

中华人民共和国化工行业标准

HG/TXXXX—XXXX

自修复涂料

Self healing coatings

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2023-10-12）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

## 前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国涂料和颜料标准化技术委员会(SAC/TC5)归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 自修复涂料

## 1 范围

本文件规定了自修复涂料的术语和定义、分类、要求、检测方法、试验报告、检验规则、标志、包装和贮存等内容。

本文件适用于自修复涂料。该产品主要用于车辆车身和内饰件、触摸屏等电子产品、冰箱等电器产品、家具等家居产品等表面或其保护膜（壳）表面，主要起外观自修复作用。

## 2 规范性引用文件

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

GB/T 1727—2021 漆膜一般制备法  
GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样  
GB/T 5206 色漆和清漆 术语和定义  
GB/T 6682—2008 分析实验室用水规格和试验方法  
GB/T 6739—2022 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度  
GB/T 8170—2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定  
GB/T 9278 涂料试样状态调节和试验的温湿度  
GB/T 9279.1—2015 色漆和清漆 耐划痕性的测定 第1部分：负荷恒定法  
GB/T 9750 涂料产品包装标志  
GB/T 13452.2—2008 色漆和清漆 漆膜厚度的测定  
GB/T 13491 涂料产品包装通则  
GB/T 20777 色漆和清漆 试样的检查和制备  
GB/T 37356 色漆和清漆 涂层目视评定的光照条件和方法  
ISO 22557:2019 油漆和清漆 用弹簧笔进行划痕试验

## 3 术语和定义

GB/T 5206界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**自修复 self-healing**

指涂层受到外界机械性损伤造成划痕时，涂层可以通过自身的机理作用，将划痕重新愈合或恢复到划痕前状态或接近划痕前状态的过程或现象。

### 3.2

**自修复涂料 self-healing coatings**

具有自修复功能的涂料。

### 3.3

划痕 scratch:

涂层经过外力破坏后，留下的可见痕迹。

## 4 分类

自修复涂料按自修复时间分为：

- I 型：在符合GB/T 9278的环境条件或商定条件下，在 $\leq 60\text{s}$ 的时间内可自修复的涂料；
- II 型：在符合GB/T 9278的环境条件或商定条件下，在 $> 60\text{s}$ 及 $\leq 600\text{s}$ 的时间内可自修复的涂料；
- III 型：在符合GB/T 9278的环境条件或商定条件下，在自修复时间 $> 600\text{s}$ 可自修复的涂料。

## 5 要求

### 5.1 自修复涂料的自修复性能要求

自修复涂料的自修复性能应符合表 1 的要求。

表1 自修复涂料的自修复性能要求

项目	指标		
	I 型	II 型	III 型
自修复效果	$\leq 2$ 级或商定	$\leq 3$ 级或商定	$\leq 3$ 级或商定

### 5.2 自修复涂料质量性能要求

自修复涂料质量性能应符合相关产品标准要求。车身保护用自修复涂料产品等质量性能要求可参见附录 A。

## 6 检测方法

### 6.1 试样

按GB/T 3186的规定取样，也可按商定方法取样。取样量根据检验需要确定。

按GB/T 20777的规定，检查和制备每一个试验样品，准备“待测”状态下的最终试验样品。

### 6.2 试验环境

除另有规定外，试板的状态调节和试验的温湿度应符合GB/T 9278的规定。

除另有规定外，自修复效果的试验环境应符合GB/T 9278的规定。

### 6.3 试板的制备

#### 6.3.1 底材及底材处理

除另有商定外，按表2选用底材。除另有规定外，试板制备前按产品相关要求进行处理。

#### 6.3.2 制板要求

除另有规定外，按表2的规定制备试板。各项目在产品规定的条件下固化和养护后，按照产品规定对涂膜表面进行清洁后测试。涂膜厚度的测定按GB/T 13452.2—2008规定的方法之一进行。

表2 试板的制备

检验项目	底材类型	底材尺寸/mm	涂装要求
自修复效果	ABS、PC 板或商定	300×200×(1~3)或商定	按有关方商定工艺(配套体系涂料品种、施涂要求、涂装道数、涂装间隔时间、涂膜厚度、固化和养护条件等)进行试板的制备

## 6.4 自修复效果

### 6.4.1 总则

试验前试板置于符合GB/T 9278规定的环境中进行状态调节2 h及以上。每块试板的试验结束后，再进行下一块试板的试验，避免同时进行多块试板的试验。

### 6.4.2 产生划痕方法

根据产品的规定或特性，选择以下产生划痕方法：

——铜刷法。见附录B；

——划痕仪法。按GB/T 9279.1—2015规定进行，选择选择划针A，负荷为300 g或其他商定的试验条件，在每块试板的涂膜表面，沿试板中间的长边方向，划1道长约5 cm的划痕；

——弹簧笔法。按ISO 22557:2019规定进行，选择选择0.75 mm笔头，弹簧压力为2 N或其他商定的试验条件，在每块试板的涂膜表面，沿试板中间的长边方向，以1 cm每秒的速度划1道长约5 cm的划痕；

——铅笔法。按GB/T 6739—2022规定进行，选择合适的铅笔等试验条件，在每块试板的涂膜表面，沿试板中间的长边方向，划1道长约5 cm的划痕，使用酒精擦拭残留痕迹后测试；

——其他由有关方商定的方法。

注：建议通过预先试验，找到能产生商定深度、宽度和长度的划痕的试验条件，按该试验条件进行划痕。

### 6.4.3 操作程序

按6.4.2的要求，在选择3块试板的表面划出划痕，其中2块试板用于自修复试验，1块试板用于比对。

将进行自修复试验的试板立即置于商定的修复条件下，启动秒表或其他计时器计时，达到产品规定的自修复时间后，立即按6.4.4进行自修复效果评价。

### 6.4.4 自修复效果评价

用正常矫正视力在GB/T 37356规定的自然日光或人造日光下进行观察试板表面划痕，按表3进行评价。如2块试板的测试结果相差一个自修复效果等级，以较好的等级表示自修复效果。如2块试板的测试结果相差超过1个等级，舍弃并重新进行试验。

表3 自修复效果评价

等级/级	自修复程度
0	4倍放大镜下，无可见划痕
1	4倍放大镜下，与未修复前相比划痕接近消失，仅有刚可见划痕
2	无可见划痕

3	与未修复前相比划痕接近消失，仅有刚可见划痕
4	与未修复前相比划痕有明显减小，但仍可见划痕
5	与未修复前相比无明显变化

其他特殊模拟划痕的自修复评价，可采用光泽、色差、颜色等恢复程度等经双方商定的自修复效果评价方法进行。

## 7 试验报告

试验报告至少应包括下列内容：

- a) 识别受试产品所必须得全部信息；
- b) 本文件编号；
- c) 产生划痕的方法及其试验条件；
- d) 商定的自修复条件；
- e) 产品规定的自修复时间；
- f) 试验过程中观察到的任何异常情况；
- g) 商定的自修复效果评价方法；
- h) 试验结果；
- i) 如有需要，在试验报告中附试样自修复前后照片；
- j) 试验日期。

## 8 检验规则

### 8.1 检验分类

- 8.1.1 产品检验分为出厂检验和型式检验。
- 8.1.2 出厂检验项目包括：自修复性能要求、质量性能要求。
- 8.1.3 型式检验项目包括本文件所列的全部技术要求。在正常生产情况下，每年至少检验一次。

### 8.2 检验结果的判定

- 8.2.1 检验结果的判定，按 GB/T 8170—2008 中修约值比较法进行。
- 8.2.2 应检项目的检验结果均达到本文件要求时，该试验样品为符合本文件要求。

## 9 标志、包装和贮存

### 9.1 标志

按GB/T 9750的规定进行。

### 9.2 包装

按GB/T 13491的规定进行。

### 9.3 贮存

按照产品规定贮存条件进行贮存。产品应规定贮存期，并在包装标识上明示。产品在原包装封闭的条件下，超过产品规定贮存期的产品可按本文件规定的型式检验项目进行检验，如检验合格，仍可使用。

附 录 A  
(资料性)  
自修复涂料质量性能要求

### A.1 车身保护用自修复涂料质量性能要求

#### A.1.1 产品性能要求

车身保护用自修复涂料产品性能要求见表A.2。

表A.2 车身保护用自修复涂料性能要求

项目	指标		试验方法
	1 类	2 类	
在容器中状态	搅拌后均匀无硬块		GB/T 1727—2021 中 6.1
涂膜外观	正常		GB/T 1727—2021 中 6.5
涂层伸长率(将自修复涂料涂布在 TPU 等基膜上,裁取 100 mm×10 mm 的样条,拉伸至漆膜出现裂痕为止)	≥100%	商定	GB/T 1040.3—2006
耐记号笔(双杰 MG-2110 或商定,在漆膜表面划 5 条线,静置 1 min,用无尘布蘸酒精擦拭)	无痕迹残留	商定	GB/T 33394—2016 中附录 B
耐化油器清洗剂(标榜化油器或商定,取 1 mL 滴在漆膜表面,3 min 后用无尘布擦拭干净,漆膜表面无失光现象)	通过		GB/T 9274—1988
水接触角/°	≥105	商定	GB/T 23764—2009
耐候测试(氙灯老化测试,按照规定时间测试后,色差 $\Delta E \leq 2$ )/h	≥2000	商定	GB/T 14522—2008
耐寒、耐温(冷热冲击-40℃/1 h 与 80℃/1 h,湿度交替 168 h)	不起泡不龟裂		GB/T 2423.22—2012
划格试验/级	≤1		GB/T 9286



## 附录 B

### (规范性)

### 铜刷法

#### B.1 方法概要

在规定的条件下，用固定在磨耗仪上的铜刷头等工具摩擦试板涂膜，以模拟真实状态下试板产生划痕或划伤的过程。模拟划痕方法也可由有关方商定。

#### B.2 仪器及器具

##### B.2.1 往复式磨耗仪

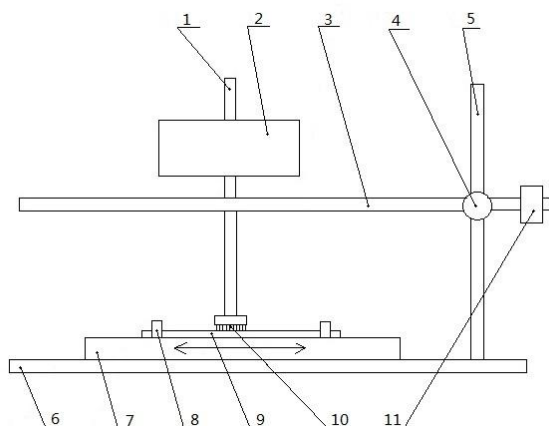
往复式磨耗仪如图B.1所示，包含一个高度可调节的载荷梁，平衡砝码用于平衡测试臂，确保测试载荷精确，不受附件重量影响。测试臂上端用于固定砝码，末端固定铜刷头。试板架在下面往复水平运动。

注：可根据不同仪器型号选择合适的平衡砝码。

仪器主要参数如下：

- 砝码：根据不同仪器型号选择合适的砝码；
- 测试速度：3次每分钟～75次每分钟；
- 最小测试行程：大于40 mm（单程）；
- 最小行程次数：大于10 000次（往复）；

——铜刷头：除另有商定外，刷座尺寸50.8 mm×25.4 mm×25.4 mm，铜刷毛长度为19 mm，刷毛材质为铜合金，刷毛直径为0.2 mm，刷毛共三排，其中两侧每排为6束，中间一排为7束，每束有（40～50）根刷毛，共有（760～950）根刷毛。



标引序号说明：

- 1——测试臂；
- 2——砝码；
- 3——载荷梁；
- 4——载荷梁枢纽轴承；
- 5——支架；
- 6——基座；

- 7——试板架（由电机驱动，做往复运动）；
- 8——夹具；
- 9——试板；
- 10——铜刷头；
- 11——平衡砝码。

图B.1 往复式磨耗仪示意图

### B.3 测定

#### B.3.1 铜刷模拟划痕方法

B.3.1.1 用惰性溶剂将3块试板的涂膜表面擦拭干净并晾干，然后固定在往复式磨耗仪（B.2.1）的试板架上。

B.3.1.2 将铜刷头安装在往复式磨耗仪上。

B.3.1.3 按照有关方商定的负载要求放置砝码，设定摩擦次数为1次（往复），摩擦速度为15次每分钟，摩擦行程为40 mm。

B.3.1.4 启动磨耗仪开始测试，试验达到规定次数后，取下试板，进行自修复效果测试。