

科技实力与科技效益 综合评价研究

——理论、方法与实证分析

刘 树 等著

KEJISHILI YU KEJIXIAOYI
ZONGHEPINGJIAYANJIU
——LILUN FANGFA YU SHIZHENG FENXI

河北大学出版社

河北大学学术专著基金资助出版

科技实力与科技效益 综合评价研究

——理论、方法与实证分析

刘 树等著

河北大学出版社

责任编辑:徐树林

王殊宁

编辑热线:0312-5921811

封面设计:王占梅

责任印制:蔡进建

图书在版编目(CIP)数据

科技实力与科技效益综合评价研究/刘树等著. - 保定:河北大学出版社,2007.12

ISBN 978-7-81097-165-2

I.科... II.刘... III.科学技术-综合评价-河北省 IV.G322.722

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 141109 号

出版:河北大学出版社(保定市五四东路 180 号)

经销:全国新华书店

印制:河北天普润印刷厂

规格:1/32 (880mm×1230mm)

印张:10.75 字数:310 千字

印数:0001~1000 册

版次:2007 年 12 月第 1 版

印次:2007 年 12 月第 1 次

ISBN 978-7-81097-165-2/F·97

定价:23.00 元

前 言

邓小平同志指出：“科学技术是第一生产力。”当今世界，科学技术正在迅猛发展，技术革命浪潮席卷全球。科技进步已经成为现代社会生产力最活跃的因素和最强有力的支撑力量。科技进步与经济发展、经济增长联系极其密切：一方面，表现为经济发展不断对科学技术提出新的要求，反过来又会促进科学技术的不断发展和变革；另一方面，表现为在科技成果的创造、推广和应用的基础上，不断促进经济增长。

改革开放以来，科技进步在经济建设中的重要作用越来越突出，依靠科技进步实现经济发展目标，已成为各级政府的必然选择。

中央和地方政府都非常重视加强科技进步工作，要求加大反映科技工作的力度。为全面贯彻河北省科技大会精神，落实科学技术是第一生产力的思想，系统实施“科教兴冀”战略，有效促进我省“两个转变”的进程，使科技、经济、社会三者协调发展，省委、省政府要求对我省的科技进步发展状况进行量化、监测和评价。我们对科技投入与科技效益综合评价指标体系、科技进步贡献率测算方法、科技投入与科技效益综合评价及分析方法等展开研究，在取得成果的基础上，又展开对“九五”期间科技实力与科技效益的动态研究，形成系列研究成果。本研究的重要意义在于反映河北省“九五”时期“科教兴冀”战略实施进程；突出科技进步在实现“两个转变”中的重要作用；全面反映科技综合实力；对各地方、各企业的科技发展具有导向、监督、推动作用；为新时期宏观经济决策提供咨询服务。

科技实力与科技效益综合评价涉及面广，蕴涵信息量大，其重点研究内容就是建立一套科学化、标准化、系统化、规范化的综合评价系统，全面、客观地反映科技进步全过程的概貌，从而对全省及各市、大中型

企业的科技进步状态进行监测和综合评价。

在研究科技实力与科技效益综合评价指标体系与综合评价方法中,我们遵循了科学性原则、导向性原则、可比性原则、既先进又可行性原则、全面与重点相结合的原则,保证了科技实力与科技效益综合评价指标体系和综合评价方法的科学性、合理性。

根据科技实力与科技效益综合评价的要求,在宏观领域建立了以科技投入、科技产出、科技成果转化和科技影响为主线,关联科技进步基础要素和有关社会、经济发展指标的全省科技实力与科技效益综合评价指标体系;在微观领域依据大中型工业企业的特点,建立了大中型工业企业科技实力与科技效益综合评价指标体系;研究改进了综合专家群体意见建立综合判断矩阵的方法,研究改进了多指标综合评价方法;对“九五”期间河北省各市和各大中型工业企业进行了科技实力与科技效益综合评价和深入分析,进行了 R&D 投入与专利发展的相关数量分析和计量模型分析,提出了推进河北省科技进步、提高河北省科技实力与科技效益的政策、措施和建议。这些研究成果,对河北省“科教兴冀”战略的实施和促进“两个转变”进程有着重要的现实意义,同时具有重要的理论价值。

本书总结了这些研究成果以飨读者,旨在与国内外的专家学者进行交流,推进我国的科学技术进步,促进科学技术与经济发展和社会进步的紧密结合,提高经济增长中的科技含量,把我国的现代化建设推向更高的层次。书中许多研究成果是作者的探索,难免有不足之处,敬请读者指正。

目 录

上篇 科技实力与科技效益综合评价的理论与方法

第一部分 导论	(3)
一、科技进步与经济社会发展	(4)
二、科技进步对各国经济增长的影响	(14)
三、科技实力与科技效益	(17)
四、科技实力与科技效益综合评价的必要性	(20)
五、科技实力与科技效益评价的科学基础	(22)
第二部分 科技实力与科技效益综合评价指标体系设计	(25)
一、科技实力与科技效益综合评价要求运用指标体系	(25)
二、建立科技实力与科技效益综合评价指标体系的现实意义	(32)
三、科技实力与科技效益综合评价指标体系的目标	(34)
四、科技实力与科技效益综合评价指标体系的设计原则	(36)
五、科技实力与科技效益综合评价指标体系的设计方法	(37)
六、科技实力与科技效益综合评价指标体系的内容	(42)
附件：河北省科技实力与科技效益综合评价指标体系指标解释	(50)
第三部分 科技实力与科技效益综合评价分析方法	(62)
一、科技实力与科技效益综合评价方法研究的意义	(62)
二、科技实力与科技效益综合评价的基本步骤和内容	(63)

三、科技实力与科技效益评价标准的确定方法	(64)
四、科技进步对经济增长贡献率的测算方法	(68)
五、指标可综合化方法	(86)
六、制定指标权重方法	(96)
七、综合评价分析方法	(123)

下篇 河北省科技实力与科技效益综合评价实证分析

第四部分 河北省“九五”时期科技实力与科技效益发展状况综合

评价分析	(135)
一、河北省科技投入分析	(135)
二、河北省科技产出分析	(157)
三、河北省科技成果转化应用分析	(166)
四、河北省经济发展评价分析	(172)
五、河北省社会进步评价分析	(184)

第五部分 河北省各市科技实力与科技效益发展状况综合评价

分析	(189)
一、各市科技实力与科技效益的综合评价与比较分析	(189)
二、科技实力与科技效益综合评价方法	(189)
三、各市间的综合比较分析	(190)
四、科技实力与科技效益情况的分市分析	(202)
五、总结和建议	(228)

第六部分 河北省大中型工业企业技术实力与发展状况综合

动态分析	(230)
一、1997~2002 年河北省特优大中型企业分行业科技实力与 科技效益综合评价动态分析	(230)
二、河北省特优大中型企业科技实力与科技效益情况评价分析	(242)
三、河北省大中型工业企业科技投入水平综合动态分析	(244)
四、河北省大中型工业企业科技产出水平综合动态分析	(248)

五、河北省大中型工业企业经济效果水平综合动态分析	(249)
六、推进河北省大中型企业科技进步的几点对策建议	(253)
第七部分 2000 年河北省 R&D 活动情况的计量模型分析 ...	(255)
一、河北省整体 R&D 活动的计量模型分析	(255)
二、河北省企业 R&D 活动的计量模型分析	(261)
三、河北省企业 R&D 活动的类型结构同全国的比较分析 ...	(263)
四、河北省 R&D 活动发展状况定位	(269)
第八部分 河北省专利发展与 R&D 活动投入相关研究	(275)
一、河北省 R&D 活动产出专利申请数、拥有发明专利数的 比较分析	(275)
二、河北省 R&D 活动投入效率分析	(282)
三、提高河北省 R&D 活动产出专利效率的对策措施	(319)
后记	(335)

上 篇

科技实力与科技效益 综合评价的理论与方法

第一部分 导 论

一、科技进步与经济社会发展

(一)科学技术的概念

1. 科学的含义

科学是人类对于自然、社会及思维过程的本质及运动规律的知识体系。这种知识体系是人类在长期实践——认识——实践过程中创立、积累起来的,它是人类主观世界对于客观世界的抽象的本质性的反映,是适应人们生产、社会发展的需要而产生和发展起来的,是实践经验的升华和结晶。

科学的本质特征有三个:第一,体系化、条理化及其用经验判断结果所能阐明的论证特征;第二,能够通过观察、实验等手段进行证实的验证特征;第三,经过若干科学家在实践中得到验证和承认并使之规范化的复证特征。科学主要解决“是什么”和“为什么”的问题。科学的任务是揭示事物发展的客观规律,并用于指导人们的实践去改造世界。从大的方面来说,科学包括自然科学、社会科学和思维科学。

2. 技术的含义

技术是人类改造世界的手段,是人类在实践活动中根据实践经验或科学原理所创造或发明的各种物质手段、方法、技能、技巧、诀窍等。技术可以分为经验性技术与科学性技术。经验性技术是指依据长期实践经验而创造发明的各种物质手段、方法、技能、技巧、诀窍等。在早期的社会生产活动中,经验性技术占据主导地位,其发展相对较慢。科学

性技术是指依据科学原理所创造或发明的各种物质手段、方式和方法等。在现代生产过程中,科学性技术占据主导地位,其发展十分迅速,而经验性技术具有重要的辅助作用。科学与技术的紧密结合,形成推动社会经济发展的强大动力。

技术按其存在方式,分为硬技术和软技术。硬技术是指实体性存在方式的技术,如机器、设备、仪器、仪表之类。软技术是指非实体性存在方式的技术,如设计方案、技术诀窍、操作规程、运行法则、组织与管理等。

某个历史时期的技术,尤其是生产技术的水平,不仅反映这一历史时期的生产力的发展水平,同时也是这一历史时期的时代标志,例如古代的旧石器时代、新石器时代、青铜器时代、铁器时代,近代的蒸汽时代、电气时代等。

3. 科学与技术的关系

科学与技术在各自任务、功能、目的、成果等方面存在着差异,同时存在相互依存的统一关系。

科学的任务在于认识世界,其功能是通过探索性的研究认识客观世界,其课题的选择自由度很大;其所要回答的问题是“是什么”和“为什么”;其目的是揭示客观事物的状态、结构、性质和客观规律。科学的成果一般表现为某种知识,属于精神财富;其社会价值具有长效性、不确定性,往往不能迅速和直接产生社会效益,因而一般不能用社会效益来衡量。

技术的任务是要解决实践中的问题,其功能则在于改造世界,它的课题是既定的;其所要回答的问题是“做什么”和“怎么做”;最终目的是形成改造客观世界的手段。技术成果表现为某种具体的物质财富,其社会价值具有确定性和短期性,其价值一般可以用社会效益来衡量。

科学与技术在存在以上差异的同时,两者还存在相互依存的统一关系。技术的发展需要由科学来提供理论基础,科学的发现或突破,常常带来技术的飞跃与进步;而技术的进步,又为科学提供各种发展、研究的手段,并显示其新的研究方向。科学提供理论上的可能,技术使可

能变成现实。

(二)科技进步与经济社会发展

1. 科技进步的含义

科技进步有多种含义。科技进步含义之一,是指科学自身的发展和新的技术的产生,如新的发明、发现,新的设计方案,新的方法研究出来等。科技进步的含义之二,是指在社会经济活动中用新的科学技术替代原有的科学技术。科技进步的含义之三,是指在经济学的角度上,科学技术更新带来的综合要素生产率的提高,常用经济增长中科技进步的贡献率来反映。这三种含义虽然角度不同,但存在着密切的联系。第一种含义的科技进步是第二种含义的科技进步的前提,第三种含义的科技进步则是第二种含义的科技进步在经济增长中所起的作用,是体现在经济效益中的科技进步,是科技进步结出的经济果实。

2. 人类历史上的三次技术革命

作为知识体系的科学和作为改造客观世界的有利武器的技术对于社会经济发展具有巨大的推动作用。科学技术不仅作为物质力量、作为第一生产力推动生产的加速发展,而且还是一种思想的力量或精神的力量,推动着社会的进步。对社会经济带来巨大影响的重大的科学技术发展或进步一般称为技术革命。回顾人类发展的历史,已经经历了若干次科学技术的重大变革或者说是技术革命,每一次技术革命都对人类的经济与社会发展发挥了巨大的推动作用,可以说,人类文明的发展史,就是技术革命的发展史。

人们把 18 世纪 60 年代开始出现的蒸汽机的应用,称为第一次技术革命。蒸汽机的发明和使用,使人类摆脱了一直主要依靠人力劳动从事生产活动的历史,使当时的主要产业如纺织业、冶金业、交通运输业等发生了根本性的变革,开创了人类历史发展中的崭新时代。这次技术革命,使“资产阶级在它的不到 100 年的阶级统治中所创造的生产力,比过去一切时代创造的全部生产力还要多,还要大”。

从 19 世纪 70 年代开始出现以电、磁原理的发现和为基础,以电力技术的应用为标志的第二次技术革命。这次技术革命使人类获得了全新的能源——电力,以及相应的高效的动力机械——电动机。

同时,由于电磁波的发现,导致了无线电通讯技术的出现。第二次技术革命使人类进入了电气时代,它为促进社会生产力的又一次飞跃和推动人类的文明进步,起到了巨大的作用,产生了深远的影响。

从 20 世纪 40 年代开始,第三次技术革命开始了。这次技术革命又称为新技术革命,它是包括信息技术、新材料、新能源、生物工程、海洋工程、航天与空间技术在内的一个新科技群。新技术革命的发展对人类的影响更为广泛和深刻,它不仅影响经济发展,而且扩大到政治、军事、家庭和社会生活的诸多方面。新技术革命的迅速发展,不仅有力地推动了发达工业化国家的经济加速发展,而且推动了世界发展中国家和地区的经济起飞。美国科学家杰斯特罗指出,新技术的应用,将给社会经济带来前所未有的繁荣。他的预言得到了人们的赞同。

现在新科技正以日益扩大的规模、日益加快的速度向前发展。英国著名科学家詹姆斯·马丁曾经推测,人类知识在 19 世纪大约每 50 年增加一倍,20 世纪初缩短为 30 年,到 70 年代已经缩短为 5 年,而现在只需要 3 年的时间。一个世纪以前,人类认识的化合物仅仅有 1 200 种,到 20 世纪 50 年代达到 100 万种,而到今天已经超过 400 万种。科学技术的发展是以指数形式加速发展的。

新科技的发展趋势具有以下特点。

(1)科学技术呈加速发展趋势

在人类历史进程中,科学技术的发展速度由缓慢到快速,特别是从 18 世纪后期第一次技术革命后,科技发展速度明显加快。进入第三次技术革命发展阶段以来,加速发展趋势尤为突出,表现为指数型加速增长。首先从科学技术成果数量来看,科技成果数量增长越来越快。根据自然科学的创造发明成果统计数字,18 世纪的成果约为 150 多项,19 世纪为 500 多项,而 20 世纪前 50 年为 900 多项,近 40 年的成果比以往历史年代的累计总和数还要多得多,其中仅仅航天与空间技术一个方面的成果就达到 12 000 项。同时,科技成果从理论创新、技术发明到技术应用的周期逐渐缩短,科技成果的老化不断加速。如蒸汽机发明到应用的周期为 90 年,内燃机的研究和应用周期为 40 年,而 20 世纪喷气发动机的发明到应用的周期为 14 年,电视机为 12 年,原子弹为

4 年,晶体管为 3 年。新科技成果的更新加快,晶体管在电子计算机等设备上的应用仅仅 3 年就被新的集成电路所取代。

(2)科技学科的高度分化与高度综合的趋势

随着科学研究的深入和技术的发展,科学学科向专业化、纵深化方向发展,科学学科日益细化,表现为高度分化,如物理学分化为高能物理、原子核物理等。另一方面,各学科之间理论、方法相互交叉、渗透、交错、依赖,形成多种交叉学科的发展,如生物物理、生物化学、生物力学以及技术经济、经济地理等边缘学科。

(3)科学技术化与技术科学化的趋势

科学研究越来越离不开技术提供的物质条件和手段,不论是对外太空的观测和探索还是对高能物理、生物基因的研究,离开了研究的技术手段,科学研究就无法进行,这就是科学的技术化趋势。只有发展科学技术化,才能增强科学研究能力,快速取得研究成果。而新的技术的发展,愈来愈依赖于科学理论的指导。在科学理论的指导下进行技术开发,技术成果的技术含量高、开发速度快、社会经济效益好,这就是技术科学化趋势。

(4)科技投入与产出迅速增加的趋势

随着社会经济的发展、教育和科技水平的提高,对科学研究、技术创新投入的人力、财力、物力呈现逐渐增加的趋势。19 世纪末各国科技人员总数只有 5 万多人,到 20 世纪中叶达到 40 多万人,到 70 年代增加到 500 多万人。在财力投入上,一些发达国家用于科学研究的经费平均每年递增 15%,比国民经济的平均增长率 3%~4% 高出 3~4 倍。科技投入的迅速增长带来科技产出的加倍增长。科技对经济增长的贡献率在 20 世纪初只占 5%~20%,到 20 世纪 70 年代增加到 60%~80%。科技发展已经成为推动经济发展的最强大的力量。

3. 科技进步促进生产力发展

科学的本质就在于揭示事物运动与发展的客观规律。科学通过揭示自然与社会发展的规律推动社会经济按照客观规律向前发展,科学与技术进步促进生产力加快速度向前发展。

从生产力的发展历史来看,科学技术进步对生产力发展具有巨大

的促进作用。在人类生产力的发展史约 1 万~2 万年中,大致分为两个时期。在前发展时期,时间为 19 世纪以前,人类还没有有意识地将科学技术与生产力相结合,生产力的发展长期呈现发展水平低下、发展速度缓慢的状态;在后发展时期,时间为 19 世纪以来,人类有意识地将科学技术与生产力相结合,生产力的发展就迅速改观,呈现出发展水平迅速提高、发展速度越来越快的状态。从科学技术与生产力发展的关系角度来看,又以 19 世纪中叶为分水岭,分为两个阶段,前一阶段的生产力的发展顺序是“生产—技术—科学”,即人类为生存而进行生产,在生产过程中积累和总结经验,从生产经验中提炼出技术,在经验和技术基础上提升到科学理论。在这一阶段,生产力的发展相对比较慢。到 19 世纪中叶,出现了科学家,他们热衷于研究科学原理和科学规律,使科学理论得到了很快的发展,然后将科学原理转变为生产技术,通过技术变为生产力,这时生产力的发展顺序变成“科学—技术—生产”,科学技术和生产力相互促进,生产力得到了突飞猛进的发展。如 1831 年法拉第发现了电磁感应原理,1866 年西门子根据该原理发明了自激式直流发电机,1879 年相继发明了电灯,出现了电站和输电网、交流输电等技术,由此引发的电力革命带动了 19 世纪末 20 世纪初的第二次产业革命。1864 年麦克斯韦提出电磁理论,1888 年赫兹实验证实,1896 年马可尼和波夫根据电磁理论发明了无线电报,1916 年第一座大功率无线电台建立;1946 年出现了电子计算机及其在生产中的广泛应用。这一系列建立在电磁学原理基础上的电子技术,促成了生产力发展史上的第三次产业革命——信息革命。

科学技术就是第一生产力,已经成为现代社会的共识。科学技术促进生产力的发展,体现为以下几个方面。

(1) 产业发展高层次化

人类活动最早是采集和狩猎,然后进入农业社会、工业社会、后工业社会等。在农业社会中,以第一产业为主;到工业社会,以第二产业包括工业、矿业、建筑业为主;到后工业社会,以第三产业包括高新技术产业、通信、运输、金融保险、教育与科研、商业与服务等为主。随着科学技术的发展,生产力和产业结构不断向高层次发展。

(2)产品的科技含量高度密集化

产品中的科技含量,是指产品在加工制作过程中更多采用科学技术从而增加的价值量。近几十年来,由于科学技术进步,产品的增加价值快速提升,扣除通货膨胀因素,每隔10年,产品的单位重量价格就上涨10~30倍。20世纪50年代,每公斤钢铁约1元,代表性产品船舶每公斤增值3元。60年代,代表性产品汽车每公斤增值30元,洗衣机每公斤增值60元,电冰箱每公斤增值90元。70年代,代表性产品微机,每公斤增值达到1000多元。数据表明,随着科技进步,产品科技含量向高密度发展,其价值必然迅速增长。

(3)生产力的结构、形式发生了重大变化

经典理论认为,生产力=劳动者+劳动资料+劳动对象。新的观点认为,生产力=(劳动者+劳动资料+劳动对象+经济管理+经济信息+教育)×科学技术。更有专家认为,生产力=(劳动者+劳动资料+劳动对象)科学技术。科学技术在生产中的作用,是对其他要素效能的提高,当它与其他要素结合后,对生产力会产生巨大的倍增效应或指数式增长效应。科学技术会使劳动者素质提高,使劳动资料利用效率提高,提高劳动对象的利用程度。经济管理高效化,使经济信息发挥指导作用,教育使劳动者适应科技化生产的要求。

以新的观点分析我国的生产力发展状况,可以发现许多问题:

从我国劳动力素质情况来看,在技工方面,我国与日本相比,高级技工比例仅为日本的1/16,大专以上的人员比例仅为日本的1/11。发达国家具有大学水平的工程技术人员占职工总数的25%~30%,而我国具有中专以上的技术人员只占职工总数的8%。

从我国劳动资料情况来看,根据世界银行1985年对中国生产设备情况的统计资料,我国企业生产设备的技术水平十分落后,其中1/5为60~70年代水平;技术陈旧但尚可使用的约占1/5;技术落后、应该淘汰的生产设备比例高达55%~60%。

从能源消耗和原材料利用率来看,我国生产1亿美元产值对标准煤的消耗为21万吨,美国为9.1万吨,我国为美国的2.3倍;日本为3.7万吨,我国为日本的5.7倍。我国的木材利用率仅为50%,发