



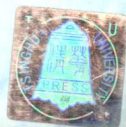
新世纪高职高专实用规划教材

• 机电·模具·数控系列

机械制造基础 (上册)

JIXIE ZHIZAO JICHU

京玉海 罗丽萍 主 编
朱江峰 副主编



清华大学出版社

新世纪高职高专实用规划教材·机电·模具·数控系列

机械制造基础

(上册)

京玉海	罗丽萍	主编
	朱江峰	副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是根据教育部基础课程教学指导委员会颁发的“机械制造基础教学基本要求”编写的,同时突出了高等职业教育注重实践能力和创业能力培养的特点,着重培养既能动脑又能动手的应用型技术人才。

本书是以“基础—成形方法—结构设计”为课程主线,系统而简明地阐述了工程材料及其选择、毛坯成形和零件加工的基本理论及工艺。

本书主要用于普通高等院校和高职高专机电一体化、模具类专业教材,也可作为机械类、近机械类专业的通用教材,还可供相关工程技术人员参考使用。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础(上册)/京玉海,罗丽萍主编;朱江峰副主编.—北京:清华大学出版社,2004.9
(新世纪高职高专实用规划教材 机电·模具·数控系列)

ISBN 7-302-09401-2

I.机… II.①京…②罗…③朱… III.机械制造—高等学校:技术学校—教材 IV.TH
中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第089691号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:刘建龙

文稿编辑:李春明

封面设计:陈刘源

印 装 者:清华大学印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:17.25 字数:403千字

版 次:2004年9月第1版 2004年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-09401-2/TH·140

印 数:1~4000

定 价:26.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103或(010)62795704



读者回执卡

欢迎您立即填写回函

您好！感谢您购买本书，请您抽出宝贵的时间填写这份回执卡，并将此页剪下寄回我公司读者服务部。我们会在以后的工作中充分考虑您的意见和建议，并将您的信息加入公司的客户档案中，以便向您提供全程的一体化服务。您享有的权益：

- ★ 免费获得我公司的新书资料；
- ★ 寻求解答阅读中遇到的问题；

- ★ 免费参加我公司组织的技术交流会及讲座；
- ★ 可参加不定期的促销活动，免费获取赠品；

读者基本资料

姓 名 _____ 性 别 ☐男 ☐女 年 龄 _____
 电 话 _____ 职 业 _____ 文化程度 _____
 E-mail _____ 邮 编 _____
 通讯地址 _____

请在您认可处打✓（6至10题可多选）

- 您购买的图书名称是什么：_____
- 您在何处购买的此书：_____
- 您对电脑的掌握程度：
☐不懂 ☐基本掌握 ☐熟练掌握 ☐精通某一领域
- 您学习此书的主要目的是：
☐工作需要 ☐个人爱好 ☐获得证书
- 您希望通过学习达到何种程度：
☐基本掌握 ☐熟练应用 ☐专业水平
- 您想学习的其他电脑知识有：
☐电脑入门 ☐操作系统 ☐办公软件 ☐多媒体设计
☐编程知识 ☐图像设计 ☐网页设计 ☐互联网知识
- 影响您购买图书的因素：
☐书名 ☐作者 ☐出版机构 ☐印刷、装帧质量
☐内容简介 ☐网络宣传 ☐图书定价 ☐书店宣传
☐封面、插图及版式 ☐知名作家（学者）的推荐或书评 ☐其他
- 您比较喜欢哪些形式的学习方式：
☐看图书 ☐上网学习 ☐用教学光盘 ☐参加培训班
- 您可以接受的图书的价格是：
☐20元以内 ☐30元以内 ☐50元以内 ☐100元以上
- 您从何处获知本公司产品信息：
☐报纸、杂志 ☐广播、电视 ☐同事或朋友推荐 ☐网站
- 您对本书的满意度：
☐很满意 ☐较满意 ☐一般 ☐不满意
- 您对我们的建议：_____

请剪下本页填写清楚，放入信封寄回，谢谢！

1 0 0 0 8 4

北京100084—157信箱

读者服务部

收

贴 票 邮 处

邮政编码：□□□□□□

绪 论

1. 机械制造发展史

机械制造是在生产实践中发展起来的一门既古老又充满活力的学科。几千年来,中国人民在本学科发展的历史上写下了许多光辉的篇章。

我国在夏(公元前 2140 年开始)以前就掌握了青铜冶炼术,虽然晚于古埃及和西亚,但发展很快。到距今 3000 多年前的殷商、西周时期,我国的青铜冶炼技术已达到当时世界领先水平,青铜已广泛用于制造各种工具、兵器、食器和祭器等。1939 年从河南安阳出土的晚商遗址中的司母戊大方鼎,其花纹精致质量达 875kg,外形尺寸为 133cm×78cm×110cm,迄今为止是世界上最古老的大型青铜器。

1980 年在陕西临潼秦始皇陵墓附近出土的 2000 多年前的的大型彩绘铜车马,一车四马,由一名御官俑驾驶,大小约为真实车、马、人的一半,结构精致,形态逼真;整个铜车马由 3400 多个零部件组成,总质量为 1241kg;材料以青铜为主,并配有金银饰品,综合了铸造、焊接、凿削、研磨、抛光以及各类连接等多种工艺;其加工工艺之复杂,制作技术之精湛,充分反映了我国劳动人民对古代人类文明所做的巨大贡献。

在湖南衡阳出土的东汉时期的人字齿轮,形状尺寸相当精致,说明在汉朝就有了金属机件。至明朝已经有了简单的切削加工设备,公元 1668 年,我国的切削加工已发展到使用直径近 6.6m 的嵌齿铣刀,由牲畜牵动旋转,来铣削天文仪上的铜环。明朝宋应星所著《天工开物》一书,详细记载有冶铁、炼钢、铸造、锻造、焊接(锡焊和银焊)、热处理(淬火等)等各种金属加工方法,其中记载的关于锉刀的制造、翻修和热处理工艺与现代相差无几,这是世界上最早的机械制造方面的科学著作。

由此可见,我国古代在材料和机械制造的许多方面,都曾经处于世界领先地位,为人类文明的发展和进步做出了巨大的贡献。但是,在 18 世纪以后,特别是从 1840 年鸦片战争以后,我国受到帝国主义列强的侵略和国内反动统治阶级的压迫,变成了一个半殖民地、半封建的社会,经济命脉为帝国主义所操纵,科学技术越来越落后。

新中国成立以后,特别是改革开放以来,我国在材料和机械制造领域有了突飞猛进的发展。材料和机械产品无论从品种、数量和质量方面,都基本满足了国防和工农业生产的需要。目前,我国的年钢产量已经突破两亿吨,非铁金属材料、高分子合成材料、陶瓷材料和复合材料等各种材料在机械制造中发挥了越来越重要的作用。机械制造的新材料、新技术、新工艺和新设备层出不穷,计算机技术也已广泛应用于机械制造过程中,许多机械制造企业正在朝着生产过程自动化的方向发展,与世界先进水平的差距正在逐步缩小。

2. 课程的性质、目的及任务

机械制造基础是研究常用机械零件制造方法的综合性课程,是工科院校、高职高专机械类专业必修的课程。它主要传授各种工艺方法本身的规律性及其在机械制造中的应用和

相互联系；金属零件的加工工艺过程和结构工艺性；常用工程材料的性能、改性、应用及对加工工艺的影响；工艺方法的综合分析等。

学习本课程的目的：

- ◆ 提高三个能力，即选材能力、选毛坯和切削加工方法的能力以及工艺分析能力。
- ◆ 两个了解，即了解各种主要加工方法所用设备与工具的组成、结构和工作原理；了解现代机械制造的新技术和发展方向。

本课程的任务是使学生获得常用工程材料及机械零件加工工艺的基础知识，培养工艺实践的初步能力，为学习其他有关课程，并为以后从事涉及机械设计和加工制造方面的工作奠定必要的基础。

由于本课程是一门实践性很强的工艺性课程，因此，在学习本课程之前，应到工程训练中心或机械制造工厂实习或参观，以具备必要的感性知识。

3. 课程的内容

机械制造是指将原材料制成机械零件的毛坯，将毛坯加工成机械零件(对冲压件直接由板料经模具冲压成零件，对非金属件直接由原材料经模具制成零件)，再将这些零件装配成机器的整个过程，如图 1 所示。

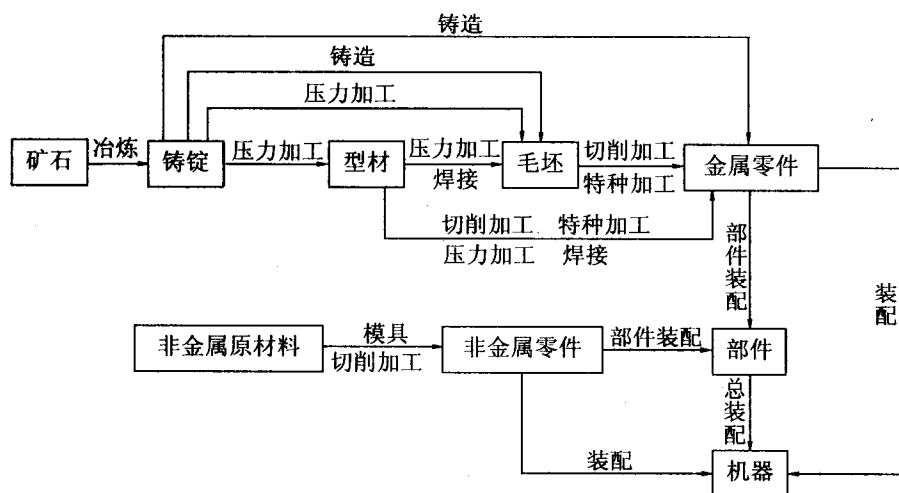


图 1 机械制造框图

从图 1 可以看出，多数零件是先由铸造、压力加工或焊接等方法制成毛坯，再用切削加工的方法加工而成。为了改善材料的加工性能，在各工序中间常穿插各种不同的热处理。本书的结构：

第一篇(上册)为“工程材料”，主要阐述工程材料的性能、结构与结晶、改变性能的方法和常用工程材料的种类及其选择。

第二篇(上册)为“毛坯成形方法”，主要阐述毛坯成形方法的工艺基础、常用成形方法、毛坯的结构设计及毛坯的选择。

第三篇(下册)为“金属切削加工”，主要阐述零件加工方法的基础知识、常用加工方法和零件的结构设计。

前 言

本书是根据教育部基础课程教学指导委员会颁发的“机械制造基础教学基本要求”编写的,可以满足教学计划 60~100 学时教学要求,同时突出了高等职业教育注重培养实践能力和创业能力的特点,着重培养既能动脑又能动手的应用型技术人才。因此,本书可作为高等工业学校、高职高专等机械类、近机械类专业的《机械制造基础》课程的通用教材,也可供有关工程技术人员参考使用。

《机械制造基础》共分上、下两册。上册分为两篇,第一篇为“工程材料”,分为七章,主要阐述工程材料的性能、结构与结晶、改变性能的方法和常用工程材料的种类及其选择;第二篇为“毛坯成形方法”,分为四章,主要阐述毛坯成形方法的工艺基础、常用成形方法、结构设计和毛坯的选择;下册为“金属切削加工”,主要阐述零件加工方法的基础知识、常用加工方法和零件的结构设计。

本书的编写主要有以下特点:

- ◆ 本书以成形方法为主线,分别阐述了其基本理论和基本工艺,着重分析各种加工方法的工艺性能和结构工艺性。

- ◆ 坚持“少而精”的原则,做到内容够用,重点突出。

- ◆ 重视充实了新材料、新工艺和新方法,试图培养学生“大材料、大机械、大制造”的观念。

- ◆ 全面贯彻国家最新标准,如材料的标准、名词术语、符号及单位等。

- ◆ 在各章后面都附有复习思考题,以加强学生对基本概念的理解,培养学生分析问题和解决问题的能力。

- ◆ 鉴于各院校实习条件不同,在编写过程中,以课堂教学为主,适当概括部分实习内容,把讲课教材与实习教材融为一体。这样不仅有助于体系完整、篇幅紧凑,又可以根据实习条件灵活掌握,组织教学。对实习过的内容,在课堂上便于分析对比;对缺乏实习条件的内容,也便于在课堂教学中加以弥补。

《机械制造基础》由南昌大学京玉海、罗丽萍担任主编,参加编写的还有江西工业工程职业技术学院朱江峰。

由于编著者水平有限,书中难免出现错误与不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者
2004 年 7 月

《新世纪高职高专实用规划教材》首批书目

公共基础课系列

1. 大学语文
2. 应用文写作
3. 高等数学(通用类)(上、下)
4. 高等数学(理工类)(上、下)
5. 高等数学(经济类)(上、下)
6. 线性代数
7. 概率论与数理统计
8. 大学英语
9. 大学物理
10. 大学化学
11. 公共关系实务
12. 计算机公共文化基础
13. 计算机公共基础教程
14. 计算机公共基础实训指导
15. 经济学基础
16. 法律公共基础
17. 现代信息检索
18. 大学生文化修养与素质教育
19. 大学生心理健康教育
20. 大学体育教程
21. 文学欣赏
22. 音乐欣赏
23. 美术欣赏
24. 普通话教程
25. 实用口语训练教程
26. 工程力学辅导教程
27. 工程力学
28. 高等数学辅导教程
29. 应用英语综合训练教程

计算机系列

1. 计算机公共基础
2. 计算机公共基础实训教程
3. 计算机科学导论
4. 数据结构
5. C 语言程序设计
6. C++面向对象程序设计

7. SQL Server 2000 教程
8. Visual Basic 程序设计教程
9. Java 程序设计
10. Delphi 程序设计基础
11. Linux 基础教程
12. Visual FoxPro 数据库基础教程
13. 数据库原理及应用
14. Windows 2000 Server 基础教程
15. 计算机网络技术
16. 局域网组建与管理
17. 多媒体技术与应用
18. 网页设计与制作
19. 电脑美术基础教程(Photoshop 篇)
20. Web 程序设计与应用
21. 计算机硬件技术基础
22. 计算机维护与维修
23. 计算机组装与维护
24. 计算机电路基础教程
25. 计算机网络技术基础教程
26. C 语言程序设计教程
27. Visual Basic 程序设计教程
28. Visual FoxPro 数据库基础教程
29. Java 程序设计教程
30. 微机原理与接口技术教程
31. 数据结构(C 语言)
32. 操作系统教程
33. 网页设计与制作教程
34. 计算机网络安全教程
35. 局域网组建与管理教程
36. 计算机系统导论
37. 多媒体技术与应用教程
38. 数据库系统及应用教程
39. 多媒体 CAI 开发技术教程
40. 软件工程
41. 微机组装与维护技术教程
42. SQL Server 基础教程

43. 汇编语言程序设计
44. Visual C#程序设计基础教程

网络与通信系列

1. 现代通信原理
2. 现代移动通信
3. 现代通信技术导论
4. 综合布线
5. 计算机网络实训教程

机电·模具·数控系列

1. 机械制造基础
2. 机械制造工艺与刀具
3. 机械设计
4. 机械设计课程设计
5. 机械制图
6. 机械制图习题集
7. 机械制图(近机、非机类)
8. 机械制图习题集(近机、非机类)
9. 机械制图教程
10. 计算机绘图与辅助设计
11. 公差配合与测量
12. 液压传动与气压传动
13. 液压传动
14. 冲压工艺与模具设计
15. 冷冲压设计与制造教程
16. 塑料成型工艺与模具设计
17. 塑料模具设计
18. 模具构造与制造
19. 模具制造工艺学
20. 模具制造技术
21. 模具设计与制造实训教程
22. 模具数控加工及自动编程
23. 机械与模具制造工艺学
24. 模具设计课程设计
25. 压铸工艺与模具设计

几十位职业教育专家悉心指导, 上百所重点高职高专院校联合打造, 几百位教学一线老师精心编写

26. 数控技术与应用
27. 电脑数控加工
28. 数控系统和数控改造
29. 数控机床与编程技术
30. 数控机床编程及应用
31. 汇编语言程序设计
32. 数控加工工艺与设备
33. CAXA 电子图版 XPr2 实训教程
34. 自动控制系统与应用
35. 单片机控制技术及其应用
36. 嵌入式单片机技术及应用
37. MCS-51 系列单片机原理及应用教程
38. 电气可控制与可编程序控制器
39. 机床电气控制及 PLC
40. 可编程控制器原理及应用教程
41. 机床及夹具
42. 微型计算机原理与接口技术
43. 汇编语言程序设计
44. AutoCAD 2004 机械制图与实训教程
45. Pro/ENGINEER 实训教程
46. Pro/ENGINEER 培训教程
47. SolidWorks 2001 实训教程
48. SolidWorks 模具设计实训教程
49. CATIA 模具设计教程
50. MasterCAM 基础教程
51. MasterCAM 塑料模设计与制造实例教程
52. 金工实训教程
53. 金工实习教程

54. 金属切削机床

电子与电工系列

1. 电工与电子技术
2. 电工技术基础
3. 电工技术教程
4. 电子技术基础
5. 数字电路与逻辑设计
6. 电路与模拟电子技术
7. 电工电子实训教程
8. 电子技术实践与训练
9. DSP 原理及应用
10. Protel DXP 培训教程

经管系列

1. 人力资源管理
2. 企业管理基础
3. 电子商务网站设计与管理
4. 管理经济学
5. 市场营销学
6. 市场营销策划
7. 国际贸易
8. 国际贸易实务教程
9. 管理学原理
10. 人身保险
11. 财产保险
12. 简明保险教程
13. 审计学
14. 会计学基础
15. 会计学原理
16. 中级财务会计
17. 企业财务会计
18. 成本会计
19. 会计电算化

20. 财务管理学
21. 财务管理实务
22. 现代财务管理
23. 统计学原理与应用
24. 金融学基础
25. 证券投资原理与实务
26. 财政与金融
27. 国际金融基础新编
28. 国际结算
29. 国际金融实用教程
30. 国际金融与结算

建筑系列

1. 材料力学
2. 房屋建筑学
3. 建筑设计实践教程
4. 风景园林规划与设计概论
5. 建筑材料
6. 建筑工程测量
7. 建筑工程项目管理
8. 建筑工程制图与识图
9. 建筑力学
10. 建筑设备工程
11. 建筑装饰绘画基础
12. 土建 CAD
13. 建筑装饰设计
14. 建筑施工组织设计
15. 建筑构造
16. 建筑工程定额与预算
17. 工程力学(机械类)
18. 广告设计
19. 工程力学(建筑类)

目 录

第一篇 工程材料

第 1 章 金属材料的性能.....	2
1.1 金属材料的力学性能.....	2
1.1.1 强度、弹性与塑性	2
1.1.2 硬度	5
1.1.3 冲击韧性	7
1.1.4 疲劳强度	8
1.2 金属材料的物理、化学和工艺性能	9
1.2.1 物理性能	9
1.2.2 化学性能	9
1.2.3 工艺性能	9
1.3 习题	9
第 2 章 金属的晶体结构和结晶.....	11
2.1 金属的晶体构造.....	11
2.1.1 晶体	11
2.1.2 晶格	11
2.1.3 常见金属晶体结构	12
2.2 金属的结晶过程.....	14
2.2.1 结晶的概念	14
2.2.2 结晶过程	14
2.2.3 晶粒大小及其影响因素.....	15
2.3 金属的异晶转变.....	16
2.4 实际晶体的构造.....	17
2.4.1 单晶体与多晶体	17
2.4.2 晶体缺陷	18
2.5 合金的结构和相图.....	20
2.5.1 合金的相结构	20
2.5.2 二元合金相图	21
2.5.3 相图与合金性能的关系.....	24
2.6 习题	24
第 3 章 铁碳合金相图	26

3.1 铁碳合金的基本组织.....	26
3.1.1 铁素体.....	26
3.1.2 奥氏体.....	27
3.1.3 渗碳体.....	27
3.1.4 珠光体.....	28
3.1.5 莱氏体.....	28
3.2 铁—碳合金相图分析.....	28
3.2.1 相图中各特性点、线和区域.....	29
3.2.2 铁碳合金分类及结晶过程分析.....	31
3.3 钢的成分、组织与性能之间的关系.....	34
3.3.1 碳的质量分数与平衡组织的关系.....	34
3.3.2 碳的质量分数与力学性能间的关系.....	35
3.4 习题.....	36
第4章 钢的热处理.....	38
4.1 钢在加热时的组织转变.....	39
4.1.1 钢的奥氏体化.....	39
4.1.2 奥氏体的晶粒度.....	40
4.2 钢在冷却时的组织转变.....	40
4.2.1 过冷奥氏体的等温转变.....	40
4.2.2 过冷奥氏体的连续冷却转变.....	44
4.3 钢的热处理工艺.....	46
4.3.1 退火与正火.....	46
4.3.2 淬火.....	47
4.3.3 回火.....	50
4.3.4 表面淬火.....	52
4.3.5 化学热处理.....	54
4.3.6 热处理新技术简介.....	56
4.3.7 热处理工序位置安排.....	58
4.4 习题.....	58
第5章 常用金属材料.....	60
5.1 钢.....	60
5.1.1 概述.....	60
5.1.2 碳素钢.....	64
5.1.3 合金钢.....	68
5.1.4 特殊性能钢.....	74
5.2 铸铁.....	75
5.2.1 概述.....	76
5.2.2 灰口铸铁.....	79

5.2.3 可锻铸铁	81
5.2.4 球墨铸铁	82
5.2.5 蠕墨铸铁	85
5.3 有色金属	85
5.3.1 铝及铝合金	86
5.3.2 铜及铜合金	88
5.3.3 轴承合金	90
5.3.4 粉末冶金	91
5.4 习题	92
第 6 章 非金属材料	93
6.1 高分子材料	93
6.1.1 概述	93
6.1.2 工程塑料	95
6.1.3 合成橡胶	99
6.1.4 粘结剂	101
6.2 陶瓷材料	102
6.2.1 陶瓷材料的分类	102
6.2.2 陶瓷材料的结构及性能特点	102
6.2.3 常用陶瓷材料	103
6.3 复合材料	104
6.3.1 复合材料的性能特点	104
6.3.2 复合材料的分类	105
6.4 习题	106
第 7 章 工程材料的选择与应用	107
7.1 机械零件的失效分析	107
7.1.1 失效的概念	107
7.1.2 失效形式	108
7.1.3 失效原因	108
7.1.4 失效分析的基本步骤与方法	109
7.2 机械零件材料的选用	109
7.2.1 选材的一般原则	109
7.2.2 选材的步骤及具体方法	113
7.3 典型零件选材	115
7.3.1 齿轮零件的选材	115
7.2.2 轴类零件的选材	118
7.4 习题	120

第二篇 毛坯成型方法

第 8 章 铸造成型工艺	122
8.1 铸造工艺基础	122
8.1.1 液态合金的充型能力	122
8.1.2 合金的收缩	124
8.1.3 铸件常见缺陷	130
8.2 铸造方法	132
8.2.1 砂型铸造	132
8.2.2 特种铸造	143
8.2.3 常用铸造方法比较	156
8.3 铸件结构设计	157
8.3.1 铸件结构与铸造工艺的关系	157
8.3.2 合金铸造性能对铸件结构的要求	162
8.4 习题	166
第 9 章 金属压力加工	169
9.1 金属的塑性变形	169
9.1.1 金属塑性变形的实质	169
9.1.2 塑性变形对金属组织和性能的影响	172
9.1.3 金属的可锻性	175
9.2 压力加工方法	177
9.2.1 自由锻	177
9.2.2 模锻	180
9.2.3 板料冲压	189
9.2.4 零件的轧制、挤压和拉拔	198
9.2.5 压力加工新工艺简介	202
9.3 锻压件结构设计	206
9.3.1 自由锻件结构工艺性	207
9.3.2 模锻件结构工艺性	208
9.3.3 板料冲压结构工艺性	209
9.4 习题	212
第 10 章 焊接	215
10.1 焊接工艺基础	216
10.1.1 焊接电弧	216
10.1.2 焊接设备	218
10.1.3 焊接冶金特点	219

10.1.4	电焊条	219
10.1.5	焊接接头的组织与性能	222
10.1.6	焊接应力与变形	223
10.1.7	焊接缺陷与检验	227
10.1.8	常用金属材料的焊接	229
10.2	焊接方法	233
10.2.1	埋弧自动焊	233
10.2.2	气体保护焊	234
10.2.3	电渣焊	236
10.2.4	气焊与气割	237
10.2.5	电阻焊	239
10.2.6	摩擦焊	240
10.2.7	钎焊	241
10.2.8	特种焊接方法简介	242
10.3	焊接结构设计	244
10.3.1	焊接结构材料的选择	244
10.3.2	焊缝的布置	246
10.3.3	焊接接头设计	248
10.4	习题	249
第 11 章	机械零件毛坯的选择	251
11.1	常见零件毛坯的分类与比较	251
11.1.1	毛坯类型及特点	251
11.1.2	毛坯的成本	253
11.2	毛坯选择的原则	253
11.2.1	满足材料的工艺性能要求	253
11.2.2	满足零件的使用要求	254
11.2.3	满足降低生产成本的要求	255
11.2.4	符合生产条件	256
11.3	典型零件毛坯的选择	256
11.4	习题	258

第一篇 工程材料

工程材料包括金属材料和非金属材料。金属材料因具有良好的力学性能、物理性能、化学性能和工艺性能，所以成为机器零件最常用的材料。本篇主要介绍常用金属材料的性能以及为改善性能所采用的热处理方法，使读者掌握金属材料的成分、组织和性能之间的关系，为合理选材和制定加工工艺打下基础。

第 1 章 金属材料的性能

金属材料的性能分为使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料在使用过程中反映出来的特性，它决定金属材料的应用范围、安全可靠性和使用寿命。使用性能又分为力学性能、物理性能和化学性能。工艺性能是指金属材料在制造加工过程中反映出来的各种特性，它决定材料是否易于加工或如何进行加工等重要因素。

在选用金属和制造机械零件时，主要考虑力学性能和工艺性能。在某些特定条件下工作的零件，还要考虑物理性能和化学性能。

1.1 金属材料的力学性能

金属材料的力学性能又称机械性能，是金属材料在外力作用下所反映出来的性能。力学性能是零件设计计算、选择材料、工艺评定以及材料检验的主要依据。

不同的金属材料表现出来的力学性能是不一样的。衡量金属材料力学性能的主要指标有强度、塑性、硬度、韧性和疲劳强度等。

1.1.1 强度、弹性与塑性

金属材料的强度、弹性与塑性一般可通过拉伸试验来测定。

拉伸试验是在拉伸试验机上进行的。试验时，先将被测金属材料制成如图 1.1 所示的标准试样(参见 GB6397-86《金属拉伸试样》)，然后在试样的两端逐渐施加轴向载荷，直到试样被拉断为止。在拉伸过程中，试验机将自动记录每一瞬间的载荷 F 和伸长量 Δl ，并绘出拉伸曲线。

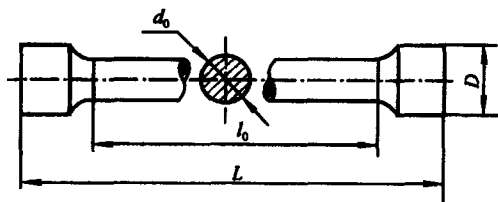


图 1.1 拉伸试样

1. 拉伸曲线

如图 1.2 所示为低碳钢的拉伸曲线。由图可见，低碳钢试样在拉伸过程中，可分为弹性变形、塑性变形和断裂三个阶段。

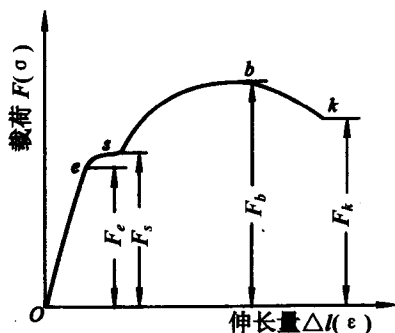


图 1.2 低碳钢的拉伸曲线

当载荷不超过 F_e 时，拉伸曲线 Oe 段为一直线，表明试样的伸长量与载荷成正比，完全符合虎克定律，试样处于弹性变形阶段。当载荷超过 F_e 后试样除产生弹性变形外还将产生塑性变形。当载荷达到 F_s 时，试样开始产生明显的塑性变形，在拉伸曲线上出现了水平的或锯齿形的线段，这种现象称为“屈服”。当载荷继续增加到某一最大值 F_b 时，试样的局部截面缩小，产生“缩颈”。由于试样局部截面的逐渐减小，故载荷也逐渐降低，当达到拉伸曲线上的 k 点时，试样在缩颈处断裂。

为使曲线能够直接反映出材料的力学性能，可用应力^σ（试样单位横截面上的拉力， $\frac{4F}{\pi d_0^2}$ ）代替载荷 F ，以应变 ε （试样单位长度上的伸长量， $\frac{\Delta l}{l}$ ）取代伸长量 Δl 。由此绘成的曲线，称作应力—应变曲线。 σ - ε 曲线和 F - Δl 曲线形状相同，仅是坐标的含义不同。

2. 弹性

在拉伸图上， e 点是弹性变形的最大极限，以该点的应力值 σ_e 作为弹性指标，称为弹性极限。

$$\sigma_e = \frac{F_e}{A_0} \quad (\text{MPa})$$

式中： F_e ——试样在不产生塑性变形时的最大载荷，N；

A_0 ——试样的原始横截面积， mm^2 。

由于弹性极限是表示金属材料不产生塑性变形时所能承受的最大应力值，故是工作中不允许有微量塑性变形零件（如精密的弹性元件、炮筒等）的设计与选材的重要依据。

3. 强度

强度是指金属材料在静载荷作用下，抵抗塑性变形和断裂的能力。由于载荷的作用方式有拉伸、压缩、弯曲、剪切等形式，所以强度也分为抗拉强度、抗弯强度、抗剪强度等。工程上以屈服点和抗拉强度最为常用。

(1) 屈服点

它是拉伸试样产生屈服现象时的应力。

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_0} \quad (\text{MPa})$$

式中： F_s ——试样产生屈服时所承受的最大载荷，N；