

浙江省挥发性有机物污染防治可行技术指南

船舶修造

浙江省生态环境厅

2021年11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.....	3
4 生产工艺与 VOCs 产排情况.....	5
5 污染预防技术.....	6
6 污染治理技术.....	7
7 环境管理措施.....	10
8 VOCs 污染防治可行技术.....	12
附录 A.....	14
附录 B.....	15

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，推动船舶修造行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，可作为船舶修造行业 VOCs 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：宁波市生态环境科学研究院、杭州市生态环境科学研究院、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 GB/T4754-2017 中的金属船舶制造（C3731）和船舶修理（C4342）行业生产过程中产生挥发性有机物污染控制。

2 规范性引用文件

本指南引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本指南。

- GB 14444 涂装作业安全规程 喷漆室安全技术规定
- GB 24409 车辆涂料中有害物质限量
- GB 30981 工业防护涂料中有害物质限量
- GB 33372 胶粘剂挥发性有机化合物限量
- GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准
- GB 38469 船舶涂料中有害物质限量
- GB 38508 清洗剂挥发性有机化合物含量限值
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- GB 50222 建筑内部装修设计防火规范
- GB 50726 工业设备及管道防腐蚀工程施工规范
- GB 50727 工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范
- GB/T 4754 国民经济行业分类
- GB/T 5206 色漆和清漆 术语和定义
- GB/T 16758 排风罩的分类及技术条件
- GB/T 23985 色漆和清漆 挥发性有机化合物(VOC)含量的测定 差值法
- GB/T 38597 低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求
- HJ/T 386 环境保护产品技术要求 工业废气吸附净化装置
- HJ/T 387 环境保护产品技术要求 工业废气吸收净化装置
- HJ/T 388 环境保护产品技术要求 湿法漆雾过滤净化装置
- HJ/T 389 工业有机废气催化净化装置

- HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
- HJ 942 排污许可证申请与核发技术规范 总则
- 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（试行）
- HJ 1086 排污单位自行监测技术指南 涂装
- HJ 1093 蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
- HJ 2000 大气污染防治工程技术导则
- HJ 2026 吸附法 工业有机废气治理工程技术规范
- HJ 2027 催化燃烧法 工业有机气体治理工程技术规范
- HJ 2300 污染防治可行技术指南编制导则
- HJ 2537 环境标志产品技术要求水性涂料
- AQ 4273 粉尘爆炸危险场所用除尘系统安全技术规范
- AQ/T4274 局部排放设施控制风速检测与评估技术规范
- DB 33/2146 工业涂装工序大气污染物排放标准

3 术语和定义

3.1 涂装

将涂料涂覆于基底表面形成具有防护、装饰或特定功能的涂层过程，又叫涂料施工。

3.2 工业涂装工序

工业生产中涂料调配、表面预处理（脱脂、除旧漆、打磨等）、涂覆（含底涂、中涂、面涂、罩光等）、流平、干燥/固化等环节的生产工序。

3.3 固化

由于热作用、化学作用或光作用产生从涂料形成所要求性能连续涂层的缩合、聚合或自氧化过程。

3.4 辊涂

采用辊筒为工具的一种涂装方式，一般用于宽大、平整的表面。

3.5 刷涂

采用漆刷为工具的一种涂装方式，用于无法辊涂或喷涂的被涂件边缘、螺栓等处的涂装及补漆，修漆。

3.6 静电喷涂

静电喷涂是利用高压静电电场使带负电的涂料微粒沿着电场相反的方向定向运动，并将

涂料微粒吸附在工件表面的一种喷涂方法。

3.7 无气喷涂

无气喷涂是利用柱塞泵、隔膜泵等形式的增压泵将液体状的涂料增压，然后经高压软管输送至无气喷枪，最后在无气喷嘴处释放液压、瞬时雾化后喷向被涂物表面，形成涂膜层。

3.8 空气喷涂

利用压缩空气将涂料雾化并射向工件表面进行涂装的方法。

3.9 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。

3.10 溶剂型涂料

以有机溶剂为分散介质的涂料

3.11 水性涂料

以水为溶剂或以水为分散介质的涂料。

3.12 粉末涂料

粉末状涂料，在其熔融（也可能要经过固化）后可制得连续的漆膜。

3.13 辐射固化涂料

通过辐射固化方式固化的一类涂料，如，紫外光（UV）固化涂料、电子束（EB）固化涂料等。

3.14 污染预防技术

为减少污染物排放，在生产过程中采用避免或减少污染物产生的技术。

3.15 污染治理技术

在污染物产生后，为了消除或者降低对环境的影响而采用的处理技术。

3.16 环境管理措施

企事业单位内，为实现污染物有效预防和控制而采取的管理方法和措施。

3.17 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 主要工艺

4.1.1 造船工艺

造船总体的生产工艺过程是将外购钢材进行切割、加工成型后,进入分段制作和预舾装;然后进行分段除锈、分段涂装作业,分段涂装作业完成后在室外场地进行分段大合拢并进行机电设备、管系和电缆等的预舾装;最后在船台进行总合拢和完工涂装;船舶在舾装码头完成机电设备等的最后安装后进行试航,试航期间对船上各部件进行测试,试航合格的船舶即可交付。企业船舶生产工艺流程图及产污环节见附录 A。

4.1.2 修船工艺

待修船舶放空压舱水后乘潮进坞,将船闸关闭,然后将坞内的海水用泵抽出,待修船舶固定后,用高压水对船体外壳进行冲洗,然后进行舱内残油清除、船体割补施焊、喷砂除锈、涂装和相关的电气工程。

4.2 VOCs 产排特征

VOCs 的产生工段主要是造船和修船的涂装过程,涂装作业主要在涂装车间、船台、船坞及舾装码头上进行。与 VOCs 污染产生相关的主要原辅料包括环氧底漆、中间漆、面漆、防污漆、稀释剂等。环氧底漆和中间漆主要用在涂装车间,脂肪族聚氨酯面漆和防污漆主要用在船台、船坞及舾装码头。公辅设施中,VOCs 产生于原辅料仓库、危废仓库。涉及 VOCs 产生的工艺环节如表 4-1 所示。

表 4-1 船舶 VOCs 产生工艺环节

序号	作业点	涉及 VOCs 物料种类	工艺环节
1	涂装房	环氧底漆、中间漆、稀释剂	分段喷涂
2	船台	脂肪族聚氨酯面漆、防污漆、稀释剂	面漆喷涂、补漆
3	舾装码头	脂肪族聚氨酯面漆、防污漆、稀释剂	面漆喷涂、补漆
4	船坞	环氧底漆、中间漆、脂肪族聚氨酯面漆、防污漆、稀释剂	修船补漆
5	原辅料仓库	油漆、稀释剂	公用工程
6	危废仓库	废漆渣、废油漆桶	公用工程
7	废水处理	废水中的漆渣、溶解的溶剂等	公用工程

5 污染预防技术

5.1 原辅料替代技术

应采用符合GB/T 38597的水性涂料、无溶剂涂料。其中：

1、船舱内及甲板以上上层建筑等构件宜考虑采用水性涂料，船厂内地坪宜采用无溶剂涂料和水性涂料；

2、腐蚀等级为C4、C5和CX的环境，建议升级优化涂装（喷涂）工艺，优先使用无溶剂涂料替代（腐蚀等级参考GB/T 19292.1-2018）；

3、通过涂装工艺设计调整推广采用通用型底漆。

5.2 工艺或设备革新

1、优化涂装工艺，造船过程中，将涂装工序尽量提前至分段涂装阶段，增加密闭喷涂施工比例。

2、精细化涂装过程，包括使用大容量油漆包装容器，减少油漆桶残留，严格控制减少溶剂储运，避免配色调制等过程洒漏现象的出现等。

3、合理设计调漆生产工艺，减少不同色漆使用过程的浪费；

4、开展预涂层综合保护利用研发，减少涂料使用量。

5、对于制造过程的小型配件宜采用浸涂工艺。

6、宜采用高压无气喷涂，刷涂或辊涂方式。

7、宜采用无气静电喷涂方式。

8、提高涂装过程的涂着效率。

5.3 过程控制

1、涂料、稀释剂、清洗剂等原辅材料应密闭存储，调配、使用、回收等过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，采用密闭管道或密闭容器等输送。

2、对于室外涂装过程中要求单道涂层厚度大于320 μm 或涂料中有机物含量较高的作业区域，宜设立围挡以提高涂着效率，同时为含有机物气体的收集净化提供基础条件。

3、对于室外喷涂过程宜在周边设置防风网，以减少涂装漆雾向周围空气的散发量。

4、宜开发或引进移动式喷漆雾捕集装置，控制涂装过程中产生的漆雾向周围空气的散发率。

6 污染治理技术

6.1 一般原则

应根据生产工艺、操作方式、废气性质和污染物类型，对工艺废气实施分类收集、分质处理。VOCs无组织废气的收集和控制应符合GB 37822、DB33/2146等的要求，废气收集技术可参考附录B。

对产生废气污染物的设施和生产过程，宜采用密闭或负压操作措施，实现有组织排放。当无法采用密闭或负压操作时，宜选择排风柜、整体密闭罩、局部密闭罩或外部集气罩等，并尽可能包围或靠近污染源，减少污染物外逸。

涂装自动作业工序推广“循环风”技术。将喷涂等工序产生的有组织废气，经去除漆雾、调温、调湿后作为送风回用到非人工作业区，减小废气排风量，提高废气VOCs污染物浓度，降低末端治理设施的投资和运行成本。

具有爆炸危险性的场合，废气污染治理设施的设计应符合AQ4273等安全行业的规定。

6.2 颗粒物预处理技术

6.2.1 漆雾处理技术

该技术适用于涂装工序产生的漆雾的治理及VOCs治理的预处理。适用于大规模喷涂工序产生的漆雾处理技术包括纸盒过滤漆雾处理技术、石灰石粉漆雾处理技术、静电漆雾处理技术和文丘里湿式漆雾处理技术等，规范使用的漆雾去除效率可达到95%以上。

适用于小规模喷涂工序产生的漆雾处理技术包括水旋喷漆室、水帘喷漆室和漆雾过滤毡（袋）等，规范使用的漆雾去除效率可达到85%以上。

文丘里、水旋喷漆室、水帘喷漆室等湿式漆雾处理技术会产生废水和漆渣的二次污染问题，若后续配套VOCs治理设施则应进行除湿，减少废气中水汽对VOCs治理设施的影响。石灰石粉漆雾处理技术会产生含有漆渣的废石灰粉；纸盒过滤漆雾处理技术会产生含有漆渣的废纸盒。静电漆雾处理技术对设备运行管理要求较高。

6.2.2 漆雾高效过滤技术

该技术可用作吸附法VOCs治理技术中吸附材料的保护性措施。经漆雾处理后的VOCs废气，通过由粗、中、高效过滤材料组成的精密过滤装置，进一步滤除废气中的漆雾和细微颗粒物。该技术可使废气中颗粒物浓度低于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足HJ 2026的要求。该技术需定期更换滤料。

6.3 VOCs 末端处理技术

6.3.1 吸附法

吸附浓缩技术是利用各种固体吸附材料（如活性炭（包括活性炭纤维）、分子筛、活性氧化铝和硅胶等）对排放废气中的VOCs进行吸附浓缩，同时达到净化废气的目的。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。吸附设施的风量宜按照最大废气排放量的120%以上进行设计，其它性能要求需满足HJ 2026和HJ/T 386要求。废气中颗粒物含量超过 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 时，应进行除尘预处理。采用颗粒状吸附剂时，气体流速宜低于 $0.60\text{m}/\text{s}$ ；采用纤维状吸附剂时，气体流速宜低于 $0.15\text{m}/\text{s}$ ；采用蜂窝状吸附剂时，气体流速宜低于 $1.20\text{m}/\text{s}$ 。采用纤维状吸附剂时，吸附单元的压力损失宜低于 4kPa ；采用其他形状吸附剂时，吸附单元的压力损失宜低于 2.5kPa 。若废气中的污染物易在活性炭存在时发生聚合、交联、氧化等反应，不宜采用吸附技术。以活性炭为吸附剂的宜采用颗粒炭，不建议年溶剂型原辅料使用量大于5吨的企业采用一次性活性炭吸附抛弃法。

6.3.2 燃烧法

通过热力燃烧或催化燃烧的方式，使废气中的VOCs反应转化为二氧化碳、水等物质，简称燃烧技术，本行业常用的燃烧技术包括蓄热燃烧技术（RTO）、催化燃烧技术（CO）、蓄热催化燃烧技术（RCO）。

6.3.2.1 蓄热燃烧技术（RTO）

该技术适用于涂装工序电泳、喷涂、涂胶等烘干过程产生的含VOCs高温废气及其他过程产生的高浓度VOCs废气的治理。采用燃烧的方法使废气中的VOCs反应转化为二氧化碳、水等物质，并利用蓄热体对燃烧产生的热量蓄积、利用。船舶行业企业采用的RTO燃烧室温度通常应大于 700°C 、停留时间通常应大于 1.0s ，三室及以上RTO和旋转式RTO的VOCs去除效率通常可达90%以上。

喷涂等工段常采用的典型治理技术路线为“循环风+RTO”和“沸石转轮吸附浓缩-RTO”。该技术的技术参数应满足HJ1093的相关要求。

6.3.2.2 催化燃烧技术（CO）

该技术适用于涂装工序烘干过程产生的含VOCs高温废气或其他过程产生的高浓度VOCs废气的治理。在催化剂作用下，废气中的VOCs反应转化为二氧化碳和水等物质。该技术反应温度低、不产生热力型氮氧化物。采用的典型治理技术路线为“循环风+CO”和“活性炭/固定床分子筛/沸石转轮吸附浓缩-CO”。该方法的VOCs去除效率通常可达到80%以上。

当废气中含有硫化物、卤化物、有机硅、有机磷等致催化剂中毒物质时，不宜采用此技术。该技术的技术参数应满足 HJ2027 的相关要求。

6.3.2.3 蓄热催化燃烧技术（RCO）

该技术适用于涂装工序烘干过程产生的含 VOCs 高温废气或其他过程产生的高浓度 VOCs 废气的治理。在催化剂作用下，废气中的 VOCs 反应转化为二氧化碳、水等物质，并利用蓄热体对反应产生的热量蓄积、利用。该技术反应温度低、不产生热力型氮氧化物。采用的典型治理技术路线为“循环风+RCO”和“活性炭/固定床分子筛/沸石转轮吸附浓缩-RCO”。RCO 的 VOCs 去除效率通常可达 80% 以上。

当废气中含有硫化物、卤化物、有机硅、有机磷等致催化剂中毒物质时，不宜采用此技术。该技术的技术参数应满足 HJ 2027 相关要求。

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。

应优化设计，在满足产品功能要求的前提下选用清洁原辅材料，并尽量减少涂装涂层数量和涂膜厚度。

规范原料、有机化学品储存。对所有有机溶剂和含有有机溶剂的原辅料采取密封存储和密闭存放，属于危化品应符合危化品相关规定。

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，以及溶剂回收量等信息。台账保存期限不少于五年。

7.3 无组织排放控制措施

7.3.1 储存和贮存过程控制措施

VOCs 物料应储存于密闭的容器、包装袋中，在分装容器中的盛装量宜小于 80%。

储存含 VOCs 原辅材料的容器材质应结实耐用，无破损、泄漏，封闭良好。盛装 VOCs 物料的容器或包装袋应存放于室内，或存放于设置有雨棚、遮阳和防渗设施的专用场地。盛装 VOCs 物料的容器或包装袋在非取用状态时，应加盖、封口，并保持密闭。

废涂料、废清洗剂、废活性炭、废抹布等含 VOCs 危险废物应分类贮存于贴有标识的容器或包装袋内。盛装 VOCs 危险废物的容器或包装袋和存放过含 VOCs 原辅材料及含 VOCs 废物的容器或包装袋，应加盖、封口，保持密闭，存放于安全、合规场所，并及时转运、处置。危险废物的贮存应满足 GB18597 的要求。

7.3.2 原料调配过程控制措施

涂料调配过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作。

批量、连续生产的涂装生产线，应使用全密闭自动调配装置进行计量、搅拌和调配。

间歇、小批量的涂装生产，应减少现场调配和待用时间；调漆应在密闭空间内进行，采用排气柜或集气罩收集调漆废气。含 VOCs 原辅材料调配过程密闭及其他控制措施。

7.3.3 物料输送过程控制措施

液态 VOCs 物料应采用密闭管道输送。采用非管道输送方式转移液态 VOCs 物料时，应采用密闭容器。

批量、连续的涂装生产线，宜采用集中输调漆系统。主色系涂料宜设单独的涂料罐、供给泵及单独的输送管线；其他色系涂料可共用输送管线，并配备清洗系统。含 VOCs 原辅材料输送过程密闭及其他控制措施。

涂装工序工艺设计应优化输调漆系统布置，尽可能减少输漆干管和管路长度。

7.3.4 工艺生产过程控制措施

涂装工序使用 VOCs 物料的擦洗、喷涂、流平/热流平、烘干等过程和树脂纤维加工工序中，使用有机聚合物的挤出、拉挤、注射、糊制、发泡等过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，废气应集中收集；无法密闭的，应采取局部气体收集措施。

涂装工序采用整体密闭措施收集废气时，检查门窗应保持关闭状态；工件进、出口及干净作业区与污染作业区之间，应设置风幕或采取其他隔离措施；并设置有组织送、排风系统收集工艺废气，控制送、排风量，保持各室体为微负压（-5Pa~-10Pa）。

采用局部排风罩收集废气时，排风罩（集气罩）的设置应满足 GB/T16758 的规定，并按 GB/T16758 和 AQ/T4274-2016 规定的方法测量控制风速，测量点应选取在距排风罩开口面最远处的无组织排放位置，控制风速不应低于 0.3m/s。

大型工件间歇涂装作业，应减少工件在不同作业室间的转移。

采用废溶剂回收装置回收换色和清洗过程中产生的废涂料及废清洗溶剂，并用专用容器密闭贮存。

批量、连续的涂装生产线，应优化喷涂生产组织，设立分色区，同色车型集中喷涂，减小换色清洗次数；调整长、短清洗程序，减少清洗溶剂用量。

尽可能组织涂装车间集中安排生产，通过提高原料利用率、污染物收集率及污染治理设施对污染物的去除效率，减少 VOCs 的无组织排放。

7.4 污染治理设施的运行维护和监测监控

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 DB33/2146、GB 16297、GB 37822、GB 14554 等的要求，有更严格国家标准、行业标准发布的，从严执行。

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。

环保设施应先于其对应的生产设施运转，后于对应设施关闭，保证在生产设施运行波动情况下仍能正常运转，实现达标排放。产生大气污染物的生产工艺和装置需设立局部或整体气体收集系统和净化处理装置，集气方向应与污染气流运动方向一致。

废气燃烧装置应按设计温度运行，并安装燃烧温度连续监控系统。采用一次性活性炭吸附技术的，应定期更换活性炭，废旧活性炭应及时再生或处理处置。

严格执行 HJ 942、HJ 1086 等规定的自行监测管理要求。

纳入重点排污单位名录的，排污许可证中规定的主要排污口安装自动监控设施。

限产、停产、检修等非正常工况下，应保证自动监控设施正常运行。

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

工艺类型	预防技术	治理技术	技术适用条件
喷涂、流平	无溶剂型涂料替代技术（腐蚀等级为 C4、C5 和 CX 的环境）/无溶剂型涂料、水性涂料替代技术（船舱内及甲板以上上层建筑等） 双进料高压喷涂技术 自动喷涂技术 静电喷涂技术	多级过滤（仅针对喷涂废气）+ 沸石转轮吸附浓缩-RTO技术； 多级过滤（仅针对喷涂废气）+ 活性炭/固定床分子筛/沸石转轮吸附浓缩-CO	适用于喷涂、流平工艺。 对于船舶室外涂装，可设置一些可移动标准规格箱式吸附装置在一些重点涂装区域对散发的有机气体进行吸附，在达到一定的工作时间后将吸附饱和的吸附装置运送至集中再生车间，通过蒸汽或热惰性气体进行再生。再生后的箱式吸附装置继续回用。再生出的溶剂可视其组分、特性进行回用、热氧化或作为危废处置。
烘干	/	TO/CO技术	适用于溶剂型涂料的生产线，烘干废气的处理。
调配	/	吸附技术或其他等效方式	调配废气宜采用吸附方式或其他等效方式处置。调配废气可与喷涂废气一并处理。
线下清洗、涂胶、点补、注蜡	/	吸附技术或其他等效方式	

附录 A

(资料型附录)

工艺流程及主要产物环节

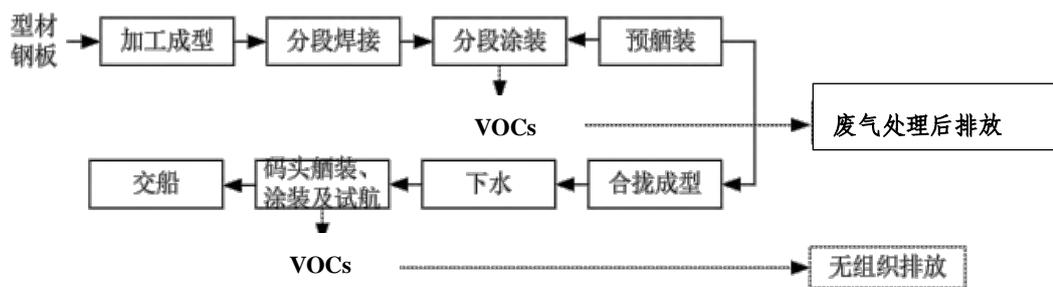


图 A.1 船舶企业生产工艺流程图及产污环节

附录 B

(资料型附录)

涂装生产废气收集技术

B.1 废气收集的一般规定

应根据废气性质、排放方式及污染物种类、浓度等分类进行收集。

废气收集可采用密闭罩(如局部密闭罩、整体密闭罩、大容积密闭罩)、外部罩(如上吸罩、下吸罩、侧吸罩等)等方式收集,应符合 GB/T 16758 要求,要遵循形式适宜、位置正确、风量适中、强度足够、检修方便等设计原则,罩口风速或控制点风速足以将发生源产生废气吸入罩内,确保达到最大限度收集废气。废气收集系统宜避免横向气流干扰。

采用外部罩收集时,应该根据不同的工艺操作要求和技术经济条件选择适宜的外部罩。

设置有采暖设备或空调的车间,废气宜优先采用局部收集措施。采用外部排风罩的,应按 GB/T 16758、AQ/T 4274 规定的方法测量控制风速,测量点应选取在距排风罩开口面最远处的 VOCs 无组织排放位置,控制风速不应低于 0.3 m/s(行业相关规范有具体规定的,按相关规定执行)。

采用密闭罩收集时,可根据实际需求采用生产线整体密闭或车间整体密闭的形式(如涂装车间、烘干车间、流平晾干车间等),换风次数应满足设计要求。密闭区域内换风次数原则上不少于 20 次/h,采用车间整体密闭换风,车间换风次数原则上不少于 8 次/h。

采用整体收集并且有人员在密闭空间中作业时,废气收集系统风量应同时考虑控制风速和有害物质的接触限值;气流组织宜确保送风或补风先经过人员呼吸带,并保证空间内无废气滞留死角。

纯颗粒物的收集系统应独立于 VOCs 收集系统,收集处理应符合相关规范要求。VOCs 废气中的漆雾及颗粒物进入收集系统前应先进行除尘预处理。水帘柜(或水幕)需定期换水时,应做好换水台帐记录(包括换水水量、时间等),并确保换水废水达标排放。

VOCs 污染气体的收集和输送应满足 HJ 2000 要求,管路应有明显的区分及走向标示。所有产生 VOCs 的密闭、半密闭空间原则上应保持微负压,并设置负压标识。

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。

废气收集系统应与生产设备同步运行，VOCs 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。

废气排风量应纳入车间的风量平衡计算；对于有洁净度和压差要求的车间，压差控制应考虑排风量的影响。

B.2 工艺过程废气收集

涂装、流平、干燥等产生 VOCs 的过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，废气收集至 VOCs 处理系统；无法密闭的，应采取局部气体收集措施，废气收集至 VOCs 处理系统。

调漆间宜设置局部排风或整体排风系统。

温度较高的烘干废气不宜与喷涂、流平废气混合收集处理。

涂装、流平、干燥等车间应根据相应的技术规范和工艺要求设计合理的通风量，不可通过加大送排风量或其他通风措施稀释排放。

采用低挥发性涂料的工段，宜与溶剂型涂料喷漆废气分开收集处理。

采用烘箱进行序批式烘干的工序，需通过密闭区域换风方式或在开口处顶部设置吸风罩，将废气排至 VOCs 废气收集处理系统。

其他无组织废气收集宜优先采用整体收集的形式；在不具备整体收集条件的情况下，宜采用外部罩进行收集。