

“两化融合”对企业创新的影响研究

——基于企业价值链的视角

张龙鹏,周立群

(南开大学 经济学院,天津 300071)

摘要:已有文献在研究“两化融合”(信息化与工业化融合)对企业创新的影响时,忽略了两个重要问题:一是,企业活动通过价值链衔接而成,信息技术或产品会渗透到不同的价值链环节;二是,企业创新活动具有多样性,在不同价值链环节的创新形式具有差异性。基于此,文章利用2012年世界银行对中国企业所做的营商环境调查,从企业价值链视角,考察了“两化融合”对企业创新的影响。研究发现:产品设计、市场营销环节与信息化的融合提高了企业产品创新投入的倾向,生产制造环节与信息化的融合提高了企业流程创新投入的倾向。进一步的研究表明,企业“两化融合”整体水平的提升能够增加企业的新产品产值,有助于企业实现经济效益。文章的研究不仅丰富了关于“两化融合”与企业创新的认识,而且对中国制造业企业创新能力的提升和经济结构的转型也具有重要的启示。

关键词:“两化融合”;价值链;产品创新;流程创新

中图分类号:F425 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2016)07-0099-12

DOI:10.16538/j.cnki.jfe.2016.07.009

一、引言

“两化融合”是指信息化与工业化融合,本质是在工业化过程中做到信息化带动工业化,工业化促进信息化(谢康等,2012)。从狭义上讲,“两化融合”是工业生产的信息化,是信息技术或产品与产品设计、生产制造和市场营销等价值链环节的融合,从而促进工业向着高附加值的方向发展(汪晓文和杜欣,2014)。本文的研究是基于狭义的“两化融合”范畴展开的。发达国家是在工业化完成以后进行的信息化,而中国在工业化进程中就出现了信息化问题,因此,在中国的现实背景下,促进信息化与工业化融合具有重要的战略意义。站在历史和现实的高度,党的十七大报告提出了“大力推进信息化与工业化融合”的命题,十八大报告进一步提出“推动信息化与工业化深度融合”,“十三五”规划则强调“促进信息技术向市场、设计、生产等环节渗透”,可见,党和国家对“两化融合”的认识不断深化、重视程度不断提升。“两化融合”是中国实现经济发展方式转变的国家战略(谢康等,2012)。

收稿日期:2015-09-17

基金项目:科学技术部国际合作司“中外创新对话专项”美大地区研究课题(2014KJBMZM06);四川省哲学社会科学重点研究基地“社会发展与社会风险控制中心”项目(SR14A09)

作者简介:张龙鹏(1988—),男,贵州毕节人,南开大学经济学院经济研究所博士研究生;

周立群(1951—),男,山东青岛人,南开大学经济学院经济研究所、中国特色社会主义经济建设协同创新中心教授。

信息化与工业化融合体现在宏观经济层面、中观产业层面以及微观企业层面,其中企业层面的“两化融合”是基础。企业“两化融合”是企业面临日益激烈的市场竞争,为促进自身发展而实施的企业战略。创新是把一种从未有过的有关生产要素和生产条件的新组合引入生产系统(韩先锋等,2014),因此随着信息化在工业企业的渗透,“两化融合”将推动企业创新。从企业价值链视角看,信息技术或产品在企业产品设计、生产制造和市场营销等环节的应用对企业创新具有多方面的影响。第一,产品设计的信息化可以改变产品设计的方式与管理,提高企业产品设计的能力与效率,降低产品设计的成本与风险,从而激发企业产品创新的积极性。第二,生产制造的信息化推动了企业业务流程的优化,为支撑新业务流程,企业需要实施一系列流程创新活动,如新质量控制程序和新管理流程的创造,以及生产中员工的技术培训。第三,市场营销的信息化能够帮助企业挖掘与分析客户信息,引导客户参与到产品设计中,扩大企业新产品的市场范围,从而推动企业的产品创新活动。本文利用世界银行2012年对中国企业所做的营商环境调查,对上述研究假设进行了实证检验,得到了显著且稳健的研究结论。

本文的创新之处表现为:从企业价值链视角探讨“两化融合”对企业创新的影响。现有研究从理论或实证层面对信息化与工业化融合展开了探讨。理论层面的研究探讨了“两化融合”的内涵、意义、问题、动力机制和实现路径等。实证层面的研究从宏观、中观和微观三个层面探讨了“两化融合”的经济和社会影响。孙琳琳等(2012)和Kolko(2012)等从宏观层面研究了信息化对经济增长的影响;徐盈之和孙剑(2009)、韩先锋等(2014)、张亚斌等(2014)等学者从中观层面探讨了“两化融合”与工业创新效率、产业绩效和环境治理绩效间的关系;Hempell(2005)、汪森军等(2007)、陈石和陈晓红(2013)、Jamali等(2013)、董祺(2013)、李坤望等(2015)等学者从微观层面研究了“两化融合”对企业生产绩效、出口、创新能力等的影响。虽然已有文献开始关注“两化融合”与企业创新之间的关系,但仍有值得改进之处:首先,企业活动是通过价值链的衔接而完成的,因而企业的信息化也会深入到不同的价值链环节,且不同的价值链环节对信息技术或产品的需求是有差异的,而已有研究忽略了企业活动中信息化的异质性,而仅仅从企业“两化融合”的整体水平出发探讨其对企业创新的影响;其次,企业创新活动的形式也是多样的(如产品创新、流程创新),已有研究忽视了企业创新活动的多样性。基于现有研究的不足,本文的焦点在于探讨信息化与企业不同价值链环节的融合对不同创新类型的影响。此外,本文之所以将研究层面定位于微观企业层面,主要是因为企业是国家实施“两化融合”战略的基础,是科技创新的主体,从企业层面探讨“两化融合”与企业创新之间的关系更具现实意义。

二、理论分析与研究假设

创新作为基本的企业行为,表现形式是多样的。一般来说,企业的创新活动可以划分为产品创新和流程创新。产品创新是指创造某种新产品或对某一新或老产品的功能进行创新;流程创新是指生产活动中操作程序、方式方法和规则体系的创新。在知识经济时代,信息资源与物质资源、能源资源并列成为三大基础资源之一,丰富的信息资源是企业能否顺利进行创新的关键(许港等,2013),信息化则能更为主动地支持企业的创新活动(Nambisan, 2003)。企业活动是通过价值链的衔接而完成的,因而信息技术或产品的应用也将具体到企业价值链的具体环节,且不同的价值链环节对信息技术或产品的需求是有差异的。同时,企业的产品创新活动则主要发生在产品设计和市场营销之中,而流程创新活动则主要发生在

生产制造之中。因此,本文选择从企业价值链的视角探讨企业“两化融合”对创新活动的影响,以使得本文的研究更加细致、更具针对性。

企业价值链是技术、原料和劳动融合在一起形成各种投入环节的过程,然后通过组装把这些环节结合起来形成商品,再通过市场交易、消费等最终完成价值的循环过程(Kogut, 1985)。虽然企业价值链包括的环节较多,但产品设计、生产制造和市场营销是基本的企业活动。因此,本文主要研究这三个价值链环节与信息技术或产品的融合对企业产品创新和流程创新活动的影响。

(一)产品设计信息化与产品创新

工业化进程中,产品设计在企业发展中的作用越来越重要。产品设计信息化通过改变产品设计的方式与管理,有效提高了企业产品设计的能力与效率,降低了产品设计的成本与风险。具体地,第一,在开放式创新的时代,一方面,信息的收集与交流是企业开展产品创新活动的重要保障(Grant, 1996;王龙伟等, 2006),而产品设计信息化为信息的收集与交流提供了便利的手段与强大的工具,进而提升了产品设计中企业的信息处理能力;另一方面,信息技术或产品的应用有助于企业建立集成、并行、虚拟和协同的产品设计网络,能够有效整合企业内外部关于产品设计的技术,提升企业在产品设计中的资源整合能力。第二,产品设计中计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程分析(CAE)等数字化工具的使用,改变了企业产品设计的方式(Jamali 等, 2013),实现了产品设计的快速仿真、性能测试以及优化分析,从而提高了企业产品设计的效率,降低了新产品研发的风险;同时,产品数据管理(PDM)等技术在产品设计中的应用,实现了对企业产品设计开发活动的有效管理,进而也提升了产品设计的组织效率。第三,随着知识分工的深化和信息技术的发展,作为产品内分工技术的模块化技术^①得到应用。模块化技术给产品设计带来的优势是明显的(程文和张建华, 2013):一方面,新产品需要进行大量的设计和测试工作,反复使用现有的模块能够降低企业新产品研发的成本;另一方面,模块化的产品设计允许并行设计,这有效地缩短了新产品的研发周期。正是因为信息技术或产品的应用彻底改变了产品设计的方式与管理,从而提高了企业新产品更新换代的能力。综上所述,提出本文的研究假说 1。

假说 1: 产品设计与信息技术或产品的融合是提升产品创新能力的重要途径与手段,可以推动企业的产品创新活动。

(二)生产制造信息化与流程创新

企业“两化融合”最直接的体现就在于信息技术或产品在生产制造环节的应用。生产制造信息化能够降低企业生产制造过程中的通讯和协调成本(汪淼军等, 2007),改变工作和处理问题的方法和能力(唐平等, 2005),从而简化或省略重复性和非增值过程,实现生产业务流程的优化。生产活动中新业务流程的创造本身就是一种流程创新活动。生产制造信息化需要企业进行管理思想和方法的变革与创新,创新生产质量控制程序和管理流程,以支撑信息化所带来的新业务流程。如果只是简单地进行生产制造的信息化,而不进行组织管理的变革与创新,反而会导致低效的流程(唐平等, 2005)。也正如 Milgrom 和 Roberts(1990)提出的企业信息化互补机制假说所预示的那样,企业的信息化、人力资本、互补型组织变革只

^①模块化技术是一种先进的产品分解集成技术,其首先将产品按照一定的联系规则分解为可独立设计生产的、具备特定功能的各种模块,并使模块之间的接口具有一定的适应能力和扩展能力,然后将各模块按照共同的界面标准和多样化的组合方式集成为多种多样的最终产品(程文和张建华, 2013)。

有相互补充,才能取得良好的企业生产绩效。正是因为如此,集成制造、柔性制造和智能制造等先进的制造理念和模式在企业生产制造中得到了广泛的应用,并获得了可观的业绩。随着信息技术或产品与生产制造技术融合程度的加深,生产制造中的技术复杂度也将上升。为使员工能够掌握生产制造中的信息技术或产品,企业会加强对员工的技术培训,而对员工的技术培训又为企业的进一步创新提供了人力资本储备。无论是质量控制程序和管理流程的创新,还是员工的技术培训均是企业流程创新活动的体现。已有大部分研究表明,企业信息化对流程创新有着积极的作用,但这些研究未细化到生产制造的信息化以及企业流程创新的具体表现。基于上述分析,提出本文的研究假说2。

假说2:生产制造与信息技术或产品的融合可以推动企业的流程创新活动,具体表现为新质量控制程序和新管理流程的创造,以及生产中员工的技术培训。

(三)市场营销信息化与产品创新

市场营销指的是在创造、沟通、传播和交换产品中,为客户带来价值的活动、过程和体系。因而,市场营销的目标在于为客户提供满意的产品,进而扩大企业的销售份额。市场营销信息化将从三个方面影响企业的产品创新。第一,企业庞大的数据中蕴含着具有巨大商业价值的信息。在传统条件下,企业无法对这些数据进行挖掘与分析。然而,信息技术的发展,特别是数据挖掘技术的发展,使得挖掘与分析大量的客户数据成为可能。企业利用数据挖掘技术可以分析客户资源,掌握客户个性化、多样化的需求(李莉平,2006),从而有利于企业根据客户特性开发出令客户满意的新产品。由于新产品是基于客户而设计的,这必然可以提升新产品的认可度,从而有助于扩大企业的市场份额(Tether,2002)。第二,信息技术或产品在市场营销中的应用可以削弱中间商的作用,有利于直接建立企业与客户的一对一联系,实现实时营销,增强了企业与客户之间的关系(Marinc,2013)。在实时营销中,企业可以直接与客户对话,了解客户的真正需求,让客户积极参与到企业的产品设计中,使开发出的新产品更容易被客户所接受,这样一方面降低了企业产品创新的风险,另一方面也缩短了新产品进入市场的时间(蒋三庚,1999)。第三,电子商务是市场营销信息化的重要体现,其能够极大地扩展企业产品的市场范围(Marinc,2013)。因此,企业的新产品借助于电子商务可以在更大的市场范围内销售,从而提高企业的销售业绩,这样又进一步激发了企业产品创新的动力。基于上述分析,提出本文的研究假说3。

假说3:市场营销与信息技术或产品的融合推动了企业的产品创新活动。

三、研究设计

(一)数据来源

本文的数据来源于世界银行2012年对中国企业所做的营商环境调查。世界银行调查了2700家企业,被调查企业分布在北京、广州、深圳、佛山、东莞、石家庄、合肥、唐山、郑州、洛阳、武汉、南京、无锡、苏州、南通、沈阳、大连、济南、青岛、烟台、上海、成都、杭州、宁波和温州25个城市,基本覆盖了东、中、西部地区。该调查包括制造业和服务业的企业,由于本文研究信息化与工业化融合对企业创新的影响,因此去掉服务业企业,得到包含1692家制造业企业的样本。与世界银行其他年份所做的中国企业调查相比,本轮调查所调查的企业虽然较少,但包含了丰富的“两化融合”与企业创新的信息,为本文的研究提供了很好的样本。调查问卷询问了企业基本信息、基础设施、销售与供应、产能利用、创新与科技、融资、政企关系和劳动力等方面的问题。大部分问题包含了企业2011年的信息,部分问题涉及2009年

的信息。本文主要利用 2011 年的数据进行实证研究。

(二) 计量模型与变量说明

为了探讨“两化融合”对企业创新的影响,并对研究假说进行验证,本文参考 Becker 和 Dietz(2004)、Aschhoff 和 Schmidt(2008)以及 Simonen 和 McCann(2008)等对企业创新活动影响因素的研究,将计量模型设定为公式(1)至公式(3)。公式(1)研究产品设计与信息技术或产品融合对企业产品创新活动的影响,以检验研究假说 1;公式(2)探讨生产制造与信息技术或产品融合对企业流程创新活动的影响,以检验研究假说 2;公式(3)用来检验研究假说 3,即分析市场营销与信息技术或产品融合对企业产品创新活动的影响。下面对相关研究变量做详细说明。

$$Product_i = \alpha + \beta Integration_prod_i + \gamma X + \delta_c + \lambda_i + \mu_i \quad (1)$$

$$Process_i = \alpha + \beta Integration_manu_i + \gamma X + \delta_c + \lambda_i + \mu_i \quad (2)$$

$$Product_i = \alpha + \beta Integration_mark_i + \gamma X + \delta_c + \lambda_i + \mu_i \quad (3)$$

Product 和 *Process* 分别表示企业的产品创新和流程创新。关于企业产品创新和流程创新的度量,本文借鉴蒋为(2015)的研究思路,使用了 2012 年世界银行营商环境调查问卷的 CNO.14 问题。CNO.14 问题询问了企业所参与的创新活动类型。与产品创新相关的选项包括引进新产品或服务、增加新功能到现有产品或服务,与流程创新相关的选项包括在生产中引入新的质量控制程序、引入新的管理流程和为员工提供技术培训。如果企业实施了任何一项与产品创新有关的活动,我们就将 *Product* 设置为 1,否则为 0。同理,如果企业实施了任何一项与流程创新有关的活动,我们就将 *Process* 设置为 1,否则为 0。CNO.14 问题使我们可以从创新投入的角度了解企业的创新活动。使用该问题的一个优势在于能够分别度量企业的产品创新与流程创新,进而对文章的主题进行研究。

Integration_prod、*Integration_manu*、*Integration_mark* 分别表示产品设计与信息技术或产品的融合、生产制造与信息技术或产品的融合、市场营销与信息技术或产品的融合。在世界银行的调查问卷中,有许多问题均涉及了企业的信息化,而本文使用调查问卷的 CNO.11 问题对企业的“两化融合”进行度量,主要是因为该问题有利于探讨企业不同价值链环节的信息化。CNO.11 问题分别询问了企业在产品设计、生产制造和市场营销等价值链中信息技术或产品的使用程度,且该问题将使用程度分为五个等级:从未使用(*Never*)、极少使用(*Rarely*)、有时使用(*Sometime*)、频繁使用(*Frequently*)和一直使用(*All the time*),等级越高代表企业的“两化融合”程度越高。为便于进行量化分析,本文将这五个等级分别赋值为 1 至 5,从而对 *Integration_prod*、*Integration_manu*、*Integration_mark* 这三个指标进行度量。例如,如果企业回答在产品设计环节信息技术或产品的使用程度为有时使用,那么就将 *Integration_prod* 设置为 3。

借鉴相关研究(Simonen 和 McCann,2008;吴延兵,2012;林炜,2013;周立群等,2016),本文加入影响企业创新的控制变量。公式(1)至公式(3)的控制变量集(*X*)均包括相同的控制变量:企业规模(*Size*)、企业年龄(*Age*)、所有制(*SOE*)、劳动力成本(*Cost*)、员工受教育程度(*Education*)、主营产品销售市场(*Market*)和研发合作(*Cooperation*)。控制变量的具体设定如下:企业规模为企业员工数的自然对数值。企业年龄为 2011 减去企业成立年份后取自然对数值。对于 2011 年成立的企业,企业年龄自然为 0。为了进行对数化处理,将所有数值加 1 后再取自然对数。所有制为一个虚拟变量,若企业为国有企业,SOE 设置为 1,否则为 0。调查问卷的 B.2 问题询问了政府对企业的持股比例,如果政府的持股比例超过

50%，则认定为国有企业。劳动力成本是企业用于支付劳动力的工资、福利和社会保险等的现金支出，模型中将其取自然对数值。员工受教育程度以企业员工的平均受教育年限表示，并取其自然对数值。主营产品销售市场为一个虚拟变量，如果企业主营产品主要销往国外，将 *Market* 设置为 1，否则设置为 0。问卷的 CNO.5 问题询问了企业 2009 年至 2011 年间是否与其他企业进行研发合作，如果进行了研发合作则 *Cooperation* 设置为 1，否则设置为 0。

此外， δ_i 和 λ_i 分别表示城市固定效应和行业固定效应，用于控制地区差异和行业差异对企业创新所产生的影响； μ_i 为随机误差项。

四、实证结果与分析

(一)描述性统计

研究变量的描述性统计见表 1。在研究样本中，60%的企业实施了产品创新，77.3%的企业实施了流程创新。可见，中国制造业企业的创新活动已较为频繁，但相对于普遍实施的流程创新，企业产品创新的动力仍显不足。从“两化融合”的情况来看，企业的“两化融合”程度仍不是很高，基本处于中等水平。平均而言，中国制造业企业产品设计与信息技术或产品的融合水平、生产制造与信息技术或产品的融合水平、市场营销与信息技术或产品的融合水平平均处于第三等级(有时使用)，融合水平有待进一步提升。

表 1 变量的描述性统计

研究变量	含义	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>Product</i>	产品创新	1 692	0.600	0.490	0	1
<i>Process</i>	流程创新	1 692	0.773	0.419	0	1
<i>Integration_prod</i>	产品设计信息化	1 662	3.073	1.294	1	5
<i>Integration_manu</i>	生产制造信息化	1 660	3.237	1.423	1	5
<i>Integration_mark</i>	市场营销信息化	1 667	3.503	1.373	1	5
<i>Size</i>	企业规模自然对数	1 692	4.444	1.294	1.609	10.309
<i>Age</i>	企业年龄自然对数	1 650	2.434	0.519	0	4.828
<i>SOE</i>	所有制	1 692	0.039	0.194	0	1
<i>Cost</i>	劳动力成本自然对数	1 664	14.794	1.445	8.987	22.852
<i>Education</i>	员工受教育程度自然对数	1 657	2.302	0.195	0	2.890
<i>Market</i>	主营产品销售市场	1 692	0.095	0.293	0	1
<i>Cooperation</i>	研发合作	1 678	0.117	0.321	0	1

(二)基准回归结果与分析

本文采用 2012 年世界银行营商环境调查数据，根据公式(1)至公式(3)对研究假说进行检验，回归结果见表 2。被解释变量企业产品创新(*Product*)和企业流程创新(*Process*)均是二值变量，如果使用普通最小二乘法估计，将导致估计结果的不一致。因此，本文使用 *Probit* 模型对样本进行估计。由于 *Probit* 模型为非线性回归，因此表中报告的估计系数均是解释变量的平均边际效应，这样做可以便于后文对计量模型的经济内涵进行解读。此外，本文所使用的数据为截面数据，通常存在异方差问题。为避免异方差对估计结果造成影响，进行 *Probit* 回归时，使用稳健标准误。

表 2 第(1)列汇报了产品设计与信息技术或产品的融合对企业产品创新活动的影响。产品设计信息化的估计系数在 1%的显著性水平上为正，表明提升产品设计环节的信息化水平，将使企业实施产品创新活动的倾向上升。具体来说，产品设计环节信息化水平提升 1 个单位，企业进行产品创新的概率会提高 0.112。因此，第(1)列的回归结果表明增强产品设

计信息化程度是提升企业创新能力的重要手段与途径,且能够推动企业的产品创新活动,从而验证了本文的研究假说1。

表2第(2)列估计了生产制造与信息技术或产品的融合对企业流程创新活动的影响。生产制造信息化的估计系数为正,且通过了1%的显著性检验。回归结果显示,生产制造环节信息化水平提升1个单位,企业实施流程创新的概率将上升0.058,这说明生产制造与信息技术或产品的融合有利于促进企业的流程创新活动。进一步,第(3)列至第(5)列探讨了生产制造信息化对流程创新活动具体表现的影响,生产制造信息化的估计系数均在1%的显著性水平上为正。第(3)列的回归结果表明,生产制造信息化促进了新质量控制程序的创造,生产制造信息化提升1个单位,创新质量控制程序的概率将上升0.101;第(4)列的回归结果表明,生产制造信息化促进了新管理流程的创造,生产制造信息化提升1个单位,创新生产管理流程的概率将上升0.117;第(5)列的回归结果显示,生产制造信息化促进了生产过程中企业对员工的技术培训,生产制造信息化提升1个单位,企业培训员工的概率将上升0.067。由第(2)列至第(5)列的回归结果可知,生产制造与信息技术或产品的融合推动了企业的流程创新活动,且主要体现在质量控制程序和管理流程的创新以及员工生产技术的培训,因而本文的研究假说2得到了验证。

第(6)列报告了市场营销与信息技术或产品的融合对企业产品创新活动的影响。回归结果显示,市场营销信息化的估计系数在1%的显著性水平上为正,这表明市场营销与信息技术或产品的融合显著地促进了企业的产品创新,市场营销环节信息化水平提升1个单位,企业进行产品创新的概率将上升0.091,因而研究假说3得到了验证。

表2 基准回归结果

解释变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Integration_prod</i>	0.112*** (0.008)					
<i>Integration_manu</i>		0.058*** (0.008)	0.101*** (0.008)	0.117*** (0.008)	0.067*** (0.008)	
<i>Integration_mark</i>						0.091*** (0.008)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
伪拟合优度	0.278	0.269	0.234	0.271	0.275	0.260
样本量	1 558	1 435	1 558	1 556	1 483	1 562

注:*、**和***分别代表10%、5%和1%显著性水平;括号内为估计系数的稳健标准差;为节约篇幅,表中未报告控制变量的估计结果;下同。

由于表2未汇报控制变量的估计结果,这里仅进行简要的说明。由于产品创新与流程创新是具有不同性质的创新类型,因而控制变量所产生的影响也有差异,这更加有助于我们认识不同变量对不同创新类型的影响。企业规模对产品创新的影响虽然为负,但未通过显著性检验,对流程创新的影响显著为正,从而表明随着企业规模的扩大,企业进行产品创新的倾向会减弱,但流程创新的倾向会提高。企业年龄的估计系数未通过显著性检验,说明企业年龄并未对企业创新活动产生显著的影响。所有制对企业创新活动的影响是复杂的,因创新类型的不同而有所差异。具体来说,国有企业实施产品创新、质量控制程序创新和管理流程创新的倾向要显著低于非国有企业,而实施员工技术培训的倾向则高于非国有企业。

随着企业劳动力成本的上升,企业创新活动的倾向也将提高。企业员工受教育程度的估计系数均未通过显著性检验,说明员工受教育程度对企业创新活动未产生影响。在第(1)列和第(6)列中,主营产品销售市场的估计系数在5%的显著性水平上为正,但在第(2)列至第(5)列中,均未通过显著性检验,这表明相对于主营产品销往国内的企业,主营产品销往国外的企业更愿意实施产品创新活动。研发合作的估计系数均在1%显著性水平上为正,这表明研发合作可以促进企业的全面创新。

(三)稳健性检验

1.按企业规模分组。企业“两化融合”建设需要投入大量资本,因此规模大的企业更有能力进行“两化融合”建设,而中小企业的“两化融合”水平相对较低(汪淼军等,2007)。将规模大于企业规模(Size)变量均值的企业定义为大企业,否则为中小企业,文章发现,大企业组信息化投资额的均值要高于中小企业组。进一步,文章利用t检验来检验两组企业信息化投资额均值差异的显著性,结果表明差异性显著的。虽然我们已经在控制变量中控制了企业规模的影响,但为谨慎起见,这里按企业规模分组作进一步实证分析。表3汇报了相应的回归结果。第(1)列至第(3)列为中小企业组的回归结果,第(4)列至第(6)列为大企业组的回归结果。在中小企业组,产品设计与信息化融合、生产制造与信息化融合、市场营销与信息化融合的估计系数均在1%的显著性水平上为正,表明产品设计、市场营销环节的信息化提高了企业产品创新的倾向,生产制造环节的信息化提高了企业流程创新的倾向。在大企业组,产品设计与信息化融合、生产制造与信息化融合、市场营销与信息化融合的估计系数也均在1%的显著性水平上为正,从而也证实了本文的研究假说。因此,基于表3的回归结果,进一步排除企业规模的影响后,本文的研究假说依然成立,这表明推动“两化融合”建设能够促进企业的创新。

表3 按企业规模分组的回归结果

解释变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Integration_prod</i>	0.102*** (0.012)			0.109*** (0.012)		
<i>Integration_manu</i>		0.089*** (0.012)			0.031*** (0.012)	
<i>Integration_mark</i>			0.097*** (0.011)			0.073*** (0.012)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
伪拟合优度	0.299	0.298	0.299	0.303	0.207	0.276
样本量	789	692	789	762	618	766

2.内生性问题。企业“两化融合”与创新之间的内生性问题会影响估计结果的可靠性。内生性的来源是多方面的,本文的内生性可能来源于两个方面:一是遗漏重要解释变量。虽然本文已经控制了企业规模、企业年龄、所有制、劳动力成本、员工受教育程度、主营产品销售市场、研发合作、城市与行业固定效应,但由于数据的限制,难免会遗漏一些重要的解释变量。二是双向因果关系。企业会为了自身的创新,加强“两化融合”建设,为创新提供条件。为了解决这两个内生性问题,需要寻找合适的工具变量。Fisman和Svensson(2007)的研究证明,遗漏变量所导致的自变量与因变量之间受到某一因素共同决定而产生的内生性问题,

可以通过构建类似地区、行业层面的平均值作为企业层面自变量的工具变量,这样做可以很好地解决由遗漏变量所带来的内生性问题。这种处理方式已在大多数实证研究中得到了广泛应用。就本文的研究而言,有些行业所包括的企业数很少,有的行业仅包括 1 家企业,如果将“两化融合”行业层面的平均值作为工具变量,这一工具变量也可能是内生的。因此,本文利用企业所属城市的企业“两化融合”变量的平均值作为工具变量。更为重要的是,这一工具变量还可以解决由双向因果关系所引致的内生性问题,因为一个地区的特征变量并不直接受到某单个企业行为的影响,却直接与解释变量相关(蒋为,2015)。

基于上述对工具变量的选取,这里利用 $IVprobit$ 模型对公式(1)至公式(3)进行再估计,回归结果对应表 4 第(1)列至第(3)列。由于企业所属城市的企业“两化融合”变量的平均值与城市固定效应之间存在多重共线性,因此在模型估计时,我们并未控制城市固定效应。回归结果显示,产品设计与信息化融合、生产制造与信息化融合、市场营销与信息化融合的估计系数均在 1% 的显著性水平上为正。这表明,考虑了内生性问题后,产品设计、市场营销环节的信息化提高了企业产品创新的倾向,生产制造环节的信息化提高了企业流程创新的倾向,这说明本文的研究结论是稳健的。

表 4 工具变量回归结果与扩展回归结果

解释变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Integration_prod</i>	0.080*** (0.021)				
<i>Integration_manu</i>		0.075*** (0.014)			
<i>Integration_mark</i>			0.066*** (0.020)		
<i>Integration</i>				0.042* (0.026)	1.144*** (0.281)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
城市固定效应	否	否	否	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
Wald 外生性检验	2.130	1.510	1.520		
拟合优度				0.702	0.703
样本量	1558	1553	1562	612	694

(四)扩展回归结果与分析

在基准回归结果和稳健性检验中,文章从企业价值链的视角探讨了“两化融合”对企业创新的影响,并验证了产品设计、市场营销环节的信息化促进了企业的产品创新,生产制造环节的信息化促进了企业的流程创新的假说。然而,无论是产品创新的度量,还是流程创新的度量,前文均是基于投入角度而进行的指标构建。从投入的角度构建企业创新的指标,能够使我们分别度量产品创新与流程创新,从而有助于本文探讨信息化与企业各价值链环节的融合对不同创新类型的影响。但这里存在一个主要的问题,即“两化融合”促进了企业的创新投入,那么这些投入是否取得了良好的创新效果?因此,有必要进一步探讨“两化融合”对企业创新产出的影响。关于创新产出的度量,大多数文献一般采用专利数量或新产品产值。由于本文所使用的数据来源未提供企业的专利数据,因此这里采用新产品产值衡量企业的创新产出。企业在产品创新、流程创新上的投入会最终反映在新产品之中。由于无法识别出新产品产值中产品创新投入和流程创新投入各自的贡献,因此这里探讨企业“两化融

合”的整体水平对新产品产值的影响。

为度量企业“两化融合”的整体水平,参考陈石和陈晓红(2013)、宁光杰和林子亮(2014)的研究,本文选取了两个度量指标:一是企业信息化投入总额的自然对数值;二是企业使用电脑员工的比例。表4的第(4)列至第(5)列报告了企业“两化融合”的整体水平与新产品产值的回归结果。实证分析中,新产品产值取自然对数值,并利用普通最小二乘法对样本进行估计。第(4)列中,企业信息化投入的估计系数在10%的显著性水平上为正;第(5)列中,使用电脑员工的比例的估计系数在1%显著性水平上为正。回归结果表明,积极推进企业“两化融合”建设不仅能提高企业进行产品创新和流程创新的倾向,而且能提高企业的新产品产值,获得良好的经济效益。

五、结 论

在“两化融合”与企业创新的研究中,已有文献忽视了企业不同价值链环节中信息技术或产品应用的差异性,以及企业创新活动的多样性。鉴于现有研究的不足,本文研究了不同价值链环节与信息技术或产品的融合对企业不同创新类型的影响,这也正是本文的主要贡献与创新之处。我们利用2012年世界银行对中国企业所做的营商环境调查数据进行实证研究。研究发现,产品设计、市场营销等价值链环节与信息技术或产品的融合能够提高企业实施产品创新的倾向,生产制造环节与信息技术或产品的融合则提高了企业进行流程创新的倾向,且流程创新活动具体表现为质量控制程序和管理流程的创新以及生产中员工的技术培训。进一步,文章研究了企业“两化融合”的整体水平对企业创新产出(以新产品产值来度量)的影响。研究表明,企业“两化融合”整体水平的提升有利于企业新产品产值的增加。总体而言,“两化融合”不仅可以激励企业进行创新投入,而且能够获得良好的创新产出,从而有助于企业的转型升级和提升经济效益。

诚然,本文在研究上也存在局限性。受数据限制,本文的实证研究使用的是截面数据,这使得我们忽略了时间因素,这会导致研究存在两方面的不足:一方面,无论是企业的“两化融合”建设还是创新,均具有一定程度的滞后性,未考虑时间上的滞后性,会使得我们不能更有把握地推断“两化融合”与企业创新之间的因果关系;另一方面,在不同的“两化融合”阶段,企业“两化融合”对创新的影响可能会有所差异,如果忽视“两化融合”的时间阶段性,也会使得我们无法全面认识“两化融合”对企业创新的影响。因此,我们将在进一步收集数据的基础上,进一步考虑时间因素,以使得我们的研究更加完善。

基于本文的研究结论,可以从企业与政府两个层面得到相应的实践启示。从企业层面来说,首先,不同价值链环节对信息技术或产品的需求是有差异的,因此在“两化融合”建设的过程中,企业应根据不同价值链的需求进行信息化的应用,从而实现不同的创新目标,做到有的放矢;其次,虽然不同价值链环节对信息技术或产品的需求是有差异的,但这并不意味着企业各个价值链环节的信息化可以单独进行,只有实现产品设计、生产制造和市场营销等环节信息化的有机融合与集成,才能提升制造业企业的核心竞争力;最后,由于“两化融合”建设通常需要其他互补性投资的支持,这样才能真正发挥信息化在企业中的重要作用,因此企业不能仅仅就信息化而信息化,而应该从顶层入手,对企业进行全面的思考与变革。从政府层面说,首先,企业信息化中使用的信息技术或产品大多并非自主研发,而是从国外引进的,信息技术或产品受制于人,因此政府应加大对信息技术或产品自主研发的支持力度,开发具有自主知识产权的共性支撑软件平台和应用软件产品;其次,企业“两化融合”建

设的公共服务体系不完善,因此政府应提升面向区域和行业的信息化公共服务能力,并建立可持续发展的运营机制。

主要参考文献:

- [1]陈石,陈晓红.“两化融合”与企业效益关系研究——基于所有制视角的门限回归分析[J].财经研究,2013,(1): 103—111.
- [2]程文,张建华.中国模块化技术发展与企业产品创新——对 Hausmann-Klinger 模型的扩展及实证研究[J].管理评论,2013,(1): 34—43.
- [3]韩先锋,惠宁,宋文飞.信息化能提高中国工业部门技术创新效率吗[J].中国工业经济,2014,(12): 70—82.
- [4]蒋三庚.现代信息技术对市场营销理论的改变[J].北京商学院学报,1999,(3): 1—4.
- [5]蒋为.环境规制是否影响了中国制造业企业研发创新?——基于微观数据的实证研究[J].财经研究,2015,(2): 76—87.
- [6]李莉平.数据挖掘技术在现代市场营销中的应用[J].云南财经大学学报,2006,(5): 40—45.
- [7]宁光杰,林子亮.信息技术应用、企业组织变革与劳动力技能需求变化[J].经济研究,2014,(8): 79—92.
- [8]唐平,陆渝梅,陈敏.业务流程重构在企业信息化中的应用[J].兰州大学学报(社会科学版),2005,(3): 89—92.
- [9]王龙伟,李垣,刘益.信息交流、组织能力与产品创新的关系研究[J].研究与发展管理,2006,(4): 8—14.
- [10]汪森军,张维迎,周黎安.企业信息化投资的绩效及其影响因素——基于浙江企业的经验证据[J].中国社会科学,2007,(6): 81—93.
- [11]徐盈之,孙剑.信息产业与制造业的融合——基于绩效分析的研究[J].中国工业经济,2009,(7): 56—66.
- [12]张亚斌,金培振,沈裕谋.两化融合对中国工业环境治理绩效的贡献——重化工业化阶段的经验证据[J].产业经济研究,2014,(1): 40—50.
- [13]周立群,张龙鹏,张双志.研发合作与企业创新——基于中国制造业的实证研究[J].江苏社会科学,2016,(2): 47—55.
- [14]Aschhoff B, Schmidt T. Empirical evidence on the success of R&D cooperation — Happy together? [J]. Review of Industrial Organization, 2008, 33(1): 41—62.
- [15]Becker W, Dietz J. R&D cooperation and innovation activities of firms — evidence for the German manufacturing industry [J]. Research Policy, 2004, 33(2): 209—223.
- [16]Belderbos R, Carree M, Lokshin B. Cooperative R&D and firm performance [J]. Research Policy, 2004, 33(10): 1477—1492.
- [17]Fisman R, Svensson J. Are corruption and taxation really harmful to growth? Firm level evidence [J]. Journal of Development Economics, 2007, 83(1): 63—75.
- [18]Grant R M. Prospering in dynamically-competitive environments: Organizational capability as knowledge integration [J]. Organization Science, 1996, 17(4): 375—387.
- [19]Jamali M A, Voghouei H, Nor N G M. The role of information technology on the growth of firms: A value added consideration [J]. Journal of Theoretical & Applied Information Technology, 2013, 57(3): 313—325.
- [20]Kogut B. Designing global strategies: Comparative and competitive value-added chains [J]. Sloan Management Review, 1985, 26(4): 15—28.
- [21]Kolko J. Broadband and local growth [J]. Journal of Urban Economics, 2012, 71(1): 100—113.
- [22]Marinc M. Banks and information technology: Marketability vs. relationships [J]. Electronic Commerce Research, 2013, 13(1): 71—101.
- [23]Milgrom P R, Roberts J. The economics of modern manufacturing: Technology, strategy, and organization

- [J].American Economic Review,1990,80(3): 511—528.
- [24]Nambisan S.Information systems as a reference discipline for new product development[J].MIS Quarterly,2003,27(1): 1—18.
- [25]Simonen J,McCann P.Firm innovation: The influence of R&D cooperation and the geography of human capital inputs[J].Journal of Urban Economics,2008,64(1): 146—154.
- [26]Tether B S.Who co-operates for innovation,and why: An empirical analysis[J].Research Policy,2002,31(6): 947—967.

The Study of the Impact of Integration of Informationization and Industrialization on Corporate Innovation: From the Perspective of Enterprise Value Chains

Zhang Longpeng,Zhou Liquan

(School of Economics,Nankai University,Tianjin 300071,China)

Abstract: For the impact of integration of informationization and industrialization on corporate innovation,existing literature ignores two important issues: firstly,corporate activities are connected by the convergence of value chains,and information technology or products will penetrate into different value chain links; secondly,corporate innovation activities are featured by diversification,and innovation forms are different in different value chain links.Hence,based on the questionnaire of Chinese firms in the World Bank Business Environment and Enterprise Performance Survey in 2012,this paper empirically tests the effect of integration of informationization and industrialization on corporate innovation from the perspective of enterprise value chains.It arrives at the following conclusions that the integration of product design,marketing and informationization improves the tendency of product innovation input and the integration of manufacturing link and informationization advances the tendency of process innovation input.Furthermore,it shows that the increase in the whole level of integration of informationization and industrialization can increase output value of corporate new products and helps to realize corporate economic benefits.It not only enriches the understanding of the impact of integration of informationization and industrialization on corporate innovation,but also has important implications for the promotion of innovation capacity in manufacturing and the transformation of economic structure.

Key words: integration of informationization and industrialization; value chain; product innovation; process innovation

(责任编辑 石头)