

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 5675—2020

光学功能薄膜 自修复硬化膜

Optical functional films—Self repairing hard coating film

2020-04-16 发布

2020-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国光学功能薄膜材料标准化技术委员会（SAC/TC431）归口。

本标准起草单位：合肥乐凯科技产业有限公司、昆山乐凯锦富光电科技有限公司。

本标准主要起草人：李恒、刘玉磊、王辉、王旭亮、许丽丽、万金龙、徐倩倩、李敏合。

光学功能薄膜 自修复硬化膜

1 范围

本标准规定了光学功能薄膜自修复硬化膜的产品结构、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于在热塑性聚氨酯弹性体（TPU）薄膜、聚氯乙烯（PVC）薄膜等薄膜上涂覆自修复硬化涂层，用于汽车外表面的漆面保护、屏幕保护。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2410 透明塑料透光率和雾度的测定

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12 h+12 h 循环）

GB/T 2918 塑料 试样状态调节和试验的标准环境

GB/T 7921 均匀色空间和色差公式

GB/T 9754 色漆和清漆 不含金属颜料的色漆漆膜的20°、60°和85°镜面光泽的测定

GB/T 11547 塑料 耐液体化学试剂性能的测定

GB/T 25276 液晶显示器（LCD）用三醋酸纤维素酯（TAC）膜 厚度测定方法

GB/T 30693 塑料薄膜与水接触角的测量

GB/T 33049 偏光片光学薄膜 涂层附着力的测定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自修复 self-healing

也叫自我修复，是指涂层在受到外界机械损害产生变形或裂纹后，涂层本身通过一定的修复机理将裂纹重新填补，自行愈合。修复机理包括纳米粒子自修复、微胶囊自修复、高弹材料自修复等。

3.2

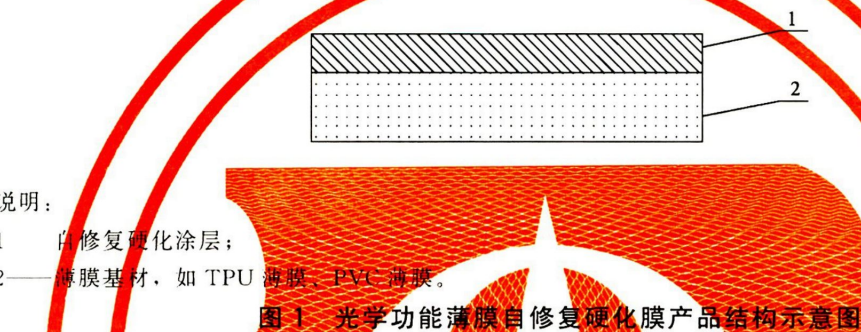
秒修型 rapid healing type
指变形或裂纹能够快速修复。

3.3

热修型 thermal-healing type
指变形或裂纹在常温下自动修复需要时间很长，一般需要提供一定的热量才能修复。

4 产品结构

产品结构示意图如图 1 所示。



5 要求

5.1 收卷质量

整轴薄膜外观平整、松紧一致，端面整齐度 ≤ 5 mm。

5.2 表观质量

产品表观应均匀，无影响后续使用的异物、白点、黑点、划伤等缺陷，具体要求见表 1。

表 1 表观质量要求

缺陷种类	缺陷尺寸		指标
异物、白点、黑点、气泡点/(个/ m^2)	$\Phi \leq 0.2 \text{ mm}$		≤ 20
	$0.2 \text{ mm} < \Phi \leq 3.0 \text{ mm}$		≤ 5
	$\Phi > 3.0 \text{ mm}$		无
划伤/(条/ m^2)	$W \leq 0.2 \text{ mm}$	$L \leq 1.0 \text{ mm}$	≤ 5
		$1.0 \text{ mm} < L \leq 3.0 \text{ mm}$	≤ 2
		$L > 3.0 \text{ mm}$	无
	$W > 0.2 \text{ mm}$		无
纵纹、横纹			无

5.3 自修复性能

5.3.1 秒修型

自修复硬化膜在自然条件下，经过自修复测试后，自修复硬化涂层表面的划痕能够完全修复，修复时间 ≤ 5 s。

5.3.2 热修型

在 60 ℃ 的环境温度下，经过自修复测试后，自修复硬化涂层表面的划痕能够完全修复，修复时间 ≤ 5 min。

5.4 物理性能和光学性能

产品的物理性能和光学性能应达到表 2 的规定。

表 2 物理性能和光学性能

性能类别	项 目	指 标
物理性能	厚度/ μm	规格值 ± 10
	厚度极差/ μm	≤ 10
	附着力	0 级
	水接触角/ $^\circ$	≥ 100
光学性能	全光线透过率/%	≥ 90.0
	雾度/%	≤ 5.0
	<i>b</i> 值	0.6 ± 0.4
	光泽度/ $^\circ$	≥ 70
注： <i>b</i> 值是在 CIE1976 均匀色空间中表示物体黄蓝颜色的数值。		

5.5 耐化学性

5.5.1 耐溶剂性

经耐溶剂测试后，表面无涂层收缩、开裂、变形、脱落等现象，应与测试前表观相同。同时满足表 3 中物理性能、光学性能和自修复性能要求。

5.5.2 耐酸性

经耐酸测试后，表面无涂层收缩、开裂、变形、脱落等现象，应与测试前表观相同。同时满足表 3 中物理性能、光学性能和自修复性能要求。

5.5.3 耐碱性

经耐碱测试后，表面无涂层收缩、开裂、变形、脱落等现象，应与测试前表观相同。同时满足表 3 中物理性能、光学性能和自修复性能要求。

5.6 耐候性

经高温试验、低温试验、高温高湿试验、冷热循环试验后的产品质量指标需满足表3中物理性能、光学性能、自修复性能要求。

表3 耐化学性及耐候性测试后物理性能、光学性能和自修复性能要求

性能类别	项 目		指 标
物理性能	附着力		0 级
光学性能	全光线透过率/%		≥ 90.0
	雾度/%		≤ 5.0
自修复性能	修复时间	秒修型/s	≤ 10
		热修型/min	≤ 5

6 试验方法

6.1 试验条件和取样

6.1.1 样品测试之前，需在符合 GB/T 2918 的环境条件下平衡放置 2 h。

6.1.2 全幅宽取样长约 1 m，作为被测试样。

6.2 收卷质量和表观质量

6.2.1 收卷质量

目视检验整轴薄膜的收卷质量，端面整齐度用直尺测定。

6.2.2 表观质量

取被测试样全幅宽膜长约 1 m 作为样片，在全黑的暗室中人眼在白光灯下观看，光照度为 1 500 lux~2 000 lux，白光灯放置在自修复硬化涂层上方 15 cm~25 cm，光和膜面的夹角为 40°~50°，人眼正对自修复硬化涂层的光斑处且距离为 15 cm~25 cm。缺陷的尺寸用点线规测定。

6.3 自修复性能

6.3.1 铜刷

用于刷测涂层。铜刷软硬程度以可以在涂层上产生肉眼可见的划伤、缺陷为准。

6.3.2 秒修型测试步骤

6.3.2.1 将样片放置在不锈钢平板上。

6.3.2.2 手持铜刷，铜丝垂直于样片表面，以均匀的压力，平稳不颤动的手法匀速划过，划过的距离大约 10 cm。均匀的压力，是指铜刷可以在样片表面均匀地产生划痕，且在整个移动过程中基本保持一致的压力。但如果压力太大，会使铜刷穿透涂层并深达底材，涂层无法修复，则测试无效且应如实报告。在划动结束后，将样片放在黑色衬底的板材上，观察涂层面的划痕修复情况和修复时间，用秒表计时。

6.3.2.3 将样片旋转 90°, 在同样的位置重复 6.3.2.2 操作。

6.3.3 热修型测试步骤

6.3.3.1 将样片放置在不锈钢平板上。

6.3.3.2 手持铜刷, 铜丝垂直于样片表面, 以均匀的压力, 平稳不颤动的手法匀速划过, 划过的距离大约 10 cm。均匀的压力, 是指铜刷可以在样片表面均匀地产生划痕, 且在整个移动过程中基本保持一致的压力。但如果压力太大, 会使铜刷穿透涂层并深达底材, 涂层无法修复, 则测试无效且应如实报告。在划动结束后, 马上将样片平铺在 60 °C 的干燥箱中, 关上干燥箱门, 开始计时。5 min 后拿出来, 将样片放在黑色衬底的板材上, 观察涂层面的划痕修复情况。

6.3.3.3 将样片旋转 90°, 在同样的位置重复 6.3.3.2 操作。

6.4 物理性能和光学性能

6.4.1 厚度及厚度极差

按 GB/T 25276 规定的方法测定。

6.4.2 附着力

按 GB/T 33049 规定的方法测定。

6.4.3 水接触角

按 GB/T 30693 规定的方法测定。

6.4.4 全光线透过率和雾度

按 GB/T 2410 规定的方法测定。

6.4.5 *b* 值

按 GB/T 7921 规定的方法测定。

6.4.6 光泽度

按 GB/T 9754 规定的方法测定。

6.5 耐化学性

6.5.1 耐溶剂测试

按 GB/T 11547 规定的方法测定, 试液选择乙醇 (分析纯), 浸泡温度选择 23 °C ± 2 °C, 浸泡时间选择 48 h, 试样尺寸为 60 mm × 60 mm。浸泡、冲洗和擦拭后, 在符合 GB/T 2918 的环境条件下平衡放置 2 h, 按照表 3 中的性能要求进行检测。

6.5.2 耐酸测试

按 GB/T 11547 规定的方法测定, 试液选择质量分数为 10% 的硫酸 (分析纯), 浸泡温度选择 23 °C ± 2 °C, 浸泡时间选择 48 h, 试样尺寸为 60 mm × 60 mm。浸泡、冲洗和擦拭后, 在符合 GB/T 2918 的环境条件下平衡放置 2 h, 按照表 3 中的性能要求进行检测。

6.5.3 耐碱测试

按 GB/T 11547 规定的方法测定，试液选择质量分数为 40% 的氢氧化钠（分析纯），浸泡温度选择 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，浸泡时间选择 48 h，试样尺寸为 $60\text{ mm} \times 60\text{ mm}$ 。浸泡、冲洗和擦拭后，在符合 GB/T 2918 的环境条件下平衡放置 2 h，按照表 3 中的性能要求进行检测。

6.6 耐候性

6.6.1 高温试验

按 GB/T 2423.2 规定的方法测定，恒温恒湿试验箱温度设定为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，测定时间为 500 h。试验结束后，在符合 GB/T 2918 的环境条件下平衡放置 2 h，按照表 3 中的性能要求进行检测。

6.6.2 低温试验

按 GB/T 2423.1 规定的方法测定，恒温恒湿试验箱温度设定为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，测定时间为 500 h。试验结束后，在符合 GB/T 2918 的环境条件下平衡放置 2 h，按照表 3 中的性能要求进行检测。

6.6.3 高温高湿试验

按 GB/T 2423.3 规定的方法测定，恒温恒湿试验箱温度设定为 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度设定为 90%，测定时间为 500 h。试验结束后，在符合 GB/T 2918 的环境条件下平衡放置 2 h，按照表 3 中的性能要求进行检测。

6.6.4 冷热循环试验

按 GB/T 2423.4 规定的方法测定，恒温恒湿试验箱高温设定为 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、低温设定为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，循环试验 100 次。试验结束后，在符合 GB/T 2918 的环境条件下平衡放置 2 h，按照表 3 中的性能要求进行检测。

7 检验规则

7.1 出厂检验

由生产厂的质量检验部门按照表 4 规定的检验频次进行检验，合格后方可出厂。

表 4 出厂检验

检验项目	检验频次
收卷质量、表观质量、厚度、厚度极差、附着力、全光线透过率、雾度、 <i>b</i> 值、光泽度	每轴
水接触角、耐化学性	每批次
耐候性	6 个月

7.2 型式检验

型式检验应包括本标准规定的全部项目。

产品有下列情形之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正常生产时，每年进行 1 次；

- c) 配方、原材料、设备、工艺有较大改变时；
- d) 停产半年以上恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 质量监督机构提出检验要求时。

7.3 抽样

型式检验的样品从出厂检验合格的样品中抽取，抽取 3 轴。

7.4 判定

产品的各项指标检验，若样本单位的检验结果符合本标准的规定，则判为合格。当检验结果中有一项不符合要求时，可重新抽样，对不合格项抽取两个样本单位进行复检，复检结果合格则判定该批产品为合格，仍有不合格时整批判为不合格。

7.5 验收

需方有权按标准规定进行产品验收，经检验合格的产品应予以接收。若经检验有不合格项目，则应加倍取样进行复检，以复检结果为准。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

产品的外包装上，应注明下列内容：产品名称、商标、型号、厚度、宽度、长度、轴芯、净重、附加信息、生产日期、轴号、物流号、生产厂家、小心轻放、防潮防晒等内容和标志。并应符合 GB/T 191 的规定。

产品的内包装上，应注明下列内容：产品名称、执行标准、产品型号、轴号、规格、长度、涂层、面积、净重、生产日期、班次。

8.2 包装

产品包装以轴为最小包装单位。成卷供应，整齐卷绕在压光轴芯管上，卷尾用胶黏带粘贴。用铝箔材料包裹整轴后，外用双层阻隔薄膜包装，包装上使用透明胶带粘贴干燥剂，轴芯两端安装塑料堵头和挡板后打托，用木箱包装，最外面用缠绕膜捆包封箱并在规定位置贴上标志。包装应能保证产品安全运输的需要，符合 GB/T 191 的规定，注明产品标志号，并附产品合格证。

8.3 运输

产品在运输过程中不应受日晒、雨淋和剧烈震动的侵害。

8.4 贮存

产品应保持原封装，横放保存。产品保存在温度为 10℃～30℃、相对湿度为 40%～60% 的环境中。

自产品生产之日算起，在本标准规定条件下运输、贮存和使用，产品保质期为 12 个月。