

69.

空气净化器对 VOCs 有净化效果吗？

当前空气净化器的净化效率（CADR）可以用三项指标衡量：①除菌效率；②净化挥发性有机物（TVOC）效率，通常用甲苯作为测试源；③净化固态颗粒物（又称粉尘）效率，国内通常用香烟来模拟测试。一般的空气净化器对于粗颗粒粉尘的去除效果非常明显，而除菌和去除 VOCs 的效果等则不如粉尘，故很多商家在产品除菌和去除 VOCs 的效果不佳的情况下，仅标示粉尘的净化效率。

因此，并不是所有标有净化 VOCs 的空气净化器都对 VOCs 有很好的净化效果，消费者在挑选空气净化器的时候，不要被净化效率 99% 所迷惑，需要仔细斟酌和慎重选择。如果室内刚刚装修、需要去除甲醛，则应当购买活性炭配量足够的净化器，这类净化器除了能够去除甲醛外，一般也具备去除粉尘功效，属于全能型空气净化器。其次应当考虑空气净化器的净化能力，如果房间较大，应选择单位时间净化风量较大的空气净化器。另外采用过滤、吸附、催化原理的净化器随着使用时间的增加，净化器内滤芯会趋于饱和，设备的净化能力下降，需要定期清洗、更换滤网和滤芯。

并不是所有标有净化挥发性有机物的空气净化器都对VOCs都能有很好的净化效果，消费者在挑选空气净化器的时候，不要被净化效率99%所迷惑，需要仔细斟酌和慎重选择。

选择购买带有活性炭的空气净化器才是正确的选择。



70.

什么是油烟净化器？餐饮业是否有必要安装净化器？

油烟净化器是用于净化厨房排放油烟的治理设备的通称，主要分为过滤式、湿式、静电式和复合式，是有效降低油烟污染排放的治理手段。餐饮业多集中在商业区、居民区，集中排放时对周围环境污染较大，部分餐饮企业仅安装了抽油烟机而并未安装油烟净化器，烹调过程中产生的油烟直接排入空气中，油烟颗粒以及有害气体也会直接对人体造成伤害，同时油烟中的 VOCs 也会对大气环境造成复合性污染。另外，夏季许多露天烧烤直接排放烧烤烟气，所产生的污染危害更加严重。因此，餐饮业必须安装符合环保要求的油烟净化器。



71.

植物对室内空气净化有没有作用？

当前的研究发现，许多绿色植物确实能够吸附去除空气中的 VOCs，如苯、甲醛等，起到一定的空气净化作用。然而，科学家们对于植物净化空气的机理研究得还不够充分，尚不清楚这些植物在净化空气的同时是否会对人体造成一些潜在的危害。而且，目前的研究大多是针对植物的 24 小时观察，尚不清楚植物能否提供长期持续的空气净化效果。

面对现在市面上存在的一些对植物净化效果任意夸大的宣传，我们要保持科学理性的态度，不要盲目听从商家的宣传口号。要想拥有良好的室内空气环境，使用国家认可的环保装修材料、注意开窗通风、适当使用科学的空气净化装置，才是真正行之有效的方法。



72.

居民的那些生活活动会造成 VOCs 的排放?

居民的很多生活活动都会造成 VOCs 的排放，其中主要包括燃料燃烧（如小煤炉取暖、秸秆焚烧等），食物烹饪、居室装修、服装干洗、家用化学品的使用（喷雾剂、化妆品等）等。这些生活活动虽然都会造成 VOCs 的排放，但其产生机制并不相同，如燃料燃烧过程排放的 VOCs 是燃烧生成的，而装修过程排放的 VOCs 是建筑涂料或胶黏剂等使用过程中溶剂挥发造成的。

居民的很多生活活动都会造成 VOCs 的排放，其中主要包括燃料燃烧（如小煤炉取暖、秸秆焚烧等）、食物烹饪、居室装修、服装干洗、家用化学品的使用（喷雾剂、化妆品等）等。



73.

使用空气清新剂可以改善环境空气吗？

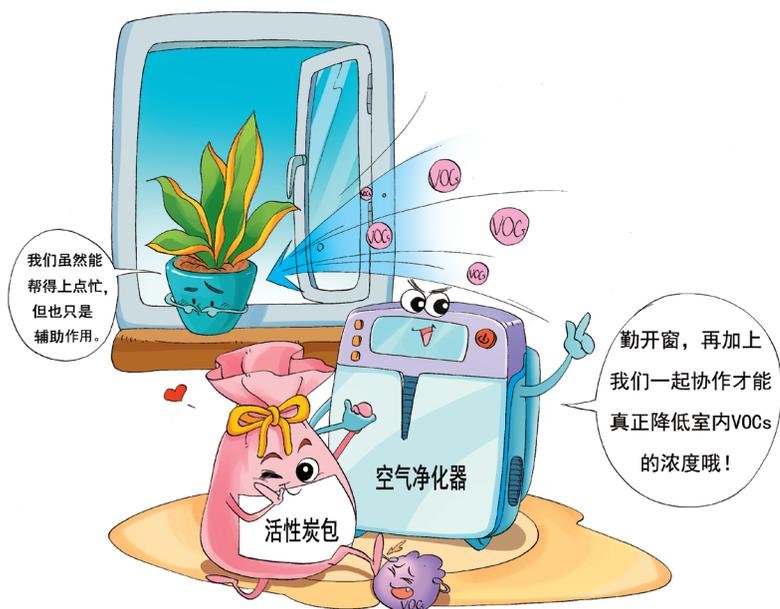
空气清新剂可能含有 VOCs，其产生的香味只能遮盖环境中的异味，无法改善空气质量。空气清新剂中的 VOCs 成分有可能会对环境产生新的污染，对人体产生危害，因此不建议使用。



74.

只靠绿色植物就可以改善装修后的室内空气吗？

吊兰、芦荟等可以吸收空气中的甲醛，常春藤、龙舌兰等可以捕捉苯系物。植物适合作为空气净化的辅助手段，当空气轻度污染时净化效果较好，一旦空气污染严重，植物会“自身难保”，无法存活。装修后的室内空气中 VOCs 的浓度通常较高，还需要长时间通风换气以及配合使用活性炭、空气净化器等来降低 VOCs 浓度。大多数植物进行的是光合作用，在夜晚时没办法起到相应作用，并且由于植物是夜间吸氧，如果摆放过多，则会过度消耗氧气。



75.

采用互联网上的“偏方”就可以去除甲醛等VOCs污染吗？

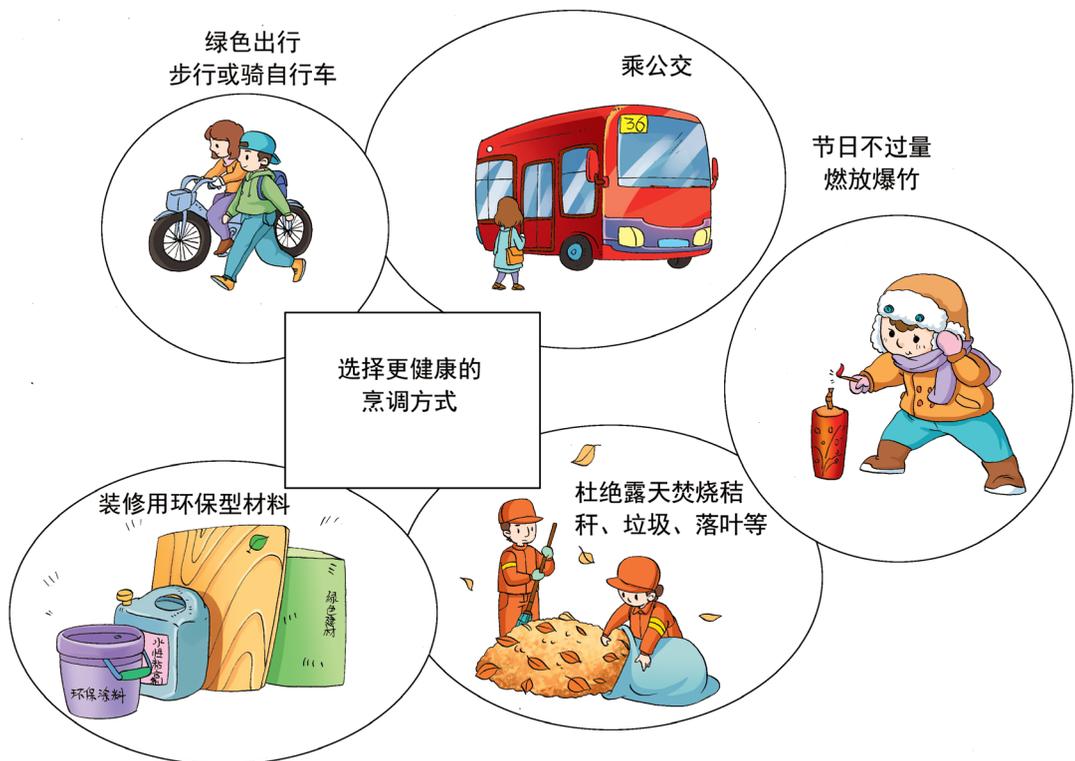
在室内 VOCs 污染物中，最受关注的就是甲醛，网络上一度流行很多去除甲醛的“偏方”，如用柚子皮、橘子、菠萝等水果吸附甲醛；用水、醋、红茶泡水去除甲醛，食醋熏蒸去除甲醛；甲醛清除剂通过化学反应去除甲醛。但是这些方法通常对去除甲醛并没有什么效果，有些可能反而会产生二次污染。



76.

公众如何参与 VOCs 污染减排与防治?

积极倡导低碳、绿色的出行方式，尽量选择乘坐公共交通工具、骑自行车或步行；烹饪时选择更健康的烹调方式；节假日不要过量燃放烟花爆竹；尽量杜绝露天焚烧秸秆、垃圾、落叶等；装修尽量选用环保型材料，不浪费，不过度装修。



下
篇

工
具
应
用
篇



第
一
章

基础知识

1.

VOCs 污染防治的技术体系由几部分构成？

VOCs 污染防治的技术体系主要包括源头替代、过程控制、末端治理、精细管控四部分构成。

2.

VOCs 原辅材料的源头替代材料有哪些？

（1）石化 / 化工行业

使用低（无）VOCs 含量、低反应活性的原辅材料，加快对芳香烃、含卤素有机化合物的绿色替代。

（2）包装印刷行业

可选择水性、辐射固化、植物基等低 VOCs 含量的油墨。

可选择水基、热熔、无溶剂、辐射固化、改性、生物降解等低 VOCs 含量的胶粘剂。

可选择低 VOCs 含量、低反应活性的清洗剂。

（3）工业涂装行业

可选择水性、粉末、高固体分、无溶剂、辐射固化等低 VOCs 含量的涂料。

3.

低挥发性 VOCs 材料有哪些产品技术标准？

目前已发布的低挥发性原辅材料的产品技术要求包括：

生态环境部：《环境标志产品技术要求 水性涂料》（HJ 2537—2014）、《环境标志产品技术要求 凹印油墨和柔印油墨》（HJ 371—2018）、《环境标志产品技术要求 胶印油墨》（HJ/T 370—2007）、《环境标志产品技术要求 胶粘剂》（HJ 2541—2016）、《环境标志产品技术要求 家用洗涤剂》（HJ 458—2009）。

工业和信息化部：《水性液态内墙硅藻涂料》（HG/T 5172—2017）、《带锈涂装用水性底漆》（HG/T 5173—2017）、《玻璃和陶瓷制品装饰用水性涂料》（HG/T 5175—2017）、《汽车塑料件用水性涂料》（HG/T 5180—2017）、《水性紫外光（UV）固化木器涂料》（HG/T 5183—2017）。

4.

什么是辐射固化？

辐射固化是一种借助于能量照射实现化学配方物质（涂料、油墨和胶粘剂）由液态转化为固态的加工过程。

辐射固化技术的实用化可以追溯到 20 世纪 60 年代，当时德国推出了第一代 UV 涂料，在木器涂装工业上得到初步应用。以后辐射固化技术逐步由木材单一的基材扩展至纸张、各种塑料、金属、石材，甚至水

泥制品、织物、皮革等基材的涂装应用。加工产品的外观也由最初的高光型发展到亚光型、珠光型、烫金型、纹理型等。

辐射固化的能量来源可以是红外（IR）、紫外（UV）、电子束（EB）等。

5.

什么是高固体分涂料？

高固体分涂料指溶剂含量比传统涂料低得多的溶剂型涂料。一般指固体组分质量百分含量为 60% ~ 80% 的溶剂型涂料。实际上，不同地区、不同行业、不同部门，高固体分的定义不同。

根据《环境保护综合名录（2017）》，对于汽车涂料，高固体分的定义是“中涂施工固体分高于 65%，单色漆施工固体分高于 60%，闪光漆施工固体分高于 45%，清漆施工固体分需高于 55%”。

根据中国电器工业协会电线电缆分会 2015 年的发文，“目前，漆包线产品国际公认的可适用的最高固体含量为 50% 左右，同时，尚没有成熟的可替代产品”。

根据《建筑用外墙涂料中有害物质限值》（GB24408—2009），高固体分含量的国标要求为 > 30%。

6.

VOCs 无组织排放的排放源有哪些？该如何管理？

对含 VOCs 物料（包括含 VOCs 原辅材料、含 VOCs 产品、含 VOCs 废料以及有机聚合物材料等）储存、转移和输送、设备与管线组件泄漏、敞开液面逸散以及工艺过程等五类排放源实施管控，通过采取设备与场所密闭、工艺改进、废气有效收集等措施，削减 VOCs 无组织排放。

7.

含 VOCs 的物料在密闭场所该如何管理？

含 VOCs 物料应储存于密闭容器、包装袋，高效密封储罐，封闭式储库、料仓等。含 VOCs 物料转移和输送，应采用密闭管道或密闭容器、罐车等。高 VOCs 含量废水（废水液面上方 100 mm 处 VOCs 检测质量浓度超过 200 mg/L，其中，重点区域超过 100 mg/L，以碳计）的集输、储存和处理过程，应加盖密闭。含 VOCs 物料生产和使用过程，应采取有效收集措施或在密闭空间中操作。

8.

VOCs 减量排放的先进生产技术有哪些？

目前主要是通过采用全密闭、连续化、自动化等生产技术，以及高效工艺与设备等，有效减少工艺过程无组织排放。

挥发性有机液体装载优先采用底部装载方式。

石化、化工行业重点推进使用低（无）泄漏的泵、压缩机、过滤机、离心机、干燥设备等，推广采用油品在线调和技術、密闭式循环水冷却系统等。

工业涂装行业重点推进使用紧凑式涂装工艺，推广采用辊涂、静电喷涂、高压无气喷涂、空气辅助无气喷涂、热喷涂等涂装技术，鼓励企业采用自动化、智能化喷涂设备替代人工喷涂，减少使用空气喷涂技术。

包装印刷行业大力推广使用无溶剂复合、挤出复合、共挤出复合技术，鼓励采用水性凹印、醇水凹印、辐射固化凹印、柔版印刷、无水胶印等印刷工艺。

9.

如何提高 VOCs 的废气收集率？

遵循“应收尽收、分质收集”的原则，科学设计废气收集系统，将无组织排放转变为有组织排放进行控制。

采用全密闭集气罩或密闭空间的，除行业有特殊要求外，应保持微负压状态，并根据相关规范合理设置通风量。

采用局部集气罩的，距集气罩开口面最远处的 VOCs 无组织排放位置，控制风速应不低于 0.3 m/s，有行业要求的按相关规定执行。

10.

VOCs 的末端治理技术有哪些？

低浓度、大风量废气，宜采用活性炭吸附、沸石转轮吸附、减风增浓等浓缩技术，提高 VOCs 浓度后净化处理；

高浓度废气，优先进行溶剂回收，难以回收的，宜采用高温焚烧、催化燃烧等技术；

油气（溶剂）回收宜采用冷凝+吸附、吸附+吸收、膜分离+吸附等技术；

光催化、光氧化技术主要适用于恶臭异味等治理；

低温等离子体、生物法主要适用于低浓度 VOCs 废气治理和恶臭异味治理；

非水溶性的 VOCs 废气禁止采用水或水溶液喷淋吸收处理；

采用一次性活性炭吸附技术的，应定期更换活性炭，废旧活性炭应再生或处理处置；

有条件的工业园区和产业集群等，推广集中喷涂、溶剂集中回收、活性炭集中再生等，加强资源共享，提高 VOCs 治理效率。

11.

VOCs常用末端治理的装置有相应的技术规范吗?

截至2020年6月,生态环境部制定了3项常用末端治理装置的工程技术规范。分别是:

《吸附法工业有机废气治理工程技术规范》(HJ 2026—2013)

《催化燃烧法工业有机废气治理工程技术规范》(HJ 2027—2013)

《蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范》(HJ 1093—2020)

12.

吸附法装置运维的安全注意事项有哪些?

(1) 除溶剂和油气储运销装置的有机废气吸附回收外,进入吸附装置的有机废气中有机物的浓度应低于其爆炸极限下限的25%。当废气中有机物的浓度高于其爆炸极限下限的25%时,应使其降低到其爆炸极限下限的25%后方可进行吸附净化。

(2) 进入吸附装置的颗粒物含量宜低于 1 mg/m^3 。

(3) 进入吸附装置的废气温度宜低于 40°C 。

(4) 在吸附操作周期内,吸附了有机气体后吸附床内的温度应低于 83°C 。当吸附装置内的温度超过 83°C 时,应能自动报警,并立即启动降温装置。

13.

催化燃烧装置运维的安全注意事项有哪些？

(1) 排风机之前应设置浓度冲稀设施。当反应器出口温度达到 600℃时，控制系统应能报警，并自动开启冲稀设施对废气进行稀释处理。

(2) 催化燃烧或高温燃烧装置应具有过热保护功能。

(3) 催化燃烧或高温燃烧装置应进行整体保温，外表面温度应低于 60℃。

(4) 进入催化燃烧装置的废气中有机物的浓度应低于其爆炸极限下限的 25%。当废气中有机物的浓度高于其爆炸极限下限的 25% 时，应通过补气稀释等预处理工艺使其降低到其爆炸极限下限的 25% 后方可进行催化燃烧处理。

14.

蓄热燃烧装置运维的安全注意事项有哪些？

(1) 当废气浓度波动较大时，应对废气进行实时监测，并采取稀释、缓冲等措施，确保进入蓄热燃烧装置的废气浓度低于爆炸极限下限的 25%。

(2) 应在治理工程与主体生产工艺设备之间的管道系统中安装阻火器或防火阀，阻火器应符合 GB/T 13347—2010 的相关规定，防火阀应符合 GB 15930—2007 的相关规定。

(3) 当治理工程进风、排风管道采用金属材质时，应采取法兰跨接、

系统接地等措施，防止静电产生和积聚。

(4) 管道气体温度超过 60℃或蓄热燃烧装置表面可接触部位的温度高于 60℃时，应做隔热保护或相关警示标识，保温设计应符合 SGBZ-0805 的相关规定。

(5) 燃料供给系统应设置高低压保护和泄漏报警装置。

(6) 压缩空气系统应设置高低压保护和泄漏报警装置。

15.

什么是蓄热催化燃烧(RCO)、催化燃烧(CO)、蓄热燃烧(RTO)? 它们有什么区别?

RCO 是指利用 VOCs 氧化催化剂的作用，催化氧化有机废气中的 VOCs，同时利用蓄热体的蓄热能力对 VOCs 氧化反应产生的能量和加热设备产生的热量进行循环利用的工业有机废气净化装置。

RTO 的原理是在高温下将废气中的有机物 (VOCs) 氧化成对应的二氧化碳和水，从而净化废气，并回收废气分解时所释放出来的热量。

RCO 与 CO 的区别在于是否使用蓄热装置。RCO 与 RTO 的区别在于是否采用了催化剂。

一般而言，RCO 的投资成本高，燃烧温度低，运营成本低。RTO 的投资成本低，燃烧温度高，运营成本高。

16.

VOCs 综合治理的精细管控措施有哪些？

（1）制定源清单与管控方案

各地应围绕当地环境空气质量改善需求，根据 O₃、PM_{2.5} 来源解析，结合行业污染排放特征和 VOCs 物质光化学反应活性等，确定本地区 VOCs 控制的重点行业 and 重点污染物，兼顾恶臭污染物和有毒有害物质控制等，提出有效管控方案。

（2）推行“一厂一策”制度

各地应加强对企业帮扶指导，对本地污染物排放量较大的企业，组织专家提供专业化技术支持，严格把关，指导企业编制切实可行的污染治理方案，明确原辅材料替代、工艺改进、无组织排放管控、废气收集、治污设施建设等全过程减排要求，测算投资成本和减排效益，为企业有效开展 VOCs 综合治理提供技术服务。

（3）建立运营管理台账

企业应系统梳理 VOCs 排放主要环节和工序，包括启停机、检维修作业等，制定具体操作规程，落实到具体责任人。健全内部考核制度，加强人员能力培训和技术交流。建立管理台账，记录企业生产和治污设施运行的关键参数，在线监控参数要确保能够实时调取，相关台账记录至少保存三年。

17.

国家标准、地方排放、综合排放、行业排放标准之间的关系？

国家标准是基础，地方标准应严于国家标准。

有行业排放标准的，执行行业排放标准；无行业排放标准的执行综合排放标准。

18.

我国 VOCs 相关的国家排放标准有哪些？

由于排放标准的制订工作非常复杂，涉及 VOCs 排放标准总体进展缓慢。新标准的制订强调从源头、过程和末端进行全过程控制，严格了常规污染物的排放限值，大幅度增加了涉及 VOCs 的控制项目，重视无组织排放控制，实行排放限值与管理性规定并重的原则，明确了无组织排放的管理要求。截至 2019 年 11 月，涉及 VOCs 的大气固定源污染物排放国家标准有 18 项。

涉及 VOCs 国家大气污染物排放标准（截至 2019 年 11 月）

标准名称	标准编号
恶臭污染物排放标准	GB 14554—1993
大气污染物综合排放标准	GB 16297—1996
饮食业油烟排放标准（试行）	GB 18483—2001
储油库大气污染物排放标准	GB 20950—2007
汽油运输大气污染物排放标准	GB 20951—2007
加油站大气污染物排放标准	GB 20952—2007
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
炼焦化学工业污染物排放标准	GB 16171—2012
轧钢工业大气污染物排放标准	GB 28665—2012
电池工业污染物排放标准	GB 30484—2013
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
烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准	GB 15581—2016
挥发性有机物无组织排放控制标准	GB 37822—2019
制药工业大气污染物排放标准	GB 37823—2019
涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准	GB 37824—2019

19.

我国 VOCs 相关的地方排放标准有哪些？

截至 2019 年 12 月底，已经发布的与 VOCs 有关的排放标准北京市 15 项，上海市 11 项，山东省 8 项，重庆市、江西省各 6 项，广东省、浙江省各 5 项，天津市、江苏省、湖南省、福建省各 3 项，河北省 2 项，陕西省、四川省、辽宁省各 1 项，见附件。

20.

苯、甲苯和二甲苯可能比非甲烷总烃大吗？

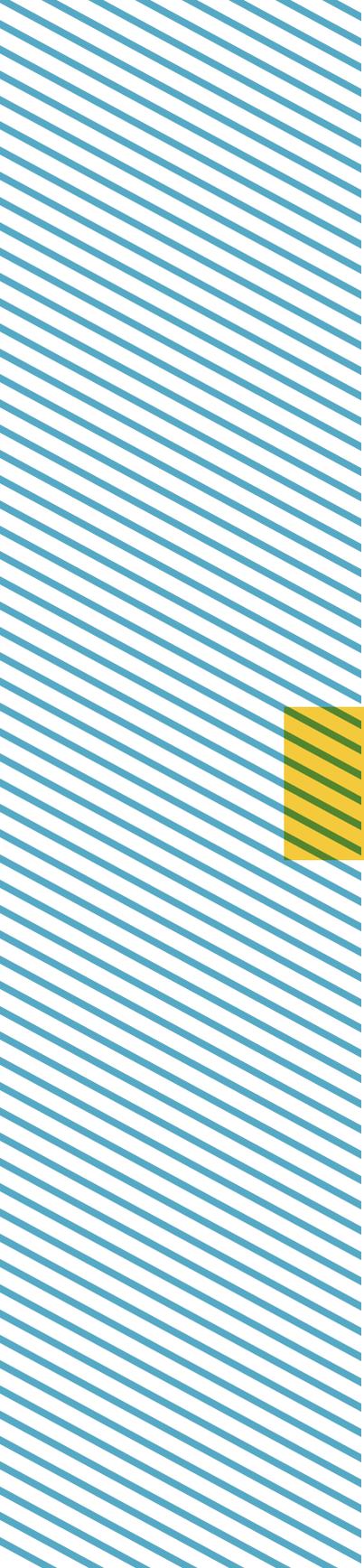
在一定的条件下，苯、甲苯和二甲苯是可以比非甲烷总烃大的。

非甲烷总烃（NMHC）定义为从总烃测定结果中扣除甲烷后剩余值，而总烃是指规定条件下在气相色谱氢火焰离子化检测器上产生响应的气态有机物总和。按通常理解，NMHC 是指除甲烷以外的所有可挥发的碳氢化合物（通常为 C2 ~ C8）。

从含义上看，苯、甲苯和二甲苯属于烃类，是包含在 NMHC 里面的。但是，检测方法规定，“在规定的条件下所测得的 NMHC 是与气相色谱氢火焰离子化检测器有明显响应的除甲烷外碳氢化合物总量，以碳计。”

NMHC 是以碳计，而苯、甲苯和二甲苯依据毛细管柱色谱图的峰值进行计算，算出来的是总体质量浓度。即非甲烷总烃只算出其中碳的量，而苯、甲苯和二甲苯计算的是碳和氢的量，而氢的比例不低。

当污染源是以苯系物为主时，苯、甲苯和二甲苯是可以比非甲烷总烃高的。



第二章

石化行业 VOCs 防控

21.

现阶段重点管控的石化行业包含哪些？

依据生态环境部《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53号），我国现阶段重点控制的石化行业主要指“石油炼制及有机化学品、合成树脂、合成纤维、合成橡胶等行业”。

22.

石化行业 VOCs 的排放环节通常有哪些？

- (1) 设备动静密封点泄漏；
- (2) 有机液体储存与调和挥发损失；
- (3) 有机液体装卸挥发损失；
- (4) 废水集输、储存、处理处置过程逸散；
- (5) 燃烧烟气排放；
- (6) 工艺有组织排放；
- (7) 工艺无组织排放；
- (8) 采样过程排放；
- (9) 火炬排放；
- (10) 非正常工况（含开停工及维修）排放；
- (11) 冷却塔、循环水冷却系统释放；
- (12) 事故排放。

23.

石油炼制行业 VOCs 排放环节、特征污染物及其浓度是什么？

根据《石油炼制工业废气治理工程技术规范》（HJ1094—2020）的规定：

（1）有组织排放部分

- 1) 氧化沥青尾气：非甲烷总烃（NMHC）50 000 ~ 120 000 mg/m³
- 2) 重整催化剂再生烟气：NMHC 30 ~ 300 mg/m³
- 3) 汽油氧化脱硫醇尾气：NMHC 300 000 ~ 600 000 mg/m³
- 4) 液态烃氧化脱硫醇尾气：NMHC 20 000 ~ 40 000 mg/m³
- 5) 火炬烟气：NMHC 10 ~ 5 000 mg/m³

（2）无组织排放部分

- 1) 设备和管阀件泄露排气：NMHC 0 ~ 50 000 mg/m³
- 2) 装置检测修排气：油气浓度可达 510 000 mg/m³ 以上
- 3) 循环水凉水塔排气：NMHC 0 ~ 10 mg/m³，有机液体换热器泄露严重时 > 30 mg/m³
- 4) 污水集输系统排气：NMHC > 20 mg/m³
- 5) 污水处理厂高浓度废气：NMHC 500 ~ 40 000 mg/m³
- 6) 污水处理厂低浓度废气：NMHC 10 ~ 300 mg/m³
- 7) 汽油、石脑油装载作业排气：NMHC 100 000 ~ 1200 000 mg/m³
- 8) 柴油装载作业排气：NMHC 4 000 ~ 30 000 mg/m³
- 9) 喷气燃料、煤油装载作业排气：NMHC 10 000 ~ 60 000 mg/m³
- 10) 溶剂油装载作业排气：NMHC 10 000 ~ 80 000 mg/m³
- 11) 苯装载作业排气：苯 200 000 ~ 800 000 mg/m³

- 12) 甲苯装载作业排气: 甲苯 $60\,000 \sim 300\,000 \text{ mg/m}^3$
- 13) 二甲苯装载作业排气: 二甲苯 $20\,000 \sim 120\,000 \text{ mg/m}^3$
- 14) 酸性水固定顶罐排气: NMHC $100\,000 \sim 800\,000 \text{ mg/m}^3$, 苯系物 $500 \sim 40\,000 \text{ mg/m}^3$
- 15) 污油固定顶罐排气: NMHC $80\,000 \sim 600\,000 \text{ mg/m}^3$
- 16) 粗柴油固定顶罐排气: NMHC $10\,000 \sim 80\,000 \text{ mg/m}^3$, 苯系物 $500 \sim 1\,000 \text{ mg/m}^3$
- 17) 成品汽油、石脑油内浮顶罐排气: NMHC $1\,000 \sim 50\,000 \text{ mg/m}^3$, 苯系物 $200 \sim 400 \text{ mg/m}^3$
- 18) 苯、甲苯、二甲苯等芳烃内浮顶罐排气: NMHC $500 \sim 50\,000 \text{ mg/m}^3$
- 19) 成品喷气燃料内浮顶罐排气: NMHC $1\,000 \sim 4\,000 \text{ mg/m}^3$, 苯系物 $100 \sim 140 \text{ mg/m}^3$
- 20) 成品柴油内浮顶罐排气: NMHC $500 \sim 4\,000 \text{ mg/m}^3$, 苯系物 $20 \sim 100 \text{ mg/m}^3$
- 21) 成品溶剂油固定顶罐排气: NMHC $10\,000 \sim 50\,000 \text{ mg/m}^3$, 苯系物 $500 \sim 3\,000 \text{ mg/m}^3$
- 22) 碱渣固定顶罐排气: NMHC $10\,000 \sim 20\,000 \text{ mg/m}^3$, 苯系物 $1\,000 \sim 3\,000 \text{ mg/m}^3$
- 23) 高温沥青固定顶罐排气: NMHC $2\,000 \sim 200\,000 \text{ mg/m}^3$, 苯系物 $500 \sim 1\,500 \text{ mg/m}^3$
- 24) 高温蜡油固定顶罐排气: NMHC $2\,000 \sim 200\,000 \text{ mg/m}^3$, 苯系物 $500 \sim 40\,000 \text{ mg/m}^3$

24.

石油炼制行业的源头控制要求有哪些？

(1) 用于储存真实蒸气压大于 76.6 kPa 的挥发性有机液体储罐，应采用压力罐或排放气控制装置。

(2) 用于储存真实蒸气压不小于 2.8 kPa 但不大于 76.6 kPa 的挥发性有机液体且设计容积不小于 75 m³ 的储罐，应采用内浮顶罐或外浮顶罐；或采用固定顶罐，并应安装密闭排气系统至有机废气回收（或处理）装置，其排放气体应达标排放。

25.

石油炼制行业 VOCs 治理技术如何选择？

根据《石油炼制工业废气治理工程技术规范》，在工艺设计前，应对石油炼制废气的组成、气量及变化规律进行调查、分析和监测。石油炼制废气中 VOCs 浓度小于 30 000 mg/m³ 时，一般采用燃烧（氧化）破坏法处理，燃烧（氧化）装置包括催化氧化装置、蓄热燃烧装置、加热炉、焚烧炉、锅炉等；当 VOCs 浓度大于或等于 30 000 mg/m³ 时，一般宜优先采用吸附、吸收、冷凝、膜分离以及它们的组合工艺回收处理，不能达标再采用燃烧（氧化）破坏法。

26.

石化行业中 VOCs 相关排放标准有哪些？

国家对石化行业中的 VOCs 排放先后出台了 4 项标准，并以产排污环节对应的生产设施或排放口为单位，明确各排放口各污染物许可排放浓度。

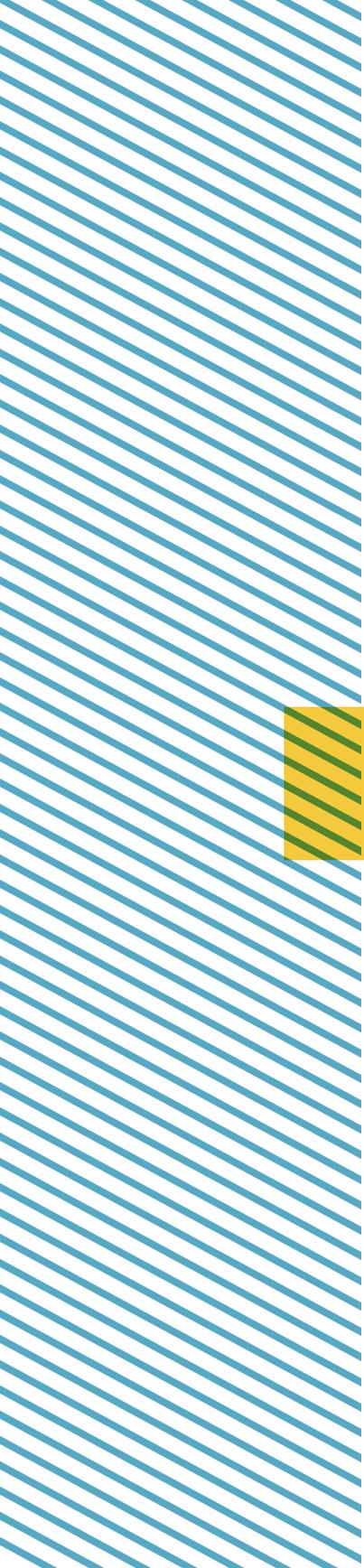
石化行业 VOCs 国家排放标准及排污许可制度

序号	标准 / 排污许可
石化行业 VOCs 国家排放标准	
1	《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570—2015）
2	《石油化工工业污染物排放标准》（GB 31571—2015）
3	《合成树脂工业污染物排放标准》（GB 31572—2015）
4	《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822—2019）
石化行业排污许可	
1	《排污许可证申请与核发技术规范 石化工业》（HJ 853—2017）

地方出台了 3 项标准。

各地方石化行业 VOCs 排放标准

序号	地区	标准
1	北京市	《炼油与石油化学工业大气污染物排放标准》（DB 11/447—2015）
2	天津市	《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB12/524—2014）
3	河北省	《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB13/2322—2016）



第三章

化工行业 VOCs 防控

27.

现阶段重点管控的化工行业包含哪些？

依据生态环境部《重点行业挥发性有机物综合治理方案》（环大气〔2019〕53号），我国现阶段重点控制的化工行业主要指“制药、农药、涂料、油墨、胶粘剂、橡胶和塑料制品等行业”。

28.

涂料工业的原辅材料有哪些？

涂料生产过程中主要的原料和辅料包括颜料、树脂、溶剂、助剂等，含 VOCs 的原辅材料主要为各类树脂、有机溶剂和助剂，有机溶剂包括烷烃为主的脂肪烃混合物、芳香烃、醇类、醚醇类、酮类、酯类、萜烯类及氯代烷烃和硝基烷烃等；树脂包括醇酸树脂、氨基树脂、丙烯酸树脂、酚醛树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂等。

29.

涂料工业的生产过程（工艺）有哪些？

涂料的生产是颜料、树脂、溶剂、助剂等原辅材料的研磨混合过程。

根据涂料产品形态和使用的分散介质分为溶剂型涂料（包括辐射固化涂料）、水性涂料和粉末涂料。其中溶剂型涂料和水性涂料的生产过程主要包括原辅材料储存、计量、输送、预混合、研磨、调配、过滤、储存、包装等工序。粉末涂料的生产过程主要包括原辅材料压碎、预混合、加热、研磨等工序。

30.

油墨工业的原辅材料有哪些？

油墨生产过程中主要原料和辅料包括色料、连结料（植物油、矿物油、树脂、溶剂）、助剂等，其中含 VOCs 的原辅料主要是各类助剂（流平剂、消泡剂、阻聚剂等）和树脂，其中树脂包括聚酰胺树脂、氯化聚丙烯树脂、聚酯聚氨酯树脂、丙烯酸共聚树脂、醇 / 水型丙烯酸树脂等。

31.

油墨工业的生产过程（工艺）有哪些？

油墨的生产是由色料、连结料（植物油、矿物油、树脂、溶剂）和填充料等原辅材料的研磨混合过程。根据油墨产品形态不同可分为浆状油墨、液状油墨和固体油墨；根据使用连结料不同可分为溶剂型油墨、水性油墨、辐射固化油墨。油墨的生产过程主要包括色料、连结料、助剂的预混合、搅拌、研磨、调配、包装等工序。

32.

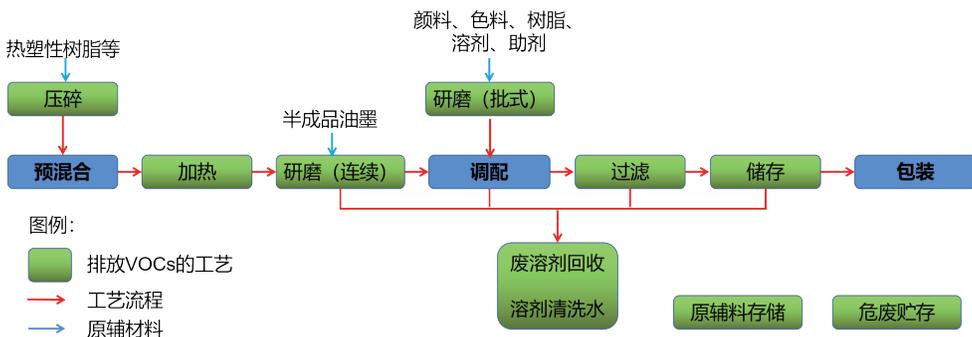
涂料油墨工业的 VOCs 在哪里产生？

涂料工业企业的 VOCs 主要产生于含 VOCs 原辅材料（溶剂、助剂和树脂等）的预混合、研磨、加热、调配、过滤、包装、移动缸和固定釜清洗过程、原辅料和危险废物贮存。

油墨工业企业 VOCs 主要产生于含 VOCs 原辅料（助剂和树脂等）预混合、搅拌、分散工序，油墨产品的包装过程以及危险废物贮存。

33.

油墨涂料工业的 VOCs 包含哪些工艺排放段？



34.

涂料油墨行业各工序 VOCs 产生的浓度是多少？

涂料油墨工业 VOCs 生产工艺主要包括溶剂型涂料、水性工业涂料、粉末涂料、水性建筑涂料，溶剂型油墨、水性油墨。

生产工艺	原辅材料及工艺类型	产污环节	单位产品 VOCs 基准产生量 / (kgVOCs/t 产品)	VOCs 产生浓度水平 / (mg/m ³)
溶剂型涂料	树脂 / 溶剂 / 颜料 / 助剂	投料混合、研磨、调配、包装等	10	200~800
水性工业涂料	水性树脂 / 溶剂 / 颜料 / 助剂	投料、包装	5	50~300
粉末涂料	树脂 / 溶剂 / 颜料 / 助剂	压碎	0.5	5~50
水性建筑涂料	水性树脂 / 溶剂 / 颜料 / 助剂	投料、包装	0.5	5~50
溶剂型油墨	除胶版油墨的溶剂型油墨：树脂 / 溶剂 / 颜料 / 助剂	搅拌、研磨、包装等	10	200~800
	胶版油墨：矿物油 / 植物油 / 颜料 / 助剂	搅拌、研磨、包装等	0.5	5~50
水性油墨	水性树脂 / 溶剂 / 颜料 / 助剂	搅拌、调配、包装	5	50~300

35.

涂料油墨行业 VOCs 控制技术有哪些？

序号	产品类型	预防技术	治理技术	污染物非放浓度水平 (mg/m ³)					技术适用条件
				颗粒物	NMHC	TVOC	苯系物	苯	
1	溶剂型涂料	①桶泵投料技术+②密闭式研磨机研磨技术+③自动或半自动包装技术+④固定缸/移动缸气体收集技术	①除尘技术+②燃烧技术	≤ 20	1 ~ 40	1 ~ 50	≤ 10	≤ 0.5	适用于溶剂型工业涂料,如卷钢、船舶、机械、汽车、家具、包装印刷、电子等行业用涂料。典型治理技术路线为除尘技术+RTO。非连续生产或废气浓度水平波动较大时,应用该技术处理废气的能耗会增加
2			①除尘技术+②吸附技术+③燃烧技术	≤ 20	1 ~ 50	1 ~ 60	≤ 15	≤ 0.5	适用于溶剂型工业涂料,如卷钢、船舶、机械、汽车、家具、包装印刷、电子等行业用涂料。典型治理技术路线为除尘技术+沸石转轮吸附+RTO、除尘技术+活性炭吸附技术+CO。对于中大型企业适合采用RTO燃烧技术,余热回用后运行费用较低
3	水性工业涂料	①涂料水性树脂(连结料)替代技术+②桶泵投料技术+③密闭式卧式研磨机研磨技术+④自动或半自动包装技术+⑤固定缸/移动缸气体收集技术	①除尘技术+②吸附技术	≤ 20	1 ~ 20	1 ~ 15	≤ 10	≤ 0.5	适用于水性工业涂料生产废气,如水性家具漆、水性汽车漆等。典型治理技术路线为除尘技术+活性炭吸附技术

序号	产品类型	预防技术	治理技术	污染物非放浓度水平 (mg/m ³)					技术适用条件
				颗粒物	NMHC	TVOC	苯系物	苯	
4		①涂料水性树脂(連結料)替代技术+②桶泵投料技术+③密闭卧式研磨机研磨技术+④自动或半自动包装技术+⑤固定缸/移动缸气体收集技术	①除尘技术+②吸附技术+③燃烧技术	≤ 20	1 ~ 50	1 ~ 60	≤ 15	≤ 0.5	适用于水性家具漆、水性汽车漆等水性工业涂料生产废气, 同溶剂型工业涂料生产废气混合处理
5	粉末涂料	①自动或半自动包装技术+②固定缸/移动缸气体收集技术	①除尘技术	≤ 30	1 ~ 10	1 ~ 15	≤ 5	≤ 0.2	适用于粉末涂料生产废气, 如粉末船舶涂料等
6	水性建筑涂料	①涂料水性树脂(連結料)替代技术+②桶泵投料技术+③自动或半自动包装技术	①除尘技术	≤ 20	1 ~ 10	1 ~ 15	≤ 5	≤ 0.2	适用于水性建筑涂料生产废气, 如内墙涂料等
7		①桶泵投料技术+②密闭卧式研磨机研磨技术+③自动或半自动包装技术+④固定缸/移动缸气体收集技术	①除尘技术+②燃烧技术	≤ 20	1 ~ 40	1 ~ 50	≤ 10	≤ 0.5	适用于溶剂型凹版油墨、溶剂型柔版油墨等溶剂型油墨以及光油等生产。典型治理技术路线为除尘技术+RTO。非连续生产或废气浓度水平波动较大时应用该技术处理废气的能耗会增加
8	溶剂型油墨		①除尘技术+②吸附技术+③燃烧技术	≤ 20	1 ~ 50	1 ~ 60	≤ 15	≤ 0.5	适用于溶剂型凹版油墨、溶剂型柔版油墨等溶剂型油墨以及光油等生产。典型治理技术路线为除尘技术+沸石转轮吸附+RTO。对于中大型企业适合采用RTO燃烧技术, 余热回用后运行费用较低
9		①桶泵投料技术+②自动或半自动包装技术	①除尘技术+②吸附技术	≤ 20	1 ~ 10	1 ~ 15	≤ 10	≤ 0.5	适用于除连结料生产之外的胶版印刷油墨生产工序。典型治理技术路线为除尘技术+活性炭吸附技术

序号	产品类型	预防技术	治理技术	污染物非浓度水平 (mg/m ³)				技术适用条件	
				颗粒物	NMHC	TVOC	苯系物		苯
10	水性油墨	①油墨水性树脂(连续料)替代技术+②桶泵投料技术+③密闭卧式研磨机研磨技术+④自动或半自动包装技术+⑤固定缸/移动缸气体会收集技术	①除尘技术+②吸附技术	≤ 20	1 ~ 20	1 ~ 15	≤ 10	≤ 0.5	典型治理技术路线为除尘技术+活性炭吸附技术 同溶剂型工业油墨废气混合处理
11			①除尘技术+②吸附技术+③燃烧技术	≤ 20	1 ~ 50	1 ~ 60	≤ 15	≤ 0.5	

36.

制鞋行业 VOCs 源头替代和过程控制技术有哪些？

(1) 推广使用低 VOCs 原辅材料。

使用水性胶粘剂等低（无）VOCs 含量的原辅材料，推动使用低毒、低挥发性溶剂，使用的胶粘剂应符合《鞋和箱包用胶粘剂》（GB19340）和《环境标志产品技术要求 胶粘剂》（HJ2541）相关要求。

(2) 采用先进制鞋工艺。鼓励使用自动化、数字化柔性多工位制鞋生产工艺，使用密闭性高的生产设备。

37.

制鞋行业 VOCs 末端治理技术有哪些？

VOCs 治理技术的选择需要综合考虑废气浓度、排放总量、风量等因素。浓度低、排放总量小、使用环境友好型原辅材料的企业，可采用活性炭吸附等处理技术或吸附浓缩+燃烧等组合技术。

(1) 活性炭吸附。适用于低浓度 VOCs 处理，吸附设施的风量按照最大废气排放量的 120% 进行设计，处理效率不低于 90%。采用颗粒状吸附剂时，气体流速宜低于 0.60 m/s；采用纤维状吸附剂时，气体流速宜低于 0.15 m/s；采用蜂窝状吸附剂时，气体流速宜低于 1.20 m/s。进入吸附系统的废气温度应控制在 40℃ 以内。

(2) 催化燃烧（CO）。包括蓄热式催化燃烧（RCO），适用 VOCs

排放量较大的企业，高浓度废气可直接进入催化燃烧；低浓度废气可采用吸附浓缩燃烧。进入催化燃烧前有机物浓度应低于其爆炸极限下限的 25%，当废气中的颗粒物含量高于 10 mg/m^3 时，可采用过滤等方式进行预处理，燃烧装置处理效率不低于 97%，蓄热催化燃烧室温度应控制在 $300 \sim 500^\circ\text{C}$ ，气体停留时间不小于 0.75s，炉体外表面温度须小于 60°C 。

38.

塑料制品行业 VOCs 的源头替代和过程控制技术有哪些？

(1) 优先采用环保型原辅料，禁止使用附带生物污染、有毒有害的废物料作为生产原料。进口废塑料作为生产原料的企业应具有固体废物进口许可证，进口的废塑料应符合《进口可用作原料的固体废物环境保护控制标准 废塑料》（GB16487.12—2005）要求。

(2) 抗氧化剂、增塑剂、发泡剂等有机助剂应密封储存，热熔、注塑、烘干等涉 VOCs 排放的各生产工序环节应在封闭车间进行。

(3) 塑料加工工艺应当遵循先进、稳定、无二次污染的原则，优先选用自动化程度高、密闭性强、废气产生量少的生产工艺和装备，鼓励企业选用密闭自动配套装置和生产线。

(4) 鼓励企业通过各种添加剂的调节和装备的提升，降低各工序操作温度，降低生产过程 VOCs 的产生；优先采用水冷工艺。

(5) 控制热熔温度，为防止热熔过程发生分解，在热熔过程中应对造粒机控制面板加热温度进行监控，防止加热温度过高。此外，为控制含氯塑料热熔过程释放含氯气体，其加热过程应低于 185°C 。

39.

塑料制品行业可选择的末端治理技术有哪些？

(1) 根据聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛、氨基塑料等各类型产品生产过程的有机溶剂挥发与高分子化合物热解所排放的 VOCs 特征，选择适当的回收、净化处理技术。

(2) 塑化挤出（包括注塑、挤塑、吸塑、吹塑、滚塑、发泡等）工序废气需采用合理、有效的处理设施，保证废气达标排放。破碎、配料等工序应具备粉尘污染防治措施，优先选用布袋除尘工艺。过滤、压延、粘合等尾气可采用静电除雾器对有机物进行回收处理，发泡废气优先采用高温焚烧技术处理。采用活性炭吸附技术处理废气时，应在前段设置降温、除湿、除尘等预处理措施。鼓励使用组合工艺，如多级喷淋吸收+蒸馏回收、冷凝回收+活性炭吸附、活性炭吸附+水喷淋、吸附浓缩+蓄热式热力燃烧、吸附浓缩+热力燃烧等组合工艺。

40.

化工行业 VOCs 相关排放标准有哪些？

国家对化工行业 VOCs 排放先后制定了 9 项标准。

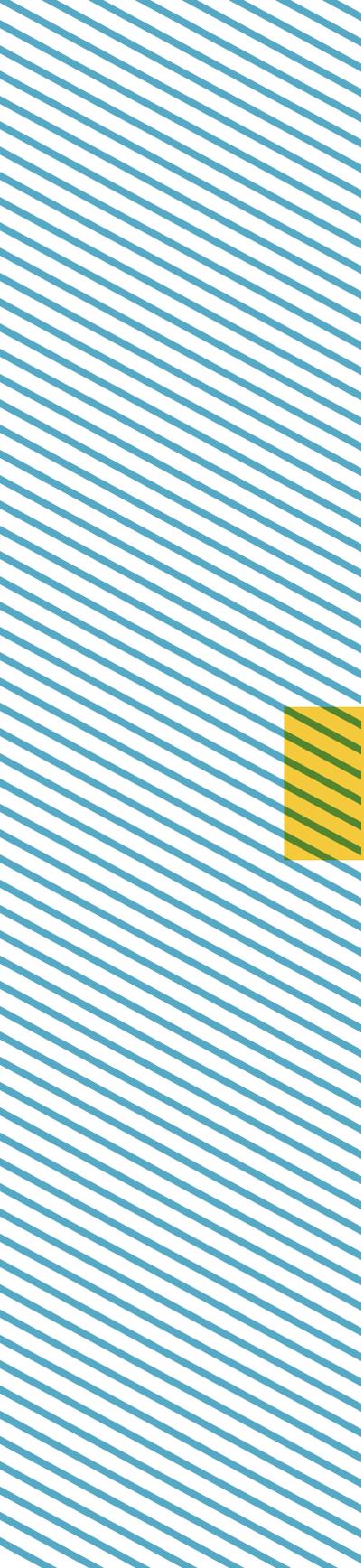
化工行业 VOCs 国家排放标准

序号	标准
1	《制药工业大气污染物排放标准》（GB37823—2019）
2	《涂料、油墨及胶黏剂工业大气污染排放标准》（GB37824—2019）
3	《无机化学工业污染物排放标准》（GB31573—2015）
4	《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484—2001）
5	《橡胶制品工业污染物排放标准》（GB27632—2011）
6	《电池工业污染物排放标准》（GB30484—2013）
7	《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572—2015）
8	《烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准》（GB15581—2015）
9	《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822—2019）

地方出台了 9 项标准。

各地方化工行业 VOCs 排放标准

序号	地区	标准
1	北京市	《有机化学品制造业大气污染物排放标准》（DB 11/1385—2017）
2	天津市	《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB 12/524—2014）
		《铅蓄电池工业污染物排放标准》（DB 12/856—2019）
3	上海市	《半导体行业污染物排放标准》（DB 31/374—2006）
		《生物制药行业污染物排放标准》（DB 31/373—2010）
		《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	山东省	《挥发性有机物排放标准第 6 部分：有机化工业》（DB37/2801.6—2016）
5	江苏省	《化学工业挥发性有机物排放标准》（DB 32/3151—2016）
6	河北省	《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB13/2322—2016）



第四章

包装印刷行业 VOCs 防控

41.

包装印刷行业的工序有哪些？

包装印刷生产一般包括印前、印刷、印后加工三个工艺过程。根据印刷所用版式类型可将印刷分为平版印刷、凹版印刷、凸版印刷（包括树脂版印刷和柔性版印刷）和孔版印刷（主要为丝网印刷）。印前过程主要包括制版及印前处理（洗罐、涂布等）等工序。印刷过程主要包括油墨调配和输送、印刷、在机上光、烘干等工序，以及橡皮布清洗和墨路清洗等配套工序。印后过程主要包括精装、胶装、骑马订装等装订工序；覆膜、上光、烫箔、模切等表面整饰工序；胶黏剂及光油调配和输送、复合、烘干、糊盒、制袋、装裱、裁切等包装成型工序。

42.

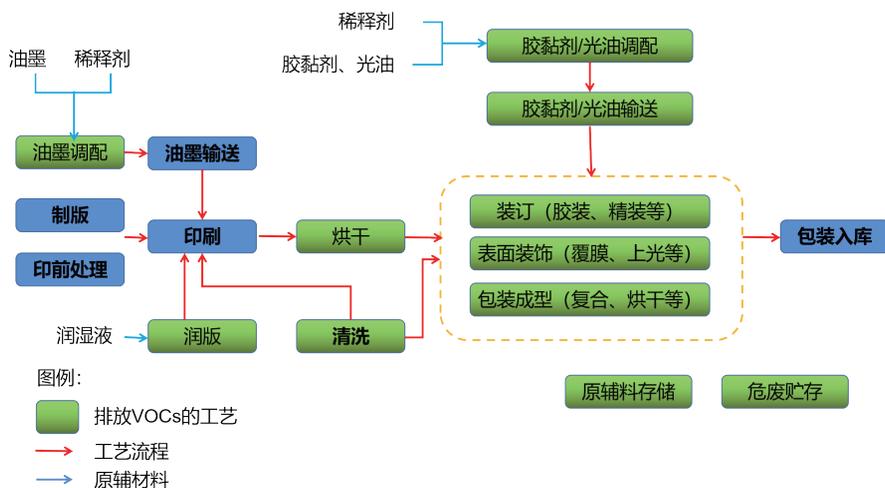
包装印刷行业含 VOCs 的原辅材料有哪些？

包装印刷工业企业使用的主要原料和辅料包括纸张、纸板、塑料薄膜、铝箔、纺织物、金属板材、各类容器、油墨、胶黏剂、稀释剂、清洗剂、润湿液、显影液、定影液、光油、涂料等。其中含 VOCs 的原辅材料包括油墨、胶黏剂、稀释剂、清洗剂、润湿液、光油、涂料等。

43.

包装印刷行业 VOCs 排放工艺段有哪些？

包装印刷工业企业的 VOCs 主要产生于含 VOCs 原辅材料（油墨、胶黏剂、光油等）的调配和输送，印刷、润版、烘干、清洗等工序及原辅材料贮存、危险废物贮存。其中出版物、纸包装等的平版印刷工艺 VOCs 主要来自润版和清洗工序。塑料包装的凹版印刷工艺 VOCs 主要来自印刷和复合工序。VOCs 排放工艺段见下图。



44.

包装印刷行业各生产工艺 VOCs 的产生浓度是多少？

生产工艺	原辅材料及工艺类型		产污环节	单位油墨 VOCs 基准产生量 / (t VOCs/t 油墨)	VOCs 产生浓度水平 / (mg/m ³)
平版印刷	单张纸胶印	辐射固化油墨 / 植物油基胶印油墨	印刷、清洗、润版等	无 / 低醇润湿液 0.05 ~ 0.30	20 ~ 50
				传统润湿液 0.50 ~ 0.80	50 ~ 150
	热固轮转胶印 (有二次燃烧)	植物油基胶印油墨	烘干、印刷、清洗、润版等	0.03 ~ 0.07	10 ~ 30
	冷固轮转胶印	植物油基胶印油墨	印刷、清洗、润版等	0.05 ~ 0.12	15 ~ 30
凹版印刷	溶剂型油墨		烘干	1.50 ~ 2.00	800 ~ 5 000
			印刷、清洗等		300 ~ 800
	水性油墨		烘干	0.10 ~ 0.30	100 ~ 500
			印刷、清洗等		50 ~ 200
凸版印刷	溶剂型油墨		烘干	1.00 ~ 1.20	400 ~ 800
			印刷、清洗等		100 ~ 200
	水性油墨		烘干	0.05 ~ 0.30	30 ~ 40
			印刷、清洗等		30 ~ 40
丝网印刷	溶剂型油墨		烘干环节	0.60 ~ 1.00	400 ~ 600
			印刷、清洗等		100 ~ 300
	UV 油墨		印刷、烘干、清洗等	0.05 ~ 0.10	20 ~ 50
复合 / 覆膜	干式复合	溶剂型胶黏剂	涂胶、烘干等环节	1.00 ~ 1.20 ^a	300 ~ 1 000
	湿法复合	水性胶黏剂	涂胶、烘干等环节	0.03 ~ 0.05 ^a	20 ~ 30
	无溶剂复合、共挤出复合	无溶剂聚氨酯复合树脂	复合、覆膜等环节	≤ 0.01 ^a	≤ 20
上光	溶剂型光油		烘干环节	0.80 ~ 1.50 ^b	500 ~ 1 000
			上光、调配、清洗等环节		200 ~ 500

生产工艺	原辅材料及工艺类型	产污环节	单位油墨 VOCs 基准产生量 / (t VOCs/t 油墨)	VOCs 产生浓度水平 / (mg/m ³)
	水性光油、UV 光油	烘干、上光、清洗等环节	0.10 ~ 0.30 ^b	20 ~ 30

a. 单位胶黏剂 VOCs 基准产生量，单位为 t VOCs/t 胶黏剂；

b. 单位光油 VOCs 基准产生量，单位为 t VOCs/t 光油。

45.

包装印刷行业各生产工序 VOCs 排放的特征污染物有哪些？

生产工序	含 VOCs 原辅材料类型	VOCs 含量 /%	特征污染物	
印刷	平版	热固轮转胶印油墨	≤ 5	高沸点石油类
		单张纸胶印油墨、冷固轮转胶印油墨、UV 油墨	≤ 2	少量烷烃类、酮类、酯类
	凹版	溶剂型凹印油墨	65 ~ 85	醇类、酯类和芳烃类
		水性凹印油墨	≤ 30	醇类、醚类
	凸版	溶剂型凸印油墨	50 ~ 70	醇类
		水性凸印油墨	≤ 10	少量醇类
	丝网	溶剂型丝印油墨	40 ~ 60	酮类、醇类、醚类、酯类和芳烃类
		UV 丝印油墨	≤ 2	少量排出
复合	溶剂型胶黏剂	40 ~ 70	乙酸乙酯、乙醇	
	水性胶黏剂	≤ 5	少量醇类	
	无溶剂胶黏剂	≤ 0.5	基本不排出	
润版	传统润湿液	10 ~ 15	异丙醇、乙醇	
	无 / 低醇润湿液	5 ~ 10	异丙醇、乙醇	
清洗	清洗剂	90 ~ 100	苯类、烃类、酯类	
上光	溶剂型光油	40 ~ 60	醇类、酮类、苯类、酯类	
	水性光油、UV 光油	≤ 3	少量排出	

46.

包装印刷行业 VOCs 控制技术有哪些？

序号	工艺类型	预防技术	治理技术	污染物浓度水平 / (mg/m ³)				技术适用条件
				苯	甲苯	二甲苯	非甲烷总烃	
1		①植物油基胶印油墨替代技术 +②无/低醇润湿液替代技术 +③自动橡皮布清洗技术	—	< 0.2	< 1	< 1	20 ~ 30	适用于书刊、报刊、本册等的平版印刷工艺，可采用无醇润湿液替代技术
2		①植物油基胶印油墨替代技术 +②零醇润版胶印技术+③自动橡皮布清洗技术	—	< 0.2	< 1	< 1	15 ~ 30	适用于报刊的平版印刷工艺。采用该技术需投入印刷机水辊系统的一次性改造费用及定期更换水辊的耗材费用
3	平版印刷	①植物油基胶印油墨替代技术 +②无水胶印技术+③自动橡皮布清洗技术	—	< 0.2	< 1	< 1	15 ~ 30	适用于书刊、本册、标签的平版印刷工艺。该技术对环境的温度要求较高，油墨传输过程需要冷却处理。采用该技术需使用专门的制版机、版材及油墨，成本较有水印刷高约 20% ~ 30%
4		①辐射固化油墨替代技术+②零醇润版胶印技术+③自动橡皮布清洗技术	—	< 0.2	< 1	< 1	40 ~ 50	适用于烟包、纸盒的平版印刷工艺，不适用于直接接触食品产品的印刷。采用该技术需投入印刷机水辊系统的一次性改造费用及定期更换水辊的耗材费用
5		①辐射固化油墨替代技术+②无/低醇润湿液替代技术+③自动橡皮布清洗技术	—	< 0.2	< 1	< 1	20 ~ 30	适用于烟包、标签、票证的平版印刷工艺，不适用于直接接触食品产品的印刷