

# 涤纶初生丝双折射色那蒙公式的修正

刘妍 杨庆斌 王彩霞 李仲吉 张连房

(山东纺织工学院)

**【摘要】** 本文对涤纶初生丝双折射的色那蒙公式进行了较深入的研讨, 提出了涤纶初生丝双折射的修正公式。

测定涤纶纤维初生丝和牵伸丝大分子取向程度的方法很多, 对于取向高聚物, 采用光学各向异法测定平行于取向(纤维轴向)方向的折射率  $n_{\parallel}$  和垂直取向方向的折射率  $n_{\perp}$  有所不同, 两者之差称为双折射差度, 简称双折射, 测得纤维的双折射后, 可通过计算得出纤维的取向度, 一般纤维的双折射与取向度成正比, 是反映纤维超分子结构的一个重要参数。

## 一、实验内容

用光学各向异法测得的是高聚物晶区和非晶区两种取向的总效果, 反映的是小尺寸范围内的取向。在测定双折射的方法中, 最为方便的是用带有补偿器的偏光显微镜, 在起偏与检偏正交的光路中, 沿与起偏方向呈  $45^\circ$  位置平放纤维(见图1)。由于纤维的双折射现象使纤维图象明亮, 视野黑暗。旋转检偏器使纤维图象完全消光为止, 此时检偏器转过的角度  $\theta$  称为消光角, 由消光角  $\theta$  计算出双折射的方法称为色那蒙补偿法。色那蒙法就涤纶初生丝的双

折射现象推导出如下计算公式:

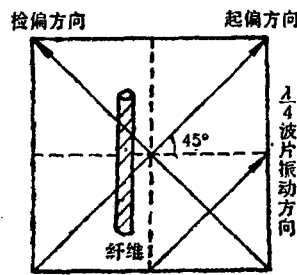


图1 色那蒙法测试时纤维起偏振片, 检偏振片,  $\lambda/4$ 波片相对位置。

$$\Delta n = \theta \lambda / \pi d \quad (1)$$

式中:  $\Delta n = (n_{\parallel} - n_{\perp})$  为双折射;  $\theta$  为消光角;  $\lambda$  为波长( $\mu\text{m}$ );  $\pi$  为  $180^\circ$ ;  $d$  为纤维厚度( $\mu\text{m}$ )。

若色那蒙公式满足方程(1), 就应该满足下述定律:

消光角  $\theta$  与入射光波长  $\lambda$  成反比, 即对于同一纤维, 消光角  $\theta$  与入射光波长  $\lambda$  的乘积等于常数, 而我们的实验结果和理论分析表明涤纶初生丝的消光角  $\theta$  与入射光波长的平方成反比, 得公式如下:

$$\Delta n = K \cdot \theta \cdot \lambda^2 / \pi d \quad (2)$$

式中:  $K$  为比例系数( $\mu\text{m}^{-1}$ )。

根据以上理论我们对涤纶初生丝进行了双折射的测试, 分别采用色那蒙法和贝克法, 测

表1 涤纶初生丝双折射测试及计算值

波长 $\lambda$ $\mu\text{m}$	消光角 $\theta$	$\theta \lambda$ ( $^\circ \cdot \mu\text{m}$ )	$\Delta n_1$ ( $10^{-2}$ )	$\theta \lambda^2$ ( $^\circ \cdot \mu\text{m}^2$ )	$\Delta n_2$ ( $10^{-2} \text{K}$ )	$\bar{n}_{\parallel}$	$\bar{n}_{\perp}$	$\bar{n}_{\parallel} - \bar{n}_{\perp}$	比例系数 $K$ ( $\mu\text{m}^{-1}$ )
0.4358	90.1	39.29	0.4800	17.12	0.2093	1.5881	1.5857	0.0024	1.147
0.5016	65.6	32.89	0.4022	16.50	0.2017	1.5923	1.5903	0.0020	0.992
0.5890	48.5	28.57	0.3492	16.83	0.2057	1.5939	1.5915	0.0024	1.167
0.6328	41.6	26.34	0.3218	16.67	0.2036	1.5960	1.5934	0.0026	1.277
0.6562	39.5	25.95	0.3168	17.03	0.2079	1.5990	1.5969	0.0021	1.011

注:  $\Delta n_1 = \theta \lambda / \pi d$ ,  $\Delta n_2 = K(\theta \lambda^2 / \pi d)$ ,  $d = 45.45 \mu\text{m}$ , 试验在标准温湿度下进行。

试结果及计算值见表1。根据表1的实测数据及计算结果,证明了我们论点是正确的,  $\theta\lambda$  之值不等于常数,而  $\theta\lambda^2$  之值近似为一常数。

## 二、理论分析

为了验证公式(1)和(2)哪一个正确,我们又对该试样采用了贝克法测试纤维的表面折射率  $n_{11}$  和  $n_{\perp}$ ,并可把其计算的双折射当作真值,虽然色那蒙法计算得出的是纤维截面的平均双折射,两者不完全对应,但对涤纶初生丝来说,因拉伸倍数很小,我们可以认为色那蒙法所计算出的双折射和贝克法测出的  $n_{11}$  和  $n_{\perp}$  之差是近似相等的,或者是成比例的。故而我们可用贝克法测出的  $n_{11}$  和  $n_{\perp}$  之差作为真值,验证公式(1)和(2)的正确性。

从表1得出,由色那蒙公式(1)计算的值与  $n_{11}$  和  $n_{\perp}$  之差相比较,差别较大,且两者数值之间的关系不成比例,即两者不呈线性相关,可知色那蒙公式(1)是不正确的。而采用修正公式即色那蒙公式(2)的计算值(见表1)与贝克法测出的差值  $\Delta n = n_{11} - n_{\perp}$  成比例,且十分相近,故知修正公式较正确。

既然修正公式较正确,我们就可以求出比例系数  $K$ , 设  $\Delta n_2 = n_{11} - n_{\perp}$ ,  $n_{11}$  与  $n_{\perp}$  由贝克法测出,故:

$$\Delta n_2 = n_{11} - n_{\perp} = K(\theta\lambda^2/\pi d)$$

$$\therefore K = (n_{11} - n_{\perp})\pi \cdot d / \theta\lambda^2 \quad (3)$$

$K$ 值的计算结果见表1,比例系数  $K$ 值基本上为一常数,且接近于1,除波长为  $0.5016 \mu\text{m}$  所对应的比例系数为  $0.992$  外,其它都大于1,这也说明了贝克法测得的双折射( $n_{11} - n_{\perp}$ )大于色那蒙法测试的计算值。

## 三、结论

涤纶初生丝色那蒙双折射的修正公式为  $\Delta n = (K \cdot \theta \cdot \lambda^2 / \pi d)$ , 在生产实际应用中,  $K$  值可采用平均值  $1.119(\mu\text{m}^{-1})$ 。

本文是〈山东省自然科学基金会〉资助项目,并在严灏景教授指导下完成,在此表示衷心感谢。

## 参考资料

- [1] 张阜权,孙荣山,唐伟国,《光学》,北京师范大学出版社。
- [2] 廖延彪,《物理光学》,电子工业出版社。
- [3] 张宗杨,《涤纶生产分析检验》。
- [4] A. A. HAMIA, AND T. I. N. SOKK. AR 1981 <TEX. Res. Inst> p.485~488.
- [5] A. R. KALYANARMAN, <Text. Res. J.>, 1984, p. 354~355.
- [6] SUNIL K, GARG, <J. App. Polym. Sci.>, Vol. 27, p.2857~2867.

## 欢迎订阅一九九三年度《纺织学报》

《纺织学报》是中国纺织工程学会主办、纺织工业出版社出版的纺织一级期刊,主要刊登我国广大纺织科技工作者的科研成果、学术交流生产实践经验、新技术信息以及纺织科技经营管理方面的文章。

《纺织学报》的读者对象是纺织系统中各企事业单位的工程技术人员和管理人员以及纺织院校师生与科研设计人员。本刊为月刊,向国内外公开发行人,欢迎各单位和个人订阅。

国内读者请向当地邮局办理1992年订阅手续,刊号为4—248,定价每期1.50元。港澳订购处是香港三联书店,地址是香港域多利皇后街9号11楼。国外读者请向中国国际图书贸易总公司(中国国际书店)北京399信箱办理订阅手续,国外代号M245。

本刊为了沟通市场信息,促进国内外贸易的发展,承接广告业务,欢迎委托刊登。

## 中国纺织工程学会《纺织学报》编辑部

地址:上海市乌鲁木齐北路197号 邮政编码:200040

电话:2581667 电挂:5787