

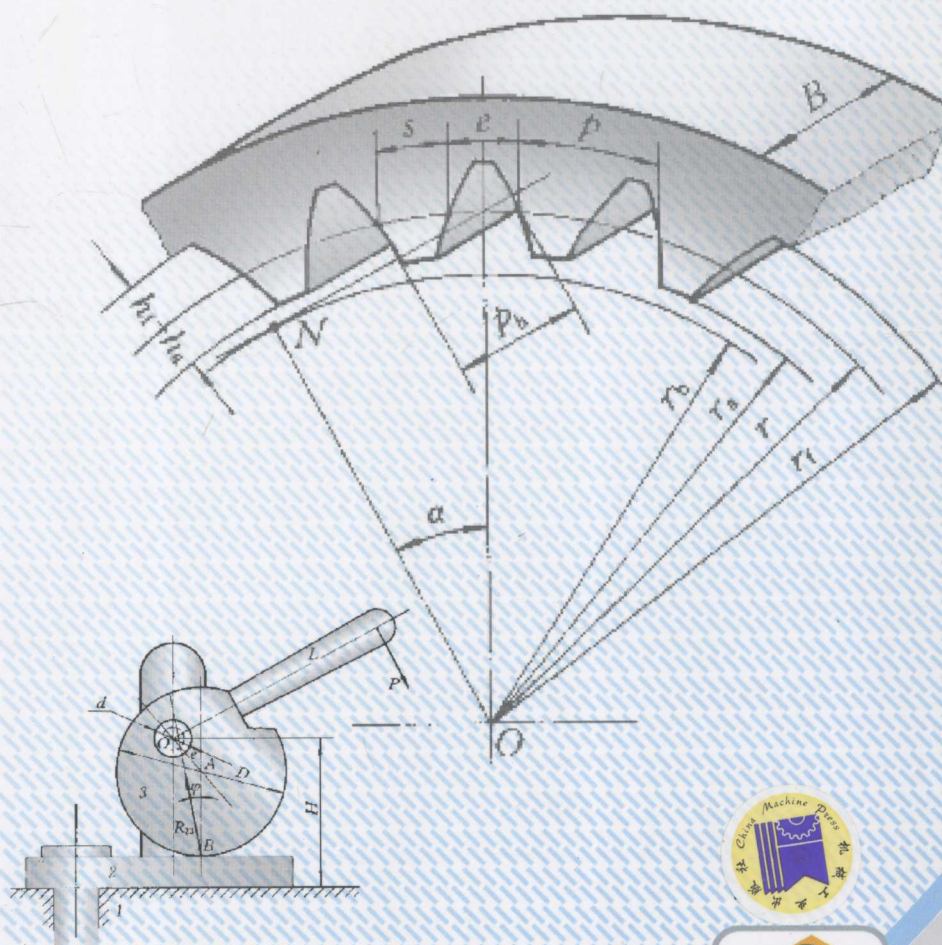


普通高等教育“十一五”国家级规划教材
2009年度普通高等教育国家精品教材
高职高专规划教材

机械制造基础与实训

第2版

赵玉奇 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠电子课件

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
2009 年度普通高等教育国家精品教材
高职高专规划教材

机械制造基础与实训

第 2 版

主 编 赵玉奇
副主编 常新中
参 编 李凤银 张九强
主 审 张恩祥



机械工业出版社

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据《机械制造基础与实训》教学大纲,在广泛进行教学调研、吸取各校实训教学成果的基础上组织编写的,是理论教学与实训教学相结合的一体化教材。

本书内容除绪论外,包括机械工程材料、铸造、金属压力加工、金属焊接与切割、金属切削加工、钳工、管工共计七部分内容。本书注重理论与实践相结合,根据培养目标的需要,共计安排了47个有针对性的实训课题。根据知识学习、技能形成的认知规律,实训从设备器械的识别、选择、调节、使用入手,到工艺参数的选择、技能技术的学习训练,使技能技巧的形成由简单到复杂、由具体到综合,逐步深化,从而实现全面素质与综合职业能力的培养。实训课题之后附有相应的考核标准,以便实训教学与考核。

本书可作为高等职业院校机械类及工程技术类专业的教材,也可作为相关专业工程技术人员的参考用书。

182923
本书配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 下载。咨询邮箱: cmpgaozhi@sina.com。咨询电话:010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础与实训/赵玉奇主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2009.2 (2010.8重印)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 2009年度普通高等教育国家精品教材. 高职高专规划教材

ISBN 978-7-111-12385-9

I. 机… II. 赵… 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(2008)第168861号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张双国 责任编辑:张双国 责任校对:樊钟英

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010年8月第2版第2次印刷

184mm×260mm·23.75印张·582千字

3 001—6 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-12385-9

定价:37.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

《机械制造基础与实训》在机械工业出版社出版至今已经有5年了，该理论与实践一体化教材符合当今高等职业教育发展的需要，在使用过程中有效地实现了“理论联系实际、形成技能技巧、发展应用能力、直观易教乐学”的功能，受到学生和教师的欢迎及肯定。尽管如此，随着职业教育的深入和课程改革的不断发展，教材中的有些知识已不能完全适应职业教育的发展，需要进行补充和修订。

根据《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高[2006]16）中“加大课程建设与改革的力度，增强学生职业能力”、“改革教学方法和手段，融‘教、学、做’为一体，强化学生能力培养”的文件精神，本书在第1版的使用基础上，在保持原教材特色的同时，总结使用情况、借鉴项目教学法的改革成果、结合职业技能鉴定标准、充分融入了企业要求，进行了修订和补充。《机械制造基础与实训第2版》的主要特点体现在以下几个方面：

- 1) 内容更加突出“实用性、技能性、应用性”。
- 2) 适当拓展了教材使用的范围，其目的是为了更方便不同学校、不同专业学生选用。
- 3) 以准“项目”教学为中心，理论与实践紧密结合、技能训练与技能鉴定结合，体现了高职教育特色。
- 4) “项目训练”，提升学生的专业能力、方法能力、社会能力培养。
- 5) 内容构建更加科学合理，有利于教师教、学生学、学生练习训练与评价。
- 6) 教材体现了职业院校实训教学改革成果。
- 7) 增加了钢的表面热处理和化学热处理、固定垂直焊、数控加工等技术训练，对应用较少的项目进行了综合与删减。

在本书的编写过程中得到了河南省职业技能鉴定指导中心张志林主任等的大力支持，郑州煤矿机械厂高级工程师李向阳审稿，北京联合大学机电学院院长张恩祥教授主审。希望《机械制造基础与实训第2版》能够弥补第1版的不足，使其内容更加贴近企业用人需求，更加有利于学生就业，让学生能够真正掌握一些实际的生产技能。

本书由高等职业教育机械类专业国家规划教材编写委员会组织编写。赵玉奇任主编（兼编绪论、第二部分、第四部分），常新中任副主编（兼编第一部分、第七部分），参加编写工作的还有李凤银（第三部分、第六部分）和张九强（第五部分）。本书在编写过程中得到机械工业出版社、高等职业教育机械类专业国家规划教材编写委员会、编者所在学校的大力支持，蔡庄红做了大量的文字整理工作，在此一并表示由衷的谢意。

鉴于编者水平有限、现代技术的发展和变化，书中难免存在不足之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

第1版前言

本书是为了满足高职高专工程技术专业教学工作的需要,依据教育部《高职高专教育专门课程基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》文件精神,按照《高职高专制冷与空调专业教学指导方案》和“机械制造基础与实训”教学大纲编写的。

本书编写的目的有两个:一是阐述机械加工过程的基本理论、基本知识,以帮助学生掌握机械制造的基础理论,指导生产实践;二是通过具体的实训,建立感性认识及理论与实践的有机联系,形成一定的技能、技巧与工程素质,为后续的学习及从事实际工作打下基础。

为了实现“理论联系实际、形成技能技巧、发展应用能力、直观宜教乐学”的功能,在进行广泛的教学调查研究,吸取了各校机械制造实训教学宝贵经验的基础上,在教材的编写过程中,做了以下几方面的工作:

以机械制造过程的内在规律“材料与热处理——毛坯制造——零件制造”为线索,安排教学序列。全书主体内容包括机械工程材料、铸造、金属压力加工、金属的焊接与切割、金属切削加工、钳工、管工七个部分。

为了加强理论与实践联系,便于实施现场教学、边学边做,本书采用了理论与实训一体化的编写模式,实训内容紧随理论之后,理论与实训内容进行合理的配置与构建。

全书共计安排了47个实训课题,实训以职业技能技巧的形成为核心,难度适当,便于组织落实,制定科学的技术操作规程和具体操作步骤。为了增强实训的目的性和考核的透明度,实训课题之后附有相应的考核标准。考核标准既重视实训结果的考核,又重视对实训过程的考核。

为了使教师宜教、学生宜学、直观生动,书中采用了大量的图文对照形式。

本书由高职高专制冷与空调专业规划教材编写委员会组织编写。赵玉奇任主编(兼编绪论、第二部分、第四部分),常新中任副主编(兼编第一部分、第七部分),参加编写工作的有李凤银(第三部分、第六部分)和张九强(第五部分)。张恩祥教授担任主审。本书在编写过程中得到机械工业出版社、高职高专制冷与空调专业规划教材编写委员会、编者所在学校的大力支持,蔡庄红做了大量的文字整理工作,在此一并表示由衷的谢意。

鉴于编者水平有限，教材中难免存在某些缺点和错误，恳切地希望同志们在教学过程中发现问题，及时提出批评指正。

编者

绪 论

人类在改造客观世界的过程中，大量地使用了各种各样的机器与设备，如交通运输中的汽车、火车、轮船、飞机、宇航器；建筑施工中的起重设备；石油、化工、轻工行业中的管道、压力容器；机械加工中的各种机床；工业、民用制冷空调机组等。这些机械产品都经历设计、制造、使用3个循环阶段。其中，制造阶段是将设计蓝图变为现实产品，保证产品质量和使用性能的关键阶段，也是一个复杂的生产过程。

一、机械制造的过程

机器是由零件组成的，而零件都是由工程材料（钢铁、非铁金属、工程塑料等）制成的。简单的零件可以直接由型材加工制成；对于形状复杂的零件，可以通过铸造、压力加工、焊接等方法形成毛坯（也可直接制成零件），再经过切削加工制成零件。在由材料制成零件的过程中，可以安排热处理工艺，以改善材料的加工工艺性能。零件经检验装配后制成机器。机械制造的过程是“毛坯制造——零件加工——机器装配”的过程，如图0-1所示。

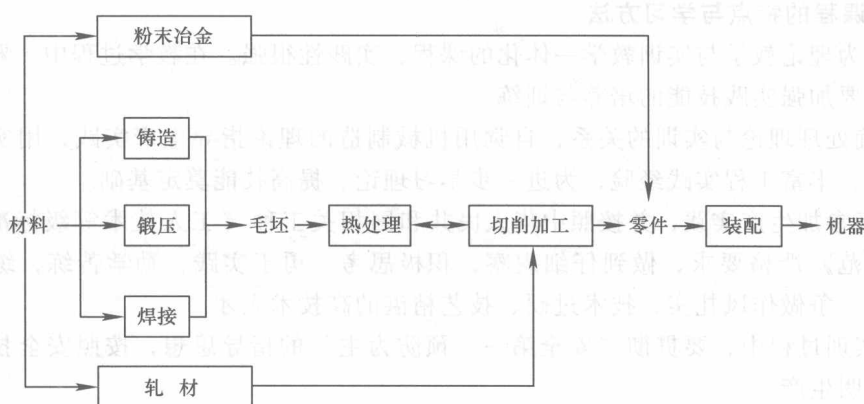


图0-1 机械制造的过程

二、本课程的性质与任务

“机械制造基础与实训”就是研究机械工程材料和机械制造工艺过程的一般规律，指导实训教学的综合性技术课程。本课程是工科高职高专院校多数专业必修的一门技术基础课。其主要任务是通过理论教学、实训教学使学生获得机械工程材料和机械制造的基本知识和操作技能，为后续课程的学习和从事技术工作奠定坚实的基础。

1. 理论教学目标

- 1) 初步掌握常用金属材料的种类、牌号、性能及应用，了解非金属材料的类型、特性和用途。
- 2) 了解金属热处理的基本原理，掌握常用热处理方法及其使用范围。
- 3) 了解铸造、锻造、焊接、金属切削加工的基本原理，熟悉工艺特点、工艺设计的基本知识和应用范围。

4) 熟悉零件结构工艺性的基本知识, 具有分析零件结构工艺性的初步能力。

5) 了解选择材料、毛坯和加工方法的原则, 具有选择材料、毛坯、加工方法和制订加工工艺路线的能力。

2. 实训教学目标

1) 具有对常用金属材料鉴别、性能测定的能力, 了解碳钢热处理的过程。

2) 了解铸造、锻压、焊接、切削加工的生产过程及其工艺特点。

3) 了解焊条电弧焊、氧气焊接与切割所用设备、工具的结构、性能、用途, 掌握其使用方法; 掌握焊条电弧焊、氧气焊接与切割的基本操作技术。

4) 了解车、刨、铣、磨所用设备、工具、附件的结构、性能、用途及其使用方法; 掌握车削加工、刨削加工的基本技术。

5) 掌握钳工设备、工具的结构、性能、用途及其使用方法; 熟练掌握锯、锉、钻孔、攻螺纹、机器装拆的基本技能。

6) 掌握管材、管工设备、工具的结构与性能、用途及其使用方法; 掌握钢管下料、弯曲、管螺纹加工、管道安装的技术。

7) 掌握各相关工种的安全技术操作规程, 做到安全生产、安全实训。

8) 培养理论联系实际、严肃认真、耐心细致的科学作风和工程素养。

三、本课程的特点与学习方法

本课程为理论教学与实训教学一体化的课程, 实践性很强。在教学过程中, 要注意理论联系实际, 要加强实践技能的培养与训练。

1) 正确处理理论与实训的关系, 自觉用机械制造的理论指导生产实践, 用实训检验机械制造理论, 丰富工程实践经验, 为进一步学习理论、提高技能奠定基础。

2) 积极参加生产实践, 并按照中华人民共和国相关工种《工人技术等级标准》《职业技能鉴定规范》严格要求, 做到仔细观察, 积极思考, 勇于实践, 勤学苦练, 练好基本功和基本技能, 争做作风扎实、技术过硬、技艺精湛的高技术人才。

3) 在实训过程中, 要贯彻“安全第一、预防为主”的指导思想, 按照安全技术操作规程科学、文明生产。

目

录

第2版前言

第1版前言

绪论 1

第一部分

机械工程材料 3

第一节 金属材料的性能 4

第二节 金属的晶体构造 7

第三节 铁碳合金 12

第四节 钢的分类和编号 18

第五节 合金钢 23

第六节 铸铁 30

第七节 非金属材料 34

第八节 非金属材料 39

复习思考题 40

实训一 金属材料强度和塑性的测定 41

实训二 金属材料硬度的测定 45

实训三 金属材料冲击韧度的测定 51

实训四 钢的普通热处理 53

实训五 钢的表面热处理和化学热处理 56

第二部分

铸造 61

第一节 砂型的制造 63

第二节 铸造工艺的制订 70

第三节 铸造合金和熔炼 73

第四节 浇注、落砂和清理 76

第五节 铸件的常见缺陷和防止方法 77

第六节 特种铸造 78

复习思考题 81

第三部分

金属压力加工 83

第一节 金属的加热和锻造温度范围 85

第二节 自由锻和模锻 88

第三节 板料冲压 99

第四节 轧制、拉制和挤压 102

复习思考题 103

第四部分

金属的焊接与切割 105

第一节 焊条电弧焊 107

第二节 气焊与气割 115

第三节 其他焊接方法 122

第四节 常用金属材料的焊接性与特点 125

第五节 焊接缺陷及焊缝质量的分析 与检验 128

复习思考题 132

实训一 焊条电弧焊设备、工具的 安装与调整 132

实训二 电焊条的识别、使用与保管 142

实训三 填写焊接工艺细则卡 145

实训四 焊条电弧焊的引弧和平敷焊 147

实训五 I形坡口平对接双面焊 154

实训六 V形坡口平对接双面焊技术 158

实训七 管-管V形坡口垂直固定焊 162

实训八 气焊、气割设备安装 165

实训九 气焊实训 169

实训十 气割实训 174

第五部分

金属切削加工 179

第一节 加工精度和表面粗糙度 180

第二节 切削运动和切削要素 185

第三节 金属切削刀具 186

第四节 金属切削过程及其物理现象 190

第五节 生产率和切削加工性的概念 194

第六节 金属切削机床的分类与型号 195

复习思考题 197

车削加工 197

实训一 卧式车床的组成 199

实训二 工件的装夹及其所用附件 200

实训三 车床的调整与空车练习 204

实训四 车刀种类及车床工作 207

实训五 车削加工 211

实训六 车削综合练习 218

刨削加工	221
实训七 牛头刨床的组成及运动	221
实训八 刨刀的种类及刨削工作	223
实训九 牛头刨床的调整、空车练习 及试切削	226
实训十 刨削加工	228
铣削加工	230
实训十一 铣床的组成及附件	231
实训十二 铣刀的种类及铣削工作	234
实训十三 铣床的调整、空车练习及 试切削	237
实训十四 铣削加工	240
磨削加工	242
实训十五 磨削加工	242
实训十六 数控加工	248

第六部分

钳工	259
钳工入门	260
实训一 常用量具的使用	262

实训二 划线	269
实训三 錾削	279
实训四 锯削	284
实训五 锉削	289
实训六 钻孔与铰孔	294
实训七 攻螺纹与套螺纹	300
实训八 综合训练	305
实训九 机械装置的拆卸	313
实训十 装配	321

第七部分

管工	339
实训一 管材	340
实训二 管材的下料	345
实训三 钢管弯曲	349
实训四 管螺纹加工	355
实训五 管件	359
实训六 管道安装	365
参考文献	369

绪论

人类在改造客观世界的过程中，大量地使用了各种各样的机器与设备，如交通运输中的汽车、火车、轮船、飞机、宇航器；建筑施工中的起重设备；石油、化工、轻工行业中的管道、压力容器；机械加工中的各种机床；工业、民用制冷空调机组等。这些机械产品都经历设计、制造、使用3个循环阶段。其中，制造阶段是将设计蓝图变为现实产品，保证产品质量和使用性能的关键阶段，也是一个复杂的生产过程。

一、机械制造的过程

机器是由零件组成的，而零件都是由工程材料（钢铁、非铁金属、工程塑料等）制成的。简单的零件可以直接由型材加工制成；对于形状复杂的零件，可以通过铸造、压力加工、焊接等方法形成毛坯（也可直接制成零件），再经过切削加工制成零件。在由材料制成零件的过程中，可以安排热处理工艺，以改善材料的加工工艺性能。零件经检验装配后制成机器。机械制造的过程是“毛坯制造——零件加工——机器装配”的过程，如图0-1所示。

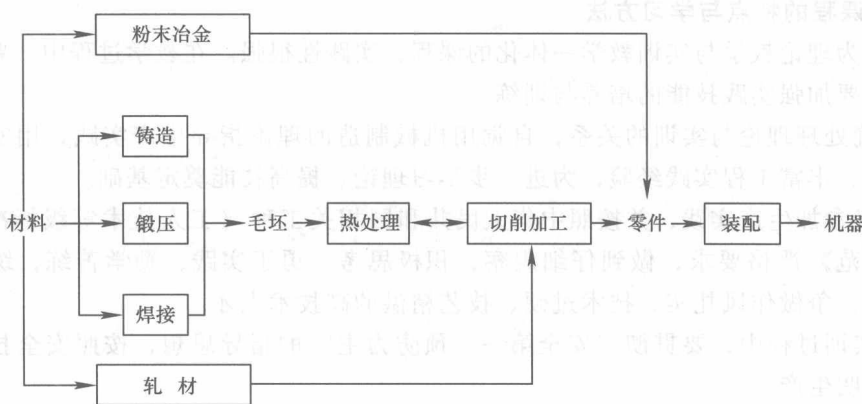


图 0-1 机械制造的过程

二、本课程的性质与任务

“机械制造基础与实训”就是研究机械工程材料和机械制造工艺过程的一般规律，指导实训教学的综合性技术课程。本课程是工科高职高专院校多数专业必修的一门技术基础课。其主要任务是通过理论教学、实训教学使学生获得机械工程材料和机械制造的基本知识和操作技能，为后续课程的学习和从事技术工作奠定坚实的基础。

1. 理论教学目标

- 1) 初步掌握常用金属材料的种类、牌号、性能及应用，了解非金属材料的类型、特性和用途。
- 2) 了解金属热处理的基本原理，掌握常用热处理方法及其使用范围。
- 3) 了解铸造、锻造、焊接、金属切削加工的基本原理，熟悉工艺特点、工艺设计的基本知识和应用范围。

- 4) 熟悉零件结构工艺性的基本知识, 具有分析零件结构工艺性的初步能力。
- 5) 了解选择材料、毛坯和加工方法的原则, 具有选择材料、毛坯、加工方法和制订加工工艺路线的能力。

2. 实训教学目标

- 1) 具有对常用金属材料鉴别、性能测定的能力, 了解碳钢热处理的过程。
- 2) 了解铸造、锻压、焊接、切削加工的生产过程及其工艺特点。
- 3) 了解焊条电弧焊、氧气焊接与切割所用设备、工具的结构、性能、用途, 掌握其使用方法; 掌握焊条电弧焊、氧气焊接与切割的基本操作技术。
- 4) 了解车、刨、铣、磨所用设备、工具、附件的结构、性能、用途及其使用方法; 掌握车削加工、刨削加工的基本技术。
- 5) 掌握钳工设备、工具的结构、性能、用途及其使用方法; 熟练掌握锯、锉、钻孔、攻螺纹、机器装拆的基本技能。
- 6) 掌握管材、管工设备、工具的结构与性能、用途及其使用方法; 掌握钢管下料、弯曲、管螺纹加工、管道安装的技术。
- 7) 掌握各相关工种的安全技术操作规程, 做到安全生产、安全实训。
- 8) 培养理论联系实际、严肃认真、耐心细致的科学作风和工程素养。

三、本课程的特点与学习方法

本课程为理论教学与实训教学一体化的课程, 实践性很强。在教学过程中, 要注意理论联系实际, 要加强实践技能的培养与训练。

1) 正确处理理论与实训的关系, 自觉用机械制造的理论指导生产实践, 用实训检验机械制造理论, 丰富工程实践经验, 为进一步学习理论、提高技能奠定基础。

2) 积极参加生产实践, 并按照中华人民共和国相关工种《工人技术等级标准》《职业技能鉴定规范》严格要求, 做到仔细观察, 积极思考, 勇于实践, 勤学苦练, 练好基本功和基本技能, 争做作风扎实、技术过硬、技艺精湛的高技术人才。

3) 在实训过程中, 要贯彻“安全第一、预防为主”的指导思想, 按照安全技术操作规程科学、文明生产。

第一部分

第一部分 第一章

机械 工 程 材 料

1

第一节 金属材料的性能

第二节 金属的晶体构造

第三节 铁碳合金

第四节 钢的分类和编号

第五节 合金钢

第六节 铸铁

第七节 非铁金属

第八节 非金属材料

实训一 金属材料强度和塑性的测定

实训二 金属材料硬度的测定

实训三 金属材料冲击韧度的测定

实训四 钢的普通热处理

实训五 钢的表面热处理和化学热处理

工程材料是现代工业、农业、国防和科学技术赖以存在和发展的物质基础。工程材料分金属材料和非金属材料两大类。常用的金属材料有钢铁材料、非铁金属及其合金、粉末冶金。常用的非金属材料有高分子材料、陶瓷材料和复合材料等。目前,金属材料仍然是机械工程中应用的主要材料,这是因为它具有加工过程和使用过程中所需要的各种性能。为了合理地选用材料,必须研究材料的结构、组织与性能之间的关系,以充分发挥材料的潜力,改善和提高材料的性能。

第一节 金属材料的性能

金属材料的性能主要包括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表现出来的性能,它包括力学性能、物理性能和化学性能等;工艺性能是指金属材料对各种加工工艺适应的能力,它包括铸造、锻造、焊接、切削加工和热处理工艺性能等。为了能够正确地选择和使用金属材料,就应当了解和掌握金属材料的各种性能。

一、金属材料的力学性能

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。力学性能是金属材料的主要性能,是机械设计、制造过程中选择材料的主要依据。其主要性能指标有强度、塑性、冲击韧度、疲劳强度等。

金属材料在加工和使用过程中所受到的外力称为载荷。根据载荷作用性质的不同,它又可分为静载荷、冲击载荷及疲劳载荷等3种。

(一) 强度

强度是指金属材料在载荷作用下抵抗永久变形(塑性变形)和断裂的能力。根据载荷的作用形式不同,强度又分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗扭强度和抗剪强度等5种。工程上常以屈服点和抗拉强度作为强度指标。

强度指标一般是通过金属的拉伸实验来测定的。按照标准规定,把拉伸试样装夹在试验机上,在对试样逐渐施加拉伸载荷的同时连续测量力和相应的伸长量,直到拉断为止,根据测得数据绘出力-伸长曲线,求出相关的力学性能指标。

1. 低碳钢的力-伸长曲线

退火低碳钢的力-伸长曲线如图1-1所示。图中纵坐标表示力 F ,单位为N;横坐标表示试样伸长量 Δl ,单位为mm。由图可见,低碳钢试样在拉伸过程中,有以下几个变形阶段:

(1) OE ——弹性变形阶段 这时由于载荷 F 不超过 F_e ,伸长量与拉力成正比,试样只产生弹性变形,当外力去除后,试样能恢复到原来的长度。 F_e 为能恢复原状的最大拉力。

(2) ES ——屈服阶段 当载荷超过 F_e 时,试样除产生弹性变形外,还产生部分塑性变形,此时若卸载,试样不能恢复原来的长度。当外力达到 F_s 时,力-伸长曲线上会出现一段水平或锯齿形线段,表示当 F_s 不变或略有变

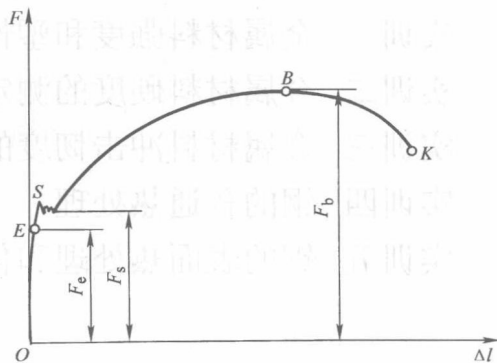


图 1-1 低碳钢的力-伸长曲线

化的情况下, 试样继续发生明显的塑性变形。这种现象称为屈服, F_s 称为屈服载荷。

(3) SB ——强化阶段 当载荷超过 F_s 后, 试样的伸长量与载荷又成曲线关系上升。由图可看出, 在载荷增加不大的情况下, 而变形量却很大, 表明当载荷超过 F_s 值后, 试样开始产生大量的塑性变形。图中 F_b 为拉伸试验时的最大载荷。

(4) BK ——缩颈阶段 当载荷达到 F_b 时, 试样的局部截面积缩小, 这种现象称为“缩颈”。由于试样局部截面积的逐渐减小, 故载荷也逐渐降低, 当达到曲线上的 K 点时, 试样被拉断。

2. 强度指标

工程上常用的强度指标为屈服点和抗拉强度。

(1) 屈服点 材料产生屈服时的最小应力值称为屈服点, 用符号 σ_s 表示。其计算公式为

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

式中, σ_s 是屈服点 (MPa); F_s 是试样产生屈服时的最小载荷 (N); S_0 是试样原始横截面积 (mm^2)。

(2) 抗拉强度 材料在拉断前所承受的最大拉应力称为抗拉强度, 用符号 σ_b 表示。其计算公式为

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

式中, σ_b 是抗拉强度 (MPa); F_b 是试样断裂前所承受的最大载荷 (N); S_0 是试样原始横截面积 (mm^2)。

σ_b 越大, 说明材料抵抗破坏的能力越强。因此, σ_b 也是一个重要的强度指标。

(二) 塑性

塑性是指材料在载荷作用下, 产生永久变形而不断裂的能力。常用的塑性指标是拉断后的断后伸长率和断面收缩率。

1. 断后伸长率

断后伸长率是指试样拉断后标距的伸长量与原始标距的百分比, 用符号 δ 表示。其计算公式为

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

式中, l_1 是试样拉断后的标距 (mm); l_0 是试样的原始标距 (mm)。

标距 $l_0 = 10d_0$ 时, 伸长率用 δ_{10} 表示; $l_0 = 5d_0$ 时, 伸长率用 δ_5 表示。

2. 断面收缩率

断面收缩率是指试样拉断后缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比, 用符号 ψ 表示。其计算公式为

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中, S_0 是试样的原始横截面积 (mm^2); S_1 是试样拉断处的最小横截面积 (mm^2)。

(三) 硬度

硬度是指材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。硬度是衡量金属软硬的重要性能指标。硬度越高,材料的耐磨性能越好。

硬度的测量方法有压入硬度试验法、划痕硬度试验法、回跳硬度试验法、超声波试验法等。在压入试验法中,最常用的是布氏硬度试验法、洛氏硬度试验法和维氏硬度试验法。

(四) 冲击韧性

许多机器的零件在实际工作中往往要受到冲击载荷作用,其瞬时冲击引起的应力和变形都要比静载荷大得多,此时材料的性能指标不能单纯用静载荷作用下的指标来衡量,而必须考虑材料抵抗冲击载荷的能力。

冲击韧性是指材料抵抗冲击载荷作用而不破坏的能力。

目前,金属材料的冲击韧性是通过冲击试验来测定的。

(五) 疲劳强度

金属材料的疲劳(又称疲劳断裂)是指金属材料在循环应力作用下,经过一定循环次数后产生裂纹或突然发生断裂的过程。据统计,金属零件断裂的原因中有80%是由于疲劳造成的。

疲劳强度是指材料经无数次交变载荷作用而不发生断裂的最大应力,其指标是通过疲劳试验而得到的。

二、金属材料的物理性能和化学性能

1. 金属材料的物理性能

金属材料的物理性能主要包括密度、熔点、导热性、导电性、热膨胀性和磁性等。

(1) 密度 表示单位体积金属的质量,是金属的特性之一。材料不同,其密度也各不相同。利用这一特性,可以通过测量金属的密度来鉴别金属或确定某些金属零件的致密度。

(2) 熔点 金属材料由固态向液态转变时的温度。熔点表征金属材料的耐热性能,熔点的高低由金属材料的成分所决定。

(3) 导热性 金属材料传导热量的能力。热导率是衡量金属材料导热性的主要指标。热导率越大导热性就越好,其散热性也越好。

(4) 导电性 金属材料传导电流的能力。电导率是衡量金属材料导电性的主要指标。

(5) 热膨胀性 随着温度的变化金属体积发生膨胀或收缩的特性。一般金属材料是受热膨胀而冷却收缩。

(6) 磁性 金属材料在磁场中受到磁化的能力。

2. 金属材料的化学性能

金属材料的化学性能主要包括耐腐蚀性、抗氧化性和化学稳定性等。

(1) 耐腐蚀性 金属材料在高温下抵抗氧、水蒸气等化学介质腐蚀破坏作用的能力。腐蚀对金属的危害性很大,每年都有大量的金属材料因腐蚀而损耗掉。因此,提高金属的耐腐蚀性,对于节约材料、延长零件使用寿命具有十分重要的意义。

(2) 抗氧化性 金属材料在高温条件下抵抗氧化作用的能力。金属材料的氧化性随温度升高而加速。为避免金属材料被氧化,常在金属材料周围造成一种保护气氛。

(3) 化学稳定性 化学稳定性是金属材料的耐腐蚀性和抗氧化性的总称。

三、金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能是指对金属材料进行某种加工以获得优质产品的可能性或难易程