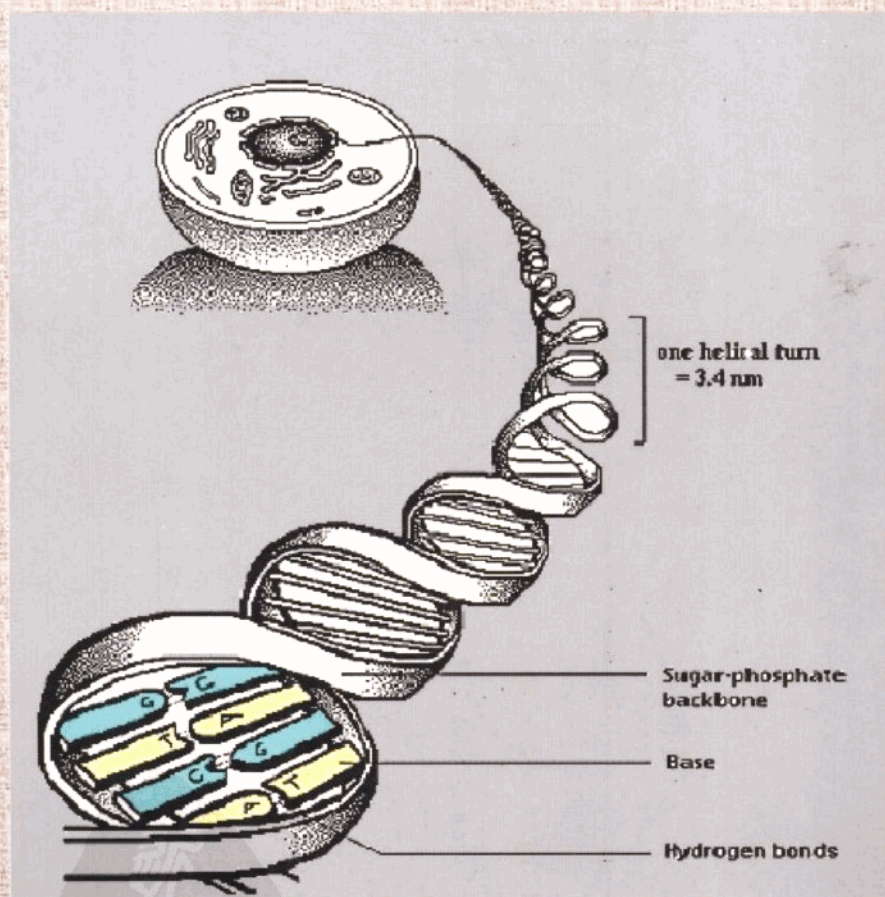


现代科学技术导论

Introduction to Modern Science and Technology

杨思娅 孙成科 主编



云南科技出版社

前 言

几千年的文明史尤其是工业革命以来的历史证明，人类的进步，社会的发展，科学技术是最根本的基础和最主要的推动力。当人类伴随着 20 世纪科学的进步跨入 21 世纪时，人们更为强烈地感受到，科学技术的加速发展必将更广泛更深刻地影响国家的综合实力、国民财富和人们的生活水平；注重和加强科学教育，提高全民族的科学文化素质，已经成为这个时代的必然要求。

科学教育，特别是自然科学的教育，是现代教育的核心。科学教育不仅能使人获得生活和工作所需的基本知识和基本技能，更重要的是能培养人的科学思想、科学精神、科学态度以及科学方法，使人获得非与身俱来的智慧——创新思维和创造能力。早在 19 世纪马克思就曾说过，自然科学和社会科学今后将是一门科学。作为一名哲学家和社会科学家，他谆谆告诫社会科学工作者要学习自然科学，因为“自然科学是一切知识的基础”。恩格斯也说过，“要树立辩证的同时又是唯物主义的自然观，需要具备数学和自然科学的知识。”

马克思和恩格斯都曾认真学习过自然科学知识。马克思学习了当时最前沿的数学，对当时的许多自然科学成就和技术成果进行了深入研究，写出了《数学手稿》、《机器·自然力和科学的应用》等著作和论文，达到了很高的成就。恩格斯也用了 8 年的时间学习自然科学，《自然辩证法》一书就是他概括当时的自然科学成就的结晶。在这本书中，恩格斯提到了 500 多位科学家和哲学家的名字，300 多个当时的科学概念，并作出了许多关于科学的精彩论述。马克思和恩格斯不仅告诫哲学和社会科学工作者要认真学习自然科学，而且还一再要求科学家认真学习哲学和社会科学。这对我们今天如何进行科学教育无疑具有十分重要的启迪意义。

随着世界新技术革命的再度兴起，学科的划分、融合和重组越来越

越快，自然科学和社会科学相互交流、相互渗透、相互促进的发展趋势日益强劲。一方面随着研究的细化，它们自身不断分化出新的学科；另一方面又因为对实际问题的研究越来越综合化，各学科又不断交叉、融合，产生一些新兴学科。因此，科学教育不能囿于某一个学科门类、某一个专业范畴。它必定是像马克思、恩格斯所倡导的那样，要扩大自己的知识面，文理交叉，使自然科学和社会科学形成联盟。正是基于这样的科学教育思想，我们编写了这部《现代科学技术导论》，以期达到进行科学教育，提升学生综合素质的目的。

本书纵横古今，打破时间和空间的局限，追寻着历史的足迹，简述了人类自旧石器时代以来到 20 世纪末的技术发明和科学研究活动及其各个时期做出的重大贡献，目的在于使读者通过阅读史实，了解先人们在早期创造活动中闪现的科学思想和不懈追求的科学品质，以对我们今天的学习能有所启示。本书着重阐述了 20 世纪对人类产生重大影响的几大领域的科学技术知识，对这些领域在 21 世纪的新进展、新知识进行了总括性介绍。教材内容涉及地理、数学、化学、物理、生物等基础学科以及由此衍生出来的新兴学科等最新知识。为了方便学习，增强可读性和趣味性，我们在编写中尽量避免使用繁杂的数学公式、化学符号以及晦涩难懂的专业术语，力求简明扼要、通俗易懂。我们希望学生以阅读本书为起点，上下求索，努力奋进，广泛了解当今世界科学技术的发展状况和发展趋势，扩充知识面，增强科学意识，塑造科学品质，提高科学素养。

编 者

2002 年 8 月

目 录

第一章 科学技术总论	(001)
第一节 科学、技术和科学研究的概念	(001)
一、科学的概念	(001)
二、技术的概念	(002)
三、技术与科学的关系	(003)
四、科学研究	(003)
五、科学技术对经济社会发展的决定作用	(005)
第二节 科学技术的发展历程	(008)
一、古代世界的科学技术	(008)
二、生产力发达的先驱——四大文明古国	(010)
三、古希腊——科学精神的起源	(011)
四、古代中国对世界科学的贡献	(012)
五、16、17 世纪：近代科学的诞生	(012)
六、技术发明与英国工业革命	(015)
七、科学技术研究的黄金时代	(016)
八、科学技术革命的世纪	(019)
第三节 21 世纪科学技术的发展趋势	(020)
一、21 世纪对人类产生重大影响的十大科技趋势	(020)
二、21 世纪科学技术的新特点和新影响	(025)
第二章 宇宙、地球和物质结构	(029)
第一节 物质结构	(029)
一、物质的基本构成和发现	(029)
二、物质结构研究的新进展	(037)
三、高能实验装置——研究物质结构的工具	(041)
四、物质结构研究与其他学科的交叉及高技术	(043)
第二节 宇宙的起源和演化	(044)
一、宇宙概观	(045)

二、人类宇宙观念的发展	(046)
三、宇宙的起源和演化	(047)
四、星系的形成和演化	(051)
五、恒星的一生	(052)
六、太阳系的起源	(053)
第三节 地球起源、演化	(054)
一、地球行星及其特点	(055)
二、地球的起源与早期过程	(056)
三、早期事件后地球的演化	(057)
四、作为一个大系统的地球	(061)
第三章 现代生命科学	(063)
第一节 遗传学	(063)
一、现代遗传学的产生和发展	(063)
二、现代分子生物学	(066)
三、细胞生物学的进展	(071)
第二节 神经生物学	(073)
一、神经系统的结构	(073)
二、脑及其功能	(076)
三、学习和记忆	(077)
第三节 生态学	(079)
一、生态系统理论	(079)
二、现代生态学的发展方向	(083)
第四章 系统科学、非线性科学	(085)
第一节 系统科学	(085)
一、系统科学概述	(085)
二、系统论	(090)
三、控制论	(092)
四、信息论	(093)
第二节 非线性科学和复杂性研究	(095)
一、什么是非线性科学?	(096)
二、复杂世界中的规整性——相干结构和孤子	(097)

三、一种跨学科的新理论——突变理论	(098)
四、开放系统中的有序组织——耗散结构理论	(099)
五、协同学	(100)
六、现实世界的几何体——分形	(101)
七、非线性科学的意义和应用	(104)
第五章 信息与自动化技术	(106)
第一节 微电子与计算机	(106)
一、微电子技术	(106)
二、计算机	(108)
第二节 信息技术	(119)
一、信息与社会	(119)
二、信息技术基础	(120)
三、信息新业务	(122)
四、未来信息技术的展望	(125)
第三节 自动化技术与制造业新技术	(127)
一、蒸汽机——自动化的开端	(127)
二、自动化技术	(128)
三、自动化技术的应用	(129)
四、自动化与人类社会的发展	(131)
五、制造技术的新发展	(132)
六、现代制造业的技术基础	(133)
七、制造业的一些新发展模式	(137)
第六章 新材料和新能源技术	(148)
第一节 新材料技术	(148)
一、人类文明大厦的基石	(148)
二、不断发展中的金属、无机非金属和高分子材料	(149)
三、新型及特殊性能的材料	(157)
四、材料科学展望	(163)
第二节 能源新技术	(165)
一、人类社会与能源	(165)
二、能源的分类	(167)

三、新能源技术	(168)
四、节能新技术	(182)
第三节 激光技术	(186)
一、特殊性能的光源	(186)
二、激光与人类生活	(190)
三、走向产业化的激光高技术	(192)
四、科学研究和生产的得力助手	(194)
五、新技术发展的支柱	(195)
六、发展中的激光武器	(195)
第七章 生物、医药、农业新技术	(197)
第一节 生物技术	(197)
一、生物技术的传统领域及应用	(197)
二、现代生物技术前沿	(199)
三、现代生物技术专利、安全性及社会伦理问题	(217)
第二节 医药新技术	(220)
一、药物开发新技术	(220)
二、医学诊断与治疗新技术	(224)
第三节 农业新技术	(228)
一、现代生物技术与绿色革命	(228)
二、生态农业	(233)
三、可持续农业	(235)
第八章 空间技术	(237)
第一节 空间技术概述	(237)
一、空间和空间资源	(237)
二、空间科学原理及技术支柱	(238)
三、空间技术的应用	(242)
第二节 人造地球卫星	(245)
一、通信卫星	(246)
二、气象卫星	(246)
三、导航卫星	(247)
四、地球资源卫星	(248)

五、军事侦察卫星	(249)
第三节 载人飞船和航天飞机	(249)
一、载人飞船	(250)
二、航天飞机	(251)
第四节 空间站和空间探测器	(252)
一、空间站	(253)
二、空间探测器	(254)
第九章 可持续发展	(257)
第一节 全球问题的出现	(257)
一、全球性环境问题	(257)
二、全球性资源问题	(260)
三、人口问题	(261)
第二节 可持续发展的基本思想	(262)
一、可持续发展概念的由来	(262)
二、可持续发展理论的内涵	(263)
第三节 可持续发展是我国的必然选择	(266)
一、社会人口方面的挑战	(266)
二、资源环境方面的压力	(268)
三、经济发展方面的挑战	(271)
第四节 坚持走有中国特色的可持续发展之路	(272)
一、采取切实措施, 确保人口与经济社会的协调发展	(272)
二、建立资源节约型的发展模式	(274)
三、促进经济与环境的协调发展	(275)
四、建立适应可持续发展的新型消费模式	(277)
五、提高公众可持续发展意识和参与意识	(279)
第十章 实施科教兴国战略培养创新人才	(280)
第一节 科教兴国是我国实现现代化和民族振兴的必由之路	(280)
一、实施科教兴国战略的重大意义	(280)
二、科教兴国战略的内涵和任务	(284)
三、全面落实和实施科教兴国战略	(285)
第二节 深化教育改革 培养创新人才	(287)

一、创新的基本涵义及特征	(287)
二、培养创新能力	(289)
三、弘扬科学精神	(291)
四、培养创新能力需要有科学方法	(295)
五、加强科研能力的培养和训练	(297)
参考文献	(300)

第一章 科学技术总论

茫茫历史长河,人类在逐步认识世界、改造世界中发明出各种技术,创造了科学,推动着社会不断向前发展。在 21 世纪,新的科学发现 and 新的技术发明将会层出不穷。这些发现和发明将在更广泛的领域使经济、社会、文化乃至人们的思想观念和日常生活产生更加深刻的变化。认识科学,学习科学,掌握科学,已成为人类迈向更高文明的必然要求。

第一节 科学、技术和科学研究的概念

一、科学的概念

科学(science)是人类在社会实践、科学试验、生产实践等有目的地认识世界的活动中,获得的关于客观世界的知识。现在,人们习惯地把知识分为自然科学、社会科学、思维科学以及对自然知识、社会知识高度概括和总结的哲学。通过对自然科学、社会科学、思维科学和哲学的分析,发现知识有两个基本内容:一个是事实,一个是规律。

自然界和社会中存在有各种各样的事实,如历史事实、社会事实、自然界的事实和其他事实,它们在人们没有发现之前就存在着。科学就是发现人们未知的事实。化学家发现新的化学元素,物理学家发现的各种微观粒子都是事实。例如钾和钠,尽管它们在自然界早就存在,但是在英国科学家 H.戴维(1778~1829)于 1807 年采用电解技术首次分解碱,将钠和钾从中分离出来之后,人们才认识到这两种元素存在的事实。

知识的另一个内容就是规律。一般认为规律是事物之间内在的、本质的、必然的联系,只有反映客观事物之间内在的、本质的、必然的关系的知识,才是科学。在一定条件下,同一结果的重复出现就反映了客观事物之间关系的必然性,因此要善于从大量事实中去总结规律、发现规律。首创进化论学说的生物学家达尔文用五年时间遍游四大洲三大洋,观察了大量生物相互依存的情况,研究了种子的传播,以及动植物在地质与地理上的分布,并进行了家鸽交配的试验。在融会事实、权衡事实与已产生的一切复杂问题的关系进行排比之后,于 1859 年发表了《物种起源》巨著。他以自己的深刻感受写到:“科学就是整理事实,以便从中得出普遍的规律或结论。”



图 1-1 生物学家达尔文

科学作为反映客观事实与规律的知识体系，并不是一成不变的。随着人类发现的客观事实和揭示的自然规律越来越多，20世纪初，人们开始认识到科学已不只是事实和规律的知识单元，而是由同类型的知识单元组成学科，学科相近的知识体系又组成学科群。新科学就是由门类很多的学科群交织组成的多层次知识体系。科学家也不只是知识的发现者，更重要的还是知识的综合者。因此，我们应在“科学是关于自然、社会和思维的知识体系”，“科学是反映客观事实和规律的知识体系”这一层面上加深对科学的认识。应在发现知识中进行综合，在综合知识中进行创造。

科学又是一项反映客观规律知识体系的相关活动的事业。自第二次世界大战以来，科学活动形成国家规模，已发展成为一项国家事业，成为科学家与企业家、政治家的结合，以及科学家的跨国合作。科学作为一项事业，具有认识世界和改造世界的生产力功能。科学分为自然科学和社会科学两大类。自然科学的任务是研究自然界各种物质的形态、结构、性质和运行规律，社会科学的任务是探索新现象、揭示新规律、提出新概念、建立新理论。自然科学在探求自然界奥妙时，根据研究对象不同，诞生出不同的基础学科，而学科的不断分化和学科的交叉融合，又导致新学科的不断出现和学科数量的迅速增加，使自然科学形成了一个多层结构、纵横联系、动态发展的主体网络。

二、技术的概念

人类产生于劳动，劳动是从制造工具开始的。古代人类制造和使用石器、铜器就是技术（technology），因此，技术史同人类史一样源远流长。对技术的本质和意义进行考察研究，始于古希腊，亚里斯多德曾把技术看作是制作的智慧。17世纪，英国的培根曾提出要把技术作为操作性学问来研究。到18世纪末，法国科学家狄德罗在他主编的《百科全书》条目中开始列入了“技术”条目，他给技术下的定义是：“为某一目的共同协作组成的各种工具和规则体系”。这一定义已从目的性、共同协作性、工具性和知识体系性等四个方面阐明了技术的本质特征。但今天人们普遍认可的技术定义分狭义和广义两种：狭义的技术称为物质技术，是人类有目的地改造自然界形成的；广义的技术是人类有目的地改变现实世界（自然界、人类社会和思维）而形成的知识系统。

第二次世界大战以后，出现了一些对人类生活产生很大影响的技术，如核裂变反应堆技术，半导体技术和第一代计算机技术等，被称为新技术。20世纪50年代到70年代，信息、新材料、新能源、生物、空间、海洋等领域开发出一大批相互关联的新技术，即微电子、计算机、光导纤维、光电子、卫星通信、非晶态金属、多晶态薄膜、碳纤维、记忆合金、分离膜、超导体，核能、太阳能、风能、生物能、海洋能、地热能，微生物、酶、细胞、基因，空间探测、空间工业、航天运输、空间军事，海底采掘、海水淡化、从海水中提取铀等等。人们把这一系列以最新科学成就为基础，主导社会生产力发展方向的新的技术创造和技术发明，以及在技术开发过程中所形成的新工艺、新概念和新思想统称为高新技术，一般也叫高技术（high technology）。

所谓高技术它是有代表性的，并具备六大特征，即：知识密集性、创新性、驱动性、战略性、风险性和时效性，其中知识密集是最主要的特性。当然，随着科学与技术的发展，在未来

还会出现新型的高新技术，而原有的高新技术可能会转变为中、低技术。

三、技术与科学的关系

科学与技术是辩证的统一整体。科学是发现世界上已经存在的东西，是认识世界。科学要回答“是什么？”“为什么？”和“能不能？”，科学是创造知识的研究。技术是发明世界上没有的东西，是改造世界。技术要回答的是“做什么？”“怎么做？”“做出来有什么用？”等一些问题。技术是科学的演绎，是综合利用知识于需要的研究。科学产生技术。如 1862 年发现内燃机原理，4 年后制造出内燃机；1938 年发现核裂变，7 年后原子弹升空；1948 年发现半导体，7 年后半导体收音机问世等。大量的技术经过分析归纳后升华为科学的理论。如正是以大量的蒸汽机生产技术实践为基础，才研究归纳出热力学理论。

纵观科学技术发展史，可以看到科学中有技术，技术中有科学，科学和技术之间是互相促进、互相制约和互相影响的关系。技术的不断改进，使科学研究能够利用先进的技术手段去揭示前人未能认知的奥秘。科学研究水平的提高，又推动技术在更大的深度和广度上，更加自觉地利用科学已经揭示的自然规律去改进技术。但是，科学在技术中的应用，并不是轻而易举的，更不是一蹴而就的。技术作为科学的应用，本身也是一个复杂的创造过程，科学，只能为技术提供基本原理。要依据这些原理去构筑技术的设想和方案，要把这些设想和方案物化为技术成果和技术实践，要使这些技术成果具有最佳的结构和功能，使这些技术发挥最佳的效用，都需要继续发挥人的能动性和创造性。这就是：要实现一项真正有价值的重大技术突破，常常要从科学理论入手，勇于突破传统理论和思维方式的束缚，敢于创立和接受新的科学观念，善于在科学理论的基础上，找到把基本的科学原理同现实的社会需求以及已有的技术条件紧密结合起来的方向。这个方向一旦找到，就必须一步一步地去努力开拓。

四、科学研究

1. 科学研究的概念

科学研究实际上包括了对科学和技术的研究，是通过观察、试验、比较、分析、归纳的方法，把感性材料加以研究，是从发现原理到生产产品的过程，是从基础研究到应用研究、开发研究的过程。美国资源委员会对科学研究下的定义是：“科学研究工作是科学领域中的探索和应用，包括已经产生知识的整理、统计、图表及其数据的收集编辑和分析研究工作。”科学研究工作的实质内容应该包括两个部升到理论高度的工作。它是人类认识自然和改造自然的统一的革命过程，是一个继承与创新的过程分：一是创造知识，是发展、创新，是发现、发明，是解决未知问题。二是整理知识，是继承、借鉴，是对已产生的知识进行鉴别、整理、分析，使知识系统化。门捷列夫的早期研究工作就是对别人已经发现的诸多元素进行有序排列，这可以说是整理知识。但当他按原子量、原子价大小不同进行排列之后，发现了元素的周期性变化，原子量与元素性质有函数关系，有的排序断裂表明还有元素有待发现，从而提出元素周期律理

论。这就是创造了前人未知的知识。由此可见，整理知识与创造知识是不可分割的，都是科学研究的重要组成部分。

2. 科学研究的分类

科学研究可根据研究性质、研究目的和研究过程进行分类。最常见的分类方法，是按研究过程分为基础研究、应用研究和开发研究。

(1) 基础研究。是以得到新的科学知识为目的的研究。可分为纯基础研究和定向基础研究。纯基础研究没有特定目标，定向基础研究有间接实际应用的目的，如英国科学家法拉第研究的电磁感应原理就属于纯基础研究。基础研究的对象是自然现象和自然物，其目的是为追求真理和扩大知识而探求发现新事实、新规律。主要采用归纳、分析，展开或假设、试验分析的方法，研究自然现象和自然物，创立新理论。一般由理论水平高，基础知识雄厚的科学家进行研究。这种研究投资费用小且没有时间限制，没有冒险性但成功率小。

(2) 应用研究。是以创造新的科学知识为目的的研究，有特定直接应用目的。以新产品、新材料、新技术、新工艺、新方法、新设备为目标，在基础研究的基础上，确定一般使用的合理的科学原型。如德国科学家西门子根据法拉第的电磁感应原理发明的发电机。应用研究是利用自然现象、自然物的事实和规律，以工程、技术、产品为目标，探讨新知识应用的可能，从而发明新事物。主要采用演绎、发散、试行的方法，根据科学理论和已有的技术成果，创立新工艺，发明新设备、新产品。一般由制造能力强、应用能力好的发明家（包括工人、工程技术人员）进行研究，投资费用大，研究时间长。这种研究冒险性大，成功率也较高。

(3) 开发研究。利用基础研究和应用研究的知识，对新技术、新产品、新设备、新材料、新工艺、新规范等引进和改进的研究。主要不是获得知识，而是科学知识在生产中的应用。研究的对象极其广泛，按经济部门划分，可分为工业、农业、交通运输业等。其中工业又可分为动力、采掘、建筑、材料、加工、交通、通信、控制等部门；按生产形式划分，如航空、冶金、材料等；按自然科学基础研究分类，如计算技术、制冷技术、空间技术、高分子技术等。其目的是把应用研究成果运用到工程上、生产上，研制出创新产品。主要采用收敛、建设、知识的合成与展开的研究方法。一般由有广泛知识经验、动手能力强的技术专家进行研究。投资费用大，冒险性较小，成功率最大。

3. 科学研究的特点

(1) 探索性是科学的本质。科学研究的主要目的是探索未知，解决尚未解决或尚未完全解决的问题。科学研究中的探索意味着开拓、变动、偶现和失败。

开拓是探索的希望。在探索中逐步摸索到解决问题的方法或某产品的结构及其工艺，以及某种事物的规律，这就意味着开拓出一个新的方向，所有新学科、新技术、新产品的出现都是在探索中开拓出来的。

变动是探索的必然。为了经过探索达到研究的目的，在研究问题时，必须首先制定技术路线、研究内容、实验方法、计算步骤、研究进度安排等。由于探索本身具有不确定性，所以在研究过程中某些环节或方法会有变动，以便对付随时出现的新问题。

偶现是探索的方向。在科学研究过程中，超出预定目的偶然出现的科学苗头称之为偶现。不仅在基础研究中比较常见，就是在应用和开发研究中也存在。偶现发生后，不能轻易放过，

应把它当作新的课题去研究，从而发现新规律或发明新产品。青霉素就是英国科学家弗莱明在细菌研究室的偶现中经过分析研究发现的。

失败是探索的道路。科学研究既然是探索，就存在着成功与失败两种可能。失败在科学研究中是正常现象，是必须经过的发育过程，没有经过失败就取得重大科学成就的事例是不多的。探索过程中出现失败，要找出失败的原因，改进后再去探索，最终找到真理和正确解决问题的途径。当然，由于工作不负责任，不按科学规律办事造成的失败是不允许的。

(2) 创造性是科学研究的灵魂。科学研究的任务是把原来没有的东西创造出来。衡量科研成果水平的高低，主要看其创造性成分的大小，创造性成分越大，则水平越高，反之则水平越低，没有创造性，就不称其为科学研究。科学研究中的创造性包括两个方面：发明和创新。

发明（包括发现）是指有史以来第一次提出来的，并用提出的新概念、新原理、新规律、新的设计思想、新的机器结构、新的管理方法，去解决所要解决的问题，用新技术、新产品去促进社会和经济的不断发展。

创新是对旧观念的否定。在创新的过程中，不仅会受到现有理论的回击，而且会受到习惯势力和传统观念的歧视与阻挡。因此，创新必须具有勇于进取，排除万难的科学精神。

(3) 继承性是科学研究的前提。科学研究都是以前人研究的成果为起点，在前人研究的基础上进行的。这种继承性有两层意思：一是以前人的科学技术成就作为继续研究的工具，以此手段去探索新的科学技术问题；二是将前人探索过但没有完成的课题继续探索下去。只有系统地继承前人已经获得的知识和解决前人还没有解决的问题，才能推动科学技术不断向前飞速发展。

科学研究的继承性还体现在今天人们之间的学术交流中。组成团队进行集体研究已经成为现代科学研究的主要方式，特别是大课题，都是多学科的综合性研究。为了加快研究的步伐，各个学科领域的科研人员之间要进行不断的交流与协调，这种交流实质上就是对他人学术思想和研究成果的继承。

科学研究的创造性是在前人成果基础上的创造，离开前人的成果和科学技术成就，这种创造性就得不到发挥，所以说创造性是在继承中实现的。科学研究往往是一代继承一代，比如电子器件，第一代是电子管，第二代是晶体管，第三代是集成电路，第四代是大规模集成电路，后一代均继承和发展了前一代，每一代都是在继承的基础上进行再创造研究的成果。

科学研究的探索性、创造性和继承性决定了科学研究的艰苦性、复杂性，科学史上每一项重大成果都凝聚着每一位科学家百折不挠、不辞辛劳、勇于探索和实践的科学精神。历史证明，只有那些在崎岖道路上勇于攀登不畏艰险的人，才能登上科学的高峰。

五、科学技术对经济社会发展的决定作用

科学技术是第一生产力，是提高劳动生产率最重要的手段和发展社会生产力的主要力量。依靠科技成果从质量上改造生产力已成为经济发展的首要课题；科学技术已成为世界经济社会发展的原动力，一个国家的竞争实力取决于利用科技进步成果的速度、规模、范围和效果。科学技术已经深深地参与到解决经济增长、社会发展、国家安全和对外政策的重大问题之中。

1. 科学技术在生产方式变革中的作用

在构成历史发展的动力系统中,物质的生产和再生产是历史发展过程中的决定因素,也就是说,人们创造历史的时候,经济的前提和条件是决定性的。所谓经济的前提和条件,就是社会的生产方式,而生产方式包含着不可分割的两个方面——生产力和生产关系。因此,科学技术对经济的影响,主要是对生产力和生产关系的影响。

(1) 科学技术对生产力的影响。首先是劳动者素质的变革。马克思曾经指出,劳动过程就是“劳动者利用物的机械的、物理的和化学属性,以便把这些物当作发挥力量的手段,依照自己的目的作用于其他物”的过程。这表明,生产劳动是一种有目的、有意识的活动,在这一活动中,劳动者既要支出体力,也要支出脑力,但体力和脑力支出的比例不同。一般来说,劳动者的科学技术水平越高,在生产中发挥的作用就越大。所以,通过科技教育提高劳动者的科学技术水平和劳动技能,是发展社会生产力的重要途径。

第二是生产工具的变革。生产工具既是生产力发展程度的重要标志,又是科学技术发展水平的显示器。生产工具的重大变革,常常带来社会生产力的飞跃。蒸汽机和电动机的出现,带来了经济的飞速发展。电子计算机的出现,部分取代和增强了人脑的功能,使人们得以摆脱一些繁重的、重复的脑力劳动,有更多的时间从事创造性的工作,更使社会经济生活发生了巨大变化。而生产工具是人制造的,是人类智慧的物化。人们运用科学原理,通过技术发明,物化为现代化的机器设备,促使劳动生产率迅速提高,创造出巨大的社会生产力。

第三是劳动对象随着科学技术的发展而不断变革。科学技术不仅使人们不断开发和利用新的自然资源,扩大劳动对象的范围,而且还能开发已有资源的新用途,并能把一些废料重新投回到物质循环中去加以利用,实现原材料的充分利用。现代科学技术不仅使人们对天然资源的开发利用更加充分有效,而且还能研制出自然界未曾有过的新物质品种。如新型的人造材料、合成材料和复合材料,形成新的劳动对象。科学技术扩大了劳动对象的范围,扩大了人类对自然资源的利用,从而促进了生产力的发展。

(2) 科学技术对生产关系的影响。科学技术促使产业结构发生显著变化。随着科学技术的发展,新的设备和产品不断更新换代,一些大量消耗能源,产生大量废料和污染物的传统工业逐渐被淘汰,而一些科技含量高的新兴工业逐渐兴起,并成为工业生产的主导型产业。例如,美国钢铁工业的开工率,1983年仅为42%,西欧只有40%,而像激光、光导纤维、生物工程、微电子技术、新能源等高科技产业蒸蒸日上,以微电子技术为基础的信息产业发展尤为迅速。产业结构的变化必将导致就业结构的变化,新技术革命将使传统工业日薄西山,从而产生“结构性失业”。而新型产业,特别是服务性的第三产业和被称之为第四产业的脑力劳动人员将大大增加,并逐渐成为拥有最多人口的产业。

科学技术促进了社会管理的科学化。第一次产业革命期间,对应的管理是经验管理。是利用分工原则来发挥工人的特长,提高劳动生产率,降低产品成本。随着科学技术进步和劳动工具的变革,经验管理已不适应新的形势,泰罗的科学管理理论就此诞生了。现代企业管理向标准化、专业化、同步化、集中化、大型化、集权化这六个相互联系的方面发展,而且出现了一个专门从事管理的阶层——经理阶层。第二次世界大战之后,管理又有了新的变化,运用现代科技成果和技术手段,特别是计算机软件及其技术,实现了管理组织、管理方法和管理手段的

现代化。

科学技术还导致生产关系发生重大变化。在产业革命期间，由于机器代替了手工工具，大工厂代替手工工场，从而改变了生产体系中人与人之间的相互关系，导致社会财富的重新分配，并引起社会阶级结构的大变动，出现了资产阶级和无产阶级两大阶级。新技术革命极大地促进了社会结构的重组，生产关系也必将随之带来新的变动。

2. 科学技术引导社会文明的进步

贝尔纳在《科学的社会功能》一书中写道，“迄今人类生活经过了三次大变化，先是建立了社会，接着又产生了文明。这两者都是史前产生的然后才是现在正在进行的对社会的科学改造，我们还不知道怎样来命名它。”按照马克思主义的观点，文明是人类脱离野蛮状态而发展到更高阶段的社会产物，是在一定历史阶段上成熟和发展起来的、人类认识世界和改造世界的各项成就的总和。文明的出现，标志着人类社会物质生活和精神生活都产生了新的质变，并从此不断发展和进步。一般说来社会文明包括两个部分：物质文明和精神文明。科学技术是人类认识世界和改造世界的成果，恩格斯称其为是文明中间一切精致的东西。科学技术的发展，一则可以转化为物质财富，为物质文明增添新的内容；二则可以转化为社会职能，推动人类思维的发展，促进人们思想道德观念的变革，推动精神文明的进步。

科学技术对物质文明发展的促进，主要是通过推动物质生产的进步和改善人们的物质生活这两个方面来体现的。物质文明的发展以社会生产的发展为基础，而科学技术则是推动生产力发展的关键因素。在蒸汽机出现不到一百年的时间里，工业革命产生了巨大的经济效应。进入20世纪以来，科学技术更显示出推动社会生产力发展的强大威力，使生产力结构中的三要素都发生了根本性的变化，科学技术的发展已经成为现代社会生活中提高劳动生产力的主要因素。在20世纪初，工业劳动生产率的提高只有5%~20%是依靠新的科技成果取得的，到了70年代，这个比例上升到60%~80%，有的新兴工业部门则上升到90%以上。

科学技术不仅推动了物质生产的进步，而且渗透到人类生活的各个领域，改善了劳动环境，提高了物质生活水平。机器大生产结束了繁重的手工劳动，机器人可以代替人们去干危险的工作，电子计算机帮助人们实现了自动化管理，科学技术提供了崭新的物质生活条件，丰富了人们的日常生活内容。在科学技术新成果支持下建立的现代纺织工业、食品工业、建筑行业、汽车行业，使人们的衣食住行的面貌已完全改观。科学技术还促进了医药、卫生、保健事业的发展，提高了人们的健康水平和生活质量。

科学技术是精神文明的重要组成部分，它以其特殊的社会功能，影响并促进人们思维方式的变革、道德观念的更新，以及教育、文化事业的发展。

思维方式的变革与科学技术的发展密切相关。牛顿力学的创立，造就了一种从自然哲学到哲学、社会科学以至人们日常生活普遍接受的机械论的思维方式，这种思维方式取代宗教神学的陈腐观念，无疑是人类精神文明史上的一个进步。20世纪随着相对论和量子力学的产生和发展，机械论的思维方式被超越，形成了辩证思维方式。自第二次世界大战以来，科学技术的飞速发展，在理论和思维方式上再一次发生革命性进展，对人们的科学世界观和方法论产生了重大影响。当代科学技术形成的思维方式的特点是：从绝对走向相对；从单一性走向多义性；从精确走向模糊；从因果性走向偶然性；从确定走向不确定；从可逆性走向不可逆性；从分析方

法走向系统方法；从定域论走向场论；从时空分离走向时空统一。这不仅使人类对客观过程认识更加深化和全面，而且把人的认识水平提高到一个崭新阶段。这些思维方式的迅速扩散也使自然现象和社会现象之间的鸿沟日趋消失。新的视觉化技术的发展将使形象思维和抽象思维紧密结合起来，使人的认识能力产生一次新的飞跃。科学技术的概念、方法和手段向人文社会科学的渗透，以及人文社会科学的价值、观念和理论在科学技术中的广泛应用，引起了当代思维方式的深刻变革。当代富有创造性的理论成果正是出现在各门自然科学、技术科学和社会科学相互交汇之处。当代综合性课题的研究成为科学知识跨学科的综合体。

当代科学技术的迅猛发展，越来越直接地影响着人类生活，冲击着传统的伦理观念，提出了许多新的伦理道德问题，如科学的社会规范与科学家的伦理责任是什么？在从事科学研究的过程中以及科技成果的运用应遵从哪些伦理原则等等？在生产科学领域和生态科学领域，人类对自身、对自然的价值和责任问题已成为理论和实践的热点。科学技术的发展深化了人们对自然、社会和人自身的本质认识，从而扩大了人们的道德视野，促进了道德观念的变革，许多科技成果的运用，有力地冲击了传统道德观念，为新的道德规范的确立开辟了道路。

科学技术对教育事业的促进作用尤为明显。科学技术的先进成果直接应用于教育实践，引起教育系统结构的变化，职业教育、继续教育、远程教育、技能教育不仅使教育结构面貌为之更新，也使人们接受教育的观念在不断的更新。科技成果促进了教育手段的现代化，使教育者和受教育者传播知识、接受知识的方式发生着前所未有的变革，越来越有利于激发和培养人们的创造冲动和创新意识。科学技术的发展趋向已成为教育改革趋向和教育内容更新的决定性因素。

文化既是人自身发展、创造新事物能力的一种手段，又是一种标志。科学技术在人类文化进步中占有重要地位，并且起着巨大推动作用。科学发展和技术创新不能脱离他们产生的文化背景，并且科学技术本身就是一种社会文化因素，是一种社会文化力量。人类创造和发展了科学技术，而科学技术作为一种文明的力量，又不断完善着人类自身。在科学发展过程中形成的科学精神和科学方法不仅缔造了科学本身，推动着技术发展，而且还改变着人的认识能力，创造了现代文明。科学技术作为一种特殊的认识活动，作为人的创造能力的一种社会表现和运用人的创造力的一个领域，是人类文化的重要组成部分，对整个人类文化的内容、结构、形式以及发展方向都有着重大影响。

纵观人类社会发展的历史，可以发现科学技术与社会文明进步之间的关系越来越密切。文明的第一次浪潮使人类从野蛮进入文明，建立了农业社会，科学技术处于萌芽、发育阶段。文明的第二次浪潮发展了文明，建立了传统的工业社会，它依赖于科学技术。文明的第三次浪潮，将导致新的文明，建立信息社会，它仍然取决于科学技术。

第二节 科学技术的发展历程

一、古代世界的科学技术

工具的使用标志着人类创造自身的开始，也是原始技术的萌芽。人类一旦有意识地改造周