

AL-100型纤维长度仪工作性能分析

王晓东 裴豫明 李丽新 韩惠民

(西北纺织学院)

【摘要】 本文阐述了塞格雷德·派耳公司的 Texlab 系统 2200 Almeter AL-100 纤维长度测定仪的工作原理,肯定了该仪器在测定毛纤维长度时速度较快、数据变异小等优点,它与 Y131 型毛纤维长度仪在主要指标上有较好的相关性。本文从理论分析和实验测试两方面论证了该仪器对短纤维测量的问题。

AL-100 毛纤维长度自动测定仪由派耳 Texlab 2200 系统 Almeter AL-100 主机(包括检测器、机械运动系统、主计算机、软盘驱动器和控制电路、电源等)配 Fibroliner FL-100 取样排样器和 Digital DS-100 打印机组成。可处理毛条试样,也可经适当准备后测试散毛样品。测试速度快,数据稳定,自动化程度高,给出数据较全面,对了解毛纤维长度分布、平均长度、各种界限(5~25 或 10~50 毫米)以下短毛率和各种界限(1~95%)的长度等工艺指标比较方便。但在使用、分析、考核及专题测试中发现该仪器也有一些明显的不足,应引起使用中的注意。现将情况分析讨论如下。

一、仪器基本检测原理

AL-100 纤维长度测定仪以电容器作为检测换能器,其结构简示如图 1,毛纤维夹在涤纶薄膜中进入极板间电场后,改变了极板间介质的平均介电系数,使电容量变化,并以此反映极板间纤维体积(并折算为截面积)的变化。

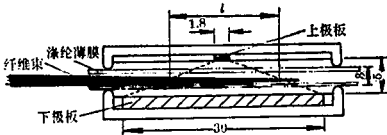


图 1 电容测头结构原理示意图

由于上下极板宽度不等,极板间电场比较复杂,主体部分近似呈梯形分布(这方面的问题及影响将另文论述),双层涤纶薄膜夹持的纤维被控制在极板间一定距离处,使所经历的

电场宽度近似为一定值 l 。因此,所测电容量是极板间空气和进入电场有效区间内纤维二者介电系数的加权平均作用的结果,即最后测得的信号并不反映纤维真实的线密度或截面积,而反映的是纤维截面积沿长度方向按 l 滑移积分后的值。

仪器的电容器与电感组成桥式差压电路,使输出信号基本上正比于上述的纤维量。数字处理中又对纤维束排齐端不整齐因素引起的误差作了半高定零位的移位处理和分布频率非负处理,形成了纤维长度排列图。并由此计算了截面加权的平均长度 H (毫米)、长度变异系数 $CV_B(\%)$ 、各种界限的短毛率 $P_B(\%)$ 、各种界限的长度 L_B (毫米)。同时用逐步累加法计算二次累积曲线,以及按长度分组重量为权的一组曲线和以重量加权的平均长度 B (毫米)、长度变异系数 $CV_B(\%)$ 、短毛率 $P_B(\%)$ 、界限长度 L_B (毫米)等^[1,2,3]。

二、仪器的主要使用性能

1. 测量稳定性及其有效范围

用此仪器对 9 种毛条及三角形有机玻璃板进行了测试,每种毛条连续拔取制成 10 份试样,计算其各指标的平均值与均方差。现将部分计算结果列举于表 1、2。由测试的结果表明,该仪器对不同类型毛条均可测量,范围较宽(测量最长纤维组可达 300 毫米),对三角形有机玻璃重复测量结果说明,各指标均方差很

表 1 截面加权指标

试样品种	H(毫米)		CV _H (%)		P _H (%)		L _{2.5} % (毫米)	
	平均值	均方差	平均值	均方差	平均值	均方差	平均值	均方差
64支澳毛毛条	63.0	1.83	41.4	1.34	6.9	1.75	123.6	1.70
西宁(粗支)毛条	70.1	1.18	51.0	1.78	8.9	1.31	160.2	3.80
70支国毛毛条	55.6	0.93	41.0	0.99	11.8	1.37	108.7	1.47
异质短毛毛条	26.0	1.65	81.2	6.33	70.5	2.79	83.2	2.75
三角形有机玻璃板	96.6	0.24	50.9	1.22	12.0	0.17	169.2	1.02

注：P为30毫米以下短毛率、L_{2.5}%为累积频率2.5%处的长度。

表 2 重量加权指标

试样品种	B(毫米)		CV _B (%)		P _B (%)		L _{2.5} % (毫米)	
	平均值	均方差	平均值	均方差	平均值	均方差	平均值	均方差
64支澳毛毛条	73.7	1.58	38.2	1.18	2.8	0.72	137.8	1.91
西宁(粗支)毛条	88.3	1.18	46.6	1.59	3.0	0.42	190.5	6.27
70支国毛毛条	64.9	0.83	37.8	0.84	5.3	0.68	120.0	1.96
异质短毛毛条	43.5	1.21	63.1	2.31	39.9	2.05	104.8	5.49
三角形有机玻璃板	121.6	0.15	33.6	0.03	2.45	0.05	169.8	0.10

小，仪器稳定性较好。测量毛条时，一次取样较多(约0.8克)，数据也较稳定。

2. 与梳片式长度仪测试结果的对比

将各种毛条用该仪器所配 FL-100 取样排样器抽取制成的毛束试样，在 AL-100 上测试后，每三束合并为一份，再用 Y131 型梳片式毛纤维长度仪重新整理排列分组称重，对比两种仪器测试的纤维长度·重量频率图的典型例子如图 2~5 所示。Y131 型长度仪每份对应毛样的 AL-100 打印结果的平均值之间的数据关系见表 3。

由图 2~5 及表 3 可见，电容法与梳片式纤维长度仪测量的纤维长度·重量频率分布图除异质短毛峰度有明显差异外总体相符很好，有关主要指标除短毛率有明显差异外，总体上是一致的。但由于二者操作条件不同，纤维伸直度(或皱曲率 η)不同，使两种分布的众数组略

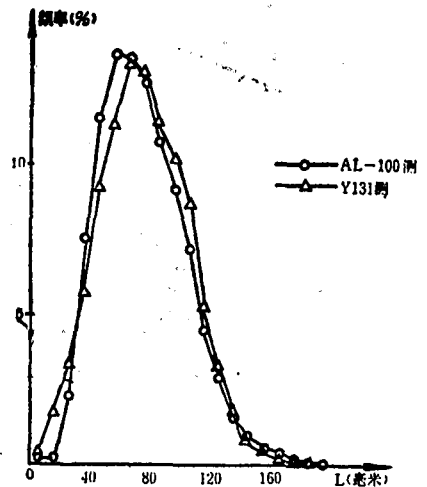


图 2 64支澳毛频率分布图

有偏移。虽然梳片式与电容式测试对比的是同一份毛束试样，但电容法测试后在梳片式长度仪上再一次整理纤维时，使毛束样中纤维卷曲

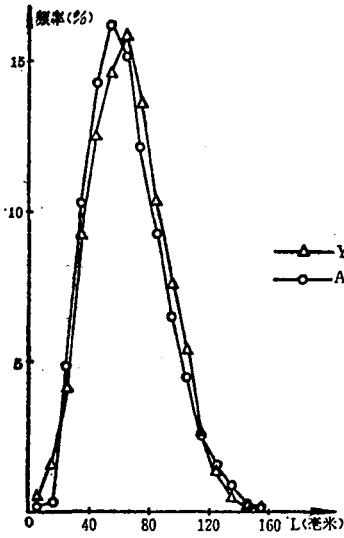


图 3 70支国毛频率分布图

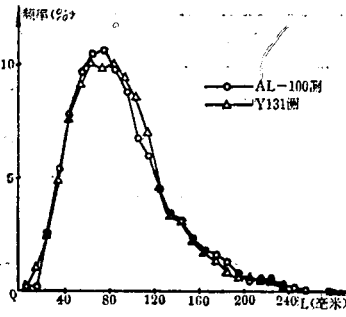


图 4 西宁(粗支)毛频率分布图

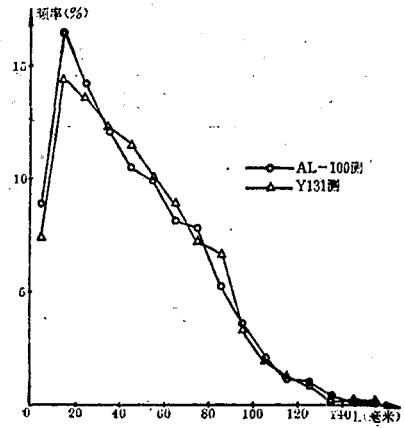


图 5 异质短毛频率分布图

表 3 AL-100 和 Y131 长度仪测量指标的对比

试样品种	B(毫米)			η (%)	CV_B (%)			P_B (%)		
	B_1	B_2	δ (%)		CV_{B1}	CV_{B2}	δ (%)	P_{B1}	P_{B2}	δ (%)
西宁(粗支)毛条	89.5	89.4	-0.11	100.1	47.3	45.7	2.15	3.0	3.8	23.53
64支澳毛毛条	73.6	77.1	4.64	95.5	38.1	37.8	2.64	2.6	4.3	49.28
70支国毛毛条	65.0	66.1	1.68	98.3	38.3	38.4	0.26	5.5	6.3	13.56
异质短毛毛条	44.1	46.4	5.08	95.0	62.7	63.1	0.64	39.3	35.4	1.04

注：有脚码 1 者为 AL-100 测量结果，有脚码 2 者为 Y131 测量结果， δ 为差异率，皱曲率 $\eta = (B_1/B_2) \times 100$ 。

得到进一步伸直，弯钩得到消除，所以梳片式仪器测得的重量加权平均长度比电容法测得的略长些。即表 3 中 B 的 δ 大都大于零，此值反映了纤维的皱曲率。如果认为 Y131 型梳片式毛纤维长度仪测量的是纤维相对正常伸直状态的结果，则 AL-100 仪器测量时，纤维有一定程度的皱曲(见表 3)。

由于西宁(粗支)毛卷曲较少(皱曲率接近于 100%)，故两种方法重量加权平均长度很接近。其他品种纤维都具有一定程度的皱曲，测量结果有一定程度差异。从而表 3 也提供了将 AL-100 仪器测量值对 Y131 型仪器测量值折算的方法。

从图 2 ~ 5 中还可看出，重量分布频率在较长纤维组部分 Y131 型比 AL-100 型普遍频率较小，这从另一方面也反映了二种测量方法的差异，这与羊毛长纤维较粗及根梢两端直径较粗^[4]等均有关系。

羊毛每根纤维沿长度方向的细度，均为根部、梢部较粗，约在距根部三分之一全长处出现最细段(弱节)。AL-100 仪器测量的是极板中纤维线密度的总量，测量样品为毛条时，由于纤维经梳毛混和，梢端与根端方向随机排列，互相平均，使此最细段的影响表现得并不明显，但在用散毛样或毛丛样测量时，如根梢方向一致，各根纤维最细段将集中，加上数据处理中

纤维频率分布非负(删去频率负值)处理,使纤维排列图信号自动删去下凹值,这将使图形变形(这已在专题实验中证实),使计算结果出现明显偏差。而 Y131 型仪器可避免此问题的出现。因此,散毛或毛丛样测试时,需经混和均匀及根梢方向随机排列的处理方可采用 AL-100 仪器测试。

综上所述,AL-100 长度仪和 Y131 梳片式长度仪在测量毛纤维长度分布和指标计算值上,有一定差异是可以理解的,也是始终存在的。但只要处理及操作方法正确,两种仪器测量结果之间总体上存在较好的相关性。

3. 极板工作性能

为进一步考核 AL-100 仪器由于电容极板宽度 l (图 1) 对测量结果的影响,我们进行了几项判别性专题试验。

将一根 $\phi 1.32$ 毫米塑料皮铜导线调直后放入涤纶薄膜间,其长度方向垂直于运动方向,并处于标准起始位置上,启动仪器测量并打印结果,其一次累积曲线数据点的连线如图 6 所示。由此可推算出极板感应半高的半宽约为 2.1 毫米,感应全宽约为 20.4~20.8 毫米。用其他材料及其他方法核对,数据基本相同。

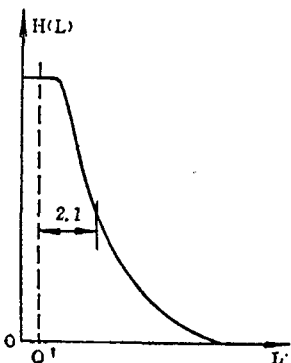


图 6 细塑料皮铜导线的截面一次累积曲线 (O' 是试样通过极板中心线的位置)

同时,用厚度均匀的硬纸板剪成固定宽度但具有各种长度的矩形块代替等长等细的纤维束,用 AL-100 仪器逐块测量。当仪器面板上 Long/Short 按钮置于 Short, 后罩内长短纤维转换开关置于 "1" 时,测量结果与实际长度差

异的相关图如图 7。图中 L 为纸板块实际长度, $\Delta H = H - L$, $\Delta B = B - L$ 。由于极板电场有效宽度 l 的影响,所打印的纤维长度排

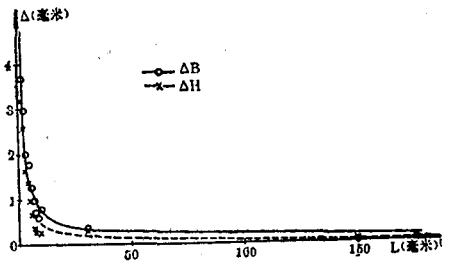


图 7 ΔH 与 ΔB 随 L 的变化(位置 "1")

列图右端不是矩形端齐垂线,而是如图 6 右部相同的曲线。因此 H 不等于 B 值。

求得的回归方程为:

$$\Delta H = 0.006652 + 4.487/L,$$

$$\text{相关系数 } r = 0.9838$$

$$\Delta B = 0.1677 + 5.046/L,$$

$$\text{相关系数 } r = 0.9854.$$

当仪器面板上 Long/Short 按钮置于 Short, 后罩内长短纤维转换开关置于 "2" 时,测量结果如图 8。回归方程为:

$$\Delta H = -0.01541 + 4.378/L,$$

$$\text{相关系数 } r = 0.9574;$$

$$\Delta B = 0.09854 + 5.012/L,$$

$$\text{相关系数 } r = 0.9684.$$

同样,由于极板电场有效宽度 l 的影响,打印的纤维长度排列图右端不是矩形端齐垂线,而是如图 6 右端曲线,使模拟等长等细纤维

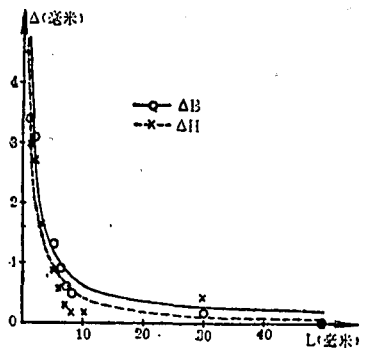


图 8 ΔH 与 ΔB 随 L 的变化(位置 "2")

的长度测量结果也形成一种频率分布,具有近似为常数的均方差,而变异系数 CV_H 和 CV_B 均不为零(它们理论上应为零)。它们与 L 的相关图(后罩内开关置 "1")如图 9。各种 L 时的均方差为 $\sigma_H = 1.459 \pm 0.1230$, $\sigma_B = 1.510 \pm 0.1488$ 。变异系数的回归方程为:

$$CV_H = 34.36 + 7.025 \ln(1/L), \text{ 相关系数}$$

$r = 0.9799$;

$CV_B = 33.57 + 6.904 \ln(1/L)$, 相关系数

$r = 0.9781$.

当后罩内转换开关置“2”时, 相关图如图10, 均方差为 $\sigma_H = 1.519 \pm 0.1976$, $\sigma_B = 1.555 \pm 0.1674$. 变异系数回归方程为:

$CV_H = 36.93 + 8.674 \ln(1/L)$, 相关系数

$r = 0.9928$;

$CV_B = 34.87 + 8.071 \ln(1/L)$, 相关系数

$r = 0.9875$.

仪的使用和研究, 可以认为该仪器测试速度较快、数据稳定、自动化程度高、给出指标较全面、较直观, 是纤维(特别是毛及毛型纤维)长度测试的理想仪器之一。

2. AL-100 仪器测得毛纤维的重量频率分布曲线与 Y131 型梳片式毛纤维长度测定仪按长度分组称重的频率分布曲线, 虽有一定系统差异(众数组右移, 试样中纤维较长各组频率偏大), 但总体相符较好; 各种指标除短毛率有明显差异外, 均基本相符且相关密切。因此, AL-100 仪器作为毛纤维长度测试中普遍使用的仪器是可行的。

3. 散毛样品必须经过均匀混和及根梢方向随机排列的处理, 否则将有较明显的误差。

4. AL-100 仪器采用近似梯形电场测量, 有效感应宽度 l 太大, 纤维较短时测量误差, 特别是部分指标(如短毛率)误差太大。故仪器极板设计尚宜继续改进, 压缩有效电场宽度。

本文在结构、原理、试验方案和分析工作中得到姚穆教授的指导, 试验的部分工作得到金秀芬、刁茜林、郑丽卿同志的大力协助, 特此致谢。

(收稿日期: 1986年10月25日)

参 考 资 料

- [1] 《纺织材料学》, p. 81, p. 92~96, 纺织工业出版社, 1980.
- [2] 欧洲共同体布鲁塞尔纺织测试中心, Almeter 说明书.
- [3] Siegfried Peyer Electronics 公司, Almeter 说明书, 1984.
- [4] 《毛纺科技》, 1983, № 6, p. 23.

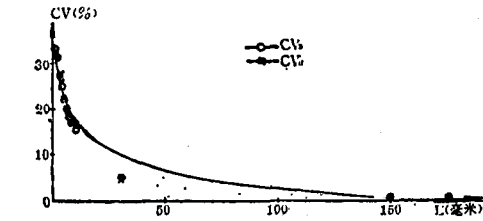


图 9 矩形块变异系数与 L 的相关图(位置“1”)

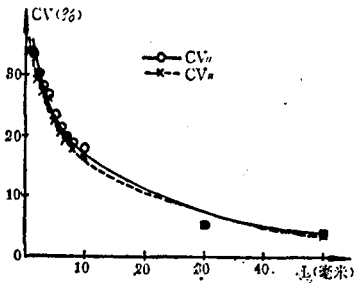


图 10 矩形块变异系数与 L 的相关图(位置“2”)

因此, 利用电容法测量纤维长度时, 有效电场宽度对测量准确性的影响是不可忽视的。特别在测试长度很短的纤维时, 必须改进极板

设计, 压缩电场宽度, 以保证长度变异系数及短纤维率的准确性。

三、结 论

1. 通过对 AL-100 电容式纤维长度测定

