

城市基础设施系统供给效益影响因素的动态分析

陶志梅^{1,2}, 孙 钰^{1,2}

(1. 天津商业大学 公共管理学院, 天津 300134; 2. 天津大学 经济与管理学部, 天津 300072)

摘 要: 城市公共基础设施作为城市功能的重要载体, 其各组成部分相互依赖, 形成城市公共基础设施系统, 共同促进城市的经济发展、社会福利和环境状况的改善。本文从城市公共基础设施系统相互依赖性入手, 构建了城市公共基础设施系统和子系统供给效益 VAR 模型, 分析基础设施供给效益影响因素的动态变化关系。研究发现, 基础设施资本存量对城市发展具有长期、持续影响; 基础设施子系统存量及相互依赖性影响其供给效益。以北京为例, 北京邮政电信设施供给会对其他子系统供给产生推动作用; 能源设施供给水平提升会明显改善城市发展水平; 城市交通基础设施供给和能源设施供给存在较强的相互依赖关系。

关键词: 城市公共基础设施系统; 供给效益; 相互依赖性; 北京市; 向量自回归

中图分类号: F293.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-176X(2018)06-0131-07

一、问题的提出

城市公共基础设施系统由能源、交通、邮政电信、水资源与给排水、环境保护、防灾等子系统组成, 对于人类福祉和经济生产力来说都是至关重要的^[1]。全球各国政府越来越倚重通过投资基础设施来刺激和增强长期的经济竞争力。自 1981 年以来, 中国城市公共基础设施固定资产投资持续增长。1981—2015 年城市公共基础设施固定资产投资年均增长率为 23.9%, 占同期国内生产总值比重 1.8%。城市各类公共基础设施供给服务能力显著提高, 其中给排水设施的供给水平提升明显, 2015 年城市用水普及率达到 98.1%, 全国供水总量达到 560 亿立方米, 供水管道长度达到 29 678 公里, 排水管道长度达到 539 567 公里。城市环保设施供给水平也有明显改善, 城市生活垃圾无害化处理量 18 013 万吨, 污水处理厂日处理能力 14 038 万立方米。全国城市交通设施投资水平和投资总量在公共基础设施固定资产投资中名列第一, 2015 年城市轨道交通投资占比为 22.9%, 道路桥梁投资占比为 45.8%^[2]。

尽管如此, 中国城市公共基础设施供给仍然难以满足社会需求。暴雨后城市排水不畅、“到城市去看海”成为夏季很多城市的现象^[3]; 部分城市存在“垃圾围城”现象, 甚至有些地方“垃圾靠风刮、污水靠蒸发”^[4], 城市交通拥堵、空气、噪声、水污染等问题普遍存在。面对城市化发展的需

收稿日期: 2018-03-14

基金项目: 国家自然科学基金资助项目“城市公共基础设施利用效益研究”(NSF71273186)

作者简介: 陶志梅(1973-), 女, 甘肃天水人, 副教授, 博士研究生, 主要从事公共基础设施运营效率方面的研究。E-mail: taotao@tjcu.edu.cn

孙 钰(1965-), 女, 天津人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事城市公共设施优化利用及土地承载力研究。

要,城市管理者面临的重要课题是如何在增加城市公共基础设施供给总量的同时,进一步提升城市公共基础设施的供给效益。2017年《全国城市市政基础设施建设“十三五”规划》发布,该规划改变了以往各专业部门单独编制行业规划的方式,首次提出以系统考虑城市基础设施的总体规划问题,既要考虑各专业的发展特点和差异,又注意不同专业部门之间的统筹和协调,提出城市暴雨内涝、垃圾围城、马路拉链、城市拥堵等城市问题不是相互割裂的,要协同各城市公共基础设施部门,共同治理各类城市病问题。

一些学者就城市公共基础设施对社会福利产生的影响从不同角度进行了研究。姚文琪和郑玉颜^[5]认为城市轨道交通具有很强的外部效能,能够改善沿线地区居住人口容量,增加就业岗位。郑思齐等^[6]认为轨道交通作为一种典型的地方公共品,其巨大的社会效益凝聚在周边的土地溢价上,形成典型的正外部性。李向春等^[7]通过组合评价法实证分析天津市2004—2013年城市公共基础设施的相关数据,提出城市公共基础设施社会效益提升的基本路径。Mohring^[8]认为轨道基础设施转移城市边缘地区机动车驾驶者,达到缓解交通拥堵、减少空气污染的作用。孙钰等^[9]通过DEA交叉效率模型和聚类分析法对中国35个大中城市公共基础设施的环境效益进行了实证分析,分别从短期和长期分析改善城市公共基础设施环境效益的方法。

城市公共基础设施系统及其子系统都是多组分、异构的复杂超大系统,能源、电信、交通、水资源、环境、防灾分别包含电力、燃气、供热、取水、给水、排水、轨道交通、道路交通、邮政、电信、绿化、环卫等部门,各部门体系复杂,内容丰富。城市公共基础设施各子系统组分具有专业性、技术性强、涵盖内容广泛等特点,各组分的特征和类型差别巨大,组分之间关系复杂多样。Rinalidi等^[10]对公共基础设施各子系统和组成部件的相互依赖性进行了六维度描述,包括相互依赖性的类型、基础设施的环境、耦合和应对行为、基础设施的特性、失败的类型、运营的状态。Bartos和Chester^[11]分析美国亚利桑那州的水资源与能源关系,发现节约用水能够降低全州0.8%—3.1%的用电需求,采取节能措施和可再生能源发电的投资组合可以有效减少1.9%—15.0%的非农业用水需求。Roelich等^[12]分析资源与公共设施宏观系统的相互依存关系,明确资源需求之间的相互依赖及公共设施系统的复杂性,强调宏观层面的供给与需求的整合管理可以提高公共设施供给效益。Otto等^[13]认为公共基础设施系统之间日益增长的相互依赖和未来融合的挑战需要采用综合的系统方法管理基础设施。

城市公共基础设施中的能源、交通、邮政电信、水资源与给排水、环境保护、防灾等子系统为城市发展提供不同的、必备的、完备的、产品和服务。这些基础设施分别归属不同的专业、学科领域,由不同的行政部门负责管理和提供,是具有复杂性、多体性的超大系统。城市公共基础设施系统作为城市功能的基础载体,其系统整体向城市提供产品和服务,为城市发展提供经济、社会和环境效益。作为复杂系统,不能简单通过加和各子系统供给效益替代城市公共基础设施系统的供给效益,而需要探索各子系统的作用规律和相互依赖关系。受研究视野和管理体系的束缚,现有文献对城市公共基础设施系统供给效益研究仍非常稀缺。然而,复杂系统理论研究的综合微观分析法为城市公共基础设施系统的供给效益影响规律探讨提供了研究思路,即分别从宏观总体和微观子系统两个层面探索城市公共基础设施供给效益的实现问题。

二、研究方法、变量选择、数据来源及处理

研究城市公共基础设施投资的经济增长作用一般是通过生产函数法,该方法将城市公共基础设施资本作为生产要素,纳入宏观生产函数,研究基础设施的经济效益,但是生产函数法不能表现出各变量间相互依赖性演化的动态关系。VAR模型是一种非结构化的时间序列动态模式,该模型不需有先验的理论基础,也不需要考虑变量内生、外生及因果关系,将各变量直接视为内生变量,由一组回归方程来表示变量间的动态关系。考虑到城市公共基础设施系统是多层次、多组分、多体复杂系统,本文分别构建城市公共基础设施系统供给效益VAR模型和子系统供给效益VAR模型,从宏观、微观两个层面探讨城市公共基础设施系统的供给效益实现问题。

本文选取城市公共基础设施的资本存量(INCAP)代表城市公共基础设施系统的供给水平;分

别选取邮政电信业务总量（PROEMAIL）、交通设施密度（PROTRA）、能源消费量（PROENE）、自来水综合生产能力（PROWATER）表示邮政电信、交通、能源、水资源与给排水等子系统的供给水平。城市公共基础设施供给效益是经济效益、社会效益和环境效益的统一，本文使用城市公共基础设施经济、社会、环境效益形成的城市公共基础设施综合效益反映城市公共基础设施供给效益（SNY），如表 1 所示。经济效益是地区生产总值，社会效益包含人均家庭总收入和三次产业从业人员数，环境效益由污水处理率、生活垃圾清运量、城市绿化覆盖率表示。城市人口是城市公共基础设施主要服务对象。参考 Eusgeld 等^[14]与 Scott 等^[15]的研究方法，选择城市人口（POP）作为城市公共基础设施供给效益的重要影响因素。

表 1 城市公共基础设施综合效益评价指标体系

二级指标	指 标	权 重	单 位	文献依据
经济效益	地区总产值	1	亿元	李忠富和李玉龙 ^[16] ，宗刚和夏可 ^[17]
社会效益	人均家庭总收入	0.489	元	姚文琪和郑玉颜 ^[5] ，郑思齐等 ^[6] ，李向春等 ^[7]
	三次产业从业人员数	0.511	人	
环境效益	污水处理率	0.381	%	孙钰等 ^[9] ，陶志梅和孙钰 ^[18]
	生活垃圾清运量	0.277	万吨	
	城市绿化覆盖率	0.342	%	

资料来源 《2016 年北京统计年鉴》。

本文以北京为例，对 1981—2015 年北京城市公共基础设施系统供给效益影响因素进行研究。交通设施密度通过铁路和公路里程数加和再除以北京国土面积得到。考虑到城市能源设施类产品不宜储存，能源供给即为能源的消费，且能源生产量的部分能源产品被储存，并未对城市发展做出贡献，因而选取能源消费总量表示城市能源设施子系统供给水平。家庭收入水平已经包含在城市公共基础设施效益综合指数中，因而不单独设定。本文构建的城市公共基础设施系统供给效益 VAR 模型的主要变量包括城市公共基础设施资本存量、城市人口、城市公共基础设施供给效益；城市公共基础设施子系统供给效益 VAR 模型的主要变量包括邮政电信业务总量、交通设施密度、能源消费总量、自来水综合生产能力、城市人口、公共基础设施综合效益。为消除异方差现象，本文对相关变量取对数。

（一）城市公共基础设施系统供给的综合效益核算

本文通过查阅文献，采用理论分析法和专家咨询法，从城市公共基础设施的经济、社会、环境效益三个层面筛选城市公共基础设施综合效益的评价指标体系，以北京城市公共基础设施的经济、社会、环境效益为研究对象，测算北京城市公共基础设施综合效益。为去除各指标单位不统一、不宜于加总的问题，先对各指标数据进行标准化处理，然后采用均方差决策法求解经济、社会、环境三个层面的六个评价指标权重，结合综合指数评价模型测算 1981—2015 年北京城市公共基础设施的综合效益指数。结果发现，北京城市公共基础设施综合效益指数的均值为 0.414，标准差 0.311。自 1981 年以来，北京城市公共基础设施综合效益指数平缓上升，到 2000 年略有回调。

（二）城市公共基础设施供给的资本存量核算

城市公共基础设施固定资产投资代表了政府的投资行为，对城市经济生活发展产生效益的主要是公共基础设施的资本存量，因此，本文设定城市公共基础设施资本存量作为基础设施系统供给变量。物质资本存量的核算方法一般采用 Goldsmith 开创的永续盘存法。张军等^[19]、金戈^[20]也采用了永续盘存法对投资额进行资本存量估计。本文对于北京公共基础设施资本存量的核算也采用了这一方法，计算公式如式（1）所示：

$$K_t^j = K_{t-1}^j (1 - \delta^j) + I_t^j \tag{1}$$

其中，下标 t 表示时间，上标 j 表示资本类型， K_t^j 表示第 j 种资本类型在第 t 年年初的资本存量，

I_t^j 表示资本存量第 t 年的投资净值 (除去价格上涨因素), δ^j 表示资本 j 的经济折旧率, 假设折旧率不随时间改变。本文研究的公共基础设施都属于经济类基础设施, 所以使用金戈^[20]估计的经济类基础设施的折旧率 9.2%。对由统计年鉴得到的基础设施投资数据需要通过固定资产投资价格指数进行处理。1991—2015 年北京固定资产投资价格指数来自于《2016 年北京统计年鉴》, 1980—1990 年的固定资产投资价格指数借鉴了张军等^[19]的经济类基础设施固定资产投资价格指数。1981 年公共基础设施

的资本存量核算借鉴金戈^[20]方法, 即 $K_0^j = \frac{I_0^j}{\delta^j + g}$, 其中 K_0^j 为第 j 种资本在基年的年初资本存量, g

为新增固定资产的几何平均增长率, 估计出 1981—1991 年经济类基础设施的新增固定资产的几何平均增长率为 11.7%, 核算得到北京城市公共基础设施资本存量。结果发现, 北京城市公共基础设施的资本存量与实际产出的走势更接近一些, 而且, 1981—1997 年基础设施资本存量一直低于城市实际产值, 1997 年北京实际产值 422.9 亿元, 实际资本存量 416.8 亿元, 1998 年北京公共设施资本存量开始超过北京实际产值, 1998 年北京的的实际产值为 442.1 亿元。而北京的公共设施资本存量达到 476.0 亿元, 说明在城市基础设施发展初期, 城市基础设施资本存量较低, 但随着城市公共基础设施资本存量的积累, 其在城市经济社会发展中的作用逐步表现出来。

三、城市公共基础设施系统供给效益 VAR 模型的构建与分析

(一) 平稳性检验

变量的平稳性是分析时间序列模型的重要前提, 如果时间序列模型是非平稳的, 则可能出现伪回归现象。为避免出现“伪回归”现象, 确保各项统计检验存在意义, 先进行系统变量时间序列数据稳定性检验。为解决变量数据的高阶自相关问题, 本文采用 ADF 检验法, 滞后阶数根据 AIC 准则自动选取, 最大滞后阶数取 3, 检验结果如表 2 所示。

表 2 部分变量的 ADF 单位根检验结果

变 量	检验形式	ADF 值	1%临界值	5%临界值	10%临界值	P 值	结 论
ln (SNY)	(C, T, 3)	-4.007	-4.253	-3.548	-3.207	0.018	平 稳
ln (INCAP)	(C, T, 3)	-2.797	-4.263	-3.553	-3.210	0.208	不平稳
ln (POP)	(C, T, 3)	-1.605	-4.253	-3.549	-3.207	0.770	不平稳
Dln (SNY)	(C, T, 3)	-7.468	-4.263	-3.553	-3.210	0.000	平 稳
Dln (INCAP)	(C, T, 3)	-3.738	-4.263	-3.553	-3.210	0.033	平 稳
Dln (POP)	(C, N, 3)	-5.106	-4.263	-3.553	-3.210	0.001	平 稳

注: D 表示一阶差分; 检验形式 (C, T, P) 分别表示常数项、时间趋势、滞后阶数, N 表示不含常数项或时间趋势项。

通过单位根检验, ln (SNY) 时间序列数据是平稳的, ln (INCAP) 和 ln (POP) 数据不平稳。在对 ln (SNY)、ln (INCAP)、ln (POP) 三个变量的一阶差分序列做单位根检验, 其在 5% 显著性水平上拒绝有单位根的原假设, 即三个变量的一阶差分序列是平稳的。

(二) 滞后阶数的确定

本文构建了城市公共基础设施效益系统 VAR 模型, 选择 View-Lag Structure-Lag Length Criteria 确定最优滞后阶数。由于 VAR 模型结果对滞后阶数的选择极为敏感, 故采用 LR、FPE、AIC、SC 和 HQ 三种方法确定最优滞后阶数^[21]。通过运行 EViews7.2 软件, 本文确定 VAR 模型的最优滞后阶数为 2 期。

(三) 协整检验

协整检验是指两个或多个非平稳的时间序列经过一定的时期后具有的长期均衡关系。由上述单位根检验结果发现, 除综合效益指数, 其他各变量均为非平稳序列, 同时所选变量均为 $I(1)$, 符合协整检验条件。本文采用 Johanson 法进行协整关系检验, 检验结果表明, 在 5% 水平下协整关系迹检验

和最大特征根检验结果分别存在一个协整关系，可以建立城市公共基础设施系统供给效益 VAR 模型。

(四) 城市公共基础设施系统供给效益 VAR 模型的实证分析

1. AR 根检验

对北京城市公共基础设施系统供给效益的 VAR 模型进行 AR 根检验，选择 View-Lag Structure-AR Roots Graph 进行检验。结果显示，该 VAR 模型共有 6 个根，且都位于单位圆内，表明北京城市公共基础设施系统供给效益 VAR 模型满足稳定性条件。

2. 脉冲响应函数分析

脉冲响应函数分析方法可以用来描述一个内生变量对由误差项所带来的冲击反应，即在随机误差项上施加一个标准差大小的冲击后，对于内生变量当期值和未来值所产生的影响程度。

给公共基础设施资本存量一个正冲击后，综合效益指数在第 1 期达到极大值 0.016 后衰减，第 12 期后持续正向作用于综合效益指数，说明城市公共基础设施资本存量对综合效益指数的正向拉动作用具有一定的滞后效果。对资本存量的正冲击会对人口会产生长期正向作用，第 2 期达到 0.011，到第 10 期基本稳定在 0.013。对人口变量的正冲击对综合效益指数仅有小幅拉升，第 1 期为 0，第 2 期小幅拉升到 0.002，从第 3 期开始一直表现为负作用。表明城市公共基础设施资本存量的增加，会引起城市公共基础设施综合效益的提升。城市公共基础设施资本存量的增加会对城市人口具有长期正向作用，人口数量的提高对城市公共基础设施综合效益有减损的作用。

四、城市公共基础设施子系统供给效益

(一) 平稳性检验

本文采用 ADF 检验对系统变量对数值进行平稳性检验，滞后阶数根据 AIC 准则自动选取，最大滞后阶数取 3，检验结果见表 3 所示。

表 3 部分变量的 ADF 单位根检验结果

变 量	检验形式	ADF 值	临界值			P 值	结 论
			1%	5%	10%		
ln (PROWATER)	(C , T , 3)	-1.969	-4.253	-3.549	-3.207	0.597	不平稳
ln (PROEMAIL)	(C , T , 3)	-0.658	-4.253	-3.549	-3.207	0.968	不平稳
ln (PROENE)	(C , T , 3)	-1.551	-4.253	-3.549	-3.207	0.791	不平稳
ln (PROTRA)	(C , T , 3)	-2.746	-4.253	-3.549	-3.207	0.226	不平稳
Dln (PROWATER)	(C , T , 3)	-5.361	-4.263	-3.553	-3.210	0.006	平 稳
Dln (PROEMAIL)	(C , T , 3)	-4.968	-4.263	-3.553	-3.210	0.002	平 稳
Dln (PROENE)	(C , T , 3)	-7.542	-4.263	-3.553	-3.210	0.000	平 稳
Dln (PROTRA)	(C , T , 3)	-5.929	-4.263	-3.553	-3.210	0.000	平 稳

注：D 表示一阶差分；检验形式 (C , T , P) 分别表示常数项、时间趋势、滞后阶数，N 表示不含常数项或时间趋势项。

通过对城市公共基础设施各子系统变量的对数值的单位根检验，其检验结果均无法拒绝有单位根的原假设，说明变量序列不平稳，其一阶差分变量平稳。

(二) 滞后阶数的确定

本文采用 LR、FPE、AIC、SC 和 HQ 三种方法确定最优滞后阶数，通过运行 EViews7.2 软件，确定该 VAR 模型的最优滞后阶数为 3 期。

(三) 协整检验

通过 Johanson 法进行协整关系检验可知，变量的迹检验在 5% 显著性水平下存在六个协整方程，最大特征根检验在 5% 显著性水平下存在四个协整方程，可以建立城市公共基础设施子系统供给效益 VAR 模型。

(四) 城市公共基础设施子系统供给效益 VAR 模型的实证分析

1. AR 根检验

对北京城市公共基础设施子系统供给效益的 VAR 模型进行 AR 根检验, 选择 View-Lag Structure-AR Roots Graph 进行检验。结果显示, 该 VAR 模型共有 18 个根, 且都位于单位圆内, 表明北京城市公共基础设施子系统供给效益 VAR 模型满足稳定性条件。

2. 脉冲响应函数分析

当期给邮政电信业务总量一个正冲击后, 综合效益指数在第 2 期达到极小值, 然后开始稳定增长, 到第 13 期达到极大值。当期给邮政电信业务总量一个正冲击对自来水综合生产能力、交通设施密度、能源消费总量、城市人口都产生一个推动力量, 其中对交通设施密度当期产生推动较大, 当期到达极大值, 然后回落仍在正值范围波动, 到第 15 期之后产生变为负值。说明邮电设施的供给增加会对其他子系统产生直接的正向影响, 综合效益指数则是先下降后上升。

当期给交通设施密度一个正冲击后, 综合效益指数的波动不大, 在第 3 期达到极小值, 然后在第 4 期达到极大值。当期给交通设施密度一个正冲击对能源消费总量当期产生一个强烈推动, 达到一个极大值, 在小幅回调后第 3 期产生第二个极大值, 说明交通设施供给需要能源设施的支撑, 会对能源设施供给产生较强的正向推动作用。

当期给自来水综合生产能力一个正冲击后, 综合效益指数反应滞后, 第 6 期之前是负值小幅震荡, 第 6 期后开始转变为正值, 到第 8 期达到一个极大值, 小幅波动后, 到第 13 期开始回落。当期对自来水综合生产能力的一个正冲击后, 当期交通设施密度产生较大影响, 当期达到极大值, 然后迅速回落, 到第 3 期达到极小值。对自来水综合生产能力的一个正向冲击反应会对能源消费总量当期产生负向影响, 然后到第 6 期开始产生长期的正向影响。自来水综合生产能力的供给对城市人口产生较强影响, 说明城市供水资源的丰富对城市人口具有一定的吸引力。

当期给能源消费总量一个正冲击后, 综合效益指数产生较大拉升作用, 在第 3 期达到极大值, 然后衰落, 说明能源消费总量提升会对城市综合效益指数产生较明显的正向拉升作用。当期给能源消费总量一个正冲击对自身和城市人口当期产生一个强烈推动, 第 6 期达到一个极大值。当期给城市人口一个正冲击后, 各变量变化幅度不大。当期给城市人口一个正冲击, 邮电设施先在负值回落, 第 3 期达到极小值-0.053; 交通设施在小幅波动后, 第 7 期达到极大值 0.040。

五、研究结论和政策建议

(一) 研究结论

本文通过整理北京 1981—2015 年相关数据分别建立城市公共基础设施系统供给效益 VAR 模型和城市公共基础设施子系统供给效益 VAR 模型, 分析北京城市公共基础设施系统、子系统供给效益影响因素的动态反应规律。研究发现, 城市公共基础设施的资本存量对于城市综合效益水平提升具有长期作用; 城市公共基础设施的资本存量增长, 对于城市人口具有长期正向作用。城市人口增加会加大城市公共基础设施承载压力, 对于城市综合效益指数具有负向作用。伴随城市人口的增加, 需要城市公共基础设施投资加大力度, 以增加城市公共基础设施承载能力。

北京邮政电信业务总量受到正向冲击对其他各类设施的供给均产生正向影响, 其中对交通设施密度的当期产生较大影响, 邮政电信业务总量对城市综合效益作用的反应相对滞后。交通设施密度的正向冲击对能源设施密度当期产生较大影响。城市公共基础设施各子系统供给水平的当期冲击都对城市人口产生正向影响, 说明城市公共基础设施供给的增加对城市具有较强的外来人口吸引力。

通过动态分析北京城市公共基础设施各子系统供给水平、城市发展水平、城市人口之间的关系, 本文认为, 城市公共基础设施各子系统之间具有相互影响关系, 且对城市发展水平产生影响作用。长期来看, 提升城市能源、邮政电信设施供给水平会对城市综合效益指数产生较好的作用; 邮政电信设施供给水平提升会对交通设施供给水平产生正向拉动, 提升交通设施供给会带动能源设施供给。

(二) 政策建议

城市公共基础设施建设对城市综合发展具有长期影响, 而不仅仅是拉动区域经济增长。城市公共

基础设施投资形成的资本存量对城市综合效益影响是长期存在的,能带动城市长期可持续发展;同时,城市公共基础设施供给需要超前发展,城市公共基础设施规划、建设需要为城市未来发展留有一定的空间,促进长期的城市综合效益水平的提高。

城市公共基础设施之间的相互依赖性与城市公共基础设施各子系统的技术经济特性有关,也与城市公共基础设施的既有存量有关。北京邮政电信设施的供给对交通、能源、水资源设施会产生积极的推动作用;北京城市能源基础设施供给水平的提高会明显改善城市综合效益水平;北京城市交通设施供给与城市能源设施供给的相互依赖关系明显,表明交通设施供给水平提升会较大程度上影响城市能源设施供给水平。城市管理者应根据城市公共基础设施既定存量设施,研究城市公共基础设施系统总体及其系统之间的相互依赖性,作为城市公共基础设施系统供给规划的依据,有效地改善城市公共基础设施系统的供给水平和供给效益。

参考文献:

- [1] OECD. Infrastructure to 2030: Telecom ,Land Transport ,Water and Electricity [J]. OECD Energy 2006 8(6) : 360.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中国城市建设统计年鉴 2015 [M]. 北京: 中国计划出版社 2016. 6-12.
- [3] 郭奔胜. 新华时评: 不应让“城市看海”成常景 [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/politics/2015-06/18/c_1115656715.htm 2015-06-18.
- [4] 宋国君. 我国城市生活垃圾管理状况评估研究报告 [R]. 北京: 中国人民大学 2015.
- [5] 姚文琪, 郝玉颜. 提高城市轨道交通效能的规划对策与建议 [J]. 城市规划学刊 2011 (5) : 73-79.
- [6] 郑思齐, 胡晓珂, 张博, 等. 城市轨道交通的溢价回收: 从理论到现实 [J]. 城市发展研究 2014 (2) : 35-41.
- [7] 李向春, 孙钰, 陶志梅. 天津市公共基础设施社会效益评价与提升研究 [J]. 建筑经济 2016 (11) : 109-113.
- [8] Mohring H. Optimization and Scale Economies in Urban Bus Transportation [J]. The American Economic Review ,1972 ,15 (62) : 591-604.
- [9] 孙钰, 王坤岩, 姚晓东. 城市公共基础设施环境效益研究 [J]. 中国人口·资源与环境 2015 (4) : 92-100.
- [10] Rinalidi S. M. , Peerenboom J. P. , Kelly T. K. Identifying , Understanding and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies [J]. IEEE Control Systems 2002 21(6) : 11-25.
- [11] Bartos M. D. , Chester M. V. The Conservation Nexus: Valuing Interdependent Water and Energy Savings in Arizona [J]. Environmental Science and Technology 2014 48(4) : 2139-2149.
- [12] Roelich K. , Knoeri C. , Steinberger J. K. , et al. Towards Resource-Efficient and Service-Oriented Integrated Infrastructure Operation [J]. Technological Forecasting and Social Change 2015 92(3) : 40-52.
- [13] Otto A. , Jim W. H. , Adrian J. A Quantified System-of-Systems Modeling Framework for Robust National Infrastructure Planning [J]. IEEE Systems Journal 2016 ,10(2) : 385-396.
- [14] Eusgeld J. , Nan C. , Dietz S. ‘System-of-Systems’ Approach for Interdependent Critical Infrastructures [J]. Reliability Engineering and System Safety 2011 96(6) : 679-686.
- [15] Scott C. A. , Pierce S. A. , Pasqualetti M. J. , et al. Policy and Institutional Dimensions of the Water-Energy Nexus [J]. Energy Policy 2011 39(10) : 6622-6630.
- [16] 李忠富, 李玉龙. 基于 DEA 方法的我国基础设施投资绩效评价: 2003—2007 年实证分析 [J]. 系统管理学报, 2009 (3) : 309-315.
- [17] 宗刚, 夏可. 西部基础设施投资与区域经济增长 [J]. 江汉论坛 2014 (5) : 12-16.
- [18] 陶志梅, 孙钰. 城市公共基础设施系统供给水平评价 [J]. 财经问题研究 2016 (10) : 122-128.
- [19] 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.
- [20] 金戈. 中国基础设施与非基础设施资本存量及其产出弹性估算 [J]. 经济研究 2016 (5) : 41-56.
- [21] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模——EViews 应用及实例(第二版) [M]. 北京: 清华大学出版社 2014. 267-318.

(责任编辑: 邓 菁)

[DOI]10.19654/j.cnki.cjwtyj.2018.06.017

[引用格式]陶志梅, 孙钰. 城市基础设施系统供给效益影响因素的动态分析 [J]. 财经问题研究 2018 (6) : 131-137.