

中国省际边界区县域经济格局及影响因素的空间异质性

曹小曙, 徐建斌

(中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275)

摘要: 通过构建省际边界区经济发展差异指数, 结合空间自相关模型对省际边界区县域经济发展差异格局进行分析, 并利用全局回归(OLS)模型和地理加权回归模型(GWR)对省际边界区县域经济发展差异影响因素的空间异质性进行研究。结果表明, 中国省际边界区县域经济发展具有显著的空间集聚性, 边界经济发展差异较大的地区集中在蒙甘边界, 蒙宁边界和陕蒙边界地区。政府宏观调控因子与西部地区县域经济发展差异呈负相关趋势, 教育发展水平对县域经济发展差异影响呈现出贫困与发达地区二元分异, 边界的紧凑度、地形起伏度、交通优势度与产业结构因子对县域经济发展差异指数呈现出正相关趋势。本文具体分析了在不同省际边界县域内, 各影响因素对县域经济发展差异指数的影响程度差异和作用方向差异, 为合理调控不同地区发展要素、缩小省际边界地区经济发展差异、制定不同省际边界县域发展策略提供科学依据。

关键词: 省际边界区; 经济发展差异; 影响因素; 空间异质性; 地理加权回归; 中国

DOI: 10.11821/dlxb201806006

1 引言

中国的行政区边界是历史上长期形成的区域管理界线, 在边界内部存在行政管理的一致性、政策的一致性和自然条件的相似性^[1], 因此边界对经济活动有着重要影响^[2]。省际边界区是指两个或者两个以上省级行政区域在交界处所构成的特定的地理空间^[3], 省际边界区的县域为这一区域基本的结构单元^[4]。1978年以来, 受国家宏观层面效率优先政策因素的影响, 省域内部中心城市发展迅速, 省际边界地区发展较缓, 成为弱势区域。

西方学者从20世纪90年代开始关注边界地区的贸易发展问题, 研究的重点区域集中在欧美国家, 最早对边界区贸易进行研究的是加拿大学者McGallum, 利用1988-1990年美加两国贸易流量数据, 发现两国存在显著的边界效应, 边界对贸易产生了影响^[5]; 之后美国学者Engel等利用城市间价格数据、商品运输调查数据进行研究证实了这一结论^[6]。加拿大学者Head等从产业角度对欧盟1978-1995年一体化进程中国家之间边界效应进行度量, 结论认为欧洲的边界效应伴随着市场一体化程度的加强正逐步减小^[7]。2000年以来, 边界地区问题的国外研究从单一贸易向多元内容转化, 研究区域由欧美向亚太地区扩展。相关研究表明东南亚各国的边境走私及此类活动正规化问题受到重视^[8]; 中国和老挝边界口岸开放对边界地区的土地利用产生了深远影响^[9]; 南亚各国之间宗教和文化冲突是区域贫困问题的主要原因之一^[10]。

收稿日期: 2017-09-31; 修订日期: 2018-03-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671160) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41671160]

作者简介: 曹小曙(1970-), 男, 甘肃灵台人, 教授, 博士生导师, 中国地理学会会员(S110005157M), 主要从事交通地理与土地利用研究。E-mail: caoxsh@mail.sysu.edu.cn

同一时段, 省际边界区研究也受到了国内相关学者的重视, 在边界区的经济发展、贸易活动、市场调研和区域开发等方面开展了大量基础研究^[11-13]。进入21世纪后, 国际方面, 全球化和区域一体化发展加剧, 促使边界区的协作发展和发展战略成为了研究的热点问题^[14-15]; 国内方面, 伴随着省域中心地区的快速城镇化, 省际边界区城市化模式及发展路径^[16]、区域尺度下的经济发展时空差异^[4]、可持续发展措施^[17]、边界效应^[18]和驱动机制^[3]得到了广泛重视。至此, 中国省际边界地区研究从边界地区开发研究转向了边界地区的一体化发展研究。

综上所述, 省际边界区的协调发展是目前国内外边界区研究的重点问题, 其中减小或消除边界经济差异是其主要解决问题之一, 所以探明省际边界区经济差异及影响因素也尤为重要。现有研究中, 针对该部分内容的研究较少且多为单因子分析, 然而省际边界区经济发展差异的形成是自然—人文混合系统多因子综合作用的结果, 这就使得单因子分析存在了一定的局限性。因此, 对省际边界区经济发展格局进行分析, 以省际边界区经济发展差异为切入点, 分析差异形成的影响因素, 可以从根本上为省际边界地区协调发展提供科学依据。基于此, 确定本文的两个核心研究内容: ① 中国省际边界区县域经济发展的空间格局; ② 中国省际边界区县域经济发展差异及其影响因素的空间异质性。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究框架

针对要解决的科学问题, 本文首先采用全局空间自相关 (Moran's I 指数) 方法对中国省际边界区经济发展宏观层面的空间格局进行分析, 在此基础上采用ArcGIS平台中热点分析 (Getis-Ord G_i^*) 方法对区域具有统计学意义的“高值区”与“低值区”进行研判。其次, 通过构建经济发展差异指数对省际边界区县域经济差异进行研究, 根据数据的可获性及探索性回归方法确定解释变量, 并利用普通最小二乘法 (OLS) 和地理加权回归 (GWR) 对省际边界区县域差异的影响因素进行全局层面和空间层面的分析, 最终得到影响因素的空间异质性 (图1)。

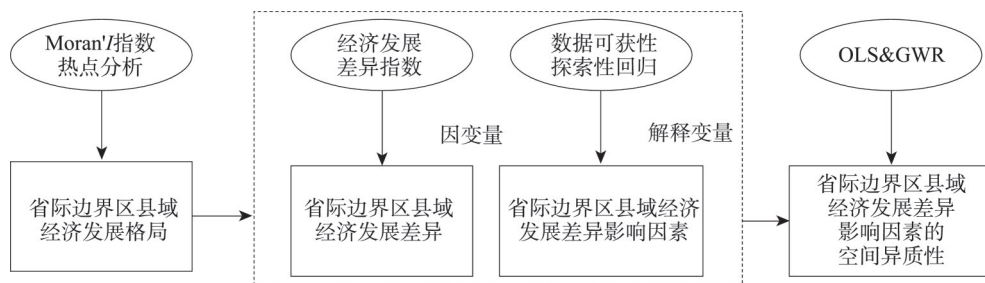


图1 研究框架

Fig. 1 Analytical framework

2.2 数据来源

研究数据主要有3个来源。之一为中国县级行政区域矢量数据, 来源于中国科学院资源环境科学数据中心提供的中国1:25万基础地理数据。对该数据做如下处理: ① 研究对象为省级行政单元 (包括省、自治区、直辖市) 相邻的县域行政单元, 由于海南省、山东省及台湾省等省份存在隔海相邻的情况, 文中对这种情况不予考虑; ② 由于个别市辖区边界有所变化, 统一以2013年中国行政区划为准; 经过处理, 共得到880个边界

县, 66条省际边界线。之二为省际边界县域的经济社会数据, 主要取于2015年各省(自治区、直辖市)统计年鉴、《中国区域经济统计年鉴》、《中国县(市)社会经济统计年鉴》、《中国县域经济统计年鉴》(县市卷)以及各县市统计机构发布的统计公报。之三为省际边界县域的DEM数据, 本文所用的DEM数据来自于SRTM数据, 其空间分辨率为1 km, 可以满足研究需要。

2.3 研究方法

2.3.1 全局空间自相关 全局空间自相关是衡量空间属性值的分布状态呈现出聚类模式、离散模式还是随机模式的一种方法。本文选取常用的Moran's I 指数进行空间自相关分析, 用以反映研究对象的空间分布状态, 其计算公式如下:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (1)$$

式中: W_{ij} 是要素 i 和 j 之间的空间权重, 若相邻则值为1, 不相邻为0; X_i 、 X_j 为 X 在相应空间单元 i 和 j 上的取值; \bar{X} 为 X 的平均值; n 等于要素总数。 I 值区间为 $[-1, 1]$, 若为 $[0, 1]$ 则表示正相关即要素属性趋于空间聚集分布; 若为 $[-1, 0]$, 则表示负相关即变量分布趋于分散, 值越趋于1或者-1, 表示空间分布差异性越大。

2.3.2 地理加权回归(GWR) 传统的线性回归模型只是对所有的样本和参数进行全局性的估计, 并没有加入空间格局等要素的考虑, 使得自变量如果存在空间自相关性就无法满足传统回归模型(OLS模型)残差项独立的假设, 最小二乘法进行参数估计将不再适用^[3]。地理加权回归(GWR)模型引入对不同区域的影响进行估计, 能够反映参数在不同空间的空间非平稳性, 使得空间位置不同参数产生变化, 结果也更为符合实际, 因此本文采用GWR分析, 其模型结构如下:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2)$$

式中: y 为观测值; $\beta_0(u_i, v_i)$ 为 i 点的回归系数, 表示自变量对因变量的影响程度; (u_i, v_i) 是第 i 个样本空间单元的地理中心坐标; $\beta_k(u_i, v_i)$ 是连续函数 $\beta_k(u, v)$ 在 i 样本空间单元的值; x_{ik} 表示独立变量 x_k 在 i 点的值; ε 为方差为常数的正态分布函数, 代表随机误差项。GWR模型中的权重设定为某一观测点到其他观测点距离的函数, 模型的精度很大程度上受到带宽的影响, 确定带宽的方法有赤池信息准则法(Akaike information criterion, AIC)和交叉确认法(Cross-Validation, CV)等, 由于AIC方法兼顾了不同模型存在不同自由度的差异, 故本文在计算时采取以高斯函数确定权重, 以AIC方法确定最优带宽。

2.3.3 变量选取与处理 为探究中国省际边界区县域经济发展差异, 构建经济发展差异指数, 其计算模型如下:

$$D_{ij} = X_{ij} - \sum_{i=1}^n X_{ij} / n \quad (3)$$

式中: D_{ij} 为第 i 条省际边界 j 县域的经济发展差异指数; X_{ij} 为第 i 条省际边界 j 县的人均GDP; n 为第 i 条省际边界线所相邻的县域个数。经济发展差异指数越高说明此县域经济发展要水平高于所在省际边界线相邻县域的平均值, 反之则说明越低于平均值。

在运行GWR模型之前, 根据样本数据的可获性原则对样本进行探索性回归分析(exploratory regression), 结果显示当最优组合变量为7个时, 最大校正 R^2 达到0.7, VIF值为1.96, 不存在多重共线问题且模型拟合优度达到70%。根据结果选定人均公共财政收入、人均全社会固定资产投资、万人在校学生数、边界紧凑度^[19]、地形起伏度^[20]、交

通优势度^[21]、第二产业占比为最优的解释变量组合(表1)。其中人均公共财政收入与人均全社会固定资产投资代表政府宏观调控,数据主要通过统计年鉴及统计公报获取。万人在校学生数代表县域教育发展水平,数据主要通过《中国县域统计年鉴》(县市卷)获取,缺失数据通过各县市统计公报补充。边界紧凑度是衡量边界形状聚集性和完整性的重要指标,计算公式为:

| 表 1 因子系统及解释变量 | |
|--|-------------------|
| Tab. 1 Explanatory variables and indexes | |
| 因子系统 | 解释变量 |
| 政府宏观调控 | 人均公共财政收入、人均固定资产投资 |
| 教育发展水平 | 万人在校学生数 |
| 边界自然属性 | 边界紧凑度、县域地形起伏度 |
| 交通发展水平 | 交通优势度 |
| 产业结构水平 | 第二产业增加值占 GDP 比例 |

$$C=2\sqrt{\pi A}/P$$

(4)

式中: C 为边界紧凑度; A 为县域面积; P 为县域边界周长,通过 ArcGIS 平台计算获取^[19]。地形起伏度是反映县域内部地势起伏高差,计算公式为:

$$R=\Delta A/\bar{A}$$

(5)

式中: R 为地形起伏度; ΔA 为县域内海拔高差; \bar{A} 为县域内海拔平均值,通过 DEM 数据计算获取^[20]。交通优势度反映县域的交通运输发展水平,这里参照黄晓燕等^[21]的计算思路,采取公路网络密度权重 50% (高速公路、国道和省道密度) 及城市临近度权重 50% (县政府所在地距离最近地级市距离) 加权求得,地图矢量化数据来自于 2013 年中国地图出版社出版的《中国公路里程分册系列》地图册绘制。第二产业占比代表县域的产业结构发展水平,其占比越高说明县域产业结构工业和建筑业占比越高,通过《中国区域经济统计年鉴》、《中国县(市)社会经济统计年鉴》获取。

3 省际边界区县域经济发展空间格局分析

3.1 省际边界县域经济发展空间自相关分析

利用公式(1)通过对 2014 年中国省际边界县域 GDP 进行空间自相关分析,得到 Moran's I 指数等于 0.19, Z 值大于 1.96,在 0.01 的显著性水平下通过检验,结果说明中国省际边界县域人均 GDP 呈现出空间正相关性,各县域的经济发展空间上并不独立,呈现出一定程度的集聚特征。其次,利用 ArcGIS 平台中的热点分析(Getis-Ord G_i^*)工具对省际边界县域经济发展的空间集聚性进行分析,此工具可以识别具有统计学显著性的热点(Hot Spot)和冷点(Cold Spot),得到图 2a。从图 2a 中可以看出,热点区分布于京津、京冀、冀鲁、晋冀、陕晋、陕蒙、蒙甘、苏皖、苏沪、浙苏及浙皖等边界县域,此类县域按地域可分为两类:①位于京津冀城市群和长三角城市群附近,受城市群辐射带动强,整体经济实力较强;②中西部省际边界区县域,大型资源型企业较多,但常住人口较少,因此人均 GDP 较高,成为热点区域。显著性在 0.01 以上的冷点区域主要集中在西南地区省际边界,如青川、川藏、川黔、滇黔等边界地区,这些区域的特点是多位于西部地区,整体经济发展水平较低,区域中心城市辐射带动能力较弱。

3.2 省际边界区县域经济发展差异指数空间分异

利用公式(3)对省际边界区县域经济发展差异指数进行计算得到图 2b。从图 2b 中来看, D_9 的高值区集中分布在蒙甘边界,蒙宁边界和陕蒙边界地区,造成这种分布的原因仍是内蒙古高值区县域大型资源型企业较多但常住人口较少,其人均 GDP 要显著高于同一省际边界线上的其他县域城市平均值,省际边界另一端的甘肃省县域整体人均 GDP

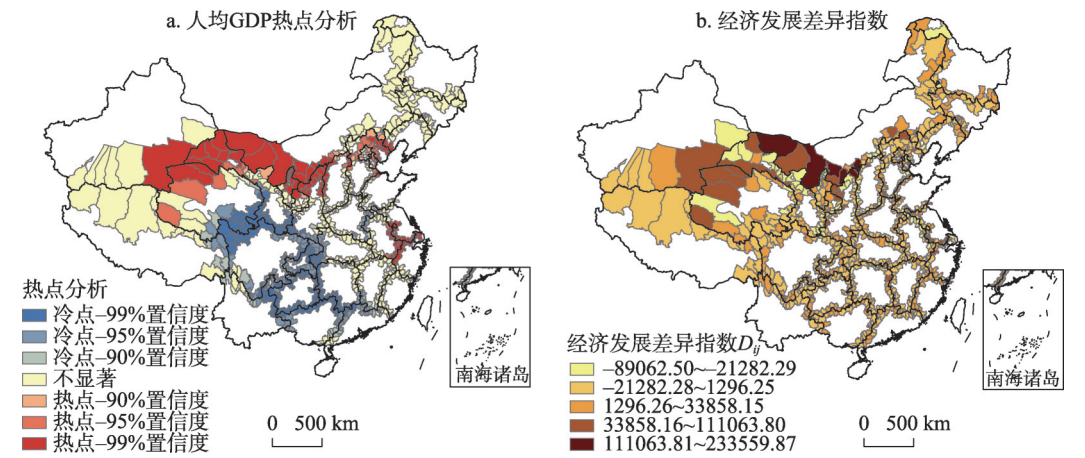


图2 中国省际边界县域经济发展空间分异

Fig. 2 Spatial pattern of per capita GDP in provincial boundary counties of China

较低，所以形成低值集聚区。此外，其他低值区主要集中在苏皖边界安徽端、新甘边界甘肃端、陕蒙边界的陕西端，这些县域的人均GDP要低于所在省际边界线的平均值。利用公式（1）对省际边界区经济发展差异指数 D_{ij} 进行空间自相关分析，得到Moran's I 指数为0.02， Z 得分大于1.96，在0.01的显著性水平下通过检验，结果说明 D_{ij} 呈现出空间正相关性，各县域的经济发展差异指数在空间上并不独立，呈现出一定程度的聚类特征，所以运用GWR模型对省际边界区县域经济发展差异的影响因素分析具有必要性和可行性。

4 省际边界区县域经济发展差异影响因素空间异质性分析

4.1 基于OLS模型的影响因素分析

在使用GWR模型研究省际边界县域经济发展差异影响因素的空间异质性之前，首先采用OLS模型（全局回归）检验经济发展差异指数与各解释变量之间的平均关系，OLS模型运算结果如表2。模型的决定系数 R^2 和校正决定系数调整 R^2 分别达到0.3795和0.3745，即模型解释了37.45%的省际边界区县域经济发展差异指数的变化。结果显示地形起伏度和万人在校生数与省际边界区县域经济发展差异指数呈负相关，其余解释变量与省际边界区县域经济发展差异指数呈正相关。其中边界紧凑度、交通优势度和第二产业占比正相关系数分别为1706.94、27600.20和44327.43，说明

表2 OLS模型运算结果

Tab. 2 Calculation results of OLS model

| 变量 | 系数 | 标准差 | t 统计量 | 稳健概率 | VIF |
|----------------|-----------|---------|---------|-------|------|
| 常数项 | -35033.12 | 5426.85 | -6.46 | 0.00* | - |
| 边界紧凑度 | 1706.94 | 3043.83 | 0.56 | 0.72 | 1.55 |
| 地形起伏度 | -5.90 | 4.27 | -1.38 | 0.15 | 1.31 |
| 交通优势度 | 27600.20 | 8630.03 | 3.19 | 0.03* | 1.64 |
| 第二产业占比 | 44327.43 | 5524.67 | 8.02 | 0.00* | 1.26 |
| 万人在校生数 | -0.10 | 1.41 | -0.07 | 0.94 | 1.01 |
| 人均公共财政收入 | 1.18 | 0.20 | 5.77 | 0.01* | 1.75 |
| 人均固定资产投资 | 0.20 | 0.02 | 8.46 | 0.00* | 1.93 |
| 多重决定系数 | 0.38 | | | | |
| 校正决定系数 | 0.37 | | | | |
| 阿凯克信息准则(AICc) | 19985.90 | | | | |
| Koenker(BP)统计量 | 176.16 | | | | |

注：Koenker 检验（ $P < 0.000$ ）显示需通过稳健概率来评估解释变量的统计显著性；*：表示该变量具有统计显著性。

其他变量不变的前提下，这3个变量每增加一个单位省际边界地区的人均GDP差异就会增加1706.94元、27600.20元和44327.43元。人均公共财政收入和人均固定资产投资正相关系数较小，但其稳健概率统计量为显著，因此，公共财政收入和固定资产投资对于省际边界区人均GDP的差异存在一定程度的影响。整体来看其他因素不变的情况下，第二产业占比对省际边界县域经济发展差异影响最为显著，之后分别为交通优势度、人均公共财政收入和固定资产投资等因素。其次，边界紧凑度、地形起伏度和万人在校生数3个变量的稳健概率统计显著性较差，由于所有解释变量的VIF值均小于7.5，因此没有冗余的解释变量。Koenker（BP）统计量显示OLS模型在整个研究区域内发生变化，即省际边界区县域的经济差异指数与解释变量不存在地理空间的一致性，因此需要通过GWR模型解决空间不稳定性，即空间异质性问题。

4.2 基于GWR模型的影响因素的空间异质性分析

4.2.1 GWR模型回归结果分析 GWR模型运算结果如表3所示，模型的决定系数 R^2 和校正决定系数分别为0.47和0.45，高于OLS决定系数与校正决定系数，模型的拟合优度有较大提高，AICc值低于OLS模型，GWR模型的拟合性能相比有所提升，模型的条件数均小于30，变量之间没有出现局部多重共线性。从GWR回归的参数估计的中位数来看，与省际边界区县域经济差异指数呈正相关且相关性较大的为第二产业增加值占比及交通优势度，其次为边界紧凑度、人均公共财政收入和人均固定资产投资等因子；地形起伏度和万人在校生与省际边界区县域经济差异指数呈现出负相关趋势。

表3 GWR模型运算结果
Tab. 3 Calculation results of GWR model

| | 最小值 | 25%分位数 | 中位数 | 75%分位数 | 最大值 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 常数项 | -47530.17 | -44891.14 | -40965.52 | -36124.47 | -6284.49 |
| 边界紧凑度 | -22328.95 | -341.50 | 3967.45 | 6481.34 | 9535.90 |
| 地形起伏度 | -31.87 | -10.88 | -3.55 | 0.02 | 8.27 |
| 交通优势度 | 6617.00 | 29550.97 | 42491.83 | 50870.52 | 61185.34 |
| 第二产业增加值占比 | 2286.66 | 36305.07 | 43039.44 | 48832.69 | 87059.63 |
| 万人在校生 | -16.76 | -0.87 | -0.35 | 0.26 | 1.36 |
| 人均公共财政收入 | -0.40 | 0.76 | 1.19 | 1.51 | 2.58 |
| 人均固定资产投资 | 0.10 | 0.20 | 0.26 | 0.34 | 0.50 |
| 多重决定系数 | 0.47 | - | - | - | - |
| 校正决定系数 | 0.45 | - | - | - | - |
| 阿凯克信息准则(AICc) | 19886.00 | - | - | - | - |
| 带宽(Bandwidth) | 893555.31 | - | - | - | - |

4.2.2 影响因素的空间异质性分析 对GWR模型回归结果中各解释变量的系数进行空间可视化表达，得到各解释变量的空间分布。各解释变量对省际边界区县域经济发展差异指数的影响存在很大的空间差异。

(1) 政府宏观调控

政府宏观调控主要包括人均公共财政收入和人均固定资产投资指标。从人均公共财政收入来看，99%的县域与省际边界区经济发展差异指数呈现出正相关趋势（图3a）。人均固定资产投资则整体呈现出正相关的趋势（图3b）。从空间异质性来看，人均公共财政收入参数中高值集中在东北地区，低值区则集中分布在新藏边界地区，参数较低值区位于西南地区省际边界。人均固定资产投资参数中高值集中在苏皖边界、浙皖边界、浙

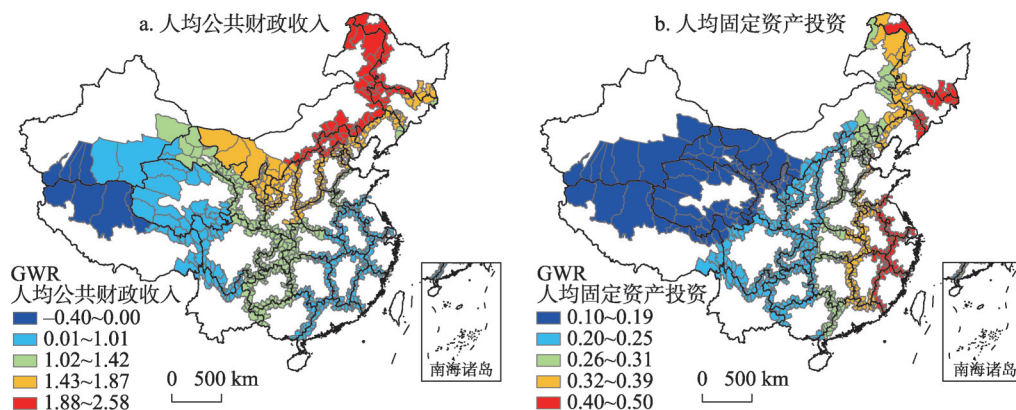


图3 中国省际边界县政府宏观调控能力参数估计空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of the government's macro-control capability parameter estimation in provincial boundary counties of China

赣边界及东北的黑吉边界、吉辽边界地区，低值集中在宁蒙边界、蒙甘边界、青藏边界、新藏边界和甘新边界等西北地区；整体呈现出从东部地带向西北省际边界区递减的圈层结构；由于三大地带经济基础的差异，相对于中东部地区来说西北省际边界区人均固定资产投资的增加更有利于降低差异指数，因此，应继续深入推进“西部大开发”战略，合理引导西部地区投资，缩小西部地区省际边界差异，促进区域协调发展。

(2) 教育发展水平

教育发展水平对于省际边界区县域经济发展差异指数的影响在63.43%的县域呈现出负相关的趋势，此类县域主要分布于中部、华中、华南和青藏等地区的省际边界地区，其中60.47%的县域经济发展差异指数为负值，表明负相关区域内60.47%的县域人均GDP要低于其省际边界区平均值，为较贫困县域（图4）。省际边界县域中36.57%呈现出正相关趋势，此类县域主要分布在川藏边界、滇贵边界、滇桂边界、滇川边界、黑蒙边界等地区，其中有61.68%的县域经济发展差异指数为正值。教育发展水平对省际边界区县域的影响呈现出较发达地区与贫困地区的差异，在多数贫困地区教育发展水平呈现出负相关趋势，在较发达地区则呈现出正相关趋势。因此，加大贫困地区教育扶持力度，是区域减贫扶贫的一种重要手段。

(3) 边界自然属性

已有研究表明行政边界形状和地形起伏度对于区域社会、经济和环境发展有着重要影响^[19-20]。行政边界的阻隔作用是省际边缘区区域差异产生的重要影响因素^[19]。从图5a来看，边界紧凑度对于省际边界县域经济发展差异的影响有73.26%的县域为正相关趋势，高值区主要集中在粤桂边界、湘粤边界、湘赣边界、浙赣边界、浙闽边界、湘鄂边界等地区，这些地区的边

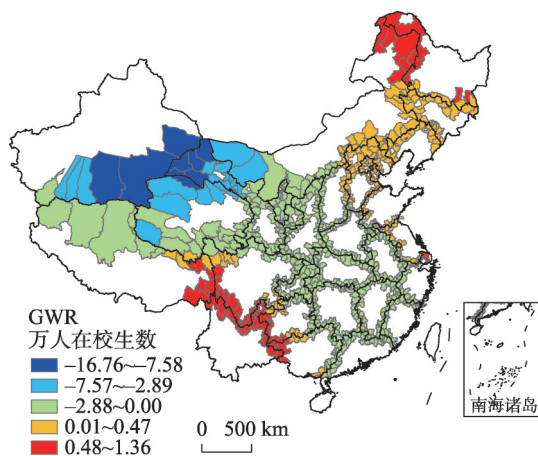


图4 中国教育发展水平参数估计空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of educational development level parameter estimation

界形状更为紧凑使得省际边界区经济发展差异也较大。从地形起伏度来看（图 5b），高值区主要集中在湘赣边界、粤桂边界、闽赣边界、浙皖边界、浙赣边界、鄂赣边界、新藏边界、青藏边界和青新边界地区，此类地区多有高大山系，如闽粤赣边界的武夷山、新藏和青藏边界的昆仑山脉和祁连山脉都造成这些地区地形起伏较大，使得省际边界县域经济发展差异较大。

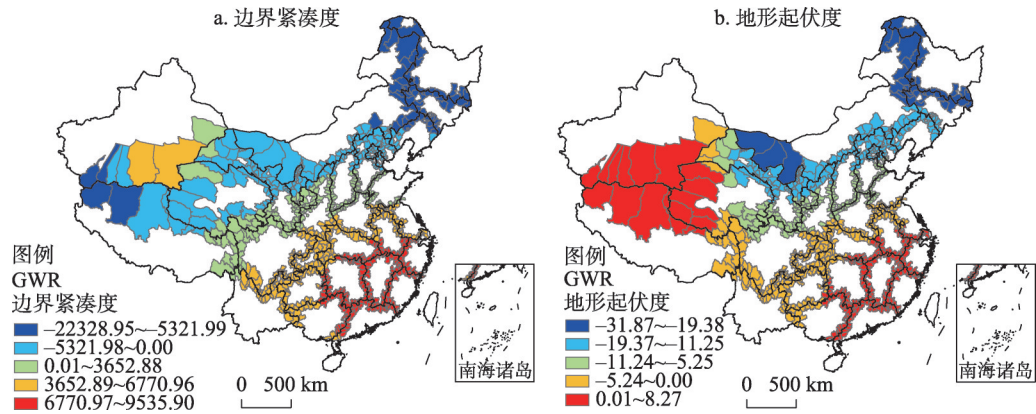


图5 中国边界自然属性参数估计空间分布
Fig. 5 Spatial distribution of boundary natural property parameter estimation

(4) 交通发展水平

交通优势度对于省际边界区县域经济发展差异指数的影响呈现出从中部地区向东北及西南方向递减的圈层结构，所有样本均显示交通优势度与省际边界县域经济发展差异指数呈现出正相关趋势，说明交通优势度越高则省际边界县域经济差异指数越大，县域人均GDP越趋向于高于所在省际边界县域的平均值（图6）。这与已有研究认为交通优势度对经济增长具有明显的推动作用是一致的^[22]。因此，加大西部特别是西南地区省际边界地区的交通基础设施建设，促进西部地区交通优势度提高，是缩小省际边界区经济发展差异的重要手段。

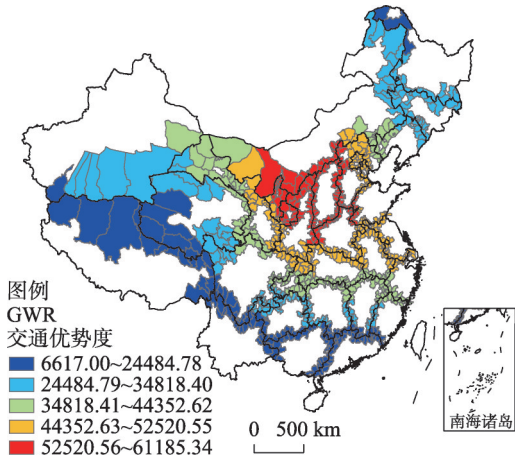


图6 中国交通发展水平参数估计空间分布
Fig. 6 Spatial distribution of traffic development level parameter estimation

(5) 产业结构水平

产业结构水平对于省际边界区县域经济发展水平差异指数的影响均为正相关，且呈现出从西北省际边界区向东南和东北递减的圈层结构（图7）。产业结构水平参数高值区集中在新藏边界、新甘边界、青新边界等地区，低值区集中在东北的黑蒙边界、黑吉边界和吉辽边界等地区。就青藏和新藏省际边界区县域的当前发展水平来看，第二产业增加值占比越高，则县域经济发展与相邻县域的差距就越大，但相对于黑蒙及黑吉边界县域来看，由于其二产占比较高，第二产业占比的增加对于省际边界县域经济发展差异的影响则较小。因此，在国家宏观转型跨越发展的进程中，制定因地制宜因势利导的产业发展策略，才能缩小局部与全国省际边界区的差异，促进省际边界地区的协调发展。

总体上, GWR模型拟合效果优于OLS模型, 其基于局部的解释变量回归能够为制定差异化的区域协调发展策略提供一定的定量依据。

5 结论与讨论

通过构建中国省际边界区县域经济发展差异指数, 在对省际边界区县域经济格局及差异进行分析的基础上, 利用GWR模型探究了中国省际边界区经济发展差异影响因素的空间异质性。主要结论如下:

① 通过对中国省际边界县域人均GDP进行热点分析显示, 热点区主要分布在京津、京冀、冀鲁、晋冀、陕晋、陕蒙、蒙甘、苏皖、苏沪、浙苏及浙皖等边界县域, 此类县域按特征可分为两类: 一类是位于京津冀城市群和长三角城市群附近, 受城市群辐射带动强, 整体经济实力较强; 另一类是中西部省际边界区县域, 多为资源型城市, 整体GDP较高, 但常住人口较少, 因此成为热点区域。冷点区域主要集中在西南地区省际边界, 如青川、川藏、川黔、贵黔等边界地区, 这些区域的特点是多位于西部地区, 整体经济发展水平较低, 区域中心城市辐射带动能力较弱。从省际边界区县域经济差异指数来看, 高值区集中分布在蒙甘边界, 蒙宁边界和陕蒙边界地区, 由于甘肃省县域整体人均GDP较低, 所以形成低值集聚区。此外, 其他低值区集中在苏皖边界安徽端、新甘边界甘肃端、陕蒙边界的陕西端。

② 根据OLS模型回归结果整体来看, 在其他因素不变的情况下, 第二产业占比对省际边界县域经济发展差异影响最为显著, 其次分别为交通优势度、人均公共财政收入和固定资产投资等因素。边界紧凑度、地形起伏度和万人在校生数三个变量的稳健概率统计显著性较差。

③ 根据GWR模型回归结果, 政府宏观调控能力整体呈现出从东部地带向西北省际边界区递减的圈层结构; 相对于中东部地区来说西北省际边界区人均固定资产投资的增加有利于降低差异指数, 因此, 应继续深入推进“西部大开发”战略, 合理引导西部地区投资, 缩小西部地区省际边界差异, 促进区域协调发展。教育发展水平与省际边界区县域经济发展差异指数呈现出贫困与发达地区的分化, 加大教育投资对于缩小省际边界区发展差异, 实现减贫和扶贫有重要作用。边界紧凑度越低, 县域地形起伏度越低则省际边界区县域经济发展差异就越小。交通优势度越高则与其他县域经济发展差异就越大。当前经济发展水平下, 省际边界区县域第二产业增加值占GDP比例越高, 与相邻县域经济发展差异就越大。因此, 针对不同地区实际发展情况, 合理优化要素投入, 科学调整产业政策, 才能缩小省际边界地区经济发展差异, 促进地区的协调发展。

本文通过空间自相关模型及GWR模型对造成省际边界区差异的社会经济因素与自然因素进行全局和空间分析, 为缩小省际边界区经济发展差异, 制定更为全面的区域统筹和协调发展战略提供了科学依据。由于面板数据的局限性, 影响因素在时间维度上的空间差异变化并没有涉及。为此, 在后续研究中加入长时间序列解释变量的空间异质性, 将有助于更全面地解析省际边界区县域经济发展差异的影响因素及其时空异质性。

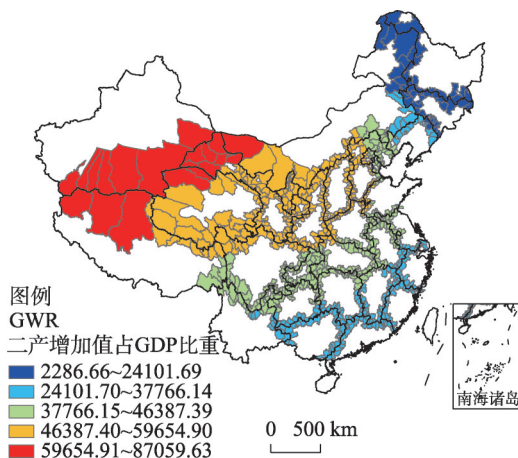


图7 中国产业结构水平参数估计空间分布

Fig. 7 Spatial distribution of industrial structure level parameter estimation

参考文献(References)

- [1] Zhang X, Li C, Li W, et al. Do administrative boundaries matter for uneven economic development? A case study of China's provincial border counties. *Growth & Change*, 2017(1): 1-25.
- [2] McCallum J. National borders matter: Canada-U.S. regional trade patterns. *American Economic Review*, 1995, 85(3): 615-623.
- [3] Qiu Fangdao, Tong Lianjun, Zhu Chuangeng, et al. Spatio-temporal pattern and driving mechanism of economic development discrepancy in provincial border-regions: A case study of Huaihai economic zone. *Geographical Research*, 2009, 28(2): 451-463. [仇方道, 佟连军, 朱传耿, 等. 省际边缘区经济发展差异时空格局及驱动机制: 以淮海经济区为例. *地理研究*, 2009, 28(2): 451-463.]
- [4] Zhang Xuebo, Yang Chengfeng, Song Jinping, et al. Spatial pattern evolution of China provincial border counties economic disparity. *Economic Geography*, 2015, 35(7): 30-38. [张学波, 杨成凤, 宋金平, 等. 中国省际边缘县域经济差异空间格局演变. *经济地理*, 2015, 35(7): 30-38.]
- [5] Engel C, Rogers J H. How wide is the border? *American Economic Review*, 1996, 86(5): 1112-1125.
- [6] Russell Hillberry. Regional trade and "the medicine line": The national border effect in U.S. commodity flow data. *Journal of Borderlands Studies*, 1998, 13(2): 1-17.
- [7] Head K, Mayer T. Non-Europe: The magnitude and causes of market fragmentation in the EU. *Review of World Economics*, 2000, 136(2): 284-314.
- [8] Lee S K. Behind the scenes: Smuggling in the Thailand-Myanmar borderland. *Pacific Affairs*, 2015, 88(4): 767-790.
- [9] Liu X, Jiang L, Feng Z, et al. Rubber plantation expansion related land use change along the Laos-China border region. *Sustainability*, 2016, 8(10): 1011.
- [10] Tripathi D. Interrogating linkages between borders, regions, and border studies. *Journal of Borderlands Studies*, 2015, 30(2): 1-13.
- [11] Li Qing. Attention must be paid to the development of boundary zones. *China Economic Studies*, 1991, 11(4): 52-55. [李青. 必须重视开发边界区. *中国经济问题*, 1991, 11(4): 52-55.]
- [12] Chen Zhao. Research of administrative border-regions. *Human Geography*, 1996, 11(4): 45-48. [陈钊. 行政边界区域刍论. *人文地理*, 1996, 11(4): 45-48.]
- [13] Peng Fangchun, Zhi Luchuan, Rong Tao. Planning and layout of energy development in contiguous area of Shanxi, Shaanxi and Mongolia. *Resources Science*, 1995, 17(5): 4-16 [彭芳春, 支路川, 容涛. 晋陕蒙接壤区能源开发与布局. *资源科学*, 1995, 17(5): 4-16.]
- [14] Li Zhigang. The regional development in contiguous area of Shaanxi-Gansu-Ningxia: A study on development strategy in typical resourceful underdeveloped area. *Scientia Geographica Sinica*, 2000, 20(2): 139-143. [李志刚. 陕甘宁接壤区的区域发展: 典型资源型欠发达地区发展战略研究. *地理科学*, 2000, 20(2): 139-143.]
- [15] Shang Zhengyong, Bai Yongping, Zhang Xiaolin, et al. Mountainous region coordinated development in inter-provincial boundary area: A case of boundary area of Guangdong, Fujian, Hunan and Jiangxi. *Journal of Mountain Science*, 2010, 28(5): 552-559. [尚正永, 白永平, 张小林, 等. 丘陵山地省际边界区域协调发展研究: 以粤闽湘赣边界区域为例. *山地学报*, 2010, 28(5): 552-559.]
- [16] Zhu Chuangeng, Wang Zhenbo, Qiu Fangdao. Study on urbanization model of provincial border-regions. *Human Geography*, 2006, 21(1): 1-5, 128. [朱传耿, 王振波, 仇方道. 省际边界区域城市化模式比较研究. *人文地理*, 2006, 21(1): 1-5, 128.]
- [17] Qi Heng. Research on sustainable development of the county-level boundary regions in northwest Hunan Province. *Economic Geography*, 2005, 25(3): 307-309. [齐恒. 湘西北县际边界地区可持续发展研究. *经济地理*, 2005, 25(3): 307-309.]
- [18] Wang Zhenbo, Zhu Chuangeng, Xu Jiangang. Measurement of the border effect of provincial border regions: A case study of Huai-Hai Economic Zone. *Economic Geography*, 2008, 28(5): 765-770. [王振波, 朱传耿, 徐建刚. 省际边界区域边界效应的测定: 以淮海经济区为例. *经济地理*, 2008, 28(5): 765-770.]
- [19] Shuai Fangmin, Wang Xinsheng, Zhu Chaoping, et al. A GIS-based analysis of the shapes of provincial boundaries of China. *Geo-Information Science*, 2008, 10(1): 34-38. [帅方敏, 王新生, 朱超平, 等. 中国省级行政区边界形状的GIS分析. *地球信息科学学报*, 2008, 10(1): 34-38.]
- [20] Feng Zhiming, Tang Yan, Yang Yanzhao, et al. The relief degree of land surface in China and its correlation with population distribution. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(10): 1073-1082. [封志明, 唐焰, 杨艳昭, 等. 中国地形起伏度及其与人口分布的相关性. *地理学报*, 2007, 62(10): 1073-1082.]

- [21] Huang Xiaoyan, Cao Xiaoshu, Li Tao. The relationship between regional transport superiority and regional economic performance in Hainan. *Geographical Research*, 2011, 30(6): 985-999. [黄晓燕, 曹小曙, 李涛. 海南省区域交通优势度与经济发展关系. *地理研究*, 2011, 30(6): 985-999.]
- [22] Wang Wulin, Yang Wenyue, Cao Xiaoshu. Road transport superiority degree and impact on economic growth in the concentrated contiguous severe poverty areas in China. *Progress in Geography*, 2015, 34(6): 665-675. [王武林, 杨文越, 曹小曙. 中国集中连片特困地区公路交通优势度及其对经济增长的影响. *地理科学进展*, 2015, 34(6): 665-675.]

Spatial heterogeneity analysis of regional economic development and driving factors in China's provincial border counties

CAO Xiaoshu, XU Jianbin

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

Abstract: The economic development difference index and spatial autocorrelation model is used to analyze the different patterns of economic development in China's provincial border counties. And the spatial heterogeneity of regional economic development and its driving factors were studied by using Ordinary Least Square (OLS) and geo-weighted regression model (GWR). The results show that the counties' economic development of the provincial border areas in China has significant spatial agglomeration, and the areas with large differences in border economic development are concentrated in the border areas such as Inner Mongolia-Gansu, Inner Mongolia-Ningxia, Shaanxi-Inner Mongolia and other border areas. There is a negative correlation between the macroeconomic regulation and the economic development of the western region. The influence of educational development level on county economic disparity shows the regional differentiation of poverty and developed counties. There is a positive correlation between the compactness of the boundary, the terrain fluctuation degree and the provincial economic development at the provincial boundary. Traffic dominance and industrial structure factor show a positive correlation trend in terms of the difference of county economic development. This paper analyzes the differences between the influencing factors and the direction of the impact of different factors on the development index of county economic development in different counties. It provides scientific basis for rationally regulating the elements of development in different regions, narrowing the economic development differences in the border areas and setting up different provincial border development strategies.

Keywords: provincial border area; differences in economic development; driving factors; spatial heterogeneity; geographic weighted regression; China