



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 16422.2—2022/ISO 4892-2:2013

代替 GB/T 16422.2—2014

## 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分: 氙弧灯

Plastics—Methods of exposure to laboratory light sources—  
Part 2: Xenon-arc lamps

(ISO 4892-2:2013, IDT)

2022-04-15 发布

2022-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 原理 .....	1
5 设备 .....	2
5.1 实验室光源 .....	2
5.2 试验箱 .....	4
5.3 辐照仪 .....	5
5.4 黑标温度计/黑板温度计 .....	5
5.5 润湿和湿度控制装置 .....	5
5.6 试样架 .....	5
5.7 性能变化评价设备 .....	5
6 试验样品 .....	5
7 试验条件 .....	6
7.1 辐照度 .....	6
7.2 温度 .....	6
7.3 试验箱内空气相对湿度 .....	6
7.4 喷淋循环 .....	7
7.5 有暗周期的循环 .....	7
7.6 暴露条件的设置 .....	8
8 步骤 .....	8
8.1 总则 .....	8
8.2 试样的安装 .....	8
8.3 暴露 .....	9
8.4 辐照量的测量 .....	9
8.5 暴露后性能变化的测定 .....	9
9 试验报告 .....	9
附录 A (资料性) 经过滤的氙弧辐射——光谱辐照度 .....	10
附录 B (规范性) 更多的暴露循环 .....	11
附录 C (资料性) 日光滤光器的分类 .....	13
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。

本文件是 GB/T 16422《塑料 实验室光源暴露试验方法》的第 2 部分。GB/T 16422 已经发布了以下部分:

- 第 1 部分:总则;
- 第 2 部分:氙弧灯;
- 第 3 部分:荧光紫外灯;
- 第 4 部分:开放式碳弧灯。

本文件代替 GB/T 16422.2—2014《塑料 实验室光源暴露试验方法 第 2 部分:氙弧灯》,与 GB/T 16422.2—2014 相比,除结构调整和编辑性改动外,主要技术变化如下:

- a) 在“表 1”脚注 a 和“表 2”脚注 a 中增加了关于光谱辐照度“2 nm 递增测量”的表述(见表 1、表 2);
- b) 增加了测量表面最高温度装置的建议(见 5.4);
- c) 更改了表 3 中暴露循环,仅保留原有的三种暴露循环,删除了方法 A 中两种黑板温度为(100±3)℃的暴露循环(见表 3,2014 年版的表 3),调整其他三种不控制试验箱温度和相对湿度的暴露循环为表 B.1(见表 B.1,2014 年版的表 3);
- d) 更改了表 4 中暴露循环,仅保留原有的三种暴露循环,删除了方法 A 中两种黑板温度为(89±3)℃的暴露循环(见表 4,2014 年版的表 4),调整其他三种不控制试验箱温度和相对湿度的暴露循环以及新增两种方法 A 的暴露循环列为表 B.2(见表 B.2,2014 年版的表 4);
- e) 更改了关于暴露条件设置的规定,并指出黑板温度与黑板温度之间没有关联以及黑板温度计代替黑板温度计使用的条件(见 7.6,2014 年版的 6.6);
- f) 增加了附录“更多的暴露循环”(见附录 B)。

本文件等同采用 ISO 4892-2:2013《塑料 实验室光源暴露试验方法 第 2 部分:氙弧灯》。

本文件增加了“术语和定义”一章。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动:

- 纳入了 ISO 4892-2:2013/Amd.1:2021 的修正内容,所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直双线(∥)进行了标示。

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、陕西延长泾渭新材料科技产业园有限公司、山东道恩高分子材料股份有限公司、会通新材料股份有限公司、北京天罡助剂有限责任公司、万华化学集团股份有限公司、苏州市信测标准技术服务有限公司、ATLAS 亚太拉斯材料测试技术有限公司、青岛恒佳精密科技有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、深圳市北测检测技术有限公司、苏州旭光聚合物有限公司、美国 Q-Lab 公司上海代表处。

本文件主要起草人:王浩江、铁文安、赵磊、王飞、王灿耀、刘罡、杨莉、谢潇、程舸、陆博、蓝先、周业华、王海利、张恒、田小艳、陈国阳、陈欣。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

**GB/T 16422.2—2022/ISO 4892-2:2013**

- 1988年首次发布为 GB/T 9344—1988;
- 1999年第一次修订分为部分出版,本文件对应 GB/T 16422.2—1999;2014年第二次修订;
- 本次为第三次修订。

## 引 言

为更快速地测定辐射、热、湿度对塑料物理、化学及光学性能的影响,常采用特定实验室光源人工加速气候老化或人工加速辐射暴露试验。塑料在实验室设备中暴露比在自然环境中有更多的可控条件,用来加速可能的高聚物降解和产品失效。

GB/T 16422《塑料 实验室光源暴露试验方法》提供了塑料在特定环境、设定暴露周期的试验方法,由四个部分构成:

- 第1部分:总则;
- 第2部分:氙弧灯;
- 第3部分:荧光紫外灯;
- 第4部分:开放式碳弧灯。

本文件的实验室光源选用氙弧灯,为模拟总日辐射或透过窗玻璃后的太阳辐射,由配置一个或多个滤光器组成,其光谱范围包括紫外辐射、可见辐射及红外辐射。虽然氙弧灯光源暴露试验的条件可控,但是仍不能模拟实际使用的暴露条件,由此获得的是塑料的相对耐久性。

## 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分:氙弧灯

### 1 范围

本文件规定了试样在配置氙弧灯、热和湿度的试验设备中进行暴露的试验方法,该试验设备模拟总日辐射或透过窗玻璃太阳辐射的实际使用环境,使材料在暴露过程中产生类似自然老化的效果。

本文件适用于塑料试样在受控环境条件(温度、湿度和/或润湿)下暴露于经过滤的氙弧灯的实验室人工加速气候老化试验。可以通过不同类型氙弧灯与滤光器组合来满足不同试验要求。

特定材料的试样制备和结果评估参考其他标准。

ISO 4892-1 给出了本文件的总则。

注:色漆、清漆的氙弧灯暴露试验方法见 GB/T 1865—2009。

### 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。

ISO 4582 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(Plastics—Determination of changes in colour and variations in properties after exposure to glass-filtered solar radiation, natural weathering or laboratory radiation sources)

注: GB/T 15596—2021 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 (ISO 4582:2017, IDT)

ISO 4892-1 塑料 实验室光源暴露试验方法 第1部分:总则(Plastics—Methods of exposure to laboratory light sources—Part 1: General guidance)

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

ISO 9370 塑料 气候老化试验中辐照量的仪器测定 总则和基本测试方法(Plastics—Instrumental determination of radiant exposure in weathering tests—General guidance and basic test method)

### 3 术语和定义

ISO 4892-1 界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 原理

4.1 以配置合适滤光器的氙弧灯为光源,模拟总日辐射光谱中紫外光谱和可见光谱区域的光谱辐照度。

4.2 在受控环境下,试样暴露于不同等级的光、热、相对湿度以及水(见 4.4)的条件中。

4.3 供选可变的暴露条件:

## GB/T 16422.2—2022/ISO 4892-2:2013

- a) 滤光器;
- b) 辐照度;
- c) 暴露于光照时的温度;
- d) 需控制湿度时, 氙弧灯光照/暗周期过程中试验箱内的相对湿度;
- e) 试验样品的润湿方式(见 4.4);
- f) 水温和润湿循环;
- g) 氙弧灯光照与暗周期的相对时长。

4.4 润湿采用软化水/去离子水喷洒试验样品、把试样浸入水中或者将水蒸气冷凝在暴露试样表面三种方式来实现。

4.5 试验过程包括试样平面上的紫外辐照度和紫外辐照量的测量。

4.6 建议将一种已知性能的相似材料(对照物)与试验样品同时暴露来提供比对试验。

4.7 在不同设备中暴露的试验结果不宜进行比较, 除非用于该特定材料测试的不同设备之间已建立了合适的统计关系。

## 5 设备

### 5.1 实验室光源

#### 5.1.1 通用要求

光源应由一个或多个有石英封套的氙弧灯组成, 其光谱范围包括波长大于 270 nm 的紫外辐射、可见辐射及红外辐射。为了模拟总日辐射, 应使用滤光器来滤除短波长的紫外辐射(方法 A, 见表 1)。为模拟透过窗玻璃后的太阳辐射(方法 B, 见表 2), 应使用将 310 nm 以下波长的辐照度最小化的滤光器。另外, 可使用滤光器去除红外辐射来避免对试验样品不符合实际情况的加热, 这种加热能导致试样产生在户外暴露期间不会出现的热降解。

注: CIE 85 叙述了不同大气条件下的太阳光谱辐照度。本文件采用的总日辐射基准引自 CIE 85: 1989 中表 4。

#### 5.1.2 配置日光滤光器的氙弧灯的光谱辐照度

为模拟总日辐射(CIE 85:1989 的表 4), 用滤光器对氙弧灯的发射光谱进行过滤。在紫外波长范围内相对光谱辐照度的最小限值和最大限值见表 1(亦见附录 A)。

附录 C 区分了两种不同类型的日光滤光器: I 型和 II 型。这两类均符合表 1 给出的配置日光滤光器氙弧灯的相对光谱辐照度要求。

表 1 配置日光滤光器氙弧灯的相对光谱辐照度<sup>a,b</sup>(方法 A)

光谱通带波长( $\lambda$ ) nm	最小限值 <sup>c</sup> %	CIE 85:1989 的表 4 <sup>d,e</sup> %	最大限值 <sup>c</sup> %
$\lambda < 290$	—	0	0.15
$290 \leq \lambda \leq 320$	2.6	5.4	7.9
$320 < \lambda \leq 360$	28.2	38.2	39.8
$360 < \lambda \leq 400$	54.2	56.4	67.5

- <sup>a</sup> 表中给出了在给定通带内的辐照度占 290 nm~400 nm 间总辐照度的百分比。为检测氙弧灯用的某一滤光器或滤光器组是否符合表中要求,应测量 250 nm~400 nm 范围内的光谱辐照度,通常以 2 nm 递增测量。然后将每一通带内的总辐照度加和再除以 290 nm~400 nm 间的总辐照度。
- <sup>b</sup> 表中的最小限值和最大限值是基于一制造商的建议,对不同生产批次和不同使用期限、配置了日光滤光器的水冷和风冷氙弧灯,进行超过 100 次的光谱辐照度测量后得到的<sup>[5]</sup>。如果能够获得更多的光谱辐照度数据,极限值有可能微小变化。最小限值和最大限值相对于所有测量值的平均值的离差至少是 3 倍的标准偏差。
- <sup>c</sup> 最小限值列的加和以及最大限值列的加和不一定为 100%,因为它们仅表示测量数据的最小值和最大值。对任一个光谱辐照度分布,表中各通带内计算得到的百分比加和为 100%。对于任一种配置日光滤光器的氙弧灯,每个通带内百分比的计算值应落在表中给定的最小限值和最大限值之间。由于使用的不同氙弧灯装置的光谱辐照度分布在允许范围内波动,能预料暴露试验结果会有差异。联系氙弧灯装置的制造商,获取所用氙弧灯和滤光器具体的光谱辐照度数据。
- <sup>d</sup> CIE 85:1989 中表 4 给出了太阳总辐照度的数据,该数据是在相对空气质量为 1.0、臭氧含量为标准温度和压力下 0.34 cm、水蒸气含量为 1.42 cm 可降水量、500 nm 波长的空气溶胶消光的光谱光学深度为 0.1 时的水平面上测得的。这些数据用作配置日光滤光器氙弧灯的目标值。
- <sup>e</sup> 对于 CIE 85:1989 中表 4 描述的太阳光谱数据,紫外辐照度(290 nm~400 nm)占总辐照度(290 nm~800 nm)的 11%,可见辐照度(400 nm~800 nm)占总辐照度(290 nm~800 nm)的 89%。暴露在氙弧灯装置下的试样,其表面上的紫外辐照度百分比与可见辐照度百分比可能因暴露试样的数量及自身的反射率的差异而不同。

### 5.1.3 配置窗玻璃滤光器的氙弧灯的光谱辐照度

为了模拟经窗玻璃后的太阳辐射,采用滤光器对氙弧灯的发射光谱进行过滤。在紫外波长范围内相对光谱辐照度的最小限值和最大限值见表 2(亦见附录 A)。



表 2 配置窗玻璃滤光器氙弧灯的相对光谱辐照度<sup>a,b</sup>(方法 B)

光谱通带波长( $\lambda$ ) nm	最小限值 <sup>c</sup> %	CIE 85:1989 的表 4, 附加窗玻璃的效应 <sup>d,e</sup> %	最大限值 <sup>c</sup> %
$\lambda < 300$	—	0	0.29
$300 \leq \lambda \leq 320$	0.1	$\leq 1$	2.8
$320 < \lambda \leq 360$	23.8	33.1	35.5
$360 < \lambda \leq 400$	62.4	66.0	76.2

<sup>a</sup> 表中给出了在给定通带内的辐照度占 290 nm~400 nm 间总辐照度的百分比。为检测氙弧灯用的某一滤光器或滤光器组是否符合表中要求,应测量 250 nm~400 nm 范围内的光谱辐照度,通常以 2 nm 递增测量。然后将每一通带内的总辐照度加和再除以 290 nm~400 nm 间的总辐照度。  
<sup>b</sup> 表中的最小限值和最大限值是基于一制造商的建议,是对不同生产批次和不同使用期限、配置了窗玻璃滤光器的水冷和风冷氙弧灯,进行超过 30 次的光谱辐照度测量后得到的<sup>[3]</sup>。如果能够获得更多的光谱辐照度数据,极限值有可能微小变化。最小限值和最大限值相对于所有测量值的平均值的离差至少是 3 倍的标准偏差。  
<sup>c</sup> 最小限值列的加和以及最大限值列的加和不一定为 100%,因为它们仅表示测量数据的最小值和最大值。对任一个光谱辐照度分布,表中各通带内计算得到的百分比加和为 100%。对于任一种配置窗玻璃滤光器的氙弧灯,每个通带内百分比的计算值应落在表中给定的最小限值和最大限值之间。由于使用的不同氙弧灯装置的光谱辐照度分布在允许范围内波动,能预料暴露试验结果会有差异。联系氙弧灯装置的制造商,获取所用氙弧灯和滤光器具体的光谱辐照度数据。  
<sup>d</sup> CIE 85:1989 中表 4 附加了窗玻璃效应的相对光谱辐照度数据,该数据是 CIE 85:1989 中表 4 的数据乘以典型的 3 mm 厚的窗玻璃的透射率后得到(见 GB/T 1865—2009)。这些数据用作配置窗玻璃滤光器氙弧灯的目标值仅供参考。  
<sup>e</sup> 对于 CIE 85:1989 中表 4 描述的附加窗玻璃效应的相对光谱辐照度数据,紫外辐照度(300 nm~400 nm)占总辐照度(300 nm~800 nm)的 9%,可见辐照度(400 nm~800 nm)占总辐照度(300 nm~800 nm)的 91%。暴露在氙弧灯装置下的试样,其表面上的紫外辐照度百分比与可见辐照度百分比可能因暴露试样的数量及自身的反射率的差异而不同。

#### 5.1.4 辐照度的均匀性

在试样暴露的试验箱区域内,任一位置的辐照度应至少为最大辐照度的 80%。如果未满足此条件,按 ISO 4892-1 的要求对试样进行周期性的位置变换。

注:对于某些高反射率、对辐照度和温度高度敏感的材料,虽然暴露区内辐照度的均匀性在限定范围内而不需变换位置,仍建议对试样进行周期性的换位来确保暴露过程的均匀性。

#### 5.2 试验箱

试验箱的设计可不同,但应由惰性材料制成。试验箱的辐照度和温度均应可控。对于需控制湿度的暴露试验,试验箱应配置符合 ISO 4892-1 要求的湿度控制装置。对于需润湿的暴露试验,试验箱也应配置提供喷淋的装置,或在试样表面形成凝露的装置,或者将试样浸入水中的装置。喷淋所用水应符合 ISO 4892-1 的要求。

光源的定位应确保照射到试样表面的辐照度符合 7.1 的要求。

注:如果整套灯(一支或多支灯)位于试验箱的中央,通过试样架的旋转、或试样位置的变换、或灯的旋转能减少灯的任何偏心对暴露过程中辐照度均匀性的影响。

如果灯在工作期间产生臭氧,应把灯与试样和操作人员隔离。如果气流中有臭氧,则应按照国家相

关规定将其排放到建筑物外。

### 5.3 辐照仪

使用的辐照仪应符合 ISO 4892-1 和 ISO 9370 的要求。

### 5.4 黑标温度计/黑板温度计

使用的黑标温度计或黑板温度计应符合 ISO 4892-1 的要求。

测量表面最高温度的装置首选黑标温度计, 相关的暴露循环见表 3 和附录 B 中表 B.1。

### 5.5 润湿和湿度控制装置

#### 5.5.1 通用要求

试样可在喷淋、凝露或浸润方式进行润湿暴露。表 3(亦见表 B.1)和表 4(亦见表 B.2)给出了使用喷淋的具体试验条件。如果使用了凝露、浸润或其他方式, 应在试验报告中注明具体的试验步骤和暴露条件。

表 3 和表 4 还给出了控制相对湿度的暴露条件。表 B.1 和表 B.2 给出了无需控制相对湿度的暴露条件。

注: 空气的相对湿度可能对聚合物的光降解有显著影响。

#### 5.5.2 相对湿度的控制装置

对需控制相对湿度的暴露, 测量相对湿度的传感器的位置应符合 ISO 4892-1 的规定。

#### 5.5.3 喷淋系统

试验箱可按规定条件在试验样品的正面或背面安装间歇喷淋的装置。喷淋应均匀分布在试样表面。喷淋系统应由不会污染喷淋水的耐腐蚀材料制成。

喷洒到试样表面的水: 电导率应低于  $5 \mu\text{S}/\text{cm}$ , 不溶物含量小于  $1 \text{ mg}/\text{L}$ , 在试样表面不留下可见的污迹或沉积物, 二氧化硅的含量应低于  $0.2 \text{ mg}/\text{L}$ 。去离子与反渗透系统相结合使用能制备符合要求的水。

### 5.6 试样架

试样架可为开放式框架从而使试样背面外露, 或可使用无空隙的背衬来支撑试样。试样架及背衬(如使用)应由不会对暴露结果产生影响的惰性材料制成, 例如耐氧化的铝合金或不锈钢。试样周围不应使用铜合金、铁或铜质材料。背衬的使用以及背衬与试验样品间的空隙可能影响试验结果, 尤其是透明试样。因此背衬的使用及与试样间的空隙应由相关方商定。

### 5.7 性能变化评价设备

用于评价性能变化的设备应符合 ISO 4582 的要求。

## 6 试验样品

见 ISO 4892-1 中有关试样的规定。

GB/T 16422.2—2022/ISO 4892-2:2013

7 试验条件

7.1 辐照度

除非另有规定,按表 3(亦见表 B.1)和表 4(亦见表 B.2)所示控制辐照度水平,也可由相关方商定使用其他的辐照度水平,应在试验报告中注明测量的辐照度及其通带。

7.2 温度

7.2.1 黑标温度和黑板温度

对于仲裁试验,表 3 和表 B.1 规定了使用的黑标温度。对于常规试验,黑板温度计可代替黑标温度计使用(见表 4 和表 B.2)。

表 4 中规定的黑板温度和表 3 中规定的黑标温度都是最常用的温度,但两种温度之间没有关联。因此,用这两个表得到的试验结果可能不具有可比性。

注 1: 在典型的暴露条件下,黑板温度计显示的温度比黑标温度计显示的温度低 3℃~12℃。

如果使用黑板温度计,面板所用的材料、温度传感器的类型及其在面板上的安装方式都应在试验报告中注明。

注 2: 如在特定的暴露中使用比表 3、表 4 规定的更高的温度,则增大了试样发生热降解的趋势从而可能对试验结果有影响。

经相关方商定可选用其他的温度,但应在试验报告中注明。

如有喷淋,对温度的要求适用于干周期末期。在润湿循环中,经短暂的喷淋后,干周期内的温度如果未达到稳定,延长干周期检查是否达到指定温度,并考虑采用这个较长的干周期。

注 3: 在喷淋期间,黑标或黑板温度将接近于所用水的温度。

注 4: 为获得不同颜色试验样品表面温度范围这个重要信息,根据 ISO 4892-1 的规定,额外用白标温度计/白板温度计测量白标温度/白板温度。

7.2.2 试验箱内空气温度

暴露过程中试验箱内空气温度能控制在规定值(见表 3 和表 4)也能不控制(见表 B.1 和表 B.2)。

注: 试样表面温度的下限为试样周围的空气温度(即试验箱温度),上限为规定的黑标温度。一般认为试样的实际温度介于这两个限值之间。

7.3 试验箱内空气相对湿度

暴露过程中试验箱内空气相对湿度能控制在规定值(见表 3 和表 4)也能不控制(见表 B.1 和表 B.2)。

表 3 黑标温度计(BST)控制温度的暴露循环\*

方法 A:配置日光滤光器的暴露(人工气候老化)						
循环序号	干湿循环	辐照度 <sup>b</sup>		黑标温度 ℃	试验箱温度 ℃	相对湿度 %
		宽带 (300 nm~400 nm) W/m <sup>2</sup>	窄带 (340 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm)			
1	102 min 干燥	60±2	0.51±0.02	65±3	38±3	50±10 <sup>c</sup>
	18 min 喷淋	60±2	0.51±0.02	—	—	—

表 3 黑板温度计(BST)控制温度的暴露循环<sup>a</sup>(续)

方法 B: 配置窗玻璃滤光器的暴露						
循环序号	干湿循环	辐照度		黑板温度 ℃	试验箱温度 ℃	相对湿度 %
		宽带 (300 nm~400 nm) W/m <sup>2</sup>	窄带 (420 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm)			
2	持续干燥	50±2	1.10±0.02	65±3	38±3	50±10 <sup>c</sup>
3	持续干燥	50±2	1.10±0.02	100±3	65±3	20±10
<p>注 1: 表中给出的辐照度、黑板温度和相对湿度的正负偏差是给定参数在平衡状态下所允许波动的范围,并不表示设定值可在允许的范围内任意加减。</p> <p>注 2: 对于不控制试验箱温度和湿度的暴露(见表 B.1),在试验报告中注明两者的测量值可能具有一定的参考意义。</p> <p><sup>a</sup> 表中给出了用黑板温度计配置日光滤光器(方法 A)和窗玻璃滤光器(方法 B)进行暴露试验的条件,表 4 则是用黑板温度计来控制温度。</p> <p><sup>b</sup> 表中给出的是常用的辐照度。对能够产生更高辐照度的设备,其实际辐照度可能显著高于给定值。例如配置日光滤光器的氙弧灯的宽带辐照度达到 180 W/m<sup>2</sup>(300 nm~400 nm)或配置窗玻璃滤光器的氙弧灯的宽带辐照度达到 162 W/m<sup>2</sup>(300 nm~400 nm)。</p> <p><sup>c</sup> 对湿度敏感的材料,推荐使用(65±10)%的相对湿度。</p>						

#### 7.4 喷淋循环

喷淋循环周期应由相关方商定,但宜采用表 3(亦见表 B.1)的方法 A 以及表 4(亦见表 B.2)的方法 A 中的循环。

#### 7.5 有暗周期的循环

表 3 和表 B.1(亦见表 4、表 B.2)中的条件适用于连续辐照的试验,可使用更复杂的循环。这些循环可能包括暗周期,而暗周期可能造成高湿度和/或在试样表面产生凝露。

应在试验报告中注明所用的循环及其全部详细条件。

表 4 黑板温度计(BPT)控制温度的暴露循环

方法 A: 配置日光滤光器的暴露(人工气候老化)						
循环序号	干湿循环	辐照度 <sup>a</sup>		黑板温度 ℃	试验箱温度 ℃	相对湿度 %
		宽带 (300 nm~400 nm) W/m <sup>2</sup>	窄带 (340 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm)			
4	102 min 干燥	60±2	0.51±0.02	63±3	38±3	50±10 <sup>b</sup>
	18 min 喷淋	60±2	0.51±0.02	—	—	—

**表 4 黑板温度计(BPT)控制温度的暴露循环 (续)**

方法 B: 配置窗玻璃滤光器的暴露						
循环序号	干湿循环	辐照度 <sup>a</sup>		黑板温度 ℃	试验箱温度 ℃	相对湿度 %
		宽带 (300 nm~400 nm) W/m <sup>2</sup>	窄带 (420 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm)			
5	持续干燥	50±2	1.10±0.02	63±3	38±3	50±10 <sup>b</sup>
6	持续干燥	50±2	1.10±0.02	89±3	65±3	20±10
<p>注 1: 表中给出的辐照度、黑板温度和相对湿度的正负偏差是给定参数在平衡状态下所允许波动的范围,并不表示设定值可在允许范围内任意加减。</p> <p>注 2: 对于不控制试验箱温度和湿度的暴露(见表 B.2),在试验报告中注明两者的测量值可能具有一定的参考意义。</p>						
<p><sup>a</sup> 表中给出的是常用辐照度。对能够产生更高辐照度的设备,其实际辐照度可能显著高于给定值。例如配置日光滤光器的氙弧灯的宽带辐照度达到 180 W/m<sup>2</sup>(300 nm~400 nm)或配置窗玻璃滤光器的氙弧灯的宽带辐照度达到 162 W/m<sup>2</sup>(300 nm~400 nm)。</p> <p><sup>b</sup> 对湿度敏感的材料,推荐使用(65±10)%的相对湿度。</p>						

## 7.6 暴露条件的设置

表 3(亦见表 B.1)和表 4(亦见表 B.2)给出了配置日光滤光器(方法 A)和配置窗玻璃滤光器(方法 B)进行暴露的多组条件。

如果未指定则采用循环 1(BST 控制)或循环 4(BPT 控制)暴露条件。

表 3 给出了控制黑标温度的三种暴露循环(更多的循环见表 B.1)。表 4 给出了控制黑板温度的循环(更多的循环见表 B.2)。

表 3、表 B.1 中规定的黑标温度以及表 4、表 B.2 中规定的黑板温度都是最常用的温度,但两种温度之间没有关联。因此,用这两种温度得到的试验结果可能不具有可比性。

黑标温度计可代替黑板温度计以确保满足表 4 和表 B.2 中的温度要求。但在这种情况下,应确定不同类型温度计之间的实际温差,并将每种温度计测量的温度作为等效的设定值温度,以补偿两种温度计之间导热系数的差异。

## 8 步骤

### 8.1 总则

在每次试验中,推荐对每种待检材料暴露至少三个平行试样以便对结果进行统计评估。

### 8.2 试样的安装

以不受任何外加应力的方式将试样固定在设备试样架上。在每个试样上作不易消除的标记,且作标记的位置不影响后续的试验。为便于检查,可制定试验样品的位置分布图。

对用于测定颜色和外观变化的试样,需要对其暴露部分和非暴露部分进行比较时,可在整个试验过程中用不透明的遮盖物遮住试验样品的一部分。该方法虽有利于检查暴露试验的进度,但试验报告中

的数据应是经暴露的试验样品与避光保存的存放样品相比较得到的。

### 8.3 暴露

在试验箱内放置试样前,确保设备在所需的条件(见第7章)下运行。根据选定的暴露条件设置设备参数,使其按所需的循环数和暴露条件持续运行。在整个暴露过程中保持试验条件不变,并尽量减少检修设备和检查试样导致的试验中断。

试验样品按规定的暴露周期进行暴露,如果使用辐照仪,将其与试验样品同时暴露。建议按ISO 4892-1的规定在暴露过程中对试样进行换位。

如有必要取出试验样品做定期检查,小心不要触碰测试面或对测试面做任何改变。检查后,将试验样品按原暴露面朝向放回试样架或试验箱。

### 8.4 辐照量的测量

如果需要,安装并校准辐照仪,测量试验样品暴露面的辐照度。

当试验样品按辐照量进行暴露时,其暴露周期用暴露面单位面积上的辐射能表示。选用波长范围为300 nm~400 nm的辐照仪,暴露周期的单位用焦耳每平方米( $J/m^2$ )表示;或者选用定值波长的辐照仪(如340 nm),暴露周期的单位用焦耳每平方米纳米 [ $J/(m^2 \cdot nm)$ ]表示。

### 8.5 暴露后性能变化的测定

应按ISO 4582的规定进行性能变化的测定。经相关方商定后可测定其他性能。

## 9 试验报告

试验报告应符合ISO 4892-1相关要求。

## 附录 A

### (资料性)

#### 经过滤的氙弧辐射——光谱辐照度

##### A.1 概述

CIE 85:1989 提供了典型大气条件下太阳光谱辐照度的数据,这些数据能用作实验室光源与总日辐射对比的基础。经过滤的氙弧辐射所用数据见 CIE 85:1989 中的表 4。然而,CIE 85:1989 有许多不足:它给出的太阳全光谱能量分布是从 305 nm 开始的,增量相当近似并且计算代码已不再适用。因此,多年来一直在努力修订 CIE 85。修订版是基于最新的测量和经改进的计算模型(SMARTS2<sup>[7]</sup>)。当用 SMARTS2 模型重新计算时,CIE 85:1989 的表 4 可继续使用<sup>[8]</sup>。

##### A.2 紫外区的光谱辐照度

###### A.2.1 配置日光滤光器的氙弧灯

CIE 85:1989 的表 4 紫外区(<400 nm)的数据作为配置日光滤光器氙弧灯的辐照度基准。表 1 给出了 CIE 85:1989 的表 4 所示的基准数据。

###### A.2.2 配置窗玻璃滤光器的氙弧灯

表 2 中给出的配置窗玻璃滤光器氙弧灯的基准光谱数据是把典型的窗玻璃的透射率计算在内,通过修正 CIE 85:1989 的表 4 中紫外区的数据得到的。所用的窗玻璃透射率以 GB/T 1865—2009 的表 B.2 中指定的 3 mm 厚的窗玻璃的透射率为依据,CIE 85:1989 的表 4 中的辐照度乘以窗玻璃对应的透射率来确定每一通带内的辐照度。

注:值得注意的是表 2 允许差异很大的光谱分布,甚至与表 1 的有重叠。为获得符合经窗玻璃后的最小限值和最大限值的光谱分布,优先选用透射率在 320 nm 处为 0.1~0.2,在 380 nm 处最小为 0.8 的窗玻璃。

###### A.2.3 极限值

表 1 和表 2 中给出的光谱辐照度规范是基于四家设备制造商提供的光谱辐照度数据。这些数据是把每一通带的辐照度加和并以其占 290 nm~400 nm 总辐照度的百分比来表示。表 1 和表 2 中给出的极限值是基于可获得的数据的平均值加上或减去三倍的标准偏差得到的。假定测量值来自于所有氙弧设备,则本数据范围涵盖了总体的 99%。

**附录 B**  
**(规范性)**  
**更多的暴露循环**

表 B.1 和表 B.2 给出了暴露过程中不控制试验箱内空气温度的暴露条件。

**表 B.1 更多的由黑标温度计(BST)控制温度的暴露循环**

方法 A: 配置日光滤光器的暴露(人工气候老化)						
循环序号	干湿循环	辐照度*		黑标温度 ℃	试验箱温度 ℃	相对湿度 %
		宽带 (300 nm~400 nm) W/m <sup>2</sup>	窄带 (340 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm)			
B1	102 min 干燥	60±2	0.51±0.02	65±3	不控制	不控制
	18 min 喷淋	60±2	0.51±0.02	—	—	—
方法 B: 配置窗玻璃滤光器的暴露						
循环序号	干湿循环	辐照度*		黑板温度 ℃	试验箱温度 ℃	相对湿度 %
		宽带 (300 nm~400 nm) W/m <sup>2</sup>	窄带 (340 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm)			
B2	持续干燥	50±2	1.10±0.02	65±3	不控制	不控制
B3	持续干燥	50±2	1.10±0.02	100±3	不控制	不控制
注 1: 表中给出的辐照度、黑板温度和相对湿度的正负偏差是给定参数在平衡状态下所允许波动的范围,并不表示设定值可在允许的范围内任意加减。 注 2: 对于不控制试验箱温度和湿度的暴露,在试验报告中注明两者的测量值可能具有一定的参考意义。 注 3: 对于不控制试验箱温度但控制湿度的暴露,应设置相对湿度为(50±10)%。						
* 表中给出的是常用辐照度。对能够产生更高辐照度的设备,其实际辐照度可能显著高于给定值。例如配置日光滤光器的氙弧灯的宽带辐照度达到 180 W/m <sup>2</sup> (300 nm~400 nm)或配置窗玻璃滤光器的氙弧灯的宽带辐照度达到 162 W/m <sup>2</sup> (300 nm~400 nm)。						

**表 B.2 更多的由黑板温度计(BPT)控制温度的暴露循环**

方法 A: 配置日光滤光器的暴露(人工气候老化)						
循环序号	干湿循环	辐照度*		黑板温度 ℃	试验箱温度 ℃	相对湿度 %
		宽带 (300 nm~400 nm) W/m <sup>2</sup>	窄带 (340 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm)			
B4	102 min 干燥	60±2	0.51±0.02	63±3	不控制	不控制
	18 min 喷淋	60±2	0.51±0.02	—	—	—



表 B.2 更多的由黑板温度计(BPT)控制温度的暴露循环(续)

方法 A: 配置日光滤光器的暴露(人工气候老化)						
循环序号	干湿循环	辐照度*		黑板温度 ℃	试验箱温度 ℃	相对湿度 %
		宽带 (300 nm~400 nm) W/m <sup>2</sup>	窄带 (340 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm)			
B5	102 min 干燥	60±2	0.51±0.02	83±3	不控制	不控制
	18 min 喷淋	60±2	0.51±0.02	—	—	—
B6	102 min 干燥	60±2	0.51±0.02	89±3	不控制	20±10
	18 min 喷淋	60±2	0.51±0.02	—	—	—
方法 B: 配置窗玻璃滤光器的暴露						
循环序号	干湿循环	辐照度*		黑板温度 ℃	试验箱温度 ℃	相对湿度 %
		宽带 (300 nm~400 nm) W/m <sup>2</sup>	窄带 (340 nm) W/(m <sup>2</sup> ·nm)			
B7	持续干燥	50±2	1.10±0.02	63±3	不控制	不控制
B8	持续干燥	50±2	1.10±0.02	89±3	不控制	不控制
<p>注 1: 表中给出的辐照度、黑板温度和相对湿度的正负偏差是给定参数在平衡状态下所允许波动的范围,并不表示设定值可在允许的范围内任意加减。</p> <p>注 2: 对于不控制试验箱温度和湿度的暴露,在试验报告中注明两者的测量值可能具有一定的参考意义。</p> <p>注 3: 对于不控制试验箱温度但控制湿度的暴露,应设置相对湿度为(50±10)%。</p>						
<p>* 表中给出的是常用辐照度。对能够产生更高辐照度的设备,其实际辐照度可能显著高于给定值。例如配置日光滤光器的氙弧灯的宽带辐照度达到 180 W/m<sup>2</sup>(300 nm~400 nm)或配置窗玻璃滤光器的氙弧灯的宽带辐照度达到 162 W/m<sup>2</sup>(300 nm~400 nm)。</p>						

## 附录 C

(资料性)

### 日光滤光器的分类

I

#### C.1 目的

实现相对光谱辐照度的必要条件是允许配置日光滤光器的氙弧灯使用各种不同的滤光器系统, 这些滤光器系统根据波长来滤除不同紫外辐射。不过大多数可用的滤光器能分为两大类, 且均满足方法 A 的要求。通过提供所用日光滤光器类型的额外信息, 能获得有更佳的可再现性和可比性的试验结果。如果可获得所用滤光器类型的信息, 强烈推荐补充在试验报告中。

按方法 A 开展试验时, 可使用满足表 1 要求的任何一种滤光器。即使滤光器不符合表 C.1 中 I 型或 II 型的规定或无可用的信息。

注: 如果将配置 I 型滤光器系统的装置(仪器和光学系统)与其他 I 型装置的试验进行比较, 并且将 II 型装置仅与其他 II 型装置的试验进行比较, 则更可能实现结果的再现。

#### C.2 I 型和 II 型滤光器的技术规范

配置日光滤光器的氙弧灯的光谱辐照度按表 1 以波长 20 nm 的增量重新界定并分为两类。在表 C.1 中, 初始值为常规的太阳辐射, I 型滤光器界定了比 II 型滤光器更高的紫外辐射滤除系统。图 C.1 给出了在 280 nm~400 nm 范围内, I 型、II 型滤光器系统的光谱示例以及 ISO/TR 17801 中供参考的光谱。I 型和 II 型光学系统均符合表 1 全部范围内光谱辐照度的要求。

注 1: I 型滤光器的紫外截止波长更接近于自然界中太阳辐射的截止波长。如果用 II 型滤光器, 通常观察到材料更快地降解。

注 2: ISO/TR 17801 有以 CIE 85:1989 的表 4 为基础重新计算的参考光谱。该光谱在紫外区域以 0.5 nm 为增量, 在较长的波长区域则以 1 nm 为增量。

表 C.1 配置日光滤光器氙弧灯的相对光谱辐照度(方法 A)<sup>a</sup>

光谱通带波长 (λ) nm	常规 <sup>b</sup>		I 型 <sup>c</sup>		II 型 <sup>d</sup>		CIE 85:1989 的表 4 <sup>e</sup> %
	最小限值 %	最大限值 %	最小限值 %	最大限值 %	最小限值 %	最大限值 %	
λ < 300	2.60	8.05	0.00	0.20	0.20	1.05	5.40
300 ≤ λ ≤ 320			2.60	6.00	3.50	7.00	
320 < λ ≤ 340	28.2	39.8	10.0	17.0	10.0	17.0	38.2
340 < λ ≤ 360			18.3	23.2	18.3	23.2	
360 < λ ≤ 380	54.2	67.5	25.0	30.5	25.0	30.5	56.4
380 < λ ≤ 400			29.2	37.0	29.2	37.0	

<sup>a</sup> 表中给出了在给定通带内的辐照度占 290 nm~400 nm 间总辐照度的百分比。为检测氙弧灯用的某一滤光器或滤光器组是否符合表中要求, 应测量 250 nm~400 nm 范围内的光谱辐照度。将每一通带内的辐照度相加, 然后再除以 290 nm~400 nm 间的总辐照度。

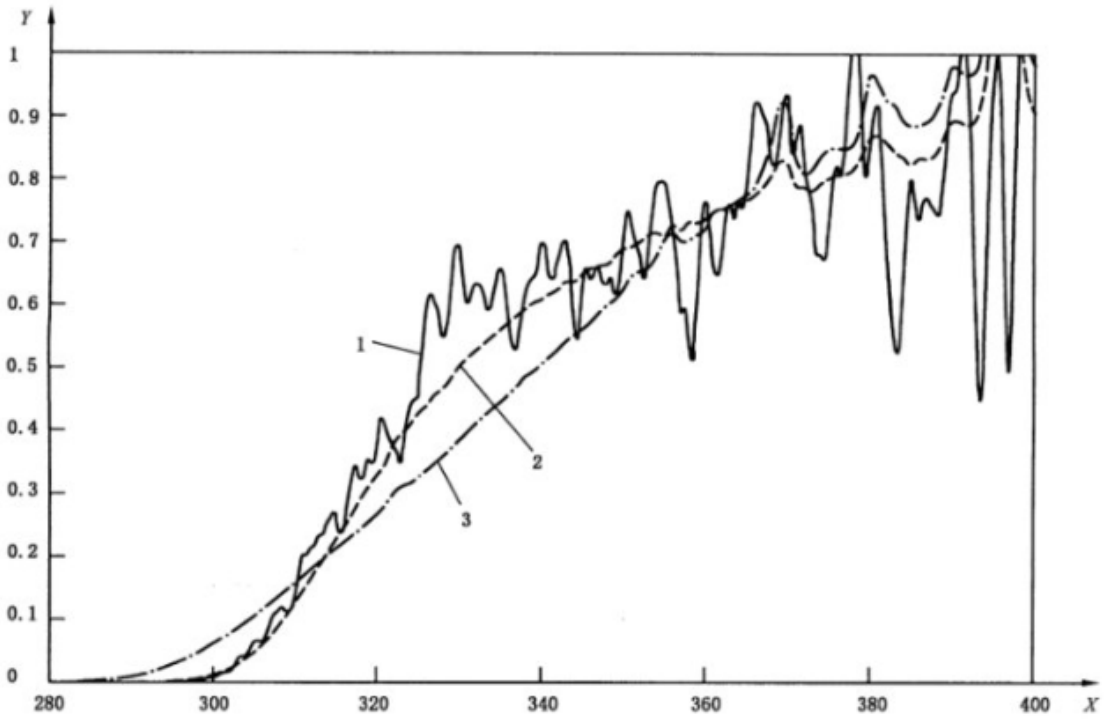
<sup>b</sup> 配置日光滤光器氙弧灯的光谱通带的值见表 1。

<sup>c</sup> ASTM D7869 中给出的日光滤光器系统, 属于 I 型日光滤光器。

<sup>d</sup> SAE J2527 中给出的日光滤光器系统, 属于 II 型日光滤光器。

<sup>e</sup> 供参考的太阳光谱详情见表 1。

GB/T 16422.2—2022/ISO 4892-2:2013



标引说明:

X —— 波长( $\lambda$ ), 单位为纳米(nm);

Y —— 光谱辐照度( $E_\lambda$ ), 单位为瓦每平方米纳米[W/(m<sup>2</sup>·nm)];

1 —— ISO/TR 17801(CIE 85:1989 的表 4);

2 —— I 型;

3 —— II 型。

图 C.1 有代表性的配置 I 型和 II 型日光滤光器汞弧灯的光谱辐照度分布以及符合 ISO/TR 17801 的参考太阳光谱

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 1865—2009 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射暴露 滤过的氙弧辐射
  - [2]<sup>≠</sup> ISO/TR 17801 Plastics—Standard table for reference global solar spectral irradiance at sea level-Horizontal, relative air mass 1
  - [3] CIE Publication No.85:1989 Solar spectral irradiance
  - [4] ASTM D7869 Standard Practice for Xenon Arc Exposure Test with Enhanced Light and Water Exposure for Transportation Coatings
  - [5] ASTM G155 Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials
  - [6] SAE J2527 Performance Based Standard for Accelerated Exposure of Automotive Exterior Materials Using a Controlled Irradiance Xenon-Arc Apparatus
  - [7] Gueymard C.SMARTS2—A Simple Model of the Atmospheric Radiation Transfer of Sunshine; Algorithms and Performance Assessment, Professional Paper FSEC-PF-270-95, Florida Solar Energy Center, 1679 Clearlake Road, Cocoa, FL, 1995, pp.32922
  - [8] Schönlein A. Accelerated Weathering Test of Plastics and Coatings—New Technologies and Standardization, European Coatings Congress, Nuremberg, Germany, 2009
-