

# 中华人民共和国国家标准

## 钢件薄表面总硬化层深度或有效 硬化层深度的测定

UDC 621.741.4  
:620.178.15

GB 9451—88

Determination of total or effective thickness of  
thin surface hardened layers of steel parts

本标准等效采用国际标准 ISO 4970—1979《钢的薄表面总硬化层深度或有效硬化层深度的测定》。

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了钢制零件薄表面总硬化层深度或有效硬化层深度的含义及其测定方法。

本标准适用于：

- a. 表面总硬化层深度或有效硬化层深度小于或等于0.3 mm 的钢制零件。
- b. 钢制零件表面硬化层一般用下列方法获得：机械处理（喷丸强化、滚轧强化、喷镀等）、化学热处理（渗碳淬火、碳氮共渗、氮碳共渗、渗氮处理等）、热处理（感应淬火或火焰淬火等）。
- c. 本标准不适用于硬化层与基体金属之间无过渡区的零件。

### 2 术语

2.1 总硬化层深度：从零件表面垂直方向测量到与基体金属间的显微硬度或显微组织没有明显变化的那一硬化层的距离。

2.2 有效硬化层深度：从零件表面垂直方向测量到规定的某种显微组织边界或规定的显微硬度的硬化层距离。

### 3 测量方法

采用的测量方法是：

- a. 显微组织测量法
- b. 显微硬度测量法

选择的测量方法和它的精确度取决于硬化层的性质和估计的深度。由于使用方法也会影响测量结果，因此选择哪种方法测量及何种试样形式，必须由有关各方预先商定。

#### 3.1 显微组织测量法

本方法是根据零件处理后所导致零件表层至心部显微组织的变化，测定零件的总硬化层深度或有效硬化层深度。

##### 3.1.1 试样的选择和制备

试样可为如下形式之一：

- a. 横截面：垂直于零件纵轴的截面，如果零件没有纵轴，则取垂直于表面的截面。
- b. 纵截面：沿圆棒轴方向加工，深度为1 mm 或其它深度的纵截面（图1）。
- c. 斜截面：加工成的斜截面与试样表面间的夹角  $\alpha$  根据硬化层深度确定，硬化层越薄，夹角  $\alpha$  越小。建议夹角  $\alpha$  不大于12°（图2）。

d. 有槽斜截面:其槽沟深度接近估计的硬化层深度(图3)。

试样截面尺寸小于 $4.0\text{ cm}^2$ 时,应对周边各处进行测定。试样尺寸大时应选择几个有充分代表性的部位测量。

试样在进行磨制和抛光时,应防止截面边沿磨成圆角。防止改变斜截面的角度。因此试样应镶嵌或在夹具中固定,必要时试样表面上可电解沉积金属镀层给予保护。

一般用 $2\% \sim 4\%$ 硝酸酒精溶液或其它适当的侵蚀剂显示试样的显微组织。

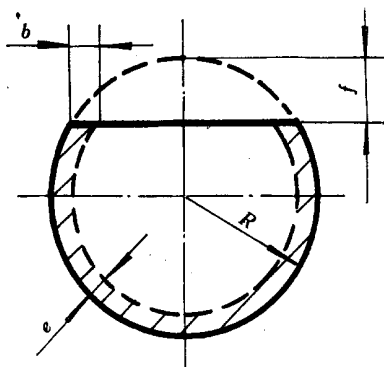


图 1 机械加工平面得到的纵截面试样

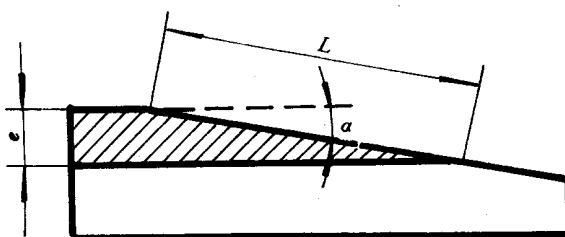


图 2 斜截面试样

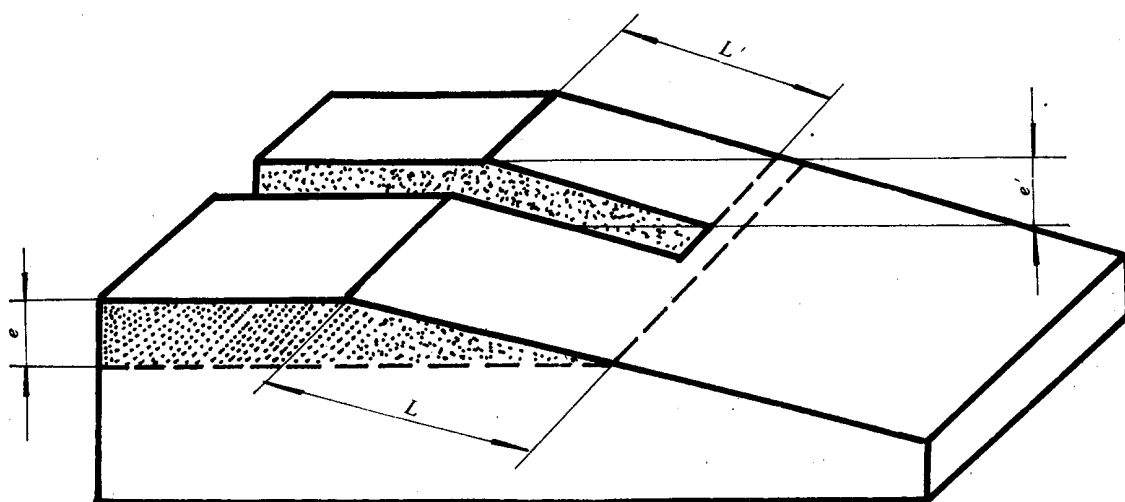


图 3 有槽的斜截面试样

### 3.1.2 测量

使用测量显微镜或直接在显微投影仪玻璃屏上测定总硬化层深度,或有效硬化层深度,一般情况

下,推荐最小放大倍率为200倍。通过在低倍率下初步检验,以保证沿检验周边的薄层深度没有显著变化。

选择硬化层较均匀的表面,并取数个(5个)相隔有规律的点进行测量,这些测定数据的平均值为总硬化层深度或有效硬化层深度。

a. 纵截面圆试样(图1)硬化层深度  $e$  由(1)式求出:

$$e = R - \sqrt{R^2 + b^2 - 2b\sqrt{2Rf - f^2}} \dots\dots\dots(1)$$

式中: $b$ ——平面上测量的距离;  
 $f$ ——平面深度;  
 $R$ ——试样半径。

如果平面深度  $f$  为1.00 mm,上式可简化如下:

$$e = R - \sqrt{R^2 + b^2 - 2b\sqrt{2R - 1}} \dots\dots\dots(2)$$

b. 斜截面试样(图2)硬化层  $e$  由(3)式求出:

$$e = L \cdot \sin\alpha \dots\dots\dots(3)$$

式中: $L$ ——测量距离;  
 $\alpha$ ——斜面角度。

c. 有槽斜截面试样(图3)硬化层  $e$  由(4)式求出:

$$e = e' \frac{L}{L'} \dots\dots\dots(4)$$

式中: $L$ ——测量距离;  
 $L'$ ——斜截面槽的长度;  
 $e'$ ——槽的深度。

3.2 显微硬度测量法

本方法是根据零件经处理后所导致零件表面至心部维氏显微硬度<sup>1)</sup>的变化,测定零件的总硬化层深度或有效硬化层深度。

注:1) 可用努氏显微硬度。

3.2.1 显微硬度测量所选用的试验力一般为1.96 N(0.2kgf)~2.94 N(0.3 kgf)。当硬化层的深度与压痕尺寸不一致时,经有关各方协议也可采用其它范围的试验力测量。

3.2.2 试样的选择和制备

a. 试样形式与3.1.1条中所采用的试样形式相同。

b. 台阶试样:试样台阶必须磨加工,各台阶高度为0.05 mm 或0.10 mm(图4)。在加工台阶时,应采取保护措施以防止引起由于研磨而造成的任何组织变化。当确定硬化层深度的极值时才使用台阶试样。

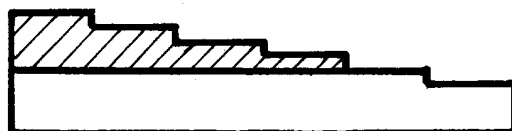


图 4 台阶试样

c. 试样制备与显微组织测量法完全相同,为了便于测量压痕对角线,试样不进行腐蚀。

3.2.3 测量

a. 硬度压痕应当打在垂直于表面的一条或多条平行线上,而且宽度为1.5 mm 区域内(图5),最靠近表面的压痕中心与试样表面的距离近似于压痕对角线长的二倍,两相邻压痕间的距离( $s$ )应不小于压痕对角线的2.5倍,从表面到各逐次压痕中心之间的距离,每次增加不超过0.1 mm(例如: $d_2-d_1$ 应小于0.1 mm)。测量累积距离精确度为 $\pm 25 \mu\text{m}$ ,压痕对角线测量精度为 $\pm 0.75 \text{ mm}$ ,用放大倍率为400左右的光学仪器测量。

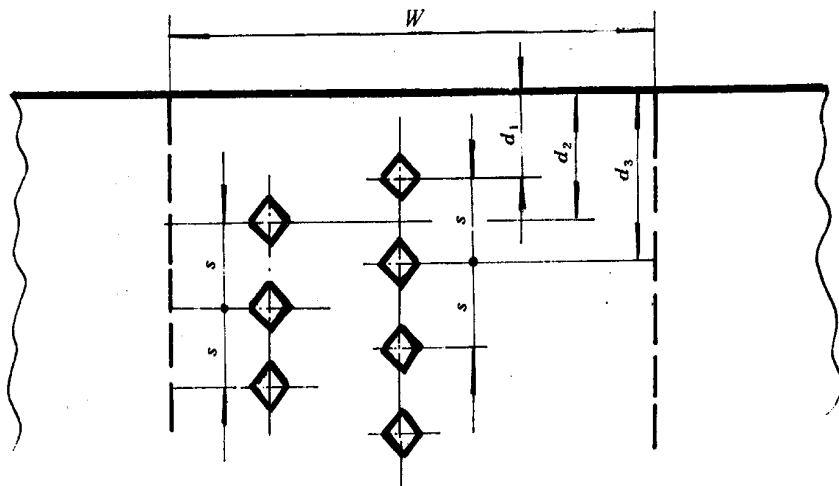


图 5 显微硬度压痕的定位

测量是在有关各方协议的两个部位上进行,每个部位测定结果都应绘制一条相对于表面距离的硬度变化曲线。

b. 纵截面圆试样、斜截面试样、有槽斜截面试样的硬化层  $e$  按3.1.2条的相应公式计算。

#### 4 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a. 零件名称、材料及处理工艺;
- b. 检验部位、数量及试样形式;
- c. 采用测量方法;
- d. 测量硬化层的类型(总硬化层或有效硬化层);
- e. 硬化层的测定结果;
- f. 测量时观察到的反常现象及偶然事故。

#### 附加说明:

本标准由中华人民共和国国家机械工业委员会提出,由国家机械工业委员会北京机电研究所归口。  
本标准由国家机械工业委员会上海材料研究所、北京机电研究所负责起草。