

# 认证介绍

安全性	美国	美国联邦通讯委员会认证 ( FCC-HCT)
	欧盟	欧盟产品安全认证体系 (CE) 电磁干扰认证 (EMI) 电磁敏感认证 (EMS) 电磁频率认证 (RF) 欧洲电工产品安全认证 (EN)
	国际	国际电工产品安全认证体系 (IECEE) 国际电工委员会认证 (IEC)
	韩国	韩国电信通信认证 (MIC) 韩国电磁兼容性认证 (EMC)
创新性	韩国	新技术证书 (NET) 优秀新产品证书 (NEP) 优秀产品证书 (PPS)

# 标准介绍

## 一. 国际标准

1. ISO/TR 29381-2008标准 “金属材料 用仪器压痕试验测量机械性能-压痕拉伸性能”
2. ISO 14577-1-2002标准 “金属材料. 硬度和材料参数的仪器压痕试验第1部分: 试验方法”

## 二. 美国标准

1. 美国交通部法规 (DOT部分192-107, 2000年)  
(美国交通部制定, 对所有运输管道每5年检测其拉伸性能, 并评价输送管道安全性能)
2. 美国ASME标准 “美国机械工程师协会2703 标准 (ASME CASE CODE, 2011年9月公示)”
3. 美国ASME标准 “**ASME Code case N-881**”  
“金属材料焊接部位残余应力测试-仪器化压痕试验” 2018年3月公示

## 三. 韩国标准

1. 韩国KSB0950-2002标准 “金属材料-仪器化压痕试验-压痕拉伸性能”
2. 韩国KSB0951-2005标准 “焊接部位仪器化压痕试验-残余应力测试”
3. 韩国电力KEPIC-MDFA370 CODE-2006标准 “仪器压痕技术规范拉伸性能和残余应力测试”

## 四. 中国标准

1. GB/T 21838.1-2008标准 “金属材料. 硬度和材料参数的仪器压痕试验第1部分: 试验方法”
2. “电站金属材料力学性能自动球压痕法检测技术规程” 2018年完成 (电力行业标准)
3. “金属材料压入试验方法 强度、硬度和应力-应变关系的测定” 2018年完成 (GB标准)
4. “金属材料力学性能与残余应力测定仪器化压痕试验” 2019年完成 (GB标准)
5. “进口金属材料快速检测鉴定规程” 2019年完成 (进出口行业标准)

# 仪器化压痕技术国内标准化工作（国标）

## 20162381-T-605 未完成

### 基本信息

计划号	20162381-T-605
中文名称	金属材料 压入试验方法 硬度、硬度和应力-应变关系的测定
英文名称	Metallic materials—Indentation test—Determination for strength, hardness and stress-strain relationship
制修订	制定
标准性质	推荐性国家标准
采标类型	无
是否采用快速程序	否
ICS	77.040.10

### 相关单位

执行单位	全国标准化技术委员会力学及工艺试验方法分会(TC183SC4)
归口单位	全国标准化技术委员会(TC183)
主管部门	中国钢铁工业协会(605)
起草单位	西南交通大学、武汉钢铁(集团)公司、冶金工业信息标准研究院等
上报单位	全国标准化技术委员会力学及工艺试验方法分会

### 项目信息

项目起始年	2016
项目结束年	2018
进入计划库时间	2016-05-09

### 附加信息

材料的强度、硬度和应力-应变关系曲线是衡量材料性能优劣的重要技术参数。在结构设计与结构完整性评价中发挥基础性关键作用。对于应力-应变关系曲线和硬度的测定，传统的测试方法通过单轴拉伸试验来实现，属于典型的破坏性试验。而传统的硬度试验，依靠测量残余压痕面积等信息，仅能获得单一的硬度指标。压入法作为一种微尺度、微损测试方式，对样品制备和测试要求相对较低，对于关键工程材料和结构的力学性能评价具有重要意义。随着压入测试技术的发展，可测量的材料参数已从最初的硬度和弹性模量发展到载荷-深度试验曲线中获得被测材料的应力-应变关系曲线。然而，描述材料应力-应变曲线与压入载荷-深度试验曲线之间关系的理论尚未成熟，导致分析模型十分复杂，且测试精度也因此存在差异。一方面，现行压入测试方法未给出抗拉强度的计算公式，另一方面，长期执行的硬度转换国内外标准所依据的是大量数据的统计结果。对于弹塑性材料，其硬度与材料的应力-应变关系曲线有何种理论上的关联性，现行规范没有提出解决方案。为了弥补现行试验标准的不足，改善压入试验的程序和拓展测试内容，基于能量等效原理获得准确可靠的被测金属材料硬度、硬度和应力-应变关系，制定我国具有原创性的金属材料硬度、硬度和应力-应变关系的压入试验方法的国家标准，十分必要和迫切。

本试验方法适用于测试具有均质、各向同性和解理硬化特征的金属材料的强度、硬度和应力-应变关系，其压入深度尺度可以是纳米、微米以及毫米量级；适用于能精确测量载荷和压入深度的实验设备，如：小吨位电液伺服、电液伺服材料试验机

验机和自动压入仪等。被测金属材料的拉伸应力-应变曲线需满足以下Hollomon关系：式中： $\sigma$ 为弹性模量， $\sigma_y$ 为屈服应力， $N$ 为应变硬化指数。本试验方法采用球形压头完成压入试验，试验载荷-深度曲线包含加载和卸载两个阶段。首先从加载或卸载曲线中获得被测金属材料的硬度和弹性模量，再从加载曲线中获得被测材料的应力-应变关系曲线，屈服强度、抗拉强度和布氏硬度，实现布氏、洛氏、维氏等硬度之间的换算。本试验方法的主要技术内容包括：(1) 压入硬度HB和弹性模量E的测定将沿用现行国家标准《GB/T22458-2008仪器化纳米压入试验方法通则》中推荐的经典Oliver-Pharr方法。(2) 应力-应变关系曲线的测定基于能量等效原理，即对于采用球形压头压入得到的载荷-深度h试验曲线，Hollomon公式中的参考屈服应力 $\sigma_y$ 和硬化指数N按下式计算：式中， $\eta$ 为标准重力加速度的倒数，即 $\eta=1/g=0.102$ ， $m=\alpha(1+\alpha)^2$ ， $F$ 为压入载荷， $D$ 为球形压头的直径， $\alpha_1$ ， $\alpha_2$ ， $\alpha_3$ ， $\alpha_4$ 为与材料、变形无关的常数。公式适用于连续压入。对于不能连续压入测试的情形（如硬度计）可采用至少为2次的非连续分级压入。(3) 被测材料的抗拉强度 $R_m$ 可按下式由压入硬度估算得到：式中， $e$ 为自然底数， $\alpha_1$ ， $\alpha_3$ 为常数。(4) 不同标尺下的硬度值可由下列公式进行换算。a. 布氏硬度HB与洛氏硬度HRB/HRC之间的换算：①（洛氏B标尺：HRB）式中， $p_1$ ， $p_2$ ， $p_3$ 为常数。②（洛氏C标尺：HRC）式中， $\mu_1$ ， $\mu_2$ ， $\mu_3$ ， $\mu_4$ 为常数。b. 布氏硬度HB与维氏硬度HV之间的换算：式中， $t_1$ ， $t_2$ ， $t_3$ ， $t_4$ 为常数。c. 维氏硬度HV与洛氏硬度HRB之间的换算：式中， $\phi_1$ ， $\phi_2$ ， $\phi_3$ ， $\phi_4$ 为常数。对于其他硬度，如有硬度与硬度、硬度与强度之间换算关系表达式，也可参考采用。(5) 对测量仪器设备的精度要求与校验。(6) 对压头的要求以及压头面积函数的确定方法。(7) 样品制作的要求。(8) 试验操作程序的规定。(9) 对试验结果的处理。(10) 对试验报告的规定。

传统的硬度测量和压入方法测定材料的力学性能已经历了多年的发展，特别是硬度测量技术已非常成熟，各种硬度测量仪器得到了广泛的应用，微米/纳米压痕仪在微器件和材料的性能表征中发挥了重要作用。目前，国内外有关材料硬度和压入试验方法的标准主要包括：(1) ISO 6506 part 1-part 4 金属材料布氏硬度试验(2) ISO 6507 part 1-part 4 金属材料维氏硬度试验(3) ISO 6508 part 1-part 4 金属材料洛氏硬度试验(4) ASTM E10-15 金属材料布氏硬度标准试验方法(5) ASTM E18-15 金属材料洛氏硬度标准试验方法(6) ASTM E384-11e1 金属材料努氏硬度标准试验方法(7) GB/T 230.1-4 金属材料洛氏硬度试验(8) GB/T 231.1-4 金属材料布氏硬度试验(9) GB/T 4340.1-4 金属材料维氏硬度试验(10) ISO 9015 焊接接头硬度试验方法(11) GB/T 2654 焊接接头硬度试验方法(12) ISO 14577 金属材料硬度和材料参数的仪器化压入试验(13) ASTM E2546-07 仪器化压入试验规程(14) GB/T22458-2008 仪器化纳米压入试验方法。上述标准中，前11个标准均为单一的标准试验方法，后3个标准为仪器化压入试验方法。可通过压入加载方式得到材料的硬度和弹性模量，获得的材料信息相对有限，无法有效测定被测金属材料的应力-应变关系曲线。此外，我国标准GB/T22458-2008仅涉及纳米量级的仪器化压入试验方法，对于更加宏观的微米或毫米级压入试验方法没有涉及。因此，我国至今还没有既能测量硬度、弹性模量、强度、应力-应变关系等完整材料信息，又适用于不同压入深度尺寸量级的压入试验方法的国家标准。附录 上述内容所涉及各类硬度定义 1) 布氏硬度其中， $\eta=1/g=0.102$ ， $D$ 为球形压头直径， $d$ 为压痕平均直径。2) 洛氏硬度其中， $h$ 表示塑性变形压痕深度（毫米）； $K$ 是规定的常量；分母中的5为0.002（毫米），是每洛氏硬度单位对应的压痕深度。3) 维氏硬度其中， $\eta=1/g=0.102$ ， $\theta$ 为棱锥形压头的两相对面的角（ $\theta=136^\circ$ ）， $d$ 为平均压痕对角线长度。

### 国内外情况简要说明

### 与有关法律、法规和强制性标准的

### 关系

### 标准所涉及的产品清单

是否有国家级科研专项支持	否
是否涉及专利	是
专利号及名称	一种压入硬度预测材料单轴本构关系的方法(发明专利: ZL201210041108.6)
是否由行标或地标转化	否

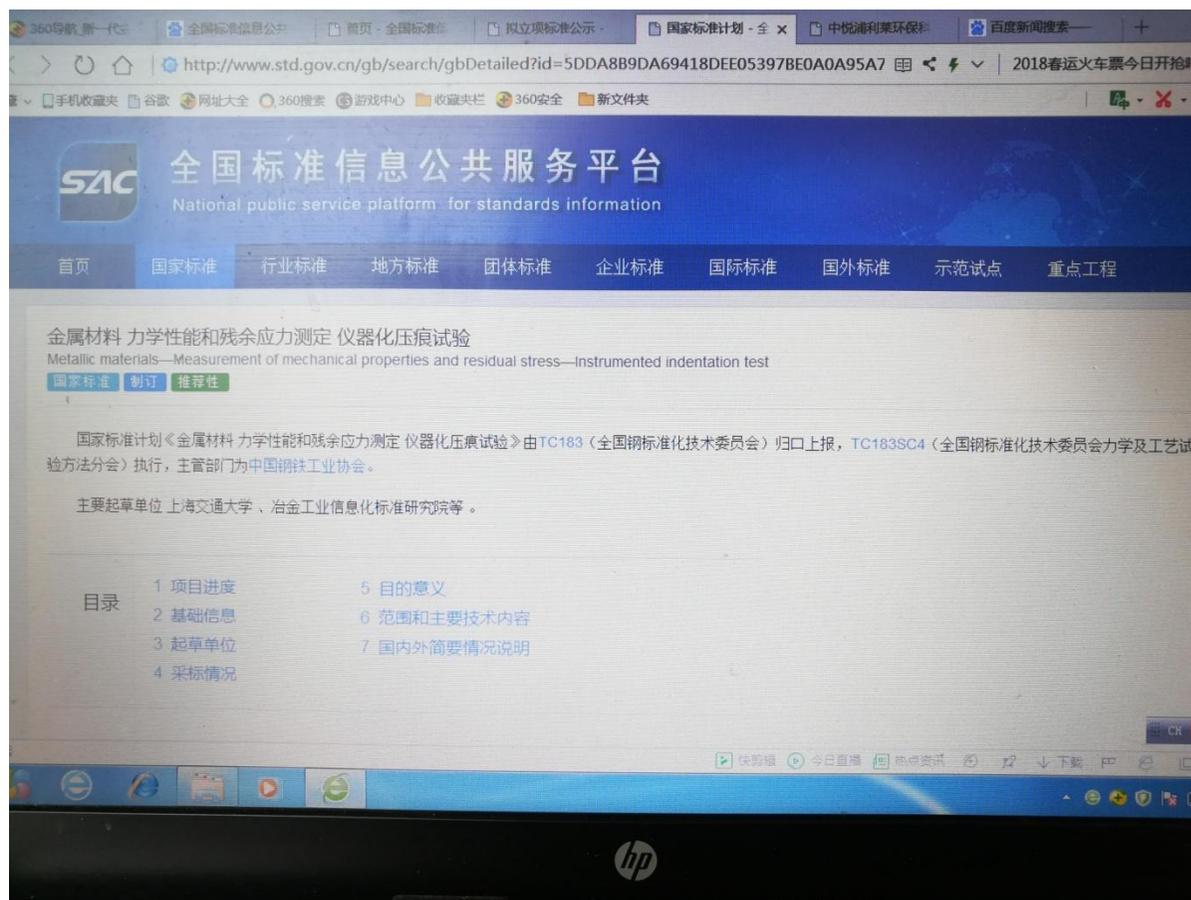
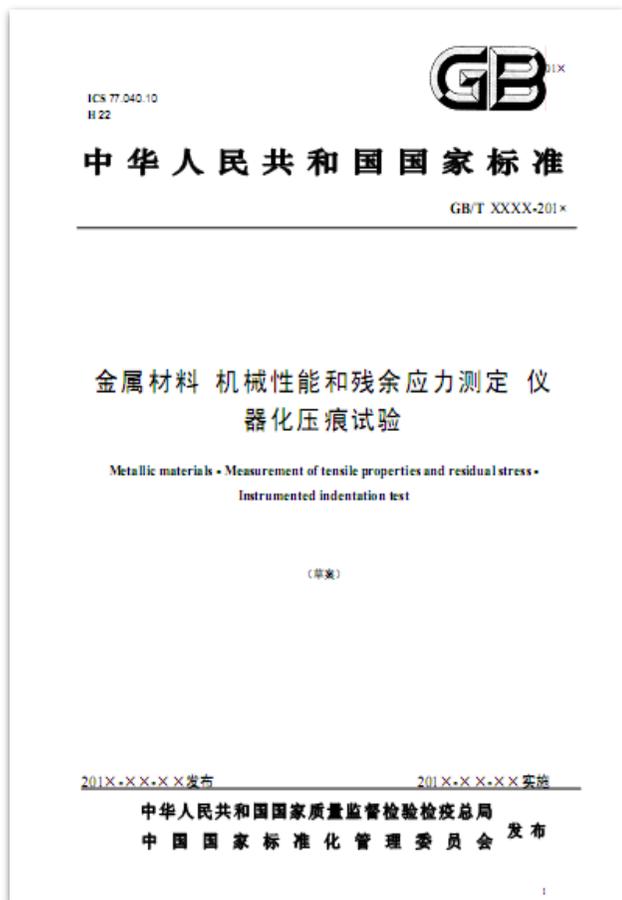
备注 全国钢铁力学分技术委员会共有委员65名，本项目在2015年力学分委员会年会上进行论证，共有48名委员到会，达到委员人数的四分之三，全体通过。65/48/48



京ICP备09001239号  
网站管理：国家标准化管理委员会标准信息中心  
地址：北京海淀区马甸东路9号 邮编：100088 邮箱：info@sac.gov.cn  
客服热线：010-82261056 QQ号：3433774297

GB标准制定(西南交大、武钢研究院、冶金工业信息标准研究院等)

# 仪器化压痕技术国内标准化工作（国标）



GB标准制定(上海交通大学、冶金工业信息化标准研究院、北京春秋阳光科技有限公司等)

# 仪器化压痕技术国内标准化工作（行业标准）

2017年能源领域行业标准(修)订计划项目汇总表(电力部分)

序号	计划编号	所属重点领域	标准项目名称	标准类别	制定/修订	完成年限	适用范围和主要技术内容	标准化管理机构	技术委员会或技术归口单位	主要起草单位	代替标准	采标号
160	能源20170543	规范行业发展	电站金属材料力学性能自动球压痕法检测技术规程	方法	制定	2018	本标准主要应用于电站金属部件性能检测、寿命评估等工作,尤其对新型耐热钢的使用状态评估与监控具有极大优势,自动球压痕法实现了电站在役设备材料性能的连续性监控,以及对在役设备的结构完整性评估提供了可靠的保障。	中国电力企业联合会	电力行业电站金属材料标准化技术委员会	国电锅炉压力容器检验中心、大唐华东电力试验研究所、国电投上海明华电力技术工程有限公司神华国华(北京)电力研究院有限公司、中国华能西安热工研究院有限公司、湖南省湘电锅炉压力容器检验中心有限公司、国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、广西电网有限责任公司电力科学研究院、苏州热工研究院有限公司、上海沧能电力技术有限公司、北京春秋阳光科技有限公司		

中电联理事会办公厅

2017年7月17日印发



-1-

## 电力行业标准制定计划

(国电研究院、华能西安热工院, 神华国华、中广核苏州热工院、大唐华东院、中电投明华电力、湘电、东北电力研究院、广西电科院、北京春秋阳光、上海沧能等)

## 进出口行业标准制定计划

(上海进出口管理局检验检疫局工业品中心、上海交通大学、北京春秋阳光等)

# 仪器化压痕技术GB标准进展情况

## 7.5 申请标准立项情况

项目名称	制修订	代替标准号	提出单位	拟完成周期(月)
金属材料 低拘束试样测定稳定裂纹扩展阻力的试验方法	修订	GB/T 24522-2009	武钢股份有限公司	24
金属材料快速压痕(布氏)硬度试验方法	修订	GB/T 24523-2009	沈阳天星试验仪器有限公司、钢铁研究总院	24
钢丝绳索具疲劳试验方法	制定		昆山王张检测技术有限公司、冶金工业信息标准研究院、国家钢丝绳质检中心等	24
金属材料蠕变-疲劳试验方法	制定		中国科学院上海应用物理研究所	24
金属材料力学性能和残余应力测定 仪器化压痕试验	制定		上海交通大学,冶金工业信息标准研究院,北京春秋阳光科技有限公司等	24
金属材料管 双轴应力应变曲线液压胀形试验	制定		哈尔滨工业大学,鞍钢等	24
金属材料 薄板和薄带 埃里克森杯突试验	修订	GB/T 4156-2007	上海宝钢工业技术服务有限公司、冶金工业信息标准研究院	24
金属材料管 弯曲试验方法	修订	GB/T 244-2008	浙江金洲管道科技股份有限公司	24
金属材料 薄板和薄带 弯折性能试验方法	制定		宝山钢铁股份有限公司	24
金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法	修订	GB/T 228.1-2010	钢铁研究总院,冶金工业信息标准研究院等	24
金属材料 夏比摆锤冲击试验方法	修订	GB/T 229-2007	钢铁研究总院,冶金工业信息标准研究院等	24
金属材料 硬度和材料参数的仪器化压痕试验 第4部分:金属和非金属覆盖层的试验方法	修订	GB/T 21838.4-2008	上海材料研究所等	24
金属材料 残余应力 声束控制法	制定		北京理工大学等	24
自粘结涂层电工钢 浮辊剥离试验方法	制定	行标	太原钢铁(集团)有限公司	2019年