

钢产品力学性能试验方法和定义

ASTM A370-07a

本标准是以固定标号A370 出版的。标号后面的数字表示所采用原始版本的年号，如果有再版的话，表示最新的再版年号。括号中的数字表示最新修订批准的年号。上标(ε)表示从上一版或重新批准后编排上有改变。

该标准已经由国防部批准使用。

1 适用范围*

1.1 本试验方法包括钢锻件、轧件、铸件、不锈钢和有关的合金的力学性能测试所采用的定义和试验方法。本文所述的各种力学性能测试均用于测定产品技术规范中所要求的性能。为了得到重复性好和具有可比性和结果，应避免试验方法的不统一，并应遵循标准的试验方法。在对某些产品试验有特殊要求或在与通用测试程序有所不同的情况下，产品技术标准的试验要求应予以控制。

1.2 本文论述下列的力学性能试验。

拉伸 5~13 节

弯曲 14 节

硬度 15 节

布氏硬度 16 节

洛氏硬度 17 节

便携式 18 节

冲击 19~28 节

关键词 29 节

1.3 在这些试验方法之后的附录中包含某些产品的详细资料。

条钢产品 附录A1.1

管状产品 附录A2

紧固件 附录A3

圆钢丝 附录A4

缺口试样冲击试验的意义 附录A5

将圆试样的百分比伸长率换算成板状试样的等效值 附录A6

多股钢绞线试验 附录A7

测试数据的修约 附录A8

钢筋的试验方法 附录A9

热循环模拟应用和控制程序 附录A10

1.4 以英寸-英磅制单位表述的数值应认定为标准值。

1.5 当该文件按公制产品技术规范进行规定时，屈服和拉伸值可先按英寸-磅(ksi)制进行测量，然后换算成SI(MPa)制单位。以英寸-英磅制单位的2英寸或8英寸标距测定的伸长率可以分别以SI制的50mm或200mm的标距示出。反之，如果文件是按英寸-英磅制单位的产品技术规范执行规定时，那么屈服和拉伸值可以按SI制单位测定，然后换算成英寸-英磅制单位。按SI制50mm或200mm标距测定的伸长率可以分别以2英寸或8英寸标距示出。

1.6 当试验室评定需要有关评定依据的资料时，可参考A880和E1595。

1.7 本测试标准无意见及所有安全事项，如果有则结合其应用一起论述。本标准的使用者有责任制定适宜的卫生和卫生操作规章，并在使用前确定规定的适用范围。

2 参考文献

2.1 ASTM 标准

A703/A703M 压力容器铸钢部件一般要求

A781/A781M 一般工业用铸钢和铸造合金的一般要求

A833 不同硬度计的金属材料压痕硬度的对比

A880 检验钢、不锈钢和相关合金的试验室和机构试验评估用标准操作规范

E4 试验机力的检定用操作规范

E6 力学性能试验方法所用术语

E8 金属材料拉伸试验方法

E8M 金属材料拉伸试验方法（公制）

E10 金属材料布氏硬度试验方法

E18 金属材料洛氏硬度和洛氏表面硬度试验方法

E23 金属材料的缺口棒冲击试验方法

E29 使用试验数值中的有效数字以测定符合技术规范试验值的操作规范

E83 伸长计分级与检定操作规范

E110 用便携式硬度计测定金属材料硬度的试验方法

E190 焊缝塑性弯曲试验操作规程

E290 金属塑性的弯曲试验方法

E1595 试验室力学性能测试评定操作规范

2.2 ASTM 文件

ASME 锅炉和压力容器标准第V 章第 节UG-8 部分。

3 注意事项概述

3.1 某些加工方法，诸如弯曲、成型和焊接，或涉及加热的操作等可能会影响测试中的材料性能。因此，产品技术规范还包括将对力学性能进行测试的生产阶段。在产品生产结束前测试的性能结果不是必须代表完全成品的产品性能。

3.2 试验加工或制备不当会使结果产生误差。故在加工时应小心行事，以保持好的工艺性能。加工不当的试样应作无效处理，并用其它试样取代。

3.3 试样有瑕疵也会影响测试结果。如果任何一个试样出现瑕疵，那么可使用产品技术规范重新试验规定。

3.4 如果任意一个试样，因为机械原因，如试验机失灵或试样制备不当而失效，可以认定该试样无效，用另一个替代。

4 试样的方向

4.1 术语“纵向试验”和“横向试验”，只用于锻件和轧件的材料技术规范的规定，而铸件则不适用。当对试块或试样做了如此规定时，适用下面的定义。

4.1.1 纵向试验，除非另有规定，否则是指与试样的纵向轴线平行于钢在轧制或锻制过程中最大伸展的方向，并且纵向弯曲试样的折弯轴和最大伸展的方向呈直角（图1、图2a 和图2b）。

4.1.2 横向试验，除非另有规定，否则是指试样的纵向轴线垂直于钢在轧制或锻制过程中最大伸展方向。施加到横向拉伸试样上的应力应和最大伸展方向相垂直，并且横向弯曲试样的折弯轴和最大伸展方向平行（图1）。

4.2 “径向试验”和“切向试验”这两个术语用于某些圆环状锻件和轧件产品的材料技术规范中，而铸件产品则不适用。当对试块或试样做出这样的规定时，适用下列所述定义。

4.2.1 径向试验，除非另有规定，否则是指试样纵向轴线和产品的轴线垂直，并和以产品轴线上的一点为中心而画的圆任意半径相重合（图2a）。

4.2.2 切向试验，除非另有规定，否则是指试样的纵向轴线和包含产品轴线的平面垂直，

并和以产品轴线上的一点为中心而画的圆相切（图2a、2b、2c、2d）。

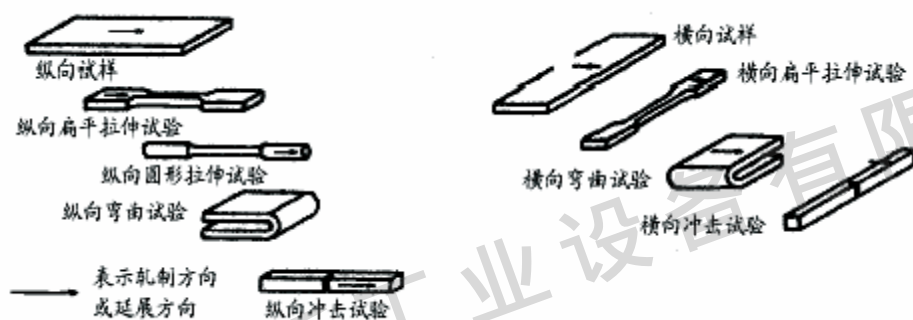


图1 试件和试样与轧制方向或延展方向（适用于一般锻制和轧制产品）的关系

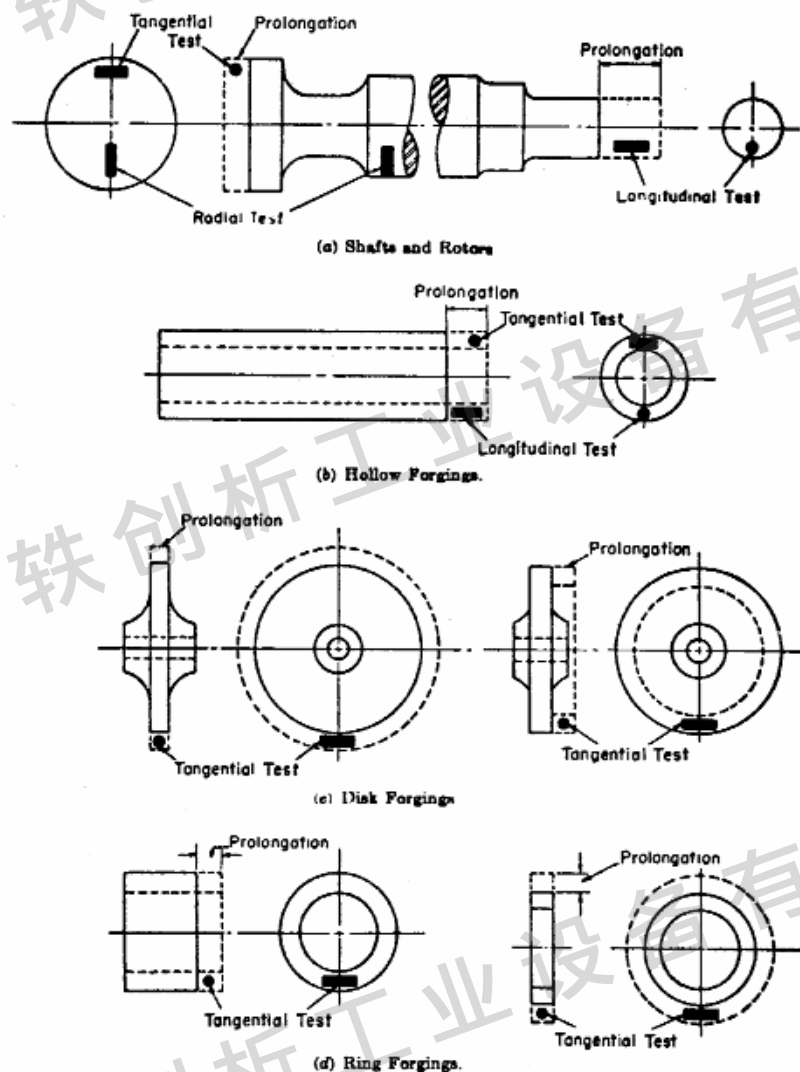


图2 从管状产品上切截下来的管环纵向拉伸试样的取样部位

拉 伸 试 验

5 说明

5.1 和钢产品力学性能测试有关的拉伸试验是指在检测时把载荷加到足以引起材料经过加工的试样或全截面试样断裂的试验。所应检测的性能结果在《术语E6》中予以确

定。

5.2 一般而言，《试验方法E8》规定了试验设备和方法。不过，在测试钢产品的《试验方法E8》的操作规范也有某些例外，这些都包括在本测试方法中。

6 术语

6.1 就与拉伸测试相关的术语定义而言，包括抗拉强度、屈服点、屈服强度、伸长率和断面收缩率，在《术语E6》中已做标准规定。

7 试验设备和操作方法

7.1 载荷系统——有两种通用类型的载荷系统，机械（丝杠加载）的和液压的。这两者的区别在于所施用的载荷速率不同。老式的丝杠加载试验机受到带有固定空载的十字头很小的滑落速度的限制。某些现代的丝杠加载试验机和所有的液压式试验机具有无级变速功能，适应整个速度范围。

7.2 拉伸用试验机应保持在良好的工作状态，只能在正常载荷范围内使用，定期校正以便能符合最新版本的《操作规范E4》的要求。

注释1：很多试验机都装配有应力-应变记录仪用于自动绘制应力-应变曲线。

7.3 加载——是指将载荷从试验机的头部传送给受测试试样的试验机夹持装置的功能。基本的要求是载荷应沿轴向传送。这是指夹具作用的中部应和试样的轴线在开始测试及测试期间成一直线，越直越好，应将弯曲或扭曲控制在最小值。对有收缩断面部分的试样而言，试样的夹持应仅限于夹具部分。在测试某些全尺寸截面的情况下，非轴向载荷是不可避免的，在这种情况下应是允许的。

7.4 测试速度——试验速度不应超过可以精确读出载荷和应变读数程度的速度。在生产测试时，试验速度通常按如下方法表示：（1）用无载荷十字头滑落的速度表示（指试验机无载荷时其十字头的移动速率）；（2）用试验机载荷时两个头分离速度表示；（3）用试样加载速度表示；（4）用试样的应变速率表示。就绝大部分钢产品而言，建议采用如下测试速度的限定范围为合适的速度范围。

注释2：使用闭环试验机（装配速率反馈控制装置）的拉伸试验不应采用负载控制来进行测试，因为这种方式会造成试样开始屈服时十字头的加速以及引起所测得的屈服强度值增加。

7.4.1 在所规定的屈服点或屈服强度的一半值之前，可以使用任何适宜的试验速度。当达到该点时，十字头分离的空载滑落速率应予以调节，以便使该速率每分钟每英寸收缩断面部分不超过1/16 英寸。或每分钟每英寸无收缩断面部分试样夹具之间距离不超过1/16 英寸。应在屈服点和屈服强度整个测试过程一直维持该试验速度。在测定抗拉强度时，试验机头的分离空载滑落速率，每分钟每英寸收缩断面部分，或每分钟每英寸无收缩断面部分试样夹具之间距离不超过1/2 英寸。在任何情况下，测定屈服点或屈服强度和抗拉强度的最低测试速度都不应低于规定的最高速率的1/10。

7.4.2 允许通过把试验十字头空载滑落的速度调整到上述所规定的数值来设定试验机的速度，尽可能使载荷下试验机头的分离速率在试验机设定值范围内，低于十字头空载滑落速度所规定的数值。

7.4.3 作为另一种选择，如果试验机装配了可显示载荷速率的装置，那么从屈服点或屈服强度规定值一半开始到屈服点或屈服强度调整试验机速度，使加载速率不超过每分钟100000psi（690MPa）。但加载速率的最低值不应低于每分钟10000psi（70MPa）。

8 试样参数

8.1 选定——试样的选定应符合所采用的产品技术规范的要求。

8.1.1 锻造、轧制件——锻造、轧制产品通常按纵向方向测试，但在某些情况下，如果尺寸允许并且操作合理，那么测试也可以按横向、径向或切线方向进行（参见图1 和图2）。

8.1.2 锻钢件——对开口模压锻件，用于拉伸试验的金属通常由锻造件容许延伸的一端或两端，全部或按所用产品技术规范所提供的代表性数目来提供。试样一般在中间半径截取。某些产品技术规范允许采用具有代表性的试棒或用于测试目的的产品试块的截断件。对圆形件或类似环状的锻造件而言，测试金属通过增加直径、厚度或锻件长度的方式提供试样。锻环状或圆盘状锻造件，即采用与锻造轴线相垂直方向的锻造的手段，加工或延展的锻造件，通常主要沿同心圆延展，因此这种锻件而言，如转子，要求的是径向拉伸试样。在这种情况下，试样应按所规定的部位截取或锯切。

8.1.3 铸钢件——从铸件上制备拉伸试样应符合A703/A703M 或A781/781M 技术标准中的要求。

8.2 尺寸和偏差——试样应是轧材的全厚度或全截面，或者可以加工成图3~图6所示的形状和尺寸。试样类型和尺寸的选定按所采用的产品技术规范的规定。除非另有规定，否则全截面试样应按8 英寸（200 mm）标距长度进行测试。

8.3 试样的获得——试样应从材料上剪切、冲切、锯切或氧气切割。这些试样通常要进行加工以便在长度中间有收缩的横断面部分，从而能在全横截面上获得均匀的应力分布，并使断裂区域得以限定。在评估试验时，当试样被剪切、冲切、锯切或氧气切割时，应小心谨慎地通过加工清除截面边缘所有不规则弯曲，冷变开或热影响区域。

8.4 试样的时效——除非另有规定，否则允许对拉伸试样进行时效处理。采用的时间-温度周期必须是，预处理的影响不会使材料产生实质性的改变。时效处理可以在室温条件下24~48 小时内完成，或通过沸水中、热油中或电炉中适宜的高温条件下短时间内完成。

8.5 试样尺寸的测量。

8.5.1 标准矩形拉伸试样——这些类型的试样如图3 所示。为了测量横截面的面积，应测量中心部分的宽度尺寸，如果是8 英寸（200 mm）标距长度的试样，修约到0.005 英寸（0.13 mm），如果是2 英寸（50 mm）标距长度的试样，则修约到0.001 英寸（0.025 mm）。对两种试样而言，还应测量中心部分的厚度尺寸，并修约到0.001 英寸。

8.5.2 标准圆形拉伸试样——这些类型的试样如图4 或图5 所示。为了测量横截面面积，应测量标距长度中间部位的直径，并修约到0.001 英寸（0.025 mm）（见表1）。

8.6 概述——试样应按照被测试材料采用的产品技术规范中规定的或是全尺寸试样或是加工过的试样。

8.6.1 制备试样不当通常会导致不令人满意的试验结果。因此，在制备试样时小心谨慎是十分重要的，尤其是在加工的时候，一定要保证良好的加工质量。

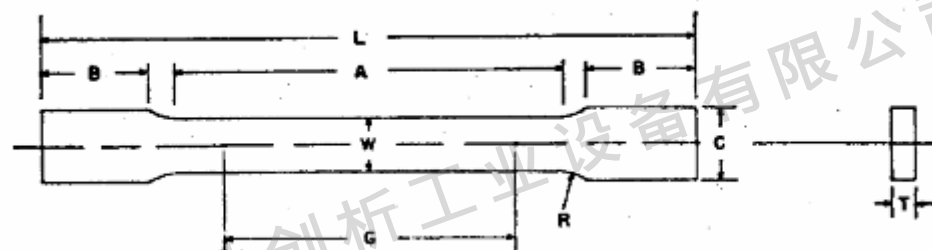
8.6.2 使试样的横截面面积在标距长度的中间部分达到最小，以保证试样在标距长度范围内断裂，这是最理想的。就下列各章节所叙述的每个试样而言，利用标距长度所允许的锥度可以提供达到试样在理想部分断裂的条件。

8.6.3 对脆性材料而言，在标距长度的端部拥有大半径圆角则是较为理想的。

9 板状试样

9.1 标准板状试样如图3 所示。这种试样用于测试板、结构型材和棒材类的金属材料，以及公称厚度为 $\geq 3/16$ 英寸（5 mm）的扁平材。如果产品技术规范允许，也可以使用其它类型的试样。

注释3：如果产品技术规范有要求时，图3 中8 英寸（200mm）的标距试样也可以用于测试薄板和带材材料。



	标准试样						小尺寸试样	
	板状1½英寸 (40mm) 宽				薄板类1/2 英寸 (12.5mm) 宽		1/4 英寸 (6mm) 宽	
	8-in. (200mm) 标距长度		2-in. (50mm) 标距长度					
	英寸	mm	英寸	mm	英寸	mm	英寸	mm
G—标距 (注1 和注2)	8.00±0.01	200 ± 0.25	2.000±0.005	50 ± 0.10	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	1.000 ± 0.003	25.0 ± 0.08
W—宽度 (注3、注5 和注6)	1½ ^{+1/8} _{-1/4}	40 ⁺³ ₋₆	1½ ^{+1/8} _{-1/4}	40 ⁺³ ₋₆	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.250± 0.002	6.25 ± 0.05
T—厚度 (注7)	材料厚度							
R—圆角半径, 最小值 (注4)	1/2	13	1/2	13	1/2	13	1/4	6
L—全长, 最小值 (注2 和注8)	18	450	8	200	8	200	4	100
A—收缩断面部分的长度, 最小值	9	225	2 1/4	60	2 1/4	60	1 1/4	32
B—夹持部分长度, 最小值 (注9)	3	75	2	50	2	50	1 1/4	32
C—夹持部分宽度, 近似值 (注4、10 和注11)	2	50	2	50	3/4	20	3/8	10

注1—对宽度为1½ 英寸（40mm）的试样而言，测量断后伸长率用的打印标记应打在试样收缩断面部分的平面或边部。对于8-in.（200mm）标距长度的试样，可以使用间隔1 英寸（25mm）的9孔或多孔打印机打印标记，或者用一对或多对间隔8 英寸（200mm）的打印机打印标记。对于2-in.（50mm）标距长度的试样，可以使用间隔1 英寸（25mm）的3孔或多孔打印机打印标记，或者用一对或多对间隔2 英寸（50mm）的打印机打印标记。

注2—对宽度为1½英寸（12.5mm）的试样而言，测量断后伸长率用的标距标记应打印在收缩断面部分内的试样的平面或边部，可以采用间隔为1 英寸（25mm）的3 孔或多孔打印机或间隔2 英寸（50mm）的一对或对打印机打印标记。

注3—对试样的四个尺寸而言，试样收缩断面部分的宽度来说，其差异分别不应超过0.004英寸、0.002 英寸或0.001 英寸（0.10mm、0.05mm 或0.025mm）。另外，宽度从端部到中心逐渐变窄，但每端的宽度分别不应比中心宽度大于0.015 英寸、0.005 英寸或0.003 英寸（0.40mm、0.10mm 或0.08mm）。

注4—对每种试样类型而言，所有圆角半径均应在0.05 英寸（1.25mm）偏差范围内互等，在特殊端部的两个圆角的曲率中心，在0.10 英寸（12.5mm）偏差范围内应位于相互重合（在和中心线相垂直的线上）。

注5—对四种尺寸试样的每个试样而言，如有必要可使用较窄宽度部分（W 和C）。在这种情况下，除非另有规定，收缩断面部分的宽度应和所测试材料允许宽度一致；当使用这些较窄试样时，产品技术规范中有关伸长率的要求不适用。

注6—试样可以通过使侧边与试样全长相平行方式加以修正，所采用的宽度和偏差和上述规定的一致。如有必要可使用较窄的试样。在这种情况下，宽度应和所测试样允许宽度一致。如果宽度≤1½英寸（38mm），则侧边与试样全长相平行。

注7—尺寸T 是所采用材料技术规范中提供的试样的厚度。试样宽度为100psi 的钢，宽度为1½英寸（40mm）试样的最小公称厚度应是3/16 英寸（5mm），但产品技术规范中所允许的除外。试样宽度为1/2 英寸（12.5mm）和1/4 英寸（6mm）的最大公称厚度分别是3/4 英寸（19mm）和1/4 英寸（6mm）。

注8—在试验宽度为1/4 英寸（6mm）的试样中，为了有助于获得轴向载荷，试样总长应和材料所允许的长度一样。

注9—如有可能，应尽力使夹具截面的长度长到足以使试样伸入到夹具长度的≥2/3 的距离处。如果宽度为1/2 英寸（13mm）的试样厚度超过3/8 英寸（10mm），则有必要使用较长夹具，和相对应的试样较长的夹持部分以防止在夹具部分中失控。

注10—对标准的薄板类试样和小尺寸试样，试样的两端应分别在0.10 英寸和0.005 英寸（0.5mm 和0.13mm）范围内和收缩断面部分的中心线相对称。但对钢而言，如果宽度为1/2英寸（12.5mm）的试样端部在0.05 英寸（1.0mm）范围内与中心线相对称，可认定该试样合格，但仲裁试验除外。

注11— 对标准的中厚板类试样而言，试样的端部应在0.25 英寸（6.35mm）范围内和收缩断面部分的中心线相对称，但仲裁试验除外。仲裁时，试样的端部应在0.10 英寸（2.5mm）范围内和收缩断面部分的中心线相对称。

图3 矩形拉伸试样

10 薄板类试样

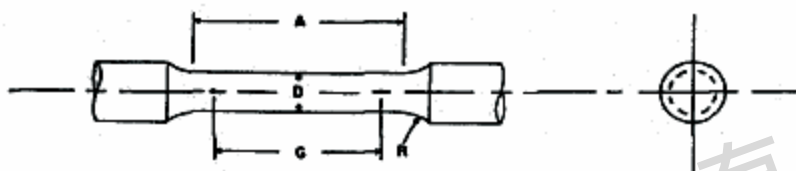
10.1 标准薄板类试样如图3 所示。这种试样用于测试公称厚度在0.005 英寸到3/4 英寸（0.13 mm~19 mm）范围内的薄板、厚板、扁线材、带材和箍钢等金属材料。如果产品技术规范允许，也可以使用第9 节（参见注释3）所提供的其它类型的试样。

11 圆形试样

11.1 如图4 中所示的直径为0.500 英寸（12.5mm）的标准圆形试样常常用于测试铸造、锻造和轧制的金属材料。

11.2 图4 还示出和标准试样成比例的小尺寸试样。当必须测试该材料，而从该材料又不能制备标准试样或图3 所示的试样时，可以采用这种小尺寸试样。也可以使用其它类型的小尺寸试样。在任何条件下采用这样的小尺寸试样时，有一点非常重要，那就是测量伸长率的标距长度必须4 倍于试样的直径（参见注释4 和图4）。

11.3 试样在标距长度之外的端部形状应和材料匹配，并且还要和试验机夹持或夹紧装置匹配，以保证沿轴向施加载荷。图5 示出的是带有各种类型端部的试样，从这些试样中可获得令人满意的试验结果。



公称直径	尺寸									
	标准试样				和标准试样成比例的小试样					
	英寸	mm	英寸	mm	英寸	mm	英寸	mm	英寸	mm
	0.500	12.5	0.350	8.75	0.250	6.25	0.160	4.00	0.113	2.50
G—标距	2.000 ±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± 0.010	12.5 ±0.25	0.350 ±0.007	8.75 ±0.18	0.250 ±0.005	6.25 ±0.12	0.160 ±0.003	4.00 ±0.08	0.113 ±0.002	2.50 ±0.05
R—圆角 半径,最小 值	3/8	10	1/4	6	3/16	5	5/32	4	3/32	2
A—收缩 断面部分 长度,最小 值(注2)	2¼	60	1¾	45	1¼	32	¾	20	5/8	16

注1—收缩断面部分从端部到中心存在渐缩锥度，端部直径大于中心直径不得超过1%（控制尺寸）

注2—如果需要，收缩断面部分的长度可以增加以适应任何常规标距的伸长计的长度。但测量伸长率用的基准标记仍然要在指定的标距长度上打上标距。

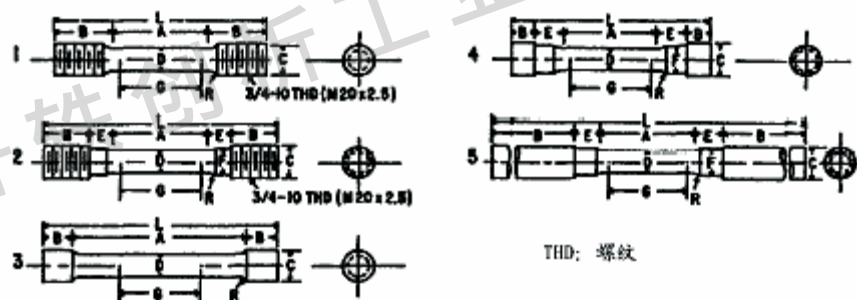
注3—标距长度和圆角应按图所示，但端部可以是与试验机夹持装置相配的任何形状，以保证载荷力是沿轴向方向的（见图9）。如果端部是用楔形夹具夹持，那么如有可能，有必要让夹具截面的长度延长到足以使试样伸入到夹具长度的三分之二或大于三分之二的距离处。

注4—关于图5 和6 的圆形试样，其标距长度等于公称直径的4 倍。有些产品技术规范还规定了其它的试样，但除非在尺寸偏差范围内按照4:1 的比率，否则伸长值不能和根据标准试样获得的伸长值相比照。

注5—使用直径 < 0.250 英寸 (6.25mm) 的试样应限定在以下情况下：所要测试的材料不足尺不能截取较大试样时，或者做验收试验时各方均同意采用该种试样。小试样要求所用设备应适宜，并对加工和测试也要求较高的技术。

注6—通常使用直径各自约为0.505 英寸、0.357 英寸、0.252 英寸、0.160 英寸和0.113 英寸五种规格试样。由于相应的横截面积分别等于或接近0.200、0.100、0.0500、0.0200和0.0100 平方英寸，故可根据载荷简捷地算出应力。这样，当实际直径和这些值一致时，那么可通过分别采用简单的放大因子5、10、20、50 和100 值（这五个直径的公制等效值并不产生相应的方便的横截面积和放大因子。）

图4 带2 英寸 (50mm) 标距的0.500 英寸的标准圆试样和与标准试样成比例的小尺寸试样例



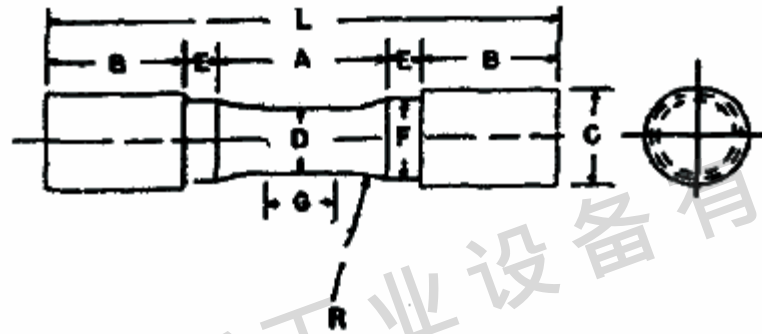
	尺寸									
	试样1		试样2		试样3		试样4		试样5	
	英寸	mm	英寸	mm	英寸	mm	英寸	mm	英寸	mm
G—标距长度	2.000 ±0.005	50.0 ±0.10	2.000 ±0.005	50.0 ±0.10	2.000 ±0.005	50.0 ±0.10	2.000 ±0.005	50.0 ±0.10	2.000 ±0.005	50.0 ±0.10
D—直径 (注1)	0.500 ±0.010	12.5 ±0.25	0.500 ±0.010	12.5 ±0.25	0.500 ±0.010	12.5 ±0.25	0.500 ±0.010	12.5 ±0.25	0.500 ±0.010	12.5 ±0.25
R—圆角半径， 最小值	3/8	10	3/8	10	1/16	2	3/8	10	3/8	10
A—收缩断面部分 分长度	2 1/4 最小	60 最小	2 1/4 最小	60 最小	4 近似值	100 近似值	2 1/4 最小	60 最小	2 1/4 最小	60 最小
L—全长，近似 值	5	125	5 1/2	140	5 1/2	140	4 3/4	120	9 1/2	240
B—夹持部分 (注2)	1 3/8 近似 值	35 近似 值	1 近似 值	25 近似 值	3/4 近似 值	20 近似 值	1/2 近似 值	13 近似 值	3 近似 值	75 最小
C—端部截面直 径	3/4	20	3/4	20	23/32	18	7/8	22	3/4	20
E—台肩和圆角 截面的长度，近 似值	-	-	5/8	16	-	-	3/4	20	5/8	16
F—台肩直径	-	-	5/8	16	-	-	5/8	16	19/32	15

注1—收缩断面部分从端部向中心方向存在渐缩锥度，但端部直径大于中心直径不得超过0.005 英寸。

注2—对试样5 而言，如有可能应尽力让夹具断面的长度长到足以使试样能伸入到夹具长度的 $\geq 2/3$ 距离处。

注3—所示端部类型适用于0.500 英寸的标准圆形拉伸试样；相似的类型可用于小尺寸试样。对高强度脆性材料而言，为了避免在螺纹部分断裂，建议使用UNF 系列带螺纹端 (3/4×16，1/2×20，3/8×24，1/4×28) 的试样。

图5 标准圆形拉伸试样建议采用的端部类型



尺寸						
	试样1		试样2		试样3	
	英寸	mm	英寸	mm	英寸	mm
G—平行截面长度	应等于或大于直径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，最小值	1	25	1	25	2	50
A—收缩断面部分的长度，最小值	1¼	32	1½	38	2¼	60
L—全长，最小值	3¾	95	4	100	6⅝	160
B—夹具截面，近似值	1	25	1	25	1¾	45
C—端部截面直径，近似值	¾	20	1⅝	30	1⅞	48
E—台肩长度，最小值	¼	6	¼	6	5/16	8
F—台肩直径	5/8 ±1/64	16.0 ±0.40	15/16 ±1/64	24.0 ±0.40	17/16 ±1/64	36.5 ±0.40
注1—应标明收缩断面部分和台肩（尺寸A、D、E、F、G和R）。但为了适合载荷，应是轴向的这种情况的试验机夹具，头部可为任何形状。通常头部车成具有上棕规定的尺寸B和尺寸C。						

图6 铸铁用标准拉伸试样

表1 圆形试样各种直径所采用的放大因子

标准试样			和标准试样成比例的小尺寸试样					
0.500 英寸圆形			0.350 英寸圆形			0.250 英寸圆形		
实际直径 英寸	面积 平方英寸	放大 因子	实际直径 英寸	面积 平方英寸	放大 因子	实际直径 英寸	面积 平方英寸	放大 因子
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 (0.05) _A	20.21 (20.0) _A
0.497	0.1940	5.15	0.350	0.0962	10.39	0.252	0.0499 (0.05) _A	20.05 (20.0) _A
0.498	0.1948	5.13	0.351	0.0968	10.33	0.253	0.0503 (0.05) _A	19.89 (20.0) _A
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	100.22	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 (0.1) _A	10.05 (10.0) _A	-	-	-
0.504	0.1995 (0.2) _A	5.01 (5.0) _A	0.357	0.1001 (0.1) _A	9.99 (10.0) _A	-	-	-
0.505	0.2003 (0.2) _A	4.99 (5.0) _A	-	-	-	-	-	-
0.506	0.2011 (0.2) _A	4.97 (5.0) _A	-	-	-	-	-	-
0.507	0.2019	4.95	-	-	-	-	-	-
0.508	0.2027	4.93	-	-	-	-	-	-
0.509	0.2035	4.91	-	-	-	-	-	-
0.510	0.2043	4.90	-	-	-	-	-	-

A—按图4 中第5 项所允许的那样，可以用括号中的值，以每平方英寸·磅计，简便地计算出应力值。

12 标距标记

12.1 图3~图6 所示的试样应在标距中间部分用打印、划线、用墨水画线的方法进行标距标记。这些标距标记的目的是用于测量百分比伸长率。冲压标记应当轻、明显和间隔准确，在标记处的应力集中会使硬试样容易在打印标记处开始断裂。用于测量断后伸长率的标距标记应打印在扁平拉伸试样平面上或边缘上，而且在平行部分之内；对8 英寸标距长度试样而言，如图3 所示，可以使用一套或多套8 英寸标距标记，在标距长度范围内的中间标记是非必要性的。2 英寸标距长度的矩形试样，如图3 所示，圆形试样，如图4 所示，应当用双点中心打印标记或划线标记标定标距。可以使用一套或多套标距标记；不过，有一套必须得大约处于收缩断面部分的中心部位。当试样是全截面时，应遵守与上述一样的注意事项。

13 拉伸性能的测定

13.1 屈服点——屈服点是材料的第一个应力，小于可获得的最大应力，在该屈服点，在应力没有增加的条件下，出现应变增加。屈服点只适用于那些可能具有在应力不增加的条件下应变增加的，呈现独有特性的材料。应力-应变曲线图特征是其曲线拐点或曲

线的不连续性。可用如下任何一种方法测定屈服点。

13.1.1 横梁下落或指针暂停方法——用这种方法，应以均匀的速率对试样逐渐施加载荷。在使用带控制杆和秤锤的试验机时，通过以稳定的速率调节秤锤的方法保持横梁的平衡。当达到材料的屈服点时，要停止增加载荷，但要把秤锤稍微偏转一点，超出平衡位置。这时，试验机的横梁将会下落短暂但明显的一段时间。如果使用的试验机装配有载荷显示刻度盘，那么在试验机横梁下落时，载荷指针会有暂停的现象。要注意在“试验机梁下落”或“指针停顿”时的载荷并记下相对应的应力，将其作为屈服点。

13.1.2 自动控制曲线方法——当采用自动绘制曲线记录装置获得拐点曲线的应力-应变曲线时，就把和拐点曲线顶部相对应的应力（图7），或把在曲线下落时的应力作为屈服点。

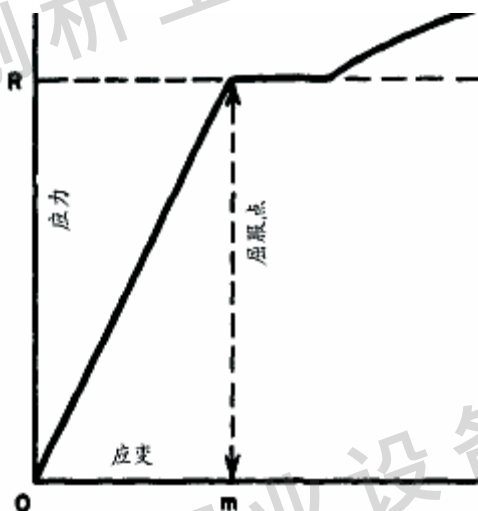


图7 显示屈服点和曲线急拐上部相对应的应力-应变曲线图点

13.1.3 载荷下总延伸量方法——当测定屈服点的测试材料，其试样不能显示界限分明的，不匀称的应变时（这是通过采用在13.1.1 和13.1.2 中所介绍的横梁下落、指针停顿或自动绘制曲线图方法测得的屈服点的特征），那么可以用下列方法测定实际意义上等效于屈服点的值，并可以作为屈服点值记录下来。在试样上装接等级C 或更高等级的伸长计（注释4 和注释5）。当载荷达到所规定的伸长量时（注释6），把与载荷相对应的应力作为屈服点值（图8）记录下来。

注释4：在不绘制应力-应变曲线条件下，如果要测定在所规定的总伸长量时的载荷，可以使用自动装置。也可以使用其精确度已被验证的装置。还可以使用放大卡尺和其它类型的装置，只要它们的精确度被证实与等级C 伸长计等效即可。

注释5：参见《操作规范E83》。

注释6：对规定屈服点不超过80000 psi (550MPa) 的钢材而言，适当的数值是每英寸标距长度0.005 英寸。对超过80000 psi 的数值而言，除非增加限定的总伸长量，否则本测试方法无效。

注释7：自动绘制的应力-应变（或载荷伸长）曲线初始部分的形状可能会受如下许多因素的影响，如试样在夹具中所处的位置，试样因残余应力引起弯曲而进行的矫直操作，以及在7.4.1 中所规定的允许快速加载等。总的来说，当该部分曲线与弹性直线一致时，如用于测定载荷下延伸屈服性能时，该曲线初始部分的偏差应予以忽略。

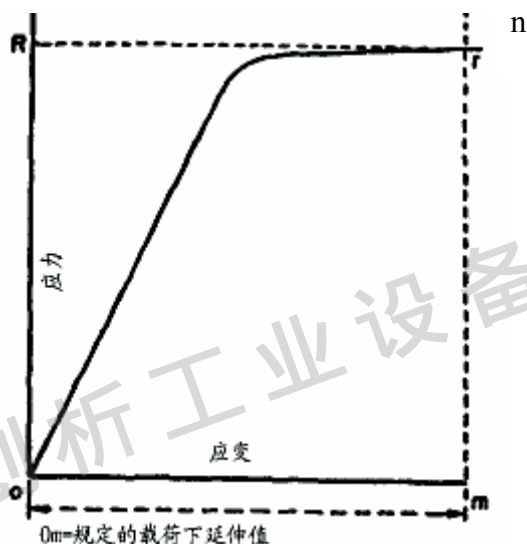


图8 显示用载荷下的延伸法测定屈服点或屈服强度的应力应变曲线图

13.2 屈服强度——屈服强度是指材料在从应力均衡状态到应变所显示的规定有限偏离下的应力。有限偏离以应变、位移百分率、载荷下总伸长量等表示。可采用下述任何一种方法测定屈服强度。

13.2.1 位移量方法——为了采用位移法测定屈服强度，有必要根据所画应力-应变曲线图保留数据（自动记录的或数字的）。然后在应力-应变曲线图（图 9）上画出 O_m ， O_m 等于规定的位移值，再画出平行于 OA 的 mn ，这样就可确定 mn 和应力-应变曲线相交的 r 的位置。其中 R 是屈服强度载荷。采用这种方法报告屈服强度数值时，位移的规定数值应在屈服强度术语后的括号内予以说明。如：

屈服强度（位移=0.2%）=52000psi（360MPa）……………（1）

当位移为0.2%或大于0.2%时，所使用的伸长计应进行应变范围的资格认证，如B2 等级的装置，其应变范围为0.05%~1.0%。如果规定了较小的应变量，那就有必要对装置作更精确的规定（即B1 等级装置）或降低应变范围的下限（如规定到0.01%）或对两者同时规定。还可以参见注释8 中有关自动装置的规定。

注释8 对于在应力-应变曲线上没有明显的弹性直线段的材料（如某些冷加工材料），建议采用载荷延伸法，如将位移量方法用于没有明显的弹性直线段的材料，那么应使用一个与被试验材料相应的弹性模量值：碳钢为30000000psi（207000MPa）；铁素体不锈钢为29000000psi（20000MPa）；奥氏体不锈钢为28000000psi（193000MPa）。对于特殊合金应与生产厂协商适宜的弹性模量值。

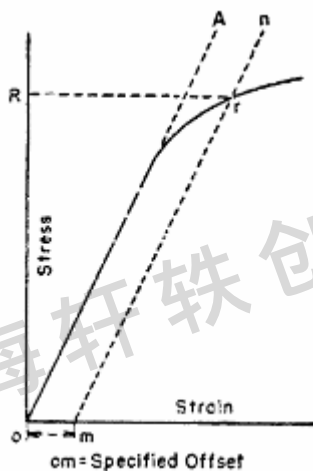


图9 用应变法测定屈服强度的应力-应变曲线图

13.2.2 载荷延伸法——对要进行材料的验收或拒收测定的试验而言，该材料的应力-应变曲线特征是人所共知的，因为该应力-应变曲线是根据行前相类似的材料试验获得的。而在测试这种相似材料时绘制了应力-应变曲线图，那么就会知道与应力-应变相对应的总应变将在令人满意的范围内。而与总应变相对应的应力出现时所规定的应变（参见注释8 和注释9）也随之发生。所以当出现总应变时，施加在试样上的应力就是屈服强度值。在记录通过这种方法获取的屈服强度值时，所规定的或所使用或两者都包括的“延伸”值应在术语屈服强度之后按如下格式报告。如：

屈服强度（EUL=0.5%）=52000 psi（360MPa）.....（2）

采用B1 等级的伸长计可以获得令人满意的总应变力值（注释4、注释5 和注释7）。

注释9：在不绘制应力-应变曲线条件下，如果要测定位移量屈服强度，可以使用自动装置。也可以使用其精确度已被验证的装置。

注释10：载荷下相当的伸长值会与在测试下某种钢的强度范围有明显的区别。总体而言，适用于任何强度等级钢的载荷下的伸长值可以根据在规定的屈服强度条件下所预期的均匀应变或塑性应变总量测定。采用下列公式：

载荷下伸长率，英寸/英寸标距长度=（YS/E）+r.....（3）

式中：

YS=所规定的屈服强度，单位psi 或MPa；

E=弹性模量，单位psi 或MPa；

r=限定的塑性应变，单位英寸/英寸。

13.3 抗拉强度——用通过在拉伸试验过程中试样所承受的最大载荷除以试样的原横截面面积来计算抗拉强度。

13.4 伸长率

13.4.1 将断裂试样的端部对接在一起，然后测量标距标记之间的距离，对2 英寸或2 英寸以下标距长度而言，要精确到0.01 英寸（0.25mm），对大于2 英寸的标距长度，则要精确到标距长度的0.5%。可以使用精确到标距长度的0.5%的百分比刻度尺。伸长率就是标距长度的长度增加值，用原标距长度百分数表示。在记录伸长率数值时，既要报告增加的百分数值，又要给出原始的标距长度值。

13.4.2 如果断裂的任何部位出现在标距半长的中间部位以外或在收缩断面部分之内的打印或划线标记上，那么所获得的伸长率值不能代表材料的伸长率值。如果这样测得的伸长率符合所规定的最低要求，则不必进行进一步的测试，但如果该伸长率低于所规定的最低要求，则该试验无效，并重新进行试验。

13.5 断面收缩率——把断裂后试样的端部对接在一起，然后测量最小横截面上的平均直径或宽度和厚度，并精确到和原始尺寸相同的精确数值。这样所获得的面积和原始横截面面积之差就是缩减的面积，并用原始面积的百分数表示。

弯曲试验

14 说明

14.1 弯曲试验是评估塑性的一种方法，但不能将其视为预测弯曲作业时使用性能的一种量化手段。弯曲试验的严重程度主要是一种随试样弯曲后的弯曲角度、内部直径以及试样横截面的变化而变化的函数。这些条件依据试样的截取部位、取样方向以及化学成分、拉伸性能、硬度类型和钢级的不同而有所差异。进行这种弯曲试验的方法可以参阅《弯曲试验操作规范E190》和《金属塑性弯曲试验方法E290》。

14.2 除非另有规定，否则可以对弯曲试样进行时效处理。所采用的时间-温度周期必须

达到这样的效果，即预先的时效处理将不会使试样性能有实质性的改变。时效处理可以在室温条件下24~48 小时完成，或通过放在沸水中，加热后的油中和电炉中等适当的高温条件下短时间内完成。

14.3 在室温条件下，将试样按所采用的产品技术规范的要求压弯至某个内径值，在弯曲部分的外侧不能有的裂纹。压弯速度一般不是重要的因素。

硬 度 试 验

15 概述

15.1 硬度试验是测定耐穿透性的方法，有时也用于快速获得抗拉强度的近似值。表2、表3、表4 和表5 所提供的是硬度从一种标尺测量制到另一种标尺测量制或到抗拉强度近似值的换算法。这些换算值是根据计算机所作的曲线获得的，所提供的精确值为0.1 点，以便使这些曲线能精确复现。虽然所的换算的硬度值都被认为是必然的近似值，但是，所有换算的洛氏硬度数值应修约到整数。

15.2 硬度试验

15.2.1 如果产品技术规范允许进行可替换硬度测试，以确定和所规定的硬度要求的相符程度，那么应采用表2、表3、表4 和表5 中所列的换算公式。

15.2.2 在记录换算的硬度数值时，所测得的硬度和试验标尺应在括号中标示出来，例如：353HB (38HRC)。这种表示的含义是38 硬度值是采用洛氏硬度C时制获得的，并换算成353 的布氏硬度值。

16 布氏硬度试验

16.1 说明

16.1.1 利用符合所规定直径的硬球向试样平直表面施加规定的载荷进行硬度测试。把压痕的平均直径作为计算布氏硬度值的基数。用所施加的载荷除以压痕表面的面积，所得的商数被称为符合下列计算公式的布氏硬度值 (HB)。这其中压痕被设定是球面形的。

$$HB=P/[(\pi D/2)(D-(D_2-d_2)^{1/2})] \dots\dots\dots (4)$$

式中：

HB=布氏硬度值；

P=所施加的载荷，kgf；

D=钢球的直径，mm；

d=压痕的平均直径，mm。

注释11：根据标准表，如表6(该表给出了与各种压痕直径相对应的硬度值，其中直径值以0.05mm 递增)，就能比较方便地获得布氏硬度值。

注释12：在《E10 试验方法》数值以SI 单位制表示，而在本章则采用kg/m 单位制。

16.1.2 对硬质材料而言，采用直径为10mm 的钢球的标准布氏硬度测试所用的载荷为3000kgf，而对薄截面或软质材料而言，则施加1500kgf 或500kgf 的载荷(参见有关钢管产品的附录A2)。如果有规定时，还可以使用其它载荷和不同尺寸的压头。在记录硬度值时，除非采用的是直径10mm 的钢球和3000kgf 的载荷，否则必须说明所用钢球的直径大小和载荷值。

16.1.3 只对淬火加回火或正火加回火钢材规定了适当的硬度范围。对退火钢材而言，只应规定最大值。对正火钢材，可以按协议规定最小或最大硬度值。总之，对于未经处理的钢材不应规定硬度要求。

16.1.4 当没规定拉伸性能时，可以对布氏硬度做要求。

16.2 装置——试验设备应符合下列要求。

16.2.1 试验机——如果布氏硬度试验机的载荷测量装置的精确度在 $\pm 1\%$ 范围内,那么该试验机在超过载荷范围使用是可以接受的。

16.2.2 测量显微镜——用于测定压痕直径的显微镜或其它测量装置的测微刻度盘的刻度应具有对压痕直径小于0.1mm 和直径小于0.05mm 估测直接测量的能力。

注释13:这一要求只适用于显微镜的设计,而不是对测量压痕的要求,参见16.4.3。

16.2.3 标准球——布氏硬度测试用的标准球是直径10mm (0.3937 英寸) 的钢球,偏差不得超过0.005mm(0.0004 英寸),该偏差适用于任何直径尺寸。当对硬度试样施加3000kgf 的压载力时,适合用于测试的球的直径不得有永久性的应变,应变允许值不得超过0.01mm(0.0004 英寸)。

16.3 试样——布氏硬度试验是在特别处理过的平面上进行,所以必须从试样表面上清除足够的金属以消除脱碳金属及其它表面不规则杂物。所测试的试样厚度必须是这样,即没有显示载荷作用力的瓢曲或其它印痕出现在试样的压痕面。

16.4 试验步骤

16.4.1 所采用的产品技术规范应明确地规定布氏硬度试验,准备在哪个部位进行压痕测试以及需要这样的压痕数量是多少。压痕中心距试样边部的距离或压痕中心距另一个压痕边部的距离至少是压痕直径的2.5 倍。

16.4.2 施加压载力持续10~15 秒钟。

16.4.3 在与压痕成直角状态下测量压痕的两个直径,精确到0.1mm,估算值精确到0.05mm,平均值精确到0.05mm。如果这两个直径的差别大于0.1mm,读数无效,再换一个新的压痕测量。

16.4.4 在硬度超过450HB 的钢试样上做硬度测试时,不能使用钢球,同样在硬度超过650HB 的钢试样上做硬度测试时,也不能使用硬质合金球。对硬度超过650HB 的钢材,不建议做布氏硬度试验。

16.4.4.1 如果在硬度测试时发现所用的球,在试样上显示出布氏硬度值大于该球所能承受的极限,如16.4.4 所述,那么该球或应作无效处理或用新球来替代,或者也可以对该球重新测定以确认是否符合《试验方法E10》的要求。

16.5 详细试验步骤——有关硬度试验的详细要求,请参考《试验方法E10》的最新版本。

17 洛氏硬度试验

17.1 说明

17.1.1 本试验中,硬度值是通过测定在某些人为的固定条件下金刚石压头或钢球压入试样的深度而获得的。首先,施加10kgf 的较轻载荷,产生初始深度,并把压头对准材料,保持原位,然后根据所用标尺施加较重载荷,增加压痕深度。最后卸去较重载荷,但仍保持较轻载荷的作用力,这样就测定了洛氏硬度数量值。这个数量值与轻、重载荷的压入差数成正比,这一测定过程通常由试验机来完成,并在刻度盘、数字显示器、打印机或其它装置上显示读数。这是一个人为定的数量值,随硬度的增加而增加。最常用的刻度如下:

刻度代码	压头	较重载荷,kgf	较轻载荷, kgf
B	1/16 英寸钢球	100	10
C	圆锥形金刚石压头	150	10

17.1.2 使用表面洛氏硬度机测定极薄钢或极薄表面涂层。对硬钢球或金刚石压头施加 15kgf、30kgf 或 45kgf 的载荷,包括对较重载荷而言相同的硬度值范围。表面硬度标尺如下:

刻度代码	压头	较重载荷,kgf	较轻载荷, kgf
15T	1/16 英寸钢球	15	3
30T	1/16 英寸钢球	30	3
45T	1/16 英寸钢球	45	3
15N	圆锥形金刚石压头	15	3
30N	圆锥形金刚石压头	30	3
45N	圆锥形金刚石压头	45	3

17.2 硬度值报告——在记录硬度值时，硬度数值应总是在标尺代码前，例如：96HRB、40HRC、75HR15N、77HR30T。

17.3 试块——应采用标准化的洛氏硬度试块来确认试验机是否处于良好的检测状况。

17.4 详细步骤——有关本试验的详细信息，应参考《试验方法E18》的最新版本。

18 便携式硬度试验

18.1 虽然通常优先选用标准的性能稳定的布氏或洛氏硬度试验机，但是因试件尺寸或位置的原因，采用上述装置进行试验并不是都行得通的。在这种情况下，就应采用《操作规范E833》或《试验方法E110》中所规定的便携式试验机来进行硬度测试。

表2 非奥氏体钢的硬度换算近似值（洛氏C标尺换算成其它的硬度值）^A

洛氏C 标尺硬 度值 150kgf 载荷金 刚石压 头	维 氏 硬 度 值	布氏硬度 值 3000kgf 载荷 10mm 直径球	努氏硬度 值≥500gf 载荷	洛氏硬 度值A 标尺 60kgf 载荷金 刚石压 头	洛氏表面硬度值			
					15N 标尺 15kgf 载 荷金刚石 压头	30N 标尺 30kgf 载荷金 刚石压 头	45N 标尺 45kgf 载荷金 刚石压 头	抗拉强度 近似值ksi (MPa)
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	705	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	397	654	732	81.2	90.2	77.5	66.6	-
59	674	634	710	80.7	89.8	73.6	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	596	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	372(1880)
51	528	496	558	76.3	85.9	69.4	56.1	264(1820)
50	513	481	542	75.9	85.5	68.5	55.0	255(1760)
49	498	469	526	75.2	85.0	67.6	53.8	246(1700)
48	484	455	510	74.7	84.5	66.7	52.5	238(1640)
47	471	443	495	74.1	83.9	65.8	51.4	229(1580)
46	458	432	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	72.5	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)

续表2

洛氏C 标尺硬 度值 150kgf 载荷金 刚石压 头	维 氏 硬 度 值	布氏硬度 值 3000kgf 载荷 10mm 直径球	努氏硬度 值≥500gf 载荷	洛氏硬 度值A 标尺 60kgf 载荷金 刚石压 头	洛氏表面硬度值			
					15N 标尺 15kgf 载 荷金刚石 压头	30N 标尺 30kgf 载荷金 刚石压 头	45N 标尺 45kgf 载荷金 刚石压 头	抗拉强度 近似值ksi (MPa)
41	402	381	414	70.4	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	372	353	380	69.4	79.4	57.7	40.8	171(1180)
37	363	344	370	68.9	78.8	56.8	39.6	166(1140)
36	354	336	360	68.4	78.3	55.9	38.4	161(1110)
35	345	327	351	67.9	77.7	55.0	37.2	156(1080)
34	336	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	326	66.3	76.1	52.1	33.7	146(1010)
31	310	294	318	65.8	75.6	51.3	32.5	141(970)
30	302	286	311	65.3	75.0	50.4	31.3	138(950)
29	294	279	304	64.8	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)

注：A—本表给出了硬度值相互间的近似值以及钢的抗拉强度近似值。各种成分和处理工艺不同的钢其硬度-抗拉强度率可能会与表中所列数据有偏差。本表中的数据不适用于奥氏体不锈钢，但可适用于铁素体和马氏体不锈钢。本表中的数据不适用于规定硬拔钢丝硬度值和抗拉强度之间的关系。如果需要精确的换算值时，应按每个钢种的化学成分、热处理等方面的情况制定专用的换算值。

表3 非奥氏体钢的硬度转换近似值A (洛氏硬度B标尺换算成其它硬度值)

洛氏B标尺 硬 度 值 100kgf 载 荷 1/16 英 寸 (1.588mm) 球	维 氏 硬 度 值	布氏硬 度 值 3000kg f 载 荷 10mm 直径球	努氏 硬 度 值 ≥500 gf 载 荷	洛 氏 A 标 尺 硬 度 值 60kgf 载 荷 金 刚 石 压 头	洛氏F 标尺 硬 度 值 60kgf 载 荷 1/16 英 寸 (1.588mm) 球	洛氏表面硬度值			抗 位 强 度 近 似 值 ksi (MPa)
						15T 标尺 15kgf 载 荷 1/16 英 寸 (1.588mm) 球	30T 标尺 30kgf 载 荷 1/16 英 寸 (1.588mm) 球	45T 标尺 45kgf 载 荷 1/16 英 寸 (1.588mm) 球	
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	52.3	-	88.2	73.1	57.8	82(565)
84	162	162	176	51.7	-	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	48.0	-	86.0	69.1	51.8	70(485)
78	144	144	158	48.4	-		68.4	50.8	69(475)
77	141	141	155	47.9	-	85.6	67.7	49.8	68(470)
76	139	139	152	47.3	-	85.3	67.1	48.8	67(460)
75	137	137	150	46.8	99.6	85.0	66.4	47.8	66(455)
74	135	135	147	46.3	99.1	84.7	65.7	46.8	65(450)
73	132	132	145	45.8	98.5	84.3	65.1	45.8	64(440)
72	130	130	143	45.3	98.0	84.0	64.4	44.8	63(435)
71	127	127	141	44.8	97.4	83.7	63.7	43.8	62(425)
70	125	125	139	44.3	96.8	83.4	63.1	42.8	61(420)
69	123	123	137	43.8	96.2	83.0	62.4	41.8	60(415)
68	121	121	135	43.3	95.6	82.7	61.7	40.8	59(405)
67	119	119	133	42.8	95.1	82.4	61.0	39.8	58(400)
66	117	117	131	42.3	94.5	82.1	60.4	38.7	57(395)
65	116	116	129	41.8	93.9	81.8	59.7	37.7	56(385)
64	114	114	127	41.4	93.4	81.4	59.0	36.7	-
63	112	112	125	40.9	92.8	81.1	58.4	35.7	-
62	110	110	124	40.4	92.2	80.8	57.7	34.7	-
61	108	108	122	40.0	91.7	80.5	57.0	33.7	-
60	107	107	120	39.5	91.1	80.1	56.4	32.7	-
59	106	106	118	39.0	90.5	79.8	55.7	31.7	-

续表3

洛氏B标尺 硬 度 值 100kgf 载 荷 1/16 英 寸 (1.588mm) 球	维 氏 硬 度 值	布氏硬 度 值 3000kg f 载 荷 10mm 直径球	努氏 硬 度 值 ≥500 gf 载 荷	洛 氏 A 标 尺 硬 度 值 60kgf 载 荷 金 刚 石 压 头	洛氏F 标尺 硬 度 值 60kgf 载 荷 1/16 英 寸 (1.588mm) 球	洛氏表面硬度值			抗 位 强 度 近 似 值 ksi (MPa)
						15T 标尺 15kgf 载 荷 1/16 英 寸 (1.588mm) 球	30T 标尺 30kgf 载 荷 1/16 英 寸 (1.588mm) 球	45T 标尺 45kgf 载 荷 1/16 英 寸 (1.588mm) 球	
58	104	104	117	38.6	90.0	79.5	55.0	30.7	-
57	103	103	115	38.1	89.4	79.2	54.4	29.7	-
56	101	101	114	37.7	88.8	78.8	53.7	28.7	-
55	100	100	112	37.2	88.2	78.5	53.0	27.7	-
54	-	-	111	36.8	87.7	78.2	52.4	26.7	-
53	-	-	110	36.3	87.1	77.9	51.7	25.7	-
52	-	-	109	35.9	86.5	77.5	51.0	24.7	-
51	-	-	108	35.5	86.0	77.2	50.3	23.7	-
50	-	-	107	35.0	85.4	76.9	49.7	22.7	-
49	-	-	106	34.6	84.8	76.6	49.0	21.7	-
48	-	-	105	34.1	84.3	76.2	48.3	20.7	-
47	-	-	104	33.7	83.7	75.9	47.7	19.7	-
46	-	-	103	33.3	83.1	75.6	47.0	18.7	-
45	-	-	102	32.9	82.6	75.3	46.3	17.7	-
44	-	-	101	32.4	82.0	74.9	45.7	16.7	-
43	-	-	100	32.0	81.4	74.6	45.0	15.7	-
42	-	-	99	31.6	80.8	74.3	44.3	14.7	-
41	-	-	98	32.2	80.3	74.0	43.7	13.6	-
40	-	-	97	30.7	79.7	73.6	43.0	12.6	-
39	-	-	96	30.3	79.1	73.3	42.3	11.6	-
38	-	-	95	29.9	78.6	73.0	41.6	10.6	-
37	-	-	94	29.5	78.0	72.7	41.0	9.6	-
36	-	-	93	29.1	77.4	72.3	40.3	8.6	-
35	-	-	92	28.7	76.9	72.0	39.6	7.6	-
34	-	-	91	28.2	76.3	71.7	39.0	6.6	-
33	-	-	90	27.8	75.7	71.4	38.3	5.6	-
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	-

A—本表给出了硬度值相互间的近似值以及钢的抗拉强度近似值。各种成分和处理工艺不同的钢其硬度-抗拉强度率可能会与表中所列数据有偏差。本表中的数据不适用于奥氏体不锈钢,但可适用于铁素体和马氏体不锈钢。本表中的数据不适用于规定硬拔钢丝硬度值和抗拉强度之间的关系。如果需要精确的换算值时,应按每个钢种的化学成分、热处理等方面的情况制定专用的换算值。

表4 奥低体钢的硬度换算近似值（洛氏硬度C 标尺换算成其它硬度值）

洛氏硬度值		洛氏表面硬度值		
C 标尺, 150kgf 载荷, 金刚石压 头	A 标尺, 60kgf 载荷, 金刚石压 头	15N 标尺, 15kgf 载荷, 金刚石压 头	30N 标尺, 30kgf 载荷, 金刚石压 头	45N 标尺, 45kgf 载荷, 金刚石压 头
48	74.4	84.1	66.2	52.1
47	73.9	83.6	65.3	50.9
46	73.4	83.1	64.5	49.8
45	72.9	82.6	63.6	48.7
44	72.4	82.1	62.7	47.5
43	71.9	81.6	61.8	46.4
42	71.4	81.0	61.0	45.2
41	70.9	80.5	60.1	44.1
40	70.4	80.0	59.2	43.0
39	69.9	79.5	58.4	41.8
38	69.3	79.0	57.5	40.7
37	68.8	78.5	56.6	39.6
36	68.3	78.0	55.7	38.4
35	67.8	77.5	54.9	37.3
34	67.3	77.0	54.0	36.1
33	66.8	76.5	53.1	35.0
32	66.3	75.9	52.3	33.9
31	65.8	75.4	51.4	32.7
30	65.3	74.9	50.5	31.6
29	64.8	74.4	49.6	30.4
28	64.3	73.9	48.8	29.3
27	63.8	73.4	47.9	28.2
26	63.3	72.9	47.0	27.0
25	62.8	72.4	46.2	25.9
24	62.3	71.9	45.3	24.8
23	61.8	71.3	44.4	23.6
22	61.3	70.8	43.5	22.5
21	60.8	70.3	42.7	21.3
20	60.3	69.8	41.8	20.2

表5 奥氏体钢的硬度换算近似值（洛氏硬度B 标尺换算成其它硬度值）

洛氏硬度B 标尺100kgf 载荷1/16 英寸 (1.588mm) 直径球	布氏硬 度压痕 直径 mm	布氏硬 度 3000kgf 载荷 10mm 直径球	洛氏硬 度A 标 尺60kgf 金刚石 压头	洛氏表面硬度值		
				15T 标尺 15kgf 载荷 1/16 英寸 (1.588mm) 球	30T 标尺 30kgf 载荷 1/16 英寸 (1.588mm) 球	45T 标尺 45kgf 载荷 1/16 英寸 (1.588mm) 球
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	163	51.5	85.2	68.6	52.9
82	4.74	160	50.9	84.9	67.9	51.9
81	4.79	156	50.4	84.5	67.2	50.9
80	4.84	153	49.8	84.1	66.5	49.9

表6 布氏硬度值A (直径10mm 的球，施加的载荷力分别为500 kgf、1500 kgf 和3000kgf)

压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值		
	500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷
2.00	158	473	945	2.60	92.6	278	555	3.20	60.5	182	363	3.80	42.4	127	255
2.01	156	468	936	2.61	91.8	276	551	3.21	60.1	180	361	3.81	42.2	127	253
2.02	154	463	926	2.62	91.1	273	547	3.22	59.8	179	359	3.82	42.0	126	252
2.03	153	459	917	2.63	90.4	271	543	3.23	59.4	178	356	3.83	41.7	125	250
2.04	151	454	908	2.64	89.7	269	538	3.24	59.0	177	354	3.84	41.5	125	249
2.05	150	450	899	2.65	89.0	267	534	3.25	58.6	176	352	3.85	41.3	124	248
2.06	148	445	890	2.66	88.4	265	530	3.26	58.3	175	350	3.86	41.1	123	246
2.07	147	441	882	2.67	87.7	263	526	3.27	57.9	174	347	3.87	40.9	123	245
2.08	146	437	873	2.68	87.0	261	522	3.28	57.5	173	345	3.88	40.6	122	244
2.09	144	432	865	2.69	86.4	259	518	3.29	57.2	172	343	3.89	40.4	121	242
2.10	143	428	856	2.70	85.7	257	514	3.30	56.8	170	341	3.90	40.2	121	241
2.11	141	424	848	2.71	85.1	255	510	3.31	56.5	169	339	3.91	40.0	120	240
2.12	140	420	840	2.72	84.4	253	507	3.32	56.1	168	337	3.92	39.8	119	239
2.13	139	416	832	2.73	83.8	251	503	3.33	55.8	167	335	3.93	39.6	119	237
2.14	137	412	824	2.74	83.2	250	499	3.34	55.4	166	333	3.94	39.4	118	236
2.15	136	408	817	2.75	82.6	248	495	3.35	55.1	165	331	3.95	39.1	117	235
2.16	135	404	809	2.76	81.9	246	492	3.36	54.6	164	329	3.96	38.9	117	234
2.17	134	401	802	2.77	81.3	244	488	3.37	54.4	163	326	3.97	38.7	116	232
2.18	132	397	794	2.78	80.8	242	485	3.38	54.1	162	325	3.98	38.5	116	231
2.19	131	393	787	2.79	80.2	240	481	3.39	53.8	161	323	3.99	38.3	115	230
2.20	130	390	780	2.80	79.6	239	477	3.40	53.4	160	321	4.00	38.1	114	229
2.21	129	386	772	2.81	79.0	237	474	3.41	53.1	159	319	4.01	37.9	114	228
2.22	128	383	765	2.82	78.4	235	471	3.42	52.8	158	317	4.02	37.7	113	226
2.23	126	379	758	2.83	77.9	234	467	3.43	52.5	157	315	4.03	37.5	113	225
2.24	125	376	752	2.84	77.3	232	464	3.44	52.2	156	313	4.04	37.3	112	224

续表6

压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值		
	500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷
2.25	124	372	745	2.85	76.8	230	461	3.45	51.8	156	311	4.05	37.1	111	223
2.26	123	369	738	2.86	76.2	229	457	3.46	51.5	155	309	4.06	37.0	111	222
2.27	122	366	732	2.87	75.7	227	454	3.47	51.2	154	307	4.07	36.8	110	221
2.28	121	363	725	2.88	75.1	225	451	3.48	50.9	153	306	4.08	36.6	110	219
2.29	120	359	719	2.89	74.6	224	448	3.49	50.6	152	304	4.09	36.4	109	218
2.30	119	356	712	2.90	74.1	222	444	3.50	50.3	151	302	4.10	36.2	109	216
2.31	118	353	706	2.91	73.6	221	441	3.51	50.0	150	300	4.11	36.0	108	215
2.32	117	350	700	2.92	73.0	219	438	3.52	49.7	149	298	4.12	35.8	108	214
2.33	116	347	694	2.93	72.5	218	435	3.53	49.4	148	297	4.13	35.7	107	213
2.34	115	344	688	2.94	72.0	216	432	3.54	49.2	147	295	4.14	35.5	106	212
2.35	114	341	682	2.95	71.5	215	429	3.55	48.9	147	293	4.15	35.3	106	211
2.36	113	338	676	2.96	71.0	213	426	3.56	48.6	146	292	4.16	35.1	105	210
2.37	112	335	670	2.97	70.5	212	423	3.57	48.3	145	290	4.17	34.9	105	209
2.38	111	332	665	2.98	70.1	210	420	3.58	48.0	144	288	4.18	34.8	104	208
2.39	110	330	659	2.99	69.6	209	417	3.59	47.7	143	286	4.19	34.6	104	207
2.40	109	327	653	3.00	69.1	207	415	3.60	47.5	142	285	4.20	34.4	103	205
2.41	108	324	648	3.01	68.6	206	412	3.61	47.2	142	283	4.21	34.2	103	204
2.42	107	322	643	3.02	68.2	205	409	3.62	46.9	141	282	4.22	34.1	102	203
2.43	106	319	637	3.03	67.7	203	406	3.63	46.7	140	280	4.23	33.9	102	202
2.44	105	316	632	3.04	67.3	202	404	3.64	46.4	139	278	4.24	33.7	101	201
2.45	104	313	627	3.05	66.8	200	401	3.65	46.1	138	277	4.25	33.6	101	200
2.46	104	311	621	3.06	66.4	199	398	3.66	45.9	138	275	4.26	33.4	100	199
2.47	103	308	616	3.07	65.9	198	395	3.67	45.6	137	274	4.27	33.2	99.7	198
2.48	102	306	611	3.08	65.5	196	393	3.68	45.4	136	272	4.28	33.1	99.2	198
2.49	101	303	606	3.09	65.0	195	390	3.69	45.1	135	271	4.29	32.9	98.8	197

续表6

压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值		
	500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷
2.50	100	301	601	3.10	64.6	194	388	3.70	44.9	135	269	4.30	32.8	98.3	197
2.51	99.4	298	597	3.11	64.2	193	385	3.71	44.6	134	268	4.31	32.6	97.8	196
2.52	98.6	296	592	3.12	63.8	191	383	3.72	44.4	133	266	4.32	32.4	97.3	195
2.53	97.8	294	587	3.13	63.3	190	380	3.73	44.1	132	265	4.33	32.3	96.8	194
2.54	97.1	291	582	3.14	62.9	189	378	3.74	43.9	132	263	4.34	32.1	96.4	193
2.55	96.3	289	578	3.15	62.5	188	375	3.75	43.6	131	262	4.35	32.0	95.9	192
2.56	95.5	287	573	3.16	62.1	186	373	3.76	43.4	130	260	4.36	31.8	95.5	191
2.57	94.8	284	569	3.17	61.7	185	370	3.77	43.1	129	259	4.37	31.7	95.0	190
2.58	94.0	282	564	3.18	61.3	184	368	3.78	42.9	129	257	4.38	31.5	94.5	189
2.59	93.3	280	560	3.19	60.9	183	366	3.79	42.7	128	256	4.39	31.4	94.1	188
4.40	31.2	93.6	187	5.05	23.3	69.8	140	5.70	17.8	53.5	107	6.35	14.0	42.0	84.0
4.41	31.1	93.2	186	5.06	23.2	69.5	139	5.71	17.8	53.3	107	6.36	13.9	41.8	83.7
4.42	30.9	92.7	185	5.07	23.1	69.2	138	5.72	17.7	53.1	106	6.37	13.9	41.7	83.4
4.43	30.8	92.3	185	5.08	23.0	68.9	138	5.73	17.6	52.9	106	6.38	13.8	41.5	83.1
4.44	30.6	91.8	184	5.09	22.9	68.6	137	5.74	17.6	52.7	105	6.39	13.8	41.4	82.8
4.45	30.5	91.4	183	5.10	22.8	68.3	137	5.75	17.5	52.5	105	6.40	13.7	41.2	82.5
4.46	30.3	91.0	182	5.11	22.7	68.0	136	5.76	17.4	52.3	105	6.41	13.7	41.1	82.2
4.47	30.2	90.5	181	5.12	22.6	67.7	135	5.77	17.4	52.1	104	6.42	13.6	40.9	81.9
4.48	30.0	90.1	180	5.13	22.5	67.4	135	5.78	17.3	51.9	104	6.43	13.6	40.8	81.6
4.49	29.9	89.7	179	5.14	22.4	67.1	134	5.79	17.2	51.7	103	6.44	13.5	40.6	81.3
4.50	29.8	89.3	179	5.15	22.3	66.9	134	5.80	17.2	51.5	103	6.45	13.5	40.5	81.0
4.51	29.6	88.8	178	5.16	22.2	66.6	133	5.81	17.1	51.3	103	6.46	13.4	40.4	80.7
4.52	29.5	88.4	177	5.17	22.1	66.0	133	5.82	17.0	51.1	102	6.47	13.4	40.2	80.4
4.53	29.3	88.0	176	5.18	22.0	65.8	132	5.83	17.0	50.9	102	6.48	13.4	40.1	80.1

续表6

压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值		
	500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷
4.54	29.2	87.6	175	5.19	21.9	65.8	132	5.84	16.9	50.7	101	6.49	13.3	39.9	79.8
4.55	29.1	87.2	174	5.20	21.8	65.5	131	5.85	16.8	50.5	101	6.50	13.3	39.8	79.6
4.56	28.9	86.8	174	5.21	21.7	65.2	130	5.86	16.8	50.3	101	6.51	13.2	39.6	79.3
4.57	28.8	86.4	173	5.22	21.6	64.9	130	5.87	16.7	50.2	100	6.52	13.2	39.5	79.0
4.58	28.7	86.0	172	5.23	21.6	64.7	129	5.88	16.7	50.0	99.9	6.53	13.1	39.4	78.7
4.59	28.5	85.6	171	5.24	21.5	64.4	129	5.89	16.6	49.8	99.5	6.54	13.1	39.2	78.4
4.60	28.4	85.4	170	5.25	21.4	64.1	128	5.90	16.5	49.6	99.2	6.55	13.0	39.1	78.2
4.61	28.3	84.8	170	5.26	21.3	63.9	128	5.91	16.5	49.4	98.8	6.56	13.0	38.9	78.0
4.62	28.1	84.4	169	5.27	21.2	63.6	127	5.92	16.4	49.2	98.4	6.57	12.9	38.8	77.6
4.63	28.0	84.0	168	5.28	21.1	63.3	127	5.93	16.3	49.0	98.0	6.58	12.9	38.7	77.3
4.64	27.9	83.6	167	5.29	21.0	63.1	126	5.94	16.3	48.8	97.7	6.59	12.8	38.5	77.1
4.65	27.8	83.3	167	5.30	20.9	62.8	126	5.95	16.2	48.7	97.3	6.60	12.8	38.4	76.8
4.66	27.6	82.9	166	5.31	20.9	62.6	125	5.96	16.2	48.5	96.9	6.61	12.8	38.3	76.5
4.67	27.5	82.5	165	5.32	20.8	62.3	125	5.97	16.1	48.3	96.6	6.62	12.7	38.1	76.2
4.68	27.4	82.1	164	5.33	20.7	62.1	124	5.98	16.0	48.1	96.2	6.63	12.7	38.0	76.0
4.69	27.3	81.8	164	5.34	20.6	61.8	124	5.99	16.0	47.9	95.9	6.64	12.6	37.9	75.7
4.70	27.1	81.4	163	5.35	20.5	61.5	123	6.00	15.9	47.7	95.5	6.65	12.6	37.7	75.4
4.71	27.0	81.0	162	5.36	20.4	61.3	123	6.01	15.9	47.6	95.1	6.66	12.5	37.6	75.2
4.72	26.9	80.7	161	5.37	20.3	61.0	122	6.02	15.8	47.4	94.8	6.67	12.5	37.5	74.9
4.73	26.8	80.3	161	5.38	20.3	60.8	122	6.03	15.7	47.2	94.4	6.68	12.4	37.3	74.7
4.74	26.6	79.9	160	5.39	20.2	60.6	121	6.04	15.7	47.0	94.1	6.69	12.4	37.2	74.4
4.75	26.5	79.6	159	5.40	20.1	60.3	121	6.05	15.6	46.8	93.7	6.70	12.4	37.1	74.1
4.76	26.4	79.2	158	5.41	20.0	60.1	120	6.06	15.6	46.7	93.4	6.71	12.3	36.9	73.9
4.77	26.3	78.9	158	5.42	19.9	59.8	120	6.07	15.5	46.5	93.0	6.72	12.3	36.8	73.6
4.78	26.2	78.5	157	5.43	19.9	59.6	119	6.08	15.4	46.3	92.7	6.73	12.2	36.7	73.4
4.79	26.1	78.2	156	5.44	19.8	59.3	119	6.09	15.4	46.2	92.3	6.74	12.2	36.6	73.1

续表6

压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值			压痕直 径mm	布氏硬度值		
	500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷		500kgf 载荷	1500 kgf 载荷	3000kgf 载荷
4.80	25.9	77.8	156	5.45	19.7	59.1	118	6.10	15.3	46.0	92.0	6.75	12.1	36.4	72.8
4.81	25.8	77.5	155	5.46	19.6	58.9	118	6.11	15.3	45.8	91.7	6.76	12.1	36.3	72.6
4.82	25.7	77.1	154	5.47	19.5	58.6	117	6.12	15.2	45.7	91.3	6.77	12.1	36.2	72.3
4.83	25.6	76.8	154	5.48	19.5	58.4	117	6.13	15.2	45.5	91.0	6.78	12.0	36.0	72.1
4.84	25.5	76.4	153	5.49	19.4	58.2	116	6.14	15.1	45.3	90.6	6.79	12.0	35.9	71.8
4.85	25.4	76.1	152	5.50	19.3	57.9	116	6.15	15.1	45.2	90.3	6.80	11.9	35.8	71.6
4.86	25.3	75.8	152	5.51	19.2	57.7	115	6.16	15.0	45.0	90.0	6.81	11.9	35.7	71.3
4.87	25.1	75.4	151	5.52	19.2	57.5	115	6.17	14.9	44.8	89.6	6.82	11.8	35.5	71.1
4.88	25.0	75.1	150	5.53	19.1	57.2	114	6.18	14.9	44.7	89.3	6.83	11.8	35.4	70.8
4.89	24.9	74.8	150	5.54	19.0	57.0	114	6.19	14.8	44.5	89.0	6.84	11.8	35.3	70.6
4.90	24.8	74.4	149	5.55	18.9	56.8	114	6.20	14.7	44.3	88.7	6.85	11.7	35.2	70.4
4.91	24.7	74.1	148	5.56	18.9	56.6	113	6.21	14.7	44.2	88.3	6.86	11.7	35.1	70.1
4.92	24.6	73.8	148	5.57	18.8	56.3	113	6.22	14.7	44.0	88.0	6.87	11.6	34.9	69.9
4.93	24.5	73.5	147	5.58	18.7	56.1	112	6.23	14.6	43.8	87.7	6.88	11.6	34.8	69.6
4.94	24.4	73.2	146	5.59	18.6	55.9	112	6.24	14.6	43.7	87.4	6.89	11.6	34.7	69.4
4.95	24.3	72.8	146	5.60	18.6	55.7	111	6.25	14.5	43.5	87.1	6.90	11.5	34.6	69.2
4.96	24.2	72.5	145	5.61	18.5	55.5	111	6.26	14.5	43.4	86.7	6.91	11.5	34.5	68.9
4.97	24.1	72.2	144	5.62	18.4	55.2	110	6.27	14.4	43.2	86.4	6.92	11.4	34.3	68.7
4.98	24.0	71.9	144	5.63	18.3	55.0	110	6.28	14.4	43.1	86.1	6.93	11.4	34.2	68.4
4.99	23.9	71.6	143	5.64	18.3	54.8	110	6.29	14.3	42.9	85.8	6.94	11.4	34.1	68.2
5.00	23.8	71.3	143	5.65	18.2	54.6	109	6.30	14.2	42.7	85.5	6.95	11.3	34.0	68.0
5.01	23.7	71.0	142	5.66	18.1	54.4	109	6.31	14.2	42.6	85.2	6.96	11.3	33.9	67.7
5.02	23.6	70.7	141	5.67	18.1	54.2	108	6.32	14.1	42.4	84.9	6.97	11.3	33.8	67.7
5.03	23.5	70.4	141	5.68	18.0	54.0	108	6.33	14.1	42.3	84.6	6.98	11.2	33.6	67.3
5.04	23.4	70.1	140	5.69	17.9	53.7	107	6.34	14.0	42.1	84.3	6.99	11.2	33.5	67.0

A—由《标准技术研究院工程机械部》制定。

夏比冲击试验

19 概述

19.1 夏比V型缺口试验是一种动态试验。在试验中使用特殊设计的试验机，通过对V型缺口试样单个冲击，并使之破裂来完成。所试验的数值可以是冲击吸收功、剪切断口的百分比、缺口相对面的侧膨胀值或是组合试验结果。

19.2 除室内温度外的试验温度通常都在产品技术标准或一般要求规范中有规定（以下简称技术规范）。虽然试验温度有时和所预期的使用温度相关，但这两个温度不必等同。

20 意义和用途

20.1 塑性-脆性行为——体心立方合金或铁素体合金在进行系列温度范围试验时都显示出性能的显著变化。在超过温度转变点之上的温度条件下，冲击试样呈塑性机制断裂（通常微孔聚结），吸收了相对大量的冲击能。在温度转变点之下的温度条件下，试样呈脆性断裂（通常是解理断裂），吸收的冲击能较少。在温度转变点范围内，断口通常是呈混合状态，既有塑性裂面又有脆性裂面。

20.2 从一种断裂类型到另一种断裂类型的温度转变范围依据所测试材料的不同而有所区别。为制定标准，可以采用各种方式来确定这转变行为。

20.2.1 对于冲击吸收功、断口形状、侧膨胀值或组合试验结果（在所规定的试验温度条件下），技术规范规定了试验结果的最低要求。

20.2.2 当进行一系列温度范围冲击试验时，技术规范规定应测定冲击吸收功或断口形状达到所规定要求时的转变温度。

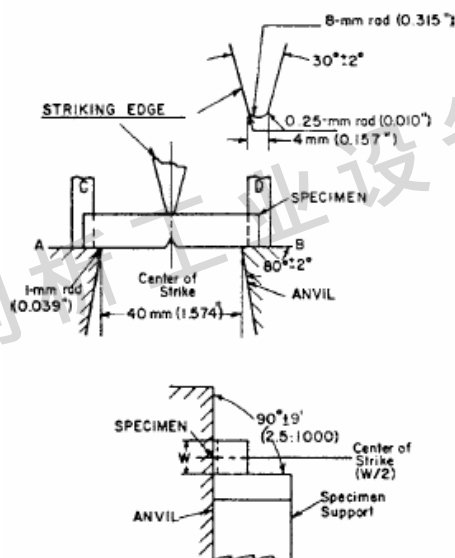
20.3 有关冲击试验意义的详细情况见附录A5。

21 装置

21.1 试验机

21.1.1 夏比冲击试验机是通过自由摆动的摆锤单击缺口试样而使之断裂的设备。摆锤是从固定的高度滑落。由于摆锤在摆动之前处于指定的高度，并且摆锤的重量也是已知的，所以事先就可测定打击试样所用的能量。这样就提供了一种显示试样在断裂时的冲击吸收功的方法。

21.1.2 试验机另一个主要特征是夹具（参见图10）的设计，作为简支梁用以托夹试样使之在精确位置。装上这样的夹具以便使试样的缺口面垂直。摆事实锤正好冲击缺口对面的另一垂直面。试样夹具和冲击边的尺寸应符合图10的规格。



除非另有规定，否则所有尺寸偏差应在 $\pm 0.05\text{mm}$ (0.002 英寸)。

注1—A 与B 平行，平行度不大于2:1000，并在0.05mm(0.002 英寸)范围内与B 共面。

注2—C 与D 平行，平行度不大于20:1000，并在0.125mm (0.005 英寸) 范围内与D 共面。

注3—没标注的部分光洁度应为 $4\mu\text{m}$ (125 μ 英寸)。

图10 夏比（简支梁）冲击试验

21.1.3 用于钢试样的夏比冲击机的能力范围应在220ft·lbf~300ft·lbf(300J~400J)的钢材。有时也使用能力较低的试验机，但是，试验机的能力应以足够的余量超过试样的冲击吸收能量（参见试验方法E23）。冲击点的线性速度应在16~19ft/s (4.9~5.8m/s) 的范围内。

21.2 温度介质

21.2.1 在进行室温之外的温度条件下试验时，必须在控制温度条件下将夏比冲击试样在介质中进行处理。

21.2.2 常用的低温介质有冷流体（例如：水、冰加水、干冰加有机溶剂或液态氮）或冷却气体。

21.2.3 常用高温介质有加热的液体，如矿物油或硅油。也可以使用循环式热空气干燥炉。

21.3 输送装置——夹钳，特别和冲击试样的缺口匹配的用具，通常用来从介质中把试样取出来，并将它们放在铁砧上（参见试验方法E23）。在试验机夹具不能自动对中试样的情况下，可以用夹钳进行精确对中。

22 取样和试样的数量

22.1 取样

22.1.1 试样的取样位置和取样方向应在技术规范中规定。如果没有规定，对锻件、轧件而言，试样取样位置应和拉伸试样的取样位置一样，取样方向应是纵向方向而且缺口与测试产品主要表面相垂直。

22.1.2 试样数量

22.1.2.1 夏比冲击试验包括从单个试件或材料试验位置采取的全部试样。

22.1.2.2 当技术规范规定了最低平均试验结果值时，应测试3 个试样。

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

22.2 类型和尺寸

22.2.1 使用如图11 所示的标准全尺寸夏比V 型冲击试样（类型A），22.2.2 中所允许的试样除外。

22.2.2 小尺寸试样

22.2.2.1 对于厚度小 $7/16$ 英寸（11mm）的扁平材，或当冲击吸收功预计超过满刻度的8%时，使用标准小尺寸试样。

22.2.2.2 对沿横向方向测试的管状材料，如果直径和壁厚的关系不允许使用标准全尺寸试样时，就得采用标准小尺寸试样或包含外径（OD）曲度的标准尺寸试样：

（1）标准尺寸试样和小尺寸试样包括如图12 所示的管状产品原始OD表面。所有其它尺寸值应符合图11 的要求。

注释14：对韧性等级超过50ft·lbf 的材料，包含原始外径（OD）表面的试样产生的冲击值会超过采用常规夏比冲击试样所获得的值。

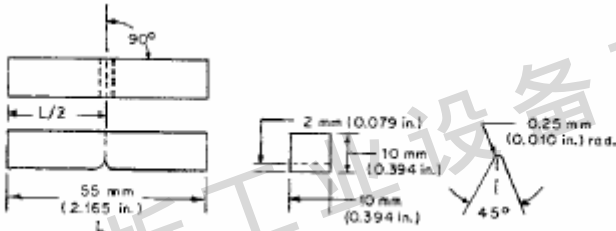
22.2.2.3 如果不能制备标准全尺寸试样，则应制备尽可能最大的标准小尺寸试样。应对试样进行加工，以便使试样不含有表面在0.020 英寸（0.5mm）以下的部分。

22.2.2.4 标准小尺寸试样偏差如图11 所示。标准小尺寸试样有： $10 \times 7.5\text{mm}$ 、 $10 \times 6.7\text{mm}$ 、

10 5mm、10 3.3mm、10 2.5mm。

22.2.2.5 在标准小尺寸试样的窄面开缺口，使该缺口和10mm 宽的表面垂直。

22.3 缺口的制备——加工缺口很关键，因为缺口半径和断面的极其微小的变化或缺口根部的刀具划痕都会引起试验数据的误差（参见附录A5）。



注1—：允许偏差如下：

缺口长度对立部 $90\pm 2^\circ$ ；

临近边应在 $90^\circ\pm 10'$ ；

横截面尺寸 $\pm 0.075\text{mm}$ (± 0.003 英寸)；

试样长度(L) +0, -2.5mm(+0,-0.100 英寸)；

缺口对中(L/2) $\pm 1\text{mm}$ (± 0.039 英寸)；

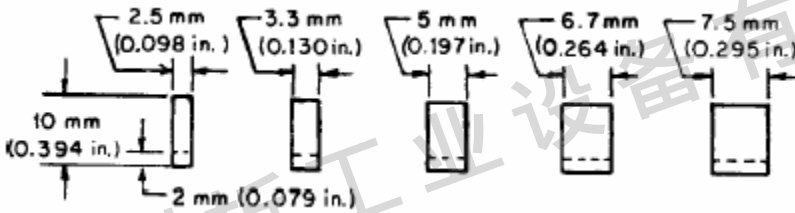
缺口角度 $\pm 1^\circ$ ；

缺口半径 $\pm 0.025\text{mm}$ (± 0.001 英寸)；

缺口深度 $\pm 0.025\text{mm}$ (± 0.001 英寸)；

光洁度要求带缺口表面和背面 $2\mu\text{m}$ (63μ 英寸)，其它两个表面 $4\mu\text{m}$ (125μ 英寸)。

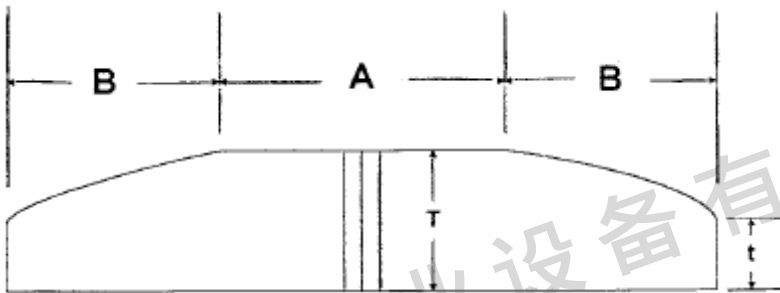
(a) 标准全尺寸试样



注2：对小尺寸试样而言，除宽度外，所有标准试样的尺寸和偏差都恒定，宽度按上述所示范围变化，其偏差应在 $\pm 1\%$ 。

(b) 标准小尺寸试样

图11 夏比（简支梁）冲击试样



尺寸	说明	要求	尺寸	说明	要求
A	应加工表面	最小28mm	T	试样厚度	见图11
B	原始外径表面	最大13.5mm	t	端部厚度	最小1/2 T

图12 具有原始外径表面的管材冲击试样

23 校准

23.1 精确度和灵敏度——根据《试验方法E23》中的要求，校准和调节夏比冲击试验机。

24 温度控制调整

24.1 如果技术规范或购买方要求特殊的试验温度，那么加热介质或冷却介质的温度变化控制范围为 2 （1 ），因为温度的变化对夏比冲击试验结果的影响很大。

注释15：对某些钢而言，可能不需要对温度予以限制，例如奥氏体钢。

注释16：因为试验室的温度经常在60~90 （15~32 ）范围内变动，所以在“室内温度”条件下进行的试验可以是这一范围内的任何温度。

25 步骤

25.1 温度

25.1.1 将用于冲击的试样放入液体介质中至少5 分钟，放入气体介质中30 分钟进行处理。

25.1.2 在每次试验前，应使夹持试样用的夹钳和试样保持同样的温度，以便不影响试样缺口的温度。

25.2 试样定位和试样断裂。

25.2.1 仔细对中铁砧上的试样，并放下摆锤冲断试样。

25.2.2 如果在把试样从调整介质中取出后5 秒钟内，摆锤没有落下，那么就不再冲击试样。将试样再放回到调节介质中持续25.1.1 所要求的一段时间。

25.3 试样复位——在必须测定断口形貌或侧膨胀值时，在冲击下一个试样前，应将每个断裂试样回复原位。

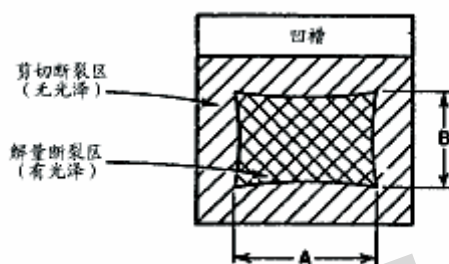
25.4 单独试验值。

25.4.1 冲击能量值——记录冲击吸收功能量值，精确到1ft 穉bf(1J)。

25.4.2 断口形貌

25.4.2.1 采用下面任何一种方法测定剪切断口百分率。

（1）测量断口表面脆断部分的长度宽度，如图13 所示。然后根据测量单位按表7 或表8 测定断口百分率。



注1—测量A 和B 的平均尺寸，精确到0.02 英寸或0.5mm。

注2—利用表7 或表8 测定剪切断裂百分率。

图13 剪切断裂百分率的测定

表7 以英寸单位测量的剪切断裂百分率

尺寸B 英寸	尺寸A，英寸																
	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

注1—由于本表的制定是用于有限的测量值或A 和B 尺寸，故当A 或B 为零时，应报告100% 的剪切断裂百分率。

表8 以mm 单位测量的剪切断裂百分率

尺寸 B mm	尺寸A，mm																		
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10
1.0	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	91	90	89	89	88	88
1.5	98	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	32
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

注1—由于本表的制定是用于有限的测量值或A 和B 尺寸，故当A 或B 为零时，应报告100% 的剪切断裂百分率。

(2) 将试样断口形貌和图14 中所示的断形貌展示图相比较。

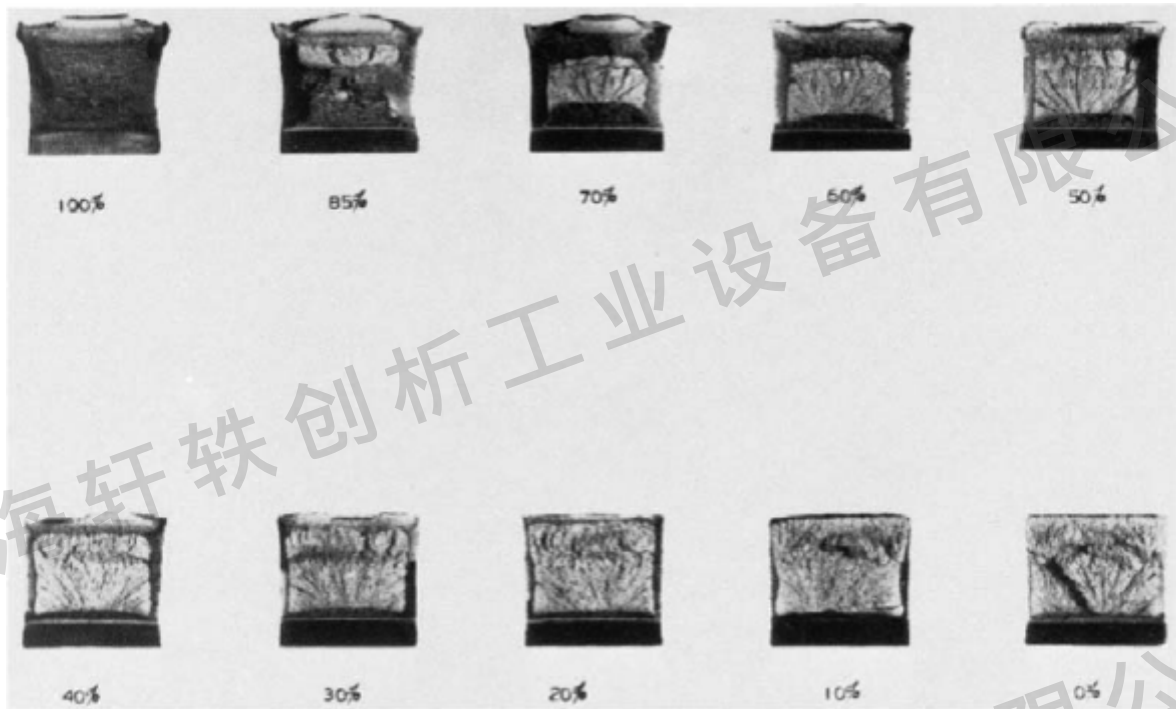


图14 断口形貌图和剪切断裂百分率比较图

(3) 放大断口表面，并把放大的表面和预校准的轮廓图相比照或用面积仪测量剪切断口百分率。

(4) 在适当放大倍数条件下，给断口表面拍照，然后用面积仪测量剪切断口百分率。

25.4.2.2 测定单个断口形貌塑性百分率，精确到5%，并记录该值。

25.4.3 侧膨胀值。

25.4.3.1 侧膨胀值，是试样宽度的增加值，以千分之一英寸（密耳）计。位于压缩侧面，正对着夏比V 型冲击试样的缺口，如图15 所示。

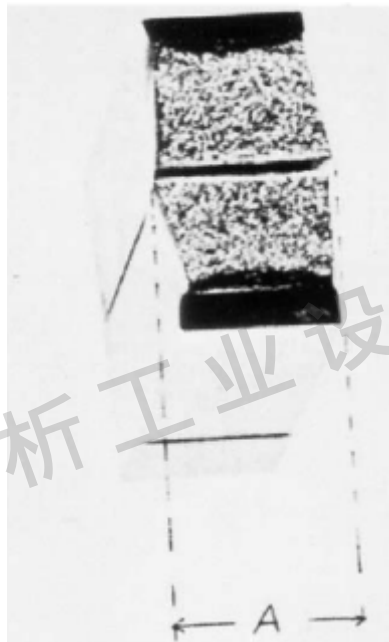


图15 测量夏比V 型缺口冲击破断试样侧膨胀值对接的两半试样，尺寸A

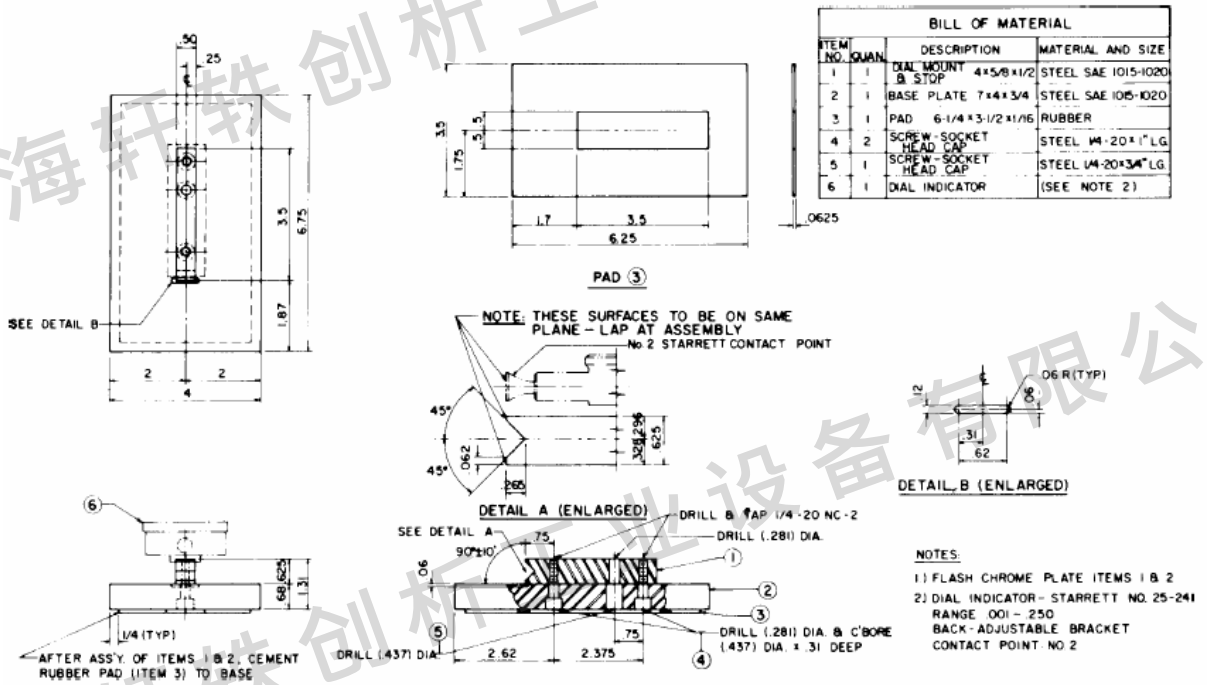
25.4.3.2 检查每半个试样确认凸出部分，没有因接触铁砧、试验机固定件表面等而被损坏。这种损坏的试样应作废，因为它们会造成读数的错误显示。

25.4.3.3 检查和缺口相垂直的试样各个侧面，确认在冲击试验过程中，各侧面没有毛刺的存在。如果存在毛刺，轻轻地用（金刚）砂布或类似的磨面砂布打磨。在除毛刺过程中，一定要注意不要打磨用于测量的凸出部分。

25.4.3.4 使用如图16 和图17 所示的类似量规，测量根据试样侧面未变形部分界定的相关面每一半面的每个侧面上的膨胀值。



图16 夏比冲击试样用侧膨胀值测量仪



注释：1) 闪光铬底板零件1 和2；
2) 千分表——Starrett №25-241 范围0.001-0.250 后侧可调托架2 号接触点。

图17 膨胀侧标距的组合和详解图

25.4.3.5 由于断裂路径很少切开试样两侧上的最大膨胀点，故每侧所测得的较大值的总和就是试验值。整理好每个试样的两半，以便让压缩侧面相互对齐。使用量规测量每半个试样的凸出部分，并确认所测量的是试样的相同侧面。分别再测量两个断裂的半个试样。采用相同的步骤测量试样半个部分相对侧上的凸出区域。每侧两个值中较大的为试样那一侧的膨胀值。

25.4.3.6 测量各自侧膨胀值，精确到1 密耳（0.025mm），并记下这些值。

25.4.3.7 下列所述为例外。当经过摆锤单击时，任何没有断裂成两半的试样都应按未冲断报告。如果试样可以用手力掰断，试样可以被认定是经冲击而断裂。

26 试验结果的整理

26.1 当任何冲击试验的验收标准在给定温度条件下所规定的是最小平均值时，试验结果应是从同一试验位置截取的3 个试样各自试验值的平均值（算数平均值）。

26.1.1 规定最小平均试验结果。

26.1.1.1 当同时满足下面各个条件时，试验结果是可以接受的。

（1）试验结果等于或超过所规定的最小平均值（技术规范中给出）。

（2）不超过一个试样的单个试验值小于所规定的最小平均值。

（3）任意试样的单个试验值不小于的规定的最小平均值的三分之二。

26.1.1.2 如果没有满足26.1.1.1 中的验收要求，应从同一试验位置截取3 个附加试样，重新进行一次试验。重新被测试的试样的各自单独试验值应等于或大于所规定的最小平均值。

26.2 规定最低转变温度的试验。

26.2.1 转变温度的定义——为了制定标准的目，转变温度是指在这一温度时，所特指的材料的试验值等于或超过所规定的最低试验值。

26.2.2 转变温度的测定。

26.2.2.1 采用25 节中的步骤，在预期转变温度以上和以下的系列温度的每种温度条件下冲击一个试样，记下每个试验温度，并精确到1 （0.5 ）。

26.2.2.2 把试验结果作为纵坐标，试验温度作横坐标，将各个单独的试验结果（ft·lbf 或剪切百分率）标出来。然后通过所标注的数据点绘制最拟合的曲线图。

26.2.2.3 如果规定转变温度为一达到试验值的温度，那么用插入法（不允许外插法）将绘制的曲线与规定的试验值相交的温度确定为转变温度。记录该转变温度，精确到5 （3 ）。如果表格的试验结果明显地显示转变温度低于规定值时的最低试验温度，就没必要在坐标图上标出数据。报告试验值超过规定值时的最低试验温度。

26.2.2.4 如果所测得转变温度等于或低于所规定的温度值，试验结果可以接受。

26.2.2.5 如果所测得的转为温度高于所规定的温度值，但不超过规定值20 （12 ），那么根据25 节的规定，试验足够数量的试样，以绘制两个另外曲线图。如果根据两个附加试验所测得的温度等于或低于所规定的温度值，那么试验结果可以接受。

26.3 当允许或有必要使用小尺寸试样时，或既允许又有必要使用小尺寸试样时，根据表9 修正所规定的试验要求，或根据《ASTM 锅炉和压力容器标准》表UG-84·2，或两者都包括在内修正试验温度。较高能量值或较低温度可由供需双方协商。

表9 各种辅助尺寸试样用夏比V 型缺口冲击试验的验收标准值

全尺寸 10×10mm		3/4 尺寸 10×7.5mm		2/3 尺寸 10×6.7mm		1/2 尺寸 10×5mm		1/3 尺寸 10×3.3mm		1/4 尺寸 10×2.5mm	
ft-lbf	[J]	ft-lbf	[J]	ft-lbf	[J]	ft-lbf	[J]	ft-lbf	[J]	ft-lbf	[J]
40	[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]

27 记录

27.1 试验记录应包括下列适当内容。

27.1.1 试验材料的全部说明（即技术规范编号、钢号、等级或类型、尺寸和炉号）。

27.1.2 试样对材料轴线的方向。

27.1.3 试样尺寸。

27.1.4 试验温度和每个试样断裂时各自的试验值，包括首次试验和重新试验的试验值。

27.1.5 试验结果。

27.1.6 转变温度和转变温度测定标准，包括首次试验和重新试验时的转变温度。

28 报告

28.1 技术规范应规定应当报告的试验内容。

29 关键词

29.1 弯曲试验；布氏硬度；夏比冲击试验；伸长率；FATT（断裂形貌转变温度）；硬度试验；便携式硬度试验；断面收缩率；洛氏硬度；抗拉强度；拉伸试验；屈服强度。

附录（强制性资料）

A1 条钢产品

A1.1 适用范围

A1.1.1 本附录只规定热轧和冷精加工条钢相关的详细资料以及未包括在本试验方法总章之内的那些内容。

A1.2 试样的取样方向

A1.2.1 碳素钢和合金条钢和棒材型钢，因其横截面尺寸相对较小，通常沿纵向方向做试验。在特殊情况下，如果尺寸允许，且试件的生产或使用认为沿横向方向进行测试是合理的，那么由供需双方协商定选择一项试验或多项试验及取样部位。

A1.3 拉伸试验

A1.3.1 碳素条钢——对直径尺寸或平行表面间距离在1/2英寸（13mm）以下的轧制状态的圆条、方杆、六角形和八角形的碳素钢条钢，通常对拉伸性能不作要求，除扁平材外，横截面面积小于1 英寸²（645mm²）的其它棒材截面也不规定拉伸性能。

A1.3.2 合金钢条钢——合金钢条钢通常不在轧制状态下测试。

A1.3.3 当规定拉伸试验时，除非在产品技术规范中另有规定，否则各种尺寸的热轧和

冷精加工条钢试样选定的实际操作均应符合表A1.1 中的规定。

表A1.1 条材产品拉伸试样的选择

厚度英寸 (mm)	宽度英寸 (mm)	热轧条材	冷加工条材
		扁平条材	
< 5/8 (16)	≤ 1½ (38)	全截面×8 英寸 (200mm) 标距长度 (图3)	将收缩断面部分加工成2 英寸 (50mm) 标距长度, 比试样宽度约少25%
	> 1½ (38)	全截面×8 英寸 (200mm) 或加工到1½英寸 (38mm) 宽×8 英寸 (203mm) 的标距长度 (图3)	将收缩断面部分加工到2 英寸标距长度和1½英寸宽
5/8~ < 1½ (16~ < 38)	≤ 1½ (38)	全截面×8 英寸标距长度或从截面中心加工成1/2 英寸×2 英寸 (13×50mm) 标距长度的标准试样 (图4)	将收缩断面部分加工到2 英寸 (50mm) 的标距长度, 并比试样宽度约减少25% 或从截面中心加工成1/2 英寸×2 英寸 (13×50mm) 标距长度的标准试样 (图4)
	> 1½ (38)	全截面×8 英寸 (200mm) 或加工成1½ 英寸 (38mm) 宽×8 英寸 (200mm) 标距长度 (图3) 或从截面的边部和中心之间的中部加工成1/2 英寸×2 英寸 (13×50mm) 标距长度的标准试样 (图4)	将收缩断面部分加工到2 英寸标距长度及1½英寸宽或从截面边部和中心之间的中部加工成1/2×2 英寸标距长度的标准试样 (图4)
≥ 1½ (38)		全截面×8 英寸 (200mm) 标距长度或从表面和中心之间的中部加工成1/2 英寸×2 英寸 (13×50mm) 标距长度的标准试样 (图4)	从表面和中心之间的中部加工成1/2×2 英寸 (13×50mm) 标距长度的标准试样 (图4)
圆钢、方钢、六角钢和八角钢			
直径或平行面间的距离		热轧条材	冷加工条材
< 5/8		全截面×8 英寸 (200mm) 标距长度或加工成小尺寸试样 (图4)	加工成小尺寸试样 (图4)
5/8~ < 1½ (16 ~ < 38)		全截面×8 英寸 (200mm) 标距长度或从截面中心加工成1/2×2 英寸 (13×50mm) 标距长度的标准试样	从截面中心加工成1/2×2 英寸标距长试的标准试样 (图4)
≥ 1½ (38)		全截面×8 英寸 (200mm) 标距长度或从截面表面和中心之间的中部加工成1/2 英寸×2 英寸 (13×50mm) 标距长度的标准试样 (图4)	从截面中心和表面之间的中部加工成1/2×2 英寸 (13×50mm) 标距长度的标准试样 (图4)
其它条材规格的截面			
全部尺寸		全截面×8 英寸 (200mm) 标距长度或制备1½英寸 (38mm) 宽 (如果可能) ×8 英寸 (200mm) 标距长度的试样	将收缩断面部分加工到2 英寸 (50mm) 标距长度, 及比试样宽度约减少25%
注1—对棒材截面而言, 如果用简易测量法根据测定横截面面积, 则可以通过用0.2833 (钢1 英			

寸³的重量)除以按磅计的每英寸直线试样重量或用3.4(1英寸²和1英尺长的钢的重量)除以每英尺直线试样重量来计算横截面面积,以英寸²计。

A1.4 弯曲试验

A1.4.1 如果规定了弯曲试验,那么有关热轧和冷精加工条钢所推荐的操作步骤应符合表A1.2 中的要求。

表A1.2 选择条材产品弯曲试样的建议

扁平条材		
厚度，英寸（mm）	宽度，英寸（mm）	建议尺寸
≤1/2（13）	≤3/4（19）	全截面
	> 3/4（19）	全截面或加工到宽度不小于3/4 英寸（19mm）×试样厚度
> 1/2（13）	全部	全截面或从中心和表面之间的中部加工到1×1/2 英寸（25×13mm ）的试样
圆钢、方钢、六角钢和八角钢		
直径或平行面之间的距离，英寸（mm）	建议尺寸	
≤1½（38）	全截面	
> 1½（38）	从中心和表面之间的中部加工成1×1/2 英寸（25×13mm ）的试样	
注1—试样的长度均不应 < 6 英寸（150mm）。		
注2—试样边部可以倒角到不超过1/16 英寸（1.6mm） 的半径。		

A1.5 硬度试验

A1.5.1 棒材产品的硬度试验——在扁平的、圆型的、方杆的、六角形的和八角形的条钢,最少清除0.015英寸表层后,再进行硬度试验,以获得精确的硬度值。

A2 钢管产品

A2.1 适用范围

A2.1.1 本附录包括了适用于管状产品而又没在《试验方法和定义A370》总章中规定的试样和试验方法。

A2.1.2 本标准所涉及的管状型材包括:圆型、方型、矩形和异形型材。

A2.2 拉伸试验

A2.2.1 全尺寸纵向试样。

A2.2.1.1 作为选择,既可以使用纵向扁形试样,也可以使用纵向圆形试样。只要试验机有足够的载荷能力,也可以使用全尺寸管状截面的拉伸试样。应将密配的金属塞插到这种管状试样端部足够深的位置,以便让试验机夹口准确夹持试样,而不会被挤碎。所用塞子的设计结构如图A2.1所示。塞子不可伸叉到试样在该部位测量伸长率的区域(见图A2.1)。在实际操作时,应注意在这种情况下施加的载荷是轴向的载荷。全截面试样的长度取决于测量伸长率所规定的标距长度。

A2.2.1.2 除非产品规范另有要求,否则标距长度是2英寸或50mm,但外径为≤3/8英寸(9.5mm)的管材产品除外。对于这种管材如果要求与用较大试样而获得的伸长率可相

比较的伸长率，那么通常采用4 倍于外径的标距长度。

A2.2.1.3 为了测定全截面试样的横截面面积，作为外径最大值和最小值间的平均值或平均数，以及壁厚平均值或平均数的测量值应记录下来，并精确到0.001 英寸(0.025mm)，并用下列公式测定横截面面积：

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

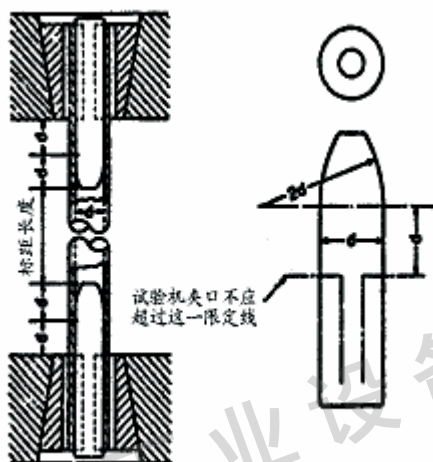
式中：

A=截面面积，英寸²；

D=外径，英寸；

t=管子壁厚，英寸。

注释A2.1：还有其它测定横截面面积的方法，如试样称重法，这种方法同样精准或适用。

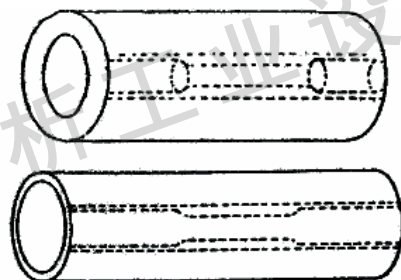


图A2.1 管状试样试验用金属塞和塞子在试样上的正确位置及试样在试验机十字头中的正确位置

A2.2.2 纵向条状试样。

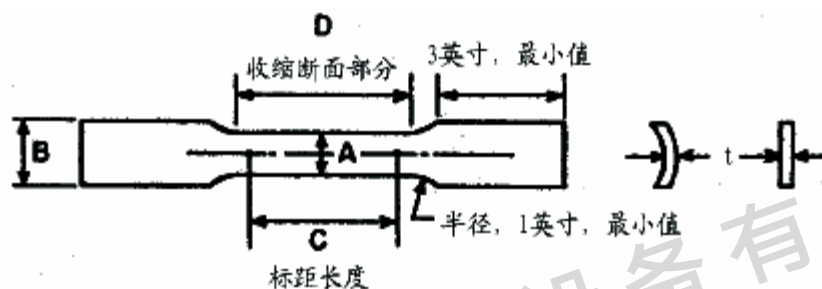
A2.2.2.1 作为选择，有全尺寸纵向试样或纵向圆形试样。也可使用从如图A2.2所示管状产品上采取的窄条所获取的纵向条状试样，然后加工到如图A2.3 所示的尺寸。对焊接结构管而言，这样的试样应从与焊缝位大约呈90°的位置上取样。除非产品技术规范另有要求，否则标距长度是2 英寸或50mm。试样在测试时应用夹具夹持，夹具应是扁平的或带有与管状产品弧度相应的表面轮廓，或者在测试试样前，使用扁平夹具在不加热条件下压平试样的端部。除非试验机的负载能力或用于测试的钢管的尺寸和性能要求必须有使用1 号、2 号或3 号试样，否则应使用图3 第4 号试样所示的试样。

注释A2.2：计算如图A 2.3 所示从圆管上切截下来的该类型试样的横截面面积准确公式在《试验方法E8 或E8M》中给出。



注1—试样坯料边部的切截应相互平行。

图A2.2 在从管材上截取下来的管环上制备纵向拉伸试验的取样部位



试样序号	尺寸			
	A	B	C	D
1	$1/2 \pm 0.015$	$1^{1/16}$ (近似值)	2 ± 0.005	$2^{1/4}$ (最小)
2	$3/4 \pm 0.031$	1 (近似值)	2 ± 0.005 4 ± 0.005	$2^{1/4}$ (最小) $4^{1/2}$ (最小)
3	1 ± 0.062	$1^{1/2}$ (近似值)	2 ± 0.005 4 ± 0.005	$2^{1/4}$ (最小) $4^{1/2}$ (最小)
4	$1^{1/2} \pm 1/8$	2 (近似值)	2 ± 0.010 4 ± 0.015 8 ± 0.020	$2^{1/4}$ (最小) $4^{1/2}$ (最小) 9(最小)

注1—可以用A 乘以t 计算横截面面积。
 注2—尺寸t 是按所采用材料技术规范制备的试样的厚度。
 注3—收缩断面部分应在0.010 英寸范围内平行，并且从端部向中心方向有渐进的锥度，但端部比中心的宽度宽时，值不应超过0.010 英寸。
 注4—试样端部应在0.10 英寸范围内和收缩断面部分的中心线相对称。
 注5—公制等效值：1 英寸=25.4mm 。
 注6—除仲裁试验外，允许采用侧边与试样长度相平行的试样，条件是：(a) 采用上述偏差；(b)测定伸长率所用的适当的标记数量；(c) 测定屈服强度时，使用适宜的伸长计。如果断裂在距夹紧装置边部小于2A 的距离处，那么所测定的拉伸性能不能代表材料的性能。如果性能符合所规定的最低要求，就不要求做进一步的测试，但是，如果低于最低要求，则测试无效，并应重新进行测试。

图A2.3 管材产品纵向扁窄拉伸试样的尺寸和偏差

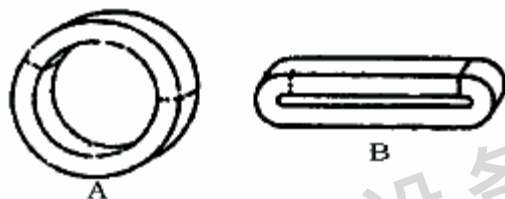
A2.2.2.2 应为测定平行度测量标距长度每端的宽度，标距中部也应如此测量。应测量中部的厚度，然后用中部宽度的测量值测定横截面面积。中部宽度尺寸应予以记录，并精确到0.005 英寸（0.127mm），厚度测量值精确到0.001 英寸。

A2.2.3 横向条状试样

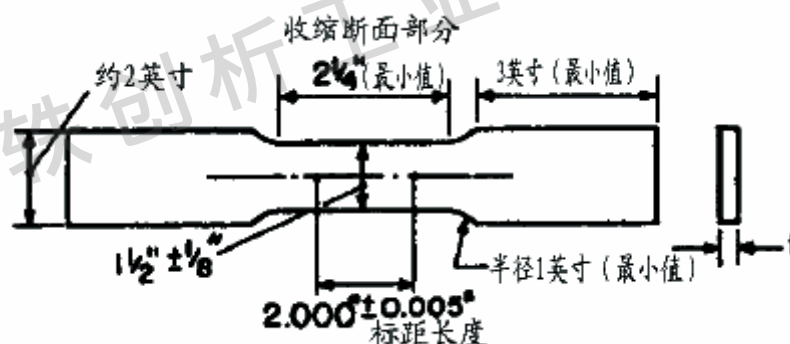
A2.2.3.1 一般而言，公称直径尺寸小于8 英寸的管状产品不建议进行横向拉伸试验。当有要求时，横向拉伸试验可以从如图A2.4 所示的管材或管道端部切割下来的管环节截取。压平试样可以在将试样从管子上如图A2.4(a)截取下来之后进行，可以在截取下来之前如图A2.4(b)所示进行。采取热压平或冷压平均可，不过如果是冷压平，那么试样接着可以正火。从规定要热处理的管材截取的试样，不论是被热压平，还是冷压平后，都应进行和管材相同的处理。对壁厚小于3/4英寸（19mm）管材，横向试样应是如图A2.5 所示的尺寸和形状，其中一个表面或所有两个表面应进行加工使厚度均匀。在焊接钢管进行测定焊缝强度的横向拉伸试验用的试样应在与焊缝垂直的位置截取，焊缝应在试样中部。

A2.2.3.2 应为测定平行度测量标距长度每端的宽度，标距中部也应如此测量。应测量中

部的厚度，然后用中部宽度的测量值测定横截面面积。中部宽度尺寸应予以记录，并精确到0.005 英寸（0.127mm），厚度测量值精确到0.001 英寸（0.025mm）。



图A2.4 在从管材产品切截下来的管环上制备横向拉伸试样的取样部位



注1—尺寸t 是根据所采用材料技术规范的规定试样厚度。

注2—收缩断面部分应在0.010 英寸精度内保持平行，并且宽度从端部向中心逐渐变窄，形成一个锥度，但端部的宽度比中心的宽度的值不应超过0.010 英寸。

注3—试样的端部应与收缩断面部分中心线在0.10 英寸偏差范围内相对称。

注4—公制等效值：1 英寸=25.4mm。

图A2.5 从管状产品切截下来的管环产机械加工成的横向拉伸试样

A2.2.4 圆形试样

A2.2.4.1 当产品技术规范有规定时，可以使用如图4 中所示的圆形试样。

A2.2.4.2 在试样中测量圆形试样的直径，并精确到0.001 英寸（0.025mm）。

A2.2.4.3 当测试无法制备标准试样的材料时，就必须采用如图4 所示的与标准试样成比例的小尺寸试样。也可以使用其它尺寸的小型试样。在任何使用这种小尺寸试样情况下，用于测定伸长率的标距长度都应4 倍于试样的直径（参见注释4和图4），这一点很重要。产品技术规范中有关圆形试样2 英寸标距长度的伸长率的要求应适用于小尺寸试样。

A2.2.4.4 对横向试样，截取试样的截面不应是被压平的，或被弄变形的。

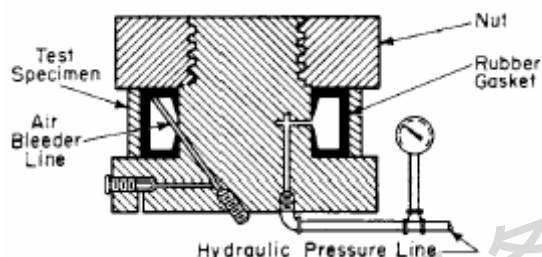
A2.2.4.5 纵向试样是从如图A2.2 中所示的圆状产品切割下来窄条上截取的。

A2.3 横向屈服强度的测定，液压环向膨胀法。

A2.3.1 根据产品技术规范限定范围，在外表面、内表面或管壁横截面上进行硬度试验。有必要对试验材料表面进行预加工，以获得精确的硬度值。

A2.3.2 试验机和根据圆形试样测定横向屈服强度的方法在A2.3.3~A8.1.2 中都已作规定和介绍。

A2.3.3 试验机的垂直横截面草图如图A2.6 所示。



图A2.6 环状管环试样测定横向屈服强度用试验机

A2.3.4 在该试验机上测定横向屈服强度时，通常使用短的环管节（一般为3 英寸长（76mm））试样。把大的圆头帽从试验机上卸下来后，测定圆环试样的壁厚，然后将试样套入到耐油的橡胶垫圈上。再将圆形帽复位，但不要对着试样拧得太紧。在圆形帽和试样间留有一点间隙，目的是让试样在试验时作自由径向移动。油在压力下，在适当的阀门控制下，通过压力供给线使油渗入到橡胶垫圈里面。有一个经过精确校准的压力仪用于测量油压。系统中的任何气体都通过泄压线路被排出。随着油压上升，橡胶垫圈开始膨胀，并反过来对试样周围施加应力。随着压力不断增大，橡胶垫圈的凸边象密封装置一样起着防止漏油的作用。随着压力继续上升，环状试样因拉伸应力而屈服，并因此而伸长。环状试样的整个外侧圆周可认定为标距长度，并用适当的伸长度测量应变力。这个伸长计后面还要予以介绍。在载荷状态下，当所要求的总应变力或伸长力达到伸长计的某值时，可以读出每平方英寸磅制单位的油压读数，然后通过采用Barlow 公式计算出单位屈服强度。这样就测得了屈服强度，这是真实结果，因为该试样没有被冷加工压平，并且和从所截取该试样的圆形截面状况十分接近。另外，该试验也非常接近管线在应用中的状况。通过使用合适的橡胶垫圈和适配器的手段，同一台试验机可以用于几种不同尺寸管子的试验。

注释A2.3：Barlow 公式可以用两种方法表示：

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

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

式中：

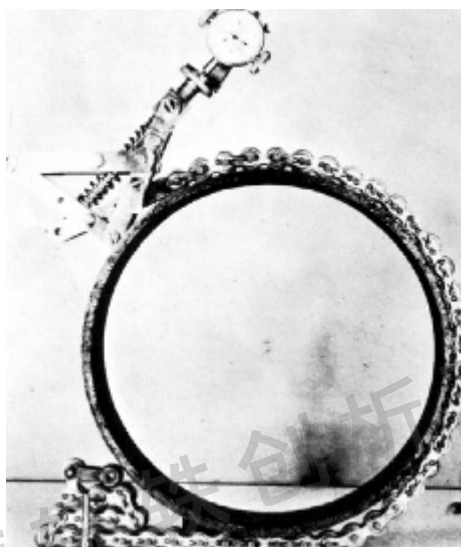
P=内部液态静压，psi；

S=由内部液压静压强引起的作用于管壁的单位圆周应力，psi；

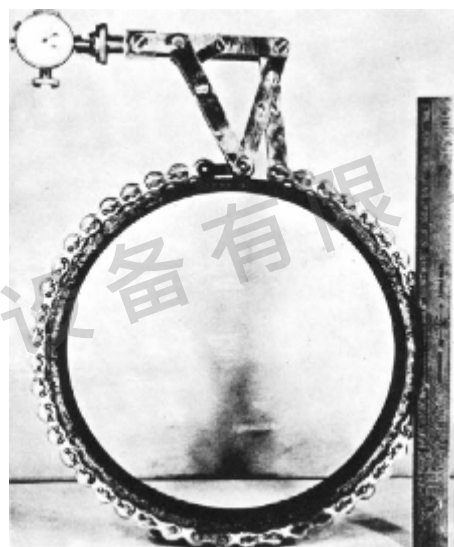
t=管壁的厚度，英寸；

D=管材的外径，英寸。

A2.3.5 如图A2.7 和图A2.8 所示的滚链式伸长计，被证明用于测量圆环状试样的伸长率比较理想。图A2.7 所示是伸长计所处位置，但在圆环状试样上没有夹紧。通过一个小型栓传递应变力，应变力则用表盘仪测量，该小型栓延伸到空心丝扣钮销中。如图A2.8 中所示，在伸长计被夹紧时，夹持该伸长计固定以及消除任何挠度所必须的拉伸力由弹簧传递到滚链上。作用到弹簧上的拉伸力可以用滚花蝶形螺钉按要求调节。滚链式伸长计可以通过拆装辊子以适应不同尺寸管截面的测试。



图A2.7 滚链式伸长计（未夹持状态）



图A2.8 滚链式伸长计（夹持状态）

A2.4 硬度试验

A2.4.1 硬度试验既可以在管材端部适宜的外表面上进行，也可以在内表面上进行。

A2.4.2 3000kgf 标准布氏硬度加载会造成薄壁管状试样多大的变形。在这种情况下，应施加500kgf 的载荷，或者采用内铁砧在内部加固的方法。布氏硬度试验不适用于外径 < 2 英寸 (51mm) 的管状产品，或壁厚 < 0.200 英寸 (5.1mm) 的管状产品。

A2.4.3 洛氏硬度试验通常在内表面、外表面的平直处，或根据产品的限制在管壁横截面上进行。管子外径 < 5/16 英寸 (7.9mm) 的不进行洛氏硬度试验，也不在内径 < 1/4 英寸 (6.4mm) 的管子内表面上做洛氏硬度试验。壁厚 < 0.065 英寸 (1.65mm) 的退火管或壁厚 < 0.049 英寸 (1.24mm) 的冷加工或热处理管不进行洛氏硬度试验。对于管壁厚度 < 常规洛氏硬度试验所允许范围的管子，有时可以用表面洛氏硬度试验来代替。在壁厚 ≥ 0.187 英寸 (4.75mm) 的管子上可显示横截面洛氏硬度读数。试样曲率和壁厚对洛氏硬度值和在内表面测定的洛氏硬度值进行比较时，需要对读数予以调节，以补偿曲率的影响。预期硬度范围在 B0~B100 的所有材料，采用洛氏硬度 B 标尺而预期硬度范围在 C20~C68 的材料，采用洛氏硬度 C 标尺。

A2.4.4 当没有出现过量回弹时，只要有可能通常在管子外表面进行表面洛氏硬度试验。否则可以在内表面进行硬度试验。在内径 < 1/4 英寸 (6.4mm) 的管子上不进行表面洛氏硬度试验。有关表面洛氏硬度对壁厚的限定见表A2.1 和表A2.2。

表A2.1 退火或韧性钢材钢管表面硬度试验的壁厚限定范围^A

["T"标尺 (1/16 英寸球)]

壁厚, 英寸 (mm)	载荷, kgf
> 0.050(1.27)	45
> 0.035(0.89)	30
≥ 0.020(0.51)	15

注：A—通常使用与给定壁厚相对应的最大建议载荷值。

表A2.2 冷加工或热处理钢材钢管表面硬度试验的壁厚限定范围

["N"标尺 (金刚石压头)]

壁厚, 英寸 (mm)	荷载,kgf
> 0.035(0.89)	45
> 0.025(0.51)	30
≥0.015(0.38)	15

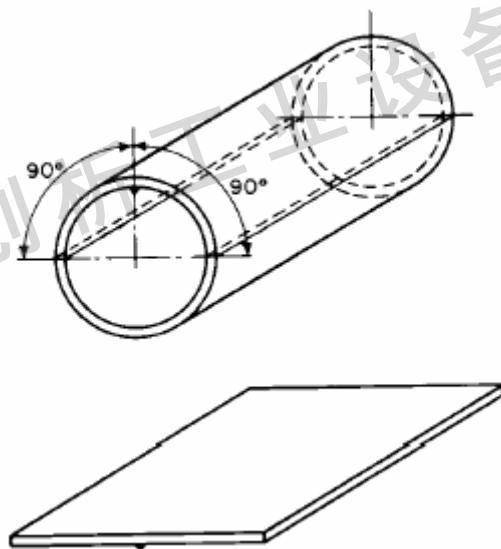
A2.4.5 当外径、内径或壁厚的限制不能获取精确的硬度值时，应规定管状产品的拉伸性能并进行测试。

A2.5 工艺试验

A2.5.1 为测试某些管状产品的塑性，一般进行如下试验。

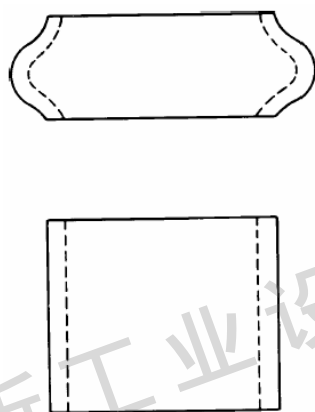
A2.5.1.1 压扁试验——通常在从管状产品切截下来的试样上进行。压扁试验是指将管子的环状试样进行压扁，使之在平行表面间（图A2.4）达到压扁试验规定的程度。通过平行表面间的距离来测量压扁试验的程度，该程度随管子的尺寸变化而变化。压扁试样的长度不应<2英寸（6.35mm），并根据所采用的材料技术规范，将试样冷压扁至所规定的限度。

A2.5.1.2 反向压扁试验——反向压扁试验最初用于测试电焊接管因焊缝除瘤引起未焊透或焊瘤的试验。试样的长度在4英寸（102mm）左右，在焊缝两侧沿纵向呈90°对开。然后将试样展平，并在最大弯曲点和焊缝一起压扁（图2.9）。



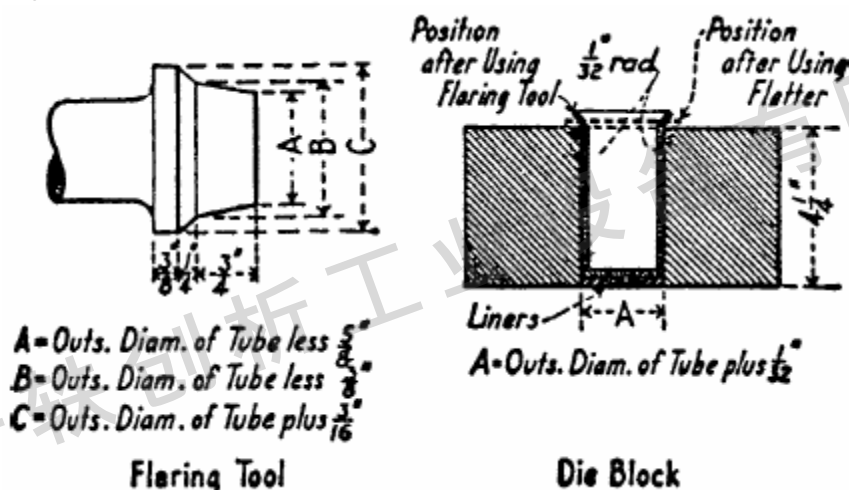
图A2.9 反向压扁试验

A2.5.1.3 压溃试验——压溃试验是有时涉及扩口试验的破裂试验。通常用于锅炉管和其它耐压管线的塑性性能测试（图A2.10）。试样是从管子上切截下来的圆环，一般长度为2英寸（63.5mm）。将试样立着放，然后用锤子或压力机沿端部方向挤压到所采用的材料技术规范所规定的距离。



图A2.10 压溃试验试样

A2.5.1.4 卷边试验——卷边试验是用于测定锅炉管的塑性及其耐管弯曲成管边的可操作性能。该试验在从管子上切截下来的管环上进行，长度通常不低于4 英寸（100mm），试验要点是将边部呈90°向管体翻转到材料技术规范所要求的宽度。如图A2.11 所示的卷边工具和模块，用以进行该试验的操作。



A = < 5/8 " 的管外径； A=管子外径+1/32 "

B = < 3/8 " 的管外径；

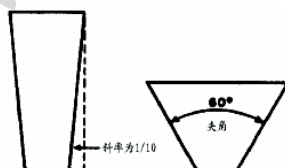
C = < 3/16 " 的管外径。

卷边工具模具

注1—公制等效值：1 英寸=25.4mm。。

图A2.11 卷边试验用卷边工具和模块

A2.5.1.5 扩口试验——对某些类型的压力管，扩口试验是卷边试验的另一种选择。该试验把如图A2.12(a)所示其斜率为十分之一的锥形芯棒或如图A2.12(b)所示60°夹角芯棒插入到从管子上切截下来的管环中，管环长约 4 英寸（100mm），然后扩充试样内径，一直到把内径扩充到材料技术规范所要求的程度。

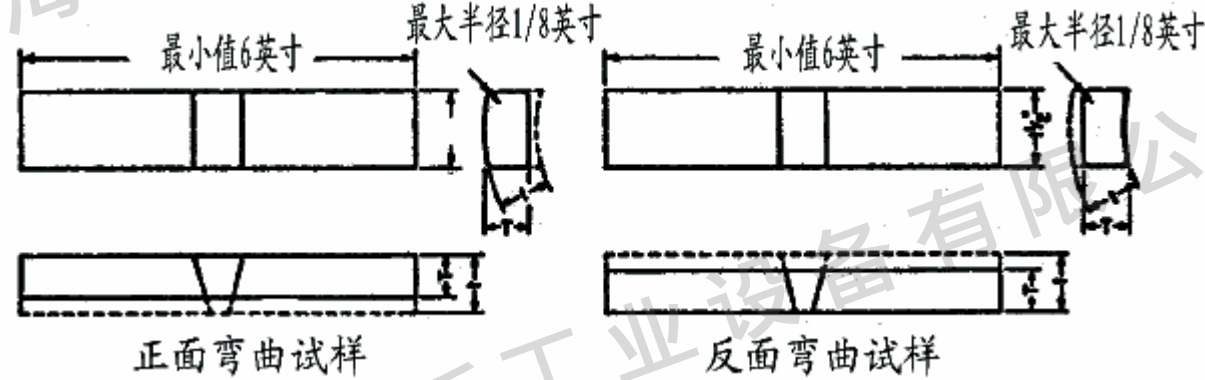


图A2.12 扩口试验用锥形芯棒

A2.5.1.6 弯曲试验——对用作盘管的尺寸 ≤ 2 英寸管材进行弯曲试验是用来测定其塑性和焊缝的完好性的。在试验时，将全尺寸足够长的管子围绕直径12 倍于管子公称直径的圆柱芯棒冷弯成90°。为了贴紧卷绕，管子也可以围绕直径尺寸 $\geq$ 是管子公称直径8 倍的芯棒冷弯成180°。

A2.5.1.7 焊缝横向导向弯曲试验——本弯曲试验是用来测定熔焊焊缝塑性的。所用试样宽度大约1英寸（38mm），长度至少6 英寸（152mm），焊缝位于中间，并根据图A2.13 进行加工以便做正面和反面弯曲试验，并根据图A2.14 进行加工以便进行侧向弯曲试验。弯心的尺寸应如图A2.15 所示，弯曲夹具的其它尺寸应在同一个图中具体规定。试验应包括正面弯曲试样和反面弯曲试样或两个侧向弯曲试样。正面弯曲试验要求管子的内表面对着弯心弯曲；反面弯曲试验要求管子的外表面对着弯心弯曲；而侧向弯曲试验则要求其中一个侧表面成为弯曲试样的凸形表面。

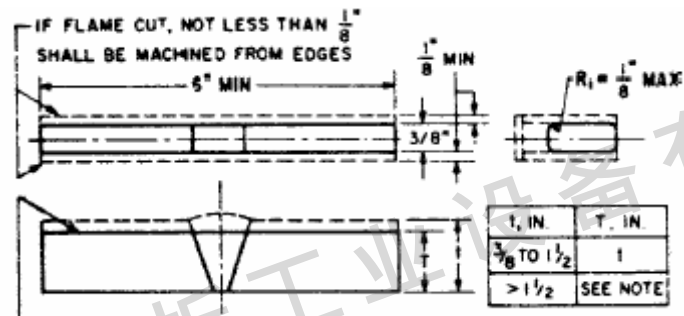
(a) 弯曲试验的失败与否视弯曲区域裂纹的表面形状原始表面形状以及产品技术规范的规定程度而定。



管壁厚度 (t) , 英寸	试样厚度 , 英寸
$\leq 3/8$ $> 3/8$	$t \geq 3/8$

注1—公制等效值：1 英寸=25.4mm 。

图A2.13 横向正面和横向反面弯曲试样

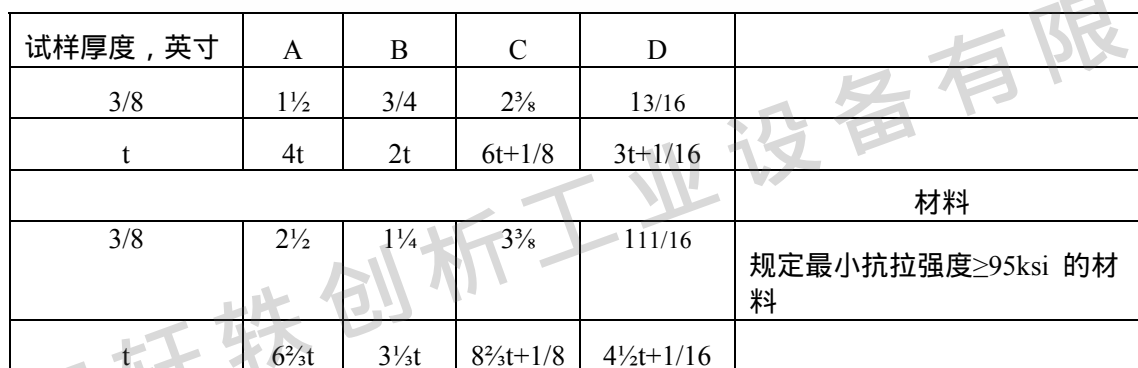


注：当t 超过1½英寸时，使用下列任意一个：

1. 沿箭头所指的线切截，边部可以火焰切割，然后可以机械加工也可以不机械加工。
2. 试样可以切截成尺寸在¾ 英寸和1½英寸之间的大约等的窄带，或试样可以在全宽度下被压弯（参见图32 中有关夹具宽度的要求）。

注1—公制等效值：1 英寸=25.4mm。

图A2.14 钢铁材料用侧向弯曲试样



图A2.15 导向式弯曲试验夹具

A3 钢质紧固件

A3.1.1 本附录包括了有关钢质紧固件的试验方法和有关定义，这部分内容在《试验方法和定义A370》总章中没有论及。专用的产品技术规范所要求的标准试验仍将根据总章中的那些试验方法的规定进行。

A3.2 拉伸试验

A3.2.1 螺栓最好以全尺寸进行试验,当这样测试螺栓时,通常规定以磅制单位计的最低极限载荷,而不规定以每平方英寸-磅计的最低极限强度。按本节后面部分所规定的试验条件,规定把3 倍于螺栓公称直径的长度确定为最低螺栓长度。当对螺栓进行全尺寸试验时,适用于A3.2.1.1~A3.2.1.3 节中的规定。如果专用的产品技术规范允许使用加工过的试样,则适用于A3.2.1.4 的内容。

A3.2.1.1 检验载荷——由于某些等级螺栓的特殊用途，在被使用时，必须能对其进行加载，并达到没有产生永久变形所规定的载荷力。为了保证得到这种质量的螺栓，规定了检验载荷的试验。检验载荷的试验是指用所规定的载荷对螺栓施加应力，所规定的载荷是螺栓必须承受的而不发生永久变形的载荷。另外，还允许选择可测定全尺寸螺栓屈服强度的试验。可以使用下列方法 或方法 进行试验，但方法 应是在螺栓验收时出现争议而采用的仲裁试验方法。

A3.2.1.2 测试长形螺栓的检验载荷——当要求全尺寸试验时，检验载荷方法 限于用在长度不超过8 英寸（203mm）或8 倍于公称直径的螺栓（取两者中的大者）。而对长度超过8 英寸或超过8 倍公称直径的螺栓（取两者中大者）应采用检验载荷方法 。

（a）方法 ，长度测量——在任意0.001 英寸（0.025mm）范围内以精确度为0.0001 英寸的仪器测量0.0001 英寸（0.0025mm）长度变化的仪器，沿螺栓真实的中心线测量其在平直状态下的总长。测量长度优先选择的方法是：应在螺栓中心线上经过加工处理的圆锥形中心间测量，和测量砧的中心相配。应给螺栓头或螺丝栓杆打上标记，以便进行全项测量时螺栓在同一位置。根据A3.2.1.4 的规定，将螺栓放在试验机合适的位置，然后对其施加产品技术规范所规定的检验载荷力。在卸载时，还应再次测量螺栓的长度，应当没有永久伸长现象。在载荷前和卸载后所测量的长度之间，应当允许 0.0005 英寸（0.0127mm）偏差的存在。在首次采用检验载荷方法时，诸如平直度和螺纹校准值（加上测量误差）等变量可能会使紧固件出现明显伸长。在这种情况下，采用增加3%载荷可以重新测试紧固件，如果加载后的长度和加载前的一样，那么可认定合格（测量误差在0.0005英寸偏差范围内）。

A3.2.1.3 检验载荷的加载时间——当采用方法 时，在卸载前，检验载荷应持续10 秒钟。

（1）方法 ，屈服强度——螺栓应按照A3.2.1.4 所规定的位置装配在试验机上。在施加载荷时，应测量螺栓的总伸长或含有6 个裸露螺纹螺栓任何部分的总伸长，并绘制载荷-应变或应力-应变曲线图。采用《试验方法和定义A370》中第13.2.1 节所规定的方法测定当变形量为6 个整螺纹长度的0.2%条件时的载荷或应力。该载荷或应力不应低于产品技术规范所规定的值。

A3.2.1.4 全尺寸螺栓的轴向拉伸试验——螺栓应在夹持装置上测试，在螺栓头和螺母或适当固定装置（图A3.1）之间施加轴向载荷，无论螺栓头，还是螺栓的螺母都应形成充分的螺纹啮合，以达到螺栓满负荷的程度。螺母或固定装置应装在螺栓上，使全部6 个螺纹不在夹具间啮合，但大型六角结构螺栓除外，这种螺栓是使4 个螺纹不在夹具间啮合。为了满足该试验的要求，应对螺栓杆或带螺纹部分进行拉断试验，在螺杆和螺帽的接合处应没有裂纹。如有必要，记录或报告螺栓的抗拉强度，以psi 值计，并按下列公式根据3 级外螺纹的平均齿根和螺距直径的平均值计算应力面积：

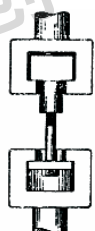
$$A_s = 0.7854[D - (0.9743/n)]^2 \dots\dots\dots (A3.1)$$

式中：

A_s = 应力面积，英寸²；

D = 公称直径，英寸；

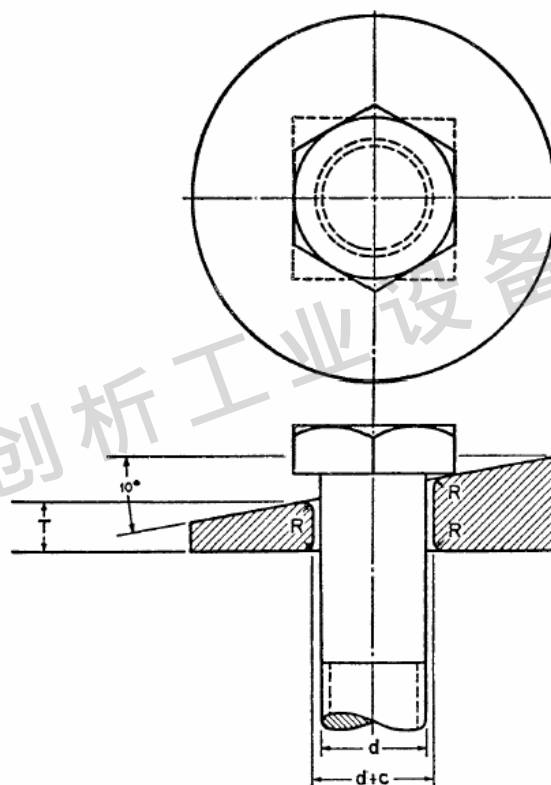
n = 每英寸螺纹的数目。



图A3.1 全尺寸拉伸螺栓的拉伸试验

A3.2.1.5 加垫楔形夹具的螺栓全尺寸拉伸试验——试验的目的是通过使带有标准螺栓头的螺栓承受偏心载荷方法获得抗拉强度，并验证“螺栓头的质量”和螺纹的塑性。按A3.2.1.14 中的规定应测定螺栓的极限载荷，但在此之前把10楔形夹具放在同一个螺栓下进行检验载试验除外（参见A3.2.1.1）。螺栓头的扁平处应与楔形夹具平均厚度方向校准（图A3.2）。楔形表面间应有10°的夹角，还应保持孔的短边厚度为螺栓公称直径的一半值。楔形夹具上的孔针对螺栓公称尺寸而言，应保留如下间隙。同时，孔边部、顶部和底部尺寸应修约到如下半径规格。

螺栓公称尺寸，英寸	孔内间隙，英寸（mm）	孔角半径，英寸（mm）
1/4~1/2	0.030(0.76)	0.030(0.76)
9/16~3/4	0.050(1.3)	0.060(1.5)
7/8~1	0.063(1.5)	0.060(1.5)
1 1/8~1 1/4	0.063(1.5)	0.125(3.2)
1 3/8~1 1/2	0.094(2.4)	0.125(3.2)



c=楔形夹具孔的间隙；d=螺杆的直径；R=半径；T=孔径是螺杆直径1/2 的短侧楔形夹厚度。

图A3.2 楔形夹具试验详图

A3.2.1.6 螺纹车至顶部的高强度螺栓的楔形试验——对最低抗拉强度超过100000psi(690MPa)的热处理的，并靠近螺栓头的下侧车丝一个直径的螺栓，当规格为1/4~3/4 英寸（6.35mm~19.0mm）时，楔形角度应是6°，而超过3/4 英寸的，楔形角度为4°。

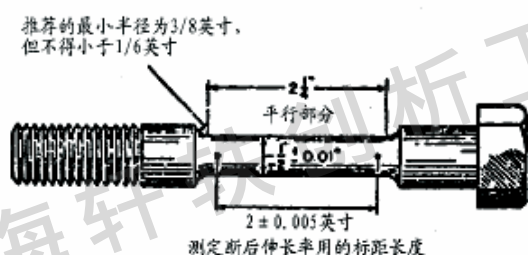
A3.2.1.7 加工成圆形试样的螺栓的拉伸试验。

(1) 需要加工的直径在1 1/2英寸（38mm）以下的螺栓的拉伸试验，应优先采用公称直径为1/2 英寸（13mm），标距为2 英寸（50mm）的标准圆形试样（图4）；但是，小横截面的无法采用这种标准试样的螺栓应采用和标准试样成比例的小尺寸试样（图4），试样的收缩断面部分尽可能越大越好。在一切情况下，试样的纵向轴线部分都应和螺栓

的轴线同心。可以让螺栓头和螺杆带螺纹部分原封不动，如图A3.3 和图A3.4 所示，或者保持与试验机夹持器或夹具相匹配的形态，以便于施加径向载荷。测量伸长率所用的标距长度应4 倍于试样的直径。

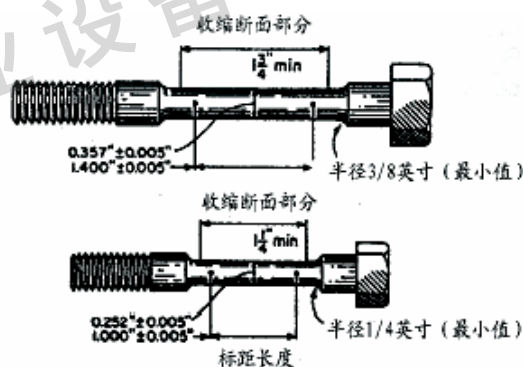
(2) 对直径 $\geq 1\frac{1}{2}$ 英寸的螺栓，应使1/2×2 英寸标距长度的标准圆形试样从螺栓上翻转过来，让其轴心处在螺栓杆外表面和中心的中部位置，如图A3.5 所示。

(3) 经过加工的试样，其拉伸性能的测定应按产品技术规范进行。试验方法和性能测定应符合本试验方法第13 节的规定。



注1—公制等效值：1 英寸=25.4mm。

图A3.3 带车圆杆身的螺栓式拉伸试样



注1—公制等效值：1 英寸=25.4mm。

图A3.4 和2 英寸标距长度的标准试样成比例的小尺寸试样的实例

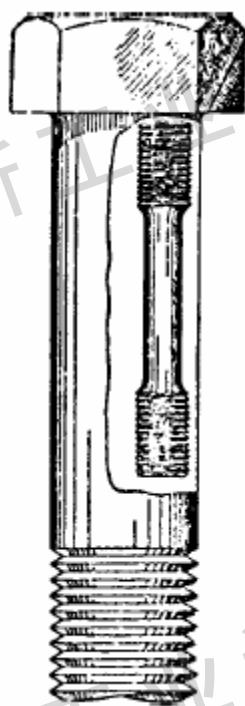


图3.5 从大尺寸螺杆上车下来的2 英寸标距长度的标准圆形拉伸试样的位置

A3.3 外螺纹紧固件的硬度试验。

A3.3.1 如有规定，外螺纹紧固件应进行硬度试验。带六角或方头的紧固件应在其头部侧面或顶部进行布氏或洛氏硬度试验。外螺纹紧固件头部是其它类型的以及不带头部的应在一个端部进行布氏或洛氏硬度试验。由于存在布氏载荷变形的可能，应该注意要使试验符合本试验方法中第16 节之规定。如果不能适用布氏硬度试验，则应以洛氏硬度试验来代替。洛氏硬度试验程序应与本试验方法中第18 节的规定一致。

A3.3.2 在关于外螺纹紧固件是否符合或超出产品技术规范中硬度限定值时，供需双方存在分歧时，出于仲裁的目的，可以在随机选定的紧固件代表样品的两个横向截面上进行硬度试验，硬度读数应按图A3.6 的位置读取。所有的硬度值必须符合产品技术规范的硬度值范围，以便能使由样品代表的紧固件被认定符合硬度规定。针对争议而制定的仲裁规定不适用于已被明确拒收的紧固件。

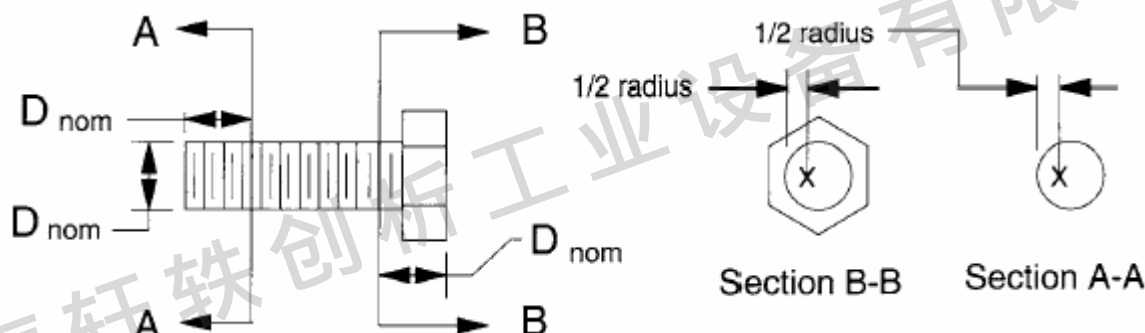


图3.6 有争议时螺栓的硬度试验位置

A3.4 螺母检验

A3.4.1 检验载荷——螺母样品应装在经过淬火的螺纹的心棒或符合特别规定的螺栓上。应施加一个与心棒或螺栓的内轴且等于螺母所规定的检验载荷的载荷。螺母应能承受这种载荷而不被拉断或脱扣。在试验中如果心棒螺纹受损，则该单个试验无效。心棒应根据“美国国家标准3级公差”进行攻丝，大直径心棒除外。大直径心轴的最低大直径公差为+0.002 英寸（0.051mm）。

A3.4.2 硬度试验——螺母的洛氏硬度应在其顶部或下表面上测定。布氏硬度应在螺母的侧面上测定。选择哪种试验方法由生产厂决定，但在测试时应考虑螺母的尺寸和等级。如果布氏标准硬度测试引起螺母变形，则有必要采用小载荷或用洛氏硬度试验来代替。

A4 圆钢丝

A4.1 适用范围

A4.1.1 本附录包括那些未在《试验方法A370》总章中作出规定的装置、试样和仅限于测定钢丝产品的方法。

A4.2 装置

A4.2.1 夹持装置——应使用楔形或如图A4.1 和A4.2 中所示的挽勒形夹具（注释A4.1）。在使用无论那种夹具时，注意试样的轴线应位于试验机（注释A4.2）头的中心线附近。使用楔形夹具时夹具背面所用的衬垫厚度应适当。

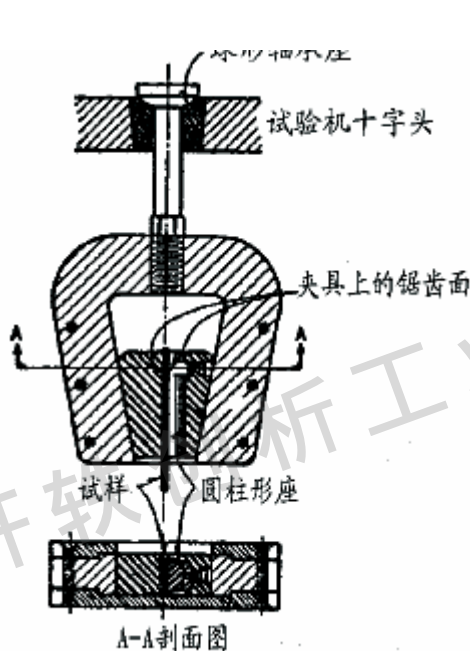


图4.1 楔形夹持装置

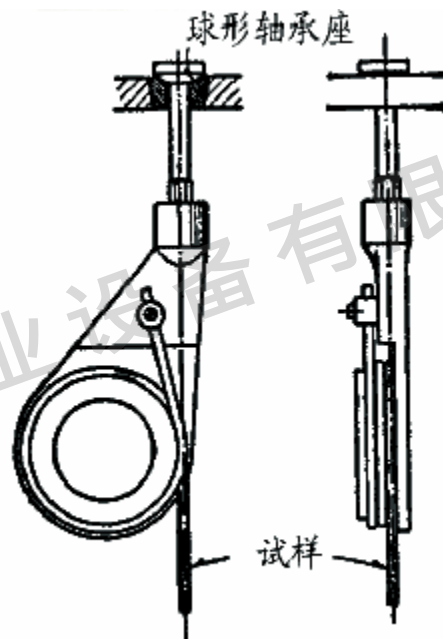


图4.2 挽勒型夹持装置

注释A4.1：试验机通常备有楔形夹具。这些楔形夹具，无论试验机是什么类型，都可以用楔形夹具的“常用类型”来替换。在这种“常用”楔形夹具中采用细（180或240）砂磨蚀砂布，使之与钢丝试样磨擦接触，这样有助于降低试样滑动和试样在拉伸荷载最高达到约1000 磅时夹具边部破裂的程度。针对采用“常用类型”楔形夹具测试时边部易被切削的钢丝试样而言，挽勒夹持装置的夹持效果令人满意。针对测试圆形钢丝而言，在楔形夹持装置上可选用圆形基座。

注释A4.2：就试验机而言，任何可能导致非轴向施加荷载的缺陷都应修正。

A4.2.2 尖头千分尺——试样在试验机上断裂后，应使用适于在断裂端读出钢丝试样尺寸的带尖头杆的测砧千分尺，测得的尺寸应精确到0.001 英寸（0.025mm）。

A4.3 试样

A4.3.1 应使用代表钢丝性能的全横截面面积的试样。试样标准标距长度应为10英寸（254mm）。但是，如果不要求测定伸长率值，则允许使用任何常规的标距长度。试样的总长度应至少等于标距长度（10 英寸）加上供夹头充分夹持所需钢丝长度的两倍。例如，根据所使用的夹具和试验机类型，试样总长度的最低值，对标距长度是10 英寸的试样而言，应在从14~24 英寸（360~610mm）不同尺寸的范围。

A4.3.2 任何在夹具内断裂的试样均应作废并用新试样替代。

A4.4 伸长率

A4.4.1 在测定永久伸长率时，应将断裂试样的端部小心地对接在一起并用分规计、标尺或其它适当工具测量标距标记之间的距离，测定值应精确到0.01 英寸（0.25 mm）。伸长率就是标距长度的长度增加值，用原始标距长度的百分率表示。在记录伸长率值时，百分率增加值和原始标距长度均应予以报告。

A4.4.2 在测定总伸长率时（弹性和塑性伸长率），可以使用自动绘制曲线方法或引伸计方法。

A4.4.3 如果断裂位置在标距中部三分之一以外处，则所获得的伸长率值不代表材料的伸长率。

A4.5 断面收缩率

A4.5.1 应将断裂试样的端部小心地对接在一起并用尖头千分尺测量最小横截面的尺

寸，测定值应精确到0.001 英寸（0.025 mm）。这样获得的面积和原始横截面面积的差数就是缩减的面积，用原始横截面面积的百分率表示。

A4.5.2 因很难测量钢丝直径 < 0.092 英寸（2.34 mm）的收缩横截面，故建议不测定该种钢丝的断面收缩率。

A4.6 洛氏硬度试验

A4.6.1 就直径0.100 英寸（2.54 mm）和大于0.100 英寸的热处理钢丝来说，试样在测试前应通过研磨把其平行侧面磨平。对任何直径 < 0.100 英寸（2.54 mm）的冷拔或热处理的钢丝而言，建议不作任何直径规格的硬度测试。对圆形钢丝而言，要优先选择作抗拉强度的测试，而不轻易考虑作硬度测试。

A4.7 缠绕试验

A4.7.1 该试验是测定某些种类钢丝塑性的一种手段。

A4.7.2 缠绕试验是指将钢丝呈螺旋状紧贴在所规定直径的芯棒上，按所要求的缠绕圈数缠绕。（除非另有规定，否则所要求的缠绕圈数应为5 圈。）缠绕速度每分钟不应超过15 圈。芯棒直径应在相应的产品技术规范中予以规定。

A4.7.3 如果钢丝断裂或者在完成第一圈缠绕后出现肉眼可见的任何纵向或横向裂纹，应考虑到钢丝测试失败。在缠绕第一圈中就失败的钢丝，应进行重试，因为这样的断裂可能是由于刚开始测试时把钢丝弯曲到小于所规定的半径引起的。

A4.8 盘卷试验

A4.8.1 盘卷试验是用来测定缺陷的存在程度能否在弹性盘卷和弹性伸展过程中引起开裂或分裂。按规定的盘卷长度紧紧地缠在规定直径的心轴上。然后将缠紧的盘卷拉伸到所规定的永久展开长度的增长值范围，再检查盘卷螺距的均匀性，螺距应无开口或断裂。所规定的心轴、紧缠的盘卷长度以及盘卷永久拉伸长度的增长值随钢丝直径、性能和类型的不同而不同。

A5 缺口试样冲击试验意义的说明

A5.1 缺口行为

A5.1.1 单独施加过载应力的夏比和艾氏缺口冲击试验能显示缺口性能（脆性与塑性比较）。所测定的冲击功值是所选定试样的定性比较，该值不能换算成用于工程设计计算的能量值。单个试验所显示的缺口性能只适用于该试样尺寸、缺口几何形状和所涉及的试验条件，而不能概括适用于其它尺寸类型试样和条件。

A5.1.2 面心立方金属和合金以及许多有色金属材料和奥氏体钢的冲击缺口行为可以根据其一般拉伸性能判定，如果上述材料在拉伸时脆断，则在作冲击试验时也脆断，同样如果上述材料在拉伸时塑性断裂，则在作冲击试验时也塑性断裂，但异常的尖缺口或深缺口（比标准的夏比和艾氏缺口冲击试样更苛刻）除外。甚至低温也不影响上述材料的这种特性。比较而言，在缺口状态下的铁素体钢的性能就不能根据其拉伸试验所显示的性能来判定。因此，夏比和艾氏缺口冲击试验对于研究这些材料的性能十分有用。某些金属尽管在拉伸试验中显示正常的塑性，然而当被测试或在缺口条件下被使用时仍会按脆性方式断裂。缺口条件包括垂直于主应力方向的变形限制、或多轴应力和应力集中。虽然这些条件不能直接用以评定钢结构的适用性能，但从这一方面仍证明了夏比和艾氏缺口冲击试验对测定钢的缺口脆性特征的敏感度很有帮助。

A5.1.3 试验机本身的刚度必须够强，否则进行高强度低冲击能材料的试验时，将会导致弹性能量通过顶部的摆锤转轴或通过下面的试验机基座的过多损失。如果铁砧支撑，摆锤冲头，或者试验机的地脚螺栓不牢固时，对冲击功性能范围在80ft·lbf(108J)的塑性材料，在作冲击试验时，实际显示的冲击功值可能会超出该范围，超出的范围是90~100

ft_{bf}(122~ 136 J)。

A5.2 缺口效应

A5.2.1 缺口使与主应力和缺口底部应力集中方向相垂直的对变形约束的多轴应力形成合力。通常对缺口的条件不作严格的限制,但在缺口能显示突然完整的脆性断裂的条件下,缺口的作用就凸现出来了。有些金属即使在液态空气的低温条件下仍能以塑性方式变形,而其它金属却发生断裂。这种性能差别可以通过研究材料(或和具有结合强度的特征一起研究)的结合强度及其与屈服点的关系就能得到最好的解释。在脆性断裂情况下,在有效塑性变形出现以前,结合强度超过断裂强度而且断口是结晶状的。在塑性或剪切式断裂情况下,巨大的变形力超过最后的断裂力发生断裂,断裂表面呈纤维状而非结晶状。在既非脆性又非塑性的中间状态断裂情况下,在出现适中的变形力后发生断裂,断口部分呈结晶状部分呈纤维状。

A5.2.2 当缺口试样受荷载时,在缺口底部产生正应力,这时缺口逐渐开始断裂。试样这种维持不破裂或紧合在一起的特性就是结合强度。当正应力超过结合强度时,试样断裂。试样在不变形的情况下发生断裂是脆性断裂的条件。

A5.2.3 在试验中,常常发生塑性变形先于断裂的现象。除正应力外,施加的荷载也产生与正应力呈约45度角的剪切应力。一旦剪切应力超过材料的剪切强度,材料的弹性特征便随之消失,而后出现变形或塑性屈服。

A5.2.4 是塑性还是脆性的特征取决于,在剪切应力超过材料的剪切强度以前,正应力是否超过结合强度。缺口性能的好几个重要的数据都与此有关。如果缺口被制备得较尖或较深,那么缺口根部的正常应力将会与剪切应力成比例地提高,这样试样就会更偏向于脆性断裂(参见表5.1)。另外,随着变形速度的提高和剪切强度的增强,脆性断裂的可能性也随之增加。另一方面,缺口和变形速度通过提高温度不变的方法,降低剪切强度,增强塑性性能,最终形成剪切断裂。

A5.2.5 缺口尺寸的变化将会严重影响测试结果。《试验方法E4340》中的钢试样试验介绍了尺寸变化对夏比缺口冲击试验结果的影响(参见表A5.1)。

表A5.1 缺口尺寸变化对标准试样的影响

	高冲击功试样ft-lbf	高冲击功试样ft-lbf	低冲击功试样ft-lbf
标准尺寸的试样	76.0±3.8(103.0±5.2)	44.5±2.2(60.3±3.0)	12.5±1.0(16.9±1.4)
缺口深度0.084 英寸 (2.13mm) A	72.2(97.9)	41.3(56.0)	11.4(15.5)
缺口深度0.0805 英寸 (2.04mm) A	75.1(101.8)	42.2(57.2)	12.4(16.8)
缺口深度0.0775 英寸 (1.77mm) A	76.8(104.1)	45.3(61.4)	12.7(17.2)
缺口根部半径0.074 英寸 (1.57mm) B	79.6(107.9)	46.0(62.4)	12.8(17.3)
缺口根部半径0.005 英寸 (0.127mm) B	72.3(98.0)	41.7(56.5)	10.8(14.6)
缺口根部半径0.015 英寸 (0.381mm) B	80.0(108.5)	47.4(64.3)	15.8(21.4)

注：A—标准0.079±0.002 英寸(2.00±0.05mm)。

B—标准0.010±0.001 英寸(0.25±0.025mm)。

A5.3 尺寸效应

A5.3.1 无论增加试样的宽度还是长度都会增加变形的金属的体积，所以当冲击试样时可利用这一因数逐渐提高冲击吸收功值。不过，任何尺寸的增加，尤其是宽度，也会逐渐增强抑制断裂的程度，通过逐步促成脆性断裂方式就可以降低冲击吸收功值。当标准试样濒临脆性断裂时，双倍宽度的试样在断裂时所需要的冲击功的确比标准宽度的试样少。

A5.3.2 当材料尺寸不能使用标准试样时，例如当材料是1/4 英寸厚的板材，就有必要使用小试样。这种试样（参见《试验方法E23》中的图6）的依据是《试验方法E23》中图4 的试样。

A5.3.3 根据不同尺寸或类型所获得的冲击功值之间的相关关系无法获取，但为了制定技术规范，可以依据对特殊材料和特殊试样的专门研究得到有限的相关关系。另一方面，在研究工艺变量的相互作用时，采用一些随机选定的带有选定缺口的试样估测值，在绝大多数情况下将按其适当的顺序选定试验方法。

A5.4 试验条件的影响

A5.4.1 试验条件也影响缺口性能。所以，根据在系列温度条件下的缺口试样试验，采取查验试样断口、划分冲击功值和断口形状对温度的关系方式进行反复比对后，就温度对钢试样缺口的影响作了规定。当试验温度低到足以使试样开始解理断裂时，冲击功值就会急剧降低或接近低温时相对缓慢下降。当试样在断口开始呈现出晶质断口形状时，能量值开始下降。因这种脆化作用而出现的温度转变点，随试件或试样的尺寸和缺口几何形状的不同而有很大差异。

A5.4.2 一些有关目前所使用的许多转变点的定义有：（1）试样呈现100%纤维断口的最低温度；（2）试样呈现50%纤维断口和50%结晶状断口的温度；（3）与100%和0%纤维断口时获得能量的值的差数的50%的冲击能量值相对应的温度；（4）与所规定的冲击能量值相对应的温度。

A5.4.3 在低温条件下高强度低冲击能量试样进行夏比冲击试验时容易出现问題。这些试样可能不沿摆锤的方向离开试验机，而是在另一个方向上离开试验机。为了保证断裂试样不反弹到试验机某些部件上，并在摆锤完全完成摆动之前接触到摆锤，对老型号的试验机有必要做某些改进。这些改进依试验机设计结构不同而不同。然而，必须制定措施以防止断裂的试样接触到摆锤的任何部位，这对摆锤而言，是所遇的共同的基木问题。如果设计结构允许，断裂试样可以从试验机侧面转出，不过在其它设计结构情况下，在摆锤通过铁砧之前，有必要将断裂试样限制在某个区域范围内。有些高强度低冲击能量试样尽管被摆锤以接近17ft(5.2m)/s 的速度冲击，但是它们离开冲击试验机的速度仍然超过50ft(15.3m)/s。如果断裂试样反弹到摆锤的力足够大，摆锤速度将会减慢，因而将会纪录下错误的大能量冲击值。这就是为什么每个研究人员所记录的夏比冲击结果有很大差别，这种差别在10~25ft·lbf(14~34J)范围内。《试验方法E23》有关装置一节（试样间隙部分）探讨了两个试验机基本设计结构并提供最大限度降低试样被夹在试验机中的理想改进方法。

A5.5 应变速度

A5.5.1 应变速度同样是影响试样缺口性状的变量。在转变温度之上，冲击试验显示比静态试验值稍高的能量吸收；但在有些情况下，在转变温度之下时情况刚好相反。

A5.6 与使用时的关系

A5.6.1 虽然夏比和艾氏冲击试验不能直接预测通常被大量使用的或作为大型结构件的部件使用的钢材是塑性还是脆性性能时，但在钢的可靠使用性能已确定条件下，这些试验可以用作鉴别同一种钢不同炉次的或在不同钢种间作选择时的验收试验。选定在除室温之外的适当温度条件下进行试验是十分必要的。在这种情况下，由于尺寸和缺口几何

形状的不同,使得全尺寸试样的使用温度或转变温度不会呈现夏比或艾氏冲击试样所要得出的转变温度。化学分析、拉伸和硬度试验既不会显现一些对脆性断裂敏感性有影响的重要加工因素的效应,也不包括导致脆性特征的低温效应。

A6 将标准圆形拉伸试样百分比伸长率换算成等效的标准板状试样百分比伸长率的步骤

A6.1 适用范围

A6.1.1 本试验方法规定了将在直径0.500 英寸 (12.7mm) 2 英寸 (51 mm) 标准标距长度试样上获得的断后百分比伸长率转换成1/2 英寸 2 英寸和1英寸阶8英寸 (38.1 203 mm) 标准板状试样的步骤。

A6.2 基本公式

A6.2.1 本试验方法中换算数值的依据是Oliver 等人使用过的Bertella 所创建的公式。直径0.500 英寸标距 2 英寸的标准试样的伸长率和其它标准试样伸长率之间的关系可以按如下公式计算:

$$e_0 = e \left(\frac{A_0}{A} \right)^{1/a} \quad (A6.1)$$

式中:

e_0 =是在直径0.500 英寸 2 英寸标准标距长度试样上获得的断后百分比伸长率;

e =是在具有标距长度 L 和横截面面积 A 的标准试样上获得的断后百分比伸长率;

a =试验材料的特征指数。

A6.3 应用

A6.3.1 在使用上述公式时,常数 a 是试验材料的指数。发现 $a=0.4$ 时,对抗拉强度在40000~85000psi (275~585Mpa) 范围内,在热轧、热轧正火或在退火回火或未回火的碳钢、碳锰钢、钼钢和铬钼钢而言,换算效果理想。注意不包括冷轧和淬火加回火状态的钢。对退火奥氏体不锈钢而言,发现 $a=0.127$ 时,换算效果理想。

A6.3.2 表A6.1 是在 $a=0.4$ 时,将直径0.500 英寸 (12.7mm) 2 英寸 (51 mm) 标准标距长度试样作为标准试样的情况。就直径0.350 英寸 (8.89mm) 1.4 英寸 (35.6 mm) 标距长度和直径0.250 英寸 (6.35mm) 1 英寸 (25.4 mm) 标距长度的小尺寸试样来说,公式中的系数用4.51 来替代4.47。小尺寸试样采用表A6.1所产生的小误差可以忽略不计。表A6.2 是在 $a=0.127$ 时供退火奥氏体不锈钢换算用,并将直径0.500 英寸 (12.7mm) 2 英寸标准标距长度 (51 mm) 的试样作为标准试样。

表A6.1 碳素钢和合金钢——材料系数 $a=0.4$ 。将直径1/2 英寸×2 英寸标距长度的标准拉伸试样的百分比伸长率换算成1/2×2 英寸和1½×8英寸的标准板状试样百分比伸长度用的放大因子

厚度英寸	1/2×2 英寸试样	1½×8 英寸试样	厚度英寸	1/2×2 英寸试样	1½×8 英寸试样
0.025	0.574	-	0.550	1.066	0.762
0.030	0.596	-	0.575	1.075	0.770
0.035	0.614	-	0.600	1.084	0.776
0.040	0.631	-	0.625	1.093	0.782
0.045	0.646	-	0.650	1.101	0.788
0.050	0.660	-	0.675	1.110	-
0.055	0.672	-	0.700	1.118	0.800
0.060	0.684	-	0.725	1.126	-
0.065	0.695	-	0.750	1.134	0.811

0.070	0.706	-	0.800	-	0.822
0.075	0.715	-	0.850	-	0.832
0.080	0.725	-	0.900	-	0.841
0.085	0.733	-	0.950	-	0.850
0.090	0.742	0.531	1.000	-	0.859
0.100	0.758	0.542	1.125	-	0.880
0.110	0.772	0.553	1.250	-	0.898
0.120	0.786	0.562	1.375	-	0.916
0.130	0.799	0.571	1.500	-	0.932
0.140	0.810	0.580	1.625	-	0.947
0.150	0.821	0.588	1.750	-	0.961
0.160	0.832	0.596	1.875	-	0.974
0.170	0.843	0.603	2.000	-	0.987
0.180	0.852	0.610	2.125	-	0.999
0.190	0.862	0.616	2.250	-	1.010
0.200	0.870	0.623	2.375	-	1.021
0.225	0.891	0.638	2.500	-	1.032
0.250	0.910	0.651	2.625	-	1.042
0.275	0.928	0.664	2.750	-	1.052
0.300	0.944	0.675	2.875	-	1.061
0.325	0.959	0.686	3.000	-	1.070
0.350	0.973	0.696	3.125	-	1.079
0.375	0.987	0.706	3.250	-	1.088
0.400	1.000	0.715	3.375	-	1.096
0.425	1.012	0.724	3.500	-	1.104
0.450	1.024	0.732	3.625	-	1.112
0.475	1.035	0.740	3.750	-	1.119
0.500	1.045	0.748	3.875	-	1.127
0.525	1.056	0.755	4.000	-	1.134

A6.3.3 所给定的直径0.500 英寸 2 英寸标准标距长度试样的伸长率，可以通过乘以表 A6.1 和表A6.2 所规定系数将其换算成1/2 英寸 2 英寸或1/2 英寸 8 英寸(38.1 203 mm) 标准板状试样的伸长率值。

表A6.2 退火奥氏体不锈钢——材料系数a=0.127。将直径1/2 英寸×2 英寸标距长度的标准拉伸试样的百分比伸长率换算成1/2×2 英寸和1½×8 英寸的标准板状试样百分比伸长度用的放大因子

厚度英寸	1/2×2 英寸试样	1½×8 英寸试样	厚度英寸	1/2×2 英寸试样	1½×8 英寸试样
0.025	0.839	-	0.550	1.020	0.917
0.030	0.848	-	0.575	1.023	0.920
0.035	0.857	-	0.600	1.026	0.922
0.040	0.864	-	0.625	1.029	0.925
0.045	0.870	-	0.650	1.031	0.927
0.050	0.876	-	0.675	1.034	-
0.055	0.882	-	0.700	1.035	0.932

0.060	0.886	-	0.725	1.038	-
0.065	0.891	-	0.750	1.041	0.936
0.070	0.895	-	0.800	-	0.940
0.075	0.899	-	0.850	-	0.943
0.080	0.903	-	0.900	-	0.947
0.085	0.906	-	0.950	-	0.950
0.090	0.909	0.818	1.000	-	0.953
0.100	0.913	0.821	1.125	-	0.960
0.110	0.916	0.823	1.250	-	0.966
0.120	0.921	0.828	1.375	-	0.972
0.130	0.926	0.833	1.500	-	0.978
0.140	0.931	0.837	1.625	-	0.983
0.150	0.935	0.841	1.750	-	0.987
0.160	0.940	0.845	1.875	-	0.992
0.170	0.943	0.848	2.000	-	0.996
0.180	0.947	0.852	2.125	-	1.000
0.190	0.950	0.858	2.250	-	1.003
0.200	0.954	0.860	2.375	-	1.007
0.225	0.957	0.867	2.500	-	1.010
0.250	0.964	0.873	2.625	-	1.013
0.275	0.970	0.878	2.750	-	1.016
0.300	0.976	0.883	2.875	-	1.019
0.325	0.962	0.887	3.000	-	1.022
0.350	0.987	0.892	3.125	-	1.024
0.375	0.991	0.895	3.250	-	1.027
0.400	1.000	0.899	3.375	-	1.029
0.425	1.004	0.903	3.500	-	1.032
0.450	1.007	0.906	3.625	-	1.034
0.475	1.011	0.909	3.750	-	1.036
0.500	1.014	0.912	3.875	-	1.038
0.525	1.017	0.915	4.000	-	1.041

A6.3.4 当试件的宽度与厚度之比超过20 时，例如厚度小于0.025 英寸（0.635 mm）的薄板试样，就不能使用这些伸长率的换算值。

A6.3.5 当认为换算值在所规定的范围内可靠时，通常可以在技术规范中采用，并在规范里有必要给出试验方法第370介绍的与ASTM几个标准拉伸试样等效的伸长率规定值，但必须对加工材料的厚度对冶金性能的影响引起注意。

A7 预应力混凝土用多股钢绞线的试验方法

A7.1 适用范围

A7.1.1 本试验方法规定了预应力混凝土用多股钢绞线的拉伸试验步骤。本试验方法是用来测定“预应力钢绞线”技术规范中规定的股线性能的。

A7.2 常规注意事项。

A7.2.1 试样因试验机夹持装置的夹持而存在任何可见的切口、凹槽或弯曲可能会引起

试样过早地失效。

A7.2.2 如由7根钢丝组合的股线所承受的加载力不均匀,则可能会造成试验误差。

A7.2.3 试样在制备过程中因过度受热,股线的机械性能会受到实质性的影响。

A7.2.4 这些问题通过采用A7.4中所规定的建议性夹持方法,可被减少到最低程度。

A7.3 夹持装置。

A7.3.1 股线的实际机械性能可通过试样在试验机夹口之间任意跨距状态下出现断裂而测定。因此,采用适当的装置确立试验程序就很有必要,而该装置测定的结果应当稳定。由于每个试验机固有的物理特性,想介绍一种能适应所有试验机的万能夹持程序是不切实际的。所以,必须决定采用A7.3.2~A7.3.8中所规定的那一种夹持方法最适合现有的试验设备。

A7.3.2 带锯齿的标准V型夹具(注释A7.1)。

A7.3.3 带锯齿的标准V型夹具(注释A7.1),采用缓冲垫材料——用这种方法就是把材料垫在夹具和试样之间,以最大限度降低锯齿切口的影响。所采用的缓冲垫材料包括铝箔、铝箔、金刚砂布和张力垫片等。所要求材料的类型和厚度依锯齿的形状、状态和粗糙度而定。

A7.3.4 带锯齿的标准V型夹具(注释A7.1),采用试样夹持部分经特别制备的夹具——方法之一就是镀锡,即把要夹持的部分清理、助熔,然后多次浸入到在熔点之上的熔融锡合金中涂层。另一个制备方法是使用金属管或软导管把要夹持的试样部分罩住,用环氧树脂作粘接剂。被罩住的部分应约两倍于股线捻的长度。

A7.3.5 带平滑、半圆柱状坡口的特制夹具(注释A7.2)——坡口和试样被夹持部分用磨粉浆涂覆,这种磨粉浆使试样保持在平滑的坡口中,防止滑动。磨粉浆由磨料如3-F级氧化铝和稀释剂如水或甘油。

A7.3.6 钢丝绳用的标准套管——试样被夹持的部分用锌锚固在套管内。给工业用钢丝绳上套时通常必须执行特殊的程序。

A7.3.7 终端孔插接——这些装置可供适配股线每根钢丝尺寸的测试使用。

A7.3.8 夹紧装置——这种夹紧装置通常用于在预制床股线的拉直,不建议用于试验目的。

注释A7.1:锯齿的数量应每英寸约15~30个,而最低有效夹持长度应约4英寸(102mm)。

注释A7.2:坡口弧曲半径大约和所测试股线的半径相同,位于夹具平直面上方1/32英寸(0.79mm)处,这样当试样处在适当位置时,可以防止两个夹具贴得太紧。

A7.4 试样制备

A7.4.1 如果在热浸镀锡或用金属材料套覆试样过程中所采用的熔融金属温度太高,超过约700(370),试样可能会因受到热力影响而使强度和塑性性能降低。如果采用这种方法制备试样,对温度控制一定要小心谨慎。

A7.5 步骤

A7.5.1 屈服强度——按照《操作规范E83》中的规定,采用B-1级引伸计(注释A7.3)测定屈服强度。对试样施加最低预期抗断强度的10%的初始荷载,然后装上引伸计并把读数调到标距长度的0.001英寸/英寸。接着再提高荷载直到引伸计显示1%的伸长值。记录该伸长值时的荷载,将其作为屈服强度。在屈服强度测定后,可以将引伸计从试样上卸下来。

A7.5.2 伸长率——按照《操作规范E83》中的规定,采用不小于24英寸(610mm)(注释A7.4)标距长度的D级引伸计测定伸长率。对试样施加所规定的最低抗断强度的10%的初始载荷,然后装上引伸计(注释A7.3)并把读数调到零。在超过了所规定的最

低伸长率后、试样断裂之前可以将引伸计从试样上卸下来。没有必要测定最终的伸长率值。

A7.5.3 抗断强度——测定在股线一根或多根钢丝断裂时的最大荷载。记录该荷载并将其作为股线的抗断强度。

注释A7.3：屈服强度引伸计和伸长率引伸计可以是一样的仪器或是各自单独的仪器。由于屈服强度引伸计比较敏感，在股线断裂时有可能被损坏，故建议使用两个单独的引伸计，在屈服强度测定后将屈服强度引伸计卸下来。伸长率引伸计由敏感程度较低的零件构成或以在断裂发生后以几乎不会受损的方式构成，所以引伸计可以装在试样上。

注释A7.4：试样在引伸计以外或在试验机夹口内发生断裂，但却符合所规定的最低值，就可以认定试样符合产品技术规范中机械性能的要求，而不论采取什么样的夹持方法。试样在引伸计以外或在试验机夹口内发生断裂，但不符合所规定的最低值，必须重新进行测试。试样在引伸计和试验机夹口之间发生断裂，但不符合所规定的最低值，必须按所采用的技术规范重新进行测试。

A8 试验数据的修约

A8.1 修约

A8.1.1 应根据所采用的技术规范对观测到的或计算的数值进行修约处理。如果没有对此做出规定，则适用《操作规范E29》中的修约方法。

A8.1.1.1 数值应按《操作规范E29》中所规定的舍入或舍去规则进行修约。

A8.1.1.2 在修约数字“5”的特殊情况下，当紧跟数字“5”的除“0”以外没有其它附加数字时，应按技术规范限定范围进行修约，如果按《操作规范E29》修约，将会引起拒收钢材的后果。

A8.1.2 试验数据修约报告值的建议范围在表A8.1 中给出。这些数值都是报告和记录的平均值，在除与产品技术规范发生冲突的情况下均应采用。

注释A8.1：为最大限度降低累计误差，在涉及计算值（如根据荷载和面积值计算应力）时，在任何可能的情况下，数值都应达到至少一位数字，数字是最末的除外。

表A8.1 试验数据修约推荐值

试验项目	试验数据范围	修约值 ^A
屈服点屈服强度抗拉强度	< 50000psi (< 50ksi)	100psi(0.1ksi)
	50000~ < 100000psi(50~100ksi)	500psi(0.5ksi)
	≥100000psi(≥100ksi)	1000psi(1.0ksi)
	< 500MPa	1MPa
	500~ < 1000MPa	5MPa
	≥1000MPa	10MPa
伸长率	< 10%	0.5%
	≥10%	1%
断面收缩率	< 10%	0.5%
	≥10%	1%
冲击功	≤240ft-lbf(或≤325J)	1ft-lbf(或1J) ^B
布氏硬度	全部值	表列值 ^C
洛氏硬度	全部标尺	1 洛氏硬度值

注：A—将试验数据修约到本栏数值的整数倍数。如果数据值正好在两个修约值之间，那么就按A8.1.1.2 的规定修约。B—这些值不是等效的，但可以在同一种数值范围进行修约(1ft-lbf=1.356J)。

C—将布氏硬度压痕的平均直径精确到0.05mm，然后根据表报告相应的布氏硬度值，读数不必再进

行修约。

A9 钢筋的测试方法

A9.1 适用范围

A9.1.1 本附录包括了测试混凝土配筋用的钢筋的附加详细规定。

A9.2 试样

A9.2.1 所有试样应是轧制状态下钢筋的全截面。

A9.3 拉伸试验

A9.3.1 试样——拉伸试样的长度应长到足够8 英寸（200mm）的标距长度，在每个标距标记和夹具之间的距离至少2 倍于条钢直径，加上足够的附加长度以完全覆盖夹具，让超长部分伸到每个夹具外面。

A9.3.2 夹持装置——夹具应用垫片垫上以便使夹具从试验机头伸出去不超过1/2英寸（13mm）。

A9.3.3 标距标记——8 英寸（200mm）标距长度应使用预设定的8 英寸（200mm）打印机将标记打在试样上，或者沿8 英寸（200mm）标距长度，如果有肋，就在其中一个纵肋上或在变形段净间距内每隔2 英寸（50mm）打上标记。打印标记不应打在横向变形处。但打印的标记要轻，因为深打印痕压入钢筋试样太深可能会影响测试结果。要求用子弹头式打印机。

A9.3.4 用下列任何一种方法测定屈服强度或屈服点。

A9.3.4.1 采用13.1.2 和13.1.3 所规定的自动绘制曲线或伸长计的荷载延伸法，

A9.3.4.2 采用13.1.1 中所规定的试验机测量仪指针暂停或落梁方法，在这种方法中，所测试的钢试样的屈服点是急拐型或界限分明的类型。

A9.3.5 全尺寸试样屈服强度和抗拉强度的单位应力应依据钢筋的公称面积确定。

A9.4 弯曲试验

A9.4.1 弯曲试验应采用所提供的装置在足长的试样上进行，以保证自由弯曲。

A9.4.1.1 在弯曲操作期间施加连续和均匀弯曲力。

A9.4.1.2 在和装置相接触的点不限制试样的移动，围绕芯杆自由转动。

A9.4.1.3 弯曲操作期间把试样紧紧缠在芯杆上。

A9.4.2 也可以采用弯曲试验其它更严格的方法诸如把试样围绕两个芯杆自由转动以及用固定芯杆施加弯曲力等。

A9.4.3 如果产品技术规范允许复试，则适用下列条件。

A9.4.3.1 不应采用具有明显辊印的钢筋试样。

A9.4.3.2 钢筋试样应这样放置，即其纵肋应在与弯曲面呈直角的平面内。

A10 热循环模拟应用和控制程序

A10.1 目的

A10.1.1 当采用热循环模拟操作方法时，保证锻件生产的热处理和代表锻件的试样的热处理的一致性和复现性。

A10.2 适用范围

A10.2.1 实际生产时间-温度曲线图的绘制和记录（主要图表）。

A10.2.2 在锻件生产的热处理中重复主循环的控制装置。（热处理基本变量为A1.2.1 所确定的变量）。

A10.2.3 为模拟装置准备程序图。

A10.2.4 在ASME 标准确定的范围内监视和监测模拟循环。

A10.2.5 所有控制装置、检验、图表和曲线的记录和保存。

A10.3 参考文献

A10.3.1 ASME 标准

《ASME 锅炉和压力容器标准》最新版本第 节。

《ASME 锅炉和压力容器标准》最新版本第 节第2 部分。

A10.4 术语

A10.4.1 定义

A10.4.1.1 主图表——根据与锻件生产基本等同的锻造工艺而得到的热处理记录图表，可以代表锻件生产的图表，是一种时间和从热电偶输出的温度图。热电偶是镶嵌在试验锻件的一个或几个位置内。

A10.4.1.2 程序图表——给模拟装置编程序用的涂镀金属图表。根据主图表来的时间-温度数值可以手工转换成程序图表。

A10.4.1.3 模拟图表——试样在模拟装置中所接收的热处理的记录数据。这是一种时间和温度图表，可以直接和主图表比较复制的准确性。

A10.4.1.4 模拟循环——一套试样在模拟装置中一个连续的热处理过程。循环包括室温加热、保持温度和冷却。例如，一套试样的模拟奥氏体化和淬火是一个循环；同一套试样的模拟回火就是另一个循环。

A10.5 程序

A10.5.1 生产主图表。

A10.5.1.1 热电偶应嵌入在每个锻件内，从而获得锻件的主图表。用带有分辨率足以清楚地界定加热、保持温度和冷却程序的记录仪监控温度。所有的图表都应清晰标明有关信息和为长久保存所需的标识。

A10.5.1.2 如果材料规范要求试验位置间隔180°，那么热电偶的嵌入位置就间隔180°。

A10.5.1.3 制定一个主图表（或者，如果根据10.5.3.1 的要求也可以是两个）代表基本等同的锻件（相同规格和形状）。当锻件规格或几何形状（超过粗加工公差）发生的任何改变都必须绘制一个新的主冷却曲线。

A10.5.1.4 如果每个主锻件（180°间隔）要求的曲线超过一个，所获得的冷却速率就不同，那么最保守的曲线应作为主曲线。

A10.5.2 锻件生产热处理参数的复现性。

钢产品力学性能试验方法和定义 47 ·

A10.5.2.1 与主锻造件的淬火和回火相关的所有数据都应记录在和表A10.1 所示相似的适当的永久性记录仪上。

表A10.1 热处理记录——基本参数

	基础 锻造	生产 锻造 1	生产 锻造 2	生产 锻造 3	生产 锻造 4	生产 锻造 5
程序图编号						
在某温度时的热处理时间和热处理实际温度						
冷却方法						
锻造厚度						
热电偶浸入						
缓冲热装配（是/否）						
锻造编号						
成品						

材料						
热电偶位置——0 度						
热电偶位置——150 度						
淬火槽号						
热处理日期						
炉号						
循环号						
热处理设备						
开始淬火的介质温度						
从炉中到淬火槽的时间						
超过1000 (538)时的加热速率						
淬火5 分钟后的移送温度						
淬火时锻件取向						

A10.5.2.2 与主锻件的淬火和回火相关的所有数据都应恰当地记录，优先记录在与表 A10.5.2.1 相类似的表中，锻件的淬火记录可供将来参考用。主锻造件的淬火和回火记录可作为永久记录。

A10.5.2.3 主锻造件记录的复印件应和锻造件生产热处理记录一起保存。

A10.5.2.4 如热处理记录上所示的基本变量，应控制在有关生产锻造给定的参数范围内。

A10.5.2.5 每次锻造件生产淬火前的淬火介质温度应等于或低于主锻造件生产淬火前的淬火介质温度。

A10.5.2.6 从打开炉门到淬火锻造件生产所耗用的时间不应超过主锻造件生产的时间。

A10.5.2.7 如果超过打开炉门到开始淬火的时间参数，那么应将锻造件放回炉内并回到均衡温度状态。

A10.5.2.8 由同一个主锻造件代表的所有锻件应采用淬火槽表面相似取向淬火。

A10.5.2.9 所有生产锻造件都应在同一个淬火槽中淬火，使用和主锻造件相同的搅拌槽。

A10.5.2.10 热处理参数的一致性——（1）用于确定生产锻造件和主锻造件之间模拟循环实际热处理温度的差异就淬火循环而言不应超过 25 (14)；（2）生产锻造件的回火温度不应将到主锻造件实际回火温度以下；（3）至少一个接触面热电偶应置于每个处于生产荷载的锻件上。所有表面热电偶的温度都应记录在时间温度记录仪上，并且这样的记录应作为永久文献保存。

A10.5.3 热循环模拟。

A10.5.3.1 应根据主图表所记录的数据绘制程序图。所有试样都应给定和锻件生产相同的超过AC1 的加热速率、相同保持温度时间和相同冷却速率。

A10.5.3.2 超过AC1 的加热循环、保温循环的一部分和主图表的冷却部分都应复制，然后确定如（a）~（c）所规定的温度和时间允许范围以验证模拟热处理恰当与否。

（a）调质锻件和棒材试件热处理的热循环模拟——如果可获得锻件和棒材冷却速率数据以及试样的冷却速率控制装置，那么试样可以在装置上进行热处理。

（b）试件应真正加热到和锻件或条钢相同的最高温度。试件应以与代表试验部位相似的冷却速率但不高于该冷却速率的速率冷却，而且冷却开始后，试件冷却速率在所有温度条件下都在25 (14)和20 秒范围内。应按照包括回火和模拟焊后热处理在内的临界温度之下的热处理，对试件进行实质性热处理。

（c）试件的模拟焊后热处理（用于铁素体钢锻件和棒材）——除公称厚度或直径为2 英

寸 (51mm) 或小于2 英寸的碳钢 (标准第九节 P №1) 锻件和棒材外, 所有试样都应进行热处理以模拟在临界温度之下的生产期间锻件和条钢接受的任何热处理。模拟热处理应采用按照规定顺序的温度、时间和冷却速率。试验材料温度的总时间应至少是锻件和条钢焊后热处理期间所承受的总时间的80%。试样温度的总时间可以在单个循环内执行。

A10.5.3.3 在模拟装置上热处理前, 应将试样加工到已经测定的标准尺寸以便能连续的充分清除脱碳物和氧化物。

A10.5.3.4 每个试样应至少使用一个热电偶来连续记录独立的外部温度监控源上的温度。由于某个设备的加热室的敏感性和设计特点, 因此, 必须将控制和监控热电偶的热接点始终置于相对于加热源 (通常是红外线灯) 同样的相关位置上。

A10.5.3.5 应对每个单独试样予以确认, 并且这样的确认应清楚地显示在模拟装置图表上和模拟装置循环记录上。

A10.5.3.6 应根据A10.5.3.2 (a) 的规定, 将模拟装置图表和主图表进行模拟淬火精确复现性的比较。如果任何单个试样没有在温度和时间允许范围内进行热处理, 那么这样的试样应作废并用新加工的试样来代替。这种与主图表有出入的变更和原因应在模拟装置图表和相应的不一致记录上有所显示。

A10.5.4 二次热处理和复验。

A10.5.4.1 在试验失败情况下, 应根据材料技术规范的规定进行复验。

A10.5.4.2 如果允许复验, 那么新试样应和以前一样进行热处理。试样所代表的生产锻件将接受同样的热处理。如果试验合格, 则锻件可以接受。如果试验失败, 则锻件将被拒收或者如果允许对锻件进行二次热处理。

A10.5.4.3 如果允许二次热处理, 则按如下步骤操作: (1) 二次热处理应和) 一热处理一样 (时间、温度和冷却速率); 应尽可能从靠近原来试样的区域截取新试样, 重复进行两次奥氏体化和淬火循环, 接着进行回火循环 (双液调质)。生产锻件应象上述其试样那样给予等同的双液调质; (2) 采用新的操作方法进行二次热处理。时间、温度和冷却速率的任何变化均会构成新的热处理操作方法。应绘制新的主曲线图, 然后按原来操作程序进行模拟和试验。

A10.5.4.4 总之, 每个试样及其相应的锻件都应接受等同热处理或热处理, 否则试验无效。

A10.5.5 热循环模拟数据的存储、调出和文件编制——和热循环模拟相关的所有记录都应保存并保留10 年或由用户规定的期限。资料的整理编排应使所有操作方法可根据适当的文献记录得以核实。

变动情况汇总

A01 委员会确定了本标准 (2007年6月1日发布) 对上一个版本 (A370-07) 所做的变动。这些变动是:

- (1) 第9章被修改了;
- (2) 图3被修改了。

A01 委员会确定了本标准 (2007年3月1日发布) 对上一个版本 (A370-06) 所做的变动。这些变动是:

- (1) 与表A1.1相关的错误;
- (2) 修改了布氏硬度试验的试验时间。

A01 委员会确定了本标准 (2006年11月1日发布) 对上一个版本 (A370-05) 所做的变动。这些变动是: (1) 14.1中措辞的改变。