



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX/ISO 22557:2019

## 色漆和清漆 弹簧笔划痕试验

Paints and varnishes—Scratch test using a spring-loaded pen

(ISO 22557: 2019, IDT)

(征求意见稿)

(本稿完成时间: 2024.6.25)

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

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 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。

本文件等同采用ISO 22557:2019《色漆和清漆 弹簧笔划痕试验》。

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：

# 色漆和清漆 弹簧笔划痕试验

## 1 范围

本文件描述了一种采用手持式带负载的划针产生划痕来测定涂层耐划痕性的方法。

可使用尖顶划针（方法A）或圆环划针（方法B）进行试验。

这两种方法通常都适用，可用于现场，也可用于曲面。方法A也适用于小型试样（最小尺寸为30 mm×50 mm）。

该试验可作为“通过/不通过”试验（试验要求I）或作为分级试验（试验要求II）进行。

## 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。

ISO 868 塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）[Plastics and ebonite—Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)]

注：GB/T 2411—2008 塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）(ISO 868: 2003, IDT)

ISO 2808 色漆和清漆 漆膜厚度的测定 (Paints and varnishes—Determination of film thickness)

注：GB/T 13452.2—2008 色漆和清漆 漆膜厚度的测定 (ISO 2808: 2007, IDT)

ISO 4618 色漆和清漆 术语和定义 (Paints and varnishes—Terms and definitions)

注：GB/T 5206—2015 色漆和清漆 术语和定义 (ISO 4618:2014, IDT)

ISO 13076 色漆和清漆 涂层目视评定的光照条件和方法 (Paints and varnishes—Lighting and procedure for visual assessments of coatings)

注：GB/T 37356—2019 色漆和清漆 涂层目视评定的光照条件和方法 (ISO 13706:2012, IDT)

ISO 14526-1 塑料 粉状酚醛模塑料 第1部分：命名方法和基础规范 [Plastics—Phenolic powder moulding compounds (PF-PMCs)—Part 1: Designation system and basis for specifications]

注：GB/T 1404.1—2008 塑料 粉状酚醛模塑料 第1部分：命名方法和基础规范 (ISO 14526-1: 1999, IDT)

CEN/TS 13388 铜和铜合金 成分和产品概要 (Copper and copper alloys—Compendium of compositions and products)

EN 10027-2 钢的命名系统 第2部分：数字系统 (Designation systems for steels—Part 2: Numerical system)

## 3 术语和定义

ISO 4618界定的术语和定义适用于本文件。

ISO与IEC在以下地址维护用于标准化工作的术语数据库：

——ISO在线浏览平台：可从<https://www.iso.org/obp>获取；

——IEC电工百科：可从<http://www.electropedia.org/>获取。

### 3.1

#### 划针 stylus

具有规定几何形状的划痕工具。

### 3.2

#### 划痕效果 writing effect

负载的划针（3.1）在涂层表面移动时对其光滑度的影响。

### 3.3

#### 笔痕 writing mark

#### 切口 gash

具有连续划痕效果（3.2）损伤的划痕。

### 3.4

#### 金属痕迹 metal marking

由金属划针（3.1）产生，且被磨损掉的划针材料覆盖的笔痕（3.3）。

## 4 原理

在涂层表面上手动移动试验负荷在0.5 N到20 N之间的划针，目视（放大镜）检查和评估由此产生的损伤。

可使用尖顶划针（直径0.50 mm、0.75 mm或1.00 mm）按照方法A进行试验，或使用圆环形划针〔由不锈钢、铜、热固性材料或PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯）制成〕按照方法B进行试验。

## 5 仪器

5.1 硬度笔，如图1和图2所示，具有以下特性：

5.1.1 压力弹簧被锁定滑杆压缩，产生施加在划针上的试验负荷。可以通过标尺上的滑杆位置读取试验负荷，以牛顿为单位。

为了不改变弹簧的弹性特性，硬度笔在长时间不使用的情况下，应放松弹簧。

5.1.2 试验负荷的范围应在0.5 N至20 N之间。

对于常见的硬度笔试验负荷，可通过可更换的压力弹簧提供0.5 N至3 N（分度0.1 N）、1.5 N至10 N（分度0.5 N）和3 N至20 N（分度1 N）的范围。

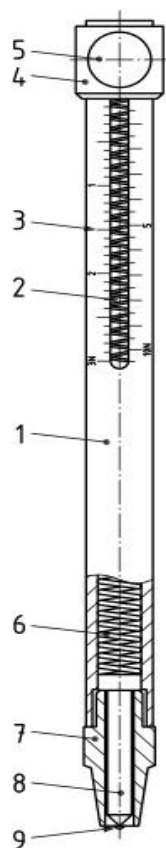
由于弹簧特性的非线性和硬度笔内的摩擦，试验负荷不得低于规定范围的下限。

5.1.3 可拆卸的笔头组件可分别作为尖顶划针或试验圆环支架的导向套。在下列情况下，通过滑杆设置的试验负荷有效：

——对于图1所示的仪器，将尖顶划针推入笔头组件，直到只露出碳化钨针头；

——对于图2所示的仪器，将试验圆环推入笔头组件，使两个支撑轮都接触到台面。

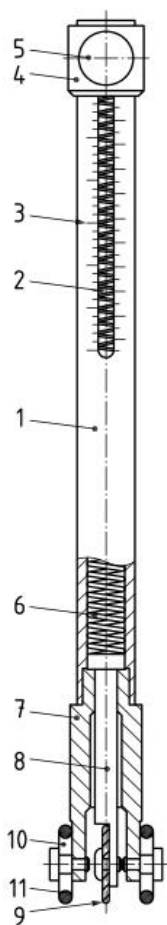
注：对于图1所示的仪器，笔头组件可能会不小心产生划痕。这些划痕会影响测试的评估。因此，也能够使用带有支撑轮的笔头组件（见图3）。



标引序号说明:

- 1——金属套筒;
- 2——插槽;
- 3——刻度 (试验负荷);
- 4——滑杆;
- 5——定位螺丝;
- 6——压力弹簧;
- 7——笔头组件;
- 8——带 (9) 的尖顶划针;
- 9——球形碳化钨针头。

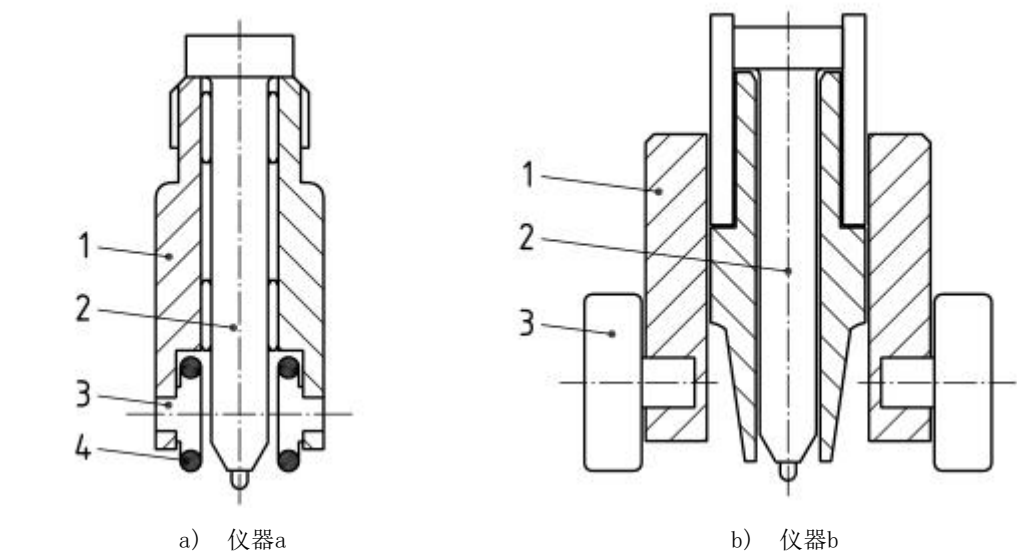
图 1 硬度笔 方法 A 的仪器



标引序号说明：

- 1——金属套筒；
- 2——插槽；
- 3——刻度（试验负荷）；
- 4——滑杆；
- 5——定位螺丝；
- 6——压力弹簧；
- 7——笔头组件；
- 8——圆环形划针，由试验圆环的固定支架和(9)组成；
- 9——试验圆环；
- 10——支撑轮；
- 11——O型橡胶圈。

图 2 硬度笔 方法 B 的仪器



标引序号说明：  
1——带滑道的笔头组件；  
2——尖顶划针；  
3——支撑轮；  
4——O型橡胶圈。

图 3 方法 A 的笔头组件 两种常见的带支撑轮的仪器

5.2 划针

5.2.1 方法 A 的划针（尖顶划针）：针头上嵌入球形碳化钨（形状见图 3，标引序号说明 2）。

5.2.1.1 划针 A1，直径为  $(0.50 \pm 0.01)$  mm。

5.2.1.2 划针 A2，直径为  $(0.75 \pm 0.01)$  mm。

5.2.1.3 划针 A3，直径为  $(1.00 \pm 0.01)$  mm。

5.2.2 方法 B 的划针（圆环形划针）：圆环边缘抛光，尺寸与图 4 一致。

注：将试验圆环固定在试验圆环支架上，以便试验圆环通过沿外围旋转能多次使用。为简单区分多次使用的圆环，使用带有分段标识的试验圆环。

5.2.2.1 划针 B1，应由不锈钢制成，材质为 1.4301 或 1.4305，符合 EN 10027-2 的要求。

5.2.2.2 划针 B2，应由铜制成，材质为 2.0065（新标识：CW004A）或 2.0090（新标识：CW024A），符合 CEN/TS 13388 的要求。

5.2.2.3 划针 B3，应由热固性酚醛树脂制成，符合 ISO 14526-1 的要求，以前为 PF 31 型。

5.2.2.4 划针 B4，应由 PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯）制成，邵氏硬度（D 型）为 85，符合 ISO 868 的要求。

单位：毫米

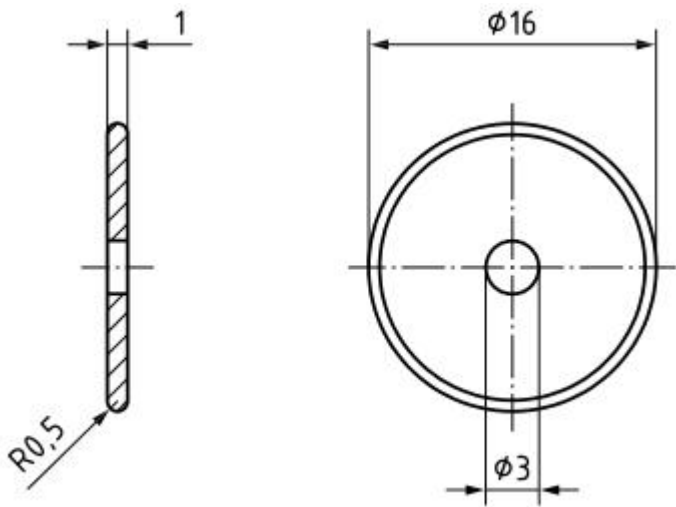


图 4 试验圆环的尺寸（方法 B）

5.2.3 划针的用途。  
划针的用途如表1所示。

表 1 划针的用途

划针类型	划针材质	应用场景
尖顶划针	碳化钨	耐擦伤性
	不锈钢	
圆环形划针	铜	耐金属痕迹
	热固性材料	耐划痕效果（“耐划痕性”）
	聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)	耐划痕效果（“指甲试验”）

6 试样

6.1 一般要求

测试时，只允许划针尖端接触试样（如适用，还可以用支撑轮），但不能用硬度笔的笔头组件接触（见5.1.3，注）。对于凹形弯曲试样，应特别遵照本文件。对于方法A，满足该要求的表面面积应至少为30 mm×50 mm，对于方法B，至少为50 mm×150 mm。

6.2 涂层厚度

采用ISO 2808中规定的一种方法测定干涂层的厚度，以微米计。

6.3 状态调节

除非另有规定，试验前试板应在温度为(23±2)℃和相对湿度为(50±5)%（见ISO 3270）条件下至少调节16 h。状态调节后在30 min内尽快进行试验。



## 7 步骤

### 7.1 协商

对于试验程序，应商定以下内容：

- 方法：A-尖顶划针试验或B-圆环形划针试验；
- 符合5.2的划针，符合的应用场景（见表1）；
- 试验要求：I（恒定试验负荷下“通过/不通过”试验）或II（可变试验负荷下分级试验）；
- 对于试验要求II：试验负荷，单位为牛顿；
- 评估标准：例如，刚可见的损伤、涂层明显可感知的损坏、涂层开裂（见图5）。

### 7.2 试验条件

在温度为 $(23 \pm 2)$  °C下进行试验。在试验过程中测量相对湿度，并将其记录在试验报告中。

### 7.3 通用试验程序

- 7.3.1 将商定的划针和在预期试验负荷范围的弹簧装入硬度笔中。
- 7.3.2 通过滑杆调整至预期或商定的试验负荷，然后将其锁定在此位置。
- 7.3.3 将试样固定在支架上，将硬度笔垂直降低到表面上，并按照 5.1.3 的规定向下按压。
- 7.3.4 均匀移动压下的硬度笔：
  - 对于方法A，在10 mm的最小试验距离上的速度约为10 mm/s；
  - 对于方法B，在100 mm的最小试验距离上的速度约为100 mm/s。
- 7.3.5 划痕与试样边缘之间的最小距离应为 10 mm，与相邻划痕之间的距离应为 5 mm。

### 7.4 恒定试验负荷法（试验要求 I——“通过/不通过”试验）

按照7.3的规定，使用商定的试验负荷进行三次划痕试验。如果涂层在三次试验中均未损伤，则涂层通过试验（“通过”）。如果涂层在三次试验中的一次或多次试验中损伤，则涂层未通过试验（“不通过”）。

### 7.5 可变试验负荷法（试验要求 II——分级试验）

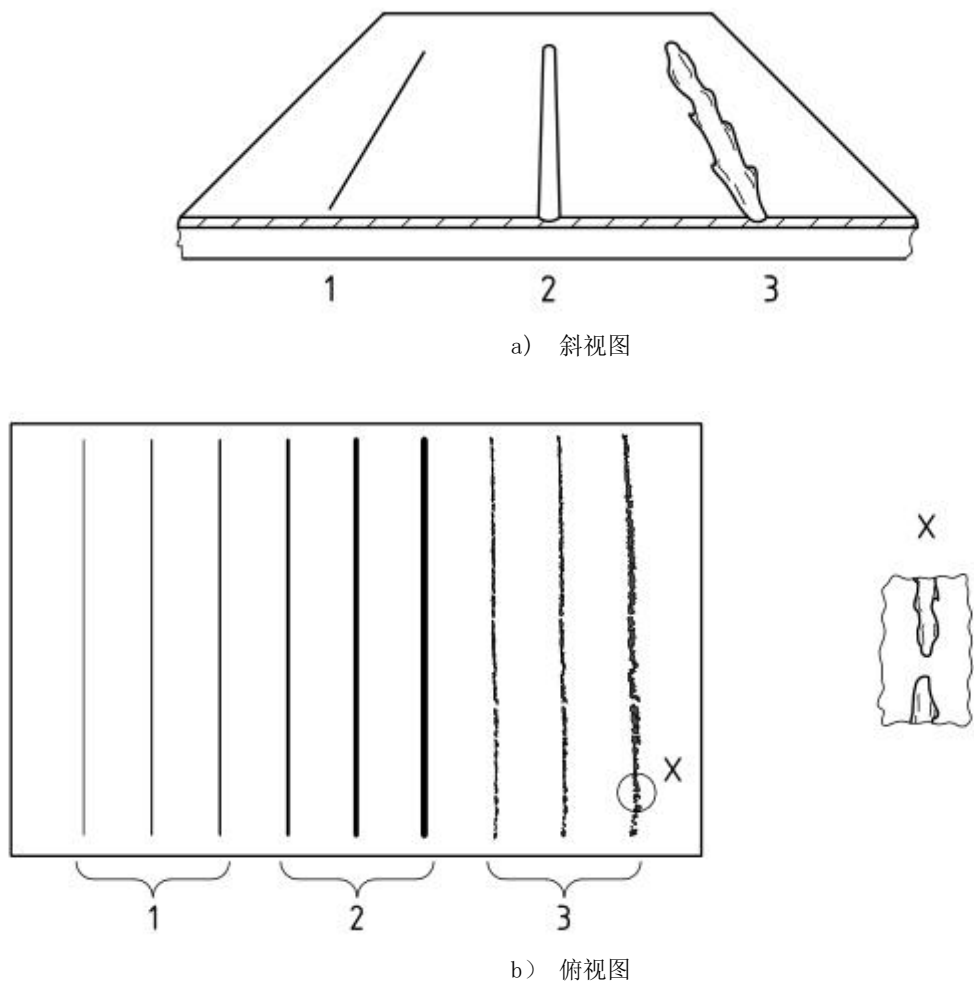
从尚未导致任何损伤的试验负荷开始，按照7.3进行划痕试验。连续增加试验负荷，直到涂层第一次损伤。对同一试样重复此方法两次。记录三次测定结果的最终的最小试验负荷，单位为牛顿。

### 7.6 损伤评估

在ISO 13076规定的条件下，目视检查由7.4或7.5方法造成的损伤，并确定产生以下损伤类型的最小负荷：

- 划痕1：刚可见的连续划痕，见图5；
- 划痕2：可感知的连续划痕，见图5；
- 划痕3：涂层出现连续开裂，见图5。

注：即使开裂不是连续的，也可能有颤痕。



标引序号说明：

1——刚可见的连续划痕；

2——可感知的连续划痕；

3——涂层连续开裂。

图 5 损伤类型（划痕）

8 精密度

8.1 总则

有关精密度测定的详细信息，请参见附录A。

8.2 重复性限， $r$

重复性限 $r$ ，一个数值，在重复性条件下，两个测试结果的绝对差小于或等于此数的概率为95%（见 ISO 5725-1:1994，3.16）。表2给出了根据本文件以95%概率计算的重复性限 $r$ 。

表 2 a 型划痕 ( $r_a$ ) 和 c 型划痕 ( $r_c$ ) 的重复性限值

底材	$r_a$ N	$r_c$ N
木材	0.6	0 <sup>a</sup>
卷材	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
塑料	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
<sup>a</sup> 此处的 0 值并不一定表示该方法的精密度很高, 它也可能因统计计算时出现的抵消作用而成为 0 值。		

### 8.3 再现性限, $R$

再现性限 $R$ , 一个数值, 在再现性条件下, 两个测试结果的绝对差小于或等于此数的概率为95% (见 ISO 5725-1:1994, 3.20)。表3给出了根据本文件以95%概率计算的再现性限 $R$ 。

表 3 a 型划痕 ( $R_a$ ) 和 c 型划痕 ( $R_c$ ) 的再现性限值

底材	$R_a$ N	$R_c$ N
木材	3.7	3.8
卷材	1.6	5.1
塑料	0 <sup>a</sup>	3.7
<sup>a</sup> 此处的0值并不一定表示该方法的精密度很高, 它也可能因统计计算时出现的抵消作用而成为0值。		

## 9 试验报告

### 9.1 详细格式

试验报告应至少包含下列内容:

- 识别受试产品的所有必要的细节:
  - 涂料 (制造商、产品标识、批号、施涂方式、干燥/硬化/老化条件等);
  - 底材 (材质、厚度、形状、尺寸、曲率等)。
- 涂层厚度, 单位为微米, 符合 6.2;
- 注明本文件编号;
- 使用的方法 (A 或 B);
- 使用符合 5.2 的划针;
- 试验要求 (I 或 II);
- 试验要求 I 商定的试验负荷, 单位为牛顿;
- 试验期间的相对湿度 (百分比);
- 试验结果:
  - 符合 7.4 的“通过/不通过”信息或 7.5 的最终的最小试验负荷 (单位为牛顿);
  - 符合 7.6 的损伤类型。
- 与规定试验方法的任何不同之处;
- 试验过程中观察到的任何异常现象;

- l) 试验人员和试验实验室的名称;
- m) 试验日期。

## 9.2 简易格式

试验结果也可概括如下:

本文件的编号——使用划针的方法——(试验要求)具有试验负荷和“通过/不通过”信息或最终的最小试验负荷——损伤类型。

“试验负荷”:

——对于试验要求I (“通过/不通过”试验), 商定的试验负荷, 单位为牛顿, 并根据试验结果加上“通过”或“不通过”;

——对于试验要求II (分级试验), 按照7.5确定最终的最小试验负荷, 单位为牛顿。

示例:

——GB/T XXXXX—XXXX, A1(I) 10.0 不通过。

按照 GB/T XXXXX 的规定使用半径为 0.50 mm 的尖顶划针和商定的 10.0 N 试验负荷进行了“通过/不通过”试验——涂层未通过 7.4 规定的试验;

——GB/T XXXXX—XXXX, B3(II) 8.5-c。

按照 GB/T XXXXX 的规定采用热固性材料圆环划针进行分级试验——按照 7.5, 涂层明显损伤(按照 7.6, 损伤类型 c)的最小试验负荷为 8.5 N。

## 附录 A

(资料性)

## 实验室间比对估算精密度详情

## A.1 实验室间比对的一般说明

为了测定使用弹簧笔的精密度，进行了实验室间比对 (ILC)。

12个实验室使用不同类型的弹簧笔参加了循环比对试验。

## A.2 样品

为了进行实验室间比对，在不同底材上制备了16种不同的涂层、镀层或贴膜（见表A.1）。

表 A.1 实验室间比对样品

样品编号	底材	涂层、镀层或贴膜
1	贴面的木材	辊涂的 UV 涂层
2	贴面的木材	电子束成型固化涂层
3	卷材	底色漆带罩光清漆
4	卷材	纹理涂层
5	卷材	汽车腻子
6	卷材	底色漆带罩光清漆
7	塑料	软触感汽车内饰件柔性涂层
8	塑料	软触感汽车内饰件柔性涂层
9	塑料	硬触感汽车内饰件柔性涂层
10	钢	标准的聚酯粉末涂层
11	钢	聚氨酯粉末涂层
12	钢	银色贴膜 90 μm
13	钢	白色贴膜 120 μm
14	钢	粉末涂层
15	钢	粉末涂层
16	钢	粉末涂层

## A.3 弹簧笔

为了进行实验室间比对，使用了来自四家不同供应商的各种新的弹簧笔。

按照方法A（见图A.1），使用带尖顶划针的弹簧笔进行划痕试验。

划痕试验使用了不同类型的弹簧笔（方法A）和两支不同的尖顶划针，并在三个不同的试验负荷范围内进行划痕试验（见表A.2）。

弹簧笔直接在涂层表面上拉动，无需支架，或使用支撑轮(F)和/或使用手推车(H)。

表 A.2 弹簧笔

弹簧笔的类型	弹簧笔说明	尖顶划针 mm	试验负荷 N	读数精度 N
类型 1	弹簧笔	0.75	0 到 10	0.5
类型 2	弹簧笔	0.75	0 到 3 0 到 10	0.1 0.5
类型 2-F	带支撑轮的弹簧笔	0.75	0 到 3 0 到 10	0.1 0.5
类型 3	弹簧笔	0.75	0 到 3 0 到 10 0 到 30	0.1 0.5 1.5
类型 3-F	带支架的弹簧笔	0.75	0 到 10	0.5
类型 4	弹簧笔	0.75	0 到 3 0 到 10	0.1 0.5
类型 4-1	弹簧笔	1.00	0 到 10 0 到 20	0.5 1.0
类型 4-FH	带支撑轮和手推车的弹簧笔	0.75	0 到 3 0 到 10	0.1 0.5
类型 4-FH-1	带支撑轮和手推车的弹簧笔	1.00	0 到 10	0.5

注：为了精确计算，仅考虑指定的弹簧笔。

#### A.4 损伤评估

在开始一轮比对试验之前，商定了评估标准：

——划痕a：刚可见的连续划痕，包括损坏，见图5；

——划痕c：涂层出现连续开裂，见图5。

循环比对试验的结果之一是在标准光照条件下评估涂层的损伤，另见ISO 13076。

#### A.5 测定次数

为了确定重复性限，对每个样品进行第二次或第三次划痕，并在标准光照条件下进行目视评估。

#### A.6 评价

可以基于从木材、卷材和塑料底材上的涂层获得的足够数量的测试结果来计算精密度，尖顶划针的参数为0.75 mm，试验负荷为10 N，详细信息见表A.3。

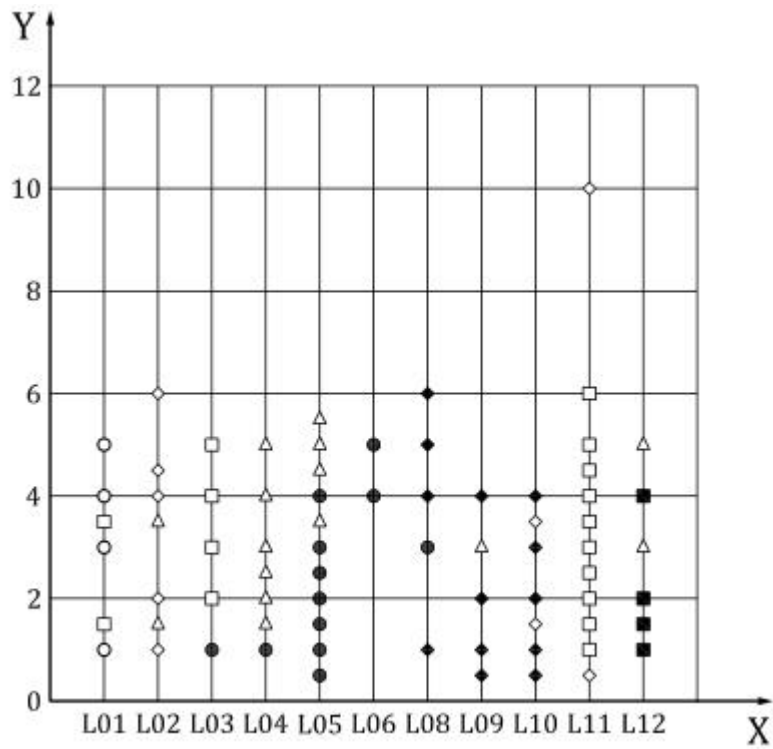
对于钢底材，没有足够的测试结果可用于有效的计算。

在图A.1和图A.2中，显示了手持式弹簧笔的计算结果，尖顶划针为0.75 mm，最大试验负荷为10 N。图A.1为a型目视检查损伤的结果，图A.2为c型目视检查损伤的结果。

表 A.3 重复性和再现性限值

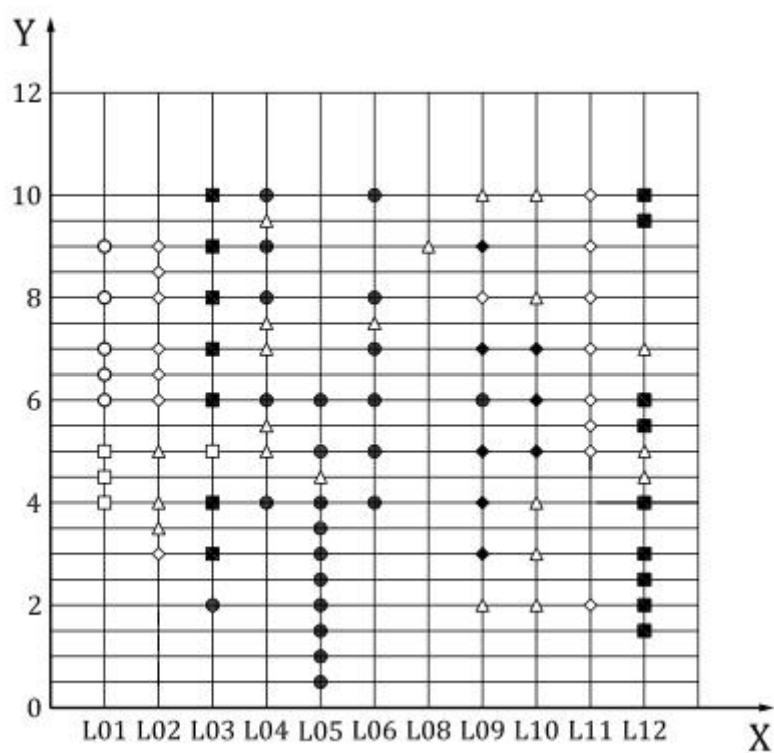
底材	$r_a$ N	$R_a$ N	$r_c$ N	$R_c$ N
木材	0.6	3.7	0 <sup>a</sup>	3.8
卷材	0 <sup>a</sup>	1.6	0 <sup>a</sup>	5.1
塑料	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	3.7

<sup>a</sup> 此处的 0 值并不一定表示该方法的精密度很高，它也可能因统计计算时出现的抵消作用而成为 0 值。



说明：  
X轴——实验室；  
Y轴——试验负荷， ；  
◆■●△◇□○——来自不同供应商的硬度笔。

图 A.1 a 型划痕样品的评价（弹簧笔作为实验室和试验负荷的函数）



说明:

X轴——实验室;

Y轴——试验负荷, 单位为牛顿;

◆■●△◇□○——来自不同供应商的硬度笔。

图 A. 2 c 型划痕样品的评价 (弹簧笔作为实验室和试验负荷的函数)



## 参 考 文 献

- [1] ISO 1518-1 Paints and varnishes—Determination of scratch resistance—Part 1: Constant-loading method
  - [2] ISO 1518-2 Paints and varnishes—Determination of scratch resistance—Part 2: Variable-loading method
  - [3] ISO 3270 Paints and varnishes and their raw materials—Temperatures and humidities for conditioning and testing
  - [4] ISO 5725-1:1994 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results—Part 1: General principles and definitions
  - [5] ISO 12137 Paints and varnishes—Determination of mar resistance
  - [6] ISO 13076 Paints and varnishes—Lighting and procedure for visual assessments of coatings
  - [7] EN 13523-12 Coil coated metals—Test methods—Part 12: Resistance to scratching
-