

紫外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

UV-087

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代表方法。

关键词: UV-2600i 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 $\phi 6\text{mm}$ ，完全符合国标要求；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代表方法。

■ 实验部分

1.1 仪器

岛津 UV-2600i、积分球附件 ISR-2600Plus、软性接触镜支架 (Contact Lens holder)

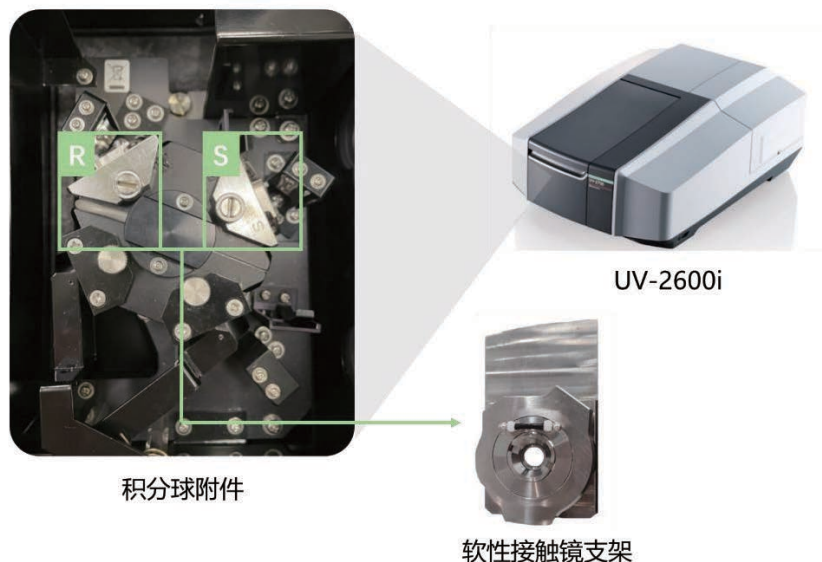


图 1 样品测试示意图

1.2 测试条件

波长范围：280nm~780nm

采样间隔：1nm

测试模式：透射

扫描速度：中速

狭缝宽：5nm

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

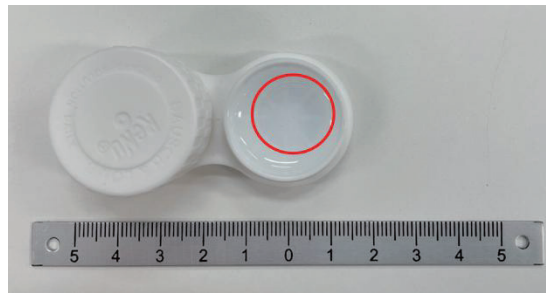


图 2 1# 隐形眼镜样品

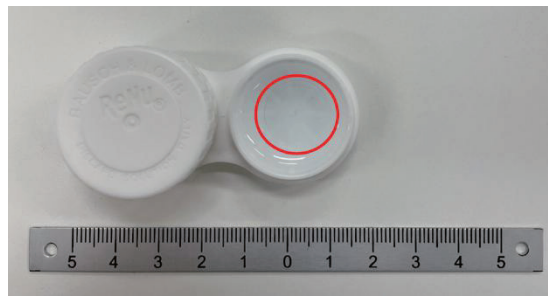


图 3 2# 隐形眼镜样品

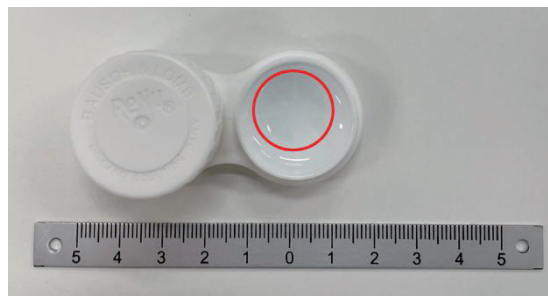


图 4 3# 隐形眼镜样品

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-2600i、积分球附件 ISR-2600Plus 测试隐形眼镜样品的透过率。

■ 结果与讨论

2.1 隐形眼镜样品的透过率光谱图

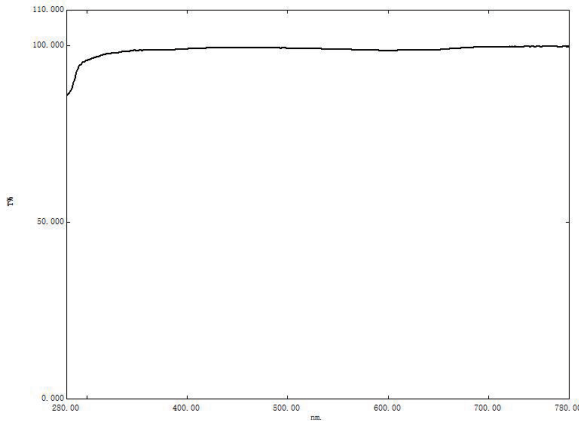


图 5 1# 隐形眼镜样品的透过率光谱

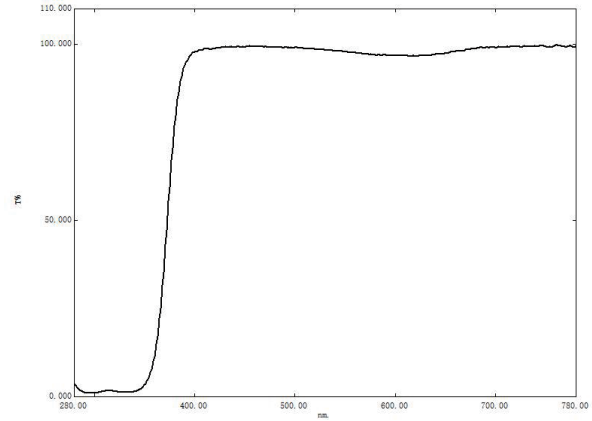


图 6 2# 隐形眼镜样品的透过率光谱

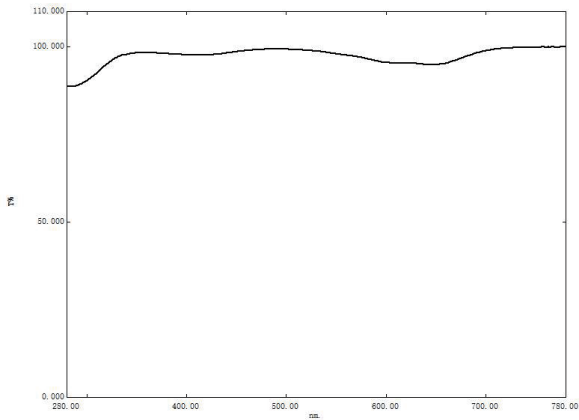


图 7 3# 隐形眼镜样品的透过率光谱

(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 10nm。

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 10nm。

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

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	
可见光谱平均透过率 $\bar{\tau}(\lambda_v)$ %	UV-A 段 τ_{UVA}	99.86	15.3	99.01
	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（280nm~380nm）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。

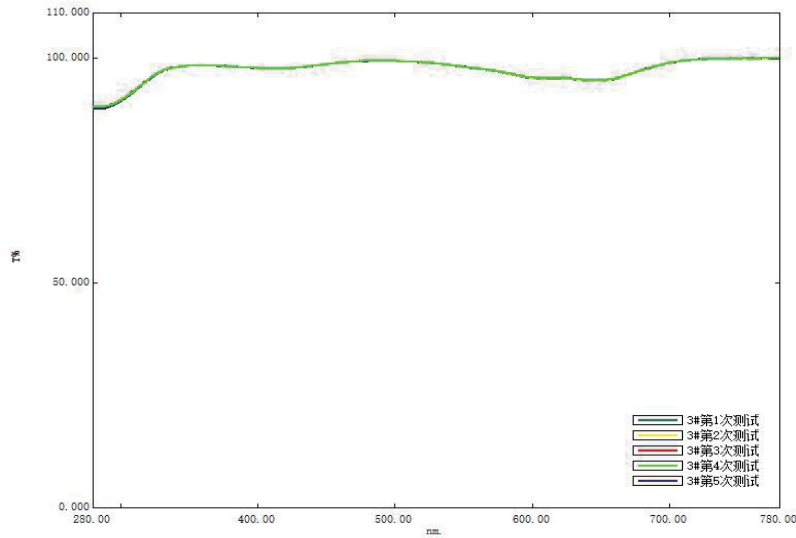


图 8 样品 3# 隐形眼镜重复测试 5 次的透过率光谱

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，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 T_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。

■ 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 $\phi 6\text{mm}$ ，完全符合国标要求；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表征方法。

岛津应用云

