

TK01
7736

能源与节能技术

周鸿昌 编著

同济大学出版社

内 容 提 要

本教材是按照少而精的教学改革要求来编写的。基本内容: 1. 认识能源在新技术革命中的作用和在国民经济中的重要地位; 2. 介绍我国和世界主要国家能源的生产和消费情况及主要指标; 3. 掌握能源科学的有关理论和需用量的预测方法, 其中时间序列建模法、经济相关分析法、弹性系数法是应用电子计算机进行预测的先进方法; 4. 了解我国能源和节能方面的重大方针和政策; 5. 节约能源的原理、方法和途径, 重点突出节约电能的措施和实用节电技术、无功功率动态补偿装置。

本书可作为电气工程各专业和工业管理各专业的选修课教材, 也可作为能源技术工程人员和能源管理工作者的参考书。

责任编辑 方 芳

封面设计 陈益平

能 源 与 节 能 技 术

周鸿昌 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

望亭发电厂印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张 9.75 字数: 240 千字

1996 年 5 月第 1 版 1996 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1-1500 定价: 9.30 元

ISBN7-5608-1650-9 / TB·29

前 言

本教材是按照少而精的教学改革要求来编写的，教学时间为 36 学时。基本内容有：(1) 认识能源在新技术革命中的作用和在国民经济中的重要地位；(2) 介绍我国和世界主要国家能源的生产和消费情况及主要指标，迄 1994 年止的最新统计资料；(3) 掌握能源科学的有关理论和需用量的预测方法（共 10 种），其中时间序列建模法、经济相关分析法、弹性系数法是应用电子计算机进行预测的先进方法；(4) 了解我国能源和节能方面的重大方针和政策；(5) 节约能源的原理、方法和途径，重点突出节约电能的措施和实用节电技术、无功功率动态补偿装置。

我国节能工作的总目标是：到 2000 年力争实现“产值翻两番，一半靠节能”，力争我国主要产品的单位能耗达到或接近国际上 80 年代初的先进水平。因此本书对世界上主要国家的 80 年代能源生产、使用、消费的情况及有关资料，均特意详细介绍。

本书既讲理论，又讲应用。理论与实际相结合，政策性与技术性相结合。信息量大，统计资料齐全而新鲜，准确可信，可供实际工程之参考。本书可作为电气工程各专业和工业管理各专业的选修课教材，也可作为能源技术工程人员和能源管理工作者的参考书。

在编写本书过程中，得到周尚瓯、郭雁两位工程师和李滋、王岚、刘宝元诸位硕士的大力协助。在此向他们一并表示深切的感谢。

由于本人水平有限，且时间匆忙，书中难免有遗漏和差错，恳望广大读者提出宝贵意见，以便修正。

作 者

1996 年 2 月 18 日

目 录

第一章 概 述	(1)
§ 1-1 能源是发展国民经济的重要物质基础	(1)
§ 1-2 科学技术与生产力的关系	(2)
§ 1-3 科学技术转化为生产力的条件	(6)
§ 1-4 新技术革命	(7)
§ 1-5 能源与环境	(15)
第二章 能源及其结构	(18)
§ 2-1 能源种类及其利用	(18)
§ 2-2 能源消费及其构成	(32)
§ 2-3 能源消费的指标	(38)
§ 2-4 能源弹性系数与电力弹性系数	(40)
§ 2-5 新能源开发技术	(44)
第三章 我国的能源技术政策	(61)
§ 3-1 我国能源和能源技术现状	(61)
§ 3-2 我国能源技术政策要点	(63)
§ 3-3 我国能源生产和消费中存在的一些问题	(66)
§ 3-4 节约能源的重要性	(70)
§ 3-5 2000 年我国能源供需量预测及预测方法	(71)
第四章 节能原理和节能技术政策	(84)
§ 4-1 功、能、焓、焔、熵和热力学定律	(84)
§ 4-2 节能原理及基本途径	(87)
§ 4-3 11 个主要耗能行业的节能技术政策	(91)
§ 4-4 提高能量利用率	(95)
§ 4-5 我国节能工作的进展	(96)
第五章 电能的节约	(101)
§ 5-1 节电的基本方针	(101)
§ 5-2 常用设备的节电方法	(104)
§ 5-3 供配电系统的节电措施	(113)
§ 5-4 实用节电技术	(117)
第六章 无功功率动态补偿装置	(128)
§ 6-1 利用并联电容器提高功率因数的节电效果	(128)
§ 6-2 低压电容器组自动补偿装置	(131)
§ 6-3 高压无功功率自动补偿装置	(134)
§ 6-4 静补装置的基本型式: CSR 型, SSR 型, TCR 型, TSC 型, FCI 型	(135)
§ 6-5 国外 SVC 介绍	(141)

附录(一) “八·五”国家重点新技术推广项目计划	(144)
附录(二) 附表检索一览表	(146)

第一章 概 述

§ 1-1 能源是发展国民经济的重要物质基础

用来产生机械能、热能、光能、电磁能、化学能等各种所需能量的自然资源称为能源。能源是人类赖以生存和发展工业、农业、交通运输、科学技术、军事国防，改善人民生活所必需的燃料和动力来源。所以，能源是人类生活和生产的重要物质基础。国家的发展，企业的生产，人民的生活，都必须有足够的能源作为保证。

无论哪种形式的社会生产，从科学的角度来看，都是使物质发物理的、化学的、生物的运动和变化，而重新形成了另外的新物质。这种物质之间的运动、变化、组合、改造，都需要供给能量。同时，人们的日常生活和社会生活，也每时每刻在消耗各种能量。可见能源是社会生产和社会生活所必不可省的。维持人的生命需要营养，最基本的营养就是淀粉、脂肪、蛋白质，这实际上就是太阳能被植物吸收，经过叶绿素的光合作用而生成的。营养的最基本的作用，是向人体提供能量，以维持生命运动，而能源就是社会和人群的“营养”。具体地讲，农村和城市每天都需要足够的能源来维持它的活动，人口愈集中，生产愈集中，这种作用也就愈明显，进而言之，维持社会的生产和生活需要能源，发展国民经济、促进社会进步，更是需要能源。

回顾人类社会利用能源的历史，就可以看出能源的作用是极为巨大的。

人类很早以前就利用了能源，例如靠太阳取暖。但这种利用能源的技术并不比普通动物高明。直到人类学会了用“火”，才实现了人类利用能源的第一次大突破。按中国古老传说是燧人氏教人“钻木取火”；按西方传说是火神普罗米修斯从主神那里盗来了火种，传到人间……其实，最早的火种很可能是雷电引起或是火山的熔岩。人们利用草木燃料为能源，用以取暖，照明，烤食兽肉等。人类自觉地用草木燃料这一能源而制造火的温度和热量，极大地推动了人类的进化。人们吃了熟食后，帮助了消化机能，促进了大脑的发达，减少了疾病和死亡，提高了劳动的效率和延长了劳动的能力，使人类彻底地脱离了动物界，建立起原始的氏族社会。

人类利用能源的第二次突破，是使用畜力、水力和风力，使人类进入奴隶社会和封建社会。但在这漫长的岁月中，人类仍然以草木燃料为主要能源，因此，几千年以来，人类社会进步不大。

人类利用能源的第三次突破，是使用煤炭及天然气为燃料，促进了“蒸汽”的应用，形成了“蒸汽机时代”的诞生。开动蒸汽机需要不断产生二次能源蒸汽，这就需要大量的燃料。煤炭的发热量高，运输方便，人们就大量采掘煤炭，同时，还发现了理想的燃料资源天然气。生产力的发展，推动了社会的变革，引起了18世纪的产业革命，推动了资本主义社会的发展。

人类利用能源的第四次突破，是发现对天然或人工的液体燃料（石油、汽油、柴油、煤油等）和电能的应用，以液体燃料和电能逐步取代蒸汽。从19世纪起，人类社会有了日新月异的进步，使人类进入机械化时代。至20世纪，人类又进入电气化时代。从此，

人类社会对能源的需求越来越多，而第二次世界大战后，在中东地区、拉美地区、北非地区，以及美国、前苏联、中国，均发现大油田。开采优质而廉价的石油，为资本主义世界的经济发展，提供了极为优越的条件。20世纪50~60年代，是资本主义世界经济发展的“黄金时代”，那时伊朗出口的石油，每桶售价只是1.30~1.40元(约每吨8.50美元)，烧油比烧煤还便宜，使许多国家如日本、前联邦德国及其它西方国家经济起飞，使国民经济保持年增长率为8%~12%的发展速度。根据联合国《世界能源统计年鉴》的资料，世界能源消费水平如表1所示：

世界一次能源消费量统计 单位：千吨标准煤 表1

年 份	固体燃料	液体燃料	气体燃料	水力和原子能 发 电 量	总 计
1955	1 699 425	921 197	377 343	58 041	3 055 769
1960	2 049 051	1 292 815	592 881	84 865	4 018 503
1965	2 113 529	1 883 032	881 859	116 302	4 992 071
1970	2 271 798	2 792 284	1 293 467	154 872	6 512 421
1975	2 396 948	3 347 952	1 560 581	223 435	7 528 917
1980	3 019 742	4 258 611	2 032 519	348 431	9 678 663
1990	4 203 388	5 034 778	2 954 056	1 390 144	13 582 366

当今世界对能源的消费数量急剧增加，人们感到常规能源的开发和供应，已难以满足社会对能源的需求，能源危机的阴影笼罩着整个世界。显然，如今能源不足对一个国家的国民经济发展的影响是很大的。1973年爆发了中东战争，阿拉伯国家以石油为武器，抬高石油的价格，限制石油的出口。石油价格涨到每吨为230~240美元，增价约20倍，给西方世界造成严重打击。使日本经济的年增长率降到5%，使美国的国民经济年增长率降到4%，其他西方国家经济的年增长率降到2%~3%。这次石油危机，使日本造成485亿美元的经济损失，使美国造成930亿美元的经济损失。可见，赖以生存的主要能源供应不上，经济发展就要减慢，甚至停滞，人民生活也会受到严重影响。所以，能源是保证社会的稳定和发展国民经济的重要物质基础。必须加强能源的开发，大力节约能源的消耗，发展能源科学的研究，这是能源工业的基本方针。

§ 1-2 科学技术与生产力的关系

为了充分认识能源科学在新技术革命中的作用，和节能技术对我国四个现代化建设的重要意义，有必要对科学技术和生产力的关系作一番考察。

生产力是一个复杂的系统。劳动资料、劳动对象、劳动者仅仅是构成生产力系统的实体性部分。除此之外，还有许多附着性因素，也就是一些非独立的要素。正如马克思指出的：“劳动生产力是由多种情况决定的，其中包括：工人的平均熟练程度，科学的发展水平和它在工艺上的应用程度，生产过程的社会结合，生产资料的规模和效能，以及自然条

件。”在这些附着性因素中，科学技术在生产力构成及其发展中的作用尤为重要。

科学技术是人类同自然界作斗争的智慧结晶。人们通常把科学和技术连在一起，但科学和技术这两个概念是有区别的，他们的表现特征是不一样的。科学是一种社会精神生活现象，属于意识形态范畴，它是人们关于自然、社会和思维的知识体系，是人们在社会物质生产过程中和社会斗争的实践过程中获得的认识结果。技术则是自然科学知识在生产过程中的应用，它是人类在认识世界和改造世界的过程中所积累起来的经验、方法、技巧、工艺和能力等的总和，是物化的科学，是直接的生产力。

可见，科学和技术并不是彼此完全分离的。它们存在于人类社会发展过程中，总是相互联系、相互转化、相互作用，从而促进社会的发展。

科学技术虽然不是生产力的独立要素，但是“生产力里面当然包括科学在内”，就是说，科学技术与生产力的实体性因素关系非常密切，当它渗透到生产力的三个基本要素中去，就会转化为一种巨大的物质力量。历史上任何一项重大的科学技术的发明创造，一旦被应用于生产过程，就会引起生产工具、劳动对象、劳动者发生一系列的变化，并转化为直接的生产力，就会推动社会生产迅速发展。科学技术和生产力要素的密切关系具体表现在：

第一，科学技术的发展，使劳动者的素质产生了新的飞跃，不仅大大提高了劳动者的劳动技能，而且促使了生产力的巨大发展。在现代化生产中，衡量人的劳动能力，虽然要看体力的大小，更主要的要看智力高低，即劳动者的科学文化水平如何。据统计，在机械化初级阶段，体力劳动和智力劳动在生产中消耗的比例约为 9：1；在中等程度机械化时期，这个比例变为 3：2；而在高度自动化、智能化的现阶段，这个比例就倒过来为 1：9。可见，要发展生产力，用科学技术武装劳动者显得多么重要。正如党的十三大文件所指出的：“从根本上说，科技的发展，经济的振兴，乃至整个社会的进步，都取决于劳动者素质的提高和大量合格人才的培养。”

第二，科学技术的发展使生产工具不断得到改进和应用，对生产力的发展起着重大的推动作用。生产工具总是凝聚着一定科学技术的成果。自然科学首先物化为一定的技术，然后通过技术的桥梁，变成“在机器上实现了的科学”，不同时代有不同的生产工具，都是由科学技术来决定的。在人类历史的长河中，生产工具由石制工具、青铜工具、铁器工具发展到今天的各种合成材料工具，这是科学技术发展的直接结果，从而创造出巨大的生产力。

第三，科学技术的发展使劳动对象不断扩大。在生产过程中，人们发现和获得新的劳动对象总是离不开科学技术，人们只有借助科学技术去认识自然界的物质属性，才能发现适宜于加工的劳动对象。同时，随着科学技术的发展，各种新工艺、新流程的广泛采用，可以作为劳动对象的自然物就日益增加，不仅原来被当作废物的东西可以变成劳动对象，而且还创造出许多原来没有的新的劳动对象，即创造出新的“人工物质”，为生产力的迅速发展提供了不可缺少的物质条件。

第四，科学技术的发展使科学管理的水平不断提高。在现代化大生产的条件下，只有通过科学的管理，把生产力各个要素统一起来，才能变成现实的生产力。特别是现代，高科技和信息技术越来越普遍地应用于生产管理过程，使生产管理科学化、自动化、合理化，不仅改变了产业结构，而且也改变了劳动过程中各种要素的组合方式，从而使生产力得到更大程度的发展。

科学技术作为一般社会生产力而纳入生产过程，它与生产力的各种要素紧密地结合在一起，共同推动生产力的发展，这是由人类生产发展的历史证实了的。近代以来，特别是近几十年，生产力的发展突飞猛进，其中科学技术对生产力的发展起了巨大的推动作用。可以说，纵观整个人类历史，每一次技术革命，都引起生产力的突飞猛进。以科学革命为基础的技术革命，不仅为社会生产力带来新的飞跃，相应地必然是社会生产关系的改造和社会各领域的变革。

人类历史的伟大起点，在于人类祖先学会石器的制造和使用。在旧石器时代，人类的祖先只能依靠群体的力量向大自然索取现成的食物，即采集野生植物、果实和捕捉小动物充饥。在新石器时代，采集经济过渡到原始农业，狩猎经济过渡到原始畜牧业、各种石器工具已广泛研制，陶器也已会制造。从石器时代过渡到铁器时代，对社会生产力的促进更大。铁器在社会生产力发展的历史上，是起过相当大的革命作用的工具，它给农业带来更完善的工具，这是因为铁刀、铁锄、铁犁、铁耙等铁器农具，与石器工具相比，极大地提高了农业生产率。所以恩格斯把各民族经历的铁器时代称为“英雄时代”，曾经创造了相当繁荣的社会。铁器时代所进行社会生产的动力，主要是体力、畜力，和部分地利用水力和风力。

近代欧洲的技术革命将用体力、畜力的生产改为用蒸汽做动力的生产，用手工工具的生产改为用机器的生产。所以近代的技术革命，也称为工业革命。美国记者出身的社会学家、《第三次浪潮》一书的作者阿尔温·托夫勒(Alvin Toffler)，从生产力发展的角度，把人类社会的经济发展分为三次创造文明的浪潮。他认为，人类迄今已经历了两次文明浪潮：第一次浪潮使人类从狩猎时代进入农业时代，第二次浪潮使人类从农业时代进入工业时代。今天，人类又面临着第三次文明浪潮的冲击，将从工业社会进入信息社会。

托夫勒在《第三次浪潮》一书中，明确地提出把科学的进步，技术的变革，即生产力的发展作为推动社会制度变革的动力。在书中具体描述新时期内边缘科学和尖端科学的兴起，工业和技术内容的变化，并以“变革浪潮”的冲突为基本线索，从产业结构、家庭形式、社会组织、意识形态等多方面来论证。自20世纪40年代开始的技术革命，到了20世纪60年代已经引起了第四次工业革命，出现了如下几种关键工业：电子和电脑工业，空间工业，海洋工程，遗传工程，新型材料工业和能源开发，描述了第三次浪潮对社会政治、文化、生活的深刻影响。他写道：

“农业的兴起是人类社会发展的头一个转折点，而工业革命是第二次伟大的突破”。

“三百年前在欧洲爆发了工业革命，摧毁了古老的社会，创建了一个全新的第二次浪潮文明。它是一个丰富多采的社会制度，涉及人类生活的各个方面，并把一切事情集中组织起来，形成世界有史以来最有力量，最有向心力，最有扩张性的社会制度”。他说：“……第二次浪潮的文明终于产生了各种各样的危机，难以继续生存：能源危机、金融危机、交通危机、污染危机、教育危机、福利危机、民族危机、价值观念危机、国际贸易危机等等。……要在各国立即设计一个新的更适宜的政治机构”。更值得注意的是，托夫勒指出敲响第二次浪潮文明的丧钟，不是别的，正是它的工业基础已经动摇。典型的二次浪潮工业如煤炭、铁路、纺织、钢铁、汽车、橡胶、工作母机……，它们基本上都以电力、机械为基础，使用大量的能源，吐出大量的废料和污染物，生产周期长，技术要求低，劳动重复，产品划一，控制集中。但是，目前的演变已经使生态环境不容许工业化再继续污染，不可再生的能源正在逐渐耗尽，而且廉价原料愈来愈不可能了。托夫勒深刻地指出：

任何文明不论新旧，它的先决条件是能源!!! 一次文明的能源是人和牲畜的体力，加上小部分的水力风力的利用。因此一次浪潮社会能源是可以再生的。大自然会生长新的森林代替砍掉的树木，风帆、风车不愁没有风，河流会永远推动水车和磨盘，小牲畜长大了可继续拉犁，至于奴隶和农奴，都是可以“再生”的。而一切二次浪潮社会的能源都来自煤、气、油，这些都是不可再生的自然资源，随着大规模的开发利用，会愈用愈少逐渐枯竭。托夫勒说，第三次浪潮文明对能源的需要将越来越小，而且开发利用可再生的能源。他举办公室现代化为例说：在三次浪潮中，办公室的革命更为显著。在过去十年中，办公室的工作效率只提高了4%。目前一般的秘书工作需要五个步骤：草稿、定稿、复制、发文和归档。今天，办公自动化设备可以把这五个步骤压缩为一步。如果这种自动化装置再与人造卫星、微波通讯或光纤通讯等相连，可以一劳永逸地取代那个工作繁重、效率极低、速度很慢的二次浪潮的典型机构——邮局。新的生产方法和办公方法，可以进一步把千百万个工种岗位，从工厂车间和办公室送回到家中去。三次浪潮文明使脑力劳动与体力劳动的差别大大缩小，劳动的形式被区分为直接的或现场的，和间接的或非现场的两类。有人估计到21世纪，双程电子通讯设备增进以后，一切非现场的劳动可以普遍实行在家工作制或在家值班制。现在大多数科技发达的国家都遇到了交通危机、公路堵塞、停车地点不够，并导致污染严重、经常发生罢工，有60%以上的燃料消耗在交通上。据估计，美国每人每天上下班所用汽油等于64.6kW的用电量，但一台电脑只消耗100W，一根电话线消耗不到1W。因此，即使在1975年在美国曾经把12%~14%的城市交通用电子通讯设备代替后，也可节约汽油7500万桶，既缓和了交通问题，又节约了能源。这还未考虑实行在家工作制带来的其他好处，如地产、建筑、城市设施等也可相应大减，当然这样又带来能源的节约。第三次浪潮文明却有许多特点与一次浪潮社会中存在的特点相似，如分散的生产、适当的规模、可再生的能源、在家工作制，非城市化、高水平的产销一致。一次浪潮文明与第三次浪潮文明这种奇怪的一致，看来很像辩证的循环。托夫勒认为，任何文明的社会基本结构都由技术领域、社会领域和信息领域构成。技术领域包括能源体系、生产体系和销售体系。在文明基础上形成的社会体制、信息交流是属于社会领域和信息领域。托夫勒引出了信息领域的新概念，并认为它是与社会领域息息相通的。社会的变革起于技术领域，然后是社会领域和信息领域的变革，从而引起了整个社会结构的变革。

总之，科学技术属于生产力，它对生产力的发展起着越来越大的推动作用。正如邓小平同志指出的：“生产力的基本因素是生产资料和劳动力。科学技术同生产资料和劳动力是什么关系呢？历史上的生产资料，都是同一定的科学技术相结合的；同样，历史上的劳动力，也都是掌握了一定的科学技术知识的劳动力。我们常说，人是生产力中最活跃的因素。这里讲的人，是指有一定的科学知识、生产经验和劳动技能来使用生产工具、实现物质资料生产的人。”马克思“把科学首先看成是历史的有力的杠杆，看成是最高意义上的革命力量。”

虽然托夫勒的观点有其正确一面，也有其错误一面。其错误之处是离开生产关系去考察生产力对社会各领域的影响，并不自觉地夸大了技术革命的作用，把生产力视为社会变革的唯一力量。我们不能同意用技术革命去取代社会革命。技术革命能改变生产力，但如果不对社会关系进行相应的质的改造，就不可能使生产力发生根本变化。生产力是引起社会制度变革的最终动因，但社会制度变革和更替却是多种原因的综合结果，其中有多种复杂因素，有来自各个方面的阻力，往往使代表进步力量的改革派在代表保守势力的稳健派

面前遭到失败，这样的故事不止一次地重演，所以，我们不能把生产力的发展和技术、产业的变革，与社会制度变革的关系简单化，我们不能把社会发展的最终动因混同于社会发展的唯一动因。托夫勒的错误恰恰在于把科学技术革命看作解决社会矛盾的灵丹妙药，以为科学技术发展了，社会制度就自然而然可以发生更替，可以自然地“引起”或“带来”经济的、政治的改革，而不必进行社会革命，这种看法未免太天真了，这显然不符合历史发展的规律。

§ 1-3 科学技术转化为生产力的条件

科学必须经过技术才能转化为生产力。这一点不仅说明了科学由潜在的生产力转变为直接生产力的条件，同时也说明了科学不能单独成为生产力，说明了科学与技术之间的依赖关系。这个命题对于充分认识科学技术的作用，正确估计科研人员和工程技术人员的地位，有着十分重要的意义。

科学在其尚未与技术发生联系之前，它已经就有认识价值、教育价值和哲学价值。科学经过技术，就是把可能性变为现实性。一旦通过工程技术转化为生产力，就产生了经济价值。不仅如此，科学还可以通过不同的技术，产生出不同的价值，如经过军事技术，可以转化为作战能力；经过医疗技术，可以转化为保健能力；经过环保技术，可以转化为协调人与自然的生态能力。如果我们仔细观察科学知识对于社会生产力的发展影响，总可以看到它是通过若干“中间环节”才发挥这种作用的。这因为：

第一，决定于科学体系的内在结构。一般地可以把科学体系划分为基础理论学科、技术基础学科、技术应用学科三大门类。这三个门类学科相互作用、相互转化，是科学发展本身的逻辑，也是科学转化为技术的前提。

第二，科学转化为生产力要经历由理论过渡到实践的飞跃。从原理到应用，要解决许多技术问题，使它一步步由可能性变为现实性。由于生产活动总是具有实践性、现实性、个别性、特殊性的，由理论到实践，由可能到现实，由一般到个别，由普遍到特殊，都离不开技术。因为，科学知识的获得基本上属于人类认识自然的范畴，而技术的发明和研制、技术的推广应用，工程设计和试验，生产实施和组织管理、技术革新和技术改造等，则属于人类改造自然的范畴。只讲“科学就是生产力”就把事情简单化了，实际并不如此简单。认识自然和改造自然是有联系的，有共同之处，但两者又各有独立的内在机制，取消或忽视这两者的差别，也是不符合实际的。

第三，科学转化为生产力，需要广大科技工作者、工人、教师、管理干部的共同努力；需要科学院、研究所、大专院校、工矿企业、领导机关的共同努力，缺少哪一个环节，都不会顺利地实现这种转化。特别是技术发明家、设计工程师、工艺工程师、生产工程师，是把科学技术转变为生产力的第一线战士，他们起了关键作用。因此，对大专院校的学生，不仅要培养他们具有科学家的理论知识和研究能力，同时还要培养他们具有工程师的素质和工作能力，这是四个现代化赋予新型大学生的光荣使命。

科技水平将直接决定生产力各要素中最重要劳动者素质，将决定劳动工具的先进性，将决定自然资源利用与开发能力，也将决定作为生产力重要内容的科学管理所发挥的效能。因此，从科学技术在生产力中所具有特殊地位与作用认识科技是第一生产力是不难理解的。工业革命以来的现代文明证明了科学技术改变着生产方式，改变着人的生活方

式，改变着社会的经济、文化结构，改变着民族与国家的地位，总之，科学技术改变着世界。但是科学技术必须依赖一定社会环境，按照自身的发展规律通过一定的运行机制才能转变为生产力，这转变就是技术创新过程。技术创新主要是指科学的概念一旦走出实验室以后的发展过程。它包括应用研究、样机试验、工程开发、规模生产、社会推广与应用等。如果说科学的发明与发现如十月怀胎，那么技术创新就是把婴儿抚养成人的全过程。

我们常把科学和技术看作是同类的概念，事实上两者虽有密切的联系，但是在发展途径、管理方式上均有很大差别。科学的发展很大程度上依靠研究人员的思维活动和科学实验的进行，其成果主要表现为论文著作，提出新理论、新概念等。科学发展有相对独立性，从某种意义上来说它与社会经济活动是一种间接的关系。技术则不然，技术创新的成功不仅依赖于生产活动与市场需求，技术发展直接受到社会的经济、文化、政治各种因素的影响和制约。这是因为，技术发展本身并不是目的，即使生产活动本身也不是最终目的。而满足不断变化的社会（市场）需求，才是发展技术和进行生产活动的共同归宿。因此社会需求是技术和生产发展的强大原动力，当我们把科技作为第一生产力来认识的时候，不应当简单地理解为只有科技单向地去推动生产力发展，更应当深刻认识和利用社会及市场的需求对科学技术发展的巨大吸引力，只有当这两个力相互促进时才能取得技术创新的成功。

所以，承认科学必须经过技术才能转化为生产力，也就是我们既要重视科学，又要重视技术；既要尊重科学家，又要尊重工程师；既要培养科学家的才能，又要培养工程师的才能；既有理论知识，又有动手能力。特别是目前，在教育方针上有重理论轻实际，重书本轻实验的倾向，更应当注意纠正。对学生要强调综合运用科学知识的本领，培养各方面的能力，特别是分析和解决实际的能力，这是教育改革中一个迫切的问题。反过来讲，科学家和工程师在一个国家中的地位和作用，是与一个国家的经济发达程度有着直接的成比例关系。

但是，如何使科学技术为国民经济服务，如何能有效地起到生产力的作用，还必须要制定正确的、符合国情的科学技术战略。科学与技术尽管有着紧密的联系，但并不存在着必然的相关性。一个国家科学很发达，并不等于它的技术一定首屈一指，反之亦然。对于科学，我们不能实行急功近利的政策，不能苛求它们具有近期的经济效益和商品价值。科学研究的实践表明，它的成果一般要几十年以后才能获得应用。由此可见，我国要在本世纪末获得现代化，就不能仅仅寄托于科学，而要充分重视技术的研究和开发。大力发展新技术、新产品、新工艺、新流程的技术研究，就能源而言，则是加强节能技术和新能源开发技术的研究，这才是缩短和赶上世界先进水平的捷径。

§ 1-4 新技术革命

一、目前世界上出现了哪些新技术

从第二次世界大战结束到 1985 年为止的短短 40 年间，科学技术发展迅猛异常。据美国全国科学基金会的估计，现有的物理学、化学、工程学、生物学等方面的科学知识中，有 90% 是 1950 年以来积累起来的。70 年代以来，科学技术发展更是一日千里，日新月异，出现了一批新的技术。其中，集中体现了世界科学技术发展最新成就的有如下几项：

①微电子技术;②计算机技术;③光纤通讯技术;④信息技术;⑤生物技术;⑥新材料技术;⑦新能源技术;⑧空间技术;⑨海洋开发技术。

1. 微电子技术

1948年,美国贝尔实验室的研究人员约翰·巴丁,沃尔特·布拉顿,威廉·肖克利共同发明了半导体晶体管,这是固体物理学的重大成就。这三位科学家因此而获得诺贝尔奖金。

1957年,威廉·肖克利创办的好孩子半导体公司研制成硅晶体管。1959年,该公司和德克萨斯仪器公司又联合研制成集成电路。集成电路迅速从小规模集成电路,发展为大规模集成电路,接着又出现了大规模集成电路。

1971年,美国特尔公司研制成微处理器。1976年,该公司开始大量生产在一块指甲那么大的硅片上有2万个晶体管的八位微处理机。这个事实雄辩地说明微电子技术直接推动了计算机技术的发展。

在1946~1976年这30年间,微电子技术的发展经历了电子管、晶体管、集成电器和大规模集成电路四代,产品质量提高了几万倍,而价格也降低了几万倍。在技术发展史上,还没有一种新技术发展得如此神速,如此成功。

电子产品的微型化和大幅度降价,为微计算机渗透到所有经济领域和社会一切领域,以及家庭,开辟了宽广的道路。

现在,微电子技术迅猛而成功的发展,不仅已经成为新技术革命的主要标志,而且已经发展成为有强大生命力的新兴产业。集成电路销售额的年增长率,最高达到68%,微电子产业的平均年增长率超过20%,据专家们预测,这种新兴产业到2000年将发展成为仅次于能源工业的最强大的产业部门之一。

2. 计算机技术

1946年,世界上第一台电子数字计算机“埃尼阿克 ENIAC”问世了,它是美国奥伯丁武器试验场为了满足计算弹道的需要而研制成功的。主要性能指标:运算速度5000次/s,体积84.95m³,重量30000kg,主要元件18800个电子管,消耗功率150kW,占地170m²。ENIAC真可算是一个庞然大物。从此之后,电子计算机已经历了四代的发展史。第一代(1947~1957年)是电子管计算机,采用磁鼓作存贮器。第二代(1958~1964年)是晶体管计算机,内存贮器主要采用磁芯,外存贮器大量采用磁盘,输入输出方式有了很大改进,有了算法语言和编译系统。第三代(1965~1972年)是固体组件计算机,采用中小规模的集成电路,有了操作系统。小型计算机得到了广泛的应用,出现了终端和网络。第四代(自1972年开始)是大规模集成电路计算机。计算机系统的功能显著提高,微型计算机问世并大量生产,正对人类社会的发展产生巨大影响。每秒运算千万次以上的大型计算机已投入批量生产,每秒运算15000万次的巨型计算机也已投入运行四年,现在每秒10亿次或100亿次的巨型计算机系统正在研制中。

微机的出现,是计算机发展史上的重大事件。现在大规模集成电路的水平已达到在绿豆大小的面积上可集成几十万个门电路,电路的线宽度小于1 μ m。微机功能不断增强,使用效率逐步提高,应用范围日益扩大。大约每5~8年,电子计算机的速度要提高10倍,体积缩小9/10,成本降低9/10,销售数量逐年急速上升。在美国,1976年拥有微机75万台,到1985年已达2000万台。

实现四个现代化,关键在于科学技术的现代化,而电子计算机的广泛应用正是科学技

术现代化的重要标志。今天，计算机的应用已渗透到国民经济的各个领域，社会生产的各个部门。特别是尖端科学研究、高技术生产过程，核武器研制，宇宙空间的探索，天文气象的遥测数据处理，计算机是必不可少的重要工具。周恩来总理早在 1956 年就对电子计算机的作用和地位，作了精辟的论述：“由于电子学和其他科学的进步而产生的电子计算机和自动控制机器，已经可以有条件地代替一部分特定的脑力劳动，就像其他机器代替体力劳动一样，从而大大提高了自动化技术水平，这些最新成就，使人类面临着一个新的科学技术和工业革命的前夕。这个革命，就它的意义来说，远远超过蒸汽机和电的出现而产生的工业革命”。

3. 信息技术

近 30 年来，科学知识的飞速发展是惊人的。据英国科学家马丁的推测，人类的科学知识在 19 世纪是 50 年增加一倍；20 世纪中叶每 10 年增加一倍；70 年代每 5 年增加一倍；目前有人估计每 3 年就增加一倍。社会的科学技术进步和经济进步，不仅与大量知识的积累和利用有关，而且还与知识的交流、传播和在生产领域中运用过程的情况有关。这就导致社会信息突飞猛进地增长。社会信息是反映自然和社会过程的知识情报的一种特殊社会化形式。

所有社会活动领域中信息的收集、贮存、加工和传递等过程的集约化，是当今时代的特点。人与人之间，集体之间，部门之间，地区之间，国家之间，物与物之间，人与自然之间各种关系性质，知识和经验都可反映在相应种类的社会信息之中：科学技术信息、经济信息、金融信息、政治信息、军事信息、自然灾害信息……等。但信息并非自发产生，都是和人的欲望和需求相关并实际存在的。在商品经济的社会中，本来没有价值的信息（知识情报），当与某个利用者的需求相吻合时，就会异化，以物化的形式出现，就会在商品经济的市场上表现为商品。当信息的收集、贮存、加工和传递与电子计算机技术及其网络相结合，与远程通讯技术相结合后，便会发挥巨大的生产力作用和取得经济效益。所以，信息是一种精神生产力。它在生产力系统中的地位是这样的：它生产的精神产品作为生产力系统中的精神因素，用这种精神因素去武装劳动者，成为凝结在物质生产劳动者身上的素质，再通过工具和机器，变革物质形态，形成物质生产力。这就是说，精神生产力只有通过人的能动性，才能转化为物质生产力，而实现为人类造福。因此，从信息的产生，到信息的利用，最终转化为物质生产力，必须经过一定的时间。科学技术信息变为经济发展的强有力的催化剂，这样的事实不胜枚举。完善社会信息系统可以提高集约化的劳动力、财力、组织、管理等因素的质量，使人的生产经验更加丰富，使生产工艺更加先进，使产品的数量和质量大为提高。现引用《大趋势》一书中资料：在 1967 年，美国的信息经济（包括主要信息部门和次要信息部门）已占国民生产总值的 46% 左右，而占收入所得的 53%；纽约市生产总值的一半多是由信息部门所产生的。又如某些美国公司，每一美元的科研投资，便可获得 10 美元的利润，其盈利率达 1000%。这说明，在发达国家里知识和信息已愈来愈成为经济的事实，而并非抽象的思想。知识的生产力已经成为物质生产力、企业竞争力、利润和经济成就的关键。知识和信息已经成为首要的产业。如今，信息转变为人类全球性的战略资源。物质、能源、信息是支配人类的三大要素！农业化社会依靠的是物质；工业化社会依靠物质和能源；未来的社会除依靠物质和能源外，还要依靠信息。

计算机终端和信息库及光纤通讯技术相结合，就可以形成高效的灵活的信息网络，再

加上用通信卫星来传播电视和广播，把信息传递系统和信息处理系统联成一体，不仅是信息化社会的神经中枢，而且一定在政治、经济、社会、文化、教育等方面会引起巨大的变革。现在，在发达国家里，信息和通讯已经发展成为重要的新兴产业。

4. 新型材料技术

材料是工业的基础，现代新技术的兴起是以新材料作为支柱的。有的甚至以新材料的出现作为先导。没有单晶硅的研制就没有半导体；光导纤维是另一种新材料，没有低损耗的光导纤维，就谈不上长距离的光通信；没有高温超导新材料的研制，其转变温度在75K以上（铌系75K，钇系87K，铋系115K，铊系122K，钒系132K），我们就无法奢望超导发电机和超导储能装置的问世。

新型材料所包括的内容是不断扩大和更新的，大致可分信息材料，功能材料，在特殊条件下使用的结构材料和新能源材料。生产这些新型材料，一般均应用高、精、尖的技术和先进工艺。如制造导弹、人造卫星、宇宙飞船中所用的材料，原子能电站中所用的核燃料和反应堆材料等等，无一不是最新的技术成就。至于新能源材料，无论对新能源开发或节约能源，都起着关键的作用。开发新能源用到的材料非常广泛，而且有四大特点：种类多，数量多，形式多，要求多。

5. 新能源技术

新能源是相对于常规能源而言的，在现时期，新能源是太阳能、原子能、地热能、海洋能（波浪、潮汐、温差）和氢能。开发新能源是一项以应用其他新技术为基础的新技术。开发新能源主要出于两个原因：①常规能源剩余储量匮乏，不能维持太久；②能源消费对环境的污染，严重破坏生态平衡。

目前世界已探明的能源可开采储量，石油仅能维持44年；天然气按年消费增长速度为1.7%估算，可支持约60年；煤炭可保持比较长时间的稳定供应，据1992年世界能源资源调查，在石油、天然气储量耗尽后约可再维持159年；水能在不发达的第三世界国家中，由于技术上和资金上的困难使开发利用率较低外，在发达国家中的开发利用率达85%以上，继续开发的潜力很小。所以如不早作准备开发新能源，21世纪将面临无法克服的世界能源大危机。加速开发利用原子能和氢能，有利于摆脱世界能源危机。

二、新技术革命的特点和影响

1. 新技术革命的特点

(1) 科学理论的重大突破和新技术革命相互交织，相互促进，形成统一的科学技术革命过程。

二次世界大战以前科学理论上的突破与技术上的发展、革新，往往是脱节的。明显的例子是：当热力学定律还没有总结出来的时候，还处于经验阶段，那时蒸汽机的应用技术已经非常广泛。而现代新技术的发明、改革都是在科学理论指导下取得的，而且新的技术发明、改革，又通过工程实践取得实际效果。

(2) 新技术革命无论在深度上还是广度上都是前所未有的，是科学技术在高层次上的突破。

旧技术革命所能达到的成就顶多是“用机器来制造机器”，扩大体力和四肢的功能，仍然是工具机、动力机、传动机三个部分的古典机器结构。用电子电力技术和电子计算机装备的机器，就大大不同了，增加了第四部分控制机的结构，部分地具有人的脑力和五官的

功能。特别是新能源技术（包括原子能的开发、利用）、空间技术和海洋开发技术这三方面，把人类的科学研究和生产实践的领域，扩展到地球的每一个角落，下至地下深层，上到宇宙太空。

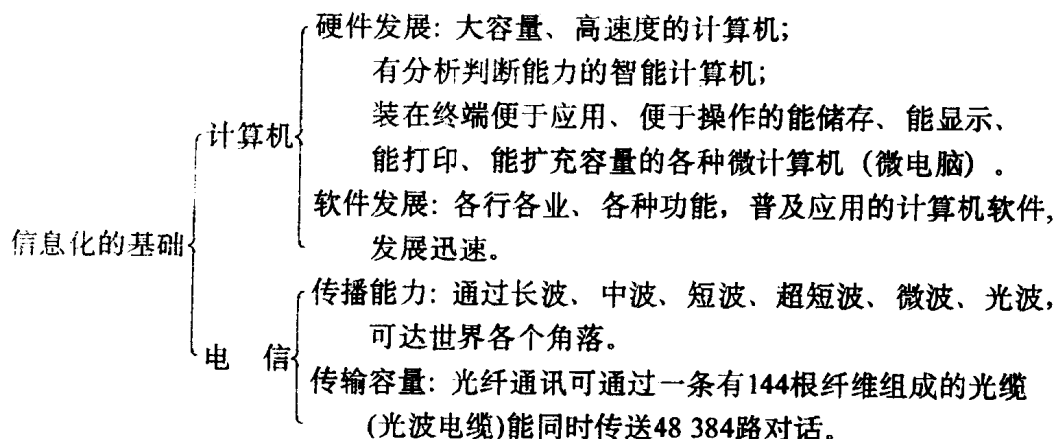
(3) 具有信息化、分散化、知识化的特征

首先要了解不同资料中提到对社会发展划分“三次文明浪潮”，“三次技术革命”和“四次工业革命”的关系，见表 2:

表 2

文明浪潮	技术革命	工业革命
第一次文明浪潮(从渔猎时代进入农业时代)	从原始社会进入农业社会	从原始社会进入前工业社会
第二次文明浪潮(从农业时代进入工业时代)	第一次技术革命(18世纪60年代始)工业社会	第一次工业革命(18世纪90年代始)工业社会
	第二次技术革命(19世纪70年代)工业社会	第二次工业革命(19世纪40年代)工业社会
第三次文明浪潮(从工业社会进入超工业社会)	第三次技术革命(20世纪40年代末开始)即二次大战后的新技术革命 信息社会(第一颗人造卫星上天标志着开始)	第三次工业革命(20世纪40年代)工业社会
		第四次工业革命(20世纪60年代)后工业社会

① 信息化 由于半导体、集成电路的进步，带来了微电子技术的发展，并在计算机和电信两个方面齐头并进。



将电信与计算机两者相结合，使信息的收集、加工、贮存、传输，能够融为一体，给人们提供日新月异的，日夜周到的服务：从家庭日常生活，到工作、学习、社会活动、经济活动、生产活动、文化艺术活动，以及就诊、医疗、治病、给药，都可做到自动服务，

这就将使社会大大减少人流和物流，社会从集中性逐步转向分散性，而且提高效率，提高质量。

将计算机技术与信息技术与通信技术三者相结合，即在计算机原有功能上，再加上多媒体技术，利用计算机的存贮器和录像盘，就可以贮存数据，贮存声音，贮存影像，贮存过程，贮存时间，利用计算机对信息进行处理和计算，并建立计算机通信网络，把小的、局部的网络系统，互联成大的、整体的网络系统，就可以把一个地区，或一个国家，以致于跨国界、跨洲界，联成世界性的计算机通讯网络，从而能够实时和非实时处理和传递各种情报，这就是信息化的社会图景。其结果似乎使地球变小了，世界遥远的地方，都可以在眼前屏幕上看到，可以对话。时间缩短了，一星期的事、一个月的事，一分钟、几分钟就办完了，空余出来的时间就可以从事精神文化生活。生命延长了，一年干了一个世纪的活。

② 分散化 新技术革命给社会生产力带来高度的发展，将使社会的经济结构发生变化，“社会存在决定人的意识”是马克思主义颠扑不破的真理，从而也会给人们的生活方式和社见面貌带来变化。首先是“自动化工厂（AF）”的出现，其次是“自动化办公（AO）”的出现，最后是“自动化家庭（AH）”和“自动化商店（AS）”的出现，从生产、管理到消费，全面普及及自动化。4A的出现，标志着社会信息化过程基本完成，也就是过渡到信息社会了。由于有了视频终端和通讯设备，将减少人们的直接接触，也没有必要外出公差。由于工作效率的提高，人们空闲时间多了，必然扩大个人聚会和家庭生活的内容，增加个人活动的机会，许多事情就可以在小型聚会上，住宅中，及附近场所进行，自然而然地被允许分散在家中办公。这样既减少了交通拥挤，又节省了办公设施，又能大量节约能源。

③ 知识化 在计算机技术，信息技术，电信技术及生物技术，新材料技术，新能源技术为主要标志的新时代中，劳动技能主要不是靠体力，而是以智力知识为基础。科学技术的理论和知识是社会革新和决策的根据。大多数人将从事信息工作而不是商品生产。价值的增加也主要地靠知识，譬如对原有产品增加它的功能，使之开发成为多功能的、或智能化的新产品，从而提高产品的价值。所以，在信息社会里，战略资源是信息。有系统性地知识生产，不断扩大人们的智力，就成为决定生产力、竞争力和增长经济效益的关键因素。在未来的新时代里，物质文明固然离不开知识化，而精神文明同样离不开知识化。

2. 新技术革命对现代资本主义社会产生的巨大影响

(1) 引起产业结构的大变动

随着新技术的出现，相继出现一系列相互有关的新兴产业群，诸如电子工业，计算机工业，宇航工业，原子能工业，新材料工业等，这种新兴工业形成产业群，活力大，生产增长快，效益高，在整个国民经济中的比重在迅速增长。产业结构的变动，带来国民经济结构的变化。在现代资本主义国家中，新的结构观念是把国民经济看作是由第一产业（包括农、林、牧、渔各业在内的广义农业部门）、第二产业（指汽车工业、钢铁工业、建筑业、采掘工业、制造业、石油工业、纺织工业等等在内的广义工业部门）、第三产业（指包括商业、交通运输业、公用事业、贸易、金融、邮政、保险、地产、学校、政府机关及其他服务行业在内的广义服务部门）、和新兴产业（指新技术革命后出现的新兴产业群）。现在，第一、第二产业在国民经济中的比重已逐步下降，第三及新兴产业的比重是明显上升，而且发展速度也很快。过去被称为西方三大经济支柱的汽车工业，钢铁工业，