



中华人民共和国国家标准

GB/T 46601—2025

热喷涂 采用横向划痕试验评估热喷涂 陶瓷涂层的结合力和内聚力

Thermal spraying—Evaluation of adhesion/cohesion of thermal sprayed
ceramic coatings by transverse scratch testing

(ISO 27307:2015, MOD)

2025-10-31 发布

2026-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原理	1
5 设备	2
6 横向划痕试验程序	2
6.1 试验试样的基本要求	2
6.2 环境条件	2
6.3 截面上的划痕试验	2
6.4 破坏模式分析	3
7 划痕试验报告	4
附录 A (资料性) 划痕试验后涂层的典型破坏模式	5
附录 B (资料性) 横向划痕试验记录	6
参考文献	7

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。

本文件修改采用 ISO 27307:2015《热喷涂 采用横向划痕试验评估热喷涂陶瓷涂层的结合力和内聚力》。

本文件与 ISO 27307:2015 的技术差异及其原因如下：

- 更改了设备校准要求(见第 5 章),以适应我国的技术条件;
- 将附录 B 的性质由规范性更改为资料性,以适应我国的技术条件;
- 第 7 章增加列项“试验结果”,以增加标准可操作性。

本文件做了下列编辑性改动：

- 增加了图 A.1 引导语(见附录 A);
- 增加了表 B.1 引导语(见附录 B);
- 删除了附录 C(资料性)。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国金属与非金属覆盖层标准化技术委员会(SAC/TC 57)归口。

本文件起草单位：中国机械总院集团武汉材料保护研究所有限公司、中核核电运行管理有限公司、东方电气集团东方汽轮机有限公司、浙江万得福智能科技股份有限公司、成都晨发泰达航空科技股份有限公司、深圳清华大学研究院。

本文件主要起草人：陈同舟、胡明磊、王伟、杜鹏程、张一为、张维、巩秀芳、徐科、唐春梅、高名传、杨子勤、赵俊伟、杨剑英。

引　　言

热喷涂陶瓷涂层在改变金属零部件表面性能方面已得到了广泛应用。热喷涂陶瓷涂层能防止各类磨损、腐蚀和热损伤,因此能延长零部件的使用寿命,减少零部件维护次数,降低维护成本。热喷涂陶瓷涂层的微观结构特性用变形粒子的形态、气孔的尺寸和密度、层间/层内的热裂纹以及夹杂物来描述。尽管在有些情况下会有意让热喷涂陶瓷涂层的微观结构中含有裂纹(如为提高热障涂层的隔热性能而让其微观结构中含有裂纹),但由于片层间的结合较弱且气孔或热裂纹使得涂层结构不完整,因此这类热喷涂陶瓷涂层的机械性能远低于相应的块体材料。显然,涂层的使用寿命和功能在很大程度上取决于涂层与基体间的结合力以及片层之间的内聚力。因此,结合力和内聚力是热喷涂涂层最重要的性能之一,需要对其进行系统性的评估。

本文件给出了开展横向划痕试验的指南,通过该试验可获得涂层的结合力和内聚力。

热喷涂 采用横向划痕试验评估热喷涂陶瓷涂层的结合力和内聚力

1 范围

本文件规定了采用横向划痕试验评估热喷涂陶瓷涂层-基体系统结合力和内聚力的方法。

本文件适用于厚度大于 $50 \mu\text{m}$ 的热喷涂陶瓷涂层,也适用于采用其他喷涂工艺,如冷喷涂、气溶胶沉积等制备的陶瓷涂层。

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 20502 精细陶瓷(先进陶瓷、先进技术陶瓷) 通过划痕测试测定陶瓷涂层的结合力[*Final ceramics(advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Determination of adhesion of ceramic coatings by scratch testing*]

注: GB/T 30707—2014 精细陶瓷涂层结合力试验方法 划痕法(ISO 20502:2005, MOD)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

结合力 **adhesion**

涂层与基体依靠原子价力和/或机械结合力结合到一起形成的界面力。

3.2

内聚力 **cohesion**

涂层的结构组元之间的黏结力。

4 原理

划痕试验要将一个压头滑过涂层-基体系统。压头的材料、尺寸和几何结构已知,如洛氏圆锥形金刚石压头。以恒定的载荷在给定的长度上开展试验,如果涂层从基体上剥离,则可评估出该涂层-基体系统的结合力,也可与类似的涂层-基体组合系统对比评估其结合力处在何种水平。如果破坏仅发生在热喷涂陶瓷涂层内,则试验评估出的是涂层本身的内聚力。如果没有发生破坏,则应增加试验载荷直至涂层发生破坏。附录 A 中给出了划痕试验中可能出现的各种涂层破坏模式。

在划痕试验过程中,压头滑过涂层后形成的拉应力能让涂层破裂,这些应力可平衡前面的压缩摩擦应力。安装在划痕试验机压头支架上的声发射(AE)传感器可探测破裂的发生。此外,可监控压头与测试表面之间的切向力,以提供更多破坏条件信息。该切向力 F_g (常被误称为摩擦力)是由压头与试样间的摩擦力以及让涂层-基体系统变形的犁切力构成。