



中华人民共和国国家标准

GB/T 16422.3—2022/ISO 4892-3:2016

代替 GB/T 16422.3—2014

塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯

Plastics—Methods of exposure to laboratory light sources—
Part 3: Fluorescent UV lamps

(ISO 4892-3:2016, 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 I

引言 II

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 5

 5.3 辐照仪 5

 5.4 黑板温度计/黑标温度计 5

 5.5 润湿 5

 5.6 试样架 6

 5.7 性能变化评价设备 6

6 试验样品 6

7 试验条件 6

 7.1 辐照度 6

 7.2 温度 6

 7.3 凝露和喷淋循环 7

 7.4 有暗周期的循环 7

 7.5 暴露条件的设置 7

8 步骤 8

 8.1 总则 8

 8.2 试验样品的安装 8

 8.3 暴露 8

 8.4 辐照量的测量 8

 8.5 暴露后性能变化的测定 8

9 试验报告 8

附录 A（资料性） 典型荧光紫外灯的辐照度 9

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3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 16422.3—2014《塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯》，与 GB/T 16422.3—2014 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 删除了暴露条件中关于相对湿度控制的有关内容[见 2014 年版的 3.3 中 d)、6.3 和表 4]；
- b) 更改了“实验室光源”中关于 UVA-340(1A 型)荧光紫外灯和 UVA-351(1B 型)荧光紫外灯的技术要求，并增加了“由四种紫外灯组装的组合灯”(见 5.1.1, 2014 年版的 4.1.1)；
- c) 删除了“表 1”中 1A 型灯组 A.2 的规定(见 2014 年版的表 1)；
- d) 更改了“喷淋和凝露系统”的有关内容，增加了检查凝露的规定及注释(见 5.5.2, 2014 年版的 4.5.3)；
- e) 更改了表 4 技术内容，用“黑板温度”代替“黑标温度”，并明确表示循环 3 和循环 4 在喷淋期间需“关闭紫外灯”(见表 4, 2014 年版的表 4)。

本文件等同采用 ISO 4892-3:2016《塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯》。

本文件增加了“术语和定义”一章。

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、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、陕西延长涇渭新材料科技产业园有限公司、万华化学集团股份有限公司、ATLAS 亚太拉斯材料测试技术有限公司、深圳市北测检测技术有限公司、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、江苏视科新材料股份有限公司、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：马玫、赵磊、王灿耀、李维义、赵莉、铁文安、杨莉、马旭东、周业华、史景昊、蓝先、司云凤、王海利、张恒、黄泰祐、祁蓉、陈国阳、陈欣、王巧琳。

本文件于 1997 年首次发布，2014 年第一次修订，本次为第二次修订。

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荧光紫外灯,为模拟不同条件下的太阳辐射中的紫外辐射,荧光紫外灯的类型有 UVA-340 灯、UVA-351 灯、UVB-313 灯以及由四种紫外灯组装的组合灯。虽然荧光紫外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,例如,UVB-313 灯的光谱分布能引发塑料在最终使用环境中从未发生的老化过程。

塑料 实验室光源暴露试验方法

第3部分：荧光紫外灯

1 范围

本文件规定了试样在配置荧光紫外辐射、热和水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/或水)下暴露于荧光紫外灯的实验室人工加速气候老化试验。可以通过不同类型的荧光紫外灯和灯组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、清漆以及其他涂料的荧光紫外灯暴露试验方法见 GB/T 23987—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)

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 在遵循制造商关于灯的维护和/或轮换建议时,荧光紫外灯可用于模拟总日辐射光谱中短波紫外辐射(UV)区域内的光谱辐照度。

4.2 在受控环境下,试样暴露于不同的紫外辐射、温度及潮湿(见 4.4)条件中。

4.3 供选可变的暴露条件：

- a) 荧光紫外灯的类型；
- b) 辐照度；
- c) 暴露于紫外辐射时的温度；

- d) 试验样品的润湿方式(见 4.4);
- e) 润湿的温度和循环;
- f) 紫外灯光照/暗循环的时间。

4.4 润湿通常是由水蒸气冷凝在试验样品的暴露面或者用软化水/去离子水喷洒试验样品而产生。

4.5 试验过程可测量试验样品平面上的辐照度和辐照量。

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 试样暴露于不同类型的仪器或灯下所得到的结果不宜进行比较,除非在用于材料测试的设备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 荧光紫外灯是指发射光谱中紫外区域(即 400 nm 以下)的辐射至少占总辐射输出 80% 的荧光灯。本文件中所用的荧光紫外灯有下列类型。

——UVA-340(1A 型)荧光紫外灯:这种灯在 300 nm 以下的辐射低于总辐射输出的 1%,并在 343 nm 处有发射峰峰值,用来模拟 300 nm~340 nm 的太阳辐射,通常被称作 UVA-340 灯(见表 1)。附录 A 中图 A.1 是典型的 UVA-340(1A 型)荧光灯与总日辐射在 250 nm~400 nm 范围内的光谱辐照度对比图。

——UVA-351(1B 型)荧光紫外灯:这种灯在 310 nm 以下的辐射低于总辐射输出的 1%,并在 353 nm 处有发射峰峰值,用来模拟经窗玻璃后太阳辐射的紫外部分,通常被称作 UVA-351 灯(见表 2)。图 A.2 是典型的 UVA-351(1B 型)荧光紫外灯与经窗玻璃过滤后太阳辐射在 250 nm~400 nm 范围内的光谱辐照度对比图。

——UVB-313(2 型)荧光紫外灯:这种灯在 300 nm 以下的辐射大于总辐射输出的 10%,并在 313 nm 处有发射峰峰值,通常被称作 UVB-313 灯(见表 3)。图 A.3 是两种典型的荧光紫外灯 UVB-313(2 型)荧光灯、FS40 荧光灯与总日辐射在 250 nm~400 nm 范围内的光谱辐照度对比图。UVB-313(2 型)灯只可在相关方协商同意的情况下使用,且协商意见应在试验报告中注明。

——由四种紫外灯组装的组合灯:把四种不同类型的紫外灯配置合适的滤光器组合成套使用。见图 A.4。

注 1: UVB-313(2 型)灯在 313 nm 汞线附近出现峰值并能发射低至 $\lambda = 254$ nm 的辐射,这种光谱分布能引发试样在最终使用环境中从未发生的老化过程。

注 2: CIE 85 叙述了不同大气条件下的太阳光谱辐照度。本文件采用的基准总日辐射来自于 CIE 85:1989 中表 4。

5.1.2 除非另有说明,应使用 UVA-340(1A 型)灯来模拟总日辐射中的紫外辐射(见表 4,方法 A)。除非另有说明,应使用 UVA-351(1B 型)灯来模拟经窗玻璃后太阳辐射的紫外辐射(见表 4,方法 B)。可使用四种灯组装的紫外组合灯(见 A.2.3),并应在试验报告中注明。

5.1.3 荧光灯会随着持续使用而显著老化。如果未使用自动辐照度控制系统,则按照设备制造商给出的操作程序调整以保持所需的辐照度。

5.1.4 辐照度的均匀性应符合 ISO 4892-1 的规定。当暴露区域的辐照度低于辐照度峰值的 90% 时,按 ISO 4892-1 的要求对试样进行周期性的位置变换。

表 1 模拟太阳紫外总辐射的 UVA-340(1A 型)灯的相对紫外光谱辐照度(方法 A)^{a,b}

光谱通带波长(λ) nm	最小限值 ^c %	CIE 85:1989 的表 4 ^{d,e} %	最大限值 ^c %
$\lambda < 290$	—	0	0.01
$290 \leq \lambda \leq 320$	5.9	5.4	9.3
$320 < \lambda \leq 360$	60.9	38.2	65.5
$360 < \lambda \leq 400$	26.5	56.4	32.8

^a 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。为检测一个典型的 UVA-340(1A 型)灯是否符合表中要求,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。

^b 表中 UVA-340(1A 型)灯的最小限值和最大限值是基于一组不同生产批次和不同使用期限的灯进行超过 60 次的光谱辐照度测量后得到的^[4]。这些灯的光谱辐照度数据在设备制造商允许的老化状况范围内。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。

^c 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%。对于任一种类型的 UVA-340(1A 型)荧光灯,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 UVA-340(1A 型)灯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。联系荧光紫外灯的制造商,获取所用 UVA-340(1A 型)灯的具体光谱辐照度数据。

^d 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。这些数据用作目标值仅供参考。

^e 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%。荧光紫外灯的主要发射集中在 300 nm~400 nm 的通带范围内,因此其释放的可见辐射是有限的。暴露在荧光紫外灯下的试样,其表面上的紫外辐照度百分比与可见辐照度百分比可因暴露试样的数量及自身的反射率的差异而不同。

表 2 模拟窗玻璃后太阳辐射的 UVA-351(1B 型)灯的相对紫外光谱辐照度(方法 B)^{a,b}

光谱通带波长(λ) nm	最小限值 ^c %	CIE 85:1989 的表 4, 附加窗玻璃的效应 ^{d,e} %	最大限值 ^c %
$\lambda < 300$	—	0	0.2
$300 \leq \lambda \leq 320$	1.1	≤ 1	3.3
$320 < \lambda \leq 360$	60.5	33.1	66.8
$360 < \lambda \leq 400$	30.0	66.0	38.0

^a 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。为检测一个典型的 UVA-351(1B 型)灯是否符合表中要求,应测量 250 nm~400 nm 范围内的光谱辐照度。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。

^b 表中 UVA-351(1B 型)灯的最小限值和最大限值是基于一组不同生产批次和不同使用期限的灯进行 21 次的光谱辐照度测量后得到的^[4]。这些灯的光谱辐照度数据在设备制造商允许的老化状况范围内。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。

^c 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%。对于任一种类型的 UVA-351(1B 型)荧光灯,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 UVA-351(1B 型)灯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。联系荧光紫外灯的制造商,获取所用 UVA-351(1B 型)灯的具体光谱辐照度数据。

^d CIE 85:1989 中表 4 附加了窗玻璃效应的相对光谱辐照度数据,该数据通过 CIE 85:1989 中表 4 的直接太阳辐射的数据乘以典型的 3 mm 厚的窗玻璃的透光率后得到(见 GB/T 1865—2009)。这些数据用作目标值仅供参考。

^e 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%。荧光紫外灯的主要发射集中在 300 nm~400 nm 的通带范围内,因此其释放的可见辐射是有限的。暴露在荧光紫外灯下的试样,其表面上的紫外辐照度百分比与可见辐照度百分比可因暴露试样的数量和自身的反射率的差异而不同。

表 3 UVB-313(2 型)灯的相对紫外光谱辐照度(方法 C)^{a,b}

光谱通带波长(λ) nm	最小限值 ^c %	CIE 85:1989 的表 4 ^{d,e} %	最大限值 ^c %
$\lambda < 290$	1.3	0	5.4
$290 \leq \lambda \leq 320$	47.8	5.4	65.9
$320 < \lambda \leq 360$	26.9	38.2	43.9
$360 < \lambda \leq 400$	1.7	56.4	7.2

^a 表中给出了在给定通带内的辐照度占 250 nm~400 nm 间总辐照度的百分比。为检测一个典型的 UVB-313(2 型)灯是否符合表中要求,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加和,然后再除以 250 nm~400 nm 间的总辐照度。

^b 表中 UVB-313(2 型)灯的最小限值和最大限值是基于对不同生产批次和不同使用期限的灯进行 44 次的光谱辐照度测量后得到的^[4]。这些灯的光谱辐照度数据在设备制造商允许的老化状况范围内。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。

^c 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%。对于任一种类型的 UVB-313(2 型)荧光灯,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 UVB-313(2 型)灯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。联系荧光紫外灯的制造商,获取所用 UVB-313(2 型)灯的具体光谱辐照度数据。

^d 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。这些数据用作目标值仅供参考。

^e 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%。荧光紫外灯的主要发射集中在 300 nm~400 nm 的通带范围内,因此其释放的可见辐射是有限的。暴露在荧光紫外灯下的试样,其表面上的紫外辐照度百分比与可见辐照度百分比可因暴露试样的数量及自身的反射率的差异而不同。

5.2 试验箱

暴露试验箱的设计可不同,但应由惰性材料制成,并且提供符合 ISO 4892-1 要求的均匀的辐照度,同时温度可控。需要时,应对凝露的形成或向试样暴露表面的喷淋进行规定。

5.3 辐照仪

推荐使用辐照仪来进行辐照度控制。辐照仪应符合 ISO 4892-1 中的要求。如果未使用自动辐照度控制系统,则按照设备制造商给出的操作程序调整以保持所需的辐照度。

5.4 黑板温度计/黑标温度计

使用的黑板温度计或黑标温度计应符合 ISO 4892-1 中的要求。

5.5 润湿

5.5.1 通用要求

试样可在凝露或喷淋方式下进行润湿暴露。表 4 给出了使用凝露或喷淋的具体试验条件。如果使

用凝露或喷淋,应在试验报告中注明具体的试验步骤和暴露条件。

注:凝露的持续时间或者喷淋的周期可能对聚合物的光降解有显著影响。

5.5.2 喷淋和凝露系统

试验箱应按规定条件在试验样品的正面安装间歇凝露或间歇喷淋的装置。凝露或喷淋应使试样表面均匀润湿。喷淋系统应由不会污染喷淋水的耐腐蚀材料制成。

在凝露循环开始至少 1 h 后检查试验箱内的试样,确认试样上形成了明显的凝露。这样的目视检查每周至少进行一次。

注 1:如果试样上无明显的凝露,很可能是由于:

- a) 室内的空气未充分冷却。
- b) 实验室温度过高。
- c) 设置的凝聚温度过低或过于接近室温。
- d) 隔热材料的试样过厚,或可阻碍室内空气进行必需的冷却以形成凝露。例如:厚度为 25 mm 的试样,设置 40 °C 的凝聚温度、30 °C 的室温时,凝露效果可能欠佳。
- e) 不当的安装,导致蒸汽从试验箱内逸出。

喷洒到试样表面水的要求:电导率应低于 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$,不溶物含量小于 1 mg/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 mg/L。可利用去离子与反渗透系统相结合来制备符合质量要求的水。

注 2:喷淋水的温度可对试验结果有显著影响。

5.6 试样架

试样架应由不会对暴露结果产生影响的惰性材料制成。背衬的存在及背衬所用材料能影响试样的性能,因此背衬的使用应由相关方商定。

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。

7 试验条件

7.1 辐照度

除非另有规定,按表 4 所示控制紫外辐照度水平。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所测的辐照度及波长通带。

7.2 温度

与太阳辐射、氙弧灯和碳弧灯相比,荧光紫外灯发射的可见辐射和红外辐射相对较弱。不同于太阳辐射,荧光紫外设备中的试样表面主要靠热空气通过样板的对流作用来加热。因此,黑板温度计、黑标温度计、试样表面以及试验箱内空气的温度差一般小于 2 °C,不必对 ISO 4892-1 推荐的白标温度或白板温度进行附加测量。

表 4 列出了规定的黑板温度,以便参考。经相关方商定,可用黑标温度计代替黑板温度计。

注：试样的表面温度是一个极重要的暴露参数。通常，聚合物的降解过程随着温度升高而加快。加速暴露试验所容许的试样温度取决于受试材料及所考虑的老化评价标准。

经相关方商定可选用其他的温度，但应在试验报告中注明。

试验箱运行中，如果使用凝露周期，对温度的要求适用于凝露周期中的平衡状态；如果使用喷淋周期，对温度的要求适用于干周期末期；如果在一个较短的循环中温度无法达到稳定，应在未喷淋的情况下设定指定的温度，并应在报告中注明干周期内的最高温度。

7.3 凝露和喷淋循环

凝露或喷淋的循环应由相关方商定，但宜使用表 4 所列循环中的一种。

应在试验报告中注明凝露和喷淋循环的全部详细条件。

7.4 有暗周期的循环

表 4 中大部分的循环条件包括有高湿度和/或在试样表面产生凝露的暗周期。可使用更复杂的循环。应在试验报告中注明暗周期的全部详细条件。

7.5 暴露条件的设置

表 4 给出了使用 UVA-340 灯的人工加速气候老化(方法 A)、使用 UVA-351 灯的窗玻璃后太阳紫外辐射(方法 B)和使用 UVB-313 灯的人工加速气候老化(方法 C)进行试验的多组暴露循环条件。

表 4 暴露循环

方法 A:使用 UVA-340 灯的人工加速气候老化				
循环序号	干湿循环	灯型	辐照度	黑板温度
1	8 h 干燥	UVA-340(1A 型)	340 nm 处 0.76 W/(m ² · nm)	60 ℃ ± 3 ℃
	4 h 凝露		关闭紫外灯	50 ℃ ± 3 ℃
2	8 h 干燥	UVA-340(1A 型)	340 nm 处 0.76 W/(m ² · nm)	50 ℃ ± 3 ℃
	0.25 h 喷淋		关闭紫外灯	不控制
	3.75 h 凝露		关闭紫外灯	50 ℃ ± 3 ℃
3	5 h 干燥	UVA-340(1A 型)	340 nm 处 0.83 W/(m ² · nm)	50 ℃ ± 3 ℃
	1 h 喷淋		关闭紫外灯	不控制
4	5 h 干燥	UVA-340(1A 型)	340 nm 处 0.83 W/(m ² · nm)	70 ℃ ± 3 ℃
	1 h 喷淋		关闭紫外灯	不控制
方法 B:使用 UVA-351 灯的人工加速气候老化				
5	24 h 干燥 (无水分)	UVA-351(1B 型)	340 nm 处 0.76 W/(m ² · nm)	50 ℃ ± 3 ℃
方法 C:使用 UVB-313 灯的人工加速气候老化				
6	8 h 干燥	UVB-313(2 型)	310 nm 处 0.48 W/(m ² · nm)	70 ℃ ± 3 ℃
	4 h 凝露		关闭紫外灯	50 ℃ ± 3 ℃
注 1: 经相关方商定,可进行辐照度更高的试验。选用高辐照度试验条件时,可明显缩短灯的使用寿命。				
注 2: ± 3 ℃ 的温度变化是指在平衡状态下黑板温度显示值围绕设定值所允许波动的范围,并不表示设定值能在给定值±3 ℃ 的温度范围内变化。				
注 3: 在喷淋运行期间,黑板温度虽然未控制但不宜超过 30 ℃。喷淋水的温度或许对试验结果有显著影响。				

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 试验样品的安装

以不受任何外加应力的方式将试样固定在设备中的试样架上。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。

对于测定颜色和外观变化的试样,需要对相邻的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。

为保证暴露条件一致,在暴露区内放满试样,如有必要使用空白样板。

8.3 暴露

在试样放入试验箱内前,确保设备在所需的条件下(见第7章)运行。设置设备参数,使其在整个暴露周期中按选定的试验条件持续运行。所选试验条件应由相关方商定且在设备可用的条件范围内。在整个暴露过程中保持试验条件不变,并应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,如果需要,将辐照仪与试验样品同时暴露。为确保所有试样暴露期间应力的均匀性,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,应小心不要触碰测试面或对测试面做任何改变。检查后,应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。

可校准用于测量窄带(如 340 nm 处)或者宽带(如 290 nm~400 nm 范围内)的紫外辐照仪。

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 290 nm~400 nm 的紫外辐照仪,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紫外辐照仪(如 340 nm),暴露周期的单位用焦耳每平方米纳米 [$\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$] 表示。通用国际单位 $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$ 。

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。

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)

典型荧光紫外灯的辐照度

A.1 概述

暴露试验可使用多种荧光紫外灯,本附录描述了以 1A 型、1B 型或 2 型为代表的灯,这三种灯可在制造商处购得并清晰地标识型号为 UVA-340、UVA-351 或 UVB-313。除此以外,也可使用其他类型的灯进行暴露试验。宜根据具体的应用要求确定所需使用的灯型。本附录所讨论的灯,差异在于发出紫外辐射时产生的光谱的绝对发射能及其对应波长。灯的辐照度或光谱差异或可导致暴露结果的显著不同,因此在试验报告中注明辐照度的值和灯的类型非常重要。

A.2 光谱辐照度数据

A.2.1 UVA-340(1A 型)灯和 UVA-351(1B 型)灯

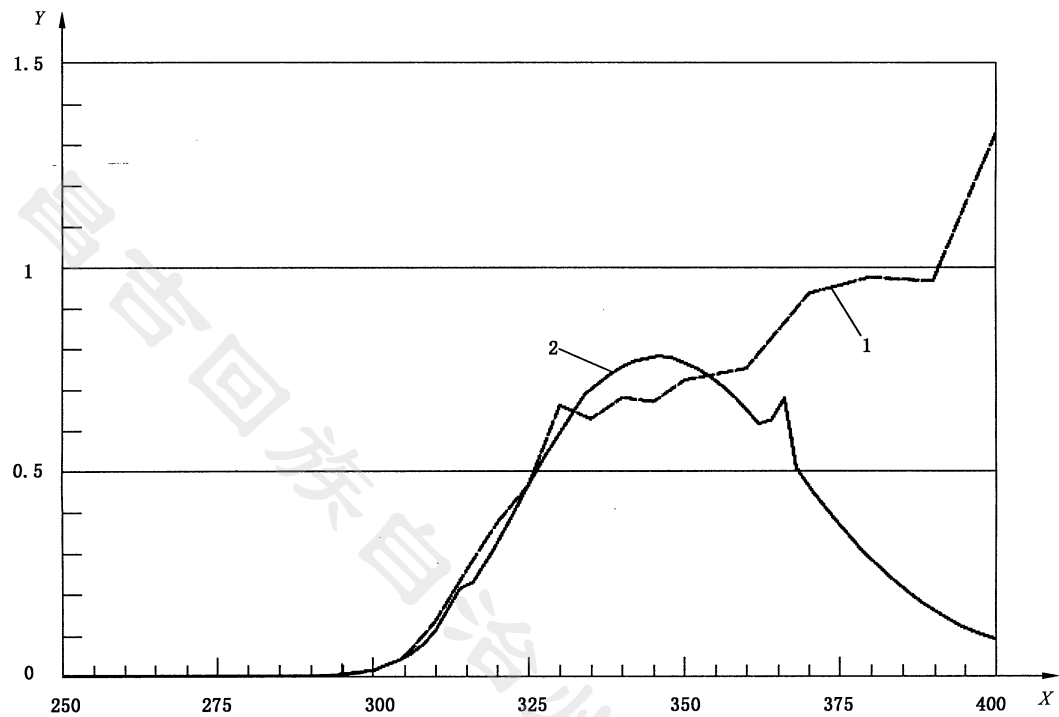
A.2.1.1 图 A.1 给出了 UVA-340(1A 型)灯的光谱辐照度,图 A.2 给出了 UVA-351(1B 型)灯的光谱辐照度。

对于未安装辐照度控制装置的试验设备,实际的辐照度水平会根据所用灯的类型、灯的制造商、灯的使用期限、试样与排灯间的距离以及暴露室内的空气温度而不同。对于具有反馈回路控制辐照度的试验设备,能在可选的范围内设定辐照度。

A.2.1.2 对于大多数应用,推荐使用 UVA-340(1A 型)灯的波长分布。UVA-340(1A 型)灯与 CIE 85:1989 的表 4 中总日辐射进行对比的光谱分布见图 A.1。

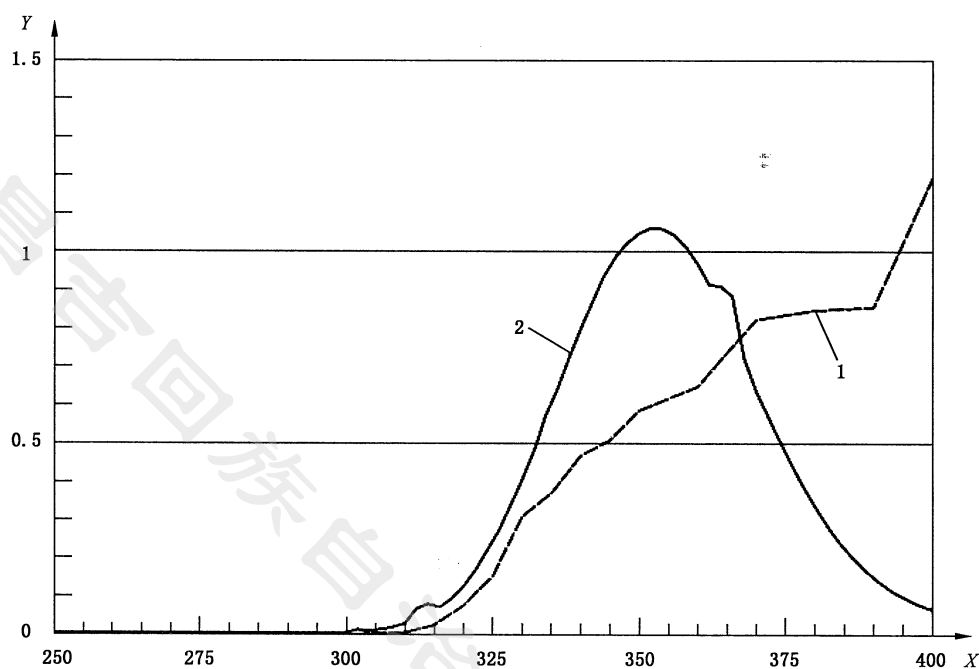
A.2.1.3 UVA-351(1B 型)灯主要用于模拟窗玻璃后的紫外辐射。典型 UVA-351(1B 型)灯与 CIE 85:1989 的表 4 中窗玻璃后太阳辐射进行对比的光谱辐照度见图 A.2。

注: UVA-340(1A 型)灯与 UVA-351(1B 型)灯具有不同的光谱辐照度分布,能产生很不相同的试验结果。



标引说明：
X —— 波长(λ),单位为纳米(nm);
Y —— 光谱辐照度(E_λ),单位为瓦每平方米纳米[W/(m² · nm)];
1 —— CIE 85:1989 的表 4 中总日辐射;
2 —— 典型 UVA-340(1A 型)灯的光谱辐照度。

图 A.1 典型 UVA-340(1A 型)灯与 CIE 85:1989 的表 4 中总日辐射对比的光谱辐照度



标引说明:

X —— 波长(λ),单位为纳米(nm);

Y —— 光谱辐照度(E_{λ}),单位为瓦每平方米纳米[W/(m² · nm)];

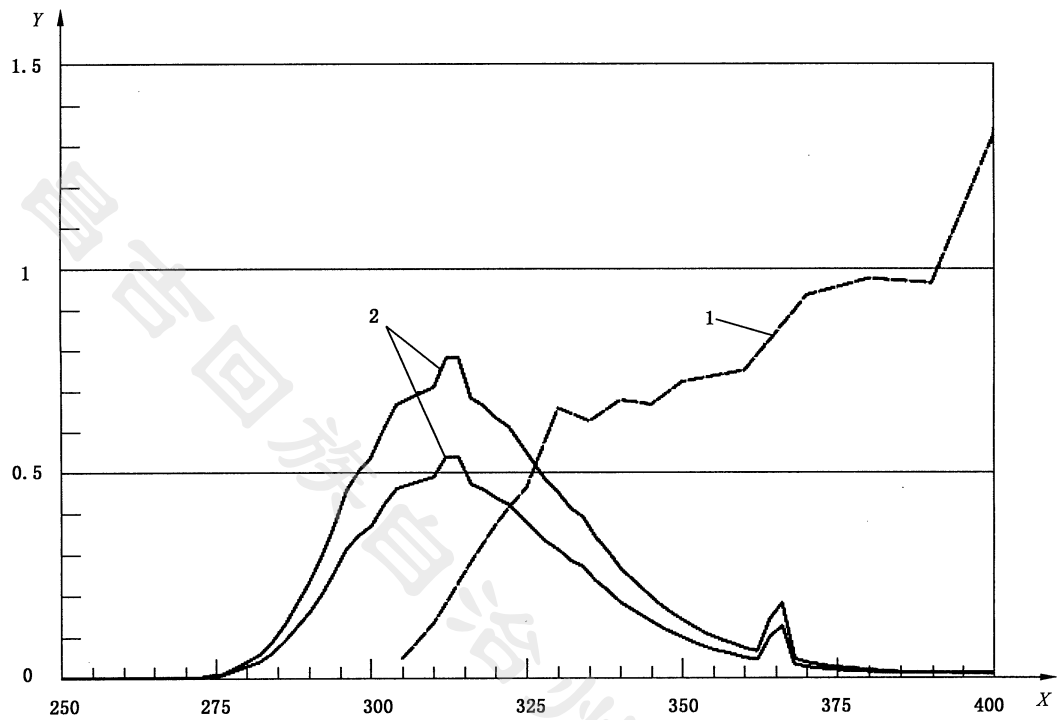
1 —— CIE 85:1989 的表 4 中典型窗玻璃后太阳辐射;

2 —— 典型 UVA-351(1B 型)灯的光谱辐照度。

图 A.2 典型 UVA-351(1B 型)灯与 CIE 85:1989 的表 4 中典型窗玻璃后太阳辐射对比的光谱辐照度

A.2.2 UVB-313(2 型)灯

图 A.3 是两种常用的 UVB-313(2 型)灯、FS40 灯与总日辐射进行对比的光谱辐照度图。这些灯在 313 nm 处都有一个发射峰值。



标引说明：
X —— 波长(λ)，单位为纳米(nm)；
Y —— 光谱辐照度(E_λ)，单位为瓦每平方米纳米[W/(m² · nm)]；
1 —— CIE 85:1989 的表 4 中总日辐射；
2 —— 上面的是典型 UVB-313(2 型)灯的光谱辐照度曲线，下面的是 FS40 灯的光谱辐照度曲线。

图 A.3 典型 UVB 灯与 CIE 85:1989 的表 4 中总日辐射对比的光谱辐照度

A.2.3 四种不同类型的灯组合使用

如图 A.1 所示，UVA-340(1A 型)灯是模拟波长在约 300 nm 处截止且直到约 350 nm 范围内总日辐射光谱辐照度的最佳辐射源。然而用不同的适宜的荧光粉制成的荧光灯通过组合，能增强在 350 nm 以上直至 420 nm 光谱范围内的光谱辐照度，见表 A.1。足够数量(超过 12 盏)的灯宜以紧密间隔的方式布置安装，通过对不同类型的灯的适当定位能实现均匀的辐射区域，此外使用有漫射区的滤光板能改善均匀性。采用立式灯管布置，散热效果更佳。

图 A.4 是通过四种紫外灯组合使用能实现的光谱分布，这些灯的峰值波长分别为 313 nm、340 nm、365 nm 和 420 nm，并配置合适的高通波长滤光器。这种光谱适用于那些对较长波长的紫外辐射和蓝光可在一定程度上敏感的聚合物材料。

表 A.1 用于模拟太阳紫外总辐射的 UVA 组合灯的相对紫外光谱辐照度^a

光谱通带波长(λ) nm	最小限值 ^b %	CIE 85:1989 的表 4 ^{c,d} %	最大限值 ^b %
$\lambda < 290$	—	0	0
$290 \leq \lambda \leq 320$	4	5.4	7

表 A.1 用于模拟太阳紫外总辐射的 UVA 组合灯的相对紫外光谱辐照度^a(续)

光谱通带波长(λ) nm	最小限值 ^b %	CIE 85:1989 的表 4 ^{c,d} %	最大限值 ^b %
$320 < \lambda \leq 360$	48	38.2	56
$360 < \lambda \leq 400$	38	56.4	46

^a 表中给出了在给定通带内的辐照度占 290 nm~400 nm 总辐照度的百分比。为检测 UVA 组合灯是否符合表中要求,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。

^b 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%。对于任一种的 UVA 组合灯,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 UVA 组合灯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。联系荧光紫外灯的制造商,获取所用 UVA 组合灯具体的光谱辐照度数据。

^c 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。这些数据用作目标值仅供参考。

^d 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(290nm~800nm)的 11%,可见辐照度(400 nm~800 nm)占总辐照度(290nm~800nm)的 89%。荧光紫外灯的主要发射集中在 300 nm~400 nm 的通带范围内,因此其释放的可见辐射是有限的。暴露在荧光紫外灯下的试样,其表面上的紫外辐照度百分比与可见辐照度百分比可因暴露试样的数量及自身的反射率的差异而不同。

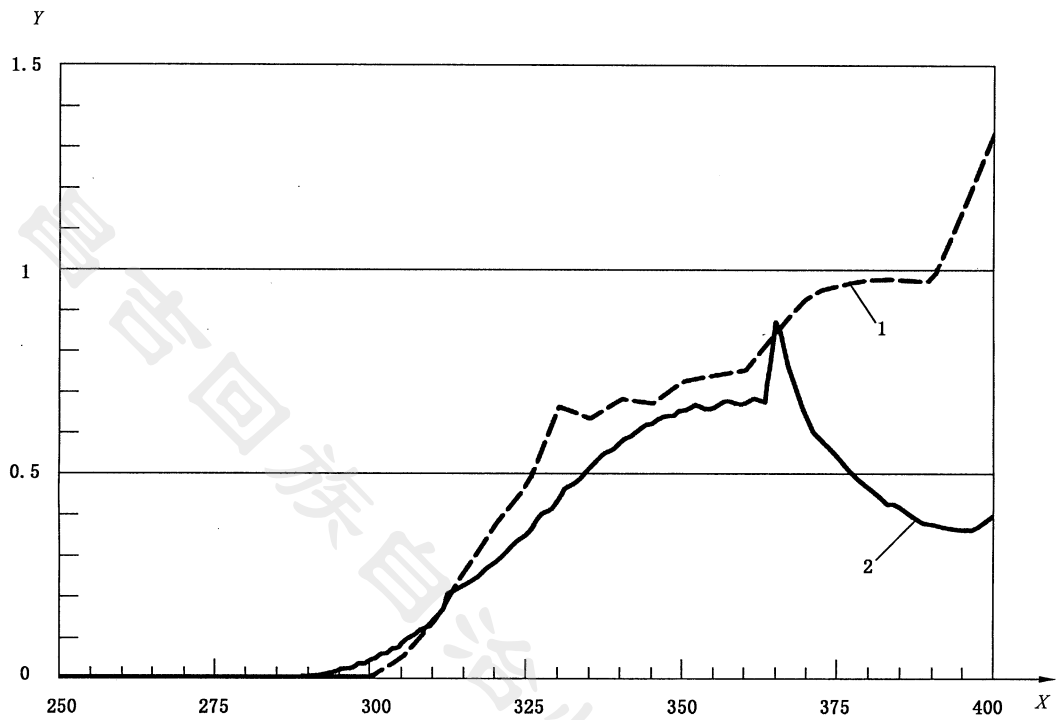
组合灯的典型暴露循环如下所示。

a) 典型循环(较低黑板温度):

- 1) 5 h 干燥,1 h 喷淋(喷淋期间紫外灯仍开启);
- 2) 四种不同灯的组合使用,其辐照度为 $45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$ (290 nm~400 nm 范围内);
- 3) 黑板温度 $50 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度 $<15\%$ 。

b) 典型循环(较高黑板温度):

- 1) 5 h 干燥,1 h 喷淋(喷淋期间紫外灯仍开启);
- 2) 四种不同灯的组合使用,其辐照度为 $45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$ (290 nm~400 nm 范围内);
- 3) 黑板温度 $70 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度 $<15\%$ 。



- 标引说明：
- X —— 波长(λ),单位为纳米(nm);
- Y —— 光谱辐照度(E_λ),单位为瓦每平方米纳米[W/(m² · nm)];
- 1 —— CIE 85:1989 的表 4 中太阳总辐照度;
- 2 —— 单灯峰值波长分别为 313 nm、340 nm、365 nm 和 420 nm 并配置有合适滤光器的组合灯的光谱辐照度。

图 A.4 用四种典型灯型的光谱辐照度实现组合灯的光谱分布的示例

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曝露 滤过的氙弧辐射
 - [2] GB/T 23987—2009 色漆和清漆 涂层的人工气候老化曝露 曝露于荧光紫外线和水
 - [3] CIE Publication No.85:1989 Solar spectral irradiance
 - [4] ASTM G154 Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials
-