

工程材料
简明手册

工程材料 简明手册

杜则裕
张世林

刘继元
朱秀文

编



電子工業出版社

K
71.22073
265

工程材料简明手册

杜则裕 刘继元 编
张世林 朱秀文

312.0/10

电子工业出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了工矿企业常用国内外各种工程材料的类别及品种、规格、标准等。全书共十一章,除阐述材料和试验方法外,还具体介绍了工业用钢、铸铁以及铝、铜、镍、钛及其合金和工程塑料、橡胶、陶瓷等材料的基本性能和使用选择原理。书中列出了中、美、英、日、德等国的材料牌号对照。

本书编排简明扼要,实用新颖,便于携带,适合工程技术、企业管理和营销人员使用,亦可供大专院校师生及科研人员参考。

工程材料简明手册

杜则裕 刘继元 张世林 朱秀文 编

特邀编辑: 张凤栖

责任编辑: 刘文杰

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 13.875 字数: 365 千字

1996 年 9 月第 1 版 1996 年 9 月第 1 次印刷

印数: 2000 册 定价: 24.00 元

ISBN 7-5053-3595-2/Z·289

前 言

随着我国经济建设的发展,工程材料的品种、规格日益增多,各工矿企业有关部门迫切需要了解国内外工程材料的有关标准,为此我们编写了这本手册。本书适用于工程技术、企业管理、营销人员使用,亦可供大专院校师生及科研人员参考。

本手册共分材料试验方法、工业用钢、铸铁、铝及铝合金、铜及铜合金、镁及镁合金、镍及镍合金、钛及钛合金、工程塑料、橡胶、陶瓷材料等十一章。在编写中力求选用最新颁布的国家标准和部颁标准;对于重要的金属材料还附有美、英等国的有关标准;为便于了解国外的工程材料,本书还列出了中、美、英、日、德等国的材料牌号对照。在内容编排上力求简明扼要、便于实用、易于携带。

本书第一至三章由刘继元编写,第四至七章由张世林编写,第八、十、十一章由杜则裕编写,第九章由朱秀文编写。全书由杜则裕任主编、天津大学张金昌教授任主审。

在本书的编写过程中,参考了国内外的有关手册及图书资料,并得到了许多同志的支持与帮助,在此谨致谢意。由于水平所限,手册中难免存在缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

1995年5月

目 录

第一章 材料试验方法	(1)
一、金属弯曲试验	(1)
(一) 半导向弯曲	(1)
(二) 导向弯曲	(1)
(三) 金属弯曲试验的结果评定	(1)
二、金属拉伸试验	(2)
三、金属冲击试验	(3)
四、金属硬度试验	(7)
(一) 金属布氏硬度试验	(7)
(二) 金属洛氏硬度试验	(7)
(三) 金属维氏硬度试验	(11)
五、金属疲劳试验	(11)
六、金属扭转试验	(13)
七、金属拉伸蠕变试验	(14)
八、钢的淬透性试验	(15)
第二章 工业用钢	(17)
一、简述	(17)
二、中国有关标准	(22)
(一) 钢的牌号表示方法	(22)
(二) 钢的牌号和化学成分	(26)
(三) 钢的热处理	(39)
(四) 钢的力学性能	(81)
(五) 钢的典型用途	(111)
三、美、英有关标准	(123)

(一) 钢的牌号表示方法	(123)
(二) 钢的成分	(131)
(三) 钢的力学性能	(138)
(四) 各国钢的牌号对照	(147)
第三章 铸铁	(170)
一、简述	(170)
二、中国有关标准	(172)
(一) 铸铁牌号表示方法	(172)
(二) 铸铁的化学成分	(173)
(三) 铸铁的热处理	(174)
(四) 铸铁的力学性能	(178)
(五) 铸铁的用途	(182)
三、英、美有关标准	(185)
(一) 铸铁牌号的表示方法	(185)
(二) 铸铁的化学成分	(186)
(三) 铸铁的力学性能	(188)
第四章 铝及铝合金	(192)
一、简述	(192)
(一) 纯铝	(192)
(二) 铝合金	(192)
二、中国有关标准	(196)
(一) 牌号表示方法	(196)
(二) 铝及铝合金的成分	(197)
(三) 铝及铝合金的热处理	(209)
(四) 铝及铝合金的性能	(215)
(五) 铝及铝合金的用途	(222)
三、英、美有关标准	(227)
(一) 牌号表示方法	(227)
(二) 铝及铝合金的成分	(229)
(三) 铝及铝合金的热处理	(237)

(四) 铝及铝合金的性能	(239)
四、各国铝及铝合金的牌号对照	(251)
第五章 铜及铜合金	(253)
一、简述	(253)
(一) 纯铜	(253)
(二) 铜合金	(253)
二、中国有关标准	(259)
(一) 牌号表示方法	(259)
(二) 铜及铜合金的成分	(259)
(三) 铜及铜合金的热处理	(265)
(四) 铜及铜合金的性能	(267)
(五) 铜及铜合金的用途	(276)
三、英、美有关标准	(281)
(一) 牌号表示方法	(281)
(二) 铜及铜合金的成分	(284)
(三) 铜及铜合金的热处理	(293)
(四) 铜及铜合金的性能	(294)
四、各国铜及铜合金的牌号对照	(302)
第六章 镁及镁合金	(307)
一、简述	(307)
(一) 镁	(307)
(二) 镁合金	(307)
二、中国有关标准	(308)
(一) 牌号表示方法	(308)
(二) 镁及镁合金的成分	(308)
(三) 镁及镁合金的热处理	(309)
(四) 镁及镁合金的性能	(310)
(五) 镁合金的用途	(316)
三、英、美有关标准	(317)
(一) 牌号表示方法	(317)

(二) 镁及镁合金的成分	(319)
(三) 镁及镁合金的热处理	(321)
(四) 镁及镁合金的性能	(322)
四、各国镁及镁合金的牌号对照	(324)
第七章 镍及镍合金	(327)
一、简述	(327)
(一) 镍	(327)
(二) 镍合金	(327)
二、中国有关标准	(328)
(一) 牌号表示方法	(328)
(二) 镍及镍合金的成分	(328)
(三) 镍及镍合金的热处理	(329)
(四) 镍及镍合金的性能	(329)
(五) 镍及镍合金的用途	(331)
三、英、美有关标准	(331)
(一) 牌号表示方法	(331)
(二) 镍及镍合金的成分	(333)
(三) 镍及镍合金的热处理	(336)
(四) 镍及镍合金的性能	(337)
四、各国镍及镍合金的牌号对照	(341)
第八章 钛及钛合金	(343)
一、简述	(343)
(一) 纯钛	(343)
(二) 钛合金	(344)
二、中国有关标准	(345)
(一) 钛及钛合金牌号表示方法	(345)
(二) 钛及钛合金的化学成分	(345)
(三) 钛及钛合金的热处理	(350)
(四) 钛及钛合金的力学性能	(350)
(五) 钛及钛合金的物理性能	(354)

(六) 钛及钛合金的耐蚀性能	(355)
(七) 钛及钛合金的应用	(356)
三、英、美有关标准	(357)
(一) 英国有关标准	(357)
(二) 美国有关标准	(358)
四、各国钛及钛合金的牌号对照	(363)
第九章 工程塑料	(372)
一、简述	(372)
二、塑料的组成	(374)
三、塑料的分类	(376)
四、常用塑料的品种、性能及用途	(377)
(一) 常用塑料的品种	(377)
(二) 常用塑料的性能及用途	(382)
第十章 橡胶	(399)
一、简述	(399)
二、橡胶的分类	(400)
三、常用橡胶的品种、性能及用途	(401)
(一) 常用橡胶的品种	(401)
(二) 常用橡胶的性能	(403)
(三) 常用橡胶的用途	(407)
第十一章 陶瓷材料	(408)
一、简述	(408)
二、陶瓷材料的分类	(408)
三、陶瓷材料的性能	(412)
(一) 陶瓷的力学性能	(412)
(二) 陶瓷的热学性能	(415)
(三) 陶瓷的电学性能	(416)
(四) 陶瓷的光学性能	(416)
(五) 陶瓷的化学性能	(418)

四、常用工业陶瓷的品种、性能及用途	(418)
(一) 耐酸陶瓷	(418)
(二) 过滤陶瓷	(421)
(三) 高温、高强、耐磨、耐蚀陶瓷	(423)
(四) 透明陶瓷	(430)

第一章 材料试验方法

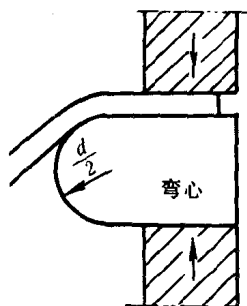
一、金属弯曲试验（参照 GB232-88）

弯曲试验是测试材料可延性的一种试验方法。试验时，将一定形状和尺寸的试样放置于弯曲装置上，以规定直径的弯心将试样弯曲到所要求的角度，在卸除试验力后检查试样经弯曲是否被破坏和有裂纹，由此评定结果来确定材料的承受变形性能。

弯曲试验方法分为半导向弯曲和导向弯曲两种。

（一）半导向弯曲

试验方法见图 1-1 所示，试样一端固定，将试样绕弯心直径弯曲，直到试样弯曲到规定角度或出现裂纹、裂缝、裂断为止。



（二）导向弯曲

导向弯曲试验方法见图 1

2。试样放置在两个支点上，用一定直径的弯心在试样两个支点中间施加压力，使试样弯曲到规定的角度（如图 1-2 b）、c）或出现裂纹、裂缝、裂断为止。如果要求弯心直径为零时，则将弯曲 180°的试样放置在两平板间继续施加压力，直至两臂接触为止，如图 1-2d。

图 1-1 半导向弯曲试验方法

（三）金属弯曲试验的结果评定（GB232-88）

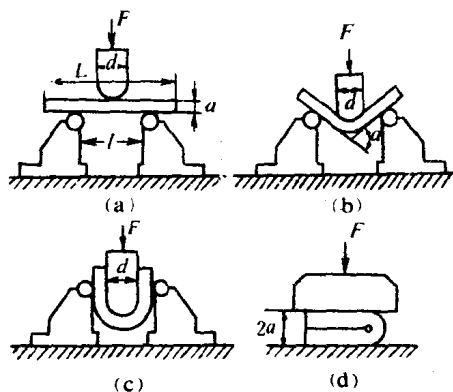


图 1-2 导向弯曲试验方法

附录

试样经弯曲试验后，可按下述方法评定。

1. 完好：试样弯曲处的外表面金属基体上无肉眼可见因弯曲变形产生的缺陷时称为完好。

2. 微裂纹：试样弯曲外表面金属基体上出现的细小裂纹，其长度不大于 2mm，宽度不大于 0.2mm 时称为微裂纹。

3. 裂纹：试样弯曲外表面金属基体上出现开裂，其长度大于 2mm，而小于 5mm，宽度大于 0.2mm，而小于 0.5mm 时称为裂纹。

4. 裂缝：试样弯曲外表面金属基体上出现明显开裂，其长度大于 5mm，宽度大于 0.5mm 时称为裂缝。

5. 裂断：试样弯曲外表面出现沿宽度贯穿的开裂，其深度超过试样厚度的三分之一时称为裂断。

二、金属拉伸试验（参照 GB228-87）

用一个标准试样在万能材料试验机或拉力试验机上施加轴向拉力，直到拉至断裂，通过这样的试验可以测出材料的屈服点 δ_s 、抗拉强度 δ_b 、断后伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 等力学性能数据。由于使用不同形状的试样会得到不同的测量结果，因而规定了标准试样的形状和尺寸。图 1-3 是圆形

试样和矩形试样两种标准试样的形式。试样的尺寸见表 1.1 和表 1.2。

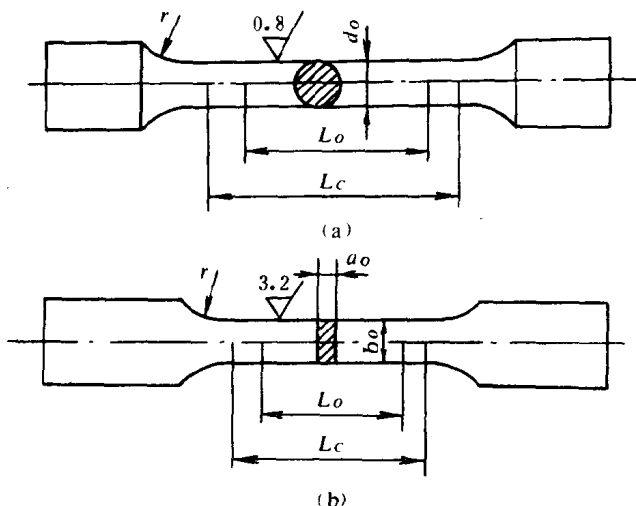


图 1-3 拉伸试样的形状

(a) 圆形试样 (b) 矩形试样

拉伸试样根据标距长度 L_0 可分为短试样和长试样, 对于圆形试样的短试样 $L_0 = 5d_0$, 长试样 $L_0 = 10d_0$ 。对于矩形试样, 短试样 $L_0 = 5.65 \sqrt{S_0}$, 长试样 $L_0 = 11.3 \sqrt{S_0}$, 其中 S_0 为试样的横截面积。用短、长试样测量出的断后伸长率分别以符号 δ_5 和 δ_{10} 表示。

三、金属冲击试验 (参照 GB229-84、GB2106-80)

金属冲击试验是用带有 U 型缺口或 V 型缺口的具有一定形状和尺寸的试样, 在摆锤式冲击试验机上进行的。试验时将试样放在试验机支座上, 使之处于简支架状态。将摆锤举到高度为 H 处, 让摆锤自由摆落下来撞击试样 (见图

1-4 所示), 摆锤冲断试样后上升的高度为 h 。若忽略空气阻力等能量损失, 则冲断试样所消耗的能量(即试样的冲击吸收功) 为:

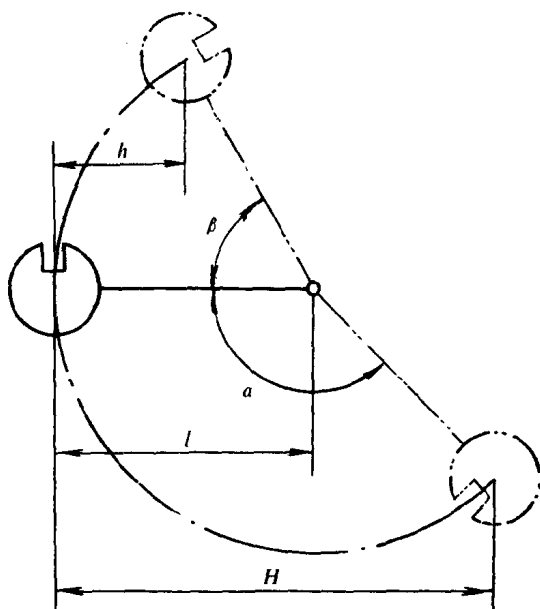


图 1-4 冲击试验原理

$$A_K = P(H - h) = PL(\cos \beta - \cos \alpha) \quad (\text{J})$$

式中: A_K —— 冲击功 (J);

P —— 摆锤的重力 (N);

L —— 摆轴到摆锤重心的距离 (m);

α, β —— 摆锤的予扬角和冲断试样后的扬角 ($^\circ$)。

金属材料的冲击韧度值可由下式计算:

$$a_K = \frac{A_K}{F} \quad (\text{J/cm}^2)$$

式中: a_K —— 材料的冲击韧度值 (J/cm^2);

F —— 试样缺口处的横截面积 (cm^2)

表 1.1 圆形试样的主要尺寸及允许偏差

(单位为 mm)

试样直径 d_0	标距部分内 d_0 的允许偏差	标距部分内最大 与最小直径的允 许差值	标距长度 L_0		平行部分长度 L_0	圆弧半径 r	
			短试样	长试样		单、双肩	螺 纹
3	± 0.05	0.01	5d ₀	10d ₀	$\geq L_0 + d_0$	2	2
5	± 0.1	0.02				3	3.5
6						3	3.5
8						3	4
10	± 0.2	0.05	5d ₀	10d ₀	$\geq L_0 + d_0$	4	5
15						4	7.5
20						5	10
15						5	12.5

(单位为 mm)

试样厚度 a_0	试样宽度 b_0	标距部分内 b_0 的允许偏差	标距部分内最大与最小 b_0 的允许差值	标距长度 L_0		平行部分长度	圆弧半径
				短试样	长试样		
0.1~<1.0 0.1~<6.0 1.0~<4.0	10	± 0.2	0.1	5.65 $\sqrt{S_0}$ 取最接近 5 的整数	11.3 $\sqrt{S_0}$ 取最接近 10 的整数	$\geq L_0 + \frac{b_0}{2}$	25~40
	12.5						
	15						
0.5~12	20	± 0.5	0.2				
4.5~25	25 30						

所测量的冲击吸收功与试样的尺寸和试样的缺口型式有关, 根据国家标准 (GB 229-84 及 GB 2106-80) 规定, 冲击试验使用夏比 U 型缺口和夏比 V 型缺口两种试样。试样的形状及尺寸见图 1-5 所示, 试样为 $10 \times 10 \times 55\text{mm}$ 的矩形, 缺口深度为 2mm 。使用不同缺口型式所测出的冲击吸收功分别用 A_{KU} 和 A_{KV} 表示。

四、金属硬度试验

金属硬度的测量方法有很多种, 常用的有布氏法、洛氏法、维氏法等。

(一) 金属布氏硬度试验 (参照 GB231-84)

布氏硬度试验的原理是用淬硬的钢球或硬质合金球 (称为压头), 施加一试验力 F 压入金属表面, 以在金属表面形成一球面压痕 (见图 1-6 所示)。

用试验力除以压痕表面积所得的商, 即为金属材料的布氏硬度数值 HB, 其计算公式如下:

$$HB = 0.102 \frac{F}{S} = \frac{0.204F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中: F —— 施加在钢球上的试验力 (N);

S —— 压痕表面积 (mm^2);

D —— 钢球直径 (mm);

d —— 压痕直径 (mm)。

当材料的布氏硬度值低于 450 时用淬硬的钢球作压头, 并用符号 HBS 表示。材料的布氏硬度值大于 450 时, 用硬质合金球作压头, 用符号 HBW 表示。

钢球的直径 D 规定有 5 种: 10、5、2.5、2 和 1mm。试样厚度应不小于压痕深度的 10 倍, 试验后压痕直径应在 $0.25D \sim 0.6D$ 范围内, 否则结果无效。

(二) 金属洛氏硬度试验 (参照 GB230-83)