

ICS 81.040.01
CCS Q 33



中华人民共和国国家标准

GB/T 40415—2021

建筑用光伏玻璃组件透光率测试方法

Determination of light transmittance for the photovoltaic glass module used
in building

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类	1
5 测试环境及仪器要求	4
6 试样	5
7 组件基础透光率测试方法	5
8 组件透光率测试方法	6
9 测试报告	7

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国建筑用玻璃标准化技术委员会(SAC/TC 255)归口。

本文件起草单位：中国建材国际工程集团有限公司、深圳市标准技术研究院、中建材蚌埠玻璃工业设计研究院有限公司、成都中建材光电材料有限公司、深圳市创益智慧制造有限公司、北京联合荣邦新能源科技有限公司、广东华矩检测技术有限公司、北京金茂绿建科技有限公司、凯盛光伏材料有限公司、水发能源集团有限公司、玻璃新材料创新中心(安徽)有限公司、秦皇岛玻璃工业研究设计院有限公司、水发兴业能源(珠海)有限公司。

本文件主要起草人：彭寿、马立云、李淳伟、傅干华、孙韵琳、邢宝山、陶立纲、陈勇、孔健、赵立、张超、杨舸、官敏、殷新建、潘锦功、徐根保、郑清涛、周吉祥、李学勇、罗多、张玲、李春喜、魏晓俊、盖琳琳、王益群、李杨、王伟、温利峰、贾立丹、胡露、蒋猛、赵雷。



建筑用光伏玻璃组件透光率测试方法

1 范围

本文件给出了建筑用光伏玻璃组件的分类,规定了透光率测试的环境及仪器要求、试样、基础透光率测试方法、透光率测试方法和测试报告。

本文件适用于有采光要求的建筑用非中空平面型光伏玻璃组件透光率的测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2680 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏玻璃组件 photovoltaic glass module

由玻璃、光伏电池、封装材料、汇流条、绝缘胶带、引出端等材料组成,具有发电功能的产品。

3.2

组件基础透光率 light transmittance of the transparent area in the module

组件中透光区域在可见光波段(380 nm~780 nm)的透射比。

3.3

透光区域面积比 ratio of the transparent area to the total area of the module

组件中透光部分区域面积占组件全部面积的比例。

3.4

组件透光率 light transmittance of the photovoltaic glass module used in building

组件的可见光透射比。

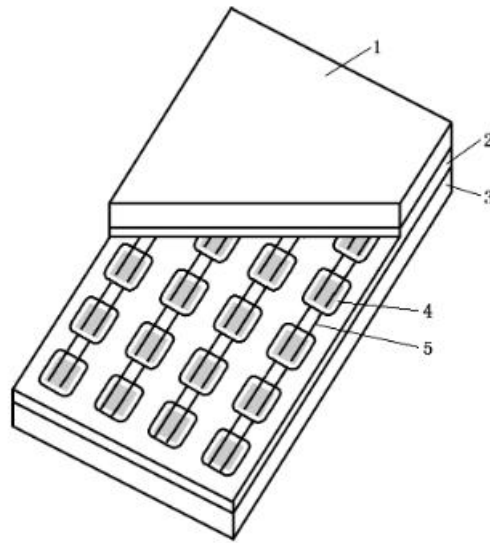
注:组件透光率为组件基础透光率和组件透光区域面积比的乘积。

4 分类

根据组件实现透光方式的不同,可将组件分为以下三类。

a) 间距型组件

晶硅或薄膜电池间相互联结并封装在玻璃内部形成的,且电池间有相当间距使组件可以透光的组件,如图1所示。



标引序号说明：

1——上盖板玻璃；

2——封装膜；

3——下盖板(玻璃或其他透明材料)；

4——电池；

5——汇流条。

图 1 间距型组件结构图

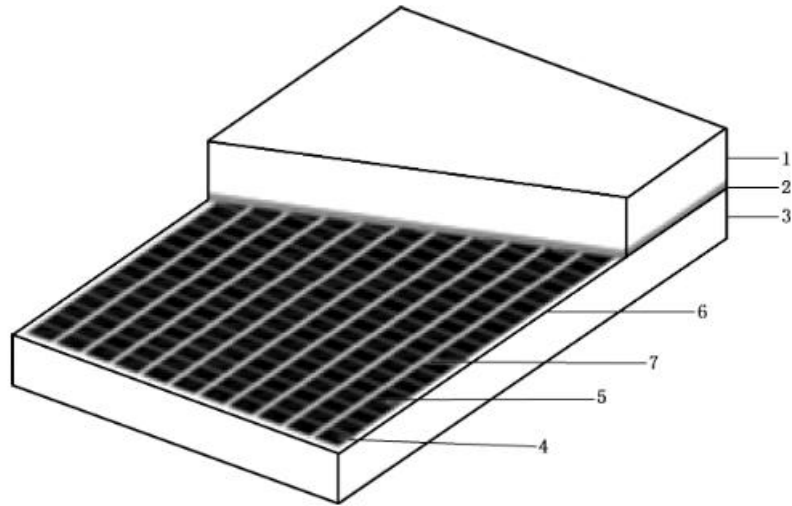
b) 刻蚀型组件

不透光的薄膜电池在完成后用激光或机械的方式在垂直于薄膜电池互联线的方向将部分区域的薄膜电池刻蚀掉后再封装在玻璃中形成的组件,主要结构如图 2 和图 3 所示。在沉积电池所用基板玻璃作为下盖板时,如铜钢镓硒组件,则该组件称为底衬式刻蚀型组件。在沉积电池所用基板玻璃作为上盖板时,如碲化镉组件,则该组件称为顶衬式刻蚀型组件。由于部分薄膜电池被刻蚀掉,组件可以透光。

c) 自透型组件

在薄膜光伏玻璃组件生产过程中采用很薄的基体材料如碲化镉、铜钢镓硒、非晶硅等薄膜,且前后电极均可以透光的薄膜光伏玻璃组件,其结构和图 2 类似,但由于使用了较薄的基体材料和透明电极,组件自身可以透光,不需要额外的激光或机械刻蚀工艺。





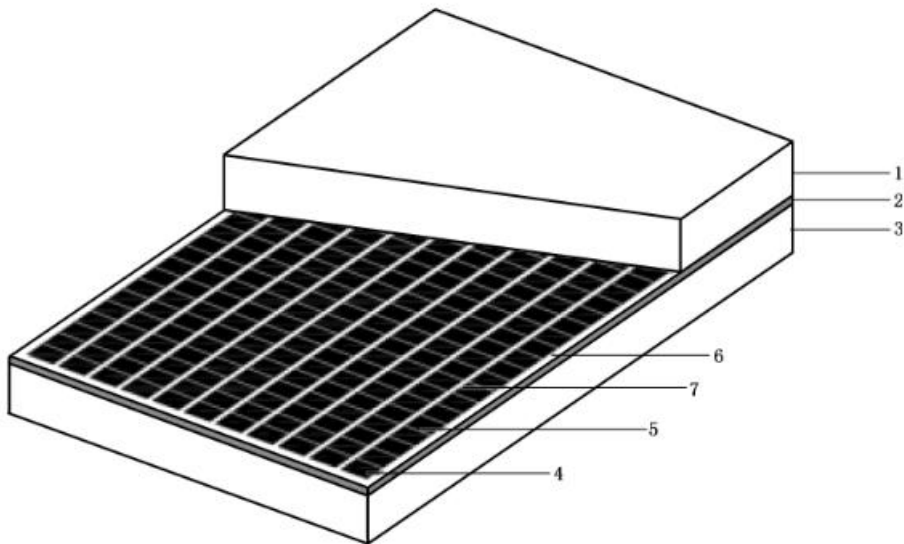
标引序号说明：

- 1——上盖板玻璃；
- 2——封装膜；
- 3——下盖板玻璃；
- 4——薄膜电池；

- 5——薄膜电池互联线；
- 6——边缘绝缘区域；
- 7——激光或机械刻蚀后透光区域。



图 2 底衬式刻蚀型组件结构图



标引序号说明：

- 1——上盖板玻璃；
- 2——封装膜；
- 3——下盖板玻璃；
- 4——薄膜电池；

- 5——薄膜电池互联线；
- 6——边缘绝缘区域；
- 7——激光或机械刻蚀后透光区域。

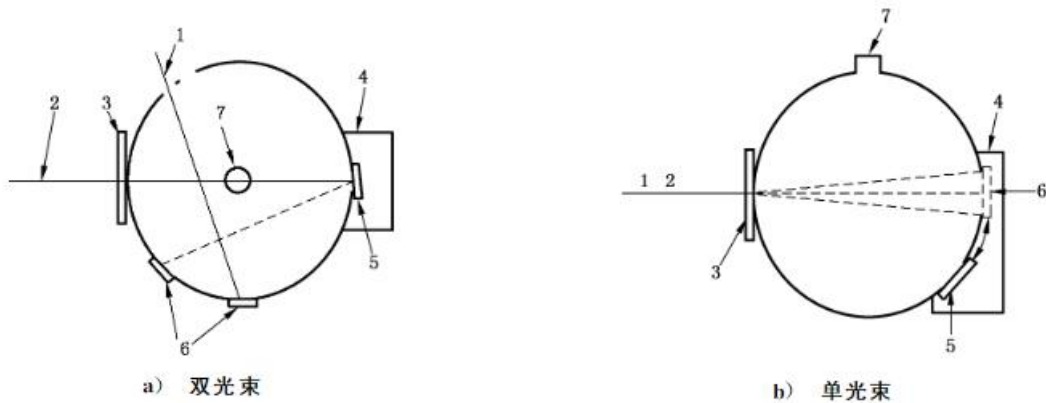
图 3 顶衬式刻蚀型组件结构图

5 测试环境及仪器要求

5.1 仪器要求

测试仪器要求如下：

- a) 稳定的光源系统；
- b) 单色器；
- c) 能够产生波长和强度相同平行光的系统；
- d) 拥有光电探测器和入射口的积分球，宜采用直径不小于 250 mm 或相当精度的积分球，当选用其他尺寸的积分球时，所有积分球开口的面积之和应小于积分球内表面积 的 4%；积分球参考如图 4 所示；
- e) 长度测量工具。



标引序号说明：

- | | |
|----------|-----------|
| 1——参比光束； | 5——标准白板； |
| 2——样品光束； | 6——白板； |
| 3——测试样品； | 7——光电探测器。 |
| 4——光陷阱； | |

图 4 积分球示意图

5.2 光源

光源要求如下：

- a) 波长范围：380 nm~780 nm；
- b) 波长间距：10 nm；
- c) 波长准确度： ± 0.5 nm；
- d) 光度测量准确度应不超过 1%，精确度应不超过 0.5%。

5.3 照明和探测的几何条件

光谱透射比测定过程中，照明光束的光轴与试验表面法线的夹角应不超过 10° ，照明光束中任一光线与光轴的夹角应不超过 3° 。

5.4 环境温度和湿度

测试时，环境温度维持在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，环境湿度保持在 25%~55% 的相对湿度范围内。

5.5 其他要求

在使用单光束一起测量透射比并要达到较高精确度时,宜使用双光束仪器校准过的标准板。

6 试样

6.1 试样的一般要求

试样的一般要求如下。

- a) 试样表面应无灰尘、油污等污染物。
- b) 试样不应有影响材料性能的缺陷,也不应有对研究造成偏差的缺陷。
- c) 基础透光率测试用试样:
 - 对于间距型建筑用光伏玻璃组件,基础透光率测试用试样采用同材质的盖板和背板(如组件中含钢化玻璃,则钢化玻璃用同材质和同工艺生产的未钢化玻璃代替)进行层压封装后切割形成;试样不包含电池、汇流条、接线盒和组件边缘封装区域;
 - 对于刻蚀型建筑用光伏玻璃组件,基础透光率测试用试样和刻蚀型建筑用光伏玻璃组件工艺一样;如刻蚀型建筑用光伏玻璃组件含钢化玻璃,则在基础透光测试用试样中采用同材质和同工艺生产的未钢化玻璃来代替钢化玻璃;试样不包含汇流条、接线盒和组件边缘封装区域;试样中薄膜电池用刻蚀工艺全部刻蚀掉;
 - 对于自透型建筑用光伏玻璃组件,基础透光率测试用试样和自透型建筑用光伏玻璃组件工艺一样;如自透型建筑用光伏玻璃组件含钢化玻璃,则在基础透光测试用试样中采用同材质和同工艺生产的未钢化玻璃来代替钢化玻璃;基础透光率测试用试样不包含汇流条、接线盒和组件边缘封装区域。自透型建筑用光伏玻璃组件薄膜电池区域外,如边缘封装区域,也为透光区域,则这些区域也要相应制样。

6.2 试样形状和尺寸

组件基础透光率测试用试样,其试样尺寸应大到可以遮盖住积分球的入口窗,建议试样为 100 mm×100 mm 的方块。

6.3 试样数量

无其他特殊要求下,每组三个试样。

6.4 标样要求

采用空气层作为参比标样。

7 组件基础透光率测试方法

7.1 组件基础透光率按 GB/T 2680 描述的方法测定。

7.2 选取组件基础透光率测试用试样,按照表 1 的要求,测量 $\tau_1(\lambda)$ 和 $\tau_2(\lambda)$,测量时样品受光面背朝积分球。根据公式(1)计算样品的透射比 $T(\lambda)$ 。绘制曲线,得到样品可见光光谱透射比。

$$T(\lambda) = \frac{\tau_2(\lambda)}{\tau_1(\lambda)} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$T(\lambda)$ —— 样品的可见光光谱透射比;



$\tau_2(\lambda)$ —— 透过试样的总透射光通量；
 $\tau_1(\lambda)$ —— 入射光通量。

表 1 测试中试样和标准白板放置关系

参数	试样	标准白板	测量值
$\tau_1(\lambda)$	无	有	入射光通量
$\tau_2(\lambda)$	有	有	透光试样的总透射光通量

根据公式(2)计算样品的基础透光率 T_0 。

$$T_0 = \frac{\int_{380}^{780} D_\lambda \times T(\lambda) \times V(\lambda) \times d\lambda}{\int_{380}^{780} D_\lambda \times V(\lambda) \times d\lambda} \approx \frac{\sum_{380}^{780} D_\lambda \times T(\lambda) \times V(\lambda) \times \Delta\lambda}{\sum_{380}^{780} D_\lambda \times V(\lambda) \times \Delta\lambda} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- T_0 —— 样品的基础透光率；
- D_λ —— 标准照明体 D_{65} 的相对光谱功率分布，相关信息见表 2；
- $T(\lambda)$ —— 样品的可见光光谱透射比；
- $V(\lambda)$ —— 明视觉光谱光视效率；
- $\Delta\lambda$ —— 波长间隔，此处为 10 nm。

表 2 标准照明体 D_{65} 的相对光谱功率分布 D_λ 与明视觉光谱光视效率 $V(\lambda)$ 和波长间隔 $\Delta\lambda$ 相乘

λ nm	$D_\lambda \times V(\lambda) \times \Delta\lambda$	λ nm	$D_\lambda \times V(\lambda) \times \Delta\lambda$	λ nm	$D_\lambda \times V(\lambda) \times \Delta\lambda$
780	0.000 0	640	1.381 0	500	3.349 1
770	0.000 00	630	2.081 2	490	2.133 6
760	0.000 1	620	3.150 2	480	1.518 9
750	0.000 8	610	4.849 1	470	0.985 0
740	0.002 1	600	5.354 2	460	0.666 3
730	0.003 5	590	8.330 6	450	0.419 2
720	0.005 7	580	7.899 4	440	0.227 4
710	0.014 6	570	8.689 1	430	0.094 8
700	0.027 6	560	9.430 6	420	0.035 2
690	0.053 6	550	9.807 7	410	0.010 3
680	0.125 5	540	9.442 7	400	0.003 0
670	0.248 5	530	8.799 0	390	0.000 5
660	0.461 2	520	7.052 3	380	0.000 0
650	0.807 0	510	6.139 3		

7.3 组件的基础透光率取三个样品的基础透光率加权平均值。

8 组件透光率测试方法

8.1 组件基础透光率

根据第 7 章所述方法测量样品的基础透光率。



8.2 组件透光率

8.2.1 利用长度测量工具,测量组件的总面积 S (有边框的情况下含边框面积)和透光区域总面积 S_1 。根据公式(3)计算组件透光区域面积比 η 。

$$\eta = \frac{S_1}{S} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- η —— 组件透光区域面积比;
- S_1 —— 组件透光区域总面积;
- S —— 组件总面积。

8.2.2 根据公式(4)计算组件透光率 T 。

$$T = T_0 \times \eta \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- T —— 组件透光率;
- T_0 —— 组件基础透光率;
- η —— 组件透光区域面积比。

8.2.3 对于薄膜电池区域外(如边缘封装区域)透光区域的自透型建筑用光伏玻璃组件,在计算组件透光率时,要分别测量透明薄膜电池区域的基础透光率 T_{01} 和透明薄膜区域外透光区域的基础透光率 T_{02} ,并测量透明薄膜电池区域透光面积比 η_1 和透明薄膜区域外透光区域透光面积比 η_2 ,根据公式(5)计算出组件透光率 T 。

$$T = T_{01} \times \eta_1 + T_{02} \times \eta_2 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

- T —— 组件透光率;
- T_{01} —— 透明薄膜电池区域基础透光率;
- η_1 —— 透明薄膜电池区域透光面积比;
- T_{02} —— 透明薄膜电池区域外透光区域基础透光率;
- η_2 —— 透明薄膜电池区域外透光区域透光面积比。

9 测试报告

测试报告应包含以下内容:

- a) 本文件编号;
- b) 试样名称;
- c) 试样来源;
- d) 试样尺寸、厚度;
- e) 测试仪器;
- f) 测试人员;
- g) 测试日期;
- h) 其他必要说明。