



软件外包企业技术能力提升机理研究

张笑楠, 仲秋雁

大连理工大学 管理科学与工程学院, 辽宁 大连 116024

摘要: 中国软件外包企业技术水平与发达国家相比差距较大, 提升企业技术能力成为理论和实践关注的焦点。依据企业研发投入执行主体的不同, 构建基于系统动力学的软件外包企业技术能力动态系统模型。通过企业技术能力系统的因果回路图和系统动力学流图的刻画, 阐明技术能力发展过程中各变量之间的动态关系。以东软集团的数据为样本, 利用 Vensim 软件进行模型模拟和仿真, 验证模型的合理性, 探讨企业内部研发和技术合作研发两种模式下企业技术能力提升情景, 分析研发工作效率和政府间接支持对企业技术能力的影响。研究表明, 扩大研发投入、提高研发效率和加强税收激励强度都对企业技术能力的提升有较大促进作用。在此基础上, 提出软件外包企业发展技术能力的建议。

关键词: 企业技术能力; 内部研发; 技术合作研发; 系统动力学; 软件外包

中图分类号: F273.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-0334(2011)06-0018-11

1 引言

软件和信息外包代表了世界软件产业发展的重要趋势, 是经济全球化的新阶段, 已成为中国重要的战略性基础产业。软件外包行业属于典型的高科技行业, 具有高技术含量、高附加值和智力密集的特点, 技术能力是软件企业的核心能力, 是企业技术创新、组织创新和管理创新的基础, 是企业的竞争优势所在。中国软件外包企业虽然发展迅速, 但起步较晚, 与发达国家存在较大差距, 因此只有加快培育和提升软件企业的技术能力, 才有可能在激烈的市场竞争中赢得主动。企业技术能力系统是一个涉及企业人力、物力等多方面的复杂系统, 系统内部各要素的有效运行和功能传递很大程度上决定着企业技术能力水平, 因此如何协调好系统内部各要素的动态关系, 进而提升企业技术能力成为一个亟待解决的问题。本研究以软件外包企业技术能力为研究对象, 利用系统动力学定性分析、定量分析相结合的原理和方法建立软件外包企业技术能力系统模型, 并以东软集团为例进行仿真试验和计算, 分析和研究系统的结构和行为, 为正确决策提供科学依据。

2 相关研究评述

企业技术能力是近年来从发展中国家兴起的概念, 当前关于企业技术能力培养、提升的研究主要集中在技术能力的影响因素、提升模式以及成长路径等方面。

关于企业技术能力影响因素, 赵晓庆^[1]根据知识的来源, 将技术能力增长的知识源分为内部知识源(内部 R&D)和外部知识源, 指出技术引进、技术联盟和创新网络以及内部研发是企业技术能力增长的主要影响因素; Afuah^[2]研究技术联盟对企业技术能力发展的影响, 认为企业技术发展落后会对潜在竞争对手产生影响, 导致其技术过时; 闫立昱等^[3]提出与外国公司建立战略联盟是提高企业技术能力的重要方式, 阐述了用建立战略联盟来提高企业技术能力的核心是组织学习过程; Figueiredo^[4]通过对 46 家巴西企业的实证调查发现, 政府政策、外来竞争和企业内部努力都有助于企业技术能力的发展, 其中政府政策不仅起到宏观层面的激励作用, 还直接促进企业技术能力发展; Basant 等^[5]对 6 家印度企业技术能力的发展过程进行分析, 指出公共政策在促进企

收稿日期: 2011-03-08 修返日期: 2011-07-04

作者简介: 张笑楠(1980-), 女, 辽宁阜新人, 大连理工大学管理科学与工程学院博士研究生, 研究方向: 软件外包和企业技术能力等。E-mail: nanxz@163.com

业技术能力发展中起作用;洪勇等^[6]以产业环境驱动、技术合作网络、外部技术转移和内部技术努力4个维度的各因素为基础,构建发展中国家企业技术能力提升因素的理论模型。针对企业技术能力提升模式,毛义华等^[7]认为企业技术能力的积累主要有纵向和横向两种方式,纵向主要是通过自主开发和引进吸收来积累技术能力,横向主要是通过组织的合作、兼并和学习来实现新的技术能力积累以增强企业的创新能力;Tyler^[8]研究同化、转移和合作能力提升企业技术学习能力,从而促进技术能力增长;Wei^[9]认为企业技术能力根植于企业资源,随着资源的不断累积实现技术能力的动态增长;Ahuja等^[10]基于资源观视角探讨企业技术能力的提升,认为企业必须通过不断获得异质性资源抵消资源稀缺性的影响,促进技术能力发展;Abeyasinghe等^[11]提出企业技术能力发展评估框架,并应用于斯里兰卡电信企业,探讨私有化后电信企业技术能力的发展;冯艳飞等^[12]提出基于项目合作的企业技术能力成长模式,阐述合作伙伴的选择原则,分析不同技术能力层次的企业合作方式。针对企业技术能力的成长路径,吕一博等^[13]提出创新导向的系统集成企业技术能力成长分析框架,并选取中国典型的模块化产业(通信设备制造业和轿车产业),对合资和自主研发两种不同技术能力培育模式下系统集成企业的技术能力成长进行分析;Gammeltoft^[14]提出技术能力发展模型,通过对有代表性的印度尼西亚电子企业进行实证调查,研究该国电子行业企业技术能力发展;张米尔等^[15]以中国手机企业为研究对象,探寻产业转型过

程中企业技术能力成长的有效途径,构建转型企业技术能力成长模型;吕一博等^[16]选取具有代表性的后发国家自主品牌轿车制造企业,通过对其技术能力的成长比较,探讨后发国家汽车制造企业的技术能力成长路径;Zhou等^[17]提出基于知识流和产品升级的二维“螺旋平台”企业技术能力成长轨迹,认为企业技术能力成长是包含一系列对以前进化经验的路径依赖。

现有关于企业技术能力成长、提升的文献大多是属于概念型、说明型,或运用案例研究方法从静态的角度描述企业技术能力的提升模式,尚不能对一定时期内企业研发投入的不同结构状态引起企业技术能力变化的可能结果进行模拟,因此难以从动态角度阐明企业研发投入对企业技术能力提升的影响机理和运行关系。本研究运用系统动力学建模方法和仿真技术,从动态角度研究企业技术能力的提升过程特征,以期阐明在企业研发投入影响下企业技术能力的提升机理。

3 软件外包企业技术能力动态模型

3.1 软件外包企业技术能力系统因果关系分析

企业技术能力系统是一个非线性的复杂系统,为了探寻软件外包企业技术能力的提升机理,依据企业技术能力积累方式的差异,从企业内部研发和技术合作研发两个方面构建基于企业研发投入的软件外包企业技术能力系统动力学因果回路图,如图1所示。因果回路图用来反映企业技术能力系统中主要因素之间的相互影响和因果关系,图1中带箭头

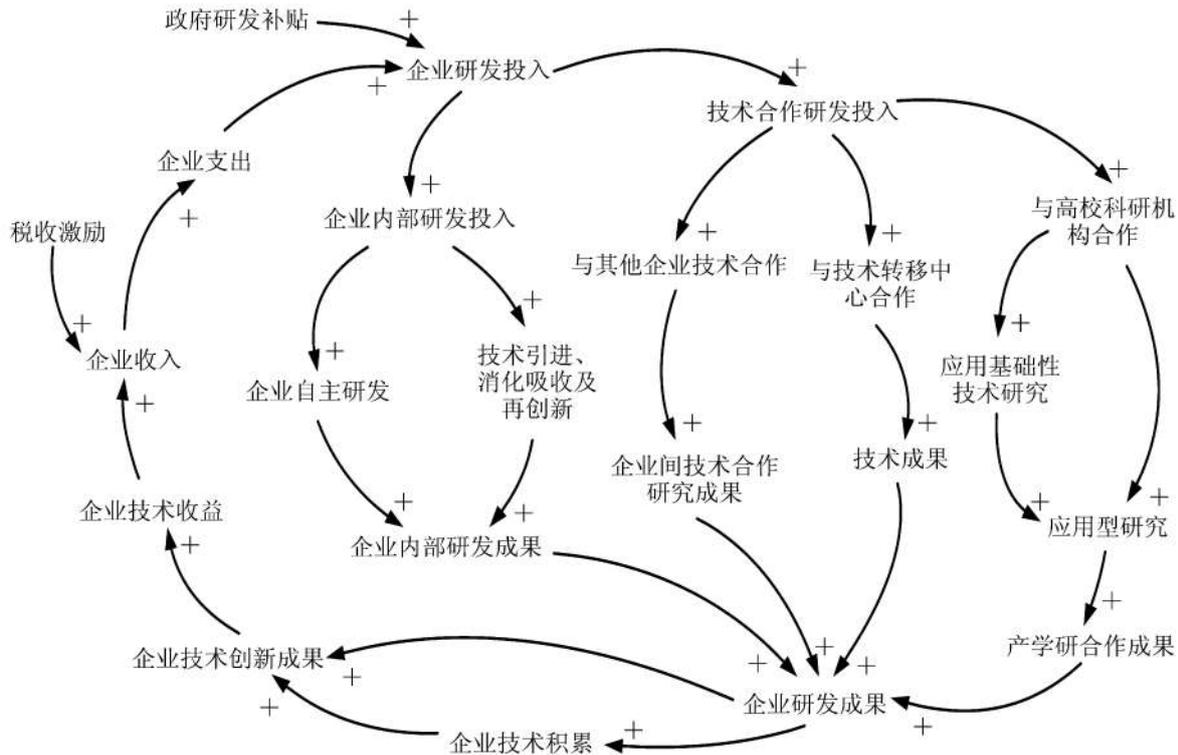


图1 软件外包企业技术能力系统动力学因果回路图

Figure 1 System Dynamics Causal Loop Diagram of Technical Capability of Software Outsourcing Enterprise

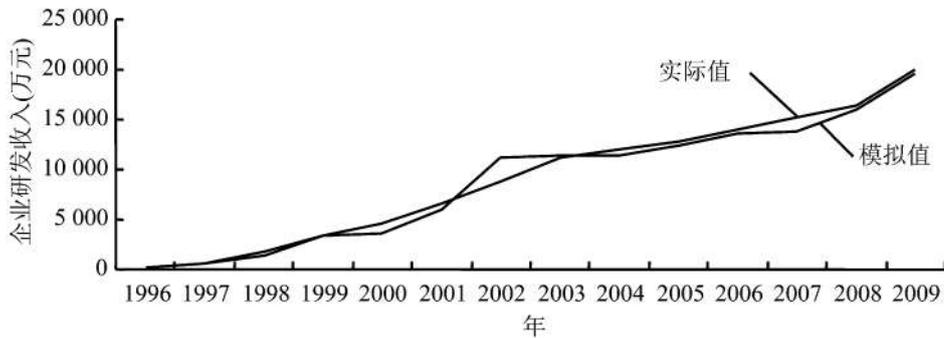


图3 企业研发投入实际值与模拟值对比趋势

Figure 3 Contrast Trend of Actual Value and Simulation Value of Enterprise R&D Investment

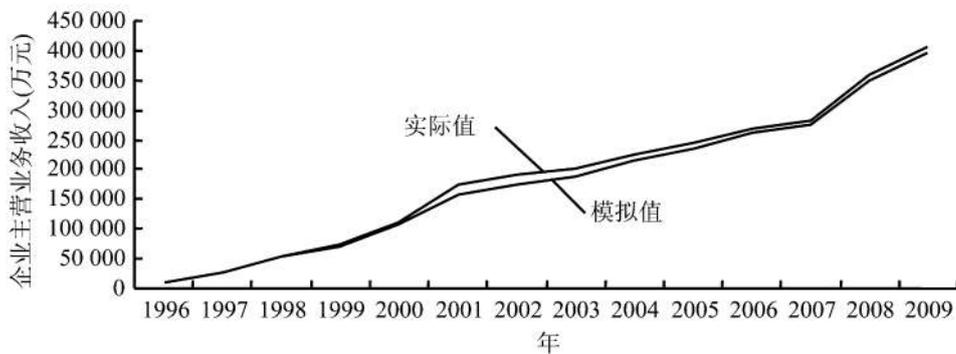


图4 企业主营业务收入实际值与模拟值对比趋势

Figure 4 Contrast Trend of Actual Value and Simulation Value Enterprise Prime Business Income

为与该企业实际运作情况的拟合程度作为验证的标准^[19]。本研究选择东软集团作为参考企业,使用 Vensim Professional 软件进行模拟和检验,模拟时间跨度为1996年至2009年共14年,选取模拟时间间隔(DT)为1年,数据来源于东软集团上市年报。通过将1996年至2009年企业研发经费投入量和企业主营业务收入的实际值与本研究建立的系统动力学模型的模拟值对比发现,在绝对数据上,模拟值与实际值有所差别;但总体上,企业研发投入的模拟值与实际值变化趋势趋于吻合,企业收入的模拟值与实际值变化趋势趋于一致。对比数据如图3和图4所示。因此,本研究认为该系统动力学模拟结果能较好地解释企业研发投入对企业技术能力提升的影响。

5 模型策略设计与模拟结果分析

于成学^[20]通过1992年至2007年《中国科技统计年鉴》的统计数据,运用计量经济学中的回归分析法对研发投入与企业产出增长之间的依存关系进行相关研究,结果表明企业研发投入与企业收入之间存在单向的因果关系,即企业研发投入与产出存在正相关性,企业研发投入在很大程度上促进了企业产出的增长;梁莱歆等^[21]对中国非上市高新技术企业R&D状况进行问卷调查,从R&D投入及其强度、R&D绩效等方面进行系统的分析,结果表明R&D投入、企业赢利能力、技术实力之间存在着密切的相关

关系,研发投入强度越大,企业的技术实力和赢利水平越高;张海燕等^[22]的研究表明,高强度的研发投入是使企业获得竞争优势、实现经济增长的主要驱动因素。软件外包企业作为典型的高科技企业,企业的增长主要依赖于高附加值的技术和产品,因此企业研发投入的增加直接提升企业的技术能力,促进企业创新成果的产出和企业收入的增长。依据以上研究成果和软件外包企业的特点,本研究以企业主营业务收入作为产出指标,表征企业技术能力。

企业在发展过程中采用不同的技术发展策略对企业技术能力产生明显的影响,为了分析不同情景下企业技术能力提升情况,模型选取一些对企业技术能力具有较大影响的变量作为策略变量^[23]。改变这些变量将对企业技术能力提升产生不同的促进效果,为了探求不同政策变量的促进效果,本研究从研发投入、工作效率和政府支持3个角度进行模拟实验,测试企业技术能力的变化情况,具体的变量选择及累积的主营业务收入增量见表1。

5.1 企业研发投入形式变化对企业技术能力的影响

(1)企业内部研发投入增加对企业技术能力的影响

将企业研发投入到技术合作研发的比例设为恒定,只考虑企业研发投入到企业内部研发的比例增加,依此得到企业内部研发投入比例变化引起企业主营业务收入变化趋势,如图5所示。

表1 不同策略变量的选择及收入增长效果
Table 1 Select of Strategy Variable and Income Growth Effect

策略选择	策略变量	变量值		1996年至2009年 累积收入增量(万元)
		改变后	基准值	
增加内部研发投入	企业内部研发投入	0.82	0.80	101 497.00
	企业内部研发投入	0.84	0.80	206 027.70
	企业内部研发投入	0.86	0.80	313 691.50
	企业内部研发投入	0.88	0.80	424 589.20
增加技术合作研发投入	技术合作研发投入	0.22	0.20	82 292.80
	技术合作研发投入	0.24	0.20	166 582.20
	技术合作研发投入	0.26	0.20	252 911.60
	技术合作研发投入	0.28	0.20	341 348.60
两种研发投入同比例增加	企业内部研发投入	0.82	0.80	186 250.00
	技术合作研发投入	0.22	0.20	
	企业内部研发投入	0.84	0.80	382 737.10
	技术合作研发投入	0.24	0.20	
	企业内部研发投入	0.86	0.80	590 070.40
	技术合作研发投入	0.26	0.20	
	企业内部研发投入	0.88	0.80	808 876.70
	技术合作研发投入	0.28	0.20	
排他性限制两种投入 形式不同方向变化	企业内部研发投入	0.75	0.80	-46 426.20
	技术合作研发投入	0.25	0.20	
	企业内部研发投入	0.70	0.80	-92 218.60
	技术合作研发投入	0.30	0.20	
	企业内部研发投入	0.65	0.80	-137 394.00
	技术合作研发投入	0.35	0.20	
	企业内部研发投入	0.85	0.80	47 068.30
	技术合作研发投入	0.15	0.20	
	企业内部研发投入	0.90	0.80	94 784.80
	技术合作研发投入	0.10	0.20	
	企业内部研发投入	0.95	0.80	143 165.40
	技术合作研发投入	0.05	0.20	
政府支持力度增强	税收激励强度	1.20	1.05	762 474.90
	税收激励强度	1.15	1.05	490 874.10
	税收激励强度	1.10	1.05	237 129.30
工作效率提高	研发成果转化	0.85	0.80	288 225.50
	研发系数	0.60	0.50	414 815.00
	合作研发投入产出率	0.60	0.50	27 284.10
	技术成果产出率	0.80	0.70	22 903.90
	产学研合作强度	0.60	0.50	13 069.80

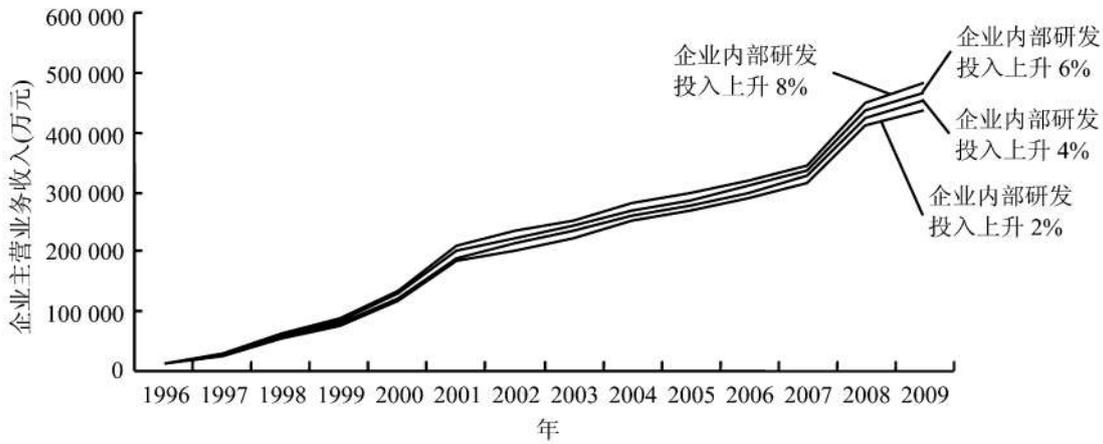


图5 内部研发投入比例变化引起企业主营业务收入变化趋势
Figure 5 Change Trend of Enterprise Business Income Caused by Proportion Change of In-house Research Investment

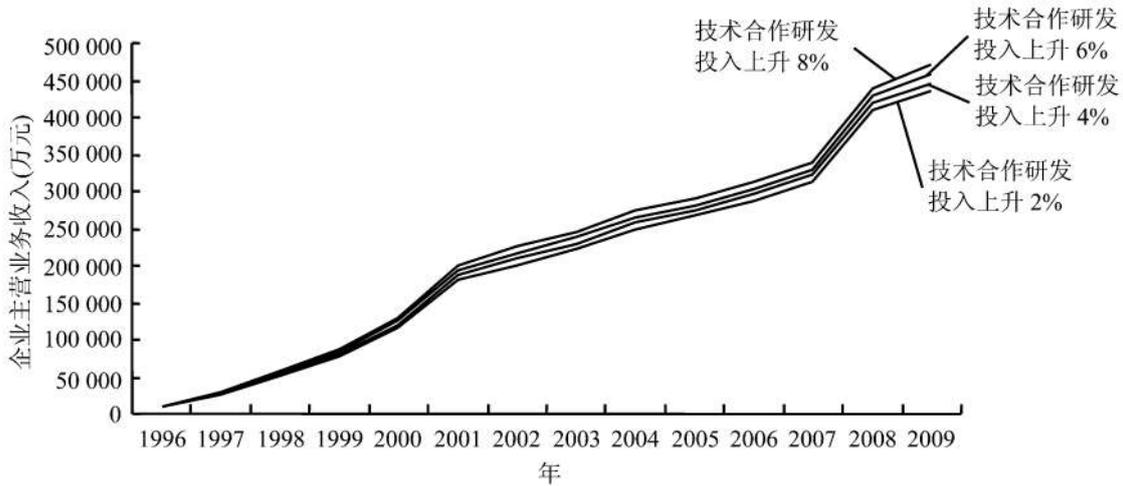


图6 技术合作研发投入比例变化引起企业主营业务收入变化趋势
Figure 6 Change Trend of Enterprise Business Income Caused by Proportion Change of Technical Cooperation Research Investment

当企业内部研发投入增加2%时,企业主营业务收入14年累积增量101 497.00万元;当内部研发投入增长4%时,企业主营业务收入14年累积增量206 027.70万元;当内部研发投入增长6%时,企业主营业务收入14年累积增量313 691.50万元;当内部研发投入增长8%时,企业主营业务收入14年累积增量424 589.20万元。详细数据见表1。当企业内部研发投入比例增加时,企业的主营业务收入呈上升趋势,表明企业内部研发投入对以企业主营业务收入衡量的企业技术能力提升有正向促进作用。企业内部研发投入增加有助于企业强化技术研发和创新,推进自身技术进步,进而促进企业知识水平和技术存量的提升,带动企业研发成果的增加,最终带动产出能力的提升。

(2) 企业技术合作研发投入增加对企业技术能力的影响

考虑技术合作研发投入比例的增加,而企业内

部研发投入比例不变时,利用系统动力学模型模拟得到技术合作研发投入比例变化引起企业主营业务收入变化趋势,如图6所示。

随着企业技术合作研发投入比例的增加,以企业主营业务收入为表征的企业技术能力提升也呈上升趋势,详细数据见表1。这主要是因为当企业研发经费投入到技术合作研发模式时,企业可以通过与其他企业强强合作,优势互补,研究开创性的软件技术;也可以与大学科技园等技术转移中心合作,在一定的研发成果基础上进行有针对性的再次创新,开发出满足消费者需求的技术成果;还可以与高校和科研机构合作,借助专业科研机构的科研力量和技术知识积累,推进高校和科研机构应用性研究的发展,提高产学研合作成果,为企业所用。通过以上手段促进企业技术创新成果和收入的增加,不断提高企业技术能力,形成良性循环。

(3) 两种投入形式同比例变化对企业技术能力的影响

当企业内部研发投入和技术合作研发投入以相同的比例增加时,运用系统动力学模型模拟出企业主营业务的变化,得到其变化趋势如图7所示。

模拟结果表明,当两种研发投入同比例增长时,企业主营业务收入显著增加,详细数据见表1。两种研发投入形式同比例增长也即是企业研发投入增加,表明作为企业技术能力体系运行的驱动因素,企业研发投入比例的增加有利于企业研发活动进行,有效的促进研发成果的产出,带来企业主营业务收入的增加,即企业技术能力的增强。

(4) 排他性限制下两种投入形式以不同方向变化对企业技术能力的影响

现实中,由于企业研发投入规模的局限和排他性的存在,企业研发投入往往不会以相同比例和趋势变化,即企业内部研发投入的增加会使技术合作

研发投入的部分减少。因此当两种投入模式以不同方向变化时,运用系统动力学模型模拟企业主营业务收入变化趋势,如图8所示。图8中,1号线为企业内部研发投入上升15%,技术合作研发投入下降15%;2号线为企业内部研发投入上升10%,技术合作研发投入下降10%;3号线为企业内部研发投入上升5%,技术合作研发投入下降5%;4号线为基准值;5号线为企业内部研发投入下降15%,技术合作研发投入上升15%;6号线为企业内部研发投入下降10%,技术合作研发投入上升10%;7号线为企业内部研发投入下降5%,技术合作研发投入上升5%。

相比而言,当企业内部研发投入比例增加、技术合作研发投入以相同的比例减少时,企业主营业务收入比基准值增加;当技术合作研发投入比例增加、企业内部研发投入比例减少时,企业主营业务收入比基准值减少。详细数据见表1。这说明软件企业技术能力的提升更多的依靠企业自主研发,技术合

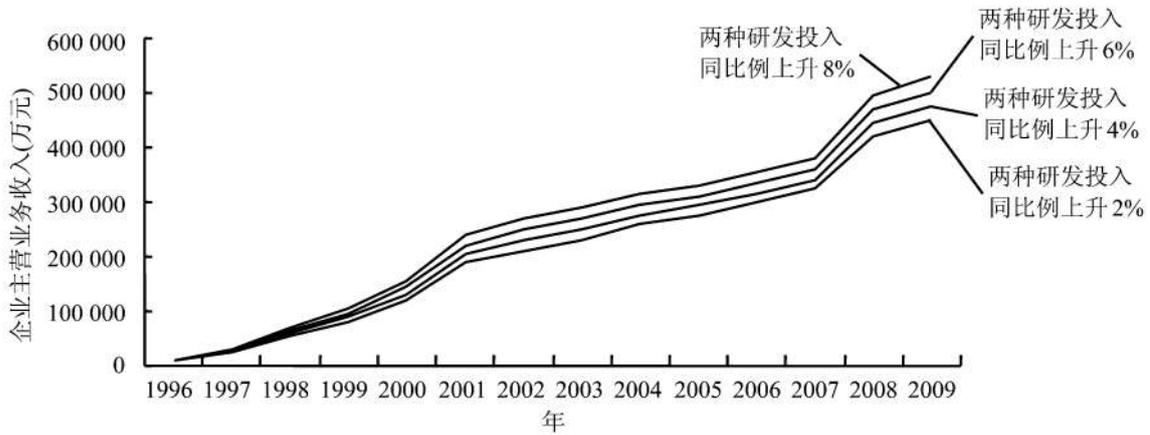


图7 两种研发投入同比例变化时企业主营业务收入变化趋势
Figure 7 Change Trend of Enterprise Business Income Caused by Same Proportion Change of the Two R&D Investments

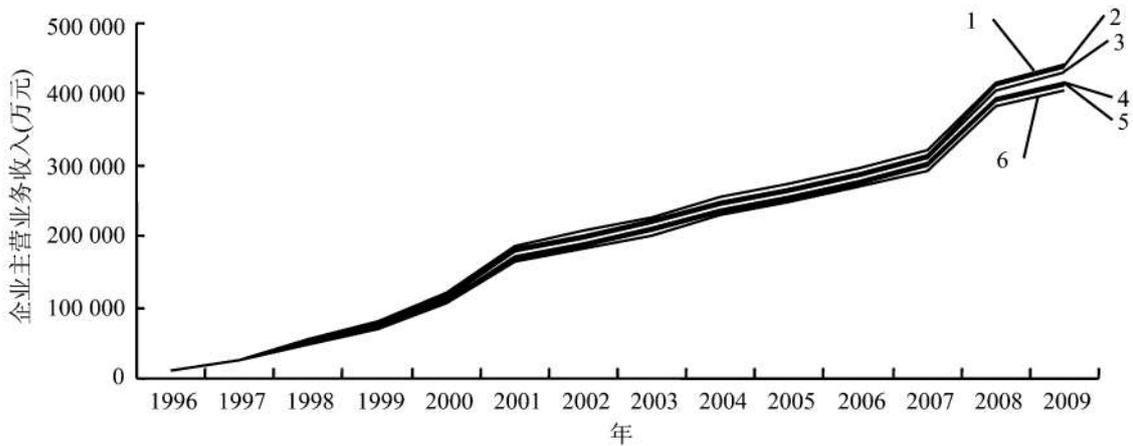


图8 考虑排他性时两种研发投入以不同方向变化时企业主营业务收入的变化趋势
Figure 8 Change Trend of Enterprise Business Income Caused by Opposite Proportion Change of the Two R&D Investments When Considering Exclusive

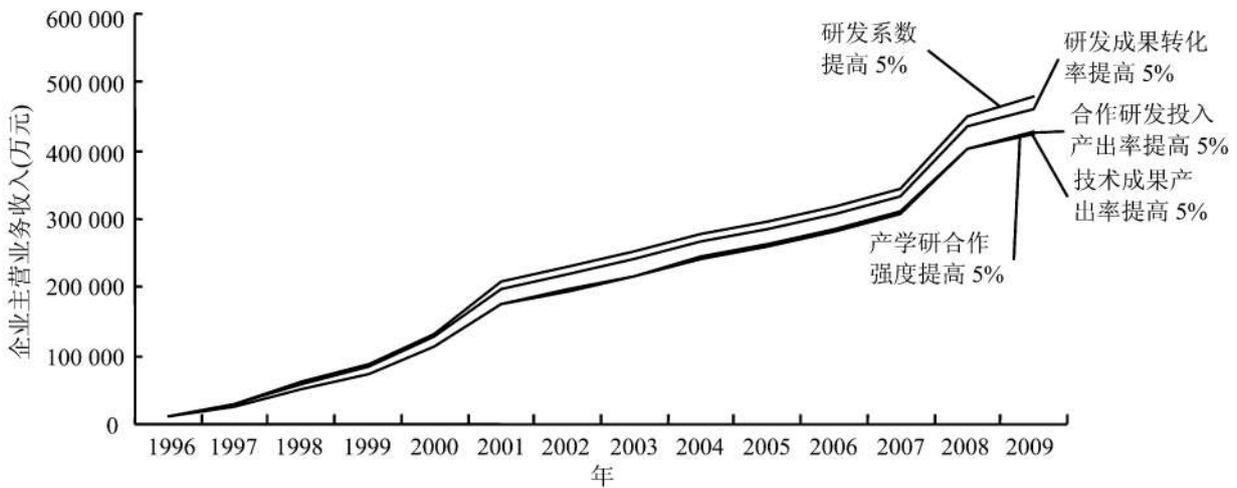


图9 研发效率变化时企业主营业务收入的变化趋势

Figure 9 Change Trend of Enterprise Business Income When R&D Efficiency Changing

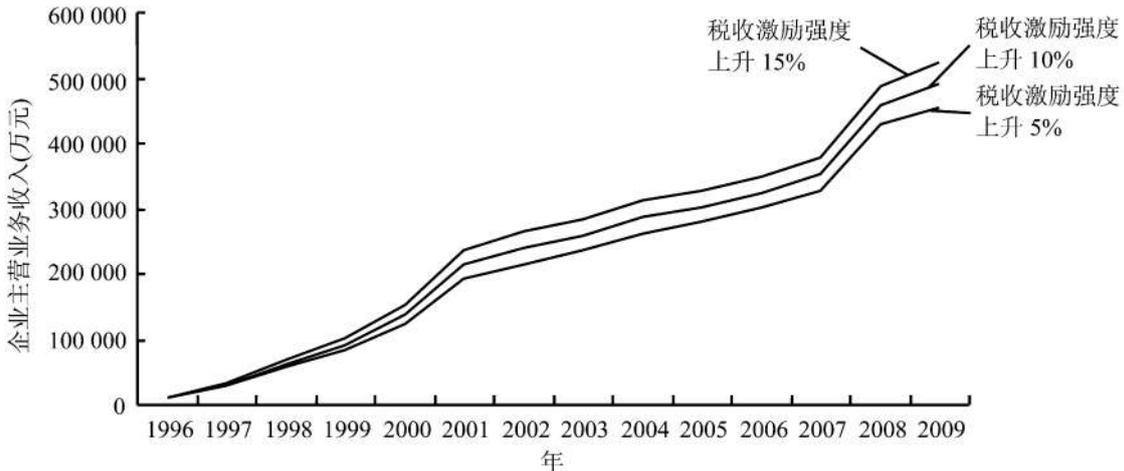


图10 税收激励强度变化引起企业主营业务收入变化趋势

Figure 10 Change Trend of Enterprise Business Income When Intensity of Tax Incentives Changing

作也可以促进企业技术能力的积累,但不能以挤压自主研发为代价。

5.2 工作效率提高对企业技术能力的影响

企业技术能力系统是一个正反馈系统,系统中每一个变量的增加最终都会促进企业技术能力的提升。在研发投入一定的情况下,与研发工作效率相关的变量变化对企业技术能力的促进效果如图9所示。

表征企业内部研发效率的研发系数的提高,带来的效果最明显,研发系数提高5%,企业主营业务收入14年累积增量414 815 万元。研发成果转化率的提高也有较好的促进效果,将企业的研发成果转化能带来经济收益的技术创新成果,既提高了企业技术能力也带来了经营收入的增长,变相的提高企业研发投入。技术合作中企业间合作研发投入产出率、与高校合作的产学研合作强度以及与技术转移中心合作的技术成果产出率的促进效果不明显,

但我们不能忽视技术合作的作用,模型中对技术合作的模拟都是基于软件企业常规发展情况。企业发展过程中,技术合作中某一项核心技术的突破很可能带来整个企业技术水平的变化。

5.3 政府支持对企业技术能力的影响

政府对企业研发的支持主要有两种方式,一是财政资金的直接投入,二是税收优惠形式的间接投入,表现为通过税收优惠而放弃的税收收入^[24]。每个企业获得直接财政资金的研发支持都不一样,同一企业每年获得的政府研发补贴在数额上也有所不同,规律性不明显。因此本研究主要考虑税收激励对企业技术能力的影响,运用系统动力学模型模拟得到税收激励强度变化引起企业主营业务收入变化趋势图,如图10所示。

当政府对从事软件技术研发和创新的企业的税收激励强度加大时,企业主营业务收入会增加,从长期看这种表现更明显,详细数据见表1。当政府通

过相关税收优惠政策激励具有技术优势的企业从事技术研发和创新时,企业会获得更多的源于技术研发、创新及后续产业化应用的收入,税收减免会将更多的利润保留在企业内部,促进企业技术水平、创新意识和创新能力的提升,有利于企业加大技术研发投入,从而促进企业技术能力的发展。

6 结论

本研究将系统动力学原理用于分析企业技术能力,建立软件外包企业技术能力系统动力学模型,使用东软集团的数据进行模型的仿真和测试,对中国软件外包企业技术能力提升的作用机理进行分析和说明,得到研究结果如下。

在企业技术能力的动态模型中形成从企业研发投入到企业主营业务收入反馈路径(企业研发投入→企业研发成果→企业收入→企业研发投入),说明企业研发投入和企业技术能力的正相关关系。软件外包企业是典型的高新技术企业,具有知识密集和技术密集的特点,企业技术能力是其参与市场竞争的核心能力。因此软件外包企业在发展过程中必须重视企业研发的地位,通过增加研发投入,扩大企业研发活动,提高企业员工的技术水平,促进企业研发成果(新技术)的诞生和应用,而企业员工的技术水平和研发成果均是企业技术能力的体现。同时要正确对待企业自主研发和技术合作研发的关系,对软件外包企业而言,自主研发仍然是企业技术发展的根本,自主研发带来的技术创新会使竞争对手更加难以模仿,壁垒更高,对企业市场的保护能力更强,给企业带来的经济利益也更多。软件企业的技术合作研发更多的是与互补型企业的合作以及与高校科研院所的研发合作,与竞争对手的横向研发合作较少。这种合作便于形成技术优势互补,弥补企业技术能力不足,也能更好地规避研发风险,合作一旦成功,能够研发出开创性的技术,大幅度提高企业的技术能力,获得较长时期的技术优势和市场增长能力。两种研发模式都会促进企业技术能力的提升,企业要依据自身实际情况处理好两者比重的问题。

在企业技术能力系统的两条主反馈路径中,无论是自主研发过程中的研发系数,还是技术合作研发中投入产出率、技术成果产出率以及产学研合作强度,都可以促进企业技术能力的提升。从根本上说它们都是研发效率,也即单位时间内研发成果数。企业自主研发效率主要依赖企业的技术管理水平和研发激励机制,企业系统的规划、实施和控制研发活动,安排环境、薪酬、培训等激励制度激发研发人员的积极性和创造性,有利于研发成果的产出。企业间进行研发合作必须建立在互相信任的基础上,通过积极的协调和沟通,创造良好的合作环境以及企业间信息和技术资源的共享机制,提高研发合作投入产出率。企业与技术转移中心合作,一种情况是直接购买自己需要的成熟的科技成果进行应

用,另一种是购买科技成果后在技术转移中心的帮助下进行二次开发并产业化。因此这种合作中研发效率普遍较高,但是企业必须关注技术转移中心的研发情况,选择适合自己的科技成果。企业与高校和科研机构的合作更多的是委托性质的,研发活动的主体是高校和科研机构,为了提高产学研合作强度,企业必须明确与高校和科研机构双方合作的条件、各自承担的责任以及应享受的利益,并要积极配合高校和科研机构的研发活动。企业经营的主要目的是赢利,提高企业技术能力的目的也是为了最终提高企业的赢利能力,而企业内部研发成果只有转化为技术创新成果才能为企业创造经济效益,所以提高研发成果转化是软件外包企业必须重视的问题。为此,企业在进行技术研发之前需要系统的研究原有技术的状况,调查研究市场环境和发包方需求,选取具有经济可行性的技术创新点展开研发活动,以应用型研发为主,提高研发成果转化效率。

中国对企业研发的公共投入主要采取直接的财政资金投入和间接的税收优惠。财政资金的直接投入可以使政府对企业的研发内容保持控制力,由政府决定研发资源配置到哪种技术或哪个企业。税收优惠形式的间接投入是通过影响市场价格来达到政策目标,对企业研发活动内容的决策干预程度最小,市场在配置研发资源上发挥主要作用。软件外包行业的产品多是针对性很强的技术产品,都是为客户企业提供定制化产品或服务。因此,总体看间接投入更有利于激励软件外包企业进行技术创新,提高企业技术能力。中国软件外包企业在所得税、营业税、增值税、土地使用税和房产税等方面享受多项税收优惠,如实行增值税即征即退政策,所退还的税款用于企业研究开发软件产品和扩大再生产,不作为企业所得税应税收入,不征收企业所得税等,这些税收优惠有效地促进了软件外包企业的发展。

中国软件外包业务起步较晚,虽然以其低成本、低利润的优势在国际市场上快速发展,但仍处于国际软件产业链条中的下游。中国的软件外包企业只有加强技术创新,掌握具有自主知识产权的软件开发核心技术,在有比较优势的领域开发出技术领先的软件产品,才能不断增强企业技术实力,参与国际市场竞争,进而提升中国软件业在国际软件产业链条中的地位和软件企业自身获利水平。

参考文献:

- [1] 赵晓庆. 我国企业技术能力提高的外部知识源研究[J]. 科学学研究, 2004, 22(4): 399-404.
Zhao Xiaoqing. The external knowledge sources for firms technology capabilities accumulation[J]. Studies in Science of Science, 2004, 22(4): 399-404. (in Chinese)
- [2] Afuah A. How much do your co-opetitors' capabilities matter in the face of technological change?

- [J]. *Strategic Management Journal*, 2000, 21(3): 387-404.
- [3] 闫立罡, 吴贵生. 中外战略联盟中的组织学习与企业技术能力的提高[J]. *软科学*, 2006, 20(3): 129-132.
Yan Ligang, Wu Guisheng. The organizational learning in sino-foreign strategic alliances and the enhancement of technological capability [J]. *Soft Science*, 2006, 20(3): 129-132. (in Chinese)
- [4] Figueiredo P N. Industrial policy changes and firm-level technological capability development: Evidence from Northern Brazil [J]. *World Development*, 2008, 36(1): 55-88.
- [5] Basant R, Chandra P. Building technological capabilities in a liberalising developing economy: Firm strategies and public policy [J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2002, 11(4/5): 399-421.
- [6] 洪勇, 苏敬勤. 发展中国家企业技术能力提升因素的实证研究[J]. *管理科学*, 2009, 22(4): 12-22.
Hong Yong, Su Jingqin. An empirical study on factors influencing the technological capabilities development of the developing countries' firms [J]. *Journal of Management Science*, 2009, 22(4): 12-22. (in Chinese)
- [7] 毛义华, 陈劲. 基于合作创新的企业技术能力培育[J]. *科研管理*, 2000, 21(4): 44-50.
Mao Yihua, Chen Jin. The cultivation of the firm's technological competence based on cooperation innovation [J]. *Science Research Management*, 2000, 21(4): 44-50. (in Chinese)
- [8] Tyler B B. The complementarity of cooperative and technological competencies: A resource-based perspective [J]. *Journal of Engineering and Technology Management*, 2001, 18(1): 1-27.
- [9] Wei J. Study on the mechanism and the process of activation on organisational technologies storage [J]. *Journal of Management Engineering*, 2002, 16(3): 74-77.
- [10] Ahuja G, Katila R. Where do resources come from? The role of idiosyncratic situations [J]. *Strategic Management Journal*, 2004, 25(8/9): 887-907.
- [11] Abeysinghe D P, Paul H. Privatization and technological capability development in the telecommunications sector: A case study of Sri Lanka Telecom [J]. *Technology in Society*, 2005, 27(4): 487-516.
- [12] 冯艳飞, 江小明. 基于项目合作的企业技术能力提高模式[J]. *科学学与科学技术管理*, 2004, 25(10): 125-127.
Feng Yanfei, Jiang Xiaoming. The developing model of firm's technological capabilities based on project cooperation [J]. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2004, 25(10): 125-127. (in Chinese)
- [13] 吕一博, 苏敬勤. 中国系统集成企业的技术能力成长研究[J]. *管理科学*, 2007, 20(3): 23-30.
Lv Yibo, Su Jingqin. Research on the growth of technical capability of China's system integration enterprise [J]. *Journal of Management Science*, 2007, 20(3): 23-30. (in Chinese)
- [14] Gammeltoft P. Development of firm-level technological capabilities [J]. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 2003, 9(1): 49-69.
- [15] 张米尔, 李坤. 产业转型中的中国手机企业技术能力成长研究[J]. *管理评论*, 2006, 18(8): 45-49, 55.
Zhang Mier, Li Kun. The development of technological capability in Chinese mobile phone enterprises during industry conversion [J]. *Management Review*, 2006, 18(8): 45-49, 55. (in Chinese)
- [16] 吕一博, 苏敬勤. 后发国家汽车制造企业技术能力成长路径研究[J]. *科学学研究*, 2007, 25(5): 880-886.
Lv Yibo, Su Jingqin. Research on the growth path of technical capability of automobile manufacture enterprise in later-development countries [J]. *Studies in Science of Science*, 2007, 25(5): 880-886. (in Chinese)
- [17] Zhou Yonghong, Zhang Zigang, Liu Kaijin. Impact of technological innovation on growth trajectory of enterprise's technological capability: A theoretical analysis [J]. *Singapore Management Review*, 2005, 27(2): 81-101.
- [18] 钟永光, 贾晓菁, 李旭. 系统动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 57-58.
Zhong Yongguang, Jia Xiaojing, Li Xu. *System dynamics* [M]. Beijing: Science Press, 2009: 57-58. (in Chinese)
- [19] 谷丽, 陈树文. 基于系统动力原理的人力资源管理研究[J]. *大连理工大学学报: 社会科学版*, 2010, 31(2): 11-15.
Gu Li, Chen Shuwen. Research on the human resource management based on system dynamics [J]. *Journal of Dalian University of Technology: Social Sciences*, 2010, 31(2): 11-15. (in Chinese)
- [20] 于成学. 我国企业研发投入与产出增长关系的实证研究[J]. *科技管理研究*, 2009, 29(10): 315-317.
Yu Chengxue. Empirical research on growth relation of input and output of enterprise R&D in China [J]. *Science and Technology Management Research*, 2009, 29(10): 315-317. (in Chinese)
- [21] 梁莱歆, 张永榜. 我国高新技术企业 R&D 投入与绩效现状调查分析[J]. *研究与发展管理*, 2006, 18(1): 47-51, 58.

- Liang Laixin, Zhang Yongbang. Investigation analysis on R&D investment and performance of the high-tech enterprises in China [J]. *R&D Management*, 2006, 18(1):47-51,58. (in Chinese)
- [22] 张海燕, 袁新敏. 企业规模与研发投入强度的关系分析: 以上海闵行区为例 [J]. *工业技术经济*, 2011, 30(3):10-14.
- Zhang Haiyan, Yuan Xinmin. Research on the relationship between firm size and R&D intensity: The case of Minhang District of Shanghai [J]. *Journal of Industrial Technological Economics*, 2011, 30(3):10-14. (in Chinese)
- [23] 佟贺丰, 崔源声, 屈慰双, 刘娅. 基于系统动力学的我国水泥行业 CO₂ 排放情景分析 [J]. *中国软科学*, 2010(3):40-50.
- Tong Hefeng, Cui Yuansheng, Qu Weishuang, Liu Ya. System dynamic scenarios analysis of CO₂ emissions of China's cement industry [J]. *Chinese Soft Science Magazine*, 2010(3):40-50. (in Chinese)
- [24] 薛薇. 政府对企业研发间接投入的国际现状与趋势: 越来越重要的科技税收政策 [J]. *科技与法律*, 2010, 87(5):9-12.
- Xue Wei. The international status and trends of government indirectly investment in enterprise R&D: More and more important technological tax policy [J]. *Science Technology and Law*, 2010, 87(5):9-12. (in Chinese)

Technical Capabilities Enhancement Mechanism of Software Outsourcing Enterprises

Zhang Xiaonan, Zhong Qiuyan

School of Management Science and Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China

Abstract: The technology level of Chinese software outsourcing enterprises is much lower than that of developed countries. So enhancing enterprise technical capability becomes a focal issue in theory study and practice. According to the different executives of enterprise R&D investment, the paper builds the dynamics model of technical capability of software outsourcing enterprise based on system dynamics. The dynamics relationships among variables are clarified by the causal loop form and the flow form of enterprise technical capability system. The model rationality is verified by using vensim software with Neusoft Group data. The paper discusses developing scenarios of enterprise technical capability of in-house research and technological cooperation research, and analyzes the influence of R&D efficiency and government's indirect support on technical capability. The research shows that the expansion of R&D investment, improving R&D efficiency and strengthening the intensity of tax incentives have a greater role in promoting technical capability development, and then puts forward the suggestions of accelerating the growth of technical capability of software outsourcing enterprises based on these conclusion.

Keywords: enterprise technical capability; in-house research; technical cooperation research; system dynamics; software outsourcing

Received Date: March 8th, 2011 **Accepted Date:** July 4th, 2011

Biography: Zhang Xiaonan, a Liaoning Fuxin native (1980 -), is a Ph. D. candidate in the School of Management Science and Engineering at Dalian University of Technology. Her research interests include software outsourcing and enterprise technical capability, etc.

E-mail: nanzx@163.com

□