

信息化农业总论

孙九林 编著

中国科学技术出版社

信 息 化 农 业 总 论

孙九林 编著

中国科学技术出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

信息化农业总论/孙九林编著.— 北京: 中国科学技术出版社, 2001.2

ISBN 7-5046-3012-8

I. 信... II. 孙... III. 信息技术-应用-农业-研究 IV. S126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 04913 号

中国科学技术出版社出版

北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码: 100081

电话: 62179148 62173865

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京地质印刷厂印刷

*

开本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16 印张: 15.625 字数: 600 千字:

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1—1500 册 定价: 58.00 元

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

内 容 简 介

“信息化农业”是以“农业信息科学”为理论基础,将农业活动中的所有客体均以信息为基本对象,进行抽象并寻找它们之间的客观联系和变化规律。用信息流去调控农业活动中的物质流、能量流、资金流以及人流,从而实现用信息流去代替或减少物质流和能量流的消耗,使整个农业活动进入农业现代化的高级阶段——“信息化农业”时代。

本书用四篇十二章介绍“信息化农业”产生的背景、基本概念、理论基础、研究对象、实现的技术和方法,以及中国“信息化农业”发展战略与技术路线,同时指出了信息化农业的信息化指数、信息技术体系和信息化农业的前沿领域,提出了“农业信息科学”的理论、方法、技术、工程 and 应用的学科体系,等等。

本书牵涉到农业科学、信息科学、计算机科学、通讯科学、遥感科学、地理信息系统和全球定位系统技术、系统工程科学、管理科学、数学、人工智能科学、虚拟技术等多种学科和技术领域。适合广大农业管理、科研、教学以及研究地球信息科学和高新技术在农业领域应用的科技人员、农业技术推广人员和高等院校的师生参考。

责任编辑:任杏华 郑晓梅

责任校对:孟华英

责任印制:王 沛

序 言

在世纪交替之时,各国的政治家和科学家都从不同角度对 21 世纪的人类社会发展作出预测。中国是世界上的农业大国,农业是整个国民经济发展的基础,在 21 世纪中国农业向何处去,如何实现农业的持续、稳定和高效发展,农业科研如何为新世纪的农业和农村经济发展提供坚实的科技支撑等一系列的农业发展中的重大问题,摆在中国政府和所有科学家的面前。

纵观国际农业现代化的发展趋势,随着信息革命的深入和在农业领域的广泛应用,一场新的农业科技革命的序幕已经拉开,以生物技术、信息技术为先导的现代科学技术的发展,为世界各国,特别是发展中国家的农业发展提供了前所未有的跨越式发展机遇。抓住机遇、借鉴国外发达国家发展农业的成功经验,结合中国国情,探讨中国特色的农业现代化道路,已成为中国社会各界关心的焦点。

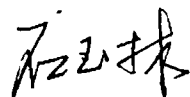
“科学技术是第一生产力”。下世纪中国农业要取得突破性的发展,就在于农业科学技术的进步、大力推进新的农业科技革命。一方面要通过对现有农业科技成果的进一步试验和实践、组装、集成,使其成为能更广泛应用的农业实用技术,加速其现实生产力的转化;另一方面是要大力吸收当代生物、信息、工程、管理科学技术的最新成就,改造传统农业,建立完善的农业科技创新体系,从而实现我国农业科技的跨越式发展,促进农业进入世界先进行列。

当今,信息科学和技术的高速发展,世界性的信息基础设施不断完善,为信息技术在农业领域的全面应用创造了十分有利的条件。在信息科学和技术的注入下,农业资源高效利用、农业生产过程优化管理、用信息流调控农业活动中的物质流和能量流、资金流以及人流成为可能。近 20 年来,我国农业信息技术的发展和应用取得了可喜的成就,在农业遥感、农业地理信息系统、全球定位系统、数学模型、计算机农业模拟以及人工智能等技术的支持下,全国建立了一批农业数据库及其地理信息系统、农业生产专家系统直接指导农业生产与经营活动,并产生了显著的经济效益,农业资源环境动态监测、农作物估产、农业管理信息系统等直接为各级政府决策服务;同时,对农业信息技术的前沿领域——精准农业、虚拟农业等也开展了有成效的研究与开发。所有这些都充分显示了信息技术是改造我国传统农业的核心技术之一,以信息化带动农业现代化是我国 21 世纪农业发展的必然之路。

“信息化农业总论”在世纪之交和中国农业从传统农业向现代农业转变的历史时期与读者见面,无疑对我国农业现代化的实现会起到积极的作用。书中提出了信息化农业的概念并展示了信息化农业的概貌,提出了信息化农业的信息化指数体系和农业信息技术体系;同时探讨了作为信息化农业理论基础的“农业信息科学”的理论、方法、技术、工程和应用等一系列的理论和技術问题,并对我国发展信息化农业的总体战略和技术路线提出了见解,这是作者通过多年在农业与信息科学和技术相结合的实验研究中,所取得的成果总结和提高。虽然都是作者的一家之见,但本着“百花齐放、百家争鸣”的精神,我仍愿意向广大科技工作者和管理部門予以推荐,因为它牵涉到我国农业未来发展的大事,需要我

国农业、信息以及相关工程领域的专家和广大农业科技工作者,去更加关心,并在学术上相互讨论、互相学习、加强交流,特别是更加关心信息技术在农业领域的渗透和应用,只有在有更多的人投身此项事业,才会在相互学习中提高,不断产生新的理论和技术,使我国农业现代化在新世纪的不久将来能够实现。可以预见 21 世纪的中国农业将是信息化全面发展和应用的农业。

中国工程院院士

A handwritten signature in black ink, appearing to read '石玉林' (Shi Yulin), written in a cursive style.

2000 年 12 月于北京

前 言

在改革开放政策的推动下,我国农业发生了深刻的变化。目前正处于传统农业向现代化农业过渡的新历史时期。人类进入 21 世纪的信息化时代,农业又将会发生什么样的变化,是人们十分关注的大问题。作者经过长期的思考和参加多年的农业信息领域的实验研究,逐步形成了若干观点和看法,利用“信息化农业总论”出版之际,大胆的向读者进行了介绍,试图在这个领域中起到抛砖引玉的作用,希望引起广大读者对信息化农业的关注,使其在共同研究和实践中推进我国信息化农业的发展。作者在书中,还就“农业信息科学”的内涵、理论基础、研究对象和方法,以及它的应用等做了探讨。“农业信息科学”是信息科学与农业科学相互结合所产生的交叉学科领域,目前还很不成熟,只有在广大同仁的共同讨论、关注下才有可能使这门新兴的科学逐步完善和成熟。

作者不是信息领域的专家,也不是农业领域的专家,只是因为自幼生长在农村,对中国农业的落后状况,给农村、农民所产生的影响深有体会,虽然读书和工作均在大城市,但由于工作的需要,几十年来始终没有离开过有关农村、农民和农业问题的研究。从农村能源的开发研究,体会到广大农村缺柴、缺煤、缺油到缺电的艰难,不但农民的生活质量无法提高,而且导致了广大农村生态环境的破坏和恶化;在农业资源合理开发利用保护的研究中,体会到合理开发利用农业资源的重要,然而由于农业问题的复杂性,需要有先进的研究方法和手段;在系统工程技术和计算机科学引入农业领域的研究中,看到了传统农业向现代化农业发展的曙光,促使作者产生了要利用所学专业去接触信息科学和农业科学领域的想法,并试图把它们结合在一起,去寻求传统农业向现代化农业过渡的有效技术路线,以便为改变中国农业的落后面貌,使广大农村、农民的生活质量不断提高,加速农业现代化的进程,争取在较短的时间内,使我国农业进入国际先进行列做一点贡献。带着这种美好的愿望,从 70 年代末开始,就有意识地接触和加入农业信息科学技术的应用研究行列。在老专家的指导和帮助下,不断地从理论到实践,从实践再到理论进行深入探索,特别是近十多年来,结合国家所确立的与农业信息科学有关的重大项目的执行,有机会通过具体的实验和应用研究,逐步形成了一套虽不成熟,但也有一定价值的学术观点和可以操作的一些经验。“信息化农业总论”可以说是作者多年在这个领域研究和实践成果的总结,奉献给广大读者,作为进一步研究的基础。

作者在“信息化农业总论”中所提出的最主要观点和有学术价值的看法是:

1. 在 21 世纪“信息社会”中的农业,应是“信息化农业”;“信息化农业”是利用信息技术改造传统农业实现现代化的一个历史过程,它的理论基础是“农业信息科学”,它是农业现代化的高级阶段;

2. “农业信息科学”是信息科学和技术与农业科学结合产生的交叉学科;系统论和信息论是它的理论基础,它的研究对象是“信息化农业”,信息方法是它的研究方法,计算机是它的研究工具;“信息化农业”是“农业信息科学”的应用体现,它将农业系统中的所有客观实体均以“信息”为基本对象,用信息方法进行抽象和探寻实体之间的联系和变化规律,

用信息流调控农业活动中的物质流、能量流,从而代替或者减少物质与能量的消耗,促进信息农业经济的不断增长。

3. “农业信息”的准确定义及分类体系、信息化农业的“信息化指数”的指标体系,信息化农业“信息技术体系”,等等。

4. 中国实现“信息化农业”的发展战略和技术路线,以及起步、发展、成熟的三个阶段;特别强调在 21 世纪的前 30 年的发展阶段,应首先利用较成熟的农业信息技术,尽快建设八大实用化系统,同时要开展信息化农业的前沿领域的试验研究工作。

5. 为了促进信息化农业的有效发展,应该在政策、人才、资金投入以及开发和引进等诸方面进行具体落实。

作者以上的这些观点贯彻在全书的始终。应该说,所有这些都不是作者的独创,而是作者通过多年工作实践,特别是在“八五”、“九五”期间主持与农业信息技术相关的国家重大攻关项目中,从广大领导、同行、专家中吸收到的精华,作者无非只是进行了一点整理工作。借本书问世之际,向他们表示衷心的感谢。

“信息化农业总论”所包含的内容十分丰富,特别是信息化农业正在发展过程之中,所以本书不可能将所有的问题都牵涉到,只能从总体上提出一个框架。全书按照这样一个思路展开:即从科技进步推动农业发展开始,引出信息时代出现信息化农业的必然性,并向读者展现信息化农业的概貌→提出信息化农业的理论基础→实现信息化农业的若干具体技术和方法→实际支持信息化农业建设的是信息技术的集成体系→中国信息化农业的发展阶段,总体战略和技术路线→实现信息化农业的战略措施。采用四篇十二章来进行描述。诸论篇,说明科技进步是推动农业发展的动力,在农业科学技术发展的不同阶段,会出现不同的农业发展时期,进入 21 世纪的信息社会,信息技术将农业带入到信息化农业时代,是社会发展的必然结果;接着第二章就将信息化农业的具体内容和状况展示给读者,使读者对信息化农业有个全面的概念上的理解。基础和理论篇,利用系统理论深入分析了农业科学系统内外的关系。农业是信息化农业研究的对象,信息科学和方法,为信息化农业提供了研究方法。农业科学和信息科学的结合产生了“农业信息科学”,为信息化农业提供了理论基础。本篇由三章组成,构成了信息化农业的基础和理论。技术和方法篇,涵盖的内容十分丰富,采用信息方法,按农业系统中的信息流的过程,将农业信息和知识获取、管理以及开发利用中所牵涉到的一系列现代化的农业信息技术和方法做了介绍;而这些技术和方法的实现,必须在计算机和通讯网络技术的支持下,所以同时对计算机及网络相关的软、硬件环境做了介绍,从而构成了信息化农业的技术与方法篇。应用与展望篇,是利用前三篇的知识,进一步落实到信息化农业的具体建设和开发应用上,因此,强调了从应用出发对信息化农业信息技术进行集成,产生实用化的信息化农业信息技术体系,提出中国信息化农业实现的三个阶段,总体战略和技术路线以及具体的发展方向和措施。

作者在编写本书时,正值主持国家“九五”重大农业科技攻关“农业专家咨询与信息技术系统研究”项目中的重要内容——“中国农业资源信息系统”的建设。以石玉林院士为首的项目专家组、国家科技部农村与社会发展司副司长王宏广教授、中国科学院处长刘健博士、项目负责人甘国辉研究员以及陈沈斌、倪建华两位副研究员等都给予了大力支持;书中的很多观点也是在完成项目任务过程中逐渐形成的;同时,本书在出版过程中,施慧

中、王子香、杨雅萍、林辉等同志为出版工作做了大量的工作；出版社的宇振东先生、郑晓梅、彭晓琼、刘颖等同志加班加点，认真负责地为出版工作付出了艰辛的劳动。借此机会向所有关心、支持本书出版的院士们、教授们、先生们和女士们表示最衷心的感谢！

由于作者知识面所限，水平不高，书中难免有误，恳请读者赐教。

作 者

2000 年 12 月于北京

目 录

序言	
前言	

第一篇 绪论

第一章 科技与农业	(1)
第一节 科学技术是社会发展的动力	(1)
第二节 当代科技发展趋势	(4)
第三节 农业科技与农业发展	(6)
第二章 信息化农业	(17)
第一节 信息化农业的基本概念	(17)
第二节 信息化农业的组成体系	(22)
第三节 信息化农业的特征	(25)
第四节 信息化农业测度	(29)

第二篇 基础与理论

第三章 农业科学系统	(33)
第一节 系统论方法简介	(33)
第二节 农业资源系统	(49)
第三节 农业生产系统	(59)
第四节 农业工程系统	(69)
第五节 农业经济系统	(74)
第六节 农业管理系统	(78)
第四章 信息科学基础	(88)
第一节 信息的基本概念	(88)
第二节 信息与相关概念的关系	(99)
第三节 信息方法	(102)
第四节 信息科学	(105)
第五节 信息技术	(107)
第五章 农业信息机理	(117)
第一节 农业信息	(117)
第二节 农业信息应用群体	(129)
第三节 农业信息科学	(133)
第四节 农业信息技术应用	(144)

第三篇 技术与方法

第六章 农业信息获取技术	(148)
第一节 遥感技术的基本概念	(148)

第二节 全球定位系统技术	(163)
第七章 农业信息管理技术和方法	(172)
第一节 信息管理的目的和方式	(172)
第二节 农业信息管理方法和特点	(176)
第三节 数据库技术	(178)
第四节 地理信息系统技术	(194)
第五节 元数据技术	(220)
第八章 农业信息分析应用模型技术	(223)
第一节 模型和模拟	(223)
第二节 信息化农业应用模型构建	(227)
第三节 农业常用数学模型方法简介	(236)
第四节 空间信息分析模型	(257)
第五节 农作物模拟技术和方法	(261)
第九章 农业人工智能技术	(265)
第一节 人工智能技术的产生和发展	(265)
第二节 人工智能的核心问题	(267)
第三节 人工智能的研究领域	(267)
第四节 农业专家系统技术	(270)
第十章 计算机和网络技术	(281)
第一节 计算机系统	(281)
第二节 专用软件系统	(283)
第三节 多媒体技术	(295)
第四节 计算机网络技术	(297)

第四篇 应用与展望

第十一章 信息化农业信息技术体系	(315)
第一节 农业信息技术集成应用	(315)
第二节 信息化农业的信息流	(321)
第三节 信息化农业信息技术体系	(328)
第十二章 中国信息化农业之路	(337)
第一节 中国信息化农业发展现状	(337)
第二节 实现信息化农业的战略	(343)
第三节 信息化农业的前沿技术开发	(358)
第四节 信息化农业的实现	(369)
参考文献	(372)

第一篇 绪论

第一章 科技与农业

纵观中外农业发展的历史进程,科学技术对农业所起的推动作用 is 显而易见的,正因为科学技术的不断进步和在农业上的广泛应用,使得农业从原始农业、古代农业、近代农业进入到了现代农业的发展阶段。这充分证明了邓小平同志所提出的“科学技术是第一生产力”这一英明论断的正确性。当深入研究“信息科学技术”的发展及其在农业领域中应用时,我们有必要回忆一下科技进步对推动农业发展所产生的历史性作用,这对理解信息化农业的产生,掌握信息化农业的发展趋势具有非常重要的现实意义。

第一节 科学技术是社会发展的动力

科学技术是第一生产力。科技进步不仅是推动社会发展的动力,也是实现现代化的保证。信息化农业的产生离不开科学技术的进步,同时信息化农业又推动了科学技术的进一步发展。本章详细论述了科技进步与农业发展的关系,提出了科学技术是农业发展的动力和关键因素的观点。

一、科技进步的内涵

科技进步是人们对客观世界认识的扩大与深入,利用科学技术来改造自然,使之更好地满足人类以及社会的物质和精神需要所取得的进化与革命。

科技进步包含科学发明与进展及其在生产、流通各个领域应用中的进步。科学与技术是两个密切相关且又有区别的概念,科学水平的发展、提高是技术进步的理论基础。而技术进步则是科学发明的扩展与应用,它们密切相关,互相促进,但对经济直接产生影响的是技术进步。

“技术进步”通常有宽、窄两种理解:窄派把“技术进步”仅仅理解为工程技术,即所谓“硬技术”的发展与提高;宽派则把它理解为包括“软”、“硬”技术在内的整个科学技术的进

步,特别是其中与经济发展关系密切的工程技术和管理与决策科学技术的发展。从经济学的观点来说,单位投入量对产出的贡献增大时,其增大部分就是技术进步,它主要包括:生产要素质量的变化;劳动者知识、经验的进展和技能的提高;资源的重新配置与合理利用;规模经济、政策影响、管理水平和资金利用率的提高。科学技术的发展主要决定于人才培养,从这个观点看,科技进步与教育是密不可分的,可以说,培养人才、提高劳动者的素质是科技进步的基础与保证。

二、科技进步在社会发展中的作用

科学技术进步在人类社会发展的过程中,始终发挥着重要的推动作用。特别是 16 世纪以后,现代科学技术对社会发展的推动作用就十分明显。

1. 人类历史上的第一次科学革命

1543 年,哥白尼在大量观测数据的基础上,发表了《天体运行论》,此文推翻了被教会奉为神圣的“地心说”。在其后的 100 多年的时间里,随着技术的不断发展,科学领域取得了巨大的突破和辉煌的成就,许多学科建立了系统的理论基础。科学理论的突飞猛进成为生产技术进步的基础,对技术和生产产生了不小的推动作用。但直到 18 世纪中叶为止,这种作用还不十分突出,而是处于科学技术与生产强烈相互推动阶段。

2. 18 世纪的科学研究一开始就同工业革命有着密切关系

科学界对传统的工业生产方法进行研究的同时,生产方法本身也在改变,这要求科学在这种变革中要发挥一定作用。起初,科学的作用并不大,自从建立了资本主义后,科学首次在工业生产方法的变革中起决定性的作用,这使一向潜伏着的人类的创造才能有可能获得解放。这时的技术也有一系列的重大变革,这首先反映在当时最为发达的纺织工业,随着纺织业使用大量的机器,手工工厂被迅速淘汰,取而代之的是真正意义上的“工厂”,确立了现代意义的工业。因此,18~19 世纪的英国纺织工业成为产业革命的带头工业。1784 年,英国第一座以蒸汽机为动力的纺纱厂建成,这大大提高了棉纺织业的生产效率和机械化程度,这种蒸汽机很快推广开来,使其他工业部门也从工厂手工业过渡到机器大工业,这大大解放了生产力。蒸汽机的大量使用,带动了其他产业的发展,例如,制造蒸汽机需要高强度高韧性的钢铁,这就刺激了炼铁和炼钢技术的迅速发展,由于炼钢新技术的推广应用,在 1865~1870 年间,世界钢产量增加了 70%,在这之后的 30 年里又增加了 50 倍。因此,蒸汽机被认为是第一次产业革命的先锋和代表。由此可以看出,科学技术有力地推动了社会经济的发展。

蒸汽机的发明与推广应用是第一次产业革命的标志,它不仅使社会生产力得到飞跃发展,也使人与人之间的阶级关系发生了剧烈的变化,产生了新型资本家和新型工人——产业工人。从此,整个社会分裂为资产阶级和无产阶级两大基本阶级,这使资本主义制度成为主导的社会形态。

3. 热力学定律的创建

19 世纪中期,达尔文、焦耳、克劳修斯建立的热力学第一定律和第二定律,是热机工作的基本理论。据此,法国的工程师制造了第一台内燃机。后来内燃机成为人类利用得最多的动力机械,占各种动力机械总功率的大部分,在此基础上产生了汽车。汽车的出现大大改变了陆上交通运输状况,对 20 世纪的人类文明产生了重大的影响,在许多国家汽

车制造已成为一个举足轻重的产业。

4. 化学电池的发明

1800 年, 伏打发明了化学电池, 使人类有了电源。1870 年, 格兰姆制造了工业应用的发电机。该种发电机在通电时可以旋转起来, 将电能转化为机械能, 这成了最早的电动机。因此, 人类有了区别于蒸汽机和内燃机的新型动力机械。电动机的广泛应用, 使产业的生产效率有了极大的提高。与此同时, 涌现出一系列新的工业部门和新的生产工艺。19 世纪最后 30 年, 由于发电机、内燃机、蒸汽涡轮的发明与应用, 以及新式炼钢法、化学方法和汽车、电车等的出现, 极大地促进了全世界生产水平的提高, 促进发达资本主义国家从以自由竞争为主导的阶段, 迅速向以垄断竞争为主导的帝国主义阶段转变。

5. 通讯技术的产生

随着生产和经济发展, 迫切需要有先进的通讯手段和技术。1837 年科克和惠斯通试验成功了有线电报技术, 1835~1837 年, 莫尔斯发明了电讯机和电报编码技术, 在英国和美国开始发展电报事业。随着英法海底铺设(1850 年)横穿大西洋电缆的成功(1866 年), 随后太平洋底电缆也铺设成功(1902 年), 过去需要一个月才能传递的消息, 现在瞬间就可以完成, 这是人类社会的又一大进步。

6. 电的探索和多种科学体系的形成

人类最初对于电的研究, 出于探索奥秘、认识自然的动机, 但也是生产发展的直接需要。电学中的一系列发现, 如电流磁效应、电磁感应等, 立即被人们用于发展电讯技术、电力技术、输电技术, 制造出电讯机、电话机、发电机、电动机和高压输电网络, 建立了电报电话产业和电力产业, 促进其他产业的高速增长。从电磁波的预言到无线通讯的实现, 是科学推动技术和生产发展的又一个例子。染料、香料和酸碱等化学品的生产, 促使人们去认识物质变化的规律, 提出原子论和分子论, 创立系统的化学学科。在大量观察和实际考察的基础上, 人们提出了细胞学说和生物进化论。到 19 世纪末, 在人们探求自然奥秘和生产技术发展的推动下, 热力学、电磁学、数学、化学、生物学、地理学、地质学等学科都建立了完整的体系, 形成了系统的理论。

7. 第二次科学革命

19 世纪末和 20 世纪初, 科学技术推动经济发展的作用就更加突出了, 近克耳逊—莫雷的“光速不变”实验结果与经典力学发生不可调和的矛盾, 在研究黑体辐射能量分布时, 发现短波辐射与传统公式不相符合的“紫外灾难”。这两个发现被称为人类进入 20 世纪时, 物理学上空的两朵不祥的“乌云”。特别是爱因斯坦于 1905 年提出了“相对论”, 对经典力学的绝对时空观进行了一次革命, 提出了新的时空观和可与光速比拟的高速物体的运动规律, 对以后物理学的发展具有重大作用。同时, 1900 年, 普朗克提出量子假说, 到 30 年代形成了完整的量子力学体系。“相对论”和量子力学被人们认为是第二次科学革命的标志。

8. 火箭和卫星技术

19 世纪的最后几年里, 以火箭技术和卫星技术为中心的空间技术蓬勃发展, 开创了人类气象预报、电视转播、远距离通信和宇宙研究的新纪元。

9. 研制成功第一台电子计算机

1946 年, 第一台电子计算机研制成功。在半导体技术和微电子技术的推动下, 并迅

速进入超大规模并行处理时代,并渗透到各个工业部门以及军事、教育、文化等一切社会领域,对人类进步起到巨大推动作用,成为新技术革命的标志,推动了人类进入信息时代。被称为第三次科技革命(和随之而来的产业革命)的浪潮,在 20 世纪 40 年代末从美国开始,以后逐步扩展到西欧、东欧和日本,并在 60 年代达到高潮,这是人类历史上规模空前、影响深远的一次科学技术上的重大变革。它不仅在个别科学理论上和生产技术上有所突破,而且几乎在各门科学和技术领域都发生了深刻的变化,并迅速引起了生产力的迅速发展,大大加快了经济发展速度,扩大了经济规模,提高了人类的生活质量。这次科技革命发生后,许多新兴的工业部门相继崛起,从此揭开了人类向宇宙空间迈进的序幕。

10. “三论”的诞生

申农信息论(1948 年)、维纳的控制论(1948 年)和贝塔朗菲的系统论(1968 年),导致了现代通信编码技术、自动化技术和系统工程的确立与广泛应用。尤其是自动化技术使得生产领域发生了巨大变革,极大地提高了生产率,扩大了生产规模,促进了经济增长。摩尔根在 20 年代提出了基因理论,后又发现了 DNA 从此诞生分子生物学。随后,生物技术被广泛用于培育作物新品种、创新新药物和发酵工业。现在,生物技术还在迅猛发展之中,一旦完成技术上的突破,人类的生活必然发生翻天覆地的变化。

纵观世界科学技术和经济的发展,可总结为两个明显的趋势:第一,科学和技术已密不可分,科学推动技术飞速发展,但又离不开实验技术作为基础,科学和技术已成为一个综合的整体系统;第二,科技进步是社会进步和经济发展的主要推动力,大量的科技新成果被应用到生产和生活当中,科学技术已成为社会发展不可分割的重要组成部分。

第二节 当代科技发展趋势

当代科技进步的主流是高技术的蓬勃兴起。20 世纪下半叶,以电子信息、生物、新材料、航天、新能源等为代表的高技术的重大突破及其产业的迅速崛起,带动了世界产业结构的调整和升级。可以这样认为,20 世纪 70 年代以来,世界进入了高技术蓬勃发展的新时期,出现了许许多多的新发明,新创造。

一、高技术发展时期的特征

1. 信息技术革命将日益成为经济发展、社会进步和改变人类生活方式的重要因素。
2. 制造工艺和技术的创新将为工业企业提供一系列功能优异、成本低和高质量的产品打下基础。
3. 新型材料将显著改进国民经济各部门所生产和使用的各种产品的性能。
4. 新能源将有可能提供安全、可靠,又持久的动力资源,并为子孙后代保持一个有益于健康的环境。
5. 生物技术将为农业、医药、化工、环保的发展带来重大变革。
6. 信息技术将成为改造传统农业的有力武器。

二、科技进步的新特点

在高技术迅速发展并实现产业化发展过程中,当代科技进步与以往相比有六大特点。

1. 高技术在改造传统产业中发挥极其重要的作用

高技术的产生源于传统产业的进一步发展及其在技术上的需求。因此,高技术与传统产业本来就有极其密切的关系。高科技的发展一方面导致一大批新兴产业群的诞生,另一方面也给传统产业带来巨大的变化。这是因为:第一,高技术促使有些传统产业被淘汰,如半导体、集成电路取代了电子管;第二,高技术促使有些传统产业的衰落;第三,新技术使传统产业面貌一新,这不仅提高了产品质量,还降低了成本,增强了产品竞争力;第四,高新技术渗透到传统农业使其得到根本的改变,如生物技术和信息技术是改造传统农业的两项关键高技术。

2. 科技进步的周期不断缩短

所谓科技进步周期包含有两个方面的含义:其一,指科学发现和技术发明之间的周期;其二,指技术成果转化为生产力并产生经济效益的时间过程。现代科技发展的趋势之一,就是这两个周期日益缩短,技术转移、传播和发生效益的时间不断缩短。

3. 高度综合化的趋势日益加强

所谓高综合化,就是各个领域的全面交叉渗透和全面协调与合作。其表现有:

(1) 科学与技术的综合化和各个学科的综合化。过去,把科学研究工作划分为基础研究、应用研究、开发研究三个阶段,目前,实际上已难以完全分清,往往是采取全面推进、互相作用、共同工作的模式。同时,不同行业的协同研究和集中攻关也成为各国普遍采用的科研模式。

(2) 社会科学、自然科学的交叉配合和交叉学科的诞生与应用。任何社会的、经济的问题无不依靠自然科学(包括工程技术)提供技术手段,由社会科学提供理论依据、价值观念和真实情况来解决,在它们交叉结合的基础上出现了系统工程、技术经济、数量经济等一大批交叉学科,或被称为“软科学”,他们为决策科学化和管理现代化服务。这三者一体化才能产生实际上存在的经济效益和社会效益。

(3) 军民科技一体化。近年来,由于世界格局发生了变化,各国都在加速军转民的步伐。今后国际间的摩擦与斗争的焦点将在科技领域展开,在科技为主要内容的民品和军品的知识密集工业上展开。科学技术与政治、军事、文化、教育、经济、社会协调发展的同时,实现以科技为动力,教育为基础的经济、政治集团化与一体化已成为当今科技发展的大方向。

4. 信息化和软件化程度不断提高

传统的科技进步主要依靠技术装备和工艺的改造来实现的,而现代的科技进步主要表现在软件化和信息化的程度上,具体表现为两个方面:其一,是软件技术和信息技术向硬件技术的扩散和渗透;其二,是随着软件技术的迅速发展,在局部出现了软件同化的特征。硬件功能的软件化是信息产业的一大特点,过去许多功能利用复杂的硬件装置,现在很多是用软件来替代了,同时,由于软件水平的提高和发挥,其功能也成倍的增加。正因为如此,软件的价格在很多产品中大大超过硬件系统的价格,这种趋势的发展,被称为经