



中华人民共和国国家标准

GB/T 20197—2006

降解塑料的定义、分类、标志和 降解性能要求

Define, classify, marking and degradability requirement of degradable plastic

2006-02-21 发布

2007-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准由全国塑料制品标准化技术委员会归口。

本标准由轻工业塑料加工应用研究所负责起草,武汉华丽环保科技有限公司、深圳市中京科林环保塑料技术有限公司、内蒙古蒙西高新技术集团有限责任公司、宁波天安生物材料有限公司、绿维新材料(深圳)有限公司、天津思态利降解塑料有限公司、深圳市禾田一环保科技有限公司、福建百事达生物材料有限公司、福建泛亚科技发展有限公司、国家塑料制品质量监督检验中心(北京)、四川大学参加起草。

本标准主要起草人:翁云宣、孔力、王世和、陈学军、张先炳、毛国玉、苗蕾、丁少忠、贾伟生、叶新建、刘彩霞、侯勇、王玉忠、杨惠娣、李字义、陈明兴。

本标准为首次发布。

降解塑料的定义、分类、标志和 降解性能要求

1 范围

本标准规定了降解塑料的术语和定义、分类和标志、降解性能要求、试验方法。

本标准适用于以下各类降解材料：

- 天然和/或合成聚合物、共聚物或它们的混合物；
- 含有如增塑剂、颜料或其他化合物等添加剂的塑料材料；
- 水溶性聚合物；
- 各类降解塑料材料加工而成的制品。

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。

GB/T 1040 塑料拉伸性能试验方法

GB/T 1844.2 塑料及树脂缩写代号 第二部分：填充及增强材料(GB/T 1844.2—1995, neq ISO 1043-2:1987)

GB/T 1844.3 塑料及树脂缩写代号 第三部分：增塑剂(GB/T 1844.3—1995, neq ISO 1043-3:1987)

GB/T 7141 塑料热空气暴露试验方法

GB/T 13022 塑料 薄膜拉伸性能试验方法(GB/T 13022—1991, neq ISO 1184:1983)

GB/T 15596 塑料暴露于玻璃下日光或自然气候或人工光后颜色和性能变化的测定(GB/T 15596—1995, eqv ISO 4582:1980)

GB/T 16422.2 塑料实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯(GB/T 16422.2—1999, idt ISO 4892-2:1994)

GB/T 17603 光解性塑料户外暴露试验方法

GB/T 19276.1 水性培养液中材料最终需氧生物分解能力的测定 采用测定密闭呼吸计中需氧量的方法(GB/T 19276.1—2003, ISO 14851:1999, IDT)

GB/T 19276.2 水性培养液中材料最终需氧生物分解能力的测定 采用测定释放的二氧化碳的方法(GB/T 19276.2—2003, ISO 14852:1999, IDT)

GB/T 19277 受控堆肥条件下材料最终需氧生物分解和崩解能力的测定 采用测定释放的二氧化碳的方法(GB/T 19277—2003, ISO 14855:1999, IDT)

GB/T 19811 在定义堆肥化中试条件下塑料材料崩解程度的测定(GB/T 19811—2005, ISO 16929:2002, IDT)

CJ/T 96 城市生活垃圾 有机质的测定 灼烧法

CJ/T 97 城市生活垃圾 总铬的测定 二苯碳酰二吡比色法

CJ/T 98 城市生活垃圾 汞的测定 冷原子吸收分光光度法

CJ/T 99 城市生活垃圾 pH的测定 玻璃电极法

- CJ/T 100 城市生活垃圾 镉的测定 原子吸收分光光度法
CJ/T 101 城市生活垃圾 铅的测定 原子吸收分光光度法
CJ/T 102 城市生活垃圾 砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法
CJ/T 103 城市生活垃圾 全氮的测定 半微量开氏法
CJ/T 104 城市生活垃圾 全磷的测定 偏钼酸铵分光光度法
CJ/T 105 城市生活垃圾 全钾的测定 火焰光度法
CJ/T 3059 城市生活垃圾堆肥处理厂技术评价指标
ISO 3310-2:1999 试验筛——技术要求与试验——第2部分:金属穿孔板试验筛
ISO 11465:1993 土壤质量——土壤生物的干物质和水含量的测定——重量法
ISO 14853:2005 水性培养液下塑料最终厌氧生物分解能力的测定——通过测量生物气体产物的办法
ISO 15985:2004 高固态厌氧消化条件下塑料最终厌氧生物分解和崩解能力的测定——通过测量生物气体产物的办法
ISO 17556:2003 土壤中最终需氧生物分解能力的测定——采用测定释放的二氧化碳或测定密闭呼吸计中需氧量的方法
ASTM D 5510:1994(2001) 氧化降解塑料热老化的标准操作

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

降解 degradation

受环境条件的影响,经过一定时间和包含一个或更多步骤,结构发生显著变化、性能丧失(如:完整性、相对分子质量、结构或力学强度)的过程。

参见:劣化(3.6)。

3.2

生物分解 biodegradation

由生物活动引起的降解,尤其是酶的作用引起材料化学结构的显著变化。由于材料被微生物或某些生物作为营养源而逐步消解,导致质量损失、性能如物理性能下降等,并最终导致材料被分解成成分较简单的化合物或单质,如二氧化碳(CO₂)或/和甲烷(CH₄)、水(H₂O)及其所含元素的矿化无机盐以及新的生物质。

3.3

最终需氧生物分解 ultimate aerobic biodegradation

在有氧条件下,材料最终被微生物分解为二氧化碳(CO₂)、水(H₂O)及其所含元素的矿化无机盐和新的生物质。

3.4

最终厌氧生物分解 ultimate anaerobic biodegradation

在缺氧条件下,材料最终被微生物分解为二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、水(H₂O)及其所含元素的矿化无机盐和新的生物质。

3.5

生物处理能力 biological treatability

可生物处理能力 biological treatability

材料需氧条件下堆肥或厌氧条件下生物消化的潜力。

3.6

劣化 deterioration

变质 deterioration

塑料因某些结构受损所表现出的物理性能丧失的永久变化。

3.7

崩解 disintegration

材料物理断裂成为极其细小的碎片。

3.8

堆肥 compost

由混合物生物分解得到的有机土壤调节剂。该混合物主要由植物残余组成,有时也含有一些有机材料和一定的无机物。

3.9

堆肥化 composting

产生堆肥的一种需氧处理方法。

3.10

堆肥能力 compostability

可堆肥能力 compostability

在堆肥过程中材料被生物分解的能力。

如宣称有堆肥能力,应说明材料在堆肥化体系中(如标准试验方法所示)可生物分解和崩解,并且在堆肥最终使用中是完全可生物分解的。堆肥应符合相关的质量标准,如低重金属含量、无生物毒性、无明显可区分的残留物。

3.11

降解塑料 degradable plastic

在规定环境条件下,经过一段时间和包含一个或更多步骤,导致材料化学结构的显著变化而损失某些性能(如完整性、分子质量、结构或机械强度)和/或发生破碎的塑料。应使用能反映性能变化的标准试验方法进行测试,并按降解方式和使用周期确定其类别。

参见:生物分解塑料(3.12),热氧降解塑料(3.13),光降解塑料(3.14),可堆肥塑料(3.15)。

3.12

生物分解塑料 biodegradable plastic

在自然界如土壤和/或沙土等条件下,和/或特定条件如堆肥化条件下或厌氧消化条件下或水性培养液中,由自然界存在的微生物作用引起降解,并最终完全降解变成二氧化碳(CO₂)或/和甲烷(CH₄)、水(H₂O)及其所含元素的矿化无机盐以及新的生物质的塑料。

参见:降解塑料(3.11)。

3.13

热氧降解塑料 heat- and/or oxide- degradable plastic

由热和/或氧化引起降解的塑料。

参见:降解塑料(3.11)。

3.14

光降解塑料 photo-degradable plastic sheet

由自然日光作用引起降解的塑料。

参见:降解塑料(3.11)。

3.15

可堆肥塑料 compostable plastic

一种塑料,可在堆肥化条件下,由于生物反应过程,可被降解和崩解,并最终完全分解成二氧化碳

(CO₂)、水(H₂O)及其所含元素的矿化无机盐以及新的生物质,并且最后形成的堆肥的重金属含量、毒性试验、残留碎片等应符合相关标准的规定。

参见:降解塑料(3.11)。

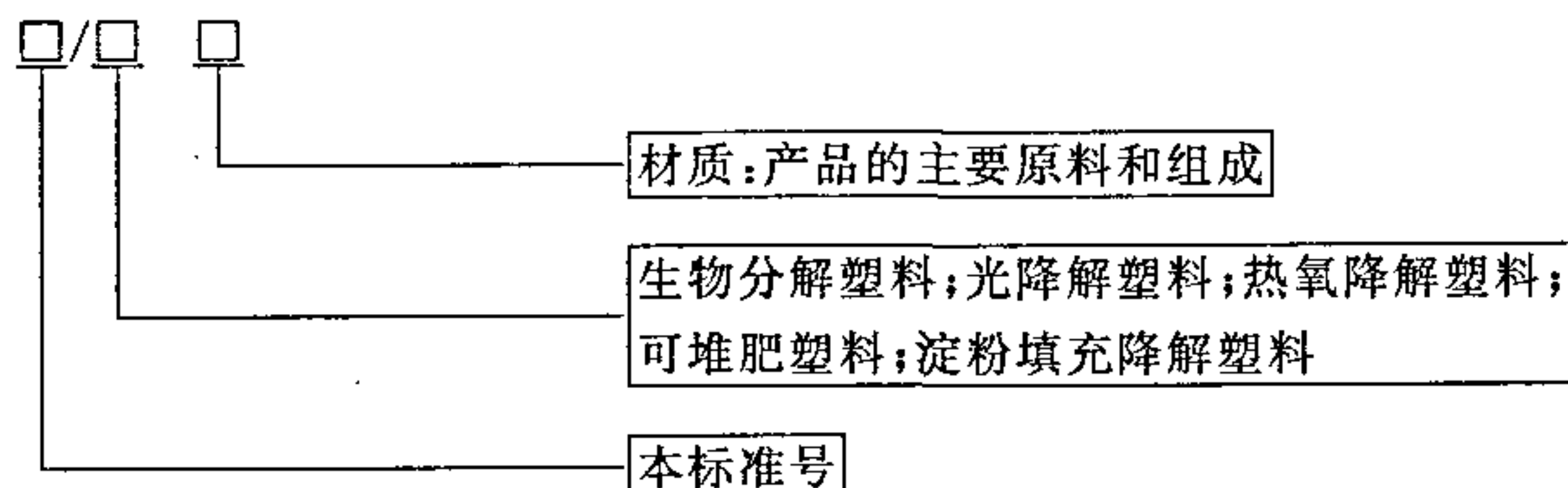
4 标志

4.1 分类

降解塑料按照其设计的最终降解途径包括生物降解塑料、可堆肥塑料、光降解塑料、热氧降解塑料。

4.2 标示

降解塑料的标志方法如下:



示例:按照本标准生产的光降解聚丙烯塑料片材,其中含15%质量百分比矿物粉和25%质量百分比玻璃纤维,另外添加5%光敏剂,长、宽、厚分别为5 000 mm、1 000 mm、2 mm,表示为

GB/T 20197/光降解塑料 PP-(GF25+MD15)DPA5

4.3 产品材质标志方法

降解塑料产品使用标志时,应按4.2规定,标记在产品或外包装上。

4.3.1 单一组分产品

产品由单一聚合物制得,按4.2规定进行标记。部分聚合物的标志示例见表1。

表1 部分聚合物的标志示例

聚合物名称	标志
聚乳酸	PLA
聚己内酯	PCL
(丁二酸/己二酸/丁二醇酯)共聚物	PBSA
聚羟基丁酸/戊酸酯	PHBV
聚对二氧环己酮	PPDO
聚丁二酸丁二醇酯	PBS
聚乙交酯	PGA
二氧化碳/环氧丙烷共聚物	PPC
二氧化碳/环氧乙烷共聚物	PEC
聚乙烯醇	PVA
聚-3-羟基丁酸酯	PHB
醋酸纤维素	CA
淀粉	St

4.3.2 多组分的产品

聚合物混合物或合金的多组分产品,应按照各种主要组成的质量百分比大小,从大到小依次排列,用名称缩写来表示聚合物的成分,缩写之间用加号“+”隔开,并按4.2的规定来标记。

示例：聚己内酯和淀粉合金，聚己内酯为主要聚合物，淀粉分散在其中，表示为

PCL+St

4.3.3 含添加剂的产品(可选项)

4.3.3.1 含填料或增强剂的产品

含单一填料或增强剂的产品，填料或增强剂应与聚合物一起标志，聚合物缩写后加连字符，然后按 GB/T 1844.2 规定的缩写符号描述添加剂，并按示例和 4.2 的规定来标记。

示例 1：添加 30% 质量分数矿物粉末的聚己内酯，表示为

PCL-MD30

含多种填料或多种增强剂或两者均含有的产品，应按示例 2 和示例 3 规定，描述填料或增强剂的百分含量，并用圆括弧加以括弧。

示例 2：含 15% 质量分数矿物粉和 25% 质量分数玻璃纤维的聚乳酸，表示为

PLA-(GF25+MD15) 或 PLA-(GF+MD)40

示例 3：由含 20% 质量分数矿物粉(MD)和 15% 质量分数玻璃纤维(GF)的聚乳酸，表示为 PLA-(MD20+GF15)

或 PLA-(MD+GF)35

4.3.3.2 含增塑剂的产品

含增塑剂的产品，聚合物缩写后加连字符，然后标上符号“P”，后面再标上用圆括弧括起来的按 GB/T 1844.3 规定的增塑剂缩写。

示例：含增塑剂邻苯二甲酸二丁酯的 PCL，表示为

PCL-P(DBP)

4.3.3.3 含降解剂的产品

含降解剂的产品，聚合物缩写后加连字符，然后标上符号“DPA”。

示例：含 15% 质量分数矿物粉和 25% 质量分数玻璃纤维，另外添加 5% 质量分数光敏剂的 PLA，表示为

PLA-(GF25+MD15)DPA5 或 PLA-(GF+MD)40DPA5

4.4 标志的制作

标志的制作可采用模塑、印刷、压花、烙印或其他清晰且无法拭除的标记方法。

5 降解性能技术要求

5.1 生物分解塑料

5.1.1 单一聚合物

如果材料是由单一聚合物加工而成，生物分解率应 $\geq 60\%$ ，试验方法见 6.1。

5.1.2 混合物

如果材料是混合物，有机成分应 $\geq 51\%$ ，生物分解率应 $\geq 60\%$ ，且材料中组分 $\geq 1\%$ 的有机成分的生物分解率应 $\geq 60\%$ ，试验方法见 6.1。

5.2 可堆肥塑料

5.2.1 单一聚合物

如果材料是由单一聚合物加工而成，堆肥化生物分解率应 $\geq 60\%$ ，崩解程度应 $\geq 90\%$ ，试验方法见 6.2.1。

5.2.2 混合物

如果材料是混合物，有机成分应 $\geq 51\%$ ，堆肥化生物分解率应 $\geq 60\%$ ，崩解程度应 $\geq 90\%$ ，且材料中组分 $\geq 1\%$ 的有机成分的生物分解率应 $\geq 60\%$ ，试验方法见 6.2.1。

5.2.3 堆肥质量

堆肥质量应符合 CJ/T 3059 中堆肥产品的质量标准(见表 2)，试验方法见 6.2.2。

表 2 堆肥质量要求

名 称	技术指标
有机质(以 C 计)	$\geq 10\%$
pH 值	6.5~8.5
总汞(以 Hg 计)	$\leq 5\text{ mg/kg}$
总镉(以 Cd 计)	$\leq 3\text{ mg/kg}$
总铅(以 Pb 计)	$\leq 100\text{ mg/kg}$
总砷(以 As 计)	$\leq 30\text{ mg/kg}$
总铬(以 Cr 计)	$\leq 300\text{ mg/kg}$
全氮(以 N 计)	$\geq 0.5\%$
全磷(以 P_2O_5 计)	$\geq 0.3\%$
全钾(以 K_2O 计)	$\geq 1.0\%$

5.3 光降解塑料

光降解塑料的光降解暴露方式采用自然曝晒或氙灯人工加速老化箱内曝晒。光降解性能应符合表 3 的规定,试验方法见 6.3。

表 3 光降解塑料的光降解性能技术要求

暴露方式	光降解塑料性能变化的评价			试验方法
	拉伸断裂伸长率保留率(纵/横)/(%)	且重均相对分子质量下降率/(%)	且光降解后重均相对分子质量 $<10\,000$ 的分子百分含量/(%)	
自然曝晒	≤ 5	≥ 80	≥ 20	见 6.3
或氙灯人工加速老化箱内曝晒	≤ 5	≥ 70	≥ 10	见 6.3

注:在评价光降解塑料性能变化时,可在有关各方同意后,使用试样其他性能变化以及性能保持率或性能变化率,如颜色、外观、雾度、粉化、脆化、撕裂强度、表面电阻率、体积电阻率、击穿电压、介质损耗角正切、尺寸变化、质量变化、密度、维卡软化温度、熔体流动速率、化学结构变化等,但应在试验报告中注明。性能保持率或性能变化率由感兴趣的各方参照表 1 协商而定,试验方法见 GB/T 15596。

5.4 热氧降解塑料

热氧降解塑料的降解性能应符合表 4 的规定,试验方法见 6.4。

表 4 热氧降解塑料的热氧降解性能技术要求

热氧降解塑料性能变化的评价			试验方法
拉伸断裂伸长率保留率(纵/横)/(%)	且重均相对分子质量下降率/(%)	且光降解后重均相对分子质量 $<10\,000$ 的分子百分含量/(%)	
≤ 5	≥ 80	≥ 20	见 6.4

6 降解性能试验方法

6.1 生物分解性能

生物分解试验按 GB/T 19277 和/或按 GB/T 19276.1 和/或按 GB/T 19276.2 和/或按 ISO 17556:2003 或按 ISO 14853:2005 或 ISO 15985:2004,试验结果以最大生物分解百分率表示。

6.2 可堆肥性能

6.2.1 堆肥化能力

可堆肥试验分别按 GB/T 19277 和按 GB/T 19811 进行,试验结果分别以最大生物分解率和崩解程度表示。

6.2.2 堆肥质量

堆肥有机质、pH、总铬、汞、镉、铅、砷、全氮、全磷、全钾的测定分别按 CJ/T 96、CJ/T 99、CJ/T 97、CJ/T 98、CJ/T 100、CJ/T 101、CJ/T 102、CJ/T 103、CJ/T 104、CJ/T 105 进行。堆肥水分的测定按 ISO 11465:1993 进行。堆肥粒度测定按 ISO 3310-2:1999 进行。

6.3 光降解试验

6.3.1 暴露条件

光降解试验的暴露方式可采用自然曝晒或采用氙灯人工加速老化箱内曝晒。具体的曝晒方式和条件应符合表 5 的规定。

表 5 光降解的曝晒方式和条件

暴露方式	累计辐射能量/(MJ/m ²)	依据标准	备 注
自然曝晒	510±10	GB/T 17603	采用 B 暴露架
氙灯人工加速老化箱内曝晒	26	GB/T 16422.2	黑标温度:65℃±5℃ 相对湿度:65%±5% 喷水周期:每次喷水时间 18 min±0.5 min;两次喷水之间的时间 102 min±0.5 min

6.3.2 拉伸断裂伸长保留率

6.3.2.1 拉伸断裂伸长率

试样厚度小于 1 mm 时,按 GB/T 13022 规定进行。采用 I 型试样,取 5 个试样,试验结果分别以测试结果的算术平均值表示;对有纵横向的降解塑料,试样按纵、横方向各取 5 个试样,试验结果分别以纵横方向测试结果的算术平均值表示。拉伸速度(50±5)mm/min。

试样厚度大于等于 1 mm 时,按 GB/T 1040 规定进行。采用 II 型试样,取 5 个试样,试验结果分别以测试结果的算术平均值表示;对有纵横向的降解塑料,试样按纵、横方向各取 5 个试样,试验结果分别以纵横方向测试结果的算术平均值表示。拉伸速度(50±5)mm/min。

试样是成型的制品时,从制品上取样;样品是未成型的原料如树脂、母料或专用料时,用塑料成型加工方法制得制品或试验样条;如制品的尺寸不能满足直接取样的要求时,可用原料成型加工成标准中规定试样,或试样尺寸由感兴趣的各方协商而定。

6.3.2.2 拉伸断裂伸长率保留率

断裂伸长率保留率按式(1)计算:

$$L_t = \frac{L_0 - L'}{L_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- L_t——降解后拉伸断裂伸长率保留率,%;
- L₀——降解前断裂伸长率,%;
- L'——降解后断裂伸长率,%。

6.3.3 重均相对分子质量下降率

用高温凝胶色谱仪测试试样光降解前后的重均相对分子质量,相对分子质量测试所用凝胶柱料的

相对分子质量下限分离范围应包括 5 000 以下相对分子质量。

重均相对分子质量下降率按式(2)计算:

$$\overline{M}_{w,t} = \frac{\overline{M}_{w,0} - \overline{M}_w'}{\overline{M}_{w,0}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\overline{M}_{w,t}$ ——光降解后重均相对分子质量下降率,%;

$\overline{M}_{w,0}$ ——光降解前重均相对分子质量;

\overline{M}_w' ——光降解后重均相对分子质量。

6.3.4 相对分子质量小于 10 000 的分子的百分数

用高温凝胶色谱仪测试试样光降解后试样的相对分子质量,计算相对分子质量小于 10 000 的分子的百分数。

6.4 热氧降解性能

热氧降解试验按 ASTM D 5510:1994(2001)进行,强制通风条件时试验方法按 GB/T 7141 进行,试验结果以拉伸断裂伸长率保留率来表示。对有纵横向的试样,试验结果分别以纵横方向测试结果表示。

6.4.1 暴露条件

根据试样厚度选择热氧降解试验的暴露方式,试样厚度小于等于 0.25 mm 时,暴露方式采用方法 A(重力对流恒温箱),按 ASTM D 5510;试样厚度大于 0.25 mm 时,暴露方式采用方法 B(强制通风恒温箱),按 GB/T 7141。试验温度 60℃,暴置时间 90 d。

6.4.2 拉伸断裂伸长率保留率

试样厚度小于 1 mm 时,按 GB/T 13022 规定进行。采用 I 型试样,取 5 个试样,试验结果分别以测试结果的算术平均值表示;对有纵横向的试样,试样按纵、横方向各取 5 个试样,试验结果分别以纵横方向测试结果的算术平均值表示。拉伸速度(50±5) mm/min。

试样厚度大于等于 1 mm 时,按 GB/T 1040 规定进行。采用 II 型试样,取 5 个试样,试验结果分别以测试结果的算术平均值表示;对有纵横向的试样,试样按纵、横方向各取 5 个试样,试验结果分别以纵横方向测试结果的算术平均值表示。拉伸速度(50±5) mm/min。

试样是成型的制品时,从制品上取样;样品是未成型的原料如树脂、母料或专用料时,用塑料成型加工方法制得制品或试验样条;如制品的尺寸不能满足直接取样的要求时,可用原料成型加工成标准中规定试样,或试样尺寸由感兴趣的各方协商而定。

断裂伸长率保留率按式(3)计算:

$$L_t = \frac{L_0 - L'}{L_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

L_t ——降解后拉伸断裂伸长率保留率,%;

L_0 ——降解前断裂伸长率,%;

L' ——降解后断裂伸长率,%。

6.4.3 重均相对分子质量下降率

用高温凝胶色谱仪测试试样光降解前后的重均相对分子质量,相对分子质量测试所用凝胶柱料的相对分子质量下限分离范围应包括 5 000 以下相对分子质量。

重均相对分子质量下降率按式(4)计算:

$$\bar{M}_{w,t} = \frac{\bar{M}_{w,0} - \bar{M}_w'}{\bar{M}_{w,0}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中：

$\bar{M}_{w,t}$ ——热氧降解后重均相对分子质量下降率，%；

$\bar{M}_{w,0}$ ——热氧降解前重均相对分子质量；

\bar{M}_w' ——热氧降解后重均相对分子质量。