



银领工程

高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

汽车运用与维修专业领域

汽车机械基础

蔡广新 主编



高等教育出版社

银领工程

高等职业教育技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

汽车机械基础

蔡广新 主编 李莉 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部制定的《两年制高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》编写的。

全书共分8个单元,内容包括汽车常用材料、机械制图、平面构件的静力分析和动力分析、构件承载能力分析、轴系零部件、常用机构、机械传动、液压传动等内容。

本书可作为高职高专院校汽车类专业机械基础课程的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车机械基础/蔡广新主编. —北京:高等教育出版社,2005.1

ISBN 7-04-015661-X

I. 汽... II. 蔡... III. 汽车-机械学-高等学校:技术学校-教材 IV. U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第126229号

策划编辑	周雨阳	责任编辑	胡 纯	封面设计	于 涛	责任绘图	朱 静
版式设计	胡志萍	责任校对	胡晓琪	责任印制	杨 明		

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 新华书店北京发行所
印 刷 北京宏伟双华印刷有限公司

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

开 本 787×960 1/16
印 张 19.25
字 数 420 000

版 次 2005年1月第1版
印 次 2005年1月第1次印刷
定 价 24.20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:15661-00

出版说明

为了认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，落实《2003—2007 年教育振兴行动计划》，缓解国内劳动力市场技能型人才紧缺现状，为我国走新型工业化道路服务，自 2001 年 10 月以来，教育部在永州、武汉和无锡连续三次召开全国高等职业教育产学研经验交流会，明确了高等职业教育要“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学研结合的发展道路”，同时明确了高等职业教育的主要任务是培养高技能人才。这类人才，既要能动脑，更要能动手，他们既不是白领，也不是蓝领，而是应用型白领，是“银领”。从而为我国高等职业教育的进一步发展指明了方向。

培养目标的变化直接带来了高等职业教育办学宗旨、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面的改变。与之相应，也产生了若干值得关注与研究的新课题。对此，我们组织有关高等职业院校进行了多次探讨，并从中遴选出一些较为成熟的成果，组织编写了“银领工程”丛书。本丛书围绕培养符合社会主义市场经济和全面建设小康社会发展要求的“银领”人才的这一宗旨，结合最新的教改成果，反映了最新的职业教育工作思路和发展方向，有益于固化并更好地推广这些经验和成果，很值得广大高等职业院校借鉴。我们的这一想法和做法也得到了教育部领导的肯定，教育部副部长吴启迪专门为首批“银领工程”丛书提笔作序。

我社出版的高等职业教育各专业领域技能型紧缺人才培养培训工程系列教材也将陆续纳入“银领工程”丛书系列。

“银领工程”丛书适于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校开办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2004 年 9 月

前 言

本书是根据教育部制定的《两年制高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》编写的,主要适用于汽车类专业的教学。

本书主要特点如下:

(1) 本书对传统学科型教材进行了整合,在教学内容选取上,保证了汽车类专业所需的最基本、最主要的机械基础的经典内容,尽量避免内容之间不必要的交叉和重叠,淡化学科体系,减少教学时数,提高课堂教学效率。

(2) 基本知识点的选取以“必须”、“够用”为度,没有过多的理论推导;为体现汽车教育的特点,本书选择了许多汽车工程中的实例,以培养学生分析问题和解决实际问题的能力。

(3) 本书在叙述上力求通俗易懂,深入浅出,对于各种基本概念与基本原理的阐述力求简明扼要。

(4) 为便于教师教学和学生自学,每个课题前有学习目标、考核标准和教学建议,重点内容有提示,难点内容有讨论。

(5) 所用标准均为最新的国家标准。

参加本书编写的有蔡广新、李莉、陈亚娜、邸久生,并由蔡广新任主编,李莉任副主编。

本书由吉利大学张国强教授审阅,他仔细审阅了全部文稿和图稿,提出了很多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 9 月

目 录

单元一 汽车常用材料	1	四、基本体的三视图	57
课题一 材料的性能	1	五、基本体的截交与相贯	61
一、材料的物理性能	2	六、组合体及其尺寸标注	63
二、材料的化学性能	2	课题二 零件的各种表达方法	66
三、材料的工艺性能	3	一、表达零件外部结构的方法	66
四、材料的力学性能	3	二、表达零件内部结构的方法	68
课题二 金属与合金的结构及铁碳合		三、表达零件断面形状的方法	69
金相图	9	四、表达零件的其他方法	70
一、纯金属的晶体结构及其结晶	10	课题三 标准件和常用件的表达方法	72
二、合金的结构	13	一、螺纹及螺纹连接件	72
三、铁碳合金相图	15	二、键和销	76
课题三 钢的热处理	22	三、齿轮	77
一、钢热处理的组织转变原理	23	四、滚动轴承	78
二、常用的热处理方法	24	课题四 零件的公差与互换性	79
课题四 常用金属材料	27	一、概述	79
一、铁基金属材料	27	二、公差与配合	79
二、非铁金属材料	33	三、测量基本知识	85
课题五 高分子材料	35	四、形状和位置公差	86
一、概述	36	五、表面粗糙度	98
二、塑料	37	课题五 零件图的识读	100
三、橡胶	42	一、零件图的内容	101
课题六 陶瓷材料和复合材料	45	二、识读零件图的方法	101
一、陶瓷材料	45	三、读图举例	102
二、复合材料	46	四、零件图的绘制	105
单元二 机械制图	49	课题六 装配图的识读	106
课题一 视图的基本原理	49	一、装配图的内容	106
一、制图的基本知识	49	二、装配图的识读	110
二、正投影原理和三视图	53	三、装配图读图举例	111
三、点、线、面的投影	55	四、由装配图拆画零件图	113
		单元三 平面构件的静力分析和动力	

分析	114	单元五 轴系零部件	186
课题一 静力分析基础	114	课题一 轴	186
一、基本概念	114	一、轴的分类及材料	186
二、基本公理	117	二、轴的结构设计	188
三、约束与约束反力	118	三、轴的强度校核	191
四、受力分析与受力图	122	四、轴毂连接	192
课题二 平面力系	123	课题二 轴承	197
一、平面汇交力系	124	一、滑动轴承	197
二、平面力偶系	128	二、滚动轴承	203
三、平面任意力系	129	单元六 常用机构	209
课题三 旋转构件的运动分析和动力		课题一 平面机构的组成	209
分析	137	一、机器的组成及相关概念	209
一、转动速度	137	二、运动副	211
二、转动加速度	138	三、平面机构的运动简图	211
三、惯性力的概念	139	课题二 平面连杆机构	214
四、动静法	139	一、平面四杆机构的类型及应用	215
五、定轴转动刚体的动静法	139	二、平面四杆机构的基本性质	220
六、功和功率	141	课题三 凸轮机构	222
单元四 构件承载能力分析	143	一、凸轮机构的组成、应用和特点	222
课题一 轴向拉伸与压缩	143	二、凸轮机构的分类	223
一、轴向拉伸(或压缩)时的内力	145	三、凸轮机构的运动过程及运动参数	224
二、轴向拉伸(或压缩)的强度计算	147	四、凸轮和滚子的材料	225
三、拉(压)杆的变形	151	五、凸轮和滚子的结构	226
四、应力集中	153	单元七 机械传动	228
五、压杆稳定的概念	154	课题一 带传动和链传动	228
课题二 梁的弯曲	156	一、带传动的类型、特点和应用	228
一、平面弯曲的概念及弯曲内力	156	二、汽车用传动带的结构和标记	230
二、梁的弯曲强度计算	164	三、带传动的张紧和维护	233
三、梁弯曲正应力强度条件及其应用	168	四、链传动的结构、特点和应用	233
四、梁的弯曲刚度	168	五、链传动的运动特性	235
课题三 圆轴扭转	176	课题二 齿轮传动	236
一、圆轴扭转的概念	176	一、齿轮传动的类型和特点	236
二、圆轴扭转时的内力	177	二、渐开线齿廓	237
三、圆轴扭转时的应力和强度计算	179	三、渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数	
四、弯曲与扭转组合变形的强度计算	182	和几何尺寸计算	239
五、动载荷与交变应力的概念	184	四、渐开线直齿圆柱齿轮的啮合条件	241

五、根切现象、最少齿数和变位齿轮的 概念	243	一、液压泵	260
六、斜齿圆柱齿轮传动	243	二、液压马达	265
七、直齿圆锥齿轮传动	246	三、液压缸	266
八、蜗杆传动简介	246	四、液压控制阀	273
九、轮系	247	五、液压辅助元件	288
单元八 液压传动	251	课题三 液压系统实例	293
课题一 液压传动基本概念	251	一、汽车液压制动系统	293
一、液压传动的工作原理	252	二、液压助力转向系统	293
二、液压系统的表示方法与组成	252	课题四 液压系统的故障分析和排除 方法	295
三、液压系统的基本参数	254	参考文献	299
四、液压油	256		
课题二 液压元件	260		

单元一 汽车常用材料

材料是人类社会发展和经济建设的物质基础。汽车上每个零件无一不是由材料制成的,汽车行业的工程技术人员在设计选材、加工制造、使用维修等方面都必须懂得汽车用材。现代汽车要求安全、舒适、减轻自重、低污染、节能、价廉,这些更离不开与之相匹配的材料。可以说,材料是汽车工业发展的重要物质基础,层出不穷的新材料为现代汽车的更新提供了必要的条件。

材料的种类很多。生产中用来制作汽车工程结构、零件和工具的固体材料,分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类。其中金属材料是最重要的工程材料,应用最广、最多,占整个用材的80%左右。金属材料之所以能够广泛应用,是由于它具有优良的使用性能和工艺性能,易于制成性能、形状都能满足使用要求的机械零件、工具和其他制品。而金属材料中的钢铁材料性能较好,价格不高,是汽车的主要用材,在现代轿车中钢铁材料超过三分之二。非铁基金属材料(常用为铝、铜合金)在汽车中使用不如钢铁普遍,但其具有钢铁材料所不及的特性,在汽车中应用正在稳步上升。

非金属材料及复合材料也各有特点,与汽车的安全性、经济性、舒适性密切相关,在汽车中的应用正在逐步增加。

材料的性能与其成分、组织及加工工艺密切相关,金属材料可通过不同的热处理方法来改变金属的表面成分和内部组织结构,以获得不同的性能,从而满足不同的使用要求。因此,机械设计和制造的重要任务之一,就是合理地选用材料和制定材料的加工工艺。而要合理选材,就必须了解其性能。

课题一 材料的性能

学习目标	考核标准	教学建议
1. 了解材料的物理、化学性能及工艺性能。 2. 掌握金属的强度、应力应变概念。 3. 掌握材料的硬度及其测定方法。 4. 了解材料的疲劳强度和冲击韧性。	应知:强度、塑性、韧性、硬度的概念,应力、应变的概念,常用的力学性能判据及意义。 应会:测定金属材料的硬度。	教师重点讲解材料的力学性能及力学性能判据在工程中的意义。

汽车工业中使用的材料主要是金属材料,故首先介绍金属材料的性能。金属材料的性能包括使用性能以及工艺性能两大类。使用性能是指金属材料在使用过程中所表现出来的性能,主要有力学性能、物理性能和化学性能;工艺性能是指金属材料在各种加工过程中表现出来的性能,主要有铸造、锻造、焊接、热处理和切削加工性能。

一、材料的物理性能

材料的物理性能指的是材料在物理方面的特性。主要技术指标有熔点、密度、导电性、导热性、导磁性和热膨胀性。

金属的密度就是单位体积金属的质量,单位符号是 g/cm^3 。密度是金属的特性之一。不同的金属材料的密度是不同的。按照密度的大小,金属可分为轻金属和重金属。密度小于 5 g/cm^3 的金属为轻金属;密度大于 5 g/cm^3 为重金属。在常用金属材料中,铜的密度为 8.96 g/cm^3 ,铁的密度为 7.87 g/cm^3 ,属重金属。铝的密度为 2.7 g/cm^3 ,属轻金属。

在汽车工业中,为了增加有效载荷质量,钢铁占整车质量的 67% 左右;而某些高速运动的零件(如活塞),要求尽量减少质量,以减少其惯性力,宜采用强度较高、密度较小的金属材料(如铝合金)来制造。

金属或合金在加热过程中由固体熔化为液体的温度称为熔点,常以摄氏度($^{\circ}\text{C}$)来表示。每种金属都有自己的熔点。常用金属材料中钨的熔点最高,铅、锡等金属熔点较低。熔点低的铅、锡可以制造保险丝等,熔点高的钨、钼则用于制造灯丝、加热元件等。

金属能够传导电流的性能称为导电性。所有金属都是导体,其中以银的导电性最好,其次是铜和铝,而且铜、铝价格较低,因此常用铜、铝做导线。合金的导电性比纯金属差,某些合金如镍-铬合金具有很高的电阻率,常用作轿车仪表中的电阻元件。

金属传导热的性能称为导热性。所有金属都是导热体,其中以银的导热性最好,铜、铝次之。导热性好并具有较好耐蚀性的材料(如铝)常用来制造轿车的热交换器和散热器中的零件。

金属在温度升高时体积胀大的现象称为热膨胀性。它也是金属的一个重要特性。但一般在常温下使用的金属材料可不予考虑;在某些特殊情况下,例如千分尺、块规等测量工具、有精密配合的零件,对热膨胀性都有严格要求。

二、材料的化学性能

化学性能是指金属材料在外部介质化学作用下表现的性能,包括耐腐蚀性、抗氧化性和化学稳定性。

金属在各种介质中及不同的温度下工作,不可避免地受到腐蚀及氧化。腐蚀对金属材料的危害很大,不仅使金属材料本身受到损失,严重时还使轿车零部件遭到破坏。因此提高金属材料的耐腐蚀性能,可以减少金属消耗、延长材料使用寿命。

三、材料的工艺性能

1. 铸造性能

铸造是将熔融金属浇注、压射或吸入铸型型腔中,待其凝固后而得到一定形状和性能的零件的方法。铸造性能是指浇注时液态金属的流动性、凝固时的收缩性和偏析倾向等。流动性好的金属材料有充满铸型的能力,能够铸出大而薄的铸件。收缩是指液态金属凝固时体积收缩和凝固后的线收缩,收缩小的可提高液态金属的利用率,减少铸件产生变形或裂纹的可能性。偏析是指铸件凝固后各处化学成分的不均匀性,若偏析严重,将使铸件力学性能变坏。在常用的金属材料中,灰铸铁和青铜有良好的铸造性能。

2. 锻造性能

金属材料的锻造性是指材料在压力加工时,能改变形状而不产生裂纹的性能以及变形时变形抗力的大小。锻造性好,表明容易进行锻压加工;锻造性差,表明该金属不宜选用锻压加工方法变形。锻造性与化学成分和变形温度有关,在高温下材料一般锻造性好。与高碳钢和合金钢相比低碳钢能承受锻造、轧制、冷拉、挤压等形变加工,表现出良好的锻造性。

3. 焊接性能

金属材料的焊接性能是指材料在通常的焊接方法和焊接工艺条件下,能否获得质量良好的焊缝的性能。焊接性能好的材料,易于用一般的焊接方法和工艺进行焊接,焊缝中不易产生气孔、夹渣或裂纹等缺陷,其强度与母材接近。焊接性能差的材料要用特殊的方法和工艺进行焊接。焊接性能与化学成分有关,常用材料中,低碳钢有良好的焊接性能,而高碳钢和铸铁焊接性能较差。

4. 切削加工性能

切削加工性能是指工件材料进行切削加工的难易程度。切削加工性能好的材料易于高效获得加工表面质量好的零件,且刀具寿命长;而加工性能不好的材料,不易获得高质量表面的工件,甚至不能切削加工。金属材料的切削加工性能,不仅与材料本身的化学成分、金相组织有关,还与刀具有关。通常,可根据材料的强度和韧性对切削加工性能作大致的判断。硬度过高或过低以及韧性过大的材料,切削加工性能较差。碳钢硬度为 150 ~ 250 HBS 时,有较好的切削加工性能。材料硬度高,使刀具寿命短或不能切削加工;材料硬度过低,不易断屑,容易粘刀,加工后表面粗糙。灰铸铁具有良好的切削加工性能。

四、材料的力学性能

汽车是用不同的材料制成各种零部件后组装而成的。这些零部件在使用过程中往往不可避免地受到各种外力的作用,这些外力作用对金属有一定的破坏性,这就要求材料具有抵抗外力作用而不破坏的能力,这就是材料的力学性能。

金属的力学性能主要有强度、塑性、硬度和韧度。

1. 强度与塑性

强度是抵抗永久变形和断裂的能力。按载荷的作用形式分为拉伸、压缩、弯曲、剪切、扭转等几种,载荷的作用形式不同,金属的强度判据不同。拉伸强度判据应用最普遍、测试方法最简单,通常采用拉伸试验法,在拉伸试验机上进行。

试验前,先按国家标准 GB/T 228—1987 规定将材料制成一定形状和尺寸的标准试样,如图 1-1 所示。图中 d_0 为试样的直径; l_0 为标距的长度。

试验时,在一根标准试样的两端缓慢地施加试验力,随着力不断增加,试样长度逐渐增加,直至拉断为止。在整个拉伸试验过程中,将拉力 F 与其所对应的试样的伸长量绘成曲线,便得到拉伸曲线。图 1-2 为低碳钢的拉伸曲线。用试样原始截面积 A_0 去除拉力 F 得到应力 σ 。以试样原始标距去除绝对伸长 Δl ,得到应变 ε ,则力-伸长($F-\Delta l$)曲线就成了应力-应变曲线。

从图 1-2 可看出低碳钢拉伸过程分为四个阶段: Oe 阶段为一斜直线,随着外力(应力)的增加伸长量(应变)增加,当外力去除后试样变形完全恢复,此阶段为弹性变形阶段,其最大极限外力为 F_e ,对应的应力为弹性极限,用 σ_e 表示。当应力超过 σ_e ,进入屈服阶段(es 段),应力不增加或只微量增加,试样却继续伸长。屈服后材料进入均匀塑性变形阶段(sb 段),即此时试样的伸长随载荷的增加均匀增加。当试样变形达到最高点 b 后,试样就在某个薄弱部分发生局部变形,形成缩颈。此时变形就发生在缩颈部位,其余部位不发生变形,由于试样局部截面积逐渐缩小,使试样继续变形所需的载荷下降,直至断裂(bk 段)。

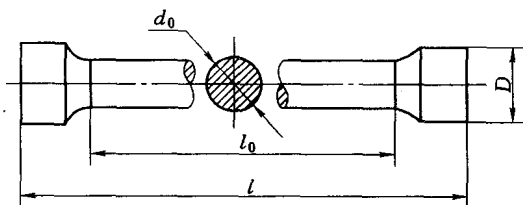


图 1-1 拉伸试样

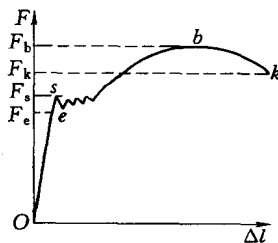


图 1-2 低碳钢拉伸曲线

(1) 常用强度判据

主要有屈服点和抗拉强度。

1) 屈服点和规定残余伸长应力

在拉伸过程中力不增加(保持恒定),试样仍能继续伸长时的应力称为材料的屈服点,以 σ_s 表示,单位为 MPa。

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_0} \quad (1-1)$$

式中: F_s ——材料屈服时的拉伸力, N。

A_0 ——试样拉伸前 d_0 处横截面积。

屈服点是具有屈服现象的材料特有的强度指标。除退火或热轧的低碳钢和中碳钢等少数合金有屈服点外, 大多数合金都没有屈服现象, 因此提出“规定残余伸长应力”作为相应的强度指标。国家标准规定: 当试样卸除拉伸力后, 其标距部分的残余伸长达到规定的原始标距百分比时的应力, 作为规定残余伸长应力 σ_r 。表示此应力的符号应附以角标说明, 例如 $\sigma_{0.2}$ 表示规定残余伸长率为 0.2% 时的应力。

$$\sigma_r = \frac{F_r}{A_0} \quad (1-2)$$

式中: F_r ——产生规定伸长时的拉力, N。

2) 抗拉强度

拉伸过程中最大力 F_b 所对应的应力称为抗拉强度, 以 σ_b 表示。

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_0} \quad (1-3)$$

抗拉强度的物理意义是表征材料对最大均匀变形的抗力, 表征材料在拉伸条件下所能承受的最大力的应力值, 它是设计和选材的主要依据之一, 是工程技术上的主要强度指标。

(2) 塑性判据

断裂前材料发生不可逆永久变形的能力叫塑性。常用的塑性判据是材料断裂时最大相对塑性变形, 如拉伸时的断后伸长率和断后收缩率。

1) 断后伸长率

试样拉断后, 标距的伸长与原始标距的百分比称为断后伸长率, 以 δ 表示。

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中: l_1 ——试样拉断后的标距, mm;

l_0 ——试样原始标距。

2) 断面收缩率

试样拉断后, 缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比称为断面收缩率, 以 ψ 表示。

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中: A_0 ——试样原始截面积, mm^2 ;

A_1 ——试样断裂后缩颈处的最小横截面积, mm^2 。

δ 和 ψ 越大,表示材料的塑性越好;反之,表示材料的塑性越差,脆性越大。

提示 强度与塑性是矛盾的两个力学指标;一般强度高的材料,塑性较差。

2. 硬度

硬度是指材料抵抗局部变形,尤其是塑性变形、压痕或划痕的能力。硬度是衡量金属软硬程度的判据。

材料的硬度是通过硬度试验测得的。硬度试验所用设备简单,操作简便、迅速,可直接在半成品或成品上进行试验而不损坏被测件,而且还可根据硬度值估计出材料近似的强度和耐磨性。因此,硬度在一定程度上反映了材料的综合力学性能,应用很广。常将硬度作为技术条件标注在零件图样或写在工艺文件中。

硬度试验方法较多,生产中常用的是布氏硬度、洛氏硬度试验法。

(1) 布氏硬度

布氏硬度的测定是在布氏硬度试验机上进行的,其试验原理如图 1-3 所示。用直径为 D 的淬火钢球或硬质合金球做压头,以相应的试验力 F (单位: N) 将压头压入试件表面,经规定的试验力,在试件表面得到一直径为 d 的压痕。用试验力 F 除以压痕表面积 A_H , 所得值即为布氏硬度值,用符号 HB 表示。用淬火钢球为压头时,符号为 HBS; 用硬质合金球为压头时,符号为 HBW。

$$HBS(HBW) = \frac{F}{A_H} = \frac{F}{\pi D h} = 0.102 \times \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中: A_H —— 压痕表面积, mm^2 ;

d 、 D 、 h —— 压痕平均直径、压头直径、压痕深度, mm 。

上式中只有 d 是变量,只要测出 d 值,即可通过计算或查表得到相应的硬度值。 d 值越大,硬度值越小; d 值越小,硬度值越大。

布氏硬度试验法压痕面积较大,能反映出较大范围内材料的平均硬度,测得结果较准确,但操作不够简便。又因压痕大,故不宜测试薄件或成品件。HBS 适于测量硬度值小于 450 的材料; HBW 适于测量硬度值小于 650 的材料。

目前,大多用淬火钢球做压头测量材料硬度,主要用来测定灰铸铁、有色金属及退火、正火和调质的钢材等。

可根据下列布氏硬度与抗拉强度经验公式,近似计算金属材料的强度。

低碳钢 $\sigma_b \approx 3.35 \text{ HBS}$

调质合金钢 $\sigma_b \approx 3.19 \text{ HBS}$

灰铸铁 $\sigma_b \approx 0.98 \text{ HBS}$

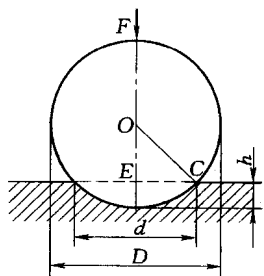


图 1-3 布氏硬度试验原理示意图

(2) 洛氏硬度

洛氏硬度的测定是在洛氏硬度试验机上进行的,其试验原理见图 1-4。它是以顶角为 120° 金刚石圆锥体或直径为 1.588 mm 淬火钢球做压头,在初试验力和总试验力(初试验力 + 主试验力)先后作用下,压入试件表面,经规定保持时间后,去除主试验力,用测量的残余压痕深度增量(增量是指去除主试验力并保持初试验力的条件下,在测量的深度方向上产生的塑性变形量)来计算硬度的一种压痕硬度试验法。

图中 0-0 为压头与试件表面未接触的位置;1-1 为加初试验力 98.07 N 后,压头经试件表面 *a* 压入到 *b* 处的位置,*b* 处是测量压入深度的起点(可防止因试件表面不平引起的误差);2-2 为初试验力和主试验力共同作用下,压头压入到 *c* 处的位置;3-3 为卸除主试验力,但保持初试验力的条件下,因试件弹性变形的恢复使压头回升到 *d* 处的位置。因此,压头在主试验力作用下,实际压入试件产生塑性变形的压痕深度为 *bd*(*bd* 为残余压痕深度增量)。用 *bd* 大小来判断材料的硬度,*bd* 越大硬度越低;反之,硬度越高。为适应习惯上数值越大,硬度越高的概念,故用一常数 *K* 减去 *bd* (*h*) 作为硬度值(每 0.002 mm 的压痕深度为一个硬度单位)直接由硬度计表盘上读出。洛氏硬度用符号 HR 表示。

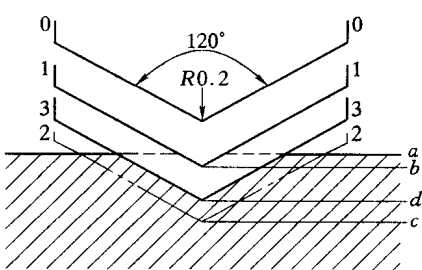


图 1-4 洛氏硬度试验原理示意图

$$HR = K - \frac{bd}{0.002} \tag{1-6}$$

式中:金刚石做压头,*K* 值为 100;
淬火钢球做压头,*K* 为 130。

为使同一硬度计能测试不同硬度范围的材料,可采用不同的压头和试验力。按压头和试验力不同,GB/T 230—1991 规定洛氏硬度的标尺有九种,但常用的是 HRA、HRB、HRC 三种,其中 HRC 应用最广。洛氏硬度的试验条件和应用范围见表 1-1。

表 1-1 常用洛氏硬度的试验条件和应用范围

硬度符号	压头类型	总试验力 <i>F</i> _总 /N	硬度值有效范围	应用举例
HRA	120°金刚石圆锥	588.4	70 ~ 88	硬质合金,表面淬火、渗碳钢等
HRB	φ1.588 mm 钢球	980.7	20 ~ 100	有色金属,退火、正火钢
HRC	120°金刚石圆锥	1 471.1	20 ~ 70	淬火钢,调质钢等

注:总试验力 = 初试验力 + 主试验力。

洛氏硬度试验操作简便、迅速,测量硬度范围大,压痕小,无损于试件表面,可直接测量成品

或较薄工件。但因压痕小,对内部组织和硬度不均匀的材料,所测结果不够准确。因此,需在试件不同部位测定三点取其平均值。

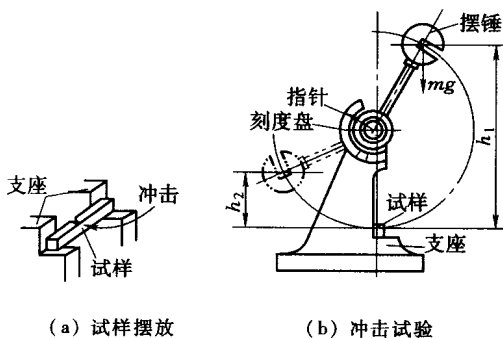
提示 洛氏硬度与布氏硬度试验原理不同,两者不能相互比较。

3. 韧性及疲劳

(1) 韧性

以上讨论的是静载荷下的力学性能指标,但生产中许多零件是在冲击力作用下工作的,如汽车变速器的齿轮、轴、传动轴等。这类零件,不仅要满足在静力作用下的力学性能指标,还应有足够的韧性。韧性是指金属在断裂前吸收变形能量的能力,它表示了金属材料抗冲击的能力。韧性的判据是通过冲击试验确定的。

常用的方法是摆锤式一次冲击试验法,它是在专门的摆锤试验机上进行的。试验时首先将材料按 GB/T 229—1994《金属夏比缺口冲击试验方法》规定,将被测材料制作成标准冲击试样,后将试样缺口背向摆锤冲击方向放在试验机支座上(图 1-5a),摆锤举至 h_1 高度,然后使摆锤自由落下;摆锤冲断试样后,摆锤升至 h_2 。摆锤冲断试样所消耗的能量,即试样在冲击力一次作用下折断时所吸收的功,称为冲击吸收功,用符号 A_K 表示。



(a) 试样摆放 (b) 冲击试验

图 1-5 摆锤式冲击试验原理示意图

$$A_K = mgh_1 - mgh_2 = mg(h_1 - h_2)$$

A_K 值不需计算,可由试验机刻度盘上直接读出。冲击试样缺口底部单位横截面积上的冲击吸收功,称为冲击韧度,用符号 a_K 表示,单位为 J/cm^2 。

$$a_K = \frac{A_K}{A}$$

式中: A ——试样缺口底部横截面积, cm^2 。

冲击吸收功越大,材料韧性越好,在受到冲击时越不容易断裂。但应当指出,冲击试验时,冲击吸收功中只有一部分消耗在断开试样缺口上,冲击吸收功的其余部分则消耗在冲断试样前,缺口附近体积内的塑性变形上。因此,冲击韧度不能真正代表材料的韧性,而用冲击吸收功 A_K 作

为材料韧性的判据更为适宜。

注意 冲击韧性的大小受试样形状、表面粗糙度、内部组织等影响,因此只作为选材的参考。

(2) 疲劳强度

许多零件如轴、齿轮、弹簧等是在交变应力作用下工作的。在循环应力作用下,零件在一处或几处产生局部永久性累积损伤,经一定循环次数后产生裂纹或突然发生完全断裂的过程,称为疲劳或疲劳断裂。零件疲劳断裂前无明显塑性变形,危险性大,常造成严重事故。

试验证明,金属材料能承受的交变应力,与断裂前应力循环基数 N 有关,见图 1-6。由图可知,当 σ 低于某一值时,曲线与横坐标平行,表示材料可经无数次循环应力作用而不断裂,这一应力称为疲劳强度,并用 σ_{-1} 表示光滑试样对称弯曲疲劳强度。

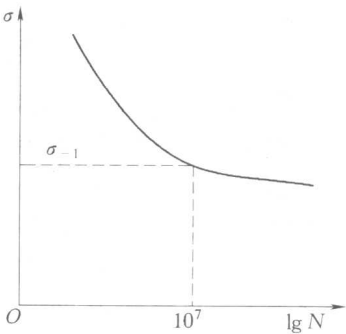


图 1-6 疲劳曲线示意图

一般,交变应力越小,断裂前所能承受的循环次数越多;交变应力越大,可循环次数越少。工程上用的疲劳强度,是指在一定的循环基数下不发生断裂的最大应力。通常规定钢铁材料的循环基数取 10^7 ,有色金属取 10^8 。

提示 疲劳强度与抗拉强度大致有一定联系,抗拉强度高,疲劳强度也高。

课题二 金属与合金的结构及铁碳合金相图

学习目标	考核标准	教学建议
1. 了解金属及合金的结构。 2. 了解晶体的基本特性及结晶过程。 3. 掌握铁碳合金结晶后的组织及铁碳合金性能与碳的质量分数的关系。 4. 了解铁碳合金的分类。	应知:晶体的概念及特性、晶体的结晶、合金及相图概念、铁碳合金的组织及性能随碳的质量分数而变化的规律。 应会:如何获得细小晶粒。	教师重点讲解铁碳合金相图。

工程材料的各种性能,尤其是力学性能,与其微观结构关系密切。一切物质都是由原子组成的,根据原子在固体物质内部聚集状态的不同,可将物质分为晶体与非晶体两类。晶体物质的原子在三维空间呈现有规律的周期性重复排列,而非晶体不具有这一特点。