

冯浩城, 杨青山. 基于遥感数据的建三江垦区城镇用地扩张时空特征及驱动力分析[J]. 地理科学, 2017, 37(8): 1178-1185. [Feng Haocheng, Yang Qingshan. Spatio-temporal Characteristics of Urban Expansion and Its Driving Forces Based Remote Sensing Data in Jiansanjiang Reclamation Area. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(8): 1178-1185.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2017.08.007

## 基于遥感数据的建三江垦区城镇用地 扩张时空特征及驱动力分析

冯浩城<sup>1,2</sup>, 杨青山<sup>1</sup>

(1. 东北师范大学地理科学学院, 吉林 长春 130024; 2. 长春师范大学网络中心, 吉林 长春 130032)

**摘要:**在RS和GIS的支持下集成多源数据,重建了建三江垦区下辖农场1990年、2000年、2010年和2015年4个时期的城镇用地格局。应用动态度模型等探讨了建三江垦区城镇用地扩张的时空特征及区域差异,分析了其驱动因素。结果表明:① 1990~2015年,建三江垦区城镇用地面积增加了3 237.5 hm<sup>2</sup>,平均扩张速率为130 hm<sup>2</sup>/a,扩张速率最显著的阶段是2000~2010年。② 垦区下辖农场城镇用地扩张时空差异明显,建三江管局所在城镇扩张面积最大;浓江农场扩张相对比例最大;动态度模型分析发现二道河农场扩张速度最快,勤得利农场的城镇用地扩张速率最慢,扩张面积最小。③ 建三江垦区以农场为城镇单元的建设用地扩张模式主要为线性轴状扩张。④ 城镇人口数量、经济水平的不断提升、产业结构的优化与区域政策极大地促进了垦区城镇用地的扩张,交通条件是城镇扩张速率和模式的重要影响因素。

**关键词:**城镇用地扩张;时空特征;遥感;建三江垦区

**中图分类号:**K901.8      **文献标识码:**A      **文章编号:**1000-0690(2017)08-1178-08

在全球经济快速发展和人口迅速增加的背景下,城镇化是社会发展的必然过程<sup>[1,2]</sup>。城镇用地扩张是城市化在空间上表现最为明显的特征和衡量指标,因此城镇用地扩张及其驱动因素研究已成为国内外地理学界关注的热点问题之一<sup>[3-5]</sup>。

自20世纪90年代初期开始实行中国特色市场经济体制以来,中国社会经济发展迅速,中国已经成为经济增长速度最快的世界第二大经济体。当前,城市人口约占全球人口的一半,预计到2050年这个数字将达到62.9亿人,占全球人口总数的70%<sup>[6]</sup>。伴随着城镇人口的不断增加和社会经济水平的不断提高,中国正在经历空前的城镇化过程,是世界上城镇用地扩张的热点区域之一<sup>[7,8]</sup>。国内学者针对典型的城镇扩张区域已经开展了大量的研究工作<sup>[9-12]</sup>。以往研究多集中于大都市区的城镇扩张分析<sup>[13-16]</sup>,针对中心城镇、农村城镇化的研究相对薄弱。农垦区地域系统是中国政治经济体制背景下出现的一种独特的区域发展类型,研究垦区城镇

化过程及其驱动因素,有其独特的学术价值。中国拥有大面积的农垦区,如黑龙江垦区、新疆建设兵团垦区、海南垦区等。农垦区城镇化问题尚未引起主流学术界的关注,针对农垦区的城镇用地扩张特征及其驱动因素方面的研究比较少。

与传统的城市发展驱动力有所不同,以农场为城镇单元的垦区主要产业是农业生产和农产品加工。因此,开展垦区城镇用地扩张时空特征及驱动因素分析,对于掌握中国主要垦区经济发展动态、支撑区域城镇化建设具有重要的科学指导意义。黑龙江垦区作为中国重要的商品粮基地,已成为中国规模最大、机械化程度最高的国有农场群。以建三江为代表的垦区,经过几十年的开发建设,区域城镇化和工业化进程不断加快,城镇用地变化明显<sup>[17]</sup>。及时跟踪和分析建三江垦区城镇用地时空扩张过程,具有重要的现实意义,并可为区域城镇化建设提供合理的决策依据。

本研究利用长时间序列的Landsat系列卫星

**收稿日期:**2016-10-17; **修订日期:**2017-03-23

**基金项目:**国家自然科学基金项目(41271555)资助。[Foundation: National Natural Sciences Foundation of China(41271555).]

**作者简介:**冯浩城(1977-),男,吉林省长春人,博士研究生,主要研究方向为城市与区域规划。E-mail:81205674@qq.com

**通讯作者:**杨青山,教授。E-mail: yangqs027@nenu.edu.cn

遥感影像数据,在GIS支持下,重建1990~2015年城镇用地格局,探讨其时空演变规律并分析驱动因素,以期对垦区城镇合理规划及其健康发展提供科学的理论指导。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区概况

三江平原位于中国的东北隅,黑龙江省东部,是黑龙江、松花江和乌苏里江汇流、冲积而成的低平原。建三江垦区位于三江平原腹地,位于富锦市、同江市、抚远县、饶河县交界处,总面积 $1.24 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,人口约23万人。建三江垦区隶属于黑龙江省农垦总局,是中国耕地规模最大的连片农垦区,三江环绕,地势平坦,土质肥沃,是中国第三大商品粮供应基地,占整个黑龙江垦区面积的22%。下辖八五九、胜利、七星、勤得利、大兴、青龙山、前进、创业、红卫、前哨、前锋、洪河、鸭绿河、二道河和浓江共15个国营农场<sup>①</sup>(图1)。



图1 建三江垦区地理位置及下辖农场分布  
Fig.1 Locations of Jiansanjiang reclamation district and its contained farms

建三江垦区气候属于大陆性季风气候,为三江平原温和湿润气候区,由于水量充沛,是中国水稻(*Oryza sativa*)的重要分布区。年平均气温为 $1.8^{\circ}\text{C}$ ,年降水量为 $500\sim 600 \text{ mm}$ <sup>[18]</sup>,年平均日照 $2\ 300\sim 2\ 500 \text{ h}$ ,年平均无霜期 $120 \text{ d}$ 。建三江垦区交通发

达,福前铁路、前抚铁路、佳抚公路横贯,建虎高速公路过境。优越的地理环境和交通条件,促进了区域现代农业的不断发展和经济的不断提升,城镇化进程不断加快。

### 1.2 遥感数据获取与处理

依托遥感技术可重建历史时期城镇用地的分布格局数据集<sup>[19]</sup>。建三江垦区现有城镇管理体系基本成型于20世纪80年代末,浓江农场建立时间最晚,成立于1988年。一方面,考虑Landsat系列卫星影像空间分辨率在城市用地提取方面的一致性,本研究仅采用 $30 \text{ m}$ 分辨率的TM/OLI数据源,未将 $60 \text{ m}$ 的MSS数据源纳入考虑范畴。另一方面,垦区快速城镇化基本始于20世纪90年代。因此,选择1990年、2000年、2010年和2015年共4期遥感数据开展区域城镇化格局信息提取。

覆盖研究区的Landsat TM/OLI影像(114/27)下载自美国地球资源观测与科学中心(<http://glovis.usgs.gov/>)。4景影像均经几何校正、大气校正、波段融合等预处理。由于城镇用地较其他土地覆盖类型有着明显的光谱特征和纹理特征。在eCognition软件平台上,应用面向对象的遥感分类方法,基于城市用地所呈现的高亮度值及归一化建设用地指数(NDBI),提取建三江垦区城镇用地。依托地面调查所记录的15个农场的经纬度信息,开展人工目视解译,提高城镇用地遥感提取精度。

### 1.3 城镇用地扩张速率分析

动态度模型是土地利用变化分析的重要方法,应用广泛<sup>[15]</sup>。因此,本文选择动态度模型来分析建三江垦区城镇用地在1990~2015年各时间段的数量变化情况,定量描述城镇用地的变化速度。动态度模型表达式如下:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中, $K$ 为研究时段内城镇用地类型动态度; $U_a$ 、 $U_b$ 分别为研究初期和末期城镇用地的面积; $T$ 为研究时段长,本文中 $T$ 设定为年, $K$ 值呈现的是城镇用地的年均变化速率。

### 1.4 城镇扩展驱动因素分析

为探讨人口与社会经济等因子对城镇用地扩张的影响,查阅黑龙江省垦区统计年鉴<sup>[20]</sup>及相关文献资料,获取了1990年、2000年、2010年、2015年建三江垦区总人口、国民经济总产值(GDP)、工业

① 建三江管局驻地在七星农场,本文在统计建三江管局与七星农场城镇面积时统一用建三江+七星表示。

总产值3个指标的数据,通过归一化处理(各年数据与最大值的比值),对比分析了3个指标变化与城镇用地变化的趋势。从经济发展与产业结构、人口与基础设施建设、政策和规划3个方面探讨城镇用地扩张的驱动因素。此外,本文通过遥感影像提取了区域内主要的道路分布数据,以期更深入地探讨城镇用地扩张特征的影响因素。

## 2 结果与分析

### 2.1 城镇用地时间过程分析

基于遥感影像解译的建三江垦区城镇用地统计结果显示:2015年建三江垦区城镇用地总面积为7 075.7 hm<sup>2</sup>;其中以建三江管局与七星农场相连接的城镇用地斑块最为集中,面积为1 511.7 hm<sup>2</sup>,占总面积的21.4%;其次,前进、创业、前哨3个农场城镇用地面积稍大,分别为987.5 hm<sup>2</sup>、659.6 hm<sup>2</sup>、601.4 hm<sup>2</sup>。建三江管局下辖的15个农场中,城镇用地面积最小的是最靠近边境的鸭绿河农场,面积仅有168.8 hm<sup>2</sup>(表1)。

在经济快速发展的1990~2015年间,建三江垦区城镇用地不断扩张。相较于1990年的3 838.2 hm<sup>2</sup>,25 a间城镇用地面积增加了48.1%。建三江管局下辖农场的城镇用地扩张面积最大的是建三江管局所在地,扩张面积为566.1 hm<sup>2</sup>;其次是前进

农场,扩张面积为430.1 hm<sup>2</sup>;扩张面积最小的是勤得利农场,扩张面积仅有61.4 hm<sup>2</sup>(表1)。25 a间,城镇用地扩张相对比例最大的是浓江农场,相对扩张84.2%;其次是大兴农场,相对扩张80.1%;扩张比例最小的是勤得利农场,扩张比例仅为9.3%。城镇用地扩张总体上最为明显的时期是2000~2010年。创业、洪河、鸭绿河3个农场的城镇用地在2010~2015年间扩张尤为明显。

建三江垦区城镇用地总面积在1990~2000年、2000~2010年、2010~2015年3个阶段的动态度分别为2.5%、3.3%、2.2%,扩张速率分别为94.1 hm<sup>2</sup>/a、159.6 hm<sup>2</sup>/a、140.1 hm<sup>2</sup>/a。25 a间城镇用地平均扩张速率为130 hm<sup>2</sup>/a;建三江垦区总体城镇用地扩张速率最大的时期是2000~2010年。

分别计算建三江垦区各农场城镇用地在1990~2000年、2000~2010年和2010~2015年3个阶段的动态度,发现垦区城镇化速率时空差异明显(图2)。建三江管局和七星农场、八五九、大兴、红卫、前进、青龙山和胜利农场在2000~2010年呈现动态度最大值;二道河、浓江、前锋、前哨、勤得利5个农场的城镇用地扩张最明显的时期是1990~2000年;创业、洪河、鸭绿河3个农场的动态度最大值出现在2010~2015年。从动态度对比分析可以看出,15个农场中勤得利农场的城镇扩张速率最为缓慢。

表1 1990~2015年建三江垦区城镇用地面积变化

Table 1 Area changes in urban lands of Jiansanjiang reclamation area during 1990-2015

| 农场名称     | 城镇用地面积(hm <sup>2</sup> ) |        |        |        | 相对变化率(%)   |            |            |            |
|----------|--------------------------|--------|--------|--------|------------|------------|------------|------------|
|          | 1990年                    | 2000年  | 2010年  | 2015年  | 1990~2000年 | 2000~2010年 | 2010~2015年 | 1990~2015年 |
| 建三江管局与七星 | 945.6                    | 1113.6 | 1406.8 | 1511.7 | 17.8       | 26.3       | 7.5        | 35.7       |
| 八五九      | 240.1                    | 307.5  | 462.5  | 489.7  | 28.1       | 50.4       | 5.9        | 59.3       |
| 创业       | 371.1                    | 442.5  | 533.9  | 659.6  | 19.2       | 20.7       | 23.5       | 49.1       |
| 大兴       | 181.5                    | 214.1  | 359.1  | 385.6  | 18.0       | 67.7       | 7.4        | 80.1       |
| 二道河      | 56.9                     | 124.0  | 190.8  | 217.7  | 117.9      | 53.9       | 14.1       | 75.6       |
| 红卫       | 151.8                    | 186.3  | 289.7  | 302.6  | 22.7       | 55.5       | 4.5        | 62.4       |
| 洪河       | 145.9                    | 209.2  | 258.4  | 336.3  | 43.4       | 23.5       | 30.1       | 60.8       |
| 浓江       | 58.0                     | 94.9   | 148.0  | 174.8  | 63.6       | 56.0       | 18.1       | 84.2       |
| 前锋       | 163.7                    | 257.7  | 338.1  | 386.6  | 57.4       | 31.2       | 14.3       | 50.0       |
| 前进       | 557.4                    | 630.1  | 917.4  | 987.5  | 13.0       | 45.6       | 7.6        | 56.7       |
| 前哨       | 313.0                    | 441.1  | 535.7  | 601.4  | 40.9       | 21.4       | 12.3       | 36.3       |
| 勤得利      | 268.0                    | 301.4  | 322.1  | 329.4  | 12.5       | 6.9        | 2.3        | 9.3        |
| 青龙山      | 108.2                    | 133.5  | 197.8  | 230.8  | 23.4       | 48.2       | 16.7       | 72.9       |
| 胜利       | 173.6                    | 201.2  | 282.2  | 293.2  | 15.9       | 40.3       | 3.9        | 45.7       |
| 鸭绿河      | 103.4                    | 121.9  | 132.5  | 168.8  | 17.9       | 8.7        | 27.4       | 38.5       |
| 总计       | 3838.2                   | 4779.0 | 6375.0 | 7075.7 | 24.5       | 33.4       | 11.0       | 48.1       |

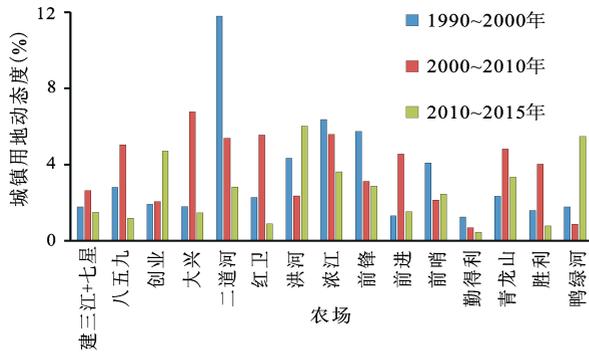


图2 建三江垦区各农场城镇用地不同时期动态度对比  
Fig.2 Comparison of dynamic index among the farms in Jiansanjiang reclamation area during different periods

### 2.2 城镇用地扩张空间特征分析

以遥感提取的不同时期城镇用地分布数据集进行格局制图,可以看出建三江垦区城镇用地扩张模式呈现出明显的空间差异(图3)。除建三江管局和七星农场共同呈现出明显的边缘式扩张外,其他农场多以线性轴状扩张模式为主。建三江垦区城镇用地相对紧凑;二道河、浓江、鸭绿河农场呈现出较为规则的城镇用地格局,体现出平原城镇扩张特色。建三江管局交通网络发达,且城镇用地格局呈现一定规模,因此呈现明显的边缘式扩张模式。而其他农场城镇用地相对小,多只有一条主要公路与外界相通,因此垦区农场城

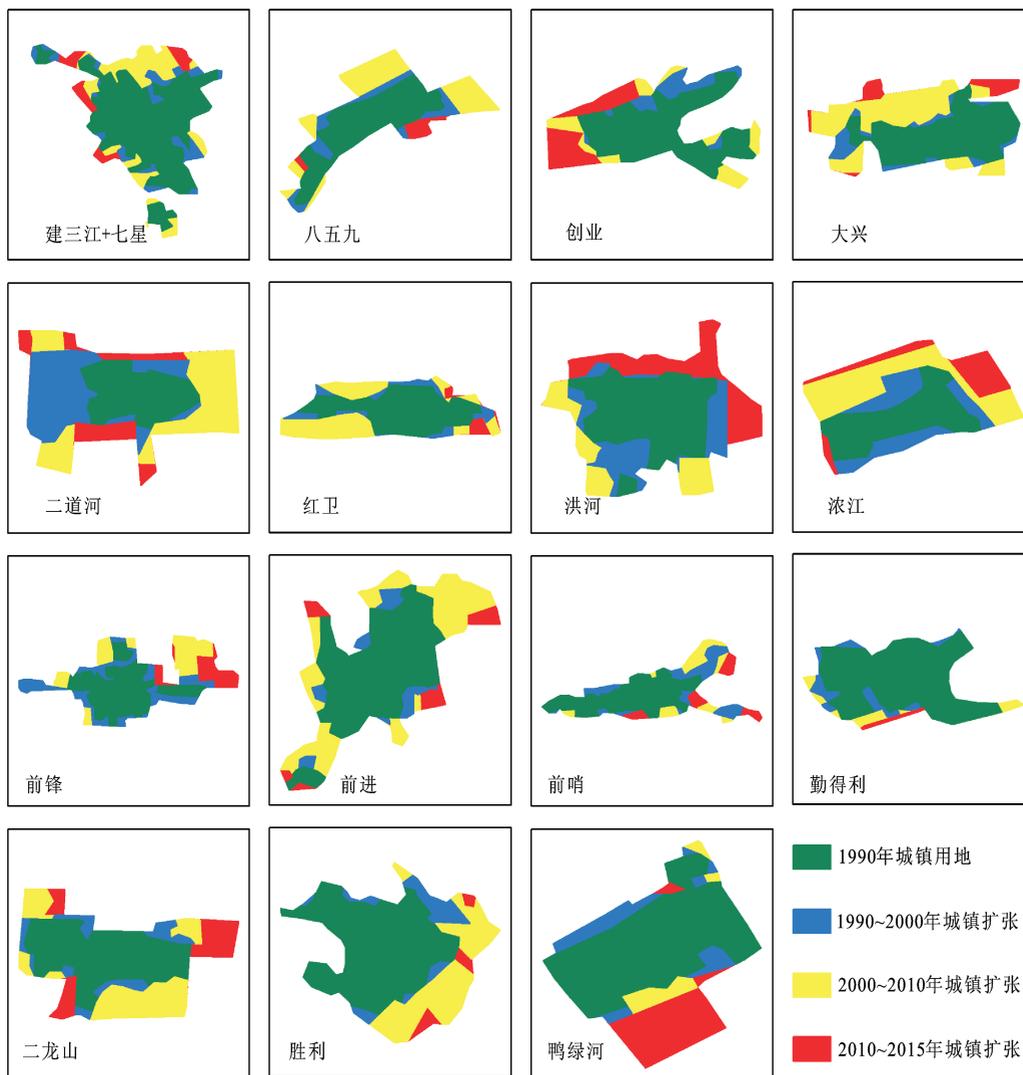


图3 1990~2015年各农场城镇用地扩张格局  
Fig.3 Patterns of different farms' urban land expansion in 1990-2015

镇用地多沿公路建设,呈现出明显的线性轴状扩张模式,较为典型的有创业农场和前进农场。

### 2.3 城镇化主要驱动力分析

区域城镇化进程受到经济、社会、政治体制等诸多因素的影响<sup>[21]</sup>。城镇用地的扩张驱动力体现在多个方面。

#### 2.3.1 经济发展与产业结构

经济水平决定着城市化水平,而经济的发展推动了城市化的进程<sup>[22]</sup>。随着社会经济的不断发展,建三江垦区逐步成为了三江平原垦区的经济中心,建三江也成为区域的中心城市<sup>[23]</sup>。统计发现:建三江垦区GDP与城镇用地面积同样呈现出明显的上升趋势(图4)。区域产业结构的不断优化,促进了生产总值的上升。尤其是2000年以后,经济能力的不断攀升不仅保障了现有城镇用地建设的投入,同样推动了城镇用地面积的增加。建三江垦区的现代农业是区域经济发展的重要组成部分。随着国家对农业发展不断加大投入,以及黑龙江垦区对现代农业的不断探索,建三江垦区农业现代化建设已经走在全国前列,达到国际先进水平,极大地推动了富余劳动力向二、三产业转移<sup>[17]</sup>,建三江垦区的第二产业的比例不断提升,对城镇用地的需求不断增大,促进了城镇用地的扩张(图5)。产业结构调整的变化导致城市用地与相应配套用地的增加;尽管第二、三产业不断发展,但建三江垦区仍以第一产业农业生产为支柱产业,因此,部分农场的城市用地扩张相对缓慢,如勤得利农场,城市用地仅增加9.3%。加强区域第二、三产业的发展,进一步优化产业结构,推动农产品加工及农业观光旅游等产业,是垦区城镇化发展的重要手段。

#### 2.3.2 人口与基础设施建设

人口城镇化是城镇化的重要组成部分。人口增长也是城镇用地扩张的重要驱动力,城镇人口数量的增长加大了对城镇住宅、商业、工业与交通运输等产业的需求,从而加快了城镇用地的扩张。统计分析发现(图4),1990~2015年间,建三江垦区总人口数量呈现出明显的增加趋势,人口快速扩张,城镇人口的比例不断提升,城市住宅、就业岗位等需求扩大,工商业和交通运输等产业的建设,进一步促进了对垦区城镇用地的需求不断增加,加快了城镇用地的扩张<sup>[24]</sup>。

建三江垦区逐步调整小城镇规划布局,加大小城镇住宅建设力度,加强城镇基础设施和公共

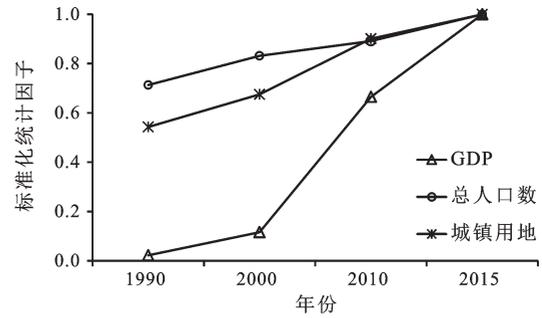


图4 1990~2015建三江垦区总人口与GDP变化  
Fig.4 Changes of population number and GDP in Jianshanjiang reclamation area from 1990 to 2015

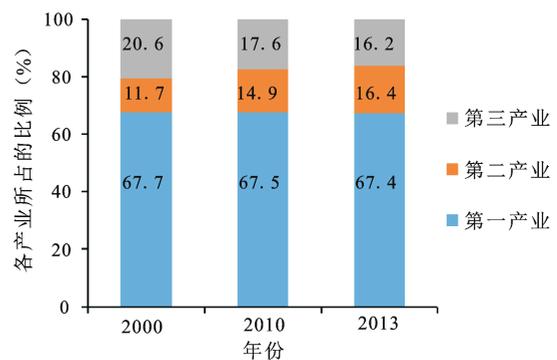


图5 建三江垦区产业结构变化  
Fig.5 Changes of the industrial structure in Jianshanjiang reclamation area

设施建设,不断提升小城镇规模和城镇化水平。垦区企业一方面吸引了大量的农村剩余劳动力;另一方面在增加垦区职工收入的同时,也为垦区基础设施行业、公共基础设施建设积累了大量建设资金。交通道路作为城镇发展的重要基础设施,对城镇用地扩张起到了重要的牵引作用<sup>[25]</sup>。建三江垦区交通网络发达,各个农场及主要的作业点均已实现了道路连通(图6)。福前铁路及其延长线前抚铁路连接了建三江管局及创业、前进、洪河、前锋、二道河、前哨6个农场,极大的促进了垦区的农产品运输及沿线经济发展。新建的2条过境高速将极大的推动区域交通运输能力,并带动旅游业的发展,进一步促进了城镇用地的扩张。交通条件作为影响城镇用地扩张的重要因素,在15个农场中体现明显。城镇用地的扩张不仅随公路延伸方向扩张,而且铁路、高速沿线的创业、前进、前锋、前哨、大兴等农场城镇用地面积明显大于其他农场,或城镇用地扩张速率明显高于其他农场。

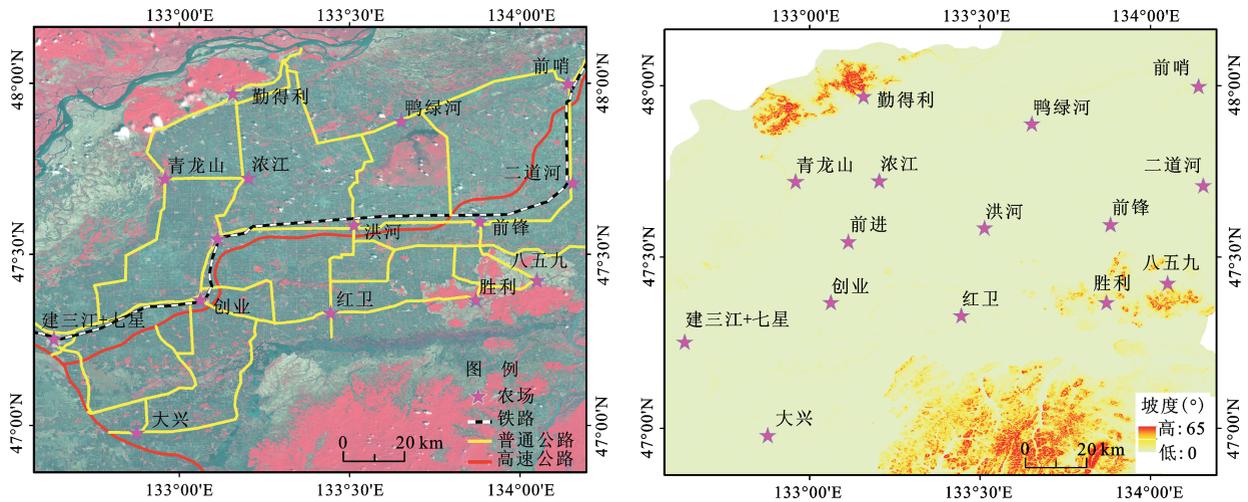


图6 建三江垦区主要交通路线分布与地势概况

Fig.6 Terrain condition and distribution of mainroads in the Jiansanjiang reclamation area

### 2.3.3 政策和规划

“十五”以来,黑龙江垦区把加快小城镇建设作为带动垦区城乡一体化发展的重要战略措施,“撤队建区”是建三江垦区加快城镇化进程的重大举措,通过拆除居民点,引导人口和产业向城镇集聚。从1999年开始,垦区开始试点实行“撤队建区”改革,创立了全场集中居住与通勤生产模式,大大推进了垦区的城镇化进程<sup>[26]</sup>。国家和建三江管理局农垦系统投资近3亿元进行小城镇建设,调整小城镇规划布局,加大小城镇住宅建设力度,加强城镇基础设施和公共设施建设,极大的加快了城镇化的进程,推动了农场为单元的城镇用地扩张。建三江地区作为中俄贸易的重要生产基地,对外贸易极大的推动了区域农产品加工等产业的发展,促进了城镇化的发展。近年来,地方政府推动的以生态农业观光、边境自然风光等为特色的旅游产业为建三江地区的社会经济的发展注入新的力量;与此同时,相关的政策与规划推动了区域服务设施的建设,扩大了城镇用地的需求,推动了城镇用地的扩张。除垦区政府不断加大投入外,建三江地区通过有利的政策引导和科学规划,不断吸引外资投入区域农业现代化建设,有利推动了城镇用地的扩张<sup>[21]</sup>。

## 3 结论与讨论

本研究在长时间序列遥感数据和GIS空间分析技术支持下,重建了1990年、2000年、2010年、

2015年4个时期建三江垦区城镇用地的空间格局。应用动态度模型等探讨了建三江垦区城镇用地扩张的时空特征,并分析了驱动因素。

建三江管局所在的城镇用地面积最大,鸭绿河城镇用地面积最小,仅169 hm<sup>2</sup>;近25 a间,建三江垦区城镇用地增加3 237.5 hm<sup>2</sup>,平均扩张速率为130 hm<sup>2</sup>/a,扩张速率最显著的阶段是2000~2010年。垦区下辖农场城镇用地扩张时空差异明显,建三江管局扩张面积最大,浓江农场扩张相对比例最大;动态度模型分析发现二道河农场扩张速度最快,勤得利农场的城镇用地扩张速率最慢,扩张面积最小。随着社会经济的不断发展,建三江地区以农场为单元的小城镇扩张明显,区域城镇扩张呈现明显的空间差异性,因此,有针对性的加大小城镇的投资建设,是区域城镇化发展协调发展的重要手段。

建三江垦区以农场为城镇单元的建设用地扩张模式主要为线性轴状扩张。城镇人口、经济的不断提升、产业结构的优化与区域政策极大的促进了垦区城镇用地的扩张。与新疆垦区和海南垦区有所不同,建三江地区仍以粮食生产第一产业为支柱产业,第二、三产业的比例相对较小,因此逐步发展第二、三产业,加强区域农产品加工、旅游业、社会服务业等产业的发展,是进一步推动区域城镇化发展的必要手段。

本文基于遥感技术取得的城镇化扩张数据及其表征的城镇用地扩张趋势及空间差异可为建三

江地区城镇规划及城镇化建设提供科学依据,通过合理的城市规划、加以政策引导,加强基础设施建设、强化第二、三产业的发展,可极大的促进区域小城镇的发展,可为黑龙江垦区的城镇化建设提供借鉴。

### 参考文献(References):

- [1] Kuang Wenhui, Liu Jiyan, Dong Jinwei et al. The rapid and massive urban and industrial land expansions in China between 1990 and 2010: A CLUD-based analysis of their trajectories, patterns, and drivers[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2016, 145: 21-33.
- [2] 黄季焜, 朱莉芬, 邓祥征. 中国建设用地扩张的区域差异及其影响因素[J]. *中国科学 D 辑: 地球科学*, 2007, 37(9): 1235-1241. [Huang Jikun, Zhu Lifeng, Deng Xiangzheng. Regional differences of China's urban expansion and the influencing factors. *Science in China Series D: Earth Science*, 2007, 37(9): 1235-1241.]
- [3] Liu Jiyan, Zhang Qian, Hu Yunfeng. Regional differences of China's urban expansion from late 20th to early 21st century based on remote sensing information[J]. *Chinese Geographical Science*, 2012, 22(1): 1-14.
- [4] He Chunyang, Liu Zhifeng, Tian Jie et al. Urban expansion dynamics and natural habitat loss in China: a multiscale landscape perspective[J]. *Global Change Biology*, 2014, 20(9): 2886-2902.
- [5] 陆大道. 地理学关于城镇化领域的研究内容框架[J]. *地理科学*, 2013, 33(8): 897-901. [Lu Dadao. Research framework in urbanization-related geographical sciences. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(8): 897-901.]
- [6] Bai Xuemei, Shi Peijun, Liu Yansui. Realizing China's urban dream[J]. *Nature*, 2014, 509(7499): 158-160.
- [7] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20世纪90年的中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. *地理研究*, 2003, 22(1): 1-12. [Liu Jiyan, Zhang Zengxiang, Zhuang Dafang et al. A study on the spatial-temporal dynamic changes of land-use and driving forces analyses of China in the 1990s. *Geographical Research*, 2003, 22(1): 1-12.]
- [8] Seto K C, Fragkias M, Güneralp B et al. A meta-analysis of global urban land expansion[J]. *PLOS One*, 2011, 6(8): e23777.]
- [9] 谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 20世纪90年代中国大中城市建设用地扩张及其对耕地的占用[J]. *中国科学 D 辑*, 2004, 34(12): 1157-1165. [Tan Minghong, Li Xiubin, Lv Changhe. The expansion of urban built-up land in China's large-middle cities and its occupation on cropland in 1990s. *Science in China: Series D*, 2004, 34(12): 1157-1165.]
- [10] 王建康, 谷国锋, 姚丽, 等. 中国新型城镇化的空间格局演变及影响因素分析-基于285个地级市的面板数据[J]. *地理科学*, 2016, 36(1): 63-71. [Wang Jiankang, Gu Guofeng, Yao Li et al. Analysis of new urbanization's spatial pattern evolution and influence factors in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(1): 63-71.]
- [11] 李加林, 许继琴, 李伟芳, 等. 长江三角洲地区城市用地增长的时空特征分析[J]. *地理学报*, 2007, 62(4): 437-447. [Li Jialin, Xu Jiqin, Li Weifang et al. Spatio-temporal characteristics of urbanization area growth in the Yangtze River delta. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(4): 437-447.]
- [12] Kuang Wenhui, Liu Jiyan, Zhang Zengxiang et al. Spatiotemporal dynamics of impervious surface areas across China during the early 21st century[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2013, 58(14): 1691-1701.
- [13] 关兴良, 方创琳, 周敏, 等. 武汉城市群用地空间扩展时空特征分析[J]. *自然资源学报*, 2012, 27(9): 1447-1459. [Guan Xingliang, Fang Chuanglin, Zhou Min et al. Spatial and temporal characteristics of spatial expansion of urban land in Wuhan urban agglomeration. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(9): 1447-1459.]
- [14] 陈江龙, 高金龙, 徐梦月, 等. 南京大都市区建设用地扩张特征与机理[J]. *地理研究*, 2014, 33(3): 427-438. [Chen Jianglong, Gao Jinlong, Xu Mengyue et al. Characteristics and mechanism of construction land expansion in Nanjing metropolitan area. *Geographical Research*, 2014, 33(3): 427-438.]
- [15] 李静, 张平宇, 郭蒙, 等. 哈尔滨市城市用地扩展时空特征及驱动机制分析[J]. *城市环境与城市生态*, 2010, 23(6): 1-4. [Li Jing, Zhang Pingyu, Guo Meng et al. Spatial-temporal characteristic of urban land expansion in Harbin and driving mechanism analysis. *Urban Environment & Urban Ecology*, 2010, 23(6): 1-4.]
- [16] 舒帮荣, 李永乐, 曲艺, 等. 不同经济发展阶段城镇用地扩张特征及其动力——以太仓市为例[J]. *经济地理*, 2013, 33(7): 155-162. [Shu Bangrong, Li Yongle, Qu Yi et al. Urban land expansion characteristics and its forces under different stages of economic development: a case study of Taicang city. *Economic Geography*, 2013, 33(7): 155-162.]
- [17] 李静. 三江平原垦区城镇化过程与空间组织研究[D]. 长春: 中科院东北地理与农业生态研究所, 2012. [Li Jing. Urbanization and spatial organization of state farms in Sanjiang Plain. Changchun: Northeast Institute of Geography and Agroecology, CAS, 2012.]
- [18] 苏晓丹, 栾兆擎, 张雪萍. 三江平原气温降水变化分析——以建三江垦区为例[J]. *地理研究*, 2012, 31(7): 1248-1256. [Su Xiaodan, Luan Zhaoqing, Zhang Xueping. Variations of temperature and precipitation in Sanjiang Plain: A case study of Ji-ansanjiang reclamation areas. *Geographical Research*, 2012, 31(7): 1248-1256.]
- [19] 梁发超, 刘诗苑, 刘黎明. 近30年厦门城市建设用地景观格局演变过程及驱动机制分析[J]. *经济地理*, 2015, 35(11): 159-165. [Liang Fachao, Liu Shiyuan, Liu Liming. The evolution process and driving mechanism of construction land landscape patten in xiamen city for recent 30 years. *Economic Geography*, 2015, 35(11): 159-165.]
- [20] 张帆, 张元福, 李建明, 等. 黑龙江垦区统计年鉴[M]. 北京: 中

- 国统计出版社, 2015. [Zhang Fan, Zhang Yuanfu, Li Jianming et al. Statistical yearbook of Heilongjiang land reclamation system. Beijing: China Statistics Press, 2015.]
- [21] 刘世薇, 张平宇, 李静. 黑龙江垦区城镇化动力机制分析[J]. 地理研究, 2013, 32(11): 2066-2078. [Liu Shiwei, Zhang Pingyu, Li Jing. Analyzing the urbanization driving force in Heilongjiang reclamation areas. Geographical Research, 2013, 32(11): 2066-2078.]
- [22] 陈波翀, 郝寿义, 杨兴宪. 中国城市化快速发展的动力机制[J]. 地理学报, 2004, 59(6): 1068-1075. [Chen Bochong, Hao Shouyi, Yang Xingxian. The dynamic mechanism of the rapid development of urbanization in China. Acta Geographica Sinica, 2004, 59(6): 1068-1075.]
- [23] 李欣, 张平宇, 李静. 黑龙江省三江平原中心城市选择[J]. 地理科学, 2014, 34(6): 681-686. [Li Xin, Zhang Pingyu, Li Jing. Selection of central cities of the Sanjiang plain reclamation area in Heilongjiang province. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(6): 681-686.]
- [24] 李静, 张平宇. 三江平原垦区城镇化特征和发展对策[J]. 农业现代化研究, 2013, 34(1): 50-53. [Li Jing, Zhang Pingyu. Study on urbanization characteristics and development strategies in state farms, Sanjiang Plain. Research of Agricultural Modernization, 2013, 34(1): 50-53.]
- [25] 谭俊涛, 张平宇, 李静. 三江平原垦区基础设施建设对区域城镇化的影响[J]. 地理研究, 2014, 33(3): 501-508. [Tan Juntao, Zhang Pingyu, Li Jing. Infrastructure construction effect on regional urbanization of the reclamation area in Sanjiang Plain. Geographical Research, 2014, 33(3): 501-508.]
- [26] Liu Shiwei, Zhang Pingyu, Lo K. Urbanization in remote areas: A case study of the Heilongjiang Reclamation Area, Northeast China[J]. Habitat International, 2014, 42: 103-110.

## Spatio-temporal Characteristics of Urban Expansion and Its Driving Forces Based Remote Sensing Data in Jiansanjiang Reclamation Area

Feng Haocheng<sup>1,2</sup>, Yang Qingshan<sup>1</sup>

(1. College of Geographical Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, Jilin, China;

2. Network Center, Changchun Normal University, Changchun 130032, Jilin, China)

**Abstract:** Under the background of rapid increase in urban population and economic development, study on the urban expansion and its driving forces is critical to urban planning and achievement of the Chinese new urbanization. The urban system taking farm as basic unit and modern agriculture as mainstay industry suggests the unique urbanization characteristics in reclamation area. By means of RS and GIS and integrating multiple datasets, this study reconstructed the urban patterns of Jiansanjiang reclamation area in 1990, 2000, 2010, and 2015. Spatio-temporal characteristics of urban expansion were investigated by employing the dynamic index, and its driving forces were analyzed in this article. Results showed that: 1) Urban area in Jiansanjiang expanded 3 237.5 hm<sup>2</sup> during 1990-2015, with a mean expansion rate of 130 hm<sup>2</sup>/a, when the significant expansion was observed in the period of 2000-2010. 2) Urban expansion differed spatially and temporally among these farms managed by Jiansanjiang. The town located by Jiansanjiang authority have the largest urban expansion area, when the Nongjiang farm have the largest expansion percentage. Analyzes of dynamic index reveal that the most rapid urban expansion was observed in Erdaohe farm, while the smallest in Qindeli farm. 3) The dominate urban expansion mode is linear-axis expansion for the farms of Jiansanjiang. 4) Increases of urban population number and social economic level, improvement of industrial structure, and regional policy notably promote the expansion of urban area. Traffic condition is the dominate factor affecting the rate and mode of urban expansion. Study on the spatio-temporal characteristics of urban expansion and its driving forces taking Jiansanjiang as an example could contribute to understand the trend of urban expansion and driving mechanism of reclamation districts in Heilongjiang, and also play an important role in guiding the construction of new urbanization in China.

**Key words:** urban expansion; spatio-temporal features; remote sensing; Jiansanjiang reclamation area