

文章编号: 1007-6301 (2003) 06-0560-07

# 人文要素数据与土地利用单元匹配方法 ——以北京丰台区为例

徐 勇, 沈洪泉

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘 要:** 驱动力机制是土地利用变化研究的核心和主要方向, 而将人文要素数据匹配到土地利用单元的方法研究是探讨人文因子驱动土地利用变化机制的基础工作之一。本文在详细阐述人口和经济产值与土地利用单元匹配方法的基础上, 进而以北京市丰台区为例, 采用人居密度和土地经济产值密度指标, 定量计算并分析了 1999 年丰台区人口居住和土地经济产出的空间分异特征。丰台区人居密度差异巨大, 最高与最低相差近 29 倍; 土地经济产值密度高低差异主要体现在非农业用地与农业用地之间, 最高的城镇用地是最低的粮食种植用地的 45 倍。研究结果表明将人文要素数据匹配到土地利用单元的方法是可行的。

**关 键 词:** 人文要素; 土地利用单元; 匹配方法; 北京丰台区

**中图分类号:** F301.24; K901

## 1 引言

人地系统是地理学、尤其是人文地理学研究的核心问题之一<sup>[1]</sup>。人地系统是人地关系地域系统的简称, 是以地球表层一定地域为基础的人地关系系统, 也就是人与地在特定的地域中相互联系、相互作用而形成的一种动态结构。在人地系统中, 人口与社会经济要素为一端, 即“人”系统; 资源与自然环境为另一端, 即“地”系统; 双方之间以及各自内部存在着多种直接反馈作用, 并密切交织在一起<sup>[2]</sup>。而土地利用与土地利用变化又是人地系统研究的核心内容之一。一方面土地利用是“人”系统与“地”系统的对接界面; 另一方面土地利用变化反映了“人—地”交互作用的进程<sup>[3]</sup>。

20 世纪 80 年代以来, 特别是受“全球地圈与生物圈计划”(IGBP)、“全球环境变化人文因素计划”(IHDP) 和“土地利用/土地覆被变化科学研究计划”(LUCC) 等跨学科综合研究计划的推动, 土地利用变化及其驱动机制研究倍受关注。IGBP 计划于 1982 年提出, 研究内容限于自然领域, 在执行 IGBP 计划的过程中, 自然科学工作者明显地感觉到全球变化中的“人文因素问题”非常重要。1990 年召开的国际社会科学联合会(ISSU) 提出了 IHDP 计划, 在被确定的七个研究方向中, 土地利用/土地覆被变化和资源利用的社会因素分别位

收稿日期: 2003-08; 修订日期: 2003-10

基金项目: 中国科学院地理科学与资源研究所知识创新项目(CX10G-E01-05-03)

作者简介: 徐勇(1964-), 男, 陕西榆林人, 副研究员。主要从事土地利用及农业与乡村发展等领域的科研工作。E-mail: yongxu@sina.com

居第一和第三。1996 年 IGBP 与 IHDP 联合设计了一个核心计划，即 LUCC。LUCC 提出了三个重点领域，土地利用变化机制的个例比较研究被确定为研究工作开展的首选途径之一<sup>[4~7]</sup>。从研究项目的实施情况看，已完成的项目大多与遥感应用有关，研究区域主要分布在东南亚、北美、欧洲及日本等国；正在实施中的项目普遍加大了人文因素的份量。我国的研究相对滞后于发达国家，基本属于国际研究的后续跟进。20 世纪 90 年代以前，研究工作的重点尚停留于土地利用类型划分和数据积累阶段。“九五”开始，尤其是近几年来，随着不同历史时段土地利用图件及数据的积累、大尺度范围土地利用变化遥感动态监测工作的开展和 GIS 技术的广泛应用，大批土地利用变化研究成果才开始出现于各种学术刊物<sup>[8~13]</sup>。但从能检索到的国内文献看，大部分研究成果尚停留于土地利用变化数据采集和变化现象分析阶段，而被 LUCC 计划列为重点领域之一的土地利用变化驱动机制的研究成果极少见到。

目前，国内外学者普遍认为驱动力机制是土地利用变化研究的核心和主要方向。驱动因子分为自然要素和人文要素。很显然，自然因素驱动机理的解析需要长时间序列的数据积累才能得出可信的结论，而人文因素驱动可以在相对较短时间内取得有价值的成果。但目前人文因素驱动的研究成果往往表现为驱动因子的罗列，缺乏深度分析，更无理论或方法论的探索。如何走出这种无论是自然研究层面还是人文研究层面现象分析的困境？我们认为：一是从人地系统的角度开展土地利用变化研究，将土地利用变化研究纳入人地系统研究体系，由此出发，来研究和探寻人文因素驱动土地利用变化的理论和方法；二是以土地利用为“界面”开展人文要素数据空间匹配方法研究，将经济社会数据匹配到土地利用（类型）单元；三是开展单项土地利用类型变化与单项人文要素之间关系的定量研究，为综合研究的开展提供参数和基础准备；四是加强人文驱动因子中的基源性驱动因子的研究，如经济利益、人口增长、政策鼓励/限制等。在上述 4 个方向性研究内容中，最基础的工作是如何将人文要素数据匹配到土地利用单元，即只有解决了人文要素数据与土地利用单元匹配方法问题，其它研究工作才能顺利跟进。本文试图在阐述人文要素数据与土地利用（类型）单元匹配方法的基础上，以北京市丰台区为例，通过应用研究来论证该匹配方法的可行性。

## 2 人文要素数据与土地利用单元匹配方法

在进行人文要素数据与土地利用单元匹配之前，首先需要搞清人文要素与土地利用之间的关系。人文要素数据主要包括人口、劳动就业、资本（资金）、物化劳动、经济产值、经济收入等，这些数据一般是按不同级别的行政区单元进行统计的；土地利用是指人类活动利用土地的方式，主要通过土地利用类型划分而形成土地利用单元进行空间表达的。土地利用单元体现了人文要素占用土地空间的状况，即每个人文要素都与特定的土地利用单元相对应。如在某个行政区范围内，人口主要居住在不同的城镇、农村居民点或独立工矿用地单元上，不同行业的劳动就业活动在相应类型的土地利用单元里，由不同产业或部门构成的经济产值也都有对应的土地利用单元。按照我国现行的行政区等级划分和土地利用分类系统，人文数据最基本的统计单元是行政村，向上依次为乡（镇）、县（市）、地（市）和省（市、区）；土地利用类型包括 3 个一级类、15 个二级类和 71 个三级类。在诸多

人文要素中，人口、劳动就业、经济产值等是最重要的指标。因劳动就业与经济产值在与土地利用单元匹配时具有极强的相似性，故下面仅讨论人口和经济产值与土地利用单元匹配的方法。

2.1 人口与居住用地匹配方法

很显然，人口主要聚居在城镇用地、农村居民点和独立工矿用地上。为表征人口聚居及分布差异状况，构建一个与通常所说的人口密度相区别的新指标是必要的，这个新指标即为人居密度。人居密度是指单位居住用地面积上的人口数，它与通常所说的人口密度的显著区别在于前者强调的是居住用地上的 人口数，而后者往往指一定的行政区或自然地理单元的人口数。与土地利用类型相对应，人居密度又可分为城镇人居密度、农村人居密度和独立工矿地人居密度等。一般而言，人口统计空间单元越小，计算出的人居密度准确程度越高。在大城市边缘区，人口统计的基本单元是街道办事处和行政村，因此，城镇人居密度可用街道办事处人口统计数除以辖区内城镇用地面积求得；农村人居密度即为行政村农村人口与该行政村农村居民点用地面积的比值。对于独立工矿用地人居密度的计算，情况较为复杂，现行的人口统计和土地利用分类都未对独立工矿区的人口和居住用地进行单独核算，在计算独立工矿用地人居密度时，需要对独立工矿区的人口数和实际居住用地面积进行实地调查。

2.2 经济产值与土地利用（类型）单元匹配方法

经济产值可被划分为农业和非农业两大部分。农业包括种植业、林业、牧业和渔业；非农业包括工业、建筑业、交通运输业和商饮业。在大城市边缘区，非农业各类别又分别被区分为城镇和农村两个部分。土地利用类型也可相应地被划分为农业用地、非农业用地和未利用土地三个大类。如果将单位土地面积上的经济产值定义为土地经济产值密度，则用该指标可有效地反映出各不同土地利用（类型）单元的经济产出状况和空间分异特征。未利用土地一般没有经济产出，其土地经济产值密度为零值，因此，在进行经济产值与土地利用单元匹配方法研究时，需要重点考察的是农业各部门产值与相应的农业用地（表 1）、非农业各部门产值与对应的土地利用类型（表 2）之间的匹配问题。

表 1 农业产值与土地利用单元匹配方法

Tab. 1 Matching methods of agricultural gross output value and land-use unit

农业用地 经济产值密度	计 算 方 法
耕地	生长在不同耕地类型单元上的农作物年产值与对应的耕地类型面积的比值。可按水田、水浇地、旱地和菜地等分别进行计算。
园地	不同类型园地年经济产值与对应的园地面积的比值。可按果园、桑园、茶园和橡胶园等分别计算。
林地	不同类型林地年经济产值与对应的林地面积的比值。可按有林地、苗圃等分别进行计算。
牧草地	一般指放牧业年产值与牧草地面积比值。注意与舍饲养殖业的区别。
水域	不同类型渔业年产值与对应水域面积的比值。

表 1 农业产值与土地利用单元匹配方法是从一般性的角度按大农业涉及的 5 个部门分别计算其土地经济产值密度，在实际应用中，应根据不同地区农业产值构成及农业用地的实际情况进行匹配。如在华北平原，种植业以小麦和玉米轮作为主，耕地多为水浇地，另

有部分菜地和少量旱地；统计中的林业产值基本来源于苹果、梨、桃等园地，有林地无经济产出；畜牧业产值主要指舍饲养殖业，土地利用分类中的牧草地经济产值密度多为零值；渔业产值主要来源于人工坑塘、沟渠、水库或部分河流水面。表 2 从一般性角度给出了非农业产值与土地利用单元的匹配方法，实际情况要较之复杂，主要原因在于现行土地利用分类系统对城镇用地和农村居民点用地未进行工业、商业、居住等具体功能划分，其土地经济产值密度的计算只能采取相关行业累计甚至交叉的算法。

表 2 非农业产值与土地利用单元匹配方法

Tab. 2 Matching methods of non-agricultural gross output value and land-use unit

非农用地 经济产值密度	计 算 方 法
城镇用地	城镇工业、建筑业、商饮业产值之和与城镇用地面积的比值。
农村居民点用地	农村工业、建筑业、商饮业、舍饲养殖业产值之和与农村居民点用地面积的比值。
独立工矿用地	工矿业产值与工矿用地面积之比值。
交通用地	交通运输业产值与交通用地面积之比值。可按铁路、公路、港口码头等进行分别计算。

3 丰台区实证应用案例

3.1 研究地域概况

丰台区位于北京市西南部，属城乡过度地带和土地利用变化剧烈地区。土地总面积 300km<sup>2</sup>，以平原为主，占 66%，台地、丘陵岗地、低山、河滩地所占比重分别为 9%、14%、6% 和 5%<sup>[14]</sup>。辖区包括 6 个乡、81 个行政村；按街道居（家）委会划分，包括 16 个办事处，406 个居委会和 363 个家委会。1999 年户籍总人口 80.95×10<sup>4</sup> 人，其中非农业人口占 81.77%，农业人口占 18.23%，另有外来人口 28.9×10<sup>4</sup> 人，人口密度全区平均 2698 人/km<sup>2</sup>。1999 年实现社会总产值 77.17×10<sup>8</sup> 元，GDP 为 38.54×10<sup>8</sup> 元，经济结构以二、三产业为主体，二、三产业增加值占 GDP 的比重达 95.21%。城镇居民人均年收入 7658 元/人，农村居民人均年收入 5742 元/人。1999 年土地利用结构为耕地 20.35%、园地 3.81%、林地 5.02%、牧草地 0.02%、城镇及工矿用地 51.57%、交通用地 8.07%、水域 4.29%、未利用土地 6.85%。

3.2 人居密度及地域分异特征

丰台区的人口是按街道和乡村两个系列分别进行统计的，即丰台区的行政区划分为两个不同的系列，两个系列除个别地方（如丰台镇、长辛店镇）不重叠外，在绝大部分区域都是双重覆盖。1999 年 16 个街道办事处城镇人口合计 66.19×10<sup>4</sup> 人，6 个乡下辖 81 个行政村农村人口合计 15.26×10<sup>4</sup> 人。按 16 个街道办事处和 81 个行政村人口规模与对应的城镇用地和农村居民点用地分别计算出城镇人居密度和农村居民点人居密度。需要特别提出的是独立工矿用地和特殊用地人居密度的推算问题。1999 年丰台区土地利用现状图中未将独立工矿用地和特殊用地中的居住用地单独划出，根据卫星影像和典型实地调查，丰台区独立工矿用地或特殊用地中未被划出的居住用地所占的比例一般在 15%～21% 之间。出于一般性考虑，在计算某个独立工矿用地或特殊用地图斑上的人居密度时，先用该图斑的面积乘以 18%（取 15%～21% 的平均值）后再乘以邻近城镇用地的人居密度得出居住于该图

斑上人口总数, 用该人口总数除以图斑面积即得出独立工矿用地或特殊用地图斑的人居密度值。

根据各类型用地人居密度值, 采用系统聚类自然断裂法, 将丰台区人居密度划分为高、较高、中等、较低、低和零值共 6 个类型, 其空间分布状况如图版 中图 1。从总体上看, 高类和较高类主要集中于北京建城区及卫星城镇的城镇用地, 中等、较低和低类主要为农村居民点、独立工矿及特种用地。(1) 高类人居密度在  $36000 \sim 20000$  人/ $\text{hm}^2$  之间, 合计 86 个图斑, 面积约  $563.55\text{hm}^2$ , 集中分布于建城区周围的右安门、东铁营、太平桥及丰台镇, 最高的丰台镇为  $35995$  人/ $\text{hm}^2$ , 低者东铁营为  $24219$  人/ $\text{hm}^2$ ; (2) 较高类人居密度界于  $20000 \sim 10000$  人/ $\text{hm}^2$  之间, 167 个图斑, 面积约  $1321.97\text{hm}^2$ , 主要分布于建城区周围的大红门、西罗园、方庄及南苑、东高地和长辛店; (3) 中等类人居密度界于  $10000 \sim 6000$  人/ $\text{hm}^2$  之间, 593 个图斑, 面积约  $1892.71\text{hm}^2$ , 主要分布在丰台镇南侧的新村、卢沟桥乡的宛平和郑长庄等地; (4) 较低类人居密度界于  $6000 \sim 3000$  人/ $\text{hm}^2$  之间, 1207 个图斑, 面积约  $3057.53\text{hm}^2$ , 成片分布于建城区至丰台镇一带, 其它分散于花乡和王佐乡各主要农村居民点; (5) 低类人居密度界于  $3000 \sim 1000$  人/ $\text{hm}^2$  之间, 2746 个图斑, 面积约  $9280.93\text{hm}^2$ , 主要分布于南苑乡、卢沟桥乡、长辛店乡境内的独立工矿用地和特殊用地以及王佐、长辛店西北部低山丘陵农村居民点; (6) 无人居住类主要为农业用地、交通用地、水域和未利用土地, 面积约  $14201.79\text{hm}^2$ , 占丰台区总面积的  $46.84\%$ 。

### 3.3 土地经济产值密度及地域分异特征

依据经济产值与土地利用 (类型) 单元匹配方法, 在丰台区选取社会总产值作为经济产值指标, 以 6 个乡为统计单元, 分别计算出 1999 年各类土地利用 (类型) 单元经济产值密度, 并将其划分为高、较高、中、低、极低和零值 6 个类型, 其中较高类为空缺, 各类型数值及空间分布情况如表 3 和图版 中图 2。从图 2 和表 3 知, 丰台区 1999 年土地经济产出空间分异具有以下基本特征:

(1) 高类土地经济产值密度界于  $40 \times 10^4 \sim 60 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$  之间, 主要为城镇用地、农村居民点用地和独立工矿用地, 集中分布在 3 环以内和卢沟桥乡, 河西区和南苑乡呈团块状分布。城镇用地经济产值密度平均值高达  $57.84 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$ , 农村居民点用地经济产值密度平均值为  $50.07 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$ , 独立工矿用地经济产值密度平均值为  $46.19 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$ ;

(2) 中等类土地经济产值密度界于  $10 \times 10^4 \sim 20 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$  之间, 主要为花卉种植用地, 经济产值密度平均值为  $13.05 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$ , 集中分布在花乡境内;

(3) 低类土地经济产值密度界于  $5 \times 10^4 \sim 10 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$  之间, 主要为交通用地和蔬菜用地, 空间分布相对集中于河西区及老庄子乡和南苑乡。交通用地经济产值密度平均值为  $9.31 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$ , 蔬菜地经济产值密度平均值  $8.21 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$ ;

(4) 极低类土地经济产值密度低于  $5 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$ , 主要为养殖水域 (坑塘、沟渠等)、园地和粮食种植用地。空间分布零散, 相对集中于河西区的王佐乡。养殖水域经济产值密度平均值为  $2.03 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$ , 园地经济产值密度平均值为  $1.3 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$ , 粮食种植用地经济产值密度平均值  $1.27 \times 10^4$  元/ $\text{hm}^2$ ;

(5) 零值类包括未利用土地和特殊用地, 主要分布在河西区西北部的低山丘陵地区、永定河两岸以及长辛店、南苑和丰台镇周围。

表 3 1999 年丰台区各类用地经济产值密度

Tab.3 Economic output value density of the different type land of Fengtai district in 1999

产值密度分类	土地利用类型	土地经济产值密度平均值/ (10 <sup>4</sup> 元/ hm <sup>2</sup> )
高	城镇用地	57.84
	农村居民点用地	50.07
	独立工矿用地	46.19
中等	花卉种植用地	13.05
低	交通用地	9.31
	菜地	8.21
	养殖水域	2.03
极低	园地	1.30
	粮食种植用地	1.27

4 结论

(1) 长期以来人文要素按行政单元统计、自然要素按自然单元归类，二者无法被有机地联系在一起的事实一直影响着地理学综合研究的进展。而以土地利用为界面的人文因素空间化方法可有效解决人文要素与自然要素之间的匹配和整合问题。

(2) 丰台区 1999 年有人口居住的土地面积为 16118hm<sup>2</sup>，占全区土地总面积的 53.16%。人居密度差异较大，最高可达 35995 人/ hm<sup>2</sup>，最低仅 1260 人/ hm<sup>2</sup>，相差近 29 倍。人居密度在建城区和卫星城镇最高，离建城区或卫星城镇越远，密度值越小。丰台区 1999 年有经济产出的土地面积为 23435.26 hm<sup>2</sup>，占土地总面积的 77.29%。土地经济产值密度高低差异主要体现在非农业用地与农业用地之间，最高的城镇用地是最低的粮食种植用地的 45 倍。

(3) 研究结果表明，开展人文要素数据与土地利用单元匹配方法研究在方法上是可行的，这将为人文因子驱动土地利用变化研究工作的深入开展提供了一种可能途径。如果将不同年份人文要素数据与对应年份土地利用单元进行匹配，通过考察人文要素与土地利用变化之间存在的定量关系，即可在一定程度上搞清人文因子驱动土地利用变化的内在机理。

参考文献

[1] 吴传均. 论地理学的研究核心—人地关系地域系统. 经济地理, 1991, 11 (3): 1~6.

[2] 陆大道. 关于地理学“人-地地域系统”理论研究. 地理研究, 2002, 21 (2): 135~145.

[3] 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.

[4] 李秀彬. 全球环境变化研究核心领域—土地利用/土地覆被变化的国际研究动向. 地理学报, 1996, 51 (6): 553~557.

[5] Miller R.B. and Jacobson H.U.. Research on the human components of global change. CISS and ISSU, Universitat Aotonoma de Barcelona, 1992.

[6] Lambin E.F, Baulies X, Bockstael N et al. Land-use and land-eover change implementation strategy. IGBP Report, No.48. Stockholm, IGBP, 1999.

[7] 蔡运龙. 土地利用/土地覆被变化研究: 寻求新的综合途径. 地理研究, 2001, 20 (6): 645~652.

- [8] 刘盛和, 吴传钧, 沈洪泉. 基于 GIS 的北京市土地利用扩展模式. 地理学报, 2000, 55 (4): 407 ~ 416.
- [9] 朱会义, 何书金, 张明. 土地利用变化研究中的 GIS 空间分析方法及其应用. 地理科学进展, 2001, 20 (2): 104 ~ 110.
- [10] 薛东前, 王传胜. 城市群演化的空间过程及土地利用优化配置. 地理科学进展, 2002, 21 (2): 95 ~ 102.
- [11] 王思远, 刘纪远, 张增祥等. 中国土地利用时空特征分析. 地理学报, 2001, 56 (6): 631 ~ 639.
- [12] 鲁奇. 北京近百年城市用地变化与相关社会人文因素简论. 地理研究, 2001, 20 (6): 689 ~ 696.
- [13] 张文忠. 城市居民住宅区位选择的因子分析. 地理科学进展, 2001, 20 (3): 268 ~ 275.
- [14] 丰台区土地管理局. 北京市丰台区土地利用现状调查报告. 1995: 3 ~ 6.

## The Matching Method of Human Factor Data and Land Use Units: A Study Case of Fengtai District in Beijing

XU Yong, SHEN Hongquan

(Institute of Geographic Sciences & Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101)

**Abstract:** Driving force mechanism is thought a core direction of land use change research, and the matching method research of human factor data and land use units is regarded as one of important work bases for discussing human factors to drive land use change. Based on the immanent connection between human activities and land use units, and assisted by population resident density and land economic output value density, the matching methods of population, gross output value and land use units were detailedly expatiated. Using the data of land use, population and gross output value in 1999, the matching methods were applied in Fengtai district, and spatial differentiations of population resident density and land economic output value density of Fengtai district were analyzed. Some results are obtained.

(1) The area of residential land use is  $16118\text{hm}^2$ , with 53.16% of total land area in Fengtai district in 1999. The spatial differentiation of its population resident density is very prominent, the highest 35995 persons and the lowest 1260 persons in a hectare.

(2) The land use area with economic output is  $23435.26\text{hm}^2$ , with 77.29% of total land area in Fengtai district in 1999. The spatial differentiation of its land economic output value density mainly showed between non-agricultural land and agricultural land, and the density of the highest urban and town land is as 45 times as that of food cultivated land.

(3) The matching method expatiated will be an effective tool and can be used to solve the link problem of human and nature factors. Further, it will promote the progress of geographic integrated research.

**Key words:** human factor; land use unit; matching method; Fengtai district of Beijing

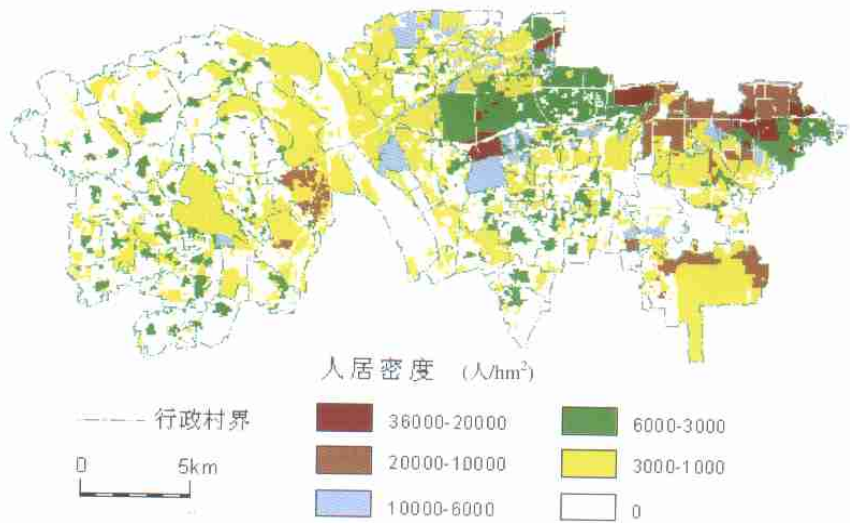


图 1 丰台区 1999 年人居密度地域分异状况  
Fig.1 Spatial differentiation of population resident density of Fengtai district in 1999

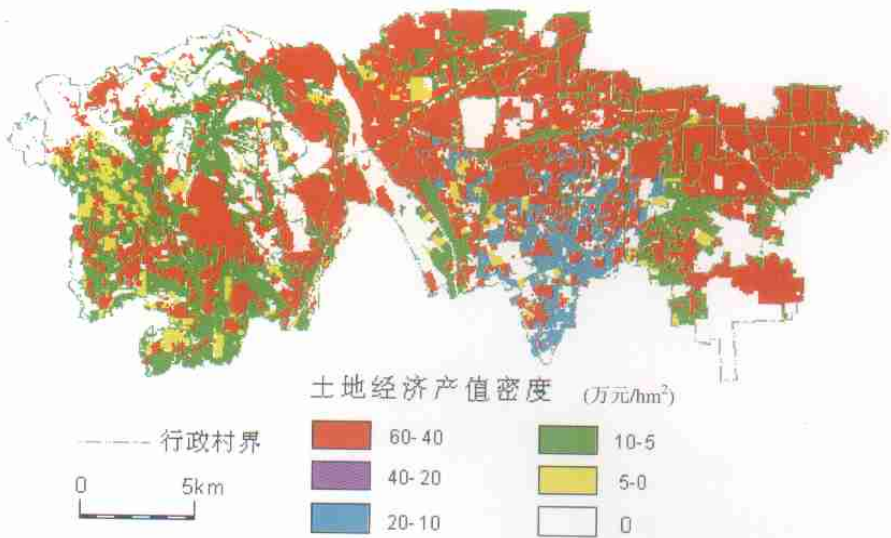


图 2 丰台区 1999 年土地经济产值密度地域分异状况  
Fig.2 Spatial differentiation of land economic output value density of Fengtai district in 1999