

附件四：



# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□—20□□

---

## 催化燃烧法工业有机废气治理工程技术规范

Technical specifications of catalytic combustion method

for industrial organic emissions treatment project

（征求意见稿）

20□□ - □□ - □□发布

20□□-□□-□□实施

环 境 保 护 部 发 布



## 目 次

前 言 .....	II
1 适用范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 污染物与污染负荷 .....	3
5 总体要求 .....	3
6 工艺设计 .....	4
7 主要工艺设备与材料 .....	6
8 检测与过程控制 .....	7
9 主要辅助工程 .....	8
10 工程施工与验收 .....	8
11 运行与维护 .....	9

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，规范工业有机废气治理工程的建设，防治工业有机废气的污染，改善环境质量，制定本标准。

本标准规定了工业行业生产过程中所排放的有机废气的催化燃烧法治理原则和措施，以及相关治理工程的设计、施工、验收以及运行管理的技术要求。

本标准首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境保护产业协会、中国人民解放军防化研究院、中国科学院生态环境研究中心、北京绿创大气环保工程有限公司、北京云辰天环保科技有限公司、北京奥德维纳环保节能技术有限公司、福建嘉园环保股份有限公司、科迈科（杭州）环保设备有限公司、大拇指环保科技集团（福建）有限公司。

本标准环境保护部20□□年□□月□□日批准。

本标准自20□□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 催化燃烧法工业有机废气治理工程技术规范

## 1 适用范围

本标准规定了工业有机废气催化燃烧法治理工程的设计、施工、验收和运行管理的技术要求。

本标准适用于工业有机废气的催化燃烧法治理工程，可作为环境影响评价、工程咨询、设计、施工、验收及建成后运行与管理的技术依据。

本标准不适用于工业无机废气的催化法治理工程。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB 12348	工业企业厂界噪声标准
GB 50015	建筑给水排水设计规范
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50051	排气筒设计规范
GB 50057	建筑物防雷设计规范
GB 50058	爆炸和火灾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 50160	石油化工企业设计防火规范
GBJ 87	工业企业噪声控制设计规范
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定和气态污染物采样方法
HGJ 229	工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范
HJ/T 389	工业有机废气催化净化装置
JJF 1049	温度传感器动态响应校准
《建设项目环境保护设计规定》	国家计划委员会、国务院环境保护委员会[1987]002号
《建设项目环境保护管理条例》	中华人民共和国国务院令[1998]第253号
《建设项目（工程）竣工验收办法》	国家计委 1990年
《建设项目竣工环境保护验收管理办法》	国家环境保护总局令[2002]第13号

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 工业有机废气 industrial organic emissions

指工业过程排出的含挥发性有机物的气态污染物。

### 3.2 挥发性有机物 volatile organic compounds

## HJ □□□-20□□

指 20℃时，蒸气压大于或等于 0.01kPa，或者特定适用条件下具有相应挥发性的全部有机化合物的统称，简写作 VOCs。

### 3.3 爆炸极限 explosive limit

又称爆炸浓度极限。指可燃气体或蒸气与空气混合后能发生爆炸的浓度范围称为爆炸极限。

### 3.4 爆炸极限下限 lower explosive limit

指爆炸极限的最低浓度值，简称%LEL。

### 3.5 氧化催化剂 oxidation catalyst

指通过催化作用对有机化合物进行氧化的催化剂。

### 3.6 蓄热体 heat regenerator

指一种含有较多孔洞，利用孔洞的结构和比表面积，结合材料本身的材质，实现热量储存与交换功能的无机非金属固体材料。

### 3.7 催化剂中毒 catalyst poisoning

指由于某些物质的作用而使催化活性衰退或丧失的现象。

### 3.8 催化燃烧装置 catalytic oxidizer

指在较低温度下，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，净化废气中污染物的设备及其附属设施。催化燃烧装置通常由催化反应室、热交换室和加热室构成。

### 3.9 常规催化燃烧装置 conventional catalytic oxidizer

指采用气-气换热器进行间接换热的催化燃烧装置。

### 3.10 蓄热催化燃烧装置 regeneration catalytic oxidizer (RCO)

指采用蓄热式换热器进行直接换热的催化燃烧装置。

### 3.11 起燃温度 ignition temperature

指在某一污染物转化率达到50%时催化反应器入口处的温度。

### 3.12 自持燃烧 self-sustained combustion

指当废气中有机物经催化燃烧后所产生的热量足够维持催化剂床层的反应温度，或者废气本身的温度已经达到或超过催化剂的起燃温度，而不需要对废气进行预加热的催化燃烧过程。

### 3.13 空速 space velocity

指单位时间内单位体积催化剂处理的废气体积流量，称为空间速度，简称空速。单位为： $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^3$ ，简称为1/h。

### 3.14 净化效率 purification efficiency

指净化设备捕获污染物的量与处理前污染物的量之比，以百分数表示。计算公式如下：

$$\eta = \frac{C_1 Q_{sn1} - C_2 Q_{sn2}}{C_1 Q_{sn1}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$\eta$ ——净化设备的净化效率，%；

$C_1$ 、 $C_2$ ——净化设备进口和出口污染物的浓度， $\text{mg}/\text{m}^3$ ；

$Q_{sn1}$ 、 $Q_{sn2}$ ——净化设备进口和出口标准状态下干气体流量， $\text{m}^3/\text{h}$ 。

## 4 污染物与污染负荷

4.1 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，应通过补气稀释等前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。

4.2 对于含有混合有机化合物的废气，其控制浓度根据混合气体中各组分的爆炸限值和各组分所占比例的算术加和平均值进行核算，即：

$$C_m = (C_1 \times x_1 + C_2 \times x_2 + \dots + C_n \times x_n) / n \times 25\% \quad (2)$$

式中：

$C_m$ ——混合废气中有机物浓度的控制限值， $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；

$C_1, C_2, \dots, C_n$ ——混合有机废气中各组分的爆炸极限下限值， $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；

$x_1, x_2, \dots, x_n$ ——混合有机废气中各组分所占的百分数，wt%；

$n$ ——混合有机废气中所含有机化合物的种数。

以上核算数值需再按最易爆炸组分进行校核。即：以上的  $C_m$  值应低于混合气体中最易爆炸化合物的爆炸极限下限的 25%。

4.3 催化燃烧法适用于气态和气溶胶态污染物的治理。当废气中含有颗粒物时，应通过预处理工艺将颗粒物含量降低到  $10\text{mg}/\text{Nm}^3$  以下。

4.4 进入催化燃烧装置的废气浓度、流量和温度应稳定，不宜出现较大波动。

## 5 总体要求

### 5.1 一般规定

5.1.1 工业固定源有机废气催化燃烧法治理工程（以下简称治理工程）应按国家相关的基本建设程序或技术改造审批程序进行。总体设计应满足《建设项目环境保护设计规定》和《建设项目环境保护管理条例》的规定。

5.1.2 治理工程应遵循综合治理、循环利用、达标排放、总量控制的原则。治理工艺设计应本着成熟可靠、技术先进、经济适用原则，并考虑节能、安全、操作简便，确定主要工艺流程。同时考虑其前瞻性。

5.1.3 治理工程应与生产工艺水平相适应，生产企业应把治理设备作为生产系统的一部分进行管理，治理设备应与产生废气的相应生产设备同步运转。

## HJ □□□-20□□

5.1.4 治理工程在建设、运行过程中产生的废气、废水、废渣及其它污染物的治理与排放，应执行国家环境保护法规和标准的相关规定，防止二次污染。

5.1.5 经过治理后的污染物排放应符合国家或地方相关大气污染物排放标准的规定。排气筒的设计应满足 GB 50051 的规定。

### 5.2 工程构成

5.2.1 治理工程由净化系统和辅助系统组成。

5.2.2 净化系统通常包括废气收集、预处理和催化燃烧单元。若治理工程产生二次污染物时，还应包括二次污染物治理设施。

5.2.3 辅助系统包括电气仪表与控制 and 废气检测等。

### 5.3 场址选择

5.3.1 治理设备的布置应考虑主导风向的影响，以减少有害气体、噪声等对环境的影响。

5.3.2 在保证安全的前提下，治理设备应尽量靠近污染源布置。因地制宜，合理利用地形与空间，可以将净化设备布置在产生废气的生产车间内部、外部或者建筑物上。

5.3.3 场址选择应遵从方便施工及运行维护等原则，并按照消防要求留出消防通道和安全保护距离。

5.3.4 催化燃烧设备应远离易燃易爆危险化学品存放地，安全距离符合国家或相关行业标准规定。

## 6 工艺设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 治理工程的处理能力应根据废气的处理量确定，设计风量应按照最大废气处理量的 120% 进行设计。

6.1.2 进入催化燃烧装置之前应预先除去废气中引起催化剂中毒的物质。

6.1.3 进入催化燃烧装置的废气温度宜低于 400℃。

### 6.2 工艺路线的选择

6.2.1 应根据废气的产生工艺、设备、排放特征、流量、组分、温度、压力和污染物的性质等因素进行综合分析后选择工艺路线。

6.2.2 根据对废气外加热方式的不同，催化燃烧工艺可以分为常规催化燃烧工艺（见图 1）和蓄热催化燃烧工艺（见图 2）。

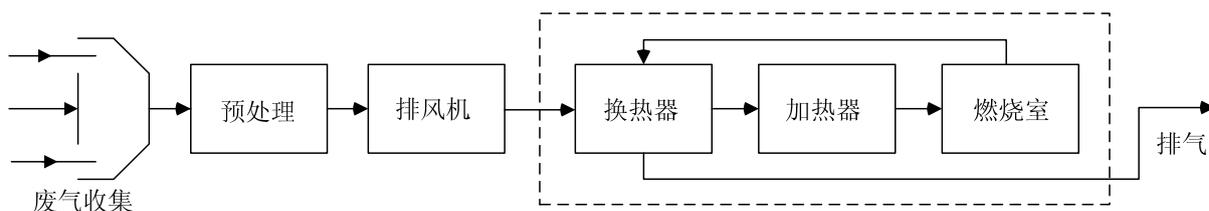


图 1 常规催化燃烧工艺流程

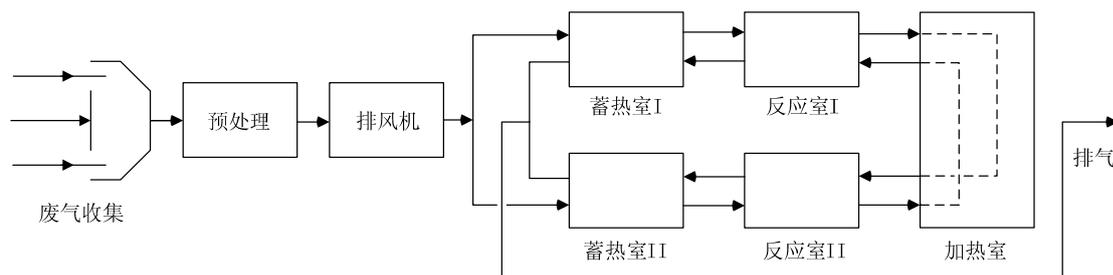


图2 蓄热催化燃烧工艺流程

6.2.3 在选择催化燃烧工艺时应进行热量平衡计算。当废气中所含的有机物燃烧后所产生的热量可以维持催化剂床层自持燃烧时，应采用常规催化燃烧工艺；当废气所含的有机物燃烧后所产生的热量不能够维持催化剂床层自持燃烧时，宜采用蓄热催化燃烧工艺。

### 6.3 工艺设计要求

#### 6.3.1 废气收集

6.3.1.1 废气应尽可能利用主体生产装置本身的集气系统进行收集，逸散的废气宜采用密闭集气罩收集。当不能或不便采用密闭集气罩时，可选择敞开式集气罩。

6.3.1.2 集气罩的配置应与生产工艺协调一致，宜不影响工艺操作。在保证收集能力的前提下，应力求结构简单，便于安装和维护管理。

6.3.1.3 确定密闭罩的吸气口位置、结构和气体流速时，应使罩口呈微负压状态，且罩内负压均匀。

6.3.1.4 集气罩的吸气方向应尽可能与污染气流运动方向一致。

6.3.1.5 当废气产生点较多、彼此距离较远时，应适当分设多套收集系统。

#### 6.3.2 预处理

6.3.2.1 预处理设备应根据废气的成分、性质和污染物的含量进行选择，原则上一套收集系统对应一套预处理装置。

6.3.2.2 进入催化燃烧装置前应除去废气中的颗粒物及易引起催化剂中毒的物质。

6.3.2.3 经过预处理后废气中颗粒物含量应低于  $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。粉尘过滤器的设计应根据粉尘粒径的大小选择适宜的过滤材料，也可以采用多种级别的过滤材料分级过滤。

6.3.2.4 若废气中有机物浓度较高，应调节至满足 4.1 的要求。若进气温度超过  $400^\circ\text{C}$ ，应降温至满足 6.1.3 要求。

6.3.2.5 预处理过滤装置的压力损失宜低于  $1\text{kPa}$ 。粉尘过滤器两端应装设压差计，当过滤器的阻力超过规定值时应及时清理或更换过滤材料。

#### 6.3.3 催化燃烧

6.3.3.1 催化燃烧装器的净化效率一般不低于 97%，经过催化燃烧净化后污染物的排放浓度和排放速率应符合国家或地方相关标准的要求。

## HJ □□□-20□□

6.3.3.2 催化燃烧装置的设计空速宜大于 10000/h，但不应高于 40000/h。

6.3.3.3 催化燃烧装置预热室的预热温度应达到催化剂起燃温度，一般在 250~350℃之间，不宜超过 400℃。

6.3.3.4 催化燃烧装置的压力损失应低于 2kPa。

6.3.3.5 治理后产生的高温烟气宜进行热能回收。

### 6.4 二次污染控制

6.4.1 废气预处理所产生的废水应进行集中处理，并达到相应排放标准后排放。

6.4.2 预处理过程所产生的粉尘和废渣、废旧过滤材料和催化剂的处理应符合固体废物处理与处置相关管理规定。

6.4.3 当催化燃烧后产生二次污染物时应采取吸收等方法进行处理后达标排放。

6.4.4 噪声控制应满足 GBJ 87 和 GB 12348 的要求。

### 6.5 安全措施

6.5.1 工艺系统应有事故自动报警装置，并符合安全生产、事故防范的相关规定。

6.5.2 工艺系统与主体生产装置之间的管道系统应安装阻火器，阻火器性能应按照 HJ/T 389 中 5.4 的规定进行检验。

6.5.3 风机、电机和置于现场的电气、电仪等应具有与现场相同的防爆等级。

6.5.4 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。

6.5.5 催化燃烧装置应具有过载保护功能。

6.5.6 催化燃烧装置应具备温度过热保护功能。

6.5.7 管路系统和催化燃烧装置的防爆泄压设计应符合 GB 50160 的要求。

6.5.8 催化燃烧装置应进行整体保温，外表面温度不应高于 60℃。

6.5.9 治理设备应具备短路保护和接地保护功能，接地电阻应小于 4Ω。

6.5.10 在治理装置的附近位置应设置消防设施。

6.5.11 室外催化燃烧装置应安装符合 GB 50057 规定的避雷装置。

## 7 主要工艺设备与材料

### 7.1 工艺设备

7.1.1 催化燃烧装置的基本性能应满足 HJ/T 389 的要求。

7.1.2 主要工艺设备的性能应满足本标准 6.3 的要求，并有必要的备用。

7.1.3 当废气中含有腐蚀性介质时，风机、集气罩、管道、阀门和粉尘过滤器等应满足相关防腐要求。

7.1.4 催化燃烧装置主体（含加热器和反应器）应选用防腐耐温不锈钢材料制造。

7.1.5 需要采用耐腐蚀材质的设备、管路和管件等应按 HGJ 229 规定的要求进行验收。

## 7.2 氧化催化剂

7.2.1 催化剂的使用温度应低于 700℃，并能承受 900℃短时间高温冲击。

7.2.2 设计工况下催化剂使用寿命应大于 8500h。

## 7.3 蓄热体

7.3.1 在催化燃烧装置中宜选用蜂窝状的陶瓷蓄热体。蜂窝陶瓷蓄热体可以根据使用温度的高低选用碳化硅质、堇青石-莫来石质、堇青石质等材质。

7.3.2 蜂窝陶瓷蓄热体宜采用凹形结构，外形尺寸一般不小于 100mm×100mm×150mm，可以根据蓄热室的外型尺寸进行选择。蓄热室内蓄热体分多层布置，一般不少于 3 层。

7.3.3 蜂窝陶瓷蓄热体的使用寿命应大于 24000h。

## 8 检测与过程控制

### 8.1 检测

8.1.1 处理气量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$ 的净化系统应装设总烃在线连续检测装置。处理气量 $< 10000\text{m}^3/\text{h}$ 的净化系统应配备检测仪器定期对进出口废气浓度进行检测。

8.1.2 废气采样口设置与采样方法应符合 GB/T 16157 的要求。

8.1.3 催化燃烧装置的加热室和反应室内部应装设具有自动报警功能的多点温度检测装置。温度传感器应按 JJF 1049 的要求进行标定后使用。

8.1.4 过滤装置两端的压差应定期进行检测。

### 8.2 过程控制

8.2.1 治理工程应先于产生废气的生产工艺设备开启、后于生产工艺设备停车，并实现连锁控制。

8.2.2 治理工程应采用总线分布控制模式，实现过程控制及远程集中控制。

8.2.3 现场应设置就地控制柜实现就地控制。就地控制柜应有集中控制端口，具备与集中控制室的连接功能，能输送对启动、运行、停机、故障等信号，并在控制柜显示设备的运行状态。

8.2.4 自控系统应符合以下要求：

a) 程序控制宜采用闭环程序设计、故障自诊设计，确保系统在危险场所的运行安全性和可靠性。当系统发生故障或温度、压力达到极限时应能立即停止运行并自动采取措施，同时报警并将报警信息在监控计算机中显示。

b) 程序控制中应留有通讯接口并允许系统通过总控制柜对其进行总线联系与远程监控。

c) 设备控制箱到设备的布线距离宜小于 25m，超过时应采取信号增强措施。

8.2.5 催化燃烧装置控制阀门应选用满足防爆要求的气动或电动控制。

## 9 主要辅助工程

### 9.1 电气系统

9.1.1 电源系统可直接由生产主体工程配电系统接引，中性点接地方式应与生产主体工程一致。

9.1.2 电气系统设计应满足 GB 50058 的要求。

### 9.2 给水、排水与消防系统

9.2.1 治理工程的给水、排水设计应符合 GB 50015 和相关工业行业给水排水设计规范的有关规定。

9.2.2 治理工程的消防设计应纳入工厂的消防系统总体设计。

9.2.3 消防通道、防火间距、安全疏散的设计和消防栓的布置应符合 GB 50016 的规定。

9.2.4 治理工程范围内应按照 GB 50140 的规定配置移动式灭火器。

## 10 工程施工与验收

### 10.1 工程施工

10.1.1 工程设计、施工单位应具有国家相应的工程设计、施工资质。

10.1.2 工程施工应符合国家和行业施工程序及管理文件的要求。

10.1.3 工程施工应按设计文件进行建设，对工程的变更应取得工程设计单位的设计变更文件后再进行施工。

10.1.4 工程施工中使用的设备、材料和部件应符合相应的国家标准。

10.1.5 施工单位除应遵守相关的施工技术规范外，还应遵守国家有关部门颁布的劳动安全、环境保护及卫生消防等强制性标准的要求。

### 10.2 工程验收

10.2.1 工程验收的依据有：

- a) 主管部门的批准文件；
- b) 批准的设计文件和设计变更文件；
- c) 工程合同；
- d) 设备供货合同和合同附件；
- e) 设备技术说明书和技术文件；
- f) 专项设计施工验收规范及其它文件。

10.2.2 工程安装、施工完成后应进行调试前的启动验收。首先对相关仪器仪表进行校验，然后根据工艺流程进行分项调试和整体调试。

10.2.3 通过整体调试，各系统运转正常，技术指标达到设计和合同要求进行启动试运行。

10.2.4 工程验收应根据《建设项目（工程）竣工验收办法》组织进行。

### 10.3 竣工环境保护验收

10.3.1 竣工环境保护验收按《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行。

10.3.2 竣工环境保护验收除应满足《建设项目竣工环境保护验收管理办法》规定的条件外，在试运行期间还应进行性能测试，性能测试报告可作为环境保护验收的内容。

10.3.3 治理工程整体试运行7日，进行性能测试。性能测试包括：

- a) 催化净化效率和排放浓度；
- b) 系统压力降；
- c) 耗电量。

## 11 运行与维护

### 11.1 一般规定

11.1.1 治理设备应与产生废气的生产工艺设备同步运行。由于事故或设备维修等原因造成治理设备停止运行时，应立即报告当地环境保护行政主管部门。

11.1.2 治理设备正常运行中废气的排放应符合国家、地方和相关行业污染物排放标准的规定。

11.1.3 治理设备应在满足设计规定工况的条件下运行。

11.1.4 企业应建立健全与治理设备相关的各项规章制度，以及运行、维护和操作规程，建立主要设备运行状况的台账制度。

### 11.2 人员与运行管理

11.2.1 治理工程应纳入生产管理中，并配备专业管理人员和技术人员。

11.2.2 在治理设备启用前，企业应对管理和运行人员进行培训，使管理和运行人员掌握治理设备及其它附属设施的具体操作和应急情况下的处理措施。培训内容包括：

- a) 基本原理和工艺流程；
- b) 启动前的检查和启动应满足的条件；
- c) 正常运行情况下设备的控制、报警和指示系统的状态和检查，保持设备良好运行的条件，以及必要时的纠正操作；
- d) 设备运行故障的发现、检查和排除；
- e) 事故或紧急状态下人工操作和事故排除方法；
- f) 设备日常和定期维护；
- g) 设备运行和维护记录；
- h) 其它事件的记录和报告。

11.2.3 企业应建立治理系统运行状况、设施维护等的记录制度，主要记录内容包括：

- a) 治理工程的启动、停止时间；
- b) 过滤材料、氧化催化剂、蓄热体等的质量分析数据及更换时间；

## HJ □□□-20□□

- c) 治理工程运行工艺控制参数，至少包括治理设备进、出口浓度和相关温度；
- d) 主要设备维修情况；
- e) 运行事故及处理、整改情况；
- f) 定期检验、评价及评估情况；
- g) 污水排放、副产物处置情况。

11.2.4 运行人员应按企业规定做好巡视制度和交接班制度。

### 11.3 维护

11.3.1 治理设备的维护应纳入全厂的设备维护计划中。

11.3.2 维护人员应根据计划定期检查、维护和更换必要的部件和材料。

11.3.3 维护人员应做好相关记录。

---