

A Study on Efficiency of Technological
Innovation in Hi-tech Industry

高新技术产业

技术创新效率研究

刘伟/著



科学出版社

教育部人文社会科学规划基金项目“高新技术产业技术创新的效率测度及其影响因素研究”(项目批准号:11YJC790119)和“辽宁省高等学校优秀人才支持计划项目”(项目批准号:WJQ2013027)的研究成果之一
由大连市学术专著资助出版评审委员会资助出版

A Study on Efficiency of Technological
Innovation in Hi-tech Industry

高新技术产业 技术创新效率研究

刘 伟/著

科学出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

高新技术产业技术创新效率研究 / 刘伟著. —北京: 科学出版社, 2014. 10

ISBN 978-7-03-042182-1

I. ①高… II. ①刘… III. ①高新技术产业-技术革新-研究-中国
IV. ①F279.244.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 240722 号

责任编辑: 牛玲 张翠霞 / 责任校对: 桂伟利

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 无极书装

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销



*

2014 年 10 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2014 年 10 月第一次印刷 印张: 12 1/4

字数: 180 000

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

自从 1912 年熊彼特在《经济发展理论》中提出创新理论并将其引入经济学体系以来，创新已成为政府、产业界、企业界及研究者关注的焦点。创新问题从微观层面的技术创新、管理创新、制度创新和知识创新，发展到了宏观层面的国家创新系统。国际竞争的实质是科技水平的竞争，是科学技术转化为现实生产力的竞争，创新能力已经成为世界各国在日趋激烈的国际竞争之中立于不败之地的决定性因素。建立在现代科学技术最新成果基础上的高新技术产业，以市场潜力大、产业关联度高、技术层次高、附加价值高、能源依存度低等优点，带动了各国产业结构的调整和产品技术的升级。同时，也逐渐成为拉动国民经济增长、促进经济增长方式转变的重要力量，在经济发展中占据着越来越重要的地位，成为各国国民经济的支柱产业，其发展状况直接影响到一个国家在世界经济格局中的地位和作用。

20 世纪 80 年代以来，世界主要大国都把发展高新技术产业作为 21 世纪保持强国优势的法宝，美国、日本、韩国及欧盟国家都加快了高新技术产业创新和发展的步伐。众多发展中国家也在积极努力，并采取各种政策措施来鼓励和促进本国高新技术产业的发展，以缩小与发达国家之间的差距。美国

早在 2010 年就制定了国民生产总值 10 万亿美元的目标；在克林顿总统“创业政府”和“高科技风险投资”的基础上，布什总统在任期间政府大力发展军民两用高新技术产业，力图保持在世界经济中的领导地位。日本在 20 世纪 80 年代就确立了产业立国的战略，成为仅次于美国的世界第二经济强国；90 年代后，日本经济出现连续衰退，于是科技立国、大力发展高新技术产业成为日本政界、企业界和学术界的共识，“政”“产”“学”“研”四位一体的互动式高新技术产业发展模式逐步确立。欧盟在推进区域经济一体化的同时，为增强在国际经济中的竞争力，各主要成员国都在大力发展高新技术产业，尤其是德国、英国、法国的高新技术产业发展令世界刮目相看。作为新兴经济体的韩国，在 21 世纪科学技术革新规划中，确立世界第七科技强国的目标，明确了高新技术产业在国民生产总值中的比重要到 30%。然而，就全球来看，高新技术产业的产值创造仍然集中在美国、日本和欧盟等主要发达国家。但是，高新技术产业的发展已经引起世界各国的普遍重视。

尽管我国是科技大国，但是高新技术产业的起步较晚。1986 年 3 月，邓小平同志对王大珩等一批科学家提出的“关于跟踪研究外国战略性高技术发展的建议”做出重要批示。在充分论证的基础上，党中央、国务院果断决策，于 1986 年 11 月启动实施了“高技术研究发展计划”（“863”计划），提出：在今后几十年内，选择生物技术、航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、能源技术和新材料技术等七个领域作为发展高技术的重点，旨在提高我国的自主创新能力，坚持战略性、前沿性和前瞻性，以前沿技术研究发展为重点，统筹部署高技术的集成应用和产业化示范，充分发挥高技术引领未来发展的先导作用。1988 年 7 月，国家科学技术委员会（今中华人民共和国科学技术部）根据党的十三大提出的“注意发展高新技术新兴产业”的要求，以及党中央关于发展高新技术新兴产业的部署，在全国开始实施“火炬计划”，接着国务院于 1991 年年初批准建立 27 个国家级高新技术产业开发区。1995 年，政府又提出了“科教兴国”战略。这一系列的战略行动，伴随着我国经济的快速增长和进一步改革开放，促进了我国高新技术产业的蓬勃发展。到 1999 年年底，我国已建立了 53 个国家级高新技术产业开发区和数

十个省级高新技术产业开发区。这既为 2000 年后我国形成具有一定优势的高新技术产业创造了条件，也为国民经济向更高水平的稳定发展准备了后劲。

当前，我国经济已经进入工业化中后期，经济、社会的持续高速和全面发展将从更多地依赖资源和环境的消耗转变到更多地依靠创新驱动。从中国共产党第十六届中央委员会第五次全体会议到 2006 年年初发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》，再到 2007 年全国科学技术大会和党的十七大，明确将“提高自主创新能力，建设创新型国家”提升到国家战略的高度，这为我国高新技术产业的发展提出了新的历史机遇。2009 年，我国高新技术产业总产值达到 8845.9 亿美元，超过美国的 7276.9 亿美元，位居世界第一位；高新技术产业出口额为 3483.0 亿美元，高新技术产业出口额占制造业出口额的比重为 27.5%，都位居世界前列。我国已经成为世界高新技术产业大国。但是，我国还不是高新技术产业强国，2009 年，我国高新技术产业的研发强度仅为 1.48%，远低于美国的 19.74%、日本的 10.50%、德国的 6.87%、英国的 11.10% 和韩国的 5.86%^①。不论高新技术产业的技术创新能力，还是高新技术产品的科技含量和国际竞争力等都落后于发达国家，高新技术产业的发展更多依靠的是加工贸易，自主创新能力较弱。因此，发展高新技术产业，提升高新技术产业的自主创新能力，对推动产业结构升级，提高劳动生产率和经济效益，具有不可替代的作用。我国建设创新型国家和加强自主创新、提升产业国际竞争力的发展思路，必然要求高新技术产业加快发展。

高新技术产业是技术创新占主导地位的产业，在加大研发强度、注重创新资源的总量投入的同时，更要注重其效率问题，特别是在相对于发达国家我国高新技术产业创新资源严重不足的情况下，效率问题就变得更为突出。因此，如何对我国高新技术产业技术创新效率进行合理评价，分析效率的影

^① 资料来源：《中国高技术产业统计年鉴》（2011 年和 2013 年），其中日本的数据为 2008 年，英国的数据为 2007 年，德国、英国和韩国的数据为 2006 年。

响因素及作用机制,找到促进高新技术产业技术创新效率提高的现实途径,实现高新技术产业技术创新能力和竞争力提升,这是本书将要深入探讨的问题。

在总结和借鉴国内外有关高新技术产业技术创新以及效率测度方法的研究基础之上,本书重点对我国高新技术产业技术创新效率进行测度和评价。通过系统地研究高新技术产业技术创新水平的测度指标,构建出较为完善的技术创新投入与产出指标体系,并建立了基于非参数估计方法的高新技术产业技术创新效率的测度模型。各章的主要内容如下所示。

第一章:高新技术产业技术创新效率理论。首先对高新技术、高新技术产业的概念进行界定,并分析高新技术产业的特征;其次,对技术创新、效率和技术创新效率等相关概念的内涵进行阐述,并对技术效率、技术进步和全要素生产率之间的关系进行论述;再次,对效率测算的参数方法和非参数方法进行理论推导和适用性分析,在此基础上说明了测度技术创新效率的三阶段 DEA 模型、DEA-Malmquist 生产率指数和 Bootstrap 方法;最后,论述所有制结构、规模、市场结构和政府行为四个因素对高新技术产业技术创新效率的作用机制。

第二章:中国高新技术产业技术创新现状、发展趋势与国际比较。首先从产出规模、劳动力规模、进出口贸易状况、内外资规模等四个方面分析我国高新技术产业的总体发展现状和趋势;然后,分析我国高新技术产业技术创新的投入产出现状和趋势;最后,从产出规模、研发强度和劳动生产率等三个方面进行高新技术产业技术创新的国际比较。

第三章:高新技术产业不同行业的技术创新效率测度。以我国高新技术产业的行业面板数据(2000~2009年),基于三阶段 DEA 模型,在控制环境因素的基础上测算我国高新技术产业的技术创新效率。结果表明,在剔除政府支持、市场结构、企业规模、所有制结构等环境因素以前规模效率(scale efficiency, SE)被高估,纯技术效率被低估。与经典 DEA 模型相比,三阶段 DEA 模型的测算结果更符合经济现实,更能客观地反映各行业的研发创新效率水平。

第四章：高新技术产业不同行业的技术创新效率动态变化分析。运用 Malmquist 指数对我国高新技术产业（2001～2009 年）的技术创新效率变动进行测算，通过 Bootstrap 方法对效率测度的测度值进行纠偏。结果表明，2001～2009 年我国高新技术产业技术创新的全要素生产率（total factor productivity, TFP）处于不断改善的趋势，而各个连续年度的技术效率和技术进步并不稳定。Bootstrap 纠偏估计显示，DEA-Malmquist 方法得到的 TFP 变化及其分解指数并不一定是显著的，经 Bootstrap 纠偏的技术效率值会有所减小。

第五章：高新技术产业技术创新效率的区域差异分析。将三阶段 DEA 模型与 Bootstrap 方法相结合，在控制环境因素和随机误差影响的基础上测算我国省际高新技术产业的技术创新效率，同时计算效率的置信区间。结果表明，我国高新技术产业技术创新效率还比较低，而且各省（自治区、直辖市）之间差异较大。所有制结构、政府支持、企业规模、市场结构等环境因素，对我国不同地区高新技术产业创新效率影响显著。纠偏后技术创新效率整体有所下降，但“东高西低”的格局并未改变。

第六章：高新技术产业技术创新效率的动态变化及区域收敛性。使用 DEA-Malmquist 方法与 Bootstrap 方法，对 2000～2010 年我国省际高新技术产业技术创新的全要素生产率变动进行测算，并给出效率估计值的显著性水平。在此基础上，对省际高新技术产业技术创新的全要素生产率的变动差异进行收敛性检验。结果显示，2000～2010 年，我国高新技术产业技术创新的全要素生产率处于不断波动中，技术创新效率的改进并不理想；从三大区域和各省市的情况来看，高新技术产业技术创新的 TFP 变动方向存在显著差异，各省市高新技术产业技术创新效率的变动表现出较强的收敛趋势。

第七章：提升高新技术产业技术创新效率的政策选择。以本书中的研究结论为依据，结合国内外高新技术产业技术创新的比较进行分析，并提出促进高新技术产业技术创新效率提升的政策建议。

本书由大连市学术著作出版基金资助出版。

由于笔者时间和水平有限，书中难免存在不足之处，望广大读者批评指正。

目 录

第一章 高新技术产业技术创新效率理论	1
第一节 高新技术产业的界定	1
一、高新技术	1
二、高新技术产业	2
三、高新技术产业的特征	6
第二节 技术创新效率的相关概念	9
一、技术创新	9
二、效率	11
三、技术效率、技术进步与全要素生产率	16
四、技术创新效率	19
第三节 效率测度的方法	20
一、随机前沿分析	21
二、数据包络分析	25

第四节	高新技术产业技术创新效率的影响因素及其作用机制	29
一、	所有制结构	29
二、	规模	32
三、	市场结构	36
四、	政府行为	40
第五节	本章小结	42
第二章	中国高新技术产业技术创新现状、发展趋势 与国际比较	43
第一节	中国高新技术产业总体发展现状及趋势	43
一、	中国高新技术产业的产出规模	43
二、	中国高新技术产业的劳动力规模	45
三、	中国高新技术产业的进出口贸易状况	46
四、	中国高新技术产业的内外资规模对比	48
第二节	中国高新技术产业技术创新现状及趋势	50
一、	中国高新技术产业技术创新的产出规模	50
二、	中国高新技术产业技术创新的投入规模	54
第三节	高新技术产业技术创新的国际比较	57
一、	高新技术产业规模的国际比较	57
二、	高新技术产业研发强度的国际比较	59
三、	高新技术产业劳动生产率的国际比较	60
第四节	本章小结	61
第三章	高新技术产业不同行业的技术创新效率测度	63
第一节	中国高新技术产业不同行业的技术创新差异	64

第二节 高新技术产业技术创新效率的相关研究	69
第三节 高新技术产业技术创新效率的测度方法与指标	70
一、高新技术产业技术创新效率的测度方法	70
二、高新技术产业技术创新效率的测度指标	73
第四节 高新技术产业不同行业的技术创新效率分析	77
一、原始效率测算结果	77
二、不同行业技术创新效率的影响因素分析	82
三、投入调整后的技术创新效率测算结果	84
第五节 本章小结	85
 第四章 高新技术产业不同行业的技术创新效率 动态变化分析	 89
第一节 高新技术产业技术创新效率动态变化的相关研究	89
第二节 动态效率的测度和模拟方法	91
一、效率测度方法和模型	91
二、Bootstrap 方法	93
第三节 高新技术产业技术创新动态效率变化的 测度指标和样本	95
一、技术创新投入与产出变量	95
二、样本和数据	97
第四节 高新技术产业技术创新效率变化及其分解	98
第五节 高新技术产业技术创新效率的 Bootstrap 纠偏结果分析	105
第六节 本章小结	108

第五章 高新技术产业技术创新效率的区域差异分析	111
第一节 中国高新技术产业技术创新的区域发展水平	112
第二节 区域视角的高新技术产业技术创新效率相关研究	114
第三节 高新技术产业技术创新效率的区域差异分析方法 与指标选择	116
一、高新技术产业技术创新效率的区域差异分析方法	116
二、高新技术产业技术创新效率区域差异分析的指标选择	116
第四节 区域高新技术产业技术创新效率的测算	120
一、第一阶段：传统 DEA 模型实证结果分析	123
二、第二阶段：SFA 模型实证结果分析	124
三、“过渡”阶段及第三阶段：调整投入的 DEA 模型实证 结果分析	127
第五节 区域高新技术产业技术创新效率的聚类分析	133
第六节 本章小结	135
第六章 高新技术产业技术创新效率的动态变化 及区域收敛性	137
第一节 高新技术产业技术创新效率的区域动态变化相关研究	137
第二节 区域高新技术产业技术创新效率变化的分析方法 和指标选择	139
一、区域高新技术产业技术创新效率变化的分析方法	139
二、区域高新技术产业技术创新效率分析的指标选择	139
第三节 区域高新技术产业的技术创新效率影响因素	142
第四节 高新技术产业技术创新效率动态变化的 区域收敛性分析	154

第五节 本章小结	159
第七章 提升高新技术产业技术创新效率的政策选择	161
一、准确定位政府在高新技术产业技术创新中的角色	161
二、推进高新技术产业的产权制度改革，建立多元化的 所有制结构	162
三、壮大大型高新技术企业规模，扶持中小企业发展， 培育合理的竞争性市场环境	164
四、引导区域创新资源的流动，在错位发展的基础上，促进 区域高新技术产业技术创新效率的相对均衡提升	166
五、促进高新技术产业行业间的协调发展，提升创新效率 和产业竞争力	167
六、培养和吸引高素质的科技人才，为高新技术产业的创新 储备人力资本	168
参考文献	170

第一章

高新技术产业技术创新效率理论

第一节 高新技术产业的界定

一、高新技术

高技术的概念起源于 20 世纪 60 年代的美国，但是直到 1971 年才在美国国家科学院的《技术和国际贸易》一书中给出其基本含义，用以表达在经济上能够取得重大效益的尖端技术。1983 年，高技术一词被正式收录进美国出版的《韦氏第三版国际词典补充 9000 词》，作为一个正式的名词被确定下来，意为涉及生产和使用先进、精密、尖端的方法或仪器的科学技术。1988 年，经济合作与发展组织（OECD）把高技术定义为需要以充满活力和持续进步的研究和开发为基础的迅速发展和高度综合的技术。高技术是一个动态的概念，随着时间的推移，高技术的主要内容和涉及范围都会有所改变，新的高技术将陆续出现，一些发展成熟的技术也会变为一般技术。在不同的国家，其定义和解释也不完全一致。

我国高技术概念的提出和受到普遍关注是从 1986 年国家提出的“863”计划开始的。而“高新技术”这一概念的提出，应该溯源于我国的“火炬计划”。1988 年 7 月，国家科学技术委员会（今中华人民共和国科学技术部）根据党的

十三大提出的要“注意发展高技术新兴产业”的要求和党中央关于发展高技术新兴产业的部署，在全国开始实施“火炬计划”。它是“863”计划的增补计划，即提出将生物技术等七个领域作为发展高技术的重要领域。与“863”计划明显不同的是，这个指导计划将以前的“高技术产业”延伸为“高技术、新技术产业”，将“高技术产品”拓宽为“高技术、新技术产品”，并且提出了创办“科技型（高技术）企业”（又称“高技术、新技术企业”），组建“高技术、新技术产业开发实验区”的有关方针政策。在之后的实践中，也常把高技术与新技术混在一起，统称为“高新技术”。因此，“高新技术”就成为在中国应用比较广泛的概念，其含义既包括足够代表当时科技发展最高水平的高技术，也包括相对于旧技术而言，能够填补国内技术空白的新技术。当然，“高”和“新”也不是在所有场合都是统一的，中国之所以在高技术的界定上再加一个“新”字，是为了反映中国对能填补国内空白的技术的重视程度。根据世界高新技术发展的趋势和我国的实际情况，国家划定了我国高新技术发展的 11 个领域，具体包括：微电子科学和电子信息技术，空间科学和航天技术，光电子科学和光电一体化技术，生命科学和生物工程技术，材料科学和新材料技术，能源科学和新能源、高效节能技术，生态科学和环境保护技术，地理科学和海洋工程技术，基本物质科学和辐射技术，医学科学和生物医学工程，其他在传统工业基础上运用的新工艺和新技术。

高新技术的概念具有强烈的中国特色，本书沿用国内普遍的提法，即“高新技术”的概念。高新技术是一种知识密集型的技术，是利用现代科技成果或者建立在最新科学成就基础上形成的尖端技术。在高技术概念上加上“新”字，是基于对我国现实的客观认识，对我国空白领域的技术的重视。

二、高新技术产业

1. 高新技术产业的定义

目前业界对高新技术产业的界定存在较大的分歧。

美国劳工统计局对高新技术产业的定义：研究试制费以及科技人员与职工总数的比例比整个制造业高出一倍以上的产业，即高新技术产业。

美国学者纳尔逊（R. Nelson）在《高技术政策的五国比较》一书中指出，所谓高新技术产业，是指那些以大量投入研究与发展资金以及迅速的技术进步为主要标志的产业。

美国学者杜迪（F. D. Doody）和芒塞（H. B. Muntser）认为，高新技术产业可以被定义为一类体现出高增长率、高额的研究与开发费用、高附加值、强烈的出口导向和劳务密集（这里专指高技能的劳务）的生产技术公司。

日本长期信用银行对高新技术产业的定义为：能节约资源和能源，技术密度高，技术革新速度快，而且由于增长能力强，能在将来拥有一定的市场规模，能对相关产业产生较大波及效果。

在英国，高新技术产业被视为一些包含信息技术、生物技术，以及许多位于科学和技术进步前沿的其他技术所构成的产业群体。

法国经济学家认为，仅仅当一种新产品使用生产线生产并且拥有高素质的生产者，占有一定的市场份额并且已形成新分支产业时，该产业才能称为高新技术产业。

澳大利亚科学与技术部把高新技术产业定义为投入大量研发经费，同科学技术人员密切联系生产新产品，并且有科学或技术背景的一些产业。

OECD 对高新技术产业的定义为：高新技术产业是指研发（R&D）经费占总产值的比例远高于各产业平均水平的产业。

我国科学技术黄皮书第三号《中国科学技术指标 1996》将具有较高的技术密集度的制造业产业定义为高新技术产业。

综上所述，一般认为高新技术产业是以高新技术为基础、从事一种或多种高新技术及其产品的研究、开发、生产和技术服务的企业集合。其产品的主导技术必须属于所确定的高技术领域，而且必须包括高技术领域中处于技术前沿

的工艺或技术突破。

2. 高新技术产业的界定标准

目前,国际上还没有对高新技术产业的统一界定。不同的国家往往根据本国经济社会发展的水平,采用不同的方法和标准来界定高新技术产业。

实践中,应用最广泛的界定标准主要有两个:一是美国商务部确定的界定标准。该标准主要包括四项指标:①研发支出占销售量的份额;②科学家、工程师及技术人员占有所有从业职工的比重;③产品所采用的主导技术必须在所确定的高新技术领域范围之内;④产品所使用的主导技术必须包括高新技术领域中处于技术前沿的工艺或技术突破。按照这一标准,美国商务部将 R&D 费用在所研究产业总产值中所占的比重在 10% 以上,或者科技人员在总就业人数中所占的份额在 10% 以上的产业界定为高新技术产业。另外,该产品的主导技术必须属于所确定的高新技术范围之内,并且必须包括高新技术领域中处于技术前沿的工艺或技术。依此标准,在美国,高新技术产业主要包括信息技术、生物技术及新材料技术三大关键领域。

二是 OECD 国家制定的界定标准。OECD 国家为了便于国际之间比较,用 R&D 强度^①来定义和区分高新技术产业,这一标准于 1994 年开始投入实际应用。该标准主要包括研发总费用(即直接和间接研发费用)占该产业总产值的比重、直接研发费用占产业总产值的比重、直接研发费用占产业增加值的比重三个指标,以这三个指标来测算和分类高新技术产业。按照这一标准,OECD 在 20 世纪 80 年代将 R&D 经费占总产值高于 4% 的行业划分为高新技术产业,90 年代后这一标准提高到 8%。OECD 成员国都按该组织确定的划分标准统计高新技术产业,并进行国际比较。1994 年,OECD 通过对其 10 个成员国的研究,按照这个标准得出当时的高新技术产业包括:计算机和办公机械、航天航

^① R&D 强度为 R&D 经费支出占高新技术产业总产值的比重,是用于衡量高新技术产业技术创新能力的最有效指标。