - 硫化氢: 0.41-0.57mg/m³; 0.019-0.028 kg/h
 - 臭气浓度: 55~98
- 高级氧化技术：等离子体和光催化技术
 - 异丁醛废气：进口臭气浓度 4169, 出口 309; 废气 3500m³/h。

(3) 典型的厂界的污染物的调研

宁夏自治区的实际测试结果不多，比较零星，因此不具备统计的意义，但从以下可以看出基本的污染物水平。

- 硫化氢：0.001-0.056 mg/m³
 - 按照现行标准（GB14554-93）：
 - 二级达标率 100%，一级：超标 22%，标准最大倍数 1.9 倍。
 - 本标准(本次征求意见稿)：
 - 工业集聚区：超标 11%，倍数 1.12 倍。非工业集聚区：超标 56%，倍数 2.8 倍。
- 氨：0.02-1.59 mg/m³
 - 现行标准（GB14554-93）：
 - 二级：超标 5%，倍数 1.06；一级：超标 15%，倍数 1.59
 - 本标准(本次征求意见稿)：
 - 非工业集聚区：超标 90%，倍数 7.95；工业集聚区：超标 67%，倍数 3.18。
- 臭气浓度：10-96
 - 现行标准（GB14554-93）：
 - 二级：超标 52%，倍数 4.8；一级：超标 94%，倍数 9.6

- 本标准(本次征求意见稿)
 - 工业集聚区：超标 52%，倍数 4.8；非工业集聚区：超标 94%，倍数 9.6。

4.7.8 企业的治理情况调研

典型企业及垃圾填埋场恶臭治理情况调查见表 4.9 和表 4.10。

表 4.9 典型企业恶臭污染源治理情况调查表

序号	单位名称	恶臭来源	设计处理能力	实际处理能力	产生量(污泥)	处理方式	备注
1	某药业有限公司	污水处理工艺尾气	5000m ³ /d	4000m ³ /d	污泥 20t/d 污水 2000t/d	对污水厌氧处理设施密闭加盖后, 统一收集系统运行中产生的尾气, 通过收集管网输送至热电厂, 使用锅炉焚烧处理	
2	某生物有限公司	产品烘干尾气	13 万 m ³ /(h·台)	8 万 m ³ /(h·台)	/	两级喷淋+电捕+生物过滤除臭+光微波	共 7 套, 实际烟气产生量等于处理量
3	某药业有限公司	污水站	污水处理能力 1.8 万 m ³ /d	实际处理量 4000m ³ /d	35t/d	厌氧消化(全封闭)	臭气封闭及处理装置共投入资金 500 万元左右
4	某生物有限公司	污水站	1.2 万 m ³ /d	1.2 万 m ³ /d	10m ³ /d	做堆肥	
5	某生物药业有限公司	污水处理	3000m ³ /h	3000m ³ /h	8t/a	收集+UV 光解	
		提炼车间闪蒸岗位	6 万 m ³ /h	6 万 m ³ /h	/	布袋除尘+水浴+UV 光解+锅炉焚烧	
		提炼车间二楼	2.5 万 m ³ /h	2.5 万 m ³ /h	/	收集+水浴+UV 光解	
6	某制药有限公司	发酵	/	/	/	未处理	
7	某制药有限公司	发酵	/	/	/	未处理	
8	某生物有限公司	废气	/	/	/	/	
9	某电力有限公司	废气	/	/	/	锅炉焚烧	

表 4.10 垃圾填埋场恶臭污染源调查情况表

序号	单位名称	恶臭来源	设计处理能力	实际处理能力	产生量（污泥）	处理方式	备注
1	某垃圾处理有限公司	生活垃圾	/	420 吨/d	/	填埋	
2	某工业固废处置场	工业固废	200 吨/d	4800 吨/d	/	填埋	
3	某垃圾填埋场	垃圾填埋	125 万方	11.68	/	填埋	
4	某垃圾无害化处理有限责任公司	渗滤液	10	8.1	/	回喷	
5	某生活垃圾填埋场	渗滤液	10	3.5	/	回喷	
6	某生活垃圾填埋场	渗滤液	140 万方/(10 年)	380t/d	/	自然蒸发	当渗滤液池外溢时会回喷（2014 年 7 月至今未回喷）
7	某生活垃圾填埋场	渗滤液	95 万方/（10 年）	110t/d	/	自然蒸发	100%回喷
8	某垃圾填埋场	/	/	/	/	/	

5、标准制定原则与体系建设

5.1 标准制定的原则

本标准制定的主要原则是：

（1）以科学发展观为指导，以实现经济、社会的可持续发展为目标，以国家环境保护相关法律、法规、规章、政策和规划为根据，通过制定和实施标准，促进环境效益、经济效益和社会效益的统一；

（2）充分考虑我国复合型、压缩型环境空气污染特征；综合考虑有利于保护生活环境、生态环境和人体健康。

（3）考虑恶臭污染的特殊性，基于周（场）界的人的嗅觉感官对应的臭气强度作为制定标准的依据，以达到不扰民的目的。

（4）与我国现行环境法律、法规、政策、标准协调衔接，体现恶臭污染排放标准在环境管理体系中的特殊作用；与国家地方的行业排放标准、综合排放标准相协调。

（5）坚持以防范环境风险，改善环境质量，保护人体健康为目的，以国内外先进控制技术为依据，在统一严格控制的同时，体现一定的灵活性，促进生产工艺和污染防治技术进步和产业结构优化调整。经济、技术发展水平和相关方的承受能力相适应，具有科学性和可实施性，促进环境质量改善。

（6）根据本国实际情况，可参照采用国外相关标准、技术法规；

（7）充分考虑现有企业达标过程，制定合理过渡期，新老污染源执行相同标准。

（8）促进行业清洁生产，体现恶臭污染的全过程控制；技术上可行、经济上合理、具有可操作性。

（9）制定过程和技术内容公开、公平、公正。

5.2 标准的定位

（1）标准是恶臭类大气污染物排放控制的基本要求。污染源排放应控制的污染物项目按照批复的排污许可证或环境影响评价文件执行。环境影响评价文件或排污许可证要求比本标准或地方标准严格时，应按批复环境影响评价文件或排污许可证执行。行业型排放标准和综合型排放标准未规定的项目，则可以参照本标准执行。

（2）与综合排放标准的关系：本标准实施后，恶臭污染物优先执行本标准，不再执行 GB6297-1996 中的要求。

（3）与行业型排放标准的关系：优先执行行业排放标准，行业型排放标准

未规定的恶臭污染物，按照本标准执行。比如表 3.24 中列出的国家《炼焦化学工业污染物排放标准》、《橡胶制品工业污染物排放标准》、《石油炼制工业污染物排放标准》、《石油化工污染物排放标准》等行业排放标准规定了氨或硫化氢等污染物的排放限值，这些行业的特征恶臭污染物优先执行向适用的行业污染物排放标准

5.3 标准制定的总体思路

(1) 按恶臭污染源的设立时间，分两个时段执行不同的标准，标准实施之日前设立的企业（现有设施）或环评文件已通过审批的恶臭污染源仍按现有排放标准执行，1年的过渡期后，执行新建污染源的排放标准。自实施之日起，新污染源则执行本标准的规定。

(2) 鉴于恶臭污染源分布广泛，除了工业企业外，还有市政设施生活设施等多种污染源。恶臭污染的特殊性，所以周（场）界的恶臭污染物的限值需要考虑不同区域的特征设置不同的限值。日本和欧美等国家均提出了限制区的概念，多数国家选择以环境质量为基准进行限值确定，因此本标准针对周（场）界限值按照工业集聚区和非工业集聚区进行分类制定限值。同时将工业集聚区细化为核心控制区和其他地区。。

(3) 针对排气筒的恶臭污染物排放限值仍考虑按照烟囱高度不同制定不同的排放速率，考虑到一些排放源的恶臭污染物的量比较大，可能烟囱比较高，因此给出了去除效率的要求，与排放速率两者选其一。

(4) 考虑到臭气浓度是个基于嗅辨的方式的指标，烟囱高度对稀释作用有一定的影响，目前日本、韩国、中国台湾地区都按照不同的高度执行不同的排放限值，因此考虑针对臭气浓度的排气筒排放限值，则按照不同高度制定不同的排放限值。关于高度区间的划分，考虑到现有的烟囱高度采取四舍五入的方式划分烟囱，因此本标准借鉴中国台湾地区的固定源排放标准，划分不同的烟囱区间。

(6) 坚持环境优先的原则，基于行业废气治理技术进步可达性，从严制定标准。

5.4 标准指标体系的确立

5.4.1 有组织排放的控制

不同的标准指标体系具有不同的适用条件。考虑到本标准定位为主要针对恶臭污染物控制，设置排放速率是国际通行的做法，但由于部分恶臭污染物实际上也归类到挥发性有机物，因此为了与 VOC 控制标准体系协调，所以增加了排放浓度限值的要求。针对某些特征污染物，为了避免造成限制企业规模化，

规定了污染物回收净化设施的去除效率作为视同排放速率达标的要求。

（1）最高允许排放浓度

考虑到恶臭污染物的特征，通常排放是不稳定的，很多国家选择的平均时间都比较少，比如加拿大的 10-30 分钟、美国的 2-15 分钟、澳大利亚的 3 分钟等。而目前我国的恶臭污染物排放标准并没有规定具体的采样时间，但规定的是连续源相隔 2 小时采样一次，共 4 次，取最大值；间歇源在最大气味的时间段采样，采样 3 次，取最大值。为了与当前挥发性有机物的控制方式保持延续性，因此设定为任意一小时最高允许排放浓度作为竣工环保验收的标准。

（2）恶臭污染物排放速率或者去除效率

在保留排放速率的基础上，在 30 米以下排气筒高度按照烟囱高度设置不同排放速率。为了避免造成限制企业规模化发展，规定了污染物控制设施的最低去除效率作为视同排放速率达标的要求。考虑到排放速率的主要目的是控制排放总量，因此仍延续 GB16297-1996 的等效排气筒达标的方式。

（3）臭气浓度排放限值

考虑到恶臭污染物排放的特点，生产方式多数为间歇式。同时恶臭污染物对外界的影响与排气量密切相关，因此考虑设置臭气浓度排放限值（4）恶臭排放强度

考虑到不同气量的恶臭污染气体尽管臭气浓度限值一致，但对环境的影响却有很大的不同。因此增加恶臭排放强度，通过臭气浓度与废气排放量的乘积来表征。

5.4.2 无组织排放的控制

对于间歇式生产企业，无组织排放是污染物重要的排放形式，特别是挥发性比较强的污染物。美国在强调了密闭化操作要求的基础上，提出了多种控制技术选择，然后根据其一选择作为达标的判断。

美国相关排放标准是规定了严格的过程控制技术规范，特别是关于小源的控制，重点是过程控制技术措施。德国的 TA-Luft 也同样在文本中严格地规定了生产各个环节的泄漏控制、维护保养规定，以减少 VOCs 的无组织排放。

根据《上海市大气污染防治条例》第五十一条：“……产生含挥发性有机物废气的生产经营活动，应当在密闭空间或者设备中进行，设置废气收集和处理系统，并保持其正常使用；……”，第六十二条：“产生粉尘、废气的作业活动具备收集或者消除、减少污染物排放条件的，作业单位和个人应当按照规定采取相应的防治措施，不得无组织排放。”因此本标准针对无组织排放控制，构建了如下体系：

（1）强化“全过程控制的技术要求”相关内容，即融入部分技术规范的要求。

（2）为了进一步监控企业对生产过程中挥发性污染物排放环节的收集效果，保留了周（场）界监控点浓度限值，并增加厂区监控点浓度限值。

（3）增加运行和排放管理的要求。

5.4.3 总量控制

为了强化总量控制的要求，在保留排放速率的同时，标准增加了恶臭污染物控制设施总净化效率的选择。

6、标准主要技术内容说明

6.1 标准技术内容框架

本标准包括：前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、恶臭污染物排放控制要求、监测要求、达标判定、实施与监督、附录共九个部分

6.2 适用范围的说明

不同标准的适用范围情况如 6.1 所示。由表 6.1 可见，恶臭污染物排放标准的适用范围是比较广泛的，既包括工业企业排放源，也包括市政设施的生活源。

表 6.1 现行恶臭污染物及相关行业排放标准 适用范围比较

标准	适用范围	说明
恶臭污染物排放标准 GB14554-93	适用于全国所有向大气排放恶臭气体单位及垃圾堆场的排放管理以及建设项目的环评、设计、军工及其建成的排放管理。	过于广泛；未说明与其他行业标准的执行关系；缺乏过程控制措施和排放监测技术。
石油化工污染物排放标准 (GB31571-2015)	石油化学工业及其生产设施	可能涉及的物种有乙苯、苯乙烯、二硫化碳、乙酸乙酯、丙烯酸、甲基丙烯酸甲酯等
合成树脂工业污染物排放标准 GB31572-2015	生产合成树脂的企业和利用合成树脂生产其他产品的过程。	可能涉及的物种有苯乙烯、丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯、甲基丙烯酸甲酯。
无机化学工业大气污染物排放标准 (GB31573-2015)	适用于无机酸、碱、盐、氧化物、氢氧化物、过氧化物以及单质工业企业水和大气污染物的排放限值、监测和监督管理要求。	可能涉及的物质：硫化氢、氨
本标准的适用范围	本标准适用于现有工业企业、市政设施及其他设施的恶臭污染物排放管理，以及新、改、扩建项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收及排污许可证核发及其投产后的恶臭污染物排放管理。	全部指标

6.3 术语和定义

本标准采用的术语和定义包括恶臭、臭气浓度、最高允许排放速率、排气筒高度、周（场）界监控点、现有污染源、新建污染源、工业集聚区、非工业集聚区、核心控制区和其他区域等术语

（1）恶臭气体

恶臭气体相关的定义比较如表 6.2 所示。

表 6.2 恶臭气体的定义

来源	定义	本标准选择
GB14554-93	恶臭：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：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
中国台湾固定源排放标准	异味物质	
恶臭环境科学词典	臭气：人的嗅觉感觉到的气味，一般多指不快气味；恶臭：是指给人以不快感、厌恶感的气味。	
臭味及挥发性有机物控制（周明显编著）	臭味物质：具有强烈气味的物质。	

（2）臭气浓度

表 6.3 臭气浓度的定义

来源	定义	本标准选择
GB14554-93	臭气浓度：指恶臭气体（异味）用无臭空气进行稀释，稀释到刚好无臭时，所需要的稀释倍数。	用无臭的清洁空气对恶臭样品稀释至嗅辨员感知阈值时的稀释倍数。 单位为无量纲。
GB14554 修订	臭气浓度是根据嗅觉器官实验法对臭气气味的大小予以数量化表示的指标，用无臭的清洁空气对臭气样品连续稀释至嗅辨员阈值时的稀释倍数叫做臭气浓度	

（3）恶臭排放强度

为了避免通过高风量稀释恶臭污染物排放，因此增加恶臭排放强度限值臭气浓度（稀释倍数）和排放气体流量的乘积，因此单位为（稀释倍数 $\times m^3/min$ ）

（4）工业集聚区和非工业集聚区

日本的划分方法是可以将整个城市作为一个统一的限制区，如长崎市；也可以根据政府的管控需要，将某城市划分工业区、居民区、商业区。

中国台湾地区将工业区定义为：工业用地的地区、零星工业区或者都市规划工业区。农业区的定义：都市规划农业区或者依法划定的区域经过都市规划主管机关认定属于农业经营的分区；依区域规划法划定的特定农业区、一般农业区、森林区及不属于上述分区的其他分区内使用地编定为农牧用地、养殖用地、林地用地及特定目的事业用地内作为农、牧业及其废水处理设施等用途的土地；其他经中央主管机关商中央农业主管机关认定的土地。

本标准的区域划分则比较困难。为了体现出宁夏回族自治区工业地块的性质和环境突出的问题，按照大气污染防治行动计划中的分类，分成工业集聚区和非工业集聚区：

工业集聚区：根据国家污染防治行动计划，由自治区人民政府确定的经济技术开发区、高新技术产业开发区、出口加工区等工业相对集中的区域。

非工业集聚区：除了工业集聚区以外的区域。

（5）核心控制区和其他区域

核心控制区：自治区人民政府划定的大气污染防治核心控制区，包括银川市兴庆区、金凤区、西夏区、贺兰县和永宁县。

其他区域：核心控制区以外的其他区域。

6.4 时间段的划分

根据国家行业及地方污染物排放标准制定的指导性文件，通常过渡期是 3-5 年，因此考虑到恶臭的特殊性，同时与宁夏回族自治区部分地区整治达标的的时间要求相吻合，最终确定过渡期为 1 年。

现有污染源、新建污染源的划分时间点为标准颁布实施后 1 年，以建设项目环境影响报告书批准日期界定时间段。自标准颁布实施日起，新建企业执行严格的排放控制要求，现有企业执行原有的排放控制要求，标准颁布实施 1 年后，现有企业执行新建企业的排放控制要求。

6.5 污染物控制项目选择

6.5.1 污染物控制项目确定原则

在筛选污染物控制项目的时候，遵循如下原则：

- （1）企业中具有较大的产生量（或排放量），并较为广泛地存在于大气环境；
- （2）有较大恶臭气味，嗅觉阈值变化范围大，容易引起对居民生活较为严重影响的物质。
- （3）国家恶臭污染物排放标准列入的污染物，全部列入本标准。
- （4）国内外其他恶臭污染相关标准中重要的控制污染物。

(5) 国际关注的，国内经过一定努力可以控制的污染物。

6.5.2 筛选范围和筛选方法

第一种方法：国家恶臭标准拟控制的项目，列为控制项目。

第二种方法：考虑嗅觉阈值。恶臭物质主要考虑嗅觉阈值的大小以及特殊的气味性。恶臭物质种类较多，常见的就有醛、酮、醇、酯、脂肪酸、芳香烃、含硫化合物和含氮化合物等几十种，原有标准 8 种特定恶臭物质仅含硫化合物就有 5 种，覆盖面小，适用范围窄，不利于恶臭污染的防治，而目前日本、韩国等国家的《恶臭防止法》中的受控物质均达到了 22 种。本次标准制定将依据恶臭物质特点、宁夏回族自治区的行业分布特点、国外相关标准以及监测分析方法等几方面筛选本标准管控的特征污染物。

第三种方法：进行国内外恶臭污染物控制项目的选择，考虑国内外控制标准的控制项目的比较进行筛选。

第四种方法：恶臭物质的重要特点是嗅觉阈值应明显低于健康风险值，即人闻到物质的气味时不会对人体健康造成危害。本标准将TWA 值或MAC 值除以50 作为污染物的健康风险值、美国的多介质环境目标值提供的 AMEG 作为基准进行筛选。其中日本 90 年代提出的 223 种物质作为备选范围之一。

第五种方法：比较《恶臭环境科学词典》和《恶臭环境管理与污染控制》附录 13 中有嗅觉阈值的物种进行比较。

第六种方法：采用嗅觉指数的方法来进行判断，即 O.I.值达标者产生嗅味的能力。

第七种方法：基于当前重点区域检测率比较高的或企业检测率比较高的物质。

6.5.3 筛选结果

(1) 嗅觉指数

根据嗅觉指数，提出的强嗅味物质和中嗅味物质如表 6.4 所示。除了臭味指数外，还需要考虑嗅阈值的大小，主要的嗅阈值如表 6.5 所示。

表 6.4 基于嗅觉指数的筛选过程

嗅味感觉程度	具体物质	筛选物质	筛选依据
强嗅味物质	乙醛、丁烯、丁硫醇、丁醛、氯丁二烯、氯化氰、癸烯、二甲基硒、二乙基硫醚、二异丙基醚、二甲基硫醚、丁酸乙酯、乙醚、乙硫醇、甲醛、紫罗兰酮、硫化氢、异戊酸异戊酯、异戊基硫	恶臭污染物控制：丁醛、硫化氢、甲硫醇、丙醛、二甲基硫醚、 国家综合排放标准 GB16297：乙醛、甲醛、光气	健康效应的考虑以及实用频率。

	醚、异丁烯、异丙基硫醇、丁酸甲酯、甲硫醇、1-戊烯、异氰酸苯酯、光气、丙醛、正丙硫醇	其余污染物：缺乏分析方法、实际调研中应用较少，归于 NMHC 等控制。	
中嗅味物质	异硫氰酸丙烯酯、氨、1, 2-环氧丁烷、丁硫醚、二硫化碳、三氯乙醛、巴豆醛、环己烷、二乙胺、二甲胺、二异丙胺、二甲基乙醇胺、二丙胺、乙胺、己酸己酯、乙烯亚胺、戊酸乙酯、2-庚酮、氯化肉桂醇、氰化氢、乙酸异戊酯、丙烯酸异丁酯、异丙胺、异戊酸、甲胺、氯甲烷、2-甲基-2-乙基吡啶、甲基异丙烯基酮、甲基丙烯酸甲酯、2-甲基戊醛、水杨酸甲酯、2-辛醇、壬酸、2, 4-戊二酮、 α -甲基吡啶、 β -蒎烯、丙酸、1, 2-丙二胺、四甲苯、三乙胺、三甲胺、戊酸、香草醛、乙酸乙烯酯	恶臭污染控制：氨，二硫化碳、三甲胺	
		综合排放标准：氰化氢	
		其他污染物：缺乏分析方法，同时也未有很高检出率。归于 NMHC 统一控制。	

表 6.5 按照嗅阈值进行分类的恶臭污染物

嗅阈值 (mg/m^3)	恶臭污染物	选择控制项目
≤ 0.01	甲硫醇、戊醛、正庚醛、正癸醛、异戊醇、间甲酚、甲基烯丙基硫、正丙基硫醇、异丁基硫醇、正戊基硫醇、噻吩、吡啶、丁酸乙酯、戊酸乙酯、异戊酸丙酯、丙烯酸异丁酯、1-辛烯、1, 2, 3, 4-四甲基苯、双乙酰（2,3-丁二酮）、三甲胺、甲硫醚、正丁酸、异戊酸、正丁醛、异戊醛、正辛醛、丙烯醛、正壬醇、二乙基硫、二硫化烯丙基、异丙基硫醇、仲丁基硫醇、异戊基硫醇、四氢噻吩、粪臭素（3-甲基吡啶）、异丁酸乙酯、丁酸异丁酯、异戊酸乙酯、丙烯酸乙酯、1-壬烯、对二乙苯、异己酸、臭氧、硫化氢、异丁醛、正己醛、正壬醛、正癸醇、邻甲酚、烯丙基硫、乙基硫醇、正丁基硫醇、叔丁基硫醇、正己基硫醇、异丁胺、异丁酸甲酯、丙烯酸正丁酯。	甲硫醇、戊醛、三甲胺、甲硫醚、丁醛、硫化氢
≤ 0.10	丙酸、正戊酸、丙醛、柠檬烯、异丁醇、乙酸异丁酯、异丁烯醛、正己醇、异辛醇、二乙基二硫醚、甲胺、异丙胺、醋酸仲丁酯、丙酸异丙酯、丁酸异丙酯、异丁酸异丙酯、丙烯酸甲酯、异丙苯、间乙级甲苯、1,2,3,4-四甲基苯、乙苯、 α -蒎烯、正庚醇、苯酚、乙胺、三乙胺、丙酸乙酯、丙酸丁酯、丁酸甲酯、戊酸甲酯、异戊酸丁酯、对乙基甲苯、1,2,3,5-四氢化萘、甲基正戊基甲酮、二甲二硫、异丁酸、乙醛、异戊二烯、乙酸丁酯、丁烯醛、正辛醇、二甲胺、乙酸己酯、异丁酸甲酯、丁酸丙酯、异戊酸甲酯、戊酸丙酯、异戊酸异丁酯、正丙基苯、邻二乙苯、正丁苯、乙酸、甲基戊基甲酮。	丙醛、二甲二硫、乙酸丁酯、乙苯

由表 6.5 可见，即使是小于 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ 的物种也是非常多的。即使嗅觉指数显示处于强嗅味物质，但还需要考虑嗅觉阈值大小。因此，选择检出率比较高

的、重点行业使用频繁的污染物，且有一定的分析方法的项目列为恶臭特征污染物控制项目。

(2) 《恶臭环境管理与污染控制》和《恶臭环境科学词典》

《恶臭环境管理与污染控制》附录 13 中收录了 198 种恶臭物质的嗅阈值，包括醛类、醇类、硫醇类、胺类、脂肪酸类、酯类、烃类、酮类等物质，该附录中所有物质的嗅阈值均由三点比较式臭袋法测试得到，单位均为体积 ppm (10^{-6} , v/v)。该附录中，各物质的嗅阈值未标明感觉阈值或识别阈值，鉴于该书正文中 (P5) 明确“通常所说的阈值是指检知阈值（即感觉阈值）”，据此推定该附录中所指嗅阈值应为感觉阈值。

《恶臭环境科学词典》附录分为两部分，第一部分为“空气介质中恶臭物质阈值表”，该表中收录了约 272 种物质的嗅阈值，第二部分为“Hellman 报告的臭气物质嗅觉阈值”，该表收录了 100 种物质的嗅阈值。

经比对，《恶臭环境管理与污染控制》附录 13 中所列的 198 恶臭物质与“空气介质中恶臭物质阈值表”中所列的 272 种恶臭物质中，有 50 种恶臭物质被同时收录，详见表 6.6。

表 6.6 同时被《恶臭环境管理与污染控制》附录 13 和“空气介质中恶臭物质阈值表”收录的 50 种恶臭物质名称

1,3-丁二烯	丙烯	甲胺	三氯乙烯	异丙醇
1-戊烯	丙烯腈	甲胺	三乙胺	异丙基苯
氨	丙烯醛	甲苯	四氯化碳	异丁醇
苯	臭氧	甲醇	四氯乙烯	异丁醛
苯酚	丁酮	甲基异丁基酮	烯丙基硫	异戊醛
苯乙烯	二甲胺	甲醛	乙醇	异戊酸
丙醛	二硫化碳	间二甲苯	乙醛	正丙醇
丙酸	二氯甲烷	硫化氢	乙酸	正丁胺
丙酸丁酯	二氧化硫	噻吩	乙酸己酯	正丁醇
丙酮	二乙胺	三氯甲烷	异丙胺	正丁酸

由表 6.6 中可见，GB14554-93 仅管控了硫化氢、二硫化碳、苯乙烯、氨四种污染物，本标准则选择增加甲基异丁基酮、丙醛、丁酮作为控制项目。其余项目归于臭气浓度统一控制。

经比对，《恶臭环境管理与污染控制》附录 13 中所列的 198 恶臭物质与“Hellman 报告的臭气物质嗅觉阈值”中所列的 100 种恶臭物质中，有 24 种恶臭物质被同时收录，详见表 6.7 所示。

表 6.7 同时被《恶臭环境管理与污染控制》附录 13 和“Hellman 报告的臭气物质嗅觉阈值”收录的 24 种恶臭物质名称

丙醛	异戊酸	异丁醇	苯
异丁醛	丙烯	乙胺	甲苯
甲醇	异丁烯	异丙胺	苯乙烯
正丙醇	二乙胺	正丁胺	异丙基苯
异丙醇	乙酸	三乙胺	丙酮
正丁醇	1,3-丁二烯	丙酸	甲基异丁基酮

GB14554 仅仅管控了苯乙烯。因此综合表 6.6 和表 6.7，选择丙醛、甲基异丁基酮增加到恶臭污染控制项目，其余的项目在分析方法方面比较缺乏，在调研中，使用率不高，因此不再列为控制特征污染物项目。

经比对，“空气介质中恶臭物质阈值表”中所列 272 种恶臭物质与“Hellman 报告的臭气物质嗅觉阈值”中所列的 100 种恶臭物质中，有 71 种被同时收录，详见表 6.8。

表 6.8 同时被“空气介质中恶臭物质阈值表”和“Hellman 报告的臭气物质嗅觉阈值”收录的 70 种恶臭物质名称

乙酸酐	二丁胺（正丁胺）	1,2-乙二胺	α -甲基苯乙烯	乙酸异丙酯
1,3-丁二烯	二聚环戊二烯	环氧乙烷	2-甲基-1-戊醇	异丙胺
丁醛	二乙基乙醇胺	2-乙基己醇	甲基戊醇	丙烯
异丁醇	二乙胺	丙烯酸-2-乙基己酯	吗啉	丙邻二胺
乙酸异丁酯	二异丁基甲醇	亚乙基降冰片烯	N-乙基吗啉	二氯丙烯
丙烯酸异丁酯	二异丁基酮	乙二醇二乙酸酯	2,4-戊二酮	异丙醚
正丁胺	二甲基乙醇胺	1-己醇	异戊酸	苯乙烯
异丁基溶纤剂（乙二醇-异丁醚）	1,4-二氧杂环己烷	异亚丙基丙酮	n-戊醇	氧化苯乙烯
1-氯丁烷	1,3-二氧戊环	甲醇	乙酸戊酯	原硅酸四乙酯
异丁醛	乙酸乙酯	乙酸甲基戊酯	异佛尔酮	甲苯
乙酸溶纤剂	丙烯酸乙酯	2-甲基丁醇	丙醛	三氯三氟乙烷
异丙基苯	乙胺（溶液）	甲基异丁基酮	丙酸	三乙胺
环己酮	2-乙基丁醇	异丁烯酸甲酯	丙酮	甲基乙醇胺
双丙酮醇	乙烯	2-甲基戊醛	丙烯酸	异癸醇
二异丙基胺				

从表 6.8 中可见，项目比较多，很多物质在本次调研中没有太多的发现，本次标准拟考虑将丁醛、乙酸乙酯、甲基异丁基酮、丁酮增加为重点关注的恶臭特征污染物。

（3）基于嗅觉阈值与健康风险阈值的比较

根据常规的认识，恶臭物质作为一类管控的污染物，通常指的是有别于健

康影响的物质，即其重要特点是嗅觉阈值应明显低于健康风险值，即人闻到物质的气味时不会对人体健康造成危害；只有符合该条件，才可称之为恶臭物质。

根据国家环境保护恶臭污染控制重点实验室对223种物质中56种物质的嗅觉阈值和健康风险值进行了对比的结果，筛选了嗅觉阈值低于健康风险值的物质，并结合日本和韩国《恶臭防止法》中的受控物质和分析方法进行了筛选，最终确定了16种建议关注的污染物。如表6.9所示。

表 6.9 受控污染物的选择依据

序号	物质名称	分子式	CAS 号	气味特点	主要来源
1	氨	NH ₃	7664-41-7	刺激性恶臭气味	化工、化肥、制药、合成纤维、塑料、染料、制冷剂、污水处理站、固体废物填埋、生物发酵过程、厌氧消化过程等
2	三甲胺	C ₃ H ₉ N	75-50-3	鱼腥味	海产品加工、制药、农药、化纤溶剂、皮革加工等
3	硫化氢	H ₂ S	7783-06-4	臭鸡蛋味	石油化工、化工、造纸、污水处理、垃圾处理等
4	甲硫醇	CH ₄ S	74-93-1	烂菜心味	石油化工、合成树脂、医药、农药、污水处理、固体废物填埋、生物发酵等
5	甲硫醚	C ₂ H ₆ S	75-18-3	烂白菜味	石油化工、农药、化肥等
6	二甲二硫	C ₂ H ₆ S ₂	624-92-0	洋葱味	石油化工、农药等
7	苯乙烯	C ₈ H ₈	100-42-5	芳香气味	合成橡胶、合成塑料、制药、农药等
8	乙苯	C ₈ H ₁₀	100-41-4	芳香气味	有机合成、涂料、制药等
9	丙醛	C ₃ H ₆ O	123-38-6	水果香味	制药、食品、轻纺、饲料、涂料、塑料等
10	丁醛	C ₄ H ₈ O	123-72-8	花香、水果香味	有机合成、制药、香精香料等
11	戊醛	C ₅ H ₁₀ O	110-62-3	脂肪臭味	香精香料、橡胶等
12	乙酸乙酯	C ₄ H ₈ O ₂	141-78-6	果香味	精细化工、香精香料、制药、涂料、涂装等
13	乙酸丁酯	C ₆ H ₁₂ O ₂	123-86-4	果香味	精细化工、香精香料、制药、涂料、涂装等
14	甲基乙基酮	C ₄ H ₈ O	78-93-3	类似丙酮气味	医药、涂料、染料、洗涤剂、香料和电子等
15	甲基异丁基酮	C ₆ H ₁₂ O	108-10-1	令人愉快的香味	喷漆、涂料、香精香料、橡胶等
16	二硫化碳	CS ₂	75-15-0	烂萝卜味	粘胶纤维、杀虫剂、橡胶等。

（4）宁夏自治区地区行业特征恶臭污染物

宁夏自治区的重点行业是医药制造、生物发酵过程和煤化工产业。

生物发酵过程的重要行业是医药制造行业。根据前面的分析，生物发酵过

程的主要特征污染物有丁醇、丙酮、硫化氢、甲硫醇等。发酵制药中未考虑丙酮和丁醇，主要是因为臭气浓度已经足够控制丙酮和丁醇。

针对煤化工基地，2017年在宁东基地开展的VOCs的监测中，在线监测：运用SPIMS采集环境空气进行连续在线监测。离线分析：依据环保部的标准方法《固定源污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法 HJ732-2014》中规定的样品采集方式进行采集，运用SPIMS对采集的气袋进行分析。结果发现主要的污染物是二甲苯（乙苯）、三甲基苯、二乙基苯、甲苯、苯、己烯、丙硫醇、己硫醇（甲硫醚）、二甲基二硫醚、甲硫醇、丙烯、戊烯、己烯、乙苯（二甲苯）、四氢呋喃、醋酸乙烯（1,4-丁内酯）、醋酸甲酯、乙硫醇。

从以上可以看出，除了一些苯系物可以由综合排放标准控制外，可以列入恶臭污染物控制的是乙苯、甲硫醇、甲硫醚、二甲基二硫、乙硫醇等。

6.6 标准限值的确定依据

6.6.1 周（场）界监控点标准限值的确定方法

（1）基于技术和经济可行性

根据调研的数据，拟选择取60%左右达标限值作为指定标准的基本依据，然后根据与国内外的相关标准比较，同时兼顾当前先进企业、当前技术可行性进行筛选和确定标准限值。

（2）多介质环境目标值：作为与健康的对比比较依据。

多介质环境目标值（Multimedia Environmental Goals，缩写为MEG）是美国环保局（EPA）工业环境实验室推算出的化学物质或其降解产物的环境介质（空气、水、土）中的含量以及排放量的限定值。早在1977年，美国环保局工业环境实验室就建立了MEG方法，并在1980年对其进行了增补，其目的是为当时正在建立的一整套综合环境评价方法服务的。即用这套方法进行环境评价时，是将所得的评价对象的环境监测数据与MEG进行比较，从而来衡量污染物对环境影响的程度。依据其影响程度给污染物“排队”，然后，再对排放流和产生排放流的工艺给环境带来的潜在影响，以及针对该工艺的污染控制设施的效果进行定量的评价。

MEG包括周围环境目标值（Ambient MEG，缩写为AMEG）和排放环境目标值（Discharge MEG，缩写为DMEG）。周围环境目标值表示化学物质在环境介质中可以容许的最大浓度（估计生物体与这种浓度的化学物质终生接触都不会受其有害影响）。AMEG主要是由经验数据推算出来的，所以也叫估计容许浓度（Estimated Permissible Concentrations，缩写为EPC）。排放环境目标值是指生物体与排放流短期接触时，排放流中化学物质的容许浓度。DMEG实际上是排放流中未被稀释的chemical物质的最大容许浓度。在该浓度下，化学物质引起

的急性毒副作用最小，所以又叫最小急性毒作用排放值（Minimum Acute Toxicity Values，缩写为 MATE）。MEG 值分别由阈值、推荐值以及经验数据确定，此 3 种值互为补充，取其较小、保守值。估算 MEG 所依据的各项毒理学数据含义分别如下。

① 阈值。美国政府工业卫生学家协会(ACGIH)对工作场所空气中有毒物质制定的职业接触限值。它分为 3 种规定的浓度：①8 h 时间加权平均浓度(TLV—TWA)；②短时间接触限值(TLV—STEL)；③上限值(TLV—C)。一般采用第一种浓度值。

② 推荐值。美国国家职业安全和卫生研究所(NIOSH)制定的车间空气最高浓度推荐值。

③ LD₅₀。半数致死量，即在一定的实验条件下，引起受试动物半数死亡的剂量(一般取大鼠经口给毒的LD₅₀。若无此数据，可取与其接近的毒理学数据，单位为mg/kg)。

④ LD_{L0}。实验动物的最低致死剂量，表示在某实验总体的一组受试动物中，仅引起个别动物死亡的剂量。

推导AMEG_{AH}的模式是MEG法的核心，其他项目的MEG推导模式都是在此基础上扩展得到的。以对健康影响为例，用毒理学资料估算AMEG的模式见表 6.11。其中AMEG_{AH}是一个与大气中污染物最高容许浓度有着同等意义的参数，有化合物的阈值或LD₅₀推算出。

表6.11 估算AMEG的模式

项目	方法	公式
AMEG _{AH}	由阈值（单位为mg/m ³ ）或推荐值进行推算	AMEG _{AH} =阈值/420×10 ³ （μg/m ³ ） (式1)
	以大鼠经口给毒的LD ₅₀ 为依据	AMEG _{AH} =0.107*LD ₅₀ （μg/m ³ ）(式2)

(3) 恶臭污染物质的周（场）界限值

由于恶臭污染是直接作用于人的嗅觉的感官污染，因此国外针对恶臭的环境或者厂界的浓度限值均依据恶臭物质浓度与人的嗅觉刺激程度作为制定依据。恶臭物质浓度与人的嗅觉刺激程度的关系同样遵循韦伯-费希纳公式。

$Y=K \lg X+a$ 。其中 Y 为感觉强度；X 为污染物浓度；K，a 为常数。这个定律说明了人的一切感觉，包括视觉、听觉、味觉、嗅觉、电击觉等等，其感觉强度与刺激量的对数成正比。建立臭气强度与恶臭污染物的浓度的对应关系，依据臭气强度计算对应的恶臭污染物的浓度限值。表 6.12 已经列入了恶臭污染物与臭气强度的关系。

根据以上物质浓度与臭气强度的对应关系计算每个受控物质臭气强度 1 级、1.5 级和 0.5 级的对应的浓度值，结合与综合排放标准、AMEG 确定的结果

进行了对比，筛选了作为非工业集聚区和工业集聚区的恶臭排放源周（场）界浓度标准值。

6.6.2 周（场）界监控点标准限值的确定结果

（1）基于臭气强度计算结果

基于臭气强度的计算结果如表6.12所示。由表6.12可见，中国台湾地区提供的计算结果普遍比天津环科院的计算结果要低很多。由根据国家环境保护恶臭污染控制重点实验室、天津市环科院等的测定结果更符合我国的实际情况，因此首先选择国家环境保护恶臭污染控制重点实验室的计算结果作为计算依据，未有的公式的计算参照中国台湾地区的计算结果进行计算。

表6.12 基于臭气强度计算结果

臭气强度	基于天津环科院的计算公式				基于中国台湾地区的计算结果			
	0	0.5	1	1.5	0	0.5	1	1.5
氨	0.03	0.09	0.25	0.69	0.03	0.06	0.11	0.23
三甲胺	0.0035	0.0097	0.026	0.07	2.3E-05	8.13E-05	0.0003	0.0011
硫化氢	0.003	0.007	0.015	0.033	6.7E-05	0.00022	0.00075	0.0025
甲硫醇	4.5E-05	0.00015	0.0005	0.0017	3.5E-05	8.7E-05	0.00022	0.00055
甲硫醚	0.001	0.003	0.008	0.023	1.73E-05	7.6E-05	0.00033	0.0014
二甲二硫	0.001	0.004	0.01	0.03				
苯乙烯	0.099	0.19	0.36	0.69	0.031	0.069	0.15	0.35
乙苯	0.11	0.27	0.62	1.46				
丙醛	0.004	0.012	0.0331	0.090				
丁醛	0.003	0.0077	0.019	0.045				
戊醛	0.0016	0.0041	0.011	0.028				
乙酸乙酯	1.54	2.94	5.61	10.69				
乙酸丁酯	0.015	0.034	0.077	0.17				
甲基乙基酮	0.18	0.40	0.91	2.06	2.67	4.98	9.27	17.3
甲基异丁基酮	0.092	0.18	0.35	0.68				

（2）氨

氨的周（场）界浓度限值确定情况如表6.13所示。

表6.13 氨的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果		中国台湾地区	
	1级	1.5级	1级	1.5级
氨	0.25	0.69	0.11	0.23
国家恶臭污染物排放标准（GB14554-93）	一级：1.0，二级 1.5			
日本	工业区：1.5-3.8；非工业区：0.76-1.5			
韩国	工业区：1.5；非工业区：0.76			
中国台湾地区	0.76（1ppm）			
居住区最高允许浓度 TJ36-79	0.2（一次值）			
前苏联居住区最高允许浓度	0.2（一次值）			
AMEG	0.043			
上海市城镇污水处理厂大气污染物排放标准（DB31/982-2016）	1.0			
无机化学工业污染物排放标准（GB31573-2015）	0.3			
嗅觉阈值	0.23			
作业场所限值 TWA	20			
TWA/50	0.4			
实测浓度	未检出~1.59			
RfC	0.5			

企业实测浓度都比较低，在0.45mg/m³以下，达标情况很好。

根据以上的比较，非工业集聚区的厂界标准按照1级强度下确定为0.2mg/m³，一方面与居住区的最高允许浓度限值相协调，同时与嗅觉阈值也保持一致。

工业集聚区的周（场）界限值参照1.5级强度，兼顾RfC值取值为0.5mg/m³。

（3）三甲胺

三甲胺的周（场）界浓度限值确定依据如表6.14所示。

表6.14 三甲胺的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果		中国台湾地区	
	1级	1.5级	1级	1.5级
三甲胺	0.026	0.07	0.0003	0.0011
国家恶臭污染物排放标准（GB14554-93）	一级：0.05，二级 0.08			
日本	工业区：0.053-0.18；非工业区：0.013-0.053			
韩国	工业区：0.05；非工业区：0.013			
中国台湾	0.05（0.02ppm）			
居住区最高允许浓度 TJ36-79	--（一次值）			
前苏联居住区最高允许浓度	--（一次值）			
作业场所接触限值 TWA	24			
TWA/50	0.48			
AMEG	0.06			

企业目前基本上没有实测数据；但有零星的企业设计和例行监测的数据。

基于以上分析，工业集聚区参照1.5级计算的结果 $0.07\text{mg}/\text{m}^3$ 控制；而非工业集聚区则参照现有恶臭污染物排放标准一级标准控制为 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ 控制，与中国台湾地区的一致。

（4）硫化氢

硫化氢的周（场）界浓度限值确定依据如表6.15所示。

表6.15 硫化氢的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m^3)

污染物	计算结果		中国台湾地区	
	1 级	1.5 级	1 级	1.5 级
硫化氢	0.015	0.033	0.00075	0.0025
国家恶臭污染物排放标准 (GB14554-93)	一级: 0.03, 二级 0.06			
日本	工业区: 0.09-0.3; 非工业区: 0.03-0.09			
韩国	工业区: 0.095; 非工业区: 0.03			
居住区最高允许浓度 TJ36-79	0.01 (一次值)			
前苏联居住区最高允许浓度	0.008 (一次值)			
AMEG	0.036			
城镇污水处理厂大气污染物排放标准 (DB31/982-2016)	0.03			
作业场所 MAC	10			
MAC/50	0.5			
加拿大 (POI 标准)	0.03			
WHO	0.15 (健康), 0.007 (感官)			
RfC	0.002			
实测浓度	ND~1.7			

基于以上分析，非工业集聚区参照I级强度计算值 $0.02\text{mg}/\text{m}^3$ 控制，工业集聚区则参照1.5级臭气强度计算值兼顾国家现行二级标准 $0.06\text{mg}/\text{m}^3$ 略加严到 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ 控制。

（5）甲硫醇

甲硫醇的周（场）界浓度限值确定依据如表6.16所示。

表6.16 甲硫醇的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

序号	污染物	计算结果		
		1 级	1.5 级	
1	甲硫醇	0.0005	0.0016	
其他标准调研结果				
2	国家恶臭污染物排放标准 (GB14554-93)	一级：0.004，二级 0.007		
3	日本	工业区：0.009-0.02；非工业区：0.004-0.009		
4	韩国	工业区：0.009；非工业区：0.004		
5	居住区最高允许浓度 GB 18056-2000	0.0007（一次值）		
6	前苏联居住区最高允许浓度	0.000009（一次值）		
7	AMEG	0.0024		
8	城镇污水处理厂大气污染物排放标准 (DB31/982-2016)	0.004		
9	澳大利亚地面标准	0.0009		
10	实测数据	n.d~0.022		

基于以上分析，非工业区参照1.5级恶臭强度的计算值制定限值0.002mg/m³，工业区参照日本和韩国非工业区的标准，确定为0.004mg/m³控制。

(6) 甲硫醚

甲硫醚的周（场）界浓度限值确定依据如表6.17所示。

表6.17 甲硫醚的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果		
	1 级	1.5 级	
甲硫醚	0.008	0.02	
国家恶臭污染物排放标准 (GB14554-93)	一级：0.03，二级 0.07		
日本	工业区：0.14-0.55；非工业区：0.028-0.14		
韩国	工业区：0.14；非工业区：0.028		
居住区最高允许浓度	--（一次值）		
前苏联居住区最高允许浓度	--（一次值）		
AMEG	0.043		
加拿大 POI 标准	0.03		

基于以上分析，非工业集聚区则参照1级臭气强度计算结果0.01mg/m³控制，工业集聚区参照1.5级臭气强度计算结果0.03mg/m³控制。

(7) 二甲二硫

二甲二硫的周（场）界浓度限值确定依据如表6.18所示。

表6.18 二甲二硫的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果			
	1 级	1.5 级		
二甲二硫	0.01	0.03		
国家恶臭污染物排放标准 (GB14554-93)	一级：0.03，二级 0.06			
日本	工业区：0.13-0.42；非工业区：0.038-0.13			
韩国	工业区：0.13；非工业区：0.038			
居住区最高允许浓度	--（一次值）			
前苏联居住区最高允许浓度	--（一次值）			
AMEG	0.162			
RfC	1.0			
实测值	N.D~0.065			

基于以上分析，工业集聚区参照现有的恶臭污染物排放标准的二级标准 0.06mg/m³控制。非工业集聚区则按照日本和韩国的非工业区的标准限值 0.04mg/m³确定。

（8）苯乙烯

苯乙烯的周（场）界浓度限值确定依据如表6.19所示。

表6.19 苯乙烯的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

序号	污染物	计算结果			
		1 级	1.5 级		
1	苯乙烯	0.36	0.7		
其他标准调研结果					
2	国家恶臭污染物排放标准 (GB14554-93)	一级：3.0，二级 5.0			
3	日本	工业区：3.7-9.3；非工业区：1.9-3.7			
4	韩国	工业区：3.7；非工业区：1.9			
5	居住区最高允许浓度	0.01（一次值）			
6	前苏联居住区最高允许浓度	0.003（一次值）			
7	AMEG	1.0			
8	加拿大 POI 标准	0.4			
9	澳大利亚地面浓度	0.23			
10	RfC	1.0			

基于以上分析，非工业集聚区参照臭气强度1.5计算得到的0.7mg/m³控制。工业集聚区则参照AMEG和RfCd值确定为1.0 mg/m³确定。

（9）二硫化碳

二硫化碳的周（场）界浓度限值确定依据如表6.20所示。

表6.20 二硫化碳的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果			
	1 级	1.5 级		
二硫化碳	0.5	2.0		
国家恶臭污染物排放标准（GB14554-93）	一级：2.0，二级 3.0			
日本	--			
韩国	--			
居住区最高允许浓度	0.04（一次值）			
前苏联居住区最高允许浓度	0.03（一次值）			
AMEG	0.143			
加拿大 POI 标准	0.33			
RfC	0.7			
澳大利亚地面浓度	0.042			

基于以上分析，工业集聚区参照现有RfC制定为0.7mg/m³控制。非工业集聚区则按照加拿大的0.3mg/m³确定。

（10）丙醛

丙醛的周（场）界浓度限值确定依据如表6.21所示。

表6.21 丙醛的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果			
	1 级	1.5 级		
丙醛	0.03	0.09		
国家恶臭污染物排放标准（GB14554-93）	---			
日本	工业区：0.26-1.3；非工业区：0.13-0.26			
韩国	工业区：0.26；非工业区：0.13			
居住区最高允许浓度	---			
前苏联居住区最高允许浓度	--			
AMEG	0.065			
加拿大 POI 标准	0.007-0.010			
RfC 值	0.008			
澳大利亚地面浓度	---			

基于以上分析，非工业集聚区参照AMEG浓度限值确定为0.06mg/m³，工业集聚区的限值参照1.5级臭气强度计算值，结合日本最为严格标准确定为0.20mg/m³确定。

（11）丁醛

丁醛的周（场）界浓度限值确定依据如表6.22所示。

表6.22 丁醛的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果			
	1 级	1.5 级		
丁醛	0.06	0.14		
恶臭标准（GB14554-93）		---		
日本		工业区：0.097-0.26；非工业区：0.029-0.097		
韩国		工业区：0.097；非工业区：0.029		
居住区最高允许浓度		---		
前苏联居住区最高允许浓度		--		
AMEG		0.202		
加拿大 POI 标准		--		
澳大利亚地面浓度		---		

基于以上分析，工业集聚区和非工业集聚区分别参照1.5级和1.0级确定为0.14mg/m³、0.06mg/m³确定。

（12）戊醛

戊醛的周（场）界浓度限值确定依据如表6.23所示。

表6.23 戊醛的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果			
	1 级	1.5 级		
戊醛	0.04	0.11		
恶臭标准（GB14554-93）		---		
日本		工业区：0.077-0.19；非工业区：0.035-0.077		
韩国		工业区：0.077；非工业区：0.035		
居住区最高允许浓度		---		
前苏联居住区最高允许浓度		--		
AMEG		0.694		
加拿大 POI 标准		--		
澳大利亚地面浓度		---		

基于以上分析，工业集聚区和非工业集聚区分别参照1.5级和1.0级确定为0.11mg/m³、0.04mg/m³确定。

（13）乙酸丁酯

乙酸丁酯的周（场）界浓度限值确定依据如表6.24所示。

表6.24 乙酸丁酯的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果			
	1 级	1.5 级		
乙酸丁酯	0.4	0.9		
恶臭标准（GB14554-93）			---	
日本			工业区：-；非工业区：-	
韩国			工业区：21；非工业区：5.2	
居住区最高允许浓度			---	
前苏联居住区最高允许浓度			0.1	
AMEG			1.67	
加拿大 POI 标准			--	
澳大利亚地面浓度			---	
DB31/933-2015			0.5	

基于以上分析，工业集聚区和非工业集聚区分别参照参照1.5级和1.0级确定为0.9mg/m³、0.4mg/m³确定。

（14）乙酸乙酯

乙酸乙酯的周（场）界浓度限值确定依据如表6.25所示。

表6.25 乙酸乙酯的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果			
	1 级	1.5 级		
乙酸乙酯	5.6	10.7		
国家恶臭污染物排放标准（GB14554-93）			---	
日本			工业区：28-79-；非工业区：12-28	
韩国			工业区：--；非工业区：---	
居住区最高允许浓度 TJ36-79			--	
前苏联居住区最高允许浓度			0.1	
AMEG			3.33	
加拿大 POI 标准			--	
澳大利亚地面浓度			6.3	

基于以上分析，工业集聚区和非工业集聚区参照DB31/881-2015确定为1.0mg/m³确定。

（15）甲基异丁基酮

甲基异丁基酮的周（场）界浓度限值确定依据如表6.26所示。

表6.26 甲基异丁基酮的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果			
	1 级	1.5 级		
甲基异丁基酮	1.2	2.5		
国家恶臭污染物排放标准（GB14554-93）			---	
日本			工业区：12-24；非工业区：4-12	
韩国			工业区：12；非工业区：4	
居住区最高允许浓度 TJ36-79			--	

前苏联居住区最高允许浓度	--
AMEG	--
加拿大 POI 标准	--
澳大利亚地面浓度	0.1
DB31/933-2015	0.7

基于以上分析，工业集聚区参照恶臭强度1.5计算的值并收严到2.0mg/m³；非工业集聚区参照DB31/933-2015确定为1.2mg/m³确定。

(16) 甲基乙基酮

甲基乙基酮的周（场）界浓度限值确定依据如表6.27所示。

表6.27 甲基乙基酮的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

污染物	计算结果		
	1 级	1.5 级	
甲基乙基酮	0.9	2.1	
国家恶臭污染物排放标准（GB14554-93）		---	
日本		工业区：--；非工业区：--	
韩国		工业区：112；非工业区：5.2	
居住区最高允许浓度 TJ36-79		--	
前苏联居住区最高允许浓度		--	
AMEG		1.41	
加拿大 POI 标准		--	
澳大利亚地面浓度		2.0	

基于以上分析，工业集聚区参照恶臭强度1.5级计算值2.0mg/m³；非工业集聚区参照AMEG和恶臭强度1级确定为1.0mg/m³确定。

(17) 乙苯

乙苯的周（场）界浓度限值确定依据如表6.28所示。

表6.28 乙苯的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m³)

序号	污染物	计算结果		
		1 级	1.5 级	
1	乙苯	0.6	1.5	
其他标准调研结果				
2	国家恶臭污染物排放标准（GB14554-93）		---	
3	日本		工业区：--；非工业区：--	
4	韩国		工业区：--；非工业区：--	
5	居住区最高允许浓度TJ36-79		--	
6	前苏联居住区最高允许浓度		0.02	
7	AMEG		1.04	
8	加拿大 POI 标准		1.9	
9	澳大利亚地面浓度		--	
10	DB31/933-2015		0.4	
11	中国台湾地区		--	
12	RfC		1.0	

基于以上分析，工业集聚区参照AMEG和RfC定为 $0.6\text{mg}/\text{m}^3$ ；非工业集聚区I级臭气强度计算值确定为 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ 确定。

以上控制项目均分为工业集聚区和非工业集聚区，工业集聚区细化为核心控制区和其他区域，非工业集聚区涵盖所有区域。工业集聚区的核心控制区按照非工业集聚区浓度限值进行设置，工业集聚区的其他区域则为上述描述中工业集聚区控制浓度限值。

（18）臭气浓度

臭气浓度的周（场）界值确定依据如表6.35所示。

表6.35 臭气浓度的周（场）界浓度限值确定依据 (mg/m^3)

序号	污染物	计算结果				
		0.5级	1级	1.5级		
1	臭气浓度	8	20	47		
其他标准调研结果						
2	恶臭标准（GB14554-93）	一级 10，二级 20				
3	日本	10-126；				
4	韩国	工业区：20；非工业区：15				
5	中国台湾地区	工业区及农业区 30；工业区之外 10				
6	河北省青霉素类制药					
6	城镇污水处理厂大气污染物排放标准（DB31/982-2016）	10				

根据以上的分析，工业集聚区的核心控制区设置为 10，其他区域设定为 20，非工业集聚区按照核心控制区和其他区域进行分类设定，在核心控制区设定为 10，在其他区域则设定为 15。

6.6.3 有组织排放限值的确定方法

（1）臭气浓度

臭气浓度有组织排放限值通常选用稀释倍数法，参照《制订地方大气污染物排放标准的技术方法》（GB/T 3840-91）的制定方法，计算公式如下：

$$C = k \times n \times C_0$$

式中：C 为排气筒臭气浓度排放限值；K 为地区性经济技术系数，取值为 0.5-1.5；参考《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）Ke 值，本标准中 K 取 0.5~1，C₀ 为厂界浓度限值，针对其他源取限值 20，针对工业企业则从严要求，取值 10；n 为有组排放源臭气浓度与边界臭气浓度的经验倍数关系，采用日本环境省大气保全局特殊公害课于 1982 年 3 月公布的《官能试验法调查报告书》中的经验倍数关系。

排放口高度 30m 以下：n=60；

排放口高度 30m~50m 以下：n=100；

排放口高度 50m 及 50m 以上：n=200。

依据该计算方法，臭气浓度排放限值见表 6.36。

表 6.36 臭气浓度计算值

排放口高度, m	经验倍数n	计算值	国家标准修订建议值	中国台湾地区	城镇污水处理厂 DB31/982-2016	日本	韩国
h<30	60	480~1200	1000	1000 (<18m)	600 或者 削减率 90%	通过大气扩散模型进行推算。	工业区排放筒排放限值为 1000, 非工业区为 500
30≤h<50	100	800~2000	1500	2000(18-50m)			
h≥50	200	1600~4000	3000	4000(>50m)			

① 非工业集聚区：不考虑排气筒高度，一律按照 15 米高的排气筒按照计算值的 480 取整为 500 控制。不考虑烟囱高度，是避免烟囱高度升高，对远距离的居民产生影响。工业集聚区：考虑按照不同烟囱高度设置不同的臭气浓度，如表 6.36 中的计算值，分别设置三个高度，分别取限值为 800，1500，3000.；对于<15m 则按照 500 控制。

表 6.37 臭气浓度排放限值

排气筒高度H (m)	非工业集聚区		工业集聚区	
	臭气浓度 ^①	恶臭排放强度 ^②	臭气浓度 ^①	恶臭排放强度 ^②
H≤15	500	100,000	500	100,000
15≤H <30	500	150,000	800	150,000
30≤H <50			1500	400,000
H≥50			3000	1,000,000
恶臭特征污染物	表2所列恶臭特征污染物及排放限值			
① 臭气浓度单位：无量纲。				
② 恶臭排放强度是臭气浓度与废气排放量 (m ³ /min) 的乘积，单位为 稀释倍数*m ³ /min				

(2) 恶臭排放强度的设置

根据日本恶臭污染采用的扩散模型，以厂界 10 为指标，计算恶臭排放强度。H=15m，周边建筑物的高度从低于 15m~100m，臭气排放强度的临界值从 5.4×10^4 到 1.4×10^5 ；这个臭气强度取决于排放源与居民的距离关系，距离越大，则可以排放臭气排放强度越大；从 0m~1000m，臭气排放强度从 4×10^4 到 5.6×10^6 ，。

排放口朝上和朝下也有很大的关系，H=15m,距离居民 100m,如果朝下，

则臭气强度为 3.5×10^4 ；如果朝上，则为 8.0×10^6 。

当 H=15 米：周边建筑物为 12 米，距离居民 100 米为参考，恶臭排放强度确定为 4.0×10^4 。周边建筑物 40 米，距离居民 100 米为参考，恶臭排放强度为 1.4×10^5 。最终确定 15 米以下排气筒为 1.0×10^5 。选择 100 米-150 米计算，为 1.5×10^5 。

当 H=30 米：周边建筑物为 12 米，距离居民 100 米为参考，恶臭排放强度确定为 6.7×10^5 。周边建筑物 40 米，距离居民 100 米为参考，恶臭排放强度为 4.4×10^5 。最终确定为 4.0×10^5 。

H=50 米：周边建筑物为 12 米，距离居民 100 米为参考，恶臭排放强度确定为 1.8×10^6 。周边建筑物 40 米，距离居民 100 米为参考，恶臭排放强度为 4.4×10^5 。取其均值为 1.0×10^6 。

（3）特征恶臭物质的排放速率限值

特征恶臭物质的控制指标为最高允许排放速率，依据《制定地方大气污染物排放标准的技术原则和方法》（GB/T 3840-91），选用的计算公式为：

$$Q = C_0 \times R \times k_e$$

式中：Q 为排气筒最高允许排放速率，kg/h； c_0 为周（场）界浓度限值， mg/m^3 ；R 为排放系数； k_e 为地区性经济技术系数，取值为 0.5-1.5。为了严格控制非工业集聚区的扰民现象，则对于非工业集聚区的新建企业的排放速率计算取 k_e 值为 0.6，其他地区标准亦取 0.8。

考虑到恶臭特征污染物的排放速率限值分工业集聚区和非工业集聚区，因此选取非工业区周（场）界浓度限值。R 值的选取则在 30 米以下考虑烟囱高度不同设置不同的排放速率，但 30 米以上则不再设置。因此 R 值如下：

排气筒高度, m	R	非工业集聚区	工业集聚区
		R*k _e	R*k _e
15	6	3.6	4.8
20	10	6.0	8.0
30	20	12.0	16.0

表 6.38 特征恶臭污染物排放速率的限值计算结果

污染物项目	15m			
	非工业集聚区	计算值	工业集聚区	计算值
氨	1.0	0.72	1.0	0.96

硫化氢	0.1	0.072	0.1	0.096
甲硫醇	0.01	0.0072	0.01	0.0096
甲硫醚	0.05	0.036	0.05	0.048
二甲二硫	0.20	0.144	0.20	0.192
二硫化碳	1.0	1.08	1.5	1.44
苯乙烯	1.0	2.52	2.0	3.36
乙苯	1.5	2.16	2.0	2.88
丙醛	0.30	0.216	0.30	0.288
正丁醛	0.30	0.216	0.3	0.288
正戊醛	0.20	0.144	0.20	0.192
甲基乙基酮	4.0	3.6	5.0	4.8
甲基异丁基酮	4.0	4.32	6.0	5.76
三甲胺	0.2	0.18	0.25	0.24
乙酸乙酯	4.0	3.6	5.0	4.8
乙酸丁酯 ^①	1.5	1.44	2.0	1.92

以上排放速率中由于不再考虑烟囱高度的高低，为了针对规模化企业的一些考虑，因此若恶臭污染物去除效率达到 95% 以上，则视同排放速率达标。

（3）特征恶臭物质的排放浓度限值

在推导DMEG值时，由于化学物质毒性资料之间存在着差异，应选用其中保守的数据。Handy和Schindler用回归法研究了241种化学物质的阈值与大鼠经口给毒的LD₅₀之间的关系，获得了从LD₅₀推算阈限值的回归方程；并采用低于95%可信限的数据，所以将推算出的阈值称阈值_低，得到的回归方程，详见表6.39。

表6.39 估算DMEG的模式

项目	方法	公式
DMEG _{AH}	根据阈值 _低 或与LD ₅₀ 较接近的毒理学数据	$DMEG_{AH}=100*阈值_{低}=45*LD_{50}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (式3)
	LC ₅₀ 、LC _{L0} 乘以安全系数100	$DMEG_{AH}=100*LC_{50}$ 或 LC_{L0} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (式4)

本次体系中增加了排放浓度的要求，以与综合排放标准保持一致。具体的浓度的确定依据如表 6.40 所示。由表 6.40 可见，基本上排放口的恶臭污染物的强度在 3.5-5 之间。

表 6.40 不同污染物的现有标准浓度限值比较

序号	控制项目	最高允许 排放浓度 (取值) mg/m ³	对应臭 气强度	德国	城镇污水处 理厂标准 DB31/882- 2016	欧盟	DMEG
1	氨	30	3.5	30	30	15, 200	18
2	三甲胺	5	3.6			2	18
3	硫化氢	5	4.5	3	5	5	15
4	甲硫醇	0.5	3.9	20	0.5	2, 20	1
5	甲硫醚	5	4.0			20	24
6	二甲二硫	5	3.9		20	20	
7	二硫化碳	5	--	100		5, 100	60
8	苯乙烯	15	3.9			100	420
9	丙醛	20	4.1			100	36
10	正丁醛	20	4.9	100		100	110
11	正戊醛	20	4.9				390
12	乙酸丁酯	20	4.5			150	700
13	乙酸乙酯	20	2.0	100		100	1400
14	甲基异丁 基酮	80	5.0	100		150	
15	甲基乙基 酮	50	3.5			150	590
16	乙苯	40	3.4	100		100	435

6.6.4 厂区监控点限值的确定

针对大气污染防治重点控制区设置厂区监控点浓度限值，按照臭气浓度控制。

为了控制企业的恶臭污染物的排放，在厂区内设置监控点，按照一次值（最大值）控制，参照 GB14554-93 中给出的三级标准 60 控制。

6.7 技术规定

6.7.1 控制的基本思路

恶臭污染物控制的基本思路如表 6.41 所示。

表 6.41 恶臭污染物控制的技术思路

类别	控制环节	具体控制方式
源头防治	溶剂替代、	选择挥发性差的溶剂 选择嗅阈值高的溶剂 选择毒性小的溶剂 选择非持久性、非生物累积性的溶剂
	工艺优化	选择高转化率、低排放的工艺
过程控制	密闭化操作	密闭性投料、装卸、包装、采样
	储罐呼吸气	气相平衡

	开停车、清洗等	有效收集
	废水处理单元	密闭化
末端控制	有组织控制	合理的技术
	泄漏检测与修复	
	火炬检测	
运行或排放监控	运行监控	燃烧装置的温度、吸收的液气比等台账
	排放监控	在线监控

6.7.2 过程控制的技术规定

基于以上的考虑，在本标准中规定了：“产生恶臭污染物的生产工艺和装置必须设立局部或整体气体收集系统和集中净化处理装置，达标排放。”

由于恶臭类污染物都属于容易挥发性的污染物，除了硫化氢和氨外，管控的其他污染物都属于挥发性有机物。根据欧盟的要求，一般挥发性有机物的过程控制要求可以从两个方面入手进行。

(1) VOC 产生最小化：可以通过密闭排放源、封闭循环干燥、溶剂清洗设备封闭、工艺废气循环利用等方式在反应或者生产装置的环节控制。

(2) 废气排放最小化：在从反应或者生产装置到排入排气筒的过程中要控制最小化，比如密闭排气孔、工艺设备气密性检测、惰性保护、蒸馏废气最小化、容器液中液体添加方式改造、排放峰值浓度最小化等方式实现。

6.7.3 排气筒的设计要求

(1) 排气筒高度应按环境影响评价要求确定，一般情况下不应低于15m；如确不能达到排气筒高度，则恶臭污染物特的排放速率应该严格50%执行或者污染物控制设施总去除效率不低于98%。

此处的排气筒的高度设置是考虑到有的恶臭源不适于设置太高的烟囱，导致恶臭的影响范围大。所以针对烟囱低于15m后，这对臭气浓度有了较为严格要求，同时针对恶臭污染物质的排放速率或去除效率提出了更高的要求。

(2) 企业内部有多根排放同一污染物的排气筒时，若两根排气筒距离小于其几何高度之和，应合并视为一根等效排气筒。若有三根以上的近距离排气筒，且均排放同一污染物时，应以前两根的等效排气筒，依次与第三、第四根排气筒取得等效值。等效排气筒的有关参数计算方法见附录 A。该部分的内容与综合排放标准保持一致，同时，增加了从严的要求。

(3) 排气筒高度处于表 2 所列的两根排气筒高度之间时，其执行的最高允许排放速率以内插法计算；排气筒高度大于 50m 时，其执行的最高允许排放速率以外推法计算。内插法和外推法见附录 B。

这里改变了过去四舍五入的算法，而是与综合排放标准保持了一致。这与国家恶臭污染物排放标准的修订设想是一致的。

6.7.4 其他监管要求

（1）污染源监控的恶臭特征污染物项目应根据企业使用的原料、生产工艺过程、生产的产品、副产品和环境影响评价或排污许可证等有关环境管理要求等筛选确定。

针对本标准中规定的恶臭特征污染物的执行首先需要由企业根据原辅材料、生产工艺等进行识别，由环评或排污许可证确认。

（2）恶臭污染源应按照国家或地方的规定建立恶臭污染排放和控制的台账，并保存相关记录。

针对的台账要求，至少需要根据当前国家台账的相关要求进行建立，根据《中华人民共和国大气污染防治法》，原始记录需要保持至少三年。

（3）恶臭污染物控制设施应该设置运行或排放等有效监控系统。

企业可以设置运行监控措施，比如温度、压力等的控制，也可以设置排放监控，比如在线监测、在线留样系统等方法进行监控。

（4）产生恶臭污染物的生产或服务活动，应当在密闭空间或者设备中进行，废气经过收集系统和（或）处理设施后达标排放。如不能密闭，则应采取局部气体收集或其他有效污染控制措施，达标排放。

这里的目的是要求有效收集。

（5）涉及有机类恶臭污染物的无组织排放控制执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》。

《挥发性有机物无组织排放控制标准》中针对挥发性有机物的密闭化以及全过程控制提出了严格的要求。此处关于恶臭污染物的排放就不在一一具体赘述了。

6.8 监测的要求

6.8.1 一般要求

（1）恶臭污染物的监测应按按 HJ 905 的要求执行。

国家已经公布了《恶臭污染物环境监测技术规范》HJ 905-2017，应该按照此规定进行。同时兼顾 HJ819 自行监测技术指南及行业的监测技术指南。恶臭污染物的监测应按 HJ 194、HJ 905 和 HJ819 以及相适应行业的排污单位自行监测技术指南执行。

（2）按照有关法律、《环境监测管理办法》和 HJ 819 等规定，恶臭污染源责任主体应建立监测制度，制定监测方案，对恶臭污染物排放状况开展监。在相适应行业排污单位自行监测技术指南公布前，监测频率不得低于每年两次；

必要时，根据环境保护主管部门的要求，应对周边环境的影响开展监测。

该项内容的规定主要源于国家的要求，首先每一个恶臭污染源都有责任主体，比如企业、市政设施的管理单位等，该责任主体负责制定定期监测的方案，对自身排放的状况开展监测，包括有组织排气筒的监测、厂界的监测。此处的另一涵义是监测的恶臭污染包括臭气浓度和恶臭特征污染物，针对没有国家标准分析方法标准的也应该开展监测备案，但在分析方法颁布实施前不作为执法的依据。

（3）恶臭污染源排气筒应按照环境监测管理规定和技术规范的要求，设计、建设、维护永久性采样口、采样测试平台和排污口标志。

此处要注意的是：新建项目应在污染物处理设施的进、出口均设置采样孔和采样平台；改（扩）建项目如污染物处理设施进口能够满足相关工艺及生产安全要求，则应在进口处设置采样孔和采样平台。若排气筒采用多筒集合式排放，应在合并排气筒前的各分管上设置采样孔。

（4）恶臭污染源采样应选择在气味最大的时段采样。

此处的要求是强调恶臭的时效性，要在最大气味的时段采样。

6.8.2 排气筒监测

排气筒中污染物的监测采样应满足 HJ 905、HJ819 的规定执行。因为有专门的 HJ 905 对于恶臭污染检测技术规范，因此总体上按照这个规范执行，。

6.8.3 周（场）界监控点监测

周（场）界监控点监测应满足 HJ 194、HJ 905、HJ 664 和 HJ 819 的规定。

6.8.4 厂区监控点监测

（1）对厂区内恶臭污染物无组织排放进行监控时，在厂房门窗或通风口、其他开口（孔）等排放口外 1 m，距离地面 1.5m 以上位置处进行监测。若厂房不完整（如有顶无围墙），则在操作工位下风向 1 m，距离地面 1.5m 以上位置处进行监测。

（2）厂区内臭气浓度瞬时采样，以任一时段采样结果的最大值作为达标评价的依据。

（3）标准文本中未列出，但需要强调的是监测的工况保证，比如：实施监督性监测期间的工况应与实际运行工况相同，污染源的责任主体应该提供工况数据的证明材料。一般应在生产负荷达到设计要求，或生产设备处于稳定正常运行状态下进行监测，同时记录当时的生产工况。特殊工况条件下监测时，应在报告中注明当时的生产工况。

6.8.5 在线监测

(1) 恶臭污染源安装污染物排放自动监控设备的要求，按有关法律和《污染源自动监控管理办法》及国家或地方的相关规定执行。

此处规定的涵义：一方面，在线监测设备的管理和使用，按照环境保护和计量监督的有关法规执行。如果环境保护主管部门出台最新在线监测政策要求，则按最新政策的有关规定执行。另一方面，根据环境保护工作的要求，在恶臭污染投诉集中的工业集聚区，相关责任方应根据批复的环境影响评价文件或者环境保护主管部门的要求在其边界设置恶臭污染监控点，并配备在线留样系统或者特征污染物在线监测系统。

(2) 核心控制区内污染源，若单一排气筒的恶臭排放强度 $\geq 100,000$ 应在排放口设置在线监测装置。

这里针对的污染源控制选择恶臭排放强度作为临界值，在线监测装置可以选择臭气传感器，也可以选择 NMHC 等其他可以有效表征恶臭源的仪器。

(3) 根据环境保护工作的要求，在恶臭污染投诉集中的区域，应根据批复的环境影响评价文件或者环境保护主管部门的要求在其边界设置恶臭污染监控点，并配备在线留样系统或者特征污染物在线监测系统。厂界在线有机硫的监测应符合附录 C 的规定。

6.9 分析方法

6.9.1 臭气浓度测定方法

三点比较式臭袋法目前是我国法定的分析方法，因此使用比较普遍。随着目前的测定技术的发展，动态嗅辨仪的方法也得到了广泛的研究。日本使用三点比较式臭袋法比较普遍，因此日本认为其必动态嗅辨仪具更好的优势，这两种方法的比较如表 6.42 所示。

表 6.42 三点比较式臭袋法和动态嗅觉仪法的比较

	三点比较式臭袋法	动态嗅觉仪法
嗅辨员挑选	采用 5 基准臭气（合格率：约 95%） 简单快速	采用嗅觉仪 3 天里测定 10 次以上，（合格率：约 40%）；耗时
装置校准	定期精度管理即可	校准作业繁琐；需要校准气体
试样污染	准备多个注射器即可	配管会被样品污染（附着性高的物质）
需要试验量	少（10 微升左右）	多（通常 50 微升左右）
测定时间	同等（1 检查材料，30 分钟左右）	同等（1 检查材料，30 分钟左右）
启动成本	低	高
运营成本	嗅辨员 6 人，有消耗品	少量嗅辨员

欧洲使用动态嗅觉仪比较普遍，科学家们在经过几十年的努力，终于在众多的方法中，确立了用稀释阈值法来测量气味浓度，并在 2003 年公布了欧州测试标准 EN13725。从上一个世纪末，科学家们在从静态配气，手动动态配气，到自动动态配气，逐渐地改善了配气过程。在二十一世纪初，最新的气味仪可以传送更准确和稳定的稀释比，用户校正，自动清洗。

6.9.2 恶臭污染物的测定分析方法

本标准选择用的分析方法如表 6.43。

表 6.43 本标准选择的分析方法

序号	污染物项目	标准名称	标准编号
1	氨	环境空气和废气 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	硫化氢	环境空气和废气 亚甲基蓝分光光度法	附录 D
		空气质量 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫的测定 气相色谱法	GB/T 14678
3	甲硫醇	空气质量 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫的测定 气相色谱法	GB/T 14678
		环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-质谱法	HJ 759
4	甲硫醚	空气质量 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫的测定 气相色谱法	GB/T 14678
		环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-质谱法	HJ 759
5	二甲二硫	空气质量 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫的测定 气相色谱法	GB/T 14678
		环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-质谱法	HJ 759
6	二硫化碳	空气质量 二硫化碳的测定 二乙胺分光光度法	GB/T 14680
		环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-质谱法	HJ 759
7	苯乙烯	固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 734
		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 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
8	乙苯	固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 734
		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 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	丙醛	环境空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相色谱法	HJ 683

10	正丁醛	环境空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相色谱法	HJ 683
11	正戊醛	环境空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相色谱法	HJ 683
12	甲基乙基酮	空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相色谱法	HJ 683
		环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-质谱法	HJ 759
13	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-质谱法	HJ 759
14	三甲胺	空气质量 三甲胺的测定 气相色谱法	GB/T 14676
15	乙酸乙酯	固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 734
		环境空气 挥发性有机物的测定 罐采样/气相色谱-质谱法	HJ 759
16	乙酸丁酯	固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 734
17	臭气浓度	空气质量 恶臭的测定 三点比较式臭袋法	GB/T 14675

6.10 达标判定

(1) 对于恶臭特征污染物有组织排放，采用手工监测时，按照 HJ 905 等监测规范要求测得的任意连续 1 小时平均浓度值超过本标准规定的限值，判定为不达标；采用在线监测时，每一整点时刻后的连续 1 小时平均浓度值超过本标准规定的限值，判定为不达标。对于臭气浓度和臭气强度根据 HJ 905 等监测规范要求，采用手工监测时，任意一次采样的浓度值超过本标准的规定判定为不达标。

(2) 对于厂区监控点浓度，采用手工监测时，按照监测规范要求测得的任意一次采样的浓度值超过本标准的规定判定为不达标。

(3) 对于恶臭特征污染物的周（场）界及周边地区限值，采用手工监测时，按照监测规范要求测得的任意连续 1 小时平均浓度值超过本标准规定的限值，判定为不达标；采用在线监测时，每一整点时刻后的连续 1 小时平均浓度值超过本标准规定的限值，判定为不达标。对于臭气浓度的周（场）界限值，采用手工监测时，按照监测规范要求测得的任意一次浓度值超过本标准规定的限值，判定为不达标。

(4) 企业未遵守本标准规定的措施性控制要求，则判定为不达标。

7、与国家政策法规相符性

7.1 标准制定所依据的国家法律法规

7.1.1 《中华人民共和国环境保护法》

该法第十六条规定：“省、自治区、直辖市人民政府对国家污染物排放标准中未作规定的项目，可以制定地方污染物排放标准；对国家污染物排放标准中已作规定的项目，可以制定严于国家污染物排放标准的地方污染物排放标准。地方污染物排放标准应当报国务院环境保护主管部门备案。”

7.1.2 《中华人民共和国大气污染防治法》（2016年实施）

该法第二条规定：“防治大气污染，应当以改善大气环境质量为目标，坚持源头治理，规划先行，转变经济发展方式，优化产业结构和布局，调整能源结构。防治大气污染，应当加强对燃煤、工业、机动车船、扬尘、农业等大气污染的综合防治，推行区域大气污染联合防治，对颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物、氨等大气污染物和温室气体实施协同控制。”

第九条规定：“国务院环境保护主管部门或者省、自治区、直辖市人民政府制定大气污染物排放标准，应当以大气环境质量和国家经济、技术条件为依据”；第十八条规定：“第十八条 企业事业单位和其他生产经营者建设对大气环境有影响的项目，应当依法进行环境影响评价、公开环境影响评价文件；向大气排放污染物的，应当符合大气污染物排放标准，遵守重点大气污染物排放总量控制要求。”；第十九条规定：“排放工业废气或者本法第七十八条规定名录中所列有毒有害大气污染物的企业事业单位、集中供热设施的燃煤热源生产运营单位以及其他依法实行排污许可管理的单位，应当取得排污许可证。”。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。”

7.1.3 《国家环境保护标准制修订工作管理办法》

2006年8月国家环境保护总局41号公告发布了《国家环境保护标准制修订工作管理办法》。该办法第四条规定“本办法规定了标准制修订工作的程序、内容、时限和其他要求。标准制修订工作应按本办法的规定进行”。该办法第二章规定了“标准制修订工作的基本原则、程序和各方职责”；第二十七条规定了“在污染物排放（控制）标准制修订工作中，要按照以环境保护优化经济

增长的要求，妥善处理经济发展与环境保护之间的关系。应对相关行业的情况进行调查和了解，掌握国家的环保和产业发展相关政策，确定标准的适用范围和控制项目，根据行业主要生产工艺、污染治理技术和排放污染物的特点，提出标准草案，并对标准中排放限值进行成本效益分析（包括实施排放限值对产品成本的影响等），预测行业的达标率。污染物排放（控制）标准中应规定采用的污染物监测方法”。该办法是标准编制过程的主要依据。

7.1.4 《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》

2007年3月1日国家环境保护总局以2007年17号公告发布了《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》。该指导意见三（二）指出“（二）排放标准只适用于法律允许的污染物排放行为，对法律禁止的排放行为，排放标准中不规定排放控制要求，并应明确表述新设立污染源的选址和特殊保护区域内现有污染源的管理，按照《中华人民共和国大气污染防治法》第十六条、《中华人民共和国水污染防治法》第二十条和第二十七条、《中华人民共和国海洋环境保护法》第三十条、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第二十二条、《中华人民共和国放射性污染防治法》第四十二条和第四十三条和《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等法律、法规、规章的相关规定执行”。二（三）中指出“（三）排放标准应对企事业单位等污染源执行排放控制要求作出明确规定，任何情况下污染物排放均应符合排放限值的要求，以保证其污染防治设施正常运行；排放标准对重点污染源（包括设施、装置等），应提出安装自动监控设备的要求”。

7.2 与国家法律法规和环保标准的关系

7.2.1 与国家法规的关系

（1）与法律的关系

本标准是依据《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》、等环境保护法律相关条款的规定制定的。本标准还是由国家环保总局组织制订、审批、发布的强制性国家标准。因而，本标准既是上述环境保护法律的组成部分，又是环境执法必不可少的依据。

（2）与行政法规的关系

环境保护行政法规通常是指国务院以国务院令发布的有关环境保护的管理条例、实施细则等。对上海市固定源大气污染物排放进行监管时，监测其废气的污染物排放，是否符合环境保护行政法规要求的依据。

（3）与部门规章的关系

环境保护部门规章是指环保部以国家环保总局令或文件颁布的规定、管理

办法等为依据。例如：1987年颁布的《建设项目环境保护设计规定》、2003年颁布的《排污费征收管理办法》、2006年颁布的《国家环境保护局国家环境标准制（修）订管理办法》等。可见，本标准是环境保护行政主管部门对恶臭污染源相关的工业企业、市政设施等执行环境保护部门规章的重要依据。

（4）与国家环境保护政策的关系

国家环境保护政策是国家为实现一定历史时期环境保护的路线和任务所规定的行为准则。通常出现在国家的规则(计划)和国务院发布的文件之中。例如，2011年3月发布的《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》等。本标准的编制，必须全面贯彻国家环境保护政策提出的与相关产业政策相关的各项规定和要求。

7.3 与现行国家和宁夏回族自治区地方环境保护标准的关系

现行国家环境保护标准可分为环境质量标准、污染物排放标准、环境监测方法标准、环境标准样品标准和环境基础标准。本标准属污染物排放标准，它是根据环境质量标准，以及适用的污染控制技术并考虑经济承受能力，对固定源大气污染物排放源进行控制的标准。而环境监测方法标准、环境标准样品标准和环境基础标准中有关条款已被本标准引用并成为本标准的条款。

（1）与GB14554-1993的关系

国家已经与1993年发布了《恶臭污染物排放标准》，规定了8种特征污染物和1种综合性指标。主要的控制指标有：恶臭污染物：8+1：氨、三甲胺、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、苯乙烯；综合性指标：臭气浓度（无量纲）。

本标准与1993年标准相比，标准控制项目由8种增加到了16种，原有项目均在控制项目中；本标准的标准体系涵盖了原有标准的所有指标类型，并增加了最高允许排放浓度，特征恶臭污染物削减率的要求；本标准补充了最新的分析方法，保留了原有的分析方法；本标准的规定的限值取消了按照排气筒高度增加而增加恶臭特征污染物的排放速率的做法，标准整体收严；对臭气浓度限值则保留了四个不同高度段的排放限值；厂界限值也大大加严格。因此具有衔接性，不存在冲突。

（2）与宁夏回族自治区地方排放标准的关系

宁夏回族自治区没有制定地方综合标准，也没有详细的行业排放标准，因此与宁夏回族自治区的排放标准体系不存在冲突。。

8、与国内外标准宽严比较

8.1 与现行恶臭污染物排放标准 GB14554-93 的比较

（1）排放速率的比较

与现行恶臭污染物的排放速率的宽严比较如表 8.1 所示。

表 8.1 现有的恶臭污染物的标准排放速率宽严（以 15m 为例）

污染物项目	本标准限值		GB14554-93(H=15)	收严比例	
	非工业集聚区	工业集聚区			
氨	1	1.0	4.9	80%	80%
三甲胺	0.2	0.25	0.54	63%	54%
硫化氢	0.1	0.10	0.33	70%	70%
甲硫醇	0.01	0.01	0.04	75%	75%
甲硫醚	0.05	0.05	0.33	85%	85%
二甲二硫	0.20	0.20	0.43	53%	53%
二硫化碳	1	1.5	1.5	33%	0%
苯乙烯	1	2.0	6.5	85%	69%
丙醛	0.3	2.0			
正丁醛	0.3	0.3			
正戊醛	0.2	0.3			
乙酸丁酯	1.5	2.0			
乙酸乙酯	4	5.0			
甲基异丁基酮	4	6.0			
甲基乙基酮	4	5.0			
乙苯	1.5	2.0			

由表 8.1 可见，与 GB14554 相重复的指标的排放速率在本标准中被大大收严。

（2）臭气浓度限值

表 8.2 关于臭气浓度的限值比较

排气筒高度H (m)	标准	GB14554-93	收严率
H<15	500	--	--
15≤H <30	500/800/1000	2000-15000	50%~96%
30≤H <50	500/800/1500	15000-40000	90%-98.8%
H≥50	500/800/3000	40000-60000	93%-99%

由表 8.2 可见，15 米以上烟囱高度的臭气浓度排放限值收严了 50%~99%。

本标准还规定了恶臭排放强度的概念，给排放总量提出了控制要求，因此更为严格。

（3）周（场）界浓度限值比较

表 8.3 周（场）界监控限值的比较

序号	控制项目	本标准		现行标准		非工业集聚区与一级标准	非工业集聚区与二级标准	工业集聚区与二级标准
		工业集聚区	非工业集聚区	一级	二级			
1	氨	0.5	0.2	1.0	1.5	80.0%	86.7%	66.7%
2	三甲胺	0.07	0.05	0.05	0.08	0.0%	37.5%	12.5%
3	硫化氢	0.05	0.02	0.03	0.06	33.3%	66.7%	16.7%
4	甲硫醇	0.004	0.002	0.004	0.007	50.0%	71.4%	42.9%
5	甲硫醚	0.03	0.01	0.03	0.07	66.7%	85.7%	57.1%
6	二甲二硫	0.06	0.04	0.03	0.06	-33.3%	33.3%	0.0%
7	二硫化碳	0.7	0.3	2	3	85.0%	90.0%	76.7%
8	苯乙烯	1.0	0.7	3.0	5.0	76.7%	86.0%	80.0%
9	丙醛	0.20	0.06					
10	正丁醛	0.14	0.06					
11	正戊醛	0.11	0.04					
12	乙酸丁酯	0.9	0.4					
13	乙酸乙酯	1.0	1.0					
14	甲基异丁基酮	2.0	1.2					
15	甲基乙基酮	1.4	1.0					
16	乙苯	1.0	0.6					

非工业集聚区周（场）界限值均比现行标准的一级标准宽松，工业集聚区的均严格于现行标准的二级标准。因此本标准总体上比现有标准加严。只有二甲二硫与 GB14554 中一级标准宽松外，其余标准均加严。最高加严率可以达到 90%。

8.2 与其他国家和地区的标准的比较

（1）与欧盟标准比较：

如前所述，美国、欧洲、澳大利亚等欧美国家的恶臭标准主要关注的是环境敏感点的恶臭浓度水平。标准并不主要对排放源的排放进行具体的要求，因此多被称为恶臭环境标准。

采用扩散模型计算排放源的恶臭环境影响，利用动态嗅觉计法测定排放源的臭气浓度，然后将排放源的臭气浓度、排放参数、气象条件等因子输入到指定的大气扩散模型中进行计算，将计算值与标准值进行比较，判断恶臭排放单位是否超标。

环境达标性并不是全部一次值达标，而是标准控制指标多为一年一定比例

时间内的恶臭平均浓度不超过某一限值。严格限制工厂企业在大多数时间内对周围环境敏感地区造成恶臭影响，同时允许极少数时间超标排放，这样一方面保障了周围环境敏感地区的利益，另一方面也考虑了企业生产发展的需要。

这种恶臭污染控制标准方式对于扩散模型的计算模拟准确度要求较高，适用于气象条件稳定、地表地貌简单，且恶臭排放源单一、分散的地区。我国的标准与此不同。因为国家标准体系没有改变，因此地方标准无法改变。

（2）日本、韩国的比较。

日本和韩国的恶臭法规标准针对的是恶臭排放单位的控制，对有组织排放的排气筒、无组织排放的厂界均制定了排放限值。标准的应用依赖于现场样品采集、监测分析的数据，根据测定的结果与标准中相应的排放限值进行比较，判定恶臭排放单位是否超标。

与日本和韩国的标准相比，本标准少了几种特征污染物，主要是有机酸类污染物，但本标准增加了一些特殊的酯类物质。日本使用的臭气指数与本标准不同，本标准使用的臭气浓度标准明显严格于臭气指数。具体比较如表 8.5 所示。

表 8.5 与日本和韩国的比较

序号	污染物	本标准		日本		韩国	
		工业集聚区	非工业集聚区	工业集聚区	非工业集聚区	工业集聚区	非工业集聚区
1	氨	0.5	0.2	1.5~3.8	0.76~1.5	1.5	0.76
2	三甲胺	0.07	0.05	0.053~0.18	0.013~0.053	0.05	0.013
3	硫化氢	0.05	0.02	0.09~0.3	0.03~0.09	0.09	0.03
4	甲硫醇	0.004	0.002	0.009~0.02	0.004~0.009	0.009	0.004
5	甲硫醚	0.03	0.01	0.14~0.55	0.028~0.14	0.14	0.028
6	二甲二硫	0.06	0.0	0.13~0.42	0.038~0.13	0.13	0.038
7	苯乙烯	1.0	0.7	3.7~9.3	1.9~3.7	3.7	1.9
8	丙醛	0.2	0.06	0.26~1.3	0.13~0.26	0.26	0.13
9	正丁醛	0.14	0.06	0.097~0.26	0.029~0.097	0.097	0.029
10	正戊醛	0.11	0.04	0.077~0.19	0.035~0.077	0.077	0.035
11	乙酸丁酯	0.9	0.4			21	5.2
12	乙酸乙酯	1.0	1.0	28~79	12~28		
13	甲基异丁基酮	2.0	1.2	12~24	4~12	12	4
14	甲基乙基酮	1.4	1			112	42

15	臭气浓度	20	10/15	10-126	10-126	20	15
----	------	----	-------	--------	--------	----	----

表 8.5 的周（场）界值可以看出，甲基异丁基酮、乙酸乙酯、丙醛、苯乙烯、二甲二硫、甲硫醚、甲硫醇、硫化氢、三甲胺明显比日本严格，其余指标则在日本的指标中的范围，基本相当。与韩国标准相比，甲基异丁基酮、甲基异丁基酮、乙酸丁酯、丙醛、苯乙烯、二甲二硫、甲硫醚、硫化氢和氨等 8 种指标明显加严；臭气浓度比韩国严格。

（3）与中国台湾地区的比较

表 8.6 给出了本标准周（场）界值与中国台湾地区的比较情况。

表 8.6 本标准周（场）界值与中国台湾地区的比较

序号	控制项目	本标准		中国台湾地区
		工业集聚区	非工业集聚区	固定源
1	氨	0.5	0.2	0.8
2	三甲胺	0.07	0.05	0.05
3	硫化氢	0.05	0.02	0.015
4	甲硫醇	0.004	0.002	0.02
5	甲硫醚	0.03	0.01	0.6
6	二甲二硫	0.06	0.04	0.4
7	二硫化碳	0.7	0.3	1.35
8	苯乙烯	1.0	0.7	4.26
9	丙醛	0.20	0.06	--
10	正丁醛	0.14	0.06	--
11	正戊醛	0.11	0.04	3.52
12	乙酸丁酯	0.9	0.4	14.24
13	乙酸乙酯	1.0	1.0	28.8
14	甲基异丁基酮	2.0	1.2	4.1
15	甲基乙基酮	11.4	1.0	11.8
16	乙苯	1.0	0.6	--

从表 8.6 可见，本标准的周（场）界浓度值均比中国台湾地区的要严格很多。

8.3 特征污染物比较

（1）硫化氢

硫化氢的周（场）界值与排气筒的排放限值比较如图 8.1 所示。

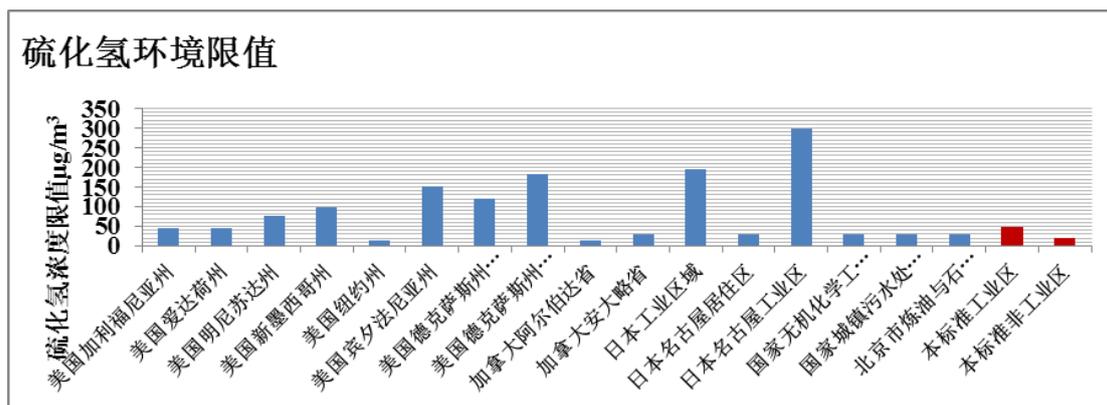


图 8.1 厂界限值的比较

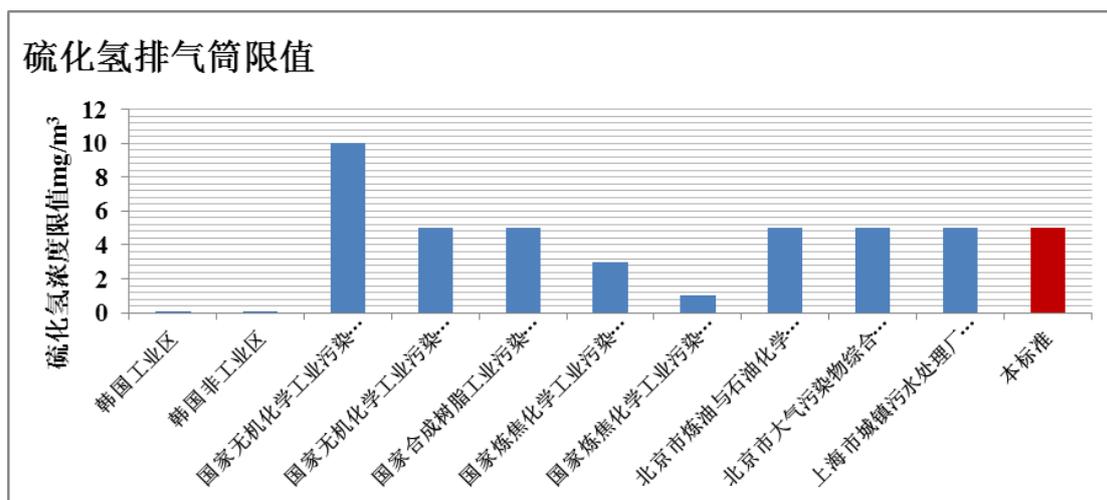


图 8.2 排气筒排放限值的比较

(2) 氨

氨的周（场）界排放限值和排气筒的排放限值如图 8.3 和图 8.4 所示。

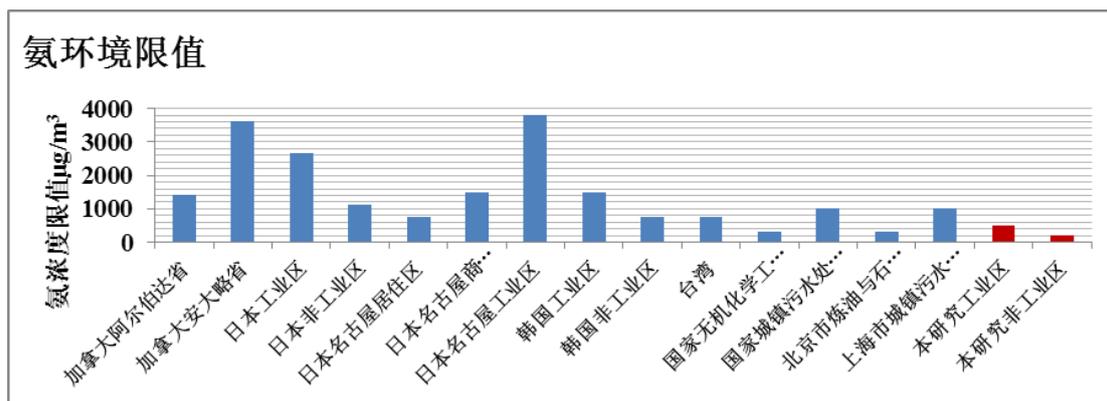


图 8.3 氨的周（场）界排放限值比较

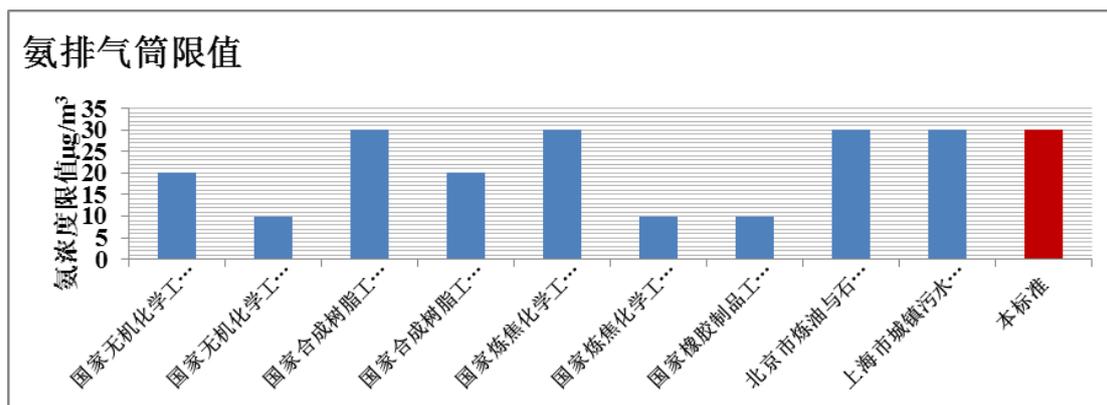


图 8.4 氨排气筒的排放限值比较

(3) 甲硫醇

甲硫醇的周（场）界排放限值厂界限值如图 8.5 所示。

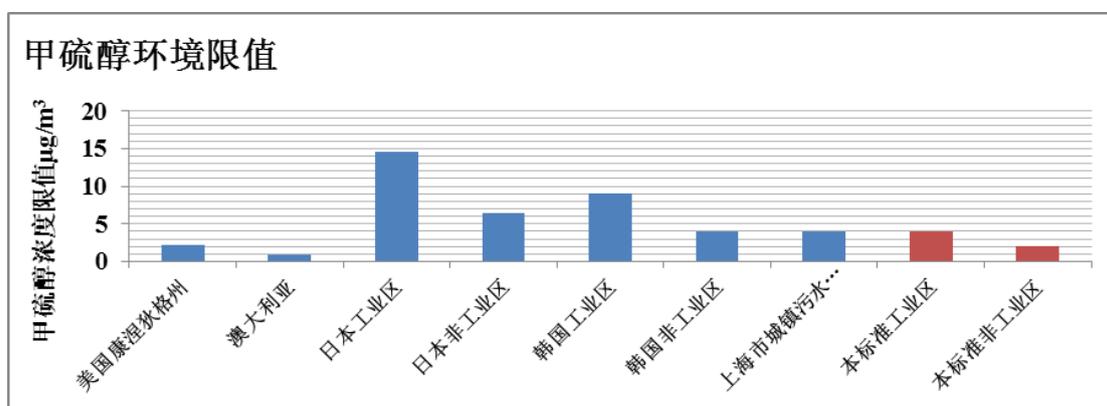


图 8.5 甲硫醇的厂界限值比较

(4) 甲硫醚

甲硫醚的周（场）界排放限值厂界限值如图 8.6 所示。

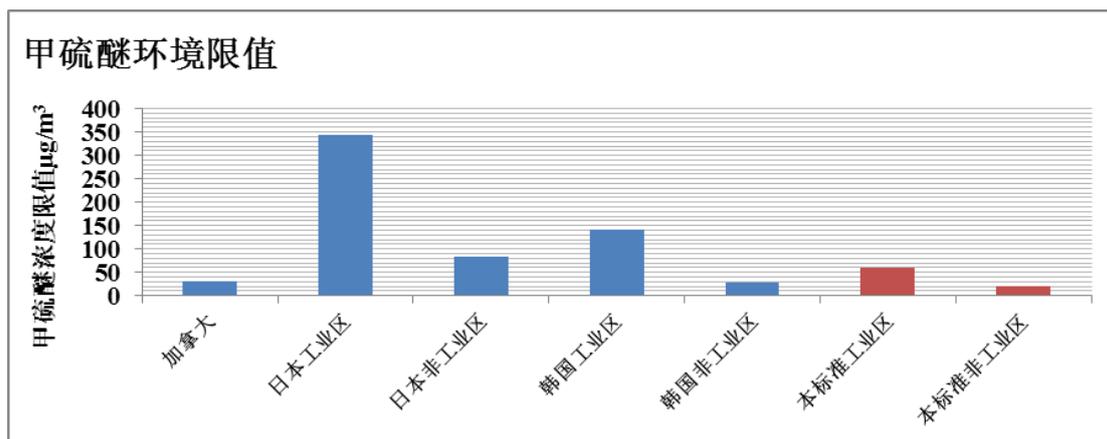


图 8.6 甲硫醚的周（场）界限值比较

(5) 三甲胺

三甲胺的厂界监控限值比较如图 8.7 所示。

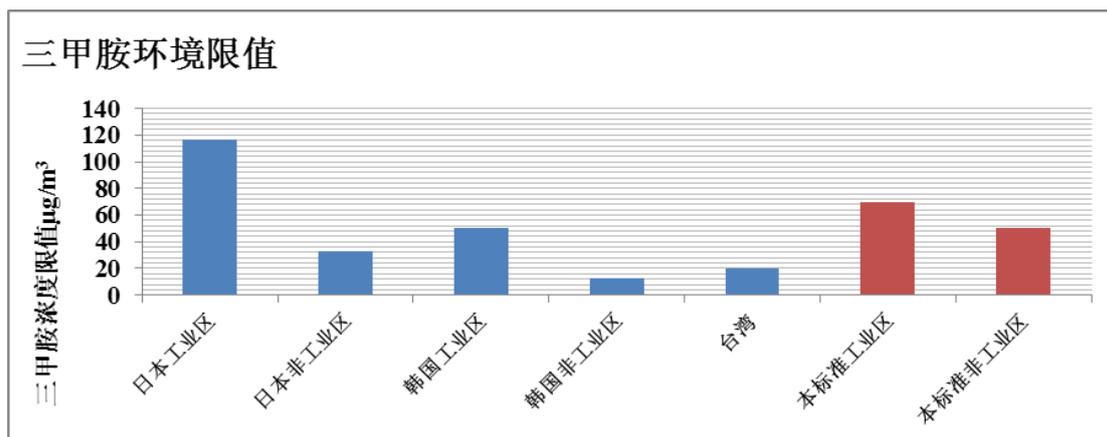


图 8.7 三甲胺的厂界监控限值

(6) 二甲二硫

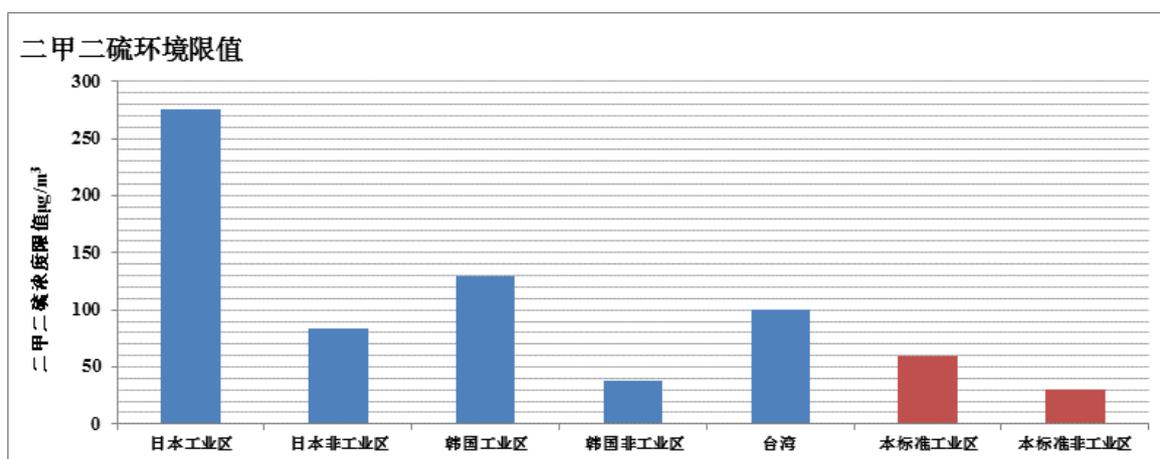


图 8.8 二甲二硫的厂界监控限值比较

(7) 二硫化碳

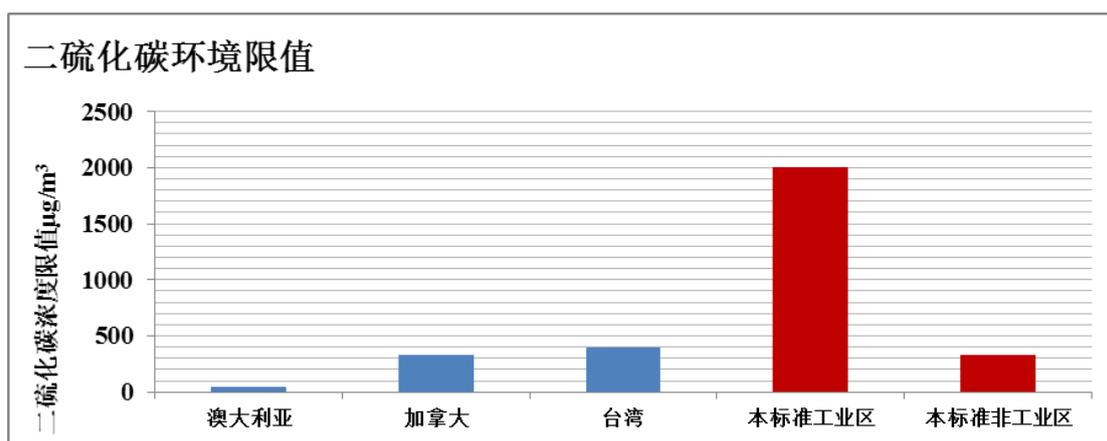


图 8.9 二硫化碳的厂界监控限值比较

(8) 苯乙烯

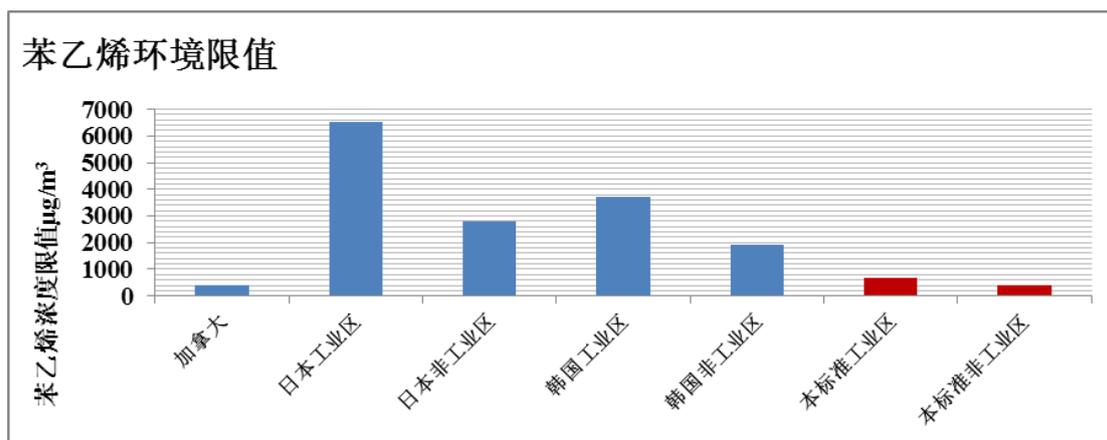


图 8.10 苯乙烯的厂界监控限值

(9) 臭气浓度

排气筒和厂界的臭气浓度限值比较如图 8.11 和图 8.12 所示。

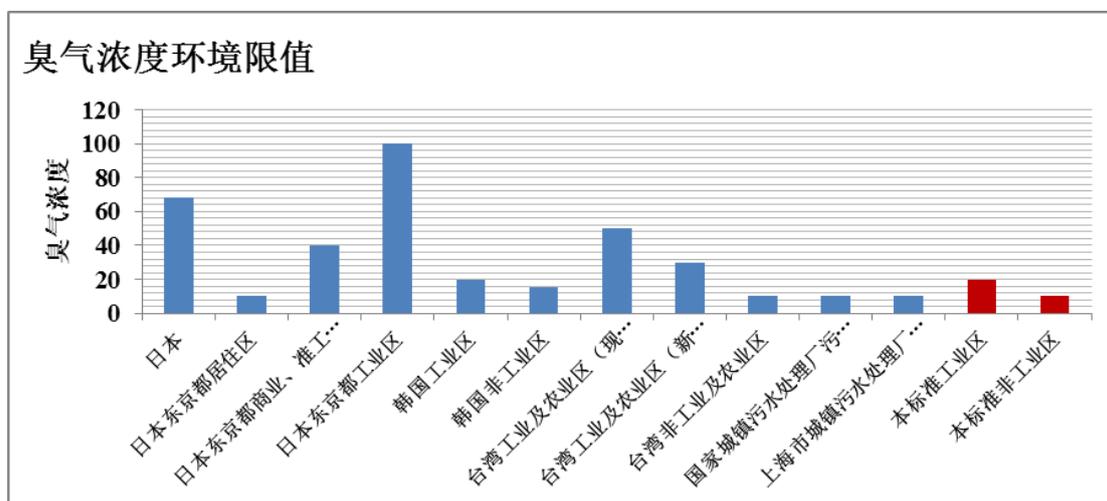


图 8.11 厂界臭气浓度限值比较

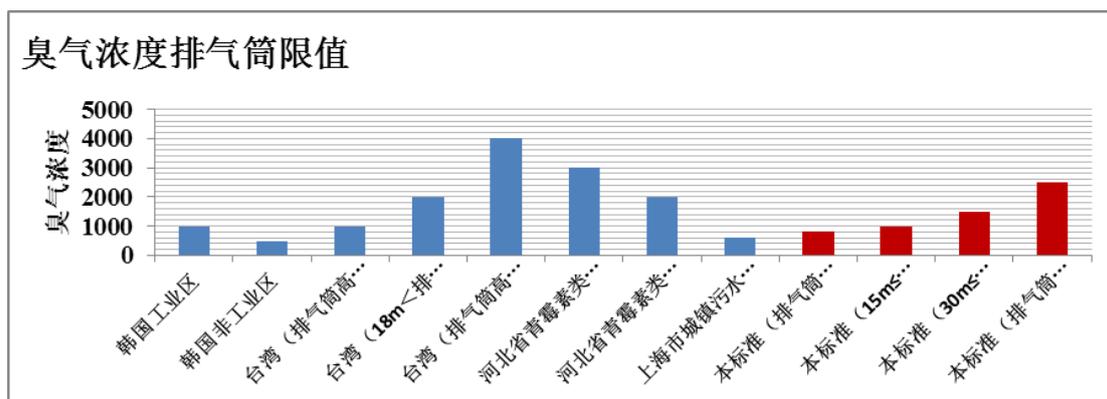


图 8.12 排气筒的排放浓度限值

9、技术经济可行性分析

9.1 恶臭污染物控制的总体技术

恶臭污染控制技术主要包括吸附法、吸收法、燃烧法、生物脱臭法、光催化氧化法和等离子体法等，由于不同行业排放的恶臭物质种类、浓度和排放量差异较大，因此选择的治理方法有较大不同，一般多选用几种技术进行组合治理，以满足标准的排放要求。

根据新标准臭气浓度值规定，建议新建企业将恶臭污染控制纳入企业规划之内，在施工阶段根据自身实际情况合理选择脱臭技术，对无组织排放源（原材料储存仓库、生产车间等）进行科学布局及封闭式管理，减少恶臭气体飘散，降低企业对周边环境的污染程度。

现有臭气浓度超标企业应根据现有情况进行改善。已有治理措施但臭气浓度检测值超标企业应对现有技术设备进行升级更新（提高处理规模、更换处理技术、附加多级处理单元），满足标准要求。对于尚未安装有脱臭设施的超标排放企业应在标准执行过渡期间加装脱臭净化设施。

表 9.1 恶臭相关控制的技术思路

类别	控制环节	具体控制方式
源头防治	溶剂替代、	选择挥发性差的溶剂 选择嗅阈值高的溶剂 选择毒性小的溶剂 选择非持久性、非生物累积性的溶剂
	工艺优化	选择高转化率、低排放的工艺
过程控制	密闭化操作	密闭性投料、装卸、包装、采样
	储罐呼吸气	气相平衡
	开停车、清洗等	有效收集
	废水处理单元	密闭化
末端控制	有组织控制	合理的技术
	泄漏检测与修复	
	火炬检测	
运行或排放监控	运行监控	燃烧装置的温度、吸收的液气比等 台账
	排放监控	在线监控

9.2 过程控制技术可行性分析

（1）密闭、加盖技术

涉及恶臭气体的密闭化是非常重要的。因为大部分恶臭类物质也为挥发性有机物，因此根据美国环保署上世纪 90 年代设置的《序批式工艺的 VOC 控制导则》，提出了全密闭系统，并定义为围绕排放源设置封闭系统然后经过收集后通过一个排气筒或者通道进入控制装置的系统。因此本标准也做了相应的收集

和处理要求，逐步推进无组织排放方面的封闭操作系统。

这项技术的实施已经具有成熟型，目前很多企业开始增强过程捕集系统，在密闭化方面注重可操作性。

表 9.2 过程控制措施一览表

工艺环节	适用范围	控制措施
计量和配制环节	所有企业 溶剂投料 固体投料 设备	移动缸操作生产线在原辅料计量时候，溶剂输送优先采用管道计量，称量或配置期间移动缸体或容器应该保持密闭。 如工艺限制而无法保持密闭时，应该设置密闭式抽风系统，收集后排入污染物控制设备。
投料环节		桶装液体物料中存在优先控制污染物，所以加料方式应该采用泵入的方式；或者真空吸入的方式加料；避免人工加料。
		固体投料方式优先使用自吸式投料；否则，投料处需要设置有效吸风装置，吸风罩的补集效率应达到 90% 以上，经过密闭系统收集后进入除尘器处理后再排放。
转移环节	储罐转移	储罐存储的原辅物料须经密闭管道输送至生产装置或者中间储罐，管道不得破损。原则上，应该明管敷设。
		在设置中间储罐时，中间储罐应该设置蒸汽平衡系统，或者中间储罐的呼吸气经过收集后，进入污染物控制设备。
	分散釜和预混釜之间的物料转移应该实施管道输送；工艺确需采用拉缸转移时候，必须保持分散釜、预混釜分别与拉缸之间采用密闭系统导入，缸体需要保持密闭。	
	输送泵	采用无泄漏泵
工艺环节控制	挥发性物料分离	采用全自动密闭式（氮气或者空气密封）的压滤机
		采用全自动密闭或半密闭式的离心机
抽真空		1、采用无油往复式真空泵、罗茨真空泵、罗茨鼓风机、前后； 2、如采用水喷射泵和水环泵，必须配置循环水冷却设备。
干燥		适用密闭式的干燥设备。

（2）储罐和装卸

涉及装卸必须设置气相平衡系统，减少大呼吸气体的排放。针对小呼吸的排放，则需要氮封和末端处置。除了石油化工行业的排放标准中对储罐的要求外，其他一些储罐的控制技术可以参照表 9.3 和表 9.4 所示。

表 9.3 储罐的分类

储罐分类	条件
A 类	储存物料真实蒸气压 $\geq 76.6\text{kPa}$ ，或者沸点低于 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$
B 类	除了 A 类储罐外， 单一储罐容积 $\geq 100\text{m}^3$ ，且储存物料蒸气压 $\geq 0.70\text{ kPa}$ ； $75\text{ m}^3 \leq$ 单一储罐容积 $< 100\text{m}^3$ ，且储存物料蒸气压 $\geq 10\text{ kPa}$ 。
C 类	单一储罐容积 $\geq 40\text{m}^3$ ，储存物料蒸气压 $\geq 0.14\text{ kPa}$ ，且不属于 A 类\B 类储罐。
D 类	其他储罐。
注：不包括树脂储罐。	

表 9.4 储罐可以采用的技术列表

储罐分类	控制要求
A 类	满足以下规定之一： (1) 采用压力罐； (2) 采用非压力罐，应安装密闭排气系统，排气至污染物控制设施，达标排放。 (3) 其它等效措施
B 类	满足以下规定之一： (1) 采用内浮顶罐：浮盘和罐壁之间应液体镶嵌式密封、机械式鞋形密封、双封式密封等高效密封方式； (2) 采用固定顶罐：应设置氮封、呼吸阀，应安装密闭排气系统，排气至污染物控制设施，达标排放。
C 类	(1) 采用内浮顶罐：浮盘和罐壁之间应液体镶嵌式密封、机械式鞋形密封、双封式密封等高效密封方式； (2) 采用固定顶罐：应设置氮封，设置密闭排气系统进入废气收集处理系统。
D 类	(1) 采用固定顶罐：应设置呼吸阀，设置密闭排气系统进入废气收集处理系统； (2) 采用固定顶罐：设置合理的气相平衡系统或其他等效措施。

(3) 废水处理单元

废水处理单元的过程控制就是加盖 密闭化，然后收集后处理排放。

9.3 末端废气治理技术可行性

9.3.1 技术政策

(1) 欧盟的最佳技术推荐

表 9.5 化学工业的废气排放的最佳可行技术一览表

技术	目标污染物	适用范围	可能的去除效率%	可达排放水平 (mg/m ³)
重力分离	颗粒物	流量：100000 Nm ³ /h以下；颗粒物浓度：不限；颗粒粒径：> PM ₅₀ , but also down to PM ₁₀ 温度：最高 540 °C	10-90	
旋风除尘	颗粒物	流量：100000 Nm ³ /h以下 (single unit)；180000 Nm ³ /h 以下 (multiple units)；颗粒	PM 80-99；PM ₁₀ 60-95 PM ₅ 80-95；	

		物浓度：最高 16000 g/Nm ³ 颗粒物粒径：PM2.5 温度可以 >1200 ° C	PM2.5 20-70	
电除尘器	颗粒物	流量：very high, dependent on variant up to 1800000 Nm ³ /h 颗粒物浓度 1-10 g/Nm ³ (wire-pipe) 2-110 g/Nm ³ (wire-plate) 粒径：>PM _{1.0} 温度：up to 700 ° C (dry) <90 ° C (wet)	PM 99-99.2; PM10 97.1-99.4 PM2.5 96-99.2 (dry and wet ESP)	5-15
湿法除尘器	颗粒物和气体污染物	流量：最高 170000 Nm ³ /h 颗粒浓度和温度：see Table 3.16	PM 50-99; VOC 50-95 ; SO2 80-99	
袋式除尘器	颗粒物	流量：up to 1800000 Nm ³ /h; 温度（取决于滤材），高于露点。颗粒物浓度可以高达 230 g/Nm ³	99-99.9	2-10
两室颗粒物过滤器	颗粒物	流量最高 75000Nm ³ /h per module; 温度最高 400 ° C; 颗粒物无限制		1
HEPA	颗粒物	流量：最高 3600 Nm ³ /h permodule; 温度：<200 ° C; <530 ° C (ceramic) 颗粒物浓度：1-30 g/Nm ³	PM 0.01 >99.99 PM0.1 nearly completely	0.0001
HEAF	颗粒物	流量最高 25000 Nm ³ /h	droplets 99; aerosols 99	
薄膜过滤器	颗粒物	流量最高150000 Nm ³ /h; 温度 <170 ° C; 颗粒物浓度 <1 mg/Nm ³	dust 99; aerosols 99	
湿式洗涤器	气态污染物	温度 <40 ° C	VOC 50-99; inorganic compounds 90-99; SO2 80-99	HF <1; HCl <10 (<50 with water) SO2 <40
吸附	气态污染物	流量最高100000 Nm ³ /h, 温度：<80 ° C (GAC); <250 ° C (zeolites) VOC content: <25 % LEL; 颗粒物浓度：low	VOC 80-95; Odour 80-95 H2S 80-95;	Hg <0.05 Dioxins <0.1 ng/Nm ³ TEQ
冷凝	气态污染物	流量最高100000 Nm ³ /h; <5000 Nm ³ /h (for cryogenic version) 温度：<80 ° C; 颗粒物浓度：low (<50 mg/Nm ³); 受限冷冻堵塞		
膜分离	气态污	流量取决于膜面积; 温度和压	VOC up to 99.9	

	染物	力取决于材料；颗粒物浓度： very low；VOC load: no limit		
生物处理法	气态污染物	不适用于组份变化大的、NH ₃ 能造成问题；冷冻和雨水多的 区域不适用	VOC 75-99； Inorganic 80- 95 (all)； Odour 70-95	
热氧化法	气态污染物	流量高达 86000 Nm ³ /h；温 度： 800-1000° C；980- 1200 ° C (hazardous substances)； VOC: <25 % LEL	VOC 95-99	TOC: 1-4
催化氧化法	气态污染物	流量高达 86000 Nm ³ /h；温 度： 300-500° C；VOC： <25 % LEL	VOC 90-99； CO >98 Odour 80-95	
气体内燃机/蒸汽锅炉	气态污染物			

（2）国家挥发性有机物污染防治技术政策

2013年5月24日，环境保护部发布了《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策》指导性文件，提出了生产 VOCs 物料和含 VOCs 产品的生产、储存运输销售、使用、消费各环节的污染防治策略和方法。

VOCs 的末端控制技术可以分为两大类：即回收技术和销毁技术。回收技术是通过物理的方法，改变温度、压力或采用选择性吸附剂和选择性渗透膜等方法来富集分离有机污染物的方法，主要包括吸附技术、吸收技术、冷凝技术及膜分离技术等。回收的挥发性有机物可以直接或经过简单纯化后返回工艺过程再利用，以减少原料的消耗，或者用于有机溶剂质量要求较低的生产工艺。销毁技术是通过化学或生化反应，用热、光、催化剂或微生物等将有机化合物转变成为二氧化碳和水等无毒害无机小分子化合物的方法，主要包括高温焚烧、催化燃烧、生物氧化、低温等离子体和光催化氧化技术等。

2014年3月，环境保护部发布了《大气污染防治先进技术汇编》，汇集了89项大气污染防治关键技术及130余项相应案例成果，其中典型有毒有害工业有机废气净化关键技术如表9.6所示。

表 9.6 主要的恶臭类有机废气的净化关键技术

序号	技术名称	技术内容	适用范围	备注
1	挥发性有机物（VOCs）循环脱附分流回收吸附净化技术	采用活性炭作为吸附剂，采用惰性气体循环加热脱附分流冷凝回收的工艺对有机气体进行净化和回收。回收液通过后续的精制工艺可实现有机物的循环利用。该技术对有机气体成分的净化回收效率一般大于	石油化工、制药、印刷、表面涂装、涂布等	溶剂单一时适用，溶剂不具备回收价值时要考虑固体废物的处置

		90%，也可达95%以上。单位投资大致为 $9\sim 24$ 万元/千 $(m^3 \cdot h^{-1})$ ，回收有机物的成本大致为 $700\sim 3000$ 元/吨		
2	活性炭吸附回收VOCs技术	采用吸附、解析性能优异的活性炭（颗粒炭、活性炭纤维和蜂窝状活性炭）作为吸附剂，吸附企业生产过程中产生的有机废气，并将有机溶剂回收再利用，实现了清洁生产 and 有机废气的资源化回收利用。废气风量： $800\sim 40000m^3/h$ ，废气浓度： $3\sim 150g/m^3$	包装印刷、石油、化工、原药制造、涂布、纺织、集装箱喷涂等行业	溶剂单一时适用，溶剂不具备回收价值时要考虑固体废物的处置
3	高效吸附脱附（蓄热）催化燃烧 VOC 治理技术	利用高吸附性能的活性炭纤维、颗粒炭、蜂窝炭和耐高温高湿整体式分子筛等固体吸附材料对工业废气中的VOCs进行富集，对吸附饱和的材料进行强化脱附工艺处理，脱附出的VOCs进入高效催化材料床层进行催化燃烧或蓄热催化燃烧工艺处理，进而降解VOCs。该技术的VOCs去除效率一般大于95%，可达98%以上。	化工、电子、机械、涂装等行业	非连续工艺需要考虑成本问题。
4	高效VOCs催化燃烧技术	含有VOCs的固定源尾气，通过热交换器的换热和加热器（仅开车或VOCs含量偏低时启动）的加热，使尾气加热到催化剂的起燃温度（ $\sim 250^\circ C$ ）后进入催化反应器，在催化剂的催化氧化作用下，VOCs被氧化成 H_2O 和 CO_2 ，并释放出大量热量，催化氧化反应后的高温尾气经过余热利用后通过烟囱排空。	VOC 含量在 $1.5g/m^3$ 以上适用	非连续工艺需要考虑成本问题。
5	中高浓度VOCs蓄热催化燃烧（RCO）净化技术	在旋转阀式蓄热催化燃烧设备中，首先利用堇青石-莫来石复相材料的蓄热和放热性能，加热未反应的有机废气，在蓄热催化一体化材料上发生催化氧化反应，气体中的挥发性有机物转化为二氧化碳和水，并释放反应热，反应后的气体将热量传递给蓄热材料，以高于进口气体 $20\sim 30^\circ C$ 的温度排放。该技术的热回收效率可达90%；有机物净化效率95%以上；适用的有机物浓度范围为 $500mg/m^3$ 以上，无二次污染物排放；单位投资大致为 $50\sim 100$ 万 $/10000m^3$ 。	中高浓度有机废气，特别是各类烘干废气	非连续工艺需要考虑成本问题。
6	RTO及余热利用技术	以蜂窝陶瓷蓄热体为核心材料制成的蓄热式热力氧化RTO系统，经“蓄热—放热—清扫”过程，实现使工业生产过程中排放的可挥发性有机化合物VOCs的无害化燃烧，使	用于石油、化工、农药、表面涂装等行业	

		VOCs的排放达到行业排放法规要求。利用燃烧产生的余热，经余热锅炉和汽轮发电系统发电，或直接生产蒸汽或热水，达到节能和环保的目的或者进入烘干环节。系统VOCs的脱除率大于95%，能量回收率高于90%。		
7	低浓度多组分工业废气生物净化技术	利用高效复合功能菌剂与扩培技术，强化废气生物净化的反应过程；针对不同类型废气应用新型的生物净化工艺（设备），强化废气生物净化的传质过程；装填具有高比表面积和生物固着力的生物填料，解决微生物附着难、系统运行不稳定的问题。该技术适用范围广，运行管理方便，二次污染少；H ₂ S的去除率可达95%以上，VOCs的去除率达80%~90%。	适用于低浓度多组分工业废气排放控制	考虑生物法的恶臭问题
8	变温吸附有机废气治理及溶剂回收技术	采用活性炭或碳纤维为吸附材料，在吸附器内，废气中有机成分得到净化，尾气达标排放。同时通过热空气、水蒸气使有机废气脱附，经过冷却后回收利用。通过设置多组吸附器循环切换使用，实现装置连续自动运行。该技术的有机物净化效率一般大于90%，最高可达99.99%以上；非甲烷总烃排放浓度一般小于120mg/m ³ ，最低可达2mg/m ³ 以下；单套投资大致为150~800万元，单位运行成本通常为0.8~1.5元/kg	石油化工、有机化工、涂布、印刷、制药、制革等	溶剂单一时适用，溶剂不具备回收价值时要考虑固体废物的处置
9	冷凝与变压吸附联用有机废气治理技术	采用多级冷凝技术，使废气中的有机成分在常压下凝结成液体析出，经净化的废气进入活性炭吸附器进行拦截，确保达标排放，吸附饱和后采用负压脱附方式提取高浓度废气，并送回前端冷凝装置。冷凝与变压吸附联用处理工艺确保废气达标排放。该技术的有机物净化效率一般大于98%，可达99%以上；非甲烷总烃排放浓度一般小于120mg/m ³ ；单位投资大致为0.4~0.8万/m ³ ，单位小时运行成本通常为0.08~0.2元/m ³ 。	有机化工、油气储运等	溶剂单一时适用，溶剂不具备回收价值时要考虑固体废物的处置
10	转轮与蓄热式燃烧联用有机废气治理技术	采用高浓缩倍率沸石转轮浓缩设备将废气浓缩10~15倍，浓缩后的废气进入蓄热式燃烧炉进行燃烧处理，被彻底分解成CO ₂ 和H ₂ O，反应后的高温烟气进入特殊结构的陶瓷蓄热	有机化工、电子、半导体、涂装、涂布、印刷等行业	非连续工艺需要考虑成本问题。

		体，95%的废气热量被蓄热体吸收，温度降到接近进口温度。不同蓄热体通过切换阀或者旋转装置随时间进行转换，分别进行吸热和放热，对系统热量进行有效回收和利用，热回收效率可达95%以上，处理效率可达95~99%，出口浓度优于国家相关标准。		
11	等温等离子体技术	其基本原理是在电场的加速作用下，产生高能电子，当电子平均能量超过目标治理物分子化学键能时，分子键断裂，达到消除气态污染物的目的。一般处理效率为70%左右。对恶臭异味和VOCs 处理有一定的优势。	适用于污水废气处理、生物发酵、化工、喷涂、制药、农药、纺织印染等	针对低浓度大风量较为有效；可以作为预处理或者后续深度处理技术
12	吸收-光催化技术	以锐钛矿型纳米 TiO ₂ 催化剂为代表的催化空气净化技术。光解：布置有紫外光发生器阵列，异味高分子物质在强烈的紫外线照射下因分子链断裂而分解。氧化：少量的氧也在紫外光照射的催化下反应生成微量臭氧，实现对异味分子高级氧化。催化：在特定波长紫外光及催化阵列触媒的催化作用下，难降解的异味分子加速分解；同时产生羟基自由基、超氧阴离子自由基等强氧化剂，大幅提高净化效率。	适用于喷涂、炼油厂、橡胶厂、化工厂、制药厂、污水处理厂、垃圾转运站等气体净化	针对低浓度大风量较为有效。
13	转轮浓缩技术	转轮装置实质上是一个浓缩器，转轮吸附材料是可以吸附有机溶剂的分子筛。转轮被分为3个区域即处理区、冷却区和再生区，转轮在一个电机带动下旋转，旋转速度1~6转/小时。部分含有有机溶剂的空气在再生风机的作用下从冷却区流过后，被再生加热器加热到180℃左右，然后流过转轮的再生区。当再生空气流过转轮时，吸附在转轮上的有机溶剂被脱附出来，同时被再生空气带走。	适用于喷涂、电池、制药、手套、化工等行业	适用于溶剂回收使用。
14	深度冷凝回收技术	本冷凝系统采用双塔设计。从釜排气阀过来的VOC，先进入节冷器预冷，经冷凝后分离出来的冷凝液排到收集槽，预冷VOC进入普莱克斯深冷装置。冷凝后油品收集到储槽。不凝尾气废气从冷凝器塔顶引出，再经预冷器换热，此处的废气与罐区逸出VOC相比，温度、压力、流量均有所降低，可以达标排放。冷凝的温度控制到-100℃左右	适用于溶剂回收	应用案例尚不多
15	SQU 共振量	该技术由增压器、量子激发器、光	适用于难于	应用案例尚不多

	子协同技术	反应器三个基本单元组成，每个单元本身已经具有相当的除臭与氧化能力，降解污染物是利用各单元产生的电子、离子、活性基和激发态分子等有极高化学活性的粒子和废气中的污染物作用，当三个单元以某种方式耦合，且耦合方式符合共振条件时，会发生协同作用，使得性能效果得到极大提高，实验证明一般可得到几万倍到几十万倍的效果，使污染物分子在极短的时间内（s级）发生分解，并发生后续的各种反应使常规方法难以去除的污染物得以转化或分解以达到降解污染物的目的。	降解的物质。	
16	分子击断技术	分子击断技术是一项全新的VOCs治理技术，区别于传统的吸附吸收、低温等离子、催化氧化等技术。在“语晨”分子击断设备核心部件内产生高压脉冲电场，污染物在电场中库仑力的作用下先离散为单分子或小分子团结构，继而利用该脉冲电场中产生的高能粒子破坏进入电场中污染物的C-C、C-H等化学键，使之裂解氧化为H ₂ O、CO ₂ 等无污染物质，进而达到空气净化的目的。	广泛应用于化工、医药、设备制造、橡胶合成、包装印刷、食品加工等行业中的喷涂、烘烤、胶粘、印染等VOCs典型产生环节	应用案例尚不多

9.3.2 中国台湾地区的恶臭控制技术

中国台湾地区推荐的恶臭控制技术如表 9.7 所示。

表 9.7 中国台湾地区推荐的恶臭污染物控制技术

	药剂	常用浓度	适用臭味成份及范围	特性
化学法	碱性溶液	1-10%氢氧化钠或石灰水	H ₂ S CH ₃ -SH CH ₃ -S-CH ₃ CH ₃ -S-S-CH ₃ VFA（低级脂肪酸）酚	对废水厂臭气有效
	酸性溶液	0.5-5% 硫酸、10%盐酸	氨，三甲胺	
	次氯酸钠溶液	500-2000ppm 有效氯（臭气浓度高时）50-500ppm 有效氯（低时）	下水处理厂排气	价廉 与酸碱吸收并用 对硫化甲基最有效 最常使用
	臭氧	4-20ppm	硫化物 三甲胺 烯烃 含氧烃	可与臭相反应 可用种类多
	过氧化氢溶液		硫化物 三甲胺 烯烃 含氧烃	与二次污染使用种类多
臭氧接触法			渔产加工、化制厂、食品厂、发酵臭、堆肥厂	
			生活污水处理厂	
			化工厂、纸厂、酚味、	

		橡胶加工厂	
		餐厅排气 咖啡屋排气	
焚化处理		含氯、氟、硫有机物 (需设洗涤设备)	
		氢氯酸、氯气、氟气、 硫氧化物	
		含氮有机物 (需估算排 气 Nox)	

表 9.8 不同行业恶臭污染物的应用案例分析

控制技术	产业类别及适用范围	主要污染物	案例介绍
活性炭吸附	电子、半导体	甲苯、二甲苯、异丙醇、丙酮、乙二醇醚、乙酸正丁酯、氯仿、三氯乙烯	
	合成皮	甲苯、丁酮、二甲基甲硫氨	
	印刷	正己烷、甲苯、甲醇、异丙醇、丁酮、甲基异丁基酮、乙酸乙酯等	案例一：去除率 99.5% 案例二：去除率 99.1% 案例三：去除率大于 98%
	制药、农药	甲苯、乙醇、异丙醇、丙酮、甲基异丁基酮、乙酸乙酯、二氯甲烷	
	洗衣	四氯乙烯	
	涂料油漆	甲苯、二甲苯、甲醇、应兴春、丙酮、丁酮、乙酸乙酯、二氯甲烷等	
	橡胶加工	甲苯、丁酮等	
	植物油炼制	正己烷	
	合成橡胶制造	苯、环己烷、正庚烷等	
	磁带	甲苯、环己酮、丁酮、甲基异丁基酯	
	胶带	甲苯、异丙醇、乙酸乙酯、丁酮等	
焚化控制技术：冷凝法	一般适用于 VOC 浓度在 5000ppm 以上排气处理 或中低浓度、高单价 VOC		
焚化控制技术：蓄热式焚化法	废气的绝热燃烧能量在 13kcal/m ³ 以上（绝热燃烧升温 40 摄氏度以上）内含 VOC 总浓度在 155LEL 以下者，	若废气 VOC 浓度小于 2000mg/Nm ³ ，致其绝热燃烧升温低于 50 摄氏度，则需添加辅助燃料或电热提高其燃烧升温至高于 50 摄氏度，若废气流量大且 VOC 浓度极低，则考虑以转轮吸附浓缩 RTO 法处理，或以其他非热破坏法处理。	半导体行业：RTO 案例 VOC 去除率 98%
生物控制技术：生物滤	可用于处理低水溶性成分，较不适合处理		

床法	高浓度含硫、氮、或卤素化合物排气		
	香料及化学工厂		去除率 99%
	食品及香料制造厂	酯、醚、醛	去除率约 98%
	工业废水厂	硫化氢、二甲基二硫、甲硫醚	去除率 98%（以进气含 10-25ppmH ₂ S 为基础估算）
	纺织厂	低浓度醇类丙酮及醚类	去除率 99%
	受汽油污染土壤排气	甲烷、环状烃及 BTEX	去除率初始 90%，操作 400 天后 60%、75%
	合板业排气 VOC 处理	甲醛、蒎烯	去除率 85-99%（依温度决定）
	涂料干燥制造 VOC 的控制	苯、甲苯、二甲苯	去除率大于 80%（排气 VOC 大于 15ppm 时）
	铸造厂高浓度乙醇去除	乙醇、另含甲醇、丙酮及微量氟氯碳化合物	去除率 90%
	汽车铸件厂 VOC	总有机碳	去除率有机物 60%、臭气 80%
	表面涂装高浓度、低流量 VOC 排气	甲苯	去除率大于 95%
	印刷 VOC	丙醇及乙醇	去除率 95%
	烟叶厂排气	臭气	去除率 90% 排气小于 100 OU/m ³
	含二氧化硫排气处理	二硫化碳	去除率 90 以上，依浓度定
	生物控制技术：生物滴滤塔法	亚克力树脂粒干燥制程废气处理	THC
较适合处理水溶性大（水溶解在 100mg/L 以上的成分，如苯，甲苯、二甲苯、苯乙烯、醇酮酯醚、酰胺等或 VOC 及臭气		丁酮	
		甲苯	
		苯乙烯	
		乙醚	
		树脂制造排气	
		二甲基乙酰胺	
生物控制技术：生物洗涤法	堆肥厂除臭		去除率 95%
	生活污水厂除臭		
常用 VOC 中，水溶性高的甲醇、乙醇、异丙醇、环己醇、甲醛、乙醛、丙酮、戊酮、环己酮、乙酸甲酯、乙酸乙酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯腈等适用			案例一：去除丙酮 95%，案例二：去除甲苯、二甲苯、二氯甲烷，去除率大于 90%

二、行业举例			
行业名称	适用方法介绍		
光电及半导体业挥发性有机物控制	排气 VOC 浓度为 100mg/Nm ³ 时，以生物法（生物滤床及生物洗涤法）最经济，轮转 RTO 次之；排气 VOC 浓度为 200mg/Nm ³ 时，以生物法最经济，转轮吸附浓缩-RTO 法次之；排气 VOC 浓度为 500mg/Nm ³ 时，以生物洗涤及转轮吸附浓缩-RTO 法最经济，生物滤床次之；排气 VOC 浓度为 1000mg/Nm ³ 时，以转轮吸附浓缩 RTO 法最经济，生物洗涤法次之。		
废水厂 VOC 逸散最佳可行控制技术	1、热焚化法（VOC 浓度 5000-10000ppm）2、蓄热式热焚化法（VOC 浓度 1000-10000ppm）3、蓄热式热焚化法及活性污泥池注入法（VOC 浓度 1000ppm）4、既设送风机的活性污泥池注入法（VOC 浓度 100ppm）。		
三、控制技术文献举例（物理、化学、生物方法）			
处理工程或方法	处理方法	处理物质	结果
活性炭吸附	吸附	硫化氢、丙硫醇、鸡舍臭气	
禽畜舍除臭	除臭剂喷淋系统方式除臭		
臭氧洗涤法	洗涤法	VOC 及臭气	
化制厂排气除臭	湿式洗涤法 活性炭吸附和氧化催化	VOC	
水果和蔬菜罐头制造除臭	湿式洗涤塔、干式吸收塔和旋风分离器还包括冷凝和化学反应	VOC	
渔产加工排气处理	后燃器、加氯的洗涤器和冷凝器控制	硫化氢和三甲基胺	
腌渍食品等排气处理	吸附法冷凝或者洗涤		
下脚料加工业臭气	次氯酸钠水溶液		
废水处理厂空气污染	氧化	VOC	
浸染活性炭固定床动态吸附	吸附	硫化氢	
清洁剂制程排气脱臭	蓄热式焚化炉	刺激性臭气	
银锰触媒		臭气	
生物滤床、生物滴滤塔、生物洗涤	生物法	臭气	

9.3.3 本次技术去除效率调研

本次调研中，由于宁夏地区的去除技术尚不普及，臭气的控制在区域上不应该存在差别，因此借鉴国内外的一些技术统计结果进行参考。不同技术的臭气浓度排放情况如图 9.2 所示。不同控制技术的具体排放浓度如图 9.3-图 9.5

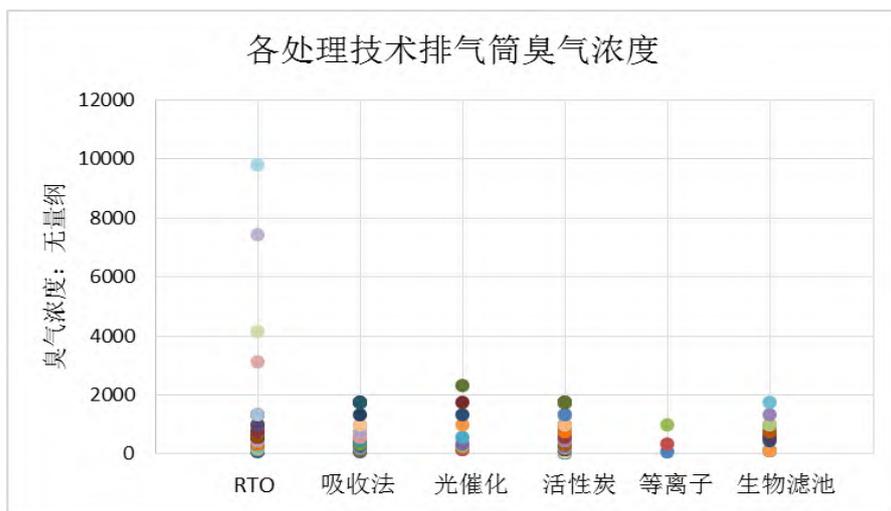


图 9.1 不同流控制技术的臭气浓度排放情况

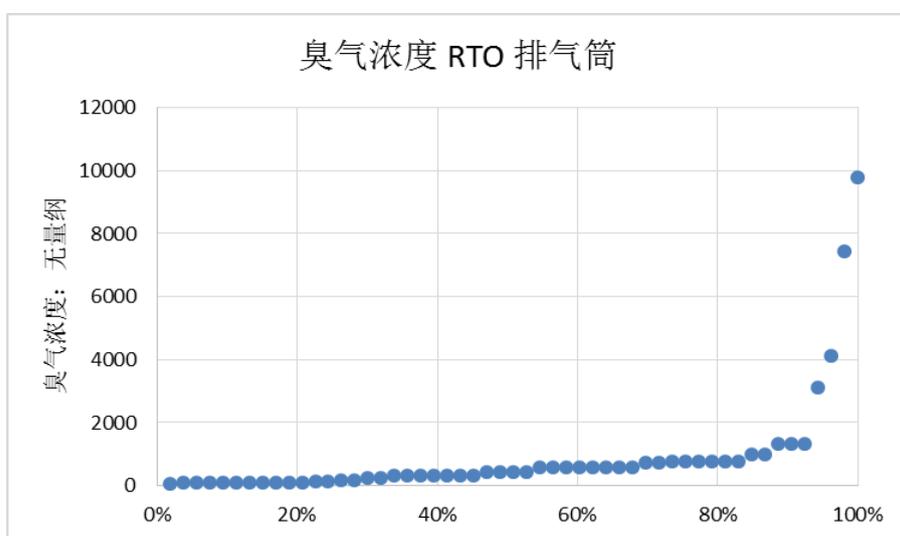


图 9.2 RTO 排气筒的臭气浓度排放情况

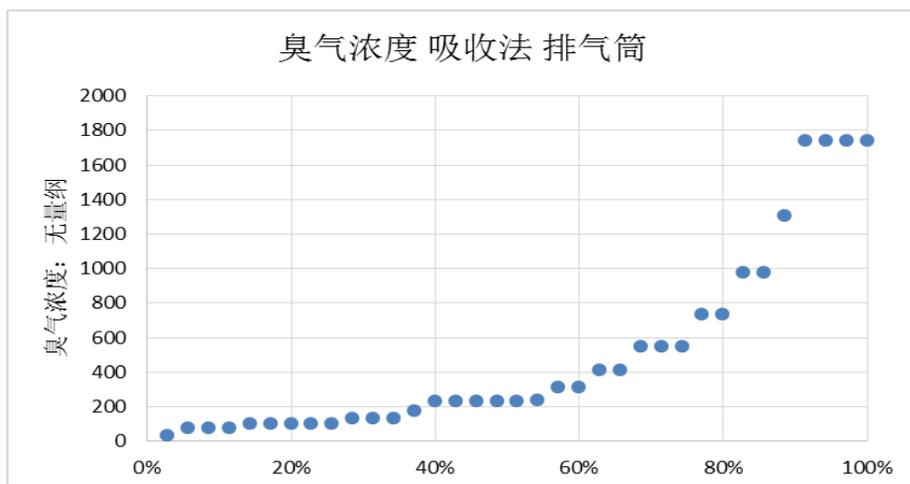


图 9.3 吸收法的臭气浓度排放情况

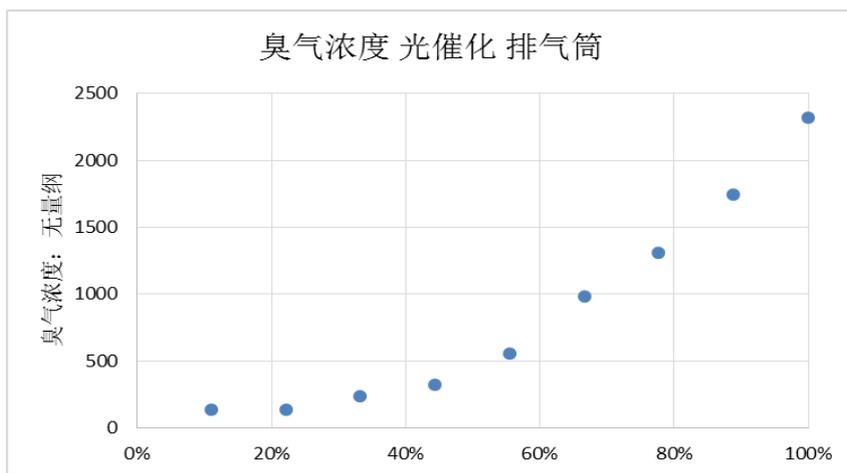


图 9.4 光催化装置的排放情况

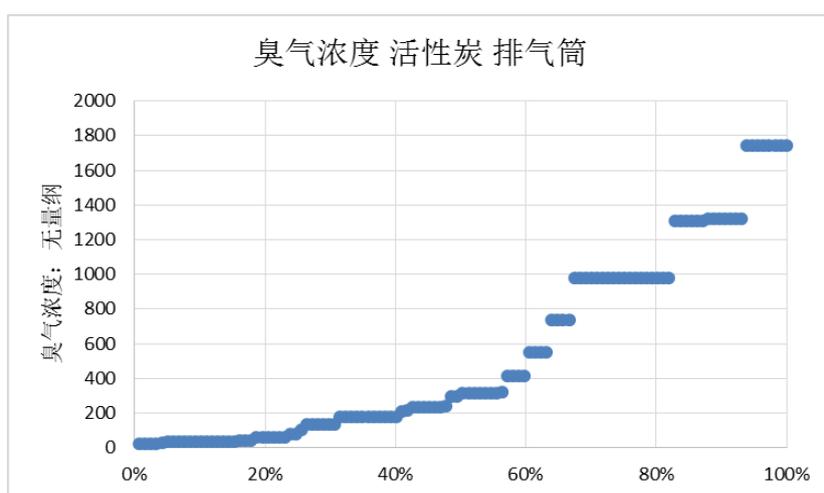


图 9.5 活性炭吸附装置的排放情况

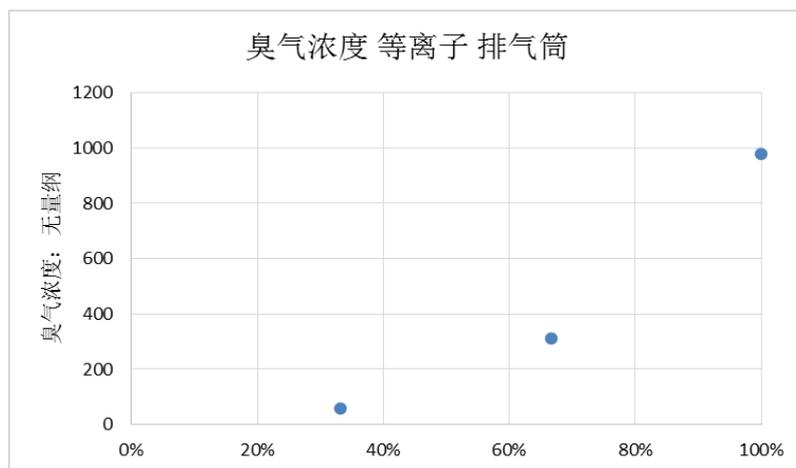


图 9.6 等离子体的臭气浓度排放情况

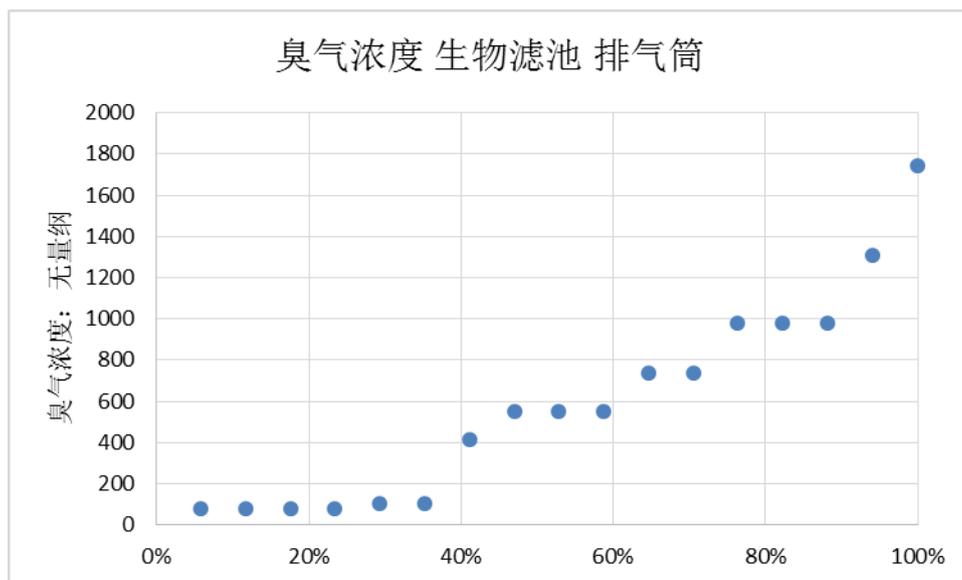


图 9.7 生物滤池的排放情况

9.3.4 不同控制技术的比较

(1) 蓄热式热氧化技术

燃烧法是利用 VOC 易燃烧性质进行处理的一种方法。通常采用的燃烧炉有五种形式，分别为直接焚烧炉、对流换热式焚烧炉、催化燃烧焚烧炉、蓄热式焚烧炉以及蓄热式催化燃烧焚烧炉。出于安全考虑，企业很少选择直接燃烧法和对流式换热焚烧炉。

蓄热式热氧化炉（Regenerative thermal oxidizers, RTO）特点是换热器采用陶瓷蓄热床，氧化分解后气体将自身携带的大量热量传递并储蓄在蓄热床中，然后让进入氧化器的气体从蓄热床中获取热量。ROT 的热回收率可高达 95%。RTO 至少应该有 3 个蓄热床，其中一个用于预热进气，另一个用于蓄热降温排气，还有一个用于吹扫循环，吹扫循环可避免蓄热床换向时候可能产生的冲击排放。蓄热式热氧化炉工作原理如图 9.8 所示。操作温度一般 760-820°C（最高 1100°C）左右。

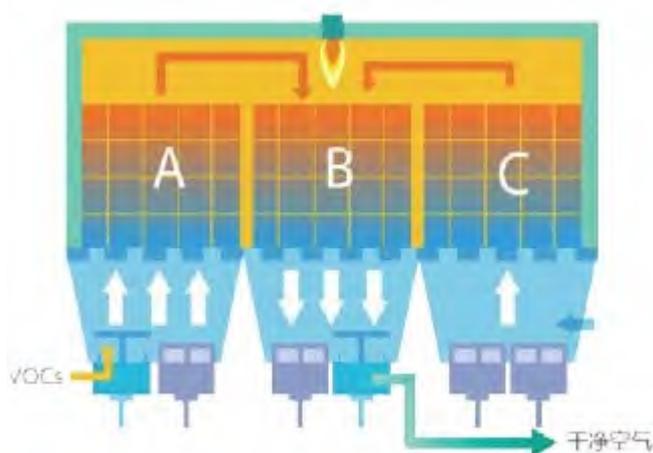


图 9.8 蓄热式热氧化炉工作原理

（源自《上海市工业固定源挥发性有机物治理技术指引》）

适用于治理浓度小于 $10\text{g}/\text{Nm}^3$ 的场合，处理风量范围在 $2.4\text{-}240\text{m}^3/\text{s}$ 之间。当浓度达到约 $1.5\text{g}/\text{Nm}^3$ 时，RTO可以做到不需要补充燃料。为了避免颗粒物对蓄热床的堵塞，废气进入反应器前需要预先去除颗粒物；为了防止中毒，废气中应该避免存在硅、磷、砷等其他重金属物质。工作燃料可以使用天然气或者轻柴油，原则上，不建议采用电加热。设备投资约 $300\text{-}500$ 万元（以 $10000\text{m}^3/\text{h}$ 计），运行费用约为 $50\text{-}80$ 万元/年左右。

（2）催化氧化法

催化氧化炉（catalytic oxidizer, CO）中，VOCs流经催化床，由于使用了催化剂，其反应温度比热力燃烧的温度低，废气进入催化剂床层前采用辅助加热器加热至 $320\text{-}430^\circ\text{C}$ ，催化剂最高设计工作温度可达 $540\text{-}675^\circ\text{C}$ 。催化剂在 $320\text{-}430^\circ\text{C}$ 下触发氧化分解反应，而催化剂本身并不参加反应。催化氧化法适宜处理浓度范围在 $1000\text{mg}/\text{m}^3$ 以上，在可燃气体爆炸下限的25%以下。催化氧化器不能用于固体或液体颗粒物的浓度较高的场合，这些颗粒物会使得催化剂受到污染形成堵塞，如果颗粒物含有汞、硫和卤素化合物，将可能使得催化剂中毒。一般情况下，催化剂需要1-3年更换一次。使用过程中，还需要注意如果目标污染物存在容易聚合的物质，则应该慎重选用。设备投资约 $300\text{-}500$ 万元（以 $10000\text{m}^3/\text{h}$ 计），运行费用约为 50 万元/年左右。

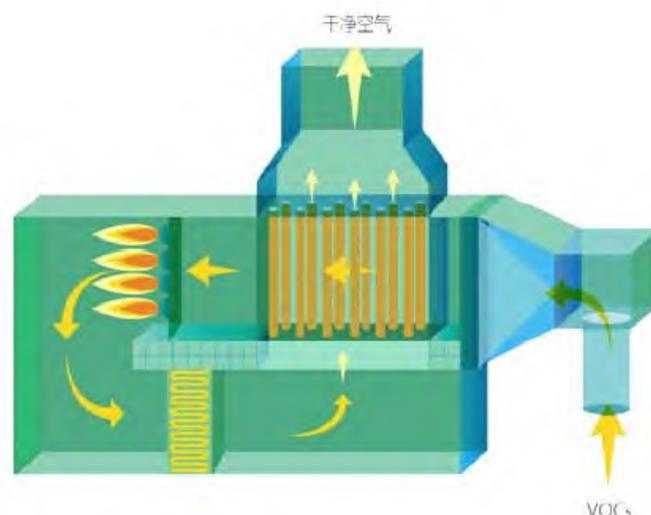


图9-9催化氧化器

（源自《上海市工业固定源挥发性有机物治理技术指引》）

（3）高效吸附-强化脱附回收VOCs技术

吸附法是处理低浓度 VOC 的有效方法之一，它是通过吸附剂对 VOC 进行吸附净化，将净化后的气体排入大气。因此去除率的高低与吸附效果有关，而吸附效果主要取决于吸附剂的性质、VOC 的种类、浓度和吸附系统的操作温度、湿度、压力等因素。目前，常用的吸附剂有颗粒活性炭、活性炭纤维、沸石、分子筛、多孔粘土矿石、活性氧化铝、硅胶和高聚物吸附树脂等。由于活性炭的价格低廉，吸附效果好，因此它是常用的吸附剂。但吸附法存在吸附剂再生、运行费用高及产生二次污染的问题，从而限制吸附法的应用。吸附技术可将 VOC 浓度从 $(400-2000) \times 10^{-6}$ 降低至 50×10^{-6} ，处理废气的浓度范围在 20×10^{-6} 到 $1/4$ 爆炸浓度极限之间，风量大于 $2.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 。常用的吸附剂有活性炭、有机聚合物、沸石等。活性炭的再生温度是 $218-318^\circ\text{C}$ ，再生后的吸附容量约为初始吸附容量的 50%。通常活性炭吸附装置后还可以连接燃烧/催化燃烧反应器或者冷凝器进一步降解或回收 VOC。

活性炭吸附-脱附回收关键技术包括（1）高吸附性能的活性炭纤维、颗粒物活性炭、蜂窝炭和耐高湿整体分子筛 VOCs 吸附材料；（2）高效安全吸附技术（高性能吸附材料、安全气氛吸附）（3）强化脱附技术（惰性气体脱附、电焦耳脱附等）。该项技术需要增加预处理技术，去除废气中的粉尘。吸附阶段通常有两个吸附罐，一个处于吸附状态，另一个处于脱附再生。脱附再生可以根据需要 6 小时/12 小时轮流吸附脱附。技术应用可以适用于 $800-100000 \text{ m}^3/\text{h}$ ；尾气浓度 $200 \sim 150000 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。

设备投资约为 100-150 万（以处理风量为 $10000 \text{ m}^3/\text{h}$ 计算），运行费用 40-150 万元。回收溶剂如果可以回用利用，则回收溶剂价值有可能与运行费用持

平。主体设备为 10-15 年。

2014年环保部发布了《大气污染防治先进技术汇编》，其中将活性炭吸附回收VOCs技术列入了推荐技术。该技术的基本原理是利用吸附、解析性能优异的活性炭（颗粒炭、活性炭纤维和蜂窝状活性炭）作为吸附剂，吸附企业生产过程中产生的有机废气，并将有机溶剂回收再利用，实现了清洁生产和有机废气的资源化回收利用。废气风量：800~40000m³/h，废气浓度3~150g/m³。该技术的设备投资约100~150元/(m³/h)，运行费用为4~8元/年（10000m³/h的规模），在甲苯、丁酮、DMF、二甲苯、乙酸乙酯的废气，基本上效率在90%~95%以上，进口浓度为1000~1500mg/m³的情况下，出口浓度在50~150mg/m³之间。

要实现达标到本标准规定的20mg/m³，必须选择优质的活性炭，同时确保足够的停留时间和及时的活性炭更换，达标在技术上应该是可行的。

（4）高效-吸附脱附-蓄热（催化）燃烧技术

针对高风量低浓度废气，目前普遍采用的是高效吸附-脱附-蓄热（催化）燃烧技术。一般情况下处理风量规模为 20000~500000m³/h。主要原理是将来自不同排放源的气体收集后，首先经过预处理，去掉粉尘，然后使用活性炭或者沸石吸附，吸附饱和后的活性炭或者沸石则采用循环热风脱附，脱附后的高浓度有机废气进入蓄热式燃烧炉或者蓄热式催化氧化炉。

设备投资基本上是 500-1000 万元（以处理风量为 50000m³/h 计算），运行费用为 30-100 万元/年左右。主体设备使用寿命为 10-15 年。

（5）沸石转轮高沸点溶剂浓缩回收技术

吸附转轮由瑞典发明家 Carl.Munters 先生发明，最早应用于空气除湿，在其发明专利到期后，日本企业将其技术不断完善，最终开发了可以用于有机废气处理的分子筛浓缩转轮。

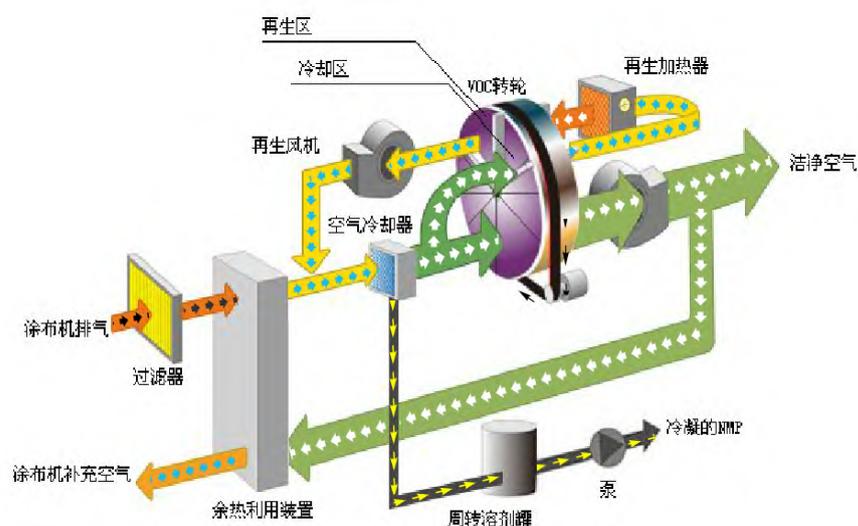


图 9.10 轮转浓缩技术的应用

该技术在锂电池生产 N-甲基吡咯烷酮的回收、聚酰亚胺薄膜（纤维）生产有机溶剂回收、空调制造挥发油回收、有色冶炼采取萃取法分离溶液回收中得到了应用。

（6）吸收-光催化技术

典型的喷淋吸收-光催化技术如图所示。

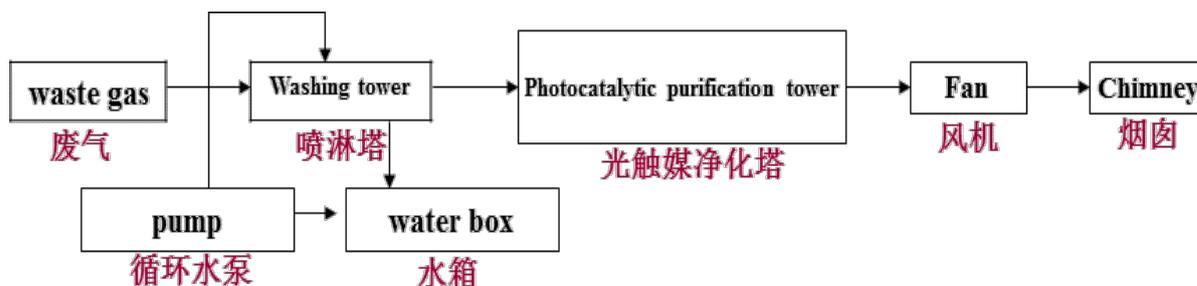


图 9.11 典型的喷淋吸收—光催化技术

（7）液氮深冷-溶剂回收技术

从釜排气阀过来的 VOC，先进入节冷器预冷，经冷凝后分离出来的冷凝液排到收集槽，预冷 VOC 进入普莱克斯深冷装置。冷凝后油品收集到储槽。不凝尾气废气从冷凝器塔顶引出，再经预冷器换热，此处的废气与罐区逸出 VOC 相比，温度、压力、流量均有所降低，可以达标排放。冷凝的温度控制到-100℃ 左右。通过调节液氮的流量来控制冷凝温度。液氮冷凝工艺流程图如图 3 所示。

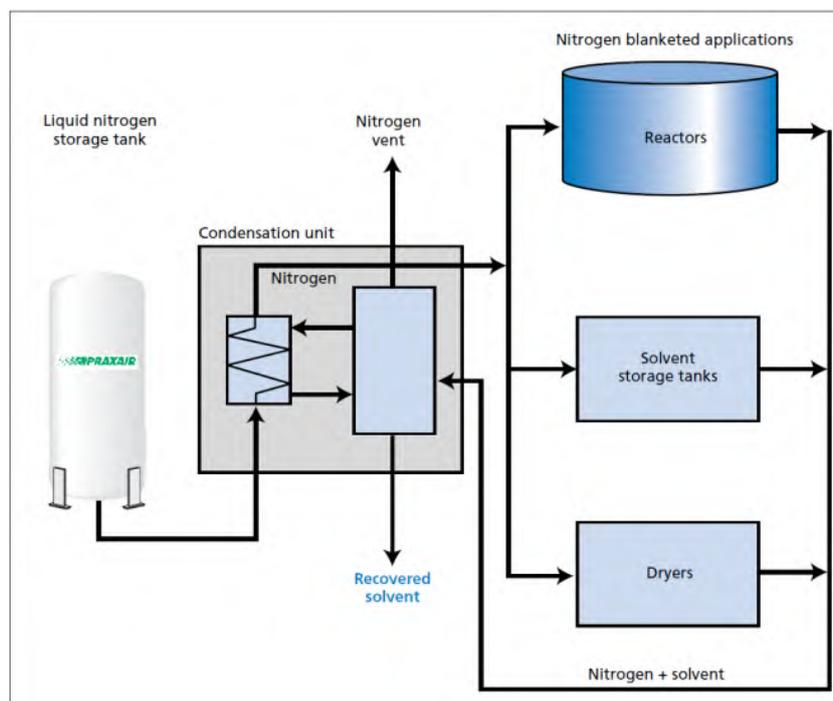


图 9.12 深度冷凝技术的示意图

中文	分子式	相对分子质量	蒸汽相对密度 @20℃	凝固点 [°C]	沸点 [°C]	冷凝温度 [°C]
甲基叔丁基醚	C5H12O	88	2.05	-109	55.2	-110
甲醇	CH3OH	32.04	1.43	-97.8	64.8	-67
乙酸乙酯	C4H8O2	88.11	3.93	-84	77	-90
异辛烷	C8H18	114.22	3.93	107.45	99.2	-110
甲苯	C7H8	92.14	3.14	-95	110.6	-70
乙酸丁酯	C6H12O2	116.16	3.96	-77.9	126.5	-80
二甲苯	C8H10	106.17	3.62	13.2	138.36	-50
对二甲苯	C8H10	136.167	3.66	13.26	139.1	-50
丙二醇甲醚醋酸酯	C6H12O3	132.16	3.55	-87	146	-75
环己酮	C6H10O	98.14	2.64	-45	155.6	-20

	客户 A	客户 B
VOC	VCM	CBrF3
VOC 回收率	>99% (-160 °C)	>95% (-110 °C)
VOC 排放浓度	VCM < 36 mg/m ³ 达标排放	CBrF3 < 6 g/m ³ 达标排放
回收期	<1 年	<1 年

(8) 低温等离子体技术

低温等离子体净化技术是近年来发展起来的废气治理新技术。等离子体被称为物质的第4种形态，由电子、离子、自由基和中性粒子组成。低温等离子体有机气体净化就是利用介质放电所产生的等离子体以极快的速度反复轰击废气

中的异味气体分子，去激活、电离、裂解废气中的各种成份，通过氧化等一系列复杂的化学反应，打开污染物分子内部的化学键，使复杂大分子污染物转变为一些小分子的安全物质（如二氧化碳和水），或使有毒有害物质转变为无毒无害或低毒低害物质。

低温等离子体净化技术的优点是：（1）等离子体反应器阻力低，系统的动力消耗低；（2）不需要预热，净化装置可以即时开启与关闭；（3）所占空间比现有的其他技术更小；（4）装置简单，易于进行安装和搬迁。缺点是：（1）净化效率低（一般 30~70%），只适用于低浓度废气净化（一般低于 300mg/m³ 为宜）；（2）产物复杂，通常需要进行二次吸收处理；（3）等离子的产生方式不同，目前尚缺乏系统的研究比对。因此，该技术只适用于低浓度含 VOCs 废气的治理（一般低于 300mg/m³）。近年来在部分涂装企业的废气治理中得到了应用。

9.3.5 末端 VOCs 控制技术实际应用调研

（1）典型 VOCs 控制技术与恶臭污染控制的适用性
典型的 VOC 控制技术的适用性汇总如表 9.7 所示。

表 9.7 典型 VOC 控制技术的适用性分析

控制技术	适用 VOC 种类	适用 VOC 浓度 (mg/m ³)	单套装置适用气体流量(m ³ /h)	适宜处理废气	适宜温度	二次污染	建设费用 (万元 (1000m ³ /h))	运行费用 (元 /1000m ³)	优点	缺点
吸收	苯类及大部分 VOC	<1000	1000~10000	容易吸收的气体		废液	13~42	1~4	效果好	废液需要进一步处理
冷凝	大部分 VOC	>20000	<3000	浓度高的废气和含有大量水蒸气的高温废气		无			可回收 VOC	流量不宜过高, 处理不彻底
吸附	苯类、酮类等大部分	1000~120000	1000~150000	一般适用于浓度较高, 成分较为单一的气体	<45	废弃吸附剂	10~42	4~8 (不包括回收的 VOC)	效果好	吸附剂费用高
膜分离	烯烃、烷烃等	>5000	<3000	高浓度废气, 水分含量不宜太高	<60	无	100~600	0.4~1.5 (不算膜更换)	可用于 VOC 回收	不适用于高温或大流量气体
催化氧化	绝大部分 VOC	2000~8000	1000~10000	中高浓度有机废气, 气体中部含硫、卤素和重金属等	<500	未完全氧化产物	8~60	0.4~5	适用 VOC 种类多、处理效果好	不适用于低浓度气体、催化剂中毒
热力燃烧	大部分 VOC	2000~8000	1000~10000	高浓度有机废气	>0	未完全氧化产物	5~30	0.4~3.0	适用 VOC 种类多、处理效果好	不适用于低浓度废气, 可能产生有毒副产物
等离子体	大部分 VOC	<500	1000~20000	大风量低浓度废气	<80	臭氧	2~25	1~3	适用 VOC 种类多	离子管或电极容易受到污染
生物处理	苯等大部分 VOC	<2000	1000~10000	中低浓度、含可生物降解 VOC	10~45	渗出液	2~20	0.6~2.0	处理费用低	占地面积大

9.4 经济可行性分析

9.4.1 成本分析

（1）过程控制技术的成本

前者的控制技术包括容器增加盖/覆盖物、捕集管道系统改造、桶泵等投料方式和灌装方式、自动包装机、储罐改造费用等 VOC 控制技术的改造费用。这种内部改造费用与企业的规模密切相关。一般情况下，投入在 20 万元-200 万元左右。

表 9.8 内部过程控制措施

过程控制措施	改造费用
加盖（污水收集系统）	8-10 万
加盖（污水处理站）	10-20 万
吸风罩改进方式	大约 10 万
溶剂清洗改造：同时增加自动化控制设施	10-20
间歇式生产的清洗场所改造	50~100
过程控制技术改造（包括加盖、投料环节、配料环节等）	50~200

（2）末端控制技术的成本

一般企业的 VOC 废气收集处理系统有两种类型：一是分批分别处理，二是集中后混合处理。

分批分别处理的企业重点在于对高浓度有机废气捕集后 RTO 或者催化氧化，然后针对其他浓度低的废气则采用吸附浓缩回用或者其他等效措施。RTO 的投资费用约 500 万元；浓缩-催化氧化装置约 300-500 万元，活性炭改造为吸附冷凝回收装置需要投资 150 万元左右。装置冷凝回收约需要 100 万元；单纯的更换式活性炭吸附装置一般 30-60 万左右。

如果集中混合处理采用浓缩脱附 RTO 或者催化氧化技术，则一般情况下 500 万~1500 万（看规模）。

目前 VOC 治理技术用于恶臭污染物的处理也是常规的技术。但考虑到恶臭污染物的控制，或者在 VOC 治理技术上加以改造，比如增加停留时间，确保矿化的效果；或者在 VOC 治理技术后增加深度处理技术，比如等离子体、光催化、吸收和简单吸附的技术等。

参考国家环境保护恶臭污染控制重点实验室的研究结果，基于本次研究的调研结果，具体的技术效果如表 9.9 所示。

表 9.9 恶臭污染物控制技术的投资和费用

治理技术	气体流量 (m^3/h)	适宜处理废气	优点	缺点	投资费用 (万元/万 Nm^3/h)	运行费用 (万元/万 Nm^3)
吸附回收技术	$<6 \times 10^4$	浓度较高、组分简单、并且具有回收价值的治理，如涉及有机溶剂生产和使用的相关行业以及加油站油气回收	适应性强，去除效率高，工艺成熟，设备简单，操作灵活	设备庞大，吸附剂容易失效，运行费用高及产生二次污染	常规： 5~42	40~80（根据活性炭的质量）
吸收技术	$10^3 \sim 3 \times 10^4$	低浓度、排放稳定、易于溶解于吸收剂	方法简单易行，效率高、富集功能强	吸收剂价格高、后处理投资大，二次污染，油类吸收剂易燃	常规： 12~47 化学氧化吸收会略有增加。	50~97 （基于废水的处理费用）
预热式催化燃烧技术	$<4 \times 10^4$	喷涂、化工等行业中高浓度有机废气的治理，废气中不含催化剂中毒物质	能源利用率高，起燃温度低，处理效率高，无二次污染，设备体积小，造价低	当有机废气浓度太低时，需要大量补充外加的热量，运行费用高	35~70	4~10 （基于催化剂的更换和电耗）
蓄热式催化燃烧技术（RCO）	$<4 \times 10^4$	中高浓度，成分复杂、多变的有机废气，尤其适合于需要热能回收的企业或烘干线废气处理	能效比高，节省空间，节约材料用量，简化系统控制，不产生二噁英、NOX等二次污染	催化剂容易中毒失活，应用范围受到一定限制	40~100	4~8
预热式热力焚烧技术	$<4 \times 10^4$	中高浓度、排放稳定、成分复杂或组分可使催化剂中毒的VOCs治理，尤其适合热量可以回用的汽车、家电等的烤漆废气处理	处理效率高，较彻底，无二次污染，操作简单	热利用率低、设备的运行费高	30~65	8~16

蓄热式热力焚烧技术 (RTO)	$<4 \times 10^4$	大风量、低浓度, 成分复杂、多变或含有容易使催化剂中毒或活性衰退成分的废气	去除效率高, 运行成本低, 热效率高, 不产生NOx等二次污染, 操作简易, 维护方便	投资费用高, 不适用于含有较多硅树脂废气	40~80	4~8
等离子体技术	$<3 \times 10^4$	大风量低浓度的有机废气, 对油漆雾废气处理更适用	动力消耗低, 装置简单、造价低、占地面积小, 工艺简单, 操作简便, 维护方便	会产生如NOx、CO、O3有害副产物	30~50	1~3
生物处理技术	$<1.2 \times 10^5$	污水处理、堆肥、化工、制药等行业中低浓度、含可生物降解废气	工艺设备简单, 投资及运行费用低, 二次污染小	场地、操作条件较苛刻, 设备体积大, 停留时间长, 净化速度较慢, 普适性较差	10~40	6~12
冷凝回收技术	$<10^4$	高沸点、高浓度的有机溶剂蒸气, 主要应用于医药和化工行业	对于沸点较高的VOCs, 回收率高	对于低浓度有机废气不适宜, 操作费用高, 需进行二次低浓度尾气治理	3~7	48~95
光催化技术/光解技术	$<3 \times 10^4$	大风量低浓度的有机废气, 对油漆雾废气处理更适用	动力消耗低, 装置简单、造价低、占地面积小, 工艺简单, 操作简便, 维护方便	会产生如NOx、CO、O3有害副产物	20~40	2~10

吸附浓缩+催化燃烧	$<4 \times 10^4$	低浓度，大风量或浓度不稳定的废气，废气中不含催化剂中毒物质，如喷涂、印刷等行业	能耗低，热回收率高，设备的运行成本低	投资成本高	80~100	5~20
吸附浓缩+RTO技术	4×10^4	低浓度，大风量或浓度不稳定的废气，废气中不含催化剂中毒物质，如喷涂、印刷等行业	能耗低，热回收率高，设备的运行成本低	投资成本高	80~100	5~20

（3）其他费用

本标准实施后，企业在设备监控、环境监测、台帐建设等方面需要投入，整体上，投入的监测费用将增加到每年 1~3 万/排气筒。台帐费用和设备监控为一次性投入。

（4）综合费用分析

根据以上分析，本标准实施后，企业的改造费用大约为 100~300 万/(万 m³/h)，运行费用大约为 50~400 万/年。

针对不同的企业进行分类分析，在原有的 VOC 治理技术上分析，一般情况下，需要增加深度处理技术（如光催化、等离子体、吸收、吸附等组合技术），如表 9.10 所示。

表 9.10 不同企业的投入分析

企业分类	企业	类别	末端治理设施	投资预估（万元）	运营成本（万元/年）
重点行业	大型企业	VOC 治理	蓄热燃烧/催化/溶剂回收	500~1000	60~100
		恶臭治理增加值	等离子体、光催化、吸收等组合技术	50~100	6~10
	中型企业	VOC 治理	蓄热催化/燃烧溶剂回收	300~500	30~80
		恶臭污染治理	等离子体、光催化、吸收等组合技术	30~50	3~8
	小型、微型企业	VOC 治理	再生式活性炭	50~150	10~50
		恶臭污染治理	等离子体、光催化、吸收等组合技术	10~15	2~5

以上是针对企业的治理成本，由于企业的恶臭污染源不同，一般情况下，

在 VOC 治理技术的基础上，企业需要增加 10% 的投入和运行费用，以保证恶臭污染物达标。

9.4.2 经济成本核算

因此从平均水平上看，企业 VOC 的投入占一年利润的 1/3~1/2 左右，运行费用则只占利润的 1/10 左右。因此企业应该是可以承受的。考虑到本项目可以与挥发性有机物协同控制，因此其经济上的成本可以接受。

当然，国有企业和国际著名企业的差距是有的，企业规模大小也有差异，不同类类型企业的利润率也不同，可能不同行业的改造压力不同。可能导致成本核算的结果也会有偏差。针对规模比较小的企业压力是比较大的。但从促进企业规模化生产、转型生产的角度看，标准对大部分企业来说是可以承受的。

10、预期效益分析

进行恶臭污染物的减排量的准确核算是比较困难的。但可以从以下几方面来分析本标准实施后的环境效益和社会效益。

（1）标准严格程度

从标准值来看，本标准实施后，与 GB14554 相比，臭气浓度限值提高了 50%~99%；特征污染物质的最高允许排放速率和排放浓度也分别被严格了约 33%~85%、0%~87%。

根据以上来看，恶臭污染物的控制效果将非常明显。

（2）无组织排放的削减

本项目对无组织排放提出了严格的控制要求，从当前的过程控制现状来看，排气筒的检测浓度极低，说明无组织排放严重，捕集效率不高。某些行业的无组织排放比较严重，根据实际观测，无组织排放约可以占 50%~80% 以上，有的企业甚至可能是近 100%（小企业）。因此从本标准提出的无组织排放控制方案实施后，大约可以降低恶臭类污染物的排放 60%。

对工业源恶臭污染物排放总量削减约有很大的贡献。

（3）对降低恶臭污染的贡献

由于本标准重点控制了恶臭污染物质，增加了 8 种恶臭物质，同时收严了控制标准，还增加了恶臭排放强度的要求，特别是针对在工业集聚区区外的企业，厂界的臭气浓度收严，因此一定大大促进恶臭污染的控制，降低恶臭污染的影响。针对核心控制区，执行非工业集聚区标准，大大收严了厂群矛盾突出的核心区的排放标准，因此有利于缓解核心区群众反应强烈的突出问题。

11、标准实施建议

（1）本标准由县级以上人民政府环境保护主管部门负责监督实施。

（2）在任何情况下，企业均应该遵守本标准规定的大气污染物排放控制要求，采取必要的措施保证污染防治设施正常运行。环境保护主管部门在对企业进行监督性检查时，按照国家和本市环境保护管理相关规定执行

参考文献:

- [1] 《境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- [2] 《重点区域大气污染防治“十二五”规划》（环发[2012]130号文），2012年1月；
- [3] 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕37号），2013年9月；
- [4] 上海市大气污染防治目标责任书。
<http://www.mep.gov.cn/zxbd/rdzl/dqst/mbzrs/201401/P020140127516343078870.pdf>
- [5] 《关于印发〈大气污染防治行动计划实施情况考核办法（试行）实施细则〉的通知》（环发[2014]107号），2014年7月；
- [6] <http://www.epa.gov/ttn>；
- [7] http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm；
- [8] Ministry of the Environment Government of Japan. Environmental Quality standard in Japan, air quality. Tokyo: Ministry of the Environment Government of Japan 1973.[2009-09-21]
<http://www.env.go.jp/en/air/aq.html>；
- [9] Austrian Government, Department of the Environment, Water, Heritage. Air Quality standard. Canberra: Department of the Environment, Water, and the Arts. 1998.[2009-09-21].
<http://www.environment.gov.au/atmosphere/airquality/standards.html>；
- [10] Government of Canada. National ambient air quality objective (NAAQOs). 1998.[2009-09-21]. <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/out-ext/reg-eng.php#a3>；
- [11] 《北京市地方大气污染综合排放标准》（DB11/501-2007）；
- [12] 司蔚,李晓弢,谷雪景. 我国固定源大气污染物排放标准评析.环境保护,2011（10）: 50-51.
- [13] 赵建国,杨利嫻等.美国涂料行业 VOCs 污染控制政策与技术研究.涂料工业,2012,42（2）:44-48.
- [14] 胡必彬,孟伟. 欧盟大气环境标准体系研究.环境科学与技术,2005,28（4）:61-63.
- [15] 张国宁等. 环境质量标准制订中的关键技术问题,环境科学研究,2011（9）.
- [16] 江梅,张国宁等. 国家大气污染物排放标准体系研究.环境科学,2012,33(12).
- [17] 江梅,张国宁等. 有机溶剂使用行业 VOCs 排放标准体系的构建.环境工程技术学报,2011,01（3）.
- [18] 江梅,张国宁等. 工业挥发性有机物排放控制的有效途径研究.环境科学,2011,32（12）.
- [19] 王海林等. 我国工业 VOCs 减排控制与管理对策研究.环境科学,2011,32（12）.
- [20] 工业固定源 VOCs 治理技术分析评估.环境科学,2011,32（12）.
- [21] AP-42: 美国环境保护局.
- [22] CORINAIR,欧盟.
- [23] 德国空气质量技术规范（TA-Luft）,2012年版本.
- [24] 加州环保署空气资源质量管理局. California's Regional haze control plan, 2008.
- [25] 美国环保署. Regional haze program . <http://www.epa.gov/airquality/visibility/>
- [26] 中国涂料工业协会, 2013年中国涂料工业年鉴,2013年。
- [27] 欧盟委员会联合研究中心. 大宗有机化学工业污染综合防治最佳可行技术,2003.
- [28] 中国台湾地区固定源大气污染物排放标准,2011年.
- [29] 欧盟委员会联合研究中心. 污染综合防治技术的经济效益与跨介质影响.
- [30] 《恶臭污染物排放标准》（国家修订稿，讨论稿）。

- [31] 邹克华主编.恶臭污染评估技术及环境基准,化学工业出版社,2016.
- [32] 周明贤. 臭味及挥发性有机物控制.国立中山大学出版社出版.
- [33] 包景岭主编. 恶臭污染源解析及预警应急系统.中国环境科学出版社, 2012.
- [34] 王亘,翟增秀等. 40种典型恶臭物质嗅阈值测定.安全与环境学报,2015,15(6):348-351.
- [35] 宁平等. 低温等离子体技术处理含硫恶臭气体的研究进展,材料导报,2015,29(11):62-66.
- [36] 天津市环境监测中心编. 恶臭监测技术. 中国环境科学出版社,2013.
- [37] 中华人民共和国住房和城乡建设部.城镇污水处理厂臭气处理技术规程.中国建筑工业出版社.