

# 中国地级以上城市“五化”协调发展时空格局及影响因素

江孝君<sup>1,2</sup>, 杨青山<sup>1,2\*</sup>, 刘 鉴<sup>1,2</sup>

(1. 东北师范大学地理科学学院, 长春 130024; 2. 东北师范大学城镇化与区域发展研究中心, 长春 130024)

**摘 要:**加快推进绿色化与工业化、城镇化、农业现代化、信息化的协同发展是全面建成小康社会和实现经济社会可持续发展的必然要求。本文以中国342个地级及以上城市为研究对象,构建“五化”协调发展水平及其效率测度指标体系,采用耦合协调模型、数据包络分析模型、面板数据回归模型,测度分析了2008和2013年各行政单元“五化”协调水平、发展效率、空间分异特征及影响因素。结果表明:①“五化”发展综合度、耦合度及协调度均呈上升趋势且区域差异逐渐缩小,但环渤海、长三角及珠三角等东部地区发展水平仍明显高于中西部地区。②“五化”协调发展空间分异呈“集群化”、“等级化”及“梯度化”特征,呈现东部>中部>西部的发展格局。③“五化”协调发展综合效率和规模效率较低且区域差异显著,纯技术效率较高且区域差异较小;“五化”协调发展效率呈“等级化”及“阶梯化”特征,效率值的高低与城市行政级别等级格局基本一致,且从东部向中西部地区依次降低。④“五化”协调规模效率较低是导致综合效率低的关键原因;“五化”协调度空间格局的形成是自然地理环境、经济社会发展差异等综合因素共同作用的结果。

**关键词:**“五化”协调发展;时空分异格局;影响因素;耦合函数;中国

## 1 引言

加快推进绿色化与工业化、城镇化、信息化、农业现代化的协同发展是新时期中国经济社会发展的客观需求,是全面建成小康社会、实现可持续发展的必然要求。从党的十八大提出“四化同步”到2015年3月中共中央政治局会议审议通过《关于加快推进生态文明建设的意见》中提出把生态文明建设融入经济、政治、文化、社会建设各方面和全过程,协同推进新型工业化、城镇化、农业现代化、信息化和绿色化发展(简称“五化”),契合了中国经济社会发展的时代特征,明确了新时期区域发展的方向,体现了国家治理现代化战略的历史性转型。“五化”协同发展本质是将工业化、城镇化、农业现代化、信息化与绿色化当作相互作用、相互影响和相互促进的整体系统,作为现代化建设的五个有机系

统,只有实现协调发展,才能获得互惠共赢,最终实现生产力、产业结构、资源配置方式、社会发展水平的全面升级与转换,从而加快推进现代化进程(黄祥芳等, 2015)。

目前,学术界关于“五化”协调发展研究已取得了较为丰硕的成果,但也存在一定不足,总结发现:在研究内容上,学者们从工业化(渠爱雪, 2006)、城镇化(韩增林等, 2009)、信息化(宋周莺等, 2013)、农业现代化(龙冬平等, 2014)与绿色化(秦伟山等, 2013)等不同视角出发构建指标体系进行单系统测度研究,并针对“五化”各子系统相互之间的作用机制、协调水平、空间特征、影响因素及体制机制建设等进行了大量研究(李国平, 2008; Lu et al, 2011; Liu et al, 2013; Sun et al, 2013; 丁志伟等, 2013, 2016; 王瑜炜等, 2014; 田文富, 2016),但将“五化”作为一个整体系统,实证探讨其协调水平及效率的

收稿日期:2016-11;修订日期:2017-06。

基金项目:国家自然科学基金项目(41271555)[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41271555]。

作者简介:江孝君(1990-),男,河北邯郸人,博士研究生,主要从事经济地理、城市与区域发展研究,E-mail: jiangxj728@nenu.edu.cn。

通讯作者:杨青山(1963-),男,辽宁葫芦岛人,教授,博导,主要从事经济地理、城市与区域规划研究,E-mail: yangqs027@nenu.edu.cn。

引用格式:江孝君, 杨青山, 刘鉴. 2017. 中国地级以上城市“五化”协调发展时空格局及影响因素[J]. 地理科学进展, 36(7): 806-819. [Jiang X J, Yang Q S, Liu J. 2017. Spatiotemporal patterns and influencing factors of the "Five Modernizations" coordinated development of prefecture level and above cities in China[J]. Progress in Geography, 36(7): 806-819.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2017.07.003

文献较少,针对“五化”协调发展影响因素的研究较为薄弱;在研究尺度上,以往研究大多以全国(郭俊华等, 2014)、省域(范辉等, 2015)或城市群(潘竞虎等, 2015)等为空间尺度,市域层面的研究很少;在研究方法上,通过构建测度指标体系,运用耦合协调、主成分分析、地理加权回归、PLS通径和空间距离测度等模型,静态测度并分析“五化”协调发展特征(石涛, 2014; 徐维祥等, 2014),缺乏将统计学法、效率分析法和GIS空间分析法相结合研究“五化”协调发展的空间分异特征,同时忽视了时间序列的对比;在构建“五化”协调发展指标体系方面随机性较大,地域性、时效性和综合性考虑不足。

“五化”协调发展是一项综合性、系统性、时效性很强的复杂工程,有必要在尺度选择、研究内容、方法和影响机制等方面进行深入探索。因此,本文将工业化、城镇化、农业现代化、信息化与绿色化作为一个综合发展系统,尝试构建“五化”协调发展水平及效率测度指标体系,基于地学视角和计量模型,以中国342个地级及以上城市为研究对象,分别测度2008和2013年城市“五化”协调发展水平及效率,初步探讨其空间分异特征,并运用多元回归模型分析影响“五化”协调发展的相关因素,以求增强对当前中国“五化”协调发展水平、效率格局及其影响机制的认识,为国家制定差异化的区域发展政策提供理论支撑。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据来源

本文数据主要来源于2009年和2014年《中国城市统计年鉴》、《中国区域经济统计年鉴》、各省市统计年鉴及各地市国民经济和社会发展统计公报等,个别缺失数据用插值法补齐;地理信息基础数据来源于国家地理信息中心1:400万数据库。为保持行政单元的完整性与连续性,以地级及以上行政单元(直辖市、自治州、盟、地区)为研究对象(不包括香港、澳门及台湾);将个别县级直管行政区(如天门市、石河子市等)作为单独研究单元,海南省除海口和三亚市之外的区域为一个完整单元,由此得到342个研究单元(为方便描述,统称为城市)。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 数据标准化

采用极差法对协调发展水平二级指标原始值

进行处理以消除不同量纲对结果的影响,公式为:

$$\begin{aligned} \text{正向指标: } X'_{ij} &= (X_{ij} - X_{j\min}) / (X_{j\max} - X_{j\min}) \\ \text{负向指标: } X'_{ij} &= (X_{j\max} - X_{ij}) / (X_{j\max} - X_{j\min}) \end{aligned} \quad (1)$$

式中:  $X'_{ij}$ ,  $X_{ij}$  分别为第  $i$  年第  $j$  列指标的标准化值和原始值;  $X_{j\max}$ ,  $X_{j\min}$  为第  $j$  列指标的最大值和最小值。

采用主观和客观赋权相结合的方法确定权重。首先,鉴于分系统在“五化”协调发展中具有同等重要性,因此一级指标层权重均为0.2;其次,采用变异系数法和AHP法共同确定二级指标层权重,具体公式见参考文献(胡翠萍, 2012),结果见表1。

#### 2.2.2 “五化”协调发展模型

基于“五化”协调发展内涵,遵循代表性、科学性、易取性等数据获取原则,构建工业化  $U(g)$ 、城镇化  $U(c)$ 、农业现代化  $U(n)$ 、信息化  $U(x)$  和绿色化  $U(l)$  等分系统发展指数,指标体系见表1;计算模型为:

$$\begin{aligned} U(g) &= \sum_{i=1}^m \alpha_i g_i, \quad U(c) = \sum_{j=1}^m \beta_j c_j, \quad U(n) = \sum_{k=1}^m \gamma_k n_k, \\ U(x) &= \sum_{q=1}^m \delta_q x_q, \quad U(l) = \sum_{s=1}^m \varepsilon_s l_s \end{aligned} \quad (2)$$

式中:  $\alpha_i$ ,  $\beta_j$ ,  $\gamma_k$ ,  $\delta_q$ ,  $\varepsilon_s$  表示权重;  $g_i$ ,  $c_j$ ,  $n_k$ ,  $x_q$ ,  $l_s$  为相应二级指标标准化值;  $m$  为指标个数。

将分系统指数等权加和求均值得“五化”发展综合指数  $T$ , 公式为:

$$T = \frac{1}{5} [U(g) + U(c) + U(n) + U(x) + U(l)] \quad (3)$$

基于耦合发展概念原理(王毅等, 2015), 构建“五化”耦合度模型:

$$C = \left\{ \frac{U(g) \times U(c) \times U(n) \times U(x) \times U(l)}{[U(g) + U(c) + U(n) + U(x) + U(l)]^5} \right\}^{\frac{1}{5}} \quad (4)$$

模型(4)物理意义明显,当某个指数为零时,整个系统耦合度为0,不符合实际;同时耦合度数值分布较窄,因此参考相关文献(钱丽等, 2012; 李裕瑞等, 2014)引入变异系数  $C_v$  修正模型,即通过计算  $C_v$  使分系统离散度最小化,公式为:

$$C_v = \sqrt{\frac{[U(g) - S]^2 + [U(c) - S]^2 + [U(n) - S]^2 + [U(x) - S]^2 + [U(l) - S]^2}{5}} / S \quad (5)$$

式中:  $S = [U(g) + U(c) + U(n) + U(x) + U(l)] / 5$ 。

为使结果更具层次性,将  $C_v$  函数值介于[0,1]之间,进一步推算得模型:

表1 “五化”协调发展综合测度指标体系

Tab.1 Index system for the comprehensive evaluation of the “Five Modernizations” coordinated development				
一级指标层	二级指标层	指标计算	指标属性	指标权重
工业化指数	工业产出比重	工业增加值/GDP(%)	+	0.158
	工业就业比重	工业从业人数/总就业人数(%)	+	0.156
	工业人均产值	工业总产值/总人口(元/人)	+	0.193
	工业劳动生产率	工业增加值/二产从业人员(万元/人)	+	0.183
	工业产值利润率	规上工业利润总额/规上工业总产值(%)	+	0.116
	工业利用外资率	外商投资工业总产值/规上工业总产值(%)	+	0.194
	工业资本产出率	工业增加值/工业固定资产投资(万元/亿元)	+	0.185
城镇化指数	人口城镇化率	非农人口/总人口(%)	+	0.184
	人均消费指数	社会消费品零售总额/总人口(元/人)	+	0.221
	医卫人员指数	医卫机构人员/总人口(人/万人)	+	0.159
	社会保障指数	基本养老保险人数/总人口(人/万人)	+	0.217
	市民生活质量	城镇居民人均可支配收入(元)	+	0.117
	三产产出比重	三产增加值/GDP(%)	+	0.112
	三产就业比重	三产从业人数/总就业人数(%)	+	0.157
农业现代化指数	农业劳动生产率	农业总产值/一产从业人数(万元/人)	+	0.164
	农业劳均农产品量	主要农产品/一产从业人数(kg/人)	+	0.182
	农业地均粮食产出	粮食产量/粮食作物播种面积(kg/hm <sup>2</sup> )	+	0.167
	农业机械化率	农业机械化总动力/耕地面积(kw/hm <sup>2</sup> )	+	0.152
	农业灌溉指数	有效灌溉面积/耕地面积(%)	+	0.163
	农民生活质量	农民人均纯收入(元)	+	0.172
	农村信息化率	农村互联网普及率(%)	+	0.175
信息化指数	信息产业产值比	信息产业增加值/GDP(%)	+	0.178
	邮电业务指数	邮电业务总量/总人口(元/人)	+	0.187
	互联网宽带普及度	互联网宽带接入用户/总人口(户/万人)	+	0.185
	移动电话普及度	移动电话使用人数/总人口(户/万人)	+	0.171
	固定电话普及度	固话使用人数/总人口(户/万人)	+	0.146
	信息人才指数	在校大学生人数/总人口(人/万人)	+	0.133
	信息基础设施	每万人拥有计算机终端数	+	0.138
绿色化指数	森林覆盖率	森林面积/区域面积(%)	+	0.213
	大气环境指数	(废气SO <sub>2</sub> +烟尘排放量)/总人口(t/万人)	-	0.151
	水环境指数	废水排放量/总人口(t/万人)	-	0.142
	能源利用效率	能源消费量/国民生产总值(t标准煤/万元)	-	0.156
	污水处理率	污水处理率(%)	+	0.176
	生活绿色化指数	生活垃圾无害化处理率(%)	+	0.162
	环境空气质量	PM <sub>2.5</sub> 年均浓度(μg/m <sup>3</sup> )	-	0.145

注:①主要农产品包括粮食、棉花、油料、蔬菜、水果、肉类、奶类、水产品等产量。②指标选取内涵说明:工业化主要考虑资金投入、产出、就业、效益等;城镇化主要考虑经济、人口、社会服务、市民生活质量等;农业现代化主要考虑农业投入、产出、效率、农民生活质量等;信息化主要考虑产值、信息资源、技术、人才等;绿色化主要考虑绿色基础资源、能源利用率、大气及水环境质量、污染物处理率等。③数据时段说明:为保证数据时效性和时段性,选取2008和2013年两年数据;同时为保证数据可比性和客观性,其中二级指标层数据基本采用均值,而非总量。④指标体系参考的主要文献:李裕瑞等,2014;徐维祥等,2014;范辉等,2015;黄祥芳等,2015。

$$C = \sqrt{2 - \frac{5[U(g)^2 + U(c)^2 + U(n)^2 + U(x)^2 + U(l)^2]}{[U(g) + U(c) + U(n) + U(x) + U(l)]^2}} \quad (6)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (7)$$

式中: C=1,系统达良性共振耦合; C=0,系统之间呈完全无关状态。

耦合度高低只能说明系统间相互作用的强弱,无法反映系统间发展是否协调,由此引入协调度模型:

式中: D为协调度; C为耦合度; T为综合度。

2.2.3 “五化”协调发展效率模型

城市“五化”协调发展效率内涵丰富,本文主要指在一定时间内“五化”协调发展单元投入与产出要素的比率关系。遵循指标选取代表性、可获取性等原则,同时尽可能避免与“五化”协调发展指标重复,构建“五化”协调发展效率测度指标体系,见表2。



表2 “五化”协调发展效率测度指标体系

Tab.2 Index system for measuring the efficiency of the “Five Modernizations” coordinated development

要素名称	一级指标	二级指标
投入指标	劳动力投入	年末就业总人数
	资本投入	人均固产投资、人均财政支出
	土地投入	城市建成区面积、人均耕地面积
产出指标	“五化”协调	“五化”协调度

为消除不同量纲影响,同时使各指标稳定在一定区间,采用上限效果法对指标进行标准化处理,公式为:

$$N_t = \frac{Z_t}{Z_{\max}} \times 100 \tag{8}$$

式中:  $N_t$  ( $0 \leq N_t \leq 100$ )为第  $t$  个城市投入产出指标的标准化值,  $Z_t$  为原始值,  $Z_{\max}$  为最大值。

基于 Input-DEA 导向,选择规模报酬可变的 VRS 模型,构建“五化”协调发展效率测度模型(方创琳等, 2011;尹鹏等, 2015)。以城市为决策评价单元,  $x_{jl}$  代表第  $j$  个城市第  $l$  种资源投入量,  $y_{jm}$  代表第  $j$  个城市第  $m$  种资源产出量,则第  $n$  个城市在凸性、无效性、锥性和最小性公理等的假设下有:

$$\begin{cases} \min \left[ \theta - \varepsilon \left( \sum_{l=1}^L s^- + \sum_{m=1}^M s^+ \right) \right] \\ s.t. \sum_{j=1}^k x_{jl} \lambda_j + s^- = \theta x_n^l \quad l=1,2,\cdots,L \\ \sum_{j=1}^k y_{jm} \lambda_j - s^+ = y_n^m \quad m=1,2,\cdots,M \\ \sum_{j=1}^k \lambda_j = 1 \quad j=1,2,\cdots,K \\ \lambda_j, s^+, s^- \geq 0, \quad n=1,2,\cdots,K \end{cases} \tag{9}$$

式中:  $\theta$  ( $0 < \theta \leq 1$ )为综合效率(CE),综合效率又可分解为纯技术效率(TE)和规模效率(SE)的乘积,即  $CE = TE \times SE$ ,  $s, t$  代表限制性条件,  $\varepsilon$  为非阿基米德无穷小量,  $\lambda_j$  为权重,  $S^-$  为松弛变量,  $S^+$  为剩余变量。

2.2.4 “五化”协调发展水平及效率分级标准

参考相关文献(孙平军等, 2012; 方创琳等, 2015; 胡艳兴等, 2015),在自然断裂点分级法的基础上加以定性分析,依据两个年份“五化”协调度均值大小综合确定“五化”协调水平分级体系,见表3。

参照相关文献(李瑞等, 2014),设定效率值等于 1 为效率最优;效率值在区间[0.8,1)为效率良好;在区间[0.6,0.8)为效率中等;效率值小于 0.6 为效率无效。

3 结果与分析

3.1 “五化”协调发展水平

3.1.1 协调发展水平分析

基于协调度模型,计算得到“五化”协调发展综合度及耦合协调度;运用标准差法,以 2008 年和 2013 年时间截面各指数均值、 $\pm 0.5$  倍标准差、-1 倍标准差为临界值进行制图,分析中国地市层面各指数的空间分布及演变情况(图 1)。

2008 年和 2013 年“五化”综合度均值分别为 0.291 和 0.323,变异系数为 0.205 和 0.191,“五化”综合发展水平不断提升且区域差异呈缩小趋势,但“五化”综合发展水平总体较低。由图 1a-1b 得,“五化”综合度高于均值区集中分布在长三角、珠三角、环渤海等三大区域及中西部重要的核心城市;低于均值区主要分布在“胡焕庸线”沿线区域、青藏高原沿线及西北边疆等地区。2013 年“五化”综合度明显提升,低水平区域面积明显减少;东部沿海城市发展水平均高于均值,中西部及东北大部处于中等和较低发展水平。

2008 年和 2013 年“五化”耦合度均值分别为 0.63 和 0.663,变异系数为 0.305 和 0.29,各区域“五化”系统间相互作用强度及区域差异均较为明显。由图 1c-1d 可知,耦合度大于均值区集中分布在东部沿海地带及沿北部国界线的东北地区、内蒙古及新疆部分地区;低值区集中于中部传统农业区及西部及西南边境沿线区域。2013 年东部、东北大部及中西部重要城市均呈高耦合度;西南地区城市变化趋势缓慢,大部分仍低于全国均值。2008 年和 2013 年“五化”协调度均值分别为 0.423 和 0.459,变异系数为 0.240 和 0.231,“五化”协调发展水平逐渐提升,区域差异逐渐缩小,但整体发展水平仍较低且区域差异较为明显。由图 1e-1f 得,协调度大于均

表3 “五化”协调发展水平分级体系表

Tab.3 Classification system of the “Five Modernizations” coordinated development

协调度分级	一级	二级	三级	四级	五级	六级
	极低协调	低级协调	中级协调	较高协调	高级协调	极高协调
协调度值	[0.0, 0.2]	(0.2, 0.4]	(0.4, 0.5]	(0.5, 0.6]	(0.6, 0.8]	(0.8, 1.0]



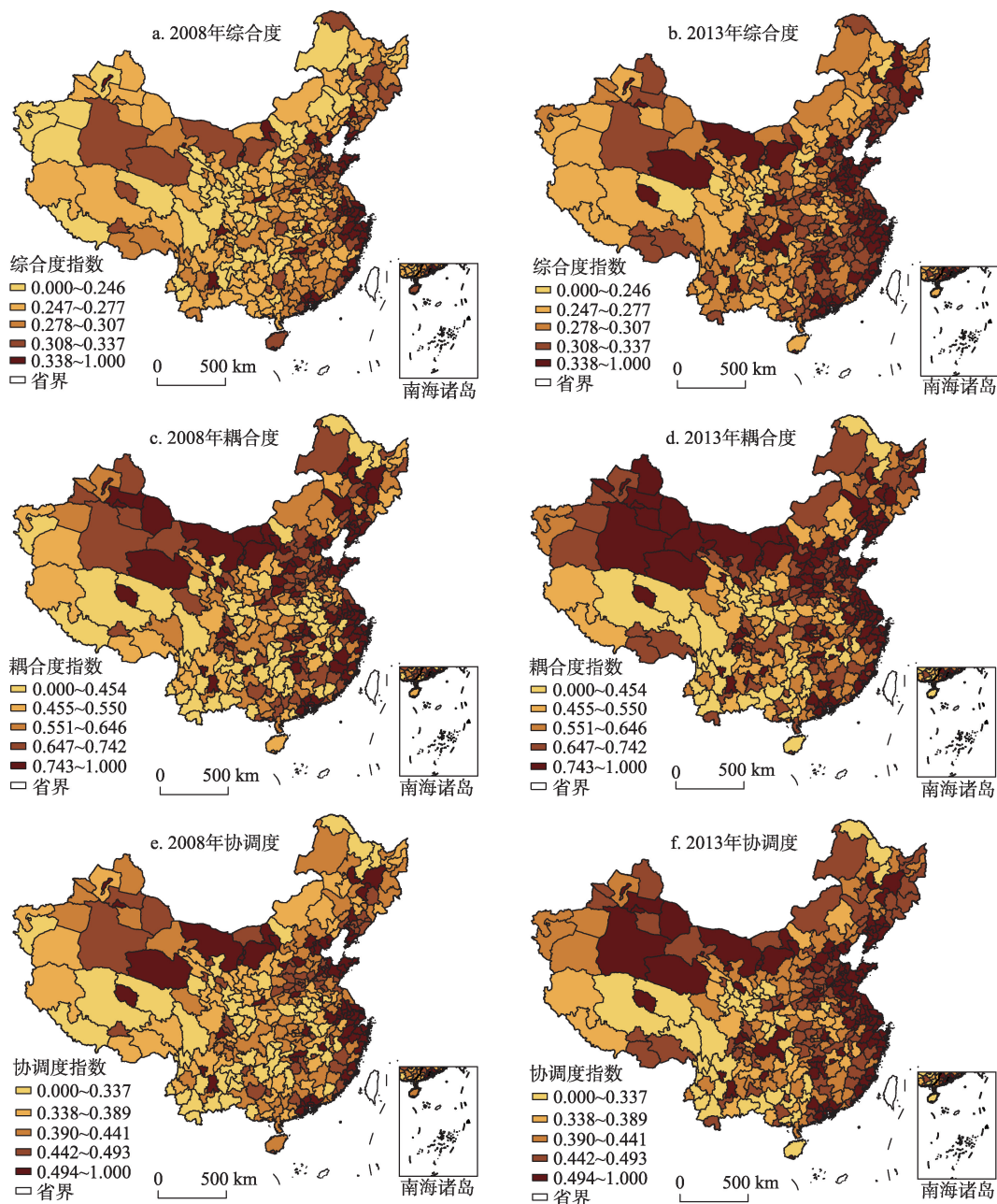


图1 2008和2013年城市“五化”协调发展综合度、耦合度及协调度

Fig.1 City “Five Modernizations” coordinated development comprehensiveness degree, coupling degree, and coordination degree, 2008 and 2013

值区域集中分布在东部沿海三大城市群及西北内陆核心城市,西南及西北地区大部低于均值。2008-2013年,东中西部协调度稳步提升,但西南及新疆、西藏等地区协调发展度依旧较低。

2008-2013年,“五化”综合度、耦合度及协调度均呈上升趋势,区域差异逐渐缩小。空间上看,东部沿海地带及中西部省会等内陆核心城市三者发展水平均较高;中部地区及沿北部国界线东北地区及内蒙、新疆部分地区耦合度较高,而综合度较低

导致协调发展水平较低;西南及西北边疆等地区综合度和耦合度均相对较低,导致协调度小于均值,整体看,“五化”综合度较低是导致协调度低的核心因素。

### 3.1.2 协调发展类型分析

基于表3协调度分级标准对全国342个地级市进行分类并制图(图2):①高级协调城市2008年15个增至2013年28个,占比从4.39%提升至8.19%,集中分布在东部沿海地区。②较高协调城市个数

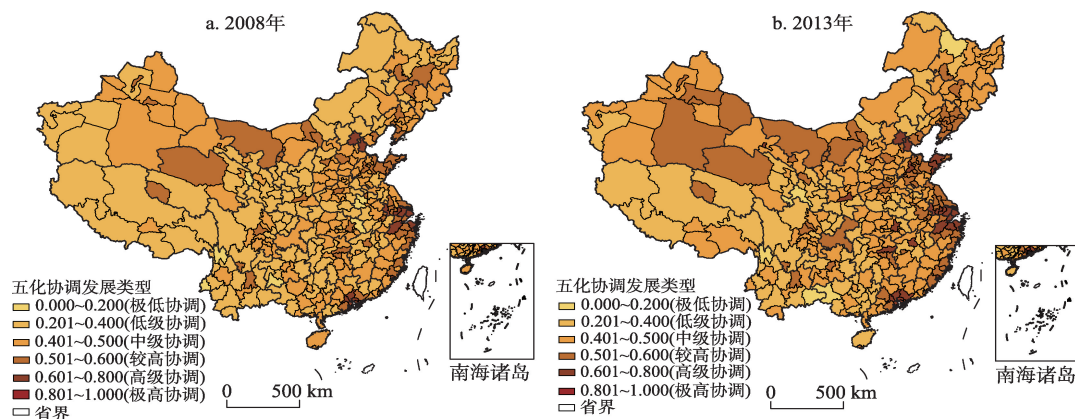


图2 2008和2013年城市“五化”协调发展类型图

Fig.2 Types of city "Five Modernizations" coordinated development, 2008 and 2013

从2008年的57个上升至2013年的79个,占比达23.10%,主要分布在东部沿海及中西部省会城市及部分重要城市。③中级协调城市个数2013年达155个,比2008年多19个,占比达45.32%,区域分布以东中部为主。④低级协调城市2008年127个降至2013年75个,占比从37.13%下降至21.93%,集中分布在胡焕庸线沿线区域,西南、西北等自然环境条件较差的部分区域及边境地区。⑤极低协调城市2008年和2013年分别为7个和5个,占比仅2.05%和1.46%。综合看,各区域“五化”协调发展水平呈不断上升趋势,2013年中级及以上协调类型城市占比达76.61%,较2008年提升15.79%,中级和较高协调仍为主要类型;但高级协调城市数量偏少且极高协调城市数量为零;而较低协调城市占比依然较大,“五化”协调空间格局呈现东部沿海>东北>中部>西北>西南的发展格局。“五化”协调发展整体水平较低,且区域差异显著。

### 3.1.3 协调发展空间分异特征

“五化”协调发展“集群化”特征明显,中级及其以上协调的城市集中分布于东北哈长、辽中南,东部京津冀、山东半岛、长三角、珠三角,中西部中原、成渝等区域,这与中国主要城市群的空间分布区域基本吻合;而低级及极低协调的城市集中在西北及西南地区。

“五化”协调发展“等级化”特征明显,中国“五化”协调度2008年和2013年均均为中级协调水平,且均无极高协调度的城市。从协调度均值看,2008年

一级到五级城市的协调度均值依次为0.171、0.337、0.441、0.540、0.668,高级协调城市是极低协调城市的3.9倍;2013年一级到五级城市的协调度均值依次为0.172、0.329、0.451、0.544、0.656,高协调城市是极低协调城市的3.8倍。对比看,2008-2013年各级城市协调度整体在不断提升,但城市间差距有所扩大,且组别间差距依旧较为明显。从不同级别城市数量看,2008年一级到五级城市占比分别为2.05%、37.13%、39.77%、16.67%、4.39%,随着协调级别的上升,除极低协调城市外,城市数量整体呈下降趋势;2013年一级到五级城市占比分别为1.46%、21.93%、45.32%、23.10%、8.19%,呈明显的中间多、两头少的格局,但中级协调以下的城市占比仍为23.39%,表明区域“五化”协调发展任务仍十分艰巨。

“五化”协调发展“阶梯化”特征明显,空间上呈东部>中部>西部<sup>①</sup>的发展格局,2008年和2013年东、中、西部城市平均协调度分别为0.500、0.403、0.381和0.539、0.447、0.406。从不同级别城市看,四级和五级城市集中分布在东部,三级城市以中西部为主,二级城市以西部为主;2008-2013年各级城市在区域间变化较为明显,呈梯度状分布在东中西部(图3a)。从东、中、西内部各级城市分布看,2008-2013年各区域城市协调度均有所上升。2013年东部地区三级以上城市比重高达97.06%,较2008年高出10.78%,其中四级以上城市比重达63.73%;中部地区二级城市减少较快,占比从34.86%下降至

①东部包括北京、天津、河北、辽宁、山东、上海、江苏、浙江、福建、广东、海南等11省市;中部包括黑龙江、吉林、山西、河南、安徽、湖北、湖南、江西等8省;西部包括广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、内蒙、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆等12省市、自治区。

19.27%,三级及以上城市占比明显提升,2013年占比为79.81%;西部地区一、二级城市比重仍较大,2013年占比仍高达41.98%(图3b)。

### 3.2 “五化”协调发展效率

#### 3.2.1 协调发展效率分析

采用DEAP 2.1软件计算2008年和2013年中国城市“五化”协调发展综合效率、纯技术效率和规模效率(图4),发现城市“五化”协调发展效率普遍偏低,主要表现在:

城市“五化”协调综合效率低且区域差异明显,2008年和2013年城市“五化”协调综合效率均为无效状态,效率均值分别为0.505和0.546,变异系数为0.347和0.319。对比分析,2008年综合效率达到效率最优的城市8个,仅占全部城市的2.34%,其余97.66%未达到效率最优;从非有效性城市排序看,效率值在0.8~1.0之间效率中等的城市比重为6.43%,0.6~0.8之间效率低的城市比重为16.96%,低于0.6效率无效的城市占比达74.27%。2013年综合效率最优的城市9个,但效率值在0.8~1.0之间的城市比重为5.26%,0.6~0.8之间的城市比重为29.53%,而62.57%的城市综合效率低于0.6。横向对比发现,中国城市“五化”协调发展综合效率值总体上未达到有效状态,两个年份效率无效的城市占据主要发展类型。

城市“五化”协调发展纯技术效率相对较高且区域差异相对较小,2008和2013年城市“五化”协调纯技术效率均为中等水平,效率均值分别为0.832和0.855,变异系数为0.133和0.127。对比分析,2008年和2013年城市“五化”协调发展纯技术效率达到有效性60%以上城市分别占比高达94.44%和91.23%,其中DEA效率最优的城市分别

为19个和30个;效率值在0.8~1.0之间的城市比重分别为62.28%和64.91%;0.6~0.8之间的城市比重分别为28.65%和22.51%。横向对比发现,2008年和2013年效率中等水平的城市比重均较高,表明城市“五化”协调发展要素资源的配置及利用水平较高,但效率最优城市比重仍较小。

城市“五化”协调发展规模效率较低且区域差异大。2008年和2013年城市“五化”协调规模效率为低效率水平,效率均值分别为0.609和0.639,变异系数为0.310和0.285。对比分析,2008年和2013年规模效率达到DEA效率最优的城市个数与综合效率最优城市个数相同。从非有效性城市排序看,效率值在0.8~1.0之间的城市比重分别为16.96%和18.13%;效率值在0.6~0.8之间的城市比重分别为27.19%和35.96%;效率值低于0.6的城市比重分别为3.51%和43.27%。横向对比发现,2008年和2013年规模效率无效的城市比重仍较大,表明中国城市“五化”协调发展规模效率总体发展水平相对较低,城市规模集聚效应未能有效发挥。

#### 3.2.2 协调发展效率的空间分异特征

城市“五化”协调发展效率“等级化”特征明显,效率值的高低与城市行政等级格局基本一致。统计不同行政级别城市五化协调效率发现,“五化”协调效率按行政等级呈高低等级分布,同时不同等级城市之间的差距较大(表4)。总体看,2008年和2013年“五化”协调综合效率、纯技术效率及规模效率均呈现直辖市>副省级及省会城市>地级市(区、盟)的发展格局,各级别城市三大效率之间差距较大且呈不同发展趋势。对比而言,从综合效率看,2008年和2013年直辖市综合效率处于效率中等水平;副省级及省会城市呈低效率水平;而地级

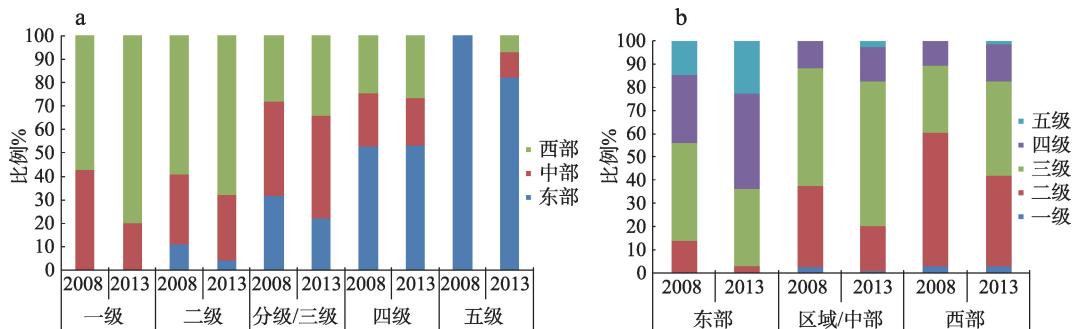


图3 2008和2013年东中西部地区及内部不同等级“五化”协调度城市统计图

Fig.3 Different levels of city “Five Modernizations” coordinated development in eastern, central, and western China and cities within the regions, 2008 and 2013



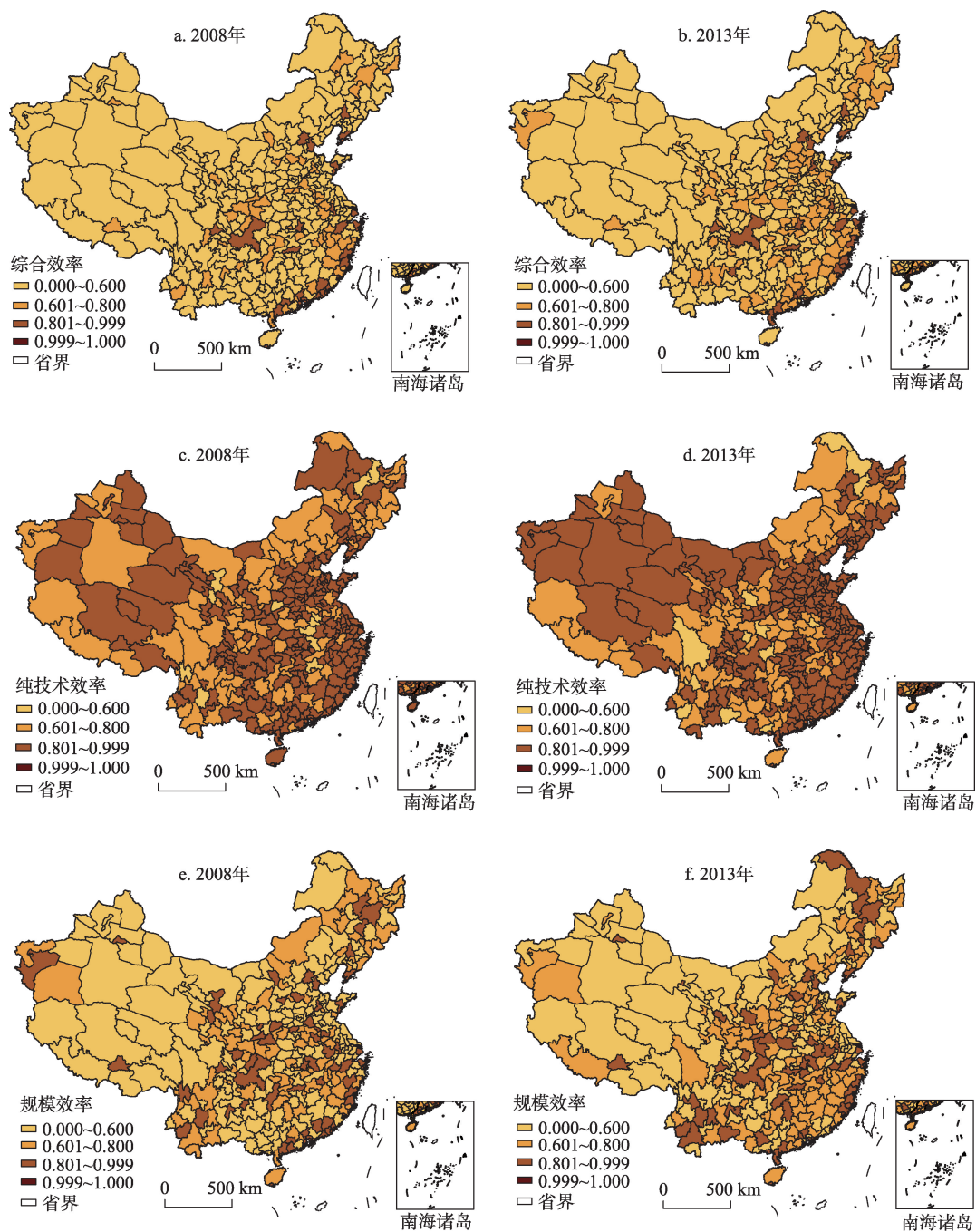


图4 2008和2013年城市“五化”协调发展综合效率、纯技术效率及规模效率

Fig.4 Comprehensive efficiency, technical efficiency, and scale efficiency of city "Five Modernizations" coordinated development, 2008 and 2013

市呈无效状态。从纯技术效率看,2008年和2013年各等级城市均处于效率中等水平,表明纯技术效率对城市综合效率贡献较大;从规模效率来看,2008年和2013年直辖市规模效率远高于其他等级城市,副省级及省会城市效率值也高于0.8,为效率中等水平,而地级市规模效率处于无效状态,表明规模效率是影响不同等级城市间综合效率差距的

关键因素。

城市“五化”协调发展效率“阶梯化”特征显著,从东部向中西部地区依次降低,与中国东中西三大经济地带格局相一致。2008年和2013年综合效率、纯技术效率及规模效率均呈现东部>中部>西部的发展格局(表5),三大地区仅纯技术效率高于80%为中等效率水平;综合效率与规模效率均低于

70%,为低效率水平,说明规模效率低是影响三大地区综合效率低的主要原因,同时“五化”协调效率发展形势严峻。2008年和2013年东中西部“五化”协调发展效率差距均较大,东部“五化”协调发展效率值对提升全国均值贡献度最大。2008年东部“五化”协调综合效率、纯技术效率及规模效率比全国均值分别高出0.086、0.064、0.044;中部三大效率值略低于全国均值;而西部三大效率值均低于全国均值。2013年,综合效率、纯技术效率及规模效率表现为东部高于全国均值,分别高出0.101、0.074、0.055;而中西部地区三大效率值均低于全国均值或

表4 2008和2013年不同行政级别城市“五化”协调效率  
Tab.4 “Five Modernizations” coordinated development efficiencies in different levels of cities, 2008 and 2013

地区	综合效率		纯技术效率		规模效率	
	2008	2013	2008	2013	2008	2013
直辖市	0.845	0.927	0.925	0.943	0.915	0.982
副省级及省会城市	0.769	0.797	0.893	0.905	0.857	0.88
地级市	0.473	0.515	0.825	0.848	0.579	0.610

表5 2008和2013年东中西部地区及中国城市  
“五化”协调效率均值

Tab.5 The mean values of the “Five Modernizations” coordinated development efficiencies in the eastern, central, and western China and nationwide, 2008 and 2013

地区	综合效率		纯技术效率		规模效率	
	2008	2013	2008	2013	2008	2013
东部	0.591	0.647	0.896	0.929	0.653	0.694
中部	0.497	0.544	0.809	0.834	0.623	0.657
西部	0.445	0.468	0.802	0.814	0.564	0.582
中国均值	0.505	0.546	0.832	0.855	0.609	0.639

基本与之持平。

3.3 “五化”协调效率及协调度影响因素

3.3.1 协调综合效率影响因素

分析城市“五化”协调发展纯技术效率及规模效率对综合效率的影响,发现纯技术效率对于提升综合效率作用较大,而规模效率普遍较低是造成“五化”协调综合效率值低效的关键原因。从“五化”协调效率水平看,2008年和2013年综合效率及规模效率相差不大,效率值均低于70%,未达到中等效率水平;而纯技术效率均高于有效性的80%,为效率中等水平。从“五化”协调发展效率间的关联性看,2008年和2013年综合效率和规模效率均具有明显的吻合度(图5),随着规模效率的变化,综合效率呈现出高低起伏的发展状态,同时规模效率最优的城市正好对应综合效率最优的城市;纯技术效率发展趋势与规模效率、综合效率基本一致,但其发展水平高于后两者。从“五化”协调发展效率的空间特征看,城市“五化”协调发展规模效率与综合效率的空间格局具有高度一致性,均呈自东向西梯度化下降趋势,并与城市行政等级高低相一致。

以上分析表明,城市“五化”协调规模效率是影响综合效率的关键性因素,综合效率的高低及其空间分布格局取决于规模效率的高低及其空间分布。2008年和2013年,城市“五化”协调规模效率较低,严重制约城市综合效率的提升,说明城市集聚规模效应未得到充分发挥,同时制约城市技术进步、要素资源配置水平对综合效率的贡献度。2008年和2013年,绝大部分城市处于规模效益递减阶段,说明目前阶段中国城市“五化”协调发展总体上处于投入冗余状态,即投入要素过多,超出了城市

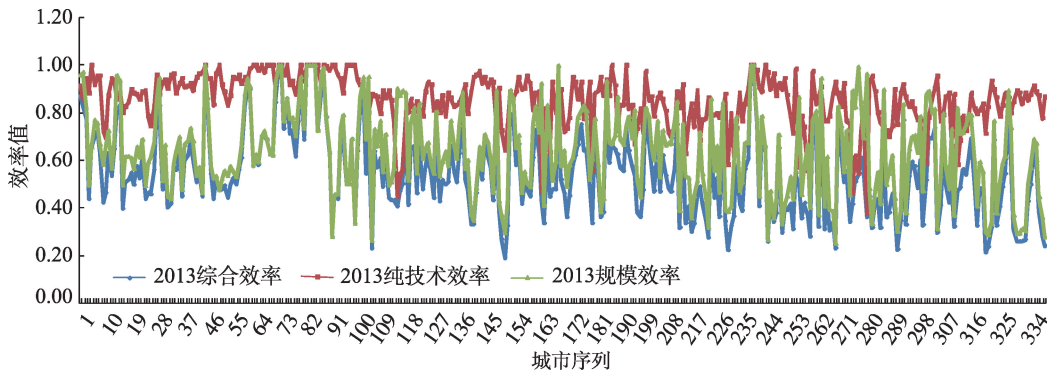


图5 2013年“五化”综合效率、纯技术效率及规模效率对应关系图

Fig.5 “Five Modernizations” coordinated development comprehensive efficiency, technical efficiency, and scale efficiency, 2013

的最佳承载规模;同时表明城市“五化”协调发展规模效率增长属于粗放式增长,盲目集聚“五化”投入要素限制了城市集聚规模效应的发挥。

3.3.2 协调度影响因素

(1) 宏观分析

城市“五化”协调度总体呈现出的东部>中部>西部的时空格局是由自然地理环境、经济社会发展差异等综合因素共同作用而形成的。从自然地理环境看,东部地区尤其是东部沿海及东北地区基本位于平原地区,热量、水源、土地等综合自然条件良好,为生生活提供了优良的发展本底;而中西部地区水土资源与气候条件相对较差,地形以高原、山地、盆地为主,地质条件相对较差,自然灾害频发等均造成中西部地区“五化”协调度呈较低水平。从经济社会发展来看,改革开放以来,国家为大力发展经济实施了非均衡的区域发展政策,即东部地区优先开放发展,东部地区借助有利发展政策,积极改善区域发展环境、大力吸引外商投资,极大加快了区域发展,经过多年发展,长三角、珠三角及环渤海区域已经发展成为中国经济社会发展的核心支撑区域;经济社会发展的不平衡导致东中西部在产业发展基础、交通基础设施、科技教育、社会保障等方面发展的巨大差距,直接影响了“五化”协调发展度的时空差异。21世纪以来,随着西部大开发、中部崛起、东北老工业基地振兴等一系列区域战略的实施,各区域均得到迅速发展,“五化”发展及协调度均得到提升,但与东部相比,差距依旧明显。

(2) 微观分析

揭示“五化”协调发展时空分异的影响因素是制定和完善区域发展策略的基础,因此在宏观分析的基础上选取产业结构( $X_1$ )、人均农林水利支出( $X_2$ )、人均教育支出( $X_3$ )、人均科研经费支出( $X_4$ )、农村人均农业贷款额( $X_5$ )、城乡人均收入比( $X_6$ )、人均绿地面积( $X_7$ )、人均GDP( $X_8$ )等8项具体指标作为解释变量来揭示“五化”协调发展度( $D_i$ )的空间差异。为避免单个时间截面上数据的误差,选取2008和2013年2个年份的平均值进行计算分析;为避免解释变量的多重共线性,在对指标进行标准化处理的基础上,采用SPSS软件对变量进行共线性诊断,去除容差因子小于0.1和方差膨胀因子(VIF)大于10的人均GDP变量,保留产业结构等7个解释变量,构建“五化”协调发展指数与其影响因素的回归方

程(盖美等,2014;刘贺贺等,2016):

$$D_i = C + \mu_1 X_1 + \mu_2 X_2 + \mu_3 X_3 + \mu_4 X_4 + \mu_5 X_5 + \mu_6 X_6 + \mu_7 X_7 + \varphi$$

(10)

式中: $C$ 为常量; $X_i$ 为变量; $\mu_i$ 为变量回归系数; $i=1,2,\dots,7$ ; $\varphi$ 为随机误差。

运用EViews 6软件对影响五化协调发展因素进行最小二乘(OLS)拟合,从回归结果看,回归方程拟合度较高,显著性明显,判定决定系数( $R^2$ )为0.76,修正决定系数(Adjusted  $R^2$ )为0.75(表6)。

从表6可知:第一,产业结构、人均教育支出、农村人均农业贷款额及城乡人均收入比与“五化”协调度在1%的水平下显著正相关,人均科研经费支出在5%水平下显著正相关。表明产业结构的不断优化,人均教育支出、科研经费支出及人均农业贷款额的不断增加,城乡人均收入比的不断缩小对于提升“五化”协调发展度具有积极影响。第二,人均绿地面积与“五化”协调度约在5%水平下显著正相关,表明城市绿化面积的增加有助于“五化”协调发展度的提升。第三,人均农林水利支出与“五化”协调度呈负相关,但是显著性较差,说明在研究期内,人均农林水利支出对“五化”协调度的影响有限。

4 结论与建议

4.1 结论

本文紧密结合当前中国经济社会发展的时代特征和现实需求,测度分析了中国地级及以上城市“五化”协调发展水平及效率的时空分异特征,并从宏观和微观两个层面分析了影响“五化”协调发展因素,在研究视角与时空尺度等方面具有一定的创

表6 “五化”协调发展指数与影响因素回归结果  
Tab.6 Regression results between the “Five Modernizations” coordinated development index and influencing factors

影响因素	回归系数	标准差	t统计量	P值
常数项	-0.212	0.028	-7.602	0.000
产业结构	0.531	0.035	15.313	0.000***
人均农林水利支出	-0.106	0.067	-1.582	0.115*
人均教育支出	0.227	0.086	2.632	0.009***
人均科研经费支出	0.317	0.13	2.436	0.015**
农村人均农业贷款额	0.122	0.046	2.674	0.007***
城乡人均收入比	0.322	0.028	11.402	0.000***
人均绿地面积	0.191	0.098	1.958	0.051*



新性,对于正确认识中国区域“五化”协调发展现状、制定差异化区域政策等具有重要的理论意义和实践价值。通过分析,主要得出以下结论:

(1)从空间上看,“五化”发展综合度、耦合度及协调度均存在着明显的空间差异,高值区集中分布在环渤海、长三角及珠三角三大区域及中西部重要的核心城市,低值区集中于中部传统农业区及西南、西北等边疆地区;从时间上看,2008-2013年“五化”综合发展度、耦合度、协调度均呈上升趋势,同时区域差异不断缩小。“五化”协调发展空间分异特征显著:一是“集群化”特征,城市群区域的“五化”协调度明显高于其他区域;二是“等级化”特征,城市“五化”协调度由高到低依次分为极高协调、高级协调、较高协调、中级协调、低级协调与极低协调,无极高协调城市且各等级城市及其内部间差异较为明显,中国总体处于中级协调水平;三是“阶梯化”特征,“五化”协调度在空间上呈现出东部>中部>西部的发展格局。

(2)城市“五化”协调发展综合效率和规模效率低且区域差异显著,纯技术效率相对较高且区域差异相对较小。“五化”协调发展效率空间分异特征显著:呈现“等级化”特征,效率值的高低与城市行政级别等级格局基本一致;呈现“阶梯化”特征,由东部向中西部地区依次降低,与中国东中西三大经济地带格局相一致。

(3)城市“五化”协调规模效率是影响综合效率的关键因素,综合效率的高低及其空间分布格局取决于规模效率的高低及其空间分布。从宏观角度分析,城市“五化”协调度总体呈现东部>中部>西部的时空格局是由自然地理环境、经济社会发展差异等综合因素共同作用而形成的;从微观角度分析,产业结构优化,人均教育支出、科研经费支出及人均农业贷款额的增多,城乡人均收入比的均衡对“五化”协调度的提升具有显著的积极影响,人均绿地面积的增多对于提升“五化”协调度作用较为明显,人均农林水利支出的变化对“五化”协调度的提升具有负面影响但不显著。

## 4.2 建议与讨论

基于以上结论,本文提出以下政策建议:

(1)全方位提升“五化”协调发展水平。充分发挥工业化的动力作用,积极推进供给侧结构性改革,不断优化产业发展结构,大力发展高新技术产业,优化产业发展链,加快形成现代化产业集群;充

分发挥城镇化的引领作用,进一步落实新型城镇化发展战略,创新机制体制,推进农民市民化进程和城乡一体化进程;充分发挥农业现代化推动作用,不断增加农业基础投入,以发展现代农业为出发点协调解决好“三农”问题;充分发挥信息化的支撑作用,进一步落实科技创新战略,加大科技人才培养与科研经费支出比例,统筹城市发展的智力和信息资源,加快建设创新型国家;充分发挥绿色化的基础作用,集约节约利用资源,提升资源利用率,不断提升城市绿色化水平,同时牢固树立绿色发展理念,将绿色发展融入经济社会发展全过程。

(2)因地制宜施策以促进区域发展。一要优化区域发展战略,深入实施区域均衡发展策略,协调推进中部崛起、西部大开发、新一轮东北老工业基地振兴等战略的实施,充分发挥东部辐射带动功能及中西部资源先天优势。二要针对不同区域制定差异化发展策略,东部地区应进一步发挥区位、资金、人才、技术等优势,加快推动“五化”协调发展,同时采取差别化政策,优先将北京、上海、广州、深圳等区域核心城市提升至极高协调发展水平;东北地区应调整、优化产业结构和改善区域投资环境,激发经济发展活力与动力,带动新一轮发展;中部地区应进一步创新产业政策和土地政策,促进工业化和城镇化进一步发展,同时经济发展应不以牺牲农业的发展为代价;西南和西北地区应在保护、治理及改善生态环境的基础上,大力吸引区域外资金,促进地区经济发展以带动“五化”协调发展。三要根据市域类型实施不同政策以发挥核心优势,如经济型城市应充分发挥产业发展优势,文化创新型城市要发挥创新、文化等优势,生态型城市要充分发挥生态优势,农业型城市应发挥农业基础优势等。

(3)大力提升“五化”协调综合效率。在技术持续进步但土地资源稀缺的背景下,必须加大力度提升城市“五化”协调规模效率,实现规模效率集约化增长,进而提升城市“五化”协调综合效率。首先,严格限制盲目投入,提升投入要素的质量,不断优化城市“五化”协调发展所需的资源要素比例,充分发挥城市规模集聚效应;其次,稳步推进城乡一体化、区域经济社会一体化战略,协调“五化”投入要素与城市土地规模比例,持续提升城市规模效率;再者,注重新科技、新技术的运用,促进产业结构优化升级,在土地刚性指标的约束下进一步提升土地

集约增长能力,最大限度发挥土地集聚规模效应;最后,协调发展工业化、城镇化、农业现代化、信息化与绿色化,不断提升城市“五化”协调发展的整体水平,在产出要素不断增加的基础上,优化投入要素,实现纯技术效率与规模效率的平衡增长,最终提升城市“五化”协调发展的综合效率。

受诸多因素影响,本文尚存在以下一些不足之处,需在今后的研究中进一步深化:一是受数据及时间限制,本文仅选取了2008年和2013年两个时间截面数据进行对比分析,今后需要选取更长时间序列以反映“五化”协调发展水平及其效率的分异特征,并进一步结合3S手段增加市域建设用地面积、植被覆盖指数等指标数据进行分析;二是受篇幅限制,本文仅采用DEA模型计算了“五化”协调发展的相对效率,今后需要进一步改进模型测算“五化”协调发展的绝对效率并进行纵向比较;三是“五化”协调发展内涵极其丰富,“五化”协调发展指数、效率及影响因素三者之间的内在关系也需今后做进一步探讨,同时应分区域对“五化”协调发展水平及效率进行影响因素分析。

## 参考文献(References)

- 丁志伟, 张改素, 王发曾. 2013. 中原经济区“三化”协调的内在机理与定量分析[J]. 地理科学, 33(4): 402-409. [Ding Z W, Zhang G S, Wang F Z. 2013. The Internal Mechanism and quantitative analysis of coordination development of industrialization, urbanization and agricultural modernization of Zhongyuan Economic Region[J]. Scientia Geographica Sinica, 33(4): 402-409.]
- 丁志伟, 张改素, 王发曾, 等. 2016. 中国工业化、城镇化、农业现代化、信息化、绿色化“五化”协调定量评价的进展与反思[J]. 地理科学进展, 35(1): 4-13. [Ding Z W, Zhang G S, Wang F Z, et al. 2016. Progress on quantitative evaluation of coordinated development of industrialization, urbanization, agricultural modernization, informationization, and greenization in China and reflections[J]. Progress in Geography, 35(1): 4-13.]
- 范辉, 刘卫东, 张恒义. 2015. 浙江省“四化”协调发展的时空演变[J]. 地域研究与开发, 34(1): 19-25. [Fan H, Liu W D, Zhang H Y. 2015. Spatio-temporal evolution of coordination development among industrialization, information, urbanization and agricultural modernization (IUAM) in Zhejiang Province[J]. Areal Research and Development, 34(1): 19-25.]
- 方创琳, 关兴良. 2011. 中国城市群投入产出效率的综合测度与空间分异[J]. 地理学报, 66(8): 1011-1022. [Fang C L, Guan X L. 2011. Comprehensive measurement and spatial distinction of input-output efficiency of urban agglomerations in China[J]. Acta Geographica Sinica, 66(8): 1011-1022.]
- 方创琳, 王岩. 2015. 中国城市脆弱性的综合测度与空间分异特征[J]. 地理学报, 70(2): 234-247. [Fang C L, Wang Y. 2015. A comprehensive assessment of urban vulnerability and its spatial differentiation in China[J]. Acta Geographica Sinica, 70(2): 234-247.]
- 盖美, 连冬, 田成诗, 等. 2014. 辽宁省环境效率及其时空分异[J]. 地理研究, 33(12): 2345-2357. [Gai M, Lian D, Tian C S, et al. 2014. The research for Liaoning environmental efficiency and spatial-temporal differentiation[J]. Geographical Research, 33(12): 2345-2357.]
- 郭俊华, 卫玲, 孟楠. 2014. 中国“四化”进程协调状态测度研究[J]. 区域经济评论, (5): 33-38. [Guo J H, Wei L, Meng N. 2014. Zhongguo "sihua" jincheng xietiao zhuangtai cedianyanjiu[J]. Regional Economic Review, (5): 33-38.]
- 韩增林, 刘天宝. 2009. 中国地级以上城市城市化质量特征及空间差异[J]. 地理研究, 28(6): 1508-1515. [Han Z L, Liu T B. 2009. Analysis of the characteristics and spatial differences of urbanization quality of cities at prefecture level and above in China[J]. Geographical Research, 28(6): 1508-1515.]
- 胡翠萍. 2012. 基于AHP-变异系数法的我国副省级城市科技竞争力评价研究[J]. 科技管理研究, 32(20): 77-80. [Hu C P. 2012. A study on evaluation of science and technology competitiveness of sub-provincial cities in China based on AHP and coefficient of variance method[J]. Science and Technology Management Research, 32(20): 77-80.]
- 胡艳兴, 潘竟虎, 陈蜓, 等. 2015. 基于ESDA和GWR的中国地级及以上城市四化协调发展时空分异格局[J]. 经济地理, 35(5): 45-54. [Hu Y X, Pan J H, Chen Y, et al. 2015. Spatiotemporal pattern of industrialization, information, urbanization and agricultural modernization of prefecture level cities or above in China based on ESDA and GWR[J]. Economic Geography, 35(5): 45-54.]
- 黄祥芳, 陈建成, 周伟. 2015. 江西省11市“四化”耦合协调发展水平测度[J]. 城市问题, (3): 67-74. [Huang X F, Chen J C, Zhou W. 2015. A measurement of development level of coupling coordination between industrialization, informationization urbanization and agricultural modernization of 11 cities in Jiangxi Province[J]. Urban Problems, (3): 67-74.]
- 李国平. 2008. 我国工业化与城镇化的协调关系分析与评估[J]. 地域研究与开发, 27(5): 6-11, 16. [Li G P. 2008. The

- analysis and evaluation of the compatible relationship between industrialization and urbanization in China[J]. Areal Research and Development, 27(5): 6-11, 16.]
- 李瑞, 吴殿廷, 殷红梅, 等. 2014. 2000年以来中国东部四大沿海城市群城市旅游业发展效率的综合测度与时空特征[J]. 地理研究, 33(5): 961-977. [Li R, Wu D T, Yin H M, et al. 2014. Comprehensive measurement and spatial characteristics of development efficiency for urban tourism in eastern China: A case study of four coastal urban agglomerations[J]. Geographical Research, 33(5): 961-977.]
- 李裕瑞, 王婧, 刘彦随, 等. 2014. 中国“四化”协调发展的区域格局及其影响因素[J]. 地理学报, 69(2): 199-212. [Li Y R, Wang J, Liu Y S, et al. 2014. Spatial pattern and influencing factors of the coordination development of industrialization, informatization, urbanization and agricultural modernization in China: A prefecture level exploratory spatial data analysis[J]. Acta Geographica Sinica, 69(2): 199-212.]
- 刘贺贺, 杨青山. 2016. 新陈代谢视角下东北地区城市健康诊断[J]. 干旱区资源与环境, 30(3): 25-31. [Liu H H, Yang Q S. 2016. Urban health diagnosis for the Northeast China from the perspective of urban metabolism[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 30(3): 25-31.]
- 龙冬平, 李同昇, 苗园园, 等. 2014. 中国农业现代化发展水平空间分异及类型[J]. 地理学报, 69(2): 213-226. [Long D P, Li T S, Miao Y Y, et al. 2014. The spatial distribution and types of the development level of Chinese agricultural modernization[J]. Acta Geographica Sinica, 69(2): 213-226.]
- 潘竞虎, 胡艳兴. 2015. 中国城市群“四化”协调发展效率测度[J]. 中国人口·资源与环境, 25(9): 100-107. [Pan J H, Hu Y X. 2015. Measurement of the efficiency of coordinated development of the four modernizations for urban agglomerations in China[J]. China Population, Resources and Environment, 25(9): 100-107.]
- 钱丽, 陈忠卫, 肖仁桥. 2012. 中国区域工业化、城镇化与农业现代化耦合协调度及其影响因素研究[J]. 经济问题探索, (11): 10-17. [Qian L, Chen Z W, Xiao R Q. 2012. Study on coupling coordination degree between industrialization, urbanization and agricultural modernization and its influencing factors of China region[J]. Inquiry into Economic Issues, (11): 10-17.]
- 秦伟山, 张义丰, 袁境. 2013. 生态文明城市评价指标体系与水平测度[J]. 资源科学, 35(8): 1677-1684. [Qin W S, Zhang Y F, Yuan J. 2013. Measuring and defining Eco-civilization cities in China[J]. Resources Science, 35(8): 1677-1684.]
- 渠爱雪. 2006. 江苏省新型工业化水平综合测度研究[J]. 经济地理, 26(1): 55-59, 65. [Qu A X. 2006. A study on the synthetical measure of the new industrialization level in Jiangsu Province[J]. Economic Geography, 26(1): 55-59, 65.]
- 石涛. 2014. 中原经济区“四化”发展动态效率分解及协调度测度[J]. 区域经济评论, (3): 125-129. [Shi T. 2014. Zhongyuan jingji qu "sihua" fazhan dongtai xiaolv fenjie ji xietiaodu cedu[J]. Regional Economic Review, (3): 125-129.]
- 宋周莺, 刘卫东. 2013. 中国信息化发展进程及其时空格局分析[J]. 地理科学, 33(3): 257-265. [Song Z Y, Liu W D. 2013. Spatio-temporal analysis of regional and provincial informatization in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 33(3): 257-265.]
- 孙平军, 丁四保, 修春亮. 2012. 北京市人口—经济—空间城市化耦合协调性分析[J]. 城市规划, 36(5): 38-45. [Song P J, Ding S B, Xiu C L. 2012. Analysis of the coordination of population-economy-space in Beijing[J]. City Planning Review, 36(5): 38-45.]
- 田文富. 2016. 以“五化”协同引领绿色发展的体制机制建设[J]. 区域经济评论, (2): 139-144. [Tian W F. 2016. The construction of system and mechanism to "five" collaborative leading green development[J]. Regional Economic Review, (2): 139-144.]
- 王毅, 丁正山, 余茂军, 等. 2015. 基于耦合模型的现代服务业与城市化协调关系量化分析: 以江苏省常熟市为例[J]. 地理研究, 34(1): 97-108. [Wang Y, Ding Z S, Yu M J, et al. 2015. Quantitative analysis of the coordination relation between modern service industry and urbanization based on coupling model: A case study of Changshu[J]. Geographical Research, 34(1): 97-108.]
- 王瑜炜, 秦辉. 2014. 中国信息化与新型工业化耦合格局及其变化机制分析[J]. 经济地理, 34(2): 93-100. [Wang Y W, Qin H. 2014. Spatial Pattern and change mechanism analysis on the coupling and coordinating degree of regional informatization and new industrialization in China[J]. Economic Geography, 34(2): 93-100.]
- 徐维祥, 舒季君, 唐根年. 2014. 中国工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展测度[J]. 经济地理, 34(9): 1-6. [Xu W X, Shu J J, Tang G N. 2014. The measure on the synchronous development of industrialization, informatization, urbanization, agricultural modernization[J]. Economic Geography, 34(9): 1-6.]
- 尹鹏, 刘继生, 陈才. 2015. 东北地区资源型城市基本公共服务效率研究[J]. 中国人口·资源与环境, 25(6): 127-134. [Yin P, Liu J S, Chen C. 2015. Efficiency of basic public



- service for resource-based cities in Northeast China[J]. *China Population, Resources and Environment*, 25(6): 127-134.]
- Liu Y S, Yang R, Li Y H. 2013. Potential of land consolidation of hollowed villages under different urbanization scenarios in China[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 23(3): 503-512.
- Lu Q S, Liang F Y, Bi X L, et al. 2011. Effects of urbanization and industrialization on agricultural land use in Shandong Peninsula of China[J]. *Ecological Indicators*, 11(6): 1710-1714.
- Sun P J, Song W, Xiu C L, et al. 2013. Non-coordination in China's urbanization: Assessment and affecting factors[J]. *Chinese Geographical Science*, 23(6): 729-739.

## Spatiotemporal patterns and influencing factors of the "Five Modernizations" coordinated development of prefecture level and above cities in China

JIANG Xiaojun<sup>1,2</sup>, YANG Qingshan<sup>1,2\*</sup>, LIU Jian<sup>1,2</sup>

(1. School of Geographical Science, Northeast Normal University, Changchun 130024, China;

2. Center of Urbanization and Regional Development, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

**Abstract:** Accelerating the coordinated development of greenization, industrialization, urbanization, agricultural modernization, and informationization is a key requirement for building a comprehensive well-off society and realizing the sustainable development of the economy and society. Based on data of the 342 prefecture level and above administrative units in China, this study constructed an index system for evaluating the coordination level and efficiency of the "Five Modernizations" coordinated development, and used the coupled coordination model, data envelopment model, and panel data regression analysis model to analyze the coordination level, development efficiency, spatial distribution, and influencing factors of the "Five Modernizations" coordinated development of each administrative unit in 2008 and 2013. The results show that: (1) Between 2008 and 2013, the comprehensiveness degree, coupling degree, and coordination degree of the "Five Modernizations" coordinated development increased and the regional differences gradually reduced, but the level of development of the Circum-Bohai-Sea Region, the Yangtze River Delta, the Pearl River Delta, and other eastern China regions was still higher than that in central and western China. (2) The spatial distribution of the coordinated development of the "Five Modernizations" showed "clustering," "hierarchical," and "stepped" characteristics, with an eastern > central > western development pattern. (3) The comprehensive efficiency and scale efficiency of the coordinated development of the "Five Modernizations" was low and the regional difference was significant; the technical efficiency was high and the regional differences was small. The coordinated development efficiency of the "Five Modernizations" showed "hierarchical" and "stepped" characteristics, with efficiencies corresponding to cities' administrative level and decreasing from the eastern to the central and western regions. (4) The low scale efficiency was the key factor that led to low comprehensive efficiency of the "Five Modernizations" coordinated development. The spatial pattern of the "Five Modernizations" coordination degree was the result of the differences and interactions between complex geographical environment, economic, and social development factors.

**Key words:** "Five Modernizations" coordinated development; spatiotemporal patterns; influencing factor; coupling function; China