

中国的城市土地扩张与 农田变化

Urban Land Expansion and the Change of
Agricultural Land in China

蒋黎◎著

Li Jiang

Urban Land Expansion and the Change of
Agricultural Land in China

 经济科学出版社
Economic Science Press

中国的城市土地扩张与 农田变化

Urban Land Expansion and the Change of
Agricultural Land in China

蒋 黎◎著

Li Jiang

Urban Land Expansion and the Change of
Agricultural Land in China

Urban Land Expansion and the Change of
Agricultural Land in China



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

中国的城市土地扩张与农田变化/蒋黎著. —北京:
经济科学出版社, 2015. 10

ISBN 978 - 7 - 5141 - 6131 - 1

I. ①中… II. ①蒋… III. ①城市化 - 研究 - 中国
IV. ①F299. 21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 237666 号

责任编辑: 齐伟娜 张蒙蒙

责任校对: 徐领弟

责任印制: 李 鹏

中国的城市土地扩张与农田变化

蒋 黎 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191540

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http://jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京季蜂印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 13 印张 200000 字

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 6131 - 1 定价: 32. 00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191502)

(版权所有 翻印必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

前 言

近二十多年来，中国经历了大规模的城市扩张和快速的耕地流失。在中国城市持续发展、耕地有限以及国内食品需求结构变化的共同作用下，现有耕地存在转换为城市用地的风险，自然生态系统存在转化为农田的风险。基于计量经济学模型、遥感技术和空间分析，本书着眼于探究城市化如何成为影响农业用地的关键因素，以便更好地理解城市化产生这种影响的路径和机制。第1章，针对中国城市快速发展、农业土地流失、人们饮食结构转变的现状，提出了笔者关注的三个主要研究问题。第2章，从全国范围上解释了城市用地扩张的基本过程，表明不同行政级别的社会经济和政策因素对耕地转换为城市用地产生了根本性影响。第3章，明确了城市扩张和农业土地利用集约程度之间的负相关关系，指出在控制土地稀缺性影响的情况下，农业用地转换为城市用地引发了农业土地利用集约程度的下降。第4章，对中国两个城市组未来的食品消费模式和食品土地需求进行了预测，提出城市化显著地加快了向富裕型饮食结构的转变，这将导致未来更高的土地需求。第5章，提供了关于书中各项研究的数据准备和模型开发过程的更多信息，作为对第2、3、4章的补充。本书清晰地阐明了城市扩张、农业土地利用、农业土地流失和农业生产之间的关系。

目 录

第1章 概述	1
第2章 中国的城市化热点县城市扩张和耕地转化的 多层级模型研究	5
2.1 概述 /	5
2.2 城市用地变化理论和土地利用多层级模型文献综述 /	7
2.3 城市扩张数据集：识别城市化热点县，开发国家级 城市扩张数据库 /	9
2.4 多层级模型和变量说明 /	10
2.5 结果和讨论 /	16
2.6 结论 /	22
第3章 中国的城市扩张对农业用地利用集约程度的影响	24
3.1 概述 /	24
3.2 农业用地利用集约程度理论 /	26
3.3 数据 /	27
3.4 实证模型和变量说明 /	28
3.5 结果 /	31
3.6 讨论 /	34
3.7 结论 /	37
第4章 中国的城市化、经济增长和食品消费对 土地需求的变化	38
4.1 概述 /	38

4.2	文献综述 /	40
4.3	数据 /	41
4.4	研究方法 /	43
4.5	结果 /	46
4.6	讨论 /	50
4.7	结论 /	51
第5章 数据和模型开发		53
5.1	第2章的数据和模型开发 /	53
5.2	第3章的数据和模型开发 /	59
5.3	第4章的数据和模型开发 /	64
第6章 结论		68
参考文献 /		71
后记 /		87

Urban Land Expansion and the Change of Agricultural Land in China		89
Chapter 1	Introduction	95
Chapter 2	Multi-Level Modeling of Urban Expansion and Cultivated Land Conversion for Urban Hotspot Counties in China	100
Chapter 3	The Impact of Urban Expansion on Agricultural Land Use Intensity in China	125
Chapter 4	Urbanization, Economic Growth, and the Changes in Land Requirements for Food for Urban China	145
Chapter 5	Data and Model Development	165
Chapter 6	Conclusion	182
References /		186
Postscript /		202

第1章

概述

经济体制改革后，中国正在经历快速的城市发展，且预计这种发展在未来会继续加速（Liu et al. , 2005）。城市人口的比重从1983年的22%上升到了2010年的47%（NBSC, 2011）。特大城市的数量从1978年的13个增加到1998年的37个（Cheng et al. , 2001）。Ray M. Northam（1975）提出的城市化理论把城市发展的过程分为三个阶段：初期、中期和后期。在城市化水平较低的初期和城市化达到较高水平的后期，城市增长速度都趋于缓慢。中期则以城市化起飞和城市人口激增为特点。中期与其他的两个阶段的分界值分别是城镇人口占30%和70%。目前中国的城市化水平表明，中国已经进入加速城市化阶段，而且这个趋势预计将会持续到相当长的未来。联合国发布的《世界城市化前景报告》（2011年修订版）预测，到2050年，中国的城镇人口将达到10.46亿，城镇人口的比重将达到73%（United Nations, 2011）。

伴随着城市人口的重大转型，城市发展带来了土地格局的巨变。20世纪90年代，中国的城市用地增加了近25%（Liu et al. , 2005）。虽然经济改革初期，城市化主要集中在沿海地区，但是自从20世纪90年代中期开始，中央政府发布了旨在引导工业经济从沿海转向内陆地区的“西部大开发”政策，这导致了广大内陆地区也开始发生快速的城市土地扩张（Schneider et al. , 2005）。

目前，许多城市正在扩张至农业用地（Tan et al. , 2005b; Wang and Scott, 2008; Seto et al. , 2000）。据估计，1978~1996年间，中国耕地总量减少了473万公顷，相当于总量的4.45%（Yang and Li, 2000）。每年各

种形式的建设占去了流失耕地的 20%~40%。在中国的许多地区,城市用地的扩张已经成为了农业用地快速流失的最主要原因 (Seto et al., 2002; Li and Wang, 2003)。

城市化的压力以及经济发展和居民收入增长预计会对饮食结构产生重大影响 (Pingali, 2007)。饮食的最重大改变不是消费食物的数量增加,而是消费食物的构成变化 (Hsu et al., 2002; Dong and Fuller, 2007)。饮食结构的变化主要体现在粮食消费的减少和蛋、奶及畜产品消费的大幅上升 (Hsu et al., 2002; Wu and Wu, 1997)。饮食偏好的改变,可能对中国的土地格局产生巨大影响 (Cassman et al., 2003)。人均畜产品消费量的增加意味着需要大量的饲料,例如,需要大约 3 公斤的粮食才能生产 1 公斤的肉类 (Bradford et al., 1999)。因此,以中国有限的耕地满足预期中粮食消费的大幅增长可能会成为一个挑战。

在中国城市的持续发展、有限的耕地以及国内粮食需求结构变化的共同作用下,农业用地面临着转换为城市用地的风险,自然生态系统面临着转变为耕地的风险 (He et al., 2004; Dong and Fuller, 2007)。很多转换为城市建设用地的农田都是城市周边肥沃的农业用地,具有良好的土壤质量和地形属性 (Lin and Ho, 2003; Verburg et al., 1999)。相比之下,耕地扩张通常发生在更偏远的地区,且土地质量较差,与那些非农业用途占用的农业用地相比,这些耕地的农业生产率较低 (Li and Wang, 2003)。

尽管城市化快速发展,城市增长与耕地和自然生态系统保护之间的冲突不断升级,但在全国范围内,对于城市土地利用变化的基本过程了解却很有限。那些全国范围的研究 (Tan et al., 2005; Liu et al., 2003, 2005; Deng et al., 2008, 2010),也很少利用系统方法解释城市扩张,更没有人定量地分析耕地资源向城市的转移。此外,中国的城市发展日益分散化和非结构化,据我们所知,目前尚没有考虑这一新的城市化趋势,检验城市规划政策的变迁和不同地区的城市土地价格的相关研究。第 2 章旨在解释耕地转换为城市用地的机制,并研究社会经济因素和政策因素在推动不同行政层次的土地流转中的相对重要性。

快速的城市化进程大大加速了中国城市饮食结构的改变,而饮食结构变化的影响又成为食品土地需求的最重要决定因素。到目前为止,只有少

数研究定量检验了食品消费模式和食品的土地需求之间的关系 (Gerbens-Leenes and Nonhebel, 2002; Gerbens-Leenes et al., 2002; Zhen et al., 2010; Kastner and Nonhebel, 2010; Kastner et al., 2012), 但没有人尝试建立饮食变化的驱动因素和食品土地需求之间的联系。第4章研究城市化、食品消费模式转变和耕地需求之间的关系, 以便我们更加深入地了解饮食变化的影响因素以及它们对耕地需求的影响。

据观察, 在中国的许多地区, 城市扩张不仅影响了农业土地的数量和空间分布, 还影响了农业土地利用的集约程度和生产方式 (He et al 2004; Li and Wang 2003)。由于农业用地减少导致的土地稀缺可能引发农业土地集约利用 (Ewart et al., 2006), 而城市化和经济发展增加了非农就业人数, 可能会导致农业劳动力短缺 (Phimister and Roberts, 2006; Uchida et al., 2009)。以前的研究已经检验了与城市扩张相关的这些因素的影响 (Keys and McConnel, 2005; Shriar, 2005)。然而, 尚没有研究系统地分析城市扩张对农业土地利用的集约程度的影响。第3章的目的是理解这种关系。

本书致力于在全国范围内加深人们对中国的城市化、农业用地和农业生产之间的关系的理解。本书研究的主要问题包括:

(1) 如何解释中国城市化热点县的耕地转换为城市用地? 推动城市化热点县的耕地转换为城市用地的县级因素是什么? 推动耕地转换为城市用地的省级因素是什么? 推动耕地转换为城市用地的国家级因素是什么? 这些不同行政级别影响因素的相对重要性如何?

(2) 城市扩张如何影响农业土地利用的集约程度? 耕地转换为城市用地与农业土地利用的集约程度之间是什么关系? 内在机制是什么? 收入增加和其他经济条件对农业土地利用的集约程度有什么影响? 农业投资对农业土地利用的集约程度有什么影响?

(3) 对中国城镇地区而言, 中国的城市化与经济发展和食品土地需求的变化之间有什么样的关系? 城市化和经济发展如何影响城市食品消费模式? 两个城市群之间食品需求的收入弹性有什么样的结构性差异? 两个城市群未来的城市食品消费模式和未来的耕地需求是什么样的? 不同的食品种类对人均食品土地需求的变化有什么贡献?

以计量经济学模型，遥感技术和空间分析为基础，本书着眼于探究城市化在影响农业用地中的关键作用，使我们对城市化发挥影响作用的路径和机制有一个更好的理解。目的是进一步理顺城市扩张、农业土地利用、农业土地流失和农业生产之间的关系，最终目标是深入理解中国城市增长动态变化和农业生产之间的关系。

中国的城市化热点县城市扩张和 耕地转化的多层级模型研究

2.1 概述

目前,就城市人口的增长幅度而言,中国所经历的人口转型是世界上规模最大的人口转型之一(Pannell, 2002; Chuang-lin, 2009)。城市人口的比重从1985年的22.9%上升到2010年的47%,并且这种趋势预期将会持续下去,未来20年,中国城市人口预计将增长2.7亿(United Nations, 2009)。伴随着人口的城市化转移而来的是大规模的城市扩张和全国农业用地流失(Wang and Scott, 2008; Seto et al., 2000; Tan et al., 2005a)。20世纪90年代,全国范围内,城市用地面积增加了81.7万公顷,该区域与波多黎各的大小相当(Liu et al., 2005)。官方统计和依据卫星图像进行的计算表明,1986~2003年,超过33.4万公顷的耕地发展成为了城市,占耕地流失总量的21%(Chen, 2007)。这在经历了快速的经济增长和城市发展的地区尤为突出,如珠江三角洲地区和京津冀地区(Seto and Kaufmann, 2003; Tan et al., 2005a)。对中国145个城市的研究表明,20世纪90年代的城市扩张占用的主要是耕地(Tan et al., 2005b)。虽然中央政府已经推出了一系列针对耕地保护的政策,包括1994年颁布的《基本农田保护条例》和1999年颁布的《新土地管理法》,但耕地的流失仍在发生,特别是在一些沿海和中部省份(Lichtenberg and Ding, 2008)。除了

由于城市扩张所带来的直接耕地流失外，饮食方式的重大变化，包括粮食消费量的减少和蛋、奶、畜产品消费的增长，也给国家的耕地和生产带来了额外的压力（Pingali，2007）。在中国城市的持续发展、有限的耕地以及国内食品需求结构变化的共同作用下，现有耕地面临着转换为城市用地的风险，而自然生态系统面临着转化为耕地的风险。因此，理解城市扩张和耕地流失之间的关系，对于实现城市发展和土地及自然生态环境保护的双重目标是十分关键的。

尽管中国城市在快速地大规模扩张，但在全国范围内人们对城市土地利用变化的模式和过程的理解十分有限。在中国，大多数关于城市扩张的研究都只关注个别城市或地区的扩张（He et al.，2008；Long et al.，2007；Schneider et al.，2005；Cheng and Masser，2003）。在全国范围的研究中（Tan et al.，2005b；Liu et al.，2003，2005；Deng et al.，2008，2010），很少有使用系统方法解释城市扩张的过程，基本没有定量分析耕地向城市用地的转化。与以往研究只关注城市的空间扩张不同的是，我们直接研究决定土地流转区域的机制。此外，没有研究同时考虑了土地租赁市场的法制化、城市规划政策以及中国城市发展的日益分散化和非结构化的性质。各级行政政策对城市扩张的规模、方式和过程会产生根本性的影响。迄今为止，没有任何实证研究明确地包含这些不同行政级别的影响因素。

本研究探讨了城市迅速扩张地区推动耕地转换的不同行政级别的社会经济和政策因素的相对重要性。我们特别关注“城市化热点县”（特指那些城市用地扩张速度比国内其他地区更快的县）。使用多层级模型方法，我们提出了以下问题：推动耕地向城市用地转换的县级因素是什么？推动耕地向城市用地转换的省级因素是什么？推动耕地向城市用地转换的国家级因素是什么？不同行政级别间的这些因素的相对重要性如何？作为全国层面的研究，本章很好地反映了中国城市化进程的总体状况，但对内在机制的研究仅基于且局限于城市化热点县。

2.2 城市用地变化理论和土地利用多层级模型文献综述

我们使用两类理论来建立研究城市扩张和耕地流失的理论框架：土地利用变化的微观经济理论（Rosenthal and Helsley, 1994；Bockstael, 1996）和城市用地竞租模型（Von Thunen, 1826；Beckmann, 1969）。

土地利用变化的微观经济理论认为农业用地发展为城市用地，是个人土地使用者为了追求每块土地预期利益最大化而进行决策的结果。基于微观经济学理论的空间模型，有助于理解土地代理人之间空间和时间上的动态土地使用决策，但是它们没有提供关于土地利用变化的累积数量的相关信息（Verburg et al., 2004）。此外，这些土地利用模型没有考虑到，制度和社会经济环境的复杂性对个人土地使用者的微观环境构成外在影响。

竞租模型是城市经济理论的基础，该模型解释了城市土地利用变化的累积结果。它理论上将到城市中心的距离界定为决定地租和土地利用分布的唯一决定因素。后来的学者拓展了竞租模型，将收入（Barlowe, 1978）、交通改善（White, 1988）和土壤质量、气候、自然资源禀赋等空间异质性（Moses and Williamson, 1967）的影响纳入考虑。在竞租模型框架下，创建了空间土地利用模型并进行了实证检验，目的是了解城市的空间规模（Brueckner and Fansler, 1983；McGrath, 2005）、工业化和城市用地扩张（Deng et al., 2008, 2010）、城市化及农业用地和自然植被土地的流转（Seto and Kaufmann, 2003）。利用1970年来自美国40个已城市化地区的人口普查数据，Brueckner和Fansler发现了竞租模型确定的基本经济因素——人口、收入、交通成本和农业地租，对于决定城市空间规模是非常重要的。McGrath's的研究结果强化了Brueckner和Fansler的结论，并认为除了竞租模型确定的因素之外，其他一些未知因素也会对城市扩张产生影响。

这些未知因素的存在意味着，竞租模型只能在一定程度上解释城市扩张。在中国，土地市场尚不成熟，国家土地分配仍是土地使用权分布的主要决定因素。另外，还有一些其他原因使得竞租模型具有局限性。在中

国,研究人员强调政策和宏观经济环境对中国城市土地利用变化的影响。这些因素包括外商直接投资和非农工资 (Seto and Kaufmann, 2003)、居住许可制度“户口”的放松 (Shen et al., 2002; Xie et al., 2007)、政府放权 and 不同地方主体的逐利行为 (Wang and Scott, 2008) 等。全国范围上关于中国城市土地利用变化和农业用地转换的研究寥寥无几。以县为分析单位,邓祥征等 (2008, 2010) 评估了推动城市扩张的人口因素和经济因素。他们的研究结果支持竞租模型的关键假设,并强调了收入增长和工业化对城市发展的影响。由于其研究的重点是城市空间规模的变化,在城市化所带来耕地流失方面,他们的结论很有限。此外,他们的研究设计结构只包括推动城市扩张的县级因素,而忽略了区域层面的因素。

二十多年的土地利用变化研究表明,土地利用变化是多个时间和空间维度的生物物理因素和社会经济因素相互作用的结果 (Geoghegan et al., 1998)。为了捕捉和呈现这些影响,我们使用多层级模型方法,该方法能够整合多维度、多层级的差异,来评估不同行政级别和空间规模的政策因素的相对影响。多层级模型特别适合于分析空间分层结构的土地利用数据 (Snijders and Bosker, 1999, Gelman and Hill, 2007)。只有少数关于土地利用的多层级模型研究。在处理具有分层结构的数据时,多层级模型在很多方面都优于传统的回归模型:多层级模型单独处理组内变异和组间变异,从而最大限度地减少了无效的参数估计和分层数据组内相关性所产生的标准误差低估问题 (Overmars and Verburg, 2006; Snijders and Bosker, 1999);这种模型通过包括组内协变量和随机效应来控制空间异质性,减少遗漏变量所致的偏差;这种模型不仅考虑了高层级的土地利用驱动因素的直接影响路径,还研究了高层级的土地利用驱动因素通过低层级因素产生影响的间接路径 (Hoshino, 2001)。在仅有的几篇关于土地利用多层级模型的研究中 (Overmars and Verburg, 2006; Pan and Bilborrow, 2005; Vance and Iovanna, 2006),只有 Vance and Iovanna, 2006) 使用了纵向数据。采用多层级的建模技术分析纵向土地利用数据存在许多方法上的挑战 (Bliese, 2002)。在纵向数据中,空间实体 (如社区) 对土地利用变化的反复观测代表了层级结构中的第一级,空间实体本身代表了第二级。如果空间实体嵌套在其他更高级别的空间实体 (如市、州) 中,那么多层级模

型就可以相应地包括并界定更高级别的随机效应和协变量。

2.3 城市扩张数据集：识别城市化热点县，开发国家级城市扩张数据库

我们使用了两阶段程序来识别城市化热点县及其中的城市扩张。我们将城市化热点县界定为：从1992年到2008年，相对于临近的县域，经历了较快的城市扩张的县——通过美国空军国防气象卫星计划/线性扫描业务系统（下文简称DMSP/OLS）记录的夜间灯光（下文简称NTL）数据来识别。夜间灯光数据衡量的是夜间灯光的强度，这已被证明是城市活动的一项指标（Sutton and Costanza, 2002; Doll et al., 2006; Zhang and Seto, 2011）。利用DMSP/OLS数据，我们进行了空间联系的局部指标（下文简称LISA）分析。LISA是一项确定空间集聚是否存在空间分析技术（Anselin, 1995）。我们在县级层面进行了LISA分析，来确定四个时间段（1992~1996年，1996~2000年，2000~2004年和2004~2008年）的城市集聚热点县。

对于每个时间段的分析包括三个步骤：第一，我们用县级行政区划图层文件覆盖两个观测年的DMSP/OLS DMSP/OLS光栅文件，并计算每年每个区块的DMSP/OLS值；第二，我们生成了两个观测年之间的差异图；第三，我们以LISA算法为基础，利用差异图来计算热点图（Anselin et al., 2006）。然后我们综合四个时间段识别出的城市化热点县集合来创建1992~2008年的完整的城市化热点县列表。该列表包括分布在25个省的246个城市化热点县。接下来，我们将该列表与关于城市土地扩张的国家级数据集进行比较。

理解推动城市扩张和农业用地转换的基本过程是该研究的主要目标，因此，我们需要高分辨率、空间清晰的土地利用变化数据。省级或县级统计年鉴上可以获得的土地利用综合数据，时间和空间分辨率不足以满足我们的研究需要。此外，中国政府公布的土地利用数据，曾被质疑低估了农业用地量及其流失率（Chow, 1994; Seto et al., 2000）。因此，我们使用

了来自 NASA Landsat TM/ETM 卫星并由中国科学院 (CAS) 分析过的土地利用数据集 (Liu et al., 2002, 2003)。该国家级数据集历经大量的测试和开发, 包含了 1989 年、1995 年、2000 年和 2005 年城市和耕地范围的明确空间信息。以这些年度的数据为基准, 我们计算了 1989 ~ 1995 年, 1995 ~ 2000 年和 2000 ~ 2005 年这三个时间段内, 由于城市扩张所造成的耕地流失的数量, 然后将这些数据集与 LISA 分析产生的城市化热点县列表相结合。全国范围内, 1989 年的土地利用数据来自 1986 ~ 1989 年的卫星图像。然而, 通过对数据的仔细检查, 我们发现确定为城市化热点县的区域的卫星图像主要是 1989 年的。因此, 我们用来与城市化热点县列表相结合的数据集基本反映了 1989 ~ 1995 年的土地利用变化情况。随后, 我们定义了用来代表数据集三个时间段的时间变量。多层次模型方法只能捕捉不同时间段之间的耕地转换差异。为了解特定时期内耕地转换的变化情况, 我们需要更多的数据和后续研究。

我们假设, 在竞租模型中, 耕地转换为城市用地主要受城市范围的两个决定因素 (地租和收入) 以及实证研究中记录的一些其他重要的社会经济因素 (非农工资、农业投资和外商直接投资) 的影响。我们使用县级和省级层面的总量和部门国内生产总值 (GDP)、县级和省级层面的总人口和农业人口和省级外商直接投资作为指标, 来检验上述假设。所有数据均由中国科学院 (CAS) 收集。

我们在分析中加入了一套生物物理变量, 以反映空间的自然地理变化。意在检验县域的相对位置、地形和气候特点如何影响城市扩张和耕地流失。反映地形属性的数据来自中国科学院建立的中国数字高程模型数据集。每个县的县政府到省会的距离由邓祥征等使用中国科学院数据中心的数据计算得到 (Deng et al., 2002, 2010)。气候数据由邓祥征等利用 1950 ~ 2000 年中国气象局的现场观测数据生成。社会经济和生物物理数据集也需要与城市化热点县列表结合。

2.4 多层次模型和变量说明

在模型估计中, 我们依据多层次模型文献的指导, 使用了限制性最大

似然 (RML) 算法 (Osgood and Smith, 1995; Snijders and Bosker, 1999)。在多层级模型中, 我们的因变量是 *ConvertedLand*, 即 1989 ~ 1995 年、1995 ~ 2000 年和 2000 ~ 2005 年这三个时间段中某县已经转换为城市用地的耕地数量。时间用 *Year* 表示, 0 代表 1989 年, 6 代表 1995 年, 11 代表 2000 年。竞租模型表明, 土地租金和收入是城市范围的重要决定因素。同时, 实证研究表明, 非农工资、农业投资和外商直接投资是推动中国城市扩张的重要因素。结合这两种观点, 我们选择了三个县级社会经济变量和三个省级社会经济变量。具体来说, *LandRentRatio* 被定义为给定年份的某一县域的农业地租与城市地租之间的比例 (1989 年、1995 年和 2000 年)。耕地转换为城市用地受与个人土地使用情况相关的土地租金和土地价格的影响。由于在全国的县域内没有一致的土地租金信息, 我们用农业总产值除以耕地面积作为农业地租的代理变量, 用工业总产值除以城市用地面积作为城市地租的代理变量 (Seto and Kaufmann, 2003)。*UrbWage* 代表城市工资, 以给定时间某县域的工业总产值与非农人口的比率表示 (1989 年、1995 年和 2000 年)。较高的城市工资会增加务农的机会成本, 从而导致农业部门的劳动力短缺 (Conelly, 1994)。*AgriInvest* 代表给定年份某县的人均农业投资 (1989 年、1995 年和 2000 年)。中央政府和省政府对县域的农业投资, 旨在提高农业生产力、促进农业经济发展和保护耕地。*GDP_p* 代表给定年份某省的国内生产总值 (1989 年、1995 年和 2000 年), 用作该地区的人口收入指标。*UrbWage_p* 的定义与 *UrbWage* 类似, 但是为省级层面的变量。对城市人口迁移的研究表明, 地方和区域层面上均存在城市工资的拉动作用。*FDI_p* 代表 1989 年、1995 年和 2000 年某省的人均外商直接投资。许多学者都强调, 在中国经济发展的过程中, 外商直接投资在支持区域基础设施、房地产项目和轻工业方面发挥了重要作用 (Houkai, 2002; Eng, 1997)。由于空间异质性和区位优势影响城市的发展, 于是我们选择了一组不随时间变化的生物物理变量, 用于控制时不变的空间异质性。*DistPCapit* 衡量的是县政府与省会的距离, 说明了某县的相对位置。*PlainRatio* 是某县内土地坡度小于八度的土地的比率, 而 *Elevation* 则代表该县的平均海拔。两者综合代表了该县的平均地形状况或城市建设的适宜性。*Precipitation* 代表某县的年平均降水量, *Temperature* 代表某县的年平均