

浙江省 R&D 投入社会边际收益率的测度与分析

摘要

从宏观的角度定量分析 R&D 投入的经济效果, 是经济学和管理学的重要研究课题; 浙江省作为研究对象更具有针对性和现实意义。近几年来, 浙江省经济发展很快, 但 R&D 投入增长缓慢, 成为名副其实的科技滞后于经济发展型省份。浙江省经济增长是否与 R&D 投入相关? R&D 投入对经济增长的影响力有多大? 本文将通过测度 R&D 投入社会边际收益率来揭示这些问题。

本文的核心内容是研究 R&D 存量的测算方法, 进而测算浙江省 R&D 投入对经济增边际收益率。测算 R&D 存量是测度 R&D 投入社会边际收益率的关键。本文采用了效用数法, 并借鉴了 Roberto Esposti 教授和 Pierpaolo Pierani 教授建立的数学模型来测算效用数中的一系列 R&D 投入效用权重。基于此方法, 本文测算了浙江省不同类型 R&D 投入用权重、R&D 存量和 R&D 投入的产出弹性。测算不同类型 R&D 投入效用权重的结果表明, 同类型 R&D 投入有着不同 R&D 投入效用权重, 因此不同的研究投入对 R&D 存量的贡献额不同。其中, 基础研究投入对 R&D 存量的贡献最大, 其次是应用研究投入, 最后是验与发展投入。产出弹性的测算和统计检验结果表明浙江省 R&D 投入与其经济增长正相关, 本文进而测度了浙江省 R&D 投入社会边际收益率。为了分析浙江省 R&D 投入社会边际收益率, 本文同时测算了上海市 R&D 投入的边际收益率, 并将结果与浙江进行比较。浙江和上海市 R&D 投入社会边际收益率之间的差距反映了浙江省和上海市 R&D 投入经济效的不同。本文从 R&D 存量、GDP 与 R&D 存量的比值和 R&D 投入产出弹性三方面对浙省/上海市 R&D 投入的经济效果差异进行比较和分析, 得出以下结论: 浙江省 R&D 投入总量少、科技进步的年平均增长速度慢和历年 R&D 经费投入结构不合理导致了浙江省 R&D 存量少; R&D 投入强度低、R&D 投入强度与经济发展水平不相适应导致了 GDP 与 R&D 存量的比值大和落差大; 浙江省 R&D 投入产出弹性低和历年 R&D 存量对产出贡献低反映了浙江省 R&D 投入产出效益差, 而浙江省 R&D 投入产出效益差的主要原因是浙省 R&D 资源配置不合理、浙江省高技术产业发展缓慢、专利技术含量低。基于以上分析, 本文建议: 政府要在增加 R&D 投入的总量、调节 R&D 支出结构上有所作为; 通过大力发展高新技术产业来提高 R&D 投入产出效益。

本文提出了 R&D 存量与不同类型 R&D 投入有关的新观点; 本文使用的测度 R&D 存

量方法是有效和合理的；本文的研究思路和研究方法对于研究其它区域 R&D 投入的经济效果具有参考应用价值。

关键词：R&D 投入，R&D 存量，效用权重，R&D 投入社会边际收益率，R&D 投入经济效果

Study on Calculating and Analyzing Marginal Productivity of R&D of Zhejiang Province

Abstract

Analyzing the R&D's economic impact on a macroscopical perspective is an important problem for not only for the economics but also for management subject and has been focused on by both the international organization and the China's administrative department. Recently, Zhejiang Province has experienced a fast economic growth, however, the investment on the R&D increases slowly, which makes the Zhejiang actually a province that has its science & technology lag to its economy. Does the growth of economy of Zhejiang Province correlate to R&D investment? How much the R&D investment impacts the growth of economy of Zhejiang province. This thesis will post these problems by calculating the social marginal productivity of R&D.

The core content of this thesis is research on calculating methods of R&D stock, further calculating the Marginal Productivity of R&D. calculating R&D stock is the key to calculating the social marginal productivity of R&D. This thesis adopts the efficiency function method, and use for reference the mathematic model established by professor Roberto Espost and Pierpaolo Pierani to calculate a series of efficiency weights contained in the efficiency function. Based on the method, this thesis calculates a series of efficiency weights of different R&D types, the R&D stock and the R&D output elasticity of Zhejiang Province. The result of R&D output elasticity The result calculated a series of efficiency weights indicates that different R&D types have different efficiency weights, so the expenditure of different R&D types contribute to R&D stock variously. Basic research is the most, applied research is less and development is the least. The result indicates that R&D expenditure of Zhejiang Province has a positive correlation with the economic growth of Zhejiang Province. Subsequently, this thesis calculates the social marginal productivity of R&D. To analyze the social marginal productivity of R&D of Zhejiang Province, this thesis calculates the social marginal productivity of R&D of Shanghai by the same method, and compares the results. The discrepancy of marginal productivity of R&D reflects the difference of the economic impact of R&D expenditure between Shanghai and Zhejiang. This thesis compares and analyzes the difference in the aspects of the R&D stock, the ratio of GDP to R&D stock and the R&D output elasticity, and come to the conclusions: For the gross R&D expenditure is little, the annual average velocity of growth of science and technology advancement is low and the structure of R&D expenditure is unreasonable, the R&D stock of Zhejiang Province is lack. Because the intensity of R&D expenditure is low, the intensity of R&D investment cannot match its economic development level, the ratio and fall of GDP to R&D stock is big. That both the R&D output elasticity and the rate of R&D stock contribute to output is low reflect that the benefit of R&D expenditure and output is poor, and the main reason is that the collocation of the R&D resource of Zhejiang Province is unreasonable, the high tech industry grows slowly and the tech content of patent is poor. Based on the analyses, suggestions and countermeasures are advanced in this thesis: government should take some measures to increase the R&D expenditure and adjust the structure of R&D investment. The benefit of R&D expenditure and output will be boost by accelerating the high tech industry growth.

This thesis advances a new point of view: R&D Stock relates to the expenditure of different R&D types. The method calculating the R&D Stock in this thesis is effective and reasonable. The conception and method in this study has reference significance for studying the R&D's economic impact in else region.

Key Words: R&D expenditure, R&D Stock, efficiency weights, the Social Marginal Productivity of R&D, the economic impact of R&D expenditure

浙江理工大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：我恪守学术道德，崇尚严谨学风。所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已明确注明和引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品及成果的内容。论文为本人亲自撰写，我对所写的内容负责，并完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：吴晓峰

日期：2006年3月8日

第一章 绪论

1.1 研究背景

世界已经进入了知识经济时代，知识经济的来临使国家的竞争和企业的竞争都出现了一些新特点、新变化。宏观来看，无论是老牌的资本主义发达国家，还是新兴工业化国家，都在寻求以新技术为支撑的国家竞争优势；微观来看，企业之间的竞争更多地体现在创造和组织知识以及运用技术能力的竞争上。人们越来越清醒地认识到科学技术在经济发展中的巨大推动作用。世界各国，尤其是发达国家，科学技术的进步在国民经济增长中占据比重越来越大。很多学者认为，是否具有良好的自主创新和科技转化能力，是发展中国家追赶发达国家的关键。

早在改革初期，邓小平同志就提出了“科学技术是第一生产力”的英明论断。1995年5月中共中央、国务院召开全国科学技术大会，把科技进步提到战略高度来认识，并通过了《中共中央国务院关于加强科学技术进步的决定》。党的十六次人民代表大会报告提出：要全面建设小康社会，必须把科技要素放在第一位，谋求以科技进步促经济增长的内涵式增长。刚开完的党的十六届五中全会提出建设创新国家的口号，强调科技发展要坚持自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来的方针，不断增强企业的创新能力，加快建设国家的创新体系。由此可见，为赶超世界发达国家，迅速提高我国科技水平，我国政府正在积极努力地推进着科技进步。

科技进步是富国之源，科学技术是第一生产力，大力发展科学技术，争夺科学技术的制高点，已成为我国制定国家战略的一个重要组成部分。从宏观角度看，积极引进国外先进技术，加大研究与发展（Research and Development, 简称R&D）的力度，提高自身的R&D能力是提高一个国家科技水平的有效途径；从微观角度看，强化企业的R&D活动，提高技术创新能力是企业直接经济效益增长、市场销售能力提高、产品制造能力增强的重要保障^[1]。因此，R&D活动是整个科技活动的核心，它覆盖了全部科学研究和具有实用风险的试验发展工作，它的好坏与成败将直接关系到国家、地区的科技发展水平、技术创新能力、经济发展后劲和社会福利水平。R&D投入是创新的前奏，是保证科学技术得以发展的必要条件与基础，更是衡量一个国家和地区的科技实力和对科技的重视程度的指标，一国（地区）的经济增长在一定程度上依赖于整个社会的R&D活动。因此，增加R&D经费投入已经成为国际社会的普遍现象，然而R&D投入能否引起整个社会知识技术总量增加，能否提升整个社会的科技水平，能否促进经济的增长，关键还要看R&D投入的经济效果。

从宏观角度定量分析 R&D 经费投入的经济效果,是经济学和管理学的重要研究课题,已日益受到国际组织和我国管理部门的关注。

1.2 问题的提出

改革开放以来,浙江省经济发展一直处于全国领先水平。1979—2003年,全国GDP年平均增长速度为9.4%,浙江省GDP年平均增长速度为13.1%,大大高于全国年平均增长速度。以2000年为例,浙江实现GDP 6036.34亿元人民币,人均GDP为13461元人民币,位于全国(不包括香港、台湾和澳门,下同)第4,全国人均GDP为7078元人民币^[2]。

近年来,浙江省一直在致力于打造经济强省和科技强省,在以科技创新为主要推动力促进经济结构调整过程中,不断加大科技投入。2000年,浙江省全社会科技投入为104.89亿元,2003年达到185.2亿元,年均增长18.9%,比同期地区生产总值年均增长速度快3.2个百分点。浙江省R&D经费投入也快速增长。2003年,浙江省R&D经费达77.76亿元,是2000年的2.1倍,年均增长27.0%。同时,浙江省R&D经费投入占地区生产总值的比重也逐年上升,浙江省2000年为0.6%,2002年达到0.74%,2003年上升至0.8%^[3]。R&D经费占GDP的比重稳步上升,表明浙江省自主开发意识明显增强。见表 1.1:

表1.1浙江省历年科技活动经费情况

年份	科技经费 (亿)	科技经费 /GDP (%)	R&D 经费 (亿)	R&D 经费 /GDP (%)	专利授 权量 (项)	高新科技 总 产 值 (亿)	高新科技 增 加 值 (亿)	人 均 GDP(元)	人 均 GDP
1995	32.57	0.92	9.14	0.26	2131	221.3	48.22	3524.79	8074
1996	37.96	0.92	10.50	0.25	2410	258.8	57.39	4146.06	9455
1997	51.33	1.11	15.19	0.33	3167	303.31	61.92	4638.24	10515
1998	60.89	1.22	19.70	0.39	4470	371.8	84.91	4987.50	11247
1999	76.78	1.43	27.05	0.5	7071	368.55	95.18	6364.89	12037
2000	104.89	1.74	36.59	0.61	7495	528.09	132.06	6036.34	13309
2001	124.27	1.83	44.74	0.66	8312	605.48	145.16	6748.15	14655
2002	150.03	1.92	57.65	0.74	10479	760.9	191.68	7796.00	16838
2003	185.2	1.97	77.76	0.83	14402	1080.14	267.27	9395.00	20147

数据来源:2004中国科技统计年鉴

然而,从全国范围来看,浙江省总体R&D投入产出状况不容乐观。首先,2003年,浙

江科技综合能力和区域创新能力分别居于全国第7、6位；其次，浙江省R&D投入强度一直很低，处于全国居中游水平。主要表现在浙江省R&D经费投入占GDP比重和企业R&D经费投入占销售收入的比例一直很低^[4]，如2001年浙江省R&D投入强度为0.61%，居全国第15位。再次，高技术产业发展缓慢，2004年，浙江省高技术产业增加值占制造业增加值的比重为9%，高技术产品出口额占商品出口额比重为6.7%，分别低于2002年全国平均水平0.9和14.1个百分点。浙江省知识产权问题也比较突出，2004年，全省发明专利申请量占专利申请量的比重为14.15%，发明专利授权量占专利授权量的比重为5.1%，均低于23.6%和12.05%的国内平均水平。

很多实证研究表明，R&D投入促进了经济快速增长。OECD统计专家的实证分析揭示，R&D投入的增长显著提高了全要素生产率（全要素生产率指由GDP增长中减去劳动和资本贡献率的剩余），认为：尽管R&D并不是新技术的唯一来源，但正是许多源于科学研究的原创性技术（如微电子技术、激光技术）推动着成员国的经济增长；R&D/GDP上升多的国家，同时也是全要素生产率增长快的国家；R&D投入强度较高的国家，同时也是吸收国外R&D成果较强的国家^[5]。Guellec（2004）通过对16个OECD成员国的固定样本进行分析，得出了企业R&D经费、公共部门R&D经费和国外R&D经费每增长1%分别带动生产率增长0.13%、0.17%和0.46%的结果^[6]。朱春奎（2004）对上海市的研究显示，1985~2001年R&D投入与经济增长存在长期动态均衡关系^[7]。

浙江省经济增长是否与R&D投入相关？R&D投入对经济增长的影响力有多大？实际上，通过测度R&D投入的边际收益率可以找到有关这些问题的主要答案。

1.3 本研究的若干概念

一、R&D

按《弗拉斯卡蒂手册》的定义，“研究与发展是为增加知识总量，以及运用这些知识去创造新的应用而进行的系统的、创造性的工作”，这类活动英文称 Research and Development，简称 R&D。R&D 活动有三种类型，基础研究、应用研究和试验与发展。R&D 活动具备四种基本要素：创造性的因素，新颖性或创新因素，科学方法的运用，新知识的产生。

R&D 具有两个主要特征：一是 R&D 活动产出具有不确定性。R&D 活动的不确定性是指并非所有的 R&D 活动都会自动的瞬时的产生效用。一方面，由于种种原因，有的研究以失败而告终；另一方面，并非所有的 R&D 成果都会应用到实践中去。二是 R&D 活动具有时滞效应。R&D 活动的时滞效应是指从 R&D 经费投入到研究开发、到获得新的技术

知识并将其用于生产,要经过一定的时间。从 R&D 投入到 R&D 效用的产生,需要一定时间。并且不同的 R&D 活动其滞后时间不同。公共 R&D 活动的重点之一是基础研究和应用研究,研究成果的外溢性强,但应用缓慢,滞后时间长;企业 R&D 活动主要是试验发展活动,应用周期较短,可望尽快获得经济收益,滞后时间短。

二、R&D 投入

以美国经济学家兹维·格瑞里奇为代表的研究者认为,R&D 投入是一种流量,是每年用于 R&D 的费用支出^[8],是 R&D 投入的主体为了产生新的技术知识而进行 R&D 活动的投资。R&D 对技术进步的影响和对 R&D 存量的影响很大程度受到对 R&D 投入大小的限制。R&D 投入包括两个部分:一是研究发展人员;二是研究和发展经费。不仅 R&D 本身需要经费,而且推广 R&D 的成果,使其达到规模生产,产生经济效益,同样需要投资。

三、R&D 存量

企业所拥有的大部分技术知识,都是以往 R&D 所产生的知识和经验的积累,即技术知识存量(Technology Knowledge Stock, 又称 R&D 存量)。R&D 存量是影响技术进步的一个重要因素,表明企业、产业或国家的技术进步能力。对于企业的生产活动或国家的技术创新能力来讲,R&D 存量能够表明企业、产业或国家技术开发能力和潜力,并构成了其后技术开发的基础^[9]。

R&D 存量存在着折旧现象,同时,在计算 R&D 存量时要考虑到 R&D 投入产出的时滞性和不确定性。

四、R&D 投入社会边际收益率

经济学中对一种投入的边际收益的解释是:“其他的投入不变时,每增加一个单位的该投入量而多生产出的产量。”^[4] R&D 投入边际收益率(marginal rates of return to R&D)是指在其他投入保持不变的情况下,每增加一单位的 R&D 投入而多生产出的产量。R&D 投入边际收益率分为私人边际收益率和社会边际收益率。私人边际收益率可以通过企业对其 R&D 投入和产出来测度。社会边际收益率可以通过测度全社会 R&D 投入和经济产出来测算。一般认为,由于存在 R&D 溢出,R&D 投入社会边际收益率要比 R&D 投入私人边际收益率大。

1.4 本文基本内容及测度思路

本文的核心内容是研究 R&D 存量的测算方法,进而测算浙江省 R&D 投入对经济增长边际收益率。全文也是围绕这个核心内容来展开。

全文共六章。

知识并将其用于生产,要经过一定的时间。从 R&D 投入到 R&D 效用的产生,需要一定时间。并且不同的 R&D 活动其滞后时间不同。公共 R&D 活动的重点之一是基础研究和应用研究,研究成果的外溢性强,但应用缓慢,滞后时间长;企业 R&D 活动主要是试验发展活动,应用周期较短,可望尽快获得经济收益,滞后时间短。

二、R&D 投入

以美国经济学家兹维·格瑞里奇为代表的研究者认为,R&D 投入是一种流量,是每年用于 R&D 的费用支出^[8],是 R&D 投入的主体为了产生新的技术知识而进行 R&D 活动的投资。R&D 对技术进步的影响和对 R&D 存量的影响很大程度受到对 R&D 投入大小的限制。R&D 投入包括两个部分:一是研究发展人员;二是研究和发展经费。不仅 R&D 本身需要经费,而且推广 R&D 的成果,使其达到规模生产,产生经济效益,同样需要投资。

三、R&D 存量

企业所拥有的大部分技术知识,都是以往 R&D 所产生的知识和经验的积累,即技术知识存量(Technology Knowledge Stock, 又称 R&D 存量)。R&D 存量是影响技术进步的一个重要因素,表明企业、产业或国家的技术进步能力。对于企业的生产活动或国家的技术创新能力来讲,R&D 存量能够表明企业、产业或国家技术开发能力和潜力,并构成了其后技术开发的基础^[9]。

R&D 存量存在着折旧现象,同时,在计算 R&D 存量时要考虑到 R&D 投入产出的时滞性和不确定性。

四、R&D 投入社会边际收益率

经济学中对一种投入的边际收益的解释是:“其他的投入不变时,每增加一个单位的该投入量而多生产出的产量。”^[4] R&D 投入边际收益率(marginal rates of return to R&D)是指在其他投入保持不变的情况下,每增加一单位的 R&D 投入而多生产出的产量。R&D 投入边际收益率分为私人边际收益率和社会边际收益率。私人边际收益率可以通过企业对其 R&D 投入和产出来测度。社会边际收益率可以通过测度全社会 R&D 投入和经济产出来测算。一般认为,由于存在 R&D 溢出,R&D 投入社会边际收益率要比 R&D 投入私人边际收益率大。

1.4 本文基本内容及测度思路

本文的核心内容是研究 R&D 存量的测算方法,进而测算浙江省 R&D 投入对经济增长边际收益率。全文也是围绕这个核心内容来展开。边际收益率。全文也是围绕这个核心内容来展开。

全文共六章。

第一章是全文的结论；

第二章首先回顾了以往的 R&D 投入与经济增长相关理论和测算 R&D 投入对经济增长作用的方法，认为测算 R&D 存量是测算 R&D 投入对经济增长作用的关键，介绍测算 R&D 存量的主要方法，最后对全章内容进行总结；

第三章介绍了本文测算 R&D 投入对经济增长作用所选用的方法和模型。一般认为，R&D 投入社会边际收益率更能反映 R&D 投入的经济效果。首先提出本文将采用直接估算广义柯布——道格拉斯生产函数方法来测度 R&D 投入社会边际收益率，接着提出采用效用函数法来测度 R&D 存量，详细介绍了 Roberto Esposti 教授和 Pierpaolo Pierani 教授建立的测算 R&D 投入效用权重的模型，并根据数据获取的实际情况对效用权重测算模型进行了简化。

第四章是实证研究。首先是确定经济量，然后对浙江省 R&D 存量进行了测度，进而测算了浙江省 R&D 投入的产出弹性，测算结果和统计检验量表明浙江省 R&D 投入与其经济增长存在正相关性，为测度浙江省 R&D 投入社会边际收益率提供了依据。根据相关数据，本章测算了浙江省 1990—2004 年 R&D 投入社会边际收益率及其平均值。

第五章对浙江省/上海市 R&D 投入社会边际收益率进行比较分析。首先对浙江省/上海市 R&D 投入社会边际收益率进行总体比较，认为现阶段浙江省/上海市 R&D 投入的经济效果存在差异。接下来从 R&D 存量、GDP 与 R&D 存量的比值和 R&D 投入产出弹性三方面分析了浙江省/上海市 R&D 投入经济效果的差异。最后针对比较分析的结果，提出提高浙江省 R&D 投入的经济效果的一些对策建议。

第六章对全文进行了总结。

本文测度 R&D 投入社会边际收益率的基本思路如下：

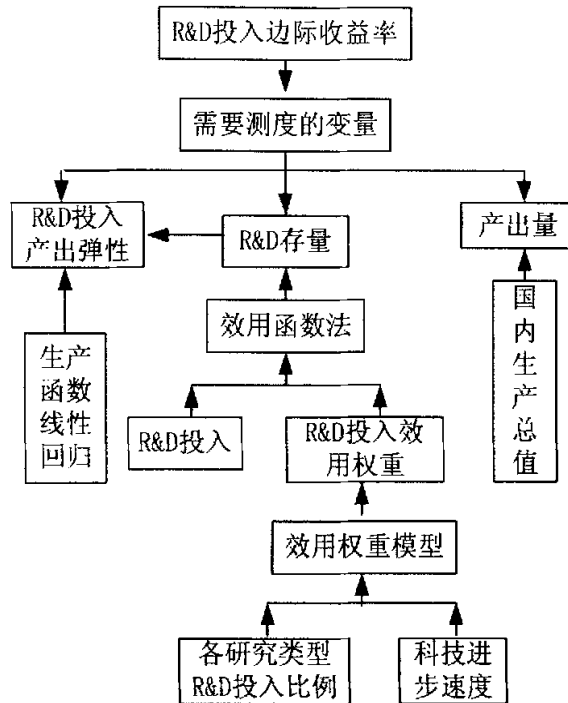


图 1.1 测度 R&D 投入社会边际收益率的基本思路

本文将采用直接估算广义柯布——道格拉斯生产函数的方法测度 R&D 投入的边际收

益率，其测算公式为 $\frac{\partial Y}{\partial R} = \gamma \frac{Y}{R}$ 。可以看出，R&D 投入的边际收益率由三个因素决定：

R&D 投入产出弹性系数 γ ，R&D 存量和产出量，其中，测算 R&D 存量是关键。本文采用效用函数法来测度 R&D 存量，该方法认为 R&D 存量是过去 R&D 投入的线性组合，R&D 存量的多少与一系列 R&D 投入权重和历年 R&D 投入有关。在确定效用函数中一系列效用权重时，借鉴了 Roberto Esposti 教授和 Pierpaolo Pierani 教授建立的效用权重测算模型。该模型认为，R&D 投入对 R&D 存量产生的影响可以分为两个阶段：即在酝酿阶段 R&D 投入效用权重 (w_s) 与投资年份和投资类型有关，因为不同 R&D 活动类型的投入有着不同的产出时滞和不确定性；在新的 R&D 存量服务阶段 R&D 投入效用权重 (w_s) 与投资年的折旧率有关。折旧率 δ 的大小受到知识技术升级的速度的影响。知识技术的折旧不仅仅在于其本身的老化，更在于新知识产生的速度，新知识的产生和应用加速了旧知识的老化。因此，不同类型研究投入的比例和科技进步速率是影响一系列效用权重的重要因素。

从以上思路可以看出，本文研究的目的是测度 R&D 投入社会边际收益率，而本文研究的核心内容是测算 R&D 存量。

第二章 R&D 与经济增长研究综述

2.1 R&D 与经济增长

2.1.1 R&D 与经济增长理论

从 1776 年经济学鼻祖亚当·斯密在《富国论》中指出技术进步对促进经济增长的贡献，到新古典主义者所提及的外生技术进步以及内生经济增长理论者所提及的内生技术进步，人们对知识技术对经济增长作用的认识在不断深化。

亚当·斯密 (Adam Smith) 在考察劳动分工的影响时，将分工、专业化和技术进步联系起来，指出分工促进了节约劳动型机械的发明，并使相同数量的劳动者能够完成比过去多得多的劳动量^[10]。这一分析表明，亚当·斯密已认识到技术进步对制造业将产生收益递增的效果，并进而成为经济增长的持续动力。新古典增长理论认为：由于资本收益递减规律的存在，任何经济都将逐渐收敛到各自的稳态水平；除非存在外生的技术进步，人均产出不可能持续增长。索洛 (Solow) 认为各国经济增长最后会趋于稳定状态，在稳定状态下，所得水准受到人口增长率与储蓄率的影响，而经济增长速度则只受到技术进步率的影响。因此，工业社会中，最重要的变量是资本的快速积累，而技术进步被视为外生变量^[11]。英国新古典经济学派大师马夏尔 (Alfred Marshall) 继承了亚当·斯密的分工理论并进行了拓展，他认为知识的扩散与进步总是导致新方法与新机器设备的使用，提高劳动和资本的应用能力，知识是促进生产力的有力“引擎”^[12]。可以看出，人们认识到了知识技术在社会经济增长中的作用，但是他们仅把知识技术作为经济增长的外生变量。

阿罗 (Arrow) 提出了“干中学”概念，将技术进步最早纳入经济增长模型内在因素进行分析。阿罗假定，技术进步或生产率提高是资本积累的副产品或投资产生的溢出效应，厂商可以通过“学习”来提高他们的生产率^[13]。据此，阿罗将技术进步的一部分作用内生化了^①。乌沙华 (Uzawa) 则通过假定经济中存在一个生产人力资本的教育部门，为解释内生技术变化提供了一个可能的尝试。这些尝试后来成为罗默 (Romer) 模型、卢卡斯 (Lucas) 模型以及阿温·杨 (Alwyn Young) 模型等内生经济增长模型的重要思想源泉。

内生经济增长理论的主要观点是技术进步是经济增长的内生变量。因此，大部分内生经济增长模型都是围绕技术进步或知识积累的内在机制展开的。根据经济增长内生机制的不同，内生经济增长模型可以分为假定知识积累（或技术进步）是其他经济活动（如投资）

^①有学者对 Arrow 模型给予了较高评价，如朱勇 (1999)：“Arrow 模型的重要性在于，它突破了新古典增长理论的研究框架，提出了第一个内生增长模型，从而促进了新增长理论的产生。”参见朱勇：《新增长理论》，商务印书馆，1999 年 12 月版，第 53-54 页。

“副产品”的外部性模型（或溢出模型）和明确地将技术进步视为企业有意识的研究开发结果的 R&D 模型。

根据不同的外部性来源，这类模型有多种构造方式，如罗默的知识溢出模型和卢卡斯的人力资本模型等。罗默考察了内生技术进步对经济增长的影响。罗默认为，知识是追逐利润的厂商进行投资决策的产物，知识不同与普通商品之处在于知识具有溢出效应，知识积累是经济长期增长的原动力^[14]。基于这些知识的认识和假设，罗默建立了两个增长模型：简单的两时期模型和简单的两部门模型。第一个模型将知识作为最主要的投入要素加以内生，它可以使单个企业和全社会产生收益递增，从而为经济的长期增长提供了保证。第二个模型把投入的人力分为物质劳动和具有专业化知识的人力资本两种形式，并认为经济增长的主要源泉来自知识积累（人力资本），而不是物质劳动积累。因而，一个企业，乃至一个国家，要提高经济增长率和产出率，就必须在 R&D 部门中投入较多资源，提高知识积累率^[15]。卢卡斯吸收了乌沙华模型的基本思想，但他假定每一个生产者用一定比例的时间来从事物生产，而用剩余的时间从事人力资本建设。为此，卢卡斯也提出了两个增长模型：两资本模型和两商品模型。第一个模型强调劳动者脱离生产、从学校正规或非正规的教育中所积累的人力资本对产出与经济增长的作用，它所产生的是内部效应。第二个模型强调劳动者的时间全部用于商品的生产，人力资本是通过“干中学”形成的，它所产生的是外部效应^[16]。

外部性模型通过引入知识积累或人力资本积累，并借助于溢出效应得到了内生增长。R&D模型则明确地将技术进步或创新归结为厂商有意识的、旨在获取垄断收益的活动，并运用垄断竞争的分析框架进行分析^[17]。罗默指出，技术具有不同于传统经济物品的两大特点：它是非竞争性的和部分排他性的。非竞争性意味着生产表现为规模收益递增；部分排他性则为从事R&D活动的厂商提供了激励。以R&D为基础的增长模型主要有两类：一类是将技术进步理解为产品种类的增加（例如新行业的开辟），一类是将技术进步理解为产品质量的改进（例如同类产品的升级换代）。这两类模型的主要区别在于后者引入了熊彼特的“创造性破坏性”概念，即新产品的出现往往意味着旧产品的被淘汰。

把技术进步作为内生变量直接引入生产函数是新经济增长理论的另一个显著特点。兹维·格瑞里奇强调R&D是解释全要素生产率（TFP）增长的决定因素。近年来的内生经济增长理论也用模型来模拟技术变化和R&D投入之间的关系^[18]。

总的说来，尽管内生经济增长理论表现为不同的增长模型，但都是把知识增长（或技术进步）看作是长期经济增长的真正动因，同时，把R&D的投入看作是知识增长的核心因

素。

2.1.2 R&D 投入对经济增长的作用

一般认为, R&D投入与其他投入要素相比有两个方面的不同, 即由R&D投入产生的知识存在非竞争性和部分非排他性。R&D投入的两个特性意味着一方面不能阻止其他厂商获取R&D效用, 即存在R&D溢出现象; 另一方面企业从R&D投入也可以获得瞬时的垄断效益, 因而企业会有意识的进行R&D投入。R&D溢出和企业有意识的进行R&D投入都促进了经济的增长。

许多经济学家深入系统的实证研究表明, 从新知识的产生到转化为生产技术需要巨大的投入, 因而R&D投入及其引发的技术创新在技术进步的过程中扮演着极其重要的作用。美国经济学家兹维·格瑞里奇是世界上公认的经济增长理论领域中的先驱, 他早在20世纪50年代就开始研究经济增长理论, 利用经济学方法, 他不仅建立了R&D与生产力间的模型关系, 还在公司、产业、经济发展水平等不同层次上测度了R&D对经济增长的作用, 这些研究被认为是有关R&D与生产力研究的重要组成部分。兹维·格瑞里奇在分析美国制造业数据的基础上指出, 全要素生产力与R&D存在密切的联系^[19]。此后, 兹维·格瑞里奇分析了1957-1977年间大约1000家美国大制造企业数据, 结果表明, R&D的投入对生产力的提高起着重要的作用, 其中, 基础R&D的投入起着极为重要的作用^[8]。Landers对产业革命的研究表明, R&D活动在很大程度上都是厂商追求利润最大化的结果, 只要在预期能够获得一定利润的情况下, 厂商就会进行发明和创新^[20]。Rosenberg(1972)通过综述研究美国经济增长与技术进步关系的文献得到了与Landers几乎完全相同的结论^[21]。Lichtenberg、Eaton和Kortum利用Summers-Heston的数据^①来研究R&D投入与各国经济增长存在差异的关系。研究结论是: 一个国家的科学家和工程师人数及其R&D投入几乎可以解释50%的国际间生产力差异。此外, Lichtenberg还指出, R&D投资的回报率几乎是设备投资回报率的七倍^[22]。Coe和Helpman在一个具有22个国家的样本中, 研究了R&D与全要素生产力的关系。研究结论表明, 本国和贸易伙伴的R&D投入几乎可以解释50%的OECD国家的生产力增长^[23]。

在研究 R&D 与经济增长关系时, 一个令人十分关注的问题是 R&D 溢出效应。Mansfield, Rapoport, Romeo, Wanger 和 Beardsley(1977)在研究了厂商用的产品、消费者用的产品和生产过程的 17 种创新后指出, 这些创新的平均社会回报率为 56%, 而平均的私人回报率仅为 25%^[24]。兹维·格瑞里奇在综述了有关 R&D 溢出效应的研究之后指出, 尽管各种研究都存在一定的计量经济学工具完善的问题, 但 R&D 的溢出效应确实是普遍

① 又叫 PWT (Penn World Tables) 数据, 包括 138 个国家 1950-1992 年间的 29 个变量的数据。

存在的,且对经济增长发挥了重要的作用^[25]。Nadiri 在同时考虑成功 R&D 投入和失败 R&D 投入的基础上,估计了 R&D 的回报率。他的研究表明,R&D 投资的私人回报率大约为 20~30%,而社会回报率大约为 50%^[26]。

经济学家也常常通过建立计量模型来分析 R&D 与经济增长的关系。B.Crepon, E.Duguet, J.Mairesse 1998 年提出 CDM 模型,认为 R&D 影响经济增长内在机制是 R&D 活动促进了技术创新进而促进了经济增长。兹维·格瑞里奇把 R&D 存量当作传统生产函数模型中的一个内生变量,得到广义的柯布——道格拉斯生产函数模型(简称 C-D 模型),并用此模型来测度社会 R&D 对经济增长作用^[19]。

综上所述,R&D 在新经济增长理论中处于至关重要的地位,R&D 投入产生新的产品和新的知识技术是长期经济增长的关键所在。

2.2 测度 R&D 投入对经济增长作用的方法

2.2.1 R&D 投入对经济增长作用的基本模型

测度知识对经济增长的作用主要有三种方法:指标法、统计法和模型法。指标法从建立指标体系来解释经济的特点,统计法根据统计数据来分析知识对经济增长作用,模型法是通过建立数学模型计算知识对经济增长的贡献。

由于指标法和统计法存在一些不足,不能完全满足定量测度以知识为基础的经济的需要,一些专家通过建立模型来探索测算知识对经济增长的作用的方法^[27]。这种探索性的研究从 20 世纪 40 年代便已经开始,从哈罗德—多马增长模型、库茨涅夫增长因素分析、索洛的技术进步模型、丹尼森的经济增长因素分析到罗默等的新增长理论,从不同角度对包括知识在内的影响经济增长的因素进行了分析。尽管他们的出发点不同,所计算的口径不一,有的是直接计算知识的作用,有的是计算技术进步的作用,有的是计算生产率,但或多或少地涉及知识作用的分析。经济学家在这方面的研究,受到很高的评价,其中,希克斯、阿罗、列昂惕夫、卢卡斯、索洛等经济学家还获得了诺贝尔经济学奖。由于 R&D 与知识增长有着密切的关系,测度知识对经济增长作用的理论与方法的影响到了测度 R&D 对经济增长作用的理论与方法。

经济学家也常用模型法测度 R&D 对经济增长作用。Elisabeth Kremp, Jacques Mairesse 和 Pierre Mohnen 最近提出的报告总结了 R&D 与经济增长相关的模型^[28],如下表 2.1:

表2.1 R&D与经济增长相关的模型比较

R&D 与经济增长相关的模型	R&D 影响经济增长内在机制	模型使用者
ExtendedCobb-Douglas model	R&D=>Productivity	Griliches,Mansfield,Scherer,Mairesse,Hall,Jaffe,...
CDM(Crépon-Duquet-Mairesse) model	R&D=>Innovation =>Productivity	France: CDM,Galia-Legros,Bresson-Fakhfakh; Germany: Janz-Löff-Peters; Netherlands: van Leeuwen-Klomp; Scandinavia: Löff,Heshmati,Apstlundand Nåås; UK: Criscuolo-Haskel,Simpson; China: Jefferson,Huamao,Xiaojing, XiaoyunHu; Italy: Parisi,Schiantarelli,Sembenelli; Spain: Huergo; Portugal: Lopes-Godinho

来自: 《The Importance of R&D and Innovation for Productivity: A Reexamination in Light of the French Innovation Survey》

使用 CDM 模型的学者大多都致力于个体 R&D 研究,极少数学者使用 CDM 模型对总体数据进行宏观层次的研究^[29]。使用广义柯布—道格拉斯生产函数模型的学者大多在宏观层面上测度 R&D 对经济增长作用。本文将采用广义柯布—道格拉斯生产函数模型来测度 R&D 对经济增长作用,因此在这里将做详细的介绍。

柯布—道格拉斯生产函数的一般形式为:

$$Y=AK^{\alpha}L^{\beta} \quad 2- (1)$$

A 表示技术水平; α 为资金的产出弹性; β 为劳动的产出弹性。

根据内生经济增长理论,将 R&D 存量作为生产函数的内生变量就得到广义的柯布—道格拉斯生产函数:

$$Y=AK^{\alpha}L^{\beta}R^{\gamma} \quad 2- (2)$$

R 为 R&D 存量; γ 为 R&D 存量的产出弹性; A 为其他知识技术水平。

就 R&D 存量的产出弹性 γ 而言,其经济意义是,其他条件不变的情况下,R&D 存量增加 1%,经济产出增加 $\gamma\%$ 。广义的柯布—道格拉斯生产函数模型意味着 R&D 的产出

弹性与 R&D 投入有关，而与其他投入无关。

2.2.2 测度 R&D 投入对经济增长作用的方法

采用柯布——道格拉斯生产函数模型测度 R&D 投入对经济增长作用的方法可以归纳为以下两种：

一、测度 R&D 对经济增长的贡献率

国内外定量研究 R&D 对经济增长作用时经常采用的方法是测度 R&D 对经济增长的贡献率，R&D 对经济增长的贡献率计算公式为：

$$E_R = \frac{r}{\gamma} \times 100\% \quad 2- (3)$$

其中， E_R 表示 R&D 对经济增长的贡献率， r 表示 R&D 存量的增长速度， γ 表示 R&D 存量的产出弹性， y 表示经济增长速度。

可以看出，R&D 对经济增长的贡献率与 R&D 存量的增长速度和 R&D 存量的产出弹性成正比，与经济增长速度成反比，它反映经济增长中由 R&D 所贡献的比例。

二、测度 R&D 投入社会边际收益率

研究 R&D 投入的经济效果时通常是测度 R&D 投入社会边际收益率。R&D 投入边际收益率分为私人边际收益率和社会边际收益率。私人边际收益率可以由企业对其 R&D 投入的产出效果来测度。社会边际收益率可以通过测度全社会 R&D 投入的经济产出效果来获得。测度 R&D 投入社会边际收益率要借助生产函数^[30]。有关测算 R&D 投入社会边际收益率的文献有很多，并且大部分文献研究表明 R&D 的社会边际收益要比私人边际收益高很多^[4]。这方面有代表性的是美国的曼斯菲尔德。20 世纪 70 年代，曼斯菲尔德测算了 18 项科技创新投资收益率，平均企业收益率为 25%，社会收益率为 56%^[24]。上世纪 90 年代，福斯特等人测算的 20 项科技创新的收益率，企业收益率为 24%，社会收益率为 99%。

测度 R&D 投入社会边际收益率主要有两种方法：一种是先测度全要素生产率增长率，再测度 R&D 投入社会边际收益率；另一种是直接估算广义柯布——道格拉斯生产函数。

1、通过测度全要素生产率增长率来测度 R&D 投入社会边际收益率的模型为：

$$Y = AF(K, L) \quad 2- (4)$$

其中， Y 表示产出； A 表示全要素生产率， K 和 L 分别表示资本和劳动力。

全要素生产率受到众多因素的影响，其中有 R&D 存量（ R ）。

$$\ln A = \gamma \ln R + \sigma \ln X \quad 2- (5)$$

X 表示除 R&D 投入外的所有其他要素。参数 σ 代表除 R&D 存量外的所有其他要素投入

产出弹性，参数 γ 代表R&D存量的产出弹性，并且 $\gamma = \frac{\partial Y}{\partial R} \frac{R}{Y}$ ， $\frac{\partial Y}{\partial R}$ 为R&D投入边际收益率。

兹维·格瑞里奇(1992)利用美国公司层面数据测度了R&D投入的社会边际收益率，测得R&D投入产出弹性为0.07，相对于每单位经济产出R&D存量增加了0.26个单位，因此美国R&D投入社会边际收益率为26.9%^[31]。Coe和Helpman测度了1971-1990年22个OECD国家R&D存量和R&D存量对全要素生产率弹性，并计算出了国内R&D投入的社会收益率，其结果如下表2.2^[23]：

表 2.2 22 个 OECD 国家 R&D 投入社会收益率

	G7 Countries	15 other OECD Countries
Assumed 5% depreciation rate		
a. Elasticity of Business Sector TFP wrt Stock of Domestic R&D Capital	0.234	0.078
b. Ratio of R&D Capital to GDP	0.19	0.09
c. Marginal rate of social return (gross of depreciation) = a / b	123%	85%
Assumed 15% depreciation rate		
d. Elasticity of Business Sector TFP wrt Stock of Domestic R&D Capital	0.247	0.109

来源: Coe和Helpman(1995) “international R&D spillovers”

国内华中科技大学管理学院的李明智和王娅莉也采用了相似方法来测度了我国高技术产业R&D投入对全要素生产率的贡献率^[32]。

2、直接估算广义柯布——道格拉斯生产函数法

为了简化计算，直接估算广义柯布——道格拉斯生产函数方法假设：对于一个给定的技术水平上，只有资本和劳动两种生产要素投入时生产函数呈现规模报酬不变效应，故 $\alpha + \beta = 1$ 。因此，式2-（2）可以变形为：

$$Y = AK^{1-\alpha}L^{\alpha}R^{\gamma} \quad 2-（6）$$

其中，L为劳动力投入量；K为资本投入量；R为知识存量； α ， β ， γ 分别为劳动、资本和R&D存量的产出弹性。

2-（16）式两边取对数，可得：

$$\ln Y = \ln A + (1-\alpha)\ln K + \alpha \ln L + \gamma \ln R \quad 2-（7）$$

对2-（17）式两边对R求偏导，可得：

$$\frac{1}{Y} \frac{\partial Y}{\partial R} = \frac{\gamma}{R} \quad 2-（8）$$

变形可得：

$$\frac{\partial Y}{\partial R} = \gamma \frac{Y}{R} \quad 2- (9)$$

即 $\frac{\partial Y}{\partial R}$ 为知识存量的边际生产率，或者R&D投入的边际收益率。

中国西安交通大学的蔡虹^[33]等利用了此模型测算出了陕西省和上海市R&D投入的社会边际收益率。

2.3 R&D 存量测算方法

可以看出，用柯布——道格拉斯生产函数模型来测度R&D对经济增长作用时要统计R&D存量。然而，在国民生产核算体系中，经济的产出量（国民生产总值）、投入量（资本、就业）等均有完整的统计，就是没有相关R&D存量的统计数据。R&D存量的准确统计看来几乎是不可能的，只能从一些反映R&D的量来进行估计^[34]。1996年OECD提出测度知识经济的基本框架时就建议^[4]：“对于存量而言，由于不同国家和企业的R&D的年投入的积累，可以借助折旧率的假设进行成本分摊，因此可以依据有关部门的R&D的存量指标来估算R&D投资的回报率。”

根据对 R&D 存量的研究方向不同，R&D 存量的测度方法主要有三种：科学技术指标估算法、基于永续盘存 R&D 存量测度法、效用函数法。

2.3.1 科技指标法

知识技术作为一种生产要素，它的价值体现在产品(包括知识产品)的价值之中。知识技术对产品价值的贡献大小一般有四种分析方法：

1、成本法。即以一定时期内实际投入R&D的费用、购买专利费用和员工的教育、培训费用来反映知识技术的价值，也可用替代或重建某种知识技术状态所需的成本来反映知识技术的价值，此法反映了知识技术的折旧与过时。

2、供求价格法。知识技术作为一种生产要素，在产品实际生产过程中正发挥着越来越重要的作用。此法以生产要素市场上对知识技术要素的供求关系所决定的交易价格来衡量知识技术的价值。它适用于人才或专利、技术使用许可证、商标、版权、艺术品等知识产品的(拍卖)定价。

3、剩余法。该法的基本思想是克拉克于1899年在《财富的分配》一书中首先提出来的。将克拉克的边际生产力论应用于知识技术的价值测度，即总产量扣除劳动、资本和土地的边际贡献后剩余的部分即为知识技术的贡献。因为劳动、资本和土地都服从报酬递减

规律,而知识则是报酬递增的,所以,要把知识的贡献作为剩余来看待,该“剩余”价值的多寡以产品的价格为转移。这是一种事后决定法,即通过测度知识的产出来测度所投入知识的价值。

4、差额利润法。用某项知识技术投入前、后,单位时间内企业净收益 π 的差额 $\Delta \pi$ 的某个倍数 n 来反映知识的价值 V , 因此这也是一种事后决定法。

$$\begin{aligned} V &= n\Delta\pi = n(\pi_2 - \pi_1) = n[(R_2 - C_2) - (R_1 - C_1)] \\ &= n[(P_2 Y_2 - W_2 X_2) - (P_1 Y_1 - W_1 X_1)] \end{aligned} \quad 2- (10)$$

2- (20) 式中 R 为企业的收益或销售收入; C 为企业的生产成本; P 为企业产出物的价格向量 W 为企业投入物的价格向量; Y 为企业产出物的产量向量; X 为企业投入物的数量向量。

量化分析方法主要应用于测度企业 R&D 存量,由专家评价小组根据评价指标对不同企业进行评分来比较企业间的 R&D 存量的相对高低。科学技术指标估算法将 R&D 存量和对产品价值的贡献大小联系起来,认为 R&D 存量的价值体现在产品(包括知识产品)的价值之中,可以通过一定的会计方法测度出 R&D 存量的价值。

2.3.2 永续盘存法

在资本存量统计方面的重大进展发生于1951年,当时雷蒙德·戈德斯密斯(Raymond Goldsmith)提出了永续盘存法(Perpetual Inventory Method)。利用永续盘存法可以获得相对可靠的资本存量的估计,这一方法首先累积不同种类的新投资数量,然后从中减去已经报废的旧资产,对资本的使用寿命做出标准的假设,在必要的时候要估计战争对资本存量所造成的损失。根据这一方法可以获得资本存量毛值的估计。计算资本存量净值则需要减去折旧而不是报废部分。约翰·肯德里克(J·Kendrick),在1961年完成了一项重要的关于美国经济增长的研究(时间跨度为1869年到1953年),在这一研究中他根据上述方法估计了相应的资本投入。在1970年代和1980年代,一些OECD国家根据永续盘存法建立了关于资本存量的官方统计,由于这些国家往往具有足够长的投资数据而使得资本存量的统计得以建立。一些学者曾经通过相应的研究使得资本存量的历史统计得以建立。从此,根据永续盘存法来测度资本存量逐渐成为国际上的通用方法。联合国国家统计局也做出了相关规定,国际上标准的资本存量计算应该根据永续盘存法(PIM)^[35]。

兹维·格瑞里奇总结了众多文献发现,有关 R&D 与产出的研究中通常用 R&D 投入和永续盘存法来测算 R&D 存量^[36]。使用永续盘存法来测算 R&D 存量的方法也一直沿用至今,如在国外:1992年彼得·申汉等借助澳大利亚产业委员会测度 R&D 对经济增长的贡献率

时,构造类似于澳大利亚统计局构造实物资本存量的方法来测度 R&D 资本存量,即使用永续盘存法测度 R&D 资本存量。Coe 和 Helpman(1995)也是最早使用永续盘存法测度 R&D 资本存量的学者之一,他们测度了 1971-1990 年 22 个 OECD 国家 R&D 存量和 R&D 存量对全要素生产率弹性,并计算出了国内 R&D 投入的社会收益率。Hyeog Ug Kwona 和 Tomohiko Inui 使用永续盘存法测度了日本 1995-1998 年公司层面 R&D 资本存量^[37]。Pierre Mohnen 教授一直以来致力于宏观层次 R&D 投入的经济效果研究,在广义 C-D 生产函数模型基础上使用永续盘存法测度了日本、美国和欧盟 R&D 投入的产出弹性和边际收益率^[38]。国内也有很多学者采用了永续盘存法测度 R&D 资本存量并提出了一些修正,如魏和清认为全部 R&D 投入经费视为有效投入太理想化,需要考虑其滞后效应^[39]。李顺才等认为,永续盘存法将 R&D 投入全部视为有效投入,没有考虑到 R&D 投入的风险性和 R&D 的时滞问题,需要改进^[40]。蔡虹等采用永续盘存法测度陕西省和上海市的 R&D 存量时也考虑到了 R&D 的时滞^[33]。

美国经济学家兹维·格瑞里奇为代表的研究者,认为研究开发投资是一种流量,是每年用于研究开发的费用投入。研发存量是指历年来 R&D 经费投入量到该年产生效用的部分。每年 R&D 经费投入量不能在当年全部产生效用,而是要等到若干年后逐渐发挥作用^[8]。因此,永续盘存法测度 R&D 资本存量的一般做法如下:

计算期内的 R&D 存量资本可表示为:

$$S_t = (1-\delta) S_{t-1} + R_{t-1} \quad 2- (11)$$

式中: S_t —— t 期的期初 R&D 存量 (以不变价表示); S_{t-1} —— $t-1$ 期的期初 R&D 存量 (以不变价表示); R_{t-1} —— $t-1$ 期的 R&D 投入 (以不变价表示); δ ——R&D 存量折旧率。

由上式可知,要求得 S_t , 有两个关键问题必须解决:一是求初始存量,利用上式求 S_t , 必须已知 S_{t-1} , 要求得 S_{t-1} , 就必须向前递推,直到起始端,即须知初始存量 S_0 ;二是确定折旧率 δ 。

在永续盘存模型中,库存期初的 R&D 存量一般采用格瑞里斯 (Griliches) 推荐的方法来计算^①:

兹维·格瑞里奇 (Griliches) 在计算期初 R&D 存量时假设 $R_t = (1+g)R_{t-1}$, 其中, g ——历年 R&D 投入 (不变价) 年平均对数增长率。从而测算出期初 R&D 存量为:

$$S_0 = \frac{R_0}{g+\delta} \quad 2- (12)$$

^① Alston et al. (2000) 也基于相同的观点采用了类似的方法估计期初 R&D 存量。

式中： R_0 ——第一年开始时的R&D存量，在此R&D投入（不变价）的数据是可以得到的； δ ——知识折旧率，有的取10%，有的取5%，也有的根据技术的实际使用年限取倒数。上面两式结合在一起，就可完整地计算出R&D资本在任何时期期初的存量价值 S_t 。

研究上述模型可以发现，该模型得以成立是基于以下前提：

其一，假设折旧率 δ 恒定不变；

其二，R&D投入产出过程没有时滞。从式2-（11）看出， R_{t-1} 作为R&D的投入直接进入 t 期期初的R&D资本存量 S_t 之中，在 $t+1$ 期再进行折旧处理。

其三，R&D投入产出不存在不确定性，即R&D投入全部转化为知识资本。将式2-（12）稍作改写即得： $R_0=S_0g+S_0\delta$ ，这个等式表明，第一年的R&D投入一部分转化成知识成果(产出)的价值被保留下来，以增加R&D存量资本，使R&D资本存量不断增长，另一部分转化成知识折旧的价值量。

Branstetter（2000）认为，使用永续盘存法来测算R&D存量没有考虑到R&D存量的一些基本特性。兹维·格瑞里奇也认为使用永续盘存法来测算R&D存量时，需要额外考虑两个方面的问题：一是R&D投入的时滞性，R&D的创新效应并非马上出现，而是要等到R&D投入多年后。测量R&D创新效应需要考虑到新知识的产生、新知识的扩散过程；二是知识的腐化问题，新的发明出现后旧的知识老化速度加快^[8]。

因此，国内外一些学者在对永续盘存法来测算R&D存量进行了一些修正，Park提出 $S_t=(1-\delta)S_{t-1}+R_{t-m}$ ， m 为R&D投入产出效用的滞后年份^[41]。魏和清在永续盘存模型中引入了研究开发经费形成知识的比率和时滞变量。李顺才等在模型中增加了行业内R&D成功率的修正因子和行业(领域)R&D产出的滞后期。蔡虹等采用了不同行业时间滞后的加权平均值来测算R&D的时间滞后。

2.3.3 效用函数法

由于R&D投入存在时滞效应，当年R&D投入可能在其后若干年内仍产生效用，因此可以认为当前年的R&D存量是以往年份R&D投入积累的结果。Wykoff Hulten认为，R&D存量是过去R&D投入的线性组合^[42]，并将R&D存量表示为：

$$S_t = w_0 R_t + w_1 R_{t-1} + w_2 R_{t-2} + \dots + w_s R_{t-s} + \dots \quad 2-（13）$$

t ——当前年； s ——投资年，表示以往R&D经费投资年份与当前年相隔的年数； S_t ——当前年 t 的R&D存量（以不变价表示）； R_t ——当前年 t 的R&D经费投入（不变价）； R_{t-s} ——投资年 s 的R&D经费投入（以不变价表示）； w_s ——投资年为 s 时R&D经费投入的效用权重，它表示 s 年前的R&D经费投入在当前年R&D存量中仍然有效的比例，并且 $0 < w_s < 1$ 。

由于 R&D 存量存在老化折旧等现象,以往年份 R&D 投入可能在当前年 R&D 存量中只有部分有效,因此在计算当前年的 R&D 存量时需要一系列权重来表示以往 R&D 投入在当前年 R&D 存量中有效的比例,并且 $0 < w_s < 1$ 。这一系列权重被称为 R&D 投入效用权重,用 w_s 表示 ($s=0, 1, 2, 3, 4, \dots$),从数学意义上讲 w_s 中的 s 是一系列权重的下标,从经济意义上讲 s 表示投资年,可解释为以往 R&D 投入年与当前年相隔的年数。投资年为 s 的 R&D 投入效用权重 (w_s) 表示的是:相对于当前年来说, s 年前的 R&D 经费投入在当前年 R&D 存量中仍然有效的比例。

式 2- (22) 总的概括了在不同投资年中 R&D 活动的效用,被 Hulten 和 Wykoff 称为效用函数^[42]。根据效用函数, R&D 存量可以由一系列权重和历年的 R&D 投入来量化。

Alston 认为,尽管在实际测算中一些学者对效用函数有不同的认识,但效用函数一直被认为是测度 R&D 存量的基本公式^[43]。在使用永续盘存法的测度 R&D 存量模型中,对 2- (21) 式进行迭代,最终可以得到:

$$S_t = R_t + (1-\delta)R_{t-1} + (1-\delta)^2 R_{t-2} + \dots + (1-\delta)^s R_{t-s} + \dots \quad 2- (14)$$

其中 δ 为 R&D 存量的折旧率。

此时, $w_0 = 1$, $w_1 = (1-\delta)$, \dots , $w_s = (1-\delta)^s \dots$ 这表明一系列效用权重与 R&D 投资年份 s 和 R&D 存量的折旧率有关, R&D 投资年份 s 越大效用权重越小, R&D 存量的折旧率越大效用权重越小,这反映了 R&D 存量的折旧特性。Roberto Esposito 教授和 Pierpaolo Pierani 教授认为,效用权重也可以反映 R&D 投入产出的时滞和不确定性,并建立了一系列效用权重的测算模型^[44]。有关这个模型的具体内容,本文将在第三章详细的介绍。

2.4 以往研究的总结

通过对以往研究的回顾,可以得出以下主要结论:

1、R&D 在新经济增长理论中处于至关重要的地位, R&D 投入产生新的产品和新的知识技术是长期经济增长源泉的关键所在。

2、根据 R&D 对经济增长作用的内在机理不同,有关 R&D 与经济增长模型主要有两种: CDM 模型和广义 C-D 生产函数模型。CDM 模型反映的是 R&D 投入促进技术创新进而促进经济增长,广义 C-D 生产函数模型反映的是 R&D 投入促进经济增长。使用 CDM 模型的学者大多数都是致力于个体 R&D 研究,使用广义柯布——道格拉斯生产函数模型的学者大多在宏观层面上测度 R&D 对经济增长作用。

3、以广义 C-D 生产函数模型为基础来测度 R&D 对经济增长作用的方法主要有:测度 R&D 对经济增长的贡献率和测度 R&D 对经济增长的边际收益率。测度 R&D 投入的社会

边际收益率的方法主要有两种：一种是通过测度全要素生产率增长率来测度 R&D 投入社会边际收益率；另一种是直接估算广义柯布——道格拉斯生产函数。

4、用柯布——道格拉斯生产函数模型来测度 R&D 对经济增长作用时需要测度 R&D 存量。根据对 R&D 存量的研究方向不同，R&D 存量的测度方法主要有三种：科学技术指标估算法、基于永续盘存 R&D 存量测度法、效用函数法。其中，科学技术指标估算法适用于测度企业 R&D 存量，基于永续盘存 R&D 存量测度法是国内外宏观层次上测度 R&D 存量的通用做法，效用函数法则被认为是测度 R&D 存量的基本公式，基于永续盘存 R&D 存量测度法只是对效用函数法的一种认识。

5、基于永续盘存 R&D 存量测度法仅考虑了 R&D 存量的折旧问题，并且对折旧率 δ 、历年 R&D 投入增长率等进行了限定，从而难与实践相吻合。效用函数法中的效用函数涉及到一系列效用权重，这一系列权重表示 R&D 经费投入的效用（对 R&D 存量的贡献）与投资年份 s 间的关系，建立一系列效用权重的测算模型可以考虑到 R&D 存量的折旧问题和 R&D 投入产出的时滞和不确定性问题，因此通过效用函数来测度 R&D 存量更具有合理性。

第三章 测度模型的提出和研究设计

3.1 测度 R&D 投入社会边际收益率

本文将采用测度 R&D 投入社会边际收益率的方法来测度 R&D 对经济增长作用。测度 R&D 投入社会边际收益率的方法是比较典型的 R&D 投入产出评价方法，它比 R&D 投入对产出贡献率更为微观和具体地反映 R&D 投入的经济效果。测度 R&D 投入社会边际收益率主要有两种方法：一种是通过测度全要素生产率增长率来测度 R&D 投入社会边际收益率；另一种是直接估算广义柯布——道格拉斯生产函数。为了简化计算，本文将采用直接估算广义柯布——道格拉斯生产函数的方法，根据式 2-（9）可知：

$$\text{R\&D 投入的边际收益率的测算公式为 } \frac{\partial Y}{\partial R} = \gamma \frac{Y}{R}$$

可以看出，R&D投入的边际收益率由三个因素决定：R&D存量的产出弹性 γ ，R&D存量和经济产出量。R&D投入的边际收益率与R&D存量的产出弹性系数和经济产出量成正比，与R&D存量成反比。

3.2 测度 R&D 存量模型的提出

由于效用函数法可以考虑到 R&D 存量的折旧问题和 R&D 投入产出的时滞和不确定性问题，因此通过效用函数来测度 R&D 存量更具有合理性。本文将采用效用函数法来测度 R&D 存量，在确定效用函数中一系列效用权重时，借鉴了 Roberto Esposti 教授和 Pierpaolo Pierani 教授建立的效用权重测算模型上，并根据我国实际情况对效用权重测算模型进行了简化。

3.2.1 R&D 投入效用权重 w_s 的测度

2003年，意大利著名学者Roberto Esposti教授和Pierpaolo Pierani教授在测度意大利农业R&D存量时使用了效用函数法，并建立了测算一系列效用权重的模型^[44]。

由于 R&D 存量既有知识老化折旧的特性，又具有 R&D 活动的时滞和产出的不确定性的特性。所以，在测算效用权重 w_s 时，既要考虑到 R&D 活动的时滞和产出不确定性，又要考虑到 R&D 存量的老化折旧。

一、测度 R&D 活动的时滞和产出的不确定性

一般认为，R&D 投资期可以分为两个阶段，第一个是技术获取阶段，也称为酝酿阶段，指的是在这个阶段 R&D 投资没有得到或者得到极为有限的结果，由于产出的不确定性的

存在，酝酿阶段的时间有长有短，所以其长度是随机的；第二个是新的 R&D 存量服务阶段，在这个阶段 R&D 投入产生知识和经验并且这些知识和经验增加了 R&D 存量，同时 R&D 活动进入了产出阶段。

以此为基础，很多研究使用了滞后结构来解释 R&D 活动的时滞和产出的不确定性，如倒置 V 型结构，梯形结构等等。这些都表明在投资的酝酿阶段，R&D 投资只能产生有限的结果或没有任何结果。由于 R&D 产出的不确定性，这个酝酿阶段的长度也是不能确定的，也有可能有些 R&D 项目在酝酿阶段就夭折了。

Roberto Esposti教授和Pierpaolo Pierani教授建立的效用权重(w_s)数学模型为：

$$w_s = \begin{cases} 0 & s=0 \\ [(1-\beta)s]/[(G-\beta s)] & 0 < s < G \\ 1 & s=G \\ \prod_{i=G+1}^s (1-\delta_i), \forall i \in [G+1, \dots, s] & s > G \end{cases} \quad 3- (1)$$

其中， s 为投资年， G 为酝酿期， δ_s 为第 s 年的折旧率， β 为酝酿期内权重函数的控制参数，控制酝酿期 R&D 投入效用的分布。

当投资年为基年时，由于 R&D 投入产出的时滞性，R&D 投入不能马上产生产出，所以权重(w_s)为 0，R&D 投入效用也为 0；当 R&D 活动处于酝酿阶段时，R&D 投资没有产生或者产出了极为有限的新知识，并且新知识没有溢出，不存在 R&D 存量老化的情况，因此效用权重(w_s)只与投资年和控制参数 β 有关；当 R&D 活动处于酝酿阶段和 R&D 存量服务阶段的临界点时，R&D 投入开始产生结果并且这些结果积累了 R&D 存量，此时 R&D 投入效用最大，权重(w_s)达到 1，R&D 投入全部转化为 R&D 存量；当 R&D 投入处于 R&D 存量服务阶段时，由于 R&D 存量的溢出使老化加速，因此效用权重(w_s)与投资年和折旧率有关。

此时，需要确定 G 和 β ，并利用式 3- (1) 计算一系列权重(w_s)。

首先界定酝酿期 G 的长短。由于 R&D 产出的不确定性，酝酿阶段的长度是不能确定的，于是假设酝酿期 G 的密度函数 $P(G)$ 服从标准的正态分布，且期望值为 μ ，标准方差为 σ ，即：

$$P(G) = (2\pi\sigma^2)^{-1/2} \exp[-(G-\mu)^2/2\sigma^2] \quad 3- (2)$$

这个函数中的自变量 G 的范围是 $(-\infty, +\infty)$ ，去掉 $s < 0$ 和酝酿期持续到无穷的情况，只研究 G 在给定中间值的对称的有限的区间内的情况。界定一个适当的 Δ ，截取 $(\mu - \Delta,$

$\mu + \Delta$) 区间, 这样做的经济理由在于: 在 $\mu - \Delta$ 的左边, R&D 活动没有产生任何结果; 在 $\mu + \Delta$ 的右边就意味着 R&D 活动投入在其最长时滞期内必须达到最大效用, 否则将不予考虑。

其次对控制参数 β 进行界定, 它控制着酝酿期内 R&D 投入效用权重 (w_s) 的分布。

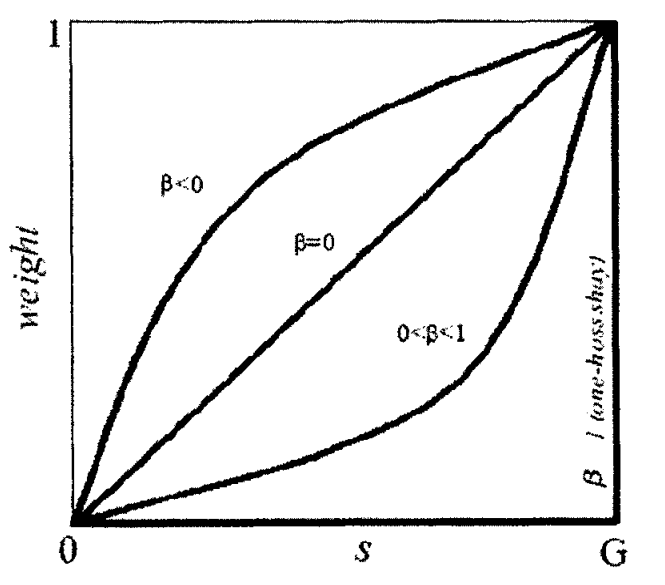


图 3.1 酝酿期内不同 β 情况下 R&D 投入效用权重图

来自: Roberto Esposti 和 Pierpaolo Pierani “Building the Knowledge Stock: Lags, Depreciation and Uncertainty in Agricultural R&D”

分析不同的 β 的情况下, 酝酿期内 R&D 投入效用权重 (w_s) 的分布情况, 如图 3.1。

当 $\beta = 0$ 时, $W_s = s/G$;

当 $\beta < 0$ 时, 效用权重函数曲线为凸型的, 表示大部分 R&D 投入在酝酿期的中前期产生效用, 并且 β 的绝对值越大 R&D 投入效用权重 (w_s) 越大, 甚至会超出 1;

当 $0 < \beta < 1$ 时, 权重曲线为凹型的, 表示大部分 R&D 投入在酝酿期末端产生效用; 当 β 越接近于 1 时, 权重曲线越凹, R&D 投入效用权重 (w_s) 在酝酿期前期越难达到最大;

当 $\beta = 1$ 时, 在整个投资期内, 权重为 0。

考虑到酝酿期内大部分 R&D 投入在酝酿期末端产生效用的实际情况, 以及 R&D 投入效用权重 (w_s) 不大于 1 的界定, 认为 $0 < \beta < 1$ 最为合理, 因为它考虑到了在 R&D 活动早期出现的技术和时间的约束。同时, 当 β 越接近于 1 时, R&D 投入效用权重 (w_s) 在酝酿期前期越难达到较大值, 表示 R&D 投入越不可能在酝酿期前期对 R&D 存量产生较大效用。因此, 可以根据不同的 β 的值来表示不同 R&D 活动类型产出的难易程度。一般认为, 从实验

发展、应用研究到基础研究，R&D 活动产出的难度是递增的，所以实验发展、应用研究和基础研究对应的 β 值在 0-1 的范围内也应递增。

二、折旧率的计算

对于折旧率 δ_s 的计算，澳大利亚产业委员会使用的基于永续盘存的 R&D 资本存量测度方法认为：多数研究取 10%，有的取 5%，也有的根据技术的实际使用年限取倒数^[45]。国内在计算折旧率 δ 时通常采用两种方法：一是把 δ 作为技术平均使用寿命的倒数来进行测算；二是利用专利残存件数来计算。

可以看出，这些方法所测算的 δ 都是恒定不变的，这与实际有一些相近的地方。首先，不变的折旧率 δ 意味着几何折旧，也就是，在投资的早期知识的效用减少得多，这一点与有形资产折旧相近；其次，从 R&D 活动本身来说，大部分 R&D 活动产生的是短暂生命力的新知识，只有少数 R&D 活动产生了具有长期影响力的发明和创新，尽管逐年累计起来创新的数量在不断增加，但大部分都很快被替代，只有少数对经济增长产生积极的持续的影响^[46]。所以，总的来说，知识的这种特性可能暗示着某段时间内存在着一个不变的 δ 。

然而，知识效用的减少不仅仅在于其本身的老化，更在于新知识产生的速度，新知识的产生和应用加速了旧知识的老化。新知识升级越快，旧知识的老化折旧越快^[47]。考虑到 R&D 活动的时滞和知识老化的实际情况，折旧率 δ 不应该理解为恒定不变，老化加速意味着折旧率 δ_s 随 s 递增。所以，折旧率 δ 只可能在最初保持不变，当 R&D 活动使知识技术升级，它将增大。然而，很难测定知识技术升级的速度，主要是因为它不仅受到基础研究带来的技术和生产实践变革的影响，还受到外在技术变革的影响。通常的做法是用平均科技进步速率来代替知识技术升级的速度。

因此可以认为， $s=G$ 时，折旧率 δ 是不变的，为 δ^* ，当 $s>G$ 时，知识技术开始老化，R&D 产出的溢出加速了知识技术的升级，折旧率 δ 将随知识技术的升级而增大。

$$\delta_s = \begin{cases} \delta^*[1+a]^{s-G-1}, & \text{如果 } \delta^*[1+a]^{s-G-1} < 1 \\ 1 & \text{,如果 } \delta^*[1+a]^{s-G-1} > 1 \end{cases} \quad 3- (3)$$

δ^* 为 G 年的折旧率， a 为科技进步的年平均增长速度。

至此可以看出，R&D 投入对 R&D 存量产生的影响可以分为两个阶段：即在酝酿阶段 R&D 投入效用权重(w_s)与投资年份和投资类型有关，因为不同 R&D 活动类型的投入有着不同的产出时滞和不确定性；在新的 R&D 存量服务阶段 R&D 投入效用权重(w_s)与投资年的折旧率有关。

根据 3- (1)、(2)、(3) 式, 可以得出 W_s 的分布函数为:

$$W(s|\beta, \Delta, \mu, \sigma) = \int_{\mu-\Delta}^{\mu+\Delta} W(s|\beta, G)P(G|\Delta, \mu, \sigma)dG \quad 3- (4)$$

$$= \int_{\mu-\Delta}^s [(1-\beta)s]/[(G-\beta s)]P(G|\Delta, \mu, \sigma)dG + \int_s^{\mu+\Delta} \prod_{t=G+1}^s (1-\delta_t^*)P(G|\Delta, \mu, \sigma)dG$$

当 $s \geq G$ 并且 $G = \mu + \Delta$ 时, $W(s|\beta, G) = 0$, 即如果酝酿期超过最大长度, 此 R&D 活动失败。

三、关键参数假设

参数 $\beta, \Delta, \mu, \sigma, \delta^*$ 的值由技术和经济特征、R&D 活动潜在的收益程度、创新特点和本身的不确定性、R&D 系统的机制等因素决定的。每一个参数都有一个经济解释, 如: β 表示在酝酿期 R&D 投入效用的分布, β 越接近于 1 表示 R&D 活动越不可能出现希望的结果; Δ 是截取参数, 表示 R&D 项目持续时间和失败时间的长度; μ 是酝酿期的期望值; σ 是 R&D 活动不确定性和投资风险的标准差; δ^* 表示最初 (第 G 年) 的折旧率。

日本经济协会 1996 年测出了折旧率 δ 在 0.25 到 0.1 之间, 酝酿期的期望值 μ 在 4 到 7 年间^[48]。Namatame 和 Park 也认为这个区间包括了大部分正常的经验分析值^[41, 49]。Jovanovic 和 Nyarko 在 1998 年认为 δ 的值经常在实证研究中被假设为 0.15^[47]。然而, 由于没有考虑到不同的 R&D 活动类型对应着不同的参数值, 这些参数的估计的实用价值大打折扣。另一方面, Pakes 和 Schakerman 在早期研究 (1984 年) 中认为 δ 值在 0.18 到 0.36 之间^[50], Naidiri 和 Prucha 在 1996 提出美国制造业的 δ 值为 0.12, 并且基础研究越多, δ 值越小, μ 值越大^[51]。遗憾的是, 文献并没有给出其它参数的经验值, 考虑到 R&D 项目越理论化、独创性、边缘化, 不确定性和风险性就越大, 将 σ 表示为 μ 的函数, 让 Δ 取决于 σ , 并且都取决于 R&D 活动的类型。最后, 根据 β 越接近于 1 表示 R&D 活动越不可能出现希望的结果, 基础研究项目越多 β 就越大。

因此, Roberto Esposti 和 Pierpaolo Pierani 教授总结了众多学者研究的结果, 提出了以下参数的假设^[44]:

表 3.1 各参数的假设值

R&D项目	β	δ^*	μ	σ	Δ	$\mu - \Delta$	$\mu + \Delta$
基础研究	0.98	0.10	7	0.5μ	2σ	0	14
应用研究	0.95	0.20	6	0.4μ	2σ	1.2	10.8
实验发展	0.90	0.25	4	0.3μ	2σ	1.6	6.4

来自: Roberto Esposti 和 Pierpaolo Pierani "Building the Knowledge Stock:Lags, Depreciation and

Uncertainty in Agricultural R&D”

3.2.2 对效用权重测算模型进行简化

根据以上模型可以看出，不同研究类型 R&D 投入对应着不同的权重，即：基础研究的权重 w_s^B ，应用研究的权重为 w_s^A ，试验与发展的权重为 w_s^S 。从理论上说，不同类型的 R&D 投入对应着不同的权重，从而对 R&D 存量的贡献也各不相同。然而在实际测算中，在我国很难获取到历年不同研究类型 R&D 经费投入的情况。因此，为了简化计算，可以求一个适合于总 R&D 投入的权重，于是将以上三个权重进行以下处理得到平均权重：

$$W_s = q^B w_s^B + q^A w_s^A + q^S w_s^S \quad \text{且} \quad (q^B + q^A + q^S = 1) \quad 3- (5)$$

其中， q^B 、 q^A 、 q^S 分别为历年基础研究、应用研究和试验发展占 R&D 总投入的平均比例， w_s^B 、 w_s^A 、 w_s^S 分别为由式 3- (4) 和表 3.1 算出的权重。

3.3 本章总结

本章采用直接估算广义 C-D 生产函数方法来测度 R&D 投入社会边际收益率，认为这一方法比 R&D 投入对产出贡献率更为微观和具体地反映 R&D 投入的经济效果。R&D 投入对经济增长的边际收益率由三个因素决定：R&D 存量的产出弹性系数 γ ，产出 (GDP) 和 R&D 存量。其中测算 R&D 存量是关键。

测度 R&D 存量的方法主要有三种，但是本章认为：效用函数法可以考虑到 R&D 存量的折旧问题和 R&D 投入产出的时滞和不确定性问题，因此通过效用函数来测度 R&D 存量更具有合理性。本文采用效用函数法来测度 R&D 存量时，借鉴了 Roberto Esposti 教授和 Pierpaolo Pierani 教授所建立的效用权重测算模型来测算效用函数中的一系列效用权重，并根据数据获取的实际情况对 Roberto Esposti 的效用权重测算模型其进行了简化。该模型认为，R&D 投入对 R&D 存量产生的影响可以分为两个阶段：即在酝酿阶段 R&D 投入效用权重 (w_s) 与投资年份和投资类型有关，因为不同 R&D 活动类型的投入有着不同的产出时滞和不确定性；在新的 R&D 存量服务阶段 R&D 投入效用权重 (w_s) 与投资年的折旧率有关。折旧率 δ 的大小受到知识技术升级的速度的影响。知识技术的折旧不仅仅在于其本身的老化，更在于新知识产生的速度，新知识的产生和应用加速了旧知识的老化。因此，不同类型研究投入的比例和科技进步速率是影响一系列效用权重的重要因素。

第四章 浙江省 R&D 投入社会边际收益率的测度

4.1 变量的确定

测度浙江省 R&D 投入社会边际收益率时需要对产出量、资金量、劳动量等经济量做统一规定，否则会导致不同的结果，缺乏可比性。

4.1.1 产出量的确定

产出是指经济系统某一时期生产的价值总量。由于测算 R&D 投入对经济增加的贡献率的模型是定量描述投入量与产出量关系的数学表达式。因此，从理论上讲应当是用实物量来分析投入产出的整个过程，但在实际操作时，往往比较困难，因为每个行业的产品并不拘泥于单纯一种产品。它们的品种繁多，形式多样，很难以实物量综合其产出量。故只能采用价值量的形式进行分析计算。

价值量是指经济系统某一时期以货币表现的产品产量，其表示形式有总产值、净产值和增加值。总产值是以某年不变价计算而得的产值，国内生产总值（GDP）是指一个国家和地区一年内在本国（地区）领土上所生产的最终产品和劳务的市场价值总和，是国际通用的核算产出和经济实力的指标，也是大多数国内外专家、学者在使用生产函数时最常用的衡量产出量的指标。在本文中以 GDP 作为产出量的指标。

4.1.2 劳动量的确定

生产函数的要素投入量，严格按照理论要求，应当是一定时期内要素提供的“服务流量”^[52]，它不仅取决于要素的投入数量，还与要素的质量、利用效率等因素有关。但由于统计上存在着难以克服的困难，一般只好用要素投入数量指标代替要素提供的服务流量。就劳动投入指标而言，从国内外的研究情况来看，劳动量的确定有用劳动人数、劳动工资和劳动时间三种方法^[53]。在我国由于用劳动时间消耗量这方面的统计资料不够完善，难以操作。实际操作中大多数人还是用全社会从业人数参加生产实际劳动人数（一般用全社会从业人数）或用全社会工资总额来表示劳动量的消耗。但本文认为至少在目前用全社会工资总额这一指标来反映中国的劳动量仍不完全合适。在市场经济国家，劳动的质量、时间和强度一般是与收入水平相联系的，在市场机制的调节下，劳动报酬能够比较合理地反映劳动投入量的变化。在我国，由于正处于计划经济体制向市场经济体制的过渡时期，收入分配体制不尽合理，市场调节机制不够完善，有的单位存在滥发奖金、补贴等现象，劳动

者报酬不能如实地反映劳动者在生产过程中所做的贡献；在个体经济和私营经济中，劳动者的收入并不以工资形式统计。鉴于此，本文认为：工资不能完全反映劳动者的劳动付出和劳动力的价格。因此，在中国不能以“全社会工资总额”来反映劳动量。因此，用全社会从业人数来反映劳动量较其他统计量（劳动工资和劳动时间）要更合理，目前大多数学者用这一指标来反映中国的劳动量。

4.1.3 资金量的确定

目前关于资本量的确定分歧最大，具体有两个问题，一个是资本量除固定资本外是否要加流动资本，另一个是用固定资产投资原值还是固定资产投资净值来表示资本量。

对于第一个问题，本文认为在中国以固定资产投资反映资本量最合适，因为，从理论上讲，固定资产投资、消费和外贸出口是拉动经济增长的三架马车；并且投资是资本的主要组成部分，它又与劳动力、技术进步一起推动经济增长。正如“资本优先增长规律”所描述的，多年来固定资产投资是拉动中国经济增长最重要的因素。故以固定资产投资作为资本量的指标比较合适。关于流动资本，由于 GDP 是一个国家和地区每年最终产品和劳务的市场价值，而流动资本只对中间消耗发生影响，不影响最终产品，故流动资金不能加入资本量的范围。西方各国在计算宏观科技进步的贡献率时，一般也不考虑流动资本。

对于第二个问题，本文认为：由于我国的折旧制度不够健全，不同地区、不同企业和不同部门即使是同样的设备，其折旧率也很不一样，用净值计算会使企业之间的可比性受到影响，同时，由于固定资产净值量与其参加生产过程的能力不相等，一方面，目前我国固定资产更新周期比较长，有些企业的固定资产值早折旧完了，但在生产中仍旧在使用，把这部分已折旧的价值再加进去比较接近实际投入的资金量。另一方面，中国现有的国有资产管理体制存在问题，许多早该报废的设备仍在国有资产管理部门的“帐本”上存在，其重估价值很可能仍比原值有所升值，因此，用固定资产原值比固定资产净值能更好地反映资本存量的现状。

本文将资本量确定为固定资产原值。

4.1.4 R&D 存量

对 R&D 活动的测度主要是计量由于 R&D 活动而产生的 R&D 存量。由于作为 R&D 投入的两个重要指标 R&D 经费和 R&D 人员之间存在着高度的相关性，所以通常采用历年 R&D 经费存量来测度 R&D 存量。从这一点看，经济增长中 R&D 经费的作用实质上是反映了 R&D 活动的作用。

按基于 R&D 投入效用权重的 R&D 存量测度法来测度浙江省 R&D 存量, 需要浙江省历年来 R&D 经费投入量以及按活动类型分类的 R&D 经费投入量之间的比例, 即 R&D 的基础研究、应用研究、实验开发经费投入量之比。经过查阅统计资料, 获取到有关浙江省 R&D 经费投入总额 1990-2004 年的数据和 2000 年浙江按活动类型分类的 R&D 经费投入量^①, 我们将在这些有限的数字中用效用函数法来测算浙江省的 R&D 存量。根据《浙江省 R&D 资源清查资料汇编》统计, 浙江省 2000 年 R&D 经费总投入 36.6 亿, 其中基础研究 1.29 亿占总投入 3.52%、应用研究 3.49 亿占总投入 9.54%、实验开发 31.82 亿占总投入 86.94%, 这三种类型 R&D 经费投入量占总投入的比例将作为浙江历年三种 R&D 活动 R&D 经费投入量占总投入的平均比例。

4.2 浙江省 R&D 存量的测算

4.2.1 科技进步年平均增长速率的测算

知识技术升级的速度影响着 R&D 存量的折旧率, 根据式 3-(3) 可以看出, 测算 R&D 存量的折旧率首先要测算知识技术升级的速度。然而由于知识技术升级的速度不仅受到基础研究带来的技术和生产实践变革的影响, 还受到外在技术变革的影响, 很难测定知识技术升级的速度, 因此通常的做法是用平均科技进步速率来代替。

科技进步的年平均增长速度的一般方程(%, 用 a 表示)为

$$a=y-\alpha k-\beta l \quad 4- (1)$$

a 表示科技进步的年平均增长速度; y 表示 GDP 的年平均增长速度; k 表示社会固定资产投资的年平均增长速度; l 表示从业人员的年平均增长速度; α 表示资金的产出弹性系数(指在其它条件不变的情况下, 资金增加 1%时, 产出增加 $\alpha\%$); β 表示劳动的产出弹性系数(指在其它条件不变的情况下, 劳动增加 1%时, 产出增加 $\beta\%$)

利用增长速度方程法测算科技进步对经济增长贡献的难题就是资金产出弹性系数 α 和劳动产出弹性系数 β 的确定。国内外学者通过对 α 、 β 的深入研究和实际测算, 提出了多种估算方法。一些学者结合我国改革开放二十多年来经济发展的实际情况, 在较长时间系统分析的基础上, 确定出我国的资金产出弹性系数 α 的经验值在 0.3-0.4 之间, 劳动产出弹性系数 β 的经验值在 0.6-0.7 之间。国家计委、国家统计局建议在测算全社会口径科技进步时取 $\alpha=0.35$, $\beta=0.65$ 。这里, 本文将借鉴这一经验值。

根据附录 1, 可测得:

^①相关数据见附录 1

$$\begin{aligned} \text{浙江省 GDP 的年平均增长速度} &= y_{1990-2004} \\ &= [(Y_{2004}/Y_{1990})^{1/15} - 1] \times 100\% = [(9395.00 \div 897.99)^{1/15} - 1] \times 100\% \\ &= 16.94\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{浙江省社会固定资产投资的年平均增长速度} &= k_{1990-2004} \\ &= [(K_{2004}/K_{1990})^{1/15} - 1] \times 100\% = [(5944.65 \div 186.96)^{1/15} - 1] \times 100\% \\ &= 25.94\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{浙江省从业人员的年平均增长速度} &= l_{1990-2004} \\ &= [(L_{2004}/L_{1990})^{1/15} - 1] \times 100\% = [(2918.74 \div 2554.46)^{1/15} - 1] \times 100\% \\ &= 0.89\% \end{aligned}$$

1990-2004 年浙江省科技进步的年平均增长速度:

$$\begin{aligned} a_{1990-2004} &= y_{1990-2004} - \alpha k_{1990-2004} - \beta l_{1990-2004} \\ &= 16.94\% - 0.35 \times 25.94\% - 0.65 \times 0.89\% = 7.60\% \end{aligned}$$

4.2.2 R&D 投入效用权重的测算

由于 R&D 投入存在时滞效应, 当年 R&D 投入可能在其后若干年内仍产生效用, 因此可以认为当前年的 R&D 存量是以往年份 R&D 投入积累的结果。由于 R&D 存量存在老化折旧等现象, 以往年份 R&D 投入可能在当前年 R&D 存量中只有部分有效, 因此在计算当前年的 R&D 存量时需要一系列权重来表示以往 R&D 投入在当前年 R&D 存量中有效的比例, 并且 $0 < w_s < 1$ 。这一系列权重被称为 R&D 投入效用权重, 用 w_s 表示 ($s=0, 1, 2, 3, 4, \dots$), 从数学意义上讲 w_s 中的 s 是一系列权重的下标, 从经济意义上讲 s 表示投资年, 可解释为以往 R&D 投入年与当前年相隔的年数。投资年为 s 的 R&D 投入效用权重 (w_s) 表示的是: 相对于当前年来说, s 年前的 R&D 经费投入在当前年 R&D 存量中仍然有效的比例。例如, 当前年若为 2003 年, 2003 年前的若干年 R&D 经费投入仍然对 2003 年的 R&D 存量有影响, w_s 就表示相对于 2003 年来说 s 年前的 R&D 经费投入在当前年 R&D 存量中仍然有效的比例, 如果 $s=13$, 则 w_{13} 表示 1990 年 R&D 经费投入在 2003 年 R&D 存量中仍然有效的比例。 w_s 与投资年 s 密切相关, 在不同的投资年里, R&D 活动所处的阶段不同, 折旧率 δ_s 也不同, 影响了 R&D 投入效用权重 (w_s) 的值。

根据式 3- (4)、表 3.1 和浙江省科技进步的年平均增长速度, 可以算出不同投资年 s 各研究类型的效用权重的权重, 再根据式 3- (5) 计算的平均权重, MALAB 软件编程得出了投资年为 0-29 浙江省各研究类型的效用权重和平均权重, 如表 4.1、图 4.1。

表 4.1 浙江省不同投资年份 R&D 存量的权重

投资年 s	基础研究	应用研究	试验与发展	平均权重
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0256	0.0132	0.0360	0.0335
2	0.0633	0.0600	0.1393	0.1291
3	0.1151	0.1358	0.3523	0.3233
4	0.1806	0.2359	0.5685	0.5231
5	0.2561	0.3447	0.6288	0.5886
6	0.3345	0.4359	0.5245	0.5094
7	0.4067	0.4847	0.3643	0.3773
8	0.4633	0.4799	0.2351	0.2665
9	0.4970	0.4282	0.1416	0.1815
10	0.5047	0.3480	0.0787	0.1194
11	0.4875	0.2554	0.0400	0.0763
12	0.4497	0.1737	0.0183	0.0483
13	0.3976	0.1124	0.0074	0.0312
14	0.3354	0.0689	0.0026	0.0206
15	0.2683	0.0397	0.0008	0.0139
16	0.2095	0.0214	0.0000	0.0094
17	0.1593	0.0107	0.0000	0.0066
18	0.1178	0.0049	0.0000	0.0046
19	0.0844	0.0020	0.0000	0.0032
20	0.0585	0.0008	0.0000	0.0021
21	0.0391	0.0002	0.0000	0.0014
22	0.0251	0.0001	0.0000	0.0009
23	0.0154	0.0000	0.0000	0.0005
24	0.0090	0.0000	0.0000	0.0003
25	0.0050	0.0000	0.0000	0.0002
26	0.0026	0.0000	0.0000	0.0001
27	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000
28	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000
29	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000

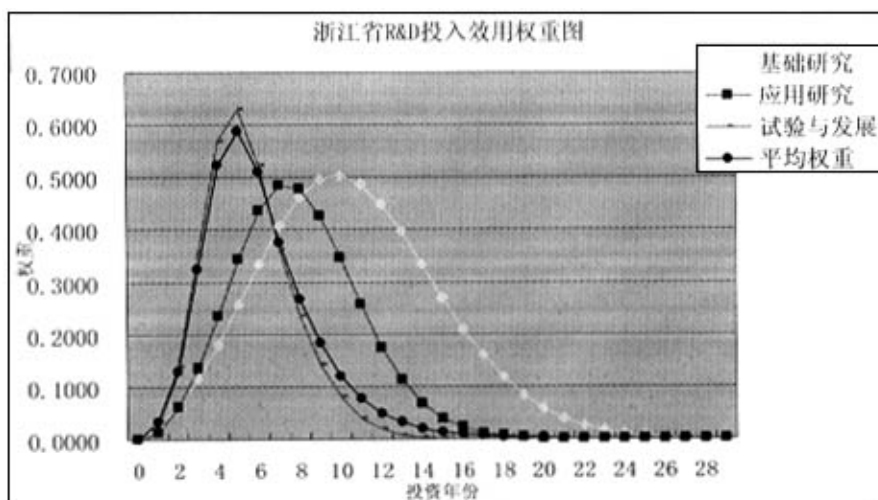


图 4.1 浙江省 R&D 投入效用权重图

对应表 4.1、图 4.1，我们可以看出，浙江省不同投资年份的三种研究类型 R&D 存量权重都近似服从的正态分布，但不同研究类型 R&D 投入的权重的分布又各有不同。

首先，不同研究类型 R&D 投入对其后历年 R&D 存量的贡献期限不同。试验与发展投入的权重到 15 年后就为 0，表示当年试验与发展投入最多能在其后 15 内产生效用，对 15 年后的 R&D 存量没有贡献；应用研究投入的权重到 22 年后就为 0，表示当年应用研究投入最多能在其后 22 内产生效用；基础研究投入的权重到 29 年后仍不为 0，表示当年基础研究投入在其后 29 内仍产生效用。可以看出，基础研究投入对 R&D 存量的贡献期限最长，其次是应用研究投入，最短是试验与发展投入，即表明基础研究投入对 R&D 存量的影响最大，其次是应用研究投入，最后是试验与发展投入。

其次，不同研究类型 R&D 投入的权重达到最大值的时间不同。基础研究投入在投资年 10 年达到最大效用，应用研究投入在投资年 7 年达到最大效用，试验与发展投入在投资年 5 年达到最大效用。由于不同研究类型产出的难易程度不同，达到最大效用的时间也不同。由于滞后效应，三种类型研究投入达到最大效用的时间比预测的酝酿期时间要晚（预测的酝酿期时间基础研究为 7 年，应用研究为 6 年，试验发展为 4 年）。理论分析认为，研究类型不同，产出的不确定性和研究开发的难易程度也不同。基础研究活动最难产生产出，所以基础研究的酝酿期最长，其次是应用研究、最后是试验与发展研究。本文的测算结果与理论分析相吻合，表明本文对浙江省 R&D 投入效用权重的测算具有一定的准确性。

再次，从图 4.1 上可以看出，不同研究类型 R&D 投入达到最大效用的时间清晰明显

度不同。试验与发展投入达到最大效用的时间就最清晰明显,说明试验与发展投入对 R&D 存量的贡献变化最快,一方面试验与发展投入最容易达到最大效用,另一方面试验与发展投入效用也最容易消失;其次是应用研究;基础研究投入达到最大效用的时间最不清明显,说明基础研究投入对 R&D 存量的贡献最为持久,一方面基础研究投入从开始投入到达到最大效用的漫长过程中不断产生效用,另一方面基础研究投入效用最不容易消失。

所以,基础研究投入对 R&D 存量的贡献最大,其次是应用研究投入,最后是试验与发展投入。

浙江省 R&D 投入效用的平均权重是由不同研究类型 R&D 投入的权重乘以各投入占 R&D 总投入的比例加总获得。浙江省基础研究投入、应用研究投入和试验发展投入占 R&D 总投入的比例分别为 3.52%、9.54%、86.94%,试验与发展投入占 R&D 总投入的比例很大,所以,浙江省 R&D 投入效用的平均权重与试验与发展投入的效用权重比较接近,如上图 4.1。浙江省 R&D 投入平均权重和试验与发展投入的效用权重一样都是在投资年第 5 年达到最大效用,而且达到最大效用的时间比较清晰明显。浙江省 R&D 投入平均权重对其后历年 R&D 存量的贡献期限为 27 年,而试验与发展投入的效用权重对其后历年 R&D 存量的贡献期限为 15 年,但从上表中可以看出投资年为 16-27 年间浙江省 R&D 投入平均权重都很小,最大不足 0.01。因此,浙江省 R&D 投入平均效用权重主要由试验与发展投入的效用权重来决定,这反映了浙江省当前年的 R&D 存量大部分受往年试验与发展投入的效用的影响。

4.2.3 R&D 存量的测算

当前年的 R&D 存量是以往年份 R&D 投入积累的结果,是历年 R&D 投入的线性组合。由于没有 1990 年以前的 R&D 投入相关数据,本文在测算浙江省 1990-2004 年 R&D 存量时假设 1990 年前的 R&D 投入与 1990 年 R&D 投入相等,这种做法在后面测算上海市历年 R&D 存量时也用到。根据表 4.1 的平均权重和浙江省 1990-2004 年 R&D 投入以及式 2-(22),用 MALAB 软件编程得到以 1990-2004 年为当前年的 R&D 存量,如表 4.2。

表 4.2 浙江省不同年份的经济量

年份	国内生产总值 (亿)	社会固定资产投资 (亿)	从业人员 (万)	R&D 经费投入 (亿)	R&D 存量 (亿)
1990	897.99	186.96	2554.46	2.04	6.6132
1991	1081.75	239.75	2579.36	2.27	6.6328
1992	1365.06	361.18	2600.38	3.46	6.6543
1993	1909.49	683.83	2615.89	4.43	6.7333
1994	2666.86	1006.39	2640.51	7.88	7.0006
1995	3524.79	1357.90	2621.47	9.14	7.7507
1996	4146.06	1617.53	2625.06	10.50	9.3125
1997	4638.24	1694.57	2619.66	15.19	11.9633
1998	4987.50	1847.93	2612.54	19.70	15.7733
1999	5364.89	1886.04	2625.17	27.05	20.6645
2000	6036.34	2267.22	2726.09	36.60	26.9452
2001	6748.15	2776.69	2796.65	44.74	35.3714
2002	7796.00	3413.08	2858.56	57.65	46.7965
2003	9395.00	4166.40	2918.74	77.76	61.9493
2004	11243.00	5944.65	2940.00	95.00	81.4513

4.3 浙江省 R&D 投入产出弹性的估计

测度浙江省 R&D 投入社会边际收益率需要估算浙江省 R&D 投入产出弹性。将式 2-(17) 转化为

$$\ln Y/L = \ln A + (1-\alpha)\ln K/L + \gamma \ln R \quad 4-(1)$$

把 Y/L, K/L 以及 R 作为三个新的变量, 可以通过线性回归算出 A、1- α 、 β 的估算值。具体数据如下表:

表4.3 线性回归方程相关数据表

年份	R	K/L	Y/L
1990	6.6132	0.0732	0.3515
1991	6.6328	0.0929	0.4194
1992	6.6543	0.1389	0.5249
1993	6.7333	0.2614	0.7300
1994	7.0006	0.3811	1.0100
1995	7.7507	0.5180	1.3446
1996	9.3125	0.6162	1.5794
1997	11.9633	0.6469	1.7706
1998	15.7733	0.7073	1.9091
1999	20.6645	0.7184	2.0436
2000	26.9452	0.8317	2.2143
2001	35.3714	0.9929	2.4129
2002	46.7965	1.1940	2.7272
2003	61.9493	1.4275	3.2189
2004	81.4513	2.0220	3.8241

将表4.3中的数据用SPSS软件处理后，得到最小二乘意义上的拟合系数 A 、 β 、 α 以及 γ 值，其回归系数与显著性检验表如表4.4：

表 4.4 浙江省回归系数与显著性检验表

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	.604	.132		4.591	.001	.317	.891
LNKL	.695	.036	.916	19.373	.000	.617	.774
LNR	7.833E-02	.039	.094	1.988	.070	-.008	.164

a. Dependent Variable: LNYL

表4.4中解释变量LNKL代表“固定资产与劳动力投入的比值(K/L)”，解释变量LNYL代表“产出量与劳动力投入的比值(Y/L)”，解释变量LNR代表“R&D存量投入(R)”。“常数项”和“K/L投入”的系数都在0.01水平上，显著异于0。“R投入”的显著性概念为0.07，大于0.05，但还是小于0.10，表明在0.07的显著性水平上，“R投入”的系数显著异于0。

根据SPSS处理的结果，表4.4可以解释为表4.5：

表 4.5 劳动、资本和 R&D 存量弹性系数与统计检验量

省份	弹性系数				统计检验量		
	A	α	β	γ	R ²	Sig.	F
浙江省	1.880	0.305	0.695	0.078	0.992	0.00	761.821

表 4.5 表明，浙江省 R&D 投入与其经济增长存在正相关性，为进一步测度 R&D 投入社会边际收益率提供了依据。

4.4 浙江省 R&D 投入社会边际收益率的测算

将表 4.2，表 4.5 中的相关值代入 2- (19) 式 $\frac{\partial Y}{\partial R} = \gamma \frac{Y}{R}$ 中，经计算整理，可得出浙江省 1990-2004 年的 R&D 投入社会边际收益率，具体数值如表 4.4 所示。

表 4.5 浙江省 R&D 投入社会边际收益率表

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
浙江省	10.69	12.84	16.14	22.32	29.98	35.79	35.04	30.51	24.88	20.43	17.63	15.01	13.11	11.94	10.86

4.5 本章总结

本章在采用直接估算广义 C-D 生产函数方法来测度浙江省 R&D 投入社会边际收益率时，首先对生产函数中涉及到的经济量做统一规定，接着测度了浙江省 R&D 存量和浙江省 R&D 投入产出弹性，进而算出浙江省 1990-2004 年的 R&D 投入社会边际收益率。测度浙江省 R&D 存量是本章的核心内容，在采用效用函数法来测度 R&D 存量时，借鉴了 Roberto Esposti 教授和 Pierpaolo Pierani 教授建立的效用权重测算模型来测算效用函数中的一系列效用权重。由于已经获得浙江省 1990-2004 年 R&D 投入的总量，所以测算浙江省 R&D 投入的一系列效用权重是测度浙江省 R&D 存量的关键。年平均增长速度影响着 R&D 存量的折旧率，进而影响着 R&D 投入的一系列效用权重，所以本文先测算了浙江省 1990-2004 年科技进步的年平均增长速度，再测算了浙江省各研究类型的效用权重。浙江省 R&D 投入效用的平均权重是由不同研究类型 R&D 投入的权重乘以各投入占 R&D 总投入的比例加总而来，由于试验与发展投入占 R&D 总投入的比例很大，所以浙江省 R&D 投入效用的平均权重与试验与发展投入的效用权重比较接近。经过分析认为，浙江省 R&D 投入平均效用权重主要由试验与发展投入的效用权重来决定，这说明浙江省当前年的 R&D 存量主要由往年试验与发展投入的效用来决定。

第五章 浙江省/上海市 R&D 投入社会边际收益率比较分析及对策

5.1 浙江/上海 R&D 投入社会边际收益率比较

使用同样的方法, 本文也测算出上海市科技进步的增长速度、R&D 存量权重、R&D 存量、R&D 存量产出弹性系数、R&D 投入社会边际收益率, 相关数据见附录 2, 3, 4, 5。

下表为浙江省与上海市 R&D 投入社会边际收益率比较表 5.1:

表 5.1 浙江省、上海市 R&D 投入社会边际收益率比较表

年份	浙江省				上海市			
	Y (GDP) (亿)	RD 存量 (亿)	Y/RD 存量	$\gamma \cdot Y/R$ (边 际收益率)	Y (GDP) (亿)	RD 存量 (亿)	Y/RD 存量	$\gamma \cdot Y/R$ (边 际收益率)
1990	897.99	6.61	135.79	10.69	765.45	32.93	23.24	11.54
1991	1081.75	6.63	163.09	12.84	893.77	33.09	27.01	13.41
1992	1365.06	6.65	205.14	16.14	1114.32	33.26	33.50	16.63
1993	1909.49	6.73	283.59	22.32	1511.61	33.76	44.77	22.23
1994	2666.86	7.00	380.95	29.98	1971.92	35.24	55.96	27.78
1995	3524.79	7.75	454.77	35.79	2462.57	38.57	63.85	31.69
1996	4146.06	9.31	445.21	35.04	2902.20	44.40	65.36	32.44
1997	4638.24	11.96	387.71	30.51	3360.21	52.89	63.54	31.54
1998	4987.50	15.77	316.20	24.88	3688.20	63.91	57.71	28.65
1999	5364.89	20.66	259.62	20.43	4034.96	77.51	52.06	25.84
2000	6036.34	26.95	224.02	17.63	4551.15	93.78	48.53	24.09
2001	6748.15	35.37	190.78	15.01	4950.84	112.56	43.99	21.83
2002	7796.00	46.80	166.59	13.11	5408.76	133.66	40.47	20.09
2003	9395.00	61.95	151.66	11.94	6250.81	157.50	39.69	19.70
2004	11243.00	81.45	138.03	10.86	7450.27	185.06	40.26	19.98

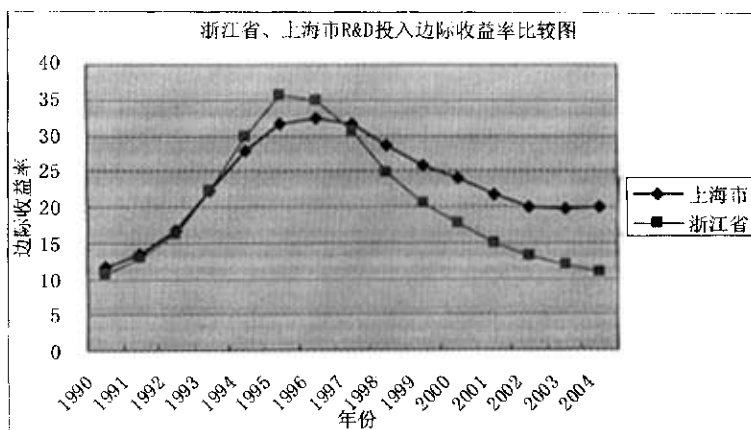


图 5.1 浙江省、上海市 R&D 投入社会边际收益率比较

从表 5.1、图 5.1 中可以看出两地 R&D 投入社会边际收益率存在一些相似点。1990-2003 年两地 R&D 投入社会边际收益率都出现了上升到下降的过程。浙江省在 1990-1995 年之间都呈现上升趋势，而在 1995-2004 年则逐渐下降，形成了 1995 年的“峰值现象”，上海市在 1990-1996 年之间都呈现上升趋势，而在 1996-2003 年则逐渐下降，形成了 1996 年的“峰值现象”，到了 2004 年又出现了略微增长的情况。峰值现象的形成与边际收益递减规律有关，同时也体现了两地经济增长的一些共性和特性。由于浙江省和上海市在“八五”期间，两地都加大了资金的投入^①，经济增长都处于主要靠资金投入阶段，用较小的 R&D 存量配以大量的资本投入就可以取得经济的稳定增长，R&D 投入社会边际收益率不断增加。由于浙江省经济增长依靠资金投入的情况更为明显，较小的 R&D 存量配以大量的资本投入促进经济增长更为显著，所以 R&D 投入社会边际收益率也一度超过了上海市；到了“九五”期间，受到国家宏观调控的影响，两地的社会固定资产投资都锐减，同时 R&D 投入大幅增长，致使 R&D 投入相对于社会固定资产投资来说过剩，R&D 存量的增长速度超过了 GDP 的增长速度，因而出现了 R&D 投入边际收益率递减的趋势。从发达国家经济发展的历程来看，也遵循着这一规律。在经济发展初期，随着大量的资本投入，经济飞速发展。但到了一定的阶段，产品的科技含量越来越高，不得不加大科技的投入。当科技投入的增幅大大超过了经济的增长幅度时，就会出现科技投入对 GDP 的产出边际递减的现象。但到了经济发展的高级阶段，R&D 存量的增长速度处于一种稳定的状态。因此，未来 R&D 投入社会边际收益率将由递减趋势逐渐变为平稳的状态。

从上表 5.1、图 5.1 中也不难看出，两地 R&D 投入社会边际收益率也存在很多不同点。

^① 可参照附录 1 和附录 5 两地社会固定资产投资情况

首先,浙江省 R&D 投入社会边际收益率的均值为 20.48,而上海的均值为 23.16,浙江省历年 R&D 投入社会边际平均收益率比上海市要小一些。其次,在 1993 年前上海市 R&D 投入社会边际收益率略高于浙江省 R&D 投入社会边际收益率,1993-1996 年浙江省 R&D 投入社会边际收益率赶上了上海 R&D 投入社会边际收益率,在 1995 年最多超出上海市 R&D 投入社会边际收益率 4.1,1996-2004 年上海市 R&D 投入社会边际收益率高出浙江省 R&D 投入社会边际收益率。再次,从表 5.1、图 5.1 中发展趋势来看,两地 R&D 投入社会边际收益率差距在扩大。

近年来,两地 R&D 投入社会边际收益率差距不断地扩大,特别是浙江省 R&D 投入社会边际收益率在不断减小,上海市 R&D 投入社会边际收益率则处于一种平稳的状态,反映了现阶段两地 R&D 投入的经济效果的差异。

5.2 浙江/上海 R&D 投入经济效果差异分析

R&D 投入社会边际收益率是反映 R&D 投入的经济效果的重要指标。R&D 投入社会边际收益率的大小由 R&D 存量、GDP 与 R&D 存量的比值和 R&D 投入产出弹性来决定,通过分析这三个变量的表征值和内在影响因素可以反映出 R&D 投入的经济效果。

浙江省/上海市 R&D 存量的总体情况如下表 5.2、图 5.2:

表 5.2 浙江省/上海市 1990-2004 年历年 R&D 存量比较表(单位:亿)

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
上海	32.93	33.09	33.26	33.76	35.24	38.57	44.40	52.89
浙江	6.61	6.63	6.65	6.73	7.00	7.75	9.31	11.96
年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
上海	63.91	77.51	93.78	112.56	133.67	157.50	185.05	
浙江	15.77	22.66	26.95	35.37	46.80	61.95	81.45	

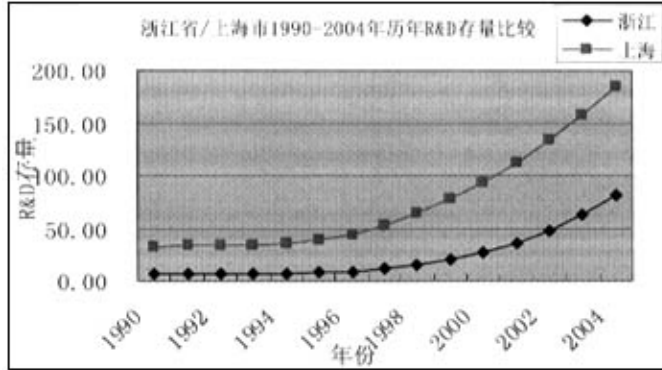


图 5.2 浙江省/上海市 1990-2004 年历年 R&D 存量比较

从上表 5.2、图 5.2 可以看出，浙江省 R&D 存量比上海市 R&D 存量要小得多。由效用函数法测度 R&D 存量可知，R&D 存量与历年的 R&D 投入总量和一系列权重有关。

首先，浙江省与上海市 R&D 投入总量相差很大，如下图 5.3：

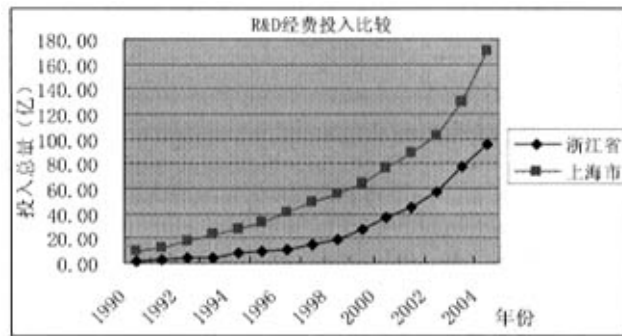


图 5.3 浙江省与上海市 R&D 投入总量比较图

其次，浙江省/上海市 R&D 投入效用权重相差很大。

一、 两地各研究类型投入的一系列权重大小不同^①。上海市各研究类型投入的一系列权重减去浙江省各研究类型投入的一系列权重，得如下表 5.3、图 5.4 结果：

^① 浙江省一系列权重见表 4.1，上海市一系列权重见附录 3

表 5.3 不同投资年上海市各研究类型投入权重多出浙江省各研究类型投入权重的量

投资年份	基础研究	应用研究	试验与发展
0	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0001	0.0001	0.0001
5	0.0004	0.0003	0.0008
6	0.0009	0.0009	0.0024
7	0.0015	0.0018	0.0044
8	0.0023	0.0030	0.0061
9	0.0035	0.0044	0.0066
10	0.0049	0.0055	0.0061
11	0.0063	0.0064	0.0048
12	0.0078	0.0067	0.0033
13	0.0091	0.0065	0.0020
14	0.0102	0.0057	0.0010
15	0.0110	0.0046	0.0004
16	0.0112	0.0034	0.0003
17	0.0111	0.0022	0.0001
18	0.0104	0.0014	0.0000
19	0.0094	0.0008	0.0000
20	0.0082	0.0003	0.0000
21	0.0067	0.0002	0.0000
22	0.0053	0.0000	0.0000
23	0.0041	0.0000	0.0000
24	0.0029	0.0000	0.0000
25	0.0020	0.0000	0.0000
26	0.0013	0.0000	0.0000
27	0.0007	0.0000	0.0000
28	0.0004	0.0000	0.0000
29	0.0003	0.0000	0.0000

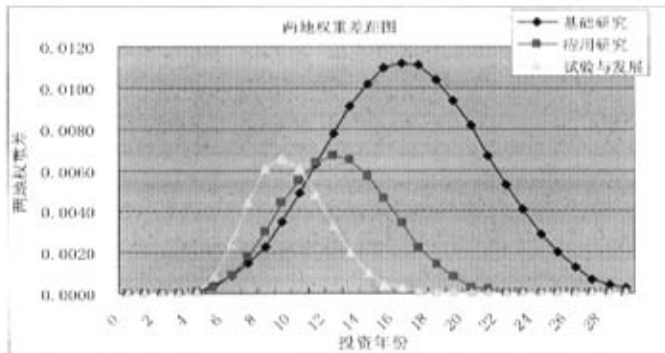


图 5.4 不同投资年上海市各研究类型投入权重多出浙江省各研究类型投入权重的量

从上表 5.3、图 5.4 可以看出：上海市历年各研究类型投入权重普遍比浙江省各研究类型投入的权重大，并且上海市基础研究投入的效用权重比浙江省基础研究投入的权重大出很多。由 Roberto Esposti 教授和 Pierpaolo Pierani 教授建立的效用权重测算模型可知，各研究类型投入效用权重的大小主要由科技进步的年平均增长速度决定。由于上海市科技进步的年平均增长速度比浙江省要高（上海为 9.47%，浙江省为 7.60%），所以上海市各研究类型投入权重普遍比浙江省各研究类型投入的权重大，并且基础研究投入的效用权重差异更为明显。

二、两地平均权重相差很大。

2000 年浙江省/上海市各研究类型投入情况如下表 5.4：

表 5.4 2000 年浙江省和上海市 R&D 经费投入结构比较

地 区	基础研究经费投入		应用研究经费投入		试验发展经费投入	
	数量（亿）	比例（%）	数量（亿）	比例（%）	数量（亿）	比例（%）
上海	4.79	6.24	17.53	22.85	54.41	70.91
浙江	1.29	3.52	3.49	9.54	31.82	86.94

R&D 投入效用的平均权重是由不同研究类型 R&D 投入的权重乘以各投入占 R&D 总投入的比例加总而来。由于两地历年基础研究、应用研究和试验发展占 R&D 总投入的平均比例不同，致使两地平均权重相差很大。

浙江省历年基础研究、应用研究和试验发展占 R&D 总投入的平均比例为 3.52%、9.54%、86.94%。由于浙江省试验与发展投入占 R&D 总投入的比例很大，浙江省 R&D 投入效用的平均权重与试验与发展投入的效用权重比较接近。

上海市历年基础研究、应用研究和试验发展占 R&D 总投入的平均比例为基础研究 6.45%，应用研究 24.57%，试验发展 68.83%。上海市各研究类型投入的平均比例中基础研究投入比例和应用研究投入比例比浙江省大一些，平均权重处于试验与发展投入的效用权重与应用研究投入的效用权重之间，比较合理。见附录 4。

由于不同类型研究的投入效用权重不同，使不同类型研究的投入对 R&D 存量的影响不同。4.2.2 节的分析认为，历年基础研究投入对 R&D 存量的贡献最大，其次是应用研究投入，最后是试验与发展投入。与上海市相比，浙江省 R&D 投入效用的平均权重更偏向试验与发展投入的效用权重，这表明浙江省当前年的 R&D 存量主要由往年试验与发展投入的效用来决定，可以认为浙江省历年 R&D 投入对 R&D 存量的贡献不如上海市大。

综上所述,浙江省 R&D 存量比上海市 R&D 存量低出很多的主要原因有:浙江省 R&D 投入总量比上海市低,浙江省科技进步的年平均增长速度比上海市低,浙江省历年 R&D 经费投入结构不如上海市合理。

5.2.1 GDP 与 R&D 存量的比值方面

浙江省/上海市 GDP 与 R&D 存量的比值总体情况如下表 5.5、图 5.5:

表 5.5 浙江省/上海市 GDP 与 R&D 存量的比值比较表

年份	浙江省			上海市		
	GDP (亿)	RD 存量 (亿)	GDP /RD 存量	GDP (亿)	RD 存量 (亿)	GDP /RD 存量
1990	897.99	6.61	135.79	765.45	32.93	23.24
1991	1081.75	6.63	163.09	893.77	33.09	27.01
1992	1365.06	6.65	205.14	1114.32	33.26	33.50
1993	1909.49	6.73	283.59	1511.61	33.76	44.77
1994	2666.86	7.00	380.95	1971.92	35.24	55.96
1995	3524.79	7.75	454.77	2462.57	38.57	63.85
1996	4146.06	9.31	445.21	2902.20	44.40	65.36
1997	4638.24	11.96	387.71	3360.21	52.89	63.54
1998	4987.50	15.77	316.20	3688.20	63.91	57.71
1999	5364.89	20.66	259.62	4034.96	77.51	52.06
2000	6036.34	26.95	224.02	4551.15	93.78	48.53
2001	6748.15	35.37	190.78	4950.84	112.56	43.99
2002	7796.00	46.80	166.59	5408.76	133.66	40.47
2003	9395.00	61.95	151.66	6250.81	157.50	39.69
2004	11243.00	81.45	138.03	7450.27	185.06	40.26

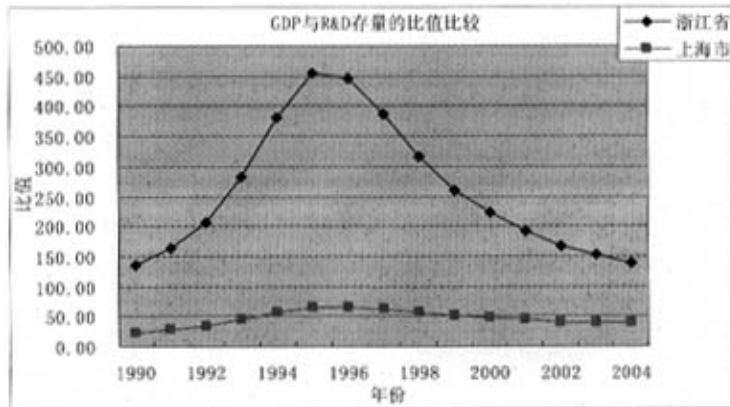


图 5.5 浙江省/上海市 GDP 与 R&D 存量的比值比较图

从上表 5.5、图 5.5 中可以看出,浙江省 GDP 与 R&D 存量的比值总体上都比上海市大很多。浙江省的比值变化很大,在 1995 达到最高值 454.77,在 1990 年为最低值 135.79,呈现先增加后减少的态势,并且落差很大。上海市的比值一直都比较平稳,在 1996 年达

到最高值 65.36，在 1990 年为最低值 23.24。与上海市相比，浙江省历年来 GDP 与 R&D 存量的比值大和落差大透射出浙江省经济增长与 R&D 存量的相关性不强的事实，这主要由以下几个方面原因造成：

一、浙江省 R&D 投入强度低

R&D 投入强度指的是 R&D 投入与 GDP 的比值。浙江省历年 R&D 投入强度不仅与上海相差大，而且还低于全国平均水平，如下图 5.6：

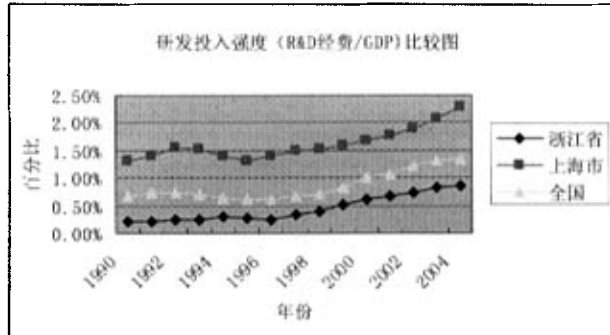


图 5.6 R&D 投入强度比较图

多年来浙江省一直处于 R&D 投入强度低。2001 年，浙江省 R&D 投入强度为 0.61%，居全国第 15 位，低于全国平均水平的 1.09%，相当于欠发达国家的水平；上海市 R&D 投入强度为 1.78%，居全国第 3 位，高于全国平均水平的 1.09%，接近于发达国家加拿大（1.94%，2000 年）的水平，已经超过意大利和新加坡的水平。

由于浙江省 R&D 投入强度低，R&D 投入对浙江省经济发展的促进作用不明显。

二、R&D 投入强度与经济发展水平不相适应

一般认为，经济越发达，市场化程度越高，产权激励越完善，企业越有财力和积极性进行研发投入，因而研发投入强度就越高^[54]。无论是经济发达程度、市场化进程还是产权激励机制建设浙江均走在了全国前列，但是浙江研发投入总量和强度却很低，与经济发展现实之间出现明显的异步。2000 年，浙江人均 GDP 为 13461 元人民币，位于全国（不包括香港、台湾和澳门，下同）第 4，而浙江省研发强度为 0.61%，远低于全国平均水平，位居全国第 14 位^[55]。

R&D 投入强度与经济发展水平不相适应表明，浙江省 R&D 存量的增加跟不上经济增长的步伐，致使浙江省 R&D 存量对经济增长的促进作用有限。

5.2.2 R&D 投入产出弹性方面

R&D 存量的产出弹性系数 γ 反映了 R&D 投入产出效益，表示在假设其他因素不变前

提下, R&D 投入提高 1% 使经济产出获得提高的百分比。浙江省 R&D 存量的产出弹性系数为 0.078, 上海市 R&D 存量的产出弹性系数为 0.496^①, 如表 5.6。

表 5.6 劳动、资本和 R&D 存量弹性系数与统计检验量

省份	弹性系数				统计检验量		
	A	α	β	γ	R ²	Sig.	F
浙江省	1.880	0.305	0.695	0.078	0.992	0.00	761.821
上海市	0.356	0.469	0.531	0.496	0.995	0.00	1298.948

R&D 存量的产出弹性系数是反映 R&D 投入产出效益的一个重要指标, 浙江省 R&D 存量的产出弹性系数比上海市低很多, 说明浙江省 R&D 投入产出效益不佳。为了进一步比较分析浙江省/上海市 R&D 投入产出效益, 本文根据 2-(6) 测算了浙江省/上海市 R&D 存量对产出贡献率, 如下表 5.7、表 5.8:

表 5.7 浙江省历年 R&D 存量对 GDP 的贡献率

年份	GDP (亿)	GDP 增长率 (%)	R&D 存量 (亿)	R&D 存量增长率 (%)	R&D 存量对 GDP 的贡献率 (%)
1990	897.99		6.61		
1991	1081.75	17	6.63	0.30	0.14
1992	1365.06	21	6.65	0.32	0.12
1993	1909.49	29	6.73	1.17	0.32
1994	2666.86	28	7.00	3.82	1.06
1995	3524.79	24	7.75	9.68	3.13
1996	4146.06	15	9.31	16.77	8.81
1997	4638.24	11	11.96	22.16	16.43
1998	4987.50	7	15.77	24.15	27.15
1999	5364.89	7	20.66	0.23.67	26.48
2000	6036.34	11	26.95	23.31	16.49
2001	6748.15	11	35.37	0.23.82	17.77
2002	7796.00	13	46.80	24.41	14.30
2003	9395.00	17	61.95	24.46	11.31
2004	11243.00	16	81.45	23.94	11.46

^①上海市回归系数与显著性检验见附录 6

表 5.8 上海市历年 R&D 存量对 GDP 的贡献率

年份	GDP (亿)	GDP 增长率 (%)	R&D 存量 (亿)	R&D 存量增长率 (%)	R&D 存量对 GDP 的贡献率 (%)
1990	765.45		32.93		
1991	893.77	14.36	33.09	0.46	1.60
1992	1114.32	19.79	33.26	0.53	1.33
1993	1511.61	26.28	33.76	1.48	2.79
1994	1971.92	23.34	35.24	4.19	8.91
1995	2462.57	19.92	38.57	8.64	21.52
1996	2902.20	15.15	44.40	13.14	43.06
1997	3360.21	13.63	52.89	16.04	58.42
1998	3688.20	8.89	63.91	17.25	96.27
1999	4034.96	8.59	77.51	17.54	101.34
2000	4551.15	11.34	93.78	17.35	75.93
2001	4950.84	8.07	112.56	16.68	102.59
2002	5408.76	8.47	133.66	15.79	92.59
2003	6250.81	13.47	157.50	15.13	55.76
2004	7450.27	16.10	185.06	14.89	45.92

根据表 5.7、表 5.8 可以算出：浙江省 R&D 存量对产出平均贡献率为 11.07%，上海市 R&D 存量对产出平均贡献率为 50.57%。这进一步说明浙江省 R&D 投入产出效益差。

一般认为，R&D 投入产出效益主要受 R&D 资源配置、高技术产业发展和知识产权等方面的影响。

R&D 资源配置主要包括两个方面：资源在不同执行主体中分配；资源在不同 R&D 活动类型中分配。近几年来，浙江省 R&D 资源在不同执行主体中分配情况如下图 5.7：

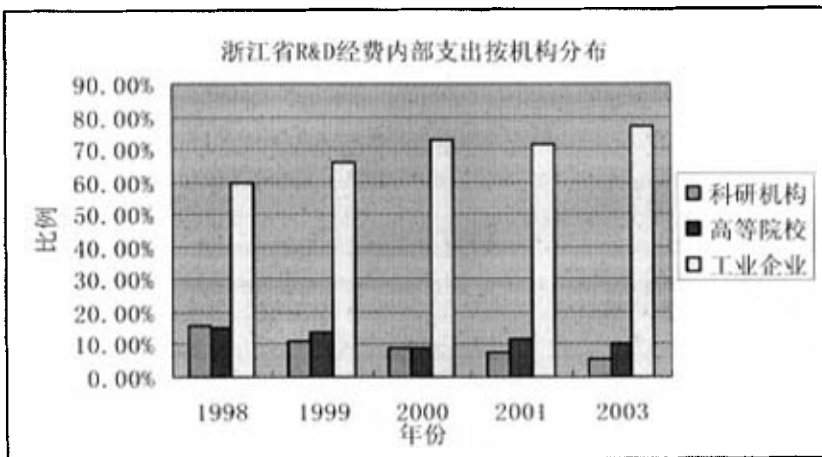


图 5.7 浙江省 R&D 经费内部支出按机构分布图

从图中可以看出,浙江省企业 R&D 投入与非企业 R&D 投入相差很大,这种现象一方面反映了浙江省企业作为 R&D 活动执行主体的地位更加突出,另一方面隐藏着 R&D 资源在不同研究类型中配置不合理的情况。浙江省进行 R&D 投入的企业大部分是中小企业。数据显示,2000 年,大中型企业执行的 R&D 经费占企业总计的 53.13%,小型企业占 46.87%^[56]。由于基础研究财力人力投入大,风险大,研究时间长等原因,企业特别是中小企业不愿意进行基础研究甚至是应用研究。高等院校和科研机构通常被认为最适合对基础研究进行投入,但浙江省高等院校和科研机构 R&D 投入非常少,从而影响了浙江省基础研究的总体投入。《浙江省 R&D 资源清查资料汇编》统计显示,浙江省 2000 年 R&D 经费总投入 36.6 亿元,其中基础研究 1.29 亿元,占总投入 3.52%、应用研究 3.49 亿元,占总投入 9.54%、实验开发 31.82 亿元,占总投入 86.94%。基础研究是应用研究和试验与发展的基础,同时基础研究也只有同应用研究和试验开发结合起来,才能发挥应用潜力。

高技术产业最能投入和消化 R&D 活动,但浙江省高技术产业发展缓慢。浙江省高技术产业规模和产出都比较小,高技术产业产值在 GDP 中的比例不高。2000 年,浙江省高技术产业增加值占制造业的比重相当于全国水平的 75.8%。2003 年,只有全国水平的 61.5%^[57]。2004 年,浙江省高技术产业增加值占制造业增加值的比重为 9%,高技术产品出口额占商品出口额比重为 6.7%,分别低于 2002 年全国平均水平 0.9 和 14.1 个百分点。

专利活动的规模、水平及构成,可以从一个侧面反映一个地区 R&D 产出市场化程度。然而,浙江省专利问题也比较突出。尽管 2003 年浙江企业专利申请量、授权量在各省市中均居第三位,但最能体现技术含金量的发明专利授权量为 429 件,仅占浙江省专利授权总量的 3.0%,低于全国 7.6%的水平。2004 年,全省发明专利申请量占专利申请量的比重为 14.15%,发明专利授权量占专利授权量的比重为 5.1%,均低于 23.6%和 12.05%的国内平均水平^[3]。

综上所述,浙江省 R&D 投入产出弹性系数低反映了浙江省 R&D 投入产出效益差,而浙江省 R&D 投入产出效益差的主要原因是浙江省资源配置不合理、浙江省高技术产业发展缓慢、专利技术含量低。

5.3 提高浙江省 R&D 投入经济效果对策建议

根据以上比较分析,针对浙江省 R&D 投入社会边际收益率较低,R&D 投入的经济效果不佳的状况,本文提出以下建议:

一、政府要在增加 R&D 投入的总量、调节 R&D 支出结构上有所作为

R&D 存量与历年 R&D 投入量和 R&D 投入效用权重有关。其中,R&D 投入是 R&D

存量的主要来源，加大 R&D 投入是增加 R&D 存量的主要方式。R&D 投入效用权重决定着历年 R&D 投入对 R&D 存量的贡献份额。R&D 投入效用权重越大，R&D 投入对 R&D 存量的贡献份额就越大。由于不同类型研究投入有着不同的效用权重，因此，不同类型研究投入对 R&D 存量的贡献份额不同。一般认为，基础研究投入对 R&D 存量的贡献最大，其次是应用研究投入，最后是试验与发展投入。可以看出，R&D 存量不仅与 R&D 投入多少有关，还与不同类型研究投入的比例有关。

在全国范围内，浙江省 R&D 投入总量和投入强度都偏小。浙江省 R&D 投入不佳主要存在两方面的问题，一是浙江省政府 R&D 经费投入低，二是浙江省企业 R&D 经费投入强度（占销售收入的比例）低。2000 年，浙江省在 R&D 经费内部支出中政府占 15.16%，居全国第 28 位，政府 R&D 投入占 GDP 的比重居全国第 26 位，为 0.08%，相当于全国平均水平的 24%。2000 年，企业已成为 R&D 经费投入的主体，但有科技活动的企业的 R&D 经费投入强度只位居全国第 23 位，为 0.69%，只有全国平均值的 67%。

浙江省 R&D 投入结构上也存在问题。2000 年，浙江省基础研究、应用研究和试验发展占 R&D 总投入的平均比例为 3.52%、9.54%、86.94%，上海市基础研究、应用研究和试验与发展占 R&D 总投入的平均比例为 6.24%、22.85%、70.91%。浙江省 R&D 投入结构不如上海市合理的主要原因在于：一是浙江省进行 R&D 投入企业多为中小企业，而中小企业主要是对试验与发展进行投入；二是科研机构 and 高等院校 R&D 投入比较少，而一般认为，科研机构 and 高等院校最适合于进行基础研究和应用研究。

浙江省 R&D 投入总量小和 R&D 支出结构不合理的问题需要政府部门来解决。政府对 R&D 活动的支持，不仅仅体现在政府资金的投入上，还体现在政策引导上。政府 R&D 经费投入不仅是全社会 R&D 经费的重要来源，而且有利于引导企业更广泛地开展 R&D 活动和增加 R&D 投入的强度。政府一方面要加大 R&D 投入的力度，特别是加大基础研究和应用研究 R&D 投入；另一方面要建立 R&D 监督管理系统来提高政府基础研究和应用研究 R&D 投入的效率：一是加强对科研攻关项目的审批，二是对政府资助的高校与研究机构的项目成果价值实现进行追踪。同时，在政策方面，政府可以在积极培育有利于科技创新与高新技术发展的资本市场、为中小高新技术企业技术创新和技术改造提供低息贷款、适当提高不同行业的折旧率、对企业进口新技术设备实行减免关税、降低引进技术和先进设备成本并简化手续等方面进行努力，促使企业加大 R&D 投入。

政府加大对 R&D 活动的支持，不仅有利于 R&D 存量的增加，更有利于社会知识技术升级，促进浙江经济从粗放型增长到集约型增长的转变，从而提高浙江省 R&D 投入的

经济效果。

二、大力发展高新技术产业来提高 R&D 投入产出效益

R&D 投入产出弹性和 R&D 存量对产出平均贡献率都低反映了浙江省 R&D 投入产出效益差。对浙江省来说, R&D 资源配置不合理、高技术产业发展缓慢和专利技术含量低等都是 R&D 投入产出效益不佳的主要原因。但高新技术产业发展的问题更值得重视,因为高技术产业最能将产、学、研结合起来,是投入和消化 R&D 活动、促进 R&D 活动的市场化最积极的分子。

总的来看,浙江省高技术产业仍然存在规模偏小,水平偏低,附加值不高等问题。因此,只有走自主创新为基础的高技术产业发展道路,加快开发具有自主知识产权的核心技术,才能提高高技术产业的技术密集度,增加高技术产业的附加值,实现高新技术产业的可持续发展。政府部门应该加大对高技术产业的政策引导,研究制定真正有利于高技术产业发展的有效措施,给高技术企业的发展创造良好的政策环境,如高新技术领先的企业提供研发补贴能激励领先企业投入更多的资源于研发活动,大力培育和发展科技型中小企业,鼓励其进行具有自主知识产权的技术开发,增强自主创新能力。

5.4 本章总结

本章以与第四章同样的方法测算出上海市 R&D 投入社会边际收益率,将浙江省 R&D 投入社会边际收益率与其进行比较,并认为:近年来两地 R&D 投入社会边际收益率差距不断地扩大,特别是浙江省 R&D 投入社会边际收益率在急剧减小,反映了现阶段两地 R&D 投入的经济效果的差异。因此,本章从 R&D 存量、GDP 与 R&D 存量的比值和 R&D 投入产出弹性三方面对浙江省/上海市 R&D 投入的经济效果差异进行比较和分析。分析的结论是:浙江省 R&D 投入总量、科技进步的年平均增长速度和历年 R&D 经费投入结构不合理导致了浙江省 R&D 存量少;R&D 投入强度低、R&D 投入强度与经济发展水平不相适应导致了 GDP 与 R&D 存量的比值大和落差大;浙江省 R&D 投入产出弹性和历年 R&D 存量对产出贡献率低反映了浙江省 R&D 投入产出效益差,而浙江省 R&D 投入产出效益差的主要原因是浙江省资源配置不合理、浙江省高技术产业发展缓慢、专利技术含量低。针对这些问题,本文最后提出了提高浙江省 R&D 投入的经济效果的一些对策建议:政府要在增加 R&D 投入的总量、调节 R&D 支出结构上有所作为;大力发展高新技术产业来提高 R&D 投入产出效益。

第六章 总结

本文在 R&D 与经济增长综述中,介绍了测度 R&D 投入对经济增长作用的常用方法,认为测算 R&D 存量是测度 R&D 投入对经济增长作用的前提,因此重点介绍了 R&D 存量的测定方法并进行比较,认为采用效用函数法测度 R&D 存量更具合理性。采用效用函数法测度 R&D 存量的关键是测算各研究类型 R&D 投入的效用权重,本文借鉴了意大利著名学者 Roberto Esposti 教授和 Pierpaolo Pierani 教授建立的测算 R&D 投入效用权重的模型,测算出浙江省 1990-2004 年的 R&D 存量以及 R&D 投入社会边际收益率。用同样的方法,本文测度了上海市 R&D 投入社会边际收益率,并与浙江省 R&D 投入社会边际收益率进行比较分析,寻找出浙江省 R&D 投入经济效果不佳的主要原因,并提出了对策建议。

6.1 主要结论

一、通过理论分析得出结论: R&D 存量不仅与 R&D 经费投入总量有关,还与各研究类型 R&D 投入效用权重有关。

二、测算出浙江省和上海市不同类型 R&D 投入的一系列权重,得出不同类型 R&D 投入的权重不同、科技进步速度越大各类型 R&D 投入的权重越大等结论。

三、用多元线性回归法测算出浙江省和上海市的 R&D 产出弹性系数分别为 0.078 和 0.496。

四、根据浙江省/上海市 R&D 投入产出弹性测算出两地历年 R&D 存量对产出贡献率。

五、浙江省/上海市 1990-2004 年 R&D 投入社会边际收益率之间的差距反映了浙江省/上海市这些年来 R&D 投入经济效果的不同。

六、从 R&D 存量、GDP 与 R&D 存量的比值和 R&D 投入产出弹性方面对浙江省/上海市 R&D 投入的经济效果差异进行比较,得出以下结论:浙江省 R&D 投入总量、科技进步的年平均增长速度和历年 R&D 经费投入结构不合理导致了浙江省 R&D 存量少;R&D 投入强度低、R&D 投入强度与经济发展水平不相适应导致了 GDP 与 R&D 存量的比值大和落差大;浙江省 R&D 投入产出弹性和历年 R&D 存量对产出贡献率低反映了浙江省 R&D 投入产出效益差,而浙江省 R&D 投入产出效益差的主要原因是浙江省资源配置不合理、浙江省高技术产业发展缓慢、专利技术含量低。

七、针对以上结论,本文最后提出提高浙江省 R&D 投入的经济效果的对策建议:政府要在增加 R&D 投入的总量、调节 R&D 支出结构上有所作为;大力发展高新技术产业来提

高 R&D 投入产出效益。

6.2 本文的创新点

一、采用效用函数法及 R&D 投入效用权重的模型测度了 1990-2004 年浙江省和上海市的 R&D 存量。效用函数法被认为是测度 R&D 存量的基本公式，但由于难以测算函数中一系列 R&D 投入效用权重，很多学者在实际测算时将其进行了不同的变形，形成了不同的 R&D 存量测算方法，其中比较有影响力的方法是永续盘存 R&D 存量测度法。Roberto Esposti 教授和 Pierpaolo Pierani 教授认为，可以建立数学模型来测算这一系列效用权重，并且这一系列效用权重能反映 R&D 存量的折旧、R&D 投入产出的时滞和不确定性。这种测算 R&D 存量的方法更具有合理性，但从目前来看国内没有文献介绍这种方法，更没有文献采用这种方法来测度国家或某个地区的 R&D 存量。

二、提出了 R&D 存量与不同类型 R&D 投入有关的观点。不同类型 R&D 投入有着不同 R&D 投入效用权重，因此不同的研究投入对 R&D 存量的贡献份额不同。基础研究 R&D 投入对 R&D 存量的贡献期限最长，其次是应用研究投入，最后是试验与发展投入。因此，基础研究投入对 R&D 存量的贡献最大，其次是应用研究投入，最后是试验与发展投入。

三、测度了 1990-2004 年浙江省 R&D 投入社会边际收益率和 R&D 存量对 GDP 的贡献率。目前国内比较常见的是测算科技进步对经济增长的贡献率，测算 R&D 投入社会边际收益率的文献不多，但目前还没有文献测算浙江省 R&D 投入社会边际收益率和 R&D 存量对 GDP 的贡献率。

四、对浙江省和上海市 R&D 投入的经济效果进行了比较分析，认为浙江省 R&D 投入的经济效果不如上海市有以下几个方面原因：浙江省 R&D 投入总量、科技进步的年平均增长速度和历年 R&D 经费投入结构不合理导致了浙江省 R&D 存量少；R&D 投入强度低、R&D 投入强度与经济发展水平不相适应导致了 GDP 与 R&D 存量的比值大和落差大；浙江省 R&D 投入产出弹性和历年 R&D 存量对产出贡献率低反映了浙江省 R&D 投入产出效益差，而浙江省 R&D 投入产出效益差的主要原因是浙江省资源配置不合理、浙江省高技术产业发展缓慢、专利技术含量低。

6.3 需要进一步研究的问题

一、R&D 投入社会边际收益率的研究是一项复杂的系统工程，需要长期的跟踪研究，用最新的经济数据去修正生产函数和计算方法，测算出最符合实际 R&D 投入社会边际收

益率。

二、本文在测算浙江省 R&D 投入效用平均权重时,由于数据有限无法得到历年按活动类型分类的 R&D 经费投入量之间的比例,仅用 2000 年的比例来替代历年的比例;同样的原因,在测算上海市 R&D 投入效用平均权重时也取了 2000-2004 年按活动类型分类的 R&D 经费投入量之间的平均比例来替代历年的比例。

三、本文在如何提高浙江省 R&D 投入的经济效果方面提出了一些粗浅的对策建议,要使浙江省的 R&D 投入经济效果更好,还需要更为细致和深入的研究,同时需要包括各级政府部门在内的全社会的努力。

附录 1

浙江省不同年份的经济量

年份	国内生产总值 (亿)	固定资产投资 (亿)	从业人员 (万)	R&D 经费总额 (亿)
1990	897.99	186.96	2554.46	2.04
1991	1081.75	239.75	2579.36	2.27
1992	1365.06	361.18	2600.38	3.46
1993	1909.49	683.83	2615.89	4.43
1994	2666.86	1006.39	2640.51	7.88
1995	3524.79	1357.90	2621.47	9.14
1996	4146.06	1617.53	2625.06	10.50
1997	4638.24	1694.57	2619.66	15.19
1998	4987.50	1847.93	2612.54	19.70
1999	5364.89	1886.04	2625.17	27.05
2000	6036.34	2267.22	2726.09	36.60
2001	6748.15	2776.69	2796.65	44.74
2002	7796.00	3413.08	2858.56	57.65
2003	9395.00	4166.40	2918.74	77.76
2004	11243.00	5944.65	2940.00	95.00

附录 2

$$\begin{aligned} \text{上海市 GDP 的年平均增长速度} &= y_{1990-2004} \\ &= [(Y_{2004}/Y_{1990})^{1/15} - 1] \times 100\% = [(7450.27/765.45)^{1/15} - 1] \times 100\% \\ &= 16.38\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{上海市社会固定资产投资的年平均增长速度} &= k_{1990-2004} \\ &= [(K_{2004}/K_{1990})^{1/15} - 1] \times 100\% = [(3084.66/227.08)^{1/15} - 1] \times 100\% \\ &= 19.00\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{上海市从业人员的年平均增长速度} &= l_{1990-2004} \\ &= [(L_{2004}/L_{1990})^{1/15} - 1] \times 100\% = [(836.87/787.72)^{1/15} - 1] \times 100\% \\ &= 0.40\% \end{aligned}$$

1990-2004 年上海市科技进步的年平均增长速度的测算:

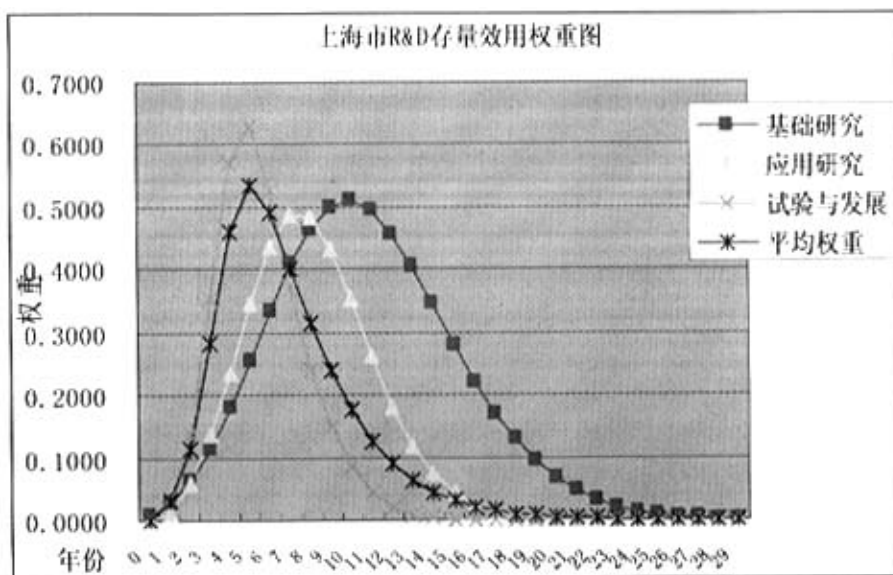
$$\begin{aligned} a_{1990-2004} &= y_{1990-2004} - \alpha k_{1990-2004} - \beta l_{1990-2004} \\ &= 16.38\% - 0.35 \times 19.00\% - 0.65 \times 0.40\% = 9.47\% \end{aligned}$$

附录 3

上海市不同年份的 R&D 存量权重

年份	基础研究	应用研究	试验与发展	平均权重
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0256	0.0132	0.0360	0.0297
2	0.0633	0.0600	0.1393	0.1148
3	0.1151	0.1358	0.3522	0.2834
4	0.1807	0.2360	0.5686	0.4614
5	0.2565	0.3450	0.6296	0.5352
6	0.3354	0.4368	0.5269	0.4923
7	0.4082	0.4865	0.3687	0.4004
8	0.4656	0.4829	0.2412	0.3154
9	0.5005	0.4326	0.1482	0.2412
10	0.5096	0.3535	0.0848	0.1786
11	0.4938	0.2618	0.0448	0.1274
12	0.4575	0.1804	0.0216	0.0890
13	0.4067	0.1189	0.0094	0.0621
14	0.3456	0.0746	0.0036	0.0432
15	0.2793	0.0443	0.0012	0.0298
16	0.2207	0.0248	0.0003	0.0206
17	0.1704	0.0129	0.0001	0.0142
18	0.1282	0.0063	0.0000	0.0098
19	0.0938	0.0028	0.0000	0.0067
20	0.0667	0.0011	0.0000	0.0046
21	0.0458	0.0004	0.0000	0.0031
22	0.0304	0.0001	0.0000	0.0020
23	0.0195	0.0000	0.0000	0.0013
24	0.0119	0.0000	0.0000	0.0008
25	0.0070	0.0000	0.0000	0.0005
26	0.0039	0.0000	0.0000	0.0003
27	0.0020	0.0000	0.0000	0.0001
28	0.0010	0.0000	0.0000	0.0001
29	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000

附录 4



上海市不同年份 R&D 存量效用权重图

附录 5

上海市不同年份的经济量

年份	国内生产总值 (亿)	社会固定资产投资 (亿)	从业人员 (万)	R&D 经费投入总额 (亿)	R&D 存量 (亿)	K/L	Y/L	Y/R
1990	765.45	227.08	787.72	10.13	32.9328	0.29	0.97	23.24
1991	893.77	258.30	798.13	12.64	33.0858	0.32	1.12	27.01
1992	1114.32	357.38	806.91	17.48	33.2622	0.44	1.38	33.50
1993	1511.61	653.91	787.25	23.04	33.7614	0.83	1.92	44.77
1994	1971.92	1123.29	786.04	27.61	35.2373	1.43	2.51	55.96
1995	2462.57	1601.79	794.19	32.60	38.5683	2.02	3.10	63.85
1996	2902.20	1952.05	851.21	40.96	44.4031	2.29	3.41	65.36
1997	3360.21	1977.59	847.25	49.76	52.8868	2.33	3.97	63.54
1998	3688.20	1964.83	836.21	55.69	63.909	2.35	4.41	57.71
1999	4034.96	1856.72	812.09	63.75	77.5071	2.29	4.97	52.06
2000	4551.15	1869.67	745.24	76.73	93.7772	2.51	6.11	48.53
2001	4950.84	1994.73	752.26	88.08	112.5569	2.65	6.58	43.99
2002	5408.76	2187.06	792.04	102.36	133.6649	2.76	6.83	40.47
2003	6250.81	2452.11	813.05	128.92	157.4959	3.02	7.69	39.69
2004	7450.27	3084.66	836.87	170.28	185.0587	3.69	8.90	40.26

附录 6

上海市回归系数与显著性检验表

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B			
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound		
1	(Constant)	-1.032	.133						
	LNR	.496	.034	.435	14.631	.000	.422	.570	
	lnK/L	.531	.025	.629	21.167	.000	.476	.585	

a. Dependent Variable: lnY/L

参考文献

- [1] 孙理军, 聂鸣. 高新技术企业研究开发人员的激励机制[J]. 科研管理. 2002. Vol. 114-119
- [2] 国家统计局. 中国统计年鉴 2001[M]. 北京: 中国统计出版社. 2001
- [3] 国家统计局, 科学技术部. 中国科技统计年鉴(2004)[M]. 北京: 中国统计出版社. 2004
- [4] P.J. Sheehan, 柳御林等译. Australia and the Knowledge Economy[M]. 北京: 机械工业出版社. 1997
- [5] 石林芬, 何榕, 刘莹. OECD 国家 R&D 税收激励政策的设计经验及对我国的启示[J]. 统计分析与研究. 2003
- [6] Van Pottelsberghe Dominique Guellec. From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter[J]. Oxford Bulletin of Economics & Statistics. 2004. Vol. 66. P: 353
- [7] 朱春奎. 上海 R&D 投入与经济增长关系的协整分析[J]. 中国科技论坛. 2004. Vol. 6. P:
- [8] Zvi Griliches. Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970's[J]. American Economic Review. 1986. Vol. 76. P: 141-154
- [9] Zvi Griliches. R&D and Productivity [M]. University of Chicago Press. 1998
- [10] 亚当·斯密, 郭大力、王亚南译. 国民财富的性质和原因的研究[M]. 北京: 商务印书馆. 1972
- [11] 罗伯特·M·索洛, 王思冕等译. 增长理论: 一种说明[M]. 北京: 华夏出版社. 1988
- [12] 马歇尔, 朱志泰译. 经济学原理(上卷)[M]. 北京: 商务印书馆. 1991
- [13] Arrow K. Economic Implications of Learning by Doing[J]. Review of Economic Studies. 1962. Vol. 29. P: 73-155
- [14] 李启增. 新增长理论与贸易--增长问题[J]. 经济学动态. 1994. Vol. 7. P: 54
- [15] 丁冰. 简析新经济增长论及其对我国经济增长方式转变的启示[J]. 学术月刊. 1997. Vol. 5. P: 40
- [16] R.E. Lucas. On the Mechanics of Economic Development[J]. Journal of Monetary Economics. 1988. Vol. 122. P: 3-42
- [17] Romer. Endogenous Technological Change[J]. Journal of Political Economy. 1990. Vol. 98. P: 71-102
- [18] Zvi Griliches. Research Expenditure and Growth Accounting[M]. New York: B.R. Williams. 1973.
- [19] Frank Lichtenberg, Zvi Griliches. Interindustry Technology Flows and Productivity Growth: A Reexamination[J]. Review of Economic Studies. 1984. Vol. 66. P: 324-329
- [20] David S Landes. The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present [M]. Cambridge: Cambridge University Press. 2003
- [21] Rosenberg. 1840-1990 Technological Change in the Machine Tool Industry[J]. Journal of Economic History. 1963. Vol. 23. P: 414-446.
- [22] Frank Lichtenberg. R&D Investment and International Productivity Difference[C]. Nber Working Paper. 1992. Vol. 4161.
- [23] Coe David, Elhanan Helpman. International R&D Spillovers[J]. European Economic Review. 1995. Vol. 39. P: 859-887
- [24] Mark Schwartz, Mansfield Edwin, Samuel Wanger. Social and Private Rates of Return from Industrial Innovation[J]. Quarterly Journal of Economics. 1977. Vol. 91. P: 221-240
- [25] Zvi Griliches. The Search for R&D Spillovers[J]. Scandinavian Journal of Economics.

1992(94) P: 29-47

[26] Nadri, Ishaq m. Innovation and Spillovers[C]. Nber Working Papers.1993.Vol.4423.

[27] 史清琪、秦宝庭、陈警.技术进步与经济增长[M].北京:科学技术文献出版社.1985

[28] Elisabeth Kremp, Jacques Mairesse, Pierre Mohnen. The Importance of R&D and Innovation for Productivity: A Reexamination In Light of the French Innovation Survey[A]. Conference Name, Conference Location, 2005 of Conference

[29] Pierre Mohnen Jacques Mairesse.R&D and Productivity: A Reexamination in Light of the Innovation Surveys[C]. the DRUID Summer Conference, France, 2003

[30] Rachel Griffith. How Important is Business R&D for Economic Growth and Should the Government Subsidise It?[R]. IFS Briefing Notes, Institute for Fiscal Studies. October 2000

[31]Griliches.Z. The Search for R&D Spillovers[J]. Scandinavian Journal of Economics.1992.Vol.94.P: 29-47

[32] 王娅莉 李明智.我国高技术产业全要素生产率及其影响因素的定量分析[J].科技管理研究.2005.Vol.25.P: 34-38

[33] 蔡虹, 高杰, 许晓雯. R&D 投资经济效果的实证研究[J].科学学研究.2004.Vol.22.P: 54-58

[34] 秦宝庭, 吴景曾.知识与经济增长[M].北京:科学技术文献出版社.1999

[35] 联合国编, 国家统计局核算司译.新国民经济核算体系[M].北京:中国统计出版社.1995

[36] Zvi Griliches. Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth[J].Bell Journal of Economics.1979.Vol.10.P: 92-116

[37] Hyeog Ug Kwona , Tomohiko Inui. R&D and Productivity Growth in Japanese Manufacturing Firms[R].ESRI Discussion Paper Series.2003.44.

[38] Pierre Mohnen, Mairesse Jacques. For Presentation at the OECD Conference on IPR [R]. Innovation and Economic Performance.Paris.2003.28-29

[39] 魏和清.关于知识测度理论与方法的思考[J].当代财经.2005.Vol.7.P: 120-123

[40] 邹珊刚 李顺才, 苏子仪.一种基于永续盘存的知识存量测度改进模型[J].科学学与科学技术管理.2003.Vol.9.P: 13-15

[41] Park Walter G. International R&D Spillovers and OECD Economic Growth[J].Economic Inquiry.1995.Vol.33.P: 571-591

[42] Wykoff Hulten. Issues in the Measurement of Economic Depreciation: Introductory Remarks[J].Economic Inquiry.1996.Vol.34.P: 10-23

[43] Alston. Research Returns Redux: A Meta-analysis of the Returns to Agricultural R&D[J].The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics.2000.Vol.44.P: 185-215

[44] Roberto Esposti, Pierpaolo Pierani. Building the Knowledge Stock: Lags, Depreciation and Uncertainty in Agricultural R&D[J].Journal of Productivity Analysis.2003.Vol.19.P: 33-58

[45] 陈禹 谢康.知识经济的测定理论与方法[M].北京:中国人民大学出版社.1998

[46] De Bresson. Technological Innovation and Long Wave Theory:Two Pieces of the Puzzle[J].Journal of Evolutionary Economics.1991.Vol.1.P: 241-272

[47] Jovanovi, Nyarko.Creation and transfer of knowledge: Institutions and Incentives[M].Berlin: Springer Verlag.1998

[48] Levialdi, Castaldi. Investimenti in ricerca e sviluppo e formazione degli stock di conoscenza[J].Quaderni di Ricerca ISTAT.1997.Vol.1.P: 37-52

[49]Namatame.Dynamic Comparison of R&D Innovation Process Structures[J].Technology Managment.1989.Vol.IV.P: 305-315

[50] Pakes, Schankerman, Griliches. The Rate of Obsolescence of Patents,Research Gestation

Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources[M].University of Chicago Press.1984

[51] Nadiri, Prucha. Estimation of the Depreciation Rate of Physical and R&D Capital in the U.S. Total Manufacturing Sector[J].Economic Inquiry.1996.Vol.34.P: 43-56

[52] 李京文译, D.乔根森著.生产率与中美经济增长研究[M].北京: 中国社会科学出版社.1993

[53] 李京文.技术进步与经济效益[M].北京: 中国财政出版社.1989

[54] 柳卸林.技术创新经济学[M].北京: 中国经济出版.1993

[55] 国家统计局, 科学技术部.中国科技统计年鉴(2001)[M].北京: 中国统计出版社.2001

[56] 国家统计局.全国 R&D 资源清查综合资料汇编(2000)[M].北京: 中国统计出版社.2000

[57] 国家统计局.中国统计年鉴 2004[M].北京: 中国统计出版社.2004

硕士期间发表和录用的文章

吴晓晖, 程华, 国外 R&D 税收激励研究现状及思考, 科技进步与对策, 22 卷 11 期 (2005/11), 25-27。

投稿文章:

程华, 吴晓晖, R&D 投入、存量及产出弹性研究——基于年份/功效 (age/effectiveness) 函数的实证研究

致谢

每饭勿忘亲爱永，有生应感师恩宏。

汗水铸文君与舞，飘似年华乐章中。

本人在攻读硕士学位期间有幸得到程华教授的悉心指导，导师严谨的治学作风和求实的科学态度使我受益匪浅。感谢程老师在我学习和研究过程中给予我的关心和照顾，离开了她的指导和帮助，我不可能顺利地完成论文，更加不可能完成硕士学业。在此，向程老师表示我最衷心的感谢和敬意！

感谢学院刘朝马老师、莫燕老师、胡旭薇老师、祝锡永老师、张树义老师、金桂生老师、唐志雄老师、魏楚老师等等在本人的学习和工作中给予我的帮助与支持。

感谢同学汪群芳、杜金玲、张乐萍、蔡薇、潘小安、陶子毓、贾馥、宋丽娜、袁丽、王森等对本人的关心和帮助。

最后，要特别感谢我的父母和家人给我的关怀和呵护，他们默默地付出和无私地奉献永远是我不断前进和求索的动力。感谢我的爱人秦兴，他真诚的爱和包容始终围绕着我，他勤奋和上进深深激励着我，他孜孜不倦的求学精神和坚忍不拔的性格影响着我，因为有他我更有信心和勇气去面对困难、迎接挑战！

吴晓辉

2006年2月