

中华人民共和国国家标准

GB/T 15596—2021/ISO 4582:2017

代替 GB/T 15596—2009

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

(ISO 4582:2017, IDT)

2021-08-20 发布

2022-03-01 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 颜色或其他外观变化的测定	2
4.1 总则	2
4.2 颜色变化	2
4.2.1 原理	2
4.2.2 仪器	2
4.2.3 试验样品	3
4.2.4 步骤	3
4.3 其他外观变化	4
5 力学或其他性能变化的测定	5
5.1 原理	5
5.2 仪器	5
5.3 试验样品	5
5.4 步骤	6
5.4.1 初始性能的测定	6
5.4.2 存放样品的贮存	6
5.4.3 暴露后性能的测定	6
6 结果的表示	6
6.1 颜色变化	6
6.1.1 仪器测定	6
6.1.2 目视评定	6
6.2 其他外观性能的变化	6
6.2.1 仪器测定	6
6.2.2 目视评定外观变化	7
6.3 力学和其他性能的变化	7
7 精密度	7
8 试验报告	8
附录 A (规范性) 按 ISO 2602 规定用于确定平均值和标准偏差的统计公式及确定性能损失 50% 所需时间的程序	9
附录 B (资料性) 表面清洁对暴露评估的可能影响	13
参考文献	14

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。

本文件代替 GB/T 15596—2009《塑料在玻璃下日光、自然气候或实验室光源暴露后颜色和性能变化的测定》，与 GB/T 15596—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 标准名称变更为《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》；
- 修改了“规范性引用文件”一章的内容，删减和调整了部分引用文件（见第2章，2009年版的第2章）；
- 删除了“术语和定义”一章中关于“遮光区域”的定义（见2009年版的3.3）；
- 修改了“颜色或其他外观变化的测定”一章的内容，增加了总则性描述（见第4章，2009年版的第4章）；
- 修改了“力学或其他性能变化的测定”一章的内容（见第5章，2009年版的第5章）；
- 修改了6.1.1中关于颜色变化仪器测定的引用标准（见6.1.1，2009年版的6.1.1）。

本文件使用翻译法等同采用 ISO 4582:2017《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》。

与本文件中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 250—2008 纺织品 色牢度试验 评定变色用灰色样卡(ISO 105-A02:1993, IDT)；
- GB/T 251—2008 纺织品 色牢度试验 评定沾色用灰色样卡(ISO 105-A03:1993, IDT)；
- GB/T 2918—2018 塑料 试样状态调节和试验的标准环境(ISO 291:2008, MOD)；
- GB/T 6151—2016 纺织品 色牢度试验 试验通则(ISO 105-A01:2010, MOD)。

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、山东天壮环保科技有限公司、广州特种承压设备检测研究院、中蓝晨光成都检测技术有限公司、黑龙江鑫达企业集团有限公司、ATLAS 亚太拉斯材料测试技术有限公司。

本文件主要起草人：马玫、王丽红、李茂东、陈敏剑、林航、王浩江、马旭东、李维义、王飞、刘飞、黄国家、刘力荣。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1995年首次发布为 GB/T 15596—1995，2009年第一次修订，本次为第二次修订。

引 言

多种不同的暴露方法可提供外部环境条件（如模拟太阳辐射、热、水等）对塑料影响的信息[参考 ISO 877（所有部分）和 ISO 4892（所有部分）]。每种暴露试验都有其特定的适用范围。当测定材料在不同暴露下的某一特定性能变化时，为确保试验结果的有效性，在所有暴露后宜使用相同的评定方法。

塑料暴露试验的结果在很大程度上取决于暴露试验类型、被测塑料种类和被评估的性能。即使在相同的暴露试验条件下，材料某一性能的测试结果可能与其他性能的测试结果不一致。本文件不是为了建立一个指导暴露试验的固定方法，而是为了提供一套用于表示暴露试验后材料性能变化结果的特定程序。由用户自行确定何种暴露试验条件最适合于具体材料及其使用环境。

考虑到材料的预期应用，宜选用测定暴露材料的外观和性能变化的试验方法。所设计的暴露试验宜结合材料性能的这些变化来判别。本文件推荐了一些用于测定被暴露塑料变化的典型性能。

注：由于所用辐射源的光谱分布存在很大的差异，相同的塑料暴露在 ISO 4892（所有部分）所述的不同类型设备中所得到的测试结果之间可能会存在很大差异。因此，只有塑料暴露在同类试验设备和相同试验条件下才可以对其试验结果进行比较。为了达到最佳的比较效果，塑料宜在同一试验设备中同时暴露。

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

1 范围

本文件规定了塑料在玻璃过滤后太阳辐射、自然气候或模拟太阳辐射的实验室辐射源暴露后颜色及其他外观性能、力学或其他性能变化的测定方法。分析数据的方法取决于暴露材料的性能评价测试试验是破坏性的还是非破坏性的。暴露试验在具体的暴露标准规定条件下进行。

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 105-A01 纺织品 色牢度试验 第 A01 部分:试验通则(Textiles—Tests for colour fastness—Part A01:General principles of testing)

ISO 105-A02 纺织品 色牢度试验 第 A02 部分:评定变色用灰色样卡(Textiles—Tests for colour fastness—Part A02:Grey scale for assessing change in colour)

ISO 105-A03 纺织品 色牢度试验 第 A03 部分:评定沾色用灰色样卡(Textiles—Tests for colour fastness—Part A03:Grey scale for assessing staining)

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)

ISO 2602 数据的统计处理和解释 均值的估计 置信区间(Statistical interpretation of test results—Estimation of the mean—Confidence interval)

ISO 10640 塑料 用傅立叶红外和紫外/可见光谱评估聚合物光老化的方法(Plastics—Methodology for assessing polymer photoageing by FTIR and UV/visible spectroscopy)

ISO 11664-1 色度学 第 1 部分:CIE 标准色度观测者(Colorimetry—Part 1: CIE standard colorimetric observers)

ISO 11664-2 色度学 第 2 部分:CIE 标准照明体(Colorimetry—Part 2: CIE standard illuminants)

ISO 11664-3 色度学 第 3 部分:三刺激值(Colorimetry—Part 3: CIE tristimulus values)

ISO 11664-4 色度学 第 4 部分:CIE 1976 $L^*a^*b^*$ 色空间(Colorimetry—Part 4: CIE 1976 $L^*a^*b^*$ colour space)

CIE 出版物 No.15 色度学(CIE Publication No.15, Colorimetry)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 用以下网址维护术语数据库:

——ISO 在线浏览平台: <http://www.iso.org/obp>

——IEC Electropedia: <http://www.electropedia.org>

3.1

对照物 control

与试验材料有相似成分和结构,并同时暴露后与其进行比较的材料。

3.2

存放样品 file specimen

存放在稳定的条件下用来比较暴露前后性能变化的部分试验材料。

3.3

试验样品 test specimen

用来试验的部分试验材料。

3.4

平行样品 replicate specimens

同时进行暴露、状态调节及测试的相同试验材料。

4 颜色或其他外观变化的测定

4.1 总则

当一种聚合物材料暴露于紫外线辐射和其他一般环境条件时,大多数物理性质的变化是由化学老化引起的,而化学变化的程度可能与在自然气候老化或人工老化暴露的持续时间有关。

聚合物材料在光老化过程中力学性能的退化以及视觉外观的变化均是由化学变化导致的。这些化学变化主要可通过红外光谱进行分析,也可以进一步通过紫外-可见光谱等方法进行分析。在降解初始阶段的分析可以鉴定关键的氧化产物,也可以核算出反应的化学计量,在某些情况下,还可以发现聚合物材料的缺陷(例如:聚合物中的双键、醚基或氨基甲酸酯基团,不稳定的着色剂,缺少紫外光稳定剂或配方中有向材料表面迁移并聚集的低分子量组分等)。

人工老化的相关性可以通过比较加速试验和自然老化过程中发生的化学变化来确定。应该指出的是,在某些情况下,氧化产物会因为水解作用或侵蚀作用而部分消除,侵蚀作用是由潮湿气候下(如广州)的水或非常干旱气候下(如吐鲁番)的风引起的。不同老化条件下的降解速率推荐用动力学分析来确定,目的是筛选不同的配方,或确定与给定的自然户外老化相比人工老化测试可能达到的加速程度(两者的聚合物光降解机理一致)。此外,这些分析还可以有助于聚合物及其产品的开发改进。

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化学变化的测定方法见 ISO 10640。

4.2 颜色变化

4.2.1 原理

按规定试验方法(见引言)暴露后塑料试样的颜色变化,用下列方法之一测定:

- a) 仪器测定;
- b) 用灰色样卡进行目视评定。

4.2.2 仪器

4.2.2.1 测定颜色或颜色变化的仪器

应符合下列要求:

- CIE 1964 标准色度观测者(10°观测者),详见 ISO 11664-1;
 - CIE 标准照明体 D65(推荐)或标准照明体 A(用于测定同色异谱指数),详见 ISO 11664-2;
 - CIE 三刺激值或 CIE 1976 $L^*a^*b^*$ 色空间,详见 ISO 11664-3 和 ISO 11664-4。
- 对于透明样品,仪器应符合 CIE 出版物 No.15 的要求。

4.2.2.2 评定颜色变化的灰色样卡

灰色样卡应符合 ISO 105-A02 或 ISO 105-A03 的规定。在灰色样卡中,1 级表示反差最大,5 级表示反差为零(两个试样颜色相同)。

注:ISO 105-A02 深色的灰色样卡适合于测定相对较深颜色或深暗色材料的褪色。ISO 105-A03 白色的灰色样卡适合测定如白色或接近白色试样变色(如黄变)。

4.2.3 试验样品

试验材料和对照物的试样应符合采用具体暴露方法的相关标准的要求。只要有可能,应将一种已知老化性能的对照物同时进行暴露试验。除非另有规定,每种材料至少应暴露三个平行样品。

4.2.4 步骤

4.2.4.1 总则

用于颜色变化评定和任何表面清洁处理的具体方法应由相关方商定并载入试验报告。按相关标准的规定测定颜色变化。

为了评定因暴露引起的颜色变化级别,通常在暴露的不同阶段进行颜色变化测定。在某些情况下,颜色变化的评定在预定或规定的暴露量结束后进行。颜色的仪器测定或目测应在试样被移出暴露后尽快进行,以尽可能减少暗反应的影响。然而在某些情况下,由于样品结束暴露时处于湿暴露周期或干暴露周期的不同,可能导致暴露后立刻评定试样外观性能的结果有差异,最好对试样完成暴露后进行状态调节(如 24 h)。

注:因为暴露结果的差异,不同材料颜色变化的比较,最好在材料在同一暴露装置或同一户外暴露地点暴露后同时进行。

4.2.4.2 仪器测定

在暴露前和每个暴露阶段后测量所有样品的颜色。必要时,同时测定每种材料暴露样品和存放样品的颜色。

对于不透明试样,颜色和光泽度都可能因老化而改变。当用仪器测定不透明试样颜色和颜色变化时使用下列测试条件之一:

- 根据 CIE 出版物 No.15(通常用于光滑试样),使用 $d_i: 8^\circ$ 或 $8^\circ; d_i$,得到与表面变化无关的色值;
- 根据 CIE 出版物 No.15(通常用于粗糙或哑光试样),使用 $d_e: 8^\circ, 8^\circ; d_e$ 或 $45^\circ; 0^\circ$,得到与视觉最佳的相关性。

注 1: 如果光泽度发生变化,表面反射的漫反射部分就会发生变化,因此不包括镜面反射的色值也会发生变化。

注 2: 如果在老化后光泽度的变化没有引起明显可见的颜色变化,那么包括镜面反射在内的色值通常也不会受到影响。

注 3: ISO 18314-1 虽适用于漆膜,但对测量步骤给出了有用的提示。

对于透明样品,按照 CIE 出版物 No.15 所述的步骤进行。

注 4: ASTM E 1347 也规定了透明材料的评定方法。

4.2.4.3 目视评定

用目视评定颜色变化时按照 ISO 105-A01 试验方法进行。使用的灰色样卡应符合 ISO 105-A02 或 ISO 105-A03 要求。使用灰色样卡比较被暴露样品和存放样品的反差级别,以相同的灰色样卡反差级别表示同一材料暴露样品和存放样品间的颜色变化级别。

注:有关灰色样卡的供应商信息可在 SAC/TC 209/SC 1 的秘书处得到。

如果所观察到的反差处在灰色样卡的两个级别之间,则以其中间级别表示。例如,3-4 级表示在规定的暴露阶段被暴露样品与存放样品之间的反差大于灰色样卡的 4 级而小于 3 级。

按照灰色样卡上的级别记录颜色变化的特征。此外,还宜测定和记录颜色变化的类型。用下列术语描述色相、饱和度、明度方面的变化或其综合变化:

- a) 色相的变化: 蓝色变深或蓝色变浅
绿色变深或绿色变浅
红色变深或红色变浅
黄色变深或黄色变浅
- b) 饱和度的变化: 变淡
变浓
- c) 明度的变化: 变亮
变暗

目视评定颜色变化的典型报告如下 黄色变深、变淡、变亮、ISO 105-A02/ISO 105-A03 灰色样卡 2-3”。

4.3 其他外观变化

除了颜色变化,塑料的其他外观也会因暴露而发生变化。测定这些外观的变化可按相关标准进行。如果标准中没有评定这些外观变化的方法,则应在试验报告中描述所使用的方法。表 1 列举了用于测定典型外观变化的试验方法。

表 1 测定典型外观变化的试验方法

评定项目	标准	定量数据
光泽度	ISO 2813 ^a	是
透光率	ISO 13468-1	是
雾度	ISO 14782	是
粉化	ISO 4628-6 ^a	等级 ^b
质量		是
尺寸		是
裂纹或银纹		等级 ^b
分层		等级 ^b
变形		等级 ^b
微生物生长		等级 ^b
成分表面迁移		等级 ^b
^a 涂料标准也适用于塑料。		
^b 见 6.2.2 中推荐描述的等级。		

5 力学或其他性能变化的测定

5.1 原理

塑料因老化而导致的表面性能变化远比整体性能更敏感。评估硬质塑料时,测定表面性能或受表面性能影响极大的材料性能可能更有效。通过破坏性试验测定力学或其他性能需以下几组样品:

- a) 暴露前被选作材料初始性能测定的样品;
- b) 根据具体暴露试验相应的标准,按选定周期暴露的样品;
- c) 如果需要,与暴露试样相同周期进行避光贮存的存放样品。

用完全相同的试验步骤和状态调节条件进行所有试验非常重要。

表2列举了可用于评定暴露效果的力学及其他性能试验方法。这些试验可获得定量数据,但由于是破坏性试验,如需观测整个暴露过程中的变化,每个暴露增量都要有足够数量的平行样品。

表2 评定塑料暴露效果的典型力学及其他性能试验方法

评定的性能	标准
拉伸性能,尤其是断裂伸长率	ISO 527
弯曲性能	ISO 178
冲击强度	
简支梁冲击强度	ISO 179(所有部分)
悬臂梁冲击强度	ISO 180
非仪器击穿试验	ISO 6603-1
仪器击穿试验	ISO 6603-2
拉伸冲击试验	ISO 8256
维卡软化温度	ISO 306
负荷变形温度	ISO 75-1 及 ISO 75-2
动态机械热分析	ISO 6721-1, ISO 6721-3 及 ISO 6721-5
化学变化(例如用红外光谱法)	

如果性能测试为非破坏试验,推荐在暴露前和每个暴露阶段结束后对试样进行性能测定。非破坏性试验测试的典型性能包括质量、尺寸、光泽度、透光性和雾度等。

5.2 仪器

仪器应符合测定性能变化的相关标准要求。

5.3 试验样品

测定具体性能的试样应符合相应的标准。除非另有规定,进行非破坏性试验时,每种被评估材料至少需要三个平行样品;进行破坏性试验时,至少需要五个平行样品。

注:用破坏性试验测定性能时,用于特定测试的试样可以从暴露后的样材中截取。然而,直接暴露的试样与从暴露后样材中截取的试样所得到的测试结果可能不同。

试样在机械加工(见 ISO 2818)后应进行状态调节。此外,也可能有必要在裁样机械加工前预处理样材以利于样品的制备。

5.4 步骤

5.4.1 初始性能的测定

除非有关标准另有规定,测试初始性能前,试验样品按 ISO 291 规定在标准环境 23/50、1 级中进行状态调节,或由相关方商定。

性能的测定按相关标准进行,或者根据相关方商定(见 5.1

5.4.2 存放样品的贮存

除非另有规定,存放样品避光贮存在符合 ISO 291 规定的标准环境 23/50、1 级环境室中。

如果样品对湿度敏感,宜贮存在相对湿度较低的环境下,以避免贮存期间发生老化。此种条件应经各方同意。

存放样品的贮存条件应由相关方商定,并载入报告中。

5.4.3 暴露后性能的测定

在标准环境 23/50、1 级或根据相关方商定的条件下,对暴露后试样和存放样品(见 5.4.1 节。在初始性能测定和暴露后试样所用的状态调节方法中的任何差异都应载入试验报告中。

使用相同的测试方法对暴露后试样性能(与原始试样相同)进行测定。如有需要,对存放样品也进行相同测定(见 5.4.1

注 1:如果在老化过程中吸湿性能发生变化(例如:由于添加剂迁移到表面的积累),试样的含水量在状态调节后会发生变化。在接下来的测试中,这种吸水效应会干扰需研究的老化效应(例如:聚酰胺材料的拉伸强度)。

注 2:在一些测试中,试验结果依赖于试样的受暴露面。例如,在弯曲试验中,受压面是试样的暴露面还是非暴露面会得到不同结果。

6 结果的表示

6.1 颜色变化

6.1.1 仪器测定

按 ISO 11664-4($L^*a^*b^*$ 色空间)规定用仪器测的色坐标来测定每个平行样品的色差。计算色差平均值及其标准偏差。

注:黄变作为一个典型的老化现象可以直接表示为 Δb^* 值。 ΔL 明度差的变化通常是与相关微裂纹的形成有关。

6.1.2 目视评定

按 4.2

6.2 其他外观性能的变化

6.2.1 仪器测定

用来表征如光泽度、透明度等外观性能的仪器法为典型的非破坏性试验方法。进行非破坏性试验时,需要测量暴露前和每个暴露增量后所有试样的性能。

用非破坏性的仪器法测定外观性能变化时,按 ISO 2602 的规定来确定性能变化的平均值和标准偏差。用附录 A 的 A.3.3 的 95%置信区间。

在某些情况下,需测定暴露后外观性能的保持率。用非破坏性试验测定性能保持率时,用 A.2 给出的公式计算每一暴露周期后性能保持率的平均值和标准偏差。

6.2.2 目视评定外观变化

外观的变化由相关方商定的等级进行定性评估。推荐区分等级如下:

- 没有变化;
- 痕量变化;
- 稍有变化;
- 中等变化;
- 显著变化。

用目视评定外观时,推荐使用对比参考指南,如说明主观等级的图片标准。

注:这个等级是主观断定的,最好在一个人同时对多个试样进行评估时使用。因为进行目测的观测者间的差异,要谨慎的诠释由不同观察者得到的结果。

6.3 力学和其他性能的变化

按相关标准来测定每个试样的力学或其他性能。力学性能的测定通常是破坏性试验。进行破坏性试验时,可以通过以下三种方式来比较暴露后样品和存放样品同一性能的测定结果:

- a) 将暴露后样品中所有平行样品的相关性能测定结果和一组未暴露样品的性能测定结果进行比较,或者和与试验样品同时制备的存放样品的性能测定结果进行比较。
用方差分析进行数据比较。除非另有规定,暴露后样品和初始样品或存放样品被测性能平均值的差异应达到 95%置信度,这些变化才被认为具有统计意义。按 ISO 2602 给出的方法进行方差分析。
- b) 被测性能保持率的平均值和标准偏差由测得的每个平行暴露后样品的性能值与初始性能或存放样品的测定性能的平均值的比值确定。如果为破坏性试验测得的性能,用 A.3 计算其性能保持率的平均值和标准偏差。
- c) 被测性能变化的平均值和标准偏差由测得的每个平行暴露后样品的值与初始性能或存放样品的测定性能的平均值的比值决定。如果为破坏性试验测得的性能,用 A.4 性能变化的平均值和标准偏差。

对于一些性能,如表面光泽度,质量或尺寸的变化,其结果可通过非破坏性试验测得。进行非破坏性试验时,用 A.3 保持率的平均值和标准偏差。

绘制性能变化对时间或辐照量的曲线可能有用,但很多情况是每一组试样得到的结果有相当大的分散性,除非将其考虑在内,否则在绘制算术平均值的曲线时会得出错误的结论。在某些应用当中,需要计算达到所测性能规定水平要求时的时间和辐照量。记录下这类数据后,应根据 A.4 来确定暴露时间和辐照量的平均值和容许区间。

7 精密度

本文件所得结果的精密度依赖于测定具体性能试验方法的精密度和暴露试验的差异,因此,可能没有具体精密度报告。本文件规定的方法意于指引测试者通过要求报告出所有试验结果的平均值和标准偏差来获得结果的精密度。

8 试验报告

试验报告应包括下列内容:

- a) 注明采用本文件;
- b) 被测产品必要的详细说明;
- c) 暴露试验的完整描述,包括以下内容:
 - 1) 实验室辐射源暴露:
 - 暴露设备的型号,
 - 辐射源和过滤器,
 - 暴露循环的完整描述(温度、辐射暴露周期、暗暴露周期和湿暴露周期等),
 - 暴露阶段的时间,
 - 参考的相关标准;
 - 2) 自然气候或玻璃过滤后太阳辐射条件下暴露:
 - 暴露场地,
 - 暴露日期,
 - 总暴露时间,
 - 如有需要,测得的暴露辐照量和带宽,
 - 试样安装在暴露架上的状态描述,
 - 参考的相关标准;
- d) 性能测定方法的完整描述(按相应的标准);
- e) 状态调节步骤(按相应的标准);
- f) 如果需要,对试样进行清洁的程序(见注);
- g) 仪器测定或目视评定每个暴露阶段后的颜色变化;
- h) 按 5.4

注:清洁暴露后样品的表面会影响外观性能,更多关于测试前清洁样品的可能影响的信息参见附录 B。

附录 A

(规范性)

按 ISO 2602 规定用于确定平均值和标准偏差的统计公式
及确定性能损失 50% 所需时间的程序

A.1 用非破坏性试验测定的性能变化的平均值和标准偏差的计算

计算每个平行样品的变化 c_i

$$c_i = x_{0,i} - x_{t,i} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$x_{0,i}$ ——初始性能值;

$x_{t,i}$ ——暴露时间 t 之后的性能值。

确定平均性能变化 $\bar{c}$, 用公式(A.2)

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

n ——平行样品的数量。

计算平均性能变化的标准偏差 $s_{\bar{c}}$, 用公式(A.3)

$$s_{\bar{c}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n - 1}} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

A.2 用非破坏性试验测定的性能保持率的平均值和标准偏差的计算

计算每个平行样品性能保持率 R_i , 用公式(A.4)

$$R_i = \frac{x_{t,i}}{x_{0,i}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$x_{0,i}$ ——初始性能值;

$x_{t,i}$ ——暴露时间 t 之后的性能值。

计算平均性能保持率 $\bar{R}$, 用公式(A.5)

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

n ——平行样品的数量。

计算性能保持率的标准偏差 $s_{\bar{R}}$, 用公式(A.6)

$$s_{\bar{R}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n - 1}} \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

A.3 用破坏性试验测定的性能保持率的平均值和标准偏差的计算

计算初始性能测定值或存放样品性能测定值的平均值,用公式(A.8)。

对于初始性能测定值:

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{0,i}}{n} \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

$x_{0,i}$ ——初始性能值;

n ——平行样品的数量。

对于存放样品性能测定值:

$$\bar{x}_f = \frac{\sum_{i=1}^n x_{f,i}}{n} \quad \dots\dots\dots (A.9)$$

式中:

$x_{f,i}$ ——每个存放样品的性能值;

n ——平行存放样品的数量。

测定每个暴露后试样的保持率 $R_{e,i}$,用公式(A.9)。

$$R_{e,i} = \frac{x_{e,i}}{x_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (A.9)$$

或公式(A.10)。

$$R_{e,i} = \frac{x_{e,i}}{\bar{x}_f} \times 100 \quad \dots\dots\dots (A.10)$$

根据保持率用被暴露试样性能与初始性能测定值的百分比表示,还是被暴露试样性能与存放样品性能测定值的百分比表示,来选择公式,式中 $x_{e,i}$ 是每个暴露后样品性能测定值。

确定平均性能保持率 $\bar{R}_e$,用公式(A.11)。

$$\bar{R}_e = \frac{\sum_{i=1}^n R_{e,i}}{n} \quad \dots\dots\dots (A.11)$$

式中:

n ——平行暴露样品的数量。

注:性能保持率平均值可以通过非破坏性试验(见 A.2)或破坏性试验(本章)的测定得到。

确定性能保持率的标准偏差 $s_{\bar{R}_e}$,用公式(A.12)。

$$s_{\bar{R}_e} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{e,i} - \bar{R}_e)^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (A.12)$$

A.4 当性能的变化与性能初始测定值的平均值或存放样品的性能平均值相关时,通过破坏性试验测定的性能变化的平均值和标准偏差的计算

按 A.3.1 中 3.1.1 的要求,用破坏性试验测定性能变化。

确定每个暴露后试样的性能变化 $c_{e,i}$,用公式(A.13)。

$$c_{e,i} = x_{e,i} - \bar{x}_0 \quad \dots\dots\dots (A.13)$$

$$c_{e,i} = x_{e,i} - \bar{x}_f \quad \dots\dots\dots (A.14)$$

式中:

$x_{e,i}$ ——每个暴露后试样的性能值;

$\bar{x}_0$ ——性能初始值的平均值;

$\bar{x}_f$ ——存放样品性能平均值。

确定性能变化的平均值 $\bar{c}_{e,i}$, 用公式(A.13)和(A.14)。

$$\bar{c}_{e,i} = \frac{\sum_{i=1}^n c_{e,i}}{n} \quad \dots\dots\dots (A.15)$$

式中:

n ——暴露后试样的数量。

确定性能变化平均值的标准偏差, 用公式(A.16)。

$$s_{\bar{c}_{e,i}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_{e,i} - \bar{c}_{e,i})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (A.16)$$

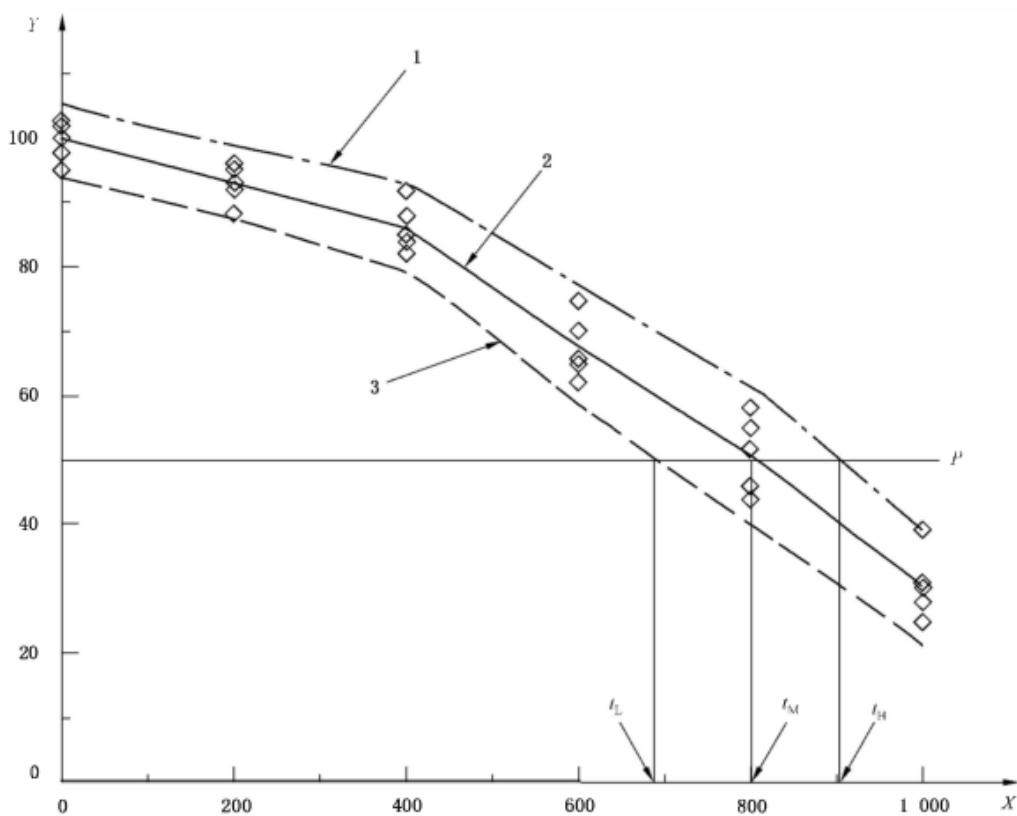
A.5 性能损失达到如 50% 所用的暴露时间或所需的辐照量的计算

使用以下程序确定平均暴露时间或产生规定性能变化时的平均辐照量及相应的容许区间:

- 至少制备五组独立的暴露样品, 每组样品至少包括三个平行样品。
- 将所有样品组同时置于同一暴露装置中。依次取出试样, 须确保最后一组取出试样能够接受足够的暴露, 使其相关的性能损失大于 50%。在暴露过程中某个适当的干燥周期结束时进行取样, 并在性能测定前将试样置于温度 20℃~25℃, 相对湿度 50% 的黑暗环境中。
- 将每组暴露后试样从暴露设备中取出, 测定其相关性能的平均值和标准偏差。
- 所有暴露完成后, 绘制其相关性能的数据点、平均值、平均值 - 2 × (标准偏差)、平均值 + 2 × (标准偏差) 对暴露小时数或辐照量的函数图。
- 用平均值 - 2 × (标准偏差) 以及平均值 + 2 × (标准偏差) 曲线的绘图插值法来确定达到规定损失值所需暴露时间或辐照量的容许区间。图 A.5 给出了性能损失 50% 时的暴露时间或辐照量容许区间。

记录性能发生规定变化所需暴露时间或辐照量容许区间的平均值、上限和下限。

注: 这个程序用于单个实验室的单个实验的数据。在考虑不同实验室的更多暴露结果时, 则可能需要暴露的次数更多。



- 标引序号说明：
- X —— 暴露时间或辐照量(任意单位)；
 - Y —— 性能(任意单位)；
 - ◇ —— 数据点；
 - 1 —— 性能测试结果 95%置信区间上限；
 - 2 —— 性能测试结果平均值；
 - 3 —— 性能测试结果 95%置信区间下限；
 - P —— 损失 50%相关性能值；
 - t_L —— 相关性能损失 50%时的暴露时间或辐照量偏差范围下限；
 - t_M —— 相关性能损失 50%时的暴露时间或辐照量平均值；
 - t_H —— 相关性能损失 50%时的暴露时间或辐照量偏差范围上限。

图 A.1 加速老化试验中达到预期性能水平所需暴露时间或辐照量容许区间的计算

附录 B

(资料性)

表面清洁对暴露评估的可能影响

最好用浸有蒸馏水或去离子水的软质绵纸对试样表面进行清洁,尽可能减少摩擦动作。尽管如此,对暴露后试样表面的清洁仍可能会对外观有所影响。特别是在自然气候下暴露的试样会出现这种情况,因为暴露表面很可能会被污物、微生物等污染。评估不透光材料的表面颜色变化或透光材料的透明度时,需进行表面清洁。

清洁会对表面产生增亮效果,从而使测得的光泽度显著增加。同时会除去材料本身产生并有微生物生长的一些松散粘附物,即“粉化”产物(见 ISO 4628-6)。这样就很难比较自然气候下暴露场地间和实验室间加速暴露的结果。实验室加速暴露时,即使出现粉化也不宜清除污物。试样表面积聚的污物或粉化残留物会对暴露表面产生保护效果。

为了更明确地检验表面清洁的影响,建议同时在自然气候和实验室中各对两组平行样品进行暴露测试。一组样品在整个暴露过程中宜保持不清洁,并在规定的时间间隔内进行测定(如颜色和光泽度,观测微生物生长)。另一组样品宜与未清洁样品相同时间间隔内,先在未清洁的条件下测试,仔细清洁后再进行测试。

参 考 文 献

- [1] ISO 75 (all parts) Plastics—Determination of temperature of deflection under load
- [2] ISO 178 Plastics—Determination of flexural properties
- [3] ISO 179 (all parts) Plastics—Determination of Charpy impact properties
- [4] ISO 180 Plastics—Determination of Izod impact strength
- [5] ISO 306 Plastics—Thermoplastic materials—Determination of Vicat softening temperature (VST)
- [6] ISO 527 (all parts) Plastics—Determination of tensile properties
- [7] ISO 877 (all parts) Plastics—Methods of exposure to solar radiation
- [8] ISO 2813 Paints and varnishes—Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°
- [9] ISO 2818 Plastics—Preparation of test specimens by machining
- [10] ISO 4628-6 Paints and varnishes—Evaluation of degradation of coatings—Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance—Part 6: Assessment of degree of chalking by tape method
- [11] ISO 4892 (all parts) Plastics—Methods of exposure to laboratory light sources
- [12] ISO 6603-1 Plastics—Determination of puncture impact behaviour of rigid plastics—Part 1: Non-instrumented impact testing
- [13] ISO 6603-2 Plastics—Determination of puncture impact behaviour of rigid plastics—Part 2: Instrumented impact testing
- [14] ISO 6721-1 Plastics—Determination of dynamic mechanical properties—Part 1: General principles
- [15] ISO 6721-3 Plastics—Determination of dynamic mechanical properties—Part 3: Flexural vibration—Resonance-curve method
- [16] ISO 6721-5 Plastics—Determination of dynamic mechanical properties—Part 5: Flexural vibration—Non-resonance method
- [17] ISO 8256 Plastics—Determination of tensile-impact strength
- [18] ISO 13468-1 Plastics—Determination of the total luminous transmittance of transparent materials—Part 1: Single-beam instrument
- [19] ISO 14782 Plastics—Determination of haze for transparent materials
- [20] ISO 18314-1 Analytical colorimetry—Part 1: Practical colour measurement
- [21] ASTM E 1347 Standard Test Method for Color and Color-Difference Measurement by Tristimulus