

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 2027—2013

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

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2013 - 3 - 29 发布

2013-7-1 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	6
8 检测与过程控制	7
9 主要辅助工程	7
10 工程施工与验收	7
11 运行与维护	8

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。

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

本标准为指导性文件。

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、北京绿创环保设备股份有限公司、中节能天辰（北京）环保科技有限公司、北京奥德维纳环保节能技术有限公司、嘉园环保股份有限公司、科迈科（杭州）环保设备有限公司。

本标准环境保护部2013年3月29日批准。

本标准自2013年7月1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。

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/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
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50019	采暖通风与空气调节设计规范
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
GB 50187	工业企业总平面设计规范
GBJ 87	工业企业噪声控制设计规范
HGJ 229	工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范
HJ/T 1	气体参数测量和采样的固定装置
HJ/T 389-2007	工业有机废气催化净化装置
HJ 2000	大气污染治理工程技术导则
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》	国家计划委员会 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 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。

3.3 爆炸极限下限 lower explosive limit

指爆炸极限的最低浓度值。

3.4 氧化催化剂 oxidation catalyst

指通过催化作用促使有机化合物进行氧化的催化剂。

3.5 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。

3.6 催化剂中毒 catalyst poisoning

指由于某些物质的作用而使催化剂的催化活性衰退或丧失的现象。

3.7 催化燃烧装置 catalytic oxidizer

指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。

3.8 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。

3.9 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，简称RCO。

3.10 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。

3.11 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。

3.12 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： $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^3)$ ，简写为 h^{-1} 。

3.13 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：

η ——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， mg/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， m^3/h 。

4 污染物与污染负荷

4.1 催化燃烧法适用于气态和气溶胶态污染物的治理。

4.2 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。

4.3 对于含有混合有机化合物的废气，其控制浓度 P 应低于最易爆组分或混合气体爆炸极限下限值的 25%，即 $P < \min(P_e, P_m) \times 25\%$ ， P_e 为最易爆组分爆炸极限下限值（%）， P_m 为混合气体爆炸极限下限值， P_m 按照下式进行计算：

$$P_m = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) / (V_1/P_1 + V_2/P_2 + \dots + V_n/P_n) \quad (2)$$

式中：

P_m ——混合气体爆炸极限下限值，%；

P_1, P_2, \dots, P_n ——混合有机废气中各组分的爆炸极限下限值，%；

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

n ——混合有机废气中所含有机化合物的种数。

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。

4.5 进入催化燃烧装置的废气中颗粒物浓度应低于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4.6 进入催化燃烧装置的废气中不得含有引起催化剂中毒的物质。

4.7 进入催化燃烧装置的废气温度宜低于 400°C 。

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 治理工程应满足《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。

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。

5.1.4 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。

5.1.5 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，应执行国家或地方环境保护法规和标准的相关规定，防止二次污染。

5.1.6 治理工程应按照国家相关法律法规的要求安装在线连续监测设备。

5.2 工程构成

5.2.1 治理工程由主体工程和辅助工程组成。

5.2.2 主体工程通常包括废气收集、预处理和催化燃烧单元。若治理过程中产生二次污染物，还应包括二次污染物治理设施。

5.2.3 辅助工程包括检测与过程控制、电气仪表和给排水等。

5.3 场址选择与总图布置

5.3.1 场址选择与总图布置应参照标准 GB 50187 规定执行。

5.3.2 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。

5.3.3 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。

5.3.4 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，设计风量宜按照最大废气排放量的 120% 进行设计。

6.1.2 催化燃烧装置的净化效率不得低于 97%。

6.1.3 排气筒的设计应满足 GB 50051 的规定。

6.2 工艺路线的选择

6.2.1 应根据废气来源、性质（温度、压力、组分）及流量等因素进行综合分析后选择工艺路线。

6.2.2 根据对废气加热方式的不同，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）。

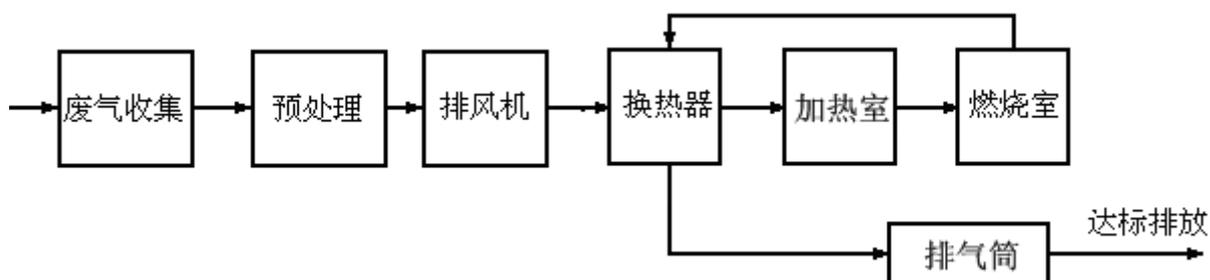


图 1 常规催化燃烧工艺流程

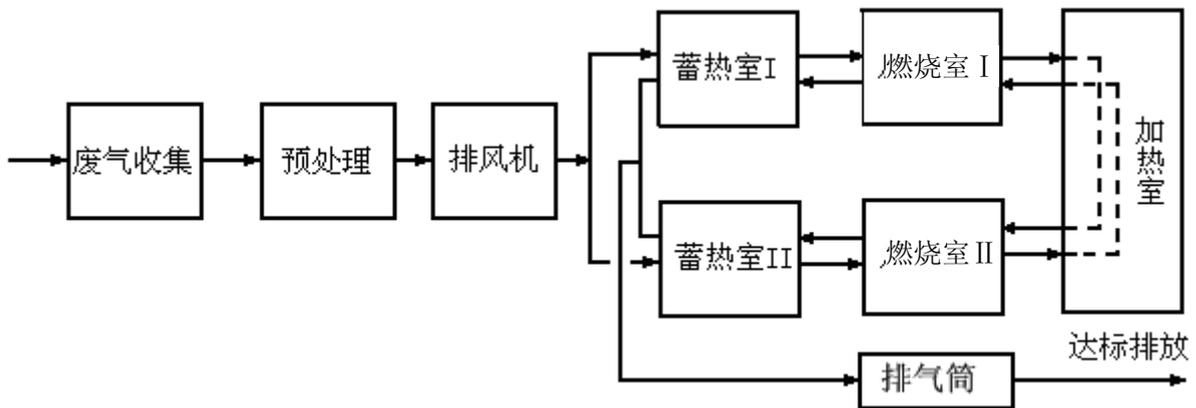


图2 蓄热催化燃烧工艺流程

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；当废气中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 废气收集系统设计应遵循 GB 50019 的规定。

6.3.1.2 废气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 确定集气罩的吸气口位置、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，防止吸气罩周围气流紊乱，避免或减弱干扰气流和送风气流等对吸气流的影响。

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。

6.3.2.2 进入催化燃烧装置前废气中的颗粒物含量高于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 时，应采用过滤等方式进行预处理。

6.3.2.3 过滤装置两端应装设压差计，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。

6.3.2.4 当废气中有机物浓度较高时，应采用稀释等方式调节至满足 4.1 的要求。

6.3.3 催化燃烧

6.3.3.1 催化剂的工作温度应低于 700°C ，并能承受 900°C 短时间高温冲击。设计工况下催化剂使用寿命应大于 8500h。

6.3.3.2 设计工况下蓄热式催化燃烧装置中蓄热体的使用寿命应大于 24000h。

6.3.3.3 催化燃烧装置的设计空速宜大于 10000h^{-1} ，但不应高于 40000h^{-1} 。

6.3.3.4 进入燃烧室的气体温度应达到气体组分在催化剂上的起燃温度，混合气体按照起燃温度最高的组分确定。

6.3.3.5 催化燃烧装置的压力损失应低于 2kPa 。

6.3.3.6 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 预处理产生的粉尘和废渣以及更换后的过滤材料和催化剂的处理应符合国家固体废弃物处理与处置的相关规定。

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 的规定。

6.5 安全措施

6.5.1 治理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 治理系统与主体生产装置之间的管道系统应安装阻火器（防火阀），阻火器性能应按照 HJ/T 389-2007 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仪表等应不低于现场的防爆等级。

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°C 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 催化燃烧装置应具备过热保护功能。

6.5.6 催化燃烧装置应进行整体保温，外表面温度不应高于 60°C 。

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 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 $4\ \Omega$ 。

6.5.9 在催化燃烧装置附近应设置消防设施。

6.5.10 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

7.1 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。

7.2 催化燃烧装置的基本性能应满足 HJ/T 389 的要求。

7.3 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。

7.4 催化燃烧装置主体（含加热室和燃烧室）应选用防腐耐温不锈钢材料。

7.5 蓄热催化燃烧装置换向阀的泄漏率应低于 0.2%。

8 检测与过程控制

8.1 检测

8.1.1 治理设备应设置永久性采样口，采样口的设置应符合 HJ/T 1，采样方法应满足 GB/T 16157 的要求。采样频次和检测项目应根据工艺控制要求确定。

8.1.2 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。

8.2 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机，并实现连锁控制。

8.2.2 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，在控制柜显示设备的运行状态。

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 需要采用防腐蚀材质的设备、管路和管件等的施工和验收应符合 HGJ 229 的规定。

10.1.6 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 工程验收应根据《建设项目（工程）竣工验收办法》组织进行。

10.2.2 工程安装、施工完成后应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后启动试运行。

10.3 竣工环境保护验收

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

10.3.2 工程验收前治理工程应进行试运行和性能试验，性能试验的内容主要包括：

- a) 废气中非甲烷总烃和国家或地方相关排放标准中所规定的污染物进出口浓度（至少检测三次）；
- b) 风量；
- c) 催化燃烧装置的净化效率；
- d) 系统压力降；
- e) 耗电量或燃气耗量等。

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 治理设备不得超负荷运行。

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 治理系统应纳入生产管理中，并配备专业管理人员和技术人员。

11.2.2 在治理系统启用前，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、采购量、使用量及更换时间；
- 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 应制定治理工程设备的维护计划。

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。
