

W_i 可与试验机指针指出的总吸收能量(A_k)进行比较。

注1: 仪器化方法测量的结果和刻度盘指示的结果是相近的,但数值有所不同。

注2: 如果两者之间的偏差超过 ± 5 J,应该做如下检查:

- a) 试验机的摩擦力;
- b) 测量系统的校准;
- c) 应用软件。

6.2 力的测量系统

6.2.1 所用仪器应能测定力-时间或力-位移曲线及计算冲断试样过程中力的特征值、位移特征值及能量特征值。

6.2.2 由两个相同的应变片粘贴到冲击刀刃相对边上,并且与两个补偿应变片组成全桥电路。补偿应变片不应贴到试验机的任何受冲击或者震荡作用的部位。

注: 也可使用能满足测量要求的其他力传感器。

6.2.3 由力传感器、放大器及记录仪等组成的力测量系统,至少应有 100 kHz 频率响应,对钢试样其信号上升时间 t_r 应不大于 $3.5 \mu s$ 。

注1: 对冲击力测量系统动态响应的评定,可以通过测量力-时间或力-位移曲线上第一个峰值对应的载荷值简化进行。经验表明,对于钢材 V 型缺口试样,当试样接触点到冲击刀刃上应变片中心距离为 11 mm ~ 15 mm (见附录 A),且冲击速度为 5 m/s ~ 5.5 m/s 时,如果第一个载荷峰值大于 8 kN,则认为测量系统的动态响应符合仪器化冲击试验要求。

注2: 经验证明,具有 V 型缺口的试样对各种钢材名义冲击力在 10 kN ~ 40 kN 之间。

6.2.4 建议力校准时,将力传感器装在锤头上形成部件进行。全部测量系统的静态线性为:力范围在 10% ~ 50% 之间时为满量程的 $\pm 1\%$;力范围在 50% ~ 100% 之间时为满量程的 $\pm 2\%$ (见图 1)。当力传感器单独校准时,在标称范围的 10% ~ 100% 之间为 $\pm 1\%$ 。

注: 附录 B 中给出了半径为 2 mm 冲击刀刃校准支撑块的示例。

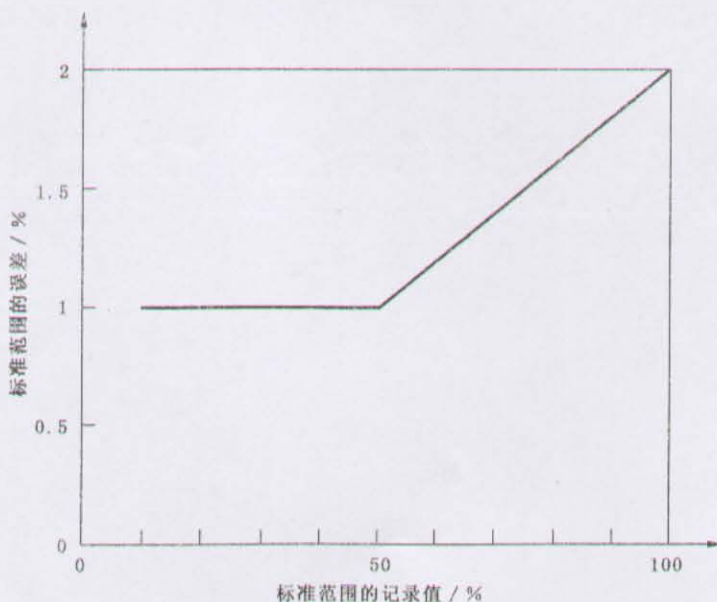


图1 标准力范围内的记录值的允许误差

6.3 位移测量系统

6.3.1 试样位移(试样与平台的相对位移)由力-时间曲线计算确定(见 9.1.3.2),也可由位移传感器直接测定。位移传感器可采用光学式、感应式或电容式位移传感器。

6.3.2 位移传感器系统信息的特性应与力测量系统一致,以使二者记录系统同步。位移测量传感器测量上限为 30 mm,在 1 mm ~ 30 mm 范围内测量误差为所测值的 $\pm 2\%$ 。

6.3.3 可在不放试样条件下,释放摆锤进行位移系统的动态校准,冲击速度由公式(1)确定:

$$V_0 = \sqrt{2g_0 h} \quad \dots\dots\dots (1)$$

摆锤通过最低位移时所记录的速度信号对应速度为 V_0 。建议位移在 0 mm~1 mm 之间时用测量时间确定冲击刀刃的冲击速度。这时,可用式(2)确定位移:

$$S = V_0(t - t_0) \quad \dots\dots\dots (2)$$

6.4 记录装置

动态信号的记录最好用数字存储器完成,试验结果可输出到 x-y 绘图仪或打印机。

为满足 6.2.4 及 6.3.2 条对数字测量和记录系统准确度的要求,至少有一个 8 位模拟数字转换器,其采样频率必须为 250 kHz(4 μ s)以上。推荐采用 12 位模拟数字转换器,对于每个在 8 ms 以上信号持续时间,需要有 2 000 个数据点的存储器。如果信号持续时间小于 8 ms,存储量可呈比例缩减。

当用力-位移图测定数据时,高度 100 mm、宽度 100 mm 以上的图形可以满足要求。

7 试样

夏比缺口冲击试样应符合 GB/T 229 规定。

8 试验步骤

按照 GB/T 229 进行试验,根据变形和状态特性图形测定及评定力-位移曲线。

9 试验结果评定和处理

9.1 力-位移曲线的评定

9.1.1 应考虑叠加在力-位移信号上的振荡,如图 2 所示,通过振荡曲线的拟合再现屈服力等特征值。

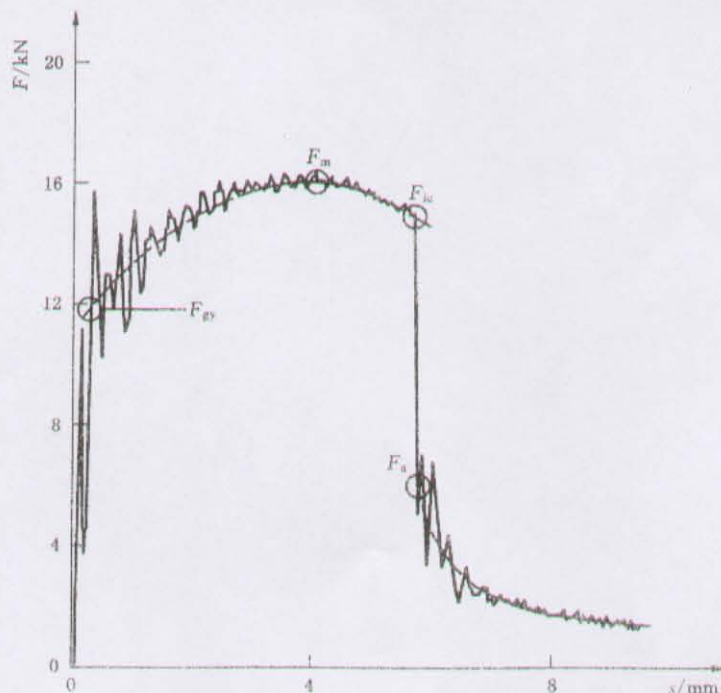


图 2 力特征值的确定

9.1.2 按冲击曲线近似关系通常将力-位移曲线分为 A~F 六种类型(见图 3)。在最大力前不存在屈服(即几乎不存在塑性变形)且只产生不稳定裂纹扩展的为 A 型;在最大力前不存在屈服力,但有少量稳定裂纹扩展的为 B 型;在最大力前存在塑性变形,并有稳定和 unstable 裂纹扩展,根据其稳定或不稳定裂纹扩展所占比例的大小分为 C、D、E 型;只产生稳定裂纹扩展的为 F 型。

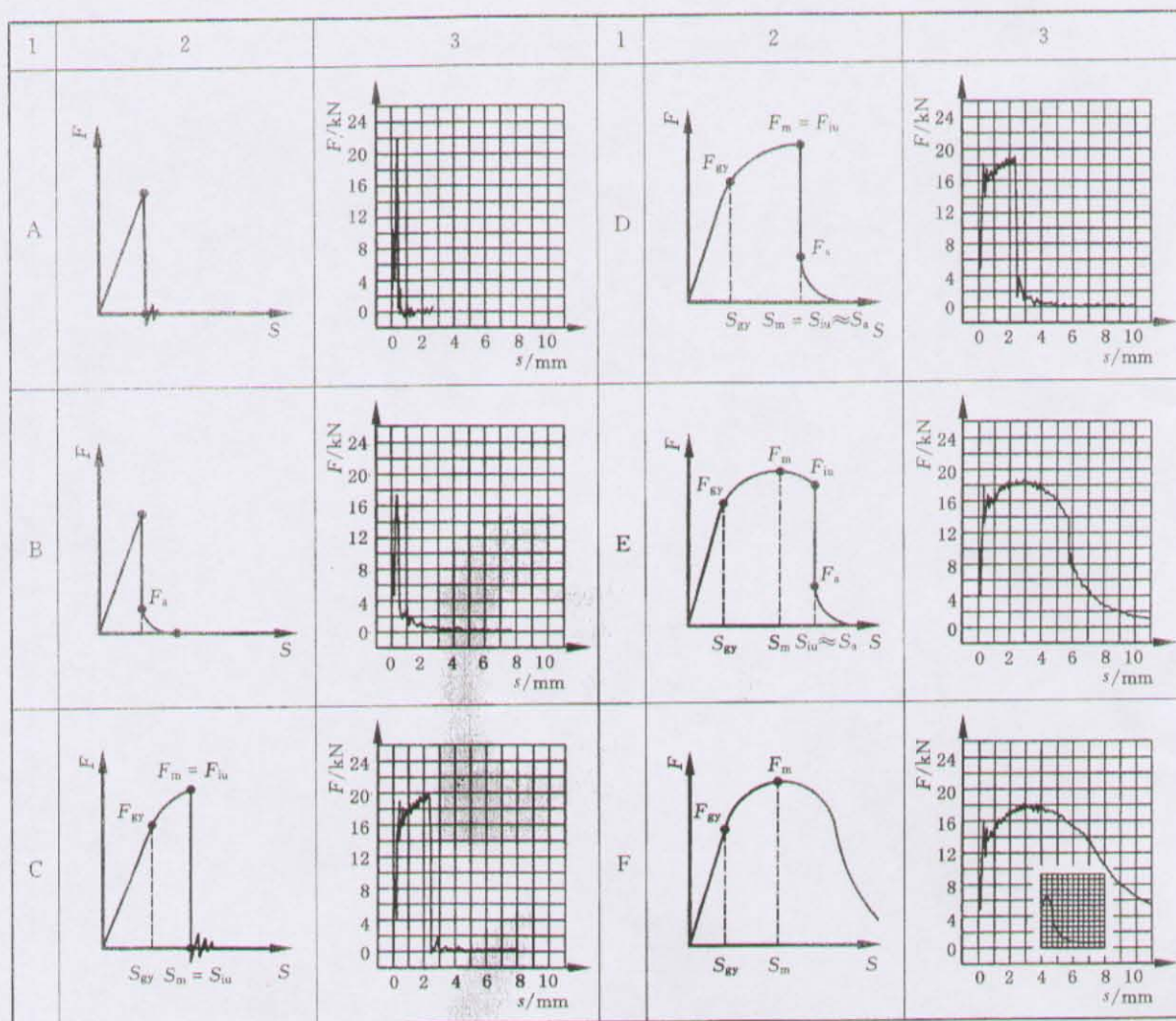


图3 力-位移特征曲线的分类

9.2 力特征值的确定

9.2.1 屈服力的测定

力-位移曲线上第二个峰急剧上升部分与拟合曲线的交点对应的力。

9.2.2 最大力的测定

穿过振荡曲线的拟合曲线上最大值所对应的力。

9.2.3 不稳定裂纹扩展起始力的测定

拟合曲线与力-位移曲线在最大力之后曲线急剧下降开始时的交点对应的力。如果该点与最大力重合,则 $F_u = F_m$ (见图3的C型和D型力-位移曲线)。

9.2.4 不稳定裂纹扩展终止力的测定

力-位移曲线急剧下降终止时与之后的力-位移拟合曲线的交点对应的力 (见图3 B、D和E型力-位移曲线)。对于图3中A、C型力-位移曲线 $F_a = 0$ 。

9.3 位移特征值的确定

9.3.1 按力特征值确定

按9.1.2确定的力特征值所对应的横坐标确定位移特征值。

当力-位移曲线与横坐标不相交时,用 $F = 0.02 F_m$ 所对应的横坐标作为终点来计算总位移。

9.3.2 按公式计算确定

根据力传感器测出的力-时间曲线与加速度成比例的关系,按式(3)计算试样的位移。

$$S = \int_{t_0}^t V(t) dt \quad \dots\dots\dots (3)$$

其中:

$$V(t) = V_0 - \frac{1}{m} \int_{t_0}^t F(t) dt \quad \dots\dots\dots (4)$$

9.4 冲击能量特征值的确定

9.4.1 最大力时能量的测定

力-位移曲线下从 $S=0$ 到 $S=S_m$ 的面积。

9.4.2 不稳定裂纹扩展起始能量的测定

力-位移曲线下从 $S=0$ 到 $S=S_{i0}$ 的面积。

9.4.3 不稳定裂纹扩展终止能量的测定

力-位移曲线下从 $S=0$ 到 $S=S_s$ 的面积。

9.4.4 总冲击能量的测定

力-位移曲线下从 $S=0$ 到 $S=S_t$ 的面积。

9.4.5 裂纹形成能量及裂纹扩展能量

理论上认为裂纹在最大力时形成,多数研究者指出,当达到最大力时,裂纹在冲击试样缺口处出现,因此把冲击最大力作为裂纹形成的依据;最大力之前所消耗的能量称为裂纹形成能量;最大力之后所消耗的能量称为裂纹扩展能量,其测定方法见附录 D。

9.5 韧性断面率的确定

在力-时间或力-位移曲线变化过程中,如果力没有发生急剧下降(见图 3 中 F 型曲线),则断裂表面的韧性断面率可定义为断裂表面的 100%;如果力发生急剧下降,则下降的数量与力的特征值有关,韧性断面率的确定参见附录 C。

10 试验报告

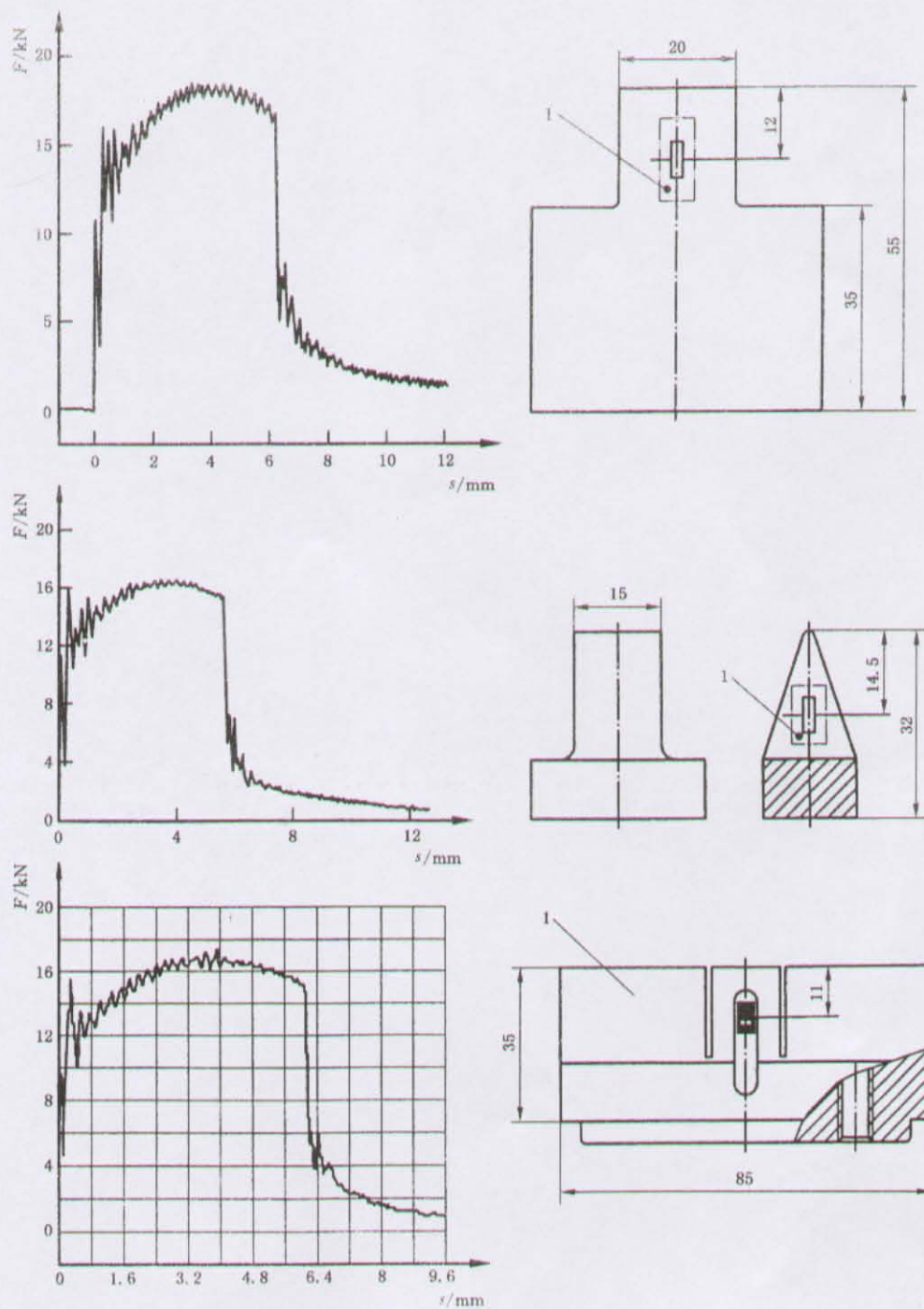
试验报告一般应包括以下内容:

- a) 本标准编号;
- b) 试样尺寸;
- c) 试样标志;
- d) 取样位置及方向;
- e) 冲击刀刃半径;
- f) 冲击试验机型号及能量;
- g) 试验温度;
- h) 如果试样没有断裂而冲过支座,这个试验结果要加括号,并应该注明“没有完全断裂”;
- i) 力、位移和能量的特征值,根据用户需要可给出相应曲线及断裂表面的韧性断面率;
- j) 试验日期、试验者、审核者等。

附录 A
(资料性附录)

冲击刀刃的设计和对应的力-位移曲线

单位为毫米



注：图中 1 为应变片。

图 A.1 冲击刀刃的设计和对应的力-位移曲线

附录 B
(资料性附录)

半径 2 mm 校准支撑块示例

单位为毫米 表面粗糙度单位为微米

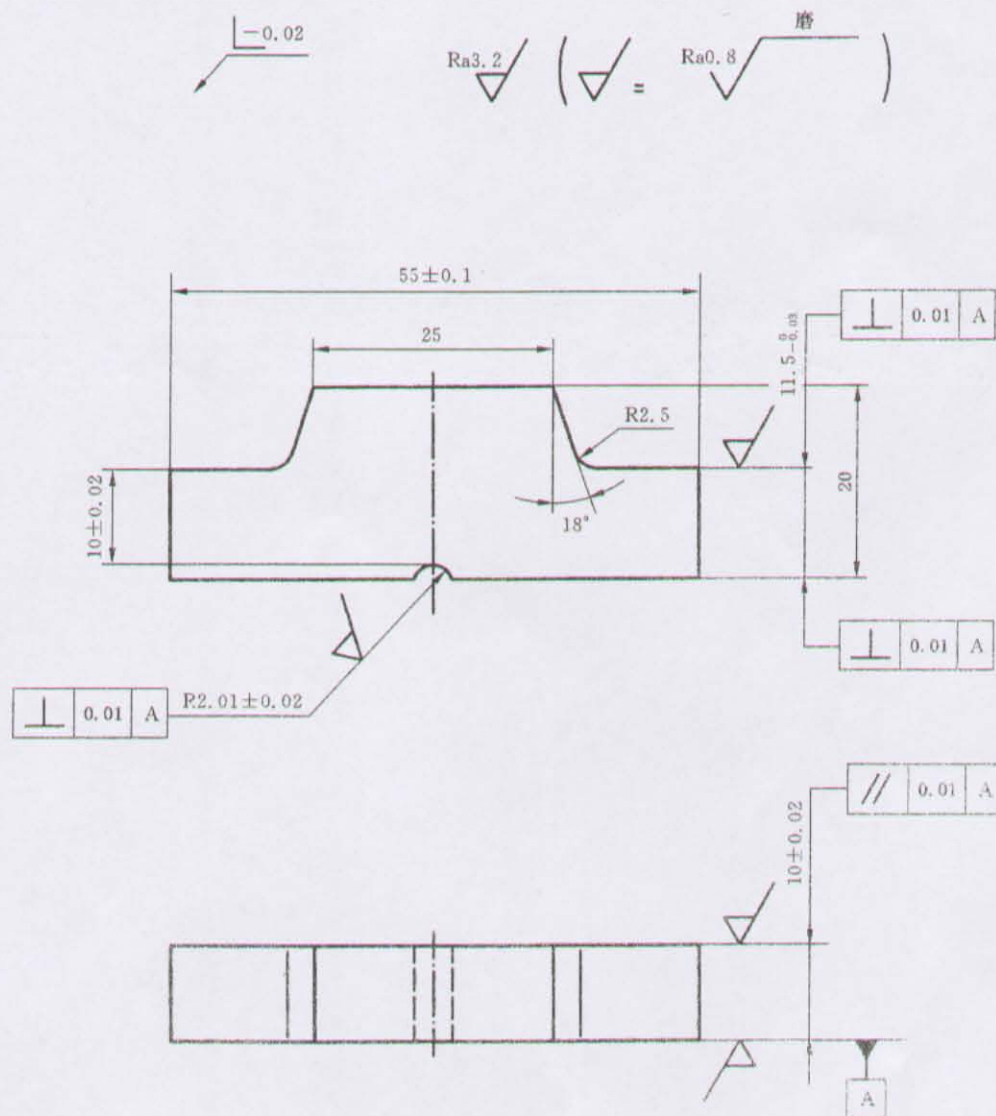


图 B.1 半径 2 mm 校准支撑块

附录 C

(资料性附录)

计算韧性断面率的公式

韧性断裂率的近似值可按式 C.1 或 C.2、C.3、C.4 计算:

$$C_1 = \left[1 - \frac{F_{iu} - F_s}{F_m} \right] \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

$$C_2 = \left[1 - \frac{F_{iu} - F_s}{F_m + (F_m - F_{gy})} \right] \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

$$C_3 = \left[1 - \frac{F_{iu} - F_s}{F_m + K(F_m - F_{gy})} \right] \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

$$K = 1/2$$

$$C_4 = \left[1 - \sqrt{\frac{F_{gy} + 2}{F_m}} \times \left(\frac{\sqrt{F_{iu}}}{\sqrt{F_m}} - \frac{\sqrt{F_s}}{\sqrt{F_m}} \right) \right] \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 ——韧性断面率, %。

注 1: 式 C.1~C.4 适用于不同韧性范围的钢材, 选用时应根据不同材料考虑。例如式 C.3 适用于压力容器钢。

注 2: 上式测定的韧性断面率仅为近似值(误差 20%)。



中华人民共和国国家标准

GB/T 19748—2005

钢材 夏比 V 型缺口摆锤冲击试验 仪器化试验方法

Steel—Charpy V-notch pendulum impact test—
Instrumented test method

(ISO 14556:2000, MOD)

2005-05-13 发布

2005-10-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	2
5 试验原理	3
6 试验设备及仪器	3
7 试样	5
8 试验步骤	5
9 试验结果评定和处理	5
10 试验报告	7
附录 A(资料性附录) 冲击刀刃的设计和对应的力-位移曲线	8
附录 B(资料性附录) 半径 2 mm 校准支撑块示例	9
附录 C(资料性附录) 计算韧性断面率的公式	10
附录 D(资料性附录) 裂纹形成能量及裂纹扩展能量的定义、符号及测定	11

前 言

本标准修改采用国际标准 ISO 14556:2000(E)《钢材-夏比 V 型缺口摆锤冲击试验——仪器化试验方法》(英文版)。

本标准根据 ISO 14556:2000 重新起草。本标准结构和技术内容与 ISO 14556:2000 基本一致,根据我国情况做了如下修改:

- 删去国际标准的前言;
- “本国际标准”一词改为“本标准”;
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”;
- 在“规范性引用文件”中,引用了与国际标准相对应的我国国家标准;
- 本标准术语与国际标准(ISO 14556:2000(E))比较有两处改动:一是原文 F_{i0} : 裂纹启裂力(crack initiation force),改为:不稳定裂纹扩展起始力(crack initiation force of unstable crack propagation);二是原文 F_a : 裂纹终止力(crack arrest force),改为:不稳定裂纹扩展终止力(crack arrest force of unstable crack propagation);对相应的位移 S_{i0} 、 S_a 及能量 W_{i0} 、 W_a 也进行了修改;
- 增加了附录 D,把冲击功分解为裂纹形成能量和裂纹扩展能量;
- 试验操作比国际标准规定详细。

本标准附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 为资料性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:北京航空航天大学、钢铁研究总院、中船重工 725 所。

本标准主要起草人:唐振廷、李久林、张钰彦、叶宏德、白杰。

钢材 夏比 V 型缺口摆锤冲击试验 仪器化试验方法

1 范围

本标准规定了钢材夏比 V 型缺口摆锤冲击试验仪器化试验方法的原理、术语及定义、试样、试验设备及仪器、试验步骤、试验结果评定和处理及试验报告。

本标准适用于钢的夏比 V 型缺口试样。经协商,本标准也可用于其他金属材料和 U 型缺口试样的试验。

2 规范性引用文件

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

GB/T 229 金属夏比缺口冲击试验方法

GB/T 3808 摆锤式冲击试验机的检验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 力的特征值

注:力的特征值用牛顿表示。

3.1.1

屈服力 general yield force

F_{gy}

力-位移曲线从直线上升部分向曲线上升部分增加转变点时的力。

3.1.2

最大力 maximum force

F_m

力-位移曲线上力的最大值。

3.1.3

不稳定裂纹扩展起始力 initiation force of unstable crack propagation

F_{iu}

力-位移曲线急剧下降开始时的力。

注:表示不稳定裂纹扩展的开始。

3.1.4

不稳定裂纹扩展终止力 crack arrest force of unstable crack propagation

F_a

力-位移曲线急剧下降终止时的力。

3.2 位移特征值

注:位移特征值用米为单位表示。

3.2.1

屈服位移 general yield displacement

S_{gy}

与屈服力相对应的位移。

3.2.2

最大力时的位移 displacement at maximum force

S_m

与最大力相对应的位移。

3.2.3

不稳定裂纹扩展起始位移 initiation displacement of unstable crack propagation

S_{iu}

不稳定裂纹扩展开始时的位移。

3.2.4

不稳定裂纹扩展终止位移 crack arrest displacement of unstable crack propagation

S_a

不稳定裂纹扩展终止时的位移。

3.2.5

总位移 total displacement

S_t

力-位移曲线结束时的位移。

3.3 冲击能量特征值

注：冲击能量特征值用焦耳表示。

3.3.1

最大力时的能量 energy at maximum force

W_m

力-位移曲线下,从 $S=0$ 到 $S=S_m$ 的面积。

3.3.2

不稳定裂纹扩展起始能量 initiation energy of unstable crack propagation

W_{iu}

力-位移曲线下,从 $S=0$ 到 $S=S_{iu}$ 的面积。

3.3.3

不稳定裂纹扩展终止能量 crack arrest energy of unstable crack propagation

W_a

力-位移曲线下,从 $S=0$ 到 $S=S_a$ 的面积。

3.3.4

总冲击能量 total impact energy

W_t

力-位移曲线下,从 $S=0$ 到 $S=S_t$ 的面积。

4 符号

本标准所用的符号、名称和单位见表1。

表 1 符号、名称和单位

符 号	名 称	单 位
f_{g}	输入频率	Hz
F	力	N
F_{gy}	屈服力	N
F_{iu}	不稳定裂纹扩展起始力	N
F_{a}	不稳定裂纹扩展终止力	N
F_{m}	最大力	N
g_{n}	重力加速度	m/s^2
h	摆锤打击中心下落高度	m
A_{k}	在 GB/T 229 中规定的吸收功	J
m	摆锤质量	kg
S	位移	mm
S_{gy}	屈服位移	mm
S_{iu}	不稳定裂纹扩展起始位移	mm
S_{a}	不稳定裂纹扩展终止位移	mm
S_{m}	最大力时的位移	mm
S_{t}	总位移	mm
t	时间	s
t_0	试样开始变形的时间	s
t_{r}	信号上升的时间	s
V_0	冲击开始时的冲击速度	m/s
V_{t}	在 t 时刻的冲击速度	m/s
W_{m}	最大力时的能量	J
W_{iu}	不稳定裂纹扩展起始能量	J
W_{a}	不稳定裂纹扩展终止能量	J
W_{t}	总冲击能量	J

5 试验原理

- 5.1 通过摆锤一次打断夏比冲击试样测出力-位移曲线,该曲线下的面积为冲击吸收总能量。
- 5.2 通过摆锤一次打断不同钢件或不同温度下测出的力-位移曲线,即使力-位移曲线下的面积或吸收能量相同,如果力-位移曲线的形状和特征值有所不同,那么试样变形及断裂性质也不同。以此可以推断出关于试样变形和断裂特性。

注:力-位移曲线不能用作结构强度计算。

6 试验设备及仪器

6.1 试验机

冲击试验机应符合 GB/T 3808 的规定,并能自动测定力-时间或力-位移曲线,测定的总冲击能量