













# 喷涂有机废气处理装置

## 1 范围

本文件规定了喷涂有机废气处理装置的技术要求、试验方法、检验规则、标志和随行文件及包装、运输和贮存。

本文件适用于交通工具制造、机械设备制造、钢结构加工及电子、家具和家用电器等行业喷涂操作排放的有机废气处理装置的制造。辊涂、淋涂、刷涂和浸涂等其他涂装操作排放的有机废气处理装置的制造可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB 4053（所有部分） 固定式钢梯及平台安全要求
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则
- GB/T 9969 工业产品使用说明书
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- 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 16297 大气污染物综合排放标准
- GB 20101 涂装作业安全规程 有机废气净化装置安全技术规定
- GB 25286.1 爆炸性环境用非电气设备 第1部分：基本方法和要求
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- HJ 38 固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法
- HJ/T 389 环境保护产品技术要求 工业有机废气催化净化装置
- HJ 734 固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法
- HJ 1093 蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范
- 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废气治理工程技术规范
- JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件
- JB/T 5945 工程机械 装配通用技术条件
- JB/T 5946 工程机械 涂装通用技术条件

JB/T 13733 工业有机废气蓄热催化燃烧装置

JB/T 13734 工业有机废气蓄热热力燃烧装置

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**喷涂有机废气 coating organic waste gas**

工业喷涂操作排放的含颗粒物和挥发性有机物的气体。

#### 3.2

**挥发性有机物 volatile organic compounds (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。

注：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。

#### 3.3

**总挥发性有机物 total volatile organic compounds**

TVOC

采用规定的监测方法，对废气中的单项 VOCs 物质进行测量，加和得到 VOCs 物质的总量，以单项 VOCs 物质的质量浓度之和计。

注：实际工作中，应按预期分析结果，对占总量 90% 以上的单项 VOCs 物质进行测量，加和得出。

#### 3.4

**非甲烷总烃 non-methane hydrocarbons**

NMHC

采用规定的监测方法，氢火焰离子化检测器有响应的除甲烷外的气态有机化合物的总称，以碳的质量浓度计。

#### 3.5

**喷涂有机废气处理装置 treatment equipment for coating organic waste gas**

净化喷涂操作排放的有机废气的装置。

注：一般由预处理设备、吸附浓缩设备（固定式、旋转式）、氧化销毁设备（催化氧化设备、蓄热热力氧化设备、蓄热催化氧化设备、直燃炉）等设备以及控制系统和附属设施组成，以下简称处理装置。典型吸附浓缩设备、氧化销毁设备及代表性组合工艺流程见附录 A。

#### 3.6

**预处理设备 pre-treatment equipment**

满足废气进入后续处理的要求，在前端设置的除颗粒物、调温调湿或去除影响后续处理设备性能的气体成分的设备。

#### 3.7

**固定式吸附浓缩设备 fixed adsorber and concentrator**



吸附过程中吸附剂床层处于固定状态，用于吸附浓缩 VOCs 的设备。

注：吸附剂通常为活性炭或疏水性分子筛。

### 3.8

#### 旋转式吸附浓缩设备 **rotary adsorber and concentrator**

由转轮（或转筒）及配套设备组成的吸附浓缩设备。

注：浓缩设备根据功能不同，通常划分为吸附区、脱附区和冷却区，如果没有冷却区可以达到净化要求时，也可不设单独的冷却区。含有 VOCs 的废气通过吸附区进行吸附净化，吸附了污染物的区域转动到脱附区后利用热气流进行再生，再生后的区域转动到冷却区后利用冷气流进行冷却降温，如此循环实现吸附剂的吸附和脱附。吸附剂通常为疏水性分子筛。

### 3.9

#### 催化氧化设备 **catalytic oxidizer**

CO

利用固体催化剂将废气中的污染物通过氧化作用转化为二氧化碳和水等化合物的设备及其附属设备。

注：催化氧化设备通常由催化反应室、热交换室和加热室构成。

### 3.10

#### 蓄热热力氧化设备 **regenerative thermal oxidizer**

RTO

将工业有机废气进行燃烧净化处理，并利用蓄热体对处理废气进行换热升温、对净化后的排气进行换热降温的设备。

注：蓄热热力氧化设备通常由换向设备、蓄热室、燃烧室和控制系统等组成。

### 3.11

#### 蓄热催化氧化设备 **regenerative catalytic oxidizer**

RCO

利用固体催化剂在一定温度下将有机废气中的污染物转化为二氧化碳和水等化合物，同时利用蓄热材料热量储存和释放的性能对加热设备或污染物氧化反应产生的热量进行循环利用的设备。

### 3.12

#### 直燃炉 **thermal oxidizer**

TO

利用废气中的污染物和辅助燃料燃烧反应释放的热量，将有机废气温度提高到反应温度进行高温氧化处理，并利用换热器对待处理废气进行换热升温、对净化后的排气进行换热降温的设备。

### 3.13

#### 净化效率 **destruction and removal efficiency**

DRE

在设计工况条件下，单位时间内处理装置去除的颗粒物或 VOCs 质量（即进口与出口之

差)与进入处理装置的颗粒物或 VOCs 质量之比。

按下式计算:

$$DRE = \frac{C_{in}Q_{in} - C_{out}Q_{out}}{C_{in}Q_{in}} \times 100$$

式中:

$DRE$ ——处理装置净化效率, %;

$C_{in}$ ——进口气体含颗粒物或 VOCs 浓度, 单位为毫克每立方米 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ , 干空气标态);

$C_{out}$ ——出口气体含颗粒物或 VOCs 浓度, 单位为毫克每立方米 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ , 干空气标态);

$Q_{in}$ ——进口气体流量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ , 干空气标态);

$Q_{out}$ ——出口气体流量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ , 干空气标态)。

### 3.14

#### 泄露率 leak rate

在设计工况下, 处理装置或组成设备进出口气体流量差与进口气体流量之比。

按下式计算:

$$\Delta\alpha = \frac{Q_{out} - Q_{in}}{Q_{in}} \times 100$$

式中:

$\Delta\alpha$ ——处理装置或组成设备泄露率, %;

$Q_{in}$ ——进口气体流量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ , 干空气标态);

$Q_{out}$ ——出口气体流量, 单位为立方米每小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ , 干空气标态)。

注: 泄露率测试时风机连接在装置或设备后面。氧化销毁设备测试泄露率时出口气体流量不包括吹扫风和助燃风流量。

## 4 技术要求

### 4.1 一般要求

4.1.1 处理装置应符合本标准的要求, 并按照经规定程序批准的产品图样及技术文件制造、安装、调试及验收。如有特殊要求, 应在订货合同或技术协议中注明。

4.1.2 处理装置所用材料、部件和设备应有供应商质检部门出具的合格证明。

4.1.3 处理装置主要设备本体设计寿命应与喷涂生产线等生产设备相匹配。

4.1.4 处理装置应采用模块化设计。

4.1.5 处理装置各设备内部应清理干净, 无杂物。

4.1.6 外观应整齐、轮廓清楚, 外观壳体面板目视应平整, 无凸凹不平现象。

4.1.7 处理装置外表面应有明显安全标识和防护。

4.1.8 主要设备应预留检修口。

4.1.9 楼梯和平台等安全技术条件应符合 GB 4053 的规定。

### 4.2 性能要求

4.2.1 在设计工况条件下, 处理装置出口颗粒物浓度应小于  $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。进气 VOCs 浓度大

于  $200 \text{ mg/m}^3$  时，VOCs 净化效率应大于 90%；进口 VOCs 浓度不大于  $200 \text{ mg/m}^3$  时，出口 VOCs 浓度应小于  $20 \text{ mg/m}^3$ 。正常运行条件下，处理装置出口气体中颗粒物浓度及 VOCs 浓度应达到 GB 16297 和地方排放标准的要求。

4.2.2 处理装置的预处理设备、吸附浓缩设备及其连接管道（不包括氧化销毁设备）的总压力损失宜小于  $5000 \text{ Pa}$ 。

4.2.3 处理装置运行噪声应不大于  $85 \text{ dB (A)}$ 。

4.2.4 处理装置泄露率应小于 1%。

#### 4.3 主要设备要求

##### 4.3.1 预处理设备

4.3.1.1 应采用过滤、洗涤、静电等方式对气体中的油雾、树脂、颜料、粉尘等颗粒物进行预处理，预处理后的气体中颗粒物浓度应不超过  $1 \text{ mg/m}^3$ 。

4.3.1.2 应采用洗涤、吸附、冷凝等方式对气体中的酸碱物质以及易沉积、易反应、难脱附的组分进行预处理。采用催化氧化或蓄热催化氧化设备时，应对含有卤素等导致催化剂中毒的组分进行预处理。

4.3.1.3 预处理后进入吸附浓缩设备的气体温度宜不超过  $40^\circ\text{C}$ 。

4.3.1.4 预处理后进入吸附浓缩设备的气体相对湿度宜不超过 80%。

##### 4.3.2 吸附浓缩设备

###### 4.3.2.1 固定式吸附浓缩设备

4.3.2.1.1 固定式吸附浓缩设备应符合 HJ 2026 的规定。

4.3.2.1.2 正常运行条件下，固定式吸附浓缩设备压力损失宜不大于  $3000 \text{ Pa}$ 。

###### 4.3.2.2 旋转式吸附浓缩设备

4.3.2.2.1 旋转式吸附浓缩设备应符合 HJ 2026 的规定。

4.3.2.2.2 旋转式吸附浓缩设备吸附区表观气速宜小于  $5 \text{ m/s}$ 。

4.3.2.2.3 旋转式吸附浓缩设备吸附区的压力损失宜不大于  $2000 \text{ Pa}$ 。

4.3.2.2.4 旋转式吸附浓缩设备使用分子筛作吸附剂时最高再生温度宜小于  $300^\circ\text{C}$ 。

4.3.2.2.5 旋转式吸附浓缩设备转速应可调节，转速宜不高于  $10 \text{ r/h}$ 。

4.3.2.2.6 旋转式吸附浓缩设备的浓缩比范围应为 5 倍~30 倍。根据热量平衡计算，旋转式吸附浓缩设备浓缩后气体中 VOCs 浓度宜达到氧化销毁设备自持燃烧所需浓度值。

##### 4.3.3 氧化销毁设备

4.3.3.1 催化氧化设备应符合 HJ/T 389 和 HJ 2027 的规定。

4.3.3.2 蓄热热力氧化设备应符合 HJ 1093 和 JB/T 13734 的规定。

4.3.3.3 蓄热催化氧化设备应符合 HJ 2027 和 JB/T 13733 的规定。

4.3.3.4 在设计工况条件下，直燃炉的净化效率应不小于 98%，进出口气体温差应小于  $200^\circ\text{C}$ 。辅助燃料燃烧宜采用低氮燃烧器。根据废气成分以及净化效率，热氧化反应温度宜为  $750^\circ\text{C}$ ~ $1000^\circ\text{C}$ ，停留时间一般宜为  $0.5 \text{ s}$ ~ $2.0 \text{ s}$ 。

##### 4.3.4 其他

4.3.4.1 阀门

4.3.4.1.1 阀门驱动应采用气动控制。进气切断阀及旁通阀门关闭时间应不大于 3 s。

4.3.4.1.2 阀门应有位置信号反馈。

4.3.4.2 管道

4.3.4.2.1 金属管道应采用法兰跨接和接地等防止静电产生和聚集的措施。

4.3.4.2.2 金属管道应设置补偿器或膨胀节。

4.3.4.2.3 管道保温设计应符合 GB/T 8175 的规定。

4.3.4.3 控制系统

4.3.4.3.1 处理装置应采用自动控制系统，同时具备手动操作功能。

4.3.4.3.2 控制系统应有监控阀门状态等安全设计，出现异常情况能发出报警信号，并执行相应的连锁动作。发生故障、紧急停机、断电、断气时进气切断阀、旁通阀、新风阀等阀门应自动回到设定的安全状态。

4.3.4.3.3 应采用新风进行氧化销毁设备预热，氧化销毁设备停机前应采用新风进行置换。

4.4 安全要求

4.4.1 浓缩后气体中混合 VOCs 最高允许浓度应低于混合气体爆炸下限（LEL）的 25%（25℃），即有机废气中混合 VOCs 的浓度  $P < P_m \times 25\%$ 。P<sub>m</sub> 为混合 VOCs 爆炸下限值（%），

P<sub>m</sub> 按式（1）计算：

$$P_m = 100 / (V_1/P_1 + V_2/P_2 + \dots + V_n/P_n) \dots\dots\dots (1)$$

式（1）中：

$P_1, P_2, \dots, P_n$ ——有机废气中各组分的爆炸下限值，%；

$V_1, V_2, \dots, V_n$ ——有机废气中各组分所占的体积百分数，%；

$n$ ——有机废气中所含 VOCs 的组分数量。

爆炸下限值应根据氧化销毁设备反应温度按式（2）进行修正：

$$LEL_t = LEL_{25^\circ C} [1 - 0.000784(t - 25)] \dots\dots\dots (2)$$

式（2）中：

$LEL_t$ ——反应温度  $t$  时的爆炸下限值，%；

$LEL_{25^\circ C}$ ——25℃时的爆炸下限值，%；

$t$ ——反应温度，单位为摄氏度（℃）。

4.4.2 处理装置应按 GB 20101 的规定设置温度和压力等指示与控制用仪表。

4.4.3 氧化销毁设备本体或其连接的管道应设置防爆泄压装置。

4.4.4 处理装置壳体内部电气设备与线路应按爆炸性环境危险区域进行选择与设计。电气设备应符合 GB 3836.1 的规定。

4.4.5 电气部件的外壳防护等级应不低于 GB/T 4208-2017 中 IP54 的要求。

4.4.6 处理装置壳体内部非电气设备应按爆炸性环境危险区域进行选择与设计。

4.5 装配和涂装

4.5.1 装配

- 4.5.1.1 处理装置中焊接件应符合 JB/T 5943 的规定。有气密性要求的焊缝，不应有渗漏。
- 4.5.1.2 装配应符合 JB/T 5945 的规定。
- 4.5.1.3 处理装置本体经气密性检查合格后，方能敷设保温层。
- 4.5.1.4 外露的机加工面及其需防锈的表面均应清理干净，涂防锈漆。
- 4.5.2 涂装
- 4.5.2.1 涂装应符合 JB/T 5946 的规定。
- 4.5.2.2 在满足性能前提下，宜使用环保型涂料。
- 4.6 冷态运行试验要求
- 4.6.1 各运动部件按照设定时间、方向、开度转动或切换，无异响，并有灵敏可靠的信号反馈。断电时阀门自动回到设定的安全位置。
- 4.6.2 温度和压力等仪表信号正常显示。
- 4.6.3 自动控制程序正常执行连锁动作。
- 4.6.4 处理装置或组成设备泄露率应小于 1%。
- 4.7 热态运行试验要求
- 4.7.1 各运动部件按照设定时间、方向、开度转动或切换，无异响，并有灵敏可靠的信号反馈。
- 4.7.2 温度和压力等仪表信号正常显示。
- 4.7.3 气体处理流量和压力损失达到设计要求。
- 4.7.4 处理装置或组成设备泄露率均应小于 1%。
- 4.7.5 处理装置连续自动运行 48 h 无故障。
- 4.7.6 应进行断电、断气、紧急停机程序模拟测试，自动控制系统应发出报警信号，并执行相应连锁程序。
- 4.7.7 处理装置外表面温度应不大于 60℃。
- 5 试验方法
- 5.1 处理装置及主要设备性能试验
- 5.1.1 应按 GB/T 16157 的规定测试颗粒物浓度，按 HJ 734 的规定检测总挥发性有机物中的 VOCs，按 HJ 38 的规定检测非甲烷总烃，根据 3.15 计算处理装置及主要设备的净化效率。
- 5.1.2 用压差计测量处理装置及主要设备的压力损失。
- 5.1.3 在处理装置设计工况下进行噪声测量。使用声级计测量 A 声级，采用慢速挡，重复测定 3 次，每次 10 s，取平均值。
- 5.1.4 应按 GB/T 16157 的规定测试气体流量，根据 3.16 计算处理装置及主要设备的泄露率。
- 5.2 安全试验
- 5.2.1 检视温度和压力等指示与控制用仪表。
- 5.2.2 防爆泄压装置的破开压力的检验方法应按 HJ/T 389 规定执行。

5.2.3 爆炸性环境电气设备的选择与电气线路的设计应按 GB 50058 的规定进行评定与评估。电气设备应具有有效的防爆检验合格证、出厂检验合格证和安全标志准用证。

5.2.4 爆炸性环境非电气设备的选择与设计应按 GB 25286.1 的规定进行评定与评估。

### 5.3 装配

5.3.1 按 JB/T 5943 的规定进行焊接质量检验，其中有气密性要求的焊缝，应进行焊缝密封性试验。

5.3.2 按 JB/T 5945 的规定进行装配质量检验。

### 5.4 涂装

按 JB/T 5946 的规定进行涂装质量检验。

### 5.5 冷态运行试验

5.5.1 连接试验风机和管道。连续运行 4 h，循环操作 3 次。

5.5.2 检查各运动部件的运动时间、方向、开度准确性。观察断电时阀门是否处于设定的安全状态。

5.5.3 检查温度和压力等仪表信号反馈的准确性。

5.5.4 气体处理流量应按 GB/T 16157 的规定检测。

5.5.5 处理装置或组成设备泄露率根据 3.16 进行计算。

### 5.6 热态运行试验

5.6.1 应在冷态运行试验合格后进行热态运行试验。

5.6.2 氧化销毁设备加热升温至设定温度，连续运行 48 h。检查运动部件动作准确性。

5.6.3 检查温度和压力等仪表信号反馈的准确性。

5.6.4 气体处理流量应按 GB/T 16157 的规定检测。

5.6.5 处理装置或组成设备泄露率根据 3.16 进行计算。

5.6.6 进行停电、停气、紧急停机程序模拟测试，观察自动控制系统是否发出报警信号，并执行相应连锁程序，观察阀门是否处于设定的安全状态。

5.6.7 升温 24 h 后，用表面温度计在氧化销毁设备本体表面随机测量 10 个点的温度，记录最大值。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

处理装置应逐台进行出厂检验和现场检验。

### 6.2 出厂检验

6.2.1 每台处理装置应经制造单位质量检验部门检验合格方可交付使用。

6.2.2 检验项目见表 1。

### 6.3 现场检验

检验项目见表 1。

表1 处理装置检验项目及要要求

序号	项目名称	“技术要求”的章条号	“试验方法”的章条号	出厂检验	现场检验
1.	处理装置净化效率	4.2.1	5.1.1		√
2.	处理装置压力损失	4.2.2	5.1.2		√
3.	处理装置运行噪声	4.2.3	5.1.3		√
4.	处理装置泄露率	4.2.4	5.1.3	√	√
5.	指示与控制用仪表	4.4.2	5.2.1	√	√
6.	防爆泄压装置	4.4.3	5.2.2	√	
7.	爆炸性环境电气设备	4.4.4	5.2.3	√	
8.	爆炸性环境非电气设备	4.4.6	5.2.4	√	
9.	装配	4.5.1	5.3	√	√
10.	涂装	4.5.2	5.4	√	√
11.	冷态运行试验	4.6	5.5	√	√
12.	热态运行试验	4.7	5.6		√

注：打“√”表示要检验的项目。

#### 6.4 判定规则

任一检验项目不合格，则判定为该产品不合格。应进行调整和改进，调整和改进后重新进行检验。

### 7 标志和随行文件

#### 7.1 铭牌标志

在合适而明显的位置上固定产品铭牌，其型式和尺寸应符合 GB/T 13306 的规定。主要包括以下内容：

- a) 制造单位名称；
- b) 产品类型；
- c) 产品标记；
- d) 产品所执行的标准号；
- e) 出厂编号；
- f) 生产日期。

#### 7.2 包装标志

包装标志应包括收发货标志、包装储运图示标志，并应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定。

#### 7.3 随行文件

##### 7.3.1 使用说明书

使用说明书的编写应符合 GB/T 9969 的要求，主要包括以下内容：

- a) 产品类型；
- b) 产品标记及产品所执行的标准号；

- c) 主要用途及适用范围；
- d) 系统流程图及工作原理；
- e) 主要参数；
- f) 设备总清单及备品备件清单；
- g) 使用时注意事项。

### 7.3.2 安装说明书

安装说明书主要包括以下内容：

- a) 设备总图、土建基础图、荷载图及安装尺寸；
- b) 安装时主要技术要求；
- c) 安装时注意事项。

## 8 包装、运输和贮存

### 8.1 包装

8.1.1 处理装置的包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.1.2 包装箱内应有产品合格证。

### 8.2 运输

8.2.1 运输时应对处理装置的接管法兰表面加以保护，采用合理装载加固措施，对易变形的部件应有在运输和贮存环节不致发生损坏的包装措施。

8.2.2 处理装置要用干燥、有遮篷运输工具运输，在运输过程中，应防止雨淋、水浸、压轧、撞击和沾污。

### 8.3 贮存

8.3.1 建设过程中，处理装置钢结构件及大件设备可露天存放。

8.3.2 电子产品及保温材料不应露天存放。

8.3.3 设备配件箱库存。

8.3.4 供需双方对零部件应妥善保管、贮存、防止锈蚀、变形、损坏或丢失。



附录 A

(资料性)

典型吸附浓缩设备、氧化销毁设备及代表性组合工艺流程

A.1 典型吸附浓缩设备

典型吸附浓缩设备示意图见图 A.1。

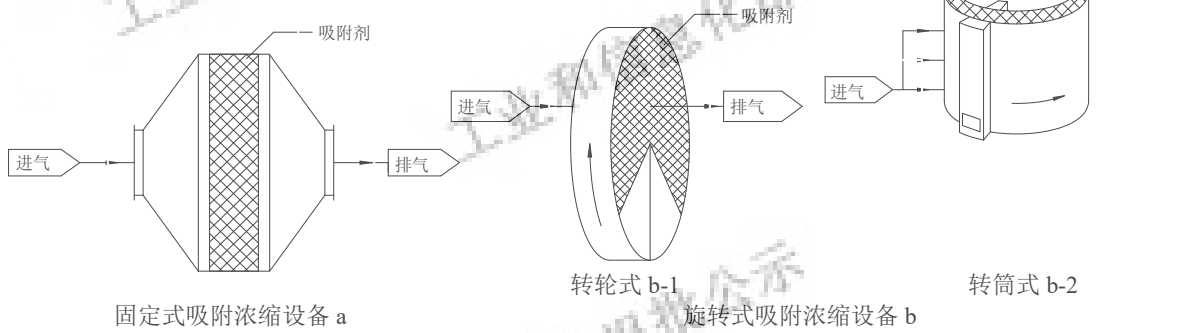
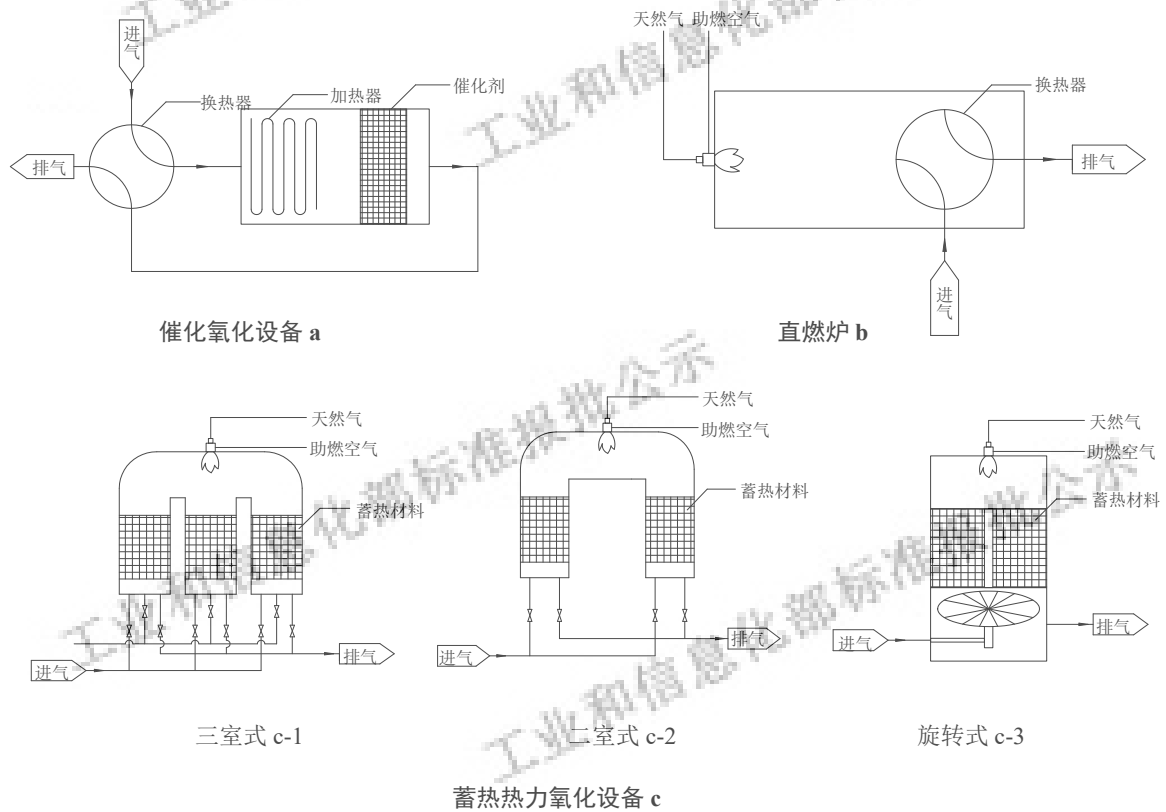


图 A.1 典型吸附浓缩设备示意图

A.2 典型氧化销毁设备

典型氧化销毁设备示意图见图 A.2。



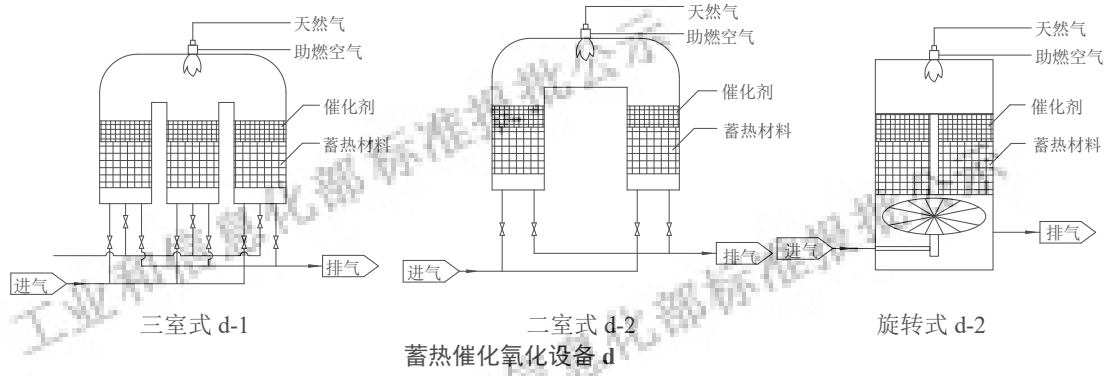


图 A.2 典型氧化销毁设备示意图

A.3 代表性组合工艺流程

代表性组合工艺流程示意图见图 A.3、图 A.4、图 A.5 和图 A.6。

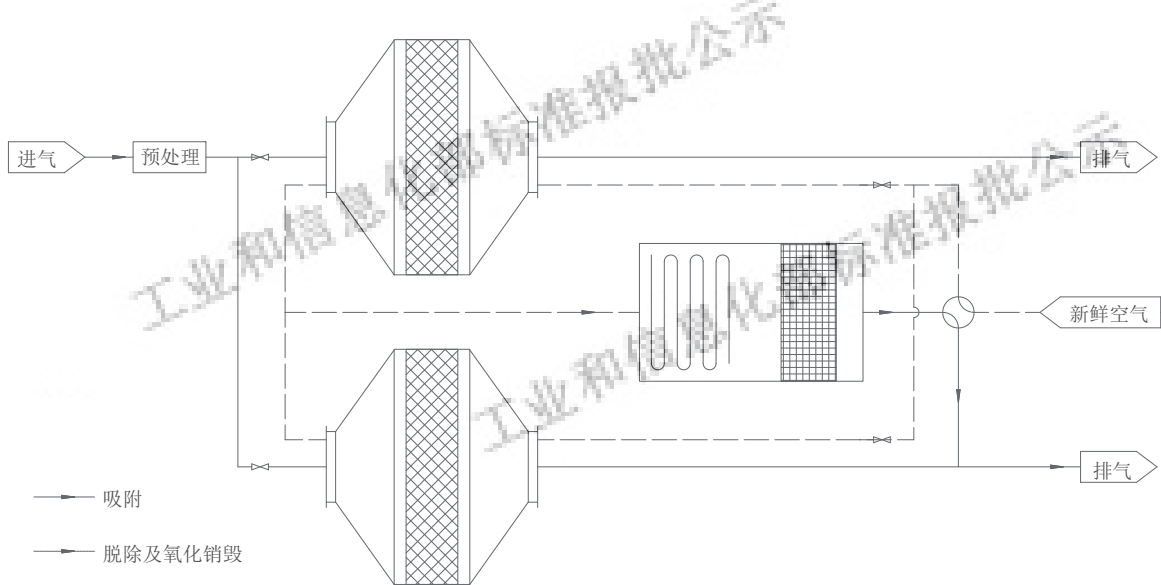


图 A.3 固定床吸附浓缩设备联合催化氧化设备工艺流程示意图

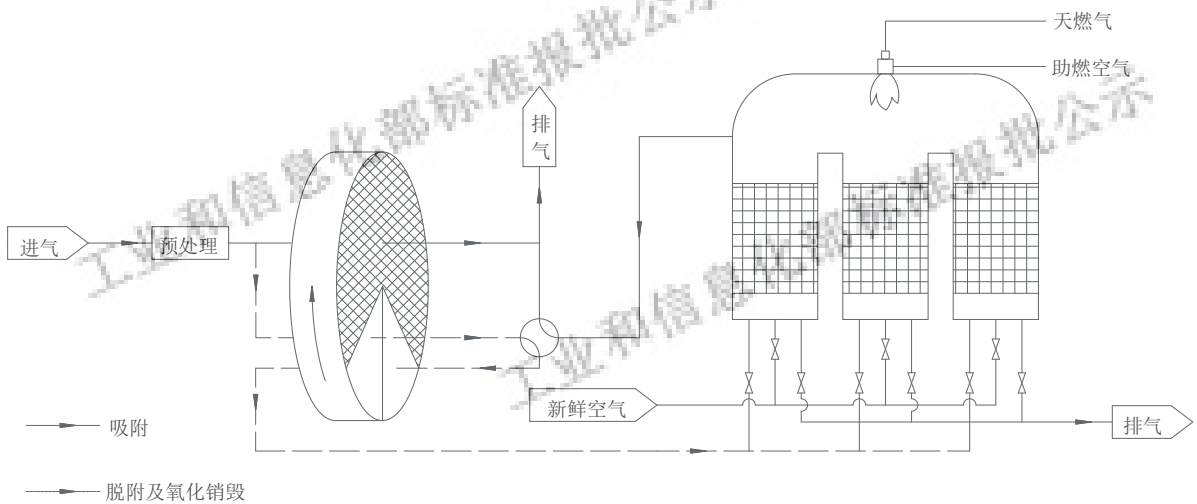


图 A.4 旋转式（转轮）吸附浓缩设备联合蓄热热力氧化设备（三室式）工艺流程示意图

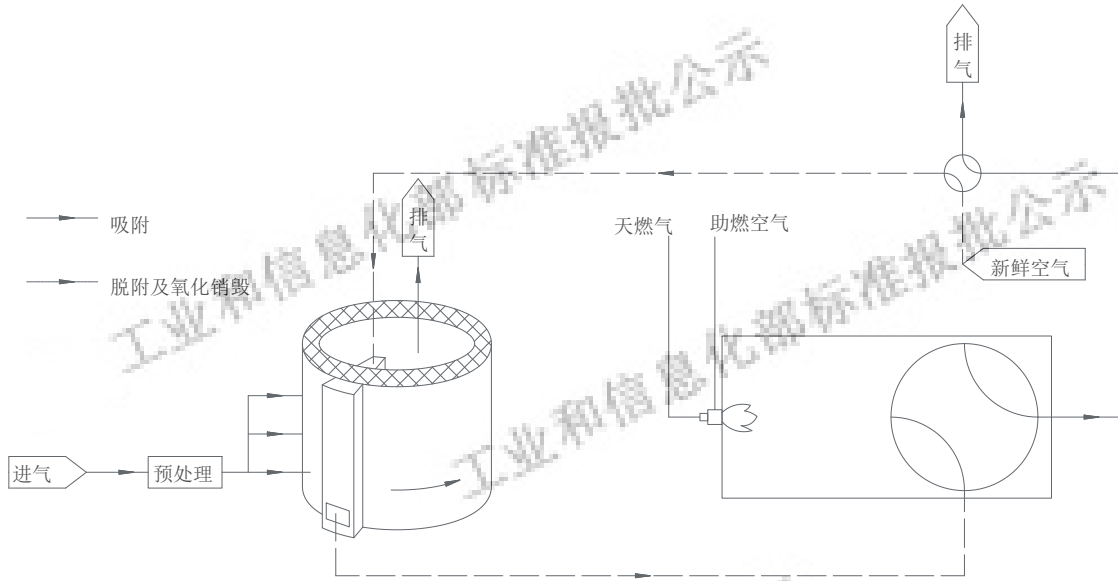


图 A.5 旋转式（转筒）吸附浓缩设备联合直燃炉工艺流程示意图

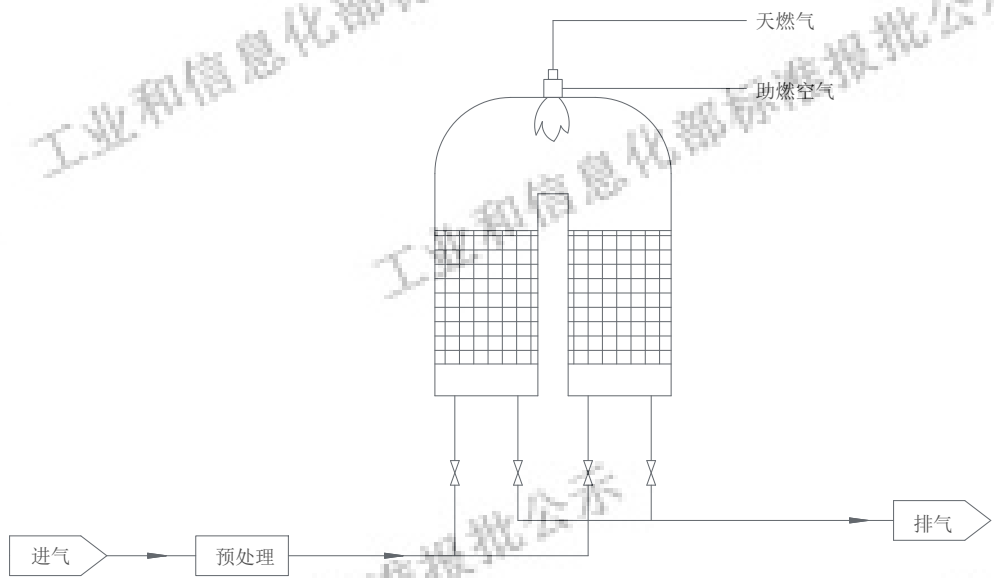


图 A.6 预处理联合蓄热热力氧化设备（两室式）工艺流程示意图