

资本投入测量综述

孙琳琳 任若恩*

摘要 资本投入测量是经济学的一个难题,但很多经济问题(如经济增长和全要素生产率)的研究都需要测量资本投入。本文首先介绍了有关资本投入测量的理论,包括资本存量估计、资本租赁价格估计以及不同类型资本投入的加总;在资本理论上分析了我国已有资本投入测量研究中存在的问题;最后讨论了目前国际上资本投入测量研究的热点问题。

关键词 资本投入测量,永续盘存法,资本租赁价格

一、前言

Hicks (1981b) 写道:“资本测量是经济学家交给统计学者们最困难的任務”。从 Karl Marx 一直到“剑桥之争”,经济学家们对于资本投入的定义和资本投入测量方法有着长时间的争议。¹人们先后用“冻结的劳动力”、“生产能力”、“耐用品存量”、“因素服务流”来定义资本。“冻结的劳动力”定义认为,生产过程的本质在于劳动的耗费,资本品是以前工人劳动时间的积累。在这种定义下,经济学家使用生产资本品所用的劳动小时来测量资本,但是不同的劳动人员在职业、教育、年龄上存在很大差异,加总不同类型劳动人员的工作小时是很困难的。资本的“生产能力”定义认为,可以用资本品的产出来测量资本。如果一个新资本品产出是以前资本品产出的两倍,测量出的资本品数量就是以前的两倍。很长一段时间内人们将“耐用品存量”作为资本的定义,用某个时点上存在的资本品财富量作为资本投入项。后来很多经济学家意识到,是资本服务的数量而不是资本存量决定产出,如卡车公司的产出不是由其拥有的卡车数目决定的,而是由其使用的卡车吨—公里数决定的。目前普遍接受的资本投入的定义是“因素服务流”,就是用一段时间资本品所提供的资本服务量作为资本投入项。

很多经济问题的研究都离不开资本投入的测量,这些经济问题包括:估计建筑、设备的投资函数,分析投资需求;估计经济的“潜在产出”;全要素

* 北京航空航天大学经济管理学院。通讯作者及地址:孙琳琳,北京市学院路37号北京航空航天大学10-42信箱,100083;电话:(010)82316607;E-mail:vickysunlin@263.net。作者感谢国家自然科学基金(批准号:70173029)和日本经济、贸易和产业研究所的资助。

¹ “剑桥之争”是英国剑桥学派和美国新古典经济学家之间关于资本理论的争论,从20世纪50年代中期开始一直持续到70年代中期。

生产率(TFP)的测量和经济增长研究等。正因如此,对资本投入测量的研究从来没有间断过。在 Tinbergen (1942) 首次进行国际间全要素生产率比较时,实际上运用一些非常粗糙的权重加总一大批物理资本量。1951年,Goldsmith 开创性地运用永续盘存法定期估计美国年度资本存量。收入和财富研究会议,Stigler, Kendrick, Denison, Diewert, Jorgenson 等都对资本测量研究做出了很大贡献。Harcourt (1972), Diewert (1980), Burmeister (1980), Hicks (1981a), Hulten (1990) 都曾写过介绍资本测量方法的综述性文章, Triplett (1998) 介绍了资本测量领域的基本概念, OECD (1993, 1999) 的两个资本测量手册则非常详细地介绍了资本测量的步骤,用以指导各国的资本测量研究。

由于资本测量涉及的问题非常多,很难在一篇综述中解释清楚,在本文中我们主要介绍固定资本的测量。本文主要分为两大部分:第一部分介绍资本测量的理论,包括永续盘存法测量生产性资本存量,资本租赁价格的测算,以及不同类型资本投入的加总;第二部分分析了我国现有的资本测量研究。最后简单介绍目前国际上资本投入研究的热点问题。

二、资本投入测量理论

资本投入测量和劳动投入测量有相似之处,但资本投入测量比劳动投入测量更为复杂,因为我们可以直接得到工人的工作时间数据和工资数据,但资本品不存在一个完全的资本租赁市场。由于不能直接测量资本服务的数量,通常假设资本服务和生产性资本存量成正比,先对生产性资本存量进行测量再得到资本服务的值。例如:Jorgenson (1989) 写道:“资本服务表示某一指定时期资本品的使用。如果一个工厂有 20 辆卡车,则每一时期将产生 20 单位的资本服务。”生产性资本存量是现代生产率研究的一个基本概念,我们用以下例子来加以定义:假设有一组资本品 K_0 , 经过一段时间使用后资本品的效率下降,这样,此时的生产性资本存量 $K_1 = (1-d)K_0$, d 表示资本品的相对效率。资本存量财富是一个要和生产性资本存量重点区分的概念。一组资本品 K_0 , 其购买时的资本存量财富是 P_0K_0 , P_0 是新资本品的价格。经过一个时期的使用后,由于折旧,这组资本品的价值开始下降。1 期的资本存量财富是折旧后的值: $V_1 = V_0(1-\delta)$, δ 为折旧率。资本存量财富和生产性资本存量的不同之处在于资本存量财富量是用资本品相对价格进行加权,而生产性资本存量是用资本品相对效率进行加权。资本存量财富量是国民账户中的一项,用来表示国家拥有的资本存量的价值;而生产性资本存量反映资本品的相对效率,是测算资本投入的起点。估计生产性资本存量最常用的方法是永续盘存法(PIM)。

(一) 单种类型资本的测量

1. 永续盘存法

我们可以比较容易地得到每年的投资数据，而目前的问题在于如何从投资数据中得到资本存量的数据。永续盘存法可以解决这个问题。永续盘存法计算的生产性资本存量是以不变价格计量的过去投资的加权和，权重是不同役龄的资本品的相对效率：

$$A_t = \sum_{\tau=0}^{\infty} d_{\tau} I_{t-\tau}. \quad (1)$$

其中， A_t ： t 期资本存量， d_{τ} ：役龄为 τ 的资本品的相对效率， $I_{t-\tau}$ ： τ 年前的投资数目。 d_{τ} 表示旧资本品相对于新资本品的边际产出，通常假设新资本品的相对效率为1，退役后资本品的相对效率为0。假定相对效率对役龄非增，我们可以得到：

$$d_0 = 1, \quad d_{\tau} - d_{\tau-1} \leq 0 \quad (\tau = 0, 1, \dots, L). \quad (2)$$

我们引入符号 m 表示资本品相对效率损失的比率，也称作死亡率：

$$m_{\tau} = -(d_{\tau} - d_{\tau-1}). \quad (3)$$

如果当前资本存量中的资本品是从 τ 年前开始购买的，也就是资本存量中资本品的最大役龄为 τ 。用 ϕ_{τ} 表示为在保持资本存量不变的情况下，目前所必须重置的资本品比率，它可以递归表示为：

$$\phi_{\tau} = m_1 \phi_{\tau-1} + m_2 \phi_{\tau-2} + \dots + m_{\tau} \phi_0. \quad (4)$$

从(1)式可得：

$$A_t - A_{t-1} = I_t - \sum_{\tau=1}^{\infty} m_{\tau} I_{t-\tau} = I_t - R_t. \quad (5)$$

其中， R_t ： t 年资本品需要重置的值。

由此可得：

$$A_t = A_{t-1} + I_t - R_t = A_{t-1} + I_t - \phi_t A_{t-1}. \quad (6)$$

2. 相对效率模型和退役模型

从永续盘存法的介绍中可以看到，估计资本存量需要确定资本品的相对效率 d_{τ} 的值。由于直接测量 d_{τ} 非常困难，一般方法是假设资本品服从一定的相对效率模式，目前研究中常使用的相对效率模型有三种：

(1)“单驾马车式”。假设资本品相对效率在寿命期内不变，以后为0，此时相对效率和重置率分别为：

$$d_{\tau} = \begin{cases} 1 & (\tau = 0, 1, \dots, L-1), \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

$$\phi_{\tau} = \begin{cases} 1 & (\tau = L, 2L, \dots), \\ 0 & (\tau = 1, 2, \dots, L-1, L+1, \dots). \end{cases} \quad (7)$$

相对效率模式为“单驾马车”式的资本品并不多，比较典型的资本品有灯泡和家具等。在“单驾马车”效率模式假设下推导出的资本存量为总资本存量，总资本存量是假设所有资本品都是新的情况下的资本存量财富，即资本品没有效率下降时的资本存量财富。假设一个使用了10年的机器最初购买时花了10000元，在过去的10年中其价格上涨了20%，这样在总资本存量中，机器的价格为12000元。

(2) 相对效率直线下降模式。假设资本品相对效率在寿命期内直线下降，此时相对效率和重置率分别为：

$$d(\tau) = \begin{cases} 1 - \frac{\tau}{L} & (\tau = 0, 1, \dots, L-1), \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

$$\phi_1 = 1/L, \quad \phi_2 = 1/L(1 + 1/L), \dots \quad (8)$$

在直线下降效率模式下资本品每年的效率下降值都是一样的。可以看到在“单驾马车式”和“直线下降”效率模式下，可以通过寿命期 L 来确定资本品的相对效率分布。

(3) 相对效率几何下降模式。就是假设资本品的相对效率在寿命期内几何下降，此时相对效率和重置率分别为：

$$d_{\tau} = (1 - \delta)^{\tau}, \quad \phi_{\tau} = \delta. \quad (9)$$

由于相对效率几何下降时重置率为常数，生产性资本存量的估计公式可以简化为：

$$A_t = A_{t-1} + I_t - \delta A_{t-1}. \quad (10)$$

由于理论上的简化，几何相对效率模式广泛应用于资本测量实证研究中。尽管二手资产价格的实证研究支持了几何效率模式，但很多经济学家（如 Harper 1983）还是认为几何效率模式不符合实际。原因在于，在几何下降效率模式下，资本品在寿命期开始的几年效率下降最快，还假设资本品寿命期无限长。

到目前为止，我们都是假设所有资本品在寿命期 L 时同时退役，这是同时退役模式。除此之外，常用的退役模式还有直线退役模型和钟形退役模型。直线退役模式假定资产从安装时开始直到平均使用年限两倍的时间内每年按同样的退役率废弃。钟形退役模式假设从安装后某一时间逐渐开始退役，在

平均使用年限附近退役率达到顶峰,有各种数学函数适用于钟形退役方式,如温弗里(Winfrey)曲线,威布尔(Weibull)分布,以及对数正态分布。

3. 资本租赁价格模型

资本租赁价格为资本品一段时期使用的总成本。如果存在资本品的完全租赁市场,资本租赁价格可以直接观察,但大部分资本品都是生产者自己所有,所以必须从理论上推导资本租赁价格的公式。Jorgenson于1963年在“资本理论和投资行为”一文中给出了资本租赁价格的模型,并考虑了税收情况。Hall和Jorgenson(1967,1969,1971)进一步完善了租赁价格的概念。

(1) 资本租赁价格模型的建立

在完全竞争市场下,资本品的全部报酬就是资本品的租赁价值。在竞争均衡的条件下,资本品的当期购置价格等于它未来所有期望租赁收入的折现和,各年的租赁收入由于资本品的相对效率下降,是新资本品租赁价格的加权,其权数和资本存量测量中的相对效率权重完全一致,即

$$q_t = \sum_{\tau=0}^{\infty} d_{\tau} \prod_{s=1}^{\tau+1} \left(\frac{1}{1+r_s} \right) p_{t+\tau+1}, \quad (11)$$

其中, q_t : t 期资本购置价格, p_t : t 期新资本品的租赁价格, $\prod_{s=1}^{\tau+1} \left(\frac{1}{1+r_s} \right)$: $\tau+1$ 年的折现因子, d_{τ} : 资本品的相对效率,对(11)式差分可得:

$$q_t - (1+r)q_{t-1} = -p_t - \sum_1^{\tau} (d_{\tau} - d_{\tau-1}) \prod_1^{\tau} \left(\frac{1}{1+r_s} \right) p_{t+\tau} = -p_t + p_{D,t}, \quad (12)$$

其中, $p_{D,t}$ 表示折旧:

$$p_{D,t} = \sum_{\tau=1}^{\infty} m_{\tau} \prod_{s=1}^{\tau} \left(\frac{1}{1+r_s} \right) P_{t+\tau} = \sum_{\tau=1}^{\infty} \delta_{\tau} (q_{t+\tau} - q_{t+\tau-1}). \quad (13)$$

折旧反映的是资本品未来效率递减的当前估值(贴现值),而重置是过去购买的资本品相对效率在当期的递减。从折旧的定义式中可以看到,折旧和资本品的效率下降相互联系,所以当选定某种资本品相对效率模式时,其对应的是一定的折旧模式。在相对效率几何下降的模式下,资本品的折旧值是和资本品的价格成比例的,这可以表示为:

$$p_{D,t} = \delta q_t. \quad (14)$$

因此,在相对效率几何下降模式中,折旧率和重置率是相同的。但在其他相对效率模式中,折旧率和重置率都是不同的。

从资产定价公式中可以推导出资本品的租赁价格公式:

$$p_t = (1+r)q_{t-1} - q_t + p_{D,t} = rq_{t-1} + \delta_t q_t - (q_t - q_{t-1}). \quad (15)$$

q_t , q_{t-1} 分别为 t 和 $t-1$ 年资本品购置价格, r_t 为资本品的收益率, δ_t 为资本品的折旧率。 $(q_t - q_{t-1})$ 则是资本利得, 这是由于通货膨胀率的变化所带来的资本价值的增减。

在对租赁价格实际测算时, 应考虑税收的问题。在很多关于生产率的研究中都使用了考虑税收的资本租赁价格模型, 如 Christensen、Jorgenson 和 Cummins (1980)、Dean、Darro 和 Neef (1990)、Lysko (1995)。在资本租赁价格公式中考虑税收可以分析税制变化对于经济的影响, Hulten (1981)、Laudau 和 Jorgenson (1986)、Jorgenson (1996) 都进行过这方面的研究。

(2) 资本利得率、资本收益率 r 和折旧率的确定

Jorgenson 在研究中曾使用过确定资本利得的两个实证模型:

$$q_{tt}^* = q_t \text{ (新古典 I)}, \quad q_{tt}^* = q_{t-1} \text{ (新古典 II)}. \quad (16)$$

实证结果更偏好于 I, 这时资本利得等于资本品价格指数的变化量。Jorgenson (1963, 1965) 与 Hall 和 Jorgenson (1967) 都使用了 II, 就是假设资本利得为 0。自 20 世纪 60 年代后, Jorgenson 主要使用 I 模型。如 Jorgenson 和 Griliches (1967)、Fraumeni 和 Jorgenson (1980)、Jorgenson 和 Fraumeni (1981) 等。Denison (1969) 对于 Jorgenson 的做法提出了批评, 认为应该采用长期平均的资本利得率。

Diewert (1980) 写道:“应该使用那个 r 呢? 如果企业是一个借款人, r 应该是一时期美元借款的边际成本; 如果企业是贷款人, r 是一笔贷款的利率。实际上, 人们采用两种方法来测量收益率, 一是使用外在的债券利率, 二是使用内部收益率。我使用了方法一, 而 Jorgenson 用了方法二。从理论上讲, 两种方法都有一定的问题, 人们可能在方法使用上有不同的选择。”

Christensen 和 Jorgenson (1969) 提出内部收益率法, Fraumeni 和 Jorgenson (1980) 对此进行了详细分析。此方法假设每个行业资本服务的价值(资本租赁价格乘以资本存量的值)等于该行业的资本报酬值, 利用国民账户的资本报酬数据来求出收益率 r 。假设该行业只有一种资产的话, 有下列等式:

$$\text{行业资本报酬值} = p_t A_t^c = [r_t q_{t-1} + \delta_t q_t - (q_t - q_{t-1})] A_t^c. \quad (17)$$

其中, A_t^c 代表当前价资本存量。行业资本服务的报酬值等于行业增加值减去行业劳动报酬值, 这样可以直接解出资本收益率 r_t :

$$r_t = \frac{\text{财产报酬} - [\delta_t q_t - (q_t - q_{t-1})] A_t^c}{A_t^c q_{t-1}}. \quad (18)$$

大部分行业的资产类型都不止一种。存在多种资产时, 通常假设所有资产类型的内部收益率 r 是一样的。这时计算公式变为:

$$\text{行业资本报酬值} = p_t A_t^c = \sum_k [r_t q_{k,t-1} + \delta_{k,t} q_{k,t} - (q_{k,t} - q_{k,t-1})] A_{k,t}^c \quad (19)$$

尽管这个方法比较容易实施,并且可以保证国民账户的一致性,但是它可能出现收益率为负值的情况。Diewert (1980) 建议研究者可以使用时间序列方法求出多年平滑的内部收益率数据。

OECD (1999) 的资本测量手册建议使用生产者的借款和贷款利率或者政府债券的利率等外部收益率,最常用的外部收益率为 Aaa 和 Baa 债券的 Moody 收益率。有时还可以采用不变的税前名义收益率,如 14% (Hall, Jorgenson 1968) 20% (Hall, Jorgenson 1969) 10% (Coen, 1975), Fraumeni 和 Jorgenson (1980) 计算了实际收益率为 3%—4%, BLS (1983) 在对农业 TFP 测算中采用了 3.5% 的不变实际收益率。

Harper *et al.* (1990) 对各种收益率估计方法及其对资本成本的影响做了研究。使用内部收益率和使用外部收益率的结果有明显的差距。通过各种性能的比较(负的租赁价格的比例、测量的波动性)并经过理论上的考虑,Harper 推荐使用内部收益率。

折旧率的确定可以通过折旧的经济计量学研究进行,或者,在假设的折旧模式或相对效率模式下根据折旧年限来确定。用经济计量学方法来研究资产的折旧率,可以让折旧率的估计更准确。目前对折旧率的经济计量学研究主要在美国进行,如 Hulten 和 Wykoff (1981a, 1981b, 1981c) Hall (1971) Oliner (1993) 等。但是大部分国家并没有可用的折旧率的经济计量学研究,所以一般先假设一定的折旧模式或相对效率模式,根据寿命期估计折旧率。资本品寿命期的估计可以参考法定折旧年限,或者利用公司账目纪录的使用年限,有时还可以参考其他国家的资本品使用年限数据。

(二) 不同类型资本品的加总

一般在进行资本测量前,首先将资本品进行分类。通常的分类方法有:按行业分类,按组织形式分类,按资产类型分类。如,在 Kendrick (1973) 的资本测量中把资本品按行业分类,但没有按资产类型和组织形式分类;Christensen 和 Jorgenson (1969) 把资本品按 46 个行业分类,每个行业又分为 6 种资产形式(消费者耐用品、生产者设备、租赁用建筑和非居住用建筑、居住用建筑、库存和土地)和 4 种组织形式(公司企业、非公司企业、住户、机构)。在将不同类型资本投入加总时,我们应该使用优良(superlative)指数²。

² “优良指数”的概念源于 Diewert (1976),常用的优良指数包括 Divisia 指数和 Fisher 指数。

目前我们一直都是计算资本品的存量,为了将资本存量转化为资本服务量,我们假设每种资产的资本服务量和生产性资本存量成正比,转换因子 Q_{Kk} 将生产性资本存量转为资本服务流。

$$k_k^t = Q_{Kk} A_k^{t-1}. \quad (20)$$

可以用 Divisia 指数来加总不同类型的资本投入,权重为每种资产类型资产报酬在各种资产类型财产报酬总和中的份额。

$$\frac{dk^t}{k^t} = \sum_k v_{Kk} \frac{dk_k^t}{k_k^t}, \quad v_{Kk}^t = \frac{k_K^t p_{Kk}^t}{\sum k_K^t p_{Kk}^t}. \quad (21)$$

但是 Divisia 指数只适用于连续数据情况下,所以并不适用于经济数据。在实际中可以用自然对数的差来表示增长率,用平均份额作为权重。在离散数据情况下使用的就是 Tornqvist 指数。Diewert (1976) 证明了在生产函数为超越对数的情况下应使用 Tornqvist 指数。

$$\ln k^t - \ln k^{t-1} = \sum_k \overline{v_{Kk}} (\ln K_k^t - \ln K_k^{t-1}) = \sum_k \overline{v_{Kk}} (\ln A_k^{t-1} - \ln A_k^{t-2}). \quad (22)$$

权重为每种资产类型资产报酬在各种资产类型财产报酬总和中的平均份额:

$$v_k = \frac{1}{2} (v_k^t + v_k^{t-1}), \quad v_{Kk}^t = \frac{k_K^t p_{Kk}^t}{\sum k_K^t p_{Kk}^t}. \quad (23)$$

三、我国已有资本测量研究分析

前面,我们主要介绍了资本投入测量的理论方法,这一节我们分析一下国内现有研究中存在的主要问题。我国目前还没有可用的官方资本存量财富或资本服务量的数据,《中国统计年鉴》中使用了固定资产原值和固定资产净值两个概念。但固定资产原值和固定资产净值是财务会计中的概念,前者是以历史购置价格表示的目前正在使用的资本品价值总和,后者是前者扣减历年的累计折旧的数值。两者都不能很好地反映资本存量的实际数值,净值对折旧的扣除也完全是在税收制度的意义下的做法,没有与资本品的相对效率相联系。因此,固定资产原值和固定资产净值都不能作为计算生产函数中资本投入的基础。在学术界目前已有了很多对于资本存量测量的研究,可以把这些研究分为两类,一类测量总量层次的资本存量,如贺菊煌(1992)、邹至庄(1993)、谢千里(1995)、吴方卫(1999)、王小鲁和樊纲(2000)、张军(2002)、李治国和唐国兴(2003)、张军和章元(2003)、何枫等(2003),这

些测量比较粗糙，没有进行资产分类，而是直接估计了全社会的资本存量；另一类将资产进行了分类，并估计了总量和行业层次的资本存量，这类估计比较细致，如黄勇峰和任若恩（2002）估计了总量以及制造业13个行业的资本存量，并将资本品分为建筑和设备两类，孙琳琳和任若恩（2003）估计了总量以及整个经济33个行业的资本存量，并将资本品分为建筑、设备、汽车三类，王益煊和吴优（2003）估计了总量和16个行业的资本存量，并将资本品分为城镇住宅、农村住宅、非住宅建筑、市政建设、机器设备购置、役畜产品畜和其他，共七类。

邹至庄（1993）与李治国和唐国兴（2003）的公式为：第 t 年的 K = 第 $t-1$ 年的 K + 第 t 年的净投资，净投资 = 总投资 - 折旧；何菊煌（1992）、张军（2002）、张军和章元（2003）的计算公式为：第 t 年的 k = 第 $t-1$ 年的 k + 第 t 年的积累；王小鲁和樊纲（2000）的计算公式为： t 年 $k = t-1$ 年 k + （第 t 年固定资本形成 - 折旧）；何枫等（2003）的计算公式是： t 年 $k = t-1$ 年 k + 第 t 年固定资本形成；吴方卫（1999）、黄勇峰和任若恩（2002）、孙琳琳和任若恩（2003）、王益煊和吴优（2003）都是在相对效率几何下降假设下，使用 $A_t = A_{t-1} + I_t - \delta A_{t-1}$ 估计资本存量。所以这些研究中只有吴方卫（1999）、黄勇峰和任若恩（2002）、孙琳琳和任若恩（2003）、王益煊和吴优（2003）使用了PIM法，其他估计都没有使用PIM法。此外对于资本存量测量有两个概念：一是生产性资本存量，一是资本存量财富。生产性资本存量是测量资本服务的起点，应该是生产分析中使用的概念，它是用相对效率作为权重，而资本存量财富只是国民账户中的一项，并没有太多的实际分析含义，只有在资本品相对效率几何下降时，两者才能相同。因为这些研究都是生产分析研究，所以应该测量生产性资本存量，就是应该估计资本品的相对效率模式。但很多研究没有意识到这一点，只是估计了折旧的数目，而且这些折旧都是建立在历史价格基础上，同PIM中的折旧是不同的。

估计资本存量时，关键数据为基期资本存量、投资的价格指数数据、每年投资数据、效率模式或折旧模式假设，我们就从这几方面对中国已有的资本研究进行分析。

（一）基期资本存量的估计

对于基期，现有研究一般定为1952年、1978年和1980年。

贺菊煌（1992）估计时假设资本在1964—1971年间的平均增长率等于1971—1978年间的平均增长率，并以此推断1952年资本存量为946亿元（1990年价）。王小鲁和樊纲（2000）中写道：“根据反复推算将1952年资本存量定为1600亿元（1952年价）”，但没有介绍具体方法。张军和章元（2003）分别从上海固定资产原值，工业固定资产净值和农业资本存量估计几个方面，最后估计1952年资本存量为800亿（1952年价）。邹至庄（1993）

通过历史的固定资产净值数据,估计1952年资本存量为1030亿(1952年价)。何枫等(2003)中假设1953年资本—产出比为3.487,并推算出1952年资本存量为5428.26亿元(1990年价)。可以看到,这些研究的基期资本存量差别很大,这些研究没有明确自己基期资本存量的范围,可能有些含有土地,有些含有存货,由于缺乏数据,方法都很粗糙,所以很难判断哪个数值更准确。

李治国和唐国兴(2003)采用了邹至庄(1993)估计的1978年资本存量14112亿元(1978年价)。黄勇峰和任若恩(2002)、孙琳琳和任若恩(2003)从Yeh(1972)、Maddison(1995)、Albert Feuerwerker(1977)、Kuung-chia(1972)对中国的早期投资和GDP估计的研究中推出中国的早期投资流,并使用PIM推导出基期资本存量。黄勇峰和任若恩(2002)的基期1978年建筑存量为4714.05亿元,设备为1107.61亿元,合计5821.66亿元(1978年价);孙琳琳和任若恩(2003)的基期1980年建筑存量为5132.1亿元,设备存量为1827.251亿元,合计6959.35亿元(1980年价)。王益煊和吴优(2003)似乎没有准确理解基期资本存量含义,基期资本存量是估计资本存量序列的起点,他们估计的资本存量序列为1981—1998年,但文章中选的基期为1990年。从他们的结果数据中,我们可以看到他们得出的1981年资本存量为21243.4亿元(1990年价),但他们没有解释这个数据的来源。从理论上讲,黄勇峰和任若恩(2002)、孙琳琳和任若恩(2003)使用PIM估计的基期资本存量数据,应该比较准确。

(二)投资价格指数的选用

固定资产投资价格指数,1992年以后统计年鉴开始公布,此前没有官方可用数据。所以现有研究解决方法或者选用其他价格指数代替,或者自创方法来估算。

谢千里(1993)使用了建筑安装指数和设备指数的加权平均构造固定资产投资价格指数。吴方卫(1999)将1992年后的全国固定资产投资价格指数对生产资料出厂价格指数进行线性回归,拟合出全国的投资价格指数序列。贺菊煌(1992)和张军(2000)使用了积累指数来估计资本存量,所以回避了价格指数问题。李治国和唐国兴(2003)将1992年后的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线性回归,拟合出全国的投资价格指数序列。张军和章元(2003)直接使用上海市固定资产投资价格指数。何枫等(2003)根据1952—1995年的资本形成总额和资本形成总额指数计算出1952—1995年的隐含投资价格指数,再根据投资价格指数和商品零售价格指数的回归关系估计1996—2001年的投资价格指数。黄勇峰和任若恩(2002)与孙琳琳和任若恩(2003)使用了相同的建筑投资价格指数和设备投资价格指数序列,1992年后使用官方投资价格指数,之前用零售价格指数、工业价

价格指数、建筑价格指数来代替。王益焯和吴优（2003）使用了分行业、分资产类型的价格指数，1985—1998年数据由国家统计局城调队提供，然后假设1981—1985年价格以平均速度增长，倒推出1981至1984年分资产类型的价格指数。我们认为用回归方法估计投资价格指数，由于数据量比较少，估计结果并不可信，所以建议选择合适的价格指数代替，而不是估计投资价格指数。

（三）使用的固定资产投资数据

不同研究使用的投资数据主要包括固定资产投资数据、固定资产形成数据、积累数据和新增固定资产数据。首先我们看一下各个概念在统计年鉴中的定义：积累额是用于扩大再生产和非生产性建设以及增加社会储备的物质产品价值，即国民收入中扣除当年消费后的余额，包括固定资产积累（新增固定资产扣除固定资产耗费）以及流动资产积累（原材料，燃料，半成品和属于生产资料的产成品库存，商品库存，物资储备库存等流动资产增加额），还可以分为生产性积累和非生产性积累。资本形成总额表示一定时期内获得减去处置的固定资本和存货的净额，包括固定资本形成总额和存货增加。固定资本形成总额指一定时期的建筑、设备和土地改良获得减去处置的固定资本投资净额，存货增加表示期末存货市场价值减去期初市场价值。固定资产投资额是指一定时期内以货币形式表现的建造和购置固定资产的工作量。新增固定资产是指已经建成投入生产或交付使用的工程和达到固定资产标准的设备、工具、器具的投资，以及有关的应摊入的费用。从概念上，我们可以分析这几个数据的联系， $\text{固定资产积累额} = \text{固定资产形成数据} - \text{折旧}$ ， $\text{固定资产形成} = \text{固定资产投资} - \text{退役的资本品价值} + \text{土地改良投资}$ 。所以从PIM的方法论上，估计固定资产存量时我们应该选用的合适数据应该是不考虑退役，不考虑资本品效率下降或折旧的固定资产投资数据。新增固定资产投资是与之比较接近的概念，但有些项目建成期很长，使用新增固定资产投资存在核算和价格指数等很多问题，而且我国统计年鉴中固定资产投资数据有按资产分类和按行业分类的数据，比较容易满足PIM对投资数据的要求。下面，我们比较这几种数据的当前价全社会数据，积累数据只有1993以前的，全社会新增固定资产只有1995以前的，固定资产投资序列和固定资本形成数据是统计年鉴一直公布的。从图中可以看出，固定资产投资和固定资本形成数据增长趋势和数值都基本相同，固定资产积累由于扣除了折旧，新增固定资产只考虑建成后的投资，所以数值相对较小。

何菊焯（1992）使用生产性积累和非生产性积累作为投资数据，但1993年后新的统计体系下不再公布积累数据；张军和章元（2003）估计时也使用了生产性积累数据，并且假设1993年以后生产性积累增速和固定资产投资增速相同，估计出了1993年后的生产性积累数据。生产性积累中除固定资产投

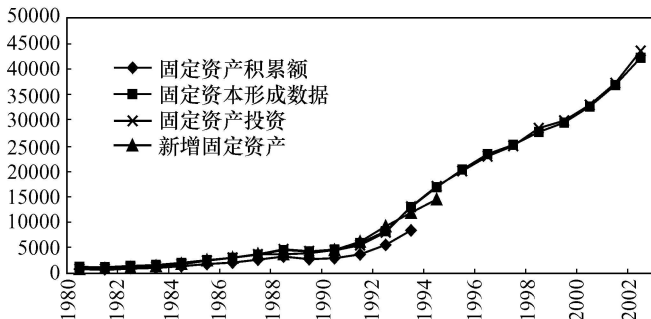


图1 不同的投资数据

资外,还包括土地和存货投资。邹至庄(1993)则是根据GDP支出法的原理($GDP = \text{消费} + \text{投资} + \text{政府购买} + \text{净出口}$)推算出投资数目,可以看到这个投资数目中也包括土地投资和存货投资。谢千里等(1995)使用新增固定资产扣除住房投资和非生产性资产作为投资数据,投资数据中扣除了住宅,也不包括土地和存货投资。王小鲁和樊纲(2000)认为我国固定资产投资中有大量浪费,所以对1980年前的情况他们使用全社会固定资产投资乘以投资交付使用率来计算当年的固定资本形成,对1980年后的市场直接使用固定资本形成数据;何枫等(2003)使用了固定资本形成数据,固定资本形成数据中含土地投资数据,但不包括存货投资数据。王益焯和吴优(2003)、孙琳琳和任若恩(2003)、黄勇峰和任若恩(2002)使用了分行业、分资产类型的固定资产投资数据,固定资产投资数据不包括土地投资,存货投资。由于使用的投资数据的资本品范围不同,所以这些研究最终的资本存量范围也不相同,何菊焯(1992)、张军和章元(2003)、邹至庄(1993)的总量资本存量中应该包括固定资产、土地和存货;谢千里等(1995)的存量应为不包括住宅的固定资产存量;王小鲁和樊纲(2000)、何枫等(2003)存量估计中包括土地和固定资产存量;王益焯和吴优(2003)、孙琳琳和任若恩(2003)、黄勇峰和任若恩(2002)存量估计只含固定资产。但是很多研究在进行基期资本存量估计时并没考虑这一点,如张军和章元(2003)强调自己的基期资本存量估计中不含土地,但却使用了包含土地改良投资的生产性积累作为投资数据。因此很多研究中基期资本存量和投资数据中包含的资本品类型范围并不一致。

(四) 对于相对效率或折旧的处理

王小鲁和樊纲(2000)选用了5%的折旧率,但并没有假设具体的折旧模式或效率模式,从其不变的折旧率来看应该采用了几何折旧模式。李治国和唐国兴(2003)以及邹至庄(1993)采用的方法是直接估计每年的折旧额,1978—1993年的年折旧序列使用公式“ $\text{折旧} = \text{GDP} - \text{国民收入} + \text{补贴} - \text{间接税}$ ”得到,1994年以后折旧序列在统计资料中直接得到。何菊焯(1992)、张

军和章元（2003）在资本测量时使用了生产性积累数据，生产性积累中已经扣除了固定资产折旧，所以他们就不需要再估计折旧数据，但问题在于这些折旧数据是建立在历史价格基础上的。何枫等（2003）在估计资本存量时使用的公式是“ $\text{本年末资本存量} = \text{上年末资本存量} + \text{本年固定资本形成总额}$ ”，他们没有考虑折旧，实际上他们估计的是总资本存量。王益焯和吴优（2003）、孙琳琳和任若恩（2003）、黄勇峰和任若恩（2002）在估计资本存量时，都采用了几何相对效率下降的模式，这时折旧率和重置率相同，资本存量财富等于生产性资本存量。孙琳琳和任若恩（2003）、黄勇峰和任若恩（2002）在建筑寿命40年、设备寿命16年的假设下，估计了建筑折旧率为8%，设备为17%，孙琳琳和任若恩（2003）中还估计了汽车的资本存量，在汽车寿命10年的假设下，汽车折旧率为26%。王益焯和吴优（2003）采用了余额递减法估计了7种资产分行业的折旧率：城镇住宅折旧率为8%、非住宅建筑折旧率为9%左右、机器设备折旧率为3.6%—13.8%、市政建设为3.6%、役畜产品畜为11%、农村住宅和其他折旧率为1.5%。

通过这些比较可以看到，在目前的资本测量研究中，只有黄勇峰和任若恩（2002）、孙琳琳和任若恩（2003）、王益焯和吴优（2003）按照标准的PIM估计了中国的资本存量：首先将资产分类，并在几何相对效率假设下估计了每种资产的生产性资本存量（资本存量财富）。但是，生产性资本存量只是资本服务量估计的起点，还应该估计资本租赁价格，并在此基础上构建资本投入指数。目前只有孙琳琳和任若恩（2003）进行了这部分工作。为了比较这些研究，我们将王益焯和吴优（2003）、孙琳琳和任若恩（2003）、何枫等（2003）、张军和章元（2003）的全社会资本存量估计结果（都调整到1990年价）放在图形加以比较（见图2）。可以看到何枫等（2003）估计数值最高，因为其估计的是总资本存量。

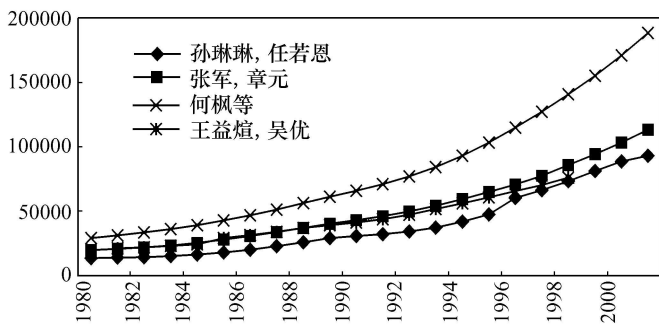


图2 国内资本存量估计结果比较

四、当前资本测量研究的热点问题

(一) 资本利用率的问题

先前的资本测量研究中都假设资本服务和生产性资本测量的比例是不变的,但这种假设显然不符实际。因为在经济繁荣时期和衰退时期,资本利用率是不同的。这种假设会让我们测量出来的 TFP 也存在周期性的波动。

解决资本利用率问题的最简单的办法就是研究处在经济周期相同位置上的点,但这让经济分析少了很多数据点;另一种办法是 Foss (1963) 提出直接测量资本利用率,如用电力消费量变化来代替资本利用率或者使用行业调查来得到资本利用率;此外还有些研究者希望通过经济计量学的方法估计资本利用率,如 Beaulieu 和 Matthey (1998), Basu 和 Fernald (2001) 等。

(二) 投资范围问题

投资具体测算范围还存在很多问题,比如投资数据中是否应该包括无形资产?无形资产投资应包括人力资本投资和知识资本投资。人力资本包括住户的人力资本投资(接受教育)和教育行业的人力资本投资(教育上投资),目前这两项都没有被国民账户视为资产。Eisner (1989) 等对人力资本的问题做过研究。此外还有知识资本投资, Khan (2001) 认为可以将知识资本投资分为三个内容:计算机软件、技术和创新资产以及组织资本。计算机软件表示计算机软件程序中所含有的知识资本,随着软件业的发展,1993SNA 将软件包括进无形资产;技术和创新资产是知识资本中的 R&D 项;组织资本包括企业用于雇员的培训费用,组织创新费用,以及管理咨询费用和广告费用等。

目前常用的无形资产估值方法是计算企业内在价值,内在价值减去企业的有形资本价值就是无形资产价值。计算企业内在价值有两种办法,即使用企业股票价值计算市值或者由专家来估计企业价值。但这两种办法都存在一定缺陷:股票价值受外界因素干扰比较大,而专家估计过分主观。

(三) IT 资本的研究

当前越来越多学者关注 IT 投资对资本积累和经济增长的影响。主要的研究方法是在资本分类中增加 IT 设备一项,通过 IT 产品高的资本租赁价格反映出 IT 产品高的边际产出,进而得到 IT 投资对资本积累的影响。由于数据的原因,目前大部分研究都是在总量生产函数基础上进行的,如 Oliner 和 Sichel (1994) \ Stiroh (1998) \ Hercowitz (1998) \ Gordon (1999a, 1999b) \ Jorgenson 和 Stiroh (1999) \ Sichel (1999) \ Triplett (1999) \ Alessandra Colecchia 和 Paul Schreycher (2002) 都曾研究 IT 资本积累和经济增长的关系。

Jorgenson, Muns Ho 和 Kevin J. Stiroh (2004) 则从行业层次上研究了 IT 资本积累对美国经济的贡献。

在测量资本存量的时候,我们要将历年的不变价投资进行加权,这就需要用到投资品价格指数。从资本测量理论上讲,价格指数应该将投资数据转换为相同效率单位的资本品,这就要求价格指数必须是不变质量的价格指数。由于 IT 设备技术的迅速进步,不变质量价格指数的构建就尤为重要。比如计算机尽管价格可能没有下降,但是计算机的性能改善了很多,这样在构建价格指数时就必须考虑计算机质量改进问题。享乐技术(hedonic method)可以用来解决这个问题。享乐模型的基本思想是不同产品价格差别是由于产品特征不同,享乐函数就是把商品分解为很多特征,并用回归式中的特征系数来估计特征的内在价格。1986年,美国经济分析局(BEA)开始同IBM工作人员合作,用享乐方法估计计算机价格指数。1990年,美国劳动统计局(BLS)也开始用享乐方法估计电子产品的价格指数。

参考文献

- [1] 贺菊煌;“我国资产的估算”《数量经济技术经济研究》,1992年第8期,第24—27页。
- [2] 黄勇峰、任若恩和刘晓生;“中国制造业资本存量永续盘存法估计”,《经济学(季刊)》,2002年第1卷第2期,第377—396页。
- [3] 何枫、陈荣、何林;“我国资本存量的估算及其相关分析”,《经济学家》,2003年第5期,第29—33页。
- [4] 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”《经济研究》,2003年第2期,第34—42页。
- [5] 任若恩、刘晓生;“关于中国资本存量估计的一些问题”《数量经济技术经济研究》,1997年第1期,第19—24页。
- [6] 吴方卫;“我国农业资本存量的估计”《农业技术经济》1999年第6期,第34—38页。
- [7] 王小鲁、樊纲《我国工业增长的可持续性》北京:经济科学出版社,2000年。
- [8] 王益焯、吴优;“中国国有经济固定资本存量初步测算”《统计研究》2003年第5期,第40—45页。
- [9] 谢千里、罗斯基、谢玉歆;“改革以来中国工业生产率变动趋势的估计及其可靠性分析”《经济研究》,1995年第12期,第10—12页。
- [10] 邹至庄《2010年我国经济增长前景》北京:中国财政经济出版社,2001年。
- [11] 张军;“资本形成、工业化与经济增长:我国的转轨特征”《经济研究》2002年第6期,第3—10页。
- [12] 张军、章元;“对中国资本存量K的再估计”《经济研究》2003年第7期,第35—43页。
- [13] Alessandra, Colechia and Paul Schreyer; “ICT Investment and Economic Growth in The 1990s: Is The United States A Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries,” *Review of Economic Dynamics* 2002, 5, 408—442.
- [14] Basu, Susanto and John G. Fernald, “Why is Productivity Procyclical? Why Do We Care?” NBER working paper series, No. 7940. National Bureau of Economic Research, 2000.

- [15] Beaulieu , Joseph J. and Joe Mattery , " The Workweek of Capital and Capital Utilization in Manufacturing " , *Journal of Productivity Analysis* , 1998 , 10 , 32—45.
- [16] Bruce , T. Grimm , Brent R. Moulton and David B. Wasshausen ; " Information Processing Equipment and Software in the National Accounts " , NBER working paper , April 2002.
- [17] Bureau of Labor Statistics , " Trends in Multifactor Productivity , 1948—1981 " , Bulletin 2178. Washington , D. C. : U. S. Government Printing Office , 1983.
- [18] Burmeister , Edwin , *Capital Theory and Dynamics*. Cambridge : Cambridge University , 1980.
- [19] Christensen , Laurits R. and Dale W. Jorgenson , " The Measurement of U. S Real Capital Input , 1929—1967 " , *Review of Income and Wealth* , December 1969 , No 4 , 293—320.
- [20] Christensen , Laurits R. and Dale W. Jorgenson ; " Measuring Economic Performance in the Private Sector " , in the M. Moss , Ed. *The Measurement of Economic and Social Performance* , Studies in Income and Wealth , No. 38 , University Microfilms 1973 , 233—238.
- [21] Christensen , Laurits R. , Dale W. Jorgenson and D. Cummins , " Economic Growth , 1947—1973 : An International Comparison " , in J. W. Kendrick and B. N. Vaccara eds. *New Developments in Productivity Analysis*. Chicago : The University of Chicago Press , 1980.
- [22] Coen , Robert , " Investment Behavior , the Measurement of Depreciation and Tax Policy " , *American Economic Review* , March 1975 , 65(1) , 59—74.
- [23] Cummins , Jason G. , " A New Approach to the Valuation of Intangible Capital " , FEDS working paper , No. 2004—17 , April 2004.
- [24] Dean , E. R. , M. Darro and A. Neef , " Alternative Measures of Capital Inputs in Japanese Manufacturing " , in Hulten C. R. ed , *Productivity Growth in Japan and the United State*. Chicago : University of Chicago Press , 1990.
- [25] Denison , Edward F. , *Why Growth Rates Differ*. Washington D C : Brookings , 1967.
- [26] Denison , Edward F. , " Some Major Issues in Productivity Analysis : An Examination of Estimates by Jorgenson and Griliches " . *Survey of Current Business* , May 1969 , No 5 , 1—27.
- [27] Denison , Edward F. , *Trends in American Economic Growth , 1929—1982*. Washington D. C. : Brookings Institution , 1985.
- [28] Diewert , W. Erwin , " Exact and Superlative Index Numbers " , *Journal of Econometrics* , 1976 , 4 , 115—146.
- [29] Diewert , W. Erwin , " Aggregation Problems in the Measurement of Capital " , in D. Usher ed. *Measurement of Capital*. Chicago : University of Chicago Press , 1980.
- [30] Diewert , W. Erwin ; " Measuring the Price and Quantity of Capital Services under Alternative Assumptions " , Department of Economics Working Paper , No. 01—24 , University of British Columbia 2001.
- [31] Eisner , Robert , *The Total Incomes System of Accounts*. Chicago : University of Chicago Press. 1989.
- [32] Fraumeni , Barbara M. and Dale W. Jorgenson , " The Role of Capital In U. S Economic Growth , 1948—1976 " , in George Von Furstenberg , ed. , *Capital Efficiency and Growth*. Cambridge : Ballinger , 1980.
- [33] Foss , M. F. , " The Utilization of Capital Equipment : Post-War Compared with Pre-War " , *Survey of Current Business* , 1963 , 5 , 8—16.
- [34] Gordon , Robert J. , " U. S Economic Growth Since 1870 : What We Know and Still Need to Know " , *American Economic Review* , May 1999a , 89(2) , 320—352.

- [35] Gordon, Robert J. , " Has the New Economy Rendered the Productivity Slowdown Obsolete ? " Manuscript , Northwestern University , June 12 , 1999b.
- [36] Goldsmith , Raymond W. , " The National Wealth of the United States in the Postwar Period " , Studies in Capital Formation and Financing , No. 10. New York : NBER. , University Microfilms , 1962.
- [37] Griliches , Zvi , " Hedonic Price Indexes Revisited " , in Zvi Griliches ed. *Price Indexes and Quality Change*. Cambridge , Mass : Harvard University Press , 1971.
- [38] Hall , Robert E. , " The Measurement of Quality Changes from Vintage Price Data " , in Griliches Zvi ed. *Price Indexes and Quality Change*. Cambridge , Mass : Harvard University Press , 1971.
- [39] Hall , Robert E. , and Dale W. Jorgenson , " Tax Policy and Investment Behavior " , *American Economic Review* , June 1967 , 57 , 391—414.
- [40] Hall , Robert E. and Dale W. Jorgenson , " Tax Policy and Investment Behavior : Reply and Further Results " , *American Economic Review* , June 1969 , 59 , 388—401.
- [41] Hall , Robert E. and Dale W. Jorgenson , " Applications of the Theory of Optimum Capital Accumulation " , in Gary Fromm ed. , *Tax Incentives and Capital Spending*. Amsterdam : North-Holland , 1971.
- [42] Harcourt , G. C. , *Some Cambridge Controversies in the Theory of Capital*. Cambridge : Cambridge University Press , 1972.
- [43] Harper , Michael J. , " The Measurement of Productive Capital Stock , Capital Wealth , and Capital Services " , Working Paper No 128 , Bureau of Labor Statistics , Washington D C , June 1982.
- [44] Harper , Michael J. , Ernst R. Berndt and David O. Wood , " Rates of Return and Capital Aggregation Using Alternative Rental Prices " , in Jorgenson Dale W. and Ralph Laudau eds. , *Technology and Capital Formation*. MIT Press , 1990.
- [45] Hercowitz , Zvi , " The Embodiment Controversy : A Review Essay " , *Journal of Monetary Economics* , 1998 , 41(1) , 217—224.
- [46] Hicks , Johan , *Capital and Growth*. New York : Oxford University Press , 1981a.
- [47] Hicks , Johan , *Wealth and Welfare : Collected Essays in Economic Theory*. Cambridge , Mass : Harvard University Press , 1981b.
- [48] Hulten , Charles R. , *Depreciation , Inflation , and the Taxation of Income from Capital*. Washington D C : The Urban Institute Press , 1981.
- [49] Hulten , Charles R. , " The Measurement of Capital " , in Ernst R. Berndt and Jack Triplett eds. *Fifty Years of Economic Measurement*. Washington , D.C. : NBER , 1990.
- [50] Hulten , Charles R. , James W. Robertson and Frank C. Wykoff , " Energy , Obsolescence and the Productivity Slowdown " , in Dale W. Jorgenson and Ralph Laudau eds. *Technology and Capital Formation*. Cambridge , Mass : MIT Press. 1989.
- [51] Hulten , Charles R. and Frank C. Wykoff , " Economic Depreciation and the Taxation of Structures in United States Manufacturing Industries : An Empirical Analysis " , in Dan Usher ed. , *Measurement of Capital*. Chicago : University of Chicago Press , 1981a.
- [52] Hulten , Charles R. and Frank C. Wykoff , " The Estimation of Economic Depreciation Using Vintage Asset Price : An Application of the Box-Cox Power Transformation " , *Journal of Econometrics* , 1981b , 15(3) , 367—396.
- [53] Hulten , Charles R. and Frank C. Wykoff , " The Measurement of Economic Depreciation " , in Hulten Charles R. ed. , *Depreciation , Inflation , and the Taxation of Income from Capital*. Washington , D C : Urban Institute Press , 1981c.

- [54] Jorgenson , Dale W , “ Anticipations and Investment Behavior ” , in James S. Duesenberry , Gary Fromm , Lawrence R. Klein and Edwin Kuh eds. , *The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States* . Chicago : Rand McNally . 1965 .
- [55] Jorgenson , D. W. “ Capital as a Factor of Production ” , in the Jorgenson Dale W. and Raulph Laudau ed. , *Technology and Capital Formation* . The MIT Press ,1989 .
- [56] Jorgenson , Dale W. , “ Productivity and Economic Growth ” , in Ernst R. Berndt and Jack E. Triplett , eds. , *Fifty Years of Economic Measurement* . Chicago : University of Chicago Press , 1990 .
- [57] Jorgenson , Dale W. , “ Capital Theory and Investment Behavior ” , *American Economic Review* , 1963 , 53 247—259 .
- [58] Jorgenson , D. W. , *Productivity Volume 1 : Postwar US Economic Growth* . The MIT Press , 1995 .
- [59] Jorgenson , D. W. ed. , *Investment Volume 2 : Tax Policy and the Cost of Capital* . Cambridge , MA : The MIT Press , 1996 .
- [60] Jorgenson , Dale W. , “ Information Technology and the U. S. Economy ” , *American Economic Review* , 2001 , 91 , 1—32 .
- [61] Jorgenson , Dale W. and Zvi Griliches “ The Explanation of Productivity Change ” , *Review of Economic Studies* , 1967 , 34 , 349—383 .
- [62] Jorgenson , D. W. , F. M. Gollop and B. M. Fraumeni , *Productivity and U. S. Economic Growth* . Cambridge , MA : Harvard University Press , 1987 .
- [63] Jorgenson , D. W. and R. Laudau , *Tax Reform and the Cost of Capital* . Washington , DC : Brookings Institution , 1993 .
- [64] Jorgenson , Dale W. and Kevin J. Stiroh , “ Information Technology and Growth ” , *American Economic Review* , May 1999 , 89(2) , 125—211 .
- [65] Jorgenson , Dale W. and Barbra M. Fraumeni , “ Relative Prices and Technical Change ” , in Ernst R. Berndt and Barry C. Field eds. , *Modeling and Measuring Natural Resource Substitution* . Cambridge , Mass : MIT Press , 1981 .
- [66] Jorgenson , Dale W. , Mun S. Ho. , and Kevin J. Stiroh , “ Growth of U. S Industries and Investments in Information Technology and Higher Education ” , draft , 2004 .
- [67] Joseph , E. Stiglitz , “ The Cambridge Controversy in the Theory of Capital : A View from New Haven : A Review Article ” , *Journal of Political Economy* , April 1974 , 82(4) 23—45 .
- [68] Kendrick , *Postwar Productivity Trends in the United States , 1948—1969* . New York : NBER , 1973 .
- [69] Laudu , R. and Jorgenson D. W. eds , *Technology and Economic Policy* . Cambridge , MA : Ballinger Publishing Co , 1986 .
- [70] Lawrence , J. Lau “ Research on the Cost of Capital : Past , Present and Future ” , in Lawrence J. Lau ed. *Econometrics , Volume 2 : Econometrics and the Cost of Capital* . The MIT Press 2000 .
- [71] Lev , Khan , *Intangibles—Management , Measurement , and Reporting* . Washington : The Brookings Institution , 2001 .
- [72] Lysko , W. , “ Manufacturing Multifactor Productivity in Three Countries ” , *Monthly Labor Review* , 1995 , 18(7) , 39—55 .
- [73] OECD , “ Methods Used by OECD Countries to Measure Stocks of Fixed Capital ” , OECD publication , Paris , 1993 .

- [74] OECD , " Measuring Capital " , OECD publication , Paris , 1999 .
- [75] Oliner , Stephen D. and Daniel E. Sichel , " Computers and Output Growth Revisited : How Big is the Puzzle ? " *Brookings Papers On Economic Activity* , 1994 , 2 , 273—317 .
- [76] Oliner , Stephen D. , " Constant-Quality Price Change , Depreciation and the Retirement of Mainframe Computers " , in Murray F. Foss , Marilyn E Manser and Allan H Young eds. *Price Measurement and Their Uses* . Chicago : University of Chicago Press , 1993 .
- [77] Sandra , E. Black and Lisa M. Lync , " Measuring Organizational Capital in the New Economy " , NBER Working paper , April 2002 .
- [78] Sichel , Daniel E. , " Computers and Aggregate Economic Growth " , *Business Economics* , April 1999 , 2 , 18—24 .
- [79] Solow , Robert M. , " Technical Progress , Capital Formation and Economic Growth " , *American Economic Review* , May 1962 , 52 (2) , 76—86 .
- [80] Solow , Robert M. , " Technical Change and the Aggregate Production Function " , *Review of Economics and Statistics* , August 1957 , 2 , 312—320 .
- [81] Sun Lin lin and Ruoen Ren , " Estimates of Capital Input Index by Industries : The People 's Republic of China (1980—1999) " , the paper prepared for the International Comparison of the Productivity among Pan-Pacific Countries (Asian Countries)-ICPA Project , No 5 2003 .
- [82] Stiroh , Kevin J. , " Computers , Productivity , and Input Substitutions " , *Economic Inquiry* , April 1998 , 2 , 175—191 .
- [83] Tinbergen , Jan , " Zur Theorie der Langfristigen Wirtschaftsentwicklung " , *Weltwirtschaftliches Archiv* , 1942 , 55 (1) , 511—549 .
- [84] Triplett , Jack E. , *A Dictionary of Usage for Capital Measurement Issues* . Washington DC : Brooking Institution , 1998 .
- [85] Wyckoff , Andrew W. " The Impact of Computer Prices on International Comparisons of Productivity " , *Economics of Innovation and New Technology* , 1995 3 , 277—293 .
- [86] Xu , Xian Chun *et al* , " A Study on an Internationally Comparable Time Series of China 's Use Tables : 1987—2000 " , the paper prepared for the International Comparison of the Productivity among Pan-Pacific Countries (Asian Countries)-ICPA Project 2003 .

Capital Input Measurement : A Survey

LINLIN SUN AND RUOEN REN

(*Beijing University of Aeronautics and Astronautics*)

Abstract The capital input measurement is one of the most difficult areas in economic measurement. We have chosen to focus on the depreciable assets measurement issue. We discuss the general approaches used in capital measurement , including the measurement and valuation of a single homogeneous type of capital and the procedure for aggregating heterogeneous capital. We ex-

amine the practical issues in capital measurement involved in several empirical studies on China , such as the data source and the flaws in existing estimates.

JEL Classification B23 , C80 , O40