

0700283

ICS 19.040
A 21



中华人民共和国国家标准

GB/T 20236—2006

非金属材料的聚光加速户外暴露试验方法

Accelerated outdoor weathering test methods for nonmetallic materials using
concentrated natural sunlight



2006-04-30 发布

2006-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
非金属材料的聚光加速户外暴露试验方法
GB/T 20236—2006

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.bzcbbs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

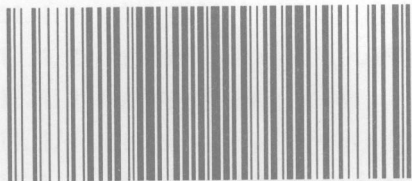
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 24 千字
2006年11月第一版 2006年11月第一次印刷

*

书号: 155066·1-28248 定价 12.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010)68533533



GB/T 20236—2006

前 言

本标准等同采用 ASTM G 90—98《非金属材料的聚光加速户外暴露标准试验方法》。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国电工电子产品环境技术标准化委员会(SAC/TC 8)归口。

本标准起草单位:广州电器科学研究院。

本标准主要起草人:祁黎、张志勇。

目次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 意义和应用 2

5 设备 2

6 试剂和材料 5

7 安全预防措施 5

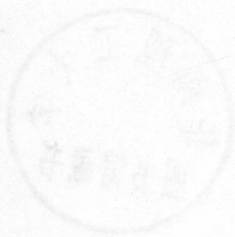
8 试样 5

9 试样安装 6

10 程序 6

11 报告 10

12 试验的评价 11



非金属材料的聚光加速户外暴露试验方法

1 范围

- 1.1 本标准采用以太阳为光源的非涅耳(Fresnel)反射系统来进行非金属材料的加速户外暴露试验。
- 1.2 本标准规定了利用由非涅耳反射系统构成的加速户外暴露试验设备进行非金属材料加速户外暴露试验的方法。本标准给出了所使用的设备(见图 1 和图 2)以及设备的使用导则,以将加速户外暴露试验中的可变因素降至最少。
- 1.3 本标准没有给出针对具体材料的最适宜的试验条件,而仅限于测量方法和过程控制。针对具体材料的试样的准备、试验条件和结果评价可参照已有的标准和规范。
- 1.4 本标准规定的设备和方法可用于确定暴露于日光、热和潮湿下的材料的相对耐久性,前提是假设试验期间发生的对材料加速老化速率起决定性作用的物理和/或化学变化机理没有太大的不同。
- 1.5 本标准规定了统一的试样安装方法和试验过程中的维护程序,也给出了设备和反射系统的维护程序,以保证设备的洁净和具有耐久性。
- 1.6 本标准适用于那些满足 8.2 中尺寸要求的试样。
- 1.7 对于目前使用的设备来讲,本标准不适用于厚度超过 13 mm 的试样,因为试样散热会有问题。
- 1.8 本标准采用国际单位制。
- 1.9 本标准中没有给出采用本标准时应注意的安全事项。在使用本标准前采取适当的安全和保护健康的措施是使用者的责任。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

2.1 ASTM 标准

- ASTM D 859 水中二氧化硅的测试方法¹⁾
- ASTM D 1014 钢基涂料的户外暴露试验操作规程²⁾
- ASTM D 1435 塑料的户外老化试验规程³⁾
- ASTM D 1898 塑料制样规程³⁾
- ASTM D 4141 涂层的加速户外暴露试验规程²⁾
- ASTM D 4517 使用无火焰原子吸收光谱法测定高纯度水中低浓度二氧化硅总量的试验方法⁴⁾
- ASTM E 772 有关太阳能量的术语⁵⁾
- ASTM E 824 户外辐射计的校准转换方法⁶⁾
- ASTM E 891 空气质量为 1.5 时地表法向直射太阳光的光谱辐射换算表⁶⁾
- ASTM E 903 使用积分球测定材料的太阳光吸收率、反射率和传播率的试验方法⁵⁾

1) ASTM 标准年集,11.01 卷。

2) ASTM 标准年集,06.01 卷。

3) ASTM 标准年集,08.01 卷。

4) ASTM 标准年集,11.02 卷。

5) ASTM 标准年集,12.02 卷。

6) ASTM 标准年集,14.02 卷。

- ASTM G 7 非金属材料的大气环境暴露试验规程⁶⁾
- ASTM G 24 通过玻璃过滤的日光下暴露的试验规程⁶⁾
- ASTM G 113 有关非金属材料的自然及人工气候老化试验的专门术语⁶⁾

2.2 其他标准

- SAE J576 使用在光学部件如汽车照明装置的透镜和反射镜中的塑料材料
- SAE J1961 利用太阳光菲涅尔反射装置的汽车外部材料加速暴露

3 术语和定义

术语和定义可参照 ASTM G 113。

4 意义和应用

- 4.1 本标准的试验结果可用于比较经过特定周期试验的材料之间的相对耐久性。任何加速暴露试验都不能视为对自然或现场暴露进行了完全的模拟,只有当针对被试材料的可用于比较的性能等级已经确定后,本标准的试验结果才可视为能够代表自然或现场暴露试验的结果。
- 4.2 由于不同暴露场地的紫外线、潮湿时间、温度、污染物及其他因素的不同,在不同暴露场地进行自然或现场暴露试验的材料的相对耐久性会显著不同,因此,即使某一特定条件的加速试验结果能够较好地比较暴露于某一特定地点的材料的相对耐久性,也不能说明试样在其他地点能够得到同样的结果。
- 4.3 本标准中给出的很多条件都是一个范围,当选择范围内的不同值时,试验结果是不同的。例如,同一材料分批进行试验时,虽然可认为试样进行了同样的暴露试验、经历了同样的试验时间或周期,但老化的程度有可能会显著不同。另外,由于一些重要的气象因素的季节性和年度性差异,户外暴露试验的结果会相应变化。由于材料的不同、使用本标准带来的可变性和户外暴露试验的可变性,不建议使用单一的加速因子,来将 x 小时的加速暴露量和 y 个月或年的户外暴露量相联系。如果要确定加速因子,必须进行足够多次的加速暴露试验,这样就可以用统计方法来分析暴露试验中与失效时间有关的数据。此外,加速因子的使用是建立在假定常规暴露试验和加速暴露试验的老化机理是相同的基础上的。
- 4.4 本标准最好用来比较在同一聚光加速设备上、同一时间进行试验的材料的相对耐久性。由于同类型的暴露设备之间可能存在一定的差异,所以建议不要在以下情况下进行材料耐老化性能的比较:分开进行的相同暴露时间和辐射量的试验,在多个不同设备上进行的相同条件的试验。本标准不应用来评判材料在经过指定时间的加速暴露后是否通过。除非是与同时暴露的参考材料进行老化程度比较,或者已明确了试验中的可变性,才能做出有统计意义的“通过或不通过”型评判。
- 4.5 强烈建议每次试验中至少同时暴露一种控制试样。控制试样应符合专门术语 ASTM G 113 中的要求,控制试样的老化机理应与进行试验的材料的老化机理相同。最好是使用两种控制试样,一种具有相对好的耐久性,一种具有相对差的耐久性。
- 4.6 建议每种控制试样和被试试样至少有 2 个试样,这样才可对试验结果进行统计评价。

5 设备

- 5.1 试验设备。表 1 中循环 1、循环 2 和循环 3 所使用的试验设备基本上是相同的,唯一不同的是试验循环 1 和循环 3 使用的设备多了一套供水系统。试验循环的选择应考虑到材料的最终用途并经相关方认同。
- 5.2 菲涅耳聚光加速户外暴露设备是一个跟踪太阳的设备,其反射镜系统的镜子排列成与一个抛物线型沟槽相切的模式,使设备在运转时太阳光能以近似垂直的角度入射并统一反射到安装在目标区域的试样上,如图 1 所示。

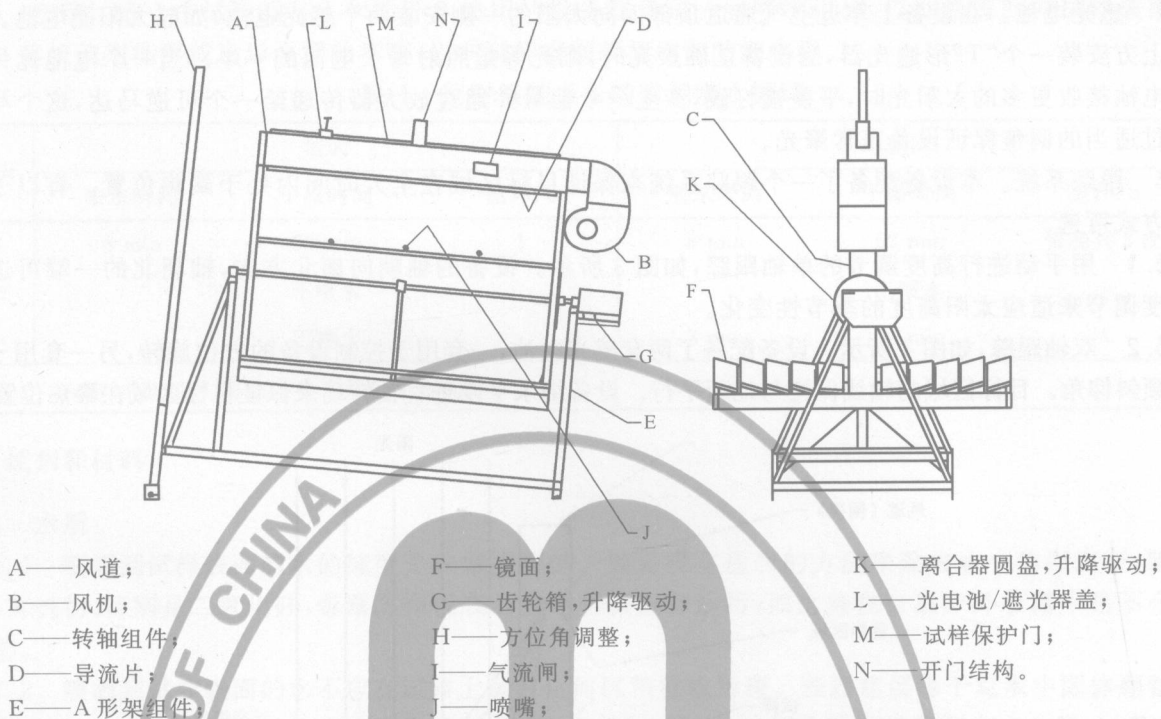


图 1 单轴太阳跟踪聚光加速暴露设备的结构简图

5.2.1 本设备配备了一个风机来冷却试样。目标区域的一个边缘安装着可调节的导流板，将空气导向试样的正面。对于无背衬的暴露试验，气流同时从试样的正背两面通过。这就达到了限制试样表面温度过高的目的，使其不会比同一时间、同一地点、暴露于非聚光自然直射日光下相同试样表面所能达到的温度高 10℃。

5.3 平面镜。目前菲涅耳反射系统使用的平面镜都有一个常规镜面光谱反射率曲线，如图 2 所示。也可以使用其他的平面镜，只要符合 6.2 的要求。

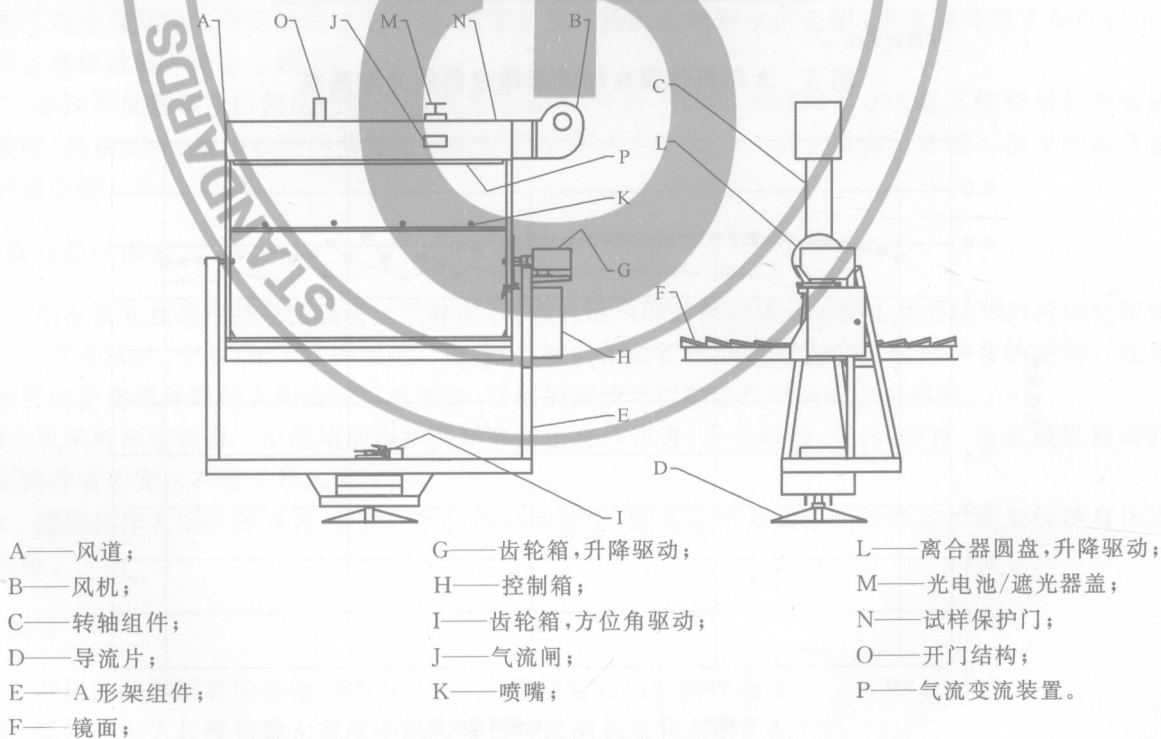


图 2 双轴太阳跟踪聚光加速暴露设备的结构简图

5.4 感光电池。在设备上靠近空气通道顶部面向太阳的一侧安装两个感光电池，如硅太阳能电池。电池上方安装一个“T”形遮光器，当设备正确聚光时，阳光等量照射每个电池的一半。当一个电池比另一个电池接收更多的太阳光时，平衡被打破，产生一个信号并通过放大器传递给一个可逆马达，这个马达通过适当的调整保证设备正常聚光。

5.5 跟踪系统。本设备配备了一个跟踪系统来保证目标区域在全天时间内处于聚焦位置。有以下几种方式可选。

5.5.1 用手动进行高度调节的单轴跟踪，如图 3 所示。设备的轴朝向南北方向，轴朝北的一端可进行高度调节来适应太阳高度的季节性变化。

5.5.2 双轴跟踪，如图 4 所示。设备配备了两套感光电池，一套用于控制设备的方位旋转，另一套用于控制倾斜仰角。目标区域的轴线保持与地面平行。设备绕水平及垂直轴转动来保证目标区域在聚焦位置。

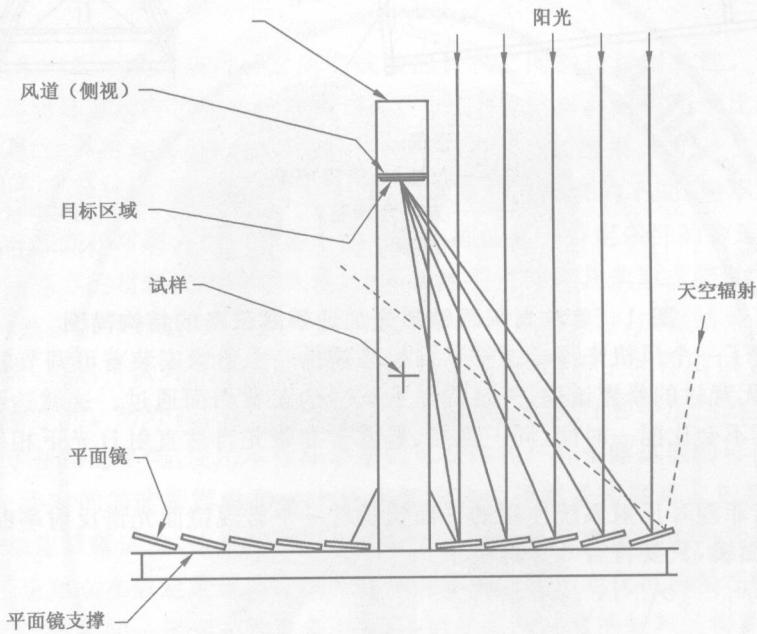


图 3 太阳跟踪聚光加速暴露设备的光学系统

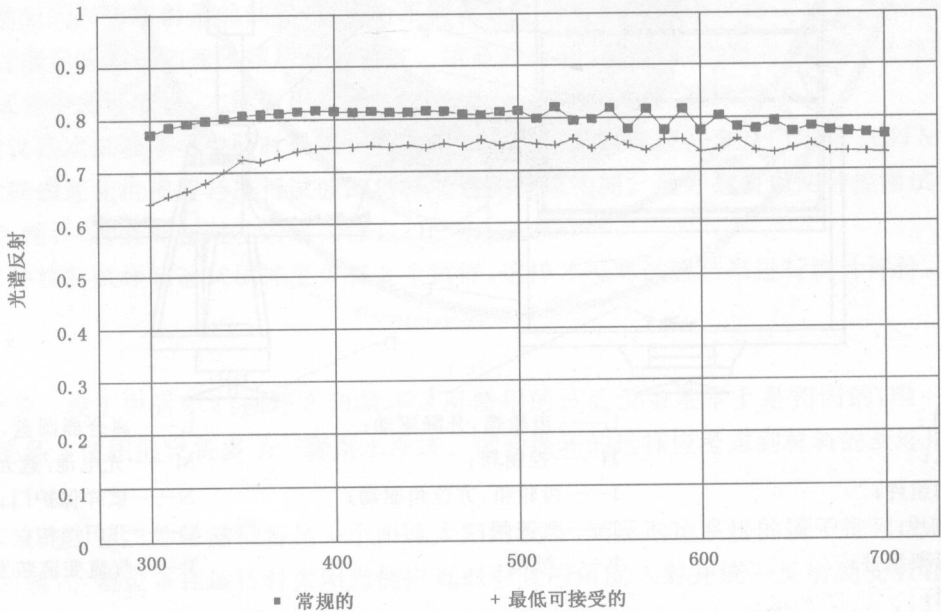


图 4 镜面材料的光谱反射

5.6 喷嘴。表 1 中试验循环 1 和循环 3 使用的设备配备了一套喷嘴组件,以在暴露时向试样表面喷水。建议使用能形成扇形水雾的喷嘴,以向试样表面喷洒均匀的细水雾。

表 1 反射系统设备的常规喷水循环

循环	白天			夜晚		
	喷水时间	干燥时间	循环/h	喷水时间	干燥时间	循环/h
1	8 min	52 min	1	8 min	52 min	每晚共 3 次
2		不喷水			不喷水	
3 ^a		不喷水		3 min	12 min	4
^a ASTM D 4141 的程序 C 中规定了本循环。						

6 试剂和材料

6.1 水质

6.1.1 喷洒到试样表面的水的纯度是非常重要的。如果没有适当的方法来除去水中的阳离子、阴离子、有机物、特别是二氧化硅,暴露的样板表面会产生斑点和沾污,而这些在自然户外暴露中是不会发生的。

6.1.2 喷洒到试样表面的水不应在试样上留下任何沉积物或污斑。强烈建议每千克水中固体颗粒的含量不超过 1×10^{-6} kg,二氧化硅的含量不超过 0.2×10^{-6} kg。二氧化硅含量的测定应参照 ASTM D 859 或 ASTM D 4517。可以买已商品化的设备,这样的设备能检测出每千克水中含量小于 200×10^{-9} kg 的二氧化硅。联合使用去离子和反渗透法处理能够得到要求纯度的水。如果使用的喷洒用水的总溶解固体含量超过百万分之一,必须记录水中的总溶解固体含量和二氧化硅含量。

6.1.3 如果在暴露后的试样表面发现有沉积物或斑点,必须检查水的纯度以确定其是否达到上述要求。在某些情况下,暴露的试样会被细菌产生的沉积物所沾污,这些细菌能够在喷洒用的纯水中生长。如果发现有细菌沾污试样,整个喷水系统必须用氯水漂洗,并在试样继续暴露前彻底清洗。虽然水的电阻并不总是与其中二氧化硅的含量有关,但建议连续检测喷洒用水的电阻,当电阻降至 1 MΩ 以下时,应停止暴露试验并检查水质。

6.2 菲涅耳反射系统所使用的镜子应该是平面的,并且当采用 ASTM E 903 或其他相当的方法进行测量时,其在 310 nm 波长处的紫外线镜面反射率应不小于 65%。图 2 提供了常规可接受的最低镜面反射率曲线。

7 安全预防措施

7.1 当在聚光加速户外暴露设备上工作时,要求有适当的眼保护措施来防止紫外线或红外线对眼睛的损伤。日常维护、安装/卸下试样或进行检查时,反射镜的汇聚光有可能会落在操作者的面部。配备能够较好的防御紫外线的太阳镜是很重要的,镀铝的眼镜可以防止红外线灼伤视网膜。

7.2 风机外部应该有一个耐用的保护网罩来防止意外伤害,并在启动、关闭、维修、检查或更换试样时保证操作者的宽松衣服不卷入风叶。

7.3 建议操作者擦涂防晒剂,穿宽松的长袖衫和裤子,戴宽边帽及其他合适的防护物来保护身体裸露的部位。

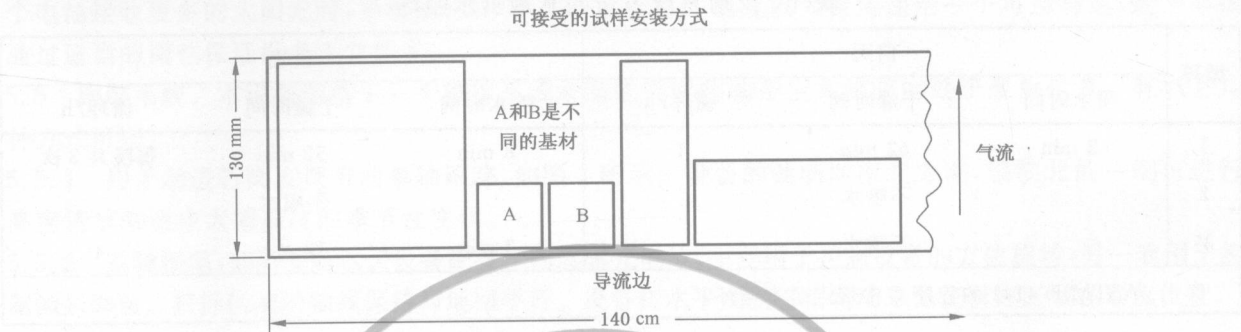
8 试样

8.1 本标准的使用者应遵循 ASTM D 1898 中规定的抽样统计程序。

8.2 试样的最大长度和最大宽度不能大于目标区的长度和宽度。

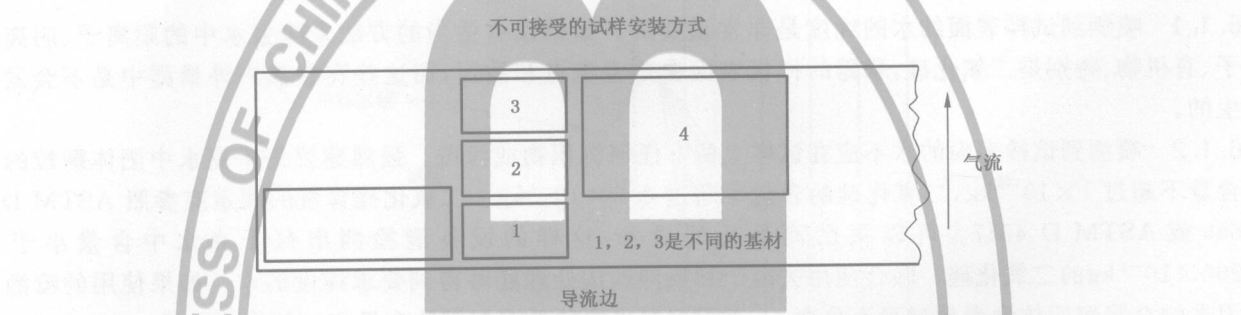
8.3 空气冷却的方法限制了试样的厚度不能超过 13 mm。

8.4 图 5 展示了尺寸小于最大允许尺寸的试样的常规安装方法。紧靠气流安装的试样的导流边应与目标区域的导流边在同一直线上,以免阻挠冷却气流。试样的安装应不影响冷却气流的稳定性。



注: 应保证每个试样有一条边紧靠目标区域的导流边以得到充分冷却。

(a) 正确安装方式



注 1: 试样 1、2、3 前后依次排列。试样架和试样间的缝隙会阻挠气流的通过,影响试样的冷却。

注 2: 试样 4 没有紧靠导流边,无法充分冷却。

(b) 不正确安装方式

图 5 正确和不正确安装试样的示例

9 试样安装

- 9.1 试样应安装在目标区域,面向反射系统以接收从镜面反射并汇聚的日光。
- 9.1.1 非隔热安装。将装在试样架中的试样安装在离目标区域大约 5 mm~6 mm 的位置上。注意在空气供给口和试样架之间保留足够的间隙。调节空气导流板以在试样的暴露面及导流板边缘之间保留 10 mm~14mm 的间隙。
- 9.1.2 隔热安装。将试样直接安装在一块隔热衬板上,如 13 mm 厚的胶合板。
- 9.2 未覆盖金属层的试样建议采用非隔热安装。
- 9.3 可按其他方式进行试样安装,但需由相关方共同认可。
- 9.4 当采用本方法来进行玻璃下的材料的加速暴露时,建议使用 ASTM G 24 中指定的玻璃。

注: 采用循环 2(无喷水)进行玻璃下暴露试验时,应小心调整导流板以使试样得到充分冷却。

10 程序

- 10.1 开始试验时,将设备的光电池太阳跟踪器朝向太阳来获取太阳光,按照要求启动喷水系统。常规喷水循环可参考表 1,也可选用其他喷水循环。
- 10.2 当直射太阳光被云层遮挡,以至于用 6°太阳直射辐射表在 30 min 或更长时间内测定的能量下降到 600 W/m² 或更少时,或直射辐射与用总辐射表测得的法向总辐射量之比小于 75%时,建议停止设备运行。
- 10.3 按照下面的公式确定试样的日照暴露量:

$$H_s = M\rho_s \sum_{i=1}^N H_{di} \dots\dots\dots (1)$$

$$\rho_s = \frac{\rho}{M} \sum_{i=1}^M \cos \theta_i$$

.....(2)

- 式中：
- H_s ——日照暴露量, J/m²；
 - M ——反射镜数量；
 - ρ_s ——以能量计算的镜子的平均镜反射率；
 - ρ ——余弦校正后的镜反射率；
 - N ——暴露的天数；
 - θ_i ——从每一镜子到达试样目标区域的光线的入射角；
 - H_{di} ——在 6°视场范围内每天测得的法向直射日照暴露量。

10.3.1 要确定总日照暴露量(波长为 300 nm~3 000 nm),式(1)中的 H_d 应是辐射对时间的积分。辐射应该用 6°视场的直射辐射表来测量,直射辐射表应按照 ASTM E 824 的要求至少每年校准一次;光谱反射率应该是 295 nm~2 500 nm 波长范围的能重光谱反射率,通过空气质量 1.5 光谱和 ASTM E 891 中列出的程序计算得到。

10.3.2 要确定紫外(波长为 300 nm~385 nm)辐射暴露量,式(1)中的 H_d 应为辐照度对时间的积分。辐射量应由两个紫外辐射表来测量。将一个涂黑的遮光盘放置于其中一个辐射表的上方,如图 6、图 7、图 8 和图 9 所示。这种情况下的日照表仅测量漫射光,排除了 6°视场的光。 H_d 由下面的公式确定：

$$H_{di} = H_t - H_{do}$$

.....(3)

- 式中：
- H_t ——半球形紫外辐射暴露量；
 - H_{do} ——漫射紫外辐射暴露量(排除了 6°视场角内的法向直射日照辐射量)。

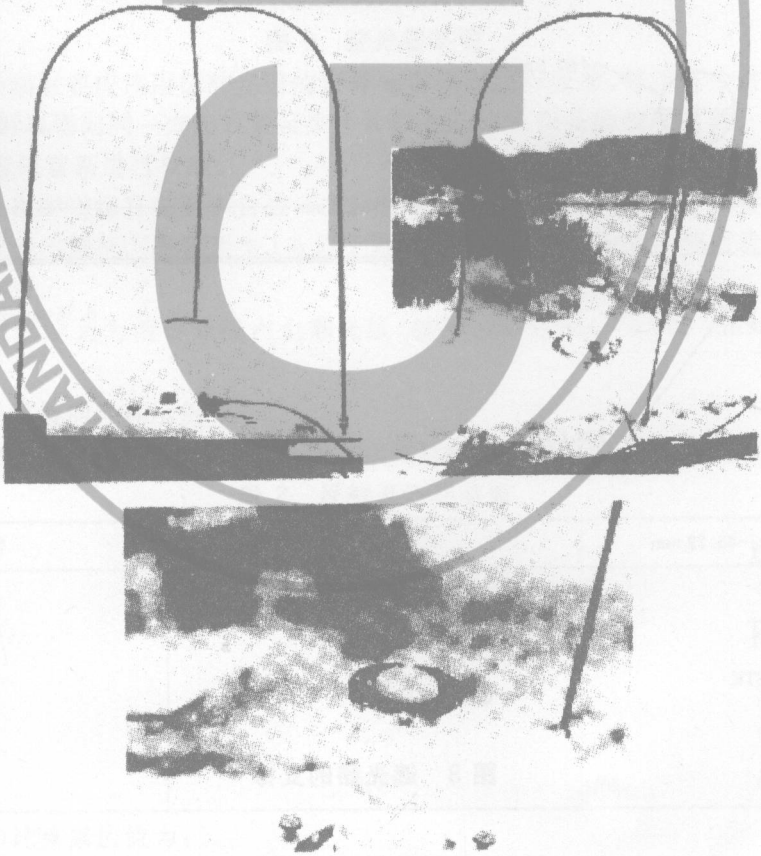


图 6 使用中的遮光器

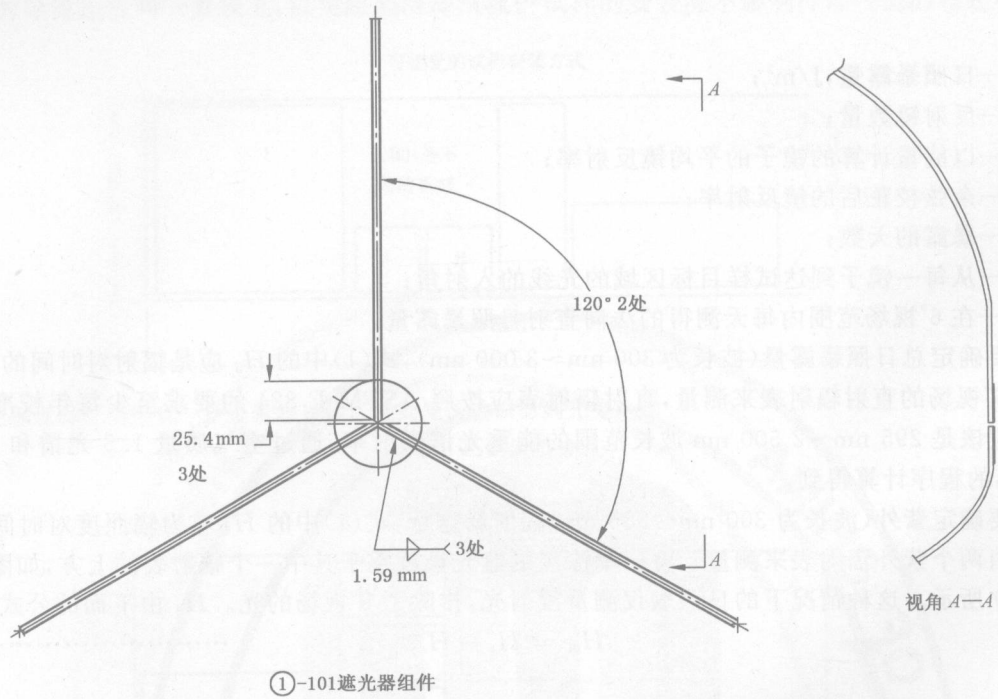


图 7 遮光器和支撑条

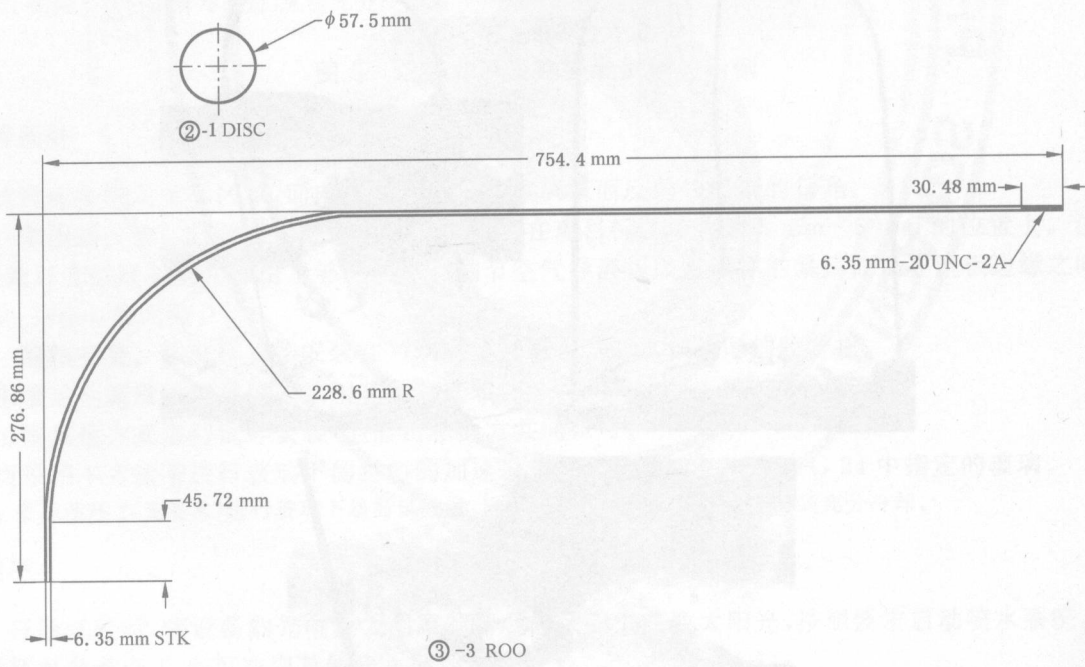


图 8 遮光器的支撑

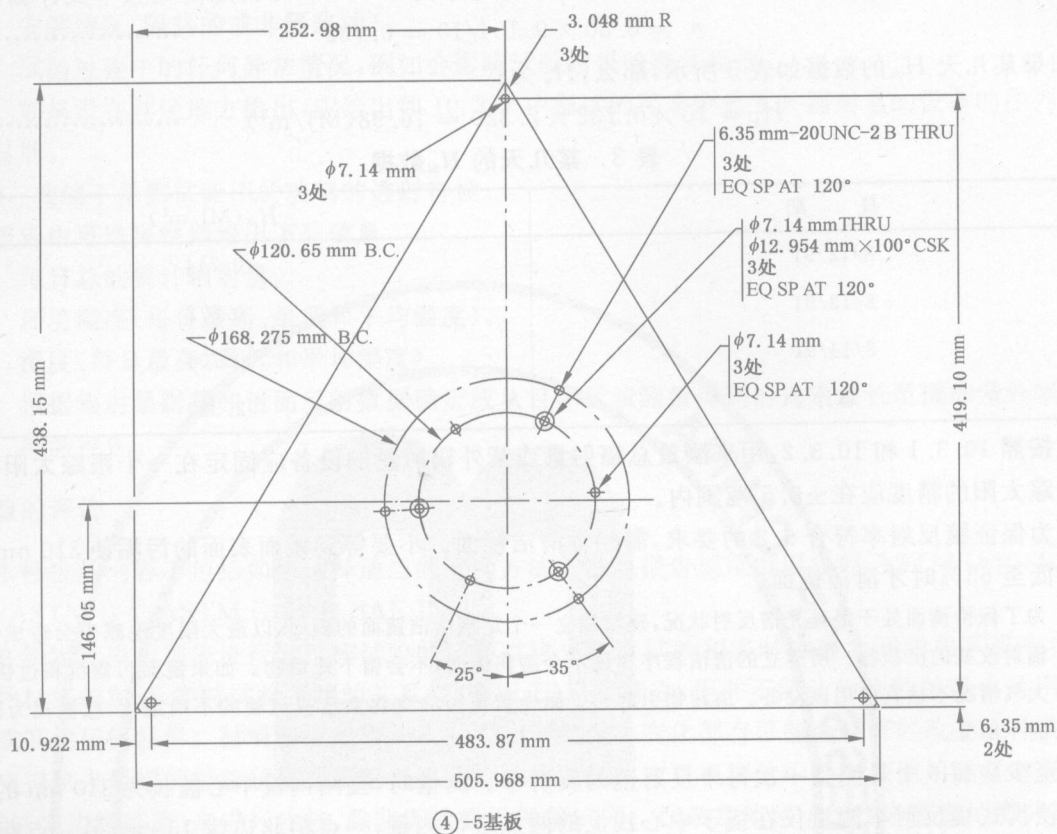


图9 遮光器基板

10.3.2.1 两个紫外辐射表应该用标准光谱的紫外光源同时进行校准,每年至少进行2次。在晴朗天气条件下,将两个辐射表朝向同一方向放置至少1 h 以上来检查设备的校准常数。若两个设备的校准常数相差超过2%,应该重新进行校准。

10.3.2.2 两个紫外辐射表每月应至少自检一次。在晴朗天气条件下,将两个辐射表安放在偏离纬度约15°的方位,在无遮盖的情况下采集至少1 h 以上数据。如果两个辐射表的辐射暴露量相差超过2%,辐射表则需要重新校准。

10.3.2.3 晴朗天气的定义为漫射光线占全部光线(波长为300 nm~3 000 nm)的百分比小于或等于20%。

10.3.3 紫外辐射暴露量的计算示例

10.3.3.1 表2给出了第5章所述设备中10块平面镜倾斜角的假设值。

表2 反射系统的参数

平面镜号	θ_i	$\cos \theta_i$
1,10	34.4°	0.826
2,9	28.7°	0.877
3,8	22.5°	0.924
4,7	15.9°	0.962
5,6	8.8°	0.988

按10.3中式(2)计算累加值为:

$$\sum_{i=1}^M \cos \theta_i = 2 \times 0.826 + 2 \times 0.877 + 2 \times 0.924 + 2 \times 0.962 + 2 \times 0.988 = 9.154 \cdots (4)$$

如果 300 nm~385 nm 之间测得的镜面光谱反射率 ρ 为 80%，即 0.8，则 ρ_s 可按下式计算：

$$\rho_s = 0.80 \times 9.154/10 = 0.732 \dots\dots\dots (5)$$

如果某几天 H_{di} 的数据如表 3 所示，那么， H_s 为：

$$H_s = 10 \times 0.732 \times 2.320 = 16.98(MJ/m^2) \dots\dots\dots (6)$$

表 3 某几天的 H_{di} 数据

日 期	$H_{di} (MJ/m^2)$
8/12/91	0.744
8/13/91	0.872
8/14/91	0.704
总计	2.320

10.4 按照 10.3.1 和 10.3.2，用来测量总辐射量或紫外辐射量的设备应固定在一个跟踪太阳的架上，该架跟踪太阳的精度应在±0.5°范围内。

10.5 为保证镜反射率符合 6.2 的要求，需经常清洁镜面。不要等到镜面表面的污垢使 310 nm 的镜反射率降低至 65%时才清洁镜面。

注：为了保持镜面处于最佳光谱反射状况，建议建立一个定期清洁镜面的程序，以最大限度地减少会造成镜面光谱辐射改变的沉积物。所建立的清洁程序应该不会磨伤镜面，不会留下残留物。如果镜面污物沉积过快，则说明大气情况不适宜使用该设备。由污物引起的镜面光谱辐射的变化会造成试验的不确定性，应被视为试验误差的一部分。

10.6 至少应每 6 个月测量一次每个反射镜的反射率。测量时，使用内设中心波长为 310 nm 的窄带滤光器的便携式镜反射率测量仪在镜子中心线上的两点进行测量，一点距北边缘 15 cm，另一点距南边缘 15 cm。目视检查镜面，测量任何其他不平整的地方的反射率。用实际的平均镜面反射率值更新 ρ_s 。如果被测镜面在 310 nm 处的镜反射率低于 65%，则应更换该反射镜。

10.7 如果测量安装在设备上的反射镜不方便，可在设备上安装一个便于装卸的小块反射镜，以代表整个反射系统的镜面材料。将这一小块反射镜安装在 10.6 中规定的反射镜的紧邻位置。这一小块反射镜的材质和批号必须和设备中使用的反射镜一致，并和设备上使用的反射镜同时安装。至少每 6 个月要对这一小块反射镜在 310 nm 处的镜反射率进行一次测量。如果测量结果低于 65%，则要更换所有的反射镜。

10.8 监控和调节跟踪系统和镜反射系统，保证在白天的任何时刻目标区域的任何位置都能接收到可见的光照。

10.9 按照下列预定计划之一进行取样：

- 10.9.1 预定的紫外或总辐射暴露量；
- 10.9.2 预定的控制试样的变化百分比；
- 10.9.3 预定的初始值变化率，如光泽保持率和颜色变化等。

注：建议进行太阳跟踪聚光加速户外暴露试验的试样为已预先探知了其自然耐候性能的材料。

11 报告

11.1 报告中应包括以下信息

- 11.1.1 喷水循环。
- 11.1.2 如果所使用的水质达不到 6.1 的要求，应注明所使用的水的水质。
- 11.1.3 暴露试验的起止日期。
- 11.1.4 385nm 以下的紫外辐射暴露量，单位为 MJ/m²。
- 11.1.5 总辐射暴露量，单位为 MJ/m²。

11.1.6 所有试样的准确标识。

11.1.7 安装情况(隔热的或非隔热的)。

11.1.8 试验过程中的任何异常情况,例如会影响试验结果的温度极值。

11.1.9 如果没在其他地方给出,应给出如 10.3.2 中描述的用来测量紫外辐射量的设备的序列号和最近校准日期。

11.1.10 玻璃下暴露试验用的玻璃的透射特性。

11.2 报告中可选择性地给出下列信息

11.2.1 每日总的累计辐射量。

11.2.2 环境温度(每日最高、最低和平均温度)。

11.2.3 湿度(每日最高、最低和平均湿度)。

11.2.4 根据辐射暴露量和镜面反射数据确定或从目标区域测量得到的选定波长范围的紫外辐射量。

11.2.5 检测报告。

12 试验的评价

12.1 本标准的内容不包括如何选择适当的试验方法。常规报告规范可以参照 ASTM D 1014、ASTM D 1435、ASTM G 7、ASTM G 24 和 SAE J576。

12.2 在特定环境中预先进行过气候试验的试样对建立加速试验和实时试验之间的关系是有帮助的。即使某种材料的加速-实时试验之间的关系(加速因子)已经确立,但并不能认为这种关系也适用于其改性材料或其他任何材料。材料组成或所加入的添加剂的微小变化都有可能显著的改变这种关系。

12.3 应提供未暴露的保留试样来确保目视评价的准确度。在目视评价中不应该使用试样未暴露的部分(被试样架边缘遮盖)来进行比较,除非无法提供保留试样。如果是使用了试样未暴露的部分来比较,报告中应明确注明。
