

交通技工学校
通用教材

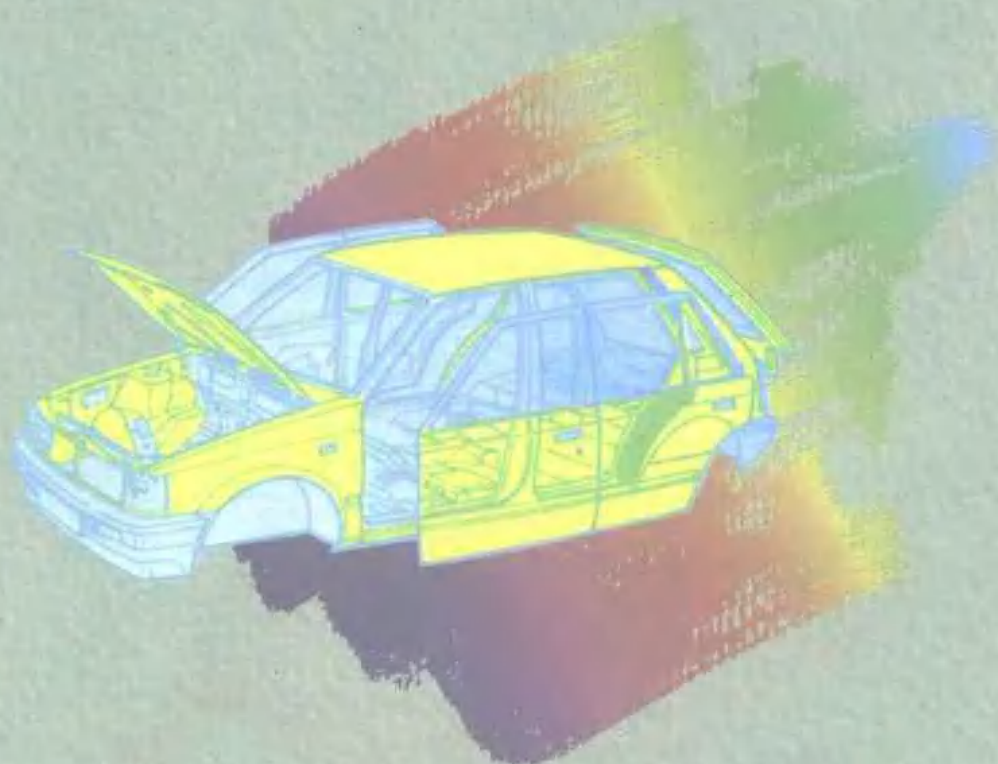
● 汽车修理

● 汽车钣金

汽车材料及金属加工

丁丰荣 主编

李景秀 主审



QICHE CAILIAO JI

JINSHU JIAGONG

人民交通出版社

交通技工学校通用教材

QICHE CAILAO JI JINSHU JIAGONG

汽车材料及金属加工

(汽车修理与汽车钣金专业用)

丁丰荣 主编
李景秀 主审

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车材料及金属加工/丁丰荣主编. —北京:人民交通出版社,1996 重印

交通技工学校通用教材

ISBN 7-114-02081-3

I. 汽… II. 丁… III. ①汽车-工程材料-技工学校-教材

②汽车-工程材料:金属材料-技工学校-教材 IV. U465

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 10730 号

交通技工学校通用教材

汽车材料及金属加工

(汽车修理与汽车钣金专业用)

丁丰荣 主编 李景秀 主审

插图设计: 佘文利 正文设计: 刘晓方 责任校对: 张 捷

责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.25 字数: 345 千

1995 年 6 月 第 1 版

2000 年 4 月 第 1 版 第 9 次印刷

印数: 164801—170800 册 定价: 16.00 元

ISBN 7-114-02081-3

U · 01407

内 容 提 要

本书主要介绍制造与维修汽车零件用材和汽车营运用材的种类、牌号、成分、性能、一般用途及其性能测定、加工工艺方法等基本知识。本书紧密结合汽车修理和汽车钣金专业特点,理论联系实际,通俗易懂。

本书可作为交通技工学校汽车修理和汽车钣金专业教材,亦可供汽车、拖拉机驾驶员和维修人员以及中等专业学校汽车、拖拉机运用工程专业师生参考。

3N66/21

交通技工学校教材工作领导小组成员

组 长：程景琨
成 员：李家本 沈以华 卢荣林

交通技工学校汽车专业教材编审委员会成员

主任委员：卢荣林
副主任委员：陈鸣雷
委 员：邵佳明 刘奎文 赵 玢 魏 岩 高凤岭
 李景秀 李福来 刘洪禧 杨 信 魏自荣
 王 彤 张洪源 丁丰荣 阎东坡
秘 书：卢文民 马步进 戴育红

前 言

在交通部 1987 年成立的“交通技工学校教材编审委员会”领导组织下,于 1990 年陆续编审出版了适用于汽车驾驶、汽车修理两个专业十一门课程的配套专业教材,共 22 种。这是建国以来第一轮正式出版的交通技工学校汽车运输类专业教科书,各教材发行量已近二十万册,受到读者的欢迎,满足了各交通技工学校用书和社会各层次读者的需要。

随着改革开放和建设一个具有中国特色的社会主义总方针的进一步深入贯彻,汽车工业正在迅猛发展,汽车车型、结构、工艺、技术和材料也在不断发展。为适应汽车运输生产需要,根据交通部教育司[1993]185 号文件精神,在交通部教育司“交通技工学校教材工作领导小组”领导下,成立了“交通技工学校汽车运输类专业第二轮教材编审委员会”,主要负责五个专业(工种)第二轮教材组织编审工作。编委会对第一轮教材使用中社会反映做了调查工作,并根据 1993 年由交通部重新修订的《汽车驾驶员、汽车修理工教学计划 and 教学大纲》及新制定的《汽车电工、汽车钣金工、汽车站务教学计划 and 教学大纲》(试用)组织第二轮教材编写工作。修订再版和新编的教材有《汽车运输职业道德》、《机械识图》、《机械基础》、《汽车材料及金属加工》、《汽车构造》、《汽车电气设备》、《汽车维护与故障排除》、《钳工教学实习》、《汽车驾驶理论》、《汽车驾驶教学实习》、《汽车修理工艺》、《汽车交通安全》、《汽车运输管理知识》、《汽车维修企业管理》以及与各科配套的“实习教材和习题集及习题集答案”共于四门课的教材;其它三个专业的新编教材是《汽车概论》、《汽车车身与附属设备》、《汽车钣金》、《钣金机械设备》、《汽车钣金实习》、《识图》、《汽车电气设备维修》、《汽车电气设备拆装实习》、《汽车电气设备维修实习》、《站务英语》、《交通地理》、《旅客心理学》、《汽车运输企业管理》、《汽车站务业务》、《汽车站务实习》以及配套的“实习教材和习题集及习题集答案”共十五门课的教材。以上教材将陆续出版,其中有些教材适用于不同专业。

编委会根据《交通部教材编审、出版试行办法》和交通部教育司教高字[1993]190 号“关于 1994 年教材交稿计划的通知”精神积极组织教材编写和出版工作。在教材编写中着重注意了交通职业技术教育目的和各专业、各学科的具体任务的要求,做到科学性和思想性相结合,并注意选择最基本的科学知识和理论,使学生获得本门学科的基础知识以及运用的能力。

教材的内容翔实,反映了最新科技成就,其针对性、实用性较强。并以国产东风 EQ1092、解放 CA1092、东风 HZ1110G(柴)和解放 CA1091K8(柴)等新型汽车为主,适当介绍了轿车的新结构。同时介绍了国内外的新工艺、新结构、新技术、新材料以及传统的和先进的工艺。突出技工学校特点,加强基本技能训练,并注意教学内容的系统性,同时注意到各门学科之间的联系性。文字精炼,通俗易懂,图文并茂。

本教材是根据《汽车材料及金属加工教学大纲》编写而成的,本课程是汽车修理与汽车钣金专业的专业基础课。

本教材紧密结合汽车修理的生产实践,努力反映汽车生产和修理中采用的新材料、新设备、新工艺,力求为培养具有一定理论和操作技能的中级技工打下坚实的基础。

本教材由丁丰荣主编,李景秀主审。编写分工:丁丰荣绪论,第一篇第一、五章,第三篇第五

章;陈晓东第一篇第二、三、四、六、七、八章;赵来寿第二篇第九、十、十一章;王新祥第三篇第十二、十三、十四章。

本系列教材在编写中参考了第一轮教材的有关部分,并得到很多兄弟技工学校、科研单位和有关工厂企业的关怀和大力支持,许多同志提供了丰富的资料和经验,并提出了不少宝贵意见,同时还引用了前辈们已取得的众多成果,使本教材更为丰富、充实,在此致以深切谢意。但由于编写时间仓促,加之编者水平有限,定有不少缺点和错误,诚望读者批评指正。

交通技工学校汽车专业教材编审委员会

1994年5月

绪 论

《汽车材料及金属加工》是汽车修理和汽车钣金专业的一门技术基础课程,本书内容共分为三篇。第一篇金属材料,是以金属的使用性能和工艺性能为基础,具体地论述了汽车上所用金属材料的性能、用途以及牌号的表示方法,同时简单介绍了金属材料热处理方法。第二篇金属材料的加工方法,是以焊接、钣金加工和切削加工的基本原理为基础,简单论述了焊接、钣金加工和切削加工常用的机具设备及工艺流程。第三篇汽车用非金属材料,是以车用燃料的燃烧理论和车用润滑油的润滑原理为基础,具体论述了车用燃料特性、规格、牌号、用途及它们的选用方法,同时对其他特种油液、橡胶、塑料、粘接剂在汽车上的应用也作了简明的叙述。

汽车是当今世界各国主要交通工具之一,它由上万个不同形状的零件组装而成。这些零件是用不同材料制造的,有钢铁、铜、铝、橡胶、木材、工程塑料等。制成汽车零件还要采用各种加工方法,如采用铸造、锻压、焊接、热处理和金属切削加工等方法。汽车在运行时,必须有动力来源,即必须有燃料——汽油、柴油等;在运行过程中,汽车各零件之间、各部件之间、各总成之间要发生相对运动。由于运动存在,相互间一定会产生摩擦,消耗功率。为了降低消耗,必须加入各种润滑材料。虽然采取了各种措施,但随着行驶里程的增加,零件因磨损、腐蚀、变形和疲劳等而逐渐损伤,使零件原有的尺寸、形状、表面质量等发生变化,导致汽车动力性下降、经济性降低、可靠性变坏。为了恢复汽车的使用性能,必须进行维修,维修中需要合理选用零件材料和采用各种加工方法及其它修理方法。因此,汽车材料及金属加工这门知识对于汽车修理工来说是必须具备的。

汽车材料及金属加工课是汽车修理和钣金专业的技术基础课,其主要目的是使学生系统获得有关金属材料与热处理和金属材料与非金属材料的性能、用途以及各种加工方法的基本知识,为学习其他有关专业课程和参加生产实践奠定必要的基础。通过本课程内容学习,应达到基本要求如下:

- (1)基本掌握金属材料的成分、牌号、性能以及汽车上的应用;
- (2)了解常用金属材料结构、性能与应用之间的一般关系;
- (3)基本掌握金属材料常用热处理方法的基本概念及在汽车上的应用;
- (4)掌握汽车用燃料、润滑油料、制动液、液压油、减振器油和防冻液的种类、牌号、性能以及选用方法;
- (5)了解汽车上常用橡胶、塑料、粘接剂等基本知识以及在汽车上的应用;
- (6)了解汽车维修过程中常用的焊接、钣金加工和切削加工的基本原理、机具设备、简单的工艺流程以及应用范围。

由于本课程是生产实践和科学技术发展的经验总结,所以在学习本课程时必须贯彻“理论联系实际”的原则,采用先通过生产现场的参观实习,再进行理论学习,而后再回到生产实践中指导生产的方法。要重视实验与实习,这样才能理解得深、掌握得牢、使用得活。

目 录

绪论

第一篇 金属材料

第一章 金属的性能	1
第一节 金属的物理、化学性能及工艺性能	1
第二节 金属的机械性能.....	3
第二章 碳素钢	13
第一节 碳及常存杂质对碳钢性能的影响	13
第二节 碳素钢的分类	14
第三节 碳素结构钢与优质碳素结构钢	15
第四节 碳素工具钢	19
第五节 铸 钢	20
第三章 钢的热处理	22
第一节 钢的退火与正火	22
第二节 钢的淬火	24
第三节 钢的回火	27
第四节 钢的表面热处理	27
第五节 典型零件和手工工具的热处理分析	30
第四章 合金钢	33
第一节 合金钢的分类与牌号	33
第二节 合金结构钢	35
第三节 合金工具钢	40
第四节 特殊性能钢	43
第五章 铸 铁	44
第一节 铸铁的成分、性能及分类.....	44
第二节 灰口铸铁	44
第三节 可锻铸铁	45
第四节 球墨铸铁	47
第五节 合金铸铁	48
第六章 钢铁的简易鉴别	50
第七章 有色金属	54
第一节 铝及铝合金	54
第二节 铜及铜合金	58
第三节 滑动轴承合金	62

第八章 金属的腐蚀及其防护	65
第一节 金属的腐蚀	65
第二节 金属的防腐方法	68
第三节 防锈涂料的选择	71

第二篇 金属材料的加工方法

第九章 焊 接	72
第一节 电弧焊	72
第二节 气焊与气割	83
第三节 其它焊接方法	89
第四节 常用金属的焊接	92
第十章 钣金加工	96
第一节 放样与裁料	97
第二节 矫正与成形	103
第十一章 金属切削加工	110
第一节 金属切削加工基础知识	110
第二节 车 削	118
第三节 钻削与镗削	123
第四节 刨削与铣削	128
第五节 磨 削	133

第三篇 汽车用非金属材料

第十二章 汽车用燃料	138
第一节 石 油	138
第二节 汽 油	141
第三节 轻柴油	148
第四节 其它燃料	157
第十三章 汽车用润滑材料	160
第一节 发动机润滑油	160
第二节 齿轮油	175
第三节 润滑脂	179
第十四章 汽车制动液、液压油、减振器油和防冻液	187
第一节 汽车制动液	187
第二节 汽车液压油	190
第三节 汽车减振器油	192
第四节 汽车防冻液	192
第十五章 塑料、橡胶与粘接剂	194
第一节 塑 料	194
第二节 橡 胶	197
第三节 粘接剂	198

第一篇 金属材料

第一章 金属的性能

金属材料,特别是钢铁,是现代机器制造业的基本材料,也是汽车工业的基本材料。因此汽车在使用与维修中,为了能正确地加工和合理选用金属材料,就必须充分了解和掌握金属的使用性能与工艺性能。所谓使用性能是指在正常工作条件下材料所具备的能力。它包括机械(力学)性能、物理性能和化学性能三个方面。所谓工艺性能是指机械零件在加工制造过程中,材料所具备的适应能力。它包括铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能等。

第一节 金属的物理、化学性能及工艺性能

一、物理性能

金属的物理性能是指物理领域方面的性能,它包括密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性和磁性等。

1. 密度

密度是指金属单位体积的质量,用符号 ρ 表示。

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 m ——金属的质量,kg;

V ——金属的体积,m³;

ρ ——金属的密度,kg/m³。

机械制造业中,一般将密度小于 5.0×10^3 kg/m³ 的金属称为轻金属;密度大于 5.0×10^3 kg/m³ 的金属称为重金属。

在实际工作中,某些机械零件选材时,必须考虑金属的密度。例如,汽车发动机中要求质轻、运动时惯性小的活塞,常采用密度小的铝合金制成。

2. 熔点

熔点是指金属由固态转变为液态时的温度。各种金属都有固定的熔点,熔点高的有钨、钼、铬、钒等,熔点低的有锡、铅、锌等。

3. 热膨胀性

热膨胀性是指金属受热时,体积增大,冷却时则收缩的一种能力。热膨胀性的大小,用线膨胀系数来表示。线膨胀系数的计算公式如下:

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1 T}$$

式中 L_1 ——膨胀前的长度,m;
 L_2 ——膨胀后的长度,m;
 T ——温度差,K;
 α ——线膨系数,1/K。

在实际中,我们应考虑金属热膨性的影响,例如,用精密量具测量零件尺寸时,应考虑温度变化而引起读数误差。有时,我们也可利用金属的热膨胀性,例如,在汽车维修工作中,采用热装法将活塞安装在连杆上。热装原理是先将活塞在开水或热油中(温度不超过 373K)加热,使活塞孔的内径产生热膨胀,从而达到使活塞销顺利安装在连杆上的目的。

4. 导热性

导热性是指金属在加热或冷却时能够传导热能的性能。金属导热能力的大小,常用热导率 λ 表示。热导率说明表面积为 1m^2 ,厚度为 1m ,两侧面表面温差为 1K 的金属,在单位时间内所传导的热量 W 。热导率的单位是 $W/(m \cdot K)$ 。

导热性好的金属散热也好,所以汽车上的散热器(水箱),就选用导热性好的金属材料制造的。

5. 导电性

导电性是指金属传导电流的一种能力。金属导电能力的好坏,常用电阻率表示。长 1m ,截面积为 1mm^2 的物体在一定的温度下所具有的电阻数,叫电阻率,单位 $\Omega \cdot \text{m}$ 。电阻率越小,导电性就越好。

常用金属中导电性最好的是银,其次是铜和铝。工业上常用铜、铝或它们的合金做导电结构材料,用导电性较差的合金做电热元件。

6. 磁性

磁性是指金属具有导磁的性能。具有导磁能力的金属都能被磁铁吸引,如铁、钴、镍都具有较高的磁性,也称为磁性金属。但对于某些金属来说,磁性也不是固定不变的。当温度升高时,磁性会消失,如铁在 1000K 以上磁性就会消失,这是因为铁的内部组织结构发生了变化。

常用金属的物理性能见表 1-1。

常用金属的物理性能

表 1-1

金属名称	符 号	密 度 $\rho(20^\circ\text{C})$ (g/cm^3)	熔 点 ($^\circ\text{C}$)	热导率 λ ($W/(m \cdot K)$)	线膨胀系数 $\alpha(0 \sim 100^\circ\text{C})$ ($1 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)	电阻率 $\rho(0^\circ\text{C})$ ($1 \times 10^{-6}\Omega \cdot \text{cm}$)
银	Ag	10.49	960.8	418.6	19.7	1.5
铝	Al	2.6984	660.1	221.9	23.6	2.655
铜	Cu	8.96	1083	393.5	17.0	1.67~1.68(20 $^\circ\text{C}$)
铬	Cr	7.19	1903	67	6.2	12.9
铁	Fe	7.87	1538	75.4	11.76	9.7
镁	Mg	1.74	650	153.7	24.3	4.47
锰	Mn	7.43	1244	4.98(-192 $^\circ\text{C}$)	37	185(20 $^\circ\text{C}$)
镍	Ni	8.90	1453	92.1	13.4	6.84
钛	Ti	4.508	1677	15.1	8.2	42.1~47.8
锡	Sn	7.298	231.91	62.8	2.3	11.5
钨	W	19.3	3380	166.2	4.6(20 $^\circ\text{C}$)	5.1

二、化学性能

金属的化学性能是指金属在化学作用下表现的性能。它包括抗腐蚀性和抗氧化性。

(1)抗腐蚀(耐腐蚀)性。指金属在常温下抵抗周围介质(如大气、燃气、油、水、酸、碱、盐等)腐蚀的能力。

(2)抗氧化性。指金属在高温下对氧化的抵抗能力,又称抗高温氧化性。有许多机械零件在高温下工作,制造这些零件的材料,要求有良好的抗氧化性能,如工业用锅炉、加热设备、汽车发动机排气门等。

三、工艺性能

金属的工艺性能是指金属材料是否易于加工成型的性能,它包括铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能等。

(1)铸造性能:指液态金属铸造成型时所具有的性能,它常用金属的液态流动性、冷却时的收缩率和偏析大小等指标来衡量。

(2)压力加工性能。指金属在冷、热状态下进行压力加工产生变形而不发生破裂的一种能力。压力加工性能一般与材料的塑性及其塑性变形抗力有关,其塑性愈好,压力加工愈易成型。

(3)焊接性能。指两块相同金属材料或两块不同金属材料,在局部加热到熔融状态下,能够牢固地焊合在一起的性能。焊接性能好的金属能获得没有裂缝、气孔等缺陷的焊缝,并且焊接接头具有一定的机械性能。

(4)切削加工性能。指金属在用切削刀具进行加工时,所表现出来的性能,也可理解为金属被切削时的一种难易程度。其难易程度与金属的强度、硬度、塑性和导热性有关。切削加工性好的金属对使用刀具磨损量小、切削用量大、加工表面精度高。

(5)热处理性能。指金属进行热处理时所表现出来的性能,它用金属的淬透性、淬硬性、淬火开裂倾向和淬火变形的程度等来衡量。

第二节 金属的机械性能

汽车在运行中,其零件往往受到各种形式不同的外力作用,这种外力称为载荷(或称为负荷、负载)。金属材料在受到载荷的作用下所表现出来的性能,称之为机械性能。衡量金属材料机械性能的基本指标有强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。

1. 载荷

载荷是指机械零件所承受的外力。由于载荷性质不同,对金属材料要求的机械性能也不同。载荷按其作用性质不同一般可分为静载荷、冲击载荷和交变载荷。

(1)静载荷 指大小不变或缓慢变化的载荷。

(2)冲击载荷 指大小突然变化的载荷。

(3)交变载荷 指大小、方向随时间发生周期变化的载荷,又称循环载荷。

载荷按其作用形式不同,又可分为拉伸、压缩、剪切、扭转和弯曲等,如图 1-1 所示。

2. 变形

指金属材料受载荷作用后,其形状和尺寸发生了变化。变形按卸除载荷后能否完全消失,

分为弹性变形和塑性变形两种。

(1)弹性变形。指金属材料在载荷作用下发生变形,当卸除载荷后,变形也完全消失。这种随载荷的卸除而消失的变形称为弹性变形。

(2)塑性变形。指作用在金属材料上的载荷超过某一限度,此时若卸除载荷,部分变形随之消失(弹性变形部分),部分变形留下不能消失。这种不能随载荷的卸除而消失的变形称为塑性变形。

3. 内力与应力

金属材料在载荷作用下,其内部会产生大小与载荷相等、方向相反的抗力,这种抗力称为内力。单位面积上所产生的内力称为应力,用符号 σ 表示,单位 MPa,其计算公式:

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

式中 P ——载荷, N;

F ——横截面积, mm^2 ;

σ ——应力, MPa。

本节将重点讨论金属机械性能基本指标的意义及其测定方法。

一、强度与塑性

1. 强度

强度是指金属材料在静载荷作用下,抵抗变形和破坏的能力。

根据载荷作用形式不同,强度可分为抗拉、抗压、抗剪切、抗扭转和抗弯曲强度等,其中以抗拉强度作为最基本的强度指标。

强度指标是通过试验方法测定的。因载荷的形式不同,测定的方法也不相同,有拉伸、压缩、扭转、弯曲、剪切等试验方法。抗拉强度可通过拉伸试验方法进行测定。

1) 金属材料拉伸试验

金属材料的拉伸试验,通常在拉伸试验机上进行。试验前,应预先将待试验的金属材料制成标准形状和尺寸的“拉伸试棒”。常用的试棒断面为圆形,称为圆形试棒,如图 1-2 所示。图中 d_0 为试棒的直径(mm), l_0 为标距长度(mm)。

根据国家标准(GB397—86)规定,拉伸试棒可做成长试棒或短试棒。对于圆形试棒而言,长试棒 $l_0=10d_0$,短试棒 $l_0=5d_0$ 。

为了研究金属材料在拉伸载荷作用下的变形和断裂过程,将一根用退火低碳钢制成的拉

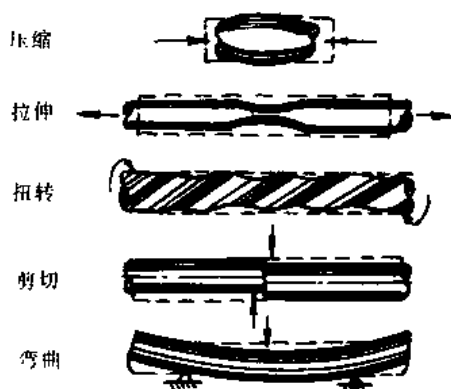


图 1-1 载荷作用形式

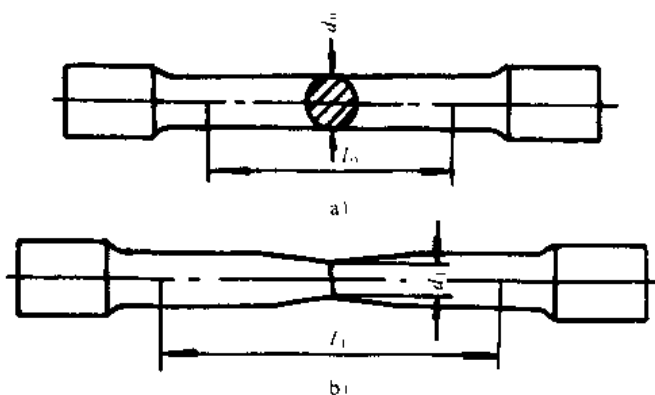


图 1-2 圆形拉伸试棒

a) 拉伸前; b) 拉伸后

伸试棒,在拉伸试验机上缓慢加载,直至拉断为止。这样,便可测得如图 1-3 所示的拉伸曲线。

从拉伸曲线上可以看出,拉伸过程可分为五个阶段:

弹性变形阶段(Oe) 当载荷不超过 P_e 时 Oe 为一直线,这说明试棒的伸长量与载荷的增加成正比(符合胡克定律), P_e 是能够保持正比关系的最大外力;当载荷超过 P_e 而不大于 P_s 时,图形 Oe 略有弯曲,这说明试棒的伸长量不再与载荷成正比关系,但若卸除载荷,试棒还能恢复原来的尺寸,故仍属弹性变形。

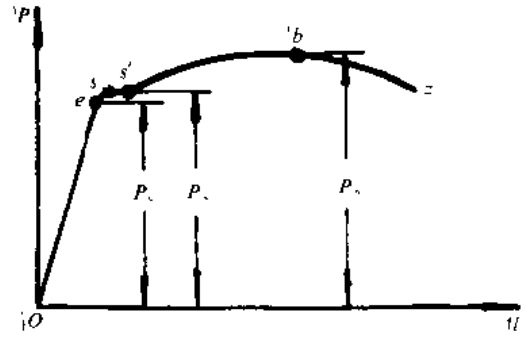


图 1-3 低碳钢的拉伸曲线

微量塑性变形阶段(es) 当载荷增加超过 P_e 后,试棒除产生弹性变形外,同时还产生塑性变形,即在载荷卸除后,试棒已不再完全恢复到原来尺寸。

屈服阶段(ss') 当载荷增加到 P_s 时,图上出现一水平线,表示在载荷不增加情况不,试棒仍继续伸长,这种现象称为“屈服”。

大量塑性变形阶段(s'b) 当载荷超过 P_s 后,随载荷的增加,试棒便开始发生大量而均匀的塑性变形,直至 b 点。 b 点载荷 P_b 为最大载荷。

颈缩阶段(bz) 当载荷增加到 P_b 时,变形显著集中在材料最薄弱的部分,试棒某一段截面迅速缩小,产生所谓颈缩现象。由于试棒断面积缩小,抵抗载荷能力下降,载荷也就逐渐降低,当达到 z 点时,试棒就在颈缩处被拉断。

金属材料进行拉伸试验时的受力变形,一般可分为上述五个阶段,但并非所有的金属材料都具有这几个阶段。某些脆性材料(如铸铁等)在尚未产生明显的塑性变形时已断裂,故不仅没有屈服现象,而且也不产生颈缩现象。铸铁的拉伸曲线如图 1-4 所示。

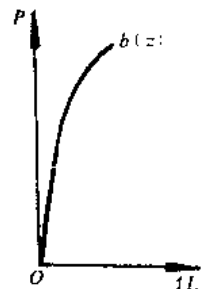


图 1-4 铸铁的拉伸曲线

2) 强度的衡量指标

强度是指金属材料抵抗变形和断裂的能力,常用一定数量的变形或破坏条件下的应力大小来表示。拉伸曲线表明,变形有五个阶段,不同变形阶段可用不同的强度指标来衡量。实际工作中,最主要的强度指标有屈服极限和抗拉强度。

(1) 屈服极限 指材料产生屈服时的应力,又称为屈服点,用 σ_s 表示。计算公式如下:

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0}$$

式中 P_s ——屈服时载荷, N;

F_0 ——试棒原始截面积, mm^2 ;

σ_s ——屈服极限, MPa。

有些金属材料(如高碳钢和某些热处理后的钢)在拉伸试验过程中,没有明显的屈服现象发生。为测定这类材料的屈服极限,工程技术上规定,试棒标距部分产生塑性变形量为试棒原标距长度的 0.2% 时的载荷,除以试棒拉伸前的横截面积所得的应力作为该材料的条件屈服极限,或称条件屈服强度,用符号 $\sigma_{0.2}$ 表示。

$$\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{F_0}$$

式中 $P_{0.2}$ ——产生 0.2% l_0 塑性变形时载荷, N;

F_0 ——试棒原始截面积, mm²;

$\sigma_{0.2}$ ——条件屈服极限, MPa。

机械零件常因过量塑性变形而报废, 所以为保证零件正常工作, 材料的屈服极限应高于工作应力。因此材料的屈服极限是机械零件设计时的主要依据, 也是评定金属材料机械性能的重要指标之一。

(2) 抗拉强度 指材料在拉断前所承受的最大应力, 又称强度极限, 用符号 σ_b 表示。

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0}$$

式中 P_b ——试棒承受拉伸的最大载荷, N;

F_0 ——试棒原始面积, mm²;

σ_b ——抗拉强度, MPa。

机械零件在工作中所承受的应力, 不允许超过抗拉强度, 否则就会产生断裂。它也是机械零件设计和评定金属材料质量的主要依据。

2. 塑性

塑性是指金属材料在载荷作用下, 能够产生塑性变形而不破坏的能力。

具有良好塑性的材料, 有利于金属材料进行压力加工。如汽车驾驶室外壳、油箱等金属制品, 都用塑性较好的薄钢板经冷冲压成型。衡量金属材料的塑性指标有延伸率和断面收缩率, 它们都是通过拉伸试验测得的。

(1) 延伸率 指试棒拉断后标距长度的伸长量与原始标距长度之比值的百分率, 用符号 δ 表示。

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

式中 L_0 ——拉伸试棒原始标距长度, mm;

L_1 ——拉伸试棒拉断后标距长度, mm;

δ ——延伸率, %。

用长短两种试棒求得的延伸率应分别用 δ_{10} 和 δ_5 标明, 习惯上 δ_{10} 也常写成 δ 。对于不同材料, 只有采用相同长度的试棒的试验数值才能进行比较。

(2) 断面收缩率 指试棒拉断后横截面积的缩减量与拉伸前横截面积之比值的百分率, 用符号 ψ 表示。

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100\%$$

式中 F_0 ——试棒拉伸前横截面积, mm²;

F_1 ——试棒拉断处的最小截面积, mm²;

ψ ——断面收缩率, %。

延伸率和断面收缩率是衡量金属材料塑性好坏的主要指标。其数值愈大, 表示材料的塑性愈好。塑性好坏直接影响金属材料能否通过压力加工方法制造形状复杂的机械零件。例如, 低碳钢可通过轧制的方法加工成线材、棒料、角铁、槽钢等各种型材; 再如, 工业纯铁其 $\delta = 50\%$ 、

$\phi=80\%$,可以拉成细丝、轧制成薄板。另外塑性较好材料制成机械零件,在使用时,万一超载,也能由于塑性变形而避免突然断裂。所以大多数工程材料除要求高强度外,还要具有一定塑性。

下面举例说明强度、塑性的计算方法。

例 有一直径 10mm 的碳钢试棒,原标距长度为 100mm。在拉伸试验时,拉伸载荷增加到 26690N 时出现屈服现象,载荷达到 47100N 时,试棒产生缩颈,随后拉断。拉断后测得标距长度是 116mm,断裂处直径 7.75mm。试求此钢材的屈服极限、抗拉强度、延伸率和断面收缩率。

试棒原来的横截面积:

$$F_0 = \pi r_0^2 = 3.14 \times 5^2 = 78.5 \text{ mm}^2$$

试棒断裂处的横截面积:

$$F_1 = \pi r^2 = 3.14 \times 3.875^2 = 47.5 \text{ mm}^2$$

式中 r_0 ——试棒原半径,mm;

r_1 ——试棒断裂处的半径,mm;

π ——圆周率。

将拉伸试验中所得各数值代入前面介绍的公式中得:

$$\text{屈服极限} \quad \sigma_s = \frac{26690}{78.5} = 340 \text{ MPa}$$

$$\text{抗拉强度} \quad \sigma_b = \frac{47100}{78.5} = 600 \text{ MPa}$$

$$\text{延伸率} \quad \delta = \frac{116 - 100}{100} \times 100\% = 16\%$$

$$\text{断面收缩率} \quad \psi = \frac{78.5 - 47.5}{78.5} \times 100\% = 40\%$$

二、硬 度

硬度是衡量金属材料软硬的一个指标,通常是指金属材料抵抗比它更硬物体压入其表面的能力,也可以说是金属材料抵抗局部塑性变形的能力。

机械制造业中所用刀具、量具和模具等应具备足够的硬度,才能保证使用性能和寿命。对于汽车零件来说,根据其工作条件不同,也要求有一定的硬度,以保证零件具有足够的强度、耐磨性及使用寿命。可见硬度是检验工量模具和机械零件等质量的一项重要指标。

硬度试验是金属机械性能试验中最简便的一种。其试验方法简单、迅速,又不破坏工件,故实际中应用广泛。

硬度测定方法很多,根据测定方法不同,硬度指标也各种各样。常用硬度指标有布氏硬度和洛氏硬度。

1. 布氏硬度

布氏硬度的测定原理如图 1-5 所示。用一直径 D 的淬火钢球或硬质合金球,在规定的载荷 P 的作用下,压入试样表面,并保持一定时间,然后卸除载荷。根据试样表面压痕的表面积除载荷所得的商值,即为所测金属材料的布氏硬度值,用符号 HBS(或 HBW)表示,其计算公式:

$$\text{HBS(HBW)} = 0.102 \frac{P}{F}$$