



中华人民共和国国家标准

GB/T 21189—2007

塑料简支梁、悬臂梁和拉伸冲击试验用 摆锤冲击试验机的检验

Verification of pendulum impact-testing machines used for charpy, izod and
tensile impact-testing of plastics

(ISO 13802:1999, Plastics—Verification of pendulum impact-testing
machines—Charpy, izod and tensile impact-testing, MOD)

2007-11-14 发布

2008-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 术语和定义 1

3 测量仪器 3

4 试验机的检验 3

5 检验周期..... 17

6 检验报告..... 17

附录 A（资料性附录） 各摆锤长度之间的关系 18

附录 B（资料性附录） 机架质量与摆锤质量的比率 19

附录 C（资料性附录） 冲击过程中摆锤的减速 21

附录 D（资料性附录） 摆锤运动和机架运动之间的关系 23

附录 E（资料性附录） 简支梁冲击试验机摆锤检验用样板 28

参考文献 31

前 言

本标准修改采用 ISO 13802:1999《塑料 摆锤冲击试验机的检验 简支梁、悬臂梁和拉伸冲击试验》(英文版),包括其技术勘误 ISO 13802:1999/Cor. 1:2000(英文版)。

本标准对 ISO 13802:1999 做了下列少量修改:

- a) 修改了标准名称;
- b) 删除了国际标准的前言;
- c) 将国际标准的技术勘误内容纳入正文中,并用垂直双线标识在它们所涉及的条款的页边空白处;
- d) 增加了术语“冲击角”及定义;
- e) 删除国际标准的第 2 章“规范性引用文件”。因为国际标准除了规范性引用 ISO 8256:1990 的表 1 以外,其他引用均系资料性引用,对此,本标准做了下列处理:
 - 1) 将 ISO 8256:2004(ISO 8256:1990 的修订版)中的表 1 直接纳入本标准;
 - 2) 增加“参考文献”。将国际标准“规范性引用文件”一览表中的内容作为资料性引用文件列入“参考文献”中(用 ISO 8256:2004 代替 ISO 8256:1990);
- f) 将表 2 试验类型中的“拉伸”改为“拉伸/简支梁”;
- g) 将公式(11)、公式(12)中的 $W_{i,1}$ 、 $W_{i,2}$ 和 $W_{i,3}$ 分别改为 $\overline{W}_{i,1}$ 、 $\overline{W}_{i,2}$ 和 $\overline{W}_{i,3}$ 。

请注意本标准的某些内容有可能涉及专利。本标准的发布机构不应承担识别这些专利的责任。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 和附录 E 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本标准起草单位:长春试验机研究所、承德精密试验机有限公司、承德大华试验机有限公司。

本标准主要起草人:郭永祥、王新华、王铁梅。

本标准首次发布。

塑料简支梁、悬臂梁和拉伸冲击试验用 摆锤冲击试验机的检验

1 范围

本标准规定了在 ISO 179-1、ISO 180 和 ISO 8256 中分别描述的塑料简支梁冲击试验、悬臂梁冲击试验和拉伸冲击试验所使用的摆锤冲击试验机的检验方法。

本标准只涉及摆锤式试验机。在冲击试样过程中所吸收的冲击能量 W (见 2.13) 等于摆锤的势能 E (见 2.12) 与冲击试样后摆锤的剩余能量之差。考虑摩擦和空气阻力的损失 (见表 2 和 4.6), 对冲击能量进行修正。

本标准描述的方法是关于试验机各部分几何和物理性能的检验方法。有些几何性能在装配好的试验机上难以进行检验, 因此由制造者负责这些性能的检验, 并且在试验机上提供能够按本标准进行检验的参考平面。

这些方法在试验机安装时、修理时、移动后或进行周期检验时予以应用。

本标准适用于具有第 4 章规定的几何和物理性能的各种容量和(或)类型的摆锤式冲击试验机。

按本标准检验合格的摆锤冲击试验机适用于对各种类型的有缺口和无缺口试样进行冲击试验。

附录 A 描述了各种特性的摆锤长度、摆锤势能和摆锤惯性矩之间的关系。

附录 B 给出了计算机架质量与摆锤质量之比的方法, 以避免由此产生的冲击能量误差。

附录 C 描述了对于简支梁冲击试验, 在冲击试样后瞬时作为冲击能量函数的摆锤速度的变化, 并给出了规定容量摆锤的冲击能量的测量范围。

附录 D 讨论机架底座刚度的问题, 以便防止运动的摆锤引起的反作用力导致机架共振。

附录 E 给出了检验简支梁冲击试验机所使用的样板尺寸。

2 术语和定义

下列术语与定义适用于本标准。

2.1

检验 verification

使用已校准的标准或标准参考物质, 对校准合格仪器的验证试验。

2.2

校准 calibration

在规定条件下, 为确定测量仪器或测量系统所指示的量值, 与对应的标准或标准所复现的已知量值之间关系的一组操作。

2.3

摆锤的摆动周期 period of oscillation of the pendulum

T_p

摆锤离开铅垂位置的角度不超过 5° , 完成一次摆动(往复地)所需的时间, 以秒为单位。

2.4

打击中心 centre of percussion

摆锤上的一点, 该点在摆动平面内对试样进行垂直冲击且摆动轴不产生反作用力。

2.5

摆锤长度 pendulum length

L_P

摆轴轴线至打击中心(2.4)的距离,以米为单位。当摆锤的等效质量理论上集中在距摆轴轴线为摆锤长度的点上时,其摆动周期 T_P (2.3)与实际摆锤的摆动周期相同。

2.6

重心长度 gravity length

L_M

摆轴轴线至摆锤重心之间的距离,以米为单位。

2.7

回转长度 gyration length

L_G

具有的惯性矩与摆锤惯性矩相同的摆锤质心(摆锤质量 m_P 集中点)到摆轴轴线的距离,以米为单位。

2.8

冲击长度 impact length

L_I

冲击刃冲击试样表面中心的点至摆轴轴线的距离,以米为单位。

2.9

冲击角 impact angle

α_1

摆锤的冲击试样位置与铅垂位置的夹角,以度为单位。

2.10

起始角 starting angle

α_0

摆锤的释放位置与铅垂位置的夹角,以度为单位。

注:通常摆锤摆动到最低点时冲击试样($\alpha_1=0$),在这种情况下,起始角也是落角[见图 1b)]。

2.11

冲击速度 impact velocity

v_I

摆锤在冲击瞬间的速度,以米每秒为单位。

2.12

势能 potential energy

E

摆锤在起始位置,相对其冲击位置的势能,以焦耳为单位。

2.13

冲击能量 impact energy

W

使试样变形、断裂和推离所需的能量,以焦耳为单位。

2.14

机架 frame

试验机安装摆锤轴承、支承架、钳具和(或)夹具、测量装置以及夹持和释放摆锤机构的部件。机架

的质量 m_F , 以千克为单位。

2.15

机架的振动周期 period of oscillation of the frame

T_F

机架水平振动自由消失所经历的时间, 单位为秒。它反映了机架抵制诸如试验台和(或)它的底座(也可以包括阻尼材料)这样的(弹性)安装刚性的振荡特性(见附录 D)。

2.16

摆锤质量 mass of the pendulum

$m_{P,max}$

所使用的最重摆锤的质量, 以千克为单位。

3 测量仪器

本标准描述的检验方法需要使用直尺、游标卡尺、三角板、水平仪、测力仪、称重传感器(或天平)和计时装置, 来检查试验机各部分的几何和物理性能是否满足本标准规定的要求。

这些测量仪器应具有足够的准确度, 以使参数的测量准确到第 4 章给出的允差限值内。

4 试验机的检验

4.1 试验机的组成部分

基本组成部分如下:

4.1.1 摆锤

4.1.1.1 摆杆

4.1.1.2 锤体

带有弯曲冲击试验(见 ISO 179 和 ISO 180)所使用的冲击刃或带有拉伸冲击试验(见 ISO 8256:2004, 分别用于试验方法 A 和方法 B)所使用的冲击面或夹具。

4.1.2 机架

4.1.2.1 试样支座

用于简支梁冲击试验(见 ISO 179)。

4.1.2.2 钳具

用于悬臂梁冲击试验(见 ISO 180)。

4.1.2.3 夹具或止动块

用于拉伸冲击试验(见 ISO 8256:2004, 方法 A 和方法 B)。

4.1.2.4 夹持和释放摆锤的机构

4.1.3 能量指示装置

4.1.4 用于拉伸冲击试验的横梁

4.2 摆锤

4.2.1 摆锤长度 L_P

通过测定摆锤的摆动周期 T_P , 用公式(1)算出摆锤长度 L_P :

$$L_P = \frac{gT_P^2}{4\pi^2} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

g ——当地的重力加速度, 单位为米每二次方秒(m/s^2);

T_P ——摆锤的摆动周期,单位为秒(s)。

T_P 值的测量应准确到 0.2%。

测量连续摆动 n 次的总时间 $n \times T_P$, 并取 4 次测量的算术平均值, 从而得到摆动周期 T_P 值, n 次连续摆动时间的测量准确到 0.1 s。结合 L_P 要求的准确度, 最小摆动次数 $n \geq 100/T_P$ 。

计时装置的测量准确度优于 0.1 s 时, 允许适当减少摆动次数(见表 1)。

表 1 测定 T_P 所用的最小摆动次数举例

$L_P /$ m	$T_P /$ s	时间测量准确度/ s	摆动的最小次数 n
0.225	0.95	0.1	105
		0.01	11
0.390	1.25	0.1	80
		0.01	8

4.2.2 冲击长度 L_1

冲击长度 L_1 (2.8) 相对摆锤长度 L_P 的最大允许误差为 L_P 的 $\pm 1\%$, 摆锤长度 L_P 通过测量摆动周期 T_P 来计算 [见公式(1)和图 1a)]。

4.2.3 势能 E

势能 E 的最大允许误差应为表 2 第一列所示标称值的 $\pm 1\%$ 。

势能采用下述方法测定, 或者采用任何其他满足上述允差要求的方法测定。

- 将摆锤支承在距摆轴轴线距离 L_H 的天平或测力仪上, 确保摆轴轴线到摆锤重心的连线是水平的 [见图 1a)]。
- 测量垂直力 F_H 和长度 L_H , 力以牛顿为单位, 长度以米为单位, 测量最大允许误差为 $\pm 0.2\%$ 。
- 用公式(2)计算摆锤相对摆轴轴线的水平力矩 M_H , 单位为牛顿米(Nm):

$$M_H = F_H L_H \quad \dots\dots\dots (2)$$

- 测量起始角 α_0 [见图 1b)], 准确到 $\Delta\alpha_0$, $\Delta\alpha_0$ 相当于势能的 1/400, 如合适, 冲击角度 α_1 在 0.25° 以内。这样, 与起始角 140° 、 150° 和 160° 相对应的 $\Delta\alpha_0$ 分别为 0.39° 、 0.54° 和 0.81° 。
- 用公式(3)计算摆锤的势能 E :

$$E = M_H (\cos\alpha_1 - \cos\alpha_0) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

E ——摆锤的势能, 单位为焦耳(J);

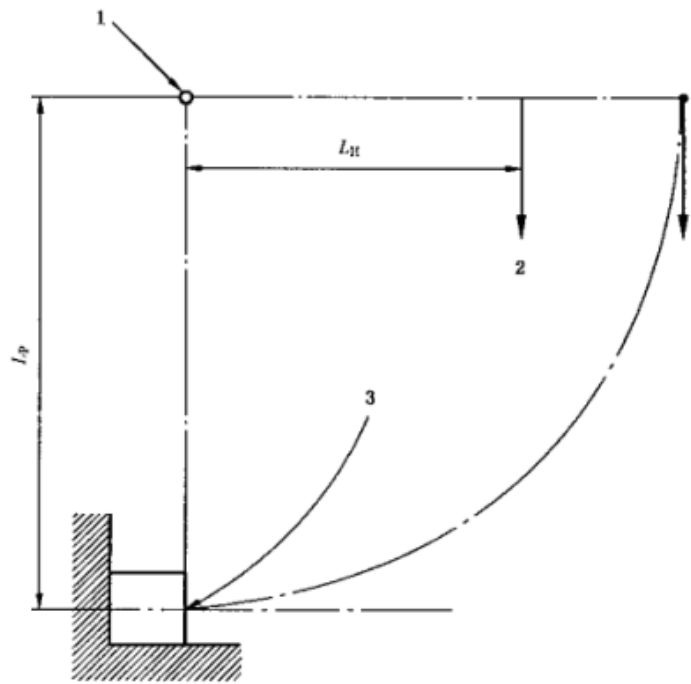
M_H ——摆锤的水平力矩 [见公式(2)], 单位为牛顿米(Nm);

α_0 ——起始角, 单位为度($^\circ$);

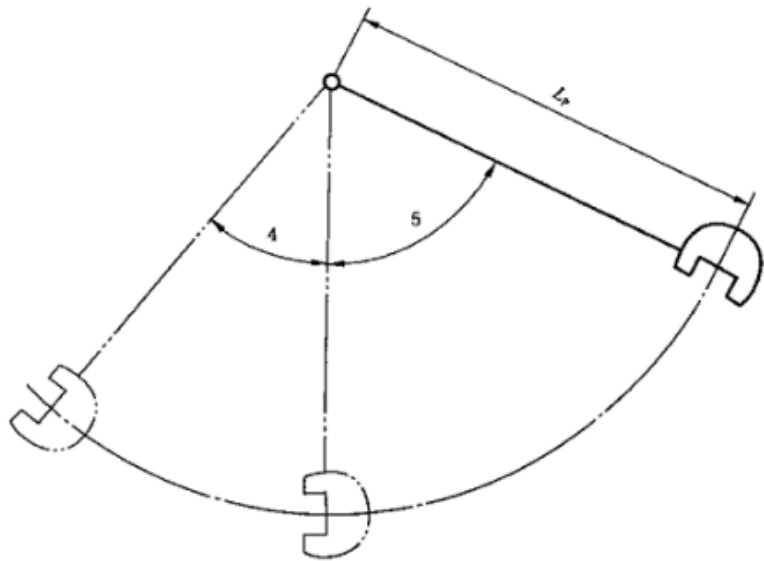
α_1 ——冲击角, 单位为度($^\circ$)。

注 1: 大多数摆锤冲击试验机的冲击角为 0° , 则 $\cos\alpha_1 = 1$ 。

注 2: 在某些情况下, 可能有必要从试验机上卸下摆锤, 按上述方法测定其力矩 M_H 。



a) 测定水平力矩所需的参数



b) 校准和计算势能所需的参数

- 1——摆轴轴线；
- 2——垂直力 F_H ；
- 3——打击中心；
- 4——升角 α_R ；
- 5——起始角 α_0 。

图 1 检验能量所需的参数

4.2.4 冲击速度 v_i

4.2.4.1 速度值

简支梁、悬臂梁和拉伸冲击试验的冲击速度应满足表 2 给出的相应值。

表 2 简支梁、拉伸和悬臂梁冲击试验机的基本性能

势能 E/ J	试验类型	冲击速度 v_1 / (m/s)	无试样时由摩擦引起的 最大允许能量损失 E 的百分数/%
0.5	简支梁	2.9(±10%)	4
1.0	简支梁		2
2.0	拉伸/简支梁		1
4.0	拉伸/简支梁		0.5
5.0	简支梁		0.5
7.5	拉伸/简支梁	3.8(±10%)	0.5
15	拉伸/简支梁		
25	拉伸/简支梁		
50	拉伸/简支梁		
1.0	悬臂梁	3.5(±10%)	2
2.75	悬臂梁		1
5.5	悬臂梁		0.5
11	悬臂梁		0.5
22	悬臂梁		0.5

4.2.4.2 测定

用公式(4)测定冲击速度:

$$v_1 = \sqrt{2gL_1(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_0)} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

v_1 ——冲击速度,单位为米每秒(m/s);

g ——当地的重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s^2);

L_1 ——冲击长度(见 4.2.2),单位为米(m);

α_0 ——起始角,单位为度($^\circ$);

α_1 ——冲击角,单位为度($^\circ$)(见 4.2.3 的注 1)。

4.2.5 摆锤冲击试验机的类型

本标准涉及三种不同类型的试验机。

图 2 是简支梁试验机的典型示例。要检验的主要性能参数值列于表 3。

表 3 简支梁冲击试验机的性能

参 数	图 2 中使用的符号	单 位	数 值
摆锤			
冲击刃角度	θ_1	度	30 ± 1
冲击刃曲率半径	R_1	mm	2 ± 0.5
机架/摆锤位置			
试样长轴线与参考面(如果存在)的平行度	p_1	—	$\pm 4/1\,000$
冲击刃与锤体重心之间的距离	D_1	mm	± 0.5
两支座的中平面相对冲击刃的位置	D_2	mm	± 0.5
试样支座			
支座的曲率半径	R_2	mm	1 ± 0.1
支座的斜角	θ_2	度	10 ± 1
支座的坡角	θ_3	度	5 ± 1
支座的角速度	θ_4	度	90 ± 0.1

图 3 是悬臂梁冲击试验机的典型示例。要检验的主要性能参数值列于表 4。

图 4 和图 5 是拉伸冲击试验机的典型示例,要检验的主要性能参数值列于表 5。

对于带有若干摆锤的试验机,只要它们满足本标准的要求,则是合格的。

表 4 悬臂梁冲击试验机的性能

参 数	图 3 中使用的符号	单 位	数 值
冲击刃			
半径	R_1	mm	0.8 ± 0.2
与试样长轴线的夹角	θ_1	度	90 ± 2
与试样表面的平行度(在整个宽度内)	p_1	mm	± 0.025
机架/摆锤位置			
钳具上表面的水平度	p_2	—	$\pm 3/1\ 000$
定位槽与钳具上表面之间的夹角	θ_2	度	90 ± 0.5
冲击刃与支承块上表面的距离	D_1	mm	22 ± 0.2
钳具表面			
水平和垂直方向的平行度	p_3	mm	± 0.025
支承块上边缘(试样发生弯曲处)的半径	R_2	mm	0.2 ± 0.1

表 5 拉伸冲击试验机的性能

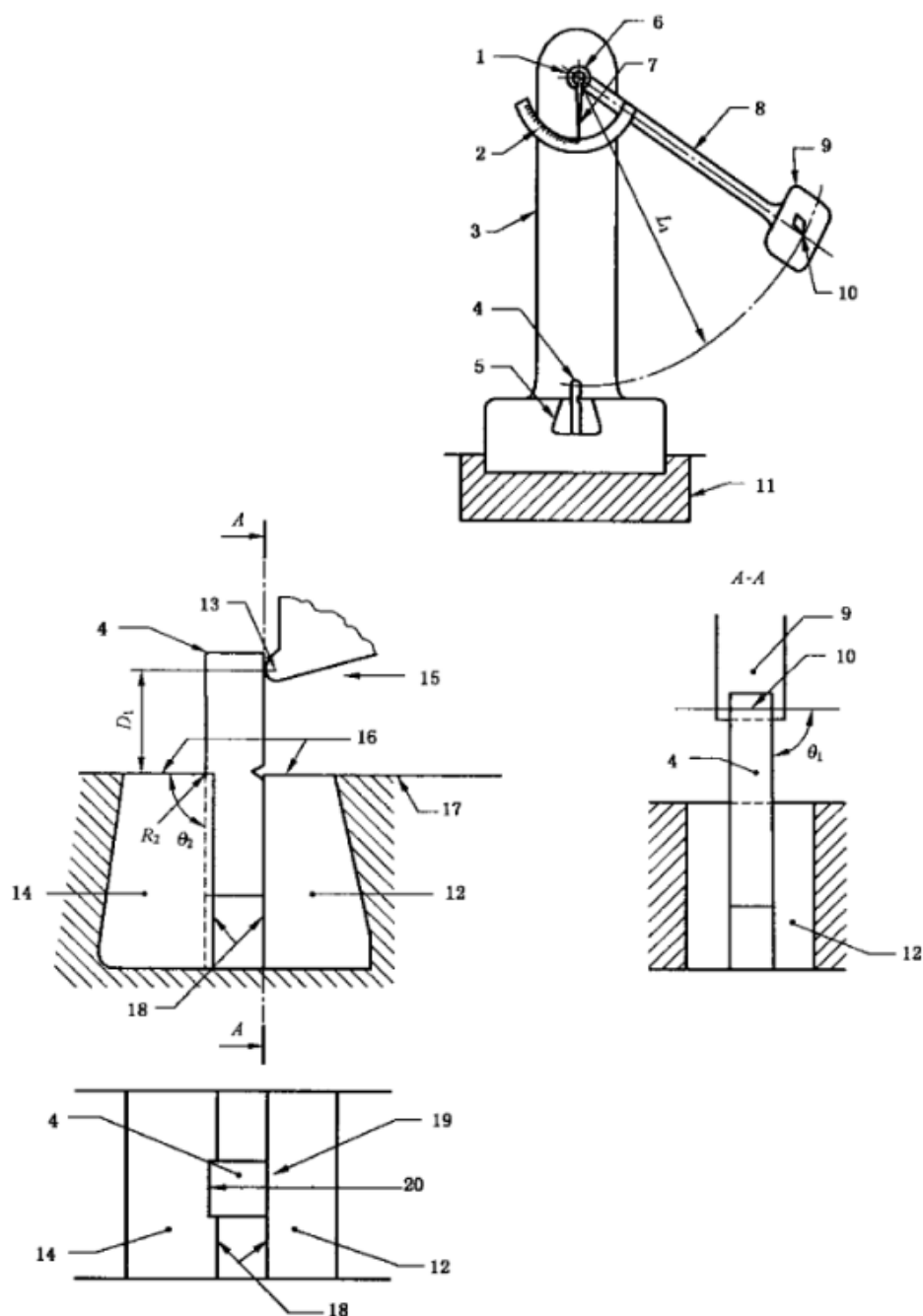
参 数	图 4 和图 5 中使用的符号	单 位	数 值
摆锤			
锤体(或砧座)表面与横梁表面的平行度	p_1	—	$\pm 4/1\ 000$
锤体(或砧座)表面与摆动平面之间的夹角	p_2	度	90 ± 1
锤体(或砧座)表面相对摆动平面的对称度	S_1	mm	± 0.5
试样位置			
相对摆动平面的对称度	S_2	mm	± 0.5
相对摆动平面的夹角	p_3	度	± 0.2
横梁			
横梁的质量见表 6			

表 6 横梁质量

势能/ J	横梁质量/ g	
	方法 A ^a	方法 B
2.0	15 ± 1 或 30 ± 1	15 ± 1
4.0	15 ± 1 或 30 ± 1	15 ± 1
7.5	30 ± 1 或 60 ± 1	30 ± 1
15.0	30 ± 1 或 60 ± 1	120 ± 1
25.0	60 ± 1 或 120 ± 1	120 ± 1
50.0	60 ± 1 或 120 ± 1	120 ± 1

^a 对于方法 A,尽量使用较轻的横梁。

注:取决于试样安放位置的摆锤冲击试验机的性能只能使用精确的矩形金属标准试样进行测量。使用注射成型的试样是不适当的,原因是它们带有斜角。



1——摆锤轴承；

2——标度盘；

3——机架；

4——试样；

5——试样支承；

6——摆轴；

7——摩擦指针；

8——摆臂；

9——锤体；

10——冲击刃；

11——机座；

12——夹持块；

13——冲击刃曲率半径 R_1 ；

14——支承块；

15——冲击方向；

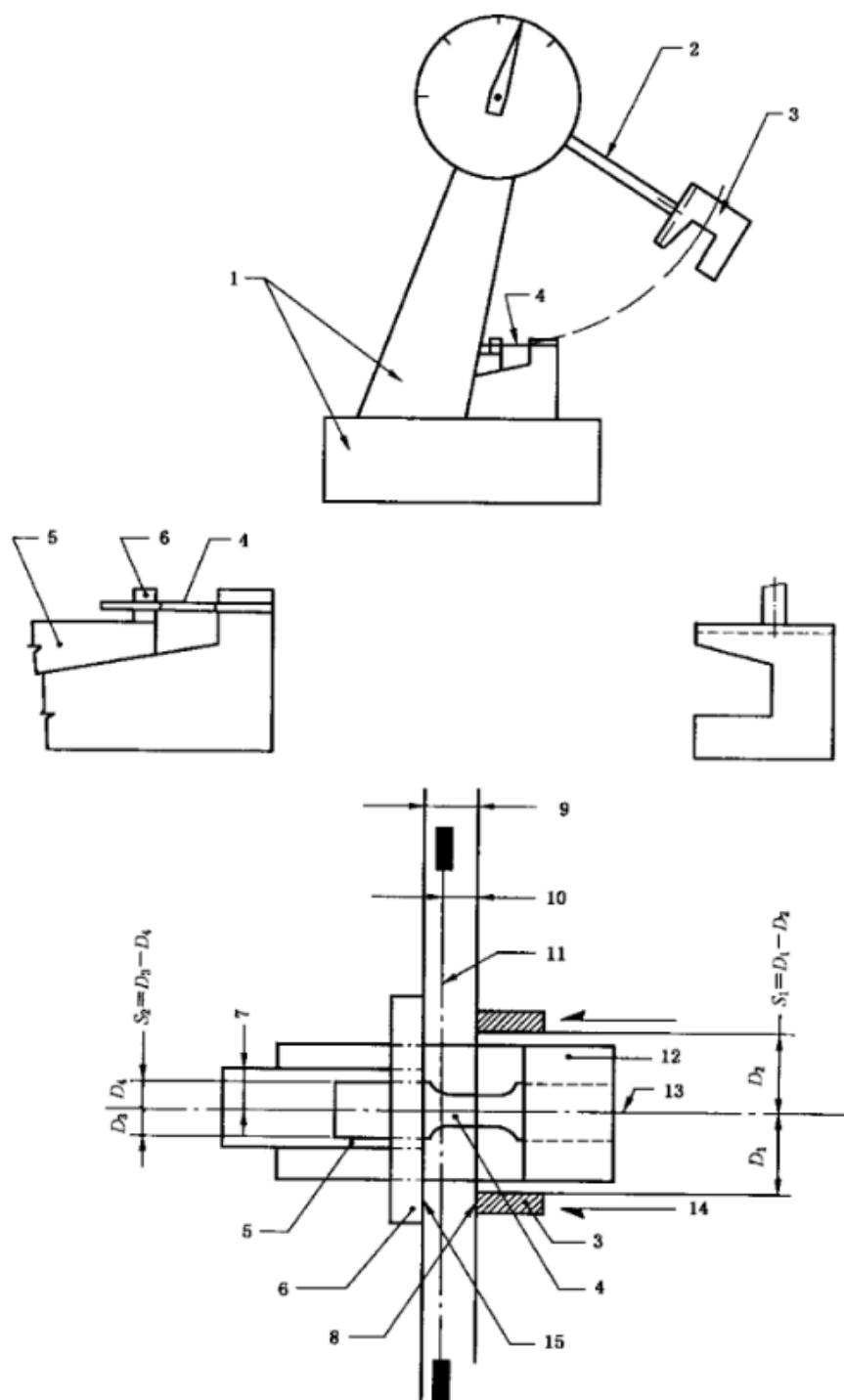
16——钳具上表面；

17——水平度 p_2 ；18——平行度 p_3 ；19——平行度 p_1 ；

20——定位槽。

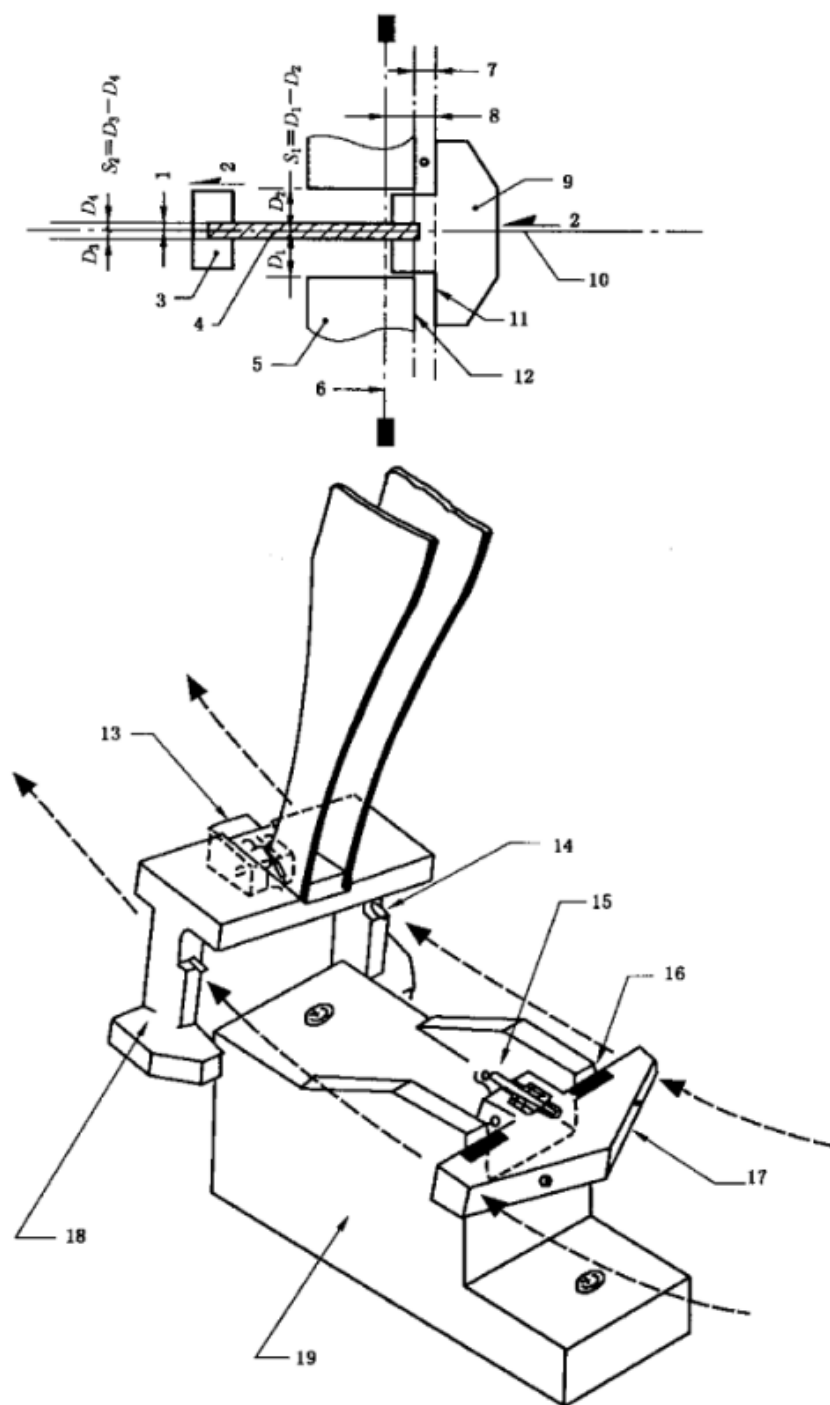
注：支承块和夹持块一起构成了钳具。

图3 悬臂梁试验机详图(尺寸见表4)



- | | | |
|---------|---------------------|-----------|
| 1—机架; | 6—横梁; | 11—摆轴; |
| 2—摆杆; | 7—规定其同面度 p_3 ; | 12—钳具爪; |
| 3—锤体; | 8—锤体打击面; | 13—摆动平面; |
| 4—试样; | 9—平行度 p_1 ; | 14—冲击方向; |
| 5—横梁支承; | 10—规定两平面平行度 p_2 ; | 15—横梁打击面。 |

图4 ISO 8256:2004 中方法A使用的拉伸冲击试验机
摆锤和试样夹具相互关系示意图(尺寸见表5)



- | | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------|
| 1—规定其同面度 p_3 ; | 9—横梁夹具; | 16—淬火的锤垫(用于防止永久变形); |
| 2—冲击方向; | 10—摆动平面; | 17—运动横梁和试样夹具; |
| 3—摆锤头; | 11—横梁打击面; | 18—锤锤头; |
| 4—试样; | 12—砧座打击面; | 19—底座。 |
| 5—砧座; | 13—运动试样夹具; | |
| 6—摆轴; | 14—向下运动过程中其他装置支撑运动横梁用的销子; | |
| 7—平行度 p_1 ; | 15—已断试样; | |
| 8—规定两平面平行度 p_2 ; | | |

图5 ISO 8256:2004 中方法B使用的拉伸冲击试验机试样断裂后摆锤和试样夹具相互关系示意图(尺寸见表5)

4.3 机架的基本性能

4.3.1 结构

摆锤冲击试验机的机架应具有刚性结构(见表7)。机架的重心应与冲击时摆锤的打击中心在同一高度,并且在摆锤的摆动面上。如果机架与工作台相连接,则系统(工作台+机架)的重心可以低一些。

表7 机架的一般特性

参 数	单 位	数 值
摆轴的水平度		
1) 带参考平面 ^a 的试验机	—	±2/1 000(相对参考面)
2) 不带参考平面的试验机	—	±4/1 000
轴承的轴向间隙	mm	0.25
轴承的径向间隙	mm	0.05
^a 由制造者保证合格。		

4.3.2 机架调水平

安装机架时应将用于安装试样支座的参考平面(基准面)的水平度调整在 2/1 000 以内,调整摆轴与参考平面的平行度在 2/1 000 以内,或摆轴的水平度在 4/1 000 以内(见表7)。为保持机架位置和安装的刚度(见 4.3.3),调好水平后,应将调整螺丝紧固。

4.3.3 机架质量、摆锤质量和安装刚度

对于断裂所需的能量大于摆锤势能的试样,对其冲击以后,装在试验台上的机架不应有明显的位移。

除了机架质量与所使用的最重摆锤质量之比 $m_F/m_{P,max}$ 至少应为 40 以外,还应将机架固定在刚性试验台上。

机架质量与所使用的最重摆锤质量之比 $m_F/m_{P,max}$ 的最小值取决于所测量的最大相对冲击能量 W_{max}/E_{max} (见表8和附录B)。

表8 作为所测量的最大相对冲击能量 W_{max}/E_{max} (最大允许相对能量误差 $\Delta W/E_{max}$ 为 ±0.5%) 函数的机架质量与摆锤质量的最小比值

W_{max}/E_{max} %	40	50	60	70	80
$m_F/m_{P,max}$	10	18	28	42	62

注1: 推荐质量比 $m_F/m_{P,max}$ 为 40,这适合于测量达到最重摆锤位能 70% 的冲击能量,例如,对于 $E_{max}=50J$ 时, $W_{max} \leq 35 J$ 。

为了防止在无试样的情况下,摆锤摆动期间发生共振而使能量从摆锤向机架传输,机架的振动周期 T_F 应满足不等式(5)(见附录D):

$$T_F \leq T_P/7 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

T_F ——机架的振动周期,单位为秒(s);

T_P ——摆锤的振动周期,单位为秒(s)。

注2: 常用摆锤的振动周期 T_P 在 0.9 s~1.3 s 范围内。因此,机架的安装要有足够的刚度,以使振动周期 T_F 相应小于 0.13 s~0.19 s。

安装刚度 S_F 应满足不等式(6):

$$S_F \geq \frac{4\pi^2 m_F}{T_F^3} \quad \dots\dots\dots(6)$$

使用推荐的质量比 $m_F/m_{P,\max}$ 为 40, 将不等式(5)和不等式(6)合并, 则得出不等式(7):

$$S_F \geq \frac{7.7 \times 10^4 \times m_{P,\max}}{T_P^2} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

S_F ——安装刚度, 单位为牛顿每米(N/m);

$m_{P,\max}$ ——最重摆锤的质量, 单位为千克(kg);

T_P ——摆锤的振动周期, 单位为秒(s)。

注 3: 可以测定安装刚度 S_F , 例如, 在冲击方向对机架施加一个已知的水平力 F_F 而产生位移 s , 则 $S_F = F_F/s$ (见图 D. 3)。另外, 在冲击方向对机架施加脉冲而激发共振, 用适当的记录装置进行监测, 也可以得到机架的振动周期 T_F 。

4.4 轴承

摆锤主轴轴承的轴端间隙不应超过 0.25 mm, 径向总间隙不应超过 0.05 mm (见表 7)。

在垂直于摆动平面的方向对摆锤施加一个力, 通过安装在机架上并接近轴承座的千分表来指示主轴端部轴承的位移量, 由此能够测得轴向间隙。建议这个垂直力与所使用的最重摆锤的重量有相同的数量级。

4.5 能量指示装置

4.5.1 标度型式

试验机既可以用升角 α_R [见图 1b)] 标度, 也可以用吸收的冲击能量 W 标度, 二者的关系如公式(8):

$$W = M_H (\cos \alpha_R - \cos \alpha_0) \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

W ——冲击能量, 单位为焦耳(J);

M_H ——摆锤的水平力矩, 用公式(2)计算, 单位为牛顿米(Nm);

α_0 ——起始角, 单位为度(°);

α_R ——升角, 单位为度(°)。

注: 既标有吸收能量焦耳值又标有升角角度值的度盘可能方便使用。起始角可变, 对于安装、校准试验机和测量摩擦能量损失也是有利的。

4.5.2 标尺的分辨力

冲击能量 W 的标尺可以是模拟的, 也可以是数字的, 标尺的分辨力 ΔW 至少应达到势能 E 的 1/400, 相应升角 α_R 的分辨力 $\Delta \alpha_R$ 用公式(9)计算, 单位为度(°)。

$$\Delta \alpha_R = \frac{180(1 - \cos \alpha_0)}{\pi(400 \sin \alpha_R)} \quad \dots\dots\dots (9)$$

注: 例如, 对于起始角为 145°, 在临界范围附近 $\alpha_R = 90^\circ$, 则 $\Delta \alpha_R = 0.26^\circ$ 。上面给出的分辨力值 ΔW 和 $\Delta \alpha_R$ 包括诸如视差和指针宽度以及数字标度的波动而影响读数的不确定度。

4.5.3 升角和(或)能量标尺的校准

应按下述方法检查约等于标度范围 10%、20%、30%、50% 和 70% 各点的标度标记, 升角的测量准确到 4.5.2 规定的准确度:

- 正常操作试验机, 但不放置试样, 得到指针指示的零点读数($W_s, 1$)。记录这个读数, 该读数的最大允许误差为势能 E 的 $\pm 2.5\%$;
- 支撑摆锤, 使指针指示零点读数($W_s, 1$), 测量对应的升角 $\alpha_{R,1}$;
- 支撑摆锤, 使指针指在上述各校准点的刻度位置, 测量对应各位置的升角 $\alpha_{R,i}$;
- 按公式(10)计算吸收能量 W_i :

$$W_i = M_H (\cos \alpha_{R,i} - \cos \alpha_{R,1}) \quad \dots\dots\dots (10)$$

注: 在 L_i 、 F_H (见 4.2.3)、 $\alpha_{R,1}$ 和 $\alpha_{R,i}$ 达到规定测量准确度的情况下, 能使 W_i 的测量准确到约为满刻度的 0.3%。

- e) 重复操作 a)~d) 两次;
- f) 计算三次测量的平均值。各点测量值与平均值之差的最大允许值为相应指示能量的 $\pm 1\%$ 或者满刻度值的 $\pm 1\%$, 取其较大者。

4.6 摩擦能量损失

4.6.1 损失的类型

摩擦吸收的能量包括指针(如果试验机带有指针)、电子式角位移传感器、空气阻力和摆锤轴承摩擦吸收的能量。

4.6.2 指针摩擦损失能量的测定

如果试验机带有指针, 则采取下列方法测定指针摩擦损失的能量 $W_{f,p}$:

- a) 正常操作试验机, 但不放置试样, 得到第一个读数 $W_{f,1}$;
- b) 指针不复位, 再次从初始位置释放摆锤, 得到第二个读数 $W_{f,2}$;
- c) 重复步骤 a)~b) 两次;
- d) 计算 $W_{f,1}$ 和 $W_{f,2}$ 三次测量的平均值 $\bar{W}_{f,1}$ 和 $\bar{W}_{f,2}$;
- e) 按公式(11)算出一次摆动指针摩擦损失的能量 $W_{f,p}$, 即

$$W_{f,p} = \bar{W}_{f,1} - \bar{W}_{f,2} \quad \text{..... (11)}$$

4.6.3 空气阻力和摆锤轴承摩擦损失能量的测定

采用下述方法测定空气阻力和摆锤轴承摩擦损失的能量:

- a) 如果试验机带有指针, 按 4.6.2 操作试验机得到读数 $W_{f,2}$ 。允许摆锤连续自由摆动。测得 $W_{f,2}$ 以后, 再摆动的第 10 次开始将指针复位, 完成第 10 次摆动之后, 指针被驱动几个分度, 记录该读数 $W_{f,3}$;
- b) 重复步骤 a) 两次;
- c) 计算 $W_{f,2}$ 和 $W_{f,3}$ 三次测量的平均值 $\bar{W}_{f,2}$ 和 $\bar{W}_{f,3}$;
- d) 按公式(12)计算摆锤摆动一次由于空气阻力和摆锤轴承摩擦损失的能量 $W_{f,AB}$:

$$W_{f,AB} = \frac{\bar{W}_{f,3} - \bar{W}_{f,2}}{20} \quad \text{..... (12)}$$

注: 电子式角位移传感器常被用来测量摆锤运动。这些装置或者是无摩擦的光电装置, 或者它们的摩擦损失包含在 $W_{f,AB}$ 中。

4.6.4 摩擦损失总能量的计算

用公式(13)计算由于摩擦损失的总能量 W_f :

$$W_f = \frac{1}{2} \left[W_{f,AB} + \frac{\alpha_R}{\alpha_0} (W_{f,AB} + 2W_{f,p}) \right] \quad \text{..... (13)}$$

4.6.5 最大允许摩擦损失

摆锤在一次摆动中摩擦损失的总能量不应超过表 2 给出的相应值。

冲击试样时测量的冲击能量应减去公式(13)算出的总能量损失 W_f , 但只有在 W_f 超过势能 E 的 0.5%, 即只有在摆锤势能小于 4 J(见表 2)的情况下才做这个计算。

4.7 试样支座、夹具和横梁

4.7.1 简支梁冲击试验机上的支座

简支梁冲击试验机(见图 2)上的试样支座应符合下列全部要求:

4.7.1.1 支座的配置

在摆锤摆动平面的两边应各安装一个试样支座, 每个支座应由垂直于摆锤摆动平面的两个相互垂直的平面构成。其中一个面用于支承试样, 另一个面对试样的冲击起反冲作用。两个支座相对应的面应在同一平面上。

支座两个面的连接处应开一个槽, 以便容纳试样一个带毛刺的棱边, 使其与支座这两个面完全

接触。

4.7.1.2 支座的定位

当试样尺寸为 $(80\text{ mm}\pm 0.2\text{ mm})\times(10\text{ mm}\pm 0.2\text{ mm})\times(4\text{ mm}\pm 0.2\text{ mm})$ 时,支座应符合下列要求:

- 长轴与试验机参考平面的平行度应在 $4/1\ 000$ 以内;
- 表面与试样相应面的平行度应在 $4/1\ 000$ 以内;
- 当摆锤的冲击刃与试样接触时,冲击刃与试样表面在整个冲击刃长度范围内应吻合,间隙在 0.025 mm 以内,接触线与试样长轴的垂直度应在 2° 以内。

注:上述的一种检验方法如下:将试样用薄纸紧紧包起来(如使用胶带)后放在支座上。同样,将冲击刃用复写纸也紧紧包起来,碳粉面朝外(即不在冲击锤那面)。使摆锤离开平衡位置升高几度角,然后释放使其接触试样,但避免再一次接触试样,复写纸在包裹试样的薄纸上宜留下延至试样整个宽度的印痕。该试验可以同冲击刃与试样接触角度的检查(见4.8.1)一起完成。

4.7.1.3 支座表面间的夹角

使用量规检查每个支座两个平面间的夹角,应为 $90^\circ\pm 0.1^\circ$ 。

4.7.1.4 支座间的距离

可以有不同的距离(见ISO 179-1)。

4.7.1.5 支座的坡角

用角度规检查支座的坡角(见图2)应为 $5^\circ\pm 1^\circ$ 。

4.7.1.6 支座的斜角

用角度规检查支座的斜角(见图2)应为 $10^\circ\pm 1^\circ$ 。

4.7.1.7 支座的曲率半径

用量规检查支座的曲率半径应为 $1\text{ mm}\pm 0.1\text{ mm}$ 。

4.7.1.8 缺口的定位

如果采取手工定位试样,应确保缺口对称面位于两支座中心点的 $\pm 0.5\text{ mm}$ 范围内。

注:能够使用样板检查支座间的距离,它们相对冲击刃的位置如附录E所示。

4.7.2 悬臂梁冲击试验机的钳具

悬臂梁冲击试验机(见图3)上用于夹持试样的钳具应符合下列全部要求。

4.7.2.1 试样定位槽

支承块上的定位槽(如果配备)应使用量规进行检查,并符合表4规定的尺寸要求。

定位槽应使试样在发生弯曲的面上得到完全充分的支承。

支承块上试样发生弯曲处的棱边应倒成半径为 $0.2\text{ mm}\pm 0.1\text{ mm}$ 的倒角。

4.7.2.2 试样和锤体的定位

当4.7.1.2所规定尺寸的试样用钳具夹持使之与机架刚性相连时,应符合下列要求:

- 支承块上表面与试验机参考水平面的平行度应在 $3/1\ 000$ 以内;
- 试样长轴与支承块上表面应相互垂直,垂直度在 $\pm 0.5^\circ$ 以内;
- 缺口应面向锤体,并应与摆锤摆动面垂直,缺口的对称面应与支承块的上表面重合,两者相差的最大允许值为 $\pm 0.1\text{ mm}$;
- 当冲击刃与试样接触时,冲击刃的宽度应大于试样宽度且与试样在宽度方向完全接触,冲击刃应与试样的长轴垂直,垂直度在 $\pm 2^\circ$ 以内,并与试样打击面的平行度在整个试样宽度内不超过 $0.025\text{ mm}(=0.36^\circ)$ 。

4.7.2.3 钳具表面

在夹持好试样的情况下,钳具表面在水平方向和垂直方向的平行度都应在 $4/1\ 000$ 以内。

4.7.3 拉伸冲击试验用夹具

4.7.3.1 一般要求

对于1型、2型、3型和4型试样(见ISO 8256:2004的表2和图1),试样被夹持的两表面在冲击时

不应产生滑移。该要求既适用于连接到机架或冲击锤上的夹具钳口表面,也适用于连接到横梁上的夹具钳口表面,夹具应设计成不影响试样的断裂。

钳口可以带有锥形锯齿,锯齿的尺寸应根据经验选择,以适合于试样材料的硬度和韧性以及厚度。紧靠试验部位的锯齿钳口的边缘应有一个倒圆,该倒圆一直到第一个锯齿的边缘。

4.7.3.2 专用夹具(钳口)

对于5型试样(见ISO 8256:2004的表2和图1),只能采用嵌入式夹持,需要使用一副不同高度的带切口的钳口。试验选择的一副钳口的高度应大于试样的厚度,但小于其厚度的120%。

4.7.3.3 定位

夹好试样后,试样应位于摆锤摆动平面内,最大允许误差为 $\pm 0.5\text{ mm}$ 。

4.7.4 拉伸冲击试验用横梁

4.7.4.1 横梁的质量

横梁质量的大小取决于所用摆锤的能量。通过称量确保横梁质量符合表6的规定。

注:为了减小金属锤体冲击金属横梁产生的跳动,建议横梁用基本无冲击弹性的材料制造。已经发现韧性铝是令人满意的材料。

4.7.4.2 横梁的定位

应采取措施确保夹持试样以后下列要求得到满足:

- a) 横梁的打击面应与摆锤摆轴轴线在同一平面,与摆轴的平行度应在2/100以内;
- b) 打击面的中心应对称于摆锤的摆动平面,最大允许误差为 $\pm 0.5\text{ mm}$ 。

4.8 锤体

4.8.1 简支梁冲击试验机的锤体

摆锤的冲击刃应是有 $30^\circ \pm 1^\circ$ 刃角的淬火钢,并应倒成半径 R_1 等于 $2\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 的倒圆。这些尺寸可以用样板检查(见附录E)。冲击刃应在试样支座的中间穿过,最大允许误差为 $\pm 0.2\text{ mm}$,应使冲击刃与整个矩形试样宽度(或厚度)相接触。接触线应与试样长轴垂直,垂直度在 $\pm 2^\circ$ 以内[见图2和4.7.1.2c)的注]。

支座与锤体之间的空隙,或者摆锤穿过支座的邻近区域应足以保证试样断裂后自由飞离试验机,使影响降至最低,防止试样反弹回摆锤。

支座上用于定位试样的端部挡块在试验过程中不应妨碍试样的运动。

4.8.2 悬臂梁冲击试验机的锤体

摆锤的冲击刃应是淬火钢,并带有曲率半径 R_1 为 $0.8\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$ 的圆柱形表面,其轴应是水平的,并与摆锤的摆动平面垂直。冲击刃应定位在与整个矩形试样宽度(或厚度)完全接触的位置。接触线应与试样的长轴垂直(垂直度在 $\pm 2^\circ$ 以内)并应距钳具上表面 $22\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$ (见图3)。

4.8.3 拉伸冲击试验机的锤体

4.8.3.1 方法A使用的锤体

方法A使用的锤体应由钢制成,两个打击面的共面度应在4/1 000以内且与摆轴轴线的平行度在5/1 000以内。

当使用 $(80\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}) \times (10\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}) \times (4\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm})$ 尺寸的试样时,横梁(见4.7.4.2)上两打击面的中点和锤体上两打击面的中点应位于同一水平面上,该平面与水平面的偏差应在 2° 以内,并且与摆锤摆动面相差的最大允许值为 $\pm 0.5\text{ mm}$ (见图4)。

4.8.3.2 方法B使用的锤体

方法B使用的锤体应由钢制成,并能够牢固地夹持试样(见4.7.3.1)。

夹持好的试样的中心线应位于摆锤摆动平面上,最大允许误差为 $\pm 0.5\text{ mm}$ (见图5)。

安装在矩形标准试样上的横梁的两接触面的共面度应在5/1 000以内,与摆锤摆轴的平行度应在5/1 000范围内。

因此,夹持在锤上的标准试样(例如不锈钢试样)的长轴与摆锤摆动平面的平行度应在4/1 000以内。

5 检验周期

各种类型的冲击试验机均应有适当的检验周期,检验周期的长短取决于试验机的类型、使用的程度和自然状态。

注1:对于工作、维护状况良好的试验机,建议其检验周期为2年。

注2:在检验周期内,对于工作、维护状况良好的试验机,建议每年进行一次局部检验。

如果试验机移动到新的地点或大修、调整后,或者对其准确度产生怀疑时,均应进行检验。至于进行全部检验还是进行局部检验,应由检验机构决定。

对于局部检验,按照4.2、4.4、4.6和4.8的要求进行。

6 检验报告

全部检验完成后,应出具检验报告。检验报告应包含下列信息:

- a) 检验机构的名称和地址。
- b) 委托方名称和地址。
- c) 试验机的描述,包括:
 - 1) 制造者;
 - 2) 型式或型号;
 - 3) 编号;
 - 4) 试验类型;
 - 5) 每个摆锤的标称势能。
- d) 试验机安装地点。
- e) 检验日期。
- f) 注明采用本标准。
- g) 修理和调整的详细情况。
- h) $\overline{W}_{t,1}$ 、 $\overline{W}_{t,2}$ 和 $\overline{W}_{t,3}$ (见4.6)。
- i) 是否符合第4章要求的陈述。
- j) 报告签发日期。

另外,在报告中还应包括报告编号和建议再检验(全部或局部)的日期。

附录 A

(资料性附录)

各摆锤长度之间的关系

2.5~2.7 定义了三种摆锤长度。它们是摆轴轴线分别至打击中心(L_P)、摆锤重心(L_M)和质心(L_G)的距离。

摆锤长度 L_P 可以通过测量摆锤摆动周期 T_P 来确定[见公式(1)]。

回转长度 L_G 不能直接测量,它由公式(A.1)得出(以米为单位):

$$L_G = \sqrt{J/m_P} \quad \text{..... (A.1)}$$

式中:

m_P ——摆锤质量,单位为千克(kg)(由称重测出);

J ——摆锤的惯性矩,单位为千克二次方米(kg/m^2),由公式(A.2)给出:

$$J = \int_0^{m_P} r^2 dm \quad \text{..... (A.2)}$$

式中:

r ——至摆轴的距离,单位为米(m)。

摆轴轴线至摆锤重心的距离 L_M 可以通过测量将摆锤支承到水平位置时的水平力矩 M_H [单位为牛顿米(Nm)]来确定,由公式(A.3)给出:

$$M_H = g \cdot \int_0^{m_P} r dm \quad \text{..... (A.3)}$$

式中:

g ——当地的重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s^2)。

则重心长度 L_M 由公式(A.4)给出:

$$L_M = \frac{1}{m_P} \int_0^{m_P} r dm \quad \text{..... (A.4)}$$

根据公式(A.3),得出公式(A.5):

$$L_M = \frac{M_H}{gm_P} \quad \text{..... (A.5)}$$

摆锤长度公式(1)可用下式代替:

$$L_P = \frac{J}{m_P L_M} \quad \text{..... (A.6)}$$

从公式(A.1)和公式(A.6)看出,回转长度代表重心长度和摆锤长度的几何平均,见公式(A.7):

$$L_G = \sqrt{L_P L_M}$$

$$L_P = \frac{L_G^2}{L_M} \quad \text{..... (A.7)}$$

不等式(A.8)也能证明:

$$L_M \leq L_G \leq L_P \quad \text{..... (A.8)}$$

这些公式是根据数学推导得出的。由于落下高度 $H_M = L_M(1 - \cos\alpha_0)$, α_0 是起始角[见图 1b)],势能 $E = H_M \cdot m_P \cdot g$ 可以用 L_M 和 α_0 计算。将公式(A.5)代入,得到公式(3)。

附录 B

(资料性附录)

机架质量与摆锤质量的比率

在假设弹性安装的机架能够运动自如的情况下,可以估算出冲击时传递到机架的最大能量 W_F 。与机架的振动周期 T_F 相比,摆锤摆动周期是比较短的。

忽略已断试样的动量,根据动量守恒定理公式(B.1)成立:

$$m_F v_F = m_P (v_1 - v_A) \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

m_F ——机架质量,单位为千克(kg);

m_P ——摆锤质量,单位为千克(kg);

v_F ——机架刚冲击后的最大速度,单位为米每秒(m/s);

v_1 ——冲击速度,单位为米每秒(m/s);

v_A ——摆锤刚冲击后的速度,单位为米每秒(m/s)。

将公式(B.1)两边平方并代入势能:

$$E = \frac{m_P v_1^2}{2}$$

和机架吸收的能量:

$$W_F = \frac{m_F v_F^2}{2}$$

得到公式(B.2)

$$\frac{m_F}{m_P} = \frac{\left(1 - \frac{v_A}{v_1}\right)^2 E}{W_F} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

根据能量守恒定律,公式(B.3)成立:

$$E = \frac{m_P v_A^2}{2} + W + W_F \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

整理后得公式(B.4):

$$\frac{v_A}{v_1} = \sqrt{\frac{1 - (W + W_F)}{E}} \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中 W 是冲击能量。

将公式(B.4)代入公式(B.2)即得到用摆锤相对冲击能量和机架吸收的相对能量表示的机架质量与摆锤质量之比,即公式(B.5):

$$\frac{m_F}{m_P} = \left[1 - \sqrt{\frac{1 - (W + W_F)}{E}}\right]^2 \times \frac{E}{W_F} \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

机架吸收的能量不应超过 E 的 0.5%。图 B.1 为 $W_F/E=0.005$ 和 $W_F/E=0.01$ 时,即机架吸收能量等于 E 的 0.5% 和 1% 时的质量比 m_F/m_P (也见表 8)。

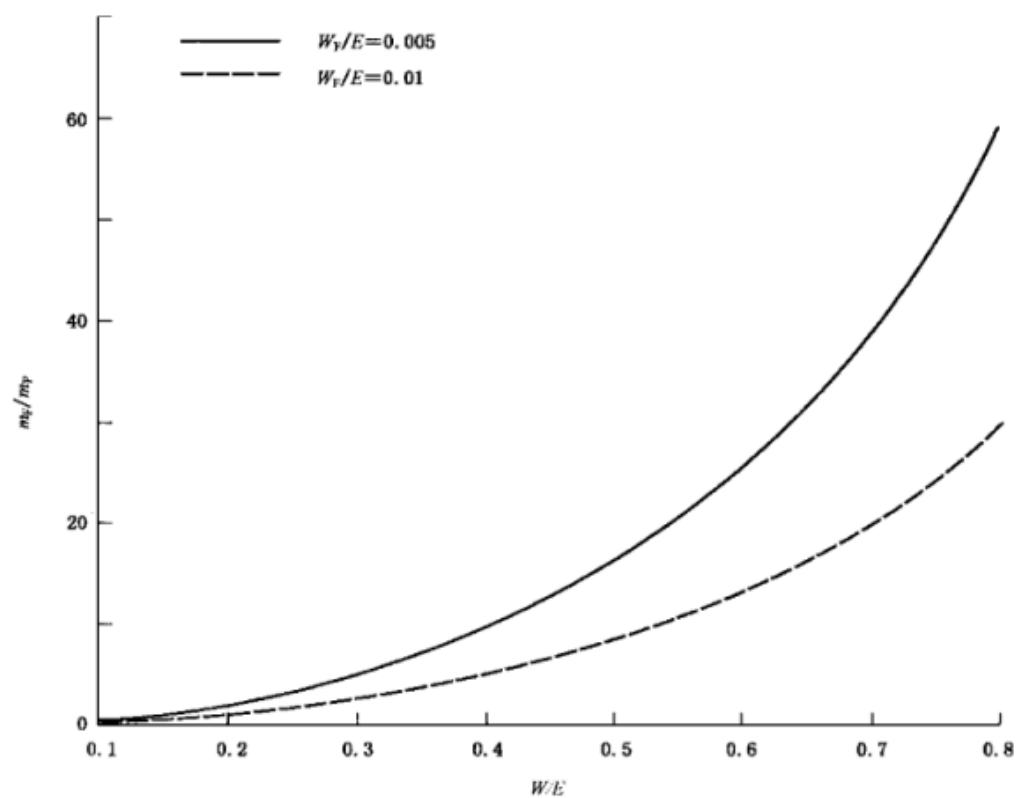


图 B.1 机架吸收的相对能量 W_f/E 等于两个值时,机架与摆锤的质量比相对试样吸收的相对能量 W/E 的关系曲线

附 录 C
(资料性附录)
冲击过程中摆锤的减速

根据公式(B.4)(但没有 W_F),摆锤刚冲击后在冲击长度处的切向速度 v_A [单位为米每秒(m/s)]按公式(C.1)计算:

$$v_A = v_1 \sqrt{1 - \frac{W}{E}} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:
 v_1 ——冲击速度,单位为米每秒(m/s);
 W ——冲击能量,单位为焦耳(J);
 E ——摆锤的势能,单位为焦耳(J)。

图 C.1 示出了作为冲击能量、冲击强度和缺口冲击强度(简支梁冲击试验 ISO 179-1/1eU 和 ISO 179-1/1eA)函数的所用的不同摆锤 v_A 的曲线图。

这是对应可能被给定摆锤吸收了 10%~80%(对于拉伸冲击试验,为 20%~80%,见 ISO 8256)的势能 E ,给出的冲击后的速度。

另外,在上述给出的能量范围内,始终使用势能尽可能高的摆锤。

该要求是在图 C.1 中用粗线表示曲线。因为这个要求,而大大降低了简支梁冲击试验的速度范围。由于冲击试样消耗能量而产生的减速,使冲击后的速度被有效限制在冲击速度的 5%~10% 范围内。

该要求确保了使用不同势能的摆锤以大约相同的速度进行冲击试验。

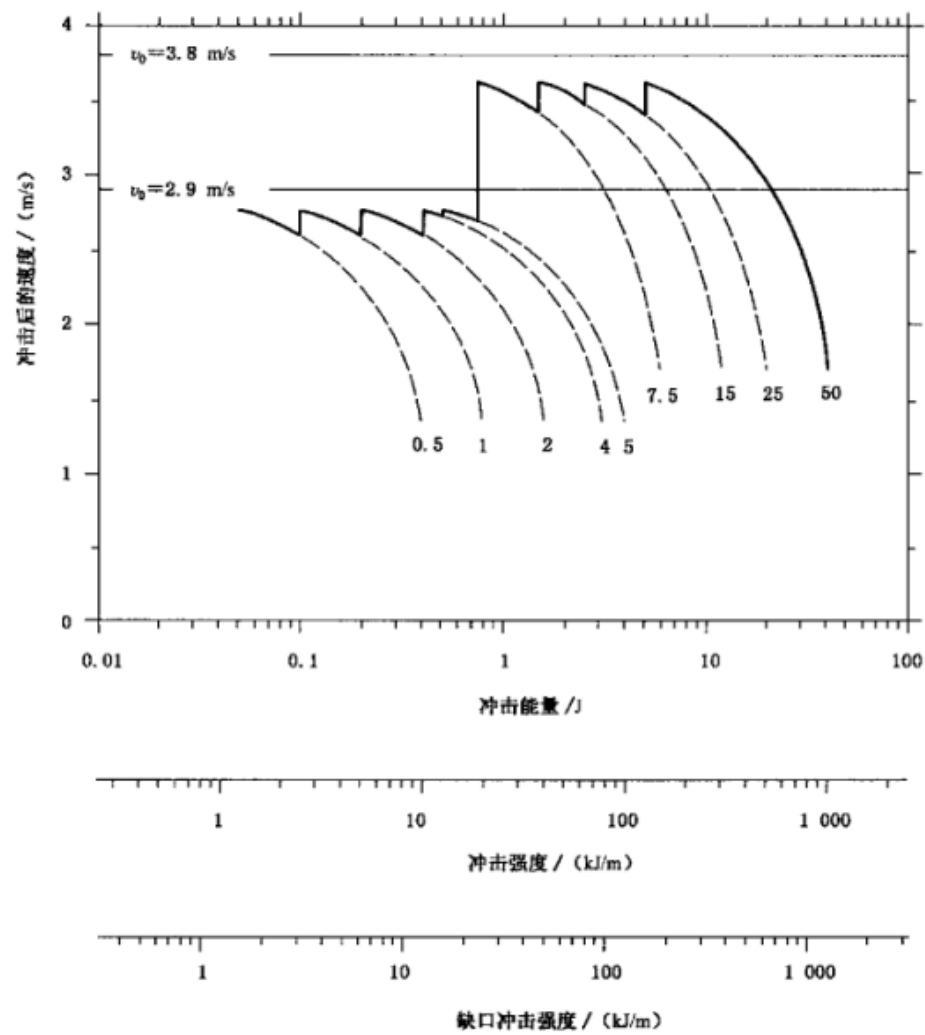


图 C.1 对于简支梁冲击试验作为冲击能量、冲击强度和切口冲击强度函数的冲击后摆锤速度

附录 D (资料性附录)

摆锤运动和机架运动之间的关系

D.1 总则

当摆锤运动时,它会对机架施加作用力。由于机架的质量和安装刚度有限,受力后会产生具有势能和动能的强力振荡。因此摆锤的能量损失不完全是由于冲击试样和摩擦所产生的,而是还包括了向机架传递的能量。在机架质量、摆锤质量和安装刚度一定的情况下,可能发生共振现象,从而导致机架吸收的能量大大增加。摆锤冲击试验机应设计成确保上面提到的情况在试验机整个工作范围内低于容许极限。本附录根据机架和摆锤运动的数据分析对试验机的设计提供一些建议。

图 D.1 是试验机的模型。假设机架只能水平运动。因此只考虑它在水平方向的刚度 S_F 。

图 D.2 是归一化的水平力 $f_h(=F_h/G_F)$ (实线)和摆锤角度(虚线)随归一化的时间 t/T_F 的变化曲线, T_F 是摆锤的振动周期, G_F 是摆锤的有效重量。由于 t/T_F 在 $\alpha=180^\circ$ 时趋于无穷大,时间标尺集中在 $\alpha=0^\circ$ 。

点划线代表不同起始角的摆锤在四分之一振动周期处的轨迹。它表明振动周期随着起始角的增加而增加。只有在 $\alpha=0^\circ$ 附近,摆动周期才与起始角无关,四分之一振动周期趋近于极限 $T_F/4$ 。

有一个很重要的现象,那就是当 $\alpha=180^\circ$ 时,水平力形成了双重脉冲,两个脉冲峰值的归一化时间间隔 $\Delta t/T_F=0.16$ 。它大约是摆锤小幅振动极限中对应时间间隔($\Delta t/T_F=0.5$)的三分之一。从图 D.2 可以看出,在 $\alpha=180^\circ$ 直到 $\alpha=90^\circ$ 的范围,水平力的峰值的位置几乎不变。

因此,不管什么型式的试验机。可以预料到,当机架的振动周期大约等于摆锤小幅振动周期的三分之一时,机架将产生强力的振荡。

对于整个摆锤,上述条件可以用机架振动周期与摆锤振动周期的比值来检查。这两个振动周期的比值由公式(D.1)给出:

$$\frac{T_F}{T_F} = \frac{v_1^2}{2g} \sqrt{\frac{S_F}{\mu E(1 - \cos \alpha_0)}} \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

T_F ——摆锤振动周期,单位为秒(s);

T_F ——机架振动周期,单位为秒(s);

v_1 ——冲击速度,单位为米每秒(m/s);

μ ——($=m_F/m_P$)机架质量与摆锤质量之比;

S_F ——机架和底座之间的水平刚度,单位为牛顿每米(N/m)(见图 D.1);

E ——摆锤势能,单位为焦耳(J);

α_0 ——起始角,单位为度($^\circ$);

g ——当地的重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s^2)。

S_F 的实验测定示例如图 D.3 所示。

在 $T_F/T_F=3$ 的情况下,机架的水平振动与摆锤的振动处于共振状态。消除这种共振是必要的,但又不能完全消除。试验机的安装可能出现两种极限情况:

- a) 对于一个无摩擦、水平方向可自由运动的机架,即刚度很小的机架, $T_F \gg T_F$;
- b) 对于具有很大刚度弹性安装的机架, $T_F \ll T_F$ 。

D.2 第一种情况:自由运动的机架

图 D.4 是机架和摆锤的质量比(μ)为 4,在半个摆动周期之内的相对位置示例。机架的振幅

$s = \pm L_M/4。$

由于机架的运动,使得冲击速度不是恒定的,但按公式(D. 2)变化:

$$v_{1,1} = v_1 \sqrt{1 + \frac{1}{\mu}} \dots\dots\dots (D. 2)$$

式中:

- $v_{1,1}$ ——第 1 种情况底座的冲击速度,单位为米每秒(m/s);
- v_1 ——完全刚性底座的冲击速度,单位为米每秒(m/s);
- μ ——($=m_F/m_P$)机架与摆锤的质量比。

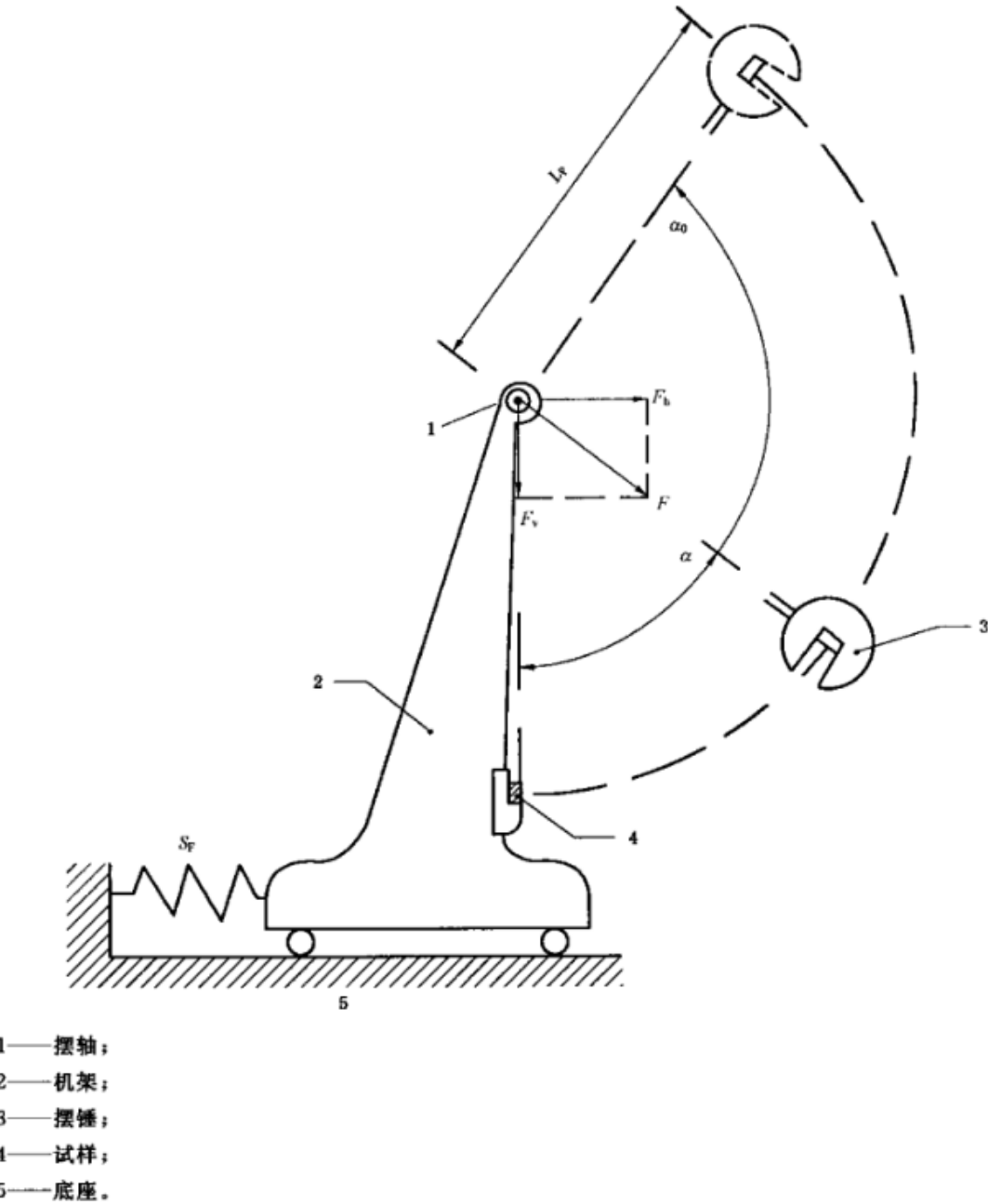


图 D. 1 计算机架运动的模型

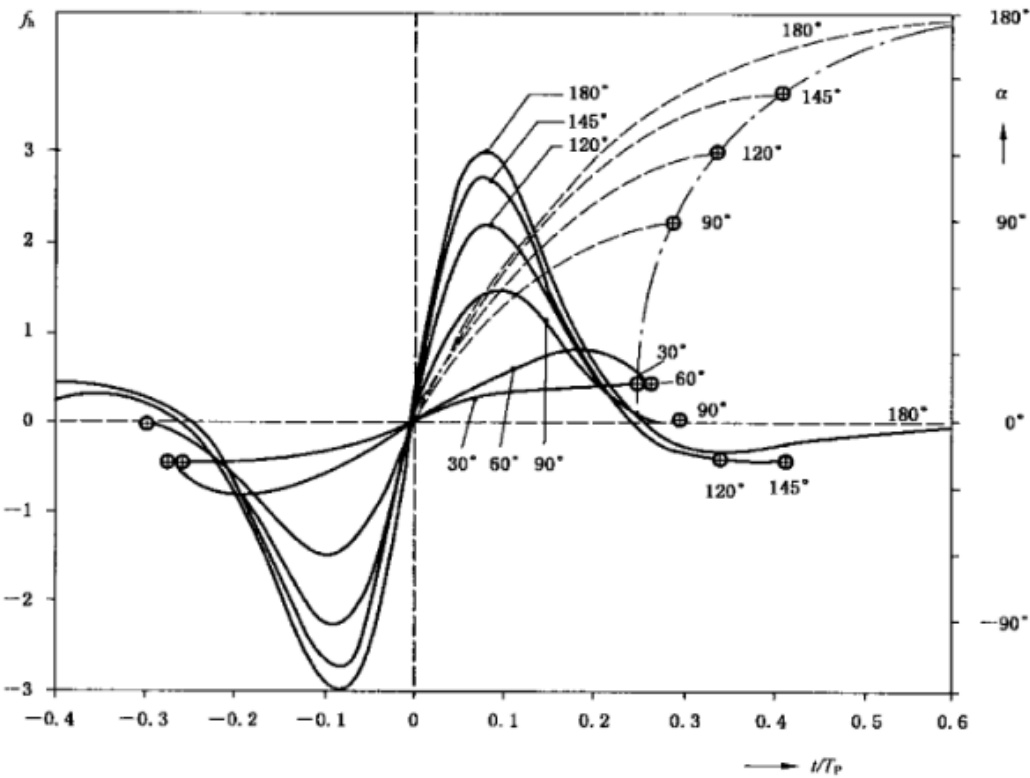
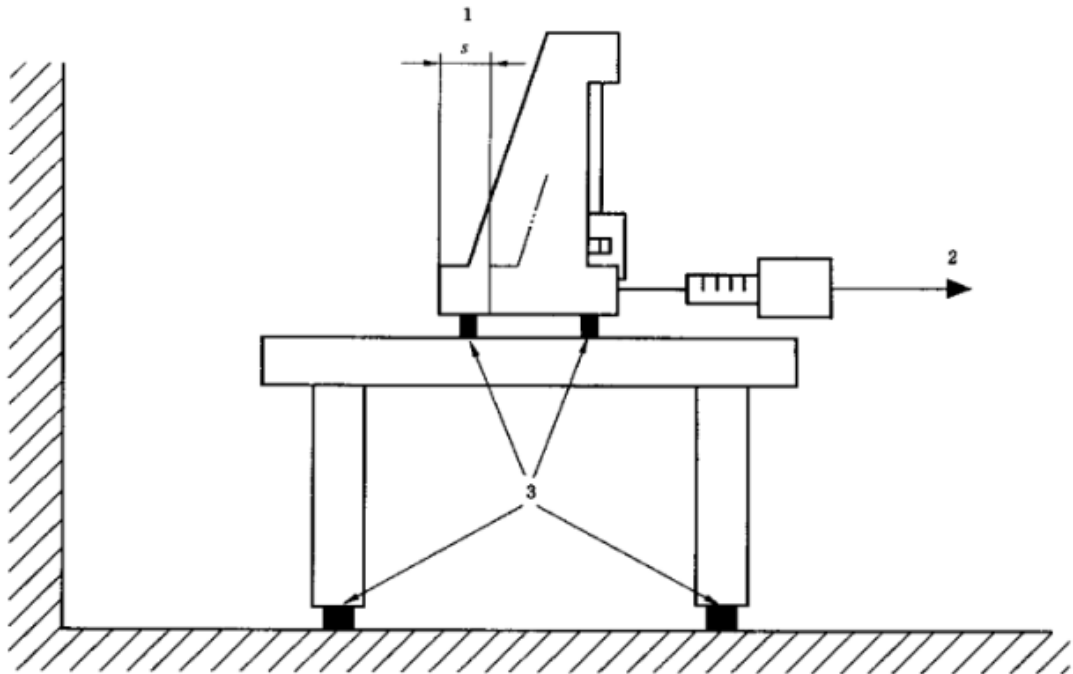


图 D.2 在不同起始角 α_0 时,归一化水平力 $f_h (=F_h/G_P)$ (实线) 和摆锤角度 α (虚线) 与归一化时间 t/T_p 的关系曲线



- 1——力 F_F 引起的底座位移 s ;
- 2——施加的力 F ;
- 3——调水平螺丝,橡胶支脚。

刚度为: $S_F = \frac{F_F}{s}$ 。

图 D.3 底座刚度 S_F (调水平螺丝,橡胶支脚) 的实验测定示例

如果最大允许误差为 v_1 的 $\pm 10\%$ ，按公式(D. 2)，则最小质量比 $\mu \geq 10$ ，4. 3. 3 规定的条件已经满足该要求(又见附录 B)。

D. 3 第二种情况：弹性安装的机架

由摆锤激励的弹性安装的机架可视为双耦合振荡器，摆锤的振动是非线性的。由作用在弹性安装机架上的水平双重脉冲(见图 D. 2)引起的复杂共振效应如图 D. 5 所示。该图说明，选择的质量比 μ (振动周期比 T_F/T_P 的函数)要使得在第一个半周期结束时的吸收能量 W_F/E 限制到 1% 以内。

试验机安装的总体要求如下：

图 D. 5 所示曲线右半边缓慢倾斜的部分代表自由运动机架 $T_F \gg T_P$ 应用范围的下限。当质量比 μ 等于 10，起始角等于 120° 时，机架的振动周期 T_F 应至少等于摆锤振动周期的 3.3 倍，以便使得 W_F/E 保持在 E 的 1% 以下。

图 D. 5 所示曲线左半边陡峭倾斜的部分代表弹性安装机架 $T_F \ll T_P$ 应用范围的上限。对于最终安装的试验机，合理的上限应使不等式 D. 3 成立：

$$\frac{T_F}{T_P} \leq 0.15 \quad \dots\dots\dots (D. 3)$$

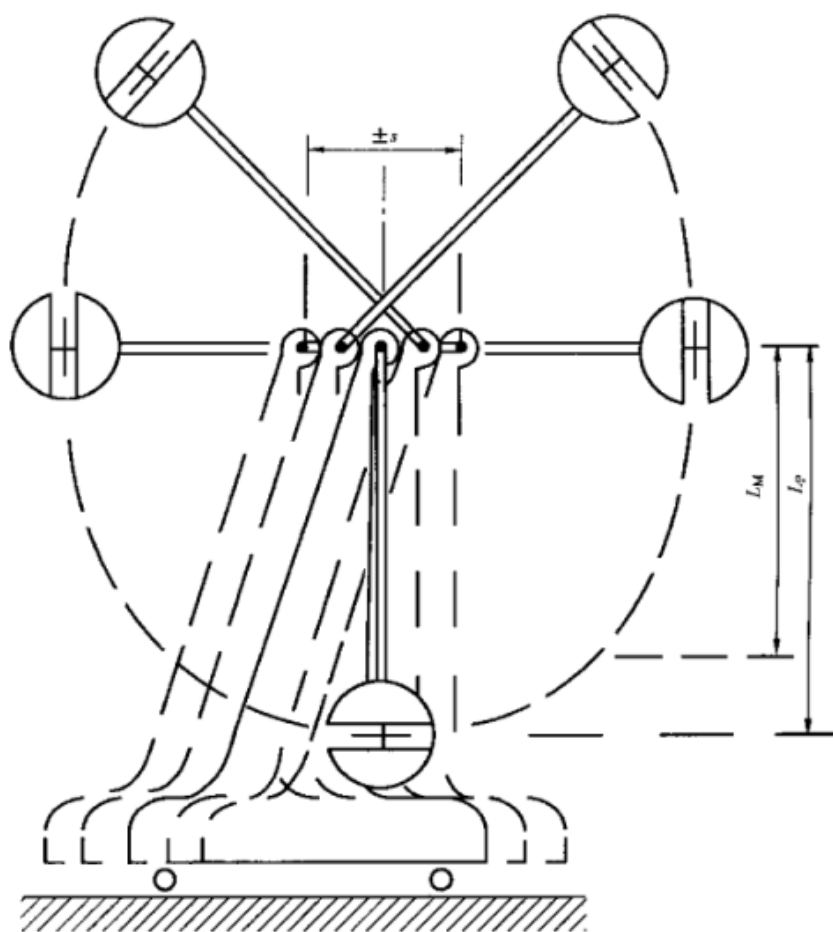


图 D. 4 质量比 $\mu (=m_F/m_P)$ 等于 4 时，摆锤和可自由移动机架的运动

对于一台最终弹性安装的摆锤冲击试验机，要考虑两个共同存在的影响：

- a) 振动周期宜满足公式(D. 3)；
- b) 质量比 μ 宜不小于 40(见附录 B)。

然而，只要机座的刚度保持不变，增加质量比，一般将减小 T_F/T_P 。

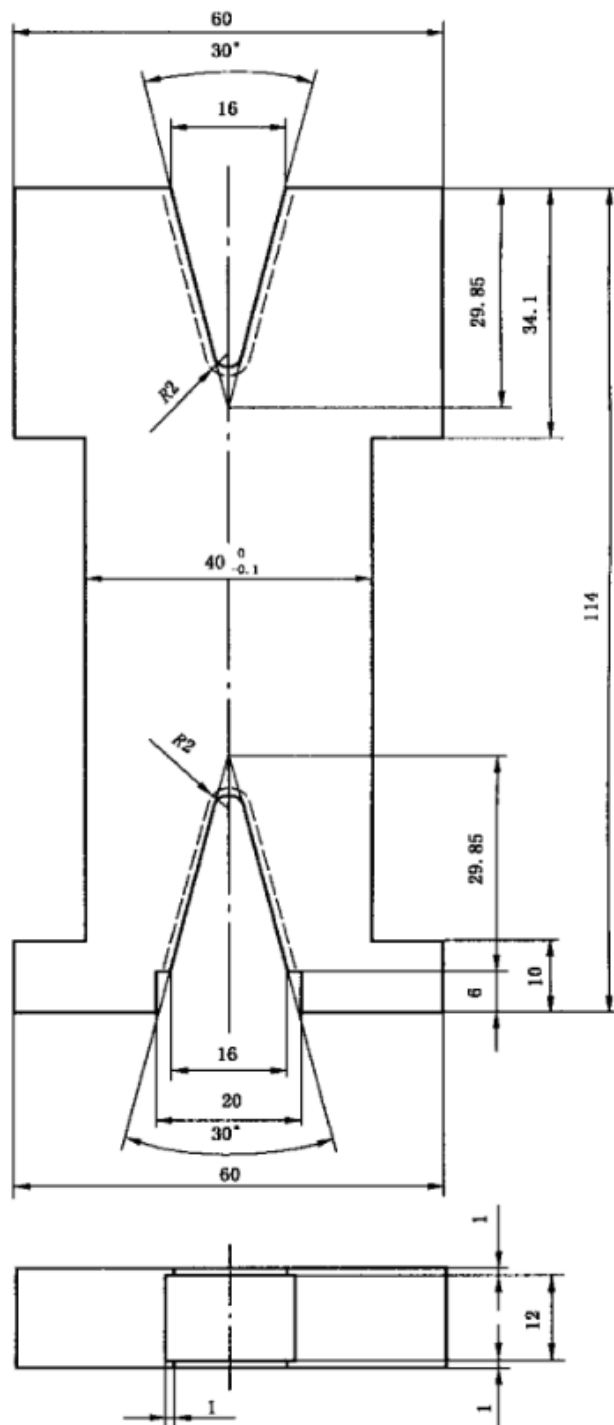
附录 E
(资料性附录)

简支梁冲击试验机摆锤检验用样板

图 E.1~图 E.3 说明了简支梁冲击试验机摆锤检验用样板的设计和使用。

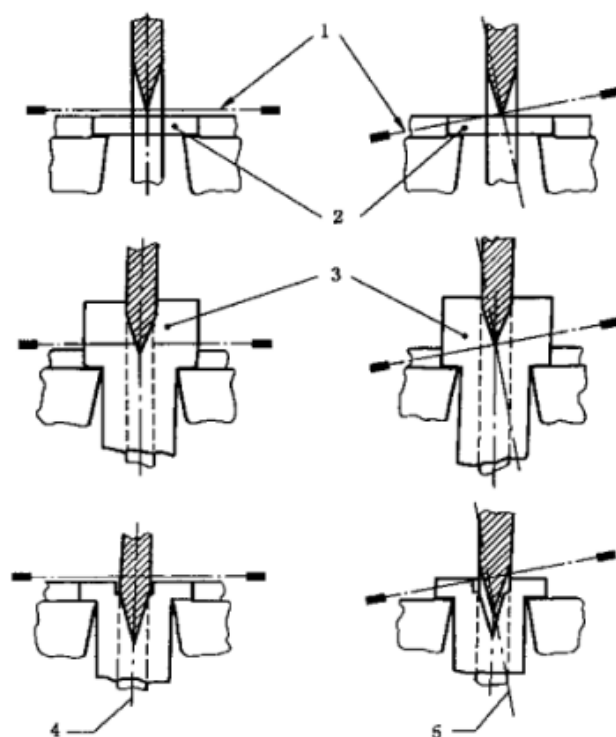
材料:防腐材料或不锈钢,如 X46Cr13、100Cr6。

单位为毫米

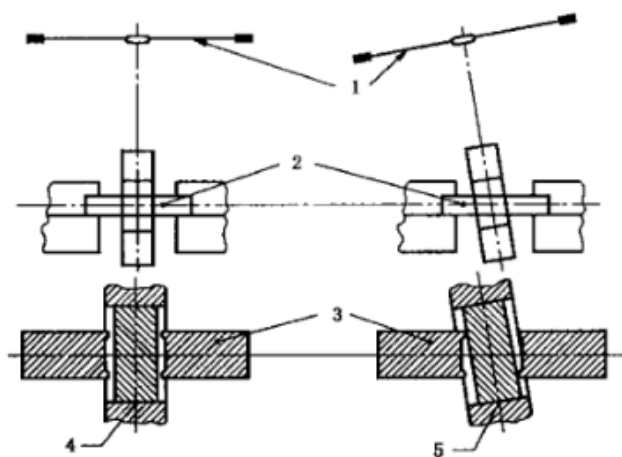


粗糙度参数:全部表面 R_z 的最大允许值为 $25 \mu\text{m}$ 。

图 E.1 样板的形状和尺寸



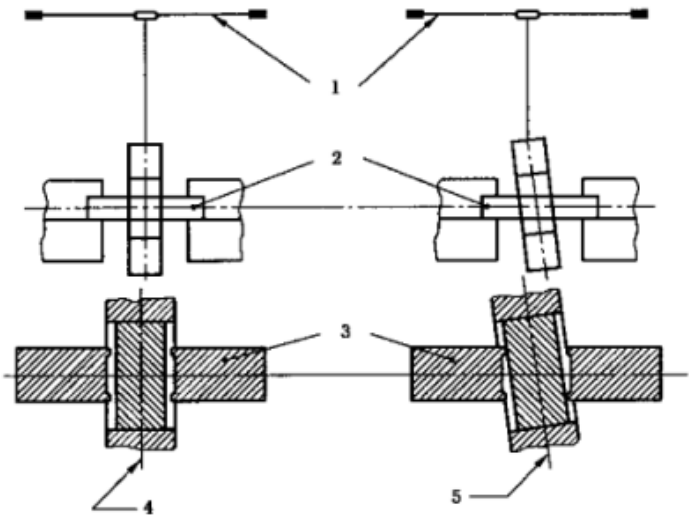
a) 通过“颠倒”样板的两端来检测误差



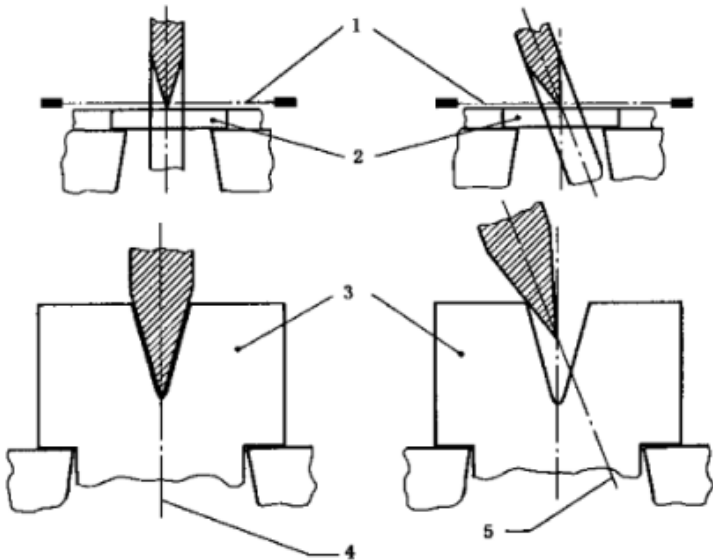
b) 通过使冲击刃接触样板边缘出现的不同结果来检测误差

- 1——摆轴轴线；
 2——试样；
 3——样板；
 4——摆锤的摆动平面垂直于试样的长轴；
 5——摆锤的摆动面不垂直于试样的长轴。

图 E.2 如果摆锤的摆动平面不垂直于试样的长轴(图中右侧)
 应用如图 E.1 所示样板检测的示例



a) 通过使冲击刃接触样板边缘出现的不同结果来检测误差



b) 通过冲击刃不能达到样板缺口底部出现的不同结果来检测误差

- 1——摆轴轴线；
- 2——试样；
- 3——样板；
- 4——冲击刃的对称面在摆锤的摆动平面上；
- 5——冲击刃的对称面不在摆锤的摆动平面上。

图 E. 3 如果冲击刃的对称面不在摆锤的摆动平面上(图中右侧)
应用如图 E. 1 所示样板检测的另一示例