
城市空间结构紧凑与土地利用效率耦合分析——以南京市为例¹

田柳^{1,2}, 陈江龙^{1*}, 高金龙^{1,3}

(1. 中国科学院流域地理学重点实验室, 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏南京 210008; 2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

【摘要】城市可持续发展一直是城市地理学和城市规划关注的热点。以南京市为例, 测度了城市空间结构紧凑度和城市土地利用效率, 并探讨二者的关系。得出以下结论: (1) 南京市 2002、2007 和 2012 年的城市空间结构均属于较不紧凑状态, 且呈下降趋势; “中心区”紧凑度高, 且呈上升趋势, 城市内部填充与城市外围蔓延扩张现象并存。

(2) 2002—2012 年南京市城市土地利用效率属于中等水平, 且呈下降趋势, 南京市各区城市土地利用效率差异明显。(3) 城市空间结构紧凑通过距离和交通可达性来影响城市内部要素在空间的分布, 最终影响城市土地利用效率。基于此, 在城市发展过程中应加强城市内部空间合理组织, 尤其是加强对交通设施的投入, 促进城市要素在空间上的合理分布与流通, 提高城市土地利用效率。

【关键词】 城市空间结构; 紧凑度; 城市土地利用效率; 南京市

【中图分类号】 FS12.9; Tu984.2

【文献标志码】 A

【文章编号】 1004—8227(2017)01—0026—09

【DOI】 10.11870/cjlyzyyhjZ0170I004

城市可持续发展一直是城市地理学与城市规划关注的热点[1]。改革开放以来, 我国社会经济取得巨大成功, 城市进入快速发展阶段, 城市规模和数量大幅度增长, 导致耕地与生态环境代价性明显[2, 3], 城市可持续发展面临严峻形势[4]。尤其 20 世纪 60 年代以来, 世界范围内的许多大城市经历了以低密度、无序、跳跃不连续以及沿交通干道扩张为特征的城市蔓延[5], 给城市社会经济以及周边生态环境带来了不良影响。为了遏制城市蔓延, 欧美国家提出了“紧凑城市”的可持续发展模式[6—8], 其内涵随着应对城市蔓延带来的问题而不断充实和完善[9, 10]。

¹收稿日期: 2016—03—17

修回日期: 2016—07—11

基金项目: 国家自然科学基金项目(41201111) [National Natural Science Foundation of China (41201111)]

作者简介: 田柳(1990—), 女, 硕士研究生, 主要从事土地利用与区域规划方面研究。E-mail: 415215540@qq.com

*通讯作者 E-mail: jlchen@niglas.ac.cn

二战以后，西方发达国家出现的郊区化热潮导致大量城市中产阶级逃离中心城区，中心城区出现贫困等社会问题，早期的紧凑城市提倡欧洲中世纪的高密度和土地利用混合的城市发展模式[11, 12]。随着可持续发展思想的深入，为了减少小汽车的能源消耗，紧凑城市又提出以步行、自行车和公共交通为主的出行方式[13]，高密度、土地利用混合以及提倡步行、自行车和公共交通出行是紧凑城市 3 个重要特征。虽然紧凑城市自提出以来褒贬不一 [8, 11, 14, 15]，但由于其在节约土地资源、减少资源能源利用以及促进城市公平等方面具有明显作用，紧凑城市仍得到政府部门的大力支持。近年来，我国在大量耕地被快速城市化侵占的背景下，紧凑城市成为中国城市可持续发展借鉴模式之一，诸多学者探讨了紧凑城市对中国城市发展的借鉴意义[16-19]，尤其在土地利用方面，洪敏提出的紧凑城市土地利用的概念，是包括土地高强度利用、土地功能适度混合利用、与交通耦合的土地利用以及分散化集中的土地利用形态 [20]；李琳提出紧凑城市是以较少的土地提供更多的城市空间以及承载更高质量的城市生活[21]；韦亚平用标准断面比较模型描述了“紧凑城市发展”与“土地利用绩效”之间的关系 [22]。土地的高强度高密度发展已经得到一定认可[23, 24]，但城市作为有机整体，城市内部的空间结构对城市功能和效率的实现有着重要的影响，而过去十几年的研究把重点放在宏观层面高密度的探讨，而忽视了城市内部空间结构以及与土地利用效率关系的探讨。由于中国的城市发展阶段和特征与西方发达国家存在差别，二国城市是否要延续“高密度、土地利用混合以及提倡公共交通出行”的紧凑内涵，需要探讨城市内三空间的紧凑以及与城市土地利用效率的关系，万利于厘清紧凑城市在中国城市发展中的实际内三与意义。本文以南京市为例，测度城市空间结构的紧凑度，并探讨城市空间结构紧凑度与土地利用效率的关系，研究结果对城市规划与管理具有重要借鉴意义。

1 研究思路与方法

1.1 城市空间结构紧凑与土地利用效率

城市空间结构是城市中物质环境、功能活动与文化价值等组成要素之间关系的表现方式 [25]，地理学者主要关注城市空间结构布局以及城市空间各要素的相互作用 [26]。城市空间布局以及要素之间的相互作用在社会经济综合作用下不断变化，最终的结果反映到城市土地利用上。紧凑城市提倡城市空间高密度、土地利用混合发展和公共交通出行，从城市空间效率出发来减少对城市周边耕地资源的占用和资源能源的消耗，城市空间结构紧凑主要体现在城市用地紧凑布局以及城有用地之间的相互作用强度。“效率”是来自物理学的概念，指系统输出能量与输入能量的比值，比值越大说明系统内部能量损耗越小。在经济学领域，效率用来反映资源配置和经济活动的效果，表示资源或劳动价值的实现程度 [27]。城市土地利用效率是用来测度城市用地水平的指标，部分学者从单位城市用地产出衡量城市土地利用效率，由于城市作为地域功能的综合体，简单的土地投入并不能带来社会经济以及环境效益，因此城市土地利用效率表征包括土地要素在内的投入产出效率 [28]。城市土地利用效率受到城市内部要素的影响，只有城市内部要素在土地上合理组织才能促进土地利用效率的提高，因此城市土地利用效率受到城市空间结构的影响。而城市空间结构的紧凑程度受到平面空间直线距离和交通可达性的影响，最终通过影响城市内部要素在空间的合理布局来影响城市土地利用效率。

1.2 城市空间结构紧凑度

基于以上分析，城市空间结构的紧凑度表征城市用地之间相互作用的强度，紧凑度越高，相互作用越强，联系越紧密。本文采用赵景柱 [29] 的标准化紧凑度指数模型测度城市空间结构的紧凑度，标准化指数模型是基于格网分析对 Think 紧凑度 [30] 的改进，对不同城市空间结构的紧凑度进行比较，标准化紧凑度指数的大小表明城市用地之间的相互作用强度，且实践表明，在一定的格网大小下城市空间结构的紧凑度趋于稳定 [31]，为了提高测度的准确性本文选取 900m×900m 大小的格网。具体公式如下：

$$NCI = \frac{T}{T_{\max}} = \frac{M(M-1)}{N(N-1)} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{Z_i Z_j}{d^2(i,j)}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{S_i' S_j'}{d^2(i,j)}} \quad (1)$$

式中, Z_i, Z_j 分别代表城市任意格网 i 和格网 j 内的城市建成区面积 ($i \neq j$), $d(i, j)$ 表示任意格网 i 和格网的 j 的几何距离, N 代表格网的个数。 S'_i, S'_j 分别代表城市建成区等价圆任意格网 i 和格网内的城市建成区面积 ($i \neq j$), $d(i, j)$ 表示任意格网 i 和格网的 j 的几何距离, M 代表等价圆格网的个数。 T, T_{max} 分别表示建成区紧凑度和建成区等价圆的紧凑度。 NCI 的范围是 0 到 1, 越接近于 1 表明城市外部空间形态就越紧凑, 反之亦然。并参照文献[32] 对城市空间结构紧凑度逐级分类, 紧凑 (0.8—1.0)、良好紧凑 (0.6—0.8)、中等紧凑 (0.4—0.6)、较不紧凑 (0.2—0.4) 和不紧凑 (0—0.2) [31]。

1.3 城市土地利用效率

测度城市土地利用效率常见的方法是 DEA 模型, 但由于 DEA 方法只能判断决策单元是否 DEA 有效[33], 且需要多个决策单元的相对比较, 不利于某一地区的时序变化研究, 因此在借鉴前人研究的基础上采用生产函数模型, 从单位土地面积投入产出效率角度考察城市土地利用效率。本文借鉴王良建 [28] 对城市土地利用效率随机前沿生产函数的改进模型, 由于数据的可获得性, 本文暂不考虑土地的非期望产出。城市土地利用效率随机前沿生产函数模型如下:

$$Y_{it} = AK_{it}^{\alpha} N_{it}^{\beta} L_{it}^{\gamma} e^{V_{it}-U_{it}} \quad (2)$$

式中, y 表示城市经济产出 (万元); A 表示常数项; K 表示资本存量 (万元); N 表示劳动力 (万人); L 表示城市建设用地面积 (km^2); V_{it} 为随机扰动项, 服从均值为 0, 方差为 $\delta^2 v$ 的正态分布; U_{it} 表示技术无效率项, $U_{it} = U_i \exp(-\eta(t-T))$, U_i 服从均值为 μ , 方差为 $\delta^2 u$ 的单侧非负正态分布, η 表示待估系数, t 时期, T 为总时间长度; α, β, γ 分别表示资本、劳动力和土地的产出弹性系数, i 表示时间。再令 $\gamma = \delta^2_U / (\delta^2_U + \delta^2_V)$, 可知 $0 < \gamma < 1$, 且 γ 较大且显著时, 认为技术无效率项的引入是有必要的。

再假定资本、劳动力、土地三要素的规模报酬不变, 则有 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。然后在式 (2) 两遍同除以 L , 得到单位城市建设用地面积下的随机前沿生产函数模型:

$$y_{it} = AK_{it}^{\alpha} n_{it}^{\beta} e^{V_{it}-U_{it}} \quad (3)$$

式中, y 表示单位城市建设用地经济产出 (万人 / km^2); k 为单位城市建设用地面积资本存量 (万人 / km^2); n 为单位城市建设用地面积的劳动力 (万人 / km^2)。

最后, 两边取对数, 得到随机前沿生产函数双对数面板模型:

$$\ln(y_{it}) = \ln(A) + \alpha \ln k_{it} + \beta \ln n_{it} + V_{it} - U_{it} \quad (4)$$

其中城市土地利用效率为:

$$TE_{it} = \exp(-U_{it}) \quad (5)$$

2 研究区域与数据来源及处理

2.1 研究区域

南京市是长江三角洲重要的特大城市，下辖 11 区，考虑到高淳区和溧水区刚刚撤县建区，且与主城区距离较远，不列入本文的研究区域。本文的研究区域是相对连片且具有重要城市职能的城市建成区，涉及玄武区、鼓楼区、秦淮区、建邺区、浦口区、栖霞区、江宁区、六合区，总面积 4733.11Km²。

改革开放以来，南京市经济迅速恢复与发展。2014 年，九区 GDP 达 6099.77 亿元，2002—2014 年 9 区 GDP 年均增长率为 16.77%，产业结构不断优化调整，经济发展特征呈现工业主导向服务业主导转变。到 2014 年，南京城市人口为 572.6 万人，2002—2014 年城市人口年均增长速度为 4.88%。工业化和城市化的快速发展使得城市空间不断扩展，2014 年城市建成区面积是 2001 年的 3.47 倍，年均增长速度为 10.03%，耕地代价性明显 [35]。

2.2 数据来源及处理

考虑到数据的可获得性，本文选取南京市分辨率为 30m 的两期 LandsatsTM(2002 年 12 月、2007 年 12 月)和一期 Landsat8OIL(2012 年 12 月)遥感影像作为城市建成区数据源。基于 ENV15.1 平台，对遥感影像进行裁切、定标以及大气校正，获得南京市行政区影像图，裁切后的影像采用面向对象方法进行分类，对照 Google 影像进行城市建成区信息提取，并结合土地利用变更调查数据，对遥感影像解译数据进行校正，最终精度在 90%以上。

考虑到本文主要以城市建成区为主，2002—2012 年经济数据中二三产业增加值、固定资产投资、房地产投资来自于《南京统计年鉴》（不包含高淳区和溧水区），城市非农业人口主要是根据《南京统计年鉴》中的年末常住总人口与农村人口相减计算得出；城市建设用地面积来自国土资源部门土地调查数据中的城镇工矿建设用地与农村居民点用地相减得出，由于 2009 年前后统计口径的差别，2009 年以前的数据由 2009—2014 年年均增长率推算得出。

3 结果与分析

3.1 城市空间结构紧凑度

(1) 在 ArcGIS10.1 中对提取出的城市建成区进行计算（依据公式 (1)），南京市 2002 年、2007 年和 2012 年的城市空间结构紧凑度分别是 0.47、0.42 和 0.37，属于较不紧凑状态，且紧凑度呈下降趋势，城市用地相互作用的强度下降。总体而言，南京城市空间结构紧凑度受到城市扩展的影响，且由于社会经济发展阶段差异，城市建成区的扩展态势空间分布阶段性明显。

通过三年栅格数据的叠加分析（图 1），2002—2007 年期间，南京城市扩展主要聚集在规划的东北仙林、东南东山、江北 3 个新市区以及西南的河西、；滨江、板桥新城地区，蔓延式城市扩张在这一时期体现明显 [36]，城市外围多个发展组团规模逐渐增大（图 7）。2007—2012 年期间，这一时期主要是以蔓延式和填充式扩展为主，蔓延式主要聚集在东山新市区（东南方向）、江北新区、玄武区绕城公路以东，内部填充主要聚焦在仙林新市区以及江北新区。总体而言，南京 2002—2012 年由于城市处于快速发展阶段，城市内部在“退二进三”、“退城进园”的功能置换背景下，南京市委、市政府的“一城三区”规划思想对城市空间扩展有着重要影响，而城市空间的非均衡扩展致使城市用地之间相互作用强度下降。

(2) 中心区内部填充, 城市空间结构紧凑度高, 与城市外围扩张现象并存 C 以鼓楼区、玄武区、秦淮区、建邺区和雨花台组成的“中心区”, 2002 年、2007 年和 2012 年的标准紧凑度分别是 0.77、0.81、0.84, 紧凑度呈上升趋势, 与总体城市空间结构紧凑度差异大。图 1 中, 2002—2007 年“中心区”的净增加面积为 27.11km², 2007—2012 年的净增加面积为 3.84km², 分别占当年研究区域净增加量的 16.6%和 1.9%, 由于“中心区”开发时间早, 可供城市开发的空間不断收缩, 内部填充不断减少。由于“中心区”用地之间距离较近, 用地之间的作用强度增加, 紧凑度上升。通过栅格叠加统计 (如图 2), 2007 年、2012 年“中心区”保留原有城市建成区面积在不断逼近行政区面积, 且差距缩小, “中心区”的用地饱和状态使得城市空间不断外溢, 从而出现城市中心紧凑和城市外围扩展同时存在的现象。高金龙等人 [36] 的研究也得出类似的结论。

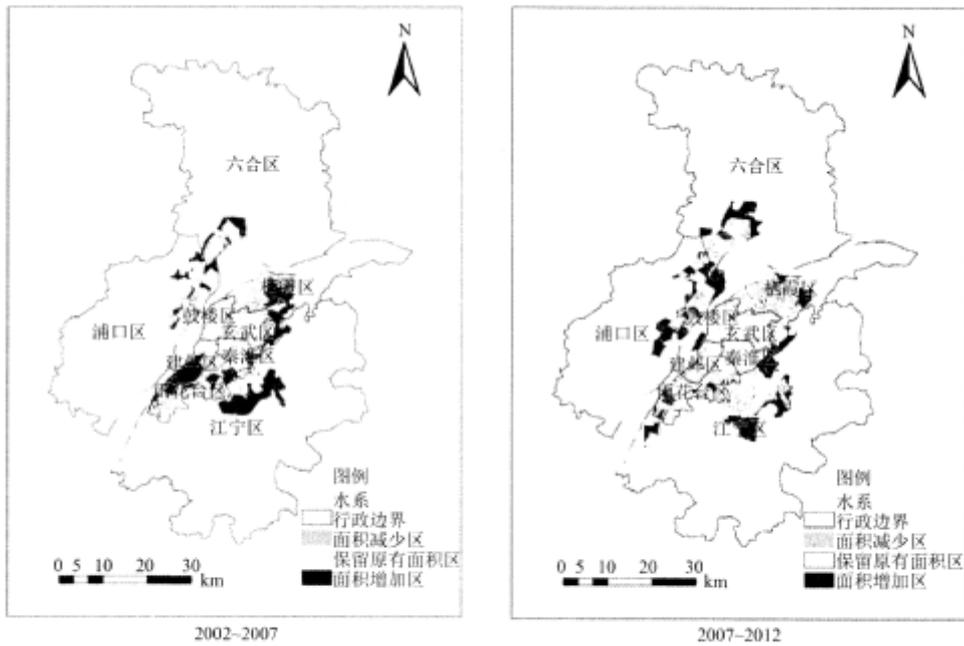


图 1 南京市城市空间扩张图
Fig.1 Urbanspace Expansion of Nanjing

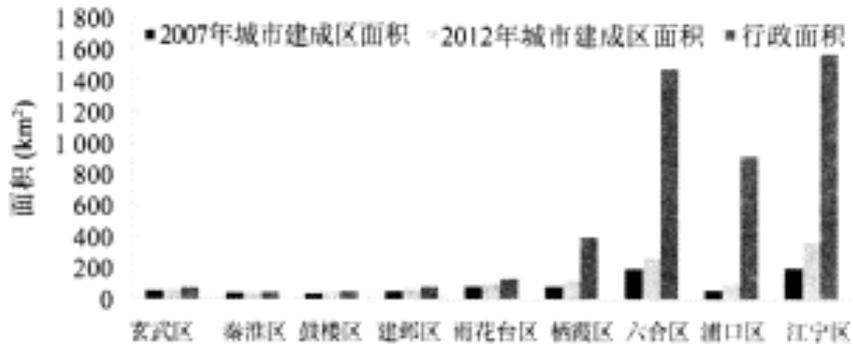


图 2 2007 年和 2012 年各区城市建成区面积与行政区面积
Fig.2 Urban and Administrative Area of each District in 2007 and 2012

3.2 城市土地利用效率

用 Frontier4.1 对公式 (4) 分区域估计 (表 1), 可以看出尹值均显著大于 0, 单边似然比的值都非常大, 说明有必要引入技术无效率项进行估计。表 1 的估计结果显示南京土地产出弹性和固定资产投资弹性较高, 劳动力的产出弹性较低, 表明南京经济的发展主要以土地和资本的投入来带动, 而劳动力的带动作用较弱。

最后, 根据公式 (5) 得到南京各区 2002—2012 年的城市土地利用效率 (如图 2)。由图 2 可知, 南京城市土地利用效率 (平均值) 属于中等水平, 呈下降趋势; 城市土地利用效率存在明显的区域差异, 城市土地利用效率最高的是玄武区, 最低的是建邺区, 其他 7 区的城市土地利用效率相差不大; 从时间序列来看, 南京各区的城市土地利用效率呈下降趋势, 其中建邺区的土地利用效率下降最为明显。2002—2007 年, 除建邺区外, 南京市其他 8 区的城市土地利用效率均高于 0.7, 2007—2012 年, 除了玄武区外, 南京其他 8 区的城市土地利用效率都低于 0.7。值得注意的是离中心城区较近的建邺区城市用地效率下降速度最快, 到 2012 年城市土地利用效率低于 0.2, 城市土地利用效率有待提高。

表 1 2002~2012年南京各区随机前沿生产函数方程估计结果
Tab.1 Estimates of Stochastic Frontier Production Function in each District of Nanjing from 2002 to 2012

待估值	$\ln(A)$	α	β	δ^2	γ	η	LR
参数估计值	9.529	0.736	0.448	34.144	0.745	0.102	79.501
t检验值	14.776	6.066	21.868	34.144	17.743	4.338	/

注: 参数估计值在1%水平下显著; $\delta^2 = \delta_v^2 = \delta_u^2$ 。

城市土地利用效率受到人口、城市扩张、固定资产投资、产业结构以及政府规划等多方面综合作用的影响。在人口方面, 以玄武、鼓楼、建邺和秦淮组成的。中心城区, ①10a 来常住人口增长率分别为 0.016、0.007、0.011、0.0145, 而除了六合 (年均增长率 0.006) 外的其他四区, 10a 来常住人口四区年均增长率的平均值为 0.0459, 人口的增加是城市扩张最直接的原因。在城市扩张方面, “中心城区” 城市建设用地面积四区年均增长率的平均值是 0.013, 而其他五区的城市建设用地面积年均增长率的平均值是 0.041, 几乎是“中心城区”的 4 倍, 城市空间外部扩张明显。值得注意的是建邺区的城市建设用地面积年均增长率为 0.038, 是“中心城区”增长最快的, 主要与南京市“一城三区”战略思想以及后期的“十运会”和“青奥会”等城市大事件营销有关, 城市建设用地面积大幅度增加。在固定资产投资方面, 全市单位面积固定资产投资的年均增长率为 27.03%, “中心城区”的地均固定资产投资均低于城市总体年均增长率, 除了雨花台 (19.82%) 外, 其他四区的年均增长率的平均值为 30.26%, 同时在房地产投资中, 浦口、栖霞、江宁、六合、雨花台也名列前茅。在 2002—2012 年十年城市发展过程中, 产业结构不断调整, 由 2002 年的 4.8:47.3:47.9 到 2007 年的 2.6:49:48.4 再到 2012 年的 2.6:44:53.4②, 南京已经初步建成以服务型为主的城市, 但由于制造业发展历史较早, 在城市经济发展中扮演重要的角色, 同时在旧城改造和更新的背景下, 工业用地占城市建设用地的比重并未明显下降 (如 2002 年的 24.6% 到 2012 年 24.4%), 而是大量的工业用地迁居城市外围地区, 造成城市建设用地增长。而在城市规划中, 由于南京“三面环山, 一面环水”的自然环境以及旧城区人口密度过高, 21 世纪初就提出了“一城三区”的规划思想, “一城”指河西新城, “三区”指东山、仙林和江北新市区, “一城三区”的思想后期的规划中一直延续, 造成了城市空间的扩张。总体而言城市空间变化主要以城市向外扩张为主, 但由于城市外围几个区发展时间较短, 城市基础设施不是很完善, 人口吸引力不足, 城市中心地区仍然是经济增长的中心, 导致城市土地利用效率不断下降。

① 中心城区: 是根据距离中心商务区较近的几个区定义的, 以下皆同。

② 南京市产业结构数据来源 2003 年、2008 年和 2013 年政府工作报告。

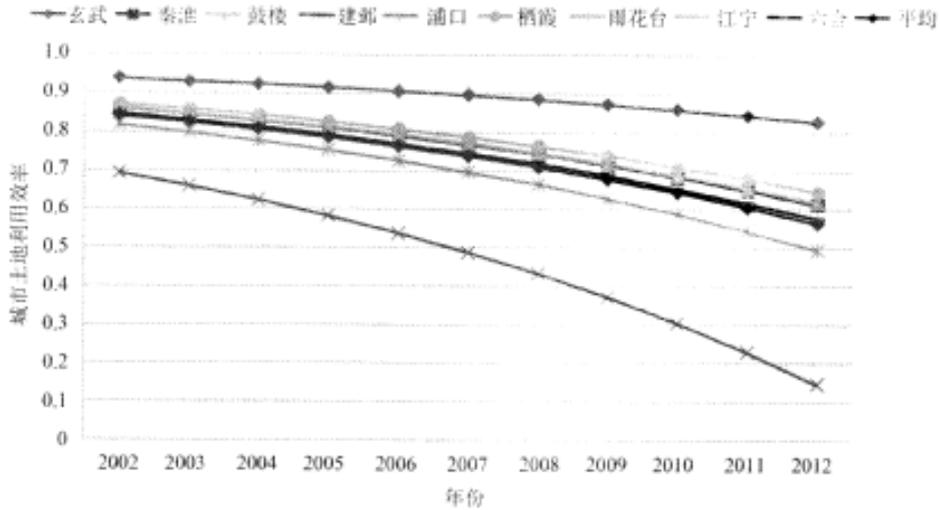


图3 2002~2012年南京各区各年城市土地利用效率均值

Fig.3 Value of Urban Land Use Efficiency in Every Region of Nanjing from 2002 to 2012

3.3 城市空间形态紧凑度与城市土地利用效率关系

从表2中可以看出, 3a的城市土地利用效率与城市结构的紧凑度都呈下降趋势, 但玄武、秦淮、鼓楼、建邺和雨花台5区的城市空间结构紧凑度与城市土地利用效率的变化趋势刚好相反, 同时5区的城市土地利用效率的平均值与城市总体土地利用效率几乎成相同速率的下降趋势, 城市空间结构的紧凑度与城市土地利用效率的关系无法直观判断。但城市空间结构紧凑度表征城市土地之间相互作用的强度, 随着城市空间不断向外扩展, 城市平面空间两点的直线距离增加, 而地理学的“距离衰减定律”影响着城市内部人口、资金、信息等要素的流通。人口、资金、信息等要素是城市空间发展的重要条件, 对城市空间结构有着重要的影响, 这些要素在空间的优化组合情况最后反映到土地投入与产出中, 因此城市用地之间的相互作用主要通过直线距离和交通的可达性来影响要素在空间的分布与流通来影响城市土地利用效率。3a的城市总体紧凑度表明, 在城市扩张的背景下, 城市内部不同用地之间相互作用的强度减弱, 但在城市外部扩张的背景下, 城市交通设施建设缺乏, 城市道路密度年均增长率为-0.085%, 每万人公共汽车客运车辆数年均增长率为-3.630%。由于公共交通的匮乏, 南京市在21世纪初提出的“一城三区”规划并没有很好的疏散城市内部高密度的人口, 如图4(a), 城市非农业人口主要聚集在鼓楼区、秦淮区与玄武区, 且有小幅度的上升, 虽然2008年以后城市外围的江宁、栖霞、浦口城市非农业人口增长迅速, 但是依然没有改变中心城区人口高密度的现状。如图4(b), 城市外围的江宁、六合、栖霞、浦口以及雨花台人均二三产业增加值快速增长, 而城市内部四区的增长相对缓慢, 虽然南京的产业结构在调整转型, 到2012年的第三产业的比重超过第二产业, 但是第二产业在南京经济发展中仍然扮演重要角色, 在旧城改造和城市更新的过程中, 大量的工业用地迁居城市外围地区。如图4(c)“中心城区”的工业占GDP比重在2005年以后不断下降, 而城市外围的栖霞、浦口、六合以及江宁工业产值占GDP比重不断上升, 其中栖霞呈快速增长趋势。而从城市土地利用来看(如图4(d)), “中心城区”除了建邺区建设用地增长外, 其他区建设用地增长缓慢, 城市建设用地面积的增长主要在城市外围地区。总体而言, 城市空间结构的变化通过对空间平面距离以及交通通达性的影响, 最终导致城市内部要素在空间的有效组合, 但是由于南京城市人口、用地以及投资等区域分布分离, 导致城市土地利用效率下降。

表2 城市空间结构紧凑度与城市土地利用效率

Tab.2 Compactness of Urban Spatial Structure and the Value of Urban Land Use Efficiency

年份	城市总体紧凑度	5区城市空间结构紧凑度	城市土地利用效率	5区城市土地利用效率平均值
2002年	0.47	0.77	0.84	0.84
2007年	0.42	0.81	0.74	0.73
2012年	0.37	0.84	0.56	0.55

注：五区指玄武、秦淮、鼓楼、建邺、雨花台。城市土地利用效率是指南京市9区城市土地利用效率的平均值。

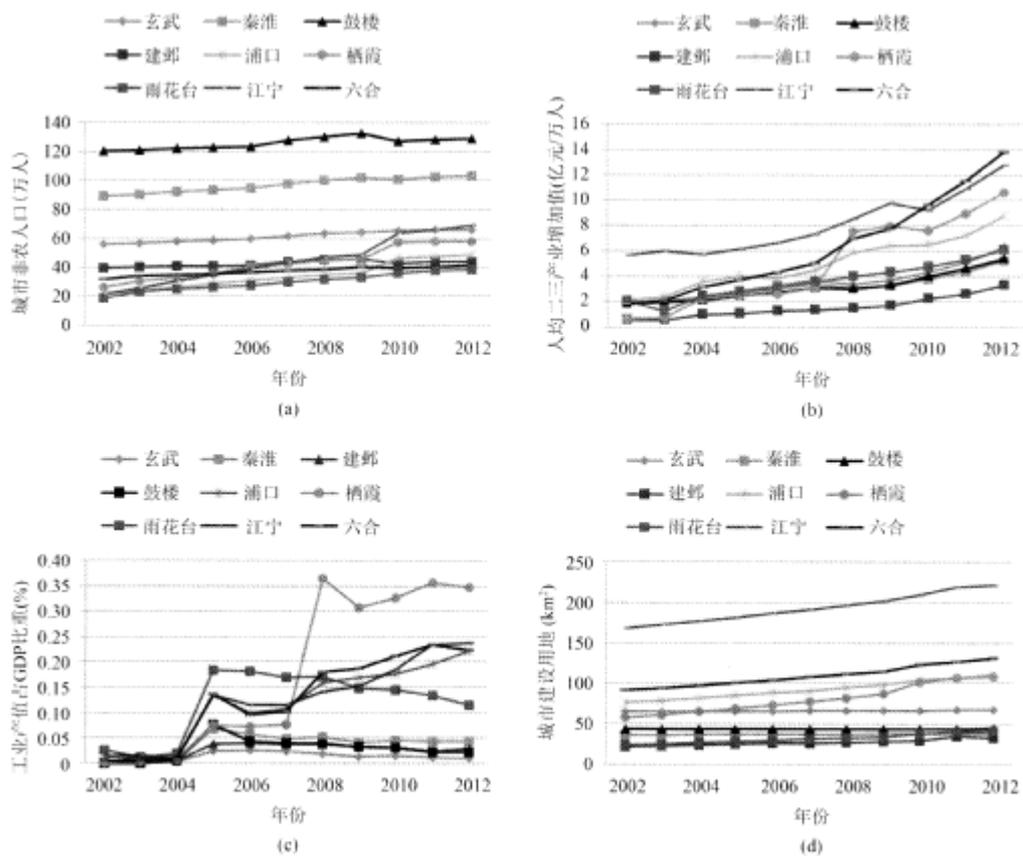


图4 南京市城市发展要素变化图

Fig.4 Urban Development Factors of Nanjing

4 结论与讨论

城市可持续发展是城市地理学和城市规划关注的核心，本文从城市空间结构的视角出发，通过测度城市空间结构的紧凑度与城市土地利用效率，探讨南京城市紧凑发展与对土地资源利用的关系，得出以下结论：

(1) 南京市 2002 年、2007 年和 2012 年的城市空间结构紧凑度都属于较不紧凑状态，且紧凑度呈下降趋势。总体而言，南京市以“两轴一带”方向延伸，城市空间扩张的非均衡性，导致城市的紧凑度不断下降。

(2) 以鼓楼区、玄武区、秦淮区、建邺区和雨花台组成的“中心区”三年的紧凑度由较不紧凑向紧凑转变，紧凑度呈上升趋势，由于“中心城区”开发时间早，可开发的空間不断收缩，城市空间形态外扩，南京市城区内部填充和外部扩张现象并存。

(3) 2002—2012 年南京城市土地利用效率属于中等水平，且呈下降趋势，城市内部土地利用效率存在明显的差异性，其中鼓楼、秦淮的城市土地利用效率较高，建邺区城市土地利用效率最低，各区城市土地利用效率呈下降趋势。城市土地利用效率受到人口、固定资产投资、交通、产业结构以及城市规划的影响。

(4) 城市空间结构紧凑度与城市用地效率之间的关系较复杂，但总体上，城市扩张削弱了城市发展要素在空间上的合理分布和流通，人口、固定资产投资以及土地投入的空间分离，导致城市用地效率低下。

合理辨析紧凑城市在中国的内涵是中国城市紧凑发展的重要内容 [9]。本文从城市空间结构的视角探讨南京城市紧凑发展与对土地资源的利用状况。实践表明，由于南京处于城市快速发展时期，城市空间扩张导致城市空间结构的紧凑度下降，而相应的公共交通以及交通设施的缺乏，导致城市空间的可达性下降，可达性的下降影响了城市内部要素包括人口、固定资产投资等要素的流通，而人口、固定资产投资与城市用地在空间配置分离，最终导致城市土地利用效率下降，中心城区的人口高密度居高不下；虽然中心城区的城市空间结构的紧凑度不断上升，但由于城市内部并没有大量充足的就业吸纳能力，城市的经济产出较低，存在劳动力冗余的现象。南京城市的紧凑发展是中国城市发展的缩影，研究结果印证了相关学者 [9, 38, 39] 对中国城市目前发展情况——“已经高密度和土地利用混合”的判断，因此中国城市的发展应该加强城市内部空间的合理组织，尤其是要加强以交通为代表的公共基础设施的建设，在市场条件下促进城市内部要素在城市空间中合理分布，提高城市整体的运转效率和土地的经济产出。但由于数据资料有限，本文仅只考虑了城市土地的经济产出效率，而城市土地利用还存在社会效率以及环境效率，在城市可持续发展的背景下，“以人为本”建立创新型、绿色环保型城市将是未来的重点，因此在未来的研究中，城市空间结构紧凑发展还需要考虑与城市土地利用的社会和环境效率的关系。

参考文献:

- [1] GAO JL, WEI Y D, CHEN W, et al. Urban land expansion and structural change in the Yangtze River Delta, China [J]. Sustainability, 2015, 7 (8): 10281 — 10307.
- [2] 陈利根, 毛戴军, 张满琳. 城镇建设占用耕地与粮食安全 [J]. 资源与产业, 2006, 8 (2): 8 — 10.
- [3] BROWN L R. Who will feed China [J]. Futurist, 1994, 30 (1): 14 — 18.
- [4] 陆大道. 我国的城镇化进程与空间扩张 [J]. 中国城市经济, 2007 (10): 14 — 17.
- [5] GALSTER G, HANSON R, RATCLIFFE M, et al. Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept [J]. Housing Policy Debate, 2001, 12 (4): 681 — 717.
- [6] DANTZIG G B, SAATY T L. Compact city: plan for a liveable urban environment [M]. New York: W. H. Freeman, 1973.
- [7] BREHENY M. Urban compaction: feasible and acceptable [J]. Cities, 1997, 14 (4): 209 — 217.

-
- [8] NEUMANM. The compact city fallacy[J]. Journal of Planning Education and Research, 2005, 25(1):11 — 26.
- [9] 马丽, 金凤君. 中国城市化发展的紧凑度评价分析 [J]. 地理科学进展, 2011, 30(8):1014 — 1020.
- [10] 岳宜宝. 紧凑城市的可持续性与评价方法评述 [J]. 国际城市规划, 2009, 24(6):95 — 101.
- [11] JENKSM, BURTONE, WILLIAMSK. The compact city: a sustainable urban form[M]. London: Routledge, 1996.
- [12] WILLIAMSK. Urban intensification policies in England: problems and contradictions [J]. Land Use Policy, 1999, 16(3):167 — 178.
- [13] MAHRIYARMz, RHOJH. The compact city concept in creating resilient city and transportation system in Surabaya [J]. Procedia — Social and Behavioral Sciences, 2014, 135:41 — 9.
- [14] GAIGNON, RLOUS, THISEJF. Are compact cities environmentally friendly [J]. Journal of Urban Economics, 2012, 72(2/3):123 — 136.
- [15] BURTONE. The compact city: just or just compact? A preliminary analysis [J]. Urban Studies, 2000, 37(11):1969 — 2006.
- [16] 方创琳, 祁巍锋. 紧凑城市理念与测度研究进展及思考 [J]. 城市规划学刊, 2007(4):65 — 73.
- [17] 于立. 关于紧凑型城市的思考 [J]. 城市规划学刊, 2007(1):87 — 90. [YUL. Thinking of compact city [J]. Urban Planning Forum, 2007(1):87 — 90.]
- [18] 韩笋生, 秦波. 借鉴“紧凑城市”理念, 实现我国城市的可持续发展 [J]. 国际城市规划, 2009(S):263 — 268.
- [19] 仇保兴. 紧凑度与多样性—中国城市可持续发展的两大核心要素 [J]. 城市规划, 2012, 36(10):11 — 18.
- [20] 洪敏, 金凤君. 紧凑型城市土地利用理念解析及启示 [J]. 中国土地科学, 2010, 24(7):10 — 13, 29.
- [21] 李琳, 黄昕佩. 基于“紧凑”内涵解读的紧凑度量与评价研究—“紧凑度”概念体系与指标体系的构建 [J]. 国际城市规划, 2012, 27(1):33-43.
- [22] 韦亚平, 赵民, 汪劲柏. 紧凑城市发展与土地利用绩效的测度—“屠能—阿隆索”模型的扩展与应用 [J]. 城市规划学刊, 2008(3):32 — 40.
- [23] 毛广雄, 丁金宏, 曹蕾. 城市紧凑度的综合测度及驱动力分析—以江苏省为例 [J]. 地理科学, 2009, 29(5):627 — 633.
- [24] 潘竟虎, 文岩. 中国地级及以上城市紧凑度的综合测度及其空间关联分析 [J]. 冰川冻土, 2013, 35(1):233 — 239.
- [25] 周春山, 叶昌东. 中国城市空间结构研究评述 [J]. 地理科学进展, 2013, 32(7):1030 — 1038.
- [26] 唐子来. 西方城市空间结构研究的理论和方法 [J]. 城市规划学刊, 1997(6):1 — 11.

-
- [27] 陈荣. 城市土地利用效率论 [J]. 城市规划学刊, 1995(4):28 — 33.
- [28] 王良健, 李辉, 石川. 中国城市土地利用效率及其溢出效应与影响因素 [J]. 地理学报, 2015, 70(11):1788 — 1799.
- [29] 赵景柱, 宋瑜, 石龙宇, 等. 城市空间形态紧凑度模型构建方法研究 [J]. 生态学报, 2011, 31(21):6338 — 6343.
- [30] THINH N X, ARLTG, HEBERB, et al. Evaluation of urban land use structures with a view to sustainable development [J]. Environmental Impact Assessment Review, 2002, 22(5):475 — 92.
- [31] 燕月, 陈爽, 李广宇, 等. 城市紧凑性测度指标研究及典型城市分析——以南京、苏州建设用地紧凑度为例 [J]. 地理科学进展, 2013, 32(5):733 — 742.
- [32] 刘卫东, 谭韧. 杭州城市蔓延评估体系及其治理对策 [J]. 地理学报, 2009, 64(4):417 — 25.
- [33] 李美娟, 陈国宏. 数据包络分析法 (DEA) 的研究与应用 [J]. 中国工程科学, 2003, 5(6):88 — 94.
- [34] CHEN J L, GAO J L, CHEN W. Urban land expansion and the transitional mechanisms in Nanjing, China [J]. Habitat International, 2016, 53:274 — 283.
- [35] 刘桂林, 张落成, 张倩. 1985 — 2010 年南京市耕地变化轨迹及驱动力分析 [J]. 生态与农村环境学报, 2013, 29(6):658 — 694.
- [36] 高金龙, 陈江龙, 袁丰, 等. 南京市建设用地扩张模式、功能演化与机理 [J]. 地理研究, 2014, 33(10):1892 — 1907.
- [37] 乔伟峰, 刘彦随, 王亚华, 等. 2000 年以来南京城市三维空间扩展特征 [J]. 地理研究, 2015, 34(4):666 — 676.
- [38] 陈海燕, 贾倍思. 紧凑还是分散? ——对中国城市在加速城市化进程中发展方向的思考 [J]. 城市规划, 2006, 30(5):61 — 69.
- [39] 彭晖. 紧凑城市的再思考——紧凑城市在我国应用中应当关注的问题 [J]. 国际城市规划, 2008, 23(5):83 — 87.