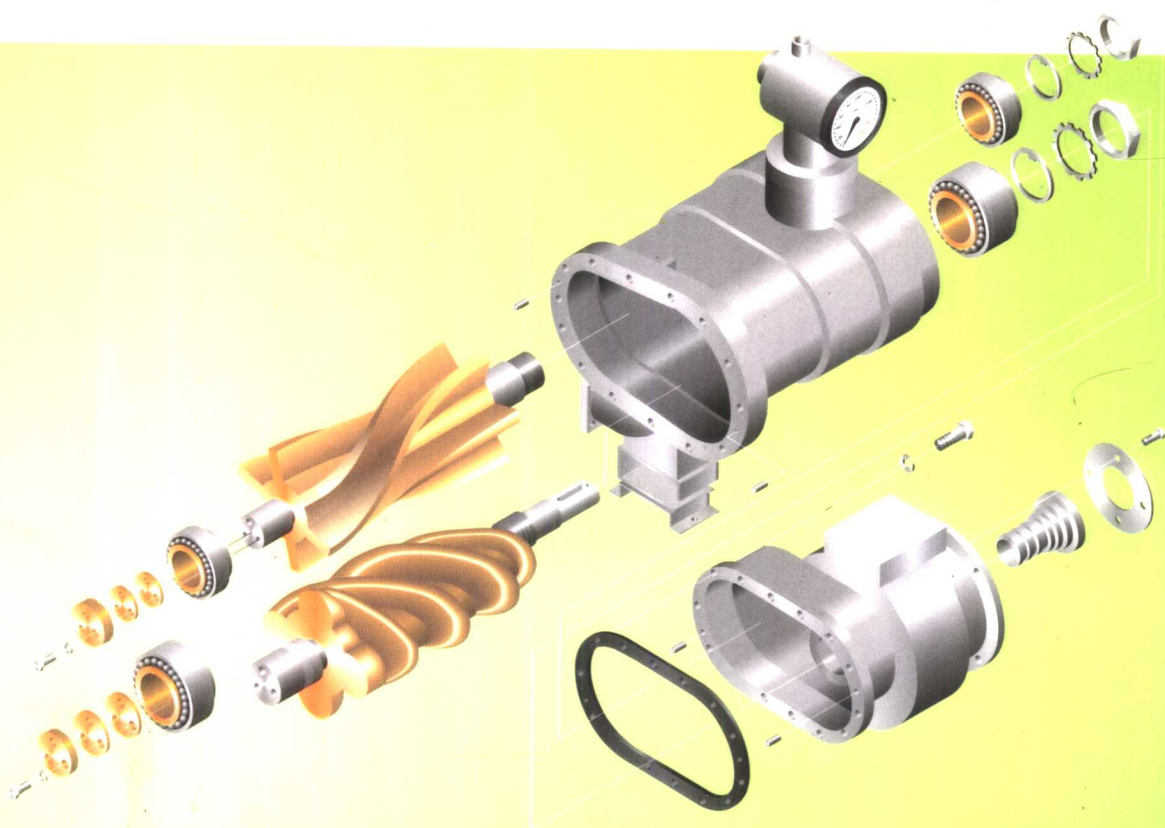


全国大学生复合型人才培育规划教材

机械工程基础

全小平 潘玉良 编著



浙江大學出版社

●全国大学生复合型人才培养规划教材

机械工程基础

编著 全小平 潘玉良

主审 周建军

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械工程基础 / 全小平, 潘玉良编著. —杭州: 浙江大学出版社, 2005. 2

全国大学生复合型人才规划教材

ISBN 7-308-04056-9

I. 机... II. ①全... ②潘... III. 机械工程—高等学校—教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 127529 号

责任编辑 阮海潮 郑金松

丛书策划 阮海潮

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(电话: 0571-88273329 88273761(传真))

(网址: <http://www.zjupress.com>)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

排版 浙江大学出版社电脑排版中心

印刷 德清县第二印刷厂

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 15.5

字数 397 千

版次 2005 年 2 月第 1 版 2006 年 3 月第 2 次印刷

印数 5001—6500

书号 ISBN 7-308-04056-9/TH·073

定价 24.00 元

内容简介

本书是面向非工程类专业学生的综合性技术基础教材,由工程材料与热处理基础、成形工艺基础、机械制造基础三篇共16章组成。编写时充分考虑本课程的特点,向经济、管理、国际经贸、产品设计等非工程类学生传授机械制造的各类基础知识,使读者了解各类加工技术的特点、应用范围和经济性,了解先进材料和制造技术的发展趋势,对工业生产有一个初步的认识,为培养既懂经济、管理,又具有技术知识的复合型人才准备必要的机械制造工程方面的知识。

本教材的适用对象为高等院校非机械类专业(如经济、管理、国际经贸等)学生,以提高学生的综合能力,培养复合型的应用型人才,满足社会对高素质人才的需求,也可供大专、高职院校非机械类专业学生以及相关工程技术人员了解机械工程基础知识使用。

序

随着市场对复合型应用人才需求的增加,越来越多的高等院校为非工程类学生开设“机械工程基础”课程,其中包括从事经济管理或产品设计的有关人员需要了解各种材料和制造工艺的生产特点、应用范围和经济性。为了体现时代要求和培养知识、能力、素质协调发展的复合型应用人才,杭州电子科技大学积极开展“非工程类学生工程知识培养”的探索和实践。这本教材是他们多年教育改革实践所取得的成果。

本教材以建立工程观点为出发点,向非机械类专业的学生传授机械制造的各类基础知识,使学生对工业生产有一个初步的认识。教材的编写有以下特色:

1. 以经济管理等非工程类学生的认知结构为背景,在保持机械工程技术系统性的前提下,设计并优化教材内容,适应少学时课程工程素质培养的需要。

2. 教材通俗易懂,内容体现工业生产的总体性、经济性、先进性及基本应用,让学生了解更多的工程知识及其发展情况。

3. 充分考虑课程的特点,同时编写了与教材配套的多媒体课件和网上在线练习,做到静态教材与动态教材结合,课堂教学与课后练习结合,融知识性、趣味性、系统性及先进性为一体。

通过本课程的学习,使学生了解进行科学研究的基本方法,培养他们分析问题和解决实际问题的能力,从而达到提高学生综合素质的目的。

中国科学院国家天文台研究员

中国电子学会电子机械工程学会副主任委员

工学博士
理学博士

前

言

“机械工程基础”是一门面向非工程类学生开设的综合性技术基础课程。本课程主要介绍常用的工程材料及其成形方法和加工工艺,使读者了解各类加工技术的特点、应用范围和经济性,了解先进材料和制造技术的发展趋势。向经济、管理、国际经贸、产品设计等非工程类学生传授机械制造的各类基础知识,使读者对工业生产有一个初步的认识,为培养既懂经济、管理,又具有技术知识的复合型人才准备必要的机械制造工程方面的知识。

本教材适用于教学时数为 30~50 的教学计划,全书由工程材料及热处理基础、成形工艺基础、机械制造基础三篇共 16 章组成,编写时充分考虑本课程的特点,同时编写了与教材配套的多媒体课件和网上在线练习。

本教材的适用对象为高等院校非机械类专业(如经济、管理、国际经贸等)学生,也可供大专、高职院校非机械类专业学生以及相关工程技术人员了解机械工程基础知识使用。

本教材由全小平、潘玉良编著,其中全小平编写了绪论、第 10 至 16 章,潘玉良编写了第 1 至 9 章,并由周建军教授担任主审。

本书在编写过程中得到胡维华教授和胡小平博士的大力支持和帮助,施浒立教授为本书写了序言,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

于杭州电子科技大学

目 录

绪 论	(1)
-----	-------

第一篇 工程材料与热处理基础

第一章 金属材料的种类与性能	(7)
第一节 概述	(7)
第二节 金属材料的机械性能	(8)
第三节 金属材料的晶体结构与结晶	(13)
复习思考题	(17)
第二章 铁碳合金	(18)
第一节 概述	(18)
第二节 铁碳合金	(18)
第三节 碳钢	(22)
第四节 铸铁	(29)
复习思考题	(32)
第三章 钢的热处理	(34)
第一节 概述	(34)
第二节 钢的基本热处理工艺	(38)
第三节 钢的表面热处理工艺	(42)
复习思考题	(45)
第四章 合金钢	(46)
第一节 概述	(46)
第二节 合金元素在钢中的作用	(47)
第三节 合金钢编号方法及应用	(49)
复习思考题	(57)
第五章 有色金属	(59)
第一节 概述	(59)

目

录

第二节 铜及铜合金.....	(59)
第三节 铝及铝合金.....	(62)
复习思考题.....	(64)
第六章 新型工程材料概况.....	(65)
第一节 概述.....	(65)
第二节 高分子材料.....	(65)
第三节 陶瓷材料.....	(71)
第四节 复合材料.....	(73)
第五节 功能材料.....	(75)
复习思考题.....	(81)
第七章 材料的选用.....	(82)
第一节 概述.....	(82)
第二节 工程材料选用原则和方法.....	(82)
第三节 典型零件选材和工艺路线简介.....	(85)
复习思考题.....	(89)
第八章 典型行业工程材料应用简介.....	(90)
第一节 汽车行业用材.....	(90)
第二节 机床行业用材.....	(94)
第三节 其他行业用材.....	(97)
复习思考题.....	(100)

第二篇 成形工艺基础

第九章 金属液态成形.....	(103)
第一节 概述.....	(103)
第二节 铸造工艺基础.....	(103)
第三节 砂型铸造.....	(106)

目

录

第四节 特种铸造.....	(115)
第五节 常用铸造方法的比较.....	(119)
复习思考题.....	(120)
第十章 金属塑性成形.....	(121)
第一节 概述.....	(121)
第二节 金属的塑性变形及可锻性.....	(122)
第三节 锻造.....	(126)
第四节 板料冲压.....	(130)
第五节 金属塑性成形新工艺简介.....	(134)
复习思考题.....	(138)
第十一章 金属焊接成形.....	(140)
第一节 概述.....	(140)
第二节 焊接过程与金属的可焊性.....	(141)
第三节 熔焊.....	(143)
第四节 压力焊.....	(147)
第五节 钎焊.....	(150)
第六节 焊接新技术简介.....	(151)
复习思考题.....	(155)
第十二章 毛坯成形方式的选择.....	(156)
第一节 概述.....	(156)
第二节 毛坯的分类及成形特点.....	(157)
第三节 毛坯的选择.....	(158)
复习思考题.....	(162)
 第三篇 机械制造基础 	
第十三章 切削加工基础.....	(165)
第一节 概述.....	(165)

目

录

第二节 切削运动和切削用量.....	(165)
第三节 切削刀具的基本知识.....	(167)
第四节 金属切削过程.....	(170)
第五节 机床的机械传动方式及传动比.....	(173)
复习思考题.....	(175)
第十四章 切削加工工艺.....	(177)
第一节 车削加工.....	(177)
第二节 铣、刨、拉、钻、镗、磨削加工	(185)
第三节 常见表面加工方法.....	(198)
第四节 典型零件的工艺过程.....	(202)
复习思考题.....	(206)
第十五章 现代制造工艺技术.....	(209)
第一节 概述.....	(209)
第二节 电火花加工.....	(210)
第三节 超声波加工.....	(212)
第四节 快速成形制造技术.....	(214)
复习思考题.....	(219)
第十六章 机械制造自动化概论.....	(220)
第一节 概述.....	(220)
第二节 自动生产线.....	(222)
第三节 数控加工.....	(224)
第四节 工业机器人.....	(227)
第五节 柔性制造系统.....	(229)
第六节 集成制造系统.....	(232)
复习思考题.....	(236)
参考文献.....	(237)

绪 论

一、产品生产过程

生产过程是由原材料转化为成品时,各个相互关联劳动过程的总和。其基本内容是人的劳动过程,即劳动者使用一定的劳动工具,按照合理的加工方法使劳动对象(如毛坯或工件、组件或部件)成为具有使用价值的产品的过程。

图 0-1 是产品生产过程组成框图,从图中可以看出,制造企业根据市场需求设计产品,根据生产能力进行原材料、标准件的外购,协作件的外加工以及通过本企业进行零件的生产制造,将各零件(部件)进行装配成为产品。在此过程中,质量检验和控制保证企业内部上下工序,以及与企业及用户的关系。制造企业、供应厂商和用户成为一种组织体,组成生产系统。通过生产系统将生产过程和管理过程有机地结合成整体。用户在生产系统中起到为企业提供产品需求信息的作用。

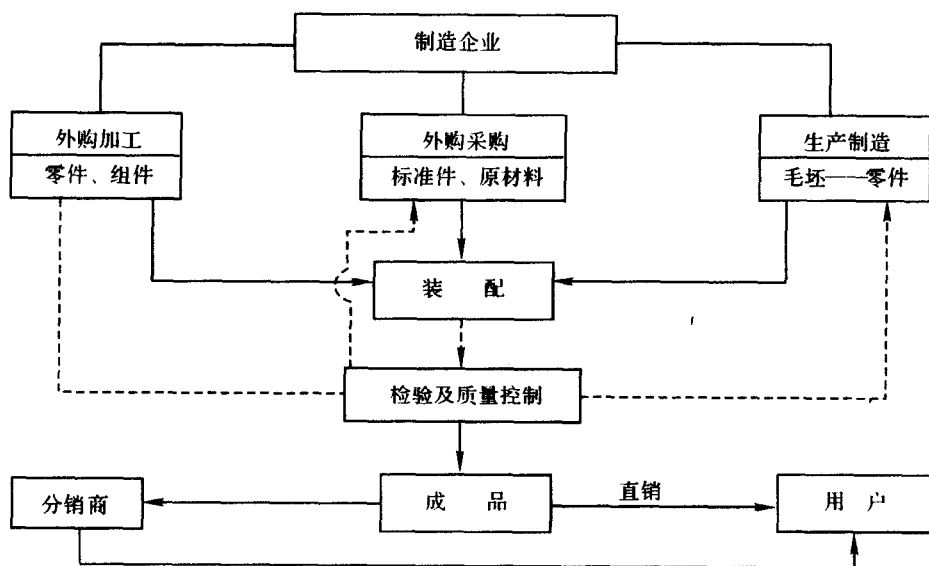


图 0-1 产品生产过程组成框图

供应商作为其组成部分与生产厂家建立利益共享的合作伙伴关系,他们不仅要按时制造和提交质量合格的材料和零部件,而且在一定范围内还要参与由他们生产的那部分产品零部

件的开发和设计。现代产品的生产特点是将生产、管理和消费人群有机地结合起来,形成了活跃的市场经济。

二、机械制造工艺

在产品生产过程中,将各种原材料通过改变其形状、尺寸、性能或相对位置,使之成为成品或半成品的方法和过程称为机械制造工艺。机械制造工艺流程是由原材料和能源的提供、毛坯和零件成形、机械加工、材料改性与处理、装配与包装、质量检测与控制等多个工艺环节组成。

按其功能的不同,可将机械制造工艺分为如下三个阶段:

- (1) 零件毛坯的成形准备阶段,包括原材料切割、焊接、铸造、锻压加工成形等;
- (2) 机械切削加工阶段,包括车削、钻削、铣削、刨削、镗削、磨削加工等;
- (3) 表面改性处理阶段,包括热处理、电镀、化学镀、热喷涂、涂装等。

在现代机械制造工艺中,上述阶段的划分逐渐变得模糊、交叉,甚至合而为一,如粉末冶金和注射成形工艺,则将毛坯准备与加工成形过程合而为一,直接由原材料转变为成品的制造工艺。

此外,检测和控制工艺环节附属于各个机械制造工艺过程,保证各个工艺过程的技术水平和质量。

图 0-2 所示的轿车生产工艺为:首先根据设计将各种原材料用相应的成形工艺获得毛坯;然后经切削加工将毛坯变为零件;最后将零件与外协件、标准件一起装配成组件或部件,直至成为整辆轿车。

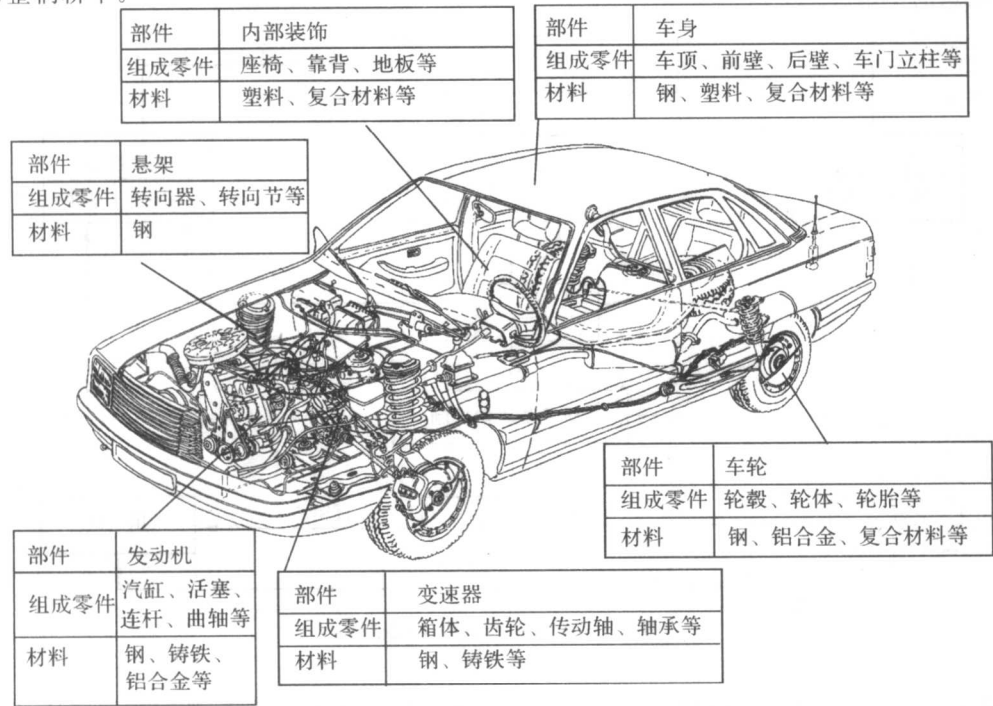


图 0-2 轿车主要部件组成示意图

三、制造技术与经济性

人类社会进行物质生产必不可少的两个方面是技术与经济,两者紧密联系,既相互促进又相互制约。经济发展的需要是技术进步的动机和方向,而技术进步又是促进经济发展的重要条件和手段。技术进步,特别是机械制造技术的发展,为人类更好地利用自然、改造自然、创造物质财富、提高产品质量和劳动生产率提供更为有利的手段和条件。它是推动经济发展的重要基础和支柱,对促进国民经济发展和改善人民的物质生活都有着十分重要的意义。

在研究机械制造技术课题时,要从经济方面对它提出要求和指出方向,并取得尽可能大的经济效益;在考虑经济发展时,应为促进制造技术的进步开辟新的领域,尽量采用先进的技术手段和加工方法,以发挥最大的技术效果,更好地促进经济的发展。正确处理好技术先进和经济合理两者之间的关系,使机械制造的发展做到既在技术上先进,又在经济上合理,而且是在技术先进条件下的经济合理,在经济合理基础上的技术先进,这就要求机械制造企业的管理人员和工程技术人员必须既懂技术,又懂经济。换言之,工程技术人员要有经济的头脑,经营管理人员要懂得工程技术。

现代工业生产必须采用先进的生产技术,同时应用现代科学经营方法,两者结合,才能获得最佳的生产经营效果。经济管理专业开设工业生产技术基础课程,就是为使未来的经营管理人员掌握必需的工业生产技术知识,以适应社会的需要,在未来的经营管理工作能按照生产过程本身的客观规律有效地组织生产,组织经营活动。

四、生产类型与工艺特征

生产制造的任务概括起来就是高速度地制造出高质量的产品,并且是高效率 and 低成本。具体来说,把材料或毛坯转变成一定形状和尺寸的零件;提高工件的质量,使之达到所要求的形状精度、尺寸精度和表面质量;尽可能使制造过程在最佳条件下进行,以达到高的加工效率和低的生产成本。

不同的工业企业在产品结构、生产方法、设备条件、生产规模、专业化程度等方面,都有各自不同的特点。为了有效地组织生产和计划管理,就必须按一定的标志对生产过程进行分类,这就是生产类型。生产类型反映企业的工艺技术水平、生产组织方法和管理组织的特点,又在很大程度上决定了企业的技术经济效益。

最能反映生产类型的依据是产品生产的重复程度和生产的专业化程度,一般可将生产过程分为大量生产、成批生产和单件生产三种类型。

从表 0-1 中可以看出,工艺特征随着生产类型的变化而变化,很显然,不同生产类型的生产管理也是不相同的。大量生产类型由于产品产量大、品种少、相对稳定,故在生产计划与控制工作中,以保证生产连续地、不间断地进行为重点。此类企业的获利手段主要是依靠降低成本。成批生产的特点是轮番生产,生产管理工作应放在合理安排批量上,做好生产的成套性和提高设备利用率之间的平衡。单件生产的产品种类复杂多变,因此生产计划应具有较高的灵活性,其管理重点是要及时解决不时出现的生产“瓶颈”,使生产通畅。

生产类型对企业的生产经营有着重要的意义。生产类型不同时,所采用的加工方法、工艺

装备和工艺过程等都有很大的差别。例如,单件小批生产多采用通用的机床、刀具、夹具和量具,毛坯常用手工造型的砂型铸件、自由锻件或轧制型材,对工人的技术要求较高;而大批大量生产则与此相反,多采用专用设备和自动生产线,毛坯常用机器造型的铸件或模锻件,以求达到高生产率和低成本的目的。

表 0-1 不同生产类型的工艺特征

比较项目		生产类型	单件生产	成批生产			大量生产
				小批	中批	大批	
零件 年产量 (件/年)	重型零件		<5	5~100	100~300	300~1000	>1000
	中型零件		<10	10~200	200~500	500~5000	>5000
	轻型零件		<100	100~500	500~5000	5000~50000	>50000
产品特征			品种多,各品种数量小、品种变化大。很少有订货产品	品种较多,各品种数量较大。一般为自行设计的定型产品			均为标准产品。可为用户提供变型产品
机床设备			通用的(万能型)设备	大部分通用,部分为专用			高效率的专用设备
毛坯成形方法			砂型铸件和自由锻件	常采用金属模铸件和胎模锻件、模锻件			机器造型和压力铸造件,模锻和滚锻件
物料库存	原材料		库存量少。通常接订单后才采购	库存量中等。部分材料接订单后采购,部分则有储备			存库大量。按生产计划做好储备
	成品		很少	变动不定			变动。一般直接发运给销售系统
对工人的技术要求			技术熟练	技术比较熟练			调整工技术熟练,操作工熟练程度要求较低
在线管理人员			生产线上管理人员数量多,职能管理人员较少	生产线上管理人员数量较多,是管理力量的关键。职能管理人员较单件生产多			生产线上管理人员仍很关键,但职能管理人员增多

而当今市场的变化很快,工厂产品更新换代的周期越来越短,许多原来是大量生产的产品,如小轿车和手表等,为了适应市场对花色品种的需求,也在向增加品种、减少批量的方向发展。随着科学技术的迅速发展,微电子、计算机和自动化技术等高新技术与工艺、设备的紧密结合,形成了从单机到系统、从刚性到柔性、从简单到复杂等不同档次的多种自动化加工技术,使传统工艺发生了质的变化,使单件小批生产同样也可以进行高效率的自动化生产。由数控机床、自动传输设备和自动检测装置组成的柔性制造系统(FMS)可使各种批量生产均实现自动化。计算机集成制造系统(CIMS)将整个制造活动都集成到一个有人参与的计算机系统中,可使多品种小批量生产的成本和质量接近刚性自动线大批量生产的水平。

第一篇 工程材料与热处理基础

材料用来做器件、结构或其他产品。材料是生产和生活的物质基础。历史表明,生产中使用的材料的性质直接反映人类社会的文明水平,所以历史学家根据制造生产工具的材料将人类生活的时代划分为石器时代、青铜器时代、铁器时代。国民经济的各个部门和人民的衣、食、住、行,都离不开各种类型的材料。材料、能源、信息合称为现代社会的三大支柱,而能源和信息的发展,在一定程度上又依赖于材料的进步。因此,许多国家都把材料科学作为重点发展学科之一,使之为新技术革命提供坚实的物质基础。

材料按经济部门可分为土建工程材料、机械工程材料、电工材料、电子材料等等。按物质结构可分为金属材料、有机高分子材料、陶瓷材料。按材料功用可分为结构材料、功能材料。本教材所述及的主要是机械工程上所用的结构材料。由于金属材料具有许多优良的性能并广泛地应用于国民经济的各个领域,所以它仍是本书叙述的重点。

通过本篇的学习能了解常用金属材料的基本成分、组织、性能之间的关系;了解强化金属材料的基本途径;了解钢的热处理原理等基本概念以及热处理工艺在机械零件加工工艺流程中的位置和作用。本篇还介绍了现代新型工程材料知识,在最后介绍了典型行业的工程用材。

第一章

金属材料的种类与性能

第一节 概 述

工程金属材料包括纯金属与合金。所谓合金,是由两种或两种以上的金属元素(或金属元素与非金属元素)组成的具有金属特性的材料。

金属材料具有较高的强度、良好的塑性、高的导电性、导热性以及金属光泽等特性。

金属材料除具有上述共同特性外,本身的性能亦具有多样性和多变性。不同化学成分的材料可以具有不同的性能,即使同一种金属材料其性能也能够改变,可以通过不同的加工和处理使金属材料具有所需要的性能。

所谓金属材料性能的提高,可以是提高硬度、提高强度,亦可以是提高塑性,即通过热处理使材料软化从而改善压力加工工艺性能。但对大多数机械零件而言,在使用条件下一般均要求强化。材料强化后可以使零件和部件结构轻巧,可靠性和耐磨性提高,使用寿命延长。

金属材料的性能不仅与其化学成分有关,还与其内部组织和状态有关。为了全面了解机器生产的相关知识,就必须明白材料的成分、处理、组织与其性能之间关系的知识。其中“成分”是改变性能的基础,“处理”是改变性能的手段,而“组织”是性能变化的根据。

金属材料的基本分类如下:

