

张继录 著

# 科技进步宏观经济效益的度量与分析



上海科学普及出版社

# 科技进步宏观经济效益的 度量与分析

张 继 永 著

上海科学普及出版社

21040/11

## 内 容 简 介

本书根据马克思主义关于生产力构成与再生产理论,分析了科技进步的生产力含义,阐明了建立科技进步宏观经济效益度量模型的科学理论依据,探讨并提出了度量我国经济建设中科技进步宏观经济效益的数学模型——TLLZ模型,并用该模型对1980~1983年我国各行业,各省、市、自治区各行业科技进步宏观经济效益的水平、速度、效益、作用进行了度量与分析,供经济、科技政策研究等部门和工作者参考。

## 科技进步宏观经济效益的度量与分析

张继录 著

上海科学普及出版社出版发行  
(上海南昌路47号)

各地新华书店经销 江苏太仓县印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张9.5 字数210,000

1988年6月第1版 1988年6月第1次印刷

印数1—10,000

ISBN7-5427-0058-8/F·6 定价3.00元

## 序

四十六年前,我国著名的教育家徐特立曾经说过:“科学,你是国力的灵魂,同时又是社会发展的标志。”<sup>①</sup>战后四十余年来科技发展的历史,完全证实了徐特立的论断十分正确。现在,科学技术不但以空前的速度、广度和深度渗透到经济、军事与社会生活的各个领域,而且在很大的程度上决定着一个国家的经济与军事实力,并对其政治和社会发展产生重大影响。特别是现代经济的发展,已不能完全由投入的劳动力与资金的多少来决定,而主要是由科学技术的进步来决定。因此,科学地揭示科技进步与经济发展的内在关系,就成为现代社会发展中一个亟待解决的重大课题。

为了定量地研究科技进步在经济发展中的作用,从本世纪三十年代起,国外的一些科学家、社会学家和经济学家,先后提出了一些有价值的数学模型,目前较为广泛采用的有道玛(Domar)增长模式、索罗(Solow)增长模式、库伯——道格拉斯(Cobb—Douglss)中性模式以及联合国估算欧洲增长模式,等等。这些数学模型在实际中的应用,曾对发达国家的经济发展起过一些积极的作用。但都有它自己的历史局限性,不可能在我国照抄照搬。

党的十一届三中全会以来,科学技术对我国经济、社会起着愈来愈大的促进作用,以及在技术经济分析、规划计划、预测

<sup>①</sup> 徐特立:《祝科学园地的诞生》,《解放日报》,1914年10月4日。

决策等实际工作中迫切需要搞清经济发展与科技进步的内在关系,因而近几年来国内有不少专家、学者,在吸收国外经验的基础上,结合国内的实际情况,作了大量的研究工作,并提出了几种测度我国经济发展科技进步作用的数学模型,本书提出的TLLZ模型就是其中之一。

本书的作者在分析研究国内外各种学术思想与测度模型的基础上,根据马克思主义关于生产力构成与再生产理论,具体分析了科技进步的生产力含义,阐明了建立科技进步宏观经济效益度量模型的理论依据,结合我国社会主义建设的实践,提出了度量我国经济发展中科技进步宏观经济效益的数学模型。书中还将该模型与国内外几种主要模型进行了比较研究,提出了一些有自己见解的学术观点,并用该模型对我国各省市自治区、各工业部门科技进步宏观经济效益进行大量的计算分析,从中不仅看到了该模型的实用性,而且所得出的大量数据和分析资料为我国各个层次的规划计划、技术经济分析、预测决策提供了有一定价值的信息,对推动决策科学化将产生有益影响。

当然,定量研究科技进步对经济发展的影响是一项十分复杂的工作,目前在理论上和计算方法上尚有许多问题需要进一步探讨。本书作为一种模式奉献给读者,以起抛砖引玉之用,进一步推动我国这方面的研究。

愿本书出版后,能起到我们所希望的作用。

中国科学学与科技政策研究会常务理事

陈益升

1987.9.25

# 目 录

一、科技进步与经济发展	1
二、科技进步宏观经济效益度量模型研究	7
(一) 科技进步的含义	8
(二) 科技进步宏观经济效益的度量模式探讨	14
(三) 科技进步宏观经济效益的度量模式再探讨	24
(四) 三探科技进步宏观经济效益的度量模式 ——兼论科技进步的主要统计考核评价指标	39
(五) 四探科技进步宏观经济效益的度量模式 ——TLLZ模型及其函数表的技术经济评价与 应用价值分析	54
三、1980~1983年我国工业各行业,各省、市、自治区工业 各行业科技进步宏观经济效益的度量与分析	62
(一) 1980~1983年我国工业各行业科技进步宏观 经济效益的分析	62
(二) 1980~1983年山东省工业各行业科技进步宏 观经济效益的分析	73
(三) 1980~1983年山西省工业各行业科技进步宏 观经济效益的分析	87
(四) 1980~1983年华北各省、市、自治区工业各行 业科技进步宏观经济效益的分析	101
(五) 1980~1983年华东各省、市工业各行业科技	

进步宏观经济效益的分析.....	139
(六) 1980~1983年我国各省、市、自治区工业各行 业科技进步宏观经济效益的分析.....	174
(七) 几点认识.....	284
四、附录.....	286
(一) 广义技术进步度量模型简介.....	286
(二) 国家计委“关于经济增长中科技进步作用计算 方法”简介.....	288
(三) TLLZ—841模型函数表.....	289
(四) 主要参考文献.....	296
后 记.....	297

## 一、科技进步与经济发展

现代科学技术的突飞猛进,其发展速度、规模、广度、深度都是历史上任何一个阶段无法比拟的。据英国科学家詹姆斯·马丁推测,人类的科学知识,十九世纪是每五十年增加一倍,二十世纪中叶每十年增加一倍,七十年代每五年增加一倍,目前每三年增加一倍。现代物理学中90%的知识都是1950年以后的新知。研究表明,若把1750年时科学知识量计算作二倍的话,则1900年时增长到四倍,1950年增长到八倍,1960年增长到十六倍。科学知识量由二倍上升到四倍需150年,由四倍上升到八倍要50年,由八倍上升到十六倍只有10年。知识的增长呈现指数函数增长趋势。美国耶鲁大学科学史教授D·普赖斯通过对科技文献的计量研究,得出科学发展呈指数曲线的增长规律,其速度高于人口和经济的增长,达到每10~15年翻一番的境地。据统计,目前每年全世界发表的科学论文约500万篇,平均每天发表的包含新知识的论文达到14000篇;登记的发明创造专利每年超过30万件,平均每天就有800到900件专利问世。近二十年来每年形成的文献资料的页数,美国约1750亿页,苏联600亿页。七十年代以来,全世界每年出版图书约50万种,科技图书12万种。据联合国教科文《世界科学情报系统》统计,科学知识每年的增长速度,六十年代以来已从9.5%增长到10.6%,八十年代中每年增长率可达12.5%,据粗略统计,二十世纪六十年代以来,科学技术上的新发现、新发明超过了人类历



史二千年的总和,仅空间技术领域就出现了 12000 多种新产品、新工艺、新成果。“知识爆炸”已经成为当代科学技术飞速发展的必然结果。

世界物质现象千姿百态,变化万千,纷繁复杂,人们不可能一下子把这些事物和现象认识清楚,但随着科学技术的飞速发展、知识的急剧增长,人类对自然的认识不仅在宏观、低速领域更加全面深刻,而且深入延伸到微观、高速、宇观领域,在更深更广的范围内揭示着自然界物质的本来面貌及其规律性。现代自然科学所涉及的空间尺度范围从  $10^{-16}$ cm (电子半径上限)~ $10^{28}$ cm (100 亿光年),贯串 44 个数量级;所涉及的时间范围从  $10^{-23}$ 秒(共振态粒子)~ $10^{17}$ 秒(100 亿年),贯串 40 个数量级。人们揭示自然界各个物质层次从微观(分子、原子、原子核、基本粒子等)到宏观(地球、聚集态)和宇观(地月系、太阳系,银河系、恒星系、星系团、总星系等),范围愈来愈大。

随着人类对物质世界认识能力的不断提高,人类创造新物质的能力和速度也在突飞猛进地发展。据统计,1880 年人们认识的化合物只有 1200 种,1950 年达到 100 万种,1976 年达到 375 万种。当代人工合成的化合物每年就可达到 15 万种以上。随着空间技术、遗传工程等领域的重大突破,人类创造新物质、新物种的能力和速度将达到难以想象的程度。

科学技术的飞速发展,知识的急剧增长,人们认识自然界的能力迅猛提高,科技成果工业化的周期也愈来愈短。据统计推测,十九世纪平均周期为七十年,两次大战期间平均缩短二十多年,六十年代又缩短了二十多年。目前,有些产品从科研到生产中大规模应用不到十年,见表 1—1。

表1—1 近二百余年十三项发明投产周期比较表

项 目	发明年份	投产年份	周期时间(年)
摄 影 术	1727	1839	112
电 动 机	1821	1886	65
电 话	1820	1876	56
无 线 电	1867	1902	35
真 空 管	1884	1915	33
X 光 管	1895	1913	18
雷 达	1925	1940	15
电 视	1922	1934	12
核 反 应	1932	1942	10
原 子 弹	1939	1945	6
晶 体 管	1948	1951	3
太阳能电池	1953	1955	2
激 光 器	1960	1960	1

随着科技成果工业化周期的不断缩短,产品的更新周期也大大加快。美国七十年代初期统计,一般机械工业产品二十年更新一轮,电工机械产品十八年更新一轮,电子产品十年更新一轮,航天工业产品十年更新一轮半。苏联的重型、电工、运输机械产品更新周期平均5.3年,一般机械产品6.5年,轻工食品机

械5.7年。新产品的换代速度更快,如电子计算机,1955年生产出第一代产品,1960年生产出第二代,1965年生产出第三代,1970年生产出第四代,目前一些发达国家正研制第五代。电子计算机大约5到8年运算速度提高十倍,体积缩小十倍,成本降低十倍。新技术的无形磨损周期也愈来愈短。据统计,本世纪二十年代一项新技术的“生命周期”约40~50年,四十年代降为20~25年,五十年代又降为12~15年,最近二十年,只有8~9年,有些技术的技术生命周期只有4~5年。大约每隔二十年缩短50%。最近十多年发展起来的工业新技术,今天30%已经过时。在电子技术领域中,这一比率高达50%。作为电子设备基础和心脏的电子器件,在短短的二十多年时间里,已经历了电子管→晶体管→集成电路→大规模集成电路四代更新。技术上几乎每隔两年就有重大突破,产品更是日新月异。目前,一种新的大规模集成电路平均寿命仅仅为五年,超过五年就会被性能更好的新电路所取代。

综观社会发展的历史可知,科学技术与经济的纵向发展,均以各自不同年代兴衰交替周期性波动、螺旋形上升,沿着科学高潮→技术革命→经济繁荣作周期性循环。在科学技术经济大循环中,每次经济繁荣都是科学技术转变为直接的生产力,进入生产过程的结果。人类实现工业化的历史进程表明,以50~60年为一周期的康德拉捷夫长波周期经济起伏,除其它的社会原因外,关键是科学技术的因素。许多经济学家对此都作过深刻的研究论证,认为,第一长波(1790~1842年)经济兴衰的动因是纺织与炼铁技术的发展,构成了工业发展史上第一次产业革命;第二长波(1842~1897年)动因是以铁路建设为中心的蒸汽机技术与钢铁技术的发展,使西欧各国迅速实现了重工业化;第三次长

波(1897~1945年)是以电力技术的兴起为标志,化学工业与汽车工业技术迅猛发展,实现了第二次产业革命;目前已进入第四次长波时期。电子、材料、生物科学的巨大突破将形成新的经济发展的巨大推动力,本世纪末世界范围将会出现新的经济繁荣高潮。工业化的历史进程证明,长波的波峰正是科学技术物化为商品的顶点。经济的波动与科学技术的兴衰起伏协调一致,科学技术的发展与进步对经济发展与振兴起着愈来愈巨大的促进作用。世界范围如此,一个国家、一个地区、一个企业也不例外。一个国家和地区发达不发达以什么为标准来划分?不是按国家的性质、社会制度作标准,而是按其经济、军事、政治实力来划分。现代科学技术是伟大的生产力,它从根本上决定着一个国家和地区的经济和军事实力,从而对其政治实力又发生重大影响。科学技术已经成为国家实力强弱,经济兴衰发展的关键性和在一定程度上起着决定性作用的因素。

当代,经济增长是世界各国普遍追求的发展目标,经济增长的实质在于人均社会财富量的增加。经济增长的影响因素虽然很多,但关键是科学技术的发展和进步。科学技术进步带来的社会劳动生产率的提高,是经济增长的核心因素。科学技术进步就是提高社会劳动生产率的基本手段,是国家财富增长的主要源泉。

为了揭示科技进步与经济发展的关系,几十年来,众多科学家、经济学家作了大量精心的研究工作。研究表明,随着现代科学技术突飞猛进,现代经济的发展已不完全由投入的劳动力与资金的多少来决定,而是由科学技术发展进步及其对经济的作用程度来决定。据计算,国外发达国家七十年代以来,经济增长中50~70%来自科学技术发展进步的作用。

因此，党中央、国务院提出我国在二十世纪末实现翻两番、达小康的战略目标，把科学技术作为四个现代化建设的关键和战略重点之一，既符合社会发展的规律性要求，也符合我国的具体情况，在理论上，实践上都是十分正确的。

## 二、科技进步宏观经济效益 度量模型研究

现代社会生产的发展，已不完全由投入的劳动力与资金的多少来决定，在一定程度上可以说是由其科学技术发展进步的水平 and 速度来决定。因此，如何正确揭示科技进步与经济发展的关系，如何定量评估科技进步在经济发展中的作用，就显得愈来愈突出。几十年来，国外一些发达国家的科学家、经济学家作了大量精心的研究工作，提出了一些有价值 and 实用意义的参考模型，并用这些模型对一些发达国家若干历史经济发展时期科技进步的作用进行了计算分析，写出的一些论著对发达国家的经济发展也曾经起了积极的作用。但是众家争鸣，各执其说。

近几年，我国实行对外开放，国外这些模型和学术思想先后分别引进国内，如柯布—道格拉斯 (Cobb—Douglas) 生产函数测度模式，索罗 (R. M. Solow) 中性技术进步模式，坦尼森模式，还有苏联科学院院士特拉佩兹尼科夫模式等。国内不少专家和有识之士结合我国国情对此也进行了精心的研究，提出了测度我国经济发展中科技进步作用的几种模型，如湖北的辛真、于宏义的广义技术进步测度模式，国家计委提出的关于经济发展中科技进步作用的两种计算方法 (增长速度方程、劳动资金产出率) 等。我们曾经首先运用西方的几种模型对长治市 1949~1982 年的经济、科技发展作了计算和比较分析，看到这些模型都有一定的参考使用价值，但都又有各自的局限性，且作为技术水平、

技术进步率的数据概念、经济计量含义都不明确。我们认为,这些模型都是资本主义社会经济条件下的产物,反映的都是资本主义社会经济发展中科技进步因素的作用。我国现在实行的是有计划的商品经济,提倡和保护生产中的竞争,但从质的规定性上讲,仍然是社会主义经济,与资本主义经济有本质的区别。因此,对待劳动者(资本主义条件下为雇佣劳动),对待资金(资本主义条件下为资本),安排使用的出发点和落脚点也根本不同。这些数学模型有一定的参考使用价值,但都不能正确地反映我国社会主义经济发展中科技进步的作用。对苏联的几种模型与国内近年来提出的几种模型,我们也结合实际试算和进行比较研究,结果表明,这些模型也都有各自的局限性和问题。特别是作为技术水平、技术进步率的数据的经济计量含义都不明确,不能给人一种具体明确的经济计量含义。

究竟怎样才能科学地定量揭示我国经济发展和科技进步的关系?建立我国社会主义经济发展中科技进步作用模型的理论依据是什么?建立怎样的模型才能科学地描述我国经济建设中科技进步的作用?研究这些问题首先必须搞清科学与技术、科学技术活动、科学劳动、科技进步等一系列问题的正确含义。

## (一) 科技进步的含义

关于科学与技术、科学技术活动、科学研究、科研劳动的含义,国内外不少专家都对此作过深入的研究,已有不少专著可供参考,这里不再赘述。本文仅就与度量科技进步作用数学模型直接有联系的科技进步的含义作简要的探述。

国外几十年来,无论西方还是东方,众多的科学家、经济学家对科技进步的含义从不同角度进行研究,给了各自不同的定

义。苏联《Словарь Терминов по Информатияе》认为，“科技进步（Научно—Технический Прогресс）表现为科学和技术发展由较不完善转向较为完善，由低级形式转向高级形式的总趋势”。《Социально—Экономическая Статистика—словарь》认为，“科技进步（Научно—Технический Прогресс）是指科学、技术、生产与消费领域互相关连的向前发展过程，它是由客观经济规律作用所制约的；是在普遍地利用科技成就的基础上，对社会生产和服务领域的一切方面不断改善与完善的过程。在社会主义制度下，它保证了国家科学技术潜力的迅速增长，使生产得到进一步的机械化与自动化，能生产出更完善的机器、设备、仪器和自然界中没有的，具有理想性的材料；提高劳动生产率，改变劳动的特点，丰富劳动的内容；使工作人员专业知识和技能增长，改变体力劳动和脑力劳动之间的关系，使两者之间的界限逐步消失；产生出见多识广的工作人员。”“科技进步包括：基础研究、应用研究和实验设计，在社会生产中掌握、采用和推广科技成就，完善国民经济的各级管理方法”。他们还认为，技术进步（Технический Прогресс）是指在改造技术手段和方法的基础上，生产得到发展的总趋势。苏联最近出版的百科全书认为，“技术进步”与“科技进步”是同一词义。经济发达的日本则认为，技术进步一般来讲，是用同样的投资，尽可能改善生产技术，生产出更多的产品。理论上讲，是随着技术水平的提高，生产函数持续上升（日本《经济辞典》第 88 页）。

国内许多专家、学者对科技进步的含义，也从不同的角度进行了深入的研究，作了各自不同的解释。有的认为，技术进步主要表现在手工劳动被机器劳动所代替，繁重劳动被轻微劳动所代替，简单劳动被复杂劳动所代替。随着生产过程的机械化、自



动化程度不断提高,人们的劳动从简单机器(主要工序靠人直接参与)→半自动机器(除装卸工件外,人们一般不直接参与其操作工序)→自动机器(人们连装卸工件都不直接参与)的工艺循环中逐渐排除出去。这表明技术在不断进步。有的认为技术进步还应包括新材料、新能源的研究和使用。有的认为科技进步是指科学的发展和技术的变革互相促进、互相转化的过程,包括四个方面:提高技术装备水平;改革工艺;提高劳动者的素质;提高管理决策水平。有的认为科技进步是指自然科学与技术的发展,完善和进步。有的认为科技进步既包括了自然科学与技术的进步,也包括了社会科学与技术的进步,还包括自然科学与社会科学交叉学科如技术经济学、系统科学、哲学、管理科学等的发展与进步。科技进步大约包括二十个方面:采用新技术、新设备、新仪表、新工艺、新原料、新材料、新能源、新产品、新设计、新方案;采用新方针政策、新的法制、新的管理体制、新的管理方法、新的政治思想工作、新的经济措施、新的行政措施、新的规划计划、新设想、新方法等。有的称科技进步为技术进步,或广义技术进步。以上这些解释,都从不同的角度给了科技进步应有的含义,有一定的科学依据,但又有各自的局限性。

二次世界大战之后,随着现代科学技术的发展,科学、技术、经济、社会日益紧密结合在一起。科学技术化,技术科学化;科学经济化,经济科学化;科学社会化,社会科学化。大科学、大技术、大经济、大社会,互相渗透结合,彼此促进制约,使科学技术的发展进步形成一个极为复杂的有机合成系统。现代科学技术高度分化,互相渗透,不断综合,汇流成为地地道道的全方位大科学技术,其发展进步不但受其内在逻辑的支配,而且受到众多外部因素的制约与控制,科学技术只有在经济的发展与振兴