
武汉市土地利用程度和经济发展的重心迁移及耦合协调性研究^{*1}

陈莹¹ 胡梦可¹ 方勇²

(1. 华中科技大学公共管理学院, 湖北武汉 430074;

2. 武汉市规划研究院, 湖北武汉 430014)

【摘要】:土地利用和经济的协调发展对社会的可持续发展具有重要意义。采用 2005~2014 年武汉市各区域的土地利用程度和经济发展数据,对武汉市、主城区、远城区的土地利用程度重心、经济发展重心迁移及耦合协调关系进行分析。研究结果显示:(1)在土地利用程度和经济发展重心迁移上,武汉市远城区相对于主城区重心迁移距离更大,迁移方向更为杂乱;(2)在土地利用程度和经济发展的耦合协调性上,主城区较为和谐,江汉区为高度协调型,硚口区和青山区为经济发展略微滞后型,其他主城区为土地发展略微滞后。远城区经济发展和土地利用程度基本处于不协调的状态,除了汉南区属于经济滞后型,其他均为土地发展滞后型。

【关键词】:经济重心;土地利用程度重心;耦合协调性;武汉市;主城区;远城区

【中图分类号】:F301 **【文献标识码】**:A **【文章编号】**:1004-8227(2017)08-1131-10

DOI:10.11870/cjlyzyyhj201708003

土地利用和经济的协调发展对社会的可持续发展具有重要意义,当前学界对经济发展和土地利用之间关系的研究主要集中在理论探讨、实证分析等方面。从理论上分析,两者表现为多因素综合影响下的双向关系。随着社会经济的发展,土地利用目标、利用方式和开发水平的变化以及各产业部门间对土地利用的特殊要求和比较经济效益的差异,导致土地资源在不同产业部门间流转和重分配,从而引起土地利用的变化,反之,土地利用变化又会影响区域经济发展水平、经济产业结构、产业布局的演进和变化^[1~3]。在实证分析中,研究尺度主要集中在省级以上的大尺度,对于城市及其内部区域的研究较少。土地利用的评价主要从土地集约利用状况和土地利用变化状况开展,以土地利用程度为评价指标的研究较少。研究方法集中在两者的因果检验、相关性和时空变化中,例如,郑华伟等^[4]和熊鹰等^[5]分别以江苏省和长株潭城市群为实证分析,均发现经济发展是土地集约利用的 Granger 关系,且反向关系不明显;潘竟虎等^[7]、李昌峰等^[8]、许艳等以重心为切入点,对土地集约利用和经济发展的

¹ 收稿日期:2016-11-16; 修回日期:2017-02-15

基金项目:国家自然科学基金(71603089) [National Natural Science Foundation of China(71603089)]; 国家自然科学基金项目(10CGL044) [National Social Science Foundation of China(10CGL044)]; 华中科技大学人文社会科学重大及交叉研究专项(2014WZ01) [Key and Cross Projects of Humanities and Social Science Foundation in Huazhong University of Science and Technology(2014WZ01)]; 华中科技大学人文社科自主创新基金项目(2014AA024) [Innovation Foundation in Huazhong University of Science and Technology(2014AA024)]

作者简介:陈莹(1980~),女,博士,副教授,主要研究方向为土地管理、土地经济. E-mail:chenying1210@mail.hust.edu.cn

时空关系进行研究^[9]，张兴榆等则对江苏省土地利用重心和经济重心迁移轨迹进行对比研究^[10]。纵观现有研究存在如下不足：一是城市内部及其微观层面研究不足。主城区和远城区之间土地利用方式和经济发展一般存在较大差异，大城市区域内部差异更为明显，对城市内部区域进行研究更具有指导意义。二是土地利用和经济发展的协调关系在空间上的研究不足。现有研究多从理论或数值上探讨两者的因果关系或协调关系，缺少空间上的分析，如土地利用和经济发展重心在区域上的轨迹变化如何，两者迁移方向和速度是否一致，哪些区域土地利用滞后于经济发展，哪些区域经济发展滞后于土地利用程度等。本文试图以武汉市为例，区分主城区和远城区，通过近 10a 来经济发展和土地利用程度的重心迁移变化，探讨城市内部各区域经济发展和土地利用的协调关系，并深入分析各区域两者不协调的原因，为实现武汉市的土地利用和经济的协调发展提供理论指导。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 重心分析法

将重心的概念引入到经济、地理等领域用以分析一定区域内土地利用程度、经济发展过程中要素的空间变化状况，能够客观的反映一定区域内要素的空间集聚和变化状况^[11]。

(1) 区域特定属性重心确定

若假设一个特定的区域由 n 个次一级区域 i (1, 2, 3...) 组成，次一级区域 i (1, 2, 3...) 的重心坐标为 (x_i, y_i) ，则该特定区域特定属性重心 (X, Y) 的计算公式如下：

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (1)$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (2)$$

式中： Q_i 表示第 i 个次一级区域某种属性的量值。本文以武汉市为研究区域，次一级区域为武汉市的 13 个辖区，各辖区的重心坐标 (x_i, y_i) 依据各区域的经纬度，通过 ArcGIS10.2 计算得出。

(2) 区域重心年际移动距离

区域重心年际移动距离可分析要素集聚和扩散的空间变化状况，计算公式如 (3)：

$$S = G \times [(x_m - x_n)^2 + (y_m - y_n)^2]^{1/2} \quad (3)$$

式中： S 表示两个区域重心年际移动距离； m 、 n 分别表示两个不同的年份； (x_n, y_n) 和 (x_m, y_m) 分别表示第 n 年和第 m 年的区域特定属性重心的地理坐标； G 为常数，取 111.111，是把地理坐标单位 (经纬度) 换算成平面距离 (km) 的系数。

1.1.2 重心衡量指标

国内生产总值(GDP)作为国民经济核算的核心指标,能够对一个地区的经济发展情况进行综合性、整体性的概括,因此本文以 GDP 作为武汉市经济重心的衡量指标。

土地利用程度评价学术界主要采用两种计算方法,一是通过各地类土地利用程度分级指数计算,即刘纪远的土地利用程度综合指数模型,将区域土地利用类型归类到 4 级土地利用程度,并赋予分级指数^[12],该方法广泛运用于省市较大尺度的土地利用程度研究中,如高志强和刘纪远等运用该分级指数对中国土地利用程度进行计算^[13];刘坚等对江苏省土地利用程度进行计算^[14];陈浩等^[15]、蒋梦倩等^[16]分别对绵阳市、重庆市土地利用程度进行计算;吴金华和李纪伟等根据延安实际情况将 4 级模型改进为 6 级模型进行计算^[17]。二是通过多个复合指标对土地利用程度进行计算,如曹瑞芬等^[18]、柯新利^[19]均选取土地垦殖率、土地农业利用率、耕地复种指数、林地覆盖率、养殖水面利用率、人口密度、土地建设利用率、土地利用度 8 个指标,分别对武汉市、咸宁市的土地开发利用程度进行评价。综合已有评价指标体系,并结合武汉市实际情况,构建武汉市土地利用程度评价指标体系(表 1)。其中,土地垦殖率、建设用地比重和土地利用度分别代表了农用地、建设用地和未利用地在土地面积中的比重,人口密度反映了人地关系,土地利用程度综合指数是土地利用程度的综合指标(式 4),该指数是将吴金华的 6 级分级指数改进为 7 级分级指数(表 2)。最后通过熵值法计算得到各个指标的权重(表 1)。

表 1 土地利用程度评价指标

Tab. 1 Evaluation Indexes of Land Use Degree

评价指标	计算公式	预期作用	权重
土地利用程度综合指数	式 4	正向	0.15
土地利用度	可利用地/土地总面积	正向	0.15
土地垦殖率	耕地面积/土地总面积	负向	0.15
建设用地比重	建设用地面积/土地总面积	正向	0.20
人口密度	总人口/土地总面积	正向	0.35

土地利用程度综合指数 i_j 计算公式如(4):

$$i_j = \sum_{i=1}^n (A_i \times C_i) \times 100 \tag{4}$$

式中: i_j 表示区域土地利用程度综合指数; A_i 表示区域内第 i 级土地利用程度分级指数(表 2); C_i 表示区域内第 i 级土地的面积百分比。

表 2 各地类土地利用程度分级指数

Tab. 2 Classification of Land Use Degree

土地利用类型	未利用地级		林、草用地级	农业用地级	建设用地级		
	未利用地	滩涂、其他草地	林地、草地	耕地、园地、其他农用地	交通水利用地、特殊用地	村庄	城镇及工矿用地
分级指数	1	2	3	5	7	8	9

1.1.3 耦合协调关系

(1) 耦合度

耦合关系是指体系与体系之间或者运动与运动之间通过各种相互作用而彼此影响的关系，通常用耦合度这一指标来衡量^[20]。本文以物理学中容量耦合模型为基础，来分析武汉市各城区土地利用程度和经济发展这两者之间的关系，通过两者耦合度的大小来判断两者的耦合关系的强弱。耦合度 C 的计算公式如式(5)：

$$C = 2 \times \{ (u_{\pm} u_{\text{经}}) / [(u_{\pm} + u_{\text{经}}) \times (u_{\pm} + u_{\text{经}})] \}^{1/2} \quad (5)$$

式中：C 表示武汉市土地利用程度和经济发展之间的耦合度； $u_{\text{经}}$ 表示经济指标； $u_{\pm}$ 表示土地利用程度指标。

(2) 耦合协调度

耦合度虽然能反映土地利用程度和经济发展之间的协调程度，然而却难以反映土地利用程度和经济发展的实际水平和状态，因此进一步引入耦合协调度模型来探究武汉市土地利用程度和经济发展的实际状态及彼此之间的协调关系。耦合协调度 D 的计算公式如下^[21]：

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (6)$$

$$T = \alpha U_a + \beta U_b \quad (\alpha + \beta = 1) \quad (7)$$

式中：D 为武汉市经济重心和土地利用程度重心变化的协调度；C 为两者之间的耦合度；T 为两者之间的综合协调指数，在土地利用程度和经济发展的耦合协调程度的研究中，一般认为两者同等重要，即认为 $\alpha = \beta = 1/2$ 。

当 D 越接近于 1，说明两者之间耦合协调关系往好的方向发展；反之，当 D 越接近于 0，说明两者之间的协调关系往失调的方向发展。协调度大致分为以下阶段：失调阶段、勉强协调阶段和协调阶段^[21]。

1.2 数据来源

武汉市位于江汉平原东部，是湖北省的省会城市，也是华中地区的国家区域中心城市。武汉市下设 13 个辖区，其中主城区 7 个（汉阳区、江岸区、江汉区、硚口区、武昌区、青山区和洪山区），远城区 6 个（东西湖区、蔡甸区、黄陂区、江夏区、新洲区和汉南区）。武汉市 2005~2014 年的经济数据来自于 2006~2015 年《武汉统计年鉴》；2005~2014 年的土地利用数据来自于武汉市国土局土地利用现状数据和土地利用变更数据。

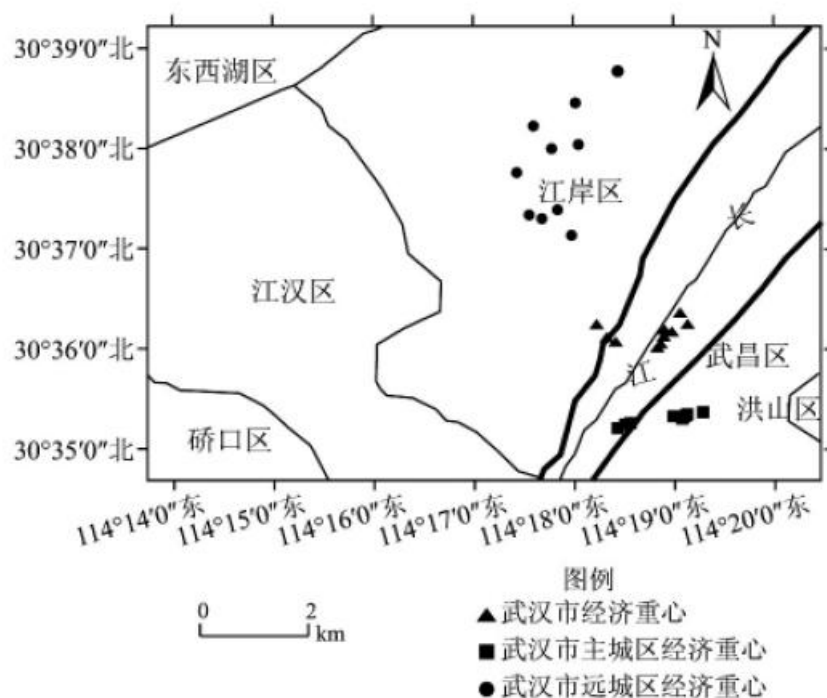


图 1 武汉市、主城区和远城区经济重心区位图

Fig. 1 Location Map of Economic Gravity Centers of Wuhan, Main Urban Area and Far City Area

2 武汉市土地利用程度和经济发展的重心迁移

2.1 经济重心迁移特征分析

(1) 2005~2014 年武汉市主城区的经济重心位于武昌区西部，靠近长江，运动方向为西南移动，移动距离 1.59km，年均移动距离 0.198km。

2005~2014 年武汉市主城区经济重心由 (30.5896° N, 114.3213° E) 移至 (30.5870° N, 114.3072° E)，移动了 1.59km(图 2)。2011~2012 年移动距离最大为 0.789km，2009~2010 年移动距离最小 0.0175km，年均移动距离为 0.198km。其原因为：一是武汉市主城区以汉口和武昌区片经济最为繁华，其中江岸区、江汉区、硚口区和武昌区的 GDP 占比都超过了 15%，所以经济重心大致位于这几个区的交界处。此外，各区(青山区除外)年均 GDP 占比变化均处于 0.3%~0.5%左右，保持较为均衡的发展状态，经济重心年均移动较小。二是 2005~2014 年间，西南方向的汉阳区经济发展处于加速阶段，而东北部的青山区经济发展处于下降阶段，因此经济重心朝西南方向移动。汉阳区近几年旧城改造力度大，现代服务业发展快速，特别是医药和汽车服务业蓬勃发展，2014 年 GDP786.9 亿元，2005 年 161.76 亿元，增长 386.46%，GDP 占比增长 3.3%。青山区 GDP 占比一直处于下降的状态，钢铁、石化行业为代表的重工业效益逐年下降。西南方向的牵引力逐年增加，东部的牵引力减少，导致主城区经济重心向西南方向移动。

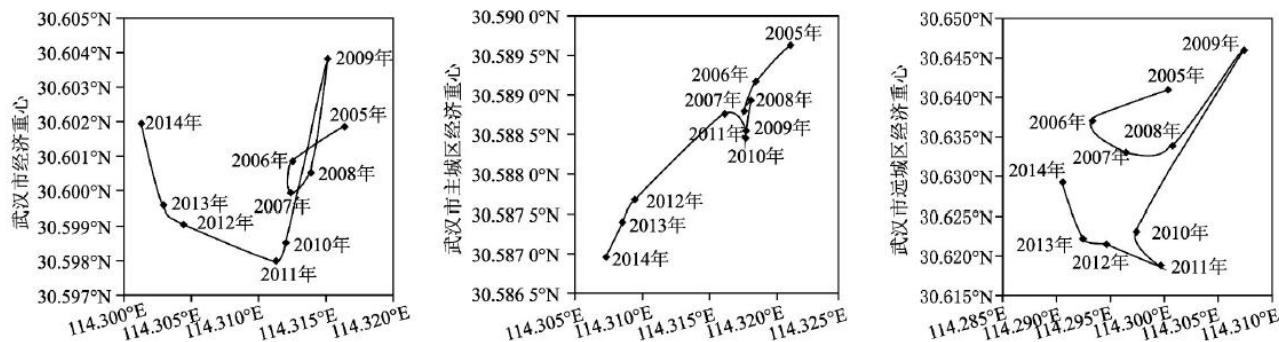


图2 武汉市、主城区和远城区经济重心变化轨迹图

Fig. 2 Dynamic Variation Track of Economic Gravity Centers of Wuhan, Main Urban Area and Far City Area

(2) 2005~2014 年武汉市远城区的经济重心一直处于江岸区, 运动方向杂乱, 但整体朝南部偏移, 移动距离 1.69km, 年均移动距离 0.944km。

2005~2014 年武汉市远城区经济重心由 (30.6409° N, 114.3002° E) 移至 (30.6293° N, 114.2904° E), 即移动了 1.69km, 经济重心的变化较为杂乱, 呈现西南 (2005~2006) — 东南 (2006~2007 年) — 东北 (2007~2009 年) — 西南 (2009~2010 年) — 东南 (2010~2011 年) — 西北 (2011~2014 年) 的移动方向。经济重心年均移动距离为 0.944km, 其中 2009~2010 年重心移动距离最大, 为 2.784km, 2012~2013 年移动距离最小, 为 0.247km。其原因为: 一是远城区各区经济发展差异明显, 南部的汉南区和蔡甸区的 GDP 总量明显落后于其他的城区, 占比仅为 4% 和 13% 左右, 导致武汉市远城区经济重心明显偏北。二是 2009~2010 年南部的江夏区和蔡甸区 GDP 高速增长, 增长幅度分别达到 48.94% 和 43.18%, 而北部的黄陂区和新洲区的 GDP 增长率仅为 19.24% 和 17.72%, 因此经济重心快速向南移动。

率和土地利用程度综合指数均小幅度下降,因此北部的牵引力下降,导致武汉市主城区土地利用程度重心向西南方向移动。但总体来说,各城区的比例状况变化较小,土地利用程度重心变化不明显。

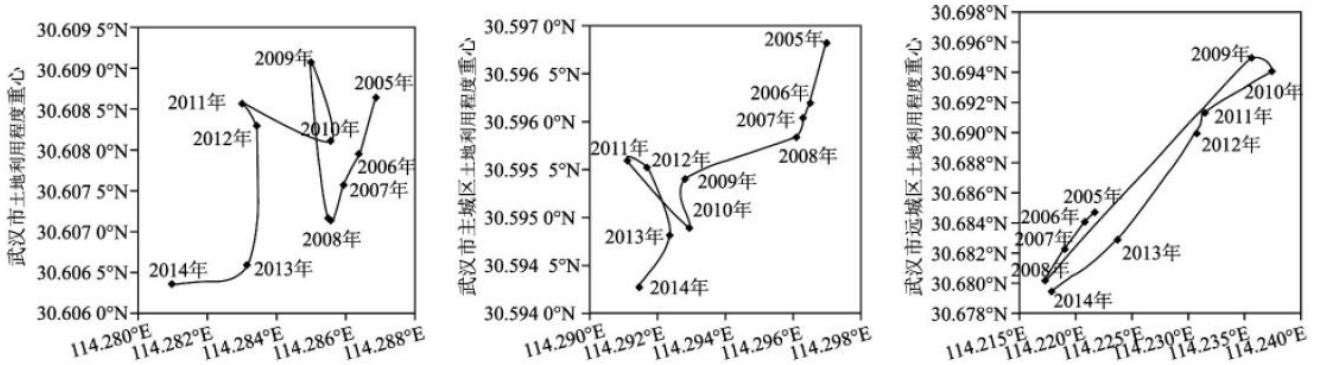


图4 武汉市、武汉市主城区和远城区土地利用程度重心变化轨迹图

Fig. 4 Dynamic Variation Track of Land Use Degree Gravity Centers of Wuhan, Main Urban Area and Far City Area

(2) 2005~2014年武汉市远城区土地利用程度重心位于黄陂区和东西湖区交界处,2008~2009年剧烈向东北方向移动,2010~2014年又向西南方向移动,总位移是向西南移动0.724km,年均移动距离为0.701km。

2005~2014年武汉市远城区土地利用程度重心由(30.6847° N, 114.2216° E)移至(30.6794° N, 114.2179° E),移动距离为0.724km。2008~2009年朝东北移动距离最大为2.617km,2005~2006年朝西南移动距离最小为0.122km,年均移动距离为0.701km。其原因为:一是在武汉市远城区中,东西湖区和黄陂区土地利用程度远远高于其他远城区,两者的土地利用程度综合得分占武汉市远城区总得分的54%以上,导致武汉市远城区土地利用程度重心位于这两个区的交界处。二是位于西部的东西湖区近10a来土地利用程度在远城区中占有绝对的优势,与此同时位于西南部的蔡甸区所占比重也不断增长,比重增长超过2%。西南部的牵引力上升,导致武汉市远城区土地利用程度重心向西南移动。三是2008~2009年武汉市远城区的土地利用程度重心突然出现剧烈的东北方向移动,主要是西部的东西湖区、西南的汉南区 and 东南的江夏区土地利用程度得分下降有关,南部牵引力下降。具体而言,3个区的土地垦殖率在2008~2009年均有一定提升,东西湖区的土地利用程度降低,因此,土地利用程度得分下降。

(3) 2005~2014年武汉市的土地利用程度重心位于江岸区西南部,靠近江汉区,运动方向较为杂乱,总位移向西南移动0.698km,年均移动距离为0.149km。

从运动方向看,武汉市土地利用程度重心移动较为波动,2005~2008年和2012~2014年土地利用程度重心向西南移动,但在2008~2012年出现了西北—东南—西北—东南方向的波动。2005~2014年武汉市土地利用重心由(30.6086° N, 114.2869° E)移至(30.6064° N, 114.281° E),位移距离为0.629km,年均移动距离为0.149km,2013~2014年移动距离最大为0.241km,2011~2012年移动距离最小为0.057km。其原因为:武汉市主城区土地利用程度对武汉市整体的影响远远大于武汉市远城区。武汉市主城区土地利用程度平均得分为63.76,远城区仅为11.65,前者约是后者的6倍,这导致武汉市土地利用程度重心的位置变化与武汉市主城区的相近。

2.3 土地利用程度重心和经济重心迁移的比较分析

从理论上说,经济重心和土地利用程度重心的移动方向和移动速度越一致,说明两者的协调性越好,分别对比2005~2014年武汉市、主城区和远城区经济重心和土地利用程度重心的变化和相对距离(图5),其特征为:

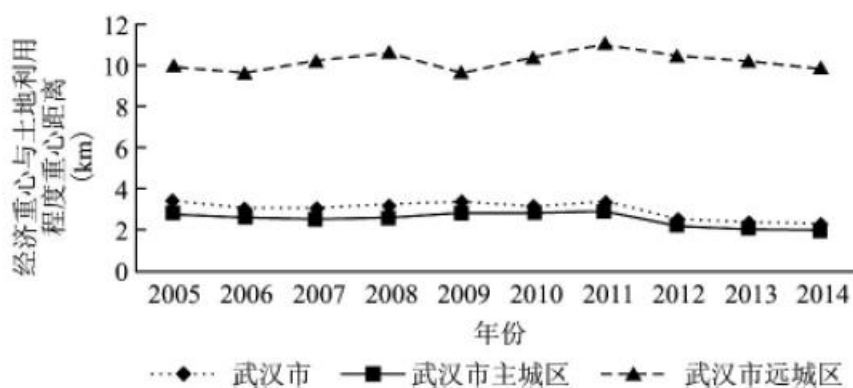


图 5 武汉市经济重心和土地利用程度重心距离趋势图

Fig. 5 Trend Chart of Economic Gravity Center and Land Use Degree Gravity Center of Wuhan, Main Urban area and Far City Area

(1) 武汉市主城区经济重心和土地利用程度重心相对距离最短，移动速度匹配度最高，移动方向最一致。

武汉市主城区经济重心位于土地利用程度重心的东南部，平均相对距离为 2.526km，2005~2014 年两者距离不断缩减，从 2005 年的 2.821km 缩短到 2014 年的 1.933km(图 6)。从移动方向来看，两者均为西南方向，一致性较好。从移动速度来看，经济重和土地利用程度重心的的年均移动距离分别为 0.198 和 0.120km，前者约为后者的 1.65 倍。

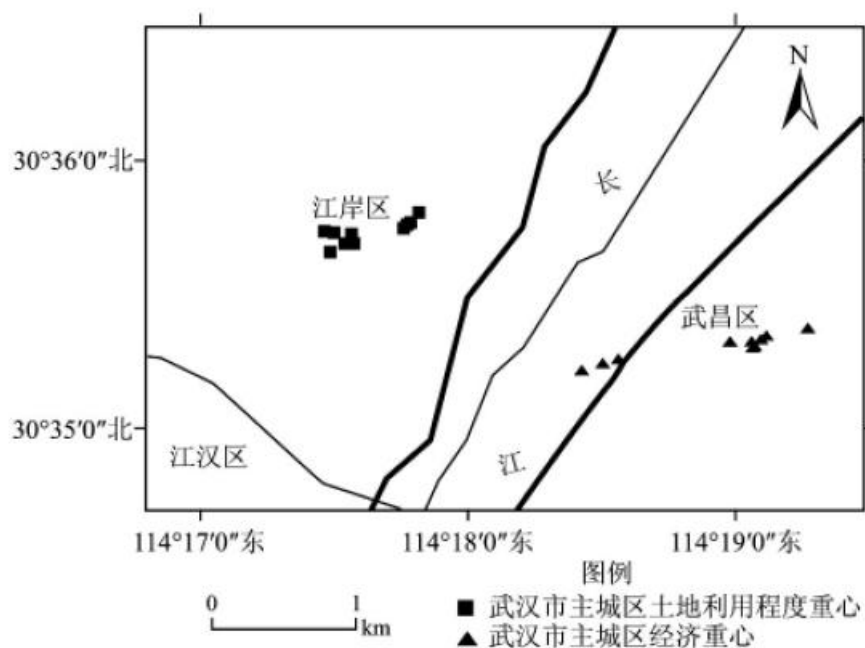


图6 武汉市主城区经济重心和土地利用程度重心区位对比图

Fig. 6 Comparison Diagram of the Locations of Economic Gravity Center and Land Use Degree Gravity Center of Main Urban Area in Wuhan

(2) 武汉市远城区经济重心和土地利用程度重心相对距离最长，移动速度匹配度较好，移动方向一致性差。

武汉市远城区经济重心位于土地利用程度重心的东南部，2005~2014 年两者的相对距离在 9.596~11.049km 间波动，平均相对距离为 10.174km(图 7)。从移动方向来看，经济重心和土地利用程度重心移动的一致性差。从年均移动速度来看，2005~2014 年武汉市远城区经济重心的年均移动距离略大于土地利用程度重心，经济重心的年均移动距离为 0.944km，土地利用程度重心的年均移动距离为 0.701km，说明在移动速度上两者具有一定的一致性。

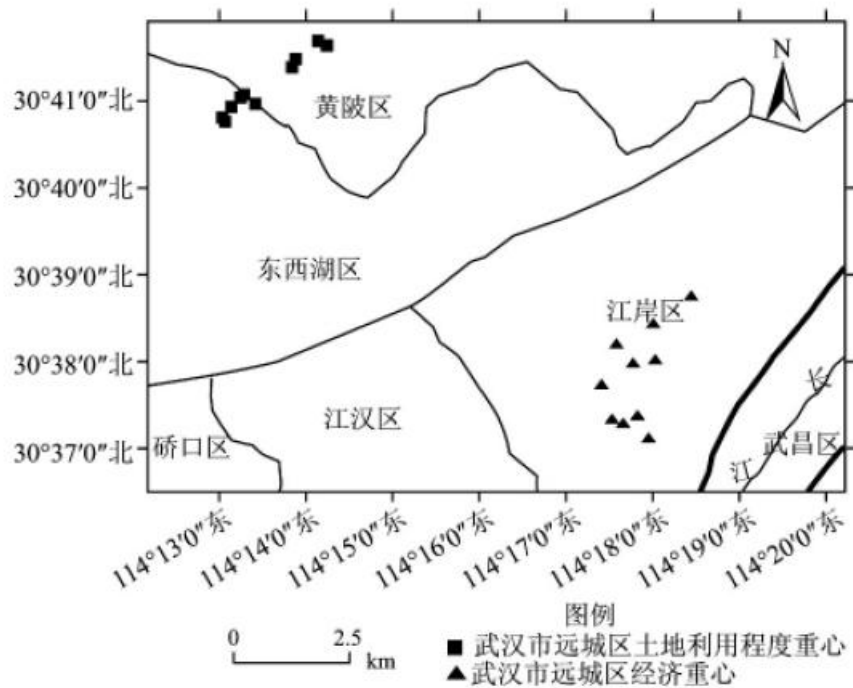


图 7 武汉市远城区经济重心和土地利用程度重心区位对比图

Fig. 7 Comparison Diagram of the Locations of Economic Gravity Center and Land Use Degree Gravity Center of Far City Area in Wuhan

(3) 武汉市经济重心和土地利用程度重心相对距离较短，移动速度匹配度不高，但移动方向较为一致。

武汉市经济重心位于土地利用程度重心的东南部，平均相对距离为 2.969km，2005~2014 年两者的相对距离不断缩减，从 2005 年的 3.355km 缩减到 2014 年的 2.303km(图 8)。从移动方向来看，两者较为一致。从年均移动距离来看，2005~2014 年武汉市经济重心的年均移动距离大于土地利用程度重心的年均移动距离，经济重心的年均移动距离为 0.349km，土地利用程度重心的年均移动距离为 0.149km，前者约为后者的 2 倍。

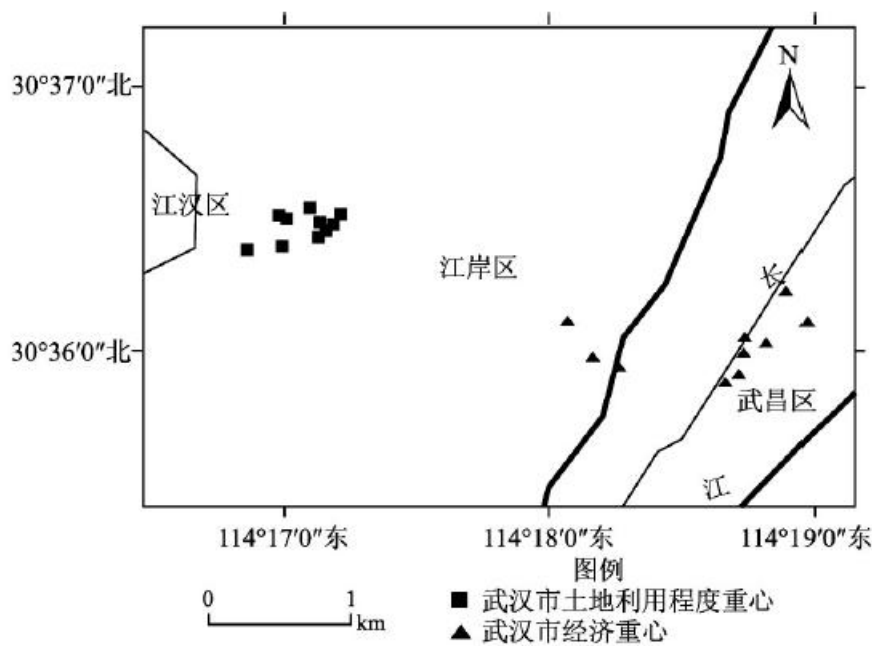


图 8 武汉市经济重心和土地利用程度重心区位对比图

Fig. 8 Comparison Diagram of the Locations of Economic Gravity Center and Land Use Degree Gravity Center of Wuhan

对比分析武汉市、主城区和远城区经济重心和土地利用程度重心近十年来移动变化状况，经济重心均位于土地利用重心的东南方向。主城区经济重心和土地利用程度重心相对距离最小，其次是武汉市整体，远城区相对距离最大。在移动方向和移动速度上，主城区经济重心和土地利用程度重心移动的同步性最佳，协调性最好。

3 武汉市各个城区土地利用程度和经济发展的耦合协调性

上文从重心变动的一致性初步判断武汉市主城区经济和土地利用程度的耦合协调度优于远城区，为了进一步验证两者的耦合协调程度，本节将采用耦合协调度模型进行测算。

以武汉市各个城区 GDP 和土地利用程度为评价指标，采用极值法对原始数据进行标准化处理，除土地垦殖率为负向指标，其他均为正向指标，计算公式如下：

$$X'_{ij} = \begin{cases} \frac{\text{Max}X_i - X_{ij}}{\text{Max}X_i - \text{Min}X_i} & (\text{负向指标}) \\ \frac{X_{ij} - \text{Min}X_i}{\text{Max}X_i - \text{Min}X_i} & (\text{正向指标}) \end{cases} \quad (8)$$

式中: X'_{ij} 表示标准化后的数值; X_{ij} 表示原始数值; $\text{Max}X_i$ 表示第 i 项评价指标中的最大值; $\text{Min}X_i$ 表示第 i 项评价指标中的最小值; j 表示年份。

根据公式(6)(7), 计算出 2005~2014 年武汉市各个城区土地利用程度和经济发展的耦合协调度(表 3)。总体上, 主城区的耦合协调度大于远城区。主城区中, 洪山区由于城乡二元结构导致其耦合协调度明显小于其他主城区; 远城区中, 各个城区土地利用程度和经济发展直接的耦合协调度均较低, 尤其是汉南区由于经济发展水平处于武汉市所有城区的最后一位, 故其耦合协调度为 0。从发展方向来看, 除去青山区近 10a 土地利用程度和经济发展之间的耦合协调度呈现下降的趋势外, 其他的城区处于波动上升的阶段。根据耦合协调度、土地利用程度及经济发展指标值, 将各个区域协调关系进行类型划分(表 4)。

表 3 武汉市分区土地利用程度和经济发展的耦合协调度
Tab. 3 Coordination Degrees of Economic Development and Land Use Degree in Wuhan

协调度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
江岸区	0.754	0.775	0.778	0.767	0.849	0.863	0.863	0.862	0.875	0.844
江汉区	0.910	0.942	0.943	0.924	1	1	1	1	1	1
硚口区	0.804	0.832	0.828	0.813	0.838	0.842	0.840	0.839	0.845	0.839
汉阳区	0.710	0.740	0.758	0.759	0.783	0.809	0.804	0.807	0.834	0.827
武昌区	0.851	0.879	0.881	0.869	0.912	0.919	0.875	0.879	0.883	0.897
青山区	0.909	0.908	0.907	0.906	0.862	0.879	0.851	0.776	0.770	0.753
洪山区	0.585	0.604	0.606	0.596	0.653	0.674	0.678	0.659	0.696	0.662
东西湖区	0.475	0.49	0.495	0.494	0.530	0.544	0.556	0.587	0.610	0.627
汉南区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
蔡甸区	0.320	0.349	0.349	0.345	0.367	0.397	0.408	0.416	0.426	0.433
江夏区	0.304	0.316	0.330	0.332	0.314	0.347	0.361	0.370	0.383	0.377
黄陂区	0.462	0.474	0.481	0.479	0.523	0.528	0.526	0.536	0.544	0.552
新洲区	0.401	0.411	0.415	0.418	0.475	0.481	0.489	0.495	0.503	0.507

表 4 武汉市分区土地利用程度和经济发展协调类型划分

Tab. 4 Coordination Relationship of Economic Development and Land Use Degree in Wuhan

类型	划分标准	区域
协调阶段 ($D > 0.7$)	$U_{\pm} = U_{\text{经}} = 1$ (高度协调)	江汉区
	$U_{\pm} > U_{\text{经}} > 0.5$ (经济略微滞后型)	硚口区、青山区
	$U_{\text{经}} > U_{\pm} > 0.5$ (土地略微滞后型)	江岸区、汉阳区、武昌区
勉强协调阶段 ($0.5 < D < 0.7$)	$U_{\text{经}} > U_{\pm}, 0.1 < U_{\pm} < 0.5$ (土地比较滞后)	洪山区、东西湖区
失调阶段 ($0 < D < 0.5$)	$U_{\text{经}} > U_{\pm}, 0 < U_{\pm} < 0.1$ (土地明显滞后)	新洲区、蔡甸区、黄陂区、江夏区
严重失调阶段 ($D = 0$)	$U_{\text{经}} = 0$ (经济非常滞后)	汉南区

2005~2014 年间,除了青山区和汉南区,其他城区经济发展和土地利用状况的耦合协调度都处在波动上升的状态(表 3)。汉南区由于其近 10a 的经济发展都处于武汉市最后一位,耦合协调关系一直处在严重失调的状态。青山区经济发展和土地利用状况的协调度下降与其经济发展状况不佳有关。从近十年青山区 GDP 变化情况来看,2008 年之前,青山区的 GDP 总额位列武汉市第一,2008 年 GDP 下降,2010 和 2011 年虽有小幅度提升,到 2011 年后持续下降,2014 年 GDP 位列主城区最后一位。2008 年的经济危机对以工业为优势产业的青山区经济发展影响最大。

从协调类型来看(表 4),江汉区、江岸区、硚口区、汉阳区、武昌区、青山区经济发展和土地利用状况属于协调状态,耦合协调度均在 0.7 以上,其中江汉区的协调关系最好,耦合协调度在 2009 年后均为 1。硚口区和青山区的经济发展略微滞后于土地利用程度发展,而江岸区、汉阳区和武昌区的土地利用程度略微滞后于经济发展程度。洪山区和东西湖区则处于勉强协调阶段,耦合协调度处于 0.5~0.7,表现为土地利用程度滞后于经济发展。新洲区、江夏区、蔡甸区和黄陂区处在失调阶段,四个城区的耦合协调度基本处于 0.2~0.5,土地利用程度明显滞后于经济发展。汉南区则处在严重失调阶段。整体而言,武汉市主城区各个城区的经济发展和土地利用程度的耦合协调关系都优于远城区的各个城区。在影响协调关系的因素来看,经济因素制约了青山区、硚口区和汉南区土地利用程度和经济的协调发展,其他城区则都是土地利用程度滞后于经济发展。

4 结论及建议

以 GIS 技术为支撑,通过重心迁移法和耦合协调度模型,对 2005~2014 年武汉市、主城区和远城区土地利用程度和经济发展的重心迁移和协调关系进行系统分析,得到如下结论:(1)武汉市远城区相对于主城区经济重心和土地利用程度重心迁移距离更大,变化更频繁,经济重心均位于土地利用程度重心的东南方向。(2)从经济发展和土地利用程度重心迁移的方向和速度的同步性上看,主城区均优于远城区。主城区经济和土地利用程度重心的平均距离为 2.526m2,重心的移动方向均向西南方向,两者的年平均移动速度分别为 0.198 和 0.120km,远城区经济和土地利用程度重心的平均距离为 10.174km,重心的移动方向一致性

差，两者的年平均移动距离分别为 0.944 和 0.701km。(3)从耦合协调度模型测算得出，主城区较为和谐，江汉区表现为高度协调型，硚口区和青山区为经济发展略微滞后型，其他主城区为土地发展略微滞后。远城区经济发展和土地利用程度基本处于不协调的状态，除了汉南区属于经济滞后型，其他均为土地发展滞后型。

通过数理和空间分析武汉市各区经济发展和土地利用程度的耦合协调性，能清楚知道各区发展的制约因素，因地制宜提出改进措施。在武汉市主城区中，经济因素制约了硚口区和青山区的协调发展，因此，需进一步提高地区的经济产出。当前青山区处于经济总量下滑态势，要进一步促进产业的优化，大力实施“优二进三”产业发展战略，一方面促进第二产业向绿色生产、高端制造、创新发展的趋势发展，以智能制造、新材料等新兴产业为突破口，另一方面要着重加强青山区第三产业的建设。硚口区应进一步发展现代服务业，当前硚口区现代服务业占地区生产总值的 80%以上，但部分仍处在低附加值阶段，要进一步促进高端服务业的发展，提高经济效益。其他主城区均属于土地发展略微滞后型，武昌区、汉阳区、江岸区和洪山区应该进一步提高土地利用程度，以挖掘发展空间、提高土地利用效率为目标，科学进行“城中村”的改造。

武汉市远城区的汉南区属于经济非常滞后型，提高其经济效益是区域发展的重点。汉南区应抓住中心城区退二进三的机遇，依托现有工业园区，进一步加强新型工业的发展，发挥纱帽产业新城和湘洪工业集聚区的集聚作用。对于土地发展明显滞后型的地区，需要进一步优化土地利用结构，提高土地利用效益。一方面，合理增加建设用地面积，科学整合农用地资源，合理推进农用地向非农建设用地流转，建立公平公正、科学的征地政策。另一方面，加强现有土地的利用效率，促进土地的集约利用。

参考文献:

[1] 周忠学,任志远. 土地利用变化与经济发展关系的理论探讨——以陕北黄土高原为例[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(4): 36—42.

【ZHOU Z X, REN Z Y. Theoretical exploring in relationship between land use change and economic development: Taking northern Shaanxi Province of Loess Plateau as an example [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2009, 23(4): 36—42. 】

[2] 吴英杰. 城市土地利用与经济发展的互动机制研究[D]. 浙江大学, 2010.

【WU Y J. Research on the interactive mechanism between urban land utilization and economic development [D]. Zhejiang University, 2010. 】

[3] 武康平,杨万利. 基于新古典理论的土地要素与经济增长的关系[J]. 系统工程理论与实践, 2009, 29(8): 50—55.

【WU K P, YANG W L. Economic growth with land factors in New-Classical Theory [J]. Systems Engineering-Theory &Practice, 2009, 29(8): 50—55. 】

[4] 郑华伟,张锐,张俊凤,等. 土地集约利用与经济发展关系的动态计量分析——以江苏省为例[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(4): 412—418.

【ZHENG H W, ZHANG R, ZHANG J F, et al. Dynamic econometric analysis of the relationshio between land intensive utilization and economic development in Jiangsu Province [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin,

2011, 25(3) :33—37. 】

[5] 熊鹰, 苏婷, 李海, 等. 长株潭城市群土地集约利用与经济发展关系动态计量分析[J]. 国土资源科技管理, 2016, 33(3) : 1—8.

【XIONG YING, SU TING, LI HAI, et al. Dynamic econometric analysis of the relationship between economic development and land intensive utilization in Changsha Zhuzhou Xiangtan urban agglomeration [J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2016, 33(3) : 1—8. 】

[6] 骆东奇, 姜文, 周心琴, 等. 重庆市土地利用与经济发展耦合关系分析[J]. 国土资源科技管理, 2007, 4(24) : 67—71.

【LUO DONGQI, JIANG WEN, ZHOU XINQIN, et al. A study of relationship between economic development and land use change in Chongqing city [J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2007, 4(24) : 67—71. 】

[7] 潘竞虎, 郑凤娟, 杨东. 甘肃省土地集约利用与经济发展的时空差异分析[J]. 资源科学, 2011, 33(4) : 684—689.

【PAN J H, ZHENG F J, YANG D. Spatial-temporal disparities in intensive land use and economic development in gansu province province [J]. Resources Science, 2011, 33(4) : 684—689. 】

[8] 李昌峰, 武清华, 张落成. 土地集约利用与经济发展的空间差异研究——以长江三角洲地区为例[J]. 经济地理, 2011, 31(2) : 294—299.

【LI C F, WU Q H, ZHANG L C. Spatial difference between land intensive use and economic development: case of the yangtze river delta [J]. Economic Geography, 2011, 31(2) : 294—299. 】

[9] 许艳, 濮励杰, 张丽芳, 等. 土地集约利用与经济发展时空差异研究——以江苏省为例[J]. 南京大学学报(自然科学版), 2009, 45(6) : 810—820.

【XU Y, PU L J, ZHANG L F, et al. Spatial-temporal differences of land intensive use and economic development : a case study of jiangsu province [J]. Journal of Nanjing University(Natural Sciences), 2009, 45(6) : 810—820. 】

[10] 张兴榆, 黄贤金, 赵雲泰, 等. 近10年江苏省土地利用重心与经济重心迁移轨迹对比分析[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20(1) : 14—20.

【ZHANG X Y, HUANG X J, ZHAO Y T, et al. Shift route and comparative analysis of land use gravity and economy gravity center in recent ten years in Jiangsu Province [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2011, 20(1) : 14—20. 】

[11] 仲俊涛, 米文宝, 候景伟, 等. 改革开放以来宁夏区域差异与空间格局研究——基于人口、经济和粮食重心的

演变特征及耦合关系 [J]. 经济地理, 2014, 34(5) : 14—20.

【ZHONG J T, MI W B, HOU J Wi, et al. Regional differences and spatial pattern since reform and opening up in ningxia-based on the evolutionary character and the coupling relationship of gravity center of population, economic and grain [J]. EconomicGeography, 2014, 34(5) : 14—20. 】

[12] 庄大方, 刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究 [J]. 自然资源学报, 1997, 12(2) : 10—16.

【Zhuang D F, Liu J Y. Study on the model of regional differentiation of land use degree in china [J]. Journal Of Natural Resources, 1997, 12(2) : 10—16. 】

[13] 高志强, 刘纪远, 庄大方. 基于遥感和 GIS 的中国土地利用/土地覆盖的现状研究 [J]. 遥感学报, 1999, 3(2) : 134 —138.

【GAO ZHIQIANG, LIU JIYUAN, ZHUANG DAFANG. The research of chinese land-use /Land-cover present situations [J]. Journal Of Remote Sensing, 1999, 3(2) : 134—138. 】

[14] 刘坚, 黄贤金, 赵彩艳, 等. 江苏省城市化发展与土地利用程度变化相关性研究 [J]. 水土保持研究, 2006, 13(2) :198—201.

【LIU JIN, HUANG XIANJIN, ZHAO CAIYAN, et al. Study on the correlation of intensive land use change and urbanization of Jiangsu province [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2006, 13(2) : 198—201. 】

[15] 陈浩, 董延旭, 陈朝镇, 等. 绵阳市土地利用程度差异性研究 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41 (12) : 5560 —5562, 5615.

【CHEN HAO, DONG YANXU, CHEN ZHAOZHEN , et al. Study on difference of land use degree in Mianyang city [J]. Journal of Anhui Agri, 2013, 41(12) : 5560—5562, 5615. 】

[16] 蒋梦倩, 刁承泰. 重庆市各区县土地利用程度差异及其动态变化研究 [J]. 国土资源科技管理, 2010, 27(1) : 33—38.

【JIANG MENGQIAN, DIAO CHENGTAI. A study of degree difference and dynamic change in land use in counties of Chongqing city [J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2010, 27(1) : 33—38. 】

[17] 吴金华, 李纪伟, 梁晶晶. 土地利用程度与效益关系研究——以延安市为例 [J]. 中国土地科学, 2011, 25 (8) :54 —60.

【WU JINGHUA, LI JIWEI, LIANG JINGJING. Study on the relationship between land use degree and benefit: a case of Yanan city [J]. China Land Science, 2011, 25(8) : 54—60. 】

[18] 曹瑞芬, 蔡银莺. 基于 AHP 的土地开发利用程度评价及分析——以武汉市为例 [J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2011(1) : 65—69.

【CAO RUIFANG, CAI YINYING. Evaluation and ananalysis of land utilization degree based on AHP— A case study in Wuhan city [J] Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition) , 2011(1) : 65—69. 】

[19] 柯新利. 基于 AHP 方法的土地利用现状评价与分析 [J] . 国土资源科技管理, 2008, 25(4) : 57—60.

【KE XINLI. An Evaluation and Analvsis of Land Use Based on AHP [J] . Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2008, 25(4) : 57—60. 】

[20] 吕添贵, 吴次芳, 游和远. 鄱阳湖生态经济区水土资源与经济发展耦合分析及优化路径 [J] . 中国土地学科学, 2013, 27(9) : 3—10.

【LV T G, WU C F, YOU H Y. Study on the coupling degree and optimizing path between land-water resources and economic development in the ecological economical zone of Poyang Lake [J] . China Land Sciences, 2013, 27(9) : 3—10. 】

[21] 张明斗, 莫冬燕. 城市土地利用效益与城市化的耦合协调性分析——以东北三省 34 个地级市为例 [J] . 资源科学, 2014, 36(1) : 8—16.

【ZHANG M D, MO D Y. Coupling coordination degree of urban land use benefit and urbanization [J] . Resources Science, 2014, 36(1) : 8—16. 】