



中华人民共和国国家标准

GB/T 10006—2021/ISO 8295:1995
代替 GB/T 10006—1988

塑料 薄膜和薄片 摩擦系数的测定

Plastics—Film and sheeting—Determination of the coefficients of friction

(ISO 8295:1995, IDT)

2021-03-09 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 10006—1988《塑料薄膜和薄片摩擦系数测定方法》，与 GB/T 10006—1988 相比，主要技术变化如下：

- 修改了范围(见第 1 章,1988 年版的第 1 章)；
- 修改了规范性引用文件(见第 2 章,1988 年版的第 2 章)；
- 修改了术语和定义(见第 3 章,1988 年版的第 3 章)；
- 增加了“薄膜的摩擦系数通常为 0.2~1 的范围之间”的注释(见 3.4.2 的注 1)；
- 修改了原理(见第 4 章,1988 年版的第 4 章)；
- 增加了“滑块或平台均可作为移动部分”的试验装置要求,修改了图 1,删除了图 2(见 5.1、图 1,1988 年版的 5.1、图 1、图 2)；
- 修改了“试验装置”的命名、条款顺序与结构(见第 5 章,1988 年版的第 5 章)；
- 增加了“500 mm/min±10 mm/min”的试验速度设置需求(见 5.2.3)；
- 增加了使用拉伸试验机测力系统时转换时间的检查要求(见 5.2.4)；
- 将“直接连接滑块和负荷传感器”修改为“弹簧由刚性连接替代”(见 5.2.5,1988 年版的 5.6)；
- 增加了摩擦系数的过冲量要求(见 5.2.5 的注)；
- 修改了试样要求(见第 6 章,1988 年版的第 7 章)；
- 修改了状态调节(见第 7 章,1988 年版的第 8 章)；
- 增加了试验步骤的总则(见 8.1)；
- 修改了“薄膜对薄膜”与“薄膜对金属或其他物品”的试验步骤(见 8.2、8.3,1988 年版的 9.1、9.2)；
- 修改了静摩擦系数与动摩擦系数的结果计算(见 9.1、9.2,1988 年版的 10.1、10.2)；
- 删除了“结果计算的有效数字”要求(见 1988 年版的 10.3)；
- 增加了精密度的说明(见第 10 章)；
- 修改了试验报告要求(见第 11 章,1988 年版的第 11 章)；
- 增加了“初步精密度”(见附录 A)。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 8295:1995《塑料 薄膜和薄片 摩擦系数的测定》。

本标准由中国轻工业联合会提出。

本标准由全国塑料制品标准化技术委员会(SAC/TC 48)归口。

本标准起草单位:北京工商大学、云南红塔塑胶有限公司、汕头经济特区雄伟塑料包装材料有限公司、广东天安新材料股份有限公司、佛山佛塑科技集团股份有限公司、上海若祎新材料科技有限公司、轻工业塑料加工应用研究所、国家塑料制品质量监督检验中心(北京)、昆山阿喀斯检测科技服务有限公司、济南兰光机电技术有限公司。

本标准主要起草人:许博、王蕾、胡金梅、贝楠、吴启超、梁美莹、韦丽明、李田华、陈欣、邹建峰。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 10006—1988。

塑料 薄膜和薄片 摩擦系数的测定

1 范围

1.1 本标准规定了一种测定塑料薄膜和薄片与其自身或其他物质开始摩擦及滑动过程中摩擦系数的方法。本标准适用于最大厚度为 0.5 mm 的非粘性塑料薄膜和薄片(以下简称“薄膜”)。

1.2 本标准主要用于质量控制。一般来说,由于涉及静电电荷、气垫、局部温度升高以及磨损等因素,本标准不给出在包装或加工机械上加工性能的综合评估。

1.3 静摩擦力通常会随表面接触时间延长而升高。为得到可比较的结果,本标准规定了这一接触时间。

1.4 滑动性有时通过向塑料材料内加入添加剂而产生。添加剂与薄膜基材的相容性程度不同,可能迁移到薄膜表面从而改变其滑动性。由于这些因素依赖于时间,因此,此类薄膜的测试应与薄膜存放的时间相关。

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。

ISO 291:1977¹⁾ 塑料 试样状态调节和试验的标准环境(Plastics—Standard atmospheres for conditioning and testing)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

摩擦 friction

阻碍两接触表面滑动的作用。

注:分为动摩擦和静摩擦。

3.1.1

静摩擦 static friction

滑动开始瞬间,需要克服的“临界”摩擦。

3.1.2

动摩擦 dynamic friction

给定速度滑动过程中存在的摩擦。

3.2

摩擦力 frictional force

克服摩擦需要的力。

注:分为静摩擦力 F_s 和动摩擦力 F_D 。

1) ISO 291:1977 已被 ISO 291:2008 代替。

3.3

法向力 normal force

 F_P

垂直施加于两个接触表面的力。

3.4

摩擦系数 coefficient of friction

摩擦力与法向力之比。

3.4.1

静摩擦系数 static coefficient of friction

$$\mu_S = \frac{F_S}{F_P}$$

3.4.2

动摩擦系数 dynamic coefficient of friction

$$\mu_D = \frac{F_D}{F_P}$$

注 1: 薄膜的摩擦系数通常为 0.2~1 的范围之间。

注2：摩擦系数理想情况下是一种独立于测试仪器和测试条件的固有性能。由于薄膜通常不是理想的，本标准规定了全部试验参数。

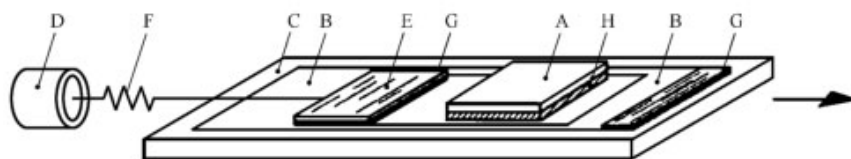
4 原理

两试验表面在一定的接触压力下,平面接触放在一起,记录使两表面相对移动所需的力。

5 试验设备

5.1 试验装置由水平试验台、滑块、测力系统和使水平试验台上两试验表面相对移动的驱动机构等组成。滑块或平台均可作为移动部分。

图 1 为测定摩擦系数的活动平台仪器示例。力由图形记录仪或等效的电子数据处理装置记录。



说明:

A——滑块；

B —— 试样；

C ——活动平台；

D——传感器；

E —— 加固板；

F —— 彈簧；

G —— 双面胶帶；

H——毛毡。

图 1 测定摩擦系数的活动平台仪器示例

5.2 设备应符合 5.2.1~5.2.5 的要求。

5.2.1 水平试验台的表面应平滑,由非磁性金属材料制成。

5.2.2 法向力由滑块产生,滑块应具有 40 cm² 面积的正方形底面(边长 63 mm),为使压力均匀分布,滑块底部应覆盖毛毡等弹性材料,弹性材料不得使试样产生“压纹”。滑块的总质量应为 200 g±2 g,以产生 1.96 N±0.02 N 的法向力。

5.2.3 驱动机构应无振动,使两试验表面以 100 mm/min±10 mm/min 的速度相对移动。当有特殊需求时,可以将速度设置为 500 mm/min±10 mm/min,这时需要按照第 11 章的 f) 注明。

5.2.4 包括记录仪在内的整个测力系统的总误差应不大于 2%。转换时间 $t_{99\%}$ 应不超过 0.5 s。牵引方向应与摩擦平面保持平行并在一条直线上。如果使用拉伸试验机测力系统,由于这类机器的指示系统大多相当迟钝,应经常检查转换时间 $t_{99\%}$ 。

5.2.5 对于测量静摩擦力,测力系统的弹性系数应通过适当的弹簧调节到 2 N/cm±1 N/cm。在滑粘情况下测量动摩擦力时,由刚性连接替代弹簧。

注:由于滑块质量的惯性,在滑块相对移动开始时有一个附加力,测得的摩擦系数比真实值大 $\Delta\mu$:

$$\Delta\mu = \frac{v}{g} \sqrt{\frac{D}{m}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

v ——滑块相对于平台的速度为 100 mm/min;

D ——弹性系数(2 N/cm)为 2×10^5 g/s²;

g ——自由落体加速度为 9.810 m/s²;

m ——滑块的质量为 200 g。

在这些情况下,摩擦系数的过冲量是 0.005。最糟糕的情况下,这意味着在 0.2 的低摩擦系数下,该过冲量等于 2.5% 的误差。

6 试样

对每次测试,需要两片尺寸为 80 mm×200 mm 的试样。试样应在样品整个宽度或圆周(管膜时)均匀截取 3 组。通常,试样的长度方向(即试验方向)应平行于样品的纵向(机械加工方向)。如样品的正反面或不同方向的摩擦性质不同,应分别进行试验。

试样试验表面应无灰尘、指纹和任何可能改变表面性质的外来物质。

注 1: 三对试样测试代表了评估统计公差区间的最小数量。根据需要的精密度和测试材料的均一性,试样数量可能需要增加。

注 2: 为避免污染表面,试验前可同时裁切几个试样,并在临试验前分开。

7 状态调节

除非另有规定,薄膜试样应在测试前,按 ISO 291 中 23/50 标准环境下调节至少 16 h。测试应在相同的环境下进行。

8 试验步骤

8.1 总则

本试验步骤是对图 1 所示例的试验装置而言,如使用其他等效设备,应采用相应的试验步骤。应在与状态调节相同的环境下试验。

8.2 薄膜对薄膜

8.2.1 将第一个试样的右端用双面胶带固定在测试平台上,试样的长轴与平台一致。用双面胶带在第二个试样的左端贴上一个小板,将其加固。这个小板的质量不应超过 5 g。通过一个弹簧(见 5.2.5)将这个小板与传感器连接在一起。将第二个试样放在第一个试样之上,并将滑块轻轻放在试样上面,不要有振动,使第二个试样和滑块均在第一个试样的中央。15 s 后,启动测试平台和记录仪。力的第一个峰值由静摩擦产生。

8.2.2 第一个力的峰值之后,有时可能会出现力值的振荡。这种情况下,曲线的振荡部分不能用来评价动摩擦系数。动摩擦系数应分开进行测量,通过用钢性连接替代弹簧来阻止滑粘现象。由于惯性误差(见 5.2.5 中的注),这一测试(用钢性连接替代弹簧)不能用作评价静摩擦。

注:传感器也可直接连接到滑块上,这种情况下,用双面胶带将第二个试样固定在滑块的前沿。然而,这一方法不建议用于较硬的试样,因为弯矩可能会引起压力分布不均。

8.3 薄膜对金属或其他物品

测定塑料薄膜(片)对其他材料表面的摩擦性能时,其他材料的试样固定在水平试验台上。其他试验步骤同 8.2。

用这种方法测定的摩擦系数依赖于材料的类型以及其表面处理而定。

如果要在材料相同的试样上进行一系列的测试,应注意可能出现的磨损会改变表面性质。而且,应考虑滑动剂或抗滑动剂的迁移。

9 结果计算

9.1 静摩擦系数

直线上升的最大力值代表静摩擦力 F_s 。高弹性系数的刚性连接方式(即不要弹簧),只能用来测定动摩擦,不能用来评价静摩擦(见 8.2.2)。

静摩擦系数 μ_s 由式(2)给出:

$$\mu_s = \frac{F_s}{F_p} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

F_s —— 静摩擦力,单位为牛顿(N);

F_p —— 由滑块质量施加的法向力,为 1.96 N。

9.2 动摩擦系数

由于行程长度的增加带来的二次影响,滑动过程中的摩擦力常常区别于理想情况下测得的数值。

动摩擦力 F_D 是两接触表面间相对移动开始后,在不考虑静摩擦力峰值 F_s 时最初 6 cm 的平均力。

动摩擦系数 μ_D 由式(3)计算得出:

$$\mu_D = \frac{F_D}{F_p} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

F_D —— 动摩擦力,单位为牛顿(N);

F_p —— 由滑块质量施加的法向力,为 1.96 N。

10 精密度

多家实验室对几种不同材质塑料材料的摩擦系数进行了测试,通过对所测得摩擦系数分散性的分析,评价了两种试验速度的可替代性并提供了初步精密度值,参见附录 A。由于未获得足够的实验室数据,本标准未规定方法的精密度,若获得足够的符合要求的数据,将在下一版标准中增加精密度的说明。

11 试验报告

试验报告应包括下列信息:

- a) 本标准编号;
- b) 试样信息,包括试样名称、材质等描述,如必要需备注薄膜储存时间;
- c) 测试面;
- d) 静摩擦系数、动摩擦系数的平均值,单次测量值,以及标准偏差和试验数量(如果需要):
 - 1) 静摩擦系数;
 - 2) 动摩擦系数;
- e) 如果测试涉及其他材料,这些材料表面应准确描述;
- f) 任何与本标准的不同之处,如特殊需求下的试验速度。

附录 A
(资料性附录)
初步精密度

当所测试塑料材料的摩擦系数高时,100 mm/min 的试验速度可能导致试验结果的精密度偏低,为了验证测试高摩擦系数类材料时试验速度能否用 500 mm/min 代替,1993 年进行了一场不同实验室间的摩擦系数试验。这次试验不仅用于评估试验速度的可替代性,而且初步获得了试验精密度。所获得的试验精密度显示 100 mm/min 的试验速度适用于本次实验活动的所有材料。

试验有组织地进行,并根据 ISO 5725-1、ISO 5725-2 及 ISO 5725-3²⁾ 对试验结果进行分析,本次试验包括 4 家实验室(位于中国、法国、日本和英国),分别测试了 4 种试样内表面、外表面的摩擦系数。虽然参加本次试验的实验室数量不满足 ISO 5725 的要求,表 A.1 和表 A.2 中仍列举了所选取的部分试验数据作为例证,全面的精密度验证试验有待下次修订前进行。试验结果按照大小进行排序,按照静摩擦系数与动摩擦系数进行分类。不考虑绝对值,为了便于比较不同水平标准偏差,分别计算了变异系数,并列于表 A.1、表 A.2 中。

变异系数(%) = 标准偏差 × 100 / 摩擦系数平均值。

利用格拉布斯法剔除离群值。

表 A.1 动摩擦系数精密度

塑料材料(标称厚度/ μm) 摩擦面/摩擦面	平均系数($n=5$)	再现性-实验室内标准偏差 s_{Rw} (变异系数)	再现性标准偏差 s_R (变异系数)
PP(60), I/I	0.210	0.014 5(6.9%)	0.048 5(23.1%)
PVC(200), I/I	0.432	0.072 5(16.8%)	0.037 6(8.7%)
PE-LL(30), I/E	0.443	0.044 2(10.0%)	0.069 8(15.8%)
PC(100), I/I	0.618	0.044 2(7.2%)	0.127 5(20.6%)
平均值		0.064 3(14.83%)	0.070 9(17.05%)
I/I 内表面与内表面摩擦。 I/E 内表面与外表面摩擦。			

2) ISO 5725-1:1994 试验方法与试验结果的准确度(正确度与精密度) 第 1 部分:总则与定义
ISO 5725-2:1994 试验方法与试验结果的准确度(正确度与精密度) 第 2 部分:确定标准试验方法重复性与再现性的基本方法
ISO 5725-3:1994 试验方法与试验结果的准确度(正确度与精密度) 第 3 部分:标准试验方法精密度的中间测量

表 A.2 静摩擦系数精密度

塑料材料(标称厚度/ μm) 摩擦面/摩擦面	平均系数($n=5$)	再现性-实验室内部标准偏差 s_{Rw} (变异系数)	再现性标准偏差 s_R (变异系数)
PP(60), I/I	0.277	0.035 0(12.6%)	0.077 1(27.8%)
PVC(200), I/I	0.857	0.136 8(16.0%)	0.100 0(11.7%)
PE-LL(30), I/E	0.765	0.173 3(22.7%)	0.207 5(27.1%)
PC(100), I/I	0.612	0.042 5(6.9%)	0.037 2(6.1%)
平均值		0.096 9(14.55%)	0.105 5(18.18%)
I/I 内表面与内表面摩擦。 I/E 内表面与外表面摩擦。			

一次试验操作可同时测试动摩擦系数与静摩擦系数。

进行不同实验室间试验不仅可获得精密度数据,还可用于改善试验方法。本次试验所获得数据及试验现象在下次修订时会加以考虑以便改善试验方法。下列注释特别值得注意:

a) 试样状态

表中所列出的再现性-实验室内部标准偏差 s_{Rw} 的平均值基本与再现性标准偏差 s_R 相同,还出现了 s_R 低于 s_{Rw} 的情况。这些数值都是异常的,因为通常情况下 s_{Rw} 大概是 s_R 的三分之一。这些异常数据表明要么是多种因素导致试验过程出现较大波动,要么是所测试试样并不完全相同。

所测试样品从同一来源随机抽取的,理应相同,然而根据一些实验室对所收到并测试样品的状态描述来看,并不能确定每个实验室所测试的样品是完全相同的。一些试样出现表面并不平整,甚至折痕,这些样品当然不能应用于试验。

因此,试样的状态应在试验报告中尽可能详尽描述。

b) 静电

有些样品在试验过程中发现存在静电,故而很难恰当地处理试样。应研究静电荷所产生的影响,但是建议在任何情况下都应在试验前消除静电荷。

c) 摩擦力的测试

不同实验室所测得的静摩擦力曲线是不同的,有些实验室所测得曲线相当平,有些实验室测试的曲线随试验时间延长发生波动。而不同试验人员对测得曲线的理解很可能是不同的,这样就导致所给出试验结果比预期的偏差幅度更大。

因此应详细研究平均摩擦力的测量、记录及计算系统,以便减小试验数据的偏差。

d) 滑块材质与重量

这两项因素影响试样表面的实际接触面积。如果滑块重量较小,会导致硬质试样接触面积偏小,所产生的压力不均匀,这种影响值得好好研究。本标准要求滑块用弹性材料包覆。应尽可能明确规定所使用的滑块及弹性材料,以保证压力的统一性,使试验结果的再现性更高。

e) 弹簧

具有控制滑块初始速度,使之均匀加速的弹簧不能用于高摩擦力薄膜(如 PE-LLD)的测试,因为没有弹簧能够满足标准的要求。在这种情况下,滑块直接与传感器相连,由于不同试验装置的初始加速度不同,测试结果取决于所使用的试验装置。所测得动摩擦系数仅为相对值。

注 1: 再现性是指在不同实验室,不同试验人员利用不同试验设备根据相同试验方法测试同种试样,所得试验结果的精密度,用再现性标准偏差表述。

注 2: 实验室内部再现性是指在同一实验室内用同种试验方法测得同种试样结果的精密度,但是操作人员、试验设备和/或试验时间可能不同。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
塑料 薄膜和薄片 摩擦系数的测定
GB/T 10006—2021/ISO 8295:1995

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2021年3月第一版

*

书号: 155066 · 1-66849

版权专有 侵权必究



GB/T 10006-2021