

DOI:10.13766/j.bhsk.1008-2204.2016.0063

基于内生折旧率的中国行业层面资本存量估计

孙琳琳, 焦 婕

(北京航空航天大学 公共管理学院, 北京 100083)

摘要: 资本存量是宏观经济研究及政策制定中一个极其重要的变量,而在测算资本存量的过程中,核心变量折旧率的确定对结果具有关键性的影响。相比选取某一折旧率固定值,通过生产函数法对中国1981—2011年33个行业的固定资本折旧率进行测算的方法更加科学,更能反映中国现实的行业特征。在测算的折旧率结果的基础上,进一步运用永续盘存法进行各年份各行业资本存量的估计。结果表明,从横向上看,各行业的建筑资本存量及设备资本存量都存在着较大的行业差异,建筑存量尤为突出;从纵向上看,两类的资本存量都具有明显的递增发展趋势,这与中国当前的经济形势以及行业特征大致吻合,在一定程度上能反映中国的宏观经济现状及行业结构特征。

关键词: 固定资本存量; 折旧率; 永续盘存法; 生产函数模型; 面板估计

中图分类号: F015

文献标志码: A

文章编号: 1008-2204(2016)03-0097-11

Capital Stock Estimation of Chinese Industries Based on Endogenous Depreciation Rate

SUN Linlin, JIAO Jie

(School of Public Administration, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract: Capital stock is a very important variable in macroeconomic study and policy formulation. In the process of estimating capital stock, capital depreciation rates of core variables play a key role. The thesis mainly discusses the estimation of depreciation rate of fixed capital of 33 industries in China from 1981 to 2011, using production function method which is more scientific than fixed depreciation rate in that it can better reflect the industry situation. Perpetual inventory method is then used to estimate the capital stock of different industries each year on the basis of the resulting depreciation rates. Horizontally speaking, the results show that there are large differences in building capital stocks and equipment capital stocks of different industries, with more noticeable differences in building capital stocks. Longitudinally speaking, these two kinds of capital stock show an obvious growth trend. The result of estimation is consistent with the present domestic economic situation and characteristics of industries, so they, to some extent, can reflect the macroeconomic situation and characteristics of industry structure in China.

Key words: fixed capital stock; depreciation rate; perpetual inventory method; production function model; panel data estimation

一、引言

资本存量是指在某一时点上,全社会所有可以服务于生产的资本品的总和,它是目前正在使用的

所有资本品在某一年份购置价格的加总。资本存量不仅作为一国国民财富的重要组成部分,奠定其经济运行和社会发展的基础,同时也作为资本投入的科学指标,在国民经济核算体系尤其是宏观经济分析及政策制订中发挥着重要的角色。资本存量在总

收稿日期: 2016-03-02

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71203005)

作者简介: 孙琳琳(1980—),女,河北邢台人,副教授,博士,研究方向为经济增长、全要素生产率和资本要素测算。

量生产函数、全要素生产率(TFP)、资本报酬率、实际经济周期理论(RBC)以及分析经济增长潜力等研究领域都有着广泛的应用;有些实证研究中也需要将资本存量或其设计的相关指标来作为模型中的一个控制变量。资本存量数据的可靠性以及准确性是研究上述问题的关键,因此,长时间以来众多国内外学者纷纷致力于对其进行研究测量,以期尽可能接近真实数值。

目前只有美国、加拿大、澳大利亚等发达国家在资本存量核算方面较为成熟,能够公布符合核算要求的官方资本存量数据。中国由于引进 System of National Accounts(SNA)核算体系的时间较晚,至今尚无明确的官方资本存量统计数据,资本数据缺口很大。在这种情况下,众多国内经济研究学者充当了中国资本存量测算的主要角色,积累了较多的学术文献。但是,大多数国内文献在资本存量测算方法上,尤其是在折旧率的处理上,仍然存在许多不足和缺陷。许多国内学者在对资本折旧率的处理上十分粗糙,带有很强的主观性:有些学者直接将国外文献中的折旧率作为中国资本折旧率;有些学者通过假定资本寿命期限和本品的相对效率进行折旧率的测算,如张军等^{[1]35-44},但在资本寿命期限以及资本品权重划分上存在较大问题;有些学者利用《中国统计年鉴》上公布的资本品折旧额计算折旧率,但是《中国统计年鉴》上的折旧仅为会计意义上的折旧,与实际固定资本折旧还是有较大的差异。

文章在借鉴以往国内外研究成果的基础上,以1981—2011年间中国33个行业层面的面板数据为基础,采用生产函数来估计内生折旧率,并在此基础上运用永续盘存法(Perpetual Inventory Method, PIM)估算中国各行业的资本存量。这种处理方法反映了中国现有行业结构的实质特征,为进一步深入研究中国经济增长、效率创新等方面提供可靠的数据资料。

二、中国行业资本存量测算

(一) 资本存量的相关概念

资本存量表示在某一时间点上生产单位所拥有的资本资产的数量。一般而言,资本存量除了包括固定资产资本存量外,还包括土地和存货;有些国外学者还认为包括人力资本等。文章所讨论的资本存

量主要指固定资产资本存量。根据联合国国民收入核算体系,固定资产资本应该是耐用的、有形的、固定的以及可再生的。资本存量不等于资本投资额。固定资本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^①,而资本存量则是一个表示资本积累数量的概念。也就是说,投资额是一个流量概念,资本存量却是一个存量概念。因此,不能简单地用每年官方发布的固定资产投资额数据作为所需要的资本存量。

目前许多学者都用固定资产原值和固定资产净值两个相关概念去代表资本存量。固定资产原值是企业在购置、建造某项固定资产时所指出的货币总额^②;它表示的是现使用资本品取得时的实际成本支出,反映了固定资产的原始购置成本。固定资产原值并不随着固定资产使用时间的延长而减少。固定资产净值又称固定资产折余价值,是固定资产原始价值或重置完全价值减去已提折旧累计额后的余额。^③原值和净值都是公司财务会计的概念,都无法真正准确地表示经济学中资本存量的概念。在原值意义上,同一资本品的不同价格也会导致资本存量测算结果的不同;而这与资本存量的实际含义相矛盾。在净值意义上,原值中扣除的累积折旧也完全是税收制度下的账面概念,并没有与固定资本品的相对效率相联系。

(二) 资本存量测算方法——永续盘存法

田秋红认为,国内外学者对资本存量进行核算的方法主要有两种:一是预期未来收入法,即将未来各个时期的资本收入进行折现,然后加总求和,也就是求资本资产的价值;二是购置成本法,即将过去某一时点的资产的购置成本总和作为资本存量核算的基础,其中以永续盘存法为代表。^[2]目前,永续盘存法是理论界和实践界在资本存量测算领域中应用最广泛的核算方法。

在资本品相对效率几何下降模式下,永续盘存法的基本公式为

$$K_t = I_{t-1} + (1 - \delta)K_{t-1} \quad (1)$$

其中: K_t 为 t 期以不变价格计价的实际资本存量; K_{t-1} 为 $t-1$ 期以不变价格计价的实际资本存量; I_{t-1} 为 $t-1$ 期以不变价格计价的投资额或者资本流量; δ 为折旧率(在几何效率模式下,折旧率 δ_t 为一常数 δ)。

由式(1)可知,运用永续盘存法估算资本存量的关键是4个变量的选取与确定:基期资本存量

K_0 、历年投资数据 I_t 、折旧率 δ 以及投资价格指数。李宾通过对比分析以往文献测算资本存量的主要方法,得出以下结论:折旧率对资本存量测算结果的影响最大;基期资本存量的设定对结果影响相对较小;投资额的不同选取对于结果有不同的影响,同时固定资本形成总额与全社会固定资产投资的表现很相近,前者稍优;投资价格指数则基本可达成共识。^[3]

在现有的相关文献中,国外学者对永续盘存法的研究已取得了较大的成果。以 Hulten 和 Frank^[4] 以及 Diewert^[5] 为代表,对资产折旧、资产寿命、资产的退役方式等多个方面进行了深入的研究。此外,OECD 成员国早已展开了资本存量的实际核算工作,在实践运用中取得了较多的心得和进展。综观国内学者运用永续盘存法对资本存量核算的已有研究,中国学者在运用永续盘存法时,根据各自研究的需要,对上述 4 个变量的选取均存在着不同程度的差异,因而所得到的结论不尽相同。其中,比较有代表性的有张军^[6]、贺菊煌^[7]、Chow^[8]、谢千里等^[9]、任若恩和刘晓生^[10]、张军^[11] 及黄勇峰等^{[12]377-396}。

(三) 行业划分和关键变量的确定

资本存量是在资本品寿命期内历年投资序列的加权和,资本品的使用寿命对资本存量估算具有重要的影响。由于固定资本中建筑资本与设备资本之间存在明显的寿命差异,因此,必须对建筑和设备的投资加以区分,对不同类的资本品进行不同的投资序列估计。为此文章将中国的普通资本分为建筑资本和设备资本两类。在实际的原始统计数据中,固定资产投资总额等于建筑投资、设备投资和其他投资三者之和,将其他投资按照建筑投资和设备投资的一定比例,分配到二者的投资中,从而将固定资产

拆分成建筑资本和设备资本两类。

文章的数据主要来源于《中国固定资产投资统计数典(1950—2000)》(以下简称《数典》)、各具体年份的《中国固定资产投资统计年鉴》《中国国内生产总值核算资料》《中国统计年鉴》以及 KLEMS 数据库等。

通过对《数典》和历年《中国固定资产投资统计年鉴》中行业的整理,得到国民经济 61 个细分行业。借鉴任若恩和孙琳琳^[13]对中国行业的划分,结合 KLEMS 行业分类原则将 61 个细分行业合并为 33 个行业,如表 1 所示。

1. 投资数据 I_t 的选取

以往文献中主要使用的投资数据有固定资产投资数据、新增固定资产投资数据、积累数据以及固定资产形成数据。黄勇峰等^{[12]377-396}、王益焯和吴优^[14]、薛俊波和王铮^[15]均采用了固定资产投资数据进行资本存量的测算。陈诗一主要使用了新增固定资产投资数据。^[16]张军和章元估计时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。^[17]Chow 和 Li^[18]、张军等^{[1]35-44}都曾使用了固定资本形成概念估算了总量的资本存量数据。

《中国统计年鉴》定期公布的固定资产投资数据较为详细,包括按资产、构成、行业分类的投资数据,因此,比较容易满足永续盘存法对资本投资数据的要求。文章使用 1981—2011 年中国 33 个行业的建筑资本投资额和设备资本投资额来估计各行业的资本存量。由于文章涉及的时间跨度较大,涵盖的行业较多,且可以直接得到的原始统计数据有限,因而需要对搜集到的原始资料进行一定的处理才能得

表 1 国民经济 33 个行业

序号	行业	序号	行业	序号	行业
1	农林牧渔业	12	印刷出版业	23	仪器设备业
2	煤炭采选业	13	化学原料及化学制品制造	24	橡胶和塑料
3	金属和非金属采选	14	石油加工及炼焦业	25	其他制造业
4	石油和天然气开采	15	皮革毛皮羽绒及其制品业	26	交通运输业
5	建筑业	16	非金属矿物制品业	27	邮电通信业
6	食品加工制造及饮料业	17	金属冶炼及压延加工业	28	电力工业
7	纺织业	18	金属制品业	29	煤气行业
8	服装及其他纤维制品制造	19	普通机械制造业	30	商业
9	木材业	20	电气电子机械器材制造业	31	金融保险业、房地产业
10	家具业	21	汽车制造业	32	其他服务业
11	造纸业	22	其他运输设备制造	33	政府机构

到1981—2011年中国33个行业的建筑资本和设备资本投资额。由于篇幅限制的原因,具体的处理过程及方法在这里将不再赘述。

2. 基期资本存量 K_0 的确定

已有的国内研究的资本基期大部分是基于固定资产净值或者资本产出比进行估算。文章选取1980年作为资本存量测算的基期年份。选取1980年作为基期年份是因为1978年后中国经济发展模式以及行业结构都发生了很大的变化,这种转变与中国现在的经济发展思路大体上是一脉相连的。其次,1980年后统计资料相较之前更为完善,在各种经济成分分类、基础建设与更新改造投资上都有非常好的分行业数据。

根据吴延兵^[19]的研究:

$$K_0 = I_{-1} + (1 - \delta)I_{-2} + (1 - \delta)^2 I_{-3} + \dots = I_{-1} \times \left[1 + (1 - \delta) \frac{I_{-2}}{I_{-1}} + (1 - \delta)^2 \frac{I_{-3}}{I_{-1}} + \dots \right] \quad (2)$$

令 $\frac{I}{I_{-1}} = 1 + g$, 其中 g 为资本投资增长率, 则有

$$K_0 = I_{-1} \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{1 - \delta}{1 + g} \right)^i = I_{-1} \frac{1 + g}{g + \delta} = \frac{I_0}{g + \delta} \quad (3)$$

则推算出基期资本存量为

$$K_0 = \frac{I_0}{g + \delta} \quad (4)$$

其中: I_0 为基期资本投资支出。在文章的研究中, 由于固定资本分为建筑资本和设备资本两类, 因而需利用式(4)进行建筑基期资本存量和设备基期资本存量的分别计算。

文章用中国1981—2011年33个行业建筑资本和设备资本实际支出增长率的算术平均值表示 g , 各行业 g 的值如表2和表3所示(其中: g_1 为建筑资本投资增长率, g_2 为设备资本投资增长率)。折旧率 δ 通过下文的生产函数方法估算得到。 I_0 分别选取的是1980年中国各行业建筑资本支出数据及设备资本支出数据。

3. 投资价格指数的选取

投资价格指数是反映固定资产投资额价格变动趋势和程度的相对数。固定资产投资额是由建筑安装工程投资完成额、设备、工器具购置投资完成额和其他费用投资完成额三部分组成。理论上, 编制固定资产投资价格指数应先编制上述三部分投资的价格指数, 然后采用加权算术平均法求出固定资产

表2 33个行业建筑资本支出平均增长率

行业序号	g_1	行业序号	g_1	行业序号	g_1
1	0.11	12	0.16	23	0.10
2	0.09	13	0.13	24	0.17
3	0.10	14	0.11	25	0.08
4	0.07	15	0.16	26	0.14
5	0.12	16	0.15	27	0.17
6	0.15	17	0.12	28	0.11
7	0.11	18	0.20	29	0.21
8	0.22	19	0.18	30	0.12
9	0.19	20	0.15	31	0.21
10	0.17	21	0.20	32	0.12
11	0.14	22	0.15	33	0.10

表3 33个行业设备资本支出平均增长率

行业序号	g_2	行业序号	g_2	行业序号	g_2
1	0.15	12	0.17	23	0.14
2	0.13	13	0.15	24	0.18
3	0.15	14	0.15	25	0.10
4	0.10	15	0.17	26	0.13
5	0.17	16	0.18	27	0.16
6	0.16	17	0.15	28	0.15
7	0.12	18	0.22	29	0.25
8	0.25	19	0.20	30	0.17
9	0.20	20	0.17	31	0.21
10	0.19	21	0.22	32	0.14
11	0.16	22	0.16	33	0.16

投资价格总指数。^①

由于之前中国并没有官方公布的建筑、设备投资价格指数; 直到1992年之后, 《中国统计年鉴》才开始发布这两类价格指数数据。因此, 1992年之前的投资价格指数一般采用其他价格指数替代或自行估算得到。文章以1980年的价格水平为基期价格, 其价格指数为1。选用中国1981—1991年的建筑行业价格指数代替建筑投资价格指数; 选用中国1981—1991年的工业价格指数代替设备投资价格指数。1992—2011年的建筑、设备投资价格指数则来源于官方发布的统计数据。1981—2011年两类资本的投资价格指数如表4和表5所示。

4. 折旧率的确定

中国现有研究关于固定资本折旧率的处理方法主要有4种。一是忽略折旧率。何枫等认为设定固定资产平均使用年限以及计算固定资产每年的报废价值是一个非常复杂的过程, 因此, 忽略了折旧问题。^[20]这一方法很明显不符合经济现实。二是将折

表 4 1980—2011 年建筑资本投资价格指数

年份	建筑投资价格指数	年份	建筑投资价格指数	年份	建筑投资价格指数	年份	建筑投资价格指数
1980	1.000	1988	1.731	1996	4.255	2004	5.218
1981	1.051	1989	2.039	1997	4.378	2005	5.312
1982	1.081	1990	2.082	1998	4.400	2006	5.397
1983	1.110	1991	2.284	1999	4.413	2007	5.894
1984	1.174	1992	2.668	2000	4.519	2008	6.183
1985	1.284	1993	3.502	2001	4.583	2009	5.954
1986	1.361	1994	3.867	2002	4.628	2010	6.722
1987	1.461	1995	4.048	2003	4.823	2011	7.065

表 5 1980—2011 年设备资本投资价格指数

年份	设备投资价格指数	年份	设备投资价格指数	年份	设备投资价格指数	年份	设备投资价格指数
1980	1.000	1988	1.375	1996	2.630	2004	2.167
1981	1.002	1989	1.537	1997	2.580	2005	2.154
1982	1.000	1990	1.600	1998	2.515	2006	2.130
1983	0.999	1991	1.698	1999	2.452	2007	2.154
1984	1.013	1992	1.858	2000	2.388	2008	2.160
1985	1.101	1993	2.224	2001	2.317	2009	2.108
1986	1.143	1994	2.435	2002	2.247	2010	2.121
1987	1.233	1995	2.588	2003	2.180	2011	2.125

由此可见,折旧率的确定是资本存量测算中一个最为核心却十分棘手的问题。

三、内生资本折旧率的估算

(一) 生产函数模型介绍

Hall 假定企业以成本最小化作为企业要素投入决定的出发点,因而可以得到企业 R&D 资本与普通资本的产出弹性与他们的投入份额成比例;再假设柯布道格拉斯函数(C-D 函数)具有规模中性和需求中性,从而用生产函数法进行折旧率的求解。^[27]文章将借鉴 Hall 中的生产函数方法对中国 33 个行业进行资本折旧率的估算。同时,如果测算总量经济,各个行业的中间投入可以互相抵消,就不用考虑中间投入对产出的影响;如果测算行业生产率的话,则需要考虑中间投入的问题。由于文章是对中国行业资本存量进行测算,因此,在生产函数基本模型的基础上还应考虑中间投入要素。此外,还需要考虑普通固定资本分为建筑资本和设备资本两类。基于上述分析,扩展后的 C-D 生产函数形式为

$$Y = AL^\alpha K_1^{\beta_1} K_2^{\beta_2} M^\theta N^\sigma e^\mu \quad (5)$$

其中: Y 为总产出; A 为技术效率; L 为劳动投入; K_1 为建筑资本投入; K_2 为设备资本投入; N 为能源中间投入; M 为能源投入以外的中间投入; μ 为随机扰动项; $\alpha, \beta_1, \beta_2, \theta$ 和 σ 为参数。

对式(5)两边同时取对数,并且用 i 为行业, t 为时间:

$$y_{i,t} = \eta_i + \lambda_t + \alpha l_{i,t} + \beta_1 k_{1i,t} + \beta_2 k_{2i,t} + \theta m_{i,t} + \sigma n_{i,t} + \mu_{i,t} \quad (6)$$

其中:隐含假设将式(5)中技术效率 A 的对数看成是行业特定效应 η_i 和时间特定效应 λ_t 之和。 y, l, k_1, k_2, m 和 n 分别为式(5)中对应变量的自然对数形式; η_i 为不随时间变动的行业特定效应; λ_t 为不随行业变化的时间特定效应。 η_i 和 λ_t 两个参数反映了一些非观测性因素对产出 y 的影响。根据 Hall, 式(6)中的 η_i 和 $\mu_{i,t}$ 可能与当前(和未来)的投入水平相关联。

要估计式(6),必须要有总产出以及各生产要素投入的数据。其他投入数据均可以通过官方统计数据得到。由于中国现在尚无官方资本存量数据,因此,首先需要先构造一个 K 。用永续盘存法来构造资本存量 K :

旧率设为一个固定值。根据国外相关文献研究成果,其值一般在 3% ~ 5% 之间。Hu 和 Khan 假设固定资本折旧率为 3.6%^[21]; 卜永祥和靳炎^[22]、郭庆旺和贾俊雪^[23] 均假定固定资本折旧率为 5%; Young 选取固定折旧率 6%^[24]。三是根据固定资产使用寿命以及残值率计算折旧率,其值大约在 10% 左右。孙琳琳和任若恩采用中国建筑和设备使用寿命分别为 40 年和 16 年的假设,在资本品相对效率几何下降模式下,利用残值率和资本寿命期估计折旧率。他们推导出中国建筑折旧率为 8%,设备折旧率为 17%。^{[25]3-13} 根据固定资产平均使用寿命以及残值率所计算出来的折旧率结果要优于直接采用的固定折旧率。但是由于资产使用寿命往往无法准确得到以及固定资产部门划分权重等因素的影响,所得到的折旧率依据并不充分。四是将官方公布的中国各省(市)折旧额相加得到全国总折旧额,或者利用国民收入关系式来直接计算中国固定资产折旧率,其中以李治国和唐国兴^[26] 为代表。但是中国官方公布的固定资产折旧数据是基于直线折旧模式假设获得,仅为会计意义上的折旧。因此,用账面折旧率作为推导资本存量的经济折旧率缺乏科学依据。

$$K_{i,t} = I_{i,t-1} + (1 - \delta)K_{i,t-1} \quad (7)$$

其中: $K_{i,t}$ 为行业 i 在时期 t 的固定资本存量(分为建筑资本和设备资本两类); $I_{i,t-1}$ 为行业 i 在时期 $t-1$ 的投资额(分为建筑资本和设备资本两类); δ 为资本折旧率(分为建筑资本和设备资本两类)。设定资本折旧率的值 δ_0 , 结合基期资本存量 K_0 和行业 i 各年的投资数据 $I_{i,t}$ 就可以得到 $K_{i,t}$ 。根据上文的分析, 文章采用孙琳琳和任若恩^{[25]19}的折旧率结果, 用建筑资本折旧率 8% 和设备资本折旧率 17% 来分别计算中国各行业的建筑资本存量 K_1 和设备资本存量 K_2 。

假设建筑资本投资在相当长的时间内是以恒定增长率 g_{1i} 增长, 设备资本投资的恒定增长速度为 g_{2i} , 则得到

$$\begin{cases} K_{1i,t} \cong \frac{I_{1i,t}}{\delta_{1i} + g_{1i}} \text{ 或 } \ln K_{1i,t} \cong \ln I_{1i,t} - \ln(\delta_{1i} + g_{1i}) \\ K_{2i,t} \cong \frac{I_{2i,t}}{\delta_{2i} + g_{2i}} \text{ 或 } \ln K_{2i,t} \cong \ln I_{2i,t} - \ln(\delta_{2i} + g_{2i}) \end{cases} \quad (8)$$

在折旧率给定的假设条件下, 由式(8)可以推导出按照正确折旧率计算出的真实普通资本存量 K^* 的值:

$$\begin{cases} K_{1i,t}^* = K_{1i,t} \frac{\delta_{1i}^0 + g_{1i}}{\delta_{k_{1i}} + g_{1i}} = K_{1i,t} \frac{0.08 + g_{1i}}{\delta_{k_{1i}} + g_{1i}} \\ K_{2i,t}^* = K_{2i,t} \frac{\delta_{2i}^0 + g_{2i}}{\delta_{k_{2i}} + g_{2i}} = K_{2i,t} \frac{0.17 + g_{2i}}{\delta_{k_{2i}} + g_{2i}} \end{cases} \quad (9)$$

其中: δ_{1i}^0 为用来构造建筑资本存量 K_1 测算值的折旧率, 假定为 8%; δ_{2i}^0 为用来构造设备资本存量 K_2 测算值的折旧率, 假定为 17%; $\delta_{k_{1i}}$ 为待求的第 i 个行业建筑资本的真实折旧率; $\delta_{k_{2i}}$ 为待求的第 i 个行业设备资本的真实折旧率。

在用给定折旧率分别计算出建筑资本 K_1 和设备资本 K_2 后, 结合其他变量数据, 就可以对式(6)进行回归, 从而求得回归参数 α, β_1, β_2 的值。

1. 成本最小化假设

假设行业中的各企业都是按照成本最小化的原则进行生产决策, 同时假设 C-D 生产函数具有规模中性和需求中性, 那么资本投入和劳动投入的产出弹性与它们的要素份额成比例, 即

$$\begin{cases} \beta_1 = \frac{c_{k_1}^* K_1^*}{w \cdot L} \\ \beta_2 = \frac{c_{k_2}^* K_2^*}{w \cdot L} \end{cases} \quad (10)$$

其中: α 为劳动投入 L 的产出弹性; β_1 为真实建筑资本存量 K_1^* 的产出弹性; β_2 为真实设备资本存量 K_2^* 的产出弹性; $c_{k_1}^*$ 为建筑资本的资本成本; $c_{k_2}^*$ 为设备资本的资本成本; w 为劳动投入的成本, 即工资。

由投入产出表可以得到 $w \cdot L$ 的乘积总额。此时结合式(6)估算出的 α, β_1, β_2 的值, 加上已知的 $w \cdot L$ 值, 就可以根据式(10)求出 $c_{k_1}^* K_1^*$ 和 $c_{k_2}^* K_2^*$ 的值。

资本成本 $c_j (j = K_1, K_2)$ 可由新古典主义的资本成本公式得到

$$c_{j,t} = 1 - \frac{(1 - \delta_j) \left(\frac{p_{j,t+1}}{p_{j,t}} \right)}{1 + \rho} \quad (11)$$

其中: $p_{j,t}$ 为相关投入要素价格; δ_j 为折旧率; ρ 为预期收益率。

假设建筑资本和设备资本每年的相对价格变化率非常微小, 即 $\frac{\Delta p_j}{p_j} \approx 0 (j = K_1, K_2)$, 则式(11)可以转化为

$$c_{j,t} \cong 1 - \frac{1 - \delta_j}{1 + \rho} \cong \frac{\rho + \delta_j}{1 + \rho} \quad j = K_1, K_2 \quad (12)$$

结合式(9)和式(12), 可以得到

$$\begin{cases} c_{k_1}^* K_1^* \cong \frac{\rho + \delta_{k_1}}{1 + \rho} \left(K_1 \frac{0.08 + g_{1i}}{\delta_{k_1} + g_{1i}} \right) \cong K_1 \frac{(\rho + \delta_{k_1})(0.08 + g_{1i})}{(1 + \rho)(\delta_{k_1} + g_{1i})} \\ c_{k_2}^* K_2^* \cong \frac{\rho + \delta_{k_2}}{1 + \rho} \left(K_2 \frac{0.17 + g_{2i}}{\delta_{k_2} + g_{2i}} \right) \cong K_2 \frac{(\rho + \delta_{k_2})(0.17 + g_{2i})}{(1 + \rho)(\delta_{k_2} + g_{2i})} \end{cases} \quad (13)$$

将式(13)两边同时除以 K_1 或 K_2 , 则得到

$$\begin{cases} c_{k_1}^{\text{derived}} = \frac{c_{k_1}^* K_1^*}{K_1} = \frac{(\rho + \delta_{k_1})(0.08 + g_{1i})}{(1 + \rho)(\delta_{k_1} + g_{1i})} \\ c_{k_2}^{\text{derived}} = \frac{c_{k_2}^* K_2^*}{K_2} = \frac{(\rho + \delta_{k_2})(0.17 + g_{2i})}{(1 + \rho)(\delta_{k_2} + g_{2i})} \end{cases} \quad (14)$$

根据式(14)最终求得建筑资本和设备资本的真实折旧率 $\delta_j (j = K_1, K_2)$:

$$\begin{cases} \delta_{k_1} = \frac{(0.08 + g_{1i})\rho - (1 + \rho)c_{k_1}^{\text{derived}} g_{1i}}{(1 + \rho)c_{k_1}^{\text{derived}} - (0.08 + g_{1i})} \\ \delta_{k_2} = \frac{(0.17 + g_{2i})\rho - (1 + \rho)c_{k_2}^{\text{derived}} g_{2i}}{(1 + \rho)c_{k_2}^{\text{derived}} - (0.17 + g_{2i})} \end{cases} \quad (15)$$

2. 完全竞争假设

如果做一个极端的假设,即所有行业都是处于完全竞争和充分的价格竞争状态下,那么资本投入占总产出的份额将会与它所估计的产出弹性相等,即

$$\begin{cases} \frac{c_{k_1}^* K_1^*}{p_y Y} = \beta_1 \\ \frac{c_{k_2}^* K_2^*}{p_y Y} = \beta_2 \end{cases} \quad (16)$$

其中: p_y 为产品的市场价格。 $p_y Y$ 的数据同样可以从投入产出表中得到。根据式(16),已知 $p_y Y$ 、 β_1 (β_2), 就可以求得 $c_{k_1}^* K_1^*$ ($c_{k_2}^* K_2^*$)。

资本成本 c_j ($j = K_1, K_2$) 如式(11)。同样假设建筑资本和设备资本每年的相对价格变化率非常微小,即 $\frac{\Delta p_j}{p_j} \approx 0$ ($j = K_1, K_2$), 接下来的计算过程同成本最小化假设,最终得到式(15),并根据式(15)求得建筑资本和设备资本的真实折旧率 δ_j ($j = K_1, K_2$)。文章采用完全竞争假设进行资本折旧率的估计。

(二) 折旧率的估计

1. 变量和数据的选取

用生产函数法估算折旧率需要 Y 、 L 、 K_1 、 K_2 、 M 、 N 等变量数据。建筑资本和设备资本 K_1 、 K_2 的构造以及数据选取在上面的分析中已经说明,再结合式(1)可以推导出中国 1981—2011 年 33 个行业建筑资本 K_1 和设备资本 K_2 的资本存量。文章所使用

的其他变量数据 Y 、 L 、 M 、 N 则是借鉴国际合作项目 KLEMS 的成果。KLEMS 项目以 SNA 为基础,利用投入产出表中的总产出和中间投入数据,形成 KLEMS 方法,并建立包括行业层次的产出、资本、劳动和中间投入数据在内的,具有国际可比性的 KLEMS 数据库。该项目是生产率和国际竞争力的国际比较项目,具有较高的权威性和可信性。因此,文章中的 Y 、 L 、 M 、 N 分别代表行业的总产出、劳动投入、其他中间投入以及能源投入,相应的数据来自 KLEMS 数据库。

2. 模型估计

文章分析的是时间序列和横截面两者相结合的数据。这种具有三维(个体、时间、指标)信息的数据结构为面板数据(Panel Data)。而文章也将采用面板数据模型进行估计。

在对计量模型进行实证研究时,涉及模型的选择问题,这要结合相关的检验统计量来选择。面板数据模型根据个体影响是常数还是随机变量,主要分为两类模型:固定效应模型和随机效应模型。文章运用 Stata12.0 经济计量软件分别估算了固定效应模型和随机效应模型,并采用 Hausman 检验来选择更为合理的模型。

用 Stata12.0 软件估算固定效应模型,得到结果如表 6 所示。

用 Stata12.0 软件估算随机效应模型,得到结果如表 7 所示。

表 6 固定效应模型参数结果

Y	Coef.	Std. Err.	t	P > t	[95% Conf. Interval]
I	0.213 340 1	0.017 285 8	12.34	0.000	0.179 408 3 0.247 271 9
K ₁	0.123 809 7	0.017 192 8	7.20	0.000	0.090 060 4 0.157 558 9
K ₂	0.102 385 8	0.016 960 3	6.04	0.000	0.135 678 5 0.069 093 0
M	0.525 125 0	0.015 730 9	33.38	0.000	0.494 245 5 0.556 004 4
N	0.215 748 1	0.011 044 1	19.54	0.000	0.194 068 7 0.237 427 5
_cons	1.715 471 0	0.196 169 6	8.74	0.000	1.330 393 0 2.100 548 0

表 7 随机效应模型参数结果

Y	Coef.	Std. Err.	z	P > z	[95% Conf. Interval]
I	0.066 330 1	0.009 685 3	6.85	0.000	0.047 347 3 0.085 312 8
K ₁	0.179 813 5	0.016 550 7	10.86	0.000	0.147 374 8 0.212 252 2
K ₂	0.100 157 5	0.015 224 1	6.58	0.000	0.129 996 2 0.070 318 8
M	0.640 440 1	0.012 745 2	50.25	0.000	0.615 459 8 0.665 420 3
N	0.219 047 3	0.011 513 1	19.03	0.000	0.196 482 0 0.241 612 5
_cons	1.927 289 0	0.185 382 3	10.40	0.000	1.563 947 0 2.290 632 0

将固定效应模型和随机效应模型所得到的参数结果进行 Hausman 检验。检验结果表明应当拒绝个体影响是随机变量的假设。因此,文章接受更为合理的固定效应模型,其中 $\alpha = 0.213\ 340\ 1$ 、 $\beta_1 = 0.123\ 809$ 、 $\beta_2 = 0.102\ 385\ 8$ 。

3. 计算折旧率

通过上文得到的 β_1 、 β_2 , 同时结合中国投入产出表中各年份各行业的总产出数据,即 $p_y Y$, 根据式(16),可以得到 1981—2011 年 33 个行业的 $c_{k_1}^* K_1^*$ 和 $c_{k_2}^* K_2^*$ 值。将 $c_{k_1}^* K_1^*$ 或 $c_{k_2}^* K_2^*$ 同时除以 K_1 或 K_2 (此时 K_1 和 K_2 为当前价格计价的建筑资本存量和设备资本存量),即可得到真实建筑资本成本 $c_{k_1}^{derived}$ 和真实设备资本成本 $c_{k_2}^{derived}$ 。收益率 ρ 选为银行五年期贷款利率。则由式(15)即可求出真实建筑资本折旧率和真实设备资本折旧率。

4. 结果分析

各行业之间的建筑资本折旧率和设备资本折旧率差异都比较大,如表 8 所示;但是同一行业内部折旧率随时间变化的幅度较小,基本上围绕着某一数值上下波动。就建筑资本折旧率而言,煤气行业为 33 个行业中最大,其值平均约为 18.789%;建筑资本折旧率相对较小的行业有其他运输设备制造业、煤炭采选业、金属冶炼及压延加工业、橡胶和塑料业、普通机械制造业等,其折旧率大约在 6%~8%之

间。设备资本折旧率相对而言最大的为金融保险业及房地产业,其折旧率值平均为 21.675%;在现实经济中,这两个行业的设备更新速度也是最快的,因此,这一结果符合实际经济情况。相对较小的有煤炭采选业、商业、交通运输业、其他运输设备制造业等,其值在 10%~12%之间。普遍而言,同一行业的设备资本折旧率都要大于其建筑资本折旧率。根据所得结果,不同的行业应该假设不同的折旧率进行研究方才科学。

文章的折旧率结果在行业之间差异明显,但是在同一行业内部不同时间上的变化较小。且用生产函数法所估计出来的建筑资本弹性 β_1 和设备资本弹性 β_2 从实际情况而言数值偏低,从而导致折旧率偏高。造成这样结果的问题主要有以下几个方面:

(1) 计量模型及假设的问题。文章在完全竞争市场的假设前提下,构建生产函数模型,求取相应的模型参数进而计算得到资本折旧率以及行业资本存量。但是完全竞争市场的假设太过理想,与现实相差较大,不能完全真实地反映市场情况。另外,根据 Hall 的研究,资本产出弹性与他们的要素份额成比例的假设会导致估计结果存在较大误差。且生产函数模型求解过程中需要假定预期收益率,不同的收益率值会导致不同的折旧率测算结果,对折旧率测算水平有较大的影响。目前学术界对于收益率的选取标准尚未形成统一意见,因而收益率的选择对于估计结果具有很大的不确定性。

(2) 统计资料的有限性。文章所用面板数据所涉及的时间跨度较大,涵盖的行业数量较多,因而需要大量的数据。但是从《数典》《中国固定资产投资统计年鉴》以及其他统计资料中难以得到全部所需数据;甚至有些数据由于中国官方并没有公布,因而无从得到,只能通过采用其他数据进行近似替代,如 1992 年前的投资价格指数数据。

(3) 各个行业的性质不同。如果统一回归,必然会出现怪异值。如果分时段、分类别地估计,结果可能更加理想。

在用经济计量模型进行资本折旧率估计时,每一种测算方法都会存在一定的约束条件和适用范围。生产函数方法估算折旧率的这些问题,也为以后的研究从数据选取及处理、折旧率估算方法、模型系数的估计方法等方面都提供了参考。

表 8 1981—2011 年 33 个行业建筑、设备资本平均折旧率 %

行业序号	建筑资本	设备资本	行业序号	建筑资本	设备资本
1	12.279	14.038	18	11.833	18.041
2	6.958	12.090	19	7.482	13.509
3	14.382	12.852	20	13.464	19.675
4	10.531	13.613	21	12.121	18.547
5	10.745	12.862	22	6.355	11.984
6	11.576	16.921	23	7.689	13.668
7	7.968	13.756	24	6.696	13.735
8	13.505	17.251	25	10.840	14.181
9	12.118	16.988	26	11.006	10.280
10	12.972	17.854	27	9.913	14.806
11	9.562	15.893	28	9.675	15.216
12	9.782	16.173	29	18.789	21.126
13	8.998	15.177	30	10.445	12.075
14	9.600	16.263	31	17.940	21.675
15	11.406	17.046	32	15.832	17.610
16	12.994	18.514	33	12.579	16.421
17	7.521	13.837			

四、1981—2011年33个行业 资本存量的测算结果

根据已有数据,按照前文所述方法,对各行业建筑、设备资本存量的测算步骤为:首先,把各年建筑、设备投资额按以1980年为基期的投资价格指数进行平减,得到不变价格的建筑、设备支出;其次,根据1981—2011年33个行业建筑资本、设备资本实际支出数据,计算得到相应行业的年平均增长率 g_i ,从而得到基期资本存量;再结合各行业建筑资本和设备资本折旧率,根据式(1)分别得到各年份各行业的建筑资本存量和设备资本存量。

由于文章涉及的时间跨度较大,因此,主要选取1981年、1991年、2001年和2011年作为代表年份进行研究。

中国33个行业建筑资本存量的增长趋势和行业差异如表9所示,从中可见,各行业的资本存量差距随时间的变化逐渐加大。1981年和1991年33个行业的建筑资本存量相差较小,且行业平均资本存量水平也比较低。2001年及以后,行业之间的差异水平也在不断加大。最明显的是2011年的资本存量,各个行业的建筑资本存量绝对值相较从前年份都有了很大幅度的增长,同时行业之间的差异也是30多年间的最高水平,其中以金融保险及房地产业、其他服务业及交通运输业为突出代表。2011年建筑资本存量最多的前5个行业分别是金融保险业及房地产业、其他服务业、交通运输业、电力行业、商业,其建筑资本存量分别为202 760.73亿元、114 678.17亿元、86 736.24亿元、38 768.27亿元、38 507.01亿元,其中以第三产业的占比较大。而建筑资本存量最少的5个行业为木材业(2 909.68亿元)、家具业(2 240.21亿元)、皮革毛皮羽绒及其制品业(1 984.97亿元)、仪器设备业(1 871.3亿元)和印刷出版业(1 853.63亿元),以制造业为主。2011年金融保险及房地产业的建筑资本存量是印刷出版业的近110倍。这说明行业之间的建筑资本存量差异明显,与表9所得到的结论相一致。

各行业的设备资本存量随时间变化如表10所示。在2001年以前,行业间的设备资本存量差异并不显著,但是到了2001年,尤其是2011年,各行业的设备资本存量波动较大,有了大幅度的增长。各行业2011年的设备资本存量差异要略小于同时期

的建筑资本存量差异。设备资本存量最多的前5个行业主要以工业行业为主:电力行业(21 180.77亿元)、化学原料及化学制品制造(17 613.22亿元)、普通机械制造业(15 028.01亿元)、金属冶炼及压延加工业(14 635.42亿元)、电气电子机械器材制造业(13 991.45亿元)。设备资本存量相对较少的行业有其他制造业、印刷出版业、仪器设备业、家具业、皮革毛皮羽绒及其制品业等。其中,行业差异依然存在,但不如建筑资本存量那么显著。

表9 1981年、1991年、2001年和2011年33个行业的建筑资本存量

行业序号	建筑资本存量/亿元			
	1981年	1991年	2001年	2011年
1	109.296	1 828.042	5 971.251	26 625.171
2	212.049	1 121.750	2 735.629	12 359.666
3	14.160	488.264	908.616	6 608.333
4	114.166	1 401.112	4 805.614	16 688.464
5	61.984	596.586	2 037.567	9 837.259
6	85.342	664.037	1 968.323	1 7967.298
7	99.656	866.879	1 648.013	7 569.041
8	10.640	75.224	358.696	3 838.252
9	11.525	55.996	185.276	2 909.675
10	6.974	65.318	151.176	2 240.208
11	32.571	179.646	580.650	3 831.727
12	14.702	58.223	241.932	1 853.632
13	254.592	1 206.183	4 079.038	25 620.906
14	44.612	231.313	1 053.848	6 601.527
15	8.271	36.465	190.819	1 984.969
16	49.463	487.776	1 488.911	15 900.645
17	311.678	1 141.726	3 358.570	21 003.582
18	36.121	204.352	620.948	8391.728
19	361.649	957.432	2 182.762	24 033.247
20	45.700	458.312	1 499.533	16 770.845
21	39.859	104.230	542.143	10 119.231
22	85.896	257.158	965.190	4 257.517
23	26.529	94.568	241.661	1 871.297
24	116.203	428.050	1 071.672	7 475.119
25	29.085	465.173	879.491	4 830.320
26	494.916	2 166.611	14 670.242	86 736.237
27	150.066	227.427	3 318.227	19 462.273
28	325.840	1 662.450	8 768.756	38 768.274
29	4.379	192.957	1 107.102	7 058.685
30	253.304	1 657.350	5 132.514	38 507.009
31	162.202	1 809.057	18 900.988	202 760.726
32	177.331	4 874.407	22 536.824	114 678.167
33	91.987	1 032.625	5 315.370	23 418.858

各行业建筑资本存量及设备资本存量 1981—2011 年的增长情况如图 1 所示,从中可见,两类资本存量的增长率之间仍然存在着明显的行业差异。建筑资本存量中年均增长率最大的 5 个行业分别为煤气行业、金融保险及房地产业、其他服务业、金属和非金属采选业以及电气电子机械器材制造业。5 个行业的建筑资本存量每年都以超过 10 倍的速度快速增长,煤气行业 2011 年的资本存量更是其 1981 年的 1 600 多倍。而 33 个行业中建筑资本存量年均增长速度最低的其他运输设备制造业也以每

年约 1.6 倍的速度快速增长。设备资本存量年均增长速度最快的行业为金融保险及房地产业,它以每年近 50 倍的速度增长;年均增长速度较低的有交通运输业、商业、煤炭采选业等,其中最慢的交通运输业以每年 1.8 倍的速度快速增长。大多数行业的设备资本存量年均发展速度快于建筑资本存量。两类资本存量发展速度都很高的行业有金融保险及房地产业。这一结果反映了金融保险及房地产业在这 30 多年间的高速投资和发展,尤其是近几年来房地产业的迅猛发展,这与中国当前的行业形势较为吻合。

表 10 1981 年、1991 年、2001 年和 2011 年 33 个行业的设备资本存量

行业序号	设备资本存量/亿元				行业序号	设备资本存量/亿元			
	1981 年	1991 年	2001 年	2011 年		1981 年	1991 年	2001 年	2011 年
1	27.716	399.437	999.754	4 428.109	18	10.615	227.962	552.189	5 477.206
2	58.797	376.623	891.746	5 334.053	19	111.507	638.993	1 466.566	15 028.010
3	37.760	267.476	455.914	3 778.290	20	16.812	590.608	1 910.207	13 991.447
4	21.836	254.630	753.892	2 516.564	21	13.506	81.719	585.882	8 106.670
5	15.691	61.429	223.391	1 778.771	22	28.640	176.278	753.673	2 582.506
6	28.720	570.435	1 638.347	10 644.072	23	8.525	49.382	125.740	1 219.485
7	38.141	1 285.875	1 780.684	5 822.900	24	34.707	429.149	968.459	5 078.947
8	5.231	50.049	250.572	2 157.476	25	9.512	178.514	385.235	1 588.734
9	5.266	76.880	213.926	2 016.806	26	137.603	568.736	2 985.075	7 836.996
10	2.055	42.399	78.659	1 007.537	27	46.724	426.702	4 776.743	9 402.465
11	11.298	185.456	697.599	3 110.078	28	93.902	835.432	4 784.074	21 180.766
12	4.362	57.550	270.484	1 292.177	29	1.337	50.296	242.803	1 723.150
13	78.973	942.355	2 954.991	17 613.219	30	68.602	234.511	634.502	6 033.494
14	13.409	116.856	580.433	4 074.457	31	2.476	93.968	894.466	3 654.771
15	2.345	28.921	128.994	897.946	32	18.410	609.368	2 812.554	8 421.903
16	18.002	403.057	1 146.847	10 741.726	33	7.399	50.356	283.507	2 431.697
17	96.023	702.938	2 180.409	14 635.417					

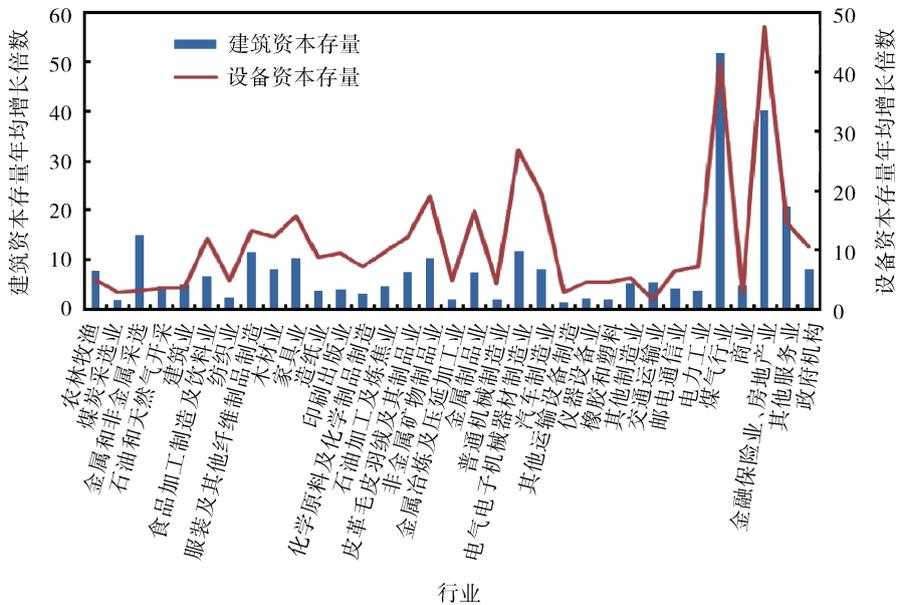


图 1 1981—2011 年 33 个行业建筑及设备资本存量的年均增长倍数比较

五、结论

首先,文章运用生产函数方法分别估算了33个行业不同年份的建筑资本折旧率和设备资本折旧率。各行业间的折旧率变化很大,同一行业内折旧率随时间变化较小。大部分行业的建筑资本折旧率要大于之前所选用的固定折旧率8%;而设备折旧率则因行业而异,有些行业大于固定值17%,有些则小于该数。因此,在以后的资本存量测算研究中,必须修正原有的固定折旧率假设,并且要因行业而异设定不同的行业折旧率进行测算。同时文章也根据结果对估算过程中存在的问题及不足进行了分析,主要在模型设定、数据处理、假设条件等方面存在缺陷。

其次,在估算的折旧率的基础上,文章采用永续盘存法,测算了中国1981—2011年33个行业的固定资本存量。从横向来看,各行业的建筑资本存量及设备资本存量都存在着较大的行业差异,建筑存量的行业差异尤为突出。两类资本存量的行业差异随时间有扩大趋势。从纵向来看,各行业的两类资本存量都具有显著的逐年递增趋势。建筑资本存量位于前5位的行业中以第三产业行业占比较大;相反存量最低的5个行业中主要以制造行业为主。设备资本存量最多的前5个行业主要以工业行业为主。文章所得到的两类资本存量结果与中国当前的经济形势以及行业特征相吻合,在一定程度上能反映中国的现实经济情况及行业结构特征。

在对行业的资本存量及资本投资额关系的研究中,发现两类资本比重随行业变化的趋势大致相同。同时,各行业建筑资本存量与投资额的比重均要大于设备资本比重;而各行业的设备资本存量与投资额之比则更加稳定,行业差异要明显小于建筑资本存量与投资额之比。

注释:

① 资料来源于《中国固定资产投资统计数典(1950—2000)》。

② 资料来源于《1990年中国投资报告》。

参考文献:

- [1] 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(10): 35—44.
- [2] 田秋红. 基于R&D资本存量的知识生产函数模型分析[D]. 保定:河北大学, 2012.
- [3] 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.

- [4] HULTEN C R, FRANK C W. The estimation of economic depreciation using vintage asset price: An application of the box-cox power transformation [J]. Journal of Econometrics, 1981, 15(3): 367—396.
- [5] DIEWERT W E. Aggregation problems in the measurement of capital[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1980: 433—528.
- [6] 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的测算[J]. 经济研究, 1991(4): 8—17.
- [7] 贺菊焯. 我国资产的估算[J]. 数量经济技术经济研究, 1992(8): 24—27.
- [8] CHOW G C. Capital formation and economic growth in china[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1993(114): 812—825.
- [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[J]. 经济研究, 1995(12): 10—12.
- [10] 任若恩, 刘晓生. 关于中国资本存量估计的一些问题[J]. 数量经济技术经济研究, 1997(1): 19—24.
- [11] 张军. 资本形成、工业化与经济增长: 我国的转轨特征[J]. 经济研究, 2002(6): 3—10.
- [12] 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, 1(2): 377—396.
- [13] 任若恩, 孙琳琳. 我国行业层次的TFP估计: 1981—2000[J]. 经济学: 季刊, 2009, 8(3): 925—950.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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, 10(3): 735—776.
- [17] 张军, 章元. 对中国资本存量K的再估计[J]. 经济研究, 2003(7): 35—43.
- [18] CHOW G C, LI K. China's economic growth: 1952—2010[J]. Economic Development and Cultural Change, 2002, 51(1): 247—256.
- [19] 吴延兵. R&D存量、知识函数与生产效率[J]. 经济学: 季刊, 2006, 5(4): 1129—1156.
- [20] 何枫, 陈荣, 何林. 我国资本存量的估算及其相关分析[J]. 经济学家, 2003(5): 29—33.
- [21] HU Z, KHAN M. Why is China growing so fast? [J]. IMF Statistical Papers, 1997(44): 103—131.
- [22] 卜永祥, 靳炎. 中国实际经济周期: 一个基本解释和理论扩展[J]. 世界经济, 2002(7): 3—80.
- [23] 郭庆旺, 贾俊雪. 中国全要素生产率的估算: 1979—2004[J]. 经济研究, 2005(6): 51—60.
- [24] 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.
- [25] 孙琳琳, 任若恩. 中国资本投入和全要素生产率的估算[J]. 世界经济, 2005(12): 3—13.
- [26] 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.
- [27] HALL B H. Measuring the returns to R&D: The depreciation problem[J]. Annales D'économie Et De Statistique, 2007, 3473(79—80): 1033—1082.