

Y146 型棉纤维光电长度仪

宋钧才 吕筱陶

(青岛市纺织纤维检验所)

【提要】 本文介绍了 Y146 型仪器的光路电路图、设计原理与应用情况。该仪器速度快、效率高,每小时可测定 4 个试样;准确性、重复性、再现性和稳定性较好,所测纤维长度结果与手扯长度结果相符率达 90% 以上,重复性 r 值为 0.8 毫米,再现性 R 值为 1.1 毫米,复测数据落在置信范围内的平均百分率为 98.44%。

一、概 况

Y146 型棉纤维光电长度仪,是经过大量试验和较为广泛的试用后,于 1975 年经原轻工业部纺织局组织鉴定定型的。

该仪器的取样方法基本上和照影机一样,由两把特制梳子梳取纤维试样,但在梳取纤维时采纳了有关资料^[1]的建议,即将从总体棉样中随机取出的试样纤维全部梳到梳子上去。

仪器的光路电路如图 1 所示。梳子和纤维的升降由手轮藉螺母与螺杆的转动而上下移动。螺母上装有长度测定结果读数刻度盘。仪器附有小型磁饱和稳压器一台,输入电压 220 ± 20 伏,输出电压 220 ± 2 伏,电流 50 毫安,供仪器上的日光灯用。

之电表指针向顺时针方向移动,待指针指到 B 处的相应部位时(也有红、绿、蓝三色品字形标记),停止转动手轮,这时从长度刻度盘上读出棉纤维长度(商业长度)的测定结果。

二、原理与设计

棉纤维试样在照影机梳子上的长度频率分布函数,即照影机曲线的理论方程式^[1]为:

$$R(\eta_0) = \int_{\eta_0}^w \frac{\eta - \eta_0}{\eta} f(\eta) d\eta \quad (1)$$

式中: η ——纤维的长度;

η_0 ——纤维伸出梳子根部的长度;

$f(\eta)$ ——梳子上的纤维长度频率分布函数;

$R(\eta_0)$ —— η_0 的向下累积频率函数;

w ——最长纤维的长度。

$R(\eta_0)$ 的曲线图形如图 2 所示,曲线是随纤维长度频率分布的变化而变化。对有代表性的 280 份棉花试样(长度为 23~39 毫米),依照每个试样的罗拉式长度仪测定的纤维长度(分组重量)分布,计算为纤维长度的频率分布(根数%),然后按式(1)计算 $R(\eta_0)$ 。再按图 2 中所示,求得横坐标为 5、10、15、20……90% 处的垂直线与曲线 $R(\eta_0)$ 交点的距离(即梳子移动距离),即 $y_0', y_1, y_1', y_2, \dots, y_9$ 的数值,最后计算 $y_0', y_1, y_1', y_2, \dots, y_9$ 分别与罗拉式主体长度的相关系数和回归方程式(表 1)。

收稿日期: 1983 年 4 月 10 日

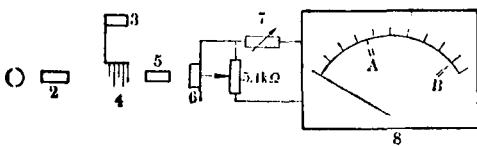


图 1 仪器的光路电路

1—日光灯; 2—导光板; 3—梳子; 4—纤维; 5—导光板; 6—硒光电池; 7—电位器(阻值由调试而定); 8—电表。

操作时首先调整梳子架起始位置和电表满度,接着将带有纤维的梳子放在梳子架上,此时即读得电表读数,要求读数在 A 的范围内(A 处有红、绿、蓝三色品字形标记)。然后转动手轮,带有纤维的梳子向上移动,随

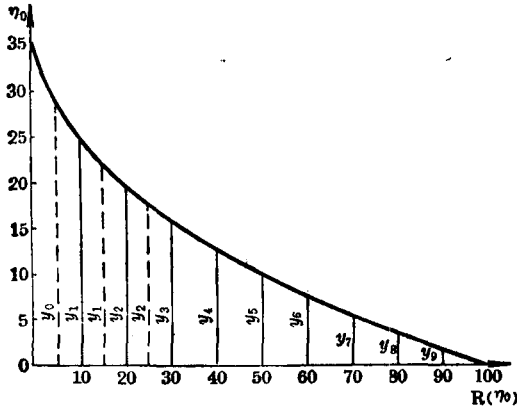


图2 摄影机纤维曲线

表1 梳子移动距离 y 与纤维主体长度 L_m 的相关统计

y 值	相关系数 γ	回归方程式
y ₀ '	0.9746	y ₀ ' = 0.9476L _m - 0.5285
y ₁	0.9700	y ₁ = 0.8854L _m - 1.8915
y ₁ '	0.9450	y ₁ ' = 0.8781L _m - 4.0449
y ₂	0.9254	y ₂ = 0.8257L _m - 4.5933
y ₂ '	0.9382	y ₂ ' = 0.7297L _m - 3.5089
y ₃	0.9234	y ₃ = 0.6768L _m - 3.7067
y ₄	0.8984	y ₄ = 0.5369L _m - 2.5336
y ₅	0.8765	y ₅ = 0.3987L _m - 0.9139
y ₆	0.8746	y ₆ = 0.3069L _m - 0.4053
y ₇	0.8616	y ₇ = 0.2326L _m - 0.3705
y ₈	0.8654	y ₈ = 0.1556L _m - 0.2625
y ₉	0.8427	y ₉ = 0.0826L _m - 0.2722

由表1可知,梳子移动距离 y 与纤维主体长度 L_m 都有一定的相关,而在 y₀'~y₉ 的范围内相关系数均在0.92以上,呈显著相关,其中 y₀'、y₁ 与 L_m 的相关更为显著,相关系数高达0.97以上。根据这一规律,只要测量梳子移动距离 y₀' 或 y₁,就可求得棉纤维的主体长度。有关资料^[2]指出:主体长度 L_m 与商业长度 L(即手扯长度)的相关系数为0.9716,回归方程式为:

$$L = 0.9062L_m + 3.6654 \quad (2)$$

如以式(2)代入表1中的第二式,则

$$y_1 = 0.977L - 5.4726 \quad (3)$$

因此,测量梳子移动距离 y₀' 或 y₁ 等,可

求得棉纤维的商业长度。这就是测定棉纤维商业长度的基本原理。

根据上述原理,在设计仪器时注意了以下三个问题。

(一) 梳子起始位置和纤维数量的确定

1. 梳子起始位置的确定

由于梳子在梳取和梳理纤维时,纤维是缠绕在梳子根部的,这样,一根纤维就可能有若干段伸出梳子根部,对光电效应而言,将反映为若干根纤维。为此,仪器设计是在离开梳子根部 6.3 毫米 (y₀ = 6.3 毫米) 处开始测量,即梳子起始位置为 6.3 毫米。

2. 梳子上纤维数量的确定

梳子上梳取多少纤维合适,与操作和仪器线性有关。纤维过多会造成梳理困难,纤维过少会导致重现性差。由于纤维数量与其透射光的强度是非线性关系,按照图1所示的光路电路设计,通过实验求得纤维(细度 6000 支时)数量与光电流的关系,如图3所示。

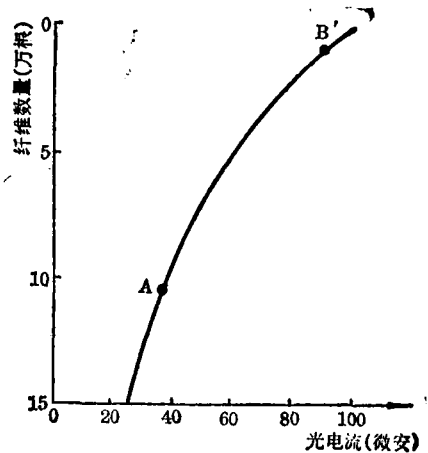


图3 纤维数量与光电流的关系

由图可知,曲线上的 A'B' 一段线性较好,仪器就确定 A 点(光电流为 36 微安)为梳子上纤维数量的控制点。若纤维数量过多,光电流势必小于 36 微安,反之亦然。

(二) 梳子终点位置和仪器长度刻度盘制定

有关资料^[3]指出:梳子上梳取的纤维不

呈理想随机分布——梳子上未伸出部分的纤维不到伸出纤维重量的一半。因此，梳子终点位置的选择和仪器长度刻度盘的制定，必须根据上述原理结合大量试样的实验求得。试样是从十一个省(市)采集具有代表性的棉样 52 份，长度从 23~31 毫米。手扯长度、罗拉式和梳片式长度仪的试验结果是由上海、天津、山东等八省(市)纤检局(所)共同测定后统一汇总的^[2]。光电长度仪的测试点如图 4 所示。若选取 A'' 点光电流的 2.5 倍，即 B'' 点(90 微安处)为梳子的终点位置时，则上述试样由试验求得梳子移动距离 y 与手扯长度、梳片式和罗拉式主体长度的关系如下。

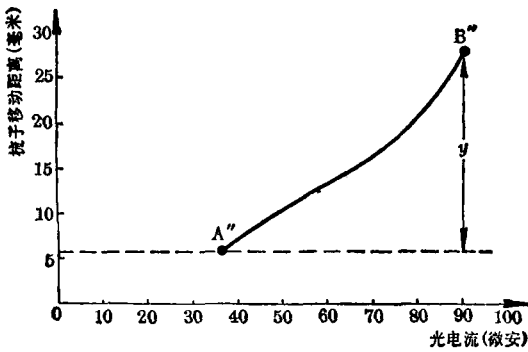


图 4 光电长度仪的测试点位置
(梳子起始位置为 6.3 毫米)

1. 梳子移动距离 y 与手扯长度 L 的回归方程式： $y = 0.7932L - 0.4509$ (4)

相关系数 $\gamma = 0.9721$

2. 梳子移动距离 y 与罗拉式主体长度 L_m 的回归方程式：

$$y = 0.7391L_m + 1.3381 \quad (5)$$

相关系数 $\gamma = 0.9670$

3. 梳子移动距离 y 与梳片式主体长度 L_n 的回归方程式：

$$y = 0.7133L_n - 0.1001 \quad (6)$$

相关系数 $\gamma = 0.9714$

可以看出，梳子移动距离与手扯长度、主体长度的相关系数均在 0.96 以上，呈显著相关，所以梳子终点位置选择 B'' 点(90 微安

处)，仪器长度刻度盘就按公式(4)制定。长度刻度盘直接表明为棉纤维长度(毫米)，实际就是手扯长度。

(三) 纤维数量的修正

如上所述，测试时梳子上的纤维数量要适当，此时电表上的读数在规定点(A 点)上，这在实际操作中是有一定困难的，但纤维数量过多或过少将导致长度测定结果偏长或偏短。这是由于图 3 中 A'B' 线段不是直线，以及光线在棉纤维中被吸收是非线性的缘故。因此，可结合大量试验求得纤维数量的修正(表 2)。

表 2 透过纤维的光强(微安)

梳子起始位置时的光电流	34	36	38	40
梳子终点位置时的光电流	89.4	90.0	90.4	90.9

仪器上的电表表盘就是根据表 2 的数值标出红、绿、蓝三色品字形的记号，以便于操作。

三、应用情况^{[4][5]}

1. 准确性方面 仪器测定结果与手扯长度结果呈显著相关，相关系数为 0.9788~0.9856，与手扯长度结果相符率达 90% 以上，与罗拉式主体长度的相关系数为 0.9525，与品质长度的相关系数为 0.9740。

2. 重复性和再现性方面 重复性 r 值为 0.8 毫米，再现性 R 值为 1.1 毫米。

3. 稳定性方面 仪器复测数据落在置信范围内的平均百分率为 98.44%，大于 95.4% 概率，因此可以认为仪器的稳定性是比较好的。

4. 速度快、效率高 每小时可测定 4 个试样(每个试样测定三次)，比罗拉式长度仪提高工作效率 8 倍。

5. 试样代表性大 每次测定试样重量约 350 毫克，比罗拉式长度仪多 10 倍左右。

6. 仪器构造简单，操作方便，容易掌握。

参 考 资 料

【1】《华东纺织工学院学报》，1959，No.3，P.110。

【2】纺织工业部纤维检验局：《棉花检验研究资料汇编》，第二辑，P.2~8，1967年。

【3】《纺织技术》，1966，No.5，P.20。

【4】北京、上海、陕西、山东、无锡纤检所：《Y146型棉纤维光电长度仪验证试验总结》，1975年。

【5】北京纤检所和湖南省棉麻公司等八单位：《Y146型棉纤维光电长度仪的验证试验总结报告》，1982年。