

# 团 体 标 准

T/GDAEPI 11—2022

---

## 紫外光催化氧化法工业有机废气治理工程 技术规范

Technical specification for industrial organic waste gas treatment by photocatalytic  
oxidation under ultraviolet light

2022 - 12 - 22 发布

2022 - 12 - 22 实施

---

广东省环境保护产业协会      发 布



目 次

前言 ..... II

引言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 2

4 污染物与污染物负荷 ..... 3

5 总体要求 ..... 3

6 工艺设计 ..... 3

7 检测与过程控制 ..... 5

8 辅助系统 ..... 5

9 劳动安全与职业卫生 ..... 5

10 工程施工与验收 ..... 6

11 运行与维护 ..... 6

参考文献 ..... 8

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省环境保护产业协会提出并归口。

本文件起草单位：紫科装备股份有限公司、广东工业大学、广东敦诚环保科技有限公司、广东明利环保机电实业有限公司、广州天达环保工程有限公司、深圳市科德环保科技有限公司、深圳科莱环保科技有限公司、广州蓝清环保工程有限公司。

本文件主要起草人：安太成、温美成、张卫平、李云飞、廖康维、李木子、赵质鸿、黄树杰、黄树焕、唐海江、叶信国、王世友、周永毅。

## 引 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》，规范紫外光催化氧化法工业有机废气治理工程的建设及运维，制定本文件。



# 紫外光催化氧化法工业有机废气治理工程技术规范

## 1 范围

本文件规定了紫外光催化氧化法工业有机废气治理工程的设计、施工、验收、运行管理等方面的要求。

本文件适用于新建、改建和扩建的紫外光催化氧化技术治理工业有机废气工程，可作为环境影响评价和工程咨询、设计、施工、验收及建成后运行与管理的技术依据。

本文件不适用于室内环境安装的紫外光催化氧化法的空气净化工程。

## 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 2893（所有部分） 图形符号 安全色和安全标志
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB 3095 环境空气质量标准
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带
- GB 4053.1 固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯
- GB 4053.2 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台
- GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则
- 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 19258 紫外线杀菌灯
- GB 28235 紫外线消毒器卫生要求
- GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南
- GB 50014 室外排水设计标准
- GB 50015 建筑给水排水设计标准
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB/T 50051 烟囱工程技术标准
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50055 通用用电设备配电设计规范
- GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范
- GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范
- GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范

GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范  
GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准  
GB 50203 砌体结构工程施工质量验收规范  
GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范  
GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准  
GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范  
GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范  
GB/T 50252 工业安装工程施工质量验收统一标准  
GB 50254 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范  
GB 50257 电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范  
GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范  
GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准  
GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范  
GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准  
GB 50726 工业设备及管道防腐蚀工程施工规范  
GB 50727 工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范  
GBZ 1 工业企业设计卫生标准  
GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素  
GBZ 2.2 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素  
HG/T 20509 仪表供电设计规范  
HG/T 20511 信号报警及连锁系统设计规范  
HJ/T 1 气体参数测量和采样的固定装置  
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 397 固定源废气监测技术规范  
HJ 732 固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法  
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 2026 吸附法工业有机废气治理工程技术规范  
HJ 2522 环境保护产品技术要求 紫外线消毒装置

### 3 术语和定义

HJ/T 397界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**工业有机废气** industrial organic waste gas

工业生产过程中排放的含有苯系物、脂肪烃、卤代烃、含氧/氮/硫有机化合物等挥发性有机化合物废气。

#### 3.2

**光催化剂** photocatalyst

在紫外光激发下，能够产生电子-空穴对、羟基自由基（ $\cdot\text{OH}$ ）和超氧自由基（ $\cdot\text{O}_2^-$ ）等活性物种，加速有机化合物分解（或降解）反应速率，而本身的物理和化学性质不发生改变的材料。



### 3.3

**紫外灯** ultraviolet lamp

能产生185 nm、254 nm、365 nm为主波长的紫外线灯管。

### 3.4

**紫外光催化氧化** UV photocatalytic oxidation

在紫外光作用下，有机化合物分子能够被光催化剂上产生的活性自由基（如 $\bullet\text{OH}$ 、 $\bullet\text{O}_2^-$ 、空穴等）氧化分解为二氧化碳和水的过程。

### 3.5

**紫外光催化氧化设备** UV photocatalytic oxidation equipment

在紫外光作用下，利用光催化剂将废气中的有机化合物通过光催化氧化作用、或光催化氧化和紫外光氧化的协同作用转化为二氧化碳和水等无毒无害物质的过程与设备。

注：紫外光催化氧化设备主要由前处理系统、紫外光催化系统和其他辅助系统构成。

## 4 污染物与污染物负荷

4.1 紫外光催化氧化法适用于芳香烃、含氧有机化合物、卤代烃、含硫/含氮有机物及苯乙烯等恶臭污染物的治理，进入紫外光催化氧化设备的废气中挥发性有机物的浓度应低于 300 mg/m<sup>3</sup>。

4.2 进入紫外光催化氧化设备的废气温度宜低于 50 °C。

4.3 进入紫外光催化氧化设备的相对湿度宜低于 80 %。

4.4 为防止进入紫外光催化氧化设备的废气发生爆炸，对于进入紫外光催化氧化设备的有机化合物浓度，应符合 HJ 2026 的有关要求。

## 5 总体要求

### 5.1 一般规定

5.1.1 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。

5.1.2 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。

5.1.3 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。

### 5.2 系统构成

5.2.1 前处理系统主要由除尘、除油、降温、除湿等系统组成。

5.2.2 紫外光催化氧化设备主要由紫外灯和光催化剂模块组成。

5.2.3 臭氧消除系统主要由臭氧消除催化剂模块组成。

5.2.4 其他辅助系统主要由过程控制、电气、给排水等模块组成。

## 6 工艺设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 设备的处理风量应按照生产企业的最大废气排放量的 120 %进行设计。

- 6.1.2 紫外光催化氧化设备的尾气排放应满足相应排放标准。
- 6.1.3 烟囱的设计应满足 GB/T 50051 的相关要求。
- 6.1.4 治理工程应设置故障自动报警和保护装置，并符合安全生产、事故防范的相关规定。
- 6.1.5 仪器仪表设计与安装应符合 GB 50093、HG/T 20509、HG/T 20511 等相关规定。

## 6.2 工艺路线

工艺路线宜选择：预处理（除油、除尘、除湿、降温）+紫外光催化氧化+臭氧消除工艺。

注：根据有机废气特点选择预处理措施。

## 6.3 治理设备要求与二次污染控制

### 6.3.1 治理设备要求

- 6.3.1.1 紫外灯型号选择应根据挥发性有机化合物的组分、各组分的浓度和占比进行合理选择 185 nm、254 nm、365 nm 为主波长的紫外灯。
- 6.3.1.2 紫外灯的寿命应不低于 5000 h，2000 h 紫外辅射通量维持率不低于 85 %，寿终时紫外线辅射通量的维持率不低于 65 %。紫外灯应满足 GB 19258、GB 28235、HJ 2522 相关规定。
- 6.3.1.3 紫外光催化氧化设备内部安装的紫外灯在使用寿命周期内，当损坏数量未达到总数量 20 % 时，设备运行状态视为正常；当损坏数量超过总数量 20 % 时，设备运行状态视为非正常，应替补更换损坏的紫外灯，保证设备运行正常。
- 6.3.1.4 紫外光催化氧化设备内部安装的紫外灯应均匀布置过流截面，紫外灯与光催化剂的距离宜小于 100 mm。
- 6.3.1.5 紫外光催化氧化设备内部配置的紫外灯总功率宜大于 4.5 KW/（万 m<sup>3</sup>·h）。
- 6.3.1.6 光催化剂的使用寿命应大于 8000 h，催化剂的持续活性不应低于 80 %。
- 6.3.1.7 催化剂的基材宜采用泡沫镍网、发泡陶瓷网等；光催化剂宜采用具较高氧化电位及氧化活性的锐钛矿、金红石等半导体；光催化剂在基材上的负载量应大于 14.5 g/m<sup>2</sup>。
- 6.3.1.8 进入设备的气体流速宜低于 1.5 m/s，停留时间宜大于 3.0 s。
- 6.3.1.9 净化效率参照 HJ/T 397，根据净化设备进口和出口，气流中有机化合物的排放量计算其净化效率，按式（1）计算净化效率：

$$\eta = \left( \frac{G_J - G_C}{G_J} \right) \times 100\% = \left( \frac{Q_J C_J - Q_C C_C}{Q_J C_J} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\eta$ ——净化设备的净化效率，单位为百分号（%）；

$G_J$ 、 $G_C$ ——净化设备进口和出口有机化合物排放速率，单位为千克每小时（kg/h）；

$C_J$ 、 $C_C$ ——净化设备进口和出口有机化合物排放浓度，单位为毫克每立方米（mg/m<sup>3</sup>）；

$Q_J$ 、 $Q_C$ ——净化设备进口和出口标准状态下干排气量，单位为立方米每小时（m<sup>3</sup>/h）。

- 6.3.1.10 紫外光催化氧化设备应处于微负压状态运行。
- 6.3.1.11 紫外光催化氧化设备的壳体材料宜选用具有防腐耐温不锈钢材料，保证设备强度和使用寿命。
- 6.3.1.12 设备、平台、扶梯等涉及钢制材料应符合 GB/T 3077 和 GB/T 3274 的相关规定。

### 6.3.2 二次污染控制

6.3.2.1 当选用 185 nm 紫外灯作为光源时或臭氧浓度大于  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  时，应在紫外光催化氧化设备末端设置臭氧消除系统，控制臭氧排放浓度应达到 GB 3095 规定中臭氧的日最大 8 小时平均值二级浓度限值。

6.3.2.2 设备运行噪声应满足 GB 12348 和 GB/T 50087 相关规定。

## 7 检测与过程控制

### 7.1 检测

7.1.1 紫外光催化氧化设备宜配置压差、温度、湿度、 $\text{O}_3$  等检测仪器。

7.1.2 治理工程设备入口和排气筒应设置采样口，采样口和采样平台的设置应符合 GB/T 16157、HJ/T 1 和 HJ 397 等规定。

7.1.3 挥发性有机化合物的采样方法应符合 GB/T 16157、HJ 397、HJ 732 和 HJ 734 等规定，国家或地方有新方法或要求，参照执行。

7.1.4 检测项目包括但不限于：

- a) 设备废气进出口主要污染物：挥发性有机化合物、 $\text{O}_3$ 、颗粒物等；
- b) 设备运行状态：压差、电流、温度、湿度等。

7.1.5 检测方法应符合 HJ 38 和 HJ 734 等规定。

### 7.2 过程控制

7.2.1 控制系统应满足运行可靠、经济、易操作、安全等要求。

7.2.2 工程设备现场应设置控制平台，并实时显示设备的运行状态。

7.2.3 设备应设置全自动智能控制系统，并可通过手机、电脑实时在线监控。

## 8 辅助系统

### 8.1 电气系统

电气系统设计应满足 GB 50054、GB 50055 和 GB 50194 等标准的要求。

### 8.2 给水、排水与消防系统

8.2.1 给水、排水设计应符合 GB 50014 和 GB 50015 的规定。

8.2.2 消防系统设计应符合 GB 50016 和 GB 50116 的有关规定，并按 GB 50140 配置消防器材。

## 9 劳动安全与职业卫生

### 9.1 劳动安全

9.1.1 劳动安全管理应符合 GB/T 12801 的规定。建立并严格执行定期安全检查制度，及时消除潜在隐患，防止事故发生。

9.1.2 设备应安装可燃气体、有毒气体报警装置，装置设置应符合 GB/T 50493 的要求。

9.1.3 设备应根据使用场所的要求安装防火、防爆装置并符合 GB 50016 等相关标准的要求。

9.1.4 固定式钢梯、防护栏杆及平台的安全要求应符合 GB 4053.1、GB 4053.2 和 GB 4053.3 中的相关规定。固定式钢梯宜采用斜梯或旋梯。

9.1.5 安全标志设计应符合 GB/T 2893(所有部分)、GB 2894 和 GB 7231 中的相关规定。

9.1.6 工作人员应培训上岗,并配备必要的劳动安全卫生设施和劳动防护用品,由专人维护保养。

## 9.2 职业卫生

9.2.1 职业健康安全管理体系应符合 GB/T 45001、GBZ 1、GBZ 2.1 和 GBZ 2.2 的要求。

9.2.2 应加强作业场所的职业卫生防护,做好隔音、减震和防毒等预防工作。

9.2.3 对职业防护设备和个人使用的职业病防护用品,应进行日常的维护、检修,定期检查测试其防护性能和效果。

## 10 工程施工与验收

### 10.1 工程施工

10.1.1 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、地方、行业的施工程序及管理文件要求。

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、材料和部件应符合国家现行的标准和设计要求,并取得供应商的合格证书,设备安装应符合 GB 50231 的规定。

10.1.5 管道安装应符合 GB 50236 的要求。

10.1.6 需要采用防腐材质的设备、管路和管件等的施工和验收应符合 GB 50726、GB 50727 的规定。

10.1.7 风机和泵的安装应符合 GB 50275 的要求。

10.1.8 施工除遵守相关的施工技术规范以外,还应遵守国家工程质量、安全卫生、消防等强制性标准。

### 10.2 工程验收

10.2.1 工程验收应符合 GB 50093、GB 50202、GB 50203、GB 50204、GB 50205、GB 50236、GB/T 50252、GB 50254、GB 50257、GB 50275、GB 50300、GB 50303 等要求。

10.2.2 工程安装、施工完成后首先应对相关仪器、仪表进行校验,然后根据工艺流程进行分项调整和整体调试。

10.2.3 工程应进行试运行,试运行期间应对废气治理工艺进行性能测试,测试报告和工程质量验收报告作为环境保护验收的技术依据。

10.2.4 工程验收后,建设单位应将有关设计、施工和验收的文件立卷归档。

## 11 运行与维护

### 11.1 总体要求

11.1.1 治理设备运行与维护要求见《广东省挥发性有机物治理设施运行管理技术规范》和 T/ACEF 036。

11.1.2 治理设备运行与维护应符合设备说明书和相关技术规范的规定。

11.1.3 治理设备在正常运行情况下,处理后的废气排放应达到或优于国家、地方和相关行业污染物排放标准的规定。

11.1.4 治理设备不应超负荷运行。

11.1.5 企业应建立健全与治理设备相关的运行管理、巡视制度、交接班制度、应急预案等各项规章制

度。

11.1.6 企业应配备设备管理人员和技术人员，管理人员和技术人员应通过培训考核，取得安全合格证书后，方可负责设备的正常运行、维护、应急处理等操作规程。

11.1.7 企业应制定设备定期维护计划。

11.1.8 设备管理人员或技术人员应对设备电路、仪器仪表、紫外灯、光催化剂等进行随检和定检，及时发现设备故障，维护、校准或更换设备必要部件或材料。

## 11.2 设备运行台账

企业应建立详细的设备运行台账记录，设施的运行维护台账可参见《挥发性有机物重点监管企业VOCs管控台账清单》（粤环办函〔2020〕19号），具体包括但不限于下列要求：

- a) 设备启动、停止时间；
- b) 紫外灯、光催化剂等的更换记录、使用情况和运行时间；
- c) 设备入口浓度、出口浓度以及相关压力、温度、湿度等主要工艺参数；
- d) 设备日常与定期维护、部件更换记录等情况；
- e) 定期检验、性能评价与评估情况；
- f) 其它运行事故的记录与报告。

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
  - [2] GB/T 13971 紫外线气体分析器技术条件
  - [3] GB 14554 恶臭污染物排放标准
  - [4] GB 50187 工业企业总平面设计规范
  - [5] HJ 590 环境空气 臭氧的测定 紫外光度法
  - [6] HJ 2000 大气污染治理工程技术导则
  - [8] QB/T 2988 紫外线高压汞灯
  - [9] DB44/2367 固定污染源挥发性有机物综合排放标准
  - [10] T/ACEF 036 挥发性有机物治理设施运行维护与安全管理技术规程
  - [11] 《建设项目环境保护管理条例》(2017修正) 中华人民共和国国务院令第682号
  - [12] 《广东省挥发性有机物治理设施运行管理技术规范》 广东省生态环境厅(2022)
  - [13] 《挥发性有机物重点监管企业VOCs管控台账清单》(粤环办函〔2020〕19号)
-