

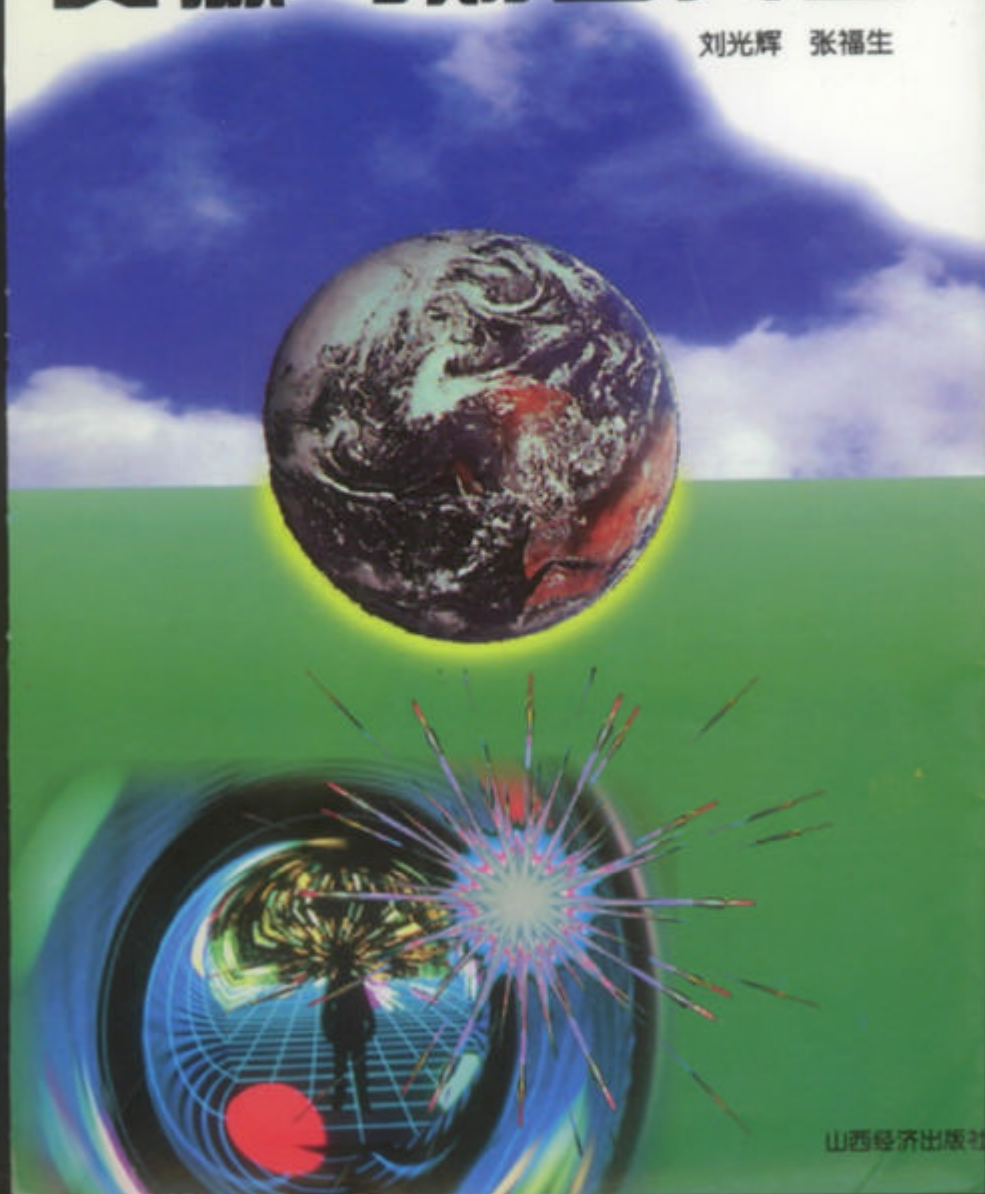
The Ecological Economics Series

生态经济丛书

主编 王文学

资源与财富大国

刘光辉 张福生



山西经济出版社

前 言

中国是一个历史悠久的文明古国，具有“地大物博”的传统优势；中华民族是勤劳智慧的民族，创造了曾领先于世界的古代文明。丰富的物产资源与先进的古代科学技术，转化为物质和精神财富，使古代中国作为资源与财富大国自立于世界民族之林。

近代科学产生以后，科学中心逐渐由东方转移到西方，世界进入了科学技术革命和资产阶级革命相互推动的资本主义时代。科学技术的进步，社会的变革，极大地推动了生产力的发展，许多西方国家相继进入了工业社会，而中国却长期处于封闭、落后的传统农业社会。从 15 世纪到新中国成立之前的 500 多年里，既没有形成推动近代科学技术产生和发展的社会力量，也没有出现拉动科学技术发展的社会需求，使中国丧失了以科学技术的力量推动工业化的历史机遇，同时，也丧失了资源与财富大国的历史地位。

新中国建立以后，不仅确立了独立大国的政治地位，而且建立了优于资本主义制度的社会主义制度。经过近半个世纪的社会主义建设，中国已跨入了实现工业化目标的高速发展阶段；现代科学技术从无到有，取得了突飞猛进的发展，在高科技的某些领域，已经大大缩短了与世界发达国家的差距。但是，作为一个发展中国家，中国在全面推进现代化建设的进程中，同样面临人口、资源和环境的压力。随着人口的增长，“地大物博”的传统优势正在转化为人均资源的相对不足。如何从人口大国和“资源小国”的夹缝中走出来，同时完成发展经济和保护资源、环境的双重任务，进而把中国建设成资源与财富大国，已成为中国 21 世纪经济社会发展的重要战略目标。

用马克思主义的历史唯物观和自然辩证观审视世界科技、经济、社会发展史，近代科学产生以来，科学革命——技术革命——产业革命，成为发达国家经济社会发展的基本轨迹。科学获得了“科学和技术使执行职能的资本具有一种不以它的一定量为转移的扩张能力”。^①人类社会带来的人口、资源、环境等问题，最终还必须依靠科学技术的力量来解决。当传统意义的资源作为一种财富不能满足人类社会发展的需求时，科学技术以其神奇的力量，不断拓宽人们的视野，为人类更新资源与财富观念；以新的生产力替代旧的生产力，为人类创造新的财富。从而为我们回答了这样一个问题：在人类发展对自然资源索取的无限性与自然资源满足人类社会需求有限性的永恒矛盾中，人类为什么能够生存，社会为什么不断发展，而且对未来充满美好的憧憬。

当然，在我们强调科学技术是财富的源泉的同时，也不能否认，借助自然力形成的物产资源面临减少和枯竭，对人类生存带来了威胁。但在信息资源愈来愈成为影响和决定经济发展的未来社会，再不能单一地以低廉劳动力换取的煤炭、钢铁、水泥之类的自然资本来衡量一个国家的财富，而应以“心智代替物质”创造更多有价值的社会财富。所以，无论是履行《里约宣言》所承诺的国际义务，还是保证实现中国跨世纪的宏伟蓝图，再现资源与财富大国的辉煌，都要求我们把科学技术作为认识和创造资源与财富的钥匙。这也是本书用较大篇幅着墨于科学技术，特别是新技术革命的缘由。只有把握科学技术进步与经济社会发展相互推动的历史进程，并从二者的契台中不断

^① 《马克思恩格斯全集》第 23 卷，人民出版社 1972 年版，第 664 页。

更新资源与财富的传统观念，才能把实现资源与财富大国的战略目标，建立在资源永续利用和社会持续发展的坚实基础上。

我们坚信，只要我们善于掌握和充分利用当代最新的科学技术成果，制定和实施科学、技术、经济、社会协调发展的产业政策和长期战略，不断推动我国的社会主义现代化建设事业向前发展，中华民族世代向往的国强、民富的目标，就会成为现实。“工业较发达的国家向工业较不发达的国家所显示的，只是后者未来的景象。”^①在人类驾驶现代科学技术的航船驶向美好未来之时，也将是中国以其资源和财富优势林立于世界先进行列之日。

——地大物博、人口众多作为传统的基础资源，仍然具有深层次开发和持续利用的巨大潜力；

——睿智的中华民族，一旦被现代科学技术所武装，将是不可估量的知识群体优势；

——人与自然如果在更高的层次上实现和谐与协调，人口压力将转化为发展的动力，加速资源向财富转化的效率。

这一切，预示着曾作为古代文明先河的中国，将迎来再度辉煌的明天。

^① 《马克思恩格斯全集》第23卷，人民出版社1972年版，第8页。

《生态经济丛书》内容提要

1. 《世界未来纵横说》

本世纪 60 年代以来，世界经济结构大调整，伴随着生态环境危机日趋严重。为拯救人类生存形成的“百家争鸣”思潮，是生态经济学产生的社会背景以及持续发展思想的渊源。

从 19 世纪马尔萨斯“忧伤的科学”，到 20 世纪的罗马俱乐部——全球问题预言者的集合体。对人类未来比较悲观的看法。

挑战者的出现，与《增长的极限》论争，用一个新角度看世界：人类只要与自然和谐相处，长期趋势是美好的。对人类未来比较乐观的看法。

悲观与乐观的趋同，经济学与生态学的融合，经济——技术——生态的统一，从经济增长到持续发展。生态经济学的理论核心——持续发展思想，当代乃至 21 世纪的主流经济学科。

2. 《走向未来的战略》

1992 年 6 月巴西世界首脑会议通过的《里约宣言》和《21 世纪议程》，全球可持续发展战略的确立，标志着生态经济学理论思想变成了世人的共识，纳入了世界各国政府的决策。人类未来发展战略的抉择。传统发展战略的反思，新的发展战略的寻求。持续发展观：人与自然和谐观，经济与生态协调观，全球意识。

可持续发展战略的内涵。控制人口膨胀，资源永续利用，可再生能源生产，可持续消费，保护生物多样性，保障粮食供给，保护环境，消除贫困，国际合作，前景展望。

3. 《中国大地的压力》

地球家园中的最大一个家族——中国人口总量大国与资源相对小国的矛盾和压力。

膨胀的人口压力。严峻挑战，发展困惑，伟大的计划生育政策，光明发展前景。

不可再生资源的压力。耕地减少，土质退化。生命之水，缺水之国。为了明天的富饶，建立一个节约的社会。

环境污染和生态破坏的压力。森林、草原、水土、风沙和物种方面的问题严重；城乡环境质量不断下降。觉醒的人们，寄望于明天。

4. 《黑色绿色的岔口》

中国正处于经济高速增长与环境污染加重的阶段，面临决策的十字路口；重蹈“先污染后治理”的老路，还是走发展经济与保护环境同步的新路。

岔口上的抉择。传统发展模式受到挑战，抓住转变战略的机遇，实施可持续发展的新战略。

绿色世界的目标。发展与环境的统一观。未来的生态农业、绿色工业、

清洁优美的城市。创造绿色世界之路。绿色世界的蓝图，运行规范、政策；新世界的火车头——科学突破，技术进步；做绿色世界的合格公民。

5. 《资源与财富大国》

新技术新产业革命将突破传统的资源与财富观念，21 世纪的中国将成为一个新的资源与财富大国。

认识资源的辩证观。资源的更新与替代，资源优势的动态观。

科学技术与产业革命。解放“第一生产力”，产业革命的三维效应，新世纪的曙光，科教兴国战略。

从资源大国到财富大国。未来新产业领域和特点，生物科学的回归与统治，向科技“制高点”进军，东方大国再度辉煌。

6. 《古代沧海的变迁》

地球外壳的演变，人类与生态的进化，山西省域由远古沧海变为近代煤海，实为典型例证。

史前共生共荣的生物圈。从龙骨说起，煤与森林，第四纪的生态环境。

原始人依附于自然。神农、黄帝，火、石、陶器，采猎、农业与生态。仰韶——龙山文化，尧舜社会，向自然索取升级。

古代农耕的经济与生态。由新石器到铜铁工具，由奴隶制到封建制，由农耕到工商业，由屯田到入口重压，毁林垦田，灾害频繁，生态恶化。绿色高原变成黄土高原。

7. 《近代实业的评说》

近代社会的人类与生态环境关系极度恶化。山西省域由农耕文明进入工业文明，社会进步与环境破坏有喜有忧。

地貌变色的思考：怎样由绿变黄，又由寅变黑？！近代实业的福与祸，当代工业建设的得与失。“乌金墨玉”之乡，工业文明伴随着资源浪费，生态破坏，环境污染。

煤炭工业为龙头的重型结构：高投入、高污染、低效益的资源型经济。

近代农业的成就与忧患。传统农业向现代农业过渡。农村经济增长，农业生态恶化，两个系统的冲突与矛盾。

城市建设的快与慢。近代中心城市，现代“城市病”。经济、文化、政治和社会活动中心，与生态环境负荷中心相互制约的特殊复合系统。

环境文明的曙光：保护山西的明天，再创绿色生态高原。

8. 《自然物流的一角》

开发利用可再生资源是人类社会可持续发展的基础。山西省域的资源优势：以煤炭为主的不可再生的矿藏资源，其他可永续利用的自然资源的丰度及其利用前景。

支柱矿产——煤炭资源。中国能源的“明珠”，晋人的“财源”；有限

资源枯竭的预警，经济开采时限；负效应——黑色与沉寂。

人类的根——土地，广袤多姿，人口负荷，流失严重。生命之源——水，极度缺水的危机，水质普遍污染。人类的近邻——生物，林草资源和野生动植物资源丰富，开发利用和保护很差。大气的变幻——气候，复杂要素丰富，利用不充分，自然灾害频繁。

珍惜稀有资源，节约有限资源，开发可永续利用的资源。

9. 《遗产生态的魅力》

生态文明将是 21 世纪的特征。山西省域是中华民族的摇篮，历史文化遗产和自然遗产生态资源极为丰厚和珍贵，是新世纪最有魅力的一种生态文明资源。

遗产的生态意识——人类的新觉醒。世纪遗产公约，遗产政策与行动。

文化遗产生态资源：史前远古人类，古战场，古城址，宗教石窟，壁画雕塑，民居建筑，寺院庙宇，古墓帝陵。

自然遗产生态资源：神奇“界标”，森林遗景，河流渡口，湖泊遗迹，泉水瀑布，岩溶洞穴，动植物化石群，地下煤海，盐湖景观，温泉地热，清凉气爽，高山草甸。

认识人类与自然的因缘，保护、开发和利用，展望生态文明的前景。

10. 《新世纪发展之路》

中国实施可持续发展战略，求索新世纪发展之路。21 世纪的山西省域选择什么样的新支柱产业，向什么样的经济大省或强省发展？

大文化商品的价值。从一座煤矿说起，看不可再生资源的优势和价值；从一座古庙的文化，看可永续利用资源的优势和价值。

绿色文化产业。以太阳能转化为基础的可再生资源，建设绿色产业体系；以人类文化和自然遗产为基础的永续利用资源，建设文化产业体系。

基础设施产业。引黄水利配套工程，交通网络图，信息“高速公路”，避暑避寒山庄。

生态文明的环境与消费。绿色能源，绿色食物链，清水流域，生态良性循环。生活消费升级：19 世纪的庄园，20 世纪的大厦，21 世纪的绿地。

“巨人”型经济结构。大文化产业为头，绿色支柱产业和基础设施支柱产业为双腿。实现中上游的财力、上中游的收入、上上游的环境——文化生态经济大省+新能源大街=持续发展实力强省。

《生态经济丛书》总序

(一)

世纪之交正向我们走来。在中国的大地上奏响了两个时代的强音。一个是来自国际社会的声音：世界人民将迈着怎样的步伐走向 21 世纪？1992 年 6 月在巴西里约热内卢召开的“环境与发展”世界首脑会议，通过的《里约宣言》和《21 世纪议程》，表明各国政府达成了一个共识：经济发展必须与环境保护相协调，必须加强国际合作，全面实施全球的可持续发展战略。中国是世界上率先履行这项国际责任和义务，1994 年 3 月 25 日国务院通过了《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》。中国人民将以实际行动积极参加国际合作，与世界各国人民共同保护好地球环境，创造一个能让人类安居乐业的家园。另一个是来自中国社会的声音：中国人民将以什么样的姿态迎接新时代？1995 年 9 月 28 日中国共产党第十四届中央委员会第五次全体会议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标的建议》，提出了全面实现达小康目标的第二步战略任务，并向第三步战略目标迈出重大步伐，为下世纪中叶基本实现现代化奠定坚实的基础。这个纲领性的文件，为中国人民展示了跨世纪的宏伟蓝图，指明了迎接新时代的方向。

生态与经济协调发展，是当今国际社会普遍关注的重大问题，也是人类生存和社会前进的永恒主题。可持续发展战略的目标，就是要把世人梦寐以求的这个主题，通过能够遵循的纲领，能够实施的方案，能够执行政策，能够操作的方法，实现既能满足当代人的需求而又不对满足后代人需求的能力构成危害；既能满足一个国家、一个地区的需求，而又不对其他国家和地区的需求造成危害的新时代。

这套《生态经济丛书》（下简称《丛书》）就是为了响应时代强音的呼唤，面向广大群众，宣传普及当代最新的一门科学知识——生态经济学，希望有更多的人掌握这门科学，为实现中国的现代化目标乃至全球的可持续发展战略目标而奋力奋斗。这就是我们组织编写这套《丛书》的宗旨。

(二)

生态经济学是现代科学技术进步的象征。

它是由生态学和经济学相互交叉、渗透、有机融合而成的一门新兴综合性学科。它的研究对象是生态经济系统。它把自然生态系统与社会经济系统视为一个整体并揭示其相互作用的规律性。这是人类认识客观世界的一个飞跃。本世纪 50 年代以来，世界性人口猛增、环境污染、食物短缺、能源紧张、资源破坏等，形成了令人震惊的环境问题，向人类敲响了环境危机的警钟。随之世界上出现了第一次为拯救人类生存环境危机的科普宣传高潮。在短短的 20 年里，一大批论述人口、环境、资源方面的科普著作和理论专著，如《寂静的春天》、《封闭的循环》、《只有一个地球》、《2000 年的忧虑》、《立足于地球》、《增长的极限》、《一门科学——生态经济学》、《我们需要一门新的经济学》以及《生存的蓝图》等相继问世。同时形成了广泛动员和广泛参与的大讨论，并且对人类未来前景的看法，大体形成了比较悲观的和

比较乐观的两种思潮。不同观点的争论归结到一点：人类能不能从环境危机中拯救自己而且生活得更好。生态经济学就是在这样的国际社会背景下应运而生的。

美国经济学家肯尼斯·鲍尔丁是国际生态经济学的创立人，他在 60 年代发表的《宇宙飞船经济学》一文中，把人类赖以生存的地球比喻为茫茫宇宙中的一个渺小的太空船，警告人们：不能继续贪得无厌地消耗它的自然资源了，否则它就会很快失去控制！他提出的节约地利用资源，控制好飞船航向的主张，引起了世界的巨大反响，涌现出包括前苏联经济学家梅林斯基，和英国生态学家爱得华·哥尔德史密斯、罗马俱乐部创始人意大利奥雷利奥·佩西博士、中国经济学家许涤新教授、日本池田大作博士等一代国际著名生态经济学家。

当代科学技术的巨大进步，人类认识世界的不断突破，推动了生态经济学的发展。从 1984 年 10 月联合国环境发展委员会召开首次会议，提出《从一个地球到一个世界》的报告，到 1990 年 5 月成立国际生态经济学会，人们达到了一个共识，就是人类必须建立一个持续发展的经济社会。生态经济学的理论核心就是持续发展思想。这就为人类解脱生态环境危机提供了新的发展思维和新的发展对策，从而改变了人们对世界未来的悲观看法。

最值得庆幸的是，联合国把可持续发展战略作为全球的共同战略，纳入了国际决策，变成了世界各国政府的行动纲领，这标志着生态经济学已经成为当代乃至 21 世纪的主流经济学科。与此相适应，第二次环境与发展的科普宣传高潮也在到来。这次宣传的重点，将由唤醒世人危机的警钟，转为鼓舞世人进军的号角，在拯救环境危机中创建美好家园。

我们推出这套《丛书》就是为了顺乎时代潮流的昭示，参与第二次环发科普宣传新高潮，充当向新世纪进发鸣锣开道的号角，启迪和引导人们走上以生态经济科学为指导的可持续发展之路。

(三)

传播和普及科学知识、科学思想和科学方法，提高全民族科技文化素质，是推进中国现代化建设、实施可持续发展战略的前提，也是中华民族强盛的基础。这套《丛书》就是为了适应这一需求，采用喜闻乐见的形式和题材，从多角度、多侧面、多方位，阐述评介生态经济学的产生背景、思想渊源、观点论据、理论核心、战略对策以及实证案例。从而达到用这门科学理论武装人们，提高环境意识和生态觉悟，鼓舞人们自觉自愿地投身到保护生态、保护环境、发展经济、创建未来的伟大事业中去。

这套《丛书》放眼世界、面向未来。它是在当代生态经济学理论研究成果的基础上，借鉴吸收了生态农业、生态工业、生态城市、生态技术、生态伦理、生态教育、生态哲学、生态医学以及人口生态学、灾害经济学等多分支学科的思想精华和实验结晶，综合归纳而成的一部比较全面、比较系统的理论探讨与实证分析相结合的科普专著。特别是把中国和山西省域作为实证案例，既充实丰富了《丛书》的内容，又突出显示了它的特色。世人皆知，中国是地球家园中的一个最大的古老家族，山西省域又是中华民族的摇篮，这两个案例不仅在人类文明与环境演变方面具有代表性，而且在现代社会与生态资源循环作用方面也具有典型意义。中国正处于传统社会向现代社会全

面推进的转型时期，经济社会的迅速发展，使得环境、生态和资源面临着巨大的压力。在中国，特别是在以煤炭能源工业为主导产业的山西省域，把保护环境、生态和资源与经济增长方式的根本转变紧密结合起来，尤为重要和迫切。

这套《丛书》的内容结构包括 10 个方面或侧面，也就自然构成了相互联系又相对独立的各有侧重的 10 册专著。虽然每册专著都保持了各自的内涵、外延和风格，但是它们都具有理论性、知识性、经验性、政策性和资料性的共同特点。所以，可供领导决策、科学研究、理论教学、业务工作以及广大读者参考阅读。

(四)

生态经济学作为一门新兴的学科进行科学实验，在国际上仅仅有 20 多年，在中国也不过 10 多年的历史，虽然已经取得了丰硕的理论成果和实践经验，而且被世人公认为当代和未来的主流经济学科，但是，它毕竟是一个正在成长积累过程中的年轻学科。在理论和方法的诸多领域，还有待于开拓和深入，需要继续完善和发展。在《中国 21 世纪议程》公布之后，中国科学院于 1994 年 6 月编制了《中国 21 世纪议程中国科学院优选项目计划》，初步确定了 11 个优先领域、140 多个优选项目。中国社会科学院于 1995 年 5 月也成立了生态与环境经济研究中心。这就标志着生态经济学研究，从哲学思辩进入了应用研究和实证分析的新阶段。技术创新理论、产权经济学、制度经济学将成为解决和解释生态经济问题的主要工具；能量转换中的价值流分析将成为生态经济学的核心问题。诸如此类的新动态、新成果和新观点，没有也不可能都写进《丛书》中去。

编写这套《丛书》的倡议，是在 1993 年初山西省生态经济学会成立暨首次学术讨论会上提出来的，随即得到了山西省领导同志和富有经验的老领导、老专家的大力支持；中国生态经济学会、中国林学会、中国农经学会、中国科学院、中国社会科学院、中国人民大学等学术权威单位的著名学者、专家和教授热情鼓励、精心指导；山西经济出版社的领导热心帮助策划；山西省 20 多个单位的 60 多位领导、专家和学者鼎力合作，经过一年酝酿筹划，两年撰写、统编，基本完成了《丛书》的编写出版任务。在此特向所有为《丛书》编写出版付出辛劳的各位女士和先生，表示衷心感谢。

这套《丛书》无论在理论观点和知识体系方面，还是在论据资料和引证案例或其他方面，都会有错误、疏漏和不当之处，恳请广大读者批评指正。

《生态经济丛书》编委会
1996 年 1 月

第一章 传统资源财富观

传统的资源一般指天然的财源，即自然资源。人类社会发展的进程与人类对资源的认识、开发、利用程度密切相关。无论从历史发展的纵断面考察，还是从同一历史阶段地区间的横断面比较，一个国家的强弱，固然取决于资源的储备，但更重要的是取决于对资源的开发、利用和保护。特别是进入近代社会以来，科学技术的进步和市场的扩展，为资源小国插上了经济腾飞的翅膀。现代科学技术的飞速发展和经济的全球化趋势，打破了资源的自然观和地域观，社会资源（科学技术）正在取代自然资源，成为国计民生的主导因素。资源要素、结构的变化及其相互之间的转换、互补和替代，为人类的未来展现出光明的前途。从而为辩证的资源认识论提供了历史发展和社会实践基础。

第一节 资源认识论

辩证唯物主义认为：认识是人脑对客观存在的反映，人们对一切事物的认识过程，亦是一个随着事物的发展变化和人的社会实践，由浅入深、由表及里、由感性到理性的发展过程。资源是一种天然存在，人们对它的客观存在及其变化规律的认识，同样应当遵循唯物辩证的认识过程。现代科学技术的发展，引起认识手段和方法的巨大变化，资源认识论作为人们对客观世界认识的重要组成部分，也在延伸、扩展、变化、发展。

一、一般概念

资源是人类赖以生存的物质基础。广义的资源不是一个单数，而是一个多元复合概念。一切有利用价值的自然、经济、社会条件都可称之为资源。

资源就其客观存在而言，仅仅是一种潜在的优势。资源作为生产要素不能孤立地发挥作用，各种资源要素之间存在着内在的有机联系。自然资源只有同社会资源相结合，才能转化为生产力，才具有使用价值和价值。人们在认识资源、利用资源的过程中，必须寻求和实现自然资源和社会资源的最佳结合点，才能利用有限的资源，创造更多的财富，并保持长期的资源优势，实现永续利用。

资源是人类经济社会发展的重要条件，反过来，经济社会的发展，又不断开辟人类认识和利用资源的新视野、新领域、新途径。一种资源替代另一种资源；同一种资源的经济利用向新的广度和深度的拓展；资源作为生产要素的形态、结构的相互转换等，都说明人类认识、利用资源的前景是无限广阔的。因此，对资源的认识不能停留在表象、静态的认识水平上，而应遵循着天、地、人的协调——矛盾——协调这一永恒主题，以马克思主义的唯物历史观和辩证自然观作为我们认识资源的世界观，才能对世界的明天和祖国的未来充满乐观和希望。

人类对资源的认识、开发、利用的广度和深度，与科学技术的发展和进步存在着密切的联系。一切可能为人类所利用的自然物，当人类尚未认识其使用价值，或不了解如何使用之前，还不能称其为资源。例如，在石器时代，人类认识利用资源的领域很狭窄，地下矿产作为自然物并不被人类所认识，更谈不上利用。进入金属时代，人们才知道地下矿产可以冶炼成金属，制成各种工具，并逐渐掌握了金属的冶炼和制造技术，金属矿藏才成为推动经济社会发展的重要资源。在人类没有获得煤化学知识之前，煤焦油是令人生厌的废弃垃圾，而掌握了煤化学知识和技术以后，原来当作垃圾的煤焦油则由废物变成可获得多种产品的珍贵财富。同时，晶体管使半导体成为电子技术革命的重要材料。20 世纪中叶，由科学技术革命推动发生的工业革命，使更多的自然物与科学技术结合起来，把资源的边界推移到大到海洋空间，小到生物细胞、分子、粒子的广阔领域。自然物成为资源的频度，反映了科学技术的发展水平。科学技术的进步，不仅拓宽了人类认识资源的视野，而且正朝着由知识替代体力向知识替代资源加速发展。技术革命正在不断推移资源缺乏的边界，知识爆炸的能量，最终将克服人口爆炸对经济社会发展产生的负效应。科学技术将成为人类永不枯竭的财富源泉。

二、资源的分类

按照资源存在的形态、特点和属性，我们把资源分为两大类，即自然资源和社会资源。

（一）自然资源及其基本属性

自然资源是自然界能为人类所利用的物质和能量的总称。按其物质属性，又可分为可更新资源和不可更新资源两大类。可更新资源，如生物资源、水资源、土地资源等。不可更新资源，如各种矿产资源。前者可循环，可再生；后者不可循环，不可再生。作为自然资源，不论哪一种资源，各自都有其不同的特点和特殊的规律。但自然资源作为一个总体，在数量、时空分布上，又有其共同的特点和共同规律。充分认识和掌握这些特征，对于合理开发利用和保护自然资源具有重要的意义。

（1）整体性。自然资源的分布和构成，虽然具有明显的地域差异性，但组成地域差异的各个要素之间又是相互联系，相互制约的一个整体，构成一个和谐的系统。例如，在一定的光、热、水、土条件下，就会形成大致相同的植物、动物和微生物群落。某种自然因素的变化，会引发其他相关因素的变化，如森林资源和植被的破坏，会导致水土流失，风沙侵袭，农业生态环境恶化；冰河期的出现，使许多生物种群绝迹就是例证。就农业生产过程中自然资源的作用而言，各种资源要素缺一不可，不能相互替代。再如同一地质结构，往往分布着相同的矿脉，组成不同类型的矿藏带。充分认识自然资源的整体规律，有利于人们从整体出发，全面认识自然资源，做到合理开发利用。

（2）地域性。地理位置和自然环境的差异，特别是光热条件、地质构造、地貌特征的不同，使自然资源的分布、数量、质量以及组合、结构形成明显的地域特点。例如，气候分布上的热带和寒带，干旱区和雨林区；地理分布上的陆地、海洋、高山和平原；植被分布上的森林和草原；地下矿产分布上的贫矿区与富矿区、煤田和油海等等，都是地域差异性所形成的自然资源的地域性。这一属性不仅在大范围内存在，就是在较小的范围内，也常常因一山之阻、一河之隔，形成明显的地域特点。自然资源的地域性常常是形成不同经济发展区域的前提条件，这也是开发和利用自然资源所必须遵循的客观规律。

（3）数量的有限性和潜力的无限性。自然资源并不是取之不尽、用之不竭的。自然资源的有限性是自然资源最基本的特性。这一特性主要表现在三个方面：一是时空分布的数量有限。如一定地区、一定时间的耕地面积、矿产储量都是有限的。二是资源存在的绝对数量与可利用部分的比例及由资源特性决定的特定的用途有限。如太阳能、水能、风能，就其总量来说是相当巨大的，但人类可以利用的部分却很有限。三是在一定的经济社会发展阶段，人类利用自然资源的能力、范围和种类也是有限的。如作为国土的沙漠戈壁、埋藏很深的矿产资源等，受现有科学技术水平和经济条件的限制，尚不能利用其为人类创造财富。

但就自然资源的总体而言，从动态的、变化的、长远的观点看，自然资源都具有潜力的无限性。一方面，由于有些资源本身是可以更新和循环的可再生资源；另一方面，随着科学技术的进步，经济社会的发展，人类认识、开发利用自然资源的范围、种类和用途是无限的。另外，资源潜力的无限性，还体现在对废弃、污染物的回收、净化、重复利用具有巨大的潜力和广阔的

前景。目前，我国每年的废弃物回收率仅占 30%左右，如果提高到 80%，每年即可创造数以百亿计的财富。华盛顿民间环境保护组织世界观察研究所把废弃物的回收利用称做“又一次效率革命”，足以说明废弃物资源化具有无限的潜力。

(4)两重性。自然资源的两重性，主要体现在它既是人类社会生产活动的物质基础，又是人类赖以生存的生活环境。从生产发展、经济增长的角度出发，要求不断增加对自然界物质能量的消耗，以求获得尽可能多的收益。但从保护生态环境、提高生活质量的角度出发，又要求尽量防止和避免对自然资源的过度破坏和消耗，维护和创造良好的生态环境。就自然资源的总量而言，又是有限的。即使是可更新、可再生资源，如果人为的消耗和破坏速度超过自然资源自身的恢复速度和外界物质能量的补充速度，不仅破坏了作为物质基础的自然资源，更重要的是破坏了人类生存的自然环境，从而破坏了人类生产和生存的条件。因为作为人类活动的环境及其空间的一切生物因素和非生物因素，是人类社会文明发展的前提和基础，也是一种资源。自然资源的这种两重属性，从本质上规定了经济、社会、生态三者必须协调发展。

自然资源具有个别特性和整体特性，有的有利于人类开发利用，有的则不利于人类开发利用。所以，利用自然资源必须讲求科学，遵循客观自然规律，坚持利用和保护相结合的原则，趋其利、避其弊，使有限的资源得以永续利用，发挥出无限的作用。

(二) 中国自然资源的概况与特点

中国素以地大物博著称于世。作为经济社会发展的物质基础，这是我国应当引以自豪的优势。

我国地域辽阔，南北跨纬度近 50°，东西跨经度约 60°，陆地面积居世界第 3 位，这就决定了在自然资源总量和种类占有上的资源大国地位。与世界各国相比较，我国的水能资源居第 1 位，太阳能资源居第 2 位，煤炭等已探明的 45 种主要矿产资源居第 3 位。这些资源大部分虽已开发利用，但开发利用的广度和深度还不充分，尚未形成巨大的经济优势。随着科学技术的发展，巨大的资源总量优势所具有的潜力将得以充分发挥，形成资源性产品的生产规模，进而在世界市场的竞争中表现出我国所特有的规模优势。

我国地处中纬度地区，光、热、水资源条件优越，加之土地类型齐全，气候条件复杂，具有自然资源种类多、类型齐全的天然优势。农业资源丰富，特别是木本植物、野生鸟兽等生物种类居世界各国之首。有野生植物 3 万多种，其中木本植物 7000 多种，是世界公认的树木宝库。野生动物有鸟类 1166 种，兽类 420 种，两栖爬行类 500 种以上，其中珍奇动物 100 余种。海水鱼类 1000 多种，淡水鱼类 700 多种。这些丰富的生物物种，为农业生产向广度和深度发展提供了物质基础。矿产资源的多样、品种的齐全，也在世界上名列前茅，已探明储量的地下宝藏达 10 万亿元。

另一个方面，一个国家的自然资源优势和经济潜力，不仅取决于自然资源本身的数量和种类，而且与其时空分布、资源质量和人均占有水平存在着密切的关系。所以，从开发利用的角度看，我国自然资源还有如下特点：

(1)我国土地面积大，但山地多，平原少，土地利用率低，人均耕地少，后备耕地资源不足。在 960 万平方公里（144 亿亩）陆地中，难以利用的沙漠、戈壁、海拔 4000 米以上的高山约 44.19 亿亩，占土地总面积的 30.68%。

可利用的土地中，适宜发展林牧业的土地占 57.8%，其中耕地仅占 14%，低于世界平均数，仅为印度的 1/4，美国的 1/2。人均占有耕地 1.5 亩，不到世界人均 5.5 亩的 1/3。在 5 亿亩后备荒地中，质量较好的可垦耕地仅为 1.5 亿亩。随着人口的增加，耕地减少与人口增加的矛盾将会愈来愈突出。

(2)我国大部分地区气候温和，光照充足，但时空分布不协调，降水变化大，旱涝灾害频繁。由于我国处于季风气候区，受季风气候的影响，在地域分布上东南湿润，西北干旱；在时间分布上，降水年季变化之差可达数倍之多；年内分布不均匀，年降水的 70%—80%集中在 6—9 月，暴雨、干旱、低温等自然灾害经常出现。与世界各国相比较，人均占有水量仅为 2700 立方米，只有世界平均水平的 1/4。缺水干旱不仅成为限制农业生产的不利因素，在有些地区还成为城市、工业等事关国计民生的突出问题。

(3)我国的矿产资源种类多、品种齐全，但质量差异悬殊，且低劣和开采困难的比重较大。在已探明的矿产资源中，除煤具有明显的优势外，其余均为用量较少的有色金属和非金属矿。在探明的铁矿中，90%属于贫矿，有些则采、选、冶困难，不易利用。作为优质能源的石油、天然气的利用比例很小，形成以煤为主的能源结构格局。

(4)地域广阔和生产力发展不平衡，造成资源分布与生产力分布不协调，也是我国资源利用中的一个显著特点。地下矿产资源和草地主要分布在地域广阔、人口密度较小的中西部地区，光、热、水等自然地理条件和经济水平则以东南沿海地区为优。自然资源与经济发展水平不匹配，形成南粮北调、北煤南运的资源产品流动，大大增加了产品成本。

(5)资源总量多，但人均占有量少，这是我国自然资源的最大特点。除上述土地、水资源的人均占有量明显低于世界平均水平外，人均林地面积只有世界平均水平的 1/6，人均草地资源权为世界平均水平的 1/3，人均矿产资源的潜在价值也只为世界平均水平的 1/2，主要资源的人均数量在 144 个国家中的排序为：

土地资源	110 位以后
耕地资源	126 位以后
草地资源	76 位以后
森林资源	107 位以后
淡水资源	55 位以后
95 种矿产潜在价值	80 位以后

从自然资源的总体水平看，与世界各国相比较，我国资源的总量优势与人均水平偏低的特点也反映得很明显。根据中国科学院国情分析研究小组发布的各国自然资源综合排序结果，我国在世界 144 个国家中属第 8 位，而综合资源负担系数，即我国自然资源所负担人口数量与世界平均值比较，我国的资源负担系数为 3，即我国资源负担的人口数为世界平均水平的 3 倍。

(6)我国资源的种类繁多，但保护利用不当，破坏浪费严重。幅员辽阔的国土面积和自然地理条件的多样性，决定了虽然我国具有独特的资源优势，但自然资源也存在着不平衡性和开发利用的脆弱性。如水资源地区分布的南多、北少，西北内陆地区更少的极端不平衡，造成了水资源的浪费和利用率低就是很好的说明。全国地表水开发利用仅占总水量的 12%左右。地下水的开采量仅为地下水资源总量的 5%—6%。对土壤、生物、矿产资源的破坏和浪费也较严重。据 1992 年卫星遥感测算，我国水土流失面积为 179.4 万平方公

里，占全部国土面积的 18.7%，仅山西境内每年流失约 2 亿吨地表土，损失的氮、磷、钾养分含量相当全省一年的化肥施用量。全国沙漠化土地每年平均以 2100 平方公里的速度扩张。森林资源锐减，草原沙化，生物物种灭绝加速。海南岛的原始森林由 50 年代的 25.7%减少到 7.2%，西双版纳的原始森林由 60%减少到 30%左右。许多珍贵动植物物种濒临绝种之危。就连作为主要粮食作物的小麦品种资源，也由 50 年代的 1 万种减少到 70 年代的 2000 多种。一些矿产资源也由于开发利用不合理，造成大量的损失和浪费。总之，资源与利用的矛盾愈来愈突出，已成为我国经济社会发展中不可忽视的突出问题之一。

（三）社会资源及其基本属性

社会资源包括人类创造的全部精神财富。具体分为人力资源、科技资源、经济资源、文化资源等。社会资源与自然资源一样，都是构成现实生产力的基本要素。相对于自然资源而言，社会资源是自然资源转化为生产力的客观条件，是资源转化为财富的经济的、社会的和科学的手段。

（1）人力资源。从一般意义上讲，世界一切事物中，人是最宝贵的。从生产要素的角度看，劳动力是首要的生产力，人力资源区别于自然资源的一个重要特点，就在于它既是一种客观存在（体现在人口和劳动力的数量上），又是一种可以主观开发和主动适应的能动资源（体现在人口身体素质和劳动力文化素质等素质和教育质量的后天的开发）。因此，人口的增长，可以构成经济和环境的压力和包袱，又可以形成新的生产力，推动经济的增长。中国的人力资源一方面存在着数量多、质量差的不足和缺点；另一方面，劳动力的后备资源和潜力很大，具有开发和利用的较大优势，只要认真执行计划生育、优生优育的国策，不断提高人口素质，就可以创造出巨大的社会财富。

（2）科技资源。科学技术资源包括传统经验和现代科学技术成果。它随着人类社会的发展产生、发展并逐步应用于人类社会的各个领域，成为人类社会发展的巨大推动力量。这种力量主要体现在两方面：①科学技术是自然资源转化为生产力，转化为人类物质财富的中介。自然资源与社会资源的结合，潜在的生产力转化为现实的生产力，都必须通过科学技术这个要素才能实现。科学技术愈发达、愈先进，资源转化为财富的范围愈广，效率愈高，各种资源优势才能真正发挥出来。②科学技术作为生产力的社会功能。这是科学技术所显示出的最巨大、最引人注目的社会功能。现代科学技术的广泛应用，使劳动资源、劳动对象和劳动者本身，都发生了根本性的变化。如果就经济实力考察一个国家，科学技术无疑起着决定性的作用。当代的世界性竞争，不是抽象的社会制度的竞争，而是经济实力的竞争，经济实力竞争的背后是科学技术的竞争，科学技术竞争的背后是教育和人才的竞争。科学技术可以使资源小国成为经济大国；资源大国如果科学技术落后，也无优势可言。鸦片战争以后，中国近百年的屈辱史，在某种意义上讲，就是先进的科学技术和发达的经济实力对守旧落后的惩罚。今天的发展和强大，也正是得益于科学技术对经济社会的推动作用，以及为科学技术的发展和有效应用创造的良好社会制度和社会环境。

（3）经济资源。从广义上讲，一切自然资源、人力资源、资本资源均属于经济资源。这里所指的经济资源系指资金、生产装备和生产原料等在内的狭义经济资源。经济资源是自然资源和社会资源结合的物质基础和条件，是人

类从事生产和流通过程中所创造的物质财富转化的产物。反过来又以资金、能源、交通运输等基础设施作为资源形态作用于生产和流通过程。凡经济资源丰富的国家，其生产力和经济的增长就快，其他资源潜力转化为现实的物质财富的规模就大，效率就高。在我国经济高速增长的实践中，经常遇到资金短缺，能源、交通等基础设施“瓶颈”的制约，正是反映了经济资源的缺口较大。特别在发展市场经济的条件下，经济资源的作用更加显得重要。随着生产力的提高和经济的发展，经济资源的短缺情况将会得到逐步改善。

社会资源与自然资源一样，除具有各自的特殊属性外，还具有作为同一资源类型的共同特点和共同规律，概括起来有以下几个方面：

第一，社会性。社会资源与自然资源相比较，它的客观存在更具有显著的社会属性。主要表现在它与历史沿革、社会形态、经济社会体制、政策环境，以及政府行为有着密切的联系。如人口、科学、经济作为一种社会现象，在历史发展的长河中，在不同的社会制度和国家，可以看到两种截然不同的情形。凡社会安定、制度优越、政府开明的历史时期，人们的聪明才智就可以得到充分的发挥，反之，则会遇到压抑甚至扼杀，从而制约社会资源对经济社会发展的推动作用。

第二，动态性。主要反映在社会资源的纵向发展和横向转移两个方面。从纵向发展看，社会资源既有历史积累的一面，又有飞跃和超越的一面。所谓历史积累，是指各种社会资源的连续性。无论是人力资源、科学技术资源或经济资源，都不可能从零起步，也不可能超越现有基础，而是以现有条件为前提，经过不断增长、改善、发展、突破，进而实现新的飞跃。横向转移，是指社会资源不受地缘、区域以至国界的限制，它是可以流动的资源要素。如劳动的输出和转移、科学技术的引进、资金的融通等，这就为人类利用社会资源提供了更多的机会和可能。我们提出的大市场、大循环战略，正是建立在社会资源的上述特点的开发利用之上的。

第三，相关性。同任何事物一样，每种社会资源的存在都不是孤立的、单一作用的。我们可以这样认为，发达国家都有其共同特点，即教育水平和劳动力的素质高，科学技术先进，经济实力强。不发达国家各有各的不足之处。凡经济欠发达国家，都在人力资源、科学技术资源、经济资源等诸方面表现出明显的不足和劣势。即人口的素质、科学技术成果的应用、资本及物质技术装备等都没有达到较高的水平，使生产力发展和经济增长受到以上诸多因素的制约和困惑。百废待兴，力不从心，便成为不发达国家面临的共同课题。

（四）中国的人口压力和人力资源

人口、资源、环境是构成生态经济系统的基本要素，实现三者之间的协调发展是经济社会持续发展的客观要求。

过快的人口增长，是造成资源短缺和环境压力的主要矛盾。在经济落后、人口素质低下的条件下，人口、资源、环境之间的矛盾更加尖锐和突出，这是当代一切尚未完成传统工业化进程的不发达国家普遍存在的严重经济社会问题。但这种人与自然的矛盾，正在不断随着现代科学技术和信息产业划时代的革命，人力资源的开发广度和深度，开始超过了自然资源开发，生产力和经济的发展超过了人口的增长，人类自身再生产所需要的物质和文化消费，与日益增加的社会财富相比较，进入了供大于求的积累型社会，无限创

造、有限消费成为人类经济社会的主体行为。从而证明，在世界一切事物中，人是最可宝贵的论断的正确性和远见性。

中国是一个人口大国，“人口众多”曾经是引以自豪和骄傲的传统优势。但由于几千年传统农业社会的局限，经济发展滞后于人口增长，人力资源的数量增长快于质量增长，致使人口问题成为经济社会发展的沉重包袱。这种落后的社会现象，只有达到科学技术进步和经济增长与资源的增长同步进行，甚至前者超过后者时，潜在的巨大人力资源方可转化为真正的现代优势，成为推动经济社会进步的强大力量。

1. 中国人口增长的特点

其一，传统人口再生产持续时间长。美国人口学家诺特斯坦认为，在由传统农业社会向工业社会转变的过程中，人口增加呈现出如下变动趋势：①传统农业社会为低自然增长率时期；②工业化初期为高人口增长率时期；③工业化发展阶段为高人口增长率时期；④工业化完成阶段为低人口增长率时期。中国的传统农业持续了 2000 多年。历代王朝的更迭，决定着经济社会的兴衰，经济社会的兴衰又影响着人口的增减，形成了我国特有的与农业社会低自然增长率相悖的人口变动趋势。早在解放之前，就出现过人口倍长的两个时期。一次是西汉，人口由秦代的 2000 万人，骤增到 6000 万人；一次是清代，人口由明代的 6000 万人，陡增到 4 亿人。1949 年，全国人口达到 5.5 亿人。由于战乱平息，经济恢复，人民安居乐业，人口出生率提高，死亡率逐年下降，人口自然增长率显著提高。1949—1957 年，8 年净增 1 亿人。以上三次人口的倍增，基本上都发生在传统农业社会，突破了世界人口增长的一般规律，呈现出传统人口再生产的高峰值现象。

其二，提前进入现代人口增长模式。一般认为由出生率高、死亡率高的低自然增长率，到出生率高、死亡率低的高自然增长率，都属于传统的人口再生产方式。而低出生率、低死亡率形成的低自然增长率为现代人口增长方式。从世界各国的情况看，实现人口增长方式转变的过程，大都十分缓慢，需要经历 100—200 年的时间。一些发展中国家，虽然有的已进入工业化发展阶段，但仍然保持以高自然增长率为特征的传统人口增长方式。

如果以 1953 年开始执行第一个五年计划，作为中国工业化的起步阶段，到 1984 年开始进入人口的低出生率、低死亡率、低自然增长率时期，我国实现人口增长方式的转变，仅用了 30 年左右的时间，而且是在农村人口占到全国总人口 80% 以上，经济低收入国情条件下实现的。即人口增长的转型是在超前于经济发展的条件下实现的。这一巨大成就的取得，证明我国实行计划生育、控制人口增长的国策是成功的。

2. 人力资源的现状与开发潜力

如前所述，人口众多，并不是绝对的坏事。人均占有资源的数量少，并不意味着经济落后。在古代，我国曾经有过既是人口大国，又是科技和经济大国的辉煌历史。在现代，则有日本以资源小国跃居为世界经济强国的例证。人力资源只有在其未充分开发之前，才呈现消费有余、创造不足的劣势，成为一种社会包袱。一旦作为一种生产能力得到充分开发，即成为起决定作用的、最具有活力的生产要素，将会创造出任何自然资源或其他经济资源所不可比拟的社会财富。从这个意义上讲，我国作为占世界总人口 20% 的人口大国，具有世界最雄厚的人力资源，是最大的资源优势。

(1) 人力资源供求特点。其一，人力资源总量供给过剩。当前我国正处于

人口增长的第三阶段。人口的自然增长率虽然呈现出下降的趋势，但由于人口基数大，人力资源总量的增长规模和速度仍然是很可观的。据资料介绍，1990年，我国劳动年龄人口总数达到7.28亿人，当年新增劳动力958万人。到本世纪末，新增的劳动年龄人口将达8410万人，劳动年龄人口总量将超过8.13亿人，平均每年新增劳动力供给达811万人。到21世纪，全国人口的峰值将在14—15亿。在科学技术不断进步，特别是新技术革命的推动下，国民经济各部门对活劳动力的要求与人力资源增长成反比，人口增长对就业、社会保障以及与此相关的物质文化生活的提高，将带来巨大的压力。

其二，高质量人力资源供给短缺。长期以来，由于经济增长滞后于人口增长，作为提高人力资源素质的社会教育十分落后，人力资源的总体素质，不仅大大低于发达国家，甚至低于与我国经济水平相近的发展中国家。据1990年全国人口普查资料，在全国总人口中，具有大学文化程度者仅占总人口的1.4%，高中以上文化程度者只占8%，初中文化程度以下者高达76.3%，其中文盲、半文盲占到15.9%。全民所有制工业和建筑业（第二产业）职工中，大专以上文化程度者仅占职工总数的8.6%，初中以下文化程度者高达57.9%。这不仅反映了国民总体素质的低下，而且反映了作为工业和经济增长主力军的产业工人的低素质，这种状况很难适应技术革命的挑战，就连完成传统工业化的使命都显得力不从心。

其三，城乡人口结构失调。目前，从国民经济的构成看，工业产值已经超过农业产值，标志着我国已进入工业化的发展阶段。但农村人口仍占到全国人口总数的80%以上。受“二元经济”的长期制约，农村人口的整体素质远远低于城市，还达不到全国的平均水平。但却是人力资源总量增长的大头，高素质劳动力的小头。一方面，劳动力素质低下，限制了农业现代化的进程；另一方面，有限的土地，已经越来越难以容纳大量的新增农村劳动力。1990年，全国农村剩余劳动力总量已近2亿，这些数量大、素质低的剩余劳动力，将带来严重的经济和社会问题。

以上可见，在控制人口增长的同时，更重要的是发展全民教育，不断提高全民的科学文化素质，大力开发人力资源，将是有效管理开发利用人力资源，实现人口、经济、资源、环境协调发展的关键所在。

三、资源的更新与替代

古今中外人类社会发展的实践表明，经济社会的发展，不会因为资源的局限而停滞不前。经济社会发展的无限性与资源存在的有限性的矛盾，人们物质生活和精神生活不断提高的需求，对资源索取的广度和深度强化对人类生存环境的破坏，要求必须从资源的更新与替代寻找出路。另一方面，从资源存在、开发、利用的实践与可能来看，也在客观上为满足这种需求提供了理论和现实的可能途径。

（一）资源更新

资源更新是可更新资源的自然属性，又是人类认识和利用资源的手段和途径。一般而言，农业自然资源是可以不断更新和循环利用的资源。如生物资源可以一代一代繁衍，水分的循环往复，地力的消耗和培肥等，都属于自然更新资源。只要在开发利用的过程中，加以合理的保护，即可以不断更新循环，永续利用。

资源更新作为人类认识利用资源的手段和途径，系指同类资源的广度和深度开发利用。如一次性资源的再利用，变废为宝，变害为利，一物多用，实行物质资源化。随着科学技术的进步和社会生产力的发展，人类不断拓宽认识资源的领域，如矿产资源和生物资源的发现和利用，至今仍然是一个未知的宝库，工业废物、生活垃圾的回收利用尚有很大潜力等。一位科学家曾经预言，在未来世界，谁拥有沥青路面的里程最长，谁将成为能源最丰富的国家。从而为资源更新展现了一个广阔的前景。

（二）资源替代

资源替代对于合理分配和利用资源具有重要的意义。它不仅可以缓解和弥补因某种资源稀缺对经济发展的制约，而且可以提高资源的利用效率，推动社会生产力的发展。特别是以可更新资源替代不可更新资源，对未来的经济发展会产生更加深远的影响。

随着科学、工艺、管理技术的发展和提高，资源替代正在成为经济发达国家解决资源问题的一条重要途径。热核能、光能、水能、海洋能、生物能取代燃煤、石油等传统的矿物能源；塑料、陶瓷、玻璃、纤维等新型材料的广泛应用；化学纤维替代植物纤维；半导体、光导体材料带来的通信革命；遗传工程、酶化学预示着生物多样化的出现，等等，使人类对资源数量和质量的认识产生了全新的概念，不断从传统资源观念的困惑中解脱出来。

资源替代不仅反映在资源性质、特点和用途方面，还表现在资源分配和优化组合等诸多方面，使人们在组织管理生产和经济的过程中，逐步由注重外延扩大再生产转向内涵扩大再生产，由扩大生产规模转移到提高经济效益的轨道上来，从而在活劳动投入减少的情况下，在不增加资金和物质投入的情况下，依靠高科技获得产量，提高效益。

第二节 资源优势的动态观

不论是自然资源还是社会资源，在未介入人类的生产和社会活动过程之前，仅仅是一种潜在的优势。只有通过人们的认识、开发和利用，才能转化为现实的生产力和经济社会优势。

一个地区、一个国家的资源优势，不仅取决于资源的丰度，而且取决于对资源的认识与开发利用的深度和广度。在人类社会发展的各个历史时期，受经济社会和科学技术等的影响，对资源优势表现出自然优势、能源优势、科学技术优势等不同层次的动态变化。正确认识和把握其发展变化规律，对把资源优势转化为经济优势和社会优势具有十分重要的意义。

一、自然观——农业社会的局限

从生物的起源和进化观点看，初始宇宙和自然界的存在远早于人类社会。这就决定了人类社会的发展进程是由自然主体（自然本位）到人类主体（人本位）的演变过程。

人类赖以生存的地球，距今约有 47 亿年的历史。而出现在地球上的古猿人约有 250—400 万年的历史，在从猿到人的漫长进化过程中，人类就与自然界结下了不解之缘。从手与脚的分工到工具的制造和使用；由狩猎、制火到驯养动物、耕植农田，人类开始介入自然界，不断对农业资源认识、开发、利用，以供给人类世代代不断需要的全部生活的物质来源。由于人类对自然界的长期索取，打破了自然界的自然平衡，农业资源的更新和循环也受到了人类生产活动的干预。据世界考古发掘的地下资料推断，人类农业社会始于新石器时代，距今约已 1 万年了。

在农业出现以前，人类没有从事农业生产的意识和手段，只能单纯依赖自然界业已存在的各种可供生活需要的原型资源生存和发展，采集、狩猎、捕捞等便成为人类最早从事的经济活动。由于人口稀少，又无更多的欲望，只是为了单一的生存，凭借大自然恩赐所供给的生活资料，尚可满足人类的生存需要。随着人类的进化，人类在劳动实践中对自然界的认识逐步深化。从直接采集野生植物充饥，到懂得植物的种子又可以落地生根发芽，生长新的植株；狩猎的野生动物，当时吃不完，还可以驯化饲养，从而推动了劳动工具的革命，产生了“火燎杖种”或“刀耕火种”的农业。这是人类由认识自然到利用自然的一次飞跃，是人类扎根于土地的开始。在此基础上，经过长时期的演变，才真正进入了以种植业和畜牧业为主体的、以定居方式生活为特征的原始农业时代。

从纯自然时代到原始农业时代的进化演变过程，也是人类认识和改造自然的过程。随着人口的增加和私有制的产生，人类占有财产的欲望逐步超过了满足生存的需要，农业生产活动的领域不断扩大，向自然索取的强度不断加大，使人类对自然的认识——利用——索取的链条愈拉愈长，最终发生了理性认识与实践活动相背离的二重行为观念。

（一）只索取不回报的破坏性生产行为

从人类社会发展的轨迹可以看出，人与自然是—个共存的整体，又是相互矛盾的对立面。为了生存，人类离不开自然环境；为了生存，人类又自觉不自觉地破坏着自己的生存环境条件。自有人类以来，即以掠夺自然为生存

前提。造成这种状况的原因，既有传统的历史惯性，又有需要与可能的现实矛盾。可以简单到不足以回答，也可以复杂到至今尚未完成这一认识过程，归纳起来主要有以下几个方面：

(1)认识上的片面性。由于自然资源（主要指农业自然资源）属于可以重复利用的再生资源，往往给人们造成一种大自然永恒的错觉：土壤肥力可以周期性恢复；水分冬去春来，非雨即雪；生物可以世代交替，繁衍不绝；一切都取之不尽，用之不竭，安然无恙，何患其危！

(2)经验技术的单向性。从石器时代到第一次产业革命，科学技术的发展经历了翻天覆地的变化，对于推动生产力的发展，起了巨大的推动作用，为造福人类作出了巨大的贡献。但这一切大都以殃及自然、破坏生存环境为代价。其直接的破坏作用主要在于加大向自然索取的强度和力度，间接的破坏作用还表现在增加环境污染等方面。而作为防止生态环境恶化的创新技术还刚刚起步，并没有在较大的范围得以推广应用。

(3)利益的短期性。由于生产力的提高，经济的发展有一个从低起点向高起点的过渡阶段。所以，人类的决策行为也有一个从急功近利到长远计议的发展过程。尤其在生产力水平低、经济不发达的阶段，都把生存问题作为首要的生产和发展目标。这种短期行为造成的恶果之一，就是加速对自然资源的破坏，过度垦殖、超载放牧、滥伐森林等并不是发生在某一短暂时期或局部范围的偶然事件，而是在世界范围延续了上千年的普遍现象。

（二）狭隘的资源观念

受自然观的影响，使人们对资源的认识走向两个极端。当人类拥有资源的时候，认为可以取之不尽地无度索取和掠夺；当大自然对人类的无度索取报之以严酷的惩罚之时，又对未来产生悲观情绪，认为资源濒临枯竭，人类的前途未卜。这种对未来充满悲观和绝望，正在成为一种世界范围内的思潮，给充满生机的当今世界和充满希望的未来世界投下一层阴影。我们认为，随着社会财富的增加和科学技术的不断发展和创新，人类将最终摆脱大自然的束缚，从单纯依赖自然资源的困境中走向自由，在创造富裕生活的同时，不断发现和利用新的生产和生活资源，不断创造新的生活环境，实现人类与生存环境在更高层次上的和谐、统一。之所以提出上述观点和结论，至少有以下理由：

(1)经济的增长和高科技的应用，必将使人力资源发生革命性的变化，“人口包袱”将转变为社会财富，回报自然的意识和技术将大大加强。

(2)物质资源化趋势将极大地提高资源更新的质量和扩大资源替代的领域，新的资源及资源价值将不断被发现利用，类似生物链的工业循环系统，将会使废弃物和污染减少到影响环境质量的最小限度。

(3)社会资源的综合利用功能将进一步强化。特别是制度的创新和政策导向，将更加有利于人类经济社会的发展。因狭隘、本位产生的急功近利倾向将被理性和效率所取代，从而为人类生存创造良好的制度环境。

二、索取后的反思——工业社会的代价

尽管对人类社会未来的发展前途尚未定论，且存在着悲观派与乐观派截然不同的两种观点，但人类对自然资源的索取毕竟已有几千年的历史，一些不发达国家，为了追求经济的高速增长，实现由农业社会向工业社会的转变，

正重复着发达国家走过的加速生态环境破坏的老路。由此造成怎样的恶果，以及照此下去，会导致何种悲剧，都是需要认真总结和反思的。

自 18 世纪 70 年代的第一次产业革命以来，世界发达国家先后完成了由农业社会向工业社会转变的历史任务。这一历史性的转变，对经济社会的发展带来了三大影响：一是经济的高速增长，二是人口的迅速增加，三是资源环境的恶化。这种趋势一直延续并加速的结果，导致人类面临人口、资源环境与经济社会发展的矛盾愈来愈尖锐。人类与自然环境的协调出现了新的巨大裂痕，环境压力已成为经济社会持续发展面临的突出问题。

(1)人类赖以生存的主要自然资源已接近临界点。水土流失和土壤沙漠化扩展，使耕地的数量减少，质量下降；过度采伐，使全球森林面积每年以 1% 的速度减少。到 2000 年，地球上将有 15%—20% 的物种消失。水源污染，造成用水量增加与淡水减少的尖锐矛盾；空气污染使人类遭受有害物质的损伤，威胁人类的健康和安全等等，已成为全球性的环境问题。

中国的资源和环境问题，除具有世界性的一般规律外，还面临巨大的人口压力，工业化要求经济高速增长的压力，市场经济转型过程中法制滞后，特别是环境治理和保护法规不健全和措施不力的压力。这就给经济社会的持续发展增加了一定的难度，对政府在处理治理与发展的关系上提出双重目标要求，如果治理赶不上破坏，不仅严重制约经济的增长，而且会对未来的发展潜伏下更大危机。

(2)确立经济社会与环境持续协调发展的长期战略。如前所述，人类在处理发展和环境问题上，已经经历了一个实践活动与客观自然规律相背离的过程，给人类自身的生存造成日益增加的危机。今后的主要目标和核心问题是，在追求经济增长、实现社会发展的同时，把保护资源和改善环境、提高生活质量作为前者的出发点和归宿。特别要注意避免重复过去为发展而发展，为增长而增长的单一思维方式，急功近利，既吃祖宗，又害子孙。

为此，一要坚持控制人口过快增长的政策，特别要控制贫困地区人口的增长，以减少贫困人口的相对数量，减轻对环境的压力。

二要控制重污染工业的空间布局和外延扩大，从资源分配和利用的角度出发，增加技术投入，走内涵扩大再生产之路，向科学、工艺、管理要效益。特别要防止饥不择食，引进和扩大耗能高、污染重的夕阳工业。

三要实施生态农业与现代农业嫁接互补的农业发展战略。一方面要用现代化的手段组织和管理农业，走集约化经营的道路；另一方面以生态农业的标准和要求合理布局，调整结构，改进耕作制度，建设高产、优质、高效的混合农业体系。

四要增强环境教育——法制手段双轨并行的全民环境意识培养。把保护环境意识渗透到每个人的生产和生活活动过程，寓开发利用于保护之中，以减少政府集中统一治理的组织难度和财政压力。

五要克服只有一般号召，没有实施的空洞说教。资源环境关系千秋万代的生存与发展，再不能重复过去那种只有号召、没有措施，只有口号、没有行动，只当将军、从不上阵，工作一般化的通病。起点高更好，起点低，也不怕，抓住不放，定能抓出成效。

三、存亡之争——未来观

科学技术与人类的实践活动结合以后，不仅改变了人类的生存环境，同

时也改变着人类本身，迫使人们开始对未来进行深入的思考。科学幻想小说捷足先登，凭借各自的灵感和逻辑推理，从不同的角度对未来作了绘声绘色的描述。

从 1895 年英国作者维尔兹发表《时间机械》，到 1973 年日本作家小松左京发表《日本的沉没》，都对人类社会的未来作了大胆的猜想。有的猜想随着时间推移，奇迹般地得到了验证。如 1925 年美国作家坎兹贝格在他的小说里描写的电视电话、宇宙航行，都在今天变成了现实。

猜想总归是猜想，科学地预测未来，需要预测的科学。出于对未来研究的需要，一些国家的科学家及学术团体开始组织从事对未来的预测和研究，并从不同的研究角度形成观点对立的两大学派，即以意大利经济学家奥雷里奥·佩西为代表的悲观主义学派，以美国物理学家赫尔曼·卡恩为代表的乐观主义学派。

悲观学派以 1972 年罗马俱乐部发表的《增长的极限》和《80 年代的挑战》为代表作，指出，人口过剩危机在威胁着人类，它使人们生活贫困，形成失业大军，社会不安定等问题，世界经济将继续走下坡路；军事费用在增长，科学家有 40% 为战争服务，人类进入自我毁灭的时代；海洋、森林、牧场和耕地四大生态受到破坏，沙漠不断扩大，40 年后所有大森林都将消耗殆尽。“这些问题的严重性在加剧，但人们没有寻求到解决的办法”。

乐观主义学派以 1976 年发表的《第二个 200 年》为代表作，提出与悲观主义的展望相反的看法。相信技术可以解决上述一系列问题，并预测 80 年代的经济将会迅速上升，增长率可达 5%—6%。持乐观主义的还有美国的阿尔文·托夫勒，他 1980 年出版的《第三次浪潮》认为，继农业革命数千年、工业革命 200 年之后，现在正处于第三次浪潮，世界将进入后工业社会，历史的进程加快了，人们的生产和生活方式将随之发生巨大的变化，随着人类新文明的出现，世界将走向和平、繁荣而美好的新世纪。

对未来的存亡之争，并不是打笔墨官司，而是各自站在不同的立场上，按照经验、推理和逻辑对未来所作的科学判断。时间已经过去十几年，世界的发展总趋势，没有悲观派讲的那样糟，也没有乐观派讲的那样好。同一切事物的发展规律一样，未来世界既存在着潜伏的危机，又充满着美好的前景，关键在于人类如何去把握未来，创造未来。我们相信，人类既能从过去发展到现在，也必然能从现在走向美好的未来。

第三节 资源的利用与保护

资源与环境，是人类生存与发展的前提和条件。这就决定了人类的生存与发展，又必然受到资源和环境的制约和局限。为了生存和发展，人类已经经历了以掠夺资源、破坏环境为代价换取社会文明的漫长过程。随着人口的不断增长，社会生产力和科学技术的不断提高，一方面创造着经济奇迹和现代文明，另一方面又带来了资源枯竭的危机和生存环境的迅速恶化，使当今世界面临生存与发展的双重矛盾。保护资源，改善生态环境，已经成为世界各国制定未来发展战略的基本出发点。这既是对自然过度掠夺后的回报，更是为了今后更好地开发和利用自然，实现资源可持续利用的明智之举。为了协调人与自然的关系，世界各国已经把控制人口增长、建立节约资源型国民经济体系，依靠科学技术，促进保持人口、资源和环境协调发展作为基本对策。我国作为一个发展中的大国，实现人口、资源、环境协调发展的目标，任务更为迫切，意义更为重大。

一、取之有理，用之有度

不论是自然资源或是社会资源，不论是可再生资源或是一次性资源，其时空分布的有限性相对于潜力的无限性而言，前者应作为人类认识开发利用资源的基本出发点。特别是一些非再生资源，如作为矿物资源的煤炭、石油、天然气、油页岩、核燃料等，均属非再生资源，用一点就少一点，总有一天会枯竭。而在经济建设和人民生活中，对矿物能源的需求将越来越大。所以，在利用过程中，要特别珍惜此类资源，把“钢”用在刀刃上，既保证充分满足经济社会发展对能源不断增长的需要，又要防止“寅吃卯粮”，为子孙后代永续利用着想。为此，对于资源的开发利用，必须遵循取之有理、用之有度的原则。

(1)以战略眼光指导资源的开发利用。各种资源的存量、物质技术和经济社会条件，仅仅是潜在的生产力，只有通过开发利用，才能转化为现实的生产力。在实现这一转化的过程中，开发利用得合理与否，不但直接关系到经济效益、社会效益、生态效益，而且事关一个民族和国家未来发展的前途和命运。因此，任何资源开发利用中的盲目性，急功近利的短期行为，都是绝对不可取的。为此，世界各国的资源开发利用，都是建立在经济社会发展的长远战略目标的基础之上。建立在科学技术革命基础上的科技、经济、社会、环境的总体发展战略，正在成为世界性的课题列于各国的决策前沿。

中国在世界科学技术革命的影响下，已经或正在着手制定和完善自己的长期发展战略，并结合“翻两番”进而赶上世界中等发达国家水平的发展目标，为实现经济社会可持续发展的长远战略目标，已经做了大量工作。应当以此为基础，制定出相应的资源开发利用战略，使有限的资源发挥无限的利用潜力，缓解人口压力与资源短缺的矛盾。

(2)资源开发与保护相结合。资源开发与资源保护是相辅相成的。应当按照不同的资源类型、区域和特点，制定相应的开发保护计划。资源开发的目标应当使自然资源得到合理的永续利用，并使自然环境得到不断改善。可更新资源要努力使资源增殖，抑制资源生产率下降，防止资源的破坏和流失，确保其永续利用；对于不可再生资源要坚持节约利用和综合利用的原则，确定资源的储采比，合理调节有限资源的耗竭速度，提高资源采、冶、选的回

收率和综合利用率。

保护资源，①要保护珍贵的稀有物种及其生存环境。如我国的大熊猫，是自然界长期演化的产物，不仅具有科学研究价值，而且具有潜在的经济价值。②对已经开发利用或待开发利用的自然资源采取保护措施，即在资源开发利用的同时要考虑保护，在保护条件下进行合理的开发利用。如我国现在耕地中有一部分由于坡度太大，应考虑部分退耕。同时还要注意在规模开发利用资源时，适当保护具有代表性的原始自然环境，建立自然保护区，把保护与利用结合起来。③对地下资源的开发利用，要注意处理好地下资源开采利用与地上资源环境条件的关系，同时结合矿产资源的特点，对那些伴生的、暂时不能开采的资源应暂时封存，以备技术手段成熟时再行开采。

(3)因地制宜，择优发展。资源时空分布千差万别，决定了资源具有明显的地域特性和时间特性。因此，在资源开发利用中，必须注意因地制宜，择优发展，切忌“一刀切”，才能使资源优势转化为产品优势和经济优势。尤其是在市场经济条件下，有材不用，大材小用，优材劣用都是不可取的。只有地尽其力，物尽其利，人尽其才，财尽其用，使商品的个别必要劳动低于社会必要劳动，才具有竞争能力。为此，应特别注重扬长避短、发挥优势的具体发展规划的制定。从满足社会需求出发，以市场需求为导向，作出合理开发利用资源的现实选择。改革开放以来，我国各地涌现出各种不同类型的致富典型，就是实践这一原则取得的良好效果。

二、提高投入产出比

任何一种生产过程和经济活动，都要讲求以尽量少的投入取得尽量多的产出的经济效益原则。所以，提高资源利用效率，即投入产出比，便成为物质财富来源和积累的前提。只有这样才能实现经济的扩大再生产，以满足社会日益增长的物质、文化生活的需要。在资源的开发利用中，忽视投入产出比，不讲求经济效益，不仅不能增加社会财富，反而会挥金变土，导致财富的大量损失和浪费，为此需要注意以下几个方面。

(1)立体开发，综合经营。对资源进行综合开发，综合利用，既是形成生态和经济良性循环的需要，又能提高经济效益。如在农村实行农、林、牧、副、渔全面开发，综合经营，要比把大批劳动力限制在有限的耕地上，从事单一的种植业效益好，收益高。实践证明，单一的片面开发和资源利用，是造成掠夺式开发的一个很重要的原因。如我国的黄土高原，由于长期强调单一的粮食生产，形成生态和经济严重失调。为了扩大粮田面积，森林等植被遭到严重破坏，水土流失逐年加重，造成生态失调，环境恶劣，经济发展缓慢，越垦越穷，越穷越垦。这种教训从反面证明，只有综合开发，综合利用，才是科学合理开发农业资源的有效途径。综合开发，综合利用，不但可以扩大生产领域，而且可以通过贸工农、种养加、产供销的有效结合，提高内涵扩大再生产的能力。随着科学技术的推广应用和市场经济体制的建立健全，为各种资源的综合开发利用提供了有效的手段和外部环境，也为中国农业和农村脱贫致富，走出低效农业的误区开辟了广阔的前景。

(2)依靠科学技术，提高传统资源的经济效益。现代科学技术的高速发展，为资源的开发利用开辟了广阔的前景，并成为提高资源投入产出比的决定性因素。有资料表明，发达国家在1900—1910年的10年间，工业劳动产品的科技含量为5%—10%，到了70年代，发达国家经济增长中的50%—70%

得益于科学技术。近百年来，由于科学技术的迅速发展，使世界的工业产值增加了 20 倍。美国在 60 年代，经济增长的 $\frac{2}{3}$ 是依靠推广新技术和新工艺取得的。科学技术投入与经济收益之比为 1 : 23。

又如湖南晚稻亩产由 1950 年的 100 公斤提高到 1975 年的 187 公斤，年平均只增加 3 公斤。而从 1976 年开始大面积种植杂交稻以后，晚稻亩产以每年 19 公斤的速度增加。1964—1980 年的 17 年间，用于杂交水稻的科研、推广经费为 3000 多万元，而大面积推广杂交稻以后，5 年即净增产值 3.4 亿元，科研推广投资与产出之比为 1 : 11.3。

三、变废为宝，永续利用

据资料介绍，在工业化社会，为了维持一个人的正常生活需要，每年要从地下挖出 25 吨矿产。自然资源作为人类赖以生存的物质基础，随着人口的急剧增加，其每年的消耗将是一个天文数字。为了减少环境污染，提高资源利用的经济效率，世界各国都十分注重工业废弃物和生活垃圾的回收利用。特别是进入 90 年代以后，工业发达国家对生产和生活废弃物的综合利用和无害化处理，平均达到 50% 以上。我国每年的废弃物回收率只有应回收物资的 30%。以利用废纸造纸为例，日本为 70%，韩国为 50%，我国只有 18%。

另一方面，我国的矿产资源人均占有量，只有世界人均占有量的 $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ ，而且在采选和利用过程中存在着严重的浪费和利用不经济现象。如矿产品在采选过程中的资源总回收率只有 30%，低于世界水平 20 个百分点。而工业生产过程的矿耗和能耗却高得惊人。以资源的投入产出比为例，1989 年，我国每吨标准煤实现国民产值为 436.1 美元，而日本高达 5 889 美元，为我国的 13.5 倍。

资源的有效利用率愈低，废弃物的排出量亦愈高。目前我国工业排放的煤渣、钢渣、化工废渣已累计达 64 亿吨，每年还要向江河倾倒 1 500 万吨流体废弃物。还未包括与日俱增的城镇生活垃圾。所以，加强废弃物回收利用，变废为宝，化害为利，应作为资源利用保护中不可或缺的重要环节，也是现代资源观的重要组成部分，应当引起高度重视。

第二章 未来资源财富观

本世纪以来，人类创造了前所未有的物质财富，同时也造成资源浪费、环境污染、生态破坏前所未有的恶果。在人类文明进步的同时，一系列社会问题又严重地威胁着全人类的生存与发展。人类不得不重新审视自己所走过的历程，不得不重新寻求一条资源与人口、经济、社会、环境相互协调的发展道路。

资源与财富，环境与发展，成为人类经济发展、科技进步、社会改革的核心议题。无论是向信息社会跨越的高度发达国家，还是着力现代化建设，追求经济高速增长的发展中国家，都面临着资源枯竭、环境恶化的现实压力 and 未来危机。人类正在努力寻找资源与财富、环境与发展既能满足当代人们的需求，而又不对子孙后代构成危害的生存与发展战略。与此同时，新技术革命也在不断改变着人们关于资源与财富的传统观念，由物质和能源的产业化，走向智能和信息的产业化，把人类从传统生产力的束缚下解放出来，21世纪已将是一个以科学技术制胜的新世纪。

第一节 资源与财富的转化途径

人类社会的发展史，是一部资源转化为财富的生产力发展史，人类依据自然资源，创造了不可计数的物质财富。同时，也在不断地充实丰富着自然资源对人类生产和生活有利的那一部分自然条件，形成新的自然生产力——已经与劳动相结合的结合性自然生产力。人类文明的发展与创造，从生态经济学的观点看，物质财富的创造，生产力的发展，是人工力和自然力的合成。这两种生产力的合成、发展、转化、提高的实现途径，数千年的农业文明和近百年的工业文明，以及第二次世界大战后 50 年间物质财富的前所未有的增长实践说明：生产力发展的第一要素是科学技术的发展与进步。

一、资源财富化的历史演变

(1)世界首次生产力高潮——中国农业文明的辉煌时代。封建社会的第一次生产力发展的高峰，发生在中国。从公元前 3 世纪起，中国以农业为中心的科学技术逐步取得了世界领先地位，进入了农业经济发达的封建社会。当西方还处于落后中世纪“黑暗时代”时，我国正是唐—宋盛世（7—12 世纪）。当时几乎所有的科学技术领域，我国都有重大成就。伟大的四大发明，除造纸术外，其余 3 个均是这一时期成熟和推广应用起来的，农业作为这一时期的主要生产部门，已经基本形成传统农业的精耕细作制度。南方稻田多熟制，北方轮作复种、间作套种制度，水旱轮作田的耕作体系，旱地耕作技术、栽培技术的发展，病虫害的综合防治、系统防治、生物防治技术，园艺桑蚕技术，畜牧兽医和淡水养鱼技术等，其实质是一个综合利用自然资源的农业生态体系。

农业发展空前，新农具大量涌现，传统农业农具到这一时期已基本完备和定型。整地农具、插秧和施肥农具、收获农具、加工农具、灌溉农具，具有因地制宜、形式多样、数具配套、一物多用，便巧易修和价廉可代，利用水能风力取得高效的特点。

水利建设遍及全国。兴建了许多百万亩以上的引水灌区。黄河下游推行的淤灌颇有成效，致淤规模遍及陕、晋、豫、鲁，发挥了显著的增产作用。中小型水利发展普遍，“各地多筑池塘资灌溉”，北方修渠引水、推广井灌，有相当成效。

土地利用范围扩大。主要是与山争地——修梯田；与水争田——圩田和围田。土壤肥料理论和技术有重大突破；创立了杰出的“地力常新”论；扩大了肥源，改进了积肥方法，出现了保肥技术，因土因物合理施肥，对农业生产的发展，起了重要的作用，是我国古代土壤肥料理论和技术的一个发展高峰。

中国农业文明的繁荣和辉煌，封建社会经济发展从秦汉到唐、宋、元经久不息，原因就在于有科学技术做坚实的基础。中国的数学有早于西方几百年的优异成果，形成以计算见长、解决实际问题为特点的数学理论体系。中国天文历法以农业应用为本，天体位置的计算十分高明。历法应用的规模与延续时间之久，为世界罕见。中国农学著作发表之早、之多为世界之最。农业科技使中国领先进入封建社会，并构成世界首次生产力高潮。

当时，我国农业在世界范围内的领先地位，蚕丝纺织发展带来的“丝绸之路”的繁荣，名扬天下的中国瓷器，产量与质量让西方可望不可即的中国

铁器,正是这些科学技术的成就使我国出现持续千年的繁荣,使我国持续 300 多年雄踞世界之首。英国科技史专家李约瑟博士在《中国科学技术史》中说:“在 3—13 世纪,中国保持一个让西方望尘莫及的科学知识水平。”

(2)工业文明与财富增长。人类进入工业文明的近代社会,在 200 多年的短时期,生产了农业文明社会不可比拟的物质财富,而且这种生产发展,具有加速度的性质。第二次世界大战结束后的 50 年来,世界国民生产总值增加了 7 倍。1994 年全球国民生产总值达到 26 万亿美元,人均国民生产总值为 4500 美元左右;一些发达国家的人均国民生产总值早已超过 2 万美元,有的甚至接近 4 万美元。而在战后初期,它们的人均国民生产总值也才只有一两千美元。

工业文明带来的财富增长,使世界经济的全球化进程不断加快。国际分工进一步扩大和深化。社会生产的分工已愈来愈越出一国的范围,并使国际分工从原来的垂直分工向水平分工扩展。国际分工的这种发展,使世界资源的分配和利用受到前所未有的影响。突出地表现在;一是国际贸易的巨大增长。第二次世界大战后初期,世界出口总额仅为 500 多亿美元,现在已达到 4 万亿美元的水平,二是形成了日益庞大的跨国界的经济。现在近 4 万家跨国公司,占据着世界主产总值的一半,并控制着世界贸易总额的 50%左右。跨国公司不仅具有在世界范围配置各种资源的优势,而且在进一步推动国际分工的发展,使世界各地的经济越来越趋于外向化、全球化。

工业文明带来的财富增长,从资源开发利用、资源与财富转化的趋向着,世界的产业结构正在发生巨大变化。在各类国家中,农业在国内生产总值中所占的比例下降了。发达的资本主义国家农业已只占 5%以下;在发展中国家也仅为 17%左右。工业在不同国家发展趋势则并不相同。在发达资本主义国家,由于已进入新技术革命时期,工业化在国内生产总值中所占比重开始下降,现在已只占 1/3 左右。而发展中国家,由于正实现工业化,工业的比重仍在上升,现在已占到 40%左右。以信息为主要内容的新兴产业,在所有国家经济中的比重都在上升,发达资本主义国家已占到 60%以上,发展中国家也增至 40%左右。

工业文明带来的财富增长从资源开发利用范围和程度看,近半个世纪以来,发展中国家的经济增长已有好转。它们的平均经济增长速度又重新快于发达资本主义国家。而发达资本主义国家在世界经济中已占有 70%以上的比重。主要发达资本主义国家的力量对比,也在发生变化。第二次世界大战后初期,美国占有世界国民生产总值的 40%,现在其所占世界国民生产总值的比重下降到略多于 20%。日本成为战后发达资本主义国家中经济增长速度最快的一个国家。在战后初期,日本的国民生产总值仅约为美国的 6%—7%,而现在已超过 60%,成为世界经济强国。德国也在缩小与美国在经济上的差距,其国民生产总值从占美国的 10%左右,提高到现在的 30%左右。

工业文明带来的财富的增长,世界经济在短时期内发生了上述变化,基于这样的状况:在不到 200 年的时间内,完成了蒸汽机产业化、化工技术革命、电力技术革命,到现在正在发展中的技术综合创新的高技术时代,产生了四次世界性的生产力高潮。与当今世界经济增长同时出现的是,科学技术发展的指数增长;科技知识更新速度的加快;科技成果的工业化周期愈来愈短;科技投入的指数增长;经济增长中,科技进步所起的主导作用越来越显著。

同样，我们可以从当今世界财富增长，经济全球化与发展不平衡的现实中清楚地看出，科学技术落后是制约生产力发展最重要因素，由此形成的贫富差距也越来越大。

联合国高级官员文蒂森指出，近半个世纪的特点是经济全球化进程加快，贫富差距拉大。按人均比较，贫富差距极为悬殊。7 个发达国家的人均国民生产总值达到 2 万美元，人均每天超过 50 美元；而占世界人口 20% 的穷人，人均每天收入不到 1 美元，最不发达的国家已从 1974 年的 29 个增加到现在的 48 个，这些国家的人口占世界人口的 10%，他们的收入仅占世界总收入的 0.1%；而 7 个发达国家的人口占世界总人口的 12%，他们的收入却占世界总收入的 73%。

穷国的贫穷落后是长期遭受殖民主义统治和不公正、不合理的国际政治经济秩序，造成这些国家科学技术落后，生产力低下，沦为殖民主义者的资源掠夺地。第二次世界大战结束后，这些国家虽然先后获得了独立，但远远落后于世界经济水平。富国依靠科学技术发展，实现“质量推动”的经济增长，很多贫困国家依靠劳动密集，实现“数量推动”的经济增长，使穷国与富国并没有在平等的基础上发展和竞争。据《国际金融统计》1985 年 4 月提供的资料；1969 年，巴西用 66 包咖啡可以换回一辆载重 16 吨的卡车，1983 年购买同样一辆卡车需要 132 包咖啡。坦桑尼亚 1981 年进口一辆载重 7 吨的卡车，需要比 5 年前进口同一辆卡车多付出 2 倍的咖啡，或 3 倍的棉花，或 9 倍的烟草。初级产品同制成品在价格上的“剪刀差”，使贫困国家遭受越来越严重的损失。

科学技术导致穷国与富国的出口商品结构不同，竞争力相差很大。据世界银行统计，高技术和技术含量较高的商品占各国出口商品的比重，日本为 97%、德国为 90%、美国为 82%，而 74 个发展中国家出口原材料、初级产品占其出口商品的 50%，其中 15 个最不发达国家出口原材料、初级产品占其出口量的 90% 以上。贫困国家的经济增长，缺少资金是一个原因，而科学技术的落后是更主要的制约。

二、资源与财富的转化途径

资源的开发利用与财富的创造增长，实现于以科学技术为标志的生产力水平的发展和提高。即以科学技术为中介，实现自然生产力和社会生产力的有机组合。

资源包括构成人类社会生产要素中的社会要素和自然要素，是生产力发展的物质基础。资源在生产过程中，由自然条件形成的各种自然要素相互作用而具有提供产品的能力，即自然生产力。凡是可被人类开发、利用的一切现实和潜在的自然资源，都具有自然生产力的内容。

资源转化为财富，自然力转化为生产力。从人类物质资料生产发展的历史看，生产力发展的每一次重大突破，都表现在人类应用科学技术对自然力作用的规模和程度上。科学技术的每一次重大突破，重大进步，不断加大自然生产力转化为现实生产力力度和广度，推动生产力的迅速发展，物质财富的迅速增长。

然而，面对物质财富的日益丰富的当今世界，人类却面临着生存的威胁。回首人类生产力发展的历史，了解自然生产力和社会生产力组合方式的演变，更有助于我们对资源与财富转化途径的选择。

(1)改造性的转化利用。传统农业文明的发展，是改造性的转化利用方式。从原始农业走向传统农业的关键是：人类对自然生产力规律认识的提高，生产技术的积累与发展——即生产科学性的产生与发展。

传统农业生产力的资源利用方式，是人类介入自然的起始。对于自然生产力，人类开始掌握生物资源的自然生长周期，开始冶炼矿藏，更新制作工具的材料；对于社会生产力，生产技术逐步提高，金属工具的广泛应用，种植业、畜牧业以及手工加工业的分工，生产资料规模的扩大和效益的提高，使人类对自然资源具备了改造的性质，扩展了资源利用的范围。既具有自然生产力占主导地位的一面，又具有在相当大的范围内改造资源的因素，提高自然生产力、社会生产力因素，增加产出的一面。传统农业生产力，包含许多资源与财富转化利用的科学性。我国有机农业就是传统农业的精华。

我国有机农业，地力常新，经数千年而不衰。传统农业生产力的主要特征是：①合理用地，积极养地，用养结合，“地力常新”；②因时、因地、因物制宜，增施有机肥；③宜农则农，宜牧则牧，宜林则林，宜渔则渔，农牧结合，多种经营；④充分利用各种资源；多种种植制度，人力、畜力、水力、风力多种可更新动力资源；“桑基鱼塘”种养结合，扩大物质能量转化的范围和效率；⑤精耕细作，选育优种，综合防治病虫害，不断进行水利建设，保护和利用自然资源。

我国传统农业生产力发展，在实现自然生产力和社会生产力的有机结合中，具有丰富的科学思想。在充分利用自然资源的同时，对自然生产力注重保护和提高；在扩展社会生产力的同时，注重了科学技术的应用。人们在保护和提高自然生产力的实践中，通过建立各种人工设施，如堤防、水坝、排灌渠、塘堰、灌溉井、防护林、水保林、梯田等，初步建立起一种人工保护和控制的相对稳定的农牧业生产环境。不断发展的科学技术，推动了生产工具的改进和创新，使资源的开发利用范围不断扩展，传统农业生产力的广度和深度逐步扩大。人们生存所需要的物质资料，不仅利用现成的自然资源，而且可以控制、掌握和促进这些资源的自然生成过程。人们开始从依附自然走向积极地干预自然，有目的地利用资源生产人类需要的物资，初步形成了在改造利用自然资源的同时适应自然的思想。

由于传统农业生产力是以畜力为主，使用铁制手工工具，农业科学技术也只是建立在经验的基础上，是靠农业的内部循环维持的小农经济，自然生产力和社会生产力水平长时期低下，难以较大规模地充分利用自然资源，对自然资源的依附状态不能从根本上得到改善，对自然资源也没有较大的影响和破坏作用。但是，传统农业改造性利用方式，初步产生的在改造利用自然资源中适应自然的思想，有着划时代的意义。

(2)掠夺性的转化作用。随着知识和生产技术的日益积累，人类对自然力利用能力的进一步提高以及科学技术的不断突破和大规模地在生产中的应用，人类对自然资源的利用，逐步向不可再生资源扩张，走向了掠夺性的利用方式。

现代掠夺性的利用方式，是以机器体系的诞生及其在生产中的大规模使用为动力的。劳动者以体内的糖为能源的劳作被以石化燃料为能源的机器所取代。能源和动力机形成的生产动力，以及工具机、控制机等逐步发展，技术与物质基础日益雄厚，开始了大规模的自然资源的开发。

现代掠夺性利用自然资源的方式，具有明显的经济主导型特征，与传统

农业改造性利用方式有着显著的不同。现代社会的生产能力，工具复杂，科学技术手段先进，社会生产力作用影响的范围、程度遍及全球。自然生产力的发生与发展，在很大程度上要由经济要素的变化来主宰。为了维护对自然资源的掠夺性利用，石油产业成为世界性的支柱产业。石油不仅成为现代工业运行的基本能源，而且又是现代农业发展的基础。石油产业为人类创造了大量财富，同时构成已经发生和面临着的对整个现代生产力的威胁。一方面石油耗量平均每年以 7.8% 的速度增长，另一方面人类也知道，估计在几十年内石油将消耗殆尽。掠夺性利用自然资源的方式，已经达到了这样的程度——一旦某种主要经济要素的投入受阻，则以这种经济要素为基础建设起来的产业便会解体。

现代掠夺性利用自然资源的方式，削弱了保护和提高自然生产力的能力，资源面临日益减少和枯竭的趋势。动植物资源急剧减少，生物物种加速灭绝；不可更新资源的能源消费量，全球每年以 5% 的速度递增；世界森林资源每年以 460 万公顷的速度消失，而沙漠化面积每年以 6 万平方公里的速度扩展；多种资源在逐步丧失其自然生产能力，丧失其既是人类生产的生产资料，又是人类赖以生存的环境条件的作用。

现代掠夺性利用自然资源的方式，忽视了资源在生态经济系统中相互联系、相互制约，共同构成一个有机整体的整体性。造成资源质量严重损害，遭受破坏的连锁反应，使整个自然资源系统的自然生产能力，已经和正在发生质的变化。现代生产过程产生的废弃物，污染水体，污染土壤，污染空气；现代生产发展造成的森林植被的破坏，连锁形成水土流失、河流泛滥、水库淤塞、农业渔业自然生产力的衰退，生态破坏和环境污染已成为全球性的问题，就在被称为人类活动的第四环境外层空间，也存在着太空垃圾，开始危害空间事业的发展了。

现代科技推动了现代生产力的迅速发展。人类极大地扩大了对自然资源的利用，使人类两大物质生产部门——工业和农业取得了长足的进步。特别是 19 世纪的后半叶，社会生产力突飞猛进的发展，人类对自然的改造性、适应性演化为对大自然进行掠夺式的征服。①人类不断扩展对自然资源利用的领域，从土地延伸到整个生物圈，延伸到外层空间；②极大地加速了自然资源、自然生产力在生产过程中的消耗速度；③自然生产力与社会生产力的有机结合，掠夺式利用方式把人类自己推向了面临危机的边缘，迫使人类正在寻求解决资源与财富、环境与发展相互协调的新途径，寻求新的自然生产力、社会生产力高效组合的资源利用和转化方式。

三、资源与财富转化的未来观

当前，以生物技术、信息技术、航天技术、新材料新能源技术、海洋技术为标志的新技术革命，正在兴起。科学技术的新突破，已开始显示出资源利用的新途径，正孕育着资源利用新途径的诞生。

科学家预示了这种协调转化利用方式的大致轮廓：

(1) 社会生产力将具有新的质的规定性，即不再是改造自然的能力，而是创造、协调自然生产力的能力。

(2) 社会生产主要表现为人类要创造出地球上本来没有或早已绝迹的有机物质和无机物质。

(3) 自然资源和自然生产力，又将成为生产力发展变化的中心。一方面，

扩大人类的活动范围，向海洋深处、向极地、向宇宙空间，寻求新的资源；另一方面是创造新的生物资源品种和合成新的材料，扩展资源的数量，提高资源的质量。重构自然生产力与社会生产力协调发展的持续利用系统。

(4)生产工具，将大量应用高分子材料和其他人工合成材料，并由电子计算机控制的自动化设备装置操纵生产工具，综合利用各种自然生产力加工劳动对象。物质生产过程全部自动化、科学化。

(5)经济系统通过自身运动变化和使用科学技术手段向生态系统投入物质和能量，改变生态系统的组合结构，并依据生态规律，运用技术手段加速生态系统的正向演化，提高自然生产能力，使自然生产力与社会生产力相结合的生产发展，向多效益、多产品、多功能的目标发展。

(6)人类的一切创造物将作为一个子要素与自然生态相适应，并衔接成一个具有自我新陈代谢、自我组织能力的资源利用手段，从而形成一个具有生态合理性的有机系统。

(7)社会生产力体现为一种服从自然生产力，进而有效地利用自然力的力量，自然生产力将恢复它作为基础作用的本来面目。

(8)立足于可更新资源的研究、开发和利用，人类将是资源与生态系统的精心管理者。

由此可见，未来的转化利用方式，是以智力劳动为主，生产力的结合将是一种自觉的结合。科学技术的发展，将从根本上改变人与自然的关系；改变资源与财富的转化利用方式，从而也从根本上改变生产力的构成及其对自然资源的利用途径。

科学技术的发展，带来了具有划时代意义的我国传统农业的文明。科学技术的发展，带来了近代工业文明，生产突飞猛进，物质财富极大增长的经济繁荣。

面对人类生存的危机，出路的选择，人类寄希望于新技术革命孕育着的新途径的诞生。新技术革命的发展，已经预示了这种趋向，这是唯一的选择。

科学技术的新突破、新发展，同样会带来一个全新的资源与财富，环境与发展，共同增长、协调进步、永续利用的新时代。

生产力发展的历史与未来，都基于这样的一个关键：科学技术的突破与进步。

第二节 重新认识自然资源

近代经济发展，基于这样的经济学上的理论认识：即把生产力定义为人类征服自然、改造自然，以获得物质资料的能力。这一认识，忽视了农业文明已经产生在改造自然中适应自然的积极思想，把人类摆在自然界之外，成为自然的征服者和主宰者，把发展生产力的活动看作为一种向自然界索取资源、索取物质的单向运动。

随着科学技术的发展，现代生态经济学的产生，开始揭示生产力认识的本质内涵：生产力是自然生产力与社会生产力的合成，生产力的活动过程是人与自然进行物质与能量交换的双向运动。在这一运动过程中，人类不仅要求持续获得物质资料，而且要求有一个可持续利用资源的、有利于人类生存与发展的自然环境。

生态经济学对传统经济学在生产力认识论上的修正，揭示了人类与自然的关系，人与自然进行物质交换的关系；自然资源的利用，表现在这一物质交换的过程中；生产力总是在各种自然资源的自然生产力的基础上形成与发展的，自然生产力的发展与提高，自然生产力潜力的挖掘，是生产力发展的标志之一。

一、资源与财富的转化是人与自然的物质交换

社会生产归根到底是利用自然资源，通过人类的劳动，加工成为生产和生活所需要的物质资料。

自然资源从原始的存在状态进入被利用状态，已经历了几千年的实践。人类几千年间把自然资源的自然生产过程纳入到社会经济生产过程的历史，积累了丰富的经验，而更多的是数不清的惨痛教训，以至到当今人类面临“十字路口”的抉择。梳理这些沉痛的经验教训，是人类不可推卸的责任，也是科学技术所应具有的社会功能。从生态经济发展的观点审视，可以作这样一个简单的归纳：自然资源的利用，根本点在于自然物能运转的社会化。而这种社会化的运转，又是以自然物能运转的连续性和有效性为前提的。几千年沉积的经验、教训，就在于自然能运转过程中连续性和有效性的断裂。由此，我们对自然资源的利用，应重新认识。

农业文明和工业文明的历史，使我们得到了这样的认识：资源的利用与社会生产力水平密切相关，不同的生产力水平下自然资源的利用会产生超前与滞后；资源的利用和能否合理利用，是使资源利用，既能达到为社会提供丰富的物质资料，又能使它的生态功能得到最充分的发挥；自然资源优势的发挥与利用，只有在适宜的生态机制、经济机制和社会机制的作用下，才能转变为经济优势。

人们对自然资源利用的目的，是为了不断提高社会生产力。达到这一目的的途径，自然资源的“利用”，应具有新的含义。单纯的“使用”导致工业文明恶果的产生；积极的“保护”使农业文明形成我国有机农业的精华。利用中保护，保护中利用，是自然资源利用中，人与自然进行物质能量交换的双向协同过程。这一过程既实现资源优势到经济优势的转化，又影响和改变着自然资源环境。人与自然资源、环境之间的关系如何，最终取决于人们对自然资源开发利用的合理化程度。

衡量自然资源利用合理化的重要标志，是实现经济系统与生态系统之间

的良性运行。即在自然资源、生态系统得到保护利用、取得动态平衡的前提下，使物质流、能量流、信息流等流量大、流速快地进行运转。

自然资源积极的保护使用和经济生态效益的持续增长，是资源利用实践的认识基础。同时，也进一步揭示了资源与财富的转化，自然资源的利用，实质是人与自然之间的物质交换。增强人与自然之间物质交换的能力和流量，已经成为自然资源利用的核心内容。

增强人与自然之间物质交换的能力和流量，首先在于提高自然资源的生产力。自然资源的利用从根本上说是资源生产力的利用。自然资源生产力的不断提高，才是保证物质生产增长的基础。通过人为的措施，有效地促进自然资源生产力的不断提高，投入的增加，是人与自然进行物质交换双向过程的基本要求。现代生态农业的发展，及其产出的高效率，就是走出传统农业内部循环的封闭系统，给农业生态系统注入了各种技术措施、多种物质能量，包括无机界的化肥、农药、机械、除草剂等；也包括生物技术赋予新的自然生产力的生物资源，还包括各种先进的农艺、工艺技术、经营管理技术等，以此来增强自然生产力，提高物质和能量的转化效率。

自然资源是生态系统的重要组成部分。在生态系统中，物质、能量和信息三者的输入与输出的相对平衡，保持了生态系统的稳定，也构成生产力稳定发展的基础。在现代化的大生产条件下，自然资源开发利用的规模和程度，必然影响生态系统的平衡和稳定。资源的开发利用，要保持生态系统的稳定和生产力发展的基础，就在于开发利用中能否促进新的生态平衡的产生与发展。曾是我国古代文化发源地的黄土高原，由于历代的破坏性开发，未能保持生态系统的平衡和稳定，而陷入自然环境恶劣、经济发展衰退的困境。经过新中国成立之后开展的连续治理，已经和正在形成生态环境和经济建设同步增长的区域性地带。

二、自然资源的永续利用是生产力发展的基础

近代工业文明，一方面创造出过去几千年不可比拟的物质财富，另一方面它面临解体的危机——作为生产资料的资源环境整体恶化。拯救环境成为全球行动。对工业文明生产力发生危机的再认识，给生产力的持续发展提供了有益的启示。

生产力是由自然生产力和社会生产力两大系统构成。一方面，任何生产总是在各种社会因素作用下进行的，即生产的社会性；另一方面，生产活动又是人与自然界进行物质交换，要在一定的自然因素参与下进行，这又表现为生产的自然性。只有实现自然生产和社会生产的有序性，才能充分发挥出生产力大系统的整体功能。

单个的劳动力或某种自然资源的自然力，只是生产力体系的组成要素。自然界各种资源的自然生产力之间，存在着相互联系又相互区别的关系。当人们利用某些资源的自然力时，必然会产生相互制约、相互联系的整体性变化。因此，资源的开发利用，自然资源的自然生产力在生产过程中表现为自然条件形成的各种自然要素相互作用而提供产品的能力。这种能力的高低，决定于自然生态系统所具有的物质循环与能量转化的功率。

掠夺性的土地资源开发、水资源开发、不可再生资源的开发，不仅仅造成资源的枯竭，质量的退化，更严重的是破坏了自然生态系统中相关的各种要素相互联系，而造成生态系统物质循环能量转化功能的缺失和阻断，丧失

其应有的自然生产力，使生产力断其一臂。进入工业社会以来的掠夺性的资源开发利用，其实践与结果就具有这样的性质。

构成自然生态系统的各种自然资源的永续利用，是保证自然生产力发展与提高的必要前提，也是生产力发展的物质基础。

实践证明，从机器大工业出现之后，对自然生产力主要采取外延型的利用，其资源转化为生产力的方式，是造成自然资源急剧减少，自然生态系统功能衰退，自然生产力受到损害的主要成因。

自然生产力转化为生产力主要途径的改变，是我们寻求生产力发展的方向。这种改变，在于自然生产力能得到保护和提高；自然生态系统的功能，能得到恢复与增长。构成生态系统的多种自然资源的永续利用，是实现上述目标的关键。从自然资源的生态经济属性出发，特别要注重自然资源的整体性、多用性和有限性，促使人们不断地对自然资源从外延型的利用，转变为内涵型的利用。

自然界中的物质，不是由单一的因子和元素组成的。多种因子和多种资源构成物质与生态环境，能表现出多种自然力的综合互相利用。对自然资源的多种使用价值综合利用，发挥它们的共生优势和整体功能。所以，自然生产力内涵型的利用途径，应着力于：①变一次利用为多次、循环利用；②变低效利用为高效利用；③消费自然力的回收利用；④组合自然力的发展利用……内涵型利用自然生产力的潜力巨大，它将成为人类把自然力转化为生产力的主要途径，并保持自然资源的永续利用。

三、最重要的资源

多少年来，世界各国是以国民生产总值来衡量自己的经济实力，按人均收入来判定自己的财富。面对全球自然资源环境的恶化，危及生产力发展的基础，世界银行首次改变了传统的对各国财富的衡量标准，把各国自然资源同时作为判定财富的标准之一，将国民收入和自然资源加在一起，综合计算总体衡量国家的现有财富。

新的判定结果，提供了这样的信息：

在 192 个国家和地区中，澳大利亚以人均财富 83.5 万美元名列世界第一；加拿大的人均财富为 70 万美元，名列第二。澳大利亚的财富结构中，人力资源占 21%；创造的资产占 7%；自然资本占 71%。澳大利亚和加拿大，是世界上人口密度最低的国家，自然资源相当丰富，具有经济发展的潜在优势。

但相应一些原本自然资源丰富的非洲国家，出口资源产品几十年，而国内经济始终没有得到发展，正在逐步因资源日益枯竭而变为经济上的弱国、财富上的穷国、资源上的贫国。相对于澳大利亚和加拿大这样的经济大国，其主要的差距是它们不具有澳大利亚和加拿大的先进的科学技术水平。

资料表明，资源的贫富，不能决定一个国家财富的多少。位居世界第 5 位的日本，人均财富 56.6 万美元，其中自然资本仅占 2%，绝大多数的份额是人力资源（占到 81%）。日本在资源上是贫国，但是经济上的强国，财富上的富国。与日本相似，资源奇缺的国家和地区，如新加坡、香港和马尔他，其自然资源资本都是零，财富的主要来源是人力资源。新加坡的人力资源占财富的 85%，香港占到 88%，马尔他占到 83%。这一类国家和地区，虽然自然资源奇缺，但财富上富有。富有来源于它们高素质的人力资源——掌握知识和科技的人力资源。

中国作为一个人口大国，在世界银行的这次新的财富排行统计中，位居第 162 位。人均财富 6600 美元，其中人力资源占 77%；创造资产占 15%；自然资本仅占 8%。我国虽然是经济上的大国，但我们却是财富上的穷国，资源上的小国。

按照新的资源与财富观，“地大物博”已经不能说明中国自然资源的优势了。人均占有的各种自然资源，我们都处在短缺的境地。面临生产力发展的这种基础，自然资源的保护利用，显得异常地紧迫。上述情况表明，中国要实现资源与财富大国的宏伟目标，今后财富的增长，出路在于人力资源的增长，人与自然物质交换方式的进步。我国与日本比较，我国的自然资本优于日本，人力资源所占份额也相差不多，而人均财富只有日本的 1/85。像日本这类资源奇缺的国家，发展前景并不一定很乐观，但仅就人力资源的差距，人与自然进行物质交换方式的差距，为我们指出了未来着力的方向和目标。

世界银行对各国财富新的判定方式，更进一步揭示了自然资源的开发利用，人与自然进行物质交换生产实践，最重要的资源是高质量的人力资源——它的内涵即是科学技术的发展以及对科学技术的掌握、应用的程度。

就资源、经济总量而言，中国不失为一个大国，但又是人均占有资源的贫国，人均财富的穷国。这就要求我们不仅要巩固、发展、提高自然生产力，更需要改变人与自然进行物质交换的生产方式，极大地提高社会生产力水平。增强自然生产力和社会生产力的功能，人力资源是决定因素。与日本相类似的德国，自然资源不及美国的 1/5，但几乎同美国一样富裕。原因在于德国在人力资源方面的投资更多。自 1972 年以来，德国每年用于科学研究与发展的费用一直占到国民生产总值的 10%。可见，提高全民族的科学技术水平和用科学技术装备生产力要素，是我们走向财富大国的根本途径。依靠科学技术制胜，也是 21 世纪世界各国选择的唯一道路。

第三节 新世纪的选择

围绕资源与财富，进行关于人类前途选择的探索，是当今世界重要的议题。

面对世界人口的迅速增长，资源的日益缺乏，环境的逐步恶化，人类面临着生存的危机，走出困境，寻找对策，无论在发达国家还是发展中国家，都是制定未来战略的核心内容。

以联合国环境与发展大会 1992 年议定的《21 世纪议程》为标志，全世界正在为下一个世纪的挑战寻找对策。全球在行动！

一、一个生态经济系统

人类社会发展到今天，从生态经济学的角度观察，具有两个显著的发展趋势。

世界经济的全球化进程加快。1996 年的世界经济论坛年会的主席，在开幕词中指出，世界经济的一体化，已成为一个不可逆转的进程。

这种发展趋势之所以成为不可逆转的进程，主要原因是：无所不包的统一大市场正在形成；跨国的直接投资不断扩大；金融市场越来越全球化；通讯、交通等科学技术的进步，各国在人才、信息、科技等领域的交流日益密切。

世界经济全球化进程的加快，对各国来讲，所处的机遇和挑战并不相同；发展与竞争的能力悬殊；贫富的差距进一步拉大。占世界 1/5 的人口享有世界财富的 4/5 以上，不合理的国际贸易体制消耗着地球上的大部分资源。世界经济的全球化，实质是世界自然资源的全球化利用。

另一个显著的趋势是世界环境危机的全面迫近。世界各国面临的环境危机可以归纳为：全球性的环境问题——温室效应、臭氧层破坏、大气污染、海洋污染、有害物质的越境转移，等等。国土地域内的环境问题——酸雨、流域水质污染、自然资源的枯竭、大规模的生态环境的破坏，等等。全球性的环境危机，一方面是世界上任何一个地区的自然生态系统的正常状况被损伤与破坏，都会很快波及全世界；另一方面是不公平的国际经济秩序和国际贸易体制，对贫穷国家自然资源的掠夺，更加剧了贫穷国家对自然资源过度开发和不合理利用，加剧了国土地域内生态环境的进一步恶化。

生态环境问题全球化，把人类的命运联系在一起。全球已经成为一个一体的生态经济系统。这些问题已经不是一国或少数几国单方向、单项性的措施所能够解决的，必须是全球的合作与协调。

有关人类生存、发展的全部问题的解决，都要从这个生态经济系统出发。当今的环境危机，任何一个国家都不可避免；当今的经济发展，没有任何国家能游离于世界经济一体化之外。面对各国经济发展的极不平衡、不断加剧的发展差距、生态系统的持续恶化、资源利用的毫无节制，人类正处于历史的关键时刻。

二、可持续发展战略的选择

自然生产力与社会生产力的背离，是当前生产力发展的主要矛盾。人类在努力寻求一条人口、经济、社会、环境和资源相协调的可持续发展道路。

生态学家和环境学家最早提出了可持续发展的思想。1978 年，国际环境

和发展委员会首次在文件中正式使用了可持续发展的概念，并将其定义为：“在不牺牲未来几代人需要的情况下，满足我们这代人的需要。”进入 90 年代以来，可持续发展已经成为经济学和社会学领域中的重要范畴并开始实践于发展战略决策的指导。可持续发展的选择，已经成为国际社会的潮流。

1992 年，联合国环境与发展大会通过的《里约环境与发展宣言》等一系列关于可持续发展的文件，充分体现了当今社会对环境与发展问题的共识。

《中国 21 世纪议程》指出，走可持续发展道路，是中国在未来和下个世纪发展的自身需要和必然选择。中国只有遵循可持续发展的战略思想，从国家整体的高度上协调和组织各部分、各地方、各社会阶层和全体人民的行动，才能顺利完成已确定的第二步、第三步战略目标。这是对联合国环境与发展大会会议定的《21 世纪议程》的承诺和行动纲领。可持续发展战略，第一次被写进我国经济和社会发展的长远规划。其要点可概括为三个方面：

(1)资源的可持续利用和良好的生态环境是可持续发展的基础。目前，全国大部分城市和地区淡水资源供给正受到水质恶化、生态系统破坏、水资源紧缺的威胁；森林的盲目开采，导致了林地的减少，由于捕捞过度，海域生态环境也趋于恶化；水土流失面积增大，沙漠化扩展，土地资源受到侵害，治理任务艰巨。全国人均资源占有量，处于世界平均水平的低线，而长期延续浪费资源的粗放型经济增长方式，致使许多重要的自然资源，在可持续利用和保护方面，面临日益严重的挑战。

(2)发展经济是可持续发展的前提。中国是一个发展中国家，必须保持较快的经济增长速度，并逐步改善发展的质量，这是满足目前和将来国计民生需要和增强综合国力的一个主要途径。只有经济增长和发展，并且提供必要的能力和条件，才能有效地支持可持续发展。面对不合理的国际经济秩序和国际贸易体制，必须迅速提高社会生产力和科技发展的水平，才能争得在日益激烈的国际竞争中的主动地位。然而，中国经济发展面临的制约因素还很多：生态环境日趋恶化，抗灾能力不断削弱；农业基础脆弱，作为基础产业的功能不足；工业技术落后造成高耗低效；交通、通讯等基础设施仍是国民经济发展的“瓶颈”。努力实现两个根本性转变，便成为加快经济发展和提高经济质量的重要途径。

(3)促进社会全面进步是可持续发展的目标。实施可持续发展战略，最重要的资源是掌握科学技术知识的人力资源。我们已确立了科教兴国的战略。把提高全民族的教育水平和科学文化素质，作为促进社会全面进步的关键措施，正在付诸实施。

为了实施可持续发展战略，我们已从资源和生态环境的可持续发展，经济建设的可持续发展，社会进步的可持续发展诸方面，确定了具体的目标和实现目标的对策。并把这些内容作为社会主义建设的基本国策，纳入国民经济和社会发展的长远规划和年度计划之中。

中国“三步走”的战略确定，到下世纪中叶，人均国民生产总值达到中等发达国家水平，人民生活比较富裕，基本实现现代化。对于这一目标，全国人民充满信心，因为我们已形成共识：只有将经济、社会的发展与资源、环境的保护相协调，走可持续发展之路，才是中国的发展前途所在，也是我们下世纪实现现代化的保证。

三、我们努力的方向

(1)人类同处于一个生态经济系统之中，世界已汇成一个有机的整体。世界的命运，是全人类的共同命运。把自然环境和发展问题综合处理，并提高对共同行动的认识，才会使基本需求得到满足，人类的生活与发展水平得到提高，生态系统、自然资源得到更好的保护、管理和利用，并带来一个更繁荣的未来。当前，没有任何一个国家能单独实现这个目标。只有全人类的共同努力，建立促进可持续发展的全球性合作关系，共同努力，这个目标才有可能实现。

从系统论的角度观察，系统内的单位与它们处于同一层次上的单位协作，才会形成高一层次上的单位，而这些单位又与它同类单位的协作，又会形成更高等级的单位。每个单位都发挥着自身效能，同时，每个单位也要把它们自己成员的功能结合在一起，把这些整合功能同总体结构内相应单位的同类功能连接在一起，就能保证自身的存在。

一定的植物群落系统如此；一定的农业生态系统如此；一个国家或一个地区也是如此。如果它不能执行这两种功能的任何一种，就丧失其存在的权利。人类的未来是共同一致的未来。

(2)导致人类赖以生存的自然环境的恶化，是掠夺式开发利用自然资源的后果。《增长的极限》对工业社会不惜一切代价，盲目利用自然资源，追求增长，结果使人类社会遭受到致命打击提出抨击。不论这一报告的结论及其主张是否正确，它所采取的立场，向掠夺消费的各种思想提出挑战，是具有积极意义的。

我们必须树立利用自然的新型的道德观，并据此来改变我们的生活方式；我们必须创建利用自然资源的新型的科学技术及其由此而组织的开发方式，努力建立一种资源耗费最小、环境损害最小、经济效果最佳的生态经济技术体系，建立一个节约型的社会。

人类发展的历史，是一个战胜危机，走向光明的历史。今天全球面临的资源和环境危机并不是社会发展的终结，而是历史的延续。总结人类历史解决资源危机的经验，会有助于我们实施资源与生态环境的可持续发展。从历史的经验教训中，我们对自然资源利用的潜力，得到这样的认识：提高自然资源的利用效率；生产过程中的替代；消费过程中的替代；重复利用的节约；资源领域的扩大，将为未来全球资源利用展示广阔的前景。历史的经验和教训同时说明，自然资源利用潜力的发挥，实现的方式取决于知识和技能的水平。历史上科学技术革新的过程，一个重要的方面可以看成是针对自然资源的稀缺做出的反应。某一项科学技术的进步是作为一种在自然资源开发利用背景下发生的，并得到成功解答的结果。科学技术的突破与发展，是我们创建自然资源利用新型方式的关键。

(3)创建自然资源利用的新型方式，是对经济发展取向的革新。人类过去一直为经济增长而沾沾自喜，而对增长所带来的资源的大量耗费不以为然。但客观自然规律是不以人的主观意志为转移的，增长发展必须走向协调发展。

科学家对协调发展，作了这样的界定：所谓协调发展，就是在以人类为核心和主体的全球生态经济系统中，人类通过它不断理性化的行为和规范，以协调人类社会经济活动与自然生态的关系，协调经济发展与生态发展的关系，协调人类与生态圈的和谐统一，协调人类的持久生存与资源分配的近期和长远关系，从而实现全人类寻求的总体目标的最优化。做到经济建设与生

态环境的统一；物质文明与精神文明的统一；科学技术与协调发展的统一；人类消费需求与生态系统自我补偿能力的统一。

十分珍惜、保护和管理自然资源，应成为人类的自觉行动，以保证所有再生资源系统的再生能力，避免对地区性、全球性环境条件不可逆转的损害与破坏，制定长期稳定有效保护非再生资源的执行计划。

实现自然——经济——社会复合生态系统的持久协调发展过程，也是从本质上改变人类原有意识，形成全新协调发展观的过程。追求以经济指标的增长作为社会发展目标的传统战略观念，正向以生态经济多个指标协调发展作为社会发展目标转变；开发利用自然资源的急功近利的狭险观念，正向以控制和协调社会与自然关系，求得可持续发展的整体观念转变；只有战争威胁的安全观，正向人类生存的安全，更多地来自于人与自然的关系，即生态危机的安全观转变；单纯以收入来判定一个国家的财富，正向以经济、自然综合指标的判定转变。

协调发展观的扩展，推动着人们的思想、行为的改变，推动着人类社会向理智、健康的方向发展。随着协调发展观对传统观念的更替，不仅能够改善人与自然的关系，而且也会推动社会经济变革的发展。

(4) 下一世纪，是中国走向现代化的世纪。我们的目标已经确定。在本世纪末，实现人民生活水平达小康后，在下世纪中叶基本实现现代化。

中国正在发生的发展变化，引起世界的关注。中国已经成为整个亚太地区的中心；中国将成为一个新的世界强国；中国与亚洲现代经济的进程必将更新这个世界。不管西方学者从怎样的立场与角度来观察中国的发展变化，但都包含这样的内容，那就是证明我们的社会——经济——自然全面综合发展的战略方针是正确无疑的。

未来 15 年以及下一世纪，是我国发展建设的重要时期，实施两大战略，对于今后 15 年规划目标的实现和整个现代化建设有着极为重要的意义。

科教兴国战略是实现社会、经济、自然相互协调可持续发展的重要途径，是经济发展、环境治理、资源综合利用的主要推动力。为实现我国可持续发展战略，首要的问题就是必须加快科技进步。要深化科技体制的改革，促进技术的开发应用，加速科技成果的产业化，积极发展高新技术及产业，应用高科技成果改造传统产业；加强基础科学研究，瞄准世界科技前沿，带动我国科技的整体发展；大力提高全民族科学文化素质，奠定我们科教兴国的基础，全面推动我国的可持续发展。

自然资源、生态环境的可持续发展，是我们实现社会经济进步的依托。我们要处理好经济核算与自然资源存量的关系，将自然资源纳入到经济核算之中，用以指导我们的经济社会建设。使经济活动与自然生态运动协调发展；使经济再生产与自然资源的再生产协调统一，在实现生态文明的基础上，取得物质文明和精神文明的共同进步。

任何时候，都不能忽视社会主义精神文明的建设。要在大力加强法制建设、道德建设和爱国主义、集体主义、社会主义、共产主义思想教育中，树立正确的世界观、人生观、价值观和发展观，为经济和社会的可持续发展提供智力支持、思想动力、文化氛围和舆论环境。

走可持续发展道路，不仅是对国际社会作出承诺，更重要的是对中华民族的子孙后代高度负责。用协调发展观来指导自然资源的开发利用、保护管理，指导经济建设和社会建设，统筹规划、积极改革，这既是我们实现两个

具有全局意义根本性转变的认识基础，也是我国实施可持续发展战略的指导思想。

从协调发展观出发，对短期看来是有利可图，但从长远衡量是急功近利的行为，破坏了可持续发展的基础，应视为下策而不为。如果从微观来看是可以获利的决策，但从宏观衡量却不利于可持续发展，也应从大局出发而舍弃。对近期虽然见不到经济效益、不会获利，但从长远宏观来看，收效甚大且有利于和符合可持续发展的项目，要创造条件，加大投资力度，务见成效。可持续发展，是一个过程，是一种状态，需要时间，需要努力，需要坚持。只有树立长远的观点、宏大的气魄、协调发展的战略思想，我们下世纪的宏伟蓝图才有客观和主观相统一的基础。

第三章 中国兴衰的历史坐标

科学技术作为一种社会现象，伴随着人类社会的发展，经历了古代产生、近代发展和现代飞跃三个阶段。在每一个历史阶段，由于生产基础、社会制度、民族文化传统，以及所处的外部条件的不同，每个民族、每个国家发生的变化，达到的水准，所处的地位及其对世界的影响，也是不尽相同的。

中国是世界文明的发祥地之一。在 1300 年以前，中国的科学技术遥遥领先于世界。早在春秋战国时期（公元前 722—前 221 年），中国就出现了古代的文明昌盛。不仅在学术上呈现出“百家争鸣”的繁荣景象，而且是经济迅速发展和社会发生变革的黄金时期。1300—1543 年，逐步衰落并与西方接近，1543 年以后，开始逐渐落后于西方，成为外国人心目中的一头“睡狮”。与此密切相关的物质文明和精神文明建设成就，也随着科学技术的兴衰经历了较大的变迁。用发展的眼光审视中国经济社会发展的历史坐标，在经历了古代辉煌和近代耻辱的经验教训之后，觉醒的中国已经打破科学技术落后的坚冰。社会主义现代化建设，为科学技术的发展提供了广泛的实践基础，优越的社会主义制度为科学技术的发展创造了从来没有过的好社会环境，科学与经济社会的和谐发展已经进入新的历史阶段。不仅科学技术迎来了自身发展的机会，而且将推动社会物质文明和精神文明建设取得史无前例的巨大成就。

第一节 古代中国的辉煌

翻开科学技术史的古代卷，中国不仅与巴比伦、埃及、印度相媲美，而且在领先的东方文明古国中居于领先的地位。它在上古时期的农耕文明，无论在物质和精神方面，都达到了世界的领先水平。到中古时期，随着封建制度的确立，以“四大发明”为代表的中国科学技术成就，对世界作出了巨大的贡献。与此同时，汉、唐、宋的经济也获得全面的发展，中西交流广泛开展起来，“唐人”成为中国的骄傲。与中世纪处于黑暗时期的欧洲形成明显的对照。曾经在元朝生活了 17 年的威尼斯人马可·波罗，在他的《马可·波罗行记》中盛赞东方各国的富庶和繁华，他所描述的东方财富，使欧洲的许多人产生了“黄金渴望”症。在他们的心目中，仿佛中国遍地都是黄金。伴随着资本主义的出现，在这种“渴望”的刺激和驱动下，适应航海和商业发展的需要，催动了欧洲的科学兴起。

在历史的长河中，中国有过繁荣昌盛，也有过停滞和衰落。自宋以后开始走下坡路，再也没有出现过像汉、唐那样的强盛时期。欧洲在 16 世纪迎来科学的春天，逐步登上了科学的殿堂，并以技术革命推动产业革命，步入经济发展的快车道，中国被远远抛在了近代世界的后面。直到 20 世纪中叶新中国诞生之后，这种长期落后的局面，才逐步得以改变。

一、农耕文明的摇篮

农业是最古老的产业，也是人类文明的转折点。据历史学家考证，以植物和动物驯化力特征的原始农业最早产生在中东、东亚和美洲。埃及、巴比伦、印度和中国，之所以获得四大文明古国的美称，正是它们各自在进入奴隶社会以后，取得了领先于世界的河流文明、城市文明和农耕文明。

在四大文明古国中，我国的农耕文明稍逊于两河流域。据考古发现，我国的原始农业产生于万年以前的新石器时代。早在公元前 9000 年左右，就驯化了水稻、大豆、绵羊、山羊，并开始种桑养蚕。并在黄河流域和长江流域开创了耕种稻、麦、黍、稷等多种作物的先河。到公元前 7000 年，我国古代劳动人民逐步掌握了植物的栽培与选育种子技术，进入了发达的耜耕（锄耕）阶段，进入了“金石并用”时代。随着原始公社的解体和奴隶社会的出现，农业得到进一步的发展，出现了农、牧业的分工，手工业开始分离出来。社会分工加速了农耕文明发展的步伐。劳动工具和耕作技术的不断创造和改进，将农业生产不断推向前进。农业由刀耕火种——耜耕——犁耕，农作工具亦由木制——石制——铜、铁金属制农具演变和进步。进入封建社会以后，由于历代封建统治均以农业作为经济社会基础，推行重农抑商政策，更促进了农业技术的发展，形成我国渊源流长的精耕细作的成套技术。

由于中国冶炼铸铁的技术比欧洲早 1000 多年，加之早在春秋战国时代，人们对与农业密切相关的时令、土壤、施肥等方面积累了丰富的经验，从汉代起，铁制农具和牛耕技术就得到广泛的推广，黄河流域已出现犁地与起垄两道工序一次完成的铁铧壁。西汉时期发明的耒耨，使播种技术提高到一个新水平。与之同时，一些朝官和学人对农民在长期生产实践中创造的精耕细作经验，不断总结、研究，使其上升为理论，逐步丰富了中国农学思想和理论的宝库。据资料统计，我国古代的农学专著即有 376 种之多。其精深博大，在世界农学史上有着特殊的地位。其中以战国时期的《神农》、《野老》为

最古老，以北魏时期的《齐民要术》为最完整，以清代的《农政全书》为最宏巨。此外，汉代的《汜胜之书》、南宋的《陈旉农书》、元代的《王祯农书》等农学著述，总结指导农业生产技术，宣传重农思想，起到了推动经济社会发展的重要作用，而且具有重要的学术价值。

以《齐民要术》为例。这部农书为北魏时期高阳太守贾思勰所著。全书正文 10 卷，92 篇，共 11 万字，内容包括了农、林、牧、副、渔各个方面。系统地总结了公元 6 世纪以前的全部农业经验，比国外同样内容的著作早近千年。其主要成就可以概括为以下几个方面。

(1)对天时地利的认识。指出：“顺天时，量地利，则用力少而成功多。任情返性，劳而无获。”阐明了农业生产因时制宜，因地制宜的重要原则，并把农田作业分为上、中、下三时，地宜分为上、中、下三等。同一种作物，因时间、地点不同也应采取不同的耕作方式。如谷子播种，在“有润之岁，节气近后，宜晚田”，“良种宜种晚，薄田宜种早”等，都可以趋利避害，达到费省效宏之目的。

(2)对保墒抗旱的认识。针对我国北方春季少雨、干旱的气候特点，作者总结出耕后耙耱、中耕除草、抢墒下种等行之有效的抗旱技术。

(3)对于保护和恢复地力的认识。在北魏以前，人们只认识到采取休闲、撂荒的办法可以恢复地力。《齐民要术》在认识不同作物特性的基础上，总结出可以采取不同作物轮作倒茬、种植绿肥、套种等恢复地力的经验。如“二豆良美，润泽益桑”，“菜豆为上，小豆、胡麻次之”。这些都是合理利用土地的经验。

(4)对种子增产作用及作物品种的认识。《齐民要术》根据当时已普遍采取“穗选”以提高产量的做法，进一步提出将穗选种子单独“别种”（即建立“留种田”）的选种技术，并要求对留种田加强管理，单收单打，以提高种性，进一步发挥优种的增产作用。在《卷一》“种谷篇”中介绍了 86 种粟的品种及其特性。可见其对作物种性的广泛认识。

《齐民要术》作为一部我国古代农业的“百科全书”，其内容之广泛，认识之精辟，实属罕见。书中除农业耕作技术外，还对园艺、林业、畜牧养殖、食品加工、生产工具等技术经验作了记载和总结。特别是对植树造林的认识达到了很高的境界。指出：“唯须一人守护，指挥处分，既无牛犁种子人功之费，不虑水、旱、风、虫之灾，比之谷田，劳逸万倍。”在当时一般注重粮食生产的情况下，实属难能可贵。系统地反映了我国公元 1 世纪以后 500 多年来农业科学技术发展取得的伟大成就。

总之，农书是由原始农业向传统农业转化过程中生产实践和农民经验的总结。不仅为中国古代的物质文明和精神文明建设提供了稳固的基础，而且反映了我国古代农业科学技术和农业思想的巨大成就。在世界农学史和生物学史上，均占有重要地位。有些成就至今还具有指导意义。美国密执安州立大学农

表 3—1 中国古代一些重要农业技术成就

项 目	年 代	成 就
稻	新石器时代	中国最早栽培，二三千年前传入朝鲜、越南、日本诸国。
蚕	新石器时代	中国最早饲养，距今 2000 年前后传入朝鲜、越南、日本、后传入希腊、欧洲诸国。
柑桔、杏、李、枇杷、荔枝	商 周	中国最早栽培。柑桔于汉代传入南方诸国，唐代传入日本，后由日本或印度传入各地。
茶	商 周	中国最早栽培。唐传入日本，后传入各国。
温室栽培	秦 汉	比欧洲早 1000 多年。
水稻育秧移栽	秦 汉	最早发明。
穗选法	秦 汉	最早发明。
绿肥轮作	魏 晋	比国外早 1200 年，欧洲 18 世纪才推广轮作。
水力石碾	魏 晋	最早发明。
嫁接技术	魏 晋	最早发明。
选种繁育	魏 晋	比国外早 1300 年。
小麦移栽	明 清	比国外早 300 年。

资料来源：杨沛霆：《科学技术发展史》（上）（内部稿），第 41 页，1984 年。

业和自然资源学院副院长兼农业试验站站长威特瓦尔教授，曾经在 80 年代初访华后，提交的一份访华报告中向美国农业部提出向中国学习的 15 项农业技术，就有《齐民要术》中曾经总结过的至今仍为我国普遍采用的套种耕作技术和绿肥肥田技术。我国古代的农业技术在许多方面遥遥领先于世界（见表 3—1）。

二、古代农业取得巨大成就的原因

农业技术和农业生产的高度发展，最终集中地体现在生产力的发展上。而生产力的发展，又受自然地理条件、国家体制、政策环境、科学技术水平等多项因素的综合影响。我国古代农业的发展之所以领先世界，也是由多种因素决定的。

(1)有利的自然地理条件。如同底格里斯河和幼发拉底河孕育了巴比伦的灿烂文化，尼罗河为埃及的上古文明提供了天然沃土，恒河造就了印度的古代文化一样，黄河、长江流域便成为中国古代文明的发祥地。

自然地理条件对农业的影响具有双重性。优越的自然地理条件，可以为人类利用自然提供便利条件，而气候变迁所造成的恶劣环境，又迫使人们奋斗，创造条件，战胜困难，以求得生存。正是这种双重作用，推动了我国古代农业的发展和科学技术的进步。

从神农“教民农耕”，黄帝“艺五种，扶万民”，嫫祖“教民蚕丝”，到“禹抑洪水而天下平”，中华先祖利用黄河流域山多地广，土层深厚，土地肥沃，气候温暖，适宜发展牧业和农业的自然地理条件，逐渐由狩猎、游牧转向农耕，开创和发展了古代的原始农业。加之勤劳智慧的中华民族，在利用和改造自然的生产实践中，不断创造发明，积累了丰富的经验和知识，

从而取得了农业科学技术在世界的领先地位。中华民族自称为“黄河儿女”“炎黄子孙”，就充分证明了黄河与中华民族的繁荣与昌盛密不可分。

(2)科学技术对农业发展的有力推动。从某种意义上说，科学技术的产生与人类的起源一样悠久。人类认识和改造自然的过程，不单单是生产劳动的过程，也是科学技术产生与利用的过程。考察中国古代科学技术与农业发展的关系，我们不难发现生产技术和科学技术相互之间的密切关系，其中尤以天文、水利、冶铁等技术最为重要。

第一，在现代农业产生之前，收成的好坏，主要靠风调雨顺。我国是世界上具有天文知识最早的国家之一，开创了运用气象规律指导农业生产的先河。在一本关于夏朝的历史《夏小正》的史书中，就有关于星象的出没动态以及与此相应的物候变化对于农业活动的影响的记载。春秋末年使用四分历并推算出一年为 365.25 天，即产生了成文历法。在用土圭实测日晷，确定了“二至”“二分”的基础上，逐步完善制定了二十四节气。司马迁的《史记》详细记载了阴阳、四时、八位、十二度、二十四节气的概念。比较准确地反映了气候与时令变化的相互关系，从而成为指导农事活动的重要依据。到北魏时期，为了更好地发挥二十四节气对农业生产的指导作用，还以图表的形式把节气对应的物候变化与农事活动的关系简明扼要地表示出来，这无异对人们认识客观自然规律，更有效地推动古代农业的发展起了积极的作用。

第二，水利工程治水养农的保证作用。水利与农业生产有极其密切的关系。特别是黄河流域洪涝、干旱多变的气候特点，迫使我国古代劳动人民在与大自然的长期斗争中，积累了丰富的治水经验，从而保障了农业的稳定发展。

从大禹治水的传说，到春秋战国时期的治水实践，我国的水利灌溉工程有效地发挥了为农业服务的功能。公元前 605 年左右，楚国修建了我国最早的渠系工程期思雩娄溉区（今河南商城东）。公元前 422 年，魏国修建了漳水十二渠。战国时期，李冰父子主持修建的都江堰，发挥了“旱则引水浸润，雨则杜（堵）塞水门”的分洪灌溉作用，使四川成为“天府”粮仓。秦代的郑国渠，全长 150 多公里，使关中的 280 多万亩盐碱地变成沃野，从此关中无“凶年”。汉代武帝发动万人修建的龙首渠，穿过 3.5 公里长的商颜山，使五六十万亩土地受益。此外，千里黄河大堤，以及北起北京，南到杭州，沟通五大水系的南北大运河，都是我国古代劳动人民的杰作。对发展潜运、防御水灾、繁荣经济等均起到了促进和保证作用。

第三，冶炼技术的发展与农具的改进。生产工具是生产力发展水平的重要标志，是提高劳动生产率的重要手段。农业生产的发展，是在农业生产工具不断改进的过程中得以实现的。从新石器时代进入农业社会以来，随着工具的改进，我国的农业发展很快，其重要原因就在于生产工具的不断改进。早在公元前 2000 年的夏末商初，我国就进入“石金并用”的时期，出现了带铜刃的石器。我国的冶铁技术虽然起步较晚，但冶铁技术的发展后来居上。春秋战国时期已经能够冶炼铸铁，而且在水力鼓风、用煤炼铁等技术方面领先于世界。

在古代，金属主要用来制造武器和农具，战国时期的《考工记》，就有制造兵器和工具的金属配方比例的记载。在《国语·齐语》中，即有“美金（青铜）以铸剑戟，试诸狗马；恶金（铁）以铸锄■，试诸壤土”的记载。

从考古发现的农具种类来看，当时已有铁犁、铁铧、铁锄、铁铲、铁锤等。特别是铁犁和牛耕的普遍采用，使我国的农业生产发生了革命性的变化，不仅对实现深耕、改良土壤、防旱保墒，进一步提高劳动生产率起了决定性的作用，而且为开垦荒地，迅速扩大耕地面积，提供了有力的手段。随着农具的不断改进和配套，逐步形成了我国北方旱作和南方水田不同类型地区的耕作体系。即使在我国实现了以机械化取代人犁牛拉，这些耕作体系的原理和作用也具有现实指导意义。

(3) 社会制度和政策的推动和保证作用。经济技术的发展可以极大地推动社会的进步，而社会状况的好坏，又系发展生产力的重要保证。我国古代农业技术之所以领先于世界，与当时的社会制度，统治阶级推行的政策，以及人们的意识观念等有着密切的关系。

第一，我国农业迅速发展，并取得巨大成就的时期，正处于由奴隶社会向封建社会转化过渡的阶段。从生产力与生产关系二者的相互作用和影响来看，封建社会相对奴隶社会而言，无疑是一种进步。①同西方国家相比，中国的奴隶社会没有形成强大的宗教势力，没有神的形象、神的束缚，却较多地保留了氏族公社的残余，统治者缺乏强有力的政治统治，对人（生产力）的压抑缺乏牢固的精神和思想基础，从而较早地进入封建社会。②封建社会与奴隶社会一样，均以农业经济为社会基础，在中国尤其如此。由于农业一直是封建国家财力的主要来源，从春秋战国时期提出“贵农”思想，到秦代的“上农除末”，更把农业推上“唯农独尊”的地位，封建大夫除了理政，即是研究、总结发展农业的技术经验。连天子皇族每年都要择日亲耕、亲蚕。《孟子》曰：“诸侯之宝三，土地、人民、政事。”如，周王每年立春前九日，都要亲率公卿百官士庶，亲自操犁掘土三次。王后则率领宫妃九嫔到城郊举行采桑育蚕仪式。③私田与小农经济的出现，把农民从农奴的地位解放出来，把农奴对领主的人身依附转化为农民对土地的依附，自耕自食，尚可得温饱安居。劳动热情高，注重耕作技术的改进，加之秦代采取抑制地主兼并土地，鼓励发展自耕农的强硬政策，调动了农民生产积极性。正如马克思指出的那样：“我们在亚洲各国经常可以看到，……收成的好坏在那里决定于政府的好坏，正像在欧洲决定于天气的好坏一样。”①

第二，从意识形态的状况来看，春秋战国正值我国由奴隶制向封建制的转变时期，也是思想比较活跃，学派林立、百家争鸣的思想解放时期。尽管争鸣和讨论的内容多为地主阶级如何统治农民的政治和伦理哲学，但这种异常活跃的文化氛围本身就为科学和文化技术的发展提供了宽松的环境。加之其后被统治阶级独尊的儒学，又是我国古代以小农经济为特征的农村经济基础的反映，无论是提倡“仁、义、礼、智、信”的伦理观点，还是提倡“农桑为本，工商为末”的耕读文化，都在客观上促进了农业生产、农村经济和自然科学的发展。

三、科学技术的灿烂明珠

农业是人类文明的源头，是古代社会分工、转制的经济启动力。如前所述，伴随着农耕文明的产生与发展，古代中国的科学技术同样取得了领先于世界的辉煌成就。

① 《马克思恩格斯选集》第2卷，人民出版社1972年版，第65页。

中国是一个历史悠久的文明古国。早在封建社会之前的上古时期，我国与其他文明古国一样，率先由原始公社进入奴隶社会，开创了源远流长的东方文明。从夏王朝开始，我国就出现了较为发达的农业和手工业，并在生产实践中产生和发展了天文学、数学、医学等科学技术。在科学技术的推动下，生产力得到了长足发展。因此，经过奴隶社会相对短暂的过渡，我国成为率先进入封建社会的国家，从而进一步推动科学技术的创新和生产力的发展，取得了领先于世界的科学技术成就。历史上，中国的科学技术的发展曾经出现过两个“黄金时期”。第一个“黄金时期”是由奴隶社会向封建社会过渡的春秋战国时期，第二个“黄金时期”是秦统一中国到宋朝封建王国的鼎盛时期。

(1)春秋战国时期科学技术的主要成就。春秋战国时期，是中国社会大变革和农业生产大发展的时期。经济社会的大转折，促进科学技术的大飞跃，出现了中国古代文明的第一个昌盛时期。此间最为突出的科学技术成就主要表现在以下几个方面：

第一，思想活跃，人才辈出。思想活跃，“百家争鸣”，既是推动社会变革的精神动力，也是繁荣科学文化，促进社会文明的精神基础。历史上的社会制度大变革（如从奴隶社会进入封建社会，从封建社会进入资本主义社会）或者划时代的产业革命的发生，都伴随出现过相应的思想解放运动。

春秋战国时期，我国处于由奴隶社会向统一的封建专制国家过渡的交替时期，也是由金石并用进入普遍使用铁器，农业生产率进一步提高，产业分工进一步发展的转折时期。对中国精神文化产生深远影响的“诸子百家”便成为这一时期的时代特征。“孔孟之道”作为当时的精神产品，其直接意义并未起到弘扬科学精神，推动社会变革和生产力发展的巨大作用，甚至成为适应封建统治者政治需要，维护统治者利益的思想工具。但作为一种学术空气和社会氛围，在客观上提供了活跃学术思想，有利人才辈出的社会条件。加之，随着劳动人民生产实践经验的日益丰富，对自然生产规律的认识的逐渐深化，生产工具的改进和技术的提高，对推动科学技术的进步起到了直接和间接的积极作用。

第二，发达的农业与手工业。发达的农业既是我国古代文明的重要组成部分，又是古代文明的物质基础。到春秋战国时期，生产关系的变革，铁器农具和牛耕的普遍使用和推广，标志着我国传统农业从形成走向成熟阶段。农业技术从直接经验逐步成为一种专门的学问，并有专门的农书问世。战国时期的《后稷农书》、《神农》、《野老》等，都是专门论述农业思想和农业技术的论著。另外在其他著述中，也有关于农学实践的理论总结。如《管子·禁藏》篇中有“食之生，水与土也”；《荀子·富国》中有“多粪肥田”“积地力于田畴，必且粪灌”；《吕氏春秋》中更有《上农》、《任地》、《辨土》、《审时》等关于农事的专篇论述。反映了当时对农业地位的认识和技术经验的水平。

发达的农业基础，促进了社会分工的进一步发展。从夏代开始出现酿酒、冶铜、兵器制作以后，我国的冶金、制陶、纺织以及漆器、玉器等工业、工艺产品就一直处于世界的领先水平。到春秋战国时期，在农业发展的基础上，社会分工进一步发展，手工业逐步成为重要的生产部门。建筑工程技术有新的发展。除官办的手工业部门有专人分管，得到加强外，一些民营手工业也得以长足发展。一些独立的手工业者和商人开始出现。工匠尊师鲁班就是当

时一位技术超群的独立手工业者，相传许多木工工具等精巧器械均出于鲁班之手。这反映了广大劳动人民的智慧在春秋时期得到了发扬光大。

第三，文学、数学与医学的辉煌成就。科学技术是实践的产物。随着生产的发展，与之相联系的天文学、数学、医学也取得了巨大的成就。我国的天文学记载最早出现于商代，但科学历法的真正形成始于春秋中期。最突出的成就是将土圭测影定季的方法直接应用于编制历法，从而结束了观象授时的经验直观的感性认识阶段。与此同时，在天象观察方面也取得突出成就。如对日食预测、陨石和彗星记载、二十四节气的应，宇宙的时空观，地球成因的气体说等，在天文学史上都处于世界领先地位，是中国古代科学文化的重要组成部分。

作为天文学发展基础理论的数学，适应天文学的发展，也取得了新的成就。我国是世界最早采用十进位记数的国家。春秋战国时期逐渐在生产实践中总结出关于数学的运算，已出现九九口诀、分数、圆周率、勾股定律等基本概念，与天文学的发展一样，在生产实践中相辅相成，相得益彰。

医学是除农学外与实际生活联系较密切的科学。中医、中药、针灸，是我国劳动人民的独特创造。从“神农尝百草”的传说，到春秋战国时期，我国的医药学实践和理论更加完善，主要表现在针灸疗法的普及，药用植物、动物、矿物的逐步认识和临床应用，名医的出现，医学著作和理论的日臻完善等方面。如《山海经》记载了 120 多种中药，齐国的秦越人被后人誉为“中国的医学祖师”，作为医学经典著作的《黄帝内经》的问世，都为中国医药学的实践和理论发展起到了奠基的作用。

(2)封建社会盛期的科学技术成就。以秦统一中国为标志，我国完成了由奴隶社会向封建社会的过渡，确立了中央集权的封建专制国家体制，成为世界上最早进入封建社会的国家。其间经过从秦到宋元时期 1500 多年的发展，形成了从经济基础到上层建筑一整套完善的经济社会制度，从而为科学技术发展提供了远比西方国家有利的条件。

第一，农民与封建地主阶级的矛盾及斗争，迫使统治阶级不断调整政策，形成了小农经济的稳定结构，实现了劳动力与土地等主要生产资料的较好结合，推动了生产力的发展。科学技术随之取得较大的成就。

第二，在儒学基础上形成的人治为主的王权至上、高度集权的君主专制制度及文化思想，虽然在一定程度上压抑了思想解放和科学精神的发扬，但比起生活在神学和宗教桎梏中的欧洲及其他国家要开明得多；比起欧洲的黑暗时期，学术思想的火花，科学的曙光，在中国从汉唐到宋元封建社会由强盛到衰落的转折时期，尚有闪烁的时间和空间的缝隙。

第三，地大物博、人口众多的资源、经济条件，主要朝代大一统的稳定局面，为科学技术的发展提供了必要和可能。我国古代的科学技术都是适应生产实践和巩固统治阶级统治地位的需要，在国家的直接支持和官方的组织领导下取得的。一些发明家、理论家被封为朝臣命官，负责主持某种科学技术的研究和开发，“四大发明”之一的造纸术，就是在东汉宫廷中作尚书令的蔡伦，集中人力、财力、物力研制成功的。要没有国家的组织领导，是很难成就的。

因此，在欧洲处于愚昧黑暗的中古时期，我国则在许多领域创造了古代科学技术的顶峰，为世界文明作出了巨大的历史贡献。

这一时期的科学技术成就，除农学及其相关科学天文学、数学、医药学

等领域不断取得辉煌的成就外，还在“四大发明”及造船、瓷器、拱桥、龙骨车、水推磨、天然气开发诸多技术领域处于世界领先水平。其主要技术成就见表 3—2。

总之，早在西方各国视科学技术为异端的黑暗时代里，勤劳智慧的中华民族就独立地创造了灿烂的古代文化。正如英国学者李约瑟在《中国科学技术史》序言中指出：“中国的这些发明和发现往往远远超过同时代的欧洲，特别是在 15 世纪之前更是如此（关于这一点可以毫不费力地加以证明）。 ”

表 3—2 中国古代重要技术成就

项 目	朝 代（年代）	成 就
铸铁技术	春秋战国时期 （公元前 513 年）	冶炼铁水及铸造工艺比欧洲早 1000 多年。
造纸技术	东汉时期 （公元 105 年）	利用树皮、麻头、破布等原料造纸，6 世纪先后传入朝鲜，越南，7 世纪传入日本，8 世纪传入阿拉伯，1150 年传入欧洲。
瓷器	汉末、魏晋时期 （公元 220 年）	公元 918 年传入朝鲜，1228 年传入日本，1470 年传入意大利。
观察太阳黑子	汉朝 （公元前 28 年）	较欧洲早 1600 年。
圆周率计算	南北朝时期 （公元 5 — 6 世纪）	较阿拉伯、法国早 1000 年。
火药	唐、宋朝时期 （公元 7 世纪— 904 年）	发明和使用火药技术。公元前 13 世纪传入阿拉伯，14 世纪传入欧洲。
指南针	北宋时期 （公元 11 世纪）	发明指南针、罗盘及其在航海上的应用技术。公元 12 世纪传入阿拉伯，较其他国家早 100 年。
活字印刷	宋朝 （公元 1041 — 1048 年）	比德国早 400 年。
造船航海	汉代时期 （公元 219 年）	较西方早 1200 年。
天文历法	春秋时期 （公元前 5 世纪）	开始使用四分历较希腊早 100 年。
水力鼓风	三国时期 （公元 3 世纪）	比欧洲早 1000 多年。
采煤及用煤炼铁	魏晋南北朝 （公元 5 世纪）	比欧洲早 100 多年。

四、四大发明及其世界影响

如果说万里长城是古代世界奇迹，那么火药、指南针、印刷术、造纸四大发明则是中国引以自豪的伟大创举。远在欧洲文艺复兴的曙光照亮人类通向近代文明的道路之前，中国的“四大发明”就为人类叩响通向现代文明的大门。马克思在《1861—1863 年经济学手稿》中是这样评价中国的“四大发

明”的：“火药、罗盘针、印刷术——这是预兆资产阶级社会到来的三项伟大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎，罗盘针打开了世界市场，并建立了殖民地，而印刷术却变成了新教的工具，并且一般地说，变成科学复兴的手段，变成创造精神发展的必要前提的最强大的推动力”，是“资产阶级发展的必要前提”。^①

（一）“四大发明”是实践的产物

（1）火药。早在公元前6世纪的春秋战国时期，我国劳动人民在炼丹实践中，就认识了木炭、硫磺、硝石的性质。其中，硝石和硫磺在医书记载有治病的功效，加木炭可着火，人们便把这种混合物称之为“火药”。到公元7世纪，唐朝贾思邈在炼丹中发现火药的配方，则大量用于制造作战武器。从南宋开始，由利用其燃烧性能到利用其爆炸性能，除用铜、铁铸造火枪、火炮以外，还利用火药的喷射作用制成火箭。

到13世纪，由于元朝在与阿拉伯作战中大量使用火药武器，使阿拉伯人得到了火药的知识。13世纪下半叶，欧洲人才从阿拉伯人那里认识了火药，开始用火药制造火炮，骑士和城堡在战争中失去了坚不可摧的地位，教皇的统治在火炮面前坍塌了。战争的手段也由于火药武器的广泛使用变得更加残酷。中国封闭的国门，正是外国列强用我们自己发明的火药制的洋枪、洋炮轰开的。历史事实告诉我们，在攀登科学的道路上，是不能停顿的，谁忽略了这一点，准将被后来居上的强者所征服（包括军事的、经济的、文化的和心理的）。

（2）指南针。指南针是电磁学的应用技术。早在2000多年前的战国时期，我国就了解和掌握了磁石吸铁和指示方向的特性，并利用天然磁石琢磨成勺状的“司南”。即将勺形的磁石放在光滑的“地盘”上，勺柄指南，称做“司南”。到了宋朝，为了克服司南勺磁性弱和地盘接触磨擦力大的不足，逐渐将司南勺改作司南针，进而制成指南针。北宋太史令兼大学者沈括在他著的《梦溪笔谈》里，对指南针作过这样的描述：“方家以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也。”而且磁化的钢针可以浮于水，可以放在指甲上，可以放在碗沿上，可以悬在丝线上。对“常微偏东，不全南也”现象——磁偏角的认识，也比哥伦布的发现早了400多年。

不过，古代中国的指南针，起始多为占卜吉凶、预测命运的“风水”先生所用。到北宋末年，由于出现了把指南针与司南的底盘结合在一起的罗盘针，其用途逐步扩大到军事、生产、生活的诸多方面。特别是地形测量和航海上的应用，取代了过去靠日月星辰定位的方法，大大推动了我国与外国的水路交往。欧洲其他国家在航海上使用指南针，至少要比我国晚100年。但到16世纪，欧洲人使用“方向支架”把罗盘改进到日臻完善的程度，使用方法更简便，使用范围更扩大的时候，我国在这方面的技术反而落后了。

（3）造纸与印刷术。造纸和印刷在现代生活中已成为人们司空见惯的技术。但不管现代世界印刷物的数量达到如何惊人的程度，印刷技术达到如何精美的地步，谁也代替不了第一次把纸造出来，并把口授、手抄的图文变成白纸黑字的印刷品的鼻祖——中国。

造纸、制墨是发展印刷的前提。早在公元105年，蔡伦把最好的纸献给

^① 《马克思恩格斯全集》第30卷，人民出版社1974年版，第318页。

朝廷以前的 100 年，就出现了西汉麻纸。到蔡伦之后，纸的运用逐步取代了帛、简，成为唯一的书写材料，从而极大地推进了科学文化的发展。

制墨在我国也有悠久的历史。早在公元 3 世纪的晋代，我国以松材烧制黑墨的手工业已经很发达。纸墨皆备，又有文化传播的需要，便出现了由印章到凸版印刷、碑文凹拓，到雕版印刷、活字印刷的逐步发展和完善。从唐朝开始大量应用雕版印刷，到宋朝木刻书籍已达 700 多种，并开始用铜版雕印。为了克服雕版印刷工作浩繁的缺点，到宋代经过毕升、王祜在实践中摸索，使活字印刷取得了成功，并加以完善。此后从明清到现代，除了在材料使用上有所改进外，其基本方法仍在一直沿用。而国外印刷的起步则是公元 8 世纪以后的事情。

（二）“四大发明”的世界影响

公元 14 世纪以前，与经济社会发展相适应，我国在科学技术上取得的巨大成就遥遥领先于世界。其中以“四大发明”对世界影响最为巨大。“四大发明”不仅是中国古代劳动人民精神智慧的结晶，而且是世界科学史的灿烂明珠。

如果说上古时期，世界科学文化处于各自独立发展的多中心时代，中国则以其发达的农业文明在世界民族之林占有一席之地。那么在中古时期，由于其他文明古国，如埃及、巴比伦、希腊的衰落，在世界科学技术的发展进程中，只有我国能独领风骚，走在人类文明的最前列。先进的科学技术不仅使周边的朝鲜、日本、越南等国受益匪浅，而且通过丝绸之路向阿拉伯等国扩散。特别是当中国处于封建社会盛期的 1000 多年间，也即科学技术成就层出不穷的黄金时代，欧洲各国则因战乱的破坏，宗教的思想禁锢，一直处于“黑暗”“愚昧”时代。东方文化便成为世界文化的主流。

但是，科学技术是没有国界的，任何科学技术成就都是人类共同拥有的精神财富。在世界范围内，如果没有特殊人为障碍（如战争的破坏、制度的相互排斥和封锁），科学技术一般都呈现出由较高位势向相对低的位势流转的走向。我国的“四大发明”就是按照这一规律由近及远，逐步在公元 13 世纪传入阿拉伯，再由阿拉伯先后传入欧洲各国。此期间正值欧洲文艺复兴时代，对整个欧洲来说，“四大发明”的输入，对近代科学技术的难产起到了催生的重要作用。如果没有中国的“四大发明”，近代科学技术的飞跃发展就失去了基础，文艺复兴之后，欧洲人在世界各地的作为就失去了尽可能利用的各种手段。从而也就没有欧洲作为近代科学摇篮的辉煌纪录。

从当时欧洲经济社会发展来看，13—15 世纪正处于思想解放和社会变革的转折时期。哥白尼的“日心论”冲破了神学的思想束缚，打开了人们追求真理的思想闸门；加之，适应资本主义开始从萌芽走向成熟的需要，航海和商业贸易便成为主要的经济支柱，从而加速了“四大发明”的应用、改进和提高。法国、德国分别于 1189 年和 1494 年建立第一座造纸厂，1450 年德国发明了印刷油墨和双面印刷机。15 世纪末，能够发射子弹、炮弹的枪炮已广泛用于封建领主国内外的战争。从此，指南针和炮舰便成为西方人进行世界性掠夺的主要“武器”，从而为资本主义的发展积累了大量财富。没有罗盘，无论是意大利的哥伦布发现新大陆，葡萄牙的达伽马远航印度，以至用炮舰在世界各地进行殖民掠夺便成为不可能，而印刷术对于世界科学文化的发展、传播所发挥的巨大作用更是不言而喻的。

第二节 封闭王国的衰落

从公元 14 世纪以后，科学技术赖以发展的社会条件发生了变化，中国的封建社会在度过 1500 年的盛期以后，逐渐趋向衰落。在封建社会后期的 600 多年中，除了延续已有的科学技术成果外，没有产生重大的技术突破和理论发展。不进则退，在欧洲重新崛起，屡屡在文化艺术、自然科学等领域取得重大突破的近代，我国在许多方面明显地落后了。

一、天朝不知“天”——外国世界的变化

中国的封建社会是世界上其他国家无可比拟的。不仅进入早，其完善和发展几乎达到了完美无缺的程度。历史之久、疆域之大、专制之严、财物之巨，堪称世界之最。加之小农经济王国孕育的“夜郎自大”“井底之蛙”意识，一技之长，一时之荣，便保守“自满”。在中国，凡强盛的封建王朝都自命为“天朝”，视邦邻异国为小。特别是大唐以后，我国成为亚洲各国经济、文化、贸易的中心。朝鲜、日本等国来唐都长安学习、考察、传教者络绎不绝，有很多外国人长期住在中国，学习中国的天文、历法、数学、医药、建筑等知识和技术，使这些科学文化知识很快在外国传播开来。而中国到外国进行文化交流的人则屈指可数，而且很少有人把学习外国先进的技术知识介绍到国内。这种自满保守的心态，在我国科学技术领先的年代，其受害尚不明显；一旦外部世界发生变化，赶上甚至超过我国的时候，夜郎自大、故步自封就成为一个民族的弱点。排斥外部世界，惧怕推动和促进科学技术发展的社会变革，必然落在世界的后面。

就在中国自恃强大，唯我独尊之时，欧洲已度过了黑暗时代，进入文艺复兴和社会变革的转折时期。以意大利为先驱，一大批知识分子和开明权贵，高举科学的大旗，向束缚人们思想的神学和经院哲学发起了最后冲击。涌现出像培根、笛卡儿、狄德罗、达兰贝尔等思想家；像达·芬奇、哥白尼、伽利略、牛顿等科学巨匠。以自然科学的突破性发展为契机，最终导致了近代科学技术的全面发展。

古代希腊曾经以其优秀的科学文化成就位列四大文明古国之一。如果说当时中国的突出成就以工程技术为代表，那么希腊的唯物主义自然哲学及自然科学则处于世界的最前沿。尤以欧几里得的几何学、阿基米德的力学影响最为深远。而与中国所不同的是，中国以农业文明为源头，古希腊则以城市商业文明为源头。因此，显示出更注重民主众议和现实成功，而轻宗教命运。但在异族侵略和神权统治的时代，这种文化精神被扼杀和破坏了，甚至连残存的书籍也被烧掉了。

但是，公元 15 世纪后期，资本主义在欧洲发展到一定程度和规模时，宗教神权以及空洞无物的经院哲学，作为封建贵族统治的精神支柱，便成为新兴资产阶级革命的对象。古代希腊在特定的经济、政治社会条件下形成的文化原型，便成为与宗教和神学对抗的一种精神力量，被资产阶级加以广泛而深入的研究和利用，在西方世界一时出现了一种“古希腊热”，形成所谓复兴古代思想文化的文艺复兴运动。

文艺复兴是西方继古希腊之后，思想最为活跃，优秀人物大量涌现，艺术和科学飞跃发展的新的里程碑。恩格斯在《自然辩证法导言》中，高度称赞这一时代“是一次人类从来没有经历过的最伟大的、进步的变革，是一个

需要巨人而且产生了巨人——在思维能力、热情和性格方面、在多才多艺和学识渊博方面的巨大的时代”。^①由于这一时期的优秀艺术家和科学家都出现在意大利，并在力学、电磁、数学、生物学、生理学、医学、化学等学科领域取得了新的发展和成就，所以文艺复兴时期也被称为“意大利时代”。

从文艺复兴—→思想解放—→科学革命，外部世界发生了巨大的变化。随着资本主义的发展，科学技术比过去任何时候受到了人们更多的关注和重视。在伽利略（1564—1642 年）的实验科学以及弗兰西斯·培根（1561—1626 年）和勒奈·笛卡儿（1596—1650 年）的科学方法论的影响下，欧洲发生了以实验和观测为起点的第一次科学革命。在此基础上，诞生了近代科学，并以其惊人的速度引发了以技术革命为前奏的划时代的产业革命。

产业革命是以技术革命为轴心，以机器生产代替人力生产为标志，导致社会生产方法、组织形式发生巨大变化，进而使社会生产力发生质的飞跃和经济社会的全面变革。这一变革首先发生在英国，并很快扩展到欧洲各国和美洲。产业革命促进了工业化的完成，从而为资本主义的建立奠定了雄厚的物质技术基础。据资料介绍，各国完成工业化的时期大体如下：^②

英国 1760—1830 年

法国 1830—1860 年

德国 1840—1875 年

美国 1865—1890 年

日本 1868—1900 年

在此期间，资本主义国家把从殖民地掠夺来的大量财富用于推动科学研究和技术发展，相继出现了“珍妮纺车”、瓦特蒸汽机以及机床、内燃机、火车、轮船等现代工具和动力的母机。生产手段的变化，推动专业化、社会化、商品化生产突飞猛进地向前发展，创造了手工业时代不可想象的劳动生产率。社会进入了加速发展的新时代。

当欧洲在技术革命和产业革命的推动下，进入由农业社会向工业社会跨越，由封建社会向资本主义社会的转折时期，中国的封建社会却结束了它的极盛时期，走上由盛到衰的下坡路。然而思想僵化，科学技术落后所产生的妄自尊大、自命不凡的心态并没有因外部世界的巨大震荡而有所改变，仍然背着地大物博、人口众多、物产丰富的包袱，沉迷于唯我为大的狭隘天地。俗子凡夫且当别论，即使当朝的上层官僚和有建树的文人学者，也对外部世界的巨大变化知之甚少。当意大利传教士利玛窦拿着世界地图，告诉徐光启世界上有五大洲，中国只在其中的一个洲上，这位著有《农政全书》的明末政治家兼科学家也惊讶不已，难以置信。如果说当中国的科学技术处于世界前列的 15 世纪前，这种自满保守的民族心态还没有构成对我国的实际危害的话，那么当近代科学技术在欧洲蓬勃兴起，在世界大踏步向前发展的历史潮流中，我国的落后也就成为预料之中的必然了。

二、重农抑商的损失

中国的农业社会伴随封建社会延续了几千年。以农为本、以农立国是历代王朝奉行的基本国策。在创造高度农业文明的同时，也造就了超稳定的经

^① 《马克思恩格斯选集》第 3 卷，人民出版社 1972 年版，第 445 页。

^② 杨沛霖：《科学技术发展史》（上）（内部稿），1984 年，第 111 页。

济社会基础，重农抑商就是这种社会基础的政策反映。特别是小农经济为主体的经济格局，不仅延缓了社会组织化程度的提高，而且抑制了经济社会对科学技术发展的需求力度，从而成为导致近代科学技术落后的又一个主要原因。

（一）小农经济的羁绊

自秦汉始，我国就基本形成了以个体农业与家庭手工业为主体的小农经济。其自然属性和社会属性均以狭隘的经验为主要传递方式，与以商业活动为中心的城市经济相比较，无论是生产方式或生活方式，都呈现出明显的弱点。主要表现在：①以一家一户、男耕女织、自给自足为主要生产方式和发展目标，形成了封闭的经济结构，“鸡犬之声相闻，老死不相往来”，缺乏横向扩展和联系的内在动力。②农民对土地的过多的依赖性，把不断增加的人口束缚在土地上，限制了社会的分工分业；资本主义因素发育滞后，影响了社会发展进程。③传统的耕作方式，主要靠经验积累和延续，很少需要科学技术及其物质装备，形不成对科学技术强大的社会需求。

经济基础决定上层建筑。以小农经济为主体的封建社会，必然伴随政治上的专制主义和思想上的僵化、奴化。在皇权至上的中央集权体制下，非王不成理，凡事皆唯上。被历代封建王朝推行的“穷天理、明人伦、讲圣言、通世故”的统治哲学和奴化教育，扼杀了追求真理、探索自然奥秘的科学精神。一方面皇权至高无上，圣旨即是绝对真理，行为准则；另一方面是臣民循规蹈矩，唯唯诺诺，愚忠愚信，不敢越雷池一步。在欧洲建立和发展大学对自然科学进行专门教育和专门研究，大量培养学者、技师等专业人才的大发展时期，我国的教育还是以私塾为主，提倡传《四书》，通《五经》，推行八股文，科举制，官文一体，为维护旧礼教，鄙薄技艺，排斥创造，压制新事物，培养着一批批不懂科学的封建官僚。落后的上层建筑和意识形态，反过来对落后的小农经济起着保护和强化的作用，其结果只能是更加落后。

（二）重农抑商的误区

中国的历史是一部以农民起义和农民战争为杠杆的循环交替的历史。历代封建王朝的兴衰都以农业的发展与破坏、农民的拥戴与反抗交替更迭，周而复始。农业的发展，既是维护地主阶级统治地位的经济基础，又是决定人心向背的政治基础。所以“农桑为本，工商为末”“重农抑商”几乎成为我国的经济教条。这一传统观念，从战国后期开始，一直延续了 2000 多年。

（1）重农抑商的原因。重农抑商政策，虽然在前资本主义社会，作为维护封建体制的经济政策，在欧洲及其他东方国家，如印度等，曾经是一种普遍的现象。但我国的重农思想却与 18 世纪法国重农学派有着完全不同的社会意义，后者是从发展资本主义生产的需要出发形成的思想体系和经济理论，前者则是站在封建统治阶级的立场上，维护地主阶级统治地位及其封建社会体制的政治基础。

首先，从秦汉建立中央集权制封建王朝起，封建社会的历代统治者都从前朝兴衰变迁的经验教训中，认识到这样一个道理（即规律），每一个朝代的覆灭都是从农业崩溃开始，到农民起义结束。所以，历代统治者都把农业和农民问题当作国家存亡的首要问题。不仅政策上注重减轻农民负担，保护农民利益，调动农民的生产积极性，而且不允许其他社会集团损害农民的利

益。商业活动作为一种唯利是图、欺诈剥削农业的行业，必然在限制之列。

其次，在自给自足为特征的小农经济条件下，财富的概念不是以货币的多少论贫富，而是以物的丰缺为尺度。农业作为衣食之来源，受到社会的普遍重视。加之农业生产受自然力的影响很大，低下的农业生产力，传统的生产手段，不能抗御自然灾害，稍有疏忽，就歉收、绝收，遭受饥寒之苦。所以，我国的农业思想虽然其形成背景及门派有所不同，但都以重农桑为理论核心，如先秦法家李悝和商鞅，分别提出平籴以调剂丰歉，固农以富国强兵；汉初法家晁错的重农贵粟论，则在于解决农民的衣食温饱。并普遍认为农业是社会财富的重要源泉，甚至是唯一的源泉。“伤农则国贫”，“人情一日不再食则饥，终岁不制衣则寒”。“金玉不足以御寒”，是可有可无的。农人生衣食，为富国之基，商家不耕不蚕，追金逐玉，为伤农之源。进而形成一整套重农抑商的理论体系，并成为之后影响我国政策的重要思想基础。

第三，从传统的义利观和农业与商业的行业特点出发，重农抑商理论认为，“民之内事，莫苦于农”，“农之用力最苦而赢利少，不如商贾技巧之人”，“归心于农则民朴而可正也”。即是说农民老实、淳朴，而为顺民；商人多行贱买贵卖，狡诈不规，多为贱民。从维护封建地主阶级的地位考虑，重农抑商正适应了这一需要。《吕氏春秋》总结了重农的好处：①农人淳朴安分，忠勇战守；②农人自生衣食，轻取利，少私义，易从令守法；③农人留恋故土，专心务农，不须也不愿迁徙，利于社会安定。相反，商人不但做不到上述三点，而且商业的欺诈行为，必然损害农民特别是小农的利益，因而受到严格的限制。

(2)重农抑商的损失。小农经济的基础，农贵商贱的观念，重农抑商的政策，虽然在主观上多出历代封建王朝维护统治地位的需要，但在客观上无疑对保护农业生产和小农的利益起到积极的作用，使我国的农业达到了较高的水平。农业生产力的螺旋式发展，为封建社会的延续和发展提供了物质基础。

但是到了封建社会后期，随着欧洲城市工商业的兴起和海外掠夺的扩展，科学技术得到突飞猛进的发展，而我国小农经济和传统农业的局限及封建制度的桎梏，商业领域的科学技术的发展缺乏需求拉动，又没有资产阶级对科学技术的高度重视和支持，使中国许多曾经领先于世界的重要发明创造，长期停滞在原始水平。“四大发明”的鼻祖在我国，其广泛应用于生产的各个领域，并成为推动资本主义发展的强大武器，却是发生在欧洲。如果说这种无形的损失以及由科学技术落后造成的国力衰败，在鸦片战争之前还能自圆其说，那么在鸦片战争打破中国貌似强大的梦幻之后，中国最终尝到了重农抑商酿成的苦果。

三、禁锢思想的代价

科学的进步，社会的发展，是多种因素综合作用的结果。除了作为经济基础的主要杠杆——生产力发展的需求与拉动外，很重要的一个方面取决于社会制度、政策以及作为意识形态的哲学思想、文化教育和民族传统等。这一点已被科学技术发展的历史所反复证明。“诸子百家”对中国古代科学的有力推动，发轫于欧洲文艺复兴的近代科学技术的产生，都是以思想解放运动后始，以科学技术的飞跃为结果的最好例证。

出现在我国战国时期的“百家争鸣”，虽然争论的内容是政治路线和哲

学方法，争论的焦点是帮助地主阶级取代奴隶主阶级，为建立地主阶级的统治地位确立思想基础。但是，也包括了自然科学观的认识论和方法论，而且活跃的政治氛围和思想流派，在客观上有助于科学思想的萌发和产生。如概念与存在，世界的本源以及物质结构的微观基础等认识论和方法论问题。我国古代的许多技术发明，正是以这次活跃的思想解放运动为起点取得成功的。

“百家争鸣”为埋葬奴隶主阶级的统治提供了思想武器，也是空前活跃的思想解放运动的“回光返照”。随着中央集权帝国的确立，废黜百家，独尊儒学，在思想界建立起严密的统治。国与家的一体化伦理观、天命观提供了社会基础。皇权至上，天人合一的儒家思想，成为历代封建统治的政治哲学。皇帝就是天子，皇家就是国家，循规蹈矩，唯命是从，轻视实践，鄙薄技艺，崇尚空谈说教的士大夫，鄙视工匠、艺人的发明创造，成为一种占统治地位的行为观念。即使少有与孔孟之道相悖，以科学精神探索自然奥妙的仁人志士，也很难突破强大的封建势力的严密专制和旧礼教的束缚，而屡屡不能成功。切断了经验——总结——实验——归纳——提高的逻辑链条，使许多发明创造因缺乏实验基础和科学方法的验证和指导，长期停留在原始经验阶段而得不到充分的应用和提高。这也是近代科学没有在中国产生的重要原因之一。

第三节 觉醒与奋起

自 1840 年以后的近代中国，由于沦为半封建半殖民地社会，失去了产生近代科学技术的经济社会基础，没有发生也不可能发生类似西方文艺复兴那样的思想启蒙运动，但西方科学技术的渗透和传播并没有完全停止，如同资本主义一样，科学思想在中国开始萌发。同一切事物的发展规律一样，不管是沉沦后的奋起，还是黎明前的黑暗，历史的车轮总不会倒转。螺旋式的发展也是前进，崎岖的道路总有人攀登。新民主主义革命的成功，砸碎了束缚科学思想的封建枷锁，社会主义革命的胜利迎来了科学技术发展的春天。我国科学技术的发展又进入新一轮的起跑线，参与到科学技术发展的大赛场，以中华民族的聪明才智，为创造美好未来奋起直追。

一、西方科学技术的渗透与近代科学思想的产生

中国进入明清时期，作为封建社会的最后阶段，从总体上处于由盛到衰的转折时期。但是，统治阶级并没有因此放弃固守封建制度的最后挣扎。从推荐“理学”，到制造“文字狱”，从抱残守缺，到闭关锁国，严重地阻碍着科学技术的进步和社会的发展。文艺复兴之后，欧洲在科学技术与资本主义相互推动下迅速强大起来，为了发展贸易，扩大市场，极力向海外扩张势力。在这种大背景下，西方人则以各种名义进入中国，交往之间，必然在客观上起到传播科学技术信息和知识的媒介、纽带作用。尽管统治阶级实行严密的封建文化专制，也不乏崇尚科学的仁人志士，很多人从西方人那里接受了民主思想和学习科学知识，新的科学思想也在逐渐形成。

早在 16 世纪下半叶，为了挽救和振兴在欧洲遭到严重打击的宗教，即有部分传教士来到中国。他们虽然以利用宗教控制中国为目的，但为了能在中国站住脚，或以馈赠珍贵礼品为敲门砖，或以传播科学知识为手段，获得了中国上层统治者的赏识，从而在客观上为西方科学技术在中国的传播提供了契机。其中影响和作用比较大的西方传教士有意大利人利玛窦、德国人汤若望、比利时人南怀仁等。

利玛窦于 1582 年（明万历十年）进入中国，1601 年（明万历二十九年）到北京，获准久居中国。并与当时任大学士的徐光启中西联璧，共同翻译介绍西方的数学、天文、历法等知识。第一次将欧几里得的《几何原本》6 卷翻译成中文版，成为中国几何学的奠基之作。

汤若望 1622 年（明天启二年），把新历法带到中国。南怀仁继之帮助中国革新天文仪，传授火炮制造技术等，对中西文化的融汇起了积极的作用。另外，在此期来到中国的传教学者，还有瑞士人邓玉函、荷兰人穆尼阁、德国人戴进贤等。传入中国的西学包括天文、测量、水利、地理、力学等方面的科学知识，对于冲破思想禁锢，学习西方文化，推动中国的科学技术进步，起到了积极的作用。

二、痛苦的求索

1840 年，英国人用炮舰打开中国的大门以后，打破了自恃“天朝大国”的神话。落后就要挨打的事实与逻辑，教育了中国人民。醒悟的有识之士，在接触西方科学技术以后，改变了害怕和抵制先进技术的偏见，提出了“自强”“求富”的主张。一些上层人物便借势发挥，通过传教士翻译介绍近代

科学知识，引进科学技术，购买机器设备，派留学生到外国学习等途径，开展了一场学习西方、兴办近代工业的运动，即历史上所谓的“洋务运动”。这一运动从 1860 年到 1890 年，历时 30 年。从西方介绍到中国的科学著作由少到多，学科门类日渐齐全；近代工业从无到有，孕育了中国的资本家和产业工人。尽管由于封建体制的障碍，上层官僚的无能，财力、物力的不济，加上外国入侵的破坏，“洋务运动”继甲午战争的失败而宣告破产，但这次运动对促进中外交流，特别把科学技术作为一次社会需要和实践，无疑是一次良好的开端。其间创办的工矿企业和铁路、邮电等产业，亦为中国的近代工业奠定了基础。

“洋务运动”以后，使半封建半殖民地的中国政治经济危机加深。以谭嗣同、康有为、梁启超等为代表的资产阶级激进派又发动了“戊戌变法”运动，旨在效仿日本“明治维新”的做法，废除封建专制，实行君主立宪，以拯救民族于危亡之中。这次资产阶级改良运动从 1898 年开始，通过创办学校、报刊、学会，派学生出国留学等多种形式，传播新思想、新科学、新技术，培养有用的知识分子和科技人才。此举得到一些有识之士的积极响应，在全国各地兴起废“八股”，兴西学、办工厂、练民团的生动局面。由于这种引起思想活跃和社会动荡的改良运动，直接危及封建专制政权和统治者的利益，遭到顽固派的血腥镇压。中国大地燃起的希望之光，再次因缺少民主政治氛围而窒息了。可见，所谓“西学为用，中学为体”，“中学治身心，西学应世事”的主张，不仅说明洋务派、改良派自身并未甩掉封建传统的衣钵，也反复证明落后的政治制度是科学技术进步的严重障碍，腐朽没落的统治也不可能建设起富强的国家。

历史是人民创造的。任何顽固的反动统治，只能延缓社会的发展，而不能阻挡历史的进步。“洋务运动”和“戊戌变法”的失败，进一步使中国人民认识到，不推翻封建的专制统治，中国只能陷入由古代文明走向近代落后的怪圈。科学技术落后，生产力低下，即使遍地是黄金，也只能蒙受世界列强的屈辱和虏掠，自强求富也只是一句空话。

在中国近代史上，真正触动封建社会根基，冲破封建文化牢宠，拯救中国于半封建半殖民地的民族民主革命，是孙中山领导的“辛亥革命”，从而结束了在中国延续 2000 多年的封建君主制度。而马克思主义这一革命的科学在中国传播，并与中国工人运动结合起来，把中国的前途与世界潮流汇合起来，为建设民主、自由、富强的新中国扫清了障碍，找到了方向。

三、革命解放了生产力

科学技术发展史表明，在每一次思想解放运动、社会变革和历史转折之后，往往伴随着一次科学技术革命。春秋战国加速了奴隶社会向封建社会的过渡，迎来了中国古代科学发展的第一个春天。欧洲的文艺复兴运动，是以近代科学的产生为标志的第一次科学革命的前奏。资本主义的崛起和资产阶级的觉醒为科学的飞跃性突破和应用领域的扩大创造了社会条件，引发了第一次技术革命。作为开创人类新纪元的社会主义制度的诞生，为科学技术的进步与发展创造了前所未有的政治经济和社会环境。

古老的中国，为了找到一条自强求富的道路，在黑暗中迷惘摸索了几千年。中国共产党领导中国人民推翻了封建主义、帝国主义和官僚资本主义“三座大山”，建立了人民共和国，不仅从苦难中拯救了中华民族，而且为弘扬

中国的古老文明和优秀文化，推动现代科学技术的发展，开创了前所未有的新纪元。

(1)中国革命的胜利是在马克思列宁主义指导下取得的。这一指导思想作为革命的科学，被中国共产党应用于中国革命的实践而取得胜利，本身就是科学思想的胜利。

(2)无产阶级作为一个革命的阶级，具有博大的胸怀和远大的志向，其革命的目标，不仅在于求得自身的解放，而且以解放全人类，实现共产主义为最终目标。这就为科学技术的合作和交流，提供了最好的内部和外部的社会条件。

(3)马克思主义的历史唯物主义和辩证唯物主义观，是一种科学的思想方法。以这种科学的哲学指导自然科学和技术革命，可以避免科学发展道路上的失误，更好地沿着求真务实的正确道路健康发展。

(4)社会主义革命和建设的任务，不仅是变革生产关系，更重要的是实现工业、农业、国防和科学技术的现代化。这就为科学技术的应用和发展，提供了最广泛的社会需要，创造了最广阔的领域。

(5)科学的基础在教育。从新中国诞生的第一天起，党和政府就十分重视教育事业，为未来的发展培养造就接班人和后备军，为科学技术的发展源源不断地提供雄厚的人才资源。

总之，革命解放了生产力，解放了科学技术。中国又一次迎来了科学的春天。在历史发展的螺旋轨道上，一个由量变到质变的科学的飞跃，再一次呈现在世界的东方。

第四章 科学技术进步与经济增长

科学技术进步，在人类社会发展史上具有划时代的意义。它不仅可以改变人类生产活动的领域和生存条件，也改变着人们自身的认识和观念。科学技术犹如一个变幻无穷的“魔方”，不断赋予人类物质生活和精神生活以新的丰富内容。人类从钻木取火创造了农业文明以后，经过科学、技术、经济的几次大循环，世界发生了戏剧性的变化。谁拥有科学技术，谁就由弱变强，由穷变富；反之，谁丧失了科学技术发展的机遇，经济社会发展就停滞不前，甚至由强变弱。所以，自近代科学产生以来的几百年里，科学技术愈来愈成为经济繁荣的源泉。

人类社会发展到近代，人们把经济增长和社会发展的焦点逐步由资源的良然存量转向生产手段的改变，另一方面，由于对自然资源无节制的开发利用，又导致产生了人口、资源与环境的失衡与矛盾，人类社会的发展开始面临十字路口选择的新课题。

第一节 财富的源泉

从自然科学战胜经院神学，学者与工匠结合起始，科学技术就成为提高生产力水平，促进经济增长，增加社会财富的源泉。近代科学技术与经济发展史契合的进程表明，科学技术是经济发展的重要因素；现代科学技术兴衰与经济波动的同步曲线，更证明科学技术是经济发展的决定性因素，是经济发展的巨大推动力。

一、科学技术与经济发展规律

科学技术的发展，同一切事物的发展一样，既有产生——积累——完善的自身发展过程，又受外部因素的影响；既表现为循序渐进的过程，又可能在特定的条件产生飞跃和新的突破。

科学技术发展的一般过程。科学技术作为一种认识客观世界和改造客观世界的知识和技能，反映了人类由必然王国走向自由王国的历史过程。同一切社会现象一样，科学技术有其产生、发展的一般规律。

科学是理论思考和观察实验的结晶。无论是哲学家、巫师、僧侣，还是工匠，都用自己的脑和手为科学的奠基作出了一份贡献。但是，他们的思维和经验，一刻也没有离开过人类的实践活动。人类的实践活动才是科学技术的真正源头与归宿。从这个意义上讲，真正的科学是在近代产生的，确切地说，是从 1543 年哥白尼发表《天体运行论》开始的。它标志着建立在实验和观察基础上的自然科学开始从神学中解放出来，从而增强了人类探索自然奥妙的勇气和手段。实验科学的先驱伽利略、科学巨匠牛顿等一大批科学家先后出现，推动近代科学取得了突飞猛进的发展，掀起了第一次科学高潮。

(1)新学科不断涌现。科学发展到近代，由于唯物主义哲学和科学方法的产生，把古代对自然界的零散认识进一步完善，并形成一定的体系，涌现出一大批功勋卓著的科学先驱，哥白尼和刻卜勒奠定了近代天文学的基础；牛顿的万有引力定律开创了力学的先河；解析几何、微积分在欧几里得几何学的基础上取得了新进展；光学、近代化学、生物学、地质学、生理学等，都先后成为独立的科学体系。18 世纪中叶，近代科学进入新的发展时期，其中热力学、电磁学、有机化学、微生物学等，取得了突破性进展。

与此同时，受新的哲学思想和科学方法的影响兴起的实验科学，实现了科学家与工匠的结合，科学与技术相互促进，出现了一批扭转乾坤和影响深远的发明创造和发明家。蒸汽机及纺织机、火车等工具机；奥托内燃机及汽车；法拉第、西门子、爱迪生从电磁理论到发电机的完成，以及电报、电话、电灯的发明，其他如水泥、化学肥料、橡胶、炸药等为现代科学技术奠基的诸多发明创造，均出现在 18 世纪中叶到 19 世纪末近代科学大发展的时期。在这些发明当中，除少数技术产品，如蒸汽机产生在热力学之前，其余均以科学理论为基础，经过与技术的结合和工艺的改进取得最后的成功。这种科学与技术的正确结合，是近代科学的重要特点之一。

(2)为唯物主义哲学奠定了自然科学基础。科技发展史表明，自然科学的每一次重大发现和新理论的产生，往往伴随着哲学的争论和革新。近代科学产生与发展的过程，也是唯物主义哲学思想形成和逐步完善的过程。日心说冲破了宗教和神学的思想牢笼，牛顿的“三定律”，给人们以认识事物本质的钥匙。从此，人类在认识客观世界，探索自然奥妙的过程中，不断产生新

的科学思想，推动人类对自然的科学发现，而自然科学的创新与发展，反过来又为哲学家对客观事物的认识提供了科学基础。

牛顿不仅是近代科学的奠基人，同时也是一个进步的思想家。他建立在实验科学基础上的朴素的唯物论，承认物质存在的客观性，已经认识到自然界各种事物之间、事物的本质与现象之间存在着相互联系和制约的普遍规律。虽然受时代和知识的局限，未能摆脱机械唯物论和形而上学的自然观，但是牛顿作为近代早期的一位伟大的自然科学家，这些哲学思想中的唯物主义倾向，比经院哲学和神学无疑具有积极的进步意义。

继牛顿之后，对唯物主义哲学贡献最大的发现要数能量守恒及其转化定律、细胞学说和达尔文的进化论。热力学为唯物主义哲学提供的科学依据，在于以能量的相互转化为依据，揭示了自然界的物质存在不仅具有多样性，而且可以相互转化；在其转化过程中，多种形式的能量总和既不能增加，也不会减少。细胞的发现和细胞学说的建立，找到生物体的同一性，战胜了把植物和动物截然分开的形而上学观点，为唯物主义哲学提供了生物科学基础。达尔文的进化论，作为解释自然界的理论，极大地丰富了生物科学理论，同时使唯物主义哲学获得了更加丰富生动的自然科学内容，并为形成新的自然观提供了强有力的理论佐证。进而证明了整个自然界是在“永恒的流动和循环中运动着”，这种新自然观的产生，使科学和哲学的革命成为历史的必然。

(3)科学技术体系日趋完善。近代科学技术的兴起与发展，还表现为科学技术体系的形成与完善。首先是已有学科如天文、数学、化学的研究取得新的飞跃性进展，新型学科雨后春笋般地屡屡问世。到19世纪末，现代数理化、天地生、医工农、文史哲等基础理论科学已基本形成，并成为较为完整的理论体系。近代化学、生物学、地质学、数学、物理学、电磁学、热力学、光学、生理学、人类学等都是在19世纪诞生和取得重大发展的，从而为现代科学和科学思想的发展奠定了坚实基础。

其次是科学技术队伍迅速发展壮大。在人类社会历史发展上，科学劳动的产生源远流长，科学技术在社会进步的历史长河中占据着重要的地位。从人类能够制造和使用工具那一天起，社会的变革即与人类的科学劳动紧密地联系在一起。但真正献身于科学事业的科学家，特别是科学巨匠，都是文艺复兴以后出现的。从达·芬奇、哥白尼、牛顿，到瓦特、法拉第、达尔文、爱迪生、门捷列夫等，一大批不畏权势，追求真理，以探索自然奥秘为人生目标的科学巨匠，成为受人尊重的、开辟科学世界的一代骄子。

第三是科学组织日渐完善。科学的组织管理是科学技术发展的重要保证条件，科学组织是随着科学同步产生与发展的。大学作为近代科学的摇篮，早在12—15世纪，随着工商业和城市发展的需要而在欧洲已经出现了。如英国的牛津大学、剑桥大学，法国的巴黎大学、蒙特利埃大学，以及意大利、西班牙、葡萄牙等的一些名牌大学均建于12—13世纪。这些大学当时主要是培养神职人员，但同时也是欧洲中世纪学术活动的中心，并开始实行学士、硕士、博士三级学位制，为时代造就了一批批科学巨匠。

而真正的科研院所和学术团体，是随着近代科学兴起和发展的需要而产生的。科学研究在17世纪之前，仅仅是一种个人行为。作为科研组织的科学小组，16世纪初已在意大利出现，那不过只是为了实现兴趣交流和欢乐同享而已。到17世纪，个体科学劳动的局限已不能满足科学发展的需要，便开始

出现由个体走向协同的态势。其重要标志就是建立起科学家之间，以及科学家与企业家和工匠的联系，并实现了由业余科学家向专职科学家的转变。1662年，英国建立了由科学家组成的皇家学会，1666年，法国巴黎皇家科学院成立，成为法国最早建立的国家公办科研机构。1700年，柏林建立科学院，并于1873年首先建立了物理研究所。在德国之后，英国、法国等国先后建立了国家级的科研机构。与此同时，一些大企业也在激烈的竞争中，开始组建和扩充自己的实验研究所，基本形成了大学——科研机构——学术团体相互衔接、配套的科学技术网络体系。

(4)实现了科学——技术——经济的接轨，强化了“知识就是力量”，科学是生产力的新观念。近代科学的兴起和发展，有科学自身发展规律的作用，更主要的是经济社会发展对科学技术的需求拉动。反过来，科学技术的发展又极大地提高了社会劳动生产率，使人们的物质生活和精神生活面貌为之一新。科学技术与经济的这种双向作用愈来愈明显，也愈来愈重要。文艺复兴以后，近代科学高潮的显著特点之一，就是实行了学者与工匠的结合，经过科学——技术——经济的良性循环，推动了工业革命。在不到一个世纪里创造的物质财富，比人类几千年来创造的总和还要多。经济的增长，反过来又推动科学技术的发展，大大加快了科学技术发展的速度。世界进入了西方文明超过了东方文明的新世纪。

二、科学技术进步与经济增长

从科学技术产生的那一天起，就与人类的衣、食、住、行融为一体。上古时代的农业文明，既是天气知识、铁制工具等产生的实践基础，同时也是这些科学技术应用的结果；城市文明开始于数学、航海技术以及为手工业、商业服务的科学知识和技术发明；产业革命则发生于近代科学产生以后直到现代人把科学技术作为财富的象征……无一不证明科学技术与经济增长、社会发展具有密切的因果联系。所以，无论是古典经济理论，还是当代经济学家，都把科学技术作为经济发展的重要因素。科学技术的发展与经济的稳定增长，是一个国家、一个民族、一个地区先进与落后、贫穷与富强的主要标尺。

(1)科学技术是生产力。人类社会发展的历史，经历了从科学劳动的产生到脑力劳动与体力劳动的分离。在科学技术和生产实践之间，始终存在着这样一种双向影响的内在联系，即科学知识和技术发明始于生产实践；反过来，又转化为新的生产力，并成为科学新发现的物质社会基础。随着科学领域的扩展和技术的进步，人们对自然界的认识不断深化，科学技术对改变社会生产和生活的作用，无论在理论上、实践上都愈来愈被人们所认识。

在古代，技术的生产力属性，主要通过生产力三要素——人、生产工具和劳动对象的相互转化来体现。如前所述，由于天文学和数学的发展，使人们可以掌握农业生产的季节，从而获得比盲目行事更高的产量。力学的发展，推动了杠杆、滑轮等机械工具的发明和应用，使提高劳动效率成为可能。生物学知识，扩大了人们认识和利用动植物资源的范围和数量；化学是火药、制陶、炼铜、冶铁技术进步的认识基础。可见，无论是对自然规律的认识，还是劳动技能的提高，生产工具的改进，劳动对象的拓展，都离不开科学技术的进步，都是科学技术转化的结果。

人类进入近代社会以后，在实验基础上产生的科学技术则以直接的生产

力具体形式突出地表现出来。瓦特蒸汽机的出现，带来了动力革命，出现了以机器生产取代手工劳动的第一次产业革命。在热力学、电磁学、有机化学的基础上导致了第二次产业革命。在现代物理学和电子技术的基础上产生了第三次产业革命，把人类带进一个全新的世纪。生产效率空前提高，新产品不断增加，市场日益繁荣活跃，国家的富强，社会的进步，不断改变着人们的物质和精神生活。

科学技术是生产力，不仅被人类的社会实践所证实，其本身的内涵也在不断丰富。正是基于大量的社会实践，特别是进入近代以来资本主义社会快速取得发展的事实，使马克思把科学技术当作一种在历史上起推动作用的革命力量，创建了关于科学技术是生产力的唯物主义基本原理。早在1848年的《共产党宣言》里，马克思就指出：“资产阶级在它的不到一百年的阶级统治中所创造的生产力，比过去一切世代创造的全部生产力还要多，还要大。自然力的征服，机器的采用，化学在工业和农业中的应用，轮船的行驶，铁路的通行，电报的使用，整个整个大陆的开垦，河川的通航，仿佛用法木从地下呼唤出来的大量人口——过去哪一个世纪能够料想到有这样的生产力潜伏在社会劳动里呢？”^①而这种潜伏的生产力，正是资产阶级能够战胜中世纪宗教神学的强大物质力量。马克思在谈到科学与财富的关系时指出：“另一种不需要资本家花钱的生产力是科学力量。”^②事实上，在近代科学与工匠的技术结合的基础上产生的重大发明，使许多人一跃成为大发明家，成为富翁。由受人鄙视的工人跻身为上流社会的企业家和社会活动家，以至在西方社会热心科学实验成为时尚，成为人们提高身价和获取财富的“跳板”。

如前所述，科学技术与生产实践具有内在的因果关系，决定了二者之间相互促进和推动的有机联系。随着生产力的发展，除了直接作用于生产的基本要素转换为直接的生产力以外，科学技术的作用已经延伸到产业结构和生产力组织的广阔领域，成为社会生产力这个大体系中的直接或间接的组成部分。现代社会，不仅人类的一切物质生产活动都深深打上科学技术的烙印，而且科学自身也正在成为一种新兴产业，为人类创造着巨额的社会财富。

科学技术是生产力，还体现在科学作为一种知识形态，深刻地影响着社会的精神领域。诸如人们的伦理道德、思维方式、哲学观念等，都在近代科学技术的冲击下发生了新的变化。马克思辩证唯物主义和历史唯物主义的产生，彻底改变了人们对人生价值和社会进步的观点和看法，引导了全世界的无产阶级革命运动。这一切都产生和建立于大量科学发明和科学方法的基础和辅佐之上。这种对意识形态和上层建筑的改变，最终转化成为推动社会发展的强大动力。所以，恩格斯在回顾马克思的巨大贡献时，高度评价了马克思的科学观。他说“在马克思看来，科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量。”^③现代社会的发展，已经和正在不断证明这一伟大预见所具有的强大生命力。

(2)科学技术进步决定经济增长。科学技术愈发展，科学技术转化力生产力的频率就愈快，以至在影响经济增长的诸多因素中，科学技术成为经济增长的决定性因素。这种趋势从近的变革，工场式手工业劳动，开始被以机器为主的大工业生产取代。其间英国完成了由农业社会向工业社会转化的产业

^① 《马克思恩格斯选集》第1卷，人民出版社1972年版，第256页。

^② 《马克思恩格斯全集》第46卷（下册），人民出版社1980年版，第287页。

革命,经济迅速增长,创造了比人类几千年来创造的还要多的社会财富。1820年,英国工业总产值占到世界工业总产值的50%,成为世界上的头号强国。

第二次起伏,从1843—1897年,波长55年。其间扩张期为1843—1875年间的32年。经济增长的动因,主要是继英国产业革命之后,法、德等西欧各国纷纷效仿英国,兴科学,重技术,以铁路运输为纽带,煤炭、钢铁、机械、化工等重工业得到长足的发展,加之战争的刺激和推动,实现了工业结构的重型化。英国1850年已铺设铁路干线1万多公里;法国1858年建成铁路网9000公里;德国从1850—1870年的20年间,铁路线总长由5800公里增长到1.5万公里。与此同时,煤炭产量从600万吨增加到3400万吨,铁产量从20万吨增加到140万吨,并创造了领先于世界的煤化学工业。到1880年,德国的工业发展速度开始超过英国,成为化学合成“王国”。从1860—1900年,德国的科学革命高潮启动经济的发展,仅用了40多年的时间走完了英国100多年所走的路程,实现了工业化。

第三次起伏,从1897—1945年,波长48年。其间扩张期为1897—1927年间的30年。经济增长的动因,以电力的广泛应用为标志。美国继德国之后,取得了科学技术进步的巨大成就。先后完善了产生于欧洲的钢铁、化工和电力“三大技术”,发展了汽车、飞机和无线电通讯的“三大文明”,创立并应用了专业化、标准化规模生产的组织方法和管理模式等。过去从来没有过的科技产品、科学管理方式介入人们的经济生活和精神生活领域。科学技术作为一种物质力量和精神力量,进一步显示了对经济增长和社会进步的巨大推动作用。1880年,美国的钢铁产量达到400万吨,超过欧洲各国,跃居世界第一;1927年,汽车产量占到世界总产量的80%;1918年,开辟了纽约—芝加哥的第一条航线;1892年,建立了世界上第一个自动拨号电话局;1910年,建成第一个无线电广播电台;1929年,电视机进入美国人的家庭。有统计表明,从1860—1890年,美国通过技术创新和工业革命,使产值提高9倍。1890年,成为世界上第一经济强国,许多工业产品的数量和质量都居世界之首。从1880—1900年,美国垦殖的土地面积超过了英、法、德三国的耕地面积总和。农业的发展为工业提供了粮食、原料和市场,形成了工农业协调发展、相互促进的良性循环经济体系。建立起称霸世界的经济基础。

总之,从亚非四大文明古国的兴衰,到近代欧洲的崛起;从英、法、德世界领先地位的更迭交替,到美、日称霸世界,都经历了科学高潮——技术革命——产业革命——经济增长这样的循环轨迹。现代经济大国无一例外地显示了科学技术推动经济社会发展的巨大潜在力量。统计资料表明,从1900—1910年的10年间,发达国家工业劳动生产率增长的5%—10%来自科学技术的作用。到了70年代,这些国家经济增长的50%—70%是依靠科学技术进步取得的。近百年,既是科学技术转化为生产力的黄金时代,也是经济繁荣的鼎盛时期。由于科学技术的重大突破和科学技术转化为生产力的周期大大缩短,使世界工业总产值增长了20倍。美国60年代经济增长的2/3来自科学技术的贡献,科学技术投资与经济效益之比约为1:23。

科学技术推动经济增长的作用,不仅反映在经济发展的宏观层面和工业化进程中,而且就一个企业、一项技术的微观层面来看,也显示出巨大的作用和效益。美国的杜邦公司,之所以成为世界闻名的生产尼龙、树脂原料和产品的大型企业,就在于它将科学研究、技术开发迅速转化为新的产品,从而占领了世界市场。在杜邦公司带动下,美国的煤化工和石油化工以及其合

成各种产品的高超技术，使产值在 8 年内增加了 19 倍。1976 年英国在土地面积普查中应用了空间技术。与前 3 次普查相比，4 个人 9 个月的时间完成了需要 6000 人、6 年时间所做的工作，劳动生产率提高了 1.6 万倍。美国发射了两颗地球资源卫星，每年平均投资 2000—5000 万美元，而经济效益每年却高达 14 亿美元，取得了惊人的经济效果。所以，社会发展到今天，无论是“科学技术是生产力”的理论，还是科学技术推动经济社会发展的实践，使科学技术受到人类从来没有过的重视，受到世界各国从来没有过的关注。世界已进入“科学技术是第一生产力”的新技术革命时代。科学技术愈来愈成为国家财富的源泉，成为人们创造美好生活的手段。

第二节 产业革命的三维效应

如前所述，在人类历史的漫长发展过程中，有按常规速度发展的阶段，也有大跨度的飞跃性发展阶段。在古代，从火的发现到金属工具的制造和应用，使人类的生产方式和生活方式发生了根本性的变化，从而结束了狩猎时代，开创了古代农业文明的新纪元。在近代，已经发生过两次由科学技术革命导致产业结构和社会组织结构飞跃变化的产业革命。一次是从工具机到蒸汽动力机的发明、改进及其广泛应用为内容的产业革命，推动人类社会由农业社会跨入工业社会；一次是以电力的广泛使用为标志的第二次产业革命，把人类带进一个全新的世界。发达国家继完成了实现工业化的历史使命以后，出现了经济增长背后的忧虑。工业扩张对环境的压力，能源需求与资源的矛盾，以及由此带来的科学技术与经济社会发展协调与冲突的双重效应的扩展与延伸，为工业社会的前途蒙上了一层阴影。

一、效率与增长——技术替代体力

科学技术作为人类认识客观自然和改造客观自然的方法和手段，其目标指向是实现人的智力和体力解放，减少在物质生产和精神生产过程中活劳动的耗费，不断提高生产过程的科技含量和有机构成比重。这是工业文明区别农业文明的经济社会特征。

从人类制造和使用工具起，就开始体现出科学技术增加物化劳动，减少活劳动的替代作用。杠杆原理、齿轮传动的发现及其在工具机上的应用，虽然一定程度上可以减少人类直接参与生产过程的劳动强度，提高了劳动效率，大力士的潜能爆发，可以举起千斤哑铃，一个支点也许可以撬动万斤巨石，但是作为运动过程的原动力，仍未摆脱人类自身有限的体能和热量。以蒸汽机为标志的动力革命之所以引发了第一次产业革命，其意义就在于解决了人类由体力的延伸实现了体力的替代。

在产业革命之前，无论是东方还是西方，几乎都千篇一律地重复着低投资、低能耗、低技术、低效率，而劳动强度很高的自给自足的农业或手工业劳动，有的千辛万苦辛勤劳动一年而不得温饱。科学技术在宗教、神学等传统信仰的束缚下，仅仅局限于少数人谈经论道的狭窄圈子里，科学技术的发展动力也仅仅是对真理的追求和个人价值的实现。学科体系的不完整，科学与技术、科学技术与经济社会之间的相互脱节，反映了古代科学的不成熟，所以，纵然在天文、数学、医学和力学领域有所成就，其应用和服务领域亦非常狭窄，主要以满足达官贵族的奢侈生活为对象，社会生产则长期停留在以人力和畜力为主，低技术、低效率的重复阶段。人们的商业意识和财富欲望受到长期的压抑。

科学实验方法产生了近代科学，架起了科学与技术、学者与工匠的纽带和桥梁，从而使科学技术的社会应用成为可能和现实。所以，人们把近代科学的产生称作第一次科学革命，除了科学自身实现了由经验性、零散性向理论性和系统性的跨越之外，还在于其广泛的社会意义——为第一次技术革命创造了前提和条件，实现了历史上科学革命——技术革命——产业革命的大循环。

以工业技术为杠杆的产业革命，使科学的潜在生产力转化为现实生产力。特别以动力革命为前奏的两次产业革命，把人类从繁重的体力劳动中解

脱出来，不仅加强了向生产的广度和深度进军的力度，而且导致生产组织体系和经济结构发生了巨大变化。“以劳动力为基点”的手工式的生产技术体系代之以“以机器手段为基点”的大工业生产方式，机械作业代替手工作业，突破了人的体力和手工业生产能力的最高极限。16 世纪，英国农村手工毛纺织业，一台织布机每周织 33 厘米×667 厘米的布。1760 年普遍推广了飞杼，使织布速度提高 4 倍。1790 年，推广 8 个竖锭的“珍妮纺车”，使织布效率提高 8 倍。加之用水力代替人力作动力，拥有 400 多工人的阿克赖特纺织厂，成为世界上第一个以机器生产的工厂。法国 1812 年开始推广蒸汽机，到 1820 年，纺锭在 1 万以上的大纺织厂相继建成。在美国，以 1793 年发明轧花机引起棉花加工生产的巨大变革为标志，进入机械替代劳力的时代。在此之前，一个奴隶用手一天只能清除 453.6 克籽棉，使用轧花机可清除 453.6 千克，提高效率近千倍。生产规模的扩大，提高了生产的专业化、社会化程度，每个社会成员的生产和劳动性质不再是个人行为，而成为一种社会行为；其生产的产品不仅仅是直接供自己消费，而是转化为市场交换的商品。科学技术为人类迎来了高效能的工作，不断更新换代的产品，琳琅满目的市场为主调的崭新社会。

二、农业社会到工业社会的跨越

农业社会作为人类发展史上的一个里程碑，一直延续了几千年，创造过农业的辉煌，也出现过耀眼的群星。四大文明古国的文化遗迹，至今仍为后发的现代发达国家所倾慕。可以想象，如果没有几千年农业的文明奠基，现代化社会是不可能在狩猎和游牧的原始部落生长起来的。如果现代工业大国没有近 300 多年的工业文明的骄傲和慰藉，文明古国与现代发达国家之间产生的心理和精神落差，也将成为永恒的遗憾。

科学技术作为推动经济社会发展的巨大力量，以其不断的发展和创新，刺激和促进社会由低级阶段向高级阶段跨越。由科学技术革命启动的产业革命，对社会发展所起的决定性的作用，就在于仅仅用了二三百年的时间，就使农业时代名不见经传的西欧诸国，先后完成了工业化的进程，实现了强国富民之梦。

工业社会虽然是在农业社会的基础上建立起来的，但在诸多方面表现出与农业社会截然不同的社会特点。综合各家之言与实践过程，二者之间的主要区别体现在以下几个方面：

(1) 产业结构发生了根本变化。从 18 世纪中叶到 19 世纪发生的两次产业革命，均以动力革命为契机，以新兴产业的相继出现为标志，从而把传统产业抛到了经济和社会加速滚动的车轮后面。至今还在普遍意义上居于主导地位，且决定人们基本物质和文化生活的煤炭、石油、铁路、纺织、钢铁、汽车、橡胶、机械制造等重型产业群，仍然是发展中国家的支柱产业。这些以高能耗为基础的新兴产业，虽然以科学技术突破为前提，而本身的技术要求和科技含量并不足以完全替代活劳动的介入，属于人机结合的产物。主要靠劳动密集和数量增长求发展，所以，无论从劳动力的就业比例，还是产值比重、资源消耗、产品价值等方面衡量，都远远超过农业的份额，成为决定经济增长和社会发展的主导产业，影响人们生产、生活内容和质量的主要活动，由农业转向工业，由土地转向工厂，由家庭转向公司，转向市场。经济养人，社会树人。随着社会劳动生产率的提高和财富的积聚，人的行为观念也发生

了深刻的变化。人与人之间的关系异化为金钱和利益的交换，冷酷代替友情，嫌贫爱富成为一种社会风尚。破产的农民大部分转向城市、工厂，产业工人队伍迅速扩大，工人阶级成为社会的主体。专业技术社会化，一技之长成为主要谋生手段，人的物化强度达到极限，遂将成为机器的奴隶。工作生活节奏加快，卓别林在电影《摩登时代》里的“遭遇”，形象而生动地描绘了工业社会机器对人的统治。

(2)加剧了城市化趋势。产业革命打破了人们以土地为生存条件的定势，人口的地域分布和结构发生重组，“空间有限”的平面静态结构代之以“空间广阔”的立体动态结构。随着资本、能源由经济势位低的农业向经济势位高的工业转移，大量向城市集中，人口也由农村转向城市。成千上万的人集中在一个大集团公司劳动、工作，由此汇集成庞大的城市人口，城市规模愈来愈大。以摩天大楼、烟筒、汽车噪音为标志的工业文明，发端于城市，集中于城市，城市的膨胀和扩展成为工业文明的象征，导致树木草地减少，水源短缺；工业废物、生活垃圾不断侵袭人们的生活空间。决定人类工作环境和生活质量的主导因素，不再是自然存在，而转化为技术进步和组织管理水平。一次停电或者一次断水，可以使一个几百万、上千万人口的豪华大都市陷入瘫痪。

科学技术作为生产力，对经济的增长和社会的发展，具有极大的推动作用，同时使人们的生产活动和生活安排框在科学技术的方阵中。人们必须按照新的逻辑和社会特点思考问题，适应环境，驾驶自己的人生之舟。但是，工业文明和城市文明的实现，并不意味着农业和农村经济社会的萎缩。随着科学技术应用领域的扩大，农业同样获得了新的物质技术装备的机会。随着农业人口的减少，经营规模的扩大，劳动生产率相对提高。农产品的供给不但没有减少，反而出现增加和过剩的趋势。在农业劳动力结构比例减少的情况下，工业发达国家农产品的有效供给，除满足本国的需要外，还有一定的富余可供出口，这也是工业社会的农业特征。

(3)经济增长的政治化。工业社会与农业社会相比较，人们的财富欲和生活享受欲日益得到比较充分的满足。但物质利益毕竟不是社会生活的全部内容。产业革命为人们提供了新的财富源泉，也带来新的社会矛盾和政治问题。少数人捷足先登，以科学技术作为手段，制造商品，操纵价格，控制市场，甚至制造伪劣产品乘机发财，成为百万富翁；多数人则因工资低，价格高，处于相对和绝对贫困之中，造成财富相对集中，社会分配不公的社会问题随之出现。与此同时，一些发达国家也利用科学技术、资本，甚至战争的优势和机会，参与世界市场的角逐和竞争，取得了经济增长和社会发展的领先地位，成为经济上的强国，政治上的霸主。这就使人与人之间的社会关系，国与国之间的政治关系，以及行为、观念、准则等，都发生了新的变化，从而加剧了穷人和富人、穷国和富国之间的对立和冲突。工业社会经济增长带来的政治问题已经超越了经济问题的本身。

三、工业文明的代价与极限

从近代科学到现代科学，从产业革命到工业社会，一方面是人类文明和社会进步的标志，另一方面也使人类付出了环境恶化和能源枯竭的沉重代价。地球对资源供给和环境破坏的承受能力濒临最大极限，通过侵袭大自然换取工业文明的传统工业化道路已经难以为继。人类正面临新的烦恼和选

择。

(一) 沉重的环境压力

经济和人口同步高速增长是科学技术革命和产业革命的两大社会功能。根据生态经济学的人口流和物质流理论，人口和经济增长的背后是生态环境的日益恶化。这是各国在实现工业化过程中付出的沉重代价。首先，人口增长过快、过多，为增加财富或维系生存，向自然索取物质的数量和速度，也越来越多，越来越快，使人类的自身再生产、经济发展、生态环境容量之间的协调遭到破坏，从而导致生态经济系统的功能失调，引发生态经济系统的恶性循环。其次，作为经济增长的两大环节——生产和消费，一方面把自然物加工成人类所需要的物质产品，以满足其生存和发展的需要；另一方面把生产和消费中产生的大量废弃物流入自然界，参与生态系统的物质循环，如不加强治理，即会造成严重的环境污染。所以，通常用每年环境排放的污染物数量，作为环境质量退化程度的标准，称之为“环境压力”。而造成环境压力的因素，一是人口因素，如总人口规模；二是经济因素，如人均产量或人均消费量；三是技术因素，如每单元产品或产值污染物排放量。用一个简单的数学公式表示为：

$$\text{污染物} : \text{人口} \times \frac{\text{产量}}{\text{人口}} \times \frac{\text{污染物}}{\text{产量}} \quad (1)$$

如采用增量方程，则可表示为：

$$\text{污染物排放量增长率} = \text{人口增长率} \times \text{人均产量增长率} \times \text{单位产量污染物排放量增长率} \quad (2)$$

(2)式为环境污染方程，亦称环境质量方程。

如果用上述公式描述环境质量的变化曲线，可以看出，工业化初期和中期是环境质量急剧恶化的主要阶段。突出表现为人口自然增长率迅速上升，人均产值增长率突破 1%；工业化进程加快，工业或制造业占国民生产总值的比重迅速提高，煤炭、钢铁、化工、建材等高污染工业部门迅速发展。特别是化肥、农药、地膜、煤炭等污染增加型技术得到广泛应用，既为人类创造了新的社会财富，也给生存环境带来深重的压力。可以说，产业革命使人类进入工业文明，也即进入了环境严重污染的时代。以老牌工业国英国为例，从近代科学兴起之后，曾经处于世界技术经济强国的领先地位，但也是环境公害最严重的国家。1873 年、1880 年和 1891 年，伦敦先后发生的 3 次燃煤毒雾事件，造成 1 800 人死亡；1952 年，因煤烟粉尘聚集不散，形成硫酸雾，严重危害人体健康，引起肺炎、流感及其他呼吸道疾患，4 天死亡的人数比平常期多 4000 人，随后三周又死亡 8000 人。这就是被人们称为“八大公害事件”之一的“伦敦烟雾事件”。其他工业发达国家如美国、日本等国，类似情况也屡屡发生。1943 年，美国洛杉矶出现因汽车排污造成的“洛杉矶烟雾”，使多数市民出现眼红、喉痛、咳嗽等病状；1953 年、1963 年和 1966 年，美国纽约发生过三次烟雾事件，造成 600 多人死亡。1893 年之后的 50 年间，日本因足尾铜矿排放废气、废水，造成对农田、森林的严重危害，几十万人因田园荒芜而流离失所；1955 年以来，四日市石油化工厂的废气和重金属排放物造成空气污染，1961 年引发的“四日市气喘病”，使 500 多人犯病，36 人死亡；富山县神通川下游因锌厂排放含镉废水发生“富山骨痛病事件”，280 人患病，34 人死亡；1956 年，熊本县因含汞废水排放到水俣湾，

发生严重的“水俣病”事件，使万余人受害，60人死亡。众多的环境污染事件，均是工业文明给人类酿成的“苦果”。

（二）廉价能源的极限

科学技术进步和产业革命加大了自然能流导入经济能流的流量和流速。为了追求经济的高速增长，人类消耗能源以获得动力的需求越来越大，以至自然界赋予人类丰厚补贴的煤和石油的用量，随着工业文明的升级急剧增加，非再生能源的产量增长速度和储量增长速度之间，出现了巨大的“剪刀差”。以煤为例，从13世纪开始采煤，到18世纪后期蒸汽机的发明和应用之前，煤对人类文明的作用并不显赫。但随着热能转换为机械能的突破，煤作为动力的源头，用量大增。特别是19世纪中叶石油资源的发现，以及电力、内燃机的广泛应用，全世界的能源消耗从1900年的6.8亿吨标准煤，猛增到本世纪的114亿吨标准煤。占世界人口15.9%的发达国家，其能源消耗占52.9%；占世界总人口5%的美国，其能源消耗占到世界总能耗的2/3。美国的石油与天然气能源的总用量相当于煤的3倍，二者储量的38%和22%已经被开采利用。预计世界石油产量将在本世纪末进入衰退期。煤的开采与储量之比在本世纪70年代为4%，但在储量不变，不可能再生的条件下，前景并不乐观。发展中国家的经济增长，人口城市化，将带来能源消费的新的峰值，能源危机正在走向实实在在的人类生产和生活之中。谁没有这种战略眼光，谁就会伴随高度的工业文明走向美好预期的反面。

（三）“毁灭的发明”已到尽头

有人用“毁灭的发明”来比喻科学技术对人类生存环境带来的负效应。这实际是技术悲观主义的一种具体反映，显然有失公允。而且把人类对自然和科学技术的认识局限在静态的层面上理解事物的本质，必然走向以偏概全的死胡同。但作为对技术乐观主义的一种悖论，也提醒人类，不能把科学技术进步当作征服自然、向自然挑战的唯一手段，必须重视其对人类社会的负面影响，即由对人类生存环境的侵袭造成对地球负载能力的超越。

事实上，由于工业化和经济增长对自然生态环境造成的破坏，已经不是危言耸听。随着近几十年来工业的发展，人口、经济迅速增长，全球性的环境问题愈来愈突出。一是“第一自然”的空间加速缩小，人均占有耕地、森林及其他资源的数量急骤减少，人口与资源的矛盾日加尖锐。二是在人类物质生活质量和生活环境质量之间，出现了同步异向变化趋势，以至淡水、新鲜的空气、清静的环境日益稀缺，城市不再是富人的“天堂”，不少人开始向往田园生活，回归大自然成为一些人梦寐以求的向往。

从涉及自然环境的几个主要指标的统计数字看，环境问题已经非常严重。①过度垦殖，植被减少，导致水土流失加剧，土壤沙漠化速度加快。世界80%的耕地面临中度或重度的水土流失，沙化面积以每年5—7万平方公里的速度迅速扩展。大量良田变为不宜耕作的不毛之地，严重威胁农业的持续发展。②工业排废增加，绿地面积缩减，导致出现全球性的气温升高，臭氧层耗损。因环境变迁引发的物种灭绝正在不断增加，以至人类学家和环境机构频频发出物种灭绝的警告。到2000年，地球上将有15%—20%的物种消失，平均每天灭绝一个物种，可供人类利用的动植物资源将越来越少。③水源破坏和淡水污染的双重压力，将会导致继“能源危机”之后的“水源危机”。

本世纪将有 10 亿以上的居民得不到符合标准的廉价饮用水,已由预测变为现实。生活用水、灌溉用水紧张正在成为经济增长和生活质量改善的严重制约因素。总之,依靠科学技术对大自然的超强度开发,已经和正在面临大自然的惩罚。如何利用科学技术补救科学技术的“过失”,已经提到人类进步的议事日程。

第三节 中国的变革与发展

在英国科学技术和产业革命期间,正值我国清朝的道光年间(1821—1851年)。当时的中国,对内实行思想禁锢,把广大知识分子挤逼到官宦仕途的狭窄天地。授“五经四书”,行“科举晋官”,这就是中国知识者寒窗苦读的唯一出路。对外实行“闭关锁国”,因循守旧,唯我独尊,拒绝和排斥外来文化和一切先进技术。这就造成一无产生科学技术革命的思想基础,二无发生产业革命的社会基础。鸦片战争之后,随着外国的入侵,同时带来了一些资本主义的文化意识和生产方式。但长期以小农经济为基础的封建制度,并没有因此发生根本的动摇。相反,由于封建统治阶级和外国侵略者的共同利益而相互勾结,使中国陷入半封建半殖民地社会,从而堵塞了中国社会制度和产业结构的变革和调整。直到新民主主义革命推翻了帝国主义、封建主义和官僚资本主义的反动统治,并经过社会主义改造,开始进入社会主义革命和建设以后,才为中国科学技术的进步和实现工业化的目标,提供了政策制度和社会环境。新中国成立以来,虽然在前进的道路上遇到过曲折和困难,但经济社会发展的速度是任何历史时代所不能比拟的,并以此为起点,真正走上逐步富裕和强大的道路。

一、近代工业的起步与发展

在近代中国,虽然没有如同欧洲那样的科学技术革命和产业革命,没有进入资本主义社会的经济社会条件,但从纵向比,没有、也不会倒退到13世纪。统治阶级可以决定制度和政策,却不能代替或阻止人民创造历史的伟大力量。另外,生产力的不断发展,外部世界的变化,对中国也会产生或多或少的影响。一些“明见远识之士”以及官场仕途上失意的文人学者,在顺应历史潮流的共识推动下,以一种无形的合力推动着中国经济社会的缓慢发展和变革。

鸦片战争的失败,不但使“天朝帝国”万世长存的迷信破灭,而且证明了近代科学技术的产生可以使一个不发达国家成为发达国家,甚至可以使一个小国转变为经济、军事大国。相反,如果一个大国科学技术长期落后,则丧失大国的地位,变为经济、政治、军事竞争中的弱小者。

英国的炮舰轰开了中国的大门,也使中国人在反思中觉醒,开始感到学习西方科学技术是强国富民之需要。从此,开始了痛苦的求索。首先是发端于官方,开始了以引进西方先进的科学技术、兴办近代工业为内容的所谓“洋务运动”。这场运动从19世纪60年代开始,历时30年,其间先后以官办、官督商办等形式,创办了一批近代军事工业。其中规模较大的有江南制造总局、金陵机器局、马尾船政局、天津机器局等机器军械工业。这些实业厂除制造军械、改善军队装备外,还兼有翻译西方科技著作、培训科技人才的任务。在民用工业方面,始办矿务局、电报局、织布局、机器五金厂,修筑铁路等。这场运动最后虽然由于缺乏广泛的思想基础、社会基础、资本实力,以及资本主义的控制、操纵、打击等多种原因以失败告终,但是毕竟迈出了发展近代工业的第一步。修建了唐山—胥各庄铁路;开办了中国第一个煤矿(开平煤矿),使用了新式机器;注重学习引进资本主义各国先进的生产技术,从而为中国由手工工场向近代工业过渡,发展民族工业等起了奠基的作用。在介绍西方科学技术,冲破“理教”“八股”的思想束缚,培养中国

近代科学技术人才，开创科技复兴中国等方面，也起到了“破冰”的积极作用。

“戊戌变法”是继“洋务运动”失败之后，在中国兴起的第二次探求强国富民的资产阶级改良运动。这场运动在总结“洋务运动”失败原因的基础上，认识到封建专制是扼制中国进步和发展的总根源，企图改变就技术学技术、就工业办工业的局限，通过改革政体，推进科学技术和近代工业的发展，实现富国强兵之目标。但这种宏图大略在中国强大的封建专制主义的社会条件下，注定是要失败的。在中国既没有“广兴会议，万机决于公论”的政治氛围，也没有“求知于世界”，“殖产兴业”的经济思想基础，加之维新派本身的传统思想和社会政治地位的局限，仅仅维持了100天的维新运动，便遭到慈禧太后的残酷镇压而失败。但维新派的哲学思想、政治宣传活动和兴学堂、办实业的激进务实精神和作为，为在落后封闭的中国注入西方民主、先进科学技术、培养科技人才，振兴近代工业等方面，带来了生机。

二、赶超意识与巨大成就

新中国的成立，开创了生产力发展和科学技术进步的新纪元。正如科学技术虽然不能代替和决定基本社会制度，但生产力的发展可能通过“刺激”生产关系的变革影响上层建筑一样，社会主义制度虽然不能代替科学技术，迅速形成先进的生产力和强大的经济基础，但作为世界上最先进的社会制度，可以通过正确的哲学、政治、路线、方针政策，影响和推动社会生产力的加速发展。本世纪50年代以后，中国科技事业和经济建设的发展，以及取得的巨大成就，正是先进的社会制度推动科学技术和社会生产力发展的生动说明。

新中国的建立，为发展科学技术，推动经济建设提供了条件，唤起了广大劳动人民，特别是广大知识分子建设祖国的巨大热情。这是中国的希望所在，出路所在。

为了医治战争创伤和巩固人民政权，解放之初，中国共产党集中主要精力，用较短的时间完成了国民经济的恢复和社会主义改造，步入以实现社会主义工业化目标的计划发展时期。当时，基础差，底子薄，成为不适应经济建设需要的突出矛盾。1949年，新中国建立时，全国科技人员不超过5万人，其中专门从事科学研究工作的不足500人，专业科研机构只有30多个。其研究领域主要是结合中国的自然条件和资源特点，从事地质科学和生物科学的分类研究。现代科学领域的绝大多数新学科、新技术，几乎都是空白。为了尽快改变这种科技人才在数量上、质量上和结构上的严重不足和缺陷，以适应第一个五年计划期间大批工厂陆续投产，以及对所有企业进行全面技术改造的需要，1949年11月，在旧中国中央研究院和北平研究院的基础上，成立了中国科学院，充实了研究力量。北京、上海、南京、沈阳、长春等大城市，利用科技人员比较集中，工业基础较强的条件，先后恢复和新建了数十个研究所。一些产业部门和省（市）也相继新建了一批研究机构。到1955年，全国科研机构发展到380多个，研究人员增加到9000多人，专业科技人员达40多万人。广大工程技术人员已经初步掌握了现代工厂、矿井、桥梁、水利建设等方面的设计、施工知识和技术，以及大型机械、机车、轮船等的设计和制造技术。这一时期，我国试制成功机械产品3500种左右，冶炼成功优质钢、合金钢240多种，科学技术的发展和成果在三年恢复时期和第一个

五年计划时期发挥了积极作用。

但是，就总体科学技术水平而言，尚处于初创和起步阶段。在新学科的基础理论研究，特别是在新技术的推广应用和科学成果转化方面，尚未提上议事日程，核物理学、电子学、半导体等现代前沿学科，高分子化学、分子生物学尚属空白。不论是与现代技术飞速发展的世界潮流比较，还是从中国这样一个人口、资源大国全面高涨的经济建设的实际需要来看，还有很大的差距，还很不适应。必须树立强烈的赶超意识。在 1956 年 1 月召开的知识分子工作会议上，毛泽东同志发出“向科学进军”的号召，指出我们国家大，人口多，资源丰富，地理位置好，应该建设成为世界上一个科学、文化、技术、工业多方面更好的国家；中国要培养大批知识分子，要有计划地在科学技术上赶超世界水平，先接近，后超过，把中国建设得更好。周恩来在这次会议上，更进一步阐明了这样的指导思想。他认为，人类处于新的科学技术和工业革命的前夕，我们已经远远落在了后面，必须急起直追。为此，中央主要领导亲自挂帅，组织全国学科带头人和技术专家 600 多人，并邀近百名苏联专家，成立了科学规划委员会，着手制定《1956—1967 年十二年科学技术发展远景规划》。按照“重点发展，迎头赶上”的指导方针和现代科学的发展动向，具体提出重点研究的 57 个项目，600 多个课题，用 12 年的时间使我国的科学技术力量赶上或接近世界先进水平，以满足经济发展的需要。

党中央和国务院采取的这些重大举措，受到各产业部门和知识界的响应，在全国掀起一个“向科学进军”的热潮。1960 年，全国投入的科研经费比 1952 年增长了 60 倍，先后建立了一批规模较大、装备良好、科技力量比较雄厚的研究机构。有条件的高等院校，也建立专业研究所和实验室，加强了科学研究工作的力度。全民所有制单位的科技人员达 196.6 万人，比 1952 年增长了 3.6 倍。一批功成名就、学有所长的海外游子，先后毅然回国，为发展新中国的科学技术事业起到了特殊的作用。到 60 年代末，陆续开展了分子生物学、地球化学、地球动力学、海洋学、低温物理、高能物理等现代科学的新分支的研究；核技术、火箭技术、半导体技术、自动化技术、计算机技术等从无到有，迅速发展起来。到 1962 年，规划中确定的重点项目，基本上实现。有些成果已经在生产建设中发挥了很大的作用。标志着中国的科学技术已经步入现代发展时期，为实现赶超世界水平的战略目标，打下了坚实的基础。

从本世纪 60 年代初始，中国不仅在科学技术的总体水平上发生了根本性的变化，而且在地质力学、核技术、火箭技术、生物技术等领域的研究应用方面，达到了世界先进水平。从 1958 年开始，应用著名地质学家李四光的地质理论和陆相地层勘探技术，先后发现了大庆、胜利、大港等天然油田，推翻了“中国贫油”的“定论”。1962 年实现石油自给，1965 年开始石油输出。1964 年 10 月，第一次核爆炸试验成功。1966 年 10 月，中国自行设计制造的导弹发射成功。1966 年 12 月，在世界上中国第一次人工合成结晶胰岛素。1967 年 6 月，中国的氢弹试验成功。1970 年 4 月，中国成功地发射了第一颗人造地球卫星。这些尖端技术的突破性进展，大大缩小了中国与世界先进水平的差距。进一步证明了，中国不仅有古代科学技术领先于世界的辉煌纪录，在现代科学技术突飞猛进的当今世界，独立自主的中华民族，已经具备了攀登现代科学技术高峰的坚实基础和巨大潜力。

新中国建立之后，经过不到半个世纪的发展，我国在科学技术和经济建

设方面，取得了过去几千年不可比拟的巨大成就。如果把 50—70 年代初取得现代科学技术发展的巨大成就，比作为科学的第一个春天，那么“文化大革命”十年动乱以后，进入改革开放和稳定发展时期，则是现代科学技术发展的第二个春天。1976 年“文化大革命”一结束，党和国家就在百废待举的情况下，把整顿和恢复科学研究和教育工作列入重要议事日程。并于 1978 年 3 月召开了有 6000 多人参加的全国科学大会，制定或重申了发展科学技术的各项重要政策，制定了 1978—1985 年全国科学技术发展规划。特别应当指出的是，取得了“科学技术是生产力”的共识。邓小平同志又指出：“科学技术不仅是生产力，而且是第一生产力。”一个国家的富强昌盛，不仅取决于社会制度等上层建筑和生产关系的变革，自然资源的丰缺，更重要是决定于科学技术，决定于文化教育，决定于人才。我们提出“科教兴国”的战略方针。从此，科学技术的发展，既排除了曾经屡次发生的政治干扰，又走上了与世界交流和合作的开放道路。改革开放，稳定发展，为迎接世界新技术革命提供了难得机遇。同时，也面临现代科学技术爆炸和激烈的国际竞争的挑战。如何充分利用历史机遇，制定正确的发展战略，走向世界，走向未来，便成为我们从理论到实践都需要回答的问题。

第五章 新技术革命——机遇与挑战

人类进入 20 世纪以后，由于科学与技术的联姻，由于两次世界大战的刺激和推动，科学技术以惊人的速度突飞猛进。现代科学的重大发明和发现，使基础科学取得了突破性进展。科学技术成果的加速推广与转化，推动新兴产业不断涌现，标志着科学技术革命新时代的到来。特别是第二次世界大战以后，美、英、法及前苏联等国投入巨大的力量，发展教育，培养人才，建立大型研究中心和实验基地。物理学革命，能源革命，信息革命……相互推动，使科学技术与经济、政治、军事，以至人们的日常生活的关系愈来愈密切，作用愈来愈大，影响愈来愈深远。发展科学技术，以科学技术制胜已成为长远战略。我国在分析和认识这种趋势的同时，正在制定和完善迎接机遇与挑战的总体战略，只要顺时应势，抓住机遇，就一定能够创造美好的未来。

第一节 新技术革命的来龙去脉

20 世纪 50 年代以后,随着微电子技术、电子计算机,以及相关的生物技术、新材料、新能源的产生和发展,给人类社会带来巨大、复杂和深远的影响。由于这种变化不同于过去以工具机和动力机为内容的工业革命,被人们称为新技术。也有人形象地比喻为“第三次浪潮”,或按照农业社会、工业社会、后工业社会三段论,把新技术革命引起的经济社会变革,称之为“后工业社会”或“信息社会”。说法虽然不一,但都基于现代技术的发展,将对一切领域的传统和习惯带来巨大的冲击这一事实和趋势,却是共同的。

一、新世纪的曙光

传统工业的发展,为人类创造了物质文明和精神文明,也给人类增加了资源、能源枯竭的压力和生活环境恶化的烦恼。而新技术革命既有推动经济增长和社会进步的积极作用,又面临人口膨胀、工人失业、军事竞争加剧、核武器威胁、贫富差别扩大等潜在的经济、政治和社会危机。使人类社会处于未来发展的十字路口,面临着“鱼”和“熊掌”之间的双重选择。

(1)关于现代传统技术目标的选择。随着科学的发展和技术的进步,科学技术的社会功能亦在扩展和变化。在科学与工匠尚未结合的近代之前,科学的大发展曾经为封建阶级战胜奴隶制度、资产阶级战胜封建制度的社会革命,提供了强大的思想武器和精神力量。进入产业革命时期,科学的发展及其在技术上的应用程度,便成为决定劳动生产率和经济增长的主要因素。

任何事物都有它的两面性。以征服自然为目标的科学技术,也带来人口、资源、环境等复杂而困难的生态经济问题。所以有人把传统的现代科学技术形容为“双刃刀”“魔棒”,意即既可以获得惊人的成就,把人类带进物质文明和精神文明的殿堂;也可以造成资源枯竭,环境恶化,把人类送入绝望。不管这种形容是否准确,但充分认识科学技术这种双重的社会效应,是非常必要的。诚然,人类社会发展到今天,要求放慢甚至放弃科学技术的发展速度和进步作用,显然是因噎废食,所以是不可取的。但急功近利,鲁莽行事,必将遭到大自然的无情报复和惩罚。如何才能趋其利而避其害,是需要选择和解决的一个现实问题。

(2)对新技术革命冲击下的未来社会需要作出科学的判断和预测。20 世纪中叶,在第二次世界大战的刺激下,在激烈的国际竞争中,以新技术、新产业的兴起和发展为标志,在世界范围内掀起一场新技术革命的浪潮,已经和正在引起生产方式、生活方式甚至整个社会的质的变化和飞跃。新技术革命已经是呈现在我们面前的客观事实,毫无疑义。但人类的未来是福、是祸,如何判断和迎接一个崭新社会的到来,却有不同的看法。一些未来学家甚至站在各自的立场和观点,提出截然不同的看法和结论,产生了所谓的“乐观派”和“悲观派”。但人类社会是一部进步和发展的历史,现代人类更不甘心自认“倒霉”,以至世界上许多国家以政治眼光对待新的科学技术革命,把发展科学技术作为国策的核心,纷纷制定和调整发展战略,争取在科学技术和人才竞争中占据主动地位。成功与失败,在此一举。在新技术革命的浪潮面前,能否顺势应时作出正确的选择,将对一个国家的未来发展产生深远的影响。

可见,科学技术与人类生存、社会进步的关系,随着科学技术的飞速发

展愈来愈密切、愈来愈休戚相关。用进化论的观点看问题，科学技术与社会进步之间的关系，也存在着优胜劣汰，适者生存（或者说适者强大）的规律。美国、日本通过产业革命相继取得后来者居上的优势，居于经济强国的地位，证明经济社会发展与生物进化存在着相似的客观规律。另外，科学技术与社会进步之间的相关，决不是单向的、静态的、平面的简单“物理现象”，而是一种以系统整体的作用和功能相互融合的“化学现象”，正如人体作为一个有机整体，无论是自身体内的生理循环功能，还是对外界环境的适应，都朝着有利于自身的存在，不断地进行复杂的奥妙的自我调节和适应。所以，未来科学技术发展和社会变革导向有利于人类社会进步的目标。

我们可以这样认为，对科学技术造成的现实忧虑和未来的担心不无道理。但对未来的美好憧憬，更鼓舞人们充满信心迎接 21 世纪的曙光。①人类在自觉地把科学技术当作第一生产力的同时，对科学技术的社会功能的认识更加全面和深刻，开始从索取自然、征服自然、改造自然的对立中解脱出来，逐渐走向科学——技术——社会——环境的协调和亲和；从单纯追求经济增长走向提高工作和生活的环境质量；从急功近利的思维方式走向可持续发展。无论是宏观（世界）、中观（国家）、微观（企业）的技术政策和技术目标的制定，都出现了这种可喜的趋势，即在应用现代科学技术组织生产的同时，开始注意保护生态环境和节省能源。②依靠科学技术解决科学技术带来的社会问题正在起步。这种趋势从两方面反映出来。即一方面科学自身的发展产生了新的分支和边缘学科，表现为科学自身的发展和完善，表现为科学的社会作用的协调和谐。如生态科学、环境科学、生态经济科学、经济社会科学等，为人类解决自然环境和社会环境的恶化提供了理论知识和技术方法；另一方面，自然科学的进步和突破，为人类认识自然开拓了新的视野，为资源替代找到了新的途径。如，面对能源枯竭，原子能、风能、太阳能、水能以至生物能的利用，呈现出“柳暗花明又一村”的景象。③以新兴产业的产生、经济增长方式的转变为特点的科技、经济、社会大系统的自组功能，可以通过生产组织和社会组织结构的调整，逐步建立和协调科学技术与社会顺向发展的稳定联系，而避免人与自然、科学与社会、技术与环境之间的矛盾、冲突引发的人类悲剧的发生。

总之，人类迎着新技术革命曙光跨入 21 世纪的时候，展现在人们面前的绝对不会是停滞、贫穷和毁灭，世界将变得更加美好。

二、新技术革命的主要内容

新技术革命是 20 世纪 50 年代提出来的一个概念。第二次世界大战以后，现代科学技术进入飞速发展时期，随着微电子学、信息科学、生命科学、材料科学、空间科学、海洋科学等新学科、高技术的蓬勃发展，一些新兴产业展现在人们面前，引起社会面貌发生飞跃性的变化。这种质的变化，既包括生产体系组织结构和经济结构的变革，又包括思想观念、管理方法、经营决策、教育体制等方面的变革。特别是 70 年代以来，微电子学和计算机技术、生物技术、航天技术和海洋开发技术的迅速发展，为人类的未来展现了灿烂的前景。这种以科学技术的突破性进展为先导引起的社会大变革，已经在历史上发生过几次，故而称为新技术革命。也有的称之为“第四次科学技术革命”“第四次工业革命”“新工业革命”“新的产业革命”“技术世纪”“第三次浪潮”“后工业社会”“信息社会”等，说法各异，所指内容大致相同。

新技术革命的内容，由于审视的角度不同，对未来社会变化趋势的判断和预测不同，提法不同，其内容涉及的范围很广，其不同层面的内容主要包括如下几个方面。

（一）科学技术内容

如果说 18 世纪 40 年代开始的产业革命是以纺织机械和蒸汽机的发明和应用为前提，19 世纪初开始的电力革命是由内燃机和电机的发明和广泛使用力前提，那么，20 世纪 50 年代开始的新技术革命，则是以微电子学和电子计算机的发明和广泛应用为突破口，带动生物技术、通讯技术、航天技术、新材料和新能源技术、海洋工程、系统工程等一大批新技术的革命性变革，从而影响社会经济结构、组织管理以至生活方式发生新的变化，使人类进入一个新的发展时期。

新技术革命，不仅表现为新科学群、新技术群的崛起，作为一个动态过程，还表现为建立在理论研究基础上的技术突破、社会功能的生产力实现速度大大加快，周期大大缩短。据资料介绍，从技术原理到产品实现的周期逐渐缩短：

摄影术 (1707—1839 年)	112 年
电 话 (1820—1876 年)	56 年
无线电 (1867—1902 年)	35 年
雷 达 (1925—1940 年)	15 年
电 视 (1922—1934 年)	12 年
原子弹 (1939—1945 年)	6 年
晶体管 (1948—1953 年)	5 年
集成电路 (1958—1961 年)	3 年
激 光 (1958—1960 年)	2 年

就某一项技术产品而言，从发明生产到普及应用的速度也是很快的。以电子计算机为例，1946 年诞生的第一台电子数字计算机，是一个由 1.8 万个电子管组成、重 30 余吨、占地 150 平方米的庞然大物。经过 30 多年发展，特别是微电子技术的应用，使计算机由电子管、晶体管到集成电路、大规模集成电路，更新了 4 代。现在，正向人工智能机（第五代）发展。而且每更新一次，体积缩小 10 倍，成本降低 10 倍，计算速度提高 10 倍。今天，不同功能的计算机已经广泛应用于生产和生活的各个领域，成为时代的象征。与计算机技术相关联的电讯技术、空间技术，组成了全球通讯网络，以高质量和高速度收集、加工、储存、传递信息，使知识的积累和传递速度实现了快捷、方便。不仅加快了新技术从研究到生产产品的节奏，而且加快了知识老化和产品更新的过程。而技术和产品的推陈出新，又极大地丰富了人们物质生活和精神生活。

新技术革命的内容，还应包括科学技术体系和结构的相应变化。这种变化主要反映在两个方面：①许多学科的界限，因各学科之间的相互联系、相互渗透而被打破了。出现了许多边缘学科，比如天体物理学、生物化学、量子化学和分子生物学等。现代物理学和高新技术的发展，促进了诸多学科的发展。如发展空间技术，需要动员与此相关的一切科学技术的最新成果，从而刺激电子技术、核物理等许多学科的发展。与此同时，随着对科学技术社会功能认识的深化，研究科学技术发展规律的科学应运而生，如控制论、信

息论、科学学、技术科学等，已成为新学科群的重要组成部分。②随着科学技术自身的“成熟”和人们对科学技术认识的深化，科学技术的社会意义已经远远超出了推动经济高速增长的单一功能，而成为显示国力的筹码和提高人们生活质量的未来寄托。科学研究作为一个社会行为，科学技术作为一种社会现象，出现了自然科学与社会科学的交叉和融合。自然科学武装社会科学，社会科学导向自然科学的协同和交叉，正在开辟出一条趋其利而避其害的希望之路，光明之路。

（二）新兴产业内容

科学技术革命是科学技术作为生产力的本质实现，是科学技术导入生产活动，创造物质财富和精神财富的大跨度超常规的社会进步。它的具体实现形式和过程常常以体现科学技术突破性进展的新兴产业群的崛起为中心，从而推动社会全新的变革。

每一次技术革命，都有代表时代文明的产业内容。因此，也称为产业革命。第一次产业革命，是以纺织机的改进和动力机的使用为前提，兴起纺织工业为代表的轻工业，出现了机器、工厂、工人，动摇了农业一统天下的稳定结构。第二次产业革命以电力工业、钢铁工业、化学工业等重工业兴起为标志，人类进入产业化社会，致使以钢产量为衡量国力的重要标志。第一次世界大战前，德国的强大，即是指钢产量超过英国而言的。

新技术革命，即第三次产业革命的主要标志，已经突破传统的现代技术和工业内容，而转向高新技术的研究与开发。所以，习惯上将这一次产业革命称为新技术革命。其产业结构的变化，主要表现在两个方面。一是对传统工业注入新的技术内涵，推动传统产业的现代化。如以工业技术装备推动农业现代化；新材料和制造技术的发展，推动交通运输的高速化、立体化等。二是与新技术相关的新兴工业群的崛起。以电子计算机、集成电路为基础的电子工业，以核工业为核心的新能源工业，以高分子化学为核心的新材料工业，以遗传工程技术为基础的生物工业等，都是伴随新技术革命出现的新兴产业。为了与传统工业相区别，有人把以电子技术为轴心产生的工业群，称之为“信息产业”。这种结构性的变化，在一些发达国家发展很快，经济社会发生了全方位的深刻变革。资源优势从物质转向人才；生产优势由产品转向服务；生产模式由资本密集转向知识密集；以市场为中心的经济活动由国内转向世界。

新兴产业以其高技术含量显示出独特的优势。本世纪 70 年代之后的经济萧条期间，西方各国凡第二次技术革命出现的工业部门，如汽车、石油化工等出现大幅度下降，而新兴的高新技术产业部门，如以微电子技术为基础的电子计算机和通讯事业，却出现了大幅度的增长趋势。美国在 1972—1978 年间，以半导体、计算机为主体的 45 种行业，年增长率平均为 9.6%，是制造行业平均增长率的 3 倍。信息产业愈来愈成为经济增长的重要部门。美国 1967 年的国民经济总产值中，电脑、通讯、广告等信息行业的产值占到 25.1%。电子产品的销售额，1980 年为 1050 亿美元，1982 年达到 1400 亿美元。据 1983 年 4 月在前苏联召开的一个国际会议上公布，全世界国民生产总值的 65% 与电子技术相关。可见，以电子工业为先导的信息产业，已经由经济的生长点成为经济的支柱，所以也被人们称为“新经济”。

（三）社会内容

科学技术是推动社会进步的巨大动力。新技术革命不管从哪一个领域和环节突破，最终都折射到经济增长和社会发展上。从传统工业社会到信息社会，其突出的变化主要反映在以下几个方面。

(1)就业结构的变化。随着科学技术为主导的新兴工业的兴起，随着生产活动的内容由制造产品向提供服务的转变，按照社会经济构成的三大部类的划分，劳动力的就业领域继由农业和矿业部门转向工业制造之后，已经或正在进行再转移，其就业领域将由第二部类转向服务业，而且转移速度很快。如美国，1970 年从事服务业的劳动力为 60%左右，1980 年已上升到 65.5%。前联邦德国、日本等国也呈现出这种发展趋势（表 5—1）。

表 5—1 1955 年、1980 年美、日、前联邦
德国各部类从业人员分布

国 别	第一部类		第二部类		第三部类	
	1955	1980	1955	1980	1955	1980
美 国	4.7	2.9	39.6	31.6	55.7	65.5
日 本	23.1	3.6	28.3	37.6	48.6	58.8
前联邦 德 国	8.0	2.1	53.0	47.4	39.0	50.5

就服务行业本身的劳动岗位和性质而言，信息社会人们所从事的服务工作，绝非通常意义上的家庭保姆和佣人，也较工业社会为发展商品生产配套的交通、能源、金融、保险等行业有所扩展。教育、科学研究、文化、卫生、政府部门等，将成为庞大的就业领域。“蓝领工人”（以体力劳动为主的产业工人）将逐步减少，“白领工人”（以脑力劳动为主的产业工人）将逐渐增加。1970 年，美国就业结构中“白领工人”和“蓝领工人”之比为 5：4。前者既包括以脑力劳动为职业的教师、科研人员、技术人员、文艺创作人员、律师等，也包括从繁重、危险的体力劳动者转变为电脑机械和自动化工艺流程的控制者和管理者。与此同时，劳动者的知识结构也发生相应的变化。在美国，1975 年受过高等教育的专业人员达 1320 万人，为 1940 年 390 万人的 3.4 倍，仅次于半熟练工人，居第 2 位。新技术不仅使脑力劳动大量取代体力劳动，随着电脑进入广泛的生产和生活领域，还将取代一般意义上的脑力劳动。有人估计，美国的计算机承担着相当于 4000 亿劳动力的工作。如果现在还靠接线员手工操作，所有美国妇女为美国电话、电报公司工作，也满足不了需要。

(2)教育与经济接轨。在科学与技术、技术与经济相互隔离的产业革命之前，受教育者是不参加生产劳动的。在脑力劳动与体力劳动分离的时代，教育不具有经济功能，教育属于消费领域。随着产业革命的兴起和科学技术日益广泛地进入经济领域，教育作为知识输入和技术训练“生产车间”的作用愈来愈重要，甚至成为国力竞争中的决定性因素。美国著名经济学家、“人力资本学说”的创始人舒尔茨说过：“教育作为经济发展源泉，其作用是远远超过被看作实际价值的建筑物、设施、库存物资等物力资本的。”根据他的计算结果认为，教育资本在增加国民收入中所占的份额为 33%。日本计算 1930—1955 年期间教育投资的贡献，在国民收入中占 25%左右。又据挪威 1900—1955 的统计资料推算，固定资本每增加 1.0%，生产增加 0.2%；劳动力每

增加 1.0%，生产增加 0.75%；教育经费每增加 1%，生产增加 1.8%。前苏联根据统计资料计算，每 1 卢布教育投资所带来的国民收入，1960 年为 3.28 卢布，1970 年为 4 卢布，1975 年为 4.18 卢布。据美国经济学家测算，1900—1959 年，物质投资仅使利润增加 3.5 倍，而同一时期的教育投资则使利润增加 17.5 倍。因此，工业发达国家都把发展教育作为发展战略而不遗余力。1965—1975 年间，法国的教育经费增长 3 倍，英、美增长 4 倍，日本增长 10 倍。而教育投入增长最多的国家，也是经济发展最快的国家。80 年代，全世界每年投放的教育经费已超过 2000 亿美元，在公共费用中仅次于军费开支，居第 2 位。

教育的社会功能，除推动经济的迅速增长，还具有更新观念、规范行为、陶冶情操的精神升华作用。因此，适应新技术革命的需要，现代教育已突破就业前的准备教育和训练，而成为终身的全程教育；已突破科学知识的传播和积累，而转为技能的培养和训练；已突破狭窄的专业界限，而转向学科综合和培养通才。总之，教育已成为普遍的社会现象。无学历者的就业机会、领域越来越窄；工作岗位上的每一个人，都必须不断更新自己的知识，才能适应社会的需要。

(3)国家发展战略转移。随着科学技术社会功能的发展变化，指导由农业社会向工业社会转变的理论、政策和发展战略，已不能适应由工业社会向信息社会转变的形势要求。第二次世界大战以后，科学技术飞速发展成为影响和决定一个国家强弱的关键性因素。弱者变强，强者转弱，又与国家政府对未来趋势把握及对此采取的对策有关。所以，在世界范围内纷纷调整和转变发展战略，以在保护原有传统优势的基础上，进而在发展高新技术和新兴产业方面争取领先地位。其主要内容集中在两个方面。

第一个战略重点是大量增加科研费用，发展尖端技术产业。以美国为例，第二次世界大战后 50 年中，科研费用在国民生产总值中所占的比例，每年以 60%—70%速度增长。1940 年科研费用为 3.8 亿美元，占到国民经济总值的 0.4%；1945 年为 15.2 亿美元，占 0.7%；1950 年为 28.7 亿美元，占 1.0%；1955 年为 62.8 亿美元，占 1.6%；1960 年为 137.3 亿美元，占 2.7%；1965 年为 204.4 亿美元，占 3.0%。日本的科研费用 1983 年首次突破 252 亿美元，在国民生产总值中所占的比例，接近于美国和前联邦德国（表 5—2）。

表 5—2 部分国家科研经费投入比较

单位：亿美元、%

国别	年度	科研经费	占国民生产总值的比重
美国	1980	608	2.33
前苏联	1980	320	4.65*
日本	1980	205	1.96
前联邦德国	1979	175	2.28
法国	1979	105	1.80
英国	1978	70	2.19

* 为国民收入的比重。

从扶植的高技术项目来看，又都集中在集成电路、计算机技术等领域，相关发展空间技术、生物工程、海洋工程、新材料等尖端技术。如英国制定

了对电子、机器人工业给予特殊资助的计划。1978 年的资助项目是微电子产业和微处理机应用；1981 年的资助项目是多用机器人；1982 年的资助项目为计算机工业。高新技术产业的竞争，成为未来发展战略的核心内容。

第二个战略重点是科学技术与经济社会协调发展。进入新技术革命时代之后，技术、经济、社会三位一体，协调发展已经成为各国政府的战略目标。这就不仅要求充分发挥科学技术的巨大作用，走科技立国、科技兴邦之路，而且要求把经济增长建立在资源、环境等约束条件下，把环境科学、生态科学、节能技术与“增长技术”摆在同等的重要地位，协调人与自然的关系，协调经济增长与社会全面协调发展的关系，协调产品产量与生活质量的关系，一句话，实现物质文明与精神文明的协调发展。为此，政府对科学技术发展的组织工作、干预力度比过去任何时候都显得重要。并通过立法和政策导向，实现科学技术在结构调整、生产力配置、资源合理利用、生态环境的保护和改善、人口与经济的均衡增长、国家的安全保障等综合发展目标，实现建立在现代科学技术基础上的“可持续发展社会”。

三、发展趋势和特点

科学技术从古代——近代——现代，既是一个发展过程，也是一个成熟过程。新技术革命的兴起与发展，标志着人类由认识科学技术自身规律到自觉应用这些规律，进而推进社会发展进入了一个新的历史阶段，表现出新的发展趋势和特点。

(1)高速化。这一趋势集中地体现在一个“快”字上。新学科的诞生，知识的更新，科技人员的增加和科技队伍的壮大，科学物化为商品的周期加快；科学技术作用于经济社会领域的时空过程的缩短，都显示出过去任何时期不可比拟的速度。从科技人员的增长速度来看，从 1940—1970 年，美国的科研人员由 14.5 万人增加到 54.9 万人，30 年增长 2.8 倍；前苏联同期由 9.8 万人增加到 55.0 万人，增长 4.6 倍。据统计，从 1930—1968 年，美国就业人员增长 60%，而其中技术人员增长 4.5 倍，科研人员增长 9 倍；企业的研究人员从 1940 年的 3.7 万人，增加到 1959 年的 27.7 万人，19 年增长 6.5 倍。知识更新的速度也异常地加快。有人把伴随现代科学技术发展出现的科学知识急骤增长，形象地称之为“知识爆炸”。据美国学者研究，图书每 16 年增长 1 倍，科学杂志每 50 年增长 10 倍，科学文献每 10—15 年增长 1 倍。这种科学知识高速增长与科学技术快速发展交织进行、相互推动的态势，形成一股强大的冲击波，影响着社会的各个领域。

(2)综合化。新技术革命的综合化趋势，主要表现在三个方面。首先反映在科学与技术之间的相互交叉、渗透、融合。不仅学科研究领域的界限模糊了，而且科学与技术的界限也混淆了，出现了所谓科学的技术化与技术的科学化趋势。许多重大发明，便是这种相互融化的“产儿”，其本身就是一个完整的科学技术逻辑体系。如空间技术，就是一项动用几乎所有现代科学技术的“神经”组装起来的系统工程。其次是以计划、组织、规模所反映的社会化趋势。科技史学家按照科学技术的社会意义，把科学发展的历史进程划分为小科学时代和大科学时代。后者以研究项目组织管理的规模化和计划化为特征。新技术革命作为一个开放系统，把科学技术的横向联系大大扩展了。信息社会科学技术的发展，不再表现地域的隔绝和经验的封闭特征，也不再表现为学科之间的明显的特定界限和组织上分散的个体的无序组合，而是在

国家甚至国际之间的有计划、有组织的大规模总体推进。人们经常把美国“阿波罗计划”的实施和完成作为“大科学”的代表作。从1961年5月，美国国会通过总统肯尼迪提出的“阿波罗”17号登月计划，到1969年7月第一批宇航员登上月球，再到1972年12月“阿波罗”17号登月计划结束，历时11年，耗资200多亿美元，动员120多个大学和实验室，2万多家公司和厂商、40多万人参与这项浩大的工程。有人称之为“伟大的浪费”，也是美苏之间冷战的产物。但这种以组织工业生产的方式进行的技术实验，反映了新技术革命的一个主要特点。第三是体现在科学认识论和方法论的综合性特征。研究对象的多学科性和学科的多对象性，将更加突出项目的整体水平。单学科的理论领先与技术突破的重要地位，越来越被综合性项目的整体突破所取代。因此，科学的社会学、组织学 将成为现代科学技术的重要研究领域。

(3)智能化。新技术革命新就新在它把科学技术的应用由工具机、传动机、动力机延伸到控制机，实现了把信息注入产品的革命。而以微电子学为理论基础的计算机，通过其“记忆”和“逻辑推理判断”，自动调节和控制机器的运转好像一部机器的脑子代表人脑在工作，所以人们将电子计算机称之为“电脑”。如果说动力革命以其替代人的体力，使社会发生了一次质的飞跃的话，那么以信息的储存、传递和处理为主要功能的“电脑”的发明，则可以替代人的智力的特殊功能，必将引起社会的又一次飞跃。第二次世界大战以后，世界“人工智能”的研究方兴未艾，智能机的问世已初见端倪。今后产品有机构成中的活劳动，将分割为体力劳动含量和脑力劳动含量两大组成部分。知识和智力越来越成为决定生产力发展速度和经济实力的关键因素。

第二节 机遇与挑战

新技术革命及其日益对经济社会发展的巨大推动作用，使之成为国际竞争的重要“筹码”。无论是“两个阵营”时期，还是发达国家的多级较量，都把推动现代科学技术的发展放在国家战略的核心地位，加以全力推动。另一方面，科学技术对社会的“双刃刀”作用，从来也没有像现代这样事关人类的存亡。它可以惊人的速度创造财富，也可在瞬息片刻毁灭人类的千古文明，以至引起一些预测专家对未来世界的迷惑。人类正处在一个机遇与挑战并存的历史大转折时期。

一、当代世界潮流

由于立场、观点、方法不同，对事物审视角度的差异，对当代世界潮流的概括和描述，不可能简单地得出同一结论。但我们通常所讲的“和平与发展”，毕竟是主流，也反映了人们对未来的美好向往。在世界范围内正在兴起的新技术革命，同过去曾经发生过的几次技术革命相比，无论是内容、形式和社会影响，都有着本质的区别。其重要标志是由传统的工业技术（机电技术）向信息处理和传递技术的突破，及其在社会生活领域的广泛渗透和扩散。今后社会的发展，不仅仅是传统工业社会的延伸和扩展，而是建立在信息技术基础上的质的变革和飞跃。

新技术革命对经济社会生活的深刻影响和未来趋势，已经引起未来学家、思想家、社会学家，以至各国政府的广泛关注。美国社会学家阿尔温·托夫勒的“三次浪潮”说，丹尼尔·贝尔的“后工业社会”说，约翰·奈斯比特等的“信息社会”说等，分别从不同视角描述和预测了未来社会的发展趋势和轮廓。

阿尔温·托夫勒，美国社会学家。代表作有《未来的震荡》（1970年出版）、《第三次浪潮》（1980年出版）。作者把社会生产力的发展过程划分为三个阶段，认为人类已经经历了二次社会大变革。每次变革都以新文化和新文明取代旧文化和旧文明。第一次是发生在几千年以前的“农业革命”，从此人类从原始野蛮的渔猎时代进入以农业为基础的社会。第二次是发生在300年以前的“工业革命”，从此人类社会由农业社会进入工业文明时代。每次变革的浪潮，都是由一种全新生活方式取代原来的生活方式。目前，人类社会进入一个崭新的时期，即所谓“第三次浪潮文明”。他认为，以不可再生能源为基础的工业文明已经难以为继，科技的飞跃发展，将出现以电子和电脑工业、空间工业、海洋工程和遗传工程为主的新的生产体系。从而为非工业国提供了跨越第二次浪潮的传统模式进入第三次浪潮文明的可能和机会。

丹尼尔·贝尔，美国未来学家，2000年研究会主席。1973年出版《后工业社会的到来——社会预测尝试》。1979年发表《信息社会》。按照人类经济活动的内容和方式，贝尔把社会发展的历史划分为前工业社会（农业社会）、工业社会和后工业社会（信息社会）。前工业社会主要是人和自然打交道，社会发展依赖于自然界提供原料和劳动力，生产部门主要是农业和矿业。工业社会是人与机器和商品打交道，社会发展主要依赖于能源，生产部门主要是制造业、建筑业以及交通运输业、商业等服务行业。后工业社会主要是人与人，人与社会打交道。科学成为生产力增长的“决定因素”，信息

成为一个国家的战略资源。生产部门主要是服务行业，包括与工业直接联系的运输、贸易、金融等辅助服务；卫生、教育、政府部门等公共服务，以及资料处理、旅游、娱乐等专业服务和生活服务等。贝尔还认为，1956年美国“白领工人”超过“蓝领工人”，标志着美国工业社会的结束和后工业社会的开始。其主要特征是，在经济方面，从制造商品为主转向以提供服务为主；在技术方面，从传统的制造业转向以科学为基础的新兴工业为主；在社会方面，从企业、公司和劳资矛盾充斥的社会转向大学、研究机构和科学组织、科技政策为主；在认识论和方法论方面，从经验技术、经验决策为主转向以理论为基础的技术和科学决策。

与上述观点相呼应，法国《世界面临挑战》的作者让——雅克·塞尔旺——施赖贝尔，美国《大趋势·改变我们生活的十个新方向》的作者约翰·奈斯比特，日本《信息社会》的作者松田来津、布朗的“可持续发展”论等，都认为发达国家一方面以经济实力为后盾，处于现代科学技术发展的前沿，另一方面又陷入世界危机的旋涡之中。都期望借助新技术革命的“魔棒”，从矛盾的夹缝中，拨开迷雾，迎接信息社会的曙光。不管他们各自的初衷如何，预测未来，总比总结过去困难得多，仅就作为一个学者的渊博才识和敏锐思想，也是值得称道的。况且，从今天世界发展趋势看，以信息革命为主旋律的新技术革命，正在按照上述预测的基本轨迹，把人类带进21世纪，走向全新的信息社会。

(1)随着生产效率的提高，生产面貌已经和正在发生巨大的变化。传统工业虽然没有“死亡”（也不可能死亡），但由于信息技术参与生产过程和组织管理，替代了大量繁重的体力劳动和复杂的脑力劳动，极大地提高了劳动生产率，使生产面貌发生了巨大变化。据介绍，美国的计算机担负着相当于4000亿个劳动力的工作，相当于美国人口的2000倍。日本大限制钢所轧钢车间，采用计算机控制轧钢生产线，使操作人员减少了76%，而生产效率却提高20%。大宫工厂由于数控机床的研制成功，使原来需47人操作的27台车床，减少为6人操作。正如马克思所说：“各种经济时代的区别不在于生产什么，而在于怎样生产，用什么劳动资料生产。”^①工业社会和信息社会的重要区别即在于此。

(2)随着信息产业的崛起，人类的社会生活将发生巨大的变化。1956年，美国的“白领工人”超过“蓝领工人”，足以说明由信息产业的崛起引起的就业结构的变化，是劳动力的新一轮大转移——从第二部类产业向第三部类产业的转移（也有人把信息产业作为继农业、工业、服务业之后的第四产业）。由此引起的社会变革将比以前发生的几次变革更深刻，更广泛。脑力劳动将最大限度地替代体力劳动，人类将不必担心产品的匮乏而投入巨大的人力从事第一、二部类的生产。知识作为一种无限资源将替代传统意义上的有限资源，为人类创造满足日益增加的物质生活和精神生活需要的社会财富，从而缓和人类与自然和环境的矛盾，实现科学——经济——社会的协调发展，真正实现可持续发展社会目标。

(3)随着信息经济和信息社会的出现，将引起行为观念和生活方式的巨大变化。新技术革命的日益广泛和深刻的影响，把人们带到大至星际、海洋的宏观世界，小到物质（包括生物）原子结构的基本单元，快至每秒运算万亿

^① 《马克思恩格斯全集》第23卷，人民出版社1972年版，第204页。

次的计算能力，巧至“电脑”替代人脑的左脑作逻辑运算及多媒体计算机的出现。不仅给传统经济、传统社会、传统文明带来深刻的巨大变化，而且将改变人们的观念行为和生活方式。由于物质生活的最大限度的满足，贫、富的概念和标准，不再主要以金钱为尺度；“人为财死，鸟为食亡”的信条将转向对精神境界的追求，转向自身价值的社会实现，更多地关注个人在社会群体中的“形象”；贵、贱的概念和标准，由于脑、体力劳动的差别的缩小，“劳心者治人，劳力者治于人”的传统观念，将不攻自破。机器人，家用电脑将以对主人的绝对服从和“忠实”，受到社会的青睐，成为高级“仆人”，进入生产和生活领域。但人们在清闲之余并不是无所事事，漫不经心，最大的担心就是自己的知识和技能，能否适应社会生活的需要而不被社会淘汰。

二、各国的动向

新技术革命对经济、社会、政治、军事等全方位的决定性影响，使世界面临新的机遇和挑战。面对落后就要挨打的历史教训和大自然无情惩罚的现实威胁，在事关国力强弱、未来前途的信息革命浪潮面前，在人口、粮食、资源、环境的压力面前，世界各国都从远虑和近忧两方制定对策、研究战略。发达国家期望继续保持“领先”地位，发展中国家期望加快赶超步伐。从各国的动向着，都将未来的“赌注”压在加快发展高技术产业的筹码上。

(1)重视对未来的预测工作。从60年代以来，人们愈来愈关注科学技术进入社会，给未来世界带来的巨大影响。特别是信息革命给传统工业社会的生产和组织管理以巨大的冲击，使人们对未来充满希望和迷惑。预测学、预测组织、预测著作应运而生。如何正确地把握未来，正在成为各国思想家、社会学家、经济学家关注的热点和难点，并引起了政府和企业界的高度重视。据介绍，世界上的预测机构已达2500多个。其中，美国360多个，英、法70多个，德国、意大利、日本也不下几十个。这些机构的共同宗旨，在于促进对未来社会的预测，集中对长期计划和战略问题的理论和实际研究，促进未来学研究方法论的体系化和研究工作的综合化。其成员包括自然科学、社会科学及各种技术方法学科的学者和专家，是横向联合的协作研究群体。具有代表性的如1968年在意大利成立的罗马俱乐部，1979年由欧洲、日本和阿拉伯湾三地区的知名人士和经济问题专家组成的跨国组织——巴黎小组等。而托夫勒、丹尔、奈斯比特等均以他们的远见卓识，齐名未来学家之行列。

人们普遍认为，第二次世界大战后，日本在国运蒙尘之“天时”，自然资源贫乏之“地理”条件下，取得“不死鸟”的腾飞奇迹，并成为现代技术和经济“双料”强国的奥妙，在于有一套起死回生的战略对策。而制定科学的生产和组织管理政策的基础和前提，则源于日本政府对未来工业发展趋势的科学预测，并以此作为制定工业政策和指导工业发展的主要依据。之所以称其为正确和科学，不仅在于事前绝非由政府单方面的想象唯是，而是政府、企业界和学术界在不断交流、沟通、协作的基础上，形成科学判断和预测，而且被事后的成功实践所验证。

(2)注重技术的选择和重点突破。新技术革命，是以一批新理论、新技术群、新产业群进入社会生活领域，以及由此引起的经济社会变革，涉及的领域和内容十分广泛。而各国的基本国情、经济条件、政治、社会制度差异很大。面面俱到、整体推进必然陷入战线长，人、财、物力不从心的两难境地。

因此，不管是世界主要发达国家，还是有远见和能力的各国政府，都在寻找和努力实现新技术革命可能给各自带来的新的发展机遇，制定并不断调整基础教育、技术开发和产业优化等发展战略。

首先，教育作为一种知识储备、传播和增长的手段，受到各国的高度重视。日本在战后以“技术立国”取胜的奥秘，除了重视对未来科学技术发展走向的预测外，另一个起决定性作用的因素，就是重视普及教育和综合教育；在提高全民素质的基础上，塑造能人和全才。政府和企业的决策权由真正懂管理、精技术的知识层和知识群体运转，能够形成国家战略的民族共识，保证工业政策的有效实施，使日本只用了短短 40 多年的时间，一跃成为世界最富有的“经济大国”之一。以 1960—1975 年的教育经费增长为例，法国增长 3 倍，美国增长 4 倍，前联邦德国增长 6 倍，日本则增长了 10 倍。教育经费增长最快，成为日本经济发展最快的决定性条件。

其次，是新技术领域和战略目标的选择。战后各国对新技术的选择，主要着眼于技术含量高的“朝阳产业”和短线技术，以期缩短从技术到产品的时间和扩展市场的空间，在技术和产品的竞争中取胜。技术战略目标，大都经历由“军事优先”向“社会需要”转移的发展过程。如美国，为了适应未来“电子战争”和“空间战争”的战略需要，从 1981 年实行了一项研制高速集成电路的国家计划，以及不断升级的卫星发射、宇宙飞船和航天飞机等有关试验，其目的在于保持空中的优势和霸权。其他现代技术最初也大多是用国防部的科研经费起飞的。但战争毕竟是有限的，现代技术一旦被人们所掌握，向社会生活领域渗透和扩散的速度是很快的。由于集成电路的普及，数控机床、机器人、电子手表、程控电话便很快进入了人们的生产和生活领域。这种技术的“两栖”性，决定了各国技术战略目标的趋同性。其开发目标，主要集中在通讯和信息处理技术、生物与遗传工程技术、材料工程技术、环境监控与资源保护技术，以及相应的组织管理和经营的系统技术等。

第三，是政府干预和组织的力度日益强化。在市场经济体制国家看来，政府过多干预经济是计划体制国家的弊端。但在面临新技术革命的挑战与机遇面前，各国政府都不遗余力地从制定计划、组织实施和法律政策倾斜等环节，强化国家干预的力度。最能集中反映政府作用的标志是与重视程度成正比的科学费用的大幅度增加。从 20 世纪 60 年代以后，美国联邦政府的科研费用以每年 15% 的速度递增。到 80 年代达 500 多亿美元，超过中小国家的国民生产总值。1982 年，美国的科研投资总额达 773 亿美元。从而保证了在电子学、计算机、原子能、航空及宇宙开发等领域的领先地位。日本的科研经费亦从 1960 年的 1844 亿日元，提高到 1990 年的 12.1 万亿日元，而且把主要方向由经济社会目标转向基础研究。与其他西方国家的“战略”形成明显的不同特点，体现了日本未来的潜力所在。

三、道路并不平坦

从 20 世纪 70 年代以后，尽管人类已经“听到三次浪潮在不太远的海岸拍打”，但通向光明的路途并不平坦。历史证明，在每次技术革命的浪潮面前，真正能够抓住机遇的弄潮儿屈指可数。美国、日本乃至亚洲“四小龙”

（韩国、新加坡、台湾、香港）的相继崛起，既受益于科学技术发展的推动，又是经济、社会、政策以至国际环境等诸多因素作用的结果。美国 20 世纪由工业大国进一步成为科技大国，主要得益于强大的经济实力，有效的组织管

理和人才的引进和培养。日本战后的复活，则走了一条由引进、消化、吸收、综合到创造领先的路子。它们的成功，是在必然和偶然的结合中取得的。就大多数国家而言，能否在未来高新技术的发展中取胜，都面临机遇和挑战、发展与生存的双重压力。国际环境的瞬息变化，战略目标和配套政策选择是否正确等，都会成为一个国家成功与否的影响因素。概括起来，世界各国面临的主要矛盾集中反映在以下三个关系上。

(1)科学技术与经济发展的关系。科学技术是第一生产力，是经济起飞的“加速器”；经济实力是科学研究和技术开发的必要条件。二者相辅相成，互为因果。信息技术、信息社会，是在物质产品极大丰富的基础上出现的发展潮流。如果把现代科学技术比作一架巨大的新式飞机，它的高速飞行消耗的燃料要比普通飞机高得多。发展高新技术，需要巨额的科研基金给予支持和保护。据介绍，一座大型现代化风洞的耗电量大约为 20 万千瓦，相当于一座中型城市的用电量；建造一座大型现代化加速器，需要几亿美元的投资。为把“阿波罗”号飞船送上月球，美国耗资达 200 多亿美元；1955—1975 年，美国为开发半导体技术，投入资金约 30 多亿美元。这种巨额投入，既是发展现代技术所必需的，又是多数发展中国家的国力所不及的。就社会总体发展而言，信息社会更离不开必要的社会基础结构、基础设施。据日本酒田火力发电所介绍，先进的除尘环保设备投资，相当电所总投资的 1/3 左右。可见，解决环境质量的科学技术，对经济的直接相关是一种负增长。所以，对大多数国家而言，如何协调技术——经济——社会——环境的关系，正确处理“生蛋”和“吃鸡”的关系，仍是在机遇和挑战面前战略选择的难题之一。

(2)协作交流与技术封锁的关系。从理论上讲，科学技术作为一种精神产品，是人类的共同财富，应当充分发挥其社会功能，为人类造福。现代科学技术发展的实践取向，也呈现出规模化、社会化的集体合作走向，有些项目甚至形成跨学科、跨行业、跨国界的协作攻关网络。现代科学技术的知识、信息交流呈现出开放系统的明显特征，学术交流空前活跃。这是问题的一个方面。另一方面，出于力量对比和竞争的需要，小到一项技术发明，大到一技术系统，结果是公开的，其技术细节和形成过程则是“天机”不可泄漏。各国的科研机构、企业、政府，都规定有严格的保密制度。科学技术飞速发展的时期，也是科技封锁最严密的时期。其垄断和封锁的激烈程度，将远远超过传统产品。这就增加了后发国家获得最新科技情报的难度，使本来可以靠合作、引进能解决的一些技术难题，还不得不耗费大量人、财、物力，在“黑暗”中艰苦摸索。甚至不惜组织技术经济间谍，苦心刺探这方面的情报，以求找到捷径。

(3)战争与和平的关系。尽管和平与发展是当代世界的主流，推动经济社会发展，遂成为各国战略的主要目标。但是，现代科学技术作为战争手段，对人类构成的威胁是过去任何时候所不及的。第一次世界大战期间，虽然出现了飞机、坦克等新式武器，但受数量和性能的局限，对人类所造成的杀伤和破坏是有限的。第二次世界大战的景象则为之一变，建立在科学技术基础上的雷达、火箭、喷气式飞机、原子弹等新式武器的使用，其毁灭性给人类带来的灾难至今还惊魂未散。因此，科学技术愈发展，愈使人类陷入希望和毁灭的“十字路口”。如何把实现科学技术有益于人类的社会功能最大限度地充分发挥出来，而又避免“电子战争”、星球大战、核大战对人类的毁灭性威胁，是世界范围内普遍关注的问题。把希望变成现实，取决于许多复杂

的国际和国内的因素，不可以有任何轻心和幻想。所以各国的战略目标都体现出从好处着眼和从坏处着手的双重目标取向。这就在客观上造成一定的内耗，从而延缓和降低了实现经济社会目标的速度和进程。

第三节 中国的科学技术战略

新中国建立之日，正值现代科学技术革命兴起之时。中国人民一旦告别了几百年无能为力、无所作为的近代耻辱史，一个长期受压抑的民族所迸发出来的力量和智慧，即可摧枯拉朽，创造新的伟大奇迹。近半个世纪以来，科技发展的巨大成就，完全证明了中华民族在世界新技术革命的大潮中，有志气、有能力赶上时代的步伐，并在某些领域取得了巨大进展和突破，成为发展中国家现代科技走在前头的少数国家之一。21世纪，将是中国在科技革命推动下，自立于世界民族之林的新世纪。

一、战略准备与单项突破

早在国民经济刚恢复不久的50年代中后期，中国就把“向科学进军”纳入国家的战略重点。以《1956—1967年全国科学技术发展远景规划》为起点，开始部署现代科学技术重要领域的基础研究、应用研究和开发研究项目。其中把核技术、半导体技术、计算机技术、无线电技术、自动化技术、喷气技术（即宇宙技术）等现代领先技术作为重点，成为我国第一个向科学进军的纲领。这一重要决策的战略意义，在于把我国发展现代技术的起点定在现代科技发展的最前沿。有些技术领域在世界上尚属刚刚起步，显示了中国政府和学术界对新技术革命趋势的深邃的洞察力和科学的预见性。

1956—1967年12年科研技术发展远景规划，作为迎接新技术革命机遇和挑战的重大举措，不仅体现在规划本身的学科建设重点和项目课题设置上，而且围绕规划的组织实施，形成了激励和调动广大知识分子为“安邦治国”争先效力的方针、政策和组织保证。先后设立了中国专家局、科学规划10人小组、国务院科学规划委员会，制定了《关于自然科学研究机构当前工作的十四条意见》（简称《科研十四条》）等，从而保证了规划的有效实施，并于1963年提前5年完成了规划制定的项目内容。自此，全国科研机构（不含国防系统）已达1296个，从事研究工作的科技人员近20万人，其中副研究员以上的高级研究人员2800多人。对现代科学的新分支，如分子生物学、生物物理学、地球物理学、地球动力学、海洋学、络合物化学、低温物理、高能物理等陆续建立了专门的研究组织和机构。特别是以电子学为基础的半导体技术、计算机技术、无线电技术、自动化技术等现代信息技术的研究与开发应用，从无到有，取得了长足的发展，促进了一系列新兴工业部门和现代产业的诞生和发展，使我国的科学技术工作走上了现代化之路，缩短了与世界先进技术的距离。这一时期我国现代科学技术的发展，可视为新技术革命的准备阶段。

第一个科学技术发展规划的完成，使我国在较短的时间内形成了现代科学技术体系的基本框架，解决了国民经济和国防建设中迫切需要解决的技术问题。在提高科学技术整体水平的基础上，在一些重要领域取得了突破性进展。如从1964年到1970年，我国在经济社会发展处于困难和曲折的情况下，完全依靠自己的力量，先后试验成功原子弹、氢弹和人造卫星。我国拥有原子弹，虽然比美国晚了19年，但从拥有原子弹到爆炸氢弹，美国、前苏联分别用了7年、3年的时间，我国还不到3年。人造卫星比前苏联晚了13年，比美国晚了12年，但毕竟跨入了宇航技术的领域，从而改变了世界科学技术竞争的格局。由美国、前苏联两国的双边竞争转变为发展中国家参与下的多

边竞争，形成了世界经济、政治和军事力量对比的新格局。

二、健全体制与全面启动

70年代后期到80年代初是中国科学技术发展大跨越的第二个起跑线。经过30多年的发展，中国所取得的科学技术成就是历史上任何时期都不可比拟的。期间，有顺利与曲折，经验与教训，为正确认识现代科学技术发展规律提供了正反两方面的经验，从而为健全科研体制和全面启动奠定了物质技术基础和科学认识论基础。

(1)相继制定了不同阶段的科学技术规划。比较有影响的有《1978—1985年全国科学技术发展规划纲要》，《中华人民共和国十五年（1986—2000年）科技发展规划》，《中长期科学技术发展纲要》，《科技发展十年规划和“八五计划”》，“863”高技术发展计划等，并围绕规划目标，对科学技术体系和体制进行了恢复、重建和必要的改革，形成了较为完整的科学技术体系和健全的科学技术体制。一是建立了学科齐全的现代科学独立研究体系。当今世界的主要科学技术研究领域，我国都有专业研究人员，并在国内外全面开展了合作研究和学术交流。二是科学技术队伍有较大发展。1994年，国有企事业单位专业技术人员达1865.9万人，是1981年的3.3倍。平均每万名职工中拥有专业技术人员1258人。三是调整了科研组织机构的布局 and 结构。强化了大专院校和企业的研究队伍和科技力量，健全了地方科研机构。1994年，全国高等院校共创办科研和开发机构3000多个，有79万教师从事不同专业的研究和开发工作，并相应加强了企业、地方和产业部门的研究力量和技术开发工作。全国有1.9万个大中型工业企业设立了11656个技术开发机构，拥有开发研究技术人员94万人。各省（市）的自然科学研究机构占到全国总数的80%以上。在全国5860多个独立科研机构、49万人科研队伍中，各产业部门拥有的研究人员占到50%以上。四是对科研管理体制进行了改革。针对科研机构和科研队伍结构多元化的趋势，对过去计划体制下形成的从计划下达、经费投入到研究力量组织和项目实施等，都由国家一揽大包的“官办”科研体制，进行多样化的改组和重组。以1985年《中共中央关于科技体制改革的决定》为转机，这方面的改革力度正在逐步加大。把经济杠杆和市场调节机制引入科研和开发领域，强化企业的技术吸收、改造和转化等中间环节，推动政府、企业和专家的协作和联合，为解放科技生产力注入了新的生机和活力。

(2)利用30多年建立的工业基础和形成的经济力量，不断加大科技投入。如前所述，发达国家的先进科学技术，都是以对科技的大量投入为前提和保证条件。中国是发展中国家，生产水平和经济实力与发达国家尚有很大差距。但在已有的经济条件下，国家尽最大努力鼓励和保证现代科技的发展，这是80年代以来，科技全面启动的重要保证。1984—1994年，用于基础性研究的科研费用达10亿元以上，先后建成了156个重点实验室；投入7亿多元，建成60多项大型科研工程装置。从1979—1994年的16年间，国家财政投入科技的经费达1932亿元，占到财政总支出的4.5%。1988—1991年的4年期间，国家用于科技投入的财政拨款从118.0亿元，增加到156.2亿元，企业投入和银行贷款分别增长了1.8倍和1.5倍，平均年增长26.0%和18.2%。投资结构的变化和社会投资的增长，超过了国家财政拨款，是中国科技发展由国防主导型向民用主导型转化的主要标志，是科学技术社会化的重

要体现和良好起点。

(3)基础性研究、高新技术开发和直接为工业、农业服务的大规模技术攻关项目配套实施，同步进行，协调配合，取得了显著的成效。特别是 1986 年开始实施以跟踪世界先进技术水平、集中优势领域力争突破的“863”高技术产业发展计划，取得了巨大成就，大大缩小了与世界先进水平的差距。有些成果，如以计算机集成电路为特征的自动化控制研究和应用，已进入国际先进行列。不仅为改造传统产业，建立新型产业提供了技术手段和条件，而且为全面实施“科教兴国”战略，提供了知识储备和后续力量。

三、科学技术与经济、社会协调发展

科学技术与经济、社会协调发展，是世界新技术革命的一大特点和趋势，也是我国科学技术方针的重点内容。早在 1981 年召开的全国科学技术工作会议上，就已确定了如下方针和重点。①科学技术与经济社会协调发展并把促进经济发展作为首要任务。②加强生产技术的研究，正确选择技术，形成合理的技术结构。③加强工农业生产第一线的技术开发和科研成果的推广工作。④基础研究要在稳定的基础上有所发展。⑤把学习、消化、吸收国外科学技术成果作为发展中国科学技术的重要手段和途径。在上述方针的指导下，全国科学技术工作的面貌出现了一个全新的变化。科学技术成果向生产转移，从军用向民用转移，从国外向国内转移，从先进地区向落后地区转移，并以科研单位与生产企业的协作和联合方式，形成了产学研、科工贸等联合体。科技渗透到经济和社会，对充分发挥科学技术推动经济增长、社会发展、人民生活质量的改善等社会功能，开辟了有效途径。

1979 年以来，全国共取得重大科技成果 34.5 万项，创经济效益在 3000 亿元以上。其中国家重点攻关项目 1.5 万个，获得经济效益 400 多亿元。“八五”期间，国家共安排农业、能源、交通、原材料、机械电子、高新技术、社会发展等攻关计划项目 179 个。从 1986 年开始执行的《高技术研究发展计划纲要》已在生物、信息、航天等 7 个前沿领域取得了 400 多项成果。有些已形成产业和产品，取得了效益。为了推动科技成果产业化、商品化，从 1987 年开始建立高新技术开发区，以政策倾斜推动高新技术产业群的崛起。现已建成国家级高新技术开发区 52 个，认定高新技术企业 11962 个，纳入“火炬”计划的高新技术企业，1994 年共实现技工贸总收入 996 亿元，实现利润 100 多亿元。

特别是从“七五”计划开始，在全国范围内部署实施以推进科技成果转化目标的“星火”“丰收”“燎原”计划，取得了可喜的收获。以“星火”计划为例，从 1985 年开始实施以来，1994 年底全国已建立 48 个国家级星火技术密集区，完成项目 5.1 万项，在促进区域经济发展，培训技术、管理人才，增强农民的科技意识，吸收农村剩余劳力等诸多方面，收到了显著的经济效益和社会效益。

综上所述，解放以后，特别是 80 年代以来，面对新技术革命的挑战与机遇，中国在“一穷二白”的基础上奋起直追，经过从无到有，从弱到强，从单项突破到全面启动，从科学研究到成果转化的发展过程，科技实力、经济实力不断增强，形成了科学技术和经济社会相互推动和促进的良性循环。新技术革命赖以全面启动的社会基础结构和基础设施已经初具规模，中国在业已初露锋芒的现代科学技术革命大潮中，将朝着科技——经济大国的目标，

稳健地走向 21 世纪。

第六章 未来的产业

产业，用经济社会学的观点可以释义为各种生产事业的总称。在人类历史的进程中，它的发展与变革，集中反映了人类认识世界，改造世界，开发利用自然资源的能力。产业的兴起与发展，其显著的特征是：人类在认识自然、认识社会、形成科学技术体系的过程中，产生了生产体系的飞跃。

人类开发利用地球上可赖以生存的资源，已经历过以开发可再生资源为主的农业社会和以开发非再生资源为标志的工业社会两次重大的变革。

农业生产和畜牧业生产在原始公社时期的出现，首先改变了人类完全依赖采集或猎取自然界植物、动物产品而生活的生产体系，开始能实现部分利用、控制农业自然资源的生产，使生产体系发生了首次飞跃，而进入长时期的农业社会——以开发再生资源为主的产业社会。

18 世纪到 19 世纪产生的以开发非再生资源为标志的工业革命，使产业的生产体系发生了前所未有的变化。传统农业社会以开发可再生资源为主的生产方式，在工业发达地区受到冲击、取代。整个生产体系的显著特征是使用不可再生资源作为能源基础，生产效率极大提高，相应的发展是以不可再生资源的枯竭与生态环境的恶化为代价。

现代科学技术的发展，人类已认识到在地球上可赖以生存的资源，概括起来有三种：可再生资源、不可再生资源和信息资源。人类在认识改造世界日益广泛深入的过程中，收集、识别、处理、存储、传递和利用信息的能力不断增强。现代自然科学已集中到三大前沿学科：信息科学、生命科学和材料科学。以信息科学为标志的新技术群以及相应的新兴产业兴起，人类开始进入有意识地进行信息资源开发的时代。

我们正处在人类历史发生重大变革的时代。目前世界范围内兴起的新技术革命，极大地改变着世界的面貌和人类的生活。科学技术日益渗透于经济发展和社会生活的各个领域，成为推动现代生产力发展的最活跃的因素，推进着生产体系、经济结构和组织结构的飞跃的产生——相应出现新的产业革命。

第一节 新兴产业的特点

恩格斯在描绘 18 世纪末到 19 世纪近 60 年中英国工业、交通运输以及农业的变化时,把这种巨大变化叫做产业革命。从恩格斯那里,我们领会到产业革命不仅是一个局部的变化,也不是生产技术应用到哪一个方面所引起的飞跃,而是整个生产体系的飞跃发展;是生产体系组织结构和经济结构的飞跃、变化;是科学技术与生产力发展所导致的飞跃。

在人类社会历史发展的长河中,特别是近代产业革命的发生发展,是物质生产与科学技术紧密联系、相互推动的历史。新兴产业的兴起,不是孤立的社会现象,它的发生以科学技术革命为前导,科学技术的发展又往往导致产业革命的结果。

自 18 世纪 20 年代后,几乎每次科学革命的崛起都为与之相适应的技术革命提供了理论基础;而每次技术革命之后,又向新的科学革命提出了新的研究课题。也可以说,出现了科学技术化、技术科学化的空前密切的甚至是一体化的趋势。而新兴产业的兴起与变革,基本上与技术革命同步产生与发展。

目前,世界上涌起的新的技术革命的高潮,迅速发展的高新技术群和新兴产业,将会出现一次新的产业革命。20 世纪末,当代科学技术发展进入以软件开发和智能、信息产业化为标志的新阶段,新兴产业正展示出信息革命新纪元的开端。

一、科学、技术、产业三位一体

当代新兴产业的发展,具有人类历史上前所未有的新趋向。人类社会获得的科学技术,90%是第二次世界大战之后实现的;科学技术转化为生产力的速度,也是史前未有的一段时期。我们可以从“一只鸟在焚烧的烈火中展翅腾飞”的例证中,更能感觉到这种趋向所包容的内涵。

“一只鸟在焚烧的烈火中展翅腾飞”——人们以此来比喻第二次世界大战后的日本经济。就是在世界历史上发生的前所未有的科学技术发展的基础上,日本由落后于西方的国家,一跃成为世界经济大国,成为世界上最富有的国家之一。

第二次世界大战后的日本,执行全面引进技术、引进与改造相结合的政策。在 20 多年当中,完成了欧美国家几十年才能完成的现代工业体系的技术建设。它只用几十亿美元的技术引进费用,获得几百亿、上千亿美元的经济效果。第二次世界大战后 40 年,在技术革命——技术结构转换的进程中,实现了 5 次产业结构的转换,取得经济增长长时期保持在 10%以上的增长水平,是同期美国的 3—4 倍,人均产值增长是美国的 9 倍。日本起飞的全部奥秘就是——倾其全力而实现科学技术的产业化。然而,就是在新技术革命浪潮中起飞的日本,现在正在寻找它未来发展的走向。

1996 年 3 月,日本科学技术会议在制定本世纪末科学技术发展计划,解决科学基础研究薄弱的问题,将由偏重应用研究转向加强基础研究,实施强化科学、技术、产业一体化发展的方向。

日本迄今偏重开发研究和实用技术,全社会科研经费的 80%集中于民间企业。目前日本的科技水平与欧美国家相比,仍有一定的差距。为此,1995 年底日本通过《科学技术基本法》,并委托各方专家组成科学技术会议,依

法制定面向下一个世纪的科学技术发展计划。计划的基本思想是“科技立国”，重点加强相对薄弱的科学技术基础科研领域；将全社会科研经费在 2000 年提高到占国民经济生产总值的 1 %；政府将全力支持社会各个层次的基础科研活动；以各种形式援助民间企业在风险较大的基础领域的科研投资。按照这个计划，日本今后科研经费的投入，每年将增加 20%以上。

从当代新技术群聚集、产业结构不断转换、新兴产业具有领先和主导地位的日本，依据相对薄弱的基础研究而制定相应的科学技术发展计划的现实，可以更直接地了解到科学革命与技术革命空前密切，趋于一体化、综合化；技术结构的转换与产业结构的转换同步化；科学技术越来越快地转化为直接的生产力的发展方向。

当代的新技术群，完全建立在科学理论基础之上，现代科学装备了复杂的技术设施。科学技术化和技术科学化是现代科学技术的鲜明特征。产业技术密集化和技术密集产业化是新技术群日新月异发展的主导趋向。现代科学的进步，依赖于最新的复杂技术装备的支持。科学、技术、产业一体化的综合体系正在形成。

发展趋向表明，在信息处理主导技术的引导下，科学、技术、产业一体化过程，是当今社会生产力发展的核心。它广泛渗透于各个领域，从而形成科学研究在高新技术领域中的多学科综合性攻关。技术进步，不仅能保证最佳性能，而且可以取得最优的工艺质量，导致整个产业生产工艺的改造：少工序性、少废性 or 无废性，高度灵活性的柔性生产系统；高精密性和高可靠性从宏观的机械加工向微观的改变物质结构的新工艺发展；等等。

科学技术产业的一体化综合化，将按崭新的原则，组织、改造生产过程，将引起一系列产业结构、经济结构和社会结构的巨大变革。

二、知识密集取代资本密集

第二次世界大战以来的半个世纪，科学技术与社会经济的发展速度、发展规模、发生的作用范围，都是历史上不可比拟的。它的深远影响在于即将发生的产业革命。

从当今新兴产业的兴起，能清晰地看到，产业革命的发生，一个显著的特征是知识密集将取代资本密集。这种取代的背景和基础在于：

(1)科学技术发展的指数增长。英国科学家詹姆斯·马丁推测：人类的科学知识，在 19 世纪是 50 年增加 1 倍；20 世纪中叶为 10 年增加 1 倍；当前则是每 3—5 年增加 1 倍。知识增长呈现指数函数增长趋势。本世纪 60 年代以来，科学技术每年的增长速度已从 9.5%增长到 10.6%，80 年代每年增长率达到 12.5%。据粗略统计，20 世纪 60 年代以来，科学技术上的新发现、新发明超过了人类历史 3000 年的总和。现在全世界每天发表科技论文 6000—8000 篇；发表的科技论文每隔一年半就增加 1 倍；每年批准的专利数量达 120 万件。由于科技知识的激增，新学科不断涌现，当今学科总数已达 6000 多门类。

当今世界称之为“知识爆炸”的时代，这是当代科学技术飞速发展的必然结果。

(2)科技知识更新速度加快，现在，工程师知识的半衰期是 5 年，即 5 年内有一半的知识已过时。近 10 年内，一个工程师所掌握知识的 90%与计算机的最新技术有关。科学技术知识的增长与更新速度的加快，社会劳动结构和工作岗位的不断变化，职业培训教育成为一种终生教育。与此同时发生的

是科学技术队伍的迅速扩大。第二次世界大战后的美国科学研究队伍人数每 10 年翻一番；西欧发达国家是每 15 年翻一番。预计下一世纪，从事科研工作的人数将占到世界总人口的 20%。创造性科学劳动，将是 21 世纪人类普遍的主要的活动。

(3)科技成果的工业化周期愈来愈短。据统计推测，科学技术成果的工业化周期，19 世纪平均周期为 70 年；两次世界大战期间平均缩短 20 多年；20 世纪 60 年代又缩短了 20 多年。目前，有些产品从科学研究到大规模的生产应用不到 10 年。

具有比较意义的是，电动机发明于 1821 年，投入生产是 1886 年，周期为 65 年；而晶体管从发明到应用（1948—1953 年）仅用了 5 年时间，激光器从发明到投产仅 1 年。随着科技成果工业化周期的不断缩短，产品更新的周期大幅度加快。作为电子设备的基础和心脏的电子元件，在短短的 20 多年内，已经历了电子管——晶体管——集成电路——大规模集成电路的四代更新。

科学技术几乎每隔两年就有重大突破，产业的生产体系与产品的更新，更是日新月异。

(4)科技投入的指数增长。第二次世界大战后，所有经济发达国家的科技研究经费投入，都呈指数增长。全世界用于科学技术研究的费用，60 年代末比本世纪初增长了 400 倍，现在已达每年 4000 亿美元。发达国家的研究与发展经费通常约占国民生产总值的 2.5%—3%。自 1972 年以来，德国经济界每年用于研究与发展的费用增加到 10%，以保持经济发展的竞争力。除了政府的大量科技投入外，各国的企业界也大量投资于研究与开发。新技术、新发明在实践中的应用所创造的价值，要超过科技研究费用的 10 倍以上。

(5)经济增长中，科技发展进步的主导作用。现代经济、现代产业的发展，已不完全由投入劳动力和投入资金的多少来决定。发达国家科学技术对国民经济总产值增长速度的贡献，本世纪初为 5%—20%；本世纪中叶上升到 50%；80 年代上升到 60%—80%。科技进步发展对经济增长的贡献，已大大超过资本和劳动力的贡献，成为主导因素。高科技及其新兴的产业是当代经济发展的火车头。

从产业发展所经历的劳动密集、资本密集到当今知识密集的过程考察，我们若用生产效率作一个简单的衡量，结论是，高科技产业与科技进步的作用，给产业发展和经济增长，带来了一个全新的局面。若以手工业人均年产值为 1 时，则传统工业人均年产值大约是手工业的 10 倍，而高科技产业人均年产值是手工业人均年产值的 100—200 倍。早在 1982 年，美国使用电子计算机完成的工作量，相当于 4000 亿脑力劳动者 1 年的工作量。

高科技及其产业的发展，正在迅速改变劳力、资金密集型的传统产业的生产体系和组织结构。未来产业发展趋向的一个显著特点是，随着当代高新技术群及其新兴产业的整体推进，社会的整个生产体系将是一个知识密集的组织结构。

三、信息化与社会化

20 世纪发生的新的技术革命，是以微电子技术的发展和普遍应用为主要标志的。微电子技术、计算机技术和光纤通讯组成的信息技术产业，是本世纪高新技术产业群的前导和核心。信息技术产业的兴起，成为对当今各行各

业渗透面最大和对经济发展影响面最大的产业。

微电子技术的应用方面的重点突破，给传统的工业制造业、以至传统的农业，带来了一场前所未有的革新，从硬件和软件两个方面提高着传统产品的功能，改革着传统的制造技术和生产工艺，使传统生产和产品的结构与功能产生了质的变化。出现了有别于过去的柔性生产线、机器人、智能化仪表等新产品——具有信息处理、控制判断、决策应用等智能化的高级功能。

微电子技术和计算机的应用，不仅在于工农业生产、管理部门，同时正在向每个家庭渗透。大量应用微电子技术的生活用品进入家庭，家庭电脑亦进入互联网络，家庭已能与全世界任何人进行通讯或从事信息处理，家庭也不再是一个单一的生活处所，而融入于产业，融入了社会。

微电子技术和计算机的应用，使发达国家的工业总产值中约有 60%与其有关，它对经济增长所起的作用高达 40%60%。

如果说，过去的 20 年，是以微电子技术带动了技术和产业的兴起与发展，那么今后的 20 年，则是由现在兴起的一场新的技术革命——信息高速公路来推动技术和产业的发展。

从科学技术的角度看，信息高速公路的真正内涵是一个多媒体信息交互高速通信的广域网。从工程的目标角度看，信息高速公路，将使多媒体信息通信社会化、家庭化、个人化，进而实现信息国际化。信息高速公路建成之时，信息流量将呈几何级数增长。作为人类可赖以生存的资源——可再生资源、不可再生资源和信息资源，经过开发可再生资源的农业文明、开发不可再生资源的工业文明之后，现在已经开始有意识地进行信息资源开发，信息高速公路作为人类收集、认识、处理、传递、利用信息资源的高速运转系统，它对经济发展的作用就不言而喻了。①科技信息的取得具有及时、全面、综合的性质，使决策研究开发实现准确、高效、快速；②人们不受地域限制，实现群体的共同工作；③世界范围内的先进设施，实现开放式的利用，在世界各个角落发挥其效用；④办公、会议以至劳动，由集中型向分散型过渡，交易、金融等方面由动型向不动的静止型过渡，大量减少位移量与交通流量；⑤垂直型的企业结构崩溃，网络型的结构得以发展，信息与产业的联系，将比以往任何时候更加紧密，产业与社会的联系，将比任何时候更加密切。

第二节 科学技术及新兴产业的发展方向

当代科学技术与新兴产业发展的趋向，具有很强的渗透力和扩散性，具有很高的态势与巨大的潜力。这就是所表现出的融合与突破的走向。现在，科学技术发展的一个鲜明的特征是以多学科融合解决生产发展中的各种问题。不断开拓新的跨学科的研究领域，为科技进步和新兴产业的兴起，开辟了新的方向。高新技术都具有技术组合的性质，由此而又加速着科学技术在研究领域中的突破与实际应用和新兴产业的兴起。

具有融合和突破性质的生物技术、信息技术、航天技术、新材料新能源技术、海洋技术，被世界公认为是当今及下一世纪重点研究开发的领域。它们将是未来产业的骨干，是未来经济社会的主导。

一、生物工程

生物工程是 21 世纪高新技术突破的核心技术。从 1973 年人类第一次实现了对遗传物质——基因的剪接与重组开始，人们按照自己需要的遗传性状，加以剪接，重新组合，再移植到一个生物体中，使它获得特定的遗传性状，这是人类改造世界实践中的一个质的飞跃。传统生物技术被动、低效的状态在现代生物技术的发展中开始解体，走向主动、高效的时代；人类历来利用自然界生物体客观具有的遗传性状，现在则可能人工定向组建具有特定遗传性状的生物体，创造新的物种。生物工程这一新兴的产业，将把人类带向一个新的世界。

几千年来，传统生物技术在酿造、育种等方面的应用与发展，已在农业文明中，显示了它的独特效用。近 20 多年来，随着现代生物技术及诸多相关基础理论、技术实验手段的发展，生物技术在发酵工程、细胞工程、酶工程及基因工程领域中所取得的重大成就，把生命科学的认识，从细胞水平推进到分子水平，由此推动着生物学的革命与生物工程的产生与发展。

(1) 发酵工程。农业社会传统的食品制作中的发酵技术，到本世纪 40 年代，与化工技术相结合实现工业化生产维生素的新工艺，为发酵工程发展奠定了基础。在现代生物技术的发展推动下，正在从研究、改造发酵技术手段、控制发酵过程、向进行大规模工业化生产迈进。其发展主要集中于三个方面：①对微生物产生的生物活性物质及其微生物资源巨大潜力的挖掘和创新。目前，我们所能利用的微生物不过是其中很小的一部分。充分利用微生物所具有的巨大潜力，可提供特殊有用的酶和次生物质，形成有特殊用途的工程微生物产业。同时通过基因重组或细胞融合组装新的微生物，高效生产对人类有用的化学物质。甚至连过去与发酵无关的产品，经活性转化，也能通过发酵工程而生产。发酵工程产业将在更广泛的领域中得到应用。②对微生物生理代谢的逐步认识，将改变经验式的研究方法而成为主动掌握其机制的理性化研究。随着生物技术的不断发展，对于微生物代谢过程中作用关系的深化认识和所需产品属性的要求，会使发酵工艺及其生产范围、产品的应用领域及其工程效率，进入一个全新的时期。在主动掌握其机制的研究基础上，发酵工程产业将是一个精细的、高效性的、多品种而又有选择的产业部门。③采用新发酵工艺和新的控制程序，生产水平越来越定量化。新的发酵工艺和新的控制程序，将采用新的生物反应器和传感器。新的生物反应器，对微生物的溶氧参数、热参数、氧化还原电位等各个重要参数，控制更加严格。获

得这些重要参数的手段——传感器，也日益灵敏，更加多样，组成发酵工艺的传感器系列。由此，发酵工程产业的生产水平越来越定量化。

(2)细胞工程。细胞理论的建立被恩格斯誉为 19 世纪三大发现之一。细胞工程是利用细胞培养技术对物种进行修饰，达到提高产量，改善营养成分或是增加生物产品来源的目的。细胞工程产业现在在快速繁殖技术、诱导增加或减少一个植物体内整套染色体组数的技术、体细胞杂交技术、植物细胞应用生产技术方面进展迅速。在物种改良、增加植物优良性状，利用植物生产各种化学制品和保留濒于灭绝的和有重要经济价值的植物中，正在发挥其应有的作用。

细胞融合技术、大规模培养技术及植物组织无性繁殖技术，已产生出前所未有的属间体细胞杂交植物。摆脱植物种植业的气候、产地、季节的限制，进行工业规模室内生产某些药物及工业原料；大量、快速地繁殖优良品种已初具规模。

面对很多化学产品，包括药物、食品添加剂、色素、杀虫剂、香料等，化学合成的困难和合成产物的副作用，以及社会发展对天然产品需求量的增长，植物细胞应用生产技术的应用范围，正在不断扩展。某些植物中的次生代谢产物，其化学成分种类包括生物碱、苷类、黄酮类、甾体化合物等等。但植物生产条件严格，生长缓慢，有的植物本身属于濒危植物或自然保护对象，自然界无法大量提供或者是化学合成异常困难。细胞工程为我们提供了全新的途径：利用植物细胞培养技术，给植物细胞提供最适宜的生活环境，进行无性繁殖，大量地培育成植株，圆满地解决了天然资源不足的难题。据估计，现在药品中有 1/4 是植物天然次生代谢产物。

植物细胞工程，正在为人类生活提供足够的植物产品、优良品种株系，保存珍贵的稀有物种，发挥着它的巨大威力。

(3)酶工程。具有广泛开发前景的酶工程，是酶学理论与化工技术相结合而形成的新技术。

酶是由生物体产生的具有催化活性的蛋白质，催化效率高于化学催化剂千百倍。具有很高的专一性，反应条件温和、反应产物污染小，能耗低，易控制。酶工程就是利用酶催化作用，通过适当的反应器，工业化生产人类所需的产品或达到某一特殊目的，具有广阔的发展前景。

酶工程中主要开发生产的酶有 6 大类：氧化还原酶类、转移酶类、水解酶类、裂解酶类、连接酶类和异构酶类。随着酶工程的发展，进一步开发和生产较大应用价值的酶类，对这些酶进行分离纯化，使酶固定化，研究和设计多酶反应器，扩展各种酶的应用范围，酶产业必然会从现在主要集中于轻工业、医药工业、食品工业走向更广泛的领域，将引起化学工业的重大变革。

酶的固定化技术，在 1969 年开创以来，已将酶与化学高分子化合物结合在一起，使之成为固相。这样在生产应用时，不会混杂于产品中，不需分离而可长期反复使用，生产得以连续化进行。国内外已有多种固定化酶或细胞，用于氨基酸，高果糖浆、半合成维生素和啤酒等酿造工业的生产。并且为治疗先天性缺酶病或者器官缺损引起某些功能衰竭，克服溶液酶在治疗中引起机体免疫反应等方面，开辟了新途径。

(4)基因工程。基因工程是具有划时代意义的工程，划时代意义的产业。

基因工程的诞生，既是现代分子生物学理论和技术迅猛发展的结果，也是生产发展实践需要的产物。以生物体遗传物质的载体 DNA——基因为对

象，进行体外或体内的重新组合、转移到别的其他生命体，并使新的基因在受体细胞中表达出来，产生人类所需要的生物制品或组建成新的生物类型，能稳定地遗传给后代的基因工程，揭开了生命发育与繁殖的新蓝图。

基因工程的产生，使整个生物技术跨入了一个崭新的发展时代。运用传统的生物技术获得 1 毫克的生长激素抑制素，要用 10 万只羊的下丘脑才能实现；通过基因工程，将人工合成的生长激素抑制素基因，重组一个高效表达载体在大肠杆菌中表达，只需要 10 升这种重组的大肠杆菌培养液，在计算机严格控制的环境下就可以获得。而如果从活细胞中提取，获取 50 毫克需要耗资 200 万美元；如通过基因重组、载体表达、人工培养，可能只需几美元。

基因工程，不但已渗透到细胞工程、酶工程和发酵工程等生物技术的各个领域以及医药、工业等领域，而且自身已发展为蛋白质工程——改造天然蛋白质（酶），来满足人类各方面的需要。目前，全世界通过基因工程和蛋白质工程技术生产的产品中，有几十种已经经过检验而进入市场，并且同其他生物技术产品一道形成了一个年产值几十亿美元的宏大产业。目前，转基因作物进入商业耕作阶段；转基因技术走出实验室和试验田，进入像玉米、大豆和棉花作物的日常耕作。新上市的产品将帮助农场主与侵袭玉米、棉花的害虫以及抑制大豆生长的杂草进行斗争。基因工程的巨大威力和发展前景，必将形成极大地造福于人类的产业，人类可以设计和创造出各种全新的生命现象。

二、信息工程

本世纪微电子技术的诞生，把人类社会推进到应用新一代崭新的信息技术的时代。信息技术，已经渗透到当今的现代通讯、现代管理、自动化生产等各个方面，成为一种既代表国家的现代化水平，又与人民生活息息相关的产业。信息产业，在工业化国家中，已成为经济活动的主要基础。美国从事信息产业的人数早在 70 年代中期已超过采矿业、农业、制造业和服务业的总和。

信息产业，通过自动化、计算机化、通讯网络化、智能化，以及发展中的信息高速公路，将对经济和社会、劳动和家庭产生极为深远的影响，很可能从根本上改变我们的生产和生活方式。

人类社会正处于向信息社会过渡的重要阶段。未来的信息社会，可以这样概括：是以微电子技术为核心，以计算机技术为支柱产业的社会。微电子技术和计算机技术在未来信息产业中将取代传统工业社会的物质和能源的产业而居重要地位。微电子技术仍在向高集成度、高速低耗低成本的方向发展。同时，光学计算机、生物计算机的研究，预示了未来计算机应用领域的进一步扩展。人类不必再用主要劳动去从事延续人类自身所需的物质生产，而以更多的劳动创造精神文明，从事科学、艺术、文化、教育事业。

信息产业，从 80 年代以来，发达国家以计算机系统进行信息服务产业的价值已经占到国民生产总值的 10%。发展中国家，虽然比重没有这么高，但对经济发展和社会其他方面的重大影响已经产生。从加速产品开发和销售速度，实现各产业部门不受地域限制的交换协作，提高社会劳动生产率、改革传统产业结构和生产体系诸方面看，现代信息技术——微电子技术、计算机技术和通讯技术——已经发生了它作为现代社会“大脑”和“神经系统”的巨大作用。

信息时代的到来，新型的现代信息产业，将以信息高速公路的发展而得到推进。

“信息高速公路”是一个综合性的总体工程。它既包括信息通道，又包括“公路”上跑的车——多媒体信息，还包括各种车的车库——多媒体服务器和管理、监控机构——管理监控服务器。从工程目标衡量，即是使多媒体信息通信社会化、家庭化、个人化、智能化，进而实现多媒体信息通信的国际化。由此，信息产业的发展在光电一体化、提高光电设备能力、使传输速率远远超过现今方面；新的联网应用系统要求功能强大的方面；新的智能设备能与人用语言交谈，甚至可理解语言的内涵，适应使用者的要求和习惯方面；新的应用软件和系统，由分散在网络上的许多部件通过协同工作来完成复杂任务方面：人们通过网络，在这个巨大网络“市场”上，相互交换一种特殊商品“信息”方面，会有巨大发展。

三、材料工程

1946年，世界上第一台真空管电子计算机问世。现在一台微型计算机的功能就与当时世界第一台大型电子管计算机相当，且其运算速度提高了几百倍；体积仅为当初的三十万分之一，重量仅为当初的六万分之一。

硅、锗等半导体材料和晶体管等半导体器件的研制成功与广泛应用，是计算机技术获得上述革新和迅速发展、更新的基本动力。

材料——人类能用作制作有用物件的物质，一直是人类社会进步的重要标志。新材料——发展和正在发展中的具有比传统材料更具优异性能的材料，在高新技术发展、新兴产业兴起的当今，更具有关键性的重大作用。没有半导体材料的工业化生产，就不可能有目前计算机技术的发展；没有现代高温、高强度的结构材料，便没有今天的宇航工业；没有低损耗的光导纤维，便不会出现当前正在发展着的光通信。材料科学技术的每一次重大突破，接着引发的是生产技术的更新；每一种重要的新材料的发现与应用，都会使人类支配自然的能力提高到一个新的水平。

当今，国际社会公认，材料、能源和信息是现代文明的三大支柱。现代高新技术产业的发展，都有赖于材料的创新与应用。目前，新材料的品种正以每年大约5%的速度在增长。世界上现有800多万种人工合成的化合物，而且每年还在以25万种的速度递增，其中相当一部分有发展成为新材料的潜力。

据预测，到2000年，全世界12项新兴技术产业（即超导体、先进半导体器件、数字显示、高密度数据存储、高性能计算机、光电子、人工智能、柔性制造、传感器、生物、医疗器械、新材料）的世界市场总营业额将达到10000亿美元；其中新材料达到4000亿美元，约占40%。日本对未来（2000年）新材料的需求和增长率进行了调查与预测：1987年，日本新材料的市场规模为3.1亿日元，到2000年的规模，预计将达到9.5—12.6亿日元，平均每年增长10%。

新材料科学与产业的发展，其主要特征表现出：新型材料是固体化学、固体物理、有机合成、冶金科技等学科综合发展的成就；新材料产业是以科学为基础的知识密集与技术密集的一类新兴产业；新材料的发展与新工艺、新技术密切相关，具有在极端条件中（如超高压、超高温、超高真空、超纯、高速冷却、极低温）生产形成；新材料更新换代快，具有适应新技术、新产

业发展要求的多目标的优异性能。新材料产业发展趋势及发展方向如下：

(1) 高分子材料与不断发展的金属、陶瓷材料。有机高分子合成材料在近30年是发展最快的时期。每年产量约以14%以上的速度增长。1976—1986年，美国的工程塑料增长了3.4倍；而同期内铝只增长60%；钢增长50%。到21世纪工程塑料材料可能占到结构材料的70%—85%。目前世界上高分子合成材料的年产量已超过1.4亿吨，与此同时，高分子科学的三大组成部分——高分子化学、高分子物理与高分子工程已日趋成熟，从而推进高分子化合物成为更能完成特殊功能的高分子材料。未来的新材料产业在物理功能高分子材料、化学功能高分子材料及生物功能高分子材料领域中，将会有迅速的发展和广泛的应用。

远古时代就产生、发展、应用的陶瓷、金属材料，现在同样在发生着重大的变化。非晶态金属、新型合金与新型高性能金属材料的重点发展，使金属材料向高功能化和多功能化发展。人类最早利用自然界所提供的原料而制作的陶瓷材料，在本世纪四五十年代，实现了陶瓷发展史上的第二次飞跃。从传统陶瓷进入先进陶瓷时代。先进结构陶瓷材料，具有强度、硬度、耐磨、耐热等先进性能。先进功能陶瓷材料，在电、磁、声、光、热、弹性等方面，以直接或耦合的效应，能实现某种特殊的使用功能。导电、超导陶瓷、磁性陶瓷、敏感陶瓷、电容器陶瓷、光学陶瓷等具有特殊功能的材料出现，有的已形成很大市场。先进陶瓷，品种繁多，丰富多采，正在不断发展。纳米陶瓷的出现，将是陶瓷发展史上的第三次重大飞跃。预计在下世纪初，陶瓷科学将会取得新的突破，有可能解决陶瓷的致命弱点——脆性。

(2) 电子、光电子材料。信息产业的发展，依赖于电子、光电子材料的研究与开发。随着信息技术的发展，对信息容量、传输速度的要求日益提高。电子、微电子技术产业遇到挑战，光子作为更高频率和速度的信息载体应运而生。光电子学使信息材料产业向光子与电子联合方向进展。电子材料、光电子材料和超导材料是发展的重要前沿。

电子材料中，最重要的是半导体材料。具有用于更高的工作温度和具有更高的电子迁移率的第二种最重要的半导体材料，在世纪之交，会有一个大发展。同时，在真空条件下，晶体衬底上一层叠一层生长出不同材料的薄膜，每层只有几个原子层厚的超晶格材料的出现，将为半导体材料的发展开辟新的领域。

激光的出现给人以启示。光信号可以代替电信号作为信息交换的公共载体。一个新兴的高技术产业，光电子工业已破土而出。它包括光通信、光计算、激光应用等许多方面。探索与发展新型光电子材料，制作高性能、小型化、集成化的光电子器件，是光电子材料领域的前沿。

我国的高温超导材料的研究与应用一直处于世界先进水平。目前高温超导材料的应用正朝着强电应用、弱电应用和抗磁性应用三个主要方向发展。超导材料产业兴起的时期将会到来。

(3) 先进复合材料。先进复合材料，是由有机高分子、无机非金属或金属等几类不同材料通过复合工艺组合而成的新型材料。先进复合材料，既保留原组成材料的主要特色，又通过复合效应，产生原组合不具备的性能，并使各组合性能互补，获取新的优异功能。当前，高强度、高模量、耐高温、低密度的复合材料产业的发展，对推进航空、航天产业的发展，有着至关重要的作用。

在结构性复合材料产业不断发展的进程中，产生着协同和加强功能的功能性复合材料，两种复合材料的发展与兴起，其发展前景是不可估量的。

(4)新材料产业的发展方向。新材料产业是知识密集、技术密集、资金密集的新兴产业。它的发展融合着物理、化学、生物等多种学科的最新成就；它的发展，基于高技术成就和装置，来达到合成与制造中的极端条件的实现。

新材料产业，正向应用有关信息，预测与指导合成具有预期性效果的方向进展，使材料设计成为现代材料科学技术的主要手段，把新材料产业推向新阶段。

在科学理论指导下，提出新概念并采用新技术，研制新材料的成功例证是半导体超晶格材料的设计；通过人工设计和调控材料中的电子结构，由组分不同的半导体超薄层交替生长而成为多层异质周期的结构材料，使半导体激光器的研制，进入一个新的阶段。

可以预测：材料设计在利用计算机进行性能预测；模拟揭示新材料微观结构与性能关系，采用相应新技术、研制新材料，新材料科学与产业，会朝着高功能化、超高性能化、复杂化和智能化方向迈进。

四、海洋工程

生物学家统计，地球上生物资源的 80%分布于海洋。海洋中约有 18 万种动物，2 万种植物。在不破坏生态平衡的基础上，海洋每年可提供 30 亿吨高蛋白水产品，至少可供 300 亿人口食用。

人们已经了解的 230 种海藻中含有各种维生素；264 种海洋生物体内含有抗癌的物质，并能够从海洋生物中分离出多种价值很高的药物，海洋是重要的药物资源库。

海洋中有陆地上所有各种矿产资源。目前开发利用规模较大的有石油、天然气、海滨砂矿（锆石、钛铁矿、铂砂、金刚石等）和海底金属矿。现在世界上 96%的锆石、90%的金红石、90%的金刚石、30%的钛铁矿，采自海滨砂矿。

海底的锰结核矿，是一种含有 40 多种金属元素的团状海底矿石。其中锰、铜、钴、镍等重金属的蕴含量分别是陆地储量的几十到几百倍。海水中有 人类已发现的 100 多种元素中的 80 种。每立方公里海水约含 3750 万吨固体物——海水被称为液体矿。潮汐能、波浪能、淡化开发利用可取之不尽的水资源，都是可利用的资源，海洋是资源的宝库。

现代科技的发展，把海洋的开发利用推向一个新阶段。当前，以海洋石油开发产业为代表的海洋工程，正带动着一系列海洋技术的兴起。海洋水下工程技术、海洋能工程技术、“蓝色革命”技术、海水淡化技术与海水综合利用技术，正为大规模开发海洋奠定基础条件。海洋石油、深海采矿、海水综合利用、海洋农牧化、海洋旅游等新兴产业正在发展与兴起。

现在和未来海洋产业的重要发展方向，是被称作“蓝色革命”的海水增殖养殖业。对于现在已经相当脆弱的人类赖以生存的地球生物圈来说，“蓝色革命”，改造海洋养殖和海洋生物环境，像对待地力那样提高“海力”，进行垦殖、耕海，是走向解决食物困境的新途径。开发占地球表面 70%的海洋领域；开发占地球上 80%的海洋生物资源，在人类人均占有陆地面积日益减少，食物、能源紧缺，赖以生存的农业资源供求矛盾突出的现实面前，“蓝色革命”的作用就不言而喻了。营造海洋农牧场已有实践；在 100 米左右深

海区进行抗风浪的全气候养殖，并实现投料与监控自动化技术，也已应用。提高“海力”水平，大范围大规模的海洋农牧产业的开发，预示着可再造一个“绿色世界”。1980年，全世界海洋产业的产值是3400亿美元，10年之后的1990年翻了一番，达到6700亿美元。到2000年，可能超过15000亿美元。海洋产业在快速发展，人类越来越多地将眼光投向海洋：下一个世纪是“海洋世纪”，是人类全面认识海洋、开发利用海洋和保护海洋的世纪。

五、空间工程

地球稠密大气层之外的空间区域，被称作外层空间或空间。是人类继陆地、海洋、大气层活动范围之后的第四环境。

人类进入第四环境，并且开始研究、利用和开发空间环境，这是人类文明史上的一个伟大飞跃。其意义的重大和影响之深远，怎么评价也不过分。

第四环境，蕴藏着极其丰富的空间资源。仅就地球引力和地球卫星作用范围这一最小的外空领域，现已探明可供利用和开发的空间资源就有：①航天器相对于地面的高位置资源；②高真空和高洁净环境资源；③航天器微重力环境资源；④太阳能资源；⑤超低温热沉资源；⑥月球及其他行星资源。其中任何一项资源的开发，都会给人类带来巨大利益。

航天技术的发展，是探索、开发、利用空间资源的综合性工程，是现代科学技术的综合，正在不断拓展着它的应用领域。仅通信卫星系统，目前已能提供100多种不同业务。除电报、电话、传真、数据传输、电视广播、远距离教育、海事移动通信等以外，在计算机联网、资料检索、应急救援、金融业务等方面正在不断地扩展。

对地观察卫星系统是气候观测、海洋观测、军事观测、陆地环境状态与资源勘测等方面的主要应用对象。对地观察卫星系统提供了大气、地质、生物、海洋、生态等方面的大量信息，为人类对地球资源的开发、管理、动态监测和自然灾害的预防，正发挥着极大的作用。

卫星导航定位系统的出现和应用，解决了大范围、全球性、高精度的快速定位，使导航、定位、通信三者结合于一体。对于交通运输管理、商贸活动、大地测量以及地区开发、工农业生产、灾害防治发生了前所未有的变革。

载人航天及空间站的建立，标志着开发利用空间资源的新时代的到来。未来的空间站，可以充分利用微重力、高真空、超低温、高净洁和强辐射等空间资源，加速空间物质产品的开发，促进空间工业化、商业化的进程，推进材料科学、生命科学、物理化学和天文学等产生新的突破。空间资源的开发，随着航天技术成就的发展，由近及远地向无限空间进军，虽然我们现在不能清晰地预测它的广阔的前景，但它推动科技进步和新兴产业的产生与发展，对经济建设带来的巨大作用，对人类文明产生的深远影响，是肯定无疑的。

第三节 生命支持系统的繁荣

我们既置身于产业革命发生历史性大变革的时代，同时又处在历史发展的关键时刻，面临着环境与发展的挑战。

与人类密切相关的各种自然要素，以及这些自然要素与人类共处所产生的各种依存关系所构成的环境，它既是人类生存与发展的终极物质的来源，又承受着人类活动产生的各种作用结果。

《21 世纪议程》的第一段话是这样写的：人类处于历史的关键时刻。我们面对着国家之间和各国内部永存的悬殊现象，不断加剧的贫困、饥饿、病痛和文盲问题以及我们福祉所依赖的生态系统的持续恶化。然而，把环境和发展问题综合处理并提高对这些问题的注意，将会使基本需求得到满足，所有人的生活水平得到提高，生态系统受到更好的保护和管理，并带来一个更安全、更繁荣的未来。

《21 世纪议程》提出和论述的当前的紧迫问题，促使全世界为下个世纪发展面对的挑战作出准备。全球性的环境与发展问题的综合处理，关系着人类生存与发展的命运；关系着全球世纪性的战略选择；关系着未来产业革命与经济社会繁荣的成败，关键就在于这一战略选择实施的前景。

1996 年，联合国环境规划署在 4 月 22 日“地球日”即将来临之际发表报告，汇集了全球各个环境领域的最新情况，呼吁全人类共同采取行动，控制整个地球的环境全面恶化。

——大气二氧化碳及微量气体的总量逐年增加，地球表面出现越来越严重的温室效应，全球气候渐暖，气候异常灾害增加，食物生产的稳定受到威胁；空气质量严重下降，有 1.25 亿人生活在混浊空气的城市中。

——水土流失严重与土地沙漠化扩展，每年全球地表土壤流失 200 多亿吨；沙漠化土壤正在以每年 5—7 万平方公里的速度迅速扩展。

——世界森林资源每年以 460 万公顷的速度消失，既连续破坏物种的生长生态环境，又在加速土壤的侵蚀。

——臭氧层在近半个世纪的工业增长中日益损耗，当前南极臭氧空洞正以每年一个美国陆地面积的速度增大，使地面紫外线辐射增强，皮肤癌发病率上升，是影响水生生态系统和破坏人类健康不容忽视的环境危机。

——动植物资源急剧减少，生物物种加速灭绝。据报道，到 2000 年地球上将有 15%—20% 的物种消失。到下一世纪的前半叶，将有 25% 以上的物种陷于绝境。

——水资源污染严重，人类用水急剧紧缺。全球有 14 亿人口的生活环境中缺乏生活污水排放装置；12 亿人口生活在缺水的城市。

——有害的废弃物，全球每年以 5 亿吨的速度递增。早在 80 年代的后 5 年，全世界就约有 13 亿人口居住在没有达到世界卫生组织颗粒物（空气中的烟尘）标准的城市地区。

——全球捕鱼量已大大超过一年 1 亿吨的上限，40 多种鱼类因捕捞过度而濒临灭绝。

从空气、森林、海洋以及人类用水、陆地，整个地球环境全面恶化——与人类息息相关的地球生态环境恶化。

生态环境的危机，主要是发达国家在工业化过程中过度消耗自然资源和大量排放污染物的结果，占世界人口 25% 左右的发达国家，能源消费占世界

消费总量的 3/4，其污染物排放量也占到世界总量的 3/4。生态环境危机，从区域性扩展为全球性的灾害，而危及发展中国家。人类在呼吁：我们只有一个地球，我们必须扭转我们赖以生存的生态环境的危机！

全球性的生态环境的危机，已给人类带来了深远甚至是难以预料的影响。人们不得不思索未来的生存与发展。环境危机给已经经历过的掠夺性的工业化社会作出了否定的判决。环境危机也给现今发生和发展的新技术革命和产业革命提出了“环境与发展综合处理”的不容置疑的发展选择。

我们面对的危机从两个方面正在加剧着人与自然的冲突：首先是资源掠夺与消耗的日益扩大，人与资源环境矛盾的日益尖锐；另一方面是，生态环境作为生命的支持系统，人类生活、生产、发展依赖的环境质量日益恶化。环境与发展问题的综合处理，无疑要集中于上述环境对发展提出的挑战内容方面。这个目标的实现，在于世界上所有国家的共同行动，依托于社会的进步和伴随发生的科学技术的发展与未来产业的根本性变革。

变革的取向——科学技术的发展与未来产业的兴起，必将围绕生命支持系统的繁荣而拓开一条全新的发展道路。

一、资源环境与经济增长的选择

资源环境是自然界为人类提供所利用的物质、能量和活动空间的构成因素的总称。面对不可更新资源的日渐枯竭与可更新资源遭受的连续破坏，对资源环境的认识已不再是取之不尽，用之不竭。无论是可更新与不可更新的资源开发利用都具有有限性。现代科学技术革命和新兴产业发展对资源依托的选择，只有放到资源利用潜力的无限性方面。

资源利用潜力无限性的开发，在科学技术日益进步和发展的过程中，现今可从四个方面看出开发的途径趋向。随着新科技群的兴起，自然资源在不断拓广其范围；过去没有被认为是资源范畴的物质已被利用；过去难利用或用途单一的资源，已有了多种用途；某些稀缺资源，也得到了合适的代替资源。不断拓宽其利用范围的最有潜力的是：①现在还研究开发不够的生物资源，大量有用的物种还待我们去发掘。②可更新资源，生产潜力提高的前景广阔：单位土地、生物产量、光能利用、水资源及气候资源的利用，还可极大提高。③污染物资源化、废物资源化的实现，生物技术正在开始发挥其巨大的效用。④某些不可再生资源，其蕴藏潜力的挖掘潜力巨大。

不断拓开自然资源的种类、范围和用途，开发资源自身蕴藏的潜力，以及更广阔的途径；可更新资源开发利用率的提高和对不可更新资源的替代，资源潜力无限性开发利用的取向，现在大面积地趋向于资源环境中的生物资源的开发、利用、保护、创新。

从当前资源环境与经济增长的角度看，生物质能利用与生物固氮等一系列生物资源替代开发，最引人注目。

生物质能资源丰富。每年全球靠光合作用可产生生物质 1200 亿吨，其含能量为当前全球能耗总量的 5 倍。通过叶绿素将太阳能转化为化学能而贮存在生物质内部的能量，具有巨大的利用潜力。通过热化学转换技术，将固体生物质转换成高品位的能源产品；通过生物化学转换技术，在微生物的作用下，产生能源产品；通过生物质成型技术，形成高密度的固体燃料；通过化学转换技术，取得高效的热效率，以及采用生物工程技术分解糖类，产生热值高的清洁能源氢；应用蓝绿藻光合作用在阳光下光解水，产生氢；利用微

生物提高不可再生资源石油的采收率等，正在为世界面临的能源危机作出贡献。

据统计，地球上每年通过生物大约固定 17 500 万吨氮，相当于全球世界氮肥工业总产量的 2—3 倍。除传统的固氮植物大豆、花生等豆科植物外，大量人工栽培作物根部都没有共生的根瘤菌可以固氮，而必须施用大量氮肥。遗传工程的出现，为生物固氮、为农林牧的发展，开辟了新途径。将固氮基因转入非豆科植物，培育出能自身固氮的新品种。现在，扩大和改善现有固氮菌和固氮系统的生物技术，已取得初步成效。它的完成与实现，会对农林牧产业和化工产业产生巨大影响作用。新技术革命，正在改变传统产业依赖消耗大量资源，特别是消耗非再生资源的传统模式。而起着主导和引导作用的是，在微电子技术普遍渗透之后的生物技术应用领域的不断扩展。

可再生资源技术、医药产业新技术、农业新技术以及化工、轻工、冶金、海洋等产业，在生物技术逐步发展与参与的进程中，已经和将要引起传统工艺的重大变革。无论从原料、材料、工艺路线、能源消耗、经济效益、安全生产以及生态环境的保护等多方面去衡量，还是从资源环境危机与经济增长的综合处理去选择，以生物资源为主体的可再生资源的潜力无限性的开发，是未来社会、未来经济、未来产业发展的战略选择。

二、永续利用生命支持系统的建立

环境与发展综合处理的主题是可持续发展。可持续发展战略，是把传统的经济与环境完全对立转变为相互协调和相互促进的过程，建立可持续发展的生产体系和建立永续利用的生命支持系统——环境。

维持人类生存与发展的生态环境，对它的自然科学属性和对它的社会经济属性的再认识——生命支持系统与社会经济系统的统一，是人们再一次认真思考人与生态环境之间的相互作用关系的深化。

对未来经济、未来产业发展的认识论方面，在新技术革命与新兴产业兴起的过程中，曾有过这样的不同的认识：新技术革命的发生，一些西方发达国家利益的维护者，把希望寄托于一次新的技术革命和产业革命上，幻想这种革命的出现，就会迎来一个“奇妙的时代”。并认为，一切现有资源，都是可以用其他资源来替代，而使人人类的增长无限扩展下去。现代石油农业就是这种被称为“西方征服思想”的直接产物。而更广泛的认识是，人类生活在一个有限的物质世界里，地球对人类的物质增长的支持是有限度的，人类是自然界的一部分。环境与发展问题的综合处理的原则，应遵循人类社会的发展应永远与自然相和谐，不可超越自然承载的极限，否则得到的将是自然的惩罚。这也是现代系统科学的认识论。

发展中的系统科学，正在丰富着唯物辩证法的一些哲学范围。系统科学对各种学科相似现象、共同规律的概括，已说明了系统这一诸元素的有机组合，一定的元素组合秩序反映了一定的系统功能。系统不是诸元素的简单相加，而是元素之间的相互制约、相互作用。系统与元素、元素与元素之间无比丰富的对立统一关系，反映出它们整体与部分的有机联系，“整体大于其孤立部分之总和”是系统论的基本定律。

对被称为“西方征服思想”的批判者指出：这种思想在认识论上体现为分解主义，一切受短期的经济利益所支配，在社会经济生活中表现为经济技术的“近视眼”病。近代形而上学重视各个局部，忽略整体联系，并把整体

看成是部分的简单的相加。辩证唯物主义科学地解决了整体与部分的关系，为环境与发展问题的综合处理，提供了认识论的方向。

现代系统科学认识论的基础是系统论、整体论。系统科学认为，系统的各要素通过结构组成一个整体系统，结构愈合理，系统的各个部分之间的相互作用就愈协调，系统在总体上愈能达到最优化。整体性的作用，在于其功能，功能表现在一定系统同周围客体、对象和环境的关系上。

作为生命支持系统——维护人类生存和发展的自然环境，与社会、经济构成一个复合的生态系统。复合生态系统理论从系统的角度，指出社会、经济、自然是互相统一的有机结合体，为取得社会、经济、自然的综合效益的目标，面对环境的危机，必须建立和重构一个可持续利用的合理的自然系统。

工业文明的经济增长与现代环境的变迁，带来的结局是财富的增加和人类面临的共同危机——生态环境的危机。就财富的增加看，第二次世界大战结束后的 50 年来，世界总产值增加了 7 倍。但这是极不平衡的增长，使贫富差距进一步扩大。占世界人口 20% 的富人享受着世界财富的 83%，而 20% 的穷人却仅占世界财富的 1.4%。最不发达国家已从 1974 年的 29 个增加到现在的 48 个。造成这种差距的扩大和不平衡发展的因素很多，从国际经济关系上看，穷国的贫穷落后是长期遭受殖民主义统治和不公正、不合理的国际政治秩序造成的。

随着财富增加的另一种增长，是现代环境的变迁——整个地球环境的全面恶化。这既是生命支持系统为经济增长付出的代价，又是过去增长方式带来的必然结果。

社会、经济、自然之间相互作用的分割与对抗，把人类赖以生存的生命支持系统推向崩溃的边缘，这就是我们面临着的环境与发展的挑战。用什么样的增长方式与什么途径的生产体系实现社会、经济、自然的相互统一发展，实现生命支持系统的重新繁荣，走可持续发展道路，便成为人类共同的必然的选择。以实现经济发展持续性与资源利用永续性的统一，满足人类必需的经济增长，是在合理利用资源与环境同时得到保护基础上的增长；面对环境危机的威胁和造成危机的经济与环境相对立的发展方式，求得可持续发展的实现，在于生命支持系统的重新繁荣和对生产体系结构的变革。新技术革命与新兴产业的发展，开拓了引导可持续发展在未来实现的途径。

当前，可持续耕作方式、提高原料加工工业程序效率、推进持续造林和重新造林，消除有害污染，改造和提高环境质量等方面，正在开始使生态环境受到保护，并促进全球防止和扭转环境的进一步退化，为未来的发展做好准备。在合理开发利用自然资源，保存环境的完整，确保和建设生态环境的无害化，以及恢复生态系统和景观的目标方面，起着引导与主要作用的是现代生物科学技术的发展与应用。

《21 世纪议程》这一全世界共同提出的行动纲要，其主要内容是：促进发展的资源保护及管理的方案领域。方案领域集中包含于下列方面：大气层的保护，陆地资源的统筹规划和管理，森林毁灭的防治，脆弱生态系统的管理，促进农业和农村的可持续发展，生物多样性的保护，生物技术的无害化管理，海域海洋生物资源的保护利用和开发，水资源开发管理和利用的综合性应用，以及对有害废物的环境无害化管理。

人类与自然、环境与发展、生物与生态是全球实现可持续发展的核心内容。它所要解决的建立一个永续利用的生命支持系统的命题，是新技术革命

的前沿；是产业革命发生、生产体系组织结构以及经济结构发生飞跃的根本动力；是我们人类走向未来繁荣社会必然重新构建的一个更新一级的基础。不论从任何一个角度、任何一个领域去观察我们的世界，共同的结论是环境与发展的综合处理，必然走向一个新的世纪——下一个世纪必将是生物科学的世纪。

世界舆论普遍认为：人类从过去认识生物、利用生物，开始跨入按自己的需要来改造和创造新的生物资源与生态环境的时代，这是生命科学发展史上的一次飞跃，其作用和意义不亚于原子裂变及微电子技术的发现。

从实验室正在走向实用阶段的生物工程技术，既具有新技术革命带来的新的生产力功能，又孕育着更强大更有力的潜能。既是改造传统产业的有力武器，又是新兴产业和产业革命发生的基石，也是适应产业革命发生与发展的新的生命支持系统建立与保护的主导。可持续发展的经济与可持续利用的环境的实现，不仅可以缓解面临的能源、食物、污染等严重问题，而且通过新技术革命、新兴产业彻底改革工业化社会的传统工艺，可以建立低耗、高效的生产体系，依托或组合生物工程技术，去开辟新途径。

未来社会是生命支持系统与经济系统的前所未有的紧密结合与联系的社会、经济、自然复合系统；反映这种紧密结合与联系的新兴产业以及由此组成的全新的生产体系、经济结构和社会结构，它所应具有的特征，必然是“生物世界”——我们推论中一个不规范但代表实际意义的方向。

第七章 文明古国的新崛起

中国历史上以农业文明和财富大国称著于世界，中华大地物华天宝，具有丰富多采的自然资源；中华民族人杰地灵，具有创造和发展先进科学技术文明的智慧和能力。农业文明是人类与自然环境第一次含有科学意义结合的一个范例。

以中华人民共和国成立为标志，中国人民扫除了近三四个世纪以来落后的主要障碍，踏上走向再度繁荣、再度辉煌、再度雄踞世界的道路。

近代的衰落到当代的崛起，同样可以证明，世界在 21 世纪必须面临的事实是：中国将成为新的世界强国。这并不是“能否”，而是“早晚”的问题。中华民族数千年文明集聚的优势和潜能，在新的历史条件下，在新技术革命的推动下，必将汇入世界巨变之大潮，迎来再度辉煌。

第一节 传统资源的优势与局限

中华民族赖以生存和发展的物质基础，经过几千年各族人民的开发利用，现在的状况如何呢？

960 万平方公里的中华大地与欧洲大致相当。东西间距 5000 公里，南北相距 5500 公里；我国陆地东部、南部还有辽阔的海洋。辽阔的疆域，成为多种自然地理要素和丰富自然资源蕴藏的巨大场所。

我国疆域约有 98% 位于北纬 20° — 50° 之间的温带与亚热带，所占的面积分别为全国陆地面积的 45.6% 和 26.1%，且处于全球最大陆地的东沿和全球最大的海洋西岸。西南是全球最高的青藏高原，季风气候十分典型。夏季大部分地区温度与水分条件配合较好，给农业发展提供了优越条件。同时，第四纪时期，我国境内冰川覆盖面积有限，这是中华大地生物资源丰富的重要成因。

我国是一个起伏多山的国家。历次造山运动及其伴随而来的侵蚀和沉积作用，形成了复杂的地形地貌，山脉、山地、高原，是金属矿床、森林、草原自然资源的丰富宝库；盆地、平原是耕地、水、热和沉积矿物等自然资源的集中分布地；大陆边缘广阔的大陆架浅海，更具有丰富的水生生物资源以及石油、食盐等多种矿产资源。

一、土地资源

中华大地从北到南，跨越寒温带、温带、亚热带、热带等几个气候带；有高山、高原、丘陵、盆地、平原等不同地形；土壤和天然植被亦具有很大的地域差异。数千年的农业开发，形成多种多样的土地类型。

土地分布具有明显的地带性、地区性和垂直分布的差异。在不同的区域范围内，由于水热条件的不同和复杂地形、地质条件的组合，为农、林、牧和其他各业的土地利用，提供了多样化的条件。

山地面积大，丘陵、高原面积约 633.7 万平方公里，占土地总面积的 66%，自然条件复杂，自然资源丰富多采，开发潜力大。

（一）土地开发利用状况

土地利用，在目前的技术经济条件下，现在开发利用于农、林、牧、渔各业和城乡建设的土地资源约 630 万平方公里，占总土地面积的 65.6%。在农业用地中，耕地和林地所占比重相对较小；耕地约 15 亿亩，约占总土地面积的 10%；森林覆盖率由 80 年代初期的 12.7%，提高到目前的 13.9%；草地面积约 43 亿亩，占全国土地面积的 30%。

我国土地开发的历史悠久，中华民族在土地资源开发、利用、保护的长期实践中，积累和创造了丰富的经验。1949 年之后，我国在基本农田建设、土壤改良、兴修水利、水土保持、植树造林、建设草原、自然生态环境保护方面取得举世瞩目的业绩。中国用占世界 7% 的耕地，解决了占世界 23% 的人口的吃饭问题，基本满足了人民生活的需要——世界公认的一项了不起的巨大成就。

虽然，我国土地资源在开发利用方面得到了发展，但是，农田土地资源比重小，且后备土地资源的开发难度大，土地资源优化合理利用调整的任务重。人地矛盾的日益尖锐与土地利用开发存在的问题和难度，决定了我们必

须珍惜每一寸土地，合理利用每一寸土地，是我国的一项基本国策。另一方面，对我国土地资源开发、利用、保护，应是因地制宜，综合利用，提高非耕地的利用效率和经济效益。

土地是地表各个地段包括地质、地貌、气候、土壤、植被、水文等与人类活动多种因素共同作用下形成的高度综合的自然系统。在这个系统中，各个因素都有其不可取代的地位和作用，但是，全部因素的综合作用，才能反映土地固有的属性。

我国土地历经数千年的开发利用，既创造了辉煌的农业文明，又使传统农业生产成为对土地资源以及其他自然资源影响最大的因素。全国有记载的首次统计数据表明，在公元 2 年的汉王朝，人口达到 5960 万，农耕地开发利用面积为 5.7 亿亩；经过近 2000 年的变迁，现在我国人口是 12 亿，农耕地面积已经高达 14 亿亩，且原始天然植被已基本不复存在；尚未利用的可耕地资源也已不多。无论绝对数量和相对数量，我国土地资源的几种主要类型与世界各国相比较，都显偏低。特别是人均水平，耕地、林地、草地的占有量，大约是世界人均占有量的 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{9}$ 和 $\frac{1}{3}$ 。作为自然因素和人类活动相互作用共同产物，我国土地资源开发利用的现状有如下特点：

(1)我国从北到南，由寒温带至热带，温带约占 21.9%，暖温带约占 18.5%，亚热带约占 26.1%，热量条件具有优势。从东到西，由太平洋沿岸到欧亚大陆中心，其中湿润区约占 32.2%，半湿润区约占 17.8%，半干旱区约占 19.2%，干旱区约占 30.8%；湿润、半湿润区与干旱、半干旱区面积基本相等。土地资源与水、热资源因素组合的结果，形成土地的开发利用是以干旱、半干旱为主要因素的制约环境。

(2)约占总土地面积的 66%的山地、高原、丘陵，历经数千年以农垦为主的开发，生态环境处于脆弱或恶化的状态之中，且垂直分布高差大、坡度陡、土层薄，相对平原、盆地的土地利用适宜性单一，土地资源易受侵蚀与破坏。

(3)我国耕地、林地、草地面积分别居世界第 4 位、第 8 位和第 3 位，但人均占有上述农用地量却仅为全世界人均占有量的 $\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{3}$ ，土地资源相对紧缺。

(4)由多种因素共同作用构成的土地资源自然系统，在我国的大部分地区，呈现出区域差异大，具有诸因素不协调的普遍性。温带地区（东北地区）水土资源丰富，而热量略显不足；暖温带地区（华北地区）土、热资源充足，而水源不足，旱涝盐碱等自然灾害多；半干旱地区（黄土高原）热量条件较好，降水偏少，水量不足，土层较厚，土质疏松，坡陡沟深，地形破碎，植被稀少，水土流失严重；南方亚热带、热带地区，热量丰富，雨量大，水热条件充沛，但山地多、平地少、耕地不足且土壤偏酸；西北内陆干旱地区热量丰富，但干旱少雨、水量不足，沙漠、戈壁、盐碱地面积大，无灌溉即无农业；青藏高原日照虽充足，但热量不足，土地生产力低下，而且不易利用。土地资源分布及其诸因素组合的差异及不协调具有普遍性。

（二）土地资源开发利用存在的问题

(1)农耕地的不断缩减。我国是世界上一个人多地少的国家。新中国成立以来，我国耕地面积平均每年减少 700 多万亩。随着各项建设事业的发展 and 人口的增加，今后不可避免地还会占用一些耕地。而现有可以开垦成耕地的土地资源约 1 亿多亩，且分布于自然条件较差，开发利用难度大的区域。人

多耕地少的矛盾会越来越尖锐。同时，耕地的肥力也在不断减少、下降。据1958年和近期的第二次全国土壤普查结果比较，除海河平原和长江下游平原农业集约经营地区外，有相当大的地区土壤肥力有所下降。据第二次全国土壤普查的1403个县汇总，土壤无障阻因素的耕地只占耕地总面积的15.3%；土壤有机质低于0.6%的耕地占10.6%；耕地总面积的59%缺磷、23%缺钾、14%磷钾俱缺；耕层浅的占26%，土壤粘重板结的占12%。总体衡量，我国农耕地的肥力偏低。

(2)水上流失严重。水上流失严重，水土流失面积不断扩大，是我国土地资源遭受破坏和土地质量下降的主要成因。据测算，新中国成立初期水土流失面积为116万平方公里，目前已增加到150万平方公里，约占全国土地总面积的1/6；受水土流失危害的耕地面积约占1/3。黄土高原地区是我国水土流失最严重的地区，流失面积达到43万平方公里。黄河出三门峡多年的年平均输沙量约16亿吨。长江流域，由于上游植被的减少，近年来水土流失面积猛增，现已达20%，长江有变成“第二条黄河”的危险。此外，珠江、辽河、淮河、钱塘江等流域的水土流失都有所增加。严重的水土流失，使我国每年损失土壤达50亿吨，相当于全国耕地刮去1厘米厚的表土；被带走的氮磷钾等植物营养物质，相当于我国一年生产的4000万吨化肥所含的营养量。同时，给农业生态环境造成严重后果，江河湖库淤积，内河通航里程缩短，80年代比60年代初缩短了37%；北方23座大中型水库，现已淤积88亿立方米，占到总库容的16%。水土流失的严重性，用一位国外学者的话讲，“黄河流动的不是泥沙，而是中华民族的血液。”

(3)次生盐渍化和潜育化土地面积的扩大。我国目前有盐渍化土地面积约5亿亩，其中耕地约1亿亩。主要分布在黄淮海平原、东北西部平原、黄河河套平原、西部干旱和半干旱地区以及沿海地带。不合理的灌溉和耕作造成的土地盐渍化的地区，同时又伴随着洪、涝、旱、风、沙等多种自然灾害。近年来，盐渍化土地面积具有扩大的趋向。据西部干旱地区、河套平原、黄淮海地区调查，80年代盐渍化土地面积较六七十年代增长30%—60%。次生潜育化水稻土面积的不断扩大，已成为我国水稻生产的一个主要障碍。潜育水稻土，是在稻田土层50—60厘米深处形成一个青泥层，土壤结构遭到破坏，微生物活动减弱，有机物分解缓慢，不利于水稻生长。南方各省潜育化稻田约6300万亩，洞庭湖地区、江西等省区，潜育化面积已占到稻田总面积的20%。

(4)沙漠化在扩展。土地沙漠化，是干旱、半干旱地区，在生态环境极其脆弱的条件下过度地开发，使生态平衡遭受破坏而引起的土地质量的退化过程。新中国成立40多年来，“三北”地区土地沙漠化以惊人的速度发展。据调查，“三北”地区沙化土地面积约17.6万平方公里，近百年新扩展的约有5.6万平方公里。此外，还有15.8万平方公里的土地有发生沙漠化的危险。青海、内蒙古两省区，从60年代初到80年代初，土地沙漠化面积都扩大了32%以上。从50年代到70年代末，我国沙漠化土地面积平均每年扩展约1500平方公里。我国受沙漠化影响的有11个省（区）、212个县（旗、市）、3500万人口、近6000万亩耕地、约7500万亩的草场。沙漠化的扩展，对农牧业生产和经济社会发展造成严重的威胁。

(5)土地污染严重。随着工业，特别是乡镇工业的发展，大量污染物质随“三废”排放进入河流、农田；有害有毒物质，进入土地的数量逐年增长。

据统计,80年代以来,全国工业废水排放量约268亿吨,还有大量生活污水,多数未经处理,直接排入河道或灌溉渠系;全国工业废渣历年堆存量53.9亿吨,占地59万多亩,由于冲洗淋溶而污染水体和土壤;农药及化肥使用量大幅度上升,其残留物大部分散失在土壤及水体中。到80年代,我国受三废污染(废水、废气、废渣)的土地面积已达2900多万亩,受农药污染的土地面积则更大。

土地资源遭受多方面因素的破坏和土地生产力的相应下滑,是我国当前土地资源开发、利用、保护中的主要矛盾和亟需坚持不懈、努力解决的重大问题。

只有解决好这一关键问题,我国土地资源的巨大潜力才能得到充分的发掘。

(三) 后备土地资源

我国尚有5亿亩宜农荒地和17亿亩宜林牧荒山草坡,可供发展农林牧业生产。尤其是南方亚热带、热带的东部山区,是得天独厚尚未充分利用的宝地,有望建成一个综合性农业战略的后备基地。目前,约有5000多万亩未充分利用的海涂资源可供综合开发利用。随着科学技术与装备的发展,历史上的不毛之地戈壁、沙漠中“绿色农业”的发展,具有广阔的前景。

(四) 水土流失与沙漠化的综合治理

占国土面积1/6,约150万平方公里土地的水土流失综合治理,在我国土地资源潜力开发建设中具有巨大作用。新中国成立之后,我国水土流失综合治理的伟大实践和取得的成功经验证实:在水土流失地区,摆脱传统农业的困境,摆脱多年来的贫困,根本的出路在于这些地区受破坏的土地资源的开发与治理。当前,就是在水土流失最严重的晋陕峡谷地带,也不乏找出通过治理建设,农业生态环境得到改善,农业走上产业化发展道路,农村经济迅猛增长,实现持续发展的典型。

随着我国“三北”林业重点工程的建设,我国土地沙漠化的扩展将得到遏制,为沙漠化土地的开发利用和戈壁、沙漠“绿洲农业”的发展,奠定了坚实的基础。

在我国相继进行“三北”、长江、沿海、太行山等六大综合性跨区域、大规模林业重点工程建设之后,1996年又开始了黄河中游、淮河太湖、珠江、辽河四大流域防护林体系工程建设,这将很有效地改善干旱、半干旱环境,从而对我国土地资源开发利用产生不可估量的作用。

(1)土地资源开发利用方式的转变。我国土地资源过去为粗放型开发利用,形成了普遍性的“四低”资源利用结构,即低产田、低产林、低产园、低产草(水)面。“九五”期间,我国国民经济和社会发展的指导方针之一,是促进国民经济持续、快速、健康发展,关键是实行两个具有全局意义的转变。其中经济增长方式从粗放型向集约型转变的指导方针,将会促进我国土地资源开发利用方式发生根本变化,带来我国土地资源生产力的极大增长。

我国拥有中低产田约11亿亩,约占整个耕地面积的83%以上。从我国现有的技术和生产条件来看,按目前生产水平,把中低产田提高一个等级,就可以多获得1200多亿公斤的粮食。我国林地的平均净生长率和单位面积的年生长量,与世界林业发达国家比较,处于较低的水准。北方大面积的草地,

由于生态环境的恶化，生产率仅为世界平均水平的 1/3。林牧用地有着巨大的潜力，有待于我们在土地资源开发利用方式的转变过程中不断挖掘。

(2)土地自然系统诸因素的调整与重组。我国大多数地区，农业生态系统的脆弱和恶化，是制约土地资源生产潜力的主要因素。调整和重组不同类区的农业生态结构，建设具有持续利用和高效率的物质能量转化的农业生态系统，既是实现可持续发展战略的基础，也是促进土地资源潜力发挥的根本途径。重点生态工程的大规模建设与区域性生态结构、生产结构的调整，将使我国土地资源分布与诸因素组合的不协调得到逐步的转化。尤其是占国土面积 66% 的山区、高原、丘陵地区的土地资源的生产潜力，将会有成倍的增长。

(3)土地污染与破坏的防治。控制和治理工业及城市“三废”的污染，推广高效、低毒、低残留量的农药，合理有效地使用化肥，保护我们的国土，开始成为我国全体国民的共同行动。我国展开了大规模的国土整治。

新技术革命及新兴产业的兴起，正在和将要使我国土地资源的开发、利用、保护，走向一个全新的时期。特别是新兴生物技术的应用，生物固氮、生物制剂农药、抗病虫害的生物资源新品种、土地污染的生物净化技术的推广，以及与土地资源开发利用相关的新材料、新装备的使用，将引起土地这一高度综合的自然系统发生有史以来的更新。

美国莱斯特·布朗，对我国的粮食前景作出了极其悲观的预测，并提出了“谁来养活中国”的疑问。可见，中国的粮食安全问题已成为世界关注的一个问题。我国政府和学者对此高度重视。在农业部 1994 年拟定的《到 2000 年新增 500 亿公斤粮食生产能力规模》的方案中，曾提出八大措施和十大项目。八大措施即严格控制耕地占用；确保粮食播种面积；稳定增加农业投入；依靠科技兴农，加速科技成果的推广应用；保证化肥等农业生产资料的供应；按总量及区域平衡原则分类指导；继续深化农村经济体制改革，完善有关政策；切实加强对农业的领导。十个农业重大项目包括改造中低产田；开垦宜农荒地；商品粮基地建设；良种繁育体系建设；全国农作物重大病虫害监测体系建设；农业技术推广综合服务体系；农业科研教育体系建设；农机服务体系；粮、经、饲三元结构试点县建设；“菜篮子”工程建设。一些学者从我国粮食生产 1978—1995 年，综合生产能力每 5 年上一个新台阶（增加 5000 万吨）的潜力，预测我国 2000 年粮食生产可达 5 亿吨，2030 年可达到布朗所言的上限需求 7.65 亿吨。结论是中国人完全有能力养活自己。

二、水资源

（一）我国水资源的特点

水资源是世界上开发利用得最多的资源，也是制约经济社会发展的主要因素。我国幅员辽阔，地处欧亚大陆东侧，地势东低西高，东南濒临大海，西北延伸至高原腹地；地形、地貌、气候复杂多变，使我国水资源具有许多特点。

(1)总量丰富，相对拥有量偏少。我国年均降水总量约 60000 亿立方米，年水资源总量 27000 亿立方米，居世界前列。但目前人均水资源拥有量只有 2500 立方米，约为世界人均水量的 1/4。随着人口和经济的发展，更多的城市和地区将会发生严重的缺水问题。缓解水资源短缺对社会、经济活动的制约，已成为我们的一项战略任务。

(2)水土配比组合失衡。水资源主要来源于大气降水。降水分布取决于水循环系统。我国绝大部分地区降水来自太平洋，降水量自沿海向内地，自东南向西北递减；滇西地区及西藏东南部降水来自印度洋，降水量由西向东、由南向北递减；新疆北部降水来自北冰洋，降水量由西向东、由北向南递减；水土组合极不均衡，造成我国南方水多地少，北方水少地多的分布格局。长江流域和西南、东南、华南诸河的年径流量占全国年径流量的 83%，耕地只占全国总耕地面积的 35%；而黄河、淮河、海河流域和东北诸河、西北内陆河的年径流量只占全国的 17%，耕地却占全国的 65%。东南沿海诸河流域的人均水量可达 3750 立方米，亩耕地均水量 5800 立方米；而黄河、淮河、海河流域的人均水量只有 540 立方米，亩均水量 320 立方米；内蒙古、宁夏、西北与华北一些地区，人均水量还不足 200 立方米，只及全国平均数的 7.5%。

(3)年际变化幅度大，旱涝交替出现。我国绝大部分地区处于东南季风气候区。冬季风时期，一般干燥无雨；夏季风时期则潮湿多雨，降水量约占全年的 50%—80%。高温多伴有降水，与作物需要一般相吻合，具有雨热同步的有利组合形态。但季风气候具有不稳定的特点，降水可靠性小，旱涝交替出现，并且是降水越少的地区变化的幅度也越大。

(4)水质呈地带性分布。受到水源、环境、气候条件与人类活动多种因素的影响，我国河水的化学性质呈明显的地带性分布。从东南沿海到干旱少雨的西北地区，河水矿化度由低到高逐步增大；由重碳酸盐类水质向硫酸盐类或氯化物类水质逐步转化；河水硬度随之由东南沿海的极软化水区到西北内陆极硬化水区逐步提高。

(二) 我国水资源开发利用情况

(1)水资源开发利用的低水平与高难度。我国年平均 60000 亿立方米的降雨总量，相当于平均水深 628 毫米，低于全球 800 毫米陆面降水和亚洲 740 毫米的平均值。降水到达地面后约有 56%通过植物蒸腾、土地和地表水体蒸发；35%形成地面径流；10%通过地面下渗补给地下水，形成河川基流量。初步估算全国水资源总量年平均为 27000 亿立方米。水资源总量不少，但由于时空分布不均，人均占有量低，开发利用难度大，被联合国列为世界上 13 个贫水国家之一。

新中国成立以来，我国兴建了大量水资源开发利用工程。北方少水地区开发利用程度较高；南方多水地区开发利用程度偏低。辽河、海河、滦河流域的开发利用率达到 60%—65%；黄河、淮河流域为 40%。海河流域平原地区浅层地下水利用率已达 90%，黄河流域为 50%，致使黄河下游连续发生断流、黄淮海地区地下水源几近枯竭。北方这块占国土面积 64%，而地表水资源仅占全国地表水 17%的缺水地域，面临着严峻的水资源危机。1980 年前，我国农业灌溉面积平均每年以 3.7%的速度发展，1980 年后，年平均发展速度降至 0.17%。北方地区水资源开发利用的难度越来越大。

目前，我国水利设施供水能力约 5000 亿立方米。但缺水矛盾依然突出，主要集中于农业和城市缺水。农业每年缺水达 300 亿立方米，受旱面积约 3 亿亩，实际灌溉面积仅 4867 万公顷；8000 万农村人口饮水困难。全国 300 个城市按资源缺水、工程缺水、污染缺水和给水设施不足缺水的四种类型划分，前三种占城市总缺水量的 70%以上。水资源的调节程度低，供水能力的保证程度低，在水资源分布极不平衡的状态下，供需矛盾越来越严重。

(2)水资源开发利用制约因素与恶劣的开发利用条件。受海洋季风影响,水资源在年内、年际间变化很大,一些河流常出现连枯、连丰的现象。黄河、海河年径流量的最大值是最小值的 14—16 倍;径流量的年内变化,北方大于南方;水旱灾害频繁;洪水泛滥与干旱缺水、供水不足、水土流失互为影响,造成水资源开发利用的限制因素。

目前,我国排放的污水 90%以上未经处理便进入自然水体,使自然水体的可利用程度降低,生态环境遭到污染、破坏,在缺水地区更加剧了水资源的紧缺。据不完全统计,北方 10 省(市)由于地下水过量开采,形成大小地下水降落漏斗 50 个,浅层漏斗面积约 1 万多平方公里。漏斗中心出现地面下沉,水质恶化等危害,使开发利用的条件进一步恶化。

(3)水资源的损失与区域开发对水资源的需求。我国农业用水量约为水资源利用总量 80%;工业和城镇用水约占 20%。在现有水资源相对短缺的情况下,有 95%以上的农耕地仍采用地面灌溉的方式,水流漫溉,损失极大,每亩灌溉用水达到 1000 立方米,水的利用率不到 40%。而灌溉面积主要分布在北方地区,同时又是我国历史上形成的高耗水型的冶金、化工、电力、造纸、印染等产业部门的集中分布区。地处干旱、半干旱区域的我国西北地区、黄土高原,将是我国有色金属、能源化工进行大规模开发的发展地区。水资源的需求与供给,对中西部地区的开发建设产生的作用和影响是显而易见的。

根据我国 2000 年国民生产总值翻两番的目标要求,预测本世纪末在积极节水、合理用水和中等干旱的条件下,全国年总需水量为 6000 亿立方米以上。21 世纪前后,我国淡水资源供需矛盾最突出的地区仍是华北及山东、西北、辽中南地区及部分沿海城市。缺水地区的经济和社会发展受水资源不足的威胁日趋严重。

(4)水资源保护。《中国 21 世纪议程》就水资源的保护与可持续开发利用提出的方案主要涉及 7 个方面:水的长期供求计划与水资源评价;水资源、水质和水生态系统的保护;地下水资源的可持续利用与保护;保障城市生活和工业可持续用水;水污染控制和污水资源化;气候变化对水资源的影响及其适应战略;水资源管理体制改革的及其能力建设。水资源保护与可持续利用的总体目标确定为:积极开发利用水资源和实行全面节约用水,以缓解目前存在的城市 and 农村严重缺水危机,使水资源的开发利用获得最大的经济、社会和环境效益,满足社会、经济发展对水量日益增长的需求。同时,在维护水资源的水文、生物和化学等方面的自然功能,维护和改善生态环境的前提下,合理、充分地利用水资源,使经济建设与水资源保护同步发展。

实现水资源保护与可持续利用,满足社会发展对水量日益增长的需求和对水质的要求,我国水资源开发、利用、保护的道路上,正向建立一个节水型社会的方向迈进。

一是水生态环境的建设与保护。水土流失的治理,是我国水资源、土地资源得以保护的根木措施。保护水源,贮水于土壤,稳定径流,减轻洪涝灾害,植被的恢复和再造,具有决定作用。我国大规模的林业生态工程的建设,不仅对于水生态环境的改善将起到重要作用,而且也是山区、丘陵,尤其是北方半干旱地区雨养农业的大面积范围内,提高自然降水的利用率,提高土地生产率,提高农业产业化开发程度,实现缓解水资源紧缺,是促进社会、经济发展的基本途径。

二是转变农业增长方式,提高水资源的利用效率。我国经济增长方式由

粗放型向集约型的转化已经开始。农业增长方式的转变，在水资源开发、利用、保护战略实施中是重中之重。

农业增长方式的转变，首要的转变是水资源利用的集约化。这既是长江以北占全国耕地 64%，而地上水资源仅占全国 17%的水资源紧缺区域，农业发展面临危机的选择，也是这一地区减少农业用水存在的大量浪费和提高水利利用效率的需求。提高大气降水利用率，提高灌溉水利用系数和提高作物水分利用效率，并采用相关科学技术及设施，实现水资源在农业生态系统中能量与物质功能效率的增长，是农业由粗放型向集约型转化的关键。建立节水型农业产业已成为共识，并进入有计划实施阶段。

大面积地面覆盖，推广管溉、喷溉、滴溉、渗溉等灌溉技术，已取得显著成效。干旱地区，在无水即无农业的脆弱的生态环境中，已通过新的人工控制措施，走出一条“多采光，少用水，新技术，高产出”的节水农业新路：滴溉每月每亩用水仅 2.8 立方米。

万亩节水农业综合技术体系，已取得节水 30%—40%；粮食增长 10%；水的有效利用率从 1985 年的 1.12 公斤/立方米，提高到 1.65 公斤/立方米的成效。

随着节水型农业的发展，制约我国北方农业发展的主要因素——水资源的紧缺，将有所改善；节水农业的发展，将缓解社会、经济发展对水资源需求的压力，满足下一世纪国民经济增长对水资源的整体需求。

三是循环利用与污水资源化。提高用水效率，在于实现水资源的可重复循环利用。通过时、空调控，质、量调控，最大限度地减少蒸发损失量、不合理用水和废弃水量；改革用水工艺，严格用水计划，调控用水定额；实现一水多用、重复利用、循环利用，尽可能地提高用水效率。循环用水技术的应用，一般可使用水量和废水排放量减少 90%以上。

据统计，我国有监测的 1200 多条河流中已有 850 多条受到污染，部分湖泊发生富营养化；部分城市水源受到污染威胁。所以，总体上看，水环境质量仍继续恶化，导致可利用水源的进一步减少和水资源供需矛盾的加剧。污水资源化已是实现水资源可持续利用的重要途径之一。据预测到本世纪末，我国废水排放量将达到 800 亿吨以上，水污染已成为水资源可持续利用的障碍，但污水资源化，又是水资源开发利用的潜力。如果我们在污水资源化、循环用水技术普及化方面，取得现在的一般水平，使用水量和废水排放量减少 90%，那么，我们的工业生产发展，城市经济发展，必将是另一番景象。

四是节水型社会的建立。我国“九五”计划和 2010 年远景目标纲要，在国民经济和社会发展的指导方针中提出：实行全面节约的战略，狠抓资源节约和综合利用，大幅度提高资源利用效率。占用水总量 80%的农业，节水具有巨大潜力。国外研究，世界各国的灌溉效率只要提高 10%，就能节省出可供全球居民使用的水量。农业增长方式的转变，水资源的循环利用与污水资源化，建立节水型的经济、节水型的社会，使经济建设与水资源保护同步发展，实现水资源的可持续利用，是完全可行的。

我国节水型社会的建立，正从水资源供求与评价管理、综合立法与规划、水生态环境研究与保护工程、水污染控制与污水资源化的科学技术的应用，产业布局与结构调整，建设大型水资源开发利用工程，实现跨地区跨流域的水资源调配等方面展开。水资源保护与可持续利用的总体目标，随着节水型社会的建设一定可以实现。

三、生物资源

从北部的寒温带到南部的热带，从东部湿润的海洋性气候到西部干燥的大陆性气候，我国辽阔的地域、多变的自然环境，形成了丰富多采的自然景观与各种不同的生态类型，养育出令世界瞩目的生物资源。这些丰富的动植物资源，是自然界留给我们的宝贵财富。

(1)植物资源。我国植物资源的显著特点是种类丰富、起源古老、成分复杂。据统计，仅高等植物，包括苔藓、蕨类、裸子和种子植物，约有 470 科，3 700 余属，30000 种；其中有 1200 余属是在北半球其他地区早已灭绝的古老遗存种属、单种属和少种属，尤其是特有属种比较繁多，计有 200 多个特有属，约有 10000 多个特有种。按种的数目排列，我国仅次于世界植物区系最丰富的马来西亚和巴西，居世界第 3 位。

对陆地生态系统有着决定性影响的我国森林资源，林地类型和树木种类繁多。从北至南，分布有山地针叶林；针叶、落叶阔叶混交林；落叶阔叶林；落叶常绿阔叶混交林；常绿阔叶林；热带雨林和季雨林。自东到西，分布有海涂红树林；高山杜鹃灌丛；内陆河岸胡杨林；荒漠沙丘上的梭梭等。我国拥有世界上完整的温带和亚热带山地垂直带谱，世界分布最北的热带雨林类型，种类最丰富的云杉和冷杉属森林，以及世界上罕有的高生产力云杉林。全国有乔灌木树种约 8000 种，其中乔木树种达 2000 种之多，优良用材及特有、特用经济树种占到 1000 种以上。

广泛分布于东北地区西部、内蒙古高原、黄土高原北部，以至西北荒漠地区的山地和青藏高原中部的草原植被，是我国最重要的畜牧业基地。我国草地资源丰富，北方草原面积达 43 亿亩，南方草山草坡约 10 亿亩，还有 2 亿亩滩涂草地；草地面积占国土面积的 38%，总面积在世界上居第 3 位。我国草原植被的植物组成，总体上比较简单，但群落的优势比较明显。多数植物为优良牧草。占优势的丛生禾草，生长季节的粗蛋白含量一般在 10%左右；粗脂肪 3%上下；荒漠草原的藜科植物的蒿类，其蛋白和脂肪含量一般都超过草原禾草；青藏高原上的紫花针茅和蒿草，粗蛋白含量高达 15%—20%，粗脂肪 6%—8%，且含有大量维生素，称作“三高”牧草。

中华大地上这些丰富的植物资源中，许多种类具有重要的经济用途。它们的作用正随着生产的发展和科学研究的深入而不断被人们所发现。初步统计，我国中草药种类在 4000 种以上；已发现的香料植物约 350 种，其中被开发利用的约 100 多种；油脂植物有 800 多种；酿酒和食用植物约 300 种，其中有开发价值的野生种类 100 种以上；工业用植物也在 200 种之上。开发利用这些野生植物资源，具有重要的科研与实际意义。

(2)动物资源。我国疆域辽阔，自然条件复杂，植被类型众多，具备了多种多样的动物生活环境。我国的动物种类，资源丰富，而且特产种类多，是世界上拥有野生动物种类最多的国家之一。

陆栖脊椎动物 2000 多种，约占世界总数的 10%。其中我国已发现的鸟类有 1183 种，加上亚种达 2145 个，占世界鸟类总数的 14%，是世界上鸟类最多的国家。我国的特有动物和珍稀动物之多，在世界也属少有，以大熊猫为标志，我国鸟类中的褐马鸡、丹顶鹤、长尾雉等；兽类中的金丝猴、羚羊、毛冠鹿和梅花鹿等；世界上留存到现代两种淡水鲸中的白鳍豚；现今唯一生存的野马以及我国广泛分布的世界上现存最大的两栖类大鲵等特有动物及珍

稀动物，是当今全球瞩目的古老动物资源。此外，我国无脊椎动物估计在 100 万种以上，还有很多种尚未被人们所认识。

(3)水生生物资源。我国濒临渤海、黄海、东海和南海，大陆海岸线长达 18000 公里，近海生物资源丰富。据不完全统计，已发现我国沿海生物的主要种类有：甲藻约 100 种，硅藻约 300 种，底栖海藻约 300 种；海草和红树植物共约 60 种；有孔虫和放射虫 1000 种；纤毛虫 40 多种，海绵动物 100 多种，腔肠动物约 800 种，环节动物近 800 种，软体动物 2000 多种，甲壳动物近 2000 种，棘皮动物 100 多种，毛颚、原索等动物近 100 种；海洋鱼类约 1500 种；另外还有几十种海兽等海生动物。我国是全世界淡水生物资源最丰富的国家之一。仅鱼类就有 800 余种，其中半数以上是我国特有种类，有着较高的经济价值和重要的科学研究价值。

我国丰富的生物资源，在中华民族创造历史文明的进程中，逐步得到开发利用，生物资源的优势在经济发展中得到极大的发挥。伴随着人们对资源消费的不断增长，以及一些不合理的开发利用，我国许多生物资源生态系统，目前正朝着退化或衰减的方向发展，不少物种和天然生态系统已经或正在濒临绝灭的威胁。

我国目前生物资源主要存在以下几个问题：森林资源覆盖率低，生产率低，分布不均衡；陆栖动物资源，因乱捕乱猎，资源减少，产量下跌，资源的恢复极困难；植被资源的破坏，引起珍稀植物、动物生活环境的恶化，处于濒危状态，许多与人类生存密切相关的资源品种生产能力逐年下降；一些经济鱼类资源严重衰竭，并且鱼类种群结构发生了很大变化，低龄化、小型化非常突出；水生态环境的破坏、污染，使许多水生植物、水生动物种类趋于灭绝或面临生存的威胁。

为了控制和防范生物资源遭受破坏与减少，我国先后颁布了一系列的有关生物资源保护和利用的法律、法规，使我国的自然保护原则、方针、政策走向制度化、法律化。一些法律的实施细则和配套法规，正在进一步完善和健全，将使我国生物资源的管理完全走向法制的轨道。

与此同时，展开了大规模的自然环境保护建设工程，加强生物资源的科学研究，在合理利用物种资源方面取得了一定的成效。尤其是我国生物工程技术的进步，必定会将中华大地的生物资源——这个世界上巨大的基因库所具有的潜能，开发释放出来，成为下一世纪中华腾飞的新领域。

四、矿产资源

我国是世界上矿产资源比较丰富的国家，已探明的矿产资源储量占世界的 12%，仅次于美国和俄罗斯。无论从矿产种类、储量规模和已探明储量考察，还是从开发利用潜力来看，矿产资源作为经济发展的物质基础，将会在现代科学技术发展的推动下，转化为巨大的物质财富，造福于人类社会。

至 1989 年，全国共发现和业已探明含量的矿种达 162 种。发现的矿点和初步探明的矿产地约 20 万处。其中探明储量的矿种为 148 种。我国已成为世界上已知矿种配套种类齐全的少数国家之一。

主要矿产种类包括能源矿产、黑色金属矿产、有色金属矿产、稀土和放射元素矿产、冶金辅助原料矿产、化工原料非金属矿产、特种非金属矿产、建材及其他非金属矿产。已探明储量的矿产中，不少居于世界前列，并占有重要地位。金属矿产的钨和稀土矿占世界的绝对优势；锑矿占世界储量的

44%；铋、钽、硫铁矿、石棉、石墨、石膏、砷等的探明储量和工业储量均居世界首位。非金属矿，煤居世界第3位，磷矿居世界第2位。

（一）我国矿产资源的主要特点

(1)共生矿众多。我国矿产与一些国家地区相比，共生矿多，单一矿少。大多数是成分复杂的矿床。含有伴生或共生元素达几十种之多，可供综合利用。

(2)矿产分布具有区域特征。我国矿产在地区分布上，明显的特点是北方多煤、铁；南方多有色金属；不同省区，集中分布不同的矿产资源，形成集中分布、区域性开发的有利环境。

(3)矿产条件复杂，富矿偏少。多元素复合矿床的相互重叠，交叉共生，造成开采困难。同时大量的复杂矿床，有的伴生组分多，而品位低，能直接可供提炼和化工利用的相对较少。

（二）我国矿产资源的开发利用

新中国建立以来，我国矿产资源的地质勘查和开发利用，均取得了巨大成就。到1981年，已完成陆地国土地质调查应测面积一百万分之一的95%、二十万分之一的65%，已探明储量的矿产大都可以开发利用。但由于技术管理水平有限，许多矿产资源的利用效率不高。受技术工艺的局限，设计矿产储量利用率、开采利用率偏低，特别是掘进共生和伴生矿产的综合组分技术落后，损失浪费严重。矿产品的经济利用，大都停留在原矿产品和初级加工品的低级阶段。

我国矿产资源具有巨大潜在价值。已探明的矿产资源，用有关国际产品价格和国际水平的总回收率计算，已探明的矿产资源的潜在价值高达11—13万亿美元，仅次于前苏联23万亿美元和美国22万亿美元的潜在价值，居世界第3位。从矿产资源的区域分布衡量，我国45种主要矿产已探明工业储量的潜在价值，东、中、西部三大区域之比为1:2:2。无论是中部，还是西部地区，矿产资源都比东部地区丰富得多；就潜在价值而论，可以说，我国80%的矿产资源分布于中、西部地区。80年代中期，东、中、西部地区的矿业产值，分别占到全矿业产值的57.17%、26.72%、16.11%；矿业产值比为1:0.47:0.28。中、西部地区丰富的矿产资源，还没有得到充分的开发利用，以煤为例，探明储量仅占煤预测资源量的20%；油、气、金、铜的探明储量也仅为预测储量的1/5—1/4。巨大的潜力，蕴藏于我国的中、西部地区。

随着我国战略重点的转移，下一世纪，随着中、西部地区的进一步开发和建设的发展，矿产资源的利用会进入一个新的时期。同时，随着科学技术的发展，矿产资源的综合利用，共生、伴生矿的分选分冶，新矿床、新矿种、新用途的发现，以及综合回收“二次资源”并充分利用与矿山开发环境的治理，我国矿产资源，无论是中、西部还是东部地区，同样都具有巨大的开发利用潜力。

《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》提出了实施科教兴国的战略。

保持和促进我国国民经济持续、快速、健康发展，促进我国的社会生产力、综合国力、人民生活水平再上一个大台阶，关键在于第一生产力——科学技术的进步与发展。

曾一度轰动全球的《大趋势》和《2000 大趋势》的作者，美国著名未来学家约翰·奈斯比特，他的新作《亚洲大趋势》再次轰动世界，产生了很大反响，并在数月内被译成多国文字，在世界各地出版发行，引起政界、经济界、学术界以至老百姓的关注。作者认为，亚洲在崛起，未来世界的中心将在亚洲。

1945—1995 年，在半个世纪的时间内，亚洲从贫困走向富足。这期间贫困人口由 4 亿减少到了 1.8 亿。世界银行已宣布：在人类历史上的任何时期和任何区域，都从未像当今的亚洲这样取得如此惊人的经济增长，并得出结论，东亚的发展经历是一个奇迹。亚洲的现代化将成为本世纪 90 年代到下世纪初最重要的世界发展动向。发展趋势是：

从单一国家经济走向网络集团经济；从传统模式走向多种模式；从出口导向走向消费导向；从政府调控走向市场驱动；从乡村走向大都市；从劳动力密集走向高科技密集；从男权统治走向女性崛起；从西方走向东方。

亚洲的巨变是当今世界最重要的发展进程，它正以其特有的“亚洲模式”运行，使经济步入一个鼎盛时期。90 年代是“亚洲时代”。当进入下一世纪之时，亚洲将跃居世界领先地位，重现它曾是世界中心的昔日风采。

在《亚洲大趋势》中，奈斯比特强调，21 世纪将回归到龙的世纪，中国这条巨龙开始舒展其政治和经济的筋骨。中国的进口额每年递增 25%；同时中国又是世界第四大出口国，现在的中国已成为整个亚大地区的中心。中国必然会成为世界强国，这不是会不会发生的问题，而是什么时候发生的问题。

第二节 发展中的矛盾与潜力

中国是一个资源大国。但建立在“地大物博”认识基础上的传统资源观，已经不能真正反映我国的资源现状和优势了。从资源总量看，无论是地面资源或地下矿产资源，均在世界上名列前茅；但同时应看到，我国面临人均资源占有水平低、地区分布不均衡、资源质量比较差的劣势和缺陷。随着人口的持续增加和经济社会的发展，人均资源消费的迅速增长，资源占有量和资源消费量的供需矛盾将愈来愈突出，后备资源将以更快的速度减少。资源相对不足将成为经济高速增长和社会持续发展的严重制约因素。另一方面，我们也对未来充满信心和希望。面对人口、资源、环境的压力，珍惜资源、保护环境已成为人们的共识，实现经济社会持续发展的目标已提到政府的议事日程；科学技术的发展，正在拓宽人们认识评价和开发利用资源的视野和领域。我们坚信，传统资源优势丧失之时，也是现代、未来资源优势形成并产生新的巨大财富之日。

一、不可忽视的矛盾

如同环境污染和生态破坏一样，人口增长与经济社会发展对资源的需求增多与资源短缺的矛盾是一个全球性的问题。我国是一个人口大国，又是一个发展中国家，正处于完成工业化过程的经济高速增长时期，与发达的经济大国和不发达的人口小国相比较，资源短缺的矛盾更加突出。

对资源的过量开发和浪费、破坏所带来的严重后果，正在使世界面临人与自然失调的危机，也是我国的国情现状和未来发展的严重挑战。从事关国计民生的几种大宗资源的供需单方面状况来看，需求和供给的矛盾已愈来愈突出。

(1)决定粮食生产的土地资源日益紧张。来自各方面的预测表明，世界粮食形势不容乐观，增加粮食生产，提高本国的自给能力，正在成为世界性的战略课题。据世界粮农组织对 126 个国家的调查，1988—1990 年，世界谷物自给率为 99%。我国是一个人口大国，是“世界耗粮大户”，更不能把解决吃饭问题押在变幻不定的世界粮食贸易市场。过去的几十年，我们在取得工业化建设巨大成就的同时，引以自豪地以占世界 17% 的耕地解决了占世界 22% 的人口的吃饭问题。但随着人口的增加和耕地的不断减少，粮食生产将面临更大的压力。①1978—1994 年的 16 年间，全国耕地减少 6880 万亩，而人口则增加了 2.3 亿，人均耕地由 1.5 亩减少到 1.2 亩，仅为世界平均水平的 1/4。在世界 26 个 5000 万以上人口的国家中，我国人均耕地仅高于日本和孟加拉国，仅相当于美国的 1/9。预测到 2000 年，我国的人口将达到 13 亿，2050 年人口将增加到 16—17 亿，届时人均耕地将下降到 0.6 亩，这将给实现粮食自给的战略带来巨大的压力。②与农业特别是粮食生产密切相关的水资源不足也是影响粮食自给的又一重要因素。预测到 2000 年工农业用水总量将达到 6000 亿立方米以上，但届时水利工程的供水能力，只有 5500 亿立方米；随着工业和城市的发展，必须挤压农业用水，使发展灌溉面积受到严重制约。③如果水土流失、沙漠化、盐碱化的治理措施抓得不紧不实，治理速度赶不上破坏速度，耕地的保水、保肥和抗御自然灾害的能力将会随着面积的减少而下降，从而成为粮食稳定增产的制约因素。鉴于上述资源状况的变化，决定了我国 2000 年以至整个 21 世纪的粮食供需情况将会出现需求量大

于生产量的态势。

(2)矿产资源的供需矛盾。我国的矿产资源比较丰富,矿产种类在全国范围内基本可以满足配套的需要,目前发展工业所需要的矿产资源大都得到开发利用。但从矿产资源供需现状和发展前景看,不可忽视的矛盾有三点:①许多矿种资源及其产品,虽然总量居世界前列,但人均占有量却很少,不仅明显低于发达国家,而且低于许多发展中国家。②开发利用中的资源浪费惊人,全国平均开发利用总回收率只有 30%—40%,较发达国家低 10—20 个百分点。铁矿的综合回收率还不达 30%,甚至只有 9%。从 1952—1987 年我国的国民收入增长了 8.6 倍,而消耗的有色金属增长了 23 倍,铁矿石增长了 24 倍。③在加快实现工业化的过程中,传统工业的发展,将继续保持强劲的势头,进而钢铁和煤炭的需求呈现求大于供的趋势。1989 年即进口铁矿砂 1259 万吨,预测 2000 年,国内年产铁矿石如果能够稳定在 2 亿吨左右,亦需进口铁矿砂 2000—3000 万吨,而且缺口会愈来愈大。其他如铜、铅、锌的生产能力到 2000 年,大部分矿已进入工业开采的中晚期,如果地质勘探无重大突破,有色金属在下一世纪将会出现全面紧张的局面。

(3)能源供需的缺口与矛盾。我国是一个能源资源大国,能源资源的蕴藏量大,品种齐全,探明储量和开发前景广阔。但随着能源消耗大户到下一世纪将逐步由发达国家向发展中国家转移,以中国和亚洲工业化和城市化的发展为拉动的能源消费,将出现较大的增长。日本学者预测继 1994 年中国成为石油进口国以后,即 2000 年还可能成为煤炭进口国。国内资料介绍,到 2000 年,我国能源的供需缺口将达 5 亿吨标准煤,与国外预测基本吻合。此外,我国能源的开发利用中还有几个较为突出的问题:①能源结构单一,层次低。自发现化石能源以后,工业社会的能源资源经历了以石油代替煤的发展过程。到 1990 年世界能源的构成比例为,石油、天然气占 60.3%,煤占 27.3%,水电、核能发电占 12.4%,而我国能源资源的利用仍以煤炭为主体,而煤炭资源的 80%集中在华北和东北地区,用电比较集中的地区又以沿海地区为主,带来的运输困难是显而易见的。而煤炭发电所排放的烟雾因缺少脱硫装置而含有大量二氧化硫,造成严重的环境污染。②能源的有效利用率低、单位值的能耗高。我国每万美元国民收入消耗的能源是德国的 10 倍,以高于日本 3 倍的能耗创造着约日本 50%的国民生产总值。工业生产单位产值的能耗与发展中国家比较,高出 1 倍左右。③人均占有量低,人均消费量低。按人均占有能源资源计算,我国人均占有约 1 吨标准煤,仅为世界平均水平的 40%左右,还低于中等收入的发展中国家,按人均能源消费量计算,我国仅为世界平均水平的 1/3,远远低于发达国家。按装机容量计算,人均约 0.17 千瓦,是世界平均水平的 1/3,仅为日本的 1/10。

从上述的分析可以看出,随着人口的增长和经济的发展,我国大宗资源的传统优势,有的正在丧失,有的浪费严重,未能物尽其用;潜伏着某种危机,也蕴藏着巨大的潜力。因此,要保持在完成工业化进程中经济的较高增长速度,实现在 21 世纪跻身于资源与财富大国行列的远景目标,就必须对资源的保护和开发利用作出新的选择,把充分发挥中华民族的历史文化优势和新技术革命的当代科学成果有机地结合起来,依靠科学技术的进步,通过资源节约、资源替代、资源更新,实现资源系统的重组和优化;通过综合利用,充分发挥资源系统的总体功能,这是实现可持续发展的必由之路,也是跨入资源和财富大国的希望所在。

二、认识资源的新视野

在人类社会发展的历史进程中,人类的实践和认识始终是由低到高、由浅入深、螺旋式向前发展,不断由“必然王国”走向“自由王国”。人们对资源与财富的认识,也将会随着经济的发展和科学技术的进步,发生相应的变化,以至飞跃性的突破。对传统资源认识的深化,新资源的发现,新能源的利用,将不断开拓认识资源与财富的视野,使人们从传统的对资源与财富认识的束缚下解放出来,使发展生产的支点建立在新的广度和深度上。新技术革命和高科技产业的兴起,正在为人类的未来发展,开辟新的资源与财富源泉,也为认识我国现代资源的巨大优势和潜力,提供了科学前提和实践基础。

(一) 走向海洋

海洋作为全球生命系统的基本组成部分,作为资源和财富的巨大宝库,其商业意义和经济作用,并不是今天才被人们所认识。所谓“靠山吃山,靠水吃水”,说明它的资源价值早已被人们所认识。但传统意义上的“蓝色文明”,充其量只是作为商业贸易的通道、浅海区的生物资源的有限利用。真正把海洋作为地球资源的最大宝库,作为有助于实现人类可持续发展的重要财富的现代观点,见于1992年联合国第二届世界环境保护与发展大会通过的《21世纪议程》。^①1994年中国政府颁布的《中国21世纪议程》也把海洋资源的可持续开发与保护利用作为重要的行动方案之一,表达了我国走向海洋的现代意识。

我国对海洋资源的利用,与农业文明一样具有悠久的历史 and 辉煌的成就。郑和航海比葡萄牙人达·伽马绕过好望角大约早100多年。秦汉之前,与黄河流域的农业文明一起先后崛起的还有沿海东夷和百越的海洋文明,以及台湾、海南岛的早期开发,这都无可置疑地说明,海洋文明是中国古代文明的重要组成部分。只是到了近代,欧洲崛起后,海洋优势在传统农业社会的统治下削弱了,海洋资源的巨大优势和潜力,便成为我们向生产的广度和深度进军的广阔天地。

全球海洋面积为3.6亿平方公里。按照《联合国海洋公约》的规定,其中35.8%归沿海国家管理,属于我国的海域面积为300万平方公里,而且我国还享有对64.2%公海的国际海域的开发权益。仅就我国大陆架50米等深线约1亿亩的蓝色国土而言,目前开发利用还不达1%,海洋作为资源宝库,对中国这样一个人口在世界上数第一而人均陆地资源相对量少、质差的国家,具有现实和深远的意义。

我国的海洋线总长32647公里,其中大陆海岸线18400公里,岛屿海岸线为14274公里,面积在500平方米以上的岛屿有6536个。可以说,我国既是一个大陆国家,又是一个海洋国家,海域面积跨越温带、亚热带、热带三个气候带,陆架宽广、自然条件好、海底资源极其丰富。在种类繁多的海洋生物中,有300多种近海鱼类,其中重要经济鱼类70多种,最大持续渔获量和最佳渔业资源可捕量分别为470万吨和300万吨;石油资源约451亿吨,易燃气资源量14100亿立方米,海滨沙矿种类达60种以上,探明储量为15.25亿吨;各种海洋能资源总蕴藏量约为4.31亿千瓦,可供发展养殖的滩涂面积

^① 1992年6月,联合国在巴西里约热内卢召开了第二届世界环境保护与发展大会,并通过《21世纪议程》。

为 2000 多万亩，发展海洋牧场有广阔的前景。此外，海上人工岛、海上机场、海底基地、海洋空间的利用，不仅可以创造巨大财富，而且是长远意义上的战略资源。

目前，我国海洋资源的开发利用的总体水平还较落后，海洋产业在国民经济总产值中的比重还不到 2%，其中 80% 又为渔业、运输业所创；开发利用范围尚以海岸带和近海区为主。海洋资源的深层次综合开发利用，深海远洋产业的规模扩展，对拥有占国土总面积 1/3 的海域的中国来说，所具有的潜力和优势是传统资源财富观无法衡量的。

（二）历史文化的财富观

我国是历史悠久的文明古国。锦绣的河山、丰富的物产，孕育了华夏子孙；奋发向上、自强不息的中华民族，创造了源远流长的历史文化。无论是过去、现在和未来，都是我国独特的资源与财富优势。

一个民族的优秀历史文化传统，是具有双重意义的巨大财富。历史文化传统自身蕴藏的精神内涵，是一种无形的财富，在特定的历史文化背景下所形成的人文景观，则是有形的财富。随着历史的推移，优秀传统文化作为资源属性的价值将会愈来愈大，在某种意义上讲，这是一种无价的财富，正如“四大发明”和万里长城已经超越了经济范畴一样，历史文化财富的价值是无法估量的。

世界经济社会发展的历史表明，一个国家和民族由弱到强、由贫变富，取决于多种因素。既与本土的天然资源有关，又受国际环境等外部环境的直接或间接的影响；既有现实的原因，又受历史文化传统的影响。历史悠久的中华民族，之所以能够经久不衰，或衰而复兴，绝不是一种偶然现象，而是优秀传统文化的延续、再现和发展的必然结果。今天是昨天的继续，明天是今天的发展，无论如何，4000 年的历史文化根基所能承受的现代文化大厦，绝对要比 500 年、300 年短暂的崛起牢固得多、宏伟得多。为什么在东方人盲目崇拜西方现代文明的同时，西方现代人却无不仰慕东方优秀的历史文化呢？西方人没有的我们有了，这就是优势，就是财富。

中华民族源远流长，中华大地，物华天宝。锦绣中华蕴藏的丰富历史文化遗产，其独特的利用价值，正在随着对外开放的扩大，成为旅游观光和文化交流的重要资源，有些在世界上占有名、优、特、珍、稀的重要地位。

（1）名山大川与古建筑。我国疆域辽阔，河山壮丽。大自然的造化，能工巧匠的装点，形成了雄宏古朴的北国风格，纤细秀丽的江南风韵。五岳雄踞，名山挺拔，寺观、庙宇、亭台、榭阁陪衬其间，构成一幅幅雄壮雅致、动静结合相得益彰的风景画，为古今游人逸客所向往。

我国有五大名山，总称五岳，即山东的东岳泰山、陕西的西岳华山、山西的北岳恒山、河南的中岳嵩山、湖南的南岳衡山，均以巍峨壮丽而著称于世，闻名天下。与五岳相媲美的四大佛教名山，即安徽的九华山、浙江的普陀山、四川的峨眉山、山西的五台山。凡佛教名山，均为景色秀丽的清凉圣境。名刹古寺林立，香客游人不断，既是佛教文化的源头和基地，又集古代建筑艺术、雕塑艺术、绘画艺术、音乐艺术、书法艺术、楹联艺术之大成，是展现民族文化精粹的宝库。此外，与“五岳”“四山”齐名的黄山、庐山，则以其奇景、仙境夺人耳目，也是避暑和游览的绝好去处。

在纷呈斑斓的古建筑中，我国最引以自豪和骄傲的尚数万里长城。长城

东起山海关，西至嘉峪关，绵延万里，犹如一条矫健的巨龙，盘旋于群山之中，奔腾于万山之颠，雄伟壮观，有人计算，修筑万里长城大约需 1.8 亿立方米的夯土、6000 多万立方米砖石建材。完成如此浩大的工程，充分显示了我国古代劳动人民具有创造人类奇迹的聪明才智。迄今为止，宇航员在太空能够用肉眼直接看到的地球上的建筑物，只有中国的万里长城和荷兰的围海大堤。其名之盛，不言而喻，悠悠 4000 年，中华民族在建筑史上创造的辉煌成就远不止于此，凡立国建都之邑，都遗存着数量可观的皇宫府院、陵墓游园、庙堂楼阁、横牌竖塔等工程建筑，都是我国民族文化的结晶，在世界工程建筑史上占有重要的地位。

(2)文化古迹与工艺美术。我国是人类文明的最早发源地之一，文化遗产极为丰富。从半坡遗址和仰韶文化，到殷商废墟的发现；从四大石窟到兵马俑出土，以及历代保留下来的陶瓷玉器、书画碑帖、文房四宝、绣品漆器、石雕木刻等，使我国成为世界上囊括人类自古以来进步与发展的巨型“历史博物馆。”。

半坡遗址和仰韶文化，以陕西、河南的发现地而得名，证明我国早在距今 7000—5000 年以前黄河流域已进入农业文明社会。从出土文物看，已先后出现木架结构的房屋，陶制生产工具和生活器具，殷墟是河南省安阳小屯一座商朝都城的遗址。它的发现证明距今 3000 多年我国已经出现了阶级，出现了城邑、文字、手工业，并反映了相应的生产、生活情况。这些文物古迹，既是我国古代经济、社会、文化、政治发展程度的见证，又是形成以后几千年历史文化传统的源头。今天我们引以自豪的民族创造精神，正是不断继承和发扬古代民族文化传统取得的硕果。

我国的古代艺术绚丽多彩，渗透到社会生活的各个方面，经文乐府、绘画雕刻、民歌杂剧、园林建筑……无不显示出它的斑斓异彩、博大精深。作为东方艺术宝库的四大石窟，既是遍布全国各地数百个石窟群的典型代表，又是我国古代艺术群里的不朽之作。甘肃的敦煌莫高窟，相传前秦建元二年（东晋大和元年，公元 366 年）始建，到清代连续 1500 多年，在鸣沙山上建有 1000 多洞窟，其中犹以北魏和唐朝两个时期的壁画闻名于天下，其绘画技巧之高超，数量规模之宏大，无不令人赞叹，在我国文化史上占有极其重要的位置。在至今保留的 490 多个洞窟中，有壁画 45000 多平方米，彩塑 2000 多尊。如果把这些壁画一方一方地连接起来，可排成 25 余公里长的大画廊，形成独特的敦煌文化。其余三大石窟分别是山西的云岗石窟群、河南的龙门石窟群和甘肃的麦积山石窟。均为公元 4—5 世纪建造开凿，石雕佛像，彩绘画壁，一脉相承，各具匠心，是驰名中外的艺术明珠。

(3)饮食文化的厦力。中国的饮食文化在世界上的地位，无论从历史、技术、品种、经验考察，还是从食者的猎奇、争鲜、挑剔、讲究衡量，可以说是独一无二的。由此形成的菜系食谱，既自成一体，互有特色，又取长补短，相得益彰。全国各式地方风味的名菜达 5000 多种，处处有名菜，道道有特色。

我国有 8 大菜系，在各式名菜中，居首的当为北京菜和上海菜，前者选料精美、刀工细腻、调味纯正、四季分明、色泽鲜艳，以擅长烹调山珍海味著称。后者以活生时鲜，四季常青，油大味浓、糖重色艳，擅长烹调河鲜著称。此外，还有黄河流域的山东菜、长江上游的四川菜、长江中下游的江浙菜、珠江流域及南部沿海的广东菜等，习惯上称为鲁菜、川菜、淮扬菜、粤菜。各具特色的地方风味菜，更是五花八门，琳琅满目，令人食而忘返。

与异彩纷呈的名菜相伴生的还有名酒、名茶。历史悠久、制作考究、品质优良、风味独特，是我国饮食文化的重要组成部分。

以上挂一漏万地介绍了我国历史文化的几个方面，只是我国历史文化遗产的凤毛麟角，中国的优秀文化传统远不限于此，就其深邃的内涵而言，更是皮毛之见。但作为一种认识资源的思路，却有抛砖引玉之意，有助于进一步加强对历史文化遗产的保护，充分挖掘开发利用。从目前的态势看，文化资源正在转化为旅游资源，成为我国发展国际旅游业的重要人文景观。1993年全国已接待外国游人4000多万，创汇46.8亿美元。近二三年发展势头更猛，1995年旅游创汇已突破87亿美元，一些省区，旅游正在成为经济起飞的支柱产业，我国古代文明极其丰富的内涵，同我国丰富的自然资源一样，是一座巨大的宝库。它在我们建设具有中国特色社会主义的进程中，具有不可缺少和不可替代的作用。继承和发扬我国历史文化的优势和精华，不仅我们高度重视，就是现代发达国家，也把中国灿烂的历史文化当作人类共同的财富，加以吸收、借鉴、弘扬、利用。

三、优越的制度环境

中华人民共和国的成立和社会主义制度的建立，开创了中国历史的新纪元。

近代的中国，在帝国主义的侵略和封建统治阶级的腐朽统治下，逐步成为半殖民地半封建地的社会。“三座大山”沉重地压在中国人民的头上。为挽救民族的危亡，推翻帝国主义、封建主义、官僚资本主义的压迫，中国人民经历了无数次艰苦卓绝、不屈不挠的斗争，无产阶级的先锋队组织——中国共产党，领导中国人民进行革命，推翻了“三座大山”，建立了社会主义的新中国。实践证明：只有中国共产党才能救中国，只有社会主义才能发展中国。

1949年，中国共产党领导中国人民，彻底推翻了帝国主义、封建主义、官僚资本主义的压迫和剥削，建立了新中国，结束了近代中国落后的历史。劳动人民成为国家的主人，社会主义共同理想和信念成为推动亿万人民共同奋斗的精神力量，使中国人民焕发出前所未有的创造力和蓬勃生机。全国各族人民在党的领导下，万众一心，集中力量，进行了大规模的社会主义建设，举国高涨的建设热情和一系列重大项目的建设，充分显示了社会主义制度的优越性和强大的民族凝聚力，赢得了世界人民的尊重，不但在亚洲、太平洋地区具有举足轻重的影响，而且对于维护世界和平起着极其重要的作用。

社会主义制度的建立，使我国的经济建设取得了举世瞩目的成就。从1953年到1989年，我国工农业总产值增长23.3倍，平均每年增长9%。其中工业总产值增长58.8倍，平均每年增长11.7%；农业总产值增长2.8倍，平均每年增长3.6%。这种发展速度在世界上是绝无仅有的。到80年代末，新中国积累起来的工业固定资产，是从清末洋务运动到1949年全部积累的85倍。我国的粮食、棉花、钢铁、煤炭、电力等主要工农业产品产量跃居世界前列，已经建立起独立的和比较完整的工业体系。在航天技术、核技术、生物工程技术等科学领域，某些方面已达到世界先进水平。综合国力稳步上升。我国的经济规模和发展潜力，使世界上有识之士对中国必将迅速强大的前景毫不怀疑。

社会主义制度的建立，使人民的物质文化生活得到明显改善。40多年

来，我国虽然人口增加很多，使人均资源和人均收入方面处于较低水平，但人民在健康状况、营养水平、平均寿命等生活质量的主要方面，已经接近或达到，有的甚至超过中等收入国家或世界的平均水平。在满足人民基本需要，提高人民实际生活水平方面不仅在我国历史上是没有的，而且也是资本主义社会所不能比拟的。

社会主义制度的优越性及其旺盛的生命力，在我国社会主义建设的进程中，经过不断地总结经验教训，正在实践中逐步走向完善。社会主义的根本任务，就是发展生产力。改革开放以来，全党工作重点转移到社会主义现代化建设上来，制定了“一个中心，两个基本点”的基本路线，集中力量发展社会生产力。

社会主义制度，是历史上一一种崭新的制度，实现生产力的不断发展，必须随着生产力的发展及时地进行调整和改革。这种调整和改革，是社会主义制度的自我完善与发展。自 1978 年以来，我国提出和进行着多方面改变同生产力发展不相适应的生产关系和上层建筑，改变一切不适应的管理方式和思维方式的伟大改革。当代科学技术进步日新月异，国际经济交往日益广泛，改革开放推动了我国生产力的迅速发展和全面进步，成功地走出了一条建设有中国特色社会主义的道路。

改革开放的实践证明，中国人民一定能实现“九五”计划与 2010 年远景目标，胜利走向 21 世纪。

第八章 从科技大国走向财富大国

20 世纪是人类社会发展的一个新的里程碑。特别是近半个世纪以来，以亚洲为代表的发展中国家，在取得了民族解放、国家独立的自主地位之后，开始步入经济腾飞的发展阶段。“四小龙”的崛起，中国改革开放以来取得的巨大成就，标志着东亚已成为世界经济发展中最富有活力的地区之一。曾经一度轰动全球的《亚洲大趋势》的作者、美国著名未来学家约翰·奈斯比特，在他的新作《亚洲大趋势》里指出，亚洲的巨变是当今世界的重要发展进程，它正以其特有的“亚洲模式”运行，使经济步入一个鼎盛时期；90 年代是“亚洲的时代”；当进入下一世纪之时，亚洲将跃居世界领先地位，重振它曾是世界中心的昔日风采。古老的亚洲正在复兴，落后的亚洲正在崛起。

在《亚洲大趋势》中，奈斯比特还预言，21 世纪将回归到龙的世界。中国这条巨龙开始舒展其政治和经济的筋骨；中国必然会成为世界强国；这不是会不会发生的问题，而是什么时候发生的问题。

《亚洲大趋势》的结论和看法，绝不是毫无根据的主观臆断，也并非为亚洲人说中听的好话，而是作为一个有“世界声望”的学者，对世界未来发展大趋势的判断和预测。和平和发展的国际潮流，改革开放与新技术革命的巨大推动力，近现代许多贫穷落后的国家和地区已经在不太长的时间内实现经济起飞的成功实践，以及近年来中国已经取得的经济与社会发展成就，使我们有足够的理由坚信，只要广泛汲取和采用先进的科学技术，大力改造传统产业，在完成传统工业化的同时，注重加快新兴产业的发展，不断依靠科学技术进步，提高综合开发利用资源的能力，走人口、资源、环境协调发展，科技、经济、社会互相促进的发展道路，一定会迎来一个龙的新世纪。

第一节 中心转移说与未来的战略资源

在人类社会发展的历史长河中，民族、地区、国家、经济发展的进程是不均衡的。贫弱和富强，先进与落后，是一个相对的概念、动态的概念。今天贫弱落后，不一定会永远贫弱落后；今天富强先进，不一定会永远富强先进。古代的文明大国，近代落后了；而名不见经传的新大陆，却崛起了世界上的头号强国。这种更迭交替的现象，自近代科学产生之后，无论从时间间隔，或变化频率看，都明显地加快了。原因在于决定经济增长的因素，逐步由社会制度、自然资源转向科学技术；科学技术作为第一生产力，对经济增长影响的力度愈来愈大，对社会进步影响的范围愈来愈广，已成为决定贫富的主导因素，决定强弱的战略资源。

科学技术与人类社会的发展相辅相成，先后经历了古代、近代、现代三个历史阶段。分别表现为科学阶段——科学与技术的结合阶段——科学技术与经济的结合阶段。在世界范围内，这三个阶段发展的不均衡性，决定了生产力发展和经济增长的显著差异，形成不同时期的科学技术中心和先进生产力的代表。

一、中国时期——农业文明的摇篮

农业社会是人类社会发展过程中的一个重要阶段。在进入工业社会之前，农业生产是社会实践活动的主要领域，农业文明的成就，以及与其相关联的科学技术水平，便成为衡量一个国家先进与落后的标志和尺度。

早在公元前3世纪，中国就进入了优越于奴隶制的封建专制帝国，并逐步强大起来。农业作为封建社会的经济和政治基础，受到了历代封建王朝的高度重视，极大地推动了以农业为中心的科学技术的发展；而科学技术进步，又为中国经济社会的发展提供了必要的前提。所以，从公元3—13世纪，中国在保持经济的增长和繁荣的同时，创造了“让西人望尘莫及的科学知识水平”。中国古代科学技术深邃的内涵，以及随着农业生产的发展和经验的积累，思想家和农学家在已有的农业生产经验中总结出了农业生产中带有规律性的理论和原理，并将这些理论和原理用来指导农业生产，作为农业生态经济学的初始理论，至今不失其科学的宝贵价值。春秋战国时期有关“天、地、人”及其相互关系为主要内容的“三才”理论的农学思想，具有代表意义。

“三才”理论，是有关农业生产三大要素“天、地、人”及其相互关系的理论。它是经过长期农业生产实践，对农业生产规律性认识的深入总结和对这些规律性认识的概括。包括了人们对农业生产三大要素的基本认识，对自然规律和经济规律的基本认识，对客观规律和主观能动性的辩证关系的认识等多方面的内容。

(1)对农业生产三大要素的基本认识。对农业生产的三大要素，战国时期已有“夫稼，为之者人也；生之者地也；养之者天也”的高度概括。即是说，农业生产的三大要素是：生物有机体（稼）；生物有机体赖以生存的环境和条件（天和地）；人的社会生产劳动（人）。这三大要素，组成有机的整体，它们互相依存，缺一不可，构成完整的农业生态系统，并不断地进行物质循环和能量转化。

(2)对农业生产两个规律的认识。早在战国时期，在明确认识农业生产三大要素的基础上，对农业生产中的两个规律——自然规律和经济规律的认识

和利用，提出了“三度”概念。“上度之天祥，下度之地宜，中度之人顺”。度，就是度量，包容认识、掌握和权衡的意义。三度的提出，不仅是在指导农业生产时，要事先认识和掌握、度量天时的好坏，地利的差异，以及人们认识天时、地利的能力，按照自然规律和经济规律，进行农业生产，而且作为从事各项事业的认知基础。“力地而动干时，则国必富矣”，把按照自然规律和经济规律办事，提高到关系国家富强的高度。

(3)对客观规律和主观能动性的认识。我国古代的政治家、思想家和农学家，不仅强调在农业生产中认识和掌握、尊重自然规律和经济规律等客观规律的重要性，而且强调在农业生产中充分发挥主观能动性的重要意义。战国时期，“天时不如地利，地利不如人和”的著名观点，虽然出于军事的战略指导，同时又作为认识论的基础。“天有其时，地有其财，人尽其治，夫是谓之能参”，指出，天有四时变化，地蕴藏着财富，这是客观规律，但只有人才有利用天时和挖掘地财的办法，只要人能按规律办事，就能使万物被人类利用和为人类服务。把人的因素放到三大要素的首位，要人们充分发挥人的主观能动性。

我国古代农业文明发展中，逐步形成的朴素唯物论和辩证法，在同当时以“天命论”为代表的唯心论的斗争中，发挥了很强的战斗作用。对我国农业文明的发展，农业生产精耕细作优良传统的形成有着深刻的影响。

(4)可持续发展思想的产生及其现实意义。当今，面对生态环境的全球性危机，人类处于历史的关键时刻，才提出环境与发展问题，提出了进行综合处理的可持续发展的共同行动与发展战略。而我国古代早在春秋时期，齐国首相管仲就指出，有的君主把山林砍光，造成水源干涸，是缺乏头脑，缺乏发展思想的表现。战国时期的荀况继承发扬了管仲的思想，把保护资源和环境视为治国安邦之策。我国古代朴素的可持续发展的思想，是我国农业文明极其重要的精华之一。

虽然在长期的封建统治和不断的战乱中，我国生态环境，同样遭受到严重的破坏，但是我国传统农业经历几千年保持地力不衰，以及“桑基鱼塘”“有机旱作”“间作套种”等具有生态农业生产性质的自然资源的合理利用组合，证实了我国传统农业生产与环境开发利用，具有协调发展、持续发展的科学性。

二、英国时期——产业革命的先驱

中国的“四大发明”为欧洲提供了“科学复兴”的手段和发展的必要前提；意大利的思想运动推动了以实验为基础的近代科学的产生和发展；近代科学的发展则引发了英国的技术革命和产业革命，从而完成了科学技术中心的第一次转移，世界进入了英国时期，带来社会生产力的第二次飞跃。

从牛顿（1642—1727年）的科学方法论，到瓦特（1736—1849年）的蒸汽机是这时期的代表作。较之以前这一时期的科技和生产力发展，可以概括为两大特征：一是真正的科学的诞生；二是确立了技术的价值与地位。从而促成了科学和技术的结合，引发了具有划时代意义的产业革命。以机器替代人力，极大地提高了劳动生产率；创造财富的领域扩大，农业社会开始解体，逐步向工业社会过渡；与大规模的工厂化生产相适应，相应的管理科学诞生了；机器的高速运转，带动着人的生活节奏的加快；资产阶级以其足够强大的经济实力取代了封建教会势力，诞生了资本主义。从此，人类进入了一个

全新的社会；英国取代欧洲大陆，成为世界科技和经济的中心。

三、法国与德国的崛起——第二次科学革命

产业革命造就了资产阶级，也为社会创造了前所未有的巨额财富。利益驱动和社会需求为科学的加速发展提供了前提和必要的保证，在英国产业革命和资产阶级革命的双重影响下，科学在法国受到了特殊的重视。学习、引进英国产业革命的技术成果，改革教育培养科技人才，组织科学家协作开展专项研究，使法国登上了科学的殿堂，在 18 世纪后期一度走在科学发展的前沿。但由于受战争和国家动荡的影响，科学向技术的延伸和发展受阻中断，以至未能产生对世界有重大影响的科技“杰作”。

德国也是继英国之后开始产业革命的国家之一，时间约比英国晚了 100 多年，但取得的科学技术成就和工业革命的划时代影响，丝毫不比英国逊色。在以科学为先导的技术革命的广泛而深刻的影响下，在许多领域取得了突破性的进展。以煤化学为中心内容的应用化学和工业化学，走出实验室，引起化工技术革命，化学工业、内燃机工业、电气工业相继出现，轻重工业同时发展；传统工业与新兴工业相互推动，创造了由科学革命到技术大国，由科技大国到工业强国的发展成就，使德国成为取代英国走在世界前列的科学技术中心。

四、美国时期——后来者居上

美国是一个后发展国家。在它还没有取得独立地位之前，欧洲的资本主义已经蓬勃发展了 100 多年，近代科学的发展，技术革命和产业革命已经取得了重大突破。在这种有利的国际环境下，使美国一独立便直接建立了资产阶级共和国，没有经历欧洲及世界各国奴隶社会和封建社会漫长的过渡，而且可以利用第一次科学技术大革命取得的成果，广泛引进欧洲先进的技术、设备武装本国的工业，加速工业化的进程；缩短和减少了新兴学科基础理论研究所需的时间和费用，直接利用新的科学成果开发新技术产业。有人把美国这种难得的机遇，形象地比喻为“站在巨人的肩膀上”。美国正是抓住机遇、大量引进技术、人才、资金，再加上两次世界大战的刺激以及民族的创业精神、丰富的自然资源，在工业取得长足发展的基础上，一跃成为后来居上的科学技术大国。并以电力技术革命为先导，在物理学、能源、信息等领域取得了重大的进展与突破。第二次世界大战后，便取代德国，成为世界科学技术发展的中心，同时以其巨额财富的绝对优势称雄于世界。

五、日本起飞与亚洲的新崛起——亚洲大趋势

第二次世界大战以后，日本作为战败国，经济面临崩溃的边缘。但日本没有因此衰落下去，只用了 30 多年的时间，就在战争的废墟上发展成为跻身于世界前列的经济强国。这一奇迹，被人们称作“一只不死鸟的腾飞”。

日本的经济腾飞与美国的后来居上，有相似之处，如适逢 20 世纪中叶现代科学技术日新月异、加速发展的良机；和平与发展成为世界的时代潮流等国际环境……但也有很大的区别。一是历史文化背景不同。日本历史悠久，且崇尚儒学，具有很深的东方文化根基，经历过“锁国”自封的漫长岁月，但觉醒较早，以“明治维新”为转机，19 世纪中叶就确立了引进、吸收外国先进技术设备和注重资本积累的“殖产兴业”道路；强化教育和科学研究；扩充市场，发展贸易，第二次世界大战前就实现了工业化。二是日本国土面

积只有美国的 4%，自然资源贫乏，地利与美国不能相比。它的发展成就，特别是第二次世界大战以后由衰变兴，跃居世界经济大国的成功经验，主要在于对外充分利用一切可以利用的国际资源，特别是先进的科学技术成果，建立了一整套行之有效的引进、消化、吸收、发展、创新的运行机制；对内推行高产出、低消费；注重全民族的科技意识、竞争意识、敬业意识的教育和培养；注重传统技术和高新技术的综合配套、产业结构的调整；倾全力推行技术产业化、商品化，充分利用国际市场弥补资源小国的自身缺陷。从资源小国的局限中走出一条通向财富大国的成功之路。到本世纪 70 年代以后，日本不仅在许多技术领域超过了西欧各国，而且在经济实力上可以与美国抗衡；某些技术如电子工业、汽车工业、机器人工业等取得了世界领先地位。

在亚洲，相继崛起的国家和地区，还有韩国、新加坡、香港和台湾，即所谓“四小龙”。它们虽然不能和日本同日而语，但在资源贫乏的弹丸之地，能够取得经济的高速增长，进入世界新兴工业国家和地区的行列，成为国际市场上其他发达国家不可低估的竞争对手，却有共同之处。成功的奥秘就在于以现代科技力先导，以新兴产业为重点，以国际市场为导向，取得了从资源小国（地区）——科技大国（地区）——经济强国（地区）的发展成就。

尽管目前还尚未完全证明，亚洲诸国已经取代美国，成为世界科学技术中心，但亚洲经济开始腾飞的势头表明，亚洲是世界现代科学技术发展和经济增长最具有活力的地区。从 1945—1995 年的半个世纪，亚洲贫困人口由 4 亿减少到 1.8 亿，亚洲正在从贫困走向富足。据世界银行考察，在人类历史上的任何时期和任何地区，都从未像当今的亚洲这样能取得如此惊人的经济增长。结论是，东亚的发展经历是一个奇迹。亚洲的现代化将成为本世纪 90 年代到下一世纪初最重要的世界发展动向。这与奈斯比特《亚洲大趋势》的观点完全一致，这一切预示着亚洲新世纪的到来。

第二节 科技大国的端倪

经济重心的地域迁移，受自然资源的地域结构和社会经济发展水平两方面的共同制约。新大陆的居民是从旧大陆移殖的，新大陆的现代文明也是从旧大陆移植的。前工业化时期是大陆经济时代。工业化中，海洋成了交通的捷径，海港、大洋的优势，逐步变成经济上的优势，这些优势促使新大陆和一些岛屿国家的经济发展速度加快。

虽然，奈斯比特同我们看问题的角度以及认识方法有较大差异，但是他的《亚洲大趋势》所预测的未来亚洲的变化、发展与我们中国现在已成为亚太地区中心和必然会成为世界强国的结论，至少可以说明我们中国有着极其丰富的自然资源和发展潜力，说明中国曾长期处于领先地位，拥有对世界文明作出过巨大贡献的优秀的历史文化；以及当今在优越的社会主义制度环境中所创造的快速、健康的社会经济发展速度。在 90 年代和下一世纪，中国能够对亚洲以至世界的发展，作出新的贡献。这是必然的，也是肯定无疑的。

人类改造客观世界的能力体现在生产工具的变化上。即从手工工具到动力机械，再到当前的以电子计算机为标志的自动化的变化过程。从而使社会生产力的发展由自然条件起决定作用到人的作用占主导地位，再到人从直接的生产过程中解放出来，成为生产过程的调控者。由此，产业的发展，同步经历了劳动密集型、资金密集型，到知识密集型的变化。从这些发展变化可以看出：生产力中智能性要素即科学技术在整个社会生产力由开始的比重较小上升为一种关键的力量，进入物质生产过程而逐步成为决定的因素。科学技术是第一生产力的论断已经并将继续在实践中得到证实。原料和劳动力在生产中的比重日益下降，科学技术取代资本成为提高生产效率和生产力发展的关键要素。未来的主导资源将是科学知识，科学技术已成为富国之源。

科学技术为主导资源，不仅在生产力的提高和发展中起关键和决定性作用，而且是未来社会经济、环境综合发展、持续发展的关键因素。目前，国内外都用综合国力来衡量国家的整体能力。综合国力，是一个综合概念。它既包括一个国家的自然环境、自然资源、人口数量等基本能力，以及由此构成的经济、科技、国防等能力；也包括文化、教育、政治、组织领导、管理决策等精神能力。综合国力是这些要素有机结合形成的整体能力。在综合国力的这些要素中，科学技术是起主导和关键作用的因素。当今世界的实践表明，科学技术在合理利用自然资源，协调人与自然环境的关系方面，起着关键作用；科学技术在促进文化教育知识的不断更新，提高全民族的文化素质，培养和开发人力资源方面，起着关键作用；科学技术在领导决策科学化、程序化、民主化方面，同样起着关键作用。科学技术对综合国力中的各个因素，都会产生最有力的影响。

一、科教兴国战略全面启动

从 1949 年建立中华人民共和国以来，经过 40 多年的努力，我国已经彻底改变了科学技术落后的状况，发展成为一个具有一定科学技术攻坚能力的国家。蓬勃发展的科学技术，有力地促进了我国经济建设的发展，为我国四个现代化的实现奠定了基础。

新中国成立 40 多年来，我国科学技术事业，虽然在前进的道路上出现了一些偏差，但是仍然取得了伟大的成就，特别是党的十一届三中全会以来，

我国的科学技术事业得到突飞猛进的发展。

（一）科学技术实力增强

1994 年底，国有企事业单位专业技术人员达 1865.9 万人，平均每万名职工中，拥有专业技术人员 1258 人。研究与开发机构不断发展壮大。全国有独立的科技研究开发机构 5860 个，有 49 万名科学家、工程师。全国各类高校共创办研究与开发机构 3000 多个，从事研究与开发人员 79 万人。工矿企业的科技实力明显增强。1994 年在 1.9 万个大中型工业企业中已设立 11 656 个技术开发机构，拥有技术开发人员 94 万人。国家不断增加对科技事业的投入。

（二）科技活动全面展开

新中国成立初期，随着经济建设的发展，制定了我国第一个长期科学技术发展规划，即《1956—1967 年全国科学技术发展远景规划》。这个规划根据国家经济建设和国防建设的需要，拟订了 57 项任务，包括基础研究、应用研究和发展研究的一系列重要课题，其中最为重要的是，采取了发展计算机技术、半导体技术、无线电技术、自动化技术、核技术、喷气技术等 6 大紧急措施，一系列新兴技术从无到有地发展起来，并促进了一系列新兴工业部门的诞生和壮大。经过几年的努力，中国的科技事业发生了根本性的变化，缩短了与世界先进水平的差距。到 1962 年，在提前 5 年基本完成第一个科学技术发展规划的基础上，又制定了《1963—1972 年科学技术发展规划》，安排了重点科研项目 374 项。在这个规划的指导下，广大科技人员发扬自力更生、奋发图强的精神，保证了重大建设工程的顺利进行，并且在 1964 年 10 月成功地进行了我国第一次核试验，这集中反映了我国科学技术在一系列科技领域所达到的新的水平。

1978 年，全国科学大会的召开，对我国科学技术事业的发展，带来深刻的影响，标志着我国科学技术事业进入一个新的发展阶段。大会通过的《1978—1985 年全国科学技术发展规划纲要》，确定了 108 个全国重点研究项目。在这 27 个领域和 108 个重点项目中，把农业、能源、材料、电子计算机、激光、空间、高能物理、遗传工程等 8 个影响全局的综合课题，放在突出的地位。并在 1982 年确定了 38 项国家级科技攻关项目。

国家重点科技攻关项目计划，10 年内共取得成果 1.5 万项，获得经济效益 400 多亿元。1986 年制定的《高技术研究发展计划纲要》，选择了生物、航天、信息、激光、自动化、能源、新材料等 7 个领域实施重点突破，已取得 400 多项成果，有 10% 的成果形成产品进入市场。

实施火炬计划，到目前全国共有 52 个国家级高新技术开发区，已认定的高新技术企业 11962 家，1994 年火炬计划高新技术产业实现产值 799 亿元，实现科工贸总收入 996 亿元，利税 100 多亿元；

到 1994 年底，共建 67 个国家工程研究中心，142 条工业性示范线；

组织实施振兴农村经济的“星火计划”，到 1994 年底，全国已建立 48 个国家星火技术密集区，共完成项目 5.1 万项；

80 年代，软科学研究在我国迅速崛起，全国已有软科学研究机构 960 个，研究人员 2.9 万人，取得 9472 项成果；

1993 年，根据三种国际检索工具的统计，我国科技人员在国际上发表的

期刊论文 20178 篇，按论文的数量排序，已从徘徊多年的世界第 15 位升至第 12 位；

到 1994 年，全国已建立 160 个全国性科协组织，拥有 430.8 万会员；产品质量检测机构 3000 个。

我国先后与 143 个国家与地区建立了科技合作关系，同 83 个国家缔结了政府间科技合作协定，我国学术团体参加国际学术组织 600 个，技术产品的出口贸易大幅度增长。

科学技术事业发生着巨大变化，呈现出蓬勃发展的新局面。

（三）科技成果的大批涌现

我国的科学技术成果及其所起的作用，表现在促进工农业生产的发展、基础研究的发展，以及新技术和国防建设的发展等许多方面。

（1）自然资源与农业方面。进行了全国性的自然资源普查，基本完成了农业区划。基本上更新了农作物品种，培育了小麦、水稻、玉米、棉花、烟草、多种蔬菜、林木、牧草、家禽等大批优良品种。水稻平均亩产已由解放初期的 100 公斤，增加到 250 多公斤。杂交水稻技术已作为专利转让给美国等国。杂交玉米新品种，推广面积已有 1 亿多亩，增产玉米 35 亿多公斤。我国目前粮食增长数量中，约有 1/3 是靠科学技术的应用取得的。控制了小麦锈病，根治了东亚飞蝗，广泛推广了生物防治病虫害技术。我国首创的橡胶北移栽培技术，冲破了世界橡胶种植禁区，使橡胶种区北移了 $3^{\circ} - 9^{\circ}$ ，走在了世界的前列。从 1840 年到新中国成立前的 100 年间，人均占有粮食只有 200 公斤；但新中国成立之后，人口翻了一番，粮食的人均占有量也翻了一番，由 200 公斤增加到 400 公斤。

（2）工业方面。我国自行研究成功并生产了大批成套大型设备，包括 30 万吨合成氨、24 万吨尿素的单元机组、1.7 米热连轧机、1000 万吨到 3000 万吨大型露天煤矿成套设备、50 万伏高压输变电设备、1.5 万吨涤纶提丝设备，等等。使许多工业设备已立足于国内生产。利用自己的技术，解决了顺丁橡胶和重水的工业化生产问题；解决了我国陆相地层石油开发的问题和注水开发石油的问题；创造性地解决了攀枝花、金川、包头三大共生矿的综合利用技术问题，并且已突破气流纺纱、喷气织机等新型纺织技术。化学纤维、电子工业技术等许多方面都有较快发展。

（3）新技术和国防建设方面。1970 年，我国成功地发射了第一颗人造地球卫星。从 1979 年到 1994 年，又发射了 43 颗人造卫星，并能使卫星成功返回地面，是世界上少数几个掌握卫星回收技术、“一箭多星”发射技术、地球静止轨道卫星发射技术的国家之一，并且具备了为国外用户发射应用卫星的能力。完成了水下导弹、洲际运载火箭、“长征三号”大推力火箭的发射。

我国高新技术的兴起与发展，在许多领域取得了新的成就：北京正负电子对撞机对撞成功；5 兆瓦低温核供热反应堆建成并运行；大亚湾核电站建成发电；原子级操纵和原子级加工居世界前列；国家计算机与网络设施实现国内目标联网；“银河”巨型电子计算机、智能型英汉翻译系统研究成功；导弹、卫星无线电测控系统研制成功；有机硅、复合材料、功能材料、超导材料、高温合金等几种新型材料研制成功，等等，都说明我国高新技术的发展，进入一个全面展开的新阶段。

（4）生物技术和医药保健方面。1985 年通过的干扰素基因工程的国家鉴

定，标志着我国基因工程技术已经达到先进水平。我国制成的非手术绝育药物，具有世界独创性；用基因工程技术制备出幼畜腹泻疫苗，在世界上首次完成肠毒素基因灭活，而保留保护性抗原基因，攻克了这项国际性难题；我国创立的针刺麻醉技术以及显微外科、治疗大面积烧伤技术、血吸虫病防治技术都达到了先进水平。

(5)自然科学研究方面。我国在理论数学、高能物理学、结构化学、地球物理和地球化学、生物科学等领域，都取得了若干高水平的成果。1963年起，我国世界时的精确度就已进入国际先进行列。我国于1959年发现了反西格马负超子，1966年首先提出了原子模型理论，1972年发现了一个重粒子。我国最早实现了胰岛素的人工合成，最先完成酵母丙氨酸转移核糖核酸的全人工合成。这些都标志着我国在基础研究的一些领域进入世界先进行列。

1979年以来，我国共取得重大科技成果34.5万项。获国家奖励的成果8580项，其中国家自然科学奖400多项；国家发明奖2000多项；国家科技进步奖5000多项，所创经济效益达3000亿元以上。

二、向高科技产业进军

20世纪后期，世界进入了高新技术及其产业的迅速发展时期。以高科技为主导的新技术革命，成为当代的世界潮流。物理学、数学、化学、生物学等主要学科的基础理论研究，正酝酿着新的重大突破；新技术的开发应用日新月异，高科技产业成为继传统产业之后的新的经济增长点，成为重要的经济支柱。在一些发达国家，高科技产业的发展对经济增长的贡献率达到25%—30%，1971—1986年间，西欧高科技产业的产值由50亿美元增加到2000亿美元；美国由90亿美元增加到4100亿美元；日本由30亿美元增加到3200亿美元。从而保证了这些国家经济的稳定增长，保持了国民生产总值的不断提高。可见在世界范围内，一个国家经济优势、经济实力，以至综合国力的强弱，已不再决定于传统意义上的经济增长速度，而是取决于高科技的开发、利用，以及由此形成的产业创新和产品创新。因此，高新技术及其产业已成为当今世界经济发展和经济竞争的焦点。谁拥有高新技术优势，谁就拥有了经济优势，谁就在国际竞争中占主动。

如上所述，我国的高科技发展及其产业化开发，从五六十年代起步以来，已经历了两个不同的发展阶段。第一阶段是萌芽起步阶段。这一阶段主要是自力更生发展高新技术，以增强国防力量为主要目的。集中人、财、物力，用不太长的时间研制发射了“两弹一星”；攻克了相关的技术难关，为进一步在更加广阔的领域发展高新技术奠定了基础。第二阶段是产业起步阶段。这一阶段是以“863计划”、“火炬计划”及建立高新技术开发区为主要标志，进入新技术产业的全面启动阶段。经过10年的发展和创新，取得了突破性进展。在“863计划”的36项关键技术中，60%在水平很低或几乎空白的情况下，进入或接近国际先进水平；11%达到或超过了国际水平；10%的成果形成产品进入市场。“863计划”所取得的成就极大地推动了我国国民经济的发展，极大地提高了中华民族发展高新技术的信心。我们用比发达国家少得多的资金，在较短的时间内取得了一大批达到或接近国际先进水平的成果；培育了一支以青年人为主体的优秀的开发研究队伍；加速了高科技产业化的进程。近年来崛起的北京新技术产业开发试验区，就是众多新技术产业开发试验区成功的典型。其中又以北大集团公司为典型代表，其投入产出周

期短、效率高，并逐步向规模化、国际化的目标迈进，显示了高科技产业的巨大优势及其对经济增长所具有的巨大潜力。公司成立 10 年来，在最初投资 40 万元的基础上，发展成为拥有一家资产力 10 亿元港币海外上市公司的大型企业集团。到 1995 年底，北京开发试验区已拥有技术企业 5405 家，技工贸总收入达 225 亿元，工业总产值 94.02 亿元，上交税费 8.45 亿元，3 项指标的年增长率均在 45% 以上。被誉为中国的“硅谷”。

目前，我国高技术的总体水平与世界先进水平相比仍有差距，为了争取在较短的时间内，集中有限的资源，在若干主要高新技术领域跨越发展，赶上国际水平，就要攻破高新技术的制高点。一项高技术成果的产业化，就会带动一大片相关实用技术的发展，导致一个新产业群体的出现，对经济发展、综合国力的增强，人民生活水平的提高，起着不可估量的作用。实现我国经济发展的两个转变和各项发展目标，就在于高新技术群体的总体突破和实现它们的产业化。

我国把实施科教兴国，向高科技产业化进军，作为实现“九五”计划和 2010 年远景目标纲要的战略重点。重点如下：①积极发展高技术及其产业。在有利于我国经济发展和可跨越的技术层次上，开展高技术研究开发工作。②在计算机软硬件和网络等电子技术、新材料技术、农业、医药等生物工程技术，以及新能源、航天、航空、海洋等方面开发具有自主知识产权的技术。③加快高技术产业化的步伐，重点是铁路高速客运和载重技术；亚微米集成电路和 8 英寸硅单晶制造技术；交通、电力、制造业及第三产业的电子自动化技术；石油钻采技术；低温核供热技术；同步数字系列通信技术；大容量数字程控交换机技术。④努力提高高技术产品的性能、质量和占有率。⑤办好现有的高新技术产业开发区。

“九五”期间及下世纪初，我们面临的高技术及产业化的任务光荣而艰巨，但我们具备实现目标的基础和条件。

“863 计划”的实施，给我们提供了这样的经验：自主创新是我国高技术研究发展的灵魂。没有自主创新，我们就不能后来居上。根据我国国情，我们在有限的目标内进行积极跟踪，主动了解外部世界高科技发展的现状，把握其发展趋向，集中力量进行创造性劳动，在某些领域，经过脚踏实地的努力，可以奋力实现大跨越。

“863 计划”的实施说明，实现自主创新的大跨越，动力首先来自于改革。它既是改革开放的产物，又是实行改革开放的一个典型。开创了科学技术研究的管理体制和运行机制的新模式，极大地激发了科技人员的积极性和创造性，这不仅为我国高技术研究发展拓开了新的道路，而且为我国科技体制改革与科教兴国，向高科技产业化进军的战略实施提供了明确的方向。

实现自主创新的大跨越，高技术产业化，向上跟踪世界高技术的最前沿，向下逐步实现成果的产业化、商品化，依靠高技术及其产业化，形成新兴产业，形成高技术产业网络，发展到整个行业的技术改造，我们已取得经验。从根本上改变我国经济增长的方式，起决定作用的是高技术产业化发展；同样，高技术产业化发展，随着经济发展和增长方式的转变，会不断得到推动。

实现自主创新的大跨越，我国科技队伍已具备了高技术研究 and 开发攻坚的能力。经过几十年特别是“863 计划”10 年的实践，一支阵容整齐，具备“公正、献身、创新、求实、协作”精神的高技术国家队伍已经组成。随着

高技术产业化发展，这支队伍还在不断扩大；不仅会造就一批具备社科知识的科学家，还将造就一批具备科技知识的企业家。

高技术发展及其产业化，在科教兴国战略中担负着重要的历史使命。它和我国社会、经济、科技发展计划的紧密结合，将完成中国科技繁荣、国家富强的任务。

第三节 从科技大国到财富大国

即将过去的 20 世纪，是人类社会发展中的一个极其重要的世纪。全球出现的以信息革命为中心的新技术革命高潮，使“科学技术是第一生产力”充分地显示出来。科学技术已成为决定经济增长和社会进步的主导因素，谁拥有科学技术优势，谁就能立足于世界之林，已成为国际社会的共识。

以经济建设为中心，坚持四项基本原则，坚持改革开放的党在社会主义初级阶段的基本路线的确立，以及同这条基本路线相适应的系统的方针政策，开辟了我国建设具有中国特色社会主义的新航程。充分利用社会主义优越的制度环境，利用新技术革命为我们提供的机遇，挖掘和发挥中华民族、中华大国的精神力量和物质力量，迎接战胜新世纪人类面临的挑战，从亚洲世纪到中国世纪，从科技大国到财富大国的大趋势，就会成为现实。

一、知识即财富

自科学技术产生以来，科学技术作为人类智能结晶的精神力量开始转化为物质力量，推动着人类社会的历史性跨越。人们对科学技术的认识也随着社会实践不断发展深化。

英国著名哲学家、科学家弗兰西斯·培根就明确指出科学对于改善人类生活的重要性。他认为当时欧洲人同新印度群岛人生活存在巨大差别的原因，不是土壤、气候，也不是体力，而是技艺造成的。他提出的“知识就是力量”的口号，就是对这种差别的本质概括。伟大的批判现实主义作家狄更斯，在抨击资本主义丑恶的字里行间，也反映出依靠人的智力可以创造一切的时代特征，这是一个“最坏的时代”和“最好的时代”；这是一个“绝望的春天”和“充满希望的春天”，我们面前“什么也没有”和“什么都有”。有的人更简单明了地认为，知识可以使“沙子变成金子”。

马克思高瞻远瞩，从对英国产业革命引发的生产方式的变化中，更加深刻地揭示了科学技术对生产力的作用，指出科学是财富的“最可靠的形式”，“又是财富的生产者”，“科学获得使命是：成为生产财富的手段，成为致富的手段”。“科学技术是生产力”这一马克思主义原理，使人类对科学力量的认识产生了一个飞跃。第一次产业革命以来，科学技术的发展，以及由此产生的经济社会的巨大变革，完全证明了科学技术是决定人类社会发 展进程的无可置疑的巨大推动力量。

第二次世界大战以后，由现代科学技术的突破性进展引发的新技术革命，使欧美发达国家之间的角逐重点，逐步由传统技术转向高新技术领域；由传统产业转向高新技术产业，新技术革命的浪潮已经成为全球瞩目和关注的热点。发达国家把科学技术作为重要的战略资源，竭尽全力争夺现代科技的制高点，以保证其在世界上的领先和强大地位；发展中国家也在顺势应时，把引进和利用现代科技作为提高传统产业质量档次的重要手段和出路，把科学技术的创新和突破作为增强国力的战略和国策的核心内容，寻找经济高速增长的动力和生长点。科学技术已成为一个国家、民族、地区由弱变强、由穷变富的决定性因素。支持这一结论的客观依据至少有以下几点：

(1)统计表明社会财富增长曲线的上扬势头愈来愈猛。自 18 世纪 40 年代第一次产业革命使英国在不到 100 年的时间创造了超过人类几千年所积累的财富总和之后，随着近代科学的发展和现代科学和新技术的产生突破，科技

对经济增长和社会发展的贡献作用愈来愈大，它使德国只用了 30 年的时间，就超过英国，成为世界科技强国的佼佼者。国际竞争中后来居上的时间表大大缩短了，世界领先地位所需的财富总量越来越大，而创造这些财富所用的时间则越来越短；如果把前者当作纵坐标，后者当作横坐标，即可画出一条直线上扬的增长曲线。

(2)科学技术对国民生产总值增长速度的贡献份额明显增大。经济学家在分析经济增长的因素时，早已注意到科学技术对经济增长的贡献逐渐取代资本和劳力的主导地位，成为决定性的因素。据统计，科学技术对国民生产总值增长速度的贡献，在发达国家由 20 世纪中叶的 50%，上升到 80 年代的 80%。就科学技术本身而言，则呈现出传统技术的贡献份额逐渐下降，高新技术的贡献份额逐渐上升的趋势，进入 80 年代之后，资本主义国家之所以能够缓解和摆脱周期性的经济危机，其中一个重要的原因，就是高新技术产业的迅猛发展，缓冲了传统产业萧条对经济增长速度的影响，从而转危为安。

(3)单位产品的价值由于物化在产品中的科技含量的高密化而愈来愈高。如果用单位重量的产品价格作比较，可以发现第二次世界大战以后，产品的科技含量每隔 10 年增长 10 倍。50 年代以钢材作为财富的象征，每公斤不到 1 元；而作为 60 年代财富象征的汽车、洗衣机、电冰箱，每公斤的价格分别提高到 30 元、60 元、90 元；70 年代的微机，每公斤高达 1000 多元；80 年代以来，以软件为代表的时代产品，它的价值由按重量计算转化为按科技含量计算。如果再按单位重量计算其价格，高出钢材、汽车、微机的倍数就不是 10 倍、几十倍，而是 10 倍的几次方。

(4)一个国家、民族和地区所拥有的社会财富与其拥有的科学技术密切相关。发达国家之所以发达，与其说拥有财富，不如说拥有先进的科学技术；反之，不发达国家之所以不发达，根源在于科学技术落后。有关资料表明，发达国家占世界人口总数的比例不到 1/5，却占有社会财富的 4/5，同时占有 4/5 的最优秀的世界级（诺贝尔奖）科学家；4/5 科研活动的重要领域（前沿领域）。相反，占世界总人口 1/5 的发展中国家，在新科学、新技术领域里，只有 1/5 的份额。无论是必然中的巧合，还是巧合中的必然，都证明了科学即财富这个命题的内涵。当今，世界各国之所以高度重视知识产权和科学发明的专利权，甚至不惜重金，不择手段，购买、窃取科学技术情报，成为冷战中的热战，无不出于事关财富得失之间的权衡和决策。

二、走向世界科学前沿

新中国成立以来，我国的科学事业在一穷二白的基础上起步，经过几十年的艰苦奋斗，不仅取得了科学技术全面发展和进步的巨大成就，而且在前沿学科的某些领域接近或赶上世界先进水平。

我国的改革开放政策，正在推动经济的高速增长和社会全面进步，也迎来了科学技术春华秋实的大发展时期。在引进、吸收、创新方针的指导下，一批现代新兴科学技术领域的重点工程，已经取得了突破性的进展；科学技术产业化、市场化的步伐正在加快；邓小平同志关于“科学技术是第一生产力”的思想，正在随着改革开放的社会实践成为全党和全国人民的共识，形成了推动科学技术发展的巨大社会力量；以经济建设为中心，实现经济体制和增长方式的两个根本性转变的历史性任务，强化了社会对科学技术的需求。恩格斯曾经指出：“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所

大学更能把科学推向前进。”^①这一切预示着我国正在走向世界科学的前沿。

对于我国目前的科学技术发展情况，我们在上一节里已作了扼要介绍。下面仅就我国未来科学技术的发展趋势及其宏观环境和微观基础，作一简要分析。

（一）宏观环境——科教兴国战略

未来的发展，必须依靠科学技术。科教兴国战略的确定，为我们国家的生产力发展、科学技术的进步和经济的全面增长，创造了前所未有的良好条件和发展建设的方向。

当代科学技术革命突飞猛进，已广泛渗透到社会生活的各个领域，越来越深刻地影响着世界经济和社会发展的进程。今后 15 年到下世纪中叶，一系列新兴科学技术领域将出现新的重大突破，新的生产技术和新的产业的兴起，是推动历史发展的巨大力量，也是推动我国实现四个现代化的关键动力。缩小与世界的差距，加快发展的速度，有效地完成两个具有全局意义的转变，巩固和发展具有中国特色的社会主义制度，在于加速科学技术的进步。

“九五”计划和 2010 年远景目标纲要，拟定了实施科教兴国战略，加速科学技术进步的具体方案：统筹规划科技发展和经济建设。要在适应市场需求，强化技术开发和产品开发，加速科技成果商品化、产业化进程中，集中力量解决经济社会发展中的重大和关键技术问题；要积极发展高技术及其产业，把握世界高技术发展趋势，重点开发电子信息、生物、新材料、新能源、航空、航天、海洋等方面的高技术，在一些重要领域接近或达到国际先进水平；要加强基础性科学研究，瞄准世界前沿，重点攻关，力争在我国具有优势的领域中有重大突破。在坚持自主研究开发和引进技术相结合的基础上，采用先进制造技术，加快重大装备的国产化步伐，加快现有设备的更新改造，加快应用高新技术改造传统产业的速度。

加速科学技术进步，是促进持续、快速、健康发展，完成第三步战略目标的最根本的动力和保证。尽管我们在加速发展中，有许多困难，任务艰巨，但我们具有巨大的潜力和社会主义制度建设与社会主义经济建设的成功经验的优势，尽管我们的科学技术水平与发达国家相比，总体上还存在着不少差距，但我们经过 40 多年的艰苦奋斗，特别是近 20 多年来的奋发努力，已打下了较好的基础，有些领域已经走在了世界前列。尽管我们目前还不富裕，但我们的社会主义制度，我们的勤劳、勇敢、智慧的人民，已经构成了能够迅速发展的经济社会环境；尽管我国的科技人员所占比例与发达国家相比还不算大，但我们的队伍具有较高的业务水平和较强的攻关能力，具有强烈的献身精神。这一切都是我们事业必定成功的可靠保证。

（二）跨入科学殿堂和高新技术产业的快车道

按照日本科学史家汤浅光朝的权威定义，一个国家的科学成果如果超过全世界总数的 25%，这个国家就可称为“科学活动中心”。我们理解，他所指的科学成果主要集中反映在两个方面，即人与物。所谓人，即获得世界级科学奖——诺贝尔奖的人数。其根据是，当英国、法国、德国、美国在科学技术领域各领风骚的时期，也正是他们各国获得诺贝尔自然科学奖人数最多

^① 恩格斯：《致瓦·博尔吉乌斯》，《马克思恩格斯选集》第 4 卷，人民出版社

的时期。所谓物，即取得重大科学成果的项目。最近《光明日报》发表了《从国际权威学术刊物发表的论文数看中国人跃居世界科学前沿》的署名文章，作者吴乐斌对世界权威性综合学术刊物《科学》（美国）、《自然》（英国）及生物学界的《细胞》杂志 1995 年度发表的论文进行统计表明，《细胞》、《科学》、《自然》杂志的中国作者论文占到论文总数的 35.61%、23.44%、22.81%，分别比 1985 年的 4.59%、2.04%、3.75%增长近 10 倍。当然论文成果不能简单地代替一个国家的科学成果项目数，但是，近 10 年来，我们在现代科学的基础理论研究方面所取得的突破性进展，丝毫不逊色于欧美发达国家。

与此同时，我国以电子产业为龙头的高新技术产业的发展，已进入了第二个创业阶段，其发展趋势正在步入市场化、集团化、国际化的快车道。“八五”期间，我国电子工业年平均递增 30%，电信业年平均递增 40%以上，信息产业已形成一定规模。1995 年，电子工业实现总产值 2457 亿元，年增长率为 28%，电子产品出口创汇 165 亿美元，年增长率为 33%；计算机信息产业的总产值和销售额均突破 600 亿元，年增长率超过 40%；计算机出口创汇 49 亿美元，增长 70%以上；软件与信息服务业年销售额已达 110 亿元；五大骨干企业的销售额占全行业的 85%左右。“三舍”系列工程、“908”工程等信息工程取得了实质性进展。随着微电子技术的广泛应用，与信息有关的新兴产业在国民生产总值增长中所占的份额将大幅度上升，产业创新获得的高密化产品、商品，正在使智能转化为巨大的物质财富，成为我国经济保持高速增长的新生长点。

三、财富大国——东方大国的再度辉煌

党的十一届三中全会以来，我国确立了以经济建设为中心，推行改革开放，建设具有中国特色的社会主义的新方针，我国进入了社会主义建设的新时期。

（一）“三步走”战略与未来 15 年

“三步走”战略的提出，是我国在社会主义初级阶段建设目标的具体化。第一步，实现国民生产总值比 1980 年翻一番，解决人民的温饱问题，这个任务已基本完成。第二步，到本世纪末，使国民生产总值再增长一番，人民生活达到小康水平。1995 年，国民生产总值，在 1988 年比 1980 年翻一番的基础上，又翻了一番，我国提前 5 年实现了国民生产总值翻两番的第二步战略目标。第三步，到下世纪中叶，人均国民生产总值达到中等发达国家水平，人民生活比较富裕，基本实现现代化。

未来 15 年，我国要保持经济发展的持续和稳定增长，还面临着不少矛盾和困难。其中有些是长期制约经济发展的不利因素，主要是人均拥有耕地、水资源和石油等一些重要矿产资源的相对不足；人口总量持续增加，就业矛盾日趋突出；治理环境和保护生态的任务艰巨；产业结构调整的难度较大、产品国际竞争能力不强等。同时，又面临着发达国家在经济和科技方面占优势的压力，对国际关系中的霸权主义和强权政治，也必须有充分的准备。

我们正在运用建设具有中国特色社会主义实践中已经积累起来的成功经验，充分发挥我们的有利条件，调动和发挥我国各族人民的积极性和创造性，化解制约发展的不利因素，解决前进中的问题，为我们尽快缩小差距，向第

三步战略目标迈出重大步伐，为下一个世纪中叶基本实现现代化奠定坚实的基础。今后 15 年，是关键时期，是具有关键性的 15 年。

“九五”计划和 2010 年远景目标纲要，提出这一时期国民经济和社会发展的九条重要方针。即：保持国民经济持续、快速、健康发展；积极推进经济增长方式转变，把经济效益作为经济工作的中心；实施科教兴国战略，促进科技、教育与经济紧密结合；把加强农业放在发展国民经济的首位；把国有企业改革作为经济体制改革的中心环节；坚定不移地实行对外开放；实现市场机制和宏观调控的有机结合，把各方面的积极性引导好、保护好、发挥好；坚持区域经济协调发展，逐步缩小地区发展差距；坚持物质文明和精神文明共同进步，经济和社会协调发展。

国民经济和社会发展的指导方针，是我们在这一重要时期的行动总纲。以保持国民经济持续、快速、健康发展为中心，实现经济与社会相互协调和可持续发展，是我国社会主义建设实践、经验的提高与创新。从中我们可以认识和确定未来 15 年的努力方向。

(1) 中国所有问题的解决，关键是靠自己的发展，要有较快的发展速度和较高的发展效益。“社会主义阶段的最根本任务是发展生产力，社会主义的优越性归根结底要体现在它的生产力比资本主义发展得更快一些，更高一些，并且在发展生产力的基础上不断改善人民的物质文化生活。”努力做到速度与效益的统一，微观活力和宏观调控的统一，总量增长与结构优化的统一。

现在，我们已具备了这种发展的相应条件，为下一世纪的持续发展奠定了坚实的基础。“八五”期间，国民经济持续快速增长，是新中国成立以来增长速度最快、波动最小的五年。第一产业年均增长 4.1%；第二产业年均增长 17.2%；第三产业年均增长 9.5%。经济实力显著增强。经济体制改革取得突破性进展，国民经济市场化、社会化程度明显提高，社会主义市场经济体制正在逐步建立。对外开放总体格局基本形成，对外贸易迅速增长。产业结构调整取得明显成效，各地区因地制宜发展优势产业，区域经济不同程度地发展壮大。科学教育事业取得重大进步，社会事业全面发展。我们已具备继续前进和发展壮大的基本条件。

在未来 15 年，为基本实现现代化奠定坚实基础，持续、快速、健康地发展，是首要的任务，也是我国社会主义建设事业已经出现的趋势。

(2) 促进国民经济的持续、快速、健康发展，关键是实行两个具有全局意义的根本转变。经济体制从传统的计划体制向社会主义市场经济体制转变；经济增长方式从粗放型向集约型转变。坚持社会主义方向，遵循市场经济一般规律，我们已确立了建立社会主义市场经济体制的目标和基本框架，市场在资源配置中不同程度地发挥了基础性的作用。发展和完善市场体系，会使经济发展更富有活力和效率。经济增长方式的转变，是我国经济建设长期的战略任务。提高经济整体素质和生产要素的配置效益，注重结构优化效益、规模经济效益和科技进步效益是增长方式转变的主要内容。充分发挥体制改革带来的活力和市场竞争机制的作用，促进优胜劣汰和资源优化配置；充分发挥现有基础的潜力，提高投入产出效益；充分依靠科技进步和提高劳动者素质，加快科技成果向现实生产力的转化；实行全面节约战略，大幅度提高资源利用效率；按照社会化大生产与合理的经济规模的要求，优化产业的组织结构，形成统一开放、竞争有序的流通体系；正确运用计划手段和产业政

策，是我们在未来 15 年，促进经济持续高速增长总的指导方针。

(3)纲要确定了我国未来 15 年国民经济和社会发展的奋斗目标。“九五”期间，将全面完成现代化建设的第二步战略部署。到 2000 年，实现人均国民生产总值比 1980 年翻两番，基本消除贫困现象，人民生活水平达到小康；初步建立社会主义市场经济体制，加快现代企业制度建设，为下世纪实施第三步战略部署，奠定坚实的物质技术基础和经济体制基础。到 2000 年，国民生产总值，将由 1995 年的 5.76 万亿元增加到 8.5 万亿元；农民人均纯收入年均增长 4%；城镇居民人均生活费用收入年均增长 5%。产业结构进一步改善。农业基础地位得到加强，主要农产品稳定增长；基础设施和基础工业制约国民经济发展的矛盾继续得到缓解。主要产品产量到 2000 年要达到：

粮食 4.9—5 亿吨，比 1995 年增加 2500—3500 万吨；

棉花 450 万吨（与 1995 年持平）；

原煤 14 亿吨，比 1995 年增加 1 亿吨；

发电量 1.4 万亿千瓦小时，比 1995 年增加 4000 亿千瓦小时；

原油 1.55 亿吨，比 1995 年增加 600 万吨；

化肥（折纯） 2 840 万吨，比 1995 年增加 390 万吨；

钢 1.05 亿吨，比 1995 年增加 1100 万吨；

乙烯 420 万吨，比 1995 年增加 177 万吨；

汽车 270 万辆，比 1995 年增加 120 万辆；

集成电路 25 亿块，比 1995 年增加 21.9 亿块；

铁路运输量 18 亿吨，比 1995 年增加 1.5 亿吨；

电话交换机总容量 1.74 亿门，比 1995 年增加 0.89 亿门。

“九五”期间，经济总量的持续增长，将依托于这一时期科学技术进步对经济增长的贡献和经济增长方式的转型。“九五”期间，我国科技进步对经济增长的贡献，要有较大的提高：主要工业领域的技术水平接近或达到国际 80 年代末 90 年代初的先进水平。加速科学技术的进步，实施科教兴国的战略，其内容如下：

加强农业科学研究和技术开发，注重高技术与常规技术的结合，加快推广成熟适用的先进技术。在综合治理中低产田，商品粮基地综合生产配套技术，动植物优良品种选育，重大病虫害鼠害的预报和控制，节水技术和旱作技术推广，防护林工程，沙漠化防治等方面，不断地提供技术支持；促进生物、计算机、遥感等高技术在农业上的应用。

提高产业技术开发创新能力，加大产品开发力度。依据产业发展的需要，结合重大工程组织科技攻关，着力解决关键性、共性、基础性的重大技术，通过加强对技术的工程化和系统集成，加快科技成果向生产力转化进程。积极发展高技术及其产业。加快高技术产业化的步伐。

加强社会发展重点领域的科学研究和技术开发。在医药卫生、能源技术、废弃物再生技术、防灾减灾技术等研究和应用方面，建立以科技引导社会发展的综合实验区，攻克一批关键技术，开发和推广一批重大科技成果。提高全民族的科学文化素质。

围绕国民经济和社会发展中重大科技问题，瞄准国际科学发展的前沿，充分利用国内、国外科学发展中的丰富资源，加强基础性科学研究和科研基础设施建设，把科学发现与技术突破结合起来，使生物科学、信息科学、能源科学、材料科学和环境科学等重点新兴带头学科得到发展。

加快建立科研、开发、生产、营销紧密结合的机制，加大科技体制的改革力度。

“九五”期间科学技术的进步，对经济增长的贡献会有较大的提高。经济增长方式由此而产生的转变，会取得突破性的成效。国民经济整体素质和效益的提高，会产生如下的变化：按可比价格计算的资本系数由“八五”期间的3.6降为3左右；全社会劳动生产率平均每年提高6.5%；万元国民生产总值耗能由1995年的2.2吨标准煤下降到2000年的1.7吨标准煤，年均节能率5%；基建固定资产交付使用率提高到70%以上。

进入21世纪，到2010年我国国民经济和社会发展的目标是，实现国民生产总值比2000年翻一番。

下个世纪的前10年，农业现代化建设登上一个新台阶。商品化、专业化的程度明显提高，综合生产能力和抗御自然灾害能力显著增强，农业适度规模经营和劳动生产率有较大提高，农村全面达到小康水平。基础设施和基础工业与国民经济发展相适应。能源支撑国民经济增长的能力进一步增强。综合运输体系及现代化通信体系基本形成。机械、电子、石油化工、汽车、建筑业等支柱产业成为推动国民经济成长的主要动力。电子信息、生物工程、新材料、核能、航空、航天、海洋工程等高技术产业化取得明显进展。国民经济信息化程度显著提高。

下个世纪的前10年，我国集中力量建设一批对国民经济和社会发展具有全局性、关键性作用的工程。建设长江三峡、黄河小浪底等大型水利枢纽工程；基本解决长江、黄河水患；着手建设跨流域的南水北调工程，缓解北方部分地区严重缺水的矛盾；着手建设京沪高速铁路；着手建设现代化大型钢铁基地；向百万辆汽车、千万吨炼油、百万吨乙烯的规模发展；进行新一代集成电路的研究开发工程，赶上当时的世界先进水平，推动国民经济的信息化。

下个世纪的前10年，国民经济技术水平和全民族科学文化素质显著提高，科学技术在一些重要领域接近或达到国际先进水平。掌握重要产业的关键技术，在一些重要领域接近或达到国际先进水平。主要生产技术接近或达到发达国家下世纪初的水平。基本改变生态环境恶化的状况，减灾抗灾能力大为提高。

下个世纪的前10年，基本形成若干各具特色的跨省区的经济区和重点产业带，地区发展差距逐步缩小，区域经济协调发展。

今后的15年，是我国人民在实现社会主义现代化建设事业中的一个伟大的里程碑。

（二）《中国21世纪议程》的发展目标

1996年5月，我国科技界满怀信心，迎接新世纪的历史盛会——中国科协第五次全国代表大会在北京召开。江泽民同志在会议上指出：八届全国人大四次会议通过的“九五”计划和2010年远景目标纲要，把实行经济体制和经济增长方式两个根本性转变和实施科教兴国战略、可持续发展战略，作为实现我国跨世纪建设蓝图的关键措施，这是中央深刻分析国际国内形势而作出的重大部署，是时代赋予包括广大科技工作者在内的全国各族人民的光荣使命，是历史的必然选择。

综观世纪之交的国内外形势，我们既面临着难得的历史机遇，也面临着

严峻的挑战。

世界正在加速向多极化的方向发展，无论是发达国家还是发展中国家，都在抓住时机，加快自己的发展速度。尤其是主要发达国家，为了在 21 世纪的世界发展和国际竞争中继续保持领先地位，正在加紧调整科技和经济战略。人口剧增、资源过度消耗、环境污染、生态破坏和南北差距扩大等矛盾的日益突出，成为全球性的重大问题，严重阻碍着经济的发展和生活质量的提高，继而威胁着全人类的未来生存和发展。人类不得不重新审视自己的社会经济行为和走过的历程，寻求一条人口、经济、社会、环境和资源相互协调的，既能满足当代人们的需求，又可带来一个更繁荣的未来，可持续发展的战略的选择，成为全球的共同行动。

我国经过 40 多年的社会主义建设，特别是改革开放取得巨大成效，为社会主义现代化建设开创了新的局面。国家的整体实力大大增强，人民的生活水平显著提高。但是，我国的可持续发展，还受着国民经济整体素质比较低，以及资源、人口、环境等方面问题的严重制约。在国际经济竞争和国际关系中，我们既面临着西方发达国家的经济和科技优势的压力，又面临着霸权主义和强权政治的压力，能否加快我国的现代化进程，在国际合作与竞争中取得更大的主动权，将决定我国未来在国际社会中的地位。大幅度提高我国的经济实力和综合国力，不断发展和壮大自己，走可持续发展之路，是中国在未来和下一世纪发展的自身需要和必然选择。

我国是发展中国家，提高社会生产力，增强综合国力和不断提高人民生活水平，就必须毫不动摇地把发展国民经济放在第 1 位，各项工作都要紧密围绕经济建设这个中心来开展。我国人口基数大，人均资源少，经济和科技水平相对比较落后，实现经济快速发展，会使本来就已经短缺的资源和脆弱的环境面临更大的压力。只有遵循可持续发展的战略思想，以高度的历史责任感和时代紧迫感，充分发挥科学技术是第一生产力的重大作用，把社会主义与现代科学技术紧密结合起来，大幅度提高我国的经济实力和综合国力，不断发展和壮大自己，不断改善、创新、保护我们的社会、经济、自然环境，才能实现我们国家的长期稳定发展。

《中国 21 世纪议程》确定我国可持续发展战略的内容包括：

(1)我国是发展中国家，可持续发展的前提是发展。我们必须保持较快的经济增长速度，并逐步改善发展质量，才能实现全体人民的基本需要和日益增长的物质文化需要；才能提供必要的能力和条件，增强综合国力，进一步支持可持续发展。在经济快速发展的同时，做到自然资源的合理开发利用与保护环境相协调，逐步走上可持续发展的轨道——在提高质量、优化结构、增进效益的基础上，保持国民生产总值以平均每年 8%—9%的速度增长。

(2)我国的可持续发展战略，要注重社会的可持续发展。发扬社会主义制度的优越性，不断改善政策和社会环境，保持全社会的安定团结，大力发展教育和文化事业，开展职业培训、职业道德和社会公德教育，提高全民族的思想道德和科学技术文化水平，培养一代又一代有理想、有道德、有文化、有纪律的新人；发展社会科学，继承和发扬中华民族优良的思想文化传统，致力于文化的革新；改善城乡居民居住环境和提高社会综合服务及医疗卫生水平；通过广泛的宣传、教育，提高全民族的特别是各级领导人员的可持续发展意识和实施能力，促进全体人民积极参与可持续发展的建设事业。

(3)我国的可持续发展，要建立在资源的可持续利用和良好的生态环境基

础上。要保护整个生命支撑系统和生态系统的完整性，保护生物的多样性；解决水土流失和荒漠化等重大生态环境问题；保护自然资源，保持资源的可持续供给能力，避免侵害脆弱的生态系统；发展森林和改善城乡生态环境；预防和控制环境的破坏和污染，积极治理和恢复已遭破坏和污染的环境；同时积极参与保护全球环境、生态方面的国际合作活动。到本世纪末，使环境污染基本得到控制，重点城市的环境质量有所提高，自然生态恶化的趋势有所减缓，逐步使资源、环境与经济、社会的发展相互协调。到本世纪末实现如下环境建设目标：

工业废水排放量控制在 300 亿吨左右，工业废水处理率达到 84%，城市污水集中处理率达到 20%左右。

二氧化硫排放量控制在 2100—2300 万吨，工业废气处理率达到 90%，城市居民燃气化率达 60%，集中供热面积达到 4.7 亿平方米。

工业固体废物综合利用率达到 45%—50%，控制有毒有害废物污染。

保护和发展森林资源，大力植树造林，1991—2000 年，净增有林地面积 1900 万公顷左右，全国森林覆盖率达到 15%—16%左右。

预防和控制荒漠化扩展，加强水土保持工作，今后每年治理水土流失面积 2—4 万平方公里。

保护耕地资源，控制建设占有耕地，2000 年耕地保有量不少于 1.22 亿公顷；扩大耕地面积，1991—2000 年新增添耕地面积 330 万公顷。

全国各类自然保护区面积达到 1 亿公顷，占国有土地面积的 7%；同时注意保护所有自然生态系统。

迅速改变和扭转我国传统的非持续发展的增长方式，《中国 21 世纪议程》构筑了一个综合性的、长期的、渐进的可持续发展战略框架和相应的对策。这是我国走向 21 世纪和再度繁荣，走向未来的新起点。建立可持续发展的经济体系、社会体系和保持与之相适应的可持续利用的资源和环境基础，是实现上述目标的保证和实施可持续发展战略实施行动的内容。我国可持续发展战略实施的重大行动，将在制定可持续发展法律、政策体系方面；可持续发展的经济政策方面；教育与可持续发展能力建设，人口、居民消费和社会服务，消除贫困，卫生与健康方面；农业与农村的、工业与交通信息的、能源生产和消费的、人类住区的、自然资源保护与可持续利用的可持续发展方面；生物多样化保护，荒漠化防治，防灾减灾，保护大气层，固体废物的无害化管理方面，以及团体和公众参与可持续发展方面全面展开，并将逐步纳入各级国民经济和社会发展规划。它将成为我国制定国民经济和社会发展中长期计划的一个指导性纲要。我国“九五”计划和 2010 年远景目标纲要的制定，使可持续发展的重要目标和内容，得到具体的体现。

实施可持续发展战略与科教兴国战略，实行经济体制和经济增长方式两个根本性转变，已成为我国实施跨世纪建设蓝图的关键措施。

（三）东方大国的再度辉煌

当今世界有这样的预测：亚洲的巨变，中国的巨变，是当今世界最重要的发展进程。不论对亚洲还是全球来说，它正在一天天地逼近。当人类迈向下一世纪之时，亚洲的现代化进程必然更新这个世界。

在《亚洲大趋势》中，奈斯比特还预言，21 世纪将回归到龙的世纪。中国这条巨龙开始舒展其政治和经济的筋骨。中国的进口额每年递增 25%；同

时中国又是世界第四大出口国，现在的中国已成为整个亚大地区的中心。中国必然会成为世界强国，这不是会不会发生的问题，而是什么时候发生的问题。

从《大趋势》到《亚洲大趋势》，奈斯比特对亚洲以及中国未来的预测，并非局限一个地区、一个国家孤立地看问题，而是以总览人类社会发展的历史折射、现实态势、未来走向的大视野，对世界未来变化的深邃洞察和把握，并具体描述了在亚洲将要发生变化的内容，即：

- (1)从单一国家经济走向网络集体经济；
- (2)从传统模式走向多种模式；
- (3)从出口导向走向消费导向；
- (4)从政府调控走向市场驱动；
- (5)从乡镇走向大都市；
- (6)从劳动力密集走向高科技密集；
- (7)从男权统治走向女性崛起；
- (8)从西方走向东方。

从以上变化趋势看出，有些内容是世界未来面临的共性的发展趋势，亚洲、中国也将被卷入这个大趋势而发生相应的变革。马克思曾经指出：“工业较发达的国家向工业较不发达的国家所显示的，只是后者未来的景象。”^①进入工业社会以来，这已经被英、法、德、美等国先后进入工业社会的实践所证明。

另一方面，我们也看到，随着科学技术的发展和社会的进步，建立工业基础的经济和社会条件不同，在实现工业化的过程中，走在后面的地区和国家，并不是前者的复制和简单重复，往往以领先于前者的科学技术优势进入更高的发展层次，具有生产力发展的新的时代特征。人类社会已经完成了从机械时代向电力时代的过渡，现在正处于电力时代向信息时代的转轨时期。发展中国家一方面面临完成传统工业化任务和迎接新技术革命挑战的双重压力；另一方面，新技术革命又为这些国家超越传统工业的历史阶段，直接进入信息时代提供了新的历史机遇，使实现“蛙跳”式的历史性跨越成为可能。现在已有一些国家和地区，从 50 年代起步实施由农业社会向工业社会过渡，到 70 年代一跃进入新兴工业领先的先进行列。它们的成功实践，代表了第二次世界大战以来社会发展进程的新特点和新趋势，从而证明了实现“蛙跳”历史跨越的现实可能性。

新中国建立以来，特别是改革开放以来，我国一方面步入实现传统工业化目标的快车道，同时取得了发展高新技术和新兴产业的突出成就。由“两弹一星”到加入信息革命的“俱乐部”的跨越式发展，标志着我国的经济技术已经突破传统工业的界限，超前进入新技术革命的历史阶段。支撑和推动现代经济社会发展的综合资源优势已经和正在形成，即以广阔的疆域为基础，具有可再生潜力的自然资源优势；以煤、石油为主体，以核能等现代能源为补充的综合能源优势；以电子工业及现代通讯技术为主导的信息资源优势；以九年制义务教育为基础、专业教育和职业教育并重，不断提高国民素质的人力资源优势。这些优势共同作用所产生的合力，将使我国以资源大国、科技大国、财富大国的雄姿出现在 21 世纪，为人类的和平与发展作出新的贡

^① 《马克思恩格斯全集》第 23 卷，人民出版社 1972 年版，第 8 页。

献。

后 记

本书是对 21 世纪中国未来前景的展望，从撰写提纲到最后成书，都是在丛书编委会的指导下完成的。书稿完成后，由丛书统编组赵森新进行了初审。

人口、资源、环境是全球面临的重大课题，新技术革命和可持续发展观为人类带来希望的曙光，改变着人们的财富观。这一切将对中国经济社会的发展产生巨大而深远的影响，21 世纪将是中国再度辉煌的伟大世纪。限于作者的水平和本书的篇幅，对中国未来的把握难免有牵强、不足甚至错误之处，恳请读者批评指正。

刘光辉 张福生
1996 年 10 月

