

剥离试验讲义

轻工业部制鞋工业科学研究所

1981年5月

剥离试验讲义

前 言

剥离强度是皮鞋质量的一个重要技术指标，国内外的皮鞋标准中均列为检测项目。但测试方法和测试仪器不尽相同。例如英国和日本采用英国鞋业研究协会（Shoe and Allied trades Research Association 简称 SATRA）创制的剥离试验仪（现行日本工业标准 JISS 5050—1975 和英国标准 BS-5131—1976）进行剥离试验，如图 1 所示。测试刀口对着鞋尖的帮底结合缝，鞋内装有橙，测试时，用手压鞋后部，使鞋尖部的外底受力与鞋帮剥开。以剥离时的力值（牛顿或公斤力）表示试验结果。该仪器还可测后部的剥离力，只要将后跟部的帮底结合缝对准刀口，用手压鞋尖即可。

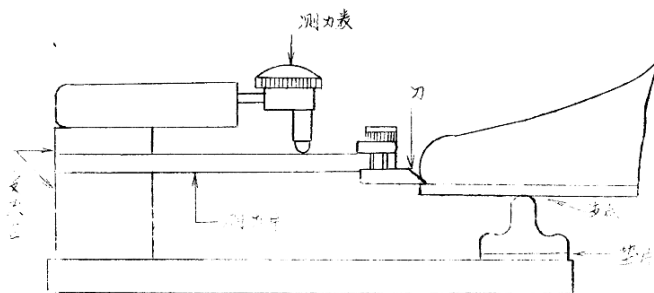


图 1. 用 SATRA 剥离试验仪测剥离力

苏联现行标准 (ГОСТ 10241—62) 则用特制的天杆器

~ 2

夹上装有砧座的成鞋，在拉力机上进行试验，如图2所示。当鞋底沿鞋的纵向拉开10毫米时停机，按下式计算抗剥离强度（сопротивление отрыву）：

$$\sigma = \frac{P}{b_1 - (b_2 + b_3)}$$

式中： σ —— 抗剥离强度（公斤力/厘米）

P —— 剥离力（公斤力）

b_1 —— 鞋底剥开部分的最大宽度，即图2中EF的长度（厘米）

b_2 和 b_3 —— E和F之间外底露出的沿条宽度（厘米）

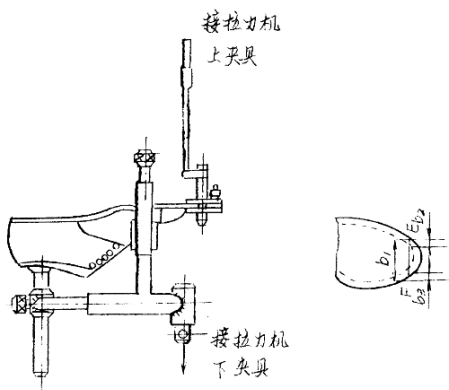


图2 苏联的测试方法

我国从一九七三年开始起草皮鞋标准工作，当年四月轻工

业部将任务下达给当时的三部四硅办公室，成了四种硅硅的标准起草小组。胶粘皮硅标准起草小组参考 SATRA 剥离试验仪，于一九七三年七月在上海和福州分别试制出简易剥离仪，不用测力片，而是在剥离刀下面装弹簧秤，以弹簧秤测帮底剥离时的负荷。

一九七三年十一月上海皮硅厂试制了电动剥离拉伸两用试验机，测试时，硅圈夹不动，由电动机通过减速传动机构带动测力片刀口向下运动，将帮底剥开。测力机构同 SATRA 剥离试验仪。一九七四年九月，在部颁胶粘皮硅试行标准（SG 26-74）中，列入了剥离力指标，用该仪器进行剥离力测试。一九七五年三月，上海皮硅厂试制了三台样机，在上海皮硅厂、杭州皮硅厂和轻工业部制硅工业研究所使用。一九七八年十一月又试制了三台用数字仪表显示的剥离试验仪，在上海皮硅厂、长沙橡胶皮硅厂和天津第一皮硅厂试用。

为了满足各地皮硅厂测试需要，在总结上述各种剥离试验仪基础上，轻工业部于一九七九年十一月安排轻工业部制硅工业研究所和哈尔滨市第一轻工机械厂共同承担剥离试验仪新产品试制项目。我们两单位对当前剥离试验仪，于一九七九年底研究确定了新的设计方案。基于多方面的考虑，新方案是搞两用剥离试验仪，仍用测力片和千分表测力的测力系统，并提出多方面的改进意见。一九八〇年初，哈尔滨市第一轻工机械厂着手设计试制工作。七月份做出样机（BLV-1型），交制硅工业研究所试验。通过试验又进行了个别部件的改进，鉴定前曾进行了测力片刀口位置的试验研究，不同拉紧方法的试验出断和选择，不同剥离速度条件试验，仪器各项技术指标的检测以及使用试验等。一九八〇年十一月 BLV-1 型剥离试验仪通过了轻工业部的技术鉴定。随后在哈尔滨市第一轻工机械

厂正式投产。

今年初，轻工业部召开皮硅标准修订会，在模压皮硅标准（SG-24-81）硫化皮硅标准（SG-25-81）和胶粘皮硅标准（SG-26-81）中，均列入了剥离力指标。今后各皮硅厂均需测试剥离力，但目前很多厂对剥离试验尚不熟习。为此，轻工业部二轻局决定举办技术培训班，本文讲解内容着重于剥离试验原理，仪器检定方法和剥离试验方法。

剥 离 试 验 原 理

一、力学分析

剥离试验是测试硅尖部位帮底剥离所需要的力值（剥离力），并可根据剥离力和剥离刀口宽度计算剥离强度。

剥离试验方法示于图3。试验仪的核心部件是测力片，测力片前端装有刀口，刀口直接与被测试样接触。测力片是弹性体，其形变与所受外力之间的关系服从虎克定律。

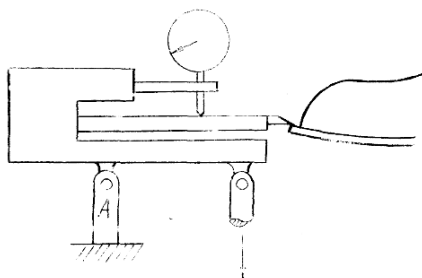


图3 剥离力的测试

测力片变形时的虎克定律可以测力片的曲率方程表示：

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EJ}$$

式中： $\frac{1}{\rho}$ —— 测力片的曲率
 M —— 测力片所受弯矩
 E —— 弹性模量；
 J —— 惯性矩。

曲率方程中， E 是取决于测力片材料抵抗弹性变形能力的一个常数。 J 是取决于测力片几何性质的一个常数， EJ 则是测力片的抗弯刚度。曲率方程表明，测力片的弯曲变形程度与其所受弯矩成正比。

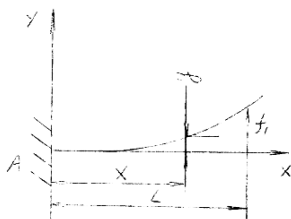


图4 测力片的挠曲轴线

测力片弯曲时，测力片的挠曲轴线可示于图4，测力片所受弯矩 M 与其受基底的作用力 F_1 之间的关系是：

$$M = F_1 (L - x)$$

因而曲率方程可写为：

$$\frac{1}{\rho} = \frac{L - x}{EJ} F_1$$

式中： L —— 测力片的长度（常数）

x —— 测力片上任意点至端点 A 的距离。对某一特定位置（如装千分表的位置）而言，显然为常数

~6~

该方程表明，测力片上任一特定位置的曲率与基底对测力片的垂直作用力 f_1 成正比。

经过数学推导，我们可由上面的曲率方程得出测力片的挠曲线方程

$$y = - \frac{(x^3 - 3x^2)}{6EJ} f_1$$

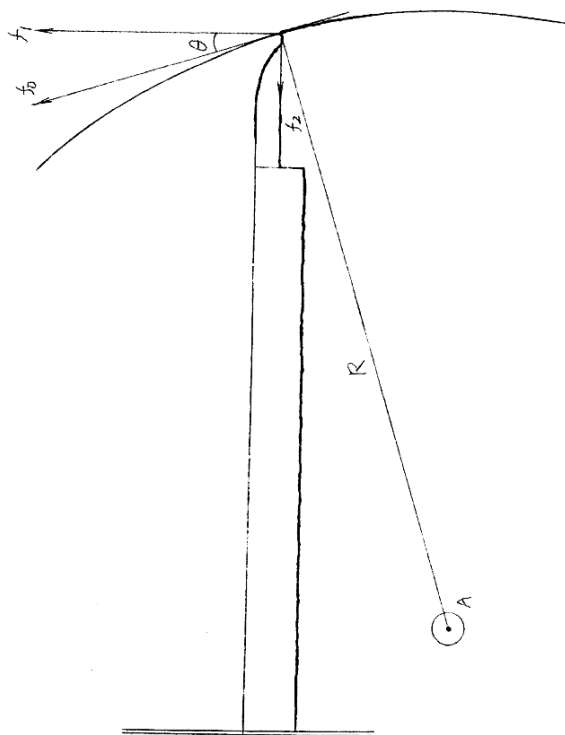


图5 刀口的运动轨迹及其受力情况

该方程说明, 对于测力片上任一特定位罝而言, 其挠度 y 的值与刀口所受硅底的作用力 f_1 成正比, 即二者呈线性关系, 如图 8 所示。(f_1 的值即是剥离力的值。) 我们就是利用这个关系, 通过测量测力片的挠度而得知剥离力的。不过实际测试时, 无需用挠曲线方程进行计算。只要事先作一条检査曲线 (图 8) 用测得的挠度 (表值) 在检査曲线上就可以查得所对应的剥离力 (负荷值)。

测试过程中, 刀口以半径 R 绕轴 A 沿弧线向下运动, 如图 5 所示。

刀口与硅底之间沿弧线的切线产生方向相反, 数值相等的作用力。图 5 中的 f_0 即是硅底对刀口的作用力。 f_0 可以分解为垂直于测力片的分力 f_1 和平行于测力片的分力 f_2 。 f_1 和 f_0 之间夹角为 θ 。 f_1 和 f_2 与 f_0 的关系为:

$$f_1 = f_0 \cos \theta$$

$$f_2 = f_0 \sin \theta$$

角 θ 的大小与刀口运动轨迹的曲率半径 R 有关, R 越大, 则 θ 越小, 因而 f_1 的数值越近于 f_0 同时 f_2 越小。

f_1 对测力片产生一弯矩, 造成测力片弯曲变形, 由十分表测量显示其挠度, 反映出 f_1 的数值。当硅底被剥开时, 这个表值就代表剥离力, 其具体数值可根据表值的微米 (μ) 数, 由图 8 查得。

为了测试结果准确, 我们希望测力片的弯曲变形只取决于 f_1 , 而不受 f_2 的影响。为了满足这一要求, 我们必须将刀口装在测力片中心线 (中性层) 上, 这样, f_2 通过测力片中心线, 对测力片不产生弯矩, 因而不会造成测力片弯曲变形, 对表值没有影响。如果刀口位置不在测力片中心线上, 如图 6 所示,

刀口位于中心线上方，则 f_2 对测力片产生弯矩，因而会增大测力片的弯曲变形，测试数据就会偏高。

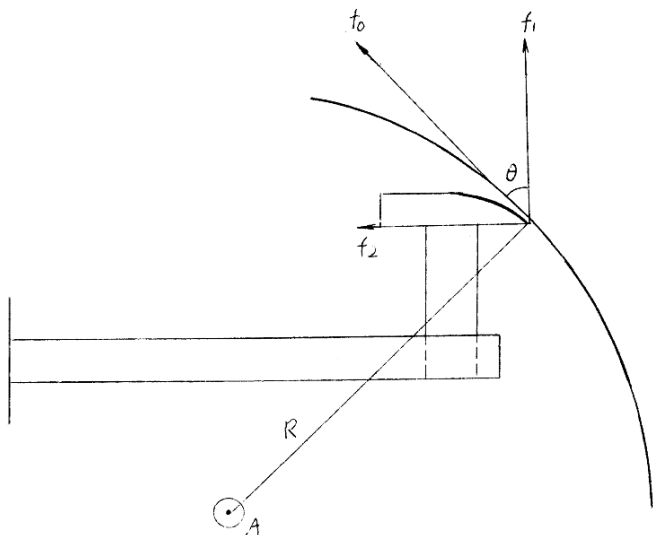


图 6. 刀口不在测力片的中心线上

此外，为了测试结果准确，还要求 R 在允许条件下尽可能大，以尽量减小刀口运动轨迹的曲率，使 θ 尽可能小， f_2 随之尽可能小。一方面可以避免由于刀口位置的微小偏差致使 f_2 影响试验结果，另一方面，可以避免刀口切入试件的帮底结合缝而影响试验结果。

二、剥离力与剥离强度的概念

通过剥离试验，可将试样与基底剥开，这时表值所代表的是剥开时所需施加的外力。这个外力并非全部用于破坏帮底之间结合力（粘合力），其中也有一部分力是为了克服试底的刚性和弹性。试底的刚性则因底而异，例如硬底比软底刚性大，厚底比薄底刚性大，宽底比窄底刚性大，塑料底一般比橡胶底刚性大。弹力也是因底而异，橡胶底比塑料底的弹力为大。总之，测试结果并非单纯反映帮底之间的结合力（粘合力），而是克服多种力所得出的综合结果。无论怎样，表值所代表的是将帮底剥开所需的力，所以我们称之为“剥离力”还是很切合实际的。显然，这个力包含有粘合力，但不只是粘合力。

剥离力是分布在整个刀口上的总的力值，通常我们还想了解帮底结合缝单位长度上的剥离力，这就是剥离强度的概念。剥离强度值可以下式计算：

$$\sigma = \frac{f_1}{b}$$

σ ——剥离强度（公斤/厘米）

f_1 ——剥离力（公斤力）

b ——刀口宽度（厘米）

剥离试验仪检定方法

根据试验要求，剥离试验仪必须具有一系列好的技术性能。每台仪器使用之前必须进行严格的检定，合格后方能使用。这里介绍一下对仪器的各项技术要求和检定方法。

（一）最大负荷

要求达到40公斤。

检测时，在试验仪上装一刀坯，刀口搭在鞋底上，开车加

~10~

载，直至负荷超过40公斤。

(二)剥离刀行程

要求不小于20毫米

检测时，先将测力片调至水平位置，然后开车，以分度值为1毫米的直尺测量刀口在垂直方向的行程。

(三)剥离刀速度可调范围

要求在0~50毫米/分范围内任意可调。

调节刀速，以分度值1毫米的直尺测量刀口行程，以秒表测时间用以计算刀速。

(四)剥离刀刀口宽度

要求 20 ± 0.1 毫米

以精度0.02毫米的卡尺测量。

(五)定位杆与拉杆间距可调范围

要求最小间距50毫米，最大间距70毫米以上，其间可以任意调节。

将定位杆与拉杆间距调到最大和最小，以卡尺测量间距，然后选各种间距试调。

(六)夹持器调节

要求夹持器高度和前后位置可调，能适应各种皮蛙。

检测方法是夹持各种皮蛙试调。

(七)测力片弹性

要求0~40公斤负荷范围内，测力片的形变与负荷呈线性关系，其线性偏差小于3%。

检方方法如图7所示，将测力片水平倒置固定，千分表调准零位，在刀口上搭上宽度稍大于刀口的角铁，角铁下边挂砝码（经过计量部门检定的，精度0.01公斤）。按5、10、15、20、25、30、35、40、42公斤顺序加载（进程）。记录表值。

重复三次。取各负荷值及其对应的表值平均值作图，即得测力片检定曲线（图8）（见13~14页）

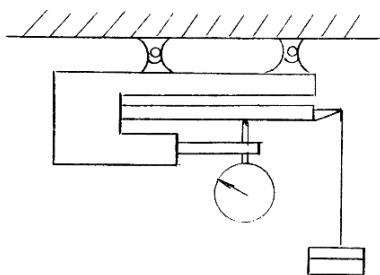


图7. 测力片的检定方法

由测力片检定曲线上可以查得各负荷值对应的图示值，由图示值和上述检定过程中所得各表值计算线性偏差，即表值相对于图示值之偏差，计称：

$$\text{线性偏差} = \frac{\text{表值} - \text{图示值}}{\text{图示值}} \times 100\%$$

(八) 示值偏差：即同一负荷所得各次表值对于平均值之偏差。要求小于3%。

$$\text{测法同七。计称：示值偏差 } P = \frac{B_i - \bar{B}_i}{\bar{B}_i} \times 100\%$$

式中： B_i —— 进程的表值 (μ)

$\bar{B}_i$ —— 进程的表值平均值 (μ)

(九) 示值变动值：即同一负荷所得最大表值与最小表值之差对于表值平均值之相对值。

$$\text{示值变动值 } D = \frac{B_{1\max} - B_{1\min}}{B} \times 100\%$$

式中: $B_{1\max}$ —— 进程的表值最大值 (μ)

$B_{1\min}$ —— 进程的表值最小值 (μ)

要求示值变动值小于 3%。

测法同七。

(十) 示值回程差, 即加载 (进程) 时的表值与卸载 (回程) 时的表值之差 对于 进程表值之相对值。即:

$$\text{回程差 } H = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100\%$$

要求小于 8%。

测法同七。但加载至 4.2 公斤后, 再依次卸载。记录表值, 然后按上式计算。

剥离试验方法

(一) 试样准备

试验坯必须是 48 小时以前制成的, 测试部位不得有缺陷。测试前需在 $20 \pm 10^\circ \text{C}$ 室温下放置 4 小时以上。试验坯必须装有号型相同的挂橙。代表每批产品的试样不得少于三双。

(二) 试验仪器

BLY-1 型剥离试验仪或具有相同技术规格的剥离试验仪均可使用, 所要求的技术规格如前述。仪器使用前按上述方法作出检定曲线 (图 8)。

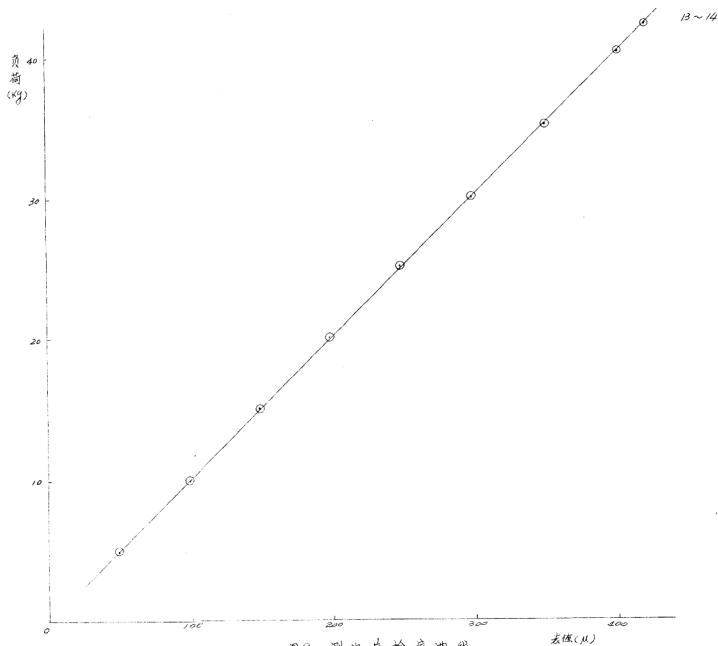


图8 测力片检定曲线

(三) 试验条件

1. 剥离速度(即刀口下行速度)调至 20 ± 2 毫米/分(如有特殊要求可在 $20 \sim 60$ 毫米/分范围内任选)。
2. 环境温度控制在 $20 \pm 10^\circ\text{C}$ 范围内。

(四) 试验步骤

1. 将试验仪接通 $220\text{V } 50\text{Hz}$ 电源。
2. 测力片调至水平状态。
3. 刀口下行速度到规定值。
4. 十分表调准零位。
5. 试验硅自然平放在试验仪夹持器的水平面上并夹紧。调节夹持器的高度和前后位置,使刀口对准硅前尖。对于出边的硅底,刀口搭在大底边上,不出边的硅底,刀口顶在帮底结合缝下面 0.5 毫米处的大底上。任何情况均不允许刀口切入结合缝。(如果硅左右歪斜不能与刀口对正时,允许在硅左或右侧硅底下面放小垫片将硅夹正)。硅顶上剥离刀后十分表指针可能偏离零位,这是正常现象,但偏离不得超过 10μ 。这时不要再调十分表。
6. 开车,刀口向下运行时,不断注视帮底结合缝的情况变化,发现初开胶立即停车并读表值。
7. 如果只测试剥离力是否合格,则当负荷达到标准规定值时即刻停车,检查是否开胶。

(五) 试验数据处理和结果表示方法

1. 结果可以“合格”或“不合格”表示,亦可以“剥离强度”表示。
2. 达到标准规定负荷值而未开胶者为合格。
3. 达到标准规定负荷值时,开胶者为不合格。

~16~

4. 根据初开胶时的表值,从检定曲线(图8)查得对应的负荷值即为剥离力。

5. 根据剥离力和刀口宽度按前述方法求得剥离强度。

6. 每个试样的试验结果分别表示,有效数字至小数点后第一位。