



制药工业VOCs排放与治理技术

姜宁

13817718480 tj1926@126.com

吉林 长春 2019年8月



Contents

1 制药工业VOCs 控制要求

2 制药工业VOCs 污染物特点及排放分类

3 VOCs 排放控制技术、工艺及发展

4 VOCs控制技术案例

5 小结及展望



1.1 VOCs 定义

世界卫生组织(WHO,1989):熔点低于室温、沸点范围在50~260°C之间的有机化合物。

欧盟VOCS指令

(1999/13/EC) : 为25°C时蒸汽压大于等于0.01kPa的有机化合物。

(2001/81/EC) : 在太阳紫外光存在下,可与氮氧化物发生反应产生光化学氧化剂的所有人为产生的有机化合物(不含甲烷)

(2004/42/EC) : 标准压力(101.325KPa)下,沸点小于等于250°C的有机化合物

美国联邦环保署(EPA,2000)将VOCs定义为:除CO、CO₂、H₂CO₃、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵外,任何参加大气光化学反应的碳化合物。 **检测问题?**

中国:参与大气光化学反应的有机化合物,或者根据规定的方法测量或核算确定的有机化合物。

根据行业特征和环境管理需求,可选择对主要VOCs物种进行定量加和的方法测量总有机化合物

(以TOC表示),或者选用按基准物质标定,检测器对混合进样中VOCs综合响应的方法测量非甲烷有机化合物(以NMOC表示,以碳计)。



1.2 VOCs 危害

控制VOCs Why?

- ◆ **PM_{2.5}, O₃的前驱物,**
- ◆ **大多为数有毒有害物质,**
- ◆ **很多为异味源**



1.3 VOCs 控制政策要求

- 2010年5月《国务院办公厅转发环境保护部等部门关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见的通知》（国办发〔2010〕33号）**首次将VOCs列入大气污染防治范围。**
- 2012年12月出台的《重点区域大气污染防治“十二五”规划》**中将VOCs控制提上日程。**
- 2013年国发〔2013〕37号《大气污染防治行动计划》**“大气十条”**
- 2015年修订实施新的《大气污染防治法》
- 2016年工信部、财政部量部委联合印发了《重点行业挥发性有机物削减行动计划》
- 2016年国务院发布《“十三五”节能减排综合工作方案》提出推进工业污染物减排，以削减挥发性有机物、持久性有机物、重金属等污染物为重点，实施重点行业、重点领域工业特征污染物削减计划。
- 2017年9月，生态环境部、国家发展与改革委员会等六部门联合下发《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》，**是今后三年实施挥发性有机物减排的指导性文件**
- **2019年6月生态环境部发布《重点行业挥发性有机物综合治理方案》**



1.3 VOCs 控制政策要求

《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》**要点**

- ◆ **主要目标。** 到2020年，建立健全以改善环境空气质量为核心的VOCs 污染防治管理体系，实施重点地区、重点行业VOCs 污染减排，**排放总量下降10%以上。**
- ◆ **重点地区。** 京津冀及周边、长三角、珠三角、成渝、武汉及其周边、辽宁中部、陕西关中、长株潭等区域，涉及北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、安徽、山东、河南、广东、湖北、湖南、重庆、四川、陕西等16个省（市）。
- ◆ **重点行业。** 重点推进石化、化工、包装印刷、工业涂装等重点行业以及机动车、油品储运销等交通源VOCs 污染防治，实施一批重点工程。 各地应结合自身产业结构特征、VOCs 排放来源等，确定本地VOCs 控制重点行业；充分考虑行业产能利用率、生产工艺特征以及污染物排放情况等，结合环境空气质量季节性变化特征，研究制定行业生产调控措施。



1.3 VOCs 控制政策要求

《重点行业挥发性有机物综合治理方案》**要点**环大气[2019]53号 20190626发布

◆ **为完成**《“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案》确定的**目标** 而制定;

◆ **与制药相关的要求:**

(一) **大力推进源头替代** 化工行业要推广使用低(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。

(二) **全面加强无组织排放控制**。重点对含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。



1.3 VOCs 控制政策要求

《重点行业挥发性有机物综合治理方案》**要点**环大气[2019]53号 20190626发布

◆ 与制药相关的要求（续）

（三）推进建设适宜高效的治污设施。企业新建治污设施或对现有治污设施实施改造，应依据排放废气的浓度、组分、风量，温度、湿度、压力，以及生产工况等，合理选择治理技术。鼓励企业采用多种技术的组合工艺，提高VOCs治理效率。实行重点排放源排放浓度与去除效率双重控制。车间或生产设施收集排放的废气，**VOCs初始排放速率大于等于3千克/小时**、重点区域大于等于2千克/小时的，应加大控制力度，**除确保排放浓度稳定达标外，还应实行去除效率控制，去除效率不低于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，有行业排放标准的按其相关规定执行。



1.3 VOCs 控制政策要求

《重点行业挥发性有机物综合治理方案》**要点**环大气[2019]53号 20190626发布

◆ 与制药相关的要求（续）

（四）深入实施精细化管控。推行“一厂一策”制度。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。

VOCs排放量较大的企业开展“一厂一策”**方案编制**工作，2020年6月底前基本完成；适时开展治理效果后评估工作。各地出台的补贴政策要与减排效果紧密挂钩。鼓励地方对重点行业推行强制性清洁生产审核。



1.3 VOCs 控制政策要求

《重点行业挥发性有机物综合治理方案》**要点**环大气[2019]53号 **20190626发布**

◆ 与制药相关的要求（续）

（四）深入实施精细化管控。续

加强企业运行管理。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。



1.4 制药工业大气污染排放标准

制药工业VOCs相关的国家标准2019年7月1日实施

1. 制药工业大气污染物排放标准

2. VOCs无组织逸散通用控制标准

*** 排放限值**

*** 工艺管控要求**

*** 自行监测要求**

一个都不能少!



Contents

1 制药工业VOCs 控制要求

2 制药工业VOCs 污染物特点及排放分类

3 VOCs 排放控制技术、工艺及发展

4 VOCs控制技术案例

5 小结及展望

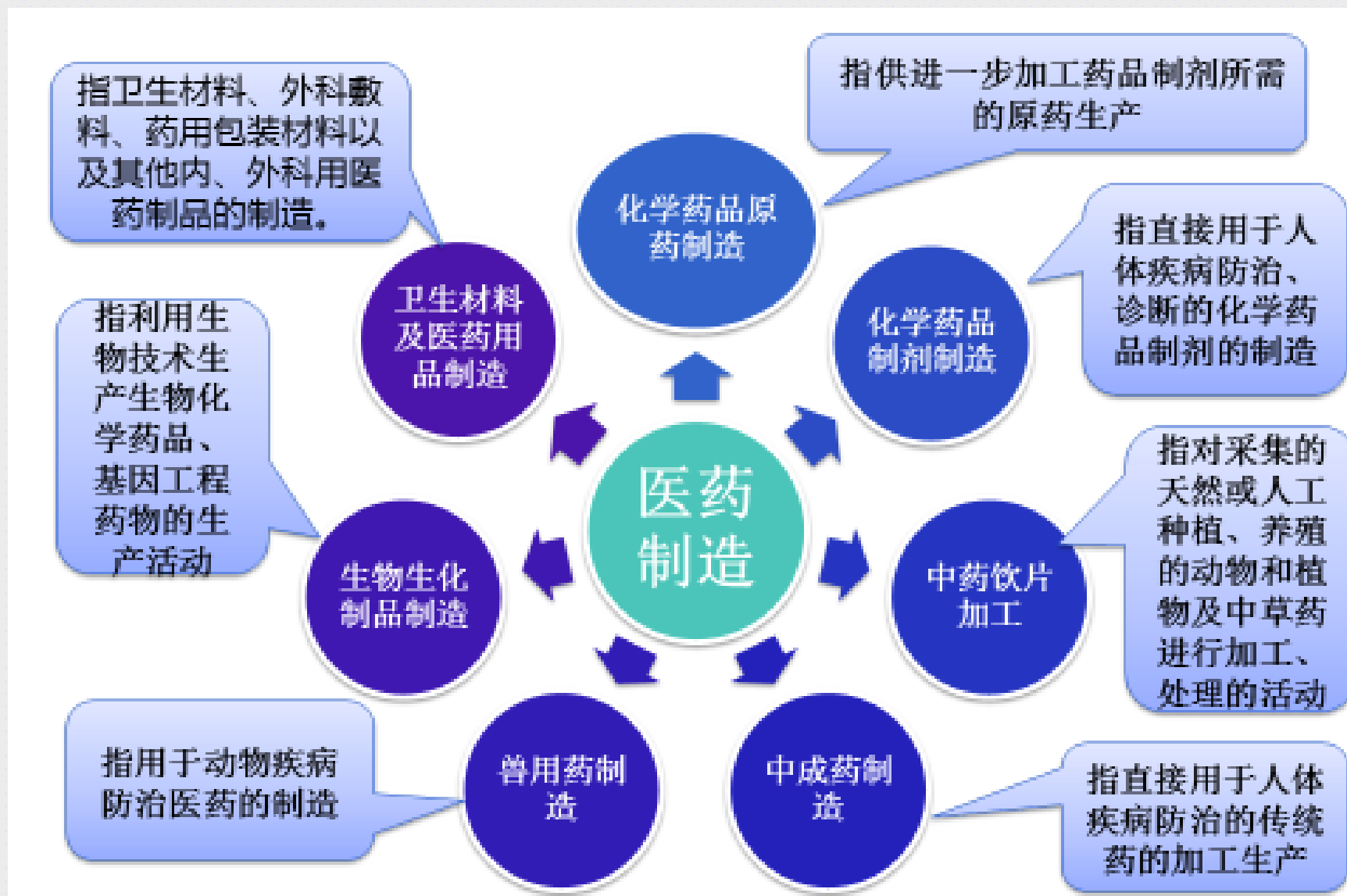


2.1 VOCs 污染物特点

与 SO_2 ， NO_x 烟气相比，挥发性有机物气体

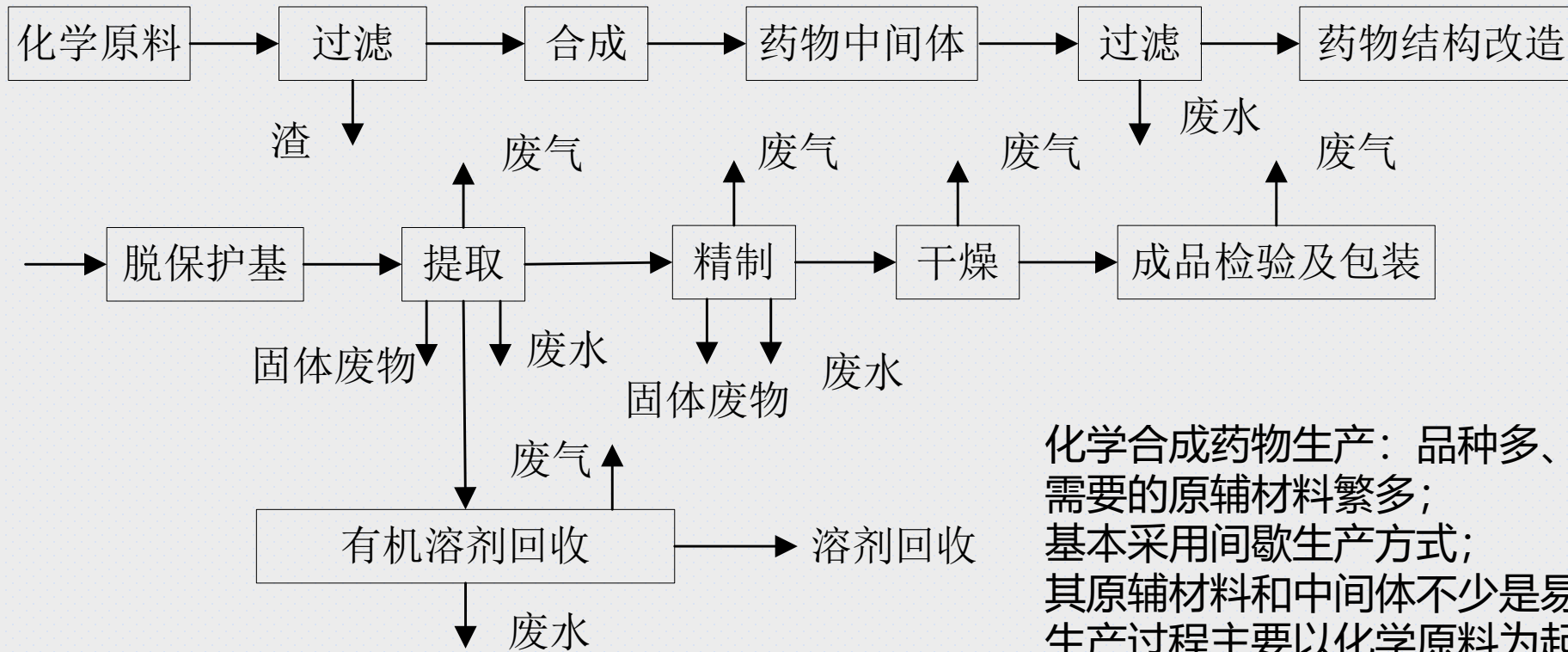
- ◆ **来源工艺复杂** 石化、化工、涂装印刷，精细化工（涂料油墨、制药、农药）等
- ◆ **物质品种特性多样** 烃类、酯类，醇、酮类，胺等
- ◆ **气体排放特征多变** 气量的间隙、连续；浓度的不稳定，连续稳定等
- ◆ **大多数VOCs 本身是资源！**

2.2 制药工业分类



2.3 制药工业VOCs 主要来源

化学合成制药生产工艺及产污节点



化学合成药物生产：品种多、更新快、生产工艺复杂；
 需要的原辅材料繁多；
 基本采用间歇生产方式；
 其原辅材料和中间体不少是易燃、易爆、有毒性的物品。
 生产过程主要以化学原料为起始反应物，通过化学合成先生成药物中间体，然后对其药物结构进行改造，得到目的产物，然后经脱保护基、提取、精制和干燥等主要几步工序得到最终产品











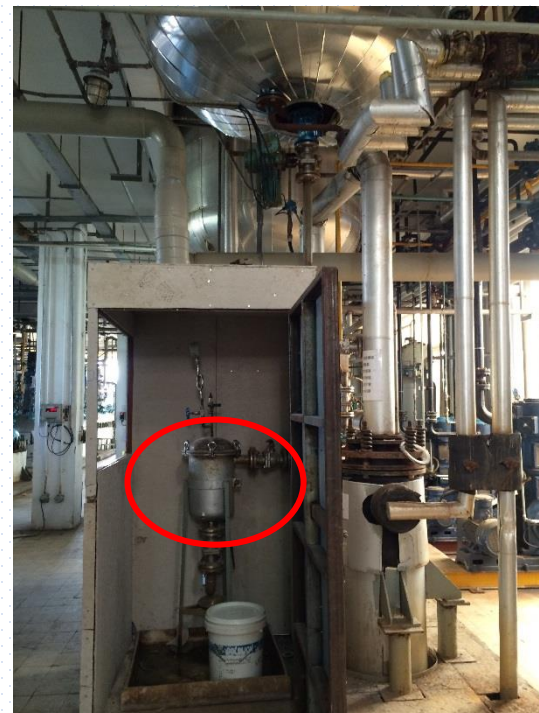
三合一干燥器



离心机



干燥箱

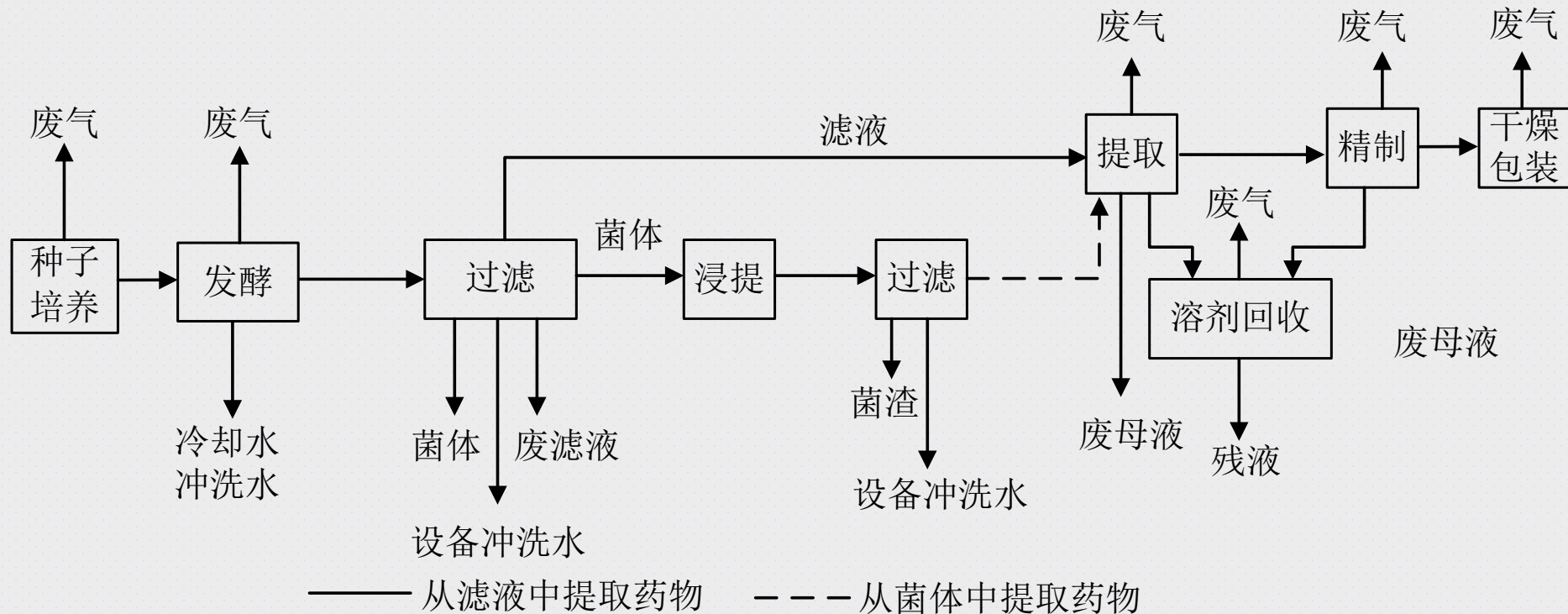


过滤



2.3 制药工业VOCs 主要来源

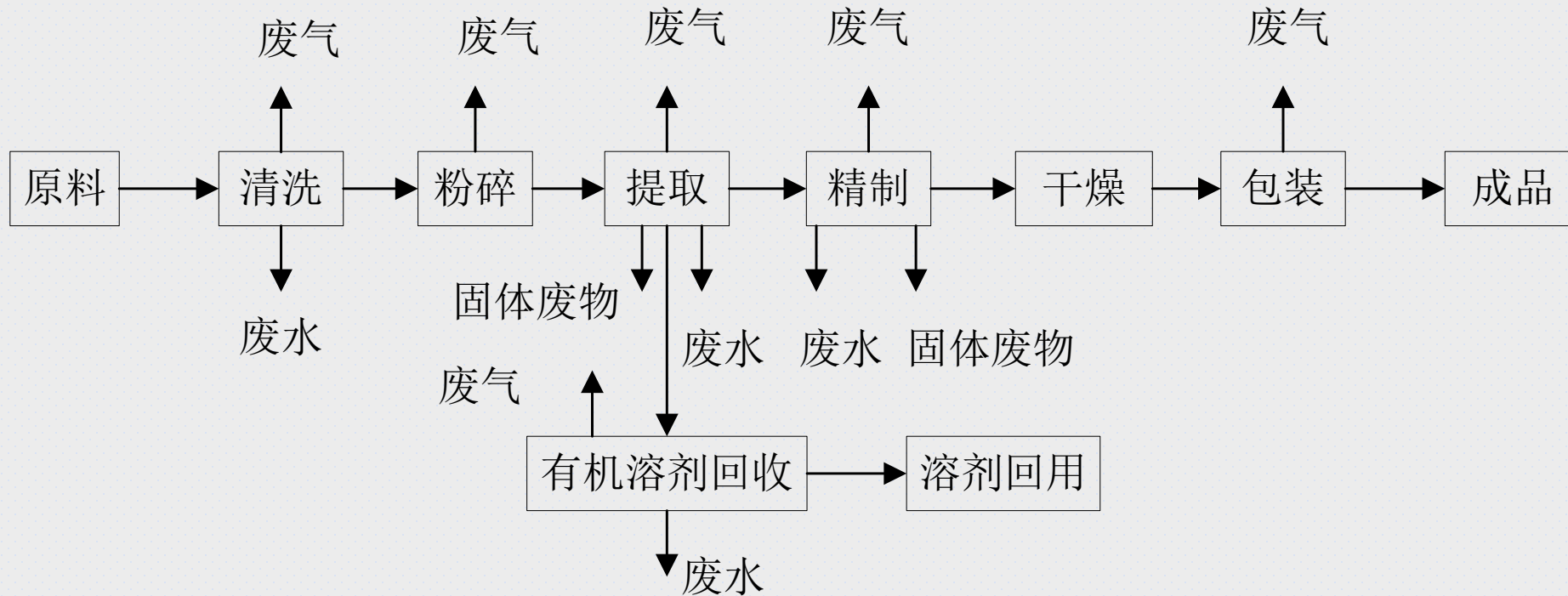
发酵类制药生产工艺及产污节点





2.3 制药工业VOCs主要来源

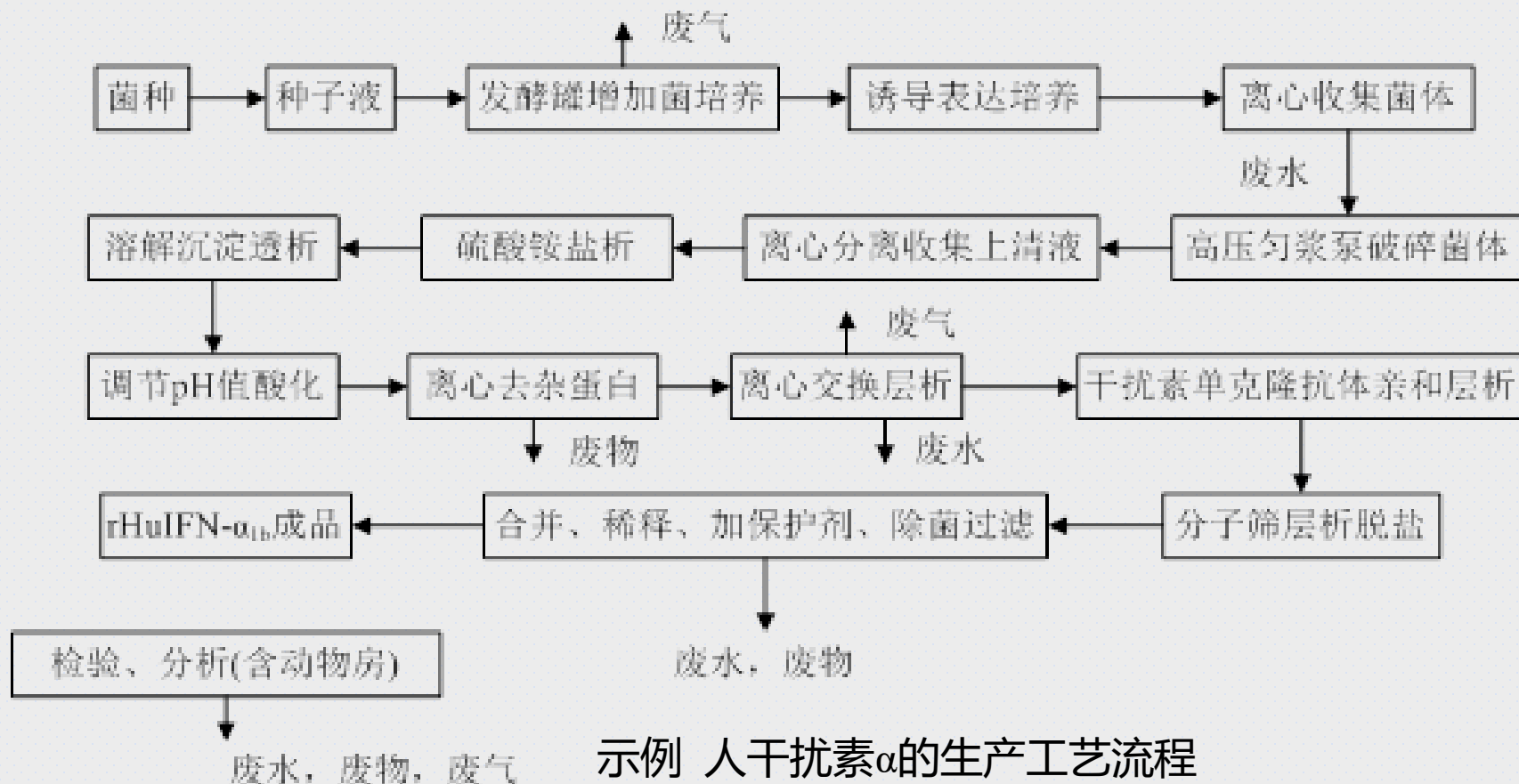
提取类制药生产工艺及产污节点



注：提取过程可为：酸解、碱解、盐解、酶解及有机溶剂提取等；
精制过程可为：盐析法、有机溶剂分级沉淀法、等电点沉淀法、膜分离法、层析法、
凝胶过滤法、离子交换法、结晶等几种工艺的组合

2.3 制药工业VOCs主要来源

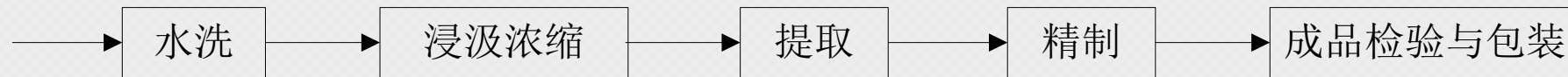
生物工程生产工艺及产污节点



生物工程类生产工艺废气主要来自溶剂的使用，包括乙醇、异丙醇、丙酮、甲醛和乙腈等。

2.3 制药工业VOCs主要来源

中药类生产工艺及产污节点

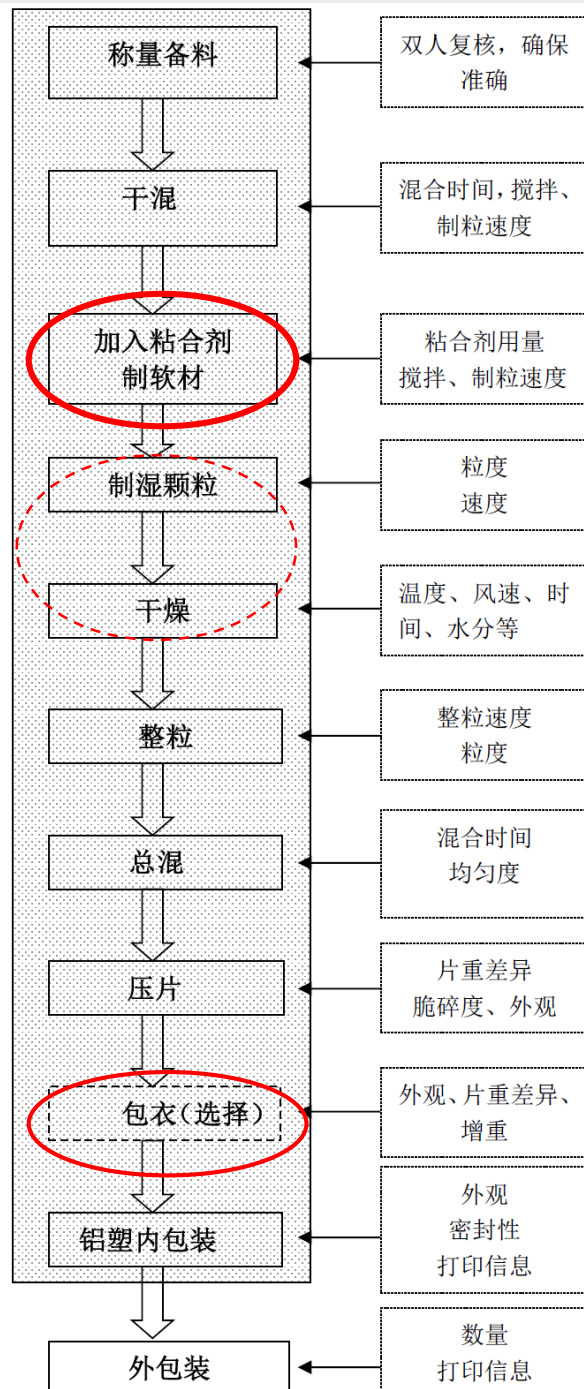


挥发性有机物，主要来自某些提取及制药过程中使用的部分挥发性有机物的排放及泄漏。

2.3 制药工业VOCs主要来源

片剂生产工艺流程

VOCs的产生取
 决于**粘合剂及包
 衣材料**中是否使
 用VOCs 及使用
 的种类和剂量





2.4 制药工业VOCs主要种类

烃类			卤代烃	醇	酚	醚	酮	酸	酯	含氮	含硫	其他 (含醛)
烷烃	烯烃	苯类										
环己烷	丙烯	苯	二氯苯	甲醇	对、间 甲苯酚	乙醚	丙酮	醋酸	乙酸乙 酯	苯胺类	硫化氢	四氢呋喃
正庚烷		甲苯	二氯甲烷	乙醇	挥发性 酚	异丙醚	丁酮	戊酸	乙酸正 丁酯	硝基苯类	SO ₂	甲醛
正丁烷		二甲 苯	氯仿	正丙醇		甲基叔丁 基醚	甲基异 丁基酮	三氯乙酸	乙酸丁 酯	叔丁胺	环丁砜	乙醛
正己烷		乙苯	四氯乙烯	异丙醇			环己酮	草酸	乙酸异 丙酯	三乙胺	二甲基 亚砷	HCl
			邻二氯苯	丁醇				醋酐		吡啶		
石油醚			氯苯	氯代丙 二醇				丙烯酸		乙腈		溴化氢
溶剂油			二氯乙烷	丙二醇				甲酸		二甲基甲 酰胺		溴
			四氯化碳	正丁醇						苯胺		环氧乙烷
			氟化物	乙二醇						氮氧化物		1, 4 二 噁烷
			氯乙烯	苯甲醇						氨		
			1,2-二氯乙 烷	正戊醇						甲胺		异丁醛
										乙二胺		
										二甲基乙 酰胺		
										苯甲腈		
										环丙胺		

当前时期国家重点控制的VOCs物质

类别	重点控制的VOCs物质
O_3 前体物	间/对二甲苯、乙烯、丙烯、甲醛、甲苯、乙醛、1,3-丁二烯、三甲苯、邻二甲苯、苯乙烯等
$PM_{2.5}$ 前体物	甲苯、正十二烷、间/对二甲苯、苯乙烯、正十一烷、正癸烷、乙苯、邻二甲苯、1,3-丁二烯、甲基环己烷、正壬烷等
恶臭物质	甲胺类、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、苯乙烯、异丙苯、苯酚、丙烯酸酯类等
高毒害物质	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



2.5 VOCs 类型及排放特征

现有不同类型的制药企业中，挥发性有机物排放主要包括以下类型：

- 一类是化学原料药和提取类制药过程的各种挥发性有机物气体和酸性气体，浓度相对较高、风量中等；
- 第二类是部分高含湿，低浓度但带有异味且风量较大的发酵、干燥过程排气；
- 第三类是各类无组织排放，包括未采取收集措施的原料储运、进出料及各类管道、容器的泄漏；
- 第四类是各企业废水、固废处置过程的排气，其浓度，风量取决于废水和固废的性质及加盖、密封的形式，异味是其最受关注的问题。

具有排放的环节多，VOCs成份复杂、风量和浓度波动幅度大、多含S、N、Cl等杂原子等特征；



Contents

1 制药工业VOCs 控制要求

2 制药工业VOCs 污染物特点及排放分类

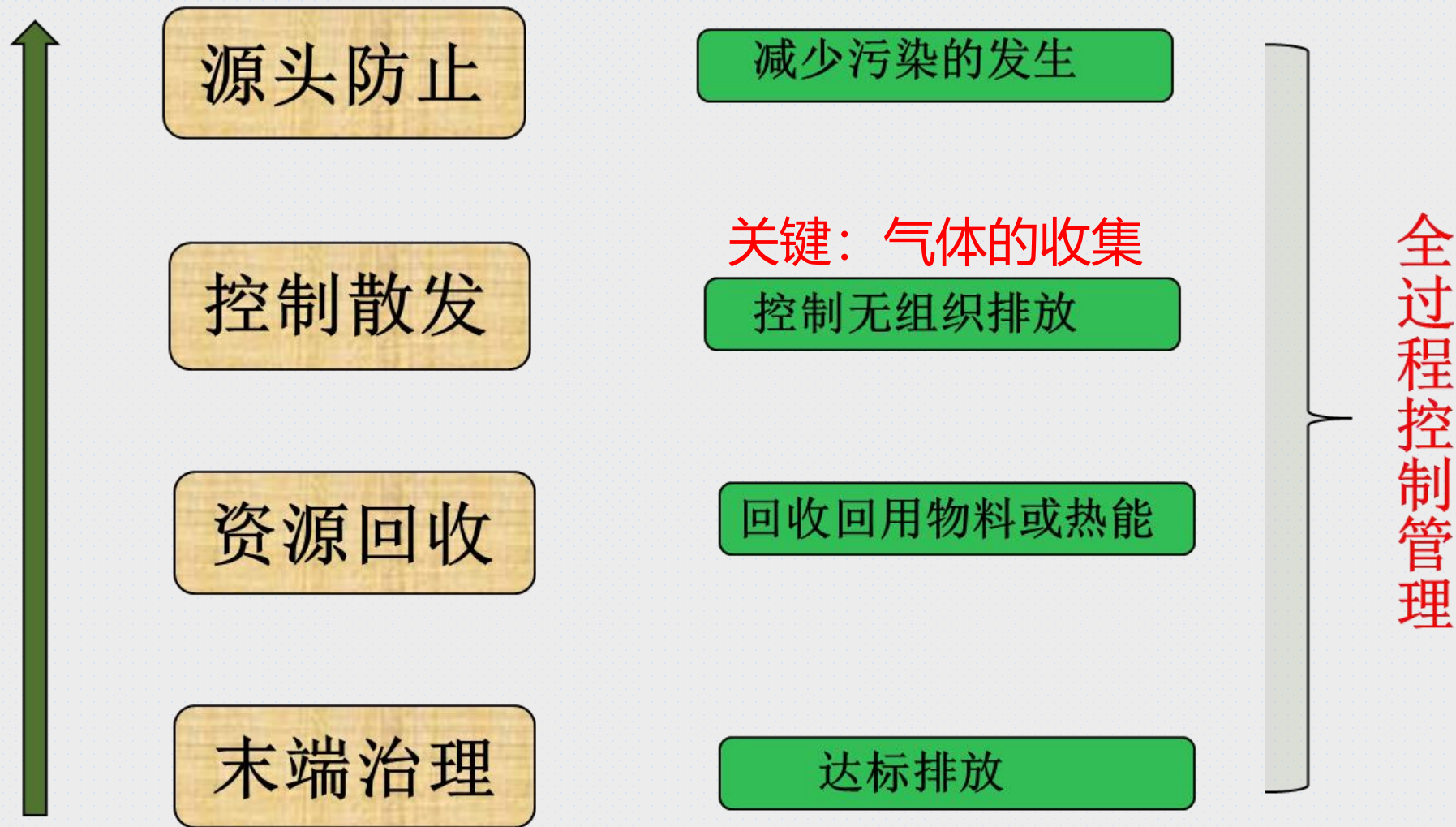
3 VOCs 控制技术、工艺

4 VOCs控制技术案例

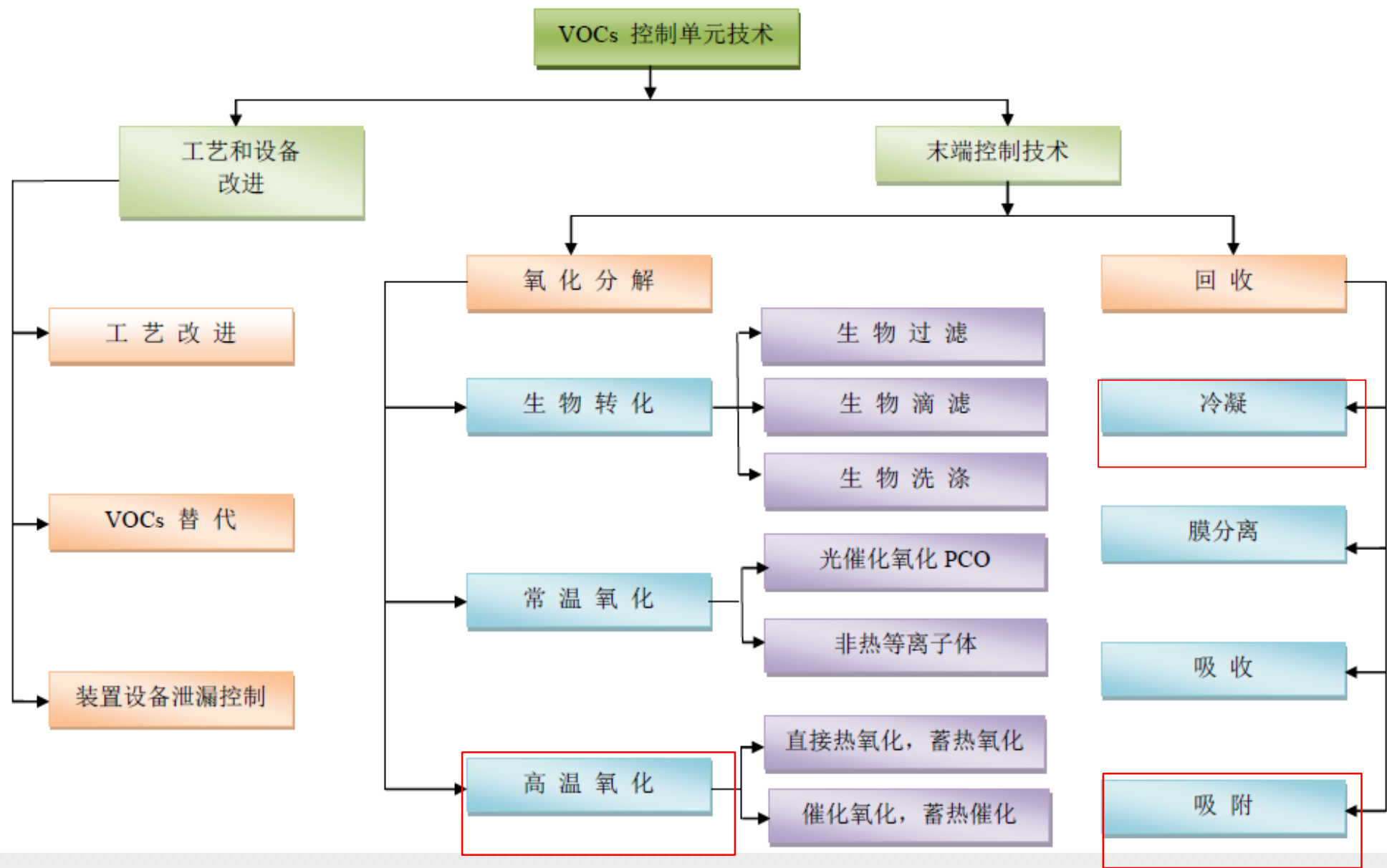
5 小结及展望



3.1 VOCs控制技术工艺的等级



3.2 VOCs控制单元技术



3.2.1 VOCs控制 源头控制

- ◆ 生产原料的调整
- ◆ 设备投料方式的改进

装载过程的平衡管



固体投料器

- ◆ 含VOCs物料储运的排放控制
- ◆ 气体的优化收集 围挡密封及合理的负压控制
- ◆ 连接件的泄漏控制（LDAR）



3.2.2 VOCs控制技术 冷凝

- ◆ 冷凝是利用**污染物与载气二者沸点不同**进行分离的方法。
- ◆ 主要用于含高浓度有机蒸气和高沸点无机气体的净化回收或预处理。
- ◆ 一般情况下对有机物的净化回收率在**30—70%**。该方法更多情况下是与其它浓缩工艺组合使用。
- ◆ 冷凝的功能 **通过相变化液化高浓度气体**
 - 1.回收有机物
 - 2.预处理高浓度气体起削峰作用
- ◆ 冷凝设备目前的形式和传热效率变化也较大。
- ◆ 对于小气量有用液氮作为制冷剂的应用。

3.2.2 VOCs控制技术 冷凝

三氯甲烷 bp61°C

饱和蒸汽压

甲苯 安托因计算结果 bp 110.6°C



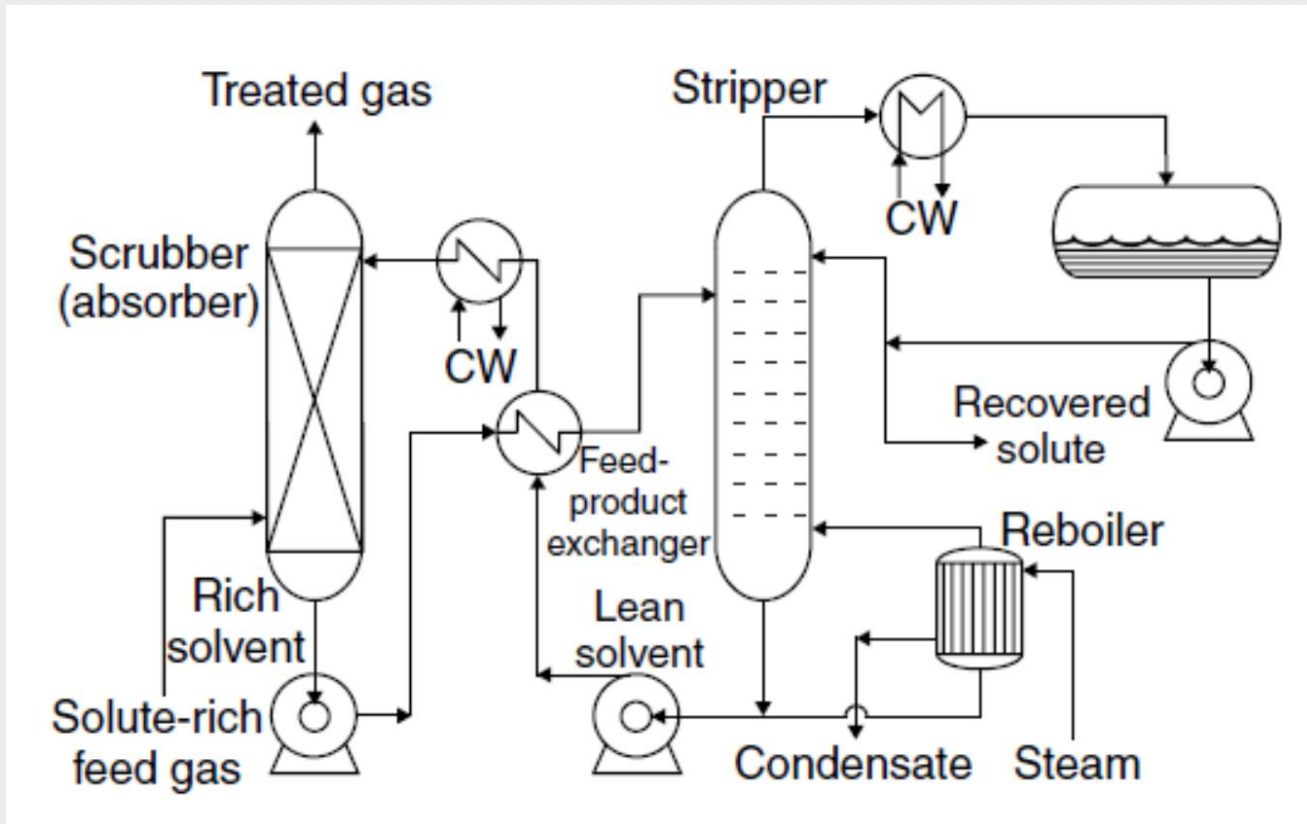
温度 °C	饱和蒸汽压 Kpa	浓度 v/v %	浓度 g/m3
-60	0.18	0.1776462	9.4691763
-50	0.27	0.2664693	14.203764
-40	0.63	0.6217617	33.142117
-30	1.33	1.3126079	69.966691
-20	2.61	2.5758697	137.30306
-10	4.63	4.5694547	243.56826
0	8.13	8.0236862	427.69113
10	13.4	13.224772	704.92757
20	21.28	21.001727	1119.4671
25	26.54	26.192943	1396.1774
30	32.8	32.371083	1725.4943
35	40.17	39.644708	2113.2045

温度°C	A	B	C	P(mmHg)	P(atm)	浓度 (g/m3)	浓度 (%V/V)
0	6.95334	1343.9	219.4	6.729738	0.008855	36.42	0.89
4	6.95334	1343.9	219.4	8.663094	0.011399	46.89	1.14
7	6.95334	1343.9	219.4	10.40845	0.013695	56.33	1.37
10	6.95334	1343.9	219.4	12.44555	0.016376	67.36	1.64
20	6.95334	1343.9	219.4	21.86365	0.028768	118.33	2.88
30	6.95334	1343.9	219.4	36.71196	0.048305	198.70	4.83
35	6.95334	1343.9	219.4	46.8505	0.061645	253.57	6.16
40	6.95334	1343.9	219.4	59.22951	0.077934	320.57	7.79
-10	6.95334	1343.9	219.4	3.431464	0.004515	18.57	0.45
-5	6.95334	1343.9	219.4	4.843393	0.006373	26.21	0.64

3.2.3 VOCs控制技术 吸收

液体吸收是利用气体溶解度的不同，通过废气与液体接触，使气态污染物转入液相。本质是浓缩过程，结合吸收液的解吸或精馏可分离回收有机物。如DMF的吸收回收

对于非极性有机物通常无法使用水溶液进行吸收，而要采用一些大分子的有机物（如柴油、白油等），存在吸收剂排放和分离产品的纯度等问题。





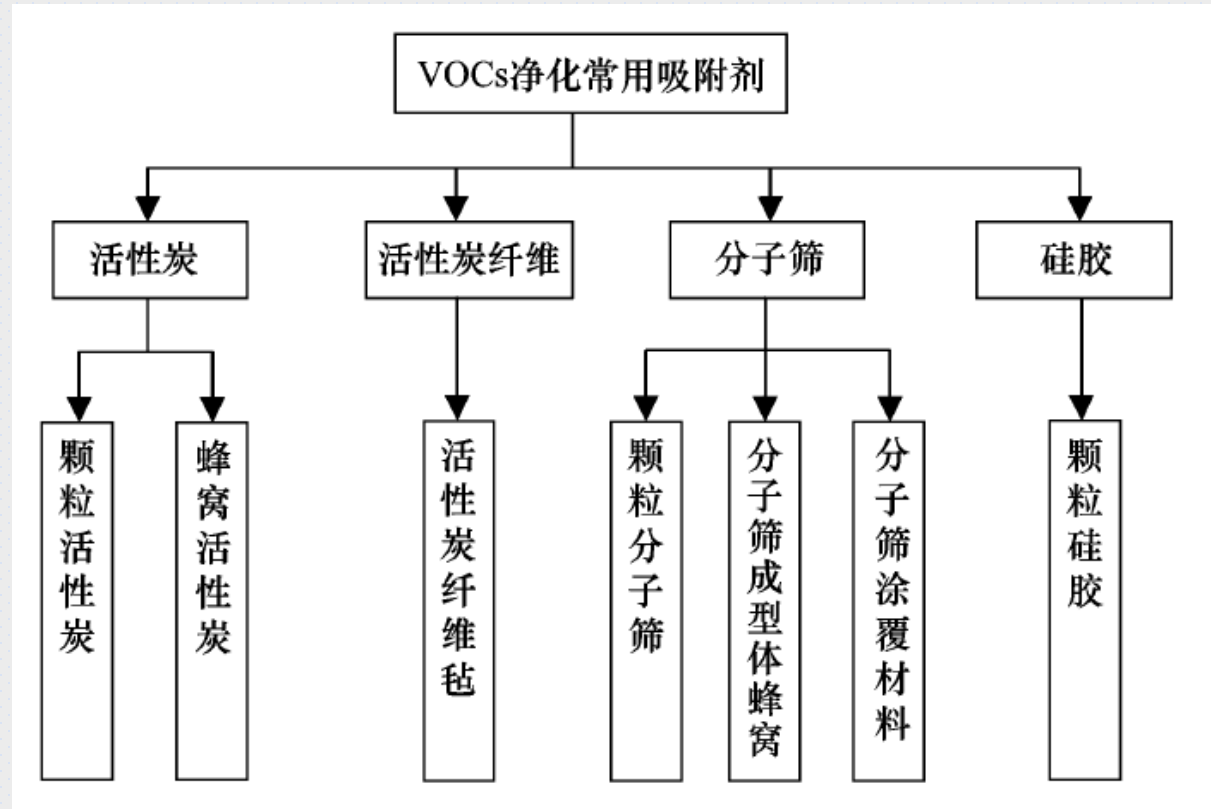
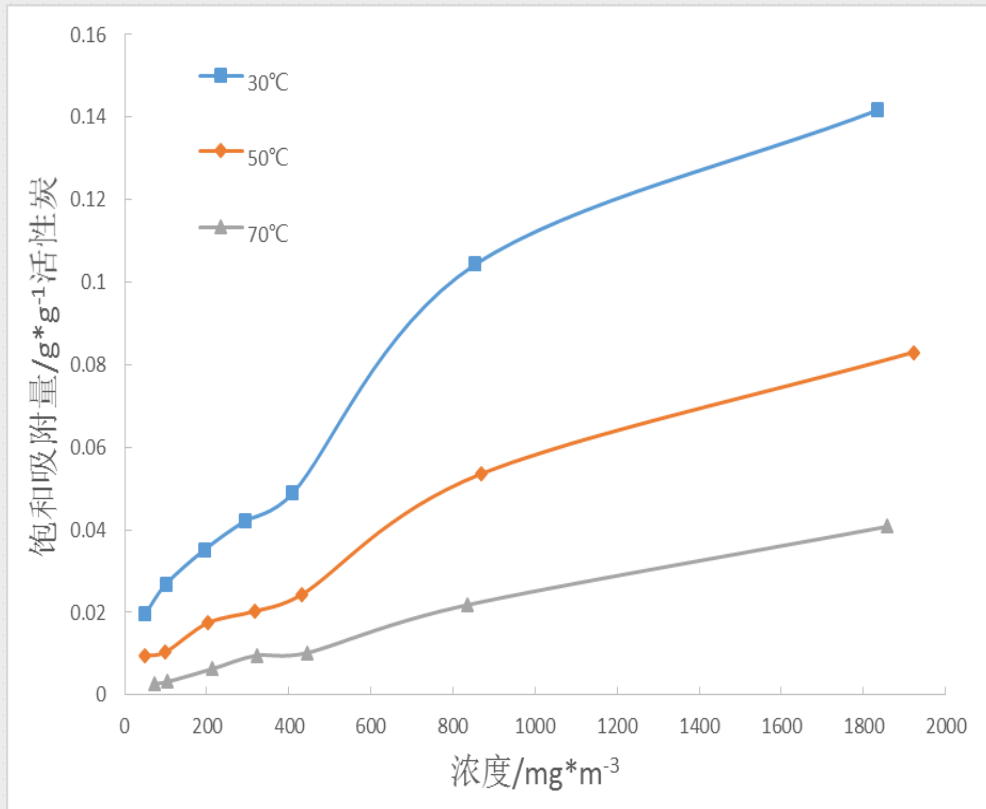
3.2.3 VOCs控制技术 吸收

物理吸收的吸收容量取决与气液平衡（动态平衡）

物质名称	分子量	亨利系数 atmm ³ /mol	气相浓度 mg/m ³	气体温度 °C	气相浓度 atm分压	液体饱和浓 度 mol/ m ³	mg/L
甲醛	30	0.000000 34	0.1	25	8.15043E- 08	0.23 9718	7.191553 54
甲醇	32	0.000005 2	1500	25	0.0011461 54	220. 4142	7053.254 44
氧气	32	0.788		25	0.21	0.26 6497	8.527918 78
H ₂ S	34	0.023	10	25	7.19155E- 06	0.00 0313	0.010630 99
丙酮	58	0.000025	780	25	0.0003288 28	13.1 531	762.88
乙醛	45	0.000087 7	20	0	9.95556E- 06	0.11 3518	5.108323 83

3.2.4 VOCs控制技术 吸附

- 吸附是让废气与多孔固体接触，其中的气态污染物分子被微孔表面捕集。 **吸附是动态平衡过程!**
- 吸附本质上是一个**富集浓缩过程**。与各种脱附技术组合后可实现连续可靠的净化和回收。 **单纯的吸附罐只有一定的保护作用时间。**



3.2.4 VOCs控制技术 吸附

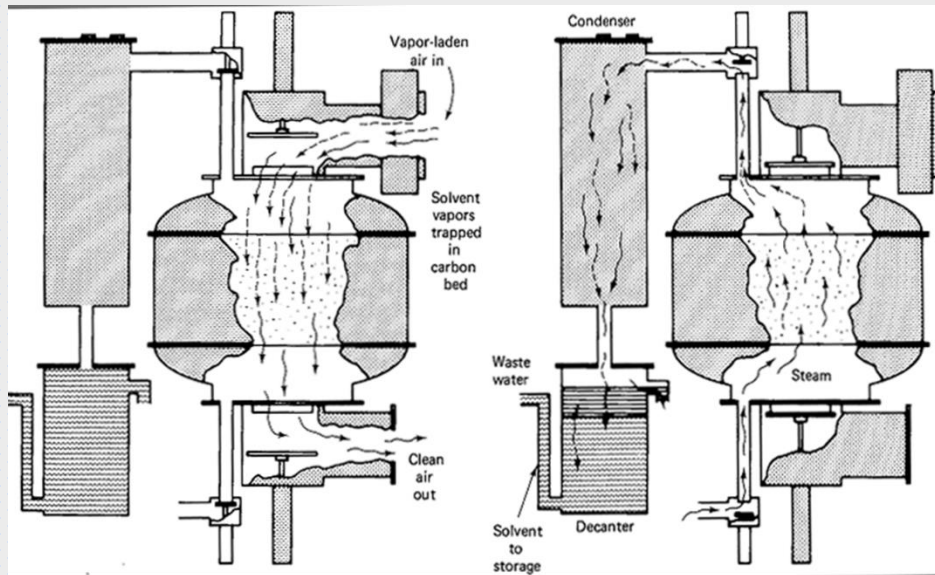


表 TSA 变温吸附工艺主要构成情况汇总

吸附剂	吸附器	再生方法
颗粒炭	间歇式接触： 固定床	直接蒸汽法
活性炭纤维	连续接触：	热气体（空气、氮气）
蜂窝活性炭	移动床， 流化床， 转筒或转轮	电热脱附， 微波脱附
球型炭		

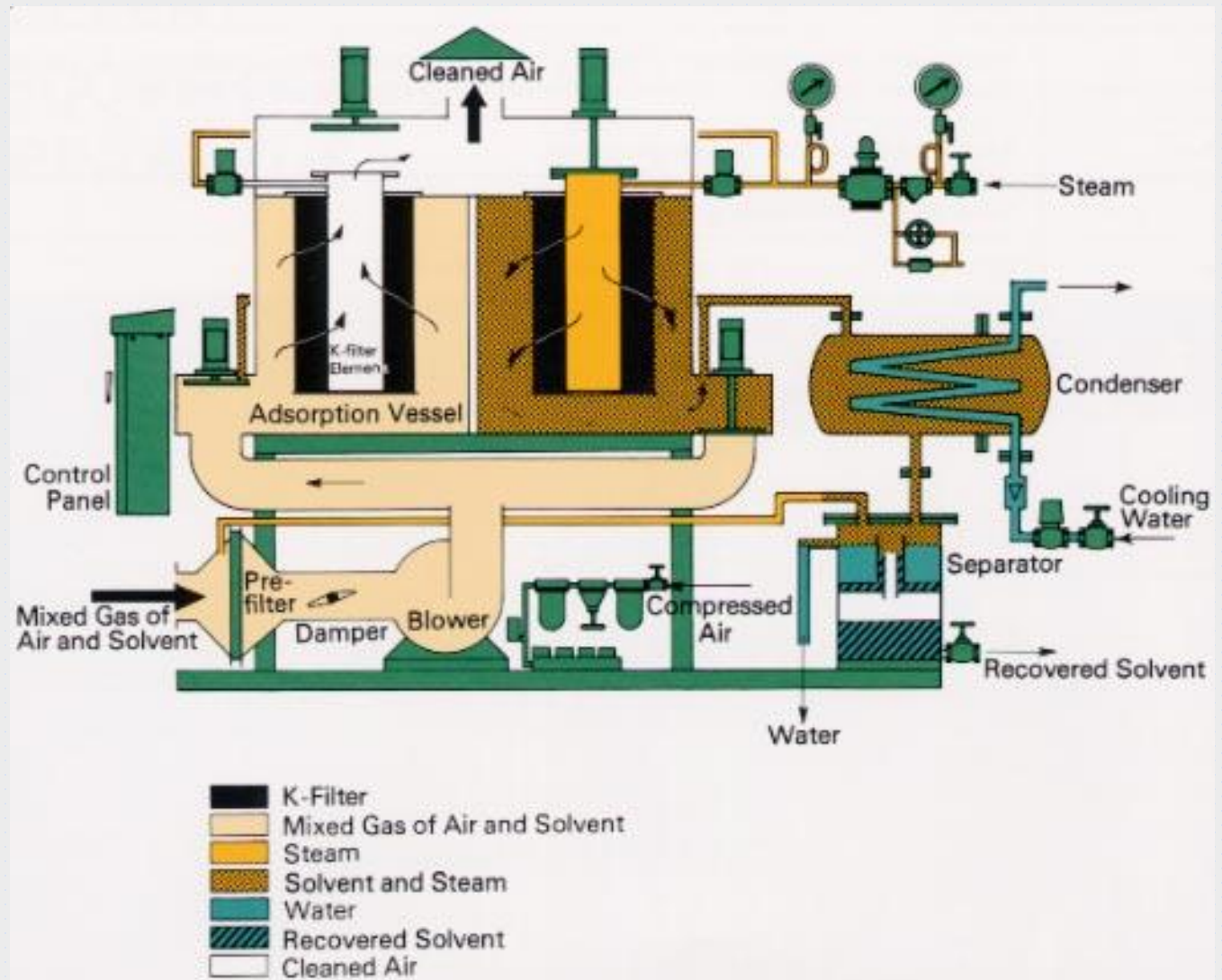
- 配置再生功能的活性炭吸附系统涉及到物理化学、流体力学，传热、传质、工艺控制和化学分析等方面，需全面考虑。
- 安全问题！

3.2.4 VOCs控制技术 吸附

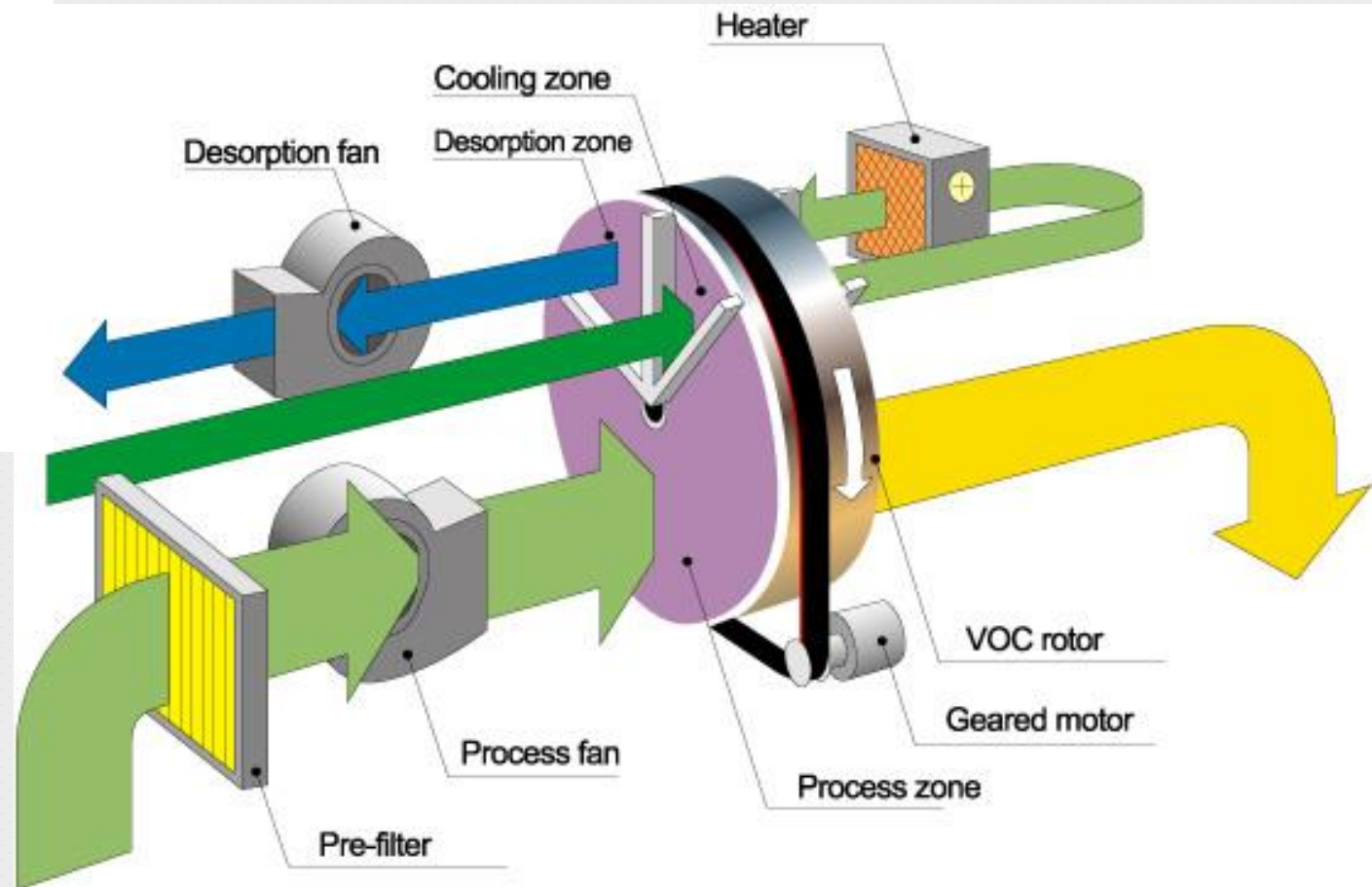
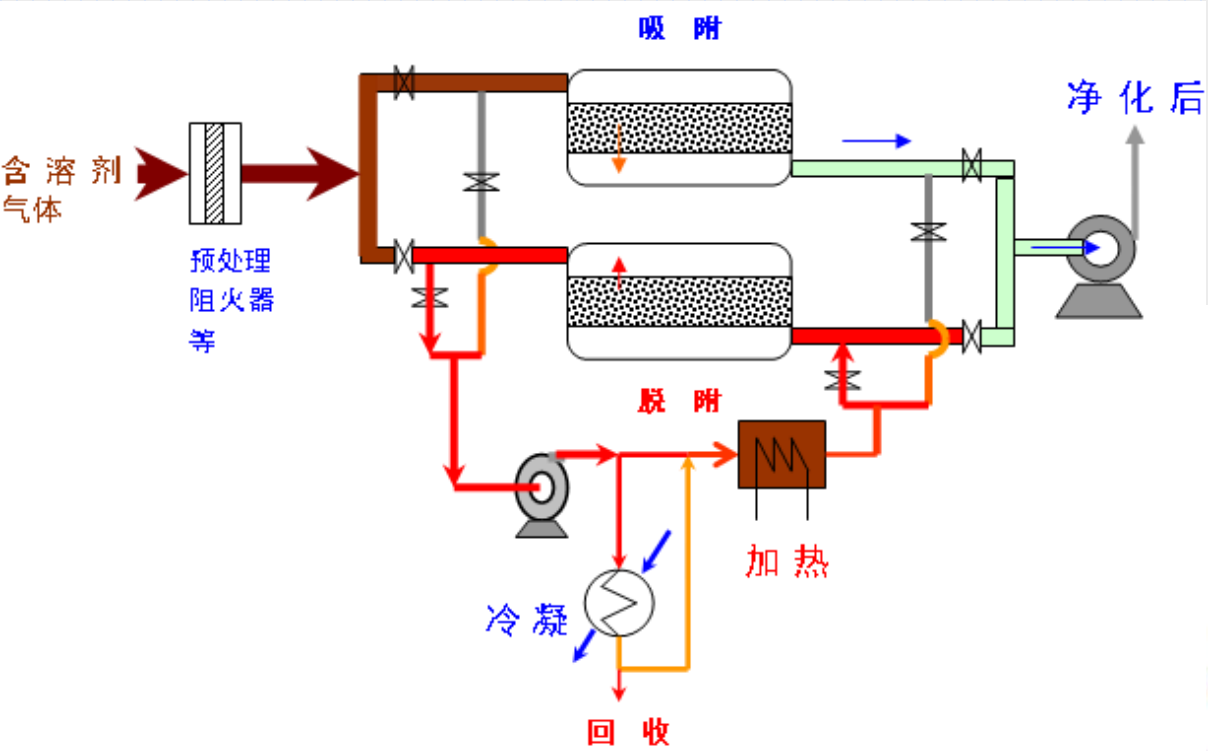


(a) 吸附

(b) 解吸



3.2.4 VOCs控制技术 吸附



3.2.5 VOCs控制技术 高温氧化



- ◆ 大部分有机物是可燃的，焚烧净化法就是利用热氧化作用将废气中的可燃有害成分转化为无害物或易于进一步处理的物质的方法。
- ◆ 燃烧法的优点是：净化效率高可达**99%**，设备不复杂。难以回收或回收价值不大的污染物，用焚烧法净化较为适宜。
- ◆ 在污染物浓度低的情况下，为了提高经济性，必须回收焚烧后的热能。



高温氧化分类

➤ **直接燃烧**（火炬，DTO），**热力燃烧**（目前的典型代表是RTO，蓄热燃烧）燃烧温度750-900℃

➤ **催化氧化**（关键催化剂的性能及成本）

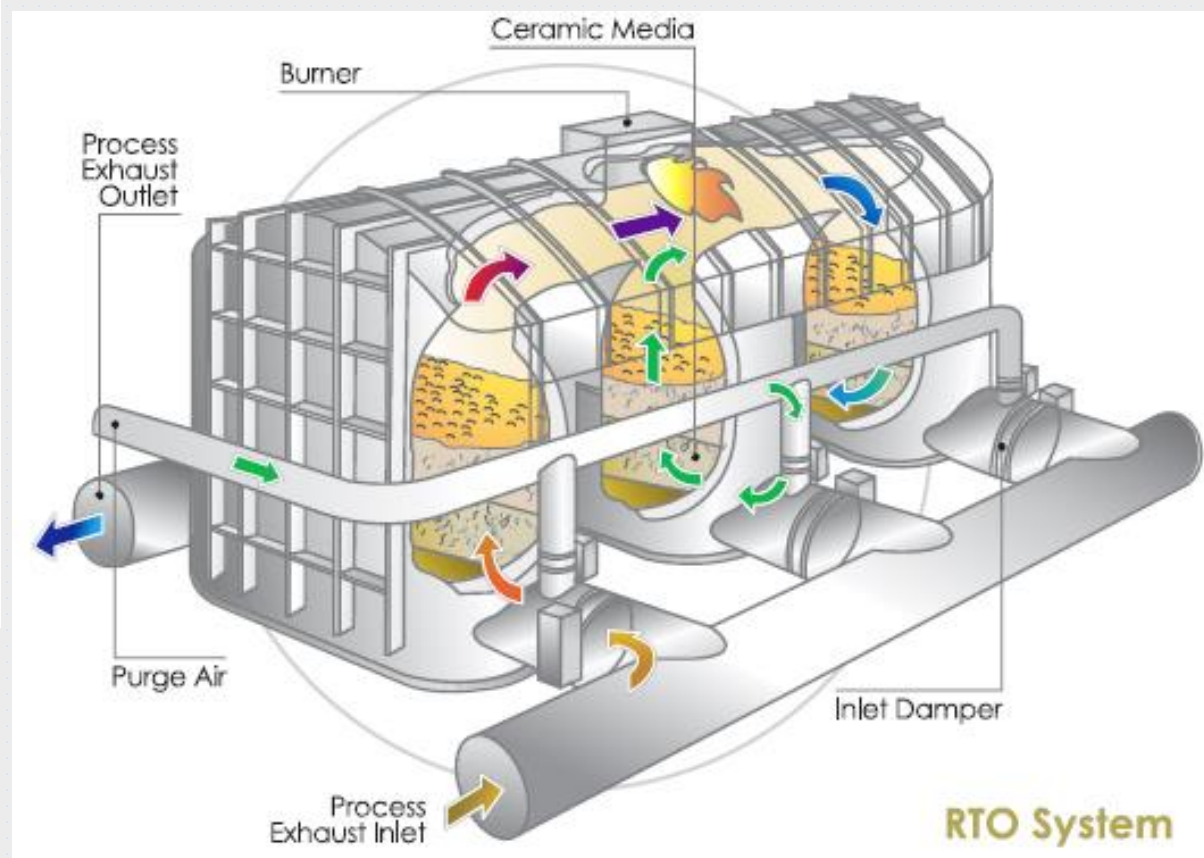
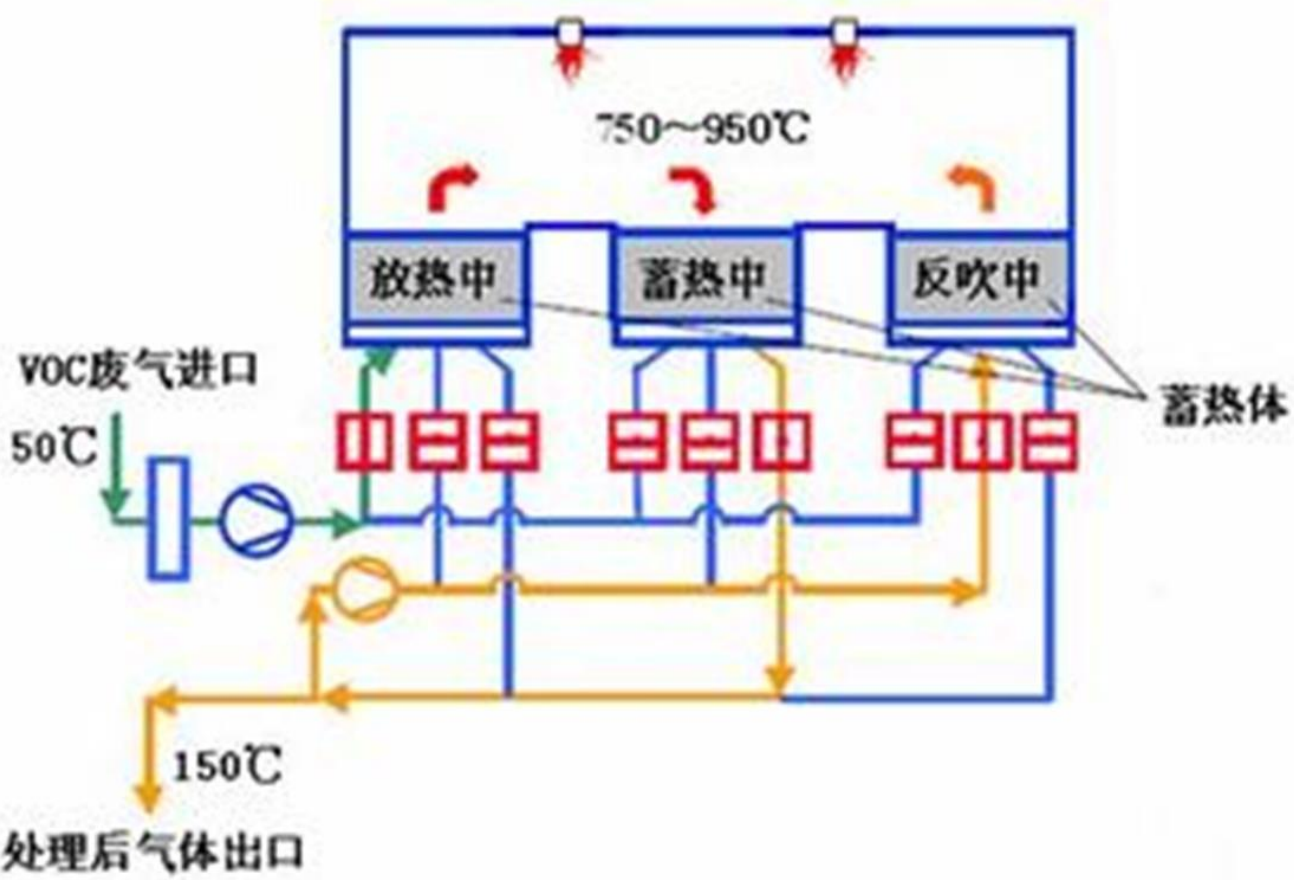
蓄热式催化氧化 RCO

催化燃烧温度250-350℃

注意：利用高温氧化应注意待处理气体的卤素、硫、氮等元素含量的不利影响！

3.2.5 VOCs控制技术 高温氧化

RTO 蓄热氧化

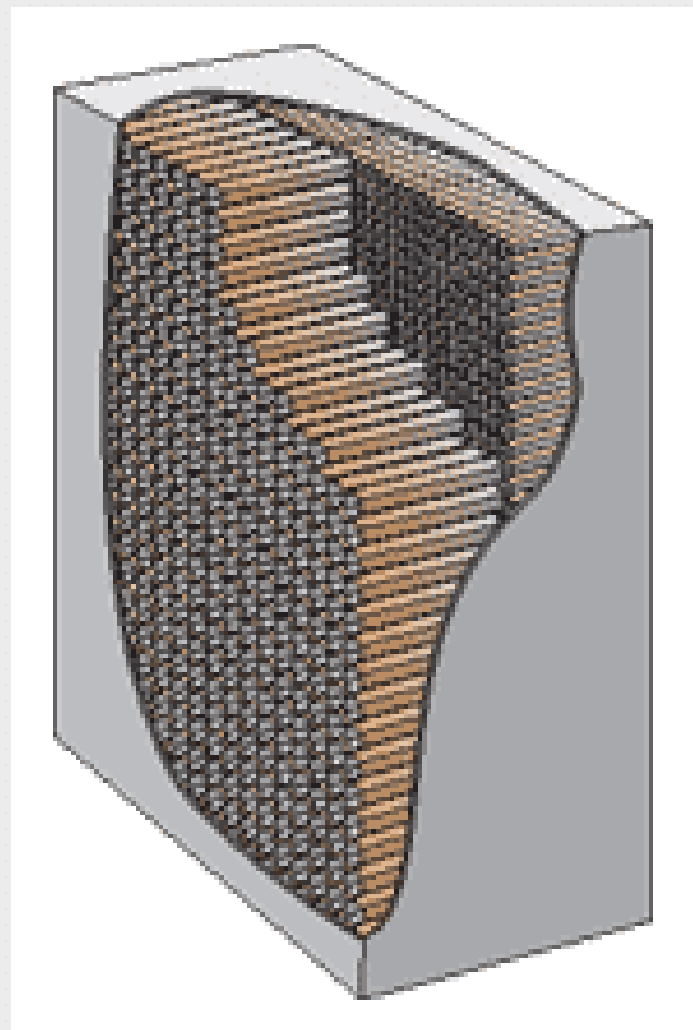
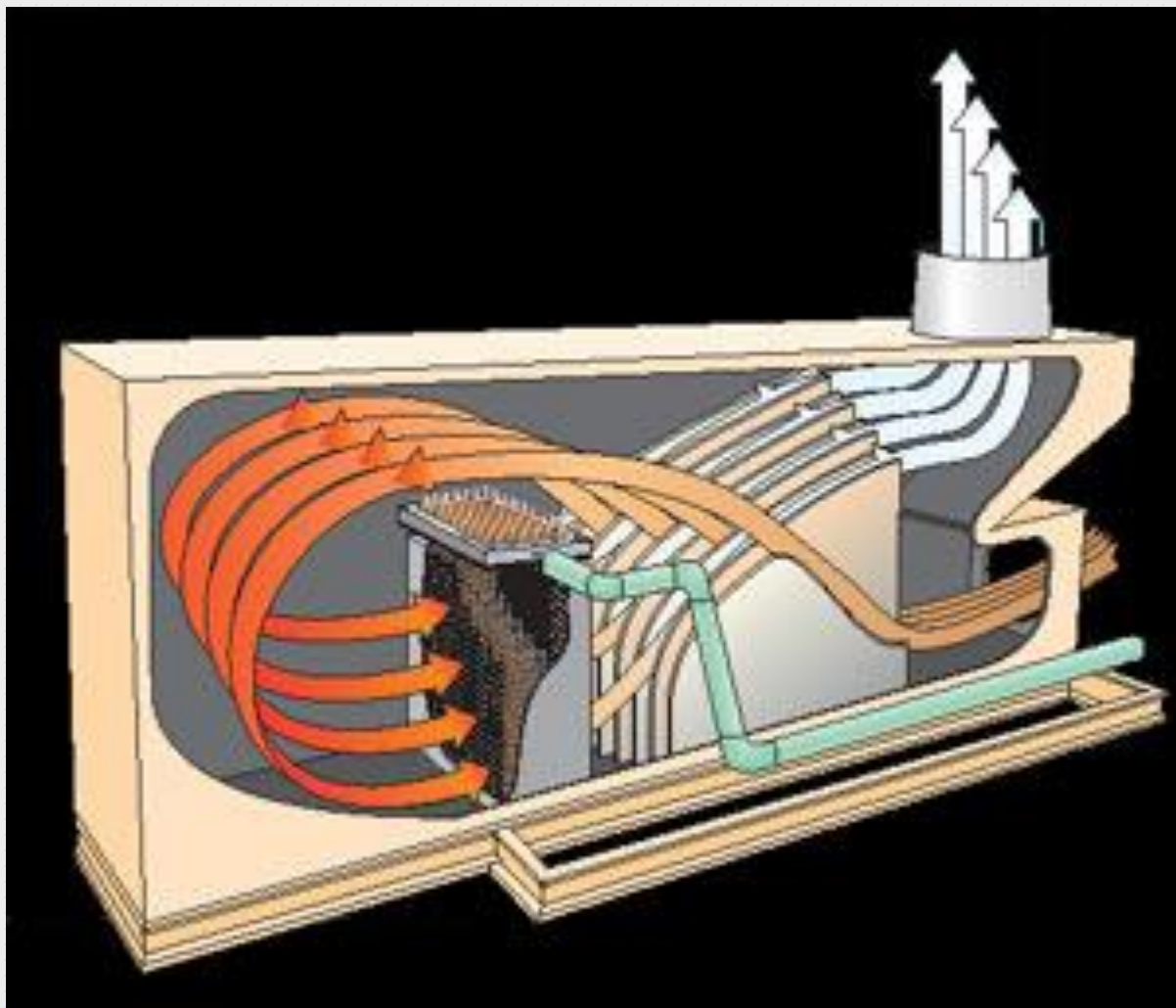


燃烧四要素：温度，时间，紊流程度，氧量
 RTO的特点：热回收效率高 进出口温差
 核心：阀门，蓄热工艺设备，燃烧器
 材料防腐
 预处理

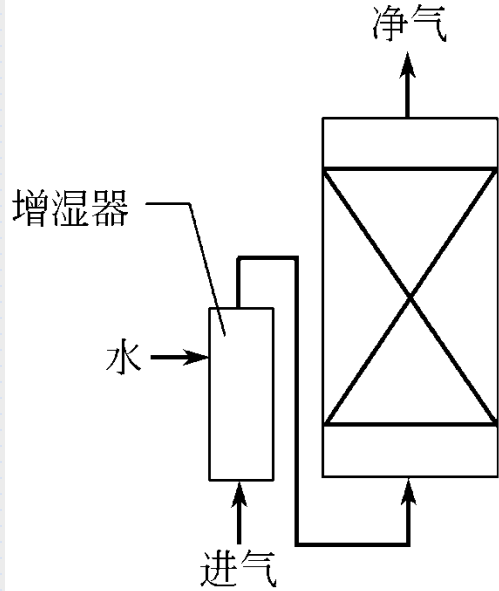
RTO System

3.2.5 VOCs控制技术 高温氧化

催化燃烧

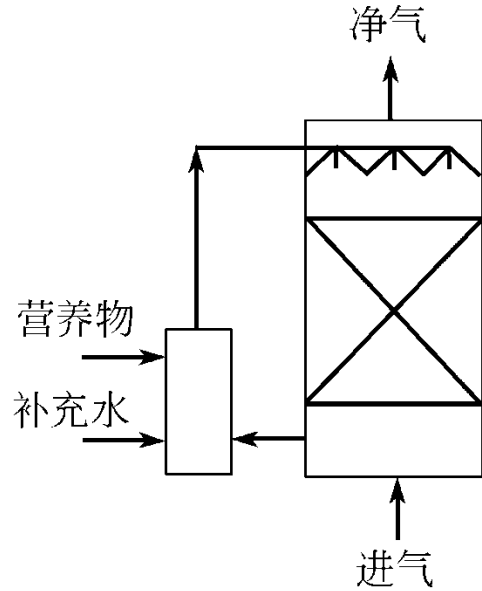


3.2.6 VOCs净化技术 生物法

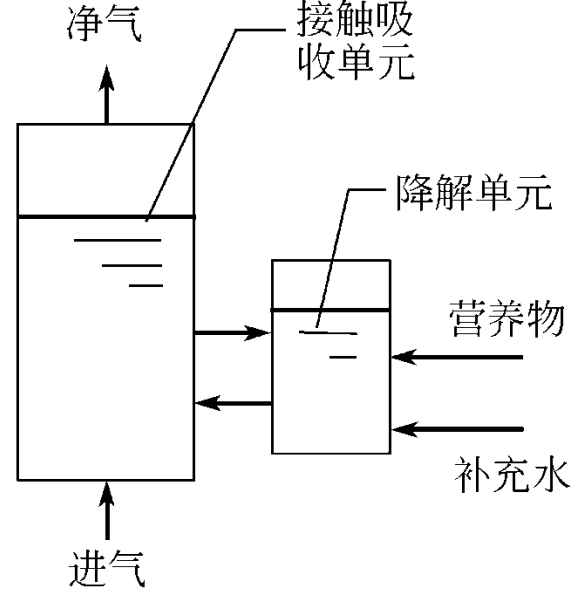


生物过滤器

(a)

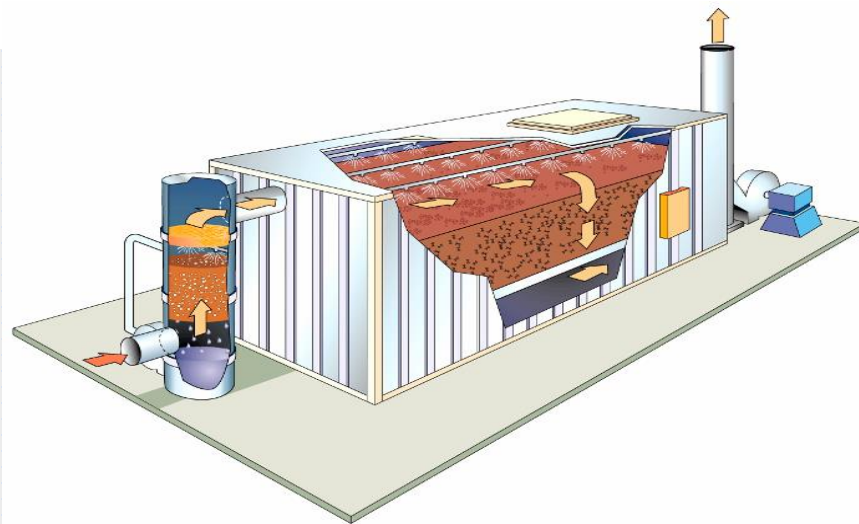


生物滴滤器



生物洗涤器

(c)





3.2.7 其它技术

- ◆ 等离子 非热平衡等离子
- ◆ 光催化氧化
- ◆ 紫外光氧化技术

- 常温氧化类新出现技术目前主要适合于一些低负荷、有机物易降解的场合如**脱臭**，或满足法规行为要求的场合。
- 需考虑采取措施，防止出现因氧化不完全形成的中间产物外排造成二次污染。
- **常温氧化技术不适合于作为VOCs的减排技术！**
- **同样，不带再生的吸收和吸附技术也不适合用于VOCs的减排！**



3.4 VOCs净化工艺的选择

对于**连续排放**（**达标为目的**）

- ◆ 预处理+蓄热燃烧，催化燃烧，直接燃烧等
- ◆ 预处理+**浓缩（沸石转轮）**+蓄热燃烧，**催化燃烧**，直接燃烧等
- ◆ 预处理+吸附（活性炭、分子筛等）+脱附（蒸汽，惰性气体、真空辅助）

对于**非连续排放**

- ◆ 通过缓冲装置进行气体浓度的调节
- ◆ 分散收集（吸附贮存）+集中再生处置



□ 源头控制:

- 替换为低毒，无异味的原料
- 储罐的升级，平衡管
- 投料方式
- 装载方式 底部、液下

□ 过程控制:

- 真空排气冷凝
- 固液分离工艺设备
- 干燥工艺设备
- 包装设备
- LDAR
- 开停车，清洗吹扫

□ 末端控制:

- 通风集气系统优化
- 分类、分质收集处理
 - 循环通风增浓
 - 集气的有效性
- 排放污染气体净化
 - 资源性的吸附回收
 - 热氧化技术
 - 浓缩热氧化

□ 管理减排

- 原料台账
- 监测监控
- 控制设施运行规程及台账



Contents

1 制药VOCs 控制要求

2 制药工业VOCs 污染物特点及排放分类

3 VOCs 排放控制技术、工艺及发展

4 制药等行业VOCs控制技术案例

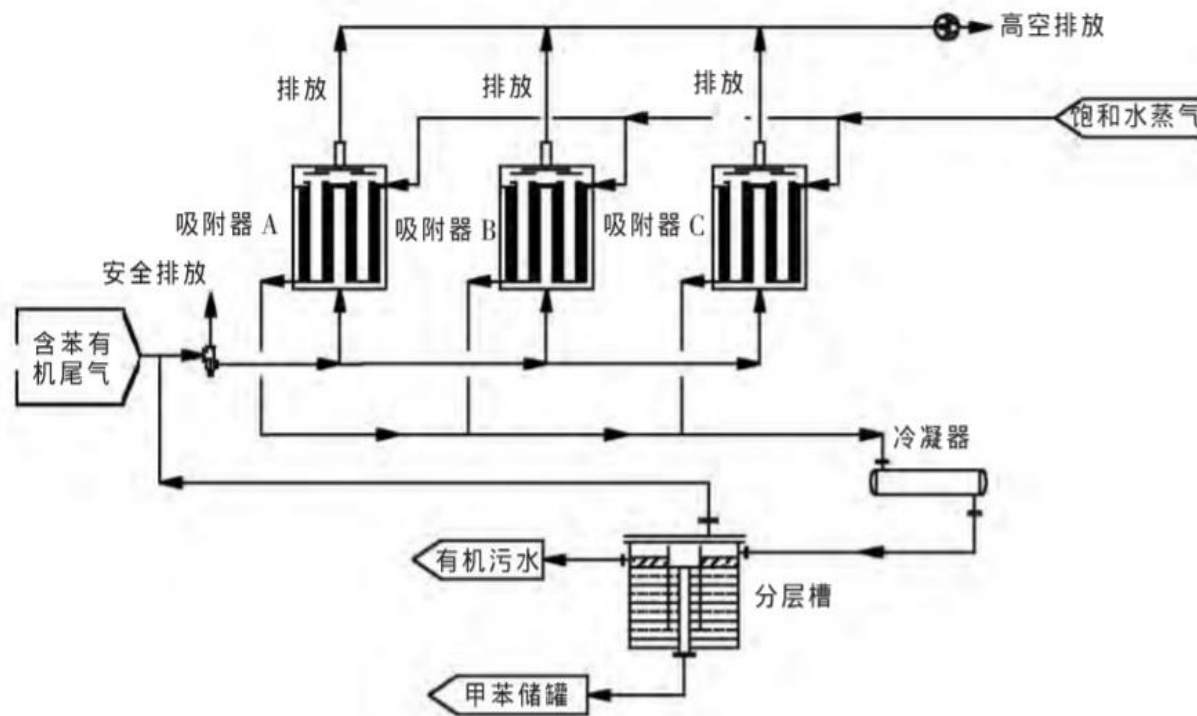
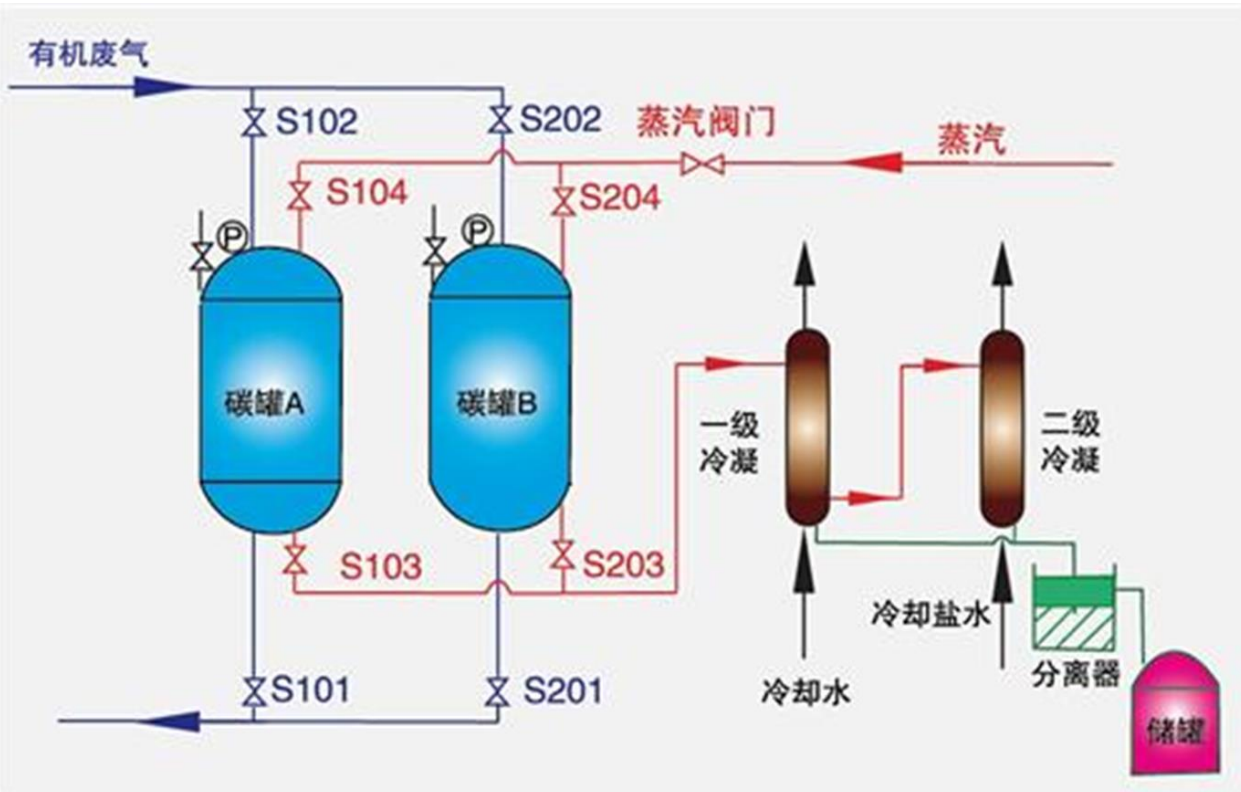
5 小结及展望

4.1 制药过程部分排放节点的气体收集措施示例

工艺过程	排放点位	收集措施
物料储存	密闭储罐呼吸口	设置呼吸阀和冷凝系统，小呼吸口通过引风管路接入废气管路，大呼吸口采用平衡管
	非密闭储槽、储罐	设置密闭操作间或集气罩，经冷凝系统后接入废气管路
物料输送	输送泵	放空口接入废气管路
	真空输送	设置冷凝装置，放空口、呼吸口接入废气管道
投料	高位槽、泵投料、真空抽料	多级梯度冷凝后接入废气管路
反应过程	反应釜投、出料口	接入废气管路
	反应釜放空口	多级梯度冷凝后接入废气管路
过滤、离心	过滤	采用密闭式过滤器，接入废气管路
	淋洗	密封，接入废气管路
	出料	设密闭操作间，引风接入废气管路
烘干	烘干设备	采用密闭式干燥器，接入废气管路
	出料	设独立的操作间，接入废气管路
废水处理	收集池、调节池、厌氧池、兼氧池，及好氧池前端	密闭，接入废气管路
	污泥压滤机	设密闭操作间或集气罩，接入废气管路
设备系统	装置泄漏点	做好连接处、阀门，动静密封点等的密封
固废处理	危险固废堆场	设密闭单间，接入废气管路
	运输车	使用密闭厢式运输

4 制药等行业VOCs净化案例

4.2.1 吸附回收 蒸汽再生 回收甲苯，二氯甲烷等



4.2.1 VOCs吸附控制技术 蒸汽脱附

□ 蒸汽再生活性炭吸附过程:

- **吸附** 保护作用时间 混合气体吸附可能遇到的问题
- **脱附** 蒸汽加热脱附冷凝出液
- **吸附床的冷却干燥** (初始排气超标, 热风干燥安全问题)

□ 颗粒炭与纤维炭的比较



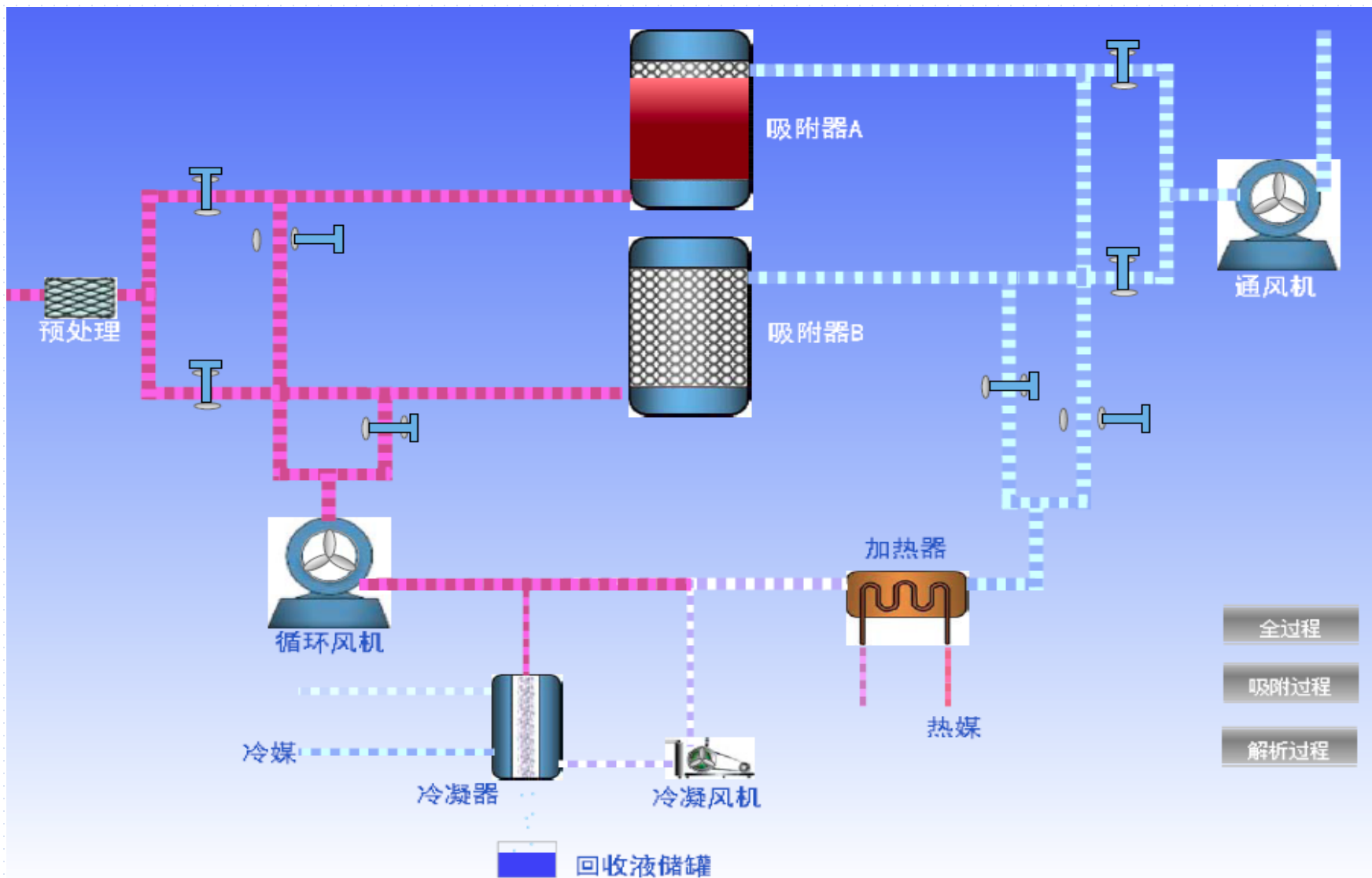
4.2.1 VOCs吸附控制技术 蒸汽脱附

水蒸气脱附法投资费用少，是目前为止应用最广泛的回收工艺；

存在问题

- 回收物质的含水量较高，解吸易于水解的有机溶剂(如卤代烃、酯类溶剂)时会影响回收物的品质；
- 过程中会产生较多的废水，造成二次污染；
- 脱附完成后，吸附剂需要较长时间的冷却、干燥才能再次投入使用。
- 部分情景下，易腐蚀系统设备，对设备材料性能要求高；

4.2.2 VOCs控制技术 氮气保护脱附工艺示意



科技部、环保
部2014年3月
联合发布的
《**大气污染
防治先进技
术汇编**》

4.2.2 VOCs控制技术 氮气保护脱附

氮气脱附回收技术特点

- 二次污染少，基本无废水排放
- 回收溶剂品质相对较好，适宜回用。
- 尤其适用于水溶性，易水解类有机物的处理回收
- 低浓度时能效优势明显

存在问题

系统投资较高，操作相对复杂

4.2.2 VOCs吸附净化工艺案例

氮气保护回收





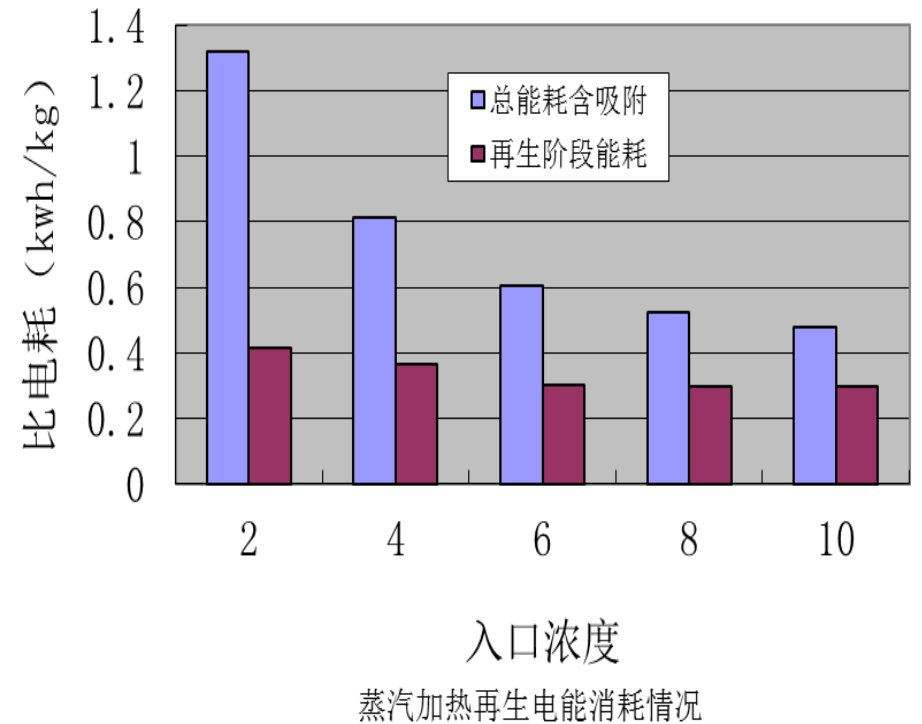
4.2.2 VOCs吸附净化工艺案例 氮气保护回收

- ◆ 系统运行的费用主要为电耗，废水的产量为回收溶剂量的1%~10%不等（视运行时的待处理气体湿度而定）；
- ◆ 回收溶剂的系统的运行电耗（包括通风动力和解吸再生过程的所有电耗）大致如下：

不同加热能源条件下回收 1kg 溶剂大致能耗费用情况

再生热源	方案 1		方案 2		方案 3	
	电		燃油		蒸汽	
气体浓度范围/ mg/m ³	800~2000	2000~10000	800~2000	2000~10000	800~2000	2000~10000
电 kwh	3-5	1.5-3	1.5-3	0.6-1.5	1.4-2.9	0.5-1.4
燃料 kg	0	0	0.16-0.24	0.11-0.16	0	0
蒸汽 kg	0	0	0	0	2.3-3.4	1.6-2.3
估算费用 元/kg	2.4-4	1.2-2.4	2.2-3.8	1.1-2.2	1.6-3.2	0.7-1.6

注：其中电费按平均 0.8 元/kwh 计（如是分时电费区域的话通过运行工艺设定平均电费成本可控制在 0.5 元/kwh 以下）；燃料按 6000 元/吨计；蒸汽按 200 元/吨计



4.3 VOCs净化工艺案例 RTO





4.3 VOCs净化工艺案例 RTO

2017年度 制药企业A RTO类净化系统性能情况

企业1	RTO入口	RTO出口	效率%
氧含量 (%)	20.94	20.21	
四氢呋喃浓度 (mg/m ³)	35.1	1.7	95.2
乙酸乙酯浓度 (mg/m ³)	1040	12.1	98.8
甲苯浓度 (mg/m ³)	49	1.87	96.2
非甲烷总烃浓度 (mg/m ³)	1210	10.9	99.1
甲醇浓度 (mg/m ³)	13.4	<0.4	》 97
恶臭 (无量纲)	61194	1197	98



4.3 VOCs净化工艺案例 RTO

2017年度 制药企业B RTO类净化系统性能情况

企业2	RTO入口	RTO出口	效率%
乙酸乙酯浓度 (mg/m ³)	906	49.6	94.5
异丙醇浓度 (mg/m ³)	39.9	1.18	97
甲苯浓度 (mg/m ³)	45	3.04	93.2
甲醇浓度 (mg/m ³)	224	23.6	89.5
丙酮浓度 (mg/m ³)	193	6.9	96.4
氯苯浓度 (mg/m ³)	100.9	14.8	85.3
非甲烷总烃浓度 (mg/m ³)	451	24.8	94.5
恶臭浓度 (无量纲)	5495	524	90.5

4.4 干燥废气部分循环减排案例

异味类物质喷雾干燥装置节能减排改造系统:

针对异味类物质喷雾干燥装置的特点,优化减排系统;配置布袋除尘和换热器等工程措施;原有喷雾干燥装置的加热气体开路系统修改为部分回流系统。

效果:

- 排放气体量为原排放气量的15%-20%
- 完成排放烟气消白
- 提高喷雾干燥产品的得率 (3%-8%)
- 节约运行能耗 (5%-15%)





Contents

1 VOCs 控制政策要求

2 VOCs 污染物特点及排放分类

3 VOCs 排放控制技术, 工艺及发展

4 制药行业VOCs控制技术案例

5 小结及展望



5 小结及展望

- 因蓝天保卫战的需要，在目前的达标生存阶段将以“各类预处理+高温氧化” VOCs控制工艺为主
- 气体的有效收集是VOCs排放控制的核心之一和“目前的薄弱环节”
- 没有最好而只用最合适的VOCs控制技术
- 制药行业的VOCs控制建议：以强化收集减少无组织排放，在尽可能回收利用的前提下通过高温热氧化进行达标处理后排放。
- VOCs的管控呼唤“全过程控制，实现控制过程生命周期评价最优”
- 专业化，制度化是VOCs控制效果持续稳定的必要条件。

问题和讨论?



谢谢!