

浙江省塑料制品业挥发性有机物 污染防治可行技术指南

浙江省生态环境厅

2020 年 9 月

目 次

前言	1
1 适用范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 生产工艺与 VOCs 产排情况	4
5 污染防治技术	5
6 污染治理技术	5
7 环境管理措施	7
8 VOCs 污染防治可行技术	8
附录 A	9
附录 B	12

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》《浙江省大气污染防治条例》，防治挥发性有机物（VOCs）污染，推动塑料制品业污染防治技术进步，制定本指南。

本指南以当前技术发展和应用状况为依据，可作为浙江省塑料制品业污染防治工作的参考技术资料。

本指南由浙江省生态环境厅组织制定。

本指南起草单位：台州市环境科学设计研究院有限公司、浙江省生态环境科学设计研究院。

1 适用范围

本指南适用于浙江省范围内塑料制品行业生产过程中产生的挥发性有机物污染控制,不包括塑料人造革、合成革制造行业以及塑料鞋行业。利用废旧塑料加工再生产塑料粒子的活动可参照本指南。

2 规范性引用文件

本指南引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本指南。凡是未注明日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本指南。

GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 18597	危险废物贮存污染控制标准
GB 31572	合成树脂工业污染物排放标准
GB 37822	挥发性有机物无组织排放控制标准
GB/T 4754-2017	国民经济行业分类
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
GB/T 16758	排风罩的分类及技术条件
HJ 819	排污单位自行监测技术指南总则
HJ 905	恶臭污染环境监测技术规范
HJ 944	排污单位环境管理台账及排污许可证执行报告技术规范总则
HJ 1122	排污许可证申请与核发技术规范橡胶和塑料制品工业
HJ 2000	大气污染治理工程技术导则
HJ 2026	吸附法工业有机废气治理工程技术规范
AQ/T 4274	局部排风设施控制风速检测与评估技术规范

《危险废物转移联单管理办法》(国家环境保护总局令第5号)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

3.1 塑料制品业

GB/T 4754—2017 中规定的塑料制品业(C292)是指以合成树脂(高分子化合物)为主要原

料，经采用挤塑、注塑、吹塑等工艺加工成型的各种制品的生产，以及利用回收的废旧塑料加工再生产塑料制品的活动。

3.2 合成树脂

人工合成的一类高分子聚合物，依据其受热后的行为分为热塑性和热固性两大类合成树脂。热塑性合成树脂为粘稠液体或加热可软化的固体，受热时熔融或软化，在外力作用下呈塑性流动状态；热固性合成树脂为加热、加压下或者在固化剂、紫外光作用下发生化学反应，最终交联固化为不溶、不熔的合成树脂，受热时不熔融或软化。

3.3 塑化

指塑料在料筒内经加热达到流动状态并具有良好的可塑性的全过程。

3.4 改性

在通用塑料和工程塑料的基础上，经过填充、共混、增强等方法加工改性，提高塑料制品阻燃性、强度、抗冲击性、韧性等方面的性能。

3.5 吸塑

一种塑料加工工艺，主要原理是将平展的塑料硬片材加热变软后，采用真空吸附于模具表面，冷却后成型，广泛用于塑料包装、灯饰、广告、装饰等行业。

3.6 注塑

一种塑料加工工艺，将塑料材料熔融，然后将其注入模腔，冷却后成型。

3.7 滚塑

一种塑料加工工艺，将塑料原料加入模具中，模具沿两垂直轴不断旋转并使之加热，塑料原料在重力和热能的作用下，逐渐均匀地涂布、熔融粘附于模腔的整个表面上，成型为所需要的形状，再经冷却定型而成制品。

3.8 吹塑

一种塑料加工工艺，热塑性树脂经挤出或注射成型得到的管状塑料型坯，趁热（或加热到软化状态）置于对开模中，闭模后立即在型坯内通入压缩空气，使塑料型坯吹胀而紧贴在模具内壁上，经冷却脱模，即得到各种中空制品。

3.9 挤塑

一种塑料加工工艺，是指物料通过挤出机料筒和螺杆间的作用，边受热塑化，边被螺杆向前

推送，连续通过机头而制成各种截面制品或半制品的一种加工方法。

3.10 塑料造粒

塑料加工的一种工艺，指塑料颗粒的制造过程，一般较多使用塑料回料进行造粒。

3.11 发泡

使塑料发泡成型，内部产生微孔结构的过程。

3.12 挥发性有机物（VOCs）

参与大气光化学反应的有机化合物，或者根据有关规定确定的有机化合物。在表征 VOCs 总体排放情况时，根据行业特征和环境管理要求，可采用总挥发性有机物（以 TVOC 表示）、非甲烷总烃（以 NMHC 表示）作为污染物控制项目。

3.13 密闭

污染物质不与环境空气接触，或通过密封材料、密封设备与环境空气隔离的状态或作业方式。

3.14 密闭空间

利用完整的围护结构将污染物质、作业场所等与周围空间阻隔所形成的封闭区域或封闭式建筑物。该封闭区域或封闭式建筑物除人员、车辆、设备、物料进出时，以及依法设立的排气筒、通风口外，门窗及其他开口（孔）部位应随时保持关闭状态。

3.15 污染预防技术

通过生产工艺革新或原辅料替代，具有明显削减污染物产生的技术。

3.16 污染治理技术

污染物产生后为了消除或者降低对环境的影响而采用的处理技术。

3.17 环境管理措施

为实现污染物有效预防和控制而采取的内部管理方法和措施。

3.18 污染防治可行技术

根据一定时期内环境需求和经济水平，在污染防治过程中综合采用污染预防技术、污染治理技术、环境管理措施，使污染物排放稳定达到污染物排放标准、规模应用的技术。

4 生产工艺与 VOCs 产排情况

4.1 生产工艺

塑料制品业生产工艺主要分为造粒工艺和成型工艺。造粒工艺主要包括配料、塑化、挤出、

冷却、切粒；使用回料造粒则在配料前一般先经过分拣、破碎、清洗、晾干；成型工艺包括挤出、注塑、吹塑、压延、层压、发泡等工艺（工艺流程图见附录 A）。

塑料制品业含 VOCs 的原料为合成树脂，如聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚合物（ABS）、聚氨酯（PU）、聚甲醛（POM）、乙烯-醋酸乙烯酯（EVA）等。常见含 VOCs 辅料（助剂）有增塑剂（如邻苯二甲酸二辛酯（DOP）、邻苯二甲酸二异辛酯（DIOP）、环氧大豆油等）、润滑剂（如白油等）、发泡剂（如二氯乙烷等）。

4.2 VOCs 产排特征

塑料制品业 VOCs 废气的产生与其使用的原辅料种类紧密相关。涉及 VOCs 排放的原辅物料及成分主要包括：

塑料原料单体通过加热聚合形成高分子化合物，加热时单体物质、低聚物、轻质烃等有机物挥发，产生的 VOCs 物质浓度低。其中 PVC 原料分解同时产生 HCl 气体等刺激性气味，ABS、POM、EVA 等类型塑料原料在加热时产生明显刺激性气味。

塑料辅料中易挥发或者半挥发助剂（如邻苯二甲酸酯类、环氧大豆油、白油、低沸点的烷烃等）在高温下挥发产生 VOCs，包含芳香族化合物、醛、酮等，此类 VOCs 一般具明显的刺激性气味。

废塑料含有有机杂质、油污等，回料生产时此类杂质高温下挥发释放 VOCs，并伴随黑烟、恶臭等，成分复杂，包括甲苯、乙苯、苯乙烯、丙烯腈、非甲烷总烃等。

塑料加工利用中重点关注废塑料造粒工艺以及使用大量含挥发性物质加工工艺的 VOCs 排放。

5 污染防治技术

5.1 自动化管道化密闭技术

可用于塑料制品拆料、配料和投料过程。企业建立密闭拆料间，由机械手进行自动化拆料，通过机器精准称量密闭配比，再由管道输送投料。

5.2 水冷替代技术

适用于废塑料造粒产品冷却工艺。挤出后产品采用水冷快速冷却，减少使用或完全替代风冷设备。

6 污染治理技术

6.1 一般原则

应加强对塑料生产工艺过程废气的收集，减少 VOCs 无组织排放。VOCs 无组织废气的收集和控制应符合 GB 37822 的要求，废气收集技术可参考附录 B。

6.2 吸附处理技术

该技术指利用吸附剂（活性炭、活性炭纤维、分子筛等）吸附废气中的 VOCs 污染物，使之与废气分离，简称吸附技术，主要包括固定床吸附技术、移动床吸附技术、流化床吸附技术、旋转式吸附技术。塑料制品业常用的吸附技术为固定床吸附技术。需配套吸附处理单元的含尘、高湿废气、高温废气，应事先采用高效除尘、除雾装置、冷却装置等进行预处理。该技术在塑料制品业广泛使用，但废吸附剂一般需作为危废处置，如果处理不当会造成二次污染。

6.3 高压静电技术

该技术适用于增塑剂及其他助剂产生的高沸点油烟废气处理。电场在外加高压的作用下，负极的金属丝表面或附近放出电子迅速向正极运动，与气体分子碰撞并离子化。油烟颗粒通过这个高压电场时，油烟在极短的时间内因碰撞俘获气体离子而导致荷电，受电场力作用向正极集尘板运动，从而达到分离效果。塑料制品业采用的典型治理技术路线为“水喷淋+高压静电”。配套静电除油处理单元的高湿废气、高温废气，应事先采用高效除雾装置、冷却装置等进行预处理。

6.4 臭氧氧化技术

该技术适用 ABS、POM、EVA 等塑料制造废气除臭。臭氧氧化技术是采用臭氧作为氧化剂，氧化恶臭污染物的一种除臭技术。臭氧具有强氧化性($E^0=+2.07$ 伏)，其氧化还原电位仅次于氟，对有机物有强烈的氧化降解作用，反应条件温和，来源较为简便。臭氧虽能氧化多数有机物，但是单一的臭氧氧化需要较高的臭氧浓度，破坏 1mol 的恶臭污染物一般需要消耗 1-3mol 臭氧。对于部分有机物，该处理技术无法完全分解，往往与水吸收法联用。臭氧法在恶臭污染物处理领域应用较为广泛，臭氧氧化技术处理效率受污染物种类和浓度比关系影响较大。

6.5 光氧化技术

该技术适用 ABS、POM、EVA 等塑料制造废气除臭，可作为除臭组合单元之一。光氧化技术可以实现在常温常压下氧化 VOCs。在紫外光照射条件下，氧气和水等物质发生反应产生自由基，这些自由基可以进一步和污染物发生反应，将污染物降解。该技术用于低浓度气体除臭，处理能耗低，但处理效率一般，副产物较多，往往与水吸收法联用。

7 环境管理措施

7.1 一般原则

企业应根据实际情况优先采用污染防治技术，若仍无法稳定达标排放，应采用适合的末端治理技术。

优先使用合成树脂新料生产塑料制品，不使用有毒有害废塑料作为原料。

挥发及半挥发性助剂应按照化工行业储存标准密闭储存，涉及大宗有机物料使用的应采用储罐存储，并优先考虑管道输送。建立健全含 VOCs 原辅料使用的各项数据记录和生产管理制度。

7.2 环境管理制度

企业应按照 HJ 944 的要求建立台账，记录含 VOCs 原辅材料的名称、采购量、使用量、回收量、废弃量、去向、VOCs 含量，污染治理设施的工艺流程、设计参数、投运时间、启停时间、温度、风量，过滤材料更换时间和更换量，吸附剂脱附周期、更换时间和更换量，催化剂更换时间和更换量等信息。台账保存期限不少于三年。

7.3 污染治理设施的运行维护

企业应按照相关法律法规、标准和技术规范等要求运行污染治理设施，并定期进行维护和管理，保证治理设施正常运行，污染物排放应符合 GB 16297、GB 14554、GB 37822 等要求。

企业应按照 GB/T 16157 技术规范的要求，设计、建设、维护永久性采样口、采样测试平台和排污口标志。

8 VOCs 污染防治可行技术

VOCs 污染防治可行技术见表 8.1。

表 8.1 VOCs 污染防治可行技术

污染防治技术	技术名称	技术适用条件
预防技术	自动化管道化密闭技术	可用于塑料制品拆料、配料和投料过程
	水冷替代技术	适用于废塑料造粒产品冷却工艺
治理技术	除尘+吸附处理技术	适用于使用PVC等塑料（新料）的生产过程废气
	除尘+除臭+吸附处理技术	适用于使用 ABS、POM、EVA 等塑料（新料）的生产过程废气
	高压静电除油+除尘+除臭+吸附处理技术	适用于使用塑料回料为原料的生产过程废气

附录 A

（资料型附录）

塑料制品业典型工艺流程及主要产物环节

新料造粒工艺是指将原料与助剂（包括增塑剂、稳定剂、润滑剂、着色剂、填充剂等其他改性剂等）按照一定的比例配比，混合均匀后注入机器进行加热—熔融—挤出，经冷却（一般为水冷）后成型，最后进行切粒，得到原料颗粒。VOCs 废气主要产生于混合、挤出、冷却等过程。

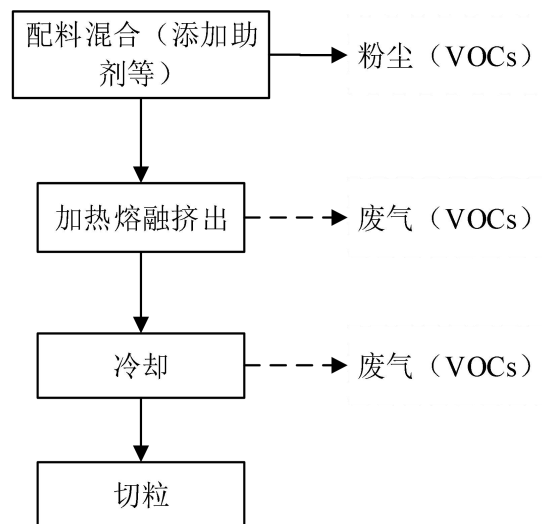


图 A.1 新料造粒工艺流程及产排污节点

回料造粒工艺是指将废塑料（包括收购的废塑料瓶、固废拆解下来的废塑料壳等）进行分拣，破碎得到较小的塑料碎片，进行清洗晾干，然后与助剂进行配比，混合均匀后投入机器进行加热，熔融后挤出，经冷却（风冷或者水冷）后成型，最后进行切粒，得到原料颗粒。VOCs 废气主要产生于破碎、晾干、混合、挤出等工序。目前一般回料造粒企业通过购买已经破碎清洗后的废塑料进行再生造粒，生产工艺同新料造粒工艺。

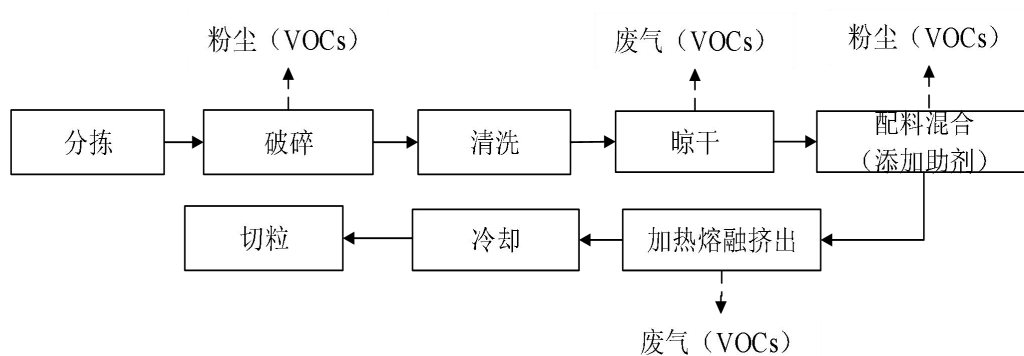


图 A.2 回料造粒工艺流程及产排污节点

常见成型工艺流程（如挤塑、注塑、吹塑、压延等）指将原料（回料）颗粒烘干，与助剂按一定比例配好，经投料机投入成型设备（以注塑机为例），加热熔融塑化后注射入闭合好的模腔内，经固化定型后开启模具可得到坯件。按照成型原理的不同设备可分为注塑机、挤塑机、吸塑机、吹塑机、滚塑机等，工艺过程均相似。

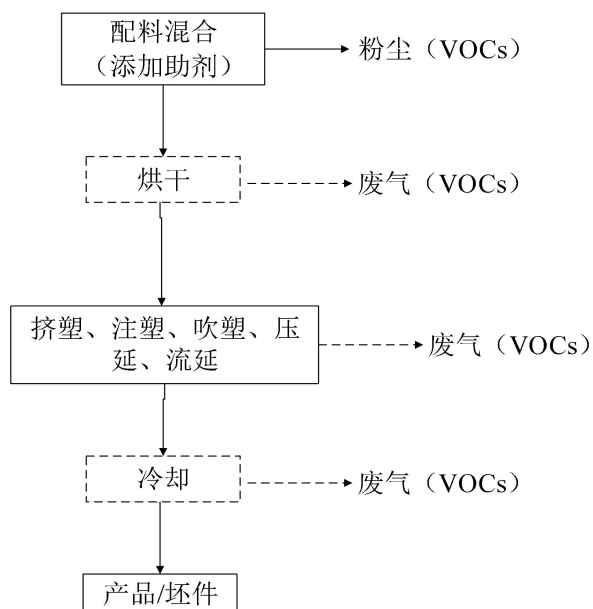


图 A.3 常见成型工艺流程及产排污节点

特殊成型工艺（发泡等）工艺流程指在液态或熔态塑料中引入气体，产生微孔，使微孔增长到一定体积，然后通过物理或化学方法固定微孔结构，经脱模修边即可得到成品。气体可在不同的工序时期引入，VOCs 废气主要产生于发泡以及固化成型阶段。

泡沫塑料生产过程的发泡剂一般可分为物理发泡剂和化学发泡剂两大类。化学发泡剂一般为偶氮二甲酰胺、偶氮异丁腈和无机盐类，VOCs 主要来源于化学发泡剂。

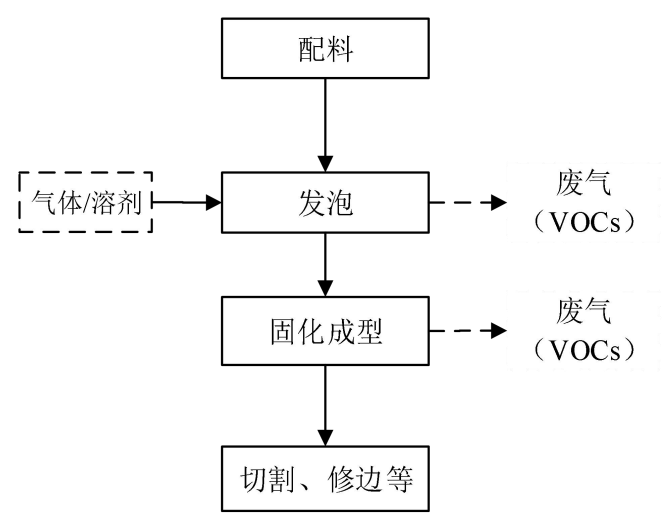


图 A.4 发泡工艺流程及产排污节点

附录 B

(资料型附录)

塑料制品业生产废气收集技术

废气收集系统应与生产设备同步运行,当发生故障维修时,应同步停止生产设备的运行。

集气方向应与废气流动方向一致。当采用外部排风罩收集废气时,排风罩设计应符合 GB/T 16758 要求,尽量靠近污染物排放点,除满足安全生产和职业卫生要求外,控制集气罩口断面平均风速不低于 0.6m/s (按 GB/T 16758、AQ/T 4274 规定的方法测量控制风速)。

废气收集和输送应满足 HJ 2000 要求,管路应有明显的区分及走向标识。

废气收集系统应采用技术经济合理的密闭方式,在负压下运行,具有耐腐、气密性好的特性,同时考虑具备阻燃和抗静电等性能,并结合其他专业设备的运行、维护需要,设置观察口、呼吸阀等设施。

废气收集系统的输送管道应密闭。废气收集系统应在负压下运行,若处于正压状态,应对输送管道组件的密封点进行泄漏检测,泄漏检测值不应超过 500 $\mu\text{mol/mol}$,亦不应有感官可察觉泄漏。废气收集的管路系统宜设置用于调节风量平衡的调节阀门。