



中华人民共和国汽车行业标准

QC/T XXXXX—XXXX

汽车玻璃用功能膜

Performance Films for Road Vehicle Windows

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

发 布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

本标准由全国汽车标准化技术委员会提出并归口；

本标准起草单位：中国建材检验认证集团秦皇岛有限公司、国家玻璃质量监督检验中心

本标准主要起草人：

本标准首次发布：

汽车玻璃用功能膜

1 范围

本标准规定了汽车玻璃用功能膜的术语和定义、分类与标记、要求、试验方法、检验规则及包装、标志、运输和贮存等。
本标准适用于装贴在汽车玻璃内表面的功能膜。

2 规范性引用文件

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

GB/T 2680	建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定
GB/T 3978-2008	标准照明体和几何条件
GB/T 3979	物体色的测量方法
GB/T 5137.1-2020	汽车安全玻璃试验方法 第1部分：力学性能试验
GB/T 5137.2-2020	汽车安全玻璃试验方法 第2部分：光学性能试验
GB 5768.2	道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志
GB 9656	汽车安全玻璃
GB/T 11942	彩色建筑材料色度测量方法
GB 14887	道路交通信号灯
GB/T 16422.2-2014	塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯
GB/T 29061	建筑玻璃用功能膜
GB/T 31848	汽车贴膜玻璃 贴膜要求
ISO 9050:2003	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 Glass in building — Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors

3 术语和定义

GB/T 29061中界定的以及下列术语和定义适用于本文件

3.1

汽车玻璃用功能膜 performance films for road vehicle windows
装贴在汽车玻璃表面，具有一定功能但不影响汽车安全的功能性薄膜。

3.2

可见光透射比 visible light transmittance

在可见光光谱（380nm～780nm）范围内，CIE D65标准照明体条件下，CIE标准视见函数为接收条件的透过贴了膜的3 mm平板玻璃的光通量与入射光通量之比。

[来源：GB/T 2680-2020 3.2 有修改]

3.3**太阳能总透射比 total solar energy transmittance**

g

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，也称为太阳得热系数、阳光因子。

[来源：GB/T 2680-2020 3.5]

3.4**太阳能总阻隔率 total solar energy rejection**

r

被阻隔的太阳能量（主要是可见光、红外线和紫外线）和辐照在物体表面的总太阳能量之比。太阳能总阻隔率=1-太阳能总透射比。

3.5**太阳红外热能总透射比 total solar infrared heat transmittance**

g_{IR}

在太阳光谱的近红外波段780 nm～2500 nm范围内，直接透过贴膜玻璃的太阳辐射强度和贴了膜的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。

[来源：GB/T 2680-2020 3.7 有修改]

3.6**太阳红外热能总阻隔率 total solar thermal barrier rate**

r_{IR}

被阻隔的太阳红外热能和辐照在物体表面的总太阳红外热能之比。太阳红外热能总阻隔率=1-太阳红外热能总透射比。

3.7**紫外线透射比 ultraviolet transmittance**

在太阳光谱（300 nm～380 nm）范围内，CIE D65标准照明体条件下，CIE标准视见函数为接收条件的透过贴了膜玻璃的光通量与入射光通量之比。

3.8 点状缺陷 point defect

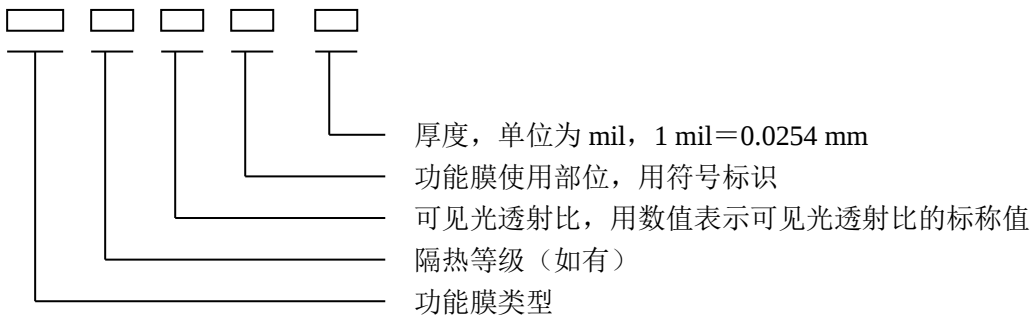
膜层中夹带的颗粒状固体或与膜整体色泽不一致的斑点，包括麻点、斑点、亮点、夹杂物等。

4 分类与标记

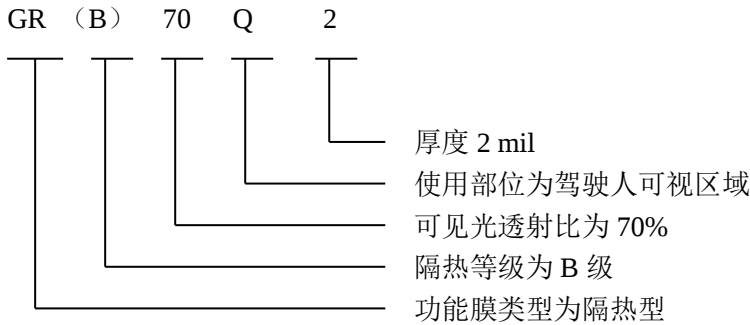
- 4.1 汽车玻璃用功能膜按部位可分为：驾驶人可视区域用功能膜（Q）、驾驶人可视区域以外用功能膜（G）。
- 4.2 汽车玻璃用功能膜按使用功能可分为：隔热型（GR）、安全防护型（AQ）、隔热安全防护型（GA）。
- 4.3 隔热型汽车玻璃用功能膜按太阳红外热能总阻隔率可分为：隔热 A 级、隔热 B 级、隔热 C 级、隔热 D 级。

4.4 标记

4.4.1 标记命名



4.4.2 标记示例



2 mil 的驾驶人可视区域用, 隔热型 (隔热 B 级), 70% 可见光透射比的功能膜标记为: GR (B) 70Q2

5 要求

5.1 外观质量

汽车玻璃用功能膜的外观质量应符合表 1 的要求。

表1 外观质量

项目	规格	要求	
		驾驶人可视区域用	驾驶人可视区域以外用
点状缺点	0.3 mm≤直径<0.5 mm	不允许密集存在 ^a	——
	0.5 mm≤直径<1.0 mm	≤2×S ^b , 个	≤3×S, 个
	1.0 mm≤直径<1.5 mm	≤1×S, 个	≤2×S, 个

	直径>1.5 mm	不允许	不允许
褶皱	目视可见	不允许	不允许
斑纹	目视可见	不允许	不允许
线状缺陷	0.1 mm≤宽度≤0.3 mm	≤1.0×S，个	≤2.0×S，个
	划伤间距离≥100 mm，长度≤30 mm		
	宽度>1.5 mm，长度>30 mm	不允许	不允许
气泡	目视可见	不允许	不允许
漏胶	目视可见	不允许	不允许
标记		标记应不影响驾驶人的安全驾驶或可被移除	
注 a: 密集存在指任意直径 Φ200 mm 圆内，缺陷个数超过 10 个； 注 b: S 为以平方米为单位的膜面积；缺陷个数及条数修约至整数。			

5.2 尺寸偏差

汽车玻璃用功能膜的尺寸允许偏差见表 2。隔热型功能膜的厚度偏差由供需双方商定。

表2 尺寸允许偏差

单位：mm

项目	允许偏差
厚度	-0.01~0.015
宽度	不小于标称值
长度	不小于标称值

5.3 可见光透射比

驾驶人可视区域用功能膜可见光透射比应不小于70%，驾驶人可视区域以外用功能膜可见光透射比可由供需双方商定；汽车玻璃用功能膜的选用参见附录D；可见光透射比偏差应符合表3的规定。

表3 可见光透射比允许偏差

项目	说明	允许偏差
可见光透射比%	明示标称值	±3
	未明示标称值	±1.5
注：对于明示标称值（系列值）的产品，偏差为试样与标称值之差的最大值；对于未明示标称值的产品，偏差为试样与平均值之差的最大值。		

5.4 可见光反射比

驾驶人可视区域用功能膜膜表面可见光反射比应不大于16%；驾驶人可视区域以外用功能膜可见光反射比应不大于20%。

5.5 紫外线透射比

紫外线透射比应不大于1%。

5.6 太阳能总阻隔率

太阳能总阻隔率应符合表4的规定。

表4 太阳能总阻隔率允许偏差

项目	说明	允许偏差
太阳能总阻隔率%	明示标称值	± 3
	未明示标称值	± 1.5
注：对于明示标称值（系列值）的产品，以标称值作为偏差的基准，偏差为试样与标称值之差的最大值；对于未明示标称值的产品，偏差为试样与平均值之差的最大值。		

5.7 太阳红外阻隔性能

功能膜太阳红外阻隔性能根据太阳红外热能总阻隔率按表5进行分级。

表5 太阳红外阻隔性能分级

太阳红外阻隔性能分级	太阳红外热能总阻隔率%
A级	> 75
B级	$> 55 \sim \leq 75$
C级	$> 35 \sim \leq 55$
D级	≤ 35

5.8 副像偏离

副像偏离应符合GB 9656的规定。

5.9 光畸变

光畸变应符合GB 9656的规定。

5.10 颜色一致性

汽车玻璃用功能膜的色差应符合表6的规定。

表6 汽车玻璃用功能膜的允许色差

单位：CLELAB

项目	驾驶人可视区域用	驾驶人可视区域以外用
色差	≤ 2.0	≤ 2.5

5.11 颜色识别

透过功能膜测得的交通信号红、黄、绿的颜色应在GB 14887规定的色度范围内，透过功能膜应能辨别符合GB 5768.2的各类道路交通标志颜色。

5.12 力学性能

汽车玻璃用功能膜的力学性能应符合表7的规定。

表7 汽车玻璃用功能膜的力学性能

项目	隔热型	安全防护型/隔热安全防护型
断裂最大拉力 N	≥ 100	≥ 200

断裂延伸率%	≥50	≥50
--------	-----	-----

5.13 粘结性能

功能膜粘结力应不小于4 N。

5.14 耐磨性

因磨耗引起的雾度应不大于4%。

5.15 防飞溅性能

因试样破坏飞溅下来的玻璃碎片总质量不大于15g。

5.16 耐老化性

汽车玻璃用功能膜的耐老化性能应符合表8的规定。

表8 耐老化性

项目	要求
外观	无明显变色、气泡、分层或其他显著缺陷
紫外线透射比%	试验前后差值应≤±1
可见光透射比%	试验前后差值应≤±3
太阳红外直接透射比%	试验前后差值应≤±3
粘结性能 N	试验后粘结力应≥3

5.17 挥发性有机物释放量

功能膜的挥发性有机物释放量应符合表9的规定。

表9 挥发性有机物释放量限值

单位：mg/m²

项目	限值
甲醛	0.12
苯	0.075
甲苯	1.25
二甲苯	1.25
乙苯	1.25

6 试验方法

6.1 试验条件

除特定要求外，试验应在下述条件下进行：温度 20 °C±5 °C，相对湿度 30%～75%。

6.2 外观质量

6.2.1 试样

以切裁好的制品为试样；对于整卷制品，裁去最初的1000 mm后在任意位置裁取长度为1000 mm、宽度为包装宽度的试样。

6.2.2 点状缺陷、线状缺陷的测定

在不受外界光线影响的环境内，使用装有数支间距300 mm的平行LED灯的黑色无光泽背景。试样垂直放置，与LED灯平行且相距600 mm，视线垂直试样进行观察，如图1所示。缺陷尺寸用精度0.1 mm的读数显微镜测定；划伤的长度用最小刻度为1 mm的钢卷尺测量。

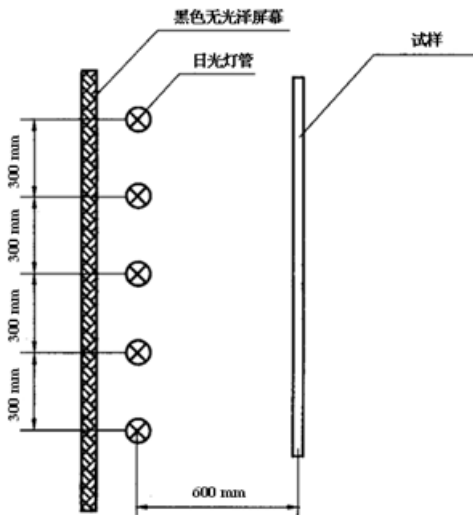


图1 点状缺陷、线状缺陷的测定示意图

6.2.3 褶皱、斑纹、气泡、漏胶的测定

如图2所示，在自然散射光均匀照射下，试样垂直放置，观察者距离玻璃1500 mm，视线与试样法线夹角小于30°进行观察。

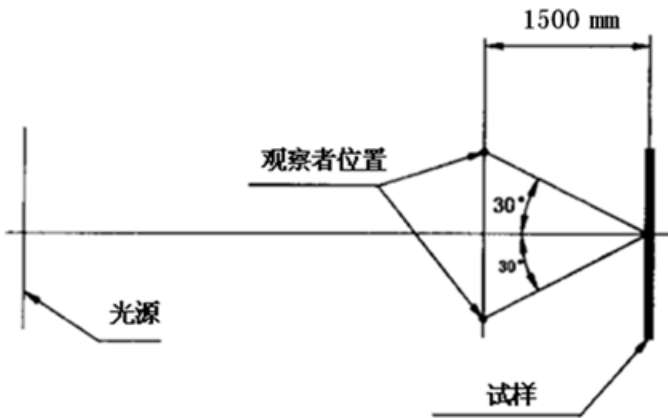


图2 皱褶、斑纹、气泡、漏胶的测定示意图

6.3 尺寸偏差

以制品为试样。

试样的宽度和长度使用最小刻度为1 mm的钢直尺或钢卷尺测量。

试样的厚度使用精度 0.001 mm 及以上的量具测量。测量前，去除保护膜及安装胶。在宽度方向上，裁取 50 mm×50 mm 的试样 3 块，如图 3 所示，在试样的中心处测量。取平均值，数值修约至小数点后三位。

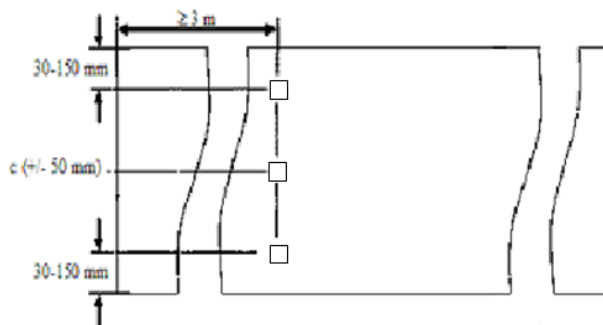


图3 取样位置

6.4 可见光透射比

分别将3块100 mm×100 mm的功能膜装贴在同样尺寸的可见光透射比为(90±1)%的3 mm平板玻璃上，制成试样，装贴方法参见附录A。试验前试样应在6.1规定的条件下至少放置24 h。

按ISO 9050:2003中规定的方法，测定380nm～780nm的光谱透射，计算可见光透射比，以百分数表示，取3块试样的平均值。

6.5 可见光反射比

用6.4的试样，按ISO 9050:2003中规定的方法，测定驾驶人可视区域用功能膜膜表面光谱反射，计算膜表面可见光反射比，取3块试样的平均值；按ISO 9050:2003中规定的方法，测定驾驶人可视以外区域用功能膜玻璃表面和膜表面光谱反射，计算可见光反射比，以百分数表示，分别取3块试样的平均值。

6.6 紫外线透射比

用6.4的试样，按ISO 9050:2003中规定的方法，测定300nm～380nm的光谱透射，计算紫外线透射比，以百分数表示，取3块试样的平均值。

6.7 太阳能总阻隔率

用6.4的试样，按ISO 9050:2003中规定的方法，测定玻璃表面300nm～2500nm光谱透、反射，膜表面辐射率，计算太阳能总透射比，并根据公式(1)计算太阳能总阻隔率，以百分数表示，取3块试样的平均值。

$$r = 1 - g \dots\dots\dots (1)$$

式中：

r ——太阳能总阻隔率；

g ——太阳能总透射比；

6.8 太阳红外阻隔性能

用6.4的试样,按GB/T 2680规定的方法,测定玻璃表面780nm~2500nm光谱透、反射,膜表面辐射率,计算太阳红外热能总透射比,并根据公式(2)计算太阳红外热能总阻隔率,以百分数表示,取3块试样的平均值。

$$r_{\text{IR}} = 1 - g_{\text{IR}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

r_{IR} ——太阳红外热能总阻隔率;

g_{IR} ——太阳红外热能总透射比;

6.9 副像偏离

将3块功能膜装贴在符合GB 9656副像偏离要求的汽车风窗玻璃内表面,装贴方法按GB/T 31848规定,在6.1规定的环境下放置7天,按GB/T 5137.2-2020 6的方法测试。

6.10 光畸变

将3块功能膜装贴在符合GB 9656光畸变要求的汽车风窗玻璃内表面,装贴方法按GB/T 31848的规定,在6.1规定的环境下放置7天,按GB/T 5137.2-2020 7的方法测试。

6.11 颜色一致性

6.11.1 试样

在一包装单位内任意位置裁取长度为1000 mm、宽度为包装宽度的试样,在试样的四角和正中间取50 mm×50 mm的试样5块,试样外边缘距该膜边缘50 mm,如图4所示。

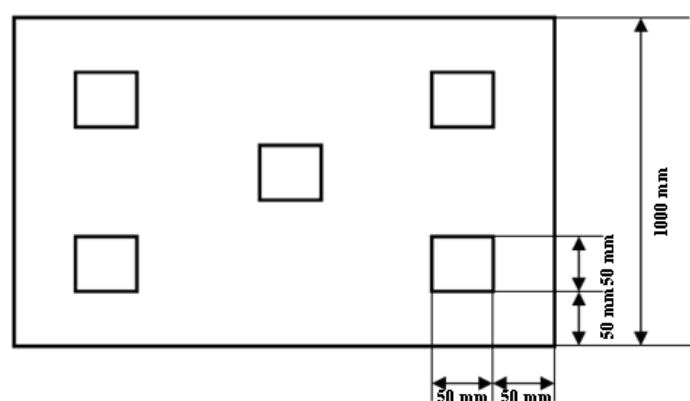


图4 取样位置

分别将功能膜装贴在同样尺寸的可见光透射比为(90±1)%的3 mm平板玻璃上,制成试样,装贴方法参见附录A。试验前试样应在规定的条件下至少放置24 h。

6.11.2 测量

驾驶人可视区域用功能膜按GB/T 11942的测量方法测量膜面反射色色差,分别测试5块试样的 L^* 、 a^* 、 b^* ,以其中 a^* 最大的1块作为基准,其余4块均与该试样进行比较,其中最大值即为该功能膜色差;驾驶人可视区域以外用功能膜按GB/T 11942的测量方法分别测量透射色色差和玻璃

面反射色色差，透射和反射均分别测试 5 块试样的 L^* 、 a^* 、 b^* ，分别以其中 a^* 最大的 1 块作为基准，其余 4 块均与该试样进行比较，计算 ΔE_{ab}^* 值，其中最大值即为该功能膜的色差。

6.12 颜色识别

6.12.1 试样

取尺寸为 100 mm×100 mm 的功能膜 3 块，在 6.1 规定的条件下至少放置 24 小时。

6.12.2 测量

光源和测量几何条件符合 GB/T 3978-2008 的规定，采用 CIE 1931 标准色度系统，按 GB/T 3979 规定的光谱光度测色法透过试样测量符合 GB 14887 色度要求的红色、黄色、绿色光源的色品坐标。

透过试样目视观察符合 GB 5768.2 要求的警告标志、禁止标志和指示标志的颜色。

6.13 力学性能

6.13.1 断裂最大拉力及断裂延伸率

6.13.1.1 试样

取 150 mm×(25±0.5) mm 的功能膜 3 块，应确保试样边缘整齐光滑无缺口，试验前应在 6.1 规定的条件下至少放置 24 h。

6.13.1.2 测量

将去除保护膜的试样安装在万能材料试验机夹具上，夹具间隔约 100 mm，精确测量夹具间隔，以 (300±30) mm/min 的速度拉伸，测定试样断裂时的最大拉力及延伸量，根据公式 (3) 计算断裂延伸率。数值修约至小数点后 1 位。

$$E = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100(\%) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

E ——断裂延伸率；

l_0 ——开始时夹具间隔；

l ——断裂时夹具间隔；

6.14 粘结性能

6.14.1 试样

分别将 3 块 250 mm×(25±0.5) mm 的功能膜装贴在 125 mm×50 mm 的 3 mm 平板玻璃上，制成试样，装贴方法参见附录 A。功能膜与平板玻璃一端中央对齐，余下的 125 mm 部分处于自由摆动状态，可在这部分的粘贴面上扑上滑石粉或者贴上纸片，试验前应在 6.1 规定的条件下至少放置 21 d。如图 5 所示。

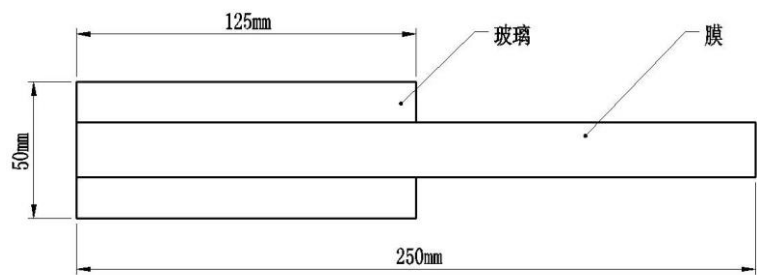
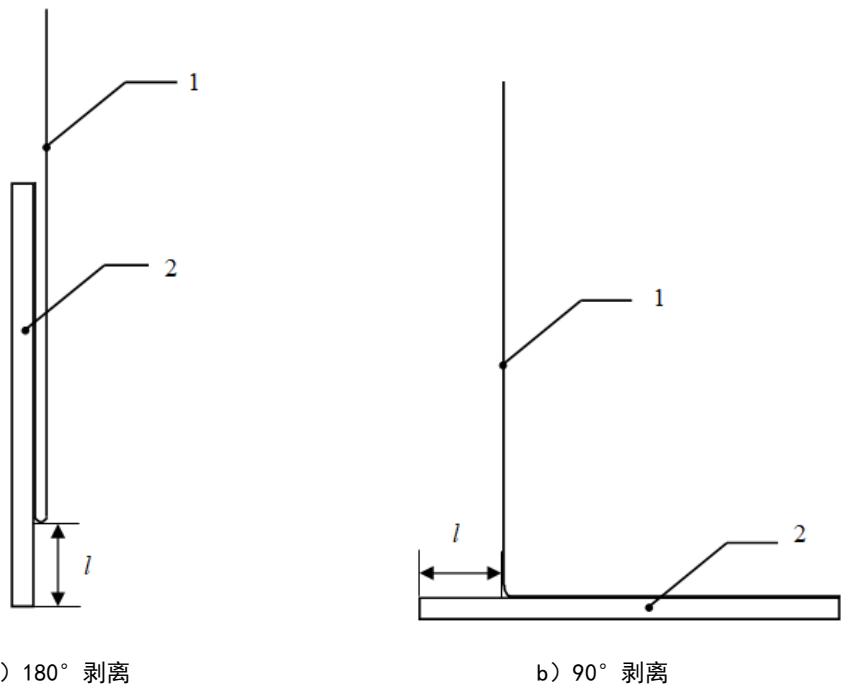


图5 粘结性能试样示意图

6.14.2 测量

当厚度不大于4 mil时，将试样自由摆动部分的功能膜翻折180°，剥离约25 mm后，将功能膜与玻璃分别夹于万能材料试验机上下夹具，如图6a)所示，以 (300 ± 30) mm/min的速度拉揭下来。每剥离20 mm读取一次粘结力，每块试样读取4次，取平均值。数值修约至小数点后一位。

当厚度大于等于4 mil时，将试样自由摆动部分的功能膜翻折90°，剥离约25 mm后，将功能膜与玻璃分别夹于万能材料试验机上下夹具，如图6b)所示，以 (300 ± 30) mm/min的速度拉揭下来。每剥离20 mm读取一次粘结力，每块试样读取4次，取平均值。数值修约至小数点后一位。



1——功能膜
2——玻璃
l——玻璃约25mm

图6 试样剥离示意图

6.15 耐磨性

6.15.1 仪器和材料

磨耗试验和雾度测试用仪器应符合GB/T 5137.1-2020的要求，磨轮每运行500转需采用360目砂纸修轮25转。

6.15.2 试样

3块100 mm×100 mm的功能膜装贴在同样尺寸的可见光透射比为 $(90\pm1)\%$ 的3 mm平板玻璃上制成试样，装贴方法参见附录A。试样试验前在6.1规定的条件下至少放置24 h。

6.15.3 测试

试样膜面朝上按照GB/T 5137.1-2020 7规定的方法进行试验，研磨100转，计算因磨耗引起的雾度。

6.16 防飞溅性能

6.16.1 试样

4块300 mm×300 mm的功能膜贴在同样尺寸的4 mm平板玻璃上，制成试样，装贴方法参见附录A。试验前试样应在6.1规定的条件下至少放置21 d。

6.16.2 试验装置

符合GB 5137.1-2020中5.2.3规定的框架，钢球质量为 $1040\text{ g}\pm 10\text{ g}$ ，直径约为63.5 mm。

6.16.3 测试

将试样膜面朝上安装在框架上，冲击面与钢球入射方向应垂直，允许偏差不超过 3° 。钢球1.2 m高度自由落下，冲击试样一次，试样保持在框架上1min，之后称量飞溅出来的玻璃碎片总质量。

6.17 耐老化性

6.17.1 试样

按照6.14.1的方法，分别将3块 $250\text{ mm}\times(25\pm 0.5)\text{ mm}$ 的功能膜装贴在 $125\text{ mm}\times 50\text{ mm}$ 的可见光透射比为 $(90\pm 1)\%$ 的3 mm平板玻璃上，制成试样。试验前应在6.1规定的条件下至少放置7 d。

6.17.2 试验装置

老化试验箱含辐照系统和温度控制系统，辐照系统由对称水平排列的三支符合GB/T 16422.2-2014方法B的氙弧灯、玻璃滤光器和辐照度调节控制装置组成；老化箱带有黑板测温装置，温度控制范围 $0\sim 100^\circ\text{C}$ ，偏差不超过 $\pm 3^\circ\text{C}$ 。

6.17.3 试验

按6.4、6.6分别测量试样的紫外线透射比、可见光透射比，按GB/T 2680规定的方法测量试样太阳红外直接透射比，然后将试样放入老化箱，膜面朝上且与灯平面平行，调节样品表面辐照度，辐照度在很宽的通带（300 nm～800 nm）范围内为 $1000\text{ W/m}^2\pm 75\text{ W/m}^2$ ，并确保样品暴露位置的辐照度均应在偏差范围内，箱内黑板温度为 $63^\circ\text{C}\pm 3^\circ\text{C}$ 。连续照射600 h后取出，在6.1规定的条件下放置24 h后进行观察，再按6.4、6.6分别测量试样的可见光透射比、紫外线透射比，按GB/T 2680规定的方法测量试样太阳红外直接透射比，计算透射比差值，按6.14.2测量粘结力。

6.18 挥发性有机物释放量

汽车玻璃用功能膜中甲醛的释放量按附录B方法测定；苯、甲苯、二甲苯、乙苯的释放量按附录C方法测定。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 型式检验

不同类型和使用部位的汽车玻璃用功能膜型式检验按表10的检验项目进行。

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 生产过程中，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- b) 正常生产时，定期或积累一定产量后，应周期性进行一次检验；
- c) 产品长期停产后，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

表10 型式试验项目

试验 项目	隔热型		隔热安全防护型		安全防护型	
	驾驶人可 视区域用	驾驶人可视区域 以外用	驾驶人可 视区域用	驾驶人可视 区域以外用	驾驶人可视 区域用	驾驶人可视区 域以外用
外观质量	√	√	√	√	√	√
尺寸偏差	√	√	√	√	√	√
可见光透射比	√	√	√	√	√	√
可见光反射比	√	√	√	√	√	√
紫外线透射比	√	√	√	√	√	√
太阳能总阻隔率	√	√	√	√	√	√
太阳红外阻隔性能	√	√	√	√	√	√
副像偏离	√	——	√	——	√	——
光畸变	√	——	√	——	√	——
颜色一致性	√	√	√	√	——	——
颜色识别	√	——	√	——	√	——
力学性能	√	√	√	√	√	√
粘结性能	√	√	√	√	√	√
耐磨性	√	√	√	√	√	√
防飞溅性能	——	——	√	√	√	√
耐老化性	√	√	√	√	√	√
挥发性有机物释放 量	√	√	√	√	√	√

7.1.2 出厂检验

出厂检验包括外观质量、尺寸偏差、可见光透射比。若要求增加其他检验项目由供需双方商定。

7.2 组批与抽样

7.2.1 组批

采用相同材料、相同工艺生产的，相同型号、相同厚度的汽车玻璃用功能膜为一批，批量大于500个包装单位时，每500个包装单位为一批。

7.2.2 抽样

7.2.2.1 出厂检验时,企业可根据生产状况制定合理的抽样方案抽取样品。

7.2.2.2 型式检验、产品质量仲裁、监督抽查时，尺寸偏差、外观质量按表 11 抽样。对产品其他性能进行测定时，每批随机抽取一个包装单位，裁取符合标准要求尺寸的功能膜并制样。

表11 组批与抽样

单位为每包装单位			
批量范围	抽检数	合格判定数	不合格判定数
2~8	2	0	1
9~15	3	0	1
16~25	5	1	2
26~50	8	1	2
51~90	13	2	3
91~150	20	3	4
151~280	32	5	6
281~500	50	7	8

7.3 判定规则

7.3.1 外观质量、尺寸偏差

若不合格品数等于或大于表 11 的不合格判定数，则认为该批产品的外观质量、尺寸偏差不合格。

7.3.2 可见光透射比、可见光反射比、紫外线透射比、太阳能总阻隔率、太阳红外阻隔性能、副像偏离、光畸变、颜色一致性、颜色识别、力学性能、粘结性能、耐磨性、防飞溅性能、耐老化性、挥发性有机物释放量

全部试样符合要求为合格。

7.3.3 综合判定

上述各项中，有一项不合格，则认为该批产品不合格。

8 包装、标志、运输和贮存

8.1 包装

产品采用密封防潮包装，包装材料应符合相关国家标准规定。

8.2 标志

8.3 包装标志应符合国家有关标准的规定，应包括产品名称、标记、厂名、厂址、商标、规格、数量、批号、生产日期、执行标准。且应标明“朝上、轻搬正放、防雨、防潮”等字样。

8.4 运输

产品运输应符合国家有关规定。

运输时应有防雨措施。

8.5 贮存

产品贮存在通风良好、防雨、防潮、防火的场所。

附 录 A
(资料性附录)
功能膜样品装贴方法

A.1 装贴条件

除特定要求外，装贴应在清洁、无尘、密闭的室内进行：温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 50%~75%。

A.2 装贴工具

清洗安装液、喷壶、清洗刮铲刀、刮水擦、挤水铲、特氟隆挤水片、裁膜刀、裁膜导板和直尺、无屑吸水纸巾等。

A.3 装贴

A.3.1 玻璃的清洗

清洗玻璃，去除玻璃表面的污渍，必要时用清洗刮铲刀将污物刮铲掉。用无屑吸水纸巾擦拭玻璃，保证擦拭干净。

A.3.2 装贴

A.3.2.1 覆膜

将裁取好的功能膜去除保护膜，在安装胶面、玻璃表面均匀喷清洗安装液，覆膜。喷洒清洗安装液在功能膜表面，用刮水擦以水平方向在功能膜上来回刮擦二至三次，令功能膜粘在正确的位置上。

A.3.2.2 挤水

再次喷洒清洗安装液在功能膜表面，首先用挤水铲由功能膜中上方开始、上下左右地移动，以相同的压力及角度、重叠的动作挤压整块玻璃，尽量清除功能膜和玻璃之间残留的清洗安装液。在最后的挤压前使用裁膜刀裁切功能膜边部可能多余的部分。之后用无屑纸巾包住特氟隆挤水片，以平稳的力度，将残留的水分挤压出来，同时不停地转换纸巾位置以求将多余的水分挤尽。注意功能膜和玻璃之间不要残留气泡、水泡。

附 录 B

(规范性附录)

袋子法测定汽车玻璃用功能膜中甲醛释放量
溶液吸收-酚试剂分光光度法

B.1 测定范围

本方法适用于汽车玻璃用功能膜中甲醛释放量的测定方法。

本方法的检出限为 $0.027\ \mu\text{g}$, 测定下限为 $0.108\ \mu\text{g}$ 。当试样面积为 $0.18\ \text{m}^2$, 采样袋充气体积为 $5.0\ \text{L}$, 吸收液采样体积为 $1.0\ \text{L}$ 时, 方法的最低检出浓度为 $0.001\ \text{mg}/\text{m}^2$, 最低定量浓度为 $0.003\ \text{mg}/\text{m}^2$ 。

B.2 方法原理

采用袋子法将汽车玻璃用功能膜放入采样袋中, 在一定温度下加热, 使游离甲醛散发在采样袋中, 用装有酚试剂的大气泡吸收管采集气体样品, 甲醛与酚试剂反应生成吡嗪, 在酸性溶液中, 吡嗪被铁离子氧化成蓝色化合物, 用分光光度计在 $630\ \text{nm}$ 波长下测量吸光度, 进行定量。

B.3 试剂和材料

除非另有说明, 分析时均使用符合国家标准的分析纯化学试剂, 实验用水为蒸馏水。

B.3.1 酚试剂(3-甲基-2-苯并噻唑腈盐酸盐)溶液, $1\ \text{g}/\text{L}$: 置棕色瓶中, 冰箱内保存。此液无色透明, 放置后, 逐渐产生红色, 并加深。可放置约3个月(呈淡红色); 较长时间放置则出现细小棕红色沉淀, 过滤后仍可使用, 但吸光度本底值升高。

B.3.2 吸收液: 用水稀释 $5\ \text{ml}$ 酚试剂溶液(B.3.1)至 $100\ \text{ml}$, 使用前配制。

B.3.3 硫酸铁铵溶液, $10\ \text{g}/\text{L}$: 称取 $1\ \text{g}$ 硫酸铁铵 $[\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$, 优级纯]溶于 $0.1\ \text{mol}/\text{L}$ 盐酸溶液中, 并稀释至 $100\ \text{ml}$ 。置棕色瓶中, 在冰箱内可保存6个月。

B.3.4 标准贮备液: $\rho \approx 1000\ \mu\text{g}/\text{ml}$ 。

取 $2.8\ \text{ml}$ 甲醛溶液(甲醛含量为 $36\% \sim 38\%$), 放入 $1\ \text{L}$ 容量瓶中, 用水稀释至刻度。溶液标定后, 为甲醛标准贮备液, 置棕色瓶中常温放置可稳定 3 个月。每次使用前需重新进行标定。

B.3.5 标准溶液: $\rho = 1.0\ \mu\text{g}/\text{ml}$ 。

将甲醛标准贮备液(B.3.4)用水稀释为 $10\ \mu\text{g}/\text{ml}$ 甲醛溶液, 然后取该溶液 $10.00\ \text{ml}$, 放入 $100\ \text{ml}$ 容量瓶中, 加入 $5\ \text{ml}$ 酚试剂, 用水定容至 $100\ \text{ml}$, 放置 $30\ \text{min}$ 后, 用于配制标准系列。此溶液可稳定 $24\ \text{h}$ 。也可购买市售有证标准溶液进行配制。

B.3.6 采样袋: 聚氟乙烯(PVF)材质, 容量为 $10\ \text{L}$, 配有进/出气体阀门, PE压条密封。

B.3.7 高纯氮气: 纯度 $\geq 99.999\%$ 。

B.4 仪器和设备

B.4.1 恒温试验箱：控温精度为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

B.4.2 分光光度计：具1 cm比色皿。

B.4.3 大气泡吸收管。

B.4.4 具塞刻度试管：10 ml。

B.4.5 无油采样泵：采样流量应能达到20 ml/min~500 ml/min，采样泵宜采用具有恒定质量流量控制的采样泵，流量精度不低于2.5%。

B.4.6 校准流量计：能在5 ml/min~500 ml/min内精确测定流量，流量精度不低于2%；宜采用电子质量流量计。

B.4.7 真空泵：至少能达到负压 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ 。

B.4.8 采样袋自动充气装置，充气流速0.1 L/min~50 L/min，精度不低于2.5%。

B.5 样品采集

B.5.1 袋子法-吸收液采样

B.5.1.1 采样袋准备：将恒温试验箱的温度设至 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，空箱加热0.5 h~1 h；将采样袋撑开，放入试验箱中加热12 h以上。每次使用前测试采样袋背景结果，当甲醛含量 $\leq 10\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，采样袋可以用于采样。

B.5.1.2 将2片裁切好的尺寸为 $(300 \pm 1)\text{ mm} \times (300 \pm 1)\text{ mm}$ 的未去除离型膜的汽车玻璃用功能膜样品放入采样袋中，并用密封条密封采样袋口。

B.5.1.3 用真空泵将采样袋抽真空至负压 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ ，然后充入至少50%袋体积的高纯度氮气，再将气体抽出，重复操作3次，同时检查气密性；之后向采样袋中充入 $5\text{ L} \pm 50\text{ ml}$ 高纯氮气，关紧阀门。

B.5.1.4 将装有样品的采样袋放入温度为 $(60 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温试验箱内，保持4 h $\pm 10\text{ min}$ ，确保受热均匀。

B.5.1.5 从恒温试验箱内取出采样袋，放至室温后，混匀采样袋内气体，连接采样泵和装有5 ml吸收液的大气泡吸收管，以100 ml/min的流量采气1 L。

B.5.2 空白样品

每批试验至少采用1个袋子进行空白测试，除不放样品外，空白样品的采集与样品采集步骤相同。

B.5.3 样品保存

采样后，立即封闭吸收管的进出气口。样品在室温下可保存24 h。

B.6 分析步骤

B.6.1 标准曲线的制备：取5支~9支具塞刻度试管，分别加入0.0 ml~2.0 ml甲醛标准溶液（B.3.5），加吸收液（B.3.2）至5.0 ml，配成0.0 μg ~2.0 μg 含量的甲醛标准系列。加入0.4 ml硫酸铁铵溶液（B.3.3），

摇匀；放置15 min（气温较低时适当延长反应时间，例如15 °C时反应30 min）。用分光光度计在630 nm波长下，用1 cm比色皿，以试剂空白作参比，分别测定标准系列各浓度的吸光度。以测得的吸光度对相应的甲醛含量（μg）绘制标准曲线或计算回归方程。

B. 6.2 样品测定：将样品溶液全部转入比色管中，用少量吸收液洗吸收管，合并使总体积为5 ml。用测定标准系列的操作条件测定样品溶液，测得的吸光度值由标准曲线或回归方程得样品溶液中甲醛的含量（μg）。若样品溶液中甲醛的浓度超过测定范围，用吸收液稀释后测定，计算时乘以稀释倍数。

B. 6.3 空白试验

按与样品分析相同的操作步骤分析空白样品。

B. 7 结果计算与表示

B. 7.1 释放量计算

汽车玻璃用功能膜中甲醛释放量按公式（1）计算：

$$C = \frac{m \cdot V_1}{1000 \cdot V_2 \cdot S} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

C ——单位面积汽车玻璃用功能膜释放甲醛的量，mg/m²；

m ——测得的甲醛含量，μg；

V_1 ——采样袋充入气体体积，L；

V_2 ——吸收液采集气体样品体积，L；

S ——汽车玻璃用功能膜面积，m²。

B. 7.2 结果表示

当甲醛释放量小于 1.0 mg/m² 时，分析结果保留至小数点后 3 位；当甲醛释放量大于 1.0 mg/m² 时，分析结果保留 3 位有效数字。

B. 8 质量保证和质量控制

B. 8.1 气体样品采样期间应保持流量恒定，波动应不大于±5%。

B. 8.2 标准曲线的相关系数应≥0.999。

B. 8.3 每20个或每批次（少于20个）样品应至少带一个标准曲线校核点，测定结果相对误差应在±10%以内。

B. 8.4 至少每3个月应对采样泵进行一次流量校准。

附 录 C

(规范性附录)

袋子法测定汽车玻璃用功能膜中苯系物释放量
固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法

C.1 测定范围

本方法适用于汽车玻璃用功能膜中苯、甲苯、乙苯、二甲苯释放量的测定。其他挥发性有机物经过验证后也可使用本方法。

当试样面积为 0.18 m^2 ，采样袋充气体积为 5.0 L ，吸附管采样体积为 1.0 L 时，方法的检出限，测定下限见表 C.1。

表 C.1 目标物的检出限和测定下限

目标物	CAS No.	定量离子	检出限 ng	测定下限 ng	最低检出浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	最低定量浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^2$
苯	71-43-2	78	1.16	4.63	0.032	0.129
甲苯	108-88-3	92	1.23	4.92	0.034	0.137
乙苯	100-41-4	106	1.91	7.66	0.053	0.213
对/间二甲苯	106-42-3/ 108-38-3	106	2.81	11.2	0.078	0.311
邻二甲苯	95-47-6	106	1.18	4.72	0.033	0.131

C.2 方法原理

采用袋子法将汽车玻璃用功能膜放入采样袋中，在一定温度下加热，使苯系物散发在采样袋中，用吸附管采集气体样品，将吸附管置于热脱附仪中进行热脱附，脱附气体经气相色谱分离后用质谱检测，根据保留时间、质谱图或特征离子定性，外标法或内标法定量。

C.3 试剂和材料

除非另有说明，分析时均使用符合国家标准的分析纯化学试剂。

C.3.1 甲醇：农残级或者等效级。

C.3.2 内标溶液： $\rho=2000 \mu\text{g}/\text{ml}$ 或 $2500 \mu\text{g}/\text{ml}$ ，市售有证内标溶液（挥发性有机物分析专用）。

C.3.3 4-溴氟苯（BFB）： $\rho=50 \mu\text{g}/\text{ml}$ 。

用于 GC-MS 性能检验。取适量色谱纯的 4-溴氟苯（BFB）配制于一定体积的甲醇（C.3.1）中。

C.3.4 标准贮备液： $\rho=1000 \mu\text{g}/\text{ml}$ 。

购买色谱纯的目标化合物，取一定体积用甲醇（C.3.1）稀释，配置成 1000 µg/ml 的标准贮备液。也可购买市售有证混合标准溶液。

C. 3. 5 氦气：纯度 $\geq 99.999\%$ 。

载气气路中应安装氧气和有机物过滤器。这些滤料应根据厂商说明定期更换。

C. 3. 6 高纯氮气：纯度 $\geq 99.999\%$ 。

C. 3. 7 采样袋：聚氟乙烯（PVF）材质，容量为10 L，配有进/出气体阀门，PE压条密封。

C. 3. 8 吸附管：不锈钢材质，内径5 mm。

组合 1 吸附管：内装 Tenax GR、Carbopack B，长度分别为 30 mm、25 mm。

组合 2 吸附管：内装 Carbopack B、Carboxen 1000，长度分别为 30 mm、10 mm。

组合 3 吸附管：内装 Carbopack C、Carbopack B、Carboxen 1000，长度分别为 13 mm、25 mm、13 mm。或使用其他具有相同功能的产品。

C. 3. 9 吸附剂：Tenax GR（比表面积35 m²/g），Carbopack B（比表面积100 m²/g），Carbopack C（比表面积10 m²/g），Carboxen 1000（比表面积1200 m²/g），或其他等效吸附剂如国产GDX-502（比表面积170 m²/g）、GDX-201（比表面积510 m²/g）、GDX-101（比表面积330 m²/g）等。常用的吸附剂的粒径一般为60~80目。

C. 4 仪器和设备

C. 4. 1 恒温试验箱：控温精度为 ± 2 °C。

C. 4. 2 气相色谱仪：具有毛细管柱分流/不分流进样口，能对载气进行电子压力控制，可程序升温。

C. 4. 3 质谱仪：电子轰击（EI）电离源，一秒内能从35 amu扫描至270 amu，具NIST质谱图库、手动/自动调谐、数据采集、定量分析及谱库检索等功能。

C. 4. 4 色谱柱：可以根据需要选择内径0.18 mm、0.25 mm、0.32 mm，1.0 µm膜厚，20 m~60 m长的100%甲基聚硅氧烷毛细柱（色谱柱-1）或等效柱。

C. 4. 5 热脱附装置：能对吸附采样管进行二级热脱附，并将脱附气用载气带入气相色谱，脱附温度、脱附时间及流速可调，冷阱能实现快速升温。冷阱一般采用半导体制冷。热脱附装置与气相色谱相连部分和仪器内气体管路均应使用硅烷化不锈钢管，并至少能在50~150 °C之间均匀加热。

C. 4. 6 吸附管老化装置：最高温度应达到400 °C以上，最大载气流量至少能达到100 ml/min，流量可调。

C. 4. 7 无油采样泵：采样流量应能达到20 ml/min~500 ml/min，采样泵宜采用具有恒定质量流量控制的采样泵，流量精度不低于2.5%。

C. 4. 8 校准流量计：能在5 ml/min~500 ml/min内精确测定流量，流量精度不低于2%；宜采用电子质量流量计。

C. 4. 9 微量注射器：1.0 µl、5.0 µl、10.0 µl、25.0 µl、50.0 µl和100 µl。

C. 4. 10 真空泵：至少能达到负压 1.0×10^5 Pa。

C.4.11 采样袋自动充气装置，充气流速0.1 L/min~50 L/min，精度不低于2.5%。

C.5 样品采集

C.5.1 袋子法-吸附管采样

C.5.1.1 采样袋准备：将恒温试验箱的温度设至90℃，空箱加热0.5 h~1 h；将采样袋撑开，放入试验箱中加热12 h以上。每次使用前测试采样袋背景结果，采样袋空白值低于方法的检出限即可用于采样。

C.5.1.2 将2片裁切好的尺寸为 (300 ± 1) mm $\times$ (300 ± 1) mm的未去除离型膜的汽车玻璃用功能膜样品放入采样袋中，并用密封条密封采样袋口。

C.5.1.3 用真空泵将采样袋抽真空至负压 1.0×10^5 Pa，然后充入至少50%袋体积的高纯度氮气，再将气体抽出，重复操作3次，同时检查气密性；之后向采样袋中准确充入5 L高纯氮气，关紧阀门。

C.5.2 将装有样品的采样袋放入温度为 (60 ± 2) ℃恒温试验箱内，保持4 h $\pm$ 10 min，确保受热均匀。

C.5.2.1 从恒温试验箱内取出采样袋，放至室温后，混匀采样袋内气体，连接采样泵和吸附管，以50 ml/min~100 ml/min的流量采气至少300 ml。

C.5.3 空白样品

每批试验至少采用1个袋子进行空白测试，除不放样品外，空白样品的采集与样品采集步骤相同。

C.5.4 样品保存

吸附管采样后，立即用密封帽将采样管两端密封，在4℃避光条件下可保存7日。

C.6 分析步骤

C.6.1 仪器分析参考条件

C.6.1.1 热脱附仪参考条件

吸附管初始温度：室温；聚焦冷阱初始温度：室温；干吹流量：30 ml/min；干吹时间：2 min；吸附管脱附温度：270℃；吸附管脱附时间：3 min；脱附流量：30 ml/min；聚焦冷阱温度：-3℃；聚焦冷阱脱附温度：300℃；冷阱脱附时间：3 min；传输线温度：120℃。通用型冷阱，填料为石墨化碳黑。

吸附管脱附温度和脱附时间条件根据目标化合物特性和吸附管类型不同可以进行适当调整。

C.6.1.2 色谱柱及气相色谱仪参考条件

进样口温度：200℃；柱流量：1.5 ml/min；程序升温：初始柱温35℃，保持5 min，以6℃/min速率升至140℃，再以15℃/min速率升至220℃，保持3 min。

C.6.1.3 质谱仪参考条件

扫描方式：全扫描；扫描范围：33 amu~180 amu（0-6 min），33 amu~270 amu（6 min~结束）；离子化能量：70 eV；传输线温度：230℃，其余参数参照仪器使用说明书进行设定。

为提高分析灵敏度，可以使用选择离子扫描方式进行分析。

C.6.1.4 质谱性能检查

在空白吸附管中加入 4-溴氟苯（BFB）50 ng，参照 C.6.1 仪器条件进行 TD-GCMS 分析，得到的 BFB 质谱图各离子丰度应满足表 C.2 的规定，否则需对质谱仪的参数进行调整或者考虑清洗离子源等，以满足表 C.2 的要求。

表 C.2 BFB 进行质谱调谐时各离子的峰及强度

质量数	相对强度	质量数	相对强度
50	质量数 95 的 8.0%-40.0%	174	质量数 95 的 50.0%-120%
75	质量数 95 的 8.0%-40.0%	175	质量数 174 的 4.0%-9.0%
95	基峰，100%	176	质量数 174 的 93.0%-101%
96	质量数 95 的 5.0%-9.0%	177	质量数 176 的 5.0%-9.0%
173	<质量数 174 的 2.0%		

C.6.2 标准曲线的制备

C.6.2.1 标准系列制备

用微量注射器分别移取 5.0 μL ，10.0 μL ，20.0 μL ，50.0 μL ，100 μL 标准贮备液（C.3.4）至 1 ml 容量瓶，用甲醇稀释定容至标线，配制成浓度为 5.0 $\mu\text{g/ml}$ ，10.0 $\mu\text{g/ml}$ ，20.0 $\mu\text{g/ml}$ ，50.0 $\mu\text{g/ml}$ ，100.0 $\mu\text{g/ml}$ 的混合标准溶液。

将老化好的吸附管装到热脱附标样加载平台上（注意吸附管进气端朝向注射器），用微量注射器取 1.0 μL 配制好的混合标准溶液，注入空白吸附管，同时在吸附管中加入 1.0 μL 50 $\mu\text{g/ml}$ 内标使用液（用 C.3.2 稀释），用 50 ml/min 的 N_2 吹扫吸附管 2 min，迅速取下吸附管，用密封帽将吸附管两端密封，得到含量为 5.0 ng，10.0 ng，20.0 ng，50.0 ng，100 ng 的标准系列吸附管，每根吸附管的内标含量均为 50 ng。

C.6.2.2 标准曲线绘制

将标准曲线系列吸附管放进热脱附仪，按照仪器参考条件（C.6.1），依次从低浓度到高浓度进行分析测定，根据目标物/内标物质量比和目标物/内标物特征质量离子峰面积（或峰高）比，用最小二乘法或者相对响应因子绘制标准曲线。

C.6.3 样品分析

参照标样加载步骤，在采好样的吸附管中加入内标物 50 ng，按照仪器参考条件（C.6.1），对样品进行 TD-GCMS 分析。

C.6.3.1 定性分析

以保留时间和质谱图比较进行定性。

C.6.3.2 定量分析

根据外标法、内标标准曲线法或曲线各点的平均相对响应因子均值（RRF 相对标准偏差 $\text{RSD} \leq 30\%$ ，相对响应因子 ≥ 0.010 ）计算目标组分的含量。

C.6.4 空白试验

按与样品分析相同的操作步骤分析空白样品。

C.7 结果计算与表示

C.7.1 释放量计算

汽车玻璃用功能膜中苯系物释放量按公式（1）计算：

$$C = \frac{m \cdot V_1}{1000 \cdot V_2 \cdot S} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

C ——单位面积汽车玻璃用功能膜释放苯系物的量， $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ；

M ——目标化合物的含量， ng ；

V_1 ——采样袋充入气体体积， L ；

V_2 ——吸附管采集气体样品体积， L ；

S ——汽车玻璃用功能膜面积， m^2 。

C.7.2 结果表示

当目标化合物释放量小于 $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^2$ 时，分析结果保留至小数点后 3 位；当目标化合物释放量大于 $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^2$ 时，分析结果保留 3 位有效数字。

C.8 质量保证和质量控制

C.8.1 气体样品采样期间应保持流量恒定，波动应不大于 $\pm 5\%$ 。

C.8.2 标准曲线的相关系数应 ≥ 0.995 。

C.8.3 每 20 个或每批次（少于 20 个）样品应至少带一个标准曲线校核点，测定结果相对误差应在 $\pm 30\%$ 以内。

C.8.4 至少每 3 个月应对采样泵进行一次流量校准。

附 录 D

(资料性附录)
汽车玻璃用功能膜选用

不同汽车及汽车上不同部位的贴膜玻璃对可见光透射比有不同的要求。由于汽车玻璃本身以及汽车玻璃功能膜的可见光透射比多样，组合后的结果也千差万别。表 D.1 是汽车用玻璃的主要类型和典型参数。建议根据汽车玻璃部位和本身的可见光透射比合理选用汽车玻璃用功能膜，使装贴膜后的汽车玻璃还能满足乘用车安全规范要求，可参考表 D.2。

表 D. 1 汽车玻璃的主要类型和典型参数

汽车玻璃部位	主要玻璃品种	公称厚度/mm	玻璃颜色	玻璃可见光透射比
风窗	夹层	4.76、4.96、5.36	无色+无色	86%~88%
			无色+绿色	79%~82%
			绿色+绿色	72%~76%
风窗以外	钢化玻璃	3.5、4.0、5.0	无色	>86%
			绿色或浅灰	75%~80%

表 D. 2 汽车玻璃膜的选择

汽车玻璃部位	汽车玻璃可见光透射比要求	玻璃颜色	建议选用的汽车玻璃用功能膜可见光透射比
风窗及驾驶人可视区	≥70%	无色+无色	>70%
		无色+绿色	>75%
		绿色+绿色	>85%
公路客车、旅游客车和校车的风窗以外及驾驶人可视区以外	≥50%	无色	>55%
		绿色或浅灰	>60%

注：汽车玻璃用功能膜可见光透射比为功能膜装贴在厚度 3 mm、可见光透射比（90±1）%的平板玻璃上测得的数值。