

科技进步论

● 滕福星 著



KEJI JINBULUN

吉林科学技术出版社

科技進步論

滕福星 著

吉林科学技术出版社

【吉】新登字 03 号

科技进步论

滕福星 著

责任编辑：吕广仁

封面设计：李冰彬

出版：吉林科学技术出版社
发行：

850×1168 毫米 32 开本 14.5625 印张
365, 344 字

1995 年 11 月第 1 版

1995 年 11 月第 1 次印刷

印数：1—2, 000 册

定价：16.00 元

印刷：长春市长航印刷厂

ISBN 7—5384—1443—6/Z·57

前 言

人类从物种提升之后，最重要的事情就是选择了科学和技术作为自身生存和发展的条件。如今，科技进步已成为世人十分关注的重要领域。

对科技进步这一概念的理解，无论是科学学赋予它的科技自身发展进程的涵义，还是经济学赋予它的科学技术推动经济发展过程的涵义，对于今天来说，都是非常重要的。现代，没有科学上的重大进展与突破，现代技术就无从谈起。当然，没有现代技术的推动，也就很难有经济的持续发展。

科技进步有其独特的运行规律。在科技进步整个运行中，它即要服从科学技术运行规律，又要服从经济运行规律。同时，科技进步并不具有完全的自律性，它要受到社会诸因素的制约。

长期以来，科技与经济各自独立和相互脱节。经济学家们虽然承认科学技术对经济生活的巨大影响，但并不把科学技术活动看作是经济分析的对象。英国著名经济学家琼·鲁宾逊曾说过这样的话，技术进步是“上帝、科学家和工程师给定的”。美国著名经济学家约瑟夫·熊彼特在本世纪初关于技术进步的许多灼见长期被人忽视。

本世纪 50 年代以后，在新技术革命的推动下，在政治、经济的竞争中，人们认识到科技进步是经济发展的关键因素。大量的科技活动，是在有着明显的经济动机的情况下进行的。这样，在世界范围内加速了科技进步。就科技成果来说，超过了以往 2000 年总和，就生产产品来说，有 90% 在本世纪初尚未出现。

同时，人们从不同角度、不同方法，对科技进步的过程、机制做了大量研究。如今，形成系统的理论，已成为必要和可能。

本书试图为建立科技进步系统理论（或称科技进步学）构建一个较为合理的基本框架。这个框架的基本特点，是把科学、技术、经济、社会进行一体化研究；把科学、技术的哲学、社会学、经济学分析，经济活动的科学技术参与研究有机的结合起来。

本书的基本思想是把科技进步看作是经济增长和社会发展的主要源泉。影响经济增长的不仅仅是科学理论——技术理论——方法、手段——产品、商品；同时，科学思想和方法对经济与社会管理也有着重要的影响。

本书的实践观认为，科技进步是一个复杂的系统，科技生产力是诸因素的综合效应。在科技进步的实践中，始终把握住科技要素与经济、社会诸要素的相互作用；科技活动规律和经济活动规律有机结合。同时，也应注意不同环节，不同方面对科技目的、对经济目的把握应有所不同。

本书的写作背景是作者主持承担完成国家教委八五人文、社会科学规划项目“科技发展制约因素系统分析”和吉林省八五人文、社会科学规划项目“市场经济下科技进步运行机制研究”的主要成果。

本书在编著过程中，引用和整理了近几十年来国内外有关研究成果，特别指出的是在“主要参考文献”中所提到的各方面专家的研究成果。在这里表示诚挚的谢意！

我还要感谢吉林科学技术出版社给予此书的出版机会，感谢责任编辑吕广仁同志为出版此书所做的大量工作。

由于本人的理论水平和掌握情况的有限，加之时间仓促，疏漏与欠妥之处在所难免，敬请广大读者不吝指教。

作 者

1995年9月20日

目 录

绪 论 科技进步	1
第一节 科技进步的结构	1
一、科技进步的自组系统	1
二、科技进步的社会环境	5
第二节 科技进步的运行特点	9
一、运行的基本动力	9
二、运行的基本结构	10
三、运行的基本条件	12
四、运行的主导力量	13
五、运行的基本策略	14
六、运行的基本规范	16
七、运行的基本问题	17
八、运行的基本调控	19
第三节 科技进步的社会学阐释	21
一、社会关系的共轭性与线性	21
二、价值观念的独立与协调	23
三、社会建制的人员与机构	25
四、社会化的过程与检验	27
五、社会运行的控制与协调	28
六、社会动力的系统与效应	30
第一章 科学是什么	33

第一节 科学的本质	33
一、科学是一种知识体系	33
二、科学是一种社会活动	35
三、科学是一种文化	38
四、科学是一种实践力量	41
第二节 科学与非科学的划界	46
一、可证实性标准	46
二、可证伪性标准	49
三、功能性标准	52
四、科学必须具备可检验性	55
第三节 复杂的科学价值观	56
一、肯定主义科学价值观	57
二、否定主义的科学观	59
三、科学价值观的反思	64
第二章 科技前沿	72
第一节 当代科学的重大基本问题	72
一、物质的结构问题	72
二、宇宙的起源问题	76
三、生命的本质问题	79
四、非线性科学的研究	81
第二节 当代工程技术的发展态势	86
一、农业技术	86
二、能源技术	87
三、交通技术	89
四、材料技术	91
五、信息技术	94
六、机械制造、化工、建筑技术	97
七、轻纺、医药技术	100

八、航天技术.....	102
九、海洋技术.....	104
第三章 科学发现	106
第一节 什么是科学发现	106
一、科学发现的定义.....	106
二、科学发现的成果类型.....	110
三、科学发现的过程.....	116
第二节 科学发现的结构条件	121
一、科学发现的基本条件.....	121
二、科学发现的历史条件.....	125
三、科学发现的心智条件.....	130
第三节 科学发现的模式	134
一、培根的科学归纳模式.....	134
二、赫歇尔的归纳和猜测模式.....	136
三、惠威尔事实“捆绑”模式.....	140
四、爱因斯坦的概念运动模式.....	144
五、波普尔的猜想—反驳模式.....	146
六、库恩的历史结构模式.....	148
第四章 科学革命	151
第一节 科学革命理论研究	151
一、科学革命概念的提出.....	151
二、科学革命的本质.....	154
三、科学革命的模式.....	160
第二节 科学革命的类型	163
一、理论功能突破型科学革命.....	163
二、认识论突破型科学革命.....	165
三、物质层次突破型科学革命.....	173
四、发生原因型科学革命.....	177

第三节 科学革命的史例.....	179
一、近代自然科学革命.....	179
二、现代自然科学的革命.....	186
第五章 技术发明.....	192
第一节 技术的本质.....	192
一、技术概念的内涵.....	192
二、技术的本质特征.....	198
三、技术的属性.....	206
第二节 技术的结构.....	211
一、技术要素结构.....	212
二、技术的水平结构.....	214
三、技术的门类结构.....	217
四、技术活动系统的结构.....	220
第三节 技术的发展.....	224
一、技术的发展周期.....	224
二、技术发明.....	231
三、技术发展的模式.....	235
第六章 技术革命.....	242
第一节 技术革命的概念.....	242
一、技术革命的定义.....	242
二、技术革命与产业革命.....	245
三、技术革命的发生机制.....	248
四、技术革命的意义.....	250
第二节 历史上的技术革命.....	254
一、古代技术革命.....	254
二、近代第一次技术革命.....	257
三、近代第二次技术革命.....	263
第三节 现代技术革命.....	267

一、现代技术革命的主要内容	267
二、现代技术革命的特点	278
第七章 技术创新	286
第一节 技术创新理论	286
一、技术创新的定义	286
二、技术创新研究的兴起	289
三、技术创新研究的复兴	292
第二节 技术创新发生机制	296
一、熊彼特创新模型	296
二、诱导创新模型	299
三、技术推动与市场拉动模型	302
第三节 技术创新过程	306
一、技术创新的链环过程	306
二、技术创新阶段过程	311
第八章 技术引进	317
第一节 技术引进的概念	317
一、技术引进的本质概念	317
二、技术引进的过程概念	320
三、技术引进的法律含义	323
第二节 技术引进的途径	327
一、许可交易	328
二、技术协助	330
三、合作生产	332
四、补偿贸易	333
五、合资经营	334
六、合作研究	337
第三节 技术引进的环节	338
一、技术的选择	338

二、可行性分析·····	342
三、交易的磋商和签约·····	343
四、消化和反求工程·····	345
第四节 技术引进战略·····	346
一、美国的技术引进·····	346
二、日本的技术引进·····	348
三、前苏联的技术引进·····	350
四、发展中国家的技术引进·····	351
第九章 研究与开发·····	358
第一节 研究与开发结构·····	358
一、研究与开发活动层次结构·····	358
三、研究与开发活动组织体系结构·····	362
三、研究与开发活动投资结构·····	368
第二节 研究与开发体制·····	373
一、高度集中型科技体制·····	374
二、多元分散型科技体制·····	375
三、集中协调型科技体制·····	377
四、发展中国家的科技体制·····	381
第三节 研究与开发政策·····	384
一、科技与经济结合作为发展的基本内容·····	384
二、高技术作为战略争夺的制高点·····	386
三、人才优势作为发展的基本条件·····	391
四、人与自然协调作为发展的基本原则·····	393
第十章 人文环境·····	398
第一节 管理体制的新模式·····	398
一、科技社区·····	398
二、科技风险投资·····	403
三、科技奖励机制·····	410

第二节 现代科学思想的新形式.....	417
一、现代科学的综合思想.....	418
二、现代科学的整体思想.....	421
三、现代科学的层次结构思想.....	428
四、现代科学的移植思想.....	431
五、现代科学的数学化思想.....	437
第三节 人与自然关系的理智选择.....	442
一、人类的本性与进步.....	442
二、人类发展的基本条件.....	444
三、人与自然关系的对立与统一.....	446
四、自然的人化与人的自然化.....	448
五、为人类行为合理性立法.....	451
参考文献.....	454

绪 论 科技进步

科学技术进步（简称“科技进步”）是当代经济和社会发展的具有巨大推动作用的集约因素。现代技术是以现代科学为基础的，没有科学上的重大进展与突破，现代技术就无从谈起。有些单纯的“科学发展”要素，对人类文明、对经济、社会发展作出了贡献，甚至不可估量的贡献。因此，在当代用“科学技术进步”概念能够更深刻、更全面地反映作为对经济增长和社会进步具有巨大推动作用的那个集约因素的本质特征。

科技进步是指科学技术自身的发展，并且科技要素与其它要素相互作用，而推动经济、社会发展的现象和过程。

第一节 科技进步的结构

科技进步是科学技术转化为现实生产力的过程，这是一项复杂的系统工程。它不仅需要构建一个自组系统，同时又要有一个相适应的社会环境；它既是自组系统内诸要素的转化和释放过程，又是社会环境的需求、孵化与激发过程。同时，也是对系统内部结构和系统与环境的关系，不断进行协调控制，并不断探索新的运行机制的过程。

一、科技进步的自组系统

要使科学技术转化为现实生产力，它的先决条件是科学技术

和生产相结合并建立起一个自组系统。这个系统既有纵向逻辑系统，即科学技术成果经过逐级转化和能量释放进入生产过程的顺序，也有横向复合系统，即制约科技成果转化的多种要素的交织。

1. 纵向逻辑系统

科学技术转化为现实生产力，是通过它的逻辑结构中诸要素逐级转化和释放而实现的。从科学发现开始到最后形成现实生产力，在经济活动中发挥作用，这个过程经过科学→技术→生产等三个转化阶段。为了实现这个过程，人们对此进行了社会分工，形成了一个转化研究链条：①基础研究→②应用基础研究→③应用研究→④技术开发研究→⑤科技成果推广研究→⑥科技成果在生产中的利用研究。

基础研究在于揭示、研究和系统分析客观现象的本质和规律。它担负着探索新领域、发展新原理、创造新物质的任务。基础研究的成果，在很大程度上决定着整个科学技术发展的方向，是新技术领域开拓的起点。据统计，现代生产上的技术突破的获得，70%是来源于基础科学。

应用基础研究是运用基础研究的成果，研究通用性的技术原理，如何把基础研究的理论物化为生产技术。它研究的不是最普遍的规律，而是一定特殊范围的规律，它研究的具体对象是“人工自然”。它的研究成果是技术原理。

应用研究是运用应用基础研究的成果如何物化为生产技术、工程技术、工艺流程的原理和方法。一般是在实验阶段上创造和研制新产品、新技术、新方法、新流程、新规范。它在科学技术转化为生产力中起着关键作用。

技术开发（又称开发研究、发展研究）是把实验室研究的成果进一步扩大和具体化，是各种适应性和变形发展研究。研究的结果是取得在生产或生活中实际可用的新的或改进的产品、工艺、流程、设计、方案等，并经过必要的扩大和中间试验的验证，一

般可以直接移交给工厂生产。

科技成果的推广是指在更大范围内能有效地掌握该成果。这一阶段的内容包括对传播有关新成果的信息、发行相应的文件、装备、大量培训人员、制定和实现考虑到具体企业特点的计划。在这一阶段，还需进行一些附加的研究，尤其在工艺和组织方面。

科研成果在生产中的利用研究，这是指科学技术成果实际进入生产过程，企业对新技术、新产品、新流程的采用研究。

2. 横向复合系统

在科学技术转化为现实生产力的自组系统中，纵向顺序上的一个环节的转化与能量的释放，而在横向上，就是多种转化过程的有机复合过程。这些过程包括人的接受过程、人的创造过程、物化过程、管理过程、教育过程等等。

人的接受过程是指前人研究的成果，后人继承掌握的过程。在这个过程中，首先遇到的是后继者对原有成果的选择，然后才是学习和掌握，这也是一个复杂的过程。如在高技术研究中，研究者需要基础研究的成果作指导，选择什么理论呢？搞开发研究，选择那一项应用研究成果，将其转化为技术成果送入生产过程呢？选择过程也是一个分析研究过程，选择得准确与否关系到生产力水平的高低。选择之后是学习和继承，这也需要一个过程。接受的过程也直接关系到下一个环节的转化水平。如一项新的技术成果在工厂推广，本来此项成果能够产生较大的经济效益，但由于工人对此项成果的技术方法、工艺接受的水平低，结果造成此项成果生产质量低。因此，一项技术成果的转化与参加活动的人的素质关系极大。科技人员在各个环节的接受水平，是保证科技成果逐级转化，最后成为现实生产力的基本条件。

人的创造过程是指人在各个环节转化过程中具有创新性的劳动过程。在这个过程中要产生新的理论、新的方法、新工艺，或者扩大了应用范围、改变了应用条件、节省了费用和时间、提高

了社会效益和经济效益。创造过程是一个相当艰苦的劳动过程。它运用已有的成果和具体问题、具体材料、具体设备条件、具体经济条件和具体人的条件相结合。人的这种创造性在不同的转化阶段都有不同的特点。如基础研究阶段表现为运用已有理论与自然现象的结合；应用基础研究阶段，是运用基础理论与“人工自然”相结合；应用研究是运用已有成果与具体技术对象结合，将纯知识形态转化为物质形态和可操纵慎重的规范；技术开发阶段表现为将实验室的技术成果推进到可以生产的程度；成果推广则表现为广度和效率；成果在生产中的利用阶段，则表现为提高效益上。

物化过程是将知识形态的科学技术转化为物质形态的技术成果。这种转化也存在于科学技术→生产力的全过程。基础研究和应用基础研究阶段，物化主要是仪器和各种模型；应用研究阶段，物化的是新技术产品、工艺、工具、流程的样品和规范；技术开发阶段，物化的成果是可以实用的技术。物化过程是一个相当复杂的过程。这种复杂性，首先在于将纯知识形态的科学转化为物质形态的技术，这种转化需要多种知识。一种技术往往要综合十几门以上的学科。以内燃机而言，研究它的工程过程，需要热力学、空气动力学、化学反应动力学等知识；研究结构强度，必须应用理论力学、材料力学、固体物理学知识；为了降低噪音，就要涉及声学等，此外数学、金属学、材料学等都是不可缺少的。其次是复杂的变形研究和一般条件下物化的困难。在实验室是一项技术成果，但根据社会需要在工厂进行生产实用的产品，往往多达几十种变形。同时，实验室的各方面条件是高水平的，而工厂各方面条件都是一般的。因此，应用研究成果经过开发在工厂生产，还有一个研究如何在一般条件下物化的问题。

除以上过程外，还有教育过程、管理过程等。科技生产力就是从这些复杂过程交织中逐级转化和释放出来的。

二、科技进步的社会环境

人们在向科学技术要生产力的过程中，越来越意识到，没有良好的社会环境的需求、孵化和激发，科学→技术→生产系统是很难释放出很强的生产力。因此，向科学技术要生产力，必须创造一个良好的社会环境。从目前研究表明，这个系统的社会环境包括领导决策、体制保障、人才资源、政策协调、市场需求、资金投入、信息传递、文化氛围、行为规范等等。

1. 领导决策

向科学技术要生产力是一项对社会、经济，以及各个方面都能受益的大业，很需要卓越的领导者指挥。由领导者的科技意识、科技素养和向科技要生产力的决策程度所构成的领导环境，是科学技术转化为现实生产力快与慢的决定因素。这是因为，他们确定一个国家、地区和一个企业的发展战略、发展方向；制定各项具体政策、改善各种社会环境等。这些，都从根本上制约着科学技术转化为现实生产力的速度和水平。50年代以来，经济发达国家把发展生产技术作为发展经济和提高国际竞争能力的重要途径。一个企业的领导者在向科学技术要生产力中也是起着关键作用。有人调查美国100多个行业，他们的领导者都视科技进步为企业的生命，把研究开发作为生产过程的首要组成部分。我国目前正在全面实现“把经济建设真正转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”，这将为我们国家科学技术迅速转化为现实生产力创造一个良好的社会环境。

2. 体制保障

体制是关于国家机关、企业事业单位的机构设置、隶属关系和权限划分等方面的体系和制度的总称。这里所涉及的体制环境，主要包括经济体制和科技体制以及教育体制。体制的内容有，中央和地方管理部门与工业企业、科研单位的隶属关系，物资、财