



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 47599—2026

## 塑料 标准气候老化试验方法中 性能变化的表观活化能测定

Plastics—Determination of apparent activation energies of property  
changes in standard weathering test methods

(ISO 23706:2020, MOD)

2026-05-25 发布

2026-12-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和缩略语 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 缩略语 .....	2
4 原则 .....	2
5 仪器 .....	3
5.1 总则 .....	3
5.2 表面温度的测量 .....	3
6 试样 .....	3
7 试验方法 .....	3
7.1 试验条件 .....	3
7.2 试验时间 .....	4
7.3 升高/降低试验温度 .....	4
7.4 活化能 $E_a$ 的计算 .....	4
8 暴露条件 .....	4
9 试验步骤 .....	4
9.1 通则 .....	4
9.2 试样的安装 .....	5
9.3 暴露 .....	5
9.4 辐照量的测量 .....	5
9.5 暴露后性能的测定 .....	5
10 试验报告 .....	5
附录 A (规范性) 阿伦尼乌斯方程 .....	6
A.1 通则 .....	6
A.2 局限性 .....	6
A.3 理论加速因子 .....	6
A.4 活化能的测定 .....	7
附录 B (资料性) 塑料气候老化示例 .....	9
B.1 SAE 标准聚苯乙烯的气候老化 <sup>[10]</sup> (示例 1) .....	9
B.2 灰色聚氯乙烯的气候老化 <sup>[11]</sup> (示例 2) .....	10

附录 C (资料性) 有效温度的计算 .....	13
附录 D (资料性) 不确定度的影响因素 .....	14
参考文献 .....	15

## 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。

本文件修改采用 ISO 23706:2020《塑料 标准气候老化试验方法中性能变化的表观活化能的测定》。

本文件与 ISO 23706:2020 的技术差异及其原因如下：

- 增加了本文件的适用范围(见第 1 章),以提高规范性;
- 用规范性引用的 GB/T 16422.2 替换了 ISO 4892-2(见第 4 章、5.1、第 7 章、第 8 章),以适应我国的技术条件、提高可操作性;
- 用规范性引用的 GB/T 16422.3 替换了 ISO 4892-3(见第 4 章、5.1 和第 8 章),以适应我国的技术条件、提高可操作性;
- 用规范性引用的 GB/T 16422.1 替换了 ISO 4892-1(见 5.1、第 6 章、第 8 章和第 10 章),以适应我国的技术条件、提高可操作性;
- 更改了针对试样数量的描述,由推荐型条款改为要求型条款(见 9.1),以提高规范性;
- 用规范性引用的 GB/T 15596 替换了 ISO 4582(见 9.5)以适应我国的技术条件,提高可操作性;
- 用规范性引用的 GB/T 43297 替换了 ISO 10640(见 9.5),以适应我国的技术条件,提高可操作性;
- 增加了绘制曲线图的变量“辐照量”(见第 10 章),满足不同试验分析的需求。

本文件做了下列编辑性改动：

- 增加了缩略语的注释(见 3.2 的注);
- 用资料性引用的 GB/T 7142 替换了 ISO 2578(见第 4 章、7.4.2 的注 2、A.4);
- 用资料性引用的 GB/T 33047.2 替换了 ISO 11358-2(见第 4 章);
- 增加了表征试样温度的选项[见 7.1 d)];
- 删除了有关“表面温度”的内容(见 ISO 23706:2020 的 7.2);
- 增加了注释(见第 10 章的注);
- 增加了图的曲线说明(见图 B.2);
- 更改了测定化学性质的方法,用 GB/T 43297 替换 ISO 16472 [见附录 D 的 c)]。

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国塑料标准化技术委员会(SAC/TC 15)归口。

本文件起草单位：广州合成材料研究院有限公司、会通新材料股份有限公司、标格达精密仪器(广州)有限公司、北京天罡助剂有限责任公司、金发科技股份有限公司、山东道恩高分子材料股份有限公司、上海华测品标检测技术有限公司、苏州市信测标准技术服务有限公司、新疆吐鲁番自然环境试验研究中心、阿美特克商贸(上海)有限公司、中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院。

本文件主要起草人：马玫、易庆锋、王尚一、王浩江、刘罡、郑雯、赵磊、保童伟、谢潇、王力、程舸、祝文亲、吴舜娟、李维义。

## 引 言

GB/T 16422.1、ISO 16474-1 等有关气候老化的标准已明确,温度对实验室光源加速气候老化试验的相关性及加速性有重要影响。

阿伦尼乌斯方程反映了温度对化学反应速率的影响,也用于描述光化学/气候老化反应的反应速率,但有局限性。阿伦尼乌斯方程宜兼顾某些假定和限制,因此不足以描述复杂的降解行为,但作为基础方法有助于更好地认识温度对高分子材料气候老化的影响。

活化能  $E_a$  是一种表征温度对降解反应影响的重要材料特性,是材料发生化学反应所需的能垒。 $E_a$  仅对特定的材料和特定的降解历程有效。在气候老化过程中,降解历程通常基于特定的性能变化。

阿伦尼乌斯方程用于确定聚合物热降解对温度的依赖性。根据 GB/T 33047.2 可计算得到聚合物热分解活化能。目前,尚无测定聚合物自然老化或光化学降解活化能的标准。关于光化学降解或气候老化反应活化能的信息极少;即使大量的研究,可得的活化能通常是根据不适宜的气候老化(例如户外气候老化和加速气候老化)试验计算的。

为确定光化学降解反应活化能,至少需在两种不同温度下进行气候试验。本文件规定了一些基本的试验要求,有助于在加速气候老化中利用阿伦尼乌斯方程提高活化能测定的可靠性和有效性。

注 1: 不同的性能可能有不同的活化能,例如材料的黄变与表面开裂。

注 2: 本方法中的活化能与可选温度范围内的温度无关。

光化学降解反应活化能的测定,允许将温度作为定量因素纳入不同的气候老化试验进行关联评估。通过了解活化能,有助于提高人工气候老化试验的可靠性和预测价值。

注 3: 在人工气候老化中运用阿伦尼乌斯方程,简化了复杂的化学降解过程,活化能是由依赖于温度的受限模型推算得到的。然而,通过遵循一些基本的前提试验条件,能够增强推算值与真值的关联性。

# 塑料 标准气候老化试验方法中 性能变化的表观活化能测定

## 1 范围

本文件描述了一种根据阿伦尼乌斯方程(Arrhenius model)尽可能全面地确定加速气候老化试验中光化学降解反应活化能( $E_a$ )的试验方法。

本文件适用于推算塑料在实验室光源暴露后特定性能发生一定变化时的表观活化能。所选的性能不同、变化程度不同,推算得到的表观活化能可能不同。

## 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 15596 塑料 在玻璃过滤后太阳辐射、自然气候或实验室辐射源暴露后颜色和性能变化的测定(GB/T 15596—2021,ISO 4582:2017,IDT)

GB/T 16422.1 塑料 实验室光源暴露试验方法 第1部分:总则(GB/T 16422.1—2019,ISO 4892-1:2016,IDT)

GB/T 16422.2 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分:氙弧灯(GB/T 16422.2—2022,ISO 4892-2:2013,IDT)

GB/T 16422.3 塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分:荧光紫外灯(GB/T 16422.3—2022,ISO 4892-3:2016,IDT)

GB/T 43297 塑料 聚合物光老化性能评估方法 傅里叶红外光谱和紫外/可见光谱法(GB/T 43297—2023,ISO 10640:2011,MOD)

## 3 术语、定义和缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**活化能** **activation energy**

$E_a$

原子或分子跃过基态发生特定变化所需的能量。

注1:单位用焦耳每摩尔(J/mol)表示。

注2:根据阿伦尼乌斯方程计算得到活化能 $E_a$ ,见附录A。

#### 3.1.2

**有效辐照度** **effective irradiance**

$E_{\text{eff}}$

引起相关光降解反应发生的光谱辐照度,计算见公式(1)。