

天水城市扩张的时空特征及动因分析

张修芳, 牛叔文, 冯 骁, 王文蝶

(兰州大学资源环境学院, 兰州 730000)

摘要:以不同时期的天水市地形图和TM遥感影像为基础,提取城市建设用地信息。并利用年均扩展指数(AGI)分析各时期城市空间扩展的分异特征。结果表明:天水城市用地由小范围到大范围、AGI强度由低到高再趋缓。1996年前,城区人口密度一直下降,此后又开始上升,与AGI的变化相对应。受“两山夹一川”的地形限制,天水经历了由二点向多点分散扩展、内部填充与沿河谷延伸的空间演变过程。形成了南北窄、东西长的带状格局,不同于平原型城市以同心圆外扩模式。不同时期城市扩张的动因不同,初期是人口和工商业迁入,中期是行政力量和市场机制,近期是人口、经济的增长带来的社会需求。为了适应重点开发的需要,天水需要走出河谷、开发新区,提升综合功能。

关键词:河谷型城市;空间扩张;年均扩展指数(AGI);动因;天水市

DOI: 10.11821/dljy201312013

1 引言

城市化过程对社会、经济和环境产生了广泛而深远的影响,成为普遍关注的问题。而城市地域的空间扩展作为衡量城市化水平的重要测度指标^[1],成为经济地理研究的热点。目前国外对不同地区的城市扩张模式及动力机制等问题进行了大量的研究,主要采用RS与GIS技术、数学方法、空间模型等综合集成技术来进行城市扩张特征的定量化分析、动态监测及模拟和预测^[2-8]。在中国快速城市化的背景下,对城市土地扩张的时空特征、模式及其影响机制方面有大量研究。特别是北京、上海、广州、西安等大都市区由于城市规模大、功能强、结构复杂,其研究成果具代表性^[9-19]。西部河谷型城市的空间扩张不同于平原地区城市,虽有一些研究,但成果不多,其中杨永春等对兰州这个典型的河谷型城市的研究比较深入^[20-22]。地处渭河上游的天水市也是一个河谷型城市。国家实施以主体功能区为导向的空间发展战略,天水市域同陕西关中地区一起被列入“关中—天水经济区”,成为带动整个大西北发展的“龙头”。国家相关部门制定了发展规划^[23-24],以打造中国先进制造业的基地。天水市如何大规模地聚集人口和产业,承担起国家重点开发区的功能,成为带动陇东南地区发展的核心城市,仍面临着一系列的问题。首先是河谷型城市的空间扩张问题。成亮曾对天水市区的空间发展模式进行了研究,指出市区的扩张经历了“点—面—面+面—面—带”的扩展模式^[25],但是缺少对时空过程的定量化研究和未来空间发展的指向。

收稿日期: 2013-04-21; 修订日期: 2013-09-02

基金项目: 关中天水经济区—天水市空间发展战略规划研究项目

作者简介: 张修芳(1989-),女,山东莒县人,硕士,主要研究方向为城市与区域空间发展。E-mail: zg3407@126.com

通讯作者: 牛叔文(1955-),男,甘肃兰州人,教授,博士生导师,主要研究方向为区域经济与区域发展等。

E-mail: shuwenn@lzu.edu.cn

本文采用GIS方法,将定向和定量相结合,分析天水城市扩张的时空特征,探讨驱动城市扩张的因素,提出未来空间发展的指向,为城市的基础设施建设、空间规划、功能分区提供科学依据。

2 研究区概况与研究方法

2.1 研究区概况

天水市位于甘肃东南部,辖两区五县,总面积1.4万km²,2010年户籍总人口370万,人口密度近260人/km²,是甘肃省内人口最稠密的地区。市域范围在104°35'-106°44'E、34°05'-35°10'N之间。渭河由西向东横穿全境。北部以黄土丘陵地貌为主,土壤侵蚀严重。南部主要是西秦岭山地,有较大面积的森林植被。秦州城区处于渭河一级支流藉河谷地,藉河向东延伸,在峡口村与渭河交汇,峡口村以东的川道为麦积城区。城市由南北两山夹持,南北宽只有1-3 km,东西延伸36 km,面积约56 km²。这种“两山夹一川”的地理条件强烈制约了城市空间的扩张,有限的川地成为多种用地需求竞争的对象。自古以来,天水就是陇东南地区的门户,成为东进关中、南下入川、北去河西的交通要冲。由于陇海线天水—宝鸡段穿越秦岭,山大沟深,天水—宝鸡段成为陇海线上的咽喉。近些年来,一批铁路和高等级公路的建设,明显改善了天水的区位条件。天水—平凉铁路、天水—陇南铁路和宝兰客运专线的建设将陇海线、兰渝线、宝成线连成网络。国道G30、天水—平凉、天水—十堰等重大交通工程的建设,在天水市域内形成“两横三纵”的双“井”型高速公路主骨架。天水作为陇东南地区交通枢纽的地位日益强化。在以西安为中心的关中地区和以兰州为中心的黄河上游地区二大经济核心区之间,天水正好是中间节点,其联动作用日益重要。但目前天水市产业规模小、经济实力弱,城乡居民的收入水平低,城镇化过程滞后。城市扩张面临着发展空间不足的突出问题,严重制约了产业聚集和人口集中。

2.2 数据来源与研究方法

本文以20世纪30年代的天水县城图^[26]、1956年和1975年天水城区地形图(1:5万)^[27]以及1988年、1996年和2010年的三期Landsat TM遥感影像(行列号为36/129)^[28]为基础图件。利用GIS方法提取了6个时期天水城市用地的信息,对不同时期的城市用地图进行叠加对比,分析天水市城市演变的时空特征。并利用天水市社会经济发展的相关统计数据^[25-27]对天水市城市用地扩张的动因进行了分析。

为了直观地反映50多年来天水城市扩张的空间特征,采用网格分割法^[22]将天水市1956年、1975年、1988年、1996年、2010年5期城市建设用地分割为0.5 km×0.5 km的网格。利用网格分析法定量研究天水市城市用地扩展在不同时段所表现出来的空间分异特性。刘盛和等应用“扩展强度指数”来研究北京城市边缘区的扩展,即某空间单元在研究时期内的城市土地利用扩展面积占其土地总面积的百分比^[19]。本文采用年均扩展指数重点分析比较不同时段天水城市用地扩张的空间分异特征。年均扩展指数公式如下:

$$AGI = \frac{1}{n} \times \frac{(ULA_{i,t+n} - ULA_{i,t})}{TLA_i} \times 100 \quad (1)$$

式中:AGI为年均扩展指数(%); $ULA_{i,t+n}$ 和 $ULA_{i,t}$ 分别代表第*i*个空间单元在第*t*年和第*t+n*年的城市建设用地面积(km²);*n*指时间(单位为年); TLA_i 为第*i*个空间单元的总面积(0.25km²),即是一个常数。利用ArcGIS 10.0软件进行空间分析,并根据数据本身的分布

特性对年均扩展指数进行分类。最终将城市用地扩展划分为五个等级：高速扩展、快速扩展、中速扩展、低速扩展、缓慢扩展。

中国城市规划设计院提出用城市用地扩展弹性（即城市建设用地面积的年均增长速度与非农业人口的年均增长速度的比值）来衡量城市用地扩展的合理性^[16]。并认为这个指标为1.12时较为合适。

3 天水城区演变的时空特征

天水的建城史可追溯到2700年前。公元前688年（秦武公十年），秦在水设邽县，是中国历史上最早的县级行政设置。西晋太康七年（286年）置秦州，治所上邽。从此，上邽成为陇右政治、经济、文化中心。唐宋至元，由于战乱，州城多次兴废。明清时期，秦州自西向东形成伏羲、西关、中城、大城、东关五城形制。1913年，民国时撤秦州设天水县，秦州城便成了天水县城。一直到1949年天水解放前，天水一直保持历史上的五城规模（图1），为点状单中心。城廓为长方形，已显示出地形对城市的约束。1950年2月，天水首次设市（县级），管辖区14 km²。其余部分仍归天水县管辖，县治移往北道。1985年，天水市升为地级市，撤天水县设秦城、北道两区，原天水县的部分乡镇划入秦城区，其余部分隶属北道区。北道的建城区部分纳入天水市区的范围。2004年底，秦城、北道区更名为秦州、麦积区。

将20世纪30年代天水古城图和以后5期的城市用地地图进行叠加，分时段提取城市建设用地面积，得到近70多年来天水城市建设用地扩张进程图（图2）。天水市城市用地由1935年1.96 km²增加到2010年的

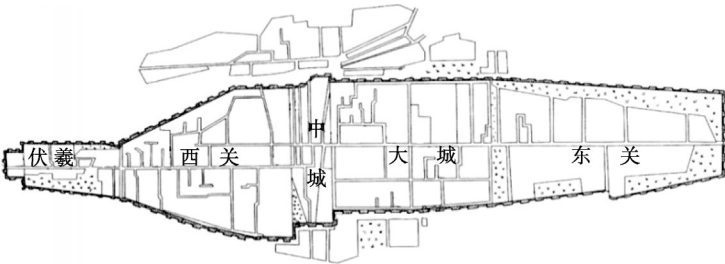


图1 20世纪30年代天水古城图

Fig. 1 Tianshui ancient city in the 1930s

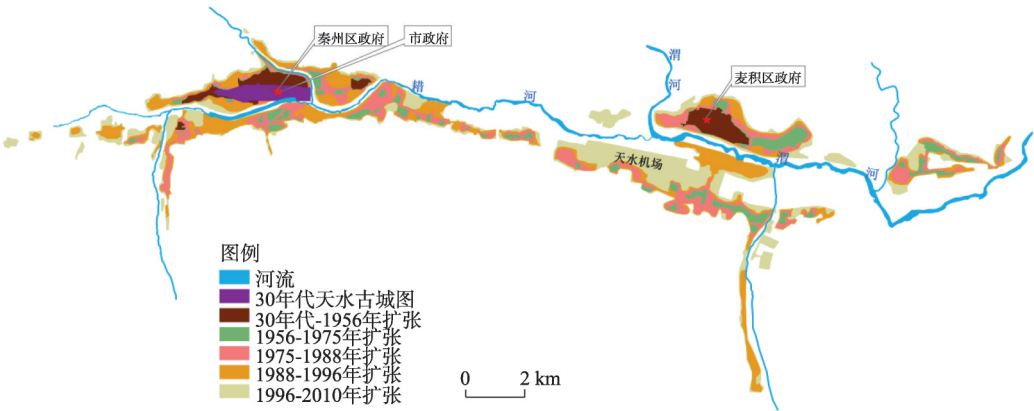


图2 20世纪30年代以来天水城市建设用地扩张进程图

Fig. 2 The process of construction land expansion in Tianshui city since the 1930s

45.55 km², 扩张了 43.59 km², 平均每年扩张 0.58 km²。下面分五个时段讨论空间扩张的过程和特点(表 1)。第一个时段的扩张区域集中, 增量不大, 表现直观。第二至五个时段用 AGI 指数由大到小分为高速、快速、中速、低速、缓慢五级来反映扩张速度(表 2)。通过表 3 比较各时期城市用地的人口密度, 可从另一侧面反映城市空间扩张的特征。

3.1 1935-1956 年局部扩展

20 世纪 30 年代中期(以 1935 年为基期年计算)到 1956 年, 是天水城市发展的起步阶段, 城市建设用地由 1.96 km²增加到 4.31 km², 扩张速度慢, 每年为 0.11 km²。年均扩张

表 1 30 年代以来天水城市建设用地扩张特征指数

Tab. 1 Characteristic indexes of construction land expansion of Tianshui City since the 1930s

时间段	扩张面积(km ²)	年平均扩张(km ²)	年均扩张率(%)	城市用地扩展弹性*
1935-1956	2.35	0.11	5.61	-
1956-1975	4.72	0.25	5.80	1.65
1975-1988	7.43	0.57	6.31	2.31
1988-1996	12.41	1.55	9.42	2.85
1996-2010	16.68	1.19	4.12	0.50

注*: 城市建设用地面积的年均增长速度与非农业人口的年均增长速度的比值, 是城市用地扩展合理性与否的指标, 根据中国城市规划设计院对历年城市化进程的分析, 此值为 1.12 时较为合适^[16]。

表 2 天水市不同时段城市空间扩展的分异类型

Tab. 2 Spatial differentiation of urban spatial expansion in Tianshui City

项目 AGI(%)	年份\类型	高速扩展	快速扩展	中速扩展	低速扩展	缓慢扩展	合计
		8.0 以上	8.0-4.0	4.0-1.0	1.0-0.1	0.1 以下	
单元个数 (个)	1956-1975	0	0	39	75	35	149
	1975-1988	0	8	68	96	15	187
	1988-1996	9	31	132	94	15	281
	1996-2010	0	21	113	181	25	340
扩展面积 (km ²)	1956-1975	0	0	3.208	1.454	0.069	4.731
	1975-1988	0	1.357	4.512	1.548	0.019	7.436
	1988-1996	1.803	3.466	5.611	1.059	0.014	11.953
	1996-2010	0	4.154	7.710	3.298	0.027	15.189
所占百分比 (%)	1956-1975	0	0	67.808	30.733	1.458	100.0
	1975-1988	0	18.249	60.678	20.818	0.402	100.0
	1988-1996	15.084	28.997	46.942	8.860	0.117	100.0
	1996-2010	0.0	27.349	50.760	21.713	0.178	100.0

表 3 天水市不同时段城市人口密度

Tab. 3 Population density in urban area in Tianshui City

项 目	30 年代	1956 年	1975 年	1988 年	1996 年	2010 年
城市用地面积(km ²)	1.96	4.31	9.03	16.46	28.87	45.55
城市人口(万人)	3.85	8.3	17.21	23.47	28.95	63.38
人口密度(万人/km ²)	1.96	1.92	1.91	1.43	1.01	1.39

注: 城市用地面积资料来自参考文献 [26,27,28]; 1935 年、1956 年的城市人口分别来自参考文献 [29] 和文献 [30], 以后各期数据来自参考文献 [31] 和文献 [32]。

率虽达 5.61%，由于基数小，20 多年建成区面积仅增加 2.35 km²（实际上主要是 1950 年后发生扩张的）。主要扩张点有 2 处，一是在旧城的西部、北部，修建城市主干道路，拆除部分秦州城墙；二是在渭河与藉河交汇处的东部河谷，新建天水县城—北道镇，形成了城市的副中心。另外在藉河转向北山根的枣园庄以南，也有少量城市用地。由于空间扩张，人口密度略有减少。

3.2 1956-1975 年稳定扩展

1956-1975 年，天水市城市建设用地由 4.31 km²增加到 9.03 km²，扩张了 4.72 km²，年平均扩张 0.25 km²，年均扩张率为 5.80%，是城市扩张加快的一个时期。这一时期，共有 149 个栅格发生了城市建设用地现象，但强度指数 AGI（%）有较大差异，最大为 3.779%，最小的 0.002%，平均值为 0.668%。没有出现高速、快速扩展的栅格，AGI 在 4.0-1.0 范围的中速栅格有 39 个，建设用地 3.208 km²，占总量的 67.808%。主要分布于麦积区政府东部、社棠镇及其渭河南岸，秦州老城区的东部和藉河对岸也有部分单元。低速扩展的 77 个栅格占 1.454 km²，占总量的 30.733%，主要分布在中速扩展的栅格外围。缓速扩展的 35 个单元所占建设用地只有 1.357%，多位于边缘地带。城市用地由二点向多点发展，沿河川呈带状分布的特点显著起来（图 3）。城市用地扩展弹性为 1.64，由于城区人口增长与空间扩张同步，城区人口密度变化不大。

3.3 1975-1988 年快速扩展

这一阶段天水城市建设用地由 9.03 km²增加到 16.46 km²，扩张 7.43 km²，扩张速度较初期明显加快，年均扩张 0.57 km²，扩张率为 6.31%。期间共有 187 个栅格发生了建设用地，AGI 的平均值 1.224，标准差 1.268，城市扩展的分异增大，有四个扩张等级。其中，AGI 最大值为 6.645%，超过 4.0% 的快速扩张单元有 8 个，扩展了总面积的 18.25%。秦州、麦积二区各 4 个，分布分散。AGI 处于 4.0-1.0 范围的中速扩张单元有 68 个，占扩展总面积的较大比重（60.68%），主要分布于秦州老城的东部和藉河南岸，麦积区政府的周边、渭河南岸以及社棠镇。低速扩张的面积大，涉及 96 个栅格，多分布在秦州老城区的东部和中速扩张单元的边缘地带，占扩展总面积的 20.82%。缓速扩展的 15 个单元只占了 0.40%，零星分散在城市的最边缘地形对城市扩张限制已十分明显，南北方向拓展很有限（图 4）。城区空间利用的密度加大，城市带状特征进一步强化。这一时期城市用地扩展弹性为 2.31，人口的城市化滞后于城市用地扩展。城区人口密度下降较多，由 1.91 万人/km²降到 1.43 万人/km²。

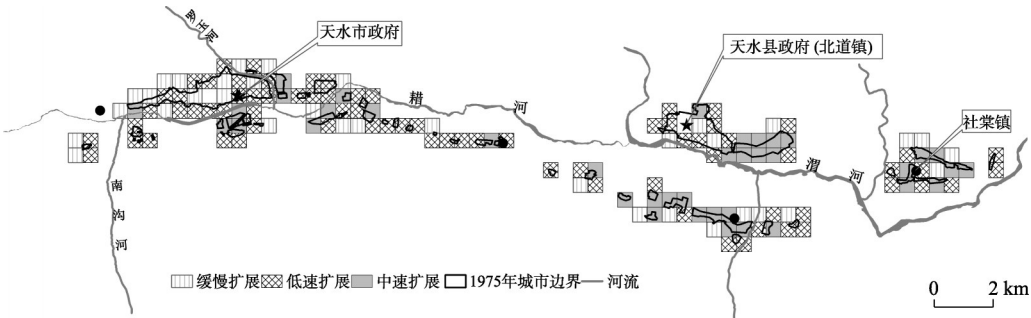


图 3 天水城市空间扩展的空间分异图（1956-1975）

Fig.3 Spatial differentiation of urban spatial expansion in Tianshui City (1956-1975)

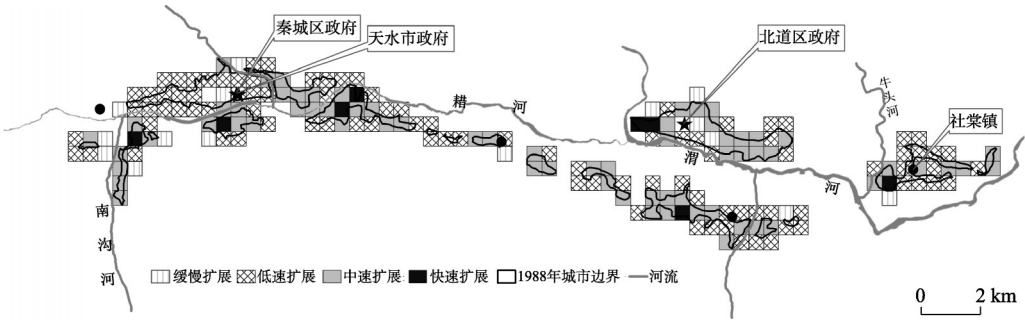


图4 天水城市空间扩展的空间分异图（1975-1988）

Fig.4 Spatial differentiation of urban spatial expansion in Tianshui City (1975-1988)

3.4 1988–1996年高速扩展

1988-1996年（图5），天水城市建设用地面积由16.46 km²增加到28.87 km²，扩张12.41km²，年平均扩张1.55 km²，年均扩张率为9.42%，处于高速扩张阶段。城市用地扩展弹性达到2.85，受政策限制，人口进入城市速度低于城市扩张的速度，建成区人口密度进一步下降到1.01万人/km²，成为人口密度最低的时期。这一阶段，城市用地变化涉及到281个单元，AGI具有最大的变异区间，最大值为12.42，平均值为2.1，标准差为2.21。有5个扩展等级。AGI大于8%的高速扩张栅格有9个，占到扩张总面积的15.1%，主要分布于秦州老城区及河对岸的地方，还有麦积区政府附近地段，大多是旧城改造中的加密建设。快速扩张的单元有31个，占了扩张总面积的29%。多数邻近于高速扩张的单元，少部分向南延伸到颖川河谷。中速扩张单元有132个，占扩展总面积的46.9%，分布面大，多位于高速、快速栅格的外围。低速扩张的单元94个，占扩展总面积的8.86%，多分布于藉河、渭河的南岸地区以及社棠镇。缓速扩展的15个单元只占了扩展总面积的0.12%，零星分散，对城市扩展的意义不大。显然，建设用地的扩张受到地形的强烈限制，城市只能局促在狭窄的河谷中。

3.5 1996–2010年快速扩展

2010年天水城市用地面积达到45.55 km²，这一时期扩张了16.68 km²的建设用地，是实际扩张面积最大的阶段（图6）。年平均扩张1.19 km²，年均扩张率为4.12%，属于快速扩张阶段。AGI的最大值为7.143，平均值为1.276，标准差为1.437，空间分异较大。虽没有高速扩张的栅格，但发生扩张的单元达到340个，城市在更大的面上扩展。存在四个扩展等级。AGI处于8.0-4.0范围的快速扩张单元有21个，占扩展总面积的比重为27.35%，主要集中在麦积区藉河、渭河的南岸。中速扩张单元有113个，占扩展总面积的一半以上，多分布于秦州旧城西关及向南的河谷、麦积区快速扩张单元的外围以及颖川河谷和社棠镇。低速扩张的单元多，达181个，占扩展总面积的21.71%，除了在秦州、麦积二区政府周边相对集中外，其他与中速扩张单元相间分。缓速扩展的25个单元插花分布于其他栅格之间，所占比重不到扩展总面积0.2%。除了待迁建的机场以外，藉河、渭河的川道内已无大片可供建设的用地，城市已没有扩张的余地。平均人口密度再度上升至1.39万人/km²。这一时期由于入城的限制放宽，城区人口增长了一倍多，城市用地扩展弹性下降到0.5，意味着城区人口的增速高于用地增速的一倍，城区空间局促起来。跳出河谷、另辟空间成为必然选择。

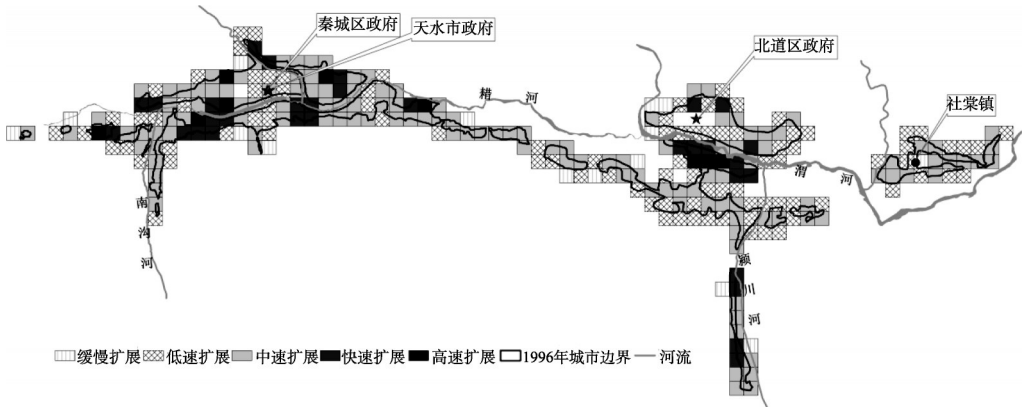


图5 天水城市空间扩展的空间分异图 (1988-1996)

Fig.5 Spatial differentiation of urban spatial expansion in Tianshui City (1988-1996)

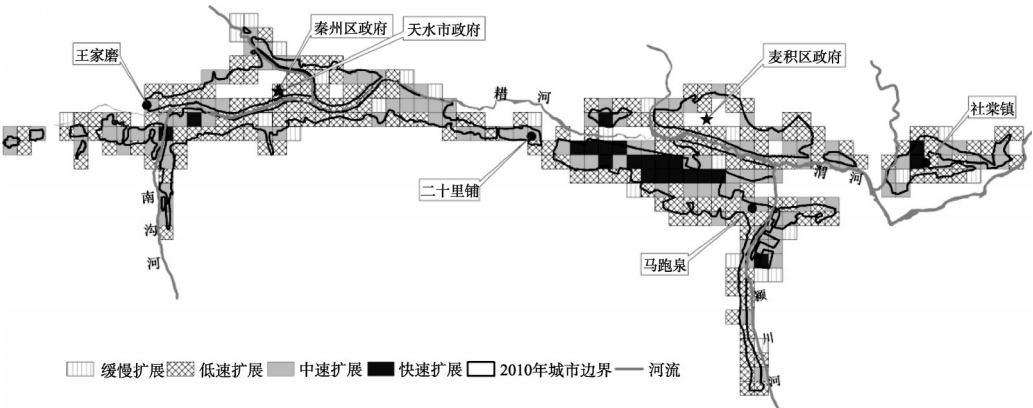


图6 天水城市空间扩展的空间分异图 (1996-2010)

Fig.6 Spatial differentiation of urban spatial expansion in Tianshui City (1996-2010)

3.6 几个时期扩张特征的比较

将每个时期所有栅格的AGI由大到小排序，并制成二维图形（图7），可较为直观地表现天水城市空间扩张的特征。在城市扩张的前期，建设用地发生在较少的单元上，扩张强度指数AGI较小。此后，城市用地涉及的栅格增多，AGI的范围也扩大。到了城市空间扩张趋向稳定时，涉及的栅格减少，AGI的范围缩小。最近10多年用地扩张的单元虽在增加，但AGI强度下降。到了城市建设密度较大时空间扩张将趋于收敛。这和多数城市发展的一般过程相符。但与平原型城市不同的是，其扩张过程不是同心圆，而是沿河谷延伸、填充，成为带状。AGI与单元序列的负对数具有良好关系。

4 天水城市用地扩张的动因分析

城市用地扩张受自然、经济、社会多方面因素的影响。前面的分析表明，地形条件成为天水中后期城市空间拓展的限制。70多年来，驱动天水城市空间扩展的经济、社会因素主要有那些呢？下面予以简要分析。

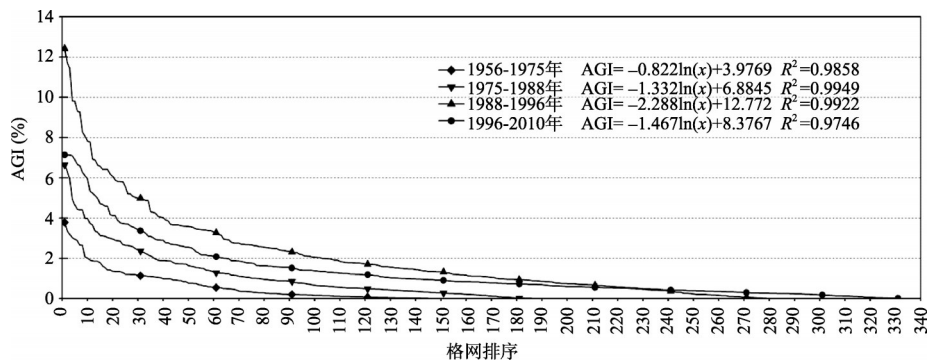


图7 天水城市空间扩展的时间特征

Fig. 7 Temporal characteristics of urban spatial expansion in Tianshui City

4.1 人口和工商业的迁入成为城市初期扩展的动因

民国时期，天水就有了一些小规模工业，生产皮革、纺织、火柴及发电。城市人口不足4万人。20世纪30年代后期，日本侵华，为躲避战乱，华北、中原沦陷区的人民和工商业者大量西迁。天水—陕西陇县公路和华家岭—双石铺公路先后通车，为工厂、企业人员迁入天水提供了条件。作为大后方，一些生产火柴、棉毛纺织、肥皂、机制面粉、皮革、白酒、印刷、家具、砖瓦、食品等日用品的工业兴办起来，扩大了当时非农业用地。解放战争期间，又有避乱的人员进入天水。到1950年，随着城市主干道的拓展需求以及古城墙不断坍塌危害民房安全，开始陆续拆除秦州城墙，城区进一步向外扩张。当时，由于建设天水—兰州铁路的需要，在北道设立了铁路机务段、车站等，昔日的自然小镇由于铁路的延伸逐渐发展起来。天水县治迁入北道，也促进了城镇用地的扩展。到1956年，天水市和北道镇的人口已达到8.3万^[30,33]。

4.2 “三线建设”奠定了天水市现代工业的基础，促进了城市扩张

1956年后，陆续拆除了秦州城墙，拓展道路，新建了天水电池厂等20多个工厂以及邮电楼、电影院、招待所等文化、社会服务等建筑，城市建设规模扩大。特别是20世纪60年代后期，天水成为国家“三线”建设重点城市。根据国家“进山、分散、隐蔽”的“三线”建设方针，一大批机械、电子类的军工企业、轻纺工业从外地迁入天水或在水兴建。主要企业有：长城开关厂、天水风动厂、岷山机械厂、天水星火机床厂、天光厂、永红厂、甘肃棉纺织厂、甘肃绒线厂等，奠定了天水市现代工业的基础。由此开始，天水成为中国西部机械和电子电器工业的重要生产基地。工业和城市人口同步增长，推动了城市建设用地由主、副中心二点向多点拓展。显然，这一时期城市扩张的动力不是内生的，而由国家政策主导的。动因是国家的行政力量^[33,34]。

4.3 转型时期地方行政力量和市场机制共同推动了城市发展

1975-1996年是中国从计划经济体制向市场经济转型的时期，经济增长成为地方政府的优先目标。国家调整“三线”建设，天水失去了国家投资的强力支持，工业进入了自我成长阶段。在藉河、渭河的两岸新建了一批工业区，如北道工业区、马跑泉工业区、王家磨工业区等，在旧城区内建起了一些地方小厂。人口城市化逐步加速，居住用地的需求也日益强化（图8）。1977年，藉河南大桥建成通车，市政基础设施建设力度逐步加大，城市开发进度加快。1985年，天水实行市领导县体制后，将麦积区纳入市区的范围，进一

步扩大了城市用地的范围。城区开始跨越藉河、渭河向南岸快速发展。由于秦州、麦积二区之间建有军用机场，机场对净空的要求限制了周边区域的发展，机场毗邻区域也成为天水城市空间拓展为数不多的后备资源。这一时期，地方行政力量和市场机制共同作用，一起推动了城市空间的扩张^[25,35]。

4.4 近期日益增长的社会需求成为城市扩张的主要动因

宝鸡—兰州二线建成，兰州—天水—西安的高速公路通车，天水的区位优势条件进一步改善。随着工业化和城市化的推进，越来越多的人口需要在城市就业、生活，住宅、工业园区建设、各项社会事业和公共服务设施都需要适宜的建设用地。由于受地形的强烈限制，近10多年天水城市用地形成了以内部填充为主、向外扩张为辅的局面。天水虽对旧城区的解放路、伏羲路等主干道进行了大规模搬迁和拓宽改造，对藉河两岸进行了综合整治和开发，但仍难以满足经济社会发展对土地的迫切需求（图9）。2010年，天水市人口的城镇水平为33%，不仅远低于全国，而且低于甘肃全省的平均水平。其原因有四点：一是基数小。城市发展的起步时城区用地只有1.96 km²，70多年来增速虽快，但绝对增量不是很大；二是市域内的人口密度较高，长期以来是甘肃人口的重心所在。但农业人口的比重大，城镇吸纳人口的能力有限；三是非农产业的发展迟缓，难以提供相应的就业机会。2010年第六次人口普查表明，天水的常住人口比户籍人口少40多万，占总人口的1/9。大量人口外流与当地城镇的可容纳就业能力小有直接关系。四是河谷地形限制了城市用地的扩张。用1985-2010年的非农业人口（万人）、GDP（亿元）、固定资产投资总额（亿元）与建设用地面积（km²）进行相关分析，相关系数分别为0.962、0.9268和0.9070，均具有较强的相关性，表明人口和经济增长与城市用地具有紧密的互动关系。事实上，社会需求也是由市场机制和行政力量作用的结果^[35,36]。

5 关于天水城市空间拓展趋向的讨论

天水机场迁往中梁山为秦州、麦积二区的相向发展提供了条件，但其空间有限。向

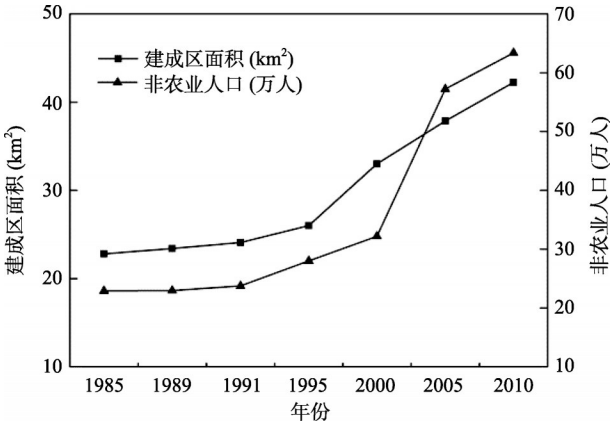


图8 天水市城市人口与建成区面积的变化图
Fig. 8 Change of population and built-up area in Tianshui City

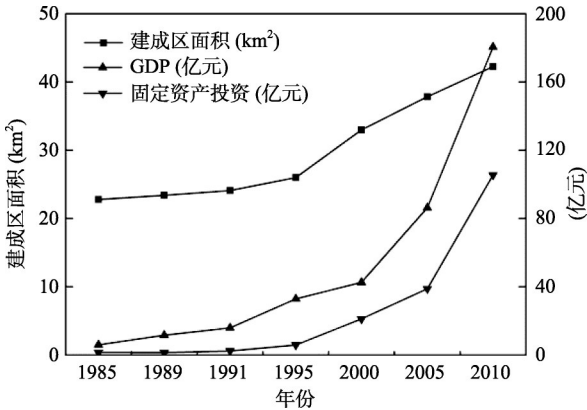


图9 天水市各项经济指标与建成区面积的变化
Fig.9 Change of economic indicators and built-up area in Tianshui City

东、向南都为山地，适宜城市建设用地只能向西、向北寻求。在城区向北 18 km 的三阳川，盆地面积 47 km²，地势平坦，可以利用。再向北 12 km，秦安县城所在葫芦河盆地有平地 24 km²。向西 30 km，甘谷至武山的渭河川道有近百平方公里的适宜用地。为了适应重点开发的需要，天水需要走出河谷，建设新区，组团发展，在更大的范围整合资源，提升城市体系的综合功能。通过高速的交通网络把秦州、麦积、三阳川、秦安县城、甘谷县城连结为一个城市圈，形成五区一体的城市体系(图 10)，聚集更多的人口和产业，成为陇东南地区的核心城市，带动整个区域的发展。

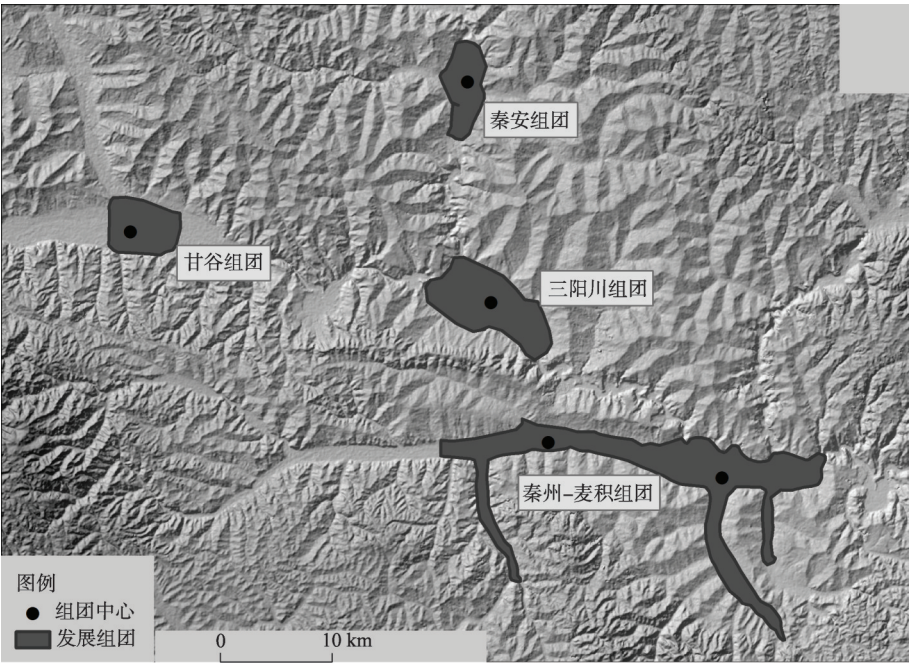


图 10 天水城市圈空间发展结构图

Fig. 10 The structure of Tianshui city circle's spatial development

6 结论

- (1) 天水作为一个典型的河谷型城市，70 多年中经历了由二点向多点分散扩展、内部填充与沿河谷延伸的空间演变过程。受“两山夹一川”的地形限制，形成了南北窄、东西长的带状格局，不同于平原型城市以同心圆外扩的模式。
- (2) 在城市扩张的初期，建设用地发生在较少的单元上，扩张强度指数 AGI 较小。其后，城市用地的空间范围扩大，AGI 的强度增加，意味着城市扩张的加速。AGI 的最大值达到 12.42%，出现在 1988-1996 年期间。1996 年以来用地扩张的单元虽在增加，但 AGI 强度下降，扩张速度趋缓。这和多数城市发展的一般过程相符。1996 年前城区人口密度一直下降，此后又开始上升。
- (3) 天水市初期扩张的动因是躲避战乱、人口和工商业的迁入；1956-1975 主要是国家实施“三线”建设，布局了一批军工和轻纺产业，促进了城市扩张，动因是国家的行政力量。1975-1996 年的转型时期，地方行政力量和市场机制共同推动了城市发展。1996 年以

来日益增长的社会需求成为城市扩张的主要动因。人口、经济的增长与城市建设用地具有较强的相关性。

(4) 天水市城市用地已趋饱和。为了适应重点开发的需要,聚集更多的人口和产业,作为有力的经济增长极带动陇东南地区的发展,天水需要走出河谷,建设新区,组团发展。通过高速的交通网络把秦州、麦积、三阳川、秦安县城、甘谷县城连结为一个城市圈,在更大的范围整合资源,提升城市体系的综合功能。

致谢: 本文是在“关天经济区—天水市空间发展战略规划研究”项目的资助下完成的,在工作中得到天水规划局的支持。参加调研与讨论的人员还有:郭晓东,马利邦,杨丽娜,李景满,在此一并致谢。

参考文献(References)

- [1] 许学强,周一星,等.城市地理学.北京:高等教育出版社,2009.70-73.
- [2] Weber C, Puissant A. Urbanization pressure and modeling of urban growth: Example of the Tunis metropolitan area. *Remote Sensing of Environment*, 2003, 86: 341-352.
- [3] Murakamia A et al. Trends in urbanization and patterns of land use in the Asian mega cities Jakarta, Bangkok, and Metro Manila. *Landscape and Urban Planning*, 2005, 70(3): 51-259.
- [4] Masek J G, Lindsay F E, Goward S N. Dynamics of urban growth in the Washington DC metropolitan area, 1973-1996, from Landsat observations. *International Journal of Remote Sensing*, 2000, 21(18): 3473-3486.
- [5] Martin H, Noah C G, Keith C C. The spatiotemporal form of urban growth: Measurement, analysis and modeling. *Remote Sensing of Environment*, 2003, 86: 286-302.
- [6] Wang Yeqiao, Zhang Xinsheng. A dynamic modeling approach to simulating socioeconomic effects on landscape changes. *Ecological Modeling*, 2001, 140: 141-162.
- [7] George Xian, Mike Crane. Assessments of urban growth in the Tampa Bay watershed using remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, 2005, 97(2): 203-215.
- [8] Mundia C N, Aniya M. Analysis of land use/cover changes and urban expansion of Nairobi city using remote sensing and GIS. *International Journal of Remote Sensing*, 2005, 26(13): 2831-2849.
- [9] 张庭伟. 1990年代中国城市空间结构的变化及其动力机制. *城市规划*, 2001, 25(7): 7-14.
- [10] 谈明洪,李秀彬,吕昌河.我国城市用地扩张的驱动力分析. *经济地理*, 2003, 23(5): 635-639.
- [11] 匡文慧,张树文,张养贞,等.1900年以来长春市土地利用空间扩张机理分析. *地理学报*, 2005, 60(5): 841-850.
- [12] 张占录.北京市城市用地扩张驱动力分析. *经济地理*, 2009, 29(7): 1182-1185.
- [13] 王冠贤,魏清泉.广州城市空间形态扩展中土地供应动力机制的作用. *热带地理*, 2002, 22(1): 43-47.
- [14] 李晓文,方精云,朴世龙.上海城市用地扩展强度、模式及其空间分异特征. *自然资源学报*, 2003, 18(4): 412-422.
- [15] 吴宏安,蒋建军,周杰,等.西安城市扩张及其驱动力分析. *地理学报*, 2005, 60(1): 143-150.
- [16] 周国华,贺艳华.长沙城市土地扩张特征及影响因素. *地理学报*, 2006, 61(11): 1171-1180.
- [17] 贺振,赵文亮,贺俊平.郑州市城市扩张遥感动态监测及驱动力分析. *地理研究*, 2011, 30(12): 2272-2280.
- [18] 曾磊,宗勇,鲁奇.保定市城市用地扩展的时空演变分析. *资源科学*, 2004, 26(4): 96-103.
- [19] 刘盛和,吴传钧.基于GIS的北京城市土地利用扩展模式. *地理学报*. 2000, 55(4): 407-415.
- [20] 杨永春,杨晓娟.1949-2005年中国河谷盆地型大城市空间扩展与土地利用结构转型:以兰州市为例. *自然资源学报*, 2009, 24(1): 37-49.
- [21] 杨永春.中国西部河谷型城市的发展与空间结构研究.兰州:兰州大学出版社,2003.
- [22] 乔林凤,杨永春,向发敏,等.1990年以来兰州市的城市空间扩展研究. *人文地理*, 2008, 23(3): 59-63.
- [23] 国家发展和改革委员会.关中—天水经济区发展规划.2009.
- [24] 国家工信部,陕西省政府,甘肃省人民政府.关中—天水经济区先进制造业基地发展规划.2011.
- [25] 成亮.西部地区河谷型城市空间发展模式研究:以天水为例.西安:西安建筑科技大学,2010.
- [26] 天水市地方志编纂委员会.天水市志.北京:方志出版社,2004.
- [27] 中国人民解放军总参谋部测绘局.天水市和北道区1:5万地形图.1956,1975.

[28] 美国地质调查局网站. <http://glovis.usgs.gov>, 2013-01-15.

[29] 方荣, 张蕊兰. 甘肃人口史. 兰州: 甘肃人民出版社, 2007.

[30] 甘肃省地方志编纂委员会. 甘肃省志: 人口志. 兰州: 甘肃文化出版社, 2001.

[31] 《新中国60年·甘肃》编委会. 新中国60年: 甘肃卷. 北京: 中国统计出版社, 2009. 643-649.

[32] 甘肃省统计局. 甘肃年鉴(2011). 北京: 中国统计出版社, 2011.

[33] 中共甘肃省委研究室. 甘肃省情. 兰州: 甘肃人民出版社, 1988.

[34] 甘肃省地方志编纂委员会. 甘肃省志第十五卷: 经济计划志. 兰州: 甘肃人民出版社, 2000.

[35] 牛叔文, 焦新德. 天水市空间发展战略规划研究. 兰州: 甘肃人民出版社, 2013.

[36] 天水市发展和改革委员会. 天水市国民经济和社会发展规划第十二个五年规划汇编(内部印刷). 2011.

Spatial-temporal characteristics and driving factors of urban land expansion of a valley city: A case study of Tianshui City in western China

ZHANG Xiufang, NIU Shuwen, FENG Xiao, WANG Wendie
(College of Earth and Environmental Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Based on topographic maps (1956 and 1975) and TM remote sensing images (1988, 1996 and 2010) in different periods, this study extracts the information of land use of urban Tianshui, western China. The Annual Growth Index (AGI) is used to examine the differentiation of urban space expansion in each period. The results show that the scale of urban land use in Tianshui city tended to expand, and the AGI firstly presented a rising trend, and then slowed down. Population density in urban areas declined before 1996, and rose since then. Its trend corresponded to AGI change. Restricted by the valley landform, the urban construction area of Tianshui expanded from two-points to multi-points, and extended along the river valley with the internal filling. Thus it forms a banded pattern that is narrow in north-south direction and long in east-west direction, which is different from the concentric expansion mode of cities on the plain. The driving factors of urban expansion are different in each period. The motivation at primary stage is the immigration and industry and commerce entering, at middle stage the administration power and market mechanism, and in the recent period the social demand brought by population growth and economic development. For the demand of further development, Tianshui should jump out of the valley, develop new urban areas and enhance the comprehensive function in Tianshui City.

Key words: valley city; spatial expansion; Annual Growth Index (AGI); driving factors; Tianshui City