

现代科技基础 知识

彭富国 主编

湖南省党校教材编审委员会编

前 言

综观当前国际国内形势，经济全球化趋势不断加强，科技革命迅猛发展，我国各族人民在十六大精神指引下，正昂首阔步全面建设小康社会。全面建设小康社会，就要以经济建设为中心，把发展作为第一要务，走新型工业化道路即科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人才优势得到充分发挥的工业化道路。因此，全面准确地把握马克思主义的科学技术观，熟悉和了解基本的科学技术知识，充分发挥科学技术是第一生产力的作用，全面实施科教兴国战略和可持续发展战略，就成为全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的必然选择。

本着上述要求，针对新世纪、新形势和科学技术的新进展，我们组织多年从事科技教学的副教授以上学者，编写了这本《现代科技基础知识》教材。该教材分为概论、基础科学前沿、高新技术、应用技术四篇，重点介绍当代科学技术发展的最新成就。全书由彭富国、钟建国共同提出编写大纲并担任主编和副主编，经湖南省教材编审委员会审定后，进行了编写分工。具体分工是：彭富国，第三、六、七、九、十、十一、十三、十四章；钟建国，第八、十二、十六章；彭炳忠，第一、二、四、五章；匡跃辉，第十五、十七、十九、二十章；王勇，第十八章。最后由彭富国定稿和统稿。

需要强调的是，本书在编写过程中，得到了湖南省委党校领导的倾心关照、湖南省委党校教材处和公共课教研部全体同志的大力支持，特别是得到了湖南科学技术出版社的领导和职工的关

心和指导，同时也参考借鉴了众多专家学者的研究成果（主要参考文献附后），在此一并表示衷心地感谢。

本书主要供党政领导干部学习之用，对高等院校和科研院所的教学科研人员、科技部门的工作人员具有参考作用，还可作为大专院校学生的教学、参考或自学用书。

编著者

2002 年 12 月 22 日

目 录

第一篇 概 论

第一章 科学技术的概念和功能	1
第一节 科学与技术的概念	1
第二节 科学技术的体系结构	6
第三节 科学技术的社会功能	9
第二章 科学技术的历史进程	16
第一节 古代科学技术的历史进程	16
第二节 近代科学技术的历史进程	19
第三节 现代科学技术的历史进程	23
第三章 科学技术发展的基本特点	28
第一节 科学技术发展的加速化	28
第二节 科学技术发展的综合和分化	31
第三节 科学技术与人文社会科学紧密结合	35
第四节 科学、技术和生产的一体化	40
第五节 科学技术活动的国际化和全球化	43
第四章 科学技术是第一生产力	45
第一节 马克思“科学技术是生产力”的观点	45

第二节	邓小平“科学技术是第一生产力”的思想	48
第三节	江泽民“科学技术是先进生产力的集中体现 和主要标志”的思想	55
第五章	科教兴国战略	61
第一节	科教兴国战略的由来与内涵	61
第二节	国外实施科教兴国战略的比较与借鉴	64
第三节	落实科教兴国战略的主要措施	73

第二篇 基础科学前沿

第六章	宇宙和太阳	79
第一节	宇宙	79
第二节	太阳	88
第七章	地球科学	95
第一节	地球概况	95
第二节	地球的起源与演化	100
第三节	地球科学的新理论	105
第八章	物质结构	111
第一节	对物质结构的认知发展	111
第二节	物质结构研究的新进展	113
第三节	高能实验装置	121
第四节	物质结构研究的影响	124
第九章	生命与智力	127
第一节	生命的本质	127

第二节 智力的奥秘·····	134
第十章 系统科学与非线性科学·····	143
第一节 系统科学·····	143
第二节 非线性科学·····	150

第三篇 高新技术

第十一章 生物技术·····	159
第一节 生物技术的内容·····	159
第二节 生物技术的应用·····	165
第三节 生物技术的发展·····	171
第十二章 信息技术·····	175
第一节 微电子与计算机技术·····	175
第二节 通信新技术·····	178
第三节 网络技术·····	185
第十三章 新材料技术·····	190
第一节 材料的地位、作用和分类·····	190
第二节 不断发展的新材料·····	192
第三节 材料技术新领域·····	199
第十四章 空间技术·····	206
第一节 空间技术概述·····	206
第二节 空间技术系统·····	211
第三节 空间技术的应用·····	216
第四节 空间技术的发展动态·····	220

第十五章	海洋开发技术	223
第一节	海洋科学及海洋技术.....	224
第二节	海洋开发的主要内容.....	229
第三节	我国海洋开发的现状和重点开发项目.....	236

第四篇 应用技术

第十六章	新能源技术	241
第一节	能源概述.....	241
第二节	洁净煤技术.....	246
第三节	可再生能源技术.....	251
第四节	核电和核聚变能.....	256
第十七章	先进制造技术	259
第一节	先进制造技术是现代化的基础.....	259
第二节	现代先进制造技术.....	262
第十八章	农业科学技术	273
第一节	农业科技的两次革命.....	273
第二节	农业育种的新技术.....	278
第三节	农业科技的新进展.....	281
第四节	农业发展的新方向.....	287
第十九章	交通运输现代化	290
第一节	交通运输及其结构系统.....	290
第二节	交通运输的现代化.....	296
第三节	大力发展我国的交通运输业.....	300

第二十章	自然资源的开发利用与环境保护·····	306
第一节	自然资源的开发与利用·····	306
第二节	环境保护与可持续发展·····	311
参考文献	·····	322

第一章 科学技术的概念和功能

现代科学技术所提供的知识和方法，正在改变着人们的生产方式、生活方式和思维方式。那么，科学是什么？技术是什么？科学和技术两者的关系如何？科学技术和社会功能表现在哪些方面？这是我们对科学技术进行认识的几个基本问题。

第一节 科学与技术的概念

一、科学的含义

科学是一个难以界定的名词，人们通常是从一个侧面对其本质特征加以揭示和描述。对科学每一种描述都只能反映出科学某一方面的本质特征，因此，到目前为止，也没有人给科学下的定义为世人所公认。事实上，科学本身就是处在不断发展变化之中的，人们对它的认识也在不断深化，给科学下一个永世不变的定义，是难以做到的。

人们对科学虽有多种定义，但是科学概念的如下三个方面的内涵是为世人所公认的：

1. 科学是反映客观事实和规律的知识

著名生物学家达尔文以自己的亲身感受给科学下了一个定义：“科学就是整理事实，以便从中得出普遍的规律和结论。”早

在 19 世纪 30 年代，他花了 5 年时间，遍游四大洲三大洋之后，对收集的大量事实进行分类比较研究，于 1859 年发表科学巨著《物种起源》。达尔文正是通过整理事实和发现规律取得科学伟绩的。科学就是发现人们未知的事实，如生物学家发现的新基因，经济学家发现的“新经济”，都是事实。发现这些人所未知的事实的活动，就是科学研究。所谓规律，就是客观事物之间内在的、本质的、必然的联系。这种联系在特定条件下可以反复出现，因而是客观的。人们只能发现它，但不能创造它。反映客观事实之间联系的正确判断就是发现了规律，这种规律，就是学问，就是知识，就是科学。

2. 科学是反映客观事实和规律的知识体系

科学首先是知识，然而，零散的经验知识还不是科学。科学是以范畴（概念）、定理等形式反映现实世界多种现象的本质和规律的知识体系。科学也不仅仅是某种事实和规律的知识单元，而是这些知识单元组成的体系。科学家是系统掌握某一方面知识并能利用这些知识对诸多现象作出解释的人。科学史表明，科学家不只是知识的发现者，更重要的还是知识的综合者。在综合化过程中，按照内在逻辑关系把已知知识（或定理）条理化、系统化，发现矛盾和空白，再作观察，试验论证，得出新的原理，补充和完善了知识体系，这是一种科学过程。因此，多数辞书给科学下的定义都强调“科学是知识体系”，“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”。

3. 科学是一种“社会建制”

所谓社会建制，就是成为了现代社会的一个组成部分。科学是一项社会化的科学事业。第二次世界大战以来，人们的科学概念发生了巨大变化。以往那种认为科学只是反映事实和规律的普遍客观真理的知识体系的认识已经不够了。科学研究经历了 16 世纪伽利略时代的个体活动，17 世纪牛顿的松散群众组织皇家学会时代，19 世纪爱迪生的“实验工厂”的集体研究时代之后，

又发展到了 20 世纪 40 年代美国实施曼哈顿计划研制出原子弹的国家规模建制时代，最后到了今天全球化合作的跨国建制时代。自二战后科学活动进入国家规模以来，人们已把科学称之为“大科学”，认为“科学是一种建制”，即科学已经成为一项国家事业，从而使得企业和政府都直接参与了科学事业，实现了科学家与企业家、政治家的结合。近年来，在经济全球化进程中，科学研究也出现全球化趋势，科学已成为一项国际事业或产业。

大科学，是相对于小科学而言的。早在 1961 年，美国物理学家温伯格最先提出，当代科学发生了极大的变化，从小科学变成了大科学。1963 年，美国科学学家普赖斯专门写作了《小科学，大科学》一书，他在书中指出，由于现代科学取得了如此辉煌的成就，科学已经成为国民经济的重要支柱，现代科学的规模如此之大，社会对科学的投入是如此之巨，以致我们不能不用“大科学”一词来称呼它。所谓小科学，是指在历史上那种以增长人类知识为主要目的、以个人的自由研究为主要特征的科学。大科学与小科学相比，具有自己鲜明的特点：

(1) 大科学是大规模、社会建制化的科学——是科学技术高度社会化的产物。过去的科学研究，主要以个人自由研究为主，当代科学已经成为一种高度社会化的活动，其规模越来越大，已发展到国家规模甚至国际规模。从 1942 后开始的美国研究原子武器的“曼哈顿工程”，可以看作是大科学出现的标志。它动用 15 万名科技人员，耗资 20 亿美元，第一次显示了大科学大规模和社会化协作的特点。大科学不仅规模大、建制大，而且需要投入的人力、物力、财力也大，其经济、社会的效益和战略意义更大。

(2) 大科学是科学技术一体化的科学——是科学的技术化和技术的科学化相结合的产物。当代科学革命和技术革命已经汇合到一起（以往是技术革命——科学革命），科学与技术的结合日益紧密。一方面，当代科学的发展越来越依赖于当代技术为它提

供的研究手段；另一方面，当代技术的发展也越来越依赖于当代科学为它提供的理论基础。而且，科学和技术的研究对象，在越来越大的程度上相互交叉，已很难在科学与技术之间划出一条截然的界限。科学技术的一体化还表现在，从基础研究到应用研究再到技术与开发的过程，更加集约化、周期日益缩短，在许多高新技术研究中，许多基础研究课题、应用基础研究课题，几乎与应用研究课题、发展研究课题是同时并进的。

(3) 大科学是系统化、整体化的科学——是科学整体化、技术群体化发展的必然结果。自然界是一个统一的整体，科学作为对自然的认识，本来就应该是在内在统一的。它之所以被划分为各门学科，是人类认识逐步深入的需要。随着科学的发展，各门学科理论和方法相互渗透，一系列边缘学科、横断学科、综合学科大量涌现，即科学出现了整体化的趋势。同样地，技术各个领域的相互联系也越来越密切，每项技术的发展应用，都需要一系列相关技术的支持，当代技术的发展常常表现为一个技术群或几个技术群的发展。如信息技术就是一个技术群。

二、技术的含义

技术作为人类改造自然能力的标志，同科学一样，本质上也是一个历史性范畴。技术在不同的历史时期，有不同的含义：

在手工工具劳动时代，技术被定义为劳动者的技巧、技能 and 操作方法。

机器工业时代，技术主要依据科学规律，特别是以机器的使用为中介，对物料、能量、信息进行转换或加工。技术成为反映实践经验、科学理论和物质设备三方面的技术理论、物质手段和工艺方法的总和。

在现代，把技术概括为：人类为了某一目的，运用科学理论，在改造和控制自然的实践中所创造的劳动手段、工艺方法和技能体系的总和。

三、科学与技术的联系与区别

在现代词汇中，很少有两个名词象“科学”和“技术”那样相随相伴，人们讲到科学时常常要说及技术，谈到技术几乎同时必提科学，或者索性把它们缩称“科学技术”或“科技”，认为现代的科学与技术已经一体化到无差别的程度。其实，科学与技术，包括现代科学和现代技术，也不是完全等同或同一的东西，它们之间仍有一定区别，甚至可以说有本质的或原则上的差异。

1. 科学和技术的区别

科学和技术区别主要表现在三个方面：

(1) 研究的目的和任务不同。科学的目的在于认识世界，揭示事物的客观规律，提供可能的理论，它着重回答的是“是什么”、“为什么”。而技术的目的在于改造世界，实现对自然界的利用、控制和改造，使可能应用的理论变成技术发明，转变为直接生产力，它着重回答的是“做什么”、“怎么做”。科学提供物化的可能，技术提供物化的现实；科学是发现，技术是发明；科学是创造知识的研究，技术是综合利用知识于需要的研究。

(2) 评价标准不同。科学判定要讲是非、对错，讲真理性标准，要淘汰谬误，追求正确，不能以“有用”作为“正确”的评判依据。技术主要讲合理，讲效用标准，可以说更有用的手段、方法或设计就是好的技术结果，技术要淘汰效益差的东西，追求效率、效用。

(3) 社会价值不同。科学研究尤其是基础研究，往往对近期的社会经济发展往往没有直接关联，科学作为一种对客观规律的探索和概括，具有长远的、根本性的社会价值和经济价值。此外，科学理论的发展还具有认识上、文化上、教育上、哲学上的价值。而技术作为改造客观世界的手段，不仅要注意到可靠性、安全性、宜人性，还要考虑到社会经济、法律政策、伦理和资源环境因素，技术对社会文明、国家实力和人们的生活质量有更为

直接的近期影响，其价值主要在于解放人的体力、智力和提高劳动效率，具有直接的生产力功能和经济价值。

2. 科学和技术的联系

科学和技术虽具有相对独立性，但二者之间又有着极为密切的联系。

(1) 科学和技术的职能统一于一个整体。科学的根本职能在于认识世界，技术的根本职能在于改造世界，而认识世界的最终目的是为了改造世界。正是在认识世界和改造世界的共同基础上，科学与技术统一起来了。科学技术发展史表明，科学与技术相互关系的历史，就是人类认识自然和改造自然的相互关系的历史，就是科学和技术共同进步的历史。

(2) 科学和技术既相互依赖又相互转化。一方面，科学研究为技术开发提供理论基础，开辟新的技术领域，为技术创新作各种知识准备。事实上，绝大多数科学理论，总要或早或迟地通过技术转化为现实生产力。另一方面，技术的发展又为科学提供新的研究课题、研究工具、探索手段和物化基础，技术上的需要更推动了科学理论的研究和发展。

20 世纪以来，科学技术的发展，使二者之间的联系愈益密切，技术科学化和科学技术化的趋势，正反映了科学和技术之间的彼此渗透和密切联系的进一步加深。

第二节 科学技术的体系结构

一、科学的体系结构

科学作为知识体系和活动体系，都是随着人类实践的发展而不断发展变化的。这表现为，从古代以自然哲学形态包含在哲学

之中的自然知识，发展为近代以来独立的自然科学知识体系；从经验自然科学形态，发展为理论自然科学形态；从研究自然界初级运动形式的科学（力学），发展到研究自然界较高运动形式的科学（如物理学、化学、生物学、生理学等）。20 世纪以来，随着知识的暴胀，自然科学作为知识体系也发生了巨大变化，其最显著的特点是：

第一，在科学、技术、生产走向一体化过程中，科学活动逐步从单纯的基础研究扩展到应用研究、开发研究。因而作为知识体系的科学，也从原来仅有的基础自然科学，发展为包括基础科学、技术科学、工程科学三大层次的结构体系。基础科学研究自然界一切基本运动形式的规律。传统的基础科学分为数学、物理学、化学、生物学、天文学、地学六大门类，是一切科学技术知识的理论基础。技术科学以基础科学为指导，着重研究有关应用学科的共同问题，并总结为应用的基础理论，有承上启下的重要作用。工程科学是综合运用基础科学、技术科学、经济科学、管理科学等理论成果，直接为改造自然服务的、最接近生产实践的科学门类。

第二，不但各门传统的基础科学的分支学科（一级学科、二级学科……）按树型不断生长，而且各基础学科之间、各分支学科之间的边缘学科、交叉学科、横断学科也在蓬勃发展。20 世纪中叶以来，社会科学和自然科学相互渗透，也形成了许多新的交叉学科，如科学学、技术学、社会数学、社会生物学、社会医学、技术经济学、人口科学、环境科学、城市科学、管理科学、决策科学等等。科学家们还预测在 21 世纪将出现一个以自然科学与社会科学相结合为特色的交叉科学时代。

第三，以自然界基本运动形式为对象的基础自然科学，向着更复杂、更高级的运动形式方面延伸，逐渐形成了新的基础科学门类。如以最复杂的生命体（人体及其大脑）运动形式为研究对象的人体科学、思维科学，还有由一切物质运动的系统形式为研

究对象的系统科学。这些新兴学科也正在迅速向基础科学、技术科学、工程科学三个层次扩展。

总之，当代的自然科学体系结构，本质上是分层次的、立体的、网络的、开放的系统。

二、技术的体系结构

技术的体系结构也经历了历史的发展。在技术的复杂性方面，是从单项技术、复合技术到技术群。在人机关系方面，是从人工操作的手工技术、由人监控的机器技术到全自动智能机器技术。在技术原理的进化方面，是从机械技术到物理技术、化学技术到生物技术，等等。从一定意义上说，人类改造自然的历史也是技术系统进化的历史。

由于生产过程社会联系的加强和各种技术客观上存在着互为目的、手段的制约关系，全社会的技术系统还联接成一个整体，形成一个更大的社会技术体系。日本学者星野芳郎指出：“无论在同一级技术的相互关系中，或者在低级技术和高级技术的相互关系中，各种技术都是相互联系的。作为一个整体，则形成了一个把所有技术部门从低级到高级联系到一起的、复杂性的、立体网络结构的技术体系。”因此，技术体系是技术在社会中的现实存在方式，是依据自然规律、技术规范和各种社会因素制约而形成的，具有特定结构和综合社会功能的社会技术大系统。

在人类文明史上，曾有以手工工具技术为基础的技术体系，以机器技术为基础的技术体系和当代方兴未艾的以信息技术为基础的技术体系。技术体系的各个技术门类总是和不同的产业、不同的劳动生产过程相对应、相匹配的。而且这些技术门类之间也是相互依赖、相互支持的。社会技术体系作为一个整体，具有综合的社会功能，表现为一个时代的总的社会技术能力。

三、科学技术的体系结构

我国著名科学家钱学森对科学技术的体系结构有过专门的论述。他指出：“我们现在的科学技术体系有六个组成部分。概括一切的是哲学，哲学通过自然辩证法和历史唯物主义（社会辩证法）这两座桥梁和自然科学、数学科学和社会科学相联接。自然科学研究自然界，社会科学研究人类社会，数学科学则是自然科学和社会科学都用的学问。在这三大类学科之下，介乎用来改造世界的工程技术之间的是技术科学。”

相对于社会科学而言，整个自然科学根据科学本质可分为三个门类，即基础科学、技术科学和应用科学。每一类科学本身，又由相应的科学理论和物化技术所组成。同样，对于技术而言，整个技术则可以看做是实验技术、专业技术和生产技术三者构成。

很显然，由于当今科学技术发展的一体化趋势，各种分类方法都只是相对的，科学技术的体系结构表现出错综复杂的相互联系和作用。天然的分割是徒劳的，例如，系统论、信息论、控制论、自组织理论就是交叉和横断科学，贯穿到了各社会科学和自然科学之中。

总之，当代的科学技术系统的总体结构，可表征为由各门基础科学及其技术科学、工程技术构成，并由各层次、各学科的边缘学科、交叉学科、横断学科的联系和过渡而结成的大系统。

第三节 科学技术的社会功能

科学技术的社会功能，概括起来主要是物质文明功能、精神文明功能以及变革社会的功能。