



## 汽车隔热玻璃技术问答 第二篇

### 汽车玻璃隔热技术

#### 问题5：现在有哪些成熟的玻璃隔热技术？

目前比较成熟的玻璃隔热技术有以下五种：

- ◆ 隔热中间膜夹层玻璃（积水、首诺、亚鼎等）：  
应用情况：技术成熟，已批量应用于前挡玻璃，部分汽车天窗也开始使用；
- ◆ 在线镀膜原片（阳光控制、Low-E 等，生产厂：旭硝子、金晶、耀皮、中玻等）：  
应用情况：技术成熟，已批量应用于建筑、汽车；
- ◆ 对近红外线有最高反射率的新型离线镀膜原片玻璃（超级 Low-E 镀膜玻璃，生产厂：亚鼎）：  
应用情况：技术成熟、投入生产；
- ◆ 玻璃涂布技术（亚鼎）：  
应用情况：技术成熟，已大量投入使用；
- ◆ 本体着色浮法玻璃（F 绿、灰玻等）：  
应用情况：技术成熟，已批量应用于全车玻璃。

#### 问题6：玻璃隔热的原理是什么？

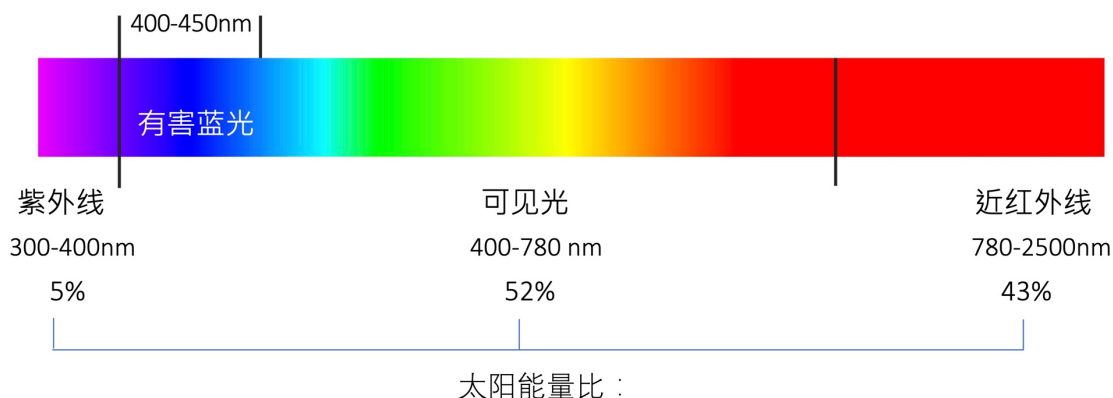
简单的说，隔热就是要把“热”阻隔在车外，那么首先我们先要弄清楚“热源”是什么？用什么方法把热挡在外面。

生活常识和热力学都告诉我们，热源有两个，一个是太阳，一个是气温，太阳产生的辐照会让车内温度升高，而车外的高温也会给车内加温。技术上，我们统称之为给车内“增热”。把太阳给车内的增热量用  $W1$  表示，车外高温给车内的增热量用  $W2$  表示，因此车内的总增热量  $W$  为： $W=W1+W2$ 。

因此，从技术上来说，汽车玻璃隔热的原理就是要阻隔太阳辐照和车外高温给车内增热，也就是要降低  $W1$  和  $W2$ 。

### 问题7：什么是太阳辐照增热？

太阳辐照是车内增热的两个热源之一，而且是主要热源。那么太阳辐照有什么特点呢？



◆ 国标GB/T 5137.4-2001

夏天，当我们把车开出地库到强烈的阳光下，就会立即感觉到“晒”，而这时车内温度并还没有变化。这就是太阳辐照的第一个特点：太阳辐照可以直接穿透汽车玻璃进入车内给车内增热，技术上称这项增热为“太阳光（能）直接透射”，用TDS来表示。

太阳辐照还有另外一个特点，就是把玻璃“晒热”（玻璃吸收了部分太阳热能而升温），而玻璃升温后也会向车内散热，从而对车内有增热作用，技术上把这个增热称为“二次传热”，用q表示其大小。

因此太阳辐照产生的增热为： $W1 = TDS + q$

### 问题8：什么是温差增热？

当车外气温高于车内时，汽车内外就产生了温差，车玻璃就会被车外的高温热空气加热而升温，而玻璃升温后会向车内传热，从而对车内有增热作用，技术上把这项增热量  $W2$  称为“温差增热”，其值为  $K \times \text{温差}$ （ $K$  为传热系数）。

### 问题9：为什么汽车行驶时，隔热只需考虑近红外线透射比？

汽车为减少自重，窗玻璃最厚也就是 4-5mm，前挡虽然是由两块玻璃组成的夹层玻璃，但厚度也差不多，无法像建筑外窗一样，可以做成多层中空结构、可以面面俱到，汽车隔热必须是阻隔主要热源。

汽车是用来开的，行驶的汽车特点是，车速越高，流过汽车玻璃表面的风速也越快，车外空气与玻璃的热交换量也变大，而且与车窗与空气的温差成正比，因此车窗玻璃的温度也越接近车外气温。

汽车正常行驶时，隔热玻璃可以不考虑玻璃升温的影响：这是因为玻璃升温对车内产生增热量很小，其值为  $8 \times$  车内温度与玻璃的温差（8 是普通玻璃内表面换热系数），汽车正常行驶时，玻璃温度与车外气温相近。在车外温度 35 度，车内温度 27 度时，车内外温差为 8 度，每平米的玻璃升温对车内的增热仅约 64W，相对太阳辐照 1000W/m<sup>2</sup> 来说，可以忽略。

在增热 W1 和 W2，由温差产生的增热 W2 和太阳辐照产生的二次传热 q，都是由于使玻璃升温而产生的，汽车正常行驶时可以忽略，因此增热也只剩下太阳辐照产生的直接透射 TDS，但其中可见光透射比又严格规定，不能随意降低，因此就只剩下近红外透射比了。因此隔热效能就是比较对近红外线的阻隔率。

#### 问题10：汽车玻璃需要隔紫外线吗？

答案是必须的，而且由于紫外线对人、车的伤害作用极大，对太阳辐照中的紫外线还要尽量做到 100%阻隔。

太阳辐照中的紫外线能量占比虽然仅 5%，但一样不可忽视，紫外线包括 UVA、UVB 和 UVC 等三个能量：

##### ◆ UVA：

主要会导致皮肤老化。由于 UVA 属于紫外线穿透能力最强的波段，可以直接影响到真皮组织，使皮肤中的弹性纤维蛋白变性，胶原蛋白纤维明显减少，角质细胞层增厚，毛细血管扩张等，最终导致皮肤老化；

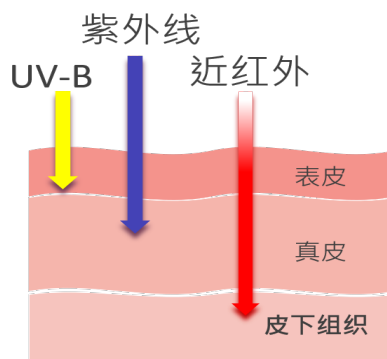
##### ◆ UVB：

相比之下穿透力较差，所以主要影响的是皮肤表皮层及真皮浅层，但是比较严重的是它能引起 DNA 损伤和蛋白变性，短期急性反应是皮肤晒伤、紫外线过敏等，长期辐射则有致癌风险。特别需要注意的是，相同剂量的 UVB 对皮肤的损伤比 UVA 约大 800 倍；

##### ◆ UVC：

对人体的伤害最大，短时间照射即可灼伤皮肤，高强度照射更易致癌，UVC 的穿透率最弱；

长期和多次曝晒，可造成皮肤和粘膜的日光性角化症（光照性角化症），表现在暴露部位（如额部、颊部、鼻尖、唇、眼睑、结膜）出现单个和多个平顶形角化层增厚。据医学分析，这是一种癌前期变化。研究表明，紫外线能引起细胞核内脱氧核糖核酸（DNA）的损伤，由于机体内在的缺陷，使细胞不能对损伤的 DNA 进行修复，从而发生对变异 DNA 的复制，若机体的免疫系统不能及时排斥，清除这种变异的细胞，即机体免疫监视功能有缺陷，这种变异 DNA 的细胞将发生增殖，最终导致肿瘤的形成。因此，紫外线是导致皮肤致癌的重要因素之一。





此外，紫外线的特性是其光量子能量较高，比较容易引发光化学反应和相应的生物学效应，会加速车内设施和内饰的老化、开裂、褪色等。

◆ 紫外线辐射对真皮座椅的作用：

- A. 加速皮革内部纤维表面油脂的降解，破坏纤维之间的油膜结构，使材料的柔软性能降低，手感变差；
- B. 真皮内的染色物在光的照射下，染料吸收光能能级提高，分子处于激化状态，染料分子体系发生变化遭到破坏导致分解而使真皮变色和褪色；
- C. 加快真皮纤维的降解速度，降低纤维的抗拉伸性能、耐曲挠性能，导致真皮的物理性能的下降，使材料易磨损。

◆ 紫外线对高分子合成类（塑料件和人工合成皮革等）的作用：

- A. 尽管汽车内饰中的高分子材料种类繁杂，但是紫外线对它们的影响机理却是类似的；
- B. 材料的物理性能老化：通过紫外光波携带的能量使材料内部的大分子化学键受激发产生化学裂解，随着分子链的断裂，进一步引发分子的自动氧化反应，使材料交联变脆，失去韧性和耐冲击性；
- C. 材料的装饰性能老化：随着光老化进一步发展，不饱和键，尤其是芳香环氧化，使材料快速变色。

▲ 问题11：蓝光是什么？汽车玻璃为什么要隔蓝光？

短波蓝光是波长处于 400nm-480nm 之间具有相对较高能量的光线。该波长内的蓝光会使眼睛内的黄斑区发生病变，且无法逆转，严重威胁我们的眼底健康，甚至诱发多种致盲眼病。

近年医学研究发现可见光中的蓝光对人眼伤害极大，是诱发眼睛多种病变和视力下降的一个重要成因，必须要加以隔离。

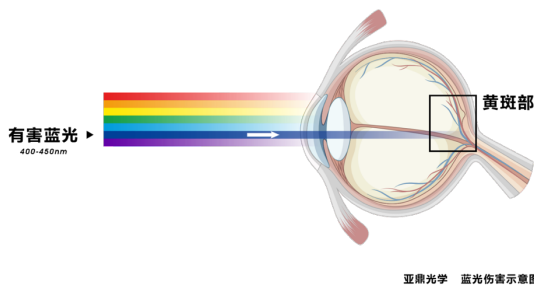
世卫组织 WHO 爱眼协会公布：每年全球平均超过 30000 人因蓝光辐射导致失明，并早在 2009 年底就发出橙色预警：“蓝光辐射对人类的潜在隐性威胁将远远超过苏丹红、三聚氰胺、SARS、HINI 的破坏性，无形中吞噬人的双眼”。

据中华医学会眼科学分会数据显示：在中国 4.2 亿网民中，63.5%的网民因蓝光辐射有视力下降、白内障、失明等不同程度的眼疾。

早在 1966 年就研究发现，蓝光的照射可以引起视网膜细胞的损伤，导致视力下降甚至丧失。其中，波长 400-450 纳米之间的短波蓝光对视网膜的危害程度最大。在 2010 年国际光协会年会中，世界顶尖光学专家一致指出：短波蓝光具有极高能量，能够穿透晶状体直达视网膜。蓝光照射视网膜会产生自由基，而这些自由基会导致视网膜色素上皮细胞衰亡，上皮细胞的衰亡会导致光敏感细胞缺少养分而引起视力损伤，而且这些损伤是不可逆的。

德国眼科专家李查德·冯克 (R.H.W. Funk) 教授的研究报告指出当“不合适的光”持续照射我们的眼睛，会引起功能失调，这种不合适的光是指可见光范围内、波长在 400-480nm 的短波蓝光，因其具有极高能量，能够穿透晶状体直达视网膜，对视网膜造成光化学损害，直接或间接导致黄斑区细胞的损害。

#### 有害蓝光可穿透视网膜直达眼睛黄斑部造成伤害



对于我们正常人而言，阻隔蓝光长时间照射是减少损伤最有效的方法，是佩戴防蓝光眼镜，但大多数汽车驾驶人并没有这个习惯。

- ◆ 蓝光将加重视网膜黄斑区疾病：蓝光会使眼睛内的黄斑区毒素量增高严重威胁我们的眼底健康——源于 2010 《America Academy of Ophthalmology》。
- ◆ 随着年龄的增长，视网膜色素上皮细胞吞噬作用后留下的脂褐质（细胞碎片）将在视网膜色素上皮细胞层逐渐积累，将造成视网膜对慢性光线照射伤更为敏感。蓝光将加重由于遗传、营养、环境、健康习惯和老年相关性引起的黄斑问题。在长时间的曝光后，视网膜的毒性将随着波长的缩短而增加，从而加重黄斑区疾病。
- ◆ 专业司机一天中长时间暴露在高强度的（紫外线 A、紫外线 B 和蓝光）光线中，黄斑变性发生的几率增至二倍。
- ◆ 蓝光可导致白内障术后的眼底损伤：随着年龄的增长，人体本身的晶状体会逐渐偏黄。这有助于过滤蓝光。然而，白内障手术后，病人失去了这些天然屏障。蓝光将直达视网膜，进而损伤视网膜色素上皮细胞，严重影响眼底健康。
- ◆ 蓝光引发视觉模糊，导致视觉疲劳，引起 VDT 综合征：蓝光射入眼底经过聚焦后，焦点没有落在视网膜上，而是落在视网膜与晶状体之间。这就增大了光线在眼内聚焦的色差距离。而眼内焦点之间的距离是形成视物模糊的主要原因，所以蓝光的射入会加剧色差和视觉模糊度，到时眼部肌肉过度紧张，眼部供血过度紧张，眼部血液供应加强，从而加重疲劳。
- ◆ 有害蓝光具有极高能量，能够穿透晶状体直达视网膜，引起视网膜色素上皮细胞的萎缩甚至死亡。光敏感细胞的死亡将会导致视力下降甚至完全丧失，这种损坏是不可逆的，并导致黄斑病变。人眼中的水体会吸收部分蓝光致混浊形成白内障，而大部份的蓝光会穿透水晶体，尤其是儿童和青少年水晶体较清澈，无法有效抵挡蓝光，从而更容易患近视眼。
- ◆ 蓝光可引发眩光：蓝光具有较高的能量。而能量较高的光线在遇到空气中细小粒子时散射几率较高，蓝光便成了晃眼的主要原因。
- ◆ 蓝光能够抑制褪黑素的分泌、干扰睡眠，提高自身重大疾病的发生率：影响人体生物钟有一样称作褪黑素，它是由大脑中的松果体分泌，人体在 1.3 勒克斯蓝光的照射下，褪黑素的分泌会终止，由于蓝光刺激大脑，抑制褪黑素分泌并提高肾上腺皮质激素的生成从而破坏激素分泌平衡直接影响睡眠质量。



特别要指出的是蓝光并不都是有害光，真正有害的是 400-440 纳米以内的短波蓝光，而 480-500 纳米之间的长波蓝光有一种调整生物节律的作用，因此在汽车、建筑等玻璃需要有效阻隔 400nm-450nm 的短波蓝光。

由于蓝光无处不在，并不是只有对视太阳才受伤害，蓝光可见光一起透射、被各种物体反射和折射，必须切断和阻隔蓝光的传输路径，特别是驾车时，眼睛无法离开汽车前挡玻璃，因此挡风玻璃更是需要阻隔蓝光。幸运的是，阻隔蓝光的前挡玻璃已经由亚鼎光学等厂商推出，对蓝光的阻隔率达到 80%以上。

声明：本研究文件所述部分是基于特定条件下的实验或计算结果，无法涵盖所有实践中的不确定因素，本文件仅供参考，公司仍有可能不经通知即修改本文件内容，且不对任何个人或企业基于本文件内容所做的其它行为承担责任。

版权所有©南京亚鼎光学有限公司

[www.aetina.cn](http://www.aetina.cn)

引用本文，请注明出处。