

# 天津城市用地时空扩展研究

何丹<sup>1</sup>, 蔡建明<sup>2</sup>, 周璟<sup>3</sup>

(1. 中国科学院 遥感应用研究所 遥感科学国家重点实验室, 北京 100101;

2. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091)

**摘要:** 利用中国科学院资源与环境数据中心提供的关于天津市 20 世纪 80 年代中期, 90 年代中期, 2000 年度 3 期 1:10 万土地利用数据, 以 GIS 为制图和数据提取的分析手段, 通过引入城市扩展速度、强度、重心坐标、紧凑度、分维数、弹性系数等指标, 研究了天津城市扩展的时空规律、形态特征, 与人口、经济发展之间的协调关系以及对周边土地利用的影响。结果表明, 天津城市用地扩展的时空分异特征明显, 城市核心区扩展依然以西北—东南走向为主要轴向, 北运河—海河轴向扩展一直是城市扩展的主轴。改革开放后滨海轴扩展速度也在加快。城市扩展过程中紧凑度数值先降低后稍有增加, 空间形态由向着趋于不稳定状态发展而趋向稳定。城市扩展先是远慢于城市人口的增长, 后来则大大快于城市人口的增长, 出现了城市增长速度与人口增长速度之间不协调现象。面积—GDP 弹性系数有上升的趋势, 此时段经济的年均变化率远远超过了城市扩展的年均变化率。城市建成区面积的扩展对耕地的影响最大, 其次是林地、草地、水域及未利用地等其它土地。

**关键词:** 城市扩展; 时空分异; 形态演变; 紧凑度; 弹性系数; 周边土地利用变化; 天津市

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2009)03—0056—05

中图分类号: P237.9

## Research on Spatiotemporal Expansion of Urban Land of Tianjin City

HE Dan<sup>1</sup>, CAI Jian-ming<sup>2</sup>, ZHOU Jing<sup>3</sup>

(1. State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

**Abstract:** By using the 1:100 000 landuse vector data in the three periods of the middle 1980s, 1990s, and 2000 which are provided by Data Center for Resources and Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, and by taking GIS as charting and analysis method, the relationship between the space and time changes, the shape characteristics of urban land expansion, and the population and economics development in Tianjin City were analyzed. Such indexes as urban land expansion velocity and intensity, centre coordinates, compact ratio, fractal dimension, and elasticity coefficient were used in the analysis. It was revealed that the spatiotemporal variation of Tianjin urban land from middle 1980s to 2000 was obvious and that the Tianjin northwest-southeast axial and the coastal axial were the most active expansion parts. The construction land expansion has been transforming to the irrational direction. The area—GDP elasticity coefficient was raised and the annually averaged change ratio of economy exceeded far from that of urban expansion. Finally, the brief effect of urban expansion was the lost of cultivated land and other land resources around the city. The contribution of cultivated land to the overall urban expansion area was largest and the contribution of other lands such as forest land, grassland, water area, and not-using land was second.

**Keywords:** urban expansion; spatiotemporal variation; morphology evolution; compact ratio; elasticity coefficient; land use change around city; Tianjin City

收稿日期: 2008-06-23

修回日期: 2008-11-11

资助项目: 中国科学院第三期创新项目“中国城市化过程及典型都市密集区协调发展研究”(KZCX2-YW-321-01)

作者简介: 何丹(1980—), 女(汉族), 湖南省岳阳市人, 博士研究生, 主要研究方向为城市遥感与 GIS 应用。E-mail: hedan@irsa.ac.cn。

通信作者: 蔡建明(1961—), 男(汉族), 山西省运城市人, 研究员, 博士, 博士生导师, 主要从事城市经济与城市发展战略研究, 以及城市化、半城市化和都市农业研究。E-mail: caijm@igsnr.ac.cn。

21世纪是全球城市化的时代,城市正在成为整个社会的主体。城市化是社会经济发展的必然结果,城市化除了表现在城市人口增长,城市非农业人口比重增加以外,城市空间区域的扩展也是一个重要的衡量指标。城市空间是指城市占有的地域空间,更多地属于地理概念而非行政概念,是以非农业用地和非农业经济活动为主体的建成区。目前,城市用地的空间扩展日益成为土地利用变化的主要特征和研究热点<sup>[1-9]</sup>。城市作为人口和现代工业集中的地区,是政治、经济、文化和社会信息的中心,在国家经济建设与综合国力的形成中发挥着极其重要的作用。然而,城市化的快速发展又使得城市及其周边地区的自然环境发生剧烈变化,并表现为城市对其它用地类型的侵占。因此,城市化也对社会的持续发展带来了新的挑战。对城市发展与建设进行科学规划,实现城市化与区域资源、环境的协调发展逐渐成为政府部门和科学界的共识。而要制定科学的城市发展与建设规划,就必须实时掌握城市的发展现状,了解城市现状用地、现状结构及其时空变迁历史,以及交通与市政建设的扩展速度、方向、规模等信息。

改革开放以来,中国经济社会发生了巨大的变化,受到人口增长、经济发展、自然环境、社会进步及国家宏观政策等多方面的影响,城市用地变化明显。我国城市发生的巨大变化为城市地理学的研究提供了丰富的素材。因此探讨这一时期城市扩展的时空变化格局和规律,对于把握中国区域土地利用/土地覆盖变化的驱动因素和对全球变化的影响机理都具有重要的意义。利用遥感与GIS技术研究天津城市化及其空间演变过程,对促进城市科学与空间信息科学的结合具有重要的理论意义。城市扩展遥感监测能够为城市规划和城市管理提供科学的数据信息支持,能够比较详细地了解城市扩展对于城市周边土地利用的影响,对于区域土地利用规划和管理工作具有指导性意义。

## 1 研究区域简介

天津市是中国北方最大的沿海开放城市,地处华北平原东北部,北依燕山,东临渤海,海岸线北起涧河,南至歧口,长130 km多。流经天津市的主要河流有海河、南运河、北运河、子牙河、大清河、永定河等。该区域属于暖温带半湿润大陆季风气候,四季分明。

80年代以来,天津中心建成区取得了突飞猛进的发展,伴随城市扩展,其它类型的土地也受到了不同程度的影响,监测和分析城市扩展及土地利用变化对科学认识城市的发展有着重要的意义。

## 2 数据来源和研究方法

### 2.1 数据来源

所使用的数据来自中国科学院资源与环境数据中心提供的关于天津市20世纪80年代中期,20世纪90年代中期,2000年度的3期10万土地利用数据,本文以1985,1995年和2000年代替上述3个时期。土地利用类型包括6个一级类型(耕地、林地、草地、水域、城乡工矿居民用地和未利用地),25个二级类型。

### 2.2 研究方法

本文利用ArcGIS的空间分析和统计功能提取出城镇及城镇扩展图斑,然后利用叠加分析得出城市扩展动态变化及对周边土地利用的占用情况。

## 3 天津城市扩展的时空特征

### 3.1 扩展规模、速度及强度

3.1.1 扩展规模 1985—2000年,天津城市范围持续增长,城市用地共增加了189.6 km<sup>2</sup>,扩展为原来的1.43倍。其中,1985—1995年增加了118.7 km<sup>2</sup>,1995—2000年增加了70.9 km<sup>2</sup>。

3.1.2 扩展速度 本文应用城市建成区年均扩展面积来表达城市扩展速度,公式如下。

$$AGA = \{U_{A(n+i)} - U_{Ai}\} / n$$

式中:AGA——代表城市扩展速度; $U_{A(n+i)}$ 和 $U_{Ai}$ ——分别代表 $n+i$ 年和 $i$ 年的城市面积; $n$ ——以年为单位的时间。

1985—2000年,天津城市范围平均每年扩展12.64 km<sup>2</sup>。其中,1985—1995年平均每年扩展11.87 km<sup>2</sup>,1995—2000年平均每年扩展14.18 km<sup>2</sup>。后5a的城市扩展速度明显快于前10a。

3.1.3 扩展强度 本文用城市年均扩展面积与基年面积之比来表达城市扩展强度,公式如下。

$$AGR = \{U_{A(n+i)} - U_{Ai}\} / (nU_{Ai}) \times 100\%$$

式中:AGR——代表城市扩展强度指数; $U_{A(n+i)}$ 和 $U_{Ai}$ ——分别代表 $n+i$ 年和 $i$ 年的城市面积; $n$ ——是以年为单位的时间。

经计算,1985—1995年,1995—2000年,1985—2000年,天津城市扩展强度指数分别为2.68,2.53,2.85(表1)。

### 3.2 扩展方位分析

以1985年天津城市几何中心为原点,东西方向为横轴,南北方向为纵轴,按4个象限8个方位将研究区划分成8个象限区域,与不同时期城市空间分布图叠加(图1),统计不同方向城市区扩展面积(表1)。

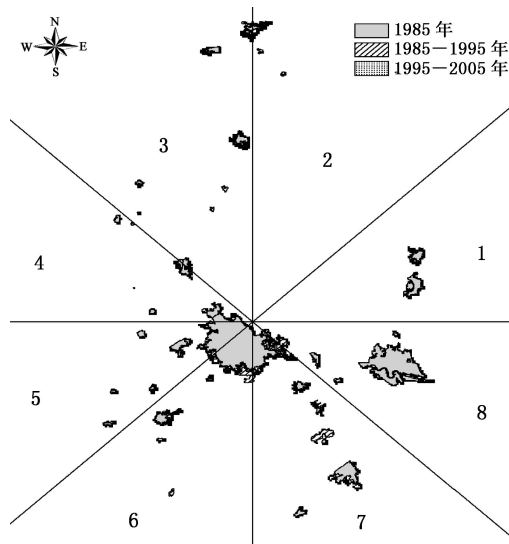


图 1 1985—2000 年天津不同方位区城市用地扩展过程

不同时段,城市扩展数量和强度在不同方位存在一定差异,呈现出不均衡的特点。1985—1995年,扩展面积最大的方位为第6象限方位,其次为第7和第3象限方位,扩展强度指数最大的方位为第2象限方位,指数为0.23;第8,5象限方位是扩展面积最小的

方位,扩展强度指数均为0.01。分析图1认为,80年代中后期至90年代中期,天津市的城市核心区扩展依然以西北—东南走向为主要轴向,北运河—海河轴向扩展一直是天津市城市扩展的主轴。滨海轴扩展速度也在加快。塘沽主要向北面以蔓延式为主扩张,尤其是向天津经济技术开发区方向和沿京津塘公路为主。

1995—2000年,扩展面积最大的方位为第7方位,扩展强度指数最大的为第2方位,指数为0.09;第8,6方位是扩展最微弱的方位,扩展强度指数分别仅为0.02,0.01。

整个1985到2000年,扩展面积最大的方位区域为第7,6和3方位,扩展强度指数最大的是第2方位,为0.25;扩展强度最微弱的方位为第5,8方位,指数均仅为0.01。分析认为,90年代中后期,天津市城市建设又以轴向扩张为主,城市向北沿北运河,向东北沿新开渠,向西和东南的海河方向扩张最为迅速。塘沽在90年代中后期天津经济技术开发区方向依然是城市建设扩展的主要方向,西南面的海河方向成了这一时期的主要扩展方向。

表 1 不同时段 8 个象限方位区城市扩展面积和强度

方位	1985—1995 年		1995—2000 年		1985—1995 年		km <sup>2</sup>
	扩展面积	扩展强度指数	扩展面积	扩展强度指数	扩展面积	扩展强度指数	
1	9.62	0.06	7.66	0.06	17.28	0.07	
2	5.70	0.23	3.53	0.09	9.22	0.25	
3	17.76	0.13	8.17	0.05	25.92	0.13	
4	8.26	0.03	7.81	0.05	16.07	0.04	
5	9.00	0.01	7.61	0.02	16.61	0.01	
6	32.90	0.03	3.58	0.01	36.48	0.02	
7	27.31	0.03	21.42	0.04	48.73	0.04	
8	8.15	0.01	11.14	0.02	19.29	0.01	
总体	118.70	2.68	70.90	2.53	189.60	2.85	

### 3.3 空间分异特征

各时段城市重心分布结果(表2)表明,1985到1995年重心向西北方向移动,1995—2000年重心向东北方向迁移,整个1985到2000年重心向西北方向迁移。这也说明,80年代中后期至90年代中期,天津市的城市核心区扩展以西北—东南走向为主要轴向,北运河—海河轴向扩展一直是天津市城市扩展的主轴。90年代中后期,天津市城市建设又以轴向扩张为主。

表 2 不同时期天津城市重心坐标

年份	经度	纬度
1985	117°28'45.78"	39°31'54.54"
1995	117°27'48.00"	39°32'59.80"
2000	117°28'24.09"	39°33'16.65"

## 4 天津城市扩展与人口、经济发展之间的协调性分析

### 4.1 城市面积—人口弹性系数

城市面积—人口弹性系数描述了城市扩展速度与城市人口增长速度之间的关系,是用来评价城市扩展合理性的指标之一。据中国城市规划设计院对中国历年城市化过程的分析,此系数为1.12较为合理<sup>[10]</sup>。数值偏离越大或越小,表示城市扩展和人口发展之间的协调性越低。该系数用城市用地面积的年均增长率与城市人口的平均增长率之比表示。城市用地面积采用10万土地利用数据提取的城市中心建成区面积,城市人口数采用中国城市统计年鉴的城市市区非农人口数。

## 4.2 城市面积 - GDP 弹性系数

城市面积—GDP 弹性系数描述了城市扩展速度与国内生产总值增长速度之间的关系,用城市中心建成区面积的年均增长率与城市市区 GDP 年均增长率之比表示,它能反映出城市扩展与经济发展之间相互关系<sup>[11]</sup>。

从表 3 可以看出,从 1985—1995—2000 年,此时段天津城市的面积—人口弹性系数远远偏离 1.12 的

合理水平。1985—1995 期间城市扩展远慢于城市人口的增长。1995—2000 年城市扩展大大快于城市人口的增长,出现了城市增长速度与人口增长速度之间不协调现象。面积—GDP 弹性系数有上升的趋势,表明在创造非农产值等量的情况下,所需要的城市用地在逐渐增多,并且这项系数远远小于 1,表明此时段天津经济的年均变化率远远超过了城市扩展的年均变化率。

表 3 不同时期天津城市扩展与人口、经济增长情况

时段	城市扩展/ %	城市人口增长/ %	城市 GDP 增长/ %	面积—人口 弹性系数	面积—GDP 弹性系数
1985—1995	11.87	30.73	422.25	0.39	0.03
1995—2000	14.18	2.70	51.79	5.25	0.27

## 5 天津城市空间形态演变

城市外围轮廓形态的紧凑度被认为是反映城市空间形态的一个十分重要的概念。形状紧凑度计算公式是:

$$C = 2 \sqrt{A/P}$$

式中:  $C$ ——指城市的紧凑度;  $A$ ——指城市面积;  $P$ ——指城市轮廓周长。

紧凑度值越大,其形状越有紧凑性;反之,形状的紧凑性越差。圆是一种形状最紧凑度图形,圆内各部分空间高度压缩,其紧凑度为 1。如果是狭长形状,其值远远小于 1。城市外围轮廓形状紧凑度计算结果见表 4。结果表明,1985—1995 年,城市扩展过程中紧凑度数值降低,显示出城市空间形态日趋复杂,向着趋于不稳定状态发展,城市形状变得不规则。可见 80 年代至 90 年代初,天津市城市核心区扩张主要以向周边团块蔓延为主,这一时期的城市建设以城市周边相对均衡扩张为主。而 1995—2000 年,紧凑度数值稍有增加,扩展特征表现了对前一时期大范围的扩张进行了归并填充补实,城市形态变化趋向稳定。

表 4 不同时期天津城市紧凑度和分维数变化

年份	紧凑度
1985	0.100
1995	0.085
2000	0.092

## 6 天津城市扩展对周边土地利用的影响

从土地利用角度看,城市扩展主要表现为城镇建设用地面积的扩大和扩大过程中对于其它土地利用类型的影响,是一种土地利用变化过程。城市扩展遥感监测的核心内容是监测城市扩展对于区域土地利

用的影响<sup>[12]</sup>。

从表 5 可以看出,天津市从 1985—2000 年的城市扩展过程中,城市建成区扩展对耕地、农村居民点和工矿、交通等其它建设用地以及林地、草地、水域等土地利用类型的占用面积共达 189.6 km<sup>2</sup>。其中,城市建成区面积的扩展对耕地的影响最大,耕地贡献了 40.32% 的城市建成区扩展面积,总共 76.44 km<sup>2</sup>,年均 5.10 km<sup>2</sup>。其次是其它土地利用类型如林地、水域等约贡献了 39.86% 的城市建成区扩展面积,总共 75.57 km<sup>2</sup>,年均 5.04 km<sup>2</sup>。农村居民点、工矿和交通等其它建设用地,约贡献 19.82% 的城市建成区扩展面积,总共 37.59 km<sup>2</sup>,年均 2.51 km<sup>2</sup>。

表 5 天津城市扩展对土地利用的影响 km<sup>2</sup>

年份	1985—1995	1995—2000	类型合计	贡献率
耕地	53.21	23.23	76.44	40.32
建设用地	11.86	25.73	37.59	19.82
其它土地	53.63	21.94	75.57	39.86
时段合计	118.70	70.90	189.60	100.00

注: 包括农村居民点用地等; 指林地、草地、水域及未利用地。

## 7 结论

本文研究了天津城市扩展的时空规律,形态特征,与人口、经济发展之间的协调关系以及对周边土地利用的影响。

(1) 天津城市扩展的时空分异特征明显,城市核心区扩展依然以西北—东南走向为主要轴向,北运河—海河轴向扩展一直是城市扩展的主轴。改革开放后滨海轴扩展速度也在加快。

(2) 1985—1995 年,城市扩展过程中紧凑度数值降低,空间形态向着趋于不稳定状态发展,城市核

心区扩张仍然主要以向周边团块蔓延为主。而 1995—2000 年,紧凑度数值稍有增加,扩展特征表现了对前一时期大范围的扩张进行了归并填充补实,城市形态变化趋向稳定。

(3) 1985—1995 年城市重心向西北方向移动,1995—2000 年向东北方向迁移,1985—2000 年重心向西北方向迁移。

(4) 整个时段城市的面积—人口弹性系数远远偏离 1.12 的合理水平,1985—1995 期间城市扩展远慢于城市人口的增长,1995—2000 年则大大快于城市人口的增长,出现了城市增长速度与人口增长速度之间不协调现象。面积—GDP 弹性系数有上升的趋势,此时段经济的年均变化率远远超过了城市扩展的年均变化率。

(5) 城市建成区面积的扩展对耕地的影响最大,其次是农村居民点、工矿和交通等其它建设用地。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 陈本清,徐涵秋. 城市扩展及其驱动力遥感分析:以厦门市为例[J]. 经济地理, 2005, 25(1): 79-83.
- [2] 黄粤,陈曦,包安明,等. 近 15 年乌鲁木齐市城市用地扩展动态及其空间特征研究[J]. 冰川冻土, 2006, 28(3): 364-369.
- [3] 黎夏,叶嘉安. 利用遥感监测和分析珠江三角洲的城市扩张过程:以东莞市为例[J]. 地理研究, 1997, 16(4): 56-62.
- [4] 牟凤云. 中国城市演化特征分析[D]. 北京:中国科学院遥感应用研究所博士学位论文, 2007.
- [5] 徐涵秋. 福清市城镇空间扩展规律及其驱动机制分析[J]. 遥感技术与应用, 2002, 17(2): 86-92.
- [6] 徐进勇. 城市扩展遥感监测及其驱动因素分析:以江苏省城市扩展为例[D]. 北京:中国科学院遥感应用研究所, 2008.
- [7] 王茜,张增祥,易玲,等. 南京城市扩展的遥感研究[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(5): 555-559.
- [8] 曾磊,宗勇,鲁奇,等. 保定市城市用地扩展的时空演变分析[J]. 资源科学, 2004, 26(4): 96-103.
- [9] 郑向阳. 天津港湾城市发展可能与必然性探讨[J]. 天津城市规划, 2000(3): 4-8.
- [10] 肖笃宁. 城市化进程与土地资源的可持续利用[J]. 云南地理环境研究, 1997, 9(1): 35-39.
- [11] 王茜. 近 30 年中国城市扩展特征及驱动因素研究[D]. 北京:中科院遥感所博士学位论文, 2007.
- [12] 张增祥. 中国城市扩展遥感监测[M]. 北京:星球地图出版社, 2006.
- [11] 陈维杰. 降水变化对不同下垫面的水土流失之差异影响[J]. 水土保持通报, 2008, 28(1): 73-75.
- [12] 王丽,陈晓楠. 植被覆盖对水土流失影响的研究[J]. 水土保持应用技术, 2008(2): 12-14.
- [13] 李景保,刘晓清,杨燕. 湖南 1998 特大洪涝灾害成因与减灾战略[J]. 湖南师范大学:自然科学学报, 1999, 22(2): 91-96.
- [14] 朱高洪,毛志锋. 我国水土流失的经济影响评估[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(1): 63-66.
- [15] 李祥妹. 基于水土保持的山区农业结构调整:以罗田县巴河流域为例[J]. 水土保持学报, 2003, 17(6): 167-170.
- [16] 王鹏,王贤金,张兆干,等. 江西红壤区农业产业政策改革的农户行为响应与水土保持效果分析:以江西省上饶县村庄及农户调查为例[J]. 地理科学, 2004, 24(3): 326-332.
- [17] 鲍艳,胡振琪,柏玉,等. 主成分聚类分析在土地利用生态安全评价中的应用[J]. 农业工程学报, 2006, 22(8): 87-90.
- [18] 黄理军,王辉,张文萍,等. 湖南山洪灾害成因及防治区划研究[J]. 农业现代化研究, 2007, 28(4): 483-486.
- [19] 袁建平. 土壤侵蚀强度分级标准适用性初探[J]. 水土保持通报, 1999, 19(6): 54-57.
- [20] 丁飞,张祖兴,蔡阿兴,等. 土壤侵蚀强度分级标准中土壤厚度参考指标适用性的探讨[J]. 中国农学通报, 2006, 22(7): 343-346.
- [21] 李景保,尹辉,卢承志,等. 洞庭湖区的泥沙淤积效应[J]. 地理学报, 2008, 63(5): 514-523.

(上接第 49 页)