



中华人民共和国国家标准

GB/T 28609—2012

GB/T 28609—2012

光学功能薄膜 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)薄膜 双折射测定方法

Optical functional films—
Polyethylene terephthalate(PET)—
Determination of birefringence

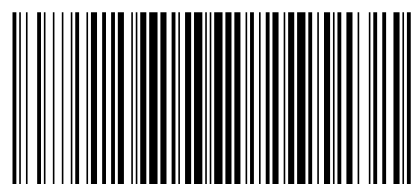
中华人民共和国
国家标准
光学功能薄膜
聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)薄膜
双折射测定方法
GB/T 28609—2012

*
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*
开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 13 千字
2012年12月第一版 2012年12月第一次印刷

*
书号: 155066·1-45563 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 28609—2012

2012-06-29 发布

2012-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

附录 A
(资料性附录)

暗场白光偏光仪中产生的彩色序列

暗场白光偏光仪中产生的彩色序列见表 A.1。

表 A.1 暗场白光偏光仪中产生的彩色序列

彩色	相延迟/nm	彩纹级别 R/λ
黑	0	0
灰	160	0.28
白	260	0.45
黄	350	0.6
橙	440	0.79
红	520	0.9
一级过渡	577	1
蓝	620	1.06
蓝绿	700	1.2
绿黄	800	1.38
橙	940	1.62
红	1 050	1.81
二级过渡	1 150	2
绿	1 350	2.33
绿黄	1 450	2.5
品	1 550	2.67
三级过渡	1 730	3
绿	1 800	3.1
品	2 100	3.6
四级过渡	2 300	4
绿	2 400	4.13

注：各级过渡处有明显的分界，一级处是红与蓝，二级处是红与绿，三级和四级处是品与绿，五级以上基本无色彩。

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法参考 ASTM D4093:1995(Reapproved 2005)(英文版)《透明或半透明塑性材料中双折射及残余应变的光弹试验方法》编制,与 ASTM D4093:1995(Reapproved 2005)的一致性程度为非等效。

本标准与 ASTM D4093:1995(Reapproved 2005)的主要差别如下:

- ASTM D4093:1995(Reapproved 2005)中对于薄膜相延迟超过补偿器量程范围的试样只是在 6.1.4.3 中进行了简单的介绍,在光路中再加入一个定值补偿器,并没有详细的操作说明,而本标准进行了详细的说明;
- ASTM D4093:1995(Reapproved 2005)中采用补偿器法,而本标准使用赛纳蒙(Senarmont)旋转检偏器法;
- ASTM D4093:1995(Reapproved 2005)使用白光光源,而本标准采用单色光光源;
- ASTM D4093:1995(Reapproved 2005)中另有涉及面内双折射使用的斜入射测试部分,本标准没有涉及面内双折射;
- ASTM D4093:1995(Reapproved 2005)中关于残余应变的部分本标准没有涉及。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国光学功能薄膜材料标准化技术委员会(SAC/TC 431)归口。

本标准起草单位:合肥乐凯科技产业有限公司、中国乐凯胶片集团公司、天津乐凯薄膜有限公司。

本标准主要起草人:焦聪宣、李保民、高青、李宇航、刘新省。

引 言

光在真空中的传播速度为 $c(3 \times 10^8 \text{ m/s})$, 在透明介质中的速度为 v , v 总是小于 c , 它们之比称为折射率, 即折射率 $n=c/v$, 对各向同性材料, 折射率是与光线振动方向和传播方向无关的一个常数。大多数玻璃和塑料在无应力状态下是各向同性材料, 各方向的折射率是相同的。当各向同性材料受到应力或发生应变时, 就会产生各向异性, 折射率就具有了方向性, 此时需要用三个主折射率来代替。折射率的变化与应变的大小有关, 如果透明材料没有发生应变时的折射率为 n_0 , 发生应变后三个主折射率 n_i 就是所受应变的线性函数:

$$n_i - n_0 = \sum A_{ij} S_j$$

式中 $i=1, 2, 3$ 表示三个方向(直角坐标系中用 X, Y, Z 表示), n_i 表示三个方向的折射率, $j=1, 2, 3$ 与 i 一样表示三个方向, S_j 表示三个方向上产生的应变。在各向同性材料中, 用两个常数 A 和 B 表示材料受应力发生的应变与由此产生的各向异性之间的关系:

当 $i=j$ 时, $A_{ij}=A$;

当 $i \neq j$ 时, $A_{ij}=B$

PET 薄膜生产过程中, 经双向拉伸后定形, 设定薄膜平面为 XY 平面, 可认为薄膜在 X 及 Y 方向受力发生应变, 在 Z 方向上没有应变。

当偏振光线垂直透过透明材料, 该材料的两个主应变 S_1 和 S_2 位于此透明材料平面内, 入射光线的偏振方向与 S_1 和 S_2 都不一致, 此时偏振光线就会分裂为两个分别在 S_1 和 S_2 应变方向振动的分量, 如 v_1 和 v_2 分别表示两分量的速度, 其折射率则为 $n_1=C/v_1$, $n_2=C/v_2$, 两束光线的折射率之差就称为此材料的双折射。

$$\Delta\delta = n_1 - n_2 = (A - B) \times (S_1 - S_2) = K \times (S_1 - S_2)$$

折射率之差正比于两个主应变的差值, K 称为应变光学常数, 它是物性常数, 反映材料的性能。由于这两束光线传播速度不同两分量不再同步, 当透过厚度为 t 的材料时, 形成光程差, 这两个在不同平面 S_1 和 S_2 内振动的偏振光线先后穿过材料后所产生的相对距离, 称为延迟(延迟量) R , R 可用下式表示:

$$R = (n_1 - n_2) \times t = K \times t \times (S_1 - S_2)$$

式中: t 表示材料的厚度。

由于 $\Delta\delta = n_1 - n_2 = R/t$, 因此双折射也可表述为材料单位厚度产生的相延迟。

双折射测量的目的有两个:

- 1) 找出薄膜中主应变(即主应力)的方向;
- 2) 确定延迟量的大小, 进而求得双折射的大小。

采用偏振光产生光学干涉, 通过补偿法测量光程差。

塞纳蒙补偿法中检偏器旋转 180° 相当于一个波长的相延迟。

当一束偏振光垂直入射到薄膜上, 就会分裂成在主应变 S_1 和 S_2 方向上振动的两束偏振光, 这两束光的折射率 n_1 和 n_2 与主应变有关。

$$n_1 - n_0 = AS_1 + B(S_1 + S_2)$$

$$n_2 - n_0 = AS_2 + B(S_1 + S_2)$$

式中: n_0 是无应变各向同性时的折射率; A 和 B 是与材料相关的常数。

从以上公式可以得出:

$$n_1 - n_2 = (A - B) \times (S_1 - S_2)$$

折射率($n_1 - n_2$)就是双折射 $\Delta\delta$ 。

5.4 测定试样的双折射

双折射 $\Delta\delta$ 与两个主应变方向 S_1 和 S_2 上的光波之间的相对延迟 R 存在下列关系:

$$\Delta\delta = 10^3 \times R/t \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

R —— 延迟量, 单位为纳米(nm);

t —— 薄膜厚度, 单位为微米(μm)。

6 结果计算和表示

6.1 试样的光轴方位角

ϕ_1 直接表示试样的方位角, 即试样主应变慢轴方向与试样 TD 边之间的夹角。

6.2 试样的延迟量

试样延迟量由式(2)计算:

$$R = n\lambda + \frac{\phi_2}{180}\lambda \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

R —— 延迟量, 单位为纳米(nm);

n —— 补偿器片数;

λ —— 测试光源波长, 单位为纳米(nm);

ϕ_2 —— 检偏器旋转角度。

6.3 试样的双折射

试样的双折射由式(1)计算。

7 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 试验样品的编号;
- b) 试验日期;
- c) 试验人员;
- d) 采用标准号;
- e) 试样厚度;
- f) 试样位置;
- g) 光源波长;
- h) 试验结果: 方位角、延迟量和双折射。