

基于DEA的malmquist指数在城市基础设施投资效率评价中的应用

孙 慧¹, 王 媛²

(1.天津大学管理学院,天津 300072;2.成都大学管理学院,四川 成都 610041)

摘 要:通过对全要素生产率下不同方法的介绍和比较,深入系统地介绍了拟采用的全要素生产率下Malmquist指数的计算和分解方法,并以河北省11个城市为主要对象研究,在对其“八五”~“十五”年间各项城市基础设施投资的深入分析的基础上,进行了Malmquist-DEA投资效率的实证计算和分析。

关键词:DEA;malmquist指数;基础设施投资

中图分类号:F294

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2008)10-0097-03

0 引言

基础设施(Infrastructure)作为保证社会经济活动正常进行并关系国民经济整体利益和长远利益的公共服务系统,是社会经济各部门功能正常运作必不可少的条件,同时它也对我国宏观经济产生着巨大的拉动效应。

然而在推动经济发展的同时,基础设施建设受到技术应用的不同以及与地区经济发展水平的适应程度等结构性因素的影响,使得以政府为投资主体的基础设施建设存在着严重的低效率问题,导致了不同地区基础设施投资水平与经济发展速度不匹配,从而成为地区经济发展的桎梏。因此,对基础设施投资建设进行深入研究,寻求进一步提高投资效率的方法和途径是很有必要的。

1 基础设施投资效率研究方法评述

1.1 投资效率的财务指标评价法

以财务比率作为投资评价指标的基础设施投资效率研究,多是基于传统的对单个基础设施建设项目的前期和后期的评价,主要是以费用-效益分析计算理论为基础,分析项目的现金流,采用的指标有:净现值法、内部收益率法、获利指数指标法等。

1.2 投资贡献的投入产出函数研究

在分析基础设施对国民经济影响的研究方面,主要有生产函数和成本函数的相关研究。利用生产函数可以得到各个生产要素对经济增长的贡献与弹性。当统计数据不符合生产函数模型需求时,需要采用其它函数形式,具有代表性的是对数-线性函数模型以及线性-对数生产函数

等。

成本函数的目的也是研究公共资本对国家或者区域经济增长和生产率的影响。与生产函数不同的是,针对生产函数在分析和统计上的局限性,成本函数模型所估计的是额外增加的公共资本投资所引起的成本节约。因此,为了解释经济增长,成本函数要说明的是,公共基础设施的扩张能使私人企业通过减少投入或者提高生产率降低多少平均成本,这些节约的成本被视为公共投资的报酬。

这两类研究方法都具有局限性:①财务指标评价方法没有充分考虑基础设施投资和国民经济之间的特殊关系和影响,更多地集中在单个项目的微观投资效益研究上。②投入产出函数研究了基础设施投资和国民经济的关系,却不能直观看出不同经济发展时期投资效率的变化。因此,这两种方法都没有反映出提高投资效率的内在动力对投资效率提高的作用。本文通过构建全要素生产率Malmquist效率指数来解决上述局限性问题。

2 Malmquist效率指数

2.1 距离函数

距离函数可以从投入和产出两个不同的角度给出,投入距离函数是以给定产出条件下,投入向量能够向内缩减的程度来衡量生产技术的有效性;产出距离函数则是在给定投入的条件下,考察产出向量的最大扩张幅度。

2.2 Malmquist生产率指数

用 (X_s, Y_s) 和 (X_t, Y_t) 分别表示 s, t 时期的投入产出向量,用 $D_0^s(X_s, Y_s)$ 表示以 s 时期技术为参照的,时期 s 的投入产出向量的产出距离函数;用 $D_0^t(X_t, Y_t)$ 表示以 t 时

期技术为参照的, 时期 t 的投入产出向量的产出距离函数。则 s 时期技术、产出角度的 malmquist 指数为:

$$M_o^s(X_s, Y_s, X_t, Y_t) = \frac{D_o^s(X_t, Y_t)}{D_o^s(X_s, Y_s)}$$

用 T_t, T_s 表示时期 s, t 生产技术下的生产可能集。假设时期 s 到时期 t 发生了技术进步, 则有 T_t 包含 T_s 。 (X_s, Y_s) 是 T_s 技术下的生产可行点, 有 $D_o^s(X_s, Y_s) \leq 1$; 而 (X_t, Y_t) 不是 T_s 技术下的生产可行点, 有 $D_o^s(X_s, Y_s) > 1$, 时期 s 到时期 t 发生技术进步时, $M_o^s(X_s, Y_s, X_t, Y_t)$ 。相对于图 1 中的各点, s 时期技术、产出角度的 malmquist 指数为:

$$M_o^s(X_s, Y_s, X_t, Y_t) = \frac{od}{oe} / \frac{oa}{ob}$$

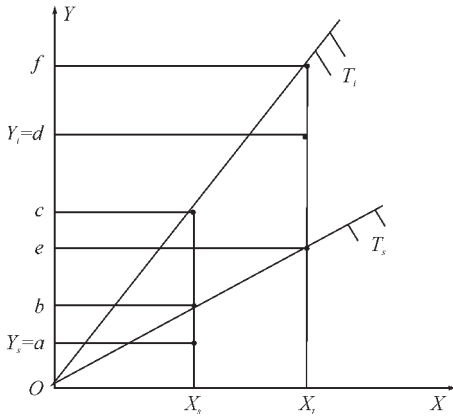


图 1 产出角度 Malmquist 生产率指数

类似地用 t 时期技术 T_t 作参照, 给出 t 时期技术、产出角度的 malmquist 指数 $M_o^t(X_s, Y_s, X_t, Y_t)$:

$$M_o^t(X_s, Y_s, X_t, Y_t) = \frac{D_o^t(X_t, Y_t)}{D_o^t(X_s, Y_s)} = \frac{od}{of} / \frac{oc}{ob}$$

由于时期 s, t 的生产技术的差异将会导致测算结果的不同, 即:

$$M_o^s(X_s, Y_s, X_t, Y_t) \neq M_o^t(X_s, Y_s, X_t, Y_t)$$

为了避免对时期选择的任意性所带来的差异, 仿照 Fisher 理想指数的构造方法, Fare^[2]等人以两个时期技术 malmquist 指数的几何平均值, 作为 malmquist 指数 $M_o^t(X_s, Y_s, X_t, Y_t)$:

$$M_o(X_s, Y_s, X_t, Y_t) = \left(\frac{D_o^s(X_t, Y_t)}{D_o^s(X_s, Y_s)} \times \frac{D_o^t(X_t, Y_t)}{D_o^t(X_s, Y_s)} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{od}{oe} \times \frac{ob}{oa} \times \frac{oc}{of} \times \frac{od}{of} \right)^{\frac{1}{2}}$$

2.3 malmquist 生产率指数的分解

用生产函数法, Nishimizu 和 Page^[1]在 1982 年将全要素生产率的变化, 分解为技术进步和技术效率的提高两个不同的组成部分。1994 年 Fare^[2]等人证明, malmquist 生产率指数也同样可分解为效率变化 (Efficiency change) 和技术变化 (Technical change) 两部分, 并可将其效率变化进一步

分解为纯技术效率变化和规模效率变化, 对技术变化部分亦可作进一步的剖析。事实上, 将 malmquist 指数变换形式有:

$$M_o(X_s, Y_s, X_t, Y_t) = \left(\frac{D_o^s(X_t, Y_t)}{D_o^s(X_s, Y_s)} \times \frac{D_o^t(X_t, Y_t)}{D_o^t(X_s, Y_s)} \right)^{\frac{1}{2}} = E_{ch} \times T_{ch}$$

这里,

$$E_{ch} = \frac{D_o^t(X_t, Y_t)}{D_o^t(X_s, Y_s)}, T_{ch} = \left(\frac{D_o^s(X_t, Y_t)}{D_o^s(X_s, Y_s)} \times \frac{D_o^t(X_t, Y_t)}{D_o^t(X_s, Y_s)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

分别表示时期 s 到时期 t 所发生的效率提高和技术进步。

2.4 malmquist 效率指数的计算及模型

本文采用 DEA 进行了 malmquist 指数的计算。假若要计算任意相邻 ($s=t-1$) 两年的 malmquist 指数, 对年份 t 的投入产出向量 (X_t, Y_t) , 就要计算 4 个不同的距离函数, 因此, 需计算的距离函数的总量为: $M \times (4T-2)$ 个, M 和 T 分别是要计算的生产单元和时期数。4 个不同的距离函数是: $D_o^{t-1}(X_t, Y_t|C)$ 、 $D_o^t(X_t, Y_t|C)$ 、 $D_o^{t+1}(X_t, Y_t|C)$ 和 $D_o^t(X_t, Y_t|V)$ 。由距离函数与径向效率的关系可知, 以上 4 个距离函数分别用以下 4 个 DEA 模型计算:

$$[D_o^{t-1}(X_t, Y_t|C)]^{-1} = \text{Max } \alpha_c \quad [D_o^{t-1}(X_t, Y_t|C)]^{-1} = \text{Max } \alpha_c$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j X_{j,t-1} \leq X_t \quad \text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j X_{j,t-1} \leq X_t$$
$$\sum_{j=1}^N \lambda_j Y_{j,t-1} \geq \alpha_c Y_t \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j Y_{j,t+1} \geq \alpha_c Y_t$$
$$\lambda_j \geq 0, j=1, \Lambda, N \quad \lambda_j \geq 0, j=1, \Lambda, N$$

$$[D_o^t(X_t, Y_t|C)]^{-1} = \text{Max } \alpha_c \quad [D_o^t(X_t, Y_t|C)]^{-1} = \text{Max } \alpha_c$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j X_{jt} \leq X_t \quad \text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j X_{jt} \leq X_t$$
$$\sum_{j=1}^N \lambda_j Y_{jt} \geq \alpha_c Y_t \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j Y_{jt} \geq \alpha_c Y_t$$
$$\lambda_j \geq 0, j=1, \Lambda, N \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j \geq 1, \lambda_j \geq 0, j=1, \Lambda, N$$

模型中 $(X_{j,t}, Y_{j,t})$ 表示第 j 个生产单元、在第 t 年的投入产出向量; $(X_{j,t-1}, Y_{j,t-1})$ 表示第 j 个生产单元、在第 $t-1$ 年的投入产出向量等。

3 河北省基础设施投资情况及 malmquist 实证研究

3.1 数据来源及处理

我们所用数据来源于全国城市环境卫生基础设施基础数据调研报告——河北省卷, 投入数据分为供水、供气、供热类基础设施投资、道路桥梁类基础设施投资以及排水及环境类基础设施投资, 产出数据采用了历年每个城市的国内生产总值 (GDP), 并基于 EMS 软件进行了运算, 计算

结果如表 1。

表 1 河北省各城市 Malmquist 指数计算表

Malmquist	“八五”平均	“九五”平均	“十五”平均
石家庄	1.0124	0.6100	1.0930
唐山	0.8529	0.7653	1.0849
秦皇岛	1.3034	1.1028	0.5140
邯郸	1.1458	0.8212	1.0090
邢台	0.8160	0.8142	0.4137
保定	1.0101	0.7473	0.5838
张家口	0.7392	0.6862	0.5820
承德	0.6169	1.1648	0.6299
沧州	0.8604	0.8915	1.0733
廊坊	0.7055	0.7051	2.0664
衡水	0.8968	0.7553	1.5997

3.2 数据结果及分析

从计算结果我们可以看出,从“八五”到“十五”,河北省 11 个城市的基础设施投资效率提高缓慢,多数城市甚至表现出投资效率的倒退。“八五”期间,效率提高的城市包括石家庄、秦皇岛、邯郸、保定,其中秦皇岛和邯郸效率提高较为明显。承德的效率倒退最为严重。“九五”时期投资效率提高的城市减少为 2 个:秦皇岛和承德。秦皇岛是唯一继“八五”期间连续提高的城市,承德从“八五”期间投资效率倒退最为严重的城市,在“九五”期间一跃成为效率提高最多的城市。但由于这是相对效率的变化,因此,不能判断在此期间承德是投资效率最高的城市。此时张家口的城市基础设施投资效率倒退最大。从“十五”期间的数据来看,投资效率提高的城市有 6 个,分别是石家庄、唐山、邯郸、沧州、廊坊和衡水。效率提高最多的是廊坊,倒退最多的是邢台。从整体的变化情况来看,河北省没有一个城市的投资效率在这三个时段中稳步提高,而且有些城市的基础设施投资效率极不稳定,效率变化大起大落,如承德、廊坊。还有些城市的投资效率表现出连续的倒退,比如邢台和张家口。产生这种效率变化的原因可以从以下分析中看出。

表 2 河北省各城市 Malmquist 技术进步与技术效率指数计算表

Malmquist 技术进步 与技术效 率指数	“八五”平均		“九五”平均		“十五”平均	
	技术进 步指数	技术效 率指数	技术进 步指数	技术效 率指数	技术进 步指数	技术效 率指数
石家庄	1.2227	0.8280	0.8519	0.7160	1.2888	0.8480
唐山	1.2396	0.6881	0.9899	0.7731	1.0518	1.0315
秦皇岛	0.9402	1.3863	0.9129	1.2081	0.3739	1.3748
邯郸	1.0098	1.1346	0.9251	0.8876	0.7994	1.2621
邢台	1.0000	0.8161	1.0000	0.8142	1.0000	0.4137
保定	1.3103	0.7709	1.0000	0.7473	0.7057	0.8273
张家口	1.0000	0.7392	0.9805	0.6999	0.4922	1.1825
承德	0.8549	0.7215	1.2646	0.9211	1.0000	0.6299
沧州	1.0934	0.7869	1.0025	0.8893	1.0000	1.0733
廊坊	1.0155	0.6947	0.8325	0.8469	2.1039	0.9822
衡水	1.0000	0.8968	0.9231	0.8181	1.4916	1.0724

表 2 反映的是根据计算所得 malmquist 指数分解出的技术进步及效率进步指数,可以看出“八五”期间,河北省邯郸、邢台、张家口、衡水 4 市保持了技术不变,而石家庄、唐山、保定、沧州和廊坊实现了技术的进步,这种进步可能是投资决策方法变得更加科学,也可能是采用先进的技术导致施工水平的提高,但是同期技术效率指数表现却不尽人意,仅有秦皇岛和邯郸两个城市实现了效率的提高,这种效率的提高可能表现在基础设施建设施工组织管理水平的提高和运营管理水平提高。结合上述 malmquist 指数来看,“八五”期间石家庄和保定的城市基础设施投资效率的提高主要依赖的是技术进步;秦皇岛投资效率的提高主要依赖的是技术效率;邯郸投资效率的提高则依赖于技术的进步和技术效率的提高。“九五”期间技术进步水平保持不变的城市有邢台和保定;实现技术进步的城市是承德和沧州,其它城市的技术水平略有倒退,而对于技术效率来说,此时期除了秦皇岛实现了技术效率的提高之外,所有城市陷入了技术效率退步的困境中。对这一时期投资效率提高的城市来说,秦皇岛主要依赖的是技术效率的提高,而承德主要是依赖技术的进步。“十五”期间,情况有所好转,邢台、承德和沧州保持了技术进步指数的不变,而石家庄、唐山、廊坊和衡水均实现了技术的进步;唐山、秦皇岛、邯郸、张家口、沧州和衡水诸城市都实现了技术效率的提高,比起“九五”时期来,这一时期的技术进步和效率提高均有良好的改变。其中投资效率的提高主要依赖技术进步的城市有石家庄、廊坊;依靠技术效率提高的城市是邯郸和沧州;技术进步和技术效率均有提高的城市包括唐山和衡水。

综合以上分析,河北省城市基础设施投资效率较为低下,整体效率水平在“八五”、“九五”及“十五”期间形成 U 型,即“九五”时期的投资效率增长情况最为恶劣,处于谷底。而技术进步对投资效率的提高作用显著于技术效率,这反映出河北省基础设施投资在投资决策技术和建设施工技术中能够较及时地改进,但是其管理水平却始终比较落后。同时各个城市的投资效率增长不够稳定,因此,建立科学的投融资制度,不断地及时提高基础设施投资决策和建设技术水平,提高基础设施建设运营的管理水平,确定稳定的内在进步力量,是河北省改变当前基础设施投资效率低下的唯一途径。

4 结论

从上述的实例可以看出,运用 DEA 模型,不仅可以对河北省城市基础设施投资效率作出优劣的判断,同时还可以综合其自身的特点,对投资情况提出有效的建议,并对各数据给出了技术进步和技术效率的分析,从而能从长远的角度作出更客观、更全面和更有价值的评价。

参考文献:

- [1] NISHIMIZU, M., & PAGE, J. M. Total Factor Productivity Growth,