

高速公路项目社会经济效益的产生机制及其评价研究

王宇宁¹, 运迎霞¹, 范志清²

(1. 天津大学建筑学院, 天津 300072; 2. 国家开发银行天津市分行, 天津 300061)

[摘要] 基于系统工程的思想,通过分析高速公路社会经济效益产生的机制,建立了区域经济—公路交通发展系统动力学模型,以天津市津蓟高速公路为例,通过系统仿真误差检验,证实了该系统动力学模型的仿真效果较好、性能稳定。通过已建—未建高速公路系统仿真结果的有无对比,计算并预测出了津蓟高速公路2003—2013年各年的社会经济效益,从而实现了高速公路项目社会经济效益评价的量化目标,为今后类似项目的开展提供了理论指导。

[关键词] 高速公路项目;社会经济效益;评价;系统动力学

[中图分类号] U491 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2012)10-0097-06

1 前言

高速公路的建设通车加速了农村城镇化^[1],对沿线区域的社会经济发展起着长期而巨大的影响作用。高速公路的社会经济影响评价不仅能够全面地衡量公路项目的直接和间接效益,为区域规划公路提供科学的依据,更为后续项目立项决策提供依据,为资金的合理利用提供科学的参考。目前,国内外对于高速公路项目社会经济影响的评价大多是定性分析^[2],在定量评价方面仍显空白。系统动力学作为一门分析研究信息反馈系统的学科,在研究社会经济系统过程中有其应用优势^[3]。因此,这一学科已被很多学者引入到高速公路社会经济影响评价中来。但是总体而言,这些研究大多只给出了相应的建模思想和步骤,缺乏对模型的数学验证和分析。因此有必要深入分析高速公路社会经济效益的产生机制,进一步完善高速公路社会经济影响评价的系统动力学模型。基于此,本文以具体的高速公路项目为例,运用系统动力学模型对其进行了检验和分析,以期更为深入地揭示高速公路项目社会经济效

益的产生机制,从而为后续项目的开展提供相应的理论基础。

2 高速公路项目社会经济效益及产生机制

高速公路项目的建设不仅对沿线区域的国民经济产生重大影响,同时也对区域社会的发展具有一定贡献,一般而言公路建设项目所体现出来的社会经济效益主要包括直接投入效益、产出效益、开发效益、波及效益、传递效益和潜在效益^[4]。从这几类经济效益的本质和发展作用来看,公路建设、运营对于社会经济发展的作用机制可描述如下。

2.1 直接建设投资引发的直接投入效益

高速公路项目的直接投资可通过市场机制转化为对相关产业的间接投资,刺激了区域内相关产业(主要是第二产业)的发展,从而促进区域国民经济的增长^[5-8]。高速公路直接投入效益的作用机制如图1所示。

2.2 区域运输变化引发的产出效益

高速公路项目建成通车后,区域交通状况将会发生改善,运输成本降低,区域间客货运量增长。客

[收稿日期] 2012-05-27

[基金项目] 天津市规划局科技计划项目(2010H3-0011)

[作者简介] 王宇宁(1985—),女,辽宁盘锦市人,博士研究生,研究方向为城市总体规划与城市土地利用;E-mail: wangyn8158@126.com

货运量的增加对第一、二、三产业净产值的增长将做出一定的贡献^[8-10]。产出效益的作用机制如图2所示。

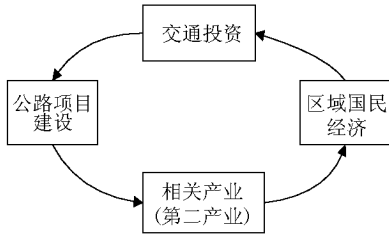


图1 直接投入效益产生机制图
Fig.1 The mechanism of the equity investment benefits

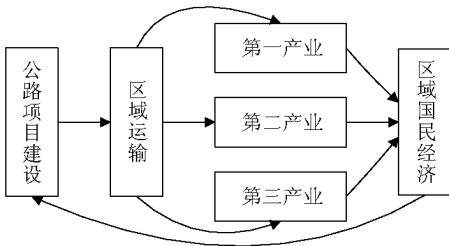


图2 产出效益机制图
Fig.2 The mechanism of the output benefits

效益、波及效益、传递效益及潜在效益。高速公路的建设可以促进沿线区域的自然、旅游等资源开发,导致土地增值而产生效益;同时由于公路的修建致使区域交通情况改善,区位优势增加、竞争能力增强;高速公路建设项目还能带动区域其他产业发展,加速商业、零售业的聚集效应^[10-14],而围绕该产业的发展又出现新的需求,从而加快区域的社会经济发展。该部分效益的产生机制如图3所示。

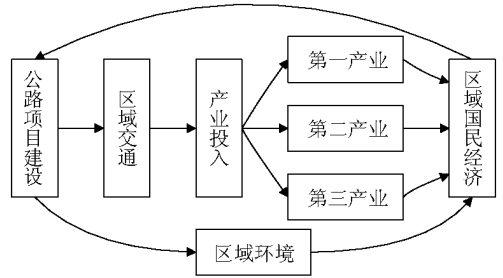


图3 其他效益产生机制图
Fig.3 The mechanism of other benefits

3 高速公路社会经济效益评价系统动力学模型

3.1 区域经济—公路交通发展系统因果关系

根据上文对于区域经济与区域公路交通发展的分析和描述,以及综合各个效益环,可得出区域经济与公路交通发展的因果关系图,如图4所示。

2.3 区域交通改善引起区域优势增强、投资环境改善、便于资源开发而引发的效益
该部分效益主要包括公路建设项目引发的开发

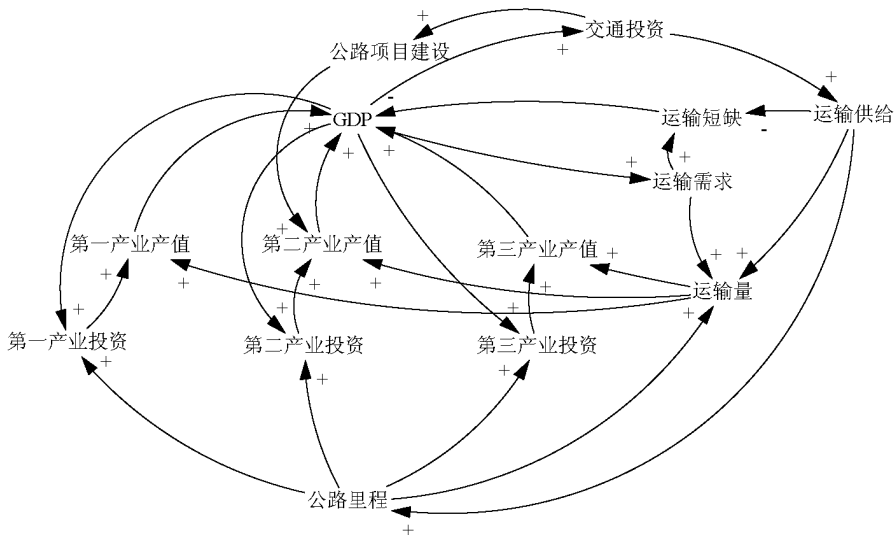


图4 区域经济—公路交通发展系统因果关系图
Fig.4 The causal relationship of regional economy and highway development

图4 主要列出了区域经济—公路交通发展系统中的各要素因果关系,该系统中主要有以下几条路径较长、影响较大的因果关系反馈回路。

1) 公路里程—运输量—第二产业产值—国内生产总值(GDP)—交通投资—运输供给。

2) 公路里程—运输量—第三产业产值—GDP—交通投资—运输供给。

3) 公路里程—运输量—第一产业产值—GDP—交通投资—运输供给。

4) 公路里程—第二产业投资—第二产业产值—GDP—交通投资—运输供给。

5) 公路里程—第三产业投资—第三产业产值—GDP—交通投资—运输供给。

6) 公路里程—第一产业投资—第一产业产值—GDP—交通投资—运输供给。

3.2 区域经济—公路交通发展系统动力学结构模型

系统动力学模型的本质是一阶微分方程组。在模型中状态方程系统描述了水准(状态)变量的变化规律,用欧拉法数值积分表示,其一般形式为

$$L.K = L.J + DT(IR.JK - OR.JK) \quad (1)$$

式(1)中, $L.K$, $L.J$ 分别为 K , J 时刻的状态变量; $IR.JK$, $OR.JK$ 分别表示流入速率与流出速率, K 表示现在时刻, J 表示与 K 相邻的前一时刻, DT 是步长且 $DT = JK$ 。

根据前述区域经济—公路交通发展因果图,可建立区域经济—公路交通发展系统动力学结

构模型,如图5所示。值得说明的是,在以往的研究中^[4,6],很少涉及里程与交通量的关系研究,本文在前人工作的基础上,对区域经济与交通发展的系统动力学流程图进行了改进,利用 Vensim PLE 软件建立系统动力学模型,并画出系统流程图以及进行相应的仿真。

区域经济—公路交通发展系统模型涉及的主要变量及变量解释如下。

1) 水平变量:区域国内生产总值(GDP),区域第一、二、三产业产值,区域公路里程。

2) 速率变量:国内生产总值正、负增长(用“增加”、“减少”表示),产值增长率一、二、三(第一、二、三产业产值增长率),公路里程增长率。

3) 辅助变量、参数和其他变量:产值初始值一、二、三(第一、二、三产业初始值),第一、二、三产业投资,投资增长系数一、二、三(第一、二、三产业投资增长系数),产业投入系数一、二、三(第一、二、三产业投资系数),公路里程初始值,公路刺激系数一、二、三(交通改善对第一、二、三产业的刺激系数),客运量短缺量,客、货运量短缺影响系数,货运量,客运量,货运弹性系数一、二、三(货运量增长对第一、二、三产业的弹性系数),客运弹性系数三(客运量增长对第三产业的弹性系数),客、货运需求量,客、货运能力,客、货运能力系数(公路里程对客、货运能力的影响系数),客、货运需求系数(区域经济增长对货运、客运的需求系数)。

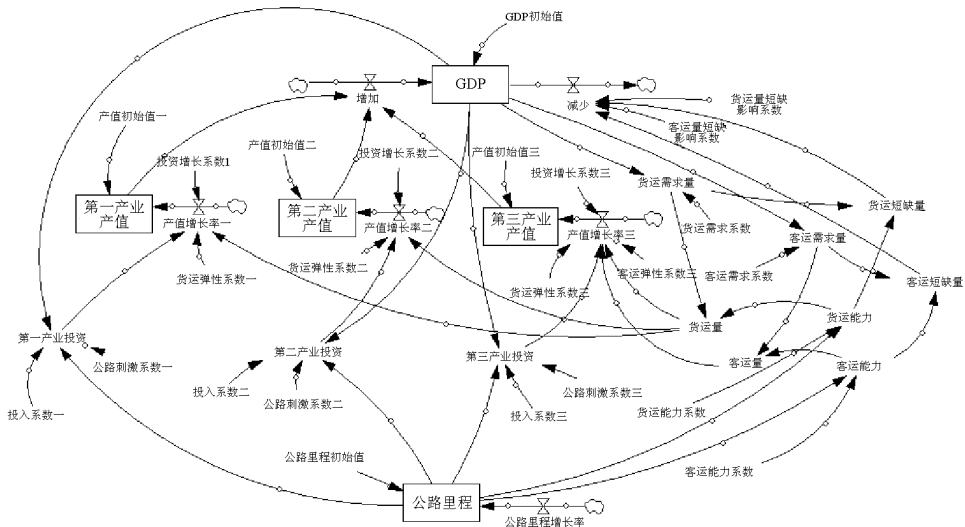


图5 区域经济—公路交通发展系统流程图

Fig.5 The flow chart of regional economy and highway development system

年份	实际数据/亿元	模拟数据/亿元	误差率
1998	1 374.60	1 424.49	0.036 2
1999	1 500.95	1 616.44	0.076 9
2000	1 701.88	1 862.81	0.094 5
2001	1 919.09	2 113.43	0.101 2
2002	2 150.76	2 421.86	0.126 0
2003	2 578.03	2 747.15	0.065 6
2004	3 110.97	3 136.83	0.008 3
2005	3 697.62	3 558.50	-0.037 6
2006	4 359.15	4 055.66	-0.069 6

从表 1 可以看出,前几年和后几年的仿真误差较小,基本上在 0.05 左右,而在 2000—2002 年,模型的仿真误差基本上接近于 0.1,主要因为仿真的前 5 年正好处于“九五”规划,天津经济发展迅速,经济运行质量良好,模拟效果较为稳定。“十五”期间是天津市经济社会发生历史性变化的 5 年,生产总值增长速度比“九五”更快,故仿真结果出现稍许偏差。总体而言,该模型的仿真误差平均低于 0.1,模拟结果与区域 GDP 的实际值有较高的拟合度,故可认为该模型仿真效果较为良好,性能较为稳定,能够用来进行后续的模拟分析预测。

4.2 有无对比结果演示

通过前面的拟合阶段分析,可以知道模型对区域经济发展的拟合是比较准确的,因此可以通过该模型预测区域经济以后的发展趋势,用相同的模型参数来预测已建高速公路与不建高速公路时区域经济的发展趋势,为了保证预测的准确性,预测年限不宜过长,文章设置该模型的预测到 2013 年为止,2003—2013 年已建和未建津蓟高速公路的天津经济情况拟合结果见图 7。

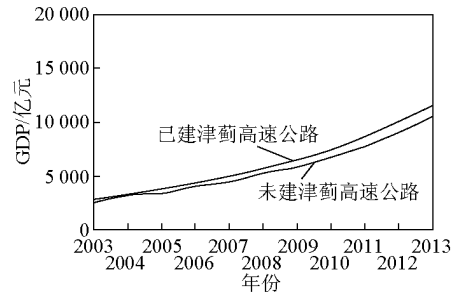


图 7 已建津蓟高速与未建津蓟高速的 GDP 对比分析图

Fig. 7 The comparison of the GDP of Jinji highway being built or not

4 津蓟高速公路实例分析

利用上述区域—公路交通发展系统动力学流程图,可以对高速公路建设与区域经济发展进行仿真模拟,并通过对模拟结果的分析,了解两者发展的状况和趋势。以津蓟高速公路为例进行实证研究。津蓟高速公路是连接天津市蓟县到天津市中心的高速公路,全长 102.6 km,于 2001 年正式开始施工,2003 年 9 月 26 日全线竣工通车。该工程是天津市“十五”期间大型重点基础设施建设项目之一,是至今为止天津市高速公路建设中路线最长、投资最多、工程量最大的工程。本文按照轴线—轴心法^[7],以公路所经过行政区域来划分津蓟高速公路的影响区域。鉴于数据的可获得性,将天津市作为津蓟高速公路的影响区域,涉及数据来源于 1995—2007 年天津市统计年鉴。

4.1 系统仿真误差检验

仿真模拟以天津市 1995—2006 年经济、交通数据为依据,计算出各个参数带入模型,以 1995 年为基本年,时间步长为 1 年,仿真完成时间为 11 年。模型仿真得到的天津市 1995—2006 年 GDP 如图 6 所示。

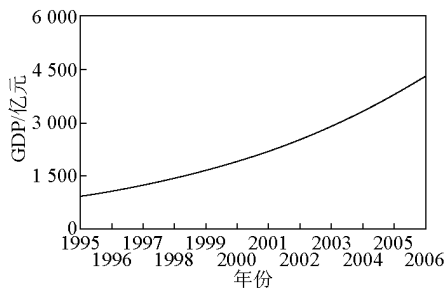


图 6 1995—2006 年天津市 GDP 仿真结果

Fig. 6 The simulation results of Tianjin's GDP during 1995—2006

将系统仿真计算出来的 GDP 走势与 1995—2006 年天津市实际 GDP 进行对比,可得到该系统仿真的误差,从而检验该系统动力学模型的稳定性(见表 1)。

表 1 天津市 GDP 仿真误差表

Table 1 The error of the simulation of Tianjin's GDP

年份	实际数据/亿元	模拟数据/亿元	误差率
1995	917.65	917.65	0
1996	1 121.93	1 080.35	-0.037 0
1997	1 264.63	1 225.61	-0.030 8

根据有无对比分析法,以两者的差值作为津蓟高速公路运营所带来的社会经济效益总和。由于区域外部环境可能会发生变化,为了保证模型预测的准确性,预测年限设定为2013年,其中2003—2007年GDP选取实际值,2007—2013年根据预测的津蓟高速公路建成后各年度的国内生产总值与不建该高速公路预测的各年度国内生产总值,用上述方法计算出各年所产生的社会经济效益(见表2)。

表2 津蓟高速公路社会经济效益

Table 2 The social-economic benefits brought out by Jinji highway

年度	已建津蓟高速 GDP/亿元	不建津蓟高速 GDP/亿元	社会经济 效益/亿元
2003	2 578.03	2 578.03	0
2004	3 110.97	3 103.14	7.83
2005	3 697.62	3 372.52	325.10
2006	4 359.15	3 962.15	397.00
2007	5 018.28	4 397.88	620.40
2008	5 624.88	5 108.94	515.94
2009	6 440.62	5 757.71	682.91
2010	7 401.31	6 677.68	723.63
2011	8 527.72	7 642.90	884.82
2012	9 897.23	8 947.09	950.14
2013	11 603.80	10 495.20	1 108.60

4.3 津蓟高速公路社会经济效益评价系统仿真结果分析

1)津蓟高速公路所产生的社会经济效益基本上逐年增加。需要说明的是,2005年津蓟高速公路产生的社会经济效益从2004年的7.83亿元增加到325.1亿元,表明高速公路社会经济效益的释放需要一段时间,经过人们的认知、使用、认可,当公路使用者对其达到认可后,社会经济效益便会步入一个快速增长通道,从而形成一个公路投资带动社会经济效益增长的良性发展路径。至2013年,其产生的社会经济效益将达到1 108.06亿元,可见津蓟高速公路的修建对天津经济发展的影响十分巨大。

2)本文利用进行公路项目宏观社会经济效益后评价所建立的系统动力学模型,通过对区域经济与交通之间相互演进机理的模拟,来分析未来整个区域经济的的增长趋势。采用了一个假设前提,即区域所处的外部环境(如政策环境或宏观经济环境等)没有大的振荡。基于目前我国改革开放的良好政治、经济环境,以及国民经济建设持续、健康、稳定

发展的基本态势,同时考虑目前天津市经济建设与产业结构调整的具体情况,项目影响区域内这种内外部经济环境是基本符合上述假设前提的。

5 结语

高速公路项目的建设和运营给沿线区域带来了巨大的有形和无形的社会效益。为了更为客观和定量地对高速公路社会效益进行评价,本文建立了区域交通—经济增长系统动力学模型,利用Vensim软件画出系统动力学流程图。最后引入了天津市津蓟高速公路实例,在对模型仿真误差进行验证的基础上,证实了该系统动力学模型效果较佳、性能良好。对已建高速公路和未建高速公路的区域经济发展趋势进行预测,根据有无对比法计算出了津蓟高速公路在2003—2013年所产生的社会经济效益。根据结果可知津蓟高速公路的建设对天津经济发展的影响是十分巨大的。本文得出的结论与所采用方法,对于今后我国高速公路项目社会效益的提高具有重要的借鉴意义。

参考文献

- [1] Repham Terance, Isserman Andrew. New highways as economic development tools: an evaluation using quasi-experimental matching methods[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 1994, 24:723-751.
- [2] 石京,吴照章,黄腾. 高速公路对区域社会经济影响评价方法研究[J]. *武汉理工大学学报:交通科学与工程版*, 2010, 34(5):857-859.
- [3] 王其藩. 系统动力学[M]. 修订版. 北京:清华大学出版社, 1994.
- [4] 王建军,严宝杰. 公路建设项目的社会经济效益及评价方法[J]. *产业经济与管理*, 2005(11):102-107.
- [5] Michael J Hicks. Transportation infrastructure, retail clustering and local public finance: evidence from Wal-Mart's expansion federal reserve bank of St. Louis[J]. *Regional Economic Development*, 2006, 2(2):100-114.
- [6] 胡天军,卫振林. 高速公路社会效益后评估的系统动力学模型[J]. *数量经济技术经济研究*, 2000(4):58-60.
- [7] 韩增林,刘伟,王利. “点—轴系统”理论在中小尺度区域交通经济带规划中的应用——以大连旅顺北路产业规划为例[J]. *经济地理*, 2005, 29(5):662-666.
- [8] Cline L D, Ward J V. The influence of highway construction on the macroinvertebrates and epilithic algae of a high mountain stream[J]. *Hydrobiologia*, 1982, 96(2):149-159.
- [9] 刘南. 高速公路对区域经济发展的影响研究——以浙江省杭甬高速公路为例[J]. *中国软科学*, 2002(11):98-101.
- [10] Cervero R. Road expansion, urban growth and induced travel[J]. *Journal of the American Planning*, 2003, 69(2):145-163.

- [11] Heanue K. Highway capacity and induced travel: issues, evidence and implications[J]. Transportation Research Circular, 1997,418 :33 - 45.
- [12] DeCorla-Souza P. Induced highway travel: transportation policy implications for congested metropolitan areas[J]. Transportation Quarterly, 2000 ,54(2):13 - 30.
- [13] Boarnet M, Chalermpong S. New highways, housing prices, and urban development: a case study of tolls roads in Orange County, CA[J]. Housing Policy Debate, 2001, 12(3):575 -605.
- [14] Barr L. Testing for the significance of induced highway travel demand in metropolitan areas [J]. Transportation Research Record, 2000, 1706:1 - 8.

Research on the evaluation and mechanism of socio-economic benefit of highway projects

Wang Yuning¹, Yun Yingxia¹, Fan Zhiqing²

(1. School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. Branch of Tianjin, China Development Bank, Tianjin 300061, China)

[**Abstract**] Based on the theory of system dynamics, the paper analyzes the mechanism of socio-economic benefits of highway projects and establishes the system dynamic model of regional economic - public road transportation. Then taking Jinji highway project of Tianjin as an example, the error of system simulation tested and the system dynamic model built are verified to be quite stable, which have a high performance. Through the comparison of simulation results of Jinji highway being built or not, the paper simulates and predicts the socio-economic benefit of each year from 2003 to 2013. Thus the quantification evaluation of socio-economic benefit of highway project is realized and it will provide the theory instructions for similar projects in the future.

[**Key words**] highway project; socio-economic benefit; evaluation; system dynamics