

文章编号: 1002-0268 (2006) 04-0139-04

经济潜力模型法量化高速公路对沿线经济的带动效益

奚宽武¹, 任福田²

(1. 交通部规划研究院, 北京 100029; 2. 北京工业大学 交通研究中心, 北京 100022)

摘要: 从空间经济学中的经济潜力模型出发, 探讨了高速公路对沿线及周边地区经济的带动效益问题。通过提出区域可接近性概念, 并利用区域经济潜力模型量化分析了高速公路对沿线区域经济的影响, 并结合实际案例(京沪高速公路河北境内青县至吴桥段高速公路)测算出了高速公路对沿线区域经济增长的贡献。研究结果表明: 至 2020 年, 青吴高速公路对沿线经济的带动效益达 13 亿左右。

关键词: 经济可接近性; 经济潜力模型; 效益

中图分类号: F540; U491

文献标识码: A

Expressway Benefit Quantitative Analysis Based on Economic Potential Model

XI Kuan-wu¹, REN Fu-tian²

(1. Transport Planning and Research Institute, Ministry of Communications, Beijing 100029, China;

2. Transportation Research Center, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China)

Abstract: Based on the economic potential model in terms of spatial economics, the paper studies the benefit of expressway to the area along the route and its peripheral area, analyzes the economic effect of expressway based on economic adjacence concept and economic potential model, and quantifies the benefit of expressway by a case study of Qingxian-Wuqiao section of Jinghu expressway in Hebei Province. The research indicates that the driving benefit of Qingwu expressway to its peripheral area will be 1.3 billion approximately in 2020.

Key words: Economic adjacence; Economic potential model; Benefit

0 引言

从理论上定性分析, 高速公路对沿线及周边地区的贡献除了建设期的直接投资效益以外, 更大一部分是以其间接经济效益来体现。间接经济效益是指高速公路的建成通车对公路沿线地区经济发展的作用, 以及由此而带来的连锁经济功效。与直接经济效益相比, 间接经济效益更广泛、更深远、价值更大。高速公路间接经济效益的产生途径主要有两条, 一是高速公路建设和投入运营后, 诱发了与之有技术经济联系

的部门增加产出, 从而带来的经济效益; 二是高速公路建设和投入运营后, 使与之有技术经济联系的部门的投入量得到节约从而产生经济效益。

本文将高速公路通车后产生的间接效益称为经济带动效益, 主要考虑的是高速公路对沿线区域经济总量和结构优化的积极促进作用, 这在宏观上具体表现为沿线区域社会经济指标的快速增长、生产力布局合理和产业结构上的优化。从经济学的角度上讲, 一个区域的发展直接决定于其向区外出口产品和劳务的能力, 而交通设施的意义就是为其提供产品和劳务的输

收稿日期: 2005-01-11

作者简介: 奚宽武 (1977-), 男, 山东菏泽人, 工学博士, 研究方向为交通规划及相关内容. (xikuanwu@163.com)

出，当区域之间的运输费用低于区际生产成本时，交通运输就产生了，因此，区域经济发展是生产优势和运输优势共同作用的结果。高速公路以其通行能力大、车辆运营速度高的便利条件，其运营促进了经济的联合和协作，扩大了市场的范围和经济规模，它对沿线区域经济的带动作用也是显而易见的。

下面从高速公路通道路网的综合阻抗（本文称之为广义费用）入手，对高速公路的带动效益通过经济潜力模型中各个环节逐步剖析。

1 区域间广义费用分析

由于高速公路的建成通车，加强了高速公路沿线及周边地区的联络，区域间的时空距离缩短了，区域的可接近性（adjacence 简化为 ADJ）增强了。根据日本常用的经济可接近模型理论和常用的区域可达性分析，本文定义区域经济可接近性为

$$ADJ_i(t) = \sum_{j=1}^n \exp(-\partial D_{ij})/n \tag{1}$$

其中， $ADJ_i(t)$ 为 t 时刻区域 i 的经济地理可接近性，选定 $\exp()$ 函数形式是根据 A.G. Wilson 的熵最大原理而确定的^[1]； n 为项目影响区数目； $\exp(-\partial D_{ij})$ 为区域之间的相互作用核； ∂ 是一个关键的参数，在经济地理学家称之为衰减因子，它决定了区域经济相互作用强度衰减速度的快慢， ∂ 越大，衰减越快， ∂ 为零无衰减， ∂ 可根据调查数据采用极大似然估计或最小二乘法估计出来； D_{ij} 为各区域之间的广义费用，其定义为

广义费用= 运输成本+ 运行时间× 时间价值+ 过路费用

其中，运输成本和运输时间都与车辆的运行速度有关，运行速度与道路上的交通量有关，而高速公路上的交通量又有货客车之分，因此应分别加以确定。过路费用对广义费用的影响分为两个方面：一是收费过程对路段行程时间的影响，由于高速公路两节点之间的距离比较长，收费时间相对车辆行驶时间可忽略不计，二为收费额对路权进而对路径选择的影响。区域间的广义费用越大，可接近性越小，广义费用趋于零时，可接近性为 1。广义费用定义中的中间一项为时间价值的分析，这一问题是一个难点，也是广义费用研究中的焦点，具体可从客车时间价值和货车时间价值的角度分别计算^[4,8]。

2 经济潜力模型法测算高速公路带动效益

利用经济潜力模型法计算高速公路带动效益的步骤如下图 1 所示。首先从高速公路所在区域路网的变化着手，利用经济可接近模型计算出高速公路各影响

小区的经济可接近性，然后根据前文的经济潜力模型计算区域经济的发展潜力。最后根据有无项目两种情况下的经济发展潜力得出由项目引起的区域经济潜力变化因子，最后将这一变化因子应用到整个项目影响区即可得到项目的经济贡献，即高速公路对沿线及周边各影响区经济的带动效益。

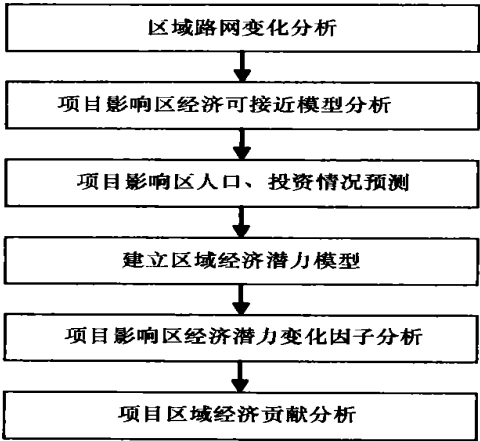


图 1 高速公路对沿线的贡献分析框架图
Fig 1 The procedure of expressway's contribution to the peripheral area

(1) 区域经济可接近性分析

传统的空间经济相互作用模型即牛顿模型，认为空间相互作用强度与距离的平方成反比，该模型的缺点是当距离趋于零时，空间相互作用趋于无穷大。Wilson^[1]通过理论分析证明，在一个区域系统中，空间相互作用具有距离指数衰减形式。据此定义区域 i 对其周边区域的可接近性可用式（1）表示。

(2) 经济潜力模型分析

为了计算高速公路对沿线及周边地区经济的带动效益，可根据区域经济地理学理论，利用区域经济增长潜力来进行分析。一个区域交通的便捷程度，往往标志着该区域现代化建设和经济发达的程度，从这一角度上出发，交通的便利条件成为一个区域经济（用区域的 GDP 来表征）发展潜力的特征。又考虑到区域的固定资产投资额是影响区域经济的一个重要因素^[3]，本文定义区域经济发展潜力^[5,9]（potential 简化为 POT）如下式。

$$POT_i(t) = e^{\alpha} IF_i(t)^{\beta} ADJ_i(t)^{\gamma} \tag{2}$$

式中， $POT_i(t)$ 为时刻区域 i 的经济潜力； $ADJ_i(t)$ 如上述说明； $IF_i(t)$ 为 t 时刻区域 i 的固定资产投资额； α ， β ， γ 可用回归方程拟合求得。

通过式（1）、（2），可计算出有无项目两种情况

下的区域经济发展潜力, 其结果是由于高速公路的建设而增加的经济指标的发展潜力, 它反映了有无项目两种情况下对经济贡献的比例关系。

(3) 项目各影响区的经济潜力变化因子
经济潜力变化因子 θ_i 定义如式 (3), 它反映了有无项目两种情况的差额占有项目情况下的经济潜力的比例。

$$\theta_i(t) = \frac{POT_i(t) - POT_i(t)^*}{POT_i(t)} \quad (3)$$

式中, $POT_i(t)$ 为有项目情况下 t 时刻区域 i 的经济潜力; $POT_i(t)^*$ 为无项目情况下 t 时刻区域 i 的经济潜力; $\theta_i(t)$ 为 t 时刻区域 i 的经济潜力变化因子, 它揭示了这样一个特征, 即通过 $\theta_i(t)$ 可以求出高速公路项目对沿线经济增长率的影响。

(4) 项目的区域经济贡献分析
以上 3 个步骤仅是计算了高速公路对其整个影响区中一个小分区的影响, 对于项目整个影响区的贡献分析, 考虑到交通量的因素, 本文利用区域发生、吸引交通量之和对上文的经济潜力变化因子加权, 得到整个影响区域的项目贡献因子 θ , 则可求出高速公路对整个影响区区域经济增长的影响, 即高速公路项目对沿线区域经济增长的贡献, 贡献因子 θ 定义如下式

$$\theta(t) = \frac{\sum_{i=1}^n T_i(t) \theta_i(t)}{\sum_{i=1}^n T_i(t)} \quad (4)$$

式中, $\theta(t)$ 为高速公路项目在 t 时刻对整个影响区域经济增长率的贡献因子; $T_i(t)$ 为 t 时刻区域 i 发生、吸引交通量之和。

3 案例分析

下文通过实例对前文中提出的经济潜力模型进行标定分析, 文中选取了京沪高速公路河北境内青县至吴桥段高速公路 (简称青吴高速公路) 沿线影响区的数据资料进行计算^[7]。

(1) 广义费用计算
根据前文所述, 区域之间的广义费用由 3 部分组成, 运输成本、时间价值和道路收费。运输成本由燃油费、轮胎消耗、折旧、保修和其它费用组成, 数据可由经济评价专题报告获取。时间价值的计算分为客货车的时间价值, 道路收费根据京沪高速公路 (河北段) 道路收费标准, 未来, 随着项目沿线地区总体经济水平的不断提高, 考虑其他支出费用的逐年增长,

建议从 2010 年起按照高标准进行收费, 并且每 5 年提高一次收费标准。最终本文计算出青吴高速公路直接影响区域间的广义费用矩阵如表 1。

表 1 广义费用矩阵/元
Tab. 1 The generalized charge matrix

D_{ij}	青县	泊头	南皮	东光	吴桥	沧州市区	沧县
青县	0 00	223.22	228.67	285.79	405.57	134.77	153.82
泊头	223.22	0 00	60.74	100.73	223.22	113.01	123.89
南皮	228.67	60.74	0 00	108.89	236.83	118.45	129.33
东光	285.79	100.73	108.89	0 00	119.77	181.02	170.14
吴桥	405.57	223.22	236.83	119.77	0.00	300.79	281.75
沧州市区	134.77	113.01	118.45	181.02	300.79	0.00	19.04
沧县	153.82	123.89	129.33	170.14	281.75	19.04	0.00

(2) 区域经济可接近性分析
根据式 (1), 本文利用现场调查的 OD 数据和上文得到的广义费用矩阵利用最小二乘法对参数 α 进行估计。计算时首先利用 wilson 的区域空间相互作用模型设定区域间的交通量与广义费用间的关系如下

$$T_{jk} = KO_j D_k \exp(-\alpha D_{ij}) \quad (5)$$

式中, T_{jk} 为区域间的 OD 量; O_j 为区域 j 的发生量; D_k 为区域 k 的吸引量; $\exp(-\alpha D_{ij})$ 为前文定义的经济可接近性模型中的内核。

参数 α 最后标定结果为
 $\alpha = 0.003\ 375$

经济可接近性模型即为
$$ADJ_i(t) = \sum_{j=1}^n \exp(-0.003\ 375 \times D_{ij}) / n \quad (6)$$

(3) 经济潜力模型分析
根据上文的经济可接近性分析结果, 对式 (2) 进行模型标定, 结合青吴高速公路项目影响区的数据, 标定结果如下

$\alpha = 9.864; \beta = 0.269; \gamma = 0.619$
带入式 (2) 得到

$$POT_i(t) = e^{9.864} IF_i(t)^{0.269} ADJ_i(t)^{0.619}$$

(4) 项目区域各小区经济潜力变化因子 $\theta_i(t)$
计算时将经济潜力模型转化为全微分型式, 然后利用有无项目两种情况下的经济可接近性的变化进行分析。具体计算结果如表 2。

表 2 各小区经济潜力变化因子
Tab. 2 The table of economical potential gene of divisory district

$\theta_i(t)$	青县	泊头	南皮	东光	吴桥	沧州市区	沧县
2002	0.0342	0.0137	0.0162	0.0324	0.0368	0.0214	0.0238
2005	0.0407	0.0192	0.0213	0.0394	0.0413	0.0283	0.0278
2010	0.0383	0.0168	0.0201	0.0353	0.0391	0.0249	0.0253
2020	0.0299	0.0109	0.0131	0.0302	0.0331	0.0181	0.0215

(5)项目整个影响区的经济潜力变化因子

根据上述结果,由式(4)可以计算出青吴高速公路对其影响区的经济潜力变化因子,如表 3。将潜力变化因子转为具体效益结果,见表 4。

表 3 整个影响区的经济潜力变化因子

Tab. 3 The table of economical potential gene of whole district

$\theta(t)$	2002	2005	2010	2020
整个影响区	0.0285	0.0316	0.0286	0.0220

表 4 青吴高速公路对整个影响区的经济带动效益

Tab. 4 The driving benefit of Qingwu expressway to its whole district

年份	2002	2005	2010	2020
高速公路带动效益/万元	67476.41	102932.9	127073	134074.9

4 结语

本文在对高速公路带动效益分析的基础上,以经济可接近理论为基础,对于较少采用的经济潜力模型进行了研究探讨,并结合实际案例对经济潜力模型中

的参数进行了标定,为高速公路对沿线及周边地区的带动效益量化计算提供了一种新的计量方法。

参考文献:

[1] Wilson A. G. A statistical theory of spatial distribution models [J]. Transportation Res., 1967 (1): 253—269

[2] M. Bechman. Studies in the economics of transportation [M]. Yale University Press, 1956

[3] Botham R. W. The regional development effects of Road investment [J]. Transportation Planning and Technology, 1980, 6: 97—108.

[4] 奚宽武. 高速公路后评价理论与方法研究[D]. 北京工业大学, 2004.

[5] 王维凤, 林航飞, 陈小鸿. 对高速公路流量预测中两个核心问题的探讨 [J]. 中国公路学报, 2001, 14 (增刊): 77—80.

[6] 汪春华, 王元庆, 周伟. 西江运输通道对产业带的促进作用 [J]. 中国公路学报, 2000, 13 (2): 102—104.

[7] 京沪高速公路(沧州段)后评价报告 [R]. 中国公路工程咨询监理总公司, 2003

[8] 李继锐. 高速公路社会效益量化分析研究 [D]. 西安: 西安公路交通大学, 1998

(上接第 131 页)

时间取最大值,而南北相的有效绿灯时间取最小值;反之,当南北相关键方向的容许最大车流量远大于东西相关键方向的容许最大车流量时,南北相的有效绿灯时间取最大值,东西相的有效绿灯时间取最小值。

显然,在十字路口饱和交通状况下,目前设计的模糊控制器所采用的模糊控制规则与这种最优控制策略是不相符的,而且模糊控制器也无法像最优控制策略那样可以根据各方向的容许最大车流量来采取最合适的控制方法。因此,当交叉口处于饱和交通状况时,其信号控制策略应该由模糊控制自动切换为最优控制方式;一旦路口排队车辆消失,交叉口的信号控制策略又应该由最优控制自动切换为模糊控制方式。

此外值得指出的是,利用最优控制理论在饱和交通状况下推导出来的结论指导模糊控制规则的设定,将能进一步改善模糊控制在交叉口信号控制中的实施效果与使用范围。

3 结束语

不论设计者是采用传统控制方式还是现代控制策略,首先要弄清楚的就是被控路口的交通流状况,只有根据路口实际所处的交通流状况采用相应的信号控

制策略,才能得到好的控制效果。绝不能抛开路口所处的交通流状况而光谈控制策略。

参考文献:

[1] 瞿忠民. 道路交通组织优化 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.

[2] 杨佩昆. 交通管理与控制 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.

[3] Jongwan Kim. A Fuzzy Logic Control Simulator for Adaptive Traffic Management [J]. Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 1997, 3: 1519—1524.

[4] J. Favilla. Fuzzy Traffic Control: Adaptive Strategies [J]. Proceedings of the Second IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 1993, 1: 506—511.

[5] Jongwan Kim. Genetic Algorithm Approach to Generate Rules and Membership Functions of Fuzzy Traffic Controller [J]. Proceedings of the Tenth IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 2001, 1: 525—528.

[6] 陈洪. 单路口交通实时模糊控制的一种方法 [J]. 信息与控制, 1997, 26 (3): 227—233.

[7] 刘伟铭. 高速公路系统控制方法 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.

[8] 解学书. 最优控制理论与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1986.