

用染色试样的 R/G 值和 P_M 值 表示棉纤维成熟度

沈 瑞 庆

(武汉纺织工学院)

顾 斐

(武汉第五棉纺织厂)

【摘要】 本文按 Goldthwait 配方, 对棉样染色后用可见分光光度计测色, 并计算 R/G 比和成熟纤维百分率 P_M 值。R/G 和 P_M 值都可以用来表示棉纤维成熟度。

由 C. F. Goldthwait 等人提出的用红绿两拼色染色后区分棉样中成熟纤维与未成熟纤维的方法具有应用简便、颜色对比性强的特点。在以后的研究中, 有人对染色配方和染色方法提出了修正建议, 并试图用染样的色差或染色浓度 K/S 值来表示棉纤维成熟度。本文提出用染色后棉样的 R/G 值和 P_M 值表示棉纤维的成熟度。

一、染色法测定棉纤维成熟度的原理

按照 Goldthwait 提出的配方, 染液中包括直接坚牢红 (Diphenyl Fast Red)5BL 和直接坚牢绿 (chlorantine Fast Green)BLL 两

种染料, 分别相当于棉样重量的 1.2% 和 2.8%。由于两种染料扩散能力及对纤维素分子吸附能力的差异, 以及棉纤维的特殊微观结构, 使得棉样染色后不成熟的纤维显示绿色, 而成熟纤维呈红色, 随着成熟度增加红色加深。

棉纤维的成熟度, 实质上是指胞壁加厚的程度, 胞壁愈厚, 成熟度愈好。棉纤维的胞壁由初生层和次生层组成, 其中贯穿着一系列亚微观状的空穴和毛细缝隙, 这是决定染料上染快慢的关键因素。棉纤维的初生胞壁和次生胞壁在结构上是有差别的, 分布其中的空穴和缝隙大小也不一样。初生胞壁由网状的原纤组成, 厚度很薄, 约为 0.1-0.2 微米。在棉纤维的生

长期中，初生胞壁很少加厚。原纤间具有50-100埃的缝隙与空穴。棉纤维次生胞壁的最外层S₁厚度不足0.1微米是由微原纤紧密堆砌而成，这一层中仅有10埃左右的缝隙。S₁下面是另一次生层S₂厚约1-4微米，构成棉纤维的主体，全部为纤维素组成，以巨原纤形态螺旋状地一层层进行淀积，其间存在1000埃左右的缝隙和空穴，接着是次生胞壁的第三层S₃。当用直接红和直接绿染料按比例混合对棉纤维染色时，由于直接红染料和直接绿染料的扩散性能和对纤维素亲和力的不同，故在所规定的染色条件下在纤维内外分布也不同；同时棉的成熟度不同，染料在纤维中的扩散和吸附能力也就不同，造成了成熟纤维与不成熟纤维颜色的明显差异。

二、R/G值的测定

(一) 染色

参照Goldthwait配方，用Fast Red 8 BLX和Fast Green GL两种染料，分别相当于棉样的1.2%和2.8%，浴比1:40，每份棉样3g，预先装入用耐煮窗纱做成的试样袋中，将试样连袋浸入沸煮的染液中15分钟，加入试样重量2.5%的NaCl，15分钟后再加入2.5%的NaCl，再染15分钟迅速取出试样用冷水漂洗二分钟，脱水后再在95℃热水中洗30秒，再用冷水漂洗一分钟，脱水后让其自然干燥，每次漂洗的水量与试样重量之比为50:1。

(二) 测定R/G值

把染色后经自然干燥的试样用实验室纤维混和器梳理混和均匀，放在标准温湿度条件下平衡24小时后，在与微机连用的Milton Roy Colorscan分光光度计上进行色度测量和数据分析。经上述红绿两拼色染色的试样的可见光吸收光谱图上在波长520μm和620μm处出现极值，可分别用Kubelka-Munk公式计算K/S₍₆₂₀₎和K/S₍₅₂₀₎表示红绿两色的染色浓度，再定义并计算：

$$R/G = \frac{K/S_{(520)}}{K/S_{(620)}}$$

(三) 实测结果及分析

表一列出了八个试样的R/G值及对应的马克隆尼值，二者之间有良好的对应关系。表二是另一组十个试样的马克隆尼值、R/G值及用NaOH膨胀法测得的成熟纤维百分率。

表1 棉样的R/G值和马克隆尼值

试样编号	1	2	3	4	5	6	7	8
K/S(520)	2.59	2.45	3.11	2.61	3.36	3.34	3.97	3.68
K/S(620)	1.96	1.69	1.80	1.46	1.57	1.43	1.66	1.49
R/G值	1.32	1.45	1.73	1.79	2.14	2.34	2.39	2.47
马克隆尼值	3.3	3.4	3.6	3.7	4.1	4.3	4.5	4.7

表二中染色试样的R/G值与未染色试样用NaOH膨胀法测得的成熟纤维百分率值间的相关系数为0.98，R/G值与马克隆尼值间的相关系数为0.98。显然可以用R/G值表示棉纤维成熟度。

表2 染色试样值与其它成熟度指标关系

试样编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NaOH膨胀法测成熟纤维百分率	56.8	57.2	68.4	69.8	73.6	74.2	75.2	78.7	79.9	81.0
马克隆尼值	2.5	2.8	3.3	3.5	3.9	4.2	4.4	4.6	5.0	5.1
R/G值	1.16	1.25	1.36	1.54	1.82	2.16	2.30	2.40	2.66	2.46

在测色前使用纤维混和器把试样混合均匀是必要的，可以避免染色不均或棉纤维成熟度不均对测定结果的影响。由于能用棉花直接染色测试，而勿须纺成纱后再染色，这样使染色法测定棉花成熟度的实用性更强。

对同一批棉样两次染色测得的R/G值会有差异，主要是染色条件(包括漂洗)的差异引起的。但是随着棉纤维成熟度的提高，染色试样的R/G值相应增大的规律性不变。有两种方案可以解决这种偏差。其一，在每次染色时要包括一个已知成熟度的标样，以便对结果进行归一化处理；其二，严格控制染色条件，尽可能缩小批次间的偏差。考虑到制作标样的实际困难，本文着重对第二种方法进行了研究，采

用实验室染色机以浸染法对棉样染色,该机配有十二个染色样筒,每个样筒染一份试样,可以保证染液浓度和浴比完全相同,借助于循环恒温浴严格控制染色温度,还有自动定时装置,这就大大缩小了各份试样染色条件的差异,效果是可以使人满意的,见表三。

表 3 用染色机染色的试样值比较

试样编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
第一次R/G值	4.05	4.54	3.06	5.83	3.62	3.40	5.78	4.27	4.51	4.35	4.06	5.06
第二次R/G值	4.07	4.61	3.10	5.88	3.69	3.47	5.77	4.34	4.53	4.38	4.09	5.10

三、测定染色棉样的成熟纤维百分率 P_M

我国棉纺厂现有测试条件由于缺乏可见光分光光度计而无法测定 R/G 值。本文研究了测定染色棉样的成熟纤维百分率 P_M 的方法,可以直观、可靠、定量地反映棉纤维成熟度。

(一) 测定方法

从染色后混匀的试样中取出一束纤维,经整理使纤维伸直平行,用纤维切片器制成长度 0.4mm 左右的纤维末,用 XZY-1 型显微投影仪放大 500 倍进行观察测量。

在投影仪下各类棉纤维的形态:

正常成熟纤维:中腔与胞壁分界明显,中间部分呈紫红色,胞壁呈淡黄透亮状,还可以看到 2—3 个卷曲。

不成熟纤维:中腔大,呈绿色,胞壁很薄,呈淡黄色。纤维呈扁带状,卷曲少或者看不到卷曲。

过成熟纤维:呈淡黄色的棒状,几乎没有中腔,纤维直径明显小于正常纤维。

根据纤维的颜色和形态,可方便地分辨出三类不同成熟度的棉纤维。将紫红色的记为正常成熟纤维,绿色的记为不成熟纤维,淡黄透亮的棒状纤维记为过成熟纤维,分别计数,并按下式计算成熟纤维百分率 P_M 。

$$P_M = \frac{n_m}{N}$$

式中: n_m 为成熟纤维根数;

N 为试验纤维总根数。

(二) 测量结果与分析

用湖北省纤检所制作的 1—5 级标准棉样作为试样,染色后测定 P_M 值。

由于人眼对颜色的差异很敏感,区分染色后棉样中不同成熟度的纤维筒便可靠,与中腔胞壁对比法、氢氧化钠膨胀法及偏振光干涉色法比较,染色法具有明显的优点。首先,不必测量或估算腔宽与壁厚的比值,不受光线折射失真的影响,鉴别速度快,测试纤维量可以多,结果更有代表性;其次,染色后的纤维在投影仪下,颜色鲜明又保留了棉纤维的其它纵向形态特征,光线柔和,测试时比在显微镜下观察要省力得多。

表 4 染色棉样的成熟纤维百分率 P_M

试样品级	1	2	3	4	5
正常成熟纤维 %	68.5	74.2	84.2	55.0	41.0
不成熟纤维 %	28.5	23.8	11.0	43.0	58.0
过成熟纤维 %	3.0	2.0	4.5	1.5	1.0
P_M 值 %	71.5	76.2	89.0	57.0	42.0
R/G 值	1.80	2.40	2.64	1.25	1.10

四、结 论

(一) 用红绿两拼色染色后测定和计算棉样的 R/G 值或 P_M 值可以表示棉纤维的成熟度。前者适合于纤维检验部门采用,后者更适用于目前我国棉纺厂应用。

(二) 染色时应严格控制温度等染色条件,漂洗时在两次冷水漂之间加一次 95℃ 热水漂洗,使颜色对比性强,但必须严格掌握时间和水温。

(三) 在测定染色试样的 R/G 值或 P_M 值前,必须将试样充分混和,即把不成熟的绿色纤维均匀地分散在成熟的红色纤维之间,使测定结果有良好的重现性。