

快速城市化过程中的城市建设 用地规模预测方法

刘云刚, 王丰龙

(中山大学地理科学与规划学院, 广东省城市化与地理环境空间模拟重点实验室 广州 510275)

摘要: 目前中国城市化进程正处于滞后与低效并存的矛盾局面, 合理的城市建设用地规模确定就成为一个焦点。但是, 当前对城市建设用地规模的直接预测和间接预测两类方法都不能很好地处理快速城市化所带来的非线性问题。本文以快速城市化进程中的部分确定性信息为基础, 从目标入手而不再基于历史数据的趋势外推, 创建了一种目标导向的、多尺度的城市建设用地规模预测方法。这种方法包括预测区域总人口、确定城镇体系结构参数和确定城市人口规模与城市建设用地规模之间关系的三大步骤。基于1997~2008年中国各地级市的数据, 构建了非农业人口与城市建设用地之间的截面和面板模型, 并运用GLS等估计方法对模型中的自相关和异方差问题进行了修正, 得到一个经验方程。尽管该方程在推广应用仍存在一定局限, 但相对单纯的人均用地指标更符合现实要求; 以驻马店市为例对这种方法的验证也表明, 该模型具有可推广的潜力。

关键词: 快速城市化; 城市建设用地规模; 用地预测; 齐普夫模型; 目标导向

文章编号: 1000-0585(2011)07-1187-11

1 引言

目前中国的城市化进程正处于滞后与低效并存的矛盾局面: 一方面, 由于户籍制度和区域政策的影响, 中国的城市化普遍存在滞后现象, 尤其是在中西部地区^[1~3]; 另一方面, 很多地区也在利用土地批租和规划权限, 通过大规模建设新城、开发区等方式推行“跨越式”城市发展战略^[4~6], 加快城市建设用地扩展^[7]。这其中, 土地作为城市经济社会发展的载体及基本要素^[8], 其合理利用规模的确定就成为一个焦点。对此, 部分学者和规划专家迫于地方领导压力, 罔顾现实环境容量和实际发展需求, 在规划中盲目扩大建设用地的规模, 造成土地的浪费和地方财政的压力; 另外一些研究者则对此现象和需求置若罔闻, 或是继续闭门“创造”一些脱离实际的预测方法, 或是仍旧试图通过调整各种复杂模型的参数来取得预期结果。显然, 这两种思路都有偏颇。既不能放任这些地区的城市无限扩张而不考虑可持续发展的需要, 也不能一味限制落后地区的发展而不顾区域的均衡和公平。因此, 真正需要的是一种简单有效又切合实际的土地利用规模预测方法。

收稿日期: 2011-01-08; **修订日期:** 2011-04-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(40701041); 留学回国人员科研启动基金项目; 广东省哲学社会科学“十一五”规划项目

作者简介: 刘云刚(1973-), 男, 内蒙古呼和浩特市人, 副教授, 博士, 主要研究方向为城市地理学、政治地理学、地理学理论与方法。E-mail: liuyung@mail.sysu.edu.cn

王丰龙(1988-), 男, 内蒙古赤峰市人, 研究生, 主要从事城市地理、政治地理和规划理论研究。
E-mail: wfldragon@yahoo.com

纵观目前对城市建设用地规模预测的研究,其核心无非是直接预测和间接预测两类方法。在直接预测方面,其基本思路是运用以往的土地利用数据和变化特征,假定其符合类似的时间趋势或转换规则,通过拟合模型中的各种参数对未来土地利用进行预测,如指数增长模型^[9]、MGM-Markov 模型^[10]、灰色 GM(1, 1) 模型^[11, 12]、ARIMA 等时间序列模型以及 CA 和多智能体方法^[13~17]——不过后两种方法在转换/决策规则的确定上往往已经参考了很多其他驱动因素,故并非严格的直接预测;在间接预测方面,主要运用城市建设用地扩张的驱动因素来预测未来的用地规模,如通过预测人口再结合各种用地法规和标准的人均用地指标得到总的用地规模^[18, 19]、多元统计回归模型^[20, 21]、神经网络模型^[22, 23]和遗传支持向量机^[24]等。但是,无论采用线性或非线性模型,这两类方法都必须基于历史数据,因此不可避免地存在如下两方面的不足:默认平均的即理想的,默认历史的即未来的。在实际拟合过程中,多数研究方法都试图达到误差最小,这固然是其合理性,但也默认了解释力最强的模型即是未来的趋势,这不符合城市化的非线性特征^[25~27]。对于间接方法,这种缺陷同样不可避免。无论对城市建设用地扩张的驱动因素与城市建设用地规模的相互关系拟合得多么完美,都默认这种历史关系即是将来的趋势,并且将预测误差转移到了人口、GDP 和固定资产投资等这些驱动因素的预测上——无论是神经网络和遗传算法中的插值方法^[22~24]还是各种人口预测模型^[28~33]。运用上述方法确定采取跨越式发展的城市建设用地规模,要么动力难以解释,要么难以保持整个体系的协调——很可能出现加总后远远超出上一尺度的预测规模。这已不再是预测方法的问题,而是预测方法论的问题。

实际上,上述跨越式城市发展中存在着一些相对确定的信息,其中最重要的就是未来发展的目标和更大尺度的变化趋势。前者指制定发展计划时往往会参考实际需求确定一个相对合理的预期城市化水平;后者指采取跨越式发展的往往只是一个城市的城市地区,而整个地区的土地存量、总人口规模等往往变化不大——即使变化很大也可以通过上述方法加以确定。考虑到城市化的区域差异和自组织特征^[31~35],在这种情况下进行人口与用地规模的预测可以只考虑变化的部分、预期的目标和整体的城镇体系结构。因此,本文试图在综合借鉴前人研究的基础上,从城镇体系的角度,从目标入手而不再基于历史数据的趋势外推^[36],来确立快速城市化背景下城市建设用地规模的预测思路,构建一种目标导向的、多尺度的城市建设用地规模预测方法。

2 模型与方法

2.1 预测思路

非线性扩张的城市,其城市建设用地难以通过趋势递推来加以预测,但并不等于无章可循。一方面,从与经济发展水平相适应或是区域发展公平的角度,可以参照全国各地区的城市化水平及其社会经济发展状况,确定相对合理的目标城市化率;另一方面,尽管是跨越式发展,区域内特定的城镇体系结构关系仍然存在,城镇体系内的人口变化也相对稳定(可假定区域内人口迁移处于动态平衡,只受自然增长的影响),城镇体系结构也部分支撑了城市的扩张,因而可以从区域城镇体系的角度预测城市的总人口;全国范围的城市人口规模与其用地规模的关系仍然具有很强的参考意义,可以通过二者的关系最终确定城市建设用地的规模。这一系列的假设构成了本文的理论框架与逻辑关系(图 1),大体包含了预测区域总人口、确定城镇体系结构参数和确定城市人口规模与城市建设用地规模之

间关系的三大步骤。

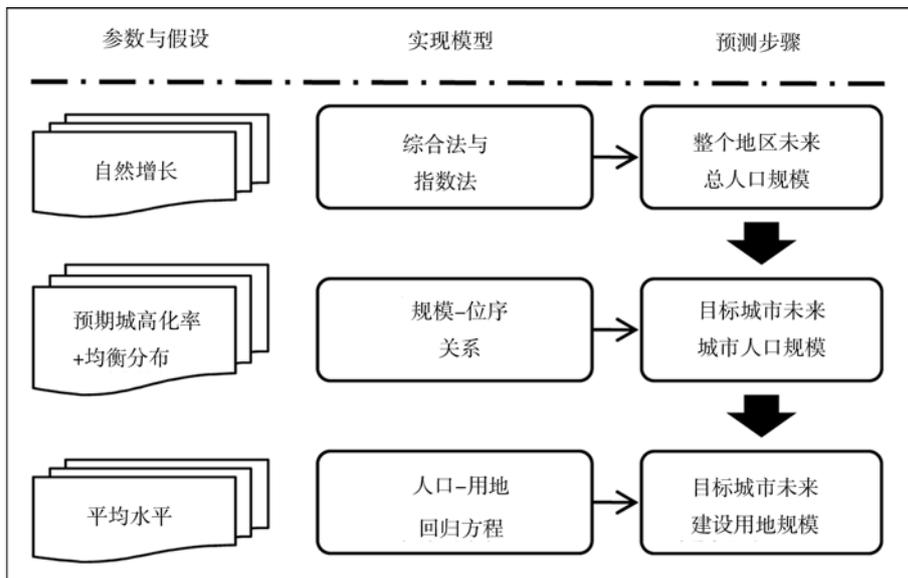


图 1 用地预测的理论框架

Fig. 1 Theoretical framework of land use forecast

2.2 预测步骤与方法

(1) 确定所在区域城市人口

首先确定人口受城市化政策影响较小的预测范围（通常选择目标城市的市域）^①，假定人口迁移处于动态平衡，则该区域范围内的未来人口可以根据人口自然增长率通过趋势外推或人口容量法进行预测。在实操中，可以选用资源综合平衡法、可能—满意度法、人口自然增长法、线性回归法、移动平均法、指数平滑法、年龄移算模型、凯菲茨矩阵方程、莱斯利矩阵预测模型、宋健人口发展方程、自回归分布滞后模型、灰色模型、Logistic 模型、Gompertz 模型、共轭梯度法、线性组合模型、生态足迹法、马尔萨斯（Malthus）模型、系统动力学方法、人工神经网络预测法、递归网络模型、时间序列方法和非线性动力学模型等多种常用方法。确定整个市域的预期总人口后，可根据其目标城市化率得到未来的全市城市人口 Q_0 。这里之所以要从全市范围内进行预测，其原因在于人口在全市尺度的迁移较为稳定，相对更符合只有自然增长的假设，有效降低小区域人口波动带来的误差；同时，从区域角度进行预测也能够防止各县级市只从自身发展角度进行规划而在累加后突破市域的规划指标的情况。

(2) 确定研究城镇节点的城市人口

接下来，需要确定整个区域的城镇体系结构以及研究对象在其中所处的等级，这可以用区域各城镇节点的城市人口规模的 Zipf 模型来加以描述和定位，假设有：

$$P_i = P_1 \times R_i^{-q} \quad (1)$$

式中， P_i 是第 i 位城市的城市人口（或非农业人口）数； P_1 是规模最大的城市人口； R_i 是第 i 位城镇城市人口规模的位序； q 是集中指数常数，近似于城镇体系分形维数的

^①注：为简便起见，这里未考虑人口迁移的影响，如果有明显确定的人口迁移预期，可以进行适当修正而不必扩大到很大的区域范围（如全国），否则城镇体系的结构会发生残缺或突变。

倒数^[37]。

对式 (1) 两边取对数得：

$$\lg P_i = \lg P_1 - q \lg R_i \quad (2)$$

通过简单的线性回归可得到 q 的估计值，如果拟合优度较好的话就可以通过该模型分配处于不同位序的城镇节点的城市人口。一般来说， q 值越大，表示城镇体系越不均衡； q 为 0 时所有的城市都具有相同的规模，因此，可以根据未来发展的集聚—均衡倾向对 q 值进行微调，再结合步骤 (1) 中的市域总城市人口，解下述方程求得各城镇的城市人口 P_i ：

$$Q_0 = \sum_i P_1 \times R_i^{-q} \quad (3)$$

(3) 根据城镇人口与城镇建设用地的关系确定研究对象的用地规模

在控制性规划中，根据人均用地指标和总人口数就可以直接确定用地规模。但是，这种方法受法规限定，存在很大的主观性大和很多争议。厉伟就曾指出，1980 年代末所制定的国家用地标准是在当时全国 200 多个城市的现状用地的基础上完成的，对这些指标的运用要基于原有用地现状是科学合理的、区域发展差异不大且城市产业结构与功能大体不变的假设之上^[38]，而这已经被当前的发展所突破，因此，基于人均建设用地定额指标的制度，已经在越来越多的城市规划实践中显示出其不足。为此，可以根据全国范围内当前的所有城市的人口与用地规模之间的关系来确定对应的用地规模。通常假设两者存在双对数关系：

$$\ln Built = a \ln P + b + \epsilon \quad (4)$$

则可以根据当前的各个城市的人口与用地规模确定两者之间的数量关系。其中 $Built$ 表示建成区面积， P 表示非农业人口数， a 、 b 为常系数， ϵ 为随机误差。

得到拟合方程后只需将第 (3) 步预测的城市人口代入 (4) 式即可得到未来合理的建设用地规模。为充分利用已有的动态趋势信息和考虑不同阶段的城市化特征，本文选用了面板回归模型。尽管城市化与城市的经济发展水平也密切相关——经济发展具有很强的“城市化效应”^[39, 40]，可支配收入超过“梯级门槛”的农村居民数量更是影响我国城市化发展的速度、进程的关键变量^[41]，甚至很多研究还提出工业化、第三产业发展等因素是快速城市化的主要动力^[2, 42, 43]，但是，一方面这些指标对于采取赶超式的城市化地区来说并非主要推动力（更多地以城市化拉动产业结构升级和投资），另一方面这些指标更加难以预测，且地区 GDP 与非农业人口与用地的关系几乎完全一致（图 2、图 3），但非农人口数与用地之间的相关性更高，为防止共线性和简化模型，只考虑非农业人口指标，建立如下面板模型：

$$\ln Built_{it} = a \ln P_{it} + C + \epsilon \quad (5)$$

用全国范围的人口—用地关系预测目标城市的用地规模基于目标城市符合全国人均水平的假设，由于不同城市的职能、性质和技术水平不同，因而可能潜存很大的偏差^[38]。但是，本文认为，这至少考虑了当前的城市发展情况，已经优于死板的控规指标；同时，滞后发展的地区在用地扩张时借鉴各城市的平均指标误差不会很大，尤其对一些综合性的城镇而言，不会像工业开发区等偏离平均用地指标很多，参考全国平均水平在逻辑上说得通，作为规划依据也相对比较合理。

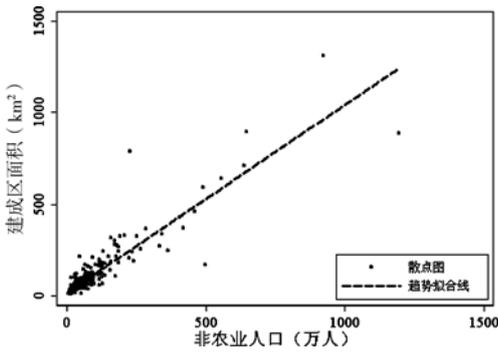


图 2 2008 年地级市建成区面积与非农人口拟合
Fig. 2 Urban built-up area and NP in 2008

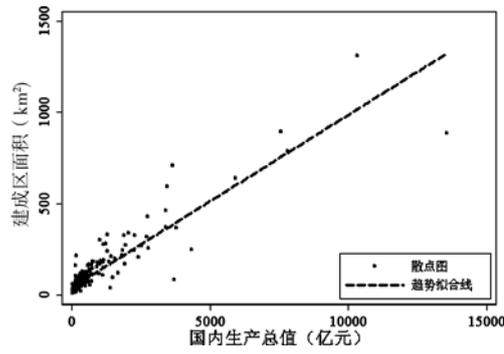


图 3 2008 年地级市建成区面积与 GDP 拟合
Fig. 3 Urban built-up area and GDP in 2008

3 全国范围内人口规模与用地规模的关系

由于上述模型中与城市人口对应的合理城市建设用地这一参数的存在与否和具体数值既是该模型的核心参数，也是能够适用于全国各个城市的普遍参数，因而在正式运用此模型前，先要检验这一参数的存在并求出经验数值。以下将分别利用全国的时序数据、截面数据和面板数据求证全国范围内城镇人口与城镇建设用地的关系参数。

3.1 全国历史数据的实证

在《中国城市年鉴》中，有两个涉及城市建设用地规模的数据：一个是各城市的建成区面积，另一个是各城市的城区面积。如图 4 所示，1981~2005 年间，随着城市非农业人口的增长，中国各城市的建成区面积与非农业人口之间几乎呈现严格的双对数曲线模式，而如图 5，城区面积的自然对数与城市非农业人口的自然对数之间的线性关系不太明显，呈现倒“U”形，这可能受统计口径所限。相比之下，本文倾向于选择建成区面积的指标，而且该指标与《城市统计年鉴》的指标能够相互衔接，其回归拟合方程为：

$$\ln Built = 1.508 \ln P - 4.94 \quad (6)$$

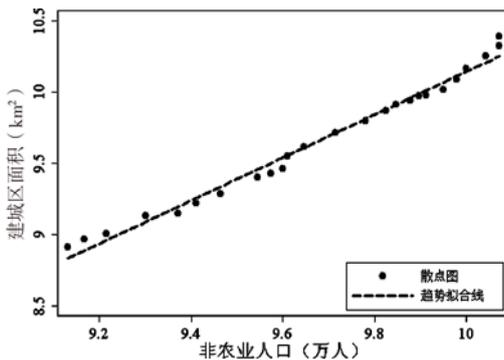


图 4 中国城市建成区面积与非农人口拟合
Fig. 4 Urban built-up area and NP in china

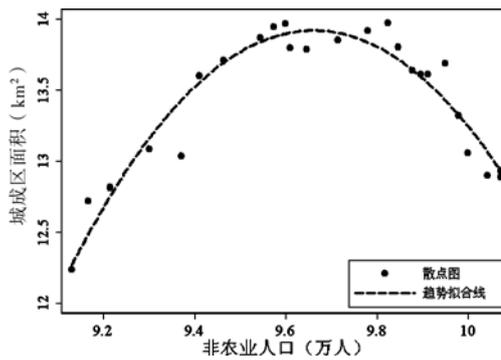


图 5 中国城市城区面积与非农人口拟合
Fig. 5 Urban proper size and NP in china

3.2 地级市数据的实证

根据 1997~2008 年《中国城市统计年鉴》中全国 286 个地级市（不含拉萨）的建成

区面积与非农人口规模和 GDP 的数据, 可以发现其间存在类似的双对数规律, 对近 12 年的面板数据进行回归, 分析结果 (表 1) 表明, GDP 与非农业人口对城市建设用地扩张具有显著的支撑作用。按时间序列数据求得的经验参数更多地反映城市人口与用地关系的动态过程和变化趋势, 同时又基于全国的总体数据, 样本数较少 (1981~2005 年), 误差较大, 不适合作为一种普遍的参考指标; 运用全国各地级市的数据所求得的城市建成区与非农人口之间的关系参数反映了处于不同城市化阶段的各级城市的用地情况, 应该比较贴近当前城市化的实际。在众多模型中, 考虑了截面关系和动态变化的固定效应面板模型通过了 Hausman 检验, 具有最好的解释力, 但是常数项不显著, 故几个模型的结果都不理想 (表 2)。其原因可能因为面板模型存在异方差和截面相关; 对回归结果进行检验表明, 变量随时间的变化存在一定的不平稳性 (表 3 的检验部分), 回归结果也存在一定的异方差性。

表 1 全国城市建成区用地规模与非农人口规模

Tab. 1 The results of landuse regressions using nonagricultural-population in China

	全国	地级市 2007	地级市 2008	地级市 均值	Pool 模型	固定效应 模型	随机效应 模型
非农人口	1.508***	0.811***	0.832***		0.540***	0.406***	0.456***
自然对数	(0.038)	(0.024)	(0.024)		(0.014)	(0.036)	(0.022)
非农人口 12 年均值				0.775*** (0.020)			
常数	-4.940*** (0.367)	0.939*** (0.096)	-0.914*** (0.096)	-0.327*** (0.027)	-0.738*** (0.033)	-0.080 (0.105)	-0.534*** (0.061)
样本数	25	286	270	287	3136	3136	3136
调整的 R ²	0.985	0.796	0.817	0.834	0.761	0.271	0.338
F 值	1584.466	1112.038	1200.974	1442.234	9979.929	1453.765	

注: *** 表在 0.01 水平上显著; 括号内为回归后的标准差; 随机效应不存在 R², 用 r2_ω 替换。

表 2 回归分析结果检验

Tab. 2 Test of the regression results

	统计量	P 值		检验结果
固定效应 - Pool 模型	corr (u_i, Xb) =-0.5669		Wald F test =7.91	0.000 固定效应优于 Pool 模型
随机效应 - Pool 模型	Wald chi2 (2) =2090.07	0.000	Sargan-Hansen statistic=19.876	0.000 随机效应 优于 Pool 模型
固定效应 - 随机效应	Hausman chi2 (2) =49.74	0.000		固定效应 优于随机效应

为对此加以修正, 本文选用了考虑残差相关性结构的固定效应模型、能够修正异方差和截面相关的 FGLS 估计^[1]方法和 Stata 命令 Xtscc。由于 FGLS 估计要求样本是平衡面板, 而本文的数据存在缺漏, 在转化为平衡面板的过程中损失近 1/3 的样本, 故在估计过程中丢失很多信息, 其结果可能也有偏差, 不选用; 考虑到 xtsc 命令的回归结果常数项

表 3 异方差和自相关的检验及修正

Tab. 3 The test and modified results of autocorrelations and heteroscedasticity

	检验	P 值	参数	GLS	固定效应	不平衡 (1)	不平衡 (2)
截面自相关	Wooldridge (2002)	0.000	非农人口 自然对数	0.890*** (0.011)	0.733*** (0.029)	0.683*** (0.024)	1.045*** (0.213)
	单位根 (lnbuilt) (滞后 1 期)	Fisher Test 0.6359	常系数	0.451*** (0.045)	1.218*** (0.098)	1.383*** (-0.070)	-0.080 (1.058)
单位根 (lnnonp) (滞后 1 期)	Fisher Test	0.0272	样本数	2100	1925	2849	3136
	Wald chi2/R ²		6896.78	0.267	0.241	0.338	
组间异方差	Wald test	0.000	F 值		635.98	813.00	23.91
注：	以上结果针对平衡面板，非平衡的结果类似			截面异方差，不同 Ar (1) 过程	全样本残差计算自相关系数	全样本残差，Ar1 的固定效应	Xtsc 命令，固定效应

注：*** 表在 0.01 水平上显著；括号内为回归后的标准差；GLS 回归没有 R²，用 Wald 卡方值代替。

仍然不显著，权衡之下，本文倾向于选用基于全体样本残差的 AR(1) 假设的固定效应模型，即将城市建成区的面积表示为如下方程（ α_i 为各截面的虚拟变量，亦称个体固定效应）：

$$\ln Built_{it} = 0.683 \ln P_{it} + 1.383 + \alpha_i \quad (7)$$

上述模型对异方差性的修正相对较少，在未来的研究中，可以通过完善数据结构或利用工具变量的估计方法做进一步完善。接下来将以驻马店市为例对上述思路加以运用。

4 驻马店市的案例检验

4.1 案例对象

本文选择河南省驻马店市作为案例对象进行应用。驻马店地处河南省中南部，地势平坦，交通便利，相对符合城镇体系发育的条件。自 2000 年设市以来，借助于“中部崛起”和河南省“工业集聚区”建设的政策，驻马店城市化发展迅速。2008 年末全市城镇化率 27.8%，处于城市化水平较低、城市化加速发展的阶段^①。2009 年驻马店市提出了“三区（驿城区、省工业集聚区和市工业集聚区）两县（临近的遂平县和确山县）一体化”的跨越式城市化发展战略，现实中城市建设用地的非线性扩张正在进行，因而是一个典型的分析案例。接下来本文将运用驻马店市设市以来近 8 年人口数据、驻马店的城市化战略与上面求得的城市建设用地与城市非农人口之间的经验参数对模型加以应用。

4.2 市域人口总量预测

在不考虑人口迁移的影响和人口自然增长波动的条件下^②，本文对驻马店市域总人口的测算采用了传统的趋势外推预测方法中的综合增长率法。综合法为按历年人口自然增长率和机械增长率的变化推算预测年份人口的方法，为目前城市人口预测方法中最为普遍的

^①注：根据城市化发展的“S”形曲线，城市化加速度在城市化率达到 21.1% 达到最大，在 50% 以前处于加速增长阶段，因此，目前驻马店基本处于城市化加速发展的阶段。

^②由于本文不是探讨人口预测的方法，并且在全市范围内对人口预测，故这一假设相对较为合理。

方法, 其计算公式为:

$$y_n = y_0 \times [1 + (m + k)]^n \quad (8)$$

式中, y_n 预测年份的城市人口数, y_0 预测基年的人口数, n 时间段, m 年自然增长率, k 年机械增长率, $m+k$ 年综合增长率。

预测基年 2007 年驻马店市域总人口数为 8587973 人, 2000 年为 8104191 人, 各年度变化较为平稳, 但在 2006 年出现异常增长。剔除 2006 年人口增长率求得各年平均综合增长率为 0.752%。以 0.752% 为参数, 预测 2020 年和 2030 年驻马店市的人口有:

$$2020 \text{ 年 } y_{2020} = 8587973 \times (1 + 0.752\%)^{13} \approx 946.6 \text{ 万}$$

$$2030 \text{ 年 } y_{2030} = 8587973 \times (1 + 0.752\%)^{23} \approx 1020.3 \text{ 万}$$

按照河南省的发展要求, 以驻马店市在 2020 年城市化率达到 50%、2030 年城市化率达到 65% 为目标, 可求得届时驻马店市的非农业人口 (城市人口) 将达到 473.3 万和 663.2 万。

4.3 市域的齐普夫模型

驻马店市域包含了驿城区、正阳县、驿城区、新蔡县、西平县、遂平县、上蔡县、汝南县、确山县、平舆县、泌阳县等 11 个区县, 分别对 2000~2007 年各县区的非农业人口规模^①和位序进行齐普夫模型的拟合, 结果如表 4。

一般来说, 依据集中指数 q 的大小, 城镇体系可以分为 3 类: 首位型 $q \geq 1.2$ 、集中型 $0.85 < q < 1.2$ 、分散均衡型 $q \leq 0.85$ 。驻马店地区的城市规模一位序 Zipf 模型中的 q 在 0.61~0.65 之间且呈下降趋势, 说明驻马店市的城镇体系结构属于分散均衡型, 各县区之间的规模比较接近, 城镇体系结构比较松散。根据区域发展的一般规律, 可以预期未来驻马店的城市化推进会经历先集聚

表 4 驻马店市各县区的 Zipf 模型结果 (基于非农人口)

Tab. 4 Results of Zipf model at county-level of Zhumadian

年份	P1	q	R2
2000	5.334	0.649	0.976
2001	5.344	0.614	0.968
2002	5.356	0.624	0.969
2003	5.366	0.617	0.969
2004	5.375	0.613	0.967
2005	5.395	0.626	0.968
2006	5.415	0.610	0.986
2007	5.425	0.608	0.982

后均衡的过程, 故可以取 2020 年的齐普夫模型的 q 值为 1——即相对较集中发展, 而 2030 年取 0.8——即开始考虑对周边地区的辐射和扩散。则根据式 (1) 和 4.1 的分析结果, 可以得到驿城区 (主城区) 未来理想的人口规模:

$$2020 \text{ 年 } P_0 = 127.5 \text{ 万}, 2030 \text{ 年 } P_0 = 219.6 \text{ 万}$$

4.4 驻马店市理想城市建设用地规模预测

式 (7) 中驻马店的 α_i 为 0.1455, 把上述预测的非农业人口代入式 (7) 中得, 2020 和 2030 年驻马店市建成区分别为: 126.44 km^2 和 183.30 km^2 。即可以认为, 驻马店要想达到目标城市化水平, 那么中心城区建设用地的合理规模应该分别是在 2020 年达到 120 km^2 以上、在 2030 年达到 180 km^2 左右。这就基本实现了给定城市化预期水平的条件下跨越式城市化地区的合理用地规模的预测, 并且保持了合理的城镇体系结构。

①注: 由于城镇人口数据较难以取得, 并且与《城市统计年鉴》数据之间不衔接, 故采用非农业人口替代。

5 结论与讨论

在快速城市化和严格的耕地红线控制背景下, 城镇空间的快速扩张和蔓延式发展已成为众多矛盾的焦点^[44]。既往研究探讨了在此背景下的土地利用变化特征、宏观驱动力和空间结构变化^[45~49], 从容量角度论证了可利用土地存量^[50,51], 并采取相关指标制定和变化过程拟合等方法控制用地扩张^[44], 而本文在此基础上从城镇体系角度出发, 探索了一种适于跨越式发展的城市建设用地规模预测方法, 即从大区域入手, 根据目标城市化率预测总城市人口, 再根据目标城镇体系结构和城市人口规模, 借助城市建设用地规模与城市人口规模之间的关系来确定城市建设用地量。其理论基础在于一个城市建设用地面积的大小同城市在规划期内的人口规模有密切关系, 同时一个城镇体系内的各个城市之间具有整体性、等级性、动态性和相互依赖性等特征, 是在职能分工、密切联系、互相依存的体系。该预测模型指标简单、贴近实际, 能够为当前很多采取跨越式发展地区的城市建设用地规模预测提供参考。

当然, 该方法也存在特定的应用条件和限制因素。首先, 该方法主要适用于已确定跨越式发展目标并且城镇体系发育较均衡的地区, 即可以根据目标借鉴全国的发展道路确定与人口规模相适应的合理城市建设用地; 其次, 这是一种目标导向的预测方法, 在具体实施过程中必须考虑到、也应该着力培育支撑城市化发展的动力, 保证人口迁移和资源生态的可持续性, 并根据各城市发展的实际特征进行微调; 最后, 该模型更适于中心城区, 既适合从城镇体系获取中心性发展动力, 也不必考虑更低尺度的城镇节点。

参考文献:

- [1] 李郁. 中国城市化滞后的经济因素——基于面板数据的国际比较. 地理研究, 2005, 24(3): 421~431.
- [2] 李诚固, 郑文升, 李培祥. 中国城市化的区域经济支撑模型分析. 地理科学, 2004, 24(1): 1~6.
- [3] 张颖, 赵民. 论区域发展差异与总体城市化水平滞后的关联性. 城市规划汇刊, 2004, (4): 12~19.
- [4] 刘云刚, 殷冠文. 地方政府主导的土建城市化: 以鹤壁市为例. 地理科学进展, 2010, 29(7): 887~896.
- [5] 潮洛濛, 翟继武, 韩倩倩. 西部快速城市化地区近 20 年土地利用变化及驱动因素分析——以呼和浩特市为例. 经济地理, 2010, 30(2): 239~243.
- [6] 张晓平, 刘卫东. 开发区与我国城市空间结构演进及其动力机制. 地理科学, 2003, 23(2): 142~149.
- [7] 刘玉. 中国城市化发展的若干区域特性与矛盾差异. 城市规划学刊, 2007, (2): 15~19.
- [8] 王德起. 城市化进程中土地增值机制的理论探析. 城市发展研究, 2010, 17(4): 102~110.
- [9] 徐勇, 沈洪泉, 甘国辉, 等. 北京丰台区农村居住用地变化及与人口相关模型. 地理学报, 2002, 57(5): 569~576.
- [10] 李建华, 吴良才. 基于 MGM~Markov 的城镇建设用地预测模型的研究. 安徽农业科学, 2009, 37(29): 14282~14284.
- [11] 邱道持. 重庆市建设用地预测模型探讨. 经济地理, 1996, 16(3): 10~15.
- [12] 陈国建, 刁承泰, 黄明星. 重庆市区城市建设用地预测研究. 长江流域资源与环境, 2002, 11(5): 403~408.
- [13] 刘小平, 黎夏, 艾彬, 等. 基于多智能体的土地利用模拟与规划模型. 地理学报, 2006, 61(10): 1101~1112.
- [14] 杨青生, 黎夏. 多智能体与元胞自动机结合及城市用地扩张模拟. 地理科学, 2007, 27(4): 542~548.
- [15] Martha M B, Anne M D. Farmer-specific relationships between land use change and landscape factors: Introducing agents in empirical land use modelling. Land Use Policy, 2009, 26: 809~817.
- [16] Stephen J W, Joseph P M, Carlos F M, et al. Complexity theory, spatial simulation models, and land use dynamics in the Northern Ecuadorian Amazon. Geoforum, 2008, 39: 867~878.
- [17] Arend L, Arnold K B, Ron van L. Multi-actor-based land use modelling: Spatial planning using agents. Land-

- scape and Urban Planning, 2001, 56: 21~33.
- [18] 安祥生. 城镇建设用地增长及其预测——以山西省为例. 北京大学学报(国内访问学者、进修教师论文专刊), 2006, 87~90.
- [19] 邵建英, 王珂, 赵小敏, 等. 城镇建设用地预测方法研究. 广东土地科学, 2005, 4(6): 17~21.
- [20] 梁进社, 王旻. 城市用地与人口的异速增长和相关经验研究. 地理科学, 2002, 22(6): 649~654.
- [21] 黄秋昊, 蔡运龙. 国内几种土地利用变化模型述评. 中国土地科学, 2009, 19(5): 25~30.
- [22] 郭杰, 欧名豪, 刘琼, 等. 基于BP神经网络的南通市建设用地需求预测. 资源科学, 2009, 31(8): 1355~1361.
- [23] 王良健, 师迎春, 林目轩. BP神经网络结合小波处理在城市扩张预测中的应用. 中国土地科学, 2008, 22(1): 39~47.
- [24] 张豪, 罗亦泳, 张立亭. 基于遗传支持向量机的城市扩张非线性组合模型. 地理学报, 2010, 65(6): 656~664.
- [25] Northam R M. Urban Geography (2nd ed). New York: John Wiley & Sons, 1979.
- [26] 陈彦光, 周一星. 城市化过程的非线性动力学模型探讨. 北京大学学报(自然科学版), 2007, 43(4): 542~548.
- [27] 王建军, 吴志强. 城镇化发展阶段划分. 地理学报, 2009, 64(2): 177~188.
- [28] 李永浮, 鲁奇, 周成虎. 2010年北京市流动人口预测. 地理研究, 2006, 25(1): 131~140.
- [29] 辛秋红, 尹海东. 基于Gompertz模型的黑龙江省人口预测. 统计与决策, 2008, (23): 82~83.
- [30] 甘蓉蓉, 陈娜姿. 人口预测的方法比较——以生态足迹法、灰色模型法及回归分析法为例. 西北人口, 2010, 31(1): 57~60.
- [31] 尹春华, 陈雷. 基于BP神经网络人口预测模型的研究与应用. 人口学刊, 2005, (2): 44~48.
- [32] 赖红松, 祝国瑞, 董品杰. 基于灰色预测和神经网络的人口预测. 经济地理, 2004, 24(2): 197~201.
- [33] 王周喜, 胡斌, 王洪萍. 人口预测模型的非线性动力学研究. 数量经济技术经济研究, 2002, (8): 53~56.
- [34] 陈彦光. 城市化:相变与自组织临界性. 地理研究, 2004, 23(3): 301~311.
- [35] 李铭, 方创琳. 基于自组织模型的酒嘉玉地区城市化动态演变. 地理研究, 2006, 25(3): 551~559.
- [36] 刘胜华, 詹长根. 基于国民经济和人口发展目标的建设用地需求规模预测研究——以武汉市黄陂区为例. 中国人口资源与环境, 2005, 15(5): 47~51.
- [37] 谈明洪, 范存会. Zipf维数和城市规模分布的分维值的关系探讨. 地理研究, 2004, 23(2): 243~248.
- [38] 厉伟. 城市用地规模预测的新思路——从产业层面的一点思考. 城市规划, 2004, 28(3): 62~65.
- [39] 周一星. 城市化水平与国民生产总值关系的规律性探讨. 人口与经济, 1982, (1): 28~33.
- [40] 赵显洲. 我国城市化与经济发展相互关系的动态分析. 中国软科学, 2006, (9): 116~121.
- [41] 唐根年, 徐维祥, 贾临宇, 等. 中国农民市民化经济门槛与城市化关系研究:理论与实证. 经济地理, 2006, 26(1): 118~121.
- [42] 路永忠, 陈波翀. 中国城市化快速发展的机制研究. 经济地理, 2005, 25(4): 506~510, 514.
- [43] 顾朝林. 改革开放以来中国城市化与经济社会发展关系研究. 人文地理, 2004, 19(2): 1~5.
- [44] 戴均良, 高晓路, 杜守帅. 城镇化进程中的空间扩张和土地利用控制. 地理研究, 2010, 29(10): 1822~1832.
- [45] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20世纪90年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析. 地理研究, 2003, 22(1): 1~12.
- [46] 王伟武, 金建伟, 肖作鹏, 等. 近18年来杭州城市用地扩展特征及其驱动机制. 地理研究, 2009, 28(3): 685~695.
- [47] 李平, 李秀彬, 刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析. 地理研究, 2001, 20(2): 129~138.
- [48] 陈彦光, 刘继生. 城市土地利用结构和形态的定量描述:从信息熵到分数维. 地理研究, 2001, 20(2): 146~152.
- [49] 刘盛和, 吴传钧, 陈田. 评析西方城市土地利用的理论研究. 地理研究, 2001, 20(1): 111~119.
- [50] 徐勇, 汤青, 樊杰, 等. 主体功能区划可利用土地资源指标项及其算法. 地理研究, 2010, 29(7): 1223~1232.
- [51] 宗跃光, 王蓉, 汪成刚. 城市建设用地生态适宜性评价的潜力—限制性分析——以大连城市化区为例. 地理研究, 2007, 26(6): 1117~1126.

Holistic forecast method of land use in leap-forward of urbanization

LIU Yun-gang, WANG Feng-long

(School of Geography and Planning, Guangdong key laboratory for
Urbanization and Geo-simulation, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: In the ongoing great-leap-forward rush of many cities, there are seemingly paradoxical co-existence of lags of urbanization and waste of land. It is not acceptable whether to take *laissez-faire* attitudes and make loose limitations of urban sprawl with connivance or to follow the prescribed order of urbanization without the consideration of requirements of rapid development and regional equity of cities in disadvantaged provinces, which makes it in urgent needs to find a simple and practical method which is adapted to the forecast of the urban land use size in a nonlinear process of urbanization. However, the direct and mediate methods in the mainstream of current researches on forecast of appropriate land use for urban construction cannot resolve this problem very well in great-leap-forward development of many cities, inevitably making the expansion of these cities out of order and control from central level invalid. We argued that it is required not only to improve the forecast method but also to renew the way of resolution. In furtherance of this purpose, this paper tries to explore a new multi-scalar forecasting method based on a preset goal of urbanization level from the perspective of urban system from an aim-oriented rather than a trend-extropolation perspective. This process includes three steps, first forecast the total population at the higher scale of the target city, then predict the future urban population based on the prospective urban system, at last, determine the quantity of proper urban land use through the correlation between urban land use and population. Using the data of 287 Chinese prefecture-level cities from 1997 to 2008, the basic hypothesis is tested and some panel data models on built-up areas and nonagricultural populations are built. To eliminate the autocorrelations and heteroscedasticity in the models, some advanced methods of estimation such as GLS are introduced and an ideal empirical equation is obtained. Although there are still some defects and limitations of this equation, it has been proved that this model is easy-to-use, reasonable and practical in the case of Zhumadian. It is also argued that this method is not only suitable for the forecast of land use of many cities in current China, but also can avoid the problem of many land use forecasts that it always goes beyond the permissible land use limit at the higher scale when adding up the predicted land use of every city. To conclude, the theoretical meaning and application restrictions of this method are briefly summarized.

Key words: rapid urbanization; urban land use; forecast of land use size; Zipf model; goal-oriented