



中华人民共和国国家标准

GB/T 9451—2005

代替 GB/T 9451—1988

钢件薄表面总硬化层深度或 有效硬化层深度的测定

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

(ISO 4970: 1979 (E), MOD)

2005-07-21 发布

2006-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准修改采用 ISO 4970: 1979 (E)《钢件薄表面总硬化层深度或有效硬化层深度的测定》(英文版)。

本标准是根据 ISO 4970: 1979 重新起草, 与 ISO 4970: 1979 的技术差异为:

——本标准 4.2.1 中的试验力为 1.96 N (0.2 kgf) ~ 2.94 N (0.3 kgf), 代替了 ISO 4970: 1979 (E) 的 < 2.94 N (0.3 kgf)。

——在本标准的“5 试验报告 a)”中增加了“零件名称”。

为便于使用, 本标准还做了下列编辑性修改:

- a) “本国际标准”一词改为“本标准”;
- b) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;
- c) 删除 ISO 4970: 1979 (E) 前言。

本标准是对 GB/T 9451—1988《钢的薄表面总硬化层深度或有效硬化层深度的测定》的修订。

根据 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分: 标准的结构和编号规则》的要求, 本标准在结构、编排格式、文字表述作了相应修改。如:

——封面上增加了采用国际标准的代号及采用程度;

——增加了前言;

——简化了首页格式并调整了其他内容;

——将“主题内容和适用范围”改为“范围”, 增加了“规范性引用文件”、“术语”及“英文词条”;

——对部分条款作了文字性修改。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国热处理标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位: 上海材料研究所、上海乾通汽车附件有限公司。

本标准主要起草人: 高余顺、董蕙明。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为: GB/T 9451—1988。

钢件薄表面总硬化层深度或有效硬化层深度的测定

1 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定义及其测定方法。本标准适用于表面总硬化层深度或有效硬化层深度小于 0.3 mm 的钢制零件。本标准不适用于硬化层与基体金属之间无过渡层的零件。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 4340.1—1999 金属维氏硬度试验 第 1 部分：试验方法

GB/T 7232—1999 金属热处理工艺术语

GB/T 9450—2005 钢件渗碳淬火硬化层深度的测定和校核 (ISO 2639: 2002, MOD)

GB/T 18449.1—2001 金属努氏硬度试验 第 1 部分：试验方法

3 术语和定义

GB/T 7232 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

总硬化层深度 total thickness of hardened layers

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。

3.2

有效硬化层深度 effective thickness of hardened layers

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值的硬化层距离。

4 测量方法

选择的测量方法及精确度取决于硬化层的性质和估计的厚度。由于使用方法会影响测量结果，因此选择何种方法及试样形式，必须由有关各方协商确定。

4.1 显微组织测量法

根据零件处理后所导致零件表面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。

4.1.1 试样的选择及制备

——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。

——纵截面：沿圆棒轴方向加工，深度为 1 mm 或其他深度的纵截面（图 1）。

——斜截面：加工成的斜截面与试样表面的夹角 α 根据硬化层深度确定，硬化层越薄，夹角 α 越小。

建议夹角 α 不大于 12° （图 2）。

——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 cm² 时, 应对周边各处进行测定。试样尺寸大时, 应选择几个有代表性的部位测量。

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%~4% 硝酸酒精溶液或其他适当的侵蚀剂显示试样的显微组织。

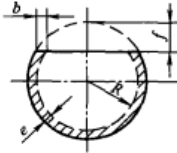


图 1 机械加工平面得到的纵截面试样

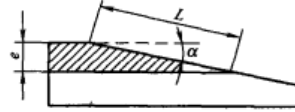


图 2 斜截面试样

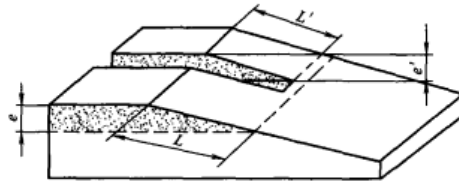


图 3 有槽的斜截面试样

4.1.2 测量

使用显微镜或直接在显微镜投影屏上测定总硬化层深度或有效硬化层深度。一般情况下, 推荐的最小放大倍率为 200 倍。通过在低倍率下初步检验, 以确认沿检验周边的薄层深度没有明显变化。

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。

——纵截面圆试样 (图 1) 硬化层 e 由 (1) 式求出:

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

式中:

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

如果平面深度 f 为 1.00 mm 时, 上式可简化如下:

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

——斜截面试样 (图 2) 硬化层 e 由 (3) 式求出:

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

式中:

- L ——测量距离;
- α ——斜面角度。

——有槽的斜截面试样（图3）硬化层 e 由（4）式求出：

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

式中：

e' ——槽沟的深度；

L ——测量的距离；

L' ——斜截面槽沟的长度。

4.2 显微硬度测量法

本方法可按 GB/T 4340.1、GB/T 9450、GB/T 18449.1 的规定，根据零件热处理后由零件表面至心部维氏显微硬度的变化，测定零件的总硬化层深度或有效硬化层深度。

4.2.1 试验力

显微硬度的测量所选用的试验力一般为 1.96 N (0.2 kgf) ~ 2.94 N (0.3 kgf)。当硬度压痕尺寸与硬化层的深度不匹配时，经有关各方协议也可采用其他范围的试验力测量。

4.2.2 试样的选择和制备

——试样形式与 4.1.1 中所采用的试样相同。

台阶试样：试样台阶必须研磨加工，各台阶高度为 0.05 mm 或 0.10 mm（图4）。在加工台阶时，应采用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限时才使用台阶试样。

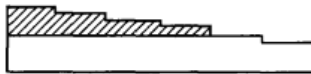


图4 台阶试样

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

4.2.3 测量

——硬度测试应在宽度 (W) 为 1.5 mm 的区域内并与表面垂直的一条或多条平行线上进行（图5），最靠近表面的硬度压痕中心与试样表面的距离 (d_1) 应不小于压痕对角线长的 2 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（如： $d_2 - d_1$ 应不大于 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 $\pm 75 \mu\text{m}$ ，用放大倍率 400 左右的光学仪器测量。

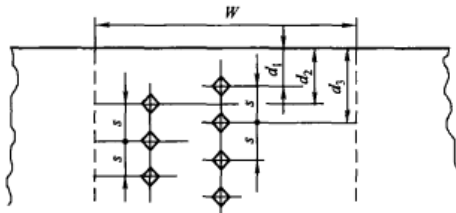


图5 显微硬度压痕的定位

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。

——纵截面圆试样、斜截面试样、有槽斜截面试样的硬化层 e 按 4.1.2 的相应公式计算。

5 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 零件名称、材料及热处理状态；
 - b) 检验部位及试样形式；
 - c) 采用的测量方法；
 - d) 测量硬化层的类型（总硬化层或有效硬化层）；
 - e) 硬化层深度的测定结果；
 - f) 检验时发现的异常现象。
-