

转移流视角下甘州区土地利用动态变化及空间集聚特征^①

王怡睿, 石培基*, 张学斌, 胡艳兴, 谢作轮

(西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070)

摘 要: 以甘州区为案例探讨了转移流视角下的土地利用动态变化及空间集聚特征, 以为甘州区土地利用空间布局, 湿地保护与建设提供参考。研究结果表明: 甘州区自然保留地占绝对优势, 耕地、林地、牧草地和水域比例较低, 说明后备土地资源较为充足, 具有一定发展潜力; 耕地与建设用地、牧草地之间的地类变化是该地区的主要土地利用转移地类, 耕地、牧草地和自然保留地是各地类中主要的转移流; 建设用地的活跃度不断增大, 2006—2011 年达到 3.16%, 主要原因是城市用地面积扩张, 来满足中心城区扩张的增长需求; 地类转移波动度变化主要表现为林地和水域之间的相互转换, 波动度均达到最大值 2.000 0; 各类土地利用变化的空间分布构成了以中心城区为中心, 以不断增长的建设用地为内圈, 以牧草地转为耕地这种转移地类为外圈的环形结构; 空间集聚表现出热点区域逐年增加, 有向南扩张, 沿水系展布的特征。

关键词: 土地利用; 土地转移流; 空间集聚; 甘州区

中图分类号: F 301.24

在“人口-资源-环境-发展(PRED)”复合系统中, 土地资源处于基础地位^[1]。关于土地利用/覆被变化(LUCC)的研究始于 1995 年, 在历经了近 20 年发展变化的今天, LUCC 研究始终是全球变化研究的热点之一^[2-8]。土地利用深刻地揭示了人类快速发展的生产系统与生态环境系统之间的密切关系, 至此, LUCC 的研究重点也扩展到“陆地人类与环境系统(terrestrial human-environment, T-H-E)”^[9]。土地利用变化主要有两种类型, 用途转移(或地类变更)和集约度变化^[10]。其中, 通过用途转移使某种土地类型面积增大, 以期提高土地产出, 是土地利用变化的发展方向之一。目前已有许多学者对土地利用动态变化进行了深入分析和探究, 主要表现在以下几个方面: 在遥感解译的基础上, 利用综合土地利用动态度和单一土地利用动态度等指标, 对土地利用变化特征和空间格局进行分析, 最后为土地可持续利用提供参考^[11-13]; 以土地利用变更数据为基础, 利用软件建立土地利用转移矩阵, 进一步对区域土地利用变化过程和驱动力因素等进行探究^[14-17]; 运用元胞自动机模型和 CLUE-S 模型等对土地利用时空格局进行了预测与模拟, 以期土地利用规划提供参考^[18-19]。近年来, 一些

学者引入流的观点, 运用“土地系统信息熵”来衡量土地利用的均衡性与稳定性^[20-21], 对于地类转移关系、方向属性等进行综合分析, 仍然是土地科学目前研究的重点之一。

甘州区以绿洲灌溉农业为主, 是甘肃省重要的商品粮生产基地。随着社会经济的发展、人口数量的增长, 土地供需矛盾日渐突出, 生态环境也更加脆弱。本文将“波动度”^[22]引入土地利用转移流的计算, 评价了土地利用动态变化, 分析了该地区土地利用空间集聚特征, 以期河西走廊绿洲型城镇、新丝绸之路经济带和生态城市等建设提供科学依据。

1 研究区概况及数据来源

甘州区(100°04′~100°52′E, 38°32′~39°24′N)位于甘肃省河西走廊中部张掖市(图 1), 素有“塞上江南”之称。甘州区总面积 4 240 km², 主要为温带大陆性气候, 年降水量 113~120 mm, 蒸发量 2 047 mm, 常年日照时数 3 085 h, 境内有黑河、酥油口河、大野口河和山丹河等河流贯穿而过。

本研究数据主要来源于中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云 1985 年、1995 年、2000

基金项目: 国家自然科学基金项目(41271133)资助。

* 通讯作者(xbsdspj@163.com)

作者简介: 王怡睿(1992—), 女, 甘肃天水人, 硕士研究生, 研究方向为土地利用与区域发展。E-mail: tamyshome@sina.com

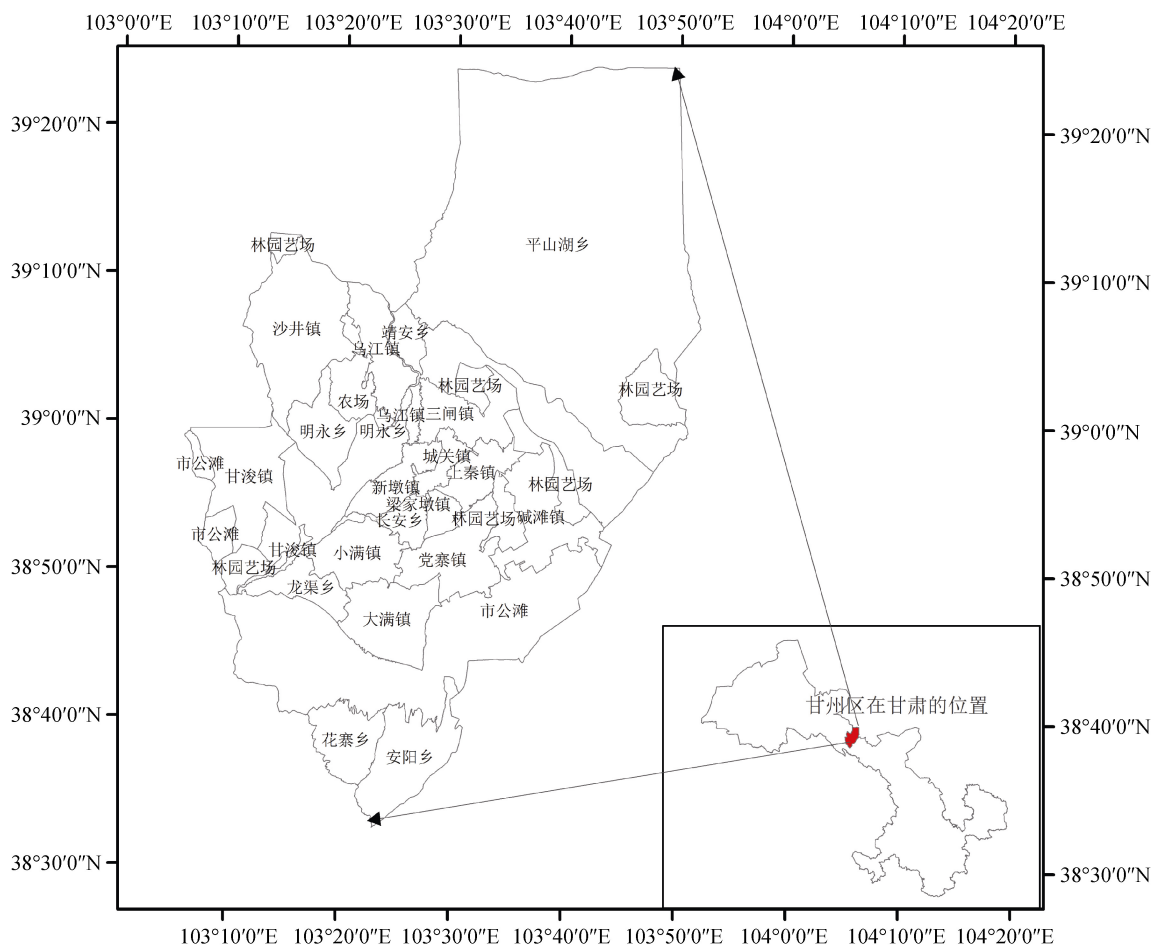


图 1 甘州区示意图

Fig. 1 Schematic diagram of Ganzhou District

年、2006 年和 2011 年 5 个时期 Landsat TM 和 ETM 卫星遥感影像。通过几何纠正、图像增强等影像处理后,用 ERDAS 软件进行人机交互解译。最后检验解译结果,总体精度达到 90% 以上,可以达到研究的基本要求。土地利用分类根据中华人民共和国土地管理行业标准——县级土地利用总体规划编制规程(TD/T 县级规程—2010),结合甘州区实际情况,将研究区内土地利用类型分为耕地、林地、牧草地、建设用地、水域、自然保留地 6 类。

2 研究方法

2.1 土地转移流

基于“物质流”的概念,将其引入土地利用动态变化的分析,定量描述土地利用类型转换的过程。对任何一种土地利用类型而言,某种地类在一定的时段内进行的土地利用用途转移经量化后即得“土地利用转移流”,是该地类参与土地利用用途转移的总量。土地利用类型由某一种目标地类转为其他地类的土地面积的变化量称作“转出流”,由其他地类转为某

一种目标地类的土地面积的变化量称作“转入流”。“转入流”与“转出流”的和即为“土地利用转移流”,“转入流”与“转出流”的差则称为“土地转移流净值”。公式^[20]为:

$$L_f = L_{in} + L_{out} \quad (1)$$

$$L_{nf} = L_{in} - L_{out} \quad (2)$$

式中: L_f 表示土地利用转移流; L_{in} 表示转入流; L_{out} 表示转出流; L_{nf} 表示土地转移流净值。其中,当 $L_{nf} > 0$ 时,表示净流入;当 $L_{nf} < 0$ 时,表示净流出。

2.2 土地利用动态度

土地利用动态度是描述不同土地利用类型在一定范围和一定时段内的面积变化的定量化指标,用来反映各种土地利用类型的变化速度,进而分析区域的空间差异^[23-26]。一般地,把土地利用动态度分为单一土地利用动态度和综合土地利用动态度。土地利用转移流的视角下,单一土地利用动态度和综合土地利用动态度公式^[20]为:

$$K_1 = \frac{L_{nf}}{S} \times T^{-1} \times 100\% \quad (3)$$

$$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^n L_{fi}}{2S_{\text{总}}} \times T^{-1} \times 100\% \quad (4)$$

式中： K_1 和 K_2 分别表示单一土地利用动态度和综合土地利用动态度； L_{nf} 为土地转移流净值； L_{fi} 为第 i 类土地利用类型的土地利用转移流； S 为某种土地利用类型研究初期的面积； $S_{\text{总}}$ 为研究区域总面积； T 为土地利用变化时段。

2.3 土地利用活跃度

土地利用动态度可以较好地衡量土地利用变化的速度,却不能反映土地系统中各种土地利用类型的稳定性和均衡性。活跃度是针对某类用地的转入、转出展开研究的,用来表达该种地类在特定时间内的稳定程度^[22]。土地利用活跃度计算公式^[20]为:

$$A = \frac{L_f}{S + L_{\text{in}}} \times T^{-1} \times 100\% \quad (5)$$

式中： A 表示土地利用活跃度； L_f 表示土地利用转移流； L_{in} 表示转入流； S 为某种土地利用类型研究初期的面积； T 为土地利用变化时段。其中， A 的值越高，说明该类地类土地利用变化越活跃；反之，说明该类地类土地利用变化越稳定。

2.4 地类转移波动度

波动度用来研究不同土地利用类型间转移的波动情况^[22]。为了更全面地了解土地利用动态变化的

情况,除了土地利用动态度和土地利用活跃度两个指标以外,又引入了表征各种地类间转移高低变化的指标,即地类转移波动度。其计算公式^[22]为:

$$C = \frac{\delta^2}{\bar{x}} \times 100\% \quad (6)$$

$$C_i = \sum_{j=1}^n C_{ij} \quad (7)$$

式中： C 是变异系数， δ^2 为标准差， \bar{x} 为均值。 C_i 为总波动度，表征某地类转换为其他地类的波动情况； C_{ij} 表示变异系数矩阵中第 i 行第 j 列用途转换的变异系数。其中， C 是衡量地类转换的一个统计量，能够很好地反映地类转换过程中的波动度，其值越大，说明波动性越大，对某种地类而言，转换为其他地类的可能性就越大；其值越小，说明波动性越小，该地类就越稳定。

3 结果与分析

3.1 土地利用空间分布特征

研究期间甘州区土地利用结构变化呈现出总体较为稳定，个别地类数量变化缓慢起伏的发展趋势：建设用地和林地分布呈团块状；牧草地沿水系带状分布；耕地和自然保留地以片状分布；水域分布呈现带状(图 2)。其中，自然保留地面积所占比例最大，耕地和牧草地次之，建设用地、林地和水域面积所占比例均很小(表 1)。

表 1 不同时期甘州区土地利用分布及结构变化
Table 1 Land use types and changes in Ganzhou District in different periods

地类	1985 年		1995 年		2000 年		2006 年		2011 年		2011—1985 年 增(+)减(-) (hm ²)
	面积 (hm ²)	比重 (%)	面积 (hm ²)	比重 (%)	面积 (hm ²)	比重 (%)	面积 (hm ²)	比重 (%)	面积 (hm ²)	比重 (%)	
耕地	890.71	24.34	895.65	24.47	998.97	27.29	1 017.55	27.80	1 112.91	30.41	222.20
建设用地	92.03	2.51	100.07	2.73	109.96	3.00	121.28	3.31	144.01	3.93	51.98
林地	84.85	2.32	84.03	2.30	80.52	2.20	82.06	2.24	96.01	2.62	11.16
牧草地	798.02	21.80	790.55	21.60	704.86	19.26	706.65	19.31	684.06	18.69	-113.96
水域	136.48	3.73	136.35	3.73	122.45	3.35	121.00	3.31	112.95	3.09	-23.53
自然保留地	1 658.08	45.30	1 653.52	45.18	1 643.41	44.90	1 611.63	44.03	1 510.23	41.26	-147.85

近 30 年耕地面积连续增长，比重不断增大，是国家“保护基本农田”政策实施及河西走廊商品粮基地建设的结果。建设用地面积也呈现出持续增长的状况，表现中心城区不断扩张，用地面积增加。林地面积总体增大，主要原因是政府落实退耕还林还草政策，使林地数量增加、质量提高。牧草地面积连续减少，这与人类活动、城市扩张息息相关。水域面积不断减少，很可能受人类侵占河道等行为活动的影响。自然保留地在所有土地利用类型中所占比例最大，但比例连年降低，是因为建设用地占用自然保留地，开

发耕地，土地需求不断增大，加之实施生态退耕还林还草政策。

3.2 土地利用动态变化特征

3.2.1 土地利用转移流 计算研究时段内甘州区土地利用变化数值(表 2)，再利用 ArcGIS9.3 软件计算土地利用转移矩阵(表 3)，结果表明不同地类之间转移流数值差异较大，主要表现为耕地、牧草地和自然保留地的转移流较大且增减变化明显，建设用地、林地和水域的转移流均很小且变化幅度较小；不同时段内同种地类的转移流数值也表现出很大的不同，在

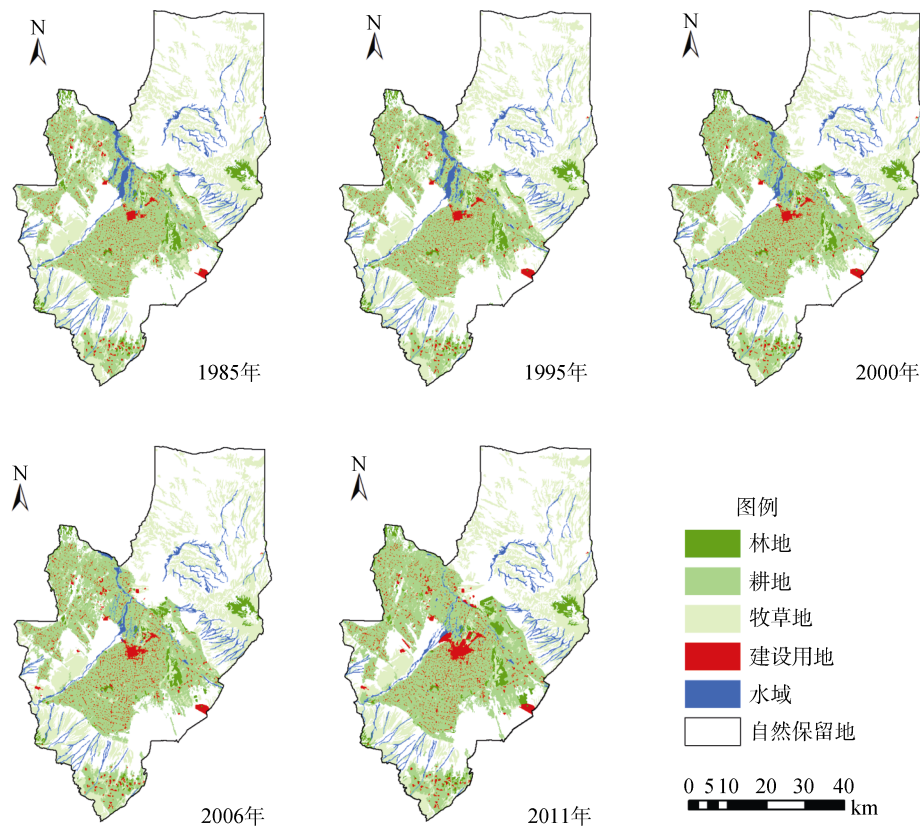


图 2 不同时期甘州区土地利用空间分布格局

Fig. 2 Spatial distributions of land use patterns in Ganzhou District in different periods

表 2 不同时期甘州区土地利用动态变化

Table 2 Land use dynamic changes in Ganzhou District in different periods

地类	年份	转入流(hm ²)	转出流(hm ²)	转移流(hm ²)	转移流净值(hm ²)	累计贡献率(%)	单一动态度(%)	活跃度(%)
耕地	1985—1995	16.15	11.21	27.36	4.94	39.64	0.06	0.30
	1995—2000	115.13	11.81	126.94	103.32	40.14	2.31	2.51
	2000—2006	27.10	8.52	35.62	18.58	35.99	0.31	0.58
	2006—2011	120.40	25.04	145.44	95.36	34.04	1.87	2.56
	1985—2011	265.75	43.55	309.30	222.20	38.30	0.96	1.03
建设用地	1985—1995	8.04	0.00	8.04	8.04	11.65	0.87	0.80
	1995—2000	9.90	0.01	9.91	9.89	3.13	1.98	1.80
	2000—2006	11.33	0.01	11.34	11.32	11.46	1.72	1.56
	2006—2011	22.76	0.03	22.79	22.73	5.33	3.75	3.16
	1985—2011	51.98	0.00	51.98	51.98	6.44	2.17	1.39
林地	1985—1995	1.56	2.38	3.94	-0.82	5.71	-0.10	0.46
	1995—2000	4.50	8.01	12.51	-3.51	3.96	-0.84	2.83
	2000—2006	2.84	1.30	4.14	1.54	4.18	0.32	0.83
	2006—2011	21.52	7.57	29.09	13.95	6.81	3.40	5.62
	1985—2011	27.29	16.13	43.42	11.16	5.38	0.51	1.49
牧草地	1985—1995	6.74	14.21	20.95	-7.47	30.35	-0.09	0.26
	1995—2000	15.21	100.90	116.11	-85.69	36.72	-2.17	2.88
	2000—2006	7.63	5.84	13.47	1.79	13.61	0.04	0.32
	2006—2011	26.76	49.35	76.11	-22.59	17.81	-0.64	2.08
	1985—2011	36.50	150.46	186.96	-113.96	23.15	-0.55	0.86

续表								
地类	年份	转入流(hm ²)	转出流(hm ²)	转移流(hm ²)	转移流净值(hm ²)	累计贡献率(%)	单一动态度(%)	活跃度(%)
水域	1985—1995	0.07	0.20	0.27	-0.13	0.39	-0.01	0.02
	1995—2000	0.88	14.78	15.66	-13.90	4.95	-2.04	2.28
	2000—2006	0.42	1.87	2.29	-1.45	2.31	-0.20	0.31
	2006—2011	10.57	18.62	29.19	-8.05	6.83	-1.33	4.44
	1985—2011	10.89	34.42	45.31	-23.53	5.61	-0.66	1.18
自然保留地	1985—1995	1.95	6.51	8.46	-4.56	12.26	-0.03	0.05
	1995—2000	12.49	22.60	35.09	-10.11	11.10	-0.12	0.42
	2000—2006	0.17	31.95	32.12	-31.78	32.45	-0.32	0.33
	2006—2011	11.65	113.05	124.70	-101.40	29.18	-1.26	1.54
	1985—2011	11.34	159.19	170.53	-147.85	21.12	-0.34	0.39

表 3 不同时期甘州区土地利用转移矩阵(hm²)
Table 3 Transfer matrix of land use in Ganzhou District in different periods

年份	类型	耕地	建设用地	林地	牧草地	水域	自然保留地	总计
1985—1995	耕地	879.50	5.43	1.49	2.90	0.07	1.32	890.71
	建设用地	0.00	92.03	0.00	0.00	0.00	0.00	92.03
	林地	2.16	0.00	82.47	0.12	0.00	0.10	84.85
	牧草地	12.33	1.38	0.07	783.81	0.00	0.43	798.02
	水域	0.08	0.00	0.00	0.02	136.28	0.10	136.48
	自然保留地	1.58	1.23	0.00	3.70	0.00	1 651.57	1 658.08
	总计	895.65	100.07	84.03	790.55	136.35	1 653.52	3 660.17
1995—2000	耕地	883.84	7.68	0.15	3.33	0.52	0.13	895.65
	建设用地	0.01	100.06	0.00	0.00	0.00	0.00	100.07
	林地	1.93	0.32	76.02	5.45	0.00	0.31	84.03
	牧草地	84.25	1.39	2.97	689.65	0.24	12.05	790.55
	水域	14.72	0.06	0.00	0.00	121.57	0.00	136.35
	自然保留地	14.22	0.45	1.38	6.43	0.12	1 630.92	1 653.52
	总计	998.97	109.96	80.52	704.86	122.45	1 643.41	3 660.17
2000—2006	耕地	990.45	6.93	0.23	1.06	0.14	0.16	998.97
	建设用地	0.00	109.95	0.00	0.00	0.00	0.01	109.96
	林地	1.28	0.02	79.22	0.00	0.00	0.00	80.52
	牧草地	3.40	2.30	0.06	699.02	0.08	0.00	704.86
	水域	1.85	0.02	0.00	0.00	120.58	0.00	122.45
	自然保留地	20.57	2.06	2.55	6.57	0.20	1 611.46	1643.41
	总计	1 017.55	121.28	82.06	706.65	121.00	1 611.63	3 660.17
2006—2011	耕地	992.51	11.88	1.47	6.21	1.46	4.02	1017.55
	建设用地	0.03	121.25	0.00	0.00	0.00	0.00	121.28
	林地	5.19	0.45	74.49	1.89	0.01	0.03	82.06
	牧草地	36.34	2.59	5.76	657.30	0.97	3.69	706.65
	水域	13.50	0.47	0.22	0.52	102.38	3.91	121.00
	自然保留地	65.34	7.37	14.07	18.14	8.13	1 498.58	1 611.63
	总计	1 112.91	144.01	96.01	684.06	112.95	1 510.23	3 660.17
1985—2011	耕地	847.16	31.41	1.77	5.88	1.61	2.88	890.71
	建设用地	0.00	92.03	0.00	0.00	0.00	0.00	92.03
	林地	10.14	0.90	68.72	4.80	0.02	0.27	84.85
	牧草地	127.10	7.78	10.11	647.56	1.23	4.24	798.02
	水域	29.04	0.59	0.22	0.62	102.06	3.95	136.48
	自然保留地	99.47	11.30	15.19	25.20	8.03	1 498.89	1 658.08
	总计	1 112.91	144.01	96.01	684.06	112.95	1 510.23	3 660.17

5 个研究时段内,耕地、林地和水域的累计贡献率较为稳定;建设用地的累计贡献率表现出高(11.65%)—低(3.13%)—高(11.46%)—低(5.33%)—低(6.44%);牧草地和自然保留地的累计贡献率都稳定地保持在 10% ~ 35%。

3.2.2 土地利用转移流净值 1985—2011 年,耕地增加 222.20 hm^2 , 占总面积比重由 24.47% 增为 30.41%;建设用地增加 51.98 hm^2 , 占总面积比重由 2.73% 增为 3.93%;林地增加 11.16 hm^2 , 占总面积比重由 2.30% 增为 2.62%;牧草地减少 113.96 hm^2 , 占总面积比重由 21.60% 降为 18.69%;水域减少 23.53 hm^2 , 占总面积比重由 3.73% 降为 3.09%;自然保留地减少 147.85 hm^2 , 占总面积比重由 45.18% 降为 41.26% (图 3)。在各研究时段内,建设用地持续增加,自然保留地不断减少,其他用地类型增减变化不同。变化幅度较大的是 1995—2000 年和 2006—2011 年这两个变化时段:1995—2000 年显著变化于耕地的大幅增加和牧草地的大幅减少,2006—2011 年主要变化的是耕地的持续增加和自然保留地的大量减少,政府进行了《甘肃省耕地质量管理办法》、《甘州区农业综合开发土地治理项目》、《甘州区土地整理开发复垦项目》等一系列重点措施和实施项目,到 2011 年底共增加耕地面积 95.36 hm^2 。

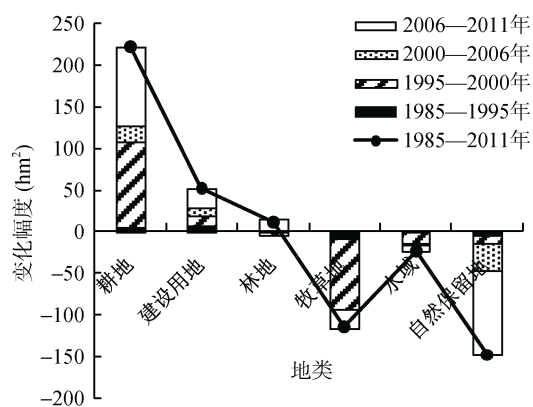


图 3 不同时期甘州区土地转移流净值

Fig. 3 Net flows of land use transfer in Ganzhou District in different periods

3.2.3 土地利用动态度 研究期间,各种地类单一土地利用动态度的变化差异较大,较为明显的是 1995—2000 年和 2006—2011 年(图 4)。1995—2000 年,耕地为 2.31%,建设用地为 1.98%,林地为 -0.84%,牧草地为 -2.17%,水域为 -2.04%,自然保留地为 -0.12%,此时段各地类单一动态度大幅度变化,耕地和建设用地动态度快速增加,而其他地类动态度则表现出大规模减少。2006—2011 年,耕地为 1.87%,建

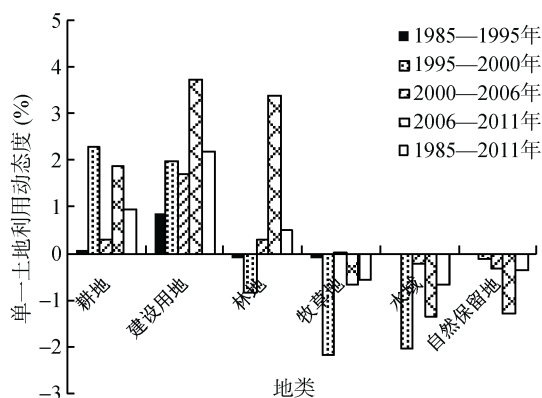


图 4 不同时期甘州区各土地利用单一动态度

Fig. 4 Single dynamic degrees of land use in Ganzhou District in different periods

设用地为 3.75%,林地为 3.40%,牧草地为 -0.64%,水域为 -1.33%,自然保留地为 -1.26%,此时段建设用地和林地变化显著,单一动态度达到历次研究时段变化新高,自然保留地单一动态度降到最低值。综合土地利用动态度在 1985—1995 年最低(0.09%),然后在 1995—2000 年增加到 0.86%,而后又降低到 0.23%,在 2006—2011 年达到最高值 1.17%,近 30 年尺度上其综合动态度为 0.42%,变化呈现出阶段性。

3.2.4 土地利用活跃度 为了从稳定性和均衡性的角度来评价土地利用动态变化,对研究时段内的土地利用活跃度变化作以分析(图 5)。1985—2011 年,甘州区自然保留地的活跃度最小(0.39%),其他均在 1% 左右:耕地 1.03%、建设用地 1.39%、林地 1.49%、牧草地 0.86%、水域 1.18%。表明 26 年总研究尺度上,土地利用变化对建设用地和林地的影响较大。1985—1995 年,各地类土地利用活跃度普遍较低,最高值是建设用地,活跃度也仅仅达到 0.80%,最低值是水域活跃度 0.02%,说明该时段各种地类土地利用动态变化不大,都较为稳定,地类之间转移较少。1995—2000 年,除了自然保留地活跃度 0.42% 较低以外,其他地类平均活跃度将近达到 2.50%,说明此期间大部分地类土地利用较为活跃。2000—2006 年,只有建设用地活跃度 1.58% 较高,其他地类均在 1% 以下,因此该时段各地类总体活跃度并不高。2006—2011 年的地类活跃度是所有研究时段里最高的,地类之间转换最为明显,各地类最不稳定,地类活跃度的最高值是林地(5.62%),最低值是自然保留地(1.54%)。

综上所述,建设用地活跃度一直处于较高水平,主要原因是城市用地面积扩张,来满足中心城区扩张的增长需求。另外,可能与地方经济发展速度高度相关,自西部大开发战略实施以来,居民收入的增加、

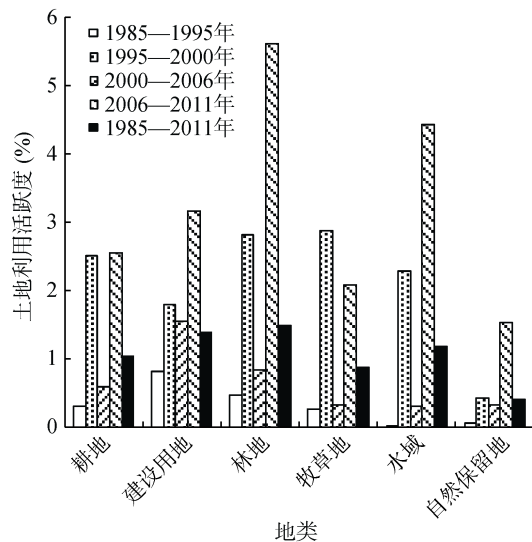


图 5 不同时期甘州区土地利用活跃度变化
Fig. 5 Activity changes of land use in Ganzhou District in different periods

农村居民点的扩张、新兴工业园区的扩建等，也使建设用地需求大大增加，活跃度大幅提高。2006—2011 年各地类活跃度明显高于其他研究时段，主要是因为经济发展迅速，新农村建设效果明显，兰新高铁的全线贯通等都带动了土地开发项目的大量实施，地方政府加强耕地保护，积极有序地开发自然保留地。

3.2.5 地类转移波动度 依照土地利用转移矩阵，建立了各用地类型变异系数矩阵，用来分析地类转移的波动情况(表 4)。其中，水域转为林地和林地转为水域这 3 种地类转换的波动度较为强烈，均达到变异系数矩阵的最大值 2.000 0，说明水域的波动度较大，总波动度达到了最大值 8.472 5。变异系数矩阵中较小值是牧草地转为建设用地的变异系数为 0.325 5，耕地转为建设用地的变异系数为 0.346 3，建设用地的总波动度也是各地类中的最低值 3.414 2，说明建设用地的波动最为缓慢，土地利用动态变化较为稳定。

表 4 甘州区各用地类型变异系数矩阵
Table 4 Variation coefficient matrix of land use types in Ganzhou District

源地类	耕地	建设用地	林地	牧草地	水域	自然保留地	总波动度	标准化值
耕地	0.000 0	0.346 3	0.892 9	0.631 4	1.168 3	1.296 9	4.335 8	0.126 4
建设用地	1.414 2	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	2.000 0	3.414 2	0.099 5
林地	0.659 2	1.129 4	0.000 0	1.362 7	2.000 0	1.270 6	6.421 9	0.187 2
牧草地	1.062 9	0.325 5	1.233 2	0.000 0	1.373 8	1.382 0	5.377 4	0.156 7
水域	1.013 6	1.622 3	2.000 0	1.902 5	0.000 0	1.934 1	8.472 5	0.246 9
自然保留地	1.091 5	1.127 4	1.436 6	0.737 5	1.899 4	0.000 0	6.292 5	0.183 4

3.3 土地系统空间变化特征

3.3.1 主要土地利用转移流空间分布特征 利用不同地类之间的转换情况，结合 GIS 中的空间叠置分析方法，对甘州区不同时期的土地利用变化的主要地类的空间分布进行了分析(图 6)，发现不同区域的地类转移呈现出“总体不变，略有差异”的变化趋势。1985—1995 年牧草地转为耕地的范围较大，主要集中于沙井镇、三闸镇、碱滩镇、党寨镇、大满镇、甘浚镇、龙渠乡和靖安乡；1995—2000 年主要是牧草地转为耕地，主要集中于沙井镇、三闸镇、碱滩镇、党寨镇、大满镇、甘浚镇和龙渠乡；2000—2006 年地类转换不明显，土地利用变化幅度较小，有效识别该时期空间集聚能力较为困难；2006—2011 年耕地转为建设用地和牧草地转为耕地这两种地类转换范围较大，第一类主要分布在靠近中心城区的新墩镇、城关镇、上秦镇、梁家墩镇和长安乡，第二类主要分布在距离中心城区较远，具备一定灌溉条件的沙井镇、碱滩镇、小满镇和安阳乡；26 年尺度上主要表现为靠近中心城区的区域由耕地转换为建设用地，建设用地显著增加，外围是大量自然条件较好的边缘区

域由牧草地转化为耕地，整体形成了环形圈层的空间分布结构。

3.3.2 土地系统空间集聚特征 利用密度制图法，对不同时段研究区域的变化面积进行空间异质性分析(图 7)，各时期土地利用变化表现出大致相似的重点区域和差异较大的变化面积密度。在 5 个时间段内的热点区域都呈现出斑点状分布，且热点范围逐渐扩大，有向南扩张的特点，热点区域均集中在沿水系展布的乡镇中心镇区附近，充分体现了土地利用变化对城市发展的趋向作用和重要影响。总体来看，在 26 年尺度上甘州区变化面积密度值最高(7.629 52)；2006—2011 年的变化面积密度值较高(7.529 09)，其他时段均在 4.500 00 以下，主要原因是近年来中心城区面积不断增大，建设用地需求加大，可能与土地利用空间管制和土地节约集约利用等也有密切关系。

4 结论

1) 1985 年以来甘州区的空间分布格局未发生显著改变。耕地、林地、牧草地和水域比例较低。自然保留地面积占绝对优势，占土地利用总面积的 40%

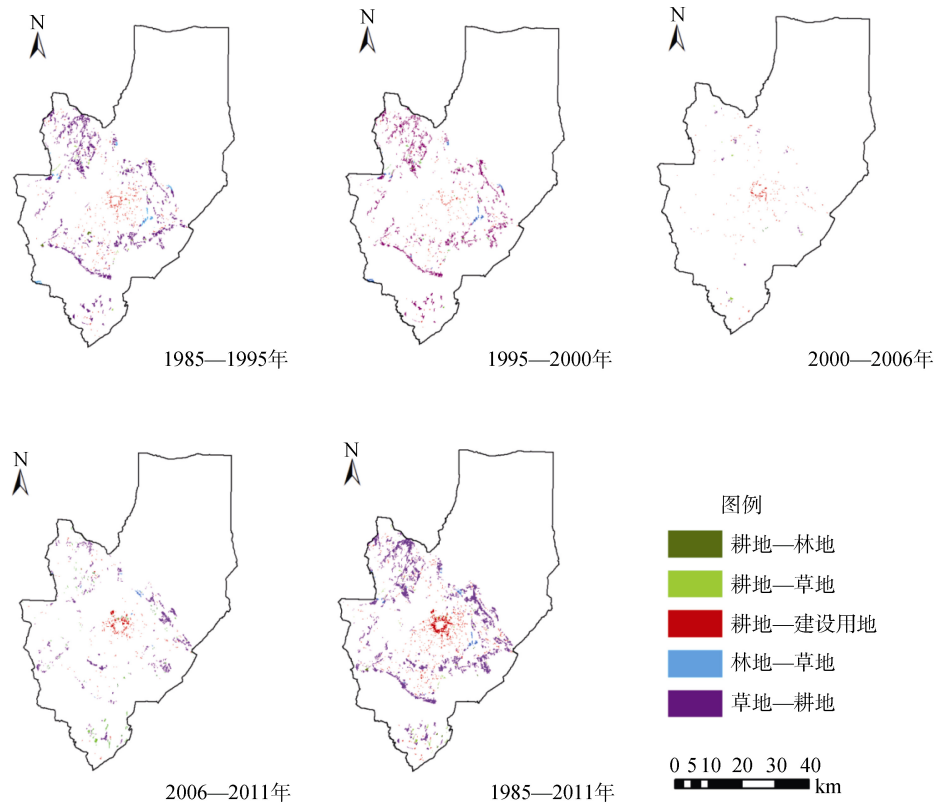


图 6 不同时期甘州区主要土地利用转移流空间分布图

Fig. 6 Spatial distributions of change flows of key land uses in Ganzhou District in different periods

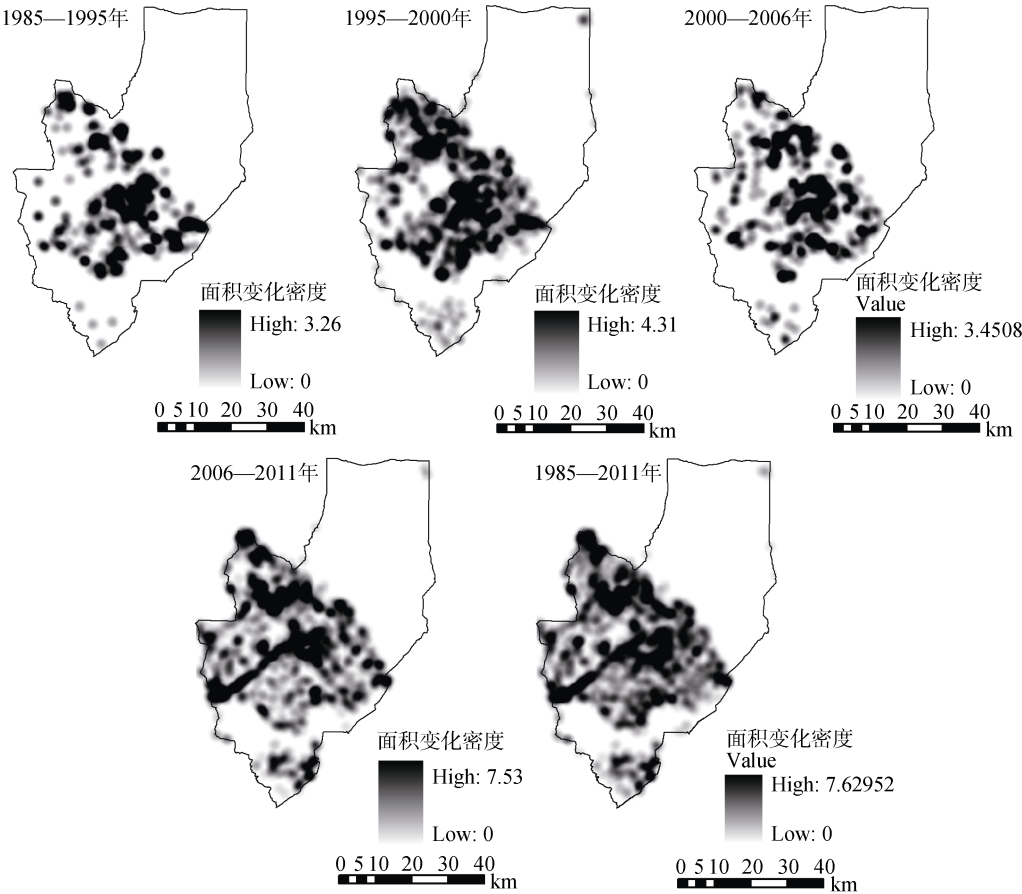


图 7 不同时期甘州区土地系统空间集聚特征(面积变化密度单位: hm^2/km^2)

Fig. 7 Spatial agglomeration of land use change in Ganzhou District in different periods

以上,说明该地区后备土地资源较为充足,发展潜力较大。建设用地的增加说明中心城区用地面积不断扩张,耕地的持续增加则表明甘州区严格落实国家“占补平衡”、“占一补一”的土地政策取得的显著成效,也为河西走廊商品粮基地建设提供保障。

2) 耕地与建设用地、牧草地之间的地类变化是甘州区主要的土地利用转移地类。其中,耕地和牧草地的历年累计贡献率最高分别达到40.14%、36.72%。

3) 耕地、牧草地和自然保留地是各地类中主要的转移流。1985—2011年,耕地、牧草地和自然保留地的转移流分别为309.30、186.96、170.53 hm^2 ,占转移流比重最高。

4) 不同时期各地类的土地利用活跃度差异较大。建设用地的活跃度不断增大,2006—2011年达到3.16%,主要原因是城市用地面积扩张,来满足中心城区扩张的增长需求。2006—2011年各地类活跃度明显高于其他研究时段,主要是因为经济发展迅速,新农村建设效果明显,兰新高铁的全线贯通等都带动了土地开发项目的大量实施,地方政府加强耕地保护,积极有序地开发自然保留地。

5) 土地系统中地类转移波动度变化主要表现为林地和水域之间的相互转换,波动度均达到最大值2.0000,水域的总波动度最大,说明水域对土地系统的扰动作用最强。

6) 近30年来,各类土地利用变化的空间分布呈现出以中心城区为中心,以不断增长的建设用地为内圈,以牧草地转为耕地这种转移地类为外圈的环形结构;空间集聚表现出热点区域逐年增加,有向南扩张,沿水系展布的特征。

5 讨论

1) 土地利用空间分布特征的发展建议。对于甘州区在26年尺度上土地利用空间分布形成的环形圈层结构,从城市区域发展的角度来说,中心城区迅速扩张,甘州区农村居民点调整,向中心村集中,有序的推进了城乡增减挂钩。根据甘州区土地系统的稳定性,应适度开发,因地制宜,提高用地效率,在绿洲外围构建防护林带,合理保护生态安全,为甘州区搭建生态屏障,使甘州区成为干旱区生态型城市的典范。

2) 土地利用空间集聚特征的产生及空间变化原因。不同时期的甘州区土地变化存在不同的热点区

域,且热点区域集中在沿水系展布的乡镇中心镇区附近,以中心镇区为中心向外扩散,变化面积密度值越来越低,这与距离衰减规律^[27]和空间集聚效应完全相符。距离衰减规律广泛应用于基于“流”思想的交通、旅游等方面^[28],关于土地利用转移流的研究也可以借鉴。另外,杜能农业区位论的思想正是土地利用变化的重要依据,如何将区位论思想更好的与甘州区的空间功能布局结合,也是亟待考虑的问题之一。

3) 湿地开发与建设。甘州区作为干旱内陆河流域的典型绿洲城市,如何合理有效地利用湿地显得尤为重要。湿地周边分布着耕地和荒地,湿地周边的土地储备开发可以解决建设用地不足,扩大城市规模,使城市资源得到最大限度的合理利用。同时,湿地是人类重要的生态系统之一,应保护湿地资源的可持续利用和生物多样性,维护生态平衡。

参考文献：

- [1] 张新长,潘琼,赵元. 土地利用的时空结构分异研究[J]. 经济地理, 2005, 25 (2): 189-193
- [2] 路云阁,蔡运龙,许月卿. 走向土地变化科学——土地利用/覆被变化研究的新进展[J]. 中国土地科学, 2006, 20 (1): 55-61
- [3] 刘彦随,陈百明. 中国可持续发展问题与土地利用/覆被变化研究[J]. 地理研究, 2002, 21 (3): 324-330
- [4] 后立胜,蔡运龙. 土地利用/覆被变化研究的实质分析与进展评述[J]. 地理科学进展, 2004, 23 (6): 96-104
- [5] Karl T R, Knight R W, Lummer N P. Trends in the high-frequency climate variability in the twentieth century[J]. Nature, 1995, 377: 217-220
- [6] Ramankutty N, Foley J A. Estimating historical change in global land cover: Croplands from 1700 to 1992[J]. Global Biogeochemical Cycles, 1999, 13 (4): 997-1027
- [7] Lambin E F, Geist H J, Lepers E. Dynamic of land-use and land-cover change in tropical regions[J]. Annual Review of Environment and Resources, 2003, 28: 205-241
- [8] Lambin E F, Turner B L, Geist H J. Global environment change: moving beyond the myths[J]. Global Environment Change, 2011, 11(4): 263-268
- [9] Ojima D, Lavorel S, Graumich L, Moran E. Terrestrial human environment systems: The future of land research in IGBP II [J]. I Global Change Newsletter Issue, 2002, (50): 11-15
- [10] 李秀彬. 土地利用变化的解释[J]. 地理科学进展, 2002, 21(3): 195-203
- [11] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等. 迟文峰. 20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报, 2014, 69(1): 3-14

占补平衡：是新《土地管理法》确定的一项耕地保护的基本制度，按照“占多少，垦多少”的原则，建设单位必须补充相应的耕地，以保证耕地不减少。

占一补一：是指非农业建设经过批准占用耕地的，按照“占多少，垦多少”的原则，补充与所占耕地数量和质量相当的耕地。

- [12] 颉耀文, 弥沛峰, 田菲. 近 50 年甘肃省张掖市甘州区绿洲时空变化过程[J]. 生态学杂志, 2014, 33(1): 198–205
- [13] 杨依天, 郑度, 张雪芹, 等. 1980—2010 年和田绿洲土地利用空间耦合及其环境效应[J]. 地理学报, 2013, 68(6): 813–824
- [14] 马晴, 李丁, 廖杰, 等. 疏勒河中下游绿洲土地利用变化及其驱动力分析[J]. 经济地理, 2014, 34(1): 148–154
- [15] 李传哲, 于福亮, 刘佳, 等. 近 20 年来黑河干流中游地区土地利用/覆被变化及驱动力定量研究[J]. 自然资源学报, 2011, 26(3): 353–363
- [16] 陈忠升, 陈亚宁, 李卫红. 新疆和田河流域土地利用/覆被变化及其驱动力分析[J]. 中国沙漠, 2010, 30(2): 326–333
- [17] 姜和震, 杨胜天, 周秋文, 等. 延河流域 2000—2010 年土地利用/覆盖变化及驱动力分析[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(4): 15–21
- [18] 邓辉, 何政伟, 陈晔, 等. 四川盆地大都市边缘区土地利用时空格局模拟——以资阳市雁江区为例[J]. 地理科学, 2013, 33 (12): 1524–1530
- [19] 宇林军, 孙丹峰, 彭仲仁, 等. 基于局部化转换规则的元胞自动机土地利用模型[J]. 地理研究, 2013, 32(4): 671–682
- [20] 马彩虹, 任志远, 李小燕. 黄土台塬区土地利用转移流及空间集聚特征分析[J]. 地理学报, 2013, 68(2): 257–267
- [21] 汪建珍, 卢李朋, 赵锐锋, 等. 基于土地转移流的干旱区河谷城市土地系统稳定性评价[J]. 经济地理, 2014, 34(4): 153–158
- [22] 刘明皓, 王耀兴. 基于“源”“汇”理念的土地利用动态变化分析——以重庆市主城区为例[J]. 地理与地理信息科学, 2013, 29 (3): 86–91
- [23] 宋开山, 刘殿伟, 王宗明, 等. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力[J]. 地理学报, 2008, 63(1): 93–104
- [24] 张丽, 杨国范, 刘吉平. 1986—2012 年抚顺市土地利用动态变化及热点分析[J]. 地理科学, 2014, 34(2): 185–191
- [25] 吴琳娜, 杨胜天, 刘晓燕, 等. 1976 年以来北洛河流域土地利用变化对人类活动程度的响应[J]. 地理学报, 2014, 69(1): 54–63
- [26] 刘纪远, 布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究——基于卫星遥感数据[J]. 第四纪研究, 2000, 20(3): 229–239
- [27] 彭连清. 我国区域经济增长溢出效应研究：一个理解区域经济差距的新视角[M]. 北京：经济科学出版社. 2009: 233
- [28] 吴晋峰, 包浩生. 旅游流距离衰减现象演绎研究[J]. 人文地理, 2005, 20(2): 62–65

Land Use Dynamic Change and Spatial Agglomeration in Ganzhou District from the Perspective of Land Use Change Flow

WANG Yirui, SHI Peiji*, ZHANG Xuebin, HU Yanxing, XIE Zuolun

(College of Geographic and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: This paper studied land use dynamic change and its spatial agglomeration in Ganzhou District from the perspective of land use change flow in order to provide instruction for land use spatial distribution of Ganzhou District, wetland protection and construction. The results showed that the proportion of natural reserved land was predominant in Ganzhou District, however, those of cultivated land, forestry land and grassland were very low, showed a large potential in reserved land resources for development available. The land use change of cultivated land, construction land and grassland played the important roles in land use change of Ganzhou District; the main land use change flows were cultivated land, grassland and natural reserved land. The activity of construction land increased constantly to 3.16% at the end of 2011, which was attributed to urban land expansion. The volatility of land use change happened mainly in the conversion between waters and forestry land, which reached 2.000 0. The spatial distribution of land use change types composed a ring structure in the study area, which consisted of built-up region as the center, continued growing construction land as the inner ring, and converted grassland into cultivated land as the outer class. The spatial agglomeration of Ganzhou District revealed that the regions with a high land change rates were growing in number, expanded to south and overspread along the town and the river. The above results show that land use dynamic change and its spstial agglomeration are supplementary information in land use aspects of Ganzhou District, can be used to develop sustainably better.

Key words: Land use; Land use change flow; Spatial agglomeration; Ganzhou District