



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 31568—2015

---

## 热喷涂热障 $ZrO_2$ 涂层 晶粒尺寸的测定 谢乐公式法

Standard test method for determination of  
crystallite size of  $ZrO_2$  coatings by Scherrer equation

2015-05-15 发布

2016-01-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准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。

本标准起草单位:中国科学院上海硅酸盐研究所。

本标准主要起草人:程国峰、黄月鸿、阮音捷、曾毅、宋力昕。

# 热喷涂热障 ZrO<sub>2</sub> 涂层 晶粒尺寸的测定 谢乐公式法

## 1 范围

本标准规定了应用 X 射线衍射谢乐公式法测定热喷涂热障 ZrO<sub>2</sub> 涂层试样中立方、四方、单斜三种相 ZrO<sub>2</sub> 晶粒尺寸的方法原理、测试条件及计算步骤等。

本标准适用于晶粒尺寸在 2 nm~100 nm 范围、内部无不均匀应变的试样。

## 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 2.1

**热障 ZrO<sub>2</sub> 涂层 thermal barrier ZrO<sub>2</sub> coatings**

采用热喷涂制备工艺制备的 ZrO<sub>2</sub> 基的涂层材料。

### 2.2

**晶粒 crystallite**

内部分子、原子等有规律排列的微小单晶。

### 2.3

**晶粒尺寸 crystallite size**

$L_{hkl}$

晶粒在  $(hkl)$  晶面法线方向上的平均尺度。

### 2.4

**半高宽 full width at half maximum of peak profile; FWHM**

衍射峰峰高极大值一半处的峰宽。

## 3 方法原理

对试样照射 X 射线,测量所得到的衍射线,假设试样中没有晶体结构的不完整,则衍射线的宽化仅由晶粒的细化引起,可利用式(1)(谢乐公式)计算晶粒尺寸:

$$L_{hkl} = \frac{K\lambda}{\beta_{hkl} \cos\theta} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$L_{hkl}$  ——晶粒在  $(hkl)$  晶面法线方向的平均尺度,单位为纳米(nm);

$K$  ——常数,与  $\beta_{hkl}$  的定义有关。当  $\beta_{hkl}$  定义为半高宽时,  $K = 0.89$ ;

$\lambda$  ——实验所用的 X 射线波长,0.154 056 nm;

$\beta_{hkl}$  ——由晶粒细化引起的试样某  $(hkl)$  晶面衍射峰的半高宽(需扣除背底),单位为弧度(rad);

$\theta$  ——  $(hkl)$  晶面衍射峰的布拉格角,单位为度(°)。