

中国行业层面研究与试验发展资本存量核算^①

王亚菲 王春云

(北京师范大学统计学院)

研究目标：测算中国八大行业门类研究与试验发展（Research and Development, R&D）资本存量。**研究方法：**基于SNA2008的GDP核算框架，厘清R&D支出的资本化核算框架；再利用美国BEA方法测算R&D资本存量。**研究发现：**1990~2015年，中国R&D资本存量不到美国R&D资本存量的1/4；然而，自1994年后，中国R&D资本存量年均增长率达24.79%，而美国仅为4.86%，中美两国R&D资本存量差距呈逐渐缩小趋势；制造业R&D资本存量占全国R&D资本存量的比例呈上升趋势，从1990年的17.41%增长到2015年的68.08%，这与中国加快制造业转型升级的事实相符。**研究创新：**给出完整的R&D支出资本化核算过程，首次测算中国八大行业门类的R&D资本存量。**研究价值：**为分析技术进步对经济增长的影响提供了行业层面R&D投资和资本存量数据序列。

关键词 研究与试验发展 研发资本化 资本存量核算

中图分类号 F222.33 **文献标识码** A

引 言

根据《国民账户体系2008》（System of National Accounts 2008, SNA2008）就研发支出核算方法改革给出的基本原则，国家统计局全面系统地修订了《中国国民经济核算体系（2002）》，于2017年发布了《中国国民经济核算体系（2016）》^②。新的核算体系主要调整了R&D支出核算方法，将能为所有者带来经济利益的R&D支出不再作为中间投入，而是作为固定资本形成总额计入国内生产总值（Gross Domestic Product, GDP）。这一变化不仅影响固定资产的规模与结构变化，还使得GDP等宏观总量指标向上调整。构建R&D资本化核算框架，测算中国行业层面R&D投资与资本存量，是编制中国R&D卫星账户的必要过程，也为分析各行业技术进步程度及其对经济增长的贡献提供数据基础。

R&D是为增加知识存量系统进行的创造性活动，并利用知识存量来探索、开发新产品——包括改进现有产品的版本和质量，或探索、开发新的、更有效的生产工艺（联合国等，2012）。与建筑工程安装、设备工器具购置等实物资本相比，在生产过程中，R&D资

^① 本文是国家社科基金重点项目“资本核算数据在增长核算和生产率分析中的应用研究”（15AZD052）的阶段性研究成果之一。

^② 2017年7月14日，国务院批复了国家统计局《关于报请印发〈中国国民经济核算体系（2016）〉的请示》（下文简称2016年核算体系），由国家统计局印发实施。从现在开始，我国就要以此为蓝本开展国民经济核算工作。http://www.stats.gov.cn/tjsj/sjjd/201707/t20170714_1513205.html。

本更像是一种生产“配方”(Recipes),而实物资本则是“生产性”投入;在资本化过程中,R&D资本利用率和效率水平不随时间变化而变化,R&D资本不会像实物资本一样发生磨损或损耗,其折旧的发生表现为生产过程或产品的过时;缺乏可观测的R&D市场价格,各国均未编制官方R&D资产价格指数(Huang和Diewert,2011)。根据R&D资本属性,在使用实物资本存量的部分核算方法的同时,需对R&D资本的存量核算方法进行适当调整。

国际上关于R&D资本存量核算方法的基本思想,均基于美国耶鲁大学Goldsmith教授于1951年首创的计算固定资本存量的永续盘存法(Perpetual Inventory Method,PIM)。以SNA2008的实施为界,大致分为两个阶段。第一阶段,SNA2008颁布前,研究人员以当期或滞后期的R&D支出作为R&D投资数据测算资本存量(Goto和Suzuki,1989;Kendrick,1973;Nadiri和Schankerman,1981)。其中,美国哈佛大学教授Griliches(1973)发展了R&D资本存量的测算方法,认为当期R&D支出对生产率测算没有显著影响,代之以滞后*i*期的R&D支出作为R&D投资计算R&D资本存量(Griliches,1979、1980)。然而,在实践中,由于难以估计滞后期和转化率,各国一般不采用Griliches方法。第二阶段,SNA2008颁布后,国际组织和各国官方统计机构强调R&D支出的资本化核算,即将R&D支出转化为R&D投资后,再计算R&D资本存量。其中,经济合作与发展组织(Organization for Economic Cooperation and Development,OECD)编制了《知识产权产品的资本测算手册》(OECD,2010),欧盟统计局编制了《2010ESA的R&D资本存量测算手册》(Eurostat,2014),这为建立国际可比的R&D卫星账户和R&D资本存量核算方法提供指导。截止2016年底,已有41个国家和地区^①根据SNA2008的基本原则,进行了R&D支出核算方法改革,使GDP客观反映研发活动应有的经济价值。

美国商务部经济分析局(Bureau of Economic Analysis,BEA)基于Goldsmith的PIM方法,建立了与Griliches不同的R&D资本存量核算方法。与之相比,BEA进行了R&D支出资本化核算,得到各期R&D投资序列,更具合理性;其次,对当期年中的R&D投资进行折旧处理,表示当期部分R&D投资形成了资本存量(Sliker,2007),可操作性强;此外,BEA关于R&D资本存量的核算方法更具系统性,对R&D折旧率测算、R&D资产价格指数构建等关键问题进行深入讨论,为R&D资本存量核算提供方法指导。BEA给出了四种R&D资本折旧率估算方法,分别为专利续展模型(Patent Renewal Model)、生产函数(Production Function)、摊销模型(Amortization Model)及市场估计模型(Market Valuation Model),但这类模型的构建均基于严格识别假设条件(Li,2016)。其中,生产函数法适用于估算行业层面R&D资本折旧率,其与行业R&D投资增长率相关(Huang和Diewert,2011)。关于R&D资产价格指数的测算,BEA给出了三种编制思路,包括剩余无形资产价格指数(Residual Intangible Asset Price Index)、基于研发密集型行业的加权产出价格指数与基于R&D生产过程投入的加权价格指数(Copeland等,2007)。其中,基于R&D生产过程投入的加权价格指数,是以投入代替产出的办法,估算产出价格指数。当产出的市场价格未知或不存在时,国民经济核算通常采用该方法(Robbins等,2012)。

国内学者关于R&D资本存量核算的研究起步较晚,研究人员按照PIM方法(王俊,

^① 这41个国家主要是OECD国家(36个),数据来源于:OECD(2017),Gross Domestic Spending on R&D(indicator). doi: 10.1787/d8b068b4-en (Accessed on 11 August 2017).

2009; 吴延兵, 2008) 或 Griliches 方法 (吴延兵, 2006; 李战胜, 2007; 王孟欣, 2011) 测算了中国不同行业层面、地区层面或全国的 R&D 资本存量, 具有一定参考价值。但这些研究以 R&D 支出代替 R&D 投资, 直接测算 R&D 资本存量, 均未进行 R&D 的资本化。自 SNA2008 颁布后, 国内学者结合其他国家 R&D 资本存量核算方法, 就中国 R&D 资本存量核算问题进行初步探究。魏和清 (2012) 基于 SNA2008, 深度剖析了 R&D 资本化核算面临的技术问题; 何平和陈丹丹 (2014) 探究了中国 R&D 支出资本化的可行性, 提出中国开展 R&D 核算的难点和建议; 杨林涛等 (2015) 分别使用 Goldsmith 方法、Griliches 方法和 BEA 方法测算中国 1995~2013 年 R&D 资本存量。2016 年, 伴随中国国家统计局公布的基于研发资本化处理而调整的 GDP 最新结果, 相关专家将中国 R&D 资本核算推向新高度 (高敏雪, 2017)。许宪春和郑学工 (2016) 从研发产出核算、研发资本存量核算和研发支出计入 GDP 核算三个方面, 详细描述了我国研发支出核算方法改革的具体内容。江永宏和孙凤娥 (2016) 运用永续盘存法对中国 1952~2014 年 R&D 资本存量进行了测算。高敏雪 (2017) 根据国民经济核算原理, 给出了对研发资本化的认识和建议。

本文通过研读 BEA 关于 R&D 资本存量核算的相关工作论文及关于中国 R&D 资本存量核算的相关研究, 总结现阶段中国 R&D 资本存量核算过程中存在的主要问题。第一, 中国国家统计局虽公布了因研发资本化处理而调整的 GDP 最新结果, 但并未给出细化的固定资本形成总额数据, 使得用户无法获取 R&D 投资数据。第二, R&D 资本化过程中存在的变量估算问题, 尤其是 R&D 产出评估问题。SNA2008 清楚说明, 只有给所有者带来经济利益的研发才能作为资本形成处理, 其余研发活动产出应视为使用者的中间消耗 (联合国等, 2012); 但市场性研发活动在实际操作中以生产总成本进行估价, 原因是各国市场性研发活动占比低, 仅为 10% 左右 (Eurostat, 2014)。就市场性研发活动, 江永宏和孙凤娥 (2016) 给出以全社会投资回报率虚拟估算营业盈余的方法, 但因 R&D 产品的建设周期长、收益慢的特点, 以全社会投资回报率代替 R&D 产品回报率的做法可能并不妥当。第三, R&D 资本存量核算过程中的折旧率及价格指数估算问题。对未提供行业层面详细 R&D 经费支出的中国来说, 因无法准确测算各行业 R&D 投资增长率, BEA 推荐的生产函数法并不适用。由于中国并未提供研发产出的市场价格, 在计算 R&D 价格指数时仍采用基于 R&D 生产过程投入的加权价格指数。但该方法隐含了投入价格变化和产出价格变化一致的假定, 未考虑生产率变化带来的影响。

本文通过对中国 R&D 资本化核算过程中存在问题的讨论, 基于 SNA2008 的 GDP 核算平台, 实现 R&D 支出向 R&D 投资转化。基于 BEA 方法的合理性、操作性强及系统化的优点, 本文拟使用 BEA 的 R&D 资本存量核算方法, 将 R&D 投资累计形成 R&D 资本存量, 从而形成一套与美国可比的行业层面 R&D 资本存量序列^①。从理论意义看, 本研究将推进中国 R&D 卫星账户的建立, 确保中国国民账户体系与国际标准相衔接, 提高中国国民经济核算的国际可比性。从实践意义看, 测算的行业层面 R&D 资本数据, 为开展国际比较、分析行业层面 R&D 资产的资本回报率、全要素生产率等问题提供了数据基础。

一、R&D 资本存量核算的理论框架

R&D 资本存量核算是将各期 R&D 固定资本形成总额 (即 R&D 投资) 累积起来, 形

^① 美国 BEA 官方网站给出 R&D 卫星账户及企业、政府部门详实的 R&D 资本相关数据, <https://www.bea.gov/national/newinnovation.htm>。

成研发资产（代表知识存量）的过程。目前，用户仍无法获取中国各行业 R&D 投资数据，只能将 R&D 经费内部支出^①调整为国民经济核算体系中的 R&D 投资后，再估算 R&D 资本存量。如图 1，R&D 资本存量核算包含两个基本步骤。第一步是将 R&D 经费内部支出转化为 R&D 固定资本形成总额的 R&D 资本化过程，是 R&D 资本存量核算的必要和关键步骤，测算的 R&D 投资结果直接影响 R&D 资本存量核算结果。第二步是使用 PIM 方法，通过设定初始资本存量、资产价格指数及折旧率，将各期 R&D 投资积累形成 R&D 资本存量。

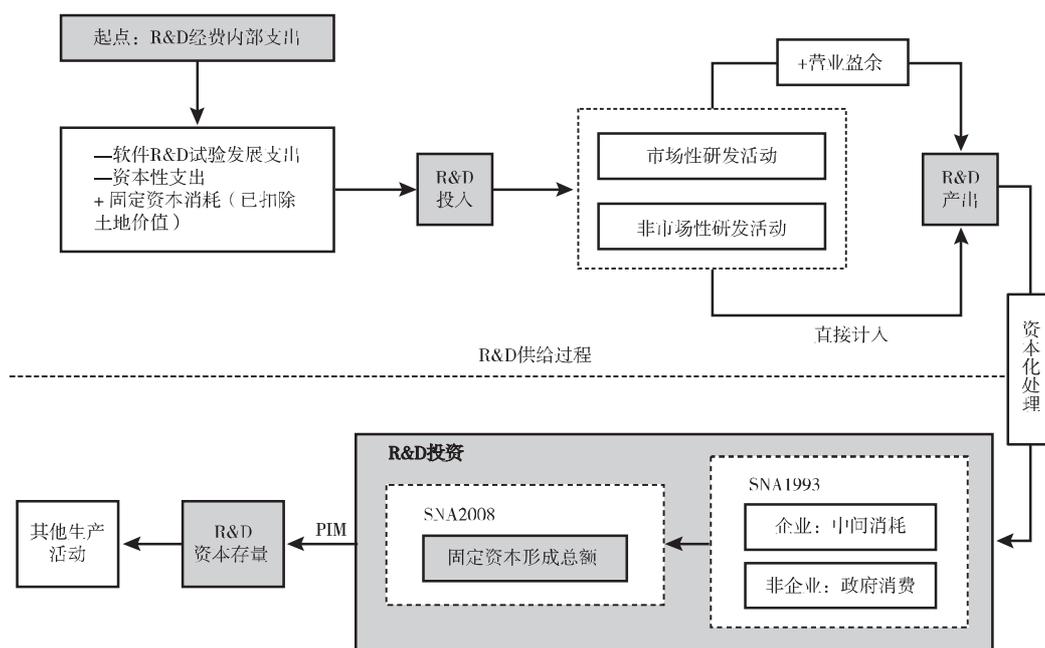


图 1 国民经济核算体系下的 R&D 资本存量核算框架

1. R&D 支出的资本化过程

将 R&D 经费内部支出转化为 R&D 投资的 R&D 资本化过程，需经过国民经济核算体系下的 GDP 核算平台实现。运用国民核算账户中的“供给—使用”核算思想，可将 R&D 资本化过程分为两个阶段。第一阶段，从 R&D 供给角度看，R&D 产出如何生产出来的，这包含了两个步骤，即由 R&D 经费内部支出转化为 R&D 活动投入，再由 R&D 活动投入转化为 R&D 产出；第二阶段，从 R&D 使用角度，将 R&D 产出资本化为 R&D 投资的过程，如图 1 所示。

R&D 活动投入与 R&D 经费内部支出的最大区别在于，其内涵的记录原则是权责发生制，而 R&D 经费内部支出使用的是现金收付制（高敏雪，2017）。按照权责发生制，R&D

^① R&D 经费内部支出是调查单位在报告年度用于内部开展 R&D 活动的实际支出；R&D 经费外部支出指单位委托或境内单位合作开展研发活动而支付的费用。一个单位的研发经费外部支出，即为相关单位的研发经费内部支出。为避免重复计算，衡量研发经费规模和研发支出资本化核算，都是使用研发经费内部支出（许宪春和郑学工，2016）。概念来源于《中国科技统计年鉴（2016）》的指标解释。

经费内部支出的日常性支出^①可以直接作为 R&D 活动投入的组成部分；R&D 经费内部支出中的资本性支出需转化为固定资本消耗（代表当期研发活动过程中消耗的固定资产价值）后，方可计入 R&D 活动投入。此外，因 SNA 已将软件产品作为另一类知识产权产品处理，应将软件研发费用从 R&D 经费内部支出中扣除，以避免软件产品重复计算。

R&D 活动投入与 R&D 产出的最大区别是 R&D 产出中包含了营业盈余。就研发活动而言，相当部分是以非市场化形式发生的，如政府、大学和非营利性研究机构等进行的研发活动以及企业自给性生产的研发活动，由于本身不存在市场价格，从而没有营业盈余，所形成的研发产品应以发生的总成本估价。就市场性研发活动而言，企业等市场生产者自身利益从事的研发活动形成的研发产品，原则上应按其被商业转包所应支付的市场价格估价（联合国等，2012）。但在实际操作中，难以直接获取研发产品的市场价值，一般仍按生产总成本估价。

R&D 产出之所以能转化为 R&D 投资，是因为 SNA2008 将 R&D 资产作为知识产权产品的一种，纳入固定资产范围内。SNA1993 中，企业部门的 R&D 活动产出作为中间消耗处理，政府等非企业部门的 R&D 活动产出计入政府最终消费。SNA2008 指出，R&D 产出通常视为资本形成总额，除非这项活动明确不会给其所有者带来任何经济利益，在这种情况下它被作为中间消耗处理（联合国等，2012）。但从各国实践来看，一般会将所有研发活动产出都视为固定资本形成总额予以资本化处理（高敏雪，2017），包括未成功的研发活动产生的费用及非市场性研发活动。若将未成功的研发活动剔除，也会低估研发活动的总成本。

2. R&D 资本存量计算方法

R&D 资本存量核算方法阐释运用 PIM 方法将 R&D 投资转化为 R&D 资本存量的过程，涉及到对 R&D 初始资本存量估算、R&D 资产价格指数估算以及 R&D 资产折旧率估算。

(1) R&D 资本存量核算基本方法。本文采用美国 BEA 关于 R&D 资本存量核算方法（Sliker, 2007），对当期年中的 R&D 投资进行折旧处理，即 R&D 资本的折旧额不仅包括 $t-1$ 期的资本存量折旧额，还包括第 t 期投资量的折旧额，用公式表示为：

$$A_t = A_{t-1} - D_t + I_t = (1 - \delta) A_{t-1} + \left(1 - \frac{1}{2}\delta\right) I_t \quad (1)$$

其中， A_t 和 A_{t-1} 分别表示 t 期和 $t-1$ 期不变价年末资本存量， I_t 表示 t 期投资的实际流量， $D_t = \delta\left(A_{t-1} + \frac{1}{2}I_t\right)$ 表示 t 期的实际折旧额， δ 表示 R&D 资本折旧率。

(2) 初始资本存量测算方法。初始资本存量是所测时间序列初始年份的资本存量，通过初始年份的投资额、资本存量增长率及折旧率计算得到。推导过程如下：

由式 (1) 得： $A_t - A_{t-1} = \left(1 - \frac{1}{2}\delta\right) I_t - \delta A_{t-1}$ ，两边同时除以 A_{t-1} ，得：

$$g_A = \left(1 - \frac{1}{2}\delta\right) \cdot I_t / A_{t-1} - \delta \quad (2)$$

^① 根据《中国科技统计年鉴》，R&D 经费内部支出按支出用途分为日常性支出和资本性支出，其中，日常性支出是为开展 R&D 活动发生的人员劳务费以及各项管理费用和购买非资产性的材料、物资费用等日常支出；资本性支出是为开展 R&D 活动而进行建造、购置、安装、改建、扩建固定资产以及进行设备技术改造和大修理等实际支出的费用。

其中, $g_A = \frac{A_t - A_{t-1}}{A_{t-1}}$ 表示 t 期的资本存量的增长率, 则有:

$$A_{t-1} = \left(1 - \frac{1}{2}\delta\right) \cdot I_t / (g_A + \delta) \quad (3)$$

由式 (3), 各行业部门初始资本存量计算, 需要各行业部门资本存量的增长率及其 R&D 资产的折旧率。Griliches 认为, 在合理条件下, 资本存量增长率用投资增长率进行替代, 并使用线性回归方法估算投资增长率 (Griliches, 1980), 如式 (4) 所示:

$$\ln I_t = b + mt + \epsilon_t \quad (4)$$

其中, $\ln I_t$ 为投资对数序列, t 为时间序列, b 为常数项, m 为估算参数, ϵ_t 为随机误差项, 则有 $d \ln I_t / dt = m$, 从而投资增长率 g_I 表示为:

$$g_I = e^m - 1 = g_A \quad (5)$$

(3) R&D 资产价格指数估算方法。R&D 资产价格指数是用于计算不变价 R&D 投资、资本存量的价格缩减指数。基于 SNA2008 的 GDP 核算框架, 本文编制 R&D 生产过程投入加权价格指数作为 R&D 资产价格指数。因 Fisher 指数具有自对偶性, 满足要素逆检验 (蒂莫西·J. 科埃利等, 2008), 编制的 R&D 加权投入价格指数采用 Fisher 链式加权价格指数方法计算, 如式 (6) 所示:

$$P_s^F = \sqrt{P_s^L \times P_s^P} = \sqrt{\left(\sum_{m=1}^M \frac{p_{ms}}{p_m} \times \omega_{ms}\right) \times \left(\frac{1}{\sum_{m=1}^M \frac{p_{ms}}{p_m} \times \omega_{ms}}\right)} \quad (6)$$

其中, P_s^L 表示以基期 s 的数量作为权数的 Laspeyres 价格指数, P_s^P 表示以现期 t 的数量作为权数的 Paasche 价格指数。 p_{mt} 表示 t 期投入 R&D 生产过程的第 m 类生产投入要素的价格, $\omega_{ms} = p_{ms} q_{ms} / \sum_{m=1}^M p_{ms} q_{ms}$ 代表 t 期投入 R&D 生产过程的第 m 类生产投入要素的支出占总支出的比例。

(4) 分行业 R&D 资本折旧率估算方法。R&D 资本折旧率是 R&D 资本存量测算不可或缺的变量。生产函数法作为 BEA 推荐的分行业 R&D 资本折旧率估算方法 (Li, 2016), 并不适用于中国。原因在于官方并未提供行业层面连续年份的 R&D 资本投资数据, 无法计算各行业 R&D 资本的投资增长率。若以生产函数法测算行业 R&D 资本折旧率, 则计算的行业 R&D 资本折旧率接近于零。显然, 这与中国技术创新水平不符。本文按照建筑、设备等实物资本计算折旧率方法, 利用资产退役时残值率和资产服务年限期望值估算不同行业 R&D 资本折旧率 δ , 如式 (7) 所示:

$$\delta_k = 1 - (d_k)^{\frac{1}{L_k}} \quad (7)$$

δ_k 、 d_k 与 L_k 分别是 k 类资产折旧率, 残值率和服务年限期望值, 残值率是资产退役时残留价值占资产总价值的比率。

二、中国 R&D 资本存量核算的数据来源和处理

1. 行业层面 R&D 资本投资序列的测算

R&D 资本投资数据是测算 R&D 资本存量的基础和关键数据, 历年 R&D 投资量的规模大小决定了 R&D 资本存量的规模大小。根据上文给出的 R&D 资本化核算思路(见图 1), 测算行业层面 R&D 投资序列需要各行业 R&D 经费内部支出数据、固定资本消耗、软件产品的 R&D 试验支出及 R&D 价格指数数据。

(1) 行业层面 R&D 经费内部支出数据的获取。获取行业层面 R&D 经费内部支出数据是 R&D 资本存量核算的起点。官方公布的 R&D 经费内部支出数据包括:《中国科技统计年鉴》提供 1990~2015 年按支出用途分类的全国 R&D 经费内部支出数据以及 2004~2015 年按支出用途分类的 38 个分行业大类工业企业 R&D 经费内部支出数据;《第二次全国 R&D 资源清查资料汇编》(2009 年)提供 2009 年按支出用途分类的 14 个行业门类和 74 个行业大类的 R&D 经费内部支出数据;《全国 R&D 资源清查综合资料汇编》(2000 年)提供按支出用途分类的 2000 年 11 个门类 R&D 经费内部支出数据。

行业层面 R&D 资本存量测算需要各行业连续年份的 R&D 经费内部支出数据,《全国 R&D 资源清查综合资料汇编》(2000 年)仅提供 11 个门类 R&D 经费内部支出数据,因此本文预估算 1990~2015 年按门类划分的不同行业 R&D 资本存量。现有 R&D 经费内部支出数据存在两个问题:一是行业分类口径不一致的问题;二是缺失数据的问题。《全国 R&D 资源清查综合资料汇编》(2000 年)按照国民经济行业分类(GB/T4754-1994)获取调查数据,《第二次全国 R&D 资源清查资料汇编》(2009 年)则按照国民经济行业分类(GB/T4754-2002)获取调查数据,本文根据国民经济行业分类(GB/T4754-2002)和国民经济行业分类(GB/T4754-1994)将上述两次调查资料中的行业门类数据合并为 8 大类^①,以确保行业分类数据口径的一致性。根据 2000 年和 2009 年数据,计算 2000~2009 年这 8 大门类的 R&D 经费内部支出与资本性支出的年均增长率,以此推算缺失数据,即除 2000 年和 2009 年外,其他年份各行业门类 R&D 活动经费内部支出及资本性支出数据。推算依据是:1990~2015 年,全国 R&D 经费内部支出增长率具有平稳性,增长率维持在 1%~3%之间。工业 R&D 经费内部支出增长率在 1%~4%。可认为其他行业的 R&D 经费内部支出、资本性支出的增长率也具有平稳性。

根据 2000 年和 2009 年数据估算的各行业门类 R&D 活动经费内部支出之和与《中国科技统计年鉴》(1991~2016 年)提供的全国 R&D 活动经费内部支出不符,需要对估算的各行业门类的 R&D 活动经费内部支出和资本性支出数据进行修正:工业 R&D 经费内部支出、资本性支出数据根据工业分门类 R&D 活动的相关数据进行修正;加总各行业门类估算值得到全国 R&D 活动经费内部支出估算值,并计算各行业门类估算值所占比例;将全国 R&D 活动经费内部支出估算值与实际值间的差值按此比例进行行业分配,使得各行业

^① 八大类分别为:农、林、牧、渔业;采矿业;制造业;电力、燃气及水的生产和供应业;建筑业;交通运输、仓储、通信及租赁服务业;科研、技术服务和公共设施管理业;教育、卫生、文化、体育业。对比第一次和第二次全国 R&D 资源清查资料汇编所涉及的行业分类,本文进行了如下处理:将交通运输、仓储和邮政业(F)、信息传输、计算机服务和软件业(G)、金融业(J)及租赁和商务服务业(L)合并,简称为交通运输、仓储、通信及租赁服务业;将科学研究、技术服务和地质勘查业(M)、水利、环境和公共设施管理业(N)合并,简称为科研、技术服务和公共设施管理业;将教育、卫生、社会保障和社会福利业以及文化、体育和娱乐业合并,简称教育、卫生、文化、体育业。

R&D 活动经费内部支出估算值之和等于实际值。

(2) 行业层面固定资本消耗的测算。本文运用 PIM 方法计算历年 R&D 资本性支出所形成的固定资本存量,进而计算固定资本消耗。步骤如下。第一,利用《中国统计年鉴(2016)》中固定资产投资价格指数序列(上年=100)缩减历年各行业 R&D 资本性支出序列。第二,以建筑安装工程、设备工器具购置及其他资产在全社会固定资产投资中的占比为权重,加权各类资产折旧率得到 R&D 资本性支出的综合折旧率。各类型资产折旧率根据各资产服务年限期望值及其残值率计算,如式(7)所示。由《固定资产折旧年限表》^①,建筑物的使用年限范围为 28~38 年,设备使用年限范围为 10~17 年,经济林木及产役畜使用年限为 10~23 年。其他研究者一般假定中国建筑、设备和其他资产使用年限分别为 38 年、16 年和 20 年(蔡跃洲和张钧南,2015)。结合《固定资产折旧年限表》规定,本文假定中国建筑、设备和其他资产使用年限分别 38 年、16 年和 20 年。中国法定的固定资产残值率为 3%~5%,本文取其中间值 4%,则折旧率分别为 8.12%、18.22%、14.87%,计算的综合折旧率为 11.33。第三,由式(2),实物资本的初始资本存量计算公式可表示为 $A_{t-1} = I_t / (g_A + \delta)$ 。其中, g_A 为投资增长率,用 2000~2009 年各行业资本性支出的年均增长率代替, δ 为综合折旧率。第四, PIM 计算资本性支出的固定资本存量。计算公式为: $A_t = I_t + (1 - \delta) A_{t-1}$,其中, A_t 为 t 期资本存量, I_t 为 t 期投资。由此,各行业固定资本消耗等于各行业固定资本存量与综合折旧率的乘积。

(3) 软件产品的 R&D 试验支出测算及剔除。从 GDP 核算角度看,软件产品作为另一类知识产权产品,其 R&D 支出已计入 GDP 了,应将重复的软件研发部分扣除(许宪春和郑学工,2016)。江永宏和孙凤娥(2016)将《2009 年第二次全国 R&D 资产清查资料汇编》中软件业的试验发展支出作为需要扣减的软件产品的研发经费支出,并用 2009 年软件业的试验发展支出占企业 R&D 经费支出的比例推算其他年份软件产品的试验发展支出,这暗含了软件业的试验发展支出与企业 R&D 经费支出增长率一致的假设。本文利用《中国电子信息产业统计年鉴(软件篇)》提供的软件产品行业的研发经费增长率,推算 1990~2015 年 R&D 中软件业的试验发展支出,并将其从信息传输、计算服务和软件业的 R&D 经费内部支出中剔除。

(4) R&D 资产价格指数测算。本文基于 R&D 生产过程投入的加权价格指数,采用 Fisher 链式加权价格指数方法计算 R&D 资产价格指数,如式(6)所示。这基于两点:第一, R&D 投资序列是由 R&D 经费内部支出数据转化得到,使用按支出用途划分的各类型研发经费内部支出价格指数与本文 R&D 资本化核算构建过程相符;第二,从中国现存数据情况来看,缺乏 R&D 密集型行业的产出时间序列数据,因此从投入角度而非产出角度测算 R&D 投资价格指数更具可行性。

R&D 经费内部支出按支出用途分为日常性支出和资本性支出,由此, R&D 资产价格指数由中间消耗缩减指数、劳动报酬缩减指数和固定资产折旧缩减指数加权平均得到,权重为各类支出占 R&D 经费内部支出的比例。中间消耗缩减指数反映的是生产 R&D 所使用的非资产性材料、物资的实际费用,用工业生产者购进价格指数代替。为得到实际人员劳务费,国家统计局在计算平均实际工资指数使用城镇居民消费价格指数进行缩减,因此,本文

^① 2008 年 1 月 1 日起实施的新《中华人民共和国企业所得税法实施条例》中的《固定资产折旧年限表》规定了 19 个产业门类下的建筑、通用设备及专用设备的使用年限。

的劳动报酬缩减指数使用城镇居民消费价格指数替代。固定资产折旧价格指数用固定资产投资价格指数进行替代。

(5) 行业层面 R&D 资本投资序列测算结果的检验分析。从整理的各行业 R&D 经费内部支出中扣减各行业资本性支出,并剔除信息传输、计算服务和软件业中的软件产品的 R&D 经费支出;进一步地,通过构建的 R&D 资产价格指数缩减调整后的各行业 R&D 经费内部支出,并加上各行业固定资本消耗,得到各行业 R&D 投入。中国企业以自给性研发为主,按照投入成本估价方法,各行业 R&D 投入即为 R&D 产出。由图 1 所示的 R&D 资本化核算框架,本文将测算的全部 R&D 活动产出均视为 R&D 资本投资予以资本化处理,未剔除不成功的研发活动,测算结果如表 1 所示。

表 1 1990~2015 年行业层面 R&D 资本投资时间序列(现价) (单位:亿元)

年份	农、林、牧、渔业	采矿业	制造业	电力、燃气及水的生产和供应业	建筑业	交通运输、仓储、通信及租赁服务业	科研、技术服务和公共设施管理业	教育、卫生、文化、体育业	汇总值	全国总体值
1990	4.78	2.11	18.11	0.21	0.07	0.17	65.84	11.88	103.17	103.46
1991	6.62	2.34	8.96	0.06	0.21	3.37	85.98	16.88	124.42	124.68
1992	6.55	1.30	9.97	0.15	0.27	3.50	97.18	19.89	138.80	139.03
1993	5.93	1.84	9.37	0.07	0.32	3.45	94.18	20.17	135.33	135.53
1994	5.55	4.85	42.67	0.81	0.41	4.34	88.92	20.10	167.64	167.83
1995	6.79	6.82	88.81	1.60	0.76	6.53	128.14	30.45	269.91	270.07
1996	7.36	8.46	107.30	2.81	1.16	8.19	159.26	39.68	334.21	334.35
1997	8.18	9.74	121.00	3.95	1.84	10.59	205.88	53.83	415.00	415.13
1998	8.64	10.94	139.93	4.22	2.69	13.79	237.22	65.24	482.66	482.77
1999	9.28	13.14	174.39	5.47	4.00	18.06	281.09	81.31	586.73	586.83
2000	7.52	20.49	369.83	10.29	4.21	16.28	239.04	72.82	740.48	740.57
2001	9.93	19.01	299.16	11.62	8.06	27.99	361.70	116.05	853.50	853.58
2002	11.05	21.65	411.40	11.86	12.33	37.91	441.32	148.75	1096.28	1096.35
2003	10.88	26.11	531.55	11.26	16.25	43.21	467.75	165.38	1272.39	1272.45
2004	9.53	40.82	840.30	13.37	19.09	42.87	436.08	164.12	1566.18	1566.24
2005	11.94	42.90	990.07	11.10	33.37	67.51	612.00	241.69	2010.58	2010.63
2006	12.26	52.74	1330.74	14.39	46.43	80.21	680.64	283.83	2501.23	2501.28
2007	12.45	72.39	1748.80	18.54	63.76	94.20	746.45	329.06	3085.66	3085.70
2008	10.14	97.21	2493.76	27.03	68.61	62.61	625.93	296.56	3681.86	3681.89
2009	14.12	167.16	3522.68	34.28	131.90	139.14	1011.53	491.08	5511.90	5511.93
2010	16.56	185.76	3333.39	31.01	211.03	200.99	1314.50	668.69	5961.93	5961.95
2011	13.43	221.39	4886.88	40.32	221.72	138.80	1145.87	604.26	7272.68	7272.70
2012	14.49	268.39	6410.94	49.55	326.38	176.04	1345.86	752.13	9343.77	9343.79
2013	14.47	267.89	7488.47	60.33	438.45	240.43	1463.54	859.94	10833.52	10833.54
2014	13.57	267.95	8416.95	66.64	547.67	224.51	1487.52	916.45	11941.27	11941.29
2015	13.49	250.06	9435.54	84.85	728.62	291.03	1639.93	1047.73	13491.25	13491.26

资料来源:作者计算。

从逻辑上, 各行业 R&D 投资汇总值应与全国 R&D 投资总值基本一致。由表 1 数据, 本文测算的历年行业层面的 R&D 资本投资的汇总值略低于全国 R&D 资本投资数据, 两者差额由 1990 年的 0.3 亿元缩小到 2015 年的 0.01 亿元, 基本保持一致。这在一定程度上保证了本文测算的行业层面 R&D 资本投资序列的准确度。

为进一步验证本文测算结果的合理性, 将本文测算的各行业 R&D 资本投资汇总值与国家统计局及江永宏和孙凤娥 (2016) 测算的全国 R&D 资本投资序列进行比较, 如图 2 所示。

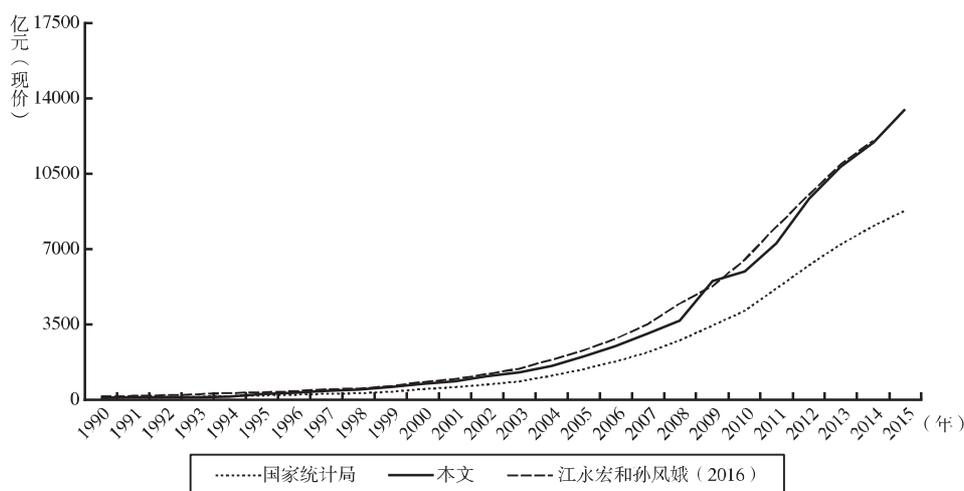


图 2 1990~2015 年全国 R&D 资本投资序列的比较

注: 国家统计局数据来源于《国家统计局关于改革研发支出核算方法修订国内生产总值核算数据的公告》中改革研发支出核算方法前后的 GDP 数据变化值。

图 2 显示, 本文测算的全国 R&D 投资序列与江永宏和孙凤娥 (2016) 一文中的测算结果差别不大。与之测算方法、参数选择对比后, 结论如下。第一, 生产税净额及资本回报处理对 R&D 投资序列测算结果影响不大。生产税净额及资本回报处理针对的是以销售为目的的研发活动; 而在中国, 企业自产自用的研发活动占主导地位, 用于销售目的的研发活动仅占很少一部分, 因此对 R&D 投资序列影响不大。中国官方并未公开 R&D 销售的相关数据, 以全社会投资的平均回报率估算 R&D 资本回报率, 可能造成数据失真。第二, R&D 资产的进出口的处理对 R&D 投资序列测算结果影响不大。中国研发产品的进出口规模较小, 同时分行业研发产品进出口数据资源匮乏 (许宪春和郑学工, 2016), 因此本文研发资本化核算过程未考虑研发产品进口和出口的问题。

本文测算全国 R&D 投资序列显著高于国家统计局的测算结果, 可能原因在于: 第一, 按照“能否为所有者带来经济利益”的原则, 国家统计局在 R&D 资本化过程中, 或可能仅就一部分研发活动计算了产出并纳入固定资产形成总额 (高敏雪, 2017), 而本文计算了所有研发活动的产出, 均视为资本形成予以资本化处理, 以给出研发活动的总规模; 第二, 本文在几何效率递减模式假设下, 使用 PIM 计算固定资产消耗, 而国家统计局采用会计上的直线折旧模式计算固定资产消耗。

2. 行业层面 R&D 资本存量的测算

(1) 初始资本存量的测算。由式 (3), 为测算各行业 R&D 初始资本存量, 除各行业基

年 R&D 资本的投资数据外,还需要各行业 R&D 资本的投资增长率及折旧率。由式 (4),本文测算了各行业投资增长率,如表 2 第三列所示。从一元线性回归拟合结果看,除农林牧渔业外,其他行业均通过了显著性检验及拟合优度检验。农、林、牧、渔业的投资增长率使用 2000~2009 年的 R&D 经费内部支出年均增长率代替,为 0.065。

表 2 R&D 资本投资增长率测算及其检验结果

行业分类	R&D 经费内部支出 年均增长率	系数 m	R&D 投资 增长率	P 值	调整的 R^2
农、林、牧、渔业	0.065	-0.005	0.065	0.1391	0.062078
采矿业	0.242	0.177	0.194	0.0000	0.969291
制造业	0.258	0.241	0.273	0.0000	0.969690
电力、燃气及水的生产和供应业	0.122	0.212	0.236	0.0000	0.839094
建筑业	0.432	0.312	0.366	0.0000	0.994092
交通运输、仓储、通信及租赁服务业	0.277	0.159	0.172	0.0000	0.911286
科研、技术服务和公共设施管理业	0.167	0.091	0.095	0.0000	0.941719
教育、卫生、文化、体育业	0.222	0.140	0.150	0.0000	0.974432
全国	0.231	0.201	0.223	0.0000	0.997236

注: R&D 经费内部支出年均增长率,根据 2000 年和 2009 年各行业 R&D 经费内部支出数据计算得到; m 值是根据式 (4) 使用 Eviews 拟合的关于 t 的一元线性方程得到; R&D 投资增长率根据式 (6) 计算得到。

(2) R&D 资本折旧率估算。由式 (7),要测算 R&D 资本折旧率,需得到各行业 R&D 资本的服务年限期望值及残值率。OECD 和欧盟统计局建议,理论上应通过调查分析确定每类资产的使用寿命,若无可用信息,研发资产的预期使用寿命可定为 10 年(许宪春和郑学工,2016)。《中华人民共和国企业所得税法实施条例》(国务院令 512 号,2007 年 11 月 28 日发布)第六十七条规定“无形资产按照直线法计算的摊销费用,准予扣除;无形资产的摊销年限不得低于 10 年”。根据国际组织经验与中国的实际情况,若将各行业无形资产的服务年限期望值定为 10 年,残值率取值 10%^①,由式 (7),R&D 折旧率为 20.6%。据此,由各行业 R&D 投资增长率及折旧率数据,计算得到各行业以 1990 年作为初始年份的 R&D 初始资本存量。

三、中国行业层面 R&D 资本存量测算结果检验与分析

将上文测算的分行业初始资本存量和折旧率代入式 (1),测算 1990~2015 年中国行业层面 R&D 资本存量,结果如表 3 所示。

1. 行业层面 R&D 资本存量测算结果的比较与检验

与计量分析中的检验方法不同,现有研究文献一般采用对比方法进行测算结果的检验,如张军和章元(2003)、张军等(2004)、江永宏和孙凤娥(2016)等,均将其测算结果与其他学者的测算结果进行对比;另,杨林涛等(2015)通过比较分类型 R&D 资本存量汇总值与全国总体 R&D 资本存量之间的差额进行准确性检验。本文拟采用上述两种方法对分行业 R&D 资本存量的测算结果进行检验。

^① 国家统计局国民经济核算司 GDP 生产核算处按照直线折旧模式,将 R&D 资本折旧率定为 10%,使用年限为 10 年,即残值率为 10%。

表 3 1990~2015 年分行业 R&D 资本存量 (现价) (单位: 亿元)

年份	农、林、牧、渔业	采矿业	制造业	电力、燃气及水的生产和供应业	建筑业	交通运输、仓储、通信及租赁服务业	科研、技术服务和公共设施管理业	教育、卫生、文化、体育业	汇总值	全国总体值	江永宏和孙凤娥 (2016)
1990	4.46	2.24	16.65	0.57	0.52	0.48	59.30	10.96	95.17	93.19	721.81
1991	9.48	3.88	21.27	0.51	0.60	3.40	124.24	23.85	187.22	185.89	800.82
1992	13.40	4.25	25.83	0.54	0.72	5.84	185.88	36.79	273.24	272.39	909.09
1993	15.96	5.03	28.93	0.49	0.86	7.73	232.15	47.32	338.45	337.96	1099.26
1994	17.66	8.34	61.26	1.11	1.05	10.04	264.18	55.62	419.25	419.02	1381.85
1995	20.12	12.74	128.34	2.32	1.51	13.83	324.80	71.50	575.17	575.13	1616.62
1996	22.58	17.71	198.21	4.36	2.24	18.33	400.88	92.39	756.72	756.82	1757.19
1997	25.28	22.81	266.00	7.01	3.43	24.06	503.14	121.68	973.41	973.60	1993.91
1998	27.84	27.93	336.83	9.35	5.14	31.48	612.48	155.19	1206.23	1206.49	2161.12
1999	30.43	33.97	424.01	12.33	7.67	41.21	738.69	196.22	1484.54	1484.83	2409.58
2000	30.92	45.36	668.60	19.03	9.87	47.35	801.22	221.20	1843.54	1843.86	2932.46
2001	33.47	53.09	799.49	25.54	15.07	62.72	960.93	279.82	2230.11	2230.43	3416.07
2002	36.50	61.59	1004.15	30.93	23.03	83.83	1159.23	355.72	2754.98	2755.30	4047.96
2003	38.75	72.35	1274.51	34.67	32.87	105.35	1340.46	430.93	3329.90	3330.21	4963.33
2004	39.34	94.09	1766.27	39.54	43.23	122.14	1456.00	489.55	4050.16	4050.45	6433.41
2005	41.96	113.23	2291.25	41.36	64.28	157.59	1705.61	605.70	5020.98	5021.25	7877.24
2006	44.33	137.26	3013.90	45.76	92.72	197.14	1965.45	735.76	6232.32	6232.58	9688.92
2007	46.38	173.98	3962.98	52.98	130.85	241.11	2230.90	879.66	7718.85	7719.09	11822.83
2008	45.94	225.40	5385.22	66.34	165.49	247.70	2333.63	964.80	9434.54	9434.76	15081.30
2009	49.16	329.01	7438.06	83.45	249.80	321.59	2761.18	1206.95	12439.20	12439.40	17184.08
2010	53.91	428.00	8898.86	94.11	387.75	435.76	3372.61	1558.64	15229.63	15229.82	21468.48
2011	54.87	538.59	11452.95	110.93	506.92	470.66	3706.99	1780.19	18622.11	18622.28	27051.48
2012	56.58	668.61	14849.07	132.57	695.48	531.79	4152.02	2088.84	23174.96	23175.11	31865.31
2013	57.93	771.44	18513.42	159.43	945.80	638.12	4611.11	2430.74	28127.98	28128.11	37106.98
2014	58.18	853.17	22257.12	186.43	1242.62	708.31	4997.28	2753.01	33056.13	33056.25	42244.07
2015	58.32	902.04	26144.68	224.21	1640.74	823.73	5440.77	3126.78	38361.28	38361.39	—

注: 本表数据由作者计算。最后一列数据取自: 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 年第 7 期, 第 112~129 页。

(1) 理论上, 不同行业间 R&D 投资增长率及折旧率存在差异, 在行业层面 R&D 相关数据可得的情况下, 行业部门划分越细, 测算的 R&D 资本存量就越准确。本文测算的分行业 R&D 资本存量汇总值高于全国 R&D 资本存量总体值, 正是行业细分的结果, 不同行业投资增长率的差异引起资本存量增长的差异。行业的细分在一定程度上保证了本文测算的行业层面 R&D 资本存量的准确度。

(2) 测算的 R&D 资本存量序列不具有稳健性, 不同变量及方法的选取均会产生不一致的 R&D 资本存量测算结果。与江永宏和孙凤娥 (2016) 一文对比, 以下变量或方法是导致 R&D 资本存量波动的主要因素。第一, R&D 投资序列是影响 R&D 资本存量的关键变量。

由图2, 本文测算的 R&D 投资额相对较低, 年均 R&D 投资额低 178 亿元, 致使测算的 R&D 资本存量也较低。第二, 不同的 R&D 资本存量测算方法测算的 R&D 资本存量也不同。本文按照 BEA 方法, 不仅对上期 R&D 资本存量进行了折旧, 还对当期 R&D 投资进行了折旧, 而江永宏和孙凤娥 (2016) 使用的 Goldsmith 方法, 仅对上期资本存量进行折旧。第三, 选取的 R&D 投资序列初始年份不同会对早期 R&D 资本存量测算结果影响较大。本文以 1990 年 R&D 支出实际值估算初始年份资本存量; 江永宏和孙凤娥 (2016) 一文是以 1952 年 R&D 支出估算值测算资本存量, 因 R&D 服务年限期望值规定为 10 年, 按照 PIM 方法, 江永宏和孙凤娥 (2016) 一文 1990 年的资本存量由 1981~1990 年这 10 年估算投资序列决定。

2. 中美 R&D 资本存量的比较

本文按照美国 BEA 资本存量核算方法测算的 R&D 资本存量, 与 BEA 测算的 R&D 资本存量具有可比性。本文根据 2016 年国家统计局公布的改革研发支出核算方法前后的 GDP 数据变化值补充了 1952~1989 年的 R&D 投资序列, 重新测算了 1952~2015 年的全国 R&D 资本存量总量数据。从 BEA 网站获取 1961~2015 年美国 R&D 资本存量及 GDP 数据。本文就获取的 1961~2015 年两国 R&D 资本存量数据进行绝对值和相对值的比较, 如图 3 所示。

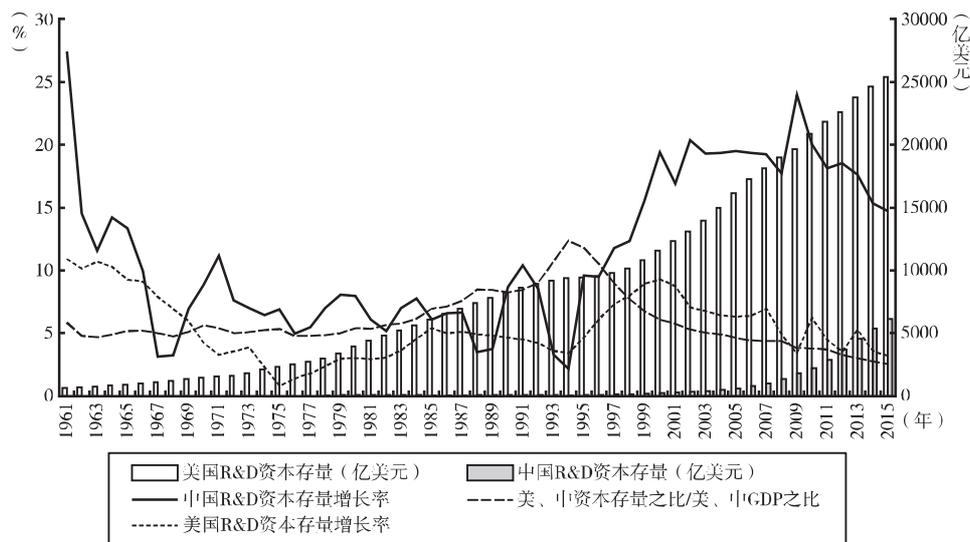


图 3 中国与美国 R&D 资本存量水平对比

注: 中国 R&D 资本存量相关数据由作者计算, 并通过中华人民共和国国家统计局网站获取的 1978~2015 年的人民币兑美元汇率, 将其转化为以美元为单位的资本存量。GDP 来自中华人民共和国国家统计局网站 (<http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>), 美国资本存量相关数据均来自于 BEA 网站 <https://www.bea.gov/national/FA2004/DownSS2.asp>。

从绝对值看, 1961~2015 年, 中国 R&D 资本存量远远低于美国 R&D 资本存量。至 2015 年, 中国 R&D 资本存量为 6159 亿美元^①, 美国 R&D 资本存量高达 25418 亿美元, 相当于美国 R&D 资本存量的 1/4。从相对值看, 本文计算了美国与中国 R&D 资本存量之比与 GDP 之比的比值, 用以反映相对于 GDP 差距, 两国 R&D 资本的差距。

^① 根据 2015 年人民币兑美元 (美元 = 100) 汇率 622.84 计算, 数据来源于中国国家统计局官网: <http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>。

由图 3, 根据两国资本存量差异水平变化, 以 1994 年为分界点分为两个阶段: 1994 年前, 相对于各年美、中两国的 GDP 差距, 美国与中国 R&D 资本存量差距呈现逐渐拉大趋势。这是因为 1994 年前, 中国 R&D 水平较低, 而美国 R&D 活动起步早, 自 1975 年后, 美国 R&D 资本存量稳步增长, 从 1975 年的 0.81% 增长到 1994 年的 3.43%。自 1994 年以后, 中国与美国 R&D 资本存量差距呈逐渐缩小趋势。中国 R&D 资本存量呈逐渐增长的变化趋势, 从 1994 年的 58.81 亿美元增长到 2015 年的 6159.2 亿美元, 年均增长率达 24.79%, 而美国 R&D 资本存量年均增长率仅为 4.86%。

3. R&D 资本存量的行业分布特点

根据表 3 分行业 R&D 资本存量数据, 本文计算了各行业 R&D 资本存量占全国 R&D 资本存量的比例情况, 如图 4 所示。

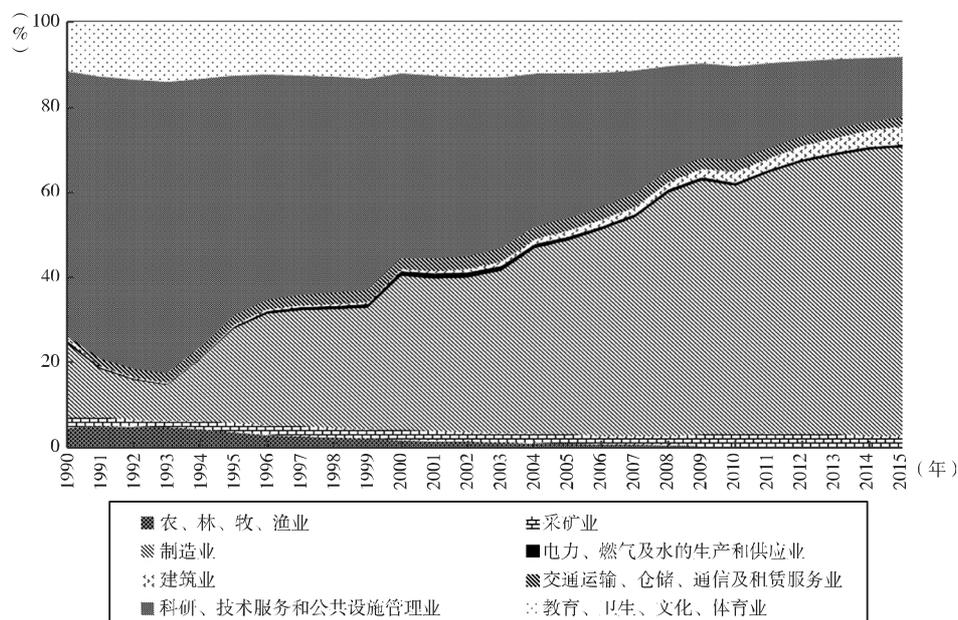


图 4 分行业 R&D 资本存量占全国 R&D 资本存量的比例

首先, 制造业 R&D 资本存量占全国资本存量的比例呈上升趋势, 从 1990 年的 17.49% 增长到 2015 年的 68.15%, 说明制造业是中国研发的主力 and 研发成果的主要应用领域。这与中国加快制造业转型升级的事实相符, 《中国制造 2025》正努力改变中国制造业“大而不强”的局面, 提升中国制造业在全球产业分工和价值链中的地位, 建成全球领先的技术体系和产业体系。其次, 科研、技术服务和公共设施管理业 R&D 资本存量占比呈逐年下降趋势, 原因是这些部门的 R&D 经费内部支出是政府属科学研究与技术开发机构、科学技术信息和文献机构的支出, 市场化经济体制下, 政府 R&D 研发支出正在逐步减少, 采取了多种税收优惠政策, 促进企业技术创新和科技进步。最后, 其他行业 R&D 资本存量占比基本保持不变。这或与服务业 R&D 经费内部支出数据统计范围有关, 统计范围主要以政府、高校为主, 可能未涉及服务业企业的 R&D 经费内部支出。

四、总结与存在的问题

目前中国面临“降速转档”的经济发展新常态，需借助研发创新形成经济增长的新动力（高敏雪，2017）。在此背景下，本文基于SNA2008的GDP核算框架，将R&D经费内部支出资本化为R&D投资，测算了中国1990~2015年8大行业门类的R&D资本存量，为分析行业层面技术进步与创新对经济增长的贡献提供实质性支撑。通过与其他研究的测算结果的比较分析，找出本研究中存在的不足之处及进一步研究内容。

1. 资本存量核算方法及数据结果说明

(1) 影响R&D资本存量测算结果的要素分析。第一，R&D投资数据是R&D资本存量测算的基础和关键数据，R&D投资量的规模大小决定了R&D资本存量的规模大小。本文测算的全国R&D投资序列，高于国家统计局测算的R&D投资，但低于江永宏和孙凤娥（2016）的测算结果。可能原因是本文按照几何效率递减的PIM计算固定资本消耗而非会计中的直线模式；出于数据可得性及中国企业自给自用研发支出占主导地位的实际情况考虑，本文未对生产税净额、资本回报以及进、出口进行处理。第二，R&D资本存量核算方法也是影响R&D资本存量测算结果的要素之一。本文参照BEA的R&D资本存量测算方法，不仅对上期R&D资本存量进行折旧，还对本期的部分R&D投资进行了折旧。这与Goldsmith仅对上期R&D资本存量进行折旧的方法相比，测算的R&D资本存量相对较低。

(2) 中国R&D资本存量现状。1990~2015年，中国R&D资本存量总额呈现不断增长的变化趋势，从1990年的93.19亿元增长到2015年的37425.73亿元，年均增长率达27.10%。与美国R&D资本存量相比：从绝对值看，1961~2015年，中国R&D资本存量远远低于美国R&D资本存量；但中国正处于R&D活动发展的高速增长期，自1994年后，中国R&D资本存量的年均增长率达24.79%，而美国R&D资本存量年均增长率仅为4.86%，中美两国R&D资本存量差距呈逐渐缩小趋势。不同行业R&D资本存量占全国R&D资本存量的比例呈现出不同的年变化趋势。其中，制造业R&D资本存量占比呈上升趋势，科研、技术服务和公共设施管理业R&D资本存量占比呈逐年下降趋势，其他行业基本R&D资本存量占比基本保持不变。这说明：中国制造业正努力从由劳动密集型向知识密集型转变；市场化经济体制下，政府部门R&D研发支出正在逐步减少；政府采取了多种税收优惠政策，促进各企业的技术创新和科技进步。

2. 研究中存在的问题

(1) 不同行业部门R&D经费内部支出存在的问题。第一，工业企业部门的历年R&D经费内部支出口径不一致。2011~2015年，《中国科技统计年鉴》提供了分行业工业企业规模以上企业^①的R&D经费内部支出数据；而1990~2010年，提供的是分行业大中型工业企业的R&D经费的相关数据。口径差异不会对全国R&D资本存量测算造成影响，但口径变化年份，可能会带来行业层面R&D资本投资序列的巨大波动。第二，除工业外，其他行业历年的R&D经费内部支出，由2000~2009年各行业R&D经费内部支出年均增长率估算得到。这可能无法体现各行业历年R&D支出增长率波动变化的实际情况。本文使用工业及全国R&D经费内部支出对其进行修正调整，测算出的各行业R&D投资及资本存量数据可以体现各行业创新水平。

^① 2010年，国家统计局将年主营业务收入2000万元及以上的工业企业定义为规模以上工业。

(2) R&D 资本折旧率估算方法有待于进一步改进。由于缺少详细的行业层面 R&D 经费内部支出数据, BEA 推荐使用的生产函数法, 暂不适用于中国行业层面 R&D 资本折旧率的测算。本文根据资产服务年限及残值率测算行业层面 R&D 资本折旧率, 体现不出不同行业 R&D 资本折旧率的差异, 有待于进一步改进。

参 考 文 献

- [1] Copeland A. M., Medeiros G. W., Robbins C. A., 2007, *Estimating Prices for R&D Investment in the 2007 R&D Satellite Account* [R], BEA Working Papers.
- [2] Eurostat, 2014, *Manual on Measuring Research and Development in ESA 2010* [M], Luxembourg: Eurostat Publishing.
- [3] Goto A., Suzuki K., 1989, *R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries* [J], *Review of Economics and Statistics*, 71 (4), 555~564.
- [4] Griliches Z., 1973, *Research Expenditures and Growth Accounting* [M], Palgrave Macmillan UK.
- [5] Griliches Z., 1979, *Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth* [J], *Bell Journal of Economics*, 10 (1), 92~116.
- [6] Griliches Z., 1980, *R&D and the Productivity Slowdown* [J], *American Economic Review*, 70 (2), 343~348.
- [7] Griliches Z., 1980, *Returns to Research and Development Expenditures in the Private Sector* [A], Kendrick J. W., Vaccara B. N. (eds.), in *New Developments in Productivity Measurement* [C], University of Chicago Press.
- [8] Huang N., Diewert E., 2011, *Estimation of R&D Depreciation Rates: A Suggested Methodology and Preliminary Application* [J], *Canadian Journal of Economics*, 44 (2), 387~412.
- [9] Kendrick J. W., 1973, *Postwar Productivity Trends in the United States, 1948~1969* [M], Columbia University Press.
- [10] Li W. C. Y., 2016, *Depreciation of Business R&D Capital* [R], BEA Working Papers.
- [11] Nadiri M. I., Schankerman M. A., 1981, *Technical Change, Returns to Scale, and the Productivity Slowdown* [J], *American Economic Review*, 71 (2), 314~319.
- [12] OECD, 2010, *Handbook on Deriving Capital Measures of Intellectual Property Products* [M], OECD Publishing.
- [13] Robbins C., Belay O., Donahoe M., Lee J., 2012, *Industry-level Output Price Indexes for R&D: An Input-cost Approach with R&D Productivity Adjustment* [R], BEA Working Papers.
- [14] Sliker B. K., 2007, *2007 R&D Satellite Account Methodologies: R&D Capital Stocks and Net Rates of Return* [R], BEA Working Papers.
- [15] 蔡跃洲、张钧南:《信息通信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年第12期。
- [16] 蒂莫西·J. 科埃利、D·S. 普拉萨德·拉奥、克里斯托德·J. 奥唐奈:《效率与生产率分析引论(第二版)》[M], 中国人民大学出版社, 2008。
- [17] 高敏雪:《研发资本化与 GDP 核算调整的整体认识与建议》[J],《统计研究》2017年第4期。
- [18] 何平、陈丹丹:《R&D 支出资本化可行性研究》[J],《统计研究》2014年第3期。
- [19] 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年第7期。
- [20] 李小胜:《中国 R&D 资本存量的估计与经济增长》[J],《中国统计》2007年第11期。
- [21] 联合国、欧盟委员会、经济合作与发展组织、国际货币基金组织、世界银行:《2008 年国民账户体系》[M], 中国统计出版社, 2012。

- [22] 王俊：《我国制造业 R&D 资本存量的测算（1998~2005）》[J]，《统计研究》2009年第4期。
- [23] 王孟欣：《我国区域 R&D 资本存量的测算》[J]，《江苏大学学报（社会科学版）》2011年第1期。
- [24] 魏和清：《SNA2008 关于 R&D 核算变革带来的影响及面临的问题》[J]，《统计研究》2012年第11期。
- [25] 吴延兵：《R&D 存量、知识函数与生产效率》[J]，《经济学（季刊）》2006年第3期。
- [26] 吴延兵：《用 DEA 方法评测知识生产中的技术效率与技术进步》[J]，《数量经济技术经济研究》2008年第7期。
- [27] 许宪春、郑学工：《改革研发支出核算方法更好地反映创新驱动作用》[J]，《国家行政学院学报》2016年第5期。
- [28] 杨林涛、韩兆洲、王昭颖：《多视角下 R&D 资本化测算方法比较与应用》[J]，《数量经济技术经济研究》2015年第12期。
- [29] 张军、吴桂英、张吉鹏：《中国省际物质资本存量估算：1952~2000》[J]，《经济研究》2004年第10期。
- [30] 张军、章元：《对中国资本存量 K 的再估计》[J]，《经济研究》2003年第7期。

Capital Stock Accounting of Research and Development at Chinese Industrial Level

Wang Yafei Wang Chunyun

(School of Statistics, Beijing Normal University)

Research Objectives: This paper measures Research and Development (R&D) capital stock with eight grand industries in China. **Research Methods:** This paper establishes a R&D-expenditure capitalized framework in line with the 2008 version of the System of National Accounts; it uses methods of R&D stock measurement developed by the Bureau of Economic Analysis of America to measure Chinese the R&D capital stock. **Research Findings:** China's R&D capital stock was less than a quarter of that of America from 1990 to 2015; however, since 1994, an annual average growth rate of China's R&D capital stock has been up to 17.06%, while that of America's capital stock 6.07% only, indicating a narrowing gap between the R&D capital stock of these two countries. The manufacturing industry has a upward trend from 17.41% in 1990 to 68.08% in 2015, which leads by the fact that China has accelerated the transformation and upgrading of the manufacturing industry during this period. **Research Innovations:** This paper gives a complete process of capitalized R&D expenditure, and measures R&D capital stock with eight grand industries in China for the first time. **Research Value:** To analyze the impact of technological progress on economic growth, this paper provides data sequence of R&D investment and capital stock at the industry level.

Key Words: Research and Development; R&D Capitalization; Capital Stock Accounting

JEL Classification: M41

(责任编辑:王喜峰)