



中华人民共和国国家标准

GB/T 27870—2011

净化空气用光催化剂

Photocatalyst for air purification

2011-12-30 发布

2012-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家发展和改革委员会提出。

本标准由全国环保产品标准化技术委员会(SAC/TC 275)归口。

本标准起草单位：国家环保产品质量监督检验中心、福州大学光催化研究所、中国标准化研究院、广州市华之特奥因特种材料科技有限公司、上海沪正纳米科技有限公司、东莞市明天纳米科技有限公司、清世界(沈阳)环保设备科技有限公司、北京绿源立佳环保科技有限公司、内蒙古田美科技开发有限责任公司、北京净万家环保科技有限公司。

本标准主要起草人：乔炜、付贤智、黄进、刘平、李杰、赵树凯、刘欣、刘亮、戴文新、张岩、温丽云、秦丽、杨忠辉、陈焕光、李学成、梁斓、劳秀芝、刘振宇、周家君、唐秋生。



净化空气用光催化剂

1 范围

本标准规定了净化空气用液态光催化剂的主要技术要求、试验方法、检测规则、标志、运输与贮存。本标准适用于对室内空气污染物有清除作用的液态光催化剂,不适用于其他类型光催化剂制品。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 6680 液体化工产品采样通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

净化空气用光催化剂 photocatalyst for air purification

净化空气用光触媒

在光照射下,能够改善(或增强)空气中污染物降解(或分解)的化学反应速率,而本身的物理和化学性质不发生变化的物质。

3.2

光催化反应 photocatalytic reaction

在光催化剂作用下进行的化学反应。

3.3

光催化去除率 removal ration by photocatalysis

光照条件下,污染物经过光催化反应后浓度下降的百分数。

3.4

净化性能稳定性 performance stability of photocatalyst for air purification

光催化剂在高浓度污染物的环境中经长时间光照处理后,测得的光催化去除率与第一次试验时测得的光催化去除率的比值,用百分数表示。

4 技术要求

4.1 外观

质地均匀,无分层。

4.2 理化指标

净化空气用光催化剂质量应符合表 1 的要求。

表 1

检 验 项 目		指 标	
耐热耐寒 ^a		耐热	(40±1)℃保持 24 h,恢复至室温后无分离现象
		耐寒	－5 ℃～－10 ℃保持 24 h,恢复至室温后无分离现象
光催化性能	乙醛	去除率/%	≥90
		净化性能稳定性/%	≥80
	苯	去除率/%	≥80
		净化性能稳定性/%	≥80
^a 当样品有特殊储存要求时,耐热耐寒不适用。			

5 试验方法

5.1 耐热耐寒

5.1.1 耐热



5.1.1.1 仪器

5.1.1.1.1 恒温培养箱:±1℃。

5.1.1.1.2 试管:φ20 mm×120 mm。

5.1.1.2 步骤

将试样分别倒入两支 φ20 mm×120 mm 的试管内,使液面高度约 80 mm,塞上干净的胶塞,把一支待检的试管置于预先调节至(40±1)℃的恒温培养箱内。24 h 后取出,恢复至室温后与另一试管的试样进行目测比较。

5.1.2 耐寒

5.1.2.1 仪器

5.1.2.1.1 冰箱:温控精度±2℃。

5.1.2.1.2 试管:φ20 mm×120 mm。

5.1.2.2 步骤

将试样分别倒入两支 φ20 mm×120 mm 的试管内,使液面高度约 80 mm,塞上干净的胶塞,把一支待检的试管置于预先调节至-5℃~-10℃的冰箱内。24 h 后取出,恢复至室温后与另一试管的试样进行目测比较。

5.2 光催化性能

按附录 A 测定。

6 检验规则

6.1 组批

产品以一次生产数量为一批,产品按批进行抽检。

6.2 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

6.3 采样方式

每批产品随机按 GB/T 6680 规定的采样方法采样 250 mL,混匀后的样品一分为二,作为检验和备用样。

6.4 出厂检验

6.4.1 每批产品在分包出厂前均要进行出厂检验。

6.4.2 出厂检验项目为本标准规定的外观、耐热、耐寒。

6.5 型式检验

6.5.1 型式检验项目包括本标准要求的全部项目。

6.5.2 有下列情形之一时,应进行型式检验:

- 产品检定和批量生产前;
- 当工艺和原材料有较大改变可能影响产品质量时;
- 正常情况下每年一次;
- 停产一年以上重新恢复生产时;
- 本次出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- 国家质量监督检验机构提出进行型式检验要求时。

6.6 判定规则

经检验有不合格项目,应加倍抽取样品重新进行检验;若检验结果仍有不合格项目时,则判定该批产品为不合格品。

7 标志、运输与贮存

7.1 标志

7.1.1 产品的包装容器上应涂刷牢固清晰的标志,内容包括:生产厂名、厂址、产品名称、商标、产品组分、产品的规格型号、生产日期或批号、有效期、净含量、产品执行标准、适用范围。

7.1.2 每批出厂的产品应附有质量检验合格证。

7.2 运输

运输过程中应防止雨淋、曝晒,防止重压、摔撞及倒置,并应有明显标志。

7.3 贮存

产品应存放在通风、干燥、防止日光直射的地方。

附录 A
(规范性附录)
光催化性能的检验方法

A.1 范围

本方法适用于液态光催化剂光催化性能的检验。

A.2 测试原理

本方法是将光催化剂置于含有污染物的空气中，在紫外光照射下，以获得光催化剂净化空气的性能。测试时选取乙醛、苯为污染物。反应气一次通过光催化反应器，此时光催化反应器中的样品在光照作用下氧化分解污染物，通过光催化反应器进口和出口处污染物的浓度来计算光催化性能。

A.3 检验装置系统

A.3.1 检验装置示意图

检验装置系统由反应系统和分析系统组成，检验装置示意图见图 A.1 所示。

单位为毫米

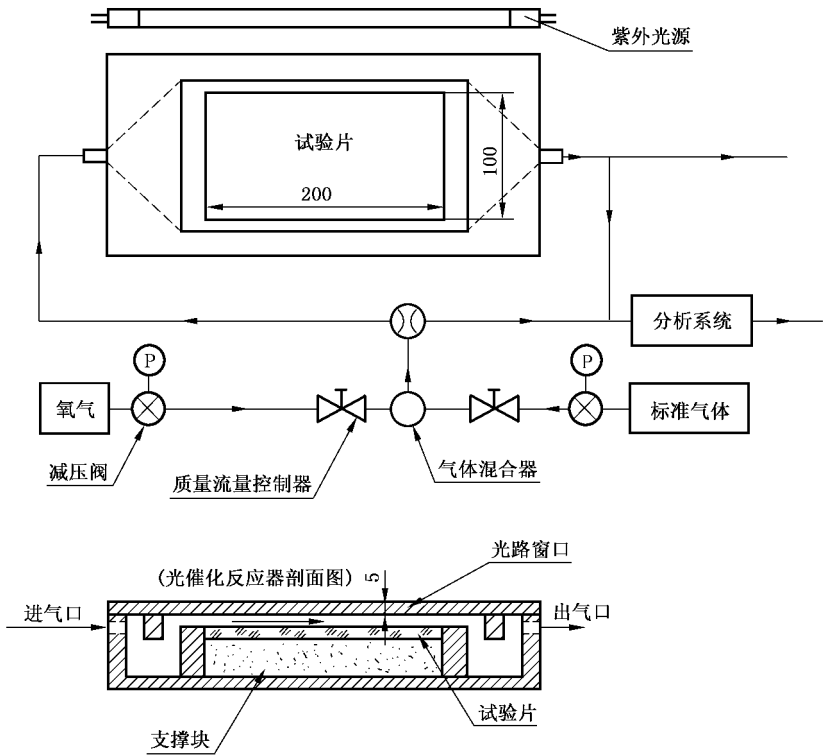


图 A.1 检验装置示意图

A.3.2 反应系统

A.3.2.1 反应系统组成

反应系统由反应气供应、光源、光催化反应器组成。由于污染浓度很低,因此构成反应系统的材料应满足低吸附性和抗紫外的要求。

A.3.2.2 反应气供应

A.3.2.2.1 污染物标气

乙醛标准气体:浓度为 100 mL/m^3 ,稀释气为氮气。

苯标准气体:浓度为 $1\,000 \text{ mL/m}^3$,稀释气为氮气。

A.3.2.2.2 氧气

纯度大于 99.99% 。

A.3.2.2.3 反应气配制

调节污染物标气和氧气的质量流量控制器,乙醛为污染物时,乙醛的浓度控制在 20 mL/m^3 ,反应气的流量控制在 $(100 \pm 5) \text{ mL/min}$ 。苯为污染物时,苯的浓度控制在 10 mL/m^3 ,反应气的流量控制在 $(150 \pm 7) \text{ mL/min}$ 。

A.3.2.3 光催化反应器

光催化反应器为一个全封闭的长方型反应器,其内部装有长为 $(200 \pm 0.5) \text{ mm}$ 、宽为 $(100 \pm 0.5) \text{ mm}$ 的试验片。试验片材质为玻璃,涂覆面经磨砂处理,放置于支撑块上。支撑块上方有一与其平行的材质为石英玻璃或硼玻璃的光路窗口,反应器外部的紫外线通过窗口照射到试验片表面,调节支撑块的高度使试验片与窗口之间的距离为 5 mm 。

A.3.2.4 光源

光源由主波长为 365 nm 、功率为 8 W 的四支管状紫外灯提供。四支灯平行固定在光路窗口的上方,每支灯管的间距为 $2 \text{ cm} \sim 3 \text{ cm}$ 。测试时,取样品表面的两条对角线上相等间隔的 5 个点,保证每个点的主波长 365 nm 光照度的平均值应为 $(1 \pm 0.1) \text{ mW/cm}^2$ 。

A.3.3 分析系统

A.3.3.1 检验仪器

气相色谱仪:配氢火焰离子化检测器。

A.3.3.2 色谱柱

根据测试的污染物不同选择不同的色谱柱:

- 乙醛为污染物时: Porapak Qs(硅烷化的乙基乙烯苯、二乙烯苯共聚物)固定相, $2 \text{ m} \times 3 \text{ mm}$ 的不锈钢色谱柱,或相当者;
- 苯为污染物时:涂层为聚乙二醇 20 M 石英毛细管柱, $30 \text{ m} \times 0.25 \text{ mm}$,膜厚 $0.5 \mu\text{m}$,或相当者。

A.3.3.3 色谱条件

A.3.3.3.1 乙醛为污染物时:

- a) 柱温:80 °C;
- b) 进样口温度:150 °C;
- c) 检测器温度:150 °C;
- d) 进样量:1 mL;
- e) 载气流速:65 mL/min。

A.3.3.3.2 苯为污染物时:

- a) 柱温:60 °C;
- b) 进样口温度:150 °C;
- c) 检测器的温度为:150 °C;
- d) 进样量:1 mL;
- e) 载气流速:1.0 mL/min。

A.4 检验步骤

A.4.1 概述

检验步骤包括样品预处理、测试准备、暗吸附、光照反应等过程。暗吸附时间为 30 min,若样品未达到吸附饱和可适当延长时间,光照反应时间为 3 h。

A.4.2 样品预处理

将 2.0 mL 光催化剂均匀喷涂到试验片上,自然风干或置于烘箱中 80 °C 烘干,进行光催化性能试验前,将试验片置于紫外灯下,辐照强度不小于 1 mW/cm²,光照 16 h 以上以去除光催化剂中所吸附的有机物。

A.4.3 测试准备

A.4.3.1 调节反应物浓度

分别调节污染物标气和氧气的流量,控制反应气中乙醛的浓度为 20 mL/m³(苯为 10 mL/m³),反应气流量为 100 mL/min(苯为 150 mL/min)。利用色谱仪检验反应气进气中污染物浓度,直至连续三次测试值的偏差小于 2%。

A.4.3.2 温度调节

调节室内温度为(25±3)°C,平衡 4 h 后方可进行试验。

A.4.3.3 安装试验片

将试验片平放于光催化反应器的支撑块上,调节高度使光照强度和试验品与光路窗口的距离达到 A.3.2.3 和 A.3.2.4 中的要求。盖上光路窗口,密封光催化反应器。

A.4.4 暗吸附

每隔 15 min 测试出口处的污染物浓度,出口处污染物浓度等于进气中的乙醛浓度时即可。若 30 min 后污染物的出口浓度仍低于进气浓度,则继续在暗条件下通入反应气,直至出口浓度三次测试

值的偏差小于5%，以此时污染物的出口浓度的平均值作为光照前的污染物的起始浓度。

A.4.5 光催化去除率检验

A.4.5.1 浓度测试

暗吸附结束后，继续通入反应气，打开紫外灯，每隔15 min测试出口气中污染物浓度。光催化反应进行3 h，取反应最后1 h的平均值(3个数值以上的平均值)为污染物出口处浓度。

A.4.5.2 停止光照过程

停止光照，继续通气30 min，在此期间测试出口污染物浓度，污染物浓度应与光照前的平衡浓度相差不超过5%。

A.4.6 净化性能稳定性试验

A.4.6.1 净化乙醛性能稳定性试验

调整乙醛的浓度为试验时的5倍，打开紫外灯，在光催化反应器中反应24 h。样品经此处理后，调整反应气中乙醛的浓度为20 mL/m³，重复A.4.4~A.4.5的试验过程。

A.4.6.2 净化苯性能稳定性试验

在A.4.4结束后，继续通入反应气光照24 h后，每隔15 min测试出口气中污染物浓度，待出口污染物浓度稳定后，取反应最后1 h的平均值(3个数值以上的平均值)为污染物出口处浓度。

A.5 结果计算

A.5.1 三次测试值偏差按式(A.1)计算：

$$E = \frac{\sum_{n=1}^3 |C_{An} - C_{An}|}{3C_{An}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

E ——出口浓度三次测试值偏差，%；

C_{An} ——第 n 次污染物的测试值，单位为毫升每立方米(mL/m³)；

C_{An} ——三次测试结果的算术平均值，单位为毫升每立方米(mL/m³)。

A.5.2 污染物的光催化去除率按式(A.2)计算：

$$P_r = \frac{C_{AP0} - C_{AP}}{C_{AP0}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

P_r ——污染物光催化去除率，%；

C_{AP0} ——光照前污染物的出口浓度，单位为毫升每立方米(mL/m³)；

C_{AP} ——光照下污染物的出口浓度，单位为毫升每立方米(mL/m³)。

A.5.3 光催化剂的稳定性按式(A.3)计算：

$$D = \frac{p_{rs}}{P_r} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

D ——净化性能稳定性，%；

P_r —— 污染物光催化去除率, %;

p_{rs} —— 经稳定性试验后的污染物光催化去除率, %。

A.6 结果表示

A.6.1 当光照下污染物出口浓度为未检出时, 污染物的光催化去除率报出结果表示为大于 90%。

A.6.2 当光照下污染物出口浓度为未检出时, 计算其稳定性时, 以 P_r 等于 90% 代入式 (A.3) 进行计算, 若计算值大于 100% 时, 净化性能稳定性检验结果表示为大于 80%。

A.6.3 经过稳定性试验后, 污染物出口浓度为未检出时, 净化性能稳定性检验结果表示为大于 80%。

