



Jixie Zhizao Jichu



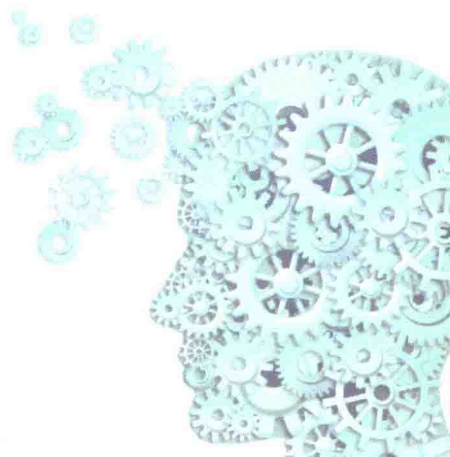
工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十三五”规划教材

机械**制**造基础

主 编 ▲ 张旭宁 莫持标 张晓宇



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



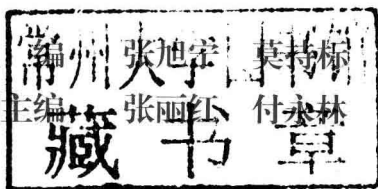


工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十三五”规划教材

机械制造基础

Jixie Zhizao Jichu

▲主 编 张旭宇 莫杨标 张晓宇
▲副 编 张丽红 付永林 杨晓波



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

中国·武汉



内 容 简 介

本书是针对高职高专院校机电类专业教学的基本要求,以及职业教育要求技术基础课程综合化的趋势,结合各有关院校教学改革、课程改革的经验而编写的高等职业教育教学用书。本书的主要内容包括工程材料与热处理、铸造、锻压、焊接等四个部分,共计 14 章。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/张旭宁,莫持标,张晓宇主编. —武汉:华中科技大学出版社,2016.1
ISBN 978-7-5680-1507-3

I. ①机… II. ①张… ②莫… ③张… III. ①机械制造-高等职业教育-教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 315559 号

机械制造基础

Jixie Zhizao Jichu

张旭宁 莫持标 张晓宇 主编

策划编辑:张 毅

责任编辑:胡凤娇

封面设计:原色设计

责任校对:李 琴

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:13.5

字 数:336 千字

版 次:2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:35.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

本书是校企合作编写的高职高专院校机电类专业教材,是按照高等职业教育的基本要求,以及职业教育基础课程综合化的趋势,结合有关院校教学改革、课程改革的经验而编写的。本书较好地贯彻了职业性、实用性的编写原则,尽量避免过多的文字叙述及烦琐的公式推导,书中提供了大量的实例,课后附有大量不同类型的作业题,方便学生课后练习。

本书的参考学时数为45学时,主要包括工程材料与热处理、铸造、锻压、焊接四大部分,共计14章,适合不单独开设热加工课程的机械类专业选用,书中大量的实例都是来源于企业的真实案例,在案例的选择上尽量涵盖各种常见零件。在编写中,编者虽不求对某一方面内容作深入探讨,但也尽量从“必需、够用”出发进行详细叙述,力求使教材内容通俗易懂。书中的名词术语、计量单位、材料牌号,技术标准都是采用现行的国家标准。

本书既可作为高等职业教育机电类专业基础教材,也可作为有关院校相近专业、中等职业教育教材以及相关行业岗位培训或工程技术人员和自学人员的参考书。

本书由张旭宁、莫持标、张晓宇担任主编,张丽红、付永林、杨晓波担任副主编。在编写过程中,中山市东升永丰机械模具厂给予了大力支持,该厂总工程师付永林参与了教材编写和审稿。其中第1章至第8章由张旭宁编写,第9章、第10章由张晓宇编写,第11章至第13章由莫持标编写,第14章由付永林编写。

本书在编写过程中参考了国内兄弟院校的有关资料和文献,并得到同行专家的大力支持和帮助,在此向原作者和专家表示衷心感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中错误及不当之处在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

编者

2016年1月

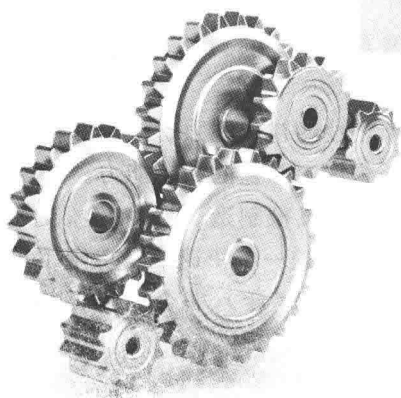
绪论	1
第 1 章 钢铁生产	4
1.1 炼铁	5
1.2 炼钢	6
1.3 钢的浇铸和钢材	7
思考与练习	9
第 2 章 金属材料的力学性能	10
2.1 基本术语	11
2.2 强度和塑性	11
2.3 硬度	14
2.4 冲击韧性	17
2.5 疲劳强度	19
思考与练习	20
第 3 章 金属的结构与结晶	22
3.1 金属的晶体结构与结晶	23
3.2 合金的晶体结构、二元合金状态图	29
3.3 匀晶相图与共晶相图	32
3.4 包晶相图与共析相图	33
思考与练习	35
第 4 章 铁碳合金状态图	36
4.1 铁碳合金的基本组织与类型	37
4.2 铁碳合金状态图的分析	38
4.3 碳含量对铁碳合金平衡组织和性能的影响	41
4.4 Fe-Fe ₃ C 相图在工业中的应用	42
思考与练习	44
第 5 章 钢的热处理	45
5.1 钢在加热时的转变	46
5.2 钢在冷却时的转变	49
5.3 钢的普通热处理	53

5.4 钢的表面热处理	58
5.5 热处理新技术及先进工艺简介	62
思考与练习	64
第6章 工业用钢	66
6.1 碳钢	67
6.2 合金钢	72
6.3 特殊性能钢	84
思考与练习	87
第7章 铸铁	89
7.1 铸铁的分类与石墨化	90
7.2 常用铸铁	92
思考与练习	97
第8章 有色金属	98
8.1 铝及铝合金	99
8.2 铜及铜合金	103
8.3 镁及镁合金	107
8.4 钛及钛合金	109
8.5 轴承合金	111
8.6 粉末冶金与硬质合金	113
思考与练习	116
第9章 非金属材料	118
9.1 工程塑料的特性、分类与应用	119
9.2 复合材料的特性、分类与应用	121
9.3 其他非金属材料	123
思考与练习	124
第10章 零件和工具的选材及热处理	125
10.1 零件和工具的选材原则	126
10.2 热处理的技术条件及工序位置	131
10.3 典型零件和工具的选材及热处理	133
思考与练习	149
第11章 铸造	151
11.1 铸造工艺基础	152
11.2 砂型铸造	152
11.3 特种铸造	158
11.4 常用合金铸件的生产特点	161
思考与练习	165

第 12 章 锻压	166
12.1 锻压工艺基础	167
12.2 自由锻	172
12.3 模锻和胎模锻	177
12.4 板料冲压	180
思考与练习	185
第 13 章 焊接	186
13.1 焊接工艺基础	187
13.2 焊条电弧焊	190
13.3 其他常用的焊接方法	195
思考与练习	199
第 14 章 毛坯选择	200
14.1 确定毛坯类型及成形方法的原则	201
14.2 典型零件的毛坯选择	202
思考与练习	204
参考文献	205

绪论

机械制造基础是一门研究材料及热加工工艺的综合性技术学科,它是发展国民经济的重要基础学科之一。随着全球经济一体化进程的加快,我国的工业发展在受到越来越大的竞争压力和严峻挑战的同时,也得到了难得的发展机遇。



一、机械制造在国民经济中的地位和作用

机械制造业是国家工业体系的重要基础和国民经济各部门的装备部门,是国民经济的支柱产业。机械制造水平的提高与进步对整个国民经济的发展,以及对科技、国防实力的提高有着直接的影响,是衡量一个国家经济发展水平和综合国力的重要标志。

二、机械制造生产过程

机械制造是将设计输出的指令和信息输入机械制造系统,加工出合乎设计要求的产品的过程。

机械制造生产过程首先是设计图纸,再根据图纸制定工艺文件和准备工艺设备,然后进行产品制造、市场营销,最后将各个阶段的信息反馈回来,使产品不断完善。

机械制造的具体过程是将原材料用铸造、锻压、焊接等方法制成零件的毛坯(或半成品、成品),再经过切削加工、特种加工等制成零件,最后将零件和电子元器件装配成合格的机电产品。原材料包括各种金属材料与非金属材料。

三、本课程性质

本课程是机械类、机电类专业的重要技术基础课,它为培养高素质的高等职业技术人才奠定了必要的知识基础。

学习这门课程,不仅使学生在常用工程材料及热处理、毛坯成形方法等方面获得必要的基础知识,更重要的是培养学生在工程材料及热处理和毛坯成形方法方面具有解决实际问题的能力。

四、课程的特点

本课程涉及工程材料、热处理和热加工工艺等方面的内容。从高等职业教育培养目标和教学计划出发,在详细介绍工程材料及热处理的基础上,以毛坯成形工艺方法为主线,融多门课程于一体,具有内容精、容量大、综合性强的鲜明特点。

本课程的概念多、名词多,比较抽象,读者在阅读时要注意这些特点。

五、本课程的基本要求

通过课程的学习,要求学生掌握以下内容。

- (1) 掌握常用金属材料的成分、组织、种类、牌号、性能及应用,了解非金属材料的类别、特性和用途。
- (2) 熟悉金属热处理的基本原理,掌握常用的热处理方法及其适用范围。
- (3) 掌握毛坯的制造方法、特点和应用范围。
- (4) 了解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) 具有选择材料、毛坯的基本能力,具有制定热处理工艺、热加工工艺的初步能力。

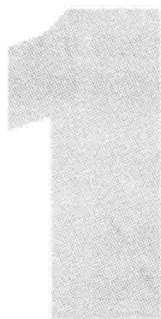
新中国成立后,经过几十年的建设和发展,目前我国已经建立了机械制造、矿山冶金、交通运输、石油化工、电子仪表和航空航天等许多现代化工业,为国民经济进一步快速发展奠定了牢固的基础。目前,我国钢铁产品品种繁多,粗钢年产量已达 7 亿吨(2011 年),非金属材料的产

量也有了很大的增长,这些成就都与工程材料及其加工工艺的发展有着密切的联系。

当今,机械工业正向着高速、自动、精密方向快速发展,机械工程材料的使用量越来越大,在产品的设计和制造过程中,遇到的有关机械工程材料和热处理方面的问题日益增多。实践证明,生产中往往由于选材不当或热处理不妥,机械的使用性能不能达到规定的技术要求,从而导致零件在使用过程中发生过量变形、过早磨损和断裂等而提前失效。所以,在生产过程中合理选用材料和热处理方法、正确制定工艺路线,对充分发挥材料本身的性能潜力、保证材料具有良好的加工性能、获得理想的使用性能、提高产品质量、节约材料和降低成本等都起着重大的作用。

第 1 章

钢铁生产



钢铁工业又称黑色冶金工业。钢铁工业是重要的基础工业部门,是发展国民经济与国防建设的物质基础。钢铁工业的发展水平也是衡量一个国家工业化的标志。钢铁工业是庞大的重工业部门,它的原料、燃料及辅助材料资源状况,影响着钢铁工业规模、产品质量、经济效益和布局方向。钢铁是铁和碳的合金,是通过炼铁和炼钢生产出来的。



1.1 炼 铁

炼铁是从铁矿石中提取铁及其他有用元素的过程。

一、炼铁原料

炼铁的主要原料是铁矿石、焦炭和熔剂。铁矿石是炼铁的主要原料,成分主要是 Fe_2O_3 (赤铁矿) 或 Fe_3O_4 (磁铁矿),常用的熔剂是石灰石(CaCO_3)。

炼铁的实质是还原过程。

二、炼铁过程

炼铁的基本过程:将铁矿石、焦炭和熔剂按一定比例由装料机构装入炉内,同时从环形风管通过风口向炉缸吹入热风,焦炭燃烧,产生高温和大量的 CO 气体, CO 气体上升与铁矿石接触,使含铁的氧化物还原成纯铁。在高温下,纯铁逐渐吸收碳和少量硅、锰、磷、硫等杂质元素,成为熔点较低的铁液(即生铁),从出铁口流出,熔渣浮在铁液上面,从出渣口排出。

炼铁是在高炉中进行,高炉的结构示意图如图 1-1 所示。

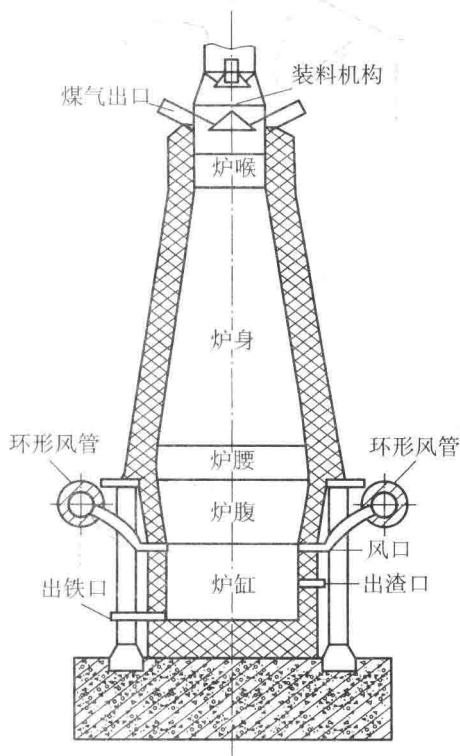


图 1-1 高炉的结构示意图

三、高炉产品

高炉产品主要有铸造生铁与炼钢生铁。

铸造生铁含硅量较高、硬度较低,断口呈灰色,主要作为铸造生产的原料,又称灰口生铁。炼钢生铁含硅量较低、硬度高,断口呈白色,主要作为炼钢原料,又称白口生铁。

1.2 炼 钢

炼钢是通过氧化、造渣等方法,将生铁中碳和各种杂质元素的含量减小到钢规定的成分要求的过程。炼钢的实质是氧化过程。如图 1-2 所示为钢厂,图 1-3 所示为炼钢车间。

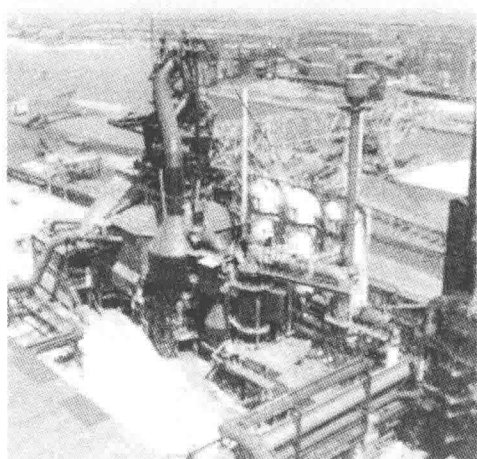


图 1-2 钢厂

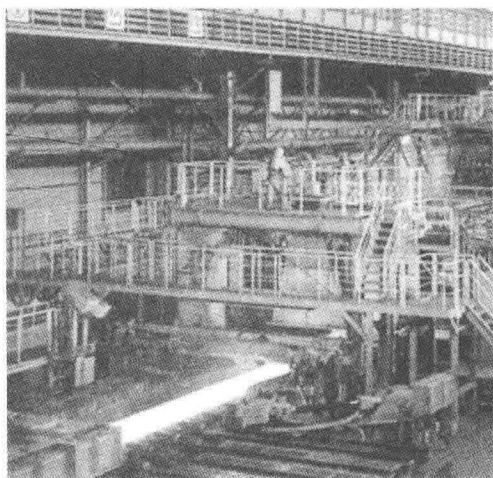


图 1-3 炼钢车间

一、炼钢原料

炼钢的主要原料有生铁和废钢,此外还有熔剂(石灰石、萤石)、氧化剂(铁矿石)、脱氧剂(铝、硅铁、锰铁)等。

二、炼钢方法

炼钢方法主要有氧气转炉炼钢法、电炉炼钢法和平炉炼钢法三种。

目前,应用最广的炼钢方法是氧气转炉炼钢法,氧气转炉的结构示意图如图 1-4 所示。采用该方法炼钢时,按合理比例向装于炉内的生铁液中加入一定量的废钢和熔剂(CaO 等),由氧气枪吹入氧气,将铁液中部分碳、锰、硅、磷等元素氧化成氧化物,以气体(CO)和炉渣的形式排出。加入的熔剂使磷和混入铁液中的硫形成磷酸钙,以炉渣的形式排出。 CO 气体逸出时,使钢液搅拌强烈,有利于排出其他有害气体和夹杂物。钢液中杂质氧化的同时,大量的铁也被氧化,生成 FeO 。 FeO 会降低钢的力学性能,因此,在炼钢后期要进行脱氧,即向钢液中加入硅铁、锰铁、铝等脱氧剂,以除去 FeO 中的氧。

电炉炼钢法的电炉主要有两种:电弧炉和感应电炉,其中电弧炉应用较广。电弧炉的结构示意图如图 1-5 所示。通电后,石墨电极与炉料间产生电弧热,使炉料熔化,向炉内吹氧或加入铁矿石,使金属液中的碳和杂质氧化。当碳和杂质的含量及温度都达到脱氧、去磷要求时,再向炉内加入适量的熔剂,以达到脱氧、去磷等目的。

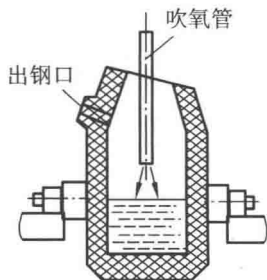


图 1-4 氧气转炉的示意图

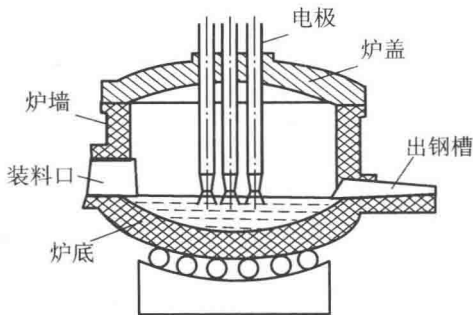


图 1-5 电弧炉的结构示意图

三、镇静钢与沸腾钢

按钢液脱氧程度的不同,钢可分为镇静钢、沸腾钢和半镇静钢三类。

1. 镇静钢

镇静钢是指钢液在浇铸前用锰铁、硅铁和铝进行了充分脱氧,成分较均匀,组织较致密的钢。镇静钢一般用于机械性能要求较高的零件。

2. 沸腾钢

沸腾钢是指钢液在浇铸前仅用锰铁进行不完全脱氧的钢。沸腾钢的组织不致密,机械性能不均匀,冲击韧性差,质量不如镇静钢,常用于机械性能要求不高的零件。

3. 半镇静钢

半镇静钢是脱氧过程介于镇静钢和沸腾钢之间的钢,是用锰铁和硅铁进行脱氧。其质量也介于二者之间,可代替部分镇静钢,一般不适于做重要零件。

1.3 钢的浇铸和钢材

一、钢的浇铸

钢的浇铸方法有模注法和连续注钢法两种。

1. 模注法

模注法又分为上注法和下注法两种。上注法是指将钢液从钢锭模顶端直接浇入模内,钢液冷凝后,脱模成为钢锭的浇铸方法。此法一次注成一个钢锭,常用作锻造用钢锭。下注法是指钢液经钢锭模底盘通道,从模底流入模内的浇铸方法。下注法的生产率高,一次可浇铸一个至十几个钢锭,常用作轧制用钢锭。

2. 连续注钢法

连续注钢法是指将钢液经中间罐注入结晶器,迅速冷却凝固,再从结晶器下端拉出,经再次冷却和进行矫直后,切割成一定长度的钢坯,供轧制用的浇铸方法。此法的生产率高,改善了劳动条件,钢坯质量好,成本低,是一种先进的浇铸方法,应用广泛。

二、钢材

冶炼后的钢液,除少数直接浇铸成铸钢件外,大部分要浇铸成钢锭。钢液浇铸成钢锭后,还不便使用,通常要经过轧制、冷拉等压力加工方法制成各种规格的钢材。常用的钢材有板材、管材、型材和线材四个品种。

1. 板材

板材一般分为厚板和薄板。厚度 4~60 mm 的为厚板,常用于船、锅炉和压力容器的制造;厚度 4 mm 以下的为薄板,它又分为冷轧板和热轧板两种。

2. 管材

管材有无缝钢管和有缝钢管(如焊接钢管等)两种。无缝钢管用于石油、化工等行业;有缝钢管用钢带焊接而成,供煤气公司和自来水等行业使用。有缝钢管的生产率高,成本低,但质量和机械性能与无缝钢管相比稍差。

3. 型材

常用的型材有方钢、圆钢、扁钢、角钢,复杂截面的型材有工字钢、槽钢、T 字钢等。

4. 线材

线材一般用直径为 6~9 mm 热轧线材再经拉拔而成。高碳钢丝用来制作小弹簧或钢丝绳,低碳钢丝用于捆绑或编织等。

钢铁的生产工艺流程如图 1-6 所示。

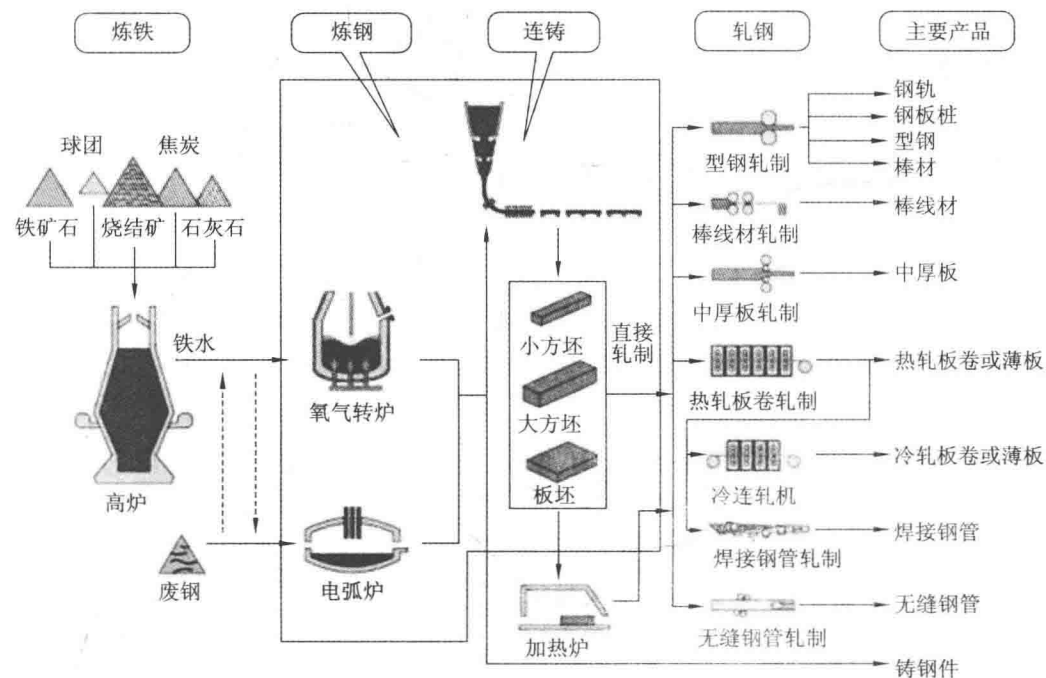


图 1-6 钢铁的生产工艺流程

思考与练习

1. 炼铁的实质是什么？生铁中含有哪些元素？哪些是有害元素？
2. 试述炼钢生铁和铸造生铁的区别和应用。
3. 炼钢的实质是什么？有哪几种炼钢方法？
4. 何谓镇静钢和沸腾钢？各有什么特点？
5. 钢的浇铸方法有哪几种？各有什么特点？

2

第2章 金属材料的力学性能

金属材料的性能是指用来表征材料在给定外界条件下的行为参量,通常包括使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料为了保证零件、工程构件或工具等的正常工作,材料所应具备的性能,包括力学、物理、化学等方面的性能,它决定金属材料的应用范围、安全可靠性和使用寿命等。工艺性能是指金属材料在被制成各种零件、构件和工具的过程中,材料适应各种冷、热加工的性能,主要包括铸造、锻压、焊接、切削加工、热处理等方面的性能,它决定了材料是否易于加工或如何进行加工等。本章仅简单介绍金属材料的力学性能。

材料在外力作用下所表现出的一些性能(如强度、硬度、韧性等),称为材料的力学性能。它是设计零件、选择材料、验收和鉴定材料性能的重要依据之一。

