

**ASTM 标准中英文对照版本**

**ASTM A370-2014**

**钢制品力学试验的标准试验方法和定义**

**Standard Test Methods and Definitions for  
Mechanical Testing of Steel Products**

## 目 录

1 范围 .....	(1)	30 关键词 .....	(27)
2 参考文件 .....	(1)	附录(强制性资料) .....	(29)
3 重要性和用途 .....	(2)	变更一览表 .....	(53)
4 一般注意事项 .....	(2)		
5 试样取向 .....	(3)		
<b>拉伸试验</b>			
6 说明 .....	(3)	图	
7 术语 .....	(3)	1 试件和试样与轧制或延伸方向的关系 (适用于一般锻制产品) .....	(3)
8 试验装置和操作 .....	(3)	2 由管材产品切取环形轴向拉伸试样的 位置 .....	(4)
9 试样参数 .....	(5)	3 环形拉伸试样 .....	(7)
10 板型试样 .....	(5)	4 201.50 mm 标距标准 0.500 in (12.5 mm) 圆形拉伸试样和与标准试样成比例的小 尺寸试样示例 .....	(8)
11 薄板型试样 .....	(5)	5 标准圆形拉伸试样端头的推荐型式 .....	(9)
12 圆试样 .....	(5)	6 铸铁标准拉伸试样 .....	(9)
13 度量标志 .....	(10)	7 表示对应于拐点的屈服点的应力- 应变图 .....	(11)
14 拉伸性能的测定 .....	(11)	8 用负荷下伸长法表示屈服点或屈服强度 的应力-应变图 .....	(11)
<b>弯曲试验</b>			
15 说明 .....	(13)	9 用偏移法测定屈服强度的应力- 应变图 .....	(12)
<b>硬度试验</b>			
16 概述 .....	(13)	10 夏比(简支梁)冲击试验 .....	(22)
17 布氏硬度试验 .....	(16)	11 夏比(简支梁)冲击试样 .....	(23)
18 洛氏硬度试验 .....	(20)	12 含初始 OD 表面的管材冲击试样 .....	(23)
19 便携式硬度试验仪 .....	(20)	13 确定剪切断面面积百分比 .....	(24)
<b>夏比冲击试验</b>			
20 综述 .....	(21)	14 断面形貌图与百分比剪切断面 比较图 .....	(25)
21 重要性和用途 .....	(21)	15 接合的夏比 V-型缺口冲击试样的二半, 用于测量侧向扩展,尺寸 A .....	(26)
22 设备 .....	(22)	16 夏比冲击试样侧向扩展测量仪 .....	(26)
23 取样和试样数目 .....	(22)	17 侧向扩展测量仪组装和详图 .....	(26)
24 校准 .....	(23)	A2.1 测试管材试样的金属心轴,心轴在 试样内和试样在试验机夹头内的合 适位置 .....	(31)
25 调温—温度控制 .....	(23)		
26 步骤 .....	(24)		
27 试验结果和解释 .....	(27)		
28 记录 .....	(27)		
29 报告 .....	(27)		

A2.2	由管材制品切取的环中的纵向拉伸试样位置	(31)	硬度至其他硬度值)	(14)
A2.3	管材制品纵向条形试样的尺寸和公差	(32)	3 非奥氏体钢近似硬度换算值 <sup>A</sup> (洛氏 B 硬度至其他硬度值)	(15)
A2.4	在由管材制品上切取的环中的横向拉伸试样的位置	(32)	4 奥氏体钢近似硬度换算值(洛氏 C 标度至其他硬度值)	(16)
A2.5	在由管材制品上切取的环中的纵向试样的位置	(32)	5 奥氏体钢近似硬度换算值(洛氏 B 标度至其他硬度值)	(17)
A2.6	由圆环试样测定横向屈服强度的试验机	(33)	6 布氏硬度值 <sup>A</sup> (10 mm 直径球形压头, 500、1500 和 3000 kgf 施加负荷)	(18)
A2.7	辊链式伸长测量仪, 未夹紧	(34)	7 以英寸为单位测量剪切百分比	(24)
A2.8	辊链式伸长测量仪, 已夹紧	(34)	8 以毫米为单位测量剪切百分比	(25)
A2.9	反向压扁试验	(35)	9 轴用小尺寸试样的夏比 V-型缺口试验	(28)
A2.10	微压试验	(35)	试验准则	(28)
A2.11	卷边试验用卷边工具和螺栓	(35)	A1.1 钢质棒材制品选择拉伸试样的作法	(30)
A2.12	扩口试验用锥形心轴	(36)	A1.2 选择钢质棒材制品弯曲试样的推荐作法	(31)
A2.13	横向正面和反面弯曲试样	(36)	A2.1 钢管制品退火或塑性材料表面硬度试验的壁厚限制	(34)
A2.14	铁基材料纵向弯曲试样	(37)	A2.2 钢管制品冷作或热处理材料表面硬度试验的壁厚限制	(34)
A2.15	导向弯曲夹具	(37)	A3.1 拉伸试验模块角度	(39)
A3.1	全尺寸螺栓拉伸试验	(39)	A5.1 在标准试样上改变缺口尺寸的影响	(44)
A3.2	楔块试验详图	(39)	A6.1 碳钢和不锈钢 — 材料常数 $a=0.4$ , 将百分比伸长率由 $\frac{1}{2}$ in 直径 $\times 2$ in 标距标准拉伸试样转换为标准 $\frac{1}{8} \times 2$ in 和 $1\frac{1}{2} \times 8$ in 扁试样的变换系数	(45)
A3.3	带被车削杆体的螺栓拉伸试样	(40)	A6.2 退火奥氏体不锈钢 — 材料常数 $a=0.127$ , 将百分比伸长率由 $\frac{1}{2}$ in 直径 $\times 2$ in 标距标准拉伸试样转换为 $1\frac{1}{2} \times 8$ in 扁试样的变换系数	(46)
A3.4	与标准 2 in 标距试样成比例的小尺寸试样示例	(40)	A8.1 圆整试验数据的推荐值	(48)
A3.5	由大尺寸螺栓车削时的标准圆 2 in 标距拉伸试样的位置	(40)	A10.1 热处理记录-主要参数	(50)
A3.6	有争议时的螺栓硬度试验位置	(41)		
A3.7	硬度试验位置	(41)		
A4.1	楔型夹紧装置	(42)		
A4.2	缓冲型夹紧装置	(42)		

## 表

1	圆形试样各种直径采用的放大系数	(10)
2	非奥氏体钢近似硬度换算值 <sup>A</sup> (洛氏 C	

# 钢制品力学试验的标准试验方法和定义<sup>①</sup>

本标准在固定代号 A370 下发行；紧随此代号之后的号码表示原正式通过的年份，或在修订版情况下，表示最新修订版年份。括号中的数字表示最新复审年份。上标 e 表示自上次修订或重申以来的编辑变更。

本标准业经国防部办公室批准使用。

## 1 范围<sup>\*</sup>

1.1 本试验方法<sup>②</sup>涉及钢、不锈钢及相关合金力学试验的实用规程和定义。这里介绍的各种力学试验用于测定产品技术规范中要求的性能。应避免试验方法的变动，并遵循标准试验方法以获得重复性好且可比较的结果。当某些产品的试验要求特殊或与一般规程不同时，必须服从产品技术规范的试验要求。

1.2 介绍以下力学试验：

拉伸  
弯曲  
硬度  
布氏  
洛氏  
便携式  
冲击  
关键词

附录  
6-14  
15  
16  
17  
18  
19  
20-29  
30

1.3 附录中包括附加于这些试验方法的某些产品的特有细节：

	附录
棒材	A1.1
管材	A2
紧固件	A3
圆线材	A4
缺口棒材冲击试验的含义	A5

圆试样百分比伸长率与扁试样的等效值伸长率的换算	A6
多股钢丝绳试验	A7
试验数据的圆整	A8
钢加强筋试验方法	A9
加热循环模拟的应用和控制规程	A10

1.4 以英寸-磅为单位的值被视为标准。

1.5 在本制产品技术规范中引用本文件时，可用英寸-磅 (kip) 单位测定屈服和拉伸值，然后换算为 SI (MPa) 单位。以英寸-磅单位测定的 2 或 8 in 标距伸长率，按适用情况，可分别转换为 50 或 200 mm 标距的 SI 单位伸长率。反之，在英寸-磅单位产品技术规范中引用本文件时，可用 SI 单位测定屈服和拉伸值，然后换算为英寸-磅单位。以 SI 单位测定的 50 或 200 mm 标距伸长率，按适用情况，可分别转换为 2 或 8 in 标距的英寸-磅单位伸长率。

1.6 当需要评估有关试验室指标的资料时，请参考 ISO/IEC 17025 标准。

1.7 本标准未论述与其使用有关的所有安全问题。在使用以前，制定适当的安全与健康规范，并确定管理界限的适用范围，是本标准用户的职责。

## 2 参考文献

### 2.1 ASTM 标准<sup>③</sup>

A623 锡轧制产品规范，一般要求

① 本试验方法和定义隶属 ASTM“钢、不锈钢、相关合金”A01 委员会管辖，并由“钢制品和工艺过程力学和化学试验和处理方法”A01.13 分委员会直接负责。

2014 年 5 月 15 日批准现行版。2014 年 6 月出版。1953 初次批准。2013 年 A370-13a 为批准的最新先前版本。DOI: 10.1520/A0370-14。

② 关于 ASME 锅炉压力容器规范的使用，见该规范第二部分中 SA-370 的规定。

③ 关于所引用的 ASTM 标准，请访问 ASTM 网址，www.astm.org，或通过电子邮件方式 service@astm.org 联络 ASTM 客户服务咨询。关于 ASTM 标准年鉴卷册资料，参阅 ASTM 网址上的“标准文件—浏览”。

- A623M 锡轧制产品规范,一般要求(公制单位)
- A703/A703M 承压件钢铸件通用要求的标准技术规范
- A781/A781M 一般工业用钢与合金铸件通用要求标准技术规范
- A833 借助比较硬度测试仪的金属凹痕硬度实用规程
- A956 钢制品里氏硬度标准试验方法
- A1038 使用超声接触阻抗法的便携式硬度试验的标准规程
- E4 试验机负荷力校核
- E6 关于力学试验方法的技术
- E8/E8M 金属材料拉伸试验的试验方法
- E10 金属材料布氏硬度试验方法
- E18 金属材料洛氏硬度试验
- E23 金属材料缺口棒材冲击试验的试验方法
- E29 为确定与标准规范的一致性和试验数据中采用有效位数的实用规程
- E83 伸长测试仪的校核和分级实用规程
- E110 用便携式硬度计做金属材料凹痕硬度试验的方法
- E190 焊缝塑性导向弯曲试验的试验方法
- E290 材料塑性弯曲试验的试验方法

## 2.2 ASME 文件<sup>①</sup>

ASME 锅炉和压力容器规范,第三卷,第 I 册,UG-8 部分。

## 2.3 ISO 标准<sup>②</sup>

ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力的通用要求。

## 3 重要性和用途

3.1 这些试验方法的主要用途是通过试验来确定钢、不锈钢及相关合金的指定的力学性能,以判定这

些产品是否符合订单或合同中采购方指定的 ASTM A01 委员会及其分委员会管辖的材料规范。

3.1.1 这些试验方法可以并且已经被其他 ASTM 委员会及其他标准指定机构所采用,进行符合性测试。

3.1.2 试验时的材料条件、采样频率、试样的位置和方向、报告要求及其他测试参数包含在特定产品类型相应的材料规范或一般要求规范中。

3.1.3 一些材料规范要求采用其他的试验方法在此没有表述,在这种情况下,要求的试验方法在那种材料的规范中有所介绍,或参看另一种适用的试验方法标准。

3.2 这些试验方法同样适用于为其他目的而进行的钢、不锈钢及相关合金的试验,如采购方的来料验收,或服务公开后的部件评估。

3.2.1 任何力学试验,与规范限值或预期的制造性能的控制,都会成为除了原加工产品缺陷之外的正当理由。这些理由包括但不限于:环境接触(如温度、腐蚀)造成后续服务质量下降、静态或循环服务应力效应、机械损伤、材料的不均匀性、各向异性结构、选用合金的自然老化、不在本标准范围内的深加工、取样局限性,以及测量设备校准的不确定性。对于与规定的或预期的实验值偏差的可能原因的理解应用于解释试验结果。

## 4 一般注意事项

4.1 某些加工方法,如弯曲、成形和焊接或涉及加热的工序,可能会影响试验材料的性能。因此,产品技术规范包括制造阶段,在该阶段进行力学试验。加工前试验所显示的性能,不一定能代表已完成加工后的产品性能。

4.2 加工不当的试样应报废,并用其他试样替代。

4.3 试样内部缺陷也会影响试验结果。若任何试样出现缺陷,应执行适用产品技术规范的重试条款。

4.4 若由于机械原因导致任何试样无效,如试验设备故障或不当的试样制备,则可弃置该试样,并取另一试样代替。

① 从美国机械工程师协会获取 (ASME) International Headquarters, Two Park Ave., New York, NY 10016-5990, <http://www.asme.org>。

② 从美国国家标准学会获取 (ANSI), 25W, 43rd St., 4th Floor, New York, NY 10036, 网址: <http://www.ansi.org>。

## 5 试样取向

**5.1** 术语“纵向试验”和“横向试验”仅用于锻制产品的材料技术规范,不适用于铸件。当试件或试样做这类附注时,适用以下定义:

**5.1.1 纵向试验** 若无其他特殊规定,意指试样的纵轴平行于轧制或锻造期间钢的最大延伸方向。施加于纵向试样的应力在最大延伸方向上,纵向弯曲试样的弯曲轴则与最大延伸方向成直角(图1,图2a和2b)。

**5.1.2 横向试验** 若无其他特殊规定,意指试样的纵轴垂直于轧制或锻造期间钢的最大延伸方向。施加于横向试样的应力与最大延伸方向成直角,横向弯曲试样的弯曲轴则平行于最大延伸方向(图1)。

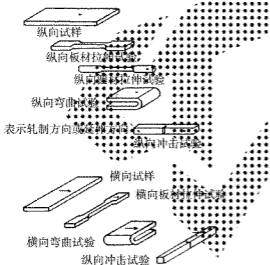


图1 试件和试样与轧制或延伸方向的关系(适用于一般锻制产品)

**5.2** 术语“径向试验”和“切向试验”用于某些锻制圆形产品材料技术规范,不适用于铸件。当对试件或试样做这类附注时,适用以下定义:

**5.2.1 径向试验** 若无其他特殊规定,意指试样的纵轴垂直于产品轴线,并与以产品轴线上的一点为中心画的圆的一条半径重合(图2a)。

**5.2.2 切向试验** 若无其他特殊规定,意指试样的纵轴垂直于包含产品轴线的平面,并与以产品轴线上的一点为中心画的圆相切(图2a,2b,2c和2d)。

## 拉伸试验

### 6 说明

**6.1** 与钢产品力学试验相关的拉伸试验,是使被试验材料经加工或全截面的试样承受足以导致断裂的经过计量的负荷。在E6术语中定义探查到的最后性能。

**6.2** 通常,在E8/E8M试验方法中给出试验设备和方法。但在钢材试验中,有某些E8/E8M试验方法例外的情况,在这些试验方法中包括这些例外情况。

### 7 术语

**7.1** 关于拉伸试验术语的定义,包括抗拉强度、屈服点、屈服强度、伸长率和断面收缩,应参照E6中的资料。

### 8 试验装置和操作

**8.1 加载系统** 有两种一般类型加载系统,机械式(螺杆驱动)和液压式。主要差别在于负荷施加速率的可变性。老式螺杆驱动的试验机限于少数固定的自由行程十字头速度。某些现代螺杆驱动试验机和全部液压式试验机,可在整个速度范围内无级变速。

**8.2 拉伸试验** 必须保持良好运行状态,仅在合适的负荷范围使用,并按E4实用规程最新修订版本定期校准。

**注1:**许多试验机配备自动绘制压力-张力曲线的压力-张力记录仪。应指出,某些记录仪有一个完全独立于试验机负载指示系统的负载测量元件。单独校准这类记录仪。

**8.3 加载** 是试验机的夹紧或固定装置的功能,用来从试验机顶部向被测试试件传递载荷。主要要求是必须轴向传递载荷。这意味,在试验开始和进行中,夹具的作用中心必须尽可能与试样轴线成一直线,并使弯曲或扭转保持最小。对于具有缩减段的试样,试件的夹紧必须限于夹紧截面。在某些全尺寸试验截面场合时,非轴向加载不可避免,在这种情况下,必须允许非轴向加载。

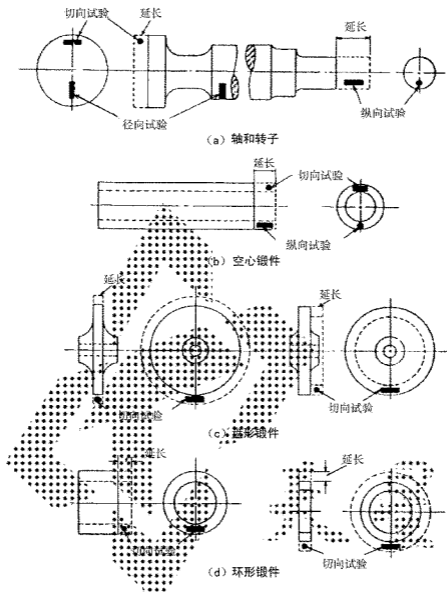


图2 由管材产品切取环形轴向拉伸试样的位置

**8.4 试验速度** 试验速度必须不大于可以精确读取负荷和拉力读数的速度。在生产试验中,试验速度通常表示为:(1)自由行程十字头速度的形式(不加负荷时试验机十字头的移动速率),(2)加载下试验机二个十字头的分离速率的形式,(3)试样加压力载荷速率的形式,或(4)试样加拉力载荷速率的形式。推荐适于大多数钢产品试验速度的限制事项:

**注2:**不应采用负荷控制方式实行采用闭环试验机(带速率反馈)的拉伸试验,因为这种试验方式将导致屈服时或评估测得的屈服应力时,十字头加速。

**8.4.1** 在二分之一规定屈服点或屈服强度以下,可

以采用任何合适的试验速度。达到该点时,必须调节十字头分离的自由行程速率,使不超过 $\frac{1}{16}$  in 每分钟每英寸缩减段,或使试样夹头之间距离无缩减段。必须维持该速度通过屈服点或屈服强度。在测定抗拉强度时,十字头分离自由行程速率必须不超过 $\frac{1}{16}$  每分钟每英寸缩减段,或使试样夹具之间距离无缩减段。在任何情况下,最小试验速度必须不小于测定屈服点或屈服强度和抗拉强度的规定最大速度的 $\frac{1}{16}$ 。

**8.4.2** 必须允许用调节自由行程十字头速度至上述规定值的方法设置试验机速度,因为在这些试验机设置值处,负荷下十字头分离速率小于自由行程

十字头速度的规定值。

**8.4.3** 作为替代方案,若试验机装备一个指示加载速率的装置,可以从二分之一规定屈服点、或屈服强度,调节试验机,通过屈服点或屈服强度的速度,使得加载速率不超过 100 000 psi (690 MPa)/min。但是,最小加载速率必须不小于 10 000 psi (70 MPa)/min。

## 9 试样参数

**9.1 提取** 按照适用的产品技术规范提取试样。

**9.1.1 轧制钢** 轧钢制品一般做纵向拉伸,但在某些情况下,若尺寸允许和实用要求,也可做横向、径向或切向试验(图 1 和图 2)。

**9.1.2 锻制钢** 对于开模锻件,通常由锻件的一端或二端的允许延伸或延长段提供拉伸试验试样;按适用产品技术规范规定在全部或有代表性的数量锻件上提取试样。通常在半径中部切取试样;某些产品技术规范允许采用有代表性的棒材或锻坏—产品零件供试验目的。对于环状或盘状锻件,通过增大锻件直径、厚度或长度提供试验金属;若在垂直于锻件轴线方向的锻压加工就获得的锻粗盘状或环状锻件,其基本延伸通常沿同心圆,对这类锻件,在锻件周边或一端多余金属获取切向拉伸试样;对于某些锻件,如转子,需做径向拉伸试验。在这种情况下,由规定部位切取或套钻试样。

**9.2 尺寸和公差** 试样必须为(1)轧制材料的全截面,或者(2)加工成图 3~6 中所示的形状或尺寸。试样尺寸和类型的选择由适用的产品技术规范规定。若产品技术规范中无其他规定,必须以 8 in (200 mm) 标距测试全截面试样。

**9.3 试样的获取** 试样必须通过适当的方法获取,小心地从所评估材料的截面边缘去除变形、冷作或热影响区。通常在试样的长度中段具有缩小的横截面,以确保在整个截面获得均匀的应力分布,并定位断裂区。

**9.4 试样的时效** 若无其他规定,必须允许试样做时效处理。所采用的时间-温度循环必须使先前工序的影响无实质的改变。可在室温下放置 24 至 48

小时以完成时效,或者在水中煮沸、在油中或炉内加热至适度升高的温度,以便在较短时间内完成时效。

## 9.5 试样尺寸的测量

**9.5.1 标准矩形拉伸试样** 这些试样形式示于图 3。为测定横截面积,必须以 0.005 in (0.13 mm) 的精度测量 8 in (200 mm) 标距试样的中心宽度,以 0.001 in (0.025 mm) 的精度测量 2 in (50 mm) 标距试样的中心宽度。必须以 0.001 in 的精度测量这二种标距试样的中心厚度。

**9.5.2 标准圆形拉伸试样** 这些试样形式示于图 4 和图 5。为测定横截面积,必须在标距中心处以 0.001 in (0.025 mm) 的精度测量直径(见表 1)。

**9.6 概述** 试样必须大体是全尺寸的,或是经加工的,如被测试材料的产品技术规范中规定的。

**9.6.1** 要求在标距中心处试样横截面积最小,以确保在标距内断裂。以下章节所述每种试样允许的标距的精度,提供了这种可能性。

**9.6.2** 对于脆性材料,要求在标距端部具有大半径圆角。

## 10 板型试样

**10.1 标准平板型试样示于图 3。** 这种试样用于试验板材、结构和棒规格型材和扁材形式的金属材料,公称厚度为  $\frac{1}{2}$  in (5 mm) 或以上。产品技术规范允许时,可以使用其他类型试样。

注 3:当产品技术规范中要求时,薄板和带钢材料可用图 3 的 8 in (200 mm) 标距试样。

## 11 薄板型试样

**11.1 标准薄板型试样示于图 3。** 这种试样用于试验薄板、板材、扁线材、带材、打包带和卷尺带形式的金属材料,公称厚度从 0.005 至 1 in (0.13 ~ 25 mm)。产品技术规范允许时,可以使用其他类型试样,如第 10 章中提供的(见注 3)。

## 12 圆试样

**12.1** 示于图 4 的标准 0.500 in (12.5 mm) 直径圆



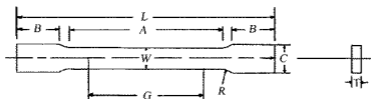
形试样,经常用于试验金属材料。

**12.2** 图4还示出与标准试样成比例的小尺寸试样。当试验材料不能制备标准试样或图3所示试样时,可以使用这种小尺寸试样。可以使用其他规格小尺寸圆形试样。在任何这类小尺寸试样中,重要的是测量伸长率的标距应为试样直径的四倍(见图

4,注4)。

**12.3** 标距之外的试样端部种类,必须适应所试验产品的形状,并适合试验机夹头或夹持装置,以使施加的轴向负荷偏心率和滑动最小。图5示出已取得满意结果的试样,这些试样具有各种类型端头。





尺寸

	标准试样				小尺寸试样			
	板型 1 1/2 in (40 mm) 宽				薄板型 1/2 in (12.5 mm) 宽		1/4 in (6 mm) 宽	
	8 in (200 mm) 标距		2 in (50 mm) 标距		in	mm	in	mm
G-标距(注1和注2)	8.00 ± 0.01	200 ± 0.25	200 ± 0.25	50.0 ± 0.10	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.010	1.000 ± 0.003	25.0 ± 0.08
W-宽度(注3,5和注6)	1 1/2 + 1/8 - 1/4	40 + 3 - 6	1 1/2 + 1/8 - 1/4	40 + 3 - 6	0.500 ± 0.010 0.010	12.5 ± 0.25	0.250 ± 0.002	6.25 ± 0.05
T-厚度(注7)	材料厚度	材料厚度	材料厚度	材料厚度	材料厚度	材料厚度	材料厚度	材料厚度
R-圆角半径,最小(注4)	1/2	13	1/2	13	1/2	13	1/4	6
L-全长,最小(注2和注8)	18	450	18	200	8	200	4	100
A-缩减段长度,最小	9	225	9	60	2 1/4	60	1 1/4	32
B-夹持段长度,最小(注9)	2	50	2	50	2	50	1 1/4	32
C-夹持段宽度,近似(注4,10和11)	50	2	50	2	3/4	20	3/8	10

注1:对于1 1/2 in (40 mm)宽的试样,测量断裂后标距的冲头标志应打在试样的扁平面或侧面,并在缩减段内。对8 in (200 mm)标距试样,可以采用一组9或更多个分开1 in (25 mm)的冲头标志,或者一或更多对分开8 in (200 mm)的冲头标志。对2 in (50 mm)标距可采用一组3或更多个分开1 in (25 mm)的冲头标志,或者一或更多对分开2 in (50 mm)的冲头标志。

注2:对于1/2 in (12.5 mm)宽的试样,测量断裂后伸长率的冲头标志应打在试样的扁平面或侧面,并在缩减段内。可以采用一组3个或更多个分开1 in (25 mm)的冲头标志。

注3:对于四种尺寸的试样,其缩减段端部宽度分别应不小于0.004, 0.02, 或0.001 in (0.10, 0.10, 0.05 或0.25 mm)以上。另外,可以有从二端向中心逐渐减小的宽度,但二端的宽度分别不得小于0.015 in (0.015 in, 0.005 in 或0.003 in (0.40, 0.40, 0.10 或0.08 mm)以上。

注4:对于每种试样类型,圆角半径必须以0.05 in (1.25 mm)的公差彼此相等,并且一端的二圆角的曲率中心必须以0.10 in (2.5 mm)的公差彼此相交(在一条垂直于中心线的直线内)。

注5:对于四种尺寸试样的每一种,需要时可采用较窄宽度(W和C)。在这种情况下,缩减段宽度应与被测试样许可宽度一样大;但是,若无特别规定,采用这种较窄试样时,产品技术规范中伸长率要求不适用。若材料宽度小于W,则在试样整个长度上,试样二侧面可做成平行的。

注6:通过标志在整个试样长度上平行的二侧面,可改进试样,试样的宽度和公差与以上规定的相同。需要时可采用较窄试样,在这种情况下,该宽度应与被测试样许可宽度一样大。若宽度为1/4 in (38 mm)或更小,则在试样整个长度上,试样二侧面可做成平行的。

注7:尺寸T是试件厚度,如适用产品技术规范中所提供的。1 1/2 in (40 mm)宽试样的最小公称厚度必须为3/8 in (5 mm),产品技术规范允许的除外。1/2 in (12.5 mm)和1/4 in (6 mm)宽试样的最小公称厚度必须分别为1 in (25 mm)和1/4 in (6 mm)。

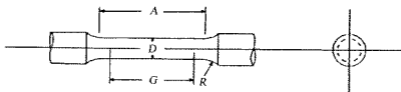
注8:为有助于在测试1/4 in (6 mm)宽试样期间获得轴向加载,试样全长应为同样大并为材料允许的。

注9:如果可能,希望使夹持段长度足够大,以便使试样伸到夹头里的距离等于或大于夹头长度的三分之二。若1/2 in (13 mm)宽试样的厚度超过1/4 in (10 mm),则可能需要更长的夹头,以及相应地更长的夹持段,以免夹持段损坏。

注10:对于标准薄板型试样和小尺寸试样,试样二端头必须与缩减段中心线对称,公差分别在0.01和0.005 in (0.25和0.13 mm)以内。此外,对于钢材,若1/2 in (12.5 mm)宽试样的端头对称,公差在0.05 in (1.0 mm)以内,则该试样可能被认为对所有试验令人满意,仲裁试验除外。

注11:对于标准板材型试样,试样二端头必须与缩减段中心线对称,公差在0.25 in (6.35 mm)以内,仲裁试验除外;在仲裁试验中,试样二端头必须与缩减段中心线对称,公差在0.10 in (2.5 mm)以内。

图3 矩形拉伸试样

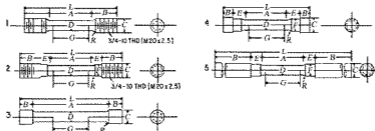


尺寸

公称直径	标准试样				与标准试样成比例的小尺寸试样					
	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
	0.500	12.5	0.350	8.75	0.250	6.25	0.160	4.00	0.113	2.50
G — 标距	2.00 ± 0.005	50.0 ± 0.10	1.400 ± 0.005	35.0 ± 0.10	1.000 ± 0.005	25.0 ± 0.10	0.640 ± 0.005	16.0 ± 0.10	0.450 ± 0.005	10.0 ± 0.10
D — 直径(注1)	0.500 ± 0.001	12.5 ± 0.025	0.350 ± 0.007	8.75 ± 0.18	0.250 ± 0.003	6.25 ± 0.08	0.160 ± 0.003	4.00 ± 0.08	0.113 ± 0.002	2.50 ± 0.05
R — 圆角半径, 最小	3/8	10	1/4	6	3/8	5	3/32	4	1/32	2
A — 缩减段长度, 最小(注2)	2 1/4	60	1 1/4	45	1 1/4	32	3/4	20	5/8	16

- 注1: 缩减段可具有从两端向中间逐渐减小的锥度, 两端直径上与中心相比, 应不大于1% (控制尺寸)。
- 注2: 如需要, 可增加缩减段长度以适用于标距的较长试验机。无论如何, 测量伸长率的标志都应置于所指示的标距处。
- 注3: 标距和圆角应如图所示, 但二端可为任何形状, 以配合试验机夹头, 使负荷必须沿轴向前 (见图9)。若试验二端夹持于楔形钳口, 则若可能, 希望使夹头长度足够长, 以便使试样伸入钳口的长度等于三分之二钳口长度或更长。
- 注4: 在图5和图6中的圆形试样上, 标距等于公称直径的直径。在某些产品技术规范中, 可能提供其他试样, 但是, 伸长率数值不可与在标准试样上获取的数值比较, 除非保持4至1的比率 (在尺寸公差以内)。
- 注5: 直径小于0.250 in (6.25 mm) 试样的使用, 必须限于以下情况: 被测材料尺寸不足以获取较大试样, 或各方同意用其作为验收试验。较小试样要求合适的设备和在机加工和试验二方面都更加成熟的技术。
- 注6: 五种经常使用的试样具有大约0.505, 0.357, 0.252, 0.160和0.113 in 直径, 原因在于可易于由负荷计算应力, 因为其横截面积分别等于或接近0.200, 0.100, 0.0500, 0.0200和0.0100 in<sup>2</sup>。这样, 当实际直径与这些数值一致时, 就可以相应地用简单的乘法系数5、10、20、50和100, 计算应力 (或强度)。(这些固定直径的米制等效值, 并不对应于任何横截面积和乘法系数)。

图4 2 in (50 mm) 标距标准 0.500 in (12.5 mm) 圆形拉伸试样和  
与标准试样成比例的小尺寸试样示例



尺寸

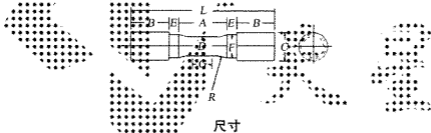
	试样 1		试样 2		试样 3		试样 4		试样 5	
	in	mm	in.	mm	in	mm	in	mm	in	mm
G—标距	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	2.00 ± 0.005	50.0 ± 0.10
D—直径(注 1)	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25
R—圆角半径, 最小	1/4	10	1/4	10	1/4	10	1/4	10	1/4	10
A—缩减段长度	2 1/4	60	2 1/4	60	4, 近似	100, 近似	2 1/4, 最小	60, 最小	2 1/4, 最小	60, 最小
L—总长, 近似	5	140	5	140	5 1/4	140	4 3/4	120	5 1/4	240
B—夹持段(注 2)	1 1/4, 近似	30	1 1/4, 近似	25	1 1/4, 近似	20, 近似	1 1/4, 近似	13, 近似	3, 最小	75, 最小
C—端面直径	3/4	20	3/4	20	1 1/4	16	3/4	22	3/4	20
E—台肩和圆角段长度, 近似	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
F—台肩直径	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

注 1: 缩减段可具有从两端向中心逐渐减小直径的圆角, 圆角直径应不大于 0.005 in (0.10 mm)。

注 2: 在试样 5 上, 要求使夹持段足够长, 以便试样能牢固地夹持在试验机的长度等于二分之一钳口长度或更长。

注 3: 所示端面形式适用于标准尺寸和材料, 对小尺寸或高强度材料, 推荐采用类似形式。对于高强度脆性材料, 推荐使用 UNF 系列螺纹, 如 1/4 × 24 和 1/2 × 28, 以避免螺纹部分断裂。

图 6 标准圆形拉伸试样端头的推荐型式



尺寸

	试样 1		试样 2		试样 3	
	in	mm	in	mm	in	mm
G—平行段长度	必须等于或大于直径 D					
D—直径	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.750 ± 0.015	20.0 ± 0.40	1.25 ± 0.025	30.0 ± 0.60
R—圆角半径, 最小	1	25	1	25	2	50
A—缩减段长度, 最小	1 1/4	32	1 1/2	38	2 1/4	60
L—总长, 最小	3 3/4	95	4	100	6 3/4	160
B—夹持段长度, 近似	1	25	1	25	1 3/4	45
C—端面直径, 近似	3/4	20	1 1/4	30	1 1/4	48
E—台肩长度, 最小	1/4	6	1/4	6	5/8	8
F—台肩直径	5/8 ± 1/64	16.0 ± 0.40	1 1/16 ± 1/64	24.0 ± 0.40	1 1/8 ± 1/64	36.5 ± 0.40

注 1: 必须表示缩减段和台肩(尺寸 A、D、E、F、G 和 R), 但端头可为任何形状以适应试验机夹头, 使得负荷在轴线上。通常端头为螺纹, 并具有上面输出的尺寸 B 和 C。

图 6 铸铁标准拉伸试样

表 1 圆形试样各种直径采用的放大系数

标准试样			与标准试样成比例的小尺寸试样					
0.500 in 圆			0.350 in 圆			0.250 in 圆		
实际直径 in	面积 in <sup>2</sup>	放大系数	实际直径 in	面积 in <sup>2</sup>	放大系数	实际直径 in	面积 in <sup>2</sup>	放大系数
0.490	0.1886	5.30	0.343	0.0924	10.82	0.245	0.0471	21.21
0.491	0.1893	5.28	0.344	0.0929	10.76	0.246	0.0475	21.04
0.492	0.1901	5.26	0.345	0.0935	10.70	0.247	0.0479	20.87
0.493	0.1909	5.24	0.346	0.0940	10.64	0.248	0.0483	20.70
0.494	0.1917	5.22	0.347	0.0946	10.57	0.249	0.0487	20.54
0.495	0.1924	5.20	0.348	0.0951	10.51	0.250	0.0491	20.37
0.496	0.1932	5.18	0.349	0.0957	10.45	0.251	0.0495	20.21
0.497	0.1940	5.15	0.350	0.0962	10.39	0.252	0.0499	20.05
0.498	0.1948	5.13	0.351	0.0968	10.33	0.253	0.0503	19.89
0.499	0.1956	5.11	0.352	0.0973	10.28	0.254	0.0507	19.74
0.500	0.1963	5.09	0.353	0.0979	10.22	0.255	0.0511	19.58
0.501	0.1971	5.07	0.354	0.0984	10.16	...	...	...
0.502	0.1979	5.05	0.355	0.0990	10.10	...	...	...
0.503	0.1987	5.03	0.356	0.0995	10.05	...	...	...
0.504	0.1995	5.01	0.357	0.1001	10.00	...	...	...
0.505	0.2003	4.99	...	...	...	...	...	...
0.506	0.2011	4.97	...	...	...	...	...	...
0.507	0.2019	4.95	...	...	...	...	...	...
0.508	0.2027	4.93	...	...	...	...	...	...
0.509	0.2035	4.91	...	...	...	...	...	...
0.510	0.2043	4.90	...	...	...	...	...	...

<sup>A</sup> 为简化(以磅每平方英寸为单位的)应力计算,可采用括号中的数值,如图 4 的注 5 所允许的。

### 13 度量标志

**13.1** 示于图 3 ~ 图 6 的试样,可以用中心眼冲子、划线、连续标点机或画墨线方法在标距上做标志。标志的作用是测定百分比伸长率。冲眼标志应轻、尖细和间距精确。标志处的应力集中会使硬试样易于在冲眼处开始断裂。必须使断裂后测量伸长率的度量标志在扁平拉伸试样的平面或边缘,并在平行

段内;对于 8 in 标距试样,如图 3,可以采用一或多组 8 in 度量标志,标距内的中间标距是任选的。矩形 2 in 标距试样,如图 3,和圆形试样,如图 4,用双点中心冲眼或划线标志做度量标志。可以用一或多组度量标志;但是,一组必须大致位于缩减段的中心。当试样为全截面时,必须遵守这些同样的注意事项。

## 14 拉伸性能的测定

**14.1 屈服点** 屈服点是材料的比出现应变增加而应力不增加时最大可达到应力稍小的应力。屈服点仅供用于呈明显应变增加而应力不增加这一单独特性的材料。应力-应变图的特点在于明显的拐点或不连续性。用以下方法之一测定屈服点:

**14.1.1 杠杆落下和指针停止法** 该方法中,在均匀速率下对试样施加强加的负荷。使用砝码和砝码试验机时,以近似稳定的速率移出砝码以保持杠杆平衡。达到材料屈服点时,负荷的增加将停止。但是,稍许移动砝码超过平衡位置,则试验机杠杆会在短暂但可估计的时间间隔内落下。当使用配备负荷指示盘的试验机时,则对应杠杆落下,就会有负荷指针的停止或暂停。记下“杠杆落下”或“指针停止”时的负荷,并记录相应的应力为屈服点。

**14.1.2 自动绘图法** 当采用自动绘图记录装置获得一有明显拐点的应力-应变图时,取对应拐点顶部的应力(图7)或曲线回落处的应力为屈服点。

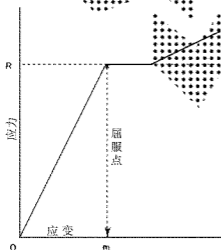


图7 表示对应于拐点顶部的屈服点的应力-应变图

**14.1.3 负荷下的总伸长法** 当采用在14.1.1和14.1.2中介绍的杠杆落下、指针停止或自动绘图法时,屈服点测试材料和试样可能不呈现表征屈服点的明显不成比例的变形时,则可用以下方法测定就

实际意义等同于屈服点的数值,并记录为屈服点:将C级或更高等级伸长测量仪(注4和注5)连接于试样。当达到产生规定伸长负荷(注6)时,记录对应该负荷的应力,作为屈服点(图8)。

**注4:**现在已有测定规定总伸长时的负荷而不绘制应力-应变图的自动装置。若其精度业经验证,可采用这类装置。也可采用放大量规或类似装置,只要其精度经验证与C级伸长测量仪相当。

**注5:**应参照E83实用规程。

**注6:**对于规定屈服点不超过80000 psi (550 MPa)的钢材,合适值为标距的0.005 in/in。对于80000 psi以上的值,此方法无效,除非总伸长增加。

**注7:**自动绘图测定的应力-应变(或负荷-伸长)曲线的这部分形状可能受多种因素影响,例如试样在夹头中的伸长,或由于剩余应力引起的试样弯曲和8.4.1节中允许的快荷加载。通常,当弹性模量线拟合该曲线时,应忽略曲线这部分偏差。在实践中,由于一些原因,应力-应变曲线的这部分可能不通过应力-应变图的原点。在这种情况下,就不是应力-应变图的原点,而是应力-应变曲线的直线部分与相关联的应变轴相交。所有的补偿和伸长都应从应力-应变曲线的直线部分与应变轴交点开始计算,而不一定是应力-应变图的原点。另见试验方法E8/E8M中的注32。

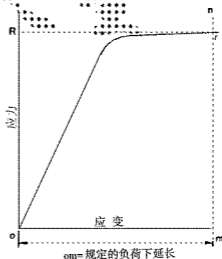


图8 用负荷下伸长法表示屈服点或屈服强度的应力-应变图

**14.2 屈服强度** 屈服强度是材料呈现应力与应变比率产生规定的极限偏差时的应力。这种偏差用应

变、百分比偏移率、负荷下的总伸长等表示。用以下方法之一测定屈服强度：

**14.2.1 偏移法** 为用偏移法测定屈服强度，就需获取数据（自动绘图的或数字的），由这些数据可以绘制应力-应变图，该图具有被测试材料的明晰的弹性模量特性。然后，在应力-应变图（图9）上画出等于规定偏移值的  $Om$ ，平行于  $OA$  画  $mn$ ，这样找到  $r$ ， $mn$  与应力-应变曲线的交叉点对应于负荷  $R$ ，后者是屈服强度负荷。在以此法获得的屈服强度的记录值中，必须在术语“屈服强度”后面的括号中表述规定或/采用的偏移数值，例如：

$$\text{屈服强度}(0.2\% \text{ 偏移}) = 52000 \text{ Psi}(360 \text{ MPa}) \quad (1)$$

当偏移为 0.2% 或更大时，所用伸长测量仪必须鉴定为在 0.05 至 1.0% 应变范围内。B2 级装置。若规定较小的偏移，可能需要鉴定更精密的装置（B1 级装置），或减小应变范围下限（例如，减至 0.01%），或者规定更精密装置，又减小下限。有关自动装置，又见注 9。

**注 8：**对于不含明晰弹性模量特性的应力-应变图，例如对于某些冷加工材料，建议采用负荷下伸长法。若偏移法用于不含明晰弹性模量特性的材料，则应采用基于被测试材料的弹性模量值：碳钢为 30000000 psi (207000 MPa)，铁素体不锈钢为 29000000 psi (200000 MPa)，奥氏体不锈钢为 28000000 psi (193000 MPa)。对于特殊合金，应与生产商联系，查询合适的弹性模量值。

**14.2.2 负荷下伸长 (EUL) 法** 对于决定材料（通过类似材料的先前试验已充分知悉该材料的应力-应变特性，在这些先前的试验中绘制了应力-应变图）接收或拒收的试验，将以令人满意的精度知悉对应于出现规定偏移（见注 9 和注 10）应力的总应变。达到该总应变时试样中的应力是屈服强度的值。在以此法获得的屈服强度的记录值中，必须在术语“屈服强度”后面的括号中表述规定或/采用的“伸长”，例如：

$$\text{屈服强度}(0.5\% \text{ EUL}) = 52000 \text{ psi}(360 \text{ MPa}) \quad (2)$$

采用 B1 级伸长测量仪能令人满意地获取总应

变（注 4、注 5 和注 7）。

**注 9：**现已有无需绘制应力-应变曲线就能测定残余变形屈服强度的自动装置。若这类装置的精度业经验证合格，则可以使用之。

**注 10：**负荷下伸长的合适量值，将随被测试具体钢材的强度范围发生明显的变化。通常，适于任何强度等级的负荷下伸长的数值，可由成比例的应变与在规定屈服强度下预期的塑性应变之和确定。采用以下公式：

$$\text{负荷下伸长量, 标距的 } in/in = (YS/E) + r \quad (3)$$

式中：

$YS$  = 规定屈服强度, psi 或 MPa;

$E$  = 弹性模量, psi 或 MPa; 和

$r$  = 极限塑性应变, in/in。

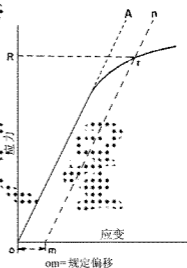


图9 用偏移法测定屈服强度的应力-应变图

**14.3 抗拉强度** 以拉伸试验期间试样所受最大负荷除以试样初始横截面积计算抗拉强度。

#### 14.4 伸长率

**14.4.1** 将已拉断试样的二端仔细拼合在一起，测量度量标志间的距离，对于 2 in 和更小的标距，测量精确到 0.01 in (0.25 mm)，对于 2 in 以上的标距，测量精确到标距的 0.5%。可以使用读数值为 0.5% 标距的百分尺。伸长率是标距在长度上的增加。在记录的伸长率数值中，应给出增加百分比和初始标距二者。

**14.4.2** 若断裂的任何部分发生在标距中间一半范围以外,或在缩减段洋冲或划线标志上,则所获得的伸长率值可能不代表该材料。若这样测量的伸长率附合规定的最低限度要求,就表示不需再做试验,但是,若伸长率小于最低要求,则这次试验作废,并重做试验。

**14.4.3** 采用伸长测量仪的自动拉伸试验法,可供在以下介绍的一种方法中使用。可以这种方式或在以上介绍的方法中那样拼合断裂端头,测量伸长率。每种结果都有效。

**14.4.4** 断裂时的伸长率定义为,恰在与断裂相关的力突然减小之前测得的伸长率。对于许多不呈显力突然减小特性的塑性材料,断裂时的伸长率可取为恰在力降低到试验期间所遇到的最大力的80%以前测得的应变。

**14.4.4.1** 断裂时的伸长率必须包括弹性和塑性伸长率,并可按采用伸长测量仪的自动绘图或自动方法测定之,该测量仪应在整个所关注的应变范围内加以校核。对于具有小于5%伸长率的材料,采用B2或更高级伸长测量仪;对于具有大于5%但小于50%伸长率的材料,采用D或更高级伸长测量仪;对于具有等于或大于50%伸长率的材料,采用D或更高级伸长测量仪。在所有这些情况下,伸长测量仪的标距必须是被测试试样所要求的公称标距。由于未能充分地将被断裂端头拼合在一起,采用以前章节中的手动方法测得的断裂后伸长率,可能与用伸长测量仪测定的断裂处伸长率不同。

**14.4.4.2** 可以直接由断裂处伸长率数据计算断裂时伸长率,并加以报告,取代如在14.4.1中计算的百分比伸长率。但是,这两种参数是不可互换的。采用断裂时伸长率法通常提供重复性更高的结果。

**14.5 断面积收缩率** 将断裂试样端头拼合在一起,并以与测量原始尺寸相同的精度,测量最小横截面处的平均直径或宽度和厚度。这样测得的面积与原始横截面面积之差,表示为原始面积的百分比,即为断面收缩率。

## 弯曲试验

### 15 说明

**15.1** 弯曲试验是评估材料塑性的一种方法,但不能被当做预测弯曲操作中运行性能的定量方法。弯曲试验的刚度主要是弯曲角度和试样弯曲内径及试样横截面积的函数。这些条件随试样取样部位和方向、化学成分、拉伸性能、硬度、型式和规定的钢材质量改变。进行试验的方法,可参考E190试验方法和E290试验方法。

**15.2** 若无其他规定,必须允许试件做时效处理。所采用的时间-温度循环必须使先前工序的影响无实质的改变。可在室温下,放置24至48小时以完成时效,或者在水中煮沸、在油中或炉内加热至适度升高的温度,以便在较短时间内完成时效。

**15.3** 在室温下弯曲试样至由适用产品技术规范指定标距内径,达到规定程度。通常,弯曲速度并不是重要因素。

## 硬度试验

### 16 概述

**16.1** 硬度试验是测定材料抗压入性能的方法,偶尔用于快速获取近似抗拉强度。表2、表3、表4和表5是不同硬度值之洛氏硬度和近似抗拉强度之间的换算值。已由计算机生成的曲线获取这些换算值,并提供达0.1点的精度,以便允许精确再现这些曲线。全部换算值都应被当作近似值。全部洛氏和维氏硬度换算值必须圆整至最接近的整数。

#### 16.2 硬度试验

**16.2.1** 如果产品技术规范允许用替代硬度试验确定是否符合规定的硬度要求,则必须使用列于表2、表3、表4和表5的换算值。

**16.2.2** 记录换算的硬度数值时,测得的硬度和试验标度必须表示在括号中,例如:353 HBW (38 HRC)。这表示,曾用洛氏C标度获取的硬度值为38,转换为布氏硬度值为353。



表 2 非奥氏体钢近似硬度换算值<sup>A</sup> (洛氏 C 硬度至其他硬度值)

洛氏 C 标度, 150 kgf 负荷, 金刚石压头	维氏 硬度	布氏硬度, 3000 kgf 负 荷, 钢球直 径 10 毫米	努氏硬度, 500kgf 或 以上负荷	洛氏 A 标度, 60 kgf 负荷, 金刚石压头	洛氏表面硬度			近似抗拉 强度 ksi (MPa)
					15N 标度 15 kgf 负 荷, 金刚 石压头	30N 标度 30 kgf 负 荷, 金刚 石压头	45N 标度 45 kgf 负 荷, 金刚 石压头	
68	940	...	920	85.6	93.2	84.4	75.4	...
67	900	...	895	85.0	92.9	83.6	74.2	...
66	865	...	870	84.5	92.5	82.8	73.3	...
65	832	739	846	83.9	92.2	81.9	72.0	...
64	800	722	822	83.4	91.8	81.1	71.0	...
63	772	706	799	82.8	91.4	80.1	69.9	...
62	746	688	776	82.3	91.1	79.3	68.8	...
61	720	670	754	81.8	90.7	78.4	67.7	...
60	697	654	732	81.2	90.2	77.5	66.6	...
59	674	634	710	80.7	89.8	76.6	65.5	351 (2420)
58	653	615	690	80.1	89.3	75.7	64.3	338 (2330)
57	633	595	670	79.6	88.9	74.8	63.2	325 (2240)
56	613	577	650	79.0	88.3	73.9	62.0	313 (2160)
55	595	560	630	78.5	87.9	73.0	60.9	301 (2070)
54	577	543	612	78.0	87.4	72.0	59.8	292 (2010)
53	560	525	594	77.4	86.9	71.2	58.6	283 (1950)
52	544	512	576	76.8	86.4	70.2	57.4	273 (1890)
51	528	496	558	76.3	85.9	69.4	56.1	264 (1820)
50	513	482	544	75.9	85.5	68.5	55.0	255 (1760)
49	498	468	528	75.2	85.0	67.6	53.8	246 (1700)
48	484	454	510	74.7	84.5	66.7	52.5	238 (1640)
47	471	442	495	74.1	83.9	65.8	51.4	229 (1580)
46	458	430	480	73.6	83.5	64.8	50.3	221 (1520)
45	446	421	466	73.1	83.0	64.0	49.0	215 (1480)
44	434	409	452	72.6	82.5	63.1	47.8	208 (1430)
43	423	400	438	72.0	82.0	62.2	46.7	201 (1390)
42	412	390	426	71.5	81.5	61.3	45.5	194 (1340)
41	402	381	414	71.0	80.9	60.4	44.3	188 (1300)
40	392	371	402	70.4	80.4	59.5	43.1	182 (1250)
39	382	362	391	69.9	79.9	58.6	41.9	177 (1220)
38	373	353	380	69.4	79.4	57.7	40.8	171 (1180)
37	364	344	370	68.9	78.8	56.8	39.6	166 (1140)
36	355	335	360	68.4	78.3	55.9	38.4	161 (1110)
35	347	327	351	67.9	77.7	55.0	37.2	156 (1080)
34	339	319	342	67.4	77.2	54.2	36.1	152 (1050)
33	327	311	334	66.8	76.6	53.3	34.9	149 (1030)
32	318	301	325	66.3	76.1	52.4	33.7	146 (1010)
31	310	294	317	65.8	75.6	51.3	32.5	141 (970)
30	302	286	309	65.3	75.0	50.4	31.3	138 (950)
29	294	279	304	64.6	74.5	49.5	30.1	135 (930)
28	286	271	297	64.3	73.9	48.6	28.9	131 (900)
27	279	264	290	63.8	73.3	47.7	27.8	128 (880)
26	272	258	284	63.3	72.8	46.8	26.7	125 (860)
25	266	253	278	62.8	72.2	45.9	25.5	123 (850)
24	260	247	272	62.4	71.6	45.0	24.3	119 (820)
23	254	243	266	62.0	71.0	44.0	23.1	117 (810)
22	248	237	261	61.5	70.5	43.2	22.0	115 (790)
21	243	231	256	61.0	69.9	42.3	20.7	112 (770)
20	238	226	251	60.5	69.4	41.5	19.6	110 (760)

<sup>A</sup> 本表给出钢的硬度值与近似抗拉强度的近似相互关系。各种成分和加工经历的钢,在硬度-抗拉强度之间的关系方面,将可能偏离该表给出的数据。该表中的数据不得用于奥氏体不锈钢,但已被证明适用于铁素体和马氏体不锈钢。本表中的数据应用于确立硬拉钢丝的硬度值与抗拉强度之间的关系。需要更精确换算的场合,则应针对每种成分的钢、热处理和零件专门制定换算值。需注意,此转换表用于接收或拒收产品,其中相互间近似数值可能会影响到接收或拒收。

表3 非奥氏体钢近似硬度换算值<sup>1</sup>(洛氏 B 硬度至其他硬度值)

洛氏 B 硬度, 100 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	维氏 硬度	布氏硬度, 3000 kgf 负 荷, 10 mm 球形压头	洛氏硬度, 500 kgf 或 以上负荷	洛氏 A 硬度, 60 kgf 负荷 金刚石压头	洛氏 F 度, 60 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	洛氏表面硬度			近似抗拉 强度 ksi (MPa)
						15T 标准, 15 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	30T 标准, 30 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	45T 标准, 45 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	
100	240	240	251	61.5	...	93.1	83.1	72.9	116 (800)
99	234	234	246	60.9	...	92.8	82.5	71.9	114 (785)
98	228	228	241	60.2	...	92.5	81.8	70.9	109 (750)
97	222	222	236	59.5	...	92.1	81.1	69.9	104 (715)
96	216	216	231	58.9	...	91.8	80.4	68.9	102 (705)
95	210	210	226	58.3	...	91.5	79.8	67.9	100 (690)
94	205	205	221	57.6	...	91.2	79.1	66.9	98 (675)
93	200	200	216	57.0	...	90.8	78.4	65.9	94 (650)
92	195	195	211	56.4	...	90.5	77.8	64.8	92 (635)
91	190	190	206	55.8	...	90.2	77.1	63.8	90 (620)
90	185	185	201	55.2	...	89.9	76.4	62.8	89 (615)
89	180	180	196	54.6	...	89.5	75.8	61.8	88 (605)
88	176	176	192	54.0	...	89.2	75.1	60.8	86 (590)
87	172	172	188	53.4	...	88.9	74.4	59.8	84 (580)
86	169	169	184	52.8	...	88.6	73.8	58.8	83 (570)
85	165	165	180	52.2	...	88.2	73.1	57.8	82 (565)
84	162	162	176	51.6	...	87.9	72.4	56.8	81 (560)
83	159	159	173	51.1	...	87.6	71.8	55.8	80 (550)
82	156	156	170	50.6	...	87.3	71.1	54.8	77 (530)
81	153	153	167	50.0	...	86.9	70.4	53.8	73 (505)
80	150	150	164	49.5	...	86.6	69.7	52.8	72 (495)
79	147	147	161	48.9	...	86.3	69.1	51.8	70 (485)
78	144	144	158	48.3	...	86.0	68.4	50.8	69 (475)
77	141	141	155	47.7	...	85.6	67.7	49.8	68 (470)
76	139	139	152	47.2	...	85.3	67.1	48.8	67 (460)
75	137	137	150	46.6	...	85.0	66.4	47.8	66 (455)
74	135	135	147	46.3	...	84.7	65.7	46.8	65 (450)
73	132	132	145	45.8	...	84.3	65.1	45.8	64 (440)
72	130	130	143	45.3	...	84.0	64.4	44.8	63 (435)
71	127	127	141	44.8	...	83.7	63.7	43.8	62 (425)
70	125	125	139	44.3	...	83.4	63.1	42.8	61 (420)
69	123	123	137	43.8	...	83.0	62.4	41.8	60 (415)
68	121	121	135	43.3	...	82.7	61.7	40.8	59 (405)
67	119	119	133	42.8	...	82.4	61.0	39.8	58 (400)
66	117	117	131	42.3	...	82.1	60.4	38.7	57 (395)
65	116	116	129	41.8	...	81.8	59.7	37.7	56 (385)
64	114	114	127	41.4	...	81.4	59.0	36.7	...
63	112	112	125	40.9	...	81.1	58.4	35.7	...
62	110	110	124	40.3	...	80.8	57.7	34.7	...
61	108	108	122	39.9	...	80.5	57.0	33.7	...
60	107	107	120	39.5	...	80.1	56.4	32.7	...
59	106	106	118	39.0	...	79.8	55.7	31.7	...
58	104	104	117	38.6	...	79.5	55.0	30.7	...
57	103	103	115	38.1	...	79.2	54.4	29.7	...
56	101	101	114	37.7	...	78.8	53.7	28.7	...
55	100	100	112	37.2	...	78.5	53.0	27.7	...
54	...	...	111	36.8	...	78.2	52.4	26.7	...
53	...	...	110	36.3	...	77.9	51.7	25.7	...
52	...	...	109	35.9	...	77.5	51.0	24.7	...
51	...	...	108	35.5	...	77.2	50.3	23.7	...
50	...	...	107	35.0	...	76.9	49.7	22.7	...
49	...	...	106	34.6	...	76.6	49.0	21.7	...
48	...	...	105	34.1	...	76.2	48.3	20.7	...
47	...	...	104	33.7	...	75.9	47.7	19.7	...
46	...	...	103	33.3	...	75.6	47.0	18.7	...
45	...	...	102	32.9	...	75.3	46.3	17.7	...
44	...	...	101	32.4	...	74.9	45.7	16.7	...
43	...	...	100	32.0	...	74.6	45.0	15.7	...
42	...	...	99	31.6	...	74.3	44.3	14.7	...
41	...	...	98	31.2	...	74.0	43.7	13.6	...
40	...	...	97	30.7	...	73.6	43.0	12.6	...
39	...	...	96	30.3	...	73.3	42.3	11.6	...
38	...	...	95	29.9	...	73.0	41.6	10.6	...
37	...	...	94	29.5	...	72.7	41.0	9.6	...
36	...	...	93	29.1	...	72.3	40.3	8.6	...
35	...	...	92	28.7	...	72.0	39.6	7.6	...
34	...	...	91	28.2	...	71.7	39.0	6.6	...
33	...	...	90	27.8	...	71.4	38.3	5.6	...

表 3 (续)

洛氏 B 标度, 100 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	维氏 硬度	布氏硬度, 3000 kgf 负 荷, 10 mm 球形压头	洛氏硬度, 500 kgf 或 以上负荷	洛氏 A 标度, 60 kgf 负荷 金刚石压头	洛氏 F 度, 60 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	洛氏表面硬度			
						15T 标度, 15 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	30T 标度, 30 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	45T 标度, 45 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	近似抗拉 强度 ksi (MPa)
32	...	...	89	27.4	75.2	71.0	37.6	4.6	...
31	...	...	88	27.0	74.6	70.7	37.0	3.6	...
30	...	...	87	26.6	74.0	70.4	36.3	2.6	...

<sup>A</sup> 本表给出钢的硬度值与近似抗拉强度的近似相互关系。各种成分和加工经历的钢,在硬度-抗拉强度之间的关系方面,将可能偏离该表给出的数据。该表中的数据不得用于奥氏体不锈钢,但已被证明适用于铁素体和马氏体不锈钢。本表中的数据应不用于确立硬拉钢丝的硬度值与抗拉强度之间的关系。需要更精确换算的场合,则应针对每种成分的钢、热处理和零件专门制定换算值。

表 4 奥氏体钢近似硬度换算值(洛氏 C 标度至其他硬度值)

洛氏 C 标度, 150 kgf 负荷, 金刚石压头	洛氏 A 标度, 60 kgf 负荷, 金刚石压头	洛氏 B 标度, 100 kgf 负荷, 金刚石压头	洛氏表面硬度	
			15N, 15 kgf 负荷, 金刚石压头	30N, 30 kgf 负荷, 金刚石压头
48	74.4	84.1	66.2	52.1
47	73.9	83.9	65.3	50.9
46	73.4	83.7	64.5	49.8
45	72.9	83.5	63.6	48.7
44	72.4	83.3	62.7	47.5
43	71.9	83.1	61.8	46.4
42	71.4	83.0	61.0	45.2
41	70.9	82.8	60.2	44.1
40	70.4	82.6	59.4	43.0
39	69.9	82.5	58.6	41.8
38	69.3	82.4	57.8	40.7
37	68.8	82.3	57.0	39.6
36	68.3	82.2	56.2	38.4
35	67.8	82.1	55.4	37.3
34	67.3	82.0	54.9	36.1
33	66.8	81.9	54.1	35.0
32	66.3	81.8	53.3	33.9
31	65.8	81.7	52.5	32.7
30	65.3	81.6	51.7	31.6
29	64.8	81.5	51.0	30.4
28	64.3	81.4	50.2	29.3
27	63.8	81.3	49.4	28.2
26	63.3	81.2	48.6	27.0
25	62.8	81.1	47.8	25.9
24	62.3	81.0	47.0	24.8
23	61.8	80.9	46.2	23.6
22	61.3	80.8	45.3	22.5
21	60.8	80.7	44.4	21.3
20	60.3	80.6	43.5	20.2

17 布氏硬度试验

17.1 说明

17.1.1 规定负荷经一规定直径的碳化钨施加于被测试试样一平坦表面。以压痕的平均直径为基础计算布氏硬度值。假定压痕是球形的,所施加的负荷除以压痕表面面积的商被称做布氏硬度值(HBW),计算公式为:

$$HBW = P / [(\pi D / 2)(D - \sqrt{D^2 - d^2})] \quad (4)$$

式中:

- HBW = 布氏硬度值;
- P = 施加的负荷, kgf;
- D = 碳化钨球直径, mm; 和
- d = 压痕平均直径, mm。

注 11: 布氏硬度值更方便地由标准表格获得, 如表 6, 通常以 0.05 mm 的增量显示对应各种压痕直径的硬度值。

表 5 奥氏体钢近似硬度换算值(洛氏 B 标度至其他硬度值)

洛氏 B 标度, 100kgf 负荷, 1/16 in (1.588mm) 球形压头	布氏压痕 直径, mm	布氏硬度, 3000 kgf 负 荷, 10 mm 球形压头	洛氏 A 标度, 60 kgf 负荷 金刚石压头	洛氏表面硬度		
				15T 标度, 15 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	30T 标度, 30 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头	45T 标度, 45 kgf 负荷, 1/16 in (1.588 mm) 球形压头
100	3.79	256	61.5	91.5	80.4	70.2
99	3.85	248	60.9	91.2	79.7	69.2
98	3.91	240	60.3	90.8	79.0	68.2
97	3.96	233	59.7	90.4	78.3	67.2
96	4.02	226	59.1	90.1	77.7	66.1
95	4.08	219	58.5	89.7	77.0	65.1
94	4.14	213	58.0	89.3	76.3	64.1
93	4.20	207	57.4	88.9	75.6	63.1
92	4.24	202	56.8	88.6	74.9	62.1
91	4.30	197	56.2	88.2	74.2	61.1
90	4.35	192	55.6	87.8	73.5	60.1
89	4.40	187	55.0	87.5	72.8	59.0
88	4.45	183	54.5	87.1	72.1	58.0
87	4.51	178	53.9	86.7	71.4	57.0
86	4.55	174	53.3	86.4	70.7	56.0
85	4.60	170	52.7	86.0	70.0	55.0
84	4.65	167	52.1	85.6	69.3	54.0
83	4.70	164	51.5	85.2	68.6	52.9
82	4.74	161	50.9	84.9	67.9	51.9
81	4.79	158	50.4	84.5	67.2	50.9
80	4.84	155	49.8	84.1	66.5	49.9

注 12: 在 E10 试验方法中, 以 SI 单位表示材料硬度时, 直径并以 0.05 mm 读数估计读出直径值。

采用 kg/m 单位。

**17.1.2 利用 10 mm 碳化钨球形压头的标准布氏硬度试验** 对于硬质材料, 采用 3000 kgf 负荷, 对于薄截面或软质材料, 采用 1500 或 500 kgf 负荷(见附录 A2 钢管制品)。规定时, 可采用其他负荷和不同直径的压头。在记录的硬度值中, 必须表示球形压头直径和负荷, 采用 10 mm 直径球形压头直径和 3000 kgf 负荷时除外。

**17.1.3** 仅对于淬火和回火或正火和回火材料, 才能适当地规定一个硬度范围。对于退火材料, 应仅规定最大硬度值。对于正火材料, 按协议, 可规定最小或最大硬度值。通常, 对于未经处理的材料, 无硬度要求。

**17.1.4** 未规定拉伸性能时, 可要求布氏硬度。

**17.2 设备** 设备必须符合以下要求:

**17.2.1 试验机** 对于布氏硬度试验机, 在整个负荷范围内其负荷测量装置精度达  $\pm 1\%$  时, 可以接受供试验使用。

**17.2.2 测量显微镜** 用于测量压痕直径的测量显微镜的千分尺刻度, 必须能直接以 0.1 mm 读数测量

直径, 并以 0.05 mm 读数估计读出直径值。  
注 13: 该要求仅适用于显微镜结构, 不是对测量压痕的要求。见 17.4.3。

**17.2.3 标准球** 布氏硬度测试用标准碳化钨球为 10 mm (0.3937 in) 直径, 在任何直径上与该值的偏差不大于 0.005 mm (0.0004 in)<sup>\*</sup>。当以 3000 kgf 的力压于试样时, 所用碳化钨球必须不显示大于 0.0f mm (0.0004 in) 的直径变化。根据以上试验方法, 钢球试验将不再继续用在布氏硬度试验。

**17.3 试样** 布氏硬度试验在预先制备区域进行, 并必须从表面去除足够多的金属, 以便去除脱碳金属和其他表面凹凸处。被测试件的厚度, 必须使在试样压痕面的背面不出现表示负荷影响的凸起或其他痕迹。

**17.4 试验规程**

**17.4.1** 重要的是, 适用产品技术规范清楚地规定压印布氏硬度压痕的位置, 以及所需这类压痕的数目。压痕中心至试件边缘或另一压痕边缘的距离, 必须至少为压痕直径的 2.5 倍。

\* 原文如此, 似应为 0.005 mm (0.0002 in)。—译注





17.4.2 施加负荷应在 10 至 15 秒。

17.4.3 压痕直径的测量,应按照 E10 试验方法进行。

17.4.4 对于硬度超过 650 HBW 的材料,不推荐布氏硬度试验。

17.4.4.1 若在试样的试验中使用一压球,该试样显示其布氏硬度数大于如在 17.4.4 节中详述的球的极限值,则必须弃置该球并用新球取代,或重新测量,以确保符合 E10 试验方法的要求。

## 17.5 布氏硬度试验值

17.5.1 布氏硬度试验值不是在于指定的数字,因为它必须表明压痕使用在实验中。布氏硬度的数值象征 HBW,需附加以下数值来说明:

17.5.1.1 球的直径, mm。

17.5.1.2 硬度试验值表示于所施用的负荷。

17.5.1.3 施压时间除另有规定,否则应为 10 至 15 秒。

17.5.1.4 上面所作材料要求的 10 至 15 秒唯一的例外是 HBW 10/3000,只有在这个布氏硬度试验下和 HBW 一样简单。

17.5.1.5 示例:220 HBW = 一个布氏硬度 220 直径 10 mm 的球,以 3000 kgf 的力压 10 至 15 秒;150 HBW 5/1500 = 一个布氏硬度 350 直径 5 mm 的球,以 1500 kgf 的力压 10 至 15 秒。

17.6 详细过程 对于本试验的详细要求,必须参考 E10 试验方法的最新修订版本。

## 18 洛氏硬度试验

### 18.1 说明

18.1.1 在该试验中,在某种任意固定的条件下,通过测定金刚石尖头或碳化钨硬质合金球压入试样压痕深度获取硬度值。首先施加 10 kgf 的次负荷,形成一初始压痕,在材料上调整压头并保持其位置。施加一取决于所用标度的主负荷,增加压痕深度。撤除主负荷,而次负荷仍起作用,测定与主次负荷压痕之差成比例的洛氏硬度值;这通常由试验机做,并显示在一度盘、数字显示器、打印机或其他装置

上。这是一个任意数,随硬度增加而增加。最常用的标度如下:

标度符号	压头	主负荷	次负荷
		kgf	kgf
B	1/16 in 碳化钨球	100	10
C	金刚石压头	150	10

18.1.2 洛氏表面硬度机用于测试特薄钢材或薄的表面数层。在碳化钨硬质合金球(或硬质钢球)或金刚石压头上施加 15、30 或 45 kgf 的负荷,覆盖与较大负荷相同的硬度值范围。只有按照规范 A623 和 A623M 对锡轧制薄板产品进行试验,采用具有金刚石点砧的 HR15T 和 HR30T 目标值,才允许使用硬质钢球(该产品采用碳化钨压头进行试验会得出与采用硬质钢球的历史试验数据非常不同的结果)。表面硬度标度如下:

标度符号	压头	主负荷	次负荷
		kgf	kgf
15T	1/16 in 碳化钨或钢球	15	3
30T	1/16 in 碳化钨或钢球	30	3
45T	1/16 in 碳化钨	45	3
15N	金刚石压头	15	3
30N	金刚石压头	30	3
45N	金刚石压头	45	3

18.2 报告硬度 在记录的硬度值中,硬度数必须总是在标度符号前,例如:96 HRBW,40 HRC,75 HR15N,56 HR30TS,或 77 HR30TW。后缀 W 意为使用碳化钨球。后缀 S 意为使用 18.1.2 允许的硬质钢球。

18.3 试块 应以标准洛氏硬度试块检查硬度机,确信其处于良好状态。

18.4 详细规程 关于该试验的详细要求,必须参考 E18 试验方法的最新修订版本。

## 19 便携式硬度试验

19.1 虽然本标准通常倾向于采用固定位置的布氏或洛氏硬度实验方法,但由于试件的尺寸、位置或其他后勤方面的原因,使用这种设备进行硬度试验并不

总是可行的。在这种情况下,使用试验方法 A956、A1038 和 E10 中描述的便携设备的硬度试验,其试验结果报告必须严格符合所选用标准的要求(见下面例子)。可以采用标准规程 A833,尽管由于规程 A833 没有一个精度和偏差声明,它可能不总是适合作为一个验收标准。

**19.1.1 规程 A833** 测得的硬度值必须根据标准方法进行报告,并且以 HBC 标号后跟对比试棒硬度的形式表示,以表明它是由便携式比较硬度测试仪测得的,如下所示:

**19.1.1.1 232 HBC/240** 此处 232 是采用便携式比较硬度试验方法(HBC)得到的硬度值,240 是对比试棒的布氏硬度。

**19.1.2 试验方法 A956:**

**19.1.2.1** 测得的硬度值必须根据标准方法进行报告,并且附加插入里氏冲击装置,以表明它是由便携式硬度测试仪测得的,如下所示:

**(1) 350HLD** 此处 350 是使用插入式 HLD 冲击装置的里氏硬度试验方法得到的硬度值。

**19.1.2.2** 当报告的硬度值是由里氏数据转换的,所使用的移动设备必须在括号内注明,例如:

**(1) 350HB(HLD)** 此处表示原始的硬度试验通过采用 HLD 冲击装置的里氏硬度试验方法进行的,并且转换成了布氏硬度值(HB)。

**19.1.3 试验方法 A1038** 测得的硬度值必须根据标准方法进行报告,并且在括号内附加 UCI,以表示它是由便携硬度测试仪测得的,如下所示:

**19.1.3.1 446 HV(UCI) 10** 此处 446 是在 10kgf 的压力下使用移动 UCI 试验方法得到的硬度值。

**19.1.4 试验方法 E110** 测得的硬度值必须根据标准方法进行报告,并且附加/P,以表示它是由便携硬度测试仪测得的,如下所示:

**19.1.4.1 洛氏硬度示例:**

**(1) 40 HRC/P** 此处 40 是采用洛氏 C 便携试验方法得到的硬度值。

**(2) 72 HRBW/P** 此处 72 是采用碳化钨硬质合金球压头的洛氏 B 便携试验方法得到的硬度值。

**19.1.4.2 布氏硬度示例:**

**(1) 220 HBW/P 10/3000** 此处 220 是采用直径为 10mm 的金刚石球、施加了 10 至 15 秒 3000 kgf (29.42 kN) 压力的布氏便携试验方法得到硬度值。

**(2) 350 HBW/P 5/750** 此处 350 是采用直径为 5mm 的金刚石球、施加了 10 至 15 秒 750 kgf (7.355 kN) 压力的布氏便携试验方法得到硬度值。

## 夏比冲击试验

### 20 综述

**20.1** 夏比 V-形缺口冲击试验是一种动态试验,试验中,在专门设计的试验机上,用单次冲击打击并击断有缺口的试样。测得的试验值可以是吸收能量、剪断百分比、缺口背面侧向扩展量或其组合。

**20.2** 在产品技术规范或一般要求技术规范(下文通称技术规范)中,通常规定室温(环境温度)以外的试验温度。虽然试验温度有时与预期运行温度有关,但二者无须相同。

### 21 含义和应用

**21.1 塑性 vs 脆性效应** 当在一温度范围以内做冲击试验时,体心立方或铁素体合金呈现明显的效应转变。在转变温度以上,冲击试样由塑性(一般为晶体延性)机制断裂,吸收较大能量。在转变温度以下,冲击试样由脆性(通常为劈断)机制断裂,明显吸收较少能量。在转变范围以内,断裂通常是塑性断裂断面与脆性断裂断面的混合。

**21.2** 从一种类型效应向另一种类型效应的转变温度范围,根据所试材料变化。为制定技术规范,这种转变效应可以各种方式定义。

**21.2.1** 技术规范可能要求在某规定试验温度处的吸收能量、断口形貌、侧向扩展或其组合的最小测试结果。

**21.2.2** 技术规范可能要求在某一温度范围内进行试验时,确定吸收能量或断口形貌达到规定水平的转变温度。当达到要求的最小剪切断口(n)百分比的温度下,规范可以要求确定裂纹扩展转变温度



(FATT<sub>n</sub>)。

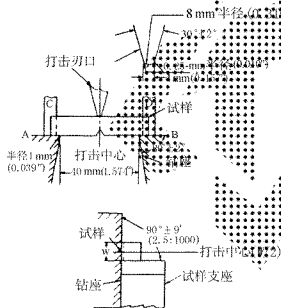
21.3 冲击试验含义的更详尽资料见附录 A5。

## 22 设备

### 22.1 试验机

22.1.1 夏比冲击试验机是一种用自由摆锤的单次冲击使带有缺口试样断裂的设备。由一固定于高度释放摆锤,由于已知摆动以前摆锤被抬起的高度及摆锤的质量,所以冲击能量是预定好的。提供一种方法指示击断试样时被吸收的能量。

22.1.2 试验机的另一重要装置是夹紧装置(见图 10),设计用于在一精确位置处,象简支梁那样支承试样。安置夹紧装置,使试样缺口面呈垂直位置;摆锤冲击正对缺口的另一垂直面。试样支承和打击刃口的尺寸,必须符合图 10。



若无其他规定,全部尺寸公差应为  $\pm 0.05 \text{ mm}$  ( $0.002 \text{ in}$ )。

注 1: A 必须与 B 平行,在 2:1000 以内,并与 B 共面,在  $0.05 \text{ mm}$  ( $0.002 \text{ in}$ ) 以内。

注 2: C 必须与 D 平行,在 20:1000 以内,并与 D 共面,在  $0.125 \text{ mm}$  ( $0.005 \text{ in}$ ) 以内。

注 3: 未标志部分表面粗糙度必须为  $4 \mu\text{m}$  ( $125 \mu\text{in}$ )。

注 4: 摆锤拐角半径的公差必须为  $-0.05 \text{ mm}$  ( $0.002 \text{ in}$ ) /  $+0.50 \text{ mm}$  ( $0.020 \text{ in}$ )。

图 10 夏比(简支梁)冲击试验

22.1.3 用于测试钢材的夏比试验机通常具有 220 至 300 ft-lbf (300 ~ 400 J) 能量范围的能力。有时用

较小能力的试验机;试验机的能力实际上应超过试样的吸收能量(见 E23 试验方法)。冲击点处的线速度应在  $16 \sim 19 \text{ ft/s}$  ( $4.9 \sim 5.8 \text{ m/s}$ ) 范围内。

注 14: 已有关于摆锤半径影响的调查<sup>⑥</sup>。

### 22.2 温度介质

22.2.1 对于除室温以外温度下的试验,需要在受控温度介质中调节夏比试样。

22.2.2 低温介质通常是被冷却的液体(例如水、冰加水、干冰加有机溶剂或液氮)或冷却气体。

22.2.3 高温介质通常是被加热的液体,例如矿物油或硅油。也可用循环热风炉。

22.3 装卸设备 夹钳,特别适应配合冲击试样上的缺口,通常用于从介质中取出试样,并将其置于砧座(参考 E23 试验方法)。试验机夹紧装置不提供试样自动对中心功能时,夹钳可精密机加工,以便对

## 23 取样和试样数目

### 23.1 取样

23.1.1 试验部位和方向应由技术规范提出。若未提出,对于轧锻制品,试验部位必须与拉伸试验相同,而方向必须为纵向,缺口垂直于所试产品主表面。

#### 23.1.2 试样数目

23.1.2.1 所有用于夏比从其试验的试样必须取自同一试件或试验部位。

23.1.2.2 当技术规范要求最低平均试验结果时,必须测试三个试样。

23.1.2.3 当技术规范要求测定转变温度时,通常需要 8 至 12 个试样。

### 23.2 型式和尺寸

23.2.1 采用如图 11 所示的标准全尺寸夏比 V-型缺口冲击试样,23.2.2 节中允许的除外。

#### 23.2.2 小尺寸试样

23.2.2.1 对于厚度小于  $\frac{1}{8} \text{ in}$  ( $11 \text{ mm}$ ) 的扁材,或预期吸收能量超过满刻度的 80% 时,采用标准小尺

⑥ 支持的数据已提交 ASTM 国际总部并可要求取得调查报告 A01-1001。

寸试样。

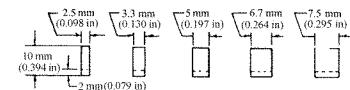
**23.2.2.2** 对于横向测试的管材,在直径与壁厚之间的关系不允许用标准全尺寸试样时,采用标准小尺寸试样,或者含外直径(OD)曲率的标准尺寸试样,如下述:

(1)标准尺寸试样和小尺寸试样可包含管制品的初始 OD 表面,如图 12 所示。所有其他尺寸,必须符合图 11 的要求。

**注 15:**对于韧性等级超过 50 ft-lbs 的材料,包含初始 OD 表面的试样,可能超出采用常规夏比试样得出的数值。

**23.2.2.3** 若不能制备标准全尺寸试样,就必须制备最大可制备的标准小尺寸试样。必须冲口试样,去除表面下 0.020 in(0.5 mm)以内的材料。

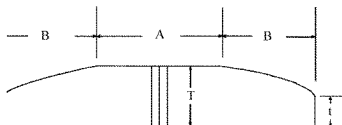
**23.2.2.4** 标准小尺寸试样的公差示于图 11。标准小尺寸试样规格为:10×7.5 mm、10×6.7 mm、10×5 mm、10×3.3 mm、和 10×2.5 mm。



**注 2:**在小尺寸试样上,标准试样的全部尺寸和公差保持不变,宽度除外,宽度变化如上所示,其公差应为 ±1%。

(b) 标准小尺寸试样

图 11 夏比(简支梁)冲击试样(续)



尺寸	说明	要求
	加工表面	28 mm, 最小
	初始 OD 表面	13.5 mm, 最大
	试样厚度	图 11
	端头厚度	3/8T, 最小

图 12 含初始 OD 表面的管材冲击试样

**注 1:**允许偏差应如下:

- 缺口长度与边缘  $90 \pm 2^\circ$
- 相邻侧面必须成  $90^\circ \pm 10$ , 最小
- 横截面尺寸  $\pm 0.075 \text{ mm} (\pm 0.003 \text{ in})$
- 试件长度(L)  $+0, -2.5 \text{ mm} (+0, -0.100 \text{ in})$
- 缺口中心度(L/2)  $\pm 1 \text{ mm} (\pm 0.039 \text{ in})$
- 缺口角  $\pm 1^\circ$
- 缺口半径  $\pm 0.025 \text{ mm} (\pm 0.001 \text{ in})$
- 缺口深度  $\pm 0.025 \text{ mm} (\pm 0.001 \text{ in})$
- 粗糙度要求 在缺口表面和背面  $2 \mu\text{m} (63 \mu\text{in})$ , 在其他二表面  $4 \mu\text{m} (125 \mu\text{in})$

(a) 标准全尺寸试样

图 11 夏比(简支梁)冲击试样

**23.2.2.5** 标准小尺寸试样窄面开 V-型缺口,使缺口垂直于 10 mm 宽的底面。

**23.3 缺口制备** 缺口的加工(如铣削、拉削、磨削)是严格的,因为缺口半径和轮廓的微小偏差,或缺口底部的工具痕迹,都可能得出不同试验数据,在材料的冲击能量吸收能力低的情况下尤其如此(见附录 5)。

## 24 校准

**24.1 精度与灵敏度** 按 E23 试验方法校准和调节夏比冲击试验机。

## 25 调温 — 温度控制

**25.1** 当技术规范或买方要求一特殊试验温度时,应控制加热或冷却介质温度至  $\pm 2^\circ \text{F} (1^\circ \text{C})$  以内。

**注 16:**对于某些钢材,可能不需这种受限制的温度,例如奥氏体钢。

**注 17:**由于试验室常常在  $60 \sim 90^\circ \text{F} (15 \sim 32^\circ \text{C})$  范围内

变化,一项在“室温”下进行的试验,可能会在这一范围的任何温度下进行。

## 26 步骤

### 26.1 温度

**26.1.1** 将待测试件保持于介质中至少 5 分钟——对于液体介质,或至少 30 分钟——对于气体介质。

**26.1.2** 每次试验前,在与试件相同的温度下保存装卸试件的夹钳,以便不影响缺口处温度。

### 26.2 试样就位和击断试样

**26.2.1** 小心对中砧座上的试样,并将摆锤以击断试样。

**26.2.2** 若试样从调温介质中取出 5 秒以后未释放摆锤,则不要再击断试样。应将试样放回调温介质,放置 26.1.1 节中要求的一段时间。

**26.3 复原试样** 在必须测定断口形貌的侧向膨胀量时,在击断下一试样以前,将每个断裂试样的两半截配对复原。

### 26.4 具体试验值

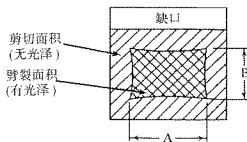
**26.4.1 冲击能量** 记录吸收的冲击能量,精确到 ft-lbf(J)。

### 26.4.2 断口形貌

**26.4.2.1** 用以下任何方法测定剪切断口面积百

分比:

(1) 测量断裂表面脆断部分的长度和宽度,如图 13 所示,并根据测量单位由表 7 或表 8 确定剪切面积百分比。



注 1: 测量平均尺寸 A 和 B, 精确至 0.02 in 或 0.5 mm

注 2: 用表 7 或表 8 确定剪切断口面积百分比。

图 13 确定剪切断口面积百分比

(2) 将试样断口形貌与图 14 中所示断口形貌图表相比较。

(3) 放大断口表面,并使之与预先标定的透明盖板图表比较,或用面积仪测量剪切断口面积百分比。

(4) 在适当放大倍数下拍照断口表面,并用面积仪测量剪切断口面积百分比。

**26.4.2.2** 测定具体断口形貌值,精确至 5% 剪切断口。

表 7 以英寸为单位测量剪切百分比

注 1: 因为本表供有限的测量值或尺寸 A 和 B 编制,当尺寸 A 或 B 为零时,报告为 100% 剪切。

尺寸 B, mm	尺寸 A, mm																
	0.05	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40
0.05	98	96	95	94	94	93	92	91	90	90	89	88	87	86	85	85	84
0.10	96	92	90	89	87	85	84	82	81	79	77	76	74	73	71	69	68
0.12	95	90	88	86	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63	61
0.14	94	89	86	84	82	80	77	75	73	71	68	66	64	62	59	57	55
0.16	94	87	85	82	79	77	74	72	69	67	64	61	59	56	53	51	48
0.18	93	85	83	80	77	74	72	68	65	62	59	56	54	51	48	45	42
0.20	92	84	81	77	74	72	68	65	61	58	55	52	48	45	42	39	36
0.22	91	82	79	75	72	68	65	61	57	54	50	47	43	40	36	33	29
0.24	90	81	77	73	69	65	61	57	54	50	46	42	38	34	30	27	23
0.26	90	79	75	71	67	62	58	54	50	46	41	37	33	29	25	20	16
0.28	89	77	73	68	64	59	55	50	46	41	37	32	28	23	18	14	10
0.30	88	76	71	66	61	56	52	47	42	37	32	27	23	18	13	9	3
0.31	88	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	18	10	5	0

表 8 以毫米为单位测量剪切百分比

注 1: 因为本表供有限的测量值或尺寸 A 和 B 编制, 当尺寸 A 或 B 为零时, 报告为 100% 剪切。

尺寸 B, mm	尺寸 A, mm																		
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	10
1.0	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	91	90	89	89	88	88
1.5	96	97	96	95	94	93	92	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
2.0	98	96	95	94	92	91	90	89	88	86	85	84	82	81	80	79	77	76	75
2.5	97	95	94	92	91	89	88	86	84	83	81	80	78	77	75	73	72	70	69
3.0	96	94	92	91	89	87	85	83	81	79	77	76	74	72	70	68	66	64	62
3.5	96	93	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	69	67	65	63	61	58	56
4.0	95	92	90	88	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60	57	55	52	50
4.5	94	92	89	86	83	80	77	75	72	69	66	63	61	58	55	52	49	46	44
5.0	94	91	88	85	81	78	75	72	69	66	62	59	56	53	50	47	44	41	37
5.5	93	90	86	83	79	76	72	69	66	62	59	55	52	48	45	42	38	35	31
6.0	92	89	85	81	77	74	70	66	62	59	55	51	47	44	40	36	33	29	25
6.5	92	88	84	80	76	72	67	63	59	55	51	47	43	39	35	31	27	23	19
7.0	91	87	82	78	74	69	65	61	56	52	47	43	39	34	30	26	21	17	12
7.5	91	86	81	77	72	67	62	58	53	48	44	39	34	30	25	20	16	11	6
8.0	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0

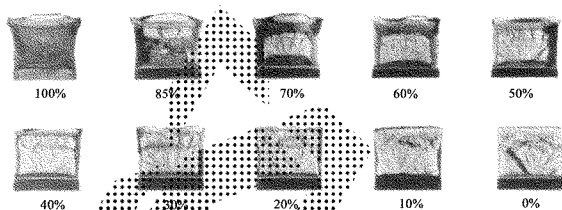


图 14 缺口形状图与百分比剪切切口比较图

### 26.4.3 侧向扩展

**26.4.3.1** 侧向扩展是试件宽度的增加, 以千分之一英寸(密耳)、在断裂的夏比 V-型缺口试样缺口背面受压侧测量, 如图 15 所示。

**26.4.3.2** 检查每一半截试样, 确信凸出部分未因接触砧座、试验机安装表面等而损坏。应弃置这样损坏的试件, 因为会导致错误读数。

**26.4.3.3** 检查试样的侧面是否垂直于缺口, 确保在冲击试验期间在两侧面未形成毛刺。如果有毛刺, 在砂布或类似研磨表面上磨擦, 以便仔细去除之, 注意在去除毛刺期间, 切勿磨擦待测的凸出部。

**26.4.3.4** 相对试样侧面由未变形部分定义的平面, 采用类似于图 16 和图 17 中所示的量仪, 测量每半截试样两侧的扩展量。

**26.4.3.5** 由于断裂路径很少平分试样二侧最大扩展点, 每侧测得的较大值的和为试验值。拼合一试样的

两半, 使二受压侧彼此面面相觑。用量规测量每半截试样的凸出部分, 确保测量该试样的同一侧面。分别测量二个断裂的半截试样。重复该过程, 测量试样二半截的另一侧面上的凸出部分。每侧二值中的较大者即为试样该侧的扩展量。

**26.4.3.6** 测量单个侧向扩展值, 精确到密尔(0.025 mm), 并记录该值。

**26.4.3.7** 任何由单次冲击的打击未分做二半截的试件应被记录为未断裂的, 以下描述的除外。如果通过把两个铰接部分推在一起一次, 再把它们分开, 而无其他方式使其疲劳, 试样就被分开了, 那么未断裂的试样侧向扩展可被记录为断裂。而未断裂试样(弯曲前)测得的侧向扩展, 等同于或甚于分开成两半的侧向扩展。在试样无法被分成两半的情况下, 只要可以无阻碍地从试验中变形造成的铰接连接部分进入剪切边, 就可测量侧向扩展。

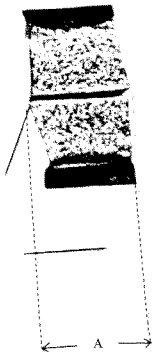


图 15 接合的夏比 V-型缺口冲击试样的二半，  
用于测量侧向扩展，尺寸 A

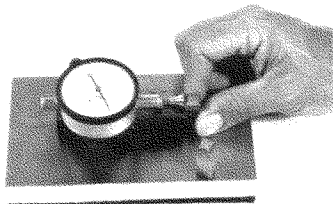
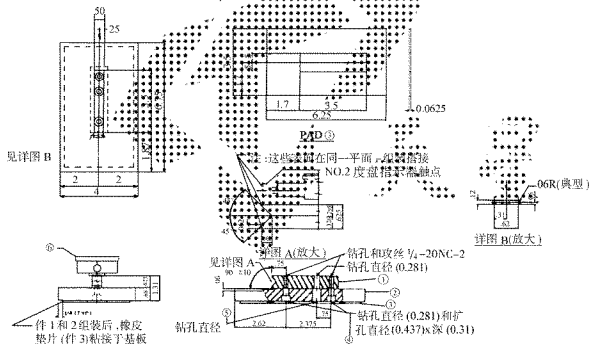


图 16 夏比冲击试样侧向扩展测量仪



#### 材料清单

件号	数量	说明	材料和规格
1	1	度盘安装和挡块 $4 \times \frac{1}{8} \times \frac{1}{2}$	钢, SAE 1015-1020
2	1	基板 $7 \times 4 \times \frac{1}{4}$	钢, SAE 1015-1020
3	1	垫片 $6 \frac{1}{4} \times 3 \frac{1}{2} \times \frac{1}{16}$	橡胶
4	2	内六角螺钉	钢, $\frac{1}{4}$ -20 $\times$ 1 in 长
5	1	内六角螺钉	钢, $\frac{1}{4}$ -20 $\times$ $\frac{1}{2}$ in 长
6	1	度盘指示器	(见注 2)

注: (1) 件 1 和 2 薄镀锌板;

(2) 度盘指示器-STARRETT No. 25-241, 范围 0.001 ~ 0.250, 反向调节托架 No. 2.

图 17 侧向扩展测量仪组装和详图

## 27 试验结果的解释

**27.1** 当任何冲击试验的验收准则规定为给定温度下的最小平均值时,该试验结果必须是取自同一试验部位的三个试样的单独试验值的平均值(算术平均值)。

**27.1.1** 当规定最小平均试验结果时:

**27.1.1.1** 满足以下全部要求时,该试验结果可以接受:

(1) 试验结果等于或超过(技术规范中给出的)规定的最小平均值;

(2) 不超过一个试样的单个试验值小于规定最小平均值;和

(3) 任何试样测量的单个试验值不小于规定最小平均值的三分之二。

**27.1.1.2** 若不满足 27.1.1.1 的验收要求,则应取自同一试验部位的另外三个试样的复试。三个复试试样的每一单个试验值必须等于或大于规定最小平均值。

### 27.2 确定最低转变温度的试验:

**27.2.1 转变温度定义** 就技术规范意义而言,转变温度是指定材料试验值等于或超过规定最小试验值的温度。

#### 27.2.2 转变温度的测定:

**27.2.2.1** 用 26 章中的步骤,在预期转变温度上下一系列温度的每一温度处,击断一试样。记录试验温度,精确到 1 °F(0.5 °C)。

**27.2.2.2** 以单独试验结果( $f_i$ -Ibf 或剪切断面百分比)为纵座标,以相应温度为横座标绘图,并沿全部绘制的数据点建立最吻合曲线。

**27.2.2.3** 若转变温度规定为达到试验值的温度,用图解内插法(不允许用外插法)确定所绘制曲线与规定的试验值交点处的温度。记录该转变温度,精确到 5 °F(3 °C)。若列表的试验结果清楚地表明比规定低的转

变温度,则无须绘制数据曲线。报告试验值超过规定值的最低试验温度。

**27.2.2.4** 若所测定的转变温度等于或低于规定值,则验收该试验结果。

**27.2.2.5** 若所测定的转变温度高于规定值,但比规定值高不超过 20 °F(12 °C),则按第 26 章试验足够数量的试样,以便绘制二条附加曲线。若由二条附加曲线测定的温度都等于或低于规定值,则验收该试验结果。

**27.3** 当允许或需要(或既允许又需要)小尺寸试样时,则按表 9 修改规定试验要求,或按《ASME 锅炉与压力容器规范》表 UG-84.2 修改试验温度,或者修改这两者。根据买方与供应商的协议,可以采用较大能量或较低试验温度。

## 28 记录

**28.1** 按适用情况,试验记录应包含以下信息:

**28.1.1** 被测试材料的完整说明(即:技术规范号、级别、类型或型号、尺寸、炉号)。

**28.1.2** 相对材料轴线的试样方向。

**28.1.3** 试样尺寸。

**28.1.4** 每一断裂试样的试验温度和单个试验值。

**28.1.5** 试验结果。

**28.1.6** 转变温度及其测定准则,包括初试和复试。

## 29 报告

**29.1** 技术规范应规定要报告的信息。

## 30 关键词

**30.1** 弯曲试验;布氏硬度;夏比冲击试验;伸长率;FATT(断口形貌转变温度);硬度试验;便携式硬度计硬度;断面收缩率;拉伸试验;屈服强度。

表9 各种小尺寸试样的夏比 V-型缺口试验验收准则

全尺寸, 10×10 mm		¾ 尺寸, 10×7.5 mm		½ 尺寸, 10×6.7 mm		¼ 尺寸, 10×5 mm		⅓ 尺寸, 10×3.3 mm		¼ 尺寸, 10×2.5 mm	
ft·lbf	[J]	ft·lbf	[J]	ft·lbf	[J]	ft·lbf	[J]	ft·lbf	[J]	ft·lbf	[J]
40 <sup>A</sup>	[54]	30	[41]	27	[37]	20	[27]	13	[18]	10	[14]
35	[48]	26	[35]	23	[31]	18	[24]	12	[16]	9	[12]
30	[41]	22	[30]	20	[27]	15	[20]	10	[14]	8	[11]
25	[34]	19	[26]	17	[23]	12	[16]	8	[11]	6	[8]
20	[27]	15	[20]	13	[18]	10	[14]	7	[10]	5	[7]
16	[22]	12	[16]	11	[15]	8	[11]	5	[7]	4	[5]
15	[20]	11	[15]	10	[14]	8	[11]	5	[7]	4	[5]
13	[18]	10	[14]	9	[12]	6	[8]	4	[5]	3	[4]
12	[16]	9	[12]	8	[11]	6	[8]	4	[5]	3	[4]
10	[14]	8	[11]	7	[10]	5	[7]	3	[4]	2	[3]
7	[10]	5	[7]	5	[7]	4	[5]	2	[3]	2	[3]

注：<sup>A</sup> 本表限于 40 ft·lbf 以内，因为报告比更高值的样本尺寸和试验结果的关系是非线性的。

## 附录

### (强制性资料)

#### A1 钢质棒材制品

##### A1.1 范围

**A1.1.1** 本附录包括特定产品的钢制棒材产品的试验要求。本附录包括的要求是对本规范概述章节中的要求的补充。当本附录中的要求和本规范概述章节中的要求有冲突的时候,以附录中的要求为准。当本附录中的要求和产品规范中的要求有冲突的时候,以产品规范中的要求为准。

##### A1.2 试样取向

**A1.2.1** 碳素钢和合金钢质棒材和棒材规格型材,由于其相对较小的横截面尺寸,按惯例做纵向试验。在尺寸允许和零件的制造或使用要求将横截面试验的特殊情况下,选取一个或多个试验取向的部位,应由制造商和买主协商确定。

##### A1.3 拉伸试验

**A1.3.1** 碳素钢质棒材 对于直径或二平行面间距离在 $\frac{1}{2}$  in (13 mm) 以下的圆、四方、六方和八方轧制碳素钢质棒材,以及除扁钢以外的其他横截面积小于 $1 \text{ in}^2$  (645  $\text{mm}^2$ ) 的其他棒材规格截面,一般不规定拉伸性能要求。

**A1.3.2** 合金钢质棒材 一般不试验轧制的合金钢质棒材。

**A1.3.3** 规定做拉伸试验时,若产品技术规范中无其他规定,各种规格的热轧和冷精整钢棒选取试样的作法必须符合表 A1.1。

##### A1.4 弯曲试验

**A1.4.1** 规定做弯曲试验时,各种规格的热轧和冷精整钢棒的推荐作法必须符合表 A1.2。

##### A1.5 硬度试验

**A1.5.1** 棒材产品(扁、圆、四方、六方、八方钢材)上的硬度试验,在至少去掉 0.015 in 厚的表面上进行,以确保硬度测量时的精确压入。

#### A2 钢质管材制品

##### A2.1 范围

**A2.1.1** 本附录包括特定产品的钢制管材产品的试验要求。本附录包括的要求是对本规范概述章节中的要求的补充。当本附录中的要求和本规范概述章节中的要求有冲突的时候,以附录中的要求为准。当本附录中的要求和产品规范中的要求有冲突的时候,以产品规范中的要求为准。

**A2.1.2** 本技术规范涉及的管状型材包括圆、四方、矩形和特殊型材。

##### A2.2 拉伸试验

###### A2.2.1 全尺寸纵向试样

**A2.2.1.1** 作为采用纵向带材试样或纵向圆材试样的替代方案,采用全尺寸管截面拉伸试样,只要拉伸设备具有足够大的能力。应将紧配合金属塞插入这类管材试样端口足够深,以使试验机合适地夹紧试样而不致碎裂。可用于这类堵塞的一种结构示于图 A2.1。该堵塞必须不延伸至试件的测量伸长率规定的部位(图 A2.1)。应小心操作,尽可能在轴向施加负荷。全截面试样的长度取决于为测量伸长率规定的标距。

**A2.2.1.2** 若产品技术规范无其他要求,标距应为 2 in 或 50 mm; 具有 $\frac{3}{8}$  in (9.5 mm) 或更小外径的管材除外,当要求伸长率与用较大试样获取的伸长率相似时,通常这类管材标距等于所用外径的四倍。

**A2.2.1.3** 为测定全截面试样的横截面,必须作为外径测量的平均值、或最大最小测量值之间的平均



值或平均壁厚记录测量值,精确到 0.001 in (0.025 mm),并用以下公式确定横截面积:

$$A = 3.1416t(D - t) \quad (A2.1)$$

$D$  = 外径, in;  
 $t$  = 管壁厚度, in。

注 A2.1: 还有其他测定横截面积的方法,如称量试件重量,同样精确或适用。

式中:  
 $A$  = 横截面积, in<sup>2</sup>;

**表 A1.1 钢质棒材制品选择拉伸试样的作法**

注 1: 对于棒材截面,在以简单测量方法难于测定其截面的场合,以平方英寸为单位的面积可计算如下:以磅为单位的试样每英寸长度重量,除以 0.2833(每立方英寸钢材重量),或试样每英尺长度重量除以 3.4(1 平方英寸截面钢材每英尺长的重量)。

厚度, in (mm)	宽度, in, (mm)	热轧棒材	冷精整棒体
<b>扁钢材</b>			
% (16) 以下	1 1/2 (38) 以下, 含	全截面 × 8 in (200 mm) 标距 (图 3)	磨削缩减段至 2 in (50 mm) 标距, 并较试件宽度小约 25 %
	1 1/2 (38) 以上	全截面; 或磨削至 1 1/2 in (38 mm) 宽 × 8 in (200 mm) 标距 (图 3)	磨削缩减段至 2 in (50 mm) 标距, 并 1 1/2 in 宽
% 至 1 1/2 (16 至 38), 不含	1 1/2 (38) 以下, 含	全截面 × 8 in (200 mm) 标距; 或由截面中心机加工至标准 × 2 in (13 × 50 mm) 标距试样 (图 4)	磨削缩减段至 2 in 标距, 并较试件宽度小约 25 %, 或由截面中心加工场标准 × 2 in 标距试样 (图 4)
	1 1/2 (38) 以上	全截面; 或磨削至 1 1/2 in (38 mm) 宽 × 8 in (200 mm) 标距 (图 3), 或由截面边缘与中心之间的中点处机加工场标准 × 2 in (13 × 50 mm) 标距试样 (图 4)	磨削缩减段至 2 in 标距, 和 1 1/2 in 宽, 或由截面边缘与中心之间的中点加工场标准 × 2 in 标距试样 (图 4)
1 1/2 (38) 及以上		全截面 × 8 in (200 mm) 标距; 或由表面与中心之间的中点处机加工场标准 × 2 in (13 × 50 mm) 标距试样 (图 4)	由表面与中心之间的中点加工场标准 × 2 in (13 × 50 mm) 标距试样 (图 4)

**圆、四方、六方和八方钢材**

直径或平行面间距离, in (mm)	热轧棒材	冷精整棒材
% 以下	全截面 × 8 in (200 mm) 标距, 或机加工为小尺寸试样 (图 4)	加工成小尺寸试样 (图 4)
% 至 1 1/2 (16 至 38), 不含	全截面 × 8 in (200 mm) 标距, 或由截面中心机加工场标准 × 2 in (13 × 50 mm) 标距试样 (图 4)	由截面中心加工场标准 × 2 in 标距试样 (图 4)
1 1/2 (38) 及以上	8 in (200 mm) 标距上的全截面, 或由表面与中心之间的中点加工场标准 × 2 in (13 × 50 mm) 标距试样 (图 4)	由表面与中心之间的中点加工场标准 × 2 in (13 × 50 mm) 标距试样 (图 4)

**其他棒材规格截面**

全部规格	全截面 × 8 in (200 mm) 标距, 或制备 1 1/2 (38 mm) 宽 (若可能) × 8 in (200 mm) 标距试样	磨削缩减段至 2 in (50 mm) 标距, 并较试件宽度小约 25 %
------	--	---------------------------------------

表 A1.2 选择钢质棒材制品弯曲试样的推荐作法

注 1:所有试样长度不小于 6 in(150 mm);

注 2:试样边缘可倒圆,半径不超过  $\frac{1}{16}$  in(1.6 mm)。

扁钢材		
厚度, in (mm)	宽度, in (mm)	推荐尺寸
$\frac{1}{4}$ (13)以下,含	$\frac{3}{4}$ (19)以下,含	全截面
	$\frac{3}{4}$ (19)以上	全截面,或加工成不小于 $\frac{3}{4}$ in(19 mm) 宽 × 试样厚度
$\frac{1}{2}$ (13)以上	全部	全截面,或由中心与表面之间的中点加工成小于 $1 \times \frac{1}{2}$ in(25 × 13 mm) 试样

## 圆、四方、四方和八方钢材

直径或平行面间距离, in (mm)	推荐尺寸
$1\frac{1}{2}$ (38)以下,含	全截面
$1\frac{1}{2}$ (38)以上	由中心与表面之间的中点加工 $1 \times \frac{1}{2}$ in(25 × 13 mm) 试样

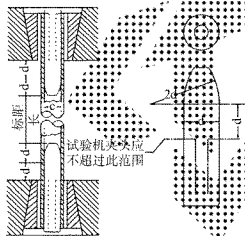
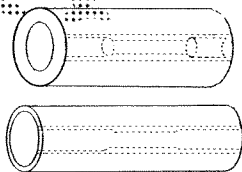


图 A2.1 测试管材试样的金属心轴,心轴在试样内和试样在试验机夹头内的合适位置

试验,或者必须在用平夹头测试试件以前弄平试样端头而不加热试样。必须采用在图 3 中表示为 No 4 的试样,除非试验设备的能力或被测试管材制品的尺寸和特性要求采用 No 1、2 或 3 试样。

注 A2.2: 在 E8/E8M 试验方法或 E8/E8M 试验方法中给出图 A2.3 中所示类型的试样(这些试样取自圆形管材)横截面积的精确公式。



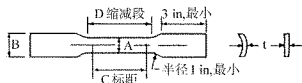
注 1:试样坏料两端必须切割成彼此平行。

图 A2.2 由管材制品切取的环中的纵向拉伸试样位置

## A2.2.2 纵向带材试样

A2.2.2.1 作为采用全尺寸纵向试样或纵向圆材试样的替代方案,采用取自如在图 A2.2 中所示管材制品并加工成如图 A2.3 中所示尺寸的纵向带材试样。对于焊接结构钢,这类试样必须取自距焊缝  $90^\circ$  处;对于其他焊接管类制品,这类试样必须取自距焊缝大约  $90^\circ$  处。若产品技术规范并无其他要求,标距必须符合图 A2.3 中 C 尺寸的要求。必须使用平夹头或具有与管材制品曲率相符合表面轮廓的夹头做

A2.2.2.2 应在标距每端点处测量宽度,以便确定平行性,也在中心处测量宽度。应在中心处测量厚度,并用于与中心处宽度测量值一起确定横截面积。应记录中心宽度尺寸,精确到 0.005 in(0.127 mm),厚度测量值应精确到 0.001 in。



试样 No	尺寸, in			
	A	B	C	D
1	$\frac{1}{2} \pm 0.015$	1 $\frac{1}{2}$ , 近似	$2 \pm 0.005$	2 $\frac{1}{4}$ , 最小
2	$\frac{3}{4} \pm 0.031$	1, 近似	$2 \pm 0.005$	2 $\frac{1}{4}$ , 最小
3	$1 \pm 0.062$	1 $\frac{1}{2}$ , 近似	$2 \pm 0.005$	2 $\frac{1}{4}$ , 最小
4	$1\frac{1}{2} \pm \frac{1}{8}$	2, 近似	$2 \pm 0.010$	2 $\frac{1}{4}$ , 最小
5	$\frac{1}{4} \pm 0.002$	$\frac{1}{8}$ , 近似	$1 \pm 0.003$	1 $\frac{1}{4}$ , 最小

- 注1:以A乘t计算横截面积。  
 注2:尺寸t是试件厚度,如在适用材料技术规范中所提出的。  
 注3:缩减段必须平行,精确度在0.010 in以内,并可能具有从二端向中心在宽度上的平缓斜度,端部不得比中心宽0.10 in以上。  
 注4:试样两端必须以缩减段中心线为中心对称,公差在0.01 in以内。  
 注5:米制等效值:1 in = 25.4 mm。  
 注6:除仲裁试验外,允许为具有平行轴线的试样,只要:(a)采用以上公差;(b)为测定伸长率提供试验目的标志;和(c)测定屈服强度时,采用合适引伸计测量仪,并断裂发纹距夹装置边缘小于2d的距离处,则所测定的拉伸性能可能不代表被测试材料。若拉伸性能符合规定的最低要求,则无须再做测试,但是,若拉伸性能低于最低要求,则须进行再试验,并复试。  
 注7:试样5是为了测试从在役产品上截取的试样。试样5不可用于试验新产品的符合性。从1 in标距试样上获得的伸长率值的验收标准必须由责任双方协议规定。

图 A2.3 管材制品纵向条形试样的尺寸和公差

### A2.2.3 横向条形试样

**A2.2.3.1** 通常,在尺寸小于8 in公称直径时,不推荐做横向拉伸试验。需要时,可由从管二端切取的环上截取横向拉伸试样,如图A2.4取示。试样的压平,可以在从管上切下以后进行,如图A2.4(a),也可以在切下以前进行,如图A2.4(b),并可在热态或冷态下进行;但是,若在冷态下进行,试样可做后续的正火处理。取自规定做热处理的管材的试样,在热态或冷态下压平以后,必须进行与管材相同的热处理。对于壁厚小于 $\frac{3}{4}$  in(19 mm)的管材,横向

试样的形状和尺寸必须如图A2.5中所示,并可加工一或二表面,以确保均匀的厚度。测定焊缝强度的焊接钢质管材横向拉伸试验试样,必须在垂直于焊缝处,并且焊缝应大致在试样长度的中间。

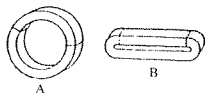
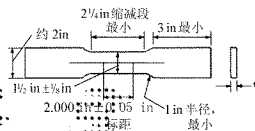


图 A2.4 在由管材制品上切取的环中的横向拉伸试样的位置

**A2.2.3.2** 应在标距每端点处测量宽度,以便确定平行性,也在中心处测量宽度。应在中心处测量厚度,并用于与中心处宽度测量值一起确定横截面积。应记录中心宽度尺寸,精确到0.005 in(0.127 mm),厚度测量值应精确到0.001 in(0.025 mm)。



- 注1:尺寸t是试件厚度,如适用材料技术规范中所提出的。  
 注2:缩减段必须平行,精确度在0.010 in以内,并可能具有从二端向中心在宽度上的平缓斜度,端部不得比中心宽0.010 in以上。  
 注3:试样二端头必须以缩减段中心线为中心对称,公差在0.10 in以内。  
 注4:米制等效值:1 in = 25.4 mm。

图 A2.5 在由管材制品上切取的环中的纵向试样的位置

### A2.2.4 圆试样

**A2.2.4.1** 产品技术规范中提供时,可采用图4所示的圆形试样。  
**A2.2.4.2** 在试样中心处测量圆形试样直径,精确到0.001 in(0.025 mm)。  
**A2.2.4.3** 当需要测试不能制备标准试样的材料时,可以采用与标准试样成比例的小尺寸试验,如图

4 中所示。可以采用其他尺寸的小尺寸试样。在任何这类小尺寸试样中,重要的是,测量伸长率的标距为该试样直径的四倍(见图 4 注 4)。产品技术规范中 2 in 标距圆形试样的伸长率要求适用于这些小尺寸试样。

**A2.2.4.4** 对于横向试样,必须不平截取样品的截面,或有其他变形。

**A2.2.4.5** 由如图 A2.2 中所示管材制品切取的带材上获取纵向试样。

### A2.3 测定横向屈服强度,液压圆环膨胀法

**A2.3.1** 在外表面、内表面或横截面上做硬度试验,取决于产品技术特性的限制。可能需要表面机械加工,以获得精确的硬度值。

**A2.3.2** 已开发出由圆环试样确定横向屈服强度的试验机和办法,并在 A2.3.3~9.1.2 中加以介绍。

**A2.3.3** 试验机垂直横截面简图示于图 A2.6。

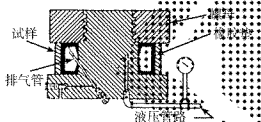


图 A2.6 由圆环试样测定横向屈服强度的试验机

**A2.3.4** 在该试样机上测定横向屈服强度时,采用短环[通常 3 in(76 mm)长]。由试验机卸下大型圆螺母以后,测定环形试样壁厚,并将试样嵌入耐油橡胶垫。然后重新放置螺母,但不旋下接触试样。在螺母与试样之间保留少许间隙,以便允许测试试样时的径向自由移动。然后,在一个适宜阀门控制下,通过液压油管路,压力下的油进入橡胶垫的里面。一个精确校准的压力表用于测量油压。通过排气管排除该系统内的所有空气。油压增加时,橡胶垫膨胀,然后由四周压向试样。压力一旦建立,橡胶垫唇边就起到密封作用,防止油泄漏。随压力继续增加,圆环试样承受拉伸应力,并相应伸长。环形试样整

个外周长被当作标距,并用以下介绍的合适的伸长测试仪器测量应变。当在伸长仪上达到压力下要求的总应变或伸长时,读取以磅每平方英寸为单位的油压力,并用巴洛氏公式计算单位屈服强度。这样测定的屈服强度是真实的结果,因为试样未做冷加工压平,并非常接近与切取试样的环形截面相同的情况。另外,这种试验非常类似于在管路中的运行情况。采用合适的橡胶垫和适配件,一台试验机可用于不同尺寸的管件。

注 A2.3:巴洛氏公式可表示为二种方式:

$$(1) P = 2St/D \quad (A2.2)$$

$$(2) S = PD/2t \quad (A2.3)$$

式中:

$P$  = 内部液体压力, psi;

$S$  = 内部液体压力产生的管壁内的单位圆周应力, psi;

$t$  = 管壁厚度, in;

$D$  = 管外径, in。

**A2.3.5** 图 A2.7 和图 A2.8 中表示一种滚链型伸长测量仪,该仪器已被证明可令人满意地测量环形试样的伸长率。图 A2.7 表示已在环形试样上就位但尚未夹紧试样的伸长测量仪。通过一个小销钉传递应变;并由一度盘测量该应变,小销钉穿过空心螺栓伸出。夹紧伸长测量仪时;如图 A2.8 所示,用弹簧向滚链施加保持测量仪就位并消除任何松弛所需的拉力。可以用滚花圆头螺栓按需要调节弹簧拉力。通过卸下或加装滚轮,滚链可适合于不同规格的管形试样截面。

### A2.4 硬度试验

**A2.4.1** 按适用情况,在管端的外或内表面上做硬度试验。

**A2.4.2** 标准 3000 kgf 布氏硬度负荷可能在薄壁管试样上导致过大变形。在这种情况下,必须施加 500 kg 负荷,或采取借助内砧座进行里面支承的办法。必须不对外径小于 2 in(51 mm)或壁厚小于 0.200 in(5.1 mm)的管材制品做布氏硬度试验。

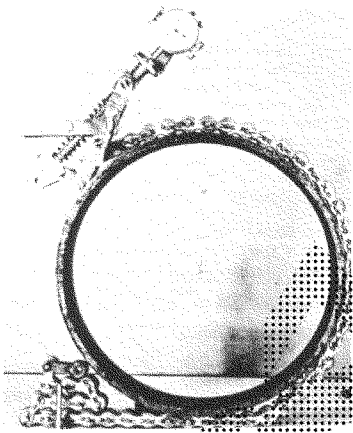


图 A2.7 辊链式伸长测量仪, 未夹紧

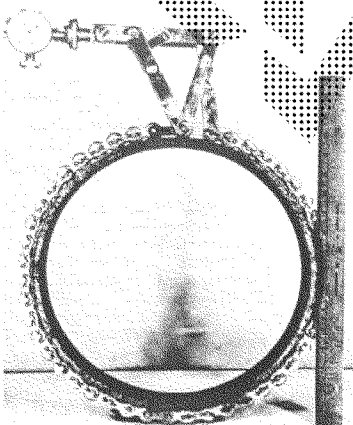


图 A2.8 辊链式伸长测量仪, 已夹紧

**A2.4.3** 一般在内表面、外表面上的平面或壁横截面上做洛氏硬度试验, 取决于产品的限制。不在外径小于  $\frac{5}{16}$  in (7.9 mm) 的管上做洛氏硬度试验, 也不在内径小于  $\frac{1}{4}$  in (6.4 mm) 的管的内表面上做洛氏硬度试验。不在壁厚小于 0.065 in (1.65 mm) 的退火钢管, 或壁厚小于 0.049 in (1.24 mm) 的冷作或热处理钢管上做洛氏硬度试验。对于壁厚小于允许做正规洛氏硬度试验厚度的钢管, 有时用表面洛氏硬度试验代替。可在 0.187 in (4.75 mm) 或更大壁厚管上做横向洛氏硬度读数。试样的曲率和壁厚使洛氏硬度试验受到限制。当在外表面上做的与在内表面上做的洛氏硬度测定之间进行比较时, 需调整读数以补偿曲率的影响。洛氏 B 标度用于具有 B0 至 B101 预期硬度范围的所有材料。洛氏 C 标度用于具有 C20 至 C68 预期硬度范围的所有材料。

**A2.4.4** 只要可能和不发生过度弹回, 通常在外表面进行表面洛氏硬度试验。否则, 试验可在内表面进行。必须不在内径小于  $\frac{1}{4}$  in (6.4 mm) 的管上进行表面洛氏硬度试验。表 A2.1 和表 A2.2 中给出表面洛氏硬度试验的壁厚资料。

表 A2.1 钢管制品退火或塑性材料表面硬度试验的壁厚限制<sup>A</sup>

[“T”标度( $\frac{1}{16}$  in 球)]

壁厚, in (mm)	负荷, kgf
0.050 (1.27) 以上	45
0.035 (0.89) 以上	30
0.020 (0.51) 和以上	15

<sup>A</sup> 通常采用给定壁厚的推荐最大负荷。

表 A2.2 钢管制品冷作或热处理材料表面硬度试验的壁厚限制<sup>A</sup>

[“N”标度(金钢石压头)]

壁厚, in (mm)	负荷, kgf
0.035 (0.89) 以上	45
0.025 (0.51) 以上	30
0.015 (0.38) 和以上	15

<sup>A</sup> 通常采用给定壁厚的推荐最大负荷。

**A2.4.5** 当外径、内径或壁厚妨碍取得精确硬度值时,必须规定管材制品的拉伸性能,并做拉伸试验。

## A2.5 工艺试验

**A2.5.1** 进行以下试验以检验管材制品的塑性:

**A2.5.1.1 压扁试验** 通常实行在由管材制品切取的试样上做的压扁试验,使取自管材的环,在二平行板之间被压扁到规定程度(图 A2.4)。压扁试验的严重程度由二平行板之间的距离度量,并随管尺寸变化。压扁试验试样长度应不小于 $2\frac{1}{2}$  in (63.5 mm),并应冷作压扁到适用材料技术规范所要求的程度。

**A2.5.1.2 反向压扁试验** 反向压扁试验主要供电焊钢管试验用,探测焊缝内的未充分焊透或去除毛刺后形成的飞边。试件由长约 4 in (100 mm) 的管构成,在焊缝二侧 90° 处纵向切开,然后展开试样,并在使焊缝处于最大弯曲点处压扁试样(图 A2.9)。

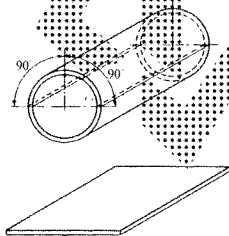


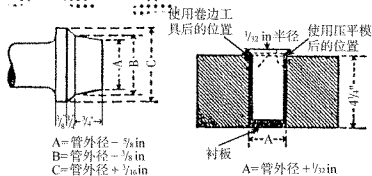
图 A2.9 反向压扁试验

**A2.5.1.3 锻压试验** 锻压试验有时称作锻粗试验,通常在锅炉和其他压力管上进行,用于评估材料塑性(图 A2.10)。试样是切取自管材的圆环,通常约  $2\frac{1}{2}$  in (63.5 mm) 长。试样以其一端放置,用锻锤或压机由二端锻压至由适用材料技术规范规定的距离。



图 A2.10 锻压试验

**A2.5.1.4 卷边试验** 卷边试验用于测定锅炉管的塑性及其承受弯曲成管板这项操作的能力。试验在切取自管材的长度一般不小于 4 in (100 mm) 的圆环上进行,并具有与翻转成与管体成直角的卷边,宽度为适用材料技术规范所要求的。推荐用于该试验的图 A2.11 中所求的卷边工具和模块。



卷边工具

模块

注 1: 米制换算值: 1 in = 25.4 mm

图 A2.11 卷边试验用卷边工具和模块

**A2.5.1.5 扩口试验** 对某些类型压力管,卷边试验的替代试验。该试验是将如图 A2.12(a)所示具有1:10斜度或如图 A2.12(b)所示60°夹角的锥形心轴推入取自管材的长约4 in(100 mm)的截面,使试样扩张,直到内径增大到适用材料技术规范要求的程度。

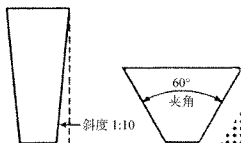


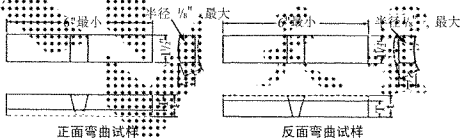
图 A2.12 扩口试验用锥形心轴

**A2.5.1.6 弯曲试验** 对用于盘绕2.0in及以下尺寸的管,做弯曲试验以便测定其塑性和焊缝完好性。在该项试验中,足够长的全尺寸管围绕一直径为公

称管直径12倍的圆柱形心轴冷作弯曲90°。对于密盘绕,管围绕一直径为管公称直径8倍的心轴冷作弯曲180°。

**A2.5.1.7 焊缝的横向导向弯曲试验** 该弯曲试验用于测定熔焊焊缝的塑性。所用试样约1½ in(38 mm)宽,至少6 in(152 mm)长,焊缝位于中心,并且对于正面和根部弯曲试验,按图 A2.13做机加工,对于侧向弯曲试验,按图 A2.14做机加工。插棒的尺寸必须如图 A2.15中所示,弯曲夹头的其他尺寸必须大体如该同一图中所示。一项试验必须包括一个正向弯曲试样和一个反向弯曲试样,或二个侧向弯曲试样。正向弯曲试验要求管内表面对着插棒弯曲;反向弯曲试验要求管外表面对着插棒弯曲;侧向弯曲试验要求将二侧表面之一成为弯曲试样的凸面。

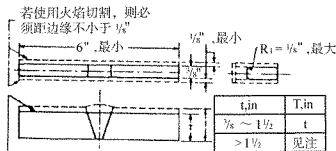
(a)弯曲试验的中断取决于在弯曲区域出现裂纹和在产品技术规范中介绍的裂纹性质和程度。



注1:米制换算值:1 in = 25.4 mm

管壁厚( $t$ ), in	试样厚度, in
¾以下,含	$t$
¾以上	¾

图 A2.13 横向正面和反面弯曲试样

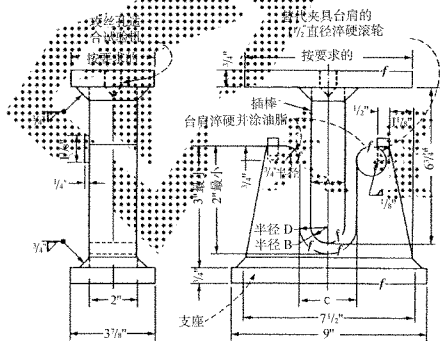


当t超过 $1\frac{1}{2}$ 时, 采用以下方式之一:

- 沿箭头所指线切割。可以火焰切割边缘, 可以机械加工或不机械加工边缘。
- 试样可切割成 $\frac{3}{4}$  in与 $1\frac{1}{2}$  in之间近似等宽的带状, 或试样可在宽度上弯曲(见图A2.15中夹具宽度要求)。

注1: 米制换算值: 1 in = 25.4 mm

图 A2.14 铁基材料侧向弯曲试样



注: 米制换算值: 1 in = 25.4 mm

试样厚, in	A	B	C	D	
$\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{8}$	
t	4t	2t	$6t + \frac{1}{8}$	$3t + \frac{1}{8}$	
材料					
$\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{8}$	$1\frac{11}{16}$	具有规定 95 ksi 最小拉伸强度
t	$6\frac{1}{2}t$	$3\frac{1}{2}t$	$8\frac{1}{2}t + \frac{1}{8}$	$4\frac{1}{2}t + \frac{1}{8}$	或更大拉伸强度的材料

图 A2.15 导向弯曲夹具



## A3 钢制紧固件

### A3.1 范围

**A3.1.1** 本附录包括特定产品的钢制紧固件产品的试验要求。本附录包括的要求是对本规范概述章节中的要求的补充。当本附录中的要求和本规范概述章节中的要求有冲突的时候,以附录中的要求为准。当本附录中的要求和产品规范中的要求有冲突的时候,以产品规范中的要求为准。

**A3.1.2** 设立这些试验便于生产控制试验和验收试样,在试验结果不符合情况下,采用某些更精确的试验作为仲裁。

### A3.2 拉伸试验

**A3.2.1** 被测试螺栓最好为全尺寸的,并且在习惯上,这样测试螺栓时,规定以磅为单位的**最小极限负荷**,而不是以磅每平方英寸为单位的**最小屈服强度**。已确定螺栓公称直径的三倍作为本附录章节介绍的试验所采用的最小螺栓长度。试验螺栓为全尺寸时,适用 A3.2.1.1 ~ A3.2.1.3 章节。具体产品技术规范允许采用经机加工的试样时,必须适用 A3.2.1.4 章节。

**A3.2.1.1 验证负荷** 由于某些等级螺栓的特殊应用,希望在使用中对其加力到规定值而不出现任何永久变形。规定验证负荷以便确信获取这种品质。也允许采用测定全尺寸螺栓屈服强度的替代试验方案。可采用以下二种方法之一,但是,在验收螺栓时有任何争议情况下,必须以“方法 1”作为仲裁方法。

**A3.2.1.2 测试长螺栓的验证负荷** 要求全尺寸试验时,验证负荷“方法 1”限用于长度不超过 8 in (203 mm) 或公称直径 8 倍的螺栓,以其中较大者为准。对于长度大于 8 in (203 mm) 或公称直径 8 倍的螺栓,必须采用验证负荷“方法 2”,以其中较大者为准。

(a) **方法 1, 长度测量** 必须在螺栓实际中心线上测量普通螺栓总长,采用能测量 0.0001 in (0.0025 mm) 长度变化、在任何 0.001 in (0.025 mm) 范围内具有 0.0001 in (0.0025 mm) 精度的测

量仪器。测量长度的优选方法必须在螺栓中心线上加工成的圆锥中心之间测量,并与测量平台上的中心重合。必须标志螺栓头或杆体,使得在所有测量中都能置于同一位置。螺栓必须如 A3.2.1.4 中所述组装于试验设备,并必须施加产品技术规范中规定的验证负荷。释放该负荷后,必须再测螺栓长度,并且该长度必须表明无永久性伸长。加负荷前后所做测量之间,必须允许  $\pm 0.0005$  in (0.0127 mm) 的公差。在初次施加验证负荷时,诸如直线度和螺紋准直度(加测量误差)等变量可能导致紧固件的明显伸长。在这种情况下,可用较原负荷大 3% 的负荷再试该紧固件,若这次加载以后的长度与这次加载以前的相同(测量误差在 0.0005 in 公差以内),则可认为满意。

**A3.2.1.3 验证负荷-加载时间** 采用“方法 1”时,验证负荷必须在卸荷以前维持 10 秒时间。

(1) **方法 2, 屈服强度** 螺栓必须按 A3.2.1.4 中所述组装于试验设备中。施加负荷时,必须测量该螺栓的总伸长,或该螺栓包含外露 6 扣螺紋的任何部分,并记录,以便绘制负荷-应变或应力-应变图。必须用 A370 试验方法的 14.2.1 节中介绍的方法测量-偏移等于 6 满扣螺紋所占螺栓长度的 0.2% 时的负荷或应力。该负荷或应力必须不小于产品技术规范中的规定。

**A3.2.1.4 全尺寸螺栓的轴向拉伸试验** 在夹具中,用在螺栓头与一螺母或合适的夹具之间轴向施加的负荷试验螺栓(图 A3.1),螺母或夹具必须有足够多的螺紋啮合,以便形成满螺紋强度。必须在螺栓上组装螺母或夹具,使得在夹具之间留有 6 整扣螺紋未啮合,重型六方结构螺紋除外,后者在夹具之间必须留有 4 整扣螺紋未啮合。为满足该试验的这项要求,若在杆体和螺紋头结合处无断裂,则杆体或螺紋部分必须有拉伸断裂。当拉伸试验的内螺紋紧固件为奥氏体不锈钢,并且试验紧固件的螺紋在施加了要求的最小拉力之后将内螺紋实验夹具拉出,该紧固件可视为符合拉伸强度要求。除了拉伸强度,必须向采购方报告失效模式。若需以 psi 值

记录或报告螺栓的拉伸强度,则必须按下式由3级外螺纹平均根径和中径的平均值计算受力面积:

$$A_s = 0.7854 [D - (0.9743/n)]^2 \quad (A3.1)$$

式中:

$A_s$  = 受力面积,  $\text{in}^2$ ;

$D$  = 公称直径,  $\text{in}$ ;

$n$  = 每英寸螺纹扣数。

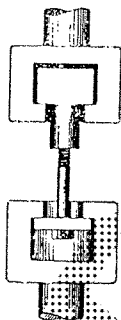
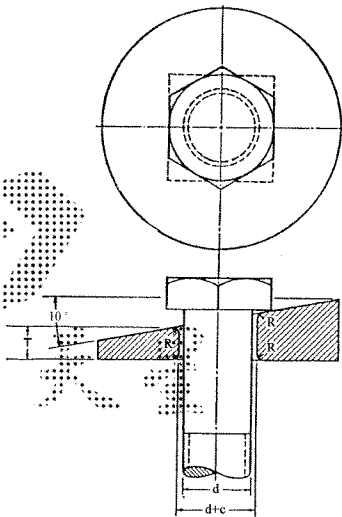


图 A3.1 全尺寸螺栓拉伸试验

**A3.2.1.5 带楔块的全尺寸螺栓拉伸试验:** 该试验的目的在于,使螺栓承受偏心负荷以获取带标准头的螺栓拉伸强度,并验证“螺栓头质量”和塑性。必须如 A3.2.1.4 中所述测定螺栓上的极限负荷,但在先前做验证负荷试验(见 A3.2.1.1)的同一螺栓下必须放置  $10^\circ$  楔块的除外。必须这样放置螺栓头,使六方或四方螺栓头的任何角都不承受支承负荷,即螺栓头的一面必须与楔块均匀厚度方向一致(图 A3.2)。楔块二面间必须具有如表 A3.1 所示的夹角,并且在楔孔短侧处必须具有二分之一公称螺栓直径的厚度。在螺栓公称尺寸范围内,楔块中的孔必须具有以下间隙,并且孔的边缘、顶和底必须倒圆至以下半径:

公称螺栓尺寸 in	楔孔内间隙 in(mm)	孔棱边圆角半径 in(mm)
$\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$	0.030(0.76)	0.030(0.76)
$\frac{3}{8} \sim \frac{1}{2}$	0.050(1.3)	0.060(1.5)
$\frac{3}{8} \sim 1$	0.063(1.5)	0.060(1.5)
$1\frac{1}{8} \sim 1\frac{1}{2}$	0.063(1.5)	0.125(3.2)
$1\frac{1}{8} \sim 1\frac{1}{2}$	0.094(2.4)	0.125(3.2)



$c$  = 楔孔间隙;

$d$  = 螺栓直径;

$R$  = 半径;

$T$  = 楔孔短侧楔块厚度,等于二分之一螺栓直径。

图 A3.2 楔块试验详图

表 A3.1 拉伸试验楔块角度

公称产品尺寸	度数	
	螺栓	双头螺栓和法兰螺栓
$\frac{1}{4} \sim 1$	10	6
大于 1	6	4

**A3.2.1.6 螺纹到头部的螺栓的楔块试验** 对于经过热处理的螺栓,并且车制螺纹到距螺栓头下侧一个螺栓直径或更近处的螺栓,楔角必须为 $6^\circ$ —对于 $\frac{1}{4}$ 至 $\frac{1}{2}$  in (6.35 至 19.0 mm) 尺寸螺栓,和 $4^\circ$ —对于 $\frac{3}{4}$  in 以上尺寸螺栓。

### A3.2.1.7 加工成圆试样的螺栓拉伸试验

(1) 需机加工的直径小于 $1\frac{1}{2}$  in (38 mm) 的螺栓试验必须优先采用标准 $\frac{1}{2}$  in (13 mm) 圆 2 in (50 mm) 标距试样(图4);但是,不允许截取这种标准试样的小横截面螺栓,必须采用与标准试样成比例的小尺寸试样(图4),并且该试样必须具有尽可能大的缩减段。在各种情况下,试样纵轴必须与螺栓轴线同心;螺栓头和螺纹段可以保持原样;如图A3.3和图A3.4,或加工成合适试验机夹具或卡头的形状,以便能轴向施加负荷。测量长度标距距离必须是试样直径的四倍。

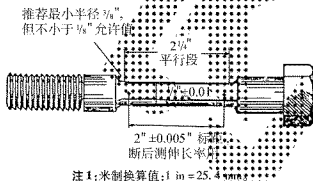


图 A3.3 带被车削杆体的螺栓拉伸试样

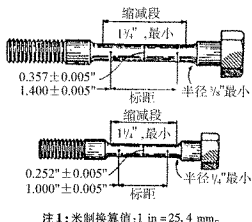


图 A3.4 与标准 2 in 标距试样成比例的小尺寸试样示例

(2) 对直径 $1\frac{1}{2}$  in 及以上的螺栓,必须由该螺栓车机工一个标准 $\frac{1}{2}$  in 圆 2 in 标距的试样,其轴线

位于螺栓杆体中心与外表之中点,如图 A3.5 所示。

(3) 机加工的试样作拉伸试验以便测定由产品技术规范规定的性能。试验方法和性能测定必须符合本试验方法第 14 章。

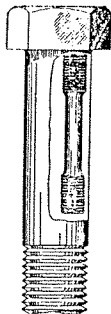


图 A3.5 由大尺寸螺栓车削时的标准圆 2 in 标距拉伸试样的位置

### A3.3 外螺纹紧固件的硬度试验

**A3.3.1 规定时,外螺纹紧固件必须做硬度试验。**带六方或四方头的紧固件,必须做布氏或洛氏硬度试验。对于带六方和四方头的螺栓,试验必须在搭扳手的平面、螺栓头的顶部、无螺纹杆上、螺栓底部或在仲裁的位置进行。对于螺柱,没有平行的搭扳手平面的产品和除了六方和四方头之外的其他类型头,试验必须在无螺纹杆上、螺栓或螺柱底部或仲裁的位置进行。由于布氏硬度试验负荷可能引起变形,必须小心操作,使该试验满足本试验方法第 17 章的要求。在不能实行布氏硬度试验的场合,必须用洛氏硬度试验替代。洛氏硬度试验规程必须符合本试验方法第 18 章。

**A3.3.2 在关于外螺纹紧固件是否满足或超过产品技术规范的硬度范围方面,买方与卖方之间存在争议时,为仲裁目的,通过随机选取的一个有代表性的样品紧固件,在二横截面上获取硬度值。必须在**

图 A3.6 中所示位置处获取硬度读数。为确认该产品所代表的紧固件符合要求,全部硬度值必须符合

产品技术规范的范围。该争议仲裁条款不得用于验收已被明确拒收的紧固件。

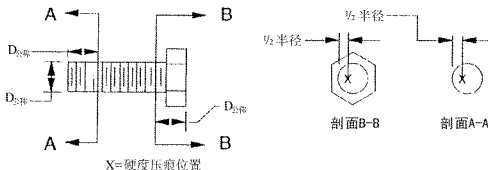


图 A3.6. 有争议时的螺栓硬度试验位置

### A3.4 螺母试验

**A3.4.1 硬度试验** 应在螺母顶部和底面测定螺母洛氏硬度。应在螺母侧面测定布氏硬度。考虑到被测试螺母的尺寸和等级,可采用三种方法中任何一种,由制造商选择。当标准布氏硬度试验导致螺母变形时,则需采用较小负荷或洛氏硬度试验取代。

**A3.4.2 截面硬度试验** 对于试验应力要求载荷超过 160000 lb 的螺母,除非在订单、合同、产品规范中有规定,应被视为过大,不适用于全尺寸标准载荷试验,而应该适用截面硬度试验。样本螺母必须在螺母高度的约 1/2 处横切切开。样本不必有螺纹,但必须是包括热处理生产批的一部分。所有试验必须采用洛氏硬度试验量表。每组三个读数的两组读数取位必须相距 180 度(见图 A3.7)。在要求提供证明时,所有读数必须报告,并且必须满足产品规范中规定的硬度要求。读数必须在穿过螺母截面的下列位置上取得:

位置一:在可行的情况下尽可能地贴近大径(如有螺纹)或孔侧壁(如为坯料),但距离不得小于压头直径的 2/3。

位置二:在螺母的中心和一个角(中径的一半处(如有螺纹)或孔侧壁,如为坯料)。

位置三:在可行的情况下尽可能地贴近螺母的角,但距离不得小于压头直径的 2/3。

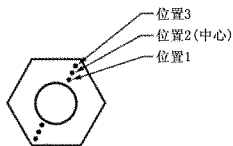


图 A3.7 硬度试验位置

### A4. 钢制圆线材制品

#### A4.1 范围

**A4.1.1** 本附录包括特定产品的圆线材制品的试验要求。本附录包括的要求是对本规范概述章节中的要求的补充。当本附录中的要求和本规范概述章节中的要求有冲突的时候,以附录中的要求为准。当本附录中的要求和产品规范中的要求有冲突的时候,以产品规范中的要求为准。

#### A4.2 设备

**A4.2.1 夹紧装置** 应采用如图 A4.1 和图 A4.2 中所示的楔块或缓冲型夹具(注 A4.1)。采用任何类型夹具时,应小心,使试样轴线大致位于试验机头的中心线上(注 A4.2)。采用楔型夹具时,夹头基面采用的衬里要有合适的厚度。

注 A4.1: 试验机通常装备楔型夹头。这些楔型夹头,不管试验机为何种类型,都称之为“普通型”楔形夹头。在“普通”楔型夹头中采用细(180 或 240)度研磨砂布,使砂布接触线材试样,有助于在拉伸负荷达到约 1000 磅时减少试样滑移

并避免在夹头边缘处断裂。对于“普通型”楔形夹具易于割伤线材试样的试验,缓冲型夹具已被证实是令人满意的。

为试验圆线材,选择在模型夹具中采用圆柱形支座。

**注 A4.2:** 应纠正试验机中可能导致非轴向施加负荷的任何缺陷。

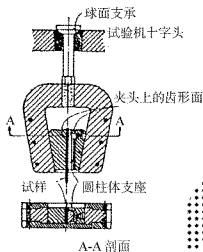
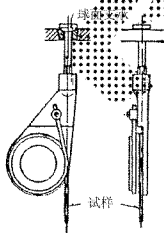


图 A4.1 模型夹紧装置



A4.2 缓冲型夹紧装置

**A4.2.2 带顶尖千分表** 试验机中的试样断裂以后,应使用千分表读取线材试样断裂端尺寸,该表具有带顶尖的主轴和合适的支座,精确到 0.001 in (0.025 mm)。

### A4.3 试样

**A4.3.1** 应采用具有所代表线材的全横截面积试样。试样标准标距必须为 10 in (254 mm)。但是,若不需测定伸长率值,允许任何适宜标距。试样总长至少等于标距 (10 in) 加二倍的完全使用夹头所需线材长度。例如,根据试验机和所用夹头,对于

10 in 标距试样,试样最小总长可从 14 至 24 in (360 至 610 mm) 变化。

**A4.3.2** 应废弃在夹头中断裂的试样,并用新试样重试。

### A4.4 伸长率

**A4.4.1** 在测定永久性伸长时,应将断裂试样的二端仔细拼接在一起,并用分规和直尺或其他合适装置测量度量标志间的距离,精确到 0.01 in (0.25 mm)。伸长率是标距在长度上的增量,表示为初始长度的百分比。记录伸长率值时,应给出百分比增量和初始标距这两者。

**A4.4.2** 测定总伸长(弹性加塑性伸长)时,可采用自动绘图和伸长测量仪方法。

**A4.4.3** 若断裂发生在标距中间三分之一以外,获得的伸长率值可能不代表该材料。

### A4.5 断面收缩率

**A4.5.1** 应将断裂试样的二端仔细拼接在一起,并用带顶尖千分表测量最小横截面积,精确到 0.001 in (0.025 mm)。这样测得的面积和初始横截面积之差,以初始面积的百分比值表示,即为断面收缩率。

**A4.5.2** 在直径小于 0.092 in (2.34 mm) 时,由于很难测量缩小的横截面,不推荐做断面收缩率测量。

### A4.6 洛氏硬度试验

**A4.6.1** 对于直径 0.100 in (2.54 mm) 及更粗的热处理线材,试验前必须以研磨方式在二平行侧面弄平试样。对于任何直径的硬拉线材或直径小于 0.100 in (2.54 mm) 的热处理线材,不推荐做硬度试验。对于圆线材,拉伸强度试验远优先于硬度试验。

### A4.7 缠绕试验

**A4.7.1** 该试验用作测试某些种类线材塑性的手段。

**A4.7.2** 试验时将线材以密节距螺旋线的形式紧绕规定直径心轴到所要求圈数(如无其他规定,要求圈数应为 5 圈。)可以手工缠绕,也可用动力装置。缠绕速率可不超过 15 圈每分钟。在相应线材技术规范中必须规定心轴直径。

**A4.7.3** 若线材断裂,或者若在缠绕第一整圈以后

出现能用肉眼看见的纵向或横向裂纹,则被测试线材应被当做已损坏的。第一圈就损坏的线材,应重试,因为这类断裂可能由于在试验开始时弯曲线材至小于规定半径所致。

#### A4.8 盘绕试验

**A4.8.1** 该试验用于确定,在弹簧盘绕和弹簧拉伸期间,是否存在会导致裂纹和断裂的缺陷。在规定直径心轴上紧密盘绕规定长度的线圈。然后,紧绕的线圈伸展到规定的永久长度增量,并检查节距的均匀性,且无裂纹或断裂。所需心轴直径、紧绕线圈长度和永久线圈延伸长度增量可随线径、性能和类型改变。

### A5 关于缺口棒材冲击试验含义的注释

#### A5.1 缺口效应

**A5.1.1** 用施加单次冲击负荷应力方式,夏比型(摆锤单梁式)和伊佐德(悬壁梁式)试验显示缺口效应(脆性与塑性)。所测定的能量值是在特定试样上的定量比较(值),不能转换成用于工程设计的能量值。在一项具体试验中表示出的缺口效应仅适用于该试样尺寸、缺口几何形状和所涉及的试验条件,不能普遍推广于其他试样尺寸和试验条件。

**A5.1.2** 面心立方晶系金属和合金、大批非铁基材料和奥氏体钢的缺口效应,可由其普通拉伸性能判断。若在拉伸试验中它们是脆性的,则在缺口冲击试验时也是脆性的;若在拉伸试验中它们是塑性的,则在缺口冲击试验时也是塑性的;特别尖锐或深的缺口(比标准夏比或 Izod 试样严重得多)除外。甚至低温都不改变材料的这一特性。相反,在缺口条件下的铁素体钢的效应,则不能由它们在拉伸试验中所显示的性能加以预测。因此,对于这些材料的研究,夏比和 Izod 试验非常有用。某些在拉伸试验中显示正常塑性的材料,在缺口条件下试验或使用,可能仍以脆性形式断裂。缺口条件包括在垂直于主应力、多轴应力或应力集中方向上的变形限制。夏比和 Izod 试验证实对确定钢材对缺口效应敏感性有用,但不能直接用于评估结构的使用性能。

**A5.1.3** 试验机本身必须足够坚固,否则,由于摆

锤轴抬高或试验机底座降低,高强度低能量材料的试验将导致过度的弹性能量损失。若支座支承、摆锤打击刃口或试验机基础螺栓紧固不牢,80 ft-lbf (108 J)范围内的塑性材料的试验,可能实际上指示超过 90 ~ 100 ft-lbf (122 ~ 136 J)。

#### A5.2 缺口影响

**A5.2.1** 缺口导致多轴应力与缺口根部应力集中相结合,多轴应力与限制垂直主应力方向上的变形有关。通常严重的缺口条件是不合乎需要的,在这种情况下变得真正担心,会触发一次突然彻底的脆性型损坏。某些金属甚至在液态空气的低温下仍以塑性方式变形,而其他金属则可能断裂。考虑到材料内聚强度(或保持在一起的性能)及其与屈服点的关系,能最好地理解这种性能上的差别。脆性断裂情况下,在出现明显塑性变形以前就已超过内聚强度,并且断口呈结晶状。塑性或剪切型断裂情况下,在最终断裂以前出现相当大的变形,并且断口呈纤维状,而非结晶状。中间情况下,在中等量级变形后发生断裂,并且断口部分呈结晶状、部分呈纤维状。

**A5.2.2** 当缺口试棒承受负荷时,有一个跨越缺口根部的常规应力,倾向于引发断裂。保持试棒不劈裂或保持其在一起的性能是“内聚强度”。常规应力超过内聚强度时,试棒断裂。出现这种情况而试棒未变形时,这就是脆性断裂情况。

**A5.2.3** 试验中,尽管由于边界影响象在使用中那样,在断裂以前更经常出现弹性变形。除常规应力外,所施加的负荷还会产生与常规应力成约 45° 角的剪切应力。一旦该剪切应力超过材料的剪切强度,弹性性能就将终止,变形或塑性屈服则将开始,这就是塑性断裂。

**A5.2.4** 这种性能,无论脆性或塑性的,都取决于在剪切应力超过剪切强度以前常规应力是否超过内聚应力。缺口性能的一些重要论据都遵循此点。若缺口做得更尖锐或深入,则缺口根部常规应力相对于剪切应力将会增大,试棒将更趋向脆性断裂(见表 A5.1)。另外,当变形速率增大时,剪切强度增

大,断裂的可能性也增大。另一方面,提高温度,使能量增强,导致剪切断裂。缺口和变形速度保持不变,则剪切强度降低,塑性性

表 A5.1 在标准试样上改变缺口尺寸的影响

	高能量试样, ft · lbf (J)	中能量试样, ft · lbf (J)	低能量试样, ft · lbf (J)
标准尺寸试样	76.0 ± 3.8 (103.2 ± 5.2)	44.5 ± 2.2 (60.3 ± 3.0)	12.5 ± 1.0 (16.9 ± 1.4)
缺口深 0.084 in (2.13 mm) <sup>A</sup>	72.2 (97.9)	41.3 (56.0)	11.4 (15.5)
缺口深 0.0805 in (2.04 mm) <sup>A</sup>	75.1 (101.8)	42.2 (57.2)	12.4 (16.8)
缺口深 0.0775 in (1.77 mm) <sup>A</sup>	76.8 (104.1)	45.3 (61.4)	12.7 (17.2)
缺口深 0.074 in (1.57 mm) <sup>A</sup>	75.6 (107.9)	46.0 (62.4)	12.8 (17.3)
缺口底部半径 0.005 in (0.127 mm) <sup>B</sup>	72.3 (98.0)	41.7 (56.5)	10.8 (14.6)
缺口底部半径 0.015 in (0.381 mm) <sup>B</sup>	80.2 (108.5)	47.4 (64.3)	15.8 (21.4)

<sup>A</sup> 标准 0.079 ± 0.002 in (2.00 ± 0.025 mm)。

<sup>B</sup> 标准 0.010 ± 0.001 in (0.25 ± 0.025 mm)。

### A5.2.5 缺口尺寸的变化将影响试验结果。

4340 钢试样<sup>②</sup>上的试验已表明尺寸变化对夏比冲击试验结果的影响(见表 A5.1)。

## A5.3 尺寸影响

**A5.3.1** 增加试样宽度或厚度,会引起经受变形的金属体积的增加,这将导致试样断裂时吸收的能量增加。但是,尺寸上的任何增加,特别是宽度的增加,也会引起抑制程度的增加,并通过引发脆性断裂,可能降低吸收能量值。在标准尺寸试样就要脆性断裂时,尤其如此,并且双倍宽度试样实际上可能需要较标准宽度试样更小的断裂能量。

**A5.3.2** 在研究材料尺寸不允许使用标准试样场合的这类影响时,例如材料为  $\frac{1}{4}$  in 板材时,必需使用小尺寸试样。根据 E 23 试验方法图 4 的“A型”试样,制备这类试样(见 E 23 试验方法的图 6)。

**A5.3.3** 由不同尺寸或形状试样获取的能量值之间的一般关系是不适用的。但是,基于特殊材料和特殊试样专门研究,可以确立有限关系供技术规范采用。另一方面,在工艺变量相对影响的研究中,采用具有某种选定缺口的某一任选试样的评估,在多数情况下,将按其适当顺序排列这些方法。

## A5.4 试验条件影响

**A5.4.1** 试验条件也影响缺口效应。温度对开有缺口钢材效应的影响如此明显,以致经常进行对比,检查试样断口,由在一系列温度下缺口钢棒的试验,绘制能量值和断口形状与温度间的关系图。当试验温度已降低到足以开始裂纹断裂时,可能有一个冲击值的急剧下降,或可能有一个朝更低温度的相对平缓的下降。当试样开始表现断口中的某种结晶形貌时,就开始这种能量值的降低。发生脆化效应的转变温度,随零件或试件尺寸和缺口几何形状发生显著变化。

**A5.4.2** 许多现正使用的转变温度定义中的一些是:(1)试样呈现 100% 纤维状断口的最低温度;(2)断口呈现 50% 结晶状和 50% 纤维状形貌时的温度;(3)对应于在 100% 与 0% 纤维状断口处获得值的差值的 50% 能量值的温度,和(4)对应特殊能量值的温度。

**A5.4.3** 在低温下试验高强度低能量试样时,出现夏比型冲击试验特有的问题。这些试样不能在摆锤摆动方向上脱离试验机,而是在某一侧方向上。为确保断成二截的试样不致弹回到试验机的某一部分,并在摆锤完成摆动以前接触到摆锤,可能需在老式试验机上进行改造。这些改造随试验机结构有所

② Fahey, N. H. “夏比冲击试验中变量的影响”, Material Research & Standard, Vol. 1, No. 11, November. 1961, p. 872.

不同。但是基本问题是相同的,即必须采取措施以避免断裂试样回弹至摆动着的摆锤的任何部分。结构允许场合,断裂的试样可从试验机二侧转向弹出,在其他结构中,可能还需在摆锤摆过支座以前将断裂的试样保持在一定区域。虽然以大约 17 ft(5.2m)/s 的摆锤移动速度冲击试样,某些低能量高强度钢材试样会以超过 50 ft(15.3m)/s 的速度脱离冲击试验机。若断裂的试样作用于摆锤的力足够大,摆锤将减速,并将记录到错误的高能量值。该问题引起在各研究人员报告的夏比冲击试验结果中的许多不一致性,范围在 10~25 ft-lbf(14~34 J)以内。附录 B.2.3 试验方法的设备章节(关于试样间隙的部分)讨论二种基本试验机结构和在故障最小化方面令人满意的改进方案。

## A5.5 应变速度

**A5.5.1** 应变速度同样是影响钢材脆化效应的变量。冲击试验表明,在转变温度以上转变温度试验有更高的能量吸收,但在转变温度以下,某些情况则正好相反。

## A5.6 与应用的关系

**A5.6.1** 虽然夏比或 Izod 冲击试验不可能直接预测作为一般大批量应用钢材或作为大型结构零件的塑性或脆性效应,但是,当已确立与运行效应的关系时,这些试验就能用做同一种钢材不同批次一致性的验收试验,或用于在不同钢材之间进行选择。可能需要在室温以外适当选定的温度下进行试验。这里,由于尺寸和缺口几何形状可能不同,运行温度或全尺寸试样的转变温度未给出所需夏比或 Izod 试验的转变温度。化学分析、拉伸和硬度试验不可能指出某些重要工艺因素的影响,这些因素影响对脆性断裂的敏感性,还包括在诱发脆性效应时低温的影响。

(12.7 mm)直径 2 in(51 mm)标距的标准试样上获取的百分比伸长率,转换为  $\frac{1}{2}$  in  $\times$  2 in 和  $1\frac{1}{2}$  in  $\times$  8 in(38.1  $\times$  203 mm)标准扁试样等效百分比伸长率的规程。

**表 A6.1 碳钢和不锈钢 — 材料常数  $a=0.4$ , 将百分比伸长率由  $\frac{1}{2}$  in 直径  $\times$  2 in 标距标准拉伸试样转换为标准  $\frac{1}{2}$   $\times$  2 in 和  $1\frac{1}{2}$   $\times$  8 in 扁试样的变换系数**

厚度, in	$\frac{1}{2}$ $\times$ 2 in 试样	$1\frac{1}{2}$ $\times$ 8 in 试样	厚度, in	$1\frac{1}{2}$ $\times$ 8 in 试样
0.025	0.574	...	0.800	0.822
0.030	0.596	...	0.850	0.832
0.035	0.614	...	0.900	0.841
0.040	0.631	...	0.950	0.850
0.045	0.646	...	1.000	0.859
0.050	0.660	...	1.125	0.880
0.055	0.672	...	1.250	0.898
0.060	0.684	...	1.375	0.916
0.065	0.695	...	1.500	0.932
0.070	0.706	...	1.625	0.947
0.075	0.715	...	1.750	0.961
0.080	0.725	...	1.875	0.974
0.085	0.733	...	2.000	0.987
0.090	0.742	0.531	2.125	0.999
0.100	0.758	0.542	2.250	1.010
0.110	0.772	0.553	2.375	1.021
0.120	0.786	0.562	2.500	1.032
0.130	0.799	0.571	2.625	1.042
0.140	0.810	0.578	2.750	1.052
0.150	0.821	0.586	2.875	1.061
0.160	0.832	0.596	3.000	1.070
0.170	0.843	0.603	3.125	1.079
0.180	0.852	0.610	3.250	1.088
0.190	0.862	0.618	3.375	1.096
0.200	0.870	0.623	3.500	1.104
0.225	0.891	0.638	3.625	1.112
0.250	0.910	0.651	3.750	1.119
0.275	0.928	0.664	3.875	1.127
0.300	0.944	0.675	4.000	1.134
0.325	0.959	0.686	...	...
0.350	0.973	0.696	...	...
0.375	0.987	0.706	...	...
0.400	1.000	0.715	...	...
0.425	1.012	0.724	...	...
0.450	1.024	0.732	...	...
0.475	1.035	0.740	...	...
0.500	1.045	0.748	...	...
0.525	1.056	0.755	...	...
0.550	1.066	0.762	...	...
0.575	1.075	0.770	...	...
0.600	1.084	0.776	...	...
0.625	1.093	0.782	...	...
0.650	1.101	0.788	...	...
0.675	1.110	...	...	...
0.700	1.118	0.800	...	...
0.725	1.126	...	...	...
0.750	1.134	0.811	...	...

## A6 标准圆拉伸试样百分比伸长率转换为标准扁试样等效百分比伸长率的规程

### A6.1 范围

**A6.1.1** 本方法规定将断裂后在一个 0.500 in



**表 A6.2 退火奥氏体不锈钢 — 材料常数**  
**a=0.127**, 将百分比伸长率由  $\frac{1}{2}$  in 直径 ×  
**2 in 标距标准拉伸试样转换为  $1\frac{1}{2}$  × 8 in**  
**扁试样的变换系数**

厚度, in	$\frac{1}{2}$ × 2 in 试样	$1\frac{1}{2}$ × 8 in 试样	厚度, in	$1\frac{1}{2}$ × 8 in 试样
0.025	0.839	...	0.800	0.940
0.030	0.848	...	0.850	0.943
0.035	0.857	...	0.900	0.947
0.040	0.864	...	0.950	0.950
0.045	0.870	...	1.000	0.953
0.050	0.876	...	1.125	0.960
0.055	0.882	...	1.250	0.966
0.060	0.886	...	1.375	0.972
0.065	0.891	...	1.500	0.978
0.070	0.895	...	1.625	0.983
0.075	0.899	...	1.750	0.989
0.080	0.903	...	1.875	0.992
0.085	0.906	...	2.000	0.995
0.090	0.909	0.818	2.125	1.000
0.095	0.913	0.821	2.250	1.008
0.100	0.916	0.823	2.375	1.007
0.110	0.921	0.828	2.500	1.010
0.120	0.926	0.833	2.625	1.013
0.130	0.931	0.837	2.750	1.016
0.140	0.935	0.841	2.875	1.019
0.150	0.940	0.845	3.000	1.022
0.160	0.943	0.848	3.125	1.024
0.170	0.947	0.852	3.250	1.027
0.180	0.950	0.856	3.375	1.029
0.190	0.954	0.859	3.500	1.032
0.200	0.957	0.863	3.625	1.034
0.225	0.964	0.867	3.750	1.036
0.250	0.970	0.873	3.875	1.038
0.275	0.976	0.878	4.000	1.041
0.300	0.982	0.883	...	...
0.325	0.987	0.888	...	...
0.350	0.991	0.892	...	...
0.375	0.996	0.896	...	...
0.400	1.000	0.899	...	...
0.425	1.004	0.903	...	...
0.450	1.007	0.906	...	...
0.475	1.011	0.909	...	...
0.500	1.014	0.912	...	...
0.525	1.017	0.915	...	...
0.550	1.020	0.917	...	...
0.575	1.023	0.920	...	...
0.600	1.026	0.922	...	...
0.625	1.029	0.925	...	...
0.650	1.031	0.927	...	...
0.675	1.034	...	...	...
0.700	1.036	0.932	...	...
0.725	1.038	...	...	...
0.750	1.041	0.936	...	...

**A6.2 基本公式**

**A6.2.1** 本方法中转换数据基于 Bertella®的公式,由 Oliver®和其他人采用。标准 0.500 in 直径 × 2.0 in 试样与其他标准试样伸长率之间的关系可计算如下:

$$e = e_0 [4.47(\sqrt{A})/L]^a \quad (A6.1)$$

其中:

$e_0$  = 2 in 标距 0.500 in 直径标准试样断裂后百

分比伸长率;

$e$  = L 标距 A 横截面标准试样断裂后百分比伸长率;

$a$  = 试验材料的特性常数。

**A6.3 应用**

**A6.3.1** 在应用以上公式时,常数  $a$  是试验材料的特性常数。对于热轧、热轧加正火或退火处理的,回火或不回火的,抗拉强度在 40000 ~ 85000 psi (275 ~ 585 MPa) 范围内的碳素钢、碳-锰钢、铜钢和铬-铜钢,数值  $a = 0.4$  已被证实可获得令人满意的转换。注意,冷缩的和淬火加回火处理的除外。对于退火奥氏体不锈钢,  $a = 0.127$  已被证实能给出令人满意的转换。

**A6.3.2** 取  $a = 0.4$ , 用标准 0.5 in (12.7 mm) 直径 × 2 in (51 mm) 标距试样作基准试样, 计算出表

A6.1 在 0.350 in (8.89 mm) 直径 × 1.4 in (35.6 mm) 标距和 0.250 in (6.35 mm) 直径 × 1.0 in (25.4 mm) 标距小尺寸试样情况, 公式中的系数是 4.51, 而不是 4.47。对于小尺寸试样, 采用表 A6.1 引起的小误差可以忽略。取  $a = 0.127$ , 用标准 0.50 in 直径 × 2 in 标距试样作基准试样, 计算出退火奥氏体钢的表 A6.2。

**A6.3.3** 乘以表 A6.1 和表 A6.2 中的系数, 对于标准 0.50 in 直径 × 2 in 标距试样给出的伸长率可转换为对于  $\frac{1}{2}$  in × 2 in 或  $1\frac{1}{2}$  × 8 in (38.1 × 203 mm) 扁试样的伸长率。

**A6.3.4** 这些伸长率变换系数不得用于宽度-厚度比超过 20 的试件, 如厚度小于 0.025 in (0.635 mm) 的薄板试样。

**A6.3.5** 在规定范围内, 这些换算被认为是可靠的, 在希望表示 A370 试验方法中所含一些标准 ASTM 拉伸试样的等效伸长率要求时, 通常可用于技术规范的编写, 但应考虑取决于所处理材料厚度的冶金效应。

**A7 预应力混凝土用多股钢丝绳试验方法**

**A7.1 范围**

**A7.1.1** 本方法提供预应力混凝土用多股钢丝绳

® Bertella, C. A. *Giornal del Genio Civile*, Vol. 60, 1922, p. 343.  
 ® Oliver, D. A., *Proceedings of Mechanical Engineers*, 1928, p. 827.

拉伸试验规程。该方法用于评估“预应力钢丝绳”技术规范中规定的多股钢丝绳的性能。

## A7.2 一般注意事项

**A7.2.1** 若由于试验机夹紧装置使试样有任何明显的缺口、切口或弯曲,则会导致试样过早断裂。

**A7.2.2** 若构成钢丝绳的七股钢丝负荷不均匀,则会引起试验误差。

**A7.2.3** 制备试样时过度加热可能极大地影响钢丝绳的力学性能。

**A7.2.4** 遵照 A7.4\* 节中介绍的推荐夹紧方法,可使这些困难减至最小程度。

## A7.3 夹紧装置

**A7.3.1** 用一项试验测定钢丝绳的力学性能,在这项试验中,试样的断裂发生在试验机钳口之间的自由跨度内。因此,要求制定试验规程,采用总是产生这类结果的合适设备。由于各试验机固有的实际特性,推荐一种适合所有试验机的万能夹紧规程是不可行的。因此,需要确定 A7.3.2 至 A7.3.8 中介绍的哪一种夹紧方法最适合现有试验设备。

**A7.3.2 带锯齿牙的标准 V 型夹头(注 A7.1):**

**A7.3.3 带锯齿牙的标准 V 型夹头(注 A7.1),**采用衬垫材料 该方法中,在夹头与试样之间放置某种材料以使齿牙的缺口效应最小。已采用的材料中有铝箔、铅箔、碳化硅砂布、黄铜垫等。所需材料的类型和厚度取决于齿牙的形状、状况和粗糙度。

**A7.3.4 带锯齿牙的标准 V 型夹头(注 A7.1),**采用特殊制备的试样夹持部分 所用方法之一是镀锌,以在保持稍许高于熔点的熔化的锡合金中多次浸渍的方式,清洗、熔融和涂覆试样的夹持部分。另一种制备方法是将夹持部分封包在金属管或柔性套管中,用环氧树脂作接合剂。封包部分应大约为钢丝绳捻距的二倍。

**A7.3.5 带平滑半圆柱凹槽的夹头(注 A7.2)** 用一种研磨砂浆涂覆凹槽和试件的夹持部分,砂浆使试样保持于平滑凹槽,避免打滑。砂浆由磨料(如 3-F 级二氧化铝)和载体(如水或甘油)组成。

**A7.3.6 用于钢丝绳的标准套管** 试样夹持部分用锌紧固于套管中。钢丝绳制造业中普遍采用的插入紧固方法如下述。

**A7.3.7 固定端吊环接头** 这类装置设计成适合每一被测试钢丝绳的尺寸。

**A7.3.8 夹紧装置** 一般用于对铸床钢丝绳施加张力的这类夹紧装置,建议不用于试验。

注 A7.1:齿数约为每 in 齿 15 至 30,最小有效夹紧长度应约为 4 in(102 mm)。

注 A7.2:凹槽曲率半径大约与所试钢丝绳半径相同,并位于夹头平面上方  $\frac{1}{2}$  in(0.79 mm)。当试样就位时,可以避免二夹头靠到一起。

## A7.4 试样制备

**A7.4.1** 若在热浸锡或用熔化金属材料封包期间的熔化金属温度太高,超过大约 700 °F(370 °C),则试样可能受热影响,继而损失强度和塑性。若用这种试样制备方法,应仔细维持温度控制。

## A7.5 规程

**A7.5.1 屈服强度** 为测定屈服强度,采用如 E83 规程中所介绍的 B 级伸长测量仪(A7.3)。向试样施加预期最小断裂强度 10% 的初始负荷,然后装上伸长测量仪,并调节至标距的 0.001 in/in 读数。然后增加负荷,直到伸长测量仪指示 1% 伸长率为止。记录该伸长率的负荷,做为屈服强度。已测定屈服强度以后,可从试样上取下伸长测量仪。

**A7.5.2 伸长率** 为测定伸长率,采用如 E 83 规程中所介绍的 D 级伸长测量仪(A7.3),其标距不小于 24 in(610 mm)(A7.4)。向试样施加预期最小断裂强度 10% 的初始负荷,然后装上伸长测量仪(A7.3),并调节到零读数。已超过规定的最小伸长率以后,在断裂以前,可从试样上取下伸长测量仪。无须测定最终延伸率值。

**A7.5.3 断裂强度** 测定钢丝绳的一或多股钢丝断裂时的最大负荷。记录该负荷作为钢丝绳的断裂强度。

注 A7.3:屈服强度伸长测量仪和伸长率伸长测量仪可为同一仪器,或二台独立的仪器。推荐采用二台独立仪器,因为,屈服强度伸长测量仪更为灵敏,当钢丝绳断裂时会损

\* 原文如此,似应为 A7.3。一译注

坏,在测定屈服强度以后可取下该测量仪。测伸长率用的伸长测量仪可用较不灵敏的零件构成,或以这种方式构成,使得在伸长测量仪与试件接触情况下发生断裂时,很少会引起损坏。

注 A7.4:在伸长测量仪以外或夹头以内断裂的试样,但仍满足最小规定值的,被认为符合产品技术规范的力学性能要求,不管已采用何种夹紧规程。在伸长测量仪以外或夹头以内断裂的试样,但不满足最小规定值的,必须重试。在夹头与伸长测量仪之间断裂的试样,不满足最小规定值的,必须如适用技术规范规定的重试。

## A8 试验数据的圆整

### A8.1 圆整

A8.1.1 必须按适用产品技术规范圆整观测值或计算值。无指定的规程时,必须采用 E29 规程的圆

整方法。

A8.1.1.1 必须如由 E29 规程的规则所确定的向上或向下圆整数值。

A8.1.1.2 在圆整数字“5”的特殊情况下,当“5”以后除“0”以外并无其他数字时,若遵循 E29 规程会导致拒收材料,则必须向规范极限值方向圆整。

A8.1.2 表 A8.1 中给出圆整试验数据报告值的推荐等级。这些值用来提供在报告和数据贮存方面的一致性,并应用于所有情况,除非这些值与产品技术规范要求相矛盾。

注 A8.1:为使累积误差最小,只要可能,数字应进位到中间数字(如由负荷和面积测量值计算应力)期间最终(圆整)数值位数以外至少一位数,而在最后一项计算时进行圆整。精度可能低于由有效位数确定的精度。

表 A8.1 圆整试验数据的推荐值

试验参数	试验数据范围	圆整值 <sup>A</sup>
屈服点	≤1000 psi 以下,不含(50 ksi 以下)	100 psi (0.1 ksi)
屈服强度	1000 ~ 100 000 psi, 不含(10 ~ 100 ksi)	500 psi (0.5 ksi)
拉伸强度	100 000 psi 及以上(100 ksi 及以上)	1 000 psi (1.0 ksi)
	500 MPa 以下,不含	5 MPa
	500 ~ 1 000 MPa, 不含	5 MPa
	1 000 MPa 及以上	10 MPa
伸长率	0 ~ 10%, 不含	0.5 %
	10% 及以上	1 %
断面收缩率	0 ~ 10%, 不含	0.5 %
	10% 及以上	1 %
冲击能量	0 ~ 240 ft-lbf (或 0 ~ 325 J)	1 ft-lbf (1 J) <sup>B</sup>
布氏硬度	所有数值	表值 <sup>C</sup>
洛氏硬度	所有数值	1 洛氏硬度数

<sup>A</sup> 将试验数据圆整到该列中数值的最接近整倍数。若数据值恰好介于二圆整值的中间,则按 A8.1.1.2 节圆整。

<sup>B</sup> 这些单位并不等效,对于每种单位,在同一数值范围内圆整(1 ft-lbf = 1.356 J)。

<sup>C</sup> 圆整布氏硬度压痕平均直径的 0.05 mm (的整数倍),并报告由该表读取的相应布氏硬度值,不再进一步圆整。

## A9 试验钢筋的方法

### A9.1 范围

A9.1.1 本附录包括特定产品的钢筋的试验要求。本附录包括的要求是对本规范概述章节中的要求的补充。当本附录中的要求和规范概述章节中的要求有冲突的时候,以附录中的要求为准。当本附录中的要求和产品规范中的要求有冲突的时候,以产

品规范中的要求为准。

### A9.2 试样

A9.2.1 所有试样应是轧制钢筋的全截面试样。

### A9.3 拉伸试验

A9.3.1 试样 拉伸试验试样必须足够长,以便提供 8 in (200 mm) 标距,在每一度量标志与夹头之间至少有二倍直径的距离,再加上足够的附加长度,以便完全填充夹头,并留有伸出每一夹头以外的一些

多余长度。

**A9.3.2 夹紧装置** 夹头应是用衬垫调节的,使夹头由试验机头部伸出不超过 $\frac{1}{2}$  in(13 mm)。

**A9.3.3 度量标志** 必须在试件上标志 8 in(200 mm),采用预设的 8 in(200 mm)冲眼,或作为替代方案,沿 8 in(200 mm)标距,每 2 in(50 mm)用一冲眼标志,在一加强筋上(若有加强筋时),或在变形模板的净距内。冲眼标志不得做在横向变形区。需做浅的冲眼标志,因为深标志会在钢筋上刻出较深的凹痕,可能影响试验结果。希望采用冲头不冲头。

**A9.3.4 应用以下方法之一测定屈服强度或屈服点:**

**A9.3.4.1** 采用 14.1.2 和 14.1.3 中介绍的自动绘图或伸长测量仪法测定负荷下伸长率。

**A9.3.4.2** 在被测试钢材出现屈服现象或明确定义的屈服点场合,采用 14.1.1 中介绍的标杆或试验机上的量具停止法。

**A9.3.5** 全尺寸试样屈服和拉伸强度的单位应力变形应基于钢筋公称截面积。

## A9.4 弯曲试验

**A9.4.1** 应在足够长的试样上做弯曲试验,以确保自由弯曲并使设备有运行空间。

**A9.4.1.1** 在整个弯曲操作期间,连续和均匀加力;

**A9.4.1.2** 试件与设备接触点处的无障碍移动,并绕可自由转动的销轴弯曲;和

**A9.4.1.3** 弯曲操作期间,绕销轴紧密盘绕。

**A9.4.2** 可以采用其他可接受的更严格的弯曲试验方法,例如将试样横跨二个自由转动销轴,并用一固定销轴施加弯曲力。

**A9.4.3** 若产品技术规范允许重试时,适用以下条款:

**A9.4.3.1** 不得使用包含鉴别轧制标志的区段;

**A9.4.3.2** 应放置钢筋,使纵向加强筋位于与弯曲平面成直角的平面内。

## A10 热循环模拟的使用和控制规程

### A10.1 目的

**A10.1.1** 采用热循环模拟规范时,确保恒定的和可重复的生产锻件和代表生产锻件的试样的热处理。

### A10.2 范围

**A10.2.1** 实际生产时间-温度曲线(主控图表)的生成和归档。

**A10.2.2** 生产锻件热处理期间再现主控循环的控制(A1.2.1 期间确立的主要变量内的热处理)。

**A10.2.3** 模拟器单元程序图表的制备。

**A10.2.4** 在由 ASME 规范确立的范围内监控和检验模拟的循环。

**A10.2.5** 全部控制、检验、图表和曲线的归档和保存。

### A10.3 参考文献

#### A10.3.1 ASME 标准<sup>④</sup>

ASME 锅炉与压力容器规范第 III 卷,最新版本。

ASME 锅炉与压力容器规范第 VIII 卷第 2 册,最

新版本。

### A10.4 术语

#### A10.4.1 定义

**A10.4.1.1 主控图表** 锻件所受热处理的记录,基本上与其所代表的生产锻件相同。主控图表是一个显示热电偶输出的时间和温度图表,热电偶在指定的试验插入点和试样位置处嵌入锻件。

**A10.4.1.2 程序图** 用于编程模拟器单元的金属板。将来自主控图表的时间-温度数据,人工转换为程序图。

**A10.4.1.3 模拟器图表** 试件在模拟器单元已接受的热处理的记录。它是一个时间与温度图表,可直接与主控图表比较再现的精度。

**A10.4.1.4 模拟器循环** 在模拟器单元中一组试样的一次连续热处理。该循环包括来自环境的加热、保持温度和冷却。例如,一组试样的一次模拟的奥氏体化淬火可为一循环;相同试样的模拟的回火可为另一循环。

### A10.5 规程

#### A10.5.1 形成主控图表

**A10.5.1.1** 热电偶应嵌入每一锻件,由这些锻件

获取主控图表。应用一台记录仪监控温度,记录仪应具有足够的分辨率,以便清晰地定义加热、保温和冷却过程的全部状况。用所有相应信息和保存永久性记录所需的标志清晰地识别全部图表。

**A10.5.1.2** 若材料技术规范要求试验位置分开 $180^\circ$ ,则热电偶必须分开 $180^\circ$ 嵌入。

**A10.5.1.3** 应绘制一份主控图表(或二份,若按A10.5.3.1节要求时)代表基本相同的锻件(相同尺寸和形状)。锻件在尺寸或几何形状上有任何变

化(超过粗加工公差)都要求绘制新的主控冷却曲线。

**A10.5.1.4** 若每一主控锻件(分开 $180^\circ$ )要求一条以上曲线,并实现不同的冷却速率,则必须采用最保守的曲线作为主控曲线。

#### **A10.5.2 生产锻件热处理参数的再现性**

**A10.5.2.1** 在合适的永久性记录中记录适于生产锻件淬火和回火的全部资料,如表A10.1中所示的一种。

表A10.1 热处理记录-主要参数

	主控锻件	生产锻件 1	生产锻件 2	生产锻件 3	生产锻件 4	生产锻件 5
程序图表号						
保温时间和热处理实际温度						
冷却方法						
锻件厚度						
热电偶沉入						
缓冲层以下(是/否)						
锻件号						
产品						
材料						
热电偶位置—0度						
热电偶位置—180度						
淬火槽 No						
热处理日期						
加热炉号						
循环号						
热处理员						
开始淬火介质温度						
由装炉到淬火的时间						
1 000 F(538 °C)以上加热速率						
淬火5分钟后取出时的温度						
淬火时锻件的取向						

**A10.5.2.2** 适当记录适于生产锻件淬火和回火的全部资料,优先在类似于A10.5.2.1中采用的记录格式中记录。应保留淬火记录供将来参考。应做为永久性记录保存主控锻件的淬火和回火资料。

**A10.5.2.3** 主控锻件记录的一份复制件必须随生产锻件的热处理记录保存。

**A10.5.2.4** 应将热处理记录中列出的主要参数控制在生产锻件给出的参数以内。

**A10.5.2.5** 每一生产锻件淬火以前的淬火介质温度,应等于或低于主控锻件淬火以前的淬火介质温度。

**A10.5.2.6** 对于生产锻件,从打开炉门到淬火所用的时间,应不超过主控锻件所用的时间。

**A10.5.2.7** 若从打开炉门到开始淬火超过该时间参数,则应将锻件放回加热炉,并恢复到恒温温度。

**A10.5.2.8** 由同一主控锻件代表的全部锻件应以相对淬火床表面同样的取向淬火。

**A10.5.2.9** 全部生产锻件应在同一淬火槽中淬火,并具有与主控锻件淬火时相同的搅动动作。

**A10.5.2.10 热处理参数的一致性** (1)为制定锻件模拟循环采用的生产锻件和主控锻件之间的实际热处理温度之间的差别,对于淬火循环,应不超过  $\pm 25^\circ\text{F}$  ( $\pm 14^\circ\text{C}$ )。 (2)生产锻件的淬火温度应不降低至主控锻件实际淬火温度以下。 (3)在一次生产装炉中,应在每一锻件上放置至少一个接触表面热电偶。应在一台“时间-温度记录仪”上记录全部表面热电偶的温度,并将这类记录作为永久性资料保存。

### A10.5.3 热循环模拟

**A10.5.3.1** 由在主控图表上的数据编制程序图表。全部试样应给予与生产锻件相同的高于 AC1 的加热速率、相同的保温时间和相同的冷却速率。

**A10.5.3.2** 应复现主控图表的高于 AC1 的加热速率、保温循环的一部分和冷却部分,并且为核实模拟热处理的适宜性,必须确立温度与时间的允许范围,如(a)~(c)中规定的。

(a) 淬火和回火锻件与棒材的试件热处理的热循环 若已有锻件和棒材的冷却速率数据和试件的冷却速率控制装置,则可在该装置上热处理试样。

(b) 试件应加热至基本上与锻件和棒材相同的最高温度。试件应以某一速率冷却,该速率类似但不高于能代表试验位置的冷却速率,并在冷却开始以后在所有温度处,应在  $25^\circ\text{F}$  ( $14^\circ\text{C}$ ) 和 20 秒以内。试件应按临界温度以下做后续热处理,包括回火和模拟焊后热处理。

(c) 试样的模拟焊后热处理(对于铁素体钢锻

件和棒材) 除标称厚度或直径为 2 in (51 mm) 及更小的碳素钢(规范第 IX 章 P-No1)锻件和棒材外,试件应进行热处理,以便模拟在制造期间锻件和棒材可能接受的低于临界温度的任何热处理。模拟热处理应使用订单中规定的温度、时间和冷却速率。试验材料的总保温时间应至少为锻件和棒材在焊后热处理期间经受的总保温时间的 80%。试样总保温时间可在单次循环中实现。

**A10.5.3.3** 在模拟装置中热处理以前,试样应加工成标准尺寸,使得随后能够足以去除脱碳层和氧化层。

**A10.5.3.4** 每一试样至少用一个热电偶,以便在试件外部独立温度监控源上连续记录温度。由于某设备加热室的灵敏度和结构特性,控制和监测热电偶的热接合点应总是置于相对于加热源(通常为红外灯泡)的同一相对位置处。

**A10.5.3.5** 应标识每一单独试样,并且这种标识应清楚地表示在模拟器图表和模拟器循环记录中。

**A10.5.3.6** 按照 A10.5.3.2(a),模拟器图表应就模拟淬火的精确复现与主控图表进行比较。若任何一个试样未在可接受的温度与时间范围以内热处理,则应弃置该试样,并用新加工的试样替代。说明偏离主控图表的这类作用和原因的文件应表示在模拟器图表和对应的不一致性报告中。

### A10.5.4 重新热处理和复试

**A10.5.4.1** 在试验失败情况下,应按材料技术规范列出的规则进行复试。

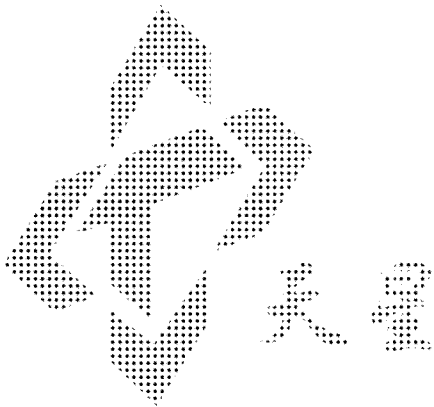
**A10.5.4.2** 若允许复试,应与以前一样热处理新的试样。试样所代表的锻件将接受相同的热处理。若试验通过,应接收该锻件。若试验失败,应拒收该锻件,要求允许时,应经受重新热处理。

**A10.5.4.3** 若允许重新热处理,则进行如下: (1) 重新热处理与原来热处理相同(温度、时间、冷却速率);采用取自与原试样尽可能靠近区域的新试样,重复奥氏体化和淬火循环二次,跟随以回火循环(二次淬火与回火)。生产锻件应给以相同的二次淬火与回火,如上述试样那样。 (2) 采用新的热处

理规范的重新热处理。在时间、温度或冷却速率方面的任何改变应制定新的热处理规范。应绘制新的主控图表,并应如原先规定的那样进行模拟和试验。

**A10.5.4.4** 总之,每一试样及其相应的锻件应接受相同的热处理;否则试验无效。

**A10.5.5 热循环模拟数据的保存、撤销和归档**  
必须保存有关热循环模拟的全部记录,并留存10年或由客户规定的时间。应这样组织资料,使得能以适当的归档记录验证全部规范。



## 变更一览

A01 委员会指出上次发行 (A370-13) 以来,对于本标准所选择变更的位置,这些变更可能影响本标准 (2014 年 5 月 15 日获批准) 的使用。

- (1) 修改了 19.1 节。
- (2) 注 7 中增加了内容。
- (3) 在 A3.3.1 中修改了硬度试验的位置。
- (4) 在表 A5.1 第二栏中增加“中”。

A01 委员会已指出自上次发行 (A370-11) 以来对于本标准所选择变更的位置,这些变更可能影响本标准的使用 (2013. 11. 15 日批准)。

- (1) 图 10 中增加注 4。
- (2) 图 10 中修改了摆锤拐角半径和公差。
- (3) 修改了 26.4.3.7 节的内容。
- (4) 第 16 章增加了维氏硬度值。
- (5) 图 A2.3 中增加小尺寸试样。增加注 7,并在 A2.2.2.1 增加解释。

