

普通高等院校“十二五”规划教材

普通高等院校“十一五”规划教材

普通高等院校机械类精品教材



顾 问 杨叔子 李培根

机械工程概论

JIXIE GONGCHENG GAILUN

(第二版)

郭绍义 主编

华中科技大学出版社



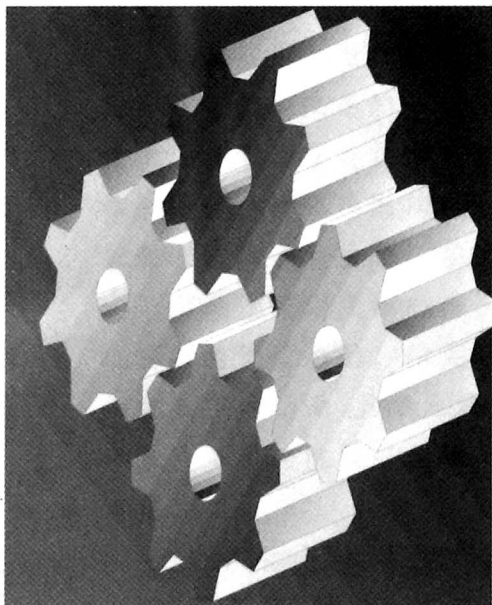
普通高等院校“十二五”规划教材
普通高等院校“十一五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

顾问 杨叔子 李培根

机械工程概论

(第二版)

主 编 郭绍义
副主编 叶秉良 袁永锋



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是专门介绍机械工程学科领域科学、技术、工程等问题的概述性科普教材,旨在展示机械工程学科所涵盖的主要内容及其对人类社会发展与进步所起的重要推动作用。同时,介绍了机械工程行业的最新发展,让广大学生了解作为机械工程科技人员所需的专业知识、技能及其择业范围。

全书共七章,主要内容有:机械工程及学科总论,机械工程中的力学,机械设计,机械制造基础,先进制造技术,机电一体化技术,新材料及其工程应用。

本书可作为高等学校机械类专业导论课教材,也可作为非工程类专业人员了解机械工程领域基本知识的概述性教材使用,还可供有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程概论/郭绍义主编. —2版. —武汉:华中科技大学出版社,2015.6
普通高等院校“十一五”规划教材 普通高等院校机械类精品教材
ISBN 978-7-5680-0947-8

I. ①机… II. ①郭… III. ①机械工程-高等学校-教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 132524 号

机械工程概论(第二版)

郭绍义 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:王 晶

封面设计:潘 群

责任校对:刘 竣

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:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×960mm 1/16

印 张:16.75 插页:2

字 数:358千字

版 次:2009年7月第1版 2015年7月第2版第1次印刷

定 价:34.00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

序

“爆竹一声除旧，桃符万户更新。”在新年伊始，春节伊始，“十一五规划”伊始，来为“普通高等院校机械类精品教材”这套丛书写这个“序”，我感到很有意义。

近十年来，我国高等教育取得了历史性的突破，实现了跨越式的发展，毛入学率由低于10%达到了高于20%，高等教育由精英教育而跨入了大众化教育。显然，教育观念必须与时俱进而更新，教育质量观也必须与时俱进而改变，从而教育模式也必须与时俱进而多样化。

以国家需求与社会发展为导向，走多样化人才培养之路是今后高等教育教学改革的一项重要任务。在前几年，教育部高等学校机械学科教学指导委员会对全国高校机械专业提出了机械专业人才培养模式的多样化原则，各有关高校的机械专业都在积极探索适应国家需求与社会发展的办学途径，有的已制定了新的人才培养计划，有的正在考虑深刻变革的培养方案，人才培养模式已呈现百花齐放、各得其所的繁荣局面。精英教育时代规划教材、一致模式、雷同要求的一统天下的局面，显然无法适应大众化教育形势的发展。事实上，多年来许多普通院校采用规划教材就十分勉强，而又苦于无合适教材可用。

“百年大计，教育为本；教育大计，教师为本；教师大计，教学为本；教学大计，教材为本。”有好的教材，就有章可循、有规可依、有鉴可借、有道可走。师资、设备、资料（首先是教材）是高校的三大教学基本建设。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”教材不在厚薄，内容不在深浅，能切合学生培养目标，能抓住学生应掌握的要言，能做

到彼此呼应、相互配套,就行,此即教材要精、课程要精,能精则名、能精则灵、能精则行。

华中科技大学出版社主动邀请了一大批专家,联合了全国几十个应用型机械专业,在全国高校机械学科教学指导委员会的指导下,保证了当前形势下机械学科教学改革的发展方向,交流了各校的教改经验与教材建设计划,确定了一批面向普通高等院校机械学科精品课程的教材编写计划。特别要提出的,教育质量观、教材质量观必须随高等教育大众化而更新。大众化、多样化决不是降低质量,而是要面向、适应与满足人才市场的多样化需求,面向、符合、激活学生个性与能力的多样化特点。“和而不同”,才能生动活泼地繁荣与发展。脱离市场实际的、脱离学生实际的一刀切的质量不仅不是“万应灵丹”,而是“千篇一律”的桎梏。正因为如此,为了真正确保高等教育大众化时代的教学质量,教育主管部门正在对高校进行教学质量评估,各高校正在积极进行教材建设,特别是精品课程、精品教材建设。也因为如此,华中科技大学出版社组织出版普通高等院校应用型机械学科的精品教材,可谓正得其时。

我感谢参与这批精品教材编写的专家们!我感谢出版这批精品教材的华中科技大学出版社的有关同志!我感谢关心、支持与帮助这批精品教材编写与出版的单位与同志们!我深信编写者与出版者一定会同使用者沟通,听取他们的意见与建议,不断提高教材的水平!

特为之序。

中国科学院院士
教育部高等学校机械学科指导委员会主任

杨红子

2006.1

前 言

对于刚刚进入大学校门的机械类专业的学生来讲,“什么是机械工程”、“机械工程包含哪些内容”、“机械类专业学生要学习哪些课程”、“机械工程专业学生将来可以做什么”等问题常使他们感到困惑。

机械工业是一切工业的基础,机械工程行业是世界上最大的行业之一,从事该行业的专业人士人数以千万计。几乎所有的工科院校都有机械工程或相关专业。可以这样说,现在几乎找不到一个科技领域可以不使用机械作为它的制造基础,或者说没有可以离开机械行业而能单独存在的工业领域和产品。选择在机械工程领域工作,职业选择范围宽广,就业前景光明,工作充满创意并富有挑战性,同时还可以创造出巨大的社会财富并造福人类……

如果你想象力丰富并充满创意,不妨考虑当设计工程师;

如果你喜欢在实验室做实验,看来测试工程师可能适合你;

如果你喜欢组织并促成一些活动,那么,你可以当研发工程师;

如果你说服力强并喜欢与人打交道,那么,可以往销售或售后服务工程师方向发展;

如果你热衷于自然科学,喜欢和数字打交道,分析工程的工作就最适合不过了。

在机械工程领域中,几乎所有问题都没有最后答案或唯一的答案,也没有书本或教授可以告诉你答案的对与错。如果你天性喜欢接受挑战,那么,总是充满挑战性问题的工程学,无疑会十分适合你。

学习机械工程,前景广阔。一方面,机械工程本身的发展空间很大,当今高新技术的发展离不开机械工程,国家的强盛离不开机械工程,国家的安全也离不开机械工程,因此,在此领域可以大展宏图;另一方面,如果具有良好的机械工程背景、数学基础、外语水平,还可以在相当多的领域施展自己的才华,实现自己的抱负和理想。

本书在第一版的基础上,根据机械工程领域的最新进展和读者的反馈情况,对部分章节做了适当的增补。参加本书编写的有:浙江理工大学郭绍义(第1、4章),李剑敏(第2章),叶秉良(第3章),杨金林(第5章),陈元斌(第6章),袁永锋(第7章)。全书由郭绍义任主编,叶秉良和袁永锋任副主编。

本书的编写,参考和使用了大量相关的科技著作、教材、论文和网络资料,在此对这些著作、教材、论文和资料的作者表示衷心的感谢。本书的编写和出版得到了方方面面的支持,在此也一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中一定存在缺点和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者
2015年3月

普通高等院校“十二五”规划教材

普通高等院校“十一五”规划教材

普通高等院校机械类精品教材

编审委员会

顾 问：杨叔子 华中科技大学

李培根 华中科技大学

总主编：吴昌林 华中科技大学

委 员：（按姓氏拼音顺序排列）

崔洪斌 河北科技大学

冯 浩 景德镇陶瓷学院

高为国 湖南工程学院

郭钟宁 广东工业大学

韩建海 河南科技大学

孔建益 武汉科技大学

李光布 上海师范大学

李 军 重庆交通大学

黎秋萍 华中科技大学出版社

刘成俊 重庆科技学院

柳舟通 湖北理工学院

卢道华 江苏科技大学

鲁屏宇 江南大学

梅顺齐 武汉纺织大学

孟 逵 河南工业大学

芮执元 兰州理工大学

汪建新 内蒙古科技大学

王生泽 东华大学

杨振中 华北水利水电学院

易际明 湖南工程学院

尹明富 天津工业大学

张 华 南昌大学

张建钢 武汉纺织大学

赵大兴 湖北工业大学

赵天婵 江汉大学

赵雪松 安徽工程大学

郑清春 天津理工大学

周广林 黑龙江科技学院

目 录

第 1 章 机械工程及学科总论	(1)
1.1 科学和工程	(1)
1.2 机械与机械工程	(5)
1.3 机械工程学科简介.....	(11)
参考文献	(21)
第 2 章 机械工程中的力学	(22)
2.1 机械工程与理论力学.....	(23)
2.2 机械工程与材料力学.....	(34)
2.3 机械工程与流体力学.....	(45)
2.4 机械工程与振动力学.....	(48)
2.5 机械工程与计算力学.....	(57)
本章小结	(64)
参考文献	(64)
第 3 章 机械设计	(65)
3.1 概述.....	(65)
3.2 机械设计过程.....	(70)
3.3 现代设计方法简述.....	(73)
3.4 现代设计常用工具软件.....	(89)
3.5 机械设计实例.....	(95)
参考文献.....	(102)
第 4 章 机械制造基础	(104)
4.1 工程材料	(104)
4.2 金属材料的成形加工	(116)
4.3 塑料的成形加工	(140)
4.4 互换性与检测技术	(142)
参考文献.....	(148)
第 5 章 先进制造技术	(150)
5.1 概述	(150)
5.2 先进制造工艺技术	(155)

5.3	自动化制造系统	(173)
5.4	先进制造模式与管理技术	(177)
	参考文献	(190)
第6章	机电一体化技术	(191)
6.1	概述	(191)
6.2	机电一体化系统	(196)
6.3	机电一体化产品分类	(198)
6.4	机电一体化学科与技术	(199)
6.5	机电一体化发展趋势	(202)
6.6	典型的机电一体化应用	(204)
	参考文献	(212)
第7章	新材料及其工程应用	(213)
7.1	新材料及其工程应用概述	(213)
7.2	新型金属材料	(215)
7.3	智能材料	(230)
7.4	半导体材料	(235)
7.5	新能源材料	(239)
7.6	磁性材料	(247)
7.7	其他新型材料	(253)
	参考文献	(261)

第 1 章 机械工程及学科总论

1.1 科学和工程

1.1.1 科学的基本概念

什么是科学？这是我们首先应当搞清楚的基本问题。人类最早是用拉丁文“scientia”表述“科学”的概念的，英文“science”、德文“wissenschaft”、法文“scientia”则是由此衍生借用来的，其本义为“学问”、“知识”。中国古代《中庸》上用“格物致知”表示实践出真知的概念，日本转译为“致知学”。明治维新时期，日本著名科学启蒙大师、教育家福泽瑜吉把“science”译成“科学”，在日本广泛应用。1893年，康有为引进并使用“科学”二字。科学启蒙大师、翻译家严复在翻译《天演论》等科学著作时，也用“科学”二字，此后“科学”二字在中国得到广泛应用。

科学在不同时期、不同场合有不同意义，科学本身在发展，人们对它的认识也在不断深化。到目前为止，还没有一个为世人公认的“科学”定义，要给“科学”下一个永世不变的定义，是难以做到的。科学有若干种解释，每一种解释都从某一个侧面对其本质特征进行揭示和描述，归纳起来大致有下述几种基本解释。

1. 科学是对客观事物发展规律的正确认识和总结

生产和实验是人类社会赖以生存和发展的最基本的实践活动，在这个活动过程中出现了历史、社会和自然界现象等，如工具的变化、经济波动、雷电轰鸣、天然放射性元素等。孤立地看，这些现象千奇百怪、貌似紊乱，但深入研究，人们发现客观世界种种现象之间存在内在的和本质的必然联系，如“水往低处流”，这只是一种现象的描述，这种描述至多只是为真正的科学研究奠定了一个基础，还不能叫科学。只有当牛顿发现了“万有引力定律”，并用这一定律来解释“水往低处流”等自然现象的时候，才算真正进入了科学的大门。再如，西方微观经济学中的“均衡价格”理论，尽管使用了许多图表和精确的数学工具，但实际上仍然只是对供求现象的描述，还不能称得上是科学。相比之下，马克思的劳动价值理论，尽管目前许多人指出其存在种种缺陷，但这一理论却是在努力探索价格确定的内在规律，仍可以称得上是科学，即使错误，也只是科学的错误。找出客观事物之间的必然联系，对它进行正确认识和总结，上升到理性高度，就是发现了规律，这种规律，就是学问，就是知识。这里所说的规律，就是事物发展过程中事物之间内在的、本质的、必然的联系。它是在一定条件下，可以反复出现的，是客

观存在的,人们只能发现它,但不能创造它。

对纷繁复杂的客观事物,正确认识和总结它们之间必然的联系,就是科学,由此我们就进入了伟大的科学殿堂。

2. 科学是关于自然、社会和思维的知识体系

科学不是点点滴滴互不联系的知识单元,也不只是事实或规律的知识单元,只有当这些知识单元的内在逻辑特征和知识单元间的本质联系清楚了,并建立起一个完整的知识体系时才可称为科学。由这些知识单元组成学科,学科又组成学科群,如此形成一个多层次的知识体系。如当代信息科学是一个综合性的学科群,它是以信息论为基础,由电子学、控制论、自动化技术、计算机科学、人工智能及神经科学等学科组合而成的,而以上各学科可以分解为若干知识单元。

科学史表明,古今中外的大科学家不只是知识创造者,更重要的,他们还是知识的综合者。古希腊的亚里士多德,是科学史上对后人影响最大的科学家之一,他的卓越贡献是集古代知识之大成,并对知识进行了分类,他的著作就是古代的百科全书。古希腊的欧几里得也是一位科学知识的综合者,他以严谨的逻辑和科学的推理方法写成的《几何学原本》是古希腊科学的最高成就,他通过逻辑的推理和严密的论证使知识体系化。

事实上,科学的形成取决于两个方面,一是在生产和实践中创造知识,二是综合知识的逻辑思维。在综合化过程中,按照内在逻辑关系把已知知识条理化、系统化,发现矛盾或空白,再进行观察、试验论证,得知新的原理,补充和完善知识体系,因此,综合化过程也是一种科学过程。

3. 科学是征服自然、改造社会的武器

从科学与自然、科学与社会的关系来说,科学的本质含义是告诉人们怎样去征服自然、改造社会,这样科学概念才会有实际意义。自然科学是人们在自然界争取自由的武器,社会科学是人们在社会活动中得到自由的武器。人们要在自然界得到自由,就要运用自然科学了解自然、征服自然和改造自然,从自然界里得到自由。为使人类社会进步,就要以社会科学为武器来了解社会、改造社会,进行社会革命。科学是使一切活动合理和有效的基础,是行动规则的总和。

人们习惯把科学分成纯粹科学和应用科学,认为纯粹科学影响我们的思想方式,应用科学影响我们的生产方式和生活方式。实际上,纯粹科学的最终目的仍然是通过科学应用解决生产与生活的实际问题。因此,只存在为人类社会的进步服务的统一的科学,没有超脱人类社会的不解决任何实际问题的科学。科学只能是征服自然、改革社会的武器和工具。

科学作为一项事业,在社会总体活动中的地位和功能的表现有两个方面:一是在精神文明方面,即认识世界是科学的认识功能;二是在物质文明方面,即改造世界是科学的生产力功能。

科学是对客观实际的反映和本质的描述,但客观世界处于不断变化和发展之中,科学当然也处于动态之中。科学无止境的发展和不完全重复的变化,使科学总是处于不断补充与修改之中。科学既是一支“未完成的交响曲”,也是一台大型的“机器”,它总是处于增加配件和不间断的改进之中。科学不仅仅是研究过程的产物,更重要的是必须把科学看成是一个连续发展的社会过程。

美国科学家贝尔纳对科学虽然做过深入研究,但他深感为科学下圆满定义的难处,而只能从不同侧面去理解和认识科学。他认为科学包括五个侧面:一是指体制,是完成科学社会任务的组织;二是指方法,即发现事实和规律的一切方法的总和;三是指累积而成的知识体系;四是指科学是导致生产发展的重要因素;五是指科学是构成新思想和世界观产生的源泉。

1.1.2 工程的概念

工程就是应用科学知识使自然资源最佳地为人类服务的一种专门技术。

工程(engineering)一词来源于拉丁文“ingenium”,最初指的是古罗马军团士兵用的撞城锤。到了中世纪,人们称操纵这种武器的人为“ingeniators”,后来这个词逐渐演变为“engineer”,是指建筑城堡、制造武器的人,这些人所从事的工作和所选用的知识便称为“engineering”(工程)。

工程技术是在历史过程中产生和发展起来的,工程技术的概念也伴随着历史的发展而发展,今天人们普遍认为:

第一,工程技术不仅是人类为实现一定的目的,创造和运用的知识、规则和物质手段的总和,而且是人类社会活动的一个重要领域,是连接科学与社会、科学与生产的重要桥梁。

第二,工程技术不仅是一个相对独立的社会活动领域,而且是广泛渗透到人类社会一切活动中并日益发挥着越来越大作用的因素。今天,不仅科学和生产技术化了,而且社会生活的其他领域也技术化了。例如,从政治选举到文化娱乐,甚至宗教布道都采用了种种技术手段。

第三,工程技术不仅是各种手段的静态总和,而且是综合运用各种工具、规则和程序去实现特定目标的动态过程。写在书本里的工程学知识,建成的工程项目,都是工程技术活动过程的成果和结晶。真正的工程技术存在于人类改造自然、社会和人类自身(医疗、教育等)的活动之中。如今甚至有些工程技术的对象和产品本身也是某种意义的过程,如生产工艺、计算机运行程序、作战计划等。

根据上述认识,我们可以把工程技术大致定义为:它是为了满足特定的社会需要,由具有专门知识和技能的人所从事的研究、开发、设计、创造和使用具备特定功能的产品(包括人工过程)的活动过程,以及这种过程所使用和创造的各种手段、知识和规则的总和。

现代的工程学涉及人员、金钱、信息、材料、机械和能量。工程不同于科学,因为它主要是研究如何将科学家所发现并表达为适当理论的自然现象付诸实用以取得经济效果,所以工程首先要具有富于创造性的想象力,以便对自然现象的有效运用进行革新。它从不满足于已有的方法和设备。它不断探索更新、更省、更好地利用自然能源和材料的手段,来提高人类的生活水平,并减轻繁重的劳动。

1.1.3 工程技术的基本特点

工程技术作为一个特殊的活动领域,它与科学、生产和艺术有着相当密切的联系,同时存在着根本的区别。

第一,与科学研究相比,工程技术的显著特点是实用性。科学研究的任务是探索真理,增加人类的知识财富;工程技术的任务是控制、利用和改造客观世界,增加人类的物质财富。科学知识的任务则是力求反映客观真理,并且越精确越好;而工程技术所要求的技术知识主要是为了解决实际问题,往往要求越实用越好,有时只要能解决问题,近似解也是可以的。例如,波动光学当然比几何光学更精确,但是由于它太复杂而难以应用,所以,设计和制造光学仪器往往只需应用几何光学,波动光学反而常常派不上用场。

第二,与生产活动相比,工程技术的特点是其成果的信息形式。这里的工程技术含义是狭义的,是就工程技术活动的核心——工程技术研究而言的。工程技术研究所取得的成果(如新材料、新产品和新工艺等)固然要付诸于生产实践,但这些物质成果本身并不是工程技术研究结果的主要标志。其主要标志是导致这些物化成果的技术知识,表现为设计方案、技术诀窍、工艺说明书等信息形式。所以,在一些发达国家里,工程技术人员被称为第四产业(信息产业)劳动者。

第三,工程技术具有更大的经验性。科学虽然有时也从经验出发,但由于其目的是揭示客观事物发展变化的普遍规律,所以,理论方法在科学研究中占有更为特殊的地位,而其成果也无一例外都是抽象的。工程技术研究则离不开经验,不仅古代的工匠要运用经验和技能,现代工程师也必须具有丰富的实践经验才能较好地解决具体、复杂的实际问题。例如,确定产品的安全系数离不开经验,尽管有了可靠性技术的理论计算,但它仍然无法囊括全部复杂的不确定性因素,仍然要求助于经验和试验。

第四,工程技术具有高度的综合性。它不仅与某一门学科有关,而且要运用多学科的综合知识,涉及经济的、社会的、法律的、环境的、心理的和生理的因素。例如,对于设计一台电气控制柜,科学家主要考虑的是其电气原理是否合理、效率如何,而工程师则还要考虑到成本、配件供应情况、操作性能、可靠性、维修性、外观是否美观,以及仪表、手柄和按钮是否易于感触等。

1.2 机械与机械工程

1.2.1 机械

人类从使用简单工具到今天能够设计复杂的现代机械,经历了漫长的过程。随着社会的进步和生产的不断发展,各种各样的机械不断地进入社会的各个领域,承担着大量人力所不能或不便进行的工作,大大改善了劳动条件,提高了生产率,同时也促进了经济的发展。

机械是现代社会进行生产和服务的六大要素(即人、资金、信息、能量、材料和机械)之一,并且能量和材料的生产还必须有机械的参与。所谓的机械就是机器和机构的总称。机器在我们生活中有很多,如内燃机、发电机、电梯、机器人(见图 1-1)及各种机床等。

尽管机器品种繁多、形式多样、用途各异,但都具有如下特征:① 都是由许多构件组合而成;② 组成机器的各运动实体之间有确定的相对运动关系;③ 能实现能量的转换,代替或减轻人的劳动,完成有用的机械功。

凡具备上述三个特征的实体组合体称为机器。

因此,机器就是人为的实体组合,它的各个部分之间有确定的相对运动,并能代替和减轻人类的体力劳动,完成有用的机械功或实现能量的转换。

所谓机构,就是具有确定相对运动的各种实物的组合,即符合机器的前两个特征。机构主要用来传递和变换运动,而机器主要用来传递和变换能量,从结构和运动学的角度分析,机器与机构之间并无区别。

机器是由若干不同零件组装而成的,零件是组成机器的基本要素,即机器的最小制造单元。各种机器经常用到的零件称为通用零件,如螺钉、螺母、轴、齿轮、弹簧等。在特定的机器中用到的零件称为专用零件,如汽轮机中的叶片,起重机的吊钩,内燃机中的曲轴、连杆、活塞等。构件是机器的运动单元,一般由若干个零件刚性连接而成,也可以是单一的零件。

一部完整的机器基本上由原动机、工作机和传动装置三部分组成:① 原动机是机器的动力来源,常用的原动机(发动机)有电动机、内燃机及液压机等;② 工作机处于整个机械传动路线终端,是完成工作任务的部分;③ 传动装置介于动力部分与工作部分之间,主要作用是把动力部分的运动和动力传递给工作部分的中间环节,但也有一些机器的动力

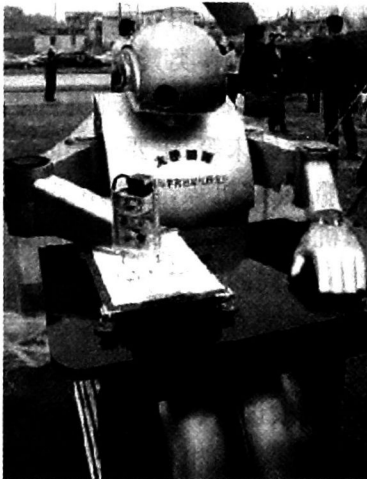


图 1-1 仿人画像机器人

部分和工作部分直接相连。

较复杂的机器还包括控制部分,如控制离合器、制动器、变速器等,它能够使机器的原动部分、传动装置和工作部分按一定的顺序和规律运动,完成给定的工作循环。

1.2.2 机械工程

机械工程是以有关的自然科学和技术科学为理论基础,结合在生产实践中积累的技术经验,研究和解决在开发、设计、制造、安装、运用和修理各种机械中的全部理论和实际问题的一门应用学科。

机械的种类繁多,根据用途不同,可分为:① 动力机械,如电动机、内燃机、发电机、液压机等,主要用来实现机械能与其他形式能量间的转换;② 加工机械,如轧钢机、包装机及各类机床等,主要用来改变物料的结构形状、性质及状态;③ 运输机械,如汽车、飞机、轮船、输送机等,主要用来改变人或物料的空间位置;④ 信息机械,如复印机、传真机、摄像机等,主要用来获取或处理各种信息;等等。

相同的工作原理、相同的功能或服务于同一产业的机械有相同的问题和特点,因此机械工程就有几种不同的分支学科体系。例如,全部机械在其研究、开发、设计、制造、运用等过程中都要经过几个工作性质不同的阶段,按这些不同阶段,机械工程可分为机械科研、机械设计、机械制造、机械运用和维修等。这些按不同方面分成的多种分支学科系统互相交叉,互相重叠,从而使机械工程可能分化成上百个分支学科。

1.2.3 机械工程的发展过程

人类成为“现代人”的标志是能够制造工具。石器时代的各种石斧、石锤和简单粗糙的木质工具是机械的先驱。从制造简单工具演进到制造由多个零件、部件组成的现代机械,经历了漫长的过程。几千年前,人类已创造了例如用于谷物脱壳和粉碎的臼和磨,用来提水的桔槔和辘轳,装有轮子的车,航行于江河的船及其桨、槽、舵等。所用的动力,从人自身的体力,发展到利用畜力、水力和风力等。所用材料,从天然的石、木、皮革,发展到人造材料。最早的人造材料是陶瓷。制造陶瓷器皿的陶车,已是具有动力、传动和工作三部分的完整机械。人类从石器时代进入青铜时代,再进而到铁器时代,用以吹旺炉火的鼓风机的发展在其中起到了重要作用。有足够强大的鼓风机,才能使冶金炉获得足够炉温,才能从矿石中冶炼出金属。在中国,公元前 1000—前 900 年就已有了冶铸用的鼓风机,并逐渐从人力鼓风发展到畜力和水力鼓风。

15 世纪以前,机械工程的发展非常缓慢。18 世纪后期,蒸汽机的应用从采矿业推广到纺织、食品、冶金等行业。制造机械的主要材料逐渐从木材改用更为坚韧但难以用手工加工的金属。机械制造工业开始形成,并在几十年中成为一个重要的产业。机械工程通过不断扩大的实践,从分散性的、主要依赖匠师们个人才智和手艺的一种技艺,逐渐发展

成为一门有理论指导的、系统的、独立的工程技术。机械工程是促成 18—19 世纪的工业革命以及资本主义机械大生产的主要技术因素。

1. 动力机械的发展

17 世纪后期,随着各种机械的改进和发展,随着煤和金属矿石的需要量的逐年增加,人们感到依靠人力和畜力很难将生产提高到一个新的阶段。在英国,纺织、磨粉等产业越来越多地将工厂设在河边,利用水力来驱动工作机械。但当时已有一定规模的煤矿、锡矿、铜矿矿井中的地下水,仍只能用大量畜力来提升排除。在这样的生产需要下,18 世纪初出现了 T. 纽科门的大气式蒸汽机,用以驱动矿井排水泵。但是这种蒸汽机的燃料消耗率很高,基本上只能用于煤矿。1765 年 J. 瓦特发明了有凝汽器的蒸汽机,降低了燃料消耗率。1781 年瓦特又创造出提供回转力的蒸汽机(见图 1-2),扩大了蒸汽机的应用范围。瓦特蒸汽机的发明和发展,使矿业的工业生产、铁路和航运都得以机械动力化。蒸汽机几乎是 19 世纪唯一的动力源。中国的徐寿、华蘅芳、徐建寅等人,于 1863 年,在安庆制造出了中国第一台蒸汽机(见图 1-3),创造了中国近代工业史的奇迹。19 世纪末,电力供应系统和电动机已在工业生产中取代了蒸汽机,成为驱动各种工作机械的基本动力。

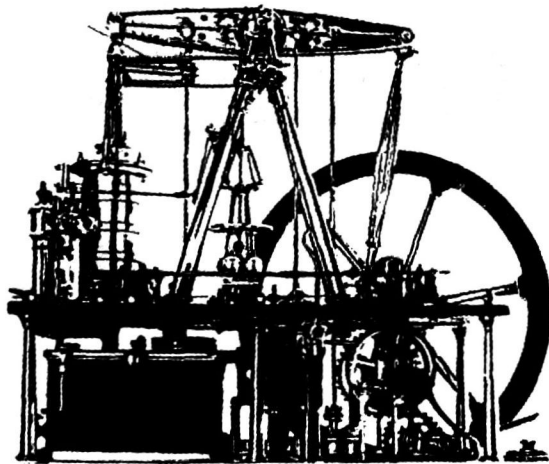


图 1-2 瓦特旋转式蒸汽机

19 世纪后期发明的内燃机经过逐年改进,成为轻而小、效率高、易于操纵、可随时启动的原动机。它先被用以驱动没有电力供应的陆上工作机械,之后又用于汽车、轮船和挖掘机械等,到 20 世纪中期开始用于铁路机车。蒸汽机在汽轮机和内燃机的排挤下,已不再是重要的动力机械。内燃机和以后发明的燃气轮机、喷气发动机(见图 1-4)的发展,还是飞机、航天器等成功发展的基础技术因素之一。

2. 机械加工技术的发展

工业革命以前,机械大都是木结构的,由木匠手工制成。金属(主要是铜、铁)仅用来

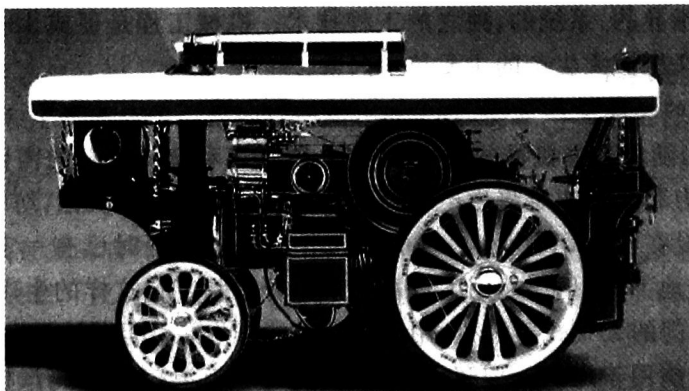


图 1-3 中国第一台蒸汽机

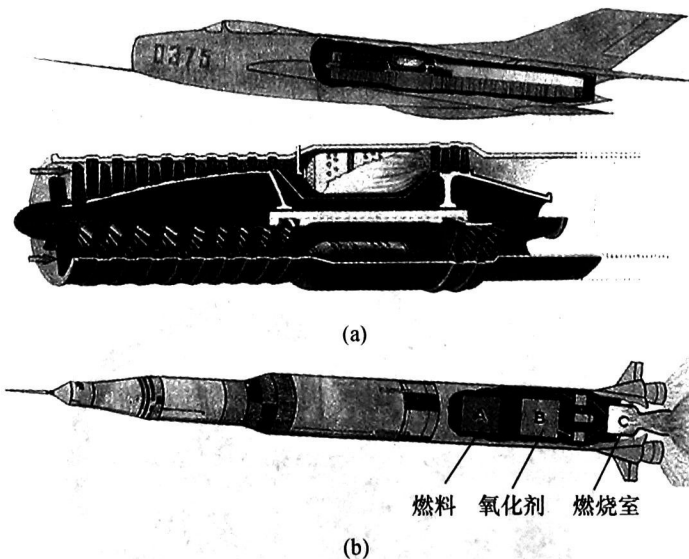


图 1-4 喷气发动机

(a) 空气喷气发动机; (b) 火箭喷气发动机

制造仪器、锁、钟表、泵和木结构机械上的小零件。金属加工主要依靠工匠的精工细作,以达到需要的精度。随着蒸汽机动力装置的推广,以及随之出现的矿山、冶金、轮船、机车等大型机械的发展,需要成形加工的金属零件越来越多、越来越大,要求的精度也越来越高,应用的金属材料从铜、铁发展到以钢为主。机械加工包括铸造、锻压、钣金、焊接、热处理等技术及其装备,以及切削加工技术和机床、刀具、量具等。

社会经济的发展,使得人们对机械产品的需求猛增。生产批量的增大和精密加工技术的进展,促进了大批量生产方式的形成。简单的互换性零件和专业分工协作生产,在古代就已出现。在机械工程中,互换性零件最早出现在 H. 莫兹利于 1797 年利用其创制的