

岛津紫外-可见-近红外分光光度计 应用数据集册



前言

光学性能是材料常用且非常重要指标之一。随着行业的发展，光学性能测试相关标准越来越多，对光学性能测试要求也越来越高。玻璃、陶瓷、薄膜、聚合物、人工晶体甚至胶体的性能评价都离不开光学性能表征。光学性能是一个大指标，主要由太阳光的透过率、太阳光的反射率、太阳光的吸收率、可见光透射率、可见光反射率、紫外线阻隔率、遮蔽系数、偏光性、雾度、色度等小指标组成。光学性能表征一般用紫外-可见-近红外分光光度计来进行。因此紫外-可见-近红外分光光度计被广泛应用于电子电器及工业制造等行业，比如眼镜镜片、光学镜头、光学薄膜、滤光片、偏光片、建筑玻璃、建筑隔热涂层、汽车贴膜材料等的光学性能测试。

岛津紫外产品线丰富，不同性能仪器可应对不同测试要求。同时为了满足各类光学检测相关的需求，岛津紫外-可见-近红外分光光度计还配有丰富多样的附件可供选择。比如，不同尺寸和不同涂层的积分球附件、测试超大尺寸样品的大样品室附件、绝对可变角镜反射附件、相对镜反射附件、旋转膜支架、可变角透射薄膜支架、偏光器、聚焦附件等等。在眼镜相关行业、玻璃相关行业、光学镜头薄膜行业的光学性能测试方面发挥着很大的作用。

作为全球知名的实验室分析测试服务供应商，岛津致力于提供技术领先的仪器设备及全面可靠的方案。针对不断扩大的市场需求，岛津公司积极应对市场，为帮助客户更好地了解和使用紫外-可见-近红外分光光度计，特编写了《岛津紫外-可见-近红外分光光度计应用数据集册》供相关检测单位和分析测试人员参考。

本文集仅供有关人员学习交流使用，不用于任何商业用途。

岛津企业管理（中国）有限公司

分析中心

目 录

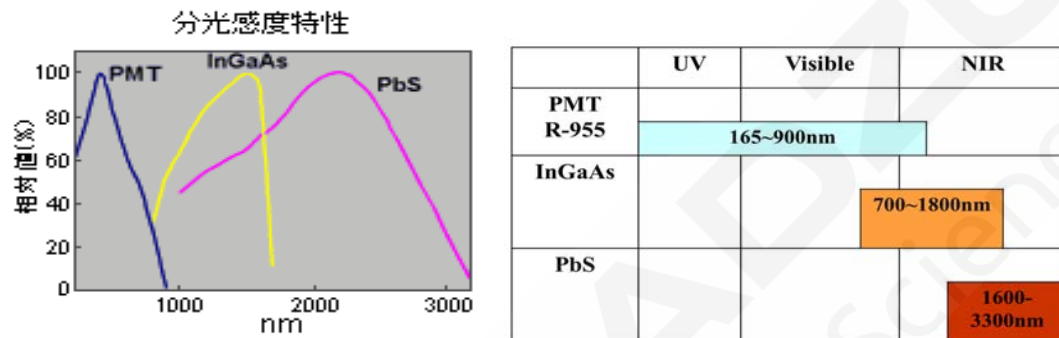
岛津紫外-可见-近红外分光光度计介绍.....	1
一、相关标准.....	3
二、镜片及人工晶体	4
紫外可见分光光度计结合软性接触镜支架快速测定隐形眼镜透光性能.....	5
紫外可见近红外分光光度法测定医用护目镜透射比.....	11
紫外可见分光光度计测试彩色隐形眼镜的透过率及色度.....	14
紫外可见近红外分光光度计测试眼镜片可见光透射比、反射比和雾度.....	17
紫外可见光度计测试树脂眼镜片的黄色指数和光学性能.....	20
紫外可见分光光度计测试太阳镜片的防紫外能力及交通信号灯识别的相对视觉衰减因子	23
紫外可见分光光度计测定人工晶体透过率	26
紫外可见分光光度计测定眼科用人工晶状体光学性能.....	29
三、遮阳及光伏材料	31
紫外可见近红外分光光度计、积分球附件和日射透射率测定软件评价遮阳装置对室内热舒适性的影响.....	32
紫外可见近红外分光光度计和日射透射率测定软件测定建筑玻璃的遮蔽系数	42
紫外可见近红外分光光度计测试建筑反射隔热涂料反射比.....	45
岛津 UV-3600I PLUS 和镜反射附件以及日光透射软件测定建筑玻璃并计算其透射比和反射比.....	48
紫外可见近红外分光光度计和积分球附件测定太阳能镀膜材料的反射率、透射率和雾度	51
岛津 UV-VIS-NIR 测定光伏材料的透过率和反射率.....	54
UV-3600I PLUS 测定平板型太阳能集热器太阳吸收比和透射比	57
SOLIDSPEC-3700 测定饰面砖材料太阳能吸收比.....	60
紫外可见近红外分光光度计测试汽车车窗玻璃遮阳膜.....	62
四、光学镜头及膜材料	67
岛津 SOLIDSPEC-3700 测定镀膜材料光学参数.....	68
岛津 SOLIDSPEC-3700 DUV、可变角绝对反射率测定装置和 X-Y 自动样品架测试 LED 用蓝宝石基板的绝对反射率和透射率	71
岛津紫外-可见分光光度计对不同尺寸镜头透过率的测定	74
紫外可见近红外分光光度计测试平板偏振分光膜的透射率.....	78
使用旋转膜支架测定偏光材料透射比	81
UV-3600I PLUS 测定镀膜光学元件的超低反射率	84
UV-3600I PLUS 测定带通滤光片截止带 OD 值	87
五、其它.....	89
岛津 SOLIDSPEC-3700 测试镀金纳米线阵列透射率	90
岛津 SOLIDSPEC-3700 测试模拟叶片的仿生膜透射率和反射率	93
岛津 SOLIDSPEC-3700 测试用于模拟生物组织材料氧动力学的血红蛋白微胶囊的吸收	97

岛津紫外-可见-近红外分光光度计介绍

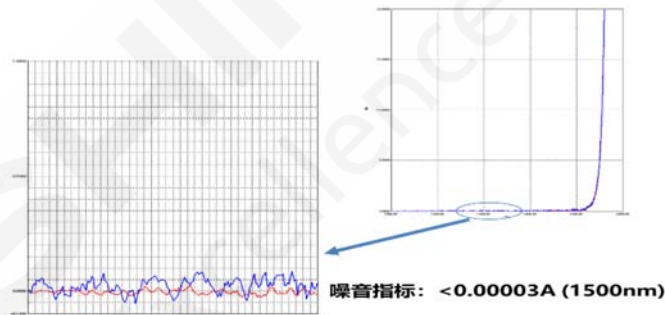
岛津紫外系列产品线丰富，覆盖太阳光全波段的紫外-可见-近红外分光光度计有两款型号：UV-3600i Plus和SolidSpec-3700i (DUV)。两款仪器均具有较高的性能指标，特点如下：

一. UV-3600i Plus和SolidSpec-3700i (DUV) 共同具备的特点

1. 高灵敏度，配备三种检测器。率先使用三种检测器的紫外-可见-近红外分光光度计。紫外、可见区域采用 PMT 检测器；近红外区采用 InGaAs 和冷却型 PbS 检测器，使整体测定波长区域实现高灵敏度。



2. 高分辨率，超低杂散光，宽广的测定波长范围。采用高性能双单色器，实现高分辨率和超低杂散光。另外，测定波长范围为 185 nm~3300 nm，可在紫外、可见、近红外范围进行测定，可应对广泛领域的测定要求。



二. SolidSpec-3700i (DUV) 独特的特点

1. 大样品室，三维光学系统。标准配备积分球、独创三维光学系统，可以测定水平放置的样品的透射、反射，为固体样品测定而开发的分光光度计，并且样品放置也很容易。

样品室尺寸 900(W)×700(D)×350(H) mm，最大可放置样品尺寸 700×560 mm。不仅可用于大型样品，装配直径 1 mm 的光阑，也可以对微小区域测定。



2. SolidSpec-3700i DUV 还可以测量传统分光光度计难以到达的 165-190 nm 深紫外区，满足一些半导体部件的深紫外区测量需求。

3. 可选配件自动 X-Y 样品台，可对最大 310×310 mm 的样品进行多点自动测定。



三．附件丰富多样，适应更广泛的应用测定需求

使用多用途大型试样室和积分球附件可测定固体试样，使用绝对反射测定装置 ASR 系列也可以进行高精度的绝对反射测定。除此之外，还配有相对镜反射附件、旋转膜支架、可变角透射附件、圆柱形样品支架、偏光器、小样品支架等，满足不同客户的测试需求。



积分球附件



相对镜反射附件



可变角绝对镜反射附件



偏光器



微小样品支架



旋转膜支架

一、相关标准

光学测试涉及多个行业，每个行业的行业标准、国际标准以及国家标准众多，这些标准规定了紫外-可见-近红外分光光度计的光学性能要求。紫外-可见-近红外分光光度计在光学相关测试的应用越来越多，仪器的市场需求也越来越大，在光学性能测试方面发挥着很大的作用。

表 1. 光学检测相关标准

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 11417.5-2012	眼科光学 接触镜 第 5 部分：光学性能试验方法
2	YY 0290.2-2009	眼科光学 人工晶状体 第 2 部分：光学性能及试验方法
3	GB/T 10810.3-2006	眼镜镜片及相关产品 第 3 部分：透射比规范及测量方法
4	GB/T 10810.4-2006	眼镜镜片 第 4 部分：减反射膜规范及测量方法
5	GB/T 10810.5-2006	眼镜镜片 第 5 部分：镜片表面耐磨性要求
6	QB/T 2506-2001	光学树脂眼镜片
7	GB 14866-2006	个人用眼护具技术要求
8	GB/T 2680-2021	《建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》
9	G/T 356-2012	建筑遮阳热舒适、视觉舒适性能检测方法
10	JG/T 280-2010	建筑遮阳产品遮光性能测试方法
11	JGJ/T 151	建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程
12	JGJ26-95	民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）
13	GB/T 6424-2007	平板型太阳能集热器
14	GB/T 25968-2010	分光光度计测量材料的太阳透射比和太阳吸收比试验
15	GB/T 744-2013	汽车车窗玻璃遮阳膜

二、镜片及人工晶体



眼镜是非处方医疗器械，它的作用是纠正视力、过滤光线、保护眼睛。在欧盟 93/42/EEC 医学指令内对医学产品分为三大类。CLASS I：基本医学产品，对人体健康影响较低。CLASS II：产品或仪器会透过人体表面或任何人体开口部位局部或完全进入人体，例如：隐形眼镜等。CLASS III：为最高级别产品，产品失误及误用可能影响人体健康甚至危害生命，此类产品包括移植至人体内医学产品，以及用作隔离有害放射性物质的衣服、护眼罩等；普通的光学产品，包括眼镜框、镜片均属 CLASS I 类医疗产品。为了保证进口医学产品的安全，世界各大经济体以及国家地区都会对其进口产品制定相关的安全标准，限制并监管其进口医学产品的安全规格。对于非医疗用眼镜的近视镜、太阳镜等，对其光学性能有很多要求，比如可见区透射率、紫外区透射率和雾度等。

紫外可见分光光度计结合软性接触镜支架快速测定隐形眼镜透光性能

摘要：隐形眼镜（Contact Lens），又叫角膜接触镜，是一种戴在眼球角膜上，用以矫正视力或保护眼睛的镜片。随着中国近视人口的逐年增加，佩戴隐形眼镜的人数也随之增加。隐形眼镜作为国家三类医疗器械，光透过率是一项十分重要的指标。本文参考中华人民共和国国家标准GB/T 11417.5-2012《眼科光学 接触镜 第5部分：光学性能试验方法》，使用岛津隐形眼镜专用支架，对隐形眼镜样品进行了测定，提供了一种隐形眼镜透光性能的表征方法。

关键词：UV-3600i Plus 隐形眼镜 软性接触镜支架 透过率

隐形眼镜（Contact Lens），又叫角膜接触镜，是一种戴在眼球角膜上，用以矫正视力或保护眼睛的镜片。隐形眼镜可使近视患者摆脱框架眼镜的束缚，还原出眼眸天然的光彩。随着中国近视人口的逐年增加，佩戴隐形眼镜的人数也随之增加。而市面上有些不法商家生产的劣质隐形眼镜产品，其透光率非常差，佩戴时间长了，很有可能伤害眼睛并进一步加重近视。

隐形眼镜作为一种国家三类医疗器械，透光性是一项十分重要的指标。只有保证足够的光量透过镜片，人眼才能看到清晰的影像。

本文参考中华人民共和国国家标准 GB/T 11417.5-2012《眼科光学 接触镜 第5部分：光学性能试验方法》，使用岛津隐形眼镜专用支架，对隐形样品进行测试，隐形眼镜镜片可准确定位在凹槽中，确保测试的重复性及可靠性，提供了一种隐形眼镜透光性能的表征方法。该软性接触镜支架的孔径光阑为 $\phi 6\text{ mm}$ ，符合国标要求。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津 UV-3600i Plus、积分球附件、软性接触镜支架(Contact Lens holder)



图 1. 样品测试示意图

1.2 测试条件

波长范围：280 nm~780 nm

测试模式：透射

采样间隔：1 nm

狭缝宽：5 nm

参比：标准盐溶液（参考 GB/T 11417.4-2012 中 4.2.2 部分使用无水磷酸盐配方范例，配制而成）

1.3 样品

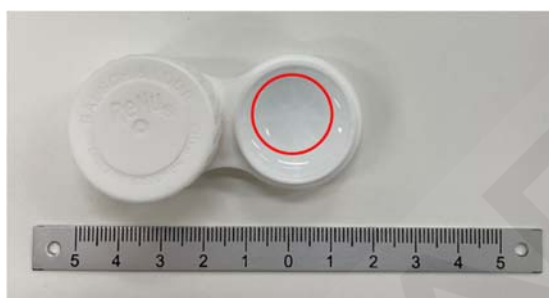


图 2. 1#隐形眼镜样品

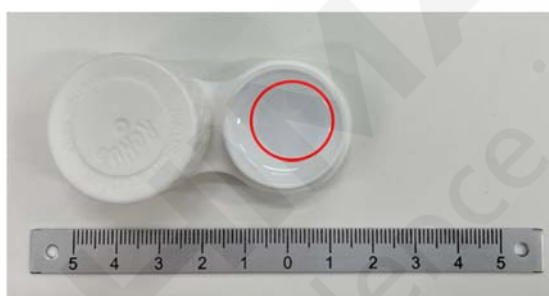


图 3. 2#隐形眼镜样品



4. 3#隐形眼镜样品

1.4 测试过程

- 1、将所配制的标准盐溶液加入两个软性接触镜支架中，扫描基线；
- 2、将其中一个支架作为参比，另一个支架放入隐形眼镜样品，两支架均充满标准盐溶液；
- 3、使用岛津紫外可见分光光度计 UV-3600i Plus、积分球附件测试隐形眼镜样品的透过率。

2. 结果与讨论

2.1 隐形眼镜样品的透过率光谱图

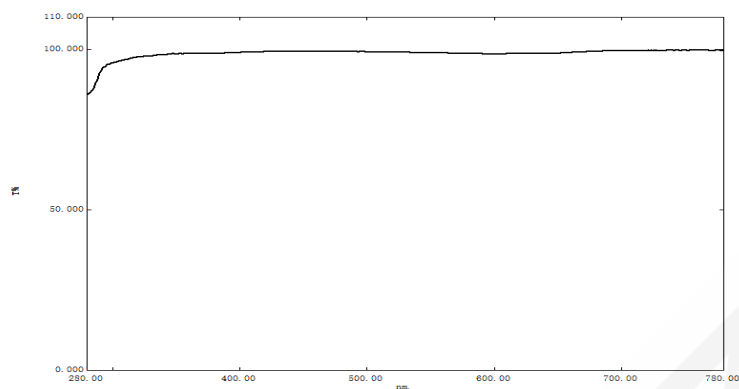


图 5.1#隐形眼镜样品的透过率光谱

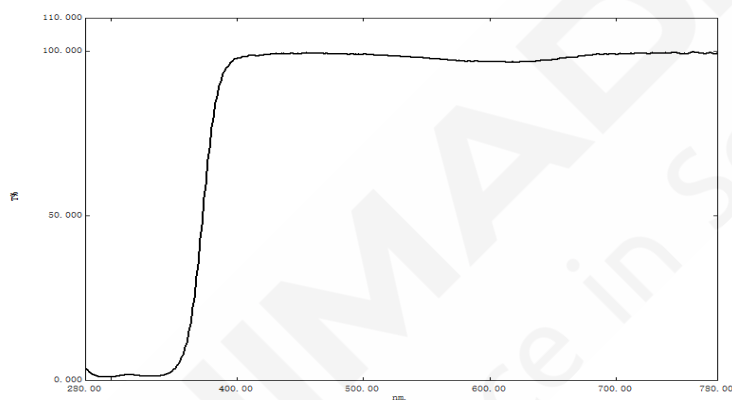


图 6.2#隐形眼镜样品的透过率光谱

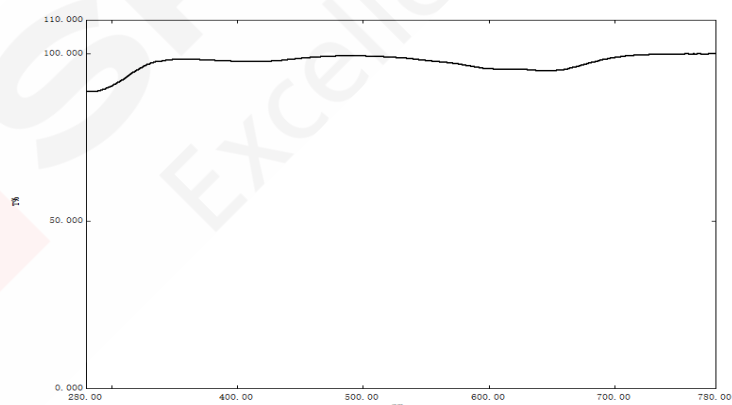


图 7.3#隐形眼镜样品的透过率光谱

(1) 光透过率 τ_V : 国家标准 GB/T 11417.5-2012《眼科光学 接触镜 第5部分: 光学性能试验方法》中规定, 光透过率 τ_V 是指某照明体正入射条件下, 透过的光通量 $\phi_{Vt}(\lambda)$ 与入射的光通量 $\phi_{Vi}(\lambda)$ 的比值。

$$\tau_V = \frac{\phi_{Vt}(\lambda)}{\phi_{Vi}(\lambda)} \times 100\% = \frac{\int_{380nm}^{780nm} \phi_{e\lambda}(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380nm}^{780nm} \phi_{e\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda} \times 100\% \quad (1)$$

其中： τ_V 为样品指定照明体（如 D65）的光透过率；

$\tau(\lambda)$ 为样品的光谱透过率；

$\phi_{e\lambda}(\lambda)$ 为指定标准照明体的光谱分布函数；

$V(\lambda)$ 为人眼明视觉的光谱光视效率函数。

在整个连续波长范围内求和所用的光谱带宽不超过 10 nm 时，上式可简化为：

$$\tau_V = \frac{\sum_{380nm}^{780nm} \phi_{e\lambda}(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{380nm}^{780nm} \phi_{e\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda} \times 100\% \quad (2)$$

其中： $\Delta\lambda$ 是指光谱带宽，不超过 10 nm。

将获取的隐形眼镜样品的可见光波段（380 nm~780 nm）的光谱透过率数据、标准光源光谱分布函数（如 D65）和人眼明视觉的光谱光视效率函数带入上式（2）中，计算可见光波段的光透过率。计算结果见下表：

表 1. 隐形眼镜样品的可见光透过率

样品编号	1#隐形眼镜	2#隐形眼镜	3#隐形眼镜
光透过率 τ_V %	98.87	97.71	97.46

(2) 可见光谱平均透过率 $\bar{\tau}(\lambda_V)$ ：在可见光谱波段波长范围内，光谱透过率的积分值与可见光谱波长段宽的比值。带宽 $\Delta\lambda$ 应不大于 10 nm。

$$\bar{\tau}(\lambda_V) = \frac{\sum_{380nm}^{780nm} \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{400} \times 100\% \quad (3)$$

将获取的隐形眼镜样品的可见波段（380 nm~780 nm）的光谱透过率数据带入上式（3）中，计算紫外光谱平均透过率。计算结果见下表：

表 2. 隐形眼镜样品的可见光谱平均透过率

样品编号	1#隐形眼镜	2#隐形眼镜	3#隐形眼镜
可见光谱平均透过率 $\bar{\tau}(\lambda_V)$ %	99.38	98.28	98.11

(3) 紫外光谱平均透过率 τ_{UVR} ：在给定的紫外光谱波长 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 范围内，光谱透过率的积分值与该给定光谱波长段宽的比值。

$$\tau_{UVR} = \frac{\sum_{\lambda_2}^{\lambda_1} \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\lambda_2 - \lambda_1} \times 100\% \quad (4)$$

UV-A 段光谱波长 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 范围为 316 nm~380 nm，UV-B 段光谱波长 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 范围为 280 nm~315 nm。带宽 $\Delta\lambda$ 应不大于 5 nm。

将获取的隐形眼镜样品的紫外波段（280 nm~380 nm）的光谱透过率数据带入上式（4）中，计算紫外光谱平均透过率。计算结果见下表：

表 3. 隐形眼镜样品的紫外光谱平均透过率

样品编号		1#隐形眼镜	2#隐形眼镜	3#隐形眼镜
可见光谱平均透	UV-A 段 τ_{UVA}	99.86	15.3	99.01
过率 $\bar{\tau}(\lambda_v)\%$	UV-B 段 τ_{UVB}	96.30	1.60	92.98

从计算结果上看，三个隐形眼镜样品在可见光波段的光透过率均在 97%以上，远远优于 GB11417.3-2012《眼科光学 接触镜 第 3 部分：软性接触镜》中光透过率不小于 89%的要求。

此外，2#隐形眼镜样品在紫外波段（280 nm~380 nm）有吸收。根据国标的要求，满足 $\tau_{UVA} < 0.10\bar{\tau}(\lambda_v)$ 或者 $\tau_{UVB} < 0.01\bar{\tau}(\lambda_v)$ 条件时的隐形眼镜属于 UV 吸收 1 类接触镜；满足 $\tau_{UVA} < 0.50\bar{\tau}(\lambda_v)$ 或者 $\tau_{UVB} < 0.05\bar{\tau}(\lambda_v)$ 条件时的隐形眼镜属于 UV 吸收 2 类接触镜。2#隐形眼镜样品的 $\tau_{UVA} < 0.50\bar{\tau}(\lambda_v)$ 且 $\tau_{UVB} < 0.05\bar{\tau}(\lambda_v)$ ，说明 2#隐形眼镜样品属于 UV 吸收 2 类接触镜，与其包装盒上的标注一致。

2.2 隐形眼镜样品重复测试 5 次的透过率光谱图

为了考察测试重复性，对 3#样品进行 5 次测量，每次测试需要拆开支架重新装样，以验证所用软性接触镜支架对于样品定位的准确性。

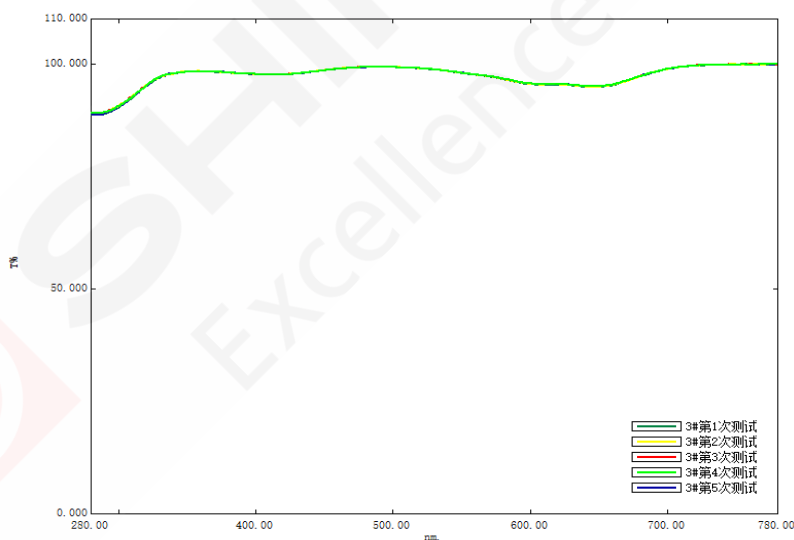


图 8. 样品 3#隐形眼镜重复测试 5 次的透过率光谱

将上述样品 3#所测 5 次的光谱透过率带入公式 (2) 中，计算可见光波段的光透过率 τ_v ，计算结果见下表：

表 4. 3#隐形眼镜样品的重复性

测试序号	光透过率 τ_V %
1	97.46
2	97.51
3	97.53
4	97.55
5	97.54
Ave.	97.52
RSD%	0.04

从结果上看，5 次测试的光透过率数据重复性较好，相对标准偏差 RSD 为 0.04%，说明岛津的软性接触镜支架可以对隐形眼镜光学区进行准确定位。

3. 结论

本文参考中华人民共和国国家标准 GB/T 11417.5-2012《眼科光学 接触镜 第 5 部分：光学性能试验方法》，使用岛津隐形眼镜专用支架，对隐形眼镜样品进行了测定。该软性接触镜支架的孔径光阑为 $\phi 6$ mm，符合国标要求；此外，隐形眼镜镜片可准确定位在凹槽中，确保测试的重复性及可靠性，提供了一种隐形眼镜的透光性能的代表方法。

紫外可见近红外分光光度法测定医用护目镜透射比

摘要：本文参考《GB 14866-2006 个人用眼护具技术要求》，使用岛津紫外-可见-近红外分光光度计UV-3600i Plus及积分球附件测试了医用护目镜的透过率数据，测试过程简单快捷，根据透过率数据计算透射比，以快速判定医用护目镜是否满足个人用眼护具技术要求。

关键词：UV-3600i Plus 积分球附件 医用护目镜 透射比

新冠肺炎疫情在国内已经得到有效控制的同时，我们已经深刻认识到传染病防治过程中医用及个人防护的重要性。随着目前新冠肺炎疫情在世界范围内的传播，医用口罩、防护服、护目镜等防护设备需求将持续增长。其中，医用防护镜除了能有效防护的同时，还需要考虑其对佩戴者视力影响的程度。因此，《GB 14866-2006 个人用眼护具技术要求》中规定了护目镜的可见光透射比应大于0.89，以确保佩戴后视野清晰。

本文参照《GB/T 2410-2008 透明塑料透光率和雾度的测试》，使用岛津 UV-3600i Plus 及积分球附件测试了医用护目镜的透过率。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津 UV-3600i Plus、积分球附件



图 1. 岛津紫外-可见-近红外分光光度计 UV-3600i Plus

1.2 测试条件

波长范围：380~780 nm

测试模式：透射

狭缝宽：5 nm

采样间隔：1 nm

2. 结果与讨论

2.1 测试样品的透过率数据及光谱

将医用护目镜裁剪到合适大小后，根据《GB/T 2410-2008 透明塑料透光率和雾度的测试》规定的方法二，使用分光光度计 UV-3600i Plus 及积分球附件测定了护目镜的透过率数据，从得到的透过率数据中选取需要的透过率数据见表 1。

表 1 护目镜透过率数据

波长 (nm)	透过率 (%)	波长 (nm)	透过率 (%)	波长 (nm)	透过率 (%)	波长 (nm)	透过率 (%)
380	70.124	490	96.684	600	98.212	710	96.048
390	83.054	500	96.150	610	98.375	720	95.427
400	89.865	510	95.979	620	98.589	730	94.780
410	93.413	520	95.766	630	98.612	740	94.247
420	95.583	530	95.620	640	98.455	750	93.666
430	96.825	540	95.918	650	98.401	760	93.300
440	97.645	550	96.225	660	98.101	770	92.849
450	97.939	560	96.510	670	97.814	780	92.406
460	97.861	570	96.934	680	97.416		
470	97.597	580	97.385	690	96.858		
480	97.052	590	97.776	700	96.462		

2.2 可见光透射比计算

根据《QB 2457-1999》等标准要求，光透射比是透射光通量与入射光通量之比，计算按照以下公式进行：

$$\tau_V = \frac{\sum_{\lambda=380}^{780} \tau(\lambda)V(\lambda)S_C(\lambda)\Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380}^{780} V(\lambda)S_C(\lambda)\Delta\lambda}$$

其中：

波长单位：nm

T(λ)：镜片的光谱透射比；

V(λ)：明视觉光谱光视效率

S_C(λ)：标准照明体C对的相对光谱功率分布

V(λ)*S_C(λ)的值见表2.

表2 明视觉光谱光视效率与C光源的乘积

波长 (nm)	V(λ)*S _C (λ)	波长 (nm)	V(λ)*S _C (λ)	波长 (nm)	V(λ)*S _C (λ)	波长 (nm)	V(λ)*S _C (λ)
380	0	490	0.2384	600	0.5375	710	0.0014
390	0	500	0.3439	610	0.4223	720	0.0006
400	0.0002	510	0.4887	620	0.3188	730	0.0003
410	0.0009	520	0.6533	630	0.2215	740	0.0002
420	0.0037	530	0.8023	640	0.1459	750	0.0001
430	0.0124	540	0.925	650	0.0896	760	0.0001
440	0.0265	550	0.9941	660	0.0509	770	0
450	0.0447	560	0.995	670	0.0262	780	0
460	0.0701	570	0.9249	680	0.0136		
470	0.1070	580	0.8081	690	0.0062		

480	0.1635	590	0.6700	700	0.0030
-----	--------	-----	--------	-----	--------

已知透过率为光谱透射比的百分率表达，所以 $\tau(\lambda)=T\%/100$ 。

带入公式计算，得到医用防护镜的透射比数据为 0.97，大于 0.89 的标准要求，判定该医用护目镜透射比测试结果满足要求。

3. 结论

本文参照《GB 14866-2006 个人用眼护具技术要求》和《GB/T 2410-2008 透明塑料透光率和雾度的测试》标准，使用岛津UV-3600i Plus及积分球附件测试了医用护目镜的透过率数据，根据透过率数据计算可见光透射比，可快速判定护目镜的质量。



紫外可见分光光度计测试彩色隐形眼镜的透过率及色度

摘要：本文参考 GB/T 11417.5-2012《眼科光学 接触镜 第 5 部分：光学性能试验方法》，使用岛津紫外可见分光光度计测定了隐形眼镜的紫外光谱平均透过率及可见光谱透过率，并通过岛津的色彩软件 UVColor 将透过率转换成相应的色度。

关键词：紫外可见分光光度计 隐形眼镜 透过率 色度 Lab 值

隐形眼镜 (contact lens)，或角膜接触镜，是一种佩戴在眼球角膜上，用以校正视力或保护眼睛的镜片。隐形眼镜不仅从外观和方便性方面给近视、远视、散光等屈光不正患者带来了改善，而且隐形眼镜可遮盖瞳孔区，具有防紫外光特性的隐形眼镜可以吸收紫外线，降低紫外波段透过率，有效减少这一区域所受到的紫外线伤害。彩色隐形眼镜中由于添加一层染料层隔离在透明镜片当中，而具有一定的颜色，具有美容作用。但是，添加了染料层的隐形眼镜，厚度会增加，可能会影响透过率。GB/T 10810.5-2006《眼镜镜片 第 5 部分：镜片表面耐磨性要求》中要求眼镜类样品老视镜和近视镜可见区光透射比大于 80%。同时，染料本身的颜色，也会对可见光有吸收，使得眼睛对物体本来的色彩判断带来误差，产生色觉干扰，造成色觉混乱。临床上，佩戴红色的隐形眼镜还能改变色盲对红绿颜色明暗度的区分。所以，选择合适色度的彩色隐形眼镜非常重要。

本文参考 GB/T 11417.5-2012《眼科光学 接触镜 第 5 部分：光学性能试验方法》，对市售两个品牌的彩色隐形眼镜进行了测试。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津 UV-3600i Plus、10 mm 光程长比色皿

1.2 测试条件

测定波长范围：280~780 nm

扫描速度：中速

采样间隔：1.0 nm

测定方式：透射率

狭缝宽：5.0 nm

试剂参比：甘油

1.3 样品

彩色隐形眼镜

2. 结果与讨论

2.1 光谱图

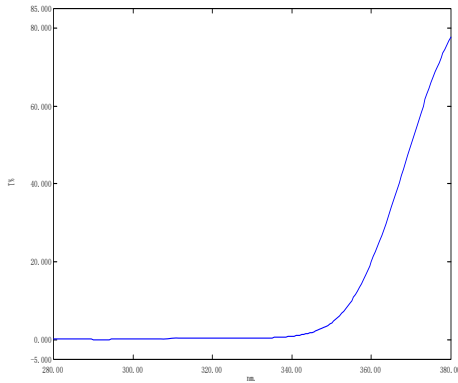


图 1 1#样品紫外区透射率光谱图

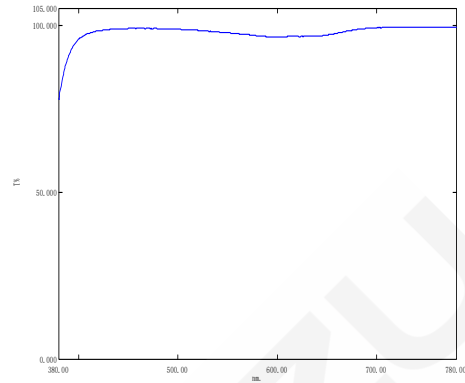


图 2 1#样品可见区透射率光谱图

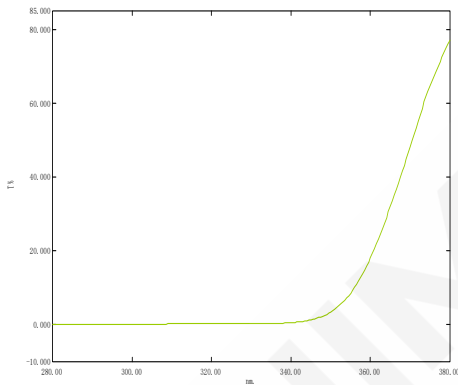


图 3 2#样品紫外区透射率光谱图

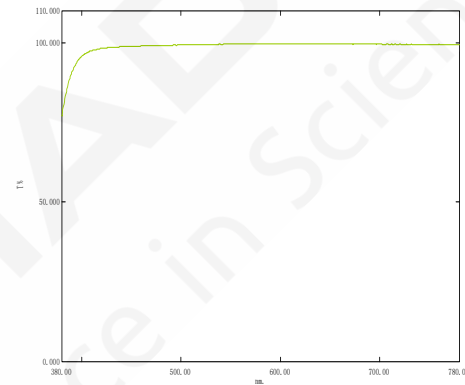


图 4 2#样品可见区透射率光谱图

2.2 计算公式

2.2.1 太阳紫外 A 波段透射比

$$\tau_{SUVA} = \frac{\sum_{316nm}^{380nm} \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{380 - 316} \times 100\%$$

2.2.2 太阳紫外 B 波段透射比

$$\tau_{SUVB} = \frac{\sum_{280nm}^{315nm} \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{315 - 280} \times 100\%$$

2.2.3 可见光谱透过率

$$\tau_v = \frac{\sum_{380nm}^{780nm} \phi_{e\lambda} \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{380nm}^{780nm} \phi_{e\lambda} \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda} \times 100\%$$

其中， τ_{SUVA} 、 τ_{SUVB} 、 τ_v 、 $V(\lambda)$ 、 $\Delta\lambda$ 、 $\phi_{e\lambda}$ 、分别代表太阳紫外 A 波段透射比、太阳紫外 B 波

段透射比、可见光谱透过率、人眼明视觉的光谱光视效率函数、光谱带宽和一个很小的波长带宽 $\Delta\lambda$ 对应的辐射通量。

2.2 计算结果

参考光源采用 CIE 规定的标准照明体 D65 光源。计算隐形眼镜的紫外、可见透射比，结果见表 1。样品相应的 Lab 色度值，结果见表 2。

表 1 隐形眼镜的紫外、可见透射比

NO.	紫外透射比		可见光透射比
	T_{SUBA}	T_{SUBB}	$\bar{\tau}(\lambda_v)$
1#	0.654%	0	99.547%
2#	0.676%	0	97.623%

表 2 样品的 Lab 色度值

NO.	L	a	b
1#	98.81	-5.76	4.57
2#	99.77	-5.44	5.88

3. 结论

紫外可见分光光度计测试彩色隐形眼镜的紫外、可见透射比对于评价隐形眼镜的光学性能有很好的指导作用。同时，配合颜色软件的使用，可以方便准确的找到所需要的眼镜颜色。

紫外可见近红外分光光度计测试眼镜片可见光透射比、反射比和雾度

摘要：本文参考 GB/T 10810.3-2006《眼镜镜片及相关产品 第3部分：透射比规范及测量方法》、GB/T 10810.4-2006《眼镜镜片 第4部分：减反射膜规范及测量方法》和 GB/T 10810.5-2006《眼镜镜片 第5部分：镜片表面耐磨性要求》，使用岛津紫外可见分光光度计测定了镀膜眼镜镜片可见区透射比、反射比和雾度。

关键词：紫外可见分光光度计 眼镜镜片 透射比 反射比 雾度

眼镜作为眼睛的防护产品，对光学透射性要求比较高，GB/T 10810.3-2006《眼镜镜片及相关产品 第3部分：透射比规范及测量方法》、GB/T 10810.4-2006《眼镜镜片 第4部分：减反射膜规范及测量方法》和 GB/T 10810.5-2006《眼镜镜片 第5部分：镜片表面耐磨性要求》中要求眼镜类样品老视镜和近视镜可见区光透射比大于 80%，驾驶用镜可见区光透射比不小于 8%，太阳镜类可见区光透射比在 3~80%范围内分了 4 类；减反射膜镜片单表面的可见区光反射比小于 2.5%，整个镜片可见区反射比小于 2.5%（选择性要求）。

1. 实验部分

1.1 实验仪器

岛津 UV-3600i Plus、ISR-603 积分球



图 1 岛津 UV-3600i Plus

1.2 测试条件

测定波长范围：380~780 nm

扫描速度：中速

采样间隔：5.0 nm

测定方式：透射率/反射率

狭缝宽：12 nm

2. 结果与讨论

2.1 测试光谱图

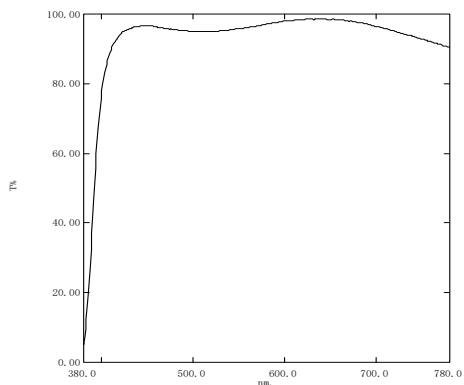


图 2 1#样品全透射率光谱图

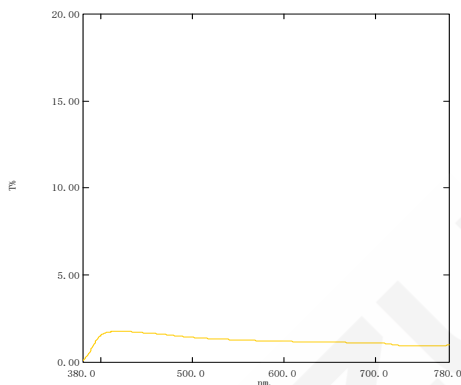


图 3 1#样品漫透射率光谱图

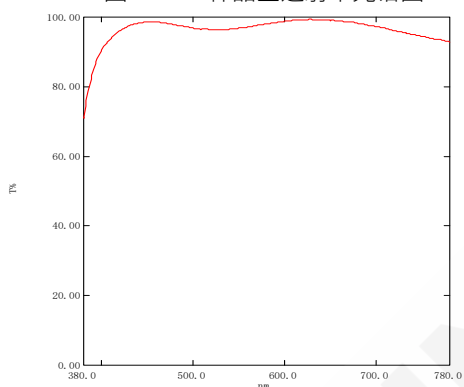


图 4 2#样品全透射率光谱图

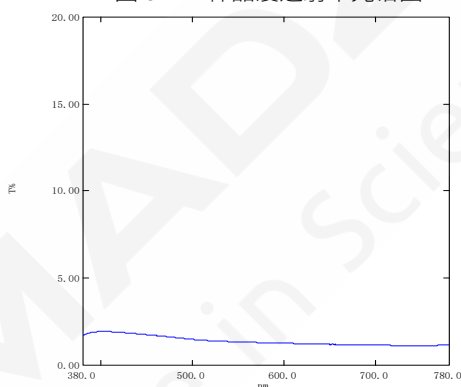


图 5 2#样品漫透射率光谱图

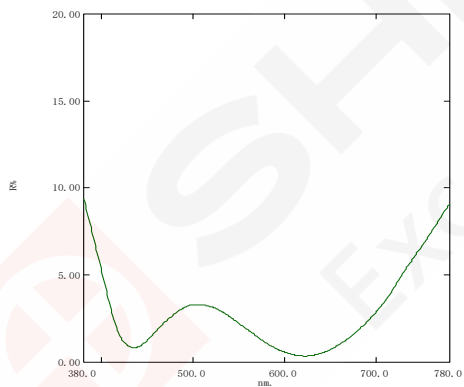


图 6 1#样品反射率光谱图

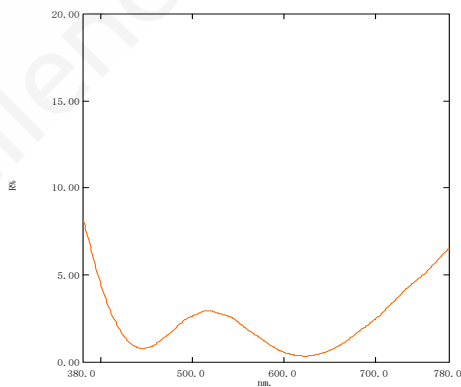


图 7 2#样品反射率光谱图

2.2 讨论

测试出眼镜片样品的透射率与反射率数据，根据计算公式进行分别计算样品可见区光透射比、可见区光反射比和雾度：

2.2.1 光透射比计算公式

$$\tau_v = \frac{\int_{380nm}^{780nm} \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_{D65\lambda}(\lambda) d\lambda}{\int_{380nm}^{780nm} V(\lambda) \cdot S_{D65\lambda}(\lambda) d\lambda} \times 100\%$$

2.2.2 反射比公式

$$\rho_v = \frac{\int_{380nm}^{780nm} \rho(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_{D65\lambda}(\lambda) d\lambda}{\int_{380nm}^{780nm} V(\lambda) \cdot S_{D65\lambda}(\lambda) d\lambda} \times 100\%$$

2.2.3. 雾度计算公式

$$H = \frac{T_d}{T_t} \times 100\%$$

其中， τ_v 、 $\tau(\lambda)$ 、 ρ_v 、 $\rho(\lambda)$ 、 $V(\lambda)$ 、 $S_{D65\lambda}(\lambda)$ 分别代表光透射比、光谱透射比、光反射比、光谱反射比、日光下平均人眼光谱光视效率函数、CIE 标准光源 D65 的光谱分布函数。H、 T_d 、 T_t 分别代表雾度、漫透射、全透射。 $S_{D65\lambda}(\lambda)$ 、 $V(\lambda)$ 数据可以参考 GB/T10810.3-2006 《眼镜镜片及相关产品 第 3 部分：透射比规范及测量方法》中附录 A 表格。计算得到结果如下：

表 1. 计算结果

项目 (可见区)	1#样品	2#样品
透射比 τ_v (%)	95.8	97.9
反射比 ρ_v (%)	2.21	1.56
雾度 (%)	1.44	1.36

3. 结论

紫外可见分光光度计测试眼镜片的透射率和反射率，根据标准直接计算透射透射比、反射比和雾度，对于评价眼镜的光学性能有很好的指导作用。

紫外可见光度计测试树脂眼镜片的黄色指数和光学性能

摘要：本文参考 QB/T 2506-2001 《光学树脂眼镜片》，使用岛津紫外-可见-分光光度计测定了树脂眼镜片的黄色指数、雾度、可见光透射比和紫外光透射比等性能。

关键词：树脂眼镜片 黄色指数 雾度 透射比色彩软件

眼镜作为眼睛的防护产品，对光学透射性要求比较高。对于树脂眼镜片来说，除了光学性能要求，还要求测试其黄色指数指标，由于塑料黄色指数的测试和塑料在太阳光照射下观察到的黄色程度能够很好的吻合，因此通过测试试样的黄色指数，可用来评价高分子材料老化的程度。由于树脂眼镜片是采用特定高分子材料做成，所以 QB/T 2506-2001 《光学树脂眼镜片》除了规定了树脂眼镜片的雾度、可见光透射比、紫外光透射比等的光学指标外，还要求测试其黄色指数。黄色指数为负值时，表明样品呈蓝色；正值时，表明样品呈黄色；数据越小，表明偏离白色越小，老化程度越小。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津 UV-3600i Plus、ISR-603 积分球



图 1 岛津紫外可见近红外分光光度计 UV-3600i Plus

2. 结果与讨论

2.1 测试谱图

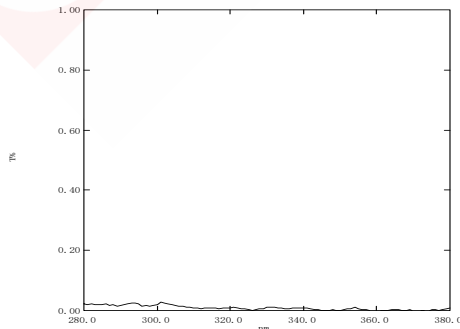


图 2 样品紫外区光谱图

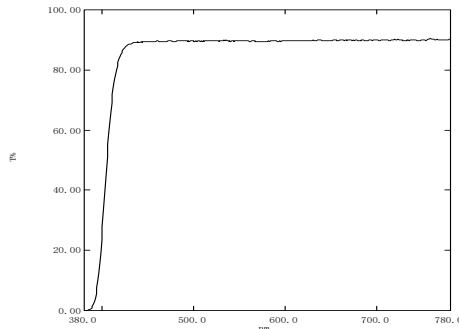


图 3 样品可见区光谱图

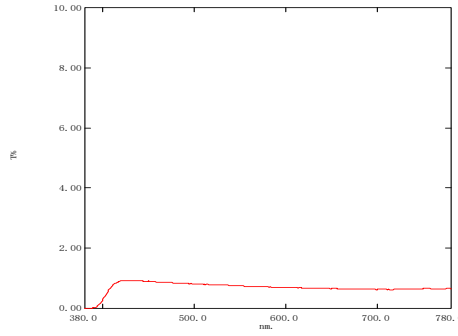


图 4 样品可见区漫透射率光谱图

2.2 结果讨论

根据下列计算公式进行分别计算样品黄色指数、雾度、可见光透射比、紫外区透射比：

2.2.1 黄色指数

$$YI = \frac{100(1.28X - 1.06Z)}{Y} \times 100\%$$

2.2.2 雾度计算公式

$$H = \frac{T_d}{T_t} \times 100\%$$

2.2.3 可见光透射比计算公式

$$\tau_v = \frac{\int_{380nm}^{780nm} \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_{d65\lambda}(\lambda) d\lambda}{\int_{380nm}^{780nm} V(\lambda) \cdot S_{d65\lambda}(\lambda) d\lambda} \times 100\%$$

2.2.4 紫外光透射比计算公式

1) 太阳紫外 A、B 波段透射比

$$\tau_{SUVA} = \frac{\int_{380nm}^{315nm} \tau(\lambda) \cdot E_{S\lambda}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{315nm}^{380nm} E_{S\lambda}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda} \times 100\%$$

$$\tau_{SUVB} = \frac{\int_{315nm}^{280nm} \tau(\lambda) \cdot E_{S\lambda}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{280nm}^{315nm} E_{S\lambda}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda} \times 100\%$$

其中，YI 代表黄色指数，X、Y、Z 代表颜色三刺激值；H、T_d、T_t 分别代表雾度、漫透射、全透射；τ_v、τ(λ) 分别代表可见光透射比、光谱透射比。τ_{SUVA}、τ_{SUVB} 分别代表太阳紫外 A 波段透射比、太阳紫外 B 波段透射比。

表 1. 计算结果

项目	测试值	要求值
Y1	1.24	$n < 1.56, Y1 \leq 1.20$ $n \geq 1.56, Y1 \leq 2.20$
H	0.96%	$\leq 2.5\%$ (明示加硬片, 不 大于 0.8%)
T_v	89.3%	$n \leq 1.56, \tau_v \geq 90.0\%$ $n > 1.56, \tau_v \geq 88.0\%$
T_{SUVA}	0.005%	$T_{SUVA} \leq T_V$
T_{SUVB}	0.01%	$T_{SUVB} \leq 0.5T_V$

实验测定结果表明, 该样品折射率为 1.53, Y1 和 τ_v 两项未达到标准要求。

3. 结论

使用岛津紫外-可见-分光光度计测试了树脂眼镜片的黄色指数、雾度、可见光透射比、紫外光透射比。该方法对于评价眼镜的光学性能有很好的指导作用。

紫外可见分光光度计测试太阳镜片的防紫外能力及交通信号灯识别的相对视觉衰减因子

摘要: 本文参考GB/T 10810.3-2006《眼镜镜片及相关产品 第3部分:透射比规范及测量方法》,使用岛津紫外可见分光光度计测定了太阳眼镜镜片紫外透射比和交通信号灯识别的相对视觉衰减因子。

关键词: 紫外可见分光光度计 眼镜镜片 防紫外能力 交通信号灯识别的相对视觉衰减因子

太阳眼镜作为夏天眼镜必备的防护产品,除了具备滤光、遮阳、防眩光的作用外,还要起到防护紫外线伤害的作用。若佩戴质量低劣的深色太阳镜,瞳孔因少了阳光刺激而松弛增大,如果镜片不能隔除紫外线,将容易使眼睛吸收更多的紫外线,反而对眼睛有伤害。另外,通过不同颜色的太阳镜看不同颜色的物体时,太阳镜能够保持物体原来的颜色色度。劣质太阳镜会使人对颜色的分辨率降低,产生色觉干扰,造成色觉混乱。对于驾驶员来说,能够准确清晰地辨别红、绿交通信号至关重要,否则极易造成交通事故,后果不堪设想。因此,对太阳镜的指标判断要求有紫外透射比以及交通信号透射比等。

本文 GB/T 10810.3-2006《眼镜镜片及相关产品 第3部分:透射比规范及测量方法》和 QB 2457-99《太阳镜》对太阳镜片进行了测试。

1 实验部分

1.1 仪器

岛津 UV-3600i Plus、ISR-603 积分球

1.2 测试条件

测定波长范围: 280~780 nm

采样间隔: 1.0 nm

测定方式: 透射率

狭缝宽: 20 nm

2 结果与讨论

2.1 测试谱图

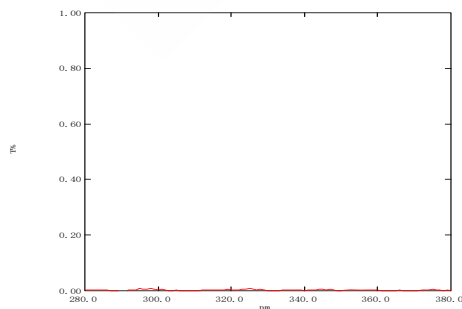


图 1 1#样品紫外区透射率光谱图

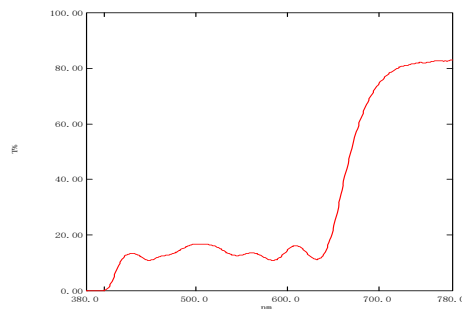


图 2 1#样品可见区透射率光谱图

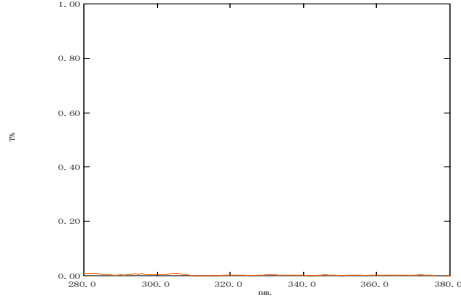


图3 2#样品紫外区透射率光谱图

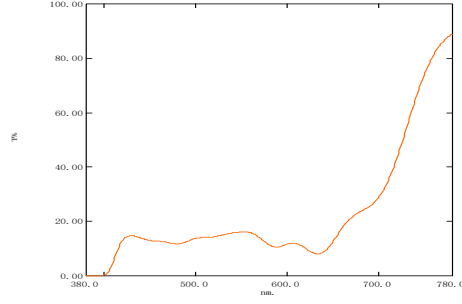


图4 2#样品可见区透射率光谱图

2.2 计算公式

2.2.1 太阳紫外 A 波段透射比

$$\tau_{SUVA} = \frac{\int_{315nm}^{380nm} \tau(\lambda) \cdot E_{S\lambda}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{315nm}^{380nm} E_{S\lambda}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda} \times 100\%$$

2.2.2 太阳紫外 B 波段透射比

$$\tau_{SUVB} = \frac{\int_{280nm}^{315nm} \tau(\lambda) \cdot E_{S\lambda}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{280nm}^{315nm} E_{S\lambda}(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda} \times 100\%$$

2.2.3 光透射比计算公式

$$\tau_v = \frac{\int_{380nm}^{780nm} \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_{D65\lambda}(\lambda) d\lambda}{\int_{380nm}^{780nm} V(\lambda) \cdot S_{D65\lambda}(\lambda) d\lambda} \times 100\%$$

2.2.4 交通信号灯识别的相对视觉衰减因子

1) 相对视觉衰减因子

$$Q = \frac{\tau_{SING}}{\tau_v}$$

2) 交通信号透射比

$$\tau_{SIGN} = \frac{\int_{380nm}^{780nm} \tau(\lambda) \cdot \tau_{SIGN}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_{A\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{380nm}^{780nm} \tau_{SIGN}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot S_{A\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda} \times 100\%$$

其中， τ_{SUVA} 、 τ_{SUVB} 、 τ_{SING} 、 Q 、 τ_v 、 $\tau(\lambda)$ 、 $E_{S\lambda}$ 、 $S(\lambda)$ 、 $V(\lambda)$ 、 $S_{A\lambda}(\lambda)$ 、 $S_{D65\lambda}(\lambda)$ 分别代表太阳紫外 A 波段透射比、太阳紫外 B 波段透射比、交通信号透射比、相对视觉衰减因子、光透射比、光谱透射比、太阳辐射的光谱功率分布函数、紫外辐射的相对光谱有效函数、日光下平均人眼光谱光

视效率函数、CIE 标准光源 A 的光谱分布函数 λ 、CIE 标准光源 D65 的光谱分布函数。

2.2 结果讨论

计算太阳镜镜片相对视觉衰减因子和紫外透射比，计算结果见下表：

表 1 计算结果

NO.	相对视觉衰减因子 Q			
	红色	黄色	绿色	蓝色
1#	1.228	1.026	1.003	1.251
2#	0.841	0.927	1.067	1.070

NO.	紫外透射比		可见光透射比
	T_{SUBA}	T_{SUBB}	T_V
1#	0.002%	0.001%	14.13%
2#	0.002%	0.003%	13.67%

标准要求交通信号灯识别的相对视觉衰减因子红色和黄色 ≥ 0.8 ；绿色 ≥ 0.6 ；蓝色 ≥ 0.4 ；可见光透射比 T_V 在 $8\% < T_V \leq 80\%$ 时， $T_{SUBA} \leq 5\%$ ， $T_{SUBB} \leq 1\%$ ； T_V 在 $3\% < T_V \leq 8\%$ 时， $T_{SUBA} \leq 0.5T_V$ ， $T_{SUBB} \leq 1\%$ 。以上两种镜片均能满足标准要求。

3. 结论

紫外可见分光光度计测试太阳眼镜镜片的紫外透射比和交通信号灯识别的相对视觉衰减因子，对于评价太阳镜镜片的光学性能有很好的指导作用。

紫外可见分光光度计测定人工晶体透过率

摘要：人工晶体又称人工晶状体（Intraocular Lens），是经手术植入眼睛里代替摘除的自身混浊晶体的精密光学部件。本文参考中华人民共和国医药行业标准 YY 0290.2-2009《眼科光学 人工晶状体 第2部分：光学性能及试验方法》，使用岛津紫外可见分光光度计 UV-2600i 对人工晶状体样品进行测试，提供了一种人工晶状体的光透过率的测试方法。

关键词：紫外可见分光光度计 人工晶体 透过率

人工晶体又称人工晶状体（Intraocular Lens），是由人工合成材料制成的一种特殊透镜，是手术治疗白内障的最重要材料。通过手术摘除白内障患者浑浊的晶状体，将人工晶状体植入眼内替代原来的晶状体，可以使白内障患者恢复视力。

作为一种三类医疗器械，人工晶状体必须经过检测后获得相应的注册证编号才能上市，其中，必须注明光透过率。

本文参考中华人民共和国医药行业标准 YY 0290.2-2009《眼科光学 人工晶状体 第2部分：光学性能及试验方法》，使用岛津紫外可见分光光度计 UV-2600i 对人工晶状体样品进行测试，提供了一种人工晶状体的光透过率的测试方法。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津 UV-2600i、积分球附件 ISR-2600Plus、人工晶体支架(Intraocular Lens holder)



图 1. 岛津紫外可见分光光度计 UV-2600i

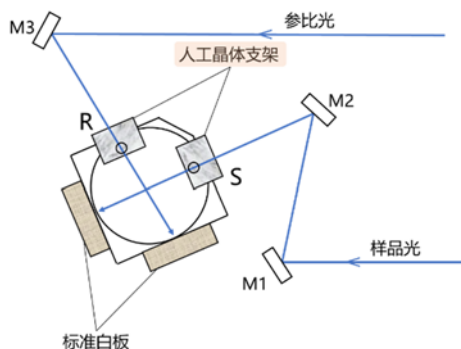


图 2. 样品测试光路示意图

1.2 测试条件

波长范围：300~1100 nm

测试模式：透射

狭缝宽：5 nm

采样间隔：1 nm

扫描速度：中速

参比：0.9% NaCl 溶液

1.3 样品



图 3. 1#人工晶体样品

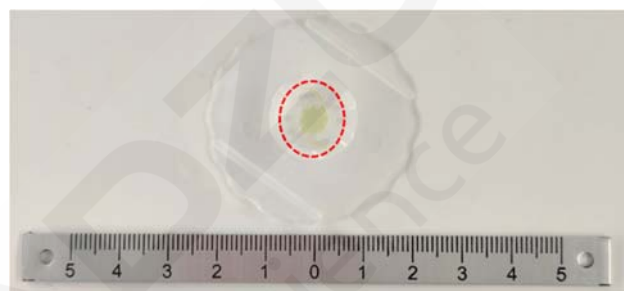


图 4. 2#人工晶体样品

1.4 样品前处理

- 1、将 0.9%的 NaCl 溶液加入人工晶体支架中，作为参比空白；
- 2、将人工晶体样品放到装有 0.9% NaCl 溶液的支架中；
- 3、使用紫外可见分光光度计 UV-2600i、积分球附件 ISR-2600Plus 测试人工晶体样品的透过率。

2. 结果与讨论

2.1 人工晶体样品的透过率光谱图

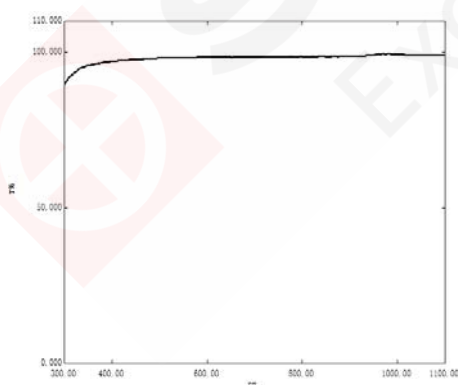


图 5. 1#人工晶体样品透射光谱图

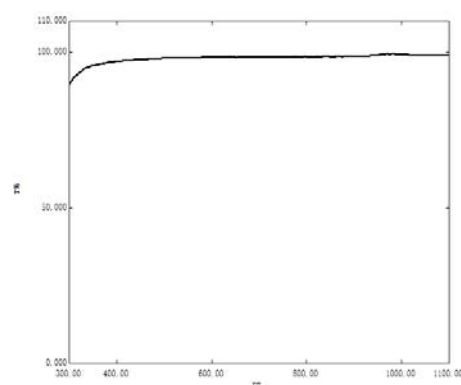


图 6. 2#人工晶体样品透射光谱图

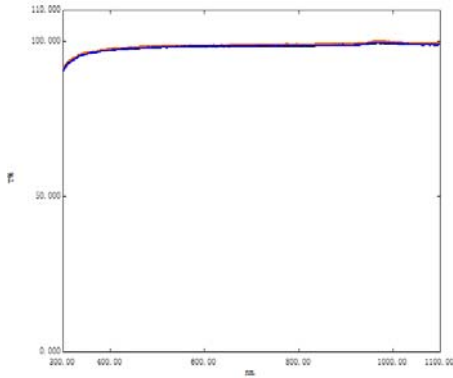


图 7. 1#样品重复三次谱图重叠图

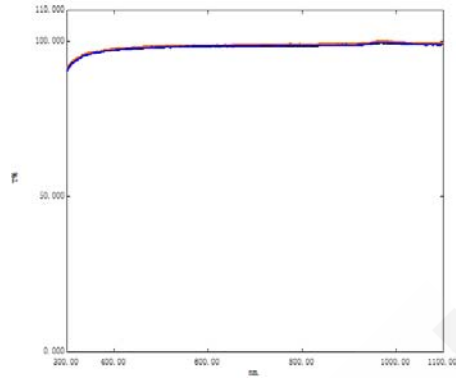


图 8. 2#样品重复三次谱图重叠图

2.3 讨论

YY 0290.2-2009《眼科光学 人工晶状体 第 2 部分：光学性能及试验方法》中要求测试人工晶状体所采用的分光光度计的孔径光阑直径为 3 mm，光谱带宽不超过 5 nm，并采用 0.9%NaCl 盐溶液代替房水。本次测试严格按照以上标准中的测试要求，对 2 个不同厂家生产的人工晶体样品进行测试。1#人工晶体样品在 300~1100 nm 波段的光谱透过率均在 90%以上；2#人工晶体样品在 500~1100 nm 波段的透过率在 90%以上，在 300~400 nm 波段的透过率几乎为 0%，说明该人工晶体样品具有抗紫外线的功能。此外，1#和 2#人工晶体样品在整个波段的重复性测试数据均较好。

3. 结论

本文参考中华人民共和国医药行业标准 YY 0290.2-2009《眼科光学 人工晶状体 第 2 部分：光学性能及试验方法》，使用岛津紫外可见分光光度计 UV-2600i、积分球附件以及人工晶体支架对人工晶体样品进行了测试，操作简单，数据重复性较好，为人工晶状体的光学性能中透过率的测试提供了一种检测方法。

紫外可见分光光度计测定眼科用人工晶状体光学性能

摘要：本文参考 YY0290.2-2009《眼科光学 人工晶状体 第2部分：光学性能及试验方法》标准，采用岛津紫外可见分光光度计测定了眼科用人工晶状体的光学性能。

关键词：紫外可见分光光度计 眼科人工晶状体 光学

人工晶体，又名人工晶状体，是指人工合成材料制成的一种植入眼内的特殊透镜，取代天然晶状体的作用。它的应用材料主要有硅胶、聚甲基丙烯酸甲酯、水凝胶等几种。人工晶状体的形状功能类似人眼的晶状体，具有重量轻、光学性能高、无抗原性、致炎性、致癌性和能生物降解等特性。白内障术后摘除了浑浊的晶状体，将人工晶状体植入眼内替代原来的晶状体，使外界物体聚焦成像在视网膜上，就能看清周围的景物了。因此人工晶状体的光学性能要求较高，即光谱的透射率要高，一般是要求至少85%以上。

本文参考 YY 0290.2-2009《眼科光学 人工晶状体 第2部分：光学性能及试验方法》测试了眼科用人工晶状体光谱透射率。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津 UV-3600i Plus、ISR-603 积分球



图1 岛津 UV-3600i Plus

1.2 测试条件

测定波长范围：300 ~1100 nm

扫描速度：中速

采样间隔：5.0 nm

测定方式：透射率

狭缝宽：8 nm

2. 结果与讨论

2.1 测试谱图

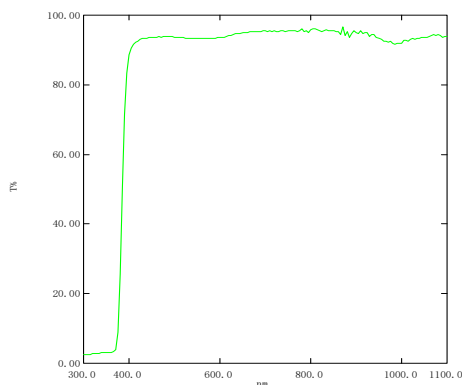


图 4 1#样品透射率光谱图

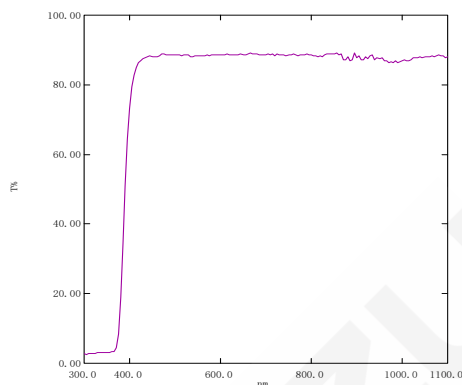


图 5 2#样品透射率光谱图

2.2 讨论

根据 YY 0290.2-2009《眼科光学 人工晶状体 第 2 部分：光学性能及试验方法》要求紫外区光谱要滤除，以透过率 10%对应的波长作为 UV 的截止波长时，该波长小于 360 nm，360~300 nm 的光谱透过率应该更小的要求，400~1100 nm，人工晶体透过率 85~90%以上。通过实验结果对两个样品进行判断：1#和 2#样品的截止波长均满足标准不小于 360 nm 的要求，同时，300~360 nm 的透射率 5%以下，满足小于 10%的要求。1#样品可见区透射率大于 90%，2#样品可见区透射大于 85%，均能满足可见区透射率 85%以上的要求。

3. 结论

本文参考 YY 0290.2-2009《眼科光学 人工晶状体 第 2 部分：光学性能及试验方法》使用岛津 UV-3600i Plus 紫外可见近红外分光光度计和积分球附件测试了 2 个人工晶状体样品，并对人工晶状体样品的光学性能进行了评价。该方法简单、方便，对评价人工晶状体样品的光学性能有很好的指导作用。

三、遮阳及光伏材料



环保和节能一直是各个国家面临的重要课题，针对目前一些建筑物建筑能耗居高，推广应用新的节能技术，建筑隔热保温是重要的内容，它代表着建筑节能技术的发展方向，而遮阳技术就是建筑隔热保温通风技术的代表。目前，在建筑玻璃幕墙、遮阳及光伏行业现行有很多国家及行业标准，新的法规也一直在更新与增加，比如最新版《GB/T 2680-2021 建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》已正式启用。根据国际、国家及行业法规在建筑玻璃门窗幕墙、遮阳及光伏行业相关标准，列出了一系列相关应用。

紫外可见近红外分光光度计、积分球附件和日射透射率测定 软件评价遮阳装置对室内热舒适性的影响

摘要：日射透射率测定软件是岛津公司推出的紫外分光光度计用软件，它是根据 JIS R3106 来计算得到日射透射比和日射反射比及可见光透射比和可见光反射比，并且符合 ISO9050 和 GB2680-2003。本文以实际测定为例，介绍了岛津 UV-3600、积分球附件和日射透射率测定软件测定建筑遮阳装置的反射率和透射率，并根据正在制定的中华人民共和国建筑工业行业标准计算建筑遮阳装置的遮阳系数，以评价该遮阳装置对室内热舒适性的影响。

关键词：紫外可见近红外分光光度计 积分球 日射透射率测定软件 遮阳系数 热舒适性

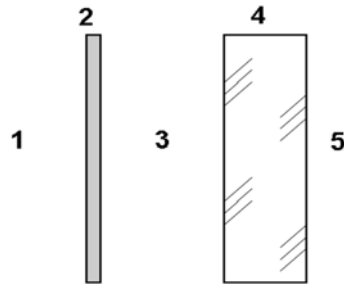
环保和节能是各个国家面临的重要课题，不仅是一个国家能否发展的重要因素，也是人类身体健康的重要保障。现代的建筑物，为了最大限度的利用太阳光来改善室内环境，往往会使用大面积的窗户甚至是玻璃幕墙。美国研究人员分别对通过墙体与玻璃进入室内的太阳辐射量进行对比结果显示，通过玻璃进入室内的太阳辐射量是墙体的 30 倍以上。而如果采取一定的遮阳措施，热量通过将明显减少，可见适当的遮阳设计对减少太阳辐射是十分有效的。同时遮阳板可以避免阳光直射，产生眩光和房间局部过热，改善室内光环境质量。针对目前一些建筑物建筑能耗居高，推广应用新的节能技术，建筑隔热保温是重要的内容，它代表着建筑节能技术的发展方向，而遮阳技术就是建筑隔热保温通风技术的代表。

目前，多个标准如 JGJ/T 151《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》、JGJ26-95《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》、GB/T 2680-94《建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》已经执行，还有正在编制的中华人民共和国建筑行业工业标准《建筑遮阳对室内环境热舒适与视觉舒适性能的影响及其检测方法》。

1. 测试原理

根据中华人民共和国建筑行业工业标准《建筑遮阳对室内环境热舒适与视觉舒适性能的影响及其检测方法》，遮阳系数定义为：玻璃窗和遮阳装置组合体的太阳能总透射比 g_{tot} 与相同条件下相同面积的玻璃窗的太阳能总透射比 g 的比值。遮阳装置及玻璃窗结合体的太阳能总透射比 g_{tot} 的计算公式是基于以下三种简单的物理模型。并结合 GB/T 2680-94《建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》的常数和公式进行计算。

1.1 外部遮阳措施模型



1 室外 2 遮阳装置 3 空气层 4 玻璃窗 5 室内

图 1 外部遮阳装置的典型状态

遮阳装置及玻璃窗结合体的太阳能总透射比 g_{tot} 计算公式如下:

$$g_{tot} = \tau_{e,dir-h,B}g + \alpha_{e,dir-h,B} \frac{G}{G_2} + \tau_{e,dir-h,B}(1-g) \frac{G}{G_1}$$

式中: g_{tot} — 遮阳装置及玻璃窗结合体的太阳能总透射比;

$\tau_{e,dir-h,B}$ — 遮阳装置的太阳光透射比;

g — 玻璃窗太阳能总透射比;

$\alpha_{e,dir-h,B} = 1 - \tau_{e,dir-h,B} - \rho_{e,dir-h,B}$;

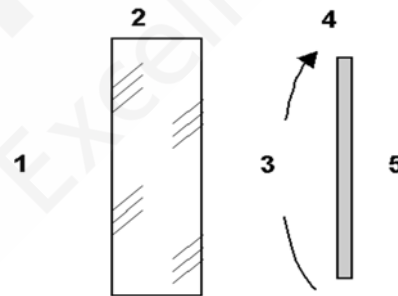
$\rho_{e,dir-h,B}$ — 遮阳装置太阳光直接照射面的太阳光反射比;

G_1 — 遮阳帘的传热系数 $W/(m^2 \cdot K)$, 可取 $6 W/(m^2 \cdot K)$;

G_2 — 遮阳帘与玻璃窗之间空气间层的传热系数 $W/(m^2 \cdot K)$, 可取 $18 W/(m^2 \cdot K)$;

$$G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1}, U_g \text{ 玻璃窗的传热系数。}$$

1.2 内部遮阳措施模型



1 室外 2 玻璃窗 3 空气层, 与室内连通 4 遮阳装置 5 室内

图 2 内部遮阳装置的典型状态

遮阳装置及玻璃窗结合体的太阳能总透射比 g_{tot} 计算公式如下:

$$g_{tot} = g(1 - g\rho_{e,dir-h,B} - \alpha_{e,dir-h,B} \frac{G}{G_2})$$

式中: g_{tot} — 遮阳装置及玻璃窗结合体的太阳能总透射比;

g — 玻璃窗太阳能总透射比;

$\rho_{e,dir-h,B}$ — 遮阳装置太阳光直接照射面的太阳光反射比;

$$\alpha_{e,dir-h,B} = 1 - \tau_{e,dir-h,B} - \rho_{e,dir-h,B};$$

$\tau_{e,dir-h,B}$ —遮阳装置的太阳光透射比;

G_2 —遮阳帘与玻璃窗之间空气间层的传热系数 $W/(m^2 \cdot K)$, 可取 $18 W/(m^2 \cdot K)$;

$$G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1}, U_g \text{ 玻璃窗的传热系数。}$$

1.3 内置遮阳装置模型

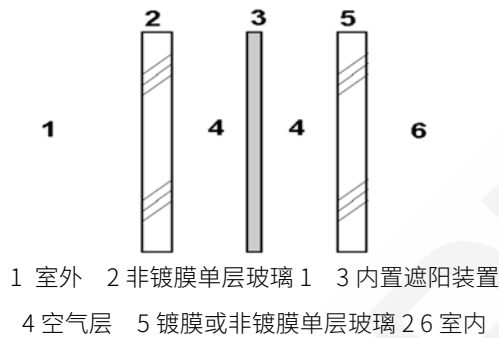


图3 内置遮阳装置的典型状态

遮阳装置及玻璃窗结合体的太阳能总透射比 g_{tot} 计算公式如下:

$$g_{tot} = \tau_{e,dir-h,B}g + g(\alpha_{e,dir-h,B} + \rho_{e,dir-h,B}(1-g))\frac{G}{G_3}$$

g_{tot} —遮阳装置及玻璃窗的太阳能总透射比;

g —玻璃窗太阳能总透射比;

$\rho_{e,dir-h,B}$ —遮阳装置太阳光直接照射面的太阳光反射比;

$\tau_{e,dir-h,B}$ —遮阳装置的太阳光透射比;

$$\alpha_{e,dir-h,B} = 1 - \tau_{e,dir-h,B} - \rho_{e,dir-h,B},$$

G_3 —封闭间层内遮阳帘的传热系数 $W/(m^2 \cdot K)$, 可取 $3 W/(m^2 \cdot K)$;

$$G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_3} \right)^{-1}, U_g \text{ 玻璃窗的传热系数。}$$

外部遮阳模型和内部遮阳模型是单层窗结构, 内置遮阳装置模型是双层窗构件结构, 后面分别进行其测量计算过程。

2. 实验部分

2.1 测试仪器

Shimadzu UV-3600i Plus、积分球附件、日射透射率测定软件

2.2 测试条件

波长范围: 300 nm~2500 nm

谱带宽度: 20 nm

测定方式: 反射 (8°)、透过 (0°)

3. 结果与讨论

3.1 光谱测定

3.1.1 透过率测定：使用积分球分别测定玻璃和遮阳装置的透过率，空气做参比

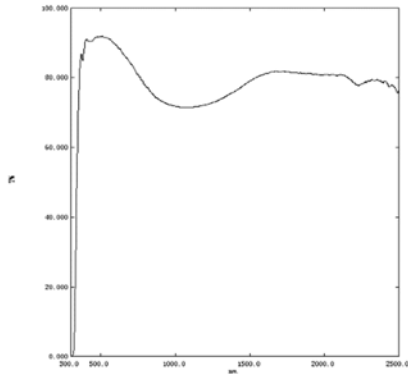


图 4 某玻璃 1 透射光谱图

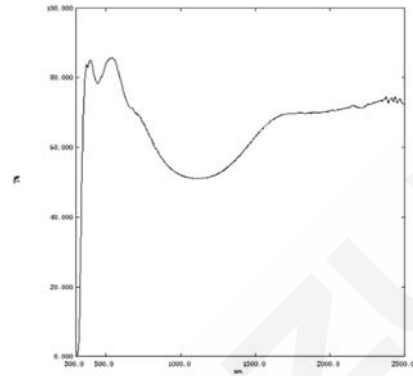


图 5 某玻璃 2 透射光谱图

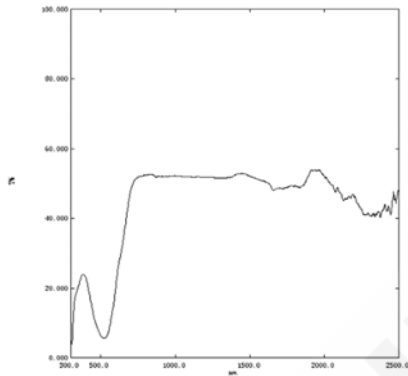


图 6 某遮阳布透射光谱图

3.1.2 反射率测定：使用入射角为 8° 的积分球附件， BaSO_4 白板做参比，分别测定玻璃和遮阳布的反射率。

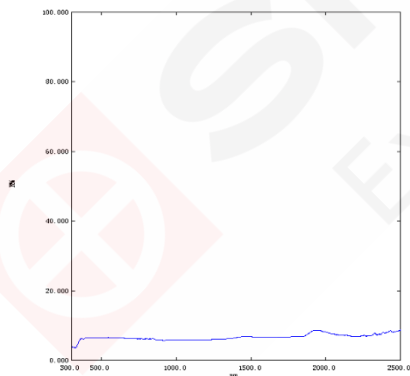


图 7 某玻璃 1 反射光谱图 (外侧)

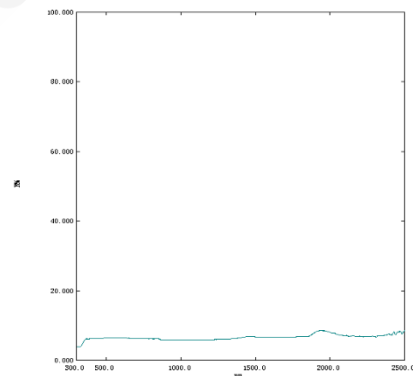


图 8 某玻璃 1 反射光谱图 (内侧)

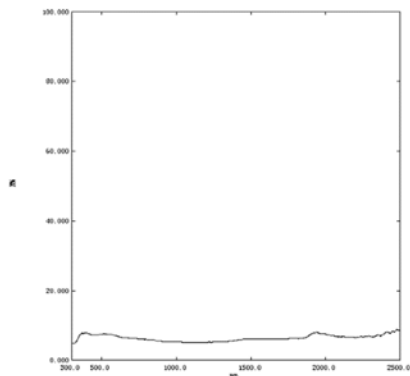


图9 某玻璃1反射光谱图（外侧）

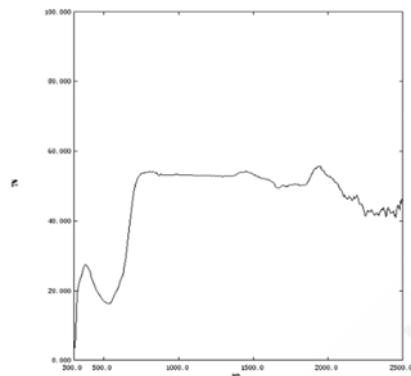


图10 某遮阳布反射光谱图

注：对于第一，二个模型，玻璃窗都是指玻璃1；

对于第三种模型，玻璃1指的是第一层玻璃，玻璃2指的是第二层玻璃；

外侧指的是光由室外侧射入室内侧；

内侧指的是光由室内侧射入室外侧；

3.1.3 遮阳装置漫透射测定：

测试方法同透射测定，只是测试时，积分球样品处对面的 BaSO₄ 白板拿掉，使直线透射光不采集，空气做参比，测试谱图如下所示：

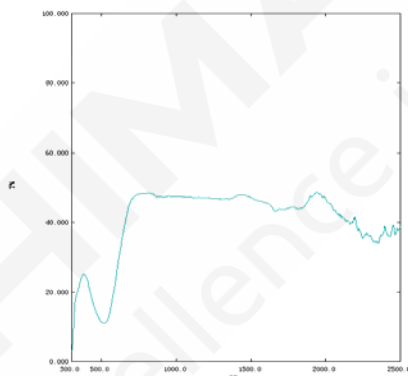


图11 某遮阳布漫透射光谱图

3.2 计算公式

3.2.1 玻璃窗

根据 GB/T 2680-94 《建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比以及有关窗玻璃参数的测定》

$$g = \tau_e + q_{i,tot}$$

g —太阳能总透射比

τ_e —试样的太阳光直接透射比，%

$q_{i,tot}$ —试样向室内侧的二次传热系数，%

1) 单层窗

$$q_{i,tot} = a_e \times \frac{h_i}{h_i + h_e}$$

a_e —太阳光直接吸收比

h_i —试样构件内侧表面的热传递系数, W/m².K

h_e —试样构件外侧表面的热传递系数,

$h_e=23\text{W/m}^2\cdot\text{K}$

τ_e —太阳光直接透射比, 软件直接给出, $\tau_e=0.8156$

ρ_e —太阳光直接反射比, 软件直接给出, $\rho_e=0.0625$

$$a_e + \tau_e + \rho_e = 1$$

计算得到 $a_e=0.1219$

$$h_i = 3.6 + \frac{4.4\varepsilon_i}{0.83}$$

ε_i —半球辐射, 参照 GB/T 2680-94 中表 4, 由日射透射测定软件可知, 可见光透射比>15%时, 所以 ε_i 取 0.83

计算得 $h_i=8\text{W/m}^2\cdot\text{K}$

$$q_{i, \text{tot}} = 0.0315$$

计算得该玻璃的太阳能总透射比 g 为: 0.8471

3.2.2 双层窗

$$q_{i, \text{tot}} = \frac{\frac{a_{e1} + a_{e2}}{h_e} + \frac{a_{e2}}{G}}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{G}}$$

G —双层窗两片玻璃之间的热导, W/m².K;

h_i, h_e —同单层窗,

可知 $h_i=8\text{W/m}^2\cdot\text{K}$

$h_e=23\text{W/m}^2\cdot\text{K}$

$$a_{e1(2)} = \frac{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot a_{1'2(12)}(\lambda) \cdot d_\lambda}{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot d_\lambda} \approx \frac{\sum_{350}^{1800} S_\lambda a_{1'2(12)}(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{350}^{1800} S_\lambda \cdot \Delta\lambda} \quad (1)$$

$$\alpha_{1'2}(\lambda) = a_1(\lambda) + \frac{a_1(\lambda)\tau_1(\lambda)\rho_2(\lambda)}{1 - \rho_1(\lambda)\rho_2(\lambda)} \quad (2)$$

$$\alpha_1(\lambda) = 1 - \tau_1(\lambda) - \rho_1(\lambda) \quad (3)$$

$$\alpha_{1'}(\lambda) = 1 - \tau_1(\lambda) - \rho_{1'}(\lambda) \quad (4)$$

$$\alpha_{12'}(\lambda) = \frac{a_2(\lambda) \cdot \tau_1(\lambda)}{1 - \rho_1(\lambda) \cdot \rho_2(\lambda)} \quad (5)$$

$$\alpha_2(\lambda) = 1 - \tau_2(\lambda) - \rho_2(\lambda) \quad (6)$$

其中, $\alpha_{e1(2)}$ —双层窗玻璃构件第一或第二片玻璃的太阳光直接吸收比, %

$\alpha_{12}'(\lambda)$ — 双层窗玻璃构件第二片玻璃的太阳光光谱吸收比, %

$\alpha_{12}(\lambda)$ — 双层窗玻璃构件第二片玻璃的太阳光光谱吸收比, %

$\alpha_1(\lambda)$ — 第一片玻璃, 在光由室外侧射入室内侧条件下, 测定的太阳光光谱吸收比, %

$\alpha_1'(\lambda)$ — 第一片玻璃, 在光由室内侧射入室外侧条件下, 测定的太阳光光谱吸收比, %

$\alpha_2(\lambda)$ — 第二片玻璃, 在光由室外侧射入室内侧条件下, 测定的太阳光光谱吸收比, %

$\tau_1(\lambda)$ — 第一片玻璃的太阳光光谱透射比, %

$\rho_1(\lambda)$ — 第一片玻璃, 在光由室外侧射入室内侧条件下, 测定的太阳光谱的反射比, %

$\tau_2(\lambda)$ — 第二片玻璃的太阳光光谱透射比, %

$\rho_1'(\lambda)$ — 第一片玻璃, 在光由室内侧射入室外侧条件下, 测定的太阳光谱的反射比, %

$\rho_2(\lambda)$ — 第二片玻璃, 在光由室外侧射入室内侧条件下, 测定的太阳光谱的反射比, %

S_λ — 太阳光辐射相对光谱分布, 见 GB/T2680 表 2 或者表 3

$\Delta\lambda$ — 波长间隔, nm

通过光谱图 4, 5 可以得到 $\tau_1(\lambda)$, $\tau_2(\lambda)$ 数据, 通过光谱图 7, 8, 9 可以得到 $\rho_1(\lambda)$, $\rho_2(\lambda)$,

$\rho_1'(\lambda)$ 数据, 再根据 GB/T2680 表 2 和上述方程式 (1) (2) (3) (4) 计算 α_{e1} , 根据

GB/T2680 表 2 和上述方程式 (1) (5) (6) 计算 α_{e2} ,

得到

$$\alpha_{e1} = 0.1943$$

$$\alpha_{e2} = 0.1211$$

根据公式

$$q_{i,tot} = \frac{\frac{\alpha_{e1} + \alpha_{e2}}{h_e} + \frac{\alpha_{e2}}{G}}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{G}}$$

可以计算得到 $q_{i,tot} = 0.1109$

根据 GB/T 2680-94 方程式 (9)

$$\begin{aligned} \tau_e &= \frac{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot \tau(\lambda) \cdot d_\lambda}{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot d_\lambda} \\ &\approx \frac{\sum_{350}^{1800} S_\lambda \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{350}^{1800} S_\lambda \cdot \Delta\lambda} \\ \tau(\lambda) &= \frac{\tau_1(\lambda) \cdot \tau_2(\lambda)}{1 - \rho_1'(\lambda) \rho_2(\lambda)} \end{aligned}$$

$\tau(\lambda)$ — 双层窗玻璃构件的太阳光光谱透射, %

$\tau_1(\lambda)$ — 第一片玻璃的太阳光光谱透射比, %

$\tau_2(\lambda)$ — 第二片玻璃的太阳光光谱透射比, %

$\rho_1(\lambda)$ —第一片玻璃，在光由室内侧射入室外侧条件下，测定的太阳光谱的反射比，%
 $\rho_2(\lambda)$ —第二片玻璃，在光由室外侧射入室内侧条件下，测定的太阳光谱的反射比，%
 可以计算得到双层窗玻璃 $\tau_e=0.5779$

计算得该玻璃的太阳能总透射比 g 为：0.6888

3.2.3 遮阳装置

$\rho_{e,dir-h,B}$ —遮阳装置太阳光直接照射面的太阳光反射比，日射透射率测定软件直接得到

$$\rho_{e,dir-h,B} = 0.1903$$

$\tau_{e,dir-h,B}$ —遮阳装置的太阳光透射比，日射透射率测定软件直接得到 $\tau_{e,dir-h,B} = 0.3860$

$$\alpha_{e,dir-h,B} = 1 - \tau_{e,dir-h,B} - \rho_{e,dir-h,B} = 0.4237$$

3.3 模型计算

3.3.1 第一个模型：外部遮阳装置（单层窗）

$$g_{tot} = \tau_{e,dir-h,B}g + \alpha_{e,dir-h,B} \frac{G}{G_2} + \tau_{e,dir-h,B}(1-g) \frac{G}{G_1}$$

$$\text{其中， } G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1}$$

根据资料可查单层钢铝窗户传热系数 $6.4K(W/m^2.K)$ (或者根据 GB/T8484 测试方法进行测试 U_g)，可以得到 $G=2.642$ 。

最后，计算

$$\begin{aligned} g_{tot} &= \tau_{e,dir-h,B}g + \alpha_{e,dir-h,B} \frac{G}{G_2} + \tau_{e,dir-h,B}(1-g) \frac{G}{G_1} \\ &= 0.3860 \times 0.8471 + 0.4237 \times (2.642 \div 18) + 0.3860 \times (1-0.8471) \times (2.642 \div 6) \\ &= 0.4152 \end{aligned}$$

$$Fc = g_{tot} / g = 0.4152 / 0.8471$$

$$= 0.4901$$

3.3.2 第二个模型：内部遮阳装置（单层窗）

$$g_{tot} = g(1 - g\rho_{e,dir-h,B} - \alpha_{e,dir-h,B} \frac{G}{G_2})$$

$$\text{其中， } G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1}$$

根据资料可查单层钢铝窗户传热系数 $6.4K(W/m^2.K)$ (或者根据 GB/T8484 测试方法进行测试 U_g)，可以得到 $G=4.721$

最后，计算

$$\begin{aligned} g_{tot} &= g(1 - g\rho_{e,dir-h,B} - \alpha_{e,dir-h,B} \frac{G}{G_2}) \\ &= 0.8471(1 - 0.8471 \times 0.1903 - 0.4237 \times (4.721 \div 18)) \\ &= 0.6164 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Fc &= g_{tot}/g \\
 &= 0.6164 / 0.8471 \\
 &= 0.7277
 \end{aligned}$$

3.3.3 第三个模型：内置遮阳装置（双层窗）

$$g_{tot} = \tau_{e,dir-h,B}g + g(\alpha_{e,dir-h,B} + \rho_{e,dir-h,B}(1-g))\frac{G}{G_3}$$

$$\text{其中, } G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_3} \right)^{-1}$$

根据资料可查单层钢铝窗户传热系数 6.4K(W/m².K) (或者根据 GB/T8484 测试方法进行测试 U_g)，可以得到 G=2.043

最后，计算

$$\begin{aligned}
 g_{tot} &= \tau_{e,dir-h,B}g + g(\alpha_{e,dir-h,B} + \rho_{e,dir-h,B}(1-g))\frac{G}{G_3} \\
 &= 0.3860 \times 0.6888 + 0.6888 \times [0.4237 + 0.1903(1 - 0.6888)] \times (2.043 \div 3) \\
 &= 0.4924
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Fc &= g_{tot}/g \\
 &= 0.4924/0.6888 \\
 &= 0.7149
 \end{aligned}$$

3.4 遮阳装置热舒适性评价另外参数为 $\tau_{e,n-n}$

$$\tau_{e,dir-dir} = \tau_{e,dir-h} - \tau_{e,dir-dif}$$

由上面可知日射透射率测定软件直接得到 $\tau_{e,dir-h,B} = 0.3860$

$\tau_{e,dir-dif}$ 可以根据图 8 由日射透射率测定软件得到为 0.3478

$$\begin{aligned}
 \tau_{e,dir-dir} &= \tau_{e,dir-h} - \tau_{e,dir-dif} \\
 &= 0.3860 - 0.3478 \\
 &= 0.0382
 \end{aligned}$$

$\tau_{e,n-n}$ 测试方法同 $\tau_{e,dir-h,B}$ ，即 $\tau_{e,n-n}$ 为 0.0382

4. 评价

根据中华人民共和国建筑工业行业标准，通过太阳能总透射比 g_{tot} 、向内二次传热因子 $q_{i,tot}$ 、法向-法向太阳能透射比 $\tau_{e,n-n}$ 、遮阳系数来评价此遮阳装置的热舒适性。评价标准见表1.

表 1. 评价标准

分级	1 影响很小	2 影响较小	3 影响中等	4 影响较大	5 影响很大
g_{tot}	$g_{tot} \geq 0.50$	$0.50 < g_{tot} \leq 0.35$	$0.15 \leq g_{tot} < 0.35$	$0.10 \leq g_{tot} < 0.15$	$g_{tot} < 0.10$
$q_{i,tot}$	$q_{i,tot} \geq 0.30$	$0.20 \leq q_{i,tot} < 0.30$	$0.10 \leq q_{i,tot} < 0.20$	$0.03 \leq q_{i,tot} < 0.10$	$q_{i,tot} < 0.03$
$\tau_{e,n-n}$	$\tau_{e,n-n} \geq 0.20$	$0.15 \leq \tau_{e,n-n} < 0.20$	$0.10 \leq \tau_{e,n-n} < 0.15$	$0.05 \leq \tau_{e,n-n} < 0.10$	$\tau_{e,n-n} < 0.05$
FC	$FC \geq 0.50/g$	$0.50/g < FC \leq 0.35/g$	$0.15/g \leq FC < 0.35/g$	$0.10/g \leq FC < 0.15/g$	$FC < 0.10/g$

表 2. 测试结果

	g_{tot} 影响	$q_{i,tot}$ 影响	$\tau_{e,n-n}$ 影响	FC
第一模型	0.4152 影响较小	0.0315 影响较大	0.0382 影响很大	影响较小
第二模型	0.6164 影响很小	0.0315 影响较大	0.0382 影响很大	影响很小
第三模型	0.4924 影响较小	0.1109 影响中等	0.0382 影响很大	影响较小

5. 结论

使用岛津 UV-3600i Plus 和积分球附件可以方便地测定建筑玻璃和遮阳布的紫外-可见-近红外波段的透过及反射光谱，并使用日射透射率测定软件计算其日光和可见光的透射比和反射比，根据国标中公式和常数可以得到玻璃构件对太阳辐射的遮蔽系数，对于评价建筑玻璃的性能有很好的意义。

紫外可见近红外分光光度计和日射透射率测定软件测定建筑玻璃的遮蔽系数

摘要：日射透射率（反射率）定义是就入射窗玻璃的日射放射束，透射放射束（反射放射束）对入射放射束的比。日射透射率测定软件是岛津公司推出的紫外分光光度计用软件，它是根据 JIS R3106 来计算得到日射透射比和日射反射比及可见光透射比和可见光反射比，然后计算样品遮蔽系数的，并且符合 ISO9050 和 GB2680-2003。它还可以计算色彩相关的部分项目（三刺激值、色度坐标、主波长、刺激色度）。本文以实际测定为例，介绍了用日射透射率测定软件计算得到建筑玻璃日射透射（反射）比和可见光透射（反射）比，并根据国标计算建筑玻璃的遮蔽系数。

关键字：紫外可见近红外分光光度计 日射透射率测定软件 建筑玻璃 遮蔽系数

环保和节能是各个国家面临的重要课题，不仅是一个国家能否发展的重要因素，也是人类身体健康的重要保障。玻璃是建筑材料的重要组成部分，门窗是建筑外围结构中热工性能最薄弱的构件，通过建筑门窗玻璃的能耗中占有相当客观的比例。据调查，我国北方一些地区的采暖建筑，由于采用普通门窗玻璃，冬天通过外窗的传热与空气渗透耗热量之和，可达全部建筑能耗的 50% 以上；夏季通过向阳门窗进入室内的太阳辐射得热成为空调负荷的主体。因此，把握节能玻璃技术的发展，发展节能型建筑玻璃，是有效利用、节约使用能源的一个重要课题。

随着《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》（JGJ26-95）的贯彻执行，建筑节能对围护结构，特别是门窗的保温，隔热性能要求越来越高。中国和国际上也有多个关于玻璃的标准出台并已实施。评价建筑外窗保温性能及隔热性能的参数有：传热系数，抗结露系数，遮蔽系数和太阳得热系数。GB/T 2680-94 中给出的是玻璃构件对太阳辐射的遮蔽系数。

1. 实验部分

1.1 实验仪器

Shimadzu UV-3600i Plus、镜反射测定装置（入射角 5°）、日射透射率测定软件

1.2 测试条件

波长范围：300~2500 nm

狭缝宽度：8.0 nm

测定方式：透过；反射（镜反射测定装置）

2. 结果与讨论

2.1 测试谱图

2.1.1 透过率测定

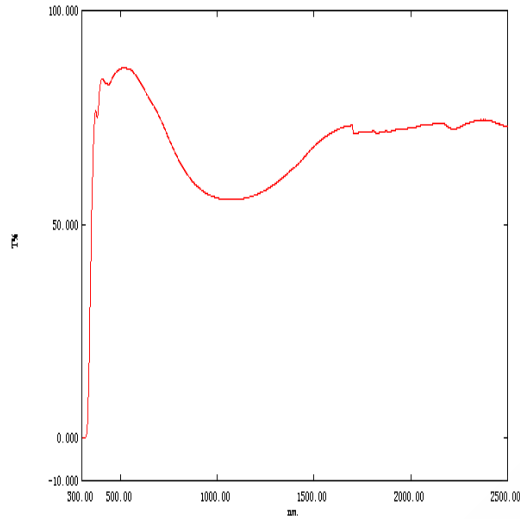


图 1 某玻璃透射光谱图

2.1.2 反射率测定

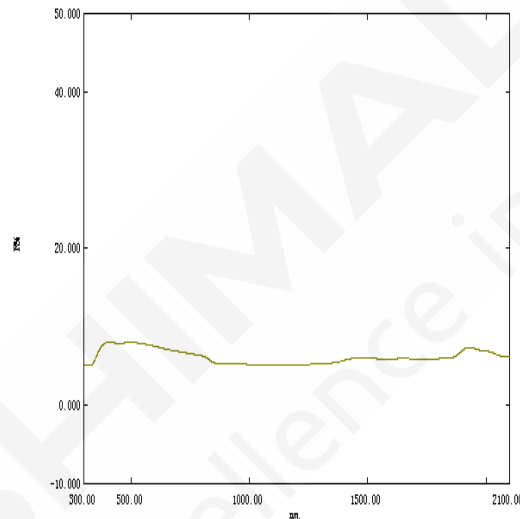


图 2 某玻璃反射光谱图

2.2 讨论

岛津公司日晒透射率测定软件可以直接给出 t_e 和 ρ_e

根据 GB/T 2680-94 中的计算公式：

遮蔽系数：

$$S_e = g/t_s$$

S_e —试样的遮蔽系数

t_s —3mm 厚的普通透明平板玻璃的太阳能总透射比

g —试样的太阳能总透射比，%

$$g = t_e + q_i$$

t_e —试样的太阳光直接透射比，%

q_i —试样向室内侧的二次传热系数，%

$$q_i = a_e \times [h_i / (h_i + h_e)]$$

a_e —太阳光直接吸收比

h_i —试样构件内侧表面的热传递系数, $W/m^2.K$

$$h_e = 23W/m^2.K$$

h_e —试样构件外侧表面的热传递系数,

$$a_e + t_e + \rho_e = 1$$

t_e —太阳光直接透射比, 软件直接给出

ρ_e —太阳光直接发射比, 软件直接给出

$$h_i = 3.6 + (44\varepsilon_i / 0.83)$$

ε_i —半球辐射, 参照 GB/T 2680-94 中表 4

可以得出:

$$S_e = \{t_e + (1 - t_e - \rho_e) \times (3.6 + 44\varepsilon_i / 0.83) / (3.6 + 44\varepsilon_i / 0.83 + 23)\} / t_s$$

t_e 和 ρ_e 可以通过软件直接得到, ε_i 可以参照 GB/T 2680-94 中表 4, 由此可以计算出玻璃样品的遮蔽系数。

计算结果如下表:

表 1 计算结果

样品名	τ_v	τ_e	ρ_e	g	S_e
Glass	0.8597	0.7296	0.0667	0.7822	0.8799

注:

τ_v —可见光透射比; τ_e —太阳光透射比

ρ_e —太阳光反射比; g—太阳能总透射比; S_e —遮蔽系数

3. 结论

使用岛津 UV-3600i Plus 和镜反射测定装置可以方便准确地测定建筑玻璃的紫外-可见-近红外波段的透过及反射光谱, 并使用日射透射率测定软件计算其日光和可见光的透射比和反射比, 根据国标中公式和常数可以得到玻璃构件对太阳辐射的遮蔽系数, 对于评价建筑玻璃的性能有很好的意义。

紫外可见近红外分光光度计测试建筑反射隔热涂料反射比

摘要：本文参考中华人民共和国建筑工业行业标准 JG/T 235-2014 《建筑反射隔热涂层》，使用岛津紫外可见近红外分光光度计 UV-3600i Plus 和积分球附件对建筑反射隔热涂层样品进行反射率测试，通过计算得到建筑涂层样品的太阳光反射比和近红外反射比，为建筑反射隔热涂层表征提供依据。

关键词：紫外可见近红外分光光度计 建筑反射隔热涂料 反射比

建筑反射隔热涂料又称太阳热反射隔热涂料，建筑反射隔热涂料适用于房屋和楼宇顶面、外墙面，可采用喷涂、滚涂、刷涂等方式，适合于水泥结构、石棉瓦、塑料瓦、玻璃、锌铁瓦等材料表面的施工。其涂层能够有效反射和辐射太阳辐照能量。通常通过测试太阳光反射比、近红外反射比等指标对涂层隔热效果进行表征。

本文参考中华人民共和国建筑工业行业标准 JG/T 235-2014 《建筑反射隔热涂层》，使用岛津紫外-可见-近红外分光光度计 UV-3600i Plus 和积分球附件对建筑反射隔热涂层样品进行反射率测试，根据公式计算出涂层太阳光反射比、近红外光反射比，对建筑反射涂层表征提供依据。

1. 实验部分

1.1 仪器

UV-3600i Plus、ISR-603 积分球附件



图 1. 岛津 UV-3600i Plus

1.2 测试条件

波长范围：300~2500 nm

测定模式：反射率

狭缝宽：32 nm

1.3 样品

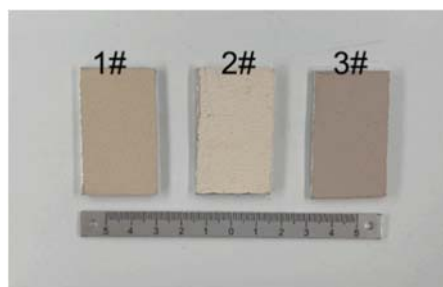


图 2. 样品图片

2. 结果与讨论

2.1 样品谱图

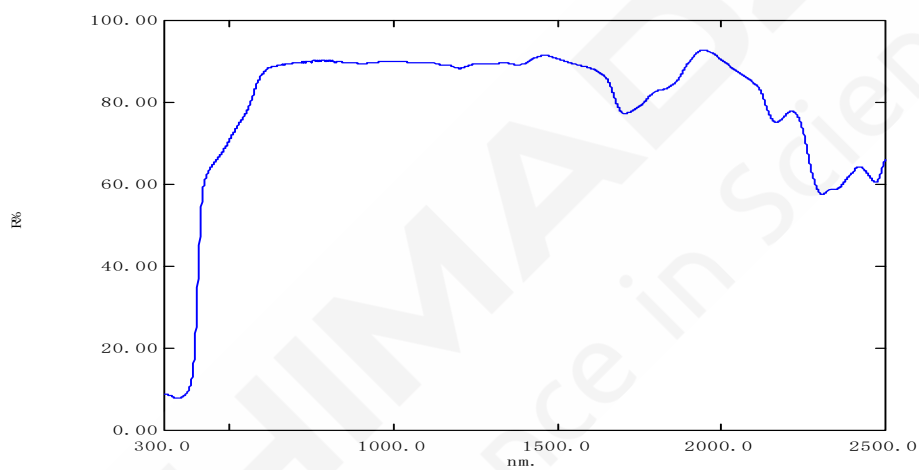


图 3. 1#样品反射率光谱图

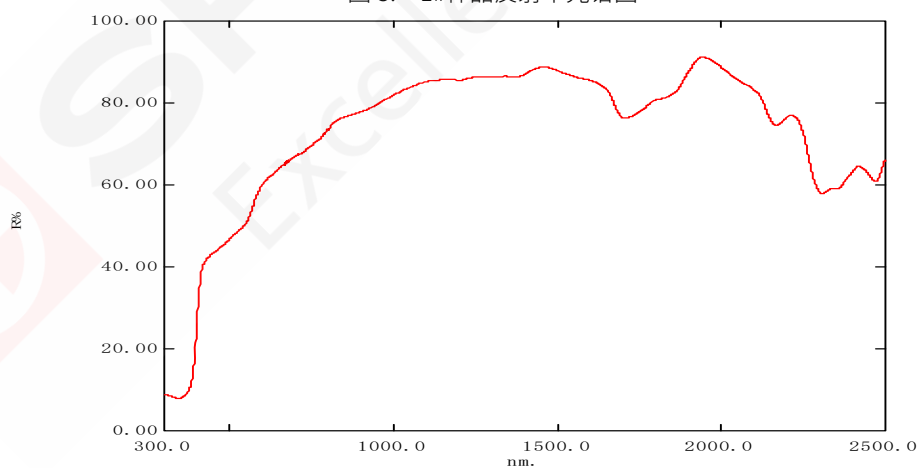


图 3. 2#样品反射率光谱图

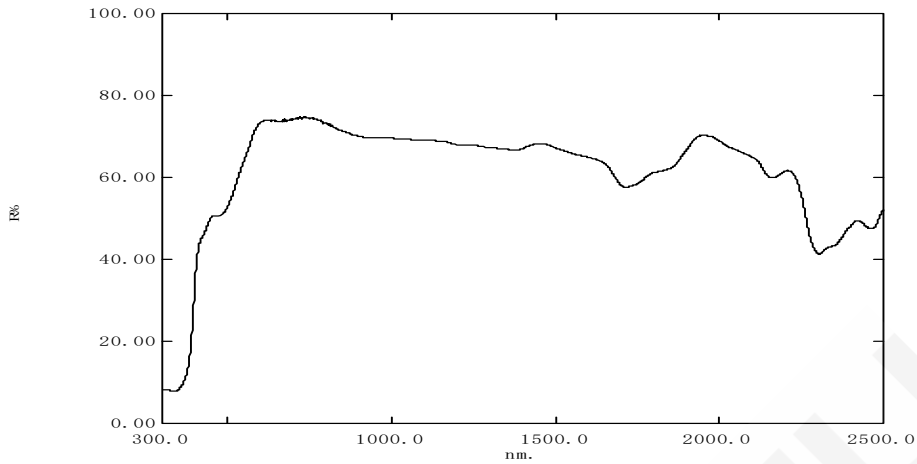


图 4. 3#样品反射率光谱图

2.2 计算公式

2.2.1 太阳光反射比

$$\rho = \frac{\sum_{\lambda=300}^{2500} \rho_0(\lambda)\rho(\lambda)S_{\lambda}\Delta\lambda}{\sum_{\lambda=300}^{2500} S_{\lambda}\Delta\lambda}$$

其中， ρ 是试样的太阳光反射比； $\rho_0(\lambda)$ 是标准白板的光谱反射比； $\rho(\lambda)$ 是试样的光谱反射比； S_{λ} 是太阳辐射相对光谱分布，参考表 A1； $\Delta\lambda$ 是光谱间隔，单位是 nm；

2.2.2 近红外反射比

$$\rho_{\text{NIR}} = \frac{\sum_{\lambda=780}^{2500} \rho_0(\lambda)\rho(\lambda)S_{\lambda}\Delta\lambda}{\sum_{\lambda=780}^{2500} S_{\lambda}\Delta\lambda}$$

其中， ρ_{NIR} 是试样的近红外反射比； $\rho_0(\lambda)$ 是标准白板的光谱反射比； $\rho(\lambda)$ 是试样的光谱反射比； S_{λ} 是太阳辐射相对光谱分布，参考表 A2； $\Delta\lambda$ 是光谱间隔，单位是 nm；

2.3 计算结果

根据以上 2.1 谱图数据和 2.2 计算公式，分别计算 1~3 号样品的太阳光反射比和近红外反射比，结果见下表：

表 1 计算结果

	太阳光反射比	近红外反射比
1#	0.77	0.85
2#	0.62	0.78
3#	0.62	0.66

3. 结论

本文参考中华人民共和国建筑工业行业标准 JG/T 235-2014《建筑反射隔热涂层》，使用岛津紫外可见近红外分光光度计 UV-3600i Plus 和积分球附件对建筑反射隔热涂层样品进行反射率测试，根据公式计算出涂层太阳光反射比、近红外光反射比，对建筑反射涂层表征提供依据。

岛津 UV-3600i Plus 和镜反射附件以及日光透射软件测定建筑玻璃并计算其透射比和反射比

摘要：紫外可见近红外分光光度计广泛应用于化学、材料、光学和生命科学等测试领域。镜面反射测定装置是紫外可见分光光度计的一个重要附件，对半导体，光学材料，多层膜的评价多采用镜面反射附件。日光透射软件是根据 JIS 标准用来计算日光透射（反射）和可见光透射（反射）的，它还可以计算一些颜色测定参数（X, Y, Z, x, y, 主波长, 色纯度）。本文以实际测定为例，介绍了 UV-3600i Plus 和镜面反射附件测定建筑玻璃透过率及反射率的应用，并用日光软件计算其透射比和反射比。

关键字：建筑玻璃 透射比 反射比

环保和节能是各个国家面临的重要课题，玻璃是建筑材料的重要组成部分，门窗也是建筑外围结构中热工性能最薄弱的构件，通过建筑门窗玻璃的能耗中占有相当客观的比例。据调查，我国北方一些地区的采暖建筑，由于采用普通门窗玻璃，冬天通过外窗的传热与空气渗透耗热量之和，可达全部建筑能耗的 50% 以上；夏季通过向阳门窗进入室内的太阳辐射得热成为空调负荷的主体。因此，把握节能玻璃技术的发展，发展节能型建筑玻璃，是有效利用，节约使用能源的一个重要课题，中国和国际上也早有多多个关于建筑玻璃的标准出台实施。

评价建筑外窗保温性能及隔热性能的参数分别为：传热系数，抗结露系数，遮蔽系数和太阳得热系数。其中，遮蔽系数可以先通过岛津日光软件算出可见光透射比与反射比，然后结合国标中给的几个常数与公式，自动算出。

1. 测试原理

镜面反射附件测定的是镜面发射光的相对反射率的装置。相对镜面反射测定是由基准样品的反射光与测定目标样品的反射光的强度比求出反射率。如图 1 所示，将基准样品的反射率视为 100%，求出相对于基准样品的测定目标样品的反射率。

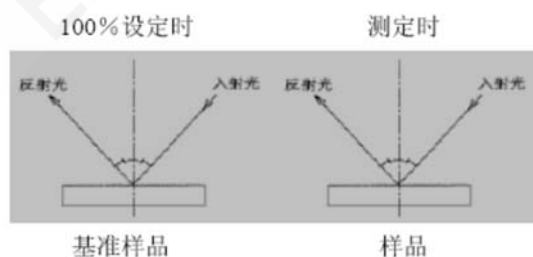


图 1 相对镜反射测定

2. 实验部分

2.1 分析仪器

Shimadzu UV-3600i Plus; 镜反射附件

2.2 测试条件

波长范围: 300 nm~2500 nm

狭缝宽度: 2.0 nm

测定方式: 反射; 透过

3. 结果与讨论

3.1 谱图测试结果

3.1.1 建筑的透过测定

使用主机直接测定样品透过率, 空气做参比, 样品测试谱图如下图所示:

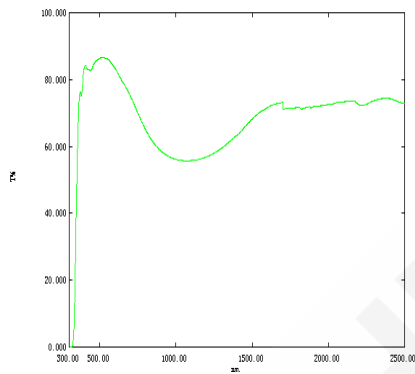


图2 Glass1 的透过光谱图

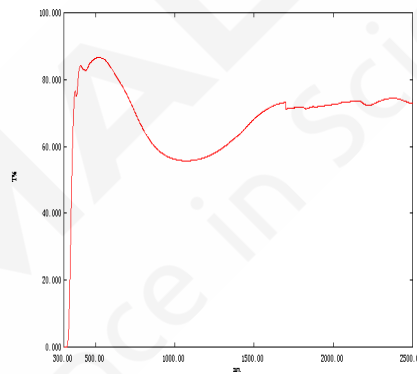


图3 Glass2 的透过光谱图

3.1.2 镜面反射测定

使用入射角为 5° 的镜面反射装置测定汽车贴膜样品的反射率, 基准样品 (镀铝反射镜) 做参比, 样品测试谱图如下所示:

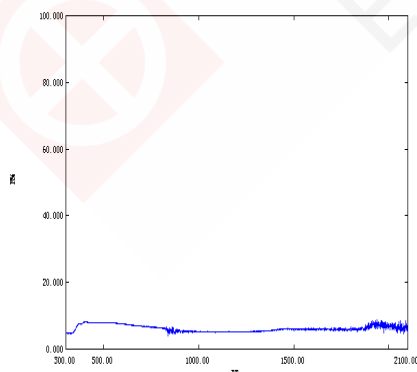


图4 Glass1 的反射光谱图

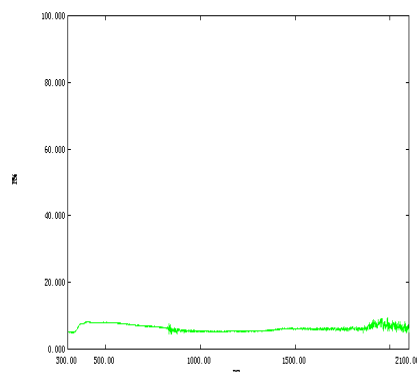


图5 Glass2 的反射光谱图

3.2 日光软件计算

样品名称	T _e (%)	T _v (%)
Glass1 反射	6.523	7.763
Glass1 反射	6.569	7.797
Glass1 透射	71.193	85.100
Glass2 透射	71.210	85.131

4. 结论

使用岛津 UV-3600i Plus 和镜反射附件可以方便准确的测定建筑玻璃的紫外-可见-近红外波段的透过及反射光谱, 并使用日光软件计算得到玻璃太阳光以及可见光的透射比以及反射比, 对于评价建筑玻璃的性能有很好的作用。

紫外可见近红外分光光度计和积分球附件测定太阳能镀膜材料的反射率、透射率和雾度

摘要：随着科学技术的发展，紫外可见分光光度计得到了越来越广泛的应用，在半导体、光学材料、多层膜的评价等方面也有很广泛的应用。而各种附件的出现及发展，更加拓宽了紫外可见分光光度计的应用范围。积分球是紫外可见分光光度计重要的附属装置，由于积分球的使用，大大扩展了紫外可见分光光度计测定的样品形态和种类，比如不透明的样品、厚度较大的样品、透镜类样品、镀膜样品等。

本文以实际测定为例，介绍了岛津 UV-3600i Plus 主机以及积分球附件测定太阳能镀膜材料的透射率、反射率和雾度的方法。

关键字：紫外可见近红外分光光度计 太阳能镀膜材料 透射 反射 雾度

在可再生能源中，太阳能是取之不尽、用之不竭的清洁能源，太阳光照射到地球 40 分钟的能量，相当于地球 1 年的能源消耗量。随着我国经济的不断增长，国家越来越重视太阳能反射材料项目相关行业的发展。据悉，目前，我国已成为世界上最大的太阳能热利用市场，也是世界上最大的太阳能集热器制造中心，现在我国太阳能保有量超过一亿平方米，占全世界的 76%；从太阳能光热产业对中国经济的贡献来看，整个光热产业累计为国家节约标准煤 2 亿多吨，减少各类污染物排放约 2 亿吨。薄膜太阳能电池具有弱光应用性强及形状可塑性强等特点，晶体硅价格的上涨无形中推动了薄膜太阳能电池的发展。目前薄膜太阳能电池占世界光伏市场份额已超过 10%，伴随着多晶硅价格的走高，薄膜太阳能电池的发展有望进一步加速。为了能够充分地利用太阳光，镀膜玻璃一定要保持相对较高的透过率，减少光线的反射。为了增加薄膜电池半导体层吸收光的能力，镀膜玻璃需要提高对透射光的散射能力，这一能力用雾度 (Haze) 来表示。总之，太阳能材料要求：透光率高、反射率低、雾度低、耐候性好，可透过近红外线，远红外线的透过率高。

1. 实验部分

1.1 原理

透光率是指透过试样的光通量和射到试样上的光通量之比，用百分数表示。反射率是指被物体表面反射的光通量与入射到物体表面的光通量之比，用百分数表示。雾度即为透明或半透明材料的内部或表面由于光漫射造成的云雾状或混浊的外观。以漫射的光通量与透过材料的光通量之比，用百分数表示。积分球又称为光通球，是中空的完整球壳。内壁涂白色漫反射层，通常是 BaSO₄ 或聚四氟乙烯，要求球内壁涂层涂敷均匀。

1.2 仪器

UV-3600i Plus；积分球附件

1.3 测试条件

1.3.1 透射测定条件

波长范围：200 nm~2600 nm

采样间隔：1.0 nm

狭缝宽： 5 nm

光源改变波长：360.0 nm

S/R 转换：正常

1.3.2 反射测定条件

波长范围：200 nm~2600 nm

采样间隔：1.0 nm

狭缝宽： 20 nm

检测单元：积分球

S/R 转换：相反 (5° 反射)

1.3.3 雾度测定条件：

波长范围：400 nm~2600 nm

采样间隔：1.0 nm

狭缝宽： 20 nm

检测单元：积分球

S/R 转换：正常

2. 结果与讨论

测试样品为太阳能材料镀膜玻璃：主机测定透过时，采用空气作参比，积分球测定反射时，采用 BaSO₄ 白板 作参比，谱图如下：

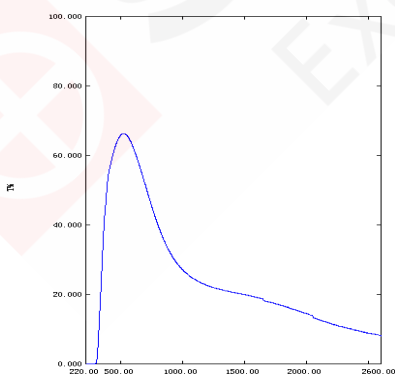


图 1 透射率光谱图

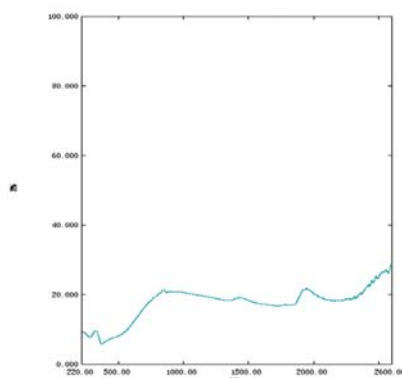


图 2 反射率光谱图

雾度测定时，空气作参比，谱图如下。(注：红色谱线是全透射，绿色谱线是散射透射)

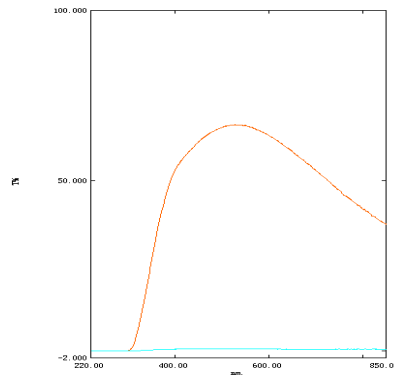


图3 透射率光谱图

根据雾度计算公式： $Haze=Td/Tt$ ，谱图3 计算得到雾度为 0.0168。

3. 结论

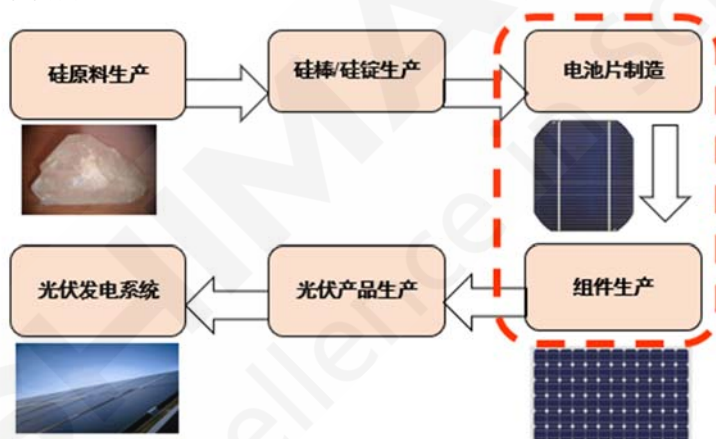
使用岛津 UV-3600i Plus 和积分球附件可以方便地测定太阳能镀膜材料的紫外-可见-近红外波段的透过及反射光谱，通过积分球附件还可以测定其透过光谱图来直接计算得到其雾度，对于太阳能镀膜材料光学性能检测有很好的意义。

岛津 UV-VIS-NIR 测定光伏材料的透过率和反射率

摘要: 光伏产业链工艺中的多晶硅原料、硅系列太阳能池片、薄膜太阳能电池以及薄膜玻璃基板等材料要求具有相对较高的透射率和相对较低的反射率。岛津 UV-3600i Plus/SolidSpec-3700i 可快速有效的检测上述光伏材料的透过率和反射率。

关键词: 太阳能光伏 玻璃 EVA紫外可见近红外 透射率 反射率

随着我国经济的不断增长，能源消耗越来越大，国家越来越重视太阳能反射材料项目相关行业的发展。利用太阳能的最佳方式是光伏转换，就是利用光伏效应，使太阳光射到硅材料上产生电流直接发电。以硅材料的应用开发形成的产业链条称之为“光伏产业”，此产业链包括高纯多晶硅原料生产、硅棒、硅锭生产、太阳能电池制造、组件封装、光伏产品生产和光伏发电系统等环节，如下图所示：



在此产业链中，涉及多种太阳能电池片材料。太阳主要以电磁辐射的形式给地球带来光与热。太阳辐射波长主要分布在 $0.25\text{-}2.5\mu\text{m}$ 光热效应来讲，太阳光谱中的红外波段直接产生热。由此可见，要实现最佳的太阳能热转换，所采用的材料必须满足以下两个条件：①在太阳光谱内吸收光线程度高，即有尽可能高的吸收率 a ；②在热辐射波长范围内有尽可能低的辐射损失。吸收率 a 与反射率 Y 及透射率 t 满足如下关系： $a+Y+t=1$ 。可知最有效的太阳能光热转换材料是在太阳光谱范围内，即 $\lambda < 2.5\mu\text{m}$ ，有 $a \approx 1$ （即 $Y \approx 0$ ）；而在 $\lambda > 2\mu\text{m}$ ，即热辐射波长范围内，有 $\varepsilon \approx 0$ （即 $Y \approx 1$ 或 $a \approx 0$ ）。

玻璃是太阳能电池组件中的重要材料。主要应用有：一是用作玻璃罩，主要起到密封保护其他部件的作用，要求玻璃透过率高，玻璃罩密封性好；二是用作玻璃基板，玻璃上面镀膜，比如 TCO 玻璃基板，CIGS 太阳能电池片都是在玻璃上镀相应的膜，玻璃也起到保护作用，如防水等，同样要求玻璃透过率高。镀膜之后的镀膜玻璃为了吸收更多的太阳能光线则要求低的反射率。EVA 作为太阳能电池组件封装材料之一，光学性能要求高的透过率。由此可知，太阳

能光伏材料要求具有较高透过率和相对较低的反射率。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津 UV3600i Plus 和 ISR-603 积分球

1.2 分析条件

波长范围：250~2500 nm

采样间隔：5.0 nm

测定方式：透射率/反射率

狭缝宽：20 nm

2. 结果与讨论

2.1 透过率测定

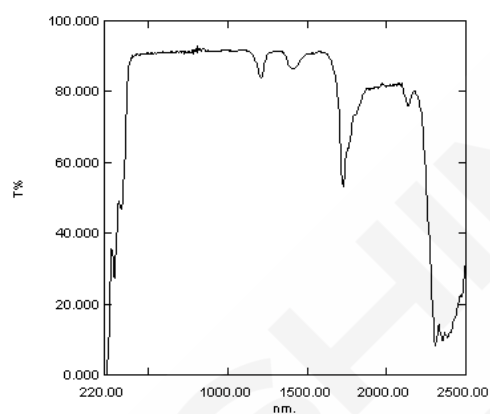


图 1 EVA 薄膜的透过率光谱图

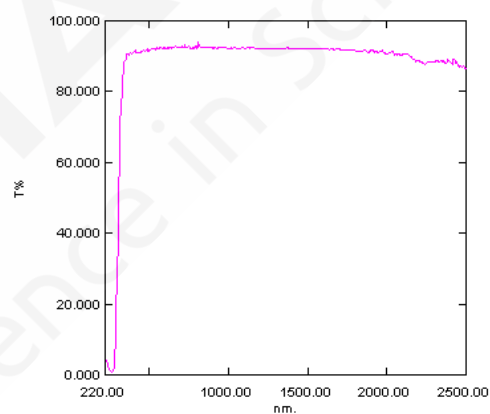


图 2 玻璃盖板的透过率光谱图

2.2 反射率测定

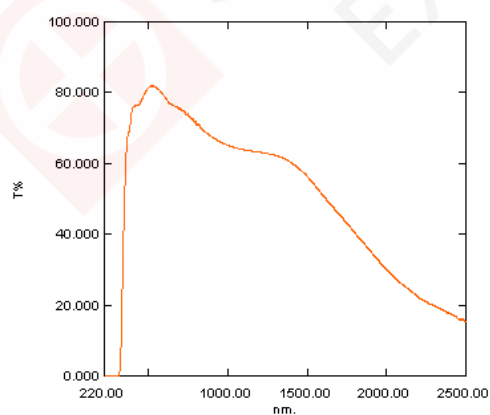


图 3 镀膜玻璃的反射率光谱图

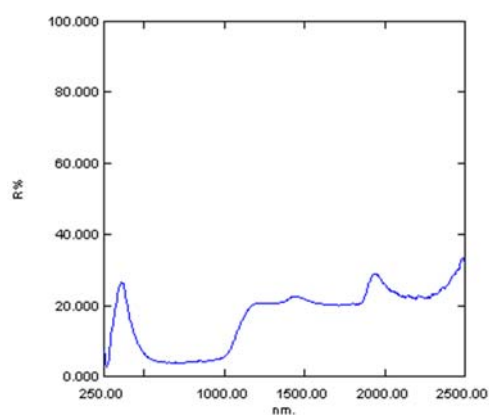


图 4 硅片的反射率光谱图

3. 结论

使用岛津 UV3600i Plus 和 ISR-603 积分球测定了光伏产业链工艺中的 EVA 薄膜、玻璃盖板、镀膜玻璃以及硅片等材料的透射率和反射率，对于检测和评价光伏产业链工艺中各种材料的性能和品质具有实际意义。



UV-3600i Plus 测定平板型太阳能集热器太阳吸收比和透射比

摘要：本文根据GB/T 6424-2007《平板型太阳能集热器》国家标准，利用岛津UV 3600i Plus分光光度计和积分球附件装置对集热器的透射比和反射率进行了测定，并计算其太阳吸收比，对平板型太阳能集热器性能评价起到很好的指导意义。

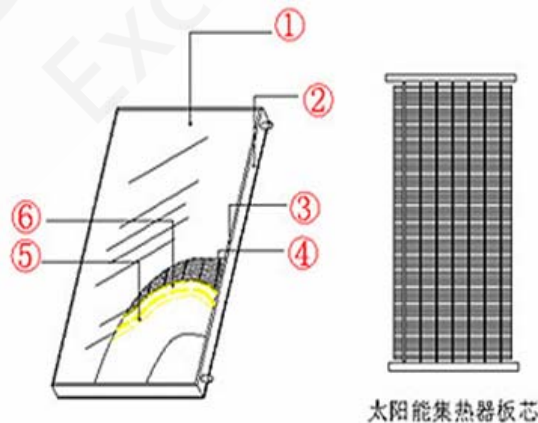
关键词：集热器 透射比 吸收比 积分球

太阳能资源丰富，对环境无任何污染，使社会及人类进入一个节约能源减少污染的时代。但就目前来说，人类直接利用太阳能还处于初级阶段，主要有太阳能集热、太阳能热水系统、太阳能暖房、太阳能发电等方式。

在太阳能的热利用中，关键是将太阳的辐射能转换为热能。由于太阳能比较分散，必须设法把它集中起来，所以，集热器是各种利用太阳能装置的关键部分，尤其是平板集热器以其价格低廉、热效率高更受人们青睐。平板型集热器由吸热板芯（金铝、铜铝复合、金铜），玻璃透明盖板、保温层、背部外壳构成（其结构示意图如图1示）；其中吸热板芯由条状金属片

（内有金属管道）经选择性涂层，或选择性阳极氧化涂镀制成并把每条小型集热器焊接后形成整块吸热板芯，集热时阳光透过玻璃盖板照射到吸热板芯上，芯片发热后加热片中管道内的水，并利用冷热水比重不同的原理，将热水由上方导流管导入储水箱，同时储水箱内的冷水回流入集热器下部，交替循环后将整箱水加热。

但是，目前国内平板集热器在使用中一直存在较高集热温度下效率较低的问题。评价平板型太阳能集热器的太阳能利用率的光学参数有：太阳吸收比、太阳透过率及红外发射率。本文根据推荐性国家标准GB/T 6424-2007《平板型太阳能集热器》对平板型太阳能集热器的太阳吸收比及太阳透射比进行了测定。



①玻璃盖板；②铝合金边框；③密封条；④吸热版心；⑤保温层；⑥底板。

图1 平板型太阳能集热器的结构示意图

1 实验部分

1.1 仪器配置

UV-3600i Plus; 积分球 ISR-603 附件装置

1.2 实验条件

波长范围: 300 nm-2500 nm

狭缝: 12 nm

测定方式: 反射率

S/R 转换: 相反

2. 测定结果

2.1 玻璃盖板的太阳透射比测定

为了充分地利用太阳光, 玻璃盖板需要保持较高的透射率。透射率采用积分球附件装置进行测定, 测试范围为 250 ~ 2500 nm, 其谱图如下:

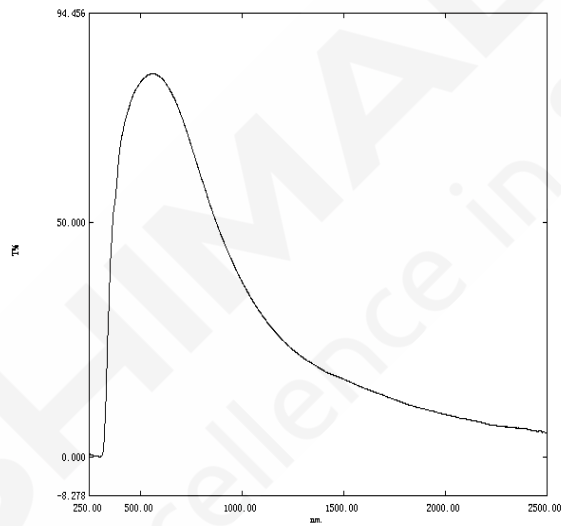


图 2 玻璃盖板的透射光谱图

2.2 吸热板芯的反射率测定

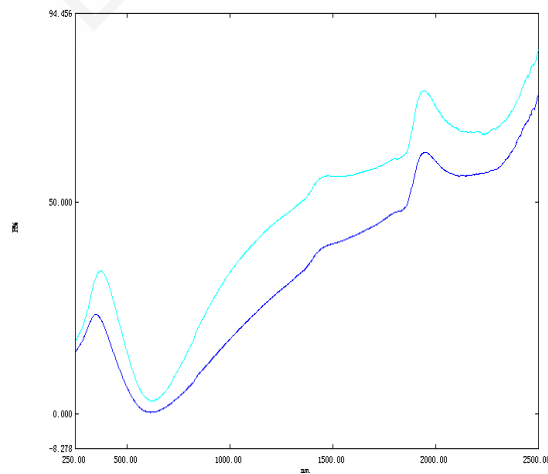


图 3 两种吸热板芯的反射谱图

太阳吸收比 α 为表面吸收的辐射率与入射到该表面的辐射率的比值，是对太阳选择性吸收涂层的技术要求。该值反映了太阳集热器吸收太阳能辐照的能力，太阳吸收比越高，太阳集热器吸热性能越好。使用积分球附件装置测定吸热板芯样品的反射率，样品测试谱图如图 3 所示。

2.3 太阳吸收比的计算

根据 GB/T 6424-2007 中的计算公式，太阳吸收比：

$$\alpha = 1 - \rho$$

ρ ——太阳反射比

$$\rho = \frac{\int_{250}^{2500} E_{\lambda} \cdot \rho(\lambda) d\lambda}{\int_{250}^{2500} E_{\lambda} d\lambda}$$

$$\approx \frac{\sum_{250}^{2500} E_{\lambda} \cdot \rho(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{250}^{2500} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda}$$

$\rho(\lambda)$ ——光谱反射比；

E_{λ} ——太阳太阳光谱辐照度平均值，单位为瓦特每平方米平方微米 ($W \cdot m^{-1} \cdot \mu m^{-1}$)，按照 GB/T 17683.1-1999 中相关规定确定；

λ ——波长，单位为微米 (μm)

其中，先采用内延法将 E_{λ} 数据处理后再参与计算。计算结果如下表：

表 1 测试结果

样品名	样品 1	样品 2
太阳吸收比 α	0.77	0.86

3. 总结

使用岛津 UV 3600i Plus 和积分球附件装置可以方便地测定平板型太阳能集热器吸热板芯的紫外—可见—近红外波段的透射和反射谱图，根据 GB/T 6424-2007，GB/T 17683.1-1999 中的计算公式和参数可以方便地计算其太阳吸收比，对平板型集热器性能评价有很好的指导意义。

SolidSpec-3700 测定饰面砖材料太阳能吸收比

摘要: 本文参考国标GB/T 25968-2010《分光光度计测量材料的太阳透射比和太阳吸收比试验》，利用岛津SolidSpec-3700对饰面砖材料反射率进行了测定，建立了建筑用饰面砖材料的太阳能吸收比的测定及计算方法。

关键词: SolidSpec-3700 饰面砖 太阳能吸收比

当今世界的主题是节能环保，如何最大限度地利用太阳能改善室内环境是建筑材料行业面临的重要课题。我国建筑围护结构保温隔热性能普遍较差，使用具有隔热保温性能的建筑材料是节能环保的一项重要措施。在建筑设计选择外饰面材料的时候，为降低建筑的能耗，提高室内的热舒适性，应考虑外饰面材料的太阳辐射性能，即材料对太阳辐射的吸收或者是反射能力。因此，太阳能吸收比是目前建筑材料的一项重要性能评价指标。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津 SolidSpec-3700

1.2 测试原理

SolidSpec-3700 内置的积分球测量示意图如图 1 所示，做基线时在积分球的开口放置硫酸钡标准白板，测样品时，将样品光对面的硫酸钡白板移走，再放置样品进行测试。

1.3 测试条件

波长范围：300~2500 nm

狭缝：12 nm

测定方式：反射率

S/R 转换：相反

2. 结果与讨论

2.1 2.1 样品光谱反射率的测量

太阳吸收比(AM1.5)在 $8^\circ/d$ 的几何条件下，用分光光度计测量样品在300~2500 nm范围内的光谱反射率结果如下：

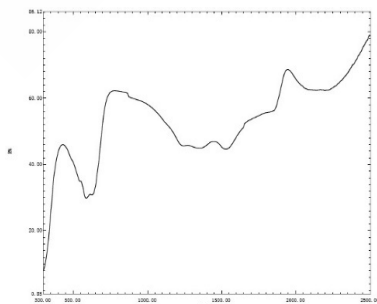


图 1 蓝色饰面砖反射率光谱图

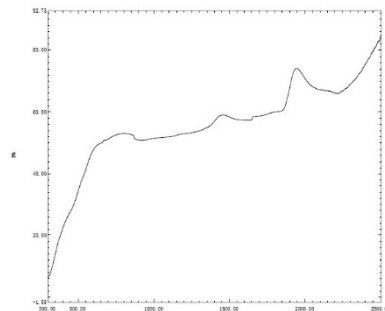


图 2 黄色饰面砖反射率光谱图

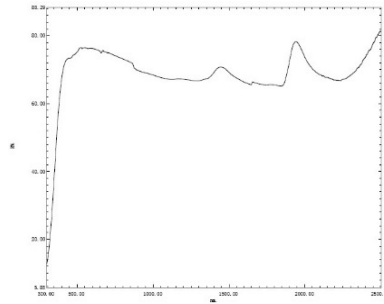


图3 白色饰面砖反射率光谱图

2.2 结果计算

样品的太阳反射比计算公式(1)

$$\rho_s = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_0(\lambda_i) \rho(\lambda_i) E_s(\lambda_i) \Delta \lambda_i}{\sum_{i=1}^n E_s(\lambda_i) \Delta \lambda_i}$$

$\rho_0(\lambda_i)$ ——在波长 λ_i 处，标准白板的光谱反射比；

$\rho(\lambda_i)$ ——在波长 λ_i 处，试样相对于标准白板的光谱反射比；

n ——太阳光谱辐射的等能量间隔，99 个份额

$E_s(\lambda_i)$ ——在 300 nm~2500 nm 范围内大气质量 AM1.5 的太阳光谱辐照度

大气质量为 AM1.5 的太阳光谱辐射的 99 个等能量间隔所对应的波长见 GB/T 25968-2010 中的附录 A，将表中的数据代入公式 (1) 改写成公式 (2)

$$\rho_s = \frac{0.5 \rho(\lambda_1) \rho_0(\lambda_1) + \sum_{i=2}^{99} \rho(\lambda_i) \rho_0(\lambda_i)}{98.5}$$

对于不透明材料，太阳吸收比是 $\alpha_s = 1 - \rho_s$ ，所以太阳吸收比的计算公式改为公式 (3)：

$$\alpha_s = 1 - \frac{0.5 \rho(\lambda_1) \rho_0(\lambda_1) + \sum_{i=2}^{99} \rho(\lambda_i) \rho_0(\lambda_i)}{98.5}$$

将标准白板和样品各波长对应反射率代入公式(3)算得样品太阳吸收比结果如下：

表1 样品太阳能吸收比结果

样品名	蓝色饰面砖	黄色饰面砖	白色饰面砖
吸收比	0.54	0.55	0.31

3. 结论

使用岛津SoliSpec- 3700可以方便地测定饰面砖材料的太阳能吸收比，对建筑材料性能评价有很好的指导意义。

紫外可见近红外分光光度计测试汽车车窗玻璃遮阳膜

摘要: 本文参考中华人民共和国公安部最新修订的《GB/T 744-2013 汽车车窗玻璃遮阳膜》,使用岛津紫外-可见-近红外分光光度计测定了汽车车窗玻璃遮阳膜样品的可见光透射比、紫外线透射比、太阳光透射比、和可见光反射比。

关键字: 紫外-可见-近红外分光光度计 汽车车窗玻璃 遮阳膜

中国汽车产业的兴旺,带动了汽车服务业的迅猛发展。自 1998 年汽车玻璃贴膜这一产业进入国内市场以来,该产品在国内得到了广泛和普遍的使用。汽车玻璃贴膜的主要作用是防眩光、防紫外线、隔热、防爆与防划伤。技术要求包括感观以及外观质量、防爆安全性能、耐磨性能、光学性能等等。但是目前市场上汽车玻璃贴膜品种繁多,质量参差不齐,对于汽车玻璃贴膜的性能检测也是一个非常重要的问题。之前 GA/T 744-2003 光学性能方面仅对可见光区透射比和反射比进行了规定,不足以全面判别遮阳膜性能好坏。近期,中华人民共和国公安部发布实施了 GA/T 744-3003 《汽车车窗玻璃遮阳膜》代替 GA/T744-207,由原来的可见区测试,增加到紫外区、可见区、太阳光波段的测试,对于汽车玻璃遮阳膜光学性能有了全面的评价标准。

1. 实验部分

1.1 实验原理

UV-3600i Plus, 镜反射附件

1.2 测试条件

测定波长范围: 280~2500 nm

其中, 紫外区: 280~380 nm

可见区: 380~780 nm

太阳光区: 350~2500 nm

测定方式: 透射率 (积分球附件)

反射率 (镜反射附件)

2. 测试结果

2.1 样品编号

表 1. 样品编号

NO.	样品编号	对应用途
1	1#	前挡用
2	2#	侧挡用
3	3#	前挡用

2.2 测试谱图

2.2.1 1#样品

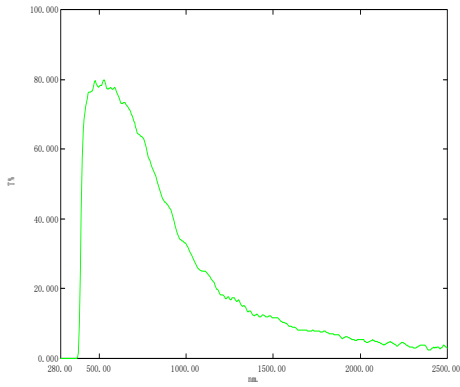


图 1 贴遮阳膜汽车玻璃全波段透射光谱图

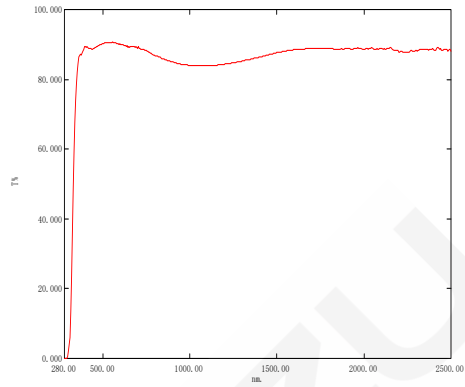


图 2 汽车玻璃全波段透射光谱

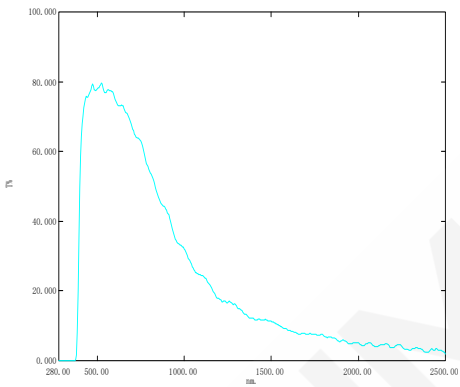


图 3 贴遮阳膜汽车玻璃老化后全波段透射光谱图

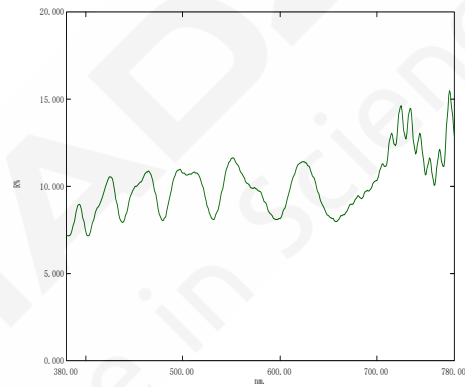


图 4 贴遮阳膜汽车玻璃可见区镜反射率光谱

2.2.2 2#样品

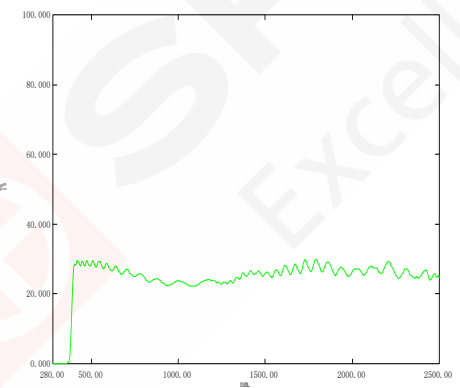


图 5 贴遮阳膜汽车玻璃全波段透射光谱图

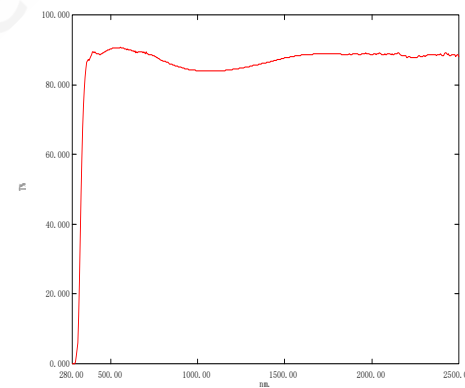


图 6 汽车玻璃全波段透射光谱

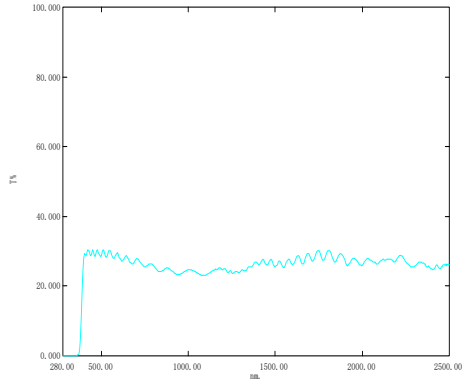


图 7 贴遮阳膜汽车玻璃老化后全波段透射光谱图

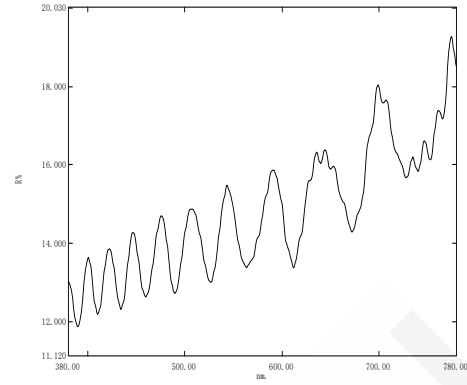


图 8 贴遮阳膜汽车玻璃可见区镜反射率光谱

2.2.3 3#样品

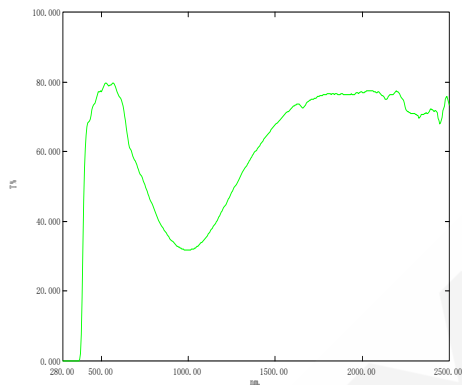


图 9 贴遮阳膜汽车玻璃全波段透射光谱图

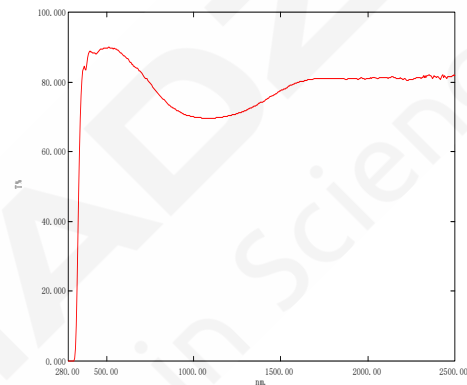


图 10 汽车玻璃全波段透射光谱

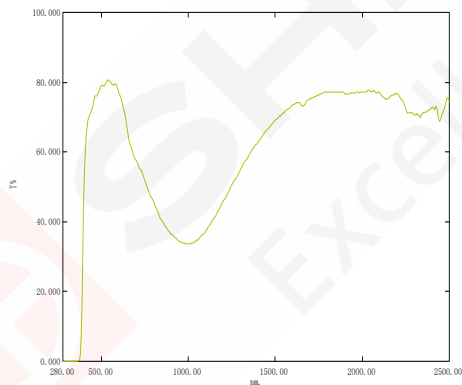


图 11 贴遮阳膜汽车玻璃老化后全波段透射光谱图

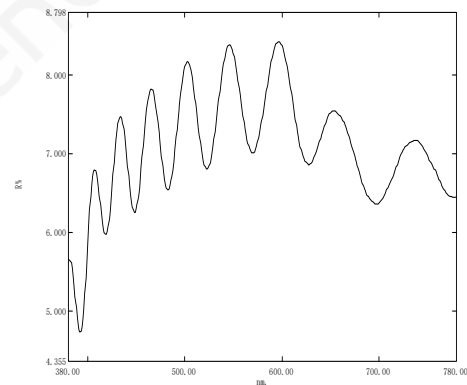


图 12 贴遮阳膜汽车玻璃可见区镜反射率光谱

3. 计算公式

3.1 可见光透射比

根据公式
$$\tau_v = \frac{\sum_{380}^{780} D_\lambda \cdot \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{380}^{780} D_\lambda \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda}$$
，分别求出汽车玻璃 t1 和贴遮阳膜汽车玻璃的可见光透射比 t2，然后计算汽车玻璃遮阳膜可见光透射比 t， $t = t_2 / t_1 \times 100\%$ 。

3.2 紫外线透射比

$$\text{根据公式 } \tau_{UV} = \frac{\sum_{280}^{380} U_{\lambda} \cdot \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{280}^{380} U_{\lambda} \cdot \Delta\lambda}, \text{ 计算汽车遮阳膜紫外线透射比。}$$

3.3 太阳光透射比

$$\text{根据公式 } \tau_e = \frac{\sum_{350}^{1800} S_{\lambda} \cdot \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{350}^{1800} S_{\lambda} \cdot \Delta\lambda}, \text{ 计算汽车遮阳膜太阳光透射比。}$$

3.4 可见光反射比

$$\text{根据公式 } \rho_v = \frac{\sum_{380}^{780} D_{\lambda} \cdot \rho(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{380}^{780} D_{\lambda} \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda}, \text{ 计算汽车遮阳膜可见光反射比。}$$

其中, τ_v 、 $\tau(\lambda)$ 、 τ_{UV} 、 ρ_v 、 $\rho(\lambda)$ 、 D_{λ} 、 $V(\lambda)$ 、 U_{λ} 、 S_{λ} 、 $\Delta\lambda$ 分别代表试样的可见光透射比、试样紫外光(可见光、太阳光)光谱透射比、试样紫外线透射比、试样可见光反射比、试样可见光光谱反射比、标准照明体 D_{65} 的相对光谱功率分布、明视觉光谱光视效率、紫外线辐射相对光谱分布、太阳光辐射相对光谱分布、波长间隔。

4. 结果计算

按照以上公式和数据计算:原汽车车窗玻璃遮阳膜计算结果见下表:

表 1. 原遮阳膜计算结果

NO.	1#	2#	3#
可见光透射比	85.7%	31.2%	87.6%
紫外光透射比	0.07%	0.40%	0.17%
太阳光透射比	55.7%	26.9%	58.8%
可见光反射比	10.1%	14.0%	7.38%

老化后计算结果见下表:

表 2. 老化后遮阳膜计算结果

NO.	1#	2#	3#
可见光透射比	85.5%	32.1%	88.3%
紫外光透射比	0.07%	0.45%	0.20%
太阳光透射比	55.2%	27.7%	60.2%

《GB/T 744-2013 汽车车窗玻璃遮阳膜》中规定遮阳膜紫外线透射比小于等于 1%; 可见光

反射比小于等于 20%；可见光透射比，根据透射比的不同分为 I、II、III 三个级别；太阳光透射比分为 A 级、B 级和 C 级三个级别；可见光和太阳光透射比变化率要求在 $\pm 3\%$ ，紫外光透射比变化率要求在 $\pm 1\%$ 。

同时要求，汽车前风窗玻璃及风窗以外（驾驶人用于观察后视镜的部位）贴 I 类遮阳膜，且可见光透射比大于等于 70%；公路客车、旅游客车和校车除上述规定的车窗玻璃外其他所有车窗玻璃贴 I 类或者 II 类遮阳膜，且可见光透射比大于等于 50%；除上述两种情况外，其他车窗可以贴 III 类遮阳膜。

所以上述 3 种遮阳膜中，老化后的透射比变化率均在要求范围之内；2#只能用于公路客车、旅游车和校车以外的侧挡玻璃，1#和 3#可用于前档车窗玻璃。

5. 结论

参考中华人民共和国公安部最新修订的《GB/T 744-2013》，使用岛津紫外-可见-近红外分光光度计测试眼镜片的光学指标，对于评价汽车遮阳膜的光学性能有很好的指导作用。

四、光学镜头及膜材料



光学镜头及薄膜的应用无处不在，从眼镜镀膜到手机、电脑、电视的液晶显示，再到LED照明等等，它影响着我们生活的方方面面，并使我们的生活更加丰富多彩。目前常用的光学镜头有手机、相机、摄像机等镜头；光学薄膜有：高反射膜、减反射膜、滤光膜、滤色膜、增透膜、聚光膜、扩散膜、偏光膜等等。它们在国民经济和国防建设中得到了广泛的应用，受到科学技术工作者的日益重视。例如，采用减反射膜后可使复杂的光学镜头的光通量损失成十倍地减小；采用高反射比的反射镜可使激光器的输出功率成倍提高；利用光学薄膜可提高硅光电池的效率 and 稳定性。

岛津 SolidSpec-3700 测定镀膜材料光学参数

摘要: 本文利用岛津 SolidSpec-3700 紫外可见分光光度计和可变角度绝对反射附件对镀膜材料反射谱进行了测定, 并根据膜层设计理论, 模拟求出镀膜材料的光学参数, 对设计相应膜系具有重要意义。

关键词: 半导体激光器 绝对反射 反射谱 光学参数

半导体激光器腔面镀膜实质上需要研究薄膜材料的研究、薄膜的制备和薄膜的检测三个方面, 而薄膜的厚度和光学参数在很大程度上决定了薄膜的力学性能, 电磁性能, 光电性能和光学性能等。因此, 准确地测量薄膜的厚度和光学常数在薄膜的制备和应用中起着关键的作用。而一般要测定薄膜的厚度和光学常数, 需要制备单层薄膜, 之后通过测定其厚度和反射谱, 得出其光学参数。

本文使用岛津SolidSpec-3700紫外-可见-分光光度计和可变角度绝对反射附件测试镀膜材料的反射率, 模拟求出镀膜材料的光学参数, 利用此光学参数可以设计相应膜系, 对实际生产具有重要的指导意义。

1. 测试原理

单层介质膜的折射率为 n_1 , 膜的几何厚度为 d_1 , 基片玻璃的折射率为 n_2 , 入射介质的折射率为 n_0 , 入射光波是平面光波, 入射角为 θ_0 。众所周知, 一层膜的两个界面可以用一个界面来等效, 单层膜的反射率 R 为

$$R = \frac{(n_0 - n_2)^2 \cos^2 \delta_1 + \left(\frac{n_0 n_2}{n_1} - n_1\right)^2 \sin^2 \delta_1}{(n_0 + n_2)^2 \cos^2 \delta_1 + \left(\frac{n_0 n_2}{n_1} + n_1\right)^2 \sin^2 \delta_1}$$

其中 δ_1 为在折射率为 n_1 的薄膜中的位相厚度, 在光束垂直入射薄膜表面的情况下, $\delta_1 = \frac{2\pi}{\lambda} n_1 d_1$ 。

根据 $K-K$ 转换理论, 薄膜的光学参数和其厚度、反射谱的关系如下:

$$n(\lambda) = \frac{1 - R(\lambda)}{1 + R(\lambda) - 2\sqrt{R(\lambda)} \cos \theta(\lambda)}$$

$$k(\lambda) = \frac{-2\sqrt{R(\lambda)} \sin \theta(\lambda)}{1 + R(\lambda) - 2\sqrt{R(\lambda)} \cos \theta(\lambda)}$$

$$\text{其中 } \theta(\lambda) = \frac{2\lambda_m}{\pi} \int_0^\infty \frac{Ln\sqrt{R(\lambda)}d\lambda}{\lambda^2 - \lambda_m^2}$$

由于是一个 $0 \sim \infty$ 的积分, 但实际不可能得到 $0 \sim \infty$ 的反射谱, 因此只有当反射谱足够宽时, 才不至于引起太大的误差。

2. 实验部分

2.1 分析仪器

SolidSpec-3700 紫外可见近红外分光光度计

2.2 测试条件

扫描范围：240~2000 nm

狭缝宽度：8 nm

测定方式：反射率

3. 分析结果

3.1 镀膜材料反射谱测量

通过测定某种镀膜材料在一个比较宽的光谱范围内的反射谱，再测定该层镀膜材料的几何厚度，就可以通过理论模拟得出该材料的折射率 n 和消光系数 k ，下图为使用可变角度绝对反射附件测定 5° 入射角时的反射谱作为材料的反射谱，测试范围为 240~2000 nm：

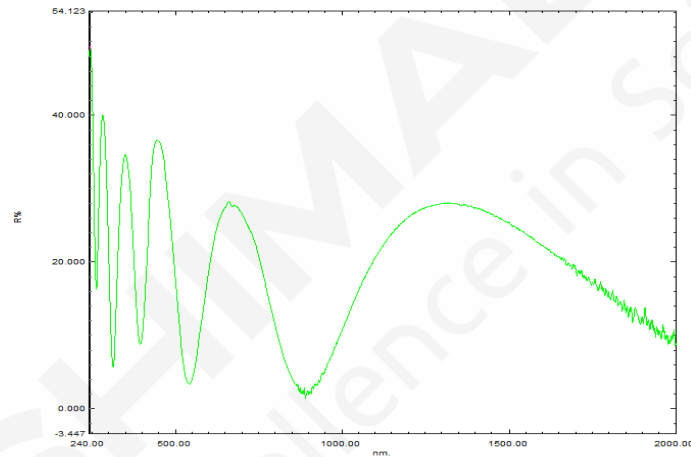


图 1 镀膜材料反射率谱图

其厚度由 SEM 测定给出：

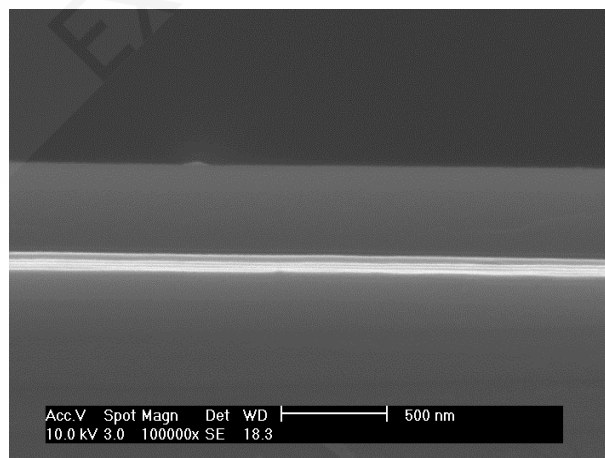


图 2 SEM 测试的膜厚

3.2 模拟结果

根据公式可模拟求出该镀膜材料的光学参数：

表 1 镀膜材料的模拟光学参数

λ (nm)	240	280	350	450	670	1300
n	1.69	1.64	1.62	1.58	1.58	1.55
k	0.01	0.01	0.013	0.015	0.02	0.01

3.3 讨论

根据模拟求出的材料光学参数，利用软件模拟该厚度镀膜材料的反射谱为：

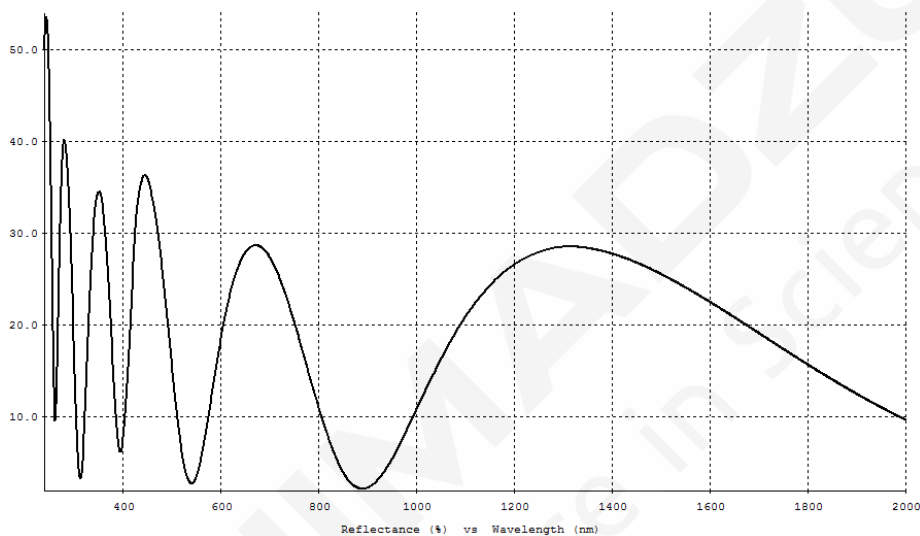


图 3 镀膜材料的模拟反射率谱图

该图与使用岛津 SolidSpec-3700 紫外可见近红外分光光度计测定的反射谱基本相同，说明模拟得出了该材料的光学参数。

4. 结论

使用岛津 SolidSpec-3700 紫外可见近红外分光光度计和可变角度绝对反射附件可以模拟求出镀膜材料的光学参数，利用此光学参数可以设计相应膜系，对实际生产具有重要的指导意义。

感谢中科院半导体所提供数据和资料。

岛津 SolidSpec-3700 DUV、可变角绝对反射率测定装置和 X-Y 自动样品架测试 LED 用蓝宝石基板的绝对反射率和透射率

摘要： SolidSpec-3700 DUV可以对样品进行测试真空紫外区测定。同时具备超大型样品室等丰富多彩的功能，可以选配可变角绝对反射率测定装置以及X-Y自动样品架等附件。本文使用 SolidSpec-3700 DUV和可变角绝对反射率测定装置对LED用蓝宝石基板进行绝对反射率测试，使用X-Y自动样品架进行其进行真空紫外到近红外区透射率测定。

关键词： SolidSpec-3700 DUV 可变角绝对反射率测定装置 X-Y自动样品架

岛津紫外-可见-近红外分光光度计是全世界首台同时具备 PMT、InGaAs 和 PbS 3 个检测器的分光光度计，覆盖了整个测试区域内的灵敏度。SolidSpec-3700 DUV 的光源、检测器、积分球均使用深紫外区无吸收的特殊材质制成，而且使用氮气吹扫分光器、试样室等的全部光路以清除氧气，可测定最大为 165 nm~3300 nm（使用选购件时）的宽波长范围。SolidSpec-3700（DUV）装备有适用于大型试样无损测定的超大型样品室，可放置最大为 700 mm×560 mm 的大型试样。此外，由于采用三维光学系统，试样可以水平放置下直接进行透射、反射测定。由于水平放置，不需要特殊的试样架。另外，使用自动 X-Y 样品台（选购件）可在氮气吹扫的状态下按照预先设定的位置，自动进行多点测定最大为 310 mm×310 mm 的试样。对于在品质管理方面要求多样品测定的用户、要求在一个试样内进行多点测定的用户等高效率测定的用户来说是非常适宜的附件。

除此之外，SolidSpec-3700（DUV）还可以配备绝对反射率测定装置进行反射镜等固体样品的反射率测试。绝对反射率测定装置有可变角和固定角度两种类型。可变角绝对反射率测定装置的绝对镜面反射入射角度在 5°~70°可变，绝对镜面受光角度在 10~140°可变，样品台转动角度-70~70°可变。大入射角时，还可以配置偏振器，用于镜面样品可变角度的绝对反射率测定。

本文使用岛津 SolidSpec-3700 DUV 和自动 X-Y 样品台，以及可变角绝对反射率测定装置测试了 LED 用蓝宝石基板的透射率和不同角度下的绝对反射率。

1. 实验部分

1.1 仪器

SolidSpec-3700 DUV

可变角绝对反射率测试装置；自动 X-Y 样品架

1.2 测试条件

测定波长范围：170~2600 nm（DUV 透射测试）；260~2000 nm（反射）

测光方式：反射率和透射

狭缝宽: 20 nm

2. 实验测定

2.1 实物图片

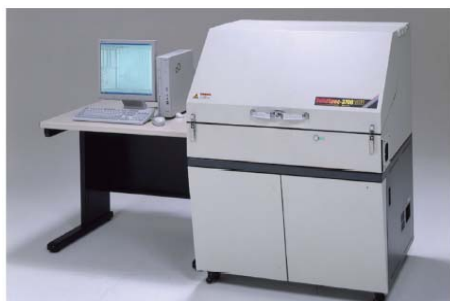


图 1 紫外可见近红外分光光度计 SolidSpec-3700DUV



图 2 气体流量计

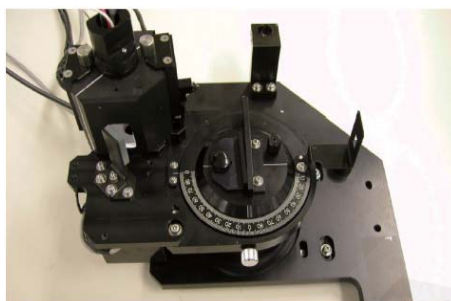


图 3 可变角绝对反射率测定装置

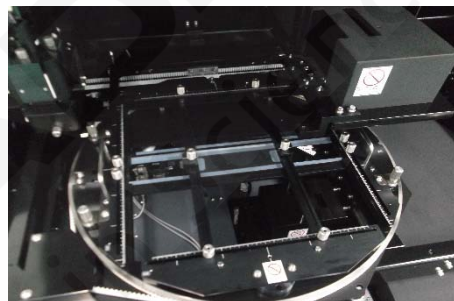


图 4 X-Y 自动样品架

2.2 测定结果

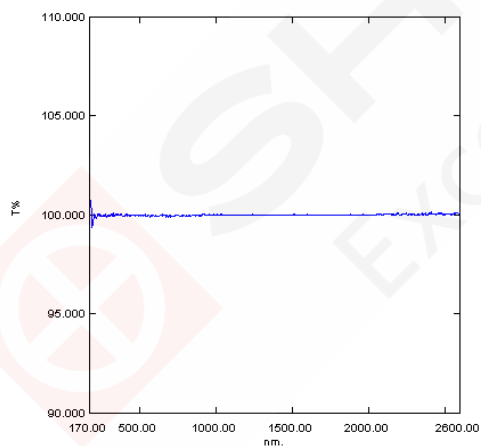


图 5 空气在深紫外到近红外区谱图

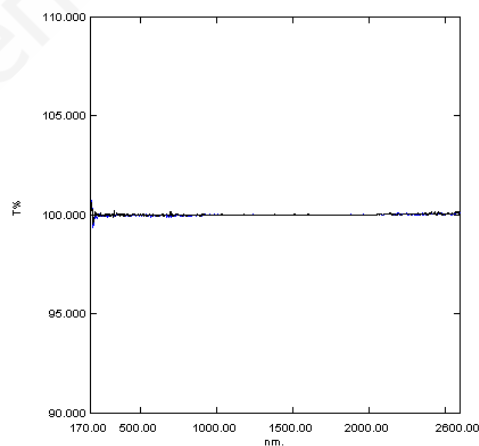


图 6 空气在深紫外到近红外区谱图重现图

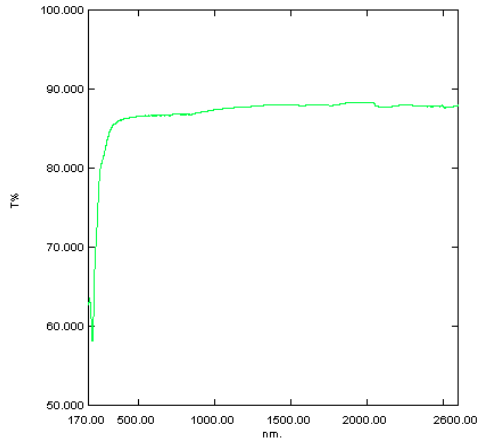


图7 样品1透射光谱图

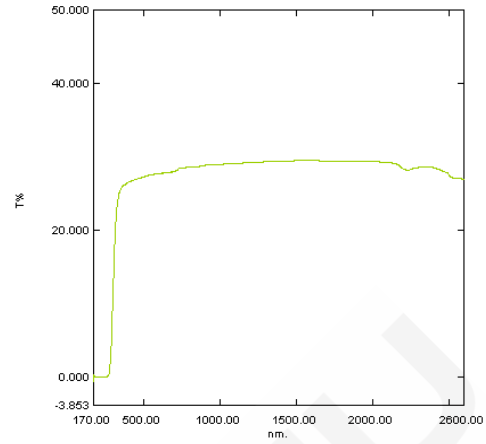


图8 样品2透射光谱图

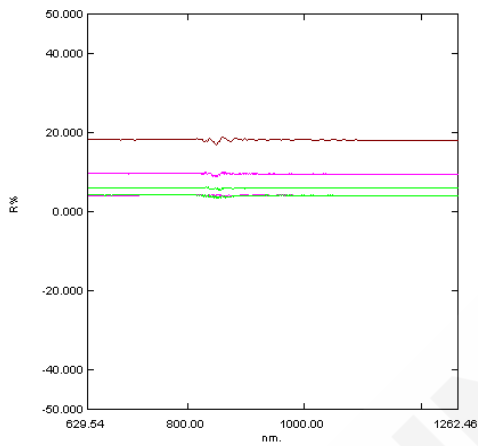


图9 样品 5/12/30/45/60°的绝对反射光谱(s 偏光)
(由上到下依次为 60/45/30/12/5°)

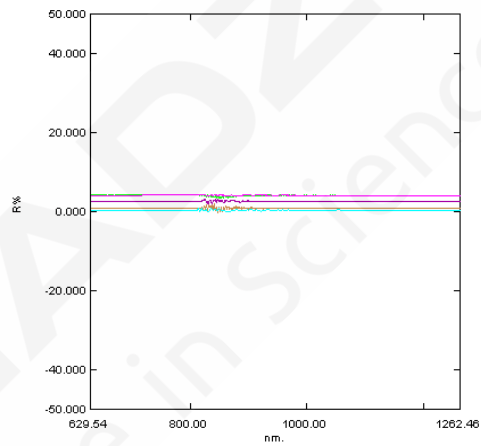


图10 样品 5/12/30/45/60°的绝对反射光谱(p 偏光)
(由上到下依次为 5/12/30/45/60°)

3. 结果与讨论

使用 SolidSpec-3700 DUV 和可变角绝对反射率测定装置，以各种入射角（5°/12°/30°/45°/60°）测定了LED用蓝宝石基板的绝对反射率。图9是s偏光测定的结果，图10是p偏光测定的结果，在此，s偏光表示垂直于入射面的振动光，p偏光表示平行于入射面的振动光。同时，使用SolidSpec-3700 DUV和自动X-Y样品架对LED用蓝宝石基板进行了深紫外到近红外波长范围的测试，得到很好的谱图。

岛津紫外-可见分光光度计对不同尺寸镜头透过率的测定

摘要：使用大样品室里 V 型样品台及微小样品测试系统对尺寸较大及较小的镜头样品进行。V 型样品台便于支撑圆柱形的样品，平板样品台配合微小样品测试系统可以测试微小样品，既保证了光斑的大小及位置又保证了较大的光强度，使得光谱信噪比大大改善。紫外-可见分光光度计丰富的配件可满足不同尺寸样品测试快捷、方便、准确性高的要求。本文使用岛津 UV-3600 Plus、大样品室 V 型样品台及微小样品测试系统测试了不同尺寸镜头样品的透过率。

关键词： UV-3600 Plus 大样品室 V 型样品台 微小样品测试系统 透过率

光学镜头的高透过率是视觉清晰度的保证。理想状态下，镜片能够完全透光，正确的在底片或 CCD 上完全聚焦，然而光线的反射及镜片折射率等因素的限制，对其透过率有较大的影响。对于变焦镜头来说，变焦倍数越大，所需要的透镜组越多，被反射的光越多，到达检测器上的有效成像光就越少，并且由于透镜间光线的反复折射相互叠加干涉，也会使成像质量下降。镜片研究者开发了在透镜表面镀膜来增加透光效果。而且由于镜头尺寸和形状各异，导致它们很难测试。很多情况下，工程师通过测试陪镀片以间接得到镜头的透过率特性，由于镀膜条件不同，陪镀片和镜头的特性可能存在差异，并且由于镀膜技术和工艺的问题，镜头表面不同点的特性可能有所不同。能否精确地测量镜头的透过率，直接影响到能否准确还原测量信号的入射光通量。

岛津紫外-可见分光光度计有丰富的附件。大样品室附件内部可安装 V 型样品台及平板样品台 BIS-603，这两个样品台上下双层放置。对大尺寸的镜头样品，可以直接放在积分球前端的 V 型样品台，调节 V 型样品台的高低及水平位置，保证光束通过镜头镜片的中心位置，可以直接测试样品透过率。对较小的样品，可以在样品台 BIS-603 上再安装微小样品测试系统，该装置由微小光束聚焦单元及微小样品支架组成。微小光束聚焦单元可以根据样品类型将光束聚焦到 2 mm 方形、2.2 mm 直径、1.3 mm 直径三种规格。聚焦附件既保证了光斑的大小及位置又保证了较大的光强度，使得光谱信噪比大大改善。两者配合使用，达到了小样品测试的快捷、方便、准确性要求。

本文使用岛津 UV-3600 Plus 大样品室 V 型样品台及微小样品测试系统测试了不同尺寸镜头样品的透过率。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津 UV-3600 Plus 大样品室 V 型样品台 微小样品测试系统



图 1. 岛津 UV-3600 Plus 和大样品室

1.2 测试条件

波长范围：380-1100 nm

采样间隔：1 nm

狭缝宽：20 nm

1.3 样品

镜头 1：直径 $\Phi = 62$ mm，中心通道 $\Phi = 30$ mm；镜头 2：直径 $\Phi = 10$ mm，中心通道 $\Phi = 3$ mm

1.4 测试流程

1.4.1 V 型样品台：确定光束位置，样品测试

将样品放在 V 型样品台中。使用工作站中“到波长”命令，设置 550 nm，出现绿色光斑，用纸片观察，调整高度及水平位置调节旋钮，V 型样品台高低及水平位置，使得光束通过镜头中心位置。样品位置确定后，取走镜头，执行基线扫描。然后，放置样品，执行样品扫描。

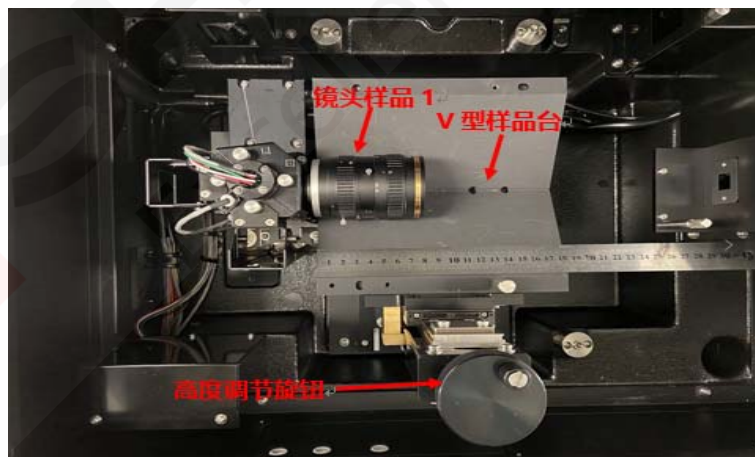


图 2. 大样品室内部结构之 V 型样品台中大尺寸镜头样品放置图

备注：水平调节旋钮位于大样品室外侧正面底部

1.4.2 BIS-603 样品台+微小样品测试系统：确定光束位置，样品测试

安装 BIS-603 样品台及微小样品测试系统。由于样品较小，设置微小光束聚焦单元上透镜位置对应 1.3 mm 直径光斑大小。使用工作站中“到波长”命令，设置 550 nm，出现绿色光斑，用纸片观察，调整微小样品高低位置，使得光束通过镜头中心位置。样品位置确定后，取走镜

头，执行基线扫描。然后，放置样品，执行样品扫描。

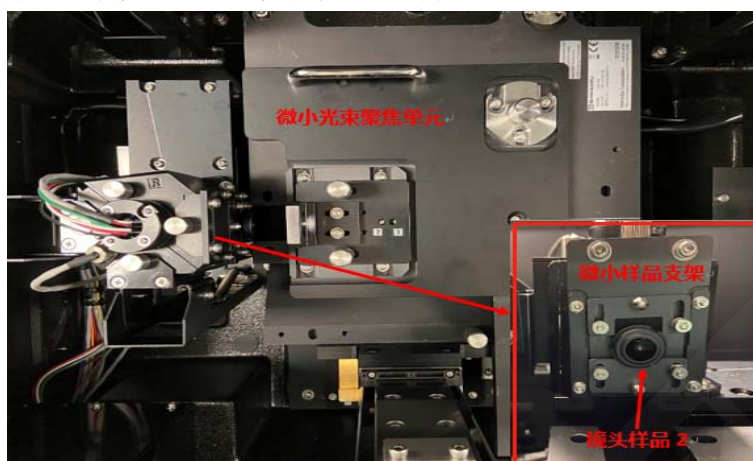


图 3. 大样品室内部结构之微小样品测试系统微小镜头样品放置图

2. 结果与讨论

2.1 样品 1 的透过率光谱图

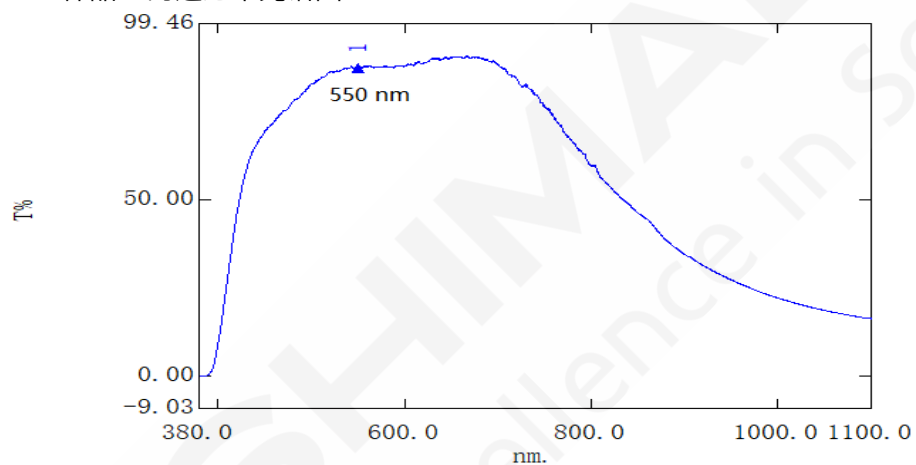


图 4. 样品 1 的透过率光谱图(550 nm 处透过率为 87.05%)

2.2 样品 2 的透过率光谱图

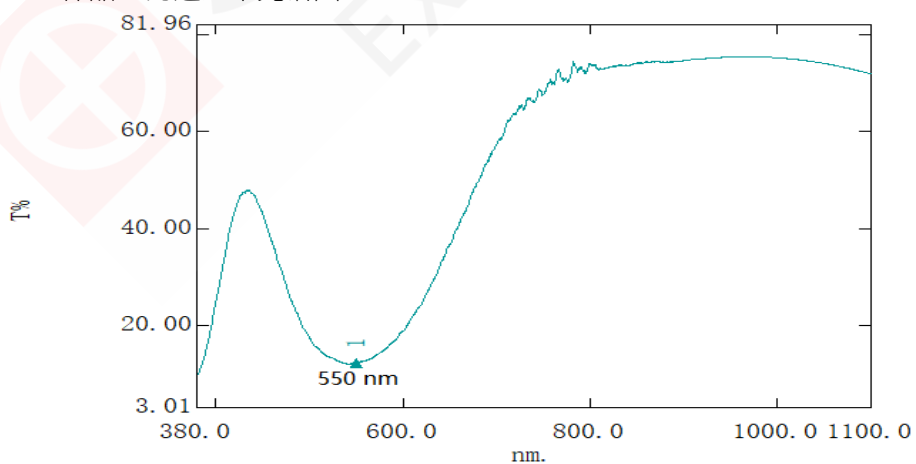


图 5. 样品 2 的透过率光谱图 (550 nm 处透过率为 12.15%)

3. 结论

本文使用岛津UV-3600 Plus大样品室V型样品台及微小样品测试系统测试了不同尺寸镜头样品的透过率。实验结果表明，对于体积较大的多镜片镜头，无需拆解，直接可放置在V型样品台中测试，而对于微小样品来说，微小光束聚焦单元可以将光斑缩小至1.3 mm直径，确保光束完全穿透微小样品，精准测试，对微小样品的准确测试具有极大的帮助。



紫外可见近红外分光光度计测试平板偏振分光膜的透射率

摘要：平板型偏振膜主要是利用在斜入射时由电介质反射膜两个偏振分量的反射带带宽的不同而制成的。在一定波长范围内，p 分量具有高透射，s 分量具有高反射，形成偏振光。同时对 p 光和 s 光透射率有一定的要求。本文使用岛津 UV-3600i Plus、可变角透射附件和偏光器测试了 45° 入射角时，平版型偏振分光膜的 p 光和 s 光透射率，对于评价平版型偏振分光膜分光效果提供数据支撑。

关键词： UV-3600i Plus 可变角透射附件 平板偏振分光膜 透射率

随着光学薄膜技术的不断发展，光学薄膜器件的应用日益广泛，光学薄膜的研究已被提到了极其重要的地位。光学薄膜是由薄的分层介质构成的，通过界面传播光束的一类光学介质材料。它在光学系统中能提高光学效率、减少杂光。如分束膜、分色膜、偏振分光膜就是根据不同需要进行能量再分配的光学元件。

偏振分光膜是利用光斜入射时薄膜的偏振效应制成的。按照几何结构的不同，偏振分光膜可以分成棱镜型和平板型两种。平板型偏振膜主要是利用在斜入射时由电介质反射膜两个偏振分量的反射带带宽的不同而制成的。平板型偏振膜的基本原理建立在光束斜入射时薄膜偏振效应的基础上，为了方便，入射角常选择基体材料的布鲁斯特角。这时，在一定波长范围内，p 分量具有高透射，通常大于 90%，s 分量具有高反射，形成偏振光。平板型偏振片工作的波长区域比较窄，但它可以做得很大，而且具有低损耗和高破坏值，抗激光强度也比较高，常在激光系统中用做腔内偏振元件和隔离元件。通常可以通过紫外可见近红外分光光度计对其光学性能进行检测。

本文使用岛津 UV-3600i Plus、可变角透射附件和偏光器测试了 45° 入射角时，平板型偏振膜在 1064 nm 的 p 光和 s 光透射率，对于评价平板型偏振膜分光效果提供数据支撑。

1. 实验部分

1.1 仪器

UV-3600i Plus、可变角透射附件、偏光器



图 1. 岛津 UV-3600i Plus+偏光器

1.2 测试条件

波长范围：1000~1080 nm

测定模式：透射率

狭缝宽：5 nm

扫描速度：中速

采样间隔：1 nm

1.3 样品

平板型偏振膜

2. 结果与讨论

2.1 样品谱图

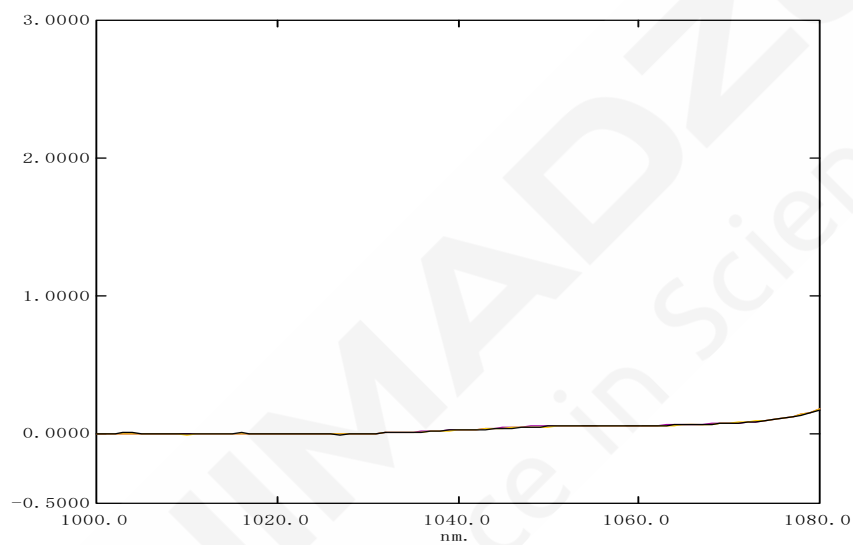


图 2. 样品 s 光透射率重复三次光谱图

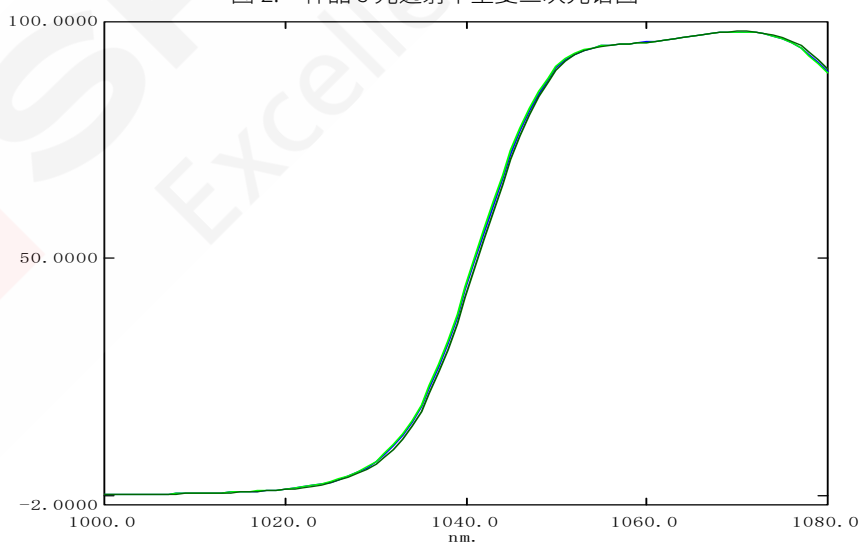


图 3. 样品 p 光透射率重复三次光谱图

2.3 测试结果

表 1. 三次测试结果

NO.	1064 nm		
	S 光透射率 (%)	P 光透射率	P/S
第一次	0.067	96.78	>1000
第二次	0.066	96.79	>1000
第三次	0.065	96.70	>1000

测试结果可以得知，在 1064 nm 波长处，该平板型偏振分光膜样品的 P 光透过大于 90%以上，且 P 光与 S 光的透过率之比大于 1000，符合平板型偏振分光膜的要求。

3. 结论

本文使用岛津 UV-3600i Plus、可变角透射附件和偏光器测试了 45°入射角时，平板型偏振膜在 1064 nm 的 p 光和 s 光透射率，三次测试结果重复性良好，p 光透射率大于 90%以上，P 光和 S 光透射率比均大于 1000，对于评价平板型偏振膜分光效果提供数据支撑。

使用旋转膜支架测定偏光材料透射比

摘要：参考国家标准GB 10810.3-2006 《眼睛镜片及相关眼镜产品：透射比规范及测量方法》方法，使用旋转膜支架配合UV-3600i Plus紫外可见近红外分光光度计实现了偏振特性材料透射比分析。该附件分析快速、准确，可以满足偏振材料质量分析。

关键词：旋转膜支架 UV-3600i Plus 偏光材料 透射比

偏光镜的核心是偏光膜，偏光膜具有二向色性的透明薄膜，它允许平行与透光轴方向的光振通过，而垂直于这个方向的光则被吸收，这种现象叫做光的偏振化。通过的光是同一振动方向的光，称为偏振光。反射光因为光线经过反射后成为与偏光膜的透光轴垂直而被吸收。偏光镜就是利用了这个原理，极有效的消除了强反射光线及散色光，使光线变得柔和，人眼看到的景物就清晰自然。

参考国家标准GB 10810.3-2006 《眼睛镜片及相关眼镜产品：透射比规范及测量方法》，如果使用偏振光测量偏光镜片，应分别测量其在任意两个相互垂直方向上的透射比，并取其平均值作为被测镜片的光透过比。旋转膜支架附件可以以光轴为中心，使样品在垂直于光轴平面进行旋转，并且可控制旋转角度，使得紫外可见分光光度计可以方便的获得两个垂直方向透射比。

1 实验部分

1.1 仪器

UV-3600i Plus 紫外可见近红外分光光度计；旋转膜支架



图1 旋转膜支架附件实物照片

1.2 测试参数

测定范围：380~780 nm

测定方式：透射率

狭缝宽：2 nm

1.3 测试结果

将偏振材料试样剪裁约 30 mm×30 mm 尺寸，固定于旋转膜支架样品侧，以旋转手柄置于 0°位置，测得一张光谱数据，如下图所示。

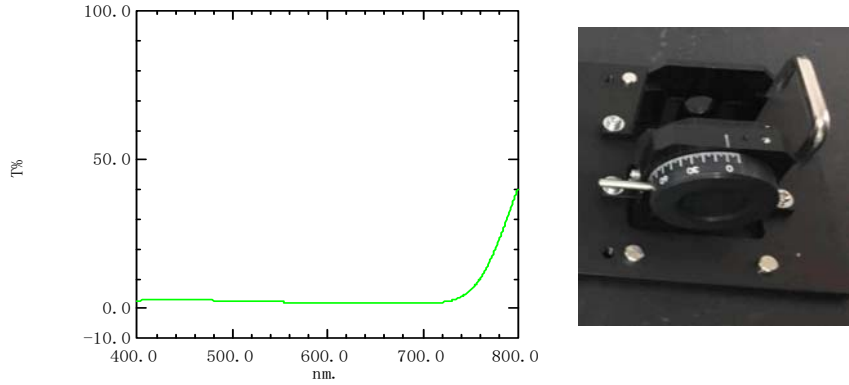


图2 偏振膜在0度位置下测得紫外光谱

第一张数据采集完成后，打开样品仓门，旋转刻度盘至90°位置并关闭舱门，此时样品与0°位置放置时为垂直位置，此操作需在参数设定的重复时间间隔内完成（见1.2 测试参数中时间间隔为30 s），然后仪器将自动采集第二张光谱数据如下。

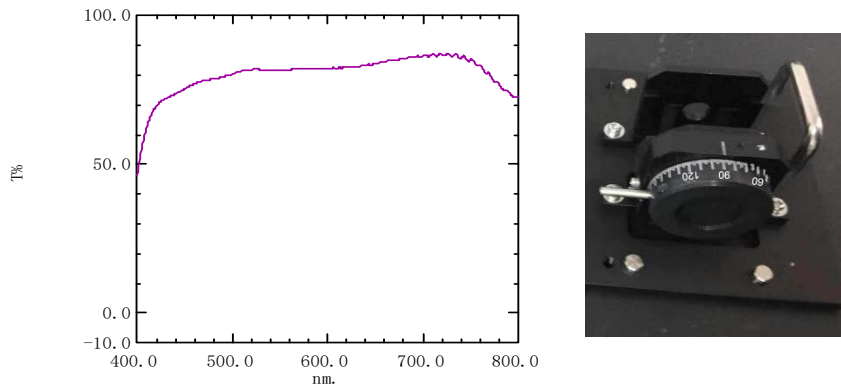


图3 偏振膜在90度位置下（与起始位置垂直）测得紫外光谱

选择“操作”菜单中“处理”命令，类型选择：总平均文件数据集勾选需要执行“总平均”命令的数据，此数据必须是经“重复”扫描方式获得的数据，否则无法使用“总平均”功能。

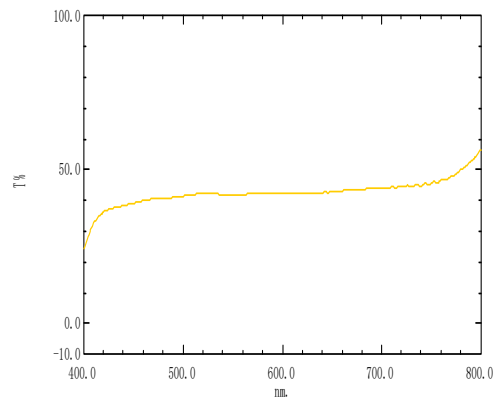
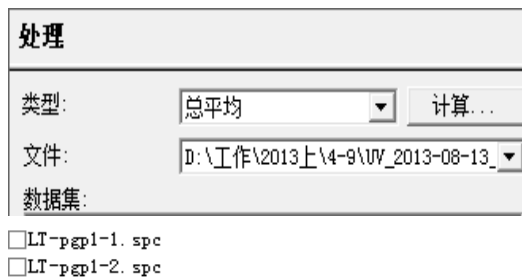


图4 偏振膜最终紫外光谱结果

相对于常规方法，使用旋转膜支架的优势在于可以快速、方便并精确地找到相互垂直的两个方向，省去了样品位置标记及摆放难题，提高了测试速度和测量精度。

3. 结论

参考国家标准 GB 10810.3-2006 《眼睛镜片及相关眼镜产品：透射比规范及测量方法》方法，使用旋转膜支架配合高光通量、低杂散光型紫外可见分光光度计 UV-3600i Plus 实现了偏振特性材料透射比分析。该附件分析快速、准确，可以满足偏振材料质量控制。

UV-3600i Plus 测定镀膜光学元件的超低反射率

摘要: 为了增加光学元件的通光量,通常会在其表面镀上一层或多层折射率较低的薄膜,以消除元件表面的反射光,所镀的膜叫增透膜或减反膜。该类光学元件要求具有很低的反射率,对于测量仪器的测量精度要求非常高。本文使用UV-3600i Plus对该类样品进行测试,以考察仪器的性能。实验结果表明,使用岛津UV-3600i Plus可以快速有效测定该类样品的超低反射率,并且可以获得满意的实验结果。

关键词: UV-3600i Plus 偏光度 反射率 镀膜

减反射膜又称增透膜,它的主要功能是减少或消除透镜、棱镜、平面镜等光学表面的反射光,从而增加这些元件的透光量,提高成像系统中像的衬度和质量,广泛应用于LED显示屏、太阳能电池组件、仪器仪表视窗、相机镜头眼镜和汽车玻璃等领域。最简单的增透膜是单层膜,它是镀在光学零件光学表面上的一层折射率较低的薄膜。适当选择膜层折射率,光学表面的反射光可以完全消除。一般情况下,采用单层增透膜很难达到理想的增透效果,为了在单波长实现零反射,或在较宽的光谱区达到好的增透效果,往往采用双层、三层甚至更多层数的减反射膜。减反射膜是目前应用最广、产量最大的一种光学薄膜。因此,它至今仍是光学薄膜技术中重要的研究课题,减反膜的性能可以由其在特定波长范围内的透射率或反射率来表征。在产品的研发、生产、使用过程中,都需要准确测定样品在特定波长范围内的透射率或反射率。

1. 实验部分

1.1 仪器配置

UV-3600i Plus; 5度镜反射附件

1.2 实验原理

当光线从折射率为 n_0 的介质射入折射率为 n_1 的另一种介质时,在两介质的分界面上就会产生光的反射。如果介质没有吸收,光线又是垂直入射,则

$$\text{反射率: } R = \left(\frac{n_0 - n_1}{n_0 + n_1} \right)^2 \qquad \text{透过率: } T = 1 - R$$

1.3 仪器工作参数

测量模式: 反射率

狭缝: 5 nm

参比标准片: 熔石英玻璃

2 结果与讨论

2.1 测试谱图

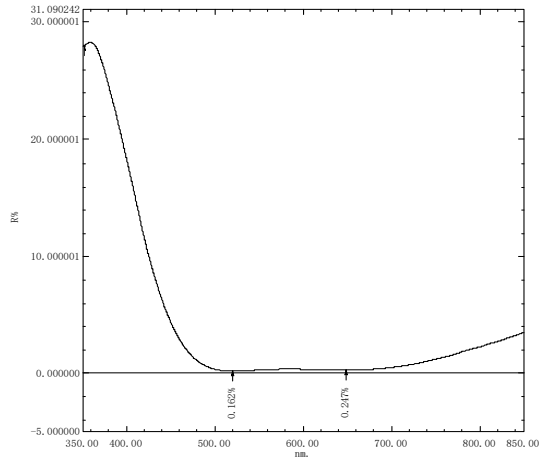


图 1 LR-1 样品反射率测定结果

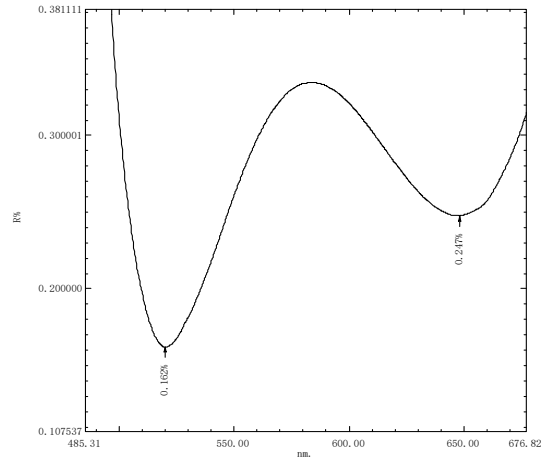


图 2 LR-1 样品反射率局部放大图

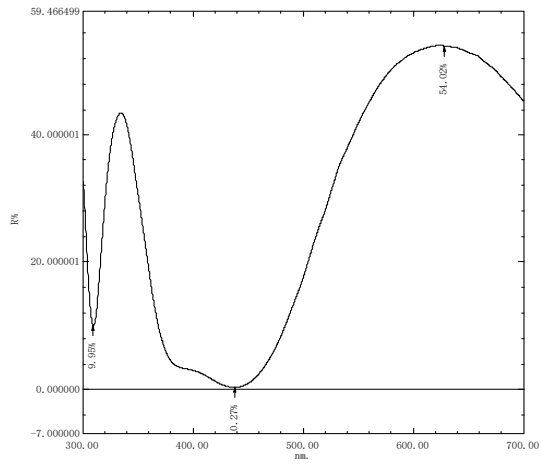


图 3 LR-2 样品反射率测定结果

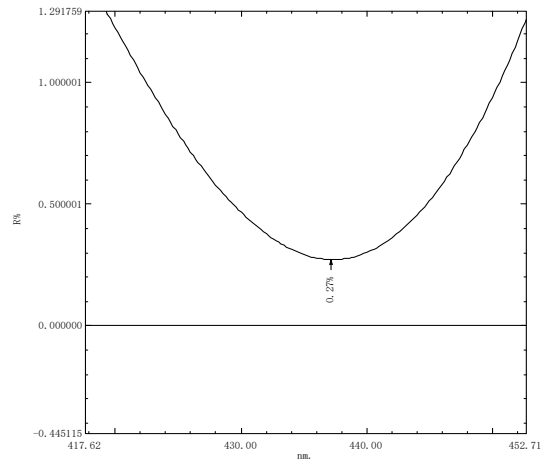


图 4 LR-2 样品反射率局部放大图

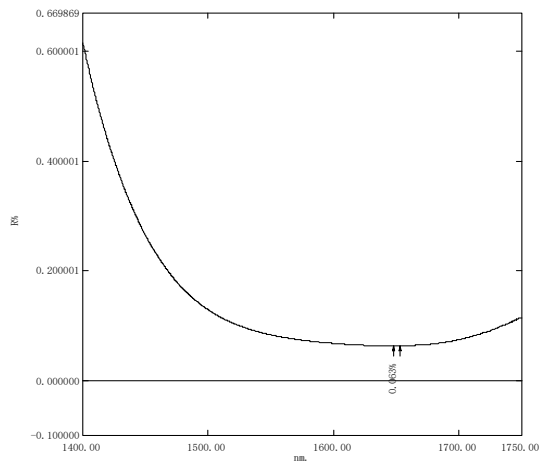


图 5 LR-3 样品反射率测定结果

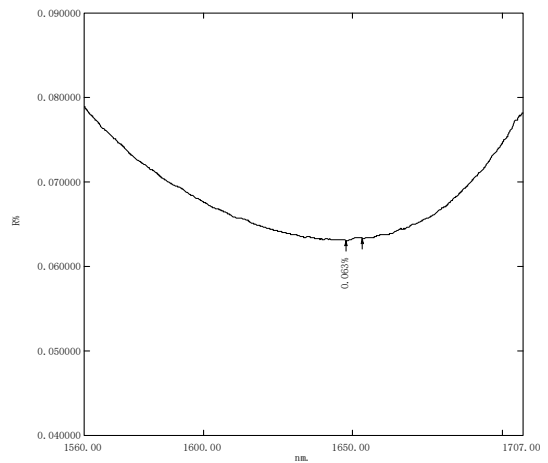


图 6 LR-3 样品反射率局部放大图

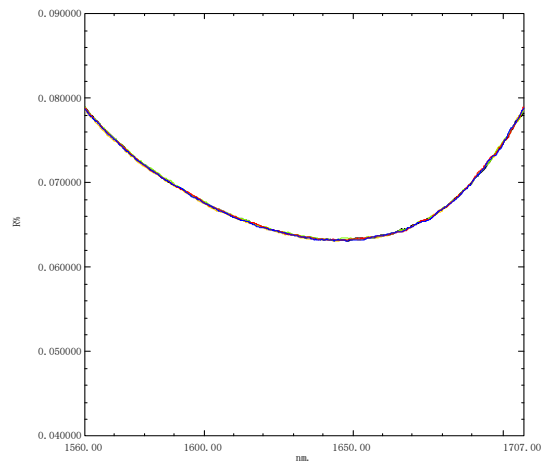


图 7 LR-3 样品 5 次重复测量结果

3. 结论

使用岛津 UV-3600i Plus 对超低反射率样品进行了测试，从测试结果可以看出，即使对于反射率只有 0.07% 的样品，依然能够得到平滑的曲线，而且重现性好，可以快速有效测定该类样品的超低反射率，并且可以获得满意的实验结果。

UV-3600i Plus 测定带通滤光片截止带 OD 值

摘要：长波通膜系和短波通膜系重叠组成的带通滤光片，通常可以获得较深的截止度即 OD (Optical Density)值，这种样品的透过率非常低，吸收度非常高。本文使用 UV3600 对该类样品进行测试，以考察仪器的性能。实验结果表明，使用岛津 UV-3600i Plus 可以测至 OD8 的样品，并且可以获得满意的实验结果。

关键词： UV-3600i Plus 滤光片 截止带 OD 值

带通滤光片是指在一定波长范围内，只有中间一小段是高透射率的通带，而在通带的两侧，是高反射率的截止带。带通滤光片在光学、光谱学、激光、天文物理等各个领域得到广泛的应用。例如，用于需要增加信噪比的光学探测器，用来防止背光的影响，减少不需要的能量，加强探测信号等等。通常，带通滤光片有两种结构形式，一种是由一个长波通膜系和一个短波通膜系的重叠通带波段形成带通滤光片的通带，这种结构得到的光谱特性是：可以获得较长范围的截止带和较深的截止度。第二种是 Fabry-Perot 干涉仪形式的滤光膜系，这种结构得到的光谱特性是：可以获得很窄的通带，但截止带宽度通常也比较窄，截止度也不深。本文使用 UV-3600i Plus 测量第一种带通滤光片的截止度，以考察仪器的性能。

1. 实验部分

1.1 仪器配置

UV-3600i Plus

1.2 实验原理

测量仪器 100%透过率 T_{100} 、0%透过率 T_0 、样品透过率 T_s ，则 OD 值按以下公式计算：

$$OD = -\log \left(\frac{T_s - T_0}{T_{100} - T_0} \right)$$

1.3 仪器工作参数

测量模式：透射率

采样间隔：0.1 nm

狭缝：20 nm

S/R 转换：标准

2. 结果与讨论

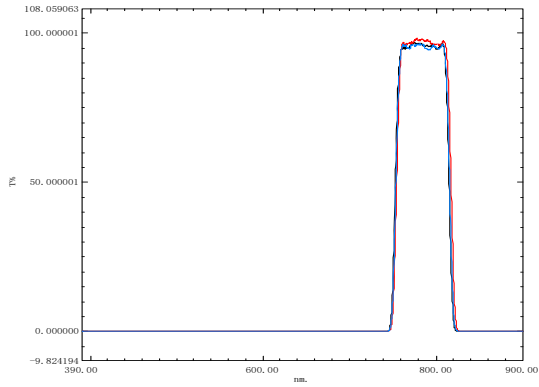


图 1 OD-1、OD-2、OD-3 样品透过率测试结果

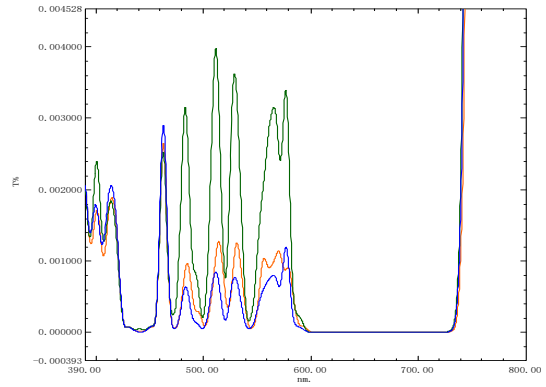


图 2 OD-1、OD-2、OD-3 样品透过率局部放大图

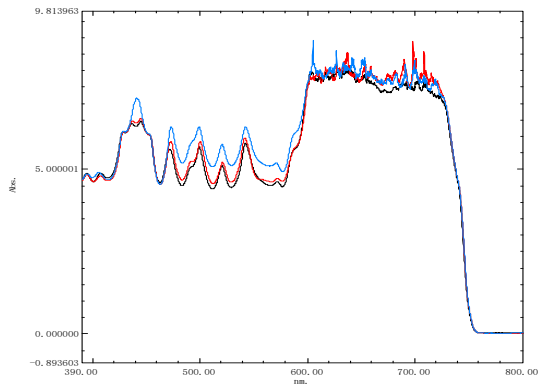


图 3 OD-1、OD-2、OD-3 样品 OD 值换算结果

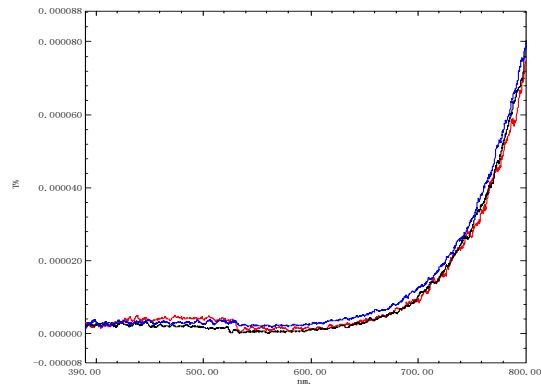


图 4 OD-4 样品透过率 3 次重复测试结果

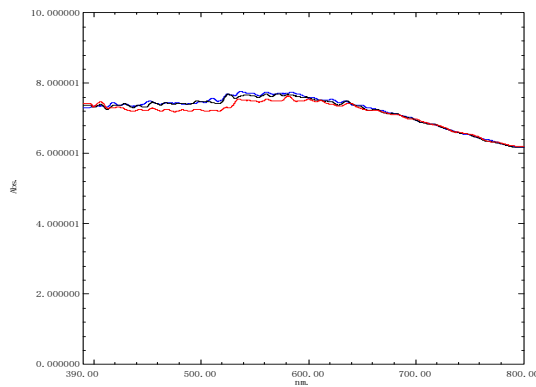
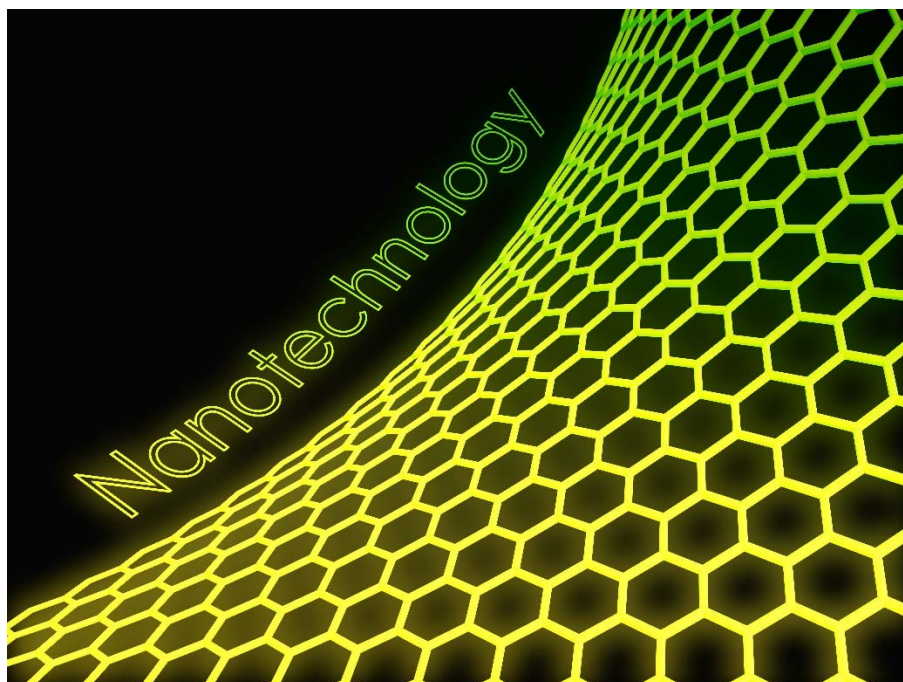


图 5 OD-4 样品 3 次测试 OD 换算结果

4. 结论

长波通膜系和短波通膜系重叠组成的带通滤光片通常有很深的截止度，部分样品截止带可以达到 OD8，对于这类样品的测量对仪器性能要求很高，使用 UV-3600i Plus 对该类样品进行了测试，结果表明，岛津 UV3600i Plus 可以测至 OD8 的样品，且重复性好，结果满意。

五、其它



紫外-可见-近红外分光光度计应用广泛，除以上行业光学测试相关外，还可以用在其它光学及非光学等新材料研究等领域，比如纳米材料、仿生材料、石墨烯材料、锂电池材料、柔性屏等智能材料等。此外，高校科研机构、分析测试中心等使用岛津紫外-可见-近红外仪器测试的数据发表多篇高质量文章。

岛津 SolidSpec-3700 测试镀金纳米线阵列透射率

摘要：用一种非常规的方法以在介电材料上通过杂质共沉积离子束轰击的方式物理合成有序自组织金属纳米线阵列，纳米线阵列在可见光范围内表现出由于周期长度线性变化导致的可调谐的光学各向异性特征，使用岛津SolidSpec-3700表征了纳米线阵列的光学特性，对研究纳米线阵列起到指导作用。

关键词： SolidSpec-3700 镀金纳米线阵列 透射率

低能离子束轰击（IB）是一种非常有前途的纳米制造工具，具有单次生成大面积有效纳米结构的潜力。由IB 获得的结构是准周期性的，但沿离子束方向具有不对称小平面，并且在每个周期中具有两个主要斜率（即一个是正的，另一个是负的）。由于低能离子束轰击越来越引起学术兴趣和其在微纳制造中被更广泛应用，例如在制造闪耀光栅中，这些特征引起了越来越多的关注。本文介绍了一种在介电衬底上合成金属纳米线自组织阵列并产生光学各向异性的新方法。该方法将离子束溅射介电衬底形成自组织波纹结构、离子束溅射中杂质对波纹图案的诱导作用与金属的阴影沉积效应相结合远场光学表征显示，由于金属等离子体共振的激发，纳米线阵列在可见光范围内表现出由于周期长度线性变化导致的可调谐的光学各向异性特征。本文使用岛津SolidSpec-3700表征了纳米线阵列的光学特性。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津SolidSpec-3700



图1 岛津 SolidSpec-3700

1.2 仪器参数

波长范围：200-1000 nm

采样间隔：1 nm

狭缝宽：12 nm

2. 结果与讨论

2.1 测试结果

通过使用波长360 nm、442 nm、532 nm、633 nm 波长不同的固体激光器、氦氟激光器结合偏振分光棱镜、偏振片等光学器件来获得样品长度方向上透射率在不同偏振光方向上变化曲线以研究金属纳米线阵列的光学性质。

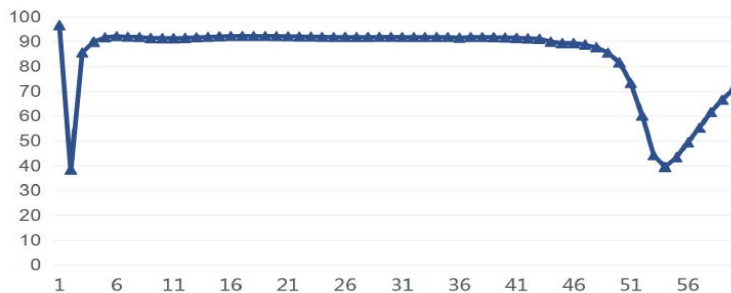


图2 有结构石英透射率

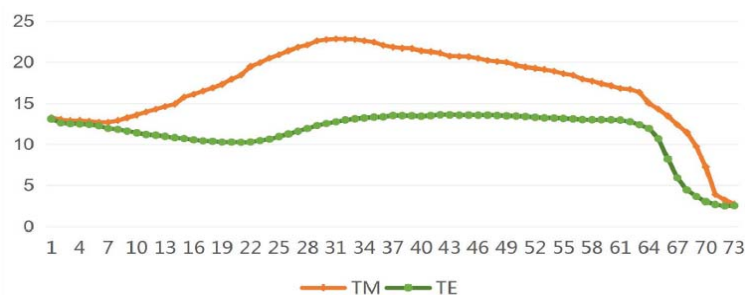


图3 30nm 金纳米线在 633nm 波长下的各向异性

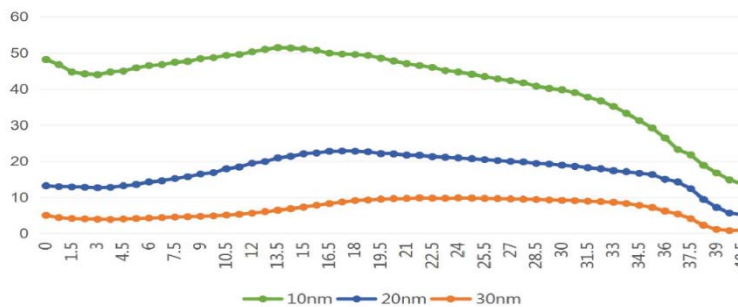


图4 632nm 波长下不同厚度纳米线 TM 方向透射率

首先在杂质共沉积离子束轰击形成表面结构使用王水去除铁元素后进行了一次样品透射率测量。使用360 nm、442 nm、532 nm、633 nm 波长激光入射波长固体激光器，在TM（激光偏振方向与金属纳米线轴向垂直）和TE（激光偏振方向与金属纳米线轴向平行）方向均对样品进行了透射率测量。可以看到，在中间的波长逐渐放大阶段，由于结构只存在于接近透明的介电基底上，所以透射率在TM 和TE 偏振光入射时都保持稳定，且趋于无结构纯石英样品透射率。

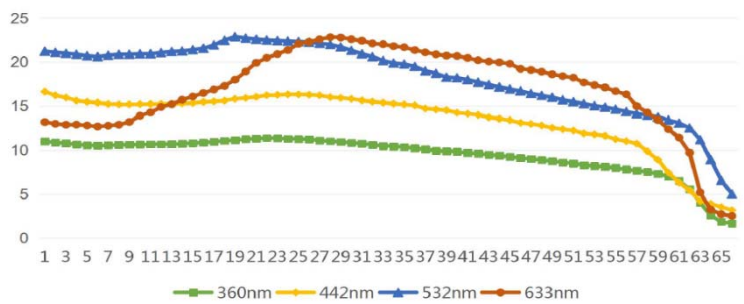


图5 20nm 金纳米线波长变化下 TM 方向透射率

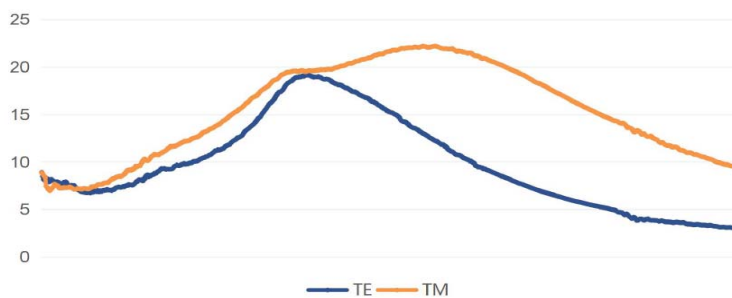


图6 20nm透射率光谱图

以上可以看到，633 nm波长所呈现出的金属等离子体共振现象要强于442 nm、532 nm和360 nm波长。根据之前使用纯离子束轰击制作金属纳米线的文献结果可知，对于同一体积特征的金属纳米线结构，在光谱上也会呈现明显的各向异性。由于我们所使用的532 nm 波长和633 nm 波长在光谱上相对接近于当前结构在光谱上的光学各向异性峰值波长，所以其金属等离子体共振现象较强。图7 所示在20 nm金属纳米线条件下220-1000 nm 波长的透射率光谱也证明了以上说法。

3. 结论

远场光学表征显示，由于金属等离子体共振的激发，纳米线阵列在可见光范围内表现出由于周期长度变化导致的各向异性特征。并且通过入射波长、金属沉积厚度、沉积金属种类等条件变化，使用岛津SolidSpec-3700可以方便测试纳米线阵列透射率，表征调谐金属等离子体共振峰值在样品上出现的位置，对纳米线阵列光学特性起到指导意义。

感谢中国科技大学提供数据和资料。

岛津 SolidSpec-3700 测试模拟叶片的仿生膜透射率和反射率

摘要： 本文使用岛津 SolidSpec-3700 测试了模拟叶片的仿生膜的透射率和反射率，对仿生膜光谱特性进行表征，对其性能研究起到了指导作用。

关键词： SolidSpec-3700 仿生膜 透射率 反射率

高光谱成像技术正在迅速发展成为一种重要的检测方法，可以识别目标物反射光谱和背景之间细微差别。考虑到植被是最重要的背景之一，有人制备了一种含有吸湿材料和三氧化二铬 (Cr_2O_3) 色素的仿生膜模拟天然叶片，用于应对高光谱检测。本文为了讨论了水和 Cr_2O_3 含量对仿生膜反射率的影响，使用岛津 SolidSpec-3700 测试了仿生膜的透射率和反射率。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津 SolidSpec-3700

1.2 仪器参数

波长范围：400-2400 nm

狭缝宽：12 nm



图1 岛津SolidSpec-3700

2. 结果与讨论

2.1 测试样品



图2 仿生膜和天然叶片图片

2.2 测试结果

光仿生材料的发展研究是通过了解天然叶子的组成和结构来激发灵感的，图3是天然叶子的光谱图，图4是仿生材料的光谱图（其中，b1是染色棉织物，b2仿生符合材料，聚（脲-甲醛）微胶囊，b4仿生叶）

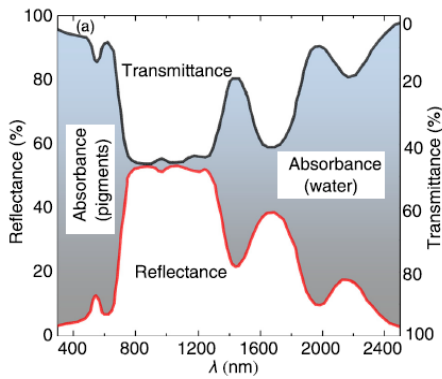


图3. 天然叶子透射率和反射率谱图

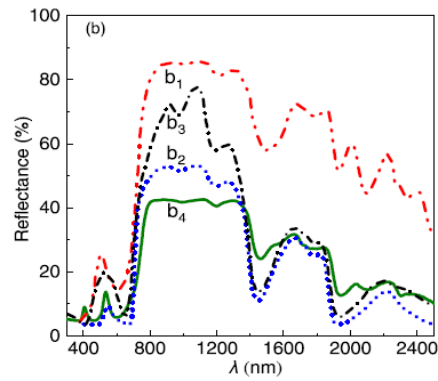


图4. 仿生材料的透射率和反射率谱图

制备了不同 Cr_2O_3 含量的仿生膜，测试了对仿生膜透射率和反射率的影响，下图可以看出不含 Cr_2O_3 的膜反射率在整个波长范围内低于 10%，在 1460 和 1940 nm 处出现两个弱吸收带。含有 Cr_2O_3 的 PVA 膜能够模拟天然叶子太阳光谱反射的关键特性。

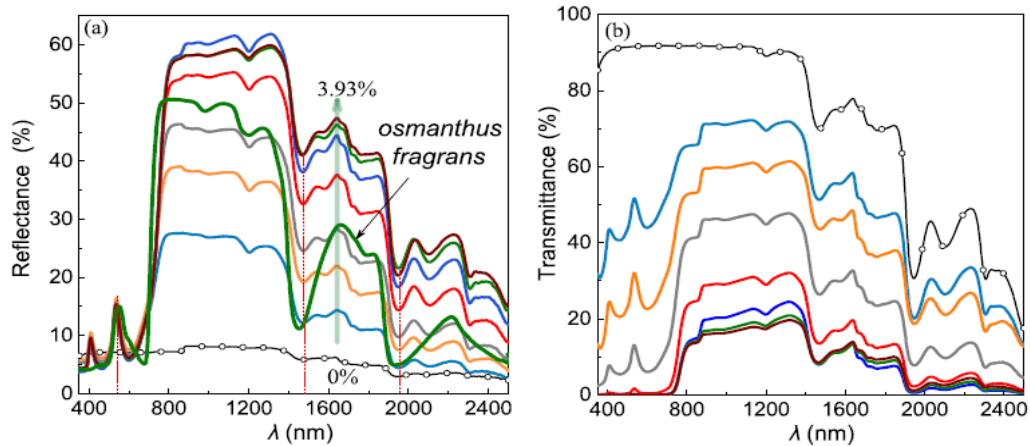


图5. 桂花叶子和含有 Cr_2O_3 的仿生膜的反射率和透射率

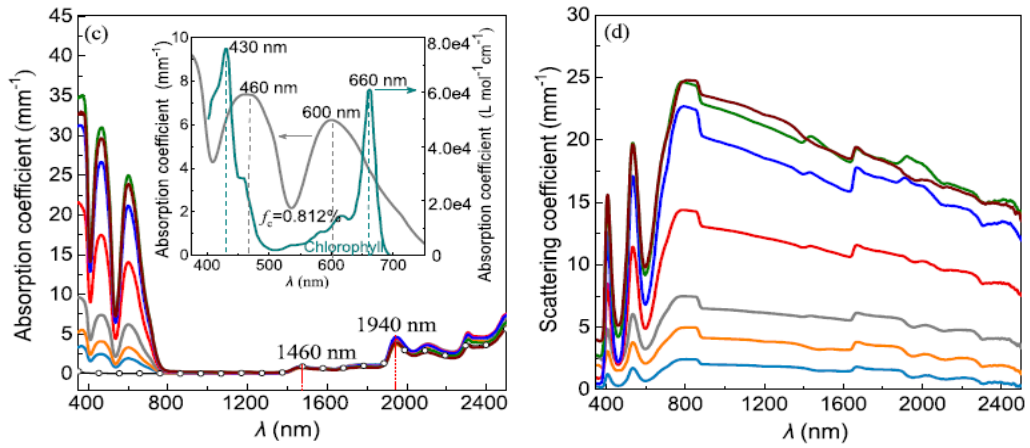


图 6. 图 4 中每个数据分别计算的吸收系数和散射系数

测试了不同厚度，水含量不同的仿生膜的透射率和反射率，随着 f_w （水的体积分数）的增加，仿生膜和桂花叶片的光谱反射率之间的相关系数从 0.945 增加到 0.984，表明仿生膜的反射光谱更接近于天然叶子，谱图如下：

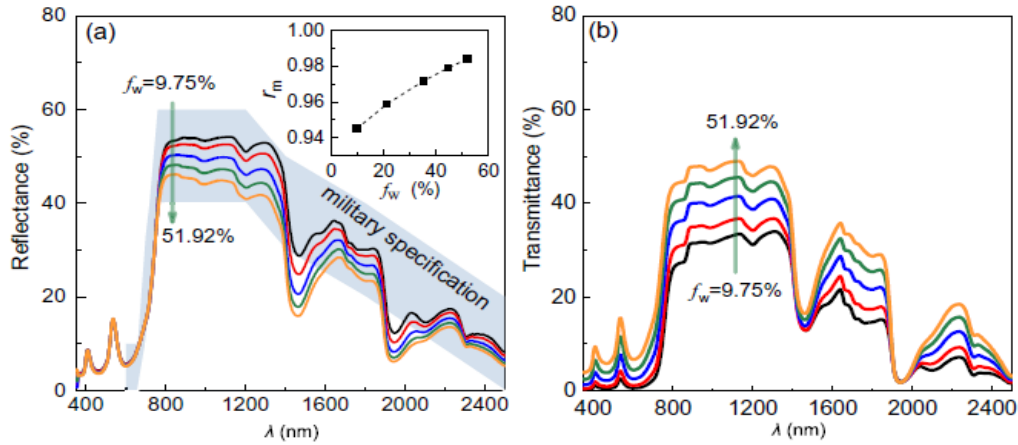


图 7. 生物膜的反射率和透射率 (0.3 mm, $f_w = 9.75\%$, 21.26%, 35.07%, 44.75% and 51.92%.)

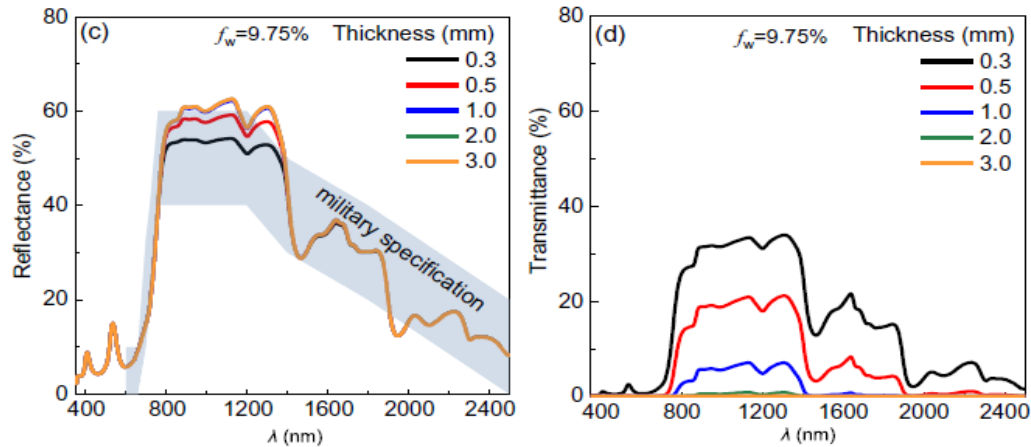


图 8. 不同厚度生物膜的反射率和透射率 ($f_c = 1.61\%$, $f_w = 9.75\%$)

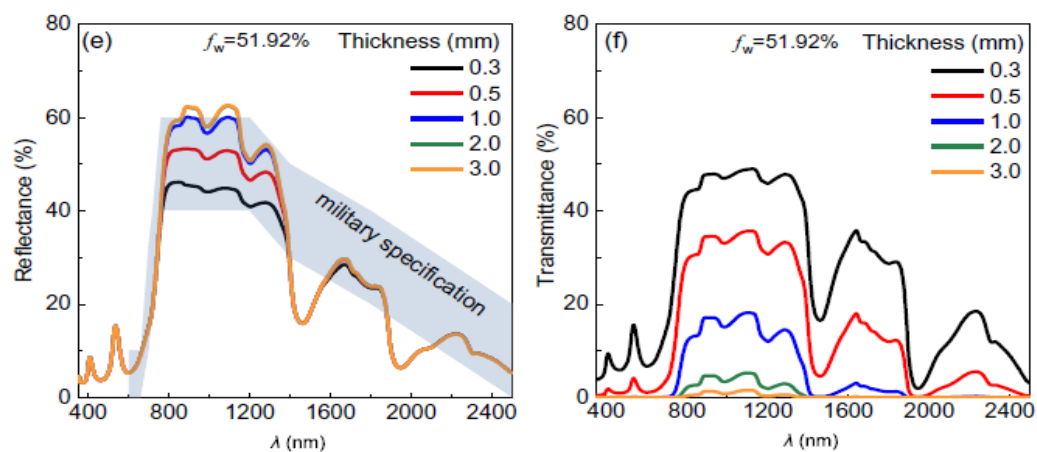


图 9. 不同厚度生物膜的反射率和透射率 ($f_c = 1.61\%$, $f_w = 51.92\%$)

3. 结论

使用岛津 SolidSpec-3700 可以方便的对仿生膜进行透射和反射率测试，对仿生膜的光谱表征有一定的指导意义，本研究对到对仿生材料的光学性能研究起到指导作用。

感谢中国科技大学提供数据和资料。

岛津 SolidSpec-3700 测试用于模拟生物组织材料氧动力学的血红蛋白微胶囊的吸收

摘要：本文测试了用于模拟生物组织氧动力学的血红蛋白微胶囊，用磷酸缓冲盐 PBS 溶液（0.01M）洗涤三次，取上清液，使用岛津 SolidSpec-3700 在 450-700 nm 的范围内进行 25 周吸收值测试，每隔 1 周测量 3 个模型的光学性能，验证了模型的光学稳定性。

关键词： SolidSpec-3700 血红蛋白微胶囊 吸收值

通过由液体驱动的同轴流聚焦（LDCFF）方法一步合成血红蛋白微胶囊（HbMs），纯化的血红蛋白被密封在光固化的树脂中。聚合物刚性半透膜可以防止血红蛋白（HB）漏出并且允许氧气的运输。HbMs的气相结合能力和氧亲和力与纯化的血红蛋白相当。固体血红蛋白影像（SHMPs）用以树脂为基础的HbMs和油性硅均匀混合制成。SHMPs的光谱特征与氧血红蛋白非常相似，其长期稳定性可达25周以上。HbMs分散在透析管内循环模拟组织氧动力学时，具有一定的吸收和散射特性。闭塞试验表明，HbMs分散液可以替代传统的影像。研究表明，血红蛋白的微胶囊化可以有效地保护其不受外界环境的影响，这使得HbMs在生物医学领域的光学组织膜造影像研究中具有广阔的前景。

1. 实验部分

1.1 仪器

岛津SolidSpec-3700



图1 岛津 SolidSpec-3700

1.3 仪器参数

波长范围：450-700 nm

狭缝宽：12 nm

采样间隔：1nm

2. 结果与讨论

2.1 测试结果

测试了 450-700 nm 范围内不同类型血红蛋白微胶囊的光谱吸收，吸收光谱图如下：

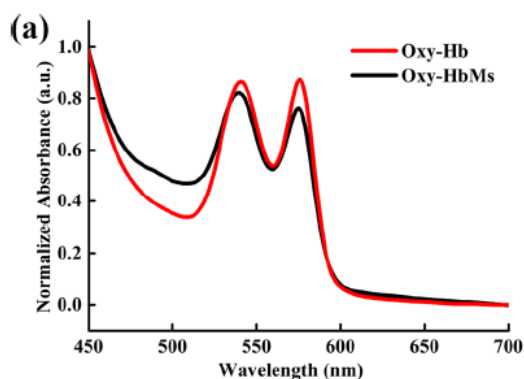


图 2. Hb (a) oxy-Hb/HbMs 衍生物的吸收光谱图

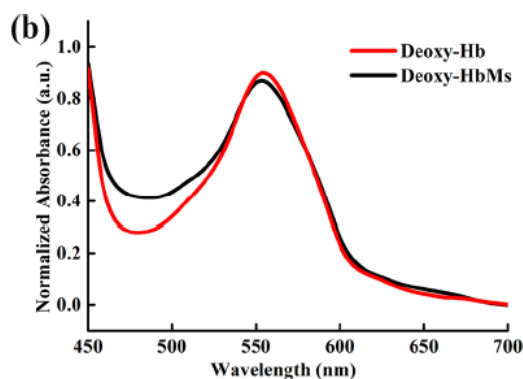


图 3. deoxy-Hb/HbMs 衍生物的吸收光谱图

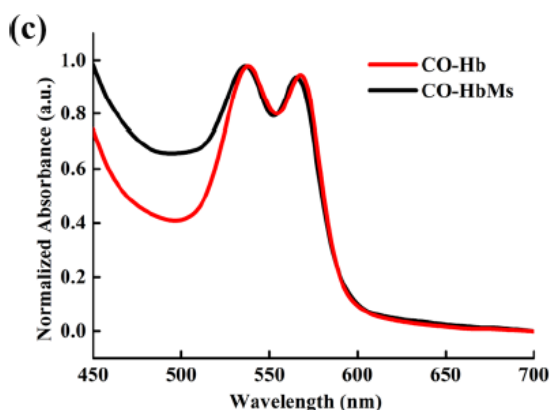


图 4. CO-Hb/HbMs 衍生物的吸收光谱图

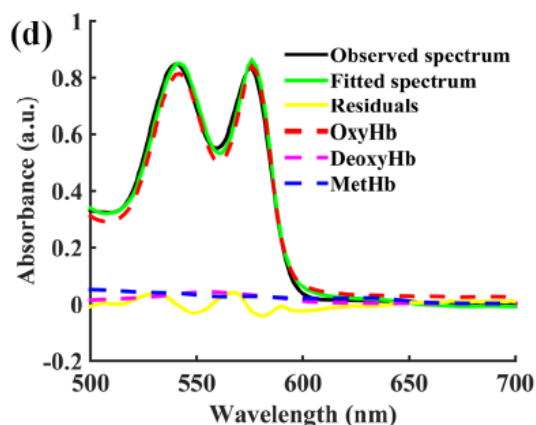


图 5. HbMs 吸收光谱图

由以上谱图可以看到，氧化-血红蛋白/血红蛋白微胶囊在542和576 nm有两个吸收峰， N_2 和 CO_2 混合气脱氧后，脱氧-血红蛋白/血红蛋白微胶囊的吸收峰出现在560 nm，当氧化-血红蛋白/血红蛋白微胶囊暴露于CO和 N_2 混合物，CO-血红蛋白/血红蛋白微胶囊的特征峰出现在540和569 nm处。吸收光谱表明，封装在光固化的乙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯（ETPTA）中的血红蛋白和纯化的血红蛋白一样，可以结合和释放氧气及其它气体配体，血红蛋白的生物活性不受封装过程影响。图4曲线d是脱氧实验课程中观察到的血红蛋白微胶囊在氧气48 mmHg下的吸收谱图，虚线是参考光谱，可以看到吸收光谱的高度拟合性。

3. 结论

使用岛津 SolidSpec-3700 测试了模拟了皮肤组织在 450-700 nm 氧和作用，基于树脂的血红蛋白微胶囊和基于聚二甲基硅氧烷（PDMS）固体血红蛋白造影，稳定性可以达到 25 周，证实了血红蛋白微胶囊用于血液模拟体的潜在应用。

感谢中国科技大学提供数据和资料。



本公司三条工厂获得 ISO 认证

JQA-0376

⊕ 岛津企业管理 (中国) 有限公司/岛津 (香港) 有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

北京

北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14层
邮政编码: 100020
电话: (010)8525-2310/2312 传真: (010)8525-2531

沈阳

沈阳市青年大街167号北方国际传媒中心11层
邮政编码: 110016
电话: 024-23255577 传真: (024)2325-5577

西安

西安市锦业一路56号研祥城市广场A座501
邮政编码: 710065
电话: 029-62737878 传真: (029) 6273-7879

乌鲁木齐

乌鲁木齐市中山路339号中泉广场14H座
邮政编码: 830002
电话: (0991)230-6271/6272 传真: (0991)230-6273

郑州

郑州市中原路220号裕达国际贸易中心A座20层2011室
邮政编码: 450007
电话: (0371)8663-2981/2983 传真: (0371)8663-2982

上海

上海市徐汇区宜州路180号华鑫慧享城B2栋
邮政编码: 200233
电话: (021)3419-3888 传真: (021)3419-3666

成都

成都市锦江区创意产业商务区三色路38号博瑞·创意成都写字楼
B座12层
邮政编码: 610063
电话: (028)8619-8421/8422 传真: (028)8619-8420

南京

南京市鼓楼区汉中中路2号亚太商务楼27层B座
邮政编码: 210005
电话: (025)8689-0258 传真: (025)8689-0237

重庆

重庆市渝中区青年路38号重庆国贸中心1702座
邮政编码: 400010
电话: (023)6380-6068/6058 传真: (023)6380-6551

武汉

武汉市武昌区临江大道96号武汉万达中心31层3112室
邮政编码: 430060
电话: (027) 5908-0488 传真: (027) 5908-0470

广州

广州市天河区高唐路230号广电智慧大厦
邮政编码: 510656
电话: (020) 3718-3888 传真: (020) 3718-3804

昆明

昆明市青年路432号天恒大酒店 908室
邮政编码: 650021
电话: (0871)6315-2986/2987 传真: (0871)6315-2991

深圳

深圳市福田区天安数码城天展大厦1楼 F2.6-1C
邮政编码: 518040
电话: (0755)8340-2852 传真: (0755)8389-3100

长沙

湖南省长沙市芙蓉区解放西路188号国金中心T1大楼3115室
邮政编码: 410005

香港

香港九龙尖沙咀海洋中心1028室
SUITE 1028, OCEAN CENTRE, HARBOUR CITY,
TSIM SHA TSUI, KOW LOON, HONG KONG
电话: (00852)2375-4979 传真: (00852)2199-7438

用户服务热线电话: 800-8100439
400-6500439

本产品样本所宣传的内容, 以本版本为准
样本中的试验数据除注明外为本公司的试验数据

日本总公司工厂已通过ISO质量·环境管理体系的认证

注: 此样本所有信息仅供参考, 如有变动恕不另行通知