

【建筑光学】公众号 ARCHITECTURAL OPTICS

原创文章汇编

主编：许海凤

撰稿：苑静 吴筱 钟星辉 武文杰等

编辑：魏薇

顾问：张喆民 黄达泉 王威

扫描二维码关注公众号



C 公司简介 Company Profile

科学为本 务实创新 诚信于人 协同发展

■ 专注光学 ■

北京奥博泰科技有限公司为国家高新技术企业，专业从事建筑光学、物理光学、光电技术方面的技术研究与产品研发，具有近百人的专业技术、制造与服务团队。在建筑节能方面，致力于建筑节能检测仪器的研发生产与服务。

研究方向：

- 建筑节能玻璃生产过程光学性能检测与质量控制
- 建筑节能玻璃的成品光热性能检测技术与仪器
- 幕墙与门窗玻璃的现场光热参数检验技术与仪器
- 绿色建筑舒适度、节能性能检测与网络监测

主编参编 建筑玻璃行业相关标准：

- GB 50033-2013 建筑采光设计标准
- GB/T 9086-2007 用于色度和光度测量的标准白板
- GB/T 36142-2018建筑玻璃颜色及色差的测量方法
- GB/T 36261-2018建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法
- GB/T 36405-2018平板玻璃应力检测方法
- GB/T 36403-2018 红外光学玻璃红外透过率测试方法 傅里叶变换法
- JJF (建材) 153-2018建筑玻璃用分光光度计校准规范
- JJF (建材) 154-2018建筑玻璃用便携式测色仪校准规范
- JC/T 2304-2015 建筑用保温隔热玻璃技术条件
- JC/T 782-2017玻璃纤维增强塑料可见光透射比试验方法
- JC/T 2450-2018 被动房透明部分用玻璃
- GSB 02-3411-2017 低辐射镀膜玻璃 (Low-E玻璃) 光热参数标准样品
- GSB 02-3413-2017 镀膜玻璃可见光反射比标准样品
- GSB 02-3414-2017 镀膜玻璃可见光透射比标准样品
- HB002-2014 被动式低能耗建筑透明部分用玻璃



门窗幕墙玻璃性能

传热系数

- 普通中空玻璃
- Low - E中空玻璃
- 三玻两腔Low - E中空玻璃

光热参数

- 可见光透射比 τ_v , 可见光反射比 ρ_v
- 光热比LSG
- 红热热能总透射比 g_{IR}
- 太阳能总透射比 g
- 遮阳系数Sc

颜色色差

- 玻璃透、反射颜色
- 玻璃偏角色差

钢化应力

- 钢化玻璃定性鉴别
- 钢化玻璃应力定量测试：不仅可测表面应力值，还可测厚度方向压应力和张应力分布曲线

玻璃结构

- 每片玻璃及每层腔体厚度
- Low - E判别，辐射率测量

氩气含量

量化品质
Quantify Quality 质



GlasSmart1000
便携式节能玻璃现场综合测试系统



GlassMeter800
中空玻璃辐射率测量仪



GlassMeter800K
中空玻璃传热系数测量仪



CRM Of Glass
玻璃国家标准样品



GlassMeter100
中空玻璃测厚仪



GlassQ
手持宽光谱测色仪



GlasStress SCALP
便携式智能应力分析仪



SG980
钢化玻璃鉴别仪

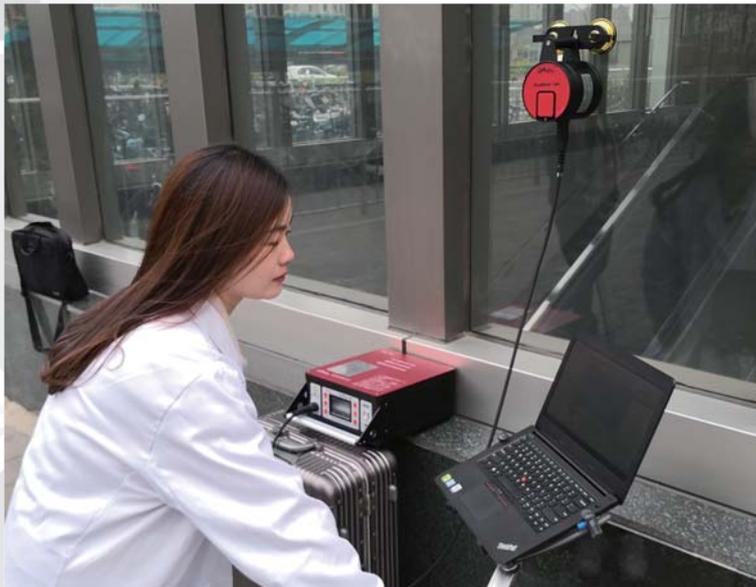


SPARKLIKE
惰性气体分析仪

尽显精彩
Discover Color 彩

慧眼1000 便携式节能玻璃现场综合测试系统

符合标准：GB/T 36261-2018建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法。
ISO 9050, ISO 10292, ISO 15099, GB/T 2680, GB/T 22476, EN673, JGJ151。

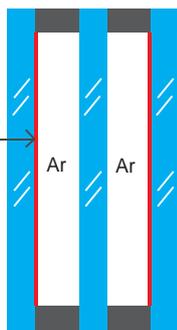


慧眼1000-国际领先的检测技术
看透玻璃，告诉您是否真的节能
整体、无损、快速检测
已上墙玻璃可测
玻璃的保温隔热性能全参数检测

了解详细信息

可检测指标

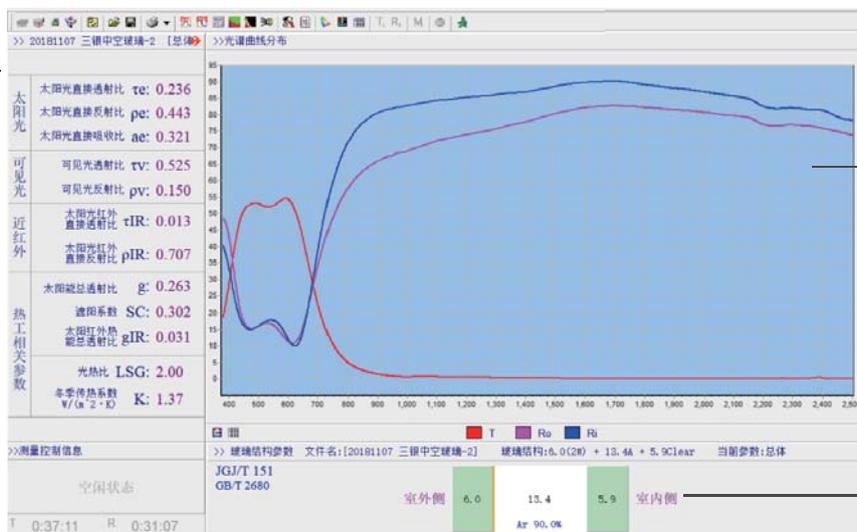
- Low - E膜的位置
- Low - E膜辐射率



- 传热系数K
- 可见光透射比 τ_v
- 可见光反射比 ρ_v
- 遮阳系数Sc
- 太阳能总透射比g
- 每片玻璃厚度
- 整体厚度
- 腔体厚度
- 光热比LSG
- 太阳红外热能总透射比 g_{IR}

光热全参数测试结果

显示所有
光热参数



GlasSpec2500 建筑玻璃阳光波段分光光度计

满足标准：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》。



快速测量明室操作

宽光谱300~2500nm分光光谱测量

无需拆解直测中空玻璃

内置标准样片，方便快捷



了解详细信息

GlasSpec2500建筑玻璃可见近红外分光光度计用于快速测量建筑玻璃300~2500nm波长范围的光谱透射比和光谱反射比，并能对测量结果进行数据存盘、数据打印。

GlasSpec2500可见近红外分光光度计是专门为玻璃行业设计的实用快速测量仪器，不仅可以测量单片玻璃的光学参数，而且可以直接测量中空玻璃的光学参数，无需破坏中空玻璃结构，满足生产厂家和质检部门测量的需要。

特性

- 自主知识产权专利产品；
- 光谱分光测量，无运动部件，测量速度快、寿命长，满足大批量测量要求；
- 可直接测量大尺寸中空玻璃，无需破坏中空玻璃结构；
- 一次测量即可得到透射比反射比结果。

附加功能

中空玻璃计算软件：本计算软件可以方便的由两片单片玻璃数据计算中空玻璃整体数据，即中空玻璃合成计算；也可由中空玻璃整体及一片单片数据计算另一片数据，即中空玻璃解析计算。

GLASS-Q

手持宽光谱测色仪

用于小样片、大板、中空、整板玻璃的均匀性、透射、反射、光谱颜色测量。

符合标准：GB/T 2680，GB/T 3977，GB/T 3978，ISO 9050，ISO 10526，ISO 10527。



更宽光谱 更多选择 可测透射

小样片、大板、中空、整板
均匀性、透射、反射、分体测量



了解详细介绍

手持透反射光谱测色仪是首款专门针对节能玻璃幕墙、门窗玻璃等设计的，测量玻璃光谱透反射比及色差的专用手持仪器。它可用于镀膜玻璃制造商以及质量机构、监理、业主检测现场的已安装玻璃和节能玻璃深加工企业的生产过程及现场测量。

适用受众：镀膜玻璃制造商、节能玻璃深加工企业、幕墙公司、监理、质检机构

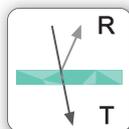
主要功能：380nm~1000nm透射光谱、反射光谱；

可见光反射比、Yxy、CIE L*a*b*、色差；

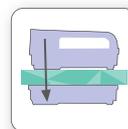
可见光透射比、Yxy、CIE L*a*b*、色差。

特性

- 可直接测量中空玻璃整体透反射光谱
- 可测量已安装玻璃及大板面玻璃的透射性能
- 宽光谱测量
- 配合计算机端测量管理及颜色分析软件
- 同步数据存储，提高车间质量管理水平



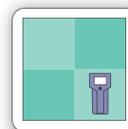
玻璃透反射比



分体透射测量



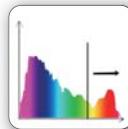
可测中空玻璃



已安装玻璃测量



辨别真伪



宽光谱测量



颜色分析软件



大容量电池

GlassMeter800K 中空玻璃传热系数测量仪

符合标准：GB 11614《平板玻璃》；GB/T 11944《中空玻璃》；

GB/T 36261 建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法。



集多功能于一身
可测厚度、膜面位置、传热系数
测量速度快

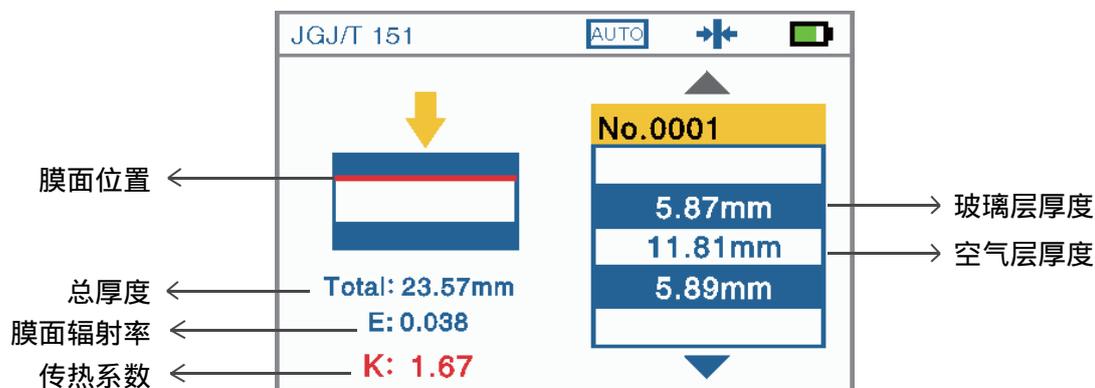


了解详细信息

特性

- 快速直测Low-E中空玻璃传热系数；
- 智能控制，自动测量，适合对幕墙玻璃进行现场测量；
- 可准确测量多腔中空玻璃的玻璃及中空腔厚度，并识别Low-E膜面位置及辐射率；
- 便携式仪器，可充电锂电池供电。

软件界面图



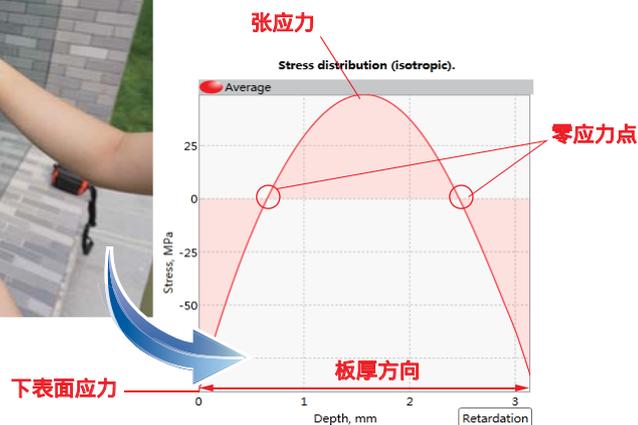
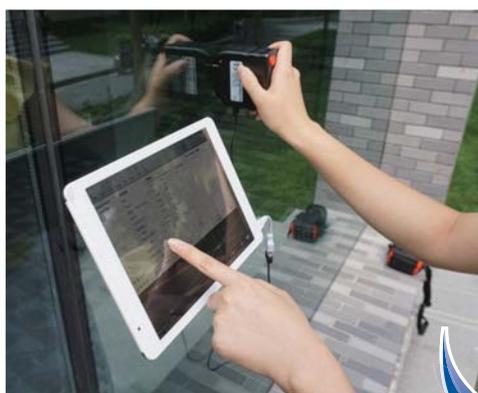
GlasStress SCALP 便携式智能应力分析仪

自动快捷进行现场定量测量应力的便携式仪器。
符合标准：JG/T 455 《建筑门窗幕墙用钢化玻璃》。

自动快速测量
应力层分布测量
现场测量已安装玻璃
可测各种玻璃
操作简单



了解详细信息



本仪器采用了动态激光偏振散射法，通过偏振激光技术、高速图像采集技术和数字化偏光器技术对玻璃的应力状态进行测量。不仅能够测量表面应力，也可以测量玻璃在板厚方向上的应力分布。仪器具有小巧便携、测量速度快、自动测量的优点，连接笔记本或平板电脑即可进行现场测量。

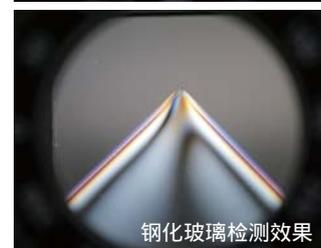
SG980 钢化玻璃鉴别仪

定性检测玻璃钢化与否的专利产品，具有多种测量方式，操作简单效果明显。

可测单片、大板
已上墙幕墙玻璃
结构精巧 便于携带
内置可充电锂电池



了解详细信息



SPARKLIKE LASER™ 标准版激光气体分析仪器™

采用可调谐半导体激光吸收光谱法无损测量中空玻璃间隔层内气体测量。

采用TDLAS方法
无损测量
可测玻璃厚度



了解详细信息



本仪器用于检测节能型双玻单腔或者三玻两腔充气中空玻璃内的惰性气体含量，无需破坏中空玻璃结构或在间隔层内搁置附件，不受镀膜和夹胶片的限制。

SPARKLIKE HANDHELD™ 手持式惰性气体分析仪™

采用等离子发射光谱法无损测量中空玻璃内氩气或氪气氙气含量。

采用等离子发射光谱法
不破坏中空玻璃结构
测值准确 重复性高



了解详细信息



本仪器采用世界上首款无损测量技术，在不破坏中空玻璃结构的前提下测量其间隔层内惰性气体含量，如氩气、氪气和氙气等。

前 言

首先，感谢广大读者的支持与关注。

公众号“建筑光学”于2017年4月14日与大家见面，截止到2018年底，已发表原创文章58篇，其中单篇文章最高访问量达8019次。

2017年已单独成册，本汇编整理了“建筑光学”公众号2018年全年的原创文章，在此，向积极参与撰写论文的行业人士表示诚挚感谢和敬意。本汇编中文章难免存在一些错误，望广大读者和同行批评指正。

建立“建筑光学”的目的为普及光学基础知识，探讨和交流光学在建筑领域的应用技术，希望能为建筑采光设计、建筑节能设计以及新型建筑材料的研发与应用工作者提供一些帮助。希望利用该平台，促进跨专业、多学科深入技术交流。

在希望大家持续关注“建筑光学”的同时，也欢迎更多的行业人士参与投稿，可将稿件发送至建筑光学邮箱：wechat@aoptek.com，联系电话：010-51122611，51122586。

二〇一九年五月

目录

【标准篇】

我国建筑节能类规范对玻璃特性参数有哪些规定？	1
最新发布标准《GB/T 36142-2018 建筑玻璃颜色及色差的测量方法》	6
《平板玻璃应力检测方法》标准发布！	13
你安装的玻璃节能吗？节能玻璃现场测量标准发布啦！！	17

【资料收藏】

各种类型玻璃的 K 值、Sc 等光热参数汇总表	19
建筑玻璃相关英文术语汇总	26

【节能玻璃】

用于表征建筑玻璃特性的主要参数	39
Low-E 玻璃简介及性能评估	43
Low-E 膜在 2#面还是 3#面，区别在哪里？	50
“传热系数、热导、导热系数、热阻”到底有什么区别？	53
怎样快速评价镀膜玻璃的低辐射特性？	54
密不可分的真空玻璃与 Low-E 玻璃	55

【玻璃检测】

中空玻璃为什么要充氩气？如何快速检测？	57
如何快速测量幕墙玻璃的颜色？	63
中空玻璃结构测量，您的方案是？	65
建筑玻璃的雾度与测量	66

【软件介绍及计算】

玻璃光学参数计算中的太阳光谱及选用	70
如何用软件计算玻璃行业最新热工参数 g_{IR}	75
中空玻璃传热系数 U/K 值计算微信小程序版正式上线！	82

【采光照明】

室内照明中的眩光	84
透光和透明，是一个意思吗？	89

【案例篇】

高性能热镜中空玻璃应用项目-北京金霖酒店	95
----------------------------	----

建筑节能规范对玻璃特性参数有哪些规定？

作者：许海凤 【建筑光学】公众号 2018.1.12 发布

很高兴本文作为 2018 年第一期原创文章与广大读者见面，本期主要从标准的角度汇总了我国建筑节能规范中对玻璃特性参数提出的具体要求，本文所讨论的玻璃特性参数，主要是指可以通过光学检测技术来表征的特性参数。

1 相关标准

主要相关标准如下：

1.1 已发布和实施的标准：

- GB 15763.2-2005 《建筑用安全玻璃 第 2 部分：钢化玻璃》
- GB 50176-2016 民用建筑热工设计规范
- GB 50189-2005 公共建筑节能设计标准
- 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
- GB/T 11976-2015 建筑外窗采光性能分级及检测方法
- GB/T 18091-2015 玻璃幕墙光热性能
- GB/T 18915.1-2013 镀膜玻璃 第 1 部分：阳光控制镀膜玻璃
- GB/T 21086-2007 建筑幕墙
- JC/T 2304-2015 建筑用保温隔热玻璃技术条件
- JGJ 26-2010 严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准
- JGJ 75-2012 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准
- JGJ 113-2015 建筑玻璃应用技术规程
- JGJ 134-2010 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准
- JGJ/T 324-2014 建筑幕墙工程检测方法标准
- JG/T 454-2014 建筑门窗、幕墙中空玻璃性能现场检测方法标准
- JG/T 455-2014 建筑门窗幕墙用钢化玻璃

1.2 已报批尚未发布实施的新标准：

- 《建筑用节能玻璃光学及热工参数现场检测技术规范》（报批稿）
- 《建筑玻璃颜色及色差的测量方法》（报批稿）
- 《平板玻璃应力检测方法》（报批稿）
- 《被动房透明部分用玻璃》（报批稿）

2 标准中对玻璃特性参数的具体要求

2.1 传热系数 K

表 1 传热系数 K

标准名称及标准号	章节号	传热系数 K
《玻璃幕墙光热性能》 GB/T 18091-2015	附录 A	表 A.1 常见幕墙玻璃的性能参数，表格略
《公共建筑节能设计标准》 GB-50189-2005	3.3.1	气候区不同，体型系数不同，窗墙比面积不同，传热系数 K 要求不同，详见该标准。

标准篇

《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016	5.3.1	气候区不同，传热系数 K 要求不同。
《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010	4.2	楼层数不同，围护结构位置不同，传热系数 K 要求不同。
《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2010	4.0.5	体型系数不同，窗墙比面积不同，传热系数 K 要求不同。
《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012	4.0.8	窗墙比不同，要求不同。
《建筑用保温隔热玻璃技术条件》JC/T 2304-2015	5.2 表 1	气候区不同，传热系数 K 要求不同。
《被动房透明部分用玻璃》(报批稿)	4.2.5	严寒地区：K 小于等于 0.7； 寒冷地区：K 小于等于 0.8； 夏热冬冷地区：K 小于等于 1.0； 夏热冬暖地区：K 小于等于 1.2； 温和地区：K 小于等于 1.5。

2.2 太阳能总透射比 g 或遮阳系数 SC

表 2 太阳能总透射比 g 或遮阳系数 SC

标准名称及标准号	章节号	太阳能总透射比 g 或遮阳系数 SC
《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091-2015	5.2.1	g 值要求如下：严寒地区 ≤ 0.75 ，寒冷地区 ≤ 0.45 ，夏热冬冷地区 ≤ 0.40 ，温和地带 ≤ 0.35 ，夏热冬暖地区 ≤ 0.30 。
	附录 A	表 A.1 常见幕墙玻璃的性能参数，表格略
《公共建筑节能设计标准》GB-50189-2005	3.3.1	详见标准 3.3.1 系列表格。
《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016	5.3.1	严寒地区、寒冷 A 区、温和地区门窗、透光幕墙、采光顶的冬季综合遮阳系数不宜小于 0.37。
	6.3.1	不同地区，不同朝向，要求不同，详见该标准表 6.3.1。
《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010	4.2	窗墙比不同，楼层不同，朝向不同，SC 值要求不同。
《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2010	4.0.5	体型系数不同，窗墙比不同，朝向不同，SC 值要求不同。
《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012	4.0.8	窗墙比不同，综合遮阳系数要求不同。

标准篇

《被动房透明部分用玻璃》(报批稿)	4.2.5	不同气候区, g 值要求不同。
-------------------	-------	-------------------

2.3 太阳红外热能总透射比 g_{IR}

表 3 太阳红外热能总透射比 g_{IR}

标准名称及标准号	章节号	太阳红外热能总透射比 g_{IR}
《被动房透明部分用玻璃》(报批稿)	4.2.5	气候区不同, 要求不同。
《建筑用保温隔热玻璃技术条件》 JC/T 2304-2015	5.2 表 1	隔热型 GR: GR1: g_{IR} 小于等于 0.4; GR2: g_{IR} 小于等于 0.2; GR3: g_{IR} 小于等于 0.05。 隔热保温型 GB: GB1: g_{IR} 小于等于 0.4; GB2: g_{IR} 小于等于 0.2; GB3: g_{IR} 小于等于 0.05。

2.4 可见光反射比

表 4 可见光反射比

标准名称及标准号	章节号	可见光反射比
《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091-2015	4.3	玻璃幕墙应采用可见光反射比不大于 0.30 的玻璃。
	4.4	在城市快速路、主干道、立交桥、高架桥两侧的建筑物 20m 以下及一般路段 10m 以下的玻璃幕墙, 应采用可见光反射比不大于 0.16 的玻璃。
	4.5	在 T 形路口正对直线路段处设置玻璃幕墙时, 应采用可见光反射比不大于 0.16 的玻璃。
《建筑幕墙》 GB/T 21086-2007	6.2.1	幕墙玻璃的反射比不应大于 0.3。

2.5 颜色相关

表 5 颜色相关

标准名称及标准号	章节号	颜色相关参数
《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091-2015	5.2.2	同一玻璃产品的反射色差 ΔE 应不大于 3CIELAB 的色差单位。
	5.2.3	颜色透射指数应按表 3 进行分级, 有辨色要求的幕墙的颜色透射指数 R_a^T 应不低于 80。
《建筑外窗采光性能分级及检测方法》 GB/T 11976-2015	4.3	建筑外窗的颜色透射指数 (R_a) 应按表 2 进行分级, 详细内容略。
《建筑幕墙》 GB/T 21086-2007	5.1.8.1	有辨色要求的幕墙, 其颜色透射指数不宜低于 R_a80 。

《镀膜玻璃 第2部分：低辐射镀膜玻璃》GB/T18915.2-2013	5.5	低辐射镀膜玻璃的颜色均匀性，以CIELAB均匀色空间的色差 ΔE_{ab}^* 来表示。其色差应不大于2.5。
-------------------------------------	-----	---

2.6 钢化玻璃表面应力及碎片数

表6 钢化玻璃表面应力及碎片数

标准名称及标准号	章节号	表面应力或碎片数
《建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃》 GB 15763.2-2005	5.8	钢化玻璃的表面应力不应小于90MPa。
	5.6	厚度不同，碎片数要求不同其中4-12mm平板玻璃，最少碎片数40/片。
《建筑门窗幕墙用钢化玻璃》JG/T 455-2014	4.10	钢化玻璃的表面应力不应小于90MPa，且表面应力最大值和表面应力最小值之差不应超过15MPa。
	4.8.1	4~12mm的平面钢化玻璃，最少碎片数40/片，4~19mm的平面钢化玻璃，最多碎片数90/片。

3 玻璃特性参数的检测方法标准

本小节简要介绍建筑玻璃主要特性参数的检测方法标准。

表7 玻璃性能参数检测或计算方法标准列表

性能参数	检测或计算方法标准	备注
传热系数K	《建筑用节能玻璃光学及热工参数现场检测技术规范》（报批稿）	适用于节能玻璃现场检测
	GB/T 22476-2008《中空玻璃稳态U值(传热系数)的计算及测定》	适用于实验室检测
	JGJ 151-2008《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》	计算方法
	JGJ 113-2015《建筑玻璃应用技术规程》	计算方法
可见光透射比、反射比	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》	
	《建筑用节能玻璃光学及热工参数现场检测技术规范》（报批稿）	适用于节能玻璃现场检测
太阳能总透射比、遮阳系数、太阳红外热能总透射比	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》	
	《建筑用节能玻璃光学及热工参数现场检测技术规范》（报批稿）	适用于节能玻璃现场检测
颜色相关	GB/T18915.1-2013《镀膜玻璃 第1部分：阳光控制镀膜玻璃》	
	《建筑玻璃颜色及色差的测量方法》（报批稿）	
钢化玻璃表面应力	GB 18144-2008《玻璃应力测试方法》	钢化玻璃适用

标准篇

原片平板玻璃应力	《平板玻璃应力检测方法》（报批稿）	原片平板玻璃适用
惰性气体含量	JG/T 454-2014 《建筑门窗、幕墙中空玻璃性能现场检测方法标准》	适用于建筑门窗、幕墙用中空玻璃，无损检测
	JGJ/T 324-2014 《建筑幕墙工程检测方法标准》	适用于建筑幕墙用中空玻璃，无损检测

最新发布标准《GB/T 36142-2018 建筑玻璃颜色及色差的测量方法》

作者：苑静 【建筑光学】公众号 2018. 6. 22 发布

近年来，我国对于建筑节能的要求越来越高，其中建筑围护结构在建筑节能中的作用越来越大，低辐射节能玻璃技术得到快速发展。随着人们生活水平的提高，建筑玻璃除了满足各种基本使用功能（如：透光、遮阳、保温等）的同时，还要求具有较好的视觉舒适性，而颜色或颜色一致性，作为所有装饰建材的一种最直观的外貌表现，越来越被重视。玻璃色差在玻璃幕墙质量检测中日益重要，人们偏向于采用仪器测量的方法，根据玻璃本身特点制定测量标准，客观定量的表征玻璃颜色及色差特性，以代替传统量大而又繁杂异变的目视评价法。

国内标准 GB/T 11942《色彩建筑材料色度测量方法》中提到建筑材料的色度测量条件，但主要适用于测量漫反射材料，并不适用于以镜面反射为主的建筑玻璃。在国外又尚缺失多角度条件下建筑玻璃色差测量的方法标准。最新发布的 GB/T 36142-2018《建筑玻璃颜色及色差的测量方法》是依据色度学理论、玻璃本身特性及我国实际情况，参照国内外相关颜色测量标准而制定。标准中规范了建筑玻璃颜色及色差测量方法，尤其是建筑中空玻璃制成品的整体色差测量方法及多种观察角度下色差的测量条件。在玻璃行业首次提出了偏角反射颜色、偏角色差等术语和定义，并创新性的提出了针对镜面反射的测量方法，使该方法能够适用于多层复合型玻璃特别是已经安装在建筑上的中空玻璃等；标准的应用将会提供建筑玻璃颜色测量新的手段，提升建筑玻璃的产品质量检测水平，减少实际应用中由玻璃色差导致的质量纠纷，增强企业产品的竞争力和品牌影响力。

1 标准的主要内容和适用范围

玻璃所处环境中的照明条件对玻璃感官颜色影响很大。此外，玻璃的颜色尤其镀膜玻璃也和不同观察角度有关，而且不同的人在同一条件下的颜色心理感受也不同。为了科学地定量测量玻璃的颜色，应在规定的照明条件和观察条件下测量，并且通过合理统一的测量过程和参数计算方法获得颜色及色差值。所以本标准对以下主要内容进行了标准化：

- 1) 测量条件的标准化
- 2) 测量装置的标准化
- 3) 参比标准的标准化
- 4) 测量过程的标准化
- 5) 颜色及色差表示方法的标准化

我国从 1983 年开始，先后制定了 GB 3977《颜色的表示方法》、GB 3979《物体色的测量方法》、GB/T 3978《标准照明体和几何条件》和 GB/T 3979《物体色的测量方法》和 GB/T 18922-2008《建筑颜色的表示方法》等一系列将以上各环节加以标准化的文字及实物测色基础标准，相关标准见表 1。而结合建筑玻璃特点，对以上各环节加以标准化，是该标准的主要内容所在。

该标准规定了建筑玻璃透射和反射颜色及色差的测量方法，包括术语和定义、测量原理、样品、光谱透射比测量、光谱反射比测量、颜色计算、玻璃颜色测量、色差计算和测试报告。该标准适用于具有镜面反射特性的单层或多层组合建筑玻璃的透射和反射颜色及色差的测量，不适用于具有漫射特性的玻璃制品透射和反射颜色及色差的测量。

表1 相关标准

GB/T 3181-2008	漆膜颜色标准
GB/T 3977-2008	颜色的表示方法
GB/T 3978-2008	标准照明体和几何条件
GB/T 3979-2008	物体色的测量方法
GB/T 5698-2001	颜色术语
GB/T 7921-2008	均匀色空间和色差公式
GB/T 7922-2008	照明光源颜色的测量方法
GB 11186.1-1989	漆膜颜色的测量方法 第一部分:原理
GB 11186.2-1989	漆膜颜色的测量方法 第二部分:颜色测量
GB 11186.3-1989	漆膜颜色的测量方法 第三部分:色差计算
GB/T 15608-2006	中国颜色体系
GB/T 15610-2008	同色异谱的目视评价方法
GB/T 17749-2008	白度的表示方法
GB/T 18922-2008	建筑颜色的表示方法
GB/T 20146-2006	色度学用 CIE 标准照明体
GB/T 20147-2006	CIE 标准色度观测者

2 标准中的术语和定义

为了便于理解标准并规范专业用语,根据建筑玻璃检测需求特点,该标准中给出了下列名词术语的定义:

1) 透射颜色 transmission color

光入射角不大于 10° 条件下,光透过玻璃后的颜色。

2) 反射颜色 reflection color

光经玻璃反射后的颜色。

3) 垂直反射颜色 vertical reflection color

光入射角不大于 10° 的条件下,光经过玻璃各面反射后,在与入射角相同的接收角条件下的镜面反射颜色。

4) 偏角反射颜色 off-angle reflection color

光入射角大于 10° 条件下,玻璃的镜面反射颜色。通常为 30° 偏角反射颜色、 45° 偏角反射颜色和 60° 偏角反射颜色。

5) 玻璃色差 color difference of glass

玻璃之间或与目标颜色间的颜色差异,也指同一片玻璃不同位置间的颜色差异,分为透射色差和反射色差,以 ΔE_{ab}^* 表示。

6) 偏角色差 off-angle color difference

相同测量角度条件下偏角反射颜色的色差。

7) 片内色差 glass unit color difference

相同测量条件下,同一片玻璃内不同测量位置之间的色差。

8) 片间色差 pane-to-pane color difference

相同测量条件下,玻璃之间色差的极大值,用于表征玻璃之间的颜色一致性。

9) 同批色差 same batch color difference

相同测量条件下，同一批次玻璃中按抽样规则抽出多片玻璃样品的片间色差，用于表征同批次玻璃的颜色一致性。

10) 批间色差 color difference between batches

相同测量条件下，对于不同批次玻璃产品，在某一批次中，抽取一定数量的样品，测量并计算样品的颜色平均值，作为批次目标颜色。其他批次的颜色平均值与批次目标颜色的色差即为对应的批间色差。

11) 镜面反射标准样品 specular reflection reference material

具有镜面反射光学特性和光谱反射比量值的标准样品。

注：标准样品术语来自于GB/T 15000.2。

12) 光谱光度测色法（分光光度测色法） spectrophotometric colorimetry

通过测定被测物体的光谱反射比或光谱透射比求出三刺激值和色品坐标的方法。

13) CIE LAB均匀色空间 CIE LAB uniform color space

国际照明委员会（CIE）规定的以相同距离表示相同知觉色差的三维色空间，以直角坐标系 L^* 、 a^* 、 b^* 表示。其中， L^* 表示明度坐标， a^* 、 b^* 为色品指数坐标。

3 对测量方法的规定

3.1 测量原理

建筑玻璃透射和反射颜色采用光谱光度测色法测量。首先测量样品的光谱透射比和光谱反射比，光谱测量的波长范围为380nm~780nm，波长间隔为5nm。在CIE标准照明体D65条件下，计算CIE1964标准色度系统中被测物体色的三刺激值 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} ，再将 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} 经CIE1976均匀色空间转换公式计算得到色空间坐标 L^* 、 a^* 、 b^* ，即为被测样品的透射颜色和反射颜色。两个颜色之间的色差按CIE LAB均匀色空间色差公式计算，片内色差、片间色差、同批色差和批次色差根据采样规则测量计算。

3.2 对颜色表示方法的规定

构成颜色的三个属性为明度、色调和饱和度。

明度是指人眼对物体的明暗感觉。对于发光物体，亮度越高则明度越高；对于非发光物体，可见光反射比越高则明度越高。

色调是指彩色彼此区分的特性，即红、黄、绿、蓝等。对于发光物体，色调决定于其发出的辐射光谱组成；对于非发光物体，色调决定于照明光源的光谱组成和物体自身的透射/反射光谱。

饱和度是指色彩的纯度。在可见光中，各单色光的饱和度最高。物体颜色的饱和度决定于物体的透射/反射光谱，透射/反射光谱带越窄，饱和度越高。

将三个属性放在一起，可以组成一个三维颜色立体，如图1所示。图中中央垂直主轴代表白黑系列明度的变化；色调由水平面的圆周表示，圆周上各点代表光谱上各种不同的色调，圆形的中心是中灰色，其明度与圆周上各种色调的明度相同；沿圆半径方向的变化表示饱和度的变化，从圆周过渡到圆心，颜色的饱和度逐渐降低到0。世界上一切的颜色均分布于如图1所示的三维颜色立体，其能把明度、色调、和饱和度的关系以直观的方式来表达清楚。

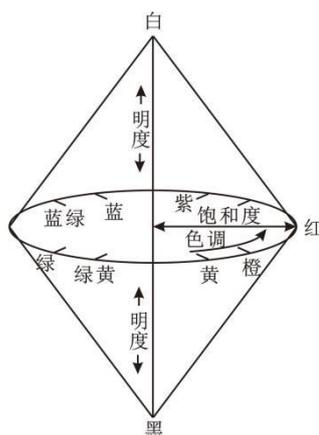


图1 颜色立体

人们为了更容易和更准确的进行颜色信息交流，提出用数字表示颜色的方法。最为著名的两种方法为 Yxy 色空间法和 $L^*a^*b^*$ 色空间法。 $L^*a^*b^*$ 色空间（也称为 CIELAB）是当前最通用的测量物体颜色的色空间之一，可广泛应用于所有领域。它是均匀色空间之一，是由 CIE 在 1976 年制定的，以便克服原来的 Yxy 色空间的一个主要问题，即：在 x, y 色度图上相等的距离并不相当于我们所觉察到的相等色差。在这一色空间中， L^* 是明度， a^* 和 b^* 是色度坐标。图 2 所示为 a^*, b^* 色度图，是色立体在恒定 L^* 值处的水平剖面图。在这个图上， a^* 和 b^* 表示色方向： $+a^*$ 为红色方向， $-a^*$ 为绿色方向， $+b^*$ 为黄色方向， $-b^*$ 为蓝色方向。中央为消色区，当 a^* 和 b^* 值增大时，色点远离中心，色饱和度增大。

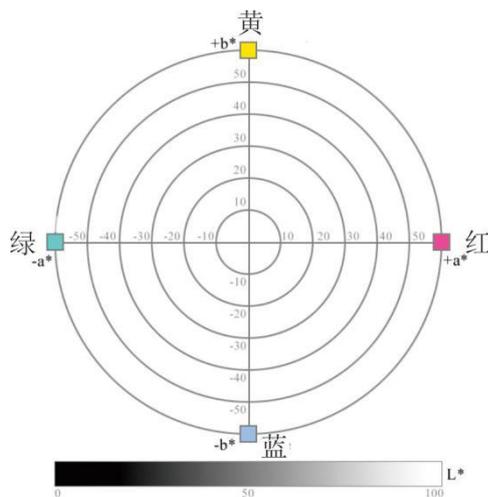


图2 a^*b^* 色度图

所以，在建筑玻璃行业中，采用 $L^*a^*b^*$ 色空间法表示颜色，通过不同颜色之间的 $L^*a^*b^*$ 值，计算获得玻璃透射色差和反射色差。

3.3 对颜色计算条件的规定

物体的颜色既取决于外界物理刺激，又取决于人眼的视觉特性，颜色的测量和标定应符合人眼的观察结果。目前国际上各个领域广泛应用的是以两组基本视觉实验数据为基础建立的一套颜色的表示、测量和计算方法，即 CIE 标准色度系统。

CIE1931-RGB 色度系统是根据实验得到的，实验内容是在 2° 视场观察条件下，由不同观察者用三原色匹配等能光谱的各种颜色，CIE 将三原色转换成 700nm、546.1nm 和 435.8nm 三原色，采取平均结果，定出匹配等能光谱色的 $\bar{r}(\lambda)$ 、 $\bar{g}(\lambda)$ 、 $\bar{b}(\lambda)$ 光谱三刺激值，这一组数据称为“CIE1931-RGB 系统标准色度观察者光谱三刺激值”，这一系统称为 CIE1931-RGB 色度系统。

CIE1931- RGB 色度系统的光谱三刺激值有时会出现负值，计算不方便又不易理解，因此CIE推荐了用数学方法推导的CIE1931- XYZ 色度系统，以假想的三原色 $[X]$ 、 $[Y]$ 、 $[Z]$ 来代替 $[R]$ 、 $[G]$ 、 $[B]$ ，确定三刺激值的单位。 $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$ 、 $\bar{z}(\lambda)$ 称为“CIE1931标准色度观察者光谱三刺激值”，也叫“CIE1931标准色度观察者颜色匹配函数”，简称为“CIE1931标准色度观察者”或“ 2° 观察者”。

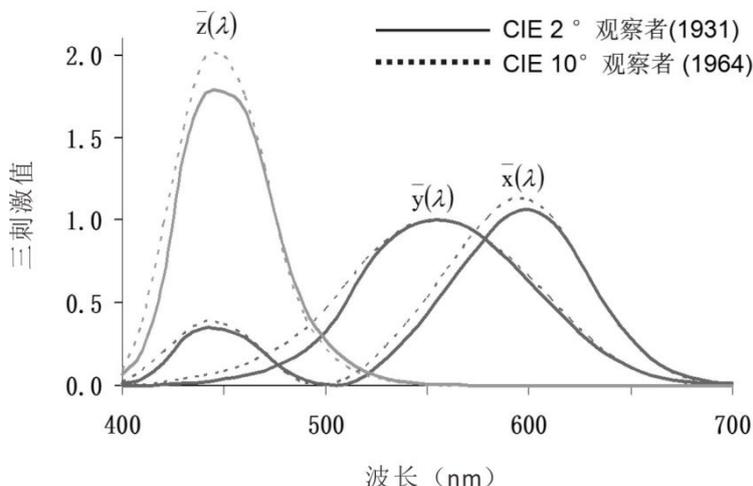


图3 CIE标准色度观察者光谱三刺激值

经过多年实践证明，CIE1931标准色度系统观察者的数据适用于 2° 观察视场的中央视觉观察条件（视场范围 $1^\circ\sim 4^\circ$ ）。为了适应大视场颜色测量的需要，CIE在1964年规定了一组“CIE1964补充标准色度观察者光谱三刺激值”，简称“CIE1964标准观察者”或“ 10° 观察者”，代表了人眼 10° 视场的色觉平均特性，适用于视场角大于 4° 的颜色测量。

这里所说的 2° 和 10° 指的是人眼对被观察物体的视场角，而测量几何条件的 8° 、 10° 等角度指的是光束的入射角或接收角，二者是完全不同的概念。

由于建筑玻璃通常面积较大，观察时相对于人眼的视场角也较大，故测量建筑玻璃的反射颜色时一般采用CIE1964标准观察者条件。GB/T 2680《建筑玻璃 可见光透射比、太阳直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定》采纳了国际标准ISO 9050中的可见光透射比和反射比，实际采用了CIE 2° 观察者中的 $\bar{y}(\lambda)$ 来计算，并且是10mm波长间隔的数据。而目前CIE标准中有关颜色计算的条件只有5mm波长间隔和1mm波长间隔的数据。

所以在该标准中，综合考虑以上内容，颜色的计算条件规定为：采用CIE标准照明体D65和 10° 标准色度观察者计算条件，计算CIE1964标准色度系统中被测物体色的三刺激值 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} ，进而计算表示颜色的参数 L^* 、 a^* 、 b^* 。计算用光谱透射比或光谱反射比数据波长范围为380nm~780nm，波长间隔为5nm。

3.4 对颜色测量方法的规定

颜色测量方法分为光谱光度测色法和光电积分测色法。

光谱光度测色法是指通过测定被测物体的光谱反射比或光谱透射比求出三刺激值和色品坐标的方法，亦称为分光光度测色法。

光电积分测色法是指光源及接收器按照光谱响应条件进行光谱修正，以光电积分的方式直接测量样品可见光透射比的方法。光电积分测色法要求测量仪器的总光谱灵敏度满足卢瑟条件（Luther condition）。光电积分测色仪器经校准后，可以直接测量出物体色的三刺激值和色品坐标。但在实际情况下，光电积分测色仪器的光源和探测器很难修正到与标准规定的光谱曲线完全一致，这会给颜色测量结果带来一定偏差。仪器使用期间光源的相对光谱功率分布会逐渐变化，也会在一定程度上影响测量结果，更换光源后，难以保证测量结果的准确。

与光电积分测色仪器相比,光谱光度测色法测量结果的准确程度更高、一致性更好,且光源衰减或更换后经校准不影响测量结果。所以在该标准中,采用光谱光度测色法测量建筑玻璃的颜色。

3.5 对测量几何条件的规定

光谱透射比测量几何条件为垂直/垂直,垂直反射颜色测量几何条件为 8°: 8°,偏角反射颜色测量几何条件为 30°: 30°, 45°: 45°, 60°: 60°。

人们观察建筑幕墙表面玻璃颜色均匀性时,观察角度一般在 30°~60°之间,所以偏角反射颜色测量选定了 30°、45°和 60°三个关键角度作为颜色测量的角度条件。30°是发生颜色明显变化的起始角度,45°和 60°已经是国内多家龙头企业采用的偏角色差测量角度。

3.6 对测量装置的规定

装置主要由光源、入射光路、积分球、光谱分光装置、光电探测器和信号采集与处理单元等组成。

在透射测量装置中,照明光束和接收光束的光轴与样品表面法线的夹角不超过 10°;照明光束光轴和接收光束光轴的夹角不超过 3°;照明光束或接收光束至少有一端光束中任一光线与自身光轴的夹角不超过 5°。积分球应接收玻璃各面经多次反射而出射的透射光。积分球所有开口的面积之和与积分球内表面积之比宜小于 4%。积分球内应设置相应的措施防止直接入射光和一次反射光直接进入光电探测器。照明光束入射面为样品实际使用时的室外面。

在反射测量装置中,照明光束的入射角、接收光束的接收角偏差均不应大于 1°。在垂直反射测量几何条件下,照明光束或接收光束中任一光线与自身光轴的夹角不超过 5°;在偏角反射测量几何条件下,照明光束或接收光束中任一光线与光轴的夹角不超过 2°。积分球应接收玻璃各面经多次反射而出射的反射光。积分球所有开口的面积之和与积分球内表面积之比宜小于 4%。积分球内应设置相应的措施防止直接入射光和一次反射光直接进入光电探测器。应具备消除环境光干扰的措施,如:采用黑丝绒等材料遮挡样品非测量面的测量区域。

3.7 对测量参比标准的规定

测量透射样品以空气为参比标准。

测量反射样品以反射标准样品作为参比标准,反射标准样品宜采用镀铝或镀银的玻璃镜面反射标准样品。为保证其反射特性稳定,应将玻璃面作为光入射面,并对膜面进行有效保护。

3.8 对测量样品的规定

以试样或已安装、待安装的建筑玻璃制品为样品。对于已安装建筑玻璃,样品应在相同朝向、相同视场内选取。待测样品测量区域表面应干净整洁、无明显划痕。

3.9 对色差计算的规定

色差和色差容限是颜色测量中一个重要问题,用户要求多件或批量玻璃产品颜色基本一致,由于人眼辨别颜色的能力有限,色差容限的确定应根据玻璃产品实际情况,采用仪器按照标准方法进行反复实验,在产品标准中定出。

该标准中采用 CIE 推荐的知觉和三维空间更接近均匀的 CIE 1976 (L*a*b*) 系统表示色差,给出了颜色计算的计算条件、颜色计算基础公式、透射颜色计算方法、反射颜色计算方法(包括垂直反射颜色计算方法和偏角反射颜色计算方法)、片内色差、片间色差、同批色差、批间色差的测量计算部分。该标准参考国家标准 GB/T 11942《色彩建筑材料色度测量方法》、GB/T 18915.1《镀膜玻璃 第 1 部分阳光控制镀膜玻璃》、GB/T 18915.2《镀膜玻璃 第 2 部分低辐射镀膜玻璃》和 GB 18091《玻璃幕墙光热性能》,结合行业发展现状和需

求，进行了色差测量计算方法的优化及完善，使色差的测量方法更适用于实际应用。

-----该标准在国标委网站的在线预览网址-----

<http://c.gb688.cn/bzgk/gb/showGb?type=online&hcno=DC4953918BCCCA336A6CD04C3CB>

5C126

扫描下方二维码，可直接在线预览该标准



《平板玻璃应力检测方法》标准发布！

作者：吴筱 【建筑光学】公众号 2018. 8. 17 发布

1 标准概况

经过多年的发展，我国已经成为世界上最大的平板玻璃生产国和出口国，拥有 360 余条浮法玻璃生产线，产能已经达到 12.91 亿重量箱，2017 年的平板玻璃产量达到了 7.9 亿重量箱。然而，我国平板玻璃的内在质量与国外高质量的玻璃相比还有不小的差距。

近些年平板玻璃原片应力的标准较为缺失、厂商对玻璃原片应力的有效质量控制不够，导致玻璃原片在残余应力方面的质量存在不足。为此，国家市场监督管理总局和中国国家标准化管理委员会批准发布了《平板玻璃应力检测方法》，标准号为 GB/T 36405-2018，将于 2019 年 5 月 1 日实施。

玻璃的导热性较差，且有一定的热膨胀系数。在退火过程中，不论是板厚方向还是板面方向，只要有温度梯度存在，又不能做到理想退火，就会产生残余应力。残余应力过大会严重影响后续加工的质量。一般残余应力分为板面应力和板厚应力，二者都是影响平板玻璃原片质量的重要参数。

该标准对平板玻璃板面应力和板厚应力的检测方法给出了详细规定，有助于提高平板玻璃质量、化解过剩产能。

2 标准主要内容

2.1 适用范围

该标准规定了平板玻璃的板面应力和板厚应力检测的有关术语和定义、检测原理、检测方法和测试报告。

该标准的方法适用于退火平板玻璃板面应力和板厚应力的检测。

2.2 术语和定义

该标准定义了表征平板玻璃残余应力的“板面应力”和“板厚应力”两个术语，也对检测装置中的部件“起偏器”、“检偏器”和光学参数“双折射光程差”进行了定义。

2.3 检测原理

透明材料的应力检测方法有多种，目前适用于小应力的检测方法有简式偏光法、四分之一波片法、旋转偏光法等。

该标准结合了平板玻璃的特点和对两种应力检测的需求，规定板面应力的检测采用基于数字图像处理技术的旋转偏光法，板厚应力的检测采用基于数字图像处理技术的简式偏光法。这两种检测方法的基本原理是一致的，都是通过测量应力双折射光程差来表征平板玻璃中应力的分布。实际测量中，一般难以对双折射光程差进行直接测量，而是对相位差进行测量，再通过相应计算得出双折射光程差，再由双折射光程差计算出应力值。

2.4 应力检测方法

2.4.1 板面应力检测方法

板面应力是在玻璃板面不同区域之间存在的永久张应力或压应力，是由退火窑横向温度不均引起的，应力方向与玻璃拉引方向一致，玻璃板面应力分布示意图见图 1。板面应力并非只存在于玻璃表面，而是将玻璃当作二维平面时存在的应力。

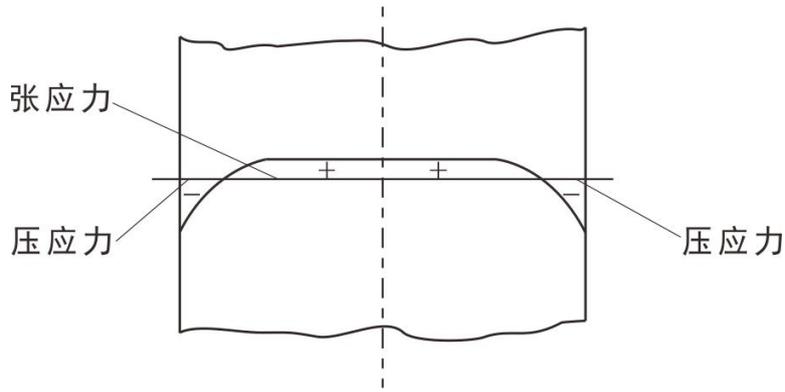


图1 玻璃板面应力分布示意图

对于板面应力，简式偏光法不易定量测量，更难测量应力分布；四分之一波片法适合定量测量某一点的应力，操作过程复杂，测量应力分布较为困难，测大板面玻璃时对波片要求很高；传统的旋转偏光法是单点测量，测量板面不同区域间的应力分布较为困难，且难以找到应力最大点。

该标准采用基于数字图像处理技术的旋转偏光法测量平板玻璃的板面应力。使用该方法，可以同时对视场内的各点应力进行定量测量，并实现自动化测量。由于不使用四分之一波片，使得检测装置易于实现并有利于测量大板面玻璃。

本部分内容主要包括检测装置、应力计算、样品及检测区域、检测步骤和结果表示。

(1) 检测装置

规定了板面应力的检测光路，给出了板面应力检测装置的光学示意图。

(2) 应力计算

由面阵相机记录的光场图像信号强度计算出被测样品的双折射相位差，并通过计算得到相应的双折射光程差，再根据光程差计算出样品的板面应力值。

(3) 样品和检测区域

样品尺寸为 600mm×600mm。应清洗样品，保证表面洁净、无附着物。样品中部直径 500mm 为检测区域。

(4) 检测步骤

规定了检测平板玻璃板面应力的操作和步骤。

(5) 检测结果表示

检测结果以板面应力分布图、板面应力平均值和最大值表示。

2.4.2 板厚应力检测方法

板厚应力是由玻璃表面与板芯在冷却时产生的温差所引起，在板厚方向由于温度梯度造成的永久应力，靠近玻璃两表面处为近似相等的压应力，在板芯区域为张应力，板厚应力分布示意图见图 2。

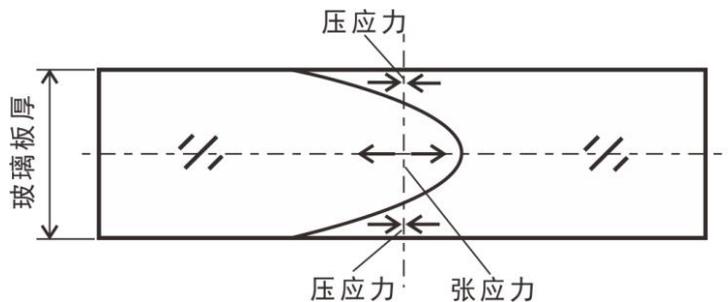


图2 板厚应力分布示意图

对于板厚应力，由于已知张压应力的分布和应力方向，测量方法有筒式偏光法和旋转偏光法。传统的筒式偏光法原理简单、易于实现，但定量测量较为困难；传统的旋转偏光法可以定量测量某一点处的应力，但测量多点应力时工作量较大。

该标准采用基于数字图像处理技术的筒式偏光法测量平板玻璃的板厚应力。使用该方法的检测装置简单，并可以快速、准确地测量板厚应力分布。

本部分内容主要包括检测装置、光强标定、相位差测量、应力计算及板厚应力分布曲线、样品、检测步骤和结果表示。

(1) 检测装置

规定了板厚应力的检测光路，给出了板厚应力检测装置的光学示意图。并对样品的检测位置进行了图示说明。

(2) 光强标定

测量板厚应力时，需进行光强分布的标定。

同一批次相同裁切尺寸的被测样品只需标定一次光强。

(3) 相位差测量

根据面阵相机检测到的光强分布和标定的光强分布计算样品检测点的应力双折射相位差。

(4) 应力计算和板厚应力分布曲线

由样品检测点的双折射相位差计算得到相应的双折射光程差，再根据光程差计算出该检测点的板厚应力值。并规定了板厚应力分布曲线的计算。

(5) 样品

样品尺寸为 300mm×25mm，其中 300mm 为板宽方向。对样品的两个通光的长端面精磨并抛光，抛光面相互平行。应清洗样品，保证表面洁净、无附着物。

(6) 检测步骤

规定了检测平板玻璃板厚应力的操作和步骤。

(7) 检测结果表示

检测结果以板厚应力分布曲线、板厚应力最大值表示。

3 标准的特点

该标准是平板玻璃残余应力定量测试方法标准，既考虑了平板玻璃的板面应力，也考虑了板厚应力，没有可直接采用的国外先进标准。

目前，国外的退火玻璃残余应力定量测试方法标准有美国材料与试验协会的标准 ASTM C 978-04 《Standard Test Method for Photoelastic Determination of Residual Stress in a Transparent Glass Matrix Using a Polarizing Microscope and Optical Retardation Compensation Procedures》（使用偏光显微镜和光程差补偿测定透明玻璃原片残余应力的光弹法），该标准是通过测量双折射光程差计算得到板厚应力，操作起来较为复杂，且每次测量只能得到一个检测位置的应力。如需测量应力分布，则必须测量多次才能完成。此外，该标准没有提到板面应力及其检测方法。

与上述标准相比，GB/T 36405-2018《平板玻璃应力检测方法》规定了板面应力和板厚应力的检测方法，并可按照该标准由软件完成测量和计算，实现简单、快速、自动化的检测。同时，该标准规定的检测方法均采用面阵相机采集测量整个检测区域的图像信号，一次测量就能得到多点的应力值和应力分布，可大大提高检测效率。

4 结语

GB/T 36405-2018《平板玻璃应力检测方法》是平板玻璃行业基础的内在质量测试方法

标准。该标准颁布实施后，将促进平板玻璃行业重视内在质量的提高，同时也有利于检测和控制水平的不断完善，从而提升我国平板玻璃的总体质量水平。

-----**该标准在线预览网址**-----

<http://c.gb688.cn/bzgk/gb/showGb?type=online&hcno=8299C3D1474ECA22D3D5961CA6582C2E>

扫描下方二维码，可直接在线预览该标准



你安装的玻璃节能吗？

节能玻璃现场测量标准发布啦！！

——最新发布国家标准《GB/T 36261-2018 建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法》

作者：苑静 【建筑光学】公众号 2018.7.6 发布

大家期待已久的国家标准《GB/T 36261-2018 建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法》，终于在 2018 年 06 月 07 日于国标委网站 2018 年第 9 号中国国家标准公告中正式发布了。

北京奥博泰科技有限公司为该标准的主要起草单位之一。标准中规定了建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测试中涉及的测试及计算用参数、测试分类、测试原理、光热计算用基础参数测量要求、参数计算和测试报告，适用于已安装和待安装的建筑用节能玻璃光学及热工参数的现场测试。

该标准中内容突破了玻璃的光热性能只能在实验室内进行测试的瓶颈，能够直接对已安装在建筑上的各类节能玻璃进行检测，解决了困扰玻璃行业的已安装玻璃与送检的样品不一致的问题。该标准的实施将对规范行业行为、推广优质产品、引导行业健康发展具有重要意义。

国标委网站信息：

标准详情			
标准编号	GB/T 36261-2018 阅读全文		
中文名称	建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法		
英文名称	On-site test technical condition and calculation for optical and thermal parameters of energy saving glass for building		
发布日期	2018-06-07	实施日期	2019-05-01
代替标准			
采标号			
采标名称			
采标程度		采标类型	无
ICS	81.040	CCS	Q30
标准类别	方法		
主管部门	中国建筑材料联合会(609)		
归口单位	全国建筑用玻璃标准化技术委员会(TC255)		
公告号	2018年第9号		

[阅读全文](#)

目次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号	1
4 测试分类	2
5 测试原理	3
6 光热计算用基础参数测量要求	3
7 参数计算	5
8 测试报告	7
附录 A (规范性附录) 小块样品与玻璃制成品的一致性验证方法	8
附录 B (规范性附录) CIE 标准照明体 D65 和 CIE 标准视觉条件下可见光透射比及可见光 反射比计算用参数	10
附录 C (规范性附录) 大气质量为 1.5 条件下太阳光光热性能计算用参数	11
附录 D (规范性附录) 试样各片玻璃光谱透射比和光谱反射比的计算	13

GB/T 36261—2018

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国建筑用玻璃标准化技术委员会(SAC/TC 255)归口。

本标准主要起草单位:北京奥博泰科技有限公司、东莞市银通玻璃有限公司、国家玻璃质量监督检验中心、中国建筑玻璃与工业玻璃协会。

本标准参加起草单位:中国玻璃控股有限公司、广东南亮玻璃科技有限公司、北京冠华东方玻璃科技有限公司、中航三鑫股份有限公司、天津北玻玻璃工业技术有限公司。

本标准主要起草人:张喆民、黄达泉、苑静、李会、黄建斌、刘起英、万永宁、宋镜钊、王跃翔、刘东阳、高琦、林庆中。

-----该标准在国标委网站的在线预览网址-----

<http://c.gb688.cn/bzgk/gb/showGb?type=online&hcno=4BC773C3CD30AB5454AA5C7663A>

23C39

扫描下方二维码，可直接在线预览该标准



各种类型玻璃的 K 值、Sc 等光热参数汇总表

作者：许海凤、苑静 【建筑光学】公众号 2018. 10. 19 发布

前一篇文章介绍了关于传热系数 K 值的一些知识，应广大读者的要求，小编又系统整理了各种玻璃的传热系数 K 值，有兴趣的朋友仔细研究一下吧，表里有很多规律等待你来发现哦！

单片玻璃

玻璃结构	Low-E 类型	Low-E 辐射率 ϵ	传热系数 K 值 $W/(m^2 \cdot k)$	遮阳系数 Sc	太阳能总透射比 g	红外热能总透射比 gIR	可见光透射比 Tv	可见光反射比 Rv
6mm 白玻	-	-	5.36	0.98	0.853	0.817	0.897	0.081
6mm 在线	在线	0.18	3.55	0.799	0.695	0.593	0.787	0.077
6mm 单银 Low-E	离线单银	0.13	3.40	0.723	0.629	0.435	0.8	0.059
		0.103	3.31	0.634	0.551	0.35	0.726	0.096
		0.072	3.21	0.754	0.656	0.413	0.894	0.060
6mm 双银 Low-E	离线双银	0.055	3.16	0.486	0.423	0.149	0.683	0.067
		0.054	3.15	0.391	0.34	0.122	0.53	0.107
		0.065	3.19	0.414	0.361	0.116	0.593	0.090
6mm 三银 Low-E	离线三银	0.021	3.05	0.42	0.365	0.041	0.753	0.048
		0.024	3.06	0.333	0.289	0.033	0.583	0.083

双玻中空

玻璃结构	Low-E 类型	Low-E 辐射率 ϵ	传热系数 K 值 $W/(m^2 \cdot k)$	遮阳系数 Sc	太阳能总透射比 g	红外热能总透射比 gIR	可见光透射比 Tv	可见光反射比 Rv
双白中空(空气) 6+9A+6	-	-	2.78	0.866	0.753	0.701	0.811	0.146
双白中空(空气) 6+12A+6	-	-	2.67	0.866	0.754	0.702	0.811	0.146
双白中空(空气) 6+16A+6	-	-	2.66	0.867	0.754	0.702	0.811	0.146
双白中空(氩气) 6+9Ar+6	-	-	2.61 (氩气 90%) 2.62 (氩气 85%) 2.63 (氩气 80%)	0.867	0.754	0.702	0.811	0.146

双白中空 (氩气) 6+12Ar+6	-	-	2.52 (氩气 90%)	0.867	0.754	0.703	0.811	0.146
			2.53 (氩气 85%)					
			2.54 (氩气 80%)					
双白中空 (氩气) 6+16Ar+6	-	-	2.54 (氩气 90%)	0.868	0.755	0.703	0.811	0.146
			2.54 (氩气 85%)					
			2.55 (氩气 80%)					
双玻单 Low-E 中空玻璃 (空气) 6Low-E+9A+6	在线	0.18	2.1	0.717	0.624	0.521	0.711	0.127
	单银	0.13	2.0	0.653	0.568	0.388	0.720	0.111
		0.103	1.98	0.573	0.499	0.315	0.653	0.138
		0.072	1.93	0.686	0.597	0.373	0.806	0.125
	双银	0.055	1.90	0.441	0.384	0.133	0.615	0.104
	三银	0.021	1.84	0.384	0.334	0.037	0.678	0.121
双玻单 Low-E 中空玻璃 (氩气) 6Low-E+9Ar+6	在线	0.18	1.8	0.715	0.622	0.519	0.711	0.127
	单银	0.13	1.71	0.650	0.566	0.384	0.72	0.111
		0.103	1.65	0.569	0.495	0.310	0.653	0.138
		0.072	1.60	0.685	0.596	0.371	0.806	0.125
	双银	0.055	1.55 (氩气 90%) 1.57 (氩气 85%) 1.59 (氩气 80%)	0.434	0.387	0.125	0.615	0.104
	三银	0.021	1.5 (氩气 90%)	0.38	0.331	0.033	0.678	0.121
双玻单 Low-E 中空玻璃 (空气) 6Low-E+12A+6	在线	0.18	1.92	0.716	0.623	0.520	0.711	0.127
	单银	0.13	1.84	0.651	0.566	0.385	0.720	0.111
		0.103	1.79	0.570	0.496	0.311	0.653	0.138
		0.072	1.74	0.685	0.596	0.371	0.806	0.125
	双银	0.055	1.70	0.425	0.379	0.127	0.615	0.104
	三银	0.021	1.64	0.381	0.331	0.034	0.678	0.121
双玻单 Low-E 中空玻璃	单银	0.13	1.60	0.648	0.564	0.382	0.720	0.111
		0.103	1.54	0.567	0.493	0.307	0.653	0.138

(氩气) 6Low-E+12Ar+6		0.072	1.48	0.684	0.595	0.369	0.806	0.125
	双银	0.055	1.44 (氩气 90%)	0.429	0.374	0.120	0.615	0.104
			1.45 (氩气 85%)					
			1.47 (氩气 80%)					
		0.054	1.44	0.338	0.294	0.093	0.478	0.130
	0.065	1.46	0.361	0.314	0.087	0.534	0.118	
	三银	0.021	1.36	0.377	0.328	0.031	0.678	0.121
		0.023	1.37	0.373	0.324	0.041	0.666	0.115
		0.024	1.37	0.292	0.254	0.022	0.525	0.111

三玻两腔单 LOW-E 中空玻璃

玻璃结构	Low-E 类型	Low-E 辐射率 ϵ	传热系数 K 值 W/(m ² ·k)	遮阳系数 Sc	太阳能总透射比 g	红外热能总透射比 g _{IR}	可见光透射比 T _v	可见光反射比 R _v
三玻两腔单 Low-E 中空玻璃 (空气)	在线	0.18	1.76	0.644	0.561	0.456	0.646	0.169
	单银	0.103	1.72	0.519	0.452	0.279	0.592	0.173
	双银	0.055	1.69	0.403	0.351	0.12	0.557	0.135
6Low-E+6A+6+ 9A+6	三银	0.021	1.67	0.354	0.308	0.034	0.615	0.158
	在线	0.18	1.55	0.647	0.563	0.459	0.646	0.169
三玻两腔单 Low-E 中空玻璃 (空气)	单银	0.103	1.49	0.519	0.452	0.279	0.592	0.173
	双银	0.055	1.44	0.399	0.347	0.115	0.557	0.135
	三银	0.021	1.40	0.351	0.306	0.031	0.615	0.158
6Low-E+9A+6+ 9A+6	在线	0.18	1.51	0.645	0.562	0.458	0.646	0.169
	单银	0.103	1.44	0.518	0.451	0.278	0.592	0.173
三玻两腔单 Low-E 中空玻璃 (空气)	双银	0.055	1.40	0.398	0.347	0.114	0.557	0.135
	三银	0.021	1.37	0.351	0.305	0.031	0.615	0.158
6Low-E+9A+6+ 12A+6	在线	0.18	1.39	0.647	0.563	0.460	0.646	0.169
	单银	0.103	1.32	0.518	0.451	0.278	0.592	0.173
三玻两腔单 Low-E 中空玻璃 (空气)	双银	0.055	1.27	0.396	0.345	0.112	0.557	0.135
	三银	0.021	1.23	0.350	0.304	0.029	0.615	0.158
6Low-E+12A+6 +12A+6	在线	0.18	1.52	0.645	0.561	0.457	0.646	0.169

Low-E 中空玻璃 (氩气) 6Low-E+6Ar+6+9Ar+6	单银	0.103	1.47	0.518	0.451	0.278	0.592	0.173
	双银	0.055	1.42	0.399	0.347	0.115	0.557	0.135
	三银	0.021	1.40	0.351	0.305	0.031	0.615	0.158
三玻两腔单 Low-E 中空玻璃 (氩气) 6Low-E+9Ar+6+9Ar+6	在线	0.18	1.34	0.647	0.563	0.46	0.646	0.169
	单银	0.103	1.25	0.518	0.451	0.278	0.592	0.173
	双银	0.055	1.20	0.395	0.344	0.111	0.557	0.135
三玻两腔单 Low-E 中空玻璃 (氩气) 6Low-E+9Ar+6+12Ar+6	在线	0.18	1.31	0.646	0.560	0.46	0.646	0.169
	单银	0.103	1.23	0.517	0.45	0.277	0.592	0.173
	双银	0.055	1.17	0.395	0.343	0.110	0.557	0.135
三玻两腔单 Low-E 中空玻璃 (氩气) 6Low-E+12Ar+6+12Ar+6	在线	0.18	1.22	0.648	0.564	0.461	0.646	0.169
	单银	0.13	1.17	0.591	0.514	0.344	0.652	0.153
		0.103	1.14	0.517	0.45	0.277	0.592	0.173
		0.072	1.10	0.628	0.546	0.336	0.73	0.178
	双银	0.055	1.08 (氩气 90%) 1.09 (氩气 85%) 1.10 (氩气 80%)	0.393	0.342	0.108	0.557	0.135
		0.054	1.08 (氩气 90%) 1.09 (氩气 85%) 1.10 (氩气 80%)	0.308	0.268	0.082	0.433	0.149
		0.065	1.09 (氩气 90%) 1.10 (氩气 85%) 1.12 (氩气 80%)	0.329	0.286	0.076	0.484	0.142
	三银	0.021	1.03	0.348	0.302	0.027	0.615	0.158
		0.023	1.04	0.343	0.298	0.035	0.604	0.152
		0.024	1.04	0.268	0.233	0.019	0.475	0.133

三玻两腔单 Low-E 中空玻 璃 (氩气) 6Low-E+16Ar+ 6+16Ar+6	在线	0.18	1.22	0.648	0.564	0.462	0.646	0.169
	单银	0.103	1.14	0.517	0.45	0.277	0.592	0.173
	双银	0.055	1.09	0.391	0.340	0.105	0.557	0.135
	三银	0.021	1.05	0.346	0.301	0.026	0.615	0.158

三玻两腔双 Low-E 中空玻璃

玻璃结构	Low-E 类型	Low-E 辐射率 ϵ	传热系数 K 值 $W/(m^2 \cdot k)$	遮阳 系数 Sc	太阳能总 透射比 g	红外热能 总透射比 g_{IR}	可见光 透射比 T_v	可见光 反射比 R_v
三玻两腔双 Low-E 中空 玻璃 (氩气) 6Low-E+9Ar +6+9Ar+6Lo w-E	在线+在 线	0.18, 0.18	1.07	0.616	0.536	0.426	0.568	0.175
	单银+单 银	0.103, 0.103	0.97	0.478	0.416	0.214	0.477	0.152
		0.072, 0.072	0.92	0.587	0.510	0.260	0.725	0.158
	双银+双 银	0.055, 0.055	0.89	0.368	0.320	0.077	0.423	0.120
三玻两腔双 Low-E 中空 玻璃 (氩气) 6Low-E+12A r+6+12Ar+6 Low-E	在线+在 线	0.18, 0.18	0.94	0.617	0.537	0.427	0.568	0.175
	单银+单 银	0.103, 0.103	0.83	0.478	0.416	0.213	0.477	0.152
		0.072, 0.072	0.78	0.587	0.511	0.259	0.725	0.158
	双银+双 银	0.055, 0.055	0.75	0.367	0.319	0.074	0.423	0.120
	三银+单 银	0.021, 0.072	0.74	0.345	0.300	0.023	0.610	0.145
三玻两腔双 Low-E 中空 玻璃 (氩气) 6Low-E+16A r+6+16Ar+6 Low-E	在线+在 线	0.18, 0.18	0.92	0.618	0.537	0.427	0.568	0.175
	单银+单 银	0.103, 0.103	0.81	0.478	0.416	0.213	0.477	0.152
		0.072, 0.072	0.76	0.587	0.511	0.259	0.725	0.158
	双银+双 银	0.055, 0.055	0.74	0.366	0.319	0.072	0.423	0.120

三银+单银	0.021, 0.072	0.72	0.344	0.299	0.022	0.610	0.145
-------	--------------	------	-------	-------	-------	-------	-------

真空复合中空玻璃

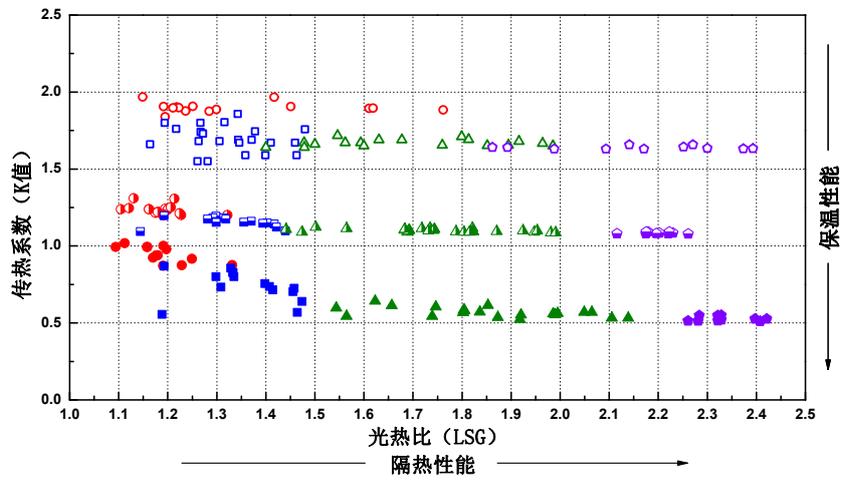
玻璃结构	Low-E 类型	Low-E 辐射率 ϵ	传热系数 K 值 $W/(m^2 \cdot k)$	遮阳系数 Sc	太阳能总透射比 g	红外热能总透射比 gIR	可见光透射比 T_v	可见光反射比 R_v
真空复合中空单 Low-E 玻璃 6+12A+6Low-E+V+6	在线	0.18	0.83	0.642	0.558	0.450	0.645	0.184
	单银	0.13	0.72	0.586	0.510	0.338	0.652	0.171
		0.103	0.65	0.517	0.450	0.276	0.593	0.193
	双银	0.072	0.56	0.606	0.527	0.315	0.73	0.182
		0.055	0.52	0.398	0.346	0.119	0.557	0.165
		0.054	0.52	0.322	0.280	0.098	0.434	0.186
	三银	0.065	0.55	0.344	0.300	0.097	0.484	0.177
		0.021	0.42	0.346	0.301	0.035	0.615	0.179
		0.023	0.42	0.344	0.299	0.045	0.604	0.175
		0.024	0.43	0.273	0.237	0.028	0.476	0.171
真空复合中空单 Low-E 玻璃 6+12Ar+6Low-E+V+6	在线	0.18	0.81	0.645	0.561	0.453	0.645	0.184
	单银	0.103	0.64	0.519	0.452	0.279	0.593	0.193
	双银	0.055	0.52	0.401	0.348	0.121	0.557	0.165
	三银	0.021	0.41	0.348	0.302	0.036	0.615	0.179
真空复合中空单 Low-E 玻璃 6+16Ar+6Low-E+V+6	在线	0.18	0.80	0.646	0.562	0.455	0.645	0.184
	单银	0.103	0.64	0.521	0.453	0.280	0.593	0.193
	双银	0.055	0.51	0.402	0.350	0.122	0.557	0.165
	三银	0.021	0.41	0.348	0.303	0.036	0.615	0.179

Tips: 1. 与真空玻璃组合的中空玻璃, 腔体内充入惰性气体, 对 K 值改善作用不大。
2. 与真空玻璃组合的中空玻璃, 增加中空腔体厚度, 对 K 值改善作用不大。

Note: 1. 该表格数据为 WINDOW7.3 和 GlasSmart1000 3.3 计算所得, 边界条件依据中国标准 JGJ/T 151;

2. 符号说明: A-空气, Ar-氩气。

为了方便大家了解玻璃的热工参数分布,分享四种镀膜类型玻璃在三种典型玻璃组成结构条件下的K-LSG数据分布图如下,以供大家参考。大家可以更方便的在图中了解到,不同结构及玻璃镀膜种类对热工参数的影响。



玻璃组合结构	膜层种类			
	在线Low-E	单银Low-E	双银Low-E	三银Low-E
6Low-E (2#) +12Air+6Clear				
6Low-E (2#) +12Air+6Clear+12Air+6Clear				
6Low-E (2#) +0.2V+6Clear				

建筑玻璃相关英文术语汇总

作者：苑静、武文杰 【建筑光学】公众号 2018. 11. 30 发布

我国建筑玻璃行业在国际市场已占有重要地位，各玻璃相关企业与国外客户和组织交流信息时，准确使用建筑玻璃相关英语术语极其重要，为了方便大家准确理解和使用这些术语，小编对建筑玻璃相关英文术语进行了汇总整理。

第一部分为国内建筑玻璃各相关标准中的中文术语及对应英文翻译。

第二部分为参考网络文章，对玻璃种类、玻璃特性及测试、玻璃工艺、中空玻璃间隔条及密封胶、气体分类整理常用相关英语术语。

注：本文中摘自标准中的术语取自标准原文，相同术语在不同的标准中表述可能不同，也存在一些错误，本文未作修改，请酌情采用。鉴于编者的水平有限，汇编过程中难免存在错误，希望读者批评指正。

1 国内建筑玻璃各相关标准中的中文术语及对应英文翻译

1.1 国内建筑玻璃主要相关标准

国内建筑玻璃主要相关标准见表 1，各标准的中文术语及对应英文翻译见 1.2 章节。

表 1 国内建筑玻璃主要相关标准列表

序号	分类	标准名称
1	玻璃类型	GB 11614 平板玻璃
2		GB/T 18915.1 镀膜玻璃 第 1 部分：阳光控制镀膜玻璃
3		GB/T 18915.2 镀膜玻璃 第 2 部分：低辐射镀膜玻璃
4		GB 15763.1 建筑用安全玻璃 第 1 部分：防火玻璃
5		GB 15763.2 建筑用安全玻璃 第 2 部分：钢化玻璃
6		GB 15763.3 建筑用安全玻璃 第 3 部分：夹层玻璃
7		GB 15763.4 建筑用安全玻璃 第 4 部分：均质钢化玻璃
8		GB/T 11944 中空玻璃
9		JC/T 1079 真空玻璃
10		JC/T 2128 超白浮法玻璃
11	玻璃检测相关	GB/T 8484 建筑外门窗保温性能分级及检测方法
12		GB/T 36261 建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法
13		GBT 36142 建筑玻璃颜色及色差的测量方法
14		GB/T 22476 中空玻璃稳态 U 值（传热系数）的计算及测定
15		GB/T 18144 玻璃应力测试方法
16		GB/T 18091 玻璃幕墙光热性能
17		GB/T 36405 平板玻璃应力检测方法
18	建筑玻璃应用	GB 50189 公共建筑节能设计标准
19		GB 50033 建筑采光设计标准
20		GB/T 21086 建筑幕墙
21		JG/T 455 建筑门窗幕墙用钢化玻璃
22		JGJ 237 建筑遮阳工程技术规范
23		JG/T 231 建筑玻璃采光顶技术要求
24		JGJ/T 151 建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程

25		JGJ 113 建筑玻璃应用技术规程
26		JGJ 102 玻璃幕墙工程技术规范
27		JC/T 2450 被动房透明部分用玻璃
28	节能相关及其它	GB/T 35604 绿色产品评价 建筑玻璃
29		JC/T 2304 建筑用保温隔热玻璃技术条件

1.2 各标准的中文术语及对应英文翻译汇总

(1) GB 11614 平板玻璃

平板玻璃 flat glass
 光学变形 optical distortion
 点状缺陷 spot faults
 断面缺陷 edge defects
 厚薄差 thickness wedge

(2) GB/T 18915.1 镀膜玻璃 第1部分：阳光控制镀膜玻璃

镀膜玻璃 coated glass
 阳光控制镀膜玻璃 solar control coated glass
 针孔 pinhole
 斑点 spot
 斑纹 stain
 暗道 dark stripe

(3) GB/T 18915.2 镀膜玻璃 第2部分：低辐射镀膜玻璃

辐射率 emissivity
 低辐射镀膜玻璃 low emissivity coated glass

(4) GB 15763.1 建筑用安全玻璃 第一部分：防火玻璃

耐火完整性 integrity of fire-resistant
 耐火隔热性 insulation of fire-resistant
 热辐射强度 irradiance

(5) GB 15763.2 建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃

建筑用安全玻璃 safety glazing materials in building
 钢化玻璃 tempered glass

(6) GB 15763.3 建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃

中间层 interlayer
 离子性中间层 ionoplast interlayer
 PVB 中间层 PVB interlayer
 EVA 中间层 EVA interlayer
 夹层玻璃 laminated glass
 安全夹层玻璃 laminated safety glass
 对称夹层玻璃 symmetrical laminated glass
 不对称夹层玻璃 asymmetrical laminated glass

周边区 edge area
可视区 vision area
裂口 vents
皱痕 creases
条纹 streaks due to interlayer inhomogeneity
脱胶 delamination
点缺陷 spot defects
线缺陷 linear defects

(7) GB15763.4 建筑用安全玻璃 第4部分:均质钢化玻璃
均质钢化玻璃 heat soaked thermally tempered glass

(8) JC/T 1079 真空玻璃
真空玻璃 vacuum glazing

(9) GB/T 11944 中空玻璃
中空玻璃 insulating glass unit

(10) JC/T 2128 超白浮法玻璃
超白浮法玻璃 ultra-clear float glass
虹彩 bloom

(11) GB/T 8484 建筑外门窗保温性能分级及检测方法
分级 graduation
保温性能 thermal insulating properties
门窗传热系数 door and window thermal transmittance
热导率 thermal conductance
抗结露因子 condensation resistance factor
总的半球发射率 total hemispherical emissivity
热流系数 thermal current coefficient
玻璃门 glass door

(12) GB/T 36261 建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法
光热参数 optical and thermal parameters
光热计算用基础参数 basic parameter for optical and thermal calculation

(13) GB/T 36142 建筑玻璃颜色及色差的测量方法
建筑玻璃 architectural glass
透射颜色 transmission color
反射颜色 reflection color
垂直反射颜色 vertical reflection color
偏角反射颜色 off-angle reflection color
玻璃色差 color difference of glass
偏角色差 off-angle color difference

片内色差 glass unit color difference
片间色差 pane-to-pane color difference
同批色差 same batch color difference
批间色差 color difference between batches
镜面反射标准样品 specular reflection reference material
光谱光度测色法（分光光度测色法） spectrophotometric colorimetry
CIE LAB 均匀色空间 CIE LAB uniform color space

(14) GB/T 22476 中空玻璃稳态 U 值（传热系数）的计算及测定

稳态 U 值（传热系数） steady-state U value
中空玻璃 U 值（传热系数） U value (thermal transmittance of glazing)

(15) GB/T 18144 玻璃应力测试方法

玻璃应力 stress in glass
起偏振片 polarizer
检偏振片 analyzer

(16) GB/T 18091 玻璃幕墙光热性能

色差 colour difference
透光折减系数 transmitting rebate factor
失能眩光 disability glare
不舒适眩光 discomfort glare
视场 visual field
畸变 deformation
玻璃幕墙光热性能 optical and thermal performance of glass curtain walls
太阳辐射 solar radiation
一般显色指数 general colour rendering index
颜色透射指数 transmitting colour rendering index
玻璃幕墙的有害反射光 harmful reflected light of glass curtain walls
紫外线透射比 UV-transmittance
可见光透射比 visible light transmittance
可见光反射比 visible light reflectance
太阳光直接透射比 solar direct transmittance
太阳光直接反射比 solar direct reflectance
太阳能总透射比 total solar energy transmittance
透光材料的遮阳系数 shading coefficient of transparent material
玻璃幕墙的遮阳系数 shading coefficient of glass curtain walls
光热比 visible light to solar gain coefficient

(17) GB/T 36405 平板玻璃应力检测方法

板面应力 plane stress
板厚应力 interior stress
起偏器 polarizer
检偏器 analyzer

双折射光程差 birefringence optical path difference

(18) GB 50189 公共建筑节能设计标准

透明幕墙 transparent curtain wall

可见光透射比 visible transmittance

窗墙面积比 area ratio of window to wall

遮阳系数 (SC) sunshading coefficient

太阳得热系数 (SHGC) solar heat gain coefficient

(19) GB 50033 建筑采光设计标准

照度 illuminance

室外照度 exterior illuminance

室内照度 interior illuminance

采光系数 daylight factor

采光系数标准值 standard value of daylight factor

年平均总照度 annual average total illuminance

不舒适眩光 discomfort glare

窗地面积比 ratio of glazing to floor area

采光有效进深 depth of daylighting zone

导光管采光系统 tubular daylighting system

导光管采光系统效率 efficiency of the tubular daylighting system

采光利用系数 daylight utilization factor

光热比 light to solar gain ratio

透光折减系数 transmitting rebate factor

(20) GB/T 21086 建筑幕墙

建筑幕墙 curtain wall for building

玻璃幕墙 glass curtain wall

全玻幕墙 full glass curtain wall

点支承玻璃幕墙 point supported glass curtain wall

双层幕墙 double-skin facade

(21) JG/T 455 建筑门窗幕墙用钢化玻璃

倒棱 bevelling

三边细磨 finely ground edge

三边抛光 polished edge

(22) JGJ 237 建筑遮阳工程技术规范

建筑遮阳 solar shading of building

固定遮阳装置 fixed solar shading device

活动遮阳装置 active solar shading device

外遮阳装置 external solar shading device

内遮阳装置 internal solar shading device

中间遮阳装置 middle solar shading device

太阳能总透射比 total solar energy transmittance
遮阳系数 shading coefficient (SC)
外遮阳系数 outside solar shading coefficient of window (SD)
外窗综合遮阳系数 overall shading coefficient of window (SCW)

(23) JG/T 231 建筑玻璃采光顶技术要求

建筑玻璃采光顶 building glass skylight system
太阳得热系数 (SHGC) solar heat gain coefficient

(24) JGJ/T 151 建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程

玻璃幕墙 glass curtain-wall
夏季标准计算环境条件 standard summer environmental condition
冬季标准计算环境条件 standard winter environmental condition
传热系数 thermal transmittance
面板传热系数 thermal transmittance of panel
线传热系数 linear thermal transmittance
太阳光总透射比 total solar energy transmittance, solar factor
遮阳系数 shading coefficient
可见光透射比 visible transmittance
露点温度 dew point temperature

(25) JGJ 113 建筑玻璃应用技术规程

建筑玻璃 architectural glass
玻璃中部强度 strength on center area of glass
玻璃边缘强度 strength on border area of glass
玻璃端面强度 strength on edge of glass
单片玻璃 single glass
有框玻璃 framed glazing
玻璃板自由边 free edge of glass
室内饰面用玻璃 facing glass in room
屋面用玻璃 roof glass
地板玻璃 floor and stairway glazing
U型玻璃墙 U glass wall
前部余隙 front clearance
后部余隙 back clearance
边缘间隙 edge clearance
嵌入深度 edge cover

(26) JGJ 102 玻璃幕墙工程技术规范

建筑幕墙 building curtain wall
组合幕墙 composite curtain wall
玻璃幕墙 glass curtain wall
斜玻璃幕墙 inclined building curtain wall
框支承玻璃幕墙 frame supported glass curtain wall

明框玻璃幕墙 exposed frame supported glass curtain wall
隐框玻璃幕墙 hidden frame supported glass curtain wall
半隐框玻璃幕墙 semi-hidden frame supported glass curtain wall
单元式玻璃幕墙 frame supported glass curtain wall assembled in prefabricated units
构件式玻璃幕墙 frame supported glass curtain wall assembled in elements
全玻幕墙 full glass curtain wall
点支承玻璃幕墙 point-supported glass curtain wall
支承装置 supporting device
支承结构 supporting structure
硅酮结构密封胶 structural silicone sealant
硅酮建筑密封胶 weather proofing silicone sealant
相容性 compatibility

(27) JC/T 2450 被动房透明部分用玻璃

太阳红外热能总透射比 total solar infrared heat transmittance
光热比 light to solar gain ratio
暖边间隔条 warm edge spacer

(28) GB/T 35604 绿色产品评价 建筑玻璃

相对节能率 relative energy saving ratio

(29) JC/T 2304 建筑用保温隔热玻璃技术条件

太阳红外热能总透射比 total solar infrared heat transmittance
光热比 light to solar gain ratio
单银低辐射镀膜玻璃 single silver Low-E coated glass
双银低辐射镀膜玻璃 double silver Low-E coated glass
三银低辐射镀膜玻璃 triple silver Low-E coated glass
在线低辐射多玻璃 on line Low-E coated glass

2 对玻璃种类、玻璃特性及测试、玻璃工艺、中空玻璃间隔条及密封胶、气体等项目分类整理常用相关英语术语

2.1 玻璃种类:

aluminoborosilicate glass 铝硼硅酸盐玻璃
aluminosilicate glass 铝硅酸盐玻璃
annealed glass 退火玻璃
art glass 艺术玻璃, 镶嵌玻璃
bent glass 弯玻璃, 弯玻
bullet resistant glass 防弹玻璃
capillary tube unit 安装毛细管的中空玻璃
chemical strengthened glass 化学钢化玻璃
clear glass 白玻, 透明玻璃
crystal glass 晶质玻璃
cullet 碎玻璃, 废玻璃 (料)

decorative glass 装饰玻璃, 镶嵌玻璃
double glazing 双层中空玻璃
triple glazing 三玻中空玻璃
enamel glass 釉彩玻璃
flat glass 平板玻璃
four sides curtain wall 全隐式幕墙
gas-filled unit 充惰性气体的中空玻璃
heat mirror 热镜
heat-strengthened glass 热增强玻璃, 半钢化玻璃
heat-treated glass 热处理玻璃
laminated glass 夹层玻璃
lead crystal 铅晶质玻璃
leaded glass 含铅玻璃
low-emissivity coating 低辐射镀膜
low-emissivity glass 低辐射玻璃
multiple glazing 多层玻璃; 多层玻璃窗
reflective glass 反射镀膜玻璃
scrap glass 废玻璃
self-cleaning glass 自清洁玻璃
silicate glass 硅酸盐玻璃
single pane 单片玻璃
smart glass 智能玻璃
soda ash glass 钠玻璃
soda lime glass 钠钙玻璃
soda-lime-silica glass 钠钙硅酸盐玻璃
sound control glass 声控玻璃
stained glass 彩色玻璃
tempered glass 钢化玻璃
tint glass 有色玻璃
toughened glass 强化玻璃
ultraviolet-transmitting glass 透紫外线玻璃

2.2 玻璃特性及测试:

abrasion index 磨损指数
abrasion tester 耐磨试验机
accelerated aging test 加速老化实验
acid resistance 耐酸性
acoustic 声学的
aging resistance 耐老化性, 老化性能
aging test 老化实验
air infiltration 空气渗透
ambient noise 环境噪音
ambient temperature 环境温度
atmospheric pressure 大气压 (力)

bending strength 弯曲强度
breakage 炸裂
breaking stress 极限应力, 破裂应力
cavity thickness 空腔厚度
chemical fogging 化学雾
chemical resistance 耐化学性
coefficient of expansion 膨胀系数
cold flexibility 冷挠曲性
cold flow 冷流
cold resistant 抗低温性能
compatibility 相容性
compressive strength 压强度
compressive stress 压应力
condensation 冷凝
conduction 传导
convection 对流
cracking 裂化, 裂解, 断裂, 裂纹
creep 蠕变
critical temperature 临界温度
cyclic wind loading 周期性风荷载
decibel (db) 分贝
deflection 挠度, 挠曲
delaminate 分层, 脱层
design load 设计荷载
dew point 露点
distortion 扭曲, 畸变
distribution 分布
durability 耐久性
durometer 硬度测验器
edge clearance 边部间隙
edge of glass 玻璃边部
endothermic 吸热的
energy efficiency 能源效率
fahrenheit 华氏
far IR 远红外
flaw 缺陷
flexible 弹性的
fog 雾
gas retention 惰性气体保持能力
glass breakage 玻璃炸裂
gpr (gas permeance rate) 气体渗透率
hardness 硬度
heat flow 热流
heat resistance 耐热性

hermetic 气密的
high humidity testing 高湿试验
humidity aging 湿度老化
humidity 湿度
IR 红外线
impact resistance 抗冲击
impact strength 抗冲击强度
impact 冲击
indentation hardness 压痕硬度
infrared 红外的
initial dew point 初始露点
initial 初始的
inside temperature 室内温度
insulating value 保温值
intensity 强度；密（集）度
internal reflection 内反射
internal strain 内应变
internal stress 内应力
long-wave 长波
negative pressure 负压
noise factor 噪声系数
noise insulation factor 隔噪声因子
noise level 噪声级
noise limitation 噪声限度
noise pollution 噪声污染
noise reduction coefficient 降（低）噪（声）系数
noise reduction 噪声降低
nr(noise reduction)降噪
radiation 辐射
refractive index 折射率
relative humidity(r.h)相对湿度
RH 相对湿度
room temperature 室温
scratch 划伤
short wavelength 短波波长
simulation 模拟
solar energy 太阳能
solar radiation 太阳辐射
solar transmittance 太阳透射比
sound absorption coefficient 吸声系数
specimen 样品
spectrophotometry 分光光度测定（法）
splotch 污点，（渍，痕），斑点
strain point 应变点

standard deviation 标准差
strain 应变
stress 应力
strength 强度
surface flaw 表面缺陷
surface in compression 表面压应力
surface temperature 表面温度
surface tension 表面张力
tensile strength 拉伸强度
test apparatus 实验仪器
thermal break 热炸裂
thermal conductance 热传导
thermal conductivity coefficient 热传导系数
tint 着色, 色彩, 色调
transparency 透明度
ultraviolet 紫外线
ultraviolet light 紫外线灯
U-value u 值
UV-lamp 紫外线灯
visible 可见的
visible light 可见光
visual distortion 视觉变形
warp 光学扭曲, 翘曲
wavelength 波长
weather cycling 气候循环实验, 气候循环检测
weatherometer 老化实验机
wind load 风荷载

2.3 玻璃工艺:

air barrier 防漏气隔离层, 隔离屏障, 气挡
air drying 风干
annealing lehr (隧道式) 退火窑 (炉)
annealing point 退火温度 (相当黏度为 1018 泊)
annealing 退火, 退火的
breather tube 呼吸管
capillary 毛细管
coating technology 镀膜技术
condensation gutter 冷凝水收集槽, 沟
diaphragm 横隔膜, 隔膜, 膜片
edge cover 边部遮盖
faying surfaces 接触面
float process 浮法工艺
fusion 熔融, 熔化
glass washer 玻璃清洗机

glazing bead 玻璃压条
glazing system 玻璃装配系统
heat press roller 热（辊）压机
heat treated 热处理
heat-seal 熔焊，熔接，热封
intelayer 夹胶，夹层
lehr 退火窑（炉）
sloped glazed 倾斜似玻璃装配
soft coat 软镀膜
sputter-coated low-e 阴极溅射低辐射镀膜
suspended glazing 吊挂式玻璃装配
target 靶
tin bath 锡槽

2.4 中空玻璃间隔条及密封胶：

aluminum spacer 铝带隔条
bent spacer 连续弯管金属隔条
box spacer 槽铝式隔条
butyl 丁基胶
cold edge 冷边
compatible spacer 相容间隔条
desiccant 分子筛
dual seal 双道密封
edge seal height 边部密封高度
edge seal 边部密封
flexible silicone foam 弹性硅酮微孔间隔条，超级间隔条
gasket 玻璃密封胶条
hot melt butyl 热融丁基胶
hot melt sealant 热融密封胶
sealant 密封胶
sealed space 密封空腔
secondary seal 第二道密封
secondary sealant 第二道密封胶
silica gel 硅胶
silicone structural seal 硅酮结构胶
silicone weather seal 硅酮耐候胶
silicone 硅酮胶
spacer depth 间隔条深度，间隔条高度
spacer height 间隔条高度
spacer width 间隔条宽度
spacer 间隔条，中空玻璃间隔条
stainless steel spacer 不锈钢间隔条
super spacer 超级间隔条
warm edge 暖边

2.5 气体:

air filled 充空气
argon filled 充氩气
argon 氩气
gas 气体
inert gas 惰性气体
nitrogen 氮气
xenon gas 氙气

参考资料:

- [1] GB 11614 平板玻璃
- [2] GB/T 18915.1 镀膜玻璃 第1部分: 阳光控制镀膜玻璃
- [3] GB/T 18915.2 镀膜玻璃 第2部分: 低辐射镀膜玻璃
- [4] GB 15763.1 建筑用安全玻璃 第1部分: 防火玻璃
- [5] GB 15763.2 建筑用安全玻璃 第2部分: 钢化玻璃
- [6] GB 15763.3 建筑用安全玻璃 第3部分: 夹层玻璃
- [7] GB 15763.4 建筑用安全玻璃 第4部分: 均质钢化玻璃
- [8] GB/T 11944 中空玻璃
- [9] JC/T 1079 真空玻璃
- [10] JC/T 2128 超白浮法玻璃
- [11] GB/T 8484 建筑外门窗保温性能分级及检测方法
- [12] GB/T 36261 建筑用节能玻璃光学及热工参数现场测量技术条件与计算方法
- [13] GBT 36142 建筑玻璃颜色及色差的测量方法
- [14] GB/T 22476 中空玻璃稳态 U 值(传热系数)的计算及测定
- [15] GB/T 18144 玻璃应力测试方法
- [16] GB/T 18091 玻璃幕墙光热性能
- [17] GB/T 36405 平板玻璃应力检测方法
- [18] GB 50189 公共建筑节能设计标准
- [19] GB 50033 建筑采光设计标准
- [20] GB/T 21086 建筑幕墙
- [21] JG/T 455 建筑门窗幕墙用钢化玻璃
- [22] JGJ 237 建筑遮阳工程技术规范
- [23] JG/T 231 建筑玻璃采光顶技术要求
- [24] JGJ/T 151 建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程
- [25] JGJ 113 建筑玻璃应用技术规程
- [26] JGJ 102 玻璃幕墙工程技术规范
- [27] JC/T 2450 被动房透明部分用玻璃
- [28] GB/T 35604 绿色产品评价 建筑玻璃
- [29] JC/T 2304 建筑用保温隔热玻璃技术条件
- [30] 百度文库 <https://wenku.baidu.com/view/0671867d8e9951e79b892708.html>

用于表征建筑玻璃特性的主要参数

作者：苑静、许海凤 【建筑光学】公众号 2018.4.21 发布

建筑玻璃一般分为用于建筑外围护结构玻璃和内部玻璃。用于建筑外围护结构上的玻璃，除了满足建筑设计外观的要求外，从节能角度来说，还应根据不同气候区及建筑部位，能够实现采光、保温、隔热等功能；同时从安全性来讲，应具备抗一定动能刚体冲击、抗人体撞击和特定的破碎状态的能力，应能够经受风载荷、雪载荷、冰雹、地震力等。由于玻璃品种繁多，评价和表征各种玻璃的性能特性参数也很多，不同应用情况对其性能要求不同，那么这些特性参数都有哪些呢？

图 1 中给出了建筑玻璃主要特性参数，供大家参考。

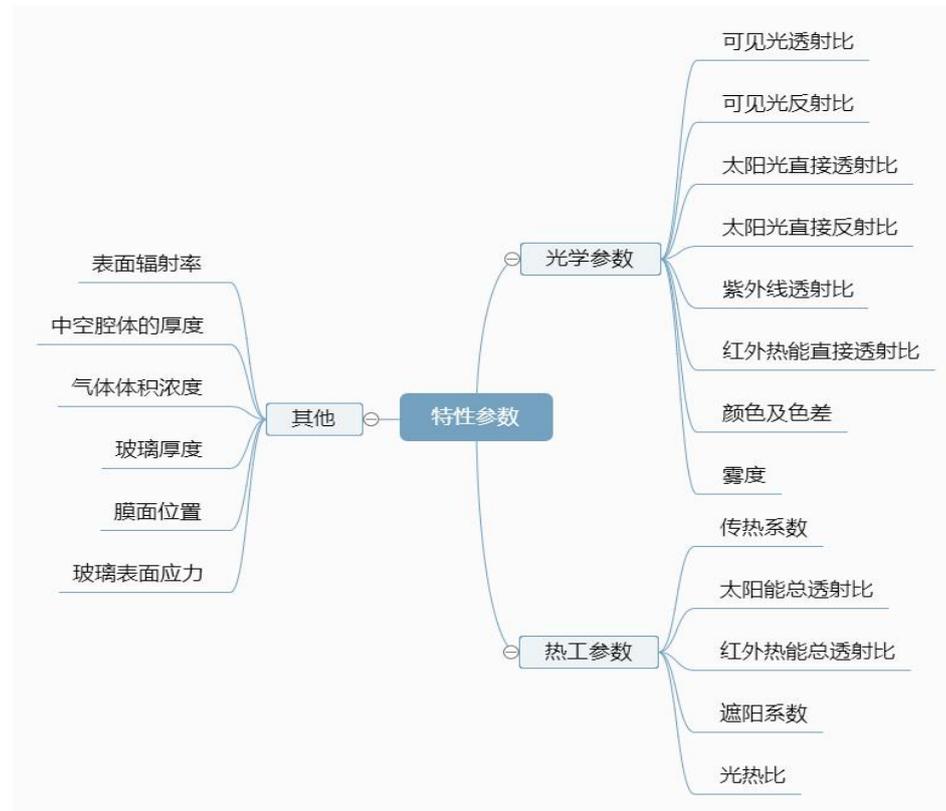


图 1 建筑玻璃主要特性参数脑图

如上 20 余个参数中，大部分参数对于评价玻璃的节能指标、整个建筑的能耗及安全性至关重要，例如，太阳能总透射比及红外热能总透射比决定着进入室内的太阳辐射得热；可见光透射比越高，室内的照明能耗越低；镀膜玻璃的表面辐射率、中空腔体的厚度以及气体体积浓度等，直接决定着玻璃的太阳能总透射比和传热系数，即隔热保温性能；表面应力的的大小直接关系到玻璃使用的安全性。

为了进一步让大家了解各参数，以下给出各类参数的定义与释义。

表 1 光学参数

序号	参数名称	定义与释义
1	可见光透射比	在可见光（380nm~780nm）范围内，透过被测物体的光通量与入射光通量之比。
2	可见光反射比	在可见光（380nm~780nm）范围内，经被测物体反射后的反射光通量与入射光通量之比。

节能玻璃

3	太阳光直接透射比	波长范围 300nm~2500nm 太阳辐射透过被测物体的辐射通量与入射的辐射通量之比。此参数不包含物体由于吸收红外热辐射而产生的二次热传递。
4	太阳光直接反射比	波长范围 300nm~2500nm 太阳辐射被被测物体反射的辐射通量与入射的辐射通量之比。
5	太阳光红外直接透射比	被测物体在 780nm~2500nm 波长范围内的太阳光直接透射比。
6	紫外线透射比	波长范围 300nm~380nm 太阳辐射透过被测物体的辐射通量与入射的辐射通量之比。
7	颜色	<p>光作用于人眼引起除空间属性以外的视觉特性。用色名或色的三属性来表示的视觉特性。构成颜色的三个属性为明度、色调和饱和度。将三个属性放在一起，可以组成一个三维颜色立体，$L^*a^*b^*$色空间（也称为 CIELAB）是当前最通用的测量物体颜色的色空间之一，在这一色空间中，L^*是亮度，a^*和 b^*是色度坐标，a^*和 b^*表示色方向：$+a^*$为红色方向，$-a^*$为绿色方向，$+b^*$为黄色方向，$-b^*$为蓝色方向。</p> <p>在建筑玻璃行业中，采用 $L^*a^*b^*$色空间法表示颜色，通过不同颜色之间的 $L^*a^*b^*$值，计算获得玻璃透射色差和反射色差。</p>
8	透射颜色	光透过玻璃后的颜色。一般指不大于 10° 入射角条件下的透射颜色。一般情况下入射光特指某标准照明体。
9	反射颜色	光经玻璃反射后的颜色。一般情况下入射光特指某标准照明体。
10	垂直反射颜色	光入射角不大于 10° 的条件下，光经过玻璃各面反射后，在与入射角相同的接收角条件下的镜面反射颜色。
11	偏角反射颜色	光入射角大于 10° 条件下，玻璃的镜面反射颜色。通常为 30° 、 45° 和 60° 偏角反射颜色。
12	玻璃色差	玻璃之间或与目标颜色间的颜色差异，也指同一片玻璃不同位置间的颜色差异，分为透射色差和反射色差，以 ΔE_{ab^*} 表示。
13	偏角色差	相同测量角度条件下偏角反射颜色的色差。
14	片内色差	相同测量条件下，同一片玻璃内不同测量位置之间的色差。
15	片间色差	相同测量条件下，玻璃之间色差的极大值，用于表征玻璃之间的颜色一致性。
16	同批色差	相同测量条件下，同一批次玻璃中按抽样规则抽出多片玻璃样品的片间色差，用于表征同批次玻璃的颜色一致性。
17	批间色差	相同测量条件下，对于不同批次玻璃产品，在某一批次中，抽取一定数量的样品，测量并计算样品的颜色平均值，作为批次目标颜色。其他批次的颜色平均值与批次目标颜色的色差即为对应的批间色差。

表 2 热工参数

序号	参数名称	定义与释义
1	太阳能总透射比	太阳光直接透射比与被玻璃组件吸收的太阳辐射向室内的二次热传递系数之和，用 g 表示，也称为太阳得热系数（SHGC）。是衡量太阳辐射进入室内总能量的重要指标，包括直接透进室内的太阳辐射能量，还包括玻璃吸收太阳能热以中长波红外辐射向室内的能量。不能用太阳能阻隔率等概念表示此含义。

节能玻璃

2	遮阳系数	在给条件下，太阳能总透射比与厚度 3mm 无色透明玻璃的太阳能总透射比的比值，用 SC 表示。与太阳能总透射比相差一个比例系数，目前常用太阳能总透射比。
3	太阳红外热能总透射比	在太阳光谱的近红外波段 780nm~2500nm 范围内，直接透过玻璃的太阳辐射强度和玻璃吸收太阳能经二次传热透过的部分之和与该波长范围入射太阳辐射强度的比值，用 g_{IR} 表示。
4	光热比	可见光透射比与太阳能总透射比的比值，用 LSG 表示。光热比并不是衡量节能的直接参数，由于可见光透射比直接影响太阳能总透射比，某些产品为了迎合低 g 值而压低可见光透射比，造成采光性能差，而高透射比的玻璃又会导致 g 值较高，所以出现光热比参数，是在相同的可见光透射比条件下比较太阳能总透射比 g 值的大小，或相同太阳能总透射比条件下比较可见光透射比大小。也是变相衡量红外热能总透射比的大小，而 g_{IR} 的出现可以科学合理的衡量玻璃的红外热能总透射比的能力。
5	传热系数	玻璃两侧环境温度差为 1K (°C) 时，在单位时间内通过单位面积门窗或玻璃幕墙的热量，用 K 值表示。

表 3 应力参数

序号	参数名称	定义与释义
1	板面应力	玻璃成型后，在玻璃板面不同区域之间存在的永久张应力或压应力。
2	板厚应力	玻璃成型后，在板厚方向由于温度梯度造成的永久应力，其表面为压应力，中心区域为张应力。
3	表面应力	存在于玻璃表面的应力，指经热强化或化学强化玻璃的表面压应力。对于钢化玻璃说的应力一般特指表面应力。

其中建筑玻璃的光热参数测试，需先测试各层玻璃及间隔层厚度、光谱透射比、光谱反射比、膜面辐射率、间隔层惰性气体体积浓度等基础参数。各光热参数由基础参数按照国内标准 GB/T 2680 和 JGJ/T 151 计算获得，玻璃各光热参数计算所用基础参数如图 2 所示。

用于描述建筑玻璃特性的参数已经明晰，那么，国家和行业标准中，对玻璃的特性参数都有哪些要求？可以参阅本汇编第一篇文章：《**[标准篇]我国建筑节能类规范对玻璃特性参数有哪些规定？**》

随着人们对节能环保要求的提高，节能玻璃由于其具有保温、隔热等优点而得到广泛使用，目前主流节能玻璃产品为在线 Low-E 玻璃、单银 Low-E 玻璃、双银 Low-E 玻璃、三银 Low-E 玻璃、真空玻璃等，不同种类玻璃产品的节能效果及生产成本差异较大，人眼无法辨别玻璃的真假，光热参数为衡量玻璃节能效果的主要参数，需要通过检测设备测量光热参数以检验是否符合质量要求。

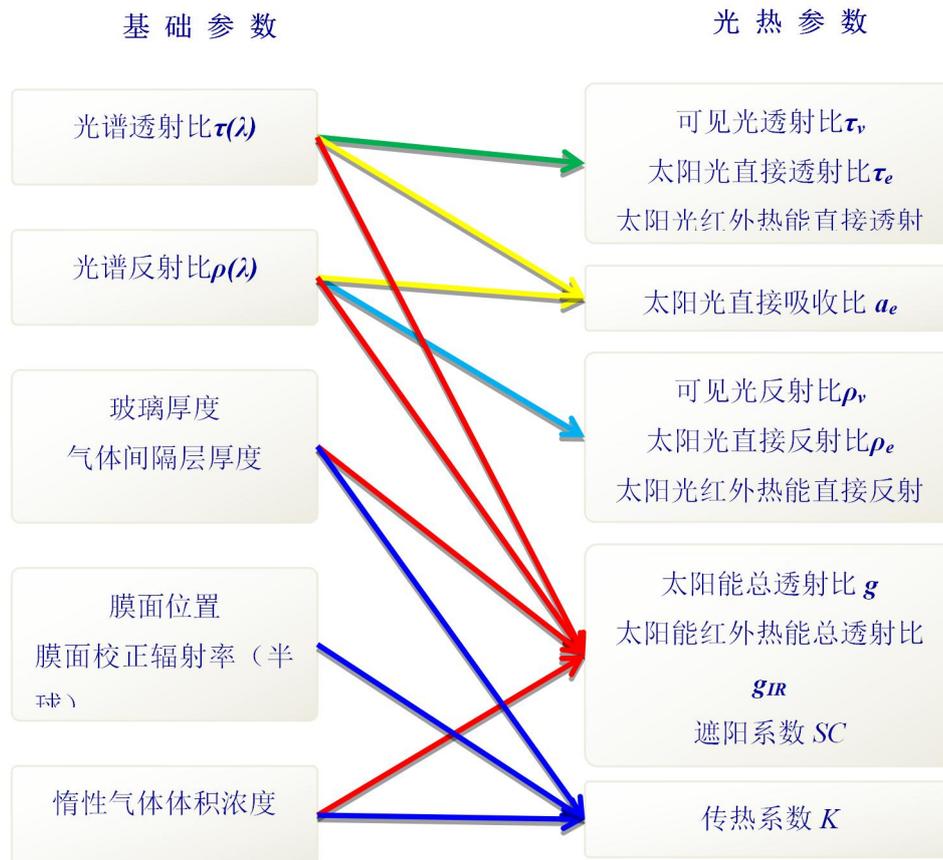


图2 玻璃各光热参数与基础参数关联图

目前，已有的检测仪器主要分为三类：

- 1) 只能测单片、小块玻璃样品光热参数的实验室用检测仪器；
- 2) 具有无损整体玻璃光热参数测量功能的实验室用检测仪器；
- 3) 便携式现场玻璃光热参数检测仪器。

第一种仪器的检测方法为传统检测方法，对于通过钢化处理的玻璃、已安装上墙的玻璃、中空玻璃制成品等无法拆解和裁切的玻璃一般都无法测量检验，而且检测时间长，检测及数据处理过程复杂，全套光热参数检测时间大概需要 1 小时左右；第二种和第三种检测仪器为新型玻璃光热参数检测仪器，可以无损整体测量玻璃光热参数，检测方法不受玻璃尺寸大小、是否钢化处理、玻璃组成结构（中空或单片）、是否已安装上墙等条件限制。而且实验室用新型光热参数仪器的全套光热参数检测速度只有 3 分钟，便携式现场用光热参数检测仪器也只需约二十分钟，提高检测效率，降低了检测人工成本。

Low-E 玻璃简介及性能评估

作者：许海凤，张喆民，黄达泉，苑静 【建筑光学】公众号 2018.5.4 发布

摘要：本文介绍了热量是如何通过玻璃来传递的以及 Low-E 玻璃的节能原理，同时从组成结构、性能特性等角度介绍了单银、双银和三银 Low-E 的区别，能够帮助读者更加直观的了解 Low-E 玻璃。最后介绍了节能玻璃的鉴定和评估方法。

关键词：Low-E 玻璃；节能；单银；双银；三银；检测；评估

为了满足建筑节能以及舒适性的需求，节能玻璃已经成为绿色建筑中不可或缺的部件。建筑节能和遮阳的产品和方式有很多，本文从门窗幕墙用 Low-E 玻璃的角度，来研究一下能量如何通过玻璃来传递，Low-E 玻璃是如何节能的，以及如何鉴别和评估玻璃是否节能。

1 热量如何通过玻璃传递

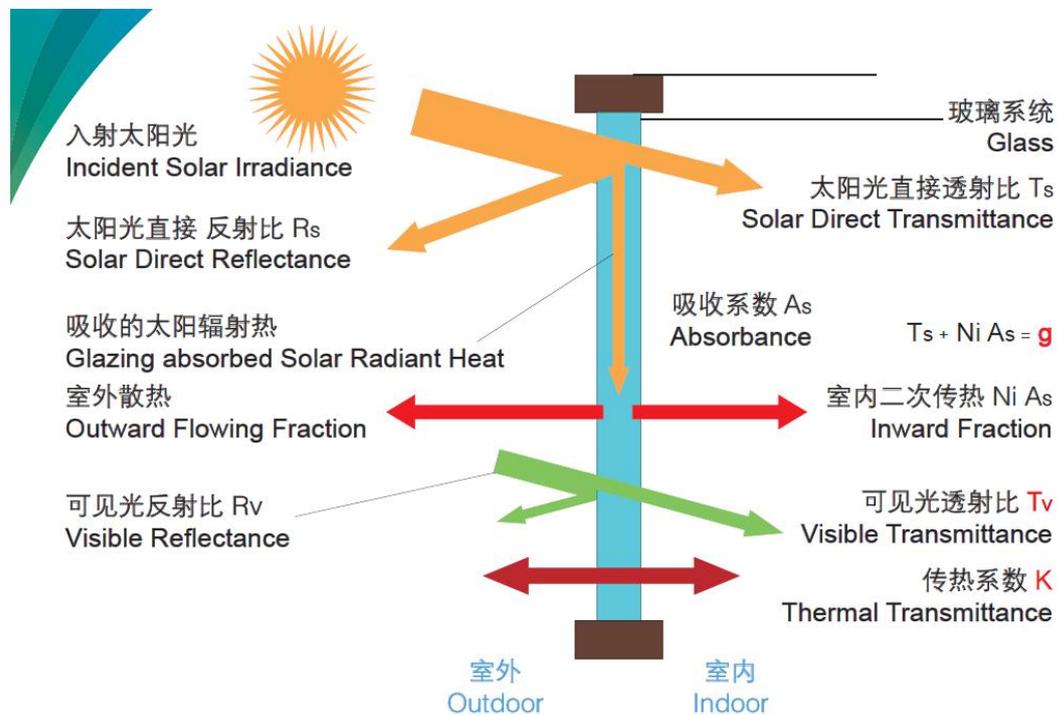


图 1 热量通过玻璃传递示意图

建筑的能耗有很多来源，其中通过透明部分玻璃的热量的传递占据了很大的比例。通过玻璃传递到室内的热量有两种方式，分别为太阳辐射传热和温差传热，其中太阳辐射传热又包括了太阳光直接透射和室内二次传热。

按照现行建筑节能设计规范和评价体系，对不同地区以及不同的建筑类型，限定了透明围护结构门窗和幕墙的太阳能总透射比 g （或者遮阳系数 SC ）和传热系数 K 值这两个重要参数，其中太阳能总透射比 g 用于评价太阳辐射传热，传热系数 K 值用于评价温差传热。热量传递示意图如图 1 所示。

在冬季和夏季，通过玻璃传递热量较多的两个季节。在夏季，太阳辐射传热占主要因素，在冬季，尤其是严寒和寒冷地区，温差传热占主要因素。无论任何地区和季节，传热系数 K 值都是越低越好，高性能的节能玻璃如三玻两腔中空和真空玻璃， K 值可以达到 0.8 以下；

而太阳能总透射比 g ，应根据使用地区和建筑朝向，选择合理的值。

2 Low-E 玻璃的性能

国内生产 Low-E 是从单银 Low-E 开始，经历了双银，再到三银逐渐发展而来的，Low-E 玻璃也一步步更好地解决了采光与遮阳的矛盾。

根据银层及功能的不同，Low-E 可分为单银、双银和三银。结构图如图 2~图 4。

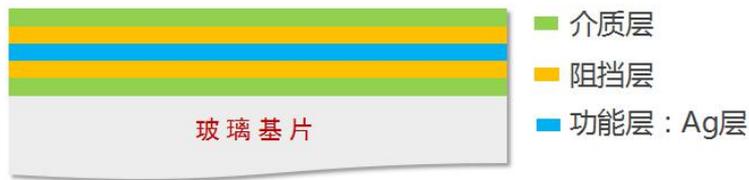


图 2 一层银层——典型单银 Low-E 膜层结构示意图

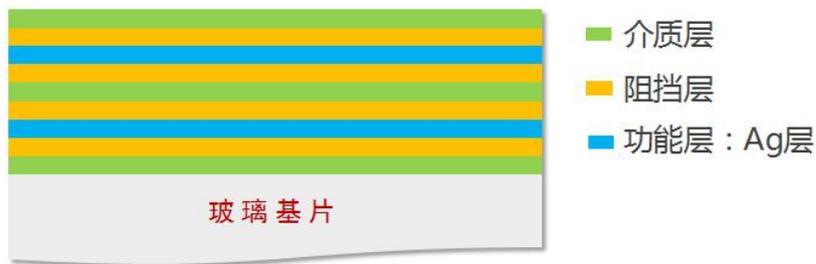


图 3 两层银层——典型双银 Low-E 膜层结构示意图



图 4 三层银层——典型三银 Low-E 膜层结构示意图

除了结构的区别之外，单、双、三银从性能上有什么区别呢？下面以列表的形式比较一下单、双、三银 Low-E 中空玻璃光热参数，如表 1，表 1 中最下面一行 3mm 玻璃的光热参数作为参考。

表 1 典型单、双、三银 Low-E 中空玻璃光热参数

结构配置	可见光透射比 %	可见光反射比 %		传热系数 K 值	太阳能总透射比 g	遮阳系数 SC	红外热能总透射比 g_{IR}	光热比 LSG
		室外	室内					
6 单银 (2#) +12Air+6	64	15	11	1.83	0.50	0.57	0.36	1.28

6 双银 (2#)+12Air+6	66	11	14	1.63	0.40	0.45	0.15	1.65
6 三银 (2#)+12Air+6	64	11	11	1.63	0.34	0.39	0.05	1.88
3mm 白玻	89	8	8	5.44	0.87	1.00	0.86	1.02

注:1. 代号说明: 2#代表膜面位置为从室外侧数第二个表面, Air-空气, 6-玻璃的厚度为 6mm;

2. 环境边界条件依据中国标准 JGJ/T 151-2008。

由上表可见, 由单、双、三银 Low-E 分别组成的中空玻璃, 传热系数 K 值相差不大。此外, 在可见光透射比相差不大的情况下, 随着银层的增加, g 值、SC 和 g_{IR} 依次递减, 尤其是红外热能总透射比 g_{IR} (表中黄色突出显示部分), 差异非常显著, 而光热比 LSG 依次增加。

为了进一步比较几种玻璃的 g 和 g_{IR} , 奥博泰公司统计了多种玻璃的数据, 并绘制了散点图, 详见图 5。由图 5 可见, 单银中空的 g 值和 g_{IR} 值均较高 (图中黑色方框■), 明显高于双银中空 (图中红色圆点●) 和三银中空 (图中蓝色三角▲), 这意味着通过单银中空玻璃进入室内的太阳辐射传热较多。

再比较双银中空和三银中空的 g 和 g_{IR} , 显而易见, 双银和三银在 g 值方面并没有拉开差距, 而 g_{IR} 明显拉开了距离, 三银中空的 g_{IR} 可降低至 0.06 以下, 即只有不到 6% 的红外热能透过玻璃进入室内。

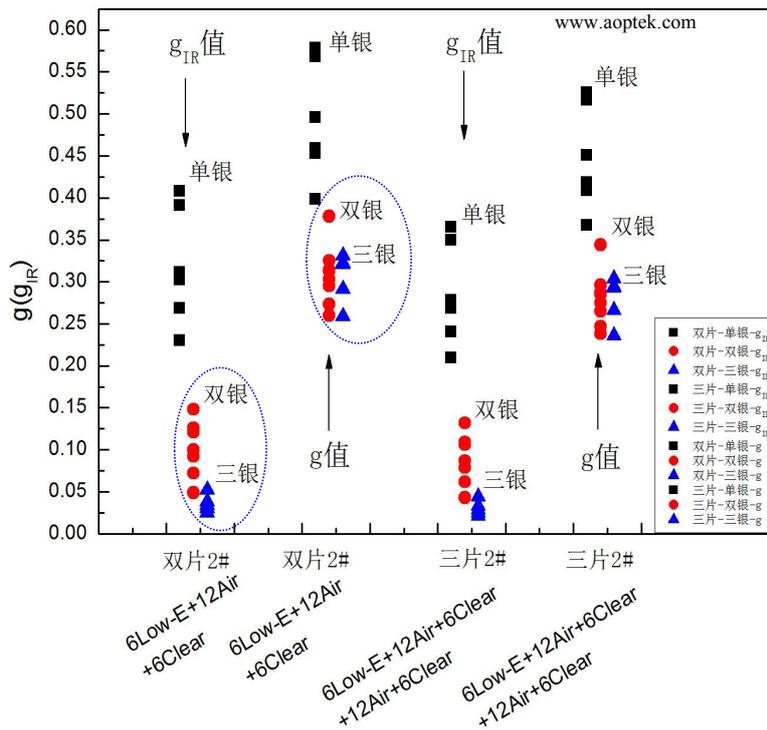


图 5 单、双、三银中空玻璃 g 和 g_{IR} 散点图 (图片来源: 奥博泰)

3 为什么三银 Low-E 玻璃能够成为玻璃中的佼佼者

根据上面的分析, 炎热地区的低能耗建筑或者夏季需遮阳的建筑部位, 建议优先选择三银 Low-E, 三银 Low-E 的光热比最大, 即在可见光透射相同时, 透热可以降低到最小, 真正实现“透光不透热”。

在欧美 Low-E 应用比较普及的国家, 无论是公共办公楼还是私人住宅, 都优先使用三

银玻璃，甚至超市都能买到标准化的三银整窗。这得益于他们的法律、技术、经济和市场等方面标准化程度的优势。三银在我国也是发展迅速，且产品越来越丰富多样，如表 2。

表 2 三银产品参数表

配置	基片	外视色	Visible light 可见光 %			Solar 太阳光 %		国标SC	国标K值	国标g _{IR}
			透射比	反射比		透射比	室外反射比			
				室外	室内					
6三银(2#)+12Air+6	透明	自然色	69	13	13	28	39	0.40	1.60	0.05
6三银(2#)+12Air+6	透明	自然色	64	11	11	27	35	0.39	1.63	0.06
6三银(2#)+12Air+6	透明	蓝灰	49	14	14	19	38	0.29	1.64	0.05
6三银(2#)+12Air+6	透明	银灰	48	26	21	19	45	0.29	1.64	0.04
6三银(2#)+12Air+6	透明	中性灰	46	19	19	18	41	0.27	1.64	0.04

注：数据来源于天津耀皮。

安装了三银 Low-E 中空后，人体的舒适感得以提升。由于人体的灼热感是太阳辐射近红外引起的，g_{IR} 越高，说明红外透过越高，g_{IR} 越低，红外透过越低，三银的红外透射 g_{IR} 可以做到 0.06 以下，即反射掉了绝大部分热量，灼热感得以明显改善，非常适合在炎热地区使用，舒适度大幅提升。

4 如何鉴别和评估节能玻璃

薄薄的膜层，难以用肉眼或者简易的方式来识别和评价。尤其是已上墙的玻璃，由于玻璃不宜拆卸，且钢化后无法切割成小片，用传统的实验室检验方法几乎不太可能。下面我们来介绍一种方法，来识别单、双、三银 Low-E 及其节能参数。

需要特别强调的是，该方法不是用来绝对判定 Low-E 玻璃有几个银层，而是用来判断 Low-E 中空玻璃对于太阳光的透射和反射，用来评价 Low-E 中空玻璃的节能效果。但根据目前的 Low-E 玻璃技术，综合玻璃数据库的产品参数，一般可以识别出单、双、三银。

- 1) 第一步，用中空玻璃辐射率计测试玻璃结构、Low-E 位置和辐射率



图 6 中空玻璃辐射率计



图 7 测试界面

图 7 为中空玻璃辐射率计测试的三种玻璃，其中红色线代表 Low-E 膜层位置，图 7 (a) 中 E=0.094 指 Low-E 玻璃的辐射率为 0.094，23.65mm 为玻璃的总厚度，右侧分别为各片玻璃以及腔体的厚度，图 7 (b) 和 (c) 同理。可以通过检测 Low-E 玻璃的辐射率，根据经验大概判断是单、双、三银，但此时还不能下结论是单、双、三银。

2) 第二步，测试光谱透反射曲线



图 8 某项目测试现场 (图中仪器为奥博泰公司开发的慧眼 1000)

测试结果如下：

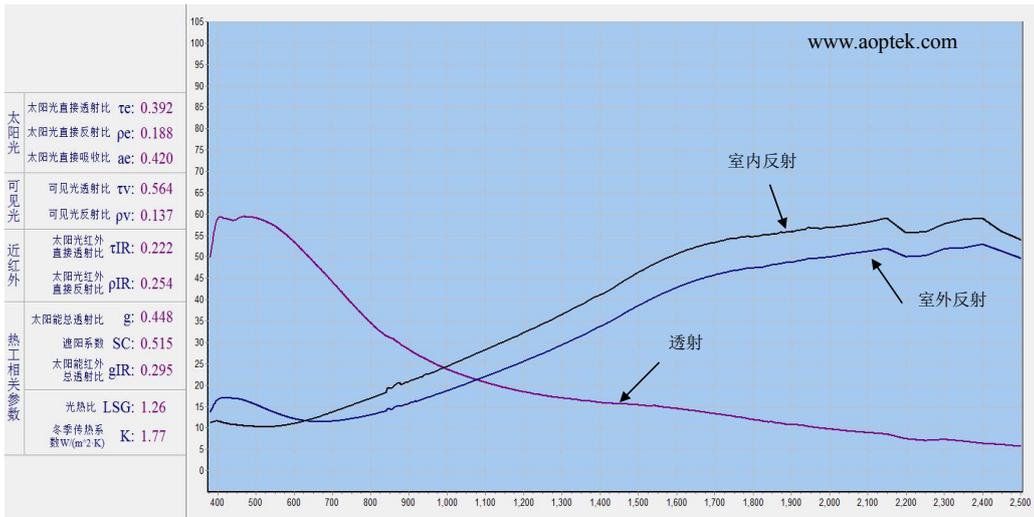


图 9 典型单银 Low-E 中空玻璃的实测光谱曲线

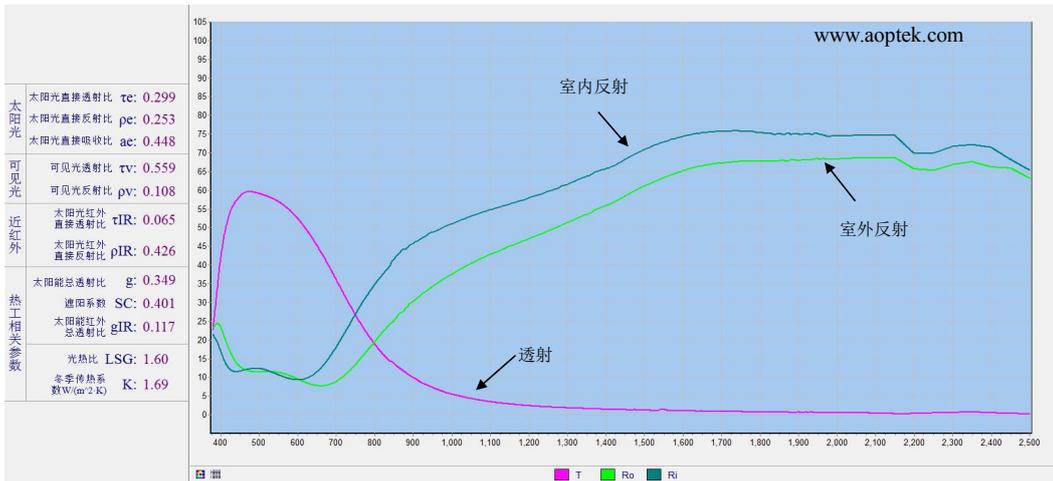


图 10 典型双银 Low-E 中空玻璃的实测光谱曲线

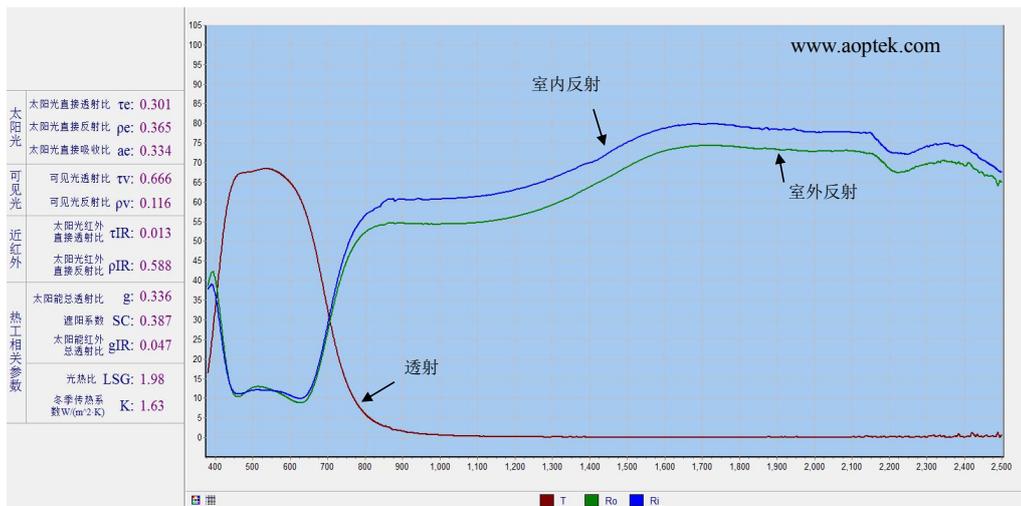


图 11 典型三银 Low-E 中空玻璃的实测光谱曲线

由图 9~图 11 可见，该仪器给出了玻璃完整的节能指标如传热系数 K 值、太阳能总透

射比 g 值、可见光透射比 t_v 等光热参数（见图片最左侧），从曲线可以看出，单、双、三银 Low-E 中空的不同波段范围的透过和反射明显不同，从曲线的形状一般可以识别出单、双、三银。当然，分辨出单、双、三银并不是最终目的，该仪器主要用来准确测量和评价玻璃的节能效果。

5 结论

随着技术的进步，虽然各种玻璃和新技术不断出现，但从技术成熟度和产业化现状来看，Low-E 玻璃目前是无法被取代的，Low-E 玻璃作为原片玻璃，可以和真空腔体或者中空腔体组合成高性能节能玻璃，能够实现不同使用地区的不同需求，可以应用于被动房等超低能耗建筑。

今年两会期间，全国人大代表、金晶集团有限公司董事长王刚建议通过出台强制使用法规、政策补贴等措施，全面推广应用高性能节能玻璃，推进建筑节能，他希望我国绿色节能建材在法制化的保障中迎来发展春天，人们能够住得健康、行得健康。

Low-E 膜在 2#面还是 3#面，区别在哪里？

作者：许海凤 【建筑光学】公众号 2018.7.6 发布

近几年，听到过很多次行业内朋友咨询中空玻璃内的 Low-E 膜放在哪一面，是 2#面还是 3#面？

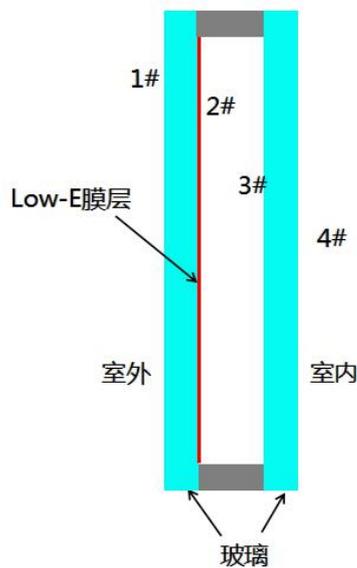


图 1 Low-E 膜在 2#面

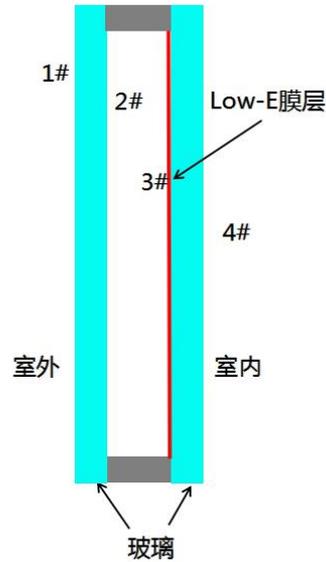


图 2 Low-E 膜在 3#面

总的来说，大家无非是关心 Low-E 膜放在不同的面，对遮阳系数、K 值等参数有什么影响，下面用 Window 软件对不同类型的玻璃进行计算，并用数据来比较 Low-E 膜位置不同时，玻璃的参数到底有何不同。

1 遮阳系数 SC 和 K 值的不同

表 1 玻璃性能参数随 Low-E 膜位置的变化

玻璃结构	Low-E 类型	Low-E 膜位置	遮阳系数	K 值
双玻单 Low-E 中空玻璃 (氩气含量 85%)	某单银	2#	0.626	1.61
		3#	0.727	1.61
	某双银	2#	0.400	1.45
		3#	0.566	1.45
	某三银	2#	0.318	1.37
		3#	0.442	1.37
双玻单 Low-E 真空玻璃	某单银	2#	0.642	0.784
		3#	0.764	0.784
	某双银	2#	0.414	0.526
		3#	0.624	0.526
	某三银	2#	0.316	0.392
		3#	0.506	0.392

大家由表 1 可见，玻璃的遮阳系数随 Low-E 位置的变化，产生较大的改变，因此，我们可以根据不同气候区的特点及其对玻璃遮阳系数的要求，来调整 Low-E 膜的位置。

而传热系数 K 值，无论是单银、双银或者三银，Low-E 膜面位于 2#或者 3#时，K 值不会发生变化。

2 表面温度比较

表 2 Low-E 膜面位于 2#和 3#时玻璃表面温度的比较

玻璃结构	Low-E 类型	Low-E 膜位置	1#温度	2#温度	3#温度	4#温度
双玻单 Low-E 中空玻璃 (氩气含量 85%)	某单银	2#	35.8	36.2	30.2	30
		3#	33.3	33.5	35.8	35.6
	某双银	2#	38	38.4	28.9	28.8
		3#	33.9	34.2	38.1	37.8
	某三银	2#	37.2	37.6	28	27.8
		3#	34	34.2	34.9	34.7
双玻单 Low-E 真空玻璃	某单银	2#	35.7	36	24.9	24.8
		3#	32.8	33	31.9	31.6
	某双银	2#	38.3	38.8	22.9	22.8
		3#	33.4	33.6	34.9	34.6
	某三银	2#	36.6	37	21.6	21.6
		3#	33.7	33.9	32.7	32.4

由表 2 可见，无论是单银、双银还是三银，当膜面在 2#面和 3#面时，室内侧玻璃表面即第 4#面，玻璃温度差异非常大，最大可达 10℃以上。因此，为了室内舒适性的需求（例如超低能耗被动房要求玻璃表面与室内空气温差不超过 3℃），减少热辐射，应优先选择将膜面放在 2#。

3 原理分析

那么，我们来分析一下为什么会得出这样的数据呢？

从 JGJ/T 151 门窗幕墙热工计算规程我们可以看到如下遮阳系数 SC 的计算公式：

6.1.6 单片玻璃的太阳光总透射比 g 应按下式计算：

$$g = \tau_s + \frac{A_s \cdot h_{in}}{h_{in} + h_{out}} \quad (6.1.6)$$

式中 h_{in} ——玻璃室内表面换热系数[W/(m²·K)]；

h_{out} ——玻璃室外表面换热系数[W/(m²·K)]；

A_s ——单片玻璃的太阳光直接吸收比。

6.1.7 单片玻璃的太阳光直接吸收比 A_s 应按下式计算：

$$A_s = 1 - \tau_s - \rho_s \quad (6.1.7)$$

式中 τ_s ——单片玻璃的太阳光直接透射比；

ρ_s ——单片玻璃的太阳光直接反射比。

6.1.8 单片玻璃的遮阳系数 SC_{gr} 应按下式计算：

$$SC_{gr} = \frac{g}{0.87} \quad (6.1.8)$$

式中 g ——单片玻璃的太阳光总透射比。

6.4.2 玻璃系统的遮阳系数的计算应符合下列规定：

1 各层玻璃室外侧方向的热阻应按下式计算：

$$R_{out,i} = \frac{1}{h_{out}} + \sum_{k=2}^i R_k + \sum_{k=1}^{i-1} R_{g,k} + \frac{1}{2}R_{g,i} \quad (6.4.2-1)$$

式中 $R_{g,i}$ ——第 i 层玻璃的固体热阻($m^2 \cdot K/W$)；
 $R_{g,k}$ ——第 k 层玻璃的固体热阻($m^2 \cdot K/W$)；
 R_k ——第 k 层气体间层的热阻($m^2 \cdot K/W$)。

2 各层玻璃向室内的二次传热应按下式计算：

$$q_{in,i} = \frac{A_{s,i} \cdot R_{out,i}}{R_t} \quad (6.4.2-2)$$

3 玻璃系统的太阳光总透射比应按下式计算：

$$g = \tau_s + \sum_{i=1}^n q_{in,i} \quad (6.4.2-3)$$

4 玻璃系统的遮阳系数应按本规程公式(6.1.8)计算。

上述公式可见，若镀膜面放在 2#面，有以下原因导致 SC 值低：1) 通过第一片玻璃后，有很大一部分近红外辐射被反射掉；2) 直接透过辐射少；3) 吸收得热的热量由于第一片玻璃的外表面（1#面）辐射率高内表面（2#面）辐射率低，所以向室外辐射的热量多，向室内中空腔辐射的少，到达第二片玻璃的热量就少。以上三点原因使得到达中空玻璃的中空腔及第二片玻璃热量少，进而传到室内的热量较少，最终的 SC 值较低，第二片玻璃的两个表面温度也低。

而当镀膜面在 3#面，第一片玻璃假设为普通白玻，有以下原因导致 SC 值高：1) 绝大部分热量会透过第一片玻璃，到达中空腔和第二片玻璃；2) 3#面反射大部分近红外辐射但玻璃和膜层的辐射吸收传热导致第二片玻璃升温；3) 第二片玻璃的温度高，3#面由于有低辐射膜层，导致向室外侧的热辐射少，而 4#面的辐射率高，导致向室内辐射的热量多。以上三点原因导致 low-E 膜面在 3#面比在 2#面的遮阳系数 SC 高。

其实两种配置的玻璃的太阳光直接透射比都是相同的，是二次传热不相同，导致太阳能总透射比不同，遮阳系数自然也就不同了。

仔细探究传热系数的计算方法，作者认为是对中远红外低辐射率和中远红外高反射做了简化等价，使得 Low-E 膜在 2#和 3#面的 K 值都一样。当然这种差异在工程上是可以忽略的。

4 结论

由上述分析可见，Low-E 膜放 2#和 3#面，会有如下几个方面的不同：

- 遮阳系数不同，但传热系数 K 值相同。
- 室内侧玻璃表面温度不同，造成室内舒适度会有显著差异。
- 室内外观察，颜色和视觉效果不同。

基于本文的分析，在使用 Low-E 玻璃时，Low-E 膜在哪个面不能随意选择，应根据设计要求，与镀膜玻璃厂家充分沟通，最后决定 Low-E 膜的位置。

“传热系数、热导、导热系数、热阻”到底有什么区别？

作者：许海凤、许威 【建筑光学】公众号 2018.9.14 发布

今天，跟大家分享几个传热学的概念，这几个概念看起来很类似，在应用中非常容易混淆。

1 传热系数 $K(U)$ Coefficient of heat transfer (heat transfer coefficient)

在稳态条件下，围护结构两侧空气温差为 1K 时，单位时间内通过 1 m^2 面积传递的热量。我国法定单位为 $\text{Wm}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ 。

JGJ/T 151 中定义如下：门窗或幕墙的传热系数，是指两侧环境温度差为 1K ($^{\circ}\text{C}$) 时，在单位时间内通过单位面积门窗或玻璃幕墙的热量。

GB/T 22476 中定义如下：中空玻璃的 U 值（传热系数）是指在稳态条件下，中空玻璃中央区域，不考虑边缘效应，玻璃两表面在单位时间、单位温差，通过单位面积的热量，单位为 $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

2 导热系数（又称热导率或导热率） λ Thermal conductivity

在稳态条件下，1m 厚的物体，两侧表面温差为 1K 时，单位时间内通过 1 m^2 面积传递的热量。我国法定单位为 $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 。导热系数与材料的组成结构、密度、含水率、温度等因素有关，与材料本身的大小、形状、厚度都是无关的，只与材料本身的成分有关，所以同类材料的导热系数是一样的。

3 热阻 R Thermal resistance

热量传递的规律可与电学中电量传递的规律“欧姆定律”类比。

$$\text{欧姆定律为： } I = \frac{\Delta U}{R}$$

式中 I 是电流，代表电路传递的电量； ΔU 为电路两端的电压差，是电量传递的动力；

R 是电阻，代表电量传递的阻力，在平面导热过程中，类似的公式为： $\Phi = \frac{\Delta T}{R}$

式中 Φ 为传递的热流量； ΔT 为两端的温度差，是热量传递的动力； R 是热阻，代表热量传递的阻力。

热阻概念的建立对传热过程的分析 and 计算带来很大方便，比如可以类比使用串并联电路电阻的计算公式来计算传热过程的合成热阻，从而方便地再算出传热系数等参数。热阻的单位为 $\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$

4 热导 C Thermal conductance

热阻的倒数，即 $C = \frac{1}{R}$ 单位为 $\text{Wm}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ 。

从以上定义可见，简单的去理解，“导热系数（热导率）”为材料本身的性质，与板材的实际厚度及周边环境无关；“热导”与板材实际的厚度有关，与周边环境无关；而“传热系数 K 值（ U 值）”既和板材厚度有关，又和周边环境有关。

参考文献：

1. 新立基 2006 年文集
2. JGJ/T 151 建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程
3. GB/T 22476 中空玻璃稳态 U 值(传热系数)的计算及测定
4. GBT 4132 绝热材料及相关术语

怎样快速评价镀膜玻璃的低辐射特性?

作者：吴筱 【建筑光学】公众号 2018.6.8 发布

低辐射玻璃，全称为低辐射镀膜玻璃，也称为 Low-E 玻璃（Low Emissivity Coated Glass 的简写），因其所镀膜层具有极低的表面辐射率而得名。低辐射玻璃的“低辐射”是指在同样的温度条件下，膜面比普通玻璃面向外辐射的热量更低。

低辐射玻璃对波长范围 380~780nm 的可见光具有较高的透射比，有利于室内采光；对波长 780~2500nm 的太阳近红外辐射具有较高的反射比；对于中远红外辐射也有较高反射比，并具有低辐射率（发射率）的特性，即玻璃在低辐射膜面的辐射热很低。

通俗地说，低辐射玻璃在保证较高可见光透射比的前提下，既能反射大部分来自太阳的红外辐射，也能降低室内外热辐射能量的传递，具有优异的隔热、保温性能。

我们知道，膜面辐射率是评价低辐射玻璃性能的重要参数。GB/T 18915.2-2013《镀膜玻璃 第 2 部分：低辐射镀膜玻璃》规定离线低辐射镀膜玻璃辐射率应小于 0.15，在线低辐射镀膜玻璃辐射率应小于 0.25。

那么，怎样快速而准确地测量低辐射玻璃的膜面辐射率呢？请扫码观看下面的小视频。



密不可分的真空玻璃与 Low-E 玻璃

作者：许海凤 【建筑光学】公众号 2018.7.21 发布

真空玻璃作为新型的节能玻璃，其节能效果不言而喻。中国的真空玻璃技术在全世界范围内是领先的，目前国内已经有多家企业可以批量化生产。

“真空”玻璃，顾名思义，一定是因为内部抽了真空，隔绝了热量的传递，所以真空玻璃才能够有这么好的节能效果。那么，是否抽了真空，且真空度达到一定程度，真空玻璃就可以节能呢？答案是否定的。

目前的真空玻璃产品之所以节能，不仅仅是抽了真空，其原片玻璃的采用也至关重要，真空玻璃一般至少采用一片 Low-E 玻璃，才能够达到理想的节能效果及很低的传热系数。

1 不同结构玻璃传热系数比较

下面表 1 对比了几种玻璃结构的传热系数 K 值。

表 1 不同结构玻璃传热系数 K 值

真空玻璃结构	Low-E	支撑物间距 (mm)	传热系数 K 值
无 Low-E 真空玻璃	无 Low-E	40	2.15
无 Low-E 中空玻璃 (12Ar)	无 Low-E	-	2.52
无 Low-E 中空玻璃 (12Air)	无 Low-E	-	2.67
单 Low-E 真空玻璃	单银	40	0.78
单 Low-E 真空玻璃	双银	40	0.53
单 Low-E 真空玻璃	三银	40	0.39

由表 1 中数据可见，在不采用 Low-E 玻璃作为原片玻璃的情况下，真空玻璃的 K 值为 2.15，略小于普通中空玻璃的 K 值，而远远大于 Low-E 真空玻璃的 K 值（0.39~0.78）。

2 为什么有了 Low-E 玻璃，真空玻璃 K 值才能够大幅降低？

那么，为什么真空玻璃离开了 Low-E 玻璃，传热系数 K 值急剧上升呢？这要从真空玻璃的传热机理说起。

真空玻璃的传热包括辐射传热、支撑物传热和残余气体传热，抽真空只是解决了气体传热的问题，降低辐射传热还需要具有低辐射膜的玻璃来发挥作用。另外，对于真空玻璃来说，由于气体传热一般可以忽略不计，因此只剩下辐射传热和支撑物传热，此时辐射传热占的权重较大，因此，使用 Low-E 玻璃，对真空玻璃来说显得更加重要。

3 Low-E 玻璃的作用，如何量化？

下面我们再从计算公式来解释一下为什么要使用 Low-E 玻璃。

行业标准 JGJ/T 113《建筑玻璃应用技术规程》附录规定了真空玻璃间隔层热导及辐射热导的计算公式，如下：

7 真空玻璃间隙层热导应按下列式计算：

$$h_s = h_c + h_z + h_r \quad (\text{A.0.2-7})$$

式中： h_s ——真空玻璃间隙层热导 $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ ；
 h_c ——真空玻璃残余气体热导 $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ ；
 h_z ——真空玻璃支撑物热导 $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ ；
 h_r ——真空玻璃间隙层内两片玻璃之间辐射热导 $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ 。

10 中空玻璃气体间隙层内两片玻璃之间辐射热导和真空玻璃间隙层两片玻璃之间辐射热导应按下列式计算：

$$h_r = 4\sigma \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right)^{-1} \times T_m^3 \quad (\text{A.0.2-10})$$

式中： ϵ_1 和 ϵ_2 ——中空玻璃气体间隙层或真空玻璃间隙层两片玻璃内表面在平均绝对温度 T_m 下的校正发射率。

由公式可得知，真空玻璃间隙层热导由残余气体热导、支撑物热导和辐射热导组成。辐射热导与真空玻璃层两片玻璃内表面的辐射率有直接的关系，辐射率越低，辐射热导越小，进而真空玻璃热导及传热系数越小。普通玻璃的表面辐射率为 0.837，单银镀膜玻璃的辐射率可达 0.08-0.013，双银可降低至 0.05 左右，而三银可降低至 0.02 左右。

Low-E 玻璃可以降低真空玻璃的传热系数 K 值，体现 Low-E 玻璃的价值，同时，真空玻璃腔体内为真空状态，也可以很好的保护 Low-E 膜层，尤其是离线 Low-E 膜层。由此可见，两种节能玻璃密不可分，互相成就。

中空玻璃为什么要充氩气？如何快速检测？

作者：许海凤、胡湘春、钟星辉 【建筑光学】公众号 2018.5.18 发布

随着建筑节能意识的逐步提高，其透明部分玻璃的保温隔热性能成为大家关注的焦点。提高玻璃保温隔热性能的途径目前有：1) 采用高性能 Low-E 玻璃；2) 增加玻璃和腔体数量，如双玻单腔增加到三玻两腔，甚或者四玻三腔；3) 改变腔体内气体成分，如充氩气/氪气，氩氪混合等惰性气体；4) 将气体抽走，制成真空玻璃；5) 增加中空玻璃内腔体厚度等等。

本文重点介绍一下中空玻璃内部为什么要充氩气？究竟能起到什么作用？

1 建筑玻璃是如何传热的？

首先，我们来了解一下建筑玻璃是如何传热，如图 1 所示，通过透明部分玻璃的传热包括两种方式，分别为温差传热和太阳辐射传热。由于传热方式不同，要提升玻璃质量和性能，采取的相应技术手段也有所不同。

温差传热主要通过降低玻璃的传热系数 K 来控制，太阳辐射传热主要通过调节太阳能总透射比 g 和红外热能总透射比 g_{IR} 来加以控制。

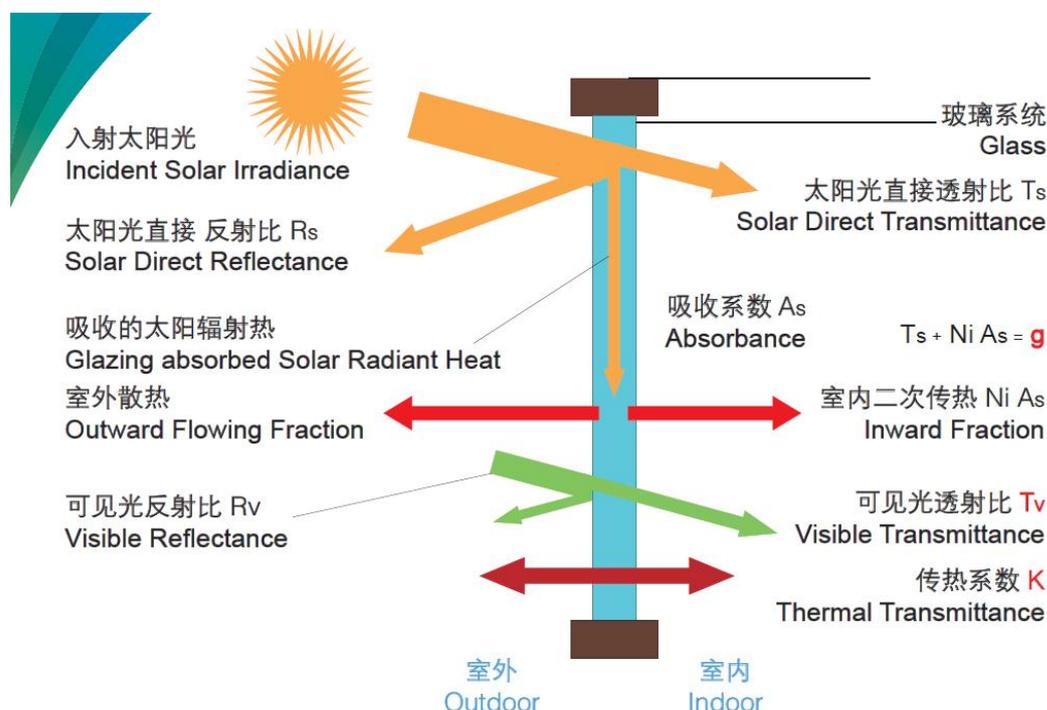


图 1 热量传递基本原理图

2 中空玻璃传热系数 K 值的影响因素

如图 2 所示，要降低中空玻璃的传热系数，需减少热辐射、对流传热以及热传导，通常采取的手段为采用单片或多片 Low-E 玻璃（单银、双银或三银）、充入惰性气体、增加腔体的数量或者腔体的厚度。本文重点讨论充入惰性气体对玻璃的传热系数 K 值带来的影响。

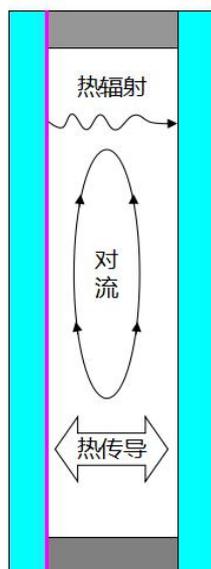


图 2 中空玻璃温差传热机理示意图

3 氩气简介

众所周知，氩气是惰性气体的一种，具有无色、无味、无毒的特性，同时具有稳定性。在空气中，其含量约占 1%，与氮气和氧气等相比，最经济的惰性气体。二者的物理性能对比如表 1，由表 1 可见，氩气的密度、动态粘度高于空气，导热系数和比热容低于空气。充入中空玻璃中，可减缓中空玻璃内的热对流和热传导，从而减弱整体中空玻璃的导热能力，传热系数 K 值得以降低。

关于不同厚度，不同气体的热导如何计算？具体计算可以参考标准 JGJ 113 中的附录 A 或者 JGJ/T 151 中的 6.3。

表 1 氩气和空气特性对比

气体	温度 $\theta(^{\circ}\text{C})$	密度 ρ (kg/m^3)	动态黏度 $\mu[10^{-5}\text{kg}/$ ($\text{m}\cdot\text{s}$)]	导热系数 λ [$10^{-2}\text{W}/$ ($\text{m}\cdot\text{K}$)]	比热容 c [$10^3\text{J}/$ ($\text{kg}\cdot\text{K}$)]
空气	-10	1.326	1.661	2.336	1.008
	0	1.277	1.711	2.416	
	+10	1.232	1.761	2.496	
	+20	1.189	1.811	2.576	
氩气	-10	1.829	2.038	1.584	0.519
	0	1.762	2.101	1.634	
	+10	1.699	2.164	1.684	
	+20	1.640	2.228	1.734	

4 充入氩气后传热系数 K 值的变化

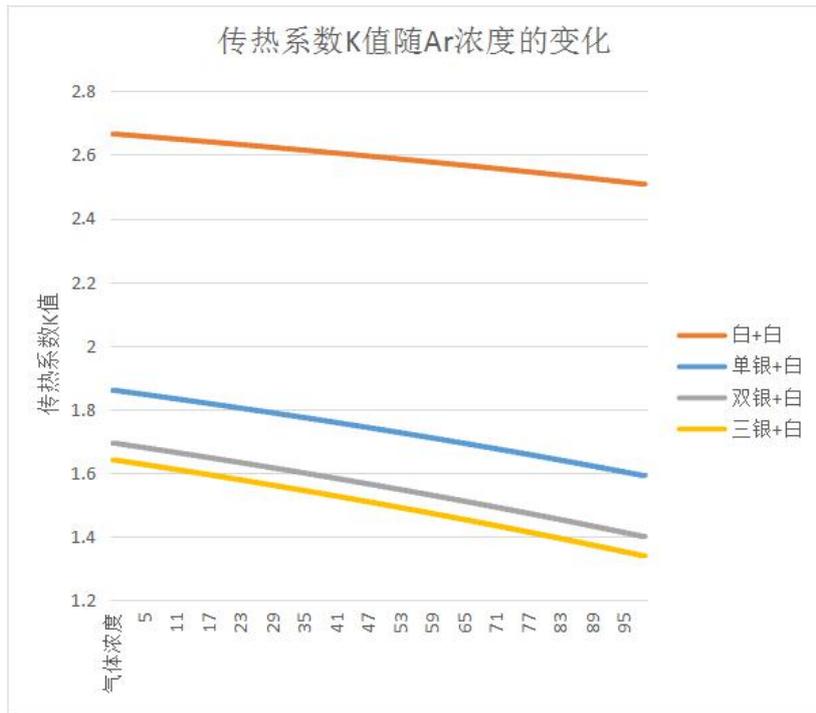


图3 双玻传热系数 K 值随 Ar 浓度的变化 (中空腔体厚度 12mm 为例)

由图3可见，无论是我们分析的那种玻璃，随氩气含量的增加，其传热系数显著降低。以单银+白玻为例，氩气含量从0-100%，传热系数从1.86下降到1.59；三银+白玻，传热系数从1.64下降到1.34。

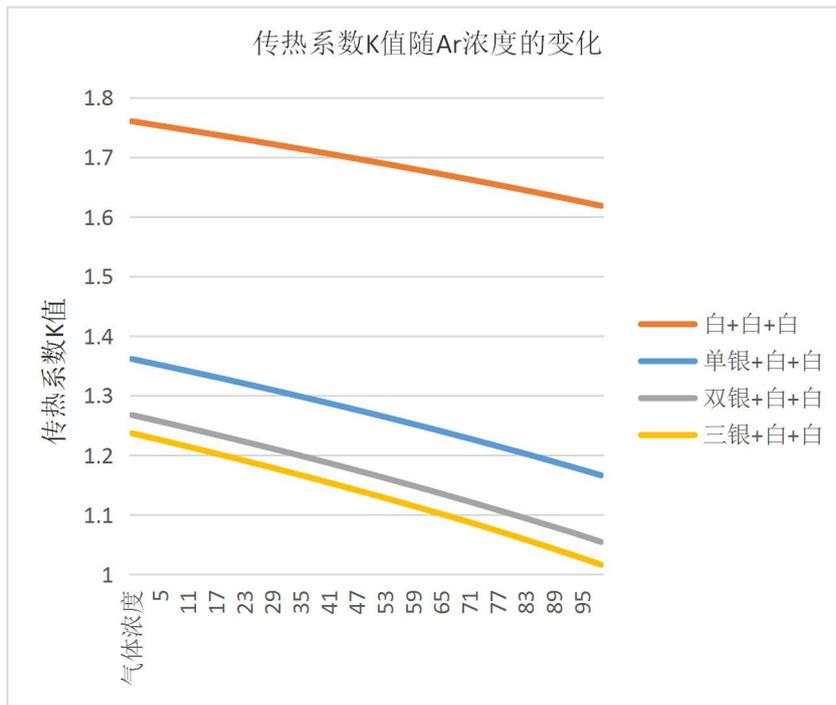


图4 三玻传热系数 K 值随 Ar 浓度的变化 (中空腔体厚度 12mm 为例)

由图 4 可见，随氩气含量的增加，其传热系数显著降低。以单银+白玻+白玻为例，氩气含量从 0-100%，传热系数从 1.36 下降到 1.17；三银+白玻+白玻，传热系数从 1.24 下降到 1.02。

5 充入氩气后遮阳系数 Sc 和相对增热 RHG 的变化

表 2 为不同玻璃结构的 Sc 和相对增热 RHG 随气体成分的变化，供大家参考。

表 2 Sc 及 RHG 随气体成分的变化

玻璃结构	充入气体及其浓度	Sc	RHG (W/m ²)
白玻+12A+白玻	空气	0.862	567
	氩气 50%，空气 50%	0.863	567
	氩气 85%，空气 15%	0.863	566
	氩气 95%，空气 5%	0.863	566
单银+12A+白玻	空气	0.500	331
	氩气 50%，空气 50%	0.498	328
	氩气 85%，空气 15%	0.496	326
	氩气 95%，空气 5%	0.485	325
双银+12A+白玻	空气	0.367	245
	氩气 50%，空气 50%	0.363	241
	氩气 85%，空气 15%	0.360	238
	氩气 95%，空气 5%	0.359	237
三银+12A+白玻	空气	0.303	204
	氩气 50%，空气 50%	0.299	200
	氩气 85%，空气 15%	0.296	197
	氩气 95%，空气 5%	0.295	196

6 如何快速无损检测氩气含量

无损检测方法可以在不破坏中空玻璃结构或在间隔层搁置额外部件的基础上进行气体含量检测。目前应用最普遍的无损检测方法就是等离子发射光谱法（图 5），即检测仪器通过高压电火花放电激穿玻璃被测表面，使间隔层内氩气发生电离现象，仪器收集气体被电离后的光束进行光谱分析，氩气含量随后被自动计算出来以百分比形式显示在屏幕上。这种检测方法快速简单，准确度高，在普通双片中空玻璃领域已成为行业标准，只需轻抵非镀膜面的一面随意取点进行测量即可。非破坏性检测方法还可以根据质量保证体系或者客户要求对同一片充气中空玻璃产品进行反复检测。但是，等离子发射光谱法的技术局限性就是只能对单面镀膜的双片中空玻璃产品进行测量。

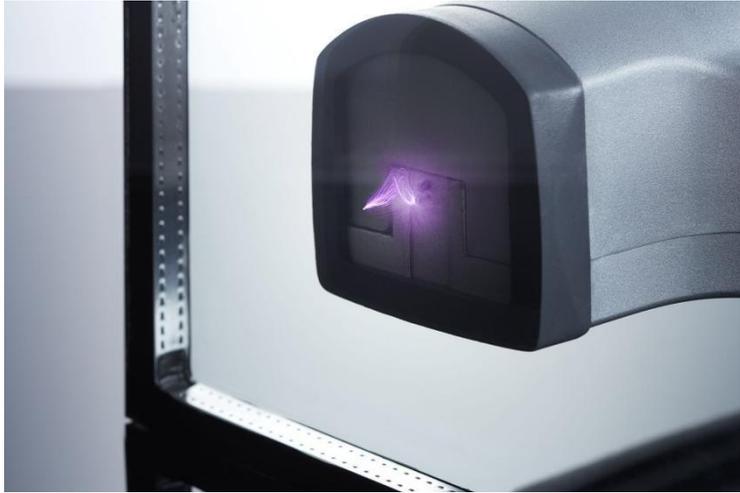


图5 Sparklike 手持式惰性气体分析仪（等离子发射光谱技术）



图6 氩气含量以百分比形式显示在屏幕上，测量时间2秒

目前，测量的技术领域有了突破性创新，解决了以上检测方法在充气中空玻璃气体含量应用时所遇到的问题。最新的可调谐半导体激光技术可以穿透镀膜和夹胶对充气中空玻璃产品进行非破坏性检测。

该项创新技术应用可调谐激光束射入中空玻璃，利用测量信号的反射、强度和谐波变化以测定间隔层内氧气的含量。接着，氧气含量被换算成惰性气体的百分比，最普遍应用的惰性气体就是氩气和氪气。因该项激光技术是通过非破坏性方法测量间隔层内氧气含量，故它可以检测任何一种气体的含量。

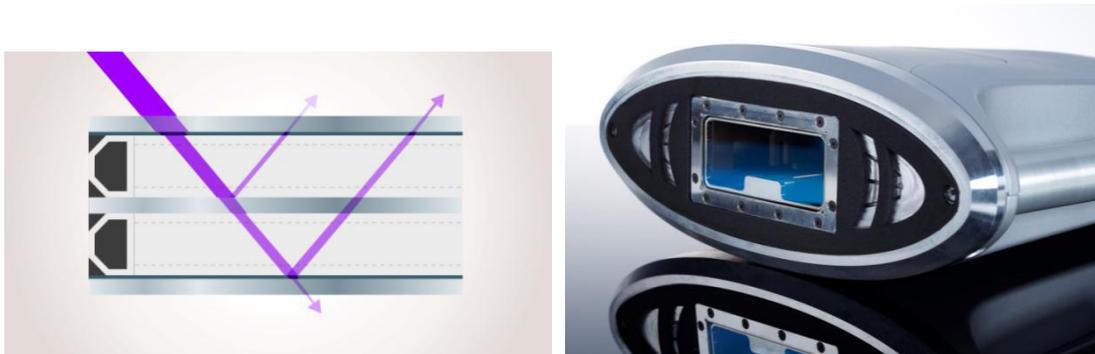


图7 可调谐半导体激光技术原理

该项创新技术不仅可以对结构复杂的充气中空玻璃产品进行气体含量检测，例如节能型的三玻两腔充气中空玻璃，同时还可以测量出玻璃和间隔层厚度。激光技术提升了这些高性能产品的质量保证体系，使其与产品预期匹配。仪器探测头抵住中空玻璃任一面即可进行测量，所有数据一次性给出，示意图如下。



图8 Sparklike 激光气体分析仪应用

控制气体填充和检测气体含量需要有效且可靠的工具，才能符合日渐严格的行业标准和法规要求。非破坏性检测为中空玻璃企业带来了安全保障，不仅可以让他们对其送审的产品进行检测，同时还可以帮助他们对已经安装上墙的充气中空玻璃产品进行现场检测或者长期跟踪检测，以验证其产品的气体保持力性能。

7 结论

由本文的分析可见，中空玻璃腔体是否充氩气以及氩气的含量，对传热系数 K 值影响较大，对遮阳系数 Sc 和相对增热 RHG 有一定影响，但影响稍小。此外，充惰性气体后，能够较好的保护 Low-E 膜层尤其是离线 Low-E 膜，使其更加长久耐用，从而延长中空玻璃的寿命。同时，充惰性气体的玻璃的隔声性能也会有所提高。

如何快速测量幕墙玻璃的颜色？

作者：许海凤、钟星辉 【建筑光学】公众号 2018.5.18 发布

当我们走在繁华大都市的街道，有没有曾经被很多高大上的建筑所震撼？有没有觉得各种颜色的玻璃幕墙令人赏心悦目？



图片来源：unsplash.com



图片来源：iziretail.com



室外环境的反射颜色（图片来源 pexels.com）

各种颜色的建筑玻璃幕墙以清新、靓丽或者端庄的外观呈现给大家，给我们带来美感，这与玻璃外观颜色以及色差等指标密切相关，那么应该在哪些环节严格定量中空玻璃的颜色指标呢？

●单片玻璃生产过程检测（单片玻璃）

单片颜色的测量和控制直接决定了后续成品玻璃颜色以及片间色差和片内色差，并保持与设计相一致。

●玻璃进安装现场的检测（中空成品玻璃）

安装之前的检测，主要检验批次色差，抽检片间色差和片内色差，及时发现不符合颜色设计指标的产品。

●已安装玻璃的检测（中空成品玻璃）

已安装玻璃的检测，主要检查同一视野内的片间色差，值得注意的是应该将质量控制在前两个程序中，如果安装后外观颜色与色差超标会给各方造成巨大损失。

●破损补片时的检测

玻璃破损之后，应及时补片，然而一个让人头疼的问题产生了，应该配什么样的玻璃呢？一般重点项目都会留样以及备案相关参数，可以按参数进行补片生产。但大多数建设较久的既有建筑所用玻璃，可能已经停产，膜系、工艺已更新换代。那么为了保持整个玻璃幕墙颜色外观的完整，必须检测实际玻璃的颜色参数，然后根据颜色参数，找玻璃厂家解析和配备颜色相同或相近的玻璃。

由此看来，玻璃的颜色检测至关重要，那么，如何快速识别和检测玻璃的颜色呢？

今天，带大家认识一款神器，叫手持式宽光谱测色仪。这款仪器可以测出 380~1000nm 的透射和反射光谱，同时可测量中空玻璃整体颜色参数，尤其适合测量已安装幕墙玻璃及门窗玻璃的颜色参数。

手持宽光谱测色仪的主要特点是不仅可以测量大板单片玻璃透射、反射光谱及透反射颜色，还可以直接测量中空玻璃的颜色和色差，更可以由中空玻璃的颜色推导出构成中空玻璃的单片镀膜玻璃的颜色，属于无损测量。极大方便了成品建筑玻璃的颜色测量，更方便与破损布片。

那么，如何快捷的测量呢？请扫描下方二维码观看小视频：



中空玻璃结构测量，您的方案是？

作者：吴筱 【建筑光学】公众号 2018.3.15 发布

1 为什么要测中空玻璃结构参数

建筑门窗与幕墙大多采用中空玻璃及中空复合玻璃，其中玻璃和中空腔厚度是关系到安全和节能的重要指标。现场准确测量已安装中空玻璃的结构参数，可以解决现场验收中空玻璃结构的难题，避免厚度不符合国家标准的玻璃被使用。

2 中空玻璃结构一般测量方式

目前一般采用卡尺、外径千分尺等量具测量玻璃厚度，必须同时接触玻璃的两侧才能实现测量，所以只能测出中空玻璃的总厚度，且不易测量玻璃中部的厚度，不适合测量已安装建筑玻璃。

3 推荐您的测量方案

这里，我们为您介绍一种专用于中空玻璃结构测量的方案。不仅能在中空玻璃任一位置进行测量，还能测出每一片玻璃和中空腔的厚度。此外，特别适合对已安装建筑玻璃进行现场测量，而且具有很高的测量精度。

到底是怎样的测量方案呢？请扫描下方二维码观看小视频：



建筑玻璃的雾度与测量

作者：苑静 【建筑光学】公众号 2018.11.3 发布

1 建筑玻璃为什么要关心雾度呢？

玻璃在光学方面的特点是可以透射光线。一般的建筑玻璃不仅需要能透光，还需要能透明，即同时满足采光和观景的要求。但随着科技的发展和人们对玻璃多样化功能需求的增强，出现了调光、变光、防眩光等功能性玻璃，也出现了低辐射镀膜和气凝胶等保温性能更好的节能玻璃。这些玻璃一般会增加功能层或对玻璃表面进行改性加工，有的工艺或材料使得原本透明的玻璃出现光线散射的现象，这就会导致通过窗玻璃看景物时出现景物模糊的现象，这种模糊程度或光线的散射程度用雾度来表征。为了保障室内环境的舒适性、节能性和很好的观景功能，用于建筑门窗的玻璃，应该尽量在保障功能特性的条件下，降低雾度值。



2 什么是雾度？

雾度的定义为透过试样而偏离入射光方向的散射光通量与透射光通量之比，用百分数表示（一般把偏离入射光方向 2.5° 以上的散射光通量用于计算雾度）。

人眼透过玻璃观察固定距离的物体时，雾度越大物体的像越模糊，雾度越小物体的像越清晰。下面这个照片中左边材料的雾度大于右边材料，明显左边雾度偏大的材料成像更模糊些。



对具有某一雾度值的样品，人眼透过样品观察不同距离处的物体时，物体的清晰度也不同。透过具有雾度的材料观察不同距离处物体，距离越远，物体成像越模糊。



雾度材料贴近观察物体时的成像效果



雾度材料远离观察物体时的成像效果



透过纸巾观察贴近物体的成像效果



透过纸巾观察远景的成像效果

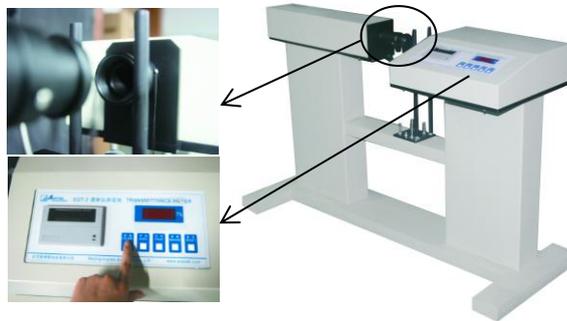
3 雾度的考量

为了公平比对不同产品之间的雾度值，国内标准和国际标准中都有对材料雾度测试方法的规定，现行雾度相关的标准有 GB/T 2410、GB/T 5137.1、ISO 14782、ASTM D1003 等，但这些标准都是适用比较薄的材料测量，勉强可以测量单片玻璃，不能准确测量中空玻璃。根据建筑玻璃的常规厚度分布，可以用于建筑玻璃雾度测量的仪器有“SGH-2 高精度雾度测定仪”，适用于测量薄膜、功能膜和单片玻璃等较薄材料的雾度，但不能测量中空玻璃。仪器图片如下：



SGH-2 高精度雾度测定仪

另外一种可以间接比对样品雾度大小的方法，是通过测量玻璃规则透射比来判断。但玻璃总透射比的大小会影响这种判断。对于常规的单片建筑玻璃来说，玻璃总透射比相同的情况下，规则透射比越大，雾度值越小；规则透射比越小，雾度值越大。对于中空玻璃的雾度比对评价来说，这是目前比较合适的方法。可以用于测量玻璃（包含中空玻璃）规则透射比的仪器有“SGT-3 型规则透射比测试仪”和“GlasSpec2500 型建筑玻璃透反射比光谱测试仪”，前者主要用于汽车风挡玻璃的规则可见光透射比测试，也可以用于测量建筑玻璃（包括中空玻璃）的规则透射比。后者是光谱分光原理的，适用于建筑玻璃规则透射比测试，包括中空玻璃的规则透射比和规则反射比。



SGT-3 型规则透射比测定仪



GlasSpec2500 建筑玻璃阳光波段分光光度计

4 怎样简单判断玻璃是否透明

在半米处透过样品看远处的景物，能看清说明雾度很小，模糊说明存在一定雾度，看不见则说明雾度很大，已经没有透明度了。

5 注意问题

建筑玻璃节能指标测量与计算采用总透射比进行评价会更为合理，但遗憾的是 GB/T 2680、JGJ/T 151 和 ISO 9050 等标准在进行多片玻璃透反射比计算时都采用的规则透反射比。对于雾度值偏大的窗玻璃，室内实际用户对窗户的透光率感受和测值之间存在较大偏差，依据标准测得透射率偏低。所以，以上几个标准中涉及透射率计算的参数，不适合应用于雾度较大玻璃的光学参数测量和计算。

玻璃光学参数计算中的太阳光谱及选用

作者：苑静 【建筑光学】公众号 2018.8.2 发布

随着人们对室内环境要求的提高,人们希望窗户或幕墙使用的建筑玻璃除了可以进行有效的采光,还能在夏季隔离太阳辐射热和室外高温,在冬季阻止热量由室内向室外传热,即具有隔热保温的能力。目前衡量建筑玻璃以上功能的主要方法为分别测量玻璃的可见光透射比、传热系数和太阳能总透射比等光热参数,这也是建筑玻璃的关键性节能参数。

其中太阳能总透射比的计算中涉及太阳光直接透射比,此参数定义为:波长范围300nm~2500nm 太阳辐射透过被测物体的辐射通量与入射的辐射通量之比。为了科学表征在太阳光直接辐射透过建筑玻璃的能力,采用了玻璃试样光谱透射比加权太阳光辐射相对光谱分布后求平均值的方法,计算公式如下:

$$\tau_e = \frac{\sum_{\lambda=300nm}^{2500nm} \tau(\lambda) S_{\lambda} \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=300nm}^{2500nm} S_{\lambda} \Delta\lambda} \quad (1)$$

式中:

τ_e — 试样的太阳光直接透射比;

λ — 波长;

$\tau(\lambda)$ — 试样的光谱透射比;

S_{λ} — 太阳光辐射相对光谱分布;

$\Delta\lambda$ — 波长间隔,按相关标准的规定取值。

太阳光直接反射比和太阳光直接吸收比也采用了相同的计算方法。计算公式中的太阳光辐射相对光谱分布即为太阳光谱,其是一种不同波长条件下太阳辐射的连续光谱。图1中给出了国际标准 ASTM G173-03 (2012) 中,大气质量 AM1.5 条件下“大气圈外”、“直射+散射”和“直射”三种太阳光谱辐照度分布 S_{λ} 曲线。

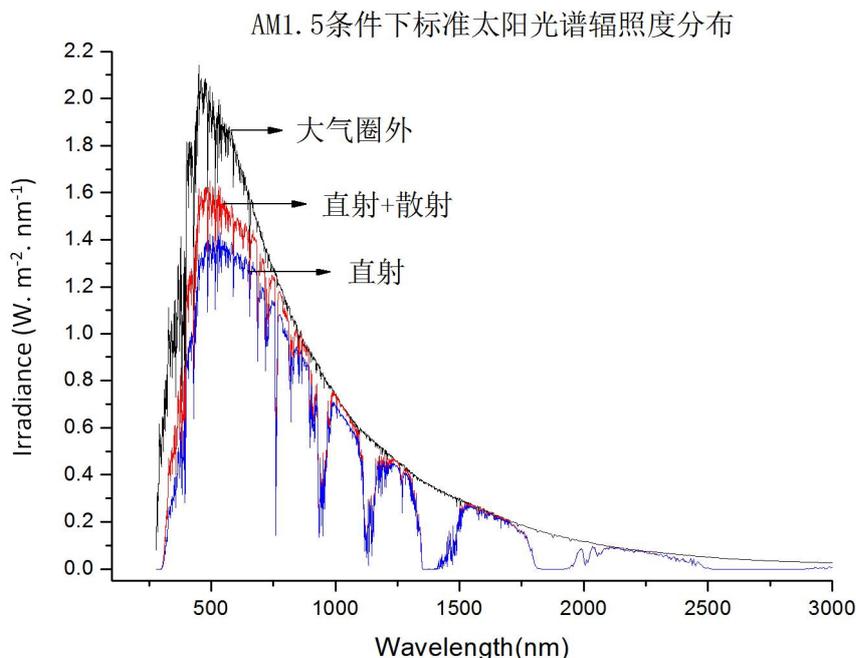


图1 AM1.5条件下太阳光谱辐照度分布

地面上太阳能的吸收比、反射比和透射比等光学性能通常是波长的函数，只有先知道太阳辐射通量的光谱分布，才能计算太阳辐射的加权性质。为了比较相互竞争产品的性能，需要有一个太阳光谱辐照度分布的参考标准。在建筑玻璃光学检测技术中，采用的太阳光谱数据需具备北半球包括中国、美国、欧洲在内的大部分国家都处于的中纬度区域光谱特点，也就是 AM1.5 条件下的标准太阳光谱。根据建筑玻璃使用特点，其光热参数计算应采用 AM1.5 条件下“直射+散射”太阳光谱数据，包含此类太阳光谱的建筑玻璃相关检测应用标准有 ISO 9050、GB/T 2680（修订）和 JGJ/T 151。以上标准中太阳光谱数据均源于 ISO9845-1:1992 中 Table1 的第 5 列数据。

AM（Air Mass）代表大气质量，是实际观察者与太阳之间路径中的大气质量与假设该观察者位于海平面上，在标准大气压下，太阳正位于头顶时可能存在的大气质量之比。对于太阳天顶角 θ 等于或小于 62° 而地面气压为 P 的情况来说，当 P_0 为标准气压时，则 $AM=P/(P_0 \cdot \cos\theta)$ 。其中 θ 为天顶角， $\theta=0$ 代表太阳光线从头顶上方直射下来。

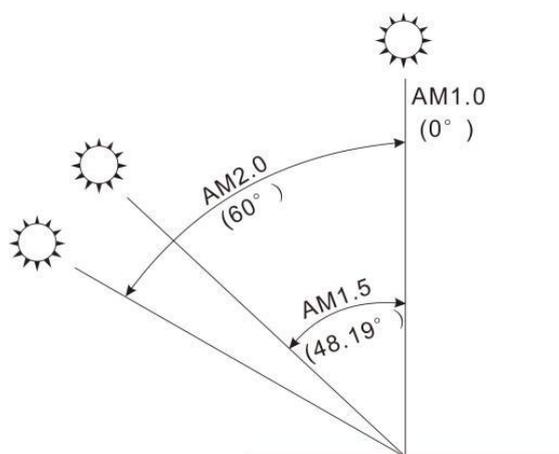


图 2 大气质量的计算方法示意图

一般情况下，大气质量数值近似使用 $Air\ Mass = 1/\cos\theta$ 来计算，示意图见图 2。AM0 为大气圈外；AM1.0 为太阳正位于头顶；AM1.5 为太阳光入射角偏离头顶 48.19° ，目前被惯以使用；AM2.0 为太阳光入射角偏离头顶 60° 。当太阳光照射到地球表面时，单位面积上接收到的太阳光辐射能量中，包含由于大气层与地表景物的散射与折射的太阳光入射量，这些能量称为扩散部分（diffusion component）。因此针对地表面上的太阳光能量有 AM1.5G(G: global 的缩写)与 AM1.5D(D: direct 的缩写)之分，AM1.5G 是包括扩散部分的太阳光能量，而 AM1.5D 则没有。在国际标准 ASTM G173-03（2012）给出的数据中，AM1.5G 光谱的总辐照度为 $1000.4W/m^2$ ，AM1.5D 光谱的总辐照度为 $900.1W/m^2$ ，为了在测量计算应用上方便，常会将此二值做归一化(normalize)至 $1000W/m^2$ 。

目前国内外关于太阳光谱数据 S_λ 的常用标准有：

1) GB/T 17683.1-1999 太阳能 在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准 第 1 部分：大气质量 1.5 的法向直接日射辐照度和半球向日射辐照度。（等效采用 ISO 9845-1:1992 (E)）

2) ASTM G173-2003(2012) Standard Tables for Reference Solar Spectral Irradiances: Direct Normal and Hemispherical on 37° Tilted Surface;

3) ISO 9845-1-1992 Solar energy-reference solar spectral irradiance at the ground at different receiving conditions, part 1: direct normal and hemispherical solar irradiance for air mass 1.5;

4) IEC 60904-3-2008 Photovoltaic devices-Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data;

引用太阳光谱的建筑玻璃光学参数常用计算标准有:

1) GB/T 2680-1994 (修订) 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;

2) JGJ/T 151-2008 建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程;

3) ISO 9050-2003 Glass in building-Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors;

4) NFRC 300-2017 Test Method for Determining the Solar Optical Properties of Glazing Materials and Systems;

ISO 9050、JGJ/T 151-2008 和 GB/T 2680 (修订) 中的标准太阳光谱数据均引自 ISO 9845-1:1992 中 Table1 的第 5 列数据,标准太阳光谱数据类型为“直射+散射”;NFRC 300-2004 中太阳光谱数据引自 ISO 9845-1:1992 中 Table1 的第 2 列数据,标准太阳光谱数据类型为“直射”。采用不同类型的太阳光谱数据计算光热参数,会产生一定差异。

ISO 9845-1:1992 中相对太阳光谱分布模拟数据,基于标准 ASTM E891-87 和 ASTM E892-87 的计算条件,1999 年 6 月美国材料测试协会(ASTM)将 ASTM E891 和 ASTM E892 合并为 ASTM G159。2003 年新标准 ASTM G173-03 采用了一种新的算法及更符合现代工业社会的大气条件,替代了 ASTM G159,老标准 E891, E892 和 G159 作废。虽然 ISO9845-1 并没有被废止,但是其计算数据采用了与 E891 相同的算法及大气条件,所以其太阳光谱数据已为过时。后来 ASTM G173-03 又经历了 G173-03e1、G173-03(2008)和 G173-03(2012)的版本更新,目前 ASTM G173-03 (2012) 为现行标准。

IEC 60904-3-2008 主要被光伏测试行业引用,在太阳光谱数据表中只给出了 AM1.5 条件下“直射+散射”的光谱数据,没有太阳光“直射”数据。ASTM G173-03 (2012) 包含光谱类型较全面,给出了“大气圈外”、“半球向”和“直射+环日”太阳光谱,可根据不同行业计算参数特点选择合适的光谱类型进行计算。G173 和 IEC60904 中太阳光谱都是基于 SMARTS Version 2.9.2 太阳能辐射模型的计算。

以上各标准之间的关系,见图 3 所示。

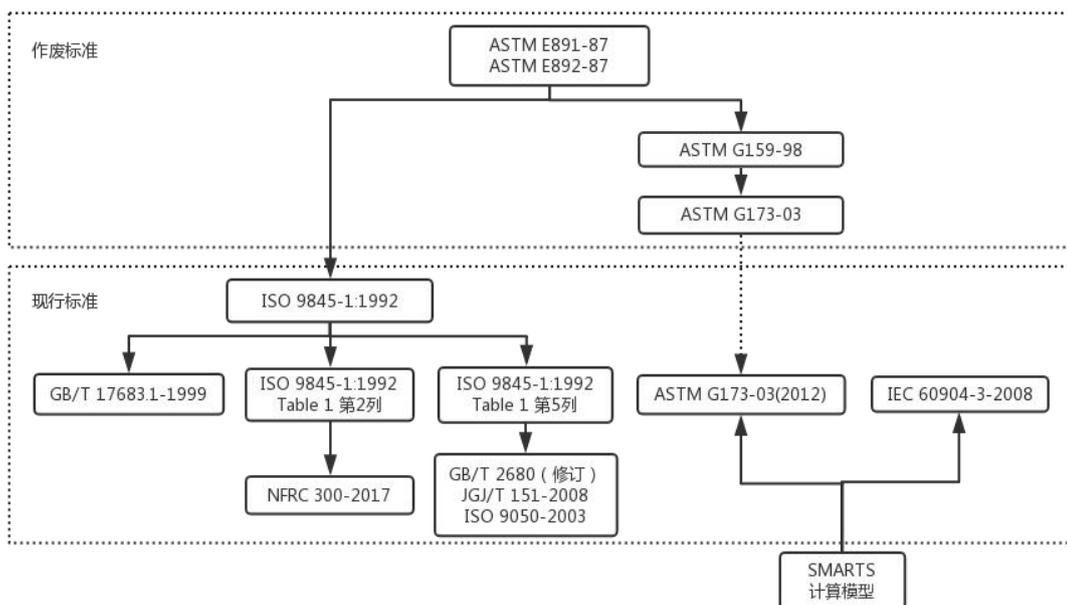


图 3 与太阳光谱有关的国内外标准关系图

关于何时用 AM1.5G 或 AM1.5D 的问题，应该是根据实际情况而定。对于光伏行业太阳能电池的检测来说，应该用 AM1.5G 类太阳光谱。因为除了直射的太阳光外，大气中颗粒及地面的散射也会投射到电池表面。同样，对于建筑玻璃光热参数的检测来说，也应采用 AM1.5G 类太阳光谱。而对于镜面反射比的测量情况，则应采用 AM1.5D 类太阳光谱，如：光热发电用反射镜的反射比测量。

表 1 各标准中太阳光谱数据类型比对

标准名称	标准类型	太阳光谱数据类型	应用方向
GB/T 17683.1-1999	太阳光谱数据标准	AM 1.5(D) (直射) AM 1.5(G) (直射+散射)	光伏、建筑玻璃、 光热反射镜玻璃
ASTM G173-2003(2012)	太阳光谱数据标准	AM 0 (大气圈外) AM 1.5(D) (直射) AM 1.5(G) (直射+散射)	光伏、建筑玻璃、 光热反射镜玻璃
ISO 9845-1-1992	太阳光谱数据标准	AM 1.5(D) (直射) AM 1.5(G) (直射+散射)	光伏、建筑玻璃、 光热反射镜玻璃
GB/T 2680 (修订) JGJ/T 151-2008 ISO 9050-2003	测试方法应用标准	AM 1.5(G) (直射+散射)	建筑玻璃
IEC 60904-3-2008	测试方法应用标准	AM 1.5(G) (直射+散射)	光伏
NFRC 300-2004	测试方法应用标准	AM 1.5(D) (直射)	建筑玻璃

综合以上分析，整理了各现行标准中太阳光谱类型及适用的应用方向，见表 1 中所示。在制定及修订相关标准时，给出如下太阳光谱选用建议：

1. 建议对于建筑玻璃行业光学参数计算，引用 GB/T 17683.1-1999 表 1 中第 5 列数据、ASTM G173-2003(2012)中 AM1.5 条件下“Global Title”列数据、ISO 9845-1-1992 表 1 中第 5 列数据和 IEC 60904-3-2008 表 1 中光谱数据；
2. 建议光热发电用反射镜反射比计算，引用 GB/T 17683.1-1999 表 1 中第 2 列数据、ASTM G173-2003(2012)中 AM1.5 条件下“Direct+Circumsolar”列数据和 ISO 9845-1-1992 表 1 中第 2 列数据；
3. 建议光伏行业涉及太阳光谱的计算，引用 ASTM G173-2003(2012)中 AM1.5 条件下“Global Title”列数据和 IEC 60904-3-2008 表 1 中光谱数据。

参考文献：

- [1] GB/T 17683.1-1999 太阳光谱辐照度标准[S].
- [2] SolarPACES Guidelines. Measurement of solar weighted reflectance of mirror materials for concentrating solar power technology with commercially available instrumentation[S]. 2011.
- [3] Gueymard. Proposed reference irradiance spectra for solar energy systems testing[J], SolarEnergy, 2002, 73:443-467.
- [4] ISO 9845-1-1992. Solar energy-reference solar spectral irradiance at the ground at different receiving conditions-part 1: direct normal and hemispherical solar irradiance for air mass 1.5[S].
- [5] ASTM G173-2003(2012). Standard tables for reference solar spectral irradiances: direct normal and hemispherical on 37° tilted surface[S].
- [6] ISO 9050-2003. Glass in building: Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing

factors[S].

- [7] A.Fernandez-Garcia(CIEMAT-PSA), M.E. Cantos-Soto(CIEMAT-PSA). Final results of secondary concentrators solar mirror testing[R]. SFERA-TE-CS-004, 2012.
- [8] Meyen S., Lupfert E., Fernandez-Garcia A., Kennedy C.. Standardization of solar mirror reflectance measurements-round robin test: Preprint[J]. Conference: Presented at SolarPACES 2010, Perpignan, France, 2010.
- [9] IEC 60904-3-2008. Photovoltaic devices-Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data[S].
- [10] 王炳忠, 申彦波. 从资源角度对太阳能装置最佳倾角的讨论[J]. 太阳能, 2010, 7: 17-20.
- [11] 马扬. 建筑门窗幕墙热工计算标准体系的研究[J]. 中国建筑金属结构, 2011, 2: 33-38.

如何用软件计算玻璃行业最新热工参数 g_{IR}

作者：苑静 【建筑光学】公众号 2018.9.28 发布

1 什么是 g_{IR}

对于建筑门窗幕墙玻璃，使用方会根据采光和外观情况对可见光透射比提出一定要求，可见光透射比的大小明显影响到表征隔热能力的太阳能总透射比这一参数，而热效应的主要辐射波段是近红外。所以，为了能分开考量可见光透射比和隔热性能，行业内提出了太阳红外热能总透射比（total solar infrared heat transmittance）这一概念，以符号 g_{IR} 表示。在最新修订的国家标准 GB/T 2680 和行业标准 JC/T 2304-2015 中对 g_{IR} 的定义为，在太阳光谱的近红外波段 780nm~2500nm 范围内，直接透过玻璃的太阳辐射强度和玻璃吸收太阳能经二次传热透过的部分之和与该波长范围入射太阳辐射强度的比值。 g_{IR} 值越小，玻璃阻挡太阳辐射热的能力越强。

g_{IR} 采用公式（1）计算获得：

$$g_{IR} = \tau_{IR} + q_{in,n} \quad (1)$$

式中：

g_{IR} — 试样的太阳红外热能总透射比；

τ_{IR} — 试样在 780nm~2500nm 波长范围内的太阳光直接透射比，通过测量（780nm~2500nm）波段光谱透射比计算获得；

$q_{in,n}$ — 试样向室内侧的太阳红外二次热传递系数，其中 n 为玻璃层数。此参数的计算涉及光谱透反射比计算的部分，光谱计算范围为 780nm~2500nm。其他计算过程与太阳能总透射比 g 值计算中的二次热传递系数 q_i 相同。

2 可以计算 g_{IR} 的软件及操作过程介绍

目前可以用于计算 g_{IR} 的成熟软件是由美国劳伦斯伯克利国家实验室（LBNL）开发的热工计算软件 Window 和由北京奥博泰科技有限公司自主研发的一款测量软件 GlasSmart1000。前者需要对软件进行标准文件的修改设置后才能计算 g_{IR} ，后者已根据国家标准中要求增加了 g_{IR} 的计算功能，无需对软件进行文件设置就可直接计算获得。本文中主要对 window 如何计算 g_{IR} 进行介绍。

Window 可以按照中国标准、NFRC、ISO、CEN 标准中的要求，计算玻璃或窗户整体的光学及热工性能指标，包括传热系数、遮阳系数、太阳能总透射比、可见光透射比、可见光反射比、太阳光直接透射比、太阳光直接反射比等。该软件可以免费使用，并且可以与 LBNL 开发的 THERM、Optics 等其他软件链接共用数据库，界面友好，使用方便，被玻璃及门窗幕墙行业设计师、建筑师、产品研发人员、制造商等广为使用。它的主界面如图 1 所示，其中“SHGC”为太阳得热系数，也称太阳能总透射比，在国内外建筑玻璃类标准中，一般以 g 值表示。通过对软件的标准文件进行修改设置，“SHGC”处对应数值即可改为 g_{IR} 值，下面介绍具体操作过程。

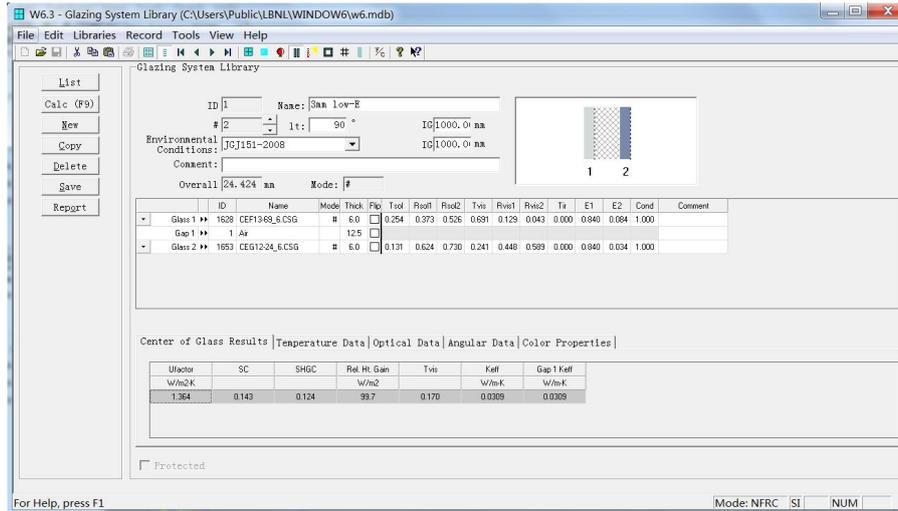


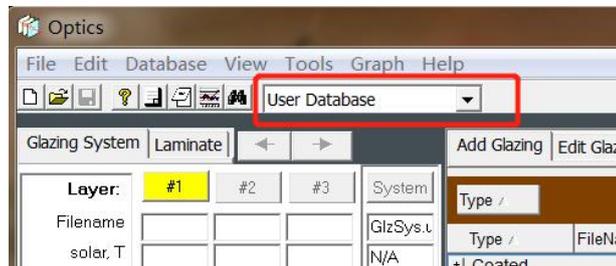
图 1 WINDOW 软件操作主界面

2.1 安装 optics 软件

首先，需要安装 optics 软件，将测得数据的 txt 文件导入 Optics，存到 User database 数据库中，然后导入 window。操作过程中用到的文件，小编给大家放到了百度网盘共享，大家可以免费下载，下载地址：<https://pan.baidu.com/s/1ngmH-Jeh4noY7JJeJkIEA>

具体步骤如下：

- 把测试数据按要求放入“软件中导出的模板.txt”文件；
- 打开 Optics，在 tools-->options-->database locations/default folders-->user database -->选择 C:/program files/LBNL/LBNL Shared/userGlazing.mdb-->点 Apply-->点 OK；
- 在主界面上，将数据库选项切换到 User Database；



d) File-->Import Text File(s)-->选择待计算.txt 文件-->打开，数据即已导入 user database 数据库中了。

e) 打开 Window-->File-->Preferences-->Optical Data-->IGDB or IGDB Update 或在 Optics 5 User database 中 Browse-->C:\Program files\LBNL\LBNL Shared/userGlazing.mdb 文件-->应用，确定；

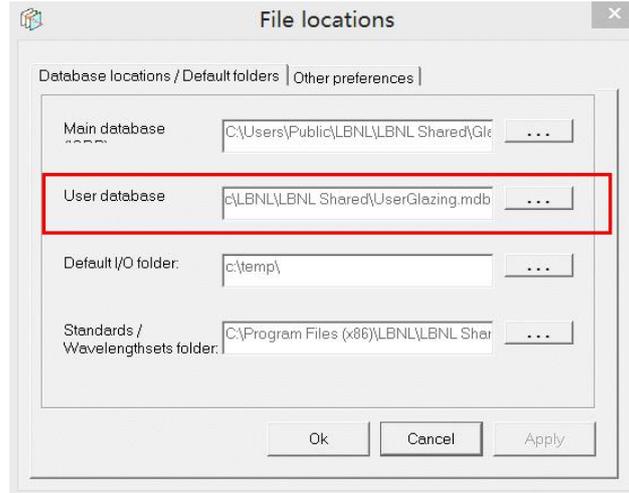
f) 在 Libraries-->选中 Glass；

g) 点 Import-->选择 IGDB or Optics user Database-->点 OK-->选择待测数据-->数据即已导入 Window；

注意：

a) 对于 Optics 和 Window 软件使用不熟悉的人员，最好选择默认安装路径。为的是让这两个软件的 User database 存储路径一致，以免影响导入 Optics 的数据不能被 window 调用。一般 User database 的路径如下：

C:\Users\Public\LBNL\LBNL Shared\UserGlazing.mdb



b) 最新 Window (Version 7.6.04) 软件下载地址:

<https://windows.lbl.gov/tools/window/software-download>

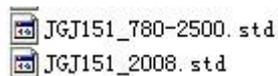
c) 测得数据放入 txt 模板文件中后, 需要修改 ID 号, 以免与数据库中已存在 ID 号重复、冲突。ID 一般写大于 30000 的数字。修改 { } 对应的参数。

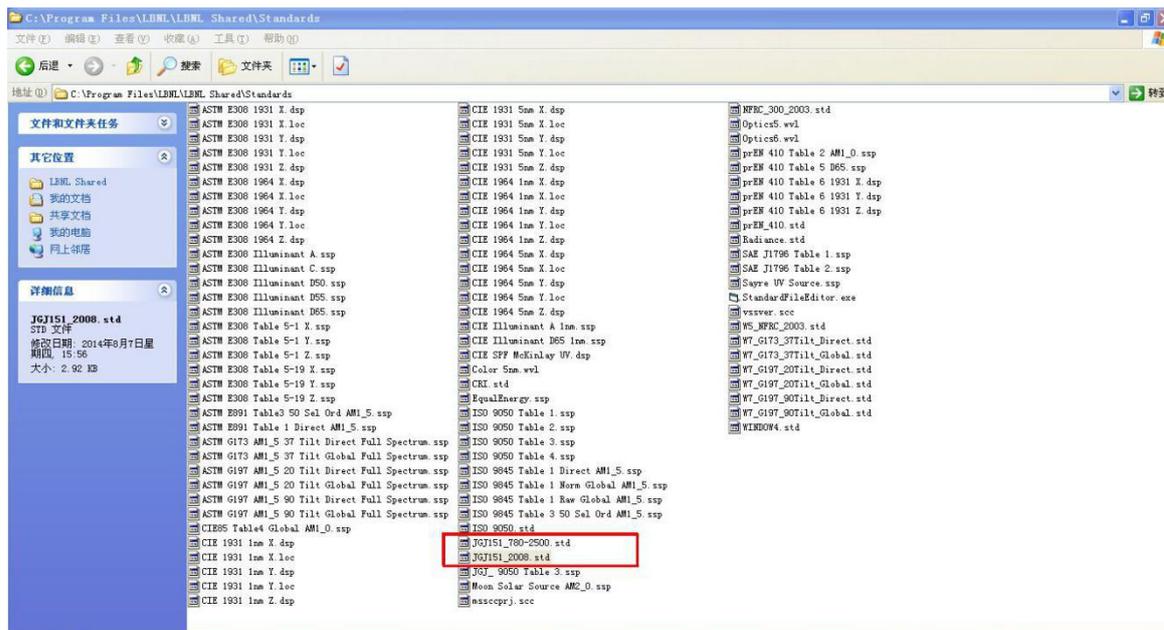
```

CEB12-60_6(软件中导出的模板).txt - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
{ Units, Wavelength Units } SI Microns
{ Thickness } 5.913
{ Conductivity } 1
{ IR Transmittance } TIR=0
{ Emissivity, front back } Emis= .84 .078
{ }
{ Ef_Source: Material }
{ Eb_Source: Material }
{ IGDB_Checksum: -1589181046 }
{ Product Name: LowE on Clear }
{ Manufacturer: China Southern Glass (CSG) }
{ NFRC ID: 30210 }
{ Type: Coated }
{ Material: N/A }
{ Coating Name: CEB12-60 }
{ Coated Side: Back }
{ Substrate Filename: Clear_6.CSG }
{ Appearance: Silver grey }
{ Acceptance: # }
{ Uses: }
{ Availability: }
{ Structure: }
0.300 0.0005 0.0471 0.3695
0.205 0.0004 0.0467 0.2690
    
```

2.2 用 Window 计算 g_{IR} 和 g 值的软件设置

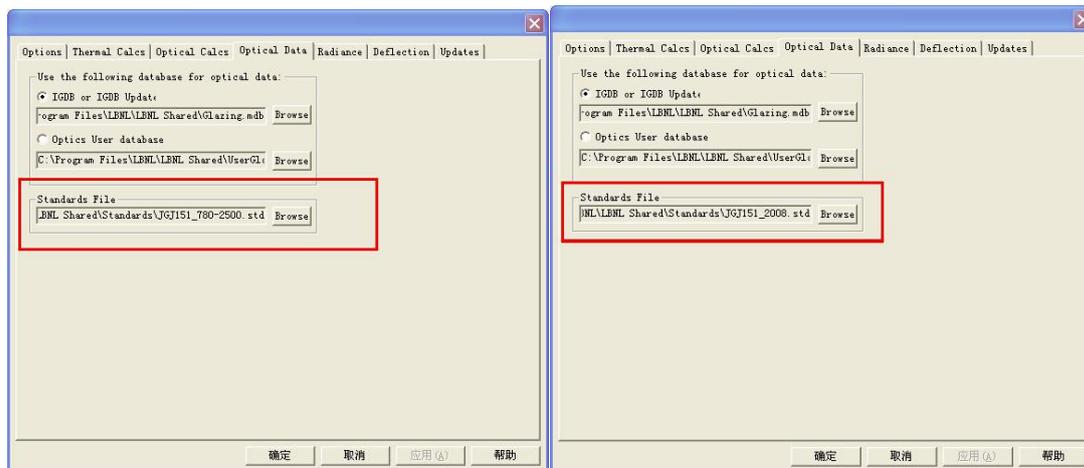
a) 首先在 C:\Program Files\LBNL\LBNL Shared\Standards 这个目录下, 放入以下这两个文件:





b) window 软件标准文件设置

在 window 程序的 file 下的 preferences-->>optical data-->>standards file 里切换调用 JGJ151_780-2500.std 和 JGJ151_2008.std。计算 gIR 时用 JGJ151_780-2500.std，计算 g 值时用 JGJ151_2008.std。



注意：window 不能同时计算 g 值和 g_{IR} 值。

c) Window 计算环境条件设置

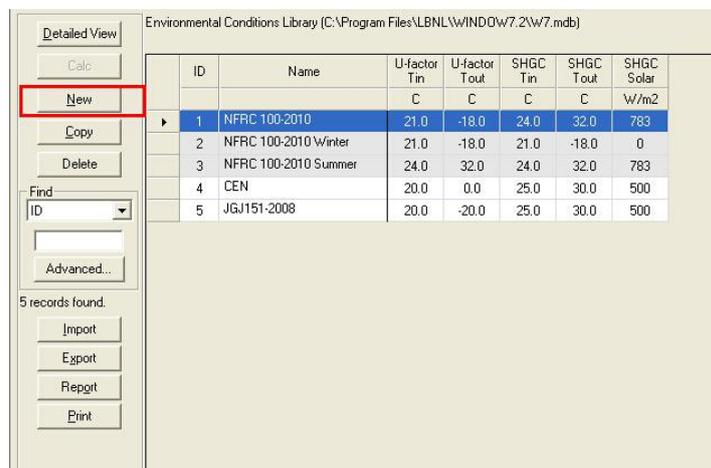
国内用 JGJ/T 151 的计算条件。

在 Libraries-->>Environmental Conditions 里面查看是否有添加 JGJ151-2008 的环境计算条件。

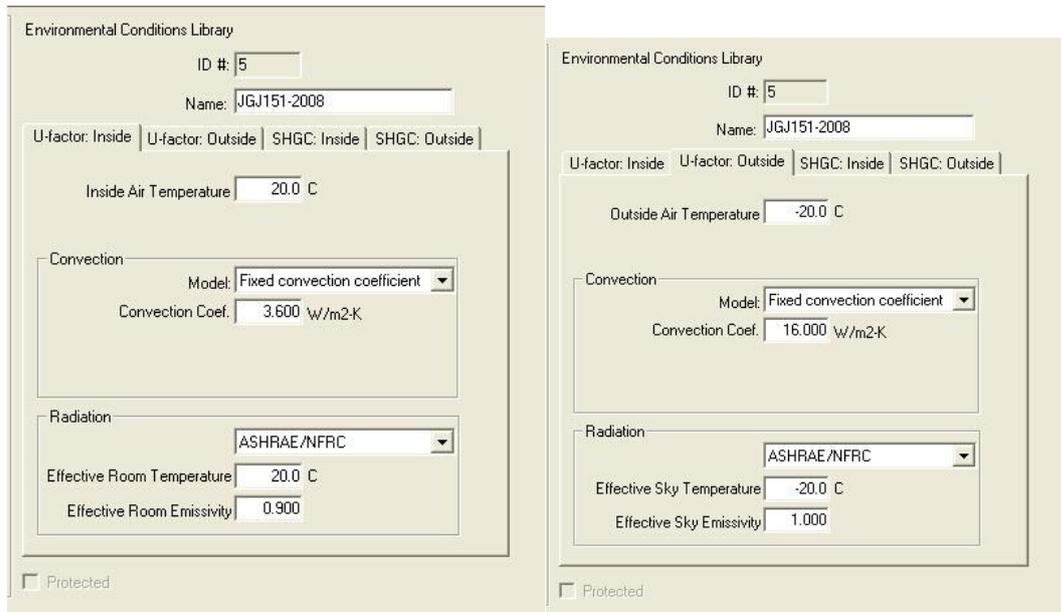
Environmental Conditions Library (C:\Program Files\LBNL\WINDOW7.2\w7.mdb)

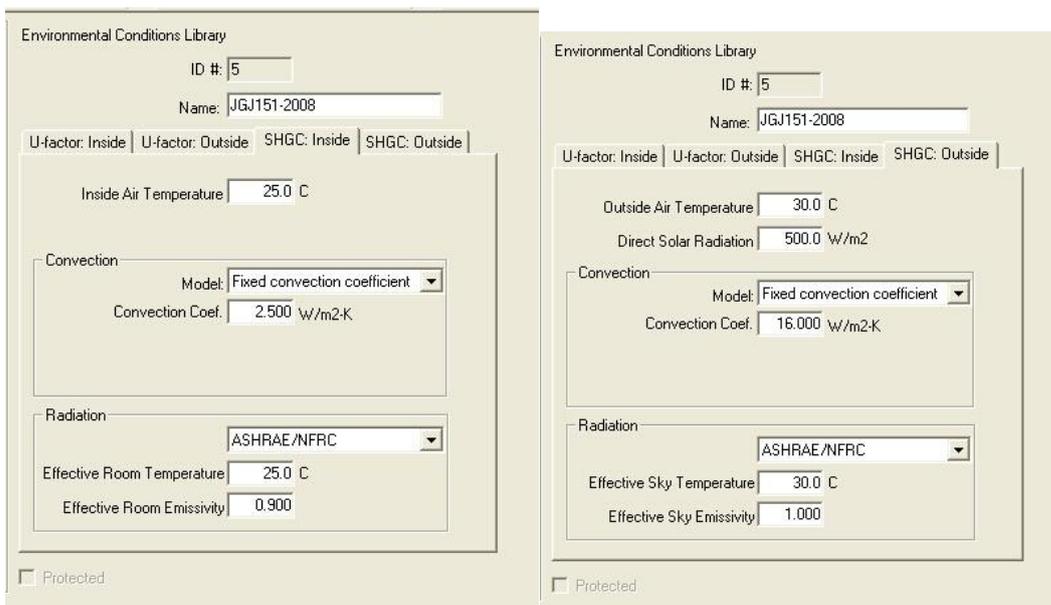
ID	Name	U-factor Tin	U-factor Tout	SHGC Tin	SHGC Tout	SHGC Solar
		C	C	C	C	W/m2
1	NFRC 100-2010	21.0	-18.0	24.0	32.0	783
2	NFRC 100-2010 Winter	21.0	-18.0	21.0	-18.0	0
3	NFRC 100-2010 Summer	24.0	32.0	24.0	32.0	783
4	CEN	20.0	0.0	25.0	30.0	500
5	JGJ151-2008	20.0	-20.0	25.0	30.0	500

如果没有添加，就点 New 新建一个。

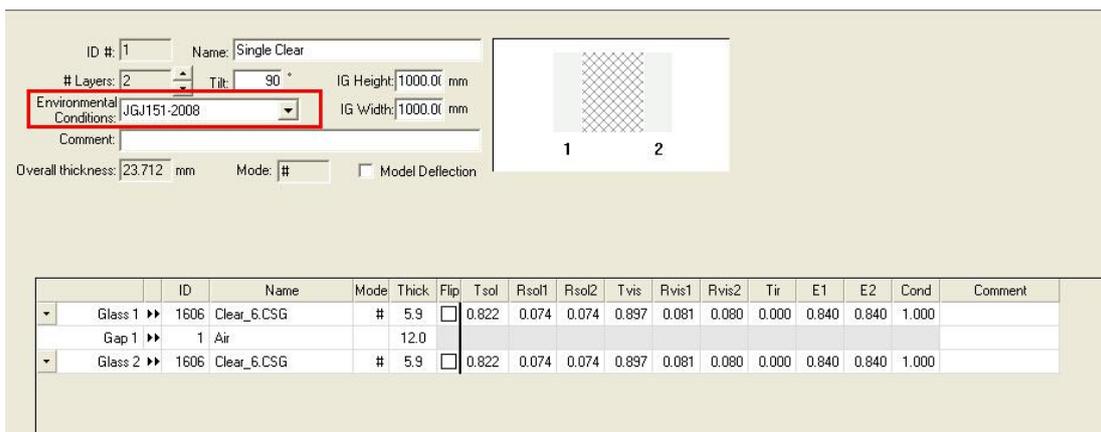


双击新建项，按照以下四个图片的内容修改里面的环境参数：





添加完后点 Save，然后切换到 Libraries-->Glazing system 里面。在 Environmental Conditions 这个位置选择要计算的标准条件。



选好玻璃，点击左侧 Calc 就可以出计算结果了。



当在 window 程序的 file 下的 preferences-->>optical data-->>standards file 里选用的是 JGJ151_780-2500.std 时，在计算结果 SHGC 处即为 g_{IR} 值；当选用的是 JGJ151_2008.std 计算结果即为 g 值。

软件介绍及计算

	ID	Name	Mode	Thick	Flip	Tsol	Rsol1	Rsol2	Tvis	Rvis1	Rvis2	Tir	E1	E2	Cond	Cc
▼ Glass 1 ▶▶	1606	Clear_6.CSG	#	5.9	<input type="checkbox"/>	0.822	0.074	0.074	0.897	0.081	0.080	0.000	0.840	0.840	1.000	
Gap 1 ▶▶	1	Air		12.0												
▼ Glass 2 ▶▶	1606	Clear_6.CSG	#	5.9	<input type="checkbox"/>	0.822	0.074	0.074	0.897	0.081	0.080	0.000	0.840	0.840	1.000	

Center of Glass Results		Temperature Data	Optical Data	Angular Data	Color Properties	Radiance Results			
Ufactor	SC	SHGC	Rel. Ht. Gain	Tvis	Keff	Layer 1 Keff	Gap 1 Keff	Layer 2 Keff	
W/m2K			W/m2		W/m-K	W/m-K	W/m-K	W/m-K	
2.344	0.866	0.754	592	0.811	0.1168	1.0000	0.0627	1.0000	

本文中 g_{IR} 的计算过程曾受到过中国南玻集团股份有限公司黄成德博士的指教，在此表示感谢！

中空玻璃传热系数 U/K 值计算微信小程序版正式上线!

作者：钟星辉 【建筑光学】公众号 2018.12.6 发布

北京奥博泰科技有限公司数月前发布的中空玻璃传热系数 U/K 值计算软件（安卓版）备受关注，应行业好友的需求，开发了 Android 和 iOS 均可使用的中空玻璃 K 值计算（微信小程序版）。

1 如何使用该小程序?

中空玻璃传热系数 U/K 值计算软件，微信小程序版与安卓版使用功能完全一致，均是按照中国、ISO、美国和欧洲标准计算中空玻璃传热系数。通过输入玻璃结构：玻璃层厚度、气体间隔层厚度、Low-E 膜面位置、膜面辐射率值、间隔层惰性气体体积浓度，即可计算得到此结构下 4 个不同标准计算出的传热系数 K 值。

两个版本略不同之处是，微信小程序版不受手机限制，且为中文版本，使用方法与安卓版完全一致。

中空玻璃K值计算

结构 两玻一腔 www.aoptek.com

室外侧	厚度	校正辐射率
	6mm	白玻 <input type="checkbox"/> Flip
Air	12mm	
	6mm	白玻 <input type="checkbox"/> Flip
室内侧		

冬季条件

JGJ/T 151: $K = 2.61$
 EN 673: $U = 2.82$
 ISO15099: $U = 2.80$
 NFRC 100: $U = 2.64$

AOPTEK 北京奥博泰科技有限公司
 Beijing Aoptek Scientific Co., Ltd.

荣誉出品

地址：北京丰台科技园区外环西路26号院19号楼
 邮箱：sales@aoptek.com 电话：010-51122588

3 如何获取该小程序?

方法一：

直接扫描下图微信小程序二维码，即可直接进入此小程序。



方法二：

在微信小程序中搜索“中空玻璃K值计算”，即可找到此小程序。



方法三：

关注“建筑光学”公众号，在详情页最下端相关小程序中可以使用此小程序。



找到此微信小程序后就可以使用啦，还没体验过的小伙伴们，快快用起来吧！！
使用中有任何意见和建议，欢迎留言告诉我们

室内照明中的眩光

作者：侯佳音 【建筑光学】公众号 2018.1.26 发布

1 眩光是什么？

眩光定义为由于视野中的亮度分布或亮度范围的不适宜，或存在极端的对比，以致引起不舒适感觉或降低观察细部或目标能力的视觉现象。通俗来讲，眩光就是人们常说的“晃眼”，它会使人感觉到刺眼，引起眼睛酸痛流泪或视力降低，甚至可因明暗不能适应而丧失明视能力。如下图 1 所示。



图 1 眩光（图片来源于网络）

从眩光形成过程来看，可以把眩光分成直接眩光和反射眩光。直接眩光是由视野中，特别是在靠近视线方向存在的发光体所产生的眩光。直接眩光是由灯或灯具过高的亮度直接进入视野造成的，见图 2（a）；而反射眩光是由视野中的反射引起的眩光，特别是在靠近视线方向看见反射像所产生的眩光。反射眩光是由光泽表面镜面反射的高亮度造成的，见图 2（b）。

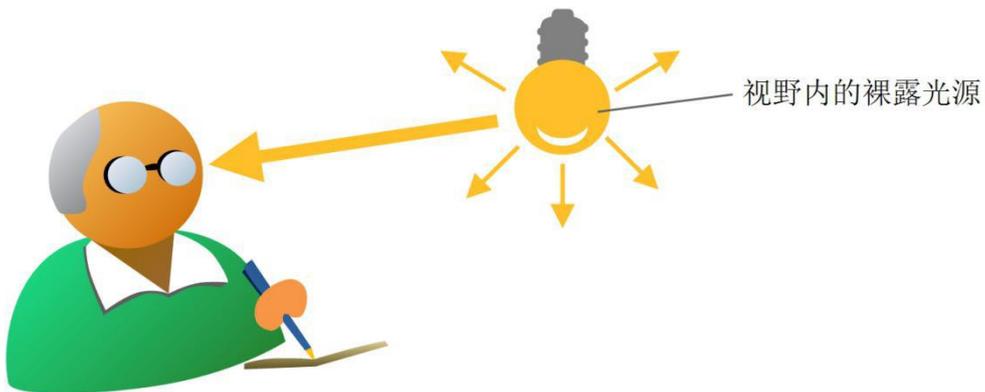


图 2（a）直接眩光

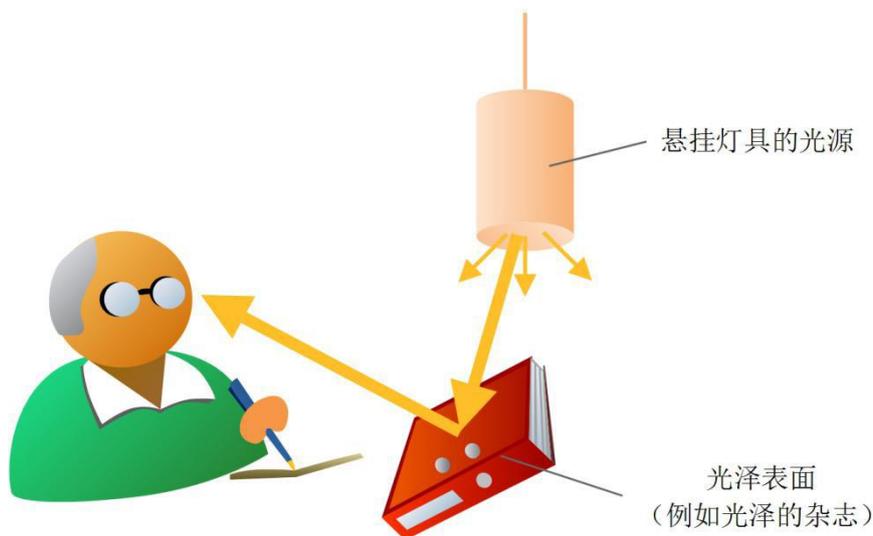


图 2 (b) 反射眩光

2 眩光对视觉的影响

根据眩光对视觉的影响程度，可以将眩光分为失能眩光和不舒适眩光。

降低视觉对象的可见度，但并不一定产生不舒适感觉的眩光称为**失能眩光**。出现失能眩光后，就会降低目标和背景见的亮度对比，使可见度下降，甚至丧失视力。

而产生不舒适感觉，但并不一定降低视觉对象的可见度的眩光称为**不舒适眩光**。不舒适眩光会影响人们的注意力，长时间就会增加视疲劳。如常在办公桌上玻璃面板里出现灯具的明亮反射形象就是这样，这是常见的、又容易被人们忽视的一种眩光。

对于室内光环境来说，只要将不舒适眩光限制在允许的限度内，也就消除了失能眩光。

3 眩光的评价方式是什么？

对于眩光的评价，目前应用最广的是统一眩光值 UGR 和眩光值 GR。此时对眩光的评价是指由灯具产生的直接眩光，对于反射眩光的评价还需要考虑反射物体的光学性能。

统一眩光值 UGR (Unified Glare Rating) 是国际照明委员会 (CIE) 用于度量处于**室内环境**中的照明装置发出的光对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量。计算公式为：

$$UGR = 8 \lg \frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L_a^2 \omega}{P^2}$$

其中， L_b 为背景亮度， L_a 为观察者方向每个灯具的亮度， ω 为每个灯具发光部分对观察者眼睛形成的立体角， P 为每个单独灯具的位置指数。UGR 值对应的不舒适眩光的主观感受见表 1 所示。

表 1 UGR 值对应的不舒适眩光的主观感受

UGR	不舒适眩光的主观感受
28	严重眩光，不能忍受
25	有眩光，有不舒适感
22	有眩光，刚好有不舒适感
19	轻微眩光，可忍受
16	轻微眩光，可忽略
13	极轻微眩光，无不舒适感
10	无眩光

眩光值 GR (Glare Rating) 是国际照明委员会 (CIE) 用于度量体育馆和其他室外场地照明装置对人眼引起不舒适感主观反应的心理参量。计算公式为:

$$GR = 27 + 24 \lg \frac{L_{v1}}{L_{ve}^{0.9}}$$

其中, L_{v1} 为灯具发出的光直接射向眼睛所产生的光幕亮度, L_{ve} 为由环境引起直接入射到眼睛的光所产生的光幕亮度。

UGR 与 GR 的差别:

因为灯具直接眩光的产生原因就是灯具亮度和背景亮度对比过大, 所以 UGR 与 GR 的差别, 实际上就是背景亮度的差别。UGR 考虑的背景是进入眼睛的周围环境, 包括墙壁、天花板、地板、桌椅等等, 见图 3。



图 3 室内环境照明 (图片来源于网络)

而 GR 考虑的背景是被照场地, 也就是以工作面作为背景, 忽略了墙壁、天花板等, 见图 4。



图 4 体育馆照明 (图片来源于网络)

这是由于人们在室内环境中时, 空间较小, 看到的背景主要是壁、天花板、地板、桌椅等, 而在体育馆或者室外场地时, 空间较大, 看到的背景主要是赛场等。

4 怎样减轻或消除眩光？

根据上述分析，我们已经知道，眩光是由于进入人眼的亮度过高，或视野中存在极端的对比度造成的。因此，若要减轻或消除眩光，应减弱进入人眼的亮度或减小视野中的对比度。

4.1 减弱进入人眼的亮度

由建筑光学的前期文章《采光照明中有哪些光度学基本量》可知，光亮度为投影到某一方向的单位面积、单位立体角内的光通量大小，见图 5，公式为：

$$L = \frac{d\Phi}{dS \cdot \cos \alpha \cdot d\Omega}$$

式中， Φ 为光通量， S 为发光面积， α 为发光面与发光方向的夹角， Ω 为发光立体角。

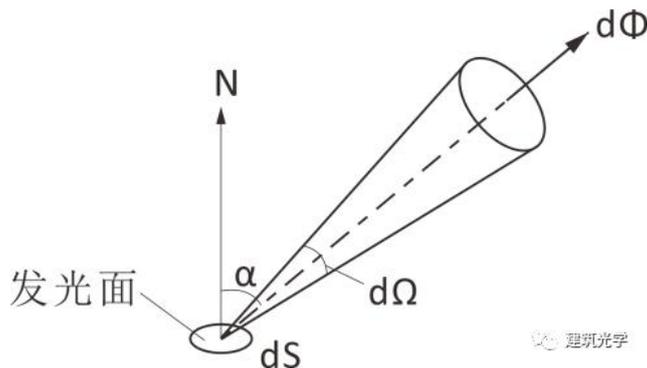


图 5 光亮度

从式中可以看出，在光源发光能力一定（光通量不变）的条件下，增大发光面积，减小发光面与发光方向的夹角和增大发光立体角可以减小光亮度。因此：

①增大发光面积，可以通过选用发光面积大的灯具来实现，如选用大面积平板灯，如图 6 所示。



图 6 大面积平板灯照明效果图（图片来源于网络）

②减小发光面与发光方向的夹角即为增加光源的仰角，可以通过提高灯的悬挂高度来实现，不同角度的眩光感觉相差很大，如图 7 所示。同时也可以使用灯罩将光源的眩光区进行遮挡。此时需要注意，在卧室中的床头区域附近不要采用射灯照明，因为人在仰卧状态时，头部呈水平，因此图 7 中的无眩光区变成了极强眩光区。

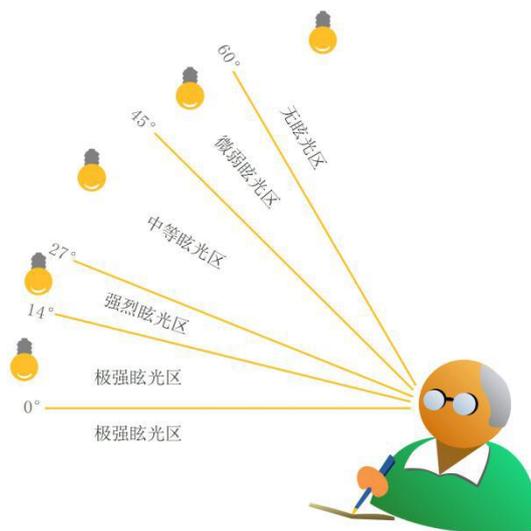


图7 不同角度的眩光感觉

③增大发光立体角可以通过使用在光源周围加入漫反射材料（如磨砂玻璃、乳白玻璃灯罩或灯带）来实现，见图8。



图8 灯带照明效果图（图片来源于网络）

4.2 减小视野中的对比度

视野内的对比度过大，如书和桌面的亮度对比，深色的桌面（光反射比约为0.05~0.07）与白纸（光反射比为0.8左右）形成的亮度对比常大于10，这样就会形成一个不舒适的视觉环境。若将桌面漆成浅色，减小了桌面与白纸之间的亮度对比，就会有利于视觉工作，还可减少视觉疲劳。在室内环境中，可以使顶棚、墙和视觉作业的工作面都选择浅色的饰面，可以防止由视野中存在极端的对比度而造成的眩光。

参考文献：

- [1] GB 50034-2013 建筑照明设计标准[S],2013
- [2] 柳孝图.建筑物理[M].第三版.北京:建筑工业出版社,2010
- [3] 北京照明学会照明设计专业委员会.照明设计手册（第二版）[M].北京:中国电力出版社,2006

透光和透明，是一个意思吗？

作者：吴筱 【建筑光学】公众号 2018.8.31 发布

透光和透明是我们常说的两个词，但它们表达的意思有所不同，你能分清楚吗？





这三张照片中的玻璃、冰和水，哪个透光，哪个透明？

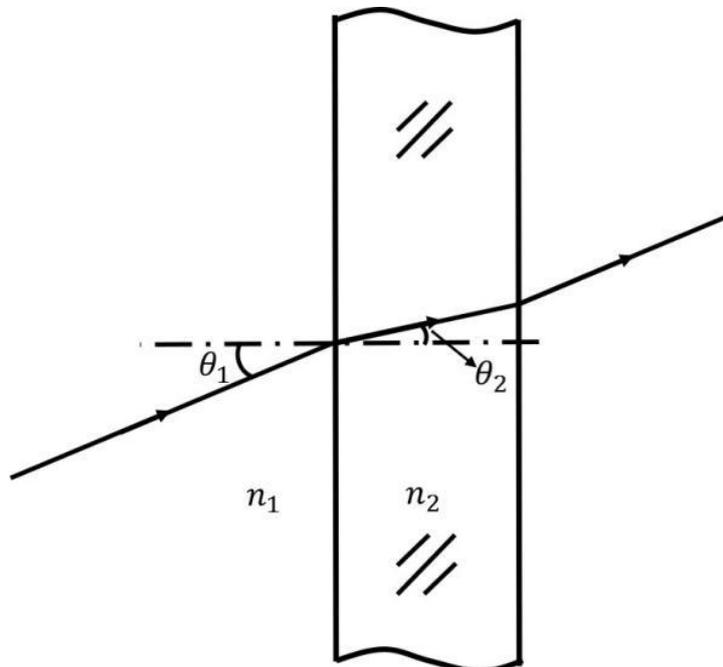
(图片来源: unsplash.com)

为了更清晰地理解透光与透明的区别，要先从光的透射谈起。

光在介质中的透射分为规则透射 (Regular Transmission) 和漫透射 (Diffuse Transmission)。

1 规则透射

光在表面平滑、内部质地均匀的材料中仅以一个角度发生传播方向的偏折，这种现象称为规则透射，也称为直透射。



规则透射示意图 (图片来源: 奥博泰)

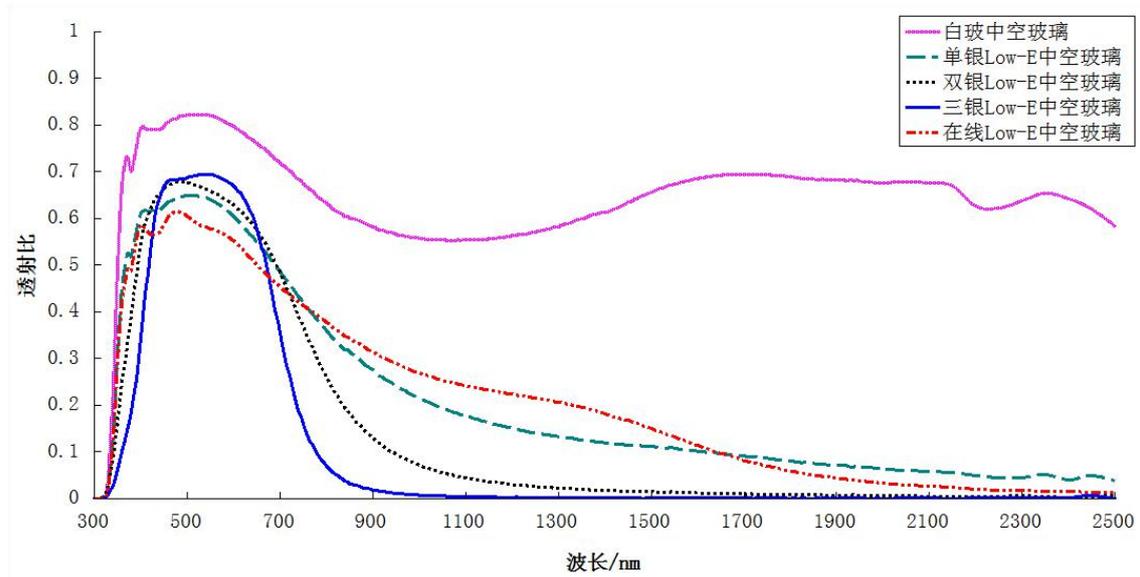


透过玻璃幕墙，办公楼里的景象清晰可见

(图片来源: unsplash.com)

透过具有规则透射特性的材料能够看到其后面的影像，日常生活中最常见的便是玻璃。一般的平板玻璃、门窗幕墙玻璃都具有规则透射特性，在可见光波段有着很高的透射比。

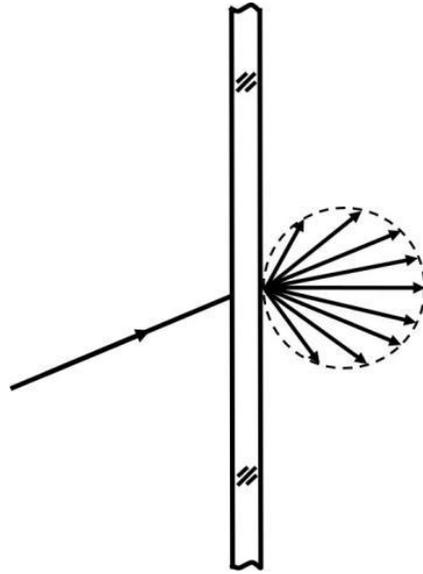
下图为几种典型建筑玻璃太阳光波段的光谱透射比曲线。白玻中空玻璃在太阳波段都有较高的透射比，Low-E 中空玻璃在可见光波段有较高的透射比，而在近红外波段的透射比较低。



典型建筑玻璃的光谱透射比曲线 (图片来源: 奥博泰)

2 漫透射

光在表面结构凹凸不平或内部质地不均匀的材料中发生不定向折射,这种现象称为漫透射。与规则透射不同的是,光在具有漫透射特性的材料中以多个角度发生传播方向的偏折。



各传播方向上透射光亮度相同的漫透射称为均匀漫透射

(图片来源: 奥博泰)

透过具有漫透射特性的材料不能看到清晰的影像,所以能实现在遮挡一定视线同时透光和采光。乳白玻璃、磨砂玻璃、玻璃纤维增强塑料等常见的材料都具有漫透射特性。

乳白玻璃内部含有大量分散粒子,由于分散粒子的折射率与玻璃主体不同,光在乳白玻璃内部发生漫透射、在表面发生漫反射,从而产生柔和的视觉感受。

磨砂玻璃、压花玻璃的表面结构凹凸不平,透过的光沿不同方向发散传播,从而产生透光而不透像的效果。



透过压花玻璃看景色,除了朦胧的美就什么都看不见了

(图片来源: unsplash.com)

3 透光、透明,用哪个?

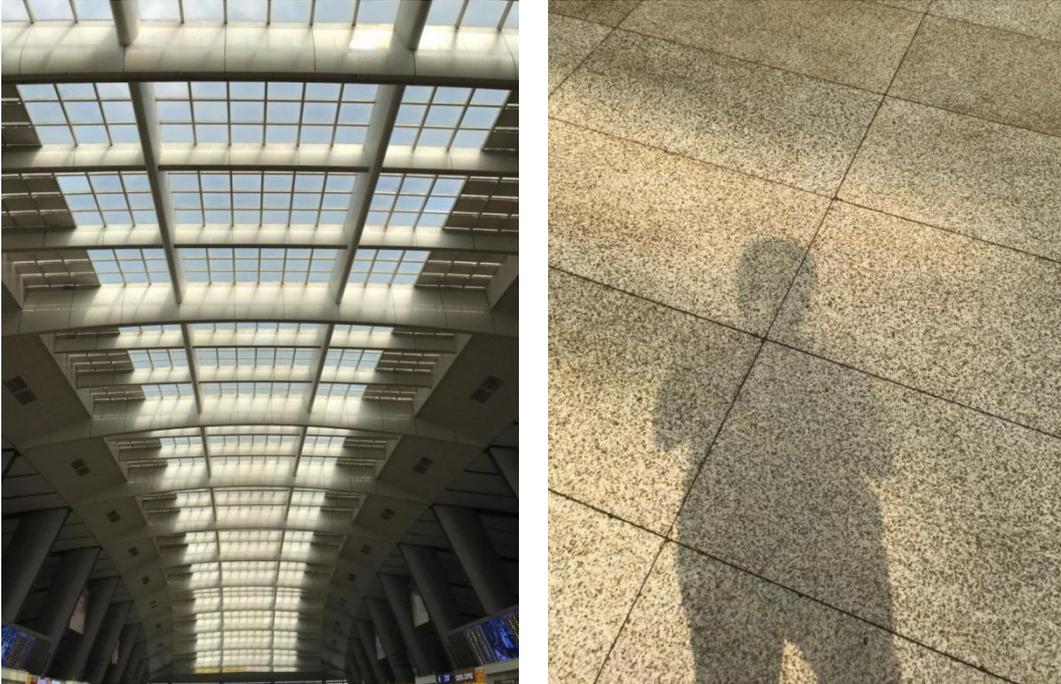
可见,平常我们所说的“透明”是指光在材料中发生规则透射,透过材料能够看到后面影像的现象,而“透光”则包括了光的规则透射和漫透射。

当光在材料中主要发生漫透射时，虽然透过了光能量，但看不清材料后面的影像。所以透明的材料一定透光，透光的材料却不一定透明。

那么，透光材料、透明材料要如何选择呢？

一般来说，用于采光并观景时使用透明材料，比如平板玻璃。只用于采光时则可使用透光而不透明的材料，材料的漫射特性可在一定程度上改善眩光，达到亮度均匀的照明效果，营造舒适而不易疲劳的环境。

说到这里，不由得想到了某南站的采光顶。



某南站的采光顶和室内人影

由上面两张照片可以发现采光顶应该是透明的玻璃，太阳光会直射入室内。而该玻璃的太阳能红外热能总透射比 g_{IR} 却不够低，室内的候车旅客不得不使用遮阳伞和小风扇躲避炎热。



使用遮阳伞和小风扇躲避炎热的候车旅客

如果使用低 g_{IR} 的 Low-E 玻璃配合具有漫透射特性的玻璃做采光顶，那么将不仅会大大降低进入室内的热辐射，并且能实现均匀采光，充分利用天然光从而节约照明用电。

搞清楚了这二者的区别，也许你会好奇怎样测量表征这两种特性的参数，先悄悄告诉你，可以用雾度计来测材料的透明程度。还想知道更多？那就让我们下回再聊吧；)

高性能热镜中空玻璃应用项目-北京金霖酒店

作者：许海凤 【建筑光学】公众号 2018.5.25 发布

近日，由中国建筑玻璃与工业玻璃协会组织的《被动式超低能耗建筑透明部分用玻璃》团体标准编制组讨论会在北京奥博泰科技有限公司召开。会议期间，玻璃协会组织与会专家赴北京金霖酒店参观其大堂玻璃和采光顶项目，该项目采用美国热镜技术，热镜中空玻璃系统由天津北玻公司加工制造。在参观现场，联合太平洋总经理王铁华，北玻销售总监李春超对产品和项目做了详细的讲解和介绍，各位专家对热镜玻璃所表现出的通透、舒适、景观和无光畸变等性能留下了深刻印象。

北京金霖酒店是一家坐拥龙脉之上的四合院园林式的五星级温泉酒店，距离天安门仅1公里，地理位置卓越，总占地面积38628平方米。对于五星级酒店来说，大堂是留给客户的第一印象，这就要求大堂的玻璃具有通透、舒适和景观的性能。在充分论证的基础上，业主选择热镜中空玻璃用于大堂的玻璃和采光顶。

热镜中空玻璃是将热镜膜悬张于中空玻璃空腔内形成的双腔或多腔中空玻璃系统，热镜膜是指表面上具有低辐射镀膜的聚酯薄膜，即将低辐射玻璃的玻璃基底换成薄膜。由于热镜膜轻薄的特点，热镜中空玻璃与相近性能的玻璃相比，重量较轻。

北京金霖酒店大堂玻璃配置如下：

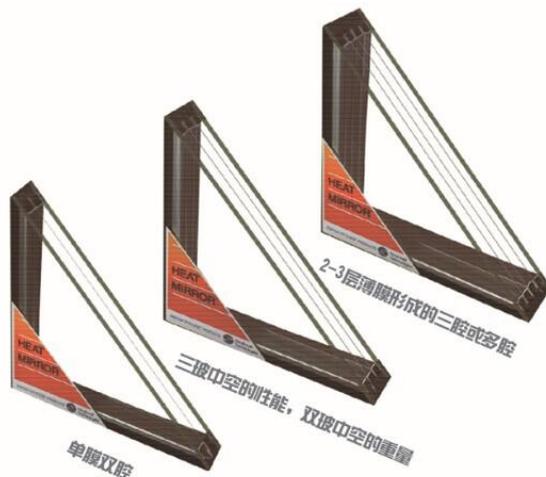
玻璃配置：15白玻/12空气/TC88/12空气/15白玻

玻璃尺寸：2,000mm x 9,850mm，单块面积：19.7 m²，重量1.6吨

热镜型号：TC88，双层镀膜，玻璃结构如下所示。



单膜热镜中空玻璃结构图

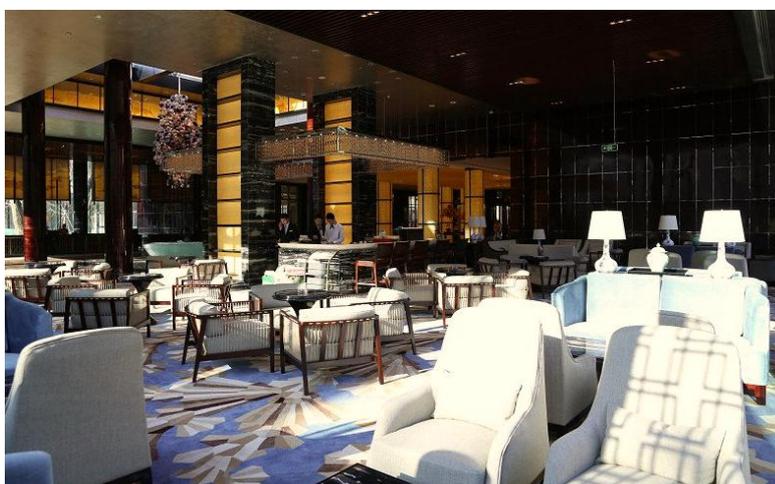


热镜中空玻璃结构图

酒店实拍图:



酒店大堂图 1



酒店大堂图 2

在酒店的大堂吧休憩片刻，沐浴阳光却丝毫不觉得晒，端坐大堂吧向外望去，京城春日美景映入眼帘，幽幽绿草近在眼前，好不惬意！正是因为高性能的热镜玻璃的使用，让客户在室内也能如此的接近自然，感受舒适。



大堂外观 图 1



大堂外观 图 2

金霖酒店大堂外观图直观的显示了热镜玻璃的防光畸变性能，由于热镜膜的反射比相对其他两片白玻的反射比高，视觉上薄膜的反射占主导，由于薄膜被紧绷在两片玻璃之间，且有气压平衡孔，所以薄膜是非常平整的，反射变形不易察觉，整个玻璃的视觉效果极佳。

酒店开业后，厂家对热镜玻璃的性能做了连续两个月的跟踪和检测。检测方法为温度连续测试记录（2013年1月24日—3月24日），使用 HOBO 记录器（热电偶）取四点温度。

测试结果如下：

	室外温度 (°C)	室内温度 (°C)	热镜表面温度 (°C)	玻璃表面与空气温差 (°C)
冬日夜晚	-11.1	19.4	17.1	2.3
晴朗日间	-3.3	24.0	25.9	1.9

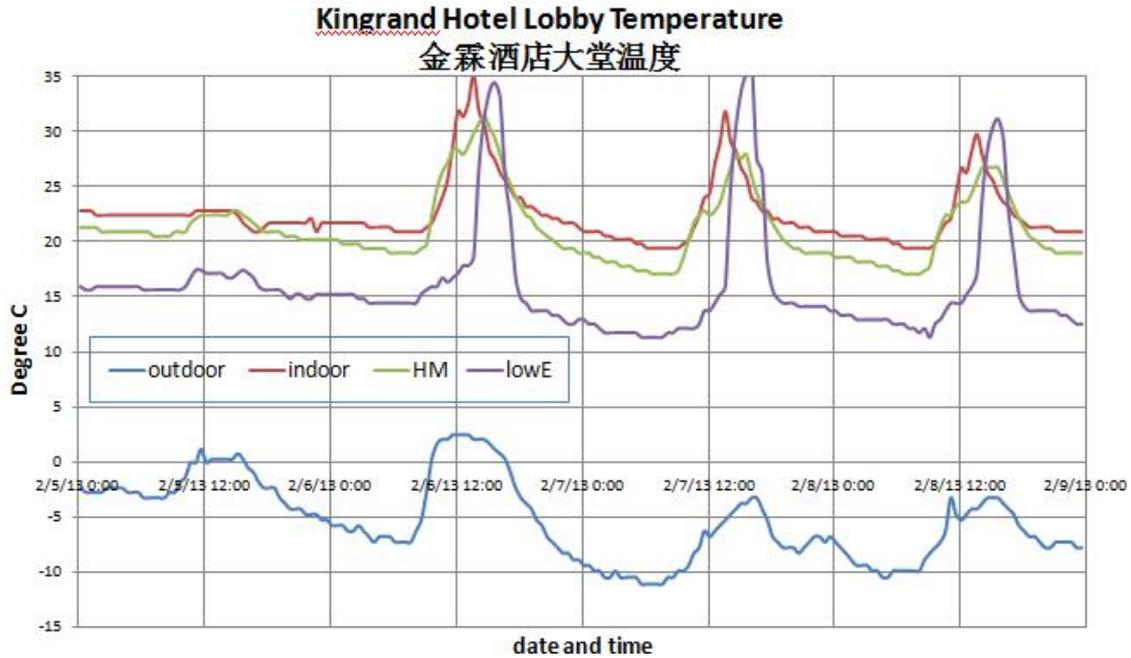
冬日夜晚

室外温度 -11.1°C ，热镜玻璃表面温度仅低于室内温度 2.3°C ，表现优越**保温**性能。

晴朗日间

室内温度 24.0°C ，热镜玻璃表面温度仅高于室内温度 1.9°C ，表现优异**遮阳**性能。

温度曲线如图所示：



outdoor: 室外 indoor: 室内 HM: 热镜玻璃 lowE: lowE 玻璃

热镜中空玻璃凭借着优越的保温性能、采光顶使用优势、轻量化玻璃结构、紫外辐照防护、透明遮阳、噪音抑制等特性，被世界各地广泛地应用于公共和民用建筑中。该产品以及代表的技术于 1999 年被美国《大众科学》评选为与电子计算机、电冰箱和互联网一起的二十世纪对人类生活影响最大的百项发明之一。

热镜中空玻璃 1979 年问世，1980 年首先应用在美国华盛顿州的 Spokane 市政大楼项目，迄今已有 38 年，热镜玻璃依然发挥有效作用。金霖酒店 2010 年建成，至今已 8 年。目前，热镜在全球应用超过 3 亿平方米。

热镜玻璃应用的代表性案例有：纽约帝国大厦和德国建筑师苏贝克热镜玻璃住宅。

1993 年，纽约地标建筑---帝国大厦进行既有建筑改造，26000 片玻璃改装为 Heat Mirror® 双中空悬膜玻璃，3.1 年收回改造成本。



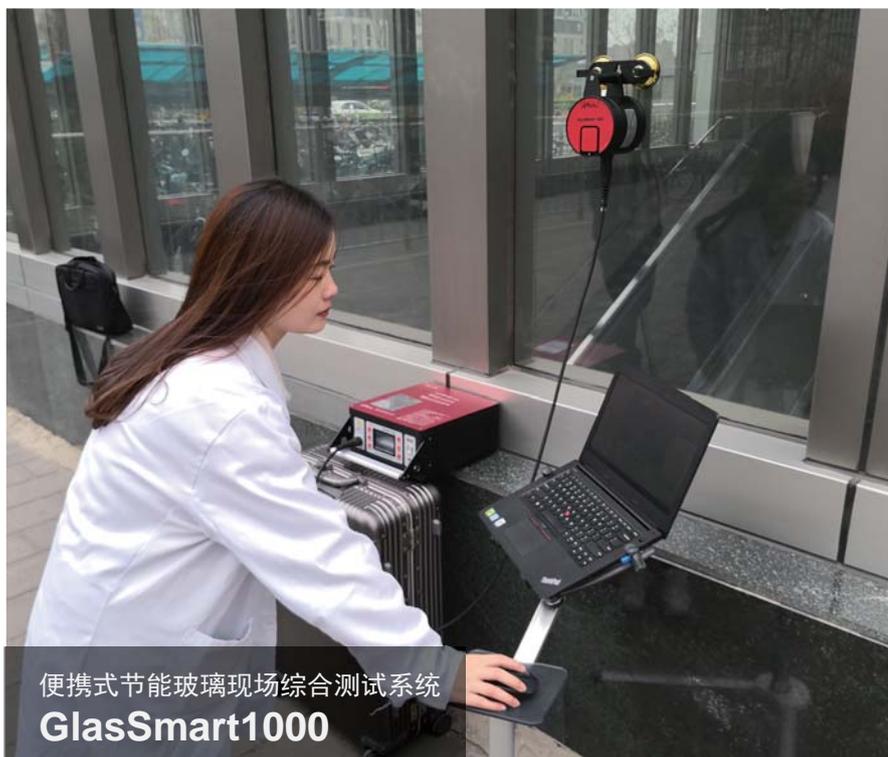
2001 年，德国斯图加特建筑师苏贝克用热镜玻璃建成了一座全玻璃住宅，因此，热镜玻璃也被形象的称为像墙体一样保温的玻璃。整个住宅为透明被动式超节能住宅。



in Murr, near Stuttgart. The home's "intelligent façade" is made of a new high-tech glass containing a metal-coated plastic film and two layers of argon gas. The outer sides of the glass are invisibly coated with metal microns.



热镜玻璃进入我国较晚，但是发展较快，目前在华北和东北都建有热镜中空玻璃专业生产加工基地。这么好的产品，希望有越来越多的项目能够采用，让老百姓能够真正体会到超低能耗建筑和节能玻璃带来的舒适体验！



便携式节能玻璃现场综合测试系统
GlasSmart1000



便携式智能应力分析仪
GlasStress SCALP



手持宽光谱测色仪
GlassQ

量化品质 尽显精彩

- 建筑节能玻璃生产过程光学性能检测与质量控制
- 建筑节能玻璃的成品光热性能检测技术与仪器
- 幕墙与门窗玻璃的现场光热参数检验技术与仪器
- 绿色建筑舒适度、节能性能检测与网络监测



中空玻璃传热系数测量仪
GlassMeter800K

近期参加展会排期

China Glass中国国际玻璃展	5.22-25	北京	E2-166
SNEC国际太阳能光伏展	6.4-6.6	上海	W2-916
2019年国际门窗幕墙博览会	11.5-11.8	上海	W4-420



关注奥博泰公众微信平台
获取最新优惠信息

北京奥博泰科技有限公司
北京奥博泰测控技术有限公司

地址：北京丰台科技园区外环西路26号院19号楼
电话：010-51122611 010-51122586
邮箱：wechat@aoptek.com 网址：www.aoptek.com

2018



联系我们



建筑光学



www.aoptek.com



wechat@aoptek.com



010-51122611 51122586

北京奥博泰科技有限公司
Beijing Aoptek Scientific Co., Ltd.



ARCHITECTURAL
建筑光学 OPTICS