

中国高技术产业的全要素生产率增长率分解

——兼对“结构红利假说”再检验

胡亚茹, 陈丹丹

[摘要] 传统索洛余值法关于全要素生产率(TFP)的测算未剥离 R&D 资本体现型技术进步。为了克服由此产生的高估“真实”TFP 增长率和低估要素配置结构效应问题,本文以 SNA2008 和 CSNA2016 中 R&D 资本化核算改革为契机,基于资本服务理论和引入 R&D 资本的扩展 CD 生产函数,测算 R&D 资本并解决重复计算问题,重构基于增加值生产可能性前沿函数的 TFP 增长率分解框架,据以探究中国高技术产业的 TFP 增长内在动力,并对要素配置的“结构红利假说”进行再检验。研究发现:总体上,技术效应是高技术产业 TFP 增长的主导来源,但要素配置的“结构红利”也发挥了重要作用;趋势上,高技术产业 TFP 增长的技术效应呈上升趋势,而要素配置结构效应呈下降趋势,尤其是 2012 年以后的经济新常态阶段结构效应表现为“结构负利”;从要素角度看,R&D 资本配置的结构红利在逐期上升但份量较小,劳动配置结构效应起主导作用;从行业角度看,电子及通信设备制造业是技术效应的主要影响行业,而计算机及办公设备制造业是要素配置结构效应的主要影响行业。本文的研究结论,为推进中国高技术产业高质量发展和供给侧结构性改革的路径选择提供了有价值的政策参考。

[关键词] 研究与发展; 全要素生产率增长; 结构红利假说; 随机前沿生产函数
[中图分类号]F424 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2019)02-0136-19

一、问题提出

随着全球产业结构的转型升级和深度调整,中国经济在经历了 30 多年的高速增长后增速逐渐放缓。曾支撑中国经济持续高速增长的人口红利、投资红利和资源红利等正在减小,同时,改革开放带来的技术落差后发优势和市场化改革释放的体制转轨红利也随着经济的不断发展而逐渐减退。在这一背景下,2016 年 1 月,中央财经领导小组会议提出“供给侧结构性改革的根本目的是提高社会生产力水平……提高全要素生产率”;2017 年 10 月,党的十九大报告也明确提出,“以供给侧结构性改革为主线,推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革,提高全要素生产率”,从而增强中国

[收稿日期] 2018-05-07

[基金项目] 教育部人文社会科学青年项目“R&D 资产核算与卫星账户编制研究”(批准号 16YJC910002)。

[作者简介] 胡亚茹,西南财经大学统计学院博士研究生;陈丹丹,西南财经大学统计学院讲师,清华大学中国经济社会数据研究中心青年研究员,经济学博士。通讯作者:胡亚茹,电子邮箱:hyaru2016@163.com。感谢清华大学经济管理学院许宪春教授、清华大学经济管理学院张钟文博士后以及中国人民大学统计学院叶银丹博士在基础统计数据处理方法上给予的建议与帮助,也特别感谢匿名审稿专家和编辑部的宝贵意见与建议。当然,文责自负。

经济发展创新力和竞争力。由此,“提高全要素生产率”是“新常态”发展阶段^①推进动力机制转换、优化经济结构、培育经济增长新动力的核心要义,而深化供给侧结构性改革,尤其是深化要素市场化配置改革,是推进经济高速增长转向高质量发展的必然要求,也成为2018年12月中央经济工作会议提出的未来经济工作的重点任务。

实践表明,充分释放要素配置结构红利,是推动供给侧结构性改革、提升全要素生产率的内在机制和重要手段。在经验研究中,一般认为宏观全要素生产率(TFP)增长的影响因素包括:技术进步的提升和要素配置效率的改善。前者衡量由各部门技术进步带来的整体要素生产能力的提升,可称为技术效应;后者衡量由于要素从低边际生产率(增长率)向高边际生产率(增长率)部门转移而带来的部门间要素配置结构优化对单位要素生产效率的提高作用,可称为部门(产业)间要素配置结构效应。可见,生产要素配置的结构效应以优化要素配置和产业结构升级的方式促进由各部门组成的经济体的总生产率增长,这也即所谓的“结构红利假说”。

当前,中国处于经济下行压力加大、传统产业增长乏力的转型关键时期,中国高技术产业作为工业新经济的代表,已成为拉动制造业增长的重要引擎。1996—2014年,中国高技术产业不变价增加值年均增长率为22.05%,比GDP年均增长率高出12.44个百分点,尤其在2010—2014年对GDP增长的平均贡献率达到了46.92%(张钟文等,2017)。2016年,中国高技术产业主营业务收入突破了15万亿元,占制造业比重达到14.70%;同时,大中型高技术产业企业的R&D经费达到2437.6亿元,占大中型制造业企业R&D经费的30.60%^②。从相关文献研究可见,R&D资本收益率大大超过物质资本收益率,且高技术产业的R&D产出弹性大于非高技术产业的R&D产出弹性,这意味着中国高技术产业R&D投入对技术进步有显著促进作用,R&D投入是推动高技术产业生产率增长的主要因素(吴延兵,2006;王玲和Szirmai,2008)。鉴于中国经济新常态下物质资本积累与人口红利对经济增长支撑作用的减弱,而高技术产业作为创新驱动的先导产业,对中国经济的高质量发展有重要拉动作用,研究其TFP增长来源,将有助于考察中国经济增长的内在动力以及供给侧结构性改革的关键着力点,并为国家实施高技术产业发展政策和选择提高全要素生产率的路径提供有价值的政策参考。

随着R&D投入不断加大,支撑中国高技术产业TFP增长的内在动力有何变化?进入新常态阶段以来,中国高技术产业的要素配置是否存在“结构红利”?R&D作为高技术产业生产率增长的主要推动因素,R&D资本配置结构效应表现如何?

为解释上述问题,本文以联合国等(2012)发布的《国民账户体系2008》(SNA2008)以及国家统计局(2017)提出的《中国国民经济核算体系2016》(CSNA2016)中R&D资本化核算改革为契机,首次测算了中国高技术产业R&D资本。在传统的Cobb-Douglas(CD)生产函数中引入R&D资本,重构了基于增加值生产可能性前沿函数的TFP增长率分解框架,并基于资本服务理论改进现有TFP测算中的要素投入衡量方法。据此,重点探究1997—2015年中国高技术产业已剥离R&D资本体现

① 2014年5月,习近平总书记在河南考察时首次提及“新常态”。2014年11月,习近平总书记在亚太经合组织工商领导人峰会开幕式的演讲中指出,中国经济新常态的阶段性特点:一是从高速增长转为中高速增长;二是经济结构不断优化升级;三是从要素驱动、投资驱动转向创新驱动。国家统计局的数据显示,中国GDP增速从2012年起开始回落,2012年、2013年、2014年增速分别为7.7%、7.7%、7.4%,告别过去30多年平均10%左右的高速增长,意味着经济增长呈现中高速稳态的新特征,经济增长阶段发生根本性转变。

② 数据来源于中华人民共和国科学技术部公布的《2016年我国高技术产业发展状况分析》(<http://www.most.gov.cn/kjtj/201804/P020180402664275934302.pdf>)。

型技术进步的TFP增长内在动力和R&D资本配置效率,研究发现:样本期间,技术效应^①是高技术产业TFP增长的主要支撑;总要素配置存在“结构红利”,但在新常态时期转负;R&D资本对TFP增长有显著贡献,且R&D资本要素配置“结构红利”愈发凸显;此外,通过与传统TFP测算方法对比发现,传统TFP增长率分解模型由于未剥离出R&D资本体现型技术进步而高估了“真实”TFP增长率,低估了要素配置结构效应。

二、文献综述和研究思路

1. R&D与生产率关系研究

20世纪80年代中后期,新经济增长理论的兴起,打破了新古典增长理论中技术外生假说,它提出了技术进步内生、外部性和资本边际收益递增等假说。随着R&D与生产率之间关系的理论研究框架趋于成熟,国内外对R&D与生产率增长关系研究的基本方法是将R&D资本投入作为独立的生产要素引入传统的CD生产函数中,以测算出的R&D产出弹性或R&D收益率来表征R&D对生产率增长的影响。在企业层面和产业层面,国外已有大量经验研究文献,基本上证实了R&D投入对生产率增长有显著促进作用。21世纪初,国内学者才开始关注中国产业或企业的R&D投入与生产率的关系。例如,王玲和Szirmai(2008)利用中国高技术产业1996—2004年面板数据,首次估计了中国高技术产业R&D产出弹性值约为0.13,平均R&D收益率为1.45,约是当期中国制造业收益率的5倍;吴延兵(2006)在估算R&D资本存量、校正R&D双重计算问题且控制市场因素和产权因素后,发现中国制造业R&D对生产率有显著促进作用,高技术产业R&D产出弹性显著大于非高技术产业。此外,也有学者实证发现R&D对生产率和技术效率起阻碍作用,而对技术进步的促进作用并不确定(张海洋,2005;李小平,2007)。可见,由于数据样本、估计方法的不同,研究结果存在较大差异。

2. 基于增长核算框架的全要素生产率测算研究

宏观TFP增长率测算以新古典经济增长理论提出的索洛增长模型和“索洛余值”为起点。根据索洛模型,经济增长可分解为劳动、资本要素增长和“被忽略因素”(索洛余值)增长,“索洛余值”增长率即为TFP增长率。Jorgenson and Griliches(1967)认为更准确的生产要素投入测度和理论模型会使TFP大大缩小^②,并提出以资本服务租金价格为基础的新古典投资理论,将资本投入、劳动投入划分为多个类型;随后,众多经济学家(Hulten, 1973; Denison, 1974; Diewert, 1976; Griliches, 1979)将指数理论、国民收入核算体系、资产投资理论等不断整合到增长核算框架中,最终形成一套完善、严谨的增长核算框架;通过采用超越对数生产函数形式,将生产要素投入的增长分解为数量增长和质量增长,实现宏观经济增长来源分解与国民经济核算体系的有效衔接。为规范OECD国家统计局部门的生产率测算活动,并提高测算结果的国际可比性,OECD于2001年推出《生产率测算手册》,推荐在上述Jorgenson and Griliches(1967)等确立的增长核算框架下,基于指数理论测度不同要素投入及TFP对经济增长的贡献。

国内的增长核算及TFP测算起步于20世纪90年代初,现已有大量文献。其中,比较典型的应用增长核算方法的文献有:王宏伟(2009)在增长核算框架下,分别使用总量生产函数和生产可能性前沿函数测算了1987—2007年中国信息产业层次和分组层次(IT生产业、IT应用业和非IT业)的

① 此处注意,本文基于已剥离R&D资本体现型技术进步的TFP增长率进行效应分解,故“技术效应”内涵相较于其传统内涵发生了变化,在后文进行详细诠释。

② Jorgenson and Griliches(1967)指出,既然TFP是要素投入所无法解释的产出(或经济增长)的剩余部分,那么原则上讲,当能准确地鉴别分离并测度生产中使用的各种生产要素的影响之后,索洛余值最终将消失。

TFP 增长率变化趋势;任若恩和孙琳琳(2009)使用 KLEMS 框架测算了 1981—2000 年中国行业层次的资本服务量及 TFP;何锦义和杨森(2015)基于 OECD《生产率测算手册(2001)》,运用托威斯特(Tornqvist)指数计算中国 2005—2011 年分地区分行业 TFP,建立了产业 TFP 和总量 TFP 之间的关联;蔡跃洲和张钧南(2015)依托 Jorgenson and Griliches(1967)及 OECD(2001a)的增长核算框架,测算了信息通信技术(ICT)资本和 TFP 增长率,以分析 ICT 资本对经济增长的替代效应和渗透效应。

3. 结构变动与宏观生产率增长率关系研究

“结构红利假说”的基本思想较早反映在 20 世纪 50 年代关于经济增长与产业结构关系的研究成果中(Clark, 1957; Kuznets, 1971), 继而成为经济增长核算领域的一个分析重点。Grossman and Helpman(1991)、Lucas(1993)等经济学家在经济增长理论模型中重新强调了结构变化对生产率增长的重要性。从理论和实证研究看,宏观生产率增长基本被分解为整体技术效应和产业结构效应两部分,且实证研究多集中在较高层次上的结构效应,即农业与非农业、三次产业或制造业,然而对“结构红利”的验证结论不一(Massell, 1961; Timmer and Szirmai, 2000)。

在中国经济增长方式转变的关键时期,“结构红利假说”的提出,也引起国内学者的广泛关注。目前国内测算结构效应的方法主要有三种,即宏观(部门)增长核算法、偏移—份额分解法、随机前沿模型分解法:①基于随机前沿生产模型分解法的有:涂正革和肖耿(2005)研究了中国 1995—2002 年中大型工业企业的 TFP 增长趋势,结果表明技术进步和技术效率变化对 TFP 增长的贡献更大,要素配置效率和规模经济性的贡献微弱;姚战琪(2009)利用 DEA 分解法测度部门 Malmquist-TFP 指数,发现 1985—2007 年中国经济整体 6 部门和工业部门的劳动生产率增长和资本生产率增长的要素配置结构效应贡献均较低,且工业的 TFP 增长率中要素配置结构效应为负。②使用偏移—份额分解法的有:刘伟和张辉(2008)将经济总量水平的 TFP 增长率分解为加权的三次产业部门技术效应和要素配置结构效应,发现 1978—2006 年要素配置结构效应对中国经济增长的推动作用正在减弱,而技术效应对经济增长的推动作用在逐渐增大。对于第二产业来说,在改革开放前期,产业内的要素配置结构效应对劳动生产率增长的贡献更大,1990 年之后,结构效应贡献率明显下降;干春晖和郑若谷(2009)分析了 1978—2007 年三次产业间要素动态配置的结构效应,发现劳动要素的产业间动态配置具有“结构红利”现象,资本的产业间动态配置却存在“结构负利”,并指出资本配置“结构负利”可能的原因是存在规模经济,进而低估了资本配置结构效应;杜传忠等(2013)持有类似观点,认为制造业劳动配置对部门生产率增长的间接影响是显著的,而偏移—份额法没有考虑规模收益使得劳动配置结构效应被低估。③使用增长核算方法的有:辛超等(2015)发现使用劳动生产率法和偏移—份额分解法得到的结构效应是相等的,且劳动配置结构效应约是增长核算法测算结果的 $1/(1-a)$ 倍,而资本配置结构效应会放大 $1/a$ 倍,其中 a 为资本投入的产出弹性。同时,认为国内许多研究没有考虑产业间相对价格而得出产业间资本配置“结构负利”的结论不稳妥,并对该问题进行修正后,发现三次产业间资本配置“结构负利”从 20 世纪 80 年代中期开始收敛;蔡跃洲和付一夫(2017)借鉴 Massell(1961)方法,利用中国宏观及产业数据研究发现,改革开放以来至 2005 年前后,中国经济增长主要得益于各行业技术进步的普遍提升,而 2005 年后特别是 2008 年国际金融危机以来,要素配置结构效应对 TFP 增长的贡献迅速提高,取代技术效应成为 TFP 增长的主导因素,尤其是同期第二产业的要素配置结构效应也呈现显著的正向带动作用。

重新审视上述代表性文献发现,现有 TFP 测算相关文献在要素投入测度方面存在一定问题:①较少进行资本服务测算;②较少在生产函数中引入 R&D 资本,并从 TFP 中剥离出 R&D 资本体现

型技术进步;③较少在经济增长核算框架下测算 R&D 资本,没有妥善解决 R&D 资本化时要素投入的重复计算问题^①。

关于“R&D 与生产率增长的关系”、“生产效率与生产率指数分解”等的相关主题研究,多数止于以 R&D 产出弹性或 R&D 收益率表征 R&D 对经济增长的贡献分析,没有进一步分解 TFP 增长的 R&D 资本配置结构效应。

此外,现有关于“结构红利假说”的研究主要有以下问题:①从研究时段看,多数在改革开放至 2008 年金融危机之前,对金融危机以来尤其是新常态阶段产业要素配置结构效应与生产率增长关系的研究较少;②从研究层面看,现有研究多集中在经济总量、三次产业、工业或制造业,尚未有文献关注 R&D 投入强度较大的中国高技术产业 TFP 增长的 R&D 资本配置结构效应;③从生产率分解中变量的具体测度方法看,对资本投入和劳动投入的度量不够准确,忽视了产业间的产出和投入的相对价格^②。

由此,本文围绕高技术产业“R&D 与 TFP 增长率分解”这一主题,基于资本服务理论改进现有 TFP 测算中的要素投入衡量方法,并首次在国民经济核算体系下测算中国高技术产业的 R&D 资本。通过将 R&D 资本引入传统的 CD 生产函数,重构基于增加值生产可能性前沿函数的 TFP 增长率分解框架,探究 1997—2015 年中国高技术产业“真实”TFP 增长内在动力,并通过与传统索洛余值法 TFP 增长率测算结果对比分析,对基于 R&D 资本化核算的 TFP 增长的要素配置“结构红利假说”进行再检验,且重点关注 R&D 资本配置结构效应。

后续内容安排如下:第三部分重构基于 R&D 资本化核算的 TFP 增长率分解框架,对中国高技术产业 TFP 增长动力的行业贡献和要素贡献来源进行分解加总;第四部分主要基于国民经济账户体系中 R&D 资本化核算标准和资本服务理论,阐述产出和要素投入变量的指标选取、估算方法及数据处理;第五部分基于 TFP 增长率测算分解结果,深入剖析 TFP 增长内在动力变化,以对“结构红利假说”进行再检验,并重点关注 R&D 资本配置结构效应及 R&D 资本对 TFP 增长的影响;最后是结论与启示。

三、基于 R&D 资本化核算的 TFP 增长率分解框架

SNA2008 和 CSNA2016 中 R&D 资本化核算方法改革,为 R&D 资本体现型技术进步从传统 TFP 和其他要素投入中分离出来提供了可能。通过借鉴 Jorgenson and Schreyer(2013)利用整合的生产账户测算行业 TFP 增长率的增长核算方法,本文基于引入 R&D 资本的拓展的 CD 生产函数,重构中国高技术产业已剥离 R&D 资本体现型技术进步的 TFP 增长率分解框架,并验证中国高技术产业 TFP 增长的“结构红利假说”。下文依次介绍高技术行业层次和产业总量层次上的 TFP 增长率测度方法,以及 TFP 增长率的分解^③。

① 忽略 R&D 的“双重计算”问题会导致生产率估计产生偏差(Schankerman, 1981)。

② Massell (1961) 建立的多产业部门增长核算框架中总产出指数表示为 $\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\sum \dot{Y}_j}{Y} = \sum_j \frac{\dot{Y}_j}{Y_j} \cdot \frac{Y_j}{Y}$, Timmer and Szirmai (2000) 直接使用 $Y = \sum_j Y_j$ 计算总产出指数(Y_j 表示第 j 个行业的总产值),均忽视了部门产出相对价格,进而影响结论稳健性。当产出价格变化时,不同部门的要素边际产值随产出价格同步变化。故利用增长核算框架考察生产要素在不同部门间的流动配置状况,应考虑行业投入和产出两方面的异质性。那么,产业间的产出和投入的相对价格变化,直接体现为基于产出价格计量不变价产出指数、基于要素投入价格测算要素投入指数。

③ 高技术产业统计范围及行业分类请见《中国工业经济》网站(<http://www.ciejournal.org>)公开附件。

1. 细分行业层次的 TFP 增长率测度方法

第 t 期行业生产函数表示为: $Y_t = A_t f(C_t, L_t, K_t, X_t)$ 。其中, Y 、 C 、 L 、 K 分别代表产出、物质资本投入、劳动投入和 R&D 资本投入, X 代表中间投入, A 代表希克斯中性技术进步。在满足规模报酬不变和完全竞争市场的假设条件下, 每种要素投入的产出弹性等于该要素投入报酬占总产出的份额, 且要素投入的产出弹性之和等于 1。将上述生产函数表示为超越对数生产函数形式, 则对高技术细分行业 j , 有:

$$\Delta \ln A_j = \Delta \ln Y_j - \bar{v}_{C_j} \Delta \ln C_j - \bar{v}_{L_j} \Delta \ln L_j - \bar{v}_{K_j} \Delta \ln K_j - \bar{v}_{X_j} \Delta \ln X_j \quad (1)$$

其中, $\bar{v}_j = 0.5 \times (v_{j,t} + v_{j,t-1})$, 表示 j 行业各个要素投入报酬占名义总产出比重的两期平均。 t 期第 j 个细分行业的物质资本投入报酬、劳动投入报酬和 R&D 资本投入报酬, 以及中间投入报酬占行业名义总产出的比重^①可以分别表示为: $v_{C_j,t} = \frac{P_{C_j,t} C_{j,t}}{P_{Y_j,t} Y_{j,t}}$ 、 $v_{L_j,t} = \frac{P_{L_j,t} L_{j,t}}{P_{Y_j,t} Y_{j,t}}$ 、 $v_{K_j,t} = \frac{P_{K_j,t} K_{j,t}}{P_{Y_j,t} Y_{j,t}}$ 、 $v_{X_j,t} = \frac{P_{X_j,t} X_{j,t}}{P_{Y_j,t} Y_{j,t}}$, 其中, P_Y 表示产出价格, P_C 、 P_L 、 P_K 和 P_X 分别表示物质资本、劳动、R&D 资本和中间投入价格。

显然, 也可将总产出指数分解为增加值指数和中间投入指数之和, 则有:

$$\Delta \ln Y_j = \bar{v}_{V_j} \Delta \ln V_j + \bar{v}_{X_j} \Delta \ln X_j \quad (2)$$

其中, $\bar{v}_{V_j} = 0.5 \times (v_{V_j,t} + v_{V_j,t-1})$, 表示 j 行业名义增加值占名义总产出比重的两期平均。结合(1)式、(2)式, 则可用行业增加值指数和各要素投入指数表示行业 TFP 增长率, 即: $\Delta \ln A_j = \bar{v}_{V_j} \Delta \ln V_j - \bar{v}_{C_j} \Delta \ln C_j - \bar{v}_{L_j} \Delta \ln L_j - \bar{v}_{K_j} \Delta \ln K_j$ 。

2. 高技术大类行业层次的 TFP 增长率测度方法

为了测度高技术大类行业对高技术产业经济增长和 TFP 增长的贡献, 本文基于增加值生产可能性前沿函数方法测算高技术大类行业层次的 TFP 增长率。在生产者利润最大化原则、完全竞争市场和规模报酬不变的假设前提下, 可用基于增加值生产可能性前沿函数的超越对数生产函数形式表示总量 TFP 增长率(Jorgenson and Griliches, 1967)^②。则将高技术大类行业 τ 的 TFP 增长率 $\Delta \ln \pi_\tau$ 定义为:

$$\Delta \ln \pi_\tau = \Delta \ln V_\tau - \bar{v}_{C_\tau} \Delta \ln C_\tau - \bar{v}_{L_\tau} \Delta \ln L_\tau - \bar{v}_{K_\tau} \Delta \ln K_\tau \quad (3)$$

其中, \bar{v}_τ 是 τ 大类行业各要素投入报酬占该大类行业名义增加值比重的两期平均, 且假设要素投入规模报酬不变; $\Delta \ln V_\tau$ 是 τ 大类行业增加值增长率, $\Delta \ln C_\tau$ 、 $\Delta \ln L_\tau$ 、 $\Delta \ln K_\tau$ 分别是 τ 大类行业物质资本投入增长率、劳动投入增长率以及 R&D 资本投入增长率, 且:

$$\Delta \ln V_\tau = \sum_{j \in \tau} \bar{w}_{V_j} \Delta \ln V_j, \bar{w}_{V_j} = 0.5 \times (w_{V_j,t} + w_{V_j,t-1}), w_{V_j,t} = \frac{VA_{j,t}}{\sum_{j \in \tau} VA_{j,t}} \quad (4)$$

$$\Delta \ln C_\tau = \sum_{j \in \tau} \bar{w}_{C_j} \Delta \ln C_j, \bar{w}_{C_j} = 0.5 \times (w_{C_j,t} + w_{C_j,t-1}), w_{C_j,t} = \frac{P_{C_j,t} C_{j,t}}{\sum_{j \in \tau} P_{C_j,t} C_{j,t}} \quad (5)$$

① 在后文实证计算过程中, 各要素投入的贡献份额均作归一化处理。

② 生产可能性前沿函数方法的假设条件有: 假设每个行业都有其独立的生产函数; 增加值生产函数和总量生产函数均规模报酬不变; 在计算总增加值指数时, 应考虑不同行业增加值的相对价格; 同种类型要素投入在不同的行业有相同的要素投入价格。但当第 4 个假设前提不满足时, 即同类要素投入在不同行业有不同的价格时, 要素流动便在行业产生了要素动态配置结构效应。

$$\Delta \ln L_{\tau} = \sum_{j \in \tau} \bar{w}_{Lj} \Delta \ln L_j, \bar{w}_{Lj} = 0.5 \times (w_{Lj,t} + w_{Lj,t-1}), w_{Lj,t} = \frac{P_{Lj,t} L_{j,t}}{\sum_{j \in \tau} P_{Lj,t} L_{j,t}} \quad (6)$$

$$\Delta \ln K_{\tau} = \sum_{j \in \tau} \bar{w}_{Kj} \Delta \ln K_j, \bar{w}_{Kj} = 0.5 \times (w_{Kj,t} + w_{Kj,t-1}), w_{Kj,t} = \frac{P_{Kj,t} K_{j,t}}{\sum_{j \in \tau} P_{Kj,t} K_{j,t}} \quad (7)$$

其中, $VA_{j,t}$ 为第 j 个细分行业 t 期名义增加值, V_j 和 V_{τ} 分别指第 j 个细分行业及其所属第 τ 大类行业的实际增加值, \bar{w}_V 表示细分行业名义增加值占所属大类行业名义增加值份额的两期平均, \bar{w}_C 、 \bar{w}_L 和 \bar{w}_K 分别是细分行业物质资本投入报酬、劳动投入报酬和 R&D 资本投入报酬占所属大类行业各要素投入总报酬份额的两期平均。

3. 高技术产业总量层次的 TFP 增长率测度方法

采用上述同样的思路, 用基于增加值生产可能性前沿函数的超越对数生产函数形式表示产业总量 TFP 增长率。将高技术产业总量层次的 TFP 增长率 $\Delta \ln \rho$, 定义为:

$$\Delta \ln \rho = \Delta \ln V - \bar{v}_C \sum_{\tau} \bar{v}_{C\tau} \Delta \ln C_{\tau} - \bar{v}_L \sum_{\tau} \bar{v}_{L\tau} \Delta \ln L_{\tau} - \bar{v}_K \sum_{\tau} \bar{v}_{K\tau} \Delta \ln K_{\tau} \quad (8)$$

其中, $\bar{v} = 0.5 \times (v_t + v_{t-1})$, 代表总量层次上各要素投入报酬占要素投入总报酬份额的两期平均; 且假设要素投入规模报酬不变, 有 $\bar{v}_C + \bar{v}_L + \bar{v}_K = 1$ 。

为了分析产业 TFP 增长的行业贡献、技术进步和各要素配置对产业 TFP 增长的作用, 以及各要素对产业增长的贡献, 可将产业增加值的增长表示为各大类行业增加值贡献之和:

$$\Delta \ln V = \sum_{\tau} \Delta \ln V_{\tau} = \sum_{\tau} \sum_{j \in \tau} \bar{w}_{Vj,\tau} \Delta \ln V_{j,\tau} \quad (9)$$

4. 基于 R&D 资本化核算的 TFP 增长率分解及其内涵

在经验研究中, 基于前沿面测算的数据包络分析和随机前沿分析将 TFP 增长来源分解为前沿技术进步、相对前沿技术效率的提高、要素配置效率的改善和规模经济性的改善四个方面, 其中, 前沿技术进步反映技术进步对整体产出增长率的促进作用, 而后三者均反映技术效率(包括要素利用率、技术使用率和规模经济性)对要素生产效率的改善作用。由于本文是在规模报酬不变的前提假定下, 构建基于增加值生产可能性前沿函数的 TFP 增长率的测算框架, 故 TFP 增长率分解只考虑技术进步的增长和要素配置带来的技术效率的改善两种途径(不包含规模经济性)。前者衡量技术进步带来的要素整体生产能力的提高, 即技术效应; 后者衡量要素从低边际生产率(增长率)向高边际生产率(增长率)部门转移而带来的部门间要素配置结构优化对单位要素生产效率的改进, 即部门(产业)间要素配置结构效应。

通过上述基于总量生产函数的行业 TFP 增长率和基于增加值生产可能性前沿函数的总量 TFP 增长率的增长核算方法, 便可建立起细分行业、大类行业和产业 TFP 增长率之间的联系:

$$\Delta \ln \pi_{\tau} = \varphi_{A\tau} + \varphi_{C\tau} + \varphi_{L\tau} + \varphi_{K\tau} \quad (10)$$

$$\varphi_{A\tau} = \sum_{j \in \tau} \frac{\bar{w}_{Vj}}{\bar{v}_{Vj}} \Delta \ln A_j \quad (11)$$

$$\varphi_{C\tau} = \sum_{j \in \tau} \frac{\bar{w}_{Vj}}{\bar{v}_{Vj}} \bar{v}_{Cj} \Delta \ln C_j - \bar{v}_C \sum_{j \in \tau} \bar{w}_{Cj} \Delta \ln C_j \quad (12)$$

$$\varphi_{L\tau} = \sum_{j \in \tau} \frac{\bar{w}_{Vj}}{\bar{v}_{Vj}} \bar{v}_{Lj} \Delta \ln L_j - \bar{v}_L \sum_{j \in \tau} \bar{w}_{Lj} \Delta \ln L_j \quad (13)$$

$$\varphi_{K\tau} = \sum_{j \in \tau} \frac{\bar{w}_{Vj}}{\bar{v}_{Vj}} \bar{v}_{Kj} \Delta \ln K_j - \bar{v}_K \sum_{j \in \tau} \bar{w}_{Kj} \Delta \ln K_j \quad (14)$$

类似(9)式,可将产业TFP增长率表示为各大类行业TFP贡献之和:

$$\Delta \ln \rho = \sum_{\tau} \Delta \ln \pi_{\tau} = \sum_{\tau} (\varphi_{A\tau} + \varphi_{C\tau} + \varphi_{L\tau} + \varphi_{K\tau}) = \varphi_A + \varphi_C + \varphi_L + \varphi_K \quad (15)$$

其中, $\varphi_A = \sum_{\tau} \varphi_{A\tau}$, $\varphi_C = \sum_{\tau} \varphi_{C\tau}$, $\varphi_L = \sum_{\tau} \varphi_{L\tau}$, $\varphi_K = \sum_{\tau} \varphi_{K\tau}$ 。

值得注意的是,与传统索洛余值法测算的TFP相比,本文基于引入R&D资本的扩展的CD生产函数测算的TFP,其内涵发生了重要变化。理论上,基于索洛余值法测算的TFP包括传统意义上的无形技术变化,还包括其他非技术因素,比如社会经济运行环境变迁、规模经济、周期影响、效率变化、资源配置和测量误差等(OECD, 2001a)。随后,内生增长理论强调R&D投入是技术进步的主要源泉,但囿于R&D测度理论与方法的不完善,R&D被视为中间消耗而非资产,由R&D体现的无形技术进步隐含在传统索洛余值法测算的TFP中。现阶段,藉由SNA2008中R&D资本化核算方法的改革,基于R&D资本化核算的扩展的CD生产函数测算的TFP将R&D资本体现型技术进步(即传统索洛余值法测算的TFP中的无形技术变化)从传统索洛余值法测算的TFP中分离出来。由此,不考虑数据测量误差,在R&D资本化核算前提下,引入R&D资本的扩展的CD生产函数测算的TFP与传统索洛余值法测算的TFP相比,前者剥离了R&D资本体现型技术进步,只包含非资本体现型技术进步和其他技术效率变化因素^①。

综上,不同于传统TFP增长率分解内涵,(11)式反映了由各部门非资本体现型技术进步带来的要素投入整体生产能力的提升,将 φ_A 称为技术效应;(12)—(14)式分别反映了由于物质资本投入、劳动投入和R&D资本投入在生产率(或生产率增长率)水平存在差异的部门间配置带来的各要素投入技术效率改进,将 φ_C 、 φ_L 、 φ_K 分别称为物质资本配置结构效应、劳动配置结构效应和R&D资本配置结构效应,则 $\varphi_C + \varphi_L + \varphi_K$ 代表所有要素配置带来的整体要素生产效率改进,是各要素投入重新配置的共同结果^②。

四、指标选取、估算方法及数据处理

本部分基于上述TFP增长率分解框架,对高技术细分行业、大类行业层次和产业层次的生产要素投入和产出指标进行具体测算。囿于统计数据,本文对各行业当期物质资本投入、R&D资本投入和劳动投入均不作细分。然而,考虑到行业异质性,即随着不同行业产出价格的变化,同类要素投入在不同行业的生产效率和边际产出也随之变化^③,故应基于产出价格计量不变价产出指数,基于要素投入价格测算要素投入指数。因此,本文采用从细分行业到产业整体“自下而上”加权汇总的方式,即先估算16个高技术细分行业各要素投入和产出指标指数,再基于上述指数理论将其加权合计为5大类行业和产业总量层次相应指标的总指数^④。

① 此处,本文只能从经济内涵对传统索洛余值法测算的TFP与引入R&D资本的扩展的CD生产函数测算的TFP(后文中分别使用 TFP^0 与 TFP 表示两者的增长率)进行辨析,但由后文可知, TFP^0 与 TFP 在具体测算中涉及R&D资本化对产出的调整,以及要素投入的“双重计算”问题,故在统计测算中使用 TFP^* 与 TFP 进行数学运算,以反映传统TFP增长率中R&D资本的贡献。具体分析见后文第五部分。

② 便于行文,后文中“技术效应”、“结构效应”均作此义。

③ 也正因如此,才会引起要素在不同生产率部门间的流动配置,带来要素配置结构效应。

④ 下文涉及的数据统计口径转换,产出、劳动投入、资本投入等指标数据测算的理论依据与具体处理方法,详见《中国工业经济》网站(<http://www.ciejournal.org>)公开附件。

鉴于 TFP 增长率测算中投入和产出变量的统计测度指标和数据统计口径范围均应满足时序上的一致性,本文根据已有的历年“不完备”的年鉴口径指标数据,利用相应调整系数估算出1995—2015年以国家统计局公布的全国层面指标口径(以下简称“全口径”)为准的高技术行业总产出、增加值、资本和劳动要素投入指标数据。

1. 产出指标测算

首先,对第 j 个细分行业的总产出物量指数 $\Delta \ln Y_j$ 和增加值物量指数 $\Delta \ln V_j$,有:

$$\Delta \ln Y_j = \ln \frac{Y_{j,t}}{Y_{j,t-1}} = \ln \frac{P_{Y_j,t} Y_{j,t} / P_{Y_j,t-1} Y_{j,t-1}}{P_{Y_j,t} / P_{Y_j,t-1}}, \Delta \ln V_j = \ln \frac{V_{j,t}}{V_{j,t-1}} = \ln \frac{P_{V_j,t} V_{j,t} / P_{V_j,t-1} V_{j,t-1}}{P_{V_j,t} / P_{V_j,t-1}} \quad (16)$$

其中, Y_j 和 V_j 分别是第 j 个行业的不变价总产出和不变价增加值, $P_{Y_j,t} / P_{Y_j,t-1}$ 和 $P_{V_j,t} / P_{V_j,t-1}$ 分别代表第 j 个行业出厂者价格指数和行业增加值价格指数。

其次,估算 R&D 资本化前后行业增加值和总产出数据。通过对缺失数据的处理、数据统计口径的转换,估算得到高技术产业各行业 R&D 资本化前全口径行业增加值和总产出;在此基础上,遵循 SNA2008 和 CSNA2016 中 R&D 资本化核算原则,基于 GDP 核算平台,调整得到高技术产业各行业 R&D 资本化后全口径行业增加值和总产出。由于高技术产业企业生产活动中所使用的 R&D 产品包括自产和购买,R&D 资本化对总产出和增加值的影响有所不同,总产出增量为自产自用的 R&D 产出价值,而增加值增量为自产自用 R&D 产出价值和购买的 R&D 产出价值之和。理论上,有:调整后的总产出=调整前总产出+自产自用的 R&D 产出价值;调整后的增加值=调整前增加值+自产自用的 R&D 产出价值+购买的 R&D 产出价值。

最后,估算 R&D 资本化后全口径不变价行业增加值和总产出数据。鉴于高技术产业细分行业产出价格指数的缺失,本文使用 1995—2015 年高技术细分行业各自所属的高技术大类行业定基工业生产者出厂价格指数(2010 年为基期^①)对增加值和总产出进行缩减,得到 R&D 资本化后全口径不变价行业增加值和总产出序列数据。

2. 劳动投入测算

首先,对第 j 个细分行业的劳动投入物量指数 $\Delta \ln L_j$,有:

$$\Delta \ln L_j = \ln \frac{L_{j,t}}{L_{j,t-1}} = \ln \frac{P_{L_j,t} L_{j,t} / P_{L_j,t-1} L_{j,t-1}}{P_{L_j,t} / P_{L_j,t-1}} \quad (17)$$

其中, L_j 是第 j 个行业的劳动工时数, $P_{L_j,t} / P_{L_j,t-1}$ 代表第 j 个行业单位劳动工资价格指数。

其次,以劳动工时数衡量劳动投入,以各行业劳动投入报酬占高技术产业劳动投入总报酬份额作为权重加权各行业劳动要素投入,得到劳动投入总指数。据此,关键是估算各高技术行业的劳动者报酬。本文主要利用投入产出表口径下的高技术大类行业劳动者报酬数据,以及高技术行业从业人员年平均人数比例,推算 R&D 资本化前全口径高技术行业的劳动者报酬。

本文利用“R&D 经费内部支出中的劳务费”数据剔除劳动者报酬总额中 R&D 活动的劳务费,并利用调整系数得到高技术行业全口径劳动者报酬净额,以解决劳动投入报酬中的 R&D 支出重复计算问题。

最后,估算高技术行业全口径不变价劳动投入序列数据。利用“制造业城镇单位就业人员平均工资”序列数据算得的单位劳动工资价格指数,对 1995—2015 年高技术行业劳动者报酬净额序列进行价格缩减,得到各行业全口径不变价劳动投入序列数据。

^① 本文所有不变价指标的基期均为 2010 年,下同。

3. 物质资本投入测算

从经济增长核算角度,TFP 测算中要素投入应为各要素为生产活动提供的服务流,因此,资本投入应使用资本服务物量来衡量。然而,不同类型资产由于生产效率不同,其资本服务物量不能直接加总。Jorgenson(1963)基于新古典投资理论,提出了资本的“使用者成本”(也即“资本租赁价格”)概念及估算方法,在计算出各类资产生产性资本存量的基础上,以资本使用者成本为权重,利用 Tornqvist 指数加权汇总异质资产的资本服务,得到异质资产资本服务总指数,即为生产函数中资本投入指数。

据此,本文基于 OECD《资本测算手册(2001)》测算方法,物质资本投入和 R&D 资本投入的估算都按以下步骤展开:①选取各类资本的“固定资本形成”指标序列数据;②构造合适的资产投资价格指数将“固定资本形成”序列数据转换为不变价;③设定资本的役龄—效率模式和相应的役龄—价格模式,利用永续盘存法(PIM)估算各类资本的生产性资本存量;④计算历年各类资本的“使用者成本”,进而估算资本投入指数。

(1)生产性资本存量的估算。目前,生产性资本存量的测算方法通常采用 PIM,其计算的生产性资本存量是对不变价计量的过去投资资本品相对效率的加权。由于几何相对效率递减模式理论的简化,在资本测量实证研究中应用更广,本文亦在几何相对效率递减模式下测算生产性资本存量。此时,生产性资本存量的估算公式可以简化为: $k_t=(1-\delta)\times k_{t-1}+I_t$,其中, k_t 为 t 期生产性资本存量, I_t 为 t 期不变价投资额, δ 为资产折旧率。从而,基于 PIM 估计生产性资本存量需要解决的关键变量有:固定资产投资序列的选取,资产投资价格指数的构建,资产折旧率的测算以及基期资本存量的估计。

(2)不变价投资序列的估算。借鉴国际通行经验和 OECD(2001b)建议,本文在 PIM 中采用“固定资本形成总额”作为资产投资序列。鉴于数据可得性和行业资本服务估算的适用性,参考张钟文等(2017)做法,估算得到高技术行业全口径现价固定资本形成总额;然后,利用国家统计局公布的制造业固定资产投资价格指数作为固定资产投资价格指数,将全口径现价行业固定资本形成总额序列缩减为 2010 年不变价序列数据。

(3)分行业资产折旧率的计算。几何效率递减模式下,主要利用资产服务年限的期望值 T 和资本退役时的残值率 S 计算分行业资产折旧率 δ ,公式表示为 $S=(1-\delta)^T$ 。本文将中国制造业固定资产分为建筑、设备和其他固定资产三类,假定三类资产的使用寿命分别为 40 年、16 年和 20 年,在中国法定 4%的资本品残值率条件下,计算出三者的折旧率;然后,以 1995—2015 年各行业三类资本品在固定资产中的平均比重为权重,加权汇总得到历年高技术细分行业所属 5 大类行业的固定资产折旧率,分别为 12.42%、12.72%、13.67%、14.2%和 13.3%。

(4)资本使用者成本的估算。本文利用 Jorgenson(1963)提出的不考虑税收的资本使用者成本计算公式,表示为:

$$p_t=(1+r_t)\times q_{t-1}-q_t+\delta\times q_t=r_t\times q_{t-1}+\delta\times q_t-(q_t-q_{t-1}) \quad (18)$$

其中, p_t 为资本使用者成本, r_t 为资本回报率, q_t 为 t 期资本购置价格, q_t-q_{t-1} 为资本利得, δ 为资产折旧率。涉及的相关变量选取与处理方法,与上述估算资本存量的测算保持一致。

(5)物质资本投入指数的测算。本文采用“增长率法”估计基期固定资本存量,即初始资本存量等于初期固定资产投资额除以折旧率与投资平均增长率之和^①,选取中国高技术产业有公开统计数

① $k_{1995}=I_{1996}/(g+\delta)$ 其中, I_{1996} 表示 1996 年不变价资产投资额, g 为 1995—2015 年资产投资额的平均增长率, δ 为资产折旧率。

据的最早年份 1995 年作为资本存量估计的初始年份,利用 PIM 估算 1995—2015 年各期不变价生产性物质资本存量;然后,借鉴单豪杰和师博(2008)估计部门资本回报率的方法,得到制造业 1995—2015 年平均资本回报率,并利用(18)式计算出的各行业物质资本使用者成本,与行业当期物质资本服务量相乘即可求出行业当期物质资本服务价值,也即物质资本投入报酬;最终,利用(5)式即可得到高技术产业物质资本投入总指数。

4. R&D 资本投入测算

基于 SNA2008 关于 R&D 资本化的核算标准,充分利用已有年鉴统计数据并采用 PIM 测算各行业当期 R&D 资本存量,进一步得到 R&D 资本投入指数。

(1)R&D 资产投资序列的估算。本文选取 R&D 固定资本形成总额作为 PIM 中的 R&D 资产投资序列。然而,由于中国并未公布 R&D 固定资本形成总额数据,因此,首先,本文按照 SNA2008 关于 R&D 资本化核算原则,通过调整行业 R&D 经费内部支出数据,测算当期 R&D 活动所形成的当期 R&D 产出价值。本文主要参考江永宏和孙凤娥(2016)计算方法,计算公式为:R&D 产出价值=R&D 经费内部支出-资本性支出+固定资本消耗+生产税净额+资本回报。

其次,原则上,SNA2008 和国际经验均将全部 R&D 活动产出视为 R&D 固定资本形成,故本文将高技术行业自产自用的 R&D 产出全部资本化为 R&D 固定资本形成。同时,考虑到高技术产业企业生产活动中所使用的 R&D 资产也有相当部分源自购买,囿于数据缺失,不考虑国内企业间 R&D 产品的购买,只关注 R&D 的进出口。因此,当期 R&D 固定资本形成总额计算公式为:当期 R&D 固定资本形成总额=当期 R&D 产出价值-当期 R&D 资产净出口。

最后,利用调整系数将上述计算出的高技术行业大中型口径 R&D 固定资本形成总额转换成全口径。

(2)R&D 资产价格指数的选取。由于缺乏可观测的市场价格,R&D 资产价格指数多数是间接构造的。从国外机构部门的实践看,美国经济分析局的 R&D 卫星账户给出了四种 R&D 产出价格指数的构造理论与实践应用,即剩余无形资产价格指数、细分行业的产出价格指数、R&D 密集型产业整体的 R&D 产出价格指数、基于 R&D 投入成本价格指数加权得到的投入价格指数。鉴于实际数据的可获性,参考已有国际经验做法和文献实证研究,本文借鉴朱发仓(2014)方法,采用剩余无形资产价格的变化测度 R&D 产出价格指数,构建 1995—2015 年高技术 5 大类行业的 R&D 产出价格指数,缺失年份指数,根据趋势进行推算和替代。

(3)R&D 资产折旧率的估算。各国 R&D 资产的预期使用寿命差别较大,OECD(2010)建议,若无其他可用信息,考虑到知识产权产品资产价值在最初几年下降较快,应采用几何役龄—效率模式估算 R&D 资产折旧率,且 R&D 资产预期使用寿命可定为 10 年;由于中国官方没有公布 R&D 资产的平均使用寿命,但企业所得税法实施条例规定“无形资产的摊销年限不得低于 10 年”。故本文假定中国 R&D 资产平均使用寿命为 10 年,并参照中国国家统计局对 R&D 资本化核算的总量调整,将 R&D 残值率取为 10%,在几何折旧模式下,计算出 R&D 资产折旧率为 20.6%。

(4)R&D 资本投入指数的测算。以 1995 年作为 R&D 资本存量的初始计算年份,利用 PIM 估算出高技术行业 1995—2015 年各期 R&D 生产性资本存量。然后,设定 R&D 资本回报率与物质资本回报率相等,并利用(18)式计算出的行业 R&D 资本使用者成本与行业当期 R&D 资本服务量相乘,求出行业当期 R&D 资本服务价值,即 R&D 资本投入报酬;最终,利用(7)式即可得到高技术产业 R&D 资本投入总指数。

五、TFP 增长内在动力分析及“结构红利假说”再检验

1. 中国高技术产业经济增长源泉分析

首先,从表 1 高技术产业经济增长的行业贡献度的测算结果看,1997—2015 年,电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业对中国高技术产业增长贡献不断提升且保持高速增长。这表明得益于近年来 ICT 资本积累规模的不断壮大,经济增长对以移动互联、云计算、大数据为代表的信息通信技术的依赖度逐渐提升。

其次,从表 1 高技术产业经济增长的要素贡献的测算结果看:①物质资本投入对高技术产业的增长仍占主要支撑地位,而劳动投入在多数时段对高技术行业的经济增长贡献度较低,甚至为负,这表明高技术产业仍以知识资本密集型为主要特征;②1997—2010 年,表征为资本体现型技术进步的 R&D 资本对高技术产业经济增长的贡献度持续上升,反映出中国高技术产业 R&D 生产效率的

表 1 1997—2015 年高技术产业经济增长源泉分析 单位:%

时间	1997—2015	1997—2000	2001—2005	2006—2010	2011—2015
经济增长	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
医药制造	17.10	22.33	12.70	17.04	17.77
航空航天器制造	1.63	0.50	1.67	2.38	1.88
电子及通信设备制造	53.46	59.05	47.19	42.41	61.73
计算机及办公设备制造	19.70	14.99	32.60	26.96	9.83
医疗仪器设备及仪器仪表制造	8.11	3.13	5.84	11.21	8.80
TFP	34.06	71.18	10.45	35.80	32.70
医药制造	4.12	15.99	-2.36	9.36	2.35
航空航天器制造	1.62	0.31	2.06	2.33	1.64
电子及通信设备制造	22.00	45.08	7.89	11.79	13.45
计算机及办公设备制造	4.64	6.80	0.42	8.23	15.41
医疗仪器设备及仪器仪表制造	1.68	3.01	2.44	4.09	-0.14
物质资本投入	42.11	31.85	47.71	37.53	37.97
医药制造	10.70	8.43	11.76	7.01	11.61
航空航天器制造	0.25	0.35	0.05	0.36	0.28
电子及通信设备制造	18.50	16.93	23.55	16.85	15.75
计算机及办公设备制造	6.93	4.82	9.74	6.54	2.31
医疗仪器设备及仪器仪表制造	5.73	1.32	2.62	6.77	8.03
R&D 资本投入	18.13	6.61	14.86	23.83	12.90
医药制造	2.49	0.71	1.18	3.01	2.29
航空航天器制造	0.13	0.04	-0.01	0.16	0.34
电子及通信设备制造	8.22	4.69	9.70	11.20	6.87
计算机及办公设备制造	6.47	1.15	3.88	8.63	2.70
医疗仪器设备及仪器仪表制造	0.82	0.02	0.11	0.83	0.70
劳动投入	5.69	-9.64	26.98	2.84	16.43
医药制造	-0.21	-2.80	2.11	-2.34	1.51
航空航天器制造	-0.36	-0.20	-0.43	-0.47	-0.37
电子及通信设备制造	4.74	-7.65	6.05	2.57	25.66
计算机及办公设备制造	1.65	2.22	18.56	3.56	-10.60
医疗仪器设备及仪器仪表制造	-0.12	-1.22	0.69	-0.48	0.22

注:其中各行业要素投入对应行数据反映的是各行业要素投入对高技术产业增加值增长的贡献。可据以追踪产业经济增长和 TFP 增长的源泉及要素积累对产业增长的贡献。

不断提升及对经济高质量增长日益凸显的支撑作用;③考察 TFP 贡献度的变化趋势发现,1997—2000 年高技术产业 TFP 与 R&D 资本投入贡献度呈相反变动趋势;2001—2010 年高技术产业 TFP 与 R&D 资本投入贡献度变动趋势一致。这些发现与王宏伟(2009)、蔡跃洲和张钧南(2015)的测算结论一致,反映了高技术产业 R&D 资本对 TFP 有明显的渗透效应和替代效应。

2. 中国高技术产业 TFP 增长效应分析及“结构红利假说”的再检验

基于中国高技术产业 TFP 增长率测算及分解数据,考察中国高技术产业的技术进步和要素配置效率对其 TFP 增长的影响,并检验高技术产业的“结构红利假说”^①。测算结果如表 2 所示。

(1)分阶段考察中国高技术产业 TFP 增长的动力变化。总体上,1997—2015 年,技术效应对

表 2 1997—2015 年高技术产业 TFP 增长率分解及行业贡献度 单位:%

时间	1997—2015	1997—2000	2001—2005	2006—2010	2011—2015
TFP 对产业增长贡献	34.06	71.18	10.45	35.80	32.70
TFP 增长率	21.24	58.48	8.93	18.25	17.89
技术效应(加权合计)	20.80	57.44	6.70	17.75	19.55
医药制造	8.48	17.07	-11.77	18.06	5.65
航空航天器制造	3.61	0.36	12.44	5.21	3.95
电子及通信设备制造	65.61	65.99	55.89	35.22	45.95
计算机及办公设备制造	16.11	11.07	4.51	29.28	54.14
医疗设备及仪器仪表制造	4.08	3.74	13.96	9.51	-0.40
要素配置结构效应(加权合计)	0.45	1.04	2.23	0.50	-1.66
医药制造	0.15	0.30	-3.50	-0.34	0.89
航空航天器制造	-0.01	-0.09	0.87	-0.03	-0.10
电子及通信设备制造	-3.50	-0.45	-3.87	-3.91	-6.96
计算机及办公设备制造	5.88	2.02	32.55	6.78	-2.48
医疗设备及仪器仪表制造	-0.40	-0.01	-1.07	0.22	-0.64
物质资本配置结构效应	0.06	0.50	0.34	-0.02	-0.23
医药制造	0.13	0.40	-2.75	-0.31	0.67
航空航天器制造	-0.13	-0.16	-0.11	-0.20	-0.12
电子及通信设备制造	-2.06	-0.53	-2.35	-2.16	-2.27
计算机及办公设备制造	2.71	1.19	9.83	2.36	1.03
医疗设备及仪器仪表制造	-0.36	-0.05	-0.83	0.21	-0.58
R&D 资本配置结构效应	0.32	0.09	0.24	0.27	0.03
医药制造	0.03	0.03	-0.28	-0.13	0.13
航空航天器制造	-0.07	-0.02	0.02	-0.09	-0.14
电子及通信设备制造	-0.92	-0.15	-0.97	-1.43	-0.99
计算机及办公设备制造	2.53	0.28	3.92	3.12	1.20
医疗设备及仪器仪表制造	-0.05	-0.00	-0.03	0.03	-0.05
劳动配置结构效应	0.07	0.45	1.65	0.24	-1.46
医药制造	-0.00	-0.14	-0.47	0.10	0.09
航空航天器制造	0.18	0.09	0.96	0.26	0.16
电子及通信设备制造	-0.52	0.23	-0.55	-0.32	-3.70
计算机及办公设备制造	0.64	0.55	18.80	1.29	-4.71
医疗设备及仪器仪表制造	0.01	0.05	-0.21	-0.02	-0.02

注:TFP 增长率及其技术效应和要素配置结构效应对应的行数据,反映的是其对高技术产业经济增长的贡献;各效应下属的大类行业所对应的数据反映的是各行业各效应对 TFP 增长的贡献度。

① 下文涉及的技术效应与要素配置结构效应的 TFP 增长贡献度数据,可在《中国工业经济》网站(<http://www.ciejournal.org>)下载。

TFP 增长起绝对主导因素,其对 TFP 增长的贡献度为 97.88%,对产业经济增长的贡献超过 1/3;同时,要素配置存在“结构红利”,其对 TFP 增长的贡献度为 2.12%,对产业经济增长的贡献无足轻重。

1997—2000 年,在改革开放和宏观调控的双重作用下,技术效应对产业 TFP 增长起主导作用,这一结论与梁平等(2009)使用 Malmquist-TFP 指数分解方法得到的结论一致,说明当期高技术产业 TFP 增长主要由技术进步推动。而同期也因物质资本和劳动要素有更高的要素配置效率而表现明显的“结构红利”。

2001—2005 年,主要受技术效应的大幅下降影响,TFP 对产业经济增长的贡献度有所下降,但同期主要因劳动配置效率的提升而带动的结构红利持续提升。可能的原因是 2002 年提出的新型工业化道路,经济结构和就业结构的转变,使得大批农村剩余劳动力转移到工业中,对高技术产业结构和要素需求结构都产生了重大影响。

2006—2015 年,因技术效应持续提升而拉动的 TFP 对产业经济增长的贡献度稳中回升,而同期物质资本和劳动要素的结构红利持续减弱。同时,进入新常态阶段主要受物质资本和劳动要素显著的负向影响,高技术产业转为“结构负利”,尤其是劳动要素的结构负利贡献将近 90%;此外,该阶段产业各行业的技术效应对高技术产业的经济增长平均贡献超过 1/3,而要素配置结构效应对产业增长有明显负向影响,这与同期中国第二产业要素配置结构负利表现一致(蔡跃洲和付一夫,2017)。

(2)分行业考察技术效应和要素配置结构效应对中国高技术产业 TFP 增长的影响。进一步地,由表 2 高技术产业 TFP 增长效应的行业贡献分解结果,可以看到:①对于技术效应,1997—2015 年,技术效应作为支撑高技术产业 TFP 增长的主导因素,平均而言有 4/5 是由电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业的技术进步带来的。②对于要素配置结构效应,结合图 1、图 2 高技术产业总要素配置结构效应的要素贡献和行业贡献可见,1997—2015 年,除了计算机及办公设备制造业,其他 4 个行业在 1997—2015 年的大多数阶段均表现出结构负利,尤其是电子及通信设备制造业;高技术产业在 1997—2005 年存在明显的结构红利,且呈逐期递增趋势,主要受计算机及办公设备制造业显著结构红利的支撑作用;而进入新常态阶段,主

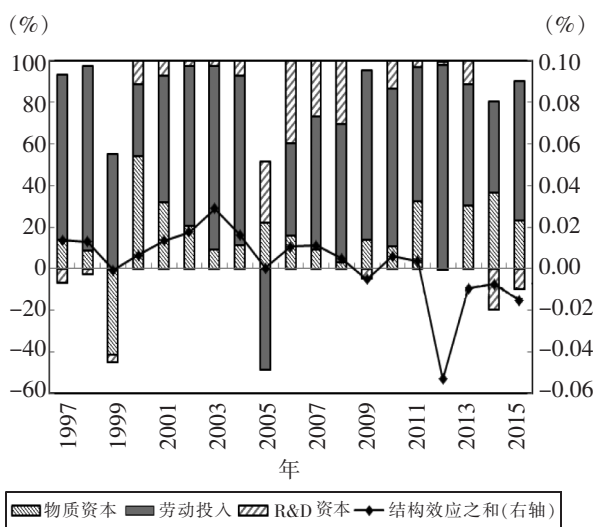


图 1 TFP 增长要素配置结构效应的要素贡献

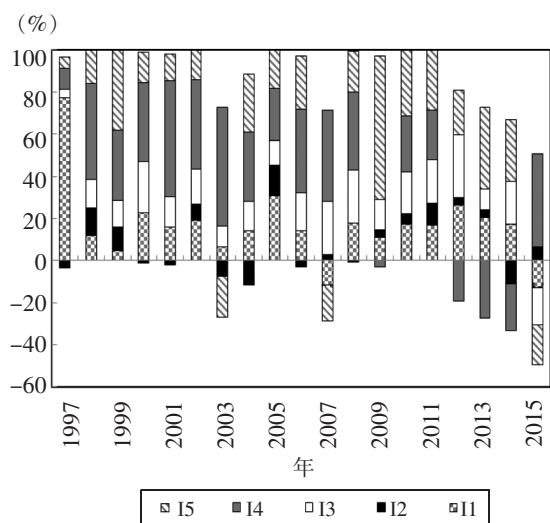


图 2 TFP 增长要素配置结构效应的行业贡献

注:图中 11、12、13、14 和 15 分别表示医药制造业、航空航天器制造业、电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业和医疗设备及仪器仪表制造业。

要受电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业要素配置效率的负向影响,高技术产业结构红利消失,转为结构负利。^③对于 R&D 资本配置结构效应,1997—2010 年计算机及办公设备制造业和产业均表现出显著递增的 R&D 资本配置结构红利,虽在新常态阶段该行业与产业的 R&D 资本配置结构红利均有所降低,但 2001—2015 年该行业对产业 R&D 资本配置结构红利的贡献度却逐期大幅提升。可见,计算机及办公设备制造业是对 R&D 资本配置效率有主导影响力的行业。^④对于物质资本配置结构效应,在 2008 年国际金融危机之前,高技术产业表现出结构红利,但进入新常态阶段结构红利消失,表现出逐期递增的结构负利。除计算机及办公设备制造业的物质资本配置存在显著结构红利外,其余四大类行业在多数阶段均表现出结构负利,且主要受电子及通信设备制造业的负向影响。^⑤同物质资本类似,高技术产业劳动配置结构红利也在金融危机之后消失,转为结构负利,且主要受电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业的负向影响。

3. 与传统索洛余值法 TFP 增长率测算结果的比较分析

为与传统索洛余值法的 TFP 增长率测算分解结果进行对比,本文利用基于增加值生产可能性前沿函数的 TFP 增长率分解法,将 TFP 增长率测算方法分为三种:①不考虑 R&D 资本化,即基于 CD 生产函数,利用传统的索洛余值法测算 TFP 增长率,增加值、资本投入和劳动投入均不作 R&D 资本化调整,TFP 增长率记为 TFP^0 ;②CD 生产函数中不引入 R&D 资本,只对增加值作 R&D 资本化调整,TFP 增长率记为 TFP^* ;③考虑 R&D 资本化,基于引入 R&D 资本的扩展的 CD 生产函数,且增加值、资本投入和劳动投入均作 R&D 资本化调整,以解决 R&D 资本化导致的要素投入重复计算问题,TFP 增长率记为 TFP 。由表 3 所示 1997—2015 年高技术产业 TFP 增长率的测算分解对比结果,可以发现:

“真实”TFP 增长率在传统测算方法中被高估^①。从变化趋势看, TFP^0 、 TFP^* 和 TFP 的变化趋势基本一致;但从 TFP 增长率的绝对值看,在连续时段中,除个别年份外,考虑 R&D 资本化的 TFP 明显比不考虑 R&D 资本化的 TFP^0 更小;分阶段中, $TFP < TFP^0 < TFP^*$ 表现更明显。由此,从 TFP 测算理论与方法上讲,本文基于引入 R&D 资本的拓展的 TFP 测算框架,分离并识别出 R&D 资本体现型技术进步,实现了对“索洛余值”的进一步剥离,也为更加准确地测算“真实”TFP 并分解其增长驱动因素提供新的研究基准。

要素配置结构效应在传统测算方法中被低估。基于三种情况对 TFP 增长率进行分解均反映出,技术效应是高技术产业 TFP 增长的主要驱动力;且三者反映的要素配置结构效应变化趋势一致,均在新常态之前表现出结构红利,而在新常态阶段出现结构负利。但基于 TFP^0 、 TFP^* 的 TFP 增长率分解中的要素配置结构效应被低估(结构红利和结构负利均被低估),主要原因是传统方法忽略和掩盖了 R&D 资本对产业内部技术进步的渗透作用和对要素配置结构带来的影响。同时,对比基于 TFP^0 与 TFP^* 的 TFP 增长效应分解结果可见,当要素投入不作 R&D 资本化处理时,增加值资本化的调整与否对 TFP 增长率分解结果的影响不大。

此外,R&D 资本体现型技术进步是 TFP 增长的主要源泉。通过比较 TFP^* 和 TFP 发现^②,平均来说,将近 2/3 的 TFP 增长来自 R&D 资本体现型技术进步,且在进入新常态阶段之前呈递增趋势,直至新常态阶段 R&D 资本对 TFP 增长的平均贡献度高达 3/5。

① 三种测算方法结果的时序趋势图请见《中国工业经济》网站(<http://www.ciejjournal.org>)公开附件。

② 比较 TFP^* 与 TFP 来考察 R&D 资本对传统方法下 TFP 增长的贡献,而不是 TFP^0 与 TFP 相比,是因为前者的对比基础均对增加值进行了 R&D 资本化处理,从而使两种方法下 TFP 增长率的差异主要来自 R&D 资本的贡献,包括 R&D 资本对产业内部技术进步的渗透作用和对要素投入配置结构带来的影响。

表 3 不同分解方法下 TFP 增长中各效应贡献度对比 单位: %

时间	1997—2015	1997—2000	2001—2005	2006—2010	2011—2015
<i>TFP</i> ⁰	53.92	80.16	62.84	39.21	42.34
技术效应	99.80	98.76	96.71	99.62	104.83
要素配置结构效应总和	0.20	1.24	3.29	0.38	-4.83
物质资本投入	31.63	52.52	16.56	-56.09	13.81
劳动投入	68.37	47.48	83.44	156.09	86.19
<i>TFP</i> [*]	56.95	79.99	64.11	48.05	45.30
技术效应	99.88	98.81	96.97	99.72	104.32
要素配置结构效应总和	0.12	1.19	3.03	0.28	-4.32
物质资本投入	-2.55	52.78	15.83	-69.02	15.72
劳动投入	102.55	47.22	84.17	169.02	84.28
<i>TFP</i>	21.24	58.48	8.93	18.25	17.89
技术效应	97.88	98.22	75.03	97.28	109.30
要素配置结构效应总和	2.12	1.78	24.97	2.72	-9.30
物质资本投入	13.41	47.86	15.19	-3.14	13.60
劳动投入	14.57	43.59	74.17	48.10	88.04
R&D 资本投入	72.03	8.55	10.63	55.04	-1.64
R&D 资本对 <i>TFP</i> [*] 贡献	62.70	26.90	86.07	62.03	60.51

注:技术效应和要素配置结构效应所对应行数据表示其对 TFP 增长的贡献度;各投入要素所对应的行数据表示其对结构效应的贡献度。

六、主要结论与政策启示

本文以 SNA2008 和 CSNA2016 中 R&D 资本化核算方法的改革为契机,在国民经济核算体系下首次测算了中国高技术产业的 R&D 资本,基于引入 R&D 资本的拓展的 CD 生产函数,并利用资本服务理论改进了生产函数中资本要素投入测算方法,重构了基于增加值生产可能性前沿函数的 TFP 增长率分解框架,据此探讨 1997—2015 年中国高技术产业已剥离 R&D 资本体现型技术进步的“真实”TFP 增长内在动力变动,并进一步检验了“结构红利假说”。

1. 研究结论

研究发现:①总体上,1997—2015 年,技术效应是支撑高技术产业 TFP 增长的绝对主导因素,技术效应对产业经济增长的贡献超过 1/3;同期也存在要素配置“结构红利”,但对产业经济增长作用无足轻重;且自 2000 年以来,技术效应呈上升趋势,而要素配置结构效应呈下降趋势,直至新常态阶段结构红利消失而呈结构负利。②从要素角度看,1997—2015 年,劳动配置结构红利发挥主要支撑作用,且 R&D 资本配置结构红利在逐期上升;但在新常态阶段,纵使 R&D 资本配置仍表现微弱结构红利,但因受更显著的劳动配置结构负利影响,使产业整体要素配置效率下降,转为“结构负利”。③从行业角度看,电子及通信设备制造业是产业内部技术进步的主要支撑行业,但该行业的要素配置效率却对产业 TFP 增长产生了逐期加重的负向影响;而计算机及办公设备制造业则是产业要素配置结构红利的主要支撑行业,该行业的要素配置结构效应呈倒“U”形变动趋势;且相较其他行业,计算机及办公设备制造业的要素配置效率(无论是正效应还是新常态阶段的负效应)均对产业 TFP 增长起主导影响。④传统索洛余值法由于未剥离 R&D 资本体现型技术进步而高估了“真实”TFP 增长率,低估了要素配置结构效应;且 R&D 资本对 TFP 增长的平均贡献度将近 2/3,反映了 R&D 资本通过对要素投入结构的改变以及对生产率的渗透,成为 TFP 增长的主要源泉,进而对高技术产业经济增长发挥重要支撑作用。

2. 政策启示

在推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革的新常态发展阶段,深化中国高技术产业的供给侧结构性改革路径中,应高度关注中国高技术产业要素配置“结构负利”现状及形成机制。着力解除制约要素配置效率提高的体制机制障碍,重点调整和优化 ICT 行业结构,从而提高全要素生产率,增强中国国民经济发展创新力和竞争力。具体包括:

(1)积极推动建立健全多层次资本市场和金融机构体系,持续释放 R&D 资本配置“结构红利”。R&D 资本作为 TFP 增长的主要动力源泉,其要素配置结构红利对中国高技术产业 TFP 增长的贡献在不断提升。然而,在经济下行压力较大的新常态时期,R&D 资本配置结构红利有所减弱,R&D 资本尚未成为引领高技术产业 TFP 增长要素配置效率提升的主导因素。因此,在推进经济增长动力机制转换的新常态阶段,要切实推动创新驱动发展战略,加快建立健全多层次资本市场和金融机构体系,为中国高技术产业 R&D 活动提供更多的财税优惠政策和融资便利,以持续释放 R&D 资本配置结构红利;提升 R&D 资本生产效率,以发挥 R&D 资本对 TFP 增长和中国高技术产业高质量增长的长期支撑作用。

(2)重点深化专业化创新型人力资本的供给侧结构性改革,提高劳动配置效率。拥有较大产业规模的行业,其人力资本错配会导致更大的要素配置效率损失(马颖等,2018),这一特征在中国高技术产业尤其是电子及通信设备制造业表现突出:一方面,中国高技术产业 TFP 增长的技术效应愈发显著;但另一方面,即使是在 R&D 资本体现型技术进步贡献不断加大、存在明显的 R&D 资本配置结构红利特征下,产业的要素配置效率仍一路下滑。在整个研究期间,相较于资本要素,劳动配置效率对中国高技术产业 TFP 增长的整体要素配置效率起主导作用。2008 年国际金融危机前,依赖于人力资本的数量扩张和“干中学”效应,劳动配置结构红利对产业 TFP 增长有显著积极贡献;而在新常态阶段,人力资本数量已达到一定规模、“干中学”效应递减,高度专业化的创新型人力资本的结构性供需失衡,导致劳动配置效率极大损失,也因此使产业整体要素配置效率下降,转为结构负利。因此,从人力资本供给侧结构性改革来看,在“互联网+”、“数字经济”、大数据和 IT 迅猛发展的大环境下,更加精细的专业化分工和更加高端的创新型人力资本是高质量经济增长的必然需求。这不仅需要高校的多层次教育体系、企业的专业化技能培训与劳动要素市场需求和经济发展更加接洽和匹配,更需要政府深入推进户籍制度、社会保障制度等制度变革,引导劳动要素向高生产效率部门流动聚集,以充分释放人力资本配置结构红利。

(3)着力提升 ICT 行业的技术进步并改善其要素配置效率,以优化产业结构,提高中国高技术产业对国民经济各部门的拉动力。以电子及通信设备制造业和计算机及办公设备制造业为代表的 ICT 行业,其技术进步和要素配置效率对中国高技术产业 TFP 增长起主导影响力。因此,在中国高技术产业发展政策制定中,应调整和优化 ICT 行业要素配置结构,最大限度地发掘 ICT 资本的替代效应和渗透效应,充分发挥 ICT 行业对国民经济各部门 TFP 增长和经济增长的积极拉动作用,从而增强中国经济在长远发展中的民族创新力和国际竞争力。

进一步可能的研究方向主要有两个方面:一是从经济统计测度方法角度,尽管本文尽可能地利用已有资料对缺失数据进行推算,但囿于现有统计资料的不完善,仍有一些不足,比如,资产类型的不够细化,资本存量测算中存在的部分假定和估算,尤其是 R&D 资本回报率的测算等,都会使测算结果产生一定偏差。因此,R&D 资本存量、R&D 资本回报率及其溢出效应等相关主题,仍需深入细致的研究工作。二是从 TFP 增长影响因素的实证研究角度,需进一步考察融资约束、经济周期、人力资本结构等因素对中国高技术产业的技术进步和要素配置效率的影响。

[参考文献]

- [1]蔡跃洲,付一夫. 全要素生产率增长中的技术效应与结构效应——基于中国宏观和产业数据的测算及分解[J]. 经济研究, 2017,(1):72-88.
- [2]蔡跃洲,张钧南. 信息技术对中国经济增长的替代效应与渗透效应[J]. 经济研究, 2015,(12):100-114.
- [3]杜传忠,王霄琼,郭树龙. 制造业结构变动和生产率增长——基于不同影响机制的实证研究[J]. 财经科学, 2013,(7):80-88.
- [4]干春晖,郑若谷. 改革开放以来产业结构演进与生产率增长研究——对中国 1978—2007 年“结构红利假说”的检验[J]. 中国工业经济, 2009,(2):55-65.
- [5]国家统计局. 中国国民经济核算体系 2016[M]. 北京: 中国统计出版社, 2017.
- [6]何锦义,杨森. 摒弃贡献率思维的产业生产率和总量生产率关联研究——基于 OECD《生产率测算手册》的测算[J]. 统计研究, 2015,(6):50-58.
- [7]江永宏,孙凤娥. 中国 R&D 资本存量测算:1952—2014 年[J]. 数量经济技术经济研究, 2016,(7):112-129.
- [8]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.
- [9]联合国,欧盟委员会, 经济合作与发展组织等. 国民账户体系 2008[M]. 北京: 中国统计出版社, 2012.
- [10]梁平,梁彭勇,黄馨. 中国高技术产业新效率的动态变化——基于 Malmquist 指数法的分析[J]. 产业经济研究, 2009,(3):23-28.
- [11]刘伟,张辉. 中国经济增长中的产业结构变迁和技术进步[J]. 经济研究, 2008,(11):4-15.
- [12]马颖,何清,李静. 行业间人力资本错配及其对产出的影响[J]. 中国工业经济, 2018,(11):5-23.
- [13]任若恩,孙琳琳. 中国行业层次的 TFP 估计:1981—2000[J]. 经济学(季刊), 2009,(3):925-950.
- [14]单豪杰,师博. 中国工业部门的资本回报率:1978—2006[J]. 产业经济研究, 2008,(6):1-9.
- [15]涂正革,肖耿. 中国的工业生产力革命——用随机前沿生产模型对中国大中型工业企业全要素生产率增长的分解及分析[J]. 经济研究, 2005,(3):4-15.
- [16]王宏伟. 信息产业与中国经济增长的实证分析[J]. 中国工业经济, 2009,(11):66-76.
- [17]王玲, Adam Szirmai. 高技术产业技术投入和生产率增长之间关系的研究[J]. 经济学(季刊), 2008,(3): 913-932.
- [18]吴延兵. R&D 与生产率——基于中国制造业的实证研究[J]. 经济研究, 2006,(11):60-71.
- [19]辛超,张平,袁富华. 资本与劳动力配置结构效应——中国案例与国际比较[J]. 中国工业经济, 2015,(2):5-17.
- [20]姚战琪. 生产率增长与要素再配置效应:中国的经验研究[J]. 经济研究, 2009,(11):130-143.
- [21]张海洋. R&D 两面性、外资活动与中国工业生产率增长[J]. 经济研究, 2005,(5):107-117.
- [22]张钟文,叶银丹,许宪春. 高技术产业发展对经济增长和促进就业的作用研究[J]. 统计研究, 2017,(7):37-48.
- [23]朱发仓. 工业 R&D 价格指数估计研究[J]. 商业经济与管理, 2014,(1):87-97.
- [24]Clark, C. The Conditions of Economic[M]. London: MacMillan Publishers, 1957.
- [25]Denison, E. F. Accounting for United States Economic Growth, 1929-1969 [M]. Washington: Brookings Institution, 1974.
- [26]Diewert, W. E. Exact and Superlative Index Numbers[J]. Journal of Econometrics, 1976,4(2):115-145.
- [27]Griliches, Z. Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth [J]. Bell Journal of Economics, 1979,10(1):92-116.
- [28]Grossman, G. M., and E. Helpman. Innovation and Growth in the Global Economy [M]. Cambridge: MIT Press, 1991.
- [29]Hulten, C. R. Divisia Index Numbers[J]. Econometrica, 1973,41(6):1017-1025.
- [30]Jorgenson, D. W. Capital Theory and Investment Behavior[J]. American Economic Review, 1963,53(2):247-259.
- [31]Jorgenson, D. W., and Z. Griliches. The Explanation of Productivity Change [J]. Review of Economic Studies, 1967,34(3):249-283.
- [32]Jorgenson, D. W., and P. Schreyer. Industry-level Productivity Measurement and the National Accounts[J].

- Review of Income & Wealth, 2013,59(2):185–211.
- [33]Kuznets, S. S. Economic Growth of Nations: Total Output and Production Structure [M]. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1971.
- [34]Lucas, R. E. Making a Miracle[J]. Econometrica, 1993,61(2):251–272.
- [35]Massell, B. F. A Disaggregated View of Technical Change[J]. Journal of Political Economy, 1961,69(6): 547–557.
- [36]OECD. Productivity Manual: A Guide to the Measurement of Industry-level and Aggregate Productivity Growth[M]. Paris: OECD Publishing, 2001a.
- [37]OECD. Measuring Capital Manual: Measurement of Capital Stocks, Consumption of Fixed Capital and Capital Services[M]. Paris: OECD Publishing, 2001b.
- [38]OECD. Handbook on Deriving Capital Measurement of Intellectual Property Products [M]. Paris:OECD Publishing, 2010.
- [39]Schankerman, M. The Effects of Double-Counting and Expensing on the Measured Returns to R&D[J]. Review of Economics and Statistics, 1981,63(3):454–458.
- [40]Timmer, M. P., and A. Szirmai. Productivity Growth in Asian Manufacturing: The Structural Bonus Hypothesis Examined[J]. Structural Change & Economic Dynamics, 2000,11(4):371–392.

Decomposition of Total Factor Productivity Growth Rate in China's High-tech Industries——A Test for 'The Structural Bonus Hypothesis'

HU Ya-ru¹, CHEN Dan-dan^{1,2}

(1. Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 611130, China;

2. Tsinghua China Data Center, Beijing 100084, China)

Abstract: To overcome the problem of overestimating total factor productivity (TFP) growth rate and underestimating the structural effects of factor allocation based on the traditional Solow model due to the absence of R&D capitalization, according to SNA2008 and CSNA2016 with the capitalization of R&D, based on the capital service theory and R&D-based Cobb-Douglas production function, taking into account of the relative prices of different industries, the paper restructured TFP growth framework and decomposed the TFP growth not contained R&D-capital-embodies technical progress in China's high-tech industries, using the value-added based production possibility frontier to examine the "structural bonus hypothesis". We found that: ①On the whole, the "structural bonus" of factor allocation could not be ignored, in spite of the technical effect played a leading role in the TFP growth. ②From the point of development trend, the technical effect had been rising as the "structural bonus" of factor allocation had been declining, until the stage of economic new normal after 2012 with "structural negative". ③In terms of factor inputs, the "structural bonus" of R&D capital allocation became more and more significant but a small share, compared with the labor input played a key role in the structural effects. ④In the view of sub-industries, the manufacturing of electronic and telecommunication equipment manufacturing made significant contribution to the technical effect, while manufacture of computers and office equipment affected the structural effects of factor allocation significantly. In a word, the conclusion of this paper provided useful policy reference on promoting high-quality development of China's high-tech industries and the path of supply-side structural reform.

Key Words: R&D; total factor productivity growth; structural bonus hypothesis; production possibility frontier

JEL Classification: L63 O32 O47

[责任编辑:许明]