

# 中国资本存量测算问题分析\*

郭文<sup>1</sup> 秦建友<sup>1</sup> 曹建海<sup>2</sup>

(1 中国社会科学院研究生院 102488; 2 中国社会科学院工业经济研究所 100044)

**内容摘要:** 资本存量作为宏观经济研究的关键指标,决定了相关实证研究的准确性,如资本回报率和全要素生产率的计算,而我国资本存量的核算结果差距较大。鉴于此,本文基于 OECD 资本核算手册,深入解析背后的逻辑和原因。研究发现:(1)核算资本存量需严格区分两组概念,其中资本存量净额和生产性资本存量的区分尤为重要;(2)资本存量的核算以间接核算法为主,永续盘存法在间接核算法中占据主流地位;(3)在永续盘存法的实际应用中,核算结果的精确性主要取决于两点:联合的退役模式和年龄—效率函数、四个核心指标。其中,确定联合的退役模式和年龄—效率函数主要采取两种相对合理的思路。在四个核心指标中,投资流量和投资价格指数的选取基本达成一致;选取足够长的时间序列可以有效地降低基期资本存量对资本存量核算结果的影响;重置率或折旧率对核算结果影响最大,选取颇具争议,常见的处理方法有两种。研究结论缩小了我国资本存量核算的误差范围,提高了后续相关实证研究的可靠性和国际可比性。

**关键词:** 资本存量 永续盘存法 退役模式 年龄—效率函数 四个核心指标

中图分类号:F823.5

文献标识码:A

文章编号:1005-1309(2018)12-0089-014

## 一、引言

资本存量是宏观经济研究中的重要指标,很多实证研究都依赖于资本存量数据,如资本回报率、全要素生产率(TFP)、经济增长等,资本存量数据的准确性决定了后续实证研究的可靠性。然而,资本存量的核算是统计学家所面临的最困难的任务(Hicks,1981),各国学者为此开展了大量的研究工作,其中美国和经合组织(OECD)的资本核算体系较为成熟。早期,在资本存量核算的实践中,经合组织定期公布其 10 个成员国的资本存量数据,但鉴于各成员国统计体系的差异性,经合组织自 1997 年以后不再定期公布这一数据。为指导其成员国资本核算工作的顺利开展,经合组织于 1997 年启动堪培拉回合<sup>①</sup>,着手起草资本核算手册,并于 2001 年正式出版。作为堪培拉回合成果的结晶,该手册基于永续盘存法(PIM)构建资本核算体系,保证了资本存量核算与资本流量核算的内在一致性,并且与修订后的国民账户体系(SNA2008)相一致,因而在国际上得到了较为

收稿日期:2018-10-28

\*基金项目:本文系中国社会科学院创新工程项目“传统产业转型发展问题研究”(批准号:GJSCX2017-02)阶段性成果之一。

作者简介:郭文(1987—),男,中国社会科学院研究生院,博士研究生,研究方向:工业投资和产业升级。秦建友(1976—),男,中国社会科学院研究生院,在职博士研究生,深圳微金汇众基金管理有限公司董事,研究方向:产业投资和产业升级。曹建海(1967—),男,中国社会科学院工业经济研究所,研究员,博士生导师,研究方向:工业投资和土地经济。

① 堪培拉回合包括三次年会和多次非正式会议。其中三次年会召开的时间和地点依次为:1997 年 3 月,堪培拉;1998 年 9 月,巴黎;1999 年 11 月,华盛顿。

广泛的应用。

但是,由于各国在统计体系和数据的可获得性、质量和时效性等方面存在差异,在资本核算的实践中,基于永续盘存法的官方资本核算主要呈现出四种版本<sup>①</sup>。相比之下,我国尚无官方统计数据,资本存量的核算工作主要集中在学术界开展。其中,具有代表性的研究有张军扩(1991)、Chow(1993)、黄勇峰等(2002)、张军和章元(2003)、薛俊波和王铮(2007)、单豪杰(2008)、蔡晓陈(2009)、徐杰等(2010)、孙琳琳和任若恩(2014)、陈昌兵(2014)、朱军和姚军(2017)等。令人遗憾的是,上述研究得到的资本存量数据差异较大,如张军和章元(2003)得到的我国 2000 年的资本存量(1952 年价)是徐杰等(2010)核算结果的 1.44 倍<sup>②</sup>。造成这种差异的主要原因有三点:一是混淆了资本存量的相关概念;二是采取的核算方法存在差异性;三是运用永续盘存法核算资本存量时,在资本品的退役模式、相对效率递减模式、四个核心指标的选取方面存在较大分歧。

鉴于此,本文基于经合组织的资本核算手册,深入剖析上述三点原因,旨在缩小我国资本存量核算的误差范围,提高后续相关实证研究的可靠性和国际可比性。需要指出的是,本文研究的资本属于狭义上的资本,即固定资本。文章剩余部分结构安排如下:第二部分重点区分资本存量的相关概念;第三部分以生产性资本存量为例,详细介绍永续盘存法及其应用过程中涉及的相关假设前提;第四部分重点分析我国已有资本存量核算研究;最后部分为主要结论。

## 二、资本存量的相关概念

资本核算的相关概念反映了资本的双重属性:财富属性和生产属性。在 SNA2008 中,资本存量总额和资本存量净额作为资产负债表的重要组成部分,体现资本的财富属性;而生产性资本存量为生产提供服务流量,反映资本的生产属性。

资本核算需要严格区分两组概念:资本存量总额和资本存量净额、资本存量净额和生产性资本存量。首先,资本存量总额指在某一时点上,由过去投资流量形成的且“作为新资产”的价格计算的固定资产存量(OECD,2001)，“作为新资产”的价格计算即按照同类新资产的价格进行计算,而不考虑存活资产的年龄和实际状况;资本存量净额指在某一时点上,以同类新资产的价格计算的资产价值,扣除那一时点累计的固定资产消耗或折旧的价值(OECD,2001)。由过去投资流量得到资本存量总额只需要考虑资本品的退役模式,而由过去投资流量得到资本存量净额则需要同时考虑资本品的退役模式和年龄—价格函数(如下图 1 所示);两者的联系在于资本存量净额是资本存量总额扣除折旧后的净值。

其次,生产性资本存量指根据资本品的生产效率损失进行调整后的资本存量总额,生产性资本存量是核算资本服务流量(即资本投入)的起点,假设前提是对某一类资本品而言,资本服务流量与生产性资本存量成正比。资本存量净额和生产性资本存量的区别主要有两点:一是核算路径不同,资本存量净额是在资本存量总额的基础上引入年龄—价格模式后的结果,而生产性资本存量则是引入年龄—效率模式后的产物<sup>③</sup>(如下图 1 所示);二是应用领域不同,如不同类型的资本存量净额可以直接加总进行资本回报率的测算,而不同类型的生产性资本存量以资本服务价格作为权重加总得到资本服务流量,进而估算全要素生产率。

在我国资本存量核算的实践中,只有少数文献对这两组概念进行了区分,如蔡晓陈(2009)、Wang & Szirmai(2009)、孙琳琳和任若恩(2014);多数研究混淆了资本存量净额和生产性资本存

① 四种版本对应的代表性国家分别为新加坡、法国、美国和澳大利亚。

② 张军和章元(2003)的核算结果为 74195 亿元(1952 年价),徐杰等(2010)的核算结果为 51844.5 亿元(1978 年价),为方便比较,作者利用价格指数将 1978 年价资本存量转换成 1952 年价资本存量。

③ 当且仅当资本品的相对效率几何递减时,资本存量净额和生产性资本存量相等,证明过程见本文第三部分。

量的概念,以资本存量笼统概之。由于资本存量净额和生产性资本存量在核算路径和应用领域等方面存在差距,两者的混淆必然会增大后续相关实证研究的误差范围。

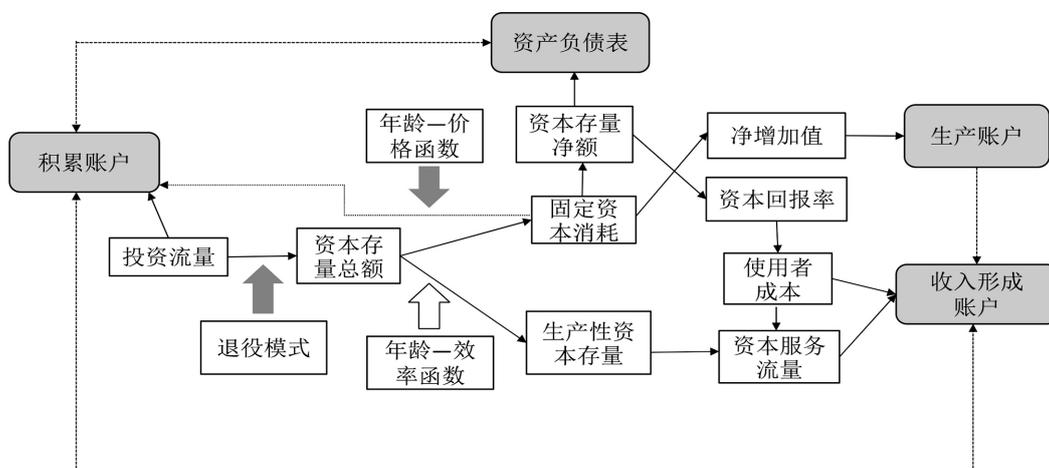


图 1 国民账户体系中的资本核算<sup>①</sup>

### 三、资本存量测算方法

资本存量的测算方法分为两种:直接调查法和间接核算法。采用直接调查法的国家很少,以韩国和荷兰为典型代表,其中韩国的国民财富调查尤为成功。尽管如此,资本存量的调查成本高、周期长,调查质量依赖于完备的基础统计,而且国家之间的差异性决定了调查方法的专用性。因此,大多数国家并没有开展定期的资本存量调查,而是采用间接核算法得到资本存量的数据。间接核算法以永续盘存法(Perpetual Inventory Method, PIM)为核心,永续盘存法在资本核算中占据主流地位,在国际上得到广泛的应用。

#### (一)永续盘存法

永续盘存法(PIM)由 Goldsmith (1951)首次提出,并开创性地应用于固定资本存量的核算。随后,Christensen & Jorgenson(1973)将资本品价格和资本租赁价格引入永续盘存法,形成数量和价格对偶体系,扩展了永续盘存法的功能;进一步地,Christensen et al. (1980)对扩展的功能进行检验和完善,使其成为资本核算的主流方法。

永续盘存法的基本原理是,资本存量是以不变价计量的过去投资流量的加权和,表达式为:

$$K_t = \sum_{\tau=0}^{\infty} \omega_{\tau} I_{t-\tau} \quad (1)$$

其中, $K_t$ 表示 $t$ 期资本存量, $I_{t-\tau}$ 表示 $\tau$ 年前的投资流量, $\tau$ 为资本品的役龄, $\omega_{\tau}$ 为加权重,表示役龄为 $\tau$ 的资本品的相对效率,其经济含义是旧资本品相对于新资本品的边际产出。通常假定 $\omega_{\tau}$ 满足如下关系:

$$\omega_0 = 1, \omega_{\tau} - \omega_{\tau-1} \leq 0, \omega_L = 0, (\tau = 1, 2, \dots, L) \quad (2)$$

即新资本品相对效率为1,退役后的资本品相对效率为0,且 $\omega_{\tau}$ 关于 $\tau$ 单调非增, $L$ 表示资本品的服务年限。为表示役龄为 $\tau$ 的资本品效率损失的比率,引入死亡率 $m_{\tau}$ ,则有:

$$m_{\tau} = \omega_{\tau-1} - \omega_{\tau} = -(\omega_{\tau} - \omega_{\tau-1}), (\tau = 1, 2, \dots, L) \quad (3)$$

<sup>①</sup> 图 1 展示了资本核算体系与国民账户体系的内在一致性,更多详细内容可参见 Jorgenson & Landefeld (2006)的研究成果。

$$\sum_{\tau=1}^L m_{\tau} = - \sum_{\tau=1}^L (\omega_{\tau} - \omega_{\tau-1}) = \omega_0 = 1 \quad (4)$$

式(4) 的含义是不同役龄资本品效率损失的比率之和为 1; 引入重置率  $\varphi_{\tau}$ , 用来表示保持原有资本效率不变所需重置的比率, 利用更新方程, 重置率  $\varphi_{\tau}$  满足如下关系:

$$\varphi_{\tau} = m_1 \varphi_{\tau-1} + m_2 \varphi_{\tau-2} + \dots + m_L \varphi_0, (\tau = 1, 2, \dots, L) \quad (5)$$

对式(1) 进行一阶差分, 并结合(3) 式, 得到:

$$K_t - K_{t-1} = I_t - \sum_{\tau=1}^{\infty} m_{\tau} I_{t-\tau} \quad (6)$$

令  $R_t = \sum_{\tau=1}^{\infty} m_{\tau} I_{t-\tau}$ ,  $R_t$  也可以用重置率和过去资本存量表示:

$$R_t = \sum_{\tau=1}^{\infty} m_{\tau} I_{t-\tau} = \sum_{\tau=1}^{\infty} \varphi_{\tau} (K_{t-\tau} - K_{t-\tau-1}) \quad (7)$$

其中,  $R_t$  为重置需求, 表示保持原有资本效率不变所需的投资水平; 进一步地, 可以得到:

$$K_t = K_{t-1} + I_t - R_t = I_t + (1 - \varphi_1) K_{t-1} \quad (8)$$

如上图 1 所示, 运用永续盘存法核算生产性资本存量还需考虑资本品的退役模式和相对效率递减模式。

### (二) 退役模式

退役模式描述资本品退出资本存量的过程, 基于资本品在其平均服务年限附近退役部分所占份额的假定, 可以把资本品的退役模式分成四类: 同时退役、线性退役、延长线性退役和钟形退役。

实践中, 同时退役模式和线性退役模式缺乏合理性; 延长退役模式和钟形退役模式相比, 钟形退役模式的假设似乎更符合现实, 因而得到了多个国家和地区的青睐, 如荷兰、法国、澳大利亚、美国和欧盟等。钟形退役模式假定, 资产的退役从安装后的某一时间开始逐渐增加, 在平均服务年限附近达到峰值, 然后以相似的方式逐渐下降。适用于钟形退役模式的数学函数包括:  $\gamma$ , 二次方程, 温弗里(Winfrey), 威布尔(Weibull) 和对数正态方程。其中, 温弗里、威布尔和对数正态方程在永续盘存法中应用较为广泛, 也是本小节介绍的重点, 而且威布尔和对数正态方程得到了荷兰统计局和法国统计局的经验支持。

#### 1. 温弗里(Winfrey) 分布

温弗里对称曲线的函数形式为:

$$F_t = F_0 \left(1 - \frac{t^2}{a^2}\right)^m \quad (9)$$

其中,  $F_t$  表示资产在时刻  $t$  退役的边际概率, 且在平均服务年限  $T$  时刻取得最大值; 参数  $a$  和  $m$  决定曲线的峰度和偏度。温弗里曲线中, 对称的  $S_2$  和  $S_3$  曲线应用较为广泛, 两条曲线的参数分别为:

$$S_2: F_0 = 11.911; a = 10; m = 3.700$$

$$S_3: F_0 = 15.610; a = 10; m = 6.902$$

#### 2. 威布尔(Weibull) 分布

威布尔曲线的函数形式为:

$$F_t = a\lambda(\lambda t)^{\alpha-1} e^{-\lambda t^{\alpha}} \quad (10)$$

同样,  $F_t$  表示资产在时刻  $t$  退役的边际概率; 参数  $\alpha > 0$  和  $\lambda < 0$  决定曲线的峰度和偏度。荷兰统计局利用资产废弃调查数据估算威布尔分布的参数范围, 结果显示: 参数  $\alpha$  和  $\lambda$  的取值范围分别为 0.020—0.286、0.0970—2.840。其中, 建筑类资产  $\alpha$  和  $\lambda$  的取值范围分别为 0.021—0.050、0.020—0.074; 机器和设备类资产  $\alpha$  和  $\lambda$  的取值范围分别为 0.020—0.074、1.270—2.500<sup>①</sup>。

① 数据来源: 荷兰中央统计局。

## 3. 对数正态分布

对数正态分布的函数形式为：

$$F_t = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (11)$$

其中，参数  $\mu$  和  $\sigma$  分别为对数正态分布的均值和标准差， $\mu = \ln(m) - \frac{1}{2}\sigma^2$ ， $\sigma = \sqrt{\ln(1+(m/s)^{-2})}$ ， $m$  和  $s$  分别为正态分布的均值和标准差。欧盟采用对数正态分布测算资本存量，均值  $m$  取估算的平均服务年限，标准差  $s$  设定在  $m/2$  到  $m/4$  之间。

值得注意的是，在我国资本存量核算的实践中，目前只有蔡晓陈(2009)基于资本品钟形退役模式假定，参考澳大利亚统计局(ABS)的方法，应用截断正态方程核算我国生产性资本存量；相当部分研究直接忽略了资本品的退役问题，导致资本存量被高估(Holz, 2006)。

## (三) 年龄—效率函数

资本品的年龄—效率函数又称为相对效率函数，主要采取四种模式：“单驾马车式”、线性递减模式、几何递减模式、双曲线递减模式。

## 1. “单驾马车式”

“单驾马车式”可称为固定年龄—效率模式，即资本品的相对效率在其服务年限内保持不变。相对效率函数为：

$$\omega_\tau = \begin{cases} 1, \tau=0, 1, \dots, L-1 \\ 0, \tau=L, L+1, \dots \end{cases} \quad (12)$$

同样， $\tau$  表示资本品的役龄， $\omega_\tau$  表示役龄为  $\tau$  的资本品的相对效率， $L$  表示资本品的服务年限。上式代入式(3)并结合式(5)，可得重置率函数：

$$\varphi_\tau = \begin{cases} 0, \tau \neq L, 2L, \dots \\ 1, \tau = L, 2L, \dots \end{cases} \quad (13)$$

实践中，“单驾马车式”应用很少<sup>①</sup>。但有一点需要指出，当年龄—效率函数采取“单驾马车式”时，生产性资本存量和资本存量总额相等。

## 2. 线性递减模式

线性递减模式指资本品的相对效率在其服务年限内每年以固定的量下降。相对效率函数为：

$$\omega_\tau = \begin{cases} 1 - \tau/L, \tau=0, 1, \dots, L-1 \\ 0, \tau=L, L+1, \dots \end{cases} \quad (14)$$

同理，可得重置率函数：

$$\varphi_\tau = (1+1/L)^{\tau-1}/L, \tau=1, 2, \dots, L \quad (15)$$

## 3. 几何递减模式

几何递减模式指资本品的相对效率在其服务年限内每年以固定比率下降。相对效率函数为：

$$\omega_\tau = (1-\varphi)^\tau \quad \tau=0, 1, 2, \dots \quad (16)$$

同理，可得重置率函数：

$$\varphi_\tau = \varphi \quad \tau=1, 2, \dots \quad (17)$$

从上式可知，资本品的重置率  $\varphi_\tau$  为常数。事实上，相对效率几何递减模式下，资本品的重置率等于折旧率且为常数<sup>②</sup>；此时，资本品的年龄—效率函数与由其推导出来的年龄—价格函数相等，换句话说，生产性资本存量和资本存量净额相等。

① “单驾马车式”年龄—效率函数推导出的年龄—价格函数凹向原点，与实证研究结论相悖。

② 证明过程见本章第四部分。

更重要的是, 年龄—效率几何递减模式近似等价于联合的退役模式和年龄—效率模式<sup>①</sup> (OECD, 2009), 极大地简化了资本存量的核算; 此外, Hulten & Wykoff (1981) 利用美国二手资本品价格函数对年龄—效率模式和退役模式进行实证研究, 研究结果支持相对效率几何递减模式的假定。鉴于此, 在资本存量核算中, 资本品相对效率几何递减模式倍受推崇 (Jorgenson, 1972; OECD, 2009), 并得到了广泛的应用, 如美国经济分析局 (BEA)。

#### 4. 双曲线递减模式

双曲线递减模式意味着, 资本品在其服务年限内的早期阶段, 相对效率下降速度较慢, 在即将达到服务年限终点时下降速度增加。相对效率函数为:

$$\omega_{\tau} = \frac{L - \tau}{L - b\tau} = 0, 1, 2, \dots \quad (18)$$

同理, 重置率函数为:

$$\varphi_1 = \frac{1-b}{L-b}, \varphi_2 = \frac{(1-b)(L^2 - 2Lb + L - 2b + 2b^2)}{(L-2b)(L-b)^2}, \dots \quad (19)$$

其中, 效率递减参数  $b \leq 1$ 。

多国统计机构采用双曲线递减模式核算资本存量, 如美国劳工统计局 (BLS)、澳大利亚统计局 (ABS); 多数情况下, 建筑的效率递减参数设定为 0.75, 机器设备的参数设定为 0.5 (BLS, 1997; ABS, 2000; 蔡晓陈, 2009 等)。

综上所述, 运用永续盘存法核算资本存量时, 相对效率几何递减模式和双曲线递减模式运用较为广泛。其中, 相对效率几何递减模式因得到经验支持、理论和运算简化而更受欢迎。

#### (四) 资本租赁价格与资本折旧

如前所述, Christensen & Jorgenson (1973) 在永续盘存法中引入资本品价格和资本租赁价格, 形成数量—价格对偶体系。在完全竞争均衡条件下, 资本品价格等于其未来所有可能租赁收入贴现值的加权和:

$$\Theta_t = \sum_{\tau=0}^{\infty} \omega_{\tau} \prod_{i=1}^{\tau+1} \frac{1}{1+r_i} \Phi_{t+\tau+1} \quad (20)$$

其中,  $\Theta_t$  为  $t$  期资本品价格,  $\Phi_t$  为  $t$  期资本品的租赁价格,  $\prod_{i=1}^{\tau+1} \frac{1}{1+r_i}$  为贴现因子,  $\omega_{\tau}$  表示资本品的相对效率。

假定  $r_1 = r_2 = \dots = r_{\tau+1} = r^{\text{②}}$ , 并对 (20) 式进行一阶差分:

$$D_t = \sum_{\tau=1}^{\infty} m_{\tau} \prod_{i=1}^{\tau} \frac{1}{1+r_i} \Phi_{t+\tau} \quad (21)$$

其中,  $D_t$  表示折旧, 折旧也可以相应地表示为:

$$D_t = \sum_{\tau=1}^{\infty} \delta_{\tau} (\Theta_{t+\tau} - \Theta_{t+\tau-1}) \quad (22)$$

值得注意的是,  $\delta_{\tau}$  表示折旧率, 在数值和经济意义上都不同于式 (7) 中的重置率  $\varphi_{\tau}$ ; 但如果年龄—效率函数采取几何递减模式, 两者在数量上相等且为常数。证明过程如下:

如果资本品的年龄—效率函数采取几何递减模式, 即  $\omega_{\tau} = (1-\varphi)^{\tau}$ , 将其代入式 (3), 则有:

$$m_{\tau} = \varphi \omega_{\tau-1} = \varphi (1-\varphi)^{\tau-1} \quad (23)$$

将式 (23) 代入式 (21), 可得:

$$D_t = \varphi \Theta_t \quad (24)$$

<sup>①</sup> 在资本存量核算中, 由单个资产过渡到一类或多类资产时, 需要考虑资产的退役模式; 而年龄—效率几何递减模式包涵了资本品对退役模式进行的调整。

<sup>②</sup> 下文证明  $\delta_{\tau} = \varphi_{\tau} = \varphi$  (26) 式时, 此假设条件依然成立。

同理,将式(23)代入式(7),并结合式(1),可得:

$$R_t = \varphi K_{t-1} \quad (25)$$

联立式(24)和式(25),可得:

$$\delta_t = \varphi_t = \varphi \quad (26)$$

式(8)可以进一步改写为:

$$K_t = I_t + (1 - \varphi)K_{t-1} = K_0(1 - \varphi)^t + \sum_{i=0}^{t-1} (1 - \varphi)^i I_{t-i} \quad (27)$$

在资本品相对效率几何递减模式下,折旧率等于重置率,且为常数。此时,资本租赁价格为:

$$\Phi_t = D_t + (1 + r)\Theta_{t-1} - \Theta_t = \varphi\Theta_t + r\Theta_{t-1} - (\Theta_t - \Theta_{t-1}) \quad (28)$$

其中, $\Theta_t - \Theta_{t-1}$ 为资本利得, $r$ 为资本收益率。

从式(27)可以得知,测算生产性资本存量需要确定以下四个核心指标:投资流量  $I_t$ 、重置率或折旧率  $\varphi$ 、投资价格指数  $P_t$ <sup>①</sup>、基期资本存量  $K_0$ 。

## 四、我国已有资本存量测算研究分析

目前,现有研究在资本存量核算的方法上基本达成共识,即采用永续盘存法(OECD,2009;白重恩和张琼,2014)。主要分歧有两点:一是退役模式和年龄—效率模式的选取;二是四个核心指标的确定。关于退役模式和年龄—效率模式的选取,相关文献主要采取两种思路。第一,直接选取相对效率几何递减模式(黄永峰等,2002;王益焯和吴优,2003;张军等,2004; Bai *et al.*, 2006;单豪杰,2008;孙琳琳和任若恩,2014;江永宏和孙凤娥,2016等);第二,选取钟形退役模式和双曲线递减模式,如蔡晓陈(2009)。关于四个核心指标的确定,具体分析如下:

### (一)投资流量的选取

现有研究中,对投资流量的选取主要有四种:“积累”数据、全社会固定资产投资、新增固定资产投资额和固定资本形成总额。

早期,我国国民经济核算以物质产品平衡表体系(MPS)为主,相关研究主要采用“积累”数据来表示投资流量(张军扩,1991;Chow,1993)。采用“积累”数据可以回避折旧的问题,因为这一指标已经扣除了折旧;但同时该指标也存在一些问题:首先,1993年我国取消了物质产品平衡表体系,不再公布“积累”数据,1993年以后的数据只能进行推算,导致资本存量核算的精确度降低。如张军和章元(2003)假定1993年后全社会固定资产投资和积累的增长速度相等,进而推算我国1993年后的“积累”数据。其次,“积累”数据中包含存货投资,而存货不应计入资本存量(Holz,2006;SNA2008;OECD,2009)。

部分学者青睐全社会固定资产投资指标(黄永峰等,2002;王益焯和吴优,2003;孙琳琳和任若恩,2003等)。全社会固定资产投资数据记录完整、分类详细;但这一指标不能准确地测算我国资本存量的变化(许宪春,2000):一是全社会固定资产投资包括购买土地、旧机器和房屋的支出,而这些支出不能增加我国的可再生资本(Bai *et al.*, 2006)。二是这一指标统计范围不全面,低估了总投资。确切地说,全社会固定资产投资只统计一定规模以上的投资项目,如1997年以前,统计范围为5万元以上的项目,1997年以后,统计标准上调为50万元以上。

还有一些学者认为,投资转化为生产能力存在时滞,建议采用新增固定资产投资额(Holz,2006;陈诗一,2011)。使用该指标存在以下问题:首先,报告期的新增固定资产是在以前若干年度形成的,难以选择价格指数进行平减;其次,在其他条件相同的情况下,使用新增固定资产估算的

① 式(27)中的投资流量  $I_t$  以不变价格计量,需要投资价格指数  $P_t$  将现价投资流量平减为不变价投资流量。

资本存量,在计算资本回报率时,得出的结论不符合实际情况(Chow,2006;李宾,2011)。

在资本存量核算方面,相关研究基本认同使用国内生产总值支出法核算中的“固定资本形成总额”作为每年的新增投资(何枫等,2003;Wang & Yao,2003;张军等,2004;Bai et al.,2006;OECD,2009;孙文凯等,2010;徐杰等,2010;方文全,2012;白重恩和张琼,2014;曾先锋和杨柳,2017)。固定资本形成总额在固定资产投资的基础上进行了调整,从固定资产投资数据中减去土地使用权、旧机器设备和旧房屋的购置价值,然后加上未纳入固定资产投资报表统计范围的项目价值,便得到固定资本形成总额(许宪春,2000)。虽然这一指标能更准确地测量可再生资本的变化情况,但该指标仍然存在缺陷,即没有对固定资本形成进行分类统计<sup>①</sup>。

## (二)重置率或折旧率的处理

资本存量的测算对重置率的变动敏感(Blanchard & Cooper,2006;Chow,2006),李宾(2011)对此进行了实证检验。然而,现有相关文献对重置率的设定差异较大,从2.7%(Holz,2006)到17%(Maddison,1998)。重置率的正确设定与资本品的相对效率模式密切相关,只有在相对效率几何递减模式下,资本品的重置率和折旧率相等,且为常数(OECD,2001;黄勇峰等,2002)。值得注意的是,国内大部分文献并没有对两者进行准确区分。

已有研究确定重置率的途径主要有以下几种:第一,直接采用官方公布的折旧率或折旧额。如直接利用官方公布的国有企业折旧率替代全社会固定资产折旧率(Holz,2006;李宾,2011;陈诗一,2011);或者利用投入产出表中的固定资产折旧额(薛俊波和王铮,2007;徐杰等,2010)。采用官方公布的折旧数据存在几点缺陷:首先,官方公布的固定资产折旧属于账面折旧,与SNA2008不一致(孙琳琳和任若恩,2014);另外,我国一般采用直线折旧法计提固定资产折旧,不能利用折旧数据估算生产性资本存量。其次,我国官方折旧数据偏低,存在资本存量被高估的风险。

第二,直接回避折旧的问题。如前所述,基于MPS核算制度下的资本存量测算,相关文献用“积累”数据来表示每年新增资本,避开了折旧率的选择(张军扩,1991;Chow,1993;张军和章元,2003)。

第三,利用国民收入恒等式进行推算。如Chow(1993)利用公式“折旧额=GDP-国民收入+补贴-间接税”推算折旧额。国民收入恒等式推算的折旧实质上也是会计意义上的折旧,而非经济折旧。因而,这种思路与直接采用官方公布的折旧数据存在相同的缺陷。

第四,直接设定重置率或者忽略折旧。基于研究需要,已有文献直接设定的重置率数值主要有:5%(Wu,2000;Wang & Yao,2003)、6%(Hall & Jones,1999;Young,2003)、10%(龚六堂和谢丹阳,2004);何枫等(2003)则直接忽略折旧问题。此方法主观性强,缺乏实证基础。

第五,利用公式 $\omega_{\tau}=(1-\varphi)^{\tau}$ 计算各类资本品的重置率<sup>②</sup>。上式中, $\omega_{\tau}$ 表示资本品的相对效率,在实际应用中常常用我国法定残值率代替, $\varphi$ 表示资本品的重置率, $\tau$ 表示资本品的服务年限。为进一步测算资本存量,在计算出各类资本品的重置率后有两种处理思路:一是依据资本品的官方分类标准:建筑安装工程、机器设备购置和其他费用三类,按照每年全社会固定资产投资中三者比重加权得到总资本品的重置率(张军等,2004;单豪杰,2008);二是基于各类资本品的重置率,计算各类资本品的资本存量,进而加总得到总资本存量(黄勇峰等,2002;王益煊和吴优,2003;Bai et al.,2006;叶宗裕,2010;曾先锋和杨柳,2017)。经验研究表明,基于两种思路测算的资本存量相差不大,前者略小于后者(陈培钦,2013)。

利用 $\omega_{\tau}=(1-\varphi)^{\tau}$ 计算资本品的重置率,还需要确定资本品的服务年限 $\tau$ 。Maddison(1993)

<sup>①</sup> 相关文献采取不同的处理思路,如Bai et al.(2006)假定在固定资本形成中,建筑和机器设备投资的比重与它们在全社会固定资产投资中的比重相等。

<sup>②</sup> 此方法基于资本品相对效率几何递减的假定。

假定建筑和机器设备的寿命分别为 39 年和 14 年,测算 OECD 主要国家的资本存量,鉴于中国的实际情况,他建议建筑和机器设备的寿命分别设定为 40 年和 16 年。后来,不少国内研究采纳了 Maddison 的建议(黄勇峰等,2002;孙琳琳和任若恩,2014)。Bai et al. (2006)参考王益焯和吴优(2003)的估计结果,假定建筑和机器设备的寿命分别为 38 年和 12 年;单豪杰(2008)参考财政部《国有企业固定资产分类折旧年限表》,将建筑和机器设备的寿命分别设定为 38 年和 16 年。

此外,越来越多的学者倾向于认为,资本品的重置率是内生的。基于 Angelopoulou & Kalyvitis(2012)的模型,方文全(2012)得出内生资本折旧率估算公式: $\delta_t = \bar{\delta}e^{-\gamma m_t}$ ,其中  $\delta_t$  为  $t$  期折旧率, $\bar{\delta}$  为外生的自然折旧率, $\gamma$  为待定参数, $m_t$  为资本维护率。然而,作者用城镇改建扩建投资作为全社会维护投资的代理变量,估算的平均折旧率偏低(仅为 3.2%),导致资本存量被高估。还有学者使用计量方法估计我国折旧率,如陈昌兵(2014)利用极大似然法估计可变折旧率,结果表明,我国资本可变折旧率与 GDP 增长率显著相关;朱军和姚军(2017)利用贝叶斯方法估计我国公共资本的年折旧率为 9.28%。

### (三)投资价格指数的确定

运用永续盘存法(PIM)测算资本存量时,需要借助投资价格指数对现价投资流量进行平减,得到以不变价计量的投资流量。在国民账户体系(SNA)下,采用固定资产投资价格指数平减现价固定资本形成总额基本已成共识<sup>①</sup>。然而,我国官方的投资价格指数在 1993 年才开始陆续公布,对于 1992 年以前的数据,现有相关文献主要有两种获取途径:指数替代法和计量回归法。

指数替代法指用其他价格指数替代固定资产投资价格指数。常用的替代指数包括:上海市固定资产投资价格指数(张军和章元,2003;薛俊波和王铮,2007)、商品零售物价指数(黄永峰等,2002)、GDP 平减指数(叶宗裕,2010)、隐含的固定资本形成价格指数(张军等,2004;单豪杰,2008;徐杰等,2010)。其中,隐含的固定资本形成价格指数由国家统计局相继发布的《国内生产总值核算历史资料:1952—1995》和《国内生产总值核算历史资料:1952—2004》计算所得<sup>②</sup>。与其他替代指数相比,隐含的固定资本形成价格指数的替代性更强,张军等(2004)通过对比计算出的各省 1991—1995 年的这一指数和《中国统计年鉴》公布的同期各省固定资产投资价格指数,发现两者基本一致。

然而,隐含的固定资本形成价格指数与固定资本形成总额存在同样的缺陷,即没有进行分类统计。为测算不同种类资本品的资本存量,学者们不得不采用其他指数进行替代。如 Bai et al. (2006)使用建筑业增加值的价格指数替代建筑投资价格指数<sup>③</sup>,机械制造业的出厂价格指数替代机器设备购置投资价格指数;孙琳琳和任若恩(2014)使用建筑业出厂价格指数替代建筑投资价格指数,机器设备购置价格指数的选取则直接借鉴了王益焯和吴优(2003)的研究结论<sup>④</sup>。

部分学者采用计量回归法构建投资价格指数。如吴方卫(1999)根据我国 1991—1997 年固定资产投资价格指数和生产资料出厂价格指数之间的变动关系构建回归方程,并用前者对后者进行回归得到固定资产投资缩减系数;李治国和唐国兴(2003)根据《上海统计年鉴》中上海市固定资本形成总额及其指数,计算得到上海市固定资产投资价格指数,然后用全国固定资产投资价格指数对上海市固定资产投资价格指数进行回归,拟合得到 1978—1991 年全国固定资产投资价格指数序列。

综上所述,国家统计局于 1997 年、2007 年相继出版《国内生产总值核算历史资料:1952—

① 在物质产品平衡表体系(MPS)下,早期文献主要用积累指数代替固定资产投资价格指数(张军扩,1991)。

② 具体计算方法可参见张军(2004)的研究。

③ Bai et al. (2006)对两组数据进行相关性检验,结果显示相关系数高达 0.95。

④ 王益焯和吴优(2003)计算得到的 1981—1998 年分资产种类的固定资产投资价格指数来自两部分:1985—1998 年数据由国家统计局城调队提供;1981—1984 年推导出的数据基于 1981—1985 年价格以平均速度增长的假定。

1995》和《国内生产总值核算历史资料：1952—2004》，公布了 1952—2004 年固定资本形成总额及其指数，采用张军(2004)的方法可以算出隐含的固定资本形成价格指数；对于 2004 年以后的数据，可以直接利用《中国统计年鉴》公布的固定资产投资价格指数序列。如果需要得到分类的固定资产投资价格指数，则可以参考现有研究采用指数替代法和计量回归法进行构造。

#### (四) 基期资本存量的估算

现有研究主要选取 1952 年或 1978 年作为基期，基期资本存量的确定主要采用三种方法：积分法、增长率法和资本产出比法。

第一种方法是积分法。积分法的基本原理是基期资本存量为过去年份资本存量净增量的总和。表达式为：

$$K(1) = \int_{-\infty}^1 \Delta K_t d_t = \frac{\Delta K_0 e^\theta}{\theta} \quad (29)$$

其中， $K(1)$  表示基期资本存量， $\Delta K_t = \Delta K_0 e^{\theta t}$ ， $\Delta K_0$ ， $\theta$  可以通过线性回归求得。

式(29)存在明显缺陷，由于过去年份资本存量序列  $\{K_t\}$  未知，其净增量  $\{\Delta K_t\}$  也未知。实践中，研究者往往采用过去年份投资流量序列  $\{I_t\}$  替代  $\{\Delta K_t\}$ ，则式(29)可以进一步表示为：

$$K(1) = \int_{-\infty}^1 I_t d_t = \frac{I_0 e^\theta}{\theta} \quad (30)$$

其中， $I_t = I_0 e^{\theta t}$ ， $\theta$  表示投资增长率，对等式  $I_t = I_0 e^{\theta t}$  两端取自然对数有：

$$\ln I_t = \ln I_0 + \theta t \quad (31)$$

利用投资流量序列  $\{I_t\}$  进行线性回归可以得到  $I_0$  和  $\theta$ ，代入式(30)便得到基期资本存量。

积分法至少存在两点缺陷：一是要求投资增长率平稳；二是用投资流量序列  $\{I_t\}$  替代  $\{\Delta K_t\}$ ，忽略了资本折旧或者资本品的效率损失，导致基期资本存量被高估。此外，Wu(2000)基于积分法估算的资本存量增长率明显偏高<sup>①</sup>。

第二种方法是增长率法。增长率法又称为稳态法，相关研究采用增长率法估算基期资本存量的公式为：

$$K_0 = I_0 / (g + \delta) \quad (32)$$

其中， $K_0$  表示基期资本存量， $I_0$  表示基期投资流量， $g$  表示投资增长率， $\delta$  表示资本几何折旧率。

增长率法简单易行，因而得到众多研究者的青睐(Hall & Jones, 1999; Young, 2003; 张军等, 2004; Bai et al., 2006; 单豪杰, 2008; 陈昌兵, 2014 等)。如 Hall & Jones(1999)在估算 1960 年资本存量时，分子选取 1960 年的投资，分母选取 1960—1970 年间投资增长率的几何平均数与折旧率之和；Young(2003)采取类似的方法估算得到我国 1952 年的资本存量为 815 亿元；基于 Young(2003)的研究，张军等(2004)直接将分母设定为 10%<sup>②</sup>，估算我国各省 1952 年的初始资本存量。

进一步地，在稳态条件下，资本产出比为常数，且资本存量增长率等于投资增长率，式(32)可以改写为：

$$K_0 = I_0(1+g)/(g+\delta) \quad (33)$$

与式(32)相比，式(33)相当于对基期资本存量进行向上修正，且投资增长率可以用 GDP 增长率替代。陈昌兵(2014)将折旧率  $\delta$  范围设定为 3%—11%，利用以上两个式子得到我国 1978 年资本存量取值的两个范围，以此判断基期资本存量估算值的合理性。

<sup>①</sup> Wu(2000)的估算结果显示，1981—1995 年间我国资本存量年均增长率为 21.5%，分别是 Maddison(1998)和 World Bank(1997)同期估算结果的 2.43 倍和 2.72 倍。

<sup>②</sup> Young(2003)的估算结果与张军和章元(2003)的结果相近，于是张军等(2004)推测 Young(2003)选取的分母为 10%。

增长率法虽简单易行,但基于稳态经济的假定,其适用性受到限制。

第三种方法是资本产出比法。基本思路是基于假定的资本产出比值倒推基期资本存量。如张军扩(1991)和何枫等(2003)假定我国 1952 年的资本产出比为 3,利用 1953 年的国内生产总值倒推 1952 年的资本存量;基于 Chow(1993)的研究结论,李治国和唐国兴(2003)将 1952 年资本产出比设定为 2.58<sup>①</sup>,得到 1978—2000 年的资本存量序列,其中基期资本存量为 14114 亿元(1978 年价);叶宗裕(2010)选取 1978 年为基期,假定 1978 年的资本产出比与未来 3—5 年的资本产出比均值相等,然后推导各省的基期资本存量。资本产出比法在基期资本产出比的设定上带有主观性。

值得欣慰的是,相关实证研究表明,选取的时间维度越长,基期资本存量的估算误差对资本存量测算的影响越小(Barro & Sala-i-Martin, 2004;张军等, 2004;李宾, 2011);事实上,从资本存量测算公式中也可以看出,基期资本存量  $K_0$  对资本存量  $K_t$  的影响与时间  $t$  反相关。

综上可知,在运用永续盘存法测算我国资本存量的实践中,相关研究对四个核心指标的处理存在较大分歧(见下表 1),这是造成我国资本存量核算结果差异性的主要原因之一。

表 1 四个核心指标的处理方式总结

四个核心指标	处理方式	优点	缺点	代表文献
投资流量	“积累”数据	回避折旧问题	1993 年后数据不再公布;包括存货投资	张军扩(1990)、Chow(1993)、张军和章元(2003)
	全社会固定资产投资	数据记录完整、分类详细	不能准确测算资本存量的变化	黄永峰等(2002)、王益焯和吴优(2003)、孙琳琳和任若恩(2003)
	新增固定资产投资额	数据易获取	平减价格指数难获取;计算结果与实际不符	Holz(2006)、陈诗一(2011)
	固定资本形成总额	准确测量可再生资本的变化	缺乏分类统计数据	张军等(2004)、Bai et al. (2006)、OECD(2009)、白重恩和张琼(2014)
重置率或折旧率	直接采用官方数据	数据易获取	属于账面折旧、直线折旧法计提、折旧数据偏低	Holz(2006)、薛俊波和王铮(2007)、李宾(2011)
	回避折旧问题	简化运算	1993 年后数据不再公布;包括存货投资	张军扩(1990)、Chow(1993)、张军和章元(2003)
	利用国民收入恒等式推算	直观	与采用官方数据类似	Chow(1993)
	直接设定或者忽略	简化运算	主观性较强	Hall & Jones(1999)、Young(2003)、龚六堂和谢丹阳(2004)
投资价格指数	利用 $\omega_t = (1-\varphi)^t$ 分类计算	分类越细,结果越精确	分类程度受统计数据限制	黄永峰等(2002)、Bai et al. (2006)、曾先锋和杨柳(2017)
	指数替代法	隐含的固定资本形成价格指数替代性最优	该指数缺乏分类统计数据	张军等(2004)、单豪杰(2008)、徐杰等(2010)
	计量回归法	直观	处理内生性等问题	吴方卫(1999)、李治国和唐国兴(2003)

<sup>①</sup> Chow(1993)的估算结果显示,中国 1952 年的资本存量为 1750 亿元,而同期 GDP 为 679 亿元,两者比值等于 2.58。

	积分法	直观	假定投资增长率稳定、忽略资本品的效率损失	Wu(2000)
基期资本存量	增长率法	简单易行	假定经济处于稳态	Young(2003)、Bai et al. (2006)、单豪杰(2008)、陈昌兵(2014)
	资本产出比法	直观	基期资本产出比的设定带有主观性	Chow(1993)、李治国和唐国兴(2003)、叶宗裕(2010)

## 五、主要结论

基于经合组织的资本核算手册,本文深入剖析我国资本存量核算中存在的问题,主要得出以下三个结论:

第一,资本存量核算需要严格区分资本存量净额和生产性资本存量。两者的区别主要表现为:首先,核算路径不同。投资流量引入联合的退役模式和年龄—价格函数后得到资本存量净额;而投资流量引入联合的退役模式和年龄—效率函数后则得到生产性资本存量。其次,应用领域不同。如在实证研究中,资本存量净额用于测算资本回报率;而生产性资本存量以资本服务价格为权重加总得到资本投入量,进而用于计算全要素生产率。两者的联系主要体现在,当年龄—效率函数采取几何递减模式时,年龄—效率函数等价于由其推导出的年龄—价格函数,此时资本品的重置率与折旧率相等,资本存量净额与生产性资本存量相等。

第二,资本存量的核算方法以间接核算法为主,永续盘存法在间接核算法中占据主流地位。资本存量的核算方法分为直接调查法和间接核算法,直接调查法因成本高、周期长、专用性强以及对基础统计依赖性强等特点,在各国的资本存量核算实践中应用较少,韩国和荷兰除外;间接核算法以永续盘存法为核心,Goldsmith (1951)开创性地将永续盘存法应用于固定资本存量的核算,随后学者们将资本品价格和资本租赁价格引入永续盘存法,形成数量和价格对偶体系,永续盘存法的功能得到不断地扩展和检验,逐渐成为资本核算的主流方法,这一点在学术界和各国的实践中基本达成共识。

第三,在永续盘存法的实际应用中,核算结果的精确性主要取决于两点:联合的退役模式和年龄—效率函数、四个核心指标。首先,在资本品常见的四种退役模式中,钟形退役模式的假设似乎更符合实际,因而得到了荷兰、法国、澳大利亚等国家的青睐。而且威布尔分布和对数正态方程作为钟形退役模式中广泛应用的函数形式,得到了荷兰统计局和法国统计局的经验支持。在四种年龄—效率函数中,相对效率几何递减模式和双曲线递减模式运用较为广泛,其中相对效率几何递减模式在理论和运算方面相对简便,并且得到了美国二手资本品市场的经验支持。因而,在资本存量的核算实践中,联合的退役模式和年龄—效率函数的确定主要采取两种思路:一是选取钟形退役模式和双曲线递减模式;二是直接选取相对效率几何递减模式,因为相对效率几何递减模式涵盖了资本品对退役模式进行的调整(OECD,2009)。

其次,运用永续盘存法核算资本存量时,需要确定四个核心指标:投资流量、重置率或折旧率、投资价格指数和基期资本存量。在我国资本存量的核算实践中,投资流量和投资价格指数的选取基本达成一致,投资流量指标选取国内生产总值支出法核算中的“固定资本形成总额”,其缺点在于缺乏分类统计数据。投资价格指数选取隐含的固定资本形成价格指数,对于 1952—2004 年的数据,可以利用《国内生产总值核算历史资料:1952—2004》提供的相关数据,采用张军(2004)的方法计算得到;对于 2004 年以后的数据,可以直接利用《中国统计年鉴》公布的固定资产投资价格指数序列。实证研究表明,选取的时间序列越长,基期资本存量的估算误差对资本存量核算的影响越小,因而在资本存量的核算实践中尽可能地选取足够长的时间序列。四个核心指标中,资本存

量的核算对重置率的变动最为敏感,对于重置率的选取,常见的处理思路有两种:一是基于相对效率几何递减模式,即重置率为常数,利用公式  $\omega_t = (1 - \varphi)^t$  计算资本品的重置率;二是基于资本品重置率内生的观点,使用计量模型等方法估计我国资本品的重置率。□

## 参考文献:

- Hicks J. *Wealth and Welfare: Collected Essays on Economic Theory*[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1981.
- 张军扩. “七五”期间经济效益的综合分析——各要素对经济增长贡献率测算[J]. *经济研究*, 1991(4): 8—17.
- Chow G C. Capital Formation and Economic Growth in China[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1993, 108(3): 809—842.
- 黄勇峰,任若恩,刘晓生. 中国制造业资本存量永续盘存法估计[J]. *经济学(季刊)*, 2002(2): 377—396.
- 张军,章元. 对中国资本存量的再估计[J]. *经济研究*, 2003(7): 35—43.
- 薛俊波,王铮. 中国17部门资本存量的核算研究[J]. *统计研究*, 2007(7): 49—54.
- 单豪杰. 中国资本存量K的再估算1952~2006年[J]. *数量经济技术经济研究*, 2008(10): 17—31.
- 蔡晓陈. 中国资本投入:1978~2007——基于年龄—效率剖面的测量[J]. *管理世界*, 2009(11): 11—20.
- 徐杰,段万春,杨建龙. 中国资本存量的重估[J]. *统计研究*, 2010(12): 72—77.
- Wang L, Szirmai A. Capital Inputs in the Chinese Economy: Estimates for the Total Economy, Industry and Manufacturing[J]. *China Economic Review*, 2009, 23(1): 81—104.
- 孙琳琳,任若恩. 转轨时期我国行业层面资本积累的研究——资本存量和资本流量的测算[J]. *经济学(季刊)*, 2014(4): 837—862.
- 陈昌兵. 可变折旧率估计及资本存量测算[J]. *经济研究*, 2014(12): 72—85.
- 朱军,姚军. 中国公共资本存量的再估计及其应用——动态一般均衡的视角[J]. *经济学(季刊)*, 2017(7): 1367—1398.
- OECD. *Measuring Capital: OECD Manual, Measurement of Capital Stocks, Consumption of Fixed Capital and Capital Services*[M]. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, 2001.
- Jorgenson D W, Landefeld J S. “Blueprint for Expanded and Integrated U. S. Accounts: Review, Assessment, and Next Steps”, *A New Architecture for the U. S. National Accounts*[M]. Chicago: University of Chicago Press, 2006.
- Goldsmith R W. “A Perpetual Inventory of National Wealth”, *Studies in Income and Wealth*[M]. New York: National Bureau of Economic Research, 1951.
- Christensen, Laurits R, Jorgenson D W. “Measuring the Performance of the Private Sector of the U. S. Economy, 1929—1969”, *Measuring Economic and Social Performance*[M]. New York: National Bureau of Economic Research, 1973.
- OECD. *Measuring Capital: OECD Manual(second edition)*[M]. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, 2009.
- Hulten C R, Wykoff F C. The Estimation of Economic Depreciation Using Vintage Asset Prices: An Application of the Box-Cox Power Transformation[J]. *Journal of Econometrics*, 1981, 15(3): 367—396.
- 白重恩,张琼. 用“已知”倒推“未知”:中国全要素生产率研究展望[J]. *中国金融评论* 2014a(1): 135—151.
- 张军,吴桂英,张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算[J]. *经济研究*, 2004(10): 35—44.
- Bai C, Hsieh C, Qian Y. The Return to Capital in China[J]. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2006, 37(2): 61—88.
- 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.
- Holz C A. New Capital Estimates For China[J]. *China Economic Review*, 2006, 17(2): 142—185.
- 许宪春. 中国国内生产总值核算中存在的若干问题研究[J]. *经济研究*, 2000(2): 10—16.
- Chow G C. New Capital Estimates for China: Comments[J]. *China Economic Review*, 2006, 17(2): 186—192.
- 李宾. 我国资本存量估算的比较分析[J]. *数量经济技术经济研究*, 2011(12): 21—36.
- 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—35.
- Wang Y, Yao Y. Sources of China’s Economic Growth 1952—1999: Incorporating Human Capital Accumulation[J]. *China Economic Review*, 2003, 14(1): 32—53.
- 孙文凯,肖耿,杨秀科. 资本回报率对投资率的影响:中美日对比研究[J]. *世界经济*, 2010(06): 3—24.

31. 陈诗一. 中国工业分行业统计数据估算:1980—2008[J]. 经济学(季刊),2011(3):735—776.
32. 方文全. 中国的资本回报率有多高?——年份资本视角的宏观数据再估测[J]. 经济学(季刊),2012(1):521—540.
33. 白重恩,张琼. 中国的资本回报率及其影响因素分析[J]. 世界经济,2014b(10):3—30.
34. 曾先锋,杨柳. 中国资本回报率:考虑碳减排成本的新核算[J]. 中国人口·资源与环境,2017(10):149—158.
35. Blanchard O, Cooper R N. The Return to Capital in China: Comments and Discussion[J]. Brookings Papers on Economic Activity, 2006(2):89—101.
36. Maddison A. Chinese Economic Performance in the Long Run [M]. Paris: OECD Development Center, 1998.
37. Wu Y. Is China's Economic Growth Sustainable? A Productivity Analysis[J]. China Economic Review, 2000(11):278—296.
38. Hall R E, Jones C I. Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others? [J]. Quarterly Journal of Economics, 1999, 114(1):83—116.
39. Young A. Gold Into Base Metals: Productivity Growth in the People's Republic of China During the Reform Period[J]. Journal of Political Economy, 2003, 111(6):1220—1261.
40. 龚六堂,谢丹阳. 我国省份之间的要素流动和边际生产率的差异分析[J]. 经济研究,2004(1):45—53.
41. 王益焯,吴优. 中国国有经济固定资本存量初步测算[J]. 统计研究,2003(5):40—45.
42. Angelopou E, Kalyvitis S. Estimating the Euler Equation for Aggregate Investment with Endogenous Capital Depreciation[J]. Southern Economic Journal, 2012, 78(3):1057—1078.
43. 叶宗裕. 中国省际资本存量估算[J]. 统计研究,2010(12):65—71.
44. 吴方卫. 我国农业资本存量的估计[J]. 农业技术经济,1999(6):34—38.
45. 李治国,唐国兴. 资本形成路径与资本存量调整模型——基于中国转型时期的分析[J]. 经济研究,2003(2):34—42.
46. Barro, Robert J, Sala-i-Martin. Economic Growth (second edition)[M]. Cambridge: MIT Press, 2004.

## Research on the Controversies of China's Capital Stock Measurement

GUO Wen<sup>1</sup> QIN Jian-you<sup>1</sup> CAO Jian-hai<sup>2</sup>

(1 Graduate School of Chinese Academy of Social Science 102488;

2 Institute of Industrial Economics, CASS 100044)

**Abstract:** As a key indicator of macroeconomic research, capital stock determines the accuracy of empirical research related, such as the calculation of the return to capital and the total factor productivity(TFP). However, in the practice of measuring capital stock in China, the results are quite different. In view of this, based on the Measuring Capital OECD Manual, this paper makes an in-depth analysis on the logic and reasons behind. The research shows that the distinction between net capital stock and productive capital stock is particularly important in the measurement of capital stocks; it also shows that the perpetual inventory method(PIM) is the most widely used approach towards measuring stocks of capital. In addition, in the application of the perpetual inventory method, the result largely depends on two elements; the combined age-efficiency/retirement profile and four core indicators. Among them, there are usually two options for the determination of the combined age-efficiency/retirement profile; and for the core indicators, the selection of investment flow and investment price index has basically reached a consensus in academia, the influence of the base period capital stock on the measurement of capital stock weakens over time, and the selection of the replacement rate or depreciation rate is of the most controversy. The conclusions narrow the accounting error of China's capital stock and improve the reliability and international comparability of subsequent relevant empirical research.

**Keywords:** Productive Capital Stock; Perpetual Inventory Method; Retirement Profile; Age-efficiency Profile; Four Core Indicators