



团体标准

T/CSTM 00043.4-2018/T/CSCP 0011-2017

全国团体标准信息平台

大气环境腐蚀试验 第4部分：高分子材料暴露老化试验

Atmospheric corrosion test—
Part 4: Exposure corrosion tests of polymeric materials



2018-10-16 发布

2019-01-01 实施

中关村材料试验技术联盟 发布

目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试样的制备.....	2
5 试样规格.....	2
6 试样编号和标识.....	5
7 原始性能.....	5
8 样品架.....	6
9 运输.....	6
10 暴露方法.....	6
11 取样周期.....	6
12 辐射和气象数据.....	7
13 实验室环境.....	7
14 回样.....	7
15 样品保存.....	7
16 塑料的暴露试验.....	8
17 橡胶的暴露试验.....	12
18 涂层的暴露试验.....	13
19 试验报告.....	15
附录 A（资料性附录）.....	16
参考文献.....	17

前 言

T/CSTM 00043《大气环境腐蚀试验》分为如下 13 个部分：

- 第 1 部分： 通则
- 第 2 部分： 金属材料暴露腐蚀试验
- 第 3 部分： 保护层材料暴露腐蚀试验
- 第 4 部分： 高分子材料暴露老化试验
- 第 5 部分： 混凝土材料暴露腐蚀试验
- 第 6 部分： 建筑涂层材料暴露腐蚀试验
- 第 7 部分： 建筑防水材料暴露腐蚀试验
- 第 8 部分： 普通玻璃框下加速暴露试验
- 第 9 部分： 控温控湿玻璃框下加速暴露试验
- 第 10 部分： 受力件腐蚀暴露试验
- 第 11 部分： 异种金属偶接件暴露腐蚀试验
- 第 12 部分： 腐蚀试验地面气象因素观测
- 第 13 部分： 腐蚀试验空气污染物含量监测方法

本部分是第 4 部分，是对 T/CSCP 0011-2017《高分子材料大气环境暴露腐蚀试验》标准进行共同修订后，联合发布的标准。

本部分按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本部分由中国材料与试验团体标准委员会（CSTM）和中国腐蚀与防护学会（CSCP）共同提出并归口。

本部分由中国材料与试验团体标准委员会综合标准领域委员会（CSTM/FC 99）归口。

引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及如下大气环境腐蚀相关专利的使用，申请号及名称如下：

序号	专利申请号	专利名称
1	CN200710098668.4	一种环氧有机硅防腐涂料及其制备方法

本文件的发布机构对上述专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

上述专利持有人已向本文件的发布机构保证，愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。上述专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案，相关信息可以通过以下联系方式获得：

联系人：刘智勇

通讯地址：北京市海淀区学院路30号北京科技大学腐蚀楼513

邮政编码：100083

电子邮件：bkdcxq@126.com

电话：010-62333931-513

传真：010-62334300

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

大气环境腐蚀试验 第4部分：高分子材料暴露老化试验

1 范围

本部分规定了金属材料大气环境暴露腐蚀试验的术语和定义、试样制备、试样的规格、试样编号和标识、原始性能、样品架、运输、暴露方法、取样周期、辐射和气象数据、实验室环境、回样、样品保存、塑料的暴露试验、橡胶的暴露试验、涂层的暴露试验和实验报告。

本部分适用于高分子材料在环境暴露的腐蚀试验及结果评定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 528 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定
- GB/T 529 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定（裤形、直角形和新月形试样）
- GB/T 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则
- GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑
- GB/T 1727 漆膜一般制备法
- GB/T 1843 塑料 悬臂梁冲击强度的测定
- GB/T 2410 透明塑料透光率和雾度的测定
- GB/T 2941 橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序
- GB/T 3511 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐候性
- GB/T 3681 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
- GB/T 3979 物体色的测量方法
- GB/T 6040 红外光谱分析方法通则
- GB/T 7921 均匀色空间和色差公式
- GB/T 8807 塑料镜面光泽试验方法
- GB/T 9276 涂层自然气候暴露试验方法
- GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定
- GB/T 9271 色漆和清漆 标准试板
- GB/T 10123 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义
- GB/T 11186.1 涂膜颜色的测量方法 第一部分 原理
- GB/T 11186.2 涂膜颜色的测量方法 第二部分 颜色测量
- GB/T 11186.3 涂膜颜色的测量方法 第三部分 色差计算
- GB/T 15596 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
- GB/T 17037.1 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第1部分：一般原理及多用途试样和长条试样的制备
- GB/T 17037.3 塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第3部分：小方试片
- GB/T 19466.1 塑料 差示扫描量热法（DSC） 第3部分：熔融和结晶温度及热焓的测定
- HG/T 3862 塑料黄色指数试验方法
- T/CSTM 00042/T/ CSCP 0007 大气环境腐蚀试验总则

3 术语和定义

GB/T 10123 界定术语和定义适用于本标准。

4 试样的制备

4.1 塑料

4.1.1 GB/T 17037.1 规定了热塑性塑料注塑时所应遵循的一般原理和注塑试样所涉及到的条件参数的定义。控制注塑成型工艺的主要参数有加料段温度、压缩段温度、计量段温度、喷嘴温度、模具温度、射压压力、保压压力、背压压力、注塑时间、冷却时间等。

4.1.2 为符合性能试验的要求，标准模具型腔的主要尺寸为厚度 4.0mm~4.2mm，中间部位宽度 10.0mm~10.2mm，长度 80mm~82mm。

4.1.3 必须确保同一种类塑料注塑成型工艺的稳定和统一。

4.2 橡胶

4.2.1 压片成型。橡胶由于弹性高、一般为网状交联结构，无法注塑成型，主要采用压片成型，压片成型是指先将橡胶原料用双辊机炼制成具有规定厚度、宽度和光滑表面的胶片，再用裁片机配合不同规格裁刀在胶片上裁出能满足试验要求的标准试样。

4.2.2 GB/T 2941 规定了在执行橡胶物理试验用标准时，硫化橡胶或热塑性橡胶样品和试样的制备方法。控制压片成型工艺的主要参数有辊筒温度、胶片厚度等。为符合标准试样的厚度要求，胶片的厚度定为 $2.0\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 。

4.2.3 必须确保同一种类橡胶压片成型工艺的稳定和统一。

4.3 涂料

4.3.1 GB/T 9271 规定了喷涂用底板及其喷涂前的表面处理过程。

4.3.2 GB/T 1727 规定了制备一般漆膜的方法。控制喷涂成型工艺的主要参数有固化温度、固化时间等。为符合暴露试验的要求，漆膜的底板规定为钢板，喷涂前需要经除锈、除油和磷化处理。

4.3.3 必须确保同一种类涂料喷涂成型工艺的稳定和统一。

4.4 纤维

因纤维的大气暴露老化试验一般不常见，起草单位从未涉及该类高分子材料的暴露试验，因而本标准暂不做标准规范。

5 试样规格

5.1 塑料

5.1.1 拉伸试样

采用 GB/T 1040 所规定的 I 型试样，见图 1，图 1 中各尺寸参数见表 1。

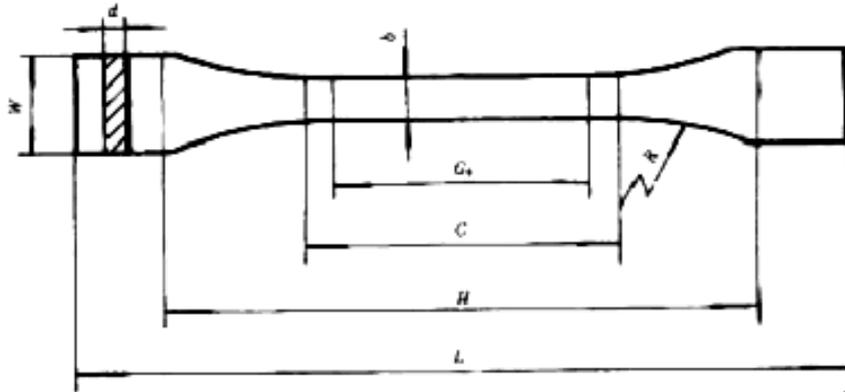


图 1 I 型试样

表 1 I 型试样尺寸参数 (单位: mm)

符号	名称	尺寸	公差	符号	名称	尺寸	公差
L	总长	150	—	W	端部宽度	20	± 0.2
H	夹具间距离	115	± 5.0	d	厚度	4	—
C	中间平行部分长度	60	± 0.5	b	中间平行部分宽度	10	± 0.2
G ₀	标距 (或有效部分)	50	± 0.5	R	半径 (最小)	60	—

5.1.2 弯曲试样

采用 GB/T 9341 所规定的标准试样, 试样规格如下:
长 80mm \pm 2mm, 宽 10.0mm \pm 0.5mm, 厚 4.0mm \pm 0.2mm

5.1.3 简支梁冲击试样

采用 GB/T 1043.1 所规定的无缺口试样, 试样规格如下:
长 80mm \pm 2mm, 宽 10.0mm \pm 0.5mm, 厚 4.0mm \pm 0.2mm

5.1.4 悬臂梁冲击试样

采用 GB/T 1843 所规定的无缺口试样, 试样规格如下:
长 80mm \pm 2mm, 宽 10.0mm \pm 0.2mm, 厚 4.0mm \pm 0.2mm

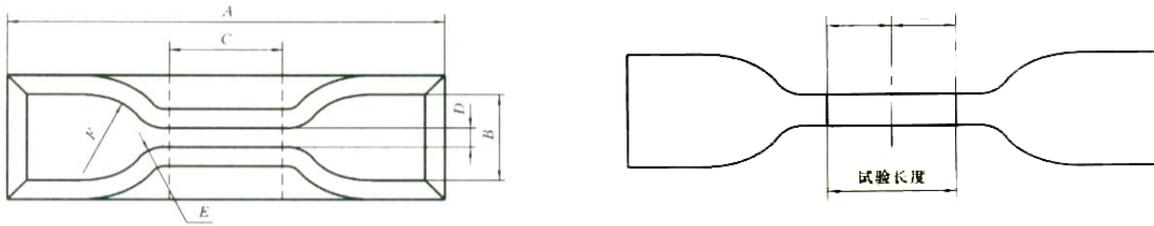
5.1.5 小方片试样

采用 GB/T 17037.3 中的注塑方法制备小方片试样, 试样规格如下:
a) 整体尺寸: 长 70mm \pm 2mm, 宽 50mm \pm 2mm, 厚 3.0mm \pm 0.1mm
b) 测试区尺寸: 长 35mm \pm 1mm, 宽 50mm \pm 2mm, 厚 3.0mm \pm 0.1mm

5.2 橡胶

5.2.1 拉伸试样

采用 GB/T 528 所规定的哑铃状 1 型试样, 裁刀和试样规格见图 2。



裁刀尺寸

试样形状

- A (最短总长度) = 115mm; B (端部宽度) = 25.0mm \pm 1.0mm;
 C (狭小平行部分长度) = 33.0mm \pm 2.0mm; D (狭小平行部分宽度) = 6.0mm \pm 0.4mm;
 E (外过渡边半径) = 14.0mm \pm 1.0mm; F (内过渡边半径) = 25.0mm \pm 2.0mm;
 试样狭窄部分的标准厚度为 2.0mm \pm 0.2mm; 试验长度为 25.0mm \pm 0.5mm;
 在试样的上、下夹持部位, 距边缘 5mm 处, 各打一个直径 5mm 的小孔

图 2 裁刀和试样规格

5.2.2 撕裂试样

采用 GB/T 529 所规定的直角形试样, 试样规格如下:

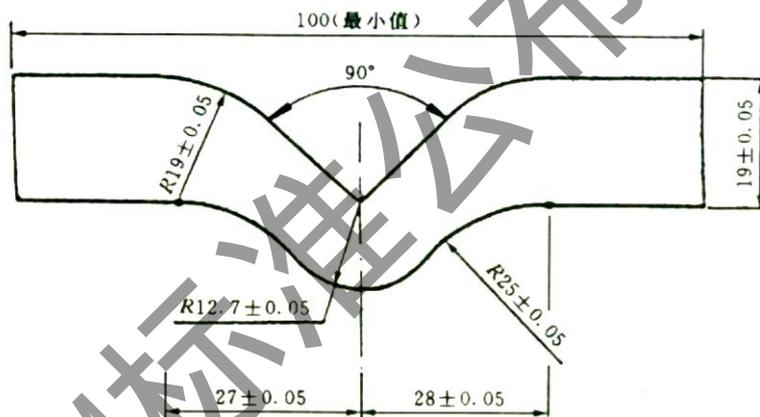


图 3 试样规格

5.2.3 小方片试样

试样规格为: 长 70mm \pm 2mm, 宽 50mm \pm 2mm, 厚 2.0mm \pm 0.2mm

在试样的上、下方中线, 距窄边缘 5mm 处, 各打一个直径 5mm 的小孔。

5.3 涂料

涂料试样 (底板为钢板) 规格为: 长 120mm, 宽 50mm, 厚 0.45mm~0.55mm, 涂膜厚度按表 2 选择。

表 2 涂膜厚度

	一般涂料	低固时分、低粘度涂料	乙烯磷化底漆
底漆	两道共 40 μ m \pm 5 μ m	两道共 30 μ m \pm 5 μ m	
面漆	两道共 60 μ m \pm 5 μ m	两道共 40 μ m \pm 5 μ m	一道 10 μ m \pm 2 μ m
总厚度	100 μ m \pm 10 μ m	70 μ m \pm 10 μ m	

涂层板上、下端用 15mm~20mm 宽电工绝缘胶带缠一圈, 封边, 避免暴露试验时, 直接与金属接

触。

6 试样编号和标识

试样的标识一定要明确、清晰，避免出现混淆。

6.1 编号规则

6.1.1 塑料拉伸、弯曲、冲击试样；橡胶拉伸、撕裂试样的编号原则就是编号要尽可能的短。其编号由字母+数字+字母表示，如 T1H：

- a) 第一个字母表示项目编号，如 T 可表示台站 2006 年投样项目；
- b) 数字表示材料的编号，如 1 可表示耐候 PP；
- c) 第二个字母表示投样地点，如 H 可表示为海南；
- d) T1H 表示台站 2006 年投样项目中，在海南进行暴露的耐候 PP。

6.1.2 塑料小方片试样；橡胶小方片试样；涂层板试样的编号原则除了短以外，还必须要有顺序编号，其编号由字母+数字+字母+数字表示，如 T1H6：

- a) 第一个字母表示项目编号，如 T 可表示台站 2006 年投样项目；
- b) 第一个数字表示材料的编号，如 1 可表示耐候 PP；
- c) 第二个字母表示投样地点，如 H 可表示为海南；
- d) 第二个数字表示顺序编号，如 6 表示第 6 块板；
- e) T1H6 表示台站 2006 年投样项目中，在海南进行暴露的耐候 PP 的第 6 块小方片。

6.1.3 材料投试前，一定做好详细的投试方案，明确项目、材料、暴露点的代码；明确每一个字母和数字的含义。

6.2 标识

6.2.1 塑料拉伸、弯曲、冲击试样；橡胶拉伸、撕裂试样的标记位置在试样的夹持端，任选一端，标记宽度不得超过 1cm；塑料小方片试样、橡胶小方片试样、涂层板试样的标记位置为试样背面测试区下部。同一种材料同类型试样的标记位置应统一，标记位置不能影响到试样的试验结果。

6.2.2 塑料的标记用尖锐的小刀或针将编号刻在标记位置区域内；橡胶、涂料用油漆将编号写在标记位置区域内。

6.2.3 暴露试验时，标记面均作为背面，而未标记面作为暴露面，塑料悬臂梁冲击试样是以厚度面作为暴露面。

7 原始性能

所有试样在暴露开始前，必须完成原始性能测试和微观分析工作。

7.1 塑料

7.1.1 力学性能见：16.3 节

7.1.2 光学性能见：16.4 节

7.1.3 微观分析见：16.5 节

7.2 橡胶

7.2.1 力学性能见：17.3 节

7.2.2 光学性能见：17.4 节

7.2.3 微观分析见：17.5 节

7.3 涂料

光学性能见：18.3 节

7.4 纤维

7.4.1 物理性能见：19.2 节

7.4.2 力学性能见：19.3 节

8 样品架

8.1 选用铝合金作为暴露试验用样品架材料，可以保证在暴露过程中，不对高分子材料的暴露产生影响。

8.2 样品架由二根带挂钩支架和若干 H 型带孔铝合金横梁组成，必须确保试样安装投放后，不会受到应力的作用，试样能自由收缩、翘曲和扩张。

8.3 一般先按试样的尺寸安装好样品架的框架。塑料拉伸、弯曲、冲击试样可倾斜着放入框架内，放好后，拉伸试样每 5 条为一组、弯曲和冲击试样每 10 条为一组，每组的上、下、左、右四个角用电线穿过横梁上的小孔固定；橡胶拉伸、撕裂、小方片试样放入框架后，每条试样的上、下端都用电线对穿横梁和试样上的小孔，固定；塑料小方片试样和涂层板可以从横梁两端推入上、下横梁形成的槽内，每块片或板的四角用电线穿过横梁上的小孔固定。这种结构的样品架一是保证了试样安装的方便和运输、暴露过程中的安全；二是样品架到达暴露场后，暴露场人员只需将样品架挂上暴露架即可，减化了他们的工作，也减少了出错的可能；三是使取样相当容易，取样时，仅需取下固定用电线即可取出试样，不必调整样品架，不会使继续暴露的试样受到影响。

9 运输

9.1 建议将试样装上样品架后，样品架用木箱包装好，再运或寄去暴露场。样品架用结实的木箱装上，四个边和上、下二个面均垫上足够多的泡沫，如果多个样品架装一个木箱，则样品架之间也必须用泡沫隔开、压实。

9.2 必须确保木箱在运输过程中，不受大的冲击或重物挤压，尽量减少运输时间。

10 暴露方法

暴露方向应面向正南，并且根据暴露目的按下列条件之一选择一个与水平面形成的倾斜角：

- a) 与水平面倾角为 45° 的暴露角度，结果便于比较；
- b) 为得到最大的年紫外太阳辐射，与水平面倾角应为 5°；
- c) 为得到最大的年总太阳辐射，在我国北方中纬度地区，与水平面形成的倾斜角应该比纬度角小 10°；
- d) 按实际需求，选择与水平面成 10° 到 90° 之间的任何其它特定角度。

11 取样周期

11.1 试样的取样周期应根据材料的种类来制定。一般来说，容易暴露的材料取样周期前期要密集些；耐暴露性能好的材料取样周期要长些。但同一批投试材料的取样周期要一致，以方便管理。

11.2 下面为推荐的取样周期:

月: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12。

月: 2, 4, 6, 9, 12, 16, 20, 24。

年: 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3。

12 辐射和气象数据

试样暴露期间, 需要收集的气象数据有:

- a) 同暴露角度太阳辐射总量;
- b) 同暴露角度紫外辐射总量;
- c) 月最高、最低、平均气温;
- d) 月最高、最低、平均湿度;
- e) 月总降雨量;
- f) 月日照时数。

13 实验室环境

13.1 实验室环境的温度和湿度对试样的测试结果会产生不同程度的影响。试样的性能测试必须在规定的实验室环境下进行, 实验室应密闭, 避免空气流动, 不受阳光直接照射, 无蒸汽、其它气体或污染物。

13.2 推荐二种实验室环境:

13.2.1 标准环境, 环境温度 23℃, 容许偏差 $\pm 2^\circ\text{C}$; 相对湿度 50%, 容许偏差 $\pm 5\%$;

13.2.2 室温环境, 环境温度 20℃~30℃, 相对湿度小于 60%。

14 回样

14.1 到达试样的取样周期后, 暴露场人员应按规定的数量取下试样。塑料拉伸、弯曲、冲击试样; 橡胶拉伸、撕裂试样按种类和类型分别用信封装好, 塑料小方片试验; 橡胶小方片试验和涂层板试样必须每片(块)单独用小自封袋包装, 避免运输过程中划伤表面, 而后按种类和类型分别用信封装好。在信封上详细注明取样日期。

14.2 邮寄时, 要注意包裹的空隙要用泡沫或报纸填实, 避免运输过程中出现内部震动。

14.3 收到回样后, 立即拿到静置室, 初步检查试样, 看是否有损坏或遗漏, 如有问题立即通知暴露场。初步检查完毕后, 在信封上补全材料种类、类型、暴露地点、取样周期。

14.4 对塑料拉伸、弯曲、冲击试样先按 16.3.1 进行状态调节, 再进行力学性能测试和微观分析; 对橡胶拉伸、撕裂试样先按 17.3.1 进行状态调节, 再进行力学性能测试和微观分析; 塑料小方片试样、橡胶小方片试样、涂层板分别按本部分 16.4、17.4、18.3 进行光学性能测试。

15 样品保存

15.1 原料、试样(包括留样和回样)至少保存在本部分 12 所规定的 b 类室温环境下, 避免阳光和透过窗玻璃的阳光的直接照射。性能测试时可允许日光灯管等一般照明用光源的短期照射。试样放置时要摆放整齐, 不允许受到较大的外压。推荐保存在本部分 12 所规定的 a 类标准环境下。

15.2 塑料小方片试样、橡胶小方片试样和涂层板在没有自封袋的保护下, 必须放置在柔软的泡沫和纱布上, 以免划伤表面。

16 塑料的暴露试验

16.1 自然大气暴露

16.1.1 直接暴露

直接暴露试验依据 GB/T 3681 进行操作。

16.2 自然加速暴露

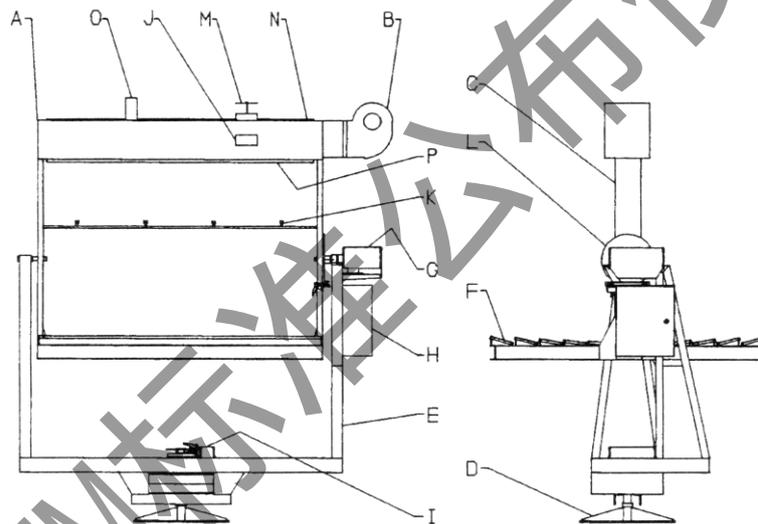
16.2.1 有背板暴露

有背板的直接暴露试验依据 GB/T 3681 进行操作。

16.2.2 太阳聚光加速暴露

16.2.2.1 由于太阳聚光加速实验使试样暴露在整个加强了的自然阳光的光谱区域内，因此，它是一种可行的自然加速暴露方法。

16.2.2.2 太阳聚光加速设备的结构简图见图 5。



- | | |
|-------------|---------------|
| A- 风道 | I- 齿轮箱，方位角驱动 |
| B- 风机 | J- 气流阀 |
| C- 转轴组件 | K- 喷嘴 |
| D- 导流片 | L- 离合器圆盘，升降驱动 |
| E- A 形架组件 | M- 光电池/遮光器盖 |
| F- 镜面 | N- 试样保护门 |
| G- 齿轮箱，升降驱动 | O- 开门结构 |
| H- 控制箱 | P- 气流变流装置 |

图 5 太阳聚光加速设备结构简图

16.2.2.3 太阳聚光加速设备的有效目标区域比所使用镜子的尺寸稍小，典型尺寸为 130mm×1400mm。反射镜在 295nm~700nm 的紫外及可见光波长范围内应具有较高的镜面光谱反射率。应调节反射镜使在目标区域平面内被强化的太阳光的非均匀性小于 5%。设备所使用的反射镜应平整，在 310nm 波长处的镜面光谱反射率应有 65%或更高。

16.2.2.4 操作步骤如下：

a) 将试样装在合适的试验框架内,使试样被夹紧装置覆盖的面积最小,试样的厚度不要超过 13mm;将已装入框架的试样安装在离背板 5mm 处,试样的暴露面面对反射镜。试样的安置应使得空气流出口及试样框之间保持间隙,调整机器的空气偏转器以在试样的暴露面及空气偏转器边缘之间提供 6mm 至 13mm 的间隙;

b) 按投试方案选择喷水循环周期,常用喷水循环周期见表 3,也可根据实际需要来制订喷水周期;

表 3 常用喷水循环周期

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	8min	52min	1	8min	52min	每晚共 3 次
2	不喷水			不喷水		
3 ^a	不喷水			3min	12min	4

c) 定期清理反射镜,每 6 个月测量一次反射镜在 295nm~400nm 紫外区域的镜反射率。这可以通过一个便携式的反射率测量仪来实现。当镜子在 310nm 处的镜反射率下降至低于 65%时,更换设备的反射镜;

d) 从挂样开始,记录试样受到的太阳辐射总量和紫外辐射总量;

e) 记录所有的气象条件和会影响试验结果的变化,并详细记录设备的黑标准温度;

f) 确保试样的安全,当试样出现异常或不正常情况时及时通知投样方;

g) 到达规定的取样周期后,按投试方案的要求取样、包装,将辐射、气象资料、循环周期和试样一并邮寄给投样方。

16.3 力学性能

16.3.1 状态调节

塑料拉伸、弯曲、冲击试样的状态调节依据 GB/T 2918 的规定进行,采用标准环境 23/50,等级 2。即空气温度 23℃,容许偏差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$;相对湿度 50%,容许偏差 $\pm 10\%$ 。状态调节时间不少于 88h。

16.3.2 拉伸试验

16.3.2.1 拉伸试验是对试样施加静态拉伸负荷,以测定拉伸强度、拉伸断裂强度、拉伸屈服强度、断裂伸长率的试验方法。

16.3.2.2 拉伸试样经过状态调节后,按 GB/T 1040 进行操作。

16.3.3 弯曲试验

16.3.3.1 弯曲试验是对试样施加静态三点式弯曲负荷的弯曲性能的测定方法。

16.3.3.2 弯曲试样经过状态调节后,按 GB/T 9341 进行操作。

16.3.4 简支梁冲击试验

16.3.4.1 简支梁冲击试验是用简支梁冲击试验机,对硬质塑料试样施加一次冲击弯曲负荷使试样破坏,并用试样破坏时单位面积所吸收的能量衡量材料冲击韧性的方法。

16.3.4.2 简支梁冲击试样经过状态调节后,按 GB/T 1043.1 进行测量操作。

16.3.5 悬臂梁冲击试验

16.3.5.1 悬臂梁冲击试验是在确定条件下塑料悬臂梁冲击强度的测定方法。

16.3.5.2 悬臂梁冲击试样经过状态调节后,按 GB/T 1843 进行操作。

16.3.5.3 目前一般的电子冲击试验机均可自动计算出结果,冲击强度取三位有效数字。

16.3.5.4 若试样冲击试验后部分破坏或不破坏的，此冲击试样的结果作废，不作为有效结果；

16.3.5.5 同一种类同批悬臂梁冲击试样有效结果的算术平均值作为这批悬臂梁冲击试样的冲击强度；

16.3.5.7 注意事项：整个暴露过程中，所有冲击试样的测试应统一为刀刃先接触到非暴露面。

16.4 光学性能

16.4.1 外观

16.4.1.1 塑料大气暴露后的外观检查主要在小方片上按 GB/T 15596 进行操作。

16.4.1.2 在标准对色箱的标准照明体 D₆₅ 光源下，将塑料小方片从自封袋中取出，初步观察小方片颜色的变化、灰尘在表面的累积情况、是否有明显的损伤，用数码相机在不小于 300 万像素下拍摄小方片未清洗前的照片，并记录。

16.4.1.3 用柔软的医用纱布沾去离子水轻轻擦拭小方片的正、反面，直至洗去小方片表面的灰尘和杂质，将小方片放置在纱布上，在实验室标准环境下避光阴干。

16.4.1.4 在标准对色箱的标准照明体 D₆₅ 光源下，仔细观察清洗后的塑料小方片：颜色如何变化（变深或变浅、变浓或变淡、变明或变暗）、上、下表面是否有划痕、是否光滑、是否有裂纹、斑点、是否翘曲、收缩等，推荐的区分级别为没有变化、稍有变化、中等变化、显著变化，详细记录观察到的各种现象。有必要时用原始留存小方片或之前取样周期的小方片进行对比观察，以明确小方片在暴露不同周期后的变化规律。观察完毕后，用数码相机在不小于 300 万像素下拍摄塑料小方片清洗后的照片，必要时，将小方片与原始留存小方片放在一起对比拍照。

16.4.2 颜色

16.4.2.1 清洗后的塑料小方片在完成外观检查后，可进行颜色测量。

16.4.2.2 塑料颜色的测量和色差的计算按 GB/T 3979 和 GB/T 7921 进行操作。

16.4.2.3 计算同种塑料同批小方片色差值的算术平均值，以此值作为这种塑料在某个暴露周期的色差值。通过比较同一种塑料不同暴露周期的色差值 ΔE ，就可以掌握这种塑料在暴露试验中颜色的变化规律；

在测量同批小方片的过程中，如果发现某块小方片的测量结果与其余小方片的测量结果相差较大，应对这块小方片进行重新测量，以确定上次测量是否存在人为误差，如果二次测量的结果相近，记录后一次的测试结果。

16.4.3 黄色指数

16.4.3.1 清洗后的塑料小方片在完成外观检查后，可进行黄色指数测量。

16.4.3.2 黄色指数的测量主要应用于无色透明、半透明或白色不透明塑料，黄色指数和在日光照射下观察到的黄色程度能较好的吻合，因此能用于评价塑料的暴露程度。一般来说，转换光源后的色差仪也能用来测量黄色指数。

16.4.3.3 黄色指数的测量按 HG/T 3862 进行操作。

16.4.3.4 计算同种塑料同批小方片黄色指数的算术平均值，以此值作为这种塑料在某个暴露周期的黄色指数。通过比较同一种塑料不同暴露周期的黄色指数，就可以掌握这种塑料在暴露试验中黄色指数的变化规律；

16.4.3.5 在测量同批小方片的过程中，如果发现某块小方片的测量结果与其余小方片的测量结果相差较大，应对这块小方片进行重新测量，以确定上次测量是否存在人为误差，如果二次测量的结果相近，记录后一次的测试结果。

16.4.4 光泽

16.4.4.1 清洗后的塑料小方片在完成外观检查后，可进行光泽测量。

16.4.4.2 光泽反映的是在规定的入射角下，试样的镜面反射率与同一条件下基准面的镜面反射率之比。光泽受试样表面光滑程度的影响较大，在暴露过程中，同批试样的光泽波动很大。

16.4.4.3 光泽按 GB/T 8807 进行操作测量。

16.4.5 透光率和雾度

16.4.5.1 清洗后的塑料小方片在完成外观检查后，可进行透光率和雾度的测量。

16.4.5.2 透光率和雾度仅应用在透明塑料上，它们能反映透明塑料在暴露不同周期，表面的损伤程度。一般来说，仪器可同时测量透明塑料的透光率和雾度。

16.4.5.3 透光率是透过试样的光通量和射到试样上的光通量之比，用百分数表示；雾度是透过试样而偏离入射光方向 2.5 度以上的散射光通量与透射光通量之比，用百分数表示。

16.4.5.4 透光率和雾度按 GB/T 2410 进行操作测量。

16.4.5.5 在测量同批小方片的过程中，如果发现某块小方片的测量结果与其余小方片的测量结果相差较大，应对这块小方片进行重新测量，以确定上次测量是否存在人为误差，如果二次测量的结果相近，记录后一次的测试结果。

16.5 微观分析

16.5.1 红外光谱 (FTIR)

16.5.1.1 红外光谱法主要用于分析塑料暴露面暴露前后分子结构的变化，它具有样品需要量少、结果准确、测试快速等优点。

16.5.1.2 按 GB/T 6040 进行操作测试。

16.5.2 热重法 (TG)

16.5.2.1 热重是测量样品的质量随温度变化的一种方法，它主要用来评定塑料暴露前后的热稳定性。

16.5.2.2 操作步骤如下：

- a) 使用仪器前，开机预热 30min，打开氮气开关，控制其压力在 0.05MPa；
- b) 主要采用测试完毕后的塑料弯曲试样进行热重分析。用沾有酒精的棉球擦拭弯曲试样的暴露面，去除掉灰尘和杂质；用沾有酒精的棉球将手术刀、镊子擦拭干净；
- c) 用小刀刮取弯曲样条暴露面，将刮下的样品收集在一起；
- d) 将空的坩埚放入仪器，合上顶盖，使用仪器自带的天平称取坩埚的重量后，清零；
- e) 打开仪器顶盖，取出坩埚，将之前刮下的样品小心的收集到坩埚中，将附着在坩埚外表面的样品清理干净。将装有样品的坩埚再放入仪器中，合上顶盖。此时，仪器自带的天平上显示的读数就是坩埚中样品的质量，一般保证样品的质量在 2mg~5mg；
- f) 运行随机软件，在输入样品的质量，升温速率定为 10°C/min，温度范围定为 30°C~600°C 后，开始升温。温度的上限可根据塑料的实际分解温度来定，分解温度高的塑料，温度上限还可高些；
- g) 测试结束后，标定样品的起始分解温度和剩余物含量。可以同原始或之前取样周期试样的热重图进行比较，分析暴露不同周期试样在热稳定性上的变化。

16.5.3 差示扫描量热法 (DSC)

16.5.3.1 差示扫描量热法是在程序控制温度下，测量样品与参比物的功率差与温度关系的一种方法。主要用于评价塑料暴露前后玻璃化温度或熔点的变化。

16.5.3.2 差示扫描量热法按 GB/T 19466.1 进行操作测量。

17 橡胶的暴露试验

17.1 自然大气暴露

17.1.1 直接暴露

依据 GB/T 3511 所确定的操作步骤见 16.1.1。

17.1.2 玻璃下暴露

按 GB/T 3511 所确定的操作步骤见 16.1.2。

17.2 自然加速暴露

17.2.1 有背板暴露

按 GB/T 3511 所确定的操作步骤见 16.2.1。

17.2.2 太阳聚光加速暴露

参见 16.2.2

17.3 力学性能

17.3.1 状态调节

橡胶拉伸、撕裂试样的状态调节依据 GB/T 2941 的规定进行，采用标准温度 23℃，容许偏差 $\pm 2^\circ\text{C}$ ；标准湿度 50%，容许偏差 $\pm 5\%$ 。状态调节时间不少于 24h。

17.3.2 拉伸试验

17.3.2.1 拉伸试样经过状态调节后，按 GB/T 528 进行操作测量。

17.3.2.2 目前一般的电子万能试验机均可自动计算出上述结果；

17.3.2.3 拉伸时，若拉伸试样在狭小平行部分之外断裂之外或试样的拉伸现象明显不同于其余试样时，此试样的拉伸结果作废，不作为有效结果；

17.3.2.4 同一种类同批拉伸试样有效结果的算术平均值作为这批拉伸试样的拉伸强度和扯断伸长率，保存同批拉伸试样的应力-应变曲线。

17.3.3 撕裂试验

撕裂试验按 GB/T 529 进行操作测量。

17.4 光学性能

17.4.1 外观

17.4.1.1 橡胶大气暴露后的外观检查主要在小方片上按 GB/T 3511 所规定的步骤进行。橡胶小方片的观察分为二步，一是在小方片清洗前进行初步观察；二是在小方片清洗后的观察，并以清洗后的观察为准。在标准对色箱的标准照明体 D_{65} 光源下，将橡胶小方片从自封袋中取出，初步观察小方片颜色的变化、灰尘在表面的累积情况、是否有明显的损伤，用数码相机在不小于 300 像素下拍摄小方片未清洗前的照片，并记录。

17.4.1.2 用柔软的医用纱布沾去离子水轻轻擦拭小方片的正、反面，直至洗去小方片表面的灰尘和杂质，将小方片放置在纱布上，在实验室环境下标准环境下避光阴干。

17.4.1.3 在标准对色箱的标准照明体 D_{65} 光源下，仔细观察清洗后的橡胶小方片：上、下表面是否有明显划痕、是否有裂纹、是否粉化、有无斑点、有无起泡、有无变形等，推荐的区分级别为没有变化、稍有变化、中等变化、显著变化，详细记录观察到的各种现象。有必要时用原始留存小方片或之前取样周期的小方片进行对比观察，以明确小方片在暴露不同周期后的变化规律。观察完毕后，用数码相机在不小于 300 像素下拍摄橡胶小方片清洗后的照片，必要时，将小方片与原始留存小方片放在一起对比拍照。

17.4.2 颜色

17.4.2.1 清洗后的橡胶小方片在完成外观检查后，可进行颜色测量。

17.4.2.2 橡胶颜色的测量和色差的计算按 GB/T 3979 和 GB/T 7921 所确定的操作步骤见 16.4.2。

17.5 微观分析

17.5.1 红外光谱 (FTIR)

红外光谱按 GB/T 6040 进行操作测量。

18 涂层的暴露试验

18.1 自然大气暴露

按 GB/T 9276 所确定的操作步骤见 16.1.1。

18.2 自然加速暴露

18.2.1 有背板暴露

按 GB/T 9276 所确定的操作步骤见 16.2.1。

18.2.2 黑箱暴露

18.2.2.1 黑箱暴露是一种户外利用黑箱提高试验温度的自然加速暴露试验方法。

18.2.2.2 黑箱暴露主要是用来试验使用温度较高的涂层，如汽车涂层、车顶遮盖涂层等。由于黑箱暴露的温度较高，湿润时间较短，使它更为接近外用涂层的使用条件。

18.2.2.3 操作步骤如下：

- a) 按要求用铝片制成符合尺寸的箱子，箱子长为 200cm，宽为 150cm，高为 25cm。铝箱内、外均用耐候性良好的黑色油漆涂成黑色；
- b) 将制好的黑箱朝正南，与水平面呈 5° 固定；
- c) 将涂层板安装在黑箱向阳空口处。若涂层板不足，则用涂成黑色的金属板遮盖空口处的空缺；
- d) 从挂样开始，记录 5° 的太阳辐射总量和紫外辐射总量；
- e) 定期检查和保养暴露场地，以便记录试样的一般状态和修复损坏或破坏的设备，并重新固定松动的试样，特别是在暴风雨后；
- f) 确保试样的安全，当试样出现异常或不正常情况时及时通知投样方；
- g) 到达规定的取样周期后，按投试方案的要求取样、包装，将辐射、气象资料和试样一并邮寄给投样方。

18.2.3 太阳聚光加速暴露

18.3 光学性能

18.3.1 外观

18.3.1.1 涂料大气暴露后的外观检查主要在涂层板上按 GB/T 1766 所规定的步骤进行。涂层板的观察分为二步，一是在涂层板清洗前进行初步观察；二是在涂层板清洗后的观察，并以清洗后的观察为准。

18.3.1.2 在标准对色箱的标准照明体 D₆₅ 光源下，将涂层板从自封袋中取出，初步观察涂层板颜色的变化、灰尘在表面的累积情况、是否有明显的损伤，用数码相机在不小于 300 万像素下拍摄涂层板未清洗前的照片，并记录。

18.3.1.3 用柔软的医用纱布沾去离子水轻轻擦拭涂层板的正、反面，直至洗去涂层板表面的灰尘和杂质，将涂层板放置在纱布上，在实验室环境下标准环境下避光阴干。

18.3.1.4 在标准对色箱的标准照明体 D₆₅ 光源下，仔细观察清洗后的涂层板：是否失光、是否变色、是否粉化、是否开裂、是否起泡、是否生锈、是否剥落、是否长霉、是否有斑点、是否沾污等。以 0 至 5 的数字等级来评定破坏程度和数量，“0”表示无破坏，“5”表示严重破坏。数字 1、2、3、4 的四个等级的确定应使整个等级范围得到最佳区分。变化程度、破坏数量和破坏大小的评定见表 4~表 6。

表 4 变化程度

等级	变 化 程 度
0	无变化、即无可觉察的变化
1	很轻微，即有刚可觉察的变化
2	轻微，即有明显觉察的变化
3	中等，即有很明显觉察的变化
4	较大，即有较大的变化
5	严重，即有强烈的变化

表 5 破坏数量

等级	变 化 程 度
0	无，即无可见破坏
1	很少，即刚有一些值得注意的破坏
2	少，即有少量值得注意的破坏
3	中等，即有中等数量的破坏
4	较多，即有较多数量的破坏
5	密集，即有密集型的破坏

表 6 破坏大小

等级	破 坏 大 小
0	10 倍放大镜下无可见破坏
1	10 倍放大镜下可见破坏
2	正常视力下可见破坏
3	正常视力明显可见破坏 (<0.5mm)
4	0.5~5mm 范围的破坏
5	>5mm 的破坏

18.3.1.5 详细记录观察到的各种现象。有必要时用原始留存涂层板或之前取样周期涂层板进行对比观察，以明确涂层板在暴露不同周期后的变化规律。观察完毕后，用数码相机在不小于 300 万像素下拍摄

涂层板清洗后的照片，必要时，将涂层板与原始留存涂层板放在一起对比拍照。

18.3.2 颜色

18.3.2.1 清洗后的涂层板在完成外观检查后，可进行颜色测量。

18.3.2.2 涂层板颜色的测量和色差的计算按 GB/T 11186.1~3 所确定的操作步骤见本部分 16.4.2。

18.4.3 光泽

18.4.3.1 清洗后的涂层板在完成外观检查后，可进行光泽测量。

18.4.3.2 按 GB/T 9754-2007 所确定的操作步骤见 16.4.4。

19 试验报告

19.1 报告内容按照本部分规定执行。

19.2 按试验要求的格式、份数和时间提交试验报告。

CSTM标准公布使用
全国团体标准信息平台

附录 A

(资料性附录)

本部分修订主编单位：北京科技大学

本部分修订参编单位：中国科学院金属研究所、武汉材料保护研究所、中国电器科学研究院有限公司、钢铁研究总院、中国兵器工业第五九研究所、北京航空材料研究院、国营第二九八厂。

主要起草人：李晓刚、徐金堃、王光雍、高瑾、陆启凯、彭坚、王俊、冯皓、萧以德、张三平、秦晓洲、王振尧、郑玉贵、张晓芸、刘建、董超芳、杜翠薇、姜胜利、吴俊升、杨朝晖、肖葵、卢琳、孙志华、程学群、刘智勇、汪崧、刘超、马菱薇、马宏驰。

CSTM标准公布使用
全国团体标准信息平台

参 考 文 献

- [1] ISO11358-2 塑料, 热重的聚合物的重 (TG), 活化能的测定
- [2] ASTM G90 用集中自然光法对非金属材料实施加速室外老化的规程
- [3] ASTM D4141 涂层的黑箱和阳光集中暴露处理用标准实施规程
- [4] GB/T 1766 色漆和清漆涂层老化的评级方法
- [5] GB/T 19292.1 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 分类
- [6] GB/T 19292.3 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 污染物的测量
- [7] GB/T 19292.2 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 腐蚀等级的指导值

标准公布使用

全国团体标准信息平台