

# 高速公路对区域发展影响的评价体系研究 ——以山东省为例

刘瑞超<sup>1,2</sup>, 丁四保<sup>1</sup>, 王成新<sup>2</sup>, 孙京姐<sup>2,3</sup>

(1. 东北师范大学城市与环境科学学院, 吉林 长春 130024; 2. 山东师范大学人口·资源与环境学院, 山东 济南 250014; 3. 山东省乳山市第五中学, 山东 威海 264511)

**摘要:** 作为现代社会的重要交通设施, 高速公路缩短了区域间的时空距离, 迅速成为区域交通运输网络的动脉, 极大地改变了人们的生产、生活方式。为充分研究高速公路对区域发展影响的态势与差异性, 构建了“指标遴选—权重确定与修正—评价运算”的评价体系流程, 从经济社会环境角度建立指标体系, 设计 DAEF 评价模型。为检验评价体系的科学性与实用性, 将这一体系应用于山东省实证研究。经实证检验: ① 所设计的指标体系与评价方法能够准确反映高速公路对区域发展影响的态势。高速公路对山东省区域经济、社会发展呈正向影响、对区域环境变化呈现负向影响, 影响力逐渐增强; 各种指标对高速公路反应灵敏度随时间推移呈现一定规律: 区域经济发展速度灵敏度波动下降, 而区域产业结构、区域经济效益在稳步上升; 区域现代化进程灵敏度最高, 区域外向联系次之, 区域教育医疗卫生最低; 高速公路环境负外部性增强。② 评价体系能够准确反映高速公路对区域经济、社会影响的空间差异。高速公路对山东省现状区的影响强于潜在区, 影响力在各区具有自东向西递减的趋势, 在中部又有北侧高于南侧的现象, 即对“山东半岛蓝色经济区”、“济南都市圈”部分影响最大, “黄河三角洲高效生态经济区”部分次之, “鲁南经济带”部分最低, 分指标评价结果差异性明显。但高速公路对区域环境影响差异评价不够理想, 认为高速公路环境外部性的货币化将是评价体系改进的重点所在。

**关键词:** 高速公路; 区域发展; 态势评价; 差异评价; 山东省

**中图分类号:** F061.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-0690(2012)07-0798-09

交通运输是国民经济的基础产业, 与区域经济社会发展具有密切的联系。高速公路作为现代交通设施, 它的出现和快速发展缩短了时空距离, 适应了人类对于速度和效率的追求, 对人们的生产和生活方式产生巨大改变, 也引发国内外学者对高速公路影响的关注<sup>[1]</sup>。

众多国外学者进行了早期研究, 形成了一系列相关理论, 如区位论、交通运输通道理论等。他们在研究高速公路对区域社会经济影响的同时开始关注高速公路的环境外部性问题<sup>[2-4]</sup>。一些国内学者对交通系统与区域发展做了深入的研究, 成果丰硕<sup>[5-9]</sup>。牛树海分析了高速公路网的时空收敛效应<sup>[10]</sup>; 更多的学者则侧重研究高速公路对沿线社会经济的影响<sup>[11-17]</sup>。

在理论研究不断深入的同时, 国内对于高速

公路影响的研究方法也在不断改进、实证研究不断增多, DEA 方法、协调分析方法、投入—产出模型、经济适应度评价法、系统动力学模型等方法已经被应用于高速公路经济社会效益的评价工作中<sup>[18-21]</sup>。然而目前研究多是宏观态势评价分析, 较少涉及差异性, 本研究在前人基础上从经济社会环境角度建立高速公路对区域发展影响综合评价指标体系, 构建 DAEF 评价模型, 尝试将态势评价与差异评价相结合应用于山东省实证。

## 1 评价体系构建

### 1.1 高速公路对区域发展影响评价模型构建

目前常用的评价方法主要有德尔菲法、数理统计方法、层次分析法、数据包络分析法、灰色关联分析法、模糊综合评判法、人工神经网络法、数

**收稿日期:** 2011-11-14; **修订日期:** 2012-04-10

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(40771060)、山东省优秀中青年科学家科研奖励基金计划(BS2010SF024)资助。

**作者简介:** 刘瑞超(1986-), 男, 山东青岛人, 博士研究生, 主要从事区域经济学研究。E-mail: lrc1006@gmail.com

理统计方法等等,同时随着知识的积累、科技的进步,近年出现许多新方法趋势<sup>[22]</sup>。

研究采用的评价算法集成了德尔菲法(Delphi)、层次分析法(AHP)、信息熵(Entropy)、模糊综合评判法(FCE)的成功之处,简称DAEF算法,将实践经验和科学理论相结合、从定性到定量的数学方法,体现了这四种算法各自的优势:① 采用德尔菲法优化待评价对象的指标,构建评价指标体系;② 建立评价指标的递阶层次结构,计算指标体系底层元素的组合权重;③ 运用信息熵理论修正用AHP方法求得的评价指标的权重;④ 依据模糊数学理论,进行模糊运算。

## 1.2 指标体系构建

结合高速公路对区域发展影响的宏观性、间接性、长效性特点与指标选取的基本原则,综合相

关领域专家意见及前人研究成果,运用德尔菲法(Delphi)构建高速公路对区域发展影响评价的指标体系,包括经济影响、社会影响、环境影响3个一级指标、7个二级指标、26个三级指标(表1)。

## 1.3 指标权重的确定与修正

利用AHP方法通过层次单排序获得相对权重,通过层次总排序获得各级指标的组合权重,以此表征各指标对总目标的重要性<sup>[23]</sup>。

由于AHP评价过程有主观臆断性的缺陷,利用信息熵(Entropy)对不同指标的相对重要性进行比较,提供一个相对重要度的测度,并引入评价者主观判断权值,合成一个实用权值(表1),最终可以排除人为因素、风险因素等的干扰。

用信息熵对其修正的步骤如下<sup>[24]</sup>:设评价指标集  $U=[u_1, u_2, \dots, u_n]$ , AHP法权重  $W=[w_1, w_2, \dots, w_n]$ , 其

表1 基于信息熵修正的高速公路对区域发展影响评价指标权重

Table 1 The evaluation criterion weight of expressway's impact on regional development based on entropy

一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重
经济影响 $O_1$	0.5713	速度 $C_1$	0.1211	$P_1$ :GDP 增长速度	0.0269
				$P_2$ :地方财政收入增长速度	0.0255
				$P_3$ :固定资产投资增长速度	0.0228
				$P_4$ :外贸出口总额增长速度	0.0139
				$P_5$ :社会消费品零售总额增长速度	0.0320
		效益 $C_2$	0.2695	$P_6$ :人均GDP	0.0665
				$P_7$ :人均地方财政收入	0.0291
				$P_8$ :人均固定资产投资	0.0564
				$P_9$ :人均外贸出口额	0.0344
				$P_{10}$ :人均社会消费品批发零售额	0.0831
		结构 $C_3$	0.1806	$P_{11}$ :第一产业比重	0.0383
				$P_{12}$ :第二产业比重	0.0852
				$P_{13}$ :第三产业比重	0.0571
社会影响 $O_2$	0.2567	教育医疗卫生 $C_4$	0.0544	$P_{14}$ :万人拥有教师人数	0.0181
				$P_{15}$ :万人拥有医院诊所床位数	0.0181
				$P_{16}$ :万人拥有卫生技术人员数	0.0181
		现代化进程 $C_5$	0.0812	$P_{17}$ :城镇人均居住面积	0.0103
				$P_{18}$ :城镇人均可支配收入	0.0234
				$P_{19}$ :农民人均纯收入	0.0282
				$P_{20}$ :人口城市化率	0.0192
		外向联系 $C_6$	0.1211	$P_{21}$ :地均实际利用外资	0.0257
				$P_{22}$ :地均公路客运量	0.0383
				$P_{23}$ :地均公路货运量	0.0571
环境影响 $O_3$	0.1721	环境影响 $C_7$	0.1721	$P_{24}$ :大气负外部效益	0.0500
				$P_{25}$ :噪声负外部效益	0.0611
				$P_{26}$ :小气候负外部效益	0.0611

判断矩阵为  $B=(b_{gh})_{q \times q}$ 。

①  $B$  进行归一化处理  $b'_{gh}=b_{gh}/\sum_{g=1}^q b_{gh}$  ( $g, h=1, 2, \dots, q$ );

② 定义指标  $U_h(h=1, 2, \dots, q)$  的输出熵  $E_h=-(\ln q)^{-1}(\sum_{g=1}^q b'_{gh} \ln b'_{gh})$ ;

③ 求指标  $U_h$  的偏差度  $d_h=1-E_h$ ;

④ 确定指标  $U_h$  的信息权重  $\mu=d_h/\sum_{h=1}^q d_h$ ;

⑤ 将权数分配集合  $W=[w_1, w_2, \dots, w_n]$  修正为  $W'=[w'_1, w'_2, \dots, w'_n]$ , 计算公式  $w'_h=\mu_h w_h/\sum_{h=1}^q (\mu_h w_h)$ 。

#### 1.4 高速公路对区域发展影响的模糊综合评判

##### 1) 构建隶属度矩阵

具体的评价指标  $P$  建立在二级指标体系  $C$  上的即  $P \rightarrow C$  的评价模型。假定, 评价区域内共有  $m$  个单位, 二级评价指标集合  $C$  中某一指标  $P_i (i=1, 2, n; n=3, 4, 5)$  在第  $s$  个区域单元上的实测值为  $p_i^{(s)}$ 。

若评价指标  $P_i$  是越大越优型的, 令  $a_i^{(s)}=[p_i^{(s)}-\min(p_i)]/[\max(p_i)-\min(p_i)]$ ; 若评价指标  $P_i$  是越小越优型的, 令  $a_i^{(s)}=[\max(p_i)-p_i^{(s)}]/[\max(p_i)-\min(p_i)]$ , 显然  $a_i^{(s)}$  就是第  $s$  个区域单元在指标  $P_i$  上从属于总目标的隶属度。这样就可以得到如下的隶属矩阵 ( $A_{CP}$ ):

$$A_{CP} = \begin{bmatrix} a_1^1 & a_1^2 & \cdots & a_1^m \\ a_2^1 & a_2^2 & \cdots & a_2^m \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_n^1 & a_n^2 & \cdots & a_n^m \end{bmatrix}$$

##### 2) 模糊计算

在二级评价指标  $C$  中, 如果各指标的权重  $W_{CP}$  已经确定, 评价结果  $V_{CP}$  可用  $W_{CP} \cdot A_{CP}$  求得,  $V_{CP}=[V_{CP}^{(1)}, V_{CP}^{(2)}, \dots, V_{CP}^{(m)}]=W_{CP} \cdot A_{CP}$ , 其中  $V_{CP}^{(s)}$  为第  $s$  个区域单元在指标  $C$  上从属于总目标的隶属度。同理可得第  $s$  个区域单元在指标  $A$  上从属于总目标的隶属度<sup>[23]</sup>。

## 2 高速公路对山东区域发展影响

为检验评价指标体系和评价方法的科学性与实用性, 结合“山东省十二五规划纲要”提出在“一群一圈一带”布局基础上“加快打造山东半岛蓝色经济区、加快建设黄河三角洲高效生态经济区、加快建设省会城市群经济圈、加快建设鲁南经济带”的发展格局和山东省高速公路的发展历程与“十二五”建设目标, 研究从态势、差异两个角度分析高速公路对山东省区域发展的影响。

### 2.1 研究区范围界定

空间相互作用与交通流自身属性有关, 具有随距离延伸而不断衰减的特征, 距离衰减是交通流的基本空间属性<sup>[25]</sup>, 正确划定交通流是定量分析和科学评价其影响效益的前提, 研究联合运用“轴线—轴心法”和“过境行政区法”确定研究区范围。

根据山东省高速公路图等图件, 在 ERDAS、ArcGIS 辅助下获得境内干线(高速公路)与支线(国道、省道)到达目的地的里程数; 通过实地调研获得其他所需数据, 包括省内干线、支线的平均速度与平均运输成本等。将数据代入运费—时间模型<sup>[26, 27]</sup>, 计算山东省高速公路影响范围, 建立“轴线—轴心”缓冲区, 将这一带状区囊括的县级行政单元作为高速公路的影响范围(图1), 据此将山东省划分成现状影响区与潜在影响区。

### 2.2 高速公路对区域发展影响态势评价

山东省第一条高速公路——济(南)青(岛)高速公路 1993 年底建成实现全线通车, 选取 1994~2009 年为研究时段, 以山东省多年社会经济统计数据和环境折算数据<sup>[28]</sup>为数据来源, 进行高速公路对山东省区域发展影响态势的评价。研究认为评价指标  $P_i (i=1, 2, \dots, 23)$  是越大越优型的,  $P_i (i=24, 25, 26)$  是越小越优型的, 根据上述操作步骤构建高速公路对山东省区域发展影响隶属度(表2), 利用隶属度与信息熵修正后的权重, 进行模糊计算, 计算结果见表3。

总体来看, 高速公路对区域发展的影响越来越大, 除 1994~1997 年呈现波动上升趋势, 整体一直保持上升的趋势。

1) 高速公路对区域经济、社会发展呈正向影响, 对区域环境变化呈现负向影响, 为反映影响程度引入贡献率。从影响贡献率大小看, 同一年份的这3方面的影响中, 1997 年以前经济影响贡献率最大, 社会影响贡献率与环境贡献率次之; 1997 年以后, 社会影响贡献率一直最大, 环境影响贡献率与经济影响贡献率排名先后有变动。同时可以发现, 社会影响贡献率与环境贡献率发展趋势大致沿坐标轴呈对称式变化(图2), 这说明高速公路经济、社会影响与环境影响存在一定的关联, 经过灰色关联法验证<sup>[29, 30]</sup>, 高速公路社会影响与环境影响相关度为 0.861; 高速公路经济影响与环境影响相关度为 0.784。

2) 各种影响评价结果的变化速率, 反映了区

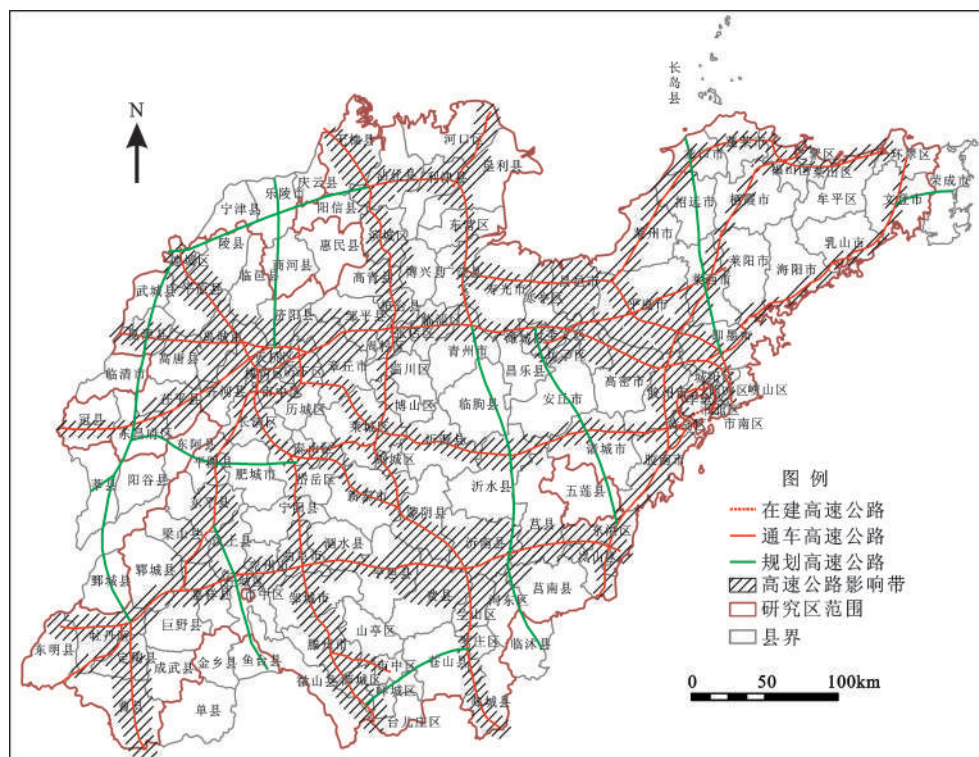


图1 山东省高速公路分布与研究范围

Fig.1 The study area and expressway network of Shandong Province

域发展对高速公路响应的灵敏程度。2005年以前,高速公路的社会影响变化速率最大,经济影响的变化速率与环境影响的变化速率较慢且位次有年际变化;2005年后高速公路的社会影响与环境影响的变化速率较大、位次有年际变化,经济影响的变化速率最小。

经济指标中,区域经济发展速度对高速公路的灵敏度处于波动下降中,而区域产业结构、区域经济效益对高速公路的灵敏度却在稳步上升;社会指标对高速公路灵敏度逐渐上升,其中区域现代化进程最高,区域外向联系次之,区域教育医疗卫生最低;高速公路环境负外部性增强。

### 2.3 高速公路对区域发展影响差异评价

鉴于山东省内多数地级市将市辖区作为一个整体进行数据统计,加之部分统计数据难以获得等限制,差异性研究仅限于山东省91个县(市)。

#### 2.3.1 高速公路对山东省区域经济影响差异

高速公路对现状区的影响总体上要强于其对潜在区的影响,而且就中西部地区而言,对北侧区域经济影响力要强于南侧(图3a)。高速公路对潜在区的经济发展速度影响要高于现状区,区内也存在着明显的差异。在潜在区内部的这一指标评

价结果中,德州、东营等西北地区要高于菏泽等西南地区,东部地区最低;在现状区内部则规律性不强,影响较大的县(市)主要是集中在潜在区附近,整体上西部强于中部和东部地区(图3b)。高速公路对现状区经济发展效益的影响要明显高于潜在区。两区内部差异分布规律类似:胶东地区最高,德州、东营等西北部地区次之,菏泽、聊城等西南部地区、临沂等东南部地区大致相当,影响最弱(图3c)。高速公路对现状区经济结构的影响略高于潜在区。在两区内部,高速公路对各县(市)影响大致相当,差异分布规律性不强(图3d)。

#### 2.3.2 高速公路对区域社会影响差异

无论是从总体还是具体指标看,高速公路对现状区的社会影响大于潜在区,从图4也能得出上述结论,而且区内差异都十分明显,分布规律也类似:影响最大的集中分布在青岛、烟台、威海地区,在中部地区也有零星分布;其他地区差异不大,影响力较为均衡;同时在山东省的中部地区内,北侧区域要好于南侧区域。

#### 2.3.3 高速公路对区域环境影响差异

高速公路对现状区、潜在区环境发展影响差异不显著,评价结果无明显规律,在部分地区甚至

表2 1994~2009 高速公路对山东省区域发展影响态势隶属度

Table 2 The situation membership degree of expressway's impact on regional development in 1994-2009

$P$	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$P_1$	1	0.6901	0.3762	0.1365	0.0212	0	0.1413	0.1110	0.1567	0.3375	0.5506	0.5161	0.3901	0.3130	0.4143	0.0890
$P_2$	0	0.9683	1	0.8624	0.7071	0.6923	0.6900	0.8267	0.5657	0.7256	0.7115	0.9170	0.8688	0.8254	0.7231	0.6552
$P_3$	0.4007	0.2940	0.2664	0.2034	0.1977	0.0518	0.1902	0.1037	0.4188	1	0.8125	0.7044	0	0.1503	0.3785	0.3821
$P_4$	1	0.9886	0.5001	0.6056	0.1824	0.4887	0.8980	0.5778	0.5729	0.7457	0.9143	0.8025	0.7633	0.7909	0.7085	0
$P_5$	1	0.7687	0.3793	0.2129	0.1277	0.0263	0.0891	0	0.0333	0.1002	0.1002	0.1749	0.1930	0.3735	0.4908	0.1824
$P_6$	0	0.0401	0.0733	0.0959	0.1120	0.1276	0.1541	0.1829	0.2194	0.2807	0.3804	0.4971	0.6149	0.7362	0.9061	1
$P_7$	0	0.0232	0.0560	0.0883	0.1124	0.1385	0.1662	0.2210	0.2385	0.2894	0.3448	0.4640	0.6009	0.7540	0.8876	1
$P_8$	0	0.0127	0.0268	0.0405	0.0558	0.0650	0.0823	0.0971	0.1374	0.2424	0.3737	0.5379	0.5678	0.6434	0.8032	1
$P_9$	0	0.0283	0.0406	0.0607	0.0536	0.0680	0.1138	0.1441	0.1788	0.2425	0.3505	0.4691	0.6101	0.7980	1	0.8380
$P_{10}$	0	0.0364	0.0684	0.0988	0.1292	0.1577	0.1915	0.2251	0.2654	0.3169	0.3746	0.4485	0.5366	0.6685	0.8511	1
$P_{11}$	0.9781	0.9995	1	0.8054	0.7167	0.6227	0.5236	0.4841	0.3684	0.2519	0.2133	0.0997	0.0155	0.0198	0.0173	0
$P_{12}$	0.1801	0.0231	0	0.0794	0.1169	0.1258	0.2520	0.2137	0.3010	0.6106	0.8741	0.9658	1	0.9107	0.9089	0.8090
$P_{13}$	0	0.2617	0.3057	0.5457	0.6523	0.8255	0.7809	0.9354	1	0.6342	0.2004	0.2521	0.3561	0.5212	0.5297	0.7588
$P_{14}$	0	0.0063	0.0074	0.0110	0.0117	0.0205	0.0703	0.1623	0.2593	0.3786	0.5008	0.6562	0.7990	0.8986	0.9736	1
$P_{15}$	0.0039	0.0098	0	0.0462	0.0463	0.0828	0.0732	0.0913	0.0893	0.0677	0.1712	0.3096	0.3634	0.5333	0.8069	1
$P_{16}$	0	0.0536	0.1902	0.2444	0.2902	0.3394	0.3663	0.3828	0.3192	0.1536	0.3839	0.3807	0.4618	0.5238	0.7638	1
$P_{17}$	0	0.0236	0.0126	0.0412	0.0472	0.0612	0.0939	0.1150	0.3464	0.3886	0.4157	0.5030	0.5361	0.8996	0.9764	1
$P_{18}$	0	0.0571	0.1006	0.1216	0.1347	0.1646	0.2120	0.2545	0.2903	0.3449	0.4172	0.5082	0.6089	0.7532	0.8952	1
$P_{19}$	0	0.0824	0.1597	0.2026	0.2361	0.2563	0.2791	0.3094	0.3405	0.3815	0.4558	0.5440	0.6352	0.7638	0.9004	1
$P_{20}$	0.0318	0.0311	0.0099	0.0061	0	0.0037	0.0610	0.1707	0.3052	0.5092	0.5838	0.7749	0.9116	1	0.9754	0.9070
$P_{21}$	0.0168	0	0.0159	0.0397	0.0430	0.0598	0.0682	0.1228	0.4071	1	0.8200	0.9693	0.8686	0.9689	0.6175	0.5934
$P_{22}$	0	0.0105	0.0274	0.0458	0.0828	0.1254	0.1593	0.1814	0.2026	0.2083	0.2759	0.3212	0.3729	0.4444	0.8968	1
$P_{23}$	0	0.0448	0.0575	0.0676	0.0889	0.1034	0.1477	0.1711	0.2108	0.2409	0.2945	0.3606	0.4401	0.5728	0.8294	1
$P_{24}$	1	0.9172	0.8224	0.6534	0.6124	0.5585	0.4461	0.3335	0.2606	0.5142	0.7132	0.4236	0.3785	0.2746	0.1966	0
$P_{25}$	1	0.9518	0.8935	0.7679	0.7087	0.6555	0.5991	0.5410	0.5105	0.5503	0.6763	0.4545	0.4293	0.3304	0.2437	0
$P_{26}$	1	0.9678	0.9155	0.9007	0.8890	0.8641	0.8471	0.7955	0.7682	0.7218	0.6866	0.6242	0.5470	0.4543	0.2995	0

表3 1994~2009 高速公路对山东省区域发展影响态势评价结果

Table 3 The situation assessment result of expressway's impact on regional development in 1994-2009

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$	$O_1$	$O_2$	$O_3(C_7)$	$A$
1994	0.6765	0.0000	0.2923	0.0013	0.0075	0.0036	0.2358	0.0043	0.3320	0.1930
1995	0.7293	0.0299	0.3055	0.0232	0.0555	0.0191	0.2653	0.0315	0.3144	0.2137
1996	0.5020	0.0560	0.3086	0.0659	0.0885	0.0344	0.2304	0.0582	0.2920	0.1968
1997	0.3761	0.0799	0.3807	0.1005	0.1122	0.0514	0.2378	0.0810	0.2598	0.2014
1998	0.2456	0.0981	0.4133	0.1160	0.1270	0.0763	0.2290	0.1007	0.2480	0.1994
1999	0.2187	0.1174	0.4524	0.1476	0.1453	0.1045	0.2448	0.1266	0.2339	0.2125
2000	0.3393	0.1468	0.4768	0.1699	0.1846	0.1364	0.2919	0.1587	0.2143	0.2444
2001	0.2848	0.1771	0.4992	0.2121	0.2360	0.1657	0.3018	0.1978	0.1902	0.2559
2002	0.3075	0.2133	0.5363	0.2226	0.3184	0.2486	0.3354	0.2652	0.1761	0.2900
2003	0.5282	0.2799	0.5420	0.1999	0.4020	0.3864	0.4154	0.3518	0.2006	0.3621
2004	0.5567	0.3696	0.5210	0.3520	0.4698	0.3971	0.4571	0.4105	0.2296	0.4060
2005	0.5788	0.4835	0.5566	0.4488	0.5830	0.4711	0.5268	0.5017	0.1690	0.4588
2006	0.4084	0.5788	0.5877	0.5414	0.6803	0.4992	0.5455	0.5654	0.1521	0.4829
2007	0.4612	0.7057	0.5987	0.6519	0.8338	0.5962	0.6200	0.6831	0.1195	0.5501
2008	0.5267	0.8776	0.6000	0.8481	0.9263	0.8163	0.7154	0.8578	0.0831	0.6432
2009	0.2779	0.9793	0.6217	1.0000	0.9780	0.9138	0.7175	0.9524	0.0000	0.6543

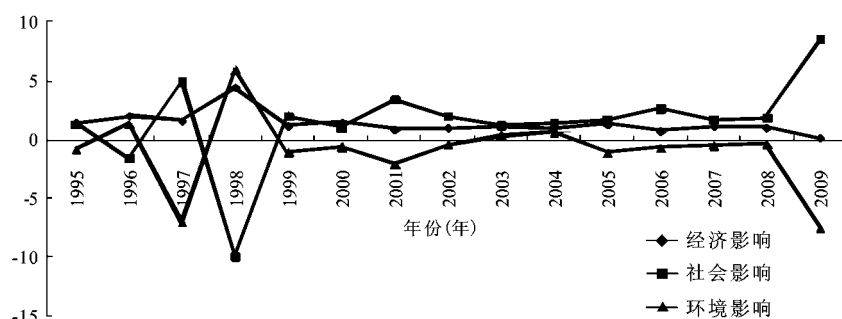


图2 高速公路对区域发展影响贡献率

Fig. 2 The contribution rate of expressway's impact on regional development

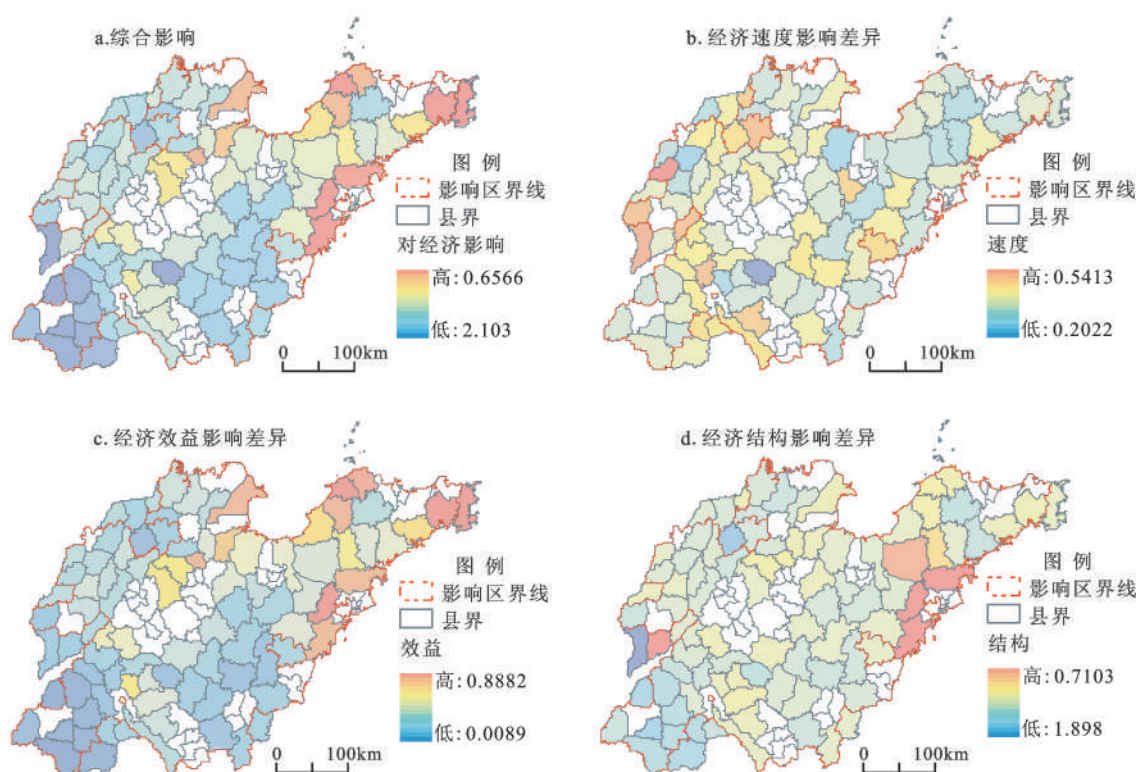


图3 高速公路对山东省区域经济影响差异

Fig. 3 The different impact of expressway on regional economy

出现了高速公路对现状影响区环境影响要弱于潜在影响区的情况,这反映出高速公路生态溢出效益与负外部效益的经济价值大致相等,甚至正向经济价值超过了其产生的损失(图5)。

### 3 结论与讨论

高速公路是现代社会重要的交通设施,也是区域交通运输网络的动脉。为充分研究高速公路对区域发展影响的态势与差异性,本研究设计了“指标遴选—权重确定与修正—评价运算”的评价

体系流程,从经济社会环境角度建立指标体系,构建集德尔菲法(Delphi)、层次分析法(AHP)、信息熵(Entropy)、模糊综合评判法(FCE)于一体的DAEF评价模型,并应用于山东省加以检验。

1) 评价体系能够准确反映高速公路对区域发展影响的态势。高速公路对山东省区域经济、社会发展呈正向影响、对区域环境变化呈负向影响,影响力逐渐增强;各种指标对高速公路反应灵敏度随时间推移呈现一定规律:经济指标中,区域经济发展速度灵敏度波动下降,区域产业结构、区域

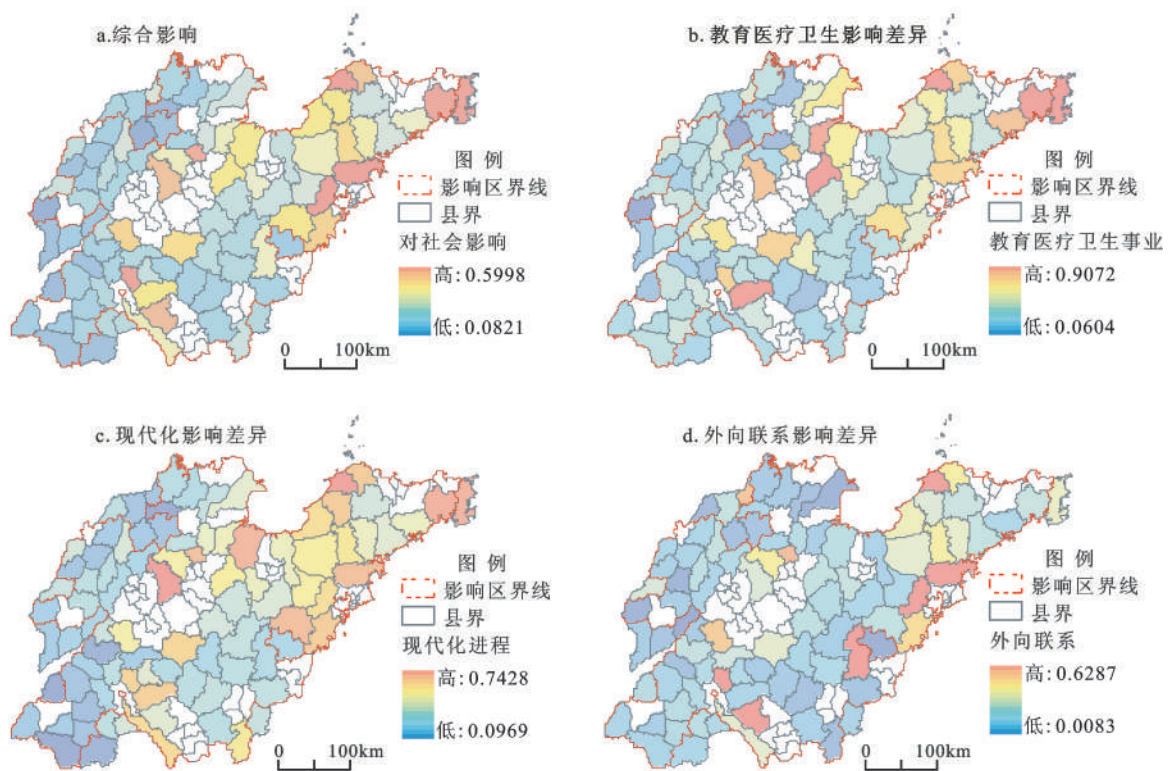


图4 高速公路对山东省区域社会影响差异

Fig. 4 The different impact of expressway on regional society

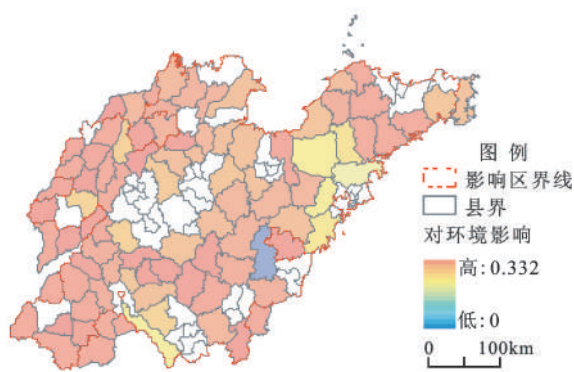


图5 高速公路对山东省区域环境影响差异

Fig.5 The different impact of expressway on regional environment

经济效益的灵敏度在稳步上升;社会指标中区域现代化进程灵敏度最高,区域外向联系次之,区域教育医疗卫生最低;高速公路环境负外部性增强。

2) 评价体系能够准确反映高速公路对区域经济、社会影响的空间差异。高速公路对山东省现状区的影响强于潜在区,影响力在各区具有自东向西递减的趋势,在中部又有北侧高于南侧的现象,即对“山东半岛蓝色经济区”、“济南都市圈”部

分影响最大,“黄河三角洲高效生态经济区”部分次之,“鲁南经济带”部分最低,分指标评价结果差异性明显。

3) 评价体系对高速公路环境影响差异评价不够理想,究其原因在于高速公路环境外部性的货币化难以实现。实证数据是以行政区统计数据多次变换运算得出,而非根据O-D量等高速公路数据独立计算,这也是本评价体系未来改进所在。

## 参考文献:

- [1] 张建松,韩增林,董晓菲.省级地域公路货运的空间联系探讨——以辽宁省为例[J].地理科学进展,2005,24(5):66~78.
- [2] Géke Kuiper. Compensation of environment degradation by highways: a Dutch case study [J].European Environment, 1997, 7(4):118-125.
- [3] Thierry Bonaudo,Yvonnick Le Pendu, Jean Francois Faure, Darcisio Quanz. The effects of deforestation on wildlife along the transamazon highway [J]. European Journal of Wildlife Research, 2005, 51(3): 199-206.
- [4] Peter Suppan, Gerd Schädler.The impact of highway emissions on ozone and nitrogen oxide levels during specific meteorological conditions [J]. Science of the Total Environment,2004, 334-335 (December): 215-222.

- [5] 陆大道.论区域的最佳结构与最佳发展——提出“点—轴系统”和“T”型结构以来的回顾与再分析[J].地理学报,2001,56(2):127~135.
- [6] 陆大道.关于避免中国交通建设过度超前的建议[J].地理科学,2012,32(1):2~11.
- [7] 杨荫凯,韩增林.交通经济带的基本理论探讨[J].人文地理,1999,14(2):1~4.
- [8] 陈 才.区域经济地理学(第二版)[M].北京:科学出版社,2009.
- [9] 丁四保,王荣成,李秀敏,等.区域经济学[M].北京:高等教育出版社,2003.
- [10] 牛树海.高速公路网络化的时空收敛效应研究[J].人文地理,2005,86(6):106~110.
- [11] 程胜高.高速公路环境评价与可持续发展研究[D].武汉:中国地质大学,1997.
- [12] 贾元华,戴东昌,刘 奕.我国高速公路建设发展的绩效与评价[J].北京交通大学学报,2005,29(6):1~5.
- [13] 董小林.公路建设项目社会环境影响评价[M].北京:人民交通出版社,2000.
- [14] 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,2002,13(2):102~104.
- [15] 朱晓刚.关于合宁高速公路沿线绿色经济带的构想[J].经济地理,1996,16(4):16~20.
- [16] 韩增林,尤 飞.高速公路经济带形成演化机制与布局规划方法探讨[J].地理研究,2001,20(4):471~478.
- [17] 梅 虎.西藏交通社会效益评价及优化研究[J].地理科学,2008,28(2):205~208.
- [18] 金俊武.公路网规划综合评价方法及关键技术研究[D].长春:吉林大学,2003.
- [19] 于 涛.高速公路投资对湖北省经济发展的影响[D].武汉:武汉理工大学,2004.
- [20] 董兴武.公路网与经济发展层次适应性研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2005.
- [21] 梅 鸣,胡天军.沈阳过境绕城高速公路社会经济效益后评估的系统动力学模型[J].交通运输系统工程与信息,2005,5(2):112~115.
- [22] 陈衍泰,陈国宏,李美娟.综合评价方法分类及研究进展[J].管理科学学报,2004,7(2):70~79.
- [23] 徐建华.现代地理学中的数学方法(第二版)[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [24] 方创琳,毛汉英.区域发展规划指标体系建立方法探讨[J].地理学报,1999,54(5):410~418.
- [25] 王成金.中国交通流的衰减函数模拟及特征[J].地理科学进展,2009,28(5):690~696.
- [26] 夏 飞,陈修谦.高速公路经济带边界模型的构建及实证分析[J].系统工程,2004,22(12):101~104.
- [27] 夏 飞.高速公路发展对我国农村工业化、城镇化和现代化的影响研究[D].南京:南京理工大学,2004.
- [28] 邸 晶.中国交通运输系统外部成本计算理论与方法研究[D].北京:北京交通大学,2010.
- [29] 邓聚龙.灰色系统基本方法[M].武汉:华中理工大学出版社,1987.
- [30] 邓聚龙.灰预测与灰决策[M].武汉:华中科技大学出版社,2002.

## The Impact Assessment System of Expressway on Regional Development: A Case Study of Shandong Province

LIU Rui-chao<sup>1,2</sup>, DING Si-bao<sup>1</sup>, WANG Cheng-xin<sup>2</sup>, SUN Jing-jie<sup>2,3</sup>

(1. College of Urban and Environmental Sciences, Northeast Normal University, Changchun, Jilin 130024, China;

2. College of Population Resource and Environment, Shandong Normal University, Jinan, Shandong 250014, China;

3. The Fifth Middle School of Rushan, Weihai, Shandong 264511, China)

**Abstract:** As an important transportation facility of modern society, the expressway shortens the regional space-time distance and satisfies people's desire for speed and efficiency. It has changed the mode of production and people's lifestyle immensely and quickly becomes the artery of regional transportation network and important bridge of regional logistics. In order to give a comprehensive study of the influence situation and

difference of expressway on regional development, the research designs the "indices selection-weight determination and modification-evaluation calculation" assessment process of the expressway's influence on the regional development. From economic, social and environmental perspective, it establishes index system, and structures DAEF model based on Delphi method, Analytic Hierarchy Process (AHP), Entropy method and Fuzzy Comprehensive Evaluation Approach (FCE). This assessment system is applied to the empirical study of Shandong Province in order to examine its scientificness and practicability. The assessment system can reflect the situation of expressway's influence on the regional development accurately. The expressway has more and more important influence on the development of Shandong Province; it has a positive effect on regional economy and social development, on the contrary, has a negative effect on regional environmental change. The system also can reflect the variation of sensitivity of various index for expressway's responses. The assessment system can reflect spatial difference of expressway on the regional economy and society accurately. The expressway has a stronger influence on current area of Shandong Province than its potential one. The expressway economy and social influence in each area has a decreasing trend from east to west. There is a phenomenon that the north is more strongly influenced than the south in the middle part, namely, the influence of the expressway on the "Shandong Peninsula Blue Economic Region" and "Metropolitan circle of Jinan" is the strongest, the influence on the "Huanghe River Delta Effective Eco-Economic Region" takes the second and the "Lu-Nan Economic Belt" is the least. The expressway's environmental influence on two areas is roughly equal, even sometimes the influence on current area is weaker than that of potential area. The demonstration has been examined. The assessment system can reflect the situation of expressway's influence on the regional development and spatial difference of expressway on the regional economy and society accurately. But the assessment of regional environment influence is not ideal enough. The direct performance is that the classification effect of influence degree is not obvious. The reason is the monetization of expressway's environment externality is difficult to realize. The demonstration data is calculated out based on the statistics which uses administrative units as the basic calculation units, rather than the single calculation of each expressway's O-D volume. The monetization of expressway's environment externality will be the improved emphasis and basis of the assessment system.

**Key words:** expressway; regional development; situation assessment; difference assessment; Shandong Province