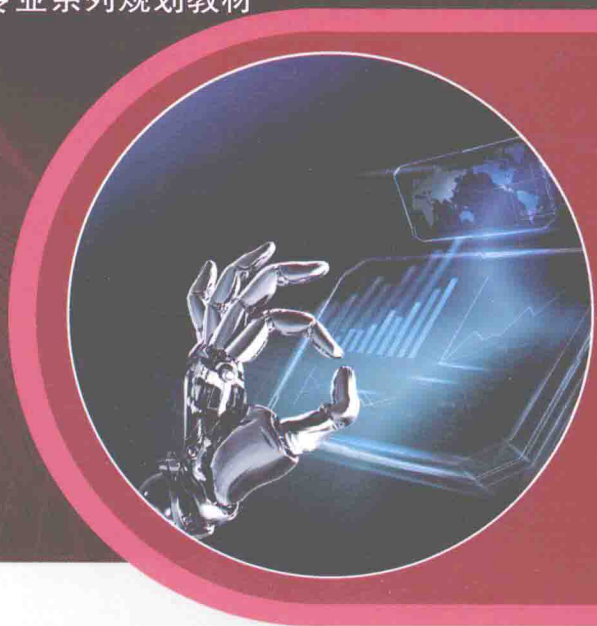





普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材



机械工程导论

戴 勇 邓乾发 等 编著

 科学出版社

普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材

机械工程导论

戴 勇 邓乾发 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分 11 章,由三个部分组成。第一部分为导学篇,包括第 1~3 章,重点回答了“为什么要选择机械工程”、“什么是机械工程”、“如何踏上机械工程师之路”三个问题,让学生了解机械工程的辉煌历史和美好未来,明确学习目标,增强学生对专业的认同感。第二部分为基础篇,包括第 4~7 章,介绍了人文、数学、力学及材料等学科的基础知识与机械工程的关系,让学生了解学习基础课程的重要性和必要性。第三部分为专业篇,包括第 8~11 章,通过对机械工程的 4 个主要的二级学科,即机械设计及理论、机械制造及其自动化、机械电子工程、车辆工程的专业描述和典型研究领域的介绍,进一步增强学生对专业的认同感,激发学生的学习兴趣。

本书深入浅出,图文并茂,内容生动,既有史料性的背景介绍,又涉及最新的研究成果;既有引人入胜的技术描述,又有给人启迪的人物介绍。在帮助新入学的大学生建立机械工程的初步概念,了解、认识、热爱自己的专业的同时,也为他们适应大学学习生活及大专业招生背景下的专业分流提供必要的帮助。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程导论 / 戴勇等编著. — 北京: 科学出版社, 2014.6
普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材
ISBN 978-7-03-040656-9

I. ①机… II. 戴… 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(2014)第 101027 号

责任编辑: 毛 莹 张丽花 / 责任校对: 胡小洁

责任印制: 闫 磊 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

http://www.sciencep.com

骏杰印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014 年 6 月第一次印刷 印张: 13

字数: 303 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

对于刚刚进入大学校门的机械工程类专业学生来讲,“什么是机械工程”、“机械工程包含哪些内容”、“为什么要选择机械工程”、“机械工程师之路应该怎么走”等问题常使他们感到困惑。不少学生对机械工程的学习提不起兴趣,学习基础课时不知道为何要学,选择专业时不知道什么专业更适合自己的。传统的教学体系并没有安排相应的课程来解决这些问题。如何激发广大学生对机械工程专业兴趣,让学生热爱所学专业,变“要我学”为“我要学”,变茫然地“被动学”为有目的地“主动学”,是国内外高等院校普遍关心的问题。

笔者于2005年通过浙江省高等教育重点建设教材项目立项进行教材的编写,当时参考了已出版的诸多相关教材,于2008年完成初稿,但由于没有能够跳出传统的编写模式,没能达到预期的效果,最终决定暂缓出版。此后在学校教改项目“专业入门教育的新探索”的支持下,重新开展相关研究,通过对多年来的教学经验进行总结,对学生需求进行调查,广泛征求学生和老师的意见,决定重新编写教材。在教材的定位、内容及编写方式等方面做了很大的调整。以让学生了解专业、热爱专业,激发学生的学习热情,提高学生对专业的认同感,为学生答疑解惑为主要目标。在保证专业介绍系统性的前提下,避免过深的专业讲解,力求内容精炼、深入浅出。此外,本书配有免费电子课件,可供任课教师参考。

在本书的编写过程中,得到了10多位同行专家学者的鼓励、帮助和支持,近千名在校大学生阅读了本书的初稿并提出了宝贵的意见。在编写过程中,本书编著者阅读参考了数百篇参考资料和文献。由于篇幅所限,不能一一署名标注,在此一并表示感谢。

本书编写分工如下:第1~4章由戴勇撰写,第5章和第10章由董健撰写,第6章和第8章由李志鑫撰写,第7章和第9章由邓乾发撰写,第11章由袁巧玲撰写。全书由戴勇统稿,由修树东教授主审。

限于编著者的水平,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请广大读者不吝指正。



2014年3月于杭州

目 录

前言

第 1 章 选择机械工程的理由	1
1.1 机械工程前景广阔.....	1
1.1.1 与航天专家的对话.....	1
1.1.2 专业地位与职业前景.....	2
1.1.3 机械工程的未来.....	3
1.2 机械工程成就辉煌.....	3
1.2.1 汽车.....	3
1.2.2 阿波罗登月与载人航天.....	4
1.2.3 发电技术.....	6
1.2.4 农业机械化.....	6
1.2.5 飞机.....	7
1.2.6 集成电路.....	8
1.2.7 空调与制冷.....	8
1.2.8 计算机辅助工程.....	9
1.2.9 生物医学工程.....	10
1.2.10 标准化.....	11
1.3 机械工程不可或缺.....	11
1.3.1 机械工程的进步促进了社会发展.....	11
1.3.2 生产生活都离不开机械工程.....	14
第 2 章 机械与机械工程概述	15
2.1 基本概念.....	15
2.1.1 工程.....	15
2.1.2 机械.....	16
2.1.3 机械工程.....	17
2.2 机械工程的发展.....	19
2.2.1 动力机械的发展.....	19
2.2.2 机械加工技术的发展.....	21
2.2.3 机械电子工程方面的发展.....	22
2.2.4 基础理论与分析计算方面的发展.....	23
2.3 机械工程的热点问题.....	24
2.3.1 机械工程与人类的生存环境.....	24

2.3.2	机械工程与人工智能	25
2.3.3	机械工程专业化和综合化	26
2.4	我国机械工程科学发展总趋势	27
第3章	机械工程师之路	28
3.1	机械工程师	28
3.1.1	机械工程师的主要工作与特征	28
3.1.2	机械工程师的知识结构与学习	29
3.1.3	机械工程师的素养	30
3.2	机械工程师的起航之路	31
3.2.1	明确目标	31
3.2.2	学会学习	33
3.2.3	创新意识与能力的培养	35
3.2.4	抓住机遇与创造机会	37
拓展阅读:	机械工程专家——沈鸿	40
第4章	人文与机械工程	43
4.1	概述	43
4.1.1	人文科学	43
4.1.2	哲学与科学技术哲学	44
4.2	人文科学与自然科学	45
4.2.1	人文与科学的相互关系	45
4.2.2	哲学推动现代科技发展	46
4.2.3	“李约瑟问题”引发的思考	48
4.2.4	人文与科学的交融是时代发展的必然	49
4.3	人文科学与科技人才	49
4.3.1	理工科学生也需要人文科学的滋养	49
4.3.2	工程师要有哲学思维	50
拓展阅读:	人文教育的倡导者——杨叔子	52
第5章	数学与机械工程	55
5.1	概述	55
5.1.1	数学及其分类	55
5.1.2	高等数学和工程数学	56
5.1.3	数学将成为所有科学的中心	59
5.2	数学建模	60
5.2.1	数学模型与建模	60
5.2.2	数学建模的作用	61
5.2.3	数学建模的方法	62
5.3	机械工程中的数学	63

5.3.1	最优化模型与机械优化设计	63
5.3.2	傅里叶变换与数字图像处理	64
	拓展阅读：“数学之王”——苏步青	66
第 6 章	力学与机械工程	70
6.1	概述	70
6.1.1	力学及其分类	70
6.1.2	理论力学和材料力学	71
6.1.3	力学无处不在	73
6.2	机械工程中的力学	74
6.2.1	汽车造型的演变与空气动力学	74
6.2.2	并联机床与运动学分析	76
6.2.3	微机电系统中的动力学	77
6.3	力学的研究方法	78
	拓展阅读：“力学之父”——钱伟长	79
第 7 章	材料与机械工程	83
7.1	概述	83
7.1.1	材料与材料科学	83
7.1.2	材料是技术大厦的基石	85
7.1.3	材料与技术进步相伴	86
7.2	机械工程中的材料	87
7.2.1	合理选用材料是机械设计的成功保障	87
7.2.2	新材料的不断涌现为机械加工带来难题	87
7.2.3	刀具材料的发展促进了切削加工技术的进步	89
7.3	新材料的未来	90
	拓展阅读：“材料之父”——师昌绪	91
第 8 章	机械设计及理论	95
8.1	概述	95
8.1.1	机械设计及其任务	95
8.1.2	机构学	96
8.1.3	机械产品设计中的主要技术问题	97
8.1.4	机械设计及理论学科	101
8.2	机械设计的地位与作用	102
8.3	机械设计的发展	103
8.3.1	机械制图的演变	103
8.3.2	设计方法的发展	104
8.4	机械设计及理论的相关研究领域	106

8.4.1	有限元分析与 CAE	106
8.4.2	虚拟设计	109
8.4.3	反求工程	113
第 9 章	机械制造及其自动化	118
9.1	概述	118
9.1.1	机械产品的制造过程	118
9.1.2	自动化与柔性自动化	119
9.1.3	机械制造及其自动化学科	121
9.2	机械制造及其自动化的地位与作用	121
9.2.1	机械制造是国民经济的支柱和基础	121
9.2.2	工业自动化是制造业产业升级的重要手段	122
9.3	制造模式的演变	123
9.3.1	作坊式手工生产模式	124
9.3.2	大量生产模式	125
9.3.3	精良生产模式	126
9.3.4	制造模式的发展	127
9.4	机械制造相关研究领域	129
9.4.1	高速加工技术	129
9.4.2	超精密加工技术	133
9.4.3	再制造技术	138
9.4.4	3D 打印技术	141
第 10 章	机械电子工程	147
10.1	概述	147
10.1.1	机电一体化产品	147
10.1.2	机电一体化技术	149
10.1.3	机械电子工程学科	151
10.2	机电一体化的产生及其发展	152
10.2.1	机电一体化是现代科学技术发展的必然结果	152
10.2.2	机械电子工程的发展历程	153
10.2.3	机械电子工程的发展趋势	154
10.3	机械电子工程的相关研究领域	155
10.3.1	机器人	155
10.3.2	微机电系统	160
10.3.3	DNC 系统	166
第 11 章	车辆工程	171
11.1	概述	171

11.1.1	车辆及其分类	171
11.1.2	汽车的构成	173
11.1.3	车辆工程学科	175
11.2	汽车的产生及其发展	176
11.2.1	近代汽车的诞生	176
11.2.2	汽车的出现改变了人们的生活	177
11.2.3	汽车及汽车工业的发展	178
11.2.4	汽车技术前沿	180
11.2.5	未来汽车的发展趋势	185
11.3	车辆工程相关研究领域	187
11.3.1	新能源汽车	187
11.3.2	自动驾驶汽车	191
	参考文献	195

第 1 章 选择机械工程的理由

或许是父母的要求让你选择了机械工程，或许是老师的建议让你选择了机械工程，或许仅是专业调剂让你“被”选择了机械工程，或许是你自己选择了机械工程，但对自己的选择并不自信。无论什么原因让你选择了机械工程，可以告诉你的只有一点，那就是你的选择没错。机械工程前景广阔，机械工程成就辉煌，机械工程在过去、现在和将来都是不可或缺的。选择机械工程，大有可为。

1.1 机械工程前景广阔

1.1.1 与航天专家的对话

20 世纪 80 年代，笔者在哈尔滨工业大学机械工程系读研究生。1983 年夏天，笔者到北京查资料，为开题做准备。住在北京图书馆附近的航天部空间技术研究院的招待所，有幸和一位航天专家住在一个房间。虽然时间已经过去了 30 多年，已不记得这位航天专家的姓名，但笔者与这位专家之间的一段简短的对话至今难忘。

“你是学什么专业的？”

“机械制造。”

“好，学机械制造好！”

“其实，高考时我想报数学专业的，很可惜当年考试发挥得不好。机械制造是我的第二选择，说实在的，每当想到高考，我对自己都很失望。”

“哈哈，对学机械制造不满意？”

“有点。”

“其实，机械工程是一个很好的选择，我就是学机械的。”

“可以算是一个好的选择吧，我父母说，学机械，找工作容易，‘饿不死’。”

“你父母说得也没错，但是学习机械工程的好处远不止这一点。机械工程前景广阔，如果你有很好的数学基础，熟练掌握一门外语，最好是德语，你将事事可为！”

“是吗？”

“这是我的体会。‘文革’期间，我被关入‘牛棚’，我就靠一本德语词典，学会了德语。发达国家机械制造的水平比我们高，熟练掌握外语便于学习与交流。我也喜欢数学，数学是所有学科的基础。而学习机械工程可以培养你系统地分析问题、解决问题的能力。你看，我参与了我国第一个宇航员地面培训站的建设，我现在在研究激光火箭。”

“您真厉害！”

“小伙子，你也可以的，加油！”

……

多年后，随着对机械工程了解的深入，随着在机械工程领域的实践和经验积累，笔者对这位专家的所言越来越认同，他说得不是“有道理”，而是“相当有道理”。

2012年6月，笔者回母校参加毕业30年聚会。参加聚会的机械工程学院(原机械工程系)的学生中，有搞投资的，有研究管理的，有涉足芯片、医疗、航天等高新技术领域的，也有研究机器人、超精密加工、微纳制造等机械工程方面的专家、学者，有企业家，有高级工程师，有教授，还有将军。的确是事事可为。要补充的只有一点，那就是，在大学学习期间除了学习知识以外，还要重视提高修养，提升能力。

1.1.2 专业地位与职业前景

机械工业是我国调整经济结构的重头戏，关系到经济的造血能力、扩大内需能力、科技的蓄积能力和开发创新能力，发展机械工业也是提升生产效率最重要的手段之一。机械工业是各种科技人才的蓄水池，要求机械工程的从业人员具备综合的素质和全面的技能。机械工业实力越强，科技人才效率越高，拉动社会生产力发展的效果越明显。

我国的机械工程科学虽已取得长足进展，但与国际先进水平相比仍存在很大差距。在本领域学术界，人们期待着诞生更多在国际上有重大影响的科技成果和著名科学家，拥有一大批国际一流的国家实验室和工程研究中心，创造大量自主创新的重大科技成果并转化为生产力。

在科学向产业过渡的领域中，伴随着企业生产规模的日益扩大，面对优秀机械工程类人才青黄不接的现状，机械工程师无疑将扮演越来越重要的角色，在机电、材料、制造、信息、电子等领域的研发、生产和管理工作中发挥作用。

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，因此未来在机械工程领域可以大展宏图；另一方面，如果你有良好的机械工程背景、数学基础、外语水平，你将事事可为。

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。通常，现实中的难题总是和在学校里演习的题目不一样，因为生活中的难题没有标准答案。实际上，在工程领域中，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。也就是说，除了解决问题，还要说服大家你的解题方案最佳。

从工作中得到满足非常重要，毕竟，人的一生大约有40年的时间会每天工作8小时、每周重复5天、每年工作50周。你是希望让工作的每时每刻都牢骚满腹，还是想从事自己感兴趣的工作？选择在工程领域工作可以获得众多的满足感，如职业选择面广、工作有挑战性、才智不断发展、造福社会、收入稳定、社会地位高、思维创意……

机械工程是世界上最大的行业之一，从事该行业的专业人士人数以百万计算。工程师可以任职的岗位数不胜数。在实际的工作中，有很多类型的工程师岗位供你选择，你一定可以找到适合你的岗位。

你想象力丰富并充满创意？不妨考虑当设计工程师；

你喜欢在实验室做实验？看来测试工程师可能适合你；

你喜欢组织并促成一些事情？那么你可以当开发工程师；

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；你热衷于自然科学，喜欢和数字打交道？分析工程师的工作就最适合你了。

1.1.3 机械工程的未来

据《中国机械工程技术路线图》对未来20年机械工程技术发展进行的预测和展望，面向2030年机械工程技术发展有五大趋势和八大技术。五大趋势包括：绿色、智能、超常、融合、服务。八大技术包括：复杂机电系统的创意、建模、仿真与优化设计技术，零件精确成形技术，大型结构件成形技术，高速精密加工技术，微纳器件与系统，智能制造设备，智能化集成化传动技术，数字化工程等。

世界经济的增长离不开机械制造业的持续发展，而机械制造业也是始终伴随着世界经济的不断增长而不断发展和变化的。预计全球机械制造业在2010~2015年的平均增长率将在7.8%左右。

未来，世界机械制造业的发展将会有三大趋势：整个机械制造业的重心将迁向亚洲；全球市场的竞争将聚集中端市场；节能环保将越来越受到用户和制造商的重视。

未来，我国将是主导全球机械制造业的主要力量。这主要是因为“十二五”期间，我国国内生产制造业仍将保持高于发达国家近3%的增长速度，无疑会拉动今后几年中国机械制造业的高速增长；其次，我国的机械制造业以其巨大的规模优势逐渐获得全球机械制造业的领导权；最后，我国和发达国家的机械制造业技术的差距预期将在未来几年不断缩小。

进入21世纪，科学技术以更加迅速的速度发展，以互联网为代表的信息技术得到广泛应用，人类社会正开始走向知识经济的新时代。以分子、原子等为对象的纳米制造和以基因技术为核心的生物制造将闪亮登场，机械工程及机械制造业将进入一个崭新的发展阶段。

1.2 机械工程成就辉煌

机械工程并不仅仅关注于数字、计算、计算机、齿轮、润滑油。机械工程致力于通过技术推动社会进步。20世纪是从事机械工程研究的人值得骄傲的世纪。以下就是列在前十位的成就。

1.2.1 汽车

汽车的开发和应用是20世纪机械工程的最重大成就，汽车的出现使得人们的活动半径加大，对人们的社会和文化所产生的影响无处不在。

汽车技术的发展依赖大马力的轻型发动机和高效的大量生产工艺。德国工程师尼古拉斯·奥托设计了第一台实用的四冲程内燃机(图1-1)，并且经过无数工程师的努力改进，成为今天大多数汽车的动力源。除了动力的改进之外，汽车市场的竞争已经引向其他领域，如汽车的安全性、节省燃料、舒适、排放控制等。例如，防抱死的刹车、运行平稳的轮胎、安全气囊、复合材料、注油系统的计算机控制、卫星导航系统、变量阀调速，以及能源的替代技术，即电、复合燃料、液化气、燃料电池等。



图 1-1 尼古拉斯·奥托设计的四冲程内燃机

美国机械工程师学会 (ASME) 不仅认可汽车的开发，而且还有紧随其后的制造技术。成千上万的汽车被制造出来，并且让普通家庭都买得起。除了汽车工程的努力，是亨利·福特提出基于加工和装配流水线的大量生产方式才使得汽车进入了寻常百姓家。

大量生产方式的生产模式下，劳动力也像零件一样是“互换”的，不仅在车间，而且在技术部门，最大限度地利用了分工的思路；组织结构纵向一体化，不靠采购关系，所有零件厂内自制，以保证交货期；为了保证零件的互换性，大量采用自动化、半自动化机床，多数只生产一种零件，按零件工艺排列机床；产品质量高、产量大、成本大幅度下降、组装简单、修理方便；生产线是移动或连续组装，装配工时大大减少，单件生产模式下装配一辆汽车需要 500~600 分钟，而在大量生产模式下装配一辆汽车仅需 5~8 分钟，甚至不到 3 分钟。流水线加工和装配的大量生产方式如图 1-2 所示。

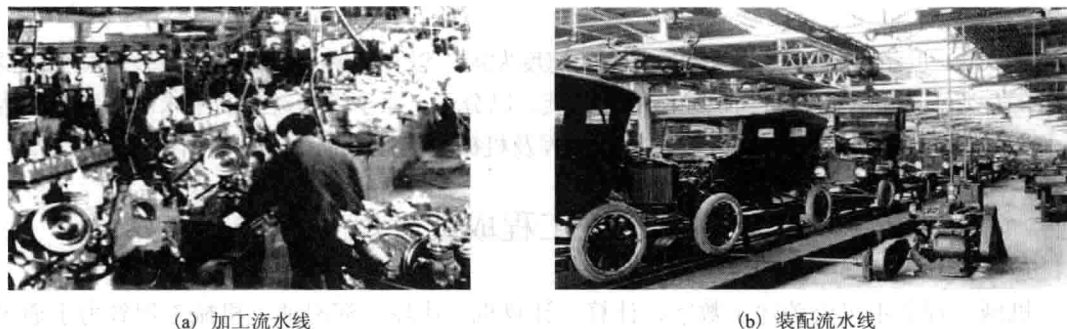


图 1-2 流水线加工和装配的大量生产方式

汽车工业已发展成为世界经济的一个主要部分，并为机床制造业、原材料工业带来了许多机会。在美国，汽车生产是最大的制造业，1999 年从业人员超过 100 万人，每年产值达到 3450 亿美元。2011 年全球汽车产量为 8010 万辆，创历史最高水平，我国则以 1840 万辆的产量成为世界最大的汽车生产国。在我国的一些省、市 (吉林、上海等)，汽车生产业已成为其支柱产业。

1.2.2 阿波罗登月与载人航天

1961 年美国总统一约翰·肯尼迪向美国公民宣告，美国政府计划载人登月并安全返回地球，如图 1-3 所示。不到十年，这一目标实现了，1969 年 7 月 20 日，阿波罗 11 号成功登上月球，三名美国宇航员尼尔·阿姆斯特朗、埃德温·奥尔德林、迈克尔·科林斯踏上

月球，并在数日后安全返回。阿波罗登月计划的技术先进和引以为傲的文化影响使之成为第二个 20 世纪机械工程的最有影响力的重要成就。

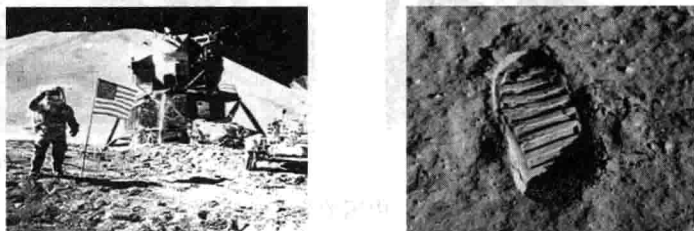
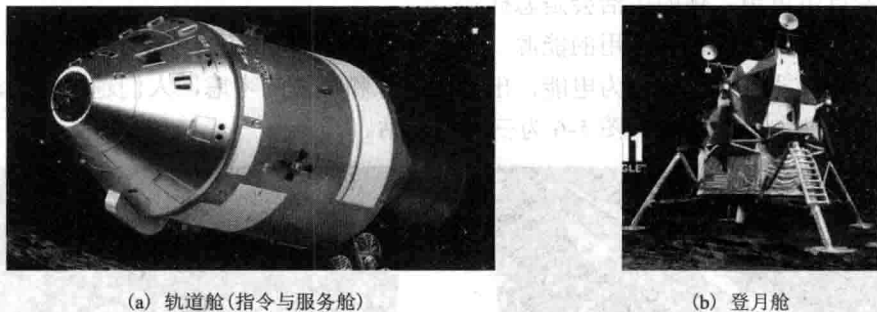


图 1-3 阿波罗 11 号成功登月

美国相继 6 次发射“阿波罗”飞船，其中 5 次成功，总共有 12 名航天员登上月球。整个工程历时约 11 年，到 1972 年 12 月结束，耗资 255 亿美元。在工程高峰时期，参加工程的有 2 万家企业、200 多所大学和 80 多个科研机构，总人数超过 30 万。它是 20 世纪人类最宏伟的工程之一。

在阿波罗登月计划中，有三项关键的工程开发：推力高达 750 万磅（约 340 万千克）的三级运载火箭，指令与服务舱、登月舱，如图 1-4 所示。在机械工程的众多成就中，谈到科技进步和探险精神、爱国主义精神的结合，阿波罗登月计划可能是唯一的。事实上，从空间拍摄的地球照片改变了我们观测自己和星球的方式。没有成千上万机械工程师的努力，阿波罗登月计划、空间旅行、星际探险、气象观测和通信卫星都是不可能的。



(a) 轨道舱(指令与服务舱)

(b) 登月舱

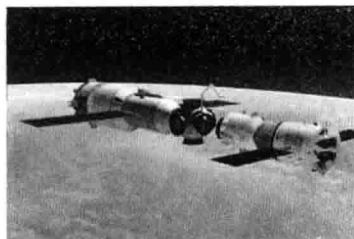
图 1-4 阿波罗 11 号的轨道舱和登月舱

阿姆斯特朗有一句名言：“这是我的一小步，却是人类的一大步。”的确，正是在这一小步之后，人类迈出了探索太空的一个又一个大步。2003 年 10 月 16 日，我国“神舟五号”载人飞船完成中国首次载人航天飞行任务，我们看到了航天英雄杨利伟出舱时的矫健身影。2012 年 6 月 16 日 18 时 37 分，“神舟九号”飞船发射升空。2012 年 6 月 18 日 11 时左右转入自主控制飞行，14 时左右与“天宫一号”实施自动交会对接，如图 1-5 所示，这是中国实施的首次载人空间交会对接。

神舟飞船是中国自行研制，具有完全自主知识产权，达到或优于国际第三代载人飞船技术的飞船。神舟飞船采用三舱一段的结构，即由返回舱、轨道舱、推进舱和附加段构成，由 13 个分系统组成。神舟飞船与国外第三代飞船相比，具有起点高、具备留轨利用能力等特点。



(a) “神舟五号”



(b) 神舟飞船与“天宫一号”对接

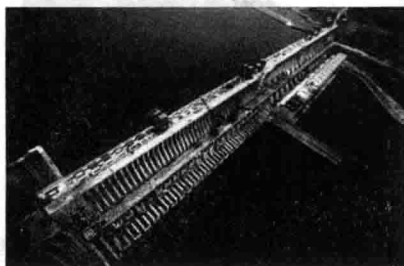
图 1-5 中国的载人航天

1.2.3 发电技术

电的发现和应用极大地节省了人类的体力劳动和脑力劳动，使人类的力量长上了翅膀，使人类的信息触角不断延伸。电对人类生活的影响有两方面：能量的获取、转化和传输，电子信息技术的基础。电的发现可以说是人类历史的革命，由它产生的动能现在每天都在源源不断地释放。毫不夸张地说，人对电的需求，其作用不亚于人类世界的氧气，如果没有电，人类的文明现在还会在黑暗中探索。

丰富、廉价的能源是支撑经济发展和繁荣的一个重要因素。电能的传送改变了全球数亿人的生活方式和生活质量。在 20 世纪，发电并传送到家庭、商店、工厂，大大地促进了经济的发展和社会的进步。人们的生产、生活越来越离不开电。很难想象，在你需要的时候却没有电可用，你的生活会是怎样？

电能是一种便于传输和使用的能源。煤、天然气、油料的化学能，风的动能，原子能，水的势能，太阳能都可以转化为电能，出于对资源和环境的考虑，人们越来越关注风力发电、太阳能发电和潮汐发电。图 1-6 为三峡水电站。



(a) 三峡大坝



(b) 三峡电站发电机组

图 1-6 三峡水电站

1.2.4 农业机械化

农业机械的起源可以追溯到原始社会使用简单农具的时代。在中国，早在新石器时代的仰韶文化时期(约公元前13世纪)就已使用铜犁头进行牛耕。随着动力机械的进步与发展，与农业相关的各种操作都能够实现机械化。农业机械是在种植业和畜牧业生产过程中，以及农、畜产品深加工和处理过程中所使用的各种机械。农业机械包括农用动力机械、农田

建设机械、土壤耕作机械、种植和施肥机械、植物保护机械、农田排灌机械、作物收获机械、农产品加工机械、畜牧业机械和农业运输机械等。

使用机器是现代农业的一个基本特征，对于利用资源、抵御自然灾害、推广现代农业技术、促进农业集约经营、增加单产与总产、提高农业劳动生产率、降低农产品成本，以及对于减轻农民劳动强度和缩小工农差别，都有着重大的作用。农业机械化使农民的耕作变得轻松，产量和收益大幅增加，解放了大量的农村劳动力。19世纪初，一个美国农民只能养活极少数的人，到20世纪初，一个美国农民可以养活130个人。这主要归功于农业的机械化。典型的农业机械如图1-7所示。



(a) 插秧机



(b) 联合收割机

图 1-7 典型的农业机械

1.2.5 飞机

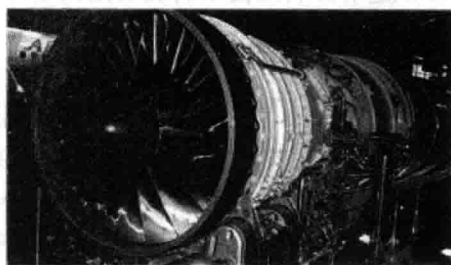
很早以前，能像鸟儿一样在天空中飞翔是人类的一个梦想。飞机的出现缩短了人们之间的距离，原先要去远隔重洋的地方需要数月，而现在乘飞机只要几小时。

机械工程师在飞机的每一个发展阶段都起到了十分重要的作用。特别是在喷气发动机的设计制造、飞行控制系统的改进、钛合金材料与加工等方面的贡献，使得现在的飞机速度快、安全性高、乘坐舒适。

早期的飞机采用的是活塞式发动机，喷气发动机(图1-8)的发明大大提高了飞行的速度，降低了飞行的成本。用同样数量的燃料，后者可以比前者承载更多的货物或乘客。



(a) 中国商用飞机



(b) 喷气发动机

图 1-8 飞机及其发动机

1.2.6 集成电路

集成电路是在一块半导体芯片上,用掺杂、外延、再生等工艺手段,将各种电路的元件及元件间的连线制作在这块芯片上,从而实现预定的功能。集成元件就其功能讲,有线性集成电路、数字集成电路和其他功能电路。

线性集成电路也称为运算放大器。它负责把弱小的信号放大成需要的电量。这里面有通用型运放、低功耗运放、高精度运放、高输入阻抗运放、高速运放、宽带运放等。数字集成电路的形式很多,简单的就是“与”门、“或”门、“非”门、“与非”门、“或非”门等,复杂一些的如“寄存器”、“移位寄存器”、“译码器”等,更复杂的如各种单片机(现在有的单片机内部电路不只是数字电路,也有模拟电路)。

其他功能电路有很多,如红外传感器件、传感报警器件、无线控制器件、声光控制器件、新型音响器件、语音电路器件、通信电路器件、控制电路器件、开关电路器件、仪表检测器件、转换电路器件、电源电路器件、充电电路器件和其他新颖的电路器件等。集成电路就其集成元件的数量来分有小规模集成元件、中等规模集成元件、大规模集成元件、超大规模集成元件。小规模一般内部元件有几十到几百个,中等规模内部元件有几百到几千个,大规模内部元件有几万到几十万个,超大规模集成元件有几十万个以上,甚至上百万个。1980年的386芯片包含27.5万个晶体管,2001年的奔腾4芯片包含4000万个晶体管,而2008年推出的酷睿i5芯片包含7.74亿个晶体管。图1-9为中国“芯”。



(a) 中国科学院计算所“龙芯”(通用CPU芯片)



(b) 欧比特的“芯”(嵌入式处理器芯片)

图1-9 中国“芯”

集成电路的集成度不断提高和大批量生产使得计算机走入家庭,进入机械。而自动化装备和超精密加工技术的发展是其基础。

1.2.7 空调与制冷

人们讨厌酷暑和严冬,希望能够四季如春,然而,春去夏至,秋过冬来,这是自然规律。机械工程师研发出来的空调和冷藏系统在很大程度上提高了人们的生活质量。这其中,压缩机、制冷剂、热交换器是空调和冷藏系统的核心。空调与制冷系统是流体力学、热传导、热力学、压缩技术、制冷剂、热交换技术的综合应用。1930年,氟利昂使空调和制冷安全廉价,但后来发现其可破坏臭氧层,现在正由不含氯氟烃(CFC)的化合物取代。

空调和冷藏系统一方面可以改变小环境的气候,让人生活得更舒适,另一方面也为食品储存提供了良好的条件。食品保鲜改变购物、生产、运输和消费方式。冷藏与恒温如图1-10所示。