

Research on the Measurement of
Technological Innovation Efficiency and the Path of Innovation

技术创新

效率测度及创新路径研究

魏洁云 著



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

 术著作出版基金资助

技术创新效率测度及 创新路径研究

Research on the Measurement of
Technological Innovation Efficiency and
the Path of Innovation

魏洁云 著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书基于国内外有关创新、创新投入产出关联分析、创新绩效、全要素生产率和不同技术来源对创新绩效影响等文献综述,分析高技术产业创新发展现状,构建多种模型对创新投入产出关联、创新技术效率和全要素生产率增长、不同技术来源对创新绩效静态和动态影响进行分析,提出了高技术产业技术创新发展建设性政策建议。

本书可供高技术产业技术创新、区域经济、产业经济研究的高等院校师生和科技创新人员阅读,同时为相关领域的决策管理人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

技术创新效率测度及创新路径研究 / 魏洁云著.

徐州:中国矿业大学出版社,2016.9

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3269 - 4

I. ①技… II. ①魏… III. ①技术革新—研究 IV.

①F062.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第237291号

书 名 技术创新效率测度及创新路径研究

著 者 魏洁云

责任编辑 姜 华

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 江苏徐州新华印刷厂

开 本 890×1240 1/32 印张 9 字数 260 千字

版次印次 2016年9月第1版 2016年9月第1次印刷

定 价 38.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

中国经济增长面临资源枯竭和能源约束,以往依靠资金、劳动力和自然资源等生产要素的粗放式的发展难以为继。中国经济只能从以要素投入为主的经济增长方式向创新驱动型经济增长方式转变,技术创新必须是推动经济增长的核心动力。2004年,党的十六届四中全会明确提出构建创新型国家的重大战略思想,自主创新成为中国的国家战略。2006年,国家确立了到2020年中国进入创新型国家行列的总体目标。2012年,党的十八大明确提出要实施创新驱动发展战略,强调科技创新必须摆在国家发展全局的核心位置,坚持走自主创新道路。高技术产业在国家调整产业经济结构和促进转型升级中起到举足轻重的作用,越来越受到各国普遍重视。

高技术产业具有耗能耗材少、高投入、高产出、高风险、知识和技术密集等特点。尽管近年来中国高技术产业发展迅猛,但是自主创新能力依然不足,缺乏高端核心技术。其中深层次原因在于中国自主创新意识不强,创新资源投入不足或投入不当,导致创新产出不理想。发达国家经验证明研发投入能促进创新产出,但是事实上,作为发展中国家的中国,作为拥有改革开放30多年经济基础和有一定研发实力的中国,各省域研发投入能促进创新产出吗?高技术产业各省域创新效率如何?高技术产业如何从不同的技术来源中选择来提升创新绩效?弄清楚这些问题有利于改变中国以前的以要素驱动和投资驱动为特征的经济发展模式,调整优化经济结构,大力推动经济进入以创新为驱动力的发

展轨迹,摆脱经济资源约束的困境,提高产品附加值,实现中国经济持续、快速、平稳发展。本研究意义在于进一步丰富我国相关技术创新理论,有利于推进创新型国家建设,有利于促进工业化转型升级。

本书基于国内外有关创新综述、创新投入产出关联分析综述、创新绩效和全要素生产率综述和不同技术来源对创新绩效影响综述,分析高技术产业创新发展现状,构建了多种模型,对创新投入产出关联、创新技术效率和全要素生产率增长、不同技术来源对创新绩效静态和动态影响进行了分析,提出了具有一定建设性的政策建议。

本书通过研究得出以下三点结论:

(1) 研究中国高技术产业五大行业、各省(自治区、直辖市)(本书以下统称为省)1995~2011年共17年创新投入(研发经费或新产品开发经费)对数和创新产出(新产品销售收入或专利申请数)对数之间的格兰杰因果关系。本书尝试运用一种基于似不相关回归系统和自举临界值沃德检验的新方法来解决这个问题。结果表明“电子计算机及办公设备制造业”明显存在从创新产出到创新投入方向的格兰杰因果关系,尤其是存在新产品开发经费和新产品销售收入之间双向格兰杰因果关系;“医药制造业”明显存在从创新投入到专利申请和从新产品销售收入到新产品开发经费单向因果关系;“医疗设备及仪器仪表制造业”存在从新产品开发经费到专利申请和从新产品销售收入到新产品开发经费的单向因果关系;“航空航天器制造业”和“电子及通信设备制造业”不存在任何方向的格兰杰因果关系。河南和湖南2省从研发经费投入到新产品销售收入存在单向因果关系,广东、海南、山西、江西和湖北5省从新产品销售收入到研发经费投入存在单向因果关系,没有一个省存在双向因果关系,其余12省的研发经费投

资和新产品销售收入之间不存在因果关系。

(2) 利用 1995~2011 年 29 省域的研发投入与创新产出数据,运用随机前沿分析和数据包络分析法分别测算了 29 省域高技术产业的研发创新效率。结果表明:17 年间中国高技术产业年均技术效率整体偏低,但是呈现逐年上升趋势,各地区高技术产业的创新效率均值 SFA 测算结果与 DEA 测算结果普遍都很低,尚有 70% 的改善空间,各地区创新效率差异显著,两种方法测算的结果排序具有高度相关性,排序结果显著一致。考察期内全国高技术产业的 TFP 年均增长率为 8.4%,TFP 的增长主要得益于技术进步(6.7%),其次得益于纯技术效率的增长(1.7%),而规模效率改善的贡献较小(0.2%),因此,技术进步成为推动各省域的高技术产业 TFP 增长的主要动力;创新能力高的省域的高技术产业规模效率年均增长率较低,甚至为负值;东、中、西部地区各省域的高技术产业 TFP 年均增长率绝大多数为正值,其中,东部地区高技术产业 TFP 增长最快(9.9%),西部地区次之(9.1%),中部地区最低(7.7%),低于全国平均水平(8.4%)。

(3) 利用随机前沿分析方法实证估计扩展生产函数的系数,推测高技术产业内部研发、技术引进和国内技术购买三种类型获取技术知识的投资对创新能力的影 响。研发人员对于创新的贡献为 0.29,研发人员贡献不如资本投入贡献大;技术引进只有配合投资于内部研发,加强消化吸收能力,否则单独不能提升新产品销售收入推动创新产出;由于国外技术和国内技术存在不同的特征,本书发现投资于国内技术购买有利于提升创新能力,但是不能提高企业的吸收能力。建立 PVAR 模型,通过正交脉冲响应函数和方差分解分离出内部研发、技术引进、购买国内技术和研发人员对创新影响水平。研究表明创新产出、研发经费、国内技术购买和研发人员都会对创新产出产生促进作用;技术引进对创

新产出先抑制后促进;研发与技术引进之间存在替代关系,研发与购买国内技术之间存在互补关系;研发人员对创新成果始终存在稳定的促进作用,其影响要滞后 2 期才达到最大。最后提出针对性政策建议。

本书获得徐州工程学院学术著作出版基金资助,在此表示感谢。

著 者

2016 年 6 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	3
1.2 研究内容和技术路线图	7
1.2.1 研究内容	7
1.2.2 技术路线图	8
1.3 研究方法的主要创新点	9
1.3.1 研究方法	9
1.3.2 主要创新点	10
第 2 章 理论回顾与文献综述	12
2.1 基本理论回顾	12
2.1.1 技术创新理论及其演进	12
2.1.2 效率和创新技术效率理论	17
2.1.3 吸收能力理论	29
2.1.4 技术创新路径理论	36
2.1.5 创新路径选择与创新效率的理论分析	38
2.2 国内外文献综述	39
2.2.1 研发投入和创新产出关联分析综述	40
2.2.2 创新绩效与创新技术效率的研究综述	43

2.2.3	创新路径选择研究综述	46
2.3	本章小结	53
第3章	中国高技术产业创新发展现状分析	56
3.1	高技术产业的界定	56
3.1.1	高技术产业的内涵	56
3.1.2	高技术产业的创新特征	56
3.2	中国高技术产业发展现状及特点	58
3.2.1	产业规模快速增长	58
3.2.2	研发经费等持续增长	59
3.2.3	创新产出不断增长,行业和地区分布集中特征明显	62
3.3	中国高技术产业发展存在问题剖析	65
3.3.1	高技术产业总产值占制造业总产值的比重呈现下降趋势	65
3.3.2	劳动生产率仍然不高	66
3.3.3	研发投入强度依然较低,研发经费区域分布极不均衡	66
3.3.4	专利申请量多,但是发明专利授权少	68
3.3.5	重技术引进,轻消化吸收	69
3.4	本章结论和启示	70
第4章	中国高技术产业研发投入与创新产出关联分析	71
4.1	基于行业的研发投入与创新产出关联测度分析	72
4.1.1	关联测度模型设定及自举面板格兰杰因果关系检验等技术问题	73
4.1.2	基于行业的研发投入与产出关联测度发现	82

4.1.3	基于行业的研发投入产出关联分析实证 研究结论	93
4.2	基于省域的研发投入与创新产出关联测度分析	95
4.2.1	省域研发投入与创新产出的数据说明	96
4.2.2	基于省域的研发投入与创新产出关联测 度研究发现	99
4.2.3	基于省域的研发投入产出关联分析实证 研究结论	104
4.3	中国高技术产业研发投入与创新产出关联分析 结论和启示	105
第 5 章	中国高技术产业创新效率研究	107
5.1	区域创新效率差异度分解研究	108
5.1.1	指标选择和模型设定	108
5.1.2	实证研究和结果分析	110
5.1.3	区域创新差异度分解研究小结	116
5.2	基于 SFA 方法的高技术产业技术创新效率 分析	117
5.2.1	SFA 模型设定	118
5.2.2	变量选择及数据处理	119
5.2.3	基于 SFA 方法的中国高技术产业创新效率 实证分析	125
5.2.4	基于 SFA 方法的中国高技术产业创新效率 实证结论	132
5.3	基于 DEA 方法的高技术产业研发创新效率 分析	134
5.3.1	DEA 研究方法说明	135

5.3.2	基于 DEA 方法的变量选择与数据处理	136
5.3.3	基于 DEA 方法的中国高技术产业创新效率实证分析	137
5.3.4	基于 DEA 方法的中国高技术产业创新效率实证分析结论	148
5.4	技术来源与创新 TFP 增长及其分解	149
5.4.1	创新 TFP 增长研究方法	150
5.4.2	技术来源与创新 TFP 增长及其分解实证分析	151
5.4.3	技术来源与创新 TFP 增长及其分解结论	157
5.5	研发推动高技术产业高(低)端研究	158
5.5.1	研究模型和数据说明	161
5.5.2	高技术产业高端化发展趋势:历年 TFP 变动趋势分析	166
5.5.3	高技术产业低端化发展趋势:行业 TFP 变化及差异分析	170
5.5.4	创新资源投入对高技术产业发展的实证研究	176
5.5.5	结论与政策建议	187
5.6	高技术产业内外资企业创新全要素生产率差异研究	188
5.6.1	研究模型和数据说明	188
5.6.2	高技术产业产业创新 TFP 增长动态变迁	188
5.6.3	结论与政策建议	193
5.7	中国高技术产业创新效率研究结论和启示	193

5.7.1 研究结论	193
5.7.2 政策建议	196
第 6 章 中国高技术产业创新路径选择研究	201
6.1 不同技术来源对创新路径选择影响静态研究	201
6.1.1 创新路径选择影响静态研究模型	201
6.1.2 创新路径选择影响静态研究实证分析	203
6.1.3 创新路径选择影响静态研究结论	208
6.2 不同技术来源对创新路径选择影响动态研究	209
6.2.1 模型设定和数据说明	210
6.2.2 创新路径选择影响动态研究实证分析	211
6.2.3 创新路径选择影响动态研究结论	218
6.3 中国高技术产业创新路径选择研究结论和 启示	219
第 7 章 主要结论、政策建议与展望	222
7.1 主要结论	222
7.2 政策建议	227
7.3 研究展望	232
附录	234
参考文献	246
致谢	270

第1章 绪 论

1.1 研究背景和意义

1.1.1 研究背景

改革开放以来,中国经济高速发展,保持了30多年的快速增长,截至2013年,中国综合国力不断提高,GDP已位列世界第二位,人民生活普遍改善,国际地位不断上升。中国经济走到今天,已经进入非常关键的时期。在过去30多年中,虽然有上下的起伏,但总体来说处在上升通道当中,中国经济利用各方面要素的低廉成本,在比较低的起点上,取得了高速增长。但很可惜的是,中国对经济转型和升级方面的认识不够深刻,虽然从政府到学术界、商界一直在谈转型,特别是“十二五”规划中,产业升级和转型已经作为政府经济工作的核心,但是落实或者说配套的转型模式到目前为止还没有非常明晰的思路。如果在未来三到五年中国处理不好经济的上升通道问题,很可能就会进入一个拐点,或者慢慢进入下降的通道。中国的GDP超过日本,成为全球经济总量第二位,值得高兴但是不值得骄傲,因为中国100年前的现在也是世界第二位。

研究发现,中国经济的快速增长在一定程度上是依靠资金、劳动力和自然资源等生产要素的粗放投入实现的。2013年中国GDP占全球的15%左右,但能源、原材料的消耗,比如石油、煤炭、钢铁、水泥的消耗,基本都占全球的一半。如果按照这种高投

人、高能耗、低效率模式发展到 2025 年,即使全世界的资源也无法支撑中国的发展。高投入、高消耗、低效率换来的高增长,必然是高排放和高污染,导致中国环境持续恶化,这会严重影响中国经济持续健康发展。另外,中国对外技术依赖度高,缺乏核心知识产权,而发达国家牢牢把持产业链高端,攫取超额利润,这不利于中国的国家安全和经济健康平稳发展。

2008 年国际金融危机爆发,使世界经济陷入低迷,更给世界经济敲响了警钟。实体经济创新不足和虚拟经济的金融衍生工具创新过度,是国际金融危机爆发原因之一。要想使实体经济能够摆脱危机走出困境,必须依赖技术创新。此次金融危机挑战和机遇并存,在重创美欧发达经济体导致自 20 世纪 30 年代大萧条以来最严重衰退的同时,也催生全球新技术和新产业。作为中国经济发展的火车头的广东省,也面临着严重的资源约束,从 2010 年起,珠江三角洲出现大面积用工荒并逐渐蔓延到长江三角洲等地区,进而导致大量企业倒闭。目前中国依靠资金、劳动力和自然资源等生产要素投入的经济增长方式已经难以为继,中国需要新的经济推动力,这个推动力就在于技术创新,然而恰恰是技术创新不足导致现在中国经济发展受到约束。实践证明,每一次大危机都推动着科技进步,催生着新兴产业。中国不能错失这一次历史时机,要由资源约束倒逼技术创新。党中央不失时机地明确将自主创新作为国家发展战略,提出发展高技术产业,促进经济增长由主要依靠消耗物质资源的粗放式转变成依靠技术进步、创新管理模式、提高劳动者素质的集约式,实现经济又好又快发展。

创新是社会发展的动力,是经济增长的源泉和路径,也是中国近阶段经济发展的主要努力方向,创新型经济是近期关注的热点问题之一。创新型经济的建设对经济的增长、经济结构的变革、产业结构的升级具有重要的意义。

近年来,中国高技术产业发展迅速,其工业增加值占制造业的比重从2000年的9.3%增加2011年的12%,占GDP的比重也从2000年的2.8%增加到2011年的5%,成为推动中国经济增长、促进产业结构优化升级的一个富有活力的增长点。高技术产业是一个知识和技术密集型产业,高研发投入、高创新性是其区别于传统产业的重要特征。高技术产业凝聚着最新科技成果,代表着经济发展方向,反映一个国家科技实力、经济实力和综合国力。因此,提高高技术产业研发创新资源的利用效率和研究多种技术创新源选择对促进其健康发展具有重要的意义。

本书专注于高新技术产业的原因是三个。首先,这些行业比其他行业更有技术密集的创新活动,在一定程度上反映了中国的创新能力的最高水平。第二,因为中国的工业化进程的历史短,投资在科学和研究上不足,实际上中国高新技术产业相对于发达国家产业并没有“高”在技术意义上。在其发展的早期阶段,这些行业的相当一大笔钱花在外部技术上,这就有可能在不同的技术之间比较技术能力的贡献大小。第三,更实际的原因,有大量的数据用于分析。中国政府自1995年以来已经记录了这些行业31个省域的30多个创新指标,为本书利用面板数据实证检验创新活动提供了机会。

本书的研究的目的在于,考察中国高技术产业的创新效率、创新全要素生产率增长情况,探讨高技术产业不同技术来源对创新绩效影响,为调整优化经济结构,大力推动经济进入以创新为驱动力的发展轨迹,摆脱经济资源约束的困境,提高产品附加值,实现中国经济持续快速平稳发展提供政策建议。

1.1.2 研究意义

首先,本研究进一步丰富中国相关技术创新理论,为中国产业技术创新的发展与模式选择提供理论支持。自200多年前亚

当·斯密提出“到底是什么驱动经济增长”这一难题以来,几乎吸引了所有经济学家的注意力。从古典经济学派到新增长学派,对此问题孜孜以求,各抒己见。归纳起来,西方经济增长理论经历了四个阶段,分别是资本决定论阶段、技术决定论阶段、人力资本决定论阶段和创新决定阶段。经济增长取决于经济系统内部力量,而不是外部力量,经济增长的源泉在于创新。正如罗默理论认为,经济收益递增模型,是以知识创新和专业化人力资本为核心的经济增长,它不仅可能形成资本收益的内部递增,而且能使传统生产要素也随之产生递增效益,从而牵动整个经济的规模效益递增,突破传统意义上的增长极限。自从熊彼特(1942)^[1]确立内部研发在企业创新中重要地位之后,大量学者在知识生产函数框架下探讨研发与创新产出之间的关系。Solow(1957)^[2]推导出新的经济增长方程,指出技术进步对经济的重要贡献。Romer(1986)^[3]和Lucas(1988)^[4]将技术进步作为内生变量,提出新的经济增长理论,认为技术进步才是保持经济长期增长的真正动因。但是在开放式的创新环境下,企业已不能依靠对自身资源的垄断性来独立创新,企业需要从外部创新主体获取创新资源进行技术创新。除了内部研发之外,企业也可以从技术市场上获取有用技术知识(Arora, 2001^[5]),提高创新产出绩效。中国正处于技术追赶阶段,绝大多数技术并不处于前沿面上,完全有必要从国外市场或国内市场获得技术支持。因此,中国就出现了复杂的学习和创新的模式。高技术产业的技术创新来源主要有自主研发、外国直接投资、技术引进和国内技术购买四个渠道。不同创新投入来源渠道能否提升创新绩效?技术引进能否带动高技术产业自主创新,它们之间对高技术产业创新水平互动关系怎样?内部研发和外部研发到底存在怎样关系?怎样协调内外部研发经费的平衡才有利于创新绩效

最大化? 研究清楚这些问题有助于评估高技术产业内部研发、技术引进、国内技术购买的贡献,分析存在的问题,为政府制定政策提供参考。

其次,本研究有利于推进创新型国家建设。许多国家陷入“资源诅咒”怪圈难以自拔,致使经济长期徘徊不前甚至倒退,中国要从中吸取深刻教训。亚洲各国和地区的经济增长大多是依靠增加有形资本和劳动力投入取得的成就,而不是靠技术效率的提高来驱动的。这种依靠要素投入驱动经济增长存在经济报酬递减规律的制约,这些亚洲国家都不能维持长久的经济高速增长。中国地大物博,人口众多,人均资源相对贫乏。依靠拼资源推动经济发展的旧模式难以为继,中国需要新的经济发展方向。创新型经济理论强调创新,摆脱了索洛模型中规模报酬递减规律的约束,而是强调规模报酬递增。创新是推动经济增长的根本动力,它有利于提高生产率和竞争力,有助于调整和升级产业结构,转变经济增长方式,提高可持续性发展水平。一个国家首先要成为科技强国,然后才能成为经济强国。现在中国经济总量尽管超过日本位居世界第二,但是中国不能称为经济强国。全世界 80% 多的研发投入和发明专利掌握在发达国家手中,中国缺乏自主知识产权和核心技术,导致中国依靠廉价劳动力等资源换取国际竞争优势,在国际产业分工中处于微笑曲线低端位置。党的十六届四中全会明确提出构建创新型国家的重大战略思想,自主创新成为中国的国家战略。2006 年国家确立了到 2020 年中国进入创新型国家行列的总体目标^①。世界上

^① 2006 年 2 月 9 日国务院发布实施《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020 年)》,确定到 2020 年,全社会研究开发投入占国内生产总值的比重提高到 2.5% 以上,力争科技进步贡献率达到 60% 以上,对外技术依存度降低到 30% 以下,本国人发明专利年度授权量和国际科学论文被引用数均进入世界前 5 位。