

广东省固定污染源挥发性有机物 综合排放标准

编制说明 (征求意见稿)

《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》编制组

二〇二〇年四月

目 录

| | | |
|-------|---------------------------|--------|
| 第 1 章 | 项目背景..... | - 1 - |
| 1.1 | 任务来源..... | - 1 - |
| 1.2 | 工作过程..... | - 1 - |
| 第 2 章 | 标准编制的必要性..... | - 2 - |
| 2.1 | VOCs 的危害..... | - 2 - |
| 2.2 | 空气质量持续改善的需要..... | - 3 - |
| 2.3 | 完善广东省 VOCs 排放标准体系的需要..... | - 3 - |
| 第 3 章 | VOCs 排放行业概况及产排污情况..... | - 5 - |
| 3.1 | VOCs 排放行业概况..... | - 5 - |
| 3.2 | VOCs 排放情况..... | - 7 - |
| 3.3 | 产排污情况..... | - 8 - |
| 第 4 章 | 挥发性有机物排放控制技术..... | - 13 - |
| 4.1 | 源头控制技术..... | - 13 - |
| 4.2 | 过程控制技术..... | - 14 - |
| 4.3 | 末端控制技术..... | - 14 - |
| 4.4 | VOCs 治理情况..... | - 17 - |
| 第 5 章 | 国内外相关标准调研..... | - 21 - |
| 5.1 | 国内标准..... | - 21 - |
| 5.2 | 国外标准..... | - 28 - |
| 第 6 章 | 标准制定的原则与思路..... | - 41 - |
| 6.1 | 本标准制定的原则..... | - 41 - |
| 6.2 | 标准的定位..... | - 42 - |
| 6.3 | 制定标准的总体思路..... | - 42 - |
| 第 7 章 | 标准的主要技术内容..... | - 43 - |
| 7.1 | 标准内容设置..... | - 43 - |
| 7.2 | 适用范围确定..... | - 45 - |
| 7.3 | 标准组织框架..... | - 45 - |
| 7.4 | 术语与定义..... | - 46 - |

| | | |
|-------|------------------------|--------|
| 7.5 | 污染物控制项目确定 | - 46 - |
| 7.6 | 标准限值确定 | - 54 - |
| 7.7 | 与国内外标准限值比较 | - 81 - |
| 7.8 | 其它污染控制要求 | - 84 - |
| 7.9 | 污染物监测要求 | - 86 - |
| 第 8 章 | 实施本标准的环境效益和经济技术分析..... | - 87 - |
| 8.1 | 实施本标准的环境效益 | - 87 - |
| 8.2 | 实施本标准的技术经济分析 | - 88 - |
| 8.3 | 标准实施建议 | - 91 - |

第1章 项目背景

1.1 任务来源

根据国务院印发的《打赢蓝天保卫战三年行动计划》及广东省人民政府印发的《广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018-2020年）》，挥发性有机物(VOCs)的治理已成为环境保护的重点工作。固定污染源是挥发性有机物排放的重要来源之一，为确保完成挥发性有机物的治理任务，亟需制定固定污染源挥发性有机物综合排放标准，以完善我省环保管理体系，规范我省固定污染源挥发性有机物污染排放，实现挥发性有机物的科学监管。2018年8月，原广东省环境保护厅下达了广东省《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》研究的制定任务，广东省环境科学研究院牵头承担标准编制工作。

1.2 工作过程

(1) 2018年8月，成立广东省《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》编制组。

(2) 2018年8月~12月，开展VOCs相关的环保政策研究，分析新形势下VOCs大气环境管理需求；进行国内外VOCs污染排放特征及控制技术的相关材料调查和研究。

(3) 2019年1月~2月，收集整理国家、国内各省市及世界卫生组织、美国、欧盟等发达国家和地区的相关标准和规范，对国内外相关标准体系进行研究，详细研究美国、欧盟等国家和地区的大气挥发性有机污染物排放标准体系，对比分析国家大气污染排放标准和各省市制定的相关地方排放标准。

(4) 2019年3月~9月，确定标准制定的技术路线，开展全省VOCs重点排放行业企业以及废气处理设施设计单位等实地调研及现场考察工作，研究全省VOCs生产排污工艺和治理现状，对现行VOCs污染治理技术及其排放控制水平进行评估。

(5) 2019年10~12月，组织召开多次讨论会，就标准体系设置方式、控制

指标等关键问题进行咨询讨论，形成初步的标准体系并形成标准征求意见稿初稿和编制说明。

(6) 2020年1~4月，对标准文本（征求意见稿初稿）和编制说明多次修改完善，经多次沟通、交流与修改完善，最终形成标准文本（征求意见稿）和编制说明。

第2章 标准编制的必要性

2.1 VOCs 的危害

VOCs 对大气污染的影响主要包括臭氧(O₃)污染、细颗粒物(PM_{2.5})污染，有害空气污染物(Hazardous Air Pollutants, HAPs)污染和臭味污染。

①臭氧污染。大部分的 VOCs 具有高度的光化学反应性，在阳光下经由紫外线照射，这些 VOCs 与大气中其它化学成分如 NO 反应形成高浓度的 O₃。O₃ 是强氧化剂，会刺激和破坏深呼吸道粘膜和组织，对眼睛有轻度刺激性。并且 O₃ 能通过植物气孔进入植物体内，影响农作物产量。此外，近地面 O₃ 也是第三大温室气体，对气候变化甚至全球生态平衡都具有严重危害。

②细颗粒物污染。VOCs 参与了大气中二次气溶胶的形成。二次气溶胶大多数在细颗粒(PM_{2.5})范围，不易沉降，能较长时间滞留于空中，对光线的散射力较强，从而显著降低大气能见度，形成灰霾天气。由于 PM_{2.5} 粒径较小，很容易进入人体呼吸道和肺部，会对人体健康造成严重危害。

③有害空气污染物污染。1990年美国《清洁空气法(Clean Air Act)》公告的189种有害空气污染物中，VOCs占70%以上。我国《工业场所有害因素职业接触限值》(GBZ2-2002)所列的有害物，绝大多数也是VOCs。VOCs最主要的健康影响，在于长时间低浓度暴露下将使人体致癌几率增加。

④臭味污染。臭味是人体受物质刺激感受的嗅觉反应，当人对某种气味感到厌恶，即构成臭味污染。多数 VOCs 具有特殊的气味，部分含还原态氮或硫的 VOCs 物质气味浓烈，且 VOCs 具有挥发性高的特点，易造成臭味污染。

2.2 空气质量持续改善的需要

大气污染是当前我国面临的重要环境问题之一，从扬尘污染控制、酸沉降防治到霾污染防控，中央和地方政府决心坚定、投入巨大，取得了显著成效，保障了在经济快速增长过程中主要大气污染物排放和环境浓度的下降。广东省在这一历程中，一直发挥着先行先试的引领作用，特别是近年来，广东省通过持续滚动实施清洁空气行动计划，深化治污举措，PM_{2.5} 平均浓度持续稳步下降，成为全国第一个达到国家环境空气质量二级标准的城市群，也是继欧洲和美国南加州之后的第三个全球大气污染区域防控的示范区。

广东省空气质量虽率先实现“稳定达标、持续改善”的目标，也面临着严峻的挑战。首先，PM_{2.5} 浓度在现在基础上进一步下降，削减的重点将转变为硫酸盐、硝酸盐和二次有机气溶胶(SOA)等二次成分，二次成分的形成不仅与排放有关，也与大气转化和传输有关，二次污染的有效防控在全球范围内都是一个难题；其次，大气臭氧污染问题逐渐凸显，已经成为广东省环保工作的一块短板，臭氧污染问题日趋严重。

VOCs 在大气化学过程中扮演着极其重要的角色，不仅是近地面臭氧和二次有机气溶胶的重要前体物，而且对大气的氧化能力、人体健康等都具有重要影响。广东省《大气污染防治强化措施及分工方案》（粤办函（2017）471号）已明确提出强化 VOCs 治理，要求重点城市应全面开展 VOCs 污染治理，大力推进 13 个 VOCs 重点行业整治；《广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018—2020 年）》（粤府（2018）128 号）提出了 57 条具体工作任务，旨在坚决打赢蓝天保卫战，推动全省环境空气质量持续改善。为确保完成 VOCs 治理任务，有效改善空气质量，亟需制定固定污染源 VOCs 综合排放标准。

2.3 完善广东省 VOCs 排放标准体系的需要

目前，国家或我省已经出台了部分行业排放标准对 VOCs 排放及控制，具体包括石油炼制、石油化学、合成树脂、涂料、油墨及胶粘剂、制药、印刷、家具制造、制鞋、表面涂装（汽车制造）和集装箱制造行业。

但由于广东省涉 VOCs 排放的行业众多，单独依靠现有行业排放标准无法达

到全面覆盖 VOCs 排放控制的目标。对于无专门行业排放标准的行业仍执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）、《恶臭污染物排放标准》（GB14554-1993）和《广东省大气污染物综合排放限值要求》（DB44/27-2001）。由于以上三个综合排放标准制定时间较早，标准限值明显偏松，已经无法满足目前的 VOCs 排放控制管理要求，不利于监管企业有效控制 VOCs 排放。

我国多省市已经出台了工业 VOCs 综合排放标准，以弥补行业标准缺失的不足，对众多涉 VOCs 排放的固定污染源实施监督管理。为适应我省更加严格的大气环境管理需求，从严控制 VOCs 排放，有必要制定固定污染源 VOCs 综合排放标准，打破当前我省 VOCs 环境监管面临的困局，使 VOCs 排放企业的大气污染排放管理工作有法可依。标准的制定不但可以减少臭氧和二次有机气溶胶的水平，还可以减少 VOCs 中有毒有害物质的排放量，对改善区域大气环境质量具有重要意义。此外，标准的制定还有利于推动行业的技术进步，促进行业的健康可持续发展，社会经济效益显著。

因此，《广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018—2020 年）》（粤府〔2018〕128 号）第 27 条明确提出研究制定重点工业行业 VOCs 排放标准的要求。

第3章 VOCs 排放行业概况及产排污情况

3.1 VOCs 排放行业概况

3.1.1 VOCs 排放企业数量

全国第二次污染源普查数据显示，广东省涉 VOCs 排放企业数量共计约 17 万家，主要 VOCs 排放行业企业数量分布如表 3-1 所示。其中，企业数量占比较多的行业主要为橡胶和塑料制品业，计算机、通信和其他电子设备制造业，皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业，家具制造业，印刷和记录媒介复制业，金属制品业，电气机械和器材制造业，计算机、通信和其他电子设备制造业，造纸和纸制品业，非金属矿物制品业，专用设备制造业。目前国家和广东省已出台的 VOCs 排放标准覆盖的企业数量占全部 VOCs 排放企业的 54.6%，其它企业仍需执行《国家大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）、《恶臭污染物排放标准》（GB14554-1993）和《广东省大气污染物综合排放限值要求》（DB44/27-2001）。

表 3-1 2017 年广东省涉 VOCs 工业企业的行业分布情况

| 序号 | 行业类别 | 企业数量占比 (%) | 序号 | 行业类别 | 企业数量占比 (%) |
|----|-------------------|------------|----|----------------------|------------|
| 1 | 橡胶和塑料制品业 | 22.3 | 20 | 汽车制造业 | 0.5 |
| 2 | 计算机、通信和其他电子设备制造业 | 9.0 | 21 | 金属制品、机械和设备修理业 | 0.4 |
| 3 | 皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业 | 8.5 | 22 | 酒、饮料和精制茶制造业 | 0.3 |
| 4 | 电气机械和器材制造业 | 7.5 | 23 | 其他制造业 | 0.3 |
| 5 | 印刷和记录媒介复制业 | 6.8 | 24 | 非金属矿采选业 | 0.3 |
| 6 | 金属制品业 | 6.7 | 25 | 有色金属冶炼和压延加工业 | 0.3 |
| 7 | 家具制造业 | 6.1 | 26 | 铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业 | 0.3 |
| 8 | 造纸和纸制品业 | 5.0 | 27 | 医药制造业 | 0.2 |
| 9 | 非金属矿物制品业 | 4.6 | 28 | 废弃资源综合利用业 | 0.2 |
| 10 | 专用设备制造业 | 3.7 | 29 | 黑色金属冶炼和压延加工业 | 0.2 |
| 11 | 文教、工美、体育和娱乐用品制造业 | 3.5 | 30 | 石油、煤炭及其他燃料加工业 | 0.1 |
| 12 | 化学原料和化学制品制造业 | 3.4 | 31 | 电力、热力生产和供应业 | 0.1 |
| 13 | 通用设备制造业 | 3.0 | 32 | 化学纤维制造业 | 0.1 |
| 14 | 木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业 | 2.0 | 33 | 有色金属矿采选业 | 0.1 |

| 序号 | 行业类别 | 企业数量占比 (%) | 序号 | 行业类别 | 企业数量占比 (%) |
|----|----------|------------|----|----------|------------|
| 15 | 纺织业 | 1.25 | 34 | 黑色金属矿采选业 | 0.02 |
| 16 | 农副食品加工业 | 1.09 | 35 | 水的生产和供应业 | 0.02 |
| 17 | 纺织服装、服饰业 | 0.92 | 36 | 烟草制品业 | 0.01 |
| 18 | 食品制造业 | 0.73 | 37 | 燃气生产和供应业 | 0.01 |
| 19 | 仪器仪表制造业 | 0.58 | / | / | / |

3.1.2 VOCs 排放企业区域分布

全国第二次污染源普查数据显示,广东省 VOCs 排放企业的区域分布如图 3-1 所示。我省 VOCs 排放企业比较集中的区域位于中山、东莞、佛山、广州、惠州、江门等区域,其它地区占比相对较小。

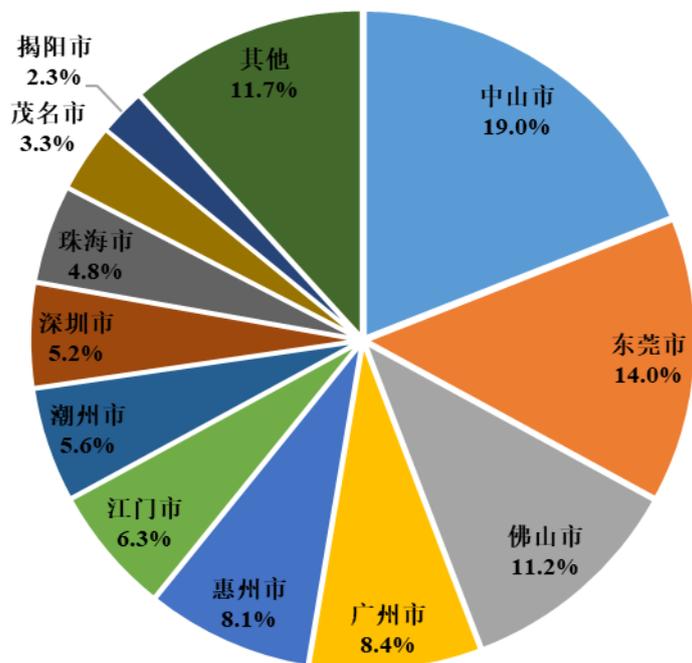


图 3-1 2017 年广东省涉 VOCs 工业企业的区域分布情况

3.1.3 广东省 VOCs 排放行业的产值规模

利用全国第二次污染源普查数据对广东省 VOCs 排放行业的产值占比进行分析(如表 3-2 所示)可知,计算机、通信和其他电子设备制造业产值占比最大,达到 21%,其次是电气机械和器材制造业,汽车制造业,金属制品业,橡

胶和塑料制品业，非金属矿物制品业，化学原料和化学制品制造业，通用设备制造业以及石油、煤炭及其他燃料加工业等。基于产值分析，国家和省已发布行业 VOCs 排放标准的行业仅占据约 34.0%产值的企业，约 64.0%产值的企业仍需执行《国家大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）、《恶臭污染物排放标准》（GB14554-1993）和《广东省大气污染物综合排放限值要求》（DB44/27-2001）。

表 3-2 2017 年广东省涉 VOCs 工业总产值的行业分布情况

| 序号 | 行业类别 | 产值占比 (%) | 序号 | 行业类别 | 产值占比 (%) |
|----|------------------|----------|----|----------------------|----------|
| 1 | 计算机、通信和其他电子设备制造业 | 21.0 | 20 | 医药制造业 | 1.4 |
| 2 | 电气机械和器材制造业 | 10.5 | 21 | 皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业 | 1.3 |
| 3 | 汽车制造业 | 7.0 | 22 | 纺织业 | 1.2 |
| 4 | 金属制品业 | 7.0 | 23 | 铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业 | 1.0 |
| 5 | 橡胶和塑料制品业 | 6.1 | 24 | 酒、饮料和精制茶制造业 | 0.7 |
| 6 | 非金属矿物制品业 | 5.3 | 25 | 纺织服装、服饰业 | 0.6 |
| 7 | 化学原料和化学制品制造业 | 4.7 | 26 | 烟草制品业 | 0.6 |
| 8 | 通用设备制造业 | 3.8 | 27 | 木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业 | 0.6 |
| 9 | 石油、煤炭及其他燃料加工业 | 3.3 | 28 | 废弃资源综合利用业 | 0.5 |
| 10 | 农副食品加工业 | 3.1 | 29 | 仪器仪表制造业 | 0.5 |
| 11 | 造纸和纸制品业 | 3.0 | 30 | 金属制品、机械和设备修理业 | 0.3 |
| 12 | 专用设备制造业 | 2.9 | 31 | 非金属矿采选业 | 0.3 |
| 13 | 黑色金属冶炼和压延加工业 | 2.4 | 32 | 水的生产和供应业 | 0.3 |
| 14 | 有色金属冶炼和压延加工业 | 2.1 | 33 | 化学纤维制造业 | 0.2 |
| 15 | 电力、热力生产和供应业 | 1.8 | 34 | 石油和天然气开采业 | 0.2 |
| 16 | 食品制造业 | 1.7 | 35 | 有色金属矿采选业 | 0.1 |
| 17 | 印刷和记录媒介复制业 | 1.7 | 36 | 其他制造业 | 0.1 |
| 18 | 文教、工美、体育和娱乐用品制造业 | 1.6 | 37 | 燃气生产和供应业 | 0.1 |
| 19 | 家具制造业 | 1.5 | 38 | 黑色金属矿采选业 | 0.1 |

3.2 VOCs 排放情况

全国第二次污染源普查数据显示，广东省 VOCs 排放量大的行业包括：橡胶和塑料制品业，金属制品业，皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业，印刷和记录媒介复制业，化学原料和化学制品制造业，家具制造业，石油、煤炭及其他燃料加工业，计算机、通信和其他电子设备制造业，电气机械和器材制造业，造纸和纸制品业，农副食品加工业，医药制造业，非金属矿物制品业，黑色金属冶炼和

压延加工业，文教、工美、体育和娱乐用品制造业，铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业。各重点行业 VOCs 排放比例如图 3-2 所示。其中，国家或广东省已制定 VOCs 行业排放标准的行业占全省总排放量的 62.6%，剩余 37.4%左右的污染负荷仍需执行《国家大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）、《恶臭污染物排放标准》（GB14554-1993）和《广东省大气污染物综合排放限值要求》（DB44/27-2001）。广东省作为 VOCs 排放大省，O₃ 污染防控压力大，需要制定更严格、更适宜的排放标准以满足广东省 O₃ 污染防治的需求。

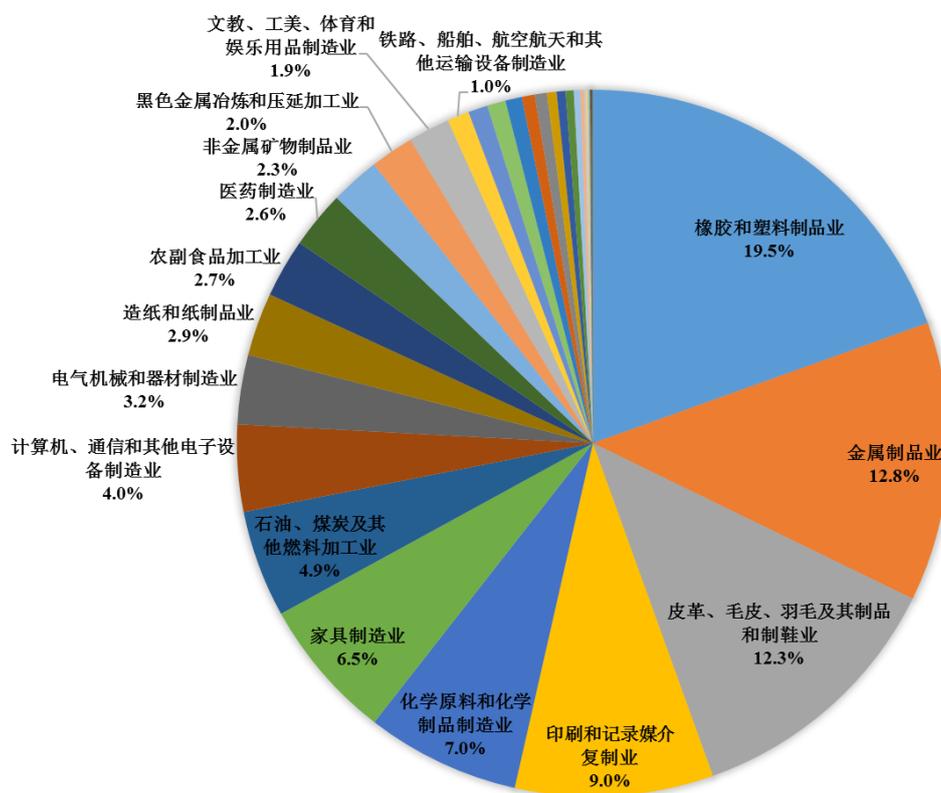


图 3-2 广东省重点行业 VOCs 排放比例

3.3 产排污情况

3.3.1 污染物排放情况

根据我省工业源 VOCs 排放特征的调研，不同行业的 VOCs 典型产生环节如表 3-3 所示，具体排放种类如表 3-4 和表 3-5 所示。

表 3-3 不同行业 VOCs 典型产生环节

| 行业代码 | 行业门类 | 典型环节 |
|------|--------------------------|--|
| 13 | 农副食品加工业 | 食品油加工、饲料加工 |
| 14 | 食品制造业 | 食品发酵、烘烤、味精生产尾 页喷浆、废物消化 |
| 15 | 酒、饮料和精制茶制造业 | 包装印刷 |
| 16 | 烟草制品业 | 烟叶烤制、包装印刷等 |
| 17 | 纺织业 | 印染过程 |
| 18 | 纺织服装、服饰业 | 胶黏剂使用 |
| 19 | 皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业 | 皮革上光、眩皮、上胶、溶剂清洗等 |
| 20 | 木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业 | 人造板制造 |
| 21 | 家具制造业 | 家具表面喷漆 |
| 22 | 造纸和纸制品业 | 纸张涂层、纸张干燥 |
| 23 | 印刷和记录媒介复制业 | 喷漆、洗版、烘干、油墨稀释 |
| 24 | 文教、工美、体育和娱乐用品制造业 | 墨水使用 |
| 25 | 石油加工、炼焦和核燃料加工业 | 石油炼制、炼焦、原料和产品的存储输送过 程泄漏、污水处理过程挥发、罐体检修或发 生事故 |
| 26 | 化学原料和化学制品制造业 | 涂料、油墨、农药、合成材料、染料等的制 造、储罐呼吸气、管线泄漏、污水处理、罐 体检修或事故 |
| 27 | 医药制造业 | 反应釜尾气、药物有效成分萃取、炮制、洗 涤、提取、污水处理 |
| 28 | 化学纤维制造业 | 人造纤维、合成纤维制造 |
| 29 | 橡胶和塑料制品业 | 炼胶、橡胶硫化、人造革生产、泡沫板生 产、上胶、表面 喷涂 |
| 30 | 非金属矿物制品业 | 窑炉尾气 |
| 31 | 黑色金属冶炼和压延加工业 | 钢、铸件等铸造过程 |
| 32 | 有色金属冶炼和压延加工业 | 有色金属铸造过程 |
| 33 | 金属制品业 | 表面喷涂 |
| 34 | 通用设备制造业 | 表面喷涂 |
| 35 | 专用设备制造业 | 表面喷涂 |
| 36 | 汽车制造业 | 表面喷涂 |
| 37 | 铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制 造业 | 表面喷涂 |
| 38 | 电气机械和器材制造业 | 表面喷涂 |
| 39 | 计算机、通信和其他电子设备制造业 | 电路板制造、表面喷涂 |
| 40 | 仪器仪表制造业 | 表面喷涂 |
| 41 | 其他制造业 | 表面喷涂 |
| 42 | 废弃资源综合利用业 | 焚烧尾气、堆肥尾气 |
| 43 | 金属制品、机械和设备修理业 | 表面喷涂 |

表 3-4 VOCs 类别及典型污染物

| VOCs 类别 | 典型物质 |
|---------|-------------------------|
| 苯类 | 苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、乙苯、苯乙烯、异丙苯 |
| 烷烃 | 甲烷、丙烷、正丁烷、环己烷、己烷 |

| | |
|-----|--|
| 烯烃 | 丙烯、氯丁二烯、戊二烯、氯乙烯 |
| 卤代烃 | 二氯甲烷、三氯甲烷、氯仿、二氯乙烷 |
| 醇类 | 甲醇、乙醇、丁醇、乙二醇、正丁醇、异丙醇、异丁醇、甲硫醇 |
| 醛类 | 甲醛、乙醛、丙烯醛 |
| 酮类 | 丁酮、丙酮、环己酮 |
| 酚类 | 苯酚、苯硫酚 |
| 醚类 | 丁醚、乙醚、二甲醚、甲硫醚、四氢呋喃 |
| 酸类 | 丙烯酸、苯乙酸、乙酸 |
| 酯类 | 辛酯、戊酯、乙酸乙酯、乙酸丁酯、乙酸丙酯、丙烯酸乙酯、丙烯酸丁酯、酚醛树脂、环氧树脂 |
| 胺类 | 一甲胺、二甲胺、三甲胺、三乙胺、苯乙胺、N-甲酰二甲胺（DMF） |

表 3-5 不同行业产生 VOCs 种类

| VOC 种类 | 化学 品制 造业 | 医药 制造 业 | 汽车 制造 业 | 食品 制造 业 | 印刷 业 | 橡胶 和塑 料制 品业 | 计算 机等 制造 业 | 石油 加工 业 | 电气 制造 业 | 金属 制品 业 | 通用 设备 制造 业 | 木材 加工 业 | 烟草 制品 业 | 专用 设备 制造 业 | 制 鞋业 | 家具 制造 业 | 造 纸 和 纸 制 |
|--------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------|----------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|---------------------|---------|---------------|-----------------------|
| 苯类 | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ○ | ○ | ● | ● | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 烷烃 | ● | ○ | ● | | | | ○ | | | | | | | | | | |
| 烯烃 | ● | | | | ○ | | | ○ | ○ | | | ○ | | ○ | | | |
| 卤代烃 | ○ | ● | ○ | | | ○ | | | | | | | | | | | |
| 醇类 | ● | ● | ● | ● | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | | ○ |
| 醛类 | ● | ○ | ● | | ○ | ○ | ○ | | | | | | ○ | | | | |
| 酮类 | ● | ● | ● | | ○ | ○ | ○ | | ○ | | | | | | | | |
| 酚类 | ○ | ○ | ● | | | | ○ | | | | | | ○ | | | | |
| 醚类 | ○ | ● | ● | ○ | | | ○ | | | | | | | | | | |
| 酸类 | ● | ● | | ○ | | | ○ | | | | | | | | | | |
| 酯类 | ● | ● | ● | | ○ | | ○ | | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | | |
| 胺类 | ○ | ● | | ○ | | | | | | | | | | | | | |

注：空白表示没有案例数；○表示案例数≤5；●表示案例数在5~15；●表示案例数≥15。

从表 3-6 中可见，不同行业的 VOCs 种类繁多，行业差异大，大致上表中的 12 类有机物都有所涉及。从各行各业的 VOCs 来看，苯系物出现最频繁且行业分布最广，其次是酯类、醇类、醛类和酮类等。

3.3.2 污染物排放浓度

选择代表性塑料制造、船舶工业、汽车零部件及配件制造、通用设备制造、电气机械制造、文教制造业、金属涂装、塑料涂装、电子工业、印染纺织、人造

板工业等相关企业开展排放测试，表 3-6 所示为部分企业实测数据。

表 3-6 典型工业企业现场检测污染物浓度（单位 mg/m³）

| 工业行业 | 企业编号 | 苯 | 苯系物 | 二氯甲烷 | 甲醇 | 异丙醇 | 甲醛 | 丙酮 | 非甲烷总烃 | TVOCs |
|------------|------|------|-------|------|----|------|----|----|-------|--------|
| 塑料制造业 | 1# | 0.20 | 1.25 | / | / | / | / | / | / | / |
| | 2# | 0.20 | 2.85 | / | / | / | / | / | / | / |
| | 3# | 0.01 | 0.07 | / | / | / | / | / | / | 202.00 |
| | 4# | / | / | / | / | / | / | / | 5.16 | / |
| | 5# | 0 | 0.55 | / | / | / | / | / | 7.42 | / |
| | 6# | 0.05 | 6.16 | / | / | / | / | / | 8.16 | / |
| | 7# | 0.01 | 0.39 | / | / | / | / | / | 1.57 | / |
| | 8# | 0.02 | 1.12 | / | / | / | / | / | 4.89 | / |
| | 9# | / | / | / | / | / | / | / | 24.30 | / |
| | 10# | / | / | / | / | / | / | / | 23.50 | / |
| | 11# | / | / | / | / | / | / | / | 45.60 | / |
| | 12# | 0.15 | 1.69 | / | / | / | / | / | / | 9.29 |
| | 13# | 0.18 | 1.38 | / | / | / | / | / | / | 3.23 |
| | 14# | 0.21 | 2.14 | / | / | / | / | / | / | 16.30 |
| | 15# | 0.07 | 1.29 | / | / | / | / | / | / | 3.82 |
| 船舶工业 | 1# | 0.01 | 16.09 | / | / | / | / | / | / | 62.00 |
| | 2# | 0.02 | 17.54 | / | / | / | / | / | / | 85.00 |
| | 3# | / | 1.50 | / | / | 8.38 | / | / | / | / |
| 汽车零部件及配件制造 | 1# | 0.05 | 19.17 | / | / | / | / | / | / | 24.60 |
| | 2# | 0.05 | 21.42 | / | / | / | / | / | / | 27.40 |
| | 3# | 0.41 | 32.72 | / | / | / | / | / | / | 166.00 |
| | 4# | 0.32 | 30.23 | / | / | / | / | / | / | 146.00 |
| | 5# | 0.25 | 7.97 | / | / | / | / | / | / | 182.00 |
| | 6# | 0.23 | 6.78 | / | / | / | / | / | / | 168.00 |
| 通用设备制造 | 1# | 0.16 | 41.20 | / | / | / | / | / | / | 145.00 |
| | 2# | 0.21 | 42.90 | / | / | / | / | / | / | 103.00 |
| | 3# | / | 4.34 | / | / | / | / | / | / | 2.71 |
| | 4# | / | 3.36 | / | / | / | / | / | / | 3.64 |
| | 5# | 0.08 | 6.20 | / | / | / | / | / | / | 11.70 |
| | 6# | 0.07 | 2.30 | / | / | / | / | / | / | 12.50 |
| 电气机械制造 | 1# | 0.17 | 0.56 | / | / | / | / | / | / | 1.70 |
| | 2# | 0.16 | 0.56 | / | / | / | / | / | / | 1.62 |
| | 3# | / | 3.75 | / | / | / | / | / | 3.26 | / |
| | 4# | / | 1.86 | / | / | / | / | / | 3.34 | / |
| | 5# | / | 1.63 | / | / | / | / | / | 3.21 | / |
| 乐器制造 | 1# | 0.01 | 6.55 | / | / | / | / | / | / | 577.00 |
| | 2# | / | 3.24 | / | / | / | / | / | / | 587.00 |

| | | | | | | | | | | |
|------------|-----|--------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|--------|
| 文教制 造业 | 1# | 0.15 | 20.89 | / | / | / | / | / | / | 540.00 |
| | 2# | 0.13 | 20.08 | / | / | / | / | / | / | 719.00 |
| | 3# | 0.11 | 18.68 | / | / | / | / | / | / | 171.00 |
| 金属涂 装 | 1# | 0.04 | 23.16 | / | / | / | / | / | / | 163.00 |
| | 2# | 0.01 | 17.88 | / | / | / | / | / | / | 106.00 |
| | 3# | / | 13.28 | / | / | / | / | / | / | 63.50 |
| | 4# | / | 11.53 | / | / | / | / | / | / | 50.30 |
| 塑料涂 装 | 1# | / | / | / | / | / | / | / | / | 77.93 |
| 电子工 业 | 1# | 0.03 | 0.27 | / | / | / | / | / | 6.90 | / |
| | 2# | | / | / | / | / | / | / | | 6.62 |
| | 3# | | / | / | / | / | / | / | 8.22 | / |
| | 4# | | / | / | / | / | / | / | 8.73 | / |
| | 5# | | / | / | / | / | / | / | 17.5 | / |
| | 6# | | / | / | / | / | / | / | 17.8 | / |
| 纺织印 染工业 | 1# | 0.11 | 0.53 | / | 1.05 | / | 0 | / | 1.77 | / |
| | 2# | 0.97 | 8.17 | / | 0 | / | 0 | / | 0.50 | / |
| | 3# | 0.07 | 0.25 | / | 0.545 | / | 0.284 | / | 0.20 | / |
| | 4# | 0.45 | 0.87 | / | 1.568 | / | 9.75 | / | 12.18 | / |
| | 5# | 0.39 | 0.81 | / | 0 | / | 3.628 | / | / | / |
| | 6# | — | 0.22 | / | 0 | / | 7.35 | / | / | / |
| 纺织涂 层工业 | 1# | 0.11 | 1.68 | / | / | / | / | / | / | / |
| | 2# | <0.083 | 16.00 | / | / | / | / | / | / | / |
| | 3# | <0.085 | 65.60 | / | / | / | / | / | / | / |
| | 4# | 0.42 | 9.74 | / | / | / | / | / | / | / |
| | 5# | <0.070 | 66.70 | / | / | / | / | / | / | / |
| 人造板 工业 | 1# | / | / | / | / | / | / | / | / | 30.48 |
| | 2# | / | / | / | / | / | / | / | / | 351.82 |
| | 3# | / | / | / | / | / | / | / | / | 53.49 |
| | 4# | / | / | / | / | / | / | / | / | 13.26 |
| | 5# | / | / | / | / | / | / | / | / | 1.35 |
| | 6# | / | / | / | / | / | / | / | / | 792.15 |
| 其它行 业 | 1# | 0.08 | 0.14 | / | / | / | / | / | / | 4.70 |
| | 2# | 0.01 | 0.06 | / | / | / | / | / | / | 16.20 |
| | 3# | 2.12 | 2.72 | / | / | / | / | / | / | 36.00 |
| | 4# | 0.05 | 0.23 | / | / | / | / | / | / | 11.50 |
| | 5# | 0.30 | 0.65 | / | / | / | / | / | / | 9.80 |
| | 6# | 8.79 | 30.60 | / | / | / | / | / | / | 69.90 |
| | 7# | 0.04 | 0.13 | / | / | / | / | / | / | 20.13 |
| | 8# | 0.04 | 0.13 | / | / | / | / | / | / | 19.80 |
| | 9# | 0.13 | 0.27 | 0.51 | / | / | / | 0.02 | / | / |
| | 10# | 0.18 | 0.36 | 0.72 | / | / | / | 0.01 | / | / |
| | 11# | 0.13 | 0.27 | 0.51 | / | / | / | 0.01 | / | / |

| | | | | | | | | | |
|-----|------|------|---|---|---|---|---|---|--------|
| 12# | / | 0.50 | / | / | / | / | / | / | 1.40 |
| 13# | / | 0.20 | / | / | / | / | / | / | 1.50 |
| 14# | 0.02 | 0.35 | / | / | / | / | / | / | 39.90 |
| 15# | 0.03 | 1.04 | / | / | / | / | / | / | 135 |
| 16# | / | 0.12 | / | / | / | / | / | / | 1.99 |
| 17# | / | 0.15 | / | / | / | / | / | / | 340.74 |
| 18# | / | 0.08 | / | / | / | / | / | / | 97.65 |
| 19# | 0.80 | 1.29 | / | / | / | / | / | / | 323.20 |
| 20# | / | 0.12 | / | / | / | / | / | / | 1.60 |
| 21# | 1.11 | 1.35 | / | / | / | / | / | / | 9.45 |
| 22# | 1.35 | 1.56 | / | / | / | / | / | / | 6.75 |
| 23# | 0.36 | 0.39 | / | / | / | / | / | / | 1.75 |
| 24# | 0.09 | 0.11 | / | / | / | / | / | / | 84.10 |
| 25# | 0.01 | 0.23 | / | / | / | / | / | / | 1.09 |
| 26# | / | 0.05 | / | / | / | / | / | / | 7.62 |
| 27# | / | 0.03 | / | / | / | / | / | / | 4.1 |

第4章 挥发性有机物排放控制技术

在生产过程中采用替代产品或实施清洁生产是减少 VOCs 产生和排放的首选措施。但是在多数情况下，对所产生的 VOCs 进行收集处理（包括回收）仍是不可或缺的控制措施。目前，已经应用在各类工业企业的 VOCs 处理技术有：热力燃烧、催化燃烧、吸附、生物处理（包括生物过滤、生物滴滤、生物洗涤等工艺）、等离子体氧化（简称等离子体）、吸收、冷凝、膜分离、光氧化、光催化氧化等。

4.1 源头控制技术

源头控制技术主要指推广使用无/低 VOCs 含量的原辅材料，可从源头上减少原辅材料的 VOCs 含量，从而达到减少 VOCs 排放的目的。如使用水性、粉末、高固体分、无溶剂、辐射固化等低（无）VOCs 含量的涂料，水基型、热熔型、无溶剂型、紫外光固化型、高固含量型及生物降解等低（无）VOCs 含量的胶黏剂，水性、辐射固化型、单一溶剂型油墨，水性胶粘剂、水性硬化剂、水性处理剂、热熔胶等水基、热熔型低 VOCs 含量的原辅材料以及水溶性或光固化抗蚀剂、阻焊剂等。

4.2 过程控制技术

过程控制技术是针对生产工艺过程，从 VOCs 产生环节上采取措施减少 VOCs 的产生，一般通过规范生产管理、生产工艺提升和泄漏控制等手段来实现。主要涉及生产过程密闭化、连续化、自动化，应用高效工艺设备与技术。如采用管道输送、桶泵或者其他等效的物料输送技术、密封、加盖技术以及投料、包装以及采样过程的吸风装置等在生产过程中进行 VOCs 排放控制的技术；针对设备与管线泄漏产生的 VOCs 逸散，实施 LDAR 技术进行检测和维修等。

4.3 末端控制技术

总体上来说，末端控制技术大体上可以分为两大类，即回收和销毁，如图 4-1 所示。回收是通过物理的方法，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气相污染物，主要有吸附、吸收、冷凝及膜分离技术。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，或者集中进行分离提纯。销毁主要是通过化学或生化反应，用热、光、催化剂和微生物等将有机化合物转变成 CO_2 和 H_2O 等无毒害或低毒害的无机小分子化合物，主要治理技术有直接燃烧、催化燃烧、热力焚烧、生物氧化、光催化氧化和等离子体分解破坏等。

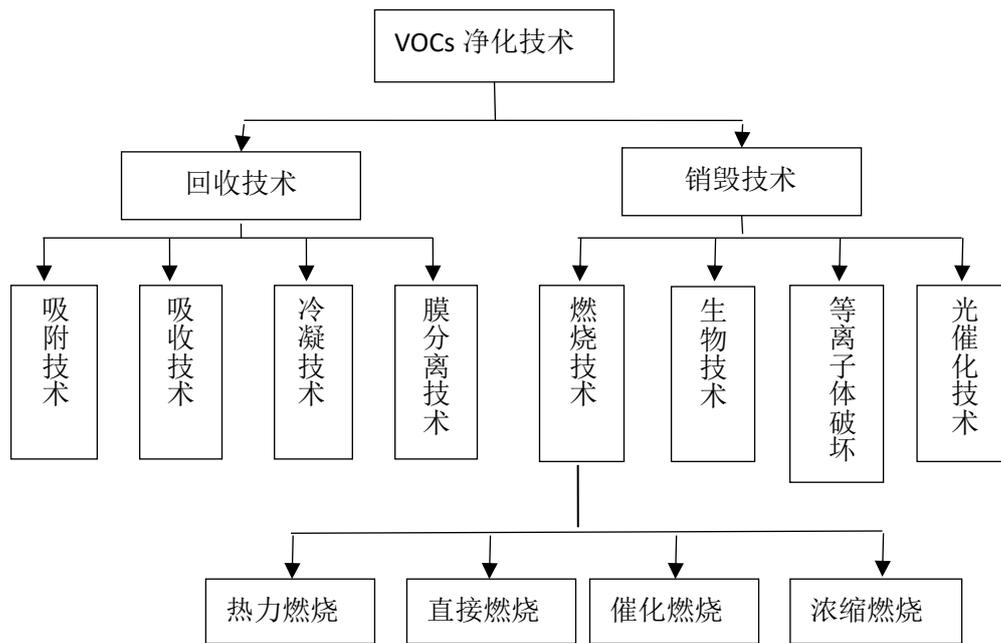


图 4-1 VOCs 末端净化技术分类

常用的 VOCs 末端治理技术及其应用关键如表 4-1 所示。吸附技术、催化燃烧技术和热力焚烧是传统的有机废气治理技术，也是目前应用最为广泛的 VOCs 治理技术。吸收技术由于存在二次污染和安全性差等缺点，目前在工业有机废气治理中较少单独使用。冷凝技术一般在极高浓度下直接使用才有意义，通常作为高浓度废气的前处理工艺。生物技术较早的应用于有机废气的处理，主要用于低浓度 VOCs 废气和恶臭气体的处理。等离子体破坏技术近年来已经发展相对成熟，主要用于低浓度、大风量的有机废气处理。光催化技术虽然有设备简单、维护方便、二次污染少等优点，但目前发展相对不太成熟，仍存在反应速度慢、气候影响大等缺点。膜分离技术目前在工业有机废气治理中尚未大量应用，仍存在成本较高、膜稳定性差、通量小等缺点。

由于 VOCs 的种类繁多，性质各异，排放条件多样，目前在不同的行业、不同的工艺条件下可以采用不同的 VOCs 废气治理技术或技术组合，包括吸附脱附技术、活性炭回收技术、高效吸附-脱附-（蓄热）-催化燃烧 VOCs 治理技术、高效 VOCs 催化燃烧技术、中高浓度 VOC 蓄热-催化燃烧（RCO）燃烧技术、RTO 及余热利用技术、低浓度多组分工业废气生物净化技术、变温吸附有机废气治理

及溶剂回收技术、冷凝-变压吸附联用有机废气治理技术、转轮与蓄热式燃烧联用有机废气治理技术等。

表 4-1 常见 VOCs 末端治理技术及应用关键

| 技术方法 | | 原理 | 技术关键 | 适用场合 | 应用效益 |
|-------------|-------|--|-------------------|----------------------------------|---------------|
| 冷凝法 | | 利用物质在不同温度下具有不同饱和蒸汽压的性质，降低系统温度或提高系统压力，使处于蒸汽状态的污染物从废气中冷凝分离出来的方法。 | 冷凝温度/压力 | 高浓度 | 溶剂回收 |
| 吸 附 法 | 活性炭颗粒 | 利用多孔固体(吸附剂)将气体混合物一种或多种组分积聚或凝聚在吸附剂表面，达到分离目的 | 吸附温度或压力、过滤风速、穿透周期 | 低浓度 | 浓缩回收 热量/溶剂 |
| | 碳纤维 | | | | |
| | 沸石转轮 | | | | |
| 燃 烧 法 | 热氧化炉 | 在高温下同时供给足够的氧气，将 VOCs 气体完全分解成二氧化碳和水等无机物 | 燃烧温度、停留时间 | 高浓度 | 热量回收 |
| | 催化氧化器 | 利用催化剂，在较低温度下将 VOCs 氧化分解 | 空间速度、氧化温度 | 中浓度 | |
| 其 他 | 吸收法 | 利用 VOCs 各组分在选定的吸收剂中溶解度不同，或者其中某一种或多种组分与吸收剂中的活性组分发生化学反应，达到分离和净化的目的 | 低、中浓度 | 合成革 DMF 溶剂回收 | |
| | 化学氧化法 | 将具有化学氧化性的吸收液洗涤 VOCs 气体，达到净化的目的 | 低浓度 | 特定的低浓度 VOCs 气体，但具有较严重 气味污染的场所 | |
| | 等离子法 | 利用外加电压产生高能等离子体去激活、电离、裂解 VOCs 组分，使之发生分解、氧化等一系列复杂的化学反应 | 低浓度 | | |
| | 生物法 | 微生物以 VOCs 作为代谢底物，使其降解，转化为无害的、简单的物质 | 低浓度 | | |
| | 光催化氧化 | 利用光催化剂(如 TiO ₂)，氧化分解 VOCs 气体 | 低浓度 | | |

对于有机废气处理，不同处理技术有各自的优势和不足，表 4-2 总结了常用有机废气处理技术优缺点。

表 4-2 常用有机处理技术优缺点

| 治理技术 | | 主要优点 | 主要缺点 |
|----------------------------|-----|--|--|
| 热 力 焚 烧 技 术 | TO | 1.净化效率高 2.可净化各种有机废气，不需要预处理，不稳定因素少，可靠性高 3.在废气浓度高、设计合理的条件下，可回用热能 | 1.处理温度高，能耗大 2.存在二次污染 3.燃烧装置、燃烧室、热回收装置造价高，维修较难 4.处理大流量、低浓度废气能耗过大，运行费用高 |
| | RTO | 1.具有 TO 的各项优点，但对复杂的有机废气需要预处理 | 1.处理温度比 TO 低，但仍较高，因而仍有少量二次污染 2.造价较高 |

| | | | |
|--------|-----|--|--|
| | | 2.能耗远低于 TO，可处理大流量低浓度废气 | 3.占地面积大 |
| 催化燃烧技术 | CO | 1.净化效率高，无二次污染 2.能耗较低，在相同条件下约比 TO 低 50%，因而运行费用低 | 1.用电能预热时，不能处理低浓度废气 2.催化剂成本高，且有使用寿命限制 3.复杂废气需预处理 |
| | RCO | 1.净化效率高，无二次污染 2.在各种燃烧法中能耗最低，废气浓度在 1~1.5 g/m ³ 时即能无耗运行 3.能处理各种有机废气 | 1.整体式占地面积小，但维修困难 2.分体式占地面积大 3.整体式不宜用于高浓度（4 g/m ³ ），否则催化床会超温 4.复杂废气需预处理 |
| 吸附技术 | | 1.可净化大流量低浓度废气 2.对单一品种废气可回收溶剂 3.运行费用较低 | 1.吸附剂需补充和再生 2.对温度较高废气需先行冷却 3.复杂废气需预处理 4.管理不便 5.存在二次污染 6.安全性差 |
| 吸收技术 | | 1.对亲水性溶剂蒸汽用水作吸附剂时，设备费用低，运行费低，安全 2.可用油、酯等吸收苯类废气，净化率高 3.适用于大流量低浓度废气 | 1.用水作吸附剂时，需要对产生的废水进行处理 2.吸收、脱吸控制管理复杂 |

4.4 VOCs 治理情况

4.4.1 VOCs 治理技术应用情况

全国第二次污染源普查结果显示，广东省涉 VOCs 排放企业应用的治理技术包括：光催化氧化法、活性炭吸附法、低温等离子体法、光催化+活性炭吸附法、催化燃烧法、光催化+低温等离子体法、低温等离子体+活性炭吸附法、冷凝回收法、吸收法、热力燃烧法、蓄热式热力燃烧法、吸收法+活性炭吸附、生物处理法和蓄热式催化燃烧法。各种治理技术在全省 VOCs 排放企业中应用比例如图 4-2 及表 4-3 所示。

图中可知，光催化氧化法、活性炭吸附法、低温等离子体法以及 3 种治理技术组合的治理方案在全省 VOCs 排放企业中应用比例最高，占约 92.%。三种低效率的治理技术广泛应用的原因一方面是广东省涉 VOCs 企业仍以小、微企业为主，3 种治理技术采购成本较低，易于推广；另一方面也是我省 VOCs 整体治理水平不高的体现。

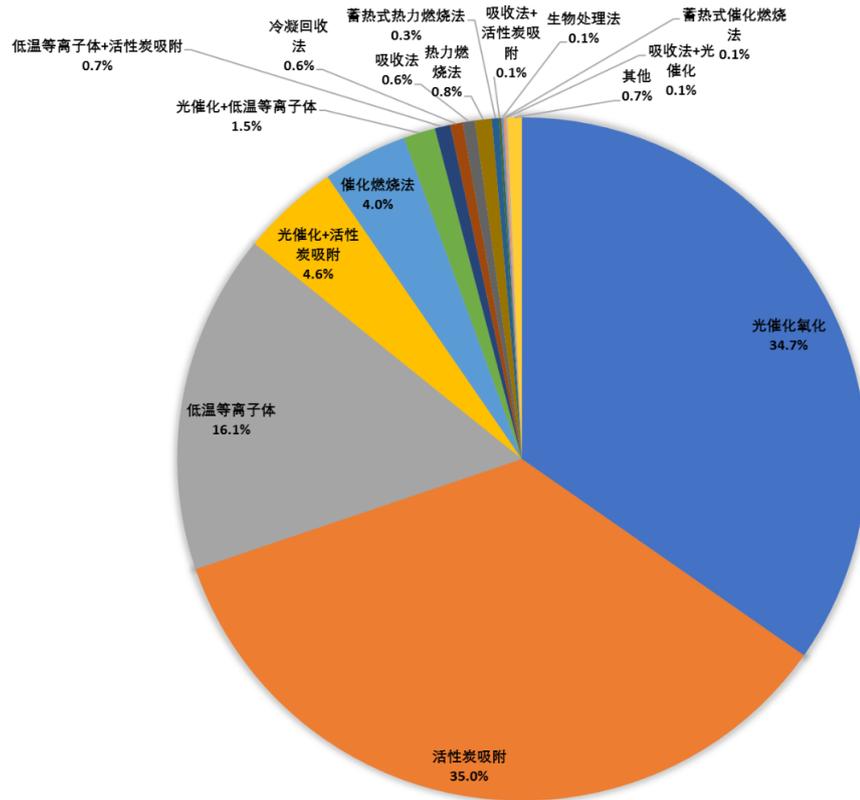


图 4-2 全省工业企业 VOCs 末端净化技术应用情况

表 4-3 不同 VOCs 处理技术的行业应用情况

| 行业 | VOCs 治理技术应用情况 | | | | | | |
|-----------|---------------|----|----|------|------|------|------|
| | 吸收 | 冷凝 | 吸附 | 催化燃烧 | 热力燃烧 | 等离子体 | 生物处理 |
| 化学工业 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 涂料制造 | | | √ | √ | √ | √ | |
| 医药制造业 | √ | √ | √ | √ | | √ | √ |
| 交通运输设备制造 | | | √ | √ | √ | √ | |
| 印刷 | √ | | √ | √ | √ | | √ |
| 电子工业 | | | √ | √ | √ | | √ |
| 塑料制品 | √ | | √ | √ | √ | | √ |
| 电气机械及器材制造 | √ | | √ | √ | | | |
| 金属制品 | | | √ | √ | √ | √ | √ |
| 食品制造 | | | √ | √ | | √ | √ |
| 皮革及其制品 | | | √ | | | √ | |

经资料调研，从国外 VOCs 治理技术应用情况与我省对比来看，吸附技术在发达国家的应用比例仅为 16%，而我省单一活性炭吸附技术和活性炭与低温等离子体、光催化、水喷淋组合的低效治理技术应用比例则高达 40%以上，在以小、

微企业聚集的区域吸附法的应用比例甚至高达 60%以上。另外，生物法在国外作为处理低浓度有机废气的治理技术应用较为广泛，但我省应用比例约 0.1%。

标准编制组在某市调研发现，该市包装印刷、家具制造、制鞋、汽车及零部件制造、金属喷涂以及塑料制品 6 大 VOCs 排放行业的 130 家典型企业中，采用活性炭吸附及其组合技术的企业最多，约占总数的 64%；其次为等离子体法，占企业总数的 24%。

4.4.2 VOCs 治理技术分析

通过文献调研及现场监测评估，VOCs 治理技术对不同 VOCs 物种的适用性情况如表 4-4 所示

表 4-4 不同技术处理 VOCs 种类

| VOCs 类别 | 典型物质 | VOCs 治理技术应用情况 | | | | | | |
|---------|--|---------------|----|----|------|------|------|------|
| | | 吸收 | 冷凝 | 吸附 | 催化燃烧 | 热力燃烧 | 等离子体 | 生物处理 |
| 苯系物 | 苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、乙苯、苯乙烯 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 烷烃 | 甲烷、丙烷、正丁烷、环己烷、正己烷、环氧乙烷、1, 2-环氧丙烷 | | | √ | √ | √ | √ | |
| 烯烃 | 丙烯、戊二烯、1, 3-丁二烯 | | | √ | √ | √ | | √ |
| 卤代烃 | 氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳、三氯乙烷、氯乙烯、氯仿、二氯乙烷、氯丁二烯、氯苯类、溴甲烷、溴乙烷、环氧氯丙烷 | √ | √ | √ | √ | | √ | |
| 醇类 | 甲醇、乙醇、丁醇、乙二醇、正丁醇、异丙醇、异丁醇 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 醛类 | 甲醛、乙醛、丙烯醛、丙醛、正丁醛、正戊醛 | √ | | √ | √ | √ | √ | √ |
| 酮类 | 丁酮、丙酮、环己酮、甲基乙基酮、甲基异丁基酮、2-丁酮 | √ | √ | √ | √ | √ | | √ |
| 酚类 | 苯酚、苯硫酚 | √ | | √ | √ | √ | √ | |
| 醚类 | 乙醚、丁醚、二甲醚、甲硫醚、二甲二硫醚、四氢呋喃 | | √ | √ | √ | √ | √ | √ |

| VOCs 类别 | 典型物质 | VOCs 治理技术应用情况 | | | | | | |
|---------|---|---------------|----|----|------|------|------|------|
| | | 吸收 | 冷凝 | 吸附 | 催化燃烧 | 热力燃烧 | 等离子体 | 生物处理 |
| 酸类 | 丙烯酸、苯乙酸、乙酸 | √ | √ | √ | | | | √ |
| 酯类 | 乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸乙烯酯、乙酸丁酯、乙酸丙酯、丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯、甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯、戊酯、辛酯 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 胺类 | 一甲胺、二甲胺、三甲胺、三乙胺、苯乙胺、N,N-二甲基甲酰胺 (DMF)、丙烯酰胺、苯胺类 | √ | | √ | | | | |

通过收集监测资料和补充监测等方式,对实际运行过程中 VOCs 技术的处理效率进行汇总统计发现,活性炭吸附法、等离子体法、水喷淋+活性炭吸附法、光催化氧化法处理效率的波动幅度较大,变化范围分别为 6.66~99.65%、9.09~96.72%、29.00~93.33%、19.78~95.00%。主要受技术本身、废气成分、设计参数选取、设备维护等诸多因素的影响。

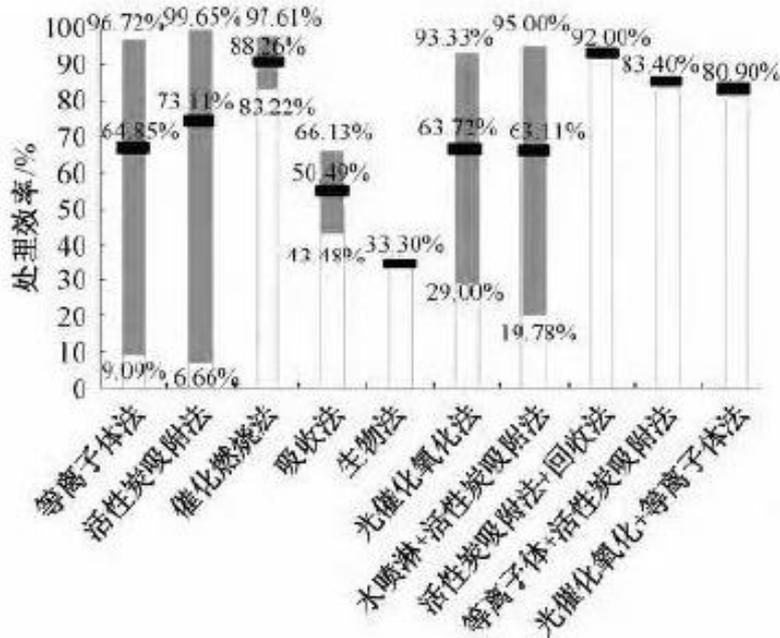


图 4-3 不同 VOCs 技术处理效率统计

第5章 国内外相关标准调研

5.1 国内标准

5.1.1 国家标准

1、国家大气污染物综合排放标准

国家《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)发布于1996年,于1997年开始实施,标准实施时间较长,标准限值均较松。国家大气污染物综合排放标准共规定33种污染物排放限值,其中VOCs化合物共计15种,具体污染物最高允许排放浓度如表5-1所示。

表 5-1 国家大气污染物排放限值

| 序号 | 污染物 | 最高允许排放浓度 mg/m ³ | | 无组织排放监控浓度 mg/m ³ | |
|----|-------|-------------------------------|-----|--------------------------------|------|
| | | 现有 | 新建 | 现有 | 新建 |
| 1 | 苯 | 17 | 12 | 0.50 | 0.4 |
| 2 | 甲苯 | 60 | 40 | 3 | 2.4 |
| 3 | 二甲苯 | 90 | 70 | 1.5 | 1.2 |
| 4 | 酚类 | 115 | 100 | 0.1 | 0.08 |
| 5 | 甲醛 | 30 | 25 | 0.25 | 0.2 |
| 6 | 乙醛 | 150 | 125 | 0.05 | 0.04 |
| 7 | 丙烯腈 | 26 | 22 | 0.75 | 0.4 |
| 8 | 丙烯醛 | 20 | 16 | 0.5 | 0.4 |
| 9 | 甲醇 | 220 | 190 | 15 | 12 |
| 10 | 苯胺类 | 25 | 20 | 0.5 | 0.4 |
| 11 | 氯苯类 | 85 | 60 | 0.5 | 0.4 |
| 12 | 硝基苯类 | 20 | 16 | 0.05 | 0.04 |
| 13 | 氯乙烯 | 65 | 36 | 0.75 | 0.6 |
| 14 | 光气 | 5 | 3 | 0.1 | 0.08 |
| 15 | 非甲烷总烃 | 150 | 120 | 5 | 4 |

此外,国家发布的多项大气污染物排放标准涉及VOCs的排放限值,如表5-2所示,有《恶臭污染物排放标准》(GB 14554-1993)、《合成革与人造革工业污染物排放标准》(GB 21902-2008)、《橡胶制品工业污染物排放标准》(GB 27632-2011)、《石油炼制工业污染物排放标准》(GB 31570-2015)、《石油化学工业污染物排放标准》(GB 31571-2015)、《合成树脂工业污染物排放标准》(GB 31572-2015)、《涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准》((GB 37824-2019))、

《制药工业大气污染物排放标准》(GB 37823-2019)、《挥发性有机物无组织排放标准》(GB 37822-2019)。

表 5-2 国家 VOCs 相关排放标准

| 序号 | 标准名称 | 标准编号 | 标准分级 | 综合情况 | 污染物项目 | 指标体系 | 限值 |
|----|----------------------|---------------|----------|------|--------|------------|----------|
| 1 | 恶臭污染物排放标准 | GB 14554-93 | 一级、二级、三级 | 综合 | 共 9 项 | 排放速率 | 有组织, 无组织 |
| 2 | 挥发性有机物无组织排放标准 | GB 37822-2019 | 分级 | 综合 | / | 不同工艺过程 | 无组织 |
| 3 | 合成革与人造革工业污染物排放标准 | GB 21902-2008 | 分级 | 行业 | 共 6 项 | 排放浓度 | 有组织, 无组织 |
| 4 | 石油炼制工业污染物排放标准 | GB 31570-2015 | 分级 | 行业 | 共 12 项 | 排放浓度 | 有组织, 无组织 |
| 5 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | 分级 | 行业 | 共 9 项 | 排放浓度 | 有组织, 无组织 |
| 6 | 合成树脂工业污染物排放标准 | GB 31572-2015 | 分级 | 行业 | 共 30 项 | 排放浓度 | 有组织, 无组织 |
| 7 | 橡胶制品工业污染物排放标准 | GB 27632-2011 | 分级 | 行业 | 共 4 项 | 排放浓度 | 有组织, 无组织 |
| 8 | 涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准 | GB 37824-2019 | 分级 | 行业 | 共 8 项 | 排放浓度, 排放速率 | 有组织, 无组织 |
| 9 | 制药工业大气污染物排放标准 | GB 37823-2019 | 分级 | 行业 | 共 12 项 | 排放浓度, 排放速率 | 有组织, 无组织 |

5.1.2 广东

广东省目前涉及固定源 VOCs 排放标准体系如表 5-3 所示。

表 5-3 广东省固定源 VOCs 排放标准体系

| 序号 | 标准名称 | 标准编号 | 所属行业 |
|----|-----------------------|-----------------|--------|
| 1 | 广东省大气污染物综合排放限值 | DB44/27-2001 | 综合 |
| 2 | 广东省印刷行业 VOCs 排放标准 | DB 44 815-2010 | 印刷行业 |
| 3 | 广东省家具制造行业 VOCs 排放标准 | DB 44 814-2010 | 家具制造行业 |
| 4 | 表面涂装(汽车制造业) VOCs 排放标准 | DB 44 816-2010 | 汽车制造业 |
| 5 | 广东省集装箱制造业 VOCs 排放标准 | DB 44 1837-2016 | 集装箱制造业 |
| 6 | 广东省制鞋行业 VOCs 排放标准 | DB 44 817-2010 | 制鞋行业 |
| 7 | 广东省电子工业挥发性有机物排放标准 | 征求意见稿 | 电子行业 |

当前广东省涉 VOCs 工业行业大气排放标准的执行现状如表 5-4 所示。

表 5-4 广东省涉 VOCs 排放行业大气污染物执行标准现状

| 行业分类 | 广东省现状 | 国家现状 |
|----------------------|-----------------------|-------------|
| 农副食品加工业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 食品制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 酒、饮料和精制茶制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 烟草制品业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 纺织业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 纺织服装、服饰业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 家具制造业 | 地标+综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 造纸和纸制品业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 印刷和记录媒介复制业 | 地标+综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 文教、工美、体育和娱乐用品制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 石油加工、炼焦和核燃料加工业 | 部分国家行业排放标准、其余综合排放标准 | |
| 化学原料和化学制品制造业 | 部分行业标准+综合排放 | 部分行业标准+综合排放 |
| 医药制造业 | 国家行业标准 | 行业标准 |
| 化学纤维制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 橡胶和塑料制品业 | 橡胶工业执行国家行业标准，其余综合排放标准 | |
| 非金属矿物制品业 | 部分国家行业排放标准、其余综合排放标准 | |
| 黑色金属冶炼和压延加工业 | 部分国家行业排放标准、其余综合排放标准 | |
| 有色金属冶炼和压延加工业 | 部分国家行业排放标准、其余综合排放标准 | |
| 金属制品业 | 部分国家行业排放标准、其余综合排放标准 | |
| 通用设备制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 专用设备制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 汽车制造业 | 地方标准 | 国家综合排放标准 |
| 铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 电气机械和器材制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 计算机、通信和其他电子设备制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 仪器仪表制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 其他制造业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 废弃资源综合利用业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 金属制品、机械和设备修理业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 电力、热力生产和供应业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 燃气生产和供应业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 水的生产和供应业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 有色金属矿采选业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |
| 黑色金属矿采选业 | 国家综合排放标准 | 国家综合排放标准 |

5.1.3 其它省市

当前各省市的地方大气污染物综合排放标准的制定情况及比较如表 5-5 所示。

表 5-5 地方大气污染物综合排放标准

| 序号 | 标准名称 | 标准编号 | 标准分级 | 综合情况 | 污染物项目 | 指标体系 | 限值 |
|----|----------------|----------------|-------|------|-------|---------------------|----------|
| 1 | 北京市大气污染物综合排放标准 | DB 11/501-2017 | 未分区分级 | 综合 | 共51项 | 排放浓度；排放速率；排放量；净化效率。 | 有组织；无组织。 |

| 序号 | 标准名称 | 标准编号 | 标准分级 | 综合情况 | 污染物项目 | 指标体系 | 限值 |
|----|----------------------|------------------|------------|--------|-------|-----------------|----------|
| 2 | 上海市大气污染物综合排放标准 | DB31/933-2015 | 不分级 | 综合 | 共71项 | 排放浓度；排放速率。 | 有组织；无组织。 |
| 3 | 贵州省环境污染物排放标准 | DB52/864-2013 | 二类区二级 | 综合 | 共7项 | 排放浓度；排放速率。 | 有组织；无组织。 |
| 4 | 山东省区域性大气污染物综合排放标准 | DB37/2376-2013 | 核心、重点 | 行业+综合 | 共3项 | 排放浓度。 | 有组织 |
| 5 | 重庆市大气污染物综合排放标准 | DB 50/418-2012 | 主城区、影响区、其他 | 行业+综合 | 共3项 | 排放浓度；排放速率。 | 有组织 |
| 6 | 厦门市大气污染物排放标准 | DB 35/323-2011 | 二类区二级 | 综合+行业 | 共17项 | 排放浓度；排放速率。 | 有组织；无组织。 |
| 7 | 广东省大气污染物排放限值 | DB 44/27-2001 | 三类区三级 | 综合 | 共36项 | 排放浓度；排放速率；烟气黑度。 | 有组织；无组织。 |
| 8 | 四川省大气污染物排放标准 | DB 51/186-93 | 三类区四级 | 行业+综合 | 共22项 | 排放速率；排放浓度。 | 有组织。 |
| 9 | 天津市工业企业挥发性有机物排放 | DB12/ 524-2014 | 不分级 | 基于行业综合 | 共4项 | 排放速率；排放浓度。 | 有组织；无组织。 |
| 10 | 河北省工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322-2016 | 不分级 | 基于行业综合 | 共8项 | 排放速率；排放浓度。 | 有组织；无组织。 |
| 11 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | 不分级 | 基于行业综合 | 共8项 | 排放速率；排放浓度。 | 有组织；无组织。 |
| 12 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/ 2377-2017 | 不分级 | 基于行业综合 | 共24项 | 排放速率；排放浓度。 | 有组织；无组织。 |

总体上看，国内目前除了北京、上海、广东、厦门、四川、贵州、山东、重庆、天津、河北、陕西等地区有大气污染物排放标准外，大部分地区仍执行国家大气污染物综合排放标准（GB16297-1996），该标准规定了有组织排放的最高允许排放浓度和最高允许排放速率以及无组织排放的厂界无组织监控浓度三类标准值。从目前看来，标准按照功能区分级、按照烟囱高度设定排放速率都不能满足当前的环境保护的要求。

当前正在开展的行业型排放标准呈现出如下的特点：

- ① 取消了按照烟囱高度制定排放速率的要求。

② 标准收严，比综合排放标准收严的幅度很大。

③ 各省行业的 VOCs 控制标准中突出了总 VOCs 作为控制项目，同时加严了厂界控制浓度。

目前大气污染物综合排放标准所涉及的行业如表 5-6 所示。

表 5-6 国内主要大气污染物综合排放标准体系的比较

| 标准名称 | 适用范围 | 控制项目 | 体系及优点 | 不足 |
|-------------------------------------|--|--|--|---|
| 大气污染物综合排放标准 GB16297-1996 | 除了锅炉、炉窑、恶臭等外的各类行业 | 33 项：二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、氯化氢、硫酸雾、铬酸雾、氟化物、氯气、铅及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物、铍及其化合物、镍及其化合物、锡及其化合物、苯、甲苯、二甲苯、酚类、甲醛、甲醇、乙醛、丙烯腈、氰化氢、苯胺类、氯苯类、硝基苯类、氯乙烯、苯并芘、光气、沥青烟、石棉尘、非甲烷总烃 | 1、排放浓度+排放速率+无组织排放监控浓度值； 2、简单直观可操作 | 1、项目太少，NMHC无法覆盖所有的有机物。 2、按照排气筒高度设定污染物排放速率不能满足总量控制要求。 3、缺乏总量控制和技术要求的内容 |
| 北京市地方大气污染物排放标准 DB11/501-2017 | 除了锅炉、储油库、油罐车、加油站油气、冶金建材行业及其他工业炉窑、炼油与石油化工、生活垃圾焚烧、危险废物焚烧之外 | 1、极度毒性物质（3 种）：二噁英和呋喃、多氯联苯、苯并（a）芘； 2、颗粒物（12 种）：增加了其他颗粒物 3、无机气态污染物（17 种）：增加了砷化氢、磷化氢、硫化氢、磷酸雾、硝酸雾、氨、二硫化碳、一氧化碳 4、有机气态污染物（20 种）：增加了环氧乙烷、1,3-丁二烯、1, 2-二氯乙烷、丙烯醛、氯甲烷、其他 A 类物质、其他 B 类物质。 5、典型 VOCs 污染源排放要求 | 1、控制因子比 GB16297 增加了 19 种因子； 2、增加了典型的 VOCs 污染源排放要求 3、缩短了排放烟囱高度 4、制订了 VOCs 的排放限值 and 汽车制造、干洗等行业的技术要求。 | 1、仍然延续了排放烟囱高度。 2、表面涂装行业的技术要求尚比较欠缺。 3、过于严格 |
| 厦门市大气污染物排放标准 DB35/323-2011 | | 1、规定了 16 项指标的排放限值； 2、增加了乙酸甲酯、乙酸乙酯、丙酮、环己酮的指标 3、增加了挥发性有机污染物的指标和执行标准； 4、对餐饮业的排放高度提出了要求。 | 1、增加了一些特征污染物指标； 2、提出了挥发性有机物的指标 | 1、指标太少。 2、挥发性有机物仍采用的是 NMHC 的监测方法。 3、标准值偏宽松 |
| 重庆市大气污染物综合排放标准 DB50/408-2012 | | 1、规定了火电厂、锅炉、水泥行业、工业炉窑、工艺废气的排放标准。 | 1、按照主城区、影响区和其他区域分类； | 1、工艺排气仅仅规定了二氧化硫、氮氧化物和颗粒物的排放标准 |
| 山东省区域性大气污染物综合排放标准 DB37/2376-2013 | 固定源 | 1、规定了锅炉、钢铁工业、建材工业、炼焦工业、铝工业、柠檬酸工业、硝酸工业、橡胶工业、合成革工业、其他工业炉窑的二氧化硫、氮氧化物和颗粒物的排放标准。 | 1、划分核心区、重点控制区、一般控制区 2、分时段制定标准 | 1、缺少有机物的排放标准 2、控制项目太少 |
| 广东省大气污染物综合排放 | | 对火电厂、锅炉、水泥厂的大气污染物排放适当从严控制； | 1、与 GB16297-1996 体系一样 | 1、仍按照烟囱高度规定标准值； |

| 标准名称 | 适用范围 | 控制项目 | 体系及优点 | 不足 |
|----------------------------------|--|---|--------------|--------------------------------------|
| 限值 DB44/27-2001 | | ——新增控制项目18项,减少硫化氢、二硫化碳等2项,将苯、甲苯、二甲苯分别定值;——二氧化硫、氟化物、氯气、铅及其化合物、镉及其化合物、硝基苯类等项目的最高允许排放浓度适当从严;——氮氧化物、氯化氢的最高允许排放浓度适当放宽; | 2、增加了一氧化碳等项目 | 2、标准值仍偏宽松; 3、没有VOCs标准 |
| 天津市工业企业挥发性有机物排放控制标准DB12/524-2014 | 石油炼制与石油化学、涂料与油墨生产、塑料制品制造等行业挥发性有机物排放的控制要求 | 1、规定了苯、甲苯+二甲苯、VOC的排放控制要求 2、选择美国的分析方法,提出了 VOC 的分析方法 | | 1、仍按照排气筒高度进行制定排放速率的标准 2、特征污染物因子太少 |

5.1.4 香港

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VOCs减排目标的一部分。根据修订内容,香港从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14种车辆修补漆和涂料、36种船舶和工艺品油漆和涂料以及47种粘合剂和密封剂。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。

香港还制定了石油加工、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)的污染物排放标准,涉及到污染物40余项,其中也包括部分VOCs化合物。

5.1.5 台湾

(1) 固定源大气污染物排放标准

台湾地区针对VOCs控制有一套成熟的控制理论,2012年修订了固定源大气污染物排放标准,包括了排放浓度、排放速率以及无组织排放的厂界监控浓度。具有以下几个特点:排气筒分为低排气筒(不高于6m)和较高排气筒(6m以上),按照与周界的距离以及周界最近建筑物的高度进行计算。均设置排放浓

度，但排放速率给出计算公式，每个工厂需要根据实际情况计算。控制项目512种，其中列出了其他空气污染物和异味物质的要求。

在台湾地区固定源标准中，规定了颗粒物、硫氧化物、硫酸雾、氮氧化物、一氧化碳、总氟量、氯化氢、氯气、氨气、硫化氢、硫醇、二甲基硫、二甲二硫、一甲胺、二甲胺、三甲胺、二硫化碳、甲醛、苯、甲苯、二甲苯、铅及其化合物、镉及其化合物、石棉及含石棉物质、氯乙烯、其他空气污染物、恶臭污染物。由于该标准较老，因此其大部分排放限值均相对宽松。

(2) 石化行业VOCs 控制标准

2012年针对石化工业更新了挥发性有机物管制和排放标准的修订工作。针对废气燃烧塔、制程设施、液体储罐、装卸操作设施、设备元件泄漏、废水处理设施等6个方面，进行了更新。增加了大量的工艺要求，比如燃烧塔排放成分及操作条件、燃烧塔使用事件通报、石化制程原物料或产品输送管线不得破损坏；针对储罐，扩大管制范围，规定了含有苯乙烯、二甲苯、甲苯、苯乙苯、三氯甲烷、二氯甲烷、三甲苯、乙酸乙酯、丙烯酸酯类中之一的储罐的管制范围等。2012年进行调整后，进一步加严了要求。

(3) 地区行业VOCs 控制标准

台湾地区于2007年颁布了《光电材料及元件制造业空气污染管制及排放标准》，规定了VOCs如果达到0.4 Kg/h以上，处理效率需要达到85%。

2009年颁布了《胶带制造业挥发性有机物空气污染管制及排放标准》，2011年进行了修订，规定了含挥发性有机原料年许可用量50吨以上时，VOCs处理效率达到92%以上或者排放速率小于3.8 Kg/h。

1998年颁布了《聚氨酯甲酸酯合成皮业挥发性有机物空气污染管制及排放标准》，并于2004年进行了修订。二甲基甲酰胺处理效率在90%以上或者浓度在20 ppm以下；并规定了挥发性有机物的全场总量符合65 g/m³的要求。

1995年颁布了《汽车制造业表面涂装作业空气污染物排放标准》，并于2006年进行了修订，规定汽车涂装的VOCs破坏率为90%或者排放管道浓度小于60 mg/m³。2000年公布了干洗作业空气污染防制设施管制标准，对于干洗环节VOCs排放提出了控制要求。

5.2 国外标准

目前国际上标准体系比较完备的有美国、欧盟、德国、日本、澳大利亚等。美国属于典型的单纯行业型标准体系，标准体系细致，数量多；欧盟则属于重点行业型标准+重点污染物和污染物综合预防指令，具有较好的针对性；德国的标准体系则是与欧盟一致；日本大气污染物标准体系则是综合标准+通用型标准体系。

5.2.1 美国

美国大气污染物排放标准体系的构成是详细的行业排放标准为主。美国根据《空气清洁法》的规定，按照基准污染物（常规污染物）和有毒有害空气污染物分别制定标准，美国固定源大气污染物排放标准体系如图 5-1 所示。

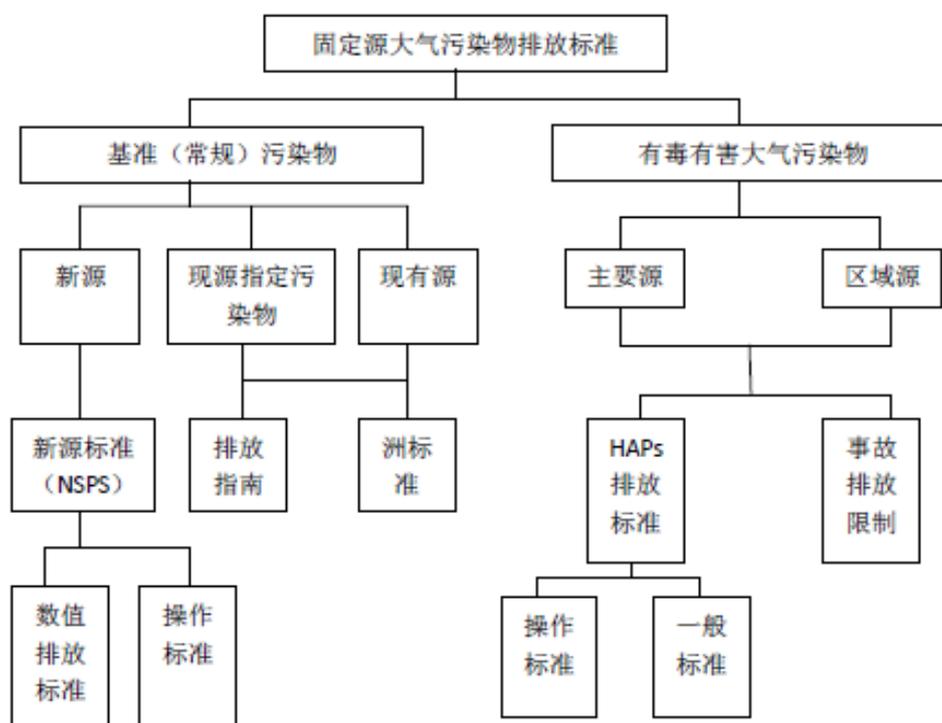


图 5-1 美国固定源大气污染物排放标准体系

(1) 新污染源控制标准

美国固定源新源控制标准针对常规污染物，自 1971 年以来，一共制定了 25 个大行业的 90 项排放标准。90 项标准包括化石燃料的燃煤锅炉、焚烧炉、硅酸

盐水泥厂、硝酸厂、硫酸厂、污水处理厂、热拌沥青设备、炼油厂、石油液体储罐、再生铅熔炼炉、炼油厂设备 VOCs 泄漏、工业/商业/机构蒸汽锅炉、乙烯基和聚氨酯涂料和印刷设备、石油干洗业、钢铁厂电弧炉、陆上天然气处理厂 (SO₂)、毛玻璃纤维绝缘材料制造、陆上天然气处理厂 (VOCs 设备泄漏)、钢铁厂氧气顶吹转炉排放、挥发性液体储存容器、再生铜、氧气顶吹转炉 (主要排放)、磷肥工业 (五种产品)、钢铁厂电弧炉、原声铜熔炼炉、原生锌熔炼炉、原生铅熔炼炉、铁合金生产设施、硫酸盐木浆厂、谷物升降机、电厂锅炉、固定式燃气轮机、石油液体储存容器、原生铝电解厂、玻璃制造厂、橡胶轮胎制造、工业表面涂装、新住宅木材加热器、磁带涂层设施、炼油厂废水处理系统 VOCs 排放、小型工商业蒸汽锅炉、支撑基质设备聚合物涂层、有机化学合成工业蒸馏操作 VOCs 排放、有机化学合成工业空气氧化过程 VOCs 排放、聚合物制造业 VOCs 排放、市政垃圾燃烧炉、采矿业中煅烧和干燥排放、有机化学合成工业反应过程 VOCs 排放、大型市政垃圾燃烧炉、市政固废垃圾填埋场、医院/医疗/感染性废弃物焚化炉、工商业固体废物焚烧炉、工商业固体焚烧炉 (1999 年 11 月 30 日之前)、小型市政垃圾焚烧炉、小型垃圾焚烧炉 (1999.8.30 以后建设或者 2001.6.6 后改建)、小型市政垃圾焚烧炉 (1999.8.30 以前)、其他固废焚烧炉 (2004.12.9 以后建设或者 2006.6.16 后改建)、其他固废焚烧炉 (2004.12.9 以前建成)、硫酸铵制造、汽车和轻型卡车表面涂装、铅酸电池制造厂、磷矿石厂性能、沥青加工和沥青屋顶材料制造、工业表面涂装 (大型装置)、金属家具表面涂装、金属线圈表面涂装、印刷行业 (出版物凹版印刷)、储油库、饮料罐表面涂装、压敏磁带和标签表面涂装、有机化学合成工业 VOCs 设备渗漏 1981.1.5~2006.11.7 建成)、金属矿物采选、合成纤维生产设备、石灰制造厂、固定式燃气轮机、固定压燃式汽轮机、原油和天然气生产/输送和分配、有机合成化学品制造工业 (2006.11.7 以后建成) VOC 泄漏、炼油厂 VOC 装置泄漏、固定点火式内燃机、炼油厂 (2007.5.14 以后建成)、非金属矿物采选、煤矿采选和煤加工厂、新建污泥焚烧炉、现有污泥焚烧炉、硝酸厂 (2011.10.14 之后建成)、硫酸盐木浆 (2013.5.23 后建成)。

(2) 有毒有害空气污染物排放标准 (NESHAP)

美国在 1990 年的《清洁空气法案》中规定了 189 种有害空气污染物 (HAPs, 2003 年和 2005 年又从名录中剔除了乙二醇醚和甲基乙基酮, 因此当前是 187

种有害空气污染物)。在该方面,美国坚持最大可达技术(MACT)标准,达到最大程度的排放削减。该标准适用于所有新源和现有源排放的有害空气污染物,包括三种形式的标准:一般排放标准、设计/设备/操作和运行标准、保护人体健康和环境的标准。针对 HAPs,美国将主要污染源分为 16 类,截止当前,共制订了 106 项标准,预留标准 13 项,主要集中在表面涂装、矿物采选及加工、黑色金属加工、有色金属冶炼、燃料燃烧等,也包括了干洗、消毒、电镀、储罐等。

美国标准将固定源分为主要污染源(Major sources):排放量比较大的,年排放量为10t/a以上的单个HAPs或混合排放25t/a以上的一组污染源;区域性(小源)Area sources:其余的污染源。

针对主要污染源美国标准几乎涵盖了所有的工业领域,融合了技术要求与排放控制标准。美国大气污染物排放标准涵盖了工艺排放、储存、输送以及污水处理的排放控制要求,通常包括排放浓度限值(比如氯化氢、卤素、苯等单一污染物排放浓度限值)、排放总量(规定了HAPs的排放总量的限值)、排放技术要求(规定了控制排放的技术形式以及参数等,比如储罐的冷凝器温度等)。标准充分考虑了MACT的原则,按照底线的要求(即技术可行性)进行标准的设置。

针对区域性(小源)Area sources:即那些排放每年小于10吨的单个有害空气污染物(HAPs)或每年小于25吨的混合源污染物有害空气污染源,这是自2006年起陆续颁布的一系列标准,是基于GACT(一般可得技术)并考虑经济因素而制定的技术要求,重点围绕过程控制技术要求制定。目前关于区域性小源的控制标准涵盖了26个行业。包括木材防腐、二次有色金属冶炼、二次铜冶炼、有色金属初级冶炼、初级铜加工、聚氯乙烯和共聚物加工、电镀和抛光作业等。以涂料等为例,2009年6月1日美国环保署提出了关于涂料及其类似产品的小源的控制标准,2009年12月3日正式颁布。该标准包括了涂料产品、油墨产品、墨水产品、胶粘剂以及密封用填充物等生产过程中的控制要求。针对小源的主体思路是强化过程控制。

① 控制挥发性 HAPs: 所有使用或者贮存苯、二氯甲烷的设备,需要加盖子或其他覆盖物,反应器边缘与盖子的密闭率应该达到 90%以上。包含有 1 种或多种控制的 HAPs 的混合反应器除了混合柄的安全拆卸空间,必须安装盖子,

除了采样、投料、质控、移除物料或反应器空的时候，运行期间需要保持覆盖状态。反应器的溢出物以及擦拭物必须放在密闭容器内，该密闭容器需要确保有压力释放装置但不允许内部物料流出。

(3) 技术规范

美国也针对 VOCs 制定了详细的技术规范，如表 5-7 所示。

表 5-7 美国的 VOCs 控制技术规范

| 编号及发布时间 | 规范名称 |
|-----------------------------|--|
| 控制技术导则 (CTGs) | |
| EPA-450/R-75-102 1975/11 | 加油站有机气体泄漏控制系统设计标准 |
| EPA-450/2-76-028 1976/11 | 现有固定源VOCs 排放控制技术导则卷I: 表面喷涂过程控制方法 |
| EPA-450/2-77-008 1977/05 | 现有固定源 VOCs 排放控制技术导则 卷 II: 容器、盘管、纸、纤维、汽车和轻型卡车表面喷涂过程控制 |
| EPA-450/2-77-022 | 有机溶剂清洁金属器件过程 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/2-77-025 1977/10 | 炼油厂真空发生系统、废水分离系统和设备检修过程 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/2-77-026 1977/10 | 汽油罐车油料装卸过程碳氢化合物排放控制技术导则 |
| EPA-450/2-77-032 1977/12 | 现有固定源 VOCs 排放控制技术导则 卷 III: 金属设备表面涂装过程控制 |
| EPA-450/2-77-033 1977/12 | 现有固定源 VOCs 排放控制技术导则 卷 IV: 漆包线表面涂装过程控制 |
| EPA-450/2-77-034 1977/12 | 现有固定源 VOCs 排放控制技术导则 卷 V: 大型电器表面涂装过程控制 |
| EPA-450/2-77-035 1977/12 | 汽油批发厂 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/2-77-036 1977/12 | 固定顶液体储罐 VOCs 控制技术导则 |
| EPA-450/2-77-037 1977/12 | 稀释沥青使用过程 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/2-78-022 1978/05 | 固定源 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/2-78-015 1978/06 | 现有固定源 VOCs 排放控制技术导则 卷 VI: 金属零部件和产品表面涂装过程控制 |
| EPA-450/2-78-032 1978/06 | 现有固定源 VOCs 排放控制技术导则 卷 VII: 木质板材表面涂装过程控制 |
| EPA-450/2-78-036 1978/06 | 石油炼制设备 VOCs 泄漏控制技术导则 |
| EPA-450/2-78-029 1978/12 | 合成制药行业 VOCs 排放控制技术导则 |

| 编号及发布时间 | 规范名称 |
|--------------------------------|---|
| EPA-450/2-78-030 1978/12 | 轮胎制造行业 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/2-78-033 1978/12 | 现有固定源 VOCs 排放控制技术导则 卷 VIII: 平面艺术品凹版印刷和柔性版印刷过程控制 |
| EPA-450/2-78-047 1978/12 | 液体石油产品外置浮顶罐 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/2-78-050 1978/12 | 全氯乙烯干洗系统 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/2-78-051 1978/12 | 汽油罐车和有机蒸汽收集系统 VOCs 泄漏控制技术导则 |
| EPA-450/3-82-009 1982/09 | 大型石油干洗设备 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/3-83-008 1983/11 | 高密度聚乙烯、聚丙烯和聚苯乙烯树脂制造行业 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/3-83-007 | 天然气/汽油加工厂设备 VOCs 泄漏控制技术导则 |
| EPA-450/3-83-006 | 有机合成聚合物和树脂制造设备 VOCs 泄漏控制技术导则 |
| EPA-450/3-84-015 | 有机化工行业空气氧化过程 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-450/4-91-031 1993/08 | 有机化工行业反应器与精馏操作过程 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-453/R-96-007 1996/04 | 木质家具制造行业 VOCs 排放控制技术导则 |
| 61 FR-44050 8/27/96 1996/08 | 船舶制造和维修过程（表面涂装）VOCs 控制技术导则 |
| 59 FR-29216 6/06/94 1994/06 | 航空制造与维修业有害空气污染排放控制标准 |
| EPA-453/R-97-004 1997/12 | 航空制造与维修业表面涂装过程 VOCs 排放控制技术导则 |
| EPA-453/R-06-001 2006/09 | 工业清洗溶剂污染控制技术导则 |
| EPA-453/R-06-002 2006/09 | 平板胶印和凸版印刷过程污染控制技术导则 |
| EPA-453/R-06-003 2006/09 | 软包装印刷污染控制技术导则 |
| EPA-453/R-06-004 2006/09 | 木质板材表面涂装过程污染控制技术导则 |
| EPA-453/R-07-003 2007/09 | 纸、胶片和金属箔表面涂装过程污染控制技术导则 |
| EPA-453/R-06-004 2007/09 | 大型家具表面涂装过程污染控制技术导则 |
| EPA-453/R-06-005 2007/09 | 金属家具涂装行业污染控制技术导则 |
| EPA-453/R-08-003 2008/09 | 金属与塑料制品涂装过程污染控制技术导则 |
| EPA-453/R-08-004 2008/09 | 玻璃纤维船只制造用材料的污染控制技术导则 |
| EPA-453/R-08-005 2008/09 | 工业粘结剂污染控制技术导则 |

| 编号及发布时间 | 规范名称 |
|-----------------------------|------------------------------|
| EPA-453/R-08-006 2008/09 | 汽车与轻型卡车零件涂装污染控制技术导则 |
| EPA-453/R-08-002 2008/09 | 汽车与轻型卡车涂装操作过程 VOCs 日排放速率确定方法 |
| EPA-450/3-83-012 1983/05 | 胶合板干燥过程 VOCs 排放控制方法 |
| EPA-450/3-88-007 1988/08 | 交通标志使用过程 VOCs 减排方法 |
| EPA-450/3-88-009 1988/10 | 汽车修补过程 VOCs 排放削减方法 |
| EPA-450/3-89-007 1989/03 | ACT 文件-环氧乙烷消毒/熏蒸操作方法 |
| EPA-450/3-89-030 1989/08 | ACT 文件-卤代烃溶剂清洗剂 |
| EPA-450/3-91-007 1990/12 | ACT 文件-有机废物处理工艺排气控制 |
| EPA-450/3-90-020 1990/09 | 聚苯乙烯泡沫制造过程 VOCs 排放控制 |
| EPA-453/R-92-017 1992/12 | ACT 文件-烤箱排放控制 |
| EPA-453/R-92-018 1992/12 | 固定源 VOCs 排放控制技术 |
| EPA-453/D-95-001 1993/09 | 平板胶印过程 VOCs 排放控制方法 |
| EPA-453/R-92-011 1993/03 | 农药使用过程 VOCs 排放控制方法 |
| EPA-453/R-94-032 1994/04 | ACT 文件-船舶制造和维修设施表面涂装操作控制 |
| 无编号 1994 | 工业废水 VOCs 排放控制技术 |
| EPA-453/R-94-001 1994/01 | ACT 文件-浮顶罐和拱顶罐挥发性有机液体存储方法 |
| EPA-453/R-93-020 1994/02 | ACT 文件-间歇操作过程 VOCs 排放控制方法 |
| EPA-453/R-94-015 1994/02 | ACT 文件-工业清洗溶剂 |
| EPA-453/R-94-017 1994/02 | ACT 文件-汽车与商用机器塑料部件表面涂装污染控制 |
| EPA-453/R-94-031 1994/04 | ACT 文件-汽车表面修补 |
| EPA-453/R-94-032 1994/04 | ACT 文件-船舶制造与维修设施表面涂装 |
| EPA-453/R-94-054 1994/06 | ACT 文件-平板胶印过程 VOCs 排放控制补充材料 |
| 其他文件 | |
| EPA-450/2-78-022 1978/05 | 固定源VOCs 排放控制技术 |

| | |
|---------------------------|-------------------|
| 编号及发布时间 | 规范名称 |
| EPA-453R-95-010 199604 | 合理可用技术与控制技术导则应用报告 |

5.2.2 世界银行

世界银行的 EHS 指南包括了通用 EHS 指南和行业 EHS 指南。其中通用 EHS 指南提供大气污染物排放管理方面可应用于范围广泛的多个行业部门的通用方法，是对行业 EHS 的补充，该指南适用于在项目生命周期的任何阶段产生大气污染物的设施或项目。行业 EHS 指南则规定了具体行业大气污染物的排放标准和监测要求。2007 年世界银行对环境安全健康管理导则进行了更新。行业指南包括了涉及林业、一般制造业、农业/食品加工业、化学品、石油天然气、基础设施建设、采矿以及能源等 8 个领域的 61 个行业的 EHS 指南，在指南中，也规定了各行业的废气排放浓度的限值。该标准中涉及到的控制项目有 28 项，其中还有 4 项综合性指标。该 IFC 控制项目中有很多值得借鉴的地方，比如在药品和生物技术制造业中规定了活性成分、致突变物质的浓度限值，还规定了 A 类污染物、B 类污染物的要求；在一些标准中规定了挥发性化合物（木板和磨粒制造）。

表 5-8 大气排放物指导值

| 污染物 | 单位 | 指导值 |
|--------------|--------------------|---------|
| 苯 | mg/Nm ³ | 5 |
| 1,2-二氯乙烷 | mg/Nm ³ | 5 |
| 氯乙烯 | mg/Nm ³ | 5 |
| 丙烯腈 | mg/Nm ³ | 0.5（焚烧） |
| | | 2（洗涤） |
| 甲醛 | mg/Nm ³ | 0.15 |
| 乙烯 | mg/Nm ³ | 150 |
| 氧化乙烯 | mg/Nm ³ | 2 |
| 硝基苯 | mg/Nm ³ | 5 |
| 酚类、甲酚类和二甲苯酚类 | mg/Nm ³ | 10 |

| 污染物 | 单位 | 指导值 |
|----------|--------------------|-----|
| 挥发性有机化合物 | mg/Nm ³ | 20 |

5.2.3 德国

德国的空气质量控制技术规范（TA-Luft）的控制原则是将空气有机污染物根据致癌性、恶臭、毒性高低分为三个级别。该标准是于1972年制定，为了配合发放许可证的管理。以此逐渐形成了重点行业+综合型排放标准为核心的标准体系。具体如表 5-9 所示。

表 5-9 德国大气污染物排放标准体系

| 类型 | 标准名称 |
|------------|-------------------------------------|
| 综合型 | 空气质量控制技术规范（TA-Luft） |
| 重点行业 | 小规模及中等规模的燃烧装置条例 |
| | 木屑排放限制条例 |
| | 大型燃烧装置和燃气轮机条例 |
| | 二氧化钛工业排放限制条例 |
| | 火葬场排放限制条例 |
| 垃圾生物处理厂条例 | |
| 重点污染物（VOC） | 卤代挥发有机化合物排放控制条例 |
| | 汽油、混合燃料或石脑油运输、储存过程中的挥发性有机化合物排放限制的规则 |
| | 机动车加油过程中总碳氢化合物排放规则 |
| | 在某些使用有机溶剂的工厂限制挥发性有机化合物排放的条例 |

在 TA-Luft 中，主要包括了产业类型、过程控制、燃料种类、设施及输入能量、标准限值、治理技术标准、排放监测方法和程序。对现有污染源提出了补充规定，即达到一定标准的最后期限，规定了几类污染物共存时的标准限值。具体如表 5-10 所示。需要注意的是，2002 年版本有所改进，比如将第三级别归并与第二级别，仅仅设置了两个级别，加严了标准。该标准共涉及 239 种污染物。

表 5-10 德国 TA-Luft 空气质量技术规范

| 种类 | 级别 | 包含化合物 | mg/m ³ | Kg/h |
|-------|------|---------------|-------------------|------|
| 有机化合物 | 总体要求 | 除了有机颗粒物外，有机物 | 50 | 0.5 |
| | | 现有源(>1.5Mg/a) | / | 1.5 |
| | I级 | 176 种 | 20 | 0.10 |

| 种类 | 级别 | 包含化合物 | mg/m ³ | Kg/h |
|---------|---|--|--------------------------|----------|
| | II级 | 1-溴-3-氯丙烷、1,1-二氯乙烯、1,2-dichloroethylene (顺式、反式)、乙酸、甲酸甲酯、硝基乙烷、硝基甲烷、八甲基化环四硅氧烷、1,1,1-三氯乙烯、1,3,5-三噁烷 | 100 | 0.50 |
| | I级+II级:不超过II级 | | | |
| 致癌物质 | I级 | 砷及其化合物、苯并芘、镉及其化合物、水溶性钴及其化合物、六价铬化合物 | 0.05 | 0.15g/h |
| | II级 | 丙烯酰胺、丙烯腈、二硝基苯、环氧乙烷、镍及其化合物 (除了金属镍、镍合金、碳酸镍、氢氧化镍、四碳酰镍)、4-乙烯-1-环己烯 | 0.5 | 1.5 g/h |
| | III级 | 苯、溴甲烷、1,3-丁二烯、1,2-二氯乙烯、1,2-环氧丙烷、氧化苯乙烯、邻甲苯胺、三氯乙烯、氯乙烯 | 1 | 2.5 g/h |
| | / | 石棉纤维 | 10000 根纤维/m ³ | / |
| | / | 陶瓷纤维 | 15000 根纤维/m ³ | / |
| | / | 合成矿物纤维 | 50000 根纤维/m ³ | / |
| | I+II 不能超过 II 级; II+III、I+III、I+II+III 不能超过 III 级; | | | |
| 致突变物质 | | | 0.05 | 0.15 g/h |
| 二恶英和呋喃类 | | | 0.1 ng/m ³ | 0.25µg/h |

该标准中还规定了 10 个大类 (51 个小类) 专属设施的排放要求, 涉及了热量生产/采矿/能源行业 (8 个小类)、岩石土壤/玻璃/陶瓷/建筑材料行业 (7 个小类)、钢/铁/其他金属工程 (14 个小类)、化学品/药品/矿物油精炼 (23 个小类)、有机物表面处理/条型塑料生产/树脂塑料加工 (6 个小类)、木材/纸浆 (3 个小类)、食物/饮料/烟草/饲料/农产品 (3 个小类)、废物回收和处置 (8 个小类)、物料储存/装卸/制备、杂项 (4 个)。重点规定了颗粒物、CO、NO_x、SO_x、甲醛、致癌物质、金属、有机物 (以碳计)、二恶英和呋喃、氯化氢、硫酸雾、苯、丙烯腈、己内酰胺、硫化氢、二硫化碳、氯气、汞、砷、镉、氨、苯酚、恶臭物质等。

5.2.4 欧盟

欧盟对 VOCs 的排放管理主要包括关于特定活动和设施中使用有机溶剂的 VOCs 的排放限值的指令 (1999/13/EC)、在装饰用涂料和油漆以及车辆清洗产品中使用有机溶剂 VOCs 的排放限值的指令 (2004/42/EC)、来自石油储存和终端服务站的分配过程中 VOCs 的控制排放指令 (94/63/EC) 以及《综合污染防治指令》(IPPC)。

欧盟按照农业面源和工业点源的污染物排放控制纳入到 IPPC 中, 该指令包括了 23 项条款和 4 个附件, 目的是在欧盟推行统一的排放许可证制度。

一共有 6 大类 33 小类。

表 5-11 欧盟 IPPC 指令规定需要控制的行业

| 序号 | 行业 | 序号 | 行业 |
|----|-----------------|----|------------|
| 一 | 能源工业 | 17 | 无机化工 |
| 1 | 额定热量超过50MW的燃烧装置 | 18 | 化肥工业 |
| 2 | 矿物油和天然气精炼 | 19 | 农药工业 |
| 3 | 炼焦炉 | 20 | 制药工业 |
| 4 | 煤气化和煤液化工厂 | 21 | 炸药工业 |
| 二、 | 金属制造加工 | 五 | 废物管理 |
| 5 | 金属矿焙烧或烧结 | 22 | 危险废物处理处置 |
| 6 | 钢铁生产 | 23 | 垃圾焚烧 |
| 7 | 铁合金加工 | 24 | 非危险废物处理处置 |
| 8 | 铁合金铸造 | 25 | 垃圾填埋 |
| 9 | 有色金属炼制 | 六 | 其他工业行业 |
| 10 | 金属和塑料材料表面处理 | 26 | 制浆造纸 |
| 三 | 矿业 | 27 | 纺织工业 |
| 11 | 水泥及石灰工业 | 28 | 皮革工业 |
| 12 | 石棉生产 | 29 | 屠宰及乳制品加工工业 |
| 13 | 玻璃工业 | 30 | 动物废物处理处置 |
| 14 | 矿物纤维生产 | 31 | 禽畜养殖 |
| 15 | 陶瓷、砖瓦工业 | 32 | 表面涂装 |
| 四 | 化学工业 | 33 | 石墨生产 |
| 16 | 基础有机化工 | / | / |

IPPC 指令通过颁发许可证来实现对上述活动的控制，由欧盟各成员国的环境管理部门具体负责。许可证中规定有污染排放限值（废水、废气、噪声、固废等），以及一些等效的技术参数或工艺措施。这些排放限值、等效参数或技术措施必须在不妨碍环境质量达标的前提下，基于最佳可行技术(BAT)。BAT 技术的实质是在运营成本和环境效益之间取得平衡。

为配合 IPPC 指令以及许可证制度的实施，根据各成员国和工业部门信息交流的成果，欧盟委员会出版了 33 份行业 BAT 参考文件（BREF）。以欧盟发布的 BREF 为指导，各成员国结合本国的法律传统以及工业污染控制实践，将其转化为本国的标准。

在涉及 VOCs 控制的 BAT 指南文件中，建议根据废气流量、VOCs 浓度选择控制技术，以及达到的控制水平(效率)。通常燃烧法的 VOCs 去除率很高 (>

98%~99%)，可使排放浓度低于 20 mg/m³。吸附法、吸收法、冷凝法的 VOCs 去除率在 95%以上，通常排放浓度可控制在 100 mg/m³ 以下，冷凝法一般只适用于高浓度的有机废气。

有机溶剂使用装置和活性 VOCs 排放限值指令（1999/13/EC）适用于因使用有机溶剂而导致 VOCs 排放的生产活动和装置，该指令规定了废气中溶剂排放限值和百分比，指令还规定新源和现有源分别在 2001 和 2007 年前达到该指令的要求。这是当前欧盟的主要 VOCs 控制指令，该指令规定了热固卷筒纸胶印（平板印刷）、转轮凹版印刷、其他转轮凹版印刷、表面清洗、其他表面清洗、汽车涂装和修补、卷材涂装、其他包括金属/塑料/纺织品织物/胶卷/和纸涂装、电线涂装、木制品涂装、干洗、木片浸渍、皮革涂层、制鞋、木材和塑料叠层、胶黏剂涂敷、油墨/清漆/墨水/胶黏剂等生产、橡胶转化、植物油、动物油提取和植物油精制、药物产品生产等 20 个类别。该指令规定了不同规模下有组织排放限值、无组织排放限值（使用溶剂的挥发百分率），该指令从 2001 年 4 月 1 日实施，现有源则从 2007 年全面实施。当某类装置或活动的溶剂消耗量大于指令规定的阈值时（详见表 5-12），此装置或活动即属于指令的控制范围。

表 5-12 各类装置或活动溶剂消耗量阈值

| 序号 | 溶剂使用装置和活动 | 溶剂消耗量阈值（吨/年） |
|----|--------------------------------|--------------|
| 1 | 热固轮转胶印印刷 | >15 |
| 2 | 出版物轮转凹版印刷 | >25 |
| 3 | 其它轮转凹版印刷、柔性版印刷、旋转式丝网印刷、塑封和上光设备 | >15 |
| | 纺织品或纸版旋转式丝网印刷 | >30 |
| 4 | 表面清洗 | >1 |
| 5 | 其它表面清洗 | >2 |
| 6 | 交通工具涂装和交通工具表面整修 | >0.5 |
| 7 | 卷钢涂装 | >25 |
| 8 | 其它涂装包括金属、塑料、纺织品、纤维织物、胶片和纸张 | >5 |
| 9 | 绕组线涂装 | >5 |
| 10 | 木制表面涂装 | >15 |
| 11 | 干洗 | / |
| 12 | 木材防腐 | >25 |
| 13 | 皮革涂装 | >10 |

| 序号 | 溶剂使用装置和活动 | 溶剂消耗量阈值 (吨/年) |
|----|-------------------|---------------|
| 14 | 制鞋 | >5 |
| 15 | 人造装饰面板 | >5 |
| 16 | 胶带生产 | >5 |
| 17 | 涂料制品、清漆、油墨和胶黏剂的生产 | >100 |
| 18 | 橡胶转化 | >15 |
| 19 | 植物油和动物脂肪萃取、植物油精炼 | >10 |
| 20 | 药用产品生产 | >50 |

注：除非另作说明，每一项活动包含设备清洗，但不包含产品清洗。

有机溶剂使用装置和活动有组织排放限值、无组织排放限值、总排放限值见表 5-13。

表 5-13 各类装置 VOCs 排放限值 (即 2008 年执行标准)

| 序号 | 活动水平 (溶剂消耗) (吨/年) | 阈值 (溶剂消耗) (吨/年) | 废气排放限值 (mg/N m ³) | 无组织排放限值 (溶剂用量百分比) | | 总排放限值 | |
|----|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------|-----|---------------------|-----|
| | | | | 新源 | 现有源 | 新源 | 现有源 |
| 1 | 热固轮转胶印印刷 (>15) | 15-25 | 100 20 | 30 30 | | / | |
| 2 | 出版物轮转凹版印刷 (>25) | >25 | 75 | 10 | 115 | / | |
| 3 | 其它轮转凹版印刷、柔性版印刷、旋转式丝网印刷、塑封和上光设备 (>15) | 15-25 | 100 | 25 | | / | |
| | | >25 | 100 | 20 | | | |
| | | >30 | 100 | 20 | | | |
| | 纺织品或纸版旋转式丝网印刷 (>30) | / | 100 | 20 | | / | |
| 4 | 表面清洗 (>1) | 1-5 | 20 | 15 | | / | |
| | | >5 | 20 | 10 | | | |
| 5 | 其它表面清洗 (>2) | 2-10 | 75 | 20 | | / | |
| | | >10 | 75 | 15 | | | |
| 6 | 车辆涂装 (<15) 和车辆表面整修 | >0.5 | 50 | 25 | | / | |
| 7 | 卷钢涂装 (>25) | / | 50 | 5 | 10 | / | |
| 8 | 其它涂装包括金属、塑料、纺织品、纤维织物、胶片和纸张 (>5) | 5-15 | 100 | 20 | | / | |
| | | >15 | 50/75 | 20 | | | |
| 9 | 绕组线涂装 (>5) | / | / | / | | / | |
| 10 | 木制表面涂装 (>15) | 15-25 | 100 | 25 | | | |
| | | >25 | 50/75 | 20 | | | |
| 11 | 干洗 | / | / | / | | 20g/kg | |
| 12 | 木材防腐 (>25) | / | 100 | 45 | | 11kg/m ³ | |
| 13 | 皮革涂装 (>10) | 10-25 | / | / | | 85g/m ² | |
| | | >25 | | | | 75g/m ² | |

| 序号 | 活动水平（溶剂消耗）（吨/年） | 阈值（溶剂消耗）（吨/年） | 废气排放限值（mg/N m ³ ） | 无组织排放限值（溶剂用量百分比） | | 总排放限值 | |
|----|-------------------------|---------------|------------------------------|------------------|-----|---|---------|
| | | | | 新源 | 现有源 | 新源 | 现有源 |
| | | | | | | 150g/m ² | |
| 14 | 制鞋（>5） | / | / | / | | 25g/双 | |
| 15 | 人造装饰面板（>5） | / | / | / | | 30g/m ² | |
| 16 | 胶带生产（>5） | 5-15 | 50 | 25 | | / | |
| | | >15 | 50 | 20 | | | |
| 17 | 涂料制品、清漆、油墨和胶黏剂的生产（>100） | 100-1000 | 150 | 5 3 | | 溶剂量 5% | |
| | | >1000 | 150 | | | 溶剂量 3% | |
| 18 | 橡胶转化（>15） | / | 20 | 25 | | / | |
| 19 | 植物油和动物脂肪萃取、植物油精炼（>10） | / | / | / | | 动物脂肪： 1.5kg/t 海狸香：3kg/t 油菜籽：1kg/t 向日葵：1kg/t 大豆（压榨）： 0.8kg/t 大豆（白点）： 1.2kg/t | |
| 20 | 药用产品生产 | / | 20 | 5 | 15 | 溶剂量 5% | 溶剂量 15% |

5.2.5 日本

日本大气污染物控制的核心法律是《大气污染防治法》，该法将大气污染物分成四类，即烟气、粉尘、特定物质、汽车尾气。日本在大气污染防治法中限制了烟气（二氧化硫、烟尘、有害物质、特定有害物质，包括镉及其镉的化合物、氯化氢、氟、氟化氢、氟化硅、铅及其化合物、氮氧化物）；特定物质（氨、氟化氢、氰化氢、一氧化碳、甲醛、甲醇、硫化氢、二氧化氮、丙烯醛、二氧化硫、氯、二硫化碳、苯、吡啶、苯酚、硫酸、磷化氢、氯化氢、氟化硅、二氧化硒、黄磷、三氯化磷、溴、羰基镍、五氯化磷、硫醇、光气和氯磺酸）。

日本给出了248种有害大气污染物的名录，其中确定了丙烯腈、乙醛、甲苯、三氯乙烯、氯乙烯、氯甲烷、铬及其化合物、镍及其化合物、砷及其化合物、三氯甲烷、环氧乙烷、1, 2-二氯乙烷、二氯甲烷、1, 3-丁二烯、铍及其化合物、苯、苯并[a]芘、汞及其化合物、二恶英类、四氯乙烯、甲醛、锰及其化合物等22种优先控制的污染物。

日本大气污染物排放控制提出了5种方式：排放标准、总量控制标准、一定

界限范围的大气的容许浓度、规定设施的构造/使用和管理标准、事故措施的规定。日本的大气污染排放标准体系包括一般排放标准、特别排放标准、追加排放标准、总量控制标准、设备结构/使用和管理标准、大气中允许浓度标准（粉尘）、事故排放限制。其特点如表 5-14 所示。

表 5-14 日本固定源大气污染物排放标准类型及特点

| 序号 | 类型 | 限制对象 | 限制设施 | 限制地区 | 限制方式 | 制定者 |
|----|-------------|----------------|-----------|---------------|---------|------|
| 1 | 一般排放标准 | 所有烟气 | 所有设施 | 所有地区 | 量、浓度 | 国家 |
| 2 | 特别排放标准 | 烟尘、二氧化硫、特定有害物质 | 新建设施 | 由总理府规定的特定地区 | 量、浓度 | 国家 |
| 3 | 追加排放标准 | 烟尘、特定有害物质 | 所有设施 | 由条例规定的地区 | 浓度 | 都道府县 |
| 4 | 总量限制标准 | 二氧化硫、二氧化氮 | 所有设施 | 由政府规定的特定地区 | 总量 | 都道府县 |
| 5 | 设备构造使用及管理标准 | 普通粉尘 | 所有设施 | 所有地区 | 使用及管理方法 | 国家 |
| 6 | 大气中的允许浓度 | 特定粉尘 | 所有设施 | 工厂及事业单位某一界限范围 | 浓度 | 国家 |
| 7 | 事故排放限制 | 特定物质 | 不分新设或现有设施 | 所有地区 | 应急措施 | 都道府县 |

第6章 标准制定的原则与思路

6.1 本标准制定的原则

(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) 充分考虑我省复合型空气污染特征；综合考虑有利于保护生活环境、生态环境和人体健康。坚持环境优先的原则，结合不同类型工业使用的溶剂的生态环境危害性、生产加工过程中的污染物排放特点、污染物理化特征及行业废气治理技术进步可达性，制定标准。

(3) 与我国现行环境法律、法规、政策、标准协调衔接，体现综合排放标准在环境管理中的基础性和全面性作用，有利于形成完整的、协调的环境保护标

准体系。

(4) 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。

(5) 根据本省实际情况，可参照国内外相关标准、技术法规。

(6) 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。

(7) 促进清洁生产，体现污染的过程控制；技术上可行、经济上合理、具有可操作性。

(8) 制定过程和技术内容公开、公平、公正。

6.2 标准的定位

《固定污染源挥发性有机物综合排放标准》规定了广东省固定污染源挥发性有机物控制的基本要求。国家或广东省已发布针对行业、通用工艺或设备挥发性有机物排放标准的，应执行相应国家或广东省排放标准的规定；其他污染源执行本标准。本标准实施后，国家或广东省另行发布行业、通用工艺或设备挥发性有机物排放标准的，按其适用范围执行，不再执行本标准。环境影响评价文件或排污许可证要求严于本标准时，按照批复的环境影响评价文件或排污许可证执行。

6.3 制定标准的总体思路

(1) 明确“标准”的定位和适用范围。

(2) 分时段实施。按工业企业或生产设施的建立时间，分两个时段执行本标准。现有企业（本标准实施之日前已建成投产或环境影响评价文件已通过审批或备案的工业企业或生产设施）经过一段时间的过渡期后执行本标准。标准实施之日起新建企业（自本标准实施之日起环境影响评价文件通过审批或备案的新建、改建和扩建的工业建设项目）即执行本标准。

(3) 通过有组织、无组织排放控制指标及控制性措施要求，开展全过程控制，推动企业实现达标排放。

(4) 根据环境保护工作的要求，在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，空气环境敏感的区域，应严格控制企业的污染物排放行为，但是考虑到国家针对重点行业制定特别排放限值，重点行业已经颁布或者正在制定相应的排放标准，本标准重点控制重点行业之外的一般企业，因此本标准不考虑制定特别排放限值，但标准限值确定时，在考虑技术经济可行性的前提下，按照从严的原则制定。

第7章 标准的主要技术内容

7.1 标准内容设置

7.1.1 有组织排放

根据现场企业调研，目前的企业有组织排放主要有 2 种废气排放方式：一是全部环节收集混合后汇入集中的排气控制设施，最后通过一个排气筒排放；二是分别收集处理，按照车间或者生产环节分别进行处理，处理后分别排放。第二种企业的气流组织方式也多种多样，有的企业是按照楼层进行收集，有的则是按照操作单元进行收集，还有的企业则是按照垂直方向分区间进行收集。

当前国际上有组织标准体系主要有以下几种类型：一是规定超过排放速率临界值，则需要达到的浓度限值；二是仅仅固定排放浓度限值；三是 HAPs 超过一定量后去除效率达到一定百分比以上，或者 TOC、卤素等浓度达到一定限值；四是 VOCs 净化效率达到一定百分比或者排放浓度达到一定限值等。表 7-1 所示为不同标准控制形式的比较。通过浓度控制可以促进生产工艺更新和污染治理设施改进，减少排入大气的污染物数量，但不能防止稀释排放；通过基准排气量控制不足以控制污染物排放浓度；通过单位时间和单位产品排放量进行控制可以促进生产管理优化、工艺更新和污染治理设施改进，减少排放量，但是有一定的测量难度。

表 7-1 不同标准控制形式的比较

| 序号 | 指标 | 相关关系 | 优点 | 缺点 | 适用条件 |
|----|----|------|----|----|------|
|----|----|------|----|----|------|

| | | | | | |
|---|---------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | 浓度 | 取决于生产工艺过程和污染治理措施。 | 可以促进生产工艺更新和污染治理设施改进,减少排入大气污染物的数量。 | 单纯控制浓度,不足以保证排放总量,不能防止稀释 | 适合一般排放标准,但应配合基准排气量。 |
| 2 | 基准排气量 | 取决于生产规模、工艺过程和污染治理措施。 | 可以促进生产工艺更新和污染治理设施改进,减少排入大气污染物的数量。 | 不足以控制污染物排放浓度。 | 排气量相对稳定,可以核算出来;不宜单独使用。 |
| 3 | 单位时间排放量 | 不仅与浓度有关,而且与排气量有关。 | 可以促使污染物以一定高度排放,防止稀释扩散。 | 测量难度较大。 | 与质量或排放总量控制要求挂钩。 |
| 4 | 单位产品排放量 | 取决于原料、工艺过程、产品和污染治理措施。 | 可以促进生产管理优化、工艺更新和污染治理设施改进,减少排放量。 | 不能控制和减少污染物排放总量。 | 污染物排放管理达到较高水平。 |

考虑到国家或广东省已制定部分重点行业相应的行业标准,本标准主要针对除上述行业外的其他行业;同时从国内外的排放标准体系看,排放浓度是必不可少的,同时国内相关排放标准也多使用排放浓度限值来对各排放源进行控制,因此本标准有组织排放选择最高允许排放浓度作为控制指标,即任一小时最高允许排放浓度。考虑到国家或广东省已制定部分重点行业相应的行业标准,本标准主要针对除上述行业外的其他行业。

同时,针对企业车间或生产设施排气中 NMHC 或 TVOC 初始排放速率超过某一阈值,提出应配置 VOCs 末端处理设施,对 VOCs 末端处理设施的去除效率做出规定。

7.1.2 无组织排放

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,特别是挥发性有机物的排放。美国在强调了密闭的要求的基础上,提出了多种控制技术选择,然后根据其选择作为达标的判断。根据调研,工业企业存在使用通风扇将室内污染气体排到车间外,或使用敞开式或半敞开式车间进行生产,无组织逸散较突出的问题。本标准对无组织排放控制要求体现在浓度限值、无组织排放控制措施两方面。

1、浓度限值

设置厂区内无组织排放限值、企业边界大气污染物浓度限值 2 类浓度限值要

求。前者为新增指标，旨在减少无组织逸散，将无组织排放转变为有组织排放。同时为了进一步监控企业对生产过程中 VOCs 排放环节的收集效果，保留了企业边界监控点浓度限值。

2、无组织排放控制措施

结合《挥发性有机物无组织排放控制标准》，提出了工业企业生产过程中无组织排放控制要求，包括 VOCs 物料存储、VOCs 物料转移和输送、工艺过程 VOCs 无组织排放、设备与管线组件 VOCs 泄漏控制、敞开液面 VOCs 无组织控制、VOCs 无组织排放废气收集处理系统等方面作出了要求。

7.2 适用范围确定

根据对通用型标准、综合型标准和行业型标准相互关系的认识，本标准在适用范围中针对已经有行业型的污染物排放标准的，则执行行业型污染物排放标准。本标准实施后，国家或广东省另行发布的相关标准按其适用范围执行，不再执行本标准。因此本标准与行业型排放标准相辅相成，最终的适用范围为：“国家或广东省已发布针对行业、通用工艺或设备挥发性有机物排放标准的，应执行相应国家或广东省排放标准的规定；其他污染源执行本标准。本标准实施后，国家或广东省另行发布行业、通用工艺或设备挥发性有机物排放标准的，按其适用范围执行，不再执行本标准”。

本标准发布实施后，执行本标准的行业主要有农副食品加工业、食品制造业、酒、饮料和精制茶制造业、烟草制品业、纺织业、纺织服装、服饰业、木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业、造纸和纸制品业、文教、工美、体育和娱乐用品制造业、化学纤维制造业、塑料制品业、通用设备制造业、专用设备制造业、铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业、电气机械和器材制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业、仪器仪表制造业和其他制造业等。

7.3 标准组织框架

本标准正文部分包括前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、有组织排放控制要求、无组织排放控制要求、企业厂区内及边界污染监控要求、污染物监测要求、实施与监督共 9 部分。

7.4 术语与定义

本标准共有术语 23 个。其中：

1、重点地区和其他地区 2 个术语，为本标准给出。

2、固定污染源、挥发性有机物、总挥发性有机物、非甲烷总烃、无组织排放、密闭、密闭空间、VOCs 物料、挥发性有机液体、真实蒸气压、浸液式密封、机械式鞋形密封、双重密封、气相平衡系统、泄漏检测值、开式循环冷却水系统、现有企业、新建企业、标准状态、排气筒高度、企业边界等 21 个术语定义，引用了已发布的国家污染物排放标准。

7.5 污染物控制项目确定

7.5.1 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) 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中

(2) 毒性大、具有“三致”性的 VOCs：参考美国、欧盟关于大气污染物毒性大小的分类，将工业行业产生及排放的“三致”物质作为本标准控制重点。“三致”物质的判定主要是根据国际癌症研究中心的分类和判断。

(3) 恶臭物质：主要考虑嗅觉阈值的大小以及特殊的气味性。

(4) 环境二次污染贡献性：主要考虑对生成 O₃ 及 PM_{2.5} 的贡献性。

(5) 国内外相关综合或行业标准中列为重要控制因子的污染物

(6) 便于监测：充分考虑目前污染物的监测方法以及当前我省各级监测站的监测技术能力，以便标准具有可操作性。

(7) 指标的普遍适用性：由于各行业排放 VOCs 种类多样，部分污染物浓度较低，但其光化学活性强，在标准中对每种污染物单独设置排放限值的可操作性较差。此外，随着各项技术的不断发展，各行业使用的原辅材料和有机溶剂等原料也不断升级更新，会造成特征污染因子不断变化，因此除了规定部分单项指标外，还需设置综合指标来全面控制有机污染物排放，以缓解当前大气环境污染严重的环境问题。

7.5.2 毒性筛选的方法

“三致”物质的判定主要是根据国际癌症研究中心的分类和判断。按对人的致癌危险性 IARC (2002) 对已有资料报告的 878 种化学物质根据其对人的致癌危险分成 4 类。

1 类：对人致癌，87 种。确证人类致癌物的要求是：①有设计严格、方法可靠、能排除混杂因素的流行病学调查；②有剂量反应关系；③另有调查资料验证，或动物实验支持。

2A 类：对人很可能致癌，63 种。此类致癌物对人类致癌性证据有限，对实验动物致癌性证据充分。

2B 类：对人可能致癌，234 种。此类致癌物对人类致癌性证据有限，对实验动物致癌性证据并不充分；或对人类致癌性证据不足，对实验动物致癌性证据充分。

3 类：对人的致癌性尚无法分类，即可疑对人致癌，493 种；

4 类：对人很可能不致癌，仅 1 种。

7.5.3 环境风险的判断

环境风险性则是基于对化学物质的持久性、生物累积性、毒性的综合评估，具体的方法是由美国环境保护署 (US EPA) 开发的查询软件 PBT Profiler，其中 PBT 指的是同时具有持久性、生物累积性、毒性的物质 (表 7-2、7-3、7-4)。

表 7-2 持久性 (P) 判断细则

| 环境介质 (Environmental Compartment) | 半生命周期(Half-life) | | |
|--|------------------|-----------------------|-------|
| | 非持久性 P为绿色 | 持久性 P为橙色 P为红色 | |
| 水(water) | <60天 | ≥60天 | >180天 |
| 土壤 (soil) | <60天 | ≥60天 | >180天 |
| 空气(air) | ≤2天 | — | >2天 |
| 底泥 (sediment) | <60天 | ≥60天 | >180天 |

表 7-3 生物累积性 (B) 判断细则

| 生物富集因子 (Bioconcentration Factor, BCF) | |
|---------------------------------------|---------|
| 不具备生物累积性 | 具备生物累积性 |

| | | |
|--------|--------|-------|
| B为绿色 | B为橙色 | B为红色 |
| <1,000 | ≥1,000 | ≥5000 |

表 7-4 毒性 (T) 判断细则

| 鱼类慢性毒性 (Fish ChV) | | |
|-------------------|---------|-----------|
| 不具备毒性 | 具备毒性 | |
| T为绿色 | T为橙色 | T为红色 |
| >10mg/l | <10mg/l | <0.1 mg/l |

7.5.4 环境二次污染贡献

主要考虑对 O₃、PM_{2.5} 的生成贡献。针对 O₃ 则主要考虑 MIR 值 (最大臭氧生成潜势)。臭氧的最大增量反应活性 MIR 值是指 1mol VOCs 排放到一定空气污染域所引起的臭氧物质的量的变化。其值越高, 则对 O₃ 的贡献越大。PM_{2.5} 中二次气溶胶的贡献则除了考虑 MIR 值外 (提高臭氧生成潜势, 即是提高大气氧化能力, 进而有利于二次有机气溶胶生成)。根据二次有机气溶胶的研究结果, 正构烷烃、藿烷、多环芳烃、脂肪酸、无水单糖、异戊二烯、萜烯类等物质对气溶胶生成有一定贡献。虽然研究结果尚不统一, 但从反应机理上看, 前体污染物主要以苯系物为主 (有研究发现, 其在有的地区贡献占 76%), 特别是甲苯和二甲苯。除此之外, 醛类和酮类化合物通常在大气中很容易被氧化为酸类物质, 从而在颗粒物上凝结。因此对 PM_{2.5} 主要组分二次有机气溶胶有贡献, 前期大量文献研究已经表明甲苯、二甲苯、烯烃以及醛酮类物质对二次有机气溶胶生成有重要贡献。

7.5.5 国内外相关标准中列为控制因子的污染物

编制组对美国、欧洲、日本等国家和地区, 以及世界银行相关标准进行调研。美国规定了 187 种有害空气污染物 (HAPs) 的排放标准; 世界银行则对苯、1,2-二氯乙烷、氯乙烯、丙烯腈、甲醛、乙烯、氧化乙烯、硝基苯、酚类、甲酚类和二甲苯酚类等物质规定了排放限值; 日本给出了 248 种有害大气污染物的名录, 其中确定了丙烯腈、乙醛、甲苯、三氯乙烯、氯乙烯、氯甲烷、铬及其化合物、镍及其化合物、砷及其化合物、三氯甲烷、环氧乙烷、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、1,3-丁二烯、铍及其化合物、苯、苯并[a]芘、汞及其化合物、二恶英类、四氯乙

烯、甲醛、锰及其化合物等 22 种优先控制的污染物。欧盟和德国也形成了重点行业+综合型排放标准为核心的标准体系，对多种 VOCs 的排放限值进行要求。

7.5.6 筛选结果

2017 年我省污普数据结合各工业行业 VOCs 产排污情况，对主要排放 VOCs 物种根据上述筛选原则筛选，如表 7-5 所示。综合考虑 VOCs 排放量、VOCs 毒性、环境风险、二次污染贡献、国内外相关标准情况及检测方法适用性等，最终筛选出苯、苯系物（苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、乙苯和苯乙烯）、甲醛、乙醛、丙烯醛、丙烯腈、甲醇、酚类、苯胺类、氯乙烯、氯苯类、硝基苯类为单独控制污染物。其余 VOCs 物种暂通过挥发性有机物综合性指标进行控制，考虑到综合指标 NMHC 的分析方法比较成熟，因此选择 NMHC 作为综合性控制指标。同时，考虑到不同类型工业企业排放的 VOCs 物种类型较多，工业企业实际使用并排放的醇类、酯类、醛类、酮类污染物在氢火焰离子化检测器（FID）的响应不够理想，因此同时选择 TVOC 指标进行综合控制。

考虑到综合排放标准覆盖的行业较广，不同行业在 VOCs 物种排放方面有较大差异，因此选取苯、苯系物、NMHC 和 TVOC 为常规控制指标，即所有行业均需控制的污染物；甲醛、乙醛、丙烯醛、丙烯腈、甲醇、酚类、苯胺类、氯乙烯、氯苯类、硝基苯类为特别控制污染物，各污染源执行的污染物控制项目应根据使用的原料、生产工艺过程、生产的产品等情况选择确定。

表 7-5 优先控制污染物的筛选

| VOCs名称 | PBT结果 | 是否美国HAP | 产量/排放大小 | 致癌性 | 恶臭性 | 欧盟分类等级 | 环境空气检出率 | 污染源检出率 | 对二次气溶胶和臭氧贡献(POCP) | 国内标准纳入情况 | 国外标准纳入情况 | 国家综排纳入情况 | 纳入原因 |
|-----------|-------|---------|---------|------|--------|--------|---------|--------|-------------------|----------|----------|----------|--|
| 苯 | PBT | 是 | / | Cat1 | 8.65 | 高毒害 | / | 高 | 是(32) | 是 | 大部分国家有 | 是 | 高毒性 |
| 甲苯 | PBT | 是 | 是 | G3 | 0.16 | 高毒害 | 高 | 高 | 是(77) | 是 | 大部分国家有 | 是 | 对二次污染贡献大, 归为苯系物(包括苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、乙苯、苯乙烯) |
| 对二甲苯 | PBT | 是 | 是 | G3 | / | 中等 | 高 | / | 是(109) | 是 | 大部分国家有 | 是 | |
| 间二甲苯 | PBT | 是 | 是 | G3 | / | 中等 | 高 | / | 是(109) | 是 | 大部分国家有 | 是 | |
| 邻二甲苯 | PBT | 是 | 是 | G3 | / | 低毒害 | 高 | / | 是(109) | 是 | 大部分国家有 | 是 | |
| 三甲苯 | PBT | 是 | 是 | / | / | 中等 | / | / | 是(130) | 上海地方标准 | 欧盟 | / | |
| 乙苯 | PBT | 是 | 是 | G2B | / | 低毒害 | 高 | / | / | / | / | / | |
| 苯乙烯 | PBT | 是 | | G2B | / | / | / | / | / | 是 | / | / | |
| 非甲烷总烃 | / | / | 是 | / | / | / | 高 | 高 | 高 | 是 | 是 | 是 | 综合性指标 |
| TVOC | / | / | 是 | / | / | / | 是 | 高 | 高 | 是 | 是 | | 综合性指标 |
| 甲醛 | PBT | 是 | 是 | G1 | 0.2 | 中等 | 是 | 是 | 是(55) | 是 | 全部有 | 是 | 致癌性 |
| 乙醛 | PBT | / | / | G2B | 0.066 | 中等 | 是 | 是 | 65 | 是 | 德国、日本、美国 | | 对二次污染贡献大 |
| 丙烯醛 | PBT | 是 | / | G3 | / | / | / | / | / | 是 | 德国、美国 | | 强毒性 |
| 环氧乙烷 | PBT | 是 | 是 | 是 | 260 | 高毒害 | 是 | 是 | / | 是 | 全部有 | 是 | / |
| 1, 3-丁二烯 | PBT | 是 | 是 | CAT2 | 0.45 | 高毒害 | / | / | / | 是 | 美国、德国、日本 | / | / |
| 1, 2-二氯乙烷 | PBT | 是 | 是 | CAT2 | 0.0033 | 高毒害 | 是 | 是 | / | 是 | 德国、美国 | / | / |
| 丙烯腈 | PBT | 是 | 是 | G2B | 1.96 | 高毒害 | 是 | 是 | / | 是 | 全部有 | 是 | 高毒性, 排放量大 |
| 氯乙烯 | PBT | 是 | 是 | CAT1 | 190 | 高毒害 | 是 | 是 | 27 | 是 | 全部有 | 是 | 高毒性, 污染源检 |

| VOCs名称 | PBT结果 | 是否美国HAP | 产量/排放大小 | 致癌性 | 恶臭性 | 欧盟分类等级 | 环境空气检出率 | 污染源检出率 | 对二次气溶胶和臭氧贡献(POCP) | 国内行业标准纳入情况 | 国外标准纳入情况 | 国家综排纳入情况 | 纳入原因 |
|--------------------|-------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|--------|-------------------|------------|------------------|----------|--------------------|
| | | | | | | | | | | | | | 出率高 |
| 二硝基苯 | PBT | 是 | 是 | G2A、G2 | / | 高毒害 | / | / | / | / | 德国 | / | 持久性，高毒性， 归于硝基苯类 |
| 硝基苯 | PBT | 是 | 是 | / | 0.018 | 高毒害 | / | / | / | 是 | 美国、德国、日本、世界银行 | 是 | |
| 对硝基甲苯 | PBT | 是 | 是 | G3 | / | / | / | / | / | / | 美国 | / | / |
| 2, 4-二硝基甲苯 | PBT | 是 | / | G2B | / | / | / | / | / | / | 美国、德国、日本 | / | / |
| 硝基氯苯 | PBT | 是 | / | / | / | / | / | / | / | / | 美国 | / | / |
| 溴乙烷 | PBT | | / | G2A | / | 中等 | / | / | / | / | 德国 | / | / |
| 二溴乙烷 | PBT | 是 | / | G2A | / | 低毒害 | / | / | / | / | 德国、日本、欧盟 | / | / |
| 溴甲烷 | PBT | 是 | / | G3 | / | 中毒害 | 是 | 是 | / | / | 美国、德国、日本 | / | / |
| 1, 2-环氧丙烷 | PBT | 是 | / | G2B | 23.53 | 高毒害 | / | / | / | / | 美国、德国、日本 | / | / |
| 氧化苯乙烯 | PBT | 是 | / | / | / | / | / | / | / | / | 美国 | / | / |
| 邻甲苯胺 | PBT | 是 | / | / | / | / | / | / | / | / | 美国、德国 | / | / |
| 三氯乙烯 ²⁾ | PBT | 是 | 是 | G2A | 1.34 | 中等 | 是 | 是 | 8 | 是 | 美国、德国、欧盟、日本、世界银行 | / | / |
| 环氧氯丙烷 | PBT | 是 | / | G2A | 0.93 | 高毒害 | / | / | / | / | 美国、日本 | / | / |
| 酚类 | PBT | 是 | 是 | G3 | 0.01 | 高毒害 | 是 | 是 | / | 是 | 德国、日本、美国、世界银行 | / | 环境持久性，高毒性 |
| 苯胺类 | PBT | 是 | 是 | G3 | 0.2 | 中等 | 是 | 是 | / | 是 | 美国、德国、日本 | / | 环境排放量大，中等毒性 |

| VOCs名称 | PBT结果 | 是否美国HAP | 产量/排放大小 | 致癌性 | 恶臭性 | 欧盟分类等级 | 环境空气检出率 | 污染源检出率 | 对二次气溶胶和臭氧贡献(POCP) | 国内行业标准纳入情况 | 国外标准纳入情况 | 国家综排纳入情况 | 纳入原因 |
|-----------|-------|---------|---------|-----|--------|--------|---------|--------|-------------------|------------|------------------|----------|----------------|
| 氯甲烷 | PBT | 是 | 是 | G3 | / | 中等 | / | / | / | 是 | 美国、德国、日本 | / | / |
| 氯苯类 | PBT | 是 | 是 | G2B | 0.64 | 低毒害 | / | / | / | 是 | 美国、德国、欧盟、日本、世界银行 | / | 环境持久性 |
| 甲醇 | PBT | 是 | 是 | / | 4 | 低毒害 | 是 | 是 | 21 | 是 | 德国、美国、日本、世界银行 | / | 可吸入毒害物，二次污染贡献大 |
| 乙腈 | PBT | 是 | 是 | / | 1.96 | 中等 | / | 是 | / | 是 | 美国、日本 | / | / |
| 乙酸乙酯 | PBT | 是 | 是 | / | / | 低毒害 | / | / | / | 是 | 日本 | / | / |
| 乙酸乙烯酯 | PBT | 是 | 是 | G2B | / | / | / | / | / | | 美国、德国、日本 | / | / |
| 丙烯酸 | PBT | 是 | 是 | G3 | 0.0004 | 低毒害 | / | / | / | 是 | 德国、美国、日本 | / | / |
| 二氯甲烷 | PBT | 是 | 是 | G2B | 0.912 | 中等 | / | / | 3 | 是 | 美国、德国、日本、世界银行 | / | / |
| 三氯甲烷 | PBT | 是 | 是 | G2B | 85 | 中等 | / | / | / | 是 | 美国、德国、日本 | / | / |
| 四氯化碳 | / | 是 | 是 | G2B | 40.73 | 中等 | / | / | / | 是 | 美国、国、日本、世界银行 | / | / |
| 1, 1-二氯乙烷 | PBT | 是 | 是 | / | / | 低毒害 | / | / | / | 是 | 美国、欧盟、德国 | / | / |
| 四氯乙烯 | PBT | 是 | 是 | G2A | 4.68 | 中等 | / | / | 4 | 是 | 美国、德国、日本、世界银行 | / | / |
| 2-硝基丙烷 | PBT | 是 | / | G2B | | 高毒害 | / | / | / | / | 美国、欧盟、荷兰 | / | / |
| 丙烯酸甲酯 | PBT | / | 是 | / | 0.048 | 低毒害 | / | / | / | | 欧盟、德国、日本 | / | / |
| 丙烯酸乙酯 | PBT | 是 | 是 | G2B | 0.0002 | 中等 | / | / | / | 是 | 美国、欧盟、德国 | / | / |
| 丙烯酸丁酯 | PBT | / | / | / | 0.18 | 低毒害 | / | / | / | 是 | 德国、欧 | / | / |

| VOCs名称 | PBT结果 | 是否美国HAP | 产量/排放大小 | 致癌性 | 恶臭性 | 欧盟分类等级 | 环境空气检出率 | 污染源检出率 | 对二次气溶胶和臭氧贡献(POCP) | 国内行业标准纳入情况 | 国外标准纳入情况 | 国家综排纳入情况 | 纳入原因 |
|---------|-------|---------|---------|-----|-------|--------|---------|--------|-------------------|------------|----------|----------|------|
| | | | | | | | | | | | 盟 | | |
| 甲基丙烯酸甲酯 | PBT | 是 | 是 | G3 | 0.083 | 低毒害 | / | 是 | / | 是 | 德国、日本 | / | / |

7.6 标准限值确定

7.6.1 标准限值的确定方法

(1) 基于技术和经济可行性

排放浓度限值确定主要基于控制技术可行性，企业调研数据，然后根据与国内外相关标准比较，同时考虑当前采用技术的成本、经济可行性等因素，进行筛选和确定标准限值。

(2) 多介质环境目标值

多介质环境目标值（Multimedia Environmental Goals，缩写为 MEG）是美国环保署（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，美国环保署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。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。

7.6.2 有组织排放浓度限值确定

7.6.2.1 常规控制污染物排放标准限值确定

1. 苯

(1) 苯的危害

苯为无色透明液体，有强烈芳香味；不溶于水，溶于醇、醚、丙酮等大多数有机溶剂；属中等毒类；高浓度苯对人体中枢神经系统有麻醉作用，引起急性中毒，还对造血系统会造成损害，引起慢性中毒；国际癌症研究中心（IARC）已确认为致癌物。

(2) 企业调研结果

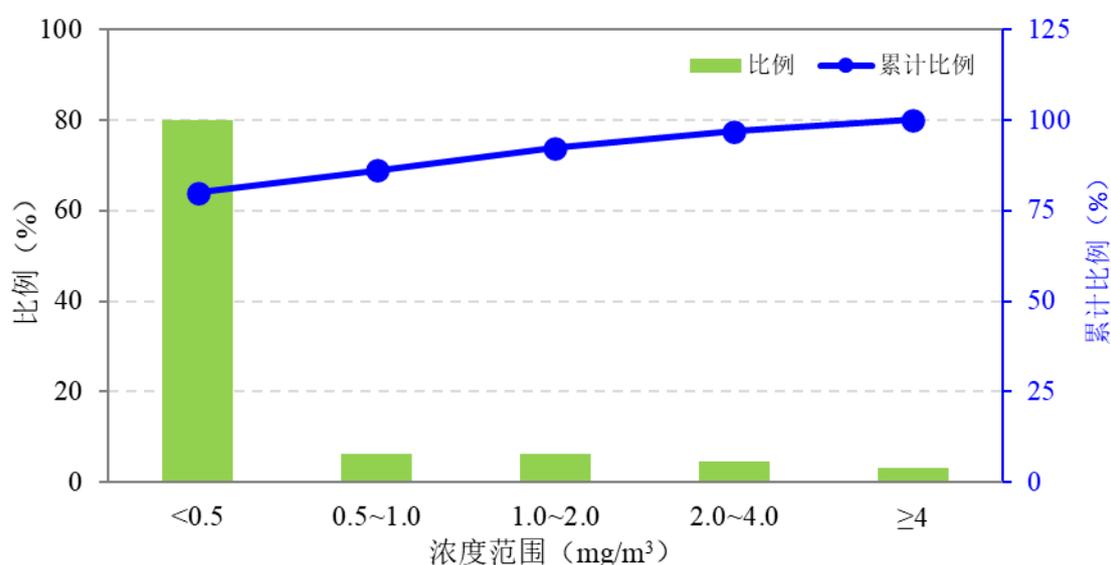


图 7-1 苯的实测浓度分布

苯主要来自各种溶剂的使用，在监测企业中有一半企业有苯的检出，实测浓度分布如图 7-1 所示，最高实测浓度为 13.0 mg/m³。实测企业苯浓度的第 60 百分位数为 0.15 mg/m³，第 80 百分位数为 0.45 mg/m³。有 86% 的实测企业苯排放浓度小于 0.5mg/m³，实测浓度超过 1 mg/m³、2 mg/m³、4 mg/m³ 的企业分别占实测企业总数的 13.8%、7.7%和 3.0%，总体上企业苯的控制水平较好。

(3) 排放限值的确定

德国 TA-LUFT 规定的苯排放浓度限值(1mg/m³)为国际上最为严格的标准；国家大气污染物综合排放标准（1996）及广东省大气污染物排放限值（2001）均规定苯的排放限值为 12 mg/m³，上海大气污染物综合排放标准（2015）规定苯的

限值为 $1\text{mg}/\text{m}^3$, 重庆大气污染物综合排放标准(2016)则要求相对宽松为 $6\text{mg}/\text{m}^3$, 北京大气污染物综合排放标准(2017)规定新建企业 2018 年 1 月 1 日起苯的排放限值为 $1\text{mg}/\text{m}^3$; 在 VOCs 综合排放标准方面, 天津、河北和福建根据行业差异规定了不同的苯排放限值, 苯的浓度限值为 $1\sim 5\text{mg}/\text{m}^3$, 陕西和四川则规定苯的排放限值为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。从行业层面来看, 除了纺织染整和有机化工外, 其他行业苯的排放限值均为 $1\text{mg}/\text{m}^3$, 其中山东对新建表面涂装企业或生产设施涂装工序苯的限值要求为 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。由于苯具有致癌性, 且已经列为禁止人为加入的原料, 需从严控制, 但考虑到综合排放标准覆盖的行业较广, 部分行业苯的排放浓度可能仍在较高的水平。综合考虑企业实测数据统计与国内外相关标准, 确定本标准苯排放限值为 $4\text{mg}/\text{m}^3$ 。

表 7-6 国内外相关标准苯的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m^3) |
|-----------|------------------|---------------------------|-------------------|---------|------------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 17 |
| | | | | 新建 | 12 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/27—2001 | 第 I 时段 | 12 |
| | | | | 第 II 时段 | 12 |
| | 厦门 | 厦门市大气污染物排放标准 | DB 35/323-2011 | / | 12 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 1 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 6 |
| 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 8 | |
| | | | 第 II 时段 | 1 | |
| VOCs 综合标准 | 天津 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 12/524—2014 | 第 I 时段 | 1、5、10 |
| | | | | 第 II 时段 | 1、5、10 |
| | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/2322—2016 | / | 1、4、5 |
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 1 |
| | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/2377—2017 | 第 I 时段 | 1 |
| 第 II 时段 | | | | 1 | |
| 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 1、3 | |
| 工业涂装工序 | 北京 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | DB11/1226-2015 | / | 1 |
| | 天津 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 12/524—2014 | 第 I 时段 | 1 |
| | | | | 第 II 时段 | 1 |
| | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/2322—2016 | / | 1 |
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 1 |
| | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/2377—2017 | 第 I 时段 | 1 |
| | | | | 第 II 时段 | 1 |
| | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 5 部分: 表面涂装行业 | DB 37/2801.5—2018 | 第 I 时段 | 1 |
| | | | 第 II 时段 | 0.5 | |
| 浙江 | 工业涂装工序大气污染物排放标准 | DB 33 2146-2018 | 排放限值 | 1 | |
| | | | 特别排放限值 | 1 | |
| 福建 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 1 | |
| 电子工业 | 国家 | 电子工业污染物排放标准 | (二次征求意见稿) | 排放限值 | 4 |
| | | | | 特别排放限值 | 1 |
| | 天津 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 12/524—2014 | 第 I 时段 | 1 |
| | | | 第 II 时段 | 1 | |

| | | | | | |
|-------|--------------------------|-------------------------|------------------|---------|---|
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 1 |
| | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/ 2377—2017 | 第 I 时段 | 1 |
| | | | | 第 II 时段 | 1 |
| 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 1 | |
| 纺织印染 | 国家 | 纺织印染工业大气污染物排放标准 | 征求意见稿 | 排放限值 | 4 |
| | | | | 特别排放限值 | 4 |
| | 浙江 | 纺织染整工业大气污染物排放标准 | DB 33 962-2015 | 现有企业 | 2 |
| | | | | 新建企业 | 1 |
| | | | | 特别排放限值 | 1 |
| 船舶工业 | 上海 | 船舶工业大气污染物排放标准 | DB31/934—2015 | / | 1 |
| | 福建 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 1 |
| | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/ 2377—2017 | 第 I 时段 | 1 |
| | | | | 第 II 时段 | 1 |
| 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业 | DB 37/ 2801.6—2018 | I 时段 | 4 | |
| | | | II 时段 | 2 | |
| 铝型材行业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 2 部分：铝型材工业 | 征求意见 | 第 I 时段 | 1 |
| | | | | 第 II 时段 | 1 |
| 木材加工业 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 1 |
| | 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 1 |
| 其它 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 1 |
| 国外限值 | 德国 | TA-Luft | / | / | 1 |
| | | 环己烷生产环节、炭电极生产 | / | / | 3 |
| | | 炭黑生产、铸造 | / | / | 5 |
| | 世界银行 | 大宗有机化工、药品 | / | / | 5 |
| | 英国 | 高毒害 | / | / | 5 |

2. 苯系物

(1) 苯系物的危害

苯系物包括苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、乙苯和苯乙烯等。

苯为无色透明液体，有强烈芳香味；不溶于水，溶于醇、醚、丙酮等大多数有机溶剂；属中等毒类，LD50：3306 mg/kg（大鼠经口），LC50：10000ppm 7 小时（大鼠吸入）；高浓度苯对人体中枢神经系统有麻醉作用，引起急性中毒，还对造血系统会造成损害，引起慢性中毒；国际癌症研究中心（IARC）已确认为致癌物。

甲苯为无色透明液体，有类似苯的芳香气味；不溶于水，可混溶于苯、醇、醚等多种有机溶剂；属低等毒类，LD50：1000 mg/kg（大鼠经口）、12124 mg/kg（兔经皮），LC50：5320 ppm 8 小时（小鼠吸入）；对皮肤、粘膜有刺激作用，对中枢神经系统有麻醉作用。

乙苯为无色气体，有芳香气味。不溶于水，可混溶于醇、醚等大多数有机溶剂。属低毒类 LD50：3500mg/kg（大鼠经口），LC50：17800 mg/kg（兔经皮）。健康危害：其蒸汽和烟雾对眼睛、粘膜、呼吸道和皮肤有刺激作用。

对、间、邻位二甲苯性质相似，混合二甲苯为无色透明的液体，有类似甲苯

的气味；通过吸入、食入、经皮吸收产生影响，二甲苯对眼睛及上呼吸道有刺激作用，高浓度对中枢神经有麻醉作用，短时吸入较高浓度二甲苯可出现眼及上呼吸道刺激症状，眼结膜及咽部充血、头晕、头痛、恶心、胸闷、四肢无力，重者可有躁动、抽搐或昏迷，有的有癔病样发作，长期接触有神经衰弱综合症，女工有月经异常，工人常发生皮肤干燥、皮炎，LD50(大鼠经口) 5000 mg/Kg，LC50(大鼠吸入) 19747 mg/m³，4 小时，大鼠经口最低中毒剂量（TDL0）：19 mg/m³。

三甲苯属于低毒类，易燃液体。对皮肤、黏膜有刺激作用，对中枢神经系统有麻醉作用，对造血系统有抑制作用。与甲苯、二甲苯和苯相比，其具有更高的MIR 值，对光化学烟雾具有更高的贡献。

苯乙烯对眼和上呼吸道粘膜有刺激和麻醉作用。急性中毒：高浓度时，立即引起眼及上呼吸道粘膜的刺激，出现眼痛、流泪、流涕、喷嚏、咽痛、咳嗽等，继之头痛、头晕、恶心、呕吐、全身乏力等；严重者可有眩晕、步态蹒跚。眼部受苯乙烯液体污染时，可致灼伤。慢性影响：常见神经衰弱综合征，有头痛、乏力、恶心、食欲减退、腹胀、忧郁、健忘、指颤等。对呼吸道有刺激作用，长期接触有时引起阻塞性肺部病变。皮肤粗糙、皲裂和增厚。环境危害：对环境有严重危害，对水体、土壤和大气可造成污染。燃爆危险：本品易燃，为可疑致癌物，具刺激性，是国家恶臭污染物排放标准中控制的恶臭类污染物之一。

(2) 企业调研结果

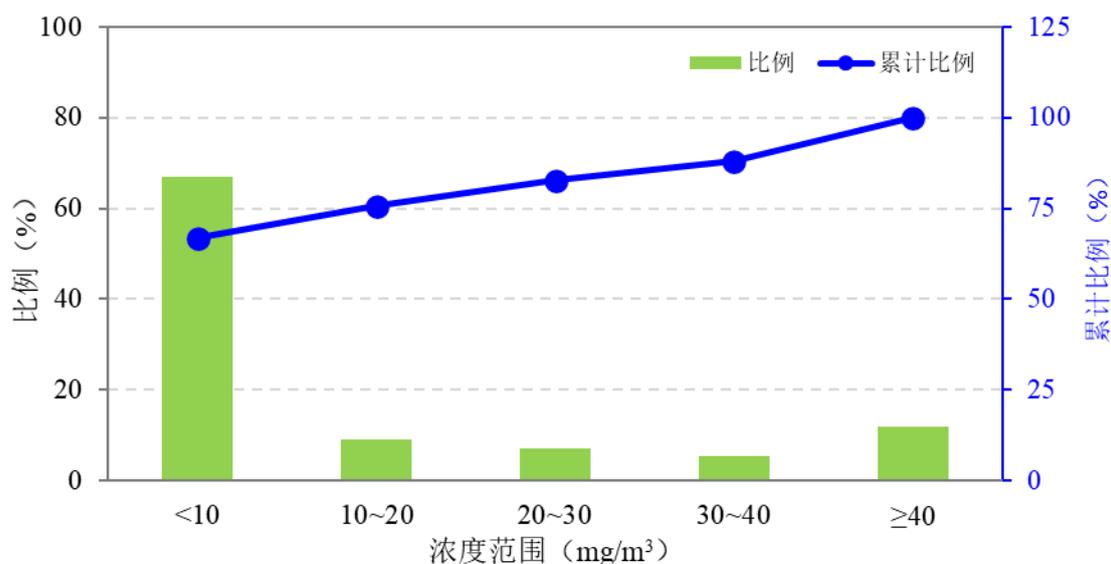


图 7-2 苯系物的实测浓度分布

在工业企业实测中，分别测定苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、乙苯和苯乙烯，

并将其质量浓度加和得到苯系物。图 7-2 所示为实测企业苯系物浓度分布。苯系物实测浓度范围为 0.02 mg/m³~323.7 mg/m³，实测企业苯系物浓度的第 60 百分位数为 5.0mg/m³，第 80 百分位数为 24.2 mg/m³。有 66.8%的实测企业苯系物排放浓度小于 10 mg/m³，有 24.3%的实测企业苯系物浓度超过 20 mg/m³，17.4%的实测企业苯系物浓度超过 30 mg/m³，12.0%的企业苯系物浓度超过 40 mg/m³。有 3.8%实测企业浓度超过 100 mg/m³，1.2%企业实测浓度超过 200 mg/m³。排放浓度较高的多为末端处理设施运行管理水平差或无末端治理设施的企业。

(3) 排放限值的确定

上海大气污染物综合排放标准规定苯系物浓度限值为 40 mg/m³（表 7-7）。在行业层面，有苯系物排放限值的行业有工业涂装、医药制造、制鞋工业、电子工业、纺织印染、汽车维修业、船舶工业、铝型材行业，除重庆市规定企业维修业在城市建成区和其他区域苯系物的排放限值分别为 45 mg/m³ 和 50 mg/m³ 外，其他省市苯系物排放限值均≤40 mg/m³。根据企业实际监测，甲苯监测结果的浓度范围为 ND~24.21 mg/m³、二甲苯监测结果的浓度范围为 ND~11.2 mg/m³，甲苯+二甲苯占苯系物总量的比例约为 27%~86%（平均为 56%），美国 speciate 提供的平均比例为 86%，因此综合考虑苯系物的排放浓度与甲苯+二甲苯的比例，以及国内相关排放标准，确定本标准苯系物排放限值为 40 mg/m³。

表 7-7 国内外相关标准苯系物的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|--------|------------------|--------------------|-----------------|---------|------------------------------|
| 大气综合标准 | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 40 |
| 工业涂装工序 | 北京 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | DB11/ 1226-2015 | / | 40 |
| | 浙江 | 工业涂装工序大气污染物排放标准 | DB 33 2146-2018 | 排放限值 | 40 |
| | | | | 特别排放限值 | 20 |
| 福建 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 30 | |
| 医药制造业 | 浙江 | 化学合成类制药工业大气污染物排放标准 | DB 33 2015 | 排放限值 | 30 |
| | | | | 特别排放限值 | 20 |
| 制鞋工业 | 浙江 | 制鞋工业大气污染排放标准 | DB33 2046—2017 | 第 I 时段 | 20 |
| | | | | 第 II 时段 | 15 |
| 电子工业 | 广东 | 电子工业挥发性有机物排放标准 | 征求意见稿 | 第 I 时段 | 30 |
| | | | | 第 II 时段 | 15 |
| 纺织印染 | 浙江 | 纺织染整工业大气污染物排放标准 | DB 33 962-2015 | 现有企业 | 10/40 |
| | | | | 新建企业 | 5 (20) |

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|-------|-------|--------------------------|----------------|---------|------------------------------|
| | | | | 特别排放限值 | 2 (10) |
| 汽车维修业 | 北京 | 汽车维修业大气污染物排放标准 | DB11/1228-2015 | I 时段 | 20 |
| | | | | II 时段 | 10 |
| | 重庆 | 汽车维修业大气污染物排放标准 | DB 50 661-2016 | I 时段 | 45/50 |
| | | | | II 时段 | 30/35 |
| | | | | 推荐限值 | 10 |
| 船舶工业 | 上海 | 船舶工业大气污染物排放标准 | DB31/934—2015 | / | 45 |
| | 福建 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 45 |
| 铝型材行业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 2 部分: 铝型材工业 | 征求意见 | 第 I 时段 | 15 |
| | | | | 第 II 时段 | 10 |

3. 综合指标

NMHC 是一个综合表征碳氢化合物的指标,传统的定义是为 C₂-C₈ 中的烃类物质。目前根据 2003 年的分析测试标准,指采用 HJ/T38 规定的监测方法,检测器有明显响应的除甲烷外的碳氢化合物的总称(以碳计),以 NMHC 表征排气筒排放 VOC 具有一定的实际意义,因此以 NMHC 表征 VOCs 排放的综合指标,用以控制有机污染物的总量。

TVOC 为采用规定的监测方法,对空气或废气中的单项 VOCs 物质进行定量,加和得到 VOCs 物质的总量(以单项 VOCs 物质的质量浓度之和计)。实际工作中,应按预期分析结果,对占总量 90%以上的单项 VOCs 物质进行测量,加和得出。

(1) 企业调研结果

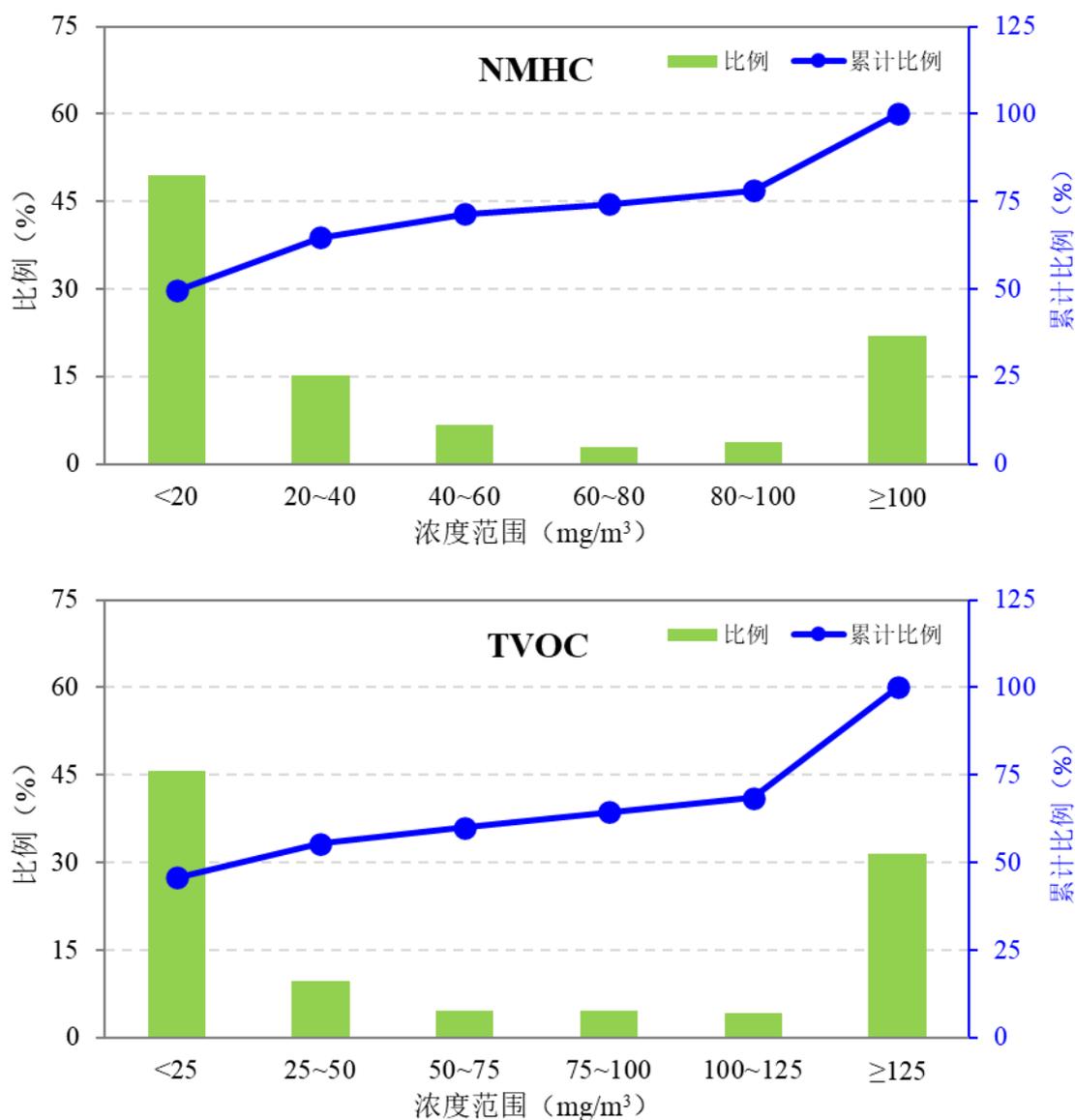


图 7-3 NMHC 和 TVOC 的实测浓度分布

编制组选择了代表性金属表面涂装、塑料制品加工、工业涂装、电子制造、轮胎生产及农药制造等企业进行实测。部分实测企业已安装了有效的末端治理设施，加之部分企业采取了一些过程控制措施，如加强车间工艺过程密闭管控等，这些企业 VOCs 排放浓度都普遍较低；而部分实测企业未安装末端净化设施，VOCs 排放浓度可高达上千毫克/立方米。

NMHC 的排放浓度范围为 $0.16 \text{ mg/m}^3 \sim 794.0 \text{ mg/m}^3$ (图 7-3)。实测企业 NMHC 浓度的第 60 百分位数为 30.0 mg/m^3 ，第 80 百分位数为 133.0 mg/m^3 。有 49.5% 的实测企业 NMHC 排放浓度小于 20 mg/m^3 ，有 35.2% 的实测企业 NMHC 浓度超过 40 mg/m^3 ，28.6% 的实测企业 NMHC 浓度超过 60 mg/m^3 ，25.7% 的企业 NMHC 浓

度超过 80 mg/m^3 ，22.0%的实测企业 NMHC 浓度超过 100 mg/m^3 。有 11.8%实测企业浓度超过 300 mg/m^3 ，5.7%企业实测浓度超过 500 mg/m^3 。排放浓度较高的均为未安装末端处理设施或治理设施运行管理水平较差的企业。

TVOC 实测浓度范围为 $0.30 \text{ mg/m}^3 \sim 1291.0 \text{ mg/m}^3$ 。实测企业 TVOC 浓度的第 60 百分位数为 70.0 mg/m^3 ，第 80 百分位数为 202.0 mg/m^3 。有 55.0%的实测企业 TVOC 排放浓度小于 50 mg/m^3 ，有 40.1%的实测企业 TVOC 浓度超过 75 mg/m^3 ，35.5%的实测企业 TVOC 浓度超过 100 mg/m^3 ，31.5%的企业 TVOC 浓度超过 125 mg/m^3 。有 10.0%实测企业浓度超过 500 mg/m^3 ，3.5%企业实测浓度超过 800 mg/m^3 。排放浓度较高的企业均为未安装末端处理设施或治理设施运行管理水平较差的工业企业。

(2) 排放限值的确定

1996 年发布的国家大气污染物综合排放标准规定现有企业和新建企业 NMHC 的排放限值分别为 150 mg/m^3 和 120 mg/m^3 （表 7-8），广东省大气污染物排放限值规定为 120 mg/m^3 ，重庆市大气污染物综合排放标准对 NMHC 的限值要求则较为宽松也为 120 mg/m^3 ，上海和北京均要求比较严格，限值范围为 $50 \text{ mg/m}^3 \sim 70 \text{ mg/m}^3$ 。目前有河北、陕西和福建三省 VOCs 综合排放标准对不同行业的 NMHC 排放限值做出了规定，限值范围为 $30 \text{ mg/m}^3 \sim 100 \text{ mg/m}^3$ 。在行业层面，陆续出台的工业涂装、电子工业、纺织印染、汽车维修、船舶工业、合成树脂、人造板工业和木材加工等国家或各省行业标准均对 NMHC 进行要求。其中，重庆市城市建成区外汽车维修业 NMHC 排放限值为 120 mg/m^3 ，国家合成树脂 NMHC 排放限值为 100 mg/m^3 ，其余相关行业标准中 NMHC 的排放限值均小于 100 mg/m^3 。

国家大气综标中未对 TVOC 排放限值进行要求（表 7-9）。天津和四川省的 VOCs 综合排放标准针对不同行业 TVOC 的排放限值进行要求。四川省石油炼制废水处理有机废气收集处理装置 TVOC 排放限值为 120 mg/m^3 ，轮胎企业及其他制品企业胶浆制备、浸浆、胶浆喷涂和涂胶装置 TVOC 排放限值为 100 mg/m^3 ，其他行业的 TVOC 排放限值则均小于 100 mg/m^3 。

综合考虑典型企业实测情况以及国内相关排放标准，确定本标准 NMHC 的排放限值为 80 mg/m^3 ，TVOC 排放限值为 100 mg/m^3 。

表 7-8 国内外相关标准 NMHC 的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|-----------|------------------|------------------|------------------|---------|------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 150 |
| | | | | 新建 | 120 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/27—2001 | 第 I 时段 | 120 |
| | | | | 第 II 时段 | 120 |
| | 厦门 | 厦门市大气污染物排放标准 | DB 35/323-2011 | / | 100 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 70 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 120 |
| 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 80 | |
| | | | 第 II 时段 | 50 | |
| VOCs 综合标准 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 30、50、60、70、80、100 |
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 40、50、80 |
| | 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 60、80、100 |
| 工业涂装工序 | 北京 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | DB11/ 1226-2015 | / | 80 |
| | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 60 |
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 50 |
| | 浙江 | 工业涂装工序大气污染物排放标准 | DB 33 2146-2018 | 排放限值 | 60/80 |
| | | | | 特别排放限值 | 50/60 |
| 福建 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 60 | |
| 电子工业 | 国家 | 电子工业污染物排放标准 | (二次征求意见稿) | 排放限值 | 100 |
| | | | | 特别排放限值 | 50 |
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 50 |
| 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 80 | |
| 纺织印染 | 国家 | 纺织印染工业大气污染物排放标准 | 征求意见稿 | 排放限值 | 40、80 |
| | | | | 特别排放限值 | 30、60 |
| 汽车维修业 | 北京 | 汽车维修业大气污染物排放标准 | DB11/1228-2015 | I 时段 | 30 |
| | | | | II 时段 | 20 |
| | 重庆 | 汽车维修业大气污染物排放标准 | DB 50 661-2016 | I 时段 | 100、120 |
| | | | | II 时段 | 50、60 |
| | | | | 推荐限值 | 20 |
| 船舶工业 | 上海 | 船舶工业大气污染物排放标准 | DB31/934—2015 | / | 50、70 |
| | 福建 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 70 |
| 合成树脂 | 国家 | 合成树脂工业污染物排放标准 | GB 31572-2015 | 排放限值 | 100 |
| | | | | 特别排放限值 | 60 |
| 人造板工业 | 国家 | 人造板工业污染物排放标准 | (征求意见稿) | 排放限值 | 60/70 |
| | | | | 特别排放限值 | 50/60 |
| 木材加工业 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 60 |
| | 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 60 |
| 国外 | 德国 | / | TA-Luft | / | 50 |
| | 欧盟 | / | VOC 指令 | / | 20~150 |
| | 美国 | / | HAPs 标准 | / | 20 或去除效率 98% |

表 7-9 国内外相关标准 TVOC 的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|-----------|-----------------|--------------------------|--------------------|---------|------------------------------|
| VOCs 综合标准 | 天津 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 12/ 524—2014 | 第 I 时段 | 10、60、80、90、100 |
| | | | | 第 II 时段 | 20、40、80 |
| | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/ 2377—2017 | 第 I 时段 | 50、80、100、120 |
| | | | | 第 II 时段 | 40、60、80、100 |
| 工业涂装工序 | 天津 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 12/ 524—2014 | 第 I 时段 | 90、80 |
| | | | | 第 II 时段 | 60、50 |
| | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/ 2377—2017 | 第 I 时段 | 80 |
| | | | | 第 II 时段 | 60 |
| | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 5 部分：表面涂装行业 | DB 37/ 2801.5—2018 | 第 I 时段 | 120 |
| | | | | 第 II 时段 | 50、70 |
| 浙江 | 工业涂装工序大气污染物排放标准 | DB 33 2146-2018 | 排放限值 | 120、150 | |
| | | | 特别排放限值 | 100、120 | |
| 电子工业 | 国家 | 电子工业污染物排放标准 | (二次征求意见稿) | 排放限值 | 150 |
| | | | | 特别排放限值 | 100 |
| | 广东 | 电子工业挥发性有机物排放标准 | 征求意见稿 | 第 I 时段 | 60 |
| | | | | 第 II 时段 | 30 |
| | 天津 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 12/ 524—2014 | 第 I 时段 | 80 |
| | | | | 第 II 时段 | 20、50 |
| | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/ 2377—2017 | 第 I 时段 | 80 |
| | | | | 第 II 时段 | 60 |
| 纺织印染 | 国家 | 纺织印染工业大气污染物排放标准 | 征求意见稿 | 排放限值 | 60、120 |
| | | | | 特别排放限值 | 40、80 |
| | 浙江 | 纺织染整工业大气污染物排放标准 | DB 33 962-2015 | 现有企业 | 60、120 |
| | | | | 新建企业 | 40、80 |
| | | | | 特别排放限值 | 30、60 |
| | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 7 部分：其他行业 | 二次征求意见稿 | 第 I 时段 | 80 |
| 第 II 时段 | | | | 40 | |
| 农药工业 | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/ 2377—2017 | 第 I 时段 | 80 |
| | | | | 第 II 时段 | 60 |
| | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 7 部分：其他行业 | 二次征求意见稿 | 第 I 时段 | 80 |
| | | | | 第 II 时段 | 40 |
| 铝型材行业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 2 部分：铝型材工业 | 征求意见 | 第 I 时段 | 60 |
| | | | | 第 II 时段 | 40 |
| 木材加工业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 7 部分：其他行业 | 二次征求意见稿 | 第 I 时段 | 80 |
| | | | | 第 II 时段 | 40 |
| 其它 | 天津 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 12/ 524—2014 | 第 I 时段 | 100 |
| | | | | 第 II 时段 | 80 |
| | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/ 2377—2017 | 第 I 时段 | 80 |
| | | | | 第 II 时段 | 60 |
| 山东 | | 二次征求意见稿 | 第 I 时段 | 120 | |

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|------|-------|------------------------|-----|---------|------------------------------|
| | | 挥发性有机物排放标准 第 7 部分：其他行业 | | 第 II 时段 | 60、80 |

7.6.2.2 特别控制污染物排放标准限值确定

1. 甲醛

甲醛的主要危害表现为对皮肤粘膜的刺激作用。甲醛在室内达到一定浓度时，人就有不适感，大于 0.08 mg/m³的甲醛浓度可引起眼红、眼痒、咽喉不适或疼痛、声音嘶哑、喷嚏、胸闷、气喘、皮炎等。甲醛有刺激性气味，低浓度即可嗅到，人对甲醛的嗅觉阈通常是 0.06~0.07mg/m³。长期、低浓度接触甲醛会引起头痛、头晕、乏力、感觉障碍、免疫力降低，并可出现瞌睡、记忆力减退或神经衰弱、精神抑郁；慢性中毒对呼吸系统的危害也是巨大的，长期接触甲醛可引发呼吸功能障碍和肝中毒性病变，表现为肝细胞损伤、肝辐射能异常等。

甲醛国内外排放限值比较如表 7-10 所示。国家、广东省和北京市大气污染物综合排放标准中甲醛的限值均为 25 mg/m³，上海市大气污染物综合排放标准甲醛排放限值较严为 5 mg/m³；河北、陕西、福建 VOCs 综标中甲醛排放限值为 5 mg/m³，四川第 I 时段甲醛排放限值为 7 mg/m³。从行业层面来说，除江苏化学工业甲醛排放限值为 10 mg/m³，重庆家具制造业为 10 mg/m³ 和 25 mg/m³，上海和浙江生物制药为 20 mg/m³ 外，其他行业已发布的排放标准中甲醛的排放限值均≤5 mg/m³。根据美国多介质环境目标值，甲醛的 DMEG 计算值为 8mg/m³，英国的 VOCs 分类中，甲醛属于高毒害物质，应该执行 5mg/m³ 的要求。根据广东省相关企业调研，目前省内企业甲醛排放浓度已经很低，这与当前甲醛使用得到限制有关。此外，甲醛的致癌性一直得到关注，因此从严制定，本标准甲醛排放限值确定为 5 mg/m³。

表 7-10 国内外相关标准甲醛的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|--------|-------|-------------|----------------|---------|------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 30 |
| | | | | 新建 | 25 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/ 27—2001 | 第 I 时段 | 25 |
| | | | | 第 II 时段 | 25 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | | 5 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | | 25 |
| | 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 20 |
| | | | | 第 II 时段 | 5 |

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|-------------|--------------------|--------------------------|------------------|------------------------|---------------------------------|
| VOCs 综合标准 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/2322—2016 | / | 5 |
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 5 |
| | 四川 | 四川省固定污染源大气挥发性有机物排放标准 | DB51/2377—2017 | 第 I 时段 | 7 |
| | | | | 第 II 时段 | 5 |
| 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 5 | |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | / | 5 |
| 化学工业 | 北京 | 有机化学品制造业大气污染物排放标准 | DB11/1385—2017 | I 时段 | 5 |
| | | | | II 时段 | 2 |
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | / | 10 |
| 涂料、油墨及染料制造业 | 国家 | 涂料、油墨及胶黏剂工业大气污染物排放标准 | GB37824-2019 | 排放限值 | 5 |
| | 上海 | 涂料、油墨及其类似产品制造工业大气污染物排放标准 | DB 31 881-2015 | / | 5 |
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 5 |
| 家具制造业 | 上海 | 家具制造业大气污染物排放标准 | DB 31 1059—2017 | / | 5 |
| | 重庆 | 家具制造业大气污染物排放标准 | DB 50/757—2017 | 第 I 时段 | 25 |
| | | | | 第 II 时段 | 25 |
| | | | | 推荐限值 | 10 |
| 福建 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 5 | |
| 工业涂装工序 | 浙江 | 工业涂装工序大气污染物排放标准 | DB 33 2146-2018 | 排放限值 | 4 |
| | | | | 特别排放限值 | 4 |
| 医药制造业 | 国家 | 制药工业大气污染物排放标准 | GB37823-2019 | 排放限值 | 5 |
| | | | | 特别排放限值 | 5 |
| | 上海 | 生物制药行业污染物排放标准 | DB 31 373-2010 | 第 I 时段 | 20 |
| | | | | 第 II 时段 | 20 |
| | 浙江 | 生物制药工业污染物排放标准 | DB 33 923-2014 | 第 I 时段 | 20 |
| | | | | 第 II 时段 | 20 |
| 浙江 | 化学合成类制药工业大气污染物排放标准 | DB 33 2015 | 排放限值 | 1 | |
| | | | 特别排放限值 | 1 | |
| 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 5 | |
| 电子工业 | 国家 | 电子工业污染物排放标准 | (二次征求意见稿) | 排放限值 | 5 |
| | | | | 特别排放限值 | 5 |
| 纺织印染 | 国家 | 纺织印染工业大气污染物排放标准 | 征求意见稿 | 排放限值 | 5 |
| | | | | 特别排放限值 | 5 |
| | 浙江 | 纺织染整工业大气污染物排放标准 | DB 33 962-2015 | 现有企业 新建企业 特别排放限值 | 4 2 1 |
| 橡胶制品 | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 5 |
| 合成树脂 | 国家 | 合成树脂工业污染物排放标准 | GB 31572-2015 | 排放限值 | 5 |
| | | | | 特别排放限值 | 5 |
| 人造板工业 | 国家 | 人造板工业污染物排放标准 | (征求意见稿) | 排放限值 | 5 |
| | | | | 特别排放限值 | 5 |

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|-------|-------|------------------|------------------|----|------------------------------|
| 木材加工业 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 5 |
| | 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 5 |
| 国外限值 | 德国 | TA-Luft | / | / | 20 |
| | 荷兰 | / | / | / | 20 |
| | 英国 | / | / | / | 5 |

2. 乙醛

乙醛 (acetaldehyde) 又名醋醛, 无色易流动液体, 有强烈的刺激臭味, 易挥发熔点-121°C, 沸点 20.8°C, 相对密度小于 1。可与水和乙醇等一些有机物质互溶。易燃易爆挥发, 蒸气与空气能形成爆炸性混合物, 爆炸极限 4.0%~57.0% (体积)。急性毒性: LD50: 1930 mg/kg (大鼠经口); LC50: 37000 mg/m³, 1/2 小时 (大鼠吸入), 此浓度使动物出现明显的兴奋症状; 15min 后即出现麻醉; 存活者迅速恢复。动物尸检主要发现为肺水肿。猫接触 2 g/m³ 时则出现严重刺激症状, 20 g/m³ 浓度时, 经 1-2h, 因呼吸麻痹而死亡。

乙醛的国内外排放标准限值如表 7-11 所示。国家大气污染物综合排放标准乙醛排放限值为 125 mg/m³ 和 150 mg/m³, 广东省和重庆市大气污染物排放标准乙醛排放限值为 125 mg/m³, 上海大气污染物综合排放标准乙醛排放限值较为严格为 20mg/m³; 在行业层面, 仅有炼油与石化、化学工业、合成树脂行业排放标准中有乙醛限值要求, 其中国家石油化学工业污染物排放标准和合成树脂工业污染物排放标准中乙醛排放限值均为 50mg/m³, 山东和江苏化学工业乙醛排放限值为 20 mg/m³。德国、世界银行和英国乙醛的排放限值均为 20 mg/m³。因此, 参考上海市和北京市大气污染物综合排放标准及国外限值, 选择乙醛排放限值为 20 mg/m³。

表 7-11 国内外相关标准乙醛的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|--------|-------------|---------------------------|--------------------|---------|------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 150 |
| | | | | 新建 | 125 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/ 27—2001 | 第 I 时段 | 125 |
| | | | | 第 II 时段 | 125 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 20 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 125 |
| 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 20 | |
| | | | 第 II 时段 | 20 | |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | / | 50 |
| 化学工业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 6 部分: 有机化工行业 | DB 37/ 2801.6—2018 | II 时段 | 20 |
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | / | 20 |
| 合成树脂 | 国家 | 合成树脂工业污染物排放标准 | GB 31572-2015 | 排放限值 | 50 |

| | | | | | |
|------|------|---------|---|--------|----|
| | | | | 特别排放限值 | 20 |
| 国外限值 | 德国 | TA-Luft | / | / | 20 |
| | 荷兰 | / | / | / | 20 |
| | 世界银行 | / | / | / | 20 |
| | 英国 | / | / | / | 20 |

3. 丙烯醛

丙烯醛是最简单的不饱和醛，化学式为 C_3H_4O ，在通常情况下是无色透明有恶臭的液体，其蒸气有很强的刺激性和催泪性，有类似油脂烧焦的辛辣臭气。是化工中很重要的合成中间体，广泛用于树脂生产和有机合成中。品有强烈刺激性。吸入蒸气损害呼吸道，出现咽喉炎、胸部压迫感、支气管炎；大量吸入可致肺炎、肺水肿，还可出现休克、肾炎及心力衰竭。可致死。液体及蒸气损害眼睛；皮肤接触可致灼伤。口服引起口腔及胃刺激或灼伤。急性暴露损伤呼吸道、眼及皮肤，并引起肺和气管水肿，而且还会导致人体内脂肪代谢失常，致使大量的脂肪堆积在皮下组织中。亚慢性和慢性暴露曾引起猴、狗等试验动物气管和鼻腔内细胞质增生，但未见致癌现象。

丙烯醛的国内外排放标准限值如表 7-12 所示。国家大气污染物综合排放标准丙烯醛排放限值为 16 mg/m^3 和 20 mg/m^3 ，广东省、上海市、重庆市和北京市大气污染物排放标准丙烯醛排放限值为均为 16 mg/m^3 ；在行业层面，国家石油化学工业污染物排放标准中丙烯醛排放限值要求较严为 3 mg/m^3 ，山东和江苏化学工业排放标准中丙烯醛排放限值分别为 3 mg/m^3 和 20 mg/m^3 。德国和荷兰丙烯醛的排放限值均为 20 mg/m^3 。因此，本标准确定丙烯醛排放限值与《广东省大气污染物排放限值》（DB44/27—2001）一致，为 16 mg/m^3 。

表 7-12 国内外相关标准丙烯醛的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m^3) |
|--------|-------------|--------------------------|-------------------|---------|--------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 20 |
| | | | | 新建 | 16 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/27—2001 | 第 I 时段 | 16 |
| | | | | 第 II 时段 | 16 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 16 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 16 |
| 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 16 | |
| | | | 第 II 时段 | 16 | |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | / | 3 |
| 化学工业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业 | DB 37/2801.6—2018 | II 时段 | 3 |
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | / | 10 |
| 国外 | 德国 | / | / | / | 20 |

| | | | | | |
|--|----|---|---|---|----|
| | 荷兰 | / | / | / | 20 |
|--|----|---|---|---|----|

4. 丙烯腈

丙烯腈是一种无色的有刺激性气味液体，易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物。遇明火、高热易引起燃烧，并放出有毒气体。与氧化剂、强酸、强碱、胺类、溴反应剧烈。IARC 致癌性：G2B，可疑人类致癌物。

丙烯腈的国内外排放标准限值如表 7-13 所示。国家大气污染物综合排放标准丙烯腈排放限值为 22 mg/m³，广东省和重庆市大气污染物排放标准丙烯腈排放限值为 16 mg/m³，上海大气污染物综合排放标准丙烯腈排放限值较严为 5 mg/m³；在行业层面，国家石油化学工业污染物排放标准和合成树脂工业污染物排放标准中丙烯腈排放限值要求较严，分别为 3 mg/m³ 和 0.5 mg/m³，山东省挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业中丙烯腈排放限值为 0.5 mg/m³。德国 LA-LUFT 对丙烯腈要求较严为 0.5 mg/m³，荷兰和英国丙烯腈的排放限值均 5 mg/m³，世界银行丙烯腈的排放限值均 2 mg/m³。因此，本标准中丙烯腈排放限值参考《上海市大气污染物综合排放标准》（DB31/933—2015），确定为 5 mg/m³。

表 7-13 国内外相关标准丙烯腈的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|--------|-------------|--------------------------|--------------------|---------|------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 26 |
| | | | | 新建 | 22 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/ 27—2001 | 第 I 时段 | 22 |
| | | | | 第 II 时段 | 22 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 5 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 22 |
| 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 5 | |
| | | | 第 II 时段 | 0.5 | |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | / | 3 |
| 化学工业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业 | DB 37/ 2801.6—2018 | II 时段 | 0.5 |
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | / | 5 |
| 合成树脂 | 国家 | 合成树脂工业污染物排放标准 | GB 31572-2015 | 排放限值 | 0.5 |
| | | | | 特别排放限值 | 0.5 |
| 国外 | 德国 | / | TA-Luft | / | 0.5 |
| | 荷兰 | / | / | / | 5 |
| | 英国 | / | / | / | 5 |
| | 世界银行 | / | / | 2 | 2 |

5. 甲醇

甲醇是结构最为简单的饱和一元醇。因在干馏木材中首次发现，故又称“木醇”或“木精”。是无色有酒精气味易挥发的液体。人口服中毒最低剂量约为 100mg/kg 体重，经口摄入 0.3~1g/kg 可致死。用于制造甲醛和农药等，并用作有机物的萃取剂和酒精的变性剂等。甲醇的毒性对人体的神经系统和血液系统影响最大，它经消化道、呼吸道或皮肤摄入都会产生毒性反应，甲醇蒸气能损害人的呼吸道粘膜和视力。急性中毒症状有：头疼、恶心、胃痛、疲倦、视力模糊以至失明，继而呼吸困难，最终导致呼吸中枢麻痹而死亡。慢性中毒反应为：眩晕、昏睡、头痛、耳鸣、视力减退、消化障碍。在甲醇生产工厂，我国有关部门规定，空气中允许甲醇浓度为 50mg/m³，在有甲醇气的现场工作须戴防毒面具、工厂废水要处理后才能排放，允许含量小于 200mg/L 的甲醇。

甲醇的国内外排放标准限值如表 7-14 所示。国家、广东省和重庆市大气污染物综合排放标准甲醇排放限值均为 190 mg/m³，上海大气污染物综合排放标准甲醇排放限值较严为 50 mg/m³，北京市大气污染物综合排放标准甲醇排放限值分别为 80 mg/m³（第 I 时段）和 50 mg/m³（第 II 时段）；河北省工业企业挥发性有机物排放控制标准甲醇排放限值为 20 mg/m³，陕西省挥发性有机物排放控制标准甲醇排放限值为 60 mg/m³。在行业层面，除上海和浙江生物制药工业污染物排放标准甲醇排放限值为 80 mg/m³、100 mg/m³ 和 150 mg/m³ 外，其他已发布排放标准的行业甲醇排放限值均≤60 mg/m³。因此，结合国内外排放限值确定本标准甲醇排放限值为 60 mg/m³。

表 7-14 国内外相关标准甲醇的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|-----------|-------------|--------------------------|--------------------|---------|------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 220 |
| | | | | 新建 | 190 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/ 27—2001 | 第 I 时段 | 190 |
| | | | | 第 II 时段 | 190 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 50 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 190 |
| 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 80 | |
| | | | 第 II 时段 | 50 | |
| VOCs 综合标准 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 20 |
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 60 |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | / | 50 |
| 化学工业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业 | DB 37/ 2801.6—2018 | II 时段 | 50 |

| | | | | | |
|--------|------------------|--------------------|------------------|---------|-----|
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | / | 60 |
| 汽车制造业 | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 60 |
| 医药制造业 | 国家 | 制药工业大气污染物排放标准 | 征求意见稿 | 排放限值 | 50 |
| | | | | 特别排放限值 | 30 |
| | 上海 | 生物制药行业污染物排放标准 | DB 31 373-2010 | 第 I 时段 | 150 |
| | | | | 第 II 时段 | 100 |
| | 浙江 | 生物制药工业污染物排放标准 | DB 33 923-2014 | 第 I 时段 | 100 |
| | | | | 第 II 时段 | 80 |
| | 浙江 | 化学合成类制药工业大气污染物排放标准 | DB 33 2015 | 排放限值 | 20 |
| 特别排放限值 | | | | 10 | |
| 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 20 | |
| 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | / | 60 | |
| 纺织印染 | 浙江 | 纺织染整工业大气污染物排放标准 | DB 33 962-2015 | 现有企业 | 60 |
| | | | | 新建企业 | 40 |
| | | | | 特别排放限值 | 20 |
| 国外 | 荷兰 | / | / | / | 150 |

6. 酚类

酚类化合物包括苯酚、甲酚等物质。是芳烃的含羟基衍生物，根据其挥发性分挥发性酚和不挥发性酚。酚是一种中等强度的化学毒物，与细胞原浆中的蛋白质发生化学反应。低浓度时使细胞变性，高浓度时使蛋白质凝固。酚类化合物可经皮肤粘膜、呼吸道及消化道进入体内。低浓度可引起蓄积性慢性中毒，高浓度可引起急性中毒以致昏迷死亡。一般来讲，酚进入人体后机体通过自身的解毒功能使之转化为无毒物质而排出体外。只有当摄入量超过解毒功能时才有蓄积而导致慢性中毒，表现为头晕、头痛、精神不安、食欲不振、呕吐腹泻等症状。酚类的国内外排放标准限值如表 7-15 所示。国家、广东省和重庆市大气污染物综合排放标准酚类排放限值均为 100 mg/m³，上海大气污染物综合排放标准酚类排放限值较严为 20 mg/m³；河北省工业企业挥发性有机物排放控制标准酚类排放限值为 50 mg/m³。在行业层面，除浙江生物制药工业污染物排放标准酚类排放限值为 80 mg/m³ 外，其他已发布排放标准的行业酚类排放限值均≤20 mg/m³。因此，结合国内外排放限值去确定本标准酚类排放限值为 20 mg/m³。

表 7-15 国内外相关标准酚类的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|--------|-------|-------------|---------------|----|------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 115 |
| | | | | 新建 | 100 |

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|-----------|-------|--------------------------|--------------------|---------|---------------------------------|
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/ 27—2001 | 第 I 时段 | 100 |
| | | | | 第 II 时段 | 100 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 20 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 100 |
| | 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 20 |
| | | | | 第 II 时段 | 20 |
| VOCs 综合标准 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 50 |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | / | 20 |
| 化学工业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业 | DB 37/ 2801.6—2018 | II 时段 | 15 |
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | | 20 |
| 医药制造业 | 浙江 | 生物制药工业污染物排放标准 | DB 33 923-2014 | 第 I 时段 | 80 |
| | | | | 第 II 时段 | 80 |
| 合成树脂 | 国家 | 合成树脂工业污染物排放标准 | GB 31572-2015 | 排放限值 | 20 |
| | | | | 特别排放限值 | 15 |
| 人造板工业 | 国家 | 人造板工业污染物排放标准 | (征求意见稿) | 排放限值 | 15/20 |
| | | | | 特别排放限值 | 10 |
| 炼焦工业 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 50 |
| 国外 | 德国 | / | / | / | 20 |
| | 荷兰 | / | / | / | 20 |
| | 英国 | / | / | / | 10 |
| | 世界银行 | / | / | / | 10 |

7. 苯胺类

苯胺又称阿尼林、阿尼林油、氨基苯，分子式： C_6H_7N 。无色油状液体，苯胺是最重要的胺类物质之一。主要用于制造染料、药物、树脂，还可以用作橡胶硫化促进剂等。它本身也可作为黑色染料使用。其衍生物甲基橙可作为酸碱滴定用的指示剂。苯胺类物质主要包括苯胺（俗称阿尼林油）、甲苯胺和联苯胺等。苯胺可通过口腔、呼吸道和皮肤进入人体。对人体的危害主要影响血液、肝及中枢神经系统。急性中毒时，可造成铁红蛋白缺氧、头痛眩晕、全身乏力、恶心呕吐、血压增高、脉跳加快，严重时神志不清，体温下降，瞳孔放大。阵发性痉挛抽搐而死亡，慢性中毒可引起各种神经官能症状、血尿、皮肤丘疹和过敏反应。苯胺类物质主要用于染料工业、制药、人造树脂、橡胶硫化促进剂及彩色铅笔等方面。

苯胺类的国内外排放标准限值如表 7-16 所示。对比国内外标准限值，本标准苯胺类限值确定为 20 mg/m³。

表 7-16 国内外相关标准苯胺类的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|------|-------|-------------|---------------|----|---------------------------------|
| | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 25 |

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|-------------|-------|--------------------------|-------------------|---------|---------------------------------|
| 大气综合标准 | | | | 新建 | 20 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/27—2001 | 第 I 时段 | 20 |
| | | | | 第 II 时段 | 20 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 20 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 20 |
| | 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 20 |
| | | | | 第 II 时段 | 20 |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | / | 20 |
| 化学工业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业 | DB 37/2801.6—2018 | II 时段 | 20 |
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | / | 20 |
| 涂料、油墨及染料制造业 | 上海 | 涂料、油墨及其类似产品制造业大气污染物排放标准 | DB 31 881-2015 | / | 20 |
| 国外 | 德国 | / | / | / | 20 |
| | 荷兰 | / | / | / | 20 |
| | 英国 | / | / | / | 10 |

8. 氯乙烯

氯乙烯又名乙烯基氯（Vinyl chloride）是一种应用于高分子化工的重要的单体，可由乙烯或乙炔制得。为无色、易液化气体，沸点-13.9℃，临界温度 142℃，临界压力 5.22MPa。氯乙烯是有毒物质，肝癌与长期吸入和接触氯乙烯有关。亚急性和慢性毒性：急性毒性表现为麻醉作用；长期接触可引起氯乙烯病。急性中毒：轻度中毒时病人出现眩晕、胸闷、嗜睡、步态蹒跚等；严重中毒可发生昏迷、抽搐，甚至造成死亡。皮肤接触氯乙烯液体可致红斑、水肿或坏死。慢性中毒：表现为神经衰弱综合征、肝肿大、肝功能异常、消化功能障碍、雷诺氏现象及肢端溶骨症。皮肤可出现干燥、皲裂、脱屑、湿疹等。该品为致癌物，可致肝血管肉瘤。

氯乙烯的国内外排放标准限值如表 7-17 所示。对比国内外标准限值，本标准氯乙烯限值确定为 5 mg/m³。

表 7-17 国内外相关标准氯乙烯的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|--------|-------------|---------------|----------------|---------|---------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 65 |
| | | | | 新建 | 36 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/27—2001 | 第 I 时段 | 36 |
| | | | | 第 II 时段 | 36 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 5 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 36 |
| 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 10 | |

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|-----------|-------|--------------------------|--------------------|---------|---------------------------------|
| | | | | 第 II 时段 | 5 |
| VOCs 综合标准 | 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 5 |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | / | 1 |
| | 北京 | 炼油与石油化学工业大气污染物排放标准 | DB11/447-2015 | 第 I 时段 | 10 |
| | | | | 第 II 时段 | 1 |
| 化学工业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业 | DB 37/ 2801.6—2018 | II 时段 | 1 |
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | / | 10 |
| 纺织印染 | 浙江 | 纺织染整工业大气污染物排放标准 | DB 33 962-2015 | 现有企业 | 10 |
| | | | | 新建企业 | 5 |
| | | | | 特别排放限值 | 2 |
| 合成革与人造革 | 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 5 |
| 国外 | 德国 | / | / | TA-Luft | 1 |
| | 荷兰 | / | / | / | 5 |
| | 英国 | / | / | / | 5 |
| | 世界银行 | / | / | / | 5 |

9. 氯苯类

氯苯类：A：一氯代苯 1、对中枢神经系统有抑制和麻醉作用；对皮肤和粘膜有刺激性。急性中毒：接触高浓度可引起麻醉症状，甚至昏迷。脱离现场，积极救治后，可较快恢复，但数日内仍有头痛、头晕、无力、食欲减退等症状。液体对皮肤有轻度刺激性，但反复接触，则起红斑或有轻度表浅性坏死。慢性中毒：常有眼痛、流泪、结膜充血；早期有头痛、失眠、记忆力减退等神经衰弱症状；重者引起中毒性肝炎，个别可发生肾脏损害。2、对环境有严重危害，对水体、土壤和大气可造成污染。由于其密度较水为重，且不溶于水，因此是重非水相液体（Dense nonaqueous phase liquids, DNAPLs）中的一种，并对地下水系统造成严重的威胁。**B：**二氯苯 1、邻二氯苯具有高的刺激性，吞咽和吸入有中等毒性。2、间二氯苯有刺激性气味，无毒性。3、对二氯苯具有中等毒性，刺激眼睛和粘膜 **C：**三氯苯：樟脑丸的主要成分，有毒，不可误食。**D：**六氯苯：主要用途：用作防治麦类黑穗病，种子和土壤消毒。健康危害：接触后引起眼刺激、烧灼感、口鼻发干、疲乏、头痛、恶心等。中毒时可影响肝脏、中枢神经系统和心血管系统。可致皮肤溃疡。环境危害：对环境有严重危害，对水体可造成污染。燃爆危险：本品可燃，为可疑致癌物，具刺激性。危险特性：受高热分解产生有毒的腐蚀性烟气。

氯苯类的国内外排放标准限值如表 7-18 所示。对比国内外标准限值，本标准氯苯类排放限值确定为 20 mg/m³。

表 7-18 国内外相关标准氯苯类的有组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|--------|-------------|--------------------------|--------------------|---------|------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 85 |
| | | | | 新建 | 60 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/ 27—2001 | 第 I 时段 | 60 |
| | | | | 第 II 时段 | 60 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 20 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 60 |
| 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 40 | |
| | | | 第 II 时段 | 20 | |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | / | 50 |
| 化学工业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业 | DB 37/ 2801.6—2018 | II 时段 | 20 |
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | / | 20 |
| 医药制造业 | 上海 | 生物制药行业污染物排放标准 | DB 31 373-2010 | 第 I 时段 | 50 |
| | | | | 第 II 时段 | 50 |
| | 浙江 | 生物制药工业污染物排放标准 | DB 33 923-2014 | 第 I 时段 | 50 |
| | | | | 第 II 时段 | 50 |
| 国外 | 德国 | / | / | / | 20 |
| | 荷兰 | / | / | / | 20 |
| | 英国 | / | / | / | 5 |

10. 硝基苯类

硝基苯类物质主要包括一硝基苯、二硝基苯、三硝基苯和硝基甲苯等。硝基苯属高毒性物质，可经呼吸道、消化道和皮肤侵入人体。主要作用于血液、肝及中枢神经系统，可使血红蛋白变为高铁血红蛋白，失去运输氧的能力，引起缺氧。水中存在硝基苯，影响水体的自净能力。硝基苯主要用物炸药、染料和药品等的生产。

硝基苯类的国内外排放标准限值如表 7-19 所示。对比国内外标准限值，本标准硝基苯类排放限值确定为 16 mg/m³。

表 7-19 国内外标准中硝基苯类的排放标准限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|--------|-------------|---------------|----------------|---------|------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 现有 | 20 |
| | | | | 新建 | 16 |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/ 27—2001 | 第 I 时段 | 16 |
| | | | | 第 II 时段 | 16 |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | / | 10 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | / | 16 |
| 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 第 I 时段 | 16 | |

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 分类 | 有组织排放限值 (mg/m ³) |
|-------|-------|--------------------------|--------------------|---------|---------------------------------|
| | | | | 第 II 时段 | 10 |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | / | 16 |
| 化学工业 | 山东 | 挥发性有机物排放标准 第 6 部分：有机化工行业 | DB 37/ 2801.6—2018 | II 时段 | 16 |
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | / | 12 |
| 国外 | 德国 | / | / | / | 0.5 |
| | 荷兰 | / | / | / | 20 |
| | 英国 | / | / | / | 5 |
| | 世界银行 | / | / | / | 5 |

7.6.3 无组织排放浓度限值确定

无组织排放的控制一方面是从健康风险的角度考虑，另一方面也是控制其污染排放的重要手段。根据广东省典型行业的实际情况，大中型企业普遍安装集气设施，而小型、微型企业则主要为无组织排放。为防止企业通过增加无组织逸散的方式实现有组织排放达标，进一步监控企业对生产过程中 VOCs 排放环节的收集效果，本标准规定了无组织排放监控点浓度限值，包括厂区内和厂界无组织排放监控点浓度限值，并对无组织监控点及监测要求作出了明确规定。表 7-20 所示为国内相关标准中对无组织排放限值的要求。

表 7-20 国内外标准中 NMHC 无组织排放限值

| 行业类别 | 国家/省市 | 标准名称 | 标准号 | 厂界限值 (mg/m ³) | 厂区内限值 (mg/m ³) |
|-------------|-------|--------------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 大气综合标准 | 国家 | 大气污染物综合排放标准 | GB 16297-1996 | 4 | / |
| | 广东 | 大气污染物排放限值 | DB44/ 27—2001 | 5 | / |
| | 厦门 | 厦门市大气污染物排放标准 | DB 35/323-2011 | 3.2 | / |
| | 上海 | 大气污染物综合排放标准 | DB31/933—2015 | 4 | 10 |
| | 重庆 | 大气污染物综合排放标准 | DB 50/418—2016 | 4 | / |
| | 北京 | 大气污染物综合排放标准 | DB11-501-2017 | 1 | / |
| VOCs 综合标准 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | 2 | 4 |
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | 3 | 10 |
| | 福建 | 工业企业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | 2 | 8 |
| 炼油与石化 | 国家 | 石油炼制工业污染物排放标准 | GB 31570-2015 | 4 | / |
| | 国家 | 石油化学工业污染物排放标准 | GB 31571-2015 | 4 | / |
| | 北京 | 炼油与石油化学工业大气污染物排放标准 | DB11/447-2015 | 4 | / |
| | 天津 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 12/ 524—2014 | 2 | / |
| | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | 2 | / |
| 化学工业 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 4 |
| | 江苏 | 化学工业挥发性有机物排放标准 | DB32/3151—2016 | 4 | / |
| 涂料、油墨及染料制造业 | 国家 | 涂料、油墨及胶黏剂工业大气污染物排放标准 | 征求意见稿 | 4 | / |
| | 上海 | 涂料、油墨及其类似产品制造工业大气污染物排放标准 | DB 31 881-2015 | 4 | 10 |
| | 陕西 | 陕西省挥发性有机物排放控制标准 | DB61/T 1061-2017 | 3 | / |
| 印刷业 | 国家 | 印刷包装业大气污染物排放标准 | 未发布 | 2 | 10 |
| | 北京 | 印刷业挥发性有机物排放标准 | DB11/1201-2015 | 1 | 3 |

| | | | | | |
|--------|----|--------------------|------------------|-----|----|
| | 上海 | 印刷业大气污染物排放标准 | DB 31 872-2015 | 4 | / |
| | 福建 | 印刷行业挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | / | 8 |
| | 重庆 | 包装印刷业大气污染物排放标准 | DB 50/758—2017 | 4 | 6 |
| | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 4 |
| 家具制造业 | 北京 | 木质家具制造业大气污染物排放标准 | DB11/1202-2015 | 0.5 | 2 |
| | 上海 | 家具制造业大气污染物排放标准 | DB 31 1059—2017 | 2 | 5 |
| | 重庆 | 家具制造业大气污染物排放标准 | DB 50/757—2017 | 4 | |
| | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 4 |
| 工业涂装工序 | 北京 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | DB11/ 1226-2015 | 5 | |
| | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 4 |
| | 浙江 | 工业涂装工序大气污染物排放标准 | DB 33 2146-2018 | 4 | 10 |
| | 福建 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | 4、2 | 8 |
| 医药制造业 | 国家 | 制药工业大气污染物排放标准 | 征求意见稿 | 4 | 10 |
| | 上海 | 生物制药行业污染物排放标准 | DB 31 373-2010 | 2 | / |
| | 浙江 | 生物制药工业污染物排放标准 | DB 33 923-2014 | 4 | / |
| | 浙江 | 化学合成类制药工业大气污染物排放标准 | DB 33 2015 | 4 | / |
| 汽车维修业 | 北京 | 汽车维修业大气污染物排放标准 | DB11/1228-2015 | 5 | / |
| | 重庆 | 汽车维修业大气污染物排放标准 | DB 50 661-2016 | 2 | / |
| 船舶工业 | 上海 | 船舶工业大气污染物排放标准 | DB31/934—2015 | 4 | / |
| | 福建 | 工业涂装工序挥发性有机物排放标准 | 报批稿 | 4 | / |
| 橡胶制品 | 国家 | 橡胶制品工业污染物排放标准 | GB 27632-2011 | 4 | / |
| 合成树脂 | 国家 | 合成树脂工业污染物排放标准 | GB 31572-2015 | 4 | / |
| 人造板工业 | 国家 | 人造板工业污染物排放标准 | (征求意见稿) | 4 | / |
| 木材加工业 | 河北 | 工业企业挥发性有机物排放控制标准 | DB 13/ 2322—2016 | / | 4 |

1. 厂区内限值的确定

为了推动企业加强车间无组织排放的收集处理,防止工业企业生产活动产生的有机废气通过厂房门窗或通风口、其他开口(孔)无组织逸散,因此设置厂区内大气污染物监控点浓度限值。厂区 VOCs 无组织排放限值的确定,主要参考我国《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822)。标准编制组对多几家工业企业在车间外 1 米~2 米处进行 NMHC 实测,监测结果如下:厂 1: 1.02~1.73 mg/m³; 厂 2: 1.89~3.59 mg/m³; 厂 3: 4.20~102 mg/m³; 厂 4: 1.6~10 mg/m³、厂 5: 24~64 mg/m³, 厂 6: 8~32 mg/m³。可以看出,无组织排放控制效果好的企业总体上可以达到 10 mg/m³ 以下;经调研,一旦无组织排放没有得到有效控制,则可能达到 100 mg/m³ 以上。VOCs 散发出车间后,考虑到一定的稀释倍数(10 左右),且本项指标为新增的指标,本着循序渐进的思路,同时参考国内相关标准(表 7-20)选择 10 mg/m³ 作为排放限值。选择 30 mg/m³ 作为任意一次浓度限值。限值规定与《挥发性有机物无组织排放控制标准》中关于厂区内 VOCs 无组织排放限值一致。具体如表 7-21 所示。

表 7-21 厂区内无组织排放监控点浓度限值

| 污染物项目 | 排放限值 (mg/m ³) | 限值含义 | 无组织排放监控位置 |
|-------|---------------------------|----------------|-----------|
| NMHC | 10 | 监控点处 1 小时平均浓度值 | 在厂房外设置监控点 |
| | 30 | 监控点处任意一次浓度值 | |

2. 企业边界限值的确定

企业边界大气污染物浓度限值的确定,参考美国环保局(EPA)推荐的多介质环境目标值(Multimedia Environmental Goal, MEG)以及国内外相关标准共同确定。国内相关标准中也多对厂界 NMHC 浓度加以要求,国家、上海市和重庆市大气污染物综合排放标准厂界 NMHC 限值均为 4 mg/m³,广东省大气污染物排放限值厂界 NMHC 限值为 5 mg/m³,北京工业涂装和汽车维修业厂界 NMHC 限值为 5 mg/m³,其他行业厂界 NMHC 限值则均小于 5 mg/m³。NMHC 自厂区向厂界扩散的过程中,其浓度会进一步稀释,且可能会受到周围其他排放源的影响,比如周边企业、机动车尾气、绿化等,通过对典型工业涂装、木材加工企业的厂界 NMHC 监测表面,厂界 NMHC 总体上达到 4 mg/m³ 是可行的,因此确定厂界 NMHC

限值为 4 mg/m³（表 7-22）。

表 7-22 厂界无组织排放监控点浓度限值

| 序号 | VOCs 项目 | 最高允许浓度限值 mg/m ³ |
|----|---------|----------------------------|
| 1 | NMHC | 4 |

3. 设备与管线组件 VOCs 泄漏认定浓度的确定

2013 年原广东省环境保护厅印发了《广东省泄漏检测与维修制度（LDAR）实施的技术要求》（粤环函〔2013〕830 号）。为进一步规范 LDAR 技术的项目建立、检测与维修、LDAR 运行与管理等工作，2016 年原广东省环境保护厅印发了《广东省泄漏检测与修复（LDAR）实施技术规范》、《广东省泄漏检测与修复（LDAR）数据上报技术规范》和《广东省泄漏检测与修复（LDAR）项目评估技术规范》（粤环函〔2016〕1049 号）。

《广东省泄漏检测与修复（LDAR）实施技术规范》中规定了广东省辖区内企业开展 LDAR 技术应用的泄漏认定浓度和检测频率如表 7-23、7-24 所示。该规范作为指导企业开展 LDAR 技术应用的规范性文件，已自 2016 年起开始实施，并于 2019 年 1 月 1 日起执行最新的泄漏认定浓度阈值。因此，在本标准中企业设备与管线组件 VOCs 泄漏认定的浓度和检测频率与我省已执行的技术规范中要求相一致。

表 7-23 《广东省泄漏检测与修复（LDAR）实施技术规范》泄漏控制浓度值

| 设备和管线组件 | 泄漏控制浓度（ $\mu\text{mol/mol}$ ） | |
|------------------|-------------------------------|-------------------|
| | 技术规范实施之日起至 2018 年 12 月 31 日止 | 自 2019 年 1 月 1 日起 |
| 有机气体/蒸气和轻液流经的密封点 | 1000 | 500 |
| 重液流经的密封点 | 250 | 100 |

表 7-24 《广东省泄漏检测与修复（LDAR）实施技术规范》泄漏检测频率表

| 序号 | 设备 | 检测频率（FID 检测仪定量检测） | |
|----|-----|-------------------|--------|
| | | 每 3 个月 | 每 6 个月 |
| 1 | 泵 | 1 次 | / |
| 2 | 压缩机 | 1 次 | / |
| 3 | 搅拌器 | 1 次 | / |
| 4 | 阀门 | 1 次 | / |

| 序号 | 设备 | 检测频率 (FID 检测仪定量检测) | |
|----|-----------|--------------------|--------|
| | | 每 3 个月 | 每 6 个月 |
| 5 | 开口阀或开口管线 | 1 次 | / |
| 6 | 气体/蒸气泄压设备 | 1 次 | / |
| 7 | 取样连接系统 | 1 次 | / |
| 8 | 法兰及其他连接件 | / | 1 次 |
| 9 | 其他密封设备 | / | 1 次 |

7.7 与国内外标准限值比较

7.7.1 与国家和广东省大气污染物综合排放标准对比

国家《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)和《广东省大气污染物排放限值》(DB 44/27-2001) VOCs 控制指标及排放限值一致,有 14 种 VOCs 的排放限值,本标准相比于国家大气污染物综合排放标准增加了 TVOC,同时设置苯系物指标,包括苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、乙苯和苯乙烯。在限值方面,除丙烯醛、苯胺类、硝基苯类物质与《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)新建企业排放限值一致外,其他控制指标均比国家综排标准严格;苯作为致癌物,收严了 67%,甲醛收严 80%,丙烯腈收严 77%,其他控制指标收严比例在 66%~84% 之间;NMHC 作为综合控制指标,收严了 33% (表 7-25)。

表 7-25 本标准与 GB16297-1996 对比

| 序号 | 污染物 | GB16297-1996 | | 广东省综标 | 本标准 |
|----|-----|--------------|-----|---------------|-----|
| | | 现有 | 新建 | DB 44 27-2001 | |
| 1 | 苯 | 17 | 12 | 12 | 4 |
| 2 | 甲苯 | 60 | 40 | 40 | / |
| 3 | 二甲苯 | 90 | 70 | 70 | / |
| 4 | 苯系物 | / | / | / | 40 |
| 5 | 甲醛 | 30 | 25 | 25 | 5 |
| 6 | 乙醛 | 150 | 125 | 125 | 20 |
| 7 | 丙烯醛 | 20 | 16 | 16 | 16 |
| 8 | 丙烯腈 | 26 | 22 | 22 | 5 |
| 9 | 甲醇 | 220 | 190 | 190 | 60 |
| 10 | 酚类 | 115 | 100 | 100 | 20 |
| 11 | 苯胺类 | 25 | 20 | 20 | 20 |
| 12 | 氯乙烯 | 65 | 36 | 36 | 5 |

| | | | | | |
|----|-------|-----|-----|-----|-----|
| 13 | 氯苯类 | 85 | 60 | 60 | 20 |
| 14 | 硝基苯类 | 20 | 16 | 16 | 16 |
| 15 | 非甲烷总烃 | 150 | 120 | 120 | 80 |
| 16 | TVOC | / | / | / | 100 |

7.7.2 与国内外相关标准对比

1. 苯

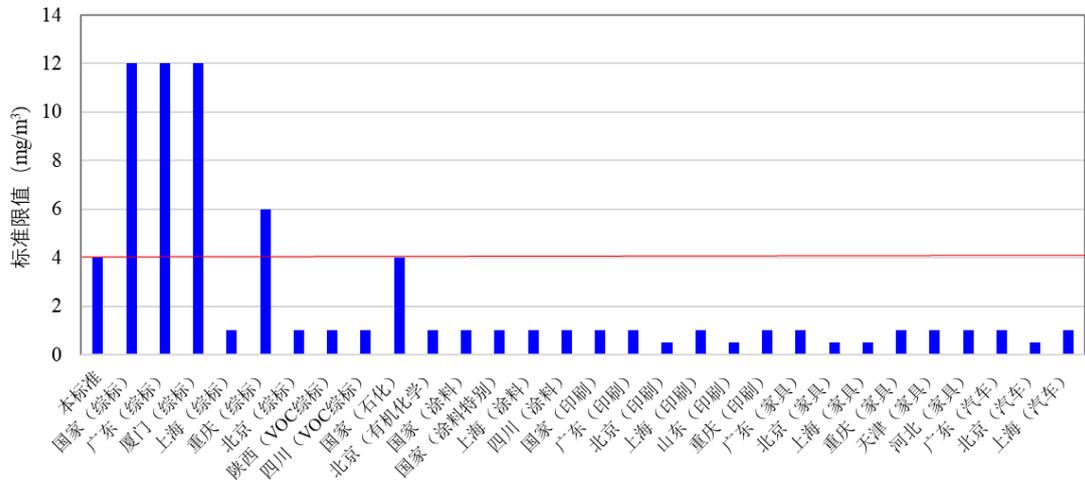


图 7-4 苯的排放限值对比

上图所示为本标准苯排放限值与国内相关标准对比（图 7-4），国家、广东省和厦门市大气污染物综合排放标准中苯的限值为 12 mg/m^3 。本标准相比于国家大气综标严格 67%，比重庆大气综标严格 33%，比上海和北京大气综标宽松 3 倍，比陕西和四川 VOCs 综标宽松 3 倍，与国家石油化学工业苯排放限值一致，比现阶段已出台的涂料、印刷、家具、汽车等行业标准苯排放限值均宽松。

2. 苯系物

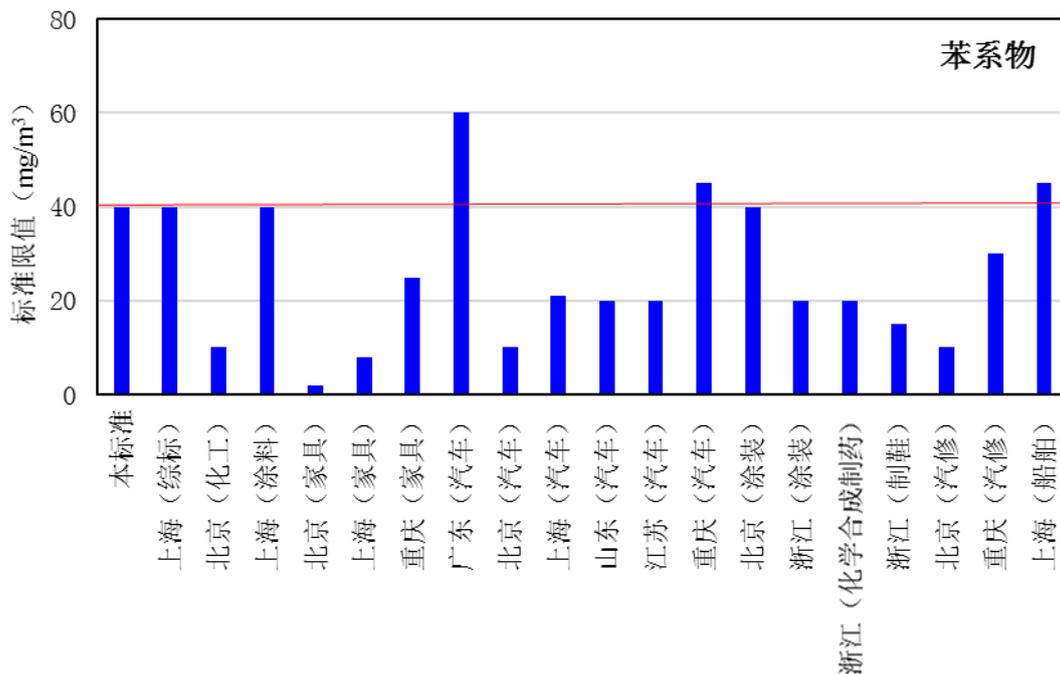


图 7-5 苯系物的排放限值对比

本标准苯系物排放限值与国内外其他标准对比如图 7-5 所示，由图可知，苯系物的排放限值与上海大气综合排放标准、上海涂料工业、北京工业涂装一致，比广东汽车表面涂装严格 33%，比重庆汽车表面涂装、上海船舶工业严格 11%，比其它已发布排放标准的相关行业宽松。

3. NMHC

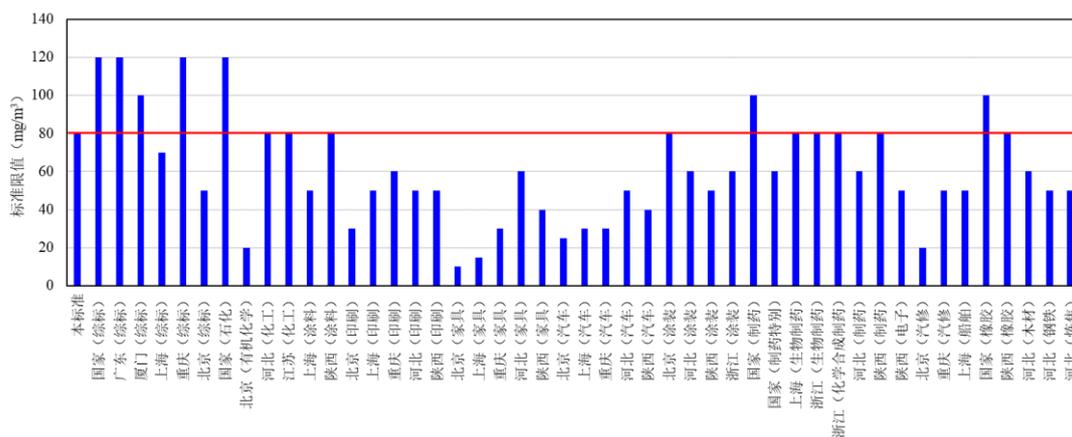


图 7-6 NMHC 的排放限值对比

NMHC 排放标准对比如图 7-6 所示。与其它地区综合标准相比，本标准比北京市综合标准宽松 60%，比厦门综标严格 20%，比国家综标、广东综标、重庆综标严格 33%；与行业排放标准对比，与河北、江苏和陕西化工、北京工业涂装、

上海和浙江制药、陕西船舶工业排放限值一致，比国家制药工业排放限值严格 20%，比其他行业标准宽松 15%~70%。

4. TVOC

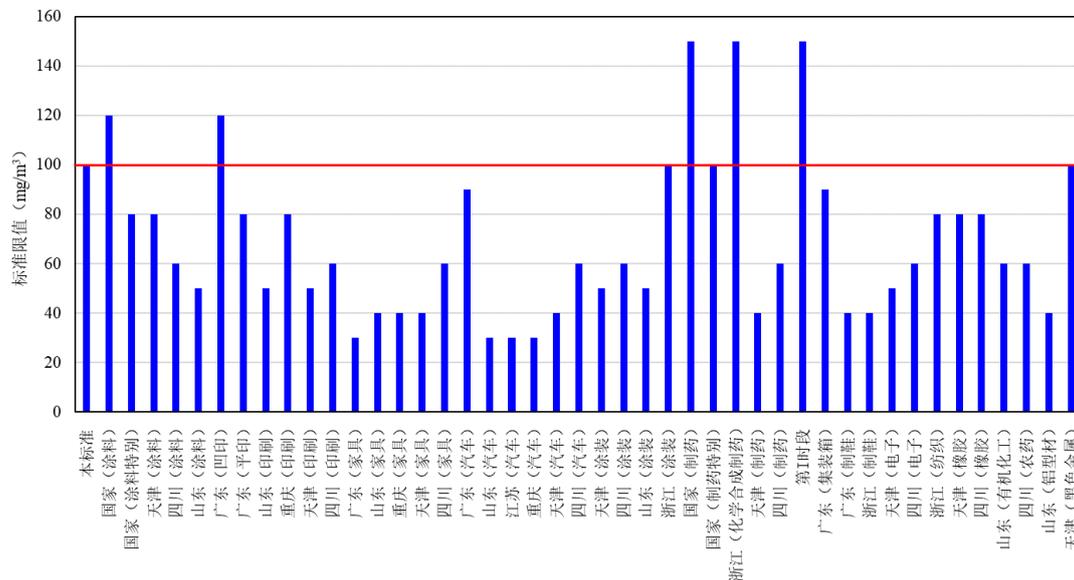


图 7-7 TVOC 的排放限值对比

目前国家综合排放标准和广东省综合排放标准中均未规定 TVOC 浓度限值，现阶段国内控制 TVOC 项目的有天津、四川、山东和广东等地方标准以及国家最新发布的制药及涂料大气污染物排放标准，限值比较如图 7-7 所示。由图可知，本标准与浙江涂料工业、国家制药特别排放限值、天津黑色金属加工标准限值一致，比国家涂料、广东印刷凹印收严 17%，比国家制药、浙江化学合成制药、广东集装箱工业第 I 时段标准限值严格 33%，比其他行业标准限值宽松 10%~233%。

7.8 其它污染控制要求

7.8.1 有组织其他排放要求

(1) 含氧量的规定

对进入 VOCs 燃烧（焚烧、氧化）装置的废气需要补充空气进行燃烧、氧化反应的，此时排气筒中实测大气污染物排放浓度，应按公式（1）换算为基准含氧量为 3% 的大气污染物基准排放浓度，并与排放限值比较判定排放是否达标；如进入 VOCs 燃烧（焚烧、氧化）装置的废气中含氧量可满足自身燃烧、氧化反

应需要，不需另外补充空气的（燃烧器需要补充空气助燃的除外），则按排气筒中实测大气污染物浓度判定排放是否达标，此时装置出口烟气含氧量不应高于装置进口废气含氧量。

$$\rho_{\text{基}} = \frac{21 - O_{\text{基}}}{21 - O_{\text{实}}} \times \rho_{\text{实}} \quad (1)$$

式中：

- 大气污染物基准排放浓度， mg/m^3 ；
- 干烟气基准含氧量，%；
- 实测的干烟气含氧量，%；
- 实测大气污染物排放浓度， mg/m^3 。

吸附、吸收、冷凝、生物、膜分离等其他 VOCs 处理设施，以实测浓度作为达标判定依据。

(2) 废气收集处理系统应与生产工艺设备同步运行。废气收集处理系统发生故障或检修时，对应的生产工艺设备应停止运行，待检修完毕后同步投入使用；生产工艺设备不能停止运行或不能及时停止运行的，应设置废气应急处理设施或采取其他替代措施。

(3) 英国要求 B 类（毒性低）有机物排放量达到 $2\text{kg}/\text{h}$ 时进行控制。荷兰要求二类有机物质，排放量达到 $2\text{kg}/\text{h}$ 时进行控制；三类有机物质，排放量达到 $3\text{kg}/\text{h}$ 时进行控制。综上标准规定“车间或生产设施排气中 NMHC 初始排放速率 $\geq 3\text{kg}/\text{h}$ 时，应配置 VOCs 处理设施，处理效率不应低于 80%。对于重点地区，车间或生产设施排气中 NMHC 初始排放效率 $\geq 2\text{kg}/\text{h}$ 时，应配置 VOCs 处理设施，处理效率不应低于 80%”。

按照目前固定污染源工业废气的相对较大排气量 $20000\text{m}^3/\text{h}$ 估算，当排放量达到 $2\text{kg}/\text{h}$ 时，排放浓度已经达到了 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 的排放限制，为了进一步避免出现人为恶意稀释含 VOCs 废气的情况，特制定此条款，并要求这类废气必须安装净化效率不低于 80% 的废气处理设施。

(4) 排气筒高度不低于 15m （因安全考虑或有特殊工艺要求的除外），具体高度以及与周围建筑物的相对高度关系应根据环境影响评价文件确定。

(5) 当执行不同排放控制要求的挥发性有机物废气合并排气筒排放时，应

在废气混合前进行监测，并执行相应的排放控制要求；若可选择的监控位置只能对混合后的废气进行监测，则应执行各排放控制要求中最严格的规定。

7.8.2 无组织排放控制要求

本标准无组织排放控制要求主要参考国家《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822—2019)，综合排放标准覆盖面较广，不同行业工业企业在生产过程中不可避免地存在不同程度上的无组织排放。参照《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822—2019)，对 VOCs 物料储存、VOCs 物料转移和输送、工艺过程 VOCs 无组织排放、设备与管线组件 VOCs 泄漏、敞开液面 VOCs 逸散，以及 VOCs 废气收集处理系统等进行要求，除设备与管线组件 VOCs 泄漏认定浓度及检测频率加严外，其他控制要求与《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822—2019) 一致。

7.9 污染物监测要求

污染物监测要求主要包括 4 部分：一般要求、有组织排放监测要求、无组织排放监测要求以及污染物测定标准方法。

一般要求主要内容包括：(1) 企业自行监测相关要求；(2) 自动监控设备要求；(3) 污染物排放采样及监控位置要求；(4) 对采样工况要求。

有组织排放监测要求主要内容包括：排气筒中大气污染物的监测采样口要求及采样的相关标准规定要求。

无组织排放监测要求主要内容包括：污染物监控点位置要求。

污染物监测方法如 7-26 所示。

表 7-26 挥发性有机物测定方法标准

| 序号 | 项目 | 标准名称 | 标准号 |
|----|-------|--------------------------------------|--------|
| 1 | 苯、苯系物 | 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 |
| | | 固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固定相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法 | HJ 734 |

| 序号 | 项目 | 标准名称 | 标准号 |
|----|------|--|------------|
| | | 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 |
| 2 | NMHC | 固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法 | HJ 38 |
| | | 环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法 | HJ 604 |
| | | 环境空气和废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法 | HJ 1012 |
| 3 | TOC | 水质 总有机碳的测定 燃烧氧化—非分散红外吸收法 | HJ 501 |
| 4 | 甲醛 | 空气质量 甲醛的测定 乙酰丙酮分光光度法 | GB/T 15516 |
| | | 环境空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相色谱法 | HJ 683 |
| 5 | 乙醛 | 固定污染源排气中乙醛的测定 气相色谱法 | HJ/T 35 |
| | | 环境空气 醛、酮类化合物的测定 高效液相色谱法 | HJ 683 |
| 6 | 丙烯醛 | 固定污染源排气中丙烯醛的测定 气相色谱法 | HJ/T 36 |
| | | 环境空气 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 |
| 7 | 丙烯腈 | 固定污染源排气中丙烯腈的测定 气相色谱法 | HJ/T 37 |
| 8 | 甲醇 | 固定污染源排气中甲醇的测定 气相色谱法 | HJ/T 33 |
| 9 | 酚类 | 固定污染源排气中酚类化合物的测定 4-氨基安替比林分光光度法 | HJ/T 32 |
| | | 环境空气 酚类化合物的测定 高效液相色谱法 | HJ 638 |
| 10 | 苯胺类 | 大气固定污染源 苯胺类的测定 气相色谱法 | HJ/T 68 |
| | | 空气质量 苯胺类的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法 | GB/T 15502 |
| 11 | 氯乙烯 | 固定污染源排气中氯乙烯的测定 气相色谱法 | HJ/T 34 |
| | | 环境空气 挥发性卤代烃的测定 活性炭吸附-二硫化碳解吸/气相色谱法 | HJ 645 |
| | | 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 |
| 12 | 氯苯类 | 固定污染源排气中氯苯类的测定 气相色谱法 | HJ/T 39 |
| | | 大气固定污染源 氯苯类化合物的测定 气相色谱法 | HJ/T 66 |
| | | 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 | 硝基苯类 | 空气质量 硝基苯类（一硝基和二硝基化合物）的测定 锌还原-盐酸萘乙二胺分光光度法 | GB/T 15501 |
| | | 环境空气 硝基苯类化合物的测定 气相色谱法 | HJ 738 |
| | | 环境空气 硝基苯类化合物的测定 气相色谱-质谱法 | HJ 739 |

第8章 实施本标准的环境效益和经济技术分析

8.1 实施本标准的环境效益

本标准明确了固定污染源 VOCs 污染控制的特征因子,提出了 VOCs 的控制要求,有利于推行企业清洁生产工艺,加强污染控制,保护环境,保护人体健康。

按广东省执行广东省《大气污染物综合排放限值》(DB44/27-2001)执行率100%计算, NMHC 浓度 120 mg/m³, 本标准实施后非甲烷总烃排放浓度为 80 mg/m³, 标准限值收严 33%, 由监测数据可知, 仍有 25%需要进行达标改造, 将会产生较大的 VOCs 减排效益。此外, 本标准对无组织排放提出了较为严格的控制要求, 从调研情况看, 我省 VOCs 排放企业 VOCs 废气收集水平较差, 无组织逸散严重; 根据初步物料衡算, 无组织排放约占 50%以上, 有的企业甚至接近 100% (中、小型企业), 实施本标准后, 可在一定程度上减少企业 VOCs 无组织排放。

总的来说, 标准实施后可在一定程度上降低工业企业 VOCs 排放量, 对降低臭氧及 PM_{2.5} 的浓度具有积极的作用, 可以为广东省带来明显的环境效益。同时可有效防止污染源对周边居民生活环境及人体健康造成进一步危害。

8.2 实施本标准的经济技术分析

为达到本标准排放要求, 企业需结合自身实际, 从源头、过程和末端等方面开展达标改造。

8.2.1 源头控制技术

目前源头控制技术已有较多行业成功实施的案例。根据调研, 大部分行业、企业已开始研制低 VOCs 含量、低反应活性、无毒无害或低毒低害的环境友好型原辅材料。如医药行业企业使用低 VOCs 含量或低反应活性的溶剂、溶媒; 油墨行业研发低 (无) VOCs 的水性油墨、单一溶剂型凹印油墨、辐射固化油墨; 涂料行业推广水性涂料、粉末涂料、高固体分涂料、无溶剂涂料、辐射固化涂料 (UV 涂料) 等绿色涂料产品; 工业涂装行业推广采用符合环保要求的水基型、高固份、粉末、紫外光固化等低 VOCs 含量的涂料代替溶剂型涂料; 印刷行业推广使用水性油墨、紫外光固化油墨 (UV 油墨)、辐射固化油墨 (EB 油墨)、醇溶性油墨、植物基油墨 (例如大豆油墨) 等低 VOCs 含量的油墨替代溶剂型油墨, 复合、包装过程使用水性胶粘剂替代溶剂型胶粘剂, 书刊印刷行业鼓励使用预涂膜技术; 制鞋行业推广使用水性胶粘剂、水性硬化剂、水性处理剂、热熔胶等水基、热熔型低 VOCs 含量的原辅材料; 电子制造行业推广采用低 VOCs 含量的油墨以及水

溶性或光固化抗蚀剂、阻焊剂；家具、汽车制造、集装箱制造等表面涂装行业推广采用水性涂料、高固分涂料等低挥发性涂料代替溶剂型涂料等。

8.2.2 过程控制技术

目前的技术均有成功实施的案例，因此具有技术可行性。

(1) 管道输送

根据调研，大部分的企业已经开始针对使用量比较大的液体原料（包括树脂、溶剂）等均采用管道输送。管道输送技术上不存在难度。比如某国际知名涂料公司除了对主要原料通过计量泵管道输送至分散釜外，还针对小批量的拉缸作业实施了管道输送至计量环节，实施自动计量配料，拉缸实施全封闭。

(2) 桶泵或者其他等效技术

桶泵技术在国外得到了较为广泛的推广，中国台湾、德国等地区都有成熟的成品。某涂料厂目前针对投料系统进行了因地制宜地改造，也较好地实现了投料的密闭性。针对桶装液体或者拉缸之间的物料输送，则其在生产单元之间的转移应该采取泵入或其他等效的方式。

(3) 密封、加盖技术

反应器的密闭技术已经毋庸置疑，对于比较新的企业来说，大部分都使用密闭性比较好的反应器，但针对预混合器、搅拌、分散、中间槽等容器的密闭系统则看似简单，做到 100%密闭性却有很大的难度。加盖技术并不难，但需要根据企业的实际使用容器特点进行设计和加工。

(4) 投料、包装以及采样过程的吸风装置

投料、包装以及采样等各个环节都需要设置吸风罩，在容易散发 VOCs 或者其他设备上方也设置吸风罩，还包括侧向的吸风罩。吸风罩的效果决定了 VOCs 的控制水平，也决定了无组织排放的强度。为了确保捕集效果，因此本标准要求设置移动式吸风罩，确保捕集效果。

根据美国环保署上世纪 90 年代设置的《control of VOC emissions from ink and paint manufacturing processes》，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全封闭操作系

统。

8.2.3 末端控制技术

根据调研，目前主流的有机废气处理技术包括吸附（固定床吸附、流动床吸附）、吸收、冷凝、燃烧（热力燃烧、催化燃烧）等。

为达到本标准排放限值，企业需结合自身实际，选取经济、实用的处理技术，以下给出可实现达标排放的典型废气治理技术应用案例的投资成本。

（1）蓄热式燃烧技术

某彩印企业，采用“减风增浓+RTO（蓄热式燃烧）”技术对3台印刷机、2台干式复合机进行废气治理。建设投资总投入成本346.9万元。废气入口NMHC浓度781.94~1226.02 mg/m³，RTO净化效率98.4~99.5%，废气排放NMHC浓度7.65~21.12 mg/m³。末端治理设施运行费用18.8万元/年，节能收益177.2万元/年。

（2）光催化氧化（UV）+吸附技术

某塑料制品企业，采用2套“光催化氧化（UV）+吸附技术”对24台注塑机注塑过程产生的有机废气进行治理。设计风量均为6000 m³/h。其中，光催化氧化装置均设计灯管30组，废气停留时间为2s；活性炭吸附设施均设计废气停留时间为4.7s，过滤速度0.4m/s，活性炭总容量为4.5 m³。经检测对于非甲烷总烃的去除效率在90%以上，排放废气中NMHC浓度低于1.5 mg/m³，设备总投入和安装费用约40万元，运行费用为1800元/天。

（3）喷淋洗涤+静电吸附技术

某纺织印染企业，采用“喷淋洗涤+静电吸附技术”对高温定型机处理工艺过程中产生的废气进行废气治理。定型机设计风量为1500 m³/h。经监测废气处理设施出口废气中NMHC浓度为0.044~0.121mg/m³，每套设施每年运行维护费用（主要为电费）约5.5万元。

（4）吸附+冷凝回收技术

某包装印刷企业，采用2套“活性炭吸附+冷凝回收”治理设施进行废气处理，治理设施合计设计处理风量为64000 m³/h。该治理设施综合设计治理效率在93%以上，经治理后“总VOCs”排放浓度在22.1~46.5mg/m³，设备总投入和安装费

用约 340 万，运行成本主要为电费，约为 15 万/年。

（5）蓄热催化燃烧技术

某合成革制造企业，采用旋转式蓄热催化技术（RCO）净化烘干有机废气。系统出口 VOCs 浓度可满足排放标准要求，VOCs 净化效率达到 98%以上。设备总投资费用约 170 万元，年运行成本约为 17.1 万元。

8.3 标准实施建议

（1）进行标准宣传、培训

为了使标准监督、标准实施企业等相关单位尽快了解本标准的内容，加深对标准的理解，推动标准的有效实施，在标准实施前开展标准的宣传、培训。

（2）配套出台相应的行业控制技术指南

为更好实施标准，引导和规范企业开展达标治理，建议尽快配套各行业污染控制技术指南等技术文件。

（3）充分发挥企业能动性

作为环境保护的主体，企业应该主动实施标准。本标准不仅规定了排放限值，还规定了措施控制的要求，没有企业自主实施，难以有效控制企业 VOCs 排放。

（4）增强基层环保监测机构对工业源 VOCs 排放监测的能力建设和人员培训。