# 附件1

江苏省重点行业VOCs推荐治理技术

挥发性有机物VOCs是形成细颗粒物（PM2.5）和臭氧（O3）的重要前体物。相对于颗粒物、二氧化硫、氮氧化物污染控制，VOCs管控相对薄弱，已成为制约我省环境空气质量改善的短板。石化、化工、涂装、印刷及橡胶塑料制品等行业是我省VOCs重点排放源。为打赢蓝天保卫战、进一步指导和规范我省（VOCs）治理工作，提高整治成效，特整理汇编重点行业VOCs推荐治理技术，供管理部门、企业及治理单位参考。

一、石化工业

根据GB/T4754-2017《国民经济行业分类》，石化工业（C25）包括精炼石油产品制造（C251）、炼焦（C2520）、初级形态塑料及合成树脂制造（C2651）、合成橡胶制造（C2652）、合成纤维单（聚合）体制造（C2653）等。

（一）源头替代技术

鼓励采用先进的清洁生产技术，提高原油的转化和利用效率。对泵、压缩机、阀门、法兰等易发生泄漏的设备与管线组件，制定泄漏检测与修复（LDAR）计划，定期检测、及时修复，防止或减少跑、冒、滴、漏现象；对生产装置排放的含VOCs工艺排气宜优先回收利用，不能（或不能完全）回收利用的经处理后达标排放；应急情况下的泄放气可导入燃烧塔（火炬），经过充分燃烧后排放。

（二）推荐末端治理技术

石化工业VOCs推荐治理技术见下表：

表1 石化工业VOCs推荐治理技术

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **生产装置或设施** | **污染物** | **推荐技术** |
| 设备与管线组件 | 挥发性有机物 | 油气平衡、油气回收（冷凝、吸附、吸收、膜分离或组合技术等）、燃烧（热力燃烧、催化燃烧、蓄热燃烧） |
| 装载 | 挥发性有机物 | 顶部浸没式或底部装载方式+油气回收或燃烧 |
| 污水处理厂油水分离器 | 挥发性有机物 | 密闭集输与储存+油气回收或燃烧 |
| 污水处理厂生化单元 | 挥发性有机物、氨、硫化氢 | 密封收集并采用生物法、化学吸收法或者燃烧法处理 |

二、化学工业

根据GB/T4754-2017《国民经济行业分类》，化学原料和化学制品制造业（C26）包含基础化学原料制造（C261），肥料制造（C262），农药制造（C263），涂料、油墨、颜料及类似产品制造（C264），合成材料制造(C265)，专用化学产品制造(C266)，日用化学品制造(C268)等。

（一）源头替代技术

涂料、油墨、颜料及类似产品制造业生产单位，优先采用低VOCs含量的原辅材料，尽量减少反应活性强（二甲苯、甲醛、甲苯、三甲苯、苯乙烯、乙基甲苯等）、嗅阈值低的物质（甲胺类、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、苯酚、苯乙烯、异丙苯、丙烯酸酯类等）以及有毒、有害原辅材料（苯、甲醛、氯乙烯、三氯乙烯、丙烯腈、丙烯酰胺、环氧乙烷、1，2-二氯乙烷、异氰酸酯类等）的使用。

（二）推荐末端治理技术

化学工业主要有工艺有机废气、废水处理站废气、罐区和装卸区废气、危废仓库废气，推荐末端治理技术。

表2 化学工业VOCs推荐末端治理技术

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **废气产生环节** | **污染物项目** | **推荐技术** |
| 工艺有机废气 | 含卤代烃废气 | 吸附再生+冷凝回收、液氮冷凝回收、膜分离或组合技术 |
| 酸碱废气 | 化学吸收（多级酸/碱/水喷淋） |
| 水溶性或溶解度较高废气 | 物理吸收（水吸收/离子液吸收/溶剂吸收+全自动解吸再生+冷凝回收） |
| VOCs浓度＞2000mg/m³ | 吸附再生+冷凝回收、液氮冷凝回收、膜分离或组合技术、燃烧 |
| 500mg/m3<VOCs浓度< 2000mg/m³ | 燃烧、吸附再生+冷凝回收、吸收+回收、吸附浓缩+燃烧 |
| VOCs 浓度<500mg/m³ | 燃烧、吸附浓缩+燃烧、吸附+冷凝回收 |
| 废水处理站废气 | 臭气浓度≥ 3000（无量纲） | 化学吸收+蓄热燃烧、化学氧化法+生物法、吸附+化学氧化法 |
| 臭气浓度<3000（无量纲） | 化学吸收、吸附、浓缩燃烧、蓄热燃烧、生物法 |
| 物料储存系统废气 | VOCs | 选用浮顶罐、设置平衡管或进行物理吸收、吸附或燃烧 |
| 危废仓库废气 | VOCs | 吸附浓缩+燃烧、吸收+吸附、吸附 |

三、涂装行业

涂装行业是指涉及到涂装及有机溶剂使用工艺的企业，根据GB/T4754-2017《国民经济行业分类》，包括C21家具制造业、C24文教、工美、体育和娱乐用品制造业、C33金属制品业、C34通用设备制造业、C35专用设备制造业、C36汽车制造业、C37铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业、C38电气机械和器材制造业。

（一）源头替代技术

1、鼓励企业加快使用水性、无溶剂、粉末、辐射固化等低（无）VOCs含量的环保型涂料，限制使用溶剂型涂料。低VOCs含量涂料应符合《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T38597-2020）。

表3 部分低（无）VOCs含量涂料VOCs含量限值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **类别** | **原辅材料种类** | | | | | **VOCs含量限值，≤** |
| 水性涂料 | 建筑用墙面涂料 | 培面涂料 | | 内墙涂料 | | 50g/L |
| 外墙涂料 | | 80g/L |
| 装饰板涂料 | | 合成树脂乳液类涂料 | | 100g/L |
| 其他类 | | 200g/L |
| 木器涂料 | 色漆 | | | | 220g/L |
| 清漆 | | | | 270g/L |
| 车辆涂料 | 汽车原厂涂料(乘用车、载货汽车) | | 电泳底漆 | | 200g/L |
| 中涂 | | 300g/L |
| 汽车原厂涂料[客车(机动车)] | | 电泳底漆 | | 200g/L |
| 其他底漆 | | 250g/L |
| 中涂 | | 250g/L |
| 轨道交通车辆涂料[动车组、客车(铁道车辆)、城市轨道交通车辆、牵引机车] | | 底漆 | | 200g/L |
| 中涂 | | 200g/L |
| 轨道交通车辆涂料(货车) | | 底漆 | | 200g/L |
| 工业防护涂料 | 机械设备涂料 | 工程机械和农业机械涂料(含零部件涂料) | 底漆 | | 250g/L |
| 中涂 | | 250g/L |
| 面漆 | | 300g/L |
| 清漆 | | 300g/L |
| 港口机械和化工机械涂料(含零部件涂料) | 底漆 | | 250g/L |
| 中涂 | | 200g/L |
| 面漆 | | 250g/L |
| 清漆 | | 250g/L |
| 建筑物和构筑物防护涂料(建筑用墙面涂料除外） | 金属基材防腐涂料 | 单组分 | 底漆 | 200g/L |
| 面漆 | 250g/L |
| 双组分 | 底漆 | 250g/L |
| 中涂 | 200g/L |
| 面漆 | 250g/L |
| 混凝土防护涂料 | 封闭底漆 | | 250g/L |
| 底漆 | | 200g/L |
| 中涂 | | 200g/L |
| 面漆 | | 250g/L |
| 集装箱涂料 | 中涂 | | | 200gL |
| 面漆 | | | 250g/L |
| 型材涂料 | 电泳涂料 | | | 200g/L |
| 其他 | | | 250g/L |
| 船舶涂料 | 上建内部和机舱内部用涂料 | | | | 200g/L |
| 地坪涂料 | 水性 | | | | 120g/L |
| 聚合物水泥复合型 | | | | 50g/L |
| 玩具涂料 | - | | | | 420g/L |
| 道路及交通标志涂料 | 道路标志标线涂料 | | | | 150g/L |
| 防水涂料 | - | | | | 50g/L |
| 防火涂料 | - | | | | 80g/L |
| 无溶剂涂料 | - | | | | | 60g/L |
| 辐射固化涂料 | 木质基材 | 水性 | | | | 200g/L |
| 非水性 | | | | 100gL |
| 粉末涂料 | - | | | | | |
| 其他VOCs含量(质量比)低于10%的涂料、油墨、胶粘剂 | | | | | | |

2、鼓励企业采用高效环保涂装工艺推广采用静电喷涂、淋涂、辊涂、浸涂、高压无气喷涂、空气辅助无气喷涂、热喷涂等涂装效率较高的涂装工艺。鼓励采用自动化、智能化喷涂设备替代人工喷涂，减少使用空气喷涂技术。

表4 涂装行业推广涂装工艺

|  |  |
| --- | --- |
| **行业** | **涂装推广工艺** |
| 汽车制造 | 推广“三涂一烘”“两涂一烘”或免中涂等紧凑型涂装工艺以及静电喷涂等高效涂装工艺。 |
| 鼓励企业采用自动化、智能化喷涂设备替代人工喷涂，配置密闭收集系统；汽车金属零配件企业鼓励采用粉末静电喷涂技术。 |
| 家具制造 | 木质家具推广使用高效的往复式喷涂箱、机械手和静电喷涂技术。 |
| 板式家具采用喷涂工艺的，推广使用粉末静电喷涂技术，采用溶剂型、辐射固化涂料的，推广使用辊涂、淋涂等工艺。 |
| 船舶制造 | 优化涂装工艺，将涂装工序提前至分段涂装阶段； |
| 推广使用高压无气喷涂、静电喷涂等高效涂装技术 |
| 集装箱制造 | 推广采用辊涂涂装工艺 |
| 工程机械制造 | 推广自动喷涂、静电喷涂等先进涂装技术。 |
| 钢结构制造 | 推广高压无气喷涂、空气辅助无气喷涂、热喷涂等涂装技术，限制空气喷涂使用 |

（二）推荐末端治理技术

喷涂废气应设置高效漆雾处理装置。喷涂、晾（风）干废气宜采用吸附浓缩+燃烧处理方式，烘干废气宜采用燃烧法处理。

表5 喷涂行业VOCs推荐末端治理技术

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **行业** | **废气来源** | **主要污染物** | **推荐技术** |
| 家具制造 | 涂装、施胶 | 挥发性有机物、苯、甲苯、二甲苯 | 吸附浓缩+燃烧 |
| 流平/干燥 | 挥发性有机物 、苯、甲苯、二甲苯 | 吸附浓缩+燃烧、燃烧 |
| 注塑/挤塑 | 挥发性有机物 | 吸收+吸附 |
| 汽车制造 | 半干式、湿式机械加工、粉末冶金后处理 | 挥发性有机物（油雾） | 机械过滤、静电捕集 |
| 热处理淬火油槽 | 挥发性有机物（油雾） | 机械过滤、静电捕集+碱液洗涤 |
| 树脂纤维加工糊制、拉挤 | 挥发性有机物 | 吸附浓缩+燃烧、燃烧 |
| 喷漆 | 挥发性有机物 | 吸附浓缩+燃烧 |
| 烘干 | 挥发性有机物 | 燃烧 |
| 船舶制造 | 湿式机械加工 | 挥发性有机物、油雾 | 机械过滤、静电捕集 |
| 非金属加工糊制、模压、拉挤 | 挥发性有机物 | 吸附 |
| 淬火油槽 | 挥发性有机物、油雾 | 机械过滤、静电捕集 |
| 粘胶泵、固化间（设备） | 挥发性有机物 | 吸附浓缩+燃烧 |
| 涂胶、点补、调漆 | 挥发性有机物 | 吸附 |
| 浸涂设备 | 苯、甲苯、二甲苯、挥发性有机物 | 吸附、吸附浓缩+燃烧 |
| 喷漆室 | 苯、甲苯、二甲苯、挥发性有机物 | 多级过滤+吸附浓缩+燃烧 |
| 船坞、码头、平台涂装作业区 | 颗粒物（漆雾）、苯、甲苯、二甲苯、挥发性有机物 | 多级过滤+吸附浓缩+燃烧 |
| 烘干室（段）、闪干室（段）、晾干室（段） | 苯、甲苯、二甲苯、挥发性有机物 | 燃烧、吸附浓缩+燃烧 |

四、印刷行业

（一）源头替代技术

鼓励使用通过中国环境标志产品认证的环保型油墨、胶粘剂，禁止使用不符合环保要求的油墨、胶粘剂。推广使用植物油基胶印油墨、辐射固化油墨、无/低醇润湿液、水性凹印油墨、水性凸印油墨、水性胶黏剂、水性光油、UV光油等低（无）VOCs含量原辅材料。低VOCs含量油墨和胶黏剂应符合《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T 38597-2020）。下表为部分低（无）VOCs含量油墨和胶黏剂VOCs含量限值。

鼓励设备或工艺革新，推广使用自动橡皮布清洗技术、零醇润版胶印技术、无水胶印技术、无溶剂复合技术、共挤出复合技术等。

表6 重点低（无）VOCs含量油墨和胶粘剂VOCs含量限值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **类别** | **原辅材料种类** | | | **VOCs含 量限值，≤** |
| 油墨 | 水性油墨 | 柔印油墨 | 吸收性承印物 | 5% |
| 胶印  油墨 | 单张胶印油墨 | | 3% |
| 冷固轮转油墨 | | 3% |
| 热固轮转油墨 | | 10% |
| 能量固  化油墨 | 胶印油墨 | | 2% |
| 柔印油墨 | | 5% |
| 网印油墨 | | 5% |
| 喷墨印刷油墨 | | 10% |
| 凹印油墨 | | 10% |
| 胶粘剂 | 水基型 | 建筑 | 橡胶类 | 150g/L |
| 聚乙酸乙烯酯类、聚乙烯醇类、聚 氨酯类、丙烯酸酯类 | 100g/L |
| 醋酸乙烯-乙烯共聚乳液类.其他 | 50gL |
| 室内装饰 装修 | 橡胶类 | 100g/L |
| 聚乙酸乙烯酯类、聚乙烯醇类、聚 氨酯类、醋酸乙烯-乙烯共聚乳液 类、丙烯酸酯 | 50g/L |
| 鞋和箱包 | 橡胶类 | 150g/L |
| 丙烯酸酯类 | 100g/L |
| 聚乙酸乙烯酯类、聚氨酯类、醋酸 乙烯-乙烯共聚乳液类、其他 | 50g/L |
| 木工与家 具 | 聚乙酸乙烯酯类、橡胶类 | 100g/L |
| 聚氨酯类、醋酸乙烯-乙烯共聚乳 液类、丙烯酸酯类、其他 | 50g/L |
| 交通运输 | 聚乙酸乙烯酯类、橡胶类、聚氨酯 类、醋酸乙烯=乙烯共聚乳液类、 丙烯酸酯类、其他 | 50g/L |
| 装配 | 聚乙酸乙烯酯类、橡胶类 | 100g/L |
| 聚氨酯类、醋酸乙烯\_乙烯共聚乳 液类、丙烯酸酯类、其他 | 50g/L |
| 包装 | 聚乙酸乙烯酯类、橡胶类、聚氨酯 类、醋酸乙烯=乙烯共聚乳液类、 丙烯酸酯类、其他 | 50g/L |
| 其他 | 聚乙酸乙烯酯类、聚乙烯醇类、橡 胶类、聚氨酯类、醋酸乙烯-乙烯 共聚乳液类、丙烯酸酯类、其他 | 50g/L |
| 本体型 | 建筑 | 有机硅类、MS类、环氧树脂类 | 100g/Kg |
| 聚氨酯类、聚硫类、热塑类、其他 | 50g/Kg |
| a-氰基丙烯酸类 | 20g/Kg |
| 室内装饰 装修 | 有机硅类 | 100g/Kg |
| MS类、聚氨酯类、聚硫类、环氧树脂类、热塑类、其他 | 50g/Kg |
| a-氰基丙烯酸类 | 20g/Kg |
| 鞋和箱包 | MS类、聚氨酯类、热塑类、其他 | 50g/Kg |
| a-氰基丙烯酸类 | 20g/Kg |
| 卫材、服装与纤维加工 | MS类、聚氨酯类、热塑类、其他 | 50g/Kg |
| 纸加工及书本装订 | MS类、聚氨酯类、热塑类、其他 | 50g/Kg |
| 交通运输 | 有机硅类、MS类、环氧树脂类 | 100g/Kg |
| 聚氨酯类、聚硫类、热塑类、其他 | 50g/Kg |
| a-气基丙烯酸类 | 20g/Kg |
| 装配 | 有机硅类、MS类、环氧树脂l类 | 100g/Kg |
| 聚氨酯类、聚硫类、热塑类、其他 | 50g/Kg |
| a-氟基丙烯酸类 | 20g/Kg |
| 包装 | 有机硅类 | 100g/Kg |
| MS类、聚氨酯类、热塑类、 其他 | 50g/Kg |
| 其他 | 有机硅类 | 100g/Kg |
| MS类、聚氨酯类、聚硫类、 环氧树脂类、热塑类、其他 | 50g/Kg |
| a-氟基丙 烯酸类 | 20g/Kg |
| 其他VOCs含量(质量比) 低于10%的涂料、油墨、胶粘剂 | | | | |
| 注：参照《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》(GB/T38597-2020) | | | | |

（二）推荐末端治理技术

溶剂型凹版印刷、溶剂型凸版印刷、干式复合及涂布的烘干工序产生的有组织废气，宜采用减风增浓技术，以减小废气排风量、提高废气污染物浓度。

表7 印刷行业VOCs推荐末端治理技术

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **行业** | **废气来源** | **主要污染物** | **推荐技术** |
| 印刷 | 溶剂型油墨、胶水等具有回收价值的废气 | 挥发性有机物 | 吸附再生+冷凝回收、吸附浓缩+燃烧 |
| 溶剂型油墨/胶水的烘干废气 | 挥发性有机物 | 燃烧 |
| 溶剂型油墨/胶水的上墨和上胶过程废气、与烘干混合废气 | 挥发性有机物 | 燃烧法、吸附浓缩+燃烧 |
| 小型印刷企业废气 | 挥发性有机物 | 活性炭集中再生或移动再生模式 |

五、橡胶和塑料制品行业

根据GB/T4754-2017《国民经济行业分类》，橡胶和塑料制品行业主要包括C291橡胶制品业、C292塑料制品业。

（一）源头替代技术

积极推广使用低VOCs含量或低反应活性的原辅材料，加快工艺改进和产品升级，橡胶制品行业推广使用新型偶联剂、粘合剂，使用石蜡油等替代普通芳烃油、煤焦油等助剂。优化生产工艺，橡胶制品行业推广使用串联法混炼、常压连续脱硫工艺。推行全密闭生产工艺，加大无组织排放收集。

塑料制品行业优先采用环保型原辅料，禁止使用附带生物污染、有毒有害物质的废塑料作为生产原辅料。

（二）推荐末端治理技术

根据污染物种类及浓度的不同，分别可采用静电吸附、干式过滤、多级填料塔吸收、光催化氧化、吸附、高温焚烧等连用多级技术净化处理。

表8 橡胶和塑料制品行业VOCs推荐末端治理技术

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **行业** | **废气来源** | **主要污染物** | **推荐技术** |
| 橡胶制品 | 炼胶废气 | 非甲烷总烃、臭气浓度、恶臭特征物质、粉尘 | 吸收+吸附、布袋除尘+浓缩吸附+蓄热燃烧 |
| 硫化废气、热/冷翻废气 | 非甲烷总烃、臭气浓度、恶臭特征物质、油烟 | 吸收+低温等离子/静电吸附 |
| 配料、浸渍废气 | 臭气浓度、恶臭特征物质 | 吸收+吸附、常温催化氧化、吸附浓缩+燃烧 |
| 胶浆制备、浸 浆、喷涂、涂胶 废气 | 甲苯及二甲苯合计、臭气浓度、恶臭特征物质 | 浓缩吸附+蓄热燃烧 |
| 塑料制品 | 塑料人造革与 合成革制造废气 | 二甲基甲酰胺(DMF) 、苯、甲苯、二甲苯、VOCs | 多级吸收+精馏回收；冷凝回收+燃烧；吸附浓缩+燃烧 |
| 臭气浓度、恶臭特征物质 | 吸收、吸附、常温催化氧化、吸附浓缩+燃烧 |
| 塑料薄膜制造，塑料板、管等废气 | 非甲烷总烃 | 吸收+吸附、吸附浓缩+燃烧 |
| 臭气浓度、恶臭特征物质 | 吸收、吸附、蓄热燃烧 |
| 喷涂工序废气 | 颗粒物、非甲烷总烃、苯、甲苯、二甲苯 | 袋式除尘、滤筒/滤芯除尘、喷淋、吸附、吸附浓缩+燃烧、燃烧 |
| 臭气浓度、恶臭特征污染物 | 干法过滤+吸收+吸附、干法过滤+吸附浓缩+燃烧 |

六、纺织印染行业

根据GB/T 4754-2017《国民经济行业分类》，纺织业（17）包含棉纺织及印染精加工（171）、毛纺织及染整精加工（172）、麻纺织及染整精加工（173）、丝绢纺织及印染精加工（174）、化纤织造及印染精加工（175）、针织或钩针编织物及其制品制造（176）、家用纺织制成品制造（177）、产业用纺织制成品制造（178）。

（一）源头替代技术

以蒸汽或天然气作为热定型热源工艺，代替后整理加工中的导热油锅炉定型工艺；鼓励使用低毒、低挥发性溶剂含量的印染助剂。

（二）推荐末端治理技术

纺织印染行业VOCs废气主要为定型机废气、印花废气和涂层废气。

表9 纺织印染行业VOCs推荐末端治理技术

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **行业** | **废气来源** | **主要污染物** | **推荐技术** |
| 纺织印染 | 印花设施 | 甲苯、二甲苯、非甲 烷总烃 | 吸收+吸附、吸附+冷凝回收、 吸附+催化燃烧、燃烧 |
| 定型设施 | 非甲烷总烃 | 吸收+吸附、喷淋洗涤+静电吸附 |
| 涂层设施 | 甲苯、二甲苯、非甲 烷总烃 | 吸收+吸附、吸附+冷凝回收、吸附+燃烧、燃烧 |

七、人造板制造业

根据GB/T 4754-2017《国民经济行业分类》，人造板制造业（C202）包括胶合板制造（C2021）、纤维板制造（C2022）、刨花板制造（C2023）、其他人造板制造（C2024）。

（一）源头替代技术

规范胶粘剂密闭储存，采用先进的计量装置和连续化施胶技术有效降低施胶量损耗，减少有毒、有害原辅材料的使用；推广使用热能中心，连续平压热压机、高效多层热压机等先进设备；加强生产管理，减少跑冒滴漏。

（二）推荐末端治理技术

人造板制造业有组织VOCs废气主要产生于胶粘剂热压、干燥等过程。无组织VOCs尾气包括产生于胶粘剂储存、调配、施胶等过程。

表10 人造板制造业VOCs推荐末端治理技术

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **废气产生环节** | **污染物项目** | **推荐技术** |
| 纤维干燥工段 | 甲醛 | 微生物法、湿法静电除尘、常温催化氧化 |
| VOCs | 吸收、湿法静电除尘、燃烧 |
| 刨花干燥工段 | VOCs | 吸收、湿法静电除尘、燃烧 |
| 热压工段 | 甲醛 | 微生物法、吸收、燃烧、 常温催化氧化 |
| VOCs | 吸附、燃烧 |
| 单板/锯材干燥工段 | VOCs | 吸附、燃烧 |