



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 43316.3—2023

## 塑料 耐环境应力开裂(ESC)的测定 第3部分：弯曲法

Plastics—Determination of resistance to environmental stress cracking (ESC)—  
Part 3: Bent strip method

(ISO 22088-3:2006, MOD)

2023-11-27 发布

2024-06-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 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。

本文件是 GB/T 43316《塑料 耐环境应力开裂(ESC)的测定》的第 3 部分。GB/T 43316 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：通则；
- 第 2 部分：恒定拉伸负荷法；
- 第 3 部分：弯曲法；
- 第 4 部分：球压或针压法；
- 第 5 部分：恒定拉伸变形法；
- 第 6 部分：慢应变速率法。

本文件修改采用 ISO 22088-3:2006《塑料 耐环境应力开裂(ESC)的测定 第 3 部分：弯曲法》。

本文件与 ISO 22088-3:2006 的技术差异及其原因如下：

- 用规范性引用的 GB/T 1040.2 替换了 ISO 527-2(见 3.5、8.5)、GB/T 9341 替换了 ISO 178(见 3.5、8.5)，以适应我国的技术条件、增加可操作性；
- 更改了拉伸冲击强度的试验方法，以增加可操作性；
- 用规范性引用的 GB/T 43316.1—2023 替换了 ISO 22088-1:2006(见 7.3)，以适应我国的技术条件、增加可操作性；
- 增加了用图判断失效应变的方法(见 9.2)，以提高试验可操作性；
- 删除了测定试样厚度的要求(见 ISO 22088-3:2006 的 5.4)，以适应我国的技术条件、增加可操作性。

本文件做了下列编辑性改动：

- 删除了 ISO 22088-3:2006 中没有被引用的 ISO 2818；
- 删除了第 1 章中的注；
- 删除了表 1 中的注 1 和注 4；
- 5.1 中的注改为正文内容。

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：中蓝晨光成都检测技术有限公司、佛山市计客创新科技有限公司、江苏馨德高分子材料股份有限公司、厦门市宜帆达新材料有限公司、深圳市骏鼎达新材料股份有限公司、鲁西化工集团股份有限公司、中广核俊尔(浙江)新材料有限公司、浙江新力新材料股份有限公司、东莞市奥能工程塑料有限公司、链行走新材料科技(广州)有限公司、合肥科拜尔新材料股份有限公司、无锡江南电缆有限公司、聊城大学、雅仕德化工(江苏)有限公司、中石化(北京)化工研究院有限公司、美新科技股份有限公司、广东道生科技股份有限公司、广东泰塑新材料科技有限公司。

本文件主要起草人：郑有婧、苏梓铭、张斌良、张婷、方宋辉、张艳君、宋玉兴、叶耀挺、曹建伟、施信波、姜之涛、蒋琪、滕谋勇、邱建福、张伟、林东融、胡尚、汪绍军。

## 引 言

塑料在空气中受到低于其屈服应力作用时,存在于外部或内部的应力,或者两者应力的共同作用可引起开裂,这类开裂常常受塑料所处的化学环境影响而加速发展,这种现象称为环境应力开裂(ESC)。包括塑料在内的许多材料都可能发生 ESC 失效,其可能显著降低允许材料长期使用的应力或应变。

ESC 过程如下:

- 1) 施加应力后,由于应力集中导致试样中形成微观孔洞;
- 2) 化学环境的作用造成分子间键的断裂,引起更大孔洞的形成和扩大,进而形成由相互连接的孔洞和微纤结构组成的银纹;
- 3) 在应力和化学环境共同作用下,微纤结构断裂、银纹增长;
- 4) 银纹尖端出现裂纹并持续发展,最终导致脆性失效。

裂纹可能沿材料厚度方向持续发展,直至材料破损为两个或更多个碎片;裂纹也可能在到达低应力、不同材料和/或不同形态区域时终止。

ESC 试验较为复杂,其受如下参数影响:

- 试样尺寸;
- 试样状态(取向,微观结构,内应力);
- 试样制备方法;
- 试样的热历史;
- 应力和应变;
- 试验温度;
- 试验持续时间;
- 化学环境;
- 应力和应变的施加方法;
- 失效判据。

以一个参数为变量、其他参数不变的方式,可以评估可变参数对 ESC 的影响。ESC 试验的主要目的是确定化学介质对暴露于其中的塑料(试样和制品)的相对影响。

当失效模式与在实际使用中获得的失效模式一致时,这些试验结果可用于评估模塑成型条件对制品质量的影响。

由于实际应用中制品 ESC 性能影响因素更为复杂,因此建立试样 ESC 试验结果与实际制品性能之间的直接关联是非常困难的。

GB/T 43316《塑料 耐环境应力开裂(ESC)的测定》旨在规定热塑性塑料耐环境应力开裂性能的通则和描述其测定方法,拟由六个部分构成。

- 第 1 部分:通则;目的在于确立测定塑料耐环境应力开裂性能的通用原则。
- 第 2 部分:恒定拉伸负荷法;目的在于为热塑性塑料建立在试验介质中受恒定拉伸负荷时耐环境应力开裂的可操作、可追溯、可证实的测定程序。
- 第 3 部分:弯曲法;目的在于为热塑性塑料建立在试验试剂存在的条件下承受固定弯曲应变时的耐环境应力开裂的可操作、可追溯、可证实的测定程序。
- 第 4 部分:球压或针压法;目的在于为热塑性塑料建立在球或者针压入产生恒应变时的耐环境应力开裂的可操作、可追溯、可证实的测定程序。
- 第 5 部分:恒定拉伸变形法;目的在于为热塑性塑料建立在试验介质中受到恒定拉伸变形时的

耐环境应力开裂性能的可操作、可追溯、可证实的测定程序。

——第 6 部分：慢应变速率法；目的在于为热塑性塑料建立在试验介质中以恒定速率缓慢增加样应变的条件下耐环境应力开裂性能的可操作、可追溯、可证实的测定程序。

第 3 部分与本系列标准的其他部分内容相互支撑，共同构成测定塑料耐环境应力开裂性能的标准体系。

以上耐环境应力开裂(ESC)性能的测试基本上是等级测试，并不旨在提供用于设计或性能预测的数据。

# 塑料 耐环境应力开裂(ESC)的测定

## 第3部分：弯曲法

### 1 范围

本文件描述了热塑性塑料在化学介质中受固定弯曲应变时的耐环境应力开裂(ESC)的试验方法。

本文件适用于测定板材和平板试样的耐环境应力开裂性能,特别是局部表面区域对耐环境应力开裂敏感的试样,测定由气体和液体以及含有迁移物质的固体(如聚合物黏合剂和含有增塑剂的材料)与特定聚合物接触引起的耐环境应力开裂,以及测定仅在测试期间表现出适度应力松弛的刚性塑料的耐环境应力开裂性能。

### 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 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第2部分:模塑和挤塑塑料的试验条件(GB/T 1040.2—2022, ISO 527-2:2012, MOD)

GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定(GB/T 9341—2008, ISO 178:2001, IDT)

GB/T 43316.1—2023 塑料 耐环境应力开裂(ESC)的测定 第1部分:通则(ISO 22088-1:2006, MOD)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 弯曲应变 flexural strain

$\epsilon_x$

试样的拉伸表面弯曲成弧形时(示意图见图1),拉伸表面应变的标称值,由公式(1)进行计算。

$$\epsilon_x = \frac{h}{2r + h} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$\epsilon_x$  ——拉伸表面应变的标称值;

$h$  ——试样厚度,单位为毫米(mm);

$r$  ——试样弯曲半径,单位为毫米(mm)。