



普通高等学校机械制造技术基础
理论与实践一体化课程系列教材

工程实践

机械与近机械类

(第二版)

主编 周世权 杨雄 廖结安

Gongcheng Shijian



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



普通高等学校机械制造技术基础理论与实践一体化课程系列教材

工程实践

(机械与近机械类)
(第二版)

主 编 周世权 杨 雄 廖 浩 安
副主编 朱定见 罗 烈



华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书主要论述了基本制造工程方法、工艺过程及现代工程技术和方法,教学中以项目制作的方式引导学生自主学习、自主实践,并把技能培训、工艺方法选择和应用、质量检测融于项目的制作中。全书分为8章,包括制造工程工艺概论,金属材料及其他工程材料的性能与应用,基本材料的液态成形、塑性成形和连接成形,基本机械加工技术(包括切削加工的基础知识,车削加工,铣削、刨削、磨削加工,齿轮齿形加工,钳工及装配等),数控加工与特种加工等,机械零件制造工艺过程。本书配备有《基于项目的工程实践实操指导书》,书中包括相应的重点内容的实习报告,供学生在任课教师和实践指导人员的指导下,选择制造方法、工艺参数并进行加工制造,对制作的产品进行分析,以此作为评定学生实践能力的重要依据之一。

本书是培养具有分析和解决工程实际问题能力、综合制造工艺能力和现代制造技术人才的入门教材,可供高等工科院校机械及近机械类专业“工程实践”,包括“金工实习”“认识实习”“生产实习”等实践性教学环节之用。

图书在版编目(CIP)数据

工程实践:机械与近机械类/周世权,杨雄,廖结安主编.—2版.—武汉:华中科技大学出版社,2016.12

普通高等学校机械制造技术基础理论与实践一体化课程系列教材

ISBN 978-7-5680-2290-3

I. ①工… II. ①周… ②杨… ③廖… III. ①机械制造工艺-高等学校-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 261110 号

工程实践(机械与近机械类)(第二版)

周世权 杨雄 廖结安 主编

Gongcheng Shijian(Jixie Yu Jinjixielei)

策划编辑:万亚军

责任编辑:万亚军

封面设计:原色设计

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:20.75

字 数:437千字

版 次:2016年12月第2版第1次印刷

定 价:45.00元



华中出版

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

前 言

为了培养学生的工程意识、综合能力,使其掌握制造工艺的基本知识和初步的操作技能,在总结原《金工实习》教材内容的基础上,按照“机械制造技术基础理论实践一体化课程建设”改革过程中所提出的“理论与实践相结合,加强实践,促进自主学习和主动实践,培养创新能力”的要求,经过精选传统的金属工艺、扩充制造项目内容,形成理论-实践-项目指导系列教材,我们编写了本书。

本书以制造工艺方法与工艺过程为核心,以工艺 CAD/CAM 为主线,以数控加工为龙头,以大工程背景和工艺技能为基础,按照材料成形、制造工艺技能培训的教学模式,除包括常用的金属材料及其成形工艺之外,还突出了技术测量与质量检验、新材料和新工艺、现代制造技术的内容。

本书打破了传统教材按照工艺设备编排教学内容的方法,按照制造工程的系统和工艺特征编排教学内容,从而避免了不必要的重复和繁琐,内容更加精练和系统化。按照培养实践能力、提升综合工艺能力的要求,书中将不详述设备及工具和操作方法,而主要介绍工艺过程原理、工艺方法的特点和应用、CAD/CAM 的原理和技术。

书中的重要术语有英文注释,以方便双语教学。为使本教材具有可操作性,书中主要内容都配有可自主选择的实践项目,通过项目式教学方法,实现学生自主实践,避免单一的“师傅带徒弟”式的教学模式。

为更好地与后续课程相配合,使学生通过工艺实践建立工程系统和工艺技术的感性知识,将感性知识条理化并使之成为理性知识,最终掌握工艺原理和方法。本书理论课内容与实践课内容的比例为 1:5,主要工艺原理和设计等内容将在后续机械制造技术基础课程中讲述,以保证本书以实践为主的特色。另外,按照理论与实践一体化教学模式的要求,二年级上学期进行基本工艺和现代制造技能培训,使学生建立制造工艺的基本感性认识和基本动手能力,地点可以选择校内和校外的工程实训中心;二年级下学期进行机械制造基础课程教学和典型项目的独立自主制作,以及综合项目的团队合作制造工艺训练,使学生初步掌握主要工艺方

法和工艺过程,具有利用工艺原理进行工艺分析的初步能力,将理论与实践有机结合,并通过理论指导实践,完成项目的设计与制作。学生人数少的学校,也可以安排在一个学期完成。

本书为高等工科院校本科及专科机械及近机械类专业的“基本制造工艺工程实践”(包括“金工实习”和“认识实习”)课程的教材,以学生自学为主,教师讲授为辅。总学时为4~6周,可结合相关实践性课程,以开放的方式分散、自主地进行。每章论述了学习的重点内容,明确了学生的任务和指导教师的工作,并附有复习思考题,实习报告将在与本书配套的《基于项目的工程实践实操指导书》中给出。最后,学生要通过理论知识(20%)、实践能力(40%)和项目制造质量(40%)的综合考核。

本书由华中科技大学的周世权、长江大学的杨雄和塔里木大学的廖结安担任主编,湖北文理学院的朱定见、湖南文理学院的罗烈雷和昌吉学院的朱超担任副主编,参加编写的还有华中科技大学的田文峰、赵軼、李智勇。具体编写分工是:周世权编写绪论、第1章、第3章、第8章,杨雄编写4.2节和4.3节,廖结安编写5.3节,朱定见编写第2章、5.1节和5.2节,罗烈雷编写4.1节,朱超编写5.4节,田文峰编写第7章,赵軼编写第6章,李智勇编写5.5节。

自第一版问世以来,广大师生给予较好评价,同时也提出了许多有益的建议。本次再版对全书进行了细致的审定,精简了部分与教学联系不太紧密的内容,订正了存在的差错,以使本书趋于完善。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有缺点和错误,恳请读者给予指正。

编 者

2016年9月

目 录

绪论	(1)
第1章 制造工程概论	(7)
1.1 工程	(7)
1.2 制造工程	(11)
第2章 制造工程质量与检验	(24)
2.1 产品质量	(24)
2.1.1 加工质量	(24)
2.1.2 装配质量	(33)
2.2 质量检测方法	(33)
2.3 质量检测仪器	(35)
第3章 材料性能与应用	(42)
3.1 金属材料	(42)
3.1.1 金属材料的性能	(42)
3.1.2 常用金属材料	(44)
3.1.3 钢的热处理的基本概念	(46)
3.2 其他工程材料	(49)
3.2.1 工程塑料	(50)
3.2.2 合成橡胶	(51)
3.2.3 陶瓷	(52)
3.2.4 复合材料	(52)
3.2.5 纳米材料	(54)
第4章 基本材料成形技术	(56)
4.1 铸造	(56)
4.1.1 砂型铸造	(56)
4.1.2 特种铸造	(67)
4.1.3 铸造方法的比较	(73)
4.1.4 金属熔炼	(74)
4.1.5 浇注	(77)
4.1.6 铸件的清理	(77)
4.1.7 铸件的质量检验和缺陷分析	(78)
4.2 锻压	(80)

4.2.1	锻压工艺	(81)
4.2.2	锻压模具	(95)
4.2.3	锻压件质量检验与缺陷分析	(97)
4.3	焊接	(99)
4.3.1	常用焊接方法	(99)
4.3.2	其他焊接方法	(107)
4.3.3	焊件质量检验与缺陷分析	(113)
第5章	基本机械加工技术	(115)
5.1	切削加工基础知识	(115)
5.1.1	切削加工的分类和特点	(115)
5.1.2	切削运动	(116)
5.1.3	基准和装夹	(119)
5.1.4	刀具材料	(121)
5.2	车削	(123)
5.2.1	车床	(124)
5.2.2	车刀	(130)
5.2.3	工件的安装及所用附件	(135)
5.2.4	车削工作	(139)
5.3	铣削、刨削与磨削	(150)
5.3.1	铣削	(150)
5.3.2	刨削	(162)
5.3.3	磨削	(165)
5.4	齿轮齿形加工	(174)
5.5	钳工及装配	(177)
5.5.1	划线	(177)
5.5.2	钳工的基本工作	(181)
5.5.3	装配的基本知识	(190)
第6章	数控加工	(194)
6.1	数控机床	(194)
6.1.1	概述	(194)
6.1.2	数控加工程序编制	(197)
6.2	数控车床	(199)
6.2.1	数控车床的组成及用途	(199)
6.2.2	数控车床的基本操作	(200)
6.3	数控车削编程基础	(212)
6.3.1	数控编程的内容与方法	(212)

6.3.2	坐标系的设定	(213)
6.3.3	数控车床的指令字符	(215)
6.3.4	数控加工与编程准备	(218)
6.4	数控车削加工工艺	(221)
6.4.1	车外圆	(221)
6.4.2	车台阶端面	(224)
6.4.3	倒角	(227)
6.4.4	车槽	(229)
6.4.5	圆弧加工	(232)
6.5	数控铣削加工工艺	(236)
6.5.1	数控铣床	(236)
6.5.2	数控铣床的加工特点	(239)
6.5.3	铣床数控系统的功能简介	(240)
6.5.4	数控铣床的操作	(242)
6.5.5	数控铣削加工	(256)
6.6	加工中心	(278)
第 7 章	特种加工与工业机器人	(284)
7.1	电火花加工	(284)
7.2	激光加工	(287)
7.3	超声加工	(289)
7.4	工业机器人	(290)
7.4.1	工业机器人的结构、分类及应用	(290)
7.4.2	工业机器人的示教再现控制	(293)
7.4.3	机器人编程语言	(295)
第 8 章	制造工艺过程的基础知识	(304)
8.1	工艺过程的基本知识	(304)
8.2	毛坯	(306)
8.3	定位基准	(308)
8.3.1	工件的安装	(308)
8.3.2	工件定位	(311)
8.4	工艺路线	(315)
8.4.1	加工方法的选择	(315)
8.4.2	加工顺序的安排	(318)
参考文献		(321)

绪 论

1. “工程实践”课程的性质、地位和作用

“工程实践”(engineering practice)是一门实践性很强的技术基础课,是学生学习“工程材料”“材料成形技术基础”“机械制造技术基础”系列课程的先修课,也是获得机械制造基本知识的必修课。

“工程实践”课程研究产品从原材料到合格零件或机器的制造工艺技术。学生在工程实践过程中通过参观典型的制造工程系统、独立的实践操作和综合制造工艺过程训练,将有关制造工程的基本工艺理论、基本工艺知识、基本工艺方法和基本工艺实践有机结合起来,达到获取丰富的感性知识的目的。通过创新实践,将感性认知条理化,并上升为理性认知,实现认识的第一次飞跃,并为实现从理性知识到指导实践的第二次飞跃做好充分的准备。

“工程实践”课程还对学生成为工程技术人员的过程中所应具备的基本知识和基本技能等综合素质进行培养和训练。

2. “工程实践”课程的内涵和新特点

制造工程历史悠久,是一门研究物质从原材料到合格产品的制造工艺过程的学科。它源于机械制造工程,经过科学技术工作者的长期努力,现已发展成为包括机械制造工程、电子产品制造工程和化工产品制造工程在内的现代制造工程学科。制造工程主要指机械制造工程,即将原材料通过制造工艺变为具有一定功能的机器或零部件的过程。

制造业是国民经济的基础,它担负着向其他各部门提供工具、仪器、机械设备和装备的任务。据西方工业国家统计,制造业创造了社会财富的约60%、国民经济的约45%。如果没有制造业,信息技术、材料技术、海洋工程技术、生物工程技术以及空间技术等新技术的发展将会受到很大制约。可以说,制造业的发展水平是衡量一个国家经济实力和科学技术水平的重要标志之一。

制造工程的主要内容包括材料成形和机械制造两大部分。

材料成形主要是指在保证性能要求的前提下,优质、低成本地获取具有一定结构和形状的毛坯或产品的工艺,通常将其称为热加工工艺。但是,其内涵远远超过了传统的热加工的范畴,主要包括铸造、焊接、锻压、热处理、粉末冶金、塑料成型、陶瓷和复合材料的成形等。

机械制造一般是指将材料成形所获毛坯,通过切除的工艺,优质、低成本地获取具有一定结构和形状、一定的精度和表面质量产品的工艺,通常将其称为冷加工工艺。但是,其内涵远远超过了传统的冷加工的范畴,主要包括车削、铣削、刨削、磨削、钳工、现代计算机控制的加工工艺(如数控机床和加工中心加工)、特种加工(如超声加工、电火花加工和激光加工)等。

由于科学技术的发展,传统制造工艺受到现代制造技术日益严峻的挑战,同时,现代制造技术又要以传统制造工艺为基础,因此,“工程实践”课程将以基本制造工艺为主,以现代制造技术为辅。然而,现代制造技术已经成为大中型制造企业的主要生产技术,因此有必要逐步增加现代制造技术的知识——这是其新特点。

3. 现代制造技术的特征

所谓制造技术,是按照人们所需的目的、运用知识和技能、利用客观物质工具使原材料变成产品的技术的总称。制造技术是制造业的技术支柱,是一个国家经济持续增长的根本动力。

现代制造技术是计算机及信息技术应用于制造技术的总称,它在传统制造技术的基础上不断吸收机械、电子、信息、材料、通信及现代管理等方面的技术成果,将其综合应用于设计、制造、检测、管理、售后服务等产品生命周期的全过程。现代制造技术具有下列特征:

① 引入计算机技术、传感技术、自动化技术、新材料技术以及管理技术等,并与传统制造技术相结合,使制造技术成为一个能驾驭生产过程的物质流、信息流和能量流的系统工程。

② 传统制造技术一般单指加工制造过程的工艺方法,而现代制造技术则贯穿了从产品设计、加工制造到产品销售及使用维护等全过程,成为“市场—产品设计—制造—市场”的大系统。

③ 传统制造技术的学科、专业单一,界限分明;而现代制造技术的学科、专业间不断交叉、融合,其界限逐渐淡化甚至消失。

④ 生产规模的扩大以及对最佳技术经济效益的追求,使现代制造技术比传统技术更加重视工程技术与经营管理的结合,更加重视制造过程组织和管理体制的简约化及合理化,由此产生一系列技术与管理相结合的新的生产方式。

⑤ 发展现代制造技术的目的在于能够实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产并取得理想的技术经济效益。

4. 现代制造技术的范畴和分类

现代制造业已不再只是一个古老的工业,而是一个用现代制造技术进行了改造、充实和发展的多学科交叉的、综合的、充满生命力的工业。现代制造技术不仅需要数学、力学等基础科学知识,还需要系统科学、控制技术、计算机技术、信息科学、管理科学以及社会科学等知识。1994年,美国联邦科学、工程和技术协调委员会将现代制造技术分为三个技术群:主体技术群、支撑技术群和制造基础设施技术群,如图0-1所示。

这三个技术群相互联系,相互促进,组成一个完整的体系,每个部分均不可缺少,否则就很难发挥预期的整体功能效益。

根据现代制造技术的功能和研究对象,结合国家先进制造技术专项计划指南,可将现代制造技术归纳为五个大类。



图 0-1 现代制造技术的体系结构

1) 现代设计技术

现代设计技术是根据产品功能要求,应用现代和科学知识制订方案,并使方案付诸实施的技术,它是一门多学科、多专业而且相互交叉的综合性很强的基础技术。它的重要性在于使机械产品设计建立在科学的基础上,促使产品由低级向高级转化,功能不断发展,质量不断提高。现代设计技术包含如下的内容:

① 现代设计方法,指产品动态分析和设计,产品摩擦学设计,产品防腐蚀设计,产品可靠性、可维护性及安全设计,优化设计,智能设计等。

② 设计自动化技术,指应用计算机技术进行产品造型和工艺设计、工程计算分析、模拟仿真、多变量动态优化等,以达到整体最优功能目标,实现设计自动化。

③ 工业设计技术,指开展机械产品色彩设计和中国民族特色与世界流派相结合的造型设计,增强产品的国际竞争力。

2) 现代制造工艺技术

(1) 精密和超精密加工技术 精密和超精密加工技术是指对工件表面材料进行去除,使工件的尺寸、表面性能达到产品要求所采取的技术措施。根据加工的尺寸精度和表面粗糙度,可大致分为三个不同的档次。

① 精密加工,其尺寸精度公差等级为 IT4~IT01,表面粗糙度 Ra 为 $0.3 \sim 0.03 \mu\text{m}$ 。

② 超精密加工,其尺寸精度公差等级为 IT01,表面粗糙度 Ra 为 $0.03 \sim 0.005 \mu\text{m}$,也称为亚微米加工。

③ 纳米加工,其尺寸精度公差等级高于 IT01,表面粗糙度 Ra 小于 $0.005 \mu\text{m}$ 。

(2) 精密成形技术 精密成形技术是对工件局部或全部进行少无余量加工的工艺方法的统称,包括精密凝聚成形技术、精密塑性加工技术、粉末材料构件精密成形技术、精密焊接技术及其复合成形技术等。其目的在于使成形的制品达到或接近成品形状的尺寸,并达到提高质量、缩短制造周期和降低成本的效果,其发展方向是精密化、高效化、强韧化和轻量化。

(3) 特种加工技术 特种加工技术是指那些不属于常规加工范畴的加工技术,如高能束流(电子束、离子束、激光束)加工、电加工(电解和电火花加工)、超声加工、高压水加工以及多种能源的组合加工技术等。特种加工技术由于其各自的独特性能,在机械、电子、化工、轻工、航空、建筑、国防,以及材料、能源和信息等领域得到了广泛的应用。

(4) 表面改性、制膜和涂层技术 采用物理学、化学(金属学、高分子化学、电学、光学和机械学等)原理及技术,对产品表面进行改性、制膜和涂覆,赋予产品耐磨、耐腐蚀、耐(隔)热、抗疲劳、耐辐射,以及光、热、磁、电等特殊功能,从而提高产品质量,延长产品使用寿命,赋予产品新的性能。它是表面工程的重要组成部分,是一种综合性强、高效、低成本的高新技术。

3) 制造自动化技术

制造自动化是指用机电设备、工具取代或放大人的体力,甚至取代和延伸人的部分智力,自动完成特定的作业,包括物料的存储、运输、加工、装配和检验等各个生产环节的自动化。制造自动化技术涉及数控技术、工业机器人技术和柔性制造技术等,是机械制造业最重要的基础技术之一,其目的在于减轻劳动强度,提高生产效率,减少废品数量,节省能源消耗,降低生产成本。

4) 现代管理技术

现代管理技术是指企业在市场开发、产品设计、生产制造、质量控制到销售服务等一系列的生产经营活动中,为了使制造资源(材料、设备、能源、技术、信息以及人力)得到总体配置优化和充分利用,使企业的综合效益(质量、成本、生产效率)得到提高而采取的各种计划、组织、控制及协调的方法(技术)的总称。它是现代制造技术体系中的重要组成部分,对企业最终效益的提高起着重要作用。

5) 现代生产制造系统

现代生产制造系统是面向企业生产全过程,将现代信息技术与生产技术相结合,其功能覆盖企业的预测、产品设计、加工制造、信息与资源管理直至产品销售和售后服务等各项活动,是制造业的综合自动化的新的模式。它包括计算机集成制造系统(CIMS)、敏捷制造系统(AMS)、智能制造系统(IMS)以及精良生产(LP)、并行工程(CE)等先进的生产组织管理和控制方法。

5. “工程实践”课程的主要任务

“工程实践”课程的基本内容为制造工程系统的认识实习,铸造、锻压、焊接、车

削、铣削、刨削、磨削、钳工和热处理的基础工艺,产品的综合制造工艺训练,特种加工及数控技术的基础工艺和产品的综合制造工艺训练。可将原“金工实习”“认识实习”“生产实习”和“毕业实习与设计”进行有机整合,形成工程实践的多层次、校内与校外相结合、四年不断线的教学模式。

① 掌握现代制造工程系统的基本组成和主要类型,了解制造工程的背景知识;初步掌握制造工艺学的一般原理和基本知识,熟悉机械零件的常用制造方法及其所用的主要设备和工具;了解新工艺、新技术、新材料在现代机械制造中的应用。

② 初步具有选择简单零件加工方法和进行工艺分析的能力,能独立完成简单零件在主要工种方面的加工制造过程,并培养一定的工艺实验和工程实践的能力。

③ 培养生产质量和经济观念,理论联系实际、严谨、细致的作风,以及环保、节约的意识。

④ 初步学会用现代计算机辅助设计和制造技术,进行简单产品的设计和制造,培养创新意识和综合能力。

6. “工程实践”课程的学习方法

通过参观、实际操作、现场教学、专题讲座、课堂讲授、综合训练、实验、演示、课堂讨论、完成实习报告或作业以及考核等方式和手段,丰富教学内容,完成实践教学任务。为了有效地使用本教材进行“工程实践”课程的教学,希望注意以下几点:

(1) 以实践为主,在实践中学习制造工程的基本知识 本教材所介绍的基本知识和工艺方法都是看得见、摸得着的,对于其中应掌握的主要内容,教材中有相应的案例。学生应在自主选择实践内容得到指导人员(教师或工人师傅)的认可后再进行实际操作,并参考案例进行分析讨论。具体的操作规程本教材不作介绍,要求由实习单位提供,并由实习指导人员监督执行。对于由于实习条件不具备而一时难以实现的部分内容,可采取参观、现场教学和计算机辅助教学的方式进行简单的介绍,最好能进行校际间的合作,互相取长补短。

(2) 应确实贯彻以工艺过程为主的指导思想 本教材中只简单地介绍设备与仪器的外部结构和主要作用,重点介绍加工的工艺过程及工艺参数的变化,使学生建立起对各种制造方法的基本原理的感性知识和影响制造过程的技术经济性的工艺因素的初步概念。

(3) 应该注意与相关教学内容的分工和合作 本教材的内容具有自身的相对独立性,同时与其他教学环节又有一定的联系。制造工程背景知识与认识实习相结合,弥补专业认识实习中缺少的部分内容,使学生建立较为完整的制造工程系统的感性知识,同时减少教学重复,提高教学效率。制造工程工艺与技术的基本工艺实践可与生产实习内容相结合,以实践为基础,以建立感性知识为目标,尽量避免与后续课程的重复。先进制造技术、综合工艺实践与学生的课外科技活动、相关课程的设计与实验、毕业设计等相结合,以获取较好的综合效果。

(4) 关于教学内容的学时分配 本教材的教学内容是按照4~6周的实习学时

安排的。各学校可结合本校的实际情况进行适当的增减。对于主要内容的比例,建议第1~5章占总时间的 $1/2 \sim 2/3$,第6~8章占总时间的 $1/3 \sim 1/2$ 。其中冷加工部分和热加工部分按1:1的比例安排。建议实习中的讲课时间不少于总时间的15%,但不要超过20%;其中包括基本原理和工艺操作现场的讲解。教材中的基本原理和工艺特点一般由任课教师讲述,现场教学一般由教师或者具有工程师职称的实习指导人员负责,操作实践部分由实习指导人员负责。

7. 本教材的特点

① 本着循序渐进、由浅入深和减少重复的原则来组织各章内容,力求系统化。任课教师应根据不同的实习内容进行讲授和指定自学范围。教材中所涉及的设备和工具一般给出结构原理图,不介绍具体型号。实习现场应有较为详细的设备和工具的操作说明书,介绍有关设备和工具的操作、维护及安全等内容。在实习过程中可结合具体情况,编写工艺卡及其他技术文件,制定安全操作和实习规程等。与本教材配合使用的还有《基于项目的工程实践实操指导书》。

② 实习报告主要培养学生记录实习条件,设备和工具及量具的型号、数量和作用,工艺参数的选择,每一工序的结果,以及最终的结果,并能对结果进行分析和比较。实习报告将作为评分依据之一。对实习报告的要求可参考《基于项目的工程实践实操指导书》。

③ 复习思考题是根据学生操作中所涉及的工艺问题安排的。其目的是启发学生独立思考,培养分析问题、解决问题的能力,引导学生积极进行现场观察,认真进行操作并获取结果,加深感性知识,培养实事求是的科学研究作风。在完成复习思考题时,学生不但要阅读教材,更要请教实习教学指导人员,翻阅相关技术文件,总结实习操作的记录,从而为考试做好复习准备。

第 1 章 制造工程概论

1.1 工程

1. 工程的起源

什么是工程？广义地讲，为了解决现实问题所实施的方法、手段和工具等都称为工程。很难准确地说工程起源于什么时候。应该说，有了人类就有工程，人类对工具的使用和人类活动的社会化是工程起源和发展的动力。

公元前 1 万年，人类处于原始游牧的部族社会，以狩猎和采摘野果维持生存。图 1-1 所示为猎人借助长矛来捕获猎物。长矛有效地延长了人的手臂，增加了成功的机会。这就是早期工程的例子。

公元前 9000 年，人们开始耕作，以便获取足够的粮食等物资。这时犁的发明极大地提高了生产效率。图 1-2 所示为犁的使用。犁，一个看似普通的发明，使人类能够养活自己并维持人口增长，成为几千年不变的农具。

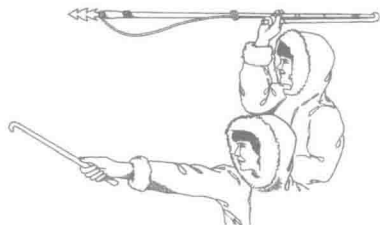


图 1-1 长矛的使用

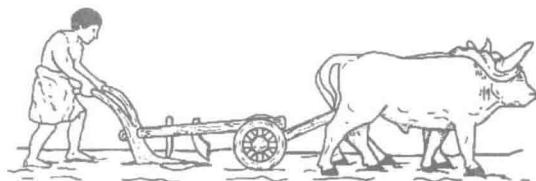


图 1-2 犁的使用

随着生产的发展，人们开始通过模具制造矛和斧。图 1-3 所示为早期制造矛和斧的模具。这是制造业发展的萌芽，有力地推动了冶金技术和制造技术的发展。

水力机械的出现象征着机械时代的开始。水力磨的发明为谷物的脱壳、制粉提供了良好的解决方案，是一场从手工作业向机械作业转变的划时代革命。图 1-4 是典型的水力磨原理图，它通过水冲击桨叶，带动转轴旋转，实现磨盘转动，使谷物脱壳或被磨成粉。其后又出现的水力纺织机械，由此带动了纺织业的发展。

中国的万里长城是人类早期的一个规模宏大的工程，是早期土木工程和建筑工程完美结合的结晶，体现了我国先民的勤劳和智慧。图 1-5 所示为长城的一段。

人类在生存和发展中所面临的现实问题，通过采用不同的方法、手段和工具得到了解决。这些方法、手段和工具就构成了早期工程的起源，并为现代工程的发展奠定了基础。

2. 现代工程

现代工程是工业革命与信息技术的产物。工业革命的标志是蒸汽机的发明与应

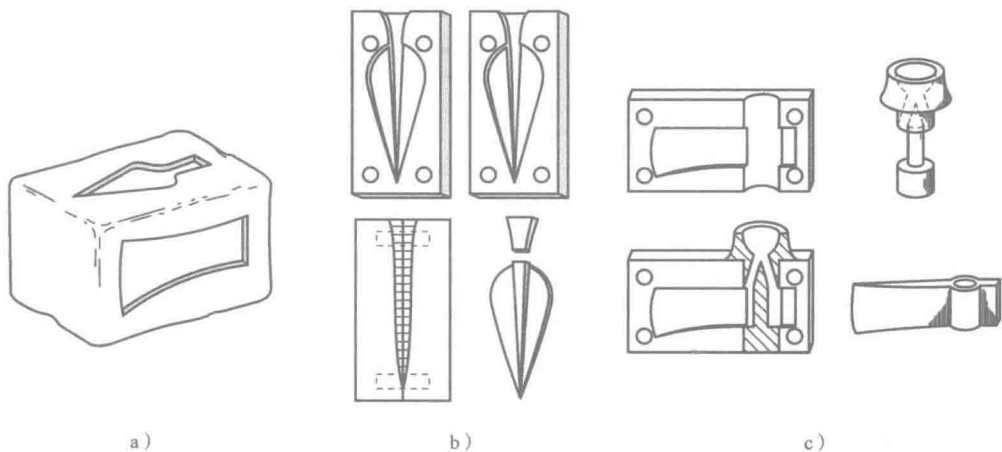


图 1-3 早期制造矛和斧的模具

a) 简单敞开的模具 b) 制造矛的模具 c) 制造斧的模具(带有型芯和浇口杯)

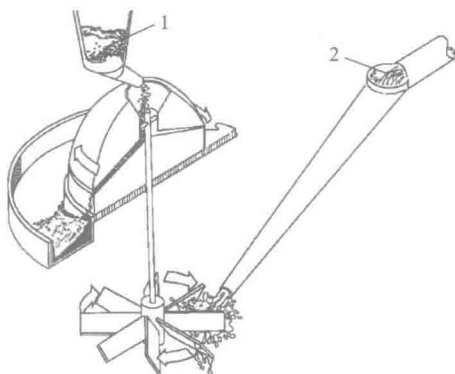


图 1-4 水力磨原理图

1—谷子 2—水

用,信息技术的标志则是计算机的发明和应用。

1705 年,纽克曼发明了空气蒸汽机,称为纽克曼蒸汽机;瓦特于 1784 年改进了纽克曼蒸汽机,使其成为具有实用价值的蒸汽机。瓦特的蒸汽机由汽缸、活塞、连杆、曲轴及配汽机构等组成,如图 1-6 所示。

不久,史蒂芬于 1814 年发明了火车,使蒸汽机用于交通运输,从而促进了冶金、矿山、交通、机械制造等产业的发展。图 1-7 所示为早期的火车,它是通过烧煤使锅炉中的



图 1-5 万里长城一段

水蒸发,产生水蒸气推动蒸汽机工作。同时应用蒸汽机的还有富尔顿,他于1807年发明了蒸汽机轮船,促进了船舶、海洋运输业的发展。

1890年,奔驰发明的电火花点火高速内燃机成为工业革命的标志性成果,至今,车用汽油机保持几乎与它相同的形式。图1-8所示为早期的奔驰汽车,尽管它比较简陋,但已经具备现代汽车的基本功能。汽车工业的发展,有力地推动了工业革命,并促进了制造业的发展,其后出现的大批量流水线作业方式,就是汽车工业发展的产物。

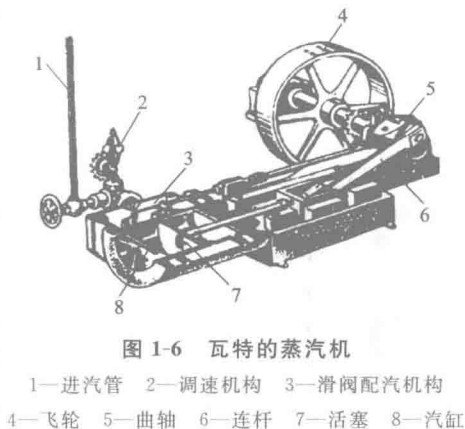


图 1-6 瓦特的蒸汽机

1—进汽管 2—调速机构 3—滑阀配汽机构
4—飞轮 5—曲轴 6—连杆 7—活塞 8—汽缸

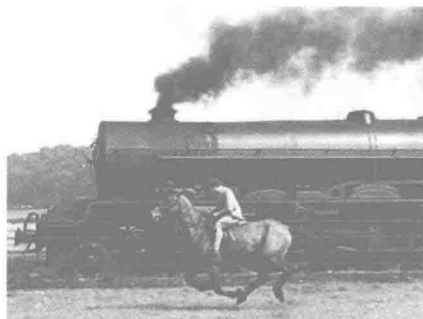


图 1-7 早期的火车



图 1-8 早期的奔驰汽车

现代汽车工业的开创者奔驰和福特(1903年)实现了标准化和流水线生产模式,使汽车的成本大大下降,并使汽车成为家用工具之一。



图 1-9 现代的(2009年款)奔驰汽车

1946年以后电子计算机的发明和应用,使现代汽车发生了根本的改变,如电喷发动机、电子防抱死刹车系统等新技术在汽车中得到应用,使汽车的燃油效率、安全性等得到了根本的改善。现代的奔驰汽车(见图1-9)与早期的奔驰汽车相比,其流线型外壳使空气阻力更小,也更美观。

进入21世纪后,由于能源危机和环境污染问题,世界各国开始了新能源汽车的研究和应用,预计新兴电动汽车将在2020年得到大量应用,为太阳能电池、锂电池、燃料电池等的应用提供了良好的前景和广阔的市场。

在船舶与海洋领域,1959年4月15日下水的新中国第一条完全自行设计和建