

# 中国县域城镇化的道路交通影响因素识别 及空间协同性解析

杨 忍

(中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275)

**摘 要:**本文基于人口普查数据和路网数据,利用空间滞后回归模型和耦合协调度模型等,对中国县域城镇化率的道路交通影响及其空间耦合协同性进行分析,研究表明:①中国县域低城镇化水平的县(区)主要集中在传统农区、集中连片贫困山区、高寒经济欠发达区。经济发展水平与人力资源空间上的错位,致使经济欠发达地区的人口倒挂,异地城市化特征显著;②中国县(区)道路交通优势度宏观上呈现出东西部区域差异和交通枢纽与外围区域的差异,“点—轴”地域结构特征显著,县域道路交通优势度数值呈现偏正态分布;③道路是城镇间和城镇与区域间联系的核心纽带和产业转型升级发展的传输廊道,开放式的道路系统增强了农村生产要素非农化转型的市场可介入性,对县域城镇化发展有积极作用。高速公路出口、火车站的布局对城镇化影响和带动农村要素非农化作用较为明显;④中国县域交通优势度与城镇化率耦合协调度分级分布为偏正态分布,城镇化发展与交通优势度相互影响显著,呈一定的双向耦合性。

**关键词:**城镇化;交通优势度;空间协同性;乡村地理学;中国

## 1 引言

伴随中国经济社会发展转型,区域城镇化的快速持续发展,地域要素配置状态与空间结构发生剧烈转变。中国城镇化率从改革开放初期的17.90%增至2015年的56.10%,城镇化发展进入加速阶段,城乡地域空间正经历快速发展转型过程(刘彦随等, 2012, 2015; Yang et al, 2015; 杨忍, 刘彦随, 龙花楼等, 2015)。道路交通优势度是度量区域交通网络结构及地域对外联系的重要指标(黄晓燕等, 2011),交通通达性与经济发展存在较高耦合协同关系(刘海隆等, 2008; 刘传明等, 2011; 沈惊宏, 2012; 赵宏波, 2013),对城镇化发展存在直接的影响,同时又具有复杂的交互关系(López et al, 2008)。近年来,纵观国内外学者针对城镇化与交通发展之间关

系的研究,国外学者主要关注不同的道路通达性对城市化、城市发展、郊区发展、农村人口变化影响等(Chi, 2010, 2012; Kotavaara et al, 2011a, 2011b)。道路交通可达性提升与区域脱贫存在紧密的关联性(Ahlström et al, 2011),道路的建设投资规划应充分考虑社会的公平性和经济发展的区域平衡(Bocarejo et al, 2012)。例如: Vaturi等(2011)以以色列拉维夫都市区为例,分析了铁路网络对经济发展的影响,认为提高铁路网络的通达性虽促进城市人口的增长,却抑制农村人口的增加,公路及铁路网络通达性对人口空间分布存在一定影响。国内学者主要关注交通条件对城镇化发展、城镇合理密度、城镇空间用地扩展、就地城镇化产生影响等方面研究。交通区位条件通过影响经济结构来影响人口城镇化水平和城镇化的空间格局演变(金

收稿日期: 2016-03; 修订日期: 2016-05。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41401190); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(15lgpy34, 15lgjc38) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41401190; Fundamental Research Funds for the Central Universities, No.15lgpy34, No.15lgjc38]。

作者简介: 杨忍(1984-), 男, 贵州毕节人, 博士, 讲师, 硕导, 主要研究方向包括: 乡村转型与村镇规划, 城镇化与城乡发展、土地利用及数量GIS在人文地理学研究中应用等, E-mail: yangren0514@163.com。

引用格式: 杨忍. 2016. 中国县域城镇化的道路交通影响因素识别及空间协同性解析[J]. 地理科学进展, 35(7): 806-815. [Yang R. 2016. Spatial coupling cooperative analysis of road transport superiority and urbanization at county level in China[J]. Progress in Geography, 35(7): 806-815.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2016.07.002

凤君等, 2008; 李雪梅等, 2011; 程钰等, 2013; 王亚力, 2013)。不同交通区位条件对应于不同城镇化的发展战略, 交通通讯基础设施是就地城镇化现象产生与发展的重要地理基础(刘盛和等, 2012)。目前关于城镇化与交通基础设施建设之间的分析聚焦于交通区位作为城镇空间结构和城镇化发展的重要驱动因素(郭荣朝等, 2013)。Shiau(2013)基于中国台湾分县城镇化水平进行交通可持续发展的综合评估。戴均良等(2010)综合比较欧美、日、及中国香港等国家和地区的城市城镇化情况, 提出不同的交通模式下, 城镇的合理密度具有很大差异。城镇化的空间过程体现为城镇用地增多, 城市空间扩张的交通走廊轴发展规律显著(刘新卫等, 2008; 姚士谋等, 2009; 陈江龙等, 2014)。交通基础设施引起建设用地投入空间分异(孙平军等, 2012), 助推了城市空间扩张和建设用地规模增加。朱兵等(2010)以新疆为案例区, 研究发现城镇交通可达性水平偏低对城镇发展的制约严重, 其增加对城镇发展边际影响递减, 城镇发展与城镇交通可达性存在正向互馈作用。

道路交通基础设施建设增强了区域之间的联系和市场的可介入性, 促进区域经济社会发展, 城镇化将是21世纪中国的主导经济社会过程(Bai et al, 2014), 交通基础设施建设的规模增大、等级提升、类型优化等对城镇化发展具有重要支撑作用。新型城镇化战略下, 中国县域城镇化发展在城镇化进程中扮演着举足轻重角色, 深入挖掘县域层面交通优势度与城镇化率的空间耦合协同性, 剖析不同类型道路对县域城镇化的影响, 以期揭示不同等级道路建设对城镇化发展影响的差异性。基于此, 本文通过解析中国分县域的城镇化率与不同道路交通之间空间滞后性回归系数, 深入分析城镇化率与交通优势度的空间耦合协同性特征, 试图揭示道路交通优势度与城镇化的耦合规律。本文将丰富城乡转型的研究内容。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据来源

本文研究尺度为县(区)行政单元, 综合数据的可获得性, 研究区域并未包括中国台湾省、香港和澳门特别行政区。所采用的分县(区)总人口数据、非农业人口数据、城镇人口等数据来源于《中国县

市经济统计年鉴(2001)》《第五次人口普查分县数据(2000年)》《中国区域统计年鉴(2000)》《中国区域统计年鉴(2011)》和《中国2010年人口普查分县资料》, 2010年的中国路网数据来源于中国1:250000的电子地图数据, 通过对Mapinfo的道路交通.TAB数据转换为.shp文件格式而获得。

### 2.2 研究方法

#### (1) 交通优势度测评方法

交通优势度是一种较为综合、全面的评价区域内交通基础设施网络是否支持该区域经济社会活动及发展的指标。构成交通优势度的评价指标体系主要涵盖了设施规模、设施技术特征以及设施网络形成的区位优势, 并以交通覆盖水平、交通邻近水平以及交通中心通达水平等3个层面指标综合体现, 利用AHP决策分析方法确定指标权重(表1), 交通优势度综合测评模型如下:

$$I = \sum_{j=1}^{15} w_j x_j \quad (1)$$

式中:  $I$  为各县(区)的道路交通优势度;  $x_j$  为基于极差标准化之后的第  $j(j=1, 2, 3, \dots, 15)$  个指标变量数值;  $w_j$  为指标  $x_j$  对应的权重。

#### (2) 空间滞后模型

在探讨交通优势度各项指标对城镇化水平的

表1 交通优势度综合评价指标及权重  
Tab.1 Indicators and weights for transport superiority evaluation

目标层	准则层	权重	指标层	权重
交通优势度	交通覆盖水平	0.3874	高速路密度( $x_1$ )	0.0884
			铁路密度( $x_2$ )	0.0963
			国道密度( $x_3$ )	0.0706
			省道密度( $x_4$ )	0.0448
			县道密度( $x_5$ )	0.0267
			乡镇道密度( $x_6$ )	0.0163
	交通邻近水平	0.4434	邻近高速平均距离( $x_7$ )	0.0090
			邻近铁路平均距离( $x_8$ )	0.0552
			邻近国道平均距离( $x_9$ )	0.0667
			邻近省道平均距离( $x_{10}$ )	0.0353
			邻近县道平均距离( $x_{11}$ )	0.1641
			邻近村镇道平均距离( $x_{12}$ )	0.0955
	交通中心通达水平	0.1692	离省会平均距离( $x_{13}$ )	0.0667
			离地级市平均距离( $x_{14}$ )	0.1097
			离高速出口平均距离( $x_{15}$ )	0.0389

注: 其权重确定 AHP 方法中  $CR_1=0.016<0.1$ ,  $CR_2=0.038<0.1$ , 通过一致性检验。

影响时,由于指标在不同区域产生的影响效果会有一定差异,存在一定的空间非平稳性和空间自相关性。因此,运用普通最小二乘法回归(OLS)建模仅是全局或者平均水平的回归,并没有考虑到空间上的影响以及差异性,最终得到的模型会存在较大的空间依赖性,其结果也会产生偏差。另外,当假定空间依赖性是通过忽略了的变量产生作用时,可选择空间误差模型(SEM),在研究中由自变量组成的方程没有通过显著性检验,拉格朗日乘数统计量LM-error在统计上不如空间滞后性模型(SLM)模型显著,因此最终选择空间滞后性模型进行建模分析。而空间滞后模型(SLM)则考虑了因变量的空间自相关性,即某一空间对象上的因变量不仅与同一对象上的自变量有关,还与相邻对象的因变量有关,解决了模型不准确的问题,模型的一般矩阵形式表达如下:

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (2)$$

式中: $y$ 是因变量观测值组成的向量; $X$ 是由解释变量的观测值组成的矩阵; $W$ 是标准化的空间权重矩阵; $Wy$ 是空间滞后变量;参数 $\rho$ 反映空间邻接单元对于因变量的解释程度,其大小反映了空间扩散或溢出的程度; $\beta$ 则反映解释变量对因变量 $y$ 变化的影响; $\varepsilon$ 为误差项。

### (3) 耦合协调度模型

区域城镇化发展水平与交通优势度之间存在相互关联、相互影响、相互制约关系,既有积极的正面影响又有消极的负面影响,区域城镇化与交通发展的耦合协调一致是区域有序发展的客观需求。定量辨识2个子系统之间相互作用关联强弱,揭示中国城镇化发展与交通发展优势度之间协调程度,借助物理学中的耦合协调度测度模型,能够较好地表征2个(或2个以上)系统通过各种相互作用及其协调程度,决定系统在达到临界区域时走向何种序与结构(杨忍,刘彦随,龙花楼,2015)。本文着重揭示城镇化发展水平与交通优势度子系统之间相互作用强度,表达式为:

$$C_i = 2 \times \left[ \frac{U_i \times I_i}{(U_i + I_i)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

式中: $C_i$ 表示*i*县(区)的城镇化水平与交通优势度之间相互作用强度; $U_i$ 为*i*县(区)的城镇化率; $I_i$ 为*i*县(区)的道路交通优势度。在以耦合度表征城镇化与交通优势度之间相互作用的强弱基础上,更有

必要进一步深入探明两者之间的协调发展水平,需对耦合协调度进行综合测度,耦合协调度模型见式(4)。

$$D_i = \sqrt{C_i \times T_i}, \quad T_i = \alpha U_i + \beta I_i \quad (4)$$

式中: $C_i$ 为*i*县(区)的耦合度; $D_i$ 为*i*县(区)的耦合协调度; $T_i$ 为*i*县(区)的城镇化率和交通优势度综合评价指数; $\alpha$ 、 $\beta$ 为待定系数,基于前人研究基础(张晓东等,2001),确定待定系数都为0.5。耦合协调度的分级评价标准见表2。

## 3 结果与分析

### 3.1 中国县域城镇化时空格局

区域城镇化与经济社会发展互为因果关系,经济社会发展升级转型是城镇化发展直接驱动内在因素,自然资源禀赋条件、经济发展区位、政策偏向、技术水平、投资规模与质量、基础设施条件、消费水平及区域贸易水平等直接影响经济发展水平,影响经济发展因素的空间分布异质性,必然导致中国县域城镇化水平空间格局差异性。2000年中国县域城镇化率空间分布区域差异显著(图1a-1b),低城镇化水平的县域主要集中在中原传统农区、云贵高原山区、湘西山区、黄土高原丘陵沟壑区、青藏高原高寒区、东部沿海丘陵山区,大部分县域城镇化率在15%以下(按常住人口统计口径)。而较为成熟的京津冀城市群、长三角城市群、珠三角城市群、武汉都市圈地区的县(区)城镇化率30%~50%。

2010年,中国县域城镇化空间分布整体格局变化不大,低城镇化率的县(区)集中分布在云贵高原地区、南疆少数民族聚居区、青藏高原南部高寒高原区、黄土高原陇东南生态脆弱地区、中原传统农区,大部分县域城镇化率为15%~30%(图2b)。尤其在燕山—太行山区、贵州—滇西山区、秦巴—六盘

表2 耦合协调度评价标准

Tab.2 Standard for coupling coordination degree classification

degree classification			
耦合协调度( $D$ )	协调等级	耦合协调度( $D$ )	协调等级
0.90~1.00	优质协调	0.40~0.49	濒临失调
0.80~0.89	良好协调	0.30~0.39	轻度失调
0.70~0.79	中级协调	0.20~0.29	中度失调
0.60~0.69	初级协调	0.10~0.19	严重失调
0.50~0.59	勉强协调	0.00~0.09	极度失调



山区、大别山区、罗霄—武陵山区等集中连片贫困山区的县(区)城镇化率偏低。2000-2010年,中国县域城镇化率普遍提升,部分县域单元由于人口外迁等因素,致使人口的城镇化率统计上有降低情况,主要发生在自然生态环境较为严峻的高寒区域(图3)。珠三角地区、长三角地区、山东半岛地区、京津冀地区、天山北坡经济区、成渝地区、长株潭地区、武汉都市圈等区域性经济发展增长极及城市群地区,县(区)的城镇化率大部分超过年均0.81%的增速,以上地区的县(区)常住人口统计口径的城镇化率大部分趋近于50%。2010年,成渝地区的县域城镇化率较2000年有较大提高,范围也有所扩大,大部分县域城镇化率为30%~50%(图1b、图2b和图3)。其他地区的县(区)的城镇化率年均增长速率为0.01%~0.80%之间,覆盖范围较广。

中国区域经济发展与人口劳动力资源空间上错位,经济发达地区的产业部门齐全,产业效益较好,就业市场需求大(杨忍等, 2013);经济落后地区缺乏产业支撑,就业需求小,大规模的劳动力从经济落后地区流出,在经济发达地区实现异地城镇

化,致使中国分县的城镇化率基于户籍和常住人口口径统计的区域差异显著(图1c和图2c)。东部沿海的县域基于常住人口统计的城镇化率普遍高于户籍人口统计的城镇化率10%以上,中部地区普遍高于5%。在北方边境地区,由于非农人口统计口径和建制镇设置标准影响,致使基于户籍人口统计人口城镇化率高于常住人口统计口径(刘彦随等, 2012)。异地城镇化普遍存在,在人口流入地区,外来常住人口市民化成为其城镇化发展重要组成部分。而对于人口外流地区的城镇化发展,通过因地制宜发展和培育优势产业、优化产业结构、强化基础设施建设、改善其经济发展区位条件、提高地域要素和产品的市场可介入性,以产业发展为动力的城镇化地域模式亟待加强(杨忍, 刘彦随, 龙花楼, 等, 2015)。

### 3.2 中国县域交通优势度的空间特征

道路交通基础设施的投资建设直接驱动区域经济社会发展,同时道路交通作为连接城市与城市、城市与区域的重要纽带,对接城乡要素流动和转换,可间接促进城镇化进程。基于不同等级的道

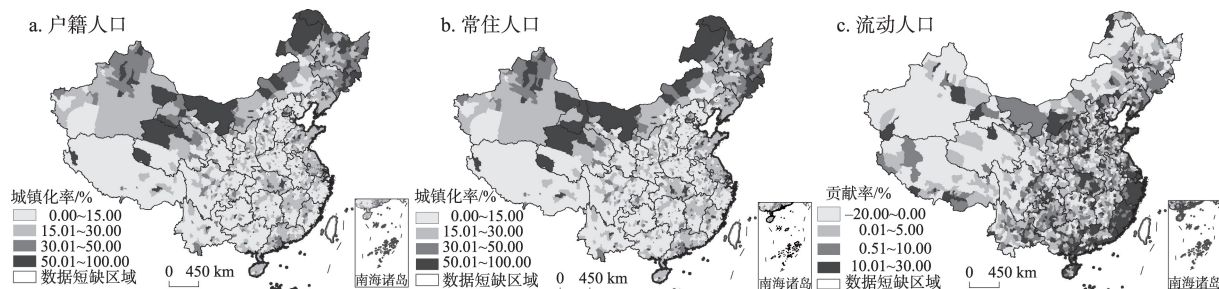


图1 2000年中国县域户籍(a)和常住(b)统计口径城镇化率及流动人口城镇化贡献率(c)空间分布图

Fig.1 Spatial distribution of urbanization rate with hukou (population registration) (a), residence statistical (b) and urbanization contribution rate of floating population at county level in China in 2000

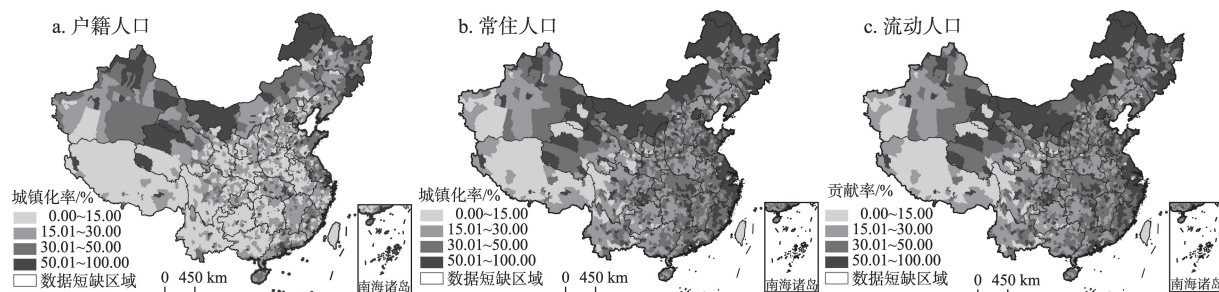


图2 2010年中国县域户籍(a)和常住(b)统计口径城镇化率及流动人口城镇化贡献率(c)空间分布图

Fig.2 Spatial distribution of urbanization rate counting population with hukou (population registration) (a) and population with long-term residence (b), and contribution of floating population to urbanization at county level in China in 2010

路密度、邻近性、中心通达水平,综合测评2010年中国分县交通优势度(图4)。中国县(区)道路交通优势度空间异质性特征显著,宏观上呈现东西部差异和交通枢纽与外围区域的差异,“点—轴”地域结构特征突出。中国县域道路交通优势度数值统计呈现偏正态分布(图5)。优势度值介于0.5~0.6之间的县(区)个数占中国总县(区)数的59.07%;优势度值介于0.6~0.7之间县(区)占29.00%;优势度值介于0.2~0.5之间县(区)占8.01%;优势度值低于0.20和高于0.70的县(区)分别仅为36个和52个,占研究单元总数的1.74%和2.08%。交通优势度的高值区和低值区在空间上呈现一种相对集聚分布的态势。其中高值县(区)集中在省会城市及周边地区和交通线路汇集点地区和交通干线沿线地区。在长三角地区、珠三角地区和环渤海地区形成了道路交通优势度的聚集高值区,其余交通优势度高值县(区)空间上呈点状相对分散特征,如成都、贵阳、哈尔滨、沈阳、大连、郑州等市交通枢纽区的道路交通优势度值高于0.70。交通优势度值在0.61~0.70之间的区域呈一定的轴线集聚态势,在河南、河北、山东、山西以及长三角地区形成集中连片集聚区;此外还有系列面状集聚区,分别是辽中南地区、关中平原地区、成渝地区、长株潭地区、黔中地区、川滇东部等地区。受到区域自然环境条件、经济发展水平以及人口空间分散性等多重因素影响,交通优势度的低值区域主要集中在新疆南部、甘肃西部、青海西南部、川西地区、西藏大部分地区,交通优势度数值普遍低于0.40。

### 3.3 城镇化率的道路交通影响识别

道路交通对区域发展具有引导、支撑和保障能力,交通综合优势度是区域发展重要条件之一,城市与区域之间“中心—外围”的地域结构关系,以及城镇之间的相互作用是城镇发展的重要形式,道路交通网络是区域相互作用的物质基础。理论上,城镇作为城镇化的物质空间载体,道路交通网络是城乡之间资源物质要素、劳动力等生产要素互通流动的重要纽带,不同层级的道路交通基础设施对城镇化的支撑作用存在差异性。

利用GeoDa软件,以2010年中国分县(区)的常住人口统计口径的城镇化率为因变量,道路交通系列指标为自变量,构建空间滞后回归模型(表3)。从交通覆盖水平方面来看,高速公路、国道、省道、县道以及乡镇道对城镇化发展的正面影响较大,即县

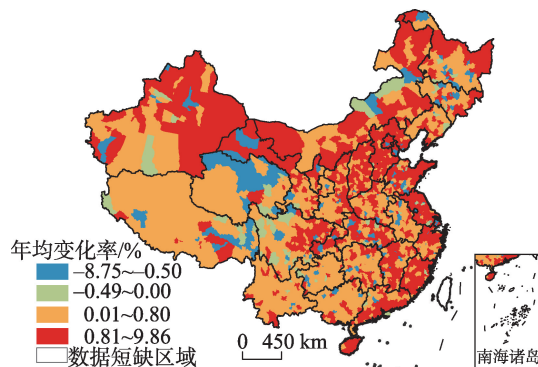


图3 2000-2010年中国县域城镇化率年均变化率空间分布图

Fig.3 Spatial distribution and the rate of annual change of China's urbanization rate at county level, 2000-2010

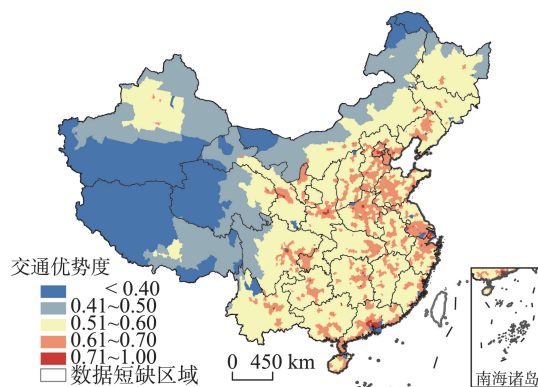


图4 中国县域交通优势度综合评价结果

Fig.4 Transport superiority degree evaluation in China

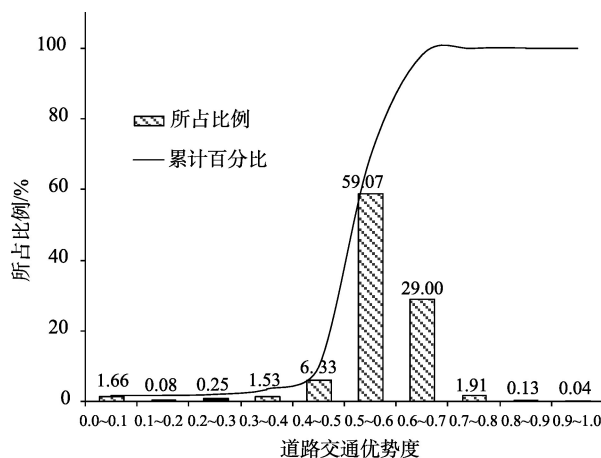


图5 中国县域交通优势度累计百分比统计图

Fig.5 Cumulative percentage for transport superiority degree in China

(区)的高速公路、国道、省道、县道以及乡镇道的覆盖水平提高,可增强农村人流、物流、信息流交换的可介入性,促进要素非农化。但各层级道路的影响贡献存在差异性,其中,铁路密度对城镇化发展贡

表3 中国城镇化的交通因子空间滞后回归模型

Tab.3 Spatial lag regression result for urbanization rate and transportation factors

变量	偏回归系数	标准误差	Z值	显著性概率
$W_y$	0.2711	0.0261	10.3723	0.0000
常数项	0.3571	0.0677	5.2773	0.0000
高速路密度( $x_1$ )	0.2003	0.0781	2.5635	0.0104
铁路密度( $x_2$ )	0.8214	0.1106	7.4265	0.0000
国道密度( $x_3$ )	0.4480	0.1625	2.7568	0.0058
省道密度( $x_4$ )	0.0857	0.0562	1.5258	0.0271
县道密度( $x_5$ )	0.0383	0.0474	0.8085	0.0988
乡镇道密度( $x_6$ )	0.1011	0.0131	7.7472	0.0000
邻近高速平均距离( $x_7$ )	0.0119	0.0439	0.2702	0.7870
邻近铁路平均距离( $x_8$ )	0.2795	0.0616	4.5334	0.0000
邻近国道平均距离( $x_9$ )	-0.4137	0.0696	-5.9427	0.0000
邻近省道平均距离( $x_{10}$ )	-0.0777	0.0694	-1.1191	0.0263
邻近县道平均距离( $x_{11}$ )	-0.3663	0.1597	-2.2938	0.0218
邻近村镇道平均距离( $x_{12}$ )	0.0016	0.1732	0.0091	0.9927
离省会平均距离( $x_{13}$ )	-0.3265	0.0440	-7.4183	0.0000
离地级市平均距离( $x_{14}$ )	-0.0423	0.0468	-0.9041	0.3660
离高速出口平均距离( $x_{15}$ )	-0.8194	0.1674	-4.8963	0.0000
交通综合优势度( $x_{16}$ )	1.2310	0.2633	4.6752	0.0000

献最大,回归系数为0.8214;其次为国道密度,回归系数为0.4480;高速公路密度回归系数为0.2003。在交通邻近水平层面,邻近高速公路及铁路因子项的系数为正值,高速公路、铁路的可介入性有限。高速公路和铁路具有“廊道”的成分及性质,在沟通地方之间的功能上,高速公路及铁路属于“道”,起连通作用;在自身结构不可穿越的性质上,高速公路及铁路又属于“廊”,高速出口、火车站的布局对城镇化影响较为明显,距高速出口距离越近对带动农村要素非农化作用越明显,回归系数-0.8194。而邻近国道、省道、县道平均距离因子系数均为负值,说明距国道、省道、县道平均距离越近,对当地农村要素非农化的作用越强;国道、省道、县道是各县(区)直接与外界沟通的主要通道,道路邻近性对带动地方经济发展和促进信息技术传播起积极作用。在交通中心通达水平方面,区域发展存在增长极的影响因素,区域性中心城市对周边县(区)的辐射带动作用显著,有利于产业转移和周边县(区)的地域职能分担,进而促进周边县(区)城镇化发展。

3.4 道路交通优势度与城镇化的空间耦合协同特征

通过道路交通发展与城镇化率的空间耦合协同性分析,可进一步发掘两者互馈关联性,运用2010年的交通路网优势度和县域城镇化率数据,

综合测评两者的耦合协调度(图6)。中国县域交通优势度与城镇化率耦合协调度分级呈偏正态分布(图7)。耦合协调度值高于0.80,协调等级为良好协调和优质协调的县(区)数量为233个,占总数的9.89%;耦合协调度值0.70~0.79之间,协调等级为中级协调的县(区)数量为587个,占研究县(区)总数的24.93%;耦合协调度值范围在0.60~0.69之间,协调等级为初级协调的县(区)数量为1110个,占比为47.13%;耦合协调度在0.50~0.59之间,协调度等级为勉强协调县(区)共299个,占比为12.70%;耦合协调度小于0.50的失调地区单元总数共计为126个,占比为5.35%。中国分县的交通优势度与城镇化率耦合协调程度高于0.5的县(区)占94.65%,交通基础设施建设与城镇化发展互馈促进发展。约有1.79%的地区交通优势度与城镇化水平之间的耦合协调度低于0.30,交通基础设施建设滞后阻碍城镇化的发展。

从耦合协调度的空间差异方面看,东部和中部地区较高,西南地区偏低,总体上由东向西呈梯度下降的变化趋势。东部、东南部沿海地区包括环渤海地区、长三角地区、珠三角地区等以及河南、河北、山东、山西等中原地区的耦合协调度值最高,并在空间上形成一定的集聚状态;此外,东部内陆地



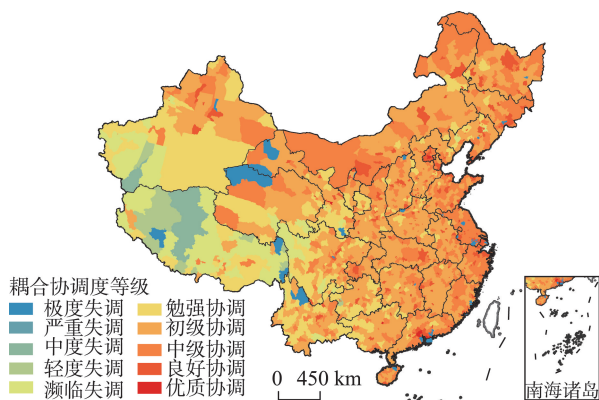


图6 2010年中国县域城镇化率与交通优势度耦合协调度  
Fig.6 Spatial interoperability of transport superiority degree and urbanization at county level in China in 2010

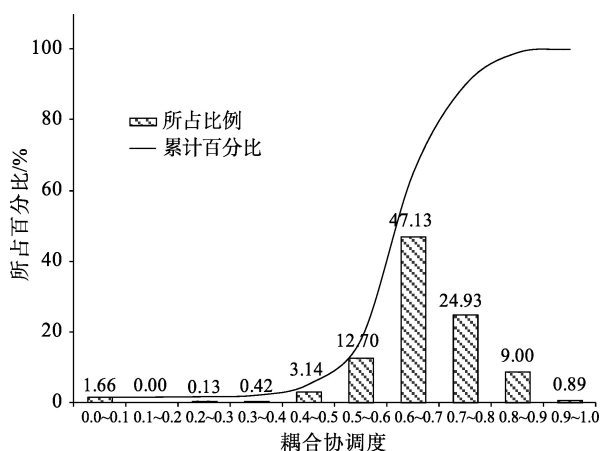


图7 2010年中国县域城镇化率与交通优势度的协调度统计曲线  
Fig.7 Spatial interoperability statistics curve for transport superiority degree and urbanization at county level in China in 2010

区仍有基于省会、交通枢纽城市零星分布的耦合协调度高值单元点,其耦合协调度值分布在0.8~1.0之间,道路交通基础设施建设与城镇化发展已从较低水平和谐过渡到优质和谐。西藏西部耦合协调度值均低于0.3,交通优势度与城镇化水平之间的耦合协调水平非常低。新疆南部、西藏东部和青海的耦合协调度值在0.3~0.5之间,这些地区尽管城镇化水平得到了一定程度的提升,但其交通基础设施建设相对滞后。高城镇化率的县(区)与高交通优势的县(区)呈现出一定空间协同一致性。反之,低城镇化率的县(区)与低交通优势度区域存在空间协同一致性。低协调度和高协调度的县区占比都比较小。城镇发展与交通优势度相互影响显著,呈一定

的双向耦合性,形成了二者发展格局的“强强联合”与“双向塌陷”特征。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

(1) 中国县域城镇化率空间分布区域差异特征显著。低城镇化水平的县域仍主要集中在中原传统农区、云贵高原山区、湘西山区、黄土高原丘陵沟壑区、青藏高原高寒区、东部沿海丘陵山区;高城镇化率的县(区)主要集中于京津冀城市群、长三角城市群、珠三角城市群、武汉都市圈、成渝地区等城市群发育较为成熟的区域;燕山—太行山区、贵州—滇西山区、秦巴—六盘山区、大别山区、罗霄—武陵山区等集中连片贫困山区的县(区)城镇化率偏低。同时存在经济发展水平与人力资源空间上的错位,致使经济欠发达地区的人口倒挂,异地城市化特征显著。

(2) 中国县(区)道路交通优势度宏观上呈现出东西部区域差异和交通枢纽与外围区域的差异,“点—轴”地域结构特征显著,县域道路交通优势度数值呈现偏正态分布。中国县域交通优势度与城镇化率耦合协调度分级分布为偏正态分布,城镇化发展与交通优势度相互影响显著,呈一定的双向耦合性。道路交通建设促进了区域之间和城市之间,以及城市与区域之间的联系,带动了区域之间和区域内部的生产要素和人口要素的聚集,推动经济社会的发展,进而促进城镇化的发展。道路交通优势度高值区与城镇化率的高值区在空间上存在协同性。在经济落后地区,道路交通基础设施建设滞后,影响了区域生产要素的集聚配置水平,经济发展的集聚性特征较差,阻碍了区域城镇化的发展。

(3) 道路交通是城镇间和城镇与区域间联系的核心纽带和产业转型升级发展的传输廊道,开放式的道路系统增强了农村生产要素非农化转型的市场可介入性,对县域城镇化发展有积极作用。高速公路、国道、省道、县道以及乡镇道的整体覆盖水平影响城乡间的人流、物流、信息流的通达性和农村生产要素非农化的市场介入性,尤以路网密度对城镇化的发展影响最大。道路交通的物理性质特征对经济社会的发展存在一定影响,进而对区域城镇化的发展产生影响。高速公路和铁路具有“廊道”的成分及性质,一定程度上将完整区域分割成了两

部分,影响到区域整体性,间接影响到城镇化发展。高速公路出口、火车站的布局对城镇化影响和带动农村要素非农化作用较为明显。

## 4.2 讨论

道路交通基础设施是区域之间、城市之间和城市与乡村之间联系的空间物质载体和纽带。城镇化是经济社会发展的过程和阶段性标志,传统的研究关注工业化和经济发展作为城镇化的核心驱动,注重经济发展要素和结构的综合分析。城镇化过程在物质空间上表现为地域类型的乡村性减弱至消失,转变为非农产业和市场为主导的城市地域空间。在生产要素上体现为人口职业的非农化转变,生产要素的非农化行业配置;在社会层面是乡村性向城市性文化转变的过程。城乡地域系统的转变依靠各种“要素流”的联系,形成“城城”“城乡”和“区域与区域”联系的综合复杂网络体系。传统的生产要素直接互通流动联系的主导廊道为道路交通,道路交通基础设施建设增强了区域之间的联系和市场可介入性,促进区域经济社会发展,进而推动城镇化的过程。交通基础设施建设的规模、等级、类型对城镇化过程有何种影响,其影响作用的分异机制与道路物质态性质之间存在何种联系?另外,交通基础设施建设也会产生虹吸效应,对过境区域的社会经济发展是否全是积极促进作用,负面影响机制怎样?区域社会经济发展进程中道路交通的建设时序、层次理论有待强化。

本文目前只限于中国县域层面,通过大量的数据分析揭示城镇化与道路交通之间影响作用及其空间耦合协同性格局。中国当前已步入基础设施建设的快速阶段,尤其是高速铁路和高速公路建设,区域之间时空压缩,道路轴带经济交织成网,选择具有典型性的交通道路样带分析其对城镇化、土地利用、精准扶贫和乡村转型等的影响机制,具有重要理论和现实意义。以上议题作为人文经济地理学和乡村地理学等学科关注重要领域,后续将继续开展相应研究。

## 参考文献(References)

陈江龙,高金龙,徐梦月,等. 2014. 南京大都市区建设用地扩张特征与机理[J]. 地理研究, 33(3): 427-438. [Chen J L, Gao J L, Xu M Y, et al. 2014. Characteristics and mechanism of construction land expansion in Nanjing metropolitan area[J]. Geographical Research, 33(3): 427-

438.]

程钰,刘雷,任建兰,等. 2013. 济南都市圈交通可达性与经济发展水平测度及空间格局研究[J]. 经济地理, 33(3): 59-64. [Cheng Y, Liu L, Ren J L, et al. 2013. The study about measuring of the relationship between transportation accessibility and the level of economic growth and spatial structure at county level[J]. Economic Geography, 33(3): 59-64.]

戴均良,高晓路,杜守帅. 2010. 城镇化进程中的空间扩张和土地利用控制[J]. 地理研究, 29(10): 1822-1832. [Dai J L, Gao X L, Du S S. 2010. Expansion of urban space and land use control in the process of urbanization[J]. Geographical Research, 29(10): 1822-1832.]

郭荣朝,宋双华,夏保林,等. 2013. 周口市域城镇空间结构优化研究[J]. 地理科学, 33(11): 1347-1353. [Guo R C, Song S H, Xia B L, et al. Urban spatial structure optimization of Zhoukou City[J]. Scientia Geographica Sinica, 33(11): 1347-1353.]

黄晓燕,曹小曙,李涛. 2011. 海南省区域交通优势度与经济发展关系[J]. 地理研究, 30(6): 985-999. [Huang X Y, Cao X S, Li T. 2011. The relationship between regional transport superiority and regional economic performance in Hainan[J]. Geographical Research, 30(6): 985-999.]

金凤君,王成金,李秀伟. 2008. 中国区域交通优势的甄别方法及应用分析[J]. 地理学报, 63(8): 787-798. [Jin F J, Wang C J, Li X W. 2008. Discrimination method and its application analysis of regional transport superiority[J]. Acta Geographica Sinica, 63(8): 787-798.]

李雪梅,张小雷,杜宏茹. 2011. 新疆塔河流域城镇化空间格局演变及驱动因素[J]. 地理研究, 30(2): 348-358. [Li X M, Zhang X L, Du H R. 2011. Spatial distribution of the comprehensive level of urbanization and its driving factors in Tarim River Basin[J]. Geographical Research, 30(2): 348-358.]

刘传明,曾菊新. 2011. 县域综合交通可达性测度及其与经济发展水平的关系: 对湖北省 79 个县域的定量分析[J]. 地理研究, 30(12): 2209-2221. [Liu C M, Zeng J X. 2011. The calculating method about the comprehensive transport accessibility and its correlation with economic development at county level: The statistical analysis of 79 counties in Hubei Province[J]. Geographical Research, 30(12): 2209-2221.]

刘海隆,包安明,陈曦,等. 2008. 新疆交通可达性对区域经济的影响分析[J]. 地理学报, 63(4): 428-436. [Liu H L, Bao A M, Chen X, et al. The effect of transport accessibility on regional economic performance[J]. Acta Geographica Sinica, 63(4): 428-436.]



- 刘盛和, 兰肖雄, 樊杰. 2012. 广西西江黄金水道开发与西江经济带城镇体系空间结构重构[J]. 地理研究, 31(8): 1365-1374. [Liu S H, Lan X X, Fan J. 2012. Xijiang golden waterway development and restructuring of the urban system in Xijiang economic region of Guangxi[J]. Geographical Research, 31(8): 1365-1374.]
- 刘新卫, 张定祥, 陈百明. 2008. 快速城镇化过程中的中国城镇土地利用特征[J]. 地理学报, 63(3): 301-310. [Liu X W, Zhang D X, Chen B M. 2008. Characteristics of China's town-level land use in rapid urbanization stage[J]. Acta Geographica Sinica, 63(3): 301-310.]
- 刘彦随, 杨忍. 2012. 中国县域城镇化的空间特征与形成机理[J]. 地理学报, 67(8): 1011-1020. [Liu Y S, Yang R. 2012. The spatial characteristics and formation mechanism of the county urbanization in China[J]. Acta Geographica Sinica, 67(8): 1011-1020.]
- 刘彦随, 杨忍. 2015. 中国环渤海地区城乡发展转型格局测度[J]. 地理学报, 70(2): 248-256. [Liu Y S, Yang R. 2015. The spatial pattern measure of urban-rural development transformation in the Bohai Rim region in China[J]. Acta Geographica Sinica, 70(2): 248-256.]
- 沈宏宏, 陆玉麒, 兰小机, 等. 2012. 区域综合交通可达性评价: 以安徽省为例[J]. 地理研究, 31(7): 1280-1293. [Shen J H, Lu Y Q, Lan X J, et al. 2012. Assessment on accessibility of regional comprehensive transport: A case study of Anhui[J]. Geographical Research, 31(7): 1280-1293.]
- 孙平军, 丁四保, 修春亮. 2012. 中国城镇建设用地投入非协调性的动态演变研究[J]. 地理科学, 32(9): 1047-1054. [Sun P J, Ding S B, Xiu C L. 2012. Dynamic evolution research on non-conformity of urban construction land input in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 32(9): 1047-1054.]
- 王亚力, 彭保发, 熊建新, 等. 2013. 环洞庭湖区人口城镇化的空间格局及影响因子[J]. 地理研究, 32(10): 1912-1922. [Wang Y L, Peng B F, Xiong J X, et al. 2013. Study on the spatial pattern and influencing factors of population urbanization of Dongting Lake area[J]. Geographical Research, 32(10): 1912-1922.]
- 杨忍, 刘彦随, 郭丽英, 等. 2013. 环渤海地区农村空心化程度与耕地利用集约度的时空变化及其耦合关系[J]. 地理科学进展, 32(2): 181-190. [Yang R, Liu Y S, Guo L Y, et al. 2013. Spatial-temporal characteristics for rural hollowing and cultivated land use intensive degree: Taking the Circum-Bohai Sea region in China as an example[J]. Progress in Geography, 32(2): 181-190.]
- 杨忍, 刘彦随, 龙花楼. 2015. 中国环渤海地区人口—土地—产业非农化转型协同演化特征[J]. 地理研究, 34(3): 475-486. [Yang R, Liu Y S, Long H L. 2015. The study on non-agricultural transformation co-evolution characteristics of "population-land-industry": A case study of the Bohai Rim in China[J]. Geographical Research, 34(3): 475-486.]
- 杨忍, 刘彦随, 龙花楼, 等. 2015. 中国乡村转型重构研究进展与展望: 逻辑主线与内容框架[J]. 地理科学进展, 34(8): 1019-1030. [Yang R, Liu Y S, Long H L, et al. 2015. Research progress and prospect of rural transformation and reconstruction in China: Paradigms and main content [J]. Progress in Geography, 34(8): 1019-1030.]
- 姚士谋, 陈爽, 吴建楠, 等. 2009. 中国大城市用地空间扩展若干规律的探索: 以苏州市为例[J]. 地理科学, 29(1): 15-21. [Yao S M, Chen S, Wu J N, et al. 2009. Spatial expansion patterns of Chinese big cities: The case of Suzhou [J]. Scientia Geographica Sinica, 29(1): 15-21.]
- 张晓东, 池天河. 2001. 90年代中国省级区域经济与环境协调度分析[J]. 地理研究, 20(4): 506-515. [Zhang X D, Chi T H. 2001. Differentiating and analysis of the coordination degree between economic development and environment of provinces(regions) in China[J]. Geographical Research, 20(4): 506-515.]
- 赵宏波, 马延吉. 2013. 老工业基地城市可达性及经济联系格局研究: 以吉林省为例[J]. 地理科学, 33(11): 1316-1322. [Zhao H B, Ma Y J. 2013. The urban accessibility and economic linkage spatial patterns of old industrial base in Northeast China: A case study of Jilin Province [J]. Scientia Geographica Sinica, 33(11): 1316-1322.]
- 朱兵, 张小雷, 桂东伟, 等. 2010. 新疆城镇发展与交通可达性相互影响[J]. 地理科学进展, 29(10): 1239-1248. [Zhu B, Zhang X L, Gui D W, et al. 2010. The relationship between urban development and transport accessibility in Xinjiang[J]. Progress in Geography, 29(10): 1239-1248.]
- Ahlström A, Pilesjö P, Lindberg J. 2011. Improved accessibility modeling and its relation to poverty: A case study in Southern Sri Lanka[J]. Habitat International, 35(2): 316-326.
- Bai X M, Shi P J, Liu Y S. 2014. Society: Realizing China's urban dream[J]. Nature, 509: 158-160.
- Bocarejo S J P, Oviedo H D R. 2012. Transport accessibility and social inequities: A tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments[J]. Journal of Transport Geography, 24: 142-154.
- Chi G Q. 2010. The impacts of highway expansion on popula-

- tion change: An integrated spatial approach[J]. *Rural Sociology*, 75(1): 58-89.
- Chi G Q. 2012. The impacts of transport accessibility on population change across rural, suburban and urban areas: A case study of Wisconsin at sub-county levels[J]. *Urban Studies*, 49(12): 2711-2731.
- Kotavaara O, Antikainen H, Rusanen J. 2011a. Population change and accessibility by road and rail networks: GIS and statistical approach to Finland 1970-2007[J]. *Journal of Transport Geography*, 19(4): 926-935.
- Kotavaara O, Antikainen H, Rusanen J. 2011b. Urbanization and transportation in Finland, 1880-1970[J]. *The Journal of Interdisciplinary History*, 42(1): 89-109.
- López E, Gutiérrez J, Gómez G. 2008. Measuring regional cohesion effects of large-scale transport infrastructure investments: An accessibility approach[J]. *European Planning Studies*, 16(2): 277-301.
- Shiau T A. 2013. Evaluating sustainable transport strategies for the counties of Taiwan based on their degree of urbanization[J]. *Transport Policy*, 30: 101-108.
- Vaturi A, Portnov B A, Gradus Y. 2011. Train access and financial performance of local authorities: Greater Tel Aviv as a case study[J]. *Journal of Transport Geography*, 19(2): 224-234.
- Yang R, Liu Y S, Long H L, et al. 2015. Spatio-temporal characteristics of rural settlements and land use in the Bohai Rim of China[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 25(5): 559-572.

## Spatial coupling cooperative analysis of road transport superiority and urbanization at county level in China

YANG Ren

(School of Geography and Planning, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** With the fifth and sixth census and road network data, and using a spatial interoperability evaluation model and a spatial lag model, the spatial coupling relationship between China's road transport superiority degree and urbanization rate at the county level was analyzed. The result shows that: (1) Regional difference of China's urbanization rate is significant at the county level. Urbanization rate is low in traditional agricultural areas, poor contiguous mountainous counties (districts), and the spatial mismatch between economic development and labor resources was widespread, with urbanization taking place in areas away from residents' place of origin in underdeveloped areas. (2) Regional difference of road transport superiority degree is clear between the eastern and western regions and between the transport hubs and peripheries, with a clear "point-axis" spatial structure at the regional level. Road transport superiority degree showed a partial normal distribution at the county level. (3) The overall coverage of highways, national highways, provincial highways, and county and township roads affects road accessibility for production flow, information flow, and non-agricultural market entrance of rural production factors, which affect urbanization development at the county level. Urbanization was obviously facilitated by the presence of highway exits and railway stations. (4) The spatial interoperability grade of road transport superiority degree and urbanization rate shows a partial normal distribution, with significantly mutual influence between urbanization and road transport development levels.

**Key words:** urbanization; road transport superiority degree; spatial interoperability; rural geography; China