

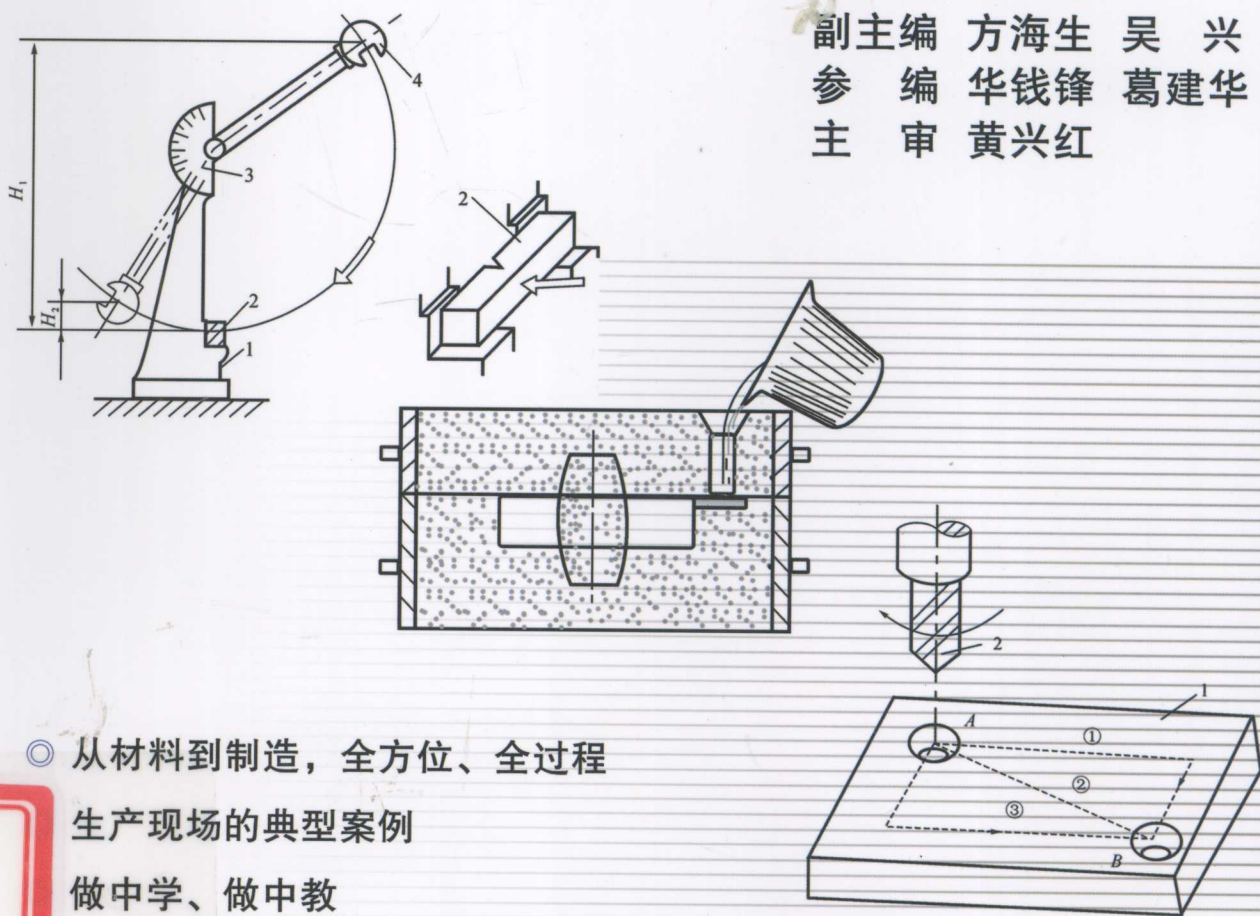


浙江省重点（系列）教材

机械制造基础

（及金工实习）

主 编 陈长生
 副主编 方海生 吴 兴
 参 编 华钱锋 葛建华
 主 审 黄兴红



◎ 从材料到制造，全方位、全过程
 生产现场的典型案例
 做中学、做中教
 知识+方法+工艺+实习+应用

机械制造基础

(及金工实习)

主 编 陈长生
副主编 方海生 吴 兴
参 编 华钱锋 葛建华
主 审 黄兴红



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造基础 / 陈长生主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2012. 10
ISBN 978-7-308-10162-2

I. ①机… II. ①陈… III. ①机械制造 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 141539 号

内容简介

本书是根据高职高专机械类专业机械基础课的基本要求组织编写的。全书共分三篇 17 章。第一篇为机械工程材料,介绍了金属材料的性能,钢铁材料及其热处理,其他工程材料,机械零件的选材;第二篇为毛坯成形方法,介绍了铸造,锻压,焊接,非金属材料成型,毛坯选择;第三篇为金属切削加工,介绍了金属切削加工基础,车削加工,铣削加工,刨磨镗拉,钳工,其他机械制造技术,机械制造工艺,生产技术管理知识等。

全书由长期从事教学一线的骨干教师编写。内容选取上体现机械制造的全过程,通过“基础知识、基本方法、典型工艺、教学实习、综合应用”,构成知识、能力结构链,便于教学实施。特别注意“做中学、做中教”的工艺教学特点,将课堂教学与实习训练进行了有机整合。

本书可作为高职高专机械类专业、机电结合专业或其他近机类专业机械基础课程的教材,也可供继续教育和工程技术人员学习参考。

机械制造基础

陈长生 主编

责任编辑 杜希武

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州好友排版工作室

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 23.25

字 数 565 千

版 印 次 2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-10162-2

定 价 48.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88925591

前 言

《机械制造基础》课程是高职教育工院校进行产品的制造工艺教育的一门重要的技术基础课程,着重阐述常用工程材料及主要加工方法的基本原理和工艺特点,全面介绍机械零件常用材料的选用、毛坯的生产、机械加工所涉及的知识、方法。课程兼有基础性、实用性、知识性、实践性等特点。制造技术是现代科学技术的重要组成部分。离开高度发达的制造技术,就没有现今社会丰富的物质基础。作为技术应用性人才的高职高专学生,了解机械制造过程,掌握制造技术基础知识与方法,提高自己的技术文化素养,无论对于后续课程的学习,还是对于今后的工作和发展都是至关重要的。

本教材在内容的选择和编写上有如下特点:

1. 全书对从原材料到产品的机械制造全过程进行了全面地、概述性地介绍,虽不求对某一方面内容作深入探讨,但还是尽量列举生产现场的典型案例进行叙述,力求教学内容充实,以便于不同教学要求时的选择。

2. 根据课程的特点组织编排内容,通过“基础知识—基本方法—典型工艺—教学实习—综合应用”组织各篇的章节,构成一个符合认知规律的知识、能力结构链,不仅内容精练有序,而且便于教学操作。

3. 运用“做中学、做中教”的工艺教学理念,对课程的理论教学与实习训练进行了整合。试图通过在实习期间进行课堂教学的形式,让学生不仅从书本上认识材料、工具、设备,而且在实习中接触感受。在实习中进行理论教学,让学生的知识、能力再得以进一步的扩展。避免简单项目教学所造成的知识狭窄、实际动手能力弱的问题。

此外,我们发现,无论是用于自学还是用于教学,现有教材所配套的教学资源库都远远无法满足用户的需求。主要表现在:1)一般仅在随书光盘中附以少量的视频演示、练习素材、PPT文档等,内容少且资源结构不完整。2)难以灵活组合和修改,不能适应个性化的教学需求,灵活性和通用性较差。为此,本书特别配套开发了一种全新的教学资源:立体词典。所谓“立体”,是指资源结构的多样性和完整性,包括视频、电子教材、印刷教材、PPT、练习、试题库、教学辅助软件、自动组卷系统、教学计划等等。所谓“词典”,是指资源组织方式。即把一个个知识点、软件功能、实例等作为独立的教学单元,就像词典中的单词。并围绕教学单元制作、组织和管理教学资源,可灵活组合出各种个性化的教学套餐,从而适应各种不同的教学需求。实践证明,立体词典可大幅度提升教学效率和效果,是广大教师和学生的得力助手。

全书共分为三篇,第一篇为机械工程材料,第二篇为毛坯成形方法,第三篇为金属切削加工。本书由长期从事技术教学的一线教师承担编写。参加本书编写的有浙江机电职业技术学院陈长生(绪论、第1、2、3、4章)、华钱锋(第5、7章)、方海生(第6、10、11、13、15、16章)、吴兴(第8、9、12、17章)、葛建华(第14章)。全书由陈长生任主编并统稿,方海生、吴兴任副主编。浙江机电职业技术学院黄兴红任主审。

限于编写时间和编者的水平,书中必然会存在需要进一步改进和提高的地方。我们十分期望读者及专业人士提出宝贵意见与建议,以便今后不断加以完善。请通过以下方式与我们交流:

● 网站:<http://www.51cax.com>

● Email:book@51cax.com,market01@51cax.com

● 致电:0571-28852522,0571-87952303

杭州浙大旭日科技开发有限公司为本书配套提供立体教学资源库、教学软件及相关协助。在全书的编写和出版过程中受到浙江省高等职业教育机械设计制造类专业教学指导委员会的指导与帮助,承蒙秘书长来建良教授的专门过问与指点;浙江大学出版社给予了大力支持;编写过程中还承蒙许多专家和同行提供了许多宝贵意见和建议。编者在此一并致以衷心的感谢。

编者

2012年10月于杭州

绪 论

0.1 机械制造的概念

人们在社会生产和日常生活中,使用着大量的机械,如各种机器、仪器和工具。机械是由一定形状和尺寸的零件所组成的,机械制造就是生产零件并将它们装配成机器、仪器和工具,以满足社会需求的活动。

任何社会,物质财富都是人类生存和发展的基础,制造是人类创造物质财富最基本、最重要的手段,尤其在这样一个工业化过程尚未完成的发展中大国里,制造业更是社会物质财富的主要来源。制造业是实体经济的核心产业。目前,我国工业在国民经济中所占比例超过 50%,其中的制造业产值占工业总产值近一半。以 2001 年为例,我国制造业直接创造国民生产总值的 1/3,占整个工业生产的 4/5。为国家财政提供 1/3 以上的收入。

制造业是工业经济时代国家经济增长的“发动机”。制造业一方面创造价值,生产物质财富和新的知识,另一方面为国民经济各部门包括国防和科学技术的进步和发展提供各种先进的手段和装备。20 世纪兴起的核技术、空间技术、信息技术、生物学技术等高新技术无一不是通过制造业的发展而产生并转化为规模生产力的。其直接结果是导致诸如集成电路、电子计算机、智能机器人、生物反应器、医疗仪器、核电站、人造卫星、航天飞机等产品的问世,并由此形成了机械制造业中的高新技术产业,使人类社会的生活方式、生产方式、企业与社会组织结构与经营管理模式,乃至人们思维方式都产生了深刻变化。机械制造业成为所有高新技术得以发展的载体和规模生产力转化的基础和桥梁。

0.1.1 机械制造系统

用系统的观点看,机械制造企业可以描述为一个输入各种制造资源,输出市场所需产品的输入输出系统。是一个为有效完成机械产品制造任务所组成的生产系统。

如图 0.1.1 所示,在制造系统运行过程中,伴随物料、信息流和能量流等三流的运动。

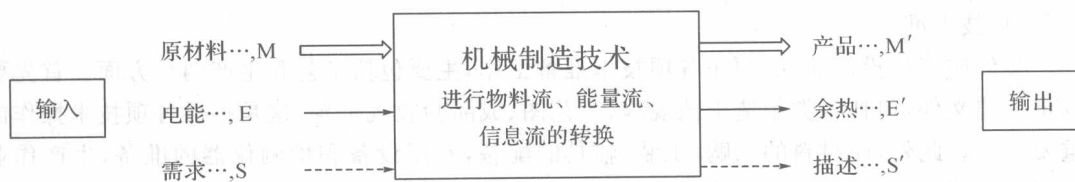


图 0.1.1 机械制造系统

(1)物料流 系统输入原材料或坯料,以及相应的工艺辅料等,经输送、熔化、加压、切削、检验等过程输出半成品或成品,这种制造中物料的输出、输出的动态过程便是物料流。

(2)信息流 制造中所集成的市场需求、法律法规、加工任务、技术要求、设备状态、质量指标、工艺参数、产品特性等所有静态与动态信息的交换和处理过程构成制造中的信息系统,信息系统通过与制造中各状态进行信息交换,有效控制制造中的效率与质量。该信息在制造中的作用过程便是信息流。

(3)能量流 能量流是一切运动的基础,制造中维持各运动时,所需要的电、气、煤、油等。系统中能量的传递、转换、消耗等能量运动便是能量流。

任何制造中均存在这基本“三流”,“三流”之间互相联系、影响,形成不可分割的有机整体。

0.1.2 机械制造的过程

从运作过程看,机械制造系统可看成是产品的生命周期全过程,包括市场分析、产品设计、工艺编制、生产准备、毛坯制造、零件加工、装配、检验、产品销售及售后服务等各环节,通过整体的计划、协调使系统内各环节有序运作,以获得最佳的生产效果,如图 0.1.2 所示。作为系统中的各个环节是相互影响的,不仅应重视将原材料转变为产品的各种工艺过程及其设备,而且还应重视市场分析、产品设计,以及原材料与元器件的产地、质量、供应状况等前期环节,重视产品运输、销售、售后服务等后期环节,并将上述所有环节及其相关部门组成一个信息共享、密切配合的系统。同时,产品设计应充分注意后续环节的具体情况,零件的材料、结构、精度等都应与后续加工相适应。

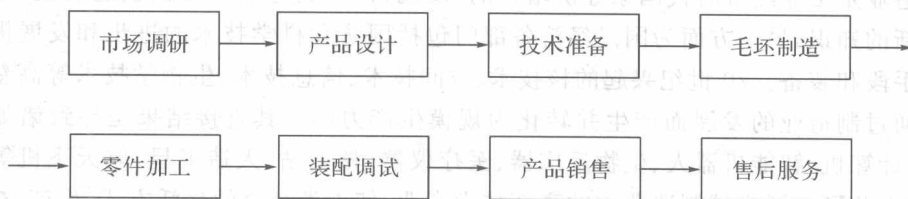


图 0.1.2 机械制造系统运作过程

如果仅从生产对象的形状、尺寸、相对位置和内在性质的改变去观察产品的制造过程,人们可以更多地注意到涉及制造技术相关的基本内容。如图 0.1.2 中的技术准备、毛坯制造、零件加工、装配调试等基本环节,就是人们通常所说的机械制造基本内容,这也是狭义的机械制造概念所包含的内容。

0.1.3 机械制造的基本环节

(1)技术准备

零件或产品投产前,必须作各项技术准备工作,主要包括工艺和生产两个方面。首先要制定工艺文件,包括各类制造工艺规程、工艺图、成品验收规范等,这是指导各项技术操作的重要文件。此外,原材料的采购,工装、辅具的配备,专用设备和检测仪器的准备,生产作业计划制定等,都要在技术准备阶段安排就绪。

(2)毛坯制造

毛坯是原材料加工成零件过程中的中间产物,是特意制成的供进一步加工用的生产对



象。合理选择毛坯的制造方法,可显著提高生产效率、改善内在性能、降低制造成本。常用的毛坯制造方法有:铸造、锻压和焊接。铸造利用金属的流动性进行液态成形;锻压借助金属的塑性完成变形加工;焊接依靠金属原子间的结合力实现固定连接。铸造、锻压和焊接通常也称为热加工。对于外形简单的零件也可以直接选择型材作为毛坯。

(3) 零件加工

金属切削加工是零件加工的主要方法。它是用切削刀具将毛坯或工件上的多余材料切除,以获得零件所要求的尺寸、几何精度和表面质量的加工方法。根据刀具与工件间的相对运动形式及使用设备的不同,切削加工有车、钻、刨、铣、磨以及锯、锉、铰、刮、研等。金属切削加工通常也称为冷加工。

(4) 产品检验和装配

每个零件按其在机器中的作用不同,都有一定的精度、表面粗糙度等相关技术要求,而零件在加工过程中,不可避免地会产生加工误差。因此,必须设定检验环节,以对加工过程产生的尺寸、几何形状误差等进行检验。此外,对于承受重载或高温、高压条件下工作的零件还应进行性能检验,如缺陷检验、力学性能或金相组织检验等。只有当质量检验全面合格后零件才能使用。

装配是指按规定的技术要求将零件或部件进行组配和连接,使之成为产品的工艺过程。装配过程中必须严格遵守技术条件的规定,如零件的清洗、装配顺序、装配方法、工具使用、结合面修磨、润滑剂施加及运转跑合、油漆和包装等,只有这样才能最终得到满足要求的合格产品。

0.2 机械制造业的发展趋势

机械制造业特别是装备制造业是国家的战略性产业,是衡量国家国际竞争力的重要标志,在经济全球化进程中也是决定国家在国际分工地位的关键。因此,无论是发达国家还是新兴工业国家,都把机械制造业的发展作为提高竞争力、振兴国民经济的重要战略手段。

0.2.1 机械制造技术发展史

大约 50 万年前,人类学会了用火,逐渐开始用火烧制陶器,第一次对材料的加工超出了仅仅改变材料几何形状的范围,开始能够改变材料的物理和化学性能,通过复杂的工艺过程,利用了火这种自然力创造出自然界所没有的人工材料。人类在烧制陶器的过程中发明了冶铜术,后来又发现把锡矿石加到红铜中一起冶炼,制成了更加坚韧耐磨的青铜,从而使人类于公元前 5000 年进入青铜器时代。

大约在公元前 1200 年左右,人类进入铁器时代。最先掌握的是铸铁冶炼术,后来炼钢工业迅速发展,成为 18 世纪产业革命的重要内容和物质基础。1775 年,英国人威尔肯逊为了制造瓦特发明的蒸汽机而制造了气缸镗床,标志着人类用机器代替手工的机械化进入了新的发展时期。随后相继出现了各种类型的金属切削机床和刀具,以及自动线、加工中心、数控系统和无人化全自动工厂。

古老的中华民族在机械制造技术方面也做出了辉煌的成就。在夏(公元前 2140 年开始)以前就掌握了青铜冶炼术,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。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,结构精致,形态逼真,由3400多个零部件组成,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、抛光以及各类联接等多种工艺;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。

我国金属切削加工技术可追溯到青铜器时代。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,是世界上最早的机械制造方面的科学著作。

0.2.2 我国机械制造业的现状

虽然我国在机械制造的许多方面,都曾经处于世界领先地位。但是,在18世纪以后,特别是从1840年鸦片战争以后,我国的科学技术水平已处于落后的状态。直至新中国成立以后,特别是经过最近几十年的奋斗,我国在机械制造领域开始有了突飞猛进的发展。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。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,中国制造业正在成为全球制造和供应基地。

我国是制造业大国,但远不是制造业强国。在机械加工方面,我国已大量使用涂层高速钢刀具和涂层硬质合金可转位刀具,普遍采用了50~500m/s的切削速度。但与工业发达国家相比,差距在于涂层硬质合金刀具的品种还不能满足需要,超硬刀具应用所占比例很小。近年来在高速磨削、强力磨削、成形磨削和砂带磨削方面,在应用超硬磨料砂轮磨削方面,都有较大发展,但高速磨削和大切深磨削在生产中应用不广,磨削效率与国外相差很大。我国自主开发了大型、五轴联动数控机床以及精密及超精密数控机床和一些成套生产线。但与国外相比,所生产的机床还不成系列,尤其是高性能的数控特种加工机床生产较少,在国际上缺乏竞争力。在精密加工和超精加工方面,我国一般工厂能稳定达到10~1 μ m,但与国外发达国家相比,仍有相当大的差距。现在超精加工正在向纳米(nm)级(1nm=10⁻³ μ m)进军。在测试技术方面,我国的长度计量标准检定设备已接近工业发达国家水平,三坐标测量机的测量精度接近工业发达国家水平。与国外相比,差距在于现场测试装置和仪器的精度低,稳定性差,寿命短,在线检测以及微机控制和数据处理的测试仪器少等。

0.2.3 机械制造技术发展趋势

在进入新世纪以来,微电子、信息、新材料、系统科学等为代表的新一代科学技术的发展对机械制造业产生着深刻的影响。多种多样的金属材料、高分子材料、无机非金属材料 and 复合材料给社会生产和人们生活带来了巨大的变化。各种特种加工和特种处理工艺方法也日益繁多。传统的机械制造正在发生变化,如铸造、压力加工、焊接、热处理、胶接、切削加工、表面处理等生产环节采用高效专用设备和先进工艺,普遍实行工艺专业化和机械生产自动化;为适应产品更新换代周期短、品种规格多样化的需要,高效柔性加工系统获得迅速发展;



计算机集成制造系统把计算机辅助设计系统(CAD)、计算机辅助制造(CAM)系统与生产管理信息系统(MIS)综合成一个有机整体,实现了机械制造过程高度自动化,极大地提高了劳动生产率和社会经济效益。

主要技术特征表现在以下几个方面:

(1)传统机械制造技术在不断吸收电子、信息、材料、能源和现代管理等方面成果的基础上形成了先进制造技术,并将其综合应用于机械产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务的机械产品制造全过程。以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产。提高对动态多变的市场的适应能力和竞争能力。

(2)机械产品加工制造的精密化、快速化。制造过程的网络化、全球化得到很大的发展,涌现出 CIMS、并行工程、敏捷制造、绿色制造、网络制造、虚拟制造、智能制造、大规模定制等先进生产模式,制造装备和制造系统的柔性可重组已成为 21 世纪制造技术的显著特征。

(3)机械工程的理论基础不再局限于力学,制造过程的基础也不只是设计与制造经验及技艺的总结。今天的机械工程学科比以往任何时候都更紧密地依赖诸如现代数学、材料科学、微电子技术、计算机信息科学、生命科学、系统论与控制论等多门学科及其最新成就。

0.3 本课程的任务

机械制造基础是一门研究机械制造的综合性技术基础课,主要介绍常用机械工程材料和机械制造所涉及的基础知识、基本方法、工艺特点、加工过程和结构工艺性等。通过本课程的学习,可以获得机械制造工艺过程的基本概念;熟悉常用工程材料性能及用途;初步掌握和选用毛坯或零件的成形方法及机械零件表面加工方法;了解特种加工、先进制造技术的概念和应用场合。

0.3.1 课程的教学形式

(1)理论教学:主线是工程材料→毛坯制造基础→切削加工基础→机械加工工艺。

(2)金工实习:包括热处理、铸工、锻工、焊工、车工、钳工、铣刨磨工等工种实习。

通过把金工实习的实践性教学环节和机械制造基础的理论性教学环节相结合的教学,使学生参与体会机器生产的过程,增强学生的工程实践能力,提高综合素质,培养创新精神和创新能力。同时初步建立起市场、信息、产品、生产、管理、质量、成本、安全、环保等大工程意识。

0.3.2 课程的特点与教学建议

本课程具有涉及的知识面宽、综合性强的特点,学习时应注意抓住本质。对于各类制造方法的学习,首先应从基础知识着手,通过对金属性能和工艺基础的研究,揭示各类工艺的内在规律,明确保证加工质量的途径和措施。然后以此为立足点,深入分析其基本方法、常规工艺过程和对零件结构的要求等。作为联系实际的一种尝试,努力培养自己解决实际零件加工工艺问题的能力,最后,再通过对同类加工中其他方法的了解与综合,使自己的认知得以深化和扩展。学习中还应注意比较不同类型的加工方法,认清它们的特点和联系。

本课程又具有技术性和实践性强的特点。在整个学习过程中必须注意密切联系实际,认真参加实习训练,使理论学习和技能掌握紧密结合起来。对于没有冷、热加工实习条件的学校,一定要多参观机械制造厂的铸造、锻压、焊接、切削加工和装配车间。仔细观察各类加工的工艺过程、使用的设备和工具等,以便在学习中起到更好的效果。

课程教学建议

(1)理论与实际紧密结合。对机械制造基本知识、方法的教学,采用课堂教学、现场教学、电化教学、座谈讨论等多种形式。对金工实习的教学,可在实习车间由指导教师通过实例进行操作示范、巡回指导、学生加工、现场总结等形式来开展。实习教学与基础理论教学进度基本同步,有助于从理论上建立基本概念的同时,在实践中获得感性认识。既可以用基本理论知识指导操作训练,也可以通过实践操作中所见所闻与亲身体会加深理解和强化理论知识。这是一个“有机结合、相辅相成”的学习过程,从而实现理论知识和实践技能互动式增长提高。

(2)切实地学习各工种的操作技能。机械制造的实践能力是工科学生的基本素质之一,掌握各工种的设备、工具的使用,完成基本零件的制作是实习的任务。金工实习中所要求完成的加工任务,集中了多项机械制造基本操作技能的训练,应认真努力完成。在实践中不断体会、不断改进、不断提高。

(3)贯彻“科学主导工程”的思想。现代工程技术的背后都有严密的科学理论来主导工程系统的行为,许多所谓经验知识的取得,最终都要归结到普遍的科学原理。在实践过程中,要勤于思考,善于总结,自始至终都要和指导教师保持密切的交流,使他们的经验和收获都能为拓展自己的认识提供帮助。

0.3.3 实习安全

必须严格遵守安全操作规程。实习前先要接受安全教育,认识冷、热加工实习中的各类危险及防止措施,在安全操作规程的指导下开展实习活动。自觉遵守实习车间的劳动纪律,工作前必须穿好工作服,戴好防护用品;坚守工作岗位,不得擅自离岗。

必须严格遵守工艺操作规程。实习中要开动生产设备,使用各种工具,制作多种零件,期间会接触到加热炉、熔炼炉、压力机、焊机、机床、砂轮机。按工艺要求操作各种设备和工具完成实习任务,避免触电、机械伤害、爆炸、烫伤和中毒等工伤事故的发生。

文明生产,培养良好习惯。实习中使用过的实习设备,做到用后擦拭干净,摆放整齐。自觉打扫周围环境,做好交接班工作,做到整洁有序,创造一个安全有效的实习环境。特别注意保持实习场地运输通道的畅行无阻,防止物料运输、金属液浇注、工件热处理等过程中,出现人距离危险物过近的现象。

目 录

绪 论	1
第一篇 机械工程材料	
第 1 章 金属材料的性能	9
1.1 材料的静态力学性能	9
1.1.1 强度与塑性	9
1.1.2 硬度	12
1.2 金属材料的动态力学性能	15
1.2.1 冲击韧度	16
1.2.2 材料的疲劳强度	17
1.3 影响金属材料性能的因素	18
1.3.1 金属的晶体结构	18
1.3.2 合金的晶体结构	21
1.3.3 合金的组织	22
思考与练习题	23
第 2 章 钢铁材料及其热处理	25
2.1 铁碳合金基础	25
2.1.1 铁碳合金的基本组织	25
2.1.2 铁碳合金状态图	26
2.1.3 含碳量对铁碳合金平衡组织和性能的影响	27
2.1.4 铁碳合金状态图的应用	28
2.2 钢的热处理	29
2.2.1 钢的热处理基础	29
2.2.2 钢的常用热处理方法	33
2.3 工业用钢	37
2.3.1 结构钢	38
2.3.2 工具钢	40

2.3.3 特殊性能钢	41
2.4 铸铁	41
2.5 钢的热处理实习	43
2.5.1 热处理操作实习	43
2.5.2 钢材的火花鉴别	45
思考与练习题	50
第3章 其他工程材料	52
3.1 有色金属材料	52
3.1.1 铝及铝合金	52
3.1.2 铜及铜合金	54
3.1.3 轴承合金	55
3.1.4 粉末冶金材料	55
3.2 非金属材料	56
3.2.1 高分子材料	56
3.2.2 陶瓷材料	59
3.3 复合材料	60
3.3.1 组成与性能特点	60
3.3.2 常用复合材料及应用	61
3.4 功能材料	63
3.5 纳米材料	64
思考与练习题	64
第4章 机械零件的选材	66
4.1 机械零件的选材原则	66
4.2 零件热处理的技术条件和工序位置	68
4.3 典型零件的选材分析	69
4.3.1 零件选材的方法	69
4.3.2 齿轮零件的选材	70
4.3.3 轴类零件的选材	71
4.3.4 箱体类零件的选材	72
思考与练习题	72

第二篇 毛坯成形方法

第5章 铸 造	75
5.1 铸造成形基础	75

5.1.1	铸造概述	75
5.1.2	合金的铸造性能	76
5.2	砂型铸造	80
5.2.1	砂型铸造的工艺流程	80
5.2.2	手工造型	81
5.2.3	机器造型	86
5.2.4	铸造合金的熔炼和浇注	87
5.2.5	铸造工艺主要内容	88
5.2.6	铸件结构工艺性	95
5.3	特种铸造	100
5.3.1	金属型铸造	100
5.3.2	压力铸造	100
5.3.3	低压铸造	101
5.3.4	离心铸造	101
5.3.5	熔模铸造	102
5.3.6	陶瓷型铸造	103
5.3.7	消失模铸造	103
5.3.8	连续铸造	103
5.3.9	挤压铸造	103
5.4	铸件的检验	104
5.4.1	铸件的缺陷	104
5.4.2	铸件的检验方法	105
5.5	铸造实习	106
5.5.1	铸造实习安全技术	106
5.5.2	手轮的挖砂造型实习	106
	思考与练习题	107
第 6 章	锻 压	109
6.1	锻压成形基础	109
6.1.1	锻压概述	109
6.1.2	塑性变形对金属组织和性能的影响	111
6.1.3	金属的锻造性能	113
6.2	自由锻造	113
6.2.1	自由锻造设备	114
6.2.2	自由锻造的基本工序	114
6.2.3	自由锻工艺主要内容	117
6.2.4	自由锻件结构工艺性	119

6.3 模锻	120
6.3.1 锤上模锻	121
6.3.2 曲柄压力机上模锻	121
6.3.3 摩擦压力机上模锻	122
6.3.4 锻模与模膛	123
6.3.5 模锻件的锻件图	123
6.3.6 金属在模膛内的变形过程	124
6.3.7 模锻件的结构工艺性	125
6.4 胎膜锻造	126
6.5 板料冲压	127
6.5.1 板料冲压加工种类、特点及其应用	127
6.5.2 冲压设备	127
6.5.3 冲压加工的基本工序	127
6.6 其他压力加工方法简介	131
6.6.1 精密模锻	131
6.6.2 高速锻锤	131
6.6.3 液态模锻	131
6.6.4 超塑性模锻	132
6.6.5 零件的轧制和挤压	133
6.7 锻件的检验	134
6.7.1 锻件常见缺陷	134
6.7.2 锻件的质量检验	135
6.8 自由锻实习	135
思考与练习题	136
第7章 焊 接	138
7.1 焊接成形基础	138
7.1.1 焊接概述	138
7.1.2 熔焊接头的组织与性能	139
7.1.3 焊接应力与变形	141
7.1.4 金属的焊接性能	145
7.2 手工电弧焊	147
7.2.1 焊接过程	147
7.2.2 电弧焊设备	149
7.2.3 焊接工艺主要内容	150
7.3 其他焊接方法	156
7.3.1 气焊	156



7.3.2	埋弧焊	158
7.3.3	气体保护电弧焊	159
7.3.4	电阻焊	160
7.3.5	钎焊	161
7.3.6	等离子弧焊	161
7.3.7	电渣焊	162
7.4	热切割	163
7.4.1	气割	163
7.4.2	等离子弧切割	164
7.4.3	激光切割	164
7.5	焊接结构工艺性	165
7.5.1	焊接结构材料的选择	165
7.5.2	焊接方法的选择	166
7.5.3	焊缝的布置	166
7.6	焊接缺陷和检验	168
7.6.1	焊接缺陷	168
7.6.2	焊接检验	170
7.7	焊接实习	172
7.7.1	手工电弧焊实习安全规程	172
7.7.2	手工电弧焊实习	172
7.7.3	焊接用电安全	173
	思考与练习题	175
第 8 章	非金属材料成型	176
8.1	工程塑料的成型	176
8.2	橡胶成型	179
8.3	复合材料成型	181
	思考与练习题	182
第 9 章	毛坯选择	183
9.1	毛坯的种类及其选择原则	183
9.1.1	毛坯的种类及特点比较	183
9.1.2	毛坯选择的原则	185
9.2	典型零件毛坯的选择	187
9.2.1	轴杆类零件毛坯的选择	187
9.2.2	盘套类零件毛坯的选择	189
9.2.3	箱体机架类零件的毛坯选择	191
	思考与练习题	191

第三篇 金属切削加工

第 10 章 金属切削加工基础	195
10.1 概述	195
10.1.1 金属切削运动	195
10.1.2 切削用量	197
10.2 金属切削过程	198
10.2.1 切屑的形成过程	198
10.2.2 切屑的类型	199
10.2.3 切削力	200
10.3 金属切削机床	201
10.3.1 机床的分类	201
10.3.2 机床型号的编制方法	201
10.3.3 机床的基本组成部分	204
10.3.4 金属切削机床的发展	205
10.4 金属切削刀具	205
10.4.1 切削刀具材料	205
10.4.2 刀具切削部分的几何形状	107
10.5 工件材料的切削加工性	210
10.5.1 工件材料的切削加工性的评定	210
10.5.2 影响材料切削加工性的主要因素	211
10.5.3 改善工件材料切削加工性的途径	211
10.6 测量基础知识	212
10.6.1 互换性与机械加工精度	212
10.6.2 常用计量器具介绍	214
10.7 磨刀实习	220
思考与练习题	221
第 11 章 车削加工	223
11.1 车削加工范围	223
11.2 车削加工的工艺特点	224
11.3 车床及其操作	224
11.3.1 卧式车床的组成与功用	224
11.3.2 车床的操作	225
11.4 车削加工基本方法	227