



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

汽车材料

第二版

(汽车运用与维修专业)

主编 陈文均



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

汽车材料

第二版

(汽车运用与维修专业)

主 编 陈文均
责任主审 冯晋祥
审 稿 李明山 李建民

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部颁发的中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。

本书主要内容:金属材料力学性能指标,黑色金属,有色金属及其合金,典型零件选材及热处理,橡胶、塑料、摩擦材料,陶瓷材料、汽车玻璃及复合材料,汽车涂装涂料、粘结剂,车用燃料,润滑油,汽车用工作液,轮胎、汽车美容材料等。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车材料/陈文均主编. —2 版. —北京:高等教育出版社,2007.5

汽车运用与维修专业

ISBN 978 - 7 - 04 - 021059 - 0

I. 汽… II. 陈… III. 汽车 - 工程材料 - 专业学校 - 教材 IV. U465

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 048022 号

策划编辑 席东梅 责任编辑 席东梅 封面设计 于 涛
版式设计 王艳红 责任校对 殷 然 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 北京宏伟双华印刷有限公司

购书热线 010 - 58581118

免费咨询 800 - 810 - 0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landracom.com>

<http://www.landracom.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 13

字 数 310 000

版 次 2002 年 7 月第 1 版

2007 年 5 月第 2 版

印 次 2007 年 5 月第 1 次印刷

定 价 16.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21059 - 00

目 录

绪论	1
----------	---

第1篇 金属材料

第1章 金属材料力学性能指标	5	§ 2.4 合金钢	27
§ 1.1 强度与塑性	5	§ 2.5 铸铁	29
§ 1.2 硬度	9	§ 2.6 粉末冶金	36
§ 1.3 冲击韧性	15	第3章 有色金属及其合金	37
§ 1.4 金属疲劳的概念	16	§ 3.1 铝及铝合金	37
第2章 黑色金属(钢、铸铁及其合金)	19	§ 3.2 铜及铜合金	42
§ 2.1 铁碳合金的内部结构	19	§ 3.3 滑动轴承合金	45
§ 2.2 碳对铁碳合金组织和性能的影响	23	第4章 典型零件选材及热处理	51
§ 2.3 碳钢	24	§ 4.1 零件选材原则	51
		§ 4.2 汽车典型零件选材及热处理	54

第2篇 非金属材料

第5章 橡胶、塑料、摩擦材料	59	§ 6.1 陶瓷	80
§ 5.1 橡胶	59	§ 6.2 汽车玻璃	87
§ 5.2 塑料	66	§ 6.3 复合材料	92
§ 5.3 汽车上的摩擦材料	75	第7章 汽车涂装涂料、粘结剂	99
第6章 陶瓷、汽车玻璃、复合材料	80	§ 7.1 汽车涂装涂料	99
		§ 7.2 粘结剂	108

第3篇 汽车运行材料

第8章 汽车燃料	115	§ 9.4 润滑脂	155
§ 8.1 无铅汽油的性能指标、牌号、主要规格及选用	115	第10章 汽车用工作液	167
§ 8.2 轻柴油的性能指标、牌号、主要规格及选用	121	§ 10.1 制动液	167
§ 8.3 车用环保燃料	129	§ 10.2 减振器液	170
第9章 润滑油	132	§ 10.3 发动机防冻冷却液	171
§ 9.1 内燃机油	132	§ 10.4 制冷剂	173
§ 9.2 车辆齿轮油	145	第11章 轮胎	175
§ 9.3 液力传动油	152	§ 11.1 汽车对轮胎的性能要求	175
		§ 11.2 汽车轮胎的组成、分类与结构特点	175
		§ 11.3 轮胎的选配及合理使用	178

第 12 章 汽车美容材料	187	§ 12.2 常用汽车美容材料的选用及美容	
§ 12.1 常用汽车美容材料的品种、分类	187	护理工艺	191
主要参考文献			195

绪 论

现代社会生产的三大支柱是材料、能源和信息。而材料的品种、数量和质量是衡量一个国家科学技术现代化程度的重要标志之一,因为每一门科学技术的发展,都须以材料问题的顺利解决为前提、为基础。

目前,世界上的材料品种有 40 余万种,并以每年约 5% 的速率递增。而在汽车制造业中,世界上现今的汽车保有量有 6 亿多辆,年产汽车 5 000 多万辆,年消耗钢铁、橡胶、石油等的总量分别占世界总产量的 24%、58%、46%。

汽车材料中,第一类是金属材料,包括黑色金属(钢和铁),有色金属(铝、铜、铅等)及其合金;第二类是非金属材料,分为有机高分子材料(塑料、橡胶等),无机非金属材料(玻璃、陶瓷等)以及新型的复合材料;第三类是汽车运行材料,它是在汽车运行中所消耗的燃料、润滑油、工作液和轮胎等一些使用周期短、消耗费用大的非金属材料。

自 1978 年的石油危机以来,汽车用材料迅速向轻量化发展,黑色金属的使用比例不断下降,但经过合金强化的高强度钢仍是重要的材料;有色金属总体有所增加,其中铝合金的增加显著,且应用范围广;非金属材料也逐年增长,其中塑料的增加显著,尤其是高功能树脂——工程塑料在汽车上的应用范围不断扩大,且品种繁多,不仅替代了普通塑料,还可以替代金属材料。此外,陶瓷材料主要用于火花塞传感器,可望将来用于结构件。今后,汽车用材料将以工程塑料为主,新型金属材料、复合材料、工程陶瓷的采用量也会增加。

近年来,随着环境保护意识、能源节约意识的加强,汽车运行材料中的燃料、润滑油等由于汽车保有量的迅速升高,是否能对其进行合理使用,直接影响车辆的使用寿命、资源的利用程度及对环境的污染状况,不仅影响汽车运输的经济效益,而且关系到社会效益和环境保护。

因此,对汽车材料的分类、使用性能、规格的了解及合理选用,是进行专业学习的基础。通过对汽车材料课程的学习,应达到以下的教学目的:

(1) 通过对汽车用金属材料的基本概念、常用金属材料的成分、组织、性能之间的关系的学学习,能够识别常用金属材料的牌号,初步具有合理选用金属材料的能力。

(2) 通过对汽车用非金属材料的分类、性能特点、应用状况及发展趋势的学习,初步具备分析非金属材料特性及应用的能力。

(3) 通过对汽车运行材料的分类、品种、牌号、主要规格及使用性能的学习,掌握选择、使用运行材料的能力,建立环保意识和能源意识。

第1篇

金属材料

第1章

金属材料力学性能指标

学习目标

- 了解金属材料的力学性能指标的概念
- 了解金属材料的拉伸试验、硬度试验及冲击试验

重点和难点

- 金属材料的强度、塑性、硬度、冲击韧性及疲劳的基本概念

金属材料的性能一般分为两大类,见下表。

使用性能	金属在使用过程中表现出来的特性	力学性能	强度、塑性、硬度、冲击韧性、抗疲劳性等
		物理性能	密度、导电性、导热性、热膨胀性、磁性、熔点等
		化学性能	抗氧化性、抗腐蚀性等
		其他性能	耐磨性、吸振性等
工艺性能	金属材料在加工制造过程中表现出来的特性	铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能、热处理性能等	加工制造过程中,表现出来的是否容易被加工成形及加工的特性等

所有性能中,力学性能最为重要,因为它是产品设计和选择材料时的主要依据,所以熟悉和掌握金属材料的力学性能就显得非常必要。

§ 1.1 强度与塑性

强度——在外力(载荷)作用下,金属材料抵抗永久变形和断裂的能力。

塑性——在外力作用下,金属材料产生永久变形而不断裂的能力。

1.1.1 载荷

金属材料在使用过程中所受的外力称为载荷,其类型见下表。

载 荷 的 类 型	根据外力作用的类型分	拉伸载荷	抗拉强度	拉钩、绳、螺栓等
		压缩载荷	抗压强度	活塞、连杆等
		弯曲载荷	抗弯强度	曲轴、摇臂等
		剪切载荷	抗剪强度	销、轴类零件等
		扭转载荷	抗扭强度	曲轴等旋转类零件
	根据作用力的方向、时间分	静 载 荷	缓慢增加后保持大小和方向不变的载荷	
		冲击载荷	它不仅与作用力有关,而且与作用时的速度有关	
		交变载荷	这种载荷作用特征是:力的大小、方向随时间作周期性变化	

1.1.2 拉伸试验与拉伸图

静拉伸试验是应用最广泛的力学性能试验方法之一。根据试样在拉伸过程中承受的载荷和产生相应变形量的大小,可测定该金属材料的强度指标。

1.1.2.1 拉伸试样

试样的形状、尺寸和表面粗糙度对性能指标有很大影响。因此,试样必须符合国家标准(GB/T 6397—1986)的规定,如图 1-1 所示。

比例试样: $L_0 = K \cdot \sqrt{S_0}$

式中 $K = 5.65$ (或 11.3);

S_0 ——试样原始横截面积。

$L_0 = 5d_0$ (或 $10d_0$)

另外定标距试样:由于 L_0 与 S_0 或 d_0 间无上述比例关系,按有关标准或协议规定执行。

1.1.2.2 拉伸图

将外加载荷与试样相应的变形量,画在以载荷为纵坐标,以变形量为横坐标的图上,得到的外加载荷与变形量的关系曲线,就是拉伸图,如图 1-2 所示。

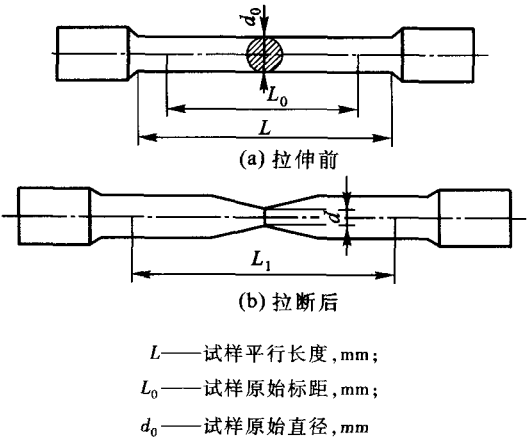


图 1-1 拉伸试样图

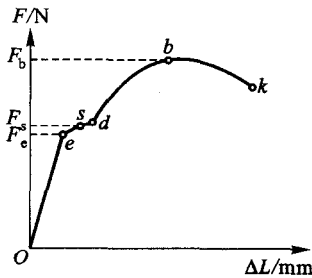


图 1-2 低碳钢拉伸曲线图

拉伸曲线的特征说明见下表。

线段(点)	线段特征	说 明	变 形 特 征
Oe 段	直线	伸长量与载荷成正比。此时卸去外力,试样恢复原有形状和尺寸	弹性变形
e 点		弹性极限点,表征材料发生弹性变形时的最大承载能力	
es 段	曲线	此段,若卸去载荷,伸长量只能部分地恢复,而保留部分残余变形(即永久变形或塑性变形)	塑性变形
s 点		屈服点	
sd 段	水平线	该段载荷不再增加,试样却继续变形	明显塑性变形
db 段	曲线	随着载荷增加,变形也逐渐增大	塑性变形
b 点		拉伸极限点,出现直径局部变细	缩颈变形
bk 段	曲线	试样缩颈处截面积逐渐减小,承载能力逐渐降低	
k 点			断裂

以上是用退火低碳钢做的拉伸曲线,用以分析拉伸过程的物理现象。在实际工程上所用的金属材料,有些没有明显的屈服现象,如淬火钢、高碳钢等。对于铸铁等脆性材料,不仅没有屈服现象,而且也不产生“缩颈”。

1.1.3 强度

强度的大小用应力来表示。金属材料受到外力作用时,必然在材料内部产生与外力相等的抵抗力,即内力。单位截面上的内力称为应力,用符号 σ 表示,单位为 Pa。

$$\sigma = \frac{F}{S_0}$$

式中 F ——载荷, N;

S_0 ——试样原始横截面积, m^2 。

用伸长量除以试样原始标距为应变,用 ε 表示。

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

式中 ΔL ——试样伸长量;

L_0 ——试样原始标距。

通过拉伸试验测得的强度指标有:弹性极限、屈服强度和抗拉强度。

1.1.3.1 弹性极限与刚度

弹性极限是试样能保持完全弹性变形的最大应力,用符号 σ_e 表示,单位为 Pa。

$$\sigma_e = \frac{F_e}{S_0}$$

式中 F_e ——试样产生弹性变形的极限载荷, N;

S_0 ——试样原始横截面积, m^2 。

弹性极限是材料发生弹性变形的最大承载能力。对一些弹性零件(如弹簧), σ_e 是重要的性能指标。

在 e 点以前, 应力与应变成正比关系, 应力与应变的比值是个常数, 称为弹性模量, 用 E 来表示。工程上用弹性模量作为衡量刚度的指标, E 值愈大, 刚度愈大, 材料在定应力下产生的弹性变形愈小, 即材料抵抗弹性变形的能力愈强。

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

式中 σ ——应力, (N/m^2);

ε ——应变。

1.1.3.2 屈服强度(屈服点)

试样拉伸过程中, 拉伸力不再增加, 试样仍能继续伸长时的应力称为屈服强度(简称屈服点), 用符号 σ_s 表示, 单位为 Pa。

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0}$$

式中 F_s ——试样屈服时的载荷, N。

对于无明显屈服现象的金属材料(如高碳钢、铸铁), 测量屈服点很困难, 工程上常采用残余伸长为原长 0.2% 时的应力 $\sigma_{0.2}$ 作为屈服强度指标, 称为规定残余伸长应力(图 1-3)。

$$\sigma_{0.2} = \frac{F_{0.2}}{S_0}$$

式中 $F_{0.2}$ ——标距部分的残余伸长达原长 0.2% 时的载荷, N。

1.1.3.3 抗拉强度(强度极限)

从拉伸图上可知, 试样断裂前所能承受的最大载荷发生在 b 点, 此时的应力值, 称为抗拉强度, 用符号 σ_b 表示, 它反映材料在拉伸载荷下抵抗最大均匀塑性变形的能力。

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0}$$

式中 F_b ——试样在 b 点的载荷(最大载荷), N。

对于无明显屈服阶段, 也无缩颈现象的材料(如铸铁), 抗拉强度表示材料抵抗断裂破坏的能力。

抗拉强度又称强度极限, 是零件因断裂而失效的主要设计和选材依据之一。

1.1.3.4 屈强比

屈服强度与抗拉强度的比值称为屈强比。

$$\text{屈强比} = \frac{\sigma_s}{\sigma_b}$$

屈强比越低, 零件的可靠性越高, 说明即使外载或某些意外使金属变形, 也不至于断裂。

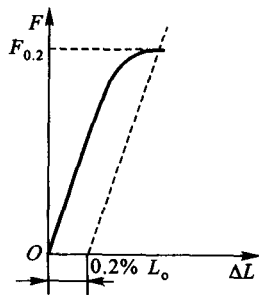


图 1-3 残余伸长应力图

屈服比过低,又要求在弹性范围内承受较大载荷时,为了保险,则需要加大零件的横截面积,增大金属用量,不符合经济、轻便的要求。

屈服比过大,材料的屈服强度接近抗拉强度,断裂前的塑性变形极小,易于突然脆断,不够安全。

1.1.4 塑性

通过拉伸试验测得的常用塑性指标有:伸长率和断面收缩率。

1.1.4.1 伸长率

试样拉断后的相对伸长量的百分比称为伸长率(延伸率),用符号 δ 表示。

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中 L_0 ——试样原始标距长度,mm;

L_1 ——试样拉断后的标距长度,mm。

定标距试样:

δ_{100} 表示: $L_0 = 100$ mm 的延伸率;

δ_{200} 表示: $L_0 = 200$ mm 的延伸率。

由于同一种材料长、短试样所测得的伸长率不同,不能进行比较,只有相同长度才能比较。为了有所区别,长、短试样分别用 δ_{10} 和 δ_5 表示,习惯上, δ_{10} 也可写成 δ 。定标距试样应在右下角加注标距数值。

1.1.4.2 断面收缩率

试样拉断后的横截面积的相对收缩量称为断面收缩率,用符号 ψ 表示, ψ 比 δ 更能真实反映材料的塑性。

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中 S_0 ——试样原始横截面积;

S_1 ——试样拉断处的横截面积。

伸长率和断面收缩率的值越大,表示材料的塑性越好。塑性对材料进行压力加工成形有重要意义。此外,工件的偶然过载,可因塑性变形而防止突然断裂;工件的应力集中处,也可因塑性变形使应力松弛,不致使工件过早断裂。这就是大多数零件除要求一定强度指标外,还要求一定塑性指标的道理。

§ 1.2 硬 度

硬度是指材料表面抵抗局部压入变形或刻划破裂的能力。硬度测试应用最广的是压入法,即在一定载荷作用下,将比工件更硬的压头缓慢压入被测工件表面,使金属局部塑性变形而形成压痕,然后根据压痕面积大小或压痕深度来确定硬度值。

硬度是金属材料的一个重要力学性能指标。由于硬度可以间接地反映金属材料的强度,加

之与拉伸试验相比,硬度试验简便易行,且属非破坏性试验,因此在实际生产中,对一般机械零件,大多通过测试硬度来检测力学性能。零件图中对材料力学性能的要求往往标注硬度值。

硬度试验方法很多,生产中常用的是:布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度试验法。

1.2.1 布氏硬度试验法

图 1-4 为布氏硬度试验原理示意图。用一定载荷 F ,将直径为 D 的球体(淬火钢球或硬质合金球),压入被测材料的表面,保持一定的时间后卸去载荷,根据压痕面积 S 确定硬度大小。

试验力 F 除以压痕球形面积 S 为所测材料的布氏硬度值,用符号 HB 表示,可由计算得出。

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

式中 F ——试验力,N;
 S ——压痕球体面积,mm²;
 D ——压头直径,mm;
 d ——压痕平均直径,mm。

在实际应用中,布氏硬度值不用计算,只需使用专用刻度放大镜测出压痕平均直径 d 的大小,在压痕直径与布氏硬度对照表中,查出相应的布氏硬度值。布氏硬度值一般不标注单位。

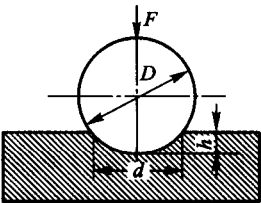


图 1-4 布氏硬度试验原理示意图

1.2.1.1 布氏硬度符号及其表示方法(见下表)

硬度值	布氏硬度符号(两种)	球体直径/mm	试验力/N	试验力保持时间/s
数字表示	HBS(压头为淬火钢球)	D	F	10~15 s 不标注,其余均标注
	HBW(压头为硬质合金球)			

例 1 120HBS10/1 000/30 表示用直径 10 mm 的淬火钢球,在 1 000 kgf(9.8 kN)试验力作用下,保持 30 s 时测得的布氏硬度值为 120。

例 2 530HBW5/750 表示用直径 5 mm 的硬质合金球,在 750 kgf(7.35 kN)试验力作用下,保持 10~15 s 时测得的布氏硬度值为 530。

为了能够测定不同的金属材料,并可进行不同材料硬度值的比较,国家标准对试验条件作了规定。

压头材料:淬火钢球压头适于测定布氏硬度在 450 以下的材料硬度;硬质合金压头适于测定布氏硬度值在 650 以下 350 以上的材料硬度。

压头球体直径 D :有 1、2、2.5、5 和 10 mm 共 5 种,厚度较大的试样选用直径较大的压头。选用时可参考表 1-1。

表 1-1 压头直径与试样最小厚度的关系

试样 最小 厚度	$D=1$	$D=2$	$D=2.5$	$D=5$	$D=10$
	0.10	0.31	0.36	0.73	1.47
	0.23	0.46	0.50	0.86	1.73
	0.41	0.64	0.66	1.00	2.00
	0.68	0.84	0.84	1.15	2.30
	1.00	1.08	1.04	1.31	2.62
		1.38	1.28	1.49	2.98
		1.65	1.54	1.68	3.35
		2.00	1.83	1.88	3.75
			2.15	2.09	4.18
			2.50	2.55	4.63
				3.08	5.10
				3.65	5.60
				4.29	6.14
				5.00	6.70
					7.29
					7.91
					8.58
					9.28
					10.00

F/D^2 值,有 7 种规定:30、15、10、5、2.5、1.25 和 1。该值主要根据被测材料种类及硬度范围按表 1-2 规定来选择。

表 1-2 F/D^2 值的选择(摘自 GB/T 231—1984)

材 料	布氏硬度	F/D^2	材 料	布氏硬度	F/D^2
钢及铸铁	< 140	10	轻金属及其合金	< 35	2.5(1.25)
	> 140	30		35 ~ 80	10(5 或 15)
				> 80	10(15)
铜及其合金	< 35	5	铅、锡		1.25(1)
	35 ~ 130	10			
	> 130	30			

注:1. 当试验条件允许时,应尽量选用直径为 10 mm 压头;

2. 当有关标准中没有明确规定时,应使用无括号的 F/D^2 值。

试验力 F : 当压头直径 D 及 F/D^2 值选定后, F 也就确定了, 见表 1-3。

表 1-3 布氏硬度试验的试验力 (摘自 GB/T 231—1984)

硬度符号	球体直径 D/mm	F/D^2 ($0.102F/D^2$)	试验力 F/kgf
HBS(HBW) 10/3 000	10	30	3 000 (29.42 kN)
HBS(HBW) 10/1 500	10	15	1 500 (14.77 kN)
HBS(HBW) 10/1 000	10	10	1 000 (9.807 3 kN)
HBS(HBW) 10/500	10	5	500 (4.903 kN)
HBS(HBW) 10/250	10	2.5	250 (2.452 kN)
HBS(HBW) 10/125	10	1.25	125 (1.226 kN)
HBS(HBW) 10/100	10	1	100 (980.7 N)
HBS(HBW) 5/750	5	30	750 (7.35 kN)
HBS(HBW) 5/250	5	10	250 (2.452 kN)
HBS(HBW) 5/125	5	5	125 (1.226 kN)
HBS(HBW) 5/62.5	5	2.5	62.5 (612.9 N)
HBS(HBW) 5/31.25	5	1.25	31.25 (306.5 N)
HBS(HBW) 5/25	5	1	25 (245.2 N)
HBS(HBW) 2.5/187.5	2.5	30	187.5 (1.839 kN)
HBS(HBW) 2.5/62.5	2.5	10	62.50 (612.9 N)
HBS(HBW) 2.5/31.25	2.5	5	31.25 (306.5 N)
HBS(HBW) 2.5/15.625	2.5	2.5	15.625 (153.2 N)
HBS(HBW) 2.5/7.813	2.5	1.25	7.813 (76.6 N)
HBS(HBW) 2.5/6.25	2.5	1	6.25 (61.29 N)
HBS(HBW) 2/120	2	30	120 (1.777 kN)
HBS(HBW) 2/40	2	10	40 (392.3 N)
HBS(HBW) 2/20	2	5	20 (196.1 N)
HBS(HBW) 2/10	2	2.5	10 (98.07 N)
HBS(HBW) 2/5	2	1.25	5 (49.03 N)
HBS(HBW) 2/4	2	1	4 (39.23 N)
HBS(HBW) 1/30	1	30	30 (294.2 N)
HBS(HBW) 1/10	1	10	10 (98.07 N)
HBS(HBW) 1/5	1	5	5 (49.03 N)
HBS(HBW) 1/2.5	1	2.5	2.5 (24.52 N)
HBS(HBW) 1/1.25	1	1.25	1.25 (12.26 N)
HBS(HBW) 1/1	1	1	1 (9.8 N)

试验力保持时间 (GB/T 231—1984): 黑色金属 10 ~ 15 s; 有色金属 (30 ± 2) s; 布氏硬度值 < 35 时为 (60 ± 2) s。

1.2.1.2 布氏硬度试验法的特色及应用范围

布氏硬度试验法的优点: 压痕面积大, 不受微小不均匀硬度的影响, 较真实地反映出材料的平均性能, 测量精度比较准确。

布氏硬度与抗拉强度之间存在一定的近似关系。

HB 与 σ_b 之间的经验换算关系为: