

全国就业训练机械类统编教材

金属工艺基础

第二版



中国劳动社会保障出版社

全国就业训练机械类统编教材

金属工艺基础

第 二 版

劳动部培训司组织编写

中国劳动社会保障出版社

本书是根据劳动部培训司修订的全国就业训练机械类教学大纲编写的,供就业训练机械类各工种使用的统编教材。

本套教材包括:《机械识图》、《机械基础》、《金属工艺基础》、《电工基础知识》四门基础课及《钳工工艺》、《车工工艺》、《铣工工艺》、《焊工工艺》、《铸工工艺》等,学制为一年。

本书内容包括:金属材料的力学性能;钢、铸铁、有色金属及其合金的分类、牌号、用途;热处理基本知识;毛坯生产及金属切削加工工艺基本知识等。

本书也可供职业学校、在职培训及自学使用。

在编写本书的过程中,得到长春市就业训练中心、长春市南关区劳动局的大力支持,特此表示感谢!

本书由隋福楼编写,陈宝生审稿。

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

责任编辑 韩 伟

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷、装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 32开本 9印张 199千字

1994年2月北京第2版 2005年1月北京第20次印刷

印数:5000册

ISBN 7-5045-1377-6/TG·128(课) 定价:12.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64911344

第一版前言

根据“先培训、后就业”的原则，全面开展就业训练工作，是贯彻“在国家统筹规划和指导下，实行劳动部门介绍就业、自愿组织起来就业和自谋职业相结合”的就业方针和提高职工素质的一项重要措施。为解决就业训练所需要的教材，使就业训练工作逐步走向规范化，我局于今年七月委托部分省、市劳动人事部门(劳动服务公司)，分别组织编写适合初中毕业以上文化程度青年使用的、分半年与一年两种学制的教材。

第一批组织编写的就业训练教材有：烹饪、食品糕点、宾馆服务、商业营业、理发、公共交通客运、土木建筑、服装、钟表眼镜修理、无线电修理、家用电器修理、机械加工、纺织、丝织、幼儿保教、财会等十六个专业及职业道德、就业指导、法律常识三门公用教材。其他专业的就业训练教材，将分期分批地组织编写。这套教材，培训其他人员亦可使用。

这次组织编写的教材，是按照党和国家有关的教育方针政策，本着改革的精神进行的，力求把需要就业的人员培养成为有良好职业道德、有一定专业知识和生产技能的劳动者；突出操作技能的培训，以加强动手能力和处理实际问题的能力。

就业训练工作是一项新工作，参加编写这套教材的有关同志克服了重重困难，完成了教材的编写任务。对于他们的辛勤劳动表示由衷的感谢。由于编写时间仓促和缺乏经验，这

套教材尚有许多不足之处,请各地有关同志在使用过程中,注意听取、汇集各方面的反映与意见,并及时告诉我们,以便再版时补充、修订,使其日趋完善。

劳动人事部培训就业局

1986年8月

第二版说明

自1986年以来，我司会同中国劳动出版社已经组织编写了三批全国就业训练统编教材。这些教材，对推动就业训练工作和企业的初级技术工人培训工作发挥了积极作用，受到使用单位和广大读者欢迎。但是，由于就业训练工作在我国是一项新工作，当时对编写这样的教材还缺乏经验，通过几年的教学实践，反映出教材尚存在某些不足，例如：有些教材的内容偏多、偏深、偏难，有些专业的教材配套不够齐全，有些专业的教材分工、配合、协调不够，还有些教材存在一些差错。为了进一步使教材完善，提高教学质量，适应全国就业训练和初级技术工人培训工作的需要，我们组织有关人员

对教材陆续进行了修订。

修订后的教材还会有不足之处，恳请各地有关同志，在使用过程中继续注意听取、汇集各方面的反映与意见，并及时转告我们，以便进一步修订。

劳动部培训司

1991年7月

目 录

绪 论	(1)
第一章 金属材料的性能	(6)
§ 1—1 金属的力学性能	(6)
§ 1—2 金属的物理、化学和工艺性能	(23)
习 题	(25)
第二章 常用金属材料	(27)
§ 2—1 钢铁材料的生产过程概述	(27)
§ 2—2 碳素钢	(30)
§ 2—3 合金钢	(46)
§ 2—4 硬质合金	(77)
§ 2—5 铸铁	(80)
§ 2—6 有色金属及其合金	(89)
习 题	(108)
第三章 热处理知识	(111)
§ 3—1 热处理概述	(111)
§ 3—2 铁碳合金相图	(113)
§ 3—3 钢在加热和冷却时的转变	(126)
§ 3—4 钢的退火与正火	(136)
§ 3—5 钢的淬火与回火	(141)
§ 3—6 钢的表面热处理	(155)
习 题	(169)

第四章 毛坯生产.....	(172)
§ 4—1 铸造.....	(172)
§ 4—2 锻压.....	(183)
§ 4—3 焊接与切割.....	(197)
习 题.....	(208)
第五章 常用金属切削加工方法.....	(211)
§ 5—1 金属切削加工的基本概念.....	(212)
§ 5—2 常用切削加工方法介绍.....	(226)
§ 5—3 钳工加工及装配.....	(249)
习 题.....	(274)
附录	
附表 1 洛氏硬度 HRC 与其他硬度及强度 换算	(276)
附表 2 洛氏硬度 HRB 与其他硬度及强度 换算表	(278)
附表 3 热处理代号及标注方法	(280)

绪 论

一、金属材料在国民经济中的作用及学习本门课的目的要求

金属材料在国民经济中占有极其重要的地位。它不仅是现代工业、农业、国防及科学技术等部门使用最广泛的材料，而且也是人们在日常生活中一刻也不能离开的。

金属材料所以能获得广泛的应用，不仅由于它来源丰富，而且还由于它具有优良的性能。金属材料品种繁多，在工程上常用的金属材料有钢铁、有色金属及其合金、粉末冶金材料等。各种金属材料的成分不同，性能各异，而且通过加工，特别是通过热处理，它的性能变化很大。因此，研究金属材料及其加工工艺是非常重要的，尤其对机械制造业的技术工人及工程技术人员有更重要的意义。

《金属工艺基础》是一门综合性的技术基础课。它是介绍金属材料以及如何把金属材料加工成机械零件的一门课程。

本书系统地介绍了金属材料的性能、牌号及各种加工方法。它是根据机械冷、热加工各工种，如铸造、锻造、焊接、热处理、冷加工工艺等工人技术等级标准编写的，并在内容编写上打破了历来教材传统的编写方法，便于讲授和自学。

本课程由金属材料、热处理、金属加工工艺三方面组成，其基本内容如下：

1. 金属材料方面 首先介绍金属的力学性能、物理性

能、化学性能和工艺性能，并以介绍力学性能为主；然后介绍常用金属材料碳钢、合金钢、铸铁、铝合金、铜合金、轴承合金等（以钢铁材料为主）的成分、牌号、性能和用途等方面的基本知识，为以后选用金属材料打下基础。

2. 热处理方面 主要介绍铁碳合金相图（它是制订热处理等热加工工艺的依据）及通过热处理对金属材料内部组织结构、表面化学成分及性能方面的显著影响，以及常用钢铁材料的热处理基本知识和各种热处理的具体工艺方法。

3. 加工工艺方面 主要介绍制成毛坯的各种热加工基本方法，如铸造、锻压、焊接以及切削加工中的车、铣、刨、磨、钳等基本加工方法。

本书所讲授的内容与机构基础、机械识图，以及车工工艺、钳工工艺、铸造工艺、焊接工艺等专门工艺方面的知识是密切相关的。

学习本课程可以获得有关常用金属材料及其各种加工工艺方面的基本知识，并为进一步学好专业课和搞好生产应用与操作打下基础。因此，通过教学，学员必须掌握常用金属材料的牌号、成分、性能和用途，并熟悉金属材料的成分、组织结构、加工工艺与性能之间的相互关系与变化规律。只有掌握和学会这些基本知识，才能更好地去解决实际生产中的具体问题。这就是我们学习本课程的主要目的。

《金属工艺基础》是一门与生产实际联系比较密切的课程，也是学好各门专业课的基础。因此在学习时，要注重理论联系实际，紧密结合生产。为了消化课程上所学的知识，要重视实验和参观，以增加感性知识；另外还应积极开展课堂讨论，举一反三，以达到当堂理解消化的目的。

二、非金属材料简介

在科学技术迅猛发展的今天,非金属材料异军突起,发展惊人。非金属材料的品种、数量和质量已成为衡量一个国家技术水平、经济水平和国防力量的重要标志。其中发展最快的是有机合成材料(塑料、橡胶和合成纤维,即通常所说的三大有机合成高分子材料)。从1872年在实验室内制成酚醛树脂(塑料),到1907年美国实现工业化生产,至今仅有80多年的历史,就已发展成为能与已有2000多年历史的钢铁材料相匹敌的工程材料。本世纪特别是近二三十年以来,有机合成高分子材料以3~4倍于金属材料的发展速度突飞猛进地向前发展着,并正在广泛地应用于国民经济生产中,无机非金属材料(如陶瓷等)方面的研究和应用,进展也很迅速。

在非金属材料中,由于合成高分子材料发展最快,全世界从1929~1969年的40年内共增长500倍。目前在工业上得到广泛应用,并且将越来越多地被采用。仅以塑料为例,据统计,全世界塑料的产量每近5年翻一番。1983年全世界塑料产量(体积)就与钢铁产量(体积)相等,到2000年(体积)可为钢铁产量(体积)的4倍。因此,非金属材料的发展正在打破和改变以钢铁为中心的时代。

目前在材料领域里,金属材料、高分子材料和陶瓷材料已成三足鼎立的地位,构成固体材料的三大支柱。

非金属材料获得高速发展,不仅因为它原料来源丰富,更重要的是具有传统金属材料所没有的优良性能。如高分子材料最突出的特点就是密度小、比刚度(刚度与密度之比)和比强度(强度与密度之比)高。密度在1~2之间,密度小可减轻机器的自重从而使燃料消耗下降,节约能源;其次是耐磨、自润滑性能良好;除此之外,还具有耐蚀性、良好的电绝缘

性、消声减振性等。

由于上述的优良性能，高分子材料在国防、机械、电气、化工、建筑、车辆、宇航、医药、民用等工业中获得广泛应用，并已部分代替金属，特别是有色金属和贵金属及有关钢铁构件。例如，在机床铸铁导轨上粘贴或喷涂一层聚乙烯或聚四氟乙烯（俗称塑料王）等塑料，当表层塑料磨掉之后还可以再贴一层，这样可以使易磨损的机床导轨得到保护，从而延长导轨使用寿命；用塑料齿轮代替金属齿轮，具有质量小、防腐蚀、低噪声，不需经常保养和有很好的自润滑性等优点。例如，机床挂轮改用塑料齿轮，可以明显降低噪声。聚酯、尼龙（聚酰胺）、聚甲醛等塑料都是较好的齿轮材料。

特别是许多机器中的滑动轴承用某些塑料代替原来的轴承金属材料，不仅大幅度提高了轴承的使用寿命，且使机器运转平稳，并可实现无油润滑，对减少环境污染非常有利；再比如，陶瓷刀具就是用无机非金属材料（主要成分为氧化铝，即 Al_2O_3 ）做的，比硬质合金硬度还高（刀片硬度可达 HRA86~96），能耐 1 200℃ 高温，可实现高速切削。

总之，由于非金属材料，特别是高分子材料的飞速发展，使黑色金属钢铁材料渐渐地失去了它的主宰地位。我们当今所处的时代可以说是金属和非金属材料并进的新时代。非金属材料已成为现代工程材料中一个重要组成部分，而且，今后非金属材料在工程材料中的比重将不断增加。非金属材料的不断发展和应用，必将促进许多工业发生重大的变革。因此，在学习有关金属材料及各种加工工艺基本知识的同时，适当了解一些非金属材料方面的知识是必要的。各地区可以根据当地的具体情况，适当增加这方面的知识简介，以扩大学员的视野和知识面，适应社会发展的需要。

但是，在当今以及今后一段时间内，在国民经济生产（特别是在机械制造业）中，金属仍然占主导地位，是应用最广泛的材料，对人类社会的进步仍将起着巨大的推动作用。所以，了解金属的一般基础知识，对于选用和加工金属材料，都有非常重要的意义。

第一章 金属材料的性能

金属材料之所以应用广泛，主要是它具有能满足人们需要的各种性能。金属材料的种类很多，为了正确、合理地使用和加工各种金属材料，应充分了解和掌握金属材料的性能。金属材料的性能包括力学性能、物理性能、化学性能和工艺性能。

§ 1—1 金属的力学性能

一、概述

金属材料的使用，是通过金属的各种技术性能指标表征的。其中以力学性能尤为重要，它是选用金属材料的重要依据。因此，熟悉和掌握金属材料性能是非常重要的。

金属材料的力学性能是指金属材料在外力作用下所表现出来的性能。它是衡量金属材料极其重要的指标，对选用金属材料具有重要的意义。金属的力学性能主要有：弹性、塑性、强度、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。这些性能指标，一般都要按规定制成一定形状和尺寸的标准试样，并在专门试验机上通过试验测定。

金属材料在加工及使用过程中所受的外力称为载荷，或者说把加在金属材料上的外力叫做载荷。

载荷作用于金属材料上，将使其产生尺寸和形状的改变，

这种变化称为变形。如钢棒被拉长变细就是一种变形。

运动着的机器零件所承受的载荷是比较复杂的，根据载荷作用性质的不同，可以把载荷分为静载荷、动载荷和交变载荷三种。

1. 静载荷 是指大小不变或变动很缓慢的载荷。如机床作用在地面上的载荷就是静载荷。金属试件的拉伸试验，就是在缓慢增加的静载荷试验。

2. 动载荷 又叫冲击载荷，是指突然加上去的载荷。如用锤打铁、打桩都是动载荷。

3. 交变载荷 是指大小或方向成周期性变化的载荷，也称变动载荷。如用手反复弯曲铁丝及机床主轴旋转所受的力都是一种交变载荷。

实践证明动载荷与交变载荷的破坏作用都比静载荷大，而动载荷的破坏作用最大。

由于加在金属材料上的载荷作用方式不同，金属材料所产生的变形也不同。一般可分为拉伸、压缩、扭转、剪切和弯曲等五种变形形式，如图 1—1 所示。

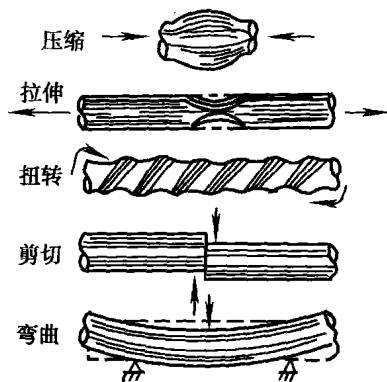


图 1—1 金属受外力作用的各种变形

金属材料在外力作用下发生变形的同时，其内部将产生阻止变形的抗力，称为内力。内力数值的大小与外力相等，方向相反。单位横截面积上的内力称为应力。应力可用下式计算：

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

式中 σ ——应力，Pa；

P ——所加外力（即载荷），N；

F ——受力横截面积， m^2 。

二、弹性与塑性

金属材料在外力作用下将产生不同形式和程度的变形，金属材料随着外力的增加通常会产生弹性变形、弹性—塑性变形和断裂三个变形阶段。如低碳钢的拉伸试验，如图1—2所示。拉伸所用试样的形状通常有圆形和矩形两类。在国家标准（GB6397—86）中，对试样的形状、尺寸及加工要求均有明确的规定。图1—2所示的为圆形拉伸试样。图中 d_0 是试样的直径， L_0 为标距长度，是指试样计算时的有效长度。根据标距长度与直径之间的关系，试样可分为长试样（ $L_0 = 10d_0$ ）和短试样（ $L_0 = 5d_0$ ）。

1. 弹性 是指金属受外力作用时产生变形，当外力去除后仍能恢复原来形状和尺寸的性能。这种随着外力消失而消失的变形，称为弹性变形。在弹性变形阶段，当外力去除后变形消失，材料恢复原来的形状和尺寸，这种变形可以理解为“临时变形”。如橡皮条、弹簧的拉长与恢复就是典型的弹性变形。金属材料能恢复原来形状和尺寸时所加的最大外力与原横截面积之比值，称为弹性极限。用 σ_e 表示，即：

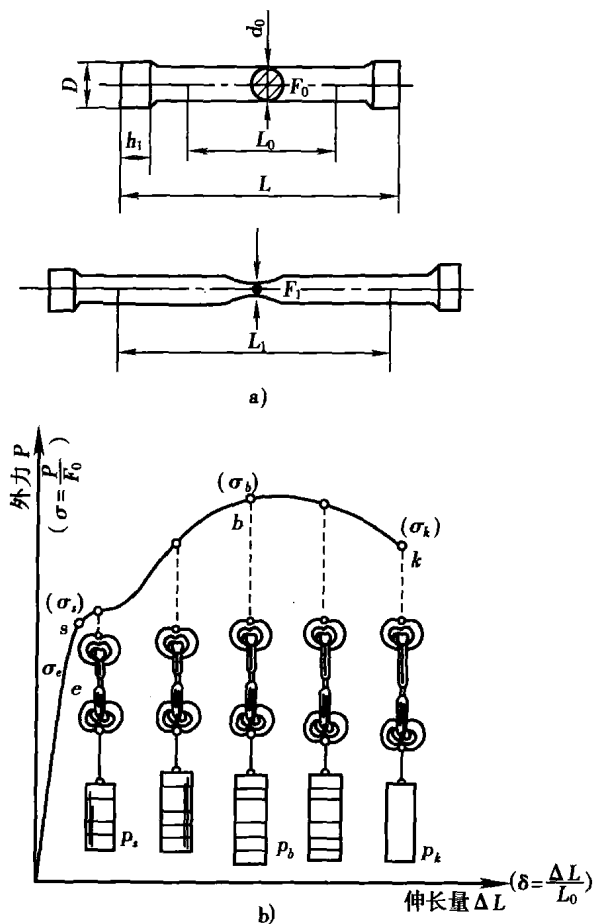


图 1—2 拉伸试验

a) 钢的标准试样 b) 低碳钢的拉伸曲线

L_0 —试样原标距长度 L_1 —试样拉断后标距长度

d_0 —试样直径 F_0 —试样原横截面积

F_1 —试样拉断处横截面积