

ICS 77.040.99  
CCS H 24



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 40281—2021

---

## 钢中非金属夹杂物含量的测定 极值分析法

Determination of content of nonmetallic inclusions in steel—  
Extremum analytical method

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

---

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	I
引言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号和缩略语 .....	5
5 原理与应用 .....	6
6 操作流程 .....	6
7 试验报告 .....	11
附录 A (资料性) 非金属夹杂物尺寸(长度、直径或面积)极值计算公式 .....	13
附录 B (资料性) 钢材非金属夹杂物极值分析示例 .....	15
附录 C (资料性) 冶炼过程铸态非金属夹杂物极值分析示例 .....	21

## 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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件主要起草单位：抚顺特殊钢股份有限公司、齐齐哈尔华工机床股份有限公司、江苏永钢集团有限公司、首钢集团有限公司、冶金工业信息标准研究院、钢铁研究总院、中国技术经济学会。

本文件主要起草人：程丽杰、鞠新华、谷强、李继康、李涛、吴锦圆、颜丞铭、翟继龙、余超、孙继强。

## 引 言

钢中大型非金属氧化夹杂物的存在会导致金属力学性能的下降,造成性能不合格。非金属夹杂物的试验方法标准如 GB/T 10561 等采用比较法评定级别,级别与非金属夹杂物长度是呈指数递增,是非连续数据,很难与零件疲劳寿命相关联,而且检验到的非金属夹杂物偶然性大,数据离散。一些研究表明,极值分析法应用统计原理,对非金属夹杂物增加了检验次数,对数据进行统计学分析,可最大程度反映非金属夹杂物的分布状态,降低偶然性。极值分析法分析出的非金属夹杂物极值能更好体现钢材中存在的非金属夹杂物整体状态,数值连续可比,可建立与零件寿命的关联。

极值分析法可供试验人员分析出钢中内生非金属夹杂物或第二相的最大值。一般情况下,可测量出钢试样中的最大氧化夹杂物。必要时,也可测定多种类型夹杂物的最大值,例如,同一组试样可分别测出其中的氧化物、硫化物、硅酸盐、点状非金属夹杂物,碳氮化钛等夹杂物的最大值。极值分析法也可用于测定其他显微组织的特征,比如球墨铸铁中的石墨球大小的极值,工具钢和轴承钢中的碳化物的最大颗粒度以及晶粒的最大直径。

钢中外来夹杂物的分布特性不易预测,应采用其他无破坏性的检测方法,例如超声波探伤来确定。

# 钢中非金属夹杂物含量的测定

## 极值分析法

### 1 范围

本文件规定了钢中非金属夹杂物极值分析法的试样制备、夹杂物检验、极值计算、极值图绘制、数据有效性分析、差异性评估和试验报告等。

本文件适用于钢材、钢锭和连铸坯中非金属夹杂物的极值分析。其他显微结构的特征值也可参照使用。本文件不适用于外来非金属夹杂物的极值分析。

### 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 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
- GB/T 13298 金属显微组织检验方法
- GB/T 30067 金相学术语

### 3 术语和定义

GB/T 30067 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 极值分布 extreme value distribution

特定的面积或体积上所测量的最大夹杂物特征值  $x$  的概率密度函数，符合式(1)，则连续随机变数  $x$  有一个二元参数(Gumbel)的最大值分布。

$$f(x) = \frac{1}{\delta} \left[ \exp\left(-\frac{x-\lambda}{\delta}\right) \right] \times \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-\lambda}{\delta}\right)\right] \dots\dots\dots(1)$$

其中，式(1)的后半部分为累积分布函数，见式(2)。

$$F(x) = \exp\{-\exp[-(x-\lambda)/\delta]\} \dots\dots\dots(2)$$

在式(1)和式(2)中， $x$  代表最大费雷特(feret)直径，可为每个检验面积  $A_0$  中的最大夹杂物的尺寸(长度、直径、或面积)，假定

$$y = \frac{x-\lambda}{\delta} \dots\dots\dots(3)$$

由式(3)则可推算出式(4)和式(5)。

$$F(y) = \exp[-\exp(-y)] \dots\dots\dots(4)$$

和

$$x = \delta y + \lambda \dots\dots\dots(5)$$

式中：

$\lambda$  ——极值分布函数的定位参数(相当于起步的夹杂物尺寸)；