

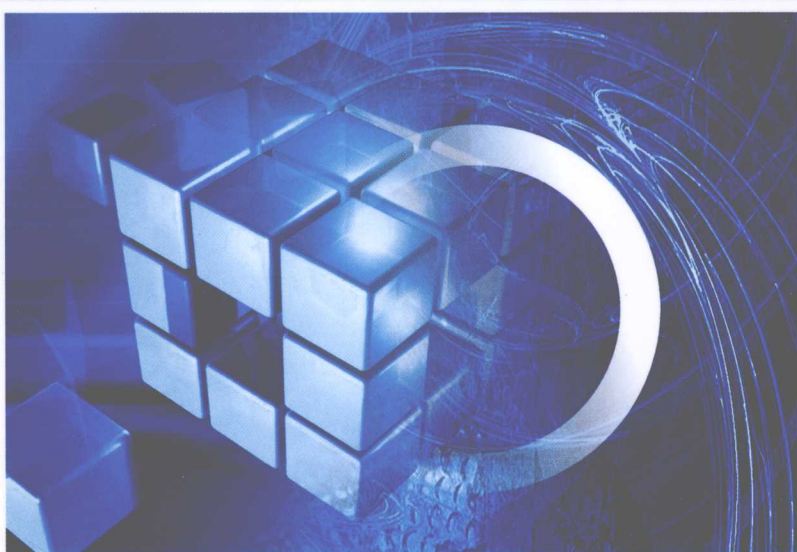


21世纪高等职业教育精品课示范性规划教材

金属工艺实训

jinshu gongyi shixun

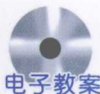
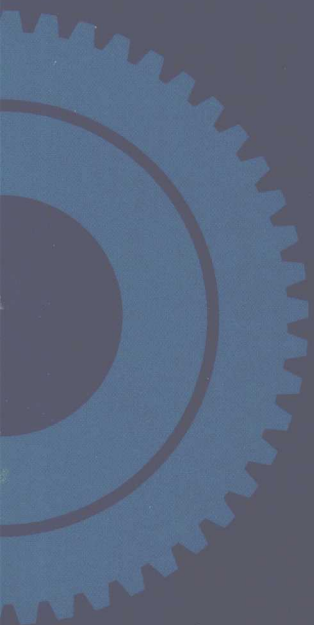
■ 主 编 蔡锌如 陈跃中 宁艳花
■ 主 审 杜中庆



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

策划编辑：金鸣传媒
责任编辑：张慧峰
封面设计：OOICA原创任炜



免费电子教案下载地址
www.bitpress.com.cn



北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

通信地址：北京市海淀区中关村南大街5号
邮政编码：100081
咨询电话：(010)68944990 68944919
网 址：www.bitpress.com.cn

ISBN 978-7-5640-3024-7



定价：29.00元

21 世纪高等职业教育精品课示范性规划教材

金 属 工 艺 实 训

主 编 蔡铎如 陈跃中 宁艳花
主 审 杜中庆



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书旨在帮助学生了解金属加工工艺的基本方法,提高工艺技能,并养成良好的工作学习习惯。全书主要包括:金属工艺实训基础知识、钳工技能实训、车工技能实训、铣工技能实训、焊接技能实训、铸造技能实训等,同时对磨削、拉削和插削也做了一定的介绍。另外本书还提供了部分实训项目,供教学使用。

本书可作为高职高专院校机械类、机电类等相关专业的教材,也可供相关技术人员参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

金属工艺实训/蔡锌如,陈跃中,宁艳花主编. —
北京:北京理工大学出版社,2010.2

ISBN 978-7-5640-3024-7

I. 金… II. ①蔡… ②陈… ③宁… III. ①金属加工—工艺学—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 015236 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址/http://www. bitpress. com. cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/山东新华印刷厂临沂厂

开 本/710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张/17.25

字 数/326 千字

版 次/2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数/1~4000 册

定 价/29.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

为贯彻落实《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》精神，为了适应现代职业教育的发展，我们本着“突出技能，重在实用，淡化理论，够用为度”的指导思想，结合高职学生的特点和本课程的具体情况编写了这本《金属工艺实训》。

“金属工艺实训”是工科类专业的技能基础课程。通过本书的实训学习，可以帮助学生了解金属加工工艺的基本方法，促进学生金属工艺技能的提高，并在实训过程中养成良好的工作学习习惯，强化安全文明生产的理念。

本书内容重点包括金属工艺实训基础知识、钳工技能实训、车工技能实训、铣工技能实训、焊接技能实训、铸造技能实训，对磨削、拉削和插削也做了一定的介绍。另外本书还提供了部分实训训练项目，供实训指导教师进行选择教学。不同专业的学生可以根据专业特点选学不同的相关金属加工技能。

本书由蔡铎如、陈跃中、宁艳花担任主编，万长城、曾彦、郭啟惠、熊忠、万正豪、胡衍等同志对本书的编写也做了大量的工作，全书由蔡铎如统稿。杜中庆认真审阅了本书初稿，并提出了许多宝贵的意见，在此表示感谢。同时也谢谢北京理工大学出版社对本书的出版和发行提供的很多帮助。编者在编写过程中参考了许多相关资料，在此对所有参与者和参考文献的作者一并表示感谢。

由于编者水平有限，时间亦十分仓促，书中难免存在缺点、错误，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 金属工艺实训基础知识	1
1.1 安全文明生产	1
1.2 常用工程材料	1
1.2.1 常用工程材料的分类	1
1.2.2 金属材料性能	2
1.2.3 钢铁材料的种类	9
1.3 常用量具	13
第 2 章 钳 工	22
2.1 钳工概述	22
2.1.1 钳工加工方法	22
2.1.2 钳工的性质和特点	22
2.1.3 常用设备和工具的使用与维护	22
2.1.4 安全技术规程	25
2.1.5 车间文明生产	25
2.2 划 线	26
2.2.1 划线的作用	26
2.2.2 划线前的准备工作	26
2.2.3 划线工具	27
2.2.4 划线基准	28
2.2.5 划线方法	29
2.3 锉削与锯割	31
2.3.1 锉刀	31
2.3.2 锉削操作方法	32
2.3.3 锉削质量检查	36
2.3.4 锯削工具	37
2.3.5 锯削的基本操作	38
2.4 钻、扩、铰、铰孔加工	39
2.4.1 麻花钻头	40
2.4.2 麻花钻头的刃磨方法及要求	42
2.4.3 钻头的装夹	43

2.4.4	工件的装夹	44
2.4.5	钻孔的操作方法	45
2.4.6	扩孔、铰孔和铰孔	46
2.4.7	钻孔安全技术	48
2.5	攻螺纹、套螺纹、刮削、研磨	49
2.5.1	螺纹主要尺寸	49
2.5.2	螺纹的应用及代号	50
2.5.3	攻螺纹	52
2.5.4	套螺纹	53
2.5.5	刮削	54
2.5.6	研磨	57
2.6	钳工综合技能训练	58
2.6.1	已知条件与加工要求	58
2.6.2	榔头钳工加工工艺过程	59
2.6.3	钳工工艺分析	60
第3章	车削加工	68
3.1	概 述	68
3.1.1	普通车床的结构介绍	68
3.1.2	常用卧式车床加工范围	70
3.1.3	CA6140 卧式车床的结构	70
3.1.4	普通卧式车床的组成及其传动系动	72
3.1.5	卧式 CDL6136 型高速车床的组成	73
3.1.6	CDL6136 车床的传动系统	73
3.1.7	车床性能指标	74
3.2	润滑系统	75
3.2.1	床头箱润滑	75
3.2.2	进给箱润滑	75
3.2.3	溜板箱润滑	75
3.3	车床的日常维护和一级保养	76
3.3.1	车床的日常维护、保养要求	76
3.3.2	车床的一级保养要求	76
3.4	相关部件调整	77
3.4.1	主轴轴承的调整	77
3.4.2	主轴前轴承的调整	77
3.4.3	主轴后轴承的调整	78

3.4.4	主轴的制动调整	78
3.4.5	皮带涨紧的调整	79
3.4.6	刀架丝杠和螺母之间间隙的调整	79
3.4.7	自动走刀负荷调整	79
3.4.8	机床常见故障及消除	80
3.5	车削刀具	81
3.5.1	车刀的种类与用途	81
3.5.2	车刀的组成	82
3.5.3	车刀的几何角度与切削性能的关系	83
3.5.4	车刀的六个基本角度	84
3.5.5	常用刀具的材料及其性能	86
3.5.6	车刀的刃磨	88
3.5.7	车刀的安装	91
3.6	车外圆、端面和台阶	92
3.6.1	工件的装夹	92
3.6.2	车外圆	94
3.6.3	车端面	97
3.6.4	车台阶	98
3.7	切槽、切断、滚花	99
3.7.1	切槽	99
3.7.2	切断	100
3.7.3	滚花	101
3.8	车成形面、圆锥面	102
3.8.1	车成形面	102
3.8.2	车圆锥面	103
3.9	孔加工	105
3.9.1	钻孔	106
3.9.2	车孔	107
3.10	车螺纹	108
3.10.1	螺纹车削的基本知识	108
3.10.2	车螺纹的方法	110
3.10.3	螺纹车削注意事项	112
3.10.4	车外螺纹的质量分析	112
3.11	车床附件及其使用方法	113
3.11.1	用四爪卡盘安装工件	114
3.11.2	用顶尖安装工件	114

3.11.3	用心轴安装工件	115
3.11.4	中心架和跟刀架的使用	116
3.11.5	用花盘、穹板及压板、螺栓安装工件	117
第4章 铣削加工		118
4.1	铣削加工概述	118
4.1.1	铣削加工基本内容	118
4.1.2	铣削加工工艺特点	119
4.1.3	铣床安全操作规程及文明生产	119
4.2	铣床	120
4.2.1	常用铣床种类	120
4.2.2	常用铣床的型号	126
4.3	铣刀	129
4.3.1	常用铣刀	129
4.3.2	铣刀刀具材料	134
4.3.3	铣刀的安装与拆卸	135
4.3.4	铣削用量及其选择方法	139
4.4	铣床附件及工件的装夹	143
4.4.1	铣床主要附件	143
4.4.2	工件的装夹	146
4.5	铣削平面	151
4.5.1	铣刀及铣削方式的选择	151
4.5.2	工件的装夹	153
4.5.3	平面铣削操作要领	155
4.5.4	铣工技能实训项目一	156
4.6	铣削斜面	158
4.6.1	倾斜装夹工件铣斜面	158
4.6.2	转动立铣头铣斜面	159
4.6.3	用角度铣刀铣斜面	159
4.6.4	铣工技能实训项目二	159
4.7	铣削键槽	161
4.7.1	V形块定位与V形块选用方法	161
4.7.2	在机床工作台上找正V形块的位置	162
4.7.3	铣削键槽时常用对刀方法	163
4.7.4	用V形块装夹轴类工件时注意事项	165
4.7.5	检测平键槽	165

4.7.6 铣工技能实训项目三	165
4.8 铣削花键轴	166
4.8.1 花键轴知识	166
4.8.2 铣削花键轴	167
4.8.3 检验	170
4.8.4 铣工技能实训项目四	170
第5章 刨削加工	172
5.1 刨工概述	172
5.1.1 刨削加工的特点	172
5.1.2 刨削加工范围	172
5.2 刨床	173
5.2.1 牛头刨床	173
5.2.2 龙门刨床	176
5.3 刨刀及其安装	177
5.3.1 刨刀	177
5.3.2 刨刀的安装	178
5.3.3 工件的安装	178
5.4 刨削的基本操作	178
5.4.1 刨平面	178
5.4.2 刨沟槽	180
5.4.3 刨成形面	181
5.5 刨削加工技能训练	181
5.5.1 技能训练项目一	181
5.5.2 技能训练项目二	183
第6章 磨削加工	184
6.1 磨削加工概述	184
6.2 砂轮	185
6.2.1 磨料	185
6.2.2 粒度	186
6.2.3 结合剂	186
6.2.4 砂轮硬度	187
6.2.5 砂轮组织	188
6.2.6 砂轮的形状和尺寸	188
6.2.7 砂轮的标记	189

6.2.8 砂轮的安裝及平衡	189
6.2.9 砂轮的修整	190
6.3 磨床及磨削加工方法	190
6.3.1 磨床类型与型号	190
6.3.2 外圆磨床及磨削加工方法	191
6.3.3 平面磨床及磨削加工方法	194
6.4 磨削加工技能训练	195
第7章 插削、拉削	198
7.1 插削加工	198
7.1.1 插床简介	198
7.1.2 插刀	198
7.1.3 插削工作	198
7.2 拉削加工	199
7.2.1 拉床简介	199
7.2.2 拉刀	200
7.2.3 拉床的加工工艺	200
7.2.4 拉床加工的图例	200
7.2.5 圆孔拉刀示意图	201
第8章 焊 接	202
8.1 常见弧焊机的结构及使用方法	202
8.1.1 焊机型号及主要技术指标	203
8.1.2 交流弧焊机	204
8.1.3 直流弧焊机	204
8.2 手弧焊的操作方法	205
8.2.1 手弧焊工具及材料	205
8.2.2 手弧焊的操作方法	207
8.3 焊接工艺	209
8.3.1 焊接接头的分类及接头形式	209
8.3.2 坡口	209
8.3.3 焊接位置	210
8.3.4 焊接工艺参数对焊缝的影响	210
8.3.5 焊件质量的检验	211
8.4 其他焊接方法简介	212
8.4.1 气焊与气割	212

8.4.2	埋弧自动焊	214
8.4.3	气体保护焊	215
8.4.4	电阻焊	216
8.4.5	钎焊	217
8.4.6	特种焊接	218
8.5	技能训练项目	221
8.5.1	技能训练项目一	221
8.5.2	技能训练项目二	223
第9章	铸 造	226
9.1	铸造概述	226
9.1.1	型砂配置	226
9.1.2	模样的制作	228
9.2	砂型铸造的方法	232
9.2.1	手工造型	232
9.2.2	合型与浇注	233
9.2.3	铸件的清理	234
9.2.4	铸件的质量缺陷分析	235
9.2.5	铸件工艺分析	237
9.2.6	铸件尺寸的确定	240
9.3	其他铸造方法	243
9.3.1	机器造型	243
9.3.2	熔模造型	246
9.3.3	金属型铸造	248
9.3.4	压力铸造	250
9.3.5	离心铸造	252
9.4	技能训练项目	253
9.4.1	技能训练项目一	253
9.4.2	技能训练项目二	259

第1章 金属工艺实训基础知识

1.1 安全文明生产

“金属工艺实训”是工科类机械系列课程的重要组成部分，是实践性极强的专业基础课程，必须通过独立操作才能体会到有关金属加工的基本理论和基本工艺。

由于实训过程必须通过学生的实际动手操作才能完成教学任务，学生经常要接触到锐利的工具或旋转机械，如果在实训过程中不严格遵守操作规程或缺乏安全知识，很容易发生人身安全事故或设备安全事故，因此，在实训过程中必须遵守安全操作规程，并做到：

- (1) 进入实训场所必须穿工作服，女生要戴工作帽，长发要压入帽内，不准穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋进入实训场所。
- (2) 虚心听从实训教师的指导，注意听讲和操作示范。
- (3) 严格按指定地点、工位实训，不得随意串岗、离岗、追打嬉闹。
- (4) 机械设备未经许可严禁擅自动手操作。
- (5) 设备使用前要进行检查，发现异常情况及时报告。
- (6) 操作机械设备必须遵守操作规程，严禁两人同时操作一台机床。
- (7) 机床开动后不得用手触摸旋转工件和刀具，不得在工件未停止转动前测量尺寸。
- (8) 不得用手直接清除铁屑和摸工件毛刺。
- (9) 使用电器设备，必须严格遵守安全用电规程，防止触电。
- (10) 安全文明生产，工作结束时要打扫机床和工作场所，工件、量具、刀具应摆放整齐。

1.2 常用工程材料

1.2.1 常用工程材料的分类

翻开人类进化史，我们不难发现，材料的开发、使用和完善贯穿其始终。从天然材料的使用到陶器和青铜器的制造，从钢铁冶炼到材料合成，人类成功地生产出满足自身需求的材料，进而使自身走出深山、洞穴，奔向茫茫平原和辽阔海洋，飞向广袤的太空。人类社会的发展历史证明，材料是人类生产与生活的物质

基础,是社会进步与发展的前提。当今社会,材料、信息和能源技术已构成了人类现代社会大厦的三大支柱,而且能源和信息的发展都离不开材料,所以世界各国都把研究、开发新材料放在突出的地位。材料是人类社会可接受、能经济地制造有用器件(或物品)的固体物质。工程材料是在各工程领域中使用的材料。工程上使用的材料种类繁多,有许多不同的分类方法。按化学成分、结合键的特点,可将工程材料分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类,见表 1-1。

表 1-1 工程材料的分类举例

金属材料		非金属材料			复合材料
黑色金属材料	有色金属材料	无机非金属材料	有机高分子材料		
碳素钢、合金钢、铸铁等	铝、镁、铜、锌及其合金等	水泥、陶瓷、玻璃等	合成高分子材料（塑料、合成纤维、合成橡胶等）	天然高分子材料（木材、纸、纤维、皮革等）	金属基复合材料、塑料基复合材料、橡胶基复合材料、陶瓷基复合材料等

金属材料可分为黑色金属材料和有色金属材料。黑色金属材料主要是铁基金属合金,包括碳素钢、合金钢、铸铁等;有色金属材料包括轻金属及其合金、重金属及其合金等。而非金属材料可分为无机非金属材料 and 有机高分子材料。无机非金属材料包括水泥、陶瓷玻璃等,有机高分子材料包括塑料、橡胶及合成纤维等。上述两种或两种以上材料经人工合成后,获得优于组成材料特性的材料称为复合材料。

工程材料按照用途可分为两大类,即结构材料 and 功能材料。结构材料通常指工程上对硬度、强度、塑性及耐磨性等力学性能有一定要求的材料,主要包括金属材料、陶瓷材料、高分子材料及复合材料等。功能材料是指具有光、电、磁、热、声等功能和效应的材料,包括半导体材料、磁性材料、光学材料、电介质材料、超导体材料、非晶和微晶材料、形状记忆合金等。

工程材料按照应用领域还可分为信息材料、能源材料、建筑材料、生物材料 and 航空材料等多种类别。

1.2.2 金属材料的性能

工程材料具有许多良好的性能,因此被广泛地应用于制造各种构件、机械零件、工具和日常生活用具等。为了正确地使用工程材料,应充分了解和掌握材料的性能。通常所说工程材料的性能有两个方面的意义:一是材料的使用性能,指材料在使用条件下表现出的性能,如强度、塑性、韧性等力学性能,耐蚀性、耐热性等化学性能以及声、光、电、磁等物理性能;二是材料的工艺性能,指材料

在加工过程中表现出的性能,如冷热加工性能、压力加工性能、焊接性能、铸造性能、切削性能等。工程材料是材料科学的应用部分,主要讨论结构材料的力学性能,阐述结构材料的组织、成分和性能的相互影响规律,解答工程应用问题。

工程材料的力学性能亦称为机械性能,是指材料抵抗各种外加载荷的能力,包括弹性与刚度、强度、塑性、硬度、韧性、疲劳强度等。外力即载荷,常见的各种外载荷形式如图 1-1 所示。

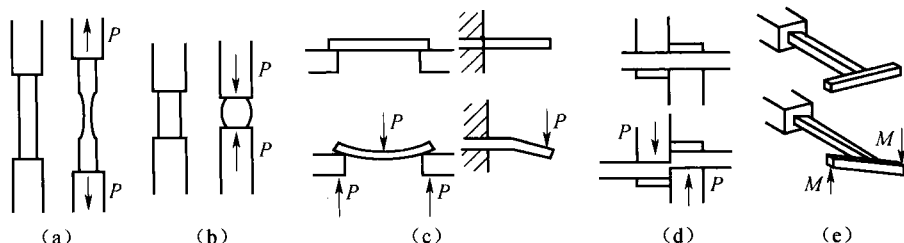


图 1-1 常见的各种外载荷的形式

(a) 拉伸载荷; (b) 压缩载荷; (c) 弯曲载荷; (d) 剪切载荷; (e) 扭转载荷

1. 金属材料的拉伸性能

在材料拉伸试验机上对一截面为圆形的低碳钢拉伸试样(图 1-2)进行拉伸试验,可得到应力与应变的关系图,即拉伸图。图中的纵坐标为应力 σ (单位为 MPa),计算公式为

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

横坐标为应变 ε ,计算公式为

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中, P ——所加载荷;

A_0 ——试样原始截面积;

l_0 ——试样的原始标距长度;

l_1 ——试样变形后的标距长度;

Δl ——伸长量。

材料在外力作用下抵抗变形与断裂的能力称为强度。根据外力作用方式的不同,强度有多种指标,如抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪切强度和抗扭强度等。其中抗拉强度和屈服强度指标应用最为广泛。

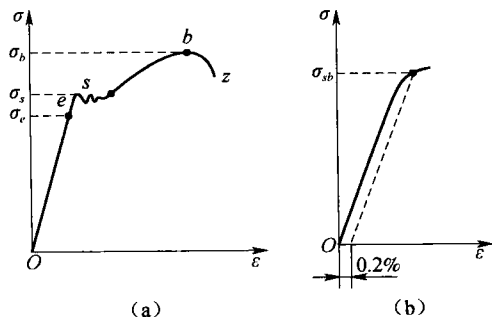


图 1-2 低碳钢和铸铁的应力-应变 (σ - ε) 曲线

(a) 低碳钢; (b) 铸铁

1) 静载时的强度

拉伸变形有如下几个阶段:

oe: 弹性变形阶段。试样的变形量与外加载荷成正比, 载荷卸掉后, 试样恢复到原来的尺寸。

es: 屈服阶段。此阶段不仅有弹性变形, 还发生了塑性变形。即载荷卸掉后, 一部分形变恢复, 还有一部分形变不能恢复, 形变不能恢复的变形称为塑性变形。

sb: 强化阶段。为使试样继续变形, 载荷必须不断增加, 随着塑性变形增大, 材料变形抗力也逐渐增加。

bz: 缩颈阶段。当载荷达到最大值时, 试样的直径发生局部收缩, 称为“缩颈”。此时变形所需的载荷逐渐降低。

z 点: 试样断裂。试样在此点发生断裂。

(1) 弹性与刚度。在应力-应变曲线上, *oe* 段为弹性变形阶段, 即卸载后试样恢复原状, 这种变形称为弹性变形。*e* 点的应力 σ_e 称为弹性极限。弹性极限值表示材料保持弹性变形, 不产生永久变形的最大应力, 是弹性零件的设计依据。

(2) 屈服强度 σ_s 。如图 1-1 所示, 当应力超过 σ_e 点时, 卸载后试样的伸长只能部分恢复。这种不随外力去除而消失的变形称为塑性变形。当应力增加到 σ_s 点时, 图上出现了平台。这种外力不增加而试样继续发生变形的现象称为屈服。材料开始产生屈服时的最低应力 σ_s 称为屈服强度。工程上使用的材料多数没有明显的屈服现象。这类材料的屈服强度在国标中规定以试样的塑性变形量为试样标距的 0.2% 时的材料所承受的应力值来表示, 并以符号 $\sigma_{0.2}$ 表示。它是 $F_{0.2}$ 与试样原始横截面积 A_0 之比。零 (构) 件在工程中一般不允许发生塑性变形, 所以屈服强度 σ_s 是设计时的主要参数, 是材料的重要机械性能指标。

(3) 抗拉强度 σ_b 。材料发生屈服后, 其应力与应变的关系曲线如图 1-2 的 *sb* 段, 到 *b* 点, 应力达最大值 σ_b , *b* 点以后, 试样的截面产生局部“颈缩”, 迅速伸长, 这时试样的伸长主要集中在缩颈部位, 直至拉断。将材料受拉时所能承受的最大应力值 σ_b 称为抗拉强度。 σ_b 是机械零 (构) 件评定和选材时的重要强度指标。 σ_s 与 σ_b 的比值叫做屈强比, 屈强比愈小, 工程构件的可靠性愈高, 即万一超载也不致于马上断裂; 若屈强比太小, 则材料强度有效利用率也就太低。

2) 动载时的强度

动载时最常用的是疲劳强度, 它是指在大小和方向重复循环变化的载荷作用下材料抵抗断裂的能力。

许多机械零件, 如曲轴、齿轮、轴承、叶片和弹簧等, 在工作中各点承受的应力随时间作周期性的变化, 这种随时间作周期性变化的应力称为交变应力。在周期交变应力作用下, 零件所承受的应力虽然低于其屈服强度, 但经过较长时间的工作会产生裂纹或突然断裂, 这种现象称为材料的疲劳。据统计, 大约有 80% 以上的机械零件失效是由疲劳失效造成的。