

模块化、产业标准与创新驱动发展^①

——基于战略性新兴产业的研究

曹虹剑¹, 贺正楚², 熊勇清³

(1. 湖南师范大学商学院大国经济研究中心, 长沙 410081; 2. 长沙理工大学经济与管理学院, 长沙 410015;
3. 中南大学商学院, 长沙 410083)

摘要: 在创新驱动发展背景下, 中国需要高效的产业组织提升自主创新能力, 占领全球产业链高端。模块化产业组织实现了生产要素的动态融合, 使创新自发地涌现, 有利于中国创新驱动发展战略的实现。产业组织模块化是一个产品契约和要素契约的动态融合过程, 有初始融合成本, 高效产业标准能降低融合成本。构建 GMM 动态面板数据模型研究产业组织模块化对战略性新兴产业全要素生产率的影响。实证研究发现: 模块化会降低当期的全要素生产率, 但会提高滞后期的全要素生产率; 公共品性质的产业标准对全要素生产率有显著的正向影响, 而非公共品性质的产业标准对全要素生产率有显著的负向影响; 模块化程度对技术效率的正向影响比较显著; 1G-3G 移动通讯技术标准对相关产业全要素生产率有较显著的影响; 产业环境变量对全要素生产率的影响各不相同。

关键词: 模块化; 产业标准; 战略性新兴产业; 创新驱动; 全要素生产率

中图分类号: F062.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2016)10-0016-18

0 引言

在经历了 30 多年的高速增长后, 中国经济发展进入了“新常态”: 经济增长速度从高速转变为中高速, 经济结构正在不断优化升级, 经济发展由要素驱动、投资驱动向创新驱动转变。创新驱动发展是“新常态”条件下中国经济发展战略的重中之重。创新驱动发展战略的实施是一项系统工程, 不仅要依靠科技创新、产品创新与市场创新, 而且要通过组织创新使中国产业高效利用全球生产要素。在全球化与信息化时代, 分工与专业化水平远比工业经济时代高, 经济组织的作用更为重要。通过高效经济组织提升自主创新能力与要素使用效率, 占领全球价值高端是一国提升全球竞争力的根本途径。在信息技术和知识经济的推

动下, 今天的国际分工已经由产业内分工发展到更为细致的产品内分工, 一个产品的不同工序或模块由跨企业、跨地域的全球模块化网络共同完成。正如青木昌彦指出的, 模块化是信息经济条件下新兴产业组织的本质^[1]。模块化产业组织不仅使分工深化, 而且使经济组织走向融合。模块化产业组织通过中间产品契约与要素契约的融合, 以最少的生产要素占用, 最优的创新要素组合生产最终产品。模块化产业组织能打破产业和地域的限制, 使新兴产业内部产业之间, 新兴产业和传统产业之间实现协同创新发展, 有助于中国创新驱动发展战略的整体实现。

模块化最早是作为一种工艺设计方法被运用于钟表业, 之后逐渐被机械制造、计算机制造、国防等产业采用。模块是半自律性的子系统, 它可

① 收稿日期: 2015-06-30; 修订日期: 2016-05-04。

基金项目: 国家社科基金资助项目(13CJY057; 15ZDB132); 国家自然科学基金资助项目(71473276); 湖南省社科基金重点资助项目(14ZDB013)。

作者简介: 曹虹剑(1975—), 男, 湖南桃江人, 博士, 副教授。Email: caohj@hunnu.edu.cn

以和其它子系统按照一定规则构成更加复杂的系统或过程。青木昌彦指出模块化系统有两个重要特征: 系统信息同化(assimilation)与个体信息包裹化(encapsulation)^[2]。模块化可以使复杂系统的控制简单化,通过模块化,复杂产品系统内统一联系规则保证了模块之间的兼容性,不需事先集中系统便可以自行演化^[3]。模块化生产是对不同生产知识的整合,它深化了分工,促进了创新^[4-6]。模块化使外包增多,企业组织扁平化、网络化^[7-8]。模块化生产沿着工艺与产品模块化、企业组织模块化到产业组织模块化的路径演进,模块化是产业链整合的关键。甚至可以说,新经济时代就是模块化时代^[9-10]。但模块化有一定限制条件,如果系统规则不能适应动态市场环境,模块化就可能阻碍创新^[11]。

从以往的研究来看,学者们已经深入研究了模块化的基本原理、特征、价值、演进、方法及对产业发展的意义,但模块化作为信息经济时代经济产业组织的本质及意义还有待深入探讨。已有的模块化研究多以理论研究为主,少有实证研究。Tiwana 和陈劲等学者用调查问卷衡量模块化生产程度^[12-13]。从理论上来说,这样得到的数据能反映模块化程度。但由于问卷调查的主观性等一些固有缺陷,可能导致误差较大。所以模块化的实证研究还有待进一步发展。

模块化与垂直专业化(vertical specialization)密切相关。垂直专业化常被用来衡量国际产品内分工和外包的程度^[14]。学者们测量垂直专业化的常用方法有以下三类。其一,利用海关数据直接计算零部件贸易额或通过加工贸易数据来间接度量,其主要研究者包括 Feenstra 和 Hanson 等人^[15-16]。这需把进口产品区分为中间产品与最终产品,在实践中比较困难。其二,利用投入产出法(I-O)和出口贸易数据进行测量。最经典的是 Hummels 等人提出的 VSS 指数: 一国出口总额中所含垂直专业化贸易额的比重^[17]。投入产出法最新进展是 Koopman 和魏尚进等人结合多国海关数据与跨国投入产出表解决了中间产品多次跨境造成的重复计算问题^[18]。一些研究机构和学者,如北京大学 CCER 课题组、徐毅与张二震、文东伟与冼国明等人运用此方法进行了中国的实证研究^[19-21]。Hummels 等人的测量方法需

要投入产出表及产业间消耗系数矩阵,而国家统计局只公布了少数几个年度投入产出表数据,这增加了对中国进行实证研究的难度。其三,用 VAS 指数来衡量垂直专业化发展水平。此法用中间品投入占总产出的比重来衡量垂直专业化或外包水平,因为总产出 = 中间品投入 + 价值增值,所以 $VAS = 1 - \text{价值增值} / \text{总产出}$,此方法也被称为增加值法。Egger^[22]、Falk^[23]、刘志彪和吴福象^[24]、戴魁早^[25]等人运用 VAS 方法进行的垂直专业化和国际外包的实证研究给本文以重要启示。

需要指出的是: 垂直专业化与产业组织模块化在研究对象上有所区别,前者更注重研究价值链的国际分割,模块化要求研究价值链在国内外的分割,而不是着重考虑国际贸易数据。VAS 指数法在本质上包含了价值链在国内外分割,为了与强调国际贸易的垂直专业化相区别,在 VAS 指数的思想上,本文用“增值比率法”(value-added ratio,VAR)来衡量产业组织模块化程度。

全要素生产率(TFP)能体现经济增长中不能归因于有形生产要素的增长部分,包括科技进步、组织创新、生产创新、专业化与规模经济等,能深刻反映创新驱动发展的内涵。在后金融危机时代复杂多变的国际环境中,新一轮科技与产业革命正在孕育和兴起,中国还需大力发展战略性新兴产业来助力创新驱动发展战略。模块化产业组织通过全球产品契约与要素契约的融合,减少了创新成本,降低了创新风险,增加了创新的分支,提升了创新效率,有利于创新驱动战略的实现。本文将实证研究产业组织模块化对战略性新兴产业 TFP 当期和滞后期的影响。模块化产业组织有一大特征: 在统一产业标准或系统规则的协调下,各个模块可以自发地演进。产业标准及其带来的协调成本是影响模块化产业组织效率的关键因素,因此本文将考虑公共品性质的产业标准和非公共品性质的产业标准对战略性新兴产业 TFP 的影响。除了模块化程度和产业标准以外,战略性新兴产业 TFP 可能受到其它产业环境因素的影响,在考虑重要性及数据可获得性之后,本文把市场势力、产权结构、对外开放、政府支持、金融支持、R&D 人力与资本投入、市场竞争等产业环境因素作为控制变量。用 Malmquist 指数对战略性新兴产业

产业 TFP 及其分解变量——技术进步、技术效率及规模效率进行测算,通过构建 GMM 动态面板数据模型,实证研究产业组织模块化、产业标准与产业环境因素对战略性新兴产业 TFP 及其分解变量的影响。此外,因为移动通讯技术标准的演进对产业组织模块化及 TFP 的影响是一个很好的自然实验,而且中国确立 1G 标准的时间(1995 年)正好是本文实证数据的时间起点,所以本文还将研究 1G-3G 标准设立对电子及通讯设备制造业 TFP 的影响。

1 理论分析与研究假设

融合是信息经济时代新兴产业组织的本质特征。模块化产业组织在统一系统规则(产业标准)协调下,相关产业的生产要素重组、融合,组成一个创新能力强,且交易费用低的模块化网络。模块化产业组织通过组织创新促进了技术创新,提高了技术效率,并扩展了规模经济和范围经济效应,从而推动了创新驱动发展这一战略。

信息经济时代,产品系统越来越复杂,生产知识之间的互补性越来越强,知识分工开始深入发展。在此背景下,工业经济时代常见的同质化竞争策略被基于生产知识互补的异质化合作策略所替代。工业经济时代的经济组织的主要特征是分工,而信息经济时代经济组织的主要特征是分工深化后的融合^[26]。模块化在产品内分工的基础上打破了企业、产业和地域的界限,实现了生产要素的跨企业、跨产业、跨地域的有机融合,使产业组织形成一个动态演化的生态系统,这才是信息经济条件下新兴产业组织的本质。产业组织模块化是对不同生产要素,尤其是生产知识的分割、重组与融合,这种融合不是简单的联合,而是组织间的生产要素与资源相互渗透、相互交融,使企业和产业的边界模糊化,自发地涌现新的组织结构并带来报酬递增。产业组织模块化是一个不断演进的融合过程。在产业组织模块化发展初级阶段,一个产品的价值链在同一个产业相关企业间分割、重组与融合。在产业组织模块化发展的中级阶段,产业链在相关产业间分割、重组与融合。而到了产业组织模块化发展的高级阶段,信息技术

的高度发展使模块化价值网络系统开始在任意可能的产业间分割、重组与融合,这时就会出现传统与新兴产业的大规模融合。此时,产业边界不再清晰,协同发展成为常态。从耗散系统理论角度来说,模块化产业组织是一个可以自发演进的自组织系统。系统信息同化保障了模块化产业组织的开放性,个体信息包裹化使系统有适度的隔离和保护机制,这都是系统自组织的必要条件^[27]。模块之间竞争和合作关系会导致新结构的出现,并使系统非线性化发展。一旦产业系统规则确定,产业组织中各个子模块系统便可以自主地演进。

在产业组织模块化条件下,模块化产业内会有多个模块化契约网络存在,它们是全球产品内分工的组织者。从契约性质来看,模块化网络组织实现了企业契约和市场契约的融合。模块化网络组织不是科斯(Coase)所讲的科层制企业内长期契约对短期契约的替代,或一个契约对一系列契约的替代^[28];也不是张五常(Cheung)所言的一系列契约代替了另一系列契约^[29];而是中间产品(或服务)契约与要素契约的融合。模块化网络组织的治理结构不同于以往的经济组织,它是由技术领先者主导的多方共同治理,在产业标准或系统规则制定者的主导下,中间产品契约与要素契约通过不同的排列组合,融合成一个跨组织、跨地域、低交易费用且高创新能力的动态契约网络^[30]。模块化网络组织的整合者(中心签约人)可以通过对中间产品契约及要素契约不同排列组合来选择最有效率的契约网络^[31]。

在图 1 中,实线表示企业的边界,灰色部分表示生产子模块所动用生产要素的集合,虚线表示模块生产要动用生产要素的边界;箭头表示契约关系;E 表示企业,M 表示中间产品模块或环节。假设一个模块化网络组织包括以下几部分:1 个模块化网络组织中心签约人或系统整合者,8 个中间产品模块供应商生产 5 个中间产品模块,这 1 个中心签约人和 8 个中间模块供应商可以位于不同的地区,也可以属于不同的产业。模块化网络组织整合者用 M_0 表示, E_0 则表示它也是一个企业。为生产最终产品, E_0 与 8 个中间产品模块供应商签约。模块 M_1 由企业 E_1 生产, E_1/M_1 表示企业 E_1 的边界与模块 M_1 生产使用的生产要素

边界重合,即企业 E_1 用全部生产要素生产模块 M_1 . 假设把模块生产及企业看成生产要素的集合,那么有 $\{M_{ij}^1\} = \{E_{ij}^1\} (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m)$ $\{M_{ij}^1\}$ 表示模块 M_1 生产所使用的生产要素集合, $\{E_{ij}^1\}$ 表示企业 E_1 所拥有的生产要素集合. 模块 M_2 由企业 E_2 生产,但 E_2 并没有拿出全部生产要素与 M_0 签约,即 $\{M_{ij}^2\} \subset \{E_{ij}^2\}$, E_2 还可以拿出除 $\{M_{ij}^2\}$ 外的生产要素自己生产或与其它企业合作生产. 模块 M_3 由企业 E_3 和 E_4 共同生产,此时 E_3 和 E_4 还可以拿出除 $\{M_{ij}^3\}$ 外的生产要素生产其它中间产品. 模块 M_4 分为 M_{4a} 与 M_{4b} 两个子模块,由企业 E_5 和 E_6 分别生产, E_5 和 E_6 都拿出了全部生产要素来生产模块 M_4 ,即 $\{M_{ij}^4\} = \{E_{ij}^5\} \cup \{E_{ij}^6\}$. 模块 M_5 分为 M_{5a} 与 M_{5b} 两个子模块,由企业 E_7 与 E_8 分别生产, E_7 和 E_8 都只拿出了部分生产要素来生产 M_5 ,这两个企业还可以拿出剩余生产要素自己生产或与别的企业合作生产.

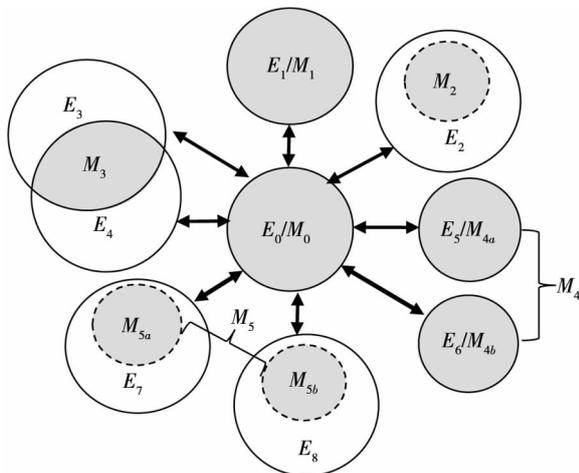


图 1 模块化柔性契约网络

Fig. 1 Modular flexible contract network

从图 1 中可以看出,模块化网络组织可以打破传统产业组织的限制,以最少生产要素占用生产最终产品,实现生产要素跨组织、跨地域的动态优化配置. 同时,模块化网络组织能整合产业内外的创新资源,使创新自发地涌现.

分工所带来的协调成本是制约组织扩展,影响其经济效率的主要原因之一. 在人类经济社会中,组织可以通过分工克服个体的有限理性^[32-33]. 在信息经济时代,产品系统非常复杂,专业化程度不断提高,知识分工开始深入发展,每

个企业只运用全部生产知识中自己拥有竞争优势的那一部分. 于是,怎样协调分散在各个企业内部局部知识(local knowledge)成为网络组织扩展面临的难题.

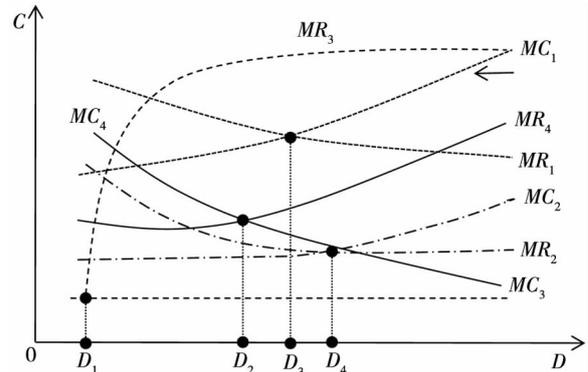


图 2 经济组织知识分工的协调成本

Fig. 2 Coordination cost of economic organizational knowledge division

在图 2 中, D 表示知识分工的规模或程度, C 表示知识分工协调(融合)成本或收益的高低. MC 表示知识分工带来的边际协调成本. MR 表示知识分工带来的边际收益. MC_1 是贝克尔和墨菲(Becker & Murphy)理论中知识分工的协调成本:随着知识分工规模扩大协调成本递增,而边际收益递减^[34]. 因为过了分工水平 D_3 之后边际成本高于边际收益,所以是最优的知识分工水平. 这与传统企业理论的结论是一致的:企业会因为规模扩大而导致组织成本上升^[35]. MC_2 、 MC_3 、 MC_4 是产业组织模块化条件下知识分工协调成本可能的三种情形. MC_2 是这样的情形:在模块化发展初期,系统规则能适应环境变化,协调成本维持在一个较低水平,但系统规则不能很好地随着环境变化而进行适应性调整,因而在过了分工水平 D_4 之后边际收益递减并小于边际成本,所以 D_4 是最优知识分工水平. 模块化的初始协调成本较低的情形只在模块化产品系统相对简单时可能出现. MC_3 是一种现实中很少出现的理想情形:产业统一联系规则一直能很好适应环境变化,知识分工的协调成本一直维持在一个相对稳定的低水平,因此任何低于 D_1 的知识分工水平都是不可取的. MC_4 是典型的产业组织模块化演进的过程:在模块化发展初期,知识分工的初始协调成本较高,但它是递减的,过了分工规模水平 D_2 后边际协调成本低于边际收益,所以任何低于 D_2 的知识分工水平是不可取的. 因为模块化是一个

系统分解基础上重新融合的过程,不同要素与生产知识融合需要一个过程,所以在模块化发展初期有规则制定、调整、试错和自然选择的成本. 高效产业标准能有效降低知识分工的协调成本,提高生产率. 基于以上分析,提出如下假设:

H1 模块化发展初期有初始融合成本,之后才会提高生产率.

H2_a 模块化能提高技术效率.

H2_b 模块化能促进技术变化.

H2_c 模块化能提高规模效率.

产业组织模块化一个关键因素是系统规则或产业标准选择问题. 产业标准是为了减少产业内不确定性及交易费用,就如何解决重复出现问题而达成的共识. 根据标准形成过程与来源,产业标准可以分为两大类:非产品类标准与产品类标准^[36]. 非产品类标准主要是由政府、行业协会或

标准化组织强制实施,其目的是为了促进公共福利,它是法定(de jure)标准,一般具有公共品性质. 产品类标准往往是通过市场竞争产生的,它通常是由一个或数个企业的标准联盟支配了市场,从而形成事实上(de facto)的产业标准^[37]. 产品类标准又可以分为两类:一类是俱乐部性质的标准,它只对俱乐部成员免费,对俱乐部之外的企业收取许可费,典型的例子是专利池(patent pool);另一类是由单个企业掌握的标准,对其它所有使用者收费(见表1). 根据发达国家的经验,市场选择和行业协会协调制定产品类标准的效率要高过政府强制实行产品类标准的效率. 美国联邦通讯委员会(FCC)强制实行哥伦比亚广播公司(CBS)彩色电视机标准,以及日本通产省(MITI)干预高清电视(HDTV)模拟(MUSE)标准的例子说明强制的产品类产业标准往往有损社会福利的事实^[38].

表1 产业标准的主要种类及特征

Table 1 Main types and characteristics of industry standard

主要种类	主要特征	形成过程
公共品标准	对所有人免费	政府强制+行业协会协调
俱乐部物品标准	只对俱乐部成员免费	市场竞争
私有品标准	对其它所有使用者收费	市场竞争

最优的产业标准治理结构是三种不同性质标准带来的交易费用之和最小化. 在式1中, $C(x)$ 表示不同性质标准带来的交易费用之和, c_i 表示交易费用, c_1 为公共品性质标准带来的交易费用, c_2 为俱乐部物品性质标准带来的交易费用, c_3 为私有品性质标准带来的交易费用. c_2 和 c_3 统称为非公共品性质的产业标准.

$$\min C(x) = \sum_{i=1}^3 c_i \quad (1)$$

s. t. $c_i > 0$

基于以上分析,提出如下假设:

H3 公共品产业标准能提高生产率.

H4 非公共品产业标准能提高生产率.

2 研究设计

2.1 实证模型

GMM 动态面板数据模型能很好地克服内生性以及截面数据存在的行业效应等问题. 为了更

准确地衡量模块化对全要素生产率的影响,本文采用 GMM 动态面板数据模型

$$Y_{it} = \alpha X_{it} + \beta W_{it} + u_{it} \quad (2)$$

$i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$

在式2中, $u_{it} = v_i + \varepsilon_{it}$, v_i 代表行业效应, ε_{it} 为随机扰动项; X_{it} 表示严格外生的变量; W_{it} 表示前定变量和内生变量,包括 Y_{it} 的滞后项; α 和 β 是待估参数^[25,39]. 为检验是否存在过度识别问题,本文通过 Sargan 检验来识别工具变量的有效性.

2.2 产业组织模块化的度量

产业组织模块化既包含全球价值链(GVC)的分割,也包含国内价值链(NVC)的分割;既包含产品生产的分割,也包含服务与知识产权的分割. 模块化生产是一种迂回生产(roundabout production)方式,它在产品内分工深化,专业化程度提高的同时扩展了网络效应,可以增加产业的整体价值. 研究产业组织模块化要研究产业链在相关组织间的分割及增值比重. 与 Egger^[22]、戴魁早^[25]等人使用 VAS 方法一样,在研究产业链的

模块化分割时,不需要获得复杂的产业间消耗系数矩阵。模块化衡量指数可以简单地用价值增值比重来表示,为了与注重国际贸易的垂直专业化相区别,本文称之为增值比率法(VAR)。VAR公式如下

$$VAR = 1 - \frac{VA}{TV} = \frac{IV}{TV} \quad (3)$$

在式 3 中,VA 表示产业链中增值的部分,IV 表示中间投入品的价值,TV 表示产业链的总值。

$\frac{VA}{TV}$ 表示产业链中增加值占产业链总值的比重。

$\frac{IV}{TV}$ 表示中间投入品价值占产业链总值的比重。这一指标能有效反映产业迂回生产程度和产业组织模块化程度。

2.3 全要素生产率的度量

本文采用基于 DEA 的 Malmquist 指数对中国战略性新兴产业的全要素生产率及其分解变量进行测算^[25,40]。Malmquist 指数由 Sten Malmquist 提出。Färe 等人将 Malmquist 指数分解成技术效率、规模效率和技术进步变动,其公式如下

$$\begin{aligned} M_0(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) &= \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \right. \\ &\quad \left. \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \\ &= \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \right. \\ &\quad \left. \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \\ &= \text{eff} \times \text{tech} \\ &= \text{pech} \times \text{sech} \times \text{tech} \quad (4) \end{aligned}$$

上式中, x^t, y^t 分别是 t 期的投入和产出值, x^{t+1}, y^{t+1} 分别表示 $t+1$ 期的投入和产出量。 D_0^t, D_0^{t+1} 分别表示 t 期和 $t+1$ 期的距离函数。全要素生产率 $TFP = \frac{y^{t+1}}{x^{t+1}} / \frac{y^t}{x^t}$ 。Malmquist 生产率可以分解为技术效率增减(*eff*)和技术进步变化(*tech*)。技术效率变化指数又可以分解为纯技术效率变化(*pech*)以及规模效率变化(*sech*)^[41-42]。

在全要素生产率计算过程中,资本投入的确定有一定争议,国内学者多用资本存量代替资本投入。本文借鉴了何枫等人的方法:本年年末资

本存量 = 上年年末资本存量 + 本年新增资本存量,本年年均资本存量 = (上年年末资本存量 + 本年年末资本存量) / 2,这并没有考虑折旧,实际上是使用了固定资产原价代替了资本存量^[43]。求解 Malmquist 指数时考虑资本和人力两个投入要素,产出用增加值来表示,因为官方公布的数据从 1995 年开始,所以增加值和资本的数据都以 1995 年为基期,增加值以固定资产投资价格指数进行平减,固定资产以固定资产投资价格指数进行平减。

2.4 产业标准的度量

在衡量模块化程度的影响之后,还要考虑模块化条件下产业标准带来的协调成本及其影响。产业标准分为公共品性质、俱乐部性质以及私有品性质标准。国家产业标准使用普遍,对所有成员免费,具有非竞争性和非排他性,可视为公共品性质标准。俱乐部性质标准与私有品性质的标准在统计数据中难以区分,所以把它们合在一起称为非公共品性质标准。用“stand”表示公共品性质的产业标准。专利一般由单个企业或企业联盟掌握,其使用具有竞争性和排他性,具有非公共品性质,且是事实上的产业标准,用“pat”表示非公共品性质的产业标准。本文用国家标准网统计的产业标准作为公共品性质标准,以《中国高技术产业统计年鉴》中相关产业专利申请数取对数后的值作为非公共品性质标准,探讨它们对 TFP 的影响。由于产业分类不完全相同,所以本文在国家标准统计网统计公共品性质产业标准数时按照《中国高技术产业统计年鉴》所列 5 个二级代码产业重新归类,以便实证研究。

移动通讯技术标准演进对相关产业 TFP 的影响是一个很好的自然实验。从 1995 年至今,中国移动通讯技术标准经历了四次变革:1995 年第一代模拟制式手机问世,标志着中国 1G 时代的开始;2001 年启动的模拟网转网工作标志着中国进入 2G 数字时代;2009 年初中国正式进入 3G 时代;2013 年 12 月中国开始发放 4G 牌照,2014 年初三大运营商开始在多地覆盖 4G 网络;本文将实证研究 1995 年~2013 年(1G-3G)的数据。为了简化分析,本文对一些缺失数据进行了如下处理:缺少 2009 年~2013 年的“科技活动经费筹集额”科技活动筹集额中的金融机构贷款、科技活

动筹集额中的政府资金按 1995 年 ~ 2008 年平均增长率进行推算. 2012 年 ~ 2013 年的细分产业增加值数据根据 2008 年 ~ 2011 年的平均增长率推算得出. 移动通讯技术标准的演进伴随着电子及通讯设备制造相关产业的产品研发及生产的巨大跨越,为了进一步验证移动通讯产业标准对相关产业 *TFP* 的影响,本文将电子及通讯设备制造业 9 个三或四位代码产业的数据按 1995 年 ~ 2000 年、2001 年 ~ 2008 年、2009 年 ~ 2013 年三个阶段分别进行回归. 这 9 个产业既包含与移动技术直接相关的通信传输设备制造、通信交换设备制造、通讯终端设备制造等细分产业,也包括电子真空器件制造、半导体分立器件制造、集成电路制造等与移动技术相关的细分产业,所以分时段

2.5 产业环境控制变量

因为本文的实证研究对象是战略性新兴产业,所以还有必要讨论其市场特征与发展环境. 学者们普遍认为,激烈的市场竞争会提高生产率,而市场势力将会抑制产业的创新动力. 因此,提出如下假设:

H5 市场竞争激烈程度的增加会提高生产率.

H6 市场势力会对生产率的提高产生不利影响.

金融环境也是影响战略性新兴产业成长的因素之一. 青木昌彦的研究发现,从美国硅谷等新兴产业聚集地来看,风险资本市场充分发展是新兴产业发展的强大推动力^[2]. 当然间接融资的成本也会影响新兴产业的发展. 对外开放度提升是否会提高全要素生产率是一个有争议的研究主题,有很多实证研究支持对外开放度提高会提高全要素生产率的假说,但也有一些实证研究表明,如果不提高技术吸收能力与自主创新能力,对外开放度的提高并不一定会促进全要素生产率的提高. 政府支持与产权结构是否会影响全要素生产率同样是有争议的研究课题,一些学者的实证研究表明政府支持对产业发展的作用有限,而国有产权不利于全要素生产率的提高^[25]. 很多学者认为 R&D 投入对全要素生产率有促进作用^[44-45]. 基于以上分析,提出如下假设:

H7 金融支持会有利于生产率的提高.

H8 政府支持有利于生产率的提高.

H9 对外开放度提高会导致生产率的提高.

H10 国有产权的比重提高不利于生产率的提高.

H11_a R&D 人力投入增加会导致生产率的提高.

H11_b R&D 资本投入增加会导致生产率的提高.

综上所述,除了模块化程度以外,全要素生产率可能受到其它产业环境因素的影响,在考虑变量重要性以及数据可得性后,把市场势力、产权结构、对外开放度、政府支持、金融支持、R&D 人力与资本投入、市场竞争等作为控制变量.

1) 市场势力 (*power*) 用来衡量企业对市场的控制能力,市场势力可以用勒纳指数 (*Lerner index*) 来衡量,但是边际成本、价格和需求价格弹性都较难获得,学者们常采用托宾 *Q*、销售收益率、资产收益率或 *PCM* (*price-cost margins*) 等指标近似替代^[46]. 结合数据可获得性,本文选用销售收益率表示.

2) 产权结构 (*struct*) 表示国有产权对产业的控制程度. 本文借鉴 Jefferson 等人^[47]、吴延兵^[48]及戴魁早^[25]的方法,采用国有及国有控股企业总产值占全产业的比重来反映.

3) 对外开放度 (*export*) 用来测度产业的开放程度. 进口渗透率和出口率均能反映一国产业开放程度. 结合研究对象以及数据可获得性,选用出口率来衡量贸易开放程度. 出口率常用来衡量一国某年某产业的出口在当年产量中占的比重,该指标公式如下: 出口率 = X_j/Q_j . X_j 为该国 j 产业的出口数量, Q_j 为该国 j 产业的国内生产数量.

4) 政府支持 (*gov*) 用来衡量政府对战略性新兴产业的支持程度,本文采纳肖仁桥等人的方法^[49],用科技活动经费筹集额中的政府资金比例表示.

5) 金融支持 (*fin*) 用来衡量金融机构对战略性新兴产业的支持程度,本文采纳肖仁桥等人^[49]的方法,用科技活动经费筹集额中金融机构贷款比例表示.

6) R&D 投入包括资本 (K) 和人力投入 (L). R&D 资本投入借鉴李小平^[40]和戴魁早^[25]的研

究,用居民消费价格指数和固定资产投资价格指数的加权平均值进行平减,将 R&D 人力投入取对数后用 $\ln l$ 表示,将 R&D 资本投入平减后再取对数,用 $\ln k$ 表示。

7) 市场竞争 (*comp*) 表示行业内企业间竞争的激烈程度,用企业数目的对数值来表示^②。

2.6 数据来源

战略性新兴产业的实证研究是一大难题。2010 年 10 月《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》正式明确了新一代信息技术等七大战略性新兴产业。在 2012 年 12 月国家统计局正式公布《战略性新兴产业分类(2012)》以前,战略性新兴产业的分类标准较为模糊,权威的产业分类目录尚未建立,缺乏统一规范的统计口径,所以进行实证研究的难度非常大。其实,一部分战略性新兴产业早已存在,通过比较《战略性新兴产业分类(2012)》和中国公布的相关统计年鉴,以及相关政府部门网站公布的数据^[25],本文从《中国高技术产业统计年鉴》、《中国统计年鉴》以及国家发改委高技术产业司网站公布的数据中,筛选出生物与生化制品制造、航天器制造、通信传输设备制造、集成电路制造、医疗设备及器械制造等 18 个细分产业 1995 年至 2011 年的数据。这 18 个细分产业分属于五个二级代码产业:航空航天器制造业、电子计算机及办公设备制造业、电子及通讯设备制造业、医药制造业、医疗设备及仪器仪表制造业。其它战略性新兴产业因为数据不可获得或统计口径不一致等问题未列入本文研究之中。2008 年至 2011 年战略性新兴产业细分产业的增加值根据 2007 年的数据以及高技术产业司网站上公布的“累计增长”数据求得,价格指数来源于《中国统计年鉴》,产业标准数据来源于国家标准网统计数据,其他数据都来源于《中国高技术产业统计年鉴》^③。文章对部分缺失数据进行估算:1996 年、1997 年的出口交货值缺失,为简化分析,假定 1995 年~1998 年的增长速度不变;

1995 年通信设备制造的细分产业数据缺失,本文按 1996 年对应产业比例进行估算;1994 年、1995 年固定资产年末原价数据缺失,假定 1994 年、1995 年、1996 年固定资产增长速度为 1996 年~2000 年的几何平均增长速度^[25];2009 年至 2011 年科技活动筹集额相关数据缺失,本文假定这 3 年增长速度为 1996 年至 2008 年的几何平均增长速度。因统计口径的变更,2009 年至 2011 年的固定资产在“资产总计”项中列示,不再是“年末固定资产原价”。1997 年、1998 年的“新增固定资产”为“更新改造新增”与“基本建设新增”之和。

2.7 描述性统计

表 2 是医药制造业、航空航天器制造业、电子及通讯设备制造业、电子计算机及办公设备制造业、医疗设备及仪器仪表制造业等 5 个产业中 18 个细分产业变量的基本统计特征(*stand* 的数值是国家标准网的数据按照《中国高技术产业统计年鉴》五个二级代码产业重新归类后取对数的统计特征)。结果显示:数据缺陷较少且标准差大都维持在合理的范围。除 *gov* 与 *fin* 外,其它数据标准差与均值的比值均小于 1,R&D 资本投入及 R&D 人力投入标准差与均值比值低于 0.2。*gov*、*fin* 等变量数据离散程度较高,一个可能的原因是战略性新兴产业市场集中度比较高,而政府支持和金融支持有利或偏向于大企业,所以强者愈强。

2.8 面板数据单位根检验

常用的面板单位根检验主要有 LLC、Breitung、IPS、PP-Fisher 与 ADF-Fisher 等方法,前面两种方法适应于“同根”情形,后面三种方法适应于“不同根”情形。为了简化分析,采用“同根-LLC”方法检验和“不同根-IPS”方法检验,取截距和趋势项。结果显示,所有数据都是平稳的,其中 *pat* 和 *fin* 因为个别数据缺失,无法做 LLC 检验,但 IPS 检验显示数据均平稳。

② 从经济逻辑上看,市场势力和市场竞争可能存在多重共线性。本文用销售收益率衡量市场势力,用企业数目的对数值表示市场竞争程度,通过变量的相关系数分析,发现二者相关系数为 0.24,不存在多重共线性。

③ 国家统计局从 2009 年起开始实施工业企业成本费用调查。2008 年以后,国家统计局不再对外发布年度规模以上工业分行业增加值数据,只发布年度全部工业增加值数据。因此,《中国高技术产业统计年鉴》2008 年以后也没有公布细分产业的增加值,而国家发改委高技术产业司网站在 2011 年之后也停止公布产业增加值数据。

表 2 变量的描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of variables

变量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>var</i>	0.718 8	0.070 0	0.455 1	0.904 9
<i>tfp</i>	1.901 4	1.230 3	0.207 3	7.091 4
<i>pech</i>	1.080 0	0.626 5	0.204 7	3.957 1
<i>sech</i>	1.105 1	0.473 6	0.172 4	3.312 0
<i>tech</i>	1.793 1	0.887 4	0.547 6	5.764 0
<i>pat</i>	5.035 2	2.200 7	0.000 0	9.793 0
<i>stand</i>	5.684 3	1.362 5	1.609 438	7.551 7
<i>power</i>	0.056 9	0.042 6	-0.100 2	0.204 7
<i>struct</i>	0.338 3	0.297 5	0.013 0	0.999 2
<i>export</i>	0.316 7	0.238 6	0.007 2	0.837 5
<i>gov</i>	0.109 8	0.146 1	0.002 2	0.771 4
<i>fin</i>	0.087 7	0.094 4	0.000 5	0.634 3
<i>lnl</i>	8.331 1	1.163 4	5.525 4	11.294 3
<i>lnk</i>	10.648	1.613 3	5.561 4	14.452 7
<i>comp</i>	5.844 5	1.274 0	3.091 0	8.805 9

表 3 面板数据单位根检验

Table 3 Unit root test of panel data

参数	LLC 检验		IPS 检验	
	<i>T</i> 值	<i>P</i> 值	<i>T</i> 值	<i>P</i> 值
<i>var</i>	-2.561 8	0.005 2	-5.218 8	0.000 0
<i>tfp</i>	-1.902 7	0.028 5	-1.418 7	0.078 0
<i>pech</i>	-4.108 1	0.000 0	-3.179 3	0.000 7
<i>sech</i>	-7.232 2	0.000 0	-5.529 3	0.000 0
<i>tech</i>	-2.469 1	0.006 8	-2.445	0.007 2
<i>pat</i>	—	—	-4.520 4	0.000 0
<i>stand</i>	-1.233	0.108 8	-1.968 8	0.024 5
<i>power</i>	-4.528 3	0.000 0	-5.090 9	0.000 0
<i>export</i>	-2.885 9	0.002 0	-3.595 3	0.000 2
<i>struct</i>	-3.738 8	0.000 1	-4.971 2	0.000 0
<i>gov</i>	-4.341 8	0.000 0	-5.763 4	0.000 0
<i>fin</i>	—	—	-6.621 6	0.000 0
<i>lnl</i>	-2.279 2	0.011 3	-4.064 3	0.000 0
<i>lnk</i>	-6.209	0.000 0	-4.714 7	0.000 0
<i>comp</i>	-4.724 2	0.000 0	-3.040 6	0.001 2

3 实证结果及讨论

3.1 模块化对战略性新兴产业 TFP 的影响

从模块化指数和全要素生产率这两个重要变量的情况来看,中国战略性新兴产业的模块化指数从 1995 年的 0.740 波动上升到 2011 年的 0.782. 2001 年后,模块化指数快速拉升,2003 年

达到 0.755 之后,2004 年至 2011 年一直在 0.760 至 0.782 之间波动,整体呈现稳健上升趋势. 从 1995 年~2011 年五个产业模块化指数的变化趋势来看,电子计算机及办公设备制造业模块化程度最高,医药制造业模块化程度最低,电子及通信设备制造业模块化程度变化最为平稳. 中国战略性新兴产业全要素生产率经历了一个先上后下的变化过程. 1995 年~2006 年,科技进步和经济改

革的逐步推进使得中国全要素生产率不断增长。2008 年前后, 中国受到国际金融危机的影响, 政府为了刺激经济而加大投入, 2007 年至 2010 年, 中国固定资产投资平均年增长率达到了 26.1%, 2009 年更是达到了 30%。与此同时, 2008 年前后全要素生产率出现下降, 2009 年的最大降幅达 15%。2010 年以后, 中国固定资产投资增长率开始下滑, 全要素生产率也在 2011 年开始出现回稳。从细分产业的全要素生产率变化趋势来看, 航空航天器制造业全要素生产率的上升最为突出, 计算机及办公设备制造业表现平平, 2008 年后各个产业的 TFP 出现了不同程度的下跌, 2011 年才开始止跌。

表 4 的实证结果验证了模型设定合理和工具变量有效。AR(1)、AR(2) 检验的原假设是模型没有自回归, AR(1) 的值显示差分前模型存在自回归, 显著地拒绝了没有自回归的原假设, AR(2) 的值显示差分后模型不存在自回归, 这表明模型设定合理。Sargan 检验的结果显示工具变量可靠; 大部分变量参数显著。实证结果显示: 当期的模块化程度与全要素生产率显著负相关, 说明模块化过程在短期内会对效率产生负面影响, 但滞后期的模块化程度对全要素生产率有显著正向影响, 这验证了假设 1。模块化在当期会对生产率产生负面影响这一结论与以往的研究结论完全不同。这可能有下面的原因: 其一, 产业组织模块化的前提是复杂产品的模块化分解及系统联系规则的制定, 这需要一定的成本。其二, 在组织模块化初期, 复杂产品系统的联系规则并不一定能立刻适应市场环境, 有规则调整和试错成本。其三, 模块化融合是一个过程, 需要对异质性生产要素及

中间产品整合, 这需要一定的成本。其四, 在模块化生产的初期, 模块化系统可供整合的创新资源较少, 而到了模块化生产的成长期, 可供系统整合者利用的创新资源越来越丰富, 生产率提高^[50]。其五, 中国战略性新兴产业在产业标准选择, 以及参与国际产业标准制定方面还有需要提升的地方。

非公共品性质的产业标准对 TFP 有显著的负向影响, 假设 4 没有得到验证。这可能有如下原因: 其一, 中国战略性新兴产业可能还没有充分使所有专利产生经济效率; 其二, 中国专利申请中有很多并非整个产业中最核心的技术, 这些核心技术掌握在外国跨国公司的手中, 因此专利数量的增长并没有导致全要素生产率同比增长; 其三, 假冒和山寨产品也可能影响专利申请带来的全要素生产率增长。

其他产业环境变量的系数显示: 市场势力过高会对战略性新兴产业滞后期 TFP 的提高产生显著的负面影响, 这验证了假设 5。R&D 资本投入对 TFP 有显著的正向影响, R&D 人力投入对 TFP 有较显著的负向影响, 所以假设 11_a 得到了验证, 而假设 11_b 没有得到验证。这可能的原因是 R&D 资本投入还有一定的增长空间, 而 R&D 人力投入已经出现收益递减的情形, 只有进一步投入高素质的人力资本才能会出现 TFP 递增的情形。对外开放度提高对 TFP 有显著正向影响, 假设 9 因此得到验证。国有产权比重的提高对 TFP 有负向影响, 但并不是很显著。金融支持对 TFP 有一定的负面影响, 政府支持等对 TFP 有一定的正向影响, 但都不是很显著, 所以假设 7 和假设 8 都没有得到有力的验证。

表 4 模块化及产业环境对 TFP 的影响(包含非公共品标准)

Table 4 The influence of modularity and industrial environment on TFP (including non-public goods standard)

变量	结果	变量	结果	变量	结果
tfp_{t-1}	0.53*** (6.43)	$comp_{t-1}$	0.25 (1.00)	gov	0.65 (1.56)
var	-14.75*** (-12.26)	lnl	-0.19** (-2.00)	$_{cons}$	5.44** (3.70)
var_{t-1}	3.22** (1.97)	lnk	0.63*** (6.31)	AR(1)	0.00
pat	-0.28*** (-4.12)	$export$	1.40** (2.08)	AR(2)	0.67
$power_{t-1}$	-4.41* (-1.78)	$struct$	-0.13 (-0.25)	Sargan	0.68
$comp$	-0.27 (-1.27)	fin	-0.22 (-0.51)		

注: 括号内为 t 统计量, **、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 显著性水平上统计显著, 下标 $t-1$ 表示滞后 1 期, AR(1)、AR(2)、Sargan 栏内是统计量的 p 值, $_{cons}$ 为常数项, 下同。

加入公共品性质产业标准的回归结果显示(表5):公共品性质标准与TFP存在较显著的正相关,这验证了假设3。在考虑公共品标准的前提下,与表4的回归结果相比,市场竞争对TFP的影响有所变化,但不是很显著。激烈市场竞争会抑制当期的TFP,但有利于滞后期TFP的提高,但并不是很显著,因此假设6还是没有得到有力的验证,这一实证结果有些出乎意料。从市场结构来看,新兴产业有一个很大特征:在细分市场上往往呈现出垄断结构,主导企业少,但市场竞争激烈,创新能力强,市场效率高。例如PC微处理器全球市场长期由英特尔和AMD主导,但近年来PC芯片市场开始下滑,而细分出的一个智能手机芯片市场却开始飞速增长,智能手机芯片市场主

导企业是高通、三星和联发科。德姆塞茨(Demsetz)在《谢尔曼法》颁布100周年之际曾指出,即使反垄断进行了一个世纪,但很多反垄断政策并没有得到确凿的理论支持^[51]。对于大企业是否会影响创新效率也是有争议的研究主题。熊彼特(Schumpeter)、卡曼和施瓦茨(Kamien和Schwartz)等很多学者认为大企业也有很强大动力进行创新^[52]。所以,在反垄断法的实施过程中要注重分析垄断及竞争的效率,而对于具有“结构主义”(SCP范式)倾向的“本身违法原则”(Per Se rule)要慎用^[53]。国有产权比重提高对TFP有显著的负向影响,因此假设10得到了验证;金融支持对TFP的影响由负转正,但并不显著;其它变量的影响变动不大。

表5 模块化及产业环境对TFP的影响(包含公共品标准)

Table 5 The influence of modularity and industrial environment on TFP (including public goods standards)

变量	结果	变量	结果	变量	结果
tfp_{t-1}	0.45* (1.93)	$comp_{t-1}$	-1.32* (-1.86)	gov	0.64(0.41)
var	-3.90(-0.66)	$\ln l$	-0.04(-0.13)	$cons$	9.40** (2.00)
var_{t-1}	3.80(0.51)	$\ln k$	0.52(1.62)	$AR(1)$	0.02
$stand$	0.35** (2.05)	$export$	-2.27(-0.76)	$AR(2)$	0.77
$power_{t-1}$	-10.41(-0.70)	$struct$	-5.19** (-2.60)	$Sargan$	0.91
$comp$	0.24(0.38)	fin	5.39(1.66)		

3.2 模块化对战略性新兴产业TFP分解变量的影响

模块化与产业环境对TFP分解变量影响的实证结果如表6所示。实证结果显示,模块化程度在当期会对技术效率产生显著的负向影响,而滞后期的模块化程度会对技术效率有较显著的正向影响。模块化在当期对规模效率的影响为正,对滞后期的规模效率影响为负,但都不是很显著。模块化对当期的技术变化影响为负,对滞后期的技术变化有较显著的负向影响。所以假设2_a得到了验证,但假设2_b、假设2_c没有得到验证。这可能与我国战略性新兴产业组织模块化发展阶段相关,目前还只是技术效率显著的初级阶段,显著的技术进步可能在产业组织模块化发展的高级阶段

涌现。非公共品产业标准数量对技术效率、技术变化和规模效率都有不显著的负面影响。这从侧面说明我国战略性新兴产业专利保护的宽度和时间非常重要。

其它变量的实证结果显示市场势力会较显著的抑制技术变化。R&D资本投入对规模效率和技术变化有较显著的正向影响。对外开放度对技术效率和规模效率较显著的正向影响,但对规模效率有较显著的负向影响。金融支持对规模效率有很显著的正向影响。政府支持对技术效率有很重要的正向影响,对规模效率有较重要的正向影响,但对技术变化有较显著的负向影响,这从侧面说明了要让市场力量成为我国战略性新兴产业技术进步的的主导力量。

表 6 模块化及产业环境对 TFP 分解变量的影响

Table 6 The influence of modular and industrial environment on the decomposition variables of TFP

变量	技术效率	规模效率	技术变化
因变量 一阶滞后	0.99*** (8.58)	0.64*** (4.71)	0.40* (2.15)
<i>var</i>	-4.98*** (-4.49)	0.41(0.5)	-4.71(-0.85)
<i>var</i> _{<i>t</i>-1}	2.27* (1.81)	-0.16(-0.18)	-6.94* (-1.80)
<i>pat</i>	-0.06(-1.32)	-0.02(-0.47)	-0.31(-1.35)
<i>power</i> _{<i>t</i>-1}	2.26(1.32)	-0.55(-0.33)	-11.99* (-1.92)
<i>comp</i>	-0.13(-0.81)	0.17(1.47)	-0.32(-0.64)
<i>comp</i> _{<i>t</i>-1}	0.05(0.25)	-0.17(-1.30)	0.09(0.15)
<i>lnl</i>	0.11(1.66)	-0.03(-0.55)	0.10(-0.17)
<i>lnk</i>	0.01(0.19)	0.09* (1.83)	0.40* (1.87)
<i>export</i>	0.78* (1.73)	-0.79* (-1.98)	1.35* (0.82)
<i>struct</i>	-0.51(-1.46)	-0.69* (-2.09)	-0.82(-0.83)
<i>fin</i>	0.31(0.65)	1.12*** (2.72)	-2.21(-1.13)
<i>gov</i>	0.91*** (3.10)	0.33* (1.53)	-1.28* (-1.64)
<i>_cons</i>	1.41(1.55)	-0.11(-0.17)	8.12*** (2.69)
AR(1)	0.001	0.000	0.001
AR(2)	0.496	0.253	0.262
<i>Sargan</i>	0.428	0.806	0.412

3.3 模块化对战略性新兴产业的细分产业 TFP 的影响

为了进一步探讨各产业间的区别,本文按产业分类,分别探讨医药制造业(产业1)、航空航天器制造业(产业2)、电子及通讯设备制造业(产业3)、电子计算机及办公设备制造业(产业4)、医疗设备及仪器仪表制造业(产业5)的模块化程度对 TFP 的影响,以各产业数据做回归分析,结果如表 7 所示。实证结果显示:模块化对医药制造业、电子计算机及办公设备制造业与医疗设备及仪器仪表制造业滞后期的 TFP 有显著的正向影响,对电子及通讯设备制造业有不显著的正向影响,对航空航天器制造业有不显著的负向影响。非公共品性质的产业标准对电子及通讯设备制造业的 TFP 有较显著的负向影响,对医药制造业与航空航天器制造业 TFP 有不显著的正向影响。

其它产业环境变量显示:市场势力对电子及通讯设备制造业、电子计算机及办公设备制造业 TFP 的负向影响较显著。激烈市场竞争对当期的航空航天器制造业 TFP 有较明显负向的影响,但对滞后期的医疗设备及仪器仪表制造业有较显著的正向影响。R&D 资本投入对电子及通讯设备

制造业、电子计算机及办公设备制造业 TFP 有显著的正向影响,但 R&D 人力投入对电子及通讯设备制造业、电子计算机及办公设备制造业的 TFP 有较显著的负向影响。对外开放度对电子计算机及办公设备制造业 TFP 产生了显著的负向影响。国有产权比重提高对医疗设备及仪器仪表制造业 TFP 有明显的正向影响,但对电子计算机及办公设备制造业 TFP 有较明显的负向影响。金融支持和政府支持对细分产业 TFP 有一定的影响,但不显著。

3.4 移动通讯技术标准对相关产业 TFP 的影响

为了进一步验证移动通讯产业技术标准的影响,本文将电子及通讯设备制造业的细分产业数据按 1995 年~2000 年(1G)、2001 年~2008 年(2G)、2009 年~2013 年(3G)三个阶段分别进行回归,实证结果如表 8 所示。1G、2G 阶段模块化指数对 TFP 有显著的正向影响,而 3G 阶段模块化指数对 TFP 的正向影响并不显著。这可能有以下原因:为了等待国产 3G 标准——TD-SCDMA 成熟,中国延迟了 3G 标准的推出时间;中国采用的另外两个 3G 标准(WCDMA 和 CDMA2000)的技术早已成熟,一些发达国家在 2005 年前就开始商用,随着时间推移,3G 标准延迟推出弊端开始

显现,中国必须尽早普及下一代移动通讯技术标准,减小和发达国家之间的差距。1G 与 2G 阶段的非公共品标准数对 TFP 的影响为负,3G 阶段非公共品标准数对 TFP 影响由负转正,且较为显著,这与华为、中兴等电信设备制造商长期位居国

际专利申请数前列,自主创新能力越来越强的事实吻合。因为电子及通讯设备制造业包含与移动通讯技术间接相关的细分产业,所以实证结果也反映了模块化融合对 TFP 的影响。因为文章篇幅关系,其它变量的回归结果不进行讨论。

表 7 模块化及产业环境对细分产业 TFP 的影响

Table 7 The influence of the modularity and industrial environment on the sub-industries' TFP

变量	产业 1	产业 2	产业 3	产业 4	产业 5
tfp_{t-1}	1.52 ^{***} (3.79)	0.35 (1.69)	0.59 ^{***} (3.74)	0.96 ^{***} (8.39)	0.87 ^{***} (3.90)
var	-8.24 ^{**} (-2.53)	-13.04 ^{***} (-4.18)	-11.41 ^{***} (-4.45)	-12.71 ^{***} (-4.73)	-11.08 ^{**} (-2.58)
var_{t-1}	13.76 ^{***} (3.09)	-3.01 (-0.88)	3.84 (1.47)	6.75 ^{***} (4.21)	19.11 ^{***} (3.92)
pat	0.36 (1.16)	0.23 (0.78)	-0.02 [*] (-0.17)	-0.08 (-0.87)	-0.26 (-1.00)
$power_{t-1}$	-6.50 (-0.77)	2.79 (0.81)	-9.38 ^{**} (-2.26)	-9.00 ^{**} (-2.34)	19.97 (1.33)
$comp$	-0.31 (-0.27)	-1.13 [*] (-1.89)	0.13 (0.34)	0.15 (0.54)	0.35 (1.16)
$comp_{t-1}$	0.34 (0.26)	0.34 (0.66)	-0.10 (-0.22)	-0.28 (-0.82)	0.82 [*] (1.78)
lnl	-0.34 (-0.59)	-0.21 (-0.70)	-0.23 [*] (-1.71)	-0.22 [*] (-1.78)	-1.28 (-1.52)
lnk	-0.61 (-1.29)	0.43 (1.57)	0.29 [†] (2.16)	0.31 ^{**} (2.30)	1.07 (1.31)
$export$	3.91 (0.86)	4.34 (1.46)	-0.95 (-0.98)	-1.81 ^{***} (-2.90)	8.74 (2.59)
$struct$	-1.48 (-0.74)	0.59 (0.41)	-0.49 (-0.49)	-1.51 [*] (-1.80)	11.29 ^{***} (3.20)
fin	-0.76 (-0.29)	-1.65 (-0.81)	0.16 (0.17)	-0.29 (-0.31)	1.04 (0.49)
gov	-0.54 (-0.11)	-1.11 [*] (-1.93)	-0.43 (-0.40)	-0.87 (-0.27)	-0.41 (-0.11)
$cons$	3.75 (1.10)	12.37 ^{***} (2.93)	6.04 [*] (1.84)	6.27 ^{**} (2.53)	18.59 ^{***} (-3.13)
AR(1)	0.12	0.00	0.01	0.01	0.25
AR(2)	0.96	0.93	0.70	0.48	0.30
Sargan	0.67	0.18	0.715	0.37	0.26

表 8 移动通讯技术标准对相关产业 TFP 的影响

Table 8 The influence of mobile communication technological standards on related industries' TFP

变量	1G(1995 年 - 2000 年)	2G(2001 年 - 2008 年)	3G(2009 年 - 2013 年)
tfp_{t-1}	0.98 ^{***} (5.17)	0.77 ^{***} (5.54)	1.20 ^{***} (5.37)
var	-11.76 ^{***} (-5.01)	-14.43 ^{***} (-10.05)	-6.02 (-0.77)
var_{t-1}	4.57 ^{**} (2.44)	4.62 ^{**} (2.13)	8.11 (0.93)
pat	-0.09 (-0.96)	-0.22 [*] (-1.91)	0.63 [*] (1.86)
$power_{t-1}$	-9.87 ^{***} (-2.93)	-11.43 ^{**} (-2.58)	-6.55 (-0.94)
$comp$	-0.19 (-0.70)	0.63 [*] (1.93)	-0.03 (-0.08)
$comp_{t-1}$	0.12 (0.39)	-0.66 ^{**} (-2.02)	0.19 (0.52)
lnl	-0.27 (-1.59)	0.10 (0.55)	-0.21 (-0.35)
lnk	0.40 ^{***} (3.38)	0.26 (1.51)	-0.33 (-0.52)
$export$	0.13 (0.13)	0.18 (0.18)	-1.41 (-1.19)
$struct$	-0.24 (-0.30)	-0.33 (-0.35)	2.81 [*] (1.78)
fin	0.31 (0.60)	-0.32 (-0.38)	-7.79 (-0.60)
gov	-0.62 (-0.74)	-0.13 (-0.16)	-3.25 (-1.53)
$cons$	4.89 ^{**} (2.28)	6.05 ^{***} (3.47)	-0.82 (-0.26)
AR(1)	0.02	0.00	0.04
AR(2)	0.46	0.16	0.98
Sargan	0.89	0.53	0.19

4 结束语

本文在理论上阐述了产业组织对于中国产业发展与自主创新能力提高的重要意义;指出了信息经济与全球化条件下经济组织的本质是产品内分工基础上的融合,产业组织模块化不仅使分工深化,而且实现了生产要素跨企业、跨产业、跨地域的融合;论证了新兴产业组织的本质,指出模块化产业组织是产品契约与要素契约融合的动态契约网络,这是对传统企业理论的发展;指出模块化产业组织的组织效率与产业标准密切相关,最优的产业标准治理结构是使公共品、俱乐部物品及私有品性质的产业标准带来的交易费用之和最小。

本文在实证研究中找到了一种可衡量产业组织模块化及其影响的方法:用 GMM 动态面板数据模型,结合增值比率法、产业公共品标准、非公共品产业标准与产业环境控制变量来研究模块化对战略性新兴产业 TFP 的影响。实证结果表明:模块化在初期有初始融合成本,会对 TFP 产生负面影响,但在滞后期会提高 TFP,这是本文的重要发现。公共品性质产业标准对 TFP 有正向影响,但非公共品性质产业标准对战略性新兴产业 TFP 有负向影响,这也是本文的重要发现。还得出了一些有意思的实证研究结论:市场竞争激烈程度的提升不一定会提高战略性新兴产业 TFP,R&D 人力投入增加不会促进战略性新兴产业 TFP 提高,政府支持与金融支持对战略性新兴产业影响不显著。此外,还发现市场势力过高会对滞后期 TFP 的提高产生负面影响;R&D 资本投入对 TFP 的影响为正;对外开放度提高对 TFP 及分解变量的影响并不一致;国有产权比重的提高对 TFP 有较显著的负向影响。通过实证分析模块化对 TFP

三个分解变量的影响,发现模块化程度对技术效率的正向影响较显著,对技术变化有一定的负向影响。实证分析了模块化对战略性新兴产业细分产业 TFP 的影响,发现模块化对各个细分产业的影响稍有区别。1G-3G 移动通讯技术产业标准对相关产业 TFP 影响的实证分析也得出一些有意思的结论。总的来看,模块化对战略性新兴产业 TFP 分解变量和细分产业影响的实证结果比模块化对战略性新兴产业整体影响的实证结果更为复杂。

中国创新驱动发展战略的实施需要模块化产业组织整合全球生产要素,提高自主创新能力,占领全球产业链的高端。政府可利用公共品性质的产业标准减少潜在竞争者的进入壁垒与退出障碍。为尽可能地减少组织模块化早期带来的成本,在主要依靠市场力量的基础上,可以适当借用行业组织与政府的力量,减少产业组织模块化的试错和协调成本。鼓励中国企业更多地参与专利池或国际产业标准的制定,在继续保持专利申请数量增长的基础上提高专利申请质量。在利用产业组织模块化提高技术效率和规模效率的基础上,注意专利保护宽度和时间,防止非公共品产业标准对 TFP,尤其是对技术变化的负面影响。在利用全球价值链整合国外生产要素的基础上,进一步打造完善国内价值链,促进产业融合。在继续利用 R&D 资本投入效率的基础上,提升 R&D 人力投入的质量^[54]。在消除市场势力对 TFP 不利影响的基础上,提升大企业的自主创新能力及全球资源整合能力,同时利用中小企业完善战略性新兴产业国内价值链的配套能力。深化国企改革,推进战略性新兴产业混合所有制改革,充分激发民间创新活力。优化金融环境,对战略性新兴产业给予支持性产业政策,但不要让行政力量主导战略性新兴产业发展。

参考文献:

[1]青木昌彦,安藤晴彦. 模块时代: 新产业结构的本质[M]. 上海: 上海远东出版社, 2003.

Aoki M, Ando H. Modular Era: The Essence of the New Industry Structure [M]. Shanghai: Shanghai Far East Press, 2003.

- (in Chinese)
- [2]Aoki Masahi ko. Toward a Comparative Institutional Analysis[M]. Cambridge: MIT Press ,2001.
- [3]Ethiraj S K , Levinthal D. Modularity and innovation in complex systems [J]. *Management Science* ,2010 , 50(2) : 160 - 171.
- [4]胡晓鹏. 模块化: 经济分析新视角[M]. 北京: 人民出版社 ,2009.
Hu Xiaopeng. Modularization: The New Perspective of Economic Analysis[M]. Beijing: People's Publishing House ,2009.
(in Chinese)
- [5]Lau AKW , Yam R , Tang E. The impact of product modularity on new product performance: Mediation by product innovativeness [J]. *Journal of Product Innovation Management* ,2011 , 28(2) : 270 - 284.
- [6]Schilling A M , Steensma H K. The use of modular organizational forms: An industry-level analysis [J]. *Academy of Management Journal* ,2001 , 44(6) : 1149 - 1168.
- [7]Brusoni S , Prencipe A. Patterns of modularization: The dynamics of product architecture in complex systems [J]. *European Management Review* ,2011 , 8(2) : 67 - 80.
- [8]Cheng LCV. Assessing performance of utilizing organizational modularity to manage supply chains: Evidence in the US manufacturing sector [J]. *International Journal of Production Economics* ,2011 , 131(2) : 736 - 746.
- [9]芮明杰. 中国产业发展的战略选择[M]. 上海: 格致出版社 ,2010.
Rui Mingjie. Strategic Choice of Chinese Industrial Development [M]. Shanghai: Gezhi Press ,2010. (in Chinese)
- [10]Baldwin CY , Clark K B. Managing in an age of modularity [J]. *Harvard Business Review* ,1997 , (5) : 84 - 93.
- [11]Ernst D. Limits to modularity: A review of the literature and evidence from chip design [J]. *Industry and Innovation* , 2005: 1 - 27.
- [12]Tiwana A. Does interfirm modularity complement ignorance? A field study of software outsourcing Alliances [J]. *Strategic Management Journal* ,2008 , 29(11) : 1241 - 1252.
- [13]陈 劲 , 桂彬旺. 模块化创新: 复杂产品系统创新机理与路径研究[M]. 北京: 知识产权出版社 ,2007.
Chen Jin , Gui Binwang. ModularInnovation: Innovative Mechanisms and Paths of Complex Product Systems [M]. Beijing: Intellectual Property Press ,2007. (in Chinese)
- [14]Grossman G M , Heloman E. Outsourcing in a global economy [J]. *Review of Economic Studies* ,2005 , 72(1) : 135 - 159.
- [15]Feenstra R C , Hanson G H. Globalization , outsourcing , and wage inequality [J]. *American Economic Review* ,1996 , 86 (2) : 240 - 245.
- [16]Hanson G H , Mataloni R J , Slaughter M J. Vertical production networks in multinational firms [J]. *Review of Economics and Statistics* ,2005 , 87(4) : 664 - 678.
- [17]Hummels D , Ishii J , Yi K M. The nature and growth of vertical specialization in world trade [J]. *Journal of International Economics* ,2001 , 54(1) : 75 - 96.
- [18]Koopman R , Wang Z , Wei S J. Tracing value-added and double counting in gross exports [J]. *American Economic Review* ,2014 , 104(2) : 459 - 494.
- [19]CCER 课题组. 中国出口贸易中的垂直专门化与中美贸易 [J]. *世界经济* ,2006 , (5) : 3 - 11.
CCER Research Team. Vertical specialization in China's export and Sino-U. S. trade [J]. *Journal of World Economy* , 2006 , (5) : 3 - 11. (in Chinese)
- [20]徐 毅 , 张二震. 外包与生产率: 基于工业行业数据的经验研究 [J]. *经济研究* ,2008 , (1) : 103 - 113.
Xu Yi , Zhang Erzhen. Outsourcing and productivity: Empirical research based on industry data [J]. *Economic Research* , 2008 , (1) : 103 - 113. (in Chinese)
- [21]文东伟 , 冼国明. 中国制造业的垂直专业化与出口增长 [J]. *经济学季刊* ,2010 , (2) : 467 - 494.

- Wen Dongwei , Xian Guoming. Vertical specialization and export growth of Chinese manufacturing industry[J]. *China Economic Quarterly* , 2010 , (2) : 467 - 494. (in Chinese)
- [22] Egger H , Egger P. International outsourcing and the productivity of low-skilled labor in the EU [J]. *Economic Inquiry* , 2006 , 44 (1) : 98 - 108.
- [23] Falk M. International outsourcing and productivity growth [J]. *Review of Economics and Institutions* , 2012 , 3 (1) : 1 - 19.
- [24] 刘志彪, 吴福象. 贸易一体化与生产非一体化: 基于经济全球化两个重要假说的实证研究 [J]. *中国社会科学* , 2006 , (2) : 80 - 92.
- Liu Zhibiao , Wu Fuxiang. Integration of trade and disintegration of production: An empirical research from the perspective of the two important hypotheses on the economy globalization [J]. *Journal of China Social Science* , 2006 , (2) : 80 - 92. (in Chinese)
- [25] 戴魁早. 中国高技术产业垂直专业化的生产率效应研究 [J]. *统计研究* , 2012 , (1) : 55 - 62.
- Dai Kuizao. Productivity of effects of high-tech industry vertical specialization in China [J]. *Statistical Research Journal* , 2012 , (1) : 55 - 62. (in Chinese)
- [26] 姜奇平. 后现代经济: 网络时代的个性化和多元化 [M]. 北京: 中信出版社, 2009.
- Jiang Qiping. *Postmodern Economy: Personalized and Diversified* [M]. Beijing: CITIC Press , 2009. (in Chinese)
- [27] 普里戈金. 从存在到演化 [M]. 北京: 北京大学出版社, 2007.
- Prigogine I. *From Being To Becoming* [M]. Beijing: Peking University Press , 2007. (in Chinese)
- [28] Coase R H. The nature of the firm [J]. *Economica* , 1937 , 4 (16) : 386 - 405.
- [29] Cheung S N S. The contractual nature of the firm [J]. *Journal of Law and Economics* , 1983 , 26 (1) : 1 - 21.
- [30] Williamson O E. The theory of the firm as governance structure: From choice to contract [J]. *Journal of Economic Perspectives* , 2002 , 16 (3) : 171 - 195.
- [31] 曹虹剑, 张 慧, 刘茂松. 产权治理新范式: 模块化网络组织产权治理 [J]. *中国工业经济* , 2010 , (7) : 84 - 93.
- Cao Hongjian , Zhang Hui , Liu Maosong. The new paradigm of property rights governance: Modular network organization property governance [J]. *China Industrial Economy* , 2010 , (7) : 84 - 93. (in Chinese)
- [32] 汪丁丁. 知识表达、知识互补性、知识产权均衡 [J]. *经济研究* , 2002 , (10) : 83 - 92.
- Wang Dingding. Knowledge representation , knowledge complementarity , intellectual property rights equilibrium [J]. *Economic Research* , 2002 , (10) : 83 - 92. (in Chinese)
- [33] Garicano L , Hubbard T M. Specialization , firms , and markets: The division of labor within and between law firms [J]. *Journal of Law , Economics , and Organization* , 2009 , 25 (2) : 339 - 371.
- [34] Becker G S , Murphy K M. The division of labor , coordination costs , and knowledge [J]. *Quarterly Journal of Economics* , 1992 , 107 (4) : 1137 - 1160.
- [35] Hart O , Holmstrom B. A theory of firm scope [J]. *Quarterly Journal of Economics* , 2010 , 125 (2) : 483 - 513.
- [36] 吕 铁. 论技术标准化与产业标准战略 [J]. *中国工业经济* , 2005 , (7) : 43 - 49.
- Lv Tie. The technical standardization and industry standard strategy [J]. *China Industrial Economy* , 2005 , (7) : 43 - 49. (in Chinese)
- [37] Farrell J , Saloner G. Converters , compatibility and control of interfaces [J]. *Journal of Industrial Economics* , 1992 , 40 (1) : 9 - 35.
- [38] Shy O. *The Economics of Network Industries* [M]. New York: Cambridge University Press , 2001.
- [39] 钱学锋, 陈勇兵. 国际分散化生产导致了集聚吗: 基于中国省级动态面板数据 GMM 方法 [J]. *世界经济* , 2009 , (12) : 27 - 39.
- Qian Xuefeng , Chen Yongbing. International division of production leads to the agglomeration: Chinese provincial dynamic panel data method based on GMM [J]. *Journal of the World Economy* , 2009 , (12) : 27 - 39. (in Chinese)

- [40]李小平. 自主 R&D、技术引进和生产率增长: 对中国分行业大中型工业企业的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2007, (7): 15-24.
Li Xiaoping. Own R&D technology purchased and productivity development [J]. Journal of Quantitative and Technical Economics Research, 2007, (7): 15-24. (in Chinese)
- [41]Färe R, Grosskopf S, Norris M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries [J]. American Economic Review, 1994, 84(1): 66-83.
- [42]章祥荪, 贵斌威. 中国全要素生产率分析: Malmquist 指数法评述与应用[J]. 数量经济技术经济研究, 2008, (6): 111-122.
Zhang Xiangsun, Gui Binwei. The analysis of total factor productivity in China: A review and application of Malmquist index approach [J]. Journal of Quantitative and Technical Economics Research, 2008, (6): 111-122. (in Chinese)
- [43]何 枫, 陈 荣, 何 林. 我国资本存量的估算及其相关分析[J]. 经济学家, 2003, (5): 29-33.
He Feng, Chen Rong, He Lin. Estimates of capital stock and the related analysis [J]. Journal of Economist, 2003, (5): 29-33. (in Chinese)
- [44]杨高举, 黄先海. 内部动力与后发国分工地位升级——来自中国高技术产业的证据[J]. 中国社会科学, 2013, (2): 25-45.
Yang Gaoju, Huang Xianhai. Internal force and the division status of the later modern countries: From the evidence of high technology industry in China [J]. Social Sciences in China, 2013, (2): 25-45. (in Chinese)
- [45]王 俊. 跨国外包体系中的技术溢出与承接国技术创新[J]. 中国社会科学, 2013, (9): 108-125.
Wang Jun. Technology spillovers in the transnational outsourcing system and the technological innovation of the receiving country [J]. China Social Sciences, 2013, (9): 108-125. (in Chinese)
- [46]魏世红. 中国高技术产业技术效率研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2008.
Wei Shihong. The study on technical efficiency of high-tech industries in China [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2008. (in Chinese)
- [47]Jefferson G H, Bai Huamao, Guan Xiaojing, et al. R&D performance in Chinese industry [J]. Economics of Innovation and New Technology, 2004, 15(4-5): 345-366.
- [48]吴延兵. 自主研发、技术引进与生产率[J]. 经济研究, 2008, (8): 51-63.
Wu Yanbing. Indigenous R&D, technology imports and productivity: Evidence from industries across regions of China [J]. Journal of Economic Research, 2008, (8): 51-63. (in Chinese)
- [49]肖仁桥, 钱 丽, 陈忠卫. 中国高技术产业创新效率及其影响因素研究[J]. 管理科学, 2012, 25(5): 85-96.
Xiao Renqiao, Qian Li, Chen Zhongwei. Research on the innovation efficiency and its affecting factors in China's high-tech industries [J]. Journal of Management Science, 2012, 25(5): 85-96. (in Chinese)
- [50]李海舰, 田跃新, 李文杰. 互联网思维与传统企业再造[J]. 中国工业经济, 2014, (10): 135-146.
Li Haijian, Tian Yuexin, Li Wenjie. Internet thinking and traditional enterprises' reengineering [J]. China Industrial Economy, 2014, (10): 135-146. (in Chinese)
- [51]Demsetz H. How many cheers for antitrust's 100 years [J]. Economic Inquiry, 1992, 30(2): 207-217.
- [52]Kamien M I, Schwartz N L. On the degree of rivalry for maximum innovative activity [J]. Quarterly Journal of Economics, 1976, 90(2): 245-260.
- [53]曹虹剑, 罗能生. 标准化与兼容理论研究综述[J]. 科学学研究, 2009, 27(3): 356-362.
Cao Hongjian, Luo Nengsheng. Review of standardization and compatibility theory [J]. Studies in Science of Science, 2009, 27(3): 356-362. (in Chinese)
- [54]魏 江, 徐 蕾. 知识网络双重嵌入、知识整合与集群企业创新能力[J]. 管理科学学报, 2014, 17(2): 36-47.
Wei Jiang, Xu Lei. Dual embeddings of knowledge network, knowledge integrations and innovation capabilities of clustered

firms [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2014, 17(2): 36–47. (in Chinese)

Modularization , industrial standard and innovation-driven development: A study based on strategic emerging industry

CAO Hong-jian¹ , HE Zheng-chu² , XIONG Yong-qing³

1. Center of Large Country Economy Research , Business School , Hunan Normal University , Changsha 410081 , China;
2. College of Economics and Management , Changsha University of Science and Technology , Changsha 410015 , China;
3. Business School , Central South University , Changsha 410083 , China

Abstract: In a background of innovation-driven development , China requires efficient industrial organizations to develop the capability of independent innovation and to occupy the high-end global industrial chain. Modularized industrial organizations lead to dynamic combinations of production elements. Meanwhile , innovation emerges spontaneously , and is conducive to China's innovation-driven development. Industrial organizational modularization is a dynamic process merging of product contracts and the elements contracts. Modularization has convergence costs at the early stages; efficient industrial standards can reduce the costs of convergence. A GMM dynamic panel data model is built to test the organizational modularization and industrial impact on strategic emerging industries' TFP. The empirical study shows that modularization reduces current efficiency but improves efficiency in lag periods. The industrial standards for public goods have a significant positive effect on TFP; but the industrial standards for non-public goods have a negative impact on TFP. The positive impact of the modular degree on the technical efficiency is significant. There is a significant influence of 1G–3G mobile communication standards on the related industries' TFP. Each industrial environmental factor has different impacts on TFP.

Key words: modularization; industrial standard; strategic emerging industry; innovation driven; TFP