

该国际标准是根据国际公认的标准化原则制定的，该决定确立了世界贸易组织技术壁垒 (TBT Committee)。



型号: G154-23

标准做法 操作荧光紫外线 (UV) 灯装置，用于材料曝光¹

本标准以固定名称 G154 发布;名称后面的数字表示最初采用的年份，或者在修订的情况下，表示最后一次修订的年份。括号中的数字表示上次重新批准的年份。上标 epsilon (s) 表示自上次修订或重新批准以来的编辑更改。

1.范围*

1.1

本规程仅限于操作荧光紫外灯和水设备的基本原则;它本身不会提供特定的结果。

1.2

它旨在与定义应用的特定暴露条件的实践或方法以及评估材料特性变化的方法结合使用。这种做法旨在再现材料在实际使用中暴露在阳光（直接或透过窗户玻璃）和湿气（如雨水或露水）下时发生的风化效应。这种做法仅限于获取、测量和控制暴露条件的程序。

确定。

NorE

1—实践

G151

描述了在使用实验室光源的加速测试设备中暴露非金属材料时要使用的一般程序。

Nore

2

附录中列出了许多暴露程序;但是，这种做法并未指定最适合被测材料的暴露条件。

1.3

在受控环境条件下，将试样暴露在荧光紫外光下。描述了不同类型的荧光紫外光源。

NoTE3 - 在本标准中，术语 UVlight 和 UVradiation 可以互换使用。

1.4

ASTM

方法或特定材料的规范中涵盖了试样制备和结果评估。实践 G151 和 ISO4892-1 中给出了一般指导。

NoTE

4

ISO4582和实践

D5870

中描述了有关确定暴露后性能变化和报告这些结果的方法的一般信息。

1.5 本操作规程不适用于裸金属的腐蚀测试。

本规程由

ASTM

耐候老化和耐久性委员会

G03

管辖，并由模拟和受控曝晒测试小组 G03.03 直接负责。

当前版本于 2023 年 1 月 1 日批准。2023 年 1 月发布。最初于 1997 年批准。上一个版本于 2016 年批准为 G154-16。DOI: 10.1520/G0154-23。

1.6 以 SI 单位表示的值应被视为

标准值。本标准不包括其他测量单位。

1.7 本标准在技术上类似于 ISO 4892-3 和 ISO 16474-3。

1.8

本标准并不旨在解决与其使用相关的所有安全问题（如果有）。本标准的使用者有责任建立适当的安全、健康和环境实践并阻止

在使用之前挖掘法规限制的适用性。 1.9

本国际标准的制定与《关于标准化原则的决定》中确立的国际公认的标准化原则相一致。

制定国际标准，由世界贸易组织技术壁垒

(TBT)

委员会发布指南和推荐。

2.参考文献

2.1 ASTM 标准: 2

D5870 计算财产保留指数的实践

塑料

D6631 委员会 D01

指南，用于进行实验室间研究以确定测试方法的精度

G113 非金属材料自然和人工磨损试验相关术语

G151

在使用实验室光源的加速测试设备中暴露非金属材料

的实践

G177

太阳紫外光谱分布参考表: 37°倾斜面上的半球形

2.2 ISO 标准: 3

ISO 4582 塑料——

在玻璃下暴露在日光、自然风化或人造光下后颜色变化和性能变化的测定

ISO 4892-1 塑料 - 暴露于实验室光源的方法 - 第 1

部分，指南

²有关参考的 ASTM 标准，请访问 ASTM 网站 www.astm.org，或通过 service@astm.org 联系 ASTM 客户服务。有关 ASTM 标准手册的卷信息，请参阅 ASTM 网站上的标准文件摘要页面。

可从美国国家标准协会 (ANSI) 获得，地址为 25W.43rd St. 4th Floor, New York, NY 10036, <http://www.ansi.org>。

*更改摘要部分出现在本标准的末尾

版权所有 OASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959.美国

EafrtirdrcUvoyprontijwtgoxgf Ue/Lcp4:2294210V4245

ISO 4892-3 塑料 - 暴露于实验室光源的方法 - 第 3 部分, 荧光紫外灯

ISO 16474-3 油漆和清漆 - 暴露于实验室光源的方法 - 第 3 部分: 荧光紫外线灯

3. 术语

3.1 定义—术语 **G113**
中给出的定义适用于本操作规程。

3.2 本标准特定术语的定义

在这种实践中, 术语 **Sunlight** 与术语相同
日光和太阳辐照度, 全球
术语 **G113**。

3.2.1 荧光紫外灯装置

专门设计用于使用荧光紫外灯作为光源进行人工加速老化和辐照测试的设备, 包括将试样暴露在潮湿和受控温度下的装置。

4. 实务总结

4.1
在受控环境条件下, 将标本暴露在光照和湿气的重复循环中。

4.1.1
水分通常是通过将水蒸气凝结到试样上或用软化/去离子水喷洒物种而产生的。

4.2 暴露条件可以通过选择来改变:

4.2.1 荧光灯

4.2.2 灯的辐照度水平

4.2.3 湿气暴露的类型,

4.2.4 光照、黑暗和湿度周期的时间, 以及

4.2.5 每种暴露条件下的温度。

5. 意义和用途

5.1
使用本设备旨在诱导与最终使用条件一致的性能变化, 包括阳光、湿气和热量的紫外线部分的影响。通常, 这些暴露将包括冷凝湿度形式的水分。暴露并非旨在模拟由局部天气现象引起的恶化, 例如大气污染、生物攻击和盐水暴露。或者, 曝光可以模拟阳光透过窗户玻璃的效果。(警告 - 请参阅实践 **G151**
以获取适用于所有实验室老化设备的完整警告指南。

5.2
本规程规定了操作荧光紫外灯老化装置的一般程序, 这些装置允许在各种暴露条件下使用。因此, 除非附有一份详细说明具体操作条件的报告, 否则不得提及使用本规程的结果, 以符合第 10 节的规定。

5.2.1
建议将已知性能的类似材料(对照)与试样同时暴露, 以提供用于比较目的的标准。通常, 建议使用两个控件: 一个已知耐久性较差, 另一个已知耐久性良好。建议在每次测试中至少暴露每种评估材料的三个重复, 以便对结果进行统计评估。

5.2.2

除非已确定待测材料在设备之间的可重复性, 否则不应在同一型号设备中暴露的样品获得的结果进行比较。

5.2.3

除非在被测材料的设备之间建立了相关性, 否则不应在不同型号的设备中暴露的样品获得的结果进行比较(参见指南 **D6631** 作为指导)。

6. 仪器

6.1 实验室光源—

光源应为一个或多个荧光紫外灯。此过程可以使用各种荧光紫外灯。灯强度或光谱的差异可能会导致测试结果的显著差异。

6.1.1

不要混用不同类型的灯。在荧光紫外设备中混合不同类型的灯(如 **6.1.4**
所述)会导致样品接收到的辐射出现严重不一致

6.1.1.1

测试报告应详细说明所用灯的类型。特定的测试应用程序决定了使用哪种灯。有关灯应用指南, 请参阅附录 X1。

6.1.2

该仪器应包括用于监测和控制辐照度的辐照度控制系统。在没有辐照度控制的设备中, 测试样品表面的实际辐照度水平可能会因灯的类型、灯的制造商、灯的使用年限、灯上污垢或其他残留物的积累、与灯阵列的距离、腔室内的空气温度和实验室环境温度而异

NorE

通常, 在没有辐照度控制的设备中, 灯输出会随着腔室或实验室温度的升高而降低, 或两者兼而有之。

6.1.3

荧光灯会随着使用时间的延长而老化。按照设备制造商的说明进行操作, 以保持所需的辐照度 (1,2)。

6.1.4 标准荧光紫外灯 - 荧光紫外灯

灯可选择差异很大的光谱功率分布。更常见的是 **UVA-340**、**UVA-351** 和 **UVB-313**。这些数字代表了每种灯类型的峰值发射的特征标称波长(以 nm 为单位)。实际发射峰分别为 343 nm、350 nm 和 313 nm。

6.1.4.1 用于日光 UV 的 UVA-340

灯的光谱功率分布(也称为光谱辐照度)—光谱 **UVA-340** 烟灯的配电应符合表 1 中规定的要求。

NoTE 6—UVA-340 灯的主要应用是模拟日光的短紫外线和中紫外线波长区域。

6.1.4.2 UVA-351 灯的光谱功率分布用于窗后紫外线-光谱功率分布

用于窗玻璃后日光紫外线的 UVA-351 灯应符合表 2 中规定的要求。

4 括号中的粗体数字是指本标准末尾的参考文献列表。

表 1 日光 UVAB 荧光灯 UVA-340 灯的相对紫外光谱功率分布规格

光谱的 带通 波长 λ_{in} 纳米	最小百 分比C	基准太阳能 辐射百分比 D. E	最大百 分比C
L<290			0. 01
290≤ λ ≤320	5. 9	5. 8	9. 3
320< λ ≤360	60. 9	40. 0	65. 5
360< λ ≤400	26. 5	54. 2	32. 8

表 1 中的 AData 是给定带通中的辐照度，表示为 290 nm 至 400 nm 总辐照度的百分比。制造商负责确定是否符合 表 1。附录 A1 说明了如何确定相对光谱辐照度。

用于与各种 UVA340 灯管配合使用的荧光紫外设备的分布
The data in Table 1 are based on the rectangular integration of 65 spectral power
设备制造商的建议。最小和最大数据
至少是所有测量的平均值的三个 sigma 限值。

C最小值和最大值列的总和不一定为 100%，因为它们表示所用数据的最小值和最大值。对于任何单个光谱功率分布，表 1 中带通的计算百分比 将总和为 100 %。对于任何单个荧光 UVA-340 灯，每个带通的计算百分比必须在表 1 的最小值和最大值范围内。使用带有荧光 UVA-340 灯的设备进行曝光时，测试结果可能会有所不同，其中光谱功率分布的差异与容差允许的差异一样大。请联系荧光 UV 设备的制造商，了解所用荧光 UVA-340 灯的特定光谱功率分布数据。

D 基准太阳辐射数据在 ASTM G177 中定义，针对大气条件和海拔高度选择，以最大限度地提高短波长太阳紫外线的分数。虽然此数据仅用于比较目的，但实验室加速光源最好提供与基准太阳光谱非常匹配的光谱。

For the benchmark day light spectrum the UV radiation ce (290 nm to 400 nm) is 9.8 % and the visible irradiance (400 nm to 800 nm) is 0.2 % expressed as a s a

从 290 nm 到 800 nm 的总辐照度的百分比。由于荧光紫外灯的一次发射集中在 290 nm 至 400 nm 带通中，因此荧光紫外灯的可见光发射有限。

NoTE 7—UVA-351 灯的主要应用是模拟通过窗玻璃过滤的日光的短紫外线和中波长区域 (3)。

6.1.4.3 UVB-313 灯的光谱功率分布—

UVB-313 荧光灯的光谱功率分布应符合表 3 中规定的要求。荧光 UVB 灯在 313 nm 汞线附近具有辐射峰值的光谱分布，因此不建议用于阳光模拟。

NoTE 8—UVB 313 灯在 295 nm (全球太阳辐射的标称截止波长) 以下发出大量辐射，这可能导致户外不会发生老化过程。见 表 3。

6.2 测试室——

测试室的设计可以有所不同，但应由耐腐蚀和抗紫外线材料制成，除光源外，如果需要，还应提供控制温度和相对湿度方法

需要时，应准备在试样上喷水，以便在试样的暴露面上形成冷凝水或浸入试样在水中。

NorE 9—

根据此规程用于测试的大多数市售设备不控制相对湿度。

6.2.1

光源的位置应相对于标本，以便物种表面的辐照度均匀性符合实践 G151 中的要求。

**表 2 的相对频谱功率分配规格
荧光 UVA-351 灯，用于窗后日光紫外线**

玻璃 A、B

光谱的 通 波长 λ_{in} 纳米	最小百 分比C	窗玻璃 过滤 日光百分比 D. E	最大百 分比C
L<300 型		0. 0	0. 2
300≤ λ ≤320	1. 1	≤0. 5	3. 3
320< λ ≤360	60. 5	34. 2	66. 8
360< λ ≤400	30. 0	65. 3	38. 0

A 表 2 中的数据是给定带通中的辐照度，表示为

从 300 nm 到 400 nm 的总辐照度的百分比。制造商负责确定是否符合 表 1。附录 A1 说明了如何确定相对光谱辐照度。

表 2 中的数据 基于 21 光谱功率的矩形积分
用于与 UVA 351 灯管配合使用的荧光紫外设备的分布
批次和年龄。光谱功率分布数据适用于老化

设备制造商的建议。最小和最大数据
至少是所有测量的平均值的三个 sigma 限值。

C最小值和最大值列的总和不一定为 100%，因为它们表示所用数据的最小值和最大值。对于任何单个光谱功率分布，表 2 中带通的计算百分比 总和为 100%。对于任何使用 UVA 351 灯管运行的单个荧光紫外线设备，每个带通的计算百分比必须在表 2 的最小和最大限制范围内。请联系荧光 UV 设备的制造商，了解所用灯的特性光谱功率分布数据。

D 窗玻璃过滤的太阳辐射数据适用于太阳光谱，其大气条件和海拔高度的选择是为了最大化被窗玻璃过滤的短波长太阳紫外线 (定义见 ASTM G177) 的比例。玻璃透射率是作为 ASTM 小组委员会 G3.02 (3) 研究的一部分测试的一系列单一强度窗口玻璃的平均值。虽然此数据仅用于比较目的，但实验室加速光源最好提供与该基准窗口玻璃过滤太阳光谱紧密匹配的光谱。

F在基准窗口玻璃拟合太阳光谱中，紫外辐照度 (300 nm 至 400 nm) 为 8.2%，可见光辐照度 (400 nm 至 800 nm) 为 91.8%，表示为 300 nm 至 800 nm 总辐照度的百分比。由于荧光紫外灯的一次发射集中在 290 nm 至 400 nm 带通中，因此荧光紫外灯的可见光发射有限。

6.2.2

可能需要更换灯、旋转灯和重新放置样品，以获得所有样品均匀地暴露在紫外线辐射和温度下。按照制造商的建议更换和旋转灯。

6.2.3

曝光区域最左侧和最右侧 (灯管末端) 的标本比其他标本受到的辐照度低

(4)。虽然在使用重新定位时，这些位置确实满足 G151 中的辐照度要求 (见 9.5)，但当测试和控制样品没有完全填满样品架时，建议排除这些位置 (见图 1)。

6.3 校准——

为确保标准化和准确性，与曝光仪相关的仪器 (例如，温度计、紫外线传感器和辐射计) 需要定期校准，以确保测试结果的可重复性。校准时间表和程序应符合制造商的说明。校准应可追溯到国家计量机构 (NMI)。

6.4 辐射计 —

建议使用辐射计来监测和控制样品接收到的辐射能量。如果使用辐射计，它必须符合作业规范 G151 的要求。

编号 G154-23

表3 荧光 UVB 313 灯的相对光谱功率分布规格 A. 乙

光谱的 通 波长 λ in	最小百 分比C	基准太阳能 辐射百分比 D. E	最大百分 比 C
$\lambda < 290 \text{ nm}$	1.3		5.4
$290 \leq \lambda \leq 320$	47.8	5.8	65.9
$320 < \lambda \leq 360$	26.9	40.0	43.9
$360 < \lambda \leq 400$	1.7	54.2	7.2

答：表 3 中的数据是给定带通中的辐照度，表示为 250 nm 至 400 nm 总辐照度的百分比。制造商负责确定是否符合表 3。附录 A1 说明了如何确定相对光谱辐照度。

表 3 中的数据基于 44 光谱功率的矩形积分用于与 UVB 313 灯管一起工作的荧光紫外器件的分布批次和年龄。光谱功率分布数据适用于老化

设备制造商的建议。最小和最大数据

至少是所有测量的平均值的三个 sigma 限值。

C 最小值和最大值列的总和不一定为 100%，因为它们表示所用数据的最小值和最大值。对于任何单个光谱功率分布，表 3 中计算的带通百分比总和为 100%。对于任何单个 UVB 313 灯管，每个带通的计算百分比必须在表 3 的最小和最大范围内。在使用 UVB 313 灯的荧光紫外设备中进行的曝光之间，测试结果可能会有所不同，其中光谱功率分布的差异与容差允许的差异一样大。请联系荧光紫外设备的制造商，了解使用所用 UVB 313 灯管操作的设备的具体光谱功率分布数据。

基准太阳辐射数据在 ASTM G177 中定义，针对大气条件和海拔高度，选择以最大限度地提高短波长太阳紫外线的比例。此数据仅用于比较目的。

F 对于基准太阳光谱，紫外辐照度（290 nm 至 400 nm）为

9.8%，可见光辐照度（400 nm 至 800 nm）为 90.2%，表示为

从 290 nm 到 800 nm 的总辐照度的百分比。由于荧光紫外灯的一次发射集中在 290 nm 至 400 nm 带通中，因此荧光紫外灯的可见光发射有限。

6.5

温度计—

可以使用绝缘或非绝缘的黑色或白色板式温度计。非绝缘温度计可以由钢或铝制成。温度计应符合实践 G151 中的描述。

NoTE 10—

通常，这些设备由黑板温度计控制，而不是由箱室空气温度控制。

6.5.1

建议将非绝缘黑板温度计用于高导热性或非常薄的样品。推荐使用绝缘黑板温度计用于绝缘或较厚的标本。不同类型的黑板温度计会导致测试室内的温度曲线明显不同

6.5.2

温度计应安装在试样架上，使其表面处于与试样相同的相对位置并受到相同的影响。

6.5.3

该设备可提供腔室空气温度控制。腔室空气温度传感器的定位和校准应符合实践 G151 中的描述。

6.6 水分——

应提供使试样暴露在湿润环境中的方法。水分可能以喷水、冷凝或湿气的形式出现。

6.6.1 喷水——

测试室可以配备一种在指定条件下将间歇性喷水引入测试样品的方法。喷雾应均匀分布在标本上。喷雾系统

应由耐腐蚀材料制成，不会污染所用水

NorE 11—喷雾段中通常不控制温度。

6.6.1.1 喷淋水质—喷淋水的电导率应低于 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，固体含量低于 1

ppm，并且在标本上不留下可观察到的污渍或沉积物。喷雾水中极低含量的二氧化硅会导致试样表面出现大量沉积物。应注意将二氧化硅水平保持在 0.2 ppm 以下。除了蒸馏之外，去离子和反渗透的组合可以有效地生产出所需质量的水。应报告所用水的 pH 值。有关详细的水质说明，请参阅练习 G151。

6.6.2 冷凝——

测试室可能配备一种装置，使暴露于测试室条件的试样表面（正面）形成冷凝。通常，水蒸气是通过加热水并用热蒸汽喷射腔室产生的，然后通过对流冷却在试样背面使冷凝在试样上。

NoTE

12—

试样上形成的冷凝水的温度和量受试样厚度、热导率以及试验室和试验室之间的温差的影响。

对于高隔热性或非常厚的试样，可能难以实现冷凝。

6.6.3 相对湿度 -

测试暗室可以配备测量和控制相对湿度的方法。此类仪器应避免受灯的辐射。

6.7 试样夹具座—

试样夹具座应由不影响测试结果的耐腐蚀材料制成。铝或不锈钢的耐腐蚀合金已被证明是可以接受的。不得在试样附近使用黄铜、钢或铜

7. 试样

7.1

有关试样形式和制备、试样数量以及试样储存和调节的指导，请参阅实践 G151。

8. 暴露条件

8.1

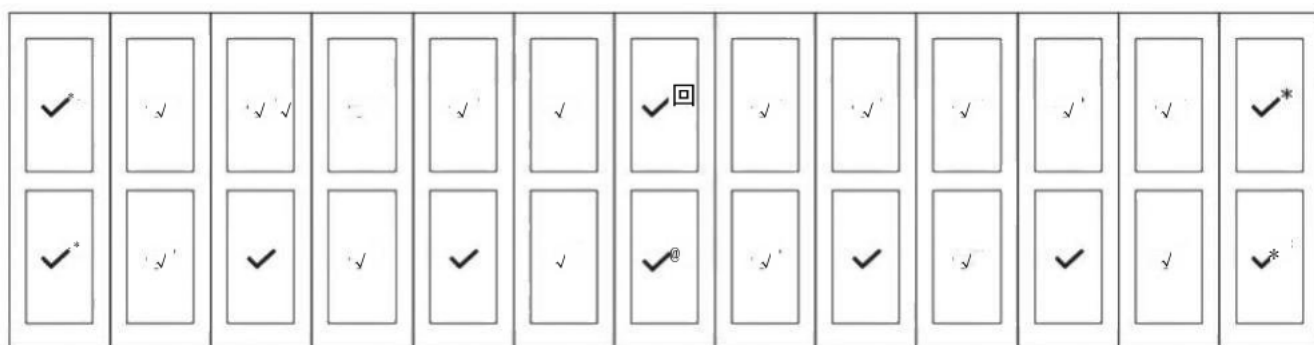
用户应确定适合其应用的暴露条件。只要在报告中详细说明了确切的条件，就可以使用任何暴露条件。附录 X2 列出了从几种材料测试方法中获得的暴露条件。这些条件仅供参考；没有特别首选，也不暗示任何推荐。这种做法并不是为给定应用程序定义暴露周期的主要方法。请参阅相应的国际标准以定义适当的暴露周期。

9. 操作步骤

9.1

通过适当的不可磨灭标记来识别每个试样，但不要在测试中使用的区域。

9.2 确定将评估试样的哪些特性。在曝光标本之前，对



可用试样 位置通常保留 *见 6.2.3
用于引导的控制传感器位置

图 1 紫外灯装置的典型曝光区域，标有可用和推荐的样品位置。

符合公认的 ASTM 或国际标准的适当特性。如果需要（例如，破坏性测试），请使用未曝光的文件样本来量化性能有关详细指导，请参阅 ISO 4582。

9.3 试样的安装—将试样连接到

试样夹具座在设备中，使试样不会受到任何不必要的施加应力。为了确保均匀的暴露条件，填满所有空间，必要时使用耐腐蚀材料的空白面板。

9.3.1

不建议用不透明的盖子遮盖或屏蔽试样的表面，以便在一个面板上显示暴露的效果。该程序可能会获得误导性的结果，因为标本的掩蔽部分仍然暴露在温度和湿度中，这在许多情况下会影响结果。优选地，通过与在黑暗中储存的相同材料的未暴露标本进行比较，对暴露材料的颜色、外观和其他特性变化进行评估

9.4 暴露于测试条件 - 对所选测试进行编程

条件，以便在所需的重复循环次数内连续运行。在整个暴露过程中保持这些条件。应尽量减少维修设备和检查标本的中断。

NoTE 13—包括冷凝或样品喷雾（包括表 X2.1 中的循环）的暴露条件通常以湿相结束。建议在干燥阶段期间或结束时结束曝光（也用于中间评估、重新定位）。例如，这可以通过辐射曝光而不是曝光时间或循环次数来编程测试持续时间来实现。

9.5 试样重新定位——定期重新定位

暴露期间的测试样品是良好的实验室实践，可以最大限度地减少测试室中辐照度、温度和湿度暴露变化的影响。辐照度统一性应根据规范 G151 附件 A1（测量样品暴露区辐照度均匀性的程序）确定。实践 G151 附录 X2（通过定期随机定位或系统重新定位物种来减少变异性的建议程序）中提供了重新定位程序的建议程序（如果使用）。

9.5.1 如果按照规范 G151 测量到离标本区域中心最远的位置的辐照度至少为 90%，则不需要重新定位，但仍然是有益的。

9.5.2

如果距离曝光区域中心较远位置的辐照度在中心测得的辐照度的 70% 到 90% 之间，则应使用以下三种技术之一进行样品放置（见 6.2.3）。

9.5.2.1

在暴露期间定期重新定位标本，以确保每个标本接受等量的辐射照射。重新定位程序和时间表应由所有相关方商定。

9.5.2.2 仅将试样放置在辐照度至少为最大辐照度 90% 的曝光区域。

9.5.2.3 为了补偿设备内的曝光变化，在满足 9.5.2 中定义的辐照度均匀性要求的曝光区域内随机放置复制标本。

9.6 检查—

如果需要取出试样进行定期检查，请注意不要处理或干扰测试表面。检查后，应将试样送回测试室，其测试表面的方向与之前暴露的方向相同。标本应在干燥时处理。

9.7 维护—

设备需要定期维护以保持对曝光参数的控制。根据制造商的说明执行必要的维护和校准。

9.8

在规定的暴露期内暴露试样。有关进一步的指导，请参阅练习 G151。

9.9 在暴露结束时，根据公认的 ASTM 或其他国际标准化性能的适当变化，并按照实践 G151 报告结果。

NoTE 14—练习 G151 中讨论了暴露时间和测试结果评估。

10.报告

10.1 测试报告应符合规范 G151。它应包括对试样、暴露条件、灯的类型、暴露持续时间等的描述。

11.精度和偏置

11.1

如范围所述，本实践不产生具体结果。因此，精度和偏差声明是不合适的。精度和偏差声明适用于特定暴露的结果与属性测量相结合。

12.关键词

12.1

加速;加速风化;耐久性;暴露;荧光紫外线灯;实验室老化;光;耐光性;非金属材料;温度;紫外线的;风化

附件

(设备制造商的强制性信息)

答 1.确定是否符合相对频谱功率分布表

A1.1

符合相对光谱功率分配表是荧光紫外器件与可以使用的不同灯管的设计参数。声称符合本规程的设备制造商应确定所提供的所有荧光灯是否符合光谱功率分配表，并提供有关维护程序的信息，以尽量减少正常使用过程中可能发生的任何光谱变化。

A1.2

本实践的相对频谱功率分布数据是使用矩形积分技术开发的。方程 A1.1 用于使用矩形积分确定相对光谱辐照度。其他集成技术可用于评估频谱功率分布数据，但可能会给出不同的结果。在将相对频谱功率分布数据与本实践的频谱功率分布要求进行比较时，请使用矩形积分技术。

A1.3

为了确定用于荧光紫外器件的特定紫外荧光灯是否满足表 1、表 2 或表 3 的要求，测量从方程 A1.1 中指示的较低波长到上限波长的光谱功率分布

波长为 400 nm。通常，这是以 2 nm 的增量完成的。然后将每个波长带通中的总辐照度相加，然后根据方程 A1.1 除以指定的总紫外线辐照度。

$$I_R = \frac{\sum_{\lambda_1=A}^{\lambda_2=B} E_{\lambda_i}}{\sum_{\lambda_1=C}^{\lambda_2=D} E_{\lambda_i}} \times 100 \quad (\text{答 1.1})$$

哪里：

IR=相对 irradiance in percent

E = 波长 λ_1 处的辐照度（所有带通的辐照度步长必须相等）

A = 波长带通的下限波长 B = 波长带通的上限波长，

C = 用于计算相对光谱辐照度的总紫外线带通的较低波长（UVA 340 灯为 290 nm，UVA351 灯为 300 nm，UVB 313 灯为 250 nm），以及

λ_i =测量辐照度的波长。

附录

(非必填信息)

X1 的典型荧光紫外灯的应用指南

X1.1 通用

X1.1.1

本实践中可以使用多种荧光紫外灯。本节中所示的灯是其类型的代表。可以使用其他灯。特定的应用程序决定了应该使用哪种灯。本附录中讨论的灯管在 UV 总量上有所不同发射的能量及其波长光谱。差异

灯能量或光谱可能会导致测试结果出现显著差异。测试报告应详细说明所用灯的种类

X1.1.2 本节中显示的所有光谱功率分布（SPD）仅具有代表性，不用于计算或估计荧光紫外设备测试的总辐射暴露量。测试时的实际辐照度水平

样品表面会因所用灯的类型和/或制造商、灯的使用年限、到灯阵列的距离以及腔室内的空气温度而异。

NoTE X1.1—本附录中的所有 SPD 均使用带有双光栅（1 nm 带通）和石英余弦受体的光谱辐射计进行测量。荧光 UV SPD 在允许样品区域中心的样品平面上测量。SPD 用于在夏至的太阳正午，天空晴朗，在亚利桑那州凤凰城测量了阳光，分光光度计位于赤道太阳跟踪支架上。

X1.2 太阳紫外线直接辐射模拟 - 确定

X1.2.1 UVA-340 灯 - 对于太阳紫外线直接辐射的模拟，建议使用 UVA-340 灯。由于 UVA-340 灯通常具有低于 295 nm 的紫外线输出很少或没有紫外线输出（这被认为是地球阳光的“截止”波长），因此它们通常不会像 UVB 灯那样迅速降解材料，但它们可能会增强与实际户外风化的关系。使用 UVA-340 灯的测试已被发现可用于比较不同的非金属材料，如聚合物、土工布和紫外线稳定剂。图 X1.1 说明了 UVA-340 灯与正午、夏季阳光相比的 SPD。

X1.2.2 UVB-313 灯 — UVB 区域（280 nm 至 315 nm）包括地球表面阳光中发现的最短波长，对某些聚合物造成相当大的损害。有两种常用类型的 UVB-313 灯满足本文件的要求。这些在商业上被称为 UVB-313 和 FS-40。这些灯发射的总能量不同，但都在 313 nm 处达到峰值，并以相同的相对比例产生相同的紫外线波长。FS-40 灯最初是为非辐照度控制设备设计的，在辐照度控制设备中通常已被 UVB-313 灯取代。在非辐照度控制设备中，UVB-313 灯将比 FS-40 灯提供更多的紫外线。因此，在使用相同的循环和温度的测试中，UVB-313 灯通常会导致更短的失效时间在辐照度控制设备中，相同的辐照度设置-

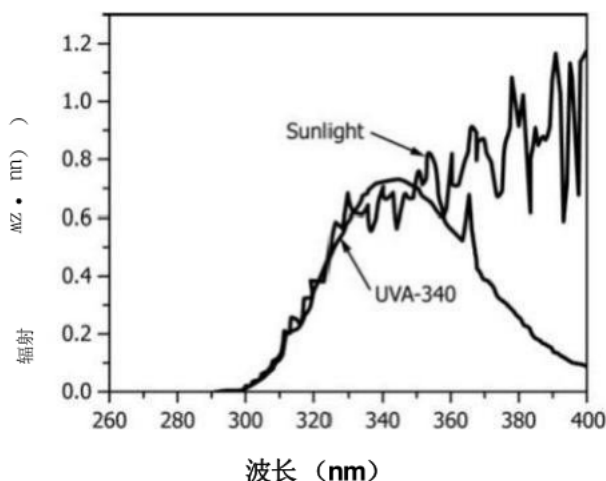


图 X1.1 UVA-340 灯管和

阳光

点将导致两种灯类型产生相同的 UV。在使用相同的循环和温度的测试中，两种灯产生的失效时间相似。

NorEX1.2—图 X1.2 说明了灯之间的差异

X 1.2.2.1 所有 UVB-313 灯管发射的紫外线均低于正常的阳光截止值。这种短波长紫外线可以产生快速的聚合物降解，并且通常会导致材料暴露在阳光下时不会发生的机械降解。这可能会导致异常结果。图 X1.2 显示了典型 UVB-313 灯的光谱功率分布（SPD）与正午、夏季阳光的 SPD 的比较。

X1.3 太阳紫外线辐射暴露的模拟 透过窗户玻璃

X1.3.1 玻璃的过滤效果 - 任何类型的玻璃都充当阳光光谱上的滤光片（见图 X1.3）。普通玻璃对约 370 nm 以上的光线基本上是透明的。然而，随着波长的减小，滤波效果变得更加明显。较短、破坏性更强的 UVB 波长受到的影响最大。窗口玻璃过滤掉了大约 310 nm 以下的大部分波长。为了便于说明，随附的图表中只使用了一种类型的窗玻璃。请注意，玻璃透射特性会因制造商、生产批次、厚度或其他因素而异

X1.3.2 UVA-351 灯 - 对于透过窗户玻璃的阳光模拟，建议使用 UVA-351 灯。UVA-351 用于这些应用，因为这种灯的低端截止值类似于通过窗户玻璃过滤的直射阳光的截止值（图 X1.4）。

NoTEX1.3—不建议将 UVB-313 灯用于模拟透过窗玻璃的阳光。UVB-313 灯的大部分发射是在短波长紫外线中，玻璃可以非常有效地过滤。因此，来自这个短波长区域的极少能量会到达“玻璃后面”应用中的材料。这是因为窗户玻璃过滤掉了 UVB-313 灯管大约 80% 的能量，如图 X1.5 所示。由于过滤掉了这些短波长，它的总有效能量非常有限。此外，因为没有更长的时间

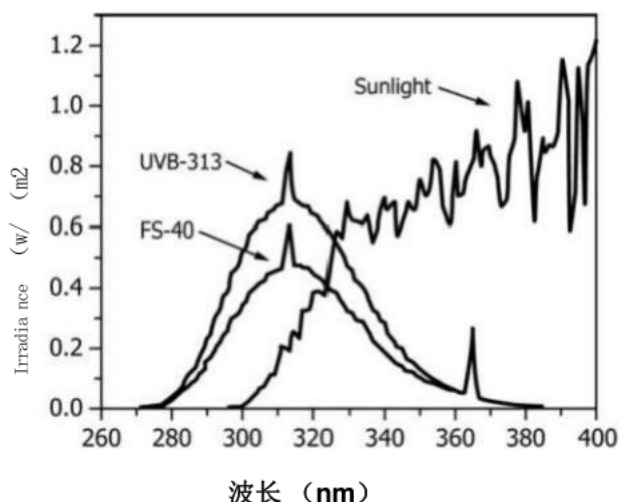


图 X1.2 UVB 灯和太阳光的光谱功率分布

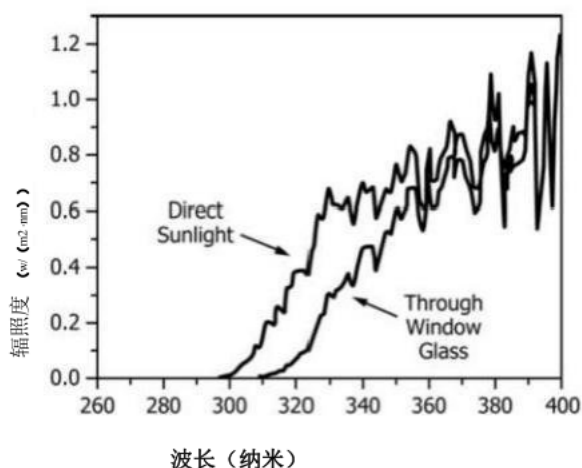


图 X1.3 阳光直射和透过窗户玻璃的阳光

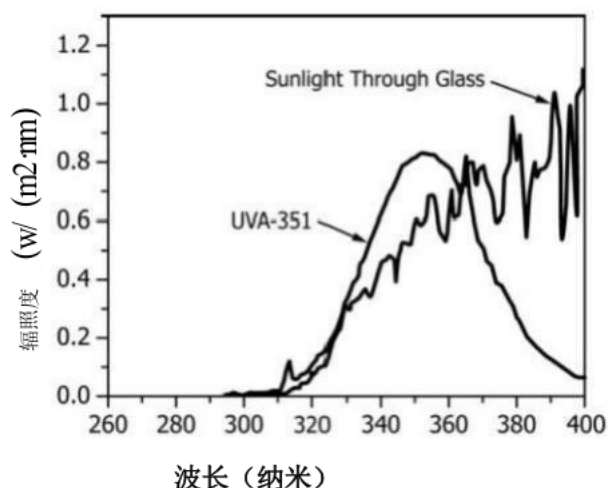


图 X1.4 UVA-351 灯和透过窗玻璃的太阳光的光谱功率分布

波长能量，玻璃飘逸的 UVB-313 实际上比 UVA 灯要轻。

X1.4 玻璃或透明塑料构成试样的一部分

X1.4.1 UVA-340 灯 -

在某些情况下，玻璃或反母体塑料是试样本身的一部分，其方向使玻璃或透明塑料位于光源和感兴趣试样的一部分之间（例如，玻璃基板背面的窗口密封剂）。在这些特殊情况下，建议使用 UVA-340 灯，因为玻璃或透明塑料会像过滤阳光一样过滤灯的光谱。图 X1.6 比较了通过窗户玻璃过滤的太阳光的光谱功率分布与 UVA-340 灯的光谱功率分布，包括未过滤和通过窗户玻璃过滤的光谱功率分布。

NoTE X1.4—UVB-313

灯不建议用于玻璃或透明塑料构成测试样本一部分的曝光。看注意 X1.3.

NorE

X1.5—UVA-351 灯不建议用于玻璃或透明塑料构成测试样本一部分的曝光。这是因为 UVA-351 在短波紫外线区域的光谱功率分布类似于已经被窗户玻璃过滤的太阳光。如图 X1.7 所示，通过窗户玻璃或其他透明材料使用这种灯会进一步过滤掉短波长 UV，并导致短波长 UV 不足的光谱。

NorE X1.6 — 如第 X1.4 节、注释 X1.4 和 Note X1.5 中所述，

术语 玻璃 和 透明塑料 是指仅包括 UV- 吸水玻璃和吸收紫外线的透明塑料。有一些形式的玻璃和透明塑料不吸收紫外线，尽管这通常是一个例外。

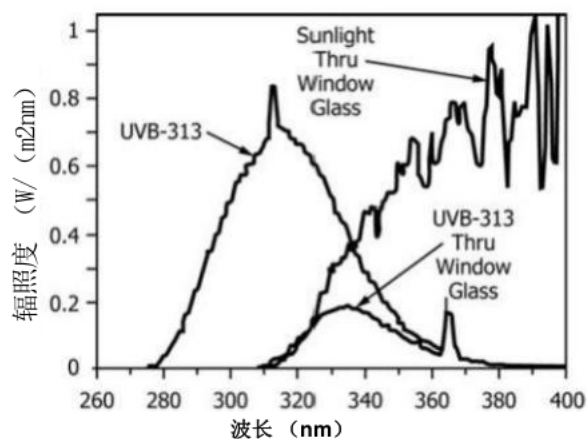


图 X1.5 未过滤的 UVB-313 的光谱功率分布
灯管，UVB-313 透过窗玻璃，阳光透过
窗玻璃

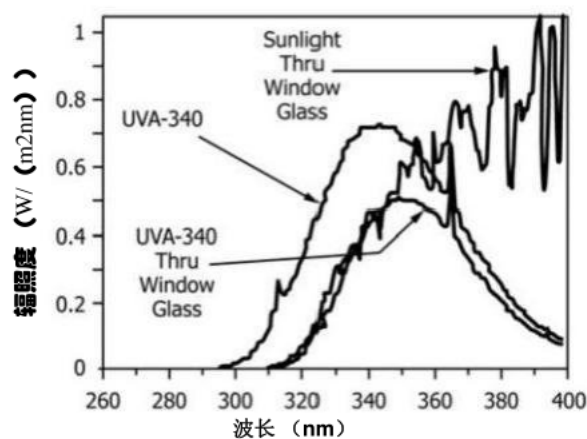


图 X1.6 未过滤的 UVA-340 的光谱功率分布
灯，UVA-340 透过窗玻璃，和阳光透过
窗玻璃

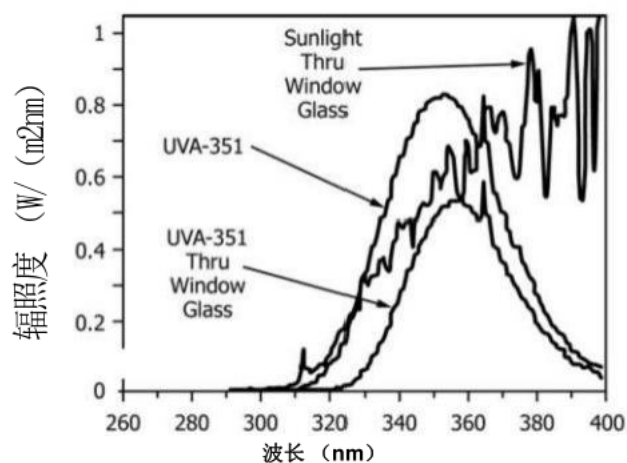


图 X1.7 未过滤的 UVA-351 的光谱功率分布
灯管，UVA-351 透过窗玻璃，阳光透过
窗玻璃

X2 的。暴露 条件

X2.1

可以使用任何暴露条件，只要在报告中详细说明了确切的条件。以下是从几种材料测试方法中提取的暴露条件：这些不一定是首选，也不暗示任何建议。这些条件仅供参考（见 Table X2.1）。

NoTE

X2.1

此信息仅供参考。它不是全面的或最新的，也不应依赖它用于任何特定的最终用途应用。

NoTE

X2.2—

当选择紫外线照射后冷凝的程序时，每个间隔至少留出 2 小时以确保达到平衡。

NoTE X2.3—

试样的表面温度是一个必不可少的测试量。通常，降解过程会随着温度的升高而加速。加速试验允许的试样温度取决于要测试的材料以及所考虑的老化标准。

NoTE X2.4 - 显示的辐照度数据为典型值。

NoTE X2.5 —

荧光灯的光输出受灯周围空气温度的影响。因此，在没有辐照度反馈回路控制的装置中，灯管输出会随着腔室温度的升高而降低。

NoTE

X2.6

实验室环境温度可能会对没有辐照度反馈回路控制的设备的光输出产生影响。一些荧光紫外线设备使用实验室环境空气来冷却灯管，从而补偿较高曝光温度下的光输出下降（参见 Note X2.5）。

NoTE X2.7 -

在喷涂步骤中不控制温度，因为它受喷水温度的影响。

NoTE X2.8 — 非绝缘黑色面板传感器历来用于这些暴露条件。

X2.2 为了获得最一致的结果，建议在环境温度保持在 18°C 至 27°C

之间的环境中运行没有辐照度反馈回路控制的设备。在高于或低于此范围的环境温度下运行的设备可能会产生与以推荐方式运行的设备不同的辐照度。

NoTE

X2.9—

与氙弧和碳弧光源相比，荧光紫外灯发出的红外辐射相对较少。在荧光紫外仪器中，样品表面的初级加热是通过通过面板的加热空气的对流。因此，相同类型（绝缘或非绝缘板）的黑色或白色板式温度计或具有相同特性的不同颜色试样的温度差异很小。（3）. 在从背面对流冷却试样的仪器中，表面温度取决于试样的热导率和厚度。例如，绝缘或非绝缘黑板温度之间可能存在显著差异（5）

X2.3 操作波动见表 X2.2。

NoTE X2.10 — 除非另有说明，否则操作设备以保持表 X2.2 中为表 X2.1

中的参数指定的操作波动。如果设备稳定后实际操作条件与机器设置允许的波动不一致，请停止测试并在继续之前纠正不一致的原因。

表 X2.1 一些历史暴露条件

周期	灯	典型辐照度	近似波长	暴露周期	其他信息 原始参考文献和应用， 已知地区
	UVA-340	0.89 瓦/ (m ² • nm)	340 纳米	在 60 (±3) °C 黑板温度下 UV 8 小时; 在 50 (±3) °C 黑板温度下冷凝 4 小时	D4329 循环 A 用于一般塑料; D4587 第 4 周期, 用于一般金属涂料 C1442 用于密封胶
2	UVB-3130 的 。 71 瓦/ (m ² • nm)		310 纳米	在 60 (±3) °C BlackPanel 温度下 4 小时 UV; 在 50 (±3) °C 黑板温度下冷凝 4 小时	未知
3	UVB-313	0.49 瓦/ (平方米 • 纳米)	310 纳米	在 70 (±3) °C 黑板温度下 UV 8 小时; 在 50 (±3) °C 黑板温度下冷凝 4 小时	SAE J2020
4	UVA-3401 的 55 瓦/ (平方米 • 纳 。 米)		340 纳米	在 70 (±3) °C 黑板温度下 UV 8 小时; 在 50 (±3) °C 黑板温度下冷凝 4 小时	未知
5	UVB-3130 的 62 瓦/ (平方米 • 纳 。 米)		310 纳米	在 80 (±3) °C 黑板温度下 UV 20 小时; 在 50 (±3) °C 黑板温度下冷凝 4 小时	未知
6	UVA-3401 的 55 瓦/ (平方米 • 纳 。 米)		340 纳米	在 60 (±3) °C 黑板温度下 UV 8 小时; 在 50 (±3) °C 黑板温度下冷凝 4 小时。	未知
7	UVA-3401 的 55 瓦/ (平方米 • 纳 。 米)		340 纳米	在 60 (±3) °C 黑板温度下 UV 8 小时; 0.25 h 喷水 (无光), 温度不控; 在 50 (±3) °C 黑板温度下冷凝 3.75 小时	未知
8	UVB-313	28 瓦/平方米	270 nm 至 700 nm	8h UV 在 70 (±3) °C 黑板温度下; 在 50 (±3) °C 黑板温度下冷凝 4 小时	未知

表 X2.2 暴露条件的操作波动

参数	在校准控制传感器读数指示的控制点处与设定点的最大允许偏差 平衡操作期间
黑色面板温度	±2.5° C
辐照度（在 340 nm 处监测或在 310 纳米）	±.02 瓦/（平方米·纳米）
辐照度（在 270 nm-700 nm 处监测）	±0.5 瓦/米

X3 的。BENCHMARK 太阳能紫外线光谱

X3.1

本做法使用基于大气条件的基准太阳光谱，这些大气条件提供了非常高水平的太阳紫外线辐射。该基准太阳光谱发表在 ASTM G177 中，参考太阳紫外线光谱分布标准表：37 度倾斜表面上的半球形太阳光谱是使用 SMARTS2 太阳辐射模型（6-8）计算的。ASTM Adjunct ADJG0173，SMARTS2 光谱辐射的太阳辐射模型⁵提供了计算太阳光谱辐照度的程序和文档。

表 X3.1 用于基准太阳能的大气条件

大气条件	光谱 基准 太阳光谱
臭氧（atm-cm）	0.30
可降水蒸气（cm）	0.57
海拔高度（m）	2000
倾角	37° 朝向赤道
气团	1.05
反照率（地面反射率）	光 土壤波 长 取决于
气溶胶消射	Shettle & Fenn Rural （取决于湿度）
500 nm 处的气溶胶光学厚度	0.05

⁵ 可从 ASTM 国际总部获得。订购辅助编号 ADJG0173。

表 X3.2 基准太阳光谱的辐照度

Bandpass Benchmark（带通 规定带通中的辐照度（W/m ² ）	太阳光谱 基准）
L<290	0.000
290≤λ≤320	3.748
320<λ≤360	25.661
360<λ≤400	34.762
290≤λ≤400	64.171
290≤λ≤800	652.300
290 nm 至 400 nm 辐照度的百分比	
L<290	0.0 %
290<λ≤320	5.8%
320<λ≤360	40.0%
360<λ≤400	54.2%
290 nm 至 800 nm 辐照度百分比 9.8%	
290≤λ≤400	

引用

- (1) Mullen, P.A., Kinmonth, R.A.和Searle, N.D., “荧光太阳灯和黑光的光谱能量分布和老化特性”, *测试与评估杂志*, 第3卷, 第1期, 1975 年, 第 15-20 页。
- (2) Fedor, G.R. 和 Brennan, P.J., “荧光中的辐照度控制” *UVExposure 测试仪*, “有机材料的加速和户外耐久性测试, ASTM STP 1202, 美国测试协会和 Materials, 1993 年。
- (3) Ketola, W., Robbins, J.S., “单一强度的紫外透射窗户玻璃”, “有机材料的加速和户外耐久性测试 ASTM STP 1202, Warren D.Ketola 和 Douglas Grossman, 编辑, 美国材料与试验协会, 1993 年。
- (4) 麦格里尔, M., 科尔多, O.”QUV 和 UVTest 水平曝光区的辐照度均匀性“ASTM D20.96 小组委员会会议, 2019 年 4 月。
- (5) 弗朗西斯, A., 福勒, S., 托宾, B. 期间的温度控制塑料材料的荧光紫外线耐候老化测试“第 8 届欧洲耐候老化研讨会”聚合物的自然和人工老化“, 维也纳/A T 2017。
- (6) 盖马尔直接光束和太阳周围光谱辐照度的参数化透射率模型, “太阳能, 第 71 卷, 第 5 期, 2001 年, 第 325-346 页。

- (7) Gueymard, C.A., Myers, D. 和 Emery, K., “太阳能系统测试的拟议参考辐照度光谱”, **太阳能**. 第 73 卷, 第 6 期, 2002 年, 第 443-467 页。
- (8) Myers, D.R., Emery, K. 和 Gueymard, C., “修订和验证用于光伏性能评估的光谱辐照度参考标准”, 美国机械工程师协会汇刊, **太阳能工程杂志**, 第 126 卷, 2004 年 2 月, 第 567-574 页。
- (9) Fischer, R.M., “光的循环研究结果 水暴露标准实践, “加速和户外 Du- 有机材料的可靠性测试, *ASTM STP 1202*, Warren K. Ketola 和 Douglas Grossman, 美国测试协会编辑和 Materials, 1993 年。
- (10) Fischer, R.M. 和 Ketola, W.D., “表面温度 外部暴露和人工加速测试中的材料, ” 有机材料的加速和户外耐久性测试, *ASTM STP 1202*, Warren K. Ketola 和 Douglas Grossman, 编辑, 美国材料与试验协会, 1993 年。

变更摘要

委员会 G03 已经确定了自上一期 (G154-16) 以来可能影响本标准使用的选定更改的位置。

(1) 整个文档进行了大量技术和编辑更改, 以提高清晰度和可读性。

ASTM International 对与本标准中提及的任何项目相关的任何专利权的有效性不持任何立场。明确告知本标准的用户, 确定任何此类专利权的有效性以及侵犯此类权利的风险完全由其自己负责。

本标准可由负责的技术委员会随时修订, 必须每五年审查一次, 如未修订, 则重新批准或撤回。欢迎您提出意见以修订本标准或补充标准, 并应寄给 **ASTM** 国际总部。如果您认为您的意见没有得到公平的听证, 您应该通过以下地址向 **ASTM** 标准委员会表达您的意见。

本标准的版权归 **ASTM International** (地址: 100 Bar Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA19428-2959, United States) 所有。本标准的单独重印本 (单份或多份) 可通过上述地址或致电 610-832-9585 (电话)、610-832-9555 (传真) 或服务 @astm.org (e-mail) 联系 **ASTM** 获得; 或通过 **ASTM** 网站 (www.astm.org)。复印标准的权限也可通过以下方式获得: Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, 电话: (978) 646-2600; <http://www.copyright.com/>

