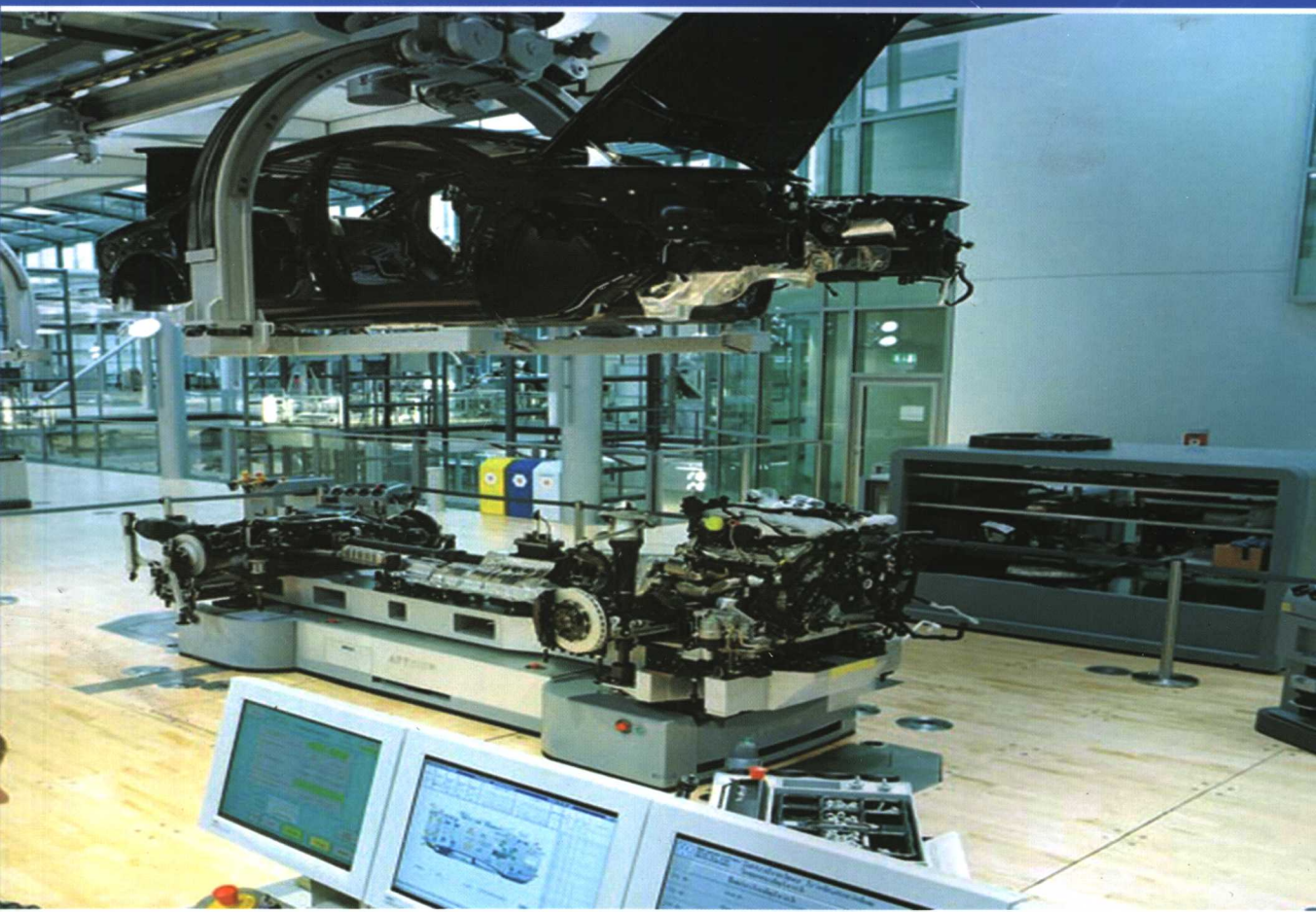


高等院校教材

工程教育

GONGCHENGJIAOYU

刘元林 主编 赵庆年 主审



黑龙江科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工程教育/刘元林主编. —哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2007.7

ISBN 978-7-5388-5486-2

I. 工... II. 刘... III. 高等教育—工科(教育)—教学研究 IV. G642.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 106188 号

《工程教育》编委会

主 编 刘元林

副主编 邳志刚 季 旭

编 委 (按姓氏笔画为序)

马鹤瑶 卢同刚 宁 姗

李柏茹 孟庆强 邹新凯

夏秀营

主 审 赵庆年

责任编辑 关士军

高等院校教材

工程教育

GONGCHENG JIAOYU

刘元林 主编 赵庆年 主审

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话 (0451) 53642106 电传 53642143 (发行部)

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

发 行 黑龙江科学技术出版社

开 本 787×1092 1/16

印 张 15

字 数 350 000

版 次 2007 年 7 月第 1 版·2007 年 7 月第 1 次印刷

印 数 1—3 000

书 号 ISBN 978-7-5388-5486-2/G·653

定 价 19.50 元

序

面对新型工业化和高等教育大众化的新形势，经过对办学经验的总结和对未来教育的思考，黑龙江科技学院提出了“大德育、大工程、大实践”的教育理念，对新时期特色人才培养具有重要的意义。

“大工程”以多学科专业交叉融合与应用为主要特征，仅靠单学科、单专业已经满足不了新型工业化关于“科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少”的要求。今天的工程技术人才，不仅要具有自然科学和工程科学的基础，还要具备超出工程专业技术范畴的经济、社会、法律、道德等人文社会科学的素质。

在工程人才培养上，黑龙江科技学院一贯重视工程教育和实践能力的培养。在总体设计上，先后多次修订了本科教学计划，逐步增加了工程实践教学比重。早在1992年起率先在机械类专业开始了等级工考核，随后各专业不断开展工程实践能力培养的研究与实践，均取得了良好的教学效果。1997年国家教学工作合格评价专家组认定了学校的人才培养特色之一是“工程实践能力强”。随着办学规模逐步扩大，学校进入了由外延建设向内涵发展的转型阶段。无论是立足于为煤炭行业培养实用人才的办学传统，还是面对走新型工业化道路对具有实践能力和创新意识人才的需求，都需要我们将工程人才的培养置于工程背景下，一方面以工程为主线，以工程服务面向为导向，搭建集矿业工程类、机械工程类、电气工程类、材料科学与工程类、建筑工程类、计算机科学与工程类、经济管理类等高度综合，融现代管理、人文素质和工程技术于一体的“大工程”实践平台，对学生开展系统的工程教育，加强学生工程训练，培养学生工程意识、工程实践的能力。另一方面，适应新型工业化时代学科综合化的要求，优化知识结构，加强不同学科的交叉，实现理工结合，文理渗透，打牢工程人才的基础。基于以上认识，学校初步构建了融工程意识、知识和能力于一体的“大工程”教育体系，即：工程认知教育——基本技能训练——专业技能训练——综合创新训练。显然，这个体系由四个模块构成，第一个模块是针对一年级的学生而设计的，其目的在于通过对工程或工业基本概念和基本知识的教育，让学生对“工”有一个初步的感性认识 and 了解，形成工程意识；第二个模块是针对二三年级的学生设计的，其目的在于让学生通过动手来强化工程意识、形成一定的动手能力；第三个模块是针对三四年级的学生设计的，其目的在于通过这个模块的训练，让学生达到形成较强的专业实践能力的目的；第四个模块是针对三四年级有较强的创新意识和能力的学生设计的，其目的在于让拔尖的学生再进一步得到更高水平的训练。四个模块之间既可保持相对的独立性，又存在一种递进的层次关系。学校新修订的2006版人才培养方案中，把《工程教育》作为通识教育，设置为全校所有专业的必修课，规定了全校2006级以后所有专业的学生都要开设《工程教育》课程，其目的就是强化学生工程意识和工程能力的培养。目前已经形成了“工程教育就在学生身边，学生就在工程教育之中”的工程教育文化。

由刘元林主编，赵庆年研究员主审的《工程教育》教材是“大工程”教育的一部分，本书本着“学工的人要精通工，学工的人要懂得文，懂文才会致工精通。非工的人要懂得工，非工的人要围绕工而学，此方可致文为利器”的思想，有机统一科学教育与人文教育。书中介绍了工程系统中典型工程门类的历史、现状、发展前景、工艺特点以及各工程之间的内在联系，使学生对“大工程”有一个全面系统的认识，从而了解所学专业在工程中的地位和作用，为学习后续专业课程打下坚实的基础，并为毕业后的择业提供参考。我们相信通过教学实践，对教材内容的不断充实和完善，将为我校培养“大工程”背景下的思想道德素质高，基础理论扎实，知识面宽，实践能力强，具有创新精神的应用型高级专门人才作出新贡献。

黑龙江科技学院院长



教授

2007 年 7 月

前 言

为适应我国走新型工业化道路和高等教育大众化的新趋势,适应大工程教育的多学科、多专业交叉融合与应用的需要,我们编写了《工程教育》一书。通过对机械、电气、能源、建筑、材料、计算机与通讯、管理、环境和交通等九章内容的介绍,展示了现代工程与社会进步、科学技术、经济、政治、管理、环境等方面密切的联系。在内容的安排上以工程为背景和主线,着力于学生的工程意识、工程素质的培养,使工程贯穿于工程与环境、工程与社会、工程与经济、工程与管理等一系列的相互依存、相互促进、相互制约的工程链之中,强调工程与自然的和谐、与社会的协调。为开阔低年级大学生的视野,拓展工程技术的知识面,增强工程技术素质,树立科学发展观,为学生分析和解决工程技术问题的能力打下良好的基础。

本书由刘元林任主编,邳志刚、季旭任副主编,全书由赵庆年研究员主审。共分为九章,其中第一章第一节至第四节、第六节至第七节由刘元林编写;第二章、第三章第四节由邳志刚编写;第三章第一节至第三节、第一章第五节由季旭编写;第四章由卢同刚编写;第五章由李柏茹编写;第六章由夏秀营、宁嫻编写;第七章由邹新凯编写;第八章由马鹤瑶编写;第九章由孟庆强编写。

本书可作为工科院校低年级学生的通用性基础知识教材,也可作为相关专业教师的教学参考书。

在编写本书的过程中吸取和参考了许多专家和学者的研究成果,谨致谢意。

鉴于本书涉及的知识面非常广泛,加之编者水平有限,不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者
2007年7月

目 录

第一章 机械工程及其技术	(1)
第一节 社会生产与机械.....	(1)
第二节 机械工程基本概念及服务领域.....	(4)
第三节 机器的功能、组成与结构	(12)
第四节 机械产品的设计与制造技术	(16)
第五节 工业工程技术	(26)
第六节 机器人技术	(35)
第七节 21 世纪机械工程	(43)
第二章 电气工程及其技术	(45)
第一节 电气工程在国民经济中的地位	(45)
第二节 电气工程的发展简史	(47)
第三节 电力新技术及其发展趋势	(55)
第四节 电气工程的发展前景	(65)
第三章 能源工程及其技术	(70)
第一节 能源工程概论	(70)
第二节 煤炭资源及其加工利用技术	(80)
第三节 石油工程及应用	(88)
第四节 电能开发与利用	(94)
第四章 建筑工程及其技术	(99)
第一节 建筑概论	(99)
第二节 中国建筑的沿革.....	(101)
第三节 外国建筑的沿革.....	(110)
第四节 建筑技术.....	(116)
第五章 材料工程及其技术	(120)
第一节 材料工程发展背景.....	(120)
第二节 材料的制备技术.....	(122)
第三节 材料的成形技术.....	(131)
第六章 计算机、通信工程及其技术	(142)
第一节 计算机.....	(142)
第二节 通信工程.....	(152)
第七章 管理工程及其技术	(164)
第一节 工业企业及企业管理.....	(164)
第二节 企业生产与运作管理.....	(170)

第三节	企业经营管理	(181)
第八章	环境工程及其技术	(186)
第一节	全球环境污染现状	(186)
第二节	环境工程的基本概念	(188)
第三节	水污染与水质净化	(191)
第四节	大气污染控制工程	(195)
第五节	固体废物处理与处置	(198)
第六节	噪声及其防治技术	(199)
第七节	绿色设计与绿色制造	(200)
第九章	交通运输工程及其技术	(208)
第一节	早期传统的车马舟桥	(208)
第二节	近代交通工具的出现	(210)
第三节	陆地交通运输工具及其技术	(213)
第四节	水上交通运输工具及其技术	(221)
第五节	航空交通运输工具及其技术	(225)
参考文献		(231)

第一章 机械工程及其技术

第一节 社会生产与机械

制造是人类最古老的生产活动，远古时代，人类的祖先从地上站起来，并用手工磨制的石斧、石锤作为工具，采集和狩猎以维持生存，从此人猿分道扬镳，拉开了人类历史的序幕。

人类为与生俱来的寒热而衣、渴饮饥餐的生存所需以及不断改善、提高的需求，促使了工具制造的不断精细、不断创新。于是人类在通向文明的漫长的征途中，手工工具发展为简单机械，简单机械发展为机械设备，原始实践与经验发展为科学实验、科学技术以及创新，个体手工作坊发展为现代制造业。

人类历史经历了石器时代，铜、铁器时代，工业革命经历了采集和狩猎经济、农业经济、工业经济时代。每一个时代都有工具和生活用品的独特的制造技术和工艺水平。而新的、更高的制造技术的出现和制造业的发展，又可以开创一个新的时代，促进新的社会结构的形成。19 世纪末，蒸汽机制造技术获得突破性进展，由此引发了工业革命，导致了现代工业的出现和发展，以及现代社会和现代文明的建立。进入 20 世纪下半叶，微电子技术与信息产业的出现和迅速普及，使人类的生产活动、技术开发和社会生活进入信息化和智能化时代，极大地减轻体力劳动，延伸和增强了脑功能，提高了社会劳动生产效率。在今天，现代制造业已成为实现现代化的基石，是现代社会和文明的动力。

一、推动人类历史进程的五次大变革

在人类历史的长河中，发生了几次决定人类命运的大革命。

第一次革命发生在大约 200 万年前，由于自然条件的突然变化，生活在树上的类人猿被迫到陆地上觅食，为了和各种野兽抗争，他们学会了用天然的木棍和石块——天然的工具保卫自己，并用来猎取食物。学会使用了最简单的机械——石斧、石刀之类的天然工具，劳动创造了人。

第二次革命发生在大约 50 万年前，古猿学会了制造和使用简单的木制和石制工具，从事劳动，继而发现了火，并学会了钻木取火。烘熟的食物不仅让古猿感到好吃，且熟食利于吸收，也为提高他们的体力和脑力创造了条件，进而使古猿人的生活质量有了改善和提高，而且延长了人类的寿命。使用工具，携带食物，需要他们的前肢从支撑行走中解脱出来，于是他们从地上站立起来，开启了从古猿到古人类的新纪元。

第三次革命发生在大约 15 000 年前，古人类学会了制作和使用简单的机械，开始

了农耕与畜牧。此后,大约5 000年前,古人类进入新石器时代。4 000年前,发现金属,并学会了冶炼技术。金属器械逐步取代了石制、骨制的器械。继而约2 000年前发现了铁金属,进入铁器时代,各种复杂的工具和简单机械相继发明出来并投入到生产中去,提高了生产率,促进了人类社会的快速发展。

第四次革命发生在1750年到1850年之间,蒸汽机的发明导致了一场工业革命。公元16世纪欧洲进入文艺复兴时期,其代表人物:意大利的著名画家达·芬奇设计了变速器、纺织机、泵、飞机、机床、锉刀制作机、自动锯、螺纹加工机等大量机械,并画了印刷机、钟表、压缩机、起重机、卷扬机、货币制造机等大量机械草图。一场大规模的工业革命在欧洲发生,大批的发明家涌现出来。各种专科学校、大学、工厂纷纷建立。机械代替了大量的手工业,生产迅速发展。1760年,瓦特经过10余年的努力和不断改进,在爱丁堡制造出第一台蒸汽机。1804年英国人特维茨克发明并制造出第一台蒸汽机车。1830年在法国修筑了从圣亚田到里昂的铁路。蒸汽机车与铁路的普及,促进了西方工业生产的发展,促进了西方的机械文明,奠定了现代工业的基础。

战争的爆发与持续,加速了枪炮等武器的研制和生产。欧洲战争、英美战争、美墨战争、掠夺印第安人土地战争以及第一次世界大战等战事不断,对兵器的配件要求导致了互换性的问世。良好的互换性又必须有高精度的测量工具和加工机床来保证,因此,19世纪的机床和测量工具的发明与革新进展很快。同时,钢铁工业也获得很快发展。

在这一阶段,机械及机械制造通过不断扩大的实践,从分散性的、主要依赖匠师个人才智和手艺的一门技艺,逐渐发展成为一门有理论指导的系统和独立的工程技术。机械工程是促进18~19世纪工业革命以及资本主义大生产的主要技术因素。

第五次革命是计算机的发明导致了一场现代工业革命。计算机正在改变人类传统的生活方式和工作方式。

当前世界正在进行着一场新的技术革命,以集成电路为中心的微电子技术的广泛应用给社会生活和工业结构带来了巨大的影响。机械工程与微处理机结合诞生了“机电一体化”的复合技术。这使机械设备的结构、功能和制造技术等提高到了一个新的水平。机械学、微电子学和信息科学三者的有机结合,构成了一种优化技术,应用这种技术制造出来的机械产品结构简单、轻巧、省力和高效率,并部分代替了人脑的功能,即实现了人工智能。机电一体化产品必将成为今后机械产品发展的主流。

概括起来,从远古到现代社会,从猿到人,由于人类生存、生活、社会生产发展以及探索科学技术的需要,甚至是战争的需要,促进了机械及机械工程由粗糙到精密,由简单到复杂,由低级幼稚到高级智能化,从而构成了整个国民经济第一产业——农业(含农、林、副、牧、渔),第二产业——工业,第三产业——信息产业和服务产业及其他工业等。机械工程也促进了人类社会进步和现代文明的建立。

二、机械工程与人类社会的发展

人类的生存、生活、工作与机械密切相关。

穿在身上的衣服是通过纺织机纺线、织布机织成布,再用缝纫机制成的;吃的粮食是用机械播种、收割、加工的;住的楼房是用工程机械建造的;使用的电能是用机械发

出的；乘坐的所有交通工具、生活和生产中使用的各种各样的工具和机器都是由机械制造出来的。总之，组成国民经济结构的农业、工业、服务业以及国防军工一切部门所需装备的制造都需要机械，机械给人类带来了幸福，现代人离不开机械。

为了更好地了解现代机械文明，了解机械发展史是有必要的。

几千年前，人类已创制了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、橹、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。所用材料从天然的石、木、土、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、传动和工作三个部分的完整机械。

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起了重要作用。有足够强大的鼓风机，才能使冶金炉获得足够高的炉温，才能从矿石中炼得金属。在中国，公元前1000年至公元前900年就已有了冶铸用的鼓风机，逐渐从人力鼓风发展到畜力和水力鼓风。

15~16世纪以前，机械工程发展缓慢。但在以千年计的实践中，在机械发展方面还是积累了相当多的经验和技術，成为后来机械工程发展的重要基础。17世纪以后，资本主义在英、法和西欧诸国出现，商品生产开始成为社会的中心问题。许多高才艺的机械匠师和有生产观念的知识分子，致力于改进各种产业所需的工作机械和研制新的动力机械——蒸汽机。18世纪后期，蒸汽机的应用从采矿业推广到纺织、面粉、冶金等行业。制作机械的主要材料逐渐从木材改用更为坚韧且难以用手工加工的金属。机械制造业开始形成，并在几十年中成为一个重要产业。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、系统的和独立的工程技术。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。

在我们中华民族五千年的文明史中，我国古代劳动人民在机械工程领域中的发明创造尤为突出。绝大部分的发明创造是由于生存、生活的需要，一些发明创造是战争的需要。还有一些发明是为了探索科学技术的需要。根据我国古代发明创造的演变过程可以知道，任何一种机械的发明都经历了由粗到精、逐步完善与发展的过程。例如，加工穀粒的机械，最初是把穀粒放在一块大石上，用手拿一块较小的石块往复搓动，再吹去糠皮以得米；第二步发明了杵臼；第三步发明了脚踏碓，使用了人体的一部分重力工作；第四步发明了人力、畜力的磨和碾；第五步发明了使用风力、水力的磨和碾。不但实现了连续的工作，节省了人力，提高了效率，而且学会了使用自然力，完成了由工具到机械的演变过程。

在兵器领域中，由弹弓发展为弓箭，又发展为弩箭；发明火药后，由人力的弓箭发展为火箭，直到发展为雏形的飞弹和雏形的两级火箭。我国的古代战争中，有大量的实战记载。

我国古代的机械发明、使用与发展，远远领先于世界水平。但由于长期的封建统治，限制了生产力和科学技术的发展。在最近的四五百年，我国在机械工程领域的发展已落后于西方强国。自从新中国成立以后，在短短的几十年里，把只能作小量的修理和

装配工作的机械工业发展为能够生产汽车、火车、轮船、金属切削机床、大型发电机等许多机械设备的机械工业，特别是我国实行改革开放以来，我国机械工业的发展更为迅速，与发达国家的差距正在缩小，有些产品已领先世界水平。

我们中华民族在过去的几千年中，在机械工程领域中的发明创造有着极其辉煌的成就。不但发明的数量多，质量也高，发明的时间也早。我们过去的历史是光荣的，为使中华民族再度辉煌，我们的任务也是艰巨的。在过去的年代里，机械的发明与使用繁荣了人类社会，促进了人类文明的发展。在高科技迅速发展的今天，机械的种类更加繁多，性能更加先进。机械手、机器人、机、光、电、液一体化的智能型机械，办公自动化机械等大量的先进的科技含量高的机械正在改变人类的生活与工作。

第二节 机械工程基本概念及服务领域

一、机械工程常用名词

(一) 机械

我国是世界上最早给机械下定义的国家。公元前五世纪，春秋时代的子贡就给机械下了定义：机械是能使人用力寡而成功多的器械。后来的韩非子也有类似的定义：舟车机械之利，用力少，致功大，则人多。到公元前一世纪古罗马建筑师维特鲁威（Vitruvius）把机械定义为：机械是由木材制造且具有相互联系的几部分可组成一个系统，它具有强大的推动物体的力量。直到公元 1724 年，德国莱比锡的机械士廖波尔特（Leopold）给出的定义是：机械或工具是一种人造的设备，用它来产生有利的运动；同时在不能用其他方法节省时间和力量的地方，它能做到节省。廖波尔特提出了机械的运动、时间与省力的概念。经过多年的完善和发展，现代机械的概念是：机械是机器与机构的总称。机械是现代社会进行生产和服务的五大要素（即人、资金、能量、材料和机械）之一，并且能量和材料的生产还必须有机机械的参与。

不同的历史时期，人们对机械的定义也有所不同。从广义角度讲，凡是能完成一定机械运动的装置都是机械。如螺丝刀、锤子、钳子、剪子等简单工具是机械，汽车、坦克、飞机、各类加工机床、宇宙飞船、机械手、机器人、复印机、打印机等高级复杂的装备也是机械。总之，无论其结构和材料如何，只要能够实现一定的机械运动的装置就称之为机械。现代社会中，人们常把最简单的、没有动力源的机械称为工具或器械，如钳子、剪子、手推车、自行车等最简单的机械常称为工具。

各种机械的共同特征是：①都是人类需求和制造的实体组合；②其组成件之间有确定的相对运动和力的传递；③进行机械能的转换或机械能的利用，还有一些装置或器械，其组成件间没有相对运动，也没有机械能的转换和利用，如蒸汽发生器、凝汽器、换热器、反应塔、精馏塔、压力容器等。但由于它们是通过机械加工而制成的产品，也被认为属于机械范畴。

(二) 机构

把用来变换或传递运动与动力的、用运动副连接的且有一个构件为机架的构件系统

称为机构。

从现代机械发展趋势来看,机构中的各构件可以都是刚性的,也可以是挠性的或弹性的,或是由液压、气动、电磁件构成的。现代机械中的机构不再是纯刚性构件的机构。各种机械中广泛采用平面连杆机构、带传动机构、齿轮机构、凸轮机构等,如图 1-1 所示。

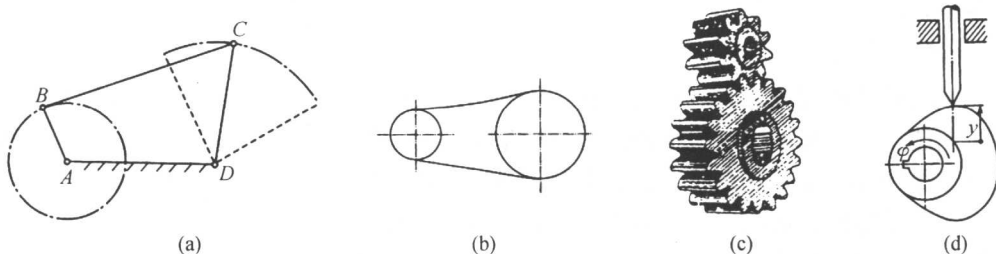


图 1-1 各种常见机构

(a) 连杆机构; (b) 带传动机构; (c) 齿轮机构; (d) 凸轮机构

(三) 构件

组成机构的每一个独立运动单元体称为构件。

机械中的构件可以是单一的零件,也可以由若干个零件刚性连接而成。如图 1-2 所示的构件由轴、键和轮子组成。

(四) 机器

执行机械运动,以变换和传递能量、物料和信息的装置称为机器。其中把机械能转化为其他形式的能,或由其他形式的能转化成机械能的机器,称为动力机器,如内燃机、发电机等;搬运物料的机器如汽车、起重机等;处理和储存信息的机器如打字机、绘画机等。

工程中,常把每一个具体的机械称为机器。也就是说,谈到具体的机械时,常使用机器这个名词,泛指时则用机械来统称。

(五) 零件

零件是组成机械的不可拆的基本单元,也是加工制造过程中的最小单元,如齿轮、轴承。零件分为通用件和专用件,通用零件包含标准件、常用件和一般件。

标准件的主要作用是连接、定位、支撑、密封等。如螺栓、螺母、垫圈、销、键、滚动轴承等,由于它们的结构、尺寸都已标准化,可查阅相关国家标准来确定。故通常不画其零件图。

常用零件指传递动力和运动的零件。如齿轮等,大多已标准化,并有规定画法,但有些要素尚未完全标准化,所以常用件也要画出其零件图。

一般零件的结构比较复杂、应用较广。按结构特点又可细分为四类:轴套类、轮盘类、箱体类和叉架类。一般零件必须画出零件图以供制造、维护等。

专用件如汽轮机的叶轮。

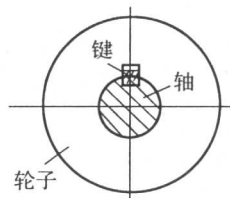


图 1-2 三个刚性零件组成的构件

（六）部件

部件是组成机械的一部分，为若干可以完成同一功能，而在结构上连接在一起，能协同工作的零件组合体。

（七）工件

工件是机械加工的加工对象。工件可以是单件零件，也可以是固定在一起的几个零件的组合。

（八）装配

装配是按机械设计时的要求，将零件和部件连接成机械产品的过程。机械装配是在机械制造工程中最后决定机械产品质量的重要工艺过程。即使全部零件合格，如果装配不当，往往也不能形成合格产品。简单产品可由零件直接连接装配而成。复杂的产品则须先将若干零件装配成组件或部件，称为组件装配或部件装配，然后将若干组件和部件以及另外一些零件装配成完整的产品，称为总装配。在装配过程中，装配完成后必须进行相关检验和机械运行试验。

（九）装备

装备指为生产、军事、生活等配备的设备、装置、器材乃至技术力量等。如为军队配备的武器、军装、夜视镜、雷达等为军事装备；为机械制造配备的工具、夹具、量具等为工艺装备；为发电、冶金、石化、汽车生产配备的重大装备；为微电子、光电子制造、微机电系统和生物工程等配备的新型的高技术装备等。在通常情况下，人们把设备与装备等同使用。

（十）设备

设备是生产或生活中所需要的各种器械用品。如用于加工产品零件的机床设备，用于各类试验、测试、分析的仪器仪表设备等。

（十一）制造与制造业

制造是指人类按照所需目的，运用主观掌握的知识和技能，借助于手工或可以利用的客观物质工具、装置或设备，采用有效方法，将原材料转化为最终物质产品，并投放市场的全过程。

制造业是将制造资源（物料、能源、设备工具、资产、技术、信息和人力等）通过制造过程，转化为可供人们使用或利用的工业品或生活消费品的行业。制造业一般有消费品制造业和装备制造业、轻型制造业和重型制造业、民用制造业和军用制造业、传统制造业与现代制造业之分。

制造的内涵随着制造技术、制造科学的不断发展，其概念和内涵在范围、过程和基础三个方面已大大地拓展。在范围方面涉及机械制造、汽车制造、电子、化工、仪器仪表、航空航天设备、交通运输设备、旅游设备、轻工食品设备等国民经济的大量行业。在过程方面涉及市场调研、分析与预测、产品设计、材料选择、工艺设计、生产加工、质量保证、生产过程管理、营销、售后服务等产品寿命周期的全过程。在基础方面，把基本原理、基础理论、基本技术应用于农业生产、信息服务、国防建设等部门的装备制

造中,形成涵盖各种工程学科(机械工程、电子工程、机电工程、材料工程等)的广义“大工程”观。所以制造、制造业均是一个广义的概念,是一个“大制造”的概念。

(十二) 机械工业

机械工业是指制造业中从事机械设备或机械装置生产的行业。它包括各种机械、机床、工具、仪器、仪表等行业。目的是为国民经济、国防建设以及科学技术的进步和发展提供先进的手段和装备。

机械工业是制造机械产品的工业部门,本身就是机械制造业,它是制造业的基础。人们把机械工业称为国民经济的装备部门,通常把机械工业称为机械制造业。

机械工业自18世纪英国的产业革命开始,经过了近3个世纪的发展,已经形成了一个门类众多的工业部门,通常分为一般机械、电工和电子机械、运输机械、精密机械和金属制品五大行业。一般机械包括动力机械、拖拉机和农业机械、工程机械、矿业机械、金属加工机械、工业设备、通用机械、办公机械和服务机械等,是构成工业生产力的重要基础;电工和电子机械包括发电、输配电子设备和工业用电设备、电器、电线电缆、照明设备、电信设备、电子元件、电子计算机、电视机等;运输机械包括汽车、铁路机车和车辆、船舶、飞机与航天设备等;精密机械包括科学仪器、计量仪器、光学器械、医疗器械、钟表等;金属制品包括金属结构、容器、铸件、锻件、冲压件、紧固件等,也是机械工业不可缺少的基础部门之一。

机械工业的综合经济技术能力主要表现在两方面:一方面是机械工业在国民经济发展中的权重,特别表现在其生产规模以及为国民经济提供机械产品的数量和质量;另一方面是机械工业本身的技术、经济和组织管理水平,特别表现在生产中的拉动消耗和物质消耗,以及发展速度,也就是扩大再生产的能力。

二、机械工程的服务领域

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。

机械工程科学由机械学和机械制造组成。

机械学是对机械进行功能综合并定量描述及控制其性能的基础技术学科。它的主要任务是把各种知识、信息注入到设计中,加工成机械制造系统能接受的信息并输入到机械信息系统。

机械制造是接受设计输出的指令和信息,并加工出合乎设计要求的产品的过程。机械制造科学是研究机械制造系统、机械制造过程手段的科学。

如图1-3所示,从图中可以看出,设计与制造是两个不可分割的统一体,忽视了这一点就有可能出现以下问题:若轻视制造,用先进的设计技术,就可能制造出“质量不高的先进产品”;反之,若轻视设计,用先进制造技术,又可能制造出“落后的高质量产品”。只有用先进设计技术设计出适合社会需求的产品,以先进制造技术制造,才能形成对市场的快速影响。

机械工程的服务领域广阔而多面,凡是使用机械、工具,以能源和材料生产的部

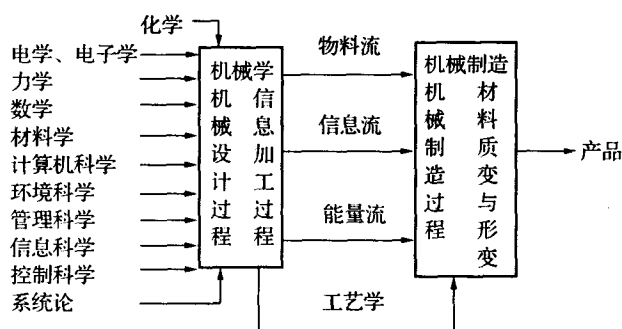


图 1-3 机械工程科学的组成

门，无不需要机械工程的服务。概括说来，现代机械工程有五大服务领域。

研制和提供能量转换机械，包括将热能、化学能、原子能、电子能、电能、流体压力能和天然机械能转换适合于应用的机械能的各种动力机械，以及将机械能转换为所需的其他能量（电能、热能、流体压力能、势能等）的能量变换机械。

研制和提供用于生产各种产品的机械，包括应用于第一产业的农、林、牧、渔业机械和矿山机械，以及应用于第二产业的各种重工业机械和轻工业机械。

研制和提供从事各种服务的机械，包括交通运输机械、物料搬运机械、办公机械、医疗机械、通风、采暖和空调设备、除尘、净化、消声等环境保护设备等。

研制和提供家庭和个人生活中应用的机械，如洗衣机、冰箱、钟表、照相机、运动器械等。

研制和提供各种机械武器，如火炮、火箭、飞机、航空航天设备等。

各个工程领域的发展都要机械工程有与之相适应的发展，都需要机械工程提供必需的机械。机械分类方法很多，按机械的功用分类，主要有动力机械、交通运输机械、作业机械、机器人、兵器、民用生活机械和信息机械，以下分别作简要说明。

（一）动力机械

把其他形式的能量转换为机械能输出的机械，为机械的运转提供动力，统称动力机械。按动力机械转换能量的方式可将其分为三大类。

（1）电动机。把电能转换为机械能输出的机械。三相交流异步电动机、单相交流异步电动机、直流电动机、伺服电动机等是工程中最常用的电动机。三相交流异步电动机和较大型直流电动机常用于工业生产领域；单相交流异步电动机常用于家用电器和仪器仪表中，伺服电动机的可控性好，常用于自动化程度较高的可控领域。电动机是在固定设备中应用最广泛的动力机械。

（2）内燃机。把热能转换为机械能的机械。最常用的内燃机主要有汽油机和柴油机，常用于活动范围很大的各类交通运输领域中。中小型车辆中常用汽油机为动力机械，大型车辆，如各类公共汽车、工程机械、内燃机车、装甲车辆、舰船等机械常用柴油机作为动力机械。随着石油资源的消耗和空气污染的加剧，人们不断地探索能代替石油产品的新兴能源。

(3) 一次能源动力机。把自然能源直接转换为机械能输出的机械。主要有风力机、水力机、潮汐发电机、太阳能发电机等。

电动机和内燃机的原料都是二次能源，电能来自于水力发电、火力发电、地热发电、潮汐发电、风力发电、原子能发电等二次加工；汽油和柴油是由开采的石油冶炼出的二次能源。其缺点是地球上的资源储量有限、价格较高、对环境造成污染等。因此开发利用水力、风力、太阳能、地热能、潮汐能等一次能源，是 21 世纪动力工程的一项艰巨任务。

(二) 交通运输机械

具有较大活动范围的、以搬运为主要目的的机械，称为交通运输机械。

地面运输机械主要有各种汽车、拖拉机、火车、电车（有轨或无轨电车）、装甲运兵车等；水上运输机械主要有各种舰船等；空中运载机械主要有各种飞机、飞船、火箭等。

(三) 作业机械

作业机械是指能进行材料加工、管理产品的机械，类型极其繁多，常按行业性质来分类，下面只对工程中常用的作业机械作简要介绍。

(1) 各种加工机床。以材料加工为主，主要有车床、铣床、刨床、钻床、磨床、镗床、齿轮加工机床、加工中心等。

(2) 农业机械。以在作物种植业和畜牧业生产过程中，以及农、畜产品初加工和处理过程中所使用的各种机械。主要有耕耘机、开沟机、犁地机、播种机、联合收割机、脱粒机、农田灌溉机、采棉机等。发达国家已经实现从耕种、管理（含施肥、灌溉、锄草、除虫等）、收割、农产品加工全过程的农业机械化，我国正努力实现农业机械化。

(3) 林业机械。以用于营林（包括造林、育林和护林）、木材切削和林业起重输送的机械。广义的林业机械还包括木材加工机械、人造板机械和林产化工设备等综合利用机械。主要有挖坑机、植树机、烟雾机、锯木机、木材加工机等。

(4) 矿山机械。以直接用于矿物开采和选矿等作业为主的机械。主要有钻机、掘进机、开采机、粉碎机、选矿机、皮带运输机等。

(5) 冶金机械。以从矿物中提炼金属或合金并成型为主的机械。主要有高炉、轧钢机、切断机、浇注机等。

(6) 化工机械。化学工业的特点是物料的化学变化生产新物质的过程，化工生产具有高压、高温和真空的特点。化工设备的环境污染已引起高度重视。主要有发酵罐、内搅拌真空干燥机、电加热反应锅等。

(7) 工程机械。以建筑工程施工为主的机械也称施工机械。主要有起重机、挖掘机、搅拌机、铲运机、吊车、压路车等。

(8) 纺织机械。以纺纱、织布、印染和制衣为主的机械。主要有织布机、纺纱机、印染机、缝纫机等。

(9) 印刷机械。是指用于造纸和印刷的机械。主要有造纸机、切纸机、印刷机等。印刷工业的污水处理，特别是中小企业的污水处理是亟待解决的主要问题。

(10) 包装机械。是指用于产品外包装的机械。主要有袋装、瓶装、罐装、盒装等机械。现代包装机械已经实现过程的自动化。可以实现粉料、颗粒料、片状料、流体和其他形状物体的自动包装。

(11) 食品机械。是指用于饮食品加工的机械。主要有面粉加工机、面条加工机、豆浆机、薯条加工机等。该类机械要求没有污染。

(12) 钻探及开采机械。是指用于陆地和海洋石油、天然气以及地下水的开采或进行地质勘探的机械。主要有各类钻机、泵、采油机等。

(13) 医疗机械。是指用于医疗和理疗用的机械，如自动升降床、椅、医用手术机械手、按摩器及许多康复器械等。

(14) 办公机械。是指随着计算机技术的发展而诞生的一些新型机械，主要有打印机、复印机、绘图机、传真机、碎纸机等，网络技术加办公机械是办公自动化的象征。

(四) 机器人

机器人是一种新兴的自动化程度很高的机电一体化相结合的智能机械系统，用途广泛。可以用于制造、装配、喷漆、焊接、搬运，还可以代替人进行排除爆炸物、代替人作战或从事其他危险工作。

(五) 兵器

兵器是用于战争的机械，主要有各种枪械、火炮、坦克、弹箭、雷达、军用飞机和舰船等。该类产品的可靠性、精度和性能要求极高，所以兵器工业最能代表一个国家机械工业和科学技术的最高发展水平。

(六) 民用生活机械

民用生活机械是指提高人类生活质量的机械。主要有空调机、洗衣机、照相机、摄像机、吸尘器、电冰箱、电动玩具等。该类产品的用电安全性要求极高，很大程度上代表了一个国家的发达水平。

(七) 信息机械

信息机械一般是指依靠信息的传递和变换来完成特定功能的机械，主要有打印机、复印机、传真机、绘图机、照相机等现代机械都是信息机械。

三、机械产品的基本要求

各种不同类型的机械产品其功能和作用各不相同，但他们的总体质量要求却有许多共同点。机械产品必须满足的基本要求如下：

- (1) 满足机械产品的功能要求和工作性能要求。
- (2) 满足安全性要求。
- (3) 符合人机要求，操作方便。
- (4) 工作可靠性好。
- (5) 优良的性能价格比。
- (6) 满足使用寿命要求。
- (7) 节约能源。