



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

汽车材料

陈 礁 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

汽车材料

陈 礁 主编
李明惠 曲爱玲 主审

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》,并参照相关行业岗位技能规范编写的。

全书主要包括:汽车用金属材料的基本概念、热处理方法,常用金属材料的成分、组织、性能之间的关系,金属材料的分类、牌号、性能特点、用途及金属材料发展趋势;汽车用非金属材料的类型、性能特点、应用状况及发展动态;汽车运行材料的分类、品种、牌号、性能、主要规格的辨别、合理选择、正确使用以及汽车新能源等。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业及相关专业教材,也可作为汽车行业从业人员岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车材料/陈礁主编. —北京:高等教育出版社,
2005.6(2006 重印)

ISBN 7-04-016517-1

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(2005)第042959号

策划编辑 李新宇 责任编辑 李新宇 封面设计 于涛 版式设计 张岚
责任校对 杨凤玲 责任印制 尤静

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 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 10
字 数 240 000

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.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2005年6月第1版
印 次 2006年12月第3次印刷
定 价 13.00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 16517-00

出版说明

2003年12月教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。为了配合该项工程的实施,高等教育出版社开发编写了汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。该系列教材已纳入教育部职业教育与成人教育司发布实施的《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定,作为教育部推荐教材出版。

高等教育出版社出版的教育部推荐汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材(以下简称推荐系列教材),是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写的。推荐系列教材力图体现:以培养综合素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者;职业教育以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既增强针对性,又兼顾适应性;课程设置和教学内容适应企业技术发展,突出汽车运用与维修专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,具有一定的先进性和前瞻性;教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。推荐系列教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新尝试。主要特色有:

1. 以就业为导向,定位准确,全程设计,整体优化。
2. 借鉴国内外职业教育先进教学模式,突出项目教学,顺应现代职业教育教学制度的改革趋势,适应学分制。
3. 教材中各知识单元和技能模块都尽可能围绕与汽车紧密相关的案例来展开讲解,首先激发学生的兴趣,争取让学生每学习一个模块就掌握一项实际的技能。知识点以必需、够用为度。
4. 教材根据学习内容编写技能训练和考核项目,及时帮助学生强化所学知识和技能,缩短了理论与实践教学之间的距离,内在联系有效,衔接与呼应合理,强化了知识性和实践性的统一。
5. 有关操作训练和实训,参照国家职业资格认证标准或岗位技能考核标准,成系列按课题展开,考评标准具体明确,直观、实用,可操作性强。

推荐系列教材既注重了内在的相互衔接,又强化了相互支持,并将根据教学需求不断完善和提高。

查阅推荐系列教材的相关信息及配套教学资源,请登录高等教育出版社“中等职业教育教学资源网”(网址:<http://sv.hep.com.cn>)。

前 言

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》,并参照相关行业岗位技能规范编写的。本书适用于中等职业学校汽车运用与维修专业及相关专业的教学,也可供汽车行业从业人员岗位培训使用和有关工程技术人员参考。

以服务为宗旨,以就业为导向是我国经济建设对职业教育提出的新要求,培养高素质的汽车专业技能型紧缺人才是中等职业学校汽车类专业的目标。本书编写中遵循《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》的原则,注重培养学生的实际应用能力,内容上尽可能与职业岗位接近,力求体现新知识、新技术、新工艺、新方法,并以够用为度、应用为本,降低理论要求,减少不必要的计算。同时,为了能更好地与汽车运用与维修专业的后续专业课程衔接,书中的示意图、零部件、表、例题等尽可能与汽车相联系,以利于理论联系实际及学生专业素质的培养。本书每一章后的阅读材料旨在介绍汽车材料研究与应用的新信息、新成果、新趋势,拉近教材与科技发展前沿的距离,拓宽知识面,更重要的是引导学生学会用科学的发展观去看待事物,并培养创新思维。

本教材适用于58~64学时的教学。学时分配建议如下,供参考。

章 次	内 容	学 时	章 次	内 容	学 时
第1章	金属材料及其性能	6	第7章	复合材料、摩擦材料	4
第2章	黑色金属	12	第8章	汽车燃料	6
第3章	钢的热处理	6	第9章	汽车润滑材料	4
第4章	有色金属及其合金	6	第10章	汽车工作油液	2
第5章	玻璃、陶瓷	6	机动		2~8
第6章	塑料、橡胶	4			

教学过程中,任课老师可根据专业特点、学生实际教学场所(教室、生产实习车间、汽车维修站等)与教学方法的不同,对讲授内容进行适当调整。

本教材前言、绪论、第1、2、3、4章由福建省职业技术教育中心陈礁编写,第5、6、7章由福州交通职业中专学校陈国英编写,第8、9、10章由厦门交通职业中专学校陈友强编写,全书由陈礁主编。教育部聘请广东交通职业技术学院李明惠、北京汽车工业学校曲爱玲审阅了本书,他们对书稿提出了许多宝贵意见。本书在编写过程中得到了有关学校及单位的大力支持与帮助。在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏与不足,恳请广大读者批评指正。

编者

2004年12月

目 录

绪论	1
----------	---

第1篇 金属材料

第1章 金属材料及其性能	5	第3章 钢的热处理	38
1.1 概述	5	3.1 退火	38
1.2 金属材料的分类	5	3.2 正火	40
1.3 金属材料的物理性能与化学性能	6	3.3 淬火	41
1.4 金属材料的力学性能	7	3.4 回火	43
1.5 金属材料的工艺性能	16	3.5 钢的表面热处理	43
阅读材料(一)	17	阅读材料(三)	44
本章小结	18	本章小结	45
思考与练习	19	思考与练习	46
第2章 黑色金属	20	第4章 有色金属及其合金	47
2.1 金属和合金的内部结构	20	4.1 铜及铜合金	47
2.2 铁碳合金	21	4.2 铝及铝合金	49
2.3 铸铁	27	4.3 滑动轴承合金	52
2.4 粉末冶金	31	4.4 锌及锌合金	53
2.5 碳钢的火花鉴别	32	4.5 钛及钛合金	54
2.6 钢的涂色标记	35	阅读材料(四)	54
阅读材料(二)	36	本章小结	55
本章小结	37	思考与练习	56
思考与练习	37	课外调研	56

第2篇 非金属材料

第5章 玻璃、陶瓷	61	思考与练习	72
5.1 玻璃	61	第6章 塑料、橡胶	74
5.2 汽车用玻璃	62	6.1 塑料	74
5.3 陶瓷	67	6.2 塑料在汽车上的应用	78
阅读材料(五)	71	6.3 橡胶	82
本章小结	72	阅读材料(六)	85

本章小结	86	阅读材料(七)	94
思考与练习	87	本章小结	95
第7章 复合材料、摩擦材料	88	思考与练习	96
7.1 复合材料	88	课外调研	96
7.2 摩擦材料	91		

第3篇 汽车运行材料

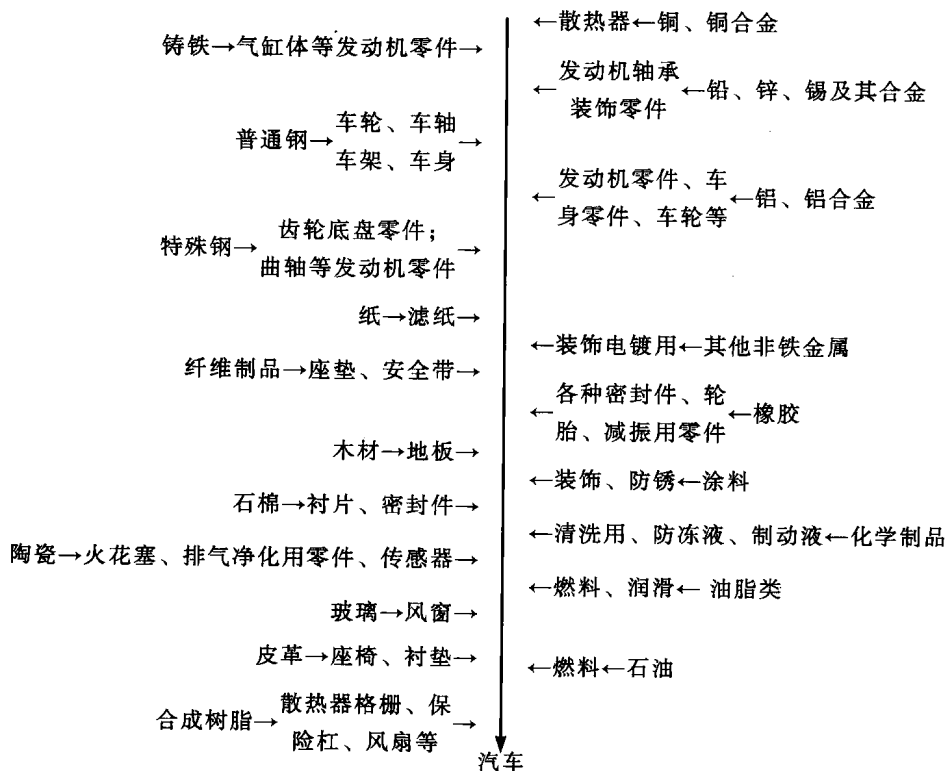
第8章 汽车燃料	99	阅读材料(九)	130
8.1 石油	99	本章小结	132
8.2 汽油	104	思考与练习	133
8.3 柴油	109	第10章 汽车工作油液	135
8.4 汽车代用燃料	112	10.1 液力传动油	135
阅读材料(八)	115	10.2 汽车制动液	137
本章小结	116	10.3 其他工作油液	142
思考与练习	116	阅读材料(十)	149
第9章 汽车润滑材料	118	本章小结	150
9.1 发动机润滑油	118	思考与练习	151
9.2 齿轮传动润滑油	125	课外调研	152
9.3 润滑脂	127	本课程学习评价建议	152
参考文献			153

绪论

材料是现代工业生产的支柱之一，是汽车制造的基础。据统计，世界钢材的四分之一、橡胶产量的一半以上用于汽车生产。汽车技术的发展在很大程度上依托于汽车材料的发展。随着我国人民生活水平的提高，汽车已逐渐进入寻常百姓家，人们对汽车性能、寿命、安全性、经济性、舒适性等提出了更高的要求。市场需求一方面促使材料研究不断挑战材料的极限，从而导致材料性能产生根本的飞跃；另一方面，高性能、环保、节能的新型材料(轻量化材料、工程塑料、工程陶瓷等)不断应用于汽车制造。材料成为汽车实现高性能的基础与载体。

汽车材料主要指汽车零部件材料和运行材料。汽车材料一般分为两类：第一类，汽车制造材料，又分为金属材料和非金属材料，其中金属材料，包括黑色金属(钢、铸铁)、有色金属(铝、铜、铅、锡、镁、钛等)及其合金，汽车零部件材料以金属材料为主，其中又以钢铁材料用量最多。但随着汽车向轻量化方向发展，新型轻金属的使用量在逐渐上升；非金属材料，它又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)以及新型复合材料等。第二类，汽车运行材料，包括汽车运行中所消耗的燃料、润滑剂、工作液等材料。

世界上每年生产几千万辆汽车，每辆车由上万个零部件组装而成。这些零部件又由上千种不同的材料、几千种不同的规格品种加工制造出来。为建立汽车构成与各类材料的初步概念，下图列举部分材料在汽车上应用的情况。



本书本着应用为主的原则，由浅入深地介绍汽车材料的基本概念、分类、规格、性能及在汽车上的应用等。通过学习本课程使学习者能掌握汽车在制造、运行、维护等方面常用材料的基本知识，初步具备识别、分析、运用各类汽车材料的能力，为后续专业课学习与掌握汽车运用与维修的技能奠定基础。同时通过了解材料科学日新月异的发展及新型材料在汽车上的应用等，拓宽知识面，更主要的是力图培养学生解决实际问题的能力与创新思维。

第 1 篇

金 属 材 料

第 1 章

金属材料及其性能

1.1 概 述

人类文明的足迹是一部完整的材料发展史。从石器时代进入铜器时代，人类就掌握了相当的冶金技术，我国的青铜冶炼在夏朝以前就开始了。例如，湖北随县出土的青铜编钟，音律准确、音色优美；我国商代晚期制作的司母戊鼎，质量为 875kg，以壮丽和富有气势闻名于世。随着科学技术的发展，金属材料一直在整个国民经济中占据了极为重要的地位，是现代工业的基础。同时钢铁产量与质量是衡量各国工业实力的标志性指标，它在国民生产总值中占相当的比重。

金属材料是汽车制造工业中使用的主要材料。一辆汽车是由上万个零部件组成，这些零部件 80% 是金属材料制成的。以国产某种轿车为例，它的材料构成比大约为：钢材 62%、铸铁 9.7%、粉末冶金 1.2%、有色金属 8.5%、非金属材料 18.6%。

在这一章主要介绍金属材料的基础知识、种类和性能指标。只有充分了解金属材料的性能，才能科学合理地选用材料。

1.2 金属材料的分类

金属材料可分为纯金属和合金。

纯金属是由一种金属元素所组成的带有电子导电性的物质。

纯金属大多带有光泽，具有良好的延展性及导电、导热等性能，如金、银、铜、铝等。但纯金属的强度与硬度都较低，制取困难，成本高，种类有限，不能满足工农业生产、科研和国防建设等方面的需要，因此大量使用的金属材料往往是由两种或两种以上的金属或金属与非金属熔合而成的具有金属特征的合金，如碳钢是铁和碳的合金，黄铜是铜和锌的合金。合金材料在汽车制造业应用十分广泛。

工业上通常又将金属材料分为两类，即黑色金属和有色金属。

黑色金属是以铁为基本元素的合金。

汽车工业中应用最广泛的黑色金属是碳钢、铸铁和合金钢等，它们在汽车用金属材料中占主要部分；应用广泛的有色金属有铝及其合金、铜及其合金、锌合金等。

1.3 金属材料的物理性能与化学性能

金属几千年来被广泛应用于生产与生活，是基于它所具有的优良性能。

金属材料的性能主要指材料的使用性能和工艺性能。

使用性能是金属在使用时表现出的性能，它包括力学性能、物理性能和化学性能。工艺性能是指金属材料在各种冷、热加工中所表现出的性能。金属材料性能的分类如图 1-1 所示。

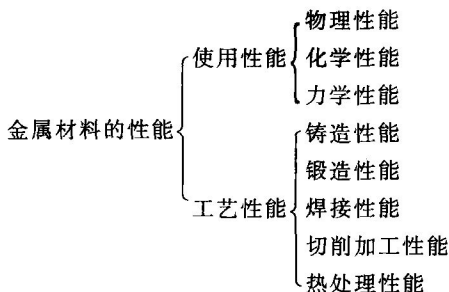


图 1-1 金属材料性能分类

1.3.1 金属的物理性能

金属的物理性能是指金属材料受到自然界中各种物理现象的作用所表现出来的反应，此时金属的化学成分仍保持不变。金属的物理性能包括密度、熔点、导电性、热膨胀性和磁性等。

1. 密度

物质单位体积的质量称为密度，用 ρ 表示，单位 kg/m^3 。在汽车生产中，高速运动的零部件（发动机活塞等）要求重量轻、惯性小，因此常选用强度高、密度小的铝合金来制造。

在金属材料中，密度小于 $5 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ 的金属称为轻金属，如铝、钛等。密度大于 $5 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ 的金属称为重金属，如铜、铁等。密度的大小，可作为鉴别材质的依据之一。

2. 熔点

金属从固态转变成液态时的温度称为金属的熔点。

根据金属的不同熔点分为易熔金属和难熔金属。一般将熔点低于 230°C 的金属叫易熔金属，如锡、铋等，而熔点高于 1800°C 的金属叫难熔金属，如钨、钼、铬等。通常熔点低的金属材料易于铸造和焊接。

3. 导电性

金属的导电性通常用电阻率来衡量，电阻率越小，金属的导电性越好。常用金属中银、铜、铝的导电性较好，而合金的导电性则比纯金属低。工业上常用铜、铝作为导电材料，如用铜、铝材料制成的电线、电极等。

4. 导热性

金属材料的导热性对热处理和锻造等热加工工艺具有十分重要的影响。导热性差的金属在热处理或锻造加热时，就必须使加热速度慢些，以免工件在热加工过程中变形和产生裂纹，如用合金钢制造的零部件。导热性能好的金属散热性也好，所以汽车上的散热器常采用导热性好的铝、铜等材料来制造。

5. 热膨胀性

金属热膨胀性在实际生活中常见，生产中应用很广，同时也是生产、生活中必须考虑的、可影响性能与使用的因素。如轴与轴瓦的装配间隙必须根据材料热膨胀性来确定。

6. 磁性

具有导磁能力的金属都能被磁铁吸引。具有较高磁性的金属称为磁性金属，如铁、钴、镍等。磁性材料是汽车上的电机、仪表等电气设备不可缺少的材料。

1.3.2 金属的化学性能

金属与其他物质发生化学变化时表现出来的性能称为化学性能。在金属材料的化学性能中，最受重视的是材料的耐腐蚀性与抗氧化性。

1. 耐腐蚀性

金属抵抗各种腐蚀介质如酸、碱、盐、水、氧气等侵蚀的能力称为耐腐蚀性。

金属的耐腐蚀性与金属的成分、组织等有关。不同成分、组织的金属，其耐腐蚀性能也不同。腐蚀不仅直接造成部分金属变质，还会损坏金属的优良性能，特别是降低金属材料的强度，甚至会危及整个机械的工作安全，危害极大。为防止金属腐蚀，通常采用改变金属材料的组织成分或采用表面处理的方法等来增强金属的抗腐蚀能力。

2. 抗氧化性

金属在加热时对氧化作用的抵抗能力称为抗氧化性。

金属材料在加热时，金属的氧化随温度升高而加速，氧化会造成金属材料过量损耗，也会形成各种缺陷。如发动机的气门因工作在高温、高压下，气门表面易氧化而导致剥落，因此发动机气门应选用具有良好抗氧化性的材料。

1.4 金属材料的力学性能

金属材料在外力作用下所表现出来的特性称为金属的力学性能。例如抵抗变形和断裂的能力等。

在机械制造中，金属材料最常见的也是最重要的使用性能是力学性能，又称为机械性能，它是产品设计和选择材料的主要依据。金属的力学性能主要包括：强度、塑性、硬度、韧性和疲劳强度等。

为了解金属的力学性能，必须先了解载荷的种类及金属在载荷作用下变形的有关知识。

1.4.1 载荷的种类

载荷指金属材料在使用过程中所受的外力。按作用力的方向、时间分类，载荷主要分为静载荷、冲击载荷和交变载荷。

1. 静载荷

大小和方向不变或变化很慢的载荷称为静载荷。如机床底座承受的就是静载荷。

2. 冲击载荷

以一定的速度突然施加在物体上的载荷称为冲击载荷。如汽车发动机曲轴在发动机起动或

转速改变时就受到冲击载荷的作用。冲击载荷不仅与作用力有关，还与作用时的速度有关。

3. 交变载荷

方向和大小随时间作周期性变化的载荷称为交变载荷。如汽车上弹簧工作时承受的就是交变载荷。

根据外力作用的类型，载荷又可分为拉伸载荷、压缩载荷、弯曲载荷、剪切载荷、扭转载荷。

金属材料单位面积上承受载荷的大小称为应力。应力能够确切地表示金属受载的大小。

1.4.2 金属的变形

在外力作用下绝大部分金属材料都会在尺寸和形状上发生变化，这种变化称为金属的变形。金属的变形依其性质常分为两种，即弹性变形和塑性变形。

1. 弹性变形

金属在外力作用下产生一定变形，但当外力去除后，变形随即消失而恢复原状，这样的变形称为弹性变形。

金属材料的弹性变形具有可逆性，因此广泛用于生产与生活。弹簧就是利用金属材料的这种特性设计的零件。

2. 塑性变形

金属在外力作用下产生一定的变形，且当外力去除后变形仍不能消失，这种变形就称为塑性变形。

金属材料塑性变形的本质是金属微观结构在外力作用下，其相邻部分产生永久性位移，但又未引起材料破裂。冲压件的生产原理就是利用金属材料具有塑性变形的性质，如汽车车身覆盖件就是用钢板冲压成型的。

金属变形按其变形的形式可分为五种，即拉伸、压缩、剪切、扭转和弯曲，如图 1 - 2 所示。

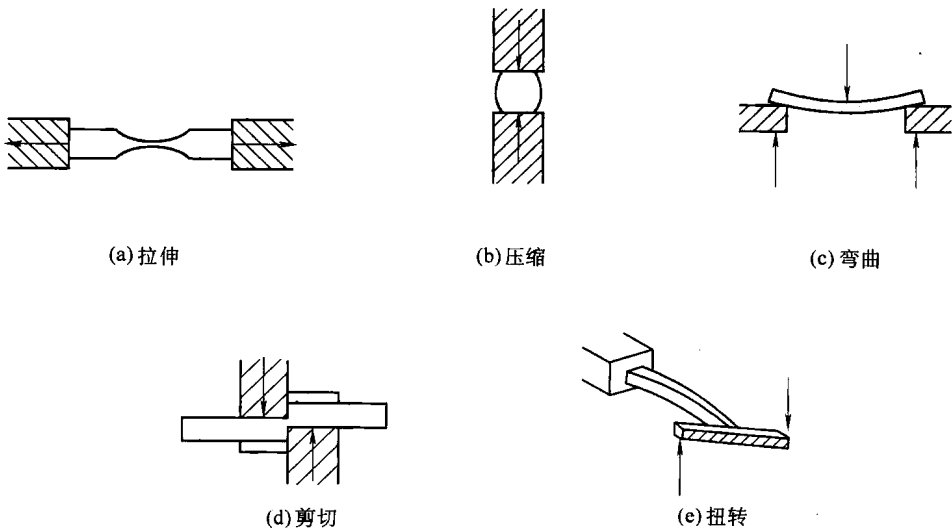


图 1 - 2 变形的五种基本形式

1.4.3 强度及拉伸试验

1. 强度

金属材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力称为强度。它是力学性能的重要指标之一，是选材的主要依据。

强度通常分为抗拉强度、抗压强度、抗剪强度和抗弯强度等四种。它们都是通过专门试验测定的，其中以抗拉强度应用最广泛。

(1) 拉伸试验 拉伸试验是应用最广泛的力学性能试验。

静拉伸试验一般是按规定把金属材料制成一定形状和尺寸的标准试样，装夹在专门试验机的两个夹头上，试验时传动机构使活动夹头移动，试件便承受逐渐增大的静拉伸载荷，在拉伸载荷作用下，试件渐渐变细，直到最后断裂。在拉伸过程中试验机上的测量机构记录下试件承受的载荷和相应的变形。而后根据所承受载荷下试件产生相应变形量的记录，可测定出该金属材料的强度指标。

金属材料的静拉伸试验所采用的拉伸试样(图 1-3)为低碳钢时，它所表现的力学性能比较全、比较典型。将其试验结果绘成以变形量 Δl 为横坐标，以载荷 F 为纵坐标的曲线即为拉伸图(图 1-4)。

从低碳钢的拉伸图中可见低碳钢的拉伸曲线上有四个特征点，即 e 、 s 、 b 和 k 。根据这些点的纵、横坐标值，可以求出低碳钢的强度性能指标和塑性指标。

(2) 强度 强度的大小用应力来表示。金属材料受到载荷作用时，必然在内部产生与载荷相等的抵抗力，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 。

通过拉伸试验测得的强度指标有：弹性极限、屈服强度、抗拉强度。

① 弹性极限 拉伸图上 e 点称为弹性极限点，拉伸试验中拉力不超过该点时，试样处于弹性变形状态；当拉力超过该点时，试样就会发生塑性变形。所以弹性极限是试样能保持弹性变形的最大应力。通常用 σ_e 表示，单位为 Pa。

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

式中 F_e ——试样保持弹性变形时承受的最大载荷，N；

S_0 ——试样的原始横截面积， m^2 。

弹性极限是材料发生弹性变形的最大承载能力，是重要的力学性能指标。

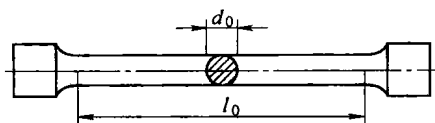


图 1-3 拉伸试样

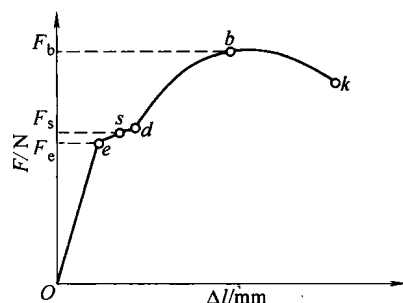


图 1-4 低碳钢的拉伸图

② 屈服强度 在拉伸试验中,当外力达到 F_s 的时候,拉力虽然没有增加,但试样却能自行伸长,即当拉力达到 s 点对应的数值时,试样开始产生塑性变形,即使拉力 F_s 不再加大,试样也能产生微量的塑性变形,金属的这种性质称为屈服。此时的应力称为屈服强度,简称屈服点。材料的屈服强度用 σ_s 表示,单位为 Pa。

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

式中 F_s ——试样产生屈服时所承受的载荷, N;

S_0 ——试样的原始横截面积, m^2 。

屈服强度是衡量金属材料强度的重要指标,它表示对微量塑性变形的抗力。

由于只有退火低碳钢和少数合金在拉伸时有明显的屈服现象,而大多数的金属材料屈服现象不明显,这就给测定屈服强度带来困难。因此常以试样残余伸长为原长 0.2% 时所承受的应力作为屈服强度指标。此时应力称为规定残余伸长应力,用 $\sigma_{0.2}$ 表示。金属受力后,若应力达到屈服强度,就会产生微量的塑性变形,否则可粗略地认为金属不产生塑性变形。

金属的弹性极限和屈服强度在意义上虽各不相同,但实际测量时数值差别很小,因此,当金属零件不允许产生塑性变形时,其应力小于弹性极限或屈服强度都是可以的。上述两种强度性能指标以屈服强度用得较多。

③ 抗拉强度 拉伸图上的 b 点是金属试样发生均匀塑性变形时最大载荷 F_b 对应的点。在 b 点以前试样沿整个长度均匀伸长,在 b 点以后试样在薄弱部位形成缩颈。此时载荷不再增加,试样也会发生塑性变形,直至断裂。因此 F_b 是试样拉断前的最大拉力。金属材料能够承受最大拉应力的能力称抗拉强度,也称强度极限,用 σ_b 表示,单位为 Pa。

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

式中 F_b ——试样在拉伸过程中承受的最大载荷, N;

S_0 ——试样原始横截面积, m^2 。

对于无明显屈服与缩颈现象的金属材料,抗拉强度即可表示材料抵抗断裂破坏的能力。

金属的抗拉强度测定比较方便,且测得的数据也比较精确,所以设计机件时,有时也可以直接应用它作为依据,但要采用较大的安全系数。

2. 塑性

金属材料在外力作用下产生永久变形而又不造成损坏、断裂的性能称为塑性。

塑性好的金属材料适宜于挤压、冷拔,塑性差的金属,在冲压、抽拔等加工过程中容易断裂,可成型性较差,在冲击载荷作用下容易发生脆断。所以一般机床床身可用铸铁制作,而锻锤机身则用塑性较好的铸钢制作。

金属塑性指标一般通过拉伸试验测定,常用的塑性指标为伸长率和断面收缩率。

(1) 伸长率 伸长率是金属试样拉断后的伸长量与试样原始长度的百分比(图 1-5)也称延伸率,用符号 δ 表示。

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

式中 l_0 ——试验前试样的原始标距长度, mm;