

樊庆文 马咏梅 王冬梅 编著

现代工业系统

XIANDAI GONGYE XITONG JICHU

基础



西南交通大学出版社

现代工业系统基础

樊庆文 马咏梅 王冬梅 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书是本科教学计划调整后,根据“强基础、宽专业”的要求编写的。各专业学生在学习本专业的专业基础课和专业课之前学习本书,可了解本专业在整个工业系统中的地位和作用,为学生学习后续专业课打下基础,并能为学生毕业后择业提供一定的指导作用。

本书主要讲解能源工业、冶金工业、化学工业、机械工业、汽车工业、电子信息产业、轻工业和建筑业的历史演变、现状和发展趋势;在国民经济中的地位和作用;原理、特点和常用的工艺装备;安全生产与环境保护的关系等内容。工业企业管理部分主要介绍工业企业的特征、企业管理的自然属性和社会属性、工业企业管理的职能、内容、基本原则和方法等。学生通过对各工业部门(学科)的共性和交叉点的学习,贯彻学科交叉融合的思想,寻找技术创新点,培养创新意识。

本书适合大学本科一、二年级学生学习。

图书在版编目(CIP)数据

现代工业系统基础 / 樊庆文, 马咏梅, 王冬梅编著. —
成都: 西南交通大学出版社, 2004.2
ISBN 7-81057-806-5

I. 现... II. ①樊...②马...③王... III. 工业 - 自动
控制系统 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 113289 号

现代工业系统基础

樊庆文 马咏梅 王冬梅 编著

*

责任编辑 黄淑文

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 14.5

字数: 351 千字

2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 7-81057-806-5/TP · 327

定价: 19.80 元

前 言

“十五”期间，随着国民经济第三步战略部署的全面实施，各工业行业将进入一个重要的历史发展时期。在校的大学生是将来实现工业跨越式发展的重要力量。如何培养学生，如何构建大学生的知识体系，如何培养大学生的创新能力，是目前教育界探讨的热门话题。本书就是在“强基础、宽专业”的背景下编写的。工科学生通过了解工业系统中各工业门类的历史、现状、发展前景、工艺特点以及各行业之间的内在联系，可对整个工业系统有一个全面系统的认识，了解所学专业在工业系统中的地位和作用，为学习后续专业课程打下基础，为毕业后的择业提供参考。文、理、医科部分专业学生学习本书，也可以提高工程意识。

本书共分 10 章。第 1 章简述工业系统的基本概念、工业体系的分类、课程的基本内容和工业的发展历史。第 2 章介绍能源和能源系统的基本概念；采煤、采油工业的工艺、设备、安全生产及其与环境的关系；火力发电、水力发电、核能发电的生产过程、设备特点及其与生态的关系。第 3 章介绍炼铁、炼钢、型材和有色金属生产的原理、工艺、设备及其与机械制造业的关系。第 4 章介绍化学原料及化工产品的分类、生产工艺及其与环境保护的关系，重点讲解硫酸生产工艺特点及方法。第 5 章介绍轻工业的分类和特点，重点介绍纺织工业、制革业、陶瓷工业的工艺流程及生产设备。第 6 章介绍建筑学的产生、发展和基本科学体系，具体讲解建设项目的程序。第 7 章介绍电子信息产业的定义、产业结构特点、发展方向以及我国信息产业的发展状况，重点介绍电子技术在军事和经济生活中的作用。第 8 章介绍了现代设计方法和制造技术的发展历史、特点，常用的制造技术，重点介绍工厂的构成和运行，设备的更新、改造、维修和报废的知识。第 9 章介绍汽车的分类、性能特点，重点讲解汽车基本原理、加工工艺和安全技术。第 10 章介绍工业企业的特征、企业管理的属性和职能，讲解现代工业企业对管理的要求，工业企业管理的内容及基本方法等。

本书第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 8 章、第 9 章主要由樊庆文编写，第 5 章、第 6 章、第 10 章主要由马咏梅编写，第 7 章、第 8 章主要由王冬梅编写。本书编写得到四川大学郭祚达教授的鼎力支持，并得到编者所在单位同仁的大力帮助，在此一并感谢。

本书力求体系严谨、内容完备、文字流畅，并突出科学性、实用性和可读性。由于编者水平有限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

作 者

2004 年 1 月

目 录

第1章 概 论	1
1.1 工业系统的基本概念和分类	1
1.2 课程的内容和特点	2
1.3 课程的目的	3
1.4 工业发展简史	3
第2章 能源工业	8
2.1 能源工业概述	8
2.2 煤炭工业	13
2.3 石油工业	23
2.4 电力工业	31
第3章 冶金工业	47
3.1 冶金工业概述	47
3.2 炼铁工业	49
3.3 炼钢工业	52
3.4 钢型材生产	58
3.5 有色冶金	62
3.6 冶金工业与环境污染	66
第4章 化学工业	69
4.1 化学工业概述	69
4.2 化工原料及产品	73
4.3 化工过程	77
4.4 化工生产举例——硫酸生产	81
4.5 化学危险物质	82
4.6 化工设备	83
第5章 轻工业	86
5.1 轻工业概述	86
5.2 皮革工业	91
5.3 陶瓷工业	97
5.4 纺织工业	119

第 6 章 建筑业	126
6.1 建筑业概论	126
6.2 建筑学的形成和体系	130
6.3 建筑项目的建设程序	131
6.4 现代建筑技术	134
6.5 现代建筑业的发展方向	136
第 7 章 电子信息产业	139
7.1 电子信息产业概述	139
7.2 电子信息技术	141
7.3 电子信息技术的应用	147
第 8 章 机械工业	152
8.1 机械工业概述	152
8.2 现代设计方法	159
8.3 现代制造技术	169
8.4 机械厂的组成和运行	182
8.5 设备管理	183
第 9 章 汽车工业	191
9.1 汽车与汽车工业	191
9.2 汽车的构造与原理	196
9.3 汽车装配工艺	198
9.4 汽车安全	200
9.5 交通工程	205
第 10 章 工业企业管理	210
10.1 工业企业及企业管理	210
10.2 工业企业管理的内容和职能	215
10.3 工业企业管理的基本方法	221
参考文献	225

第1章 概 论

1.1 工业系统的基本概念和分类

1985 年中华人民共和国国家统计局对国民经济的部门进行了划分，中国的产业部门划分为三类，即：

第一产业：农业。其中包括林业、牧业、渔业等。第一产业是指直接作用于自然界，生产初级产品或原料的产业。第一产业主要提供人类生存的基本条件。

第二产业：工业和建筑业。工业包括采掘业、制造业、自来水、电力、蒸汽、热水、煤气等。有时建筑业也可以列入工业部门。第二产业是把初级产品或原料加工成为满足人类生产生活进一步需要的物质资料的产业。第二产业主要提供人类社会发展的物质条件。

第三产业：除上述第一、第二产业以外的其他各业。第三产业可分为两大部门：一是流通部门，二是服务部门。包括交通运输业、邮电通讯业、商业饮食业、物资供销和仓储业、金融业、保险业、地质普查业、房地产、公用事业、居民服务业、旅游业、咨询服务业、各类技术服务业、教育、文化、广播电视事业、科学研究事业、卫生、体育、社会福利事业、政府机关。政府机关虽然是服务部门，因其特殊作用，通常视为非产业部门。第三产业提供改善人类生活质量的条件。

工业：广义上讲，工业是指采掘自然物资资源，对工业原料和农业原料进行加工的社会活动。狭义的讲，工业仅指加工工业，即制造业。工业部门是惟一生产现代化劳动手段的部门。它决定着国民经济现代化的速度、规模和水平，是国民经济的主导部门，为农业和国民经济的其他部门提供原料、动力、生产工具、技术装备和日用工业品。工业部门还是国家财政收入的主要源泉，是国家经济自主、政治独立、国防现代化的根本保证。

按工业产品的用途，工业部门可分为重工业和轻工业：

重工业：主要是提供生产资料的工业部门。包括燃料工业、冶金工业、电力工业、化学工业、机械工业、建筑材料工业等部门。重工业是为工业、农业和国民经济其他部门提供原料、燃料、动力和现代化技术装备的工业部门。

轻工业：工业部门中主要生产消费资料的部门。包括以农产品为原料和非农产品为原料的轻工业，前者如棉、毛、麻、丝、纺织、缝纫、造纸、食品、皮革等工业，后者如各类日用机械、金属制品、日用化工产品、家用电器、化学纤维及其织品、日用陶瓷、玻璃、印刷以及钢木家具等工业。

按在国民经济中的作用特点，工业部门又分为 8 大产业：

- ① 能源工业：煤炭、石油、电力；
- ② 冶金工业：钢铁、有色金属；
- ③ 化学工业：化工、化肥；
- ④ 机械工业：普通机械（机床、轴承、减速器等）、化工机械、食品机械、水利机械、皮革机械、电力机械、冶金机械、纺织机械、建筑机械、交通机械等；
- ⑤ 汽车工业：汽车、自行车、摩托车、专用汽车；
- ⑥ 电子信息产业：电视（VCD、DVD、录放机）、邮电、电讯；
- ⑦ 轻工业：食品工业、制药工业、皮革工业、纺织工业；
- ⑧ 建筑业。

其中，能源工业、冶金工业、化学工业属于基础工业，机械工业、汽车工业、电子信息产业属于核心工业，轻工业和建筑业属于应用工业。

另外，按加工方式分类，工业可分为采掘工业、加工工业；按生产顺序分类，工业可分为上游产业、中游产业、下游产业。

系统：由两个或两个以上相互联系和相互作用的物质或过程组成的具有整体功能和综合行为的有机体。系统具有集合性、整体性、相关性、目的性、阶层性和环境适应性的特征。例如，一个机组、一个企业、一项计划、一种组织、一套制度等均可以构成一个系统。每个工业部门可以构成一个系统，整个工业可以看成是一个系统，一个国家的国民经济也可以看成一个大系统。

整个工业系统包括能源提供、加工过程、产品销售、残值回收等。系统的各个部分是相互关联的：重工业产品是实现社会扩大再生产的物质基础，但是重工业的发展亦受到轻工业发展的制约，因为重工业的发展离不开轻工业提供消费品，特别是离不开轻工业提供的资金和广大市场；轻工业的发展速度和规模受重工业提供的劳动对象、劳动手段的规模所制约。因此，轻工业和重工业（以及农业）应该有一个合理的比例关系，才能促进整个国民经济的顺利发展。

1.2 课程的内容和特点

（1）介绍各工业部门（学科）的内容和特点。讲述各工业部门主要产品的市场调查、研究设计、生产工艺、生产管理、营销维护、回收等整个过程。介绍各工业部门在国民经济中的地位和作用、生产原理和特点、常用的工艺装备、安全生产以及与环境保护等基本内容和特点。

（2）分析各工业部门（学科）的纵向发展历程和发展趋势。从各个工业部门的产生、发展、形成及现状等方面分析中国工业的现有水平与发达国家的差距，及其将来的发展方向和前沿技术。

（3）阐述各工业部门（学科）的共性和交叉点。从物质流、能量流、信息流的角度分析各工业部门的关联性以及各工业部门的学科交叉点。阐述各个工业部门的个性特点以及各个工业部门之间的共性。

1.3 课程的目的

本课程的学习目的主要体现在:

- (1) 了解各个工业部门的基本内容和特点;
- (2) 了解各个工业部门的共性和交叉点;
- (3) 了解本专业在工业部门中的地位 and 作用;
- (4) 利用本专业的知识和技能与其他学科交叉融合, 寻找创新点和增长点, 产生技术创新。

1.4 工业发展简史

人类通过生产活动创造了工具, 加强了与大自然斗争的本领。但原始而粗陋的简单工具不能满足人类对增加生产和改善生活的迫切需要。随着人类的不断探索, 一些简单的科学原理被发现, 一些较复杂的工具相继产生, 这些工具既能承担人力所不能或不便进行的工作, 又能改善提高产品的质量, 特别是能够大大提高劳动生产率和改善劳动条件。

在建筑、运输等方面, 古代希腊、罗马和埃及人已经能够使用杠杆、斜面、绞盘和滚子等来提取和搬运重物。中国古代能够应用杠杆原理制造踏碓和桔槔, 如图 1-1; 应用差动原理制造起重辘轳, 如图 1-2; 应用将转动变成直动的连杆机构制造水排; 应用轮系原理制造指南车(图 1-3)和计里鼓车; 应用轮系、杠杆和凸轮原理制造水碾; 应用轮系和棘轮原理制造天文钟等。人们把自己所发明创造的这类能减轻人的劳动并能提高生产率的多件实物的组合体统称为“机器”。



图 1-1 桔 槔



图 1-2 起重辘轳

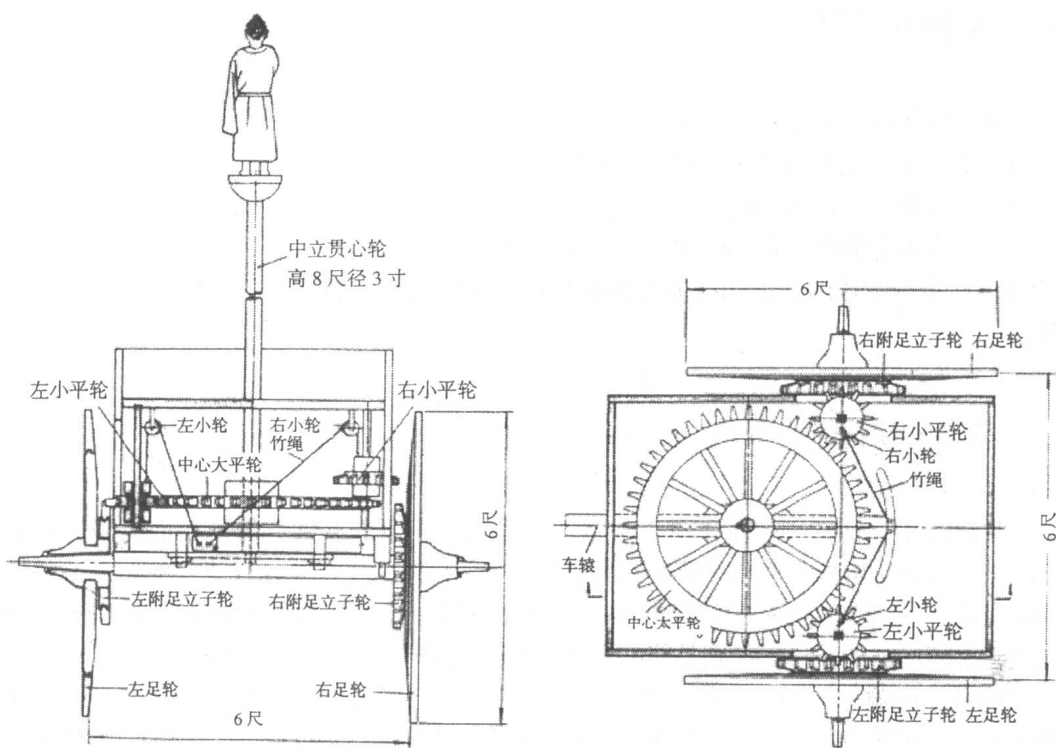


图 1-3 指南车原理

整个 18 世纪英国工业革命以前，“工业”是以手工业和家庭作坊的形式存在的。“机器”制作简陋、产量低、难以形成工业化生产。这一时期的手工业只是农业的副业，没有形成国民经济的独立部门。直到 18 世纪英国工业革命，才使原来以手工技术为基础的工场手工业逐步转变为机器大工业，工业才最终从农业中分离出来成为一个独立的物质生产部门。

1.4.1 第一次工业革命（First Industrial Revolution）

18 世纪末，英国资产阶级革命胜利后，国内外市场迅速扩大，新兴的资产阶级为了追逐更多的利润，希望改进生产技术、提高效率、降低成本，客观上产生了采取大机器生产的要求。文艺复兴以来自然科学得到长足发展，工场手工业发展迅速，分工越来越细，生产工具日趋专门化，工人在生产中积累了丰富的操作经验，为过渡到大机器生产准备了物质技术条件。圈地运动使几百万农民涌入城市，产生了大量的廉价劳动力，英国不断对外扩张也积累了大量资金和廉价原材料，这为大工业生产提供了人员和物资条件。

产业革命首先发生在英国，工具机的发明和使用是它的起点。当时，在棉纺织业中，手工劳动仍居统治地位，生产效率很低，远远不能适应市场的需要，必须进行生产技术的革新。1733 年，机械工约翰·凯伊将带着轮子的飞梭装在滑槽里，两端装有弹簧，使梭子可以极快地来回穿行，布面大大加宽；同时，用机器代替手工来回掷梭子（飞梭），降低了劳动强度，使功效提高了好几倍。1765 年，詹姆斯·哈格里夫发明了用他女儿名字命名的“珍妮机”。哈格里夫是一位纺纱工人，同时又是一位木工。一次纺纱机不慎被弄翻后，翻倒的

纺车依然转动，这启发他研制出了立式的多轮纺纱机，一开始安装了 8 根锭子，后来扩展成 80 根，进一步提高了生产效率。飞梭和“珍妮机”的发明是由手工工具变为机器的标志，大大提高了棉纺织业的生产效率。1785 年，卡特莱特发明水力（新的动力）织布机，建立起世界上第一个棉纱厂，突破了手工工场的规模，从而使纺织业的革命成为英国工业革命的开端。

机器工厂建立后，迫切需要解决动力问题。瓦特发明的蒸汽机使工业摆脱了地理环境和季节的限制，使工厂制度得以迅速确立起来，大大加速了产业革命的进程。蒸汽机的发明第一次大规模地把热能转变为机械能，这就直接推动了科学尤其是热力学和能量转化方面的基础理论的研究，同时还直接推动了纺织、采矿、冶金、机械等各类技术科学的发展。

在冶金业中，从 1790 年开始，许多炼铁厂相继采用蒸汽机来带动更大的鼓风机为更大的高炉提供更大的风力。新的燃料（焦炭）加上新的动力，使高炉越建越大，产量越来越高。1788 年，英国的生铁产量为 61.3 kt，而在各炼铁厂相继采用蒸汽机后，到了 1796 年，英国的生铁产量猛增到 125 kt。

在制造业中，社会生产对瓦特蒸汽机需求量越来越大，使以蒸汽机的制造为主体的机器制造业也随之发展起来。自此之后，车床、刨床、钻床、磨床等各种机床制造业以及纺织、采矿、冶金、运输等各种工种工作机的制造业也相应地发展起来。

另一方面，瓦特蒸汽机的发明也为生产关系的革命提供了有力的杠杆。由于机械大工业的迅速发展，社会日益分成两大明显对立的阶级：无产阶级和资产阶级。机器大工业把无产阶级一次又一次抛向街头，无产阶级革命也就一次又一次发生，从而把西欧一些主要资本主义国家推向了一个新的社会发展阶段。

在 1830—1840 年间，英国各主要工业部门已广泛使用蒸汽动力，用机器生产机器，这标志着英国工业革命的完成，使英国成为了世界第一个资本主义工业国家。从此，第一次工业革命以暴风骤雨般的迅猛声势突飞猛进，迅速发展 to 欧洲和美洲，世界文明进入到了“蒸汽时代”。

1.4.2 新技术革命（第二次工业革命）

1870 年以后，科学技术的迅速发展，各种新技术、新发明层出不穷，并被迅速应用于工业生产，大大促进了经济的发展，这就是第二次工业革命。当时，科学技术的突出发展主要表现在三个方面，即电力的广泛应用、内燃机和新交通工具的创制、新通讯手段的发明。

新技术革命的突出标志是电力代替蒸汽成为主要能源。在英国科学家法拉第和麦克斯韦的“电磁感应理论”指导下，解决了机械能转化为电能的问题，从此打开了电力时代的大门。从 19 世纪 60 年代开始，出现了一系列电器发明：1866 年，德国科学家西门子制成第一部发电机，到 19 世纪 70 年代，实际可用的发电机问世；比利时人格拉姆发明电动机，实现了电能和机械能的互换；电力开始用于带动机器，成为补充和取代蒸汽动力的新能源；用电动机带动的起重机、电动楼梯相继出现；出现了电灯、电车、电钻、电焊机等电气产品，并有了爱迪生这样伟大的发明家。电的发明和运用，对人类社会的文明进程产生深远影响，人类历史从“蒸汽时代”进入了“电气时代”。

新技术革命的另一个突出标志是内燃机的产生。19 世纪七八十年代，以煤气和汽油为

燃料的内燃机相继诞生，90 年代柴油机研制成功。内燃机的发明解决了交通工具的能源问题，使交通工具得以摆脱燃煤的“肮脏”和电线的牵制。1885 年，德国人卡尔·本茨成功地制造了第一辆由内燃机驱动的汽车。内燃机车、远洋轮船、飞机等也得到迅速发展。同时，内燃机的发明，还推动了石油开采业的发展和石油化工工业的产生。

第二次工业革命期间电讯事业的发展尤为迅速。1820 年法国物理学家安培发现电磁通过电线可以传递信息；1837 年美国莫尔斯发明了电磁式电报机；1844 年第一条应用于商业目的的电报线在巴尔的摩和华盛顿之间架起；1866 年美国资本家菲尔德铺下了第一条横贯大西洋的电缆；1876 年贝尔发明了世界上第一台有线电话机；1899 年，马可尼完成了跨越英吉利海峡的无线通讯实验，两年后又成功完成了跨越大西洋的无线通讯实验。无线电报技术为无线电广播、无线电话和电视的发明铺平了道路。到了 20 世纪，无线电技术蓬勃发展为快速地传递信息提供了方便。从此，世界各地的经济、政治和文化的联系进一步加强。

在第二次工业革命中出现的电力、钢铁、化工“三大技术”和汽车、飞机、无线电通讯“三大文明”，促进了社会生产力的新飞跃。在 19 世纪最后 30 年，世界工业总产值有了飞速增长。新技术革命的发展，还推动了科学的进步，为电子计算机、光导纤维、航天等尖端技术发展开辟了道路。

1.4.3 20 世纪的科技革命

20 世纪的科技革命始于世纪初，延续至 60 年代，以其不可抗拒的渗透力量影响了人类的经济生活、社会生活和思想观念，改造了整个人类社会。这次技术革命是以物理学的重大突破为先导的。1905 年，年仅 25 岁的犹太血统德国物理学家爱因斯坦，在他的名为《论运动物体的电动力学》的论文中提出了“狭义相对论”的理论，10 年后，他又提出了“广义相对论”的理论，其理论的核心是论证时间和空间的统一性，揭示四维空间与物质的统一关系，指出时间与空间不可能离开物质而单独存在，从而否定了近代物理牛顿力学的时空观，确定了崭新的、相对的时空观。此后发明的原子弹、核能发电都是以爱因斯坦的理论为基础的，给 20 世纪的人类社会带来巨大的变化。物理学革命的另一个重要内容是量子力学的建立和发展。1900 年，德国物理学家普朗克首先提出“能量子”的概念，他指出物体在发射和接受辐射时的最小的能量单位是“能量子”，或称“量子”。量子力学是研究微观世界中粒子运动规律的科学，它的建立大大加速了原子物理学的发展，为核物理学和粒子物理学准备了理论基础。

物理学的革命带动了化学、天文学、生物学、地学等学科理论的突破，推动了原子能技术、无线电技术、电子技术、航天技术及生物工程技术等实用技术的迅速发展，这就是我们今天经常说的科技革命。在西方和日本，有人用“三 C 革命”和“四 A 革命”来概括这场科技革命。所谓“三 C 革命”即通讯化（Communication）、计算机化（Computerization）、自动控制化（Control）；“四 A 革命”是指工厂自动化（Factory Automation）、办公自动化（Office Automation）、家庭自动化（Home Automation）和农业自动化（Agricultural Automation）。我们今天生活所依赖的物质条件，无论是汽车、电话、计算机、电视、机器人、合成衣料、光纤通讯，还是原子能发电站、人造卫星、宇宙飞船、试管婴儿、克隆技术、纳米技术、宇宙探索、太阳能利用、海洋开发、生物工程等都是以这些理论上的突破和科技方面的进步为基础的。

科技革命不仅改变了我们的生活方式，也改变了我们的生产方式。工业革命时期单一化、标准化的生产，和“重、大、厚、长”的产品逐渐被淘汰，新科技革命所提供的新工艺、新材料、新能源，使生产变得多样化、小型化、智能化，人们的衣、食、住、行向着多样化和个性化的方向发展。

现代科学技术发展的一个突出特点是它的世界性。在世界历史上，由于自然和人文环境的差异，存在过多种多样的文明或文化，如东方文明、西方文明、阿拉伯文明和美洲文明等，以前它们基本上按照自己的轨迹发展演进。20 世纪新的交通工具和通讯手段的发展，大大加强了世界各地区之间的政治、经济和文化的联系，特别是网络技术的传播，可以使越来越多的科技发明、创造和越来越多的文明成果超越时空的限制，为全人类所共享，各个文明之间的融合程度因此大大提高。我们生活在一个全球化的时代，科技革命使地球变小，变得像一座小村庄，因此很多人把地球叫做“地球村”。是科技革命改变了世界，创造了人类新文明。

第2章 能源工业

2.1 能源工业概述

2.1.1 能源的概念和分类

1. 概 念

能源：是可以控制的、有用的能量，即能够产生和提供可控能量的各种资源。能源是人类进行生产和赖以生存的重要物质基础，是社会发展的物质基础，是提高我国人民生活水平的先决条件，是现代化生产中的主要动力来源。

2. 分 类

为了便于研究、规划和合理利用工业能源，常常从不同角度对众多的能源进行分类。

(1) 按加工程度可将能源划分为一次能源和二次能源。

① 一次能源，是自然界中以原有形式存在的、未经任何加工转换的能量资源，又称天然能源。包括原煤、油页岩、原油、天然气、核燃料、生物能、水能、风能、太阳能、地热能、海洋能、潮汐能等。

一次能源根据原始来源可分为 3 大类：

1) 来自地球以外天体的能量，包括来自太阳和其他天体的能量。如太阳能、水能、风能、海洋能、生物能、原煤、石油、天然气、油页岩等。太阳每年平均输入地球的能量为 17.8 万太瓦年 ($1 \text{ 太瓦年} = 31.5 \times 10^{15} \text{ kJ}$)，相当于约 190 万亿 t 标准煤。

2) 来自地球本身的能量，如核燃料、地热能等。

3) 地球和其他天体相互作用而产生的能量。如地球 - 月亮 - 太阳由于相互吸引力的作用所产生的潮汐能。

一次能源根据它们是否能够再生而分为再生能源和非再生能源。

1) 再生能源，是指能够重复产生的天然能源。如太阳能、水能、风能、海洋能、生物能、潮汐能等。

2) 非再生能源，指不能重复产生的天然能源，如煤炭、石油、天然气、油页岩和核燃料铀、钍等。这些能源用一点就少一点，总有一天会被人类用尽。据估计，非再生能源中的石油和天然气已被人类用了许多，如果今后不能发现大的油气田，再过三四十年，现有的油气资源就要相继被开采完。所以，煤炭和裂变核燃料已经成为石油的重要替代能源。人类自从 1973 年世界第一次石油危机以后，开始重视非再生能源的节约，尤其是石油的节约，同时加速了对再生能源的研究和开发。

② 二次能源，是由一次能源直接或间接加工转换而成的其他种类和形式的能源以及人

工制造的能源, 又称人工能源。包括精洗煤、煤气、焦炭、人造石油、人造天然气、水煤浆、油煤混合燃料、汽油、煤油、柴油、重油、电能、蒸汽、热水、沼气、余热、火药、酒精、氢、激光、甲醇、丙烷以及电能等。虽然二次能源的产生不可避免地要伴随着加工转换的损失, 但是它们比一次能源的利用更为有效、更为清洁、更为方便。因此, 人们在日常生产和生活中普遍使用的能源多数是二次能源。电能是二次能源中用途最广、使用最方便、最清洁的一种, 它对国民经济的发展和人民生活水平的提高起着特殊的作用。

(2) 按开发和利用状况, 能源划分为常规能源和新能源。

① 常规能源, 即人类传统上大量消耗的能源, 包括石油、天然气、煤和核能等。

② 新能源, 即新发现的或发现时间虽久但因技术经济条件限制未得到广泛使用的能源, 如核能、太阳能、风能、海洋能、地热能、氢、沼气等。新能源是相对常规能源而言的。煤炭、石油、天然气、水能、电能等在人们刚开始利用的时候是新能源, 以后由于人们的广泛使用, 已成为常规能源。人类对地热、温泉、风力和太阳能等的利用虽然时间较久远, 但因技术经济条件的限制, 一直未能得到广泛使用, 故仍被看做新能源。新能源中大多数是再生能源。

(3) 按能源的市场价值可分为商品能源和非商品能源。

① 商品能源, 凡进入能源市场作为商品销售的, 如煤、石油、天然气和电等均为商品能源。国际上常用商品能源的保有量来衡量一个国家的能源状况。

② 非商品能源, 主要指薪柴和农作物残余(秸秆等)。目前非商品能源未作为商品进入能源市场, 但非商品能源的数量相当巨大, 1975 年, 世界上的非商品能源约相当于 6 亿 t 标准煤。非商品能源有相当大的经济开发价值, 非商品能源的开发利用已成为重要的研究课题。

另外, 按是否有污染, 能源可划分为清洁能源(太阳能、水能)和污染能源(煤); 按能源的物理化学性质划分为燃料能源(煤、木材)和非燃料能源等(水能、核能)。

2.1.2 能源工业

1. 能源工业

能源工业是指开发、转换、传输、存储能源的社会产业。能源属于社会基础结构, 为人类的生产和生活提供各种能力和动力的物质资源, 是国民经济的重要物质基础, 能源工业的水平决定了其他工业的发展水平。能源的开发和有效利用度以及人均消费量是衡量生产技术和生活水平的重要标志。国际上往往以能源的人均占有量、能源的构成、能源的利用效率和对环境的影响等衡量一个国家现代化的程度。能源工业关系到国家经济命脉的全局, 在整个国民经济中必须先行发展能源工业。我国为了实现我国经济发展的战略目标, 必须把能源工业作为整个国民经济发展的战略重点, 大力加强对能源等基础产业的投入, 加强能源开发, 减少能源消耗。

现代能源工业主要包括煤炭工业、石油工业、电力工业。

2. 能源工业的发展历程

18 世纪产业革命前, 能源在经济发展中的地位并不显著, 与农业和手工业相对应的动力是人力、畜力、风力和水力, 木材燃料主要用于家庭取暖做饭, 此时的能源利用没有实现

产业化。产业革命后，出现了大量消耗能量的现代动力机械。首先是需要大量燃煤的蒸汽机，然后是消耗油气的内燃机，电动机大量消耗的电能一般也由煤炭石油提供。作为推动者的能源经历由煤炭取代木材燃料和由石油、天然气取代煤炭的两次替换，每一次替换都大大提高了整个社会的劳动生产率。由于生产的需要，能源的加工和转换日渐成为能源工业发展的一种趋势，而迅猛发展的电力生产又使煤炭、石油和水力具有了现代能源的内涵（能量的转换），于是能源部门形成了完整的产业。

由此可见，能源工业在国民经济中的战略地位是由大机器工业本身的性质决定的。经济越发展，机械化自动化水平越高，对能源的需求量便越大，对能源的加工转化程度要求就越高。在现代社会中，能源开发和使用的策略决定着国民经济全局的稳定和长远发展。一般来讲，必须确保各类动力机械及人民生活所需能源的可靠供应，否则将给国民经济带来严重损失。表 2-1 说明世界主要国家的能源消费情况。

表 2-1 1980 年部分国家按部门统计的能源消费情况

单位：%

国 别	合 计	工业部门	运输部门	民用部门	非能源用	能源部门自用
美 国	100	27.5	31.6	29.9	4.8	6.2
日 本	100	50.4	19.5	21.0	3.5	5.6
联邦德国	100	35.1	19.6	37.5	2.2	5.6
英 国	100	30.4	23.1	38.4	2.4	5.7
法 国	100	36.0	21.6	33.4	3.3	5.7
中 国	100	62.9	3.8	25.2	1.1	7.0

中国是一个能源资源比较丰富的国家。煤的探明储量（非可开采储量）达 6 000 亿 t 以上，居世界第二位；水力资源理论蕴藏量为 6.8 亿 kW，居世界第一位；石油和天然气的理论储量也很丰富（10 位）。但由于中国人口众多，平均每人每年的能源消费量仍处于较低水平。按人口平均每人每年所消耗的能源折合标准煤仅为 1.14 t，仍低于世界平均水平。根据中国能源资源的特点和能源利用效率较低等实际情况，中国已确定开发与节能并重，近期把节能放在优先地位的能源方针。在今后一个相当长的时期内，中国将优先开发煤和水电；大力勘探并积极开发石油和天然气；在严重缺能地区将有计划地建设核电站；广大农村大力发展生物质能、沼气和薪炭速生林，推广新型炉灶；积极开展新能源的科学试验和示范利用工作。

3. 能源工业的特点

- ① 工业选址受条件限制，不能自由选址，一般建设、交通、动力、生活条件差，施工量大，周期长，投资多；
- ② 资源是有限的，能源企业一般有服务年限的限制，资源枯竭即结束；
- ③ 由于资源分布的多样性，工艺方法具有多样性；
- ④ 能源的损失（部分矿藏不能采出）和贫化（质量下降）不可避免；
- ⑤ 劳动强度大，条件恶劣，安全性差。

2.1.3 能源系统

1. 能源系统

能源系统是由一次能源的开发、运输、贮存或按照需要加工、转换成二次能源，再传

输、分配给用户使用的整个过程组成的，包括能源的开发、供应、转换、储备、调度、控制、管理、使用等环节。

2. 能源加工

能源经过机械、物理、化学或生化等方法加工成更便于使用的形式，但并不改变能量的种类。例如，煤先经过洗选加工成精煤后，可以改善煤质，提高煤炭的使用价值。

3. 能源转换

能源转换成更便于使用的形式，并改变能量的种类。各种能源形式可以互相转化，在一定条件下可以转换成人们所需要的各种形式的能量。例如煤炭，加热到一定的温度，就和空气中的氧化合而燃烧，并放出大量的热量。我们可以直接利用热能来取暖；也可以用热能来生产蒸汽，用蒸汽推动蒸汽机转变成机械能；也可用蒸汽推动汽轮发电机转变成电能，把电送到工厂、农村、城市；电能又可通过电动机、电灯或电灶等转换成机械能、光能或热能。在一次能源中，风、水、洋流和波浪等是以机械能（动能和位能）的形式提供的，可以利用各种风力机械（如风力机）和水力机械（如水轮机）转换为动力或电力。

随着国民经济的发展，二次能源的使用愈来愈多，能源加工和转换的任务也愈来愈重。能源的加工和转换不可能百分之百地转换过去。所以，提高能源加工和转换的效率，降低费用，对国民经济具有重大意义。图 2-1 表示目前各种主要能源及其转化和应用情况。

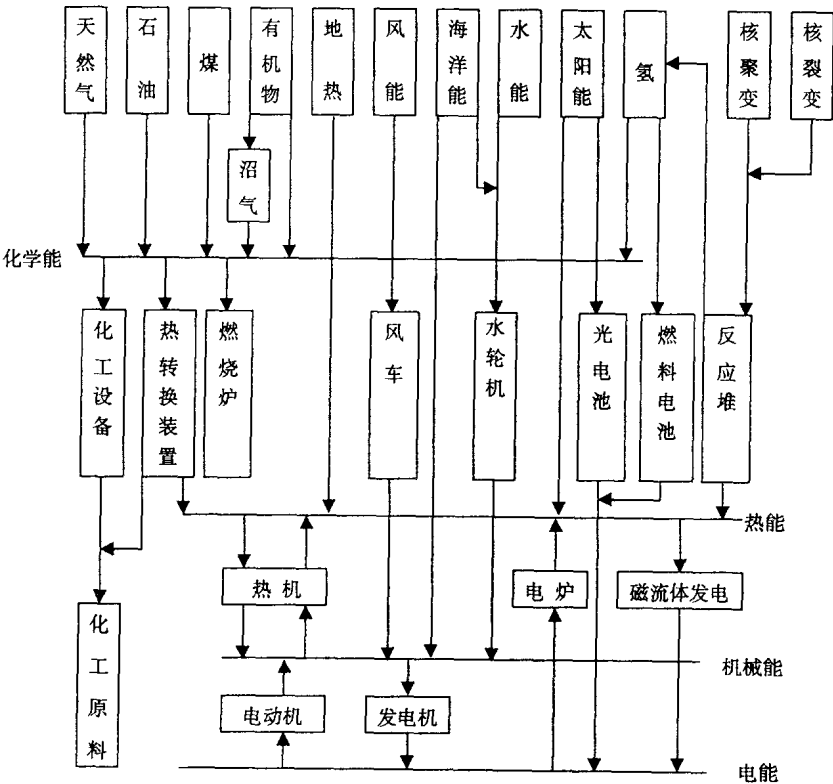


图 2-1 能源系统关系示意图