

AUTO

全国高职高专汽车专业教学通用教材

汽车材料 与金属加工

张桂华 主编



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

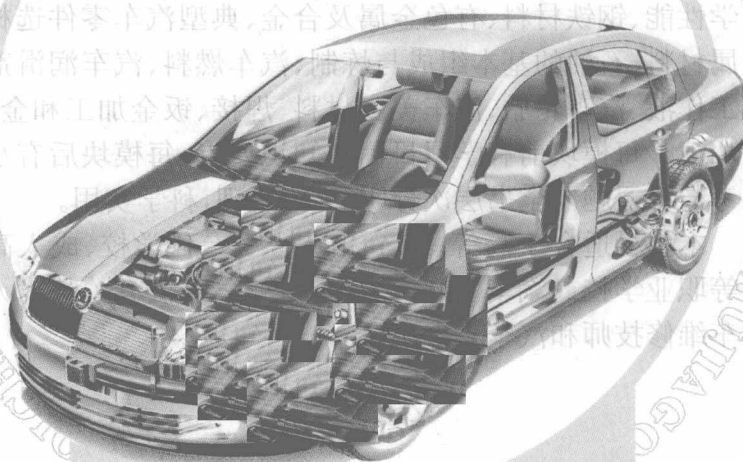
全国高职高专汽车专业教学通用教材

汽车

材料与金属加工

主编 张桂华

主审 王开德 张振东



山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车材料与金属加工/张桂华等主编. —济南:山东科学技术出版社,2007

全国高职高专汽车专业教学通用教材

ISBN 978-7-5331-4591-0

I. 汽... II. 张... III. ① 汽车—工程材料—高等学校:技术学校—教材 ② 汽车—金属加工—高等学校:技术学校—教材 IV. U465

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 151990 号

全国高职高专汽车专业教学通用教材

汽车材料与金属加工

主 编 张桂华

主 审 王开德 张振东

出版者: 山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者: 山东新华印刷厂

地址:济南市胜利大街 56 号

邮编:250001 电话:(0531)82079112

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 17.5

版次: 2007 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-4591-0

定价: 28.00 元

(如有印装质量问题,请与出版社联系 电话:0531-82098085)

内 容 提 要

本教材是高职高专系列教材,是为满足国家大力发展职业技术教育、培养高等技术人才的需要,针对现阶段汽车维修业、技术服务与营销业的特点,推出的一本汽车类专业基础课程教材。

本教材分为4部分,共14个模块,内容包括金属材料的力学性能、钢铁材料、有色金属及合金、典型汽车零件选材、非金属材料、石油的基本组成与炼制、汽车燃料、汽车润滑剂、汽车工作液、汽车轮胎、汽车美容材料、焊接、钣金加工和金属切削加工。每模块前有学习目标和知识要点,每模块后有小结、思考与练习题。全书层次分明,结构合理,科学实用。

本教材适合于高等职业院校、高等专科学校、成人高校、中等职业学校或汽车类培训学校选用,也可供有关技术人员、汽车维修技师和汽车维修工参考使用。

编

审

委

员

会

主 任	王洪龄	张增国	孙桐传	刘乐泉	
副主任	李玉吉	任 东	于 川	刘 娟	王杰恩
	何全民	丁步温	于元涛	张兆阳	
编 员	(按姓氏笔画为序)				
	王凤平	王立功	王 刚	王来立	王经安
	王 新	王 毅	仇桂玲	孔凡宝	巩华荣
	朱 利	刘延刚	刘希震	刘贵森	刘海生
	刘程江	刘锡河	杨永海	杨峻峰	李仲河
	李茂勇	何全民	宋道国	吴辉国	时 建
	陆 民	张 丽	张 茜	张政新	张桂华
	张振东	邵 峰	苑章义	林 鹏	单连金
	孟凡营	孟庆浩	赵 忠	贾利敏	陶晓军
	徐 强	梁乃云	寇建新	隋建堂	戚晓霞
总主编	刁毓亮				
总策划	王洪胜				

本

书

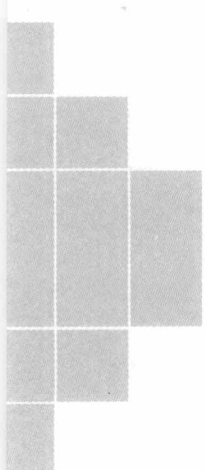
编

审

人

员

主 编	张桂华				
副主编	李义达	刘照军	刘希震	李仲河	王 新
	王 刚	苑章义	寇建新	梁乃云	张兆阳
	杨卫英	蔡传宗	孙惠敏	张玉玲	
编 者	杨卫英	李淑静	刘晓军	王秀荣	冯庆宝
	张振东	隋建堂	仇桂玲	杨永海	赵修强
	赵俊山	姜 伟	尹秀丽	郝军红	孙春燕
	魏春均	窦 磊	孙 龙	王旭东	陶晓军
	王金铭	王翠萍	姚慧文	刘 健	赵海清
	孟庆浩				
主 审	王开德	张振东			



Preface

前言

随着高等职业技术教育的蓬勃发展,国家改革进程的日益推进,教学改革也不断推向深入,编写适合高职高专教学用的特色教材,用以培养社会需要和个人发展需求的高技能人才,已成为当前一项重要任务。在充分调研的基础上,我们依据高职高专教育的定位思想,明确了本专业的教学目标,制订了课程的教学目标,理清了每门课的教学内容,对课程进行了整合,将一些关联的专业基础课整合为一门课程,保持了联贯性和一致性。本教材就是在这样的前提下,把《工程材料》《汽车运行材料》《汽车美容材料》和《金属工艺学》四部分内容结合起来,内容覆盖面较广,难度上以基础知识够用为原则,强调以实用为目的,与汽车行业联系紧密,使教材和汽车技术发展的距离缩短。

本教材按 64~72 个学时编写,全书内容分为 4 部分,共 14 个模块。第一部分是汽车制造材料,包括金属材料的力学性能、钢铁材料、有色金属及合金、典型汽车零件选材和非金属材料等五个模块。第二部分是汽车运行材料,包括石油的基本组成与炼制、汽车燃料、汽车润滑剂、汽车工作液和汽车轮胎等五个模块。第三部分是汽车美容材料。第四部分是金属材料的加工方法,包括焊接、钣金加工和金属切削加工三个模块。各模块既有相对独立性,又紧密联系,可按具体教学需要进行调整或取舍。本书可作为高职高专汽车类专业院校的通用教材,也可供有关工程技术人员参考。

本教材在编写过程中,参考了有关文献资料,得到了聊城职业技术学院等许多兄弟院校和企业的大力支持,他们对本教材提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

本教材由于编写时间仓促,编者水平有限,缺点和错误在所难免,恳请专家、读者批评指正。

编者



汽车材料与金属加工

第一部分 汽车制造材料

模块一 金属材料的力学性能	(2)
学习目标	(2)
知识要点	(2)
课题一 强度与塑性	(2)
课题二 硬度	(7)
课题三 韧性和疲劳强度	(11)
小结	(14)
思考与练习题	(14)
模块二 钢铁材料	(15)
学习目标	(15)
知识要点	(15)
课题一 金属的晶体结构与结晶	(16)
课题二 铁碳合金状态图	(20)
课题三 碳素钢	(23)
课题四 钢的热处理	(26)
课题五 合金钢	(32)
课题六 铸铁	(36)
课题七 粉末冶金	(40)
小结	(43)
思考与练习题	(43)
模块三 有色金属及合金	(44)
学习目标	(44)
知识要点	(44)
课题一 铝及铝合金	(44)
课题二 铜及铜合金	(50)
课题三 滑动轴承合金	(55)
课题四 其他有色金属及合金	(57)
小结	(59)
思考与练习题	(60)

模块四 典型汽车零件选材	(61)
学习目标	(61)
知识要点	(61)
课题一 零件失效的形式与原因	(61)
课题二 零件的选材原则	(63)
课题三 汽车典型零件选材及热处理工艺分析	(66)
小结	(70)
思考与练习题	(70)

模块五 非金属材料	(71)
学习目标	(71)
知识要点	(71)
课题一 橡胶	(71)
课题二 塑料	(75)
课题三 汽车玻璃	(77)
课题四 陶瓷	(80)
课题五 汽车用摩擦材料	(83)
课题六 黏结剂	(85)
课题七 复合材料	(87)
课题八 汽车涂装材料	(90)
课题九 其他非金属材料	(92)
小结	(94)
思考与练习题	(95)

第二部分 汽车运行材料

模块六 石油的基本组成与炼制	(98)
学习目标	(98)
知识要点	(98)
课题一 石油的基本组成	(98)
课题二 石油的炼制	(100)
小结	(103)
思考与练习题	(104)
模块七 汽车燃料	(105)
学习目标	(105)
知识要点	(105)
课题一 汽油	(105)
课题二 轻柴油	(111)
课题三 乙醇汽油	(118)

课题四 汽车新型燃料	(120)
小结	(123)
思考与练习题	(123)

模块八 汽车润滑剂 (125)

学习目标	(125)
知识要点	(125)
课题一 发动机润滑油	(126)
课题二 汽车齿轮油	(132)
课题三 润滑脂	(136)
课题四 在用润滑油的质量老化及换油指标	(144)
小结	(150)
思考与练习题	(150)

模块九 汽车工作液油 (152)

学习目标	(152)
知识要点	(152)
课题一 汽车制动液	(152)
课题二 液力传动油和液压油	(155)
课题三 汽车减震器油	(163)
课题四 汽车发动机防冻冷却液和空调制冷剂	(164)
小结	(169)
思考与练习题	(169)

模块十 汽车轮胎 (170)

学习目标	(170)
知识要点	(170)
课题一 汽车轮胎基础知识	(170)
课题二 轮胎的规格及合理使用	(174)
课题三 汽车新型轮胎简介	(179)
小结	(182)
思考与练习题	(182)

第三部分 汽车美容材料

模块十一 汽车美容材料 (184)

学习目标	(184)
知识要点	(184)
课题一 汽车车身美容护理材料	(184)
课题二 车身漆面修补材料	(187)
课题三 汽车内饰美容护理材料	(199)

小结	(202)
思考与练习题	(202)

第四部分 金属材料的加工方法

模块十二 焊接	(204)
---------------	-------

学习目标	(204)
知识要点	(204)
课题一 手工电弧焊	(205)
课题二 气焊与气割	(209)
课题三 其他焊接方法简介	(212)
课题四 焊接应力与变形	(215)
课题五 常用金属材料的焊接	(218)
课题六 焊接新技术在汽车工业中的应用	(220)
小结	(221)
思考与练习题	(222)

模块十三 钣金加工	(223)
-----------------	-------

学习目标	(223)
知识要点	(223)
课题一 放样与裁料	(224)
课题二 矫正与成形	(230)
小结	(237)
思考与练习题	(237)

模块十四 金属切削加工	(238)
-------------------	-------

学习目标	(238)
知识要点	(238)
课题一 金属切削加工的基础知识	(239)
课题二 车削	(244)
课题三 钻削与镗削	(249)
课题四 刨削与拉削	(253)
课题五 铣削	(256)
课题六 磨削	(259)
小结	(264)
思考与练习题	(265)

参考书目	(266)
------------	-------

第一部分

汽车制造材料

模块一 金属材料的力学性能

模块二 钢铁材料

模块三 有色金属及合金

模块四 典型汽车零件选材

模块五 非金属材料

模块一 金属材料的力学性能



学习目标

1. 掌握金属材料的力学性能指标。
2. 了解拉伸试验的方法和拉伸曲线的意义。
3. 理解韧性、疲劳强度、硬度的测试方法和应用。



知识要点

1. 拉伸试验和力——伸长曲线。
2. 金属材料的常用性能指标 σ_s 、 $\sigma_{0.2}$ 、 σ_b 、 δ 、 φ 、 α_k 等的测试方法和应用。
3. 布氏硬度和洛氏硬度试验的原理及应用。
4. 摆锤式一次冲击试验法原理和金属疲劳的概念。

金属材料包括金属和合金。例如钢、铸铁、铜、铜合金、铝、铝合金等都是金属材料。一般说来,金属材料有金属光泽;有较好的延展性,容易加工成形;易传热导电,是热和电的良导体。金属材料具备许多其他材料所没有的优良品质,所以在现代社会中,有着重要的地位和不可替代的作用,是各行各业普遍使用的、基本的材料,广泛地用来制造各种生产和生活用品。

金属材料的性能包括使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料在使用条件下所表现出来的性能,包括力学性能(指强度、塑性、硬度、韧性、疲劳强度等)、物理性能(指熔点、导热性、导电性、热膨胀性、磁性等)、化学性能(指抗氧化性、跟其他物质发生化学反应的性能等);工艺性能是指金属材料在制造加工过程中表现出来的各种性能。

在各种设备及工具等的设计、制造中选用金属材料时,首先需要考虑的是金属材料的力学性能,即其在外力的作用下所表现出来的性能。

课题一 强度与塑性

金属所受到的外力通常又叫载荷。根据性质的不同,载荷可分为静载荷、冲击载荷及交变载荷等。

静载荷是指大小不变或变化过程十分缓慢的载荷。例如,汽车在静止状态下,车架受到的车身对它的压力即属于静载荷。冲击载荷是指以较高的速度作用于零部件上的载荷。汽车在坎坷不平的道路上行驶时,颠簸的车身对悬架的冲击即为冲击载荷。交变载荷是指大小、方向随时间的延续而发生周期性变化的载荷。运转中的发动机曲轴、齿轮等零部件所承受的载荷均为交变载荷。

根据作用方式的不同,载荷又可以分为拉伸载荷、压缩载荷、弯曲载荷、剪切载荷、扭转载荷等,如图 1-1 所示。

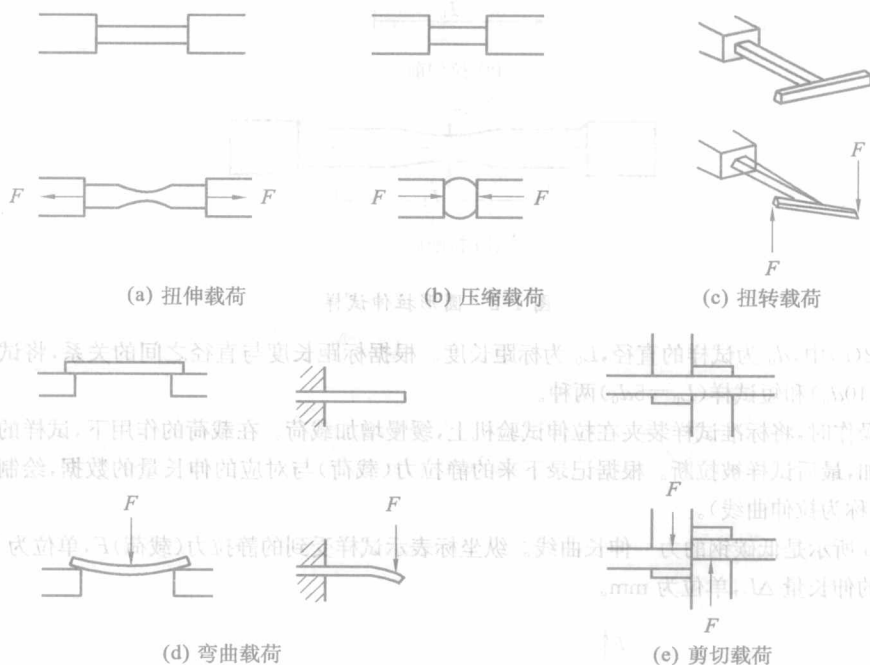


图 1-1 几种载荷的作用形式

在载荷的作用下,材料或构件会发生形状、尺寸的变化(变形),甚至会受到根本性的破坏(断裂)。材料变形和断裂的难易程度是与材料的强度和塑性密切相关的。

一 强度

材料抵抗外力破坏的能力叫材料的强度。材料或构件在载荷的作用下,内部任一截面相对的两方会产生相互对抗的力。单位面积上的这种力的大小叫做应力。金属受拉伸载荷或压缩载荷作用时,其横截面上的应力用下式表示:

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

式中: σ ——应力(Pa), $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$, $1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$, 面积用 mm^2 时应力的单位是 MPa;

F ——外力(N);

S ——横截面积(m^2)。

1. 拉伸试验

拉伸试验是材料学里非常重要的试验,通过拉伸试验可以测定金属的强度和塑性指标。

拉伸试验的原理:用静拉力(载荷)对待测试样进行轴向拉伸,同时连续测量并记录试验力的大小和相应的试样伸长量,一直到试样断裂。根据测得的数据,即可得出有关的力学性能。

进行拉伸试验,先要将被测金属材料制成标准试样。拉伸试验标准试样的形状一般有圆形和矩形两类。在国家标准(GB/T 397—1986)中,对试样的形状、尺寸及加工要求均有明确的规定。图 1-2 所示为圆形拉伸试样。

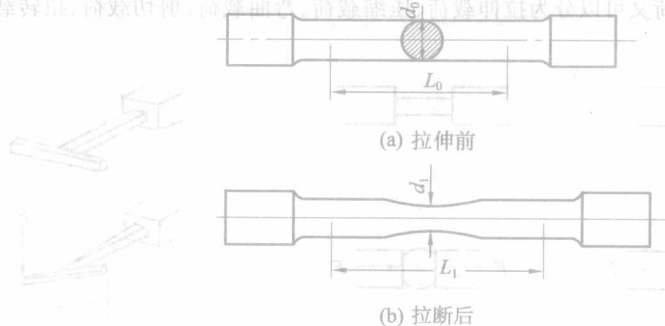


图 1-2 圆形拉伸试样

图 1-2(a)中, d_0 为试样的直径, L_0 为标距长度。根据标距长度与直径之间的关系, 将试样分为长试样 ($L_0=10d_0$) 和短试样 ($L_0=5d_0$) 两种。

实验操作时, 将标准试样装夹在拉伸试验机上, 缓慢增加载荷。在载荷的作用下, 试样的标距长度会逐渐增加, 最后试样被拉断。根据记录下来的静拉力(载荷)与对应的伸长量的数据, 绘制出力—伸长曲线(也称为拉伸曲线)。

图 1-3 所示是低碳钢的力—伸长曲线。纵坐标表示试样受到的静拉力(载荷) F , 单位为 N; 横坐标表示试样的伸长量 ΔL , 单位为 mm。

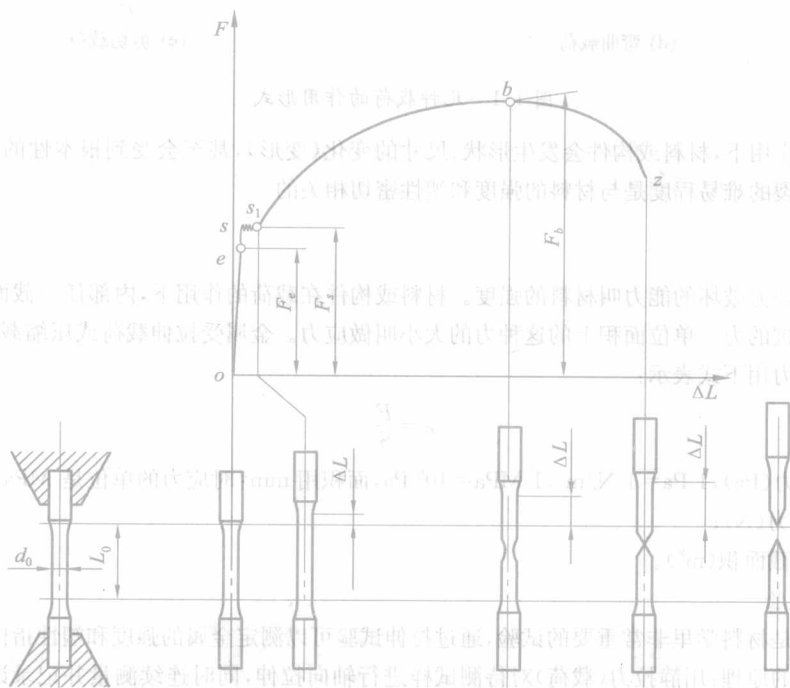


图 1-3 低碳钢的力—伸长曲线

图中的曲线分为下面几个阶段:

(1) oe 段——弹性变形阶段 此阶段试样的变形完全是弹性的。如果在这个阶段去除载荷, 试样仍会恢复原状。这种随载荷的存在而产生、随载荷的去除而消失的变形称为弹性变形。 F_e 为试样仍

能恢复到原始形状和尺寸时所能承受的最大拉伸力。

(2) es 段——微量塑性变形阶段 当载荷超过 F_e 以后,即使去除载荷,试样的变形也不能完全恢复(只能部分恢复),还有一部分变形将会保留下来。这种卸除载荷后,不能消失的变形叫做塑性变形。此阶段,载荷与伸长量不成正比,为一曲线段。

(3) ss' 段——屈服阶段 当载荷增加到 F_s 时,曲线上出现了比较平坦或锯齿形的线段,表示这时即使载荷不增加,试样的长度也会继续增加。这种现象叫屈服。 F_s 叫屈服载荷。

(4) $s'b$ 段——强化阶段 在屈服阶段以后,要不断增加载荷,试样才能继续伸长。这意味着,随着塑性变形的增大,使其继续变形需要的力越来越大。此阶段试样的变形是均匀发生的。 F_b 为试样拉伸试验中承受的最大载荷。

(5) bz 段——缩颈阶段 当载荷达到最大值后,试样的直径局部发生收缩,叫“缩颈”。由于试样的横截面积因收缩而减小,试样继续变形需要的载荷也随之降低。当变形达到一定程度时,试样就会发生断裂。

多数金属材料没有明显的屈服现象,并且不会发生缩颈。例如铸铁的力—伸长曲线,就没有屈服阶段和缩颈阶段,它的试样在进行拉伸试验时,其伸长量随着载荷的增大而持续增加,如图 1-4 所示。

拉伸试验不只用于金属,还可用于其他材料。图 1-5 和图 1-6 分别是黄铜和聚乙烯的力—伸长曲线。

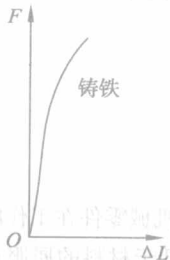


图 1-4 铸铁的拉伸曲线

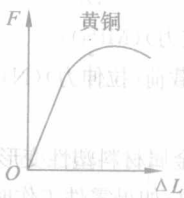


图 1-5 黄铜的拉伸曲线

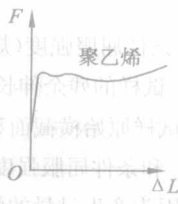


图 1-6 聚乙烯塑料的拉伸曲线

2. 表示材料强度的指标

(1) 抗拉强度 材料在拉断前所能承受的最大应力叫做抗拉强度。一般情况下,以材料的抗拉强度作为判别其强度高低的指标。材料的抗拉强度用下式表示:

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

式中: σ_b ——抗拉强度(MPa);

F_b ——试样拉断前承受的最大载荷(最大拉伸力)(N);

S_0 ——试样的原始横截面积(mm^2)。

抗拉强度是机械零件设计和选材的重要依据。零件在工作中所承受的应力,不能超过所用材料的抗拉强度,否则会产生断裂。表 1-1 为某些汽车零部件的常用材料及其抗拉强度。

表 1-1

部分汽车零部件的常用材料及抗拉强度

零件名称	材 料	抗 拉 强 度 σ_b/MPa
活塞	锻铝合金	432~440
活塞销	合金渗碳钢	830~835
蜗轮	铸造锡青铜	550~600
差速器壳体	球墨铸铁	400~450



续表

零件名称	材料	抗拉强度 σ_b /MPa
汽缸套	球墨铸铁	600~800
汽缸体	灰口铸铁	330~350

(2) 屈服点 材料在拉伸试验中,当载荷(拉伸力)不增加而试样仍能继续伸长时的应力,叫做屈服点(也叫屈服极限)。屈服点是具有屈服现象的材料所特有的强度指标。材料的屈服点用下式表示:

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

式中: σ_s ——材料的屈服点(MPa);

F_s ——试样屈服时的最小载荷(最小拉伸力)(N);

S_0 ——试样的原始横截面积(mm²)。

需要注意的是,不少脆性材料(如铸铁)在拉伸试验时没有明显的屈服现象,因此也就无法确定其屈服强度。此时工程上规定,用试样标距部分的残余伸长量为试样标距长度的0.2%时的应力,作为相应的强度指标,叫做材料的条件屈服强度,也叫做规定残余伸长应力,用下式表示:

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

式中: $\sigma_{0.2}$ ——条件屈服强度(规定残余伸长应力)(MPa);

$F_{0.2}$ ——试样的残余伸长达0.2%时的载荷(拉伸力)(N);

S_0 ——试样原始横截面积(mm²)。

屈服点 σ_s 和条件屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 都是衡量金属材料塑性变形抗力的指标。机械零件在工作时如果受力过大,就会因为产生过量的塑性变形而失效;如果零件工作时所受的应力,低于材料的屈服点或条件屈服强度,则不会产生过量的塑性变形。材料的屈服点或条件屈服强度越高,允许的工作应力也越高,则零件的截面尺寸及自身质量就可以减小。因此,材料的屈服强度 σ_s 和条件屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 也是机械零件设计的主要依据。

二 塑性

塑性是指金属材料在外力的作用下,产生永久形变而不断裂的能力。

金属材料的塑性常用伸长率和断面收缩率来表示。

1. 伸长率

伸长率是试样拉断后标距的伸长量与原始标距的百分比,用下式表示:

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中: δ ——材料的伸长率;

l_0 ——试样的原始标距长度(mm);

l_1 ——试样拉断后的标距长度(mm)。

试样的原始标距对材料的伸长率有影响。对于同一种材料,长试样的伸长率小于短试样的伸长率。

2. 断面收缩率

断面收缩率是试样拉断后,断面(缩颈)处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比,用下式表示:

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

式中： φ ——材料的断面收缩率；

S_0 ——试样的原始横截面积(mm^2)；

S_1 ——试样断面处的最小横截面积(mm^2)。

对于金属材料来说,其伸长率 δ 和断面收缩率 φ 愈大,则塑性愈好。塑性好的材料,可以发生大的塑性变形而不被破坏,易于通过塑性变形加工成形状复杂的零部件;即使在受力过大时,也首先发生塑性变形而不致突然断裂。良好的塑性是金属材料进行塑性加工的必要条件。表 1-2 为某些汽车零部件的常用材料及其伸长率。

表 1-2 部分汽车零部件的常用材料及伸长率

零件名称	材 料	伸长率 $\delta/\%$
活塞	锻铝合金	10
连杆螺栓	合金调质钢	9
气门弹簧	合金弹簧钢	8
活塞环	可锻铸铁	6
变速齿轮	合金渗碳钢	10

课题二 硬 度

硬度是指固体的坚硬程度。对于金属材料而言,硬度是指金属材料抵抗局部变形或者抵抗其他物质刻划或压入其表面的能力。硬度是设计和制造各种零件、工具时必须考虑的性能指标。例如,机械制造业所用的刀具,必须具备足够的硬度,才能保证其使用性能和寿命;有些机械零件如齿轮等,也要有一定的硬度,才能有足够的耐磨性。因此硬度是金属材料重要的力学性能之一。

表示硬度的方法很多,最常用的有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度三种。

一 布氏硬度

1. 布氏硬度及其测试方法

布氏硬度试验原理如图 1-7 所示。

使用直径为 D 的淬火钢球或硬质合金球作为压头,以规定的试验力(载荷) F 压入试样表面,经过规定保持时间后卸除载荷,此时在试样的表面上会有凹形压痕。材料受到的试验力 F 与材料表面压痕的面积 S 之比,即为材料的布氏硬度值。实际应用中,是用读数显微镜测量出压痕的直径 d ,进而求出球形凹痕的面积 S 的。

布氏硬度值按下列公式计算:

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

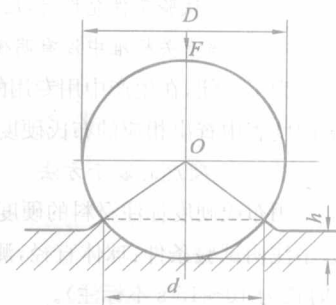


图 1-7 布氏硬度实验原理