

文章编号: 1001-3806(2003)03-0197-02

光学玻璃内透过率测试新方法

田丰贵

(成都光明光电信息材料有限公司,成都,610051)

摘要: 叙述了采用双样品,分别单独测试和计算光学玻璃内透过率的一种新方法。重点叙述了计算公式的理论推导,并简要说明了目前采用方法的优缺点。

关键词: 内透过率;郎伯定律;双样品双光束;双样品单光束

中图分类号: O435 **文献标识码:** A

A new method to measure internal transmittance of optical glass

Tian Fenggui

(Chengdu Guangming Optoelectronic Information Material Co.Ltd, Chengdu, 610051)

Abstract: The new method is to test and calculate internal transmittance of optical glass with two samples. The paper focuses on theoretical inference of the calculating formula and briefly illustrates the advantages and disadvantages of the method.

Key words: internal transmittance; Lambert law; two samples; single beam

引言

所谓内透过率是指光学玻璃在“去掉”其表面反射损失时的透过率。如何“去掉”表面反射损失,在实际测量中目前主要有两种方法,第 1 种方法是:采用单样品测试计算法,即先用分光光度计测出样品在某一波长处的一般透过率 T ,然后利用下式计算出内透过率:

$$= T / \quad (1)$$

式中, $P = 2n / (n^2 + 1)$ 被称为反射损失系数。这种方法是采用最早采用的测试方法。第 2 种方法就是目前国标 GB7962.12-87 规定的方法^[1]。

无色光学玻璃在可见区和近红外区的内透过率是非常高的,可以达到 99.6%~99.8% (以样品厚度 10mm 为例),高质量的光学玻璃甚至可以达到 99.9%,也就是说玻璃内部的吸收是非常小的。光学玻璃的一般透过率之所以较低(比如, K9 最高不超过 92%, ZF14 最高不会超过 82%),主要是两个表面的反射损失较大造成的,并且玻璃的折射率越高,其反射损失越大。但随着镀膜技术的发展和提高,采用表面镀增透膜的方法已经使这一问题得到

了解。因此,现在光学设计对光学玻璃的内透过率十分重视,特别是像神光、光刻机等,在这些光学系统中使用的光学材料,要求其内透过率是非常高的。因此,必须不断研究,采用科学合理的方法,准确测量其内透过率。

1 现行内透过率测试方法的优缺点

1.1 单样品测试计算法

该方法的优点是简单易行,对仪器要求不高(单光束仪器即可),对样品加工要求低,单件加工,达到光洁度 $B =$,平面度 $N = 3$, $N = 0.5$,平行度 2 即可。其缺点主要有:(1)计算内透过率必须知道 n 才能计算出 P ,从而也才能计算出,因此,该方法不能测试和计算任意波长的内透过率;(2)由于计算内透过率涉及 T 和 n ,两者都存在一定的测试误差,因此,计算出的内透过率值误差较大。

1.2 国标 GB7962.12-87

该方法是一种采用双样品双光束直接抵消反射损失的理论方法,优点是可以直接测量任意波长的内透过率,并且不需要知道 n 。其缺点主要有:(1)对仪器要求高,必须是高精度的双光束分光光度计,并且透过率测试精度要优于 $\pm 0.1\%$;(2)样品加工十分困难,要使厚度不同的两块样品的表面加工质量完全一致,在实际加工中是很难实现的,而该方法

作者简介:田丰贵,男,1953 年 1 月出生。研究员级高级工程师。现从事光学材料测试技术的研究。

收稿日期:2001-09-17;收到修改稿日期:2002-10-14

恰恰就是建立在两块样品表面质量完全一致的理论基础上的,否则该方法在理论上就是不成立的;(3)即使样品加工达到了要求,由于无色光学玻璃的内透过率可以达到 99.6% ~ 99.9%,已经达到了仪器的满量程,这种满量程的测试值很难说它是准确的。

2 内透过率测试新方法

该方法是一种双样品单光束测试算法,下面就计算公式的推导、具体测试方法及该方法的主要优缺点等作简要介绍。

2.1 计算公式的推导

根据(1)式和郎伯定律^[2]:

$$I_1^{d_2} = I_2^{d_1} \quad (2)$$

式中, d_1, d_2 为样品厚度, $d_1 > d_2$; I_1 为样品厚度为 d_1 时的内透过率; I_2 为样品厚度为 d_2 时的内透过率。

假设已测得两个样品在某一波长的一般透过率分别为 T_1 和 T_2 , 根据(1)式,则有: $I_1 = T_1 / P$, $I_2 = T_2 / P$ 。

利用(2)式,将 I_1 和 I_2 都换算成样品厚度为 d 时的内透过率,则有:

$$I_1^d = (T_1 / P)^d \quad (3)$$

$$I_2^d = (T_2 / P)^d \quad (4)$$

由(3)式除以(4)式得:

$$(I_1 / I_2)^d = (T_1 / T_2)^d \quad (5)$$

即: $I_1 / I_2 = (T_1 / T_2)^{d / (d_1 - d_2)}$ (5)

如果 $d_1 - d_2 = d$, 则(5)式变为:

$$I_1 / I_2 = T_1 / T_2 \quad (6)$$

(5)式、(6)式就是笔者推导出的理论计算公式。

2.2 仪器

单光束或双光束分光光度计,透过率测试精度: 优于 $\pm 0.3\%$ 。

2.3 样品要求

与国标 GB9962.12-87 要求基本相同。但厚度控制精度可以放宽,只要保证两样品的厚度有足够的差值即可。根据仪器样品夹的大小,可以将 d_1 定为仪器样品夹所能夹持的最大厚度, d_2 有 3mm ~ 5mm 厚即可。适当增大 $d_1 - d_2$ 的值,以避免 T_1 与 T_2 的值太接近,增大测试误差。

2.4 测试与计算

(1)在仪器预热和自校完毕后,调准仪器的 0% 和 100%, 然后将样品放入样品夹并选定测试波长,分别测定出 T_1 和 T_2 ; (2)用千分尺测定 d_1 和 d_2 ; (3)将 T_1, T_2, d_1, d_2 代入(5)式,即可计算出厚度为 d 时的内透过率值 $I = (T_1 / T_2)^{d / (d_1 - d_2)}$, 如果 $d_1 - d_2$ 刚好就是指定的测试厚度,其结果就等于 $I = T_1 / T_2$ 。

3 结论

根据以上叙述可以看出,该方法不仅克服了单样品测试算法不能测试任意波长内透过率的缺点,而且也克服了双样品双光束直接测量中满量程测试不准的缺点。该方法通过两次应用郎伯定律,巧妙地去掉了表面反射损失系数 P ,从而导出了(5)式和(6)式,从公式可以看出,只需测定出两个样品的一般透过率 T_1 和 T_2 , 和样品厚度 d_1 和 d_2 , 代入公式,即可计算出所需厚度(等于两个被测样品厚度之差)的内透过率。因此,该方法不仅体现了现行两种方法的优点,而且克服了各自的缺点,是一种易于有效实施的方法。

参 考 文 献

- [1] 卿尚平,杨有金.无色光学玻璃测试方法.北京:中国标准出版社,1989:44~45.
- [2] 田丰贵.激光技术,1987,11(2):42~46.