



中华人民共和国国家标准

GB/T 3681.1—2021/ISO 877-1:2009

部分代替 GB/T 3681—2011

塑料 太阳辐射暴露试验方法 第 1 部分：总则

Plastics—Methods of exposure to solar radiation—Part 1: General guidance

(ISO 877-1:2009, IDT)

2021-12-31 发布

2022-07-01 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 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 原理 2

5 装置和仪器 2

6 试验样品 4

7 试验样品的暴露条件 5

8 暴露周期 6

9 方法 7

10 结果表示 8

11 试验报告 8

附录 A (资料性) 气候分类 10

参考文献 12

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 3681《塑料 太阳辐射暴露试验方法》的第1部分。GB/T 3681 已经发布了以下部分：

——第1部分：总则；

——第2部分：直接自然气候老化和暴露在窗玻璃后气候老化。

本文件作为 GB/T 3681 的总则部分，代替 GB/T 3681—2011《塑料 自然日光气候老化、玻璃过滤后日光气候老化和非涅耳镜加速日光气候老化的暴露试验方法》中相关指导试验方法 A、方法 B 和方法 C 的总则性技术内容，与 GB/T 3681—2011 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了“术语和定义”的内容(见第3章,2011年版的第3章)；
- b) 更改了“装置和仪器”中关于惰性材料、背衬的具体要求(见5.1,2011年版的5.1)；
- c) 更改了测量辐照量仪器及其校准要求,应符合 ISO 9370(见5.2.1,2011年版的5.5.1)；
- d) 更改了总紫外辐射表的通带,从“300 nm~400 nm”改为“290 nm~400 nm”(见5.2.1.4、8.3.2.3,2011年版的5.5.1.3、8.2.1.2)；
- e) 更改了“测量其他气候因素的仪器”的内容(见5.2.2,2011年版的5.5.3)；
- f) 增加了“试验样品的暴露条件”“参照材料的安装”(见第7章、9.2)；
- g) 删除了“蓝色羊毛标样”“辐射表和材料标准物的安装”以及“用蓝色羊毛标样测试辐射量”(见2011年版的8.2.2、9.2、附录A)；
- h) 更改了“暴露周期的表示”及“气候条件”的内容(见10.2、10.3,2011版的10.2)；
- i) 增加了“气候分类”(见附录A)；
- j) 删除了“中国的气候区划和气候特征”(见2011年版的附录B)。

本文件等同采用 ISO 877-1:2009《塑料 太阳辐射暴露试验方法 第1部分：总则》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——为解释“胶瘤”一词，增加了9.1的注1；

——提供我国的基准测试气候地区，在附录A的表A.1增加了注2。

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、北京天罡助剂有限责任公司、山东道恩高分子材料股份有限公司、广东聚石化学股份有限公司、黑龙江鑫达企业集团有限公司、陕西延长涇渭新材料科技产业园有限公司、广东华标检测中心有限公司、ATLAS 亚太拉斯材料测试技术有限公司、会通新材料股份有限公司。

本文件主要起草人：马玫、刘罡、赵磊、铁文安、朱红芳、杨鑫、谢新宏、程舸、吴擢、李靖、陈新泰、田小艳、张燕莉、曹玲玲。

本文件于1983年首次发布；2000年第一次修订；2011年第二次修订时，并入了 GB/T 14519—1993《塑料在玻璃板过滤后的日光下间接曝露试验方法》的内容；本次为第三次修订。

引 言

太阳辐射暴露试验方法是评价材料户外耐候性的重要方法。GB/T 3681《塑料 太阳辐射暴露试验方法》提供了塑料在特定环境、设定暴露周期暴露后发生相关变化的试验方法,拟由三个部分构成。

——第1部分:总则;

——第2部分:直接自然气候老化和暴露在窗玻璃后气候老化;

——第3部分:聚集太阳辐射的加速自然气候老化。

考虑 GB/T 3681—2011《塑料 自然日光气候老化、玻璃过滤后日光气候老化和菲涅耳镜加速日光气候老化的暴露试验方法》中的方法 C 在国内应用少,本次尚未按 ISO 877-3 对方法 C 进行修订。因此,本文件只是部分代替 GB/T 3681—2011,其中方法 C 可继续使用,若菲涅耳反射聚光器在技术上已更新,推荐按照 ISO 877-3 进行方法 C 的暴露试验。

当塑料在太阳辐射下暴露时,需要采用 GB/T 3681 三个部分中规定类型的户外暴露试验来评估塑料的性能变化。这些试验结果仅宜用于表征按照直接自然老化(GB/T 3681.2—2021,方法 A)、经玻璃过滤太阳辐射的非直接自然老化(GB/T 3681.2—2021,方法 B)以及聚集太阳辐射(ISO 877-3)中所述的方法进行暴露引起的变化。在相同地点不同时间按照 GB/T 3681 的任何部分进行重复暴露时,其试验结果会存在一些差异。对于那些在一年或者更短时间暴露后即出现显著变化的材料,这一点尤为重要。通常,按本文件规定进行太阳辐射暴露测试来确定材料的性能范围时,有必要在同一地点不同的时间开展重复试验。由于气候类型对于材料的降解速率和降解类型有重大影响,因此全面评价材料的户外耐候性就需要在不同气候类型下进行暴露试验。按照 ISO 877-3 进行的太阳辐射聚集型暴露试验,由于太阳紫外辐射会随年和季节发生变化,其暴露周期依据太阳紫外总辐照量来确定。

ISO 877-3 中的菲涅耳反射聚光器,把太阳辐射充当紫外辐射源,用于对许多塑料进行加速户外老化试验。

附录 A 给出了世界各地气候分类及特征。

通常选择的试验方法是材料暴露在任一特定气候最苛刻的条件中。宜牢记,在大多数情况下,实际暴露条件的苛刻程度可能低于本文件中所规定的,因此在解读结果时宜给予相应的考量。例如,与水平成 90° 角垂直暴露对塑料的老化作用要比接近水平暴露的轻得多,尤其在太阳处于高天顶角,光照最强的热带地区。

材料在朝向南北极暴露时,受到的太阳辐射小于朝向赤道方向,因此降解可能性小很多。然而,对于易受湿度或微生物生长影响的材料,长时间处于潮湿状态,往往具有重要研究意义。

塑料 太阳辐射暴露试验方法

第1部分：总则

1 范围

本文件提供了有关选择、使用 GB/T 3681 详细描述的太阳辐射暴露方法的信息以及总则。这些太阳辐射的暴露方法适用于各种塑料原料、制品和零部件。

本文件还描述了测量辐照量的方法。

本文件不适用于使用黑箱试验装置的直接自然老化,该装置可以在一些应用中模拟较高的最终使用温度。

注: ASTM G7 和 ASTM D4141 描述了黑箱暴露试验。

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 3681.2—2021 塑料 太阳辐射暴露试验方法 第2部分:直接自然气候老化和暴露在窗玻璃后气候老化(ISO 877-2:2009,IDT)

ISO 291 塑料 试样状态调节和试验的标准环境(Plastics—Standard atmospheres for conditioning and testing)

注: GB/T 2918—2018 塑料 试样状态调节和试验的标准环境(ISO 291:2008,MOD)

ISO 472 塑料 术语及其定义(Plastics—Vocabulary)

注: GB/T 2035—2008 塑料术语及其定义(ISO 472:1999,IDT)

ISO 877-3 塑料 太阳辐射暴露试验方法 第3部分:聚集太阳辐射的加速自然气候老化(Plastics—Methods of exposure to solar radiation—Part 3: Intensified weathering using concentrated solar radiation)

ISO 2818 塑料 试样的机加工制备(Plastics—Preparation of test specimens by machining)

注: GB/T 39812—2021 塑料 试样的机加工制备(ISO 2818:2018,IDT)

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 老化试验辐照量的仪器测定 总则和基本试验方法(Plastics—Instrumental determination of radiant exposure in weathering tests—General guidance and basic test method)

ASTM G179 自然老化试验用金属黑板及白板温度设备的标准规范(Standard Specification for Metal Black Panel and White Panel Temperature Devices for Natural Weathering Tests)

ASTM G183 现场用总辐射表、直接辐射表和紫外辐射计的使用规范(Standard Practice for Field Use of Pyranometers, Pyrhemeters and UV Radiometers)

3 术语和定义

ISO 472 和 ISO 9370 界定的术语和定义适用于本文件。

注：ASTM G113 定义了用于人工加速和自然气候老化暴露的术语。已提议提交这些定义，纳入到 ISO 472 和/或 ISO 9370 或 ISO 877(视情况而定)。

4 原理

将符合测试规定的试样或从样品直接裁剪出来的片状及其他形状试样暴露在直接自然太阳辐射(GB/T 3681.2—2021, 方法 A)、窗玻璃过滤太阳辐射(GB/T 3681.2—2021, 方法 B)或使用菲涅耳反射聚光器的聚集太阳辐射(ISO 877-3)下,在规定的暴露周期后,将试样取出,如果需要表征性能,则测定光学性能、力学性能或其他相关性能的变化。暴露周期可以是给定的时间段,也可以用给定的总辐照量或紫外辐照量来表示。由于用辐照量表示暴露周期可使光谱辐照度随气候、地点和时间变化的影响最小化,因此,当暴露的主要目的是确定耐太阳辐射时,宜选用紫外辐照量来表示暴露周期。

首选的方法是利用仪器测定辐照度,并用积分法给出在一个时段内的辐照量。

注 1: 标准物暴露在太阳辐射下的颜色或者其他性能的变化可以用来确定辐照量。用这种方法确定的辐照量比通过实际测量太阳辐射确定的辐照量可靠性低。

按照 GB/T 3681.2—2021 中的方法 A 或者方法 B 得到的暴露结果与按照 ISO 877-3 得到的暴露结果相比较时,宜考虑试样温度、紫外辐照量水平及水分沉积的差异。此外,把 GB/T 3681.2—2021 中的方法 B 与 ISO 877-3 相比较时,被用作过滤器的玻璃或者其他透明材料必需要相同。必需基于一致的辐照量水平才能把 ISO 877-3 的结果与 GB/T 3681.2—2021 中的方法 A 或者方法 B 的结果相比较。

可以监测试验过程中的气候条件并和其他暴露条件一同报告。

推荐将已知特性的相似材料作为对照物与试验材料同时进行暴露。

除非另有规定,用于测定颜色和力学性能变化的试样在无变形状态下暴露。

GB/T 3681.2—2021 中的方法 B 排除了风和雨的影响,ISO 877-3 中的设备通常能够以喷淋的方式提供水分。

通常用在湿热和干热的气候下的暴露试验来衡量塑料等材料的户外耐候性,有关气候分类的信息可详见附录 A。

注 2: 关于不同气候及不同暴露参数对户外暴露结果可能产生变化的影响,更详细的信息可参见 ASTM G141。

5 装置和仪器

5.1 总体要求

应使用由适合的试验支架组成的试验暴露装置。支架、夹具和其他固定装置应由不影响试验结果的惰性材料制成。耐腐蚀的铝合金、不锈钢或陶瓷均适用,还可以使用未经处理的木材,但木材在湿度高的地区容易腐烂。不应使用经防腐剂处理的木材、铜及其合金、锌及其合金、铁及非镀锌钢。材料的热性能不同会影响表面温度,从而影响试验结果。在试验样品附近不宜使用铜及其合金、锌及其合金、

铁及非不锈钢、镀锌及电镀金属以及非上述许可的木材。

如果需要用背衬来支撑试验样品或模拟特定的最终使用环境,则背衬应是惰性材料。对于需要用支撑来防止松弛、下垂但不需要背板来提高温度的试验样品,或者不需要无孔隙背板的试样,宜用细股钢丝网、开孔的铝或不锈钢板来支撑。金属网为 16 号~18 号(直径约 1.2 mm~1.6 mm)的金属丝,其网孔约为 12 mm~13 mm。开孔背衬推荐开孔面积为表面积的 60%~70%。

对于在成品上进行的试验,推荐尽可能模拟实际使用的固定装置。

GB/T 3681.2—2021 给出了设计户外暴露架的具体要求,ISO 877-3 给出了太阳聚光器的具体要求。

5.2 测量气候因素的仪器

5.2.1 测量辐照量的仪器

5.2.1.1 要求

所有测量辐照量的辐射表都应符合 ISO 9370 的要求,并应至少每年进行一次校准。按照国家或者国际的辐照度测量的基准文献进行校准。下面列出了几种测量辐照量的仪器。

5.2.1.2 总辐射表

总辐射表是一种在水平安装时测量太阳总辐射或以一定角度安装时测量半球辐射的辐射表。本文件的总辐射表应满足或高于 ISO 9370 中指定的二级总辐射表要求。此外,总辐射表应每年至少校准一次,如另有规定则需更频繁,校准要求见 ISO 9370。

5.2.1.3 直接辐射表

直接辐射表是测量给定平面上法向直射辐照度的辐射表。直接辐射表应满足或高于 ISO 9370 中指定的一级直接辐射表的要求。此外,直接辐射表应按照 ISO 9370 中的校准要求每年至少校准一次。

5.2.1.4 总紫外辐射表(TUVRs)

当用总紫外辐射表确定暴露周期时,辐射表的通带对 290 nm~400 nm 光谱范围的辐射接收应最大化,并且为了包括紫外的天空辐射,应对其进行余弦修正。总紫外辐射表应至少每年校准一次,如另有规定则需更频繁,校准应按照国家或者国际的辐射测量基准文献要求进行。

注:传统上,紫外辐射表的测量范围是 295 nm~385 nm。使用具有不同波长测量范围的辐射表,例如可以测量到 400 nm 的辐射表会导致被记录的紫外辐照量比仅能测量到 385 nm 的辐射表测量到的紫外辐照量高出 25%~30%。ISO 9370:2017¹⁾附录 A 提供了更多有关总紫外辐射表在测量长波紫外辐射之间存在的差异而导致紫外总辐照量差异的信息。

5.2.1.5 窄带紫外辐射表(NBUVRs)

如果在以固定角度自然暴露或经玻璃过滤暴露中配合使用窄带紫外辐射表,当用其来确定暴露周期时,辐射表应进行余弦修正。如果辐射表在根据 ISO 877-3 规定的聚集太阳辐射装置上配合使用时,辐射表的可接收角应超过装置反射镜系统的有效视场。在上述任一情况下,辐射表均应每六个月至少校准一次,如果要求确保设备常数的稳定性,则需要更频繁地校准。

1) ISO 原文中引用的是 ISO 9370:2009,该版标准已被 ISO 9370:2017 替代,此处引用文件改为 2017 版,相关引用内容适用。

5.2.2 测量其他气候因素的仪器

用于测量气温、试样温度、相对湿度、降雨量、润湿时间、光照时间、黑标或白标温度、黑板或白板温度的仪器应与所采用的暴露方法相适宜,并应由相关方约定。除非另有规定,如果需要测量黑板或白板温度,则应按照 ASTM G179 的规定来安装、校准和维护面板;如果需要测量黑标或白标温度,则应按照 ISO 4892-1 的规定来安装和维护面板。

注 1: 润湿时间通常采用原电池或其他电气设备的方法来测定。ASTM G84 中描述了一种用小型的原电池装置测量润湿时间的步骤。但由于测试结果的不一致,几个主要的户外老化测试仪器的供应商已经停止生产这种传感器。

注 2: 本文件出版时,还没有已认可的用于户外的黑标或白标温度计的标准化校准技术。

注 3: 黑标温度计或黑板温度计均可使用。在通常的暴露条件下,黑标温度计指示的温度要高于黑板温度计。

6 试验样品

6.1 试验样品的类型、形状和制备

试验样品的制备方法对其表面耐候性有显著的影响,因此试样的制备方法应由相关方约定。所用方法宜与常用于处理典型应用材料的方法密切相关。检测报告应包括试验样品制备方法的完整说明。

试验样品的尺寸通常符合暴露后待测性能所用适当测试方法的规定。当需要确定特定类型产品的老化行为时,宜尽可能对产品本身进行暴露。

如果试验材料是可以挤出、模塑的粉状、片状、粒状或其他未经加工的形式存在的聚合物,应采用适当的方法把原料制成片材,并从中裁取待暴露的试样。试样的确切形状和尺寸由所测性能的特定试验方法来确定。从较大的片材或材料上机加工或切割单个试验样品的步骤可能会影响性能测试的结果,由此影响试样的表面耐候性能。试验样品制备方法可参考 ISO 293、ISO 294-1、ISO 294-2、ISO 294-3、ISO 295、ISO 2557-1 和 ISO 3167,这些文件中的方法都是符合要求的。

在某些情况下,用于测试性能的单个试样可能需要从已经暴露过的较大试样上裁下来,例如,对于可能会在边缘分层的材料,宜以较大片的形式暴露并在暴露后裁取试验样品。当试验样品是从暴露后的较大试样上裁取时,任何切割或加工操作对单个试验样品性能的影响通常会增大。这点在暴露后会变脆的材料上尤其显著。根据 ISO 2818 中的步骤,用机械加工法制备试验样品。除非有规范或标准明确要求,不要从已经暴露过的大试样上裁取试样。

从暴露过的片材或大块物品上裁取试验样品时,宜在距离夹具或被暴露试样边缘至少 20 mm 的区域取样。在试验样品制备过程中,不应去除被暴露面的任何部分。

在暴露试验中进行材料比对时,采用尺寸及暴露面积相近的试验样品来比较。

使用在暴露过程中耐用的且不影响性能检测的标志做试样和对照物的标签。ASTM G147 提供了指引。

不要用裸露的皮肤去触碰试样暴露的表面或者暴露装置的光学部件,因为皮肤上沉积的油脂可能起紫外线吸收剂的作用,或者含有影响试样降解的污染物。

6.2 试验样品的数量

各试验条件或各暴露周期的试验样品数量应与暴露后性能测试的相关试验方法所规定的数量相同。就力学性能测试而言,推荐暴露试验样品的数量为相关标准要求的两倍,因为老化后材料的力学性能在测试中会出现较大的标准偏差。

如果所测性能的试验方法中没有规定暴露试验样品的数量,那么推荐在各暴露周期为每种材料准

备至少三个平行试样。

当所测性能是破坏性试验时,所需要试验样品的总数则由暴露周期的个数以及未暴露的存放样品是否与暴露试样一同进行测试来决定。

已知耐候性的对照物宜包括在每次暴露试验中。推荐使用已知具有较差耐候性和较好耐候性的对照物。对照物的样本数量宜与试验材料的样本数量相同。

当进行不同暴露场地间的比较时,需要相关方对用于比较的试样数量达成一致意见。

6.3 状态调节和贮存

如果试验样品、对照物样品是从较大部件上切割或者机加工得来的,那么在制备后应按照 ISO 291 的规定进行状态调节。为了便于制备,在某些情况下需要在切割或机加工前对片材进行预处理。

当需要通过试验来评价被暴露材料的力学性能时,试样应在所有性能测试前进行适当的状态调节。如适用,试样的状态调节按照 ISO 291 的规定进行。某些塑料的性能对含水量非常敏感,尤其是在极端气候条件下暴露的试样,进行状态调节的时间可比 ISO 291 规定的更长。

存放样品应避光贮存在实验室环境下,最好选用 ISO 291 给出的标准环境中的一种。

有些材料在避光贮存时会发生变色,尤其是老化后。因此,暴露结束后一旦暴露面干燥,应尽快对其进行颜色测定或目视比较。

如果相关方协商一致,试样可以贮存在较低温度下,以避免发生类似的暗反应。暴露结束后每隔一段时间对试样进行评估,可以提供其结束暴露后在颜色或者其他性能变化方面的信息。

7 试验样品的暴露条件

7.1 气候分类

塑料可以在很多不同的气候中应用。气候通常分为六个气候带,每个气候带又分为多种气候类型。附录 A 给出了一个通用的气候分类系统。当塑料在不同类型的气候中暴露时,降解速率、降解类型会有显著差异。塑料在伴有高强度太阳辐射的湿热和干热气候中暴露时,往往可以最快地获得其耐候性指标。

7.2 试样的暴露方式

除非另有规定,试验样品应在无变形状态下暴露。如果试样在变形下暴露,那么产生形变的确切步骤应记录在检测报告中。

塑料常用的两种暴露方式如下。

- a) 无背板暴露:试样固定在试验架或者框上,试样的前后有自由流通的空气。在这种暴露条件下,试样的各个面都受到天气的影响。如果试样需要额外的支撑来防止其在暴露过程中的扭曲或变形,试样可以放置在金属丝网上。
- b) 有背板暴露:试样在暴露过程中附在一个无孔隙背板上,背板材料应是胶合板。胶合板的厚度以及所用涂层的类型应经相关方协商一致并记录在报告中。使用有背板暴露时,试样温度的最大值将会更高。

没有具体指定暴露方式时,应采用无背板暴露。具体的试验条件取决于所选定的方法,可直接参考本文件中的相应部分。

注:因为背衬会影响试样非暴露面的热绝缘情况,所以背板或普通支撑会对暴露的试验样品温度产生显著的影响。

如果将试样附在小块背衬材料上,那么它的最高温度可能低于附在大块的背衬材料上。

如果材料的预期用途需考虑与特定的背衬材料直接接触,那么可修改试验条件来满足。

8 暴露周期

8.1 注意事项

材料即使在暴露场地和暴露周期均相同的试验中重复进行暴露,其产生的变化也会有所不同。为了提供材料在特定地点指定暴露周期下发生典型变化的量,材料需要在相同地点不同时间下进行多次暴露。在相似的气候、相同的暴露周期条件下,材料变化的量也可能随暴露场地而不同。在不同的气候条件下,材料变化的量会随着暴露场地的不同而有显著的差异。要全面地评价塑料材料或制品的耐候性,需要在几种不同的气候条件下进行暴露。

试验样品性能变化的暴露周期通过以下方法确定。

8.2 暴露持续时间

暴露周期可用日、周、月或年计的总时间来指定。

8.3 太阳辐照量

8.3.1 要点

太阳辐照量是导致塑料在环境暴露过程中老化最重要因素之一,因此可以根据试样接收的太阳辐照量来确定暴露周期。如不采用太阳总辐照量来确定暴露周期,推荐测量并记录每个暴露周期的太阳总辐照量或太阳紫外总辐照量。

8.3.2 太阳辐照量的仪器测量法

8.3.2.1 总体要求

测量太阳总辐照量、宽带紫外辐照量和窄带紫外辐照量的太阳辐射测试方法,应按照 ISO 9370 和 ASTM G183 的规定进行。

8.3.2.2 太阳总辐照量

太阳总辐照量包括来自太阳的紫外辐射、可见辐射和红外辐射,用 MJ/m^2 表示。

8.3.2.3 规定波长范围的辐照量

太阳总辐照量除了紫外辐射和可见辐射外,还包括太阳辐射中所有的红外辐射部分。尽管红外辐射可能影响暴露试样的温度,但鉴于红外辐射对塑料的老化无直接的光化学作用,把对太阳辐射的测量限制在光化学活跃的紫外波长区域内可更有效。

太阳紫外辐射可使用宽带波段为 290 nm~400 nm 的总紫外辐射表测量,或者,也可选择使用窄带紫外辐射表来确定暴露周期,例如 340 nm,用 $\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{nm})$ 表示。

注:最广泛使用的一种宽带紫外辐射表测量的波长范围是 295 nm~385 nm。辐射表测量的通带稍有不同,会导致太阳紫外总辐照量的结果有差异。ISO 9370 给出了这些差异更详细的信息。

太阳紫外辐照量应用 J/m^2 表示,并且应包含所测量紫外辐射的通带信息。

9 方法

9.1 试验样品的安装

按照 7.2 中描述的暴露方式来选择适当的惰性材料夹具将试验样品安置在试样架上或合适的支架上。试样框架上样品夹持位置间留有足够空间,确保样品的暴露面积足够后续的光学或力学性能测试。确保将需要测试力学性能的试样按照诸如缺口样条、胶瘤样条进行正确安装。确保固定方式不会对试样施加明显的应力。

注 1: 胶瘤是在两个被粘物连接处填充拐角或夹角所形成的部分粘合剂(见 GB/T 2035—2008 中术语 2.379)。

推荐准备并保留一份安装位置的方案、图表或照片,以便将来参考。

如果需要,在暴露过程中可以用一个不透光、耐老化的遮盖物保护每个试验样品的一部分,以提供一个被遮挡的未暴露区与相邻的暴露区进行对比。这种方法有利于检查暴露试验的进度,但是报告的数据应始终与未暴露的存放样品相比较,以便提供由暴露引起颜色变化的明确判定。

GB/T 3681.2—2021 和 ISO 877-3 暴露方法中有关试样安装的详细信息已规定在相关文件中。

注 2: 将已知性能的对照物与试验材料同时暴露是有用的,这样试验材料的性能就可以根据已知材料的耐候性进行排序。

9.2 参照材料的安装

如果使用参照材料,它们应与试验样品以相同的方式安装,确保可供参考,除非另有说明。参照材料安装在尽可能靠近试验样品的位置。

注: 在过去,为检验纺织品色牢度而开发的蓝色羊毛标样被用于塑料的检测鉴定。当用来确定塑料暴露周期时,公认该方法有严重的局限性。

9.3 气候观测

如果有需要,记录所有可能影响暴露试验结果的气候条件和变化(见 10.3)。

9.4 试验样品的暴露

除非另有规定,在暴露过程中不应清洁试验样品。如果需要清洁,用蒸馏水或纯度相当的水,并注意不要因摩擦或其他原因而破坏试样的老化表面。

定期检查和维持试验场地,加固松动的试验样品,记录试验样品的状况,并修复破损或失效的装置,尤其是在暴风雨后。

GB/T 3681.2—2021 和 ISO 877-3 中暴露方法有关试样安装的详细信息已规定在相关文件中。

9.5 性能变化的测定

将试验样品暴露适当的周期,然后从试样架上取下,按照 ISO 4582 或其他相关文件测定其外观、颜色和光泽或其他物理性能的变化。

暴露后的试样按要求进行状态调节,尽快进行测试并记录暴露结束点和测试起始点之间的时间间隔。

根据已有的相同或相似材料的暴露结果,考虑是否有必要调整随后试样的取样次数来提高暴露和(或)测试的试验方案价值。

10 结果表示

10.1 性能变化

如需表述某个或相关性能的变化,宜按照 ISO 4582 或其他相关文件规定的程序和试验方法。

10.2 暴露周期的表示

暴露周期应至少以下列方式之一来表示(见第 8 章):

- a) 太阳紫外总辐照量,用兆焦每平方米(MJ/m^2)表示;
- b) 太阳总辐照量,用兆焦每平方米(MJ/m^2)表示;
- c) 规定波长范围的紫外辐照量,用焦耳每平方米(J/m^2)表示;
- d) 实际经历暴露的时间,视情况用日、周、月、年表示。

当使用菲涅耳反射聚光器时,参考 ISO 877-3 确定暴露周期。

10.3 气候条件

一些不同气候的观测信息可以用来描述暴露过程中的气候条件。这些观测信息的部分清单如下。

- a) 温度
 - 日最高温度的月平均值;
 - 日最低温度的月平均值;
 - 日平均温度的月平均值;
 - 月最高温度和最低温度。
- b) 相对湿度
 - 日最大相对湿度的月平均值;
 - 日最小相对湿度的月平均值;
 - 日平均相对湿度的月平均值;
 - 月相对湿度范围。
- c) 降水量
 - 月总降水量,用毫米(mm)表示。
- d) 润湿时间
 - 月总润湿时间,用小时(h)表示。
- e) 其他观测信息。

还可记录其他观测信息,如风速和风向、大气污染的发生率和性质、已测定的紫外总辐照量以及当地的任何特殊环境。

11 试验报告

试验报告应包括下列内容。

- a) 试样的详细描述,由申请检测的个人或者机构提供:
 - 1) 试样及其来源的完整描述;
 - 2) 混料的细节,包括合适的塑化时间和温度。
- b) 试验样品制备方法。

- c) 采用的暴露方法(GB/T 3681.2—2021 中的方法 A 或方法 B,或者 ISO 877-3 的方法)。
- d) 暴露试验的详细描述:
 - 1) 暴露方位(例如倾斜和方向);
 - 2) 如有需要,暴露场地及其他有关位置的详细信息,例如纬度、经度和海拔高度等;
 - 3) 如有需要,气候带和气候类型(更多详细信息参考附录 A);
 - 4) 已使用的遮盖物、背板和支撑物;
 - 5) 按申请检测的个人或者机构的要求,用于确定暴露周期的方法;
 - 6) 如有需要,按照 ISO 9370 测量太阳总辐照量;
 - 7) 如有需要,水喷淋循环的细节以及控制温度、辐照度的方法(仅适用于 ISO 877-3,该文件提供了报告这些信息的详情);
 - 8) 任何关于试样清洗的细节。
- e) 试验结果:
 - 1) 所用的暴露周期、从暴露环境中取出样品与任一性能测试之间的时间间隔、试样再次暴露从暴露环境中取出到放回暴露环境之间的总时间;
 - 2) 气候的观测信息;
 - 3) 按照 ISO 4582 的要求表述结果。
- f) 试验日期。

附录 A

(资料性)

气候分类

德国气候学家费拉迪米尔·柯本(Wladimir Köppen)提出的气候分类系统是最被广泛认可的定义和分类各种气候类型的系统。柯本在 1928 年开发该系统,并一直不断地进行修改完善,直到 1940 年。柯本的气候分类系统最初是为了植物生长而开发的,后来被一些研究人员进行了修改,目前最常使用到的系统是由美国威斯康辛大学的格伦·特雷瓦萨(Glenn Trewartha)修改开发的。参考文献[15]有关于特雷瓦萨对柯本气候分类修改的完整描述。在这个系统中,气候被分为六种气候带;根据温度和降水的不同,每种气候带被分为几种不同的气候类型,具体见表 A.1。

表 A.1 气候分类与描述

气候带	气候带名称	气候类型	气候类型名称	特征	平均温度
A	热带 Tropical humid	Af	热带雨林气候 Tropical wet	没有旱季	全年 $>17^{\circ}\text{C}$
		Am	热带季风气候 Tropical monsoonal	短暂的旱季,其他月份有强季风降雨	
		Aw	热带疏林草原气候 Tropical savanna	冬季干旱	
B	干旱带 Dry	Bwh	亚热带沙漠气候 Subtropical desert	低纬度沙漠	对于 B 型气候带,其蒸发超过降水,平均温度不适用。B 型气候带的温度由第三个字母来指示,“h”表示最冷月的平均温度高于 0°C ,”k”表示至少有一个月的平均温度低于 0°C
		Bsh	亚热带草原气候 Subtropical steppe	低纬度旱地	
		Bwk	温带沙漠气候 Mid-latitude desert	中纬度沙漠	
		Bsk	温带草原气候 Mid-latitude steppe	中纬度旱地	
C	温暖带 Mild mid-latitude	Csa	地中海气候 Mediterranean	温和,夏季干旱、炎热	全年 8~12 个月 $>9^{\circ}\text{C}$
		Csb	地中海气候 Mediterranean	温和,夏季干旱、温暖	
		Cfa	常湿温暖气候 Humid subtropical	温和,无旱季、夏季炎热	
		Cwa	冬干温暖气候 Humid subtropical	温和,冬季干旱、夏季炎热	
		Cfb	海洋性气候 Marine west coast	温和,无旱季、夏季温暖	
		Cfc	海洋性气候 Marine west coast	温和,无旱季、夏季凉爽	

表 A.1 气候分类与描述 (续)

气候带	气候带名称	气候类型	气候类型名称	特征	平均温度
D	冷温带 Severe mid-latitude	Dfa	温带大陆性湿润气候 Humid continental	潮湿, 严冬、无旱季、 夏季炎热	全年 4~7 个月 > 9 °C
		Dfb	温带大陆性湿润气候 Humid continental	潮湿, 严冬、无旱季、 夏季温暖	
		Dwa	温带季风气候 Humid continental	潮湿, 冬季干旱、夏 季炎热	
		Dwb	温带季风气候 Humid continental	潮湿, 冬季干旱、夏 季温暖	
		Dfc	亚寒带大陆性湿润气候 Subarctic	严冬、无旱季、夏季 凉爽	全年 1~3 个月 > 9 °C
		Dfd	亚寒带大陆性湿润气候 Subarctic	恶劣, 冬季非常冷、 无旱季、夏季凉爽	
		Dwc	亚寒带季风气候 Subarctic	恶劣, 冬季干旱、夏 季凉爽	
		Dwd	亚寒带季风气候 Subarctic	恶劣, 冬季非常冷且 干旱、夏季凉爽	
E	极地带 Polar	ET	苔原气候 Tundra	极地苔原, 无真正的 夏季	所有月平均温度 ≤ 9 °C
		EF	冰原气候 Ice cap	常年结冰	
H	高原山地地带 Undifferentiated highlands	H	高原山地气候 Undifferentiated highlands	高海拔	平均温度不适用
注 1: 气候分类中, 塑料暴露试验两个基准测试用的气候是美国佛罗里达州南部的 Aw 和亚利桑那州中部沙漠的 Bwh。 注 2: 我国与之相近的气候地区分别是南方湿热地区的 Aw 和西北干旱地区的 Bwk。					

参 考 文 献

- [1] GB/T 2035—2008 塑料术语及其定义
 - [2] ISO 293 Plastics—Compression moulding of test specimens of thermoplastic materials
 - [3] ISO 294-1 Plastics—Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials—Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens
 - [4] ISO 294-2 Plastics—Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials—Part 2: Small tensile bars
 - [5] ISO 294-3 Plastics—Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials—Part 3: Small plates
 - [6] ISO 295 Plastics—Compression moulding of test specimens of thermosetting materials
 - [7] ISO 2557-1 Plastics—Amorphous thermoplastics—Preparation of test specimens with a specified maximum reversion—Part 1: Bars
 - [8] ISO 3167 Plastics—Multipurpose test specimens
 - [9] ASTM D4141 Standard Practice for Conducting Black Box and Solar Concentrating Exposures of Coatings
 - [10] ASTM G7 Standard Practice for Atmospheric Environmental Exposure Testing of Non-metallic Materials
 - [11] ASTM G84 Standard Practice for Measurement of Time-of-Wetness on Surfaces Exposed to Wetting Conditions as in Atmospheric Corrosion Testing
 - [12] ASTM G113 Standard Terminology Relating to Natural and Artificial Weathering Tests of Nonmetallic Materials
 - [13] ASTM G141 Standard Guide for Addressing Variability in Exposure Testing on Non-metallic Materials
 - [14] ASTM G147 Standard Practice for Conditioning and Handling of Nonmetallic Materials for Natural and Artificial Weathering Tests
 - [15] TREWARTHA G.A., Introduction to Climate, 5th Edition, McGraw-Hill, New York, USA, 1980
-