

制药行业VOCs 法规要求探讨



VOCs

李银红/2020.09.20

内容



1. VOCs基本介绍

2. 制药行业VOCs排放特点

3. 制药行业VOCs排放标准及要求

4. 无组织排放

5. VOCs控制

1.1 基本定义---什么是VOCs?



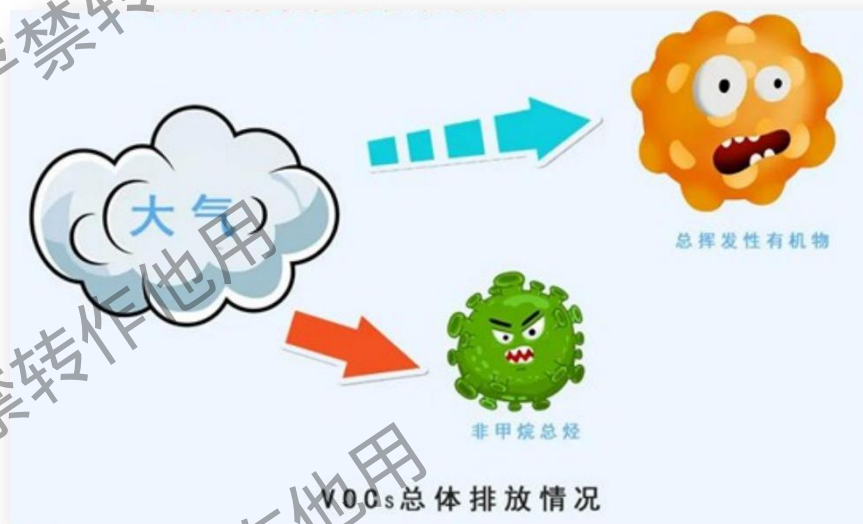
1.学术定义

--正常状态下 (20°C, 101.3kPa) , 蒸气压在0.1mmHg (13.3Pa) 以上, 沸点在260°C (500F) 以下的有机化学物质。

2.污染控制 (从环保意义上讲, 主要指化学性质活泼的那一类挥发性有机物。)

--广义: 以气态方式存在于大气中的所有有机化合物, THC (总碳氢化合物)、NMHC (非甲烷总烃) 等。

--狭义: 参与大气光化学反应的有机化合物 (扣除CH₄ (纯甲烷) 及CFCs (氯氟烃) 等)。常见的VOCs有苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯、三氯乙烯、三氯甲烷、三氯乙烷、二异氰酸酯 (TDI) 、二异氰甲苯酯等。



3.非甲烷总烃、苯系物、TVOCs关系

TVOCs=非甲烷总烃NMHC + 甲烷CH₄ + FID上无响应的VOCs



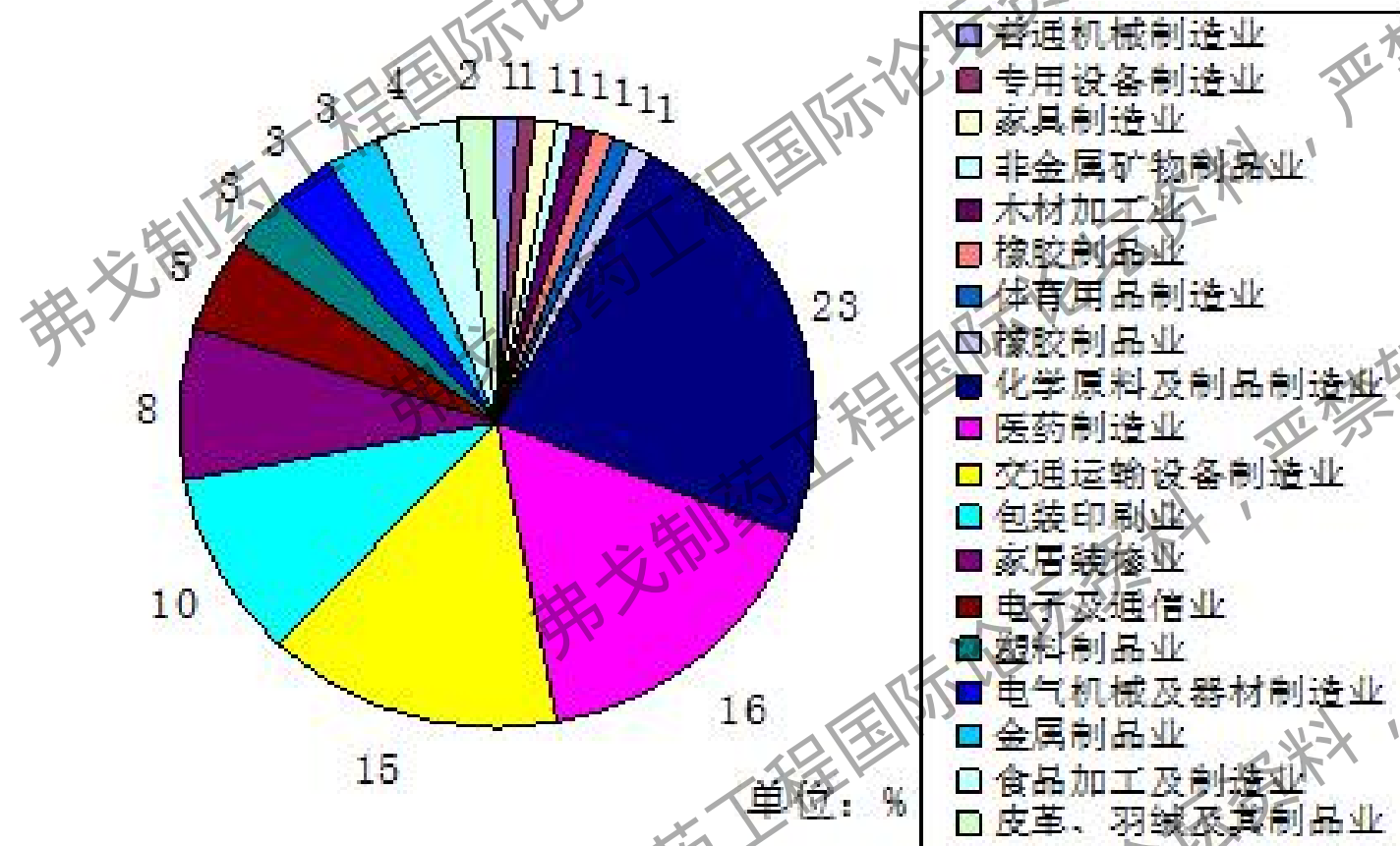
4.《挥发性有机物无组织控制排放标准》

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TVOCs, 非甲烷总烃NMHC做为污染物控制标准项目。

1.2 VOCs的来源



根据调研结果，我国工业VOCs排放源的行业分布情况见下图：



- 23% 化学原料及制品制造业
- 16% 医药制造业
- >1600多种化学原料药
- >4000种化学制剂

1.3 VOCs健康与环境问题



VOCs除了具有**挥发性**

它最典型的特性还有**氧化性强**

在空气中可发生**多种化学反应**,

VOCs是生成**PM2.5和O3**的幕后黑手

VOCs是PM2.5和O3的**共同前体物**

是协同治理PM2.5和O3的**重要抓手**

所以,VOCs治理不容易,也**势在必行**。

1.4 VOCs健康与环境问题



○ 人体健康伤害

危害类型	VOCs 种类
损害神经	醇类（甲醇除外）、醚类、醛类、酮类、部分酯类、苧醇类等；
肺中毒	羟基甲酯类，甲酸酯类；
血液中毒	苯及其衍生物、乙二醇类；
肝脏及新陈代谢中毒	卤代烃类；
肾脏中毒	四四氯乙烷以及乙二醇类；

○ 植物健康伤害

VOCs及其他化合物反应生成的二次污染物，如臭氧和过氧乙酰硝酸等，不但能危害人体健康，而且还会伤害植物。



2. 制药行业VOCs排放特点

2.1 制药行业VOCs排放特点



国家环保局根据工业生产工艺和排污特点，分类管理

2.2 制药行业常见VOCs大气污染物



“家大业大”的挥发性有机物

制药工业常见大气污染物表

烃类	烷烃	环己烷、正庚烷、正丁烷、正己烷、石油醚、溶剂油
	烯烃	丙烯
	苯类	苯、甲苯、二甲苯 (间二甲苯、对二甲苯、邻二甲苯)、乙苯
卤代烃		二氯苯、二氯甲烷、氯仿、四氯乙烯、邻二氯苯、氯苯、二氯乙烷、四氯化碳、氯乙烯、1,2-二氯乙烷
含氧烃	醇	甲醇、乙醇、正丙醇、异丙醇、丁醇、氯代丙二醇、丙二醇、正丁醇、乙二醇、苯甲醇、正戊醇
	酚	对、间甲苯酚、挥发性酚 (酚类)
	醚	乙醚、异丙醚、甲基叔丁基醚
	酮	丙酮、丁酮、甲基异丁基酮、环己酮
	醛	甲醛、乙醛、异丁醛
	酸	醋酸、戊酸、三氯乙酸、草酸、醋酐、丙烯酸、甲酸
	酯	乙酸乙酯、乙酸正丁酯、乙酸丁酯、乙酸异丙酯
	其他	四氢呋喃、环氧乙烷、1,4-二噁烷
含氮有机物		苯胺类、硝基苯类、叔丁胺、三乙胺、二甲基甲酰胺、苯胺、甲胺、乙二胺、二甲基乙酰胺、苯甲腈、环丙胺、吡啶、乙腈、丙烯腈
含硫有机物		环丁砜、二甲基亚砜
其他		氯化氢、氨、硫化氢、氟化物、氰化氢、溴化氢、溴、氯气、光气、二氧化硫、氮氧化物



2.3 各种制药方法大气污染物控制指标

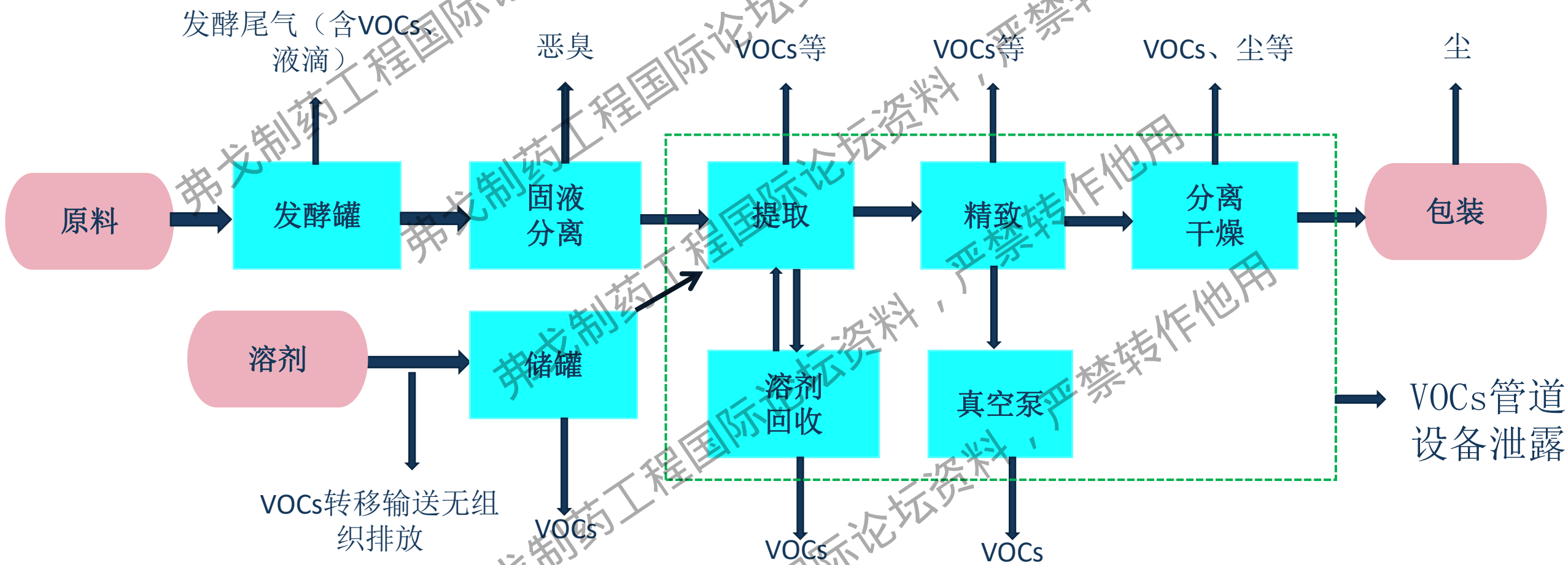


类别	大气污染物控制指标
发酵类	恶臭、VOCs、PM
提取类	恶臭、VOCs、PM、氯化氢、硫酸雾、丙酮、氯仿、乙醚
化学合成类	恶臭、VOCs、PM、氯化氢、二氯甲烷、甲醇、异丙醇、乙腈、丙酮、乙酸乙酯
中药类	恶臭、VOCs、PM
生物工程类	恶臭、VOCs、PM、苯酚、丙酮、环氧乙烷、甲醇、甲醛、氯化氢、乙腈、乙酸乙酯、正己烷
混装制剂类	恶臭、VOCs、PM

2.4 发酵类制药工艺流程及产污点



● 发酵类制药工艺流程及产污点



2.5 发酵类制药废水处理工艺产污节点



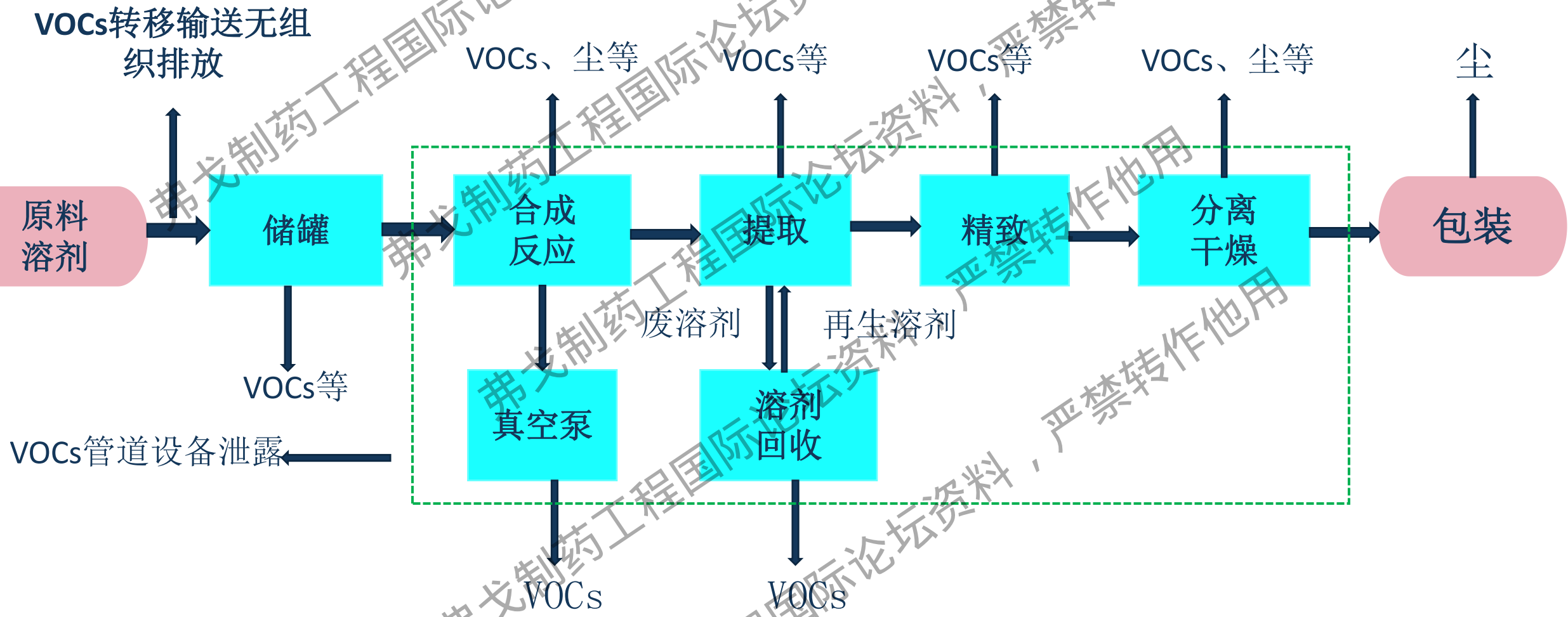
- 发酵类制药废水处理工艺产污节点



2.6 化学合成类制药工艺流程及产污点



- 化学合成类制药工艺流程及产污点



2.7 化学合成类制药废水处理工艺产污节点



- 化学合成类制药废水处理工艺产污节点



2.8 制药行业VOCs排放特征



□ VOCs排放量和排放因子

制药行业由于产品种类众多，生产工艺、原料各不相同，因此测算行业总体的排放量和排放因子比较困难。

1. 《大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南（试行）》

○ 化学原料药的平均VOCs排放因子为430kg/t产品。

2. 典型大宗化学原料药的VOCs排放因子（研究测算）

○ 维生素C：30kg/t产品；维生素E：75kg/t产品；咖啡因：370kg/t产品；

青素：600kg/t产品；头孢类：800 kg/t产品。

3. 行业发展快、VOCs总排放量大。



3. 制药行业VOCs排放标准 及要求

3.1 制药行业VOCs排放标准要求



国家行业排放标准

地方行业或综合排放标准

国家政策要求

地方政策要求

企业环评文件、总量控制要求或排污许可要求

3.2 制药行业VOCs相关法规



- 中华人民共和国大气污染防治法（2018年修订）
- 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（GB37823-2019）



- 有毒有害大气污染物名录（2018年）
- 大气污染物排放标准（GB16297）
- 恶臭污染物排放标准（DB12/ 059—2018）
- 2020年6月24日，生态环境部印发《2020年挥发性有机物治理攻坚方案》
- 地方法规等
- ...

3.3 制药行业VOCs新标准要求



■ 污染物控制指标体系

- 1. 综合指标类（3项）：颗粒物、NMHC和TVOC
- 2. 特征污染物（9项）：苯系物（苯、甲苯、乙苯、二甲苯、三甲苯、苯乙烯）、光气、氰化氢、苯、甲醛、氯气、氯化氢，硫化氢、氨。

■ 特征污染物筛选原则

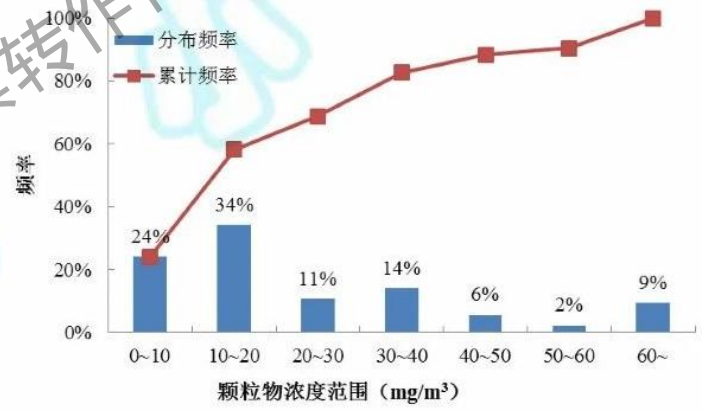
- 1. 产生量（或排放量）较大、光化学活性强的VOCs。
- 2. 毒性大的污染物。
- 3. 恶臭物质（以恶臭排放标准为主进行控制）。

■ 颗粒物限值确定

综合排放数据和国内外标准，颗粒物一般限值确定为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，特排限值为 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。

对于特殊药品（青霉素、激素等）药尘的特别要求：含药物活性成分物料的干燥、输送和包装工段含尘废气应经过**高效空气过滤器**处理后排放，高效空气过滤器的性能应不低于

GB/T13554-2008中A类过滤器的要求。



3.4 制药行业VOCs新标准要去



■ 非甲烷总烃NMHC和TVOC限值确定

NMHC一般限值确定为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ ，特排限值为 $60\text{mg}/\text{m}^3$ 。

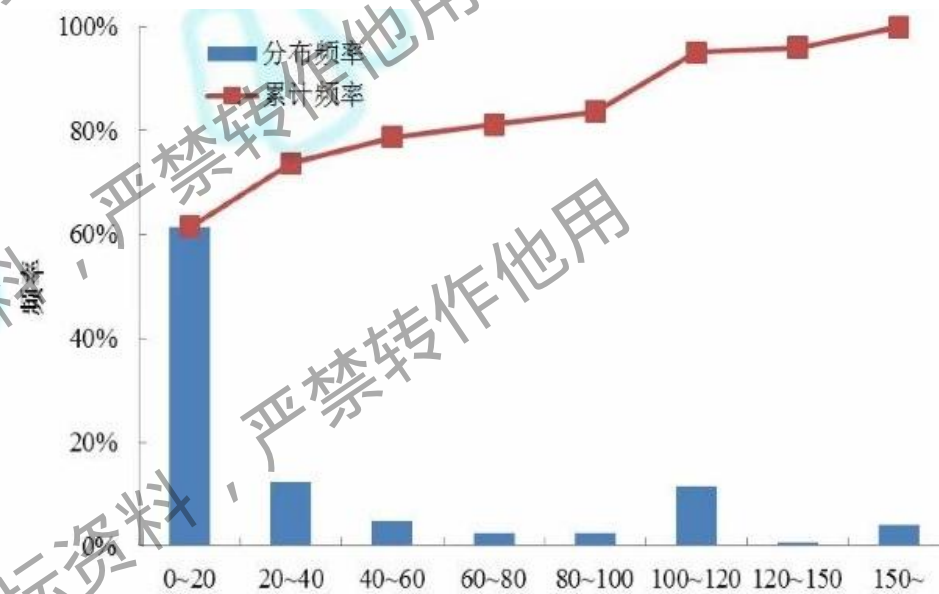
TVOC的由于监测方法未定，暂无排放数据，考虑到制药行业VOCs废气含氧烃和卤代烃较多，对NMHC的响应较差，TVOC按NMHC限值的

1.5倍设定，一般限值定为 $150\text{mg}/\text{m}^3$ ，特排放限为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 。

数据统计：共获取现有制药企业NMHC排放监测数据样本122个，其中

79%小于特别排放限值 $60\text{mg}/\text{m}^3$ ，84%小于一般排放限值

$100\text{mg}/\text{m}^3$ 。



非甲烷总烃浓度范围 (mg/m³)

3.5 制药行业VOCs排放特点与控制难点



■ 去除效率要求:

当车间或生产设施排气筒中NMHC初始排放速率 $\geq 3\text{kg/h}$ 时，VOCs处理设施净化效率不应低于80%。对于重点地区，当车间或生产设施排气筒中NMHC初始排放速率 $\geq 2\text{kg/h}$ 时，VOCs处理设施净化效率不应低于80%。

■ 基准含氧量:

VOCs燃烧（焚烧、氧化）装置的废气的基准含氧量为3%。

燃烧装置大气污染物排放限值

序号	污染物项目	排放限值	污染物排放监控位置
1	SO ₂	200	燃烧装置排气筒
2	NO _x	200	
3	二噁英类 ^①	0.1ng-TEQ/m ³	

注：①燃烧含氯有机废气时，需监测该指标

3.6 制药行业VOCs排放特点与控制难点



大气污染物无组织排放控制要求

<p>工艺过程无组织排放源</p>	<p>药品和中间体生产过程</p>	<p>化学反应单元：液体进料置换/挥发排气以及反应尾气 分离精制单元：干燥、过滤、蒸馏、萃取等操作过程 物料回收单元：吸收、吸附、冷凝等操作过程 配料加工单元：混合、搅拌或配料操作过程</p>	<p>一般要求 重点地区特别控制要求</p>
<p>通用设施无组织排放源</p>	<p>VOC物料储存控制要求</p>	<p>物料在储存过程中逸散，如挥发性有机液体储罐静置损失和工作损失</p>	<p>一般要求 重点地区特别控制要求</p>
	<p>VOC物料转移和输送控制要求</p>	<p>物料在运输转移过程中，如装车、装船过程中的逸散</p>	<p>引用《无组织排放控制标准》</p>
	<p>设备与管理泄露</p>	<p>泵、阀门、法兰等跑、冒、滴、漏</p>	<p>引用《无组织排放控制标准》</p>
	<p>敞开液面VOC逸散</p>	<p>废水收集和处理设施废水液面逸散、开式循环冷却水逸散</p>	<p>一般要求重点地区特别控制要求</p>

3.7 制药行业VOCs排放特点与控制难点



大气污染物无组织排放控制要求

类型	无组织排放控制措施	重点地区无组织排放控制措施
VOCs 物料的 储存	<p>1. 储存真实蒸气压$\geq 76.6\text{kPa}$的挥发性有机液体储罐，应采用低压罐、压力罐或其他等效措施。</p> <p>2. 储存真实蒸气压$\geq 10.3\text{ kPa}$但$< 76.6\text{ kPa}$且储罐容积$\geq 30\text{m}^3$，的挥发性有机液体储罐，应符合下列规定之一：</p> <p>a) 采用浮顶罐。对于内浮顶罐，浮顶与罐壁之间应采用浸液式密封、机械式鞋形密封等高效密封方式；对于外浮顶罐。浮顶与罐壁之间应采用双重密封，且一次密封应采用浸液式密封、机械式鞋形密封等高效密封方式。</p> <p>b) 采用固定顶罐，排放的废气应收集处理并满足表1、表3的规定，或者处理效率不低于80%。</p> <p>c) 采用气相平衡系统。</p> <p>d) 采用其他等效措施。</p>	<p>1. 储存真实蒸气压$\geq 76.6\text{kPa}$的挥发性有机液体储罐，应采用低压罐、压力罐或其他等效措施。</p> <p>2. 储存真实蒸气压$\geq 10.3\text{kPa}$但$< 76.6\text{kPa}$且储罐容积$\geq 20\text{m}^3$，以及储存真实蒸气压$\geq 0.7\text{kPa}$但$< 10.3\text{ kPa}$且储罐容积$\geq 30\text{m}^3$的挥发性有机液体储罐，应符合下列规定之一：</p> <p>a) 采用浮顶罐。对于内浮顶罐，浮顶与罐壁之间应采用浸液式密封、机械式鞋形密封等高效密封方式；对于外浮顶罐，浮顶与罐壁之间应采用双重密封，且一次密封采用浸液式密封、机械式鞋形密封等高效密封方式。</p> <p>b) 采用固定顶梁，排放的废气应收集处理并满足表2、表3的规定，或者处理效率不低于90%。</p> <p>c) 采用气相平衡系统。</p> <p>d) 采用其他等效措施。</p>

3.8 制药行业VOCs排放特点与控制难点



大气污染物无组织排放控制要求

类型	无组织排放控制措施	重点地区无组织排放排放控制措施
工艺过程	<p>1.VOCs物料的投加和卸放、合成反应、萃取/提取、蒸馏/精馏、结晶、离心、过滤、干燥、以及配料、混合、搅拌和包装等过程应采用密闭设备或在密闭空间操作，废气应排至废气收集处理系统;无法密闭的，应采取局部气体收集措施，废气应排至废气收集处理系统。</p> <p>2.真空系统应采用干式真空泵，真空排气应排至VOCs废气收集处理系统。若使用液环（水环）真空泵、水（水蒸汽）喷射真空泵等，工作介质的循环槽（罐）应密闭，真空排气、循环槽（罐）排气应排至VOCs废气收集处理系统。</p> <p>3.维修、清洗和消毒时，应在退料阶段将残存物料退净，并用密闭容器盛装，退料过程废气应排至VOCs废气收基处理系统；清洗、消毒及吹扫过程排气应排至VOCs废气收集处理系统。</p>	<p>a) 液态VOCs物料应采用密闭管道输送方式或高位槽（罐）、桶泵等给料方式密闭段加，所置换的废气应排至VOCs废气收集处理系统或气相平衡系统。</p> <p>b) 涉VOCs物料的离心、过滤、干燥等单元操作应采用密闭设备，或在密闭空间操作，排放的废气排至VOCs废气收集处理系统。</p> <p>c) 实验室若使用含VOCs的化学品进行实验，应使用通风橱（柜）或进行局部气体收集，废气应排至VOCs废气收集处理系统。</p>

3.9 制药行业VOCs排放特点与控制难点



■厂区内VOCs无组织排放限值:

地方生态环境主管部门自行确定具体实施方式。

厂区内VOCs无组织排放限值

污染物项目	排放限值	特别排放限值	限值含义	无组织排放监控位置
非甲烷总烃 (NMHC)	10	6	监控点处1小时平均浓度值	在厂房外设置监控点
	30	20	监控点处任意一次浓度值	

对控制健康风险/臭味扰民有利。

3.10 制药行业VOCs排放特点与控制难点



制药行业VOCs排放特点与控制难点:

1. 涉及的污染物种类多;
2. 生产工艺复杂, 涉VOCs设备多, 排放节点多;
3. 受生产工艺限制, 排放不连续、不稳定;
4. 部分恶臭物质排放要求高 (鼻子标准)。

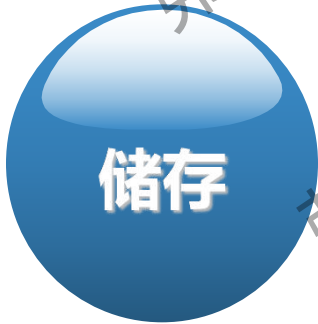


4.无组织排放

4.1 无组织排放



无组织排放环节排查整治



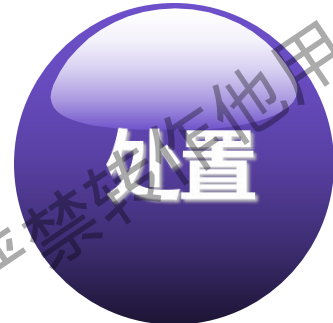
密闭容器
封闭空间



密闭设备
密闭空间
操作有效收集废弃



密闭管道
密闭容器



加盖密闭
妥善处置

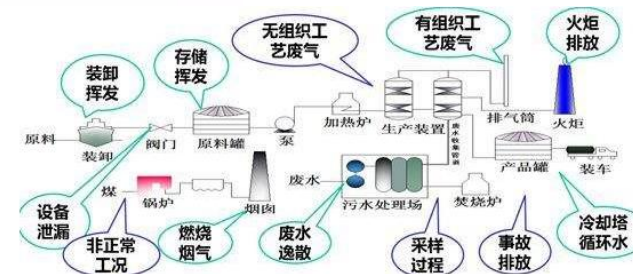
4.2 无组织排放



《挥发性有机物无组织排放控制标准》管理框架5+2

章节	标准技术内容	管控对象	管控思路
第5章	VOCs物料储存	通用逸散源	1、区分5类典型源，分类管控 2、鼓励源头削减，物料VOCs含量小于10%豁免 3、强化工艺措施管控，采用先进工艺技术与设备，加强运行维护，减少甚至消除无组织排放 4、加强无组织排放废气收集，转化为有组织排放进行控制 5、区分一般/重点地区，重点地区特别控制要求
第6章	VOCs物料转移和输送	通用逸散源	
第7章	工艺过程VOCs无组织排放	工艺无组织排放源	
第8章	设备与管线组件VOCs泄漏	通用逸散源	
第9章	敞开液面VOCs逸散	通用逸散源	
第10章	VOCs废气收集处理系统	共性要求	有效收集、高效处理
第11章	企业厂区内及周边污染监控	厂内代表点 厂界及周边环境监控	综合反映VOCs无组织排放控制效果

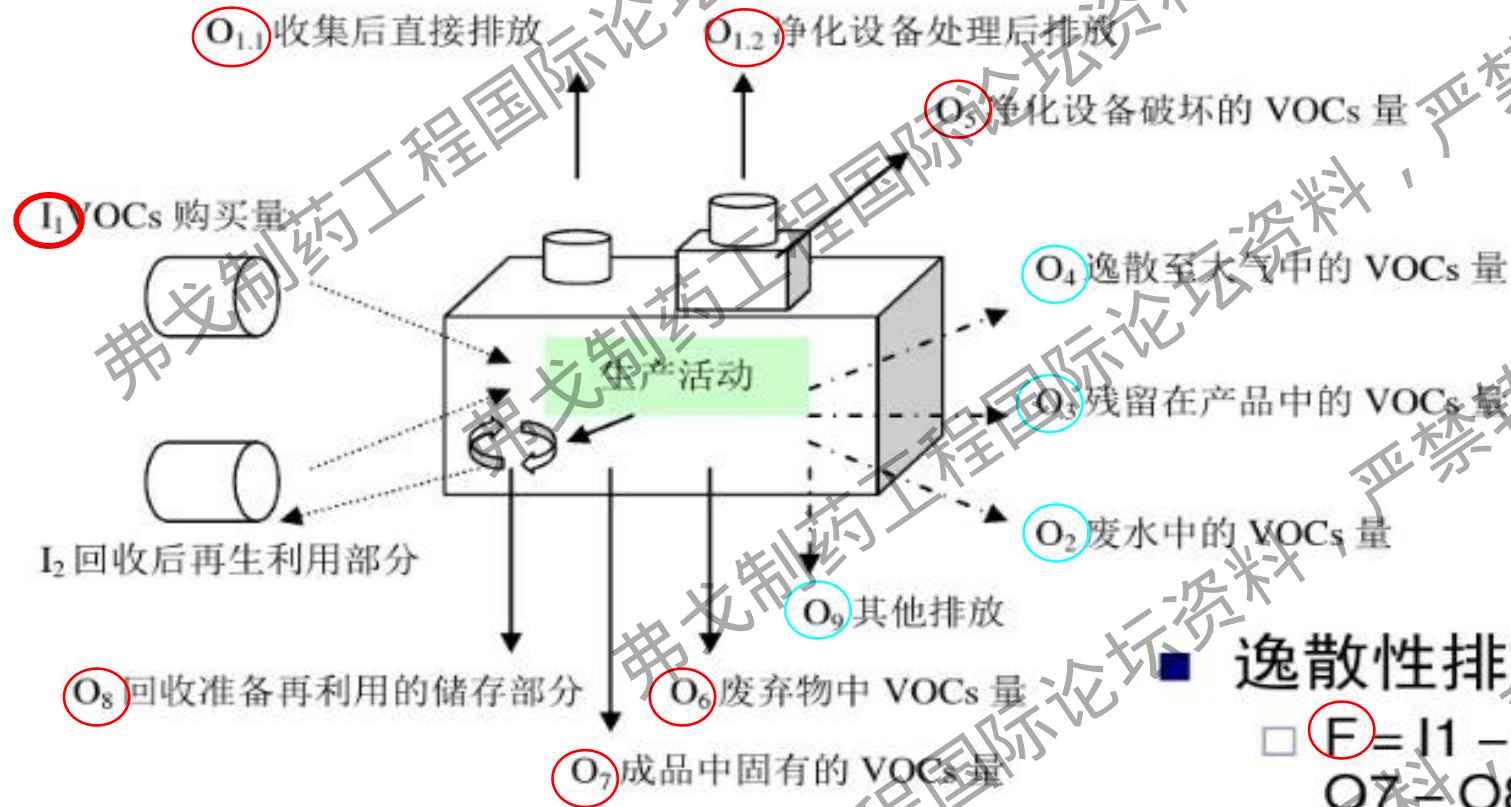
4.3 五类源管控的物质



4.4 无组织排放（逸散率 X%）



基于物质平衡的VOCs排放控制:



■ 逸散性排放量

$$F = I_1 - O_1 - O_5 - O_6 - O_7 - O_8$$

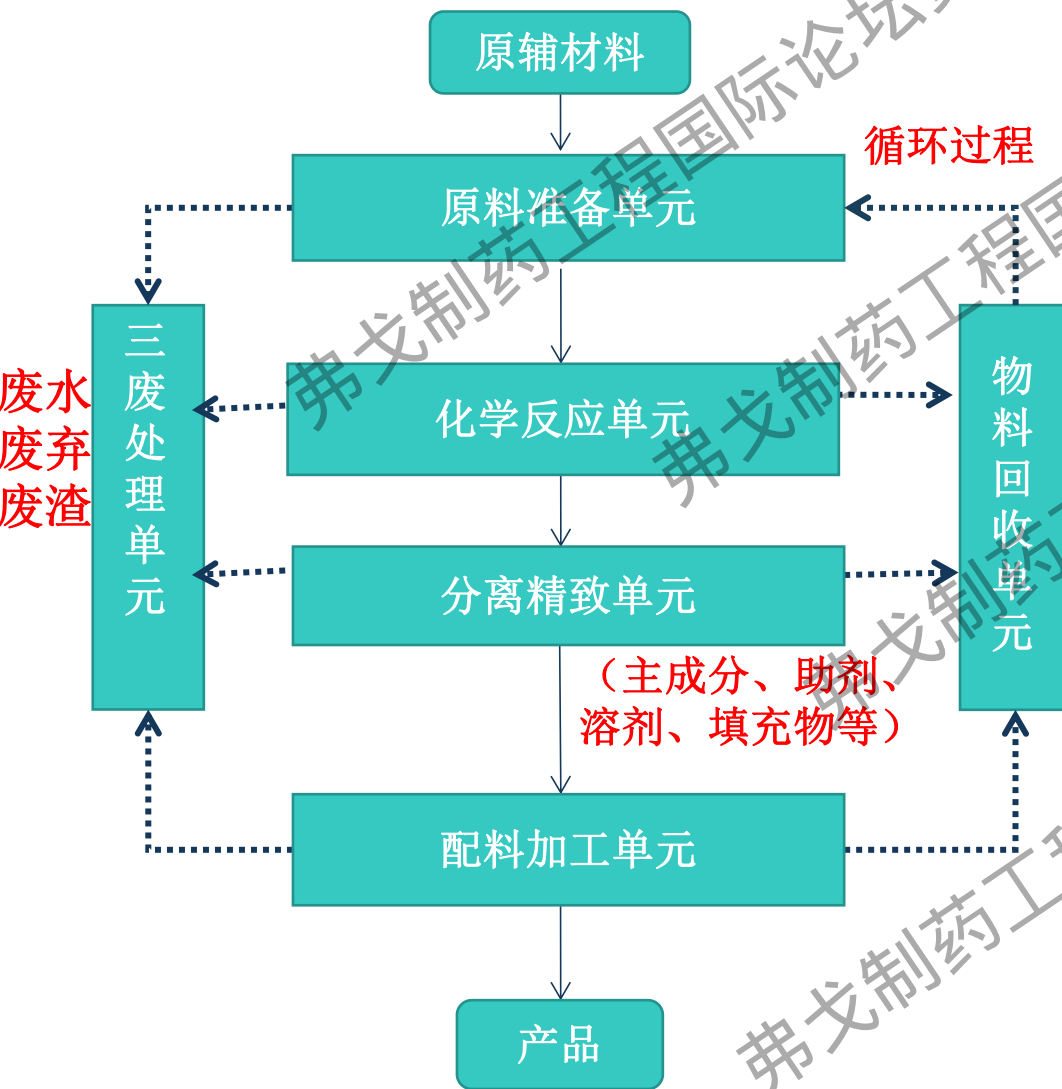
$$F = O_2 + O_3 + O_4 + O_9$$

■ 逸散率 = $F / (I_1 + I_2)$

4.5 无组织排放



无组织排放源之一：涉VOCs物料的化工生产过程



■物料投加和卸放

- 液体物料、粉粒料密闭投加/密闭空间内操作/局部气体收集处理
- 卸（出、放）料过程应密闭/局部气体收集处理

■化学反应单元

- 进料口/出料口/检修口/搅拌口/观察孔等在生产中保持密闭
- 置换/挥发排气、反应尾气等应排至VOCs废气收集处理系统

■分离精制单元

- 离心过滤/干燥应采用密闭设备/密闭空间内操作/局部气体收集处理
- 吸收、洗涤、蒸馏、萃取、结晶等单元操作排放的废气应排至VOCs废气收集处理系统

■抽真空系统

- 干式真空泵
- 液环（水环）泵、水（水蒸汽）喷射泵

■配料加工和产品包装

- 混合、搅拌、研磨、造粒、切片、压块等配料加工过程，以及含VOC产品的包装（灌装、分装）过程应密闭局部气体收集处理

4.6 无组织排放



设备与管线组件VOCs泄露控制要求

泄露控制要求		VOCs无组织标准 涂料油墨胶粘剂、 制药	炼油石化.合成树脂
管控阈值		密封点 ≥ 2000个	——
目视检查		可见泄漏 (渗液、滴液)	滴液
泄漏认定 浓度	一般地区 (泄露认定浓度)	5000/2000	2000/500
	重点地区 (泄露认定浓度)	2000/500	
检测仪器		FID	FID
检测频次	目视检查	每周	每周
	泵、压缩机、搅拌器、阀门、开口阀或开口管线、泄压设备、取样连接系统	每6个月一次	每3个月一次
	法兰及其他连接件、其他密封设备	每12个月一次	每6个月一次
	初次启用或检维修后	90日	30日
修复时间	首次修复	5日内	5日内
	修复完成时间	15日内	15日内
	延迟修复	下次停工检修期间	下次停工检修期间

4.7 无组织排放



敞开液面控制要求

敞开液面控制要求		VOCs无组织标准 涂料油墨胶粘剂	制药	炼油 石化
废水集输系统	一般地区	<ul style="list-style-type: none"> ●密闭管道输送 ●沟渠液面上方VOCs检测浓度≥200ppmv应加盖密闭 	原料药、兽药、医药中间体废水集输系统密闭；其他同前	密闭
	重点地区	<ul style="list-style-type: none"> ●密闭管道输送 ●沟渠液面上方VOCs检测浓度≥100ppmv应加盖密闭 	原料药、兽药、 生物制药 、医药中间体、 药物研发机构 废水集输系统密闭；其他同前	
废水储存、处理设施	一般地区	敞开液面上方VOCs检测浓度≥200ppmv应采用浮动顶盖、固定顶盖+废气收集处理	原料药、兽药、医药中间体废水储存、处理设施，在曝气池及其之前加盖密闭；其他同前	密闭
	重点地区	敞开液面上方VOCs检测浓度≥100ppmv应采用浮动顶盖、固定顶盖+废气收集处理	原料药、兽药、 生物制药 、医药中间体、 药物研发机构 废水废水储存、处理设施，在曝气池及其之前加盖密闭；其他同前	
开式循环冷却水系统		换热器出口TOC浓度大于进口10%，发生泄漏	同前	—

4.8 无组织排放--豁免1



豁免一：无组织排放收集

7.2.1 VOCs质量占比大于等于10%的含VOCs产品，其使用过程应采用密闭设备或在密闭空间内操作，废气应排至VOCs废气收集处理系统；无法密闭的，应采取局部气体收集措施，废气应排至VOCs废气收集处理系统。含VOCs产品的使用过程包括但不限于以下作业：

- a) 调配（混合、搅拌等）；
- b) 涂装（喷涂、浸涂、淋涂、辗涂、刷涂、涂布等）；
- c) 印刷（平版、凸版、凹版、孔版等）；
- d) 粘结（涂胶、热压、复合、贴合等）；
- e) 印染（染色、印花、定型等）；
- f) 干燥（烘干、风干、晾干等）；
- g) 清洗（浸洗、喷洗、淋洗、冲洗、擦洗等）。

无组织收集：鼓励源头削减，企业使用的原辅材料和产品中VOCs含量占比小于10%（质量含量），根据本标准的相关规定豁免相应的措施要求；可不要要求采取无组织排放收集措施。

4.8 无组织排放--豁免2



豁免二：VOCs处理措施

10.3 VOCs 排放控制要求

10.3.1 VOCs废气收集处理系统污染物排放应符合GB16297或相关行业排放标准的规定。

10.3.2 收集的废气中NMHC初始排放速率 $\geq 3\text{kg/h}$ 时，应配置VOCs处理设施，处理效率不应低于80%；对于重点地区，收集的废气中NMHC初始排放速率 $\geq 2\text{kg/h}$ 时，应配置VOCs处理设施，处理效率不应低于80%；采用的原辅材料符合国家有关低VOCs含量产品规定的除外。

VOCs去除处理：收集的废气中NMHC初始排放速率 $< 2\text{kg/h}$ 时，收集后浓度不超、可豁免VOCs处理，浓度达标即可。

4.8 无组织排放--豁免2



豁免二：VOCs处理措施

VOCs去除处理

- 当废气中NMHC初始排放速率 $\geq 3\text{kg/h}$ （重点地区 $\geq 2\text{kg/h}$ ）时，应配置VOCs处理设施，处理效率不应低于80%；
- 有利于源头削减，大源重点控制，防止稀释达标。

NMHC初始排放量	控制要求	可行处理技术
$\geq 2\text{kg/h}$ 大源	排放浓度、净化效率 双达标	燃烧（TO、CO、RTO、RCO）、吸收、吸附等
$< 2\text{kg/h}$ 小源	排放浓度达标即可	收集后浓度较高：燃烧、吸附、吸收等
		收集后浓度略超：等离子体、光解等
		收集后浓度不超： 不需处理（豁免）

4.8 无组织排放--豁免3



豁免三：泄漏检测与修复

8 设备与管线组件 VOCs 泄漏控制要求

8.1 管控范围

企业中载有气态VOCs物料、液态VOCs物料的设备与管线组件的密封点 ≥ 2000 个,应开展x 泄露检测与修复工作。

设备与管线组件包括：



LDAR检测工作：对于采用低泄漏的设备，如屏蔽泵、隔膜阀等，可豁免进行泄漏检测与修复工作。

4.9 无组织排放注意事项



标准要求企业在VOCs物料储存、输送、使用、处置等环节实施全过程控制。主要有：

- 1.物料储存环节。**要求VOCs物料应储存于密闭的容器、包装袋、储罐、储库、料仓等。
- 2.物料转移和输送环节。**其中，液态VOCs物料应采用密闭管道输送;粉状、粒状VOCs物料应采用气力输送设备、管状带式输送机、螺旋输送机等密闭输送方式，或者采用密闭的包装袋、容器或罐车进行物料转移。
- 3.工艺过程。**主要为化工行业，涉及物料投加和卸放、化学反应、分离精制、真空系统、配料加工及含VOCs产品的包装等。

4.10 无组织排放注意事项



4.含VOCs产品使用过程。涉及行业较多，从作业工序来讲，主要包括：

- a)调配（混合、搅拌等）；
- b)涂装（喷涂、浸涂、淋涂、辊涂、刷涂、涂布等）；
- c)印刷（平版、凸版、凹版、孔版等）；
- d)粘结（涂胶、热压、复合、贴合等）；
- e)印染（染色、印花、定型等）；
- f)干燥（烘干、风干、晾干等）；
- g)清洗（浸洗、喷洗、淋洗、冲洗、擦洗等）；
- h)有机聚合物的混合/混炼、塑炼/塑化/熔化；
- i)加工成型（挤出、注塑、压利、压延、发泡、纺丝等）等。

密闭设备或在密闭空间内操作，无法密闭的，应采取局部气体收集措施，然后废气排放至VOCs废气收集处理系统。

5.设备与管线组件VOCs泄漏控制。

要特别注意，密封点数量超过2000个（含）的企业，应开展泄漏检测与修复（LDAR）工作。

6.敞开液面VOCs管控要求。很多高浓度废水中含有VOCs物质，污水处理时（如曝气）会从水中转移至大气中。若敞开液面上方100mm处VOCs检测浓度 $\geq 100 \text{ umol/mol}$ ，应加盖密闭收集。

7.承装过VOCs物料的废包装容器应加盖密闭。

4.11 无组织排放标准特点



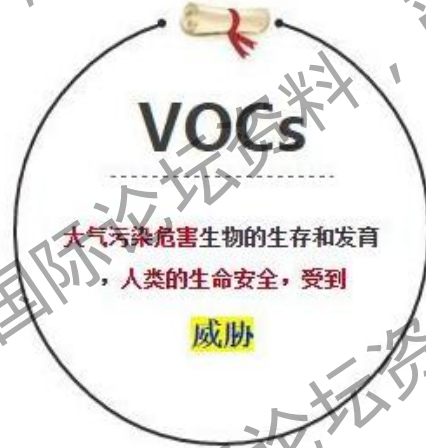
标 准 特 点

1. 措施性要求与限值要求并重，兼顾行为管控与效果评定
2. 抓大放小，突出重点，（小源豁免：物料VOCs含量、储罐积/蒸气压/装载量/NMHC排放量、泄漏点<2000、废水液面浓度等）
3. 采用“选项式”、“菜单式”方式给企业更多选择。提高标准可操作性
4. 强化源头削减和过程控制，有效减少VOCs无组织排放
5. 无组织排放监控由厂界外延伸到厂区内，提高监督的有效性
6. 区分一般地区和重点地区，体现区域差异以及安全第一原则

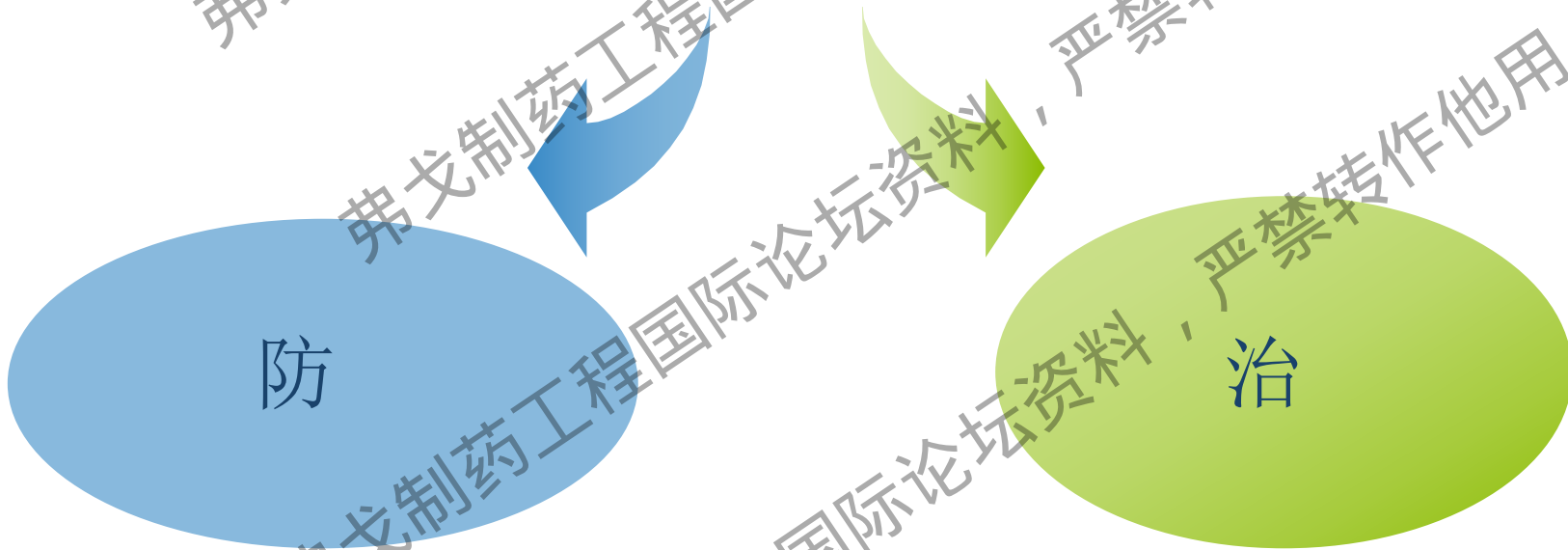


5. VOCs控制

5.1 制药行业VOCs控制技术与措施



挥发性有机化合物 (Volatile Organic Compounds)



5.2 制药行业VOCs控制技术与措施



控制途径		控制指标
原辅材料控制		原辅料, 涂料, 油墨等VOCs含量
工艺过程控制		工艺设计、设备、运行操作要求
末端排放控制	有组织排放	排放浓度 (高毒害物质+综合项目)
		VOCs去除率
		排放速率 (高毒害物质+综合项目)
	无组织排放	泄露检测值
		代表点 (储罐灌顶、废水项目、车间门窗等处) 无组织排放浓度
		VOCs逸散率
		厂界监控浓度 (高毒害物质+综合项目)
排放总量控制		单位产品 (原材料) VOCs排放量

5.3 制药行业VOCs控制技术与措施



1. 源头控制

包括农机替代和工艺优化。

- 农机替代指：根据行业类型选取挥发性较差或毒性较低的溶剂

- 工艺优化指：选择高转化率低排放的工艺，如在真空系统中以循环蒸汽系统取代排放功率较大的单向循环系统。

在实际操作中，可通过后续环评和新上项目准入条件加以控制，促进新工艺对旧工艺的取代。例如：知道青霉素的工艺中，选择酶促反应，相对传统的化学反应，可使VOCs产生量的排放值大大降低。

2. 全过程控制

核心部门是无组织排放变有组织排放（重点散发部位局部密封集气）。

- 密闭排放源，例如：密闭排气孔

- 封闭循环干燥

- 溶剂清洗设备封闭

- 工艺废气循环利用（有回收价值的高浓度废气）

5.4 制药行业VOCs控制技术与措施



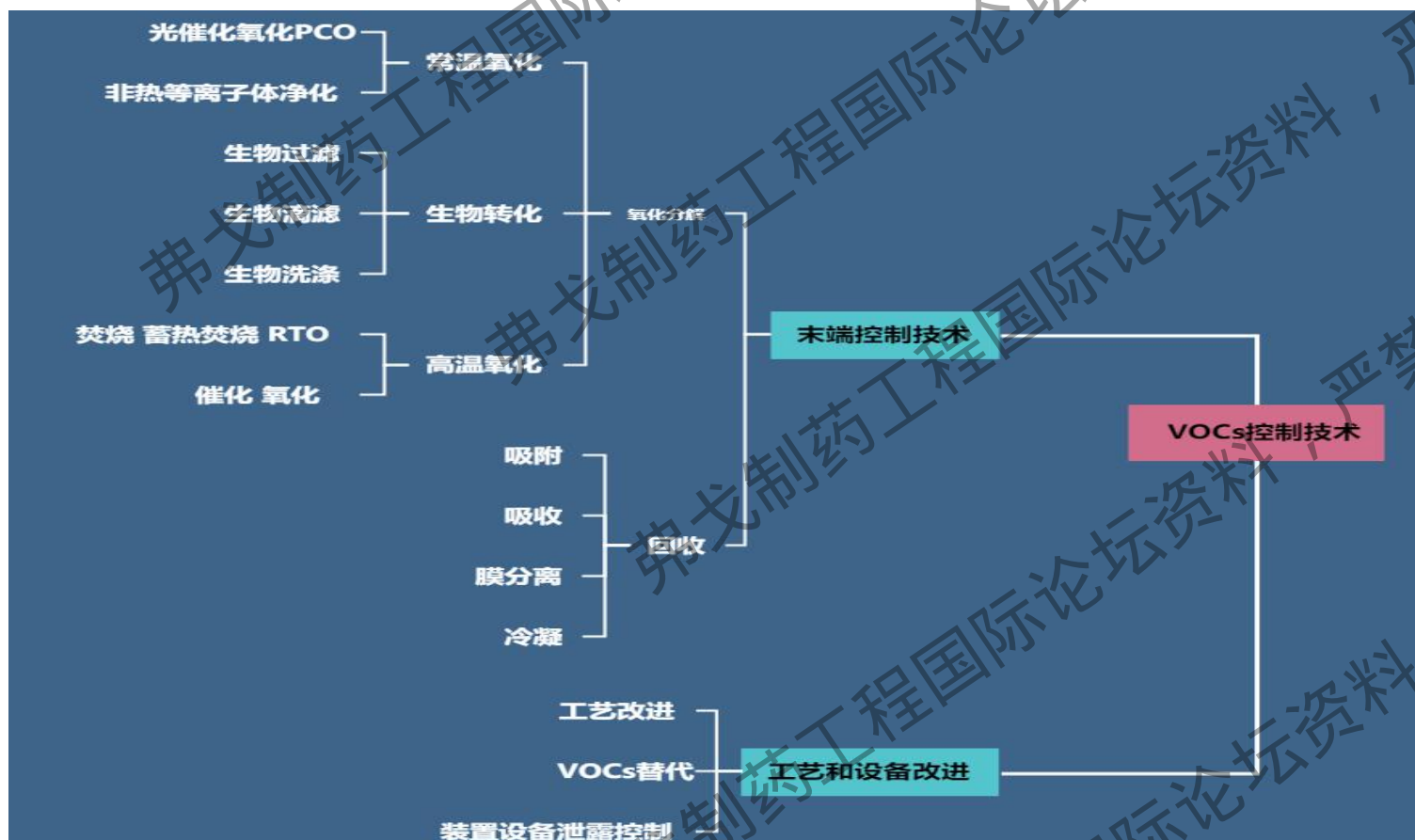
3. 末端处理

根据实际情况进行具体论证。

考虑原则：

1. 安全性，防火防爆等；
2. 满足标准；
3. 稳定，处理及时排放要稳定，复合也要稳定；

废气净化装置要考虑气体分类，按照气体特征分类收集，分别处理。例如：含氯的化合物，要首先进行预处理才能燃烧。



5.5 制药行业VOCs控制技术与措施



4. 运行监控和排放监控

后续问题。

VOCs排放控制的工艺选择可能带来其他污染问题。例如：采用RTO（蓄热式热力焚烧炉）方法处理含氮的化合物会带来氮氧化物污染等。

制药工业的废气不主要是挥发性有机物，还存在卤素化学物，氨类化学物等多类有机物。因此，在准备引进一个新工艺，做好EHS BY DESIGN,充分考虑直接影响和间接影响。

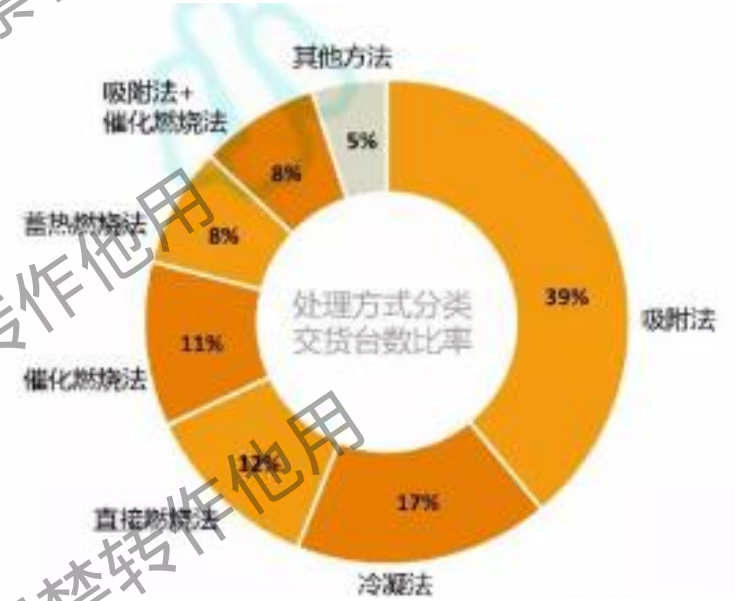
5.6 VOCs控制技术和措施



技术选择:

目前为应对比较严峻的大气污染形势，不少企业主动上马了RTO（蓄热式热力焚烧炉）、RCO（蓄热式催化氧化炉）等高投资、高运行费用的废气处理设施。

总体而言，VOCs废气的情况非常复杂，如何经济、合理地选取实用的处理技术一直在研究。



日本VOCs处理装置交货业绩

6. 其他信息



为深入推进2020年挥发性有机物治理攻坚，按照部领导“送政策、送技术、送方案”要求，生态环境部近日发布了《挥发性有机物治理实用手册》等3本书籍，供地方生态环境部门、有关企业和社会公众学习借鉴。



《大气污染与环境容量》



2020年春节前后，京津冀及周边地区经历了几次重污染过程。由于恰处新冠肺炎疫情期间，经济社会活动水平明显降低，引发了关于大气污染防治措施有效性和大气环境容量的争论。大气环境容量究竟是什么？污染排放与环境容量如何共同影响空气质量？

保护环境，共创健康地球！人人有责！



VOCs

Thank You !