

低劣毡缩性纤维材料的毡缩密度测定

尹端宏

(嘉兴毛纺织总厂)

G·Blankenburg

(德国羊毛研究所)

【摘要】 本文介绍了一种测量毛纤维毡缩密度的新方法。此法通过测定排水量而直接测出不规则形毡球试样的体积，从而算出原料的毡缩密度。该方法补充了IWTO-20-69标准在测试低劣毡缩性纤维的毡缩程度方面的不足。文中还应用此法研究了染色对赫克塞特防缩处理羊毛的防缩性能的影响。

30年来亚琛毡缩试验法(Aachener Felztest)一直被认为是能够以定量分析来测定散毛及毛条状态羊毛纤维的毡缩性能的有效方法，此试验方法已在1969年成为IWTO-20-69标准。有效使用该标准的前提是：原料试样经亚琛毡缩仪1小时震荡后能形成一个外形圆整的毡球。只有这样，才能采用测量直径的方法算出其体积，并由此得到原料的毡缩密度值。而有些毡缩性较差的羊毛，经过仪器震荡1小时后，其毡球的形体较大，外表亦不很平整，此时使用直径测量法其结果就不准确。对于某些低劣毡缩性的原料，如经防缩处理的羊毛及其他一些特种纤维如兔毛等，经过仪器震荡1小时后试样呈一松软的不规则体或非圆球体，此时IWTO-20-69标准中所述的直径测量法测定毡缩密度就不适用了。本文介绍的直接体积测量法，采用测定排水量的方法直接测定试样的

体积，从而能成功地对上述一些原料的毡缩性作出定量的分析。

一、测试方法及装置

将毡球试样放入一只由很薄的塑料薄膜制成的袋中，并使袋中保持一定的负压，使薄膜与毡球试样表面紧密相贴。将装有毡球试样的塑料袋浸入水中，测得样品排开水的体积，由此算出样品的毡缩密度(g/cm³)。测试装置见图1。

塑料袋内负压的选择既要使塑料薄膜紧贴试样表面，又要不至于使样品受到过份的压缩而体积变小。根据德国工业标准DIN 53855中的规定，测定密度小于0.14g/cm³的毛毡厚度所用的预加压力为500Pa；此值将作为本试验的预加压力值。由于试样是在水中测试，若样品的中心离水面为20mm，则中心位置受

水的压力为200Pa，所有塑料袋内负压就定为300Pa。要注意的是在水中样品表面各处受压是不同的，但在吃水深度差异不大时可以用平均压力近似的代表样品表面受压。以下是圆形毡球表面受水的压力的计算。

$$\bar{P} = P/F$$

其中： \bar{P} 为水对毡球表面的平均压力； P 为水对毡球的总压力； F 为毡球的表面积。

由积分得：

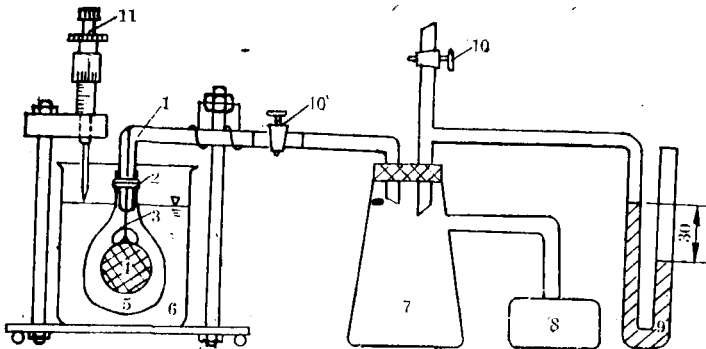


图1 毡缩密度测试装置简图

- 1—玻璃管；2—橡皮筋；3—支撑铁丝；4—毡球试样；5—塑料袋；6—排水量测试容器；7—真空泵；8—真空泵；9—U形管；10—阀门；11—千分尺。

$$P = \int p dA = 4\pi R^2 H p$$

$$F = \int dA = 4\pi R^2$$

其中： dA 为微小面积； R 为毡球半径； H 为毡球中心离水面的距离； p 为水的密度 ($1g/cm^3$)。由此得：

$$\bar{P} = H p$$

即毡球受到水的平均压力等于毡球中心处受水的压力。

毡球受到总的平均压力 \bar{D} 由下式算得。

$$\bar{D} = D_A - D_I = (B + \bar{P}) - (B - \Delta P) = \bar{P} + \Delta P$$

其中： D_A 为袋外压力； D_I 为袋内压力； B 为大气压力； ΔP 为袋内所加负压。

由图 1 中所示的真空泵及调压阀门而获得 ΔP 为 300Pa 的负压，并由 U 形管指示出。由千分尺分别测量放入毡球试样前后的液面高度，其差值扣除浸入水中的那部份支撑铁丝及塑料袋的体积即为毡球试样的体积。为排除水的表面张力对测量结果的影响，在水中加入了少量润湿剂。

二、试样材料

为将直接体积测量法与 IWTO-20-69 中的直径测量法作比较，采用了下述四种试验材料。

材料 1：10 种细度范围为 21~29 μm 的普通澳毛条。

材料 2：IWTO-20-69 试验校正用的标准毛条，其平均细度为 22.4 μm 。

材料 3：赫克塞特防缩毛条，平均细度为 21.5 μm 。

材料 4：经不同染色后的赫克塞特防缩毛条。用以比较各种不染剂及工艺染色后对其防缩性能的影响。各染色条件见表 1。

三、结果及讨论

1. 圆整毡球试样的测定

用数理统计的方法对两种测定方法的结果进行分析，其中直接体积测量法的偏差估计按下式计算：

表 1 赫克塞特防缩毛条染色条件

试样	染色类型	染料	浓度 (%)
A	活性染料(空白染色)		0
B	活性染料	Lanasol 红 G	6
C	活性染料	Lanasol 红 B	6
D	活性染料	Procilan 红	6
E	1:2 金属染料(空白染色)		0
F	1:2 金属染料	新染料	6
G	媒介染料(空白染色)		0
H	媒介染料	新染料	6
I	毛条空白试样		

$$q = \pm 2\sqrt{S_w^2/n}$$

其中：标准差 $S_w = 0.085cm^3$ (由实验数据算得^[1])， $n = 5$ (每个毡球测 5 次)。

$$\text{由此得 } q = \pm 0.076cm^3$$

在 IWTO-20-69 中的允许偏差估计值由 Blankenburg 和 Henning 算得。其中单个样品的直径测量离散为 $S_p = 0.019$ ^[2]，由此可算得 $q = \pm 0.016cm$ 换算成体积 $q = \pm 0.177cm^3$ 。此值为通常毡球直径范围内的偏差估计值。经比较可知，直接体积测量法比直径测量法的测量离散小。

为检验两种测量方法的一致性，选用了 IWTO-20-69 标准中规定的标准毛条在亚琛毡缩仪上，采用不同的运行时间 (其中最大时间为 60 分钟)，制成直径为 22 至 29 mm 的 8 个毡球试样，然后用两种方法分别测量其体积，并用统计方法分析其一致性 (见表 2)。

按对比分析法^[3]算得 $t = 1.42$ ，而在置信度为 97.5% 时的 $t_{97.5} = 2.365$ 。由于实验的 t 值小于 $t_{97.5}$ ，故可认为在毡球直径为 22 至 29 mm 范围内两种测量法一致。一般情况下，羊毛毡球的直径不会超出此范围，因此对于大多数羊毛原料的测试，两种测试方法是一致的。

2. 非圆整毡球试样的测定

IWTO-20-69 标准适用的局限性在于它只能用于测定圆整毡球试样，而直接体积测量法的特点是用它可以测定非圆整毡球的试样。

表 2 测试数据

试样	V_m (cm^3)	δ_m (g/ cm^3)	V_n (cm^3)	δ_n (g/ cm^3)	d_δ (g/cm^3)	d_δ^2
1	5.55	0.180	5.72	0.175	+0.005	25×10^{-6}
2	6.13	0.163	6.09	0.164	-0.001	1×10^{-6}
3	6.88	0.145	7.02	0.143	+0.002	4×10^{-6}
4	8.15	0.123	8.18	0.122	+0.001	1×10^{-6}
5	8.77	0.114	8.90	0.112	+0.002	4×10^{-6}
6	10.12	0.099	10.08	0.099	± 0.000	0
7	11.49	0.087	11.24	0.089	-0.002	4×10^{-6}
8	12.67	0.079	12.67	0.079	± 0.000	0

V_m 为直径法测得的体积, V_n 为体积法测得的体积。

为试验直接体积测量法的重现性, 特选用经赫克塞特防缩整理的毛条制成 5 个毡球试样, 其毡缩震荡时间分别为 60, 70, 80, 90 和 120 分钟。这些毡球试样均呈非球状的松软毡缩体。每个试样用体积法测量 5 次。图 2 为直接体积测量法的测定结果。

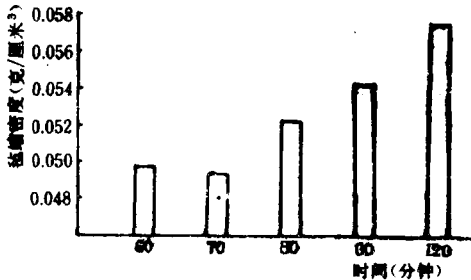


图 2 经不同毡缩震荡时间后的毡缩密度

上述实验数值经统计分析得误差估计值为 $\pm 0.00064 g/cm^3$, 这表明试验的重现性相当好。

用此测试法研究了赫克塞特防缩毛条在不同染料及染色工艺处理对其防缩性能的影响 (见表 1)。经染色试验的毛条按照 IWTO-20-69 要求制成毡球, 各毡球试样均为非圆整的松软毡缩体。用体积法测量其毡缩密度, 其结果见图 3。

结果表明, 经媒介染色工艺处理的毛条 (试样 G, H), 其毡缩性不受影响。(图中的试样 I 是未经任何染色处理的毛条原样, 其毡缩密

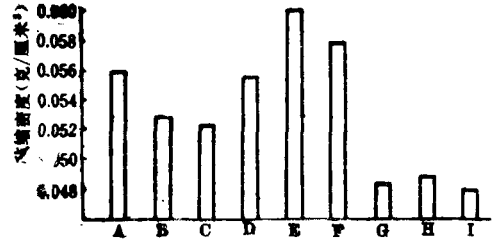


图 3 不同染色工艺处理后防缩羊毛的毡缩密度

度为 $0.048 g/cm^3$) 1:2 金属络合染料的染色工艺对其防缩性有明显影响 (试样 E, F), 其毡缩密度最高达 $0.059 g/cm^3$ 。活性染料染色对其防缩性亦有影响, 但比金属络合染料要小些。经活性染料 (Procilan 红) 染色后的毡缩密度较其对应的空白染色试样要低。引起注意的是各空白染色试样的毡缩密度也都不低, 如 1:2 金属络合染料的空白染色试样的毡缩密度为 $0.056 g/cm^3$ (试样 A)。

四、结 论

直接体积测量法的使用, 使得用于标准 IWTO-20-69 中亚琛毡缩试验的适用范围得到了全面的扩充, 使之可以适用于测定具低劣毡缩性的羊毛及其他特种纤维, 亦可以测定防缩羊毛的防缩性能, 迄今为止, 上述这些纺织原料的毡缩性一直无法直接测定。直接体积测量法可以测定毡缩密度低达 $0.048 g/cm^3$ 的原料且重现性好, 每一个试样测 5 次, 其离散值为 $\pm 0.00064 g/cm^3$ 。直接体积测量法也可用来对圆整度好的毡球作测定。根据本文对比试验结果, 该方法的离散值只有直径测量法的二分之一。

参 考 资 料

- [1], [3] Graf Henning Willrich, «Statistische Methoden bei Textilien Untersuchungen», p. 366, p. 264, (1974).
- [2] G. Blankenburg (et al) IWTO-Rapport Nr 5 Paris (1964).