



ATM005 金属材料硬度试验 技术考核与培训大纲

CSTM 合格评定 试验人员能力专业委员会
全国分析检测人员能力培训委员会(NTC)

文件编号：ATM005/A:2024-1

发布日期：2024 年 5 月 1 日

1 总则

1.1 目标

了解金属硬度试验的特点、分类以及硬度与金属材料其他力学性能的关系；了解与金属硬度试验相关硬度计的基本结构；了解硬度计与标准硬度块的检定项目及相关要求；掌握国家标准中金属硬度试验方法；掌握与金属硬度试验相关硬度计的实际操作技术及标准硬度块的使用方法；掌握金属硬度试验结果处理方法；了解金属硬度测量结果不确定度评定的基础知识。

1.2 应具备的基础知识和技能

1.2.1 通用基础

具备金属材料力学性能测试的基础知识或相应能力。

1.2.2 硬度测试基本操作

具备金属材料力学实验室相关硬度计的使用能力。

1.2.3 数据处理基础知识

了解数据统计处理的基础知识。

2 技术要求

2.1 ATM 005-1 金属硬度试验技术基础与通则

了解金属硬度试验的特点、分类以及硬度试验技术基础的相关基础知识。

2.1.1 金属硬度试验的特点与分类

- (1) 金属硬度试验的特点
- (2) 金属硬度试验的分类

2.1.2 静态力压痕硬度测量法

2.1.3 动态力硬度测量法

2.1.4 术语

- (1) 硬度；
- (2) 硬度计；
- (3) 压头；
- (4) 压头面积函数；
- (5) 压痕；
- (6) 压痕硬度试验；
- (7) 压痕试验；

- (8) 压痕硬度计;
- (9) 直接检验 ;
- (10) 间接检验;
- (11) 标准块;
- (12) 试验机机架柔度;
- (13) 仪器化压痕试验机
- (14) 试验力;
- (15) 试验力施加时间;
- (16) 试验力保持时间;
- (17) 试验循环;
- (18) 布氏硬度;
- (19) 洛氏硬度;
- (20) 维氏硬度;
- (21) 里氏硬度;
- (22) 努氏硬度;
- (23) 肖氏硬度;
- (24) 马氏硬度;
- (25) 压痕硬度。

2.1.5 硬度试验方法的选择

2.1.6 硬度与金属材料其他力学性能的关系

2.1.7 考核方式

书面考核。

2.2 ATM 005-2 金属硬度试验相关硬度计与操作技术

了解金属硬度试验相关硬度计的基本结构、检定项目及相关要求;掌握金属布氏硬度计、洛氏硬度计、维氏硬度计及里氏硬度计的操作技术和维护保养、日常检查方法;了解金属努氏硬度计、肖氏硬度计及马氏硬度和压痕硬度试验机(硬度计)的操作技术和维护保养、日常检查方法。

2.2.1 金属硬度试验相关硬度计

2.2.1.1 布氏硬度计

- (1) 布氏硬度计的分类

- A. 液压式加荷布氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；
- B. 机械式加荷布氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；
- C. 机电一体化布氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；
- D. 弹簧加荷式布氏硬度计
- E. 锤击布氏硬度计

(2) 布氏硬度计的检定项目及相关要求

(3) 布氏硬度计的检验方法

- A. 直接检验方法
- B. 间接检验（示值与重复性检验）方法

(4) 布氏硬度计的日常检查方法

(5) 布氏硬度计的期间核查

2.2.1.2 洛氏硬度计

(1) 洛氏硬度计的分类

- A. 液压式加荷洛氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；
- B. 机械式加荷洛氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；
- C. 机电一体化洛氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；

洛氏硬度计的检定项目及相关要求

洛氏硬度计的检验方法

- A. 直接检验方法
- B. 间接检验（示值与重复性检验）方法

(2) 洛氏硬度计的日常检查方法

(3) 洛氏硬度计的期间核查

2.2.1.3 维氏硬度计

(1) 维氏硬度计的分类

- A. 机械直接加荷维氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；
- B. 其他加荷方式维氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；

(2) 维氏硬度计的检定项目及相关要求

(3) 维氏硬度计的检验方法

- A. 直接检验方法
- B. 间接检验（示值与重复性检验）方法

(4) 维氏硬度计的日常检查方法

(5) 维氏硬度计的期间核查

2.2.1.4 努氏硬度计

(1) 努氏硬度计的分类

A. 机械直接加荷方式努氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；

B. 其他加荷方式努氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；

(2) 努氏硬度计的检定项目及相关要求

(3) 努氏硬度计的检验方法

A. 直接检验方法

B. 间接检验（示值与重复性检验）方法

(4) 努氏硬度计的日常检查方法

(5) 努氏硬度计的期间核查

2.2.1.5 里氏硬度计

(1) 里氏硬度计的基本结构

(2) 里氏硬度计的工作环境

(3) 里氏硬度计的操作技术与维护保养

(4) 里氏硬度计的检定项目及相关要求

(5) 里氏硬度计的检验方法

A. 直接检验方法

B. 间接检验（示值与重复性检验）方法

(6) 里氏硬度计的日常检查方法

(7) 里氏硬度计的期间核查

2.2.1.6 肖氏硬度计

(1) 肖氏硬度计的分类

A. C 型肖氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；

B. D 型肖氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养；

C. E 型肖氏硬度计的基本结构、工作环境、操作技术与维护保养。

(2) 肖氏硬度计的检定项目及相关要求

(3) 肖氏硬度计的检验方法

D. 直接检验方法

E. 间接检验（示值与重复性检验）方法

(4) 肖氏硬度计的日常检查方法

(5) 肖氏硬度计的期间核查

2.2.1.7 马氏硬度计

(1) 马氏硬度计的基本结构；

(2) 马氏硬度计的工作环境；

(3) 马氏硬度计的操作技术与维护保养；

(4) 马氏硬度计的检定项目及相关要求；

(5) 马氏硬度计的检验方法

A. 直接检验方法；

B. 间接检验（示值与重复性检验）方法；

(6) 马氏硬度计的日常检查方法；

(7) 马氏硬度计的期间核查。

2.2.2 金属硬度试验相关标准硬度块

2.2.2.1 布氏硬度块

(1) 标准布氏硬度块的均匀度等要求；

(2) 标准布氏硬度块的标志与有效期；

(3) 布氏硬度块的使用。

2.2.2.2 洛氏硬度块

(1) 标准洛氏硬度块/标准表面洛氏硬度块的均匀度等要求；

(2) 标准洛氏硬度块/标准表面洛氏硬度块的标志与有效期；

(3) 洛氏硬度块的使用。

2.2.2.3 维氏硬度块

(1) 标准维氏硬度块的均匀度等要求；

(2) 标准维氏硬度块的标志与有效期；

(3) 维氏硬度块的使用。

2.2.2.4 努氏硬度块

(1) 标准努氏硬度块的均匀度等要求；

(2) 标准努氏硬度块的标志与有效期；

- (3) 努氏硬度块的使用。

2.2.2.5 里氏硬度块

- (1) 标准里氏硬度块的均匀度等要求；
- (2) 标准里氏硬度块的标志与有效期；
- (3) 里氏硬度块的使用。

2.2.2.6 肖氏硬度块

- (1) 标准肖氏硬度块的均匀度等要求；
- (2) 标准肖氏硬度块的标志与有效期；
- (3) 肖氏硬度块的使用。

2.2.3 考核方式

- (1) 书面考核；
- (2) 实际操作考核。

2.3 ATM 005-3 金属硬度试验标准方法与应用技术

掌握金属布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度与里氏硬度标准试验方法；了解金属努氏硬度、肖氏硬度、马氏硬度及仪器化压痕硬度的标准试验方法；了解各类硬度试验结果主要影响因素。

2.3.1 金属布氏硬度试验

2.3.1.1 试验标准（中国国家标准、国际标准、国外标准）

2.3.1.2 试验原理

- (1) 布氏硬度试验原理；
- (2) 布氏硬度压痕相似原理；
- (3) 利用布氏压痕深度与硬度标准块的对应关系测量布氏硬度的方法原理。

2.3.1.3 布氏硬度表示方法

2.3.1.4 试验方法

- (1) 术语、符号及相关说明；
- (2) 适用范围；
- (3) 试验设备要求；
- (4) 试样的准备（试样最小厚度要求、压痕平均直径与试样最小厚度关系、试样试验面的基本要求、样坯切取与机加工要求）；
- (5) 试验条件（球压头与试验力的组合）；

- (6) 试验程序（制作压痕和测量压痕步骤和相关要求）；
- (7) 试验结果的计算（查布氏硬度值表）；
- (8) 试验报告（试验报告应包括的内容）；
- (9) 试验结果的影响因素。

2.3.2 金属洛氏硬度试验

2.3.2.1 试验标准（中国国家标准、国际标准、国外标准）

2.3.2.2 试验原理

- (1) 洛氏硬度试验原理；
- (2) 洛氏硬度试验各标尺及使用范围。

2.3.2.3 洛氏硬度表示方法

2.3.2.4 试验方法

- (1) 术语、符号及相关说明；
- (2) 试验设备要求；
- (3) 试样的准备（试样最小厚度要求、试样试验面的基本要求、样坯切取与机加工要求）；
- (4) 试验程序（制作压痕和测量压痕深度的步骤和相关要求）；
- (5) 试验结果的计算（凸圆柱面与凸球面试验的洛氏硬度值修正、线性内插法计算）；
- (6) 试验报告（试验报告应包括的内容）；
- (7) 试验结果的影响因素。

2.3.3 金属维氏硬度试验

2.3.3.1 试验标准（中国国家标准、国际标准、国外标准）

2.3.3.2 试验力范围

- (1) 维氏硬度试验；
- (2) 小力值维氏硬度试验；
- (3) 显微维氏硬度试验。

2.3.3.3 试验原理

2.3.3.4 维氏硬度表示方法

2.3.3.5 试验方法

- (1) 术语、符号及相关说明；

- (2) 适用范围;
- (3) 试验设备要求;
- (4) 试样的准备 (试样最小厚度要求、试样试验面的基本要求、样坯切取与机加工要求);
- (5) 试验条件;
- (6) 试验程序 (制作压痕和测量压痕的步骤和相关要求);
- (7) 试验结果的计算 (曲面试验的维氏硬度修正);
- (8) 球面;
- (9) 圆柱面;
- (10) 试验报告 (试验报告应包括的内容);
- (11) 试验结果的影响因素。

2.3.4 金属努氏硬度试验

2.3.4.1 试验标准 (中国国家标准、国际标准、国外标准)

2.3.4.2 试验原理

2.3.4.3 计算公式和表示方法

2.3.4.4 试验方法

- (1) 术语、符号及相关说明;
- (2) 适用范围;
- (3) 试验设备要求;
- (4) 试样的准备 (试样最小厚度要求、试样试验面的基本要求、样坯切取与机加工要求);
- (5) 试验条件;
- (6) 试验程序 (制作压痕和测量压痕的步骤和相关要求);
- (7) 试验结果的计算;
- (8) 试验报告 (试验报告应包括的内容);
- (9) 试验结果的影响因素。

2.3.5 金属里氏硬度试验

2.3.5.1 试验标准 (中国国家标准、国外标准)

2.3.5.2 试验原理

2.3.5.3 里氏硬度的标尺

2.3.5.4 里氏硬度表示方法

2.3.5.5 试验方法

- (1) 术语、符号及相关说明;
- (2) 适用范围;
- (3) 试验设备要求;
- (4) 试样的准备;
- (5) 试样试验面的基本要求;
- (6) 试样质量的度要求;
- (7) 试样最小厚度要求;
- (8) 试样硬化层深度的要求;
- (9) 试样试验面凹、及球面的表面曲率半径的要求;
- (10) 样坯切取和机加工要求;
- (11) 试验条件;
- (12) 试验程序 (测量里氏硬度的步骤和相关要求);
- (13) 试验结果的计算 (试验方向的修正值);
- (14) 试验报告 (试验报告应包括的内容);
- (15) 试验结果的影响因素。

2.3.6 金属肖氏硬度试验

2.3.6.1 试验标准 (中国国家标准、国外标准)

2.3.6.2 试验原理

2.3.6.3 肖氏硬度表示方法

2.3.6.4 试验方法

- (1) 术语、符号及相关说明;
- (2) 适用范围;
- (3) 试验设备要求;
- (4) 试样的准备 (试验面的基本要求、试样质量的度要求、试样最小厚度要求);
- (5) 一般试样;
- (6) 轧辊试样;
- (7) 试验条件;
- (8) 试验程序 (测量肖氏硬度的步骤和相关要求);

- (9) 试验结果的计算;
- (10) 试验报告 (试验报告应包括的内容);
- (11) 试验结果的影响因素。

2.3.7 仪器化压痕硬度【马氏硬度】试验

2.3.7.1 试验标准 (中国国家标准、国际标准、国外标准)

2.3.7.2 适用范围

2.3.7.3 试验原理

- (1) 马氏硬度(HM)试验原理;
- (2) 马氏硬度(HMS)试验原理;
- (3) 压痕硬度 (Hrr)试验原理。

2.3.7.4 硬度标尺

2.3.7.5 仪器化压痕硬度[马氏硬度]表示方法

2.3.7.6 试验方法

- (1) 术语、符号及相关说明;
- (2) 适用范围;
- (3) 试验设备要求;
- (4) 试样的准备;
- (5) 试验条件;
- (6) 试验程序 (压痕和测量压痕的步骤和相关要求);
- (7) 试验报告 (试验报告应包括的内容);
- (8) 试验结果的影响因素。

2.3.8 考核方式

- (1) 书面考核;
- (2) 实际操作考核。

2.4 ATM 005-4 金属硬度试验测量结果的不确定度评定

2.4.1 了解金属硬度试验测量结果不确定度评定的基础知识

2.4.2 基于用标准硬度块 (有证标准物质) 进行间接校准示例

2.4.3 考核方式

书面考核。

3 考核实施说明

3.1 考核试题范围为本大纲规定的所有内容

3.2 考核包括书面考核和实际操作考核两部分

3.3 书面考核

3.3.1 书面考核内容

- (1) 技术基础
- (2) 仪器设备与操作
- (3) 标准方法与应用
- (4) 金属硬度试验测量结果的不确定度评定

3.3.2 书面考核试题类型

书面考核试题的类型包括选择题、判断题、填空题、问答题和计算题。

3.3.3 书面考核为开卷考试。

3.3.4 书面考核总分 100 分制，85 分为及格分数。

3.4 实际操作考核

3.4.1 实际操作考核包括仪器设备实际操作考核和实际样品考核两部分。

3.4.2 仪器设备实际操作考核

- (1) 仪器设备实际操作考核由考核教师根据相关细则考核评定；
- (2) 仪器设备实际操作考核评分等级：通过，不通过。

3.4.3 实际样品考核

实际样品考核采取盲样测试考核或利用能力验证结果的办法。

- (1) 盲样测试考核的样品由考核中心发放；
- (2) 考生在实验室独立测试，填写完整的原始记录和报告单，报出结果；
- (3) 实际样品考核成绩的等级：通过，不通过。

1) 考核的样品如为有指定值的样品，将报出结果与指定值比较，按相关标准要求判定；

2) 其他样品由考核教师根据相关标准/规定要求判定。

3.4.4 实际操作考核的综合成绩由考核教师根据仪器设备实际操作考核和实际样

品考核综合判定：两项均通过的为通过，其中任何一项未通过则为不通过。

3.5 所有考生应遵守《检测人员考核管理程序》中规定的《考场规则》，违反者将

取消考核资格和成绩。