

塑料拉伸强度测量结果的不确定度评定

张成杰 左义凤 孙钟岑 付晓梅 王琳

(龙口市道恩工程塑料有限公司检测中心,龙口 265700)

摘要 依据 GB/T 1040.2-2006《塑料拉伸性能的测定》,测定了聚丙烯塑料的拉伸强度,对拉伸强度测量不确定度进行了分析和量化。当聚丙烯的拉伸强度为 26.2 MPa 时,测量结果的扩展不确定度为 0.40 MPa。

关键词 塑料 拉伸强度 测量不确定度

测量不确定度在实验室的质量管理中有着很大的作用,《检测和校准实验室能力认可准则》规定当不确定度与检测结果的有效性或影响到对规范限度的符合性时,检测报告中还需包括有关不确定度的信息^[1]。拉伸强度是在拉伸试验过程中,试样所承受的最大拉伸应力(以 MPa 表示),是塑料力学性能表征和质量控制的重要指标。

笔者根据文献[2]分析了塑料拉伸强度不确定度的来源,并对聚丙烯的拉伸强度的测量不确定度进行了评定。

1 实验部分

1.1 主要仪器

万能材料试验机:3366 型,美国 Instron 公司;
电子游标卡尺:精度 0.01 mm,北京量具厂。

1.2 测定方法

按照 GB/T 1040.2-2006《塑料拉伸性能的测定》第 2 部分:模塑和挤塑塑料的试验条件,以 50 mm/min 的速率拉伸 1A 型试样(宽度 b 为 10 mm,厚度 d 为 4 mm)至断裂。试样拉伸过程中的最大拉伸应力即为塑料的拉伸强度。

1.3 数学模型

塑料拉伸强度按式(1)计算:

$$\sigma = F/bd \quad (1)$$

式中: σ ——拉伸强度,MPa;

F ——载荷,N;

b ——试样宽度,mm;

d ——试样厚度,mm。

2 测量不确定度的来源

对于塑料拉伸强度检测,当温度变化在 21 ~ 25℃ 之间,温度对试验结果的影响可以忽略不计;另外,只要拉伸速度控制在规范允许范围内[标准允许范围:(50 ± 5) mm/min]拉伸速度的影响可以忽略不计。能够对试验测试结果产生影响的因素主要有:重复测试、试件截面积变化、载荷测量的精度以

及测量结果的数据修约。上述影响因素中,试样重复测试属于 A 类不确定度评定;其余影响因素均属 B 类不确定。

3 不确定度评定

3.1 重复测试引入的标准不确定度 u_r

从聚丙烯(编号为 HFPP-01)的 10 个包装袋中分别取 10 份样料,均匀混合后以相同的注塑工艺制作 10 根 1A 型试样,进行拉伸试验, u_r 可按(2)式进行计算。拉伸强度测试结果及测试结果的标准偏差列于表 1。

$$s = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})^2} \quad (2)$$

式中: n ——重复测量次数;

σ_i ——第 i 次测量的塑料强度测量值,MPa;

$\bar{\sigma}$ ——塑料的拉伸强度各次测量结果的平均值,MPa。

表 1 拉伸强度重复测试结果 MPa

拉伸强度测试结果					平均值	s
26.3	26.6	26.4	25.6	25.8	26.2	0.34
26.4	26.3	26.0	25.9	26.6		

如果一次测试重复测量 5 次,则测量的标准不确定度为:

$$u_r = s/\sqrt{5} = 0.15 \text{ (MPa)}$$

3.2 试样宽度引入的标准不确定度 u_b

拉伸 A 型试样的宽度 b 的偏差为 ±0.02 mm,按均匀分布考虑, $k = \sqrt{3}$ 。则试件宽度 b 的测量不确定度 $u(b)$ 为:

$$u(b) = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 0.01155 \text{ (mm)}$$

σ 对 b 的灵敏系数通过式(1)求偏导得到:

$$c_b = \left| \frac{\partial \sigma}{\partial b} \right| = \left| -\frac{F}{bd^2} \right| = \frac{\sigma}{b}$$

取 $\sigma = \bar{\sigma}$, b 取标称尺寸,代入上式计算得:

$$c_b = 2.62 \text{ MPa/mm}$$

$$u_b = c_b u(b) = 2.62 \times 0.01155 = 0.03 \text{ (MPa)}$$

3.3 试样厚度引入的标准不确定度 u_d

拉伸 A 型试样厚度 d 的偏差为 $\pm 0.02 \text{ mm}$,按均匀分布考虑, $k = \sqrt{3}$ 。则 d 的测量不确定度为:

$$u(d) = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 0.01155 \text{ (mm)}$$

σ 对 d 的灵敏系数通过对式(1)求偏导得:

$$c_d = \left| \frac{\partial \sigma}{\partial d} \right| = \left| -\frac{F}{bd^2} \right| = \frac{\sigma}{d}$$

取 $\sigma = \bar{\sigma}$, d 取标称尺寸,代入上式计算得:

$$c_d = 6.55 \text{ MPa/mm}$$

$$u_d = c_d u(d) = 6.55 \times 0.01155 = 0.08 \text{ (MPa)}$$

3.4 试验机拉力误差引入的标准不确定度 u_F

根据仪器检定结果,3366 型万能试验机力值测定的最大示值误差为 $\pm 0.5\%$ 。在本试验的 10 组试样中,测量得到的最大拉力值 $F_{\max} = 1064 \text{ N}$,则试验力示值误差为 5.32 N

按均匀分布考虑, $k = \sqrt{3}$,得到拉力的测量标准不确定度 $u(F)$ 为:

$$u(F) = \frac{5.32}{\sqrt{3}} = 3.07 \text{ (N)}$$

σ 对 F 的灵敏系数通过对式(1)求偏导得到:

$$c_F = \left| \frac{\partial \sigma}{\partial F} \right| = \frac{1}{bd}$$

将试样截面尺寸代入上式计算得:

$$c_F = 0.025 \text{ mm}^{-2}$$

$$u_F = c_F u(F) = 0.025 \times 3.07 = 0.08 \text{ (MPa)}$$

3.5 数值修约的标准不确定度

根据塑料拉伸强度修约规则,其修约间隔 $\delta = 0.1 \text{ MPa}$ 。按均匀分布考虑, $k = \sqrt{3}$,则对试样拉伸强度测量数据进行修约引入的拉伸强度测量标准不确定度 u_δ 为:

$$u_\delta = \frac{\delta}{\sqrt{3}} = 0.06 \text{ (MPa)}$$

4 合成标准不确定度

由于上述 5 个不确定度分量彼此独立,所以可按式(3)计算合成标准不确定度:

$$u_c = \sqrt{u_b^2 + u_d^2 + u_r^2 + u_F^2 + u_\delta^2} \quad (3)$$

将各不确定度分量值代入式(3)计算得:

$$u_c = 0.20 \text{ MPa}$$

5 扩展不确定度

包含因子 $k = 2$,则扩展不确定度为:

$$U = k u_c = 2 \times 0.20 = 0.40 \text{ MPa}$$

6 结语

对塑料拉伸强度测量过程中可能引起的不确定度分量进行了分析和评定,其中重复性测量,试样厚度的测量和试验力偏差对测量结果的不确定度贡献较大。

参考文献

- [1] CNAS - CL01 检测和校准实验室能力认可准则[S].
- [2] CNAS - CL07 测量不确定度评估和报告通用要求[S].
- [3] JJF 1059 - 1999 测量不确定度的评定与表示[S].
- [4] GB/T 1040.2 - 2006 塑料拉伸性能的测定 第 2 部分:模塑和挤塑塑料的试验条件[S].

EVALUATION OF UNCERTAINTY IN MEASUREMENT OF PLASTICS TENSILE STRENGTH

Zhang Chengjie, Zuo Yifeng, Sun Zhongcen, Fu Xiaomei, Wang Lin

(Central Laboratory of Longkou Dawn Engineering Plastic Co. Ltd., Longkou 265700, China)

ABSTRACT According to the test method GB/T 1040.2 - 2006 Plastics Determination of Tensile Properties, tensile strength of the polypropylene was determined. The main sources of uncertainty resulted from the determination process were discussed and calculated. The expanded standard uncertainty of tensile strength determination was 0.40 MPa when the polypropylene tensile strength was 26.2 MPa.

KEYWORDS plastics, tensile strength, uncertainty of measurement

进口食品若无国家安全标准需先审批

在“2009 中国食品安全高层论坛”上,国家质检总局进出口食品安全局局长俞太尉提请进口商注意,进口没有国家安全标准的食品,必须经卫生部门审核批准。

俞太尉说,企业进口尚无国家安全标准的食品,若未经卫生部门批准,食品到达口岸后,各地检验检疫机构不能接受报检,更不能通关。但国家质检总局已经和卫生部达成共

识,在 2009 年 6 月 1 日前已经进口的没有国家安全标准的食品,仍按照各地检验检疫部门原来依据的标准进行检验。

2009 年 6 月 1 日,《中华人民共和国食品安全法》正式实施,其中明确规定,进口尚无国家安全标准的食品或者首次进口食品添加剂新品种、食品相关产品新品种,进口商应当向国务院卫生行政部门提出申请并提交相关的安全性评估材料。
(新华网)