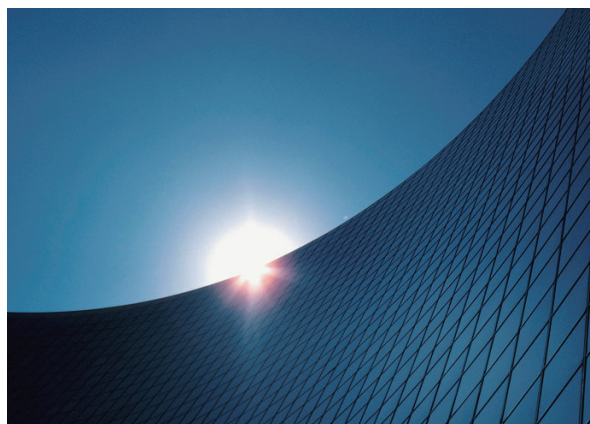


# 遮阳幕墙及光伏行业 光学性能检测解决方案



# 序 言

目前在世界性能源紧张的当今，节能已成为一种趋势，发展节能型遮阳玻璃，有效利用太阳能光伏，是高效利用、节约使用能源的一个重要课题。据调查，我国北方一些地区的采暖建筑，由于采用普通门窗，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，把握节能窗技术，发展节能型外窗，是有效利用、节约使用能源的一个重要课题，几乎所有的建筑师都希望能透过某种途径尽量减少建筑上的损失，以使建筑物的能耗尽量少。同时，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，可以避免阳光直射，使热量通过将明显减少。还可以避免产生眩光和房间局部过热，改善室内光环境质量，可见适当的建筑遮阳设计对减少太阳辐射、节约建筑能耗也是十分有效的。

针对目前一些建筑物能耗居高，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。目前针对此在建筑玻璃、遮阳幕墙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。

岛津公司作为全球著名的分析仪器厂商，根据国家及行业法规在建筑玻璃、遮阳幕墙及光伏行业相关标准，及时提供全面有效的解决方案。我们秉承岛津公司“为了人类和地球的健康”这一企业理念，为您奉上《遮阳幕墙及光伏行业光学性能检测解决方案》，希望我们的努力能为您带来有意的帮助。谢谢！

岛津企业管理（中国）有限公司

分析中心

2012年7月

# 目 录

|  |    |
|--|----|
| 1 前言                                       | 3  |
| 2 幕墙行业相关法规                                 | 4  |
| 3 幕墙行业应用数据集                                |    |
| 紫外可见近红外分光光度计测试遮阳装置的遮阳系数并评价建筑遮阳装置对市内热舒适性的影响 | 5  |
| 紫外可见近红外分光光度计测试建筑玻璃的遮蔽系数                    | 14 |
| 傅里叶变换红外光度计测试建筑玻璃的垂直辐射率                     | 17 |
| 紫外可见分光光度计测试镀膜玻璃的反射比和透射比                    | 20 |
| 紫外可见近红外分光光度计测试测试太阳能镀膜材料的透射率、反射率和雾度         | 22 |
| 紫外可见近红外分光光度计测试光伏材料的透射率和反射率                 | 25 |
| SolidSpec-3700测定饰面砖材料太阳能吸收比                | 29 |
| UV-3600测定平板型太阳能集热器的太阳吸收比及透射比               | 32 |

# 前 言

为适应高技术生态建筑的需要,各种高性能、高技术生态建筑幕墙及门窗系统和产品在国外已有广泛的应用,其中双层幕墙、遮阳系统,以及太阳能发电系统得到了重点的研究、开发和应用。

第一,双层幕墙(通道式幕墙)由于具有良好的热学性能,双层幕墙之间的通道提供了冷热气、内外空气流通的渠道,给遮阳系统置留了足够的空间,结合智能控制,因而给建筑物室内提供高舒适的环境,也提高了节能、通风、降噪、防尘功能,在许多高技术生态建筑中得到广泛的用。

第二,建筑遮阳系统也是高技术生态建筑的重要组成部分,建筑遮阳系统是阻止太阳热辐射直接影响室内环境的最有效方法,特别是建筑物外遮阳系统。在国外建筑遮阳系统已得到广泛的应用,连一些我们认为阳光并不充足的国家,都广泛地采用了遮阳系统。遮阳产品已从简单、固定的形式发展到遮阳角度可调可控,光线不仅可以被遮挡,有必要的时候也可以通过折射以提高室内的照度。

第三,利用太阳能进行发电,这是符合生态环境和可持续发展的要求,在建筑幕墙及门窗已有所应用。但由于晶体硅光伏电池的昂贵制造成本,使太阳能应用在建筑幕墙及门窗上未能广泛应用。随着非晶硅以及非晶硅涂于金属板上形成的光伏电池的生产技术的形成及产品的大量生产,造价的降低,使得我们有条件在设计大型金属屋顶时将其应用。

设计、制造和营造适应于高技术生态建筑的建筑幕墙及门窗,应不断的开发、应用各种符合生态环境的新材料、新结构,使建筑幕墙及门窗更能满足高技术生态建筑的要求。

本文依据建筑玻璃、遮阳以及光伏产品在设计、验收、安全性能、光学性能、舒适性能等方面,结合岛津光谱仪器开发了针对建筑玻璃遮阳幕墙及光伏行业的分析方法,汇编成了《遮阳幕墙及光伏行业光学性能检测解决方案》以帮助更多的客户熟悉、了解该行业标准以及遮阳幕墙及光伏行业光学性能检测方法。

# 幕墙行业相关法规

目前，建筑玻璃、遮阳以及光伏产品在设计、验收、安全性能、光学性能、舒适性能等方面都有比较全面的标准，检测方法的国标和行业标准如下：

- 1、JGJ/T 151《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》。
- 2、JGJ26-95《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》。
- 3、JGJ 134-2010 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准。
- 4、GB 50411-2007 建筑节能工程施工质量验收规范。
- 5、DBJ 15-65-2009 广东省建筑节能工程施工质量验收规范。
- 6、JGJ 113-2003 建筑玻璃应用技术规程。
- 7、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。
- 8、GB 15763.1-2001 建筑用安全玻璃 防火玻璃。
- 9、GB/T 18915.2-2002 低辐射镀膜玻璃。
- 10、GB 9962-1999 夹层玻璃。
- 11、GB/T 11944-2002 中空玻璃。
- 12、JGJ 237-2011 建筑遮阳工程技术规范。
- 13、JG/T 277-2010 建筑遮阳热舒适、视觉舒适性能与分级。
- 14、JG/T 280-2010 建筑遮阳产品遮光性能测试方法。
- 15、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（征求意见稿）。
- 16、JGJ 203-2010 民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范。
- 17、光伏发电工程验收规范（征求意见稿）。
- 18、被动太阳能建筑技术规范（征求意见稿）。
- 19、JGJ/T264-2012 光伏建筑一体化系统运行与维护规范（征求意见稿）。
- 20、超白浮法玻璃（征求意见稿）。
- 21、建筑用太阳能光伏夹层玻璃（征求意见稿）。
- 22、建筑用太阳能光伏中空玻璃（征求意见稿）。
- 23、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》。

# 幕墙行业光学应用数据集

## 紫外可见近红外分光光度计测试遮阳装置的遮阳系数并评价建筑遮阳装置对市内热舒适性的影响

**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，针对此有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、紫外线透射比以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. 检测方法

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、紫外线透射比以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

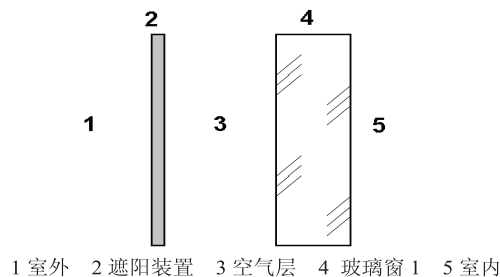


图1 外部遮阳装置的典型状态

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：

$$g_{tot} = \tau_{e,dir-h,B}g + \alpha_{e,dir-h,B} \frac{G}{G_2} + \tau_{e,dir-h,B}(1-g) \frac{G}{G_1} \quad \text{式中： } g_{tot} \text{ — 遮阳装置及玻璃窗结合体的太阳能总透射比；}$$

$\tau_{e,dir-h,B}$  — 遮阳装置的太阳光透射比；

$g$  — 玻璃窗太阳能总透射比；

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

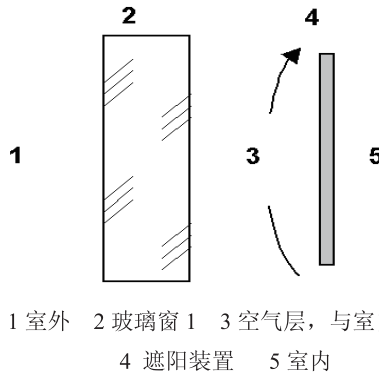
$\rho_{e,dir-h,B}$  — 遮阳装置太阳光直接照射面的太阳光反射比；

$G_1$  — 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：

$$g_{tot} = g(1 - g\rho_{e,dir-h,B} - \alpha_{e,dir-h,B} \frac{G}{G_2}) \quad \text{式中： } g_{tot} \text{ — 遮阳装置及玻璃窗结合体的太阳能总透射比；}$$

$g$  — 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；

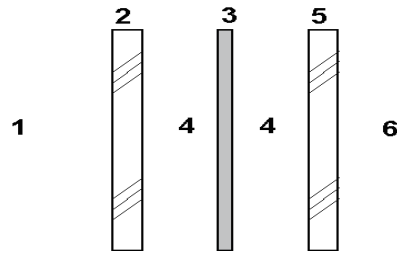
$$\alpha_{e,dir-h,B} = 1 - \tau_{e,dir-h,B} - \rho_{e,dir-h,B} ;$$

$\tau_{e,dir-h,B}$  — 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



1 室外 2 非镀膜单层玻璃 3 内置遮阳装置  
4 空气层 5 镀膜或非镀膜单层玻璃 6 室内

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:

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

$g_{tot}$  一遮阳装置及玻璃窗的太阳能总透射比;

$g$  一玻璃窗太阳能总透射比;

$\rho_{e,dir-h,B}$  一遮阳装置太阳光直接照射面的太阳光反射比;

$\tau_{e,dir-h,B}$  一遮阳装置的太阳光透射比;

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

$G_3$  一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 仪器

岛津UV-3600分光光度计

积分球附件

### 2.2 仪器条件和参数

谱带宽度: 20 nm

测定方式: 反射 (8度); 透过 (0度)

波长范围: 300~2500 nm

### 3. 样品测定

#### 3.1 透过率测定

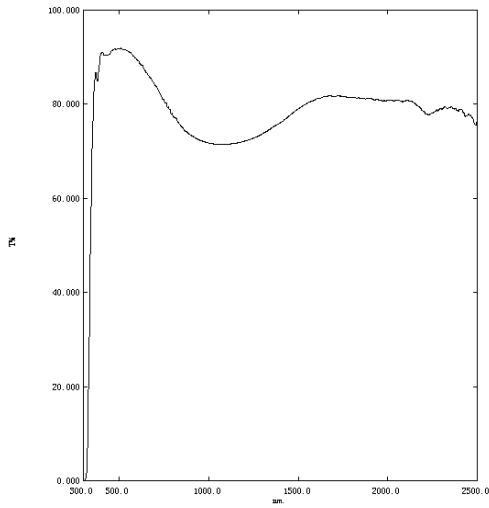


图4 玻璃1透射光谱图

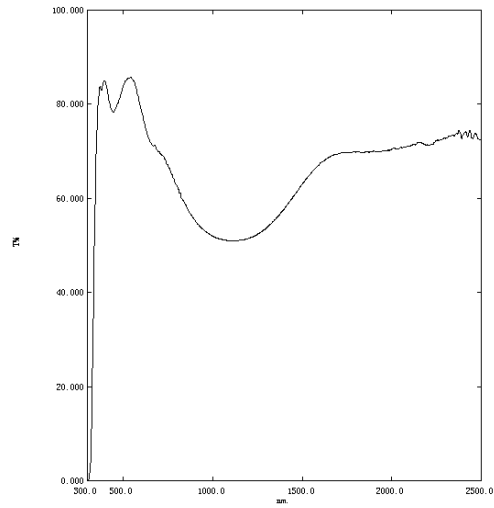


图5 玻璃2透射光谱图

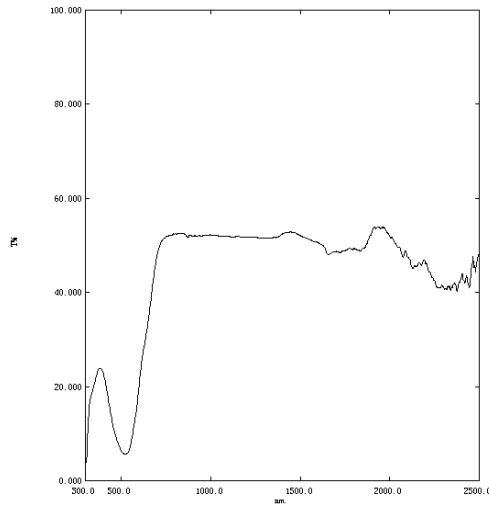


图6 遮阳布透射光谱图

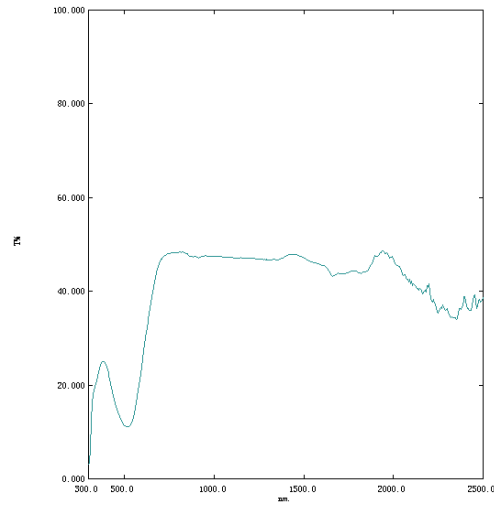


图7 遮阳布漫透射光谱图

#### 3.2 反射率测定

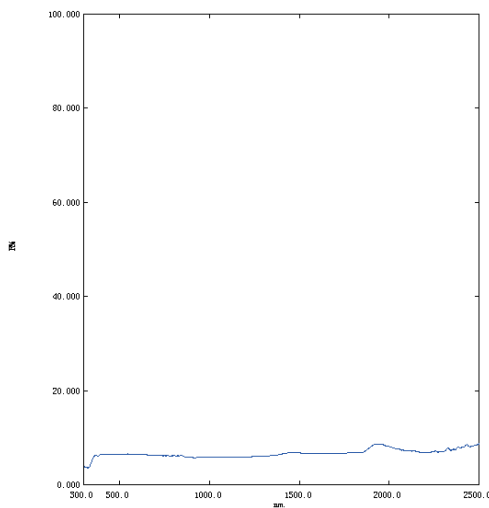


图8 玻璃1反射光谱图(外侧)

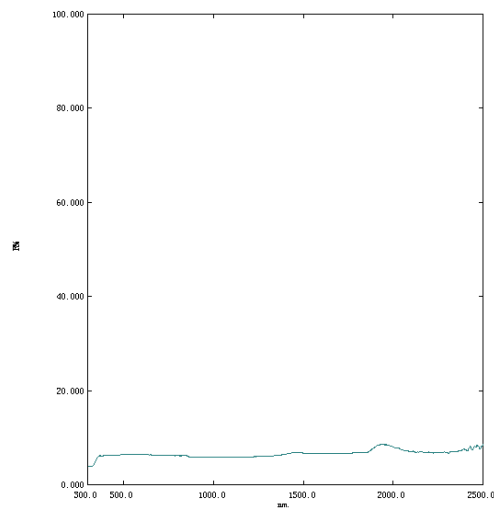


图9 玻璃1反射光谱图(内侧)

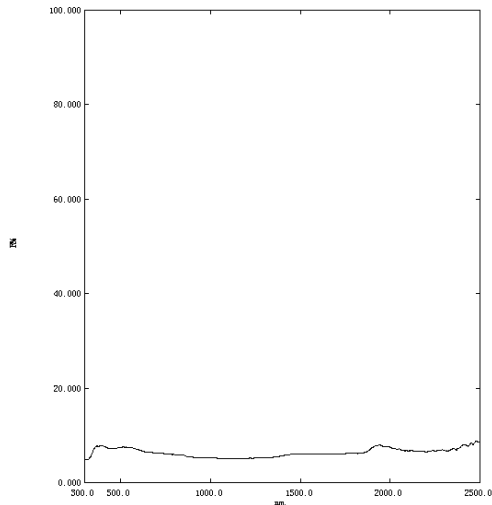


图 10 玻璃 2 反射光谱图（外侧）

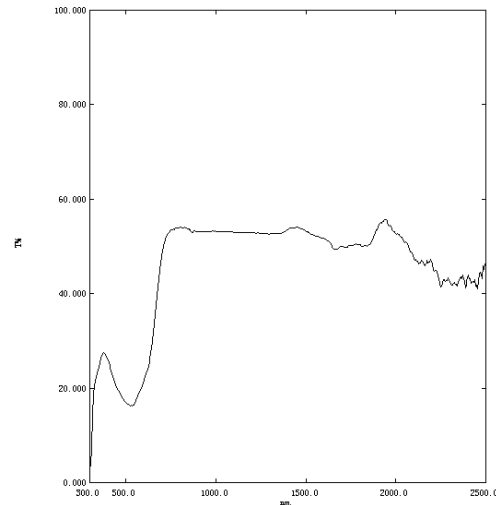


图 11 遮阳布反射光谱图

## 4. 计算结果

### 4.1 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、紫外线透射比以及相关窗玻璃参数的测定》

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

$g$  - 太阳能总透射比

$\tau_e$  - 试样的太阳光直接透射比, %

$q_{i, \text{tot}}$  - 试样向室内侧的二次传热系数, %

#### 4.1.1 单层窗:

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

$a_e$  - 太阳光直接吸收比

$h_i$  - 试样构件内侧表面的热传递系数,  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$

$h_e$  - 试样构件外侧表面的热传递系数,

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

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

$\rho_e$  - 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  $a_e = 0.1219$

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

$\varepsilon_i$  - 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  $\varepsilon_i$  取 0.83

计算得  $h_i = 8 \text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$

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

计算得该玻璃的太阳能总透射比  $g$  为: 0.8471

#### 4.1.2 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/m<sup>2</sup>.K;

h<sub>i</sub>, h<sub>e</sub> – 同单层窗,

可知 h<sub>i</sub>=8 W/m<sup>2</sup>.K

h<sub>e</sub>=23 W/m<sup>2</sup>.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, α<sub>e1(2)</sub>—双层窗玻璃构件第一或第二片玻璃的太阳光直接吸收比, %;

α<sub>1'2</sub>(λ)—双层窗玻璃构件第一片玻璃的太阳光光谱吸收比, %

α<sub>12'</sub>(λ)—双层窗玻璃构件第二片玻璃的太阳光光谱吸收比, %

α<sub>1</sub>(λ)—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, %

α<sub>1'</sub>(λ)—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, %

α<sub>2</sub>(λ)—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, %

—第一片玻璃的太阳光光谱透射比, %

ρ<sub>1</sub>(λ)—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, %

—第二片玻璃的太阳光光谱透射比, %

(λ)—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, %

ρ<sub>2</sub>(λ)—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<sub>λ</sub>—太阳光辐射相对光谱分布, 见GB/T2680表2或者表3

Δλ—波长间隔, nm

通过光谱图4, 5可以得到, 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 $\alpha_{e1}$ , 根据GB/T2680表2和上述方程式(1)(5)(6)计算 $\alpha_{e2}$ ,

得到

$$\alpha_{e1}=0.1943$$

$$\alpha_{e2}=0.1211$$

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

可以计算得到  $q_{i, \text{tot}}=0.1109$

根据GB/T 2680-94方程式(9)

$$\tau_e = \frac{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot \tau(\lambda) \cdot d_\lambda}{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot d_\lambda}$$

$$\approx \frac{\sum_{350}^{1800} S_\lambda \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{350}^{1800} S_\lambda \cdot \Delta\lambda}$$

$$\tau(\lambda) = \frac{\tau_1(\lambda) \cdot \tau_2(\lambda)}{1 - \rho'_1(\lambda)\rho_2(\lambda)}$$

$\tau(\lambda)$ —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

## 4.2 遮阳装置

$\rho_{e, \text{dir-h,B}}$ —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

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

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

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

### 4.3 模型计算

4.3.1 第一个模型：外部遮阳装置（单层窗）  $g_{tot} = \tau_{e,dir-h,B}g + \alpha_{e,dir-h,B} \frac{G}{G_2} + \tau_{e,dir-h,B}(1-g) \frac{G}{G_1}$  其

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

根据资料可查单层钢铝窗户传热系数6.4K(W/m².K)（或者根据GB/T8484测试方法进行测试U<sub>g</sub>），可以得到G=2.642

$$\text{最后, 计算 } g_{tot} = \tau_{e,dir-h,B}g + \alpha_{e,dir-h,B} \frac{G}{G_2} + \tau_{e,dir-h,B}(1-g) \frac{G}{G_1} = 0.3860 \times 0.8471 + 0.4237 \times (2.642 \div 18)$$

$$+ 0.3860 \times (1 - 0.8471) \times (2.642 \div 6) = 0.4152$$

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

$$= 0.4901$$

4.3.2 第二个模型：内部遮阳装置（单层窗）

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

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

根据资料可查单层钢铝窗户传热系数6.4K(W/m².K)（或者根据GB/T8484测试方法进行测试U<sub>g</sub>），可以得到G=4.721

最后，计算

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

$$= 0.8471 \left( 1 - 0.8471 \times 0.1903 - 0.4237 \times (4.721 \div 18) \right)$$

$$= 0.6164$$

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

$$= 0.6164/0.8471$$

$$= 0.7277$$

4.3.3 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<sub>g</sub>），可以得到G=2.043

最后，计算

$$g_{tot} = \tau_{e,dir-h,B}g + g(\alpha_{e,dir-h,B} + \rho_{e,dir-h,B}(1-g)) \frac{G}{G_3} = 0.3860 \times 0.6888 + 0.6888 \times (0.4237 + 0.1903(1 -$$

$$0.6888)) \times (2.043 \div 3) = 0.4924$$

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

$$= 0.4924/0.6888$$

$$= 0.7149$$

#### 4.3.4 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  $\tau_{e,dir-h,B}$ ,  $\tau_{e,n-n}$  为0.0382

## 5. 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。

表 1 评价标准

|                | 1                        | 2                               | 3                               | 4                               | 5                     |
|----------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 分级             | 影响<br>很小                 | 影响<br>较小                        | 影响<br>中等                        | 影响<br>较大                        | 影响<br>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

|          | $g_{tot}$<br>影响 | $q_{i,tot}$<br>影响 | $\tau_{e,n-n}$<br>影响 | FC |
|----------|-----------------|-------------------|----------------------|----|
| 第一<br>模型 | 0.4152          | 0.0315            | 0.0382               | 影响 |
|          | 影响              | 影响                | 影响                   | 较小 |
|          | 较小              | 较大                | 很大                   |    |
| 第二<br>模型 | 0.6164          | 0.0315            | 0.0382               | 影响 |
|          | 影响              | 影响                | 影响                   | 很小 |
|          | 很小              | 较大                | 很大                   |    |
| 第三<br>模型 | 0.4924          | 0.1109            | 0.0382               | 影响 |
|          | 影响              | 影响                | 影响                   | 较小 |
|          | 较小              | 中等                | 很大                   |    |

## 6. 结论

使用岛津UV-3600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测试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）。

日射透射率测定软件的特点有：1)可制作用户独立的加权系数法，并可计算此加权系数表作为文件保存；2)变更标准试样可进行再计算；3)色彩计算上用户可制作独立的照明，用户制成的照明可作为文件保存；4)可通过白板修正进行高精度计算，白板的反射率数据可作为文件保存；5)可图示色度坐标。

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。

**关键词：**紫外可见分光光度计 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 仪器装置

Shimadzu UV-3600

镜反射测定装置（入射角5°）

日射透射率测定软件

### 1.2 测定条件

狭缝宽度：8.0 nm

测定方式：透过；反射（镜反射测定装置）

波长范围：300~2500 nm

## 2. 样品测试

### 2.1 透过率测定

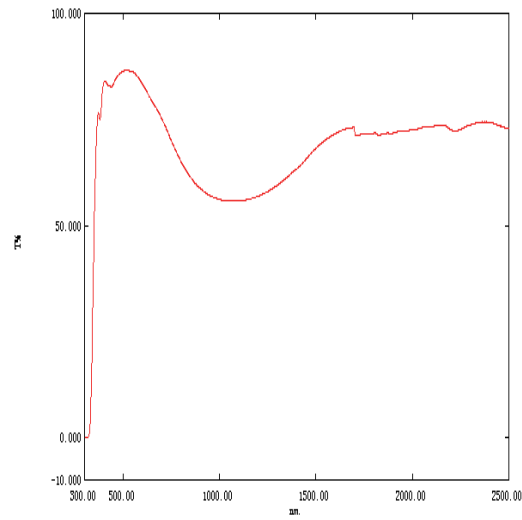


图1 某玻璃透射光谱图

### 2.2 反射率测定

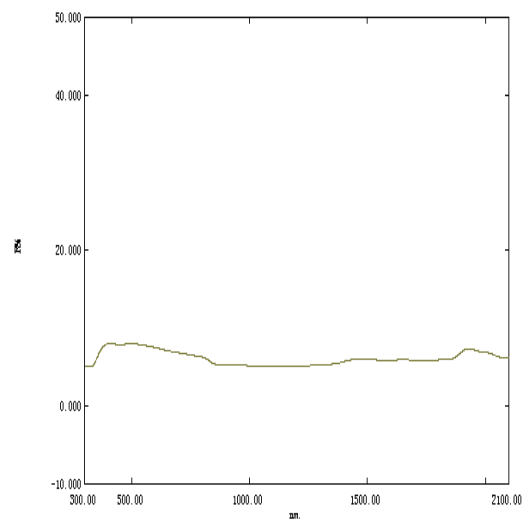


图2 某玻璃反射光谱图

## 3. 测定结果

岛津公司日射透射率测定软件可以直接给出 $t_e$ 和 $\rho_e$

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, 其理论值取88.9%

$g$  – 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,  $W/m^2.K$

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

$h_e$  – 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

$\rho_e$  – 太阳光直接发射比, 软件直接给出

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

$\varepsilon_i$  – 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 $\rho_e$ 可以通过软件直接得到,  $\varepsilon_i$ 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   | $\tau_v$ | $\tau_e$ | $\rho_e$ | $g$    | $Se$   |
|-------|----------|----------|----------|--------|--------|
| Glass | 0.8597   | 0.7296   | 0.0667   | 0.7822 | 0.8799 |

注:

$\tau_v$ —可见光透射比;  $\tau_e$ —太阳光透射比

$\rho_e$ —太阳光反射比;  $g$ —太阳能总透射比;  $Se$ —遮蔽系数

#### 4. 结论

使用岛津UV-3600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。

# 傅里叶变换红外光度计测试建筑玻璃的垂直辐射率

**摘要：**傅立叶变换红外光谱仪（FTIR）与传统的色散型红外分光光度计相比，具有更高的灵敏度和更高的波数精度。近年来FTIR技术在诸多领域广泛应用，而各种附件的出现及发展更加拓宽了FTIR分析的测试范围。SRM-8000A是镜反射装置，测试方法是FTIR特有的分析方法，对于建筑玻璃反射率的测定能得到很好的结果。

本文以实际测定为例，介绍了岛津FTIR-8400S和RSM-8000A附件以及IRSolution软件测定建筑玻璃反射率，并根据GB/T 2680-94计算建筑玻璃的垂直辐射率。

**关键词：**傅里叶变换红外光谱仪 镜反射附件 建筑玻璃 垂直辐射率

玻璃作为透明材料被广泛应用于建筑、交通运输、船舶、航空、制冷等行业，它不仅是良好的透明材料，也是一种良好的热导性材料。不管玻璃被应用于哪个领域，通过玻璃进行热传导都会发生，而透过玻璃的热传导大部分是能量损失。例如，在建筑上使用的普通平板玻璃所发生的能量损失所占的比例很大，据资料介绍普通玻璃应用于建筑上，有1/3能量是通过玻璃的传导而损失的。目前在世界性能源紧张的今天节能已成为一种趋势，减少通过玻璃的能量损失越来越被建筑师和建筑使用者所重视，几乎所有的建筑师都希望能透过某种途径尽量减少建筑上的损失，以使建筑物的能耗尽量少。

自然界中热量的传递通常有三种形式：对流、辐射和传导。由于玻璃是透明材料，通过玻璃的传热除上述三种形式外还有太阳能量以光辐射形式的直接透过。衡量通过玻璃进行能量传播的参数有热传导率及K值（在美国称为U值）、太阳能透过率、遮蔽系数、相对热增益等。K值是玻璃的传导热、对流热和辐射热的函数，它是这三种热传方式的综合体现。其中，辐射率越低通过玻璃表面发生的辐射损失越少，玻璃的节能效果越好。

## 1. 实验部分

### 1.1 仪器装置

Shimadzu IRAffinity-1

镜反射测定装置

### 1.2 测定条件

波长范围：4000 ~ 400  $\text{cm}^{-1}$  分辨率：8  $\text{cm}^{-1}$  扫描次数：20

切趾函数：Happ-Genzel 检测器：DLATGS

## 2. 样品测试

### 2.1 反射率测定

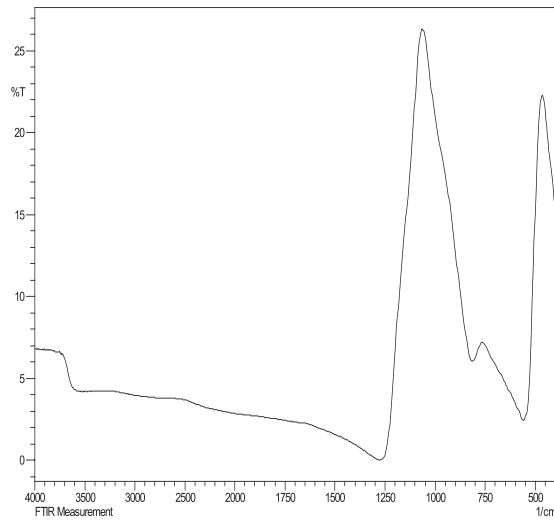


图1 玻璃的反射光谱图

表1 反射率测定数据

| 波长, $\mu\text{m}$ | $G_\lambda$ | $\rho_n$  | 波长, $\mu\text{m}$ | $G_\lambda$ | $\rho_n$  |
|-------------------|-------------|-----------|-------------------|-------------|-----------|
| 4.5               | 0.0053      | 3.135821  | 15.0              | 0.0281      | 5.132366  |
| 5.0               | 0.0094      | 2.860022  | 15.5              | 0.0266      | 4.595373  |
| 5.5               | 0.0143      | 2.570678  | 16.0              | 0.0252      | 4.118519  |
| 6.0               | 0.0194      | 2.279220  | 16.5              | 0.0238      | 3.664047  |
| 6.5               | 0.0244      | 1.768432  | 17.0              | 0.0225      | 3.147111  |
| 7.0               | 0.0290      | 1.161902  | 17.5              | 0.0212      | 2.646739  |
| 7.5               | 0.0328      | 0.413117  | 18.0              | 0.0200      | 2.471999  |
| 8.0               | 0.0358      | 0.348167  | 18.5              | 0.0189      | 3.109529  |
| 8.5               | 0.0379      | 10.568745 | 19.0              | 0.0179      | 5.631238  |
| 9.0               | 0.0393      | 20.024345 | 19.5              | 0.0168      | 10.532866 |
| 9.5               | 0.0401      | 25.942370 | 20.0              | 0.0159      | 15.610191 |
| 10.0              | 0.0402      | 20.951590 | 20.5              | 0.0150      | 19.531354 |
| 10.5              | 0.0399      | 17.636539 | 21.0              | 0.0142      | 21.655594 |
| 11.0              | 0.0392      | 13.797961 | 21.5              | 0.0134      | 22.275116 |
| 11.5              | 0.0382      | 9.728209  | 22.0              | 0.0126      | 21.571563 |

|      |        |          |      |        |           |
|------|--------|----------|------|--------|-----------|
| 12.0 | 0.0370 | 6.589621 | 22.5 | 0.0119 | 20.490091 |
| 12.5 | 0.0356 | 6.308231 | 23.0 | 0.0113 | 19.279649 |
| 13.0 | 0.0342 | 7.169646 | 23.5 | 0.0107 | 18.319192 |
| 13.5 | 0.0327 | 6.821275 | 24.0 | 0.0101 | 17.231724 |
| 14.0 | 0.0311 | 6.132867 | 24.5 | 0.0096 | 16.008879 |
| 14.5 | 0.0296 | 5.619247 |      |        |           |

根据GB/T 2680-94垂直辐射率的计算公式：

$$a_n = 1 - t_h - \rho_h$$

$$\approx 1 - \rho_h$$

$$\rho_h \approx \sum G_{\lambda} \cdot \rho(\lambda)$$

得：  $a_n = 1 - \sum G_{\lambda} \cdot \rho(\lambda)$

可以计算出：

玻璃的垂直辐射率为 0.9028，（ $\rho_h = 0.0972$ ）

### 3. 结论

使用岛津FTIR-8400S和SRM-8000A可以方便准确地测定建筑玻璃中红外波段的反射光谱图，使用IRSolution软件可以直接得到玻璃样品不同波数下的反射率，根据国标公式和常数可以算出建筑玻璃的垂直辐射率，对于评价建筑玻璃的性能有很好的指导意义。

# 紫外可见分光光度计测试镀膜玻璃的反射比和透射比

**摘要：**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。日光透射软件是岛津公司推出的一个紫外分光光度计用软件，它是根据JIS标准来计算日光透射（反射）和可见光透射（反射）的，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，介绍了岛津UV-3600和镜面反射附件测定市面上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。

**关键词：**镜反射附件 玻璃 反射比 透射比

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。其中，光学性能包括可见光透射比、可见光反射比、紫外线透射比、太阳能透射比等。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。但是一直以来，相关权威检测机构虽然都能够对贴膜产品进行检测，但这些机构无法做出是否合格的结论，因为这个领域没有国家标准。对玻璃贴膜光学性能的要求比较多，高质量的膜，紫外线阻隔率一般不低于98%，高的可达100%；透光度在85%以上较为适宜；质量好的汽车防爆膜还能反射红外线，一般还规定汽车玻璃贴膜的可见光反射率不得超过10%。

## 1. 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。

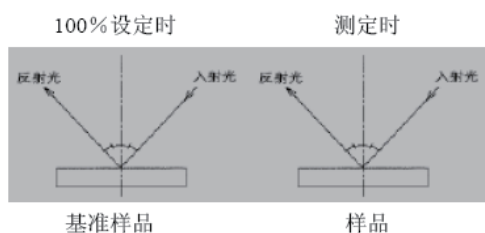


图1 相对反射测定

## 2. 实验部分

### 2.1 仪器装置

Shimadzu UV-3600 ;

UVProbe软件；日光透射软件

### 2.2 测试条件

狭缝宽度：8.0 nm

附件：镜反射附件（入射角 $5^{\circ}$ ）

测定方式：反射（镜反射附件）；透过

波长范围：280 ~ 2500 nm

### 3 样品测试

#### 3.1 玻璃贴膜的透过率测定

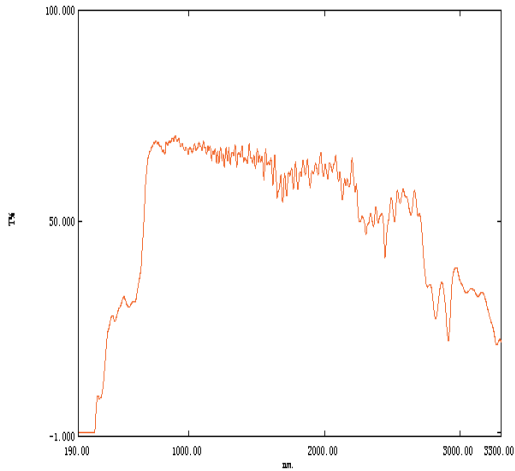


图1 贴膜1透射率

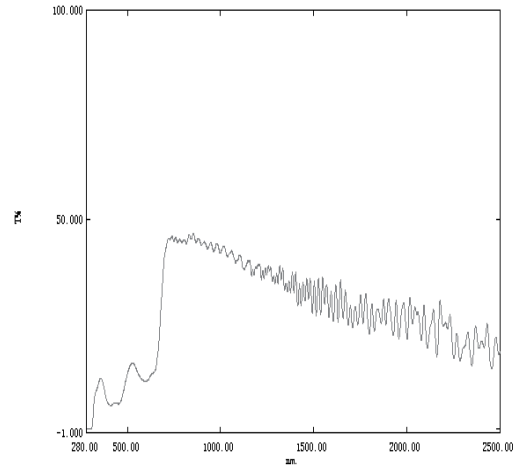


图2 贴膜1透射率

#### 3.2 玻璃贴膜的反射率测定

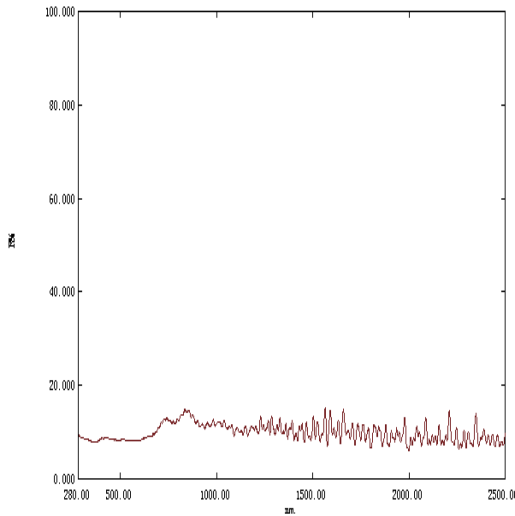


图3 贴膜1反射率

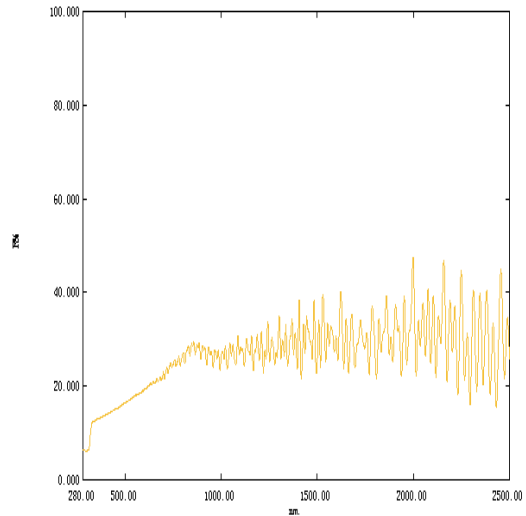


图4 贴膜2反射率

### 4. 计算结果

表 1 测试结果

| 样品名称 | Pe     | Pv     | te     | tv     |
|------|--------|--------|--------|--------|
| 贴膜 1 | 10.295 | 8.339  | 51.683 | 30.984 |
| 贴膜 2 | 23.303 | 10.087 | 20.037 | 13.127 |

注: te (pe) 是太阳光透射 (反射) 比

tv (pv) 是可见光透射 (反射) 比

### 5. 结论

使用岛津UV-3600和镜反射附件可以方便地测定汽车玻璃贴膜的紫外-可见-近红外波段的透过及反射光谱, 日光软件可以方便的计算其日光和可见光透射比和反射比, 对于汽车玻璃贴膜光学性能检测有很好的意义。

# 紫外可见近红外分光光度计测试测试太阳能镀膜材料的透射率、反射率和雾度

**摘要：**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。本文以实际测定为例，介绍了岛津UV-3600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。

**关键词：**紫外可见分光光度计 积分球附件 太阳能镀膜材料 透射率 反射率 雾度

太阳能资源开发利用的前景广阔。中国光伏发电产业于20世纪70年代起步，经过30多年的努力，已迎来了快速发展的新阶段。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。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、可透过近红外线，远红外线的透过率高等。

## 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。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。

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。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的百分率表示。

雾度测定时，使用积分球附件测定样品透过率。分别测定不拿掉S（样品池）对面的硫酸钡白板和拿掉S（样品池）对面的硫酸钡白板的透过率值，然后计算样品的雾度。

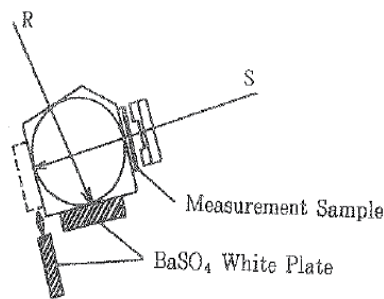


图1 雾度测定原理图

## 2. 实验部分

### 2.1 仪器测量参数

采样间隔：1.0 nm

仪器装置：Shimadzu UV-3600

附件：积分球

### 2.2 测定条件

波长范围：200~2600 nm（透射和反射）；

400~2600 nm（雾度）

扫描速度：快速

采样间隔：1.0 nm

狭缝宽：5 nm

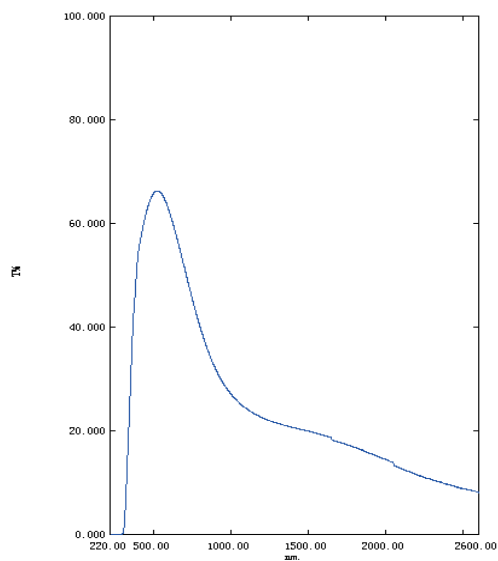
S/R 转换：正常（透过）；

相反（积分球5°反射）

## 3. 测定应用实例

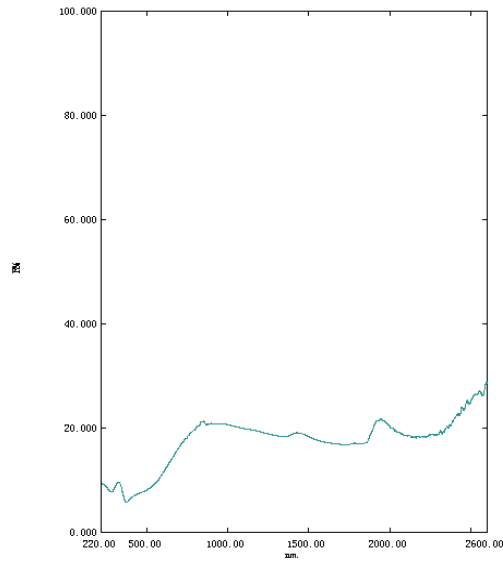
### 3.1 透过率测定

紫外可见分光光度计主机测定透过率时，采用空气作参比，光谱图如下：



### 3.2 反射率测定

积分球测定反射率时，采用5°反射，采用硫酸钡白板作参比，光谱图如下：



### 3.3 雾度测定

紫外可见分光光度计主机和积分球雾度测定时，采用空气作参比，光谱图如下

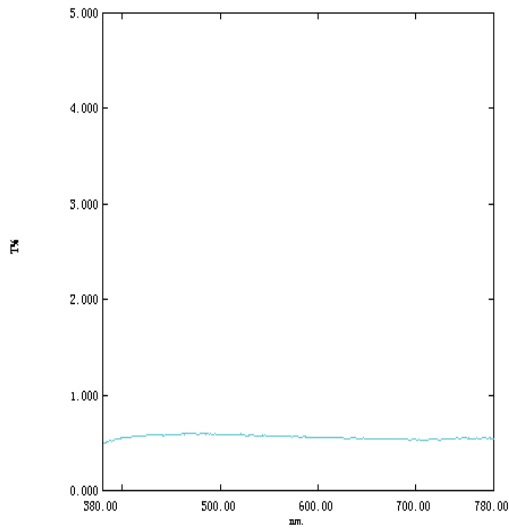


图 4 散射光谱图（即拿掉 S 对面的白板）

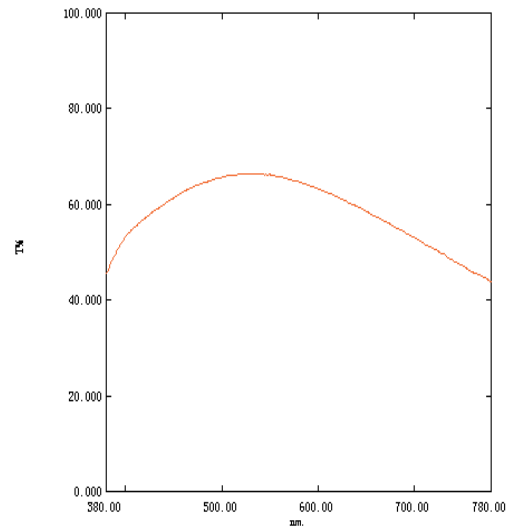


图 5 透射光谱图（即拿掉 S 对面的白板）

根据公式  $Haze = \tau_{V散} / \tau_{V透}$

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

计算得到雾度为88%。

## 4. 结论

使用岛津UV-3600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指导意义。

# 紫外可见近红外分光光度计测试光伏材料的透射率和反射率

**摘要：**光伏产业链工艺中的多晶硅原料、硅系列太阳能电池片、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-3600/SolidSpec-3700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：

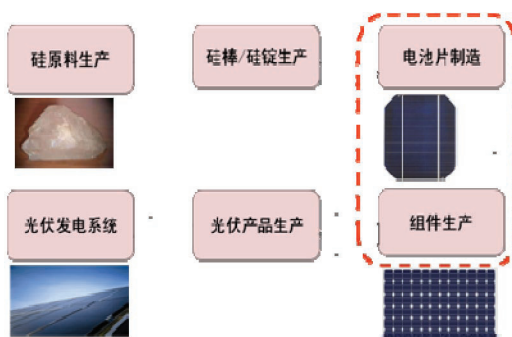


图1 光伏产业链

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0.25-2.5 $\mu\text{m}$ 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 $\epsilon \approx 0$ （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UV-3600和ISR-3100积分球

### 1.2 分析条件

波长范围：250 ~2500 nm

扫描速度：快速

采样间隔：5.0 nm

测定方式：透射率/反射率

狭缝宽：20 nm

光源改变波长：360 nm

检测器转换波长：830 nm和1650 nm

光栅转换波长：830 nm

## 2. 结果

### 2.1 透过率测定

(1) EVA薄膜和玻璃盖板的透过率光谱图

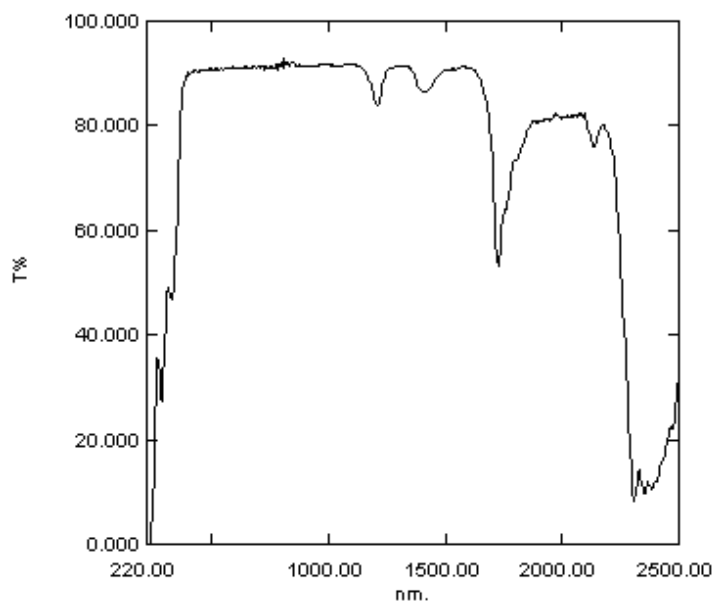


图1 EVA薄膜的透过率光谱图

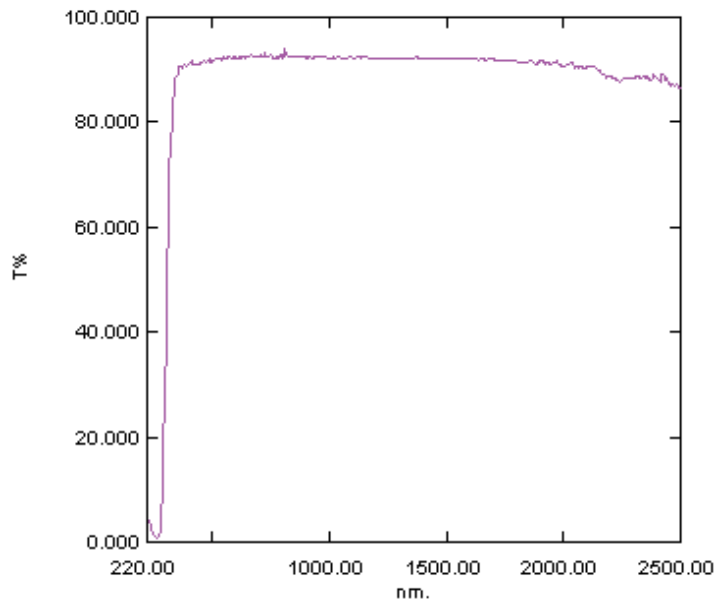


图2 玻璃盖板的透过率光谱图

## 2.2 反射率测定

(1) 镀膜玻璃和硅片的反射率光谱图

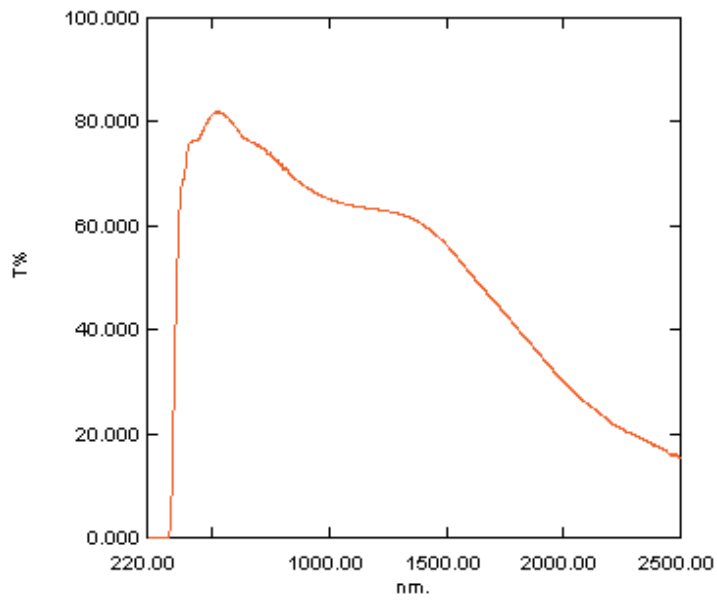


图3 镀膜玻璃的反射率光谱图

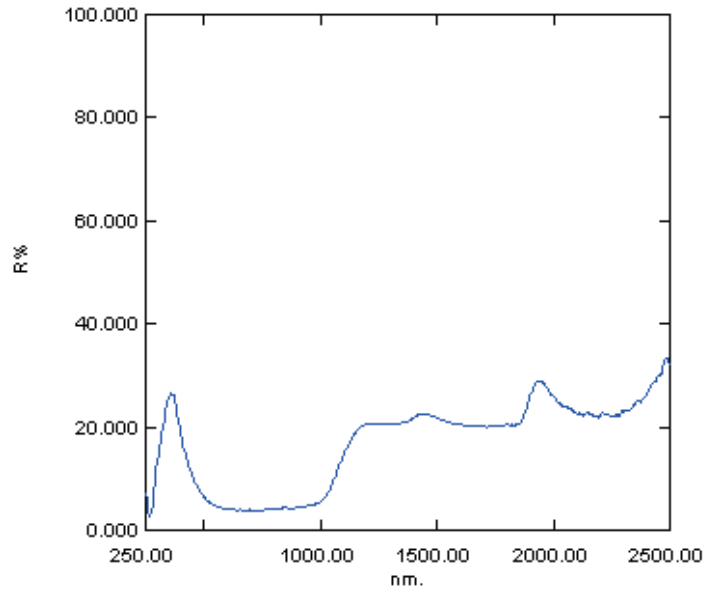


图4 硅片的反射率光谱图

### 3. 结论

使用岛津UV-3600和ISR-3100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。

# 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 仪器配置

岛津SolidSpec-3700

### 1.2 测量原理

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。

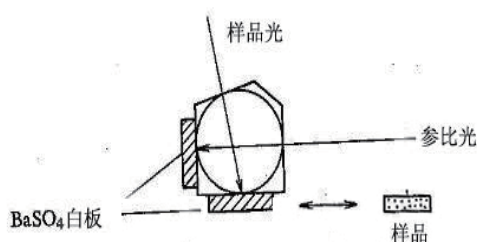


图 1 积分球测量原理示意图

### 1.3 测量参数

波长范围：300 ~ 2500 nm

扫描速度：高速

采样间隔：0.1nm

狭缝：12 nm

测定方式：反射率

光栅转换波长：720 nm

光源转换波长：310 nm

S/R转换：相反

检测器转换波长：870 nm与1650 nm

## 2. 结果

### 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:

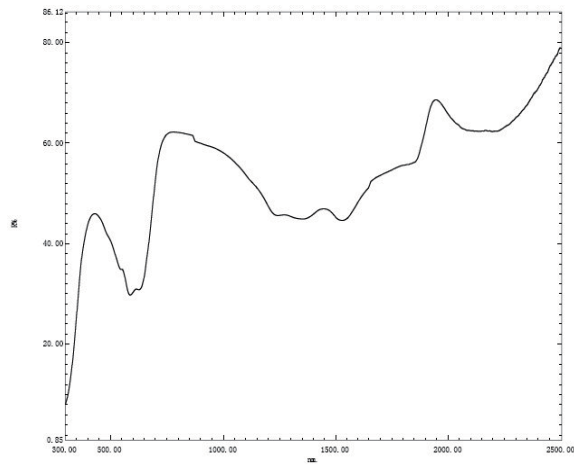


图2 蓝色饰面砖反射率光谱图

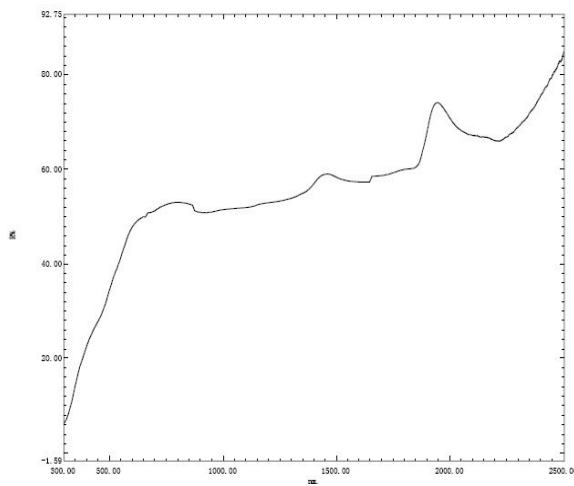


图3 黄色饰面砖反射率光谱图

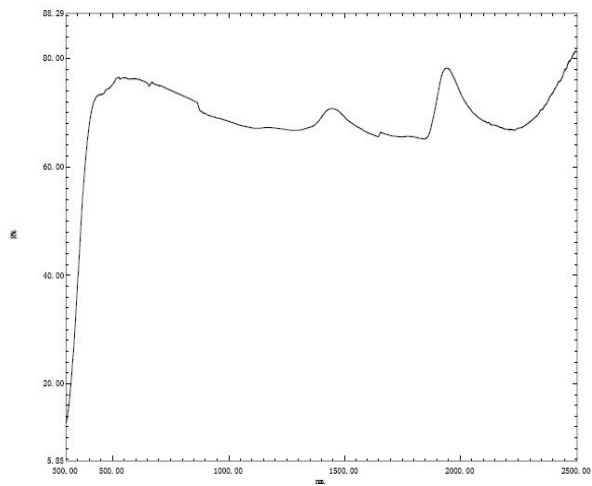


图4 白色饰面砖反射率光谱图

## 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 $\lambda_i$ 处，标准白板的光谱反射比；

$\rho(\lambda_i)$ ——在波长 $\lambda_i$ 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300nm~2500nm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。

# UV-3600测定平板型太阳能集热器的太阳吸收比及透射比

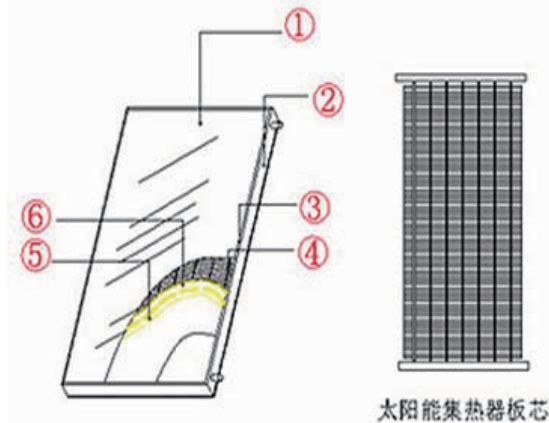
**摘要：**本文根据GB/T 6424-2007《平板型太阳能集热器》国家标准，利用岛津UV-3600分光光度计和积分球附件装置对集热器的透射比和反射率进行了测定，并计算其太阳吸收比，对平板型太阳能集热器性能评价起到很好的指导意义。

**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

Shimadzu UV-3600;

UVProbe软件;

积分球ISR-3100附件装置

### 1.2 实验条件

波长范围: 300 nm-2500 nm

扫描速高: 高速

采样间隔: 0.1 nm

狭缝: 12 nm

测定方式: 反射率

光栅转换波长: 720 nm

光源转换波长: 310 nm

检测器转换波长: 870 nm与1650 nm

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：

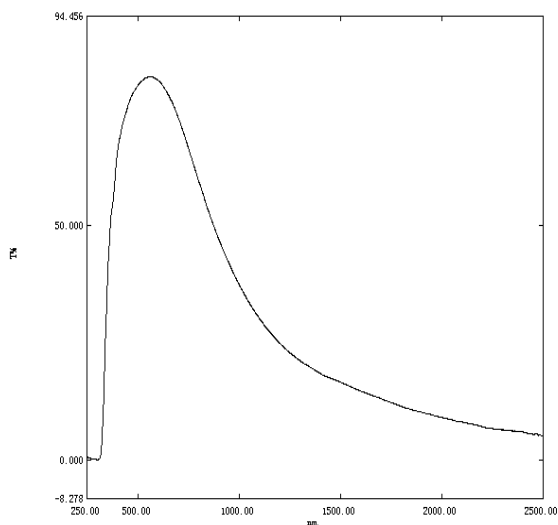


图2 玻璃盖板的透射光谱图

## 2.2 吸热板芯的反射率测定

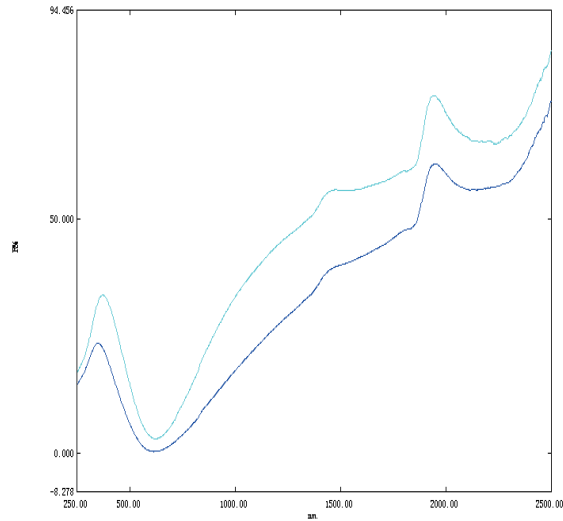


图3 两种吸热板芯的反射谱图

太阳吸收比 $\alpha$ 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：

$$\alpha = 1 - \rho$$

$\rho$ —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；

$E_{\lambda}$ —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；

$\lambda$ —波长，单位为微米 ( $\mu m$ )

其中，先采用内延法将 $E_{\lambda}$ 数据处理后再参与计算。计算结果如下表：

| 样品名            | 样品 1 | 样品 2 |
|----------------|------|------|
| 太阳吸收比 $\alpha$ | 0.77 | 0.86 |

## 总结

使用岛津UV-3600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。

## ⊕ 岛津企业管理（中国）有限公司 / 岛津（香港）有限公司

### 北京

北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14F  
邮政编码：100020  
电话：(010) 8525-2310/2312  
传真：(010) 8525-2326/2329

### 上海

上海市淮海西路570号红坊E楼  
邮政编码：200052  
电话：(021) 2201-3888  
传真：(021) 2201-3555

### 沈阳

沈阳市和平区南京北街161号嘉润·东方香榭里大厦C座14层  
邮政编码：110001  
电话：(024) 2383-6735  
传真：(024) 2383-6378

### 四川

成都市锦江区创意产业商务区三色路38号博瑞创意成都B座12层  
邮政编码：610015  
电话：(028) 8619-8421/8422  
传真：(028) 8619-8420

### 武汉

武汉市汉口建设大道568号新世界国贸大厦I座41层4116室  
邮政编码：430022  
电话：(027) 8555-7910  
传真：(027) 8555-7920

### 广州

广州市流花路109号之9达宝广场703-706室  
邮政编码：510010  
电话：(020) 8710-8603  
传真：(020) 8710-8698

### 西安

西安市南二环西段88号老三届世纪星大厦24层G座  
邮政编码：710065  
电话：(029) 8838-6016  
传真：(029) 8838-6497

### 乌鲁木齐

乌鲁木齐市黄河路26号新疆鸿福大酒店A座802室  
邮政编码：830000  
电话：(0991) 589-0271/0272  
传真：(0991) 589-0273

### 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) 315-2987  
传真：(0871) 315-2991

### 南京

南京市中山南路49号商茂世纪广场23层A1室  
邮政编码：210005  
电话：(025) 8689-0278  
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室  
邮政编码：400010  
电话：(023) 6380-6057/6058  
传真：(023) 6380-6551

### 深圳

深圳市福田区福华一路98号卓越大厦15楼1号  
邮政编码：518040  
电话：(0755) 8340-2852  
传真：(0755) 8389-3100

### 香港

Suite 1028, Ocean Centre, Harbour City,  
Tsim Sha tsui, Kowloon, Hong-Kong  
电话：(00852) 2375-4979  
传真：(00852) 2199-7438



本公司三条工厂获得 ISO 认证

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

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

注：此样本所有信息仅供参考，如有变动恕不另行通知  
印刷日期：2012年7月