

面向21世纪精品教材

机械工程概论

曹国强 编著

航空工业出版社

TH/54

2008

机械工程概论

曹国强 编著

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书系统地介绍了机械工程的相关基础知识和应用,以及最新发展状况。全书共计7章,主要内容包括:机械工程基本概念,机械工程服务的领域与种类,机械发展与社会发展的关系,以及我国机械工业的发展现状;航空航天技术的基本知识、飞行器的结构,以及我国航空航天事业的发展;机械加工技术的一般方法和特种方法,以及现代设计方法,21世纪先进生产制造与管理模式,如精良生产、敏捷制造、虚拟制造等的基本概念和内涵及应用;最后本书对机械工程密切相关的学科——机电一体化技术进行了论述,较为重点地论述了电机控制技术和可编程序控制器。

本书可作为高等学校机械工程学科相关专业本科生的基础教材,也可作为其他专业师生和相关工程技术人员学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程概论/曹国强编著. —北京:航空工业出版社,
2008.2

ISBN 978-7-80243-096-9

I. 机… II. 曹… III. 机械工程 IV. TH

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第014750号

机械工程概论

Jixie Gongcheng Gailun

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话:010-64919539 010-64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2008年2月第1版

2008年2月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:9.75

字数:230千字

印数:1—4500

定价:18.00元

前 言

本教材是供机械工程学科相关专业本科生学习用的教材，也是一本用系统工程方法论对学生进行知识与素质教育于一体的教科书，全书共分7章。第1章介绍了机械工程的基本概念、机械工程服务的领域与种类、机械发展与社会发展的关系，以及我国机械工业的发展现状；第2章介绍了航空航天技术的基本知识、飞行器的结构，以及我国航空航天事业的发展；第3~第5章介绍了机械加工技术的一般方法和特种方法，以及现代设计方法，使同学们对机械产品的设计和制造过程有一个较为全面的了解和认识；第6章介绍了21世纪先进生产制造与管理模式，如精良生产、敏捷制造、虚拟制造等的概念和内涵及应用；第7章介绍了与机械工程密切相关的学科——机电一体化技术，较为重点地论述了电机控制技术和可编程序控制器。读者通过对本教材的学习，对机械工程及相关领域的知识有一个较为全面的认识，为进一步学习专业知识奠定一个良好的基础。

本书由沈阳航空工业学院曹国强、高雾、庞丽君、包明宇、李景奎编著，全书由曹国强统编定稿。本书在编写过程中得到了机电工程学院很多教师的支持和帮助，在此表示诚挚的感谢！

书中参考并引用了许多专家、学者的研究成果，谨致谢意！

机械工程学科是一门蓬勃发展的传统学科，涉及的知识面非常广泛，应用的领域众多，加之编者水平有限，编写中难免有欠妥之处，恳请广大读者多提宝贵意见。

编者

2007年12月

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 机械发展与社会发展的关系	(1)
1.2 机械工程基本概念	(2)
1.3 机械工程服务领域与种类	(4)
1.4 我国机械工业的发展	(6)
第2章 航空航天技术	(10)
2.1 概论	(10)
2.2 我国的航空航天工业	(28)
2.3 飞行器结构	(37)
第3章 机械加工技术	(51)
3.1 一般加工方法	(51)
3.2 特种加工方法	(64)
第4章 先进制造技术	(72)
4.1 计算机辅助设计与制造	(72)
4.2 数控技术	(80)
4.3 柔性制造系统	(88)
4.4 计算机集成制造系统	(91)
第5章 现代设计方法	(95)
5.1 传统设计与现代设计	(95)
5.2 有限元分析	(98)
5.3 优化设计	(104)
5.4 可靠性设计	(109)
5.5 智能设计	(114)
5.6 并行设计	(116)
第6章 21世纪先进生产制造与管理模式	(121)
6.1 概述	(121)

6.2 精良生产.....	(123)
6.3 敏捷制造.....	(125)
6.4 虚拟制造.....	(129)
6.5 其他先进生产与管理方式.....	(133)
第7章 机电一体化技术	(138)
7.1 概述.....	(138)
7.2 电机控制技术.....	(140)
7.3 可编程控制器.....	(144)
参考文献	(148)

第1章 绪论

1.1 机械发展与社会发展的关系

1.1.1 机械是社会生产和服务的五大要素

制造是人类最古老的生产活动，人类成为“现代人”的标志是制造工具。从制造简单工具演化到制造由多个零件、部件组成的现代机械，经历了漫长的过程。人类发展的历史证明，社会生产创造着人类的社会物质文明，推动了人类社会的发展。据统计，发达国家60%~70%的财富来源于制造业生产的产品，而制造业的主要支柱是机械。

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。任何现代产业和工程领域都需要应用机械，例如，农业、林业、矿山等需要农业机械、林业机械、矿山机械；冶金和化学工业需要冶金机械、化工机械；纺织和食品加工工业需要纺织机械、食品加工机械；房屋建筑和道路、桥梁、水利等工程需要工程机械；电力工业需要动力机械；交通运输业需要各种车辆、船舶、飞机等；各种商品的计量、包装、储存、装卸需要各种相应的工作机械。就是人们的日常生活，也越来越多地应用了各种机械，如汽车、自行车、缝纫机、钟表、照相机、洗衣机、冰箱、空调机和吸尘器，等等。

1.1.2 决定人类命运的五次革命

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——天然工具保卫自己，并用之猎取食物。使用天然工具，锻炼了他们的大脑和手指。

第二次革命发生在大约50万年前，古猿人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人感到好吃，而且利于吸收，同时也为提高他们的体力和脑力创造了条件，使古猿人的生活质量有了改善和提高。使用工具，携带食物，甚至“拖儿带女”都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 15000 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 5000 年前,古人类进入新石器时代。4000 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。约 2000 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。

第四次革命发生在 1750 ~ 1850 年,蒸汽机的发明导致了一场工业革命。1760 年,在英国格拉斯哥大学工作的瓦特经过 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 年英国人特莱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、南北战争、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。

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。机械工程与电子工程结合诞生了“机电一体化”的复合技术,使机械设备的结构、功能和制造技术等提高到一个新的水平。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。

1.2 机械工程基本概念

机械工程的基本概念主要包括机械、机器、机构、零件、部件、构件。

1.2.1 机械

机械是指机器与机构的总称。机器是人类经过长期生产实践创造出来的重要工具,它的作用是实现能量转换或完成有用的机械功,用以减轻或代替人的劳动。例如,在生产实践和日常生活中广泛使用的各类机床、电动机、内燃机、起重机、汽车、拖拉机、缝纫机、洗衣机等都是机器。图 1-1 所示为内燃机。

机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料与信息。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) 都是人为的各种实物的组合体。

(2) 组成机器的各种实物间具有确定的相对运动。

(3) 可代替或减轻人的劳动，有效地完成机械功或能量转换。

凡具备上述三特征的实物组合体，均称为机器。

所谓机构，也是各种实物的组合体，实物间具有确定的相对运动，即符合机器的前两个特征。如图 1-1 所示，机架（汽缸）1 和齿轮 7、8 等组成齿轮机构；机架（汽缸）1、凸轮轴 6 和汽阀推杆 5 组成凸轮机构。

机构主要用来传递和变换运动，而机器主要用来传递和转换能量。从结构和运动学的角度来分析，机器与机构之间并无区别。

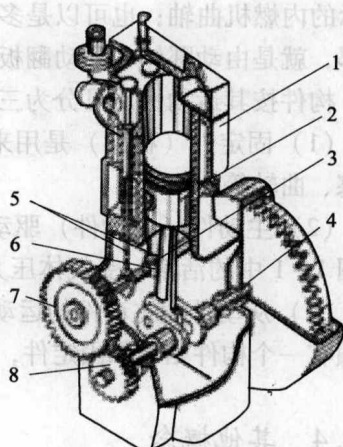


图 1-1 内燃机

- 1—汽缸；2—活塞；3—连杆；4—曲轴；
- 5—汽阀推杆；6—凸轮轴；7—大齿轮；
- 8—小齿轮

1.2.2 零件与部件

机器是由若干个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。在特定的机器中才会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。

为了独立制造、独立装配和运输、使用上方便，常把机械中为完成同一功能的一组零件组合在一起，形成一个协同工作的整体，如减速器、离合器和电机转子等。这种为完成同一功能而在结构上组合在一起的协同工作的零件总体，称为部件。

1.2.3 构件

组成机构的各个相对运动的实体称为构件。它可以是单一的整体，如图 1-2 (a)

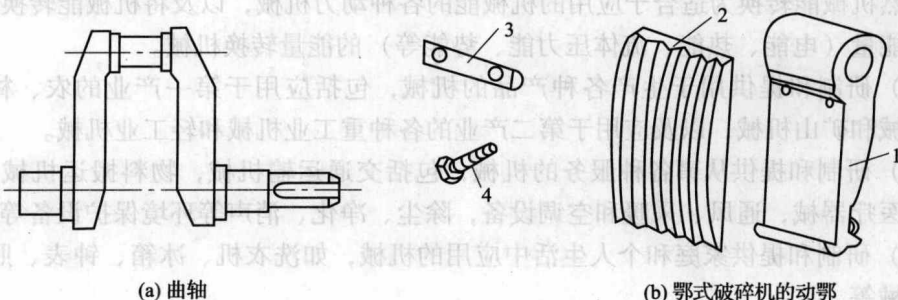


图 1-2 构件

- 1—动鄂体；2—动翻板；3—压板；4—螺钉

所示的内燃机曲轴；也可以是多个零件的刚性连接，如图 1-2 (b) 所示鄂式破碎机的动鄂，就是由动鄂体 1 和动翻板 2 用压板 3 和螺钉 4 固定在一体的。

构件按其运动性质可分为三类：

(1) 固定件（机架）是用来支撑活动构件的构件。如图 1-1 中的汽缸，用以支撑活塞、曲轴等。

(2) 主动件（原动件）驱动力所作用的构件，或者说带动其他构件运动的构件，如图 1-1 中的活塞，受气体压力推动，从而带动连杆和曲轴。

(3) 从动件随主动件的运动而运动的构件，如图 1-1 中的连杆、曲轴。任何机构必须有一个构件相对作固定件，在活动构件中至少有一个是主动件。

1.2.4 其他概念

(1) 设备：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。

(2) 装备：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。

1.3 机械工程服务领域与种类

1.3.1 机械工程的服务领域

机械工程的服务领域广阔而多面，凡是使用机械、工具，以至能源和材料生产的部门，无不需机械的服务。概括说来，现代机械工程有五大服务领域。

(1) 研制和提供能量转换机械，包括将热能、化学能、原子能、电能、流体压力能和天然机械能转换为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）的能量转换机械。

(2) 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。

(3) 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，医疗器械，通风、采暖和空调设备，除尘、净化、消声等环境保护设备等。

(4) 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。

(5) 研制和提供各种机械武器。

不论服务于哪一领域，机械工程的工作内容基本相同，按其工作性质可分为六个

方面。

(1) 建立和发展可以实际和直接地应用于机械工程的工程理论基础, 主要包括: 研究力和运动的工程力学及流体力学; 研究金属和非金属材料的性能及其应用的工程材料学; 研究材料在外力作用下的应力、应变等的材料力学; 研究热能产生、传导和转换的燃烧学、传热学和热力学; 研究摩擦、磨损和润滑的摩擦学; 研究机械中各构件间的相对运动的机构学; 研究各类有独立功能的机械元件的工作原理、结构、设计和计算的机械原理及机械零件学; 研究金属和非金属的成形及切削加工的金属工艺学与非金属工艺学等。

(2) 研究、设计和发展新的机械产品, 不断改进现有机械产品和生产新一代机械产品, 以适应当前和将来的需要。这方面包括: 调研和预测社会对机械产品新的要求; 探索应用机械工程和其他工程技术中出现的新理论、新技术、新材料、新工艺, 进行必要的新产品试验、试制、改进、评价、鉴定和定型; 分析正在试用的和正式使用的机械存在的缺点、问题和失效情况, 并寻求解决措施。

(3) 机械产品的生产包括: 生产设施的规划和实现; 生产计划的制定和生产调度; 编制和贯彻制造工艺; 设计和制造工具、模具; 确定劳动定额和材料定额; 组织加工、装配、试车和包装发运; 对产品质量进行有效的控制。

(4) 机械制造企业的经营和管理。机械一般是由许多具有独特的成形、加工过程的精密零件组装而成的复杂的制品, 生产批量有单件和小批, 也有中批、大批和大量生产。销售对象遍及全部产业和个人、家庭, 而且销售量在社会经济状况的影响下可能出现很大的波动。因此, 机械制造企业的管理和经营特别复杂和困难。企业的生产管理、规划和经营等的研究也多始于机械工业。生产工程、工业工程等成为独立学科之前, 都曾是机械工程的分支。

(5) 机械产品的应用, 包括选择、订购、验收、安装、调整、操作、维护、修理和改造各产业所使用的机械和成套机械装备, 以保证机械产品在长期使用中的可靠性和经济性。

(6) 研究机械产品在制造过程中, 尤其是在使用中所产生的环境污染和自然资源过度耗费方面的问题及其处理措施。这是现代机械工程的一项特别重要的任务, 而且其重要性与日俱增。

1.3.2 机械的种类

当今, 机械已广泛地进入到人类活动的几乎一切领域, 从简单小巧的剃须刀到复杂庞大的航天飞机, 门类繁多, 结构不同, 用途各异, 分类的方法也有多种类别。如按功能可分为动力机械、物料搬运机械、粉碎机械等; 按服务的产业可分为农业机械、矿山机械、纺织机械等; 按工作原理可分为热力机械、流体机械、仿生机械等。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, 因而机械又出现了各种各样不同的分类体系。但是, 这些按不同方面分成的多种机械类型往往互相交叉、互相重叠。如船用汽轮机是动力机械,

也是热力机械、流体机械和涡轮（旧译透平）机械，它属于船用动力装置，可能也属于核动力装置。研究合理分类有知识意义，但在实用中没有太大的价值。考虑到分类的科学性和通用性，以及科学原理应用于多个行业的共性，这里采用混合分类法，具体分类见表 1-1。

表 1-1 机械的种类

动力机械	原动机	热力发动机（柴油机、汽油机、煤气机）、燃气轮机、风力机、水力机等。 电动机、电动液压机等
工艺类机械	机床	车床、铣床、刨床、磨床、钻床、拉床、锯床、镗床，以及电火花、超声波、激光、电解加工等特种机床
	压力加工机械	锻锤、压力机、冲压设备、轧机等
	铸造焊接机械	造型机、焊接机、切割机
	热处理设备	各种热处理装置及热处理成套设备
	起重机械	起重机、吊车等
	交通运输机械	火车、汽车、电车、摩托车、自行车及船舶等
	化工机械	化工反应设备、物料输送设备、分离设备、橡胶机械、塑料机械等
产业机械	农业机械	耕作机械、水井钻机、种植机械、植保机械、施肥机械、农田排灌机械、饲料加工机械、农产品加工机械等
	林业机械	营林机械、油锯、伐区作业联合机、林业起重机等
	矿山机械	采矿机械、石油钻采机械、选矿机械
	纺织机械	纺纱机械、织选机械、染整机械等
	工程机械	推土机、挖土机等
	建筑机械	混凝土机等
	食品机械	粮食机械、食品加工机械、饮料机械、乳制品加工机械、包装机械、肉类加工机械等
	轻工机械	烟草机械、印刷机械、文体用品机械等
其他机械	航空航天机械	飞机、导弹、火箭、卫星、航天飞机、宇宙飞船等
		信息机械（计算机、打印机、复印机等），仿生机械，机器人等

1.4 我国机械工业的发展

机械工业在国民经济中居于主导地位，是工业体系的核心部门，也是建设社会主义物质技术基础的强大支柱。发展机械工业是实现现代化的重要环节之一。没有发达的机械工业，就没有农业、国防和科学技术的现代化。在国民经济技术改造中，机械工业是一个重大关键。

1.4.1 中国机械工业发展的历史

中国是世界上机械发展最早的国家之一。采矿与冶炼技术比欧洲早 1000 多年。我们的祖先曾有过造纸术、印刷术、指南针和火药四大发明。古代机械发明、使用和发展以及水力、风力代替人力和畜力远远领先于世界水平；采用批量生产的陶器、先进的农桑以及丝绸织物与技艺，通过丝绸之路源源不断流入西方。古老的东方文明为人类历史的进步作出过卓越的贡献。然而中国古代的能工巧匠们不重视发明后器械的绘图工作，发明创造者或因不会文字，或因社会的不重视，影响了机械制造业的发展。加之 14 世纪以后，长期的封建社会统治限制了生产力和科学技术的发展。一个具有讽刺意义的事例是对近 2000 年中国机械史的最好写照：早在公元前 400 ~ 前 200 年，中国就有了“刻漏”计时器，并出现了铜制棘轮，公元 235 年马钧发明了齿轮传动指南针车，此后到 1350 年意大利人才制成齿轮传动的机械钟，而直到 1915 年，中国才建起了第一家钟厂。鸦片战争中由于西方国家入侵，中国沦为半殖民地半封建社会，侵略与奴役更加束缚了工业发展。直到 1865 年曾国藩等创办了江南制造总局（1953 年更名为江南造船厂），才打破了历经五个多世纪的沉寂，开始了中国近代机械工业史。政府设立了 10 多家军工厂，用以修造枪支、弹簧，“汉阳造”步枪就是中国自己的名牌。民族工业主要以船舷、纺织缂丝、农产品加工、动力机械、车床等为主。然而，由于清政府的腐败、日本的入侵，继之国民党政府发动的内战等，民族工业受到了巨大的打击。据 1948 年统计，上海 1200 多家机械厂中，能开工的只有 10%，半停产达 80%，停业的 5% 以上，中国的机械工业远远落后于西方工业发达国家。

新中国建立后，1950 ~ 1952 年的三年经济恢复时期，我国对机械工业进行了改组和改建工作，并着手筹建重大项目，大型的太原重型机器厂、哈尔滨电机厂亦在此期间建成并投产。1952 年工业产值比 1949 年增长了 3.9 倍。机械工业对恢复国民经济和支持抗美援朝战争起到了重大的作用。

第一个五年计划（1953 ~ 1957 年）期间，在对原有工厂开展整顿和技术改造的同时，新建了一批大型骨干企业，引进新技术和试制新产品，并初步建立了机械科学研究和人才培养基地。这一阶段国民经济所需装备自给率达到 62%，苏联拟建 156 项工程所需装备国内供应比例按重量^①计达 52%，按金额计为 46%。这为整个机械工业的发展奠定了基础。

1958 年以后，尽管经历了“大跃进”的失误、“三年自然灾害”的影响、“文化大革命”的冲击，机械工业仍然坚持发展，产品数量、质量和成套水平都有较大提高。机械工业已成为一个具有一定规模和水平、门类比较齐全的工业部门。

1977 年“文革”结束后，机械工业贯彻“调整、改革、整顿、提高”的方针，加强产品质量管理，扩大服务领域。调整企业结构，加强科学研究，加速技术引进，扩大

^① 本书中的“重量”均指“质量”（mass），单位为千克（kg）等。

产品出口,扩大企业自主权,机械工业走上了稳步发展的道路。

1.4.2 中国机械工业发展的现状与前景

经过半个多世纪的努力,我国机械工业已经逐步发展成为具有一定综合实力的制造业,初步确立了在国民经济中的支柱地位。“八五”期间,党的十四大明确提出要把机械工业、汽车工业建成国民经济的支柱产业。

按照这一战略要求,原机械工业部会同原国家计划委员会制定了《机械工业振兴纲要》,经国务院批准颁布实施,要求到2010年基本实现机械工业的振兴,使之成为国民经济的支柱产业。“九五”初期,原机械工业部按照党的十四届五中全会精神,制定了着重打好“三大战役”的战略方针,即:质量翻身战役,再塑机械产品的良好形象;组织结构优化战役,实现资产的合理配置;开发能力提高战役,全面提高产品的技术含量和创新能力。

“九五”期间,机械工业取得了长足的发展。突出表现在机械工业产值在全国工业中的比重超过25%,生产保持稳定增长,为国民经济提供了大量可靠装备;先进制造技术得到广泛采用,同时在高新技术产业化方面取得重大进展;研制和制造重大、精密、成套装备的能力显著提高;全方位、多层次的对外开放格局基本形成,机械行业产品出口的迅速增长有力地支持了机械工业乃至全国经济的发展;体制改革取得突破性进展,市场机制已在机械工业发展中起主导作用,以建立现代企业制度为目标的国有企业改革稳步推进,民营企业、乡镇企业成为机械工业发展的新兴力量。

从目前国民经济发展的总体态势和机械工业的增长潜力看,机械工业发展既面临挑战,又有许多机遇。主要行业走势大体如下。

农机行业:由于国家继续加强对农业的投入和农产品收购的顺价政策实行,预计大型农机产品生产降幅将明显减小,农业运输机械将保持适度增长,一些小型、专用农机具市场需求将保持平稳。

工程机械行业:预计随着国家对铁道、公路、机场、码头和城市公用基础设施等项目投资力度的加强,国内对工程机械产品的市场需求有所改善。

仪器仪表行业:预计投资类仪表的市场需求会有所好转,受住房制度改革的推动,预计各种水表、电表需求将逐渐趋稳,光学仪器和消费类仪表将能够继续保持目前的增长态势。

石化通用行业:从主要产品情况看,石油钻采、炼油化工设备保持一定增长。从目前相关行业发展前景看,石化通用行业情况转机较大,生产增长会有所恢复,尤其是国家加大对年产30万吨及以上合成氨、48万吨及以上尿素、30万吨及以上乙烯成套设备等的技术改造会促进需求的平稳增长。

电工电器行业:从目前电工行业经济运行状况看,行业经济形势将进一步趋好,尤其是国家决定新建电厂和改造老厂所需的60万千瓦以下的火电机组将采用国产设备。加强中低压凝汽式机组、老机组和重点主力机组,3年内停运和报废1000万千瓦中低压小火电机组。集中资金加快电网(特别是城市电网和农村电网)的建设与改造等措

第 2 章 航空航天技术

2.1 概论

2.1.1 航空航天的基本概念

人类为了扩大社会生产,必然要开拓新的活动空间。从陆地到海洋,从海洋到大气层,再到宇宙空间就是这样一个人类逐渐扩展活动范围的过程。航空航天是人类拓展大气层和宇宙空间的产物。经过 100 多年的快速发展,航空航天已经成为 21 世纪最活跃和最有影响的科学技术领域,该领域取得的重大成就标志着人类文明的高度发展,也标志着一个国家科学技术的先进水平。

2.1.1.1 航空

航空是指载人或不载人的航空器在地球大气层中的航行活动。航空必须具备空气介质和克服航空器自身重力的升力,大部分航空器还要有产生相对于空气运动所需的推力。

翱翔天空是人类很久以来的梦想。但直到 18 世纪后期热气球在欧洲成功升空,这一愿望才得以实现。20 世纪初期飞机的出现,开创了现代航空的新篇章。空气动力学是航空技术的科学基础,航空技术的每一项成就都离不开空气动力学的进展。

航空按其使用方向有军用航空和民用航空之分。

军用航空泛指用于军事目的的一切航空活动,主要包括作战、侦察、运输、警戒、训练和联络救生等。在现代高技术战争中,夺取制空权是取得战争胜利的重要手段,也是军用航空的主要活动。军用航空活动主要由军用飞机来完成,军用飞机可分为作战飞机和作战支援飞机两大类。典型的作战飞机有战斗机(又称歼击机)、攻击机(又称强击机)、战斗轰炸机、反潜机、战术和战略轰炸机等。作战支援飞机包括军用运输机、预警指挥机、电子战飞机、空中加油机、侦察机、通信联络机和军用教练机等。除固定翼飞机外,直升机在对地攻击、侦察、运输、通信联络、搜索救援以及反潜等方面也发挥着巨大的作用,已成为现代军队,特别是陆军的重要武器装备。

民用航空泛指利用各类航空器为国民经济服务的非军事性飞行活动。根据不同的飞行目的,民用航空分为商业航空和通用航空两大类。商业航空指在国内和国际航线上的商业性客、货(邮)运输,这类运输服务主要由国内和国际干线客机、货机或客货两用飞机以及国内支线运输机完成。通用航空系指用于公务、工业、农林牧副渔业、地质勘探、遥感遥测、公安、气象、环保、救护、通勤、体育和观光游览等方面的飞行活动。通用飞机主要有公务机、农林机、轻型多用途飞机、巡逻救护机、体育运动机和私

人飞机等。直升机在近海石油勘探、海陆紧急救援、短途交通运输和空中起吊作业中也发挥着独特的作用。

2.1.1.2 航天

航天是指载人或不载人的航天器在地球大气层之外的航行活动，又称空间飞行或宇宙航行。航天的实现必须使航天器克服或摆脱地球的引力，若想飞出太阳系，还要摆脱太阳引力。从地球表面发射的航天器，环绕地球、脱离地球和飞出太阳系所需的最小速度，分别称为第一、第二和第三宇宙速度，是航天所需的三个特征速度。我国著名科学家钱学森认为，人类飞行活动可以分为两个阶段，即航空、航天和航宇。他认为航空是在大气层中活动，航天是飞出地球大气层在太阳系内活动，而航宇则是飞出太阳系到广袤无垠的宇宙中去航行。

遨游宇宙是人类在征服自然的过程中产生的愿望。20世纪40年代初期，大型液体火箭的成功发射奠定了现代航天技术的基础。约20年后，苏联航天员加加林乘“东方”1号飞船进入太空，人类终于实现了遨游太空的伟大理想。火箭推进技术是航天技术的核心。航天实际上也有军用和民用之分，但世界各国在宣传自己的航天事业时都主要强调其商业或民用潜力。

占领和控制近地宇宙空间已经成为军事大国争夺军事优势的新焦点。在美国、俄罗斯等国已发射的航天器中，具有军事用途的超过70%。用于军事目的的航天器可分为三类：军用卫星系统、反卫星系统和军事载人航天系统。军用卫星主要分通信卫星、气象卫星和侦察（间谍）卫星三种。反卫星系统包括反卫星卫星、定向能武器和动能武器。激光武器、粒子束武器和射频武器等属于定向能武器；动能导弹、电磁炮和电热弹等属于动能武器的范畴。军事载人航天系统分为空间站、飞船和航天飞机、空天飞机等。空间站可用作空间侦察与监视平台、空间武器试验基地、天基国家指挥所、未来天军作战基地等。20世纪80年代美国提出的所谓“星球大战”计划就是以永久性载人空间站为空间基地而部署的。

航天的民用潜力也非常巨大。空间物理探测、空间天文探测、卫星气象观测、卫星海洋观测、卫星广播通信、卫星导航、遥感考古、太空旅游和地外生命探索等都是航天的重要应用领域。微重力环境下完成的各种化学、物理和生物实验成果是航天为人类文明与进步所做的直接贡献。

2.1.1.3 航空与航天的联系

航天不同于航空，航天器是在极高的真空宇宙空间以类似于自然天体的运动规律飞行。但航天器的发射和回收都要经过大气层，这就使航空航天之间产生了必然的联系。尤其是水平降落的航天飞机和研究中的水平起降的空天飞机，它们的起飞和降落过程和飞机非常相似，兼有航空与航天的特点。航空航天一词，既蕴藏着进行航空航天活动必需的科学，又包含了研制航空航天飞行器所涉及的各种技术。从科学技术的角度看，航空与航天之间是紧密联系的。

航空航天技术是高度综合的现代科学技术。力学、热力学和材料学是航空航天的科学基础；电子技术、自动控制技术、计算机技术、喷气推进技术和制造工艺技术等对航空航天的进步发挥了重要作用；医学、真空技术和低温技术的发展促进了航天的发展。上