

DOI: 10.19361/j.er.2018.04.06

# 中国城市基础设施 资本存量及产出弹性测算

薛桂芝\*

**摘要:** 本文对中国城市基础设施资本存量与城市经济增长之间的关系进行定量测度。在采用永续盘存法对中国 1998—2014 年 225 个地级及以上城市的基础设施资本存量进行测算的基础上,运用柯布-道格拉斯生产函数测算了城市基础设施资本对城市经济增长的产出弹性,并且分析了不同地区间、不同城市层次间基础设施资本对城市经济增长产出弹性的差异,指明了未来城市基础设施投资的侧重点。本文认为,与快速推进的城市化相比,城市基础设施资本存量的规模仍然不容乐观,而且不同地区间和不同城市层次间城市基础设施资本积累和产出弹性存在较大差异。从地区差异来看,东部地区城市基础设施建设水平高于中西部地区,但是其产出弹性要低于中西部地区;从城市层级差异来看,副省级及以上大城市基础设施建设水平远远高于地级城市,但其产出弹性远远低于地级城市。因此,未来城市基础设施投资的侧重点应在中西部地区和地级城市。

**关键词:** 城市基础设施; 资本存量; 永续盘存法; 产出弹性

## 一、前言

当前经济下行的压力不断加大,未来中国经济要实现“双中高”目标<sup>①</sup>面临非常大的挑战,然而也存在很多的机遇。林毅夫(2015)指出:基础设施建设依旧是经济实现“双中高”目标的重要有利因素之一,虽然中国城际间的基础设施建设已经呈饱和状态,但是城内基础设施建设远远低于发达国家水平,历史欠账还很多。城市轨道交通、公交系统、道路建设严重不足,交通拥堵问题越来越严重;地下管网老化严重,城市内涝灾害时有发生;环境压力越来越大,节能减排和污染治理刻不容缓;城市应急体系不健全,面对灾害事故反应迟缓。这些“城市病”的存在与城市基础设施资本积累不足密切相关。作为社会先行资本(social overhead capital),城市基础设施在一定程度上对城市经济发展形成了“瓶颈”,所以城市基础设施投资依旧属于“补短板”的有效投资。城市基础设施领域的投资不仅能改善民生,带来巨大的社会效益,还将刺激经济增长,带来巨大的经济效益。那么,当前中国城市基础设施

\* 薛桂芝,河南财经政法大学财政税务学院,邮政编码:450046,电子信箱:xyxy526@163.com。

本文感谢教育部人文社会科学研究一般项目“经济近代化视阈下的华北财团研究”(项目编号:14YJC7900146)的资助。万分感谢匿名审稿人提出的宝贵意见,感谢编辑部老师们对本文所做的工作。文责自负。

<sup>①</sup>经济实现中高速增长,产业结构、经济结构实现中高端水平。

建设到底呈现出一种什么样的状态?不同地区间、不同城市层次间的基础设施资本积累是否存在差异?进一步加大对城市基础设施的投资将在多大程度上带动经济增长?未来城市基础设施投资的侧重点在哪里?本文首先采用永续盘存法对中国城市基础设施资本存量进行测算,结果表明不同地区间、不同城市层次间基础设施资本存量存在差异。在此基础上运用柯布-道格拉斯城市生产函数来测算基础设施资本对城市经济增长的贡献率,并且分析不同地区间、不同城市层次间基础设施资本对城市经济增长贡献率的差异,指明未来城市基础设施投资的侧重点。

城市基础设施是基础设施在城市的具化。建设部1988年将城市基础设施划分为“能源供应、给水排水、交通运输、邮电通信、环境保护、防灾安全”六大系统。1995年建设部又从规划的角度规定了在城市总体规划中应包括的12类城市基础设施规划内容,包括道路交通、给水工程、排水工程、供电工程、电信工程、供热工程、燃气工程、园林绿化、环境卫生设施、环境保护、防洪、人防。中国长期以来不同行业之间实行条块分工归口管理体制,供电、电信系统由国家实行行业垂直管理,而市政基础设施由城市建设行政主管部门分工进行行业管理,由城市地方政府组织实施建设和运营管理。虽然供电工程和电信工程的数据没有在城市层面进行详细的统计,但幸运的是,其他10类基础设施自20世纪90年代末起《中国城市建设统计年鉴》公布了比较详细的投资数据。我们可以利用这些数据采用永续盘存法测算城市基础设施资本存量,在此基础上测算城市基础设施资本积累对城市经济增长的贡献。需要注意的是,这样测算出的城市基础设施资本存量不含城际间的基础设施,如高速公路、铁路等。

本文的研究内容主要分为两部分,第一部分是对城市基础设施资本存量估算过程中的几个关键问题进行梳理,测算全国和225个地级及以上城市的基础设施资本存量。第二部分基于扩展的索洛模型,建立城市经济增长的柯布-道格拉斯生产函数,测算各种投入要素的产出弹性,并对基础设施资本产出弹性的地区差异和城市层次差异进行了分析。

本文的创新点在于:(1)首次从城市层面测度基础设施资本存量,并测算了城市基础设施的产出弹性,对基础设施资本存量与GDP增长之间的关系进行了定量测度。(2)永续盘存法中折旧率的选择更为精确。本文考虑到基础设施的建设周期和使用年限比一般行业要长,所以不同于以往文献对资本品使用年限的设定,对基础设施的建筑物、设备和其他费用的使用年限做出了更为合理的设定,对其各自占比也在数据可得的前提下做出了精确的计算。在基础设施的使用年限以及各部分构成比例的合理设定下,计算出的折旧率更为精确。

## 二、文献回顾

早在20世纪60年代,罗斯托(1962)就已经认识到基础设施投资在经济起飞阶段的重要作用。他认为经济起飞需要具备三个条件,一是较高的资本积累,二是起飞的主导部门,三是制度保障。基础设施作为起飞的主导部门,其资本积累对经济起飞至关重要。80年代新增长理论兴起,以Barro、Lucas、Romer为代表的学者们发现人力资本投资、研发投入和基础设施资本积累直接影响着生产率的提高。此后,随着西方经济增长和基础设施的飞速发展,基础设施的作用得到了越来越多的肯定,关于基础设施资本产出弹性的文献也越来越多。Arrow和Kurz(1970)最先将基础设施资本从总资本中分离出来,单独测算基础设施对

经济增长的贡献,发现基础设施对经济增长有显著的正向作用。Costa 等(2006)采用超越对数函数,对美国 1972 年 48 个州进行截面分析,发现公共资本的产出弹性在 0.16~0.26 之间。Duffy-Deno 和 Elberts(1991)采用柯布-道格拉斯生产函数,对美国 1980-1984 年 28 个标准统计都市区进行分析,发现公共基础设施对地方总产出的弹性为 0.08。Aschauer(1989)采用美国 1945-1985 年的时间序列数据分析公共资本对经济增长的贡献,发现公共资本的产出弹性高达 0.39,核心基础设施存量对经济增长的效应尤为显著,产出弹性达到 0.24。不过学者们普遍认为 Aschauer(1989)测算的基础设施产出弹性偏高,一般认为在美国国家层次上基本处于 0.15~0.25 之间。Tatom(1991)认为 Aschauer(1989)在分析时忽略了数据的时间序列特性,所以得到的基础设施弹性异常高,并对数据进行一阶差分处理,得到的产出弹性只有 0.14。Munnell(1991)、Finn(1993)、Moomaw 等(1995)的测算结果分别为只有 0.1、0.16 和 0.11。Stephan(2001)对德国大城市 1980 年、1986 年和 1988 年数据, Picci(1999)对意大利 1970-1991 年 20 个地区数据, Everaert 和 Heylen(2004)对比利时 1953-1996 年的面板数据进行测算,估算结果分别为 0.082、0.08~0.43 和 0.29。可以看出基础设施的产出弹性总体上处于 0.08~0.30 之间。从文献的发展脉络来看,关于基础设施产出弹性的研究主要集中在美国,在其他国家则没有充分展开,这主要是因为数据的可得性,美国商务部提供了一套相对完整的基础设施资本存量数据。

国内学者对基础设施产出弹性的研究尚处于起步阶段。张军扩(1991)根据柯布-道格拉斯生产函数,代入实际经济数据,测算“七五”期间劳动、资本和综合要素生产率对经济增长的贡献率。范九利和白暴力(2004)利用 1996-2000 年省际面板数据,测算得出基础设施资本的产出弹性为 0.187。金戈(2012)沿用黄勇峰等(2002)、张军等(2004)测量资本存量的永续盘存法,测算了全国层面 1953-2008 年的基础设施资本存量和省级层面 1993-2008 年基础设施资本存量,但是囿于数据可得性,该研究对基础设施的统计范围存在误差,并且只对基础设施资本存量与 GDP 增长率之间的关系进行了直观讨论,没有对其进行定量测度。金戈(2016)在上述文献研究的基础上,分别测算了国家及省级层面经济、社会基础设施资本与非基础设施资本存量,进而运用省级层面的面板数据对不同类型资本的产出弹性进行了度量。本文将在相关研究的基础上从城市层面测算基础设施资本存量,并对其产出弹性进行估计。

### 三、城市基础设施资本存量的测算

考察基础设施资本存量与经济增长之间的定量关系依赖于有一套完整的基础设施资本存量数据。估算资本存量的方法主要包括国民财富调研法和永续盘存法。中国没有进行过大规模的资产普查,这就催生了学者们运用数学方法对各领域的资本存量进行估算,其中被广泛采用的是永续盘存法。

#### (一) 永续盘存法构成变量的厘定

永续盘存法通过对已购置的并界定了使用年限的资产进行逐年累加来完成对资本存量的估算,其基本思想是:将本期期初资本存量  $K_t$  看作上一期期初资本存量  $K_{t-1}$  和本期的总投资  $I_t$  以及本期折旧  $D_t$  之间的线性函数:

$$K_t = K_{t-1} + I_t - D_t \quad (1)$$

如果资本存量以一个不变的折旧率  $\delta$  下降,则资本积累方程可以改写成:

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + I_t \quad (2)$$

在(2)式中从第  $t$  期期初开始进行反复迭代,可得到:

$$K_t = K_0 (1-\delta)^t + \sum_{i=0}^t (1-\delta)^i I_{t-i} \quad (3)$$

在这里  $K_0$  是基期期初的资本存量。如果对数据进行平减处理,则(3)式转化为以下形式:

$$K_t = \frac{K_0}{P_0} (1-\delta)^t + \sum_{i=0}^t (1-\delta)^i \frac{I_{t-i}}{P_{t-i}} \quad (4)$$

从式(4)可以看出,资本存量的估算需要确定四个变量:历年投资量  $I_t$ 、折旧率  $\delta$ 、基期资本存量  $K_0$  和投资品价格指数  $P_t$ 。以往学者从省际层面测算资本存量时,对这四个变量进行了细致地设定(张军等,2004),但是基础设施的使用年限和资产构成有其特殊性,且能够获取的城市层面的基础设施投资数据年限较短,所以不能简单地重复以往文献的做法。本文对这四个变量重新进行梳理,以求得到更为精确的测量数据。

1. 历年投资量。有的学者在估算资本存量时,按照固定资产的交付使用情况进行调整,如王小鲁和樊纲(2000)、张军等(2004)。金戈(2016)认为固定资产新增额更能代表全社会固定资本的新增价值,也具有良好的结构特征,所以以当年新增固定资产作为衡量当年固定资产投资额的指标。本文参考金戈(2016)的做法,采用历年各城市的新增固定资产作为投资量。城市基础设施新增固定资产的数据均来自于历年《中国城市建设统计年鉴》。该年鉴提供了1978年之后全国城市基础设施固定资产投资数据<sup>①</sup>、1998年之后各城市的基础设施投资数据、全国城市基础设施新增固定资产数据和各城市基础设施新增固定资产数据。在测算全国城市基础设施资本存量时,1998年之后直接采用《中国城市建设统计年鉴》公布的新增固定资产数据,1998年之前采用投资数据和固定资产交付使用率进行调整。在测算各城市基础设施资本存量时,直接采用《中国城市建设统计年鉴》公布的新增固定资产数据。我们将测算1978-2014年全国城市基础设施资本存量以及225个地级及以上城市1998-2014年的基础设施资本存量。<sup>②</sup>

2. 折旧率。在折旧率的选择上,以往文献存在较大的出入。一些研究直接估计一个合理的折旧率,如Perkins(1988)、王小鲁和樊纲(2000)假定折旧率为5%,Jones(1999)、Young(2003)假定为6%,龚六堂和谢丹阳(2004)则假定为10%。黄勇峰等(2002)认为资本存量对资本品的寿命是敏感的,并首次对固定资产的折旧率进行了有依据的测算。他们根据公式  $S = (1-\delta)^T$  在假定固定资产残值率和使用年限的基础上来测算固定资产的折旧率。按照1985年政府税收折旧年限的规定<sup>③</sup>,黄勇峰等(2002)在假定残值率为5%,设备和建筑物使用年限分别为16年和40年的情况下估算出中国制造业固定资产存量情况,

<sup>①</sup>该数据为全国县级以上城市基础设施投资数据的汇总。

<sup>②</sup>截至2014年,全国共设有292个地级及以上级别的城市,1998-2014年之间,共67个城市由县级市升级为地级市,行政区划也发生了很大的变化,为了保证统计范围的一致性,本文选取1998年的225个地级及以上城市进行研究。

<sup>③</sup>通用设备折旧年限为8~35年,专用设备为5~50年,房屋为15~60年。

他们还分别比较了建筑物和设备类寿命分为 45 年、20 年和 58 年、28 年的折旧率情况。考虑到基础设施的建设周期和使用年限比一般行业要长,我们参考黄勇峰等(2002),将建筑物、设备和其他费用的使用年限分别设定为 58 年、28 年和 35 年,固定资产残值率定为 4%。2006 年之后的《中国城市建设统计年鉴》没有再按构成成分统计固定资产投资完成额,我们参考 1998-2005 年 7 年间《中国城市建设统计年报》提供的建筑、设备和其他费用的投资数据,测算出 7 年间各自的平减后的累计投资额,经过测算,建筑物、设备和其他费用各自占比为 66.66%、7.83% 和 21.21%<sup>①</sup>。在使用年限设定标准下,加权计算得到基础设施资本的综合折旧率为 6.31%。

3. 基期资本存量。中国没有进行过大规模的资产普查,所以基期资本存量只能采用一定的方法进行估算。Perkins(1988)假定当年的资本存量是当年国民收入的 3 倍。Jones(1999)用投资额除以投资增长率的几何平均数与折旧率之和的结果作为基期资本存量。Young(2003)用初始年份的投资数据除以 10% 来推算初始年份的资本存量,并且他认为给定足够长的投资序列,基期资本存量对后续估计的影响微乎其微,任何一种假设方法都是可取的。

在永续盘存法下,资本品的相对效率会随着时间推进越来越低,所以基期越早,基期资本存量估算的误差对后续年份的影响就越小。在数据可得情况下,全国城市基础设施资本存量测算的基年是 1978 年,各城市的基年为 1998 年,时间跨度远小于其他学者从 1952 年开始测算的时间跨度,所以应力求一种比较精确的测算方法。这里,我们借鉴 Reinsdorf 和 Cover(2005)的做法: $I_t$  是第  $t$  年的不变价格投资, $I_0$  表示基年的不变价格投资, $g$  表示不变价格投资  $I_t$  的几何增长率, $\delta$  为资本平均折旧率,基年上一年的不变价格投资为  $I_0/(1+g)$ 。假设折旧从投资完成第二年发生,基年的上一年在初始年末仍然在资本存量中的部分是  $I_0(1-\delta)/(1+g)$ 。基年前两年的投资在基年年末仍在资本存量中的部分是  $I_0[(1-\delta)/(1+g)]^2$ ,则所有的基年年份前的投资在基年年末汇总得到无穷等比递减数列和:

$$K_0 = I_0 \left[ 1 + \frac{1-\delta}{1+g} + \left( \frac{1-\delta}{1+g} \right)^2 + \dots \right] = I_0 \left( \frac{1+g}{g+\delta} \right) \quad (5)$$

结合公式(5)、基年不变价格投资  $I_0$ 、投资增长率  $g$  和折旧率  $\delta$  即可估算出基年的资本存量。1978 年我国城市基础设施新增固定资产为 7.12 亿元,折旧率为 6.31%,投资增长率为 17.12%,经测算得出 1978 年基础设施资本存量为 35.602 亿元。

4. 固定资产投资价格指数。《中国城市建设统计年鉴》提供的历年城市基础设施投资数据都是以当年的价格进行统计的,为了得到统一可比的数据,需要采用固定资产投资价格指数进行平减。1991 年之后的固定资产投资价格指数官方可得,但此前的数据不可得。我们借鉴张军等(2004)推算的 1952-1995 年的全国固定资产投资价格指数,1991 年以后基础设施资本存量的测算直接采用官方公布的固定资产投资价格指数,并将其转化为 1978 年的价格。各个省份固定资产投资价格指数不统一,在测算各个城市基础设施固定资产时,我们假定同一省份的固定资产投资价格指数相同,分别采用相应省份的固定资产投资价格指数。

<sup>①</sup>土地购置费占 4.31%。

(二) 全国城市基础设施资本存量的估计结果

经过测算,全国城市基础设施资本存量从1978年的35.602亿元增加至2014年的13172.0亿元(1978年=1,见表1)。1978-2014年我国城市基础设施资本存量指数高达370,远远超过了同期GDP指数26.3。<sup>①</sup>然而,2014年城市基础设施资本存量占城市全社会固定资产存量的比例仅为8.16%,与快速推进的城市化进程相比,城市基础设施资本存量的规模仍不容乐观。

表1 全国城市基础设施资本存量估算结果:1978-2014年(1978年=1)(单位:亿元)

年份	K	年份	K	年份	K	年份	K
1978	35.602	1988	203.662	1998	1 093.782	2008	5 376.761
1979	41.602	1989	227.080	1999	1 336.759	2009	6 331.521
1980	47.093	1990	251.698	2000	1 584.294	2010	7 825.603
1981	54.779	1991	286.430	2001	1 858.960	2011	9 149.675
1982	65.853	1992	341.057	2002	2 214.688	2012	10 444.520
1983	76.392	1993	425.415	2003	2 758.334	2013	11 811.000
1984	92.457	1994	520.987	2004	3 185.088	2014	13 172.840
1985	116.533	1995	628.266	2005	3 763.169		
1986	144.369	1996	746.949	2006	4 251.976		
1987	172.949	1997	887.374	2007	4 775.525		

(三) 样本城市基础设施资本存量的估算:1998-2014年

我们在全国基础设施资本存量的估计结果基础上,进一步估算1998-2014年全国225个地级及以上城市的基础设施资本存量。各城市基础设施资本存量的测算同样采用式(4)。

1. 缺失数据的处理。资本存量测算的基期定为1998年,所以本文选取1997年的225个地级及以上城市作为研究样本。由于研究样本数量较多,所以会出现个别年份数据缺失的情况。缺失的数据主要是投资原始数据的缺失和固定资产投资价格指数的缺失。对于某一年份数据的缺失,我们取其前后两年数据的平均值作为当年的数据。对于1998年或者2014年数据的缺失,我们利用其余年份投资的几何增长率来测算缺失年份的数据。广东1998-2000年固定资产投资价格指数缺失,西藏历年固定资产投资价格指数缺失,对于缺失的数据,均采用同年份全国固定资产投资价格指数来代替。

2. 样本城市基础设施投资数据的平滑处理。我们注意到,不同于全国城市基础设施投资平稳上升的趋势,各个城市每年基础设施投资波动比较大<sup>②</sup>,在这种情况下,以基期基础设施投资的原始数据来推导基础设施资本存量会存在较大的误差,尤其是在时间序列比较短的情况下。为了解决这个问题,我们采用滑动平均法(MA)对历年各城市基础设施投资数据进行滑动平均处理。假定时间序列中共有 $N$ 个非平稳数据 $I_t$ ,视之为每 $2n+1$ 个相邻数据的小区间是接近平稳的。对这 $2n+1$ 个数据进行平均处理,用该平均值来代表该小区间中点

①城市基础设施资本存量指数通过对比2014年和1978年平减之后的城市基础设施资本存量得出;GDP指数通过对比2014年和1978年平减之后的GDP得出。

②原因之一是基础设施投资具有周期性,原因之二是因为部分城市存在撤县设区的情况。为了保证数据的平稳性,本文对基础设施投资数据进行平滑处理。

数据。滑动平均处理后会使得端部的数据缺失,需设法补入。根据张军等(2007)、张军和高远(2007),地方政府在基础设施投资中扮演着非常重要的角色,官员任期对基础设施投资有明显的影响,所以城市基础设施投资往往呈现出与地方官员任期一致的周期性,我们假定每5年相邻数据的小区间是接近平稳的,即 $2n+1=5$ ,则两端会各缺失2年的数据,我们利用其余12年的几何增长率来推算这些缺失的数据,并补入。

3.不同方法资本存量估算的差异。虽然学者们公认只要投资序列足够长,基期资本存量对后续估计的影响微乎其微,但我们的研究以1998年为基年,1998-2014年只有17年,投资序列的时间跨度较短,因此基年基础设施资本存量将对后续估计的影响较大,所以需要谨慎选择估计基期资本存量的方法。我们采用两种方法进行对比分析。一种按照本文式(5)进行推算,另一种按照金戈(2012)采用的方法,见式(6)。

$$K_{i,1998} = \frac{I_{i,1998} \cdot K_{1998}}{\sum I_{i,1998}} \quad (6)$$

式(6)中: $K_{i,1998}$ 为第*i*个城市1998年基础设施资本存量, $I_{i,1998}$ 为该城市1998年的基础设施投资, $K_{1998}$ 为1998年全国城市基础设施资本存量,所有数据均以1998年的不变价格计算。

我们采用这两种方法对历年基础设施资本存量进行估算,发现随着时间的推移,两种核算方法得出的基础设施资本存量的差异越来越小。至2009年,除了潮州、云浮、盘锦、吉林、佳木斯、七台河、广州7个城市之外<sup>①</sup>,其他218个城市测量结果的变异系数均控制在15%以内,可以视为没有明显的区别。由此,我们认为这218个城市2009-2014年的城市基础设施资本存量的核算结果已经比较准确。

4.2009-2014年各城市基础设施资本存量。由于城市基础设施投资序列的时间跨度较短,通过对比两种基年资本存量的推算方法,我们认定2009-2014年的城市基础设施资本存量的核算结果已经比较准确,2009-2014年各城市基础设施资本存量的描述性统计变量见表2。我们以这6年的数据为基础来测算城市基础设施资本存量的产出弹性。另外,我们还发现不同地区间和不同城市层次间城市基础设施资本存量存在明显的差异。以2014年为例,东、中、西部地区城市基础设施资本存量占全社会固定资产存量的比例分别为7.98%、8.71%和8.10%<sup>②</sup>。样本城市市区人均基础设施资本存量分别为10 116.61元、9 555.079元和8 086.726元。可以看出,从城市基础设施资本存量的相对规模来看,三个地区没有明显的差异,但从人均基础设施资本存量来看,东、中、西部地区城市基础设施建设呈明显的梯度状态。副省级及以上城市和地级城市基础设施资本存量占全社会固定资产存量的比例分别为11.3%和7.7%,样本城市人均基础设施资本存量分别为12 395.07元和8 027.121元,副省级及以上的大城市基础设施建设水平远远高于地级城市。

<sup>①</sup>7个城市1998-2014年平减之后基础设施投资的几何增长率与全国城市基础设施投资的几何增长率差别过大,所以采用两种不同方法核算出的资本存量存在较大的差异。为了避免争议,我们将这7个异常值去掉,只对余下的218个样本进行分析。

<sup>②</sup>城市全社会固定资产存量采用全社会固定资产投资和城镇固定资产投资使用率间接推算得出。

表2 2009-2014年各城市基础设施资本存量的描述性统计(1998年=1)(单位:万元)

	观测值	平均值	最大值	最小值	中值	标准差
2009年	218	901 687	21507827	14 009	303 968	2152377
2010年	218	1 101 669	22 912 069	15 598	370 817	2474606
2011年	218	1 264 415	23 777 340	18 884	440 533	2665027
2012年	218	1 418 394	24 724 817	23 758	534 903	2891175
2013年	218	1 585 513	26 241 364	23 375	605 139	3204929
2014年	218	1 761 371	28 595 208	79 267	674 201	3545756

#### 四、城市基础设施资本产出弹性的测算

经济增长是一个复杂的经济和社会现象,由直接原因和基本原因所致。与经济增长基本原因有关的变量是那些对经济积累生产要素的能力以及投资于知识生产的能力产生影响的变量<sup>①</sup>,本研究只探讨经济增长的直接原因。

##### (一) 城市生产函数的构建

美国经济学家丹尼森把经济增长因素分为两大类:一是生产要素投入量的增长,二是全要素生产率的提高。生产要素包括劳动、资本和土地,传统的索洛模型往往将总产出视为劳动和资本的生产函数,土地往往被视为不变的,传统索洛模型的柯布-道格拉斯生产函数形式为:

$$Y = AL^\alpha K^\beta \quad (7)$$

(7)式中:Y表示总产出,A表示全要素生产率,L表示劳动,K表示资本, $\alpha$ 、 $\beta$ 分别表示劳动和资本的产出弹性。后来陆续有学者将其他生产要素引入这一模型,比较常见的是人力资本、土地和基础设施资本。Arrow和Kurz(1970)、Karras(2010)分别将公共资本G和土地资源R引入索洛模型,使得索洛模型不断扩展。我们认为城市经济增长源于多方面的因素,在数据可得的情况下,我们尽可能将这些因素都纳入索洛模型。基于此,我们构建一个扩展的索洛模型,其柯布-道格拉斯函数形式为:

$$Y_i = A_i L_i^\alpha K_i^\beta R_i^\eta G_i^\theta \quad (8)$$

两边取对数,得:

$$\ln Y_i = \ln A_i + \alpha \ln L_i + \beta \ln K_i + \eta \ln R_i + \theta \ln G_i \quad (9)$$

(9)式中:K表示非基础设施资本存量,R表示土地资源,G表示基础设施资本, $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\eta$ 、 $\theta$ 分别表示劳动L、非基础设施资本K、土地资源R和基础设施资本G的产出弹性, $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\eta$ 、 $\theta$ 不一定满足柯布-道格拉斯生产函数规模报酬不变的假设,即 $\alpha + \beta + \eta + \theta = 1$ 。i表示城市,假设技术进步为希克斯中性。

总产出Y用市辖区GDP来表示,采用GDP平减价格指数进行平减。劳动L我们用期末市辖区从业人员人数来表示。非基础设施资本存量K根据历年全社会固定资产投资额和固定资产交付使用率,经永续盘存法测算得出全社会固定资本存量,再用全社会固定资本存量减去基础设施资本存量而得。以上数据均来自历年《中国城市统计年鉴》和《中国统计年鉴》。土地资源R用各城市的建成区面积表示。城市经济增长在相当程度上受益于城市的

<sup>①</sup>如人口增长、金融部门的影响力、一般宏观经济环境、贸易制度、政府规模、收入分配、地理的影响以及政治和社会环境等。

用地扩张,该因素必不可少,其数据来自于《中国城市建设统计年鉴》。基础设施资本存量  $G$  采用本文第三部分测算得出的数据。再次强调本文测算的基础设施资本存量的覆盖范围偏窄,不包含电力设施资本存量和通讯设施资本存量。另外,样本拉萨的建成区面积和固定资产投资数据样本期间大部分年份缺失,所以在进行回归分析时将其删除,只对余下的 217 个样本进行分析。

### (二) 城市基础设施资本产出弹性的测算

2009-2014 年的数据可以组成一个宽而短的面板数据。根据刘学良和陈琳(2011),个体固定效应估计实际上做的是有线性约束的时间序列回归,回归系数等于每个横截面的时间序列回归系数的加权平均,而时间固定效应估计实际上做的是有线性约束的横截面回归,回归的系数等于每个时间的横截面回归的系数的加权平均。由于我们的截面成员个数远远大于时期个数,此固定效应模型需要同时控制个体效应和时间效应。经过分析,我们得到表 3 国家层面的结果,发现从国家层面上来看,基础设施资本的产出弹性为 0.059。

### (三) 城市基础设施资本产出弹性的地区差异和层次差异

从城市基础设施资本存量的测量结果中可以看出,我国东、中、西部地区的城市基础设施建设情况存在明显的差异,所以不同地区基础设施资本的产出弹性可能有所不同。按照 2009-2014 年全国面板数据的操作思路,我们分别对东、中、西部地区的城市生产函数进行个体时间双向固定效应回归分析。根据表 3 测算结果,东部地区的产出弹性为 0.032,但是不具有显著性,中部地区和西部地区的产出弹性分别为 0.061 和 0.110,说明东部地区城市基础设施建设水平已经逐步完善,其经济增长效应已经不再明显,而中西部地区城市基础设施建设还比较落后,基础设施资本存量对城市经济增长的贡献较为明显。

我们再分别对 18 个副省级及以上的城市和 199 个地级城市的城市生产函数进行回归分析。可以看出,副省级及以上城市的基础设施资本的产出弹性不具有显著性,说明副省级及以上城市的基础设施建设水平已经比较完善,基础设施投资的经济增长效应已经不再明显。而地级城市基础设施资本的产出弹性为 0.062,且具有显著性,说明地级城市的基础设施建设水平还比较落后,其经济增长效应还比较明显。

表 3 城市经济增长要素产出弹性

	全国	东部地区	中部地区	西部地区	副省级及以上城市	地级城市
$C$	7.215 <sup>***</sup>	6.172 <sup>***</sup>	7.574 <sup>***</sup>	8.559 <sup>***</sup>	13.628 <sup>***</sup>	6.610 <sup>***</sup>
$\ln K$	0.385 <sup>**</sup>	0.380 <sup>***</sup>	0.337 <sup>***</sup>	0.298 <sup>***</sup>	0.116	0.416 <sup>***</sup>
$\ln L$	0.136 <sup>***</sup>	0.152 <sup>***</sup>	0.065 <sup>*</sup>	0.059 <sup>**</sup>	0.155 <sup>***</sup>	0.131 <sup>***</sup>
$\ln G$	0.059 <sup>***</sup>	0.032	0.061 <sup>***</sup>	0.110 <sup>***</sup>	0.025	0.062 <sup>***</sup>
$\ln R$	0.130 <sup>***</sup>	0.460 <sup>***</sup>	0.228 <sup>***</sup>	0.037 <sup>**</sup>	0.058	0.140 <sup>***</sup>
$\bar{R}^2$	0.990	0.989	0.988	0.995	0.990	0.985

注:\*\*\*表示在 1%的水平下显著,\*\*表示在 5%的水平下显著,\*表示在 10%的水平下显著。

### (四) 稳健性检验

估计基础设施资本存量过程中会受到较多因素的影响,如初始资本存量、折旧率等,现有研究对这些变量的大小存在较大的争议,所以我们再采用按照金戈(2012)的方法计算得出的基础设施资本存量进行分析(结果见表 4),对比二者的结果,以确定运行结果是否稳定。结果发现,两种方法的运行结果比较稳定,所以这个结果是可以信服的。

表4 城市经济增长要素产出弹性的稳健性检验

	全国	东部地区	中部地区	西部地区	副省级及以上城市	地级城市
$C$	7.211***	6.163***	7.561***	8.519***	13.670***	6.602***
$\ln K$	0.386***	0.378***	0.341***	0.300***	0.116	0.417***
$\ln L$	0.136***	0.152***	0.064*	0.059**	0.156***	0.131***
$\ln G$	0.059***	0.036	0.056**	0.111***	0.022	0.061***
$\ln R$	0.130***	0.460***	0.231***	0.037***	0.058	0.140***
$\bar{R}^2$	0.990	0.989	0.988	0.995	0.990	0.985

注: \*\*\*表示在1%的水平下显著, \*\*表示在5%的水平下显著, \*表示在10%的水平下显著。

从以上的测算结果可以看出,城市基础设施资本对城市经济增长的贡献率总体上在6%~11%左右,考虑到电力设施和通讯设施没有包含在统计口径之内,总的基础设施资本的产出弹性会更高。比较城市基础设施资本存量和非基础设施资本存量,以及二者的经济增长贡献率,城市基础设施资本存量虽然只占非基础设施存量的8.16%左右,但是基础设施资本存量的产出弹性却相当于非基础设施资本存量产出弹性的15.32%。<sup>①</sup>等量的资金投入,投资于基础设施产生的收益率是投资于非基础设施的1.88倍,可见城市基础设施资本存量仍处于规模报酬递增阶段。在劳动供给不断萎缩,私人投资由粗放型向集约型转化的过渡时期,利用城市基础设施投资来实现“双中高”目标,可以说是一条可行的路径。

然而,不同地区和不同城市层次的基础设施建设水平存在较大的差异,基础设施资本的产出弹性也存在较大的差异,中西部地区的产出弹性明显高于东部地区,地级城市的基础设施产出弹性远远高于副省级及以上城市。所以未来一段时间的城市基础设施投资的侧重点应该在中西部地区和地级城市。

## 五、结论

本文在对永续盘存法四个变量进行细致探讨的基础上测算了1978-2014年全国城市基础设施资本存量和1998-2014年218个地级及以上城市的基础设施资本存量,提供了一套比较完整、精确的城市基础设施资本存量数据。虽然遗憾的是,由于城市层面原始投资数据的时间序列较短,我们只能认为2009-2014年的基础设施资本存量数据是精确的,但这组“宽而短”的数据足够我们探讨城市基础设施资本存量对城市经济增长的贡献。经过测算,城市基础设施资本存量产出弹性在6%~11%左右,考虑到统计口径没有包含电力设施和通讯设施,总的基础设施资本的产出弹性应该更高,这个结果在西方学者的测算范围之内。

本文还发现了不同地区间、不同城市层次间基础设施资本存量的差异。东部地区城市基础设施建设水平远远高于中西部地区,副省级及以上的大城市基础设施建设水平远远高于地级城市。进一步测得城市基础设施产出弹性也存在地区间差异和城市层次间差异,中西部地区的城市基础设施产出弹性要高于东部地区,地级城市的基础设施产出弹性要远远高于副省级及以上城市。所以,未来城市基础设施投资的侧重点应在中西部地区和地级城市。

<sup>①</sup>经测算,2014年全国城市非基础设施资本存量为161431.863亿元,城市基础设施资本存量为13172.840亿元,后者相当于前者的8.16%。2009-2014年全国城市非基础设施产出弹性为0.385,基础设施产出弹性为0.059,后者却相当于前者的15.32%。

实际上基础设施不仅直接作用于经济增长,它还可以通过改善全要素生产率间接促进经济增长。本文只考察了基础设施资本作为要素投入对于经济增长的直接贡献,没有考察基础设施资本通过作用于全要素生产率对经济增长产生的间接贡献,这也是后续可以研究的问题之一。

#### 参考文献:

1. 范九利、白暴力 2004:《基础设施投资与中国经济增长的地区差异研究》,《人文地理》第 19 卷第 2 期。
2. 龚六堂、谢丹阳 2004:《我国省份之间的要素流动和边际生产率的差异分析》,《经济研究》第 1 期。
3. 黄勇峰、任若恩、刘晓生 2002:《中国制造业资本存量永续盘存法估计》,《经济学(季刊)》第 1 卷第 2 期。
4. 金戈 2012:《中国基础设施资本存量估算》,《经济研究》第 4 期。
5. 金戈 2016:《中国基础设施与非基础设施资本存量及其产出弹性估算》,《经济研究》第 5 期。
6. 林毅夫 2015:《7%的增长速度是合理的也是必要的》,《光明日报》3 月 25 日。
7. 刘学良、陈琳 2011:《横截面与时间序列的相关异质——再论面板数据模型及其固定效应估计》,《数量经济技术经济研究》第 12 期。
8. 罗斯托,1962:《经济成长的阶段》,中译本,商务印书馆。
9. 王小鲁、樊纲 2000:《中国经济增长的可持续性——跨世纪的回顾与展望》,经济科学出版社。
10. 张军、高远 2007:《官员任期、异地交流与经济增长——来自省级经验的证据》,《经济研究》第 11 期。
11. 张军、高远、傅勇、张弘 2007:《中国为什么拥有了良好的基础设施》,《经济研究》第 3 期。
12. 张军、吴桂英、张吉鹏 2004:《中国省际物质资本存量估算:1952-2000》,《经济研究》第 10 期。
13. 张军扩,1991:《“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》,《经济研究》第 4 期。
14. Arrow, K., and M.Kurz.1970.*Public Investment, the Rate of Return, and Optional Fiscal Policy*.Baltimore:The John Hopkins Press.
15. Aschauer, D.A.1989. “Is Public Expenditure Productive?” *Journal of Monetary Economics* 23(2): 177-200.
16. Costa, J.D.S., R.W.Ellson, and R.C.Martin.2006. “Public Capital, Regional Output, and Development: Some Empirical Evidence.” *Journal of Regional Science* 27(3): 419-437.
17. Duffy-Deno, K. T., and R. W. Elberts. 1991. “Public Infrastructure and Regional Economic Development: A Simultaneous Equations Approach.” *Journal of Urban Economics* 30(3): 329-343.
18. Everaert, G., and F. Heylen. 2004. “Public Capital and Long-term Labour Market Performance in Belgium.” *Journal of Policy Modeling* 26(1): 95-112.
19. Finn, M. 1993. “Is All Government Capital Productive?” *Economic Quarterly* 6(2-3): 53-80.
20. Jones, C.I. 1999. “Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others?” *Quarterly Journal of Economics* 114(1): 83-116.
21. Karras, G. 2010. “Land and Population Growth in the Solow Growth Model: Some Empirical Evidence.” *Economics Letters* 109(2): 66-68.
22. Moomaw, M., J.K.Mullen and M.Williams.1995. “The Interregional Impact of Infrastructure Capital.” *Southern Economic Journal* 61(3): 830-845.
23. Munnell, A. 1991. “Is There a Shortfall in Public Capital Investment?” Conference Series, Federal Reserve Bank of Boston 34(May): 23-35.
24. Perkins, D.H.1988. “Reforming China’s Economic System.” *Journal of Economic Literature* 26(2): 601-645.
25. Picci, L.1999. “Productivity and Infrastructure in the Italian Regions.” *Giornale Degli Economisti* 58(3/4): 329-353.
26. Reinsdorf, M., and M.Cover.2005. “Measurement of Capital Stocks, Consumption of Fixed Capital, and Capital Services.” Report on a Presentation to the Central American Ad Hoc Group on National Accounts. <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/AEG/papers/m3Views15.pdf>.
27. Stephan, A. 2001. “Essays on the Contribution of Public Infrastructure to Private Production and Its Political Economy.” Humboldt University Dissertation.
28. Tatom, J.A. 1991. “Should Government Spending on Capital Goods Be Raised?” *Federal Reserve Bank of St Louis Review* 73(Mar): 3-15.
29. Young, A. 2003. “Gold into Base Metals: Productivity Growth in the People’s Republic of China during the Reform Period.” *Journal of Political Economy* 111(6): 1220-1261.

## On the Estimation of the Urban Infrastructure's Capital Stock and Its Output Elasticity

Xue Guizhi

(School of Public Finance and Taxation , Henan University of Economics and Law)

**Abstract:** This is the earliest domestic article to measure the relationship between urban infrastructure capital stock and urban economic growth quantitatively. Firstly , this paper uses the perpetual inventory method to measure the infrastructure capital stock of 225 cities from 1998 to 2014. Secondly , we measure its contribution rate to the cities' economic growth using the Cobb-Douglas production function and analyze the level between different regions and different cities. Lastly , we point out where we should focus on the future urban infrastructure investment. This paper thinks that the capital stock of urban infrastructure is still relatively low compared with the rapid urbanization process. There are great differences in capital accumulation and output elasticity of urban infrastructure between different regions and different levels of cities. Judging from the regional differences , the level of urban infrastructure construction in the eastern region is higher than that in the middle and western regions , but its output elasticity is lower than that in the middle and western regions. Judging from the city level differences , the level of urban infrastructure construction in the sub-provincial cities is much higher than that in prefecture-level cities , but its output elasticity is much lower than that in prefecture-level cities. Therefore , the future urban infrastructure investment should focus on the cities in the middle and western regions and prefecture-level cities.

**Keywords:** Urban Infrastructure , Capital Stock , Perpetual Inventory Method , Output Elasticity

**JEL Classification:** H54 , R53

( 责任编辑: 惠利、陈永清)

( 上接第 44 页)

## Impact of International Trade Shocks on Industrial Structure Change: From the Perspective of Economic Stability

Zhang Jianhua , He Yu and Chen Zhenzhen

(School of Economics , Huazhong University of Science and Technology)

**Abstract:** This paper investigates how the output structure and consumption structure change differently when an economy suffers exogenous international trade shocks. The results indicate that both the close economy and the open economy model show the same patterns of structural change , that is , the share of agricultural sector has a decreasing trend , the manufacturing sector has a constant trend and the service sector has an increasing trend. However , the output structure and consumption structure change more divergently in the situation of open economy than it in close economy. Suffered from the impacts of foreign trade shocks , the output structure shows greater volatility than the consumption structure , and the effect of consumer preference adjustment offsets part of the impact of foreign trade price. Greater foreign trade shocks lead to greater instability in the output structure and consumption structure of the economy , which intensifies the structural risk of the economy.

**Keywords:** Trade Shocks , Economy Stability , Output Structure , Consumption Structure

**JEL Classification:** C63 , F23 , O41

( 责任编辑: 陈永清)