

重庆市主城区 1986 - 2007 年用地时空 演化特征分析

彭月, 何丙辉*

(1. 西南大学资源环境学院, 重庆 400715; 2. 重庆市林业科学研究院, 重庆 400036;
3. 西南大学农业资源利用博士后科研流动站, 重庆 400715)

摘要: 本文以重庆市主城区为例, 通过 GIS 构建城市用地变化模型对重庆市城市用地 20 年来的时空演变规律进行了分析, 分别对其城市土地利用程度、城市用地多样性和城市用地重心变化进行了评价, 并考虑人口和海拔因素, 讨论了重庆市城市用地发展的主要特点。结果表明: (1) 重庆市主城区城市用地中耕地面积最多, 其次是林地, 城市景观所占比例较轻。2000 - 2007 年城市用地变化速率最强, 耕地先增后减, 林地先减后增, 建设用地、水体和草地持续增加。(2) 城市用地类型间转化关系反映区域内相应人为活动: 1986 - 1995 年, 研究区有较多的毁林造田、毁草造田等农业开垦活动, 城市化进程缓慢; 1995 - 2000 年, 毁林造田、毁草造田等活动减轻, 城市化扩张加快; 2000 - 2007 年, 研究区的城市化进程剧烈。三峡工程蓄水对区域用地影响明显, 淹没低海拔的部分地类。研究区的退耕还林、退耕还草等森林工程效果显著。(3) 1986 - 2007 年, 耕地和林地重心迁移规律相反, 二者关系紧密。未来的城市建设用地的重心偏向于北部的“两江新区”。城市土地利用程度逐渐加剧, 北部土地利用程度更剧烈。城市用地类型多样化程度增加, 城市用地类型多样化分布表现为东低西高, 建设用地对区域城市用地类型多样化影响显著。(4) 城市用地变化受城镇人口和海拔影响明显, 城镇人口的增加, 加剧了城市土地利用程度和结构的多样化; 重庆主城区受地势影响明显, 城市用地变化集中在低海拔的槽地和平坝区, 导致研究区形成多个城市核心, 呈“汤圆”散状分布。

关键词: 城市用地; 时空演化; 重庆市; 主城区

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2012.00635

1 引言

城市作为一种人工环境, 是地表景观动态变化最快的类型之一^[1]。城市化通常指农业人口转化为城市人口的过程^[2], 目前, 我国城市化进程已进入加速阶段^[3-7]。同时, 在我国的各大中城市里不断地出现一系列不合理的城市空间结构, 从而导致不合理的城市用地开发, 引起了新一轮的不合理的城市土地利用^[8-9]。不合理的城市用地方式使得本来就有限的城市土地资源更为紧张。如何在有限的资源条件下做到城市用地的可持续发展已成为城市化进程中的一个重要课题。山地城市是山地居民生活的重要场所, 也是山地地区经济与文化发

展的重要基础。山地城市往往自身生态环境脆弱, 地理条件特殊, 再加上快速的经济的发展使得城市的污染比平原城市、海滨城市严重, 资源消耗不断加大, 山地环境承受的压力也越来越大^[10]。山地城市的用地变化体现出其独具有的一些特征^[11]。

重庆市主城区是重庆市政治与经济中心, 这里地形复杂、地势多样, 是典型的山地城市。1997 年成为直辖市后, 伴随着城市化的快速发展, 重庆市的城市用地变化更为显著。随着国家建设的迅速发展、三峡水库的建成和库区移民迁建等活动的影响, 人地矛盾显得更加突出: 城市建设、工业交通的快速发展, 将占用大量土地, 土地供需矛盾更加尖锐, 这些问题在主城区将体现得更为突出。因此,

收稿日期: 2012-06-07; **修回日期:** 2012-09-13.

基金项目: 国家林业公益专项(201004039); 重庆市科委基本业务专项(BB1002); 西南大学博士后启动基金(207178); 中央财政林业科技推广项目资助(AB1101)。

作者简介: 彭月(1978-), 男, 湖南省湘西人, 林业高级工程师, 博士后, 从事应用生态学研究。

E-mail: colorwind110@163.com

* **通讯作者:** 何丙辉(1966-), 男, 教授, 从事土壤侵蚀与水土保持、森林培育与林业生态工程学研究。

E-mail: hebinghui@swu.edu.cn

探讨城市用地的演化规律,合理评价城市用地现状可推动城市的持续健康发展^[12-13]。本文以地理信息系统技术为支撑,对 1986 年以来的重庆市主城区城市用地的动态过程与演化规律进行了分析,同时从城市土地利用程度、城市土地类型多样化与城市用地重心等,对 1986、1995、2000 和 2007 年 4 个时期城市用地进行了综合评价。

2 研究区地理背景与数据源

重庆市位于 $105^{\circ}17' \sim 110^{\circ}11' E$ 、 $28^{\circ}10' \sim 32^{\circ}13' N$,是我国西南地区的历史重镇、老工业基地、商业重镇和长江上游的经济中心。主城区位于重庆市西南部,包括都市核心区的渝中区、大渡口区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区和外围的北碚区、渝北区、巴南区。东起铜锣山,西至中梁山,北起井口、人和、唐家沱,南至小南海、钓鱼嘴、道角,面积近 5473 km^2 ,是重庆市的核心部分。本区属于中亚热带季风性湿润气候区,多阴少晴,盛夏炎热伏旱、秋冬连绵阴雨。全年平均气温 18.3°C ,多年平均降雨量达 1088.6 mm ,降雨分配不均,5-10 月降雨量占全年降雨量的 42.2%,冬季降雨量占 6%。主城区多山地,故又有山城之称。重庆主城区因地处四川盆地东部的低山丘陵区,又是长江、嘉陵江汇流地带,故受到自然条件的影响和资源环境的制约,城市的发展独具特色。

本文研究采用 1986、1995、2000 和 2007 年 4 期土地利用数据为主要信息源,结合重庆市主城区地形图(1:50 000)、社会经济统计数据等,进行了多源综合分析应用。

3 城市用地演化规律与评价分析

3.1 城市用地分析评价方法

3.1.1 城市用地现状分析

根据研究区城市用地特点和国家“土地利用现状调查技术规程”,将研究区的城市用地分为 6 个类型:即耕地、林地、草地、城镇用地、水域、未利用地。利用 ArcGIS 9.0 对其进行了叠置分析成图(图 1);并统计出 1986、1995、2000 和 2007 年城市用地类型面积变化,同时用 Excel 2003 制表与制图(表 1、图 2),构建城市用地类型转移矩阵,分析研究区城市用地的转化关系。

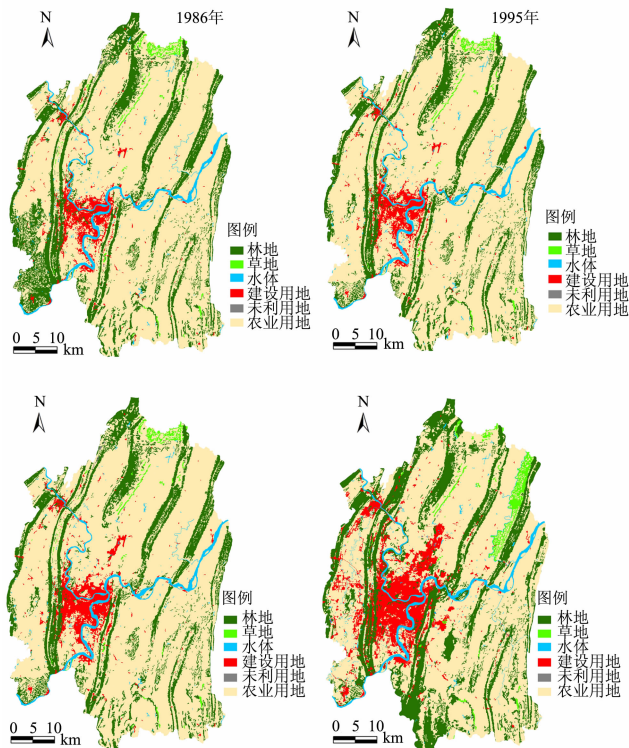


图 1 研究区城市用地现状图

Fig. 1 Land use of the study area in different years

3.1.2 城市用地变化综合评价

(1)借助于城市土地利用程度模型(L_a)^[14]和城市用地类型多样化模型(GM)^[15],综合评价研究区 20 年来城市用地的利用度和类型多样化。为了更详细刻画研究区的城市用地变化,本文选用 $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ 的栅格单元,先计算出每个栅格单元内的城市土地利用程度指数和城市用地类型多样化指数,通过 ArcGIS 9.0 将面数据转换成点数据,得到每个栅格的中心点数据,然后赋值到点数据上,利用空间分析模块进行反距离权重插值,得到不同时期内的重庆市主城区城市土地利用程度和类型多样化程度的空间数据。

(2)引入重心模型对研究区城市扩张的空间变化进行分析。重心模型能较好地反映城市用地的时空演变过程^[16]:首先,将一个区域分为若干小区,然后,在大比例尺地图上根据居民点的分布及地形特点,确定每个小区重心的地理坐标,再乘以该小区某地类的面积,最后,把乘积累加后除以全区域某地类总面积。重心坐标一般以地图经纬度表示,第 t 年某地类的重心坐标(经纬度)可表示为:

$$Y_i = \sum_{i=1}^n C_{ti} \times Y_i / \sum_{t=1}^n C_{ti}$$
$$X_i = \sum_{i=1}^n C_{ti} \times X_i / \sum_{t=1}^n C_{ti}$$

式中: X_t 、 Y_t 分别表示第 t 年某地类分布重心的经纬度坐标; X_i 、 Y_i 分别表示某地类第 i 个斑块分布重心的经纬度坐标; C_{ti} 表示第 t 年某地类第 i 个斑块的面积。

3.2 城市用地演化规律分析

3.2.1 城市用地现状及其数量变化

表 1 为重庆市主城区在 4 个时期中的城市用地现状分布, 从中看出: 城市用地中耕地最多, 其次是林地、建设用地、草地和水体, 未利用地最少。1986 - 2007 年, 耕地面积始终占研究区总面积的

60% 以上; 而林地则超过研究区总面积的 20%, 二者构成了重庆市主城区的主要城市地类, 建设用地相对面积较少, 低于总面积的 10%。这表明, 重庆主城区由于区域总面积巨大, 同时受制于地形的约束, 城市景观所占比例仍然较轻。图 2 为各时段城市用地的数量变化, 1986 - 1995 年, 城市地类变化最显著的是耕地的增加与林地的减少; 1995 - 2000 年, 则为耕地减少, 建设用地增加更为明显; 2000 - 2007 年, 耕地较大面积的减少, 建设用地和林地则大幅度的增加, 与此同时, 水体和草地相应的有所增加。对比 3 个时段城市用地变化幅度, 1995 - 2000 年最低, 1986 - 1995 年居中, 2000 - 2007 年最强。总体来看, 耕地面积先增后减, 建设用地面积持续增加, 水体和草地都保持增加, 林地面积先减后增。

表 1 城市用地现状及其变化(km²)
Tab.1 Urban land types in the study area (km²)

年份 类型	1986	(%)	1995	(%)	2000	(%)	2007	(%)
耕地	3836.41	70.04	3979.22	72.65	3927.75	71.71	3301.56	60.28
未利用地	4.14	0.08	4.14	0.08	4.14	0.08	1.59	0.03
建设用地	204.61	3.74	212.44	3.88	265.39	4.85	542.1	9.90
水体	149.34	2.73	149.51	2.73	148.93	2.72	172.25	3.14
草地	55.92	1.02	51.9	0.95	53.13	0.97	106.61	1.95
林地	1226.72	22.40	1079.94	19.72	1077.81	19.68	1349.44	24.64

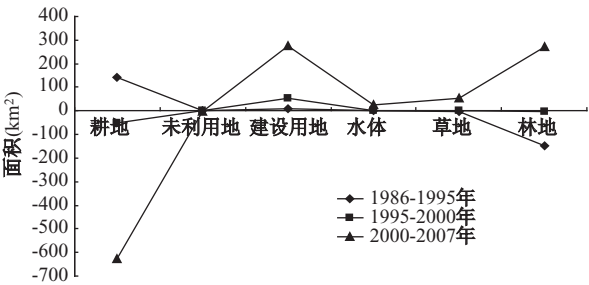


图 2 研究区不同时段城市用地变化
Fig.2 Urban land use changes in different periods

3.2.2 城市用地类型间转移规律

借助于空间转移矩阵来分析不同时段研究区城市地类间的相互关系。通过 ArcView 3.2 导入 2 期土地利用数据的栅格数据, 通过 Tabulate Areas 工具, 得到相应的地类转移矩阵, 通过转移矩阵分析各种城市用地的相互转移情况:

表 2 为 1986 - 1995 年城市用地类型转移矩阵, 从中看出: 林地主要向耕地和建设用地转移; 草地向耕地和林地转移; 耕地主要向建设用地和林地转移。表明这个时期存在着较多的毁林造田、毁草造田等农业开垦活动, 有 151.68km² 的林地由于此类活动变为耕地, 3.67km² 的草地转为耕地。7.42 km² 的耕地转为建设用地, 城市化进程较为缓慢。

1995 - 2000 年, 林地和耕地的转移最为明显, 林地主要转化为草地、建设用地和耕地; 耕地向建设用地、林地和耕地转移较多。相对于上一个时段, 林地向耕地转移的面积明显降低, 而耕地向建设用地的转移增加更多。毁林造田、毁草造田等农业开垦活动逐渐减轻, 而城市化扩张更加快速。

2000 - 2007 年, 各城市地类间的转移关系更为复杂。林地主要向耕地、建设用地和水体转化; 草地多向林地和耕地转化; 水体向建设用地和耕地的

转化较多;建设用地向林地、水体和耕地转化较多;未利用地向林地、建设用地和耕地等转移;耕地的转化最为明显,较大数量的耕地转化为林地、建设用地、草地和水体。通过上述土地利用类型间的相互转化关系,可以反映地区的土地利用活动:(1)城市化的快速发展,导致大面积的耕地转为建设用地,部分立地条件较好的林地、水体和未利用地随着土地利用活动的加剧逐渐转为建设用地;(2)三峡工程的蓄水直接淹没低海拔的稀疏林地、灌木林地、耕地和建设用地,直接表现为上述地类向水体转化;(3)虽然研究区内仍然存在一定的毁林造田、毁草造田等活动,影响区域林地和草地面积,但是2000年以来,林地和草地面积有明显增加,主要来自于耕地的转化,这直接反映在地区实行的退耕还林、退耕还草等森林工程的显著效果。

表 2 1986 - 1995 年地类转移(km²)

Tab. 2 Transition matrix of land use changes in the study area between 1986 and 1995 (km²)

1986	1995					
	林地	草地	水体	建设用地	未利用地	耕地
林地	1072.54	0.00	0.00	2.66	0.00	151.68
草地	0.69	51.48	0.00	0.00	0.00	3.67
水体	0.00	0.03	149.15	0.00	0.00	0.08
建设用地	0.06	0.00	0.00	202.27	0.00	2.27
未利用地	0.00	0.00	0.00	0.00	4.14	0.00
耕地	6.64	0.31	0.30	7.42	0.00	3821.73

表 3 1995 - 2000 年地类转移(km²)

Tab. 3 Transition matrix of land use changes in the study area between 1995 and 2000 (km²)

1995	2000					
	林地	草地	水体	建设用地	未利用地	耕地
林地	1077.21	0.85	0.00	1.65	0.00	0.23
草地	0.00	51.81	0.00	0.00	0.00	0.00
水体	0.00	0.00	148.86	0.14	0.00	0.44
建设用地	0.00	0.00	0.00	212.35	0.00	0.00
未利用地	0.00	0.00	0.00	0.00	4.14	0.00
耕地	0.64	0.37	0.00	51.06	0.00	3927.37

图 3 为研究区城市用地转移变化的空间分布,通过其空间展示,可直观地了解不同时期重庆市主城区城市用地变化的空间差异。我们选用了研究时期的前 10 年(1986 - 1995 年)与后 10 年(1995 - 2007 年)作为对比,通过 ArcGIS 9.0 强大空间分析

功能,展示研究区城市用地类型间的转移情况:1986 - 1995 年,地类间发生转移较明显的有草地转入耕地、耕地转入建设用地、林地转入建设用地、林地转入耕地等几种方式。在研究区北部的北碚区与渝北区的偏远地区有部分草地由于人为开垦转化为耕地;林地转入耕地相对其他几种方式更为明显,分布得更是广泛,其中,在西南部的九龙坡区有明显的毁林开垦的活动,而在江北区、渝中区等城市核心区受城市化影响,部分耕地、林地转化为建设用地。整体上,研究时期的前 10 年,城市用地间转化活动不强烈,分布范围也较稀疏。

表 4 2000 - 2007 年地类转移(km²)

Tab. 4 Transition matrix of land use changes in the study area between 2000 and 2007 (km²)

2000	2007					
	林地	草地	水体	建设用地	未利用地	耕地
林地	879.75	1.97	5.57	32.37	0.07	157.63
草地	3.53	25.87	0.28	0.55	0.00	21.38
水体	5.50	0.67	116.83	6.13	0.00	19.74
建设用地	13.18	0.15	5.77	217.89	0.01	28.21
未利用地	0.90	0.00	0.68	0.45	1.14	0.96
耕地	447.28	78.09	42.89	284.67	0.40	3073.01

1995 - 2007 年,重庆市主城区地类间转移非常明显,无论是发生转移的方式,还是空间分布都较前 10 年更为强烈。最为显著的有以下几种:耕地转为建设用地是研究区本时段最为明显的地类转移方式,这也表明本时期,研究区经历着快速而强烈的城市化过程,大量的耕地由于城市发展占用;耕地转化为林地,在研究区的缙云山脉、中梁山、明月山经及西南部的金佛山等地最为明显,这表明,这些地区的退耕地还林等森林工程实施的效果十分明显;草地转为林地,在研究区东北部的山地存在着较明显的草地向林地转化的现象,一方面,这里原来的草地由于植被演替,逐渐形成灌木林地,另一方面,更为主要的是受人为活动的影响(植树造林等),大量的草地变成林地;在低海拔近嘉陵江和长江的地区,部分耕地和林地受三峡工程蓄水被淹没,转化为水体。1995 - 2007 年,重庆市主城区用地用类变化更为强烈,空间分布更广泛,另外,这也反映研究区经历了强烈的城市化、退耕还林(还草)、植树造林和三峡工程等人为活动的影响。

3.2.3 城市用地重心变化

对重庆市主城区内 3 种主要地类(林地、耕地

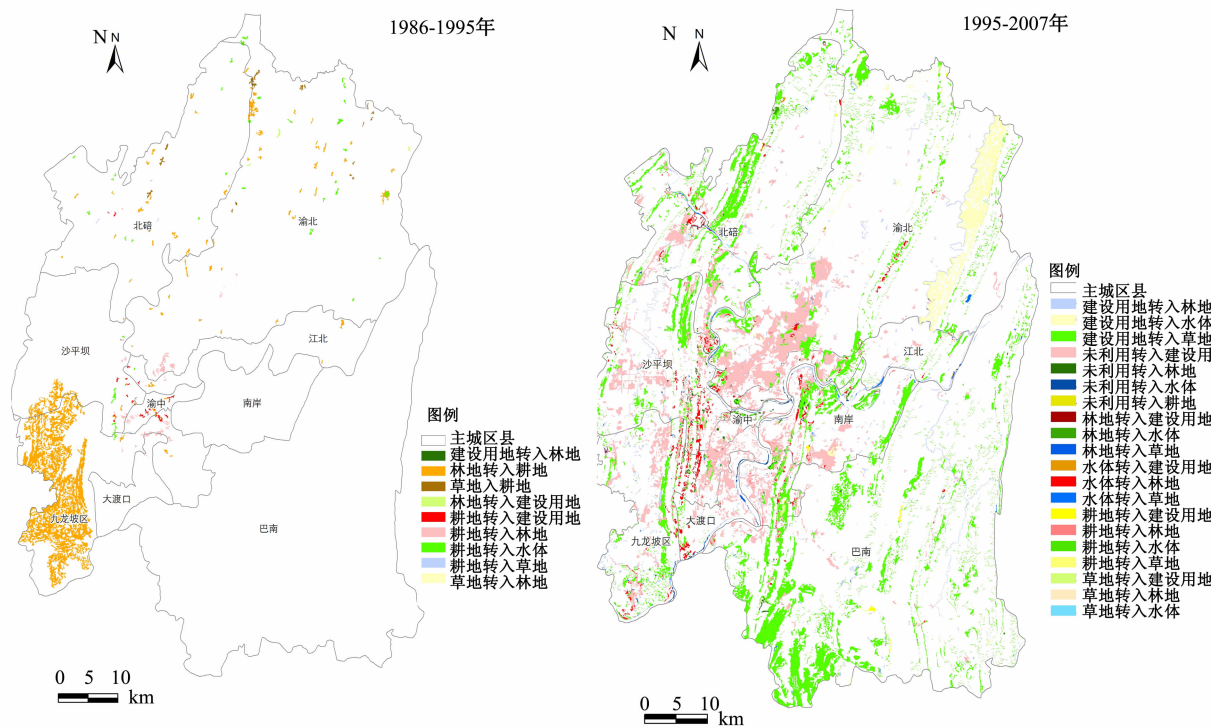


图 3 城市用地类型转移的空间分布

Fig. 3 The transition map of land use changes in the study area

和建设用地)的重心位置、变迁方向与变迁距离进行了 GIS 分析。

表 5 为 1986、1995、2000 和 2007 年 4 个时期的城市用地重心位置分布。表 6 为 1986 - 1995 年, 1995 - 2000 年和 2000 - 2007 年 3 个时段的重心变化情况:耕地和林地的迁移距离在第 1 个时段和第 3 个时段更大,其中耕地在 1986 - 1995 年迁移距离最大,而耕地由在 2000 - 2007 年迁移距离更大,建设用地从 1986 - 2007 年,迁移距离逐渐增大。从迁移方向上来看,林地重心由最初向东北方发展外,此后持续向西南方向迁移。城市用地重心最初向西北迁移,再向东北迁移,2000 - 2007 年,又转向西北方。耕地重心由最初向西南迁移后,持续向东北方迁移。研究区的 3 大地类中,耕地和林地重心迁移规律正好相反,二者在 20 年来的城市用地变化中关系紧密。建设用地重心迁移距离越来越大,表明城市建设活动随着时间推移,越演越剧烈,从其方向上来看,整个城市建设用地的越来越偏向于研究区的北部发展。研究区北部的渝北区、北碚区和江北区是新设的国家第三个副省级新区——“两江新区”的分布区,足见,它是研究区未来城市化最为剧烈的地区。

表 5 研究区不同时段城市用地重心位置

Tab. 5 Urban land use cores from 1986 to 2007

年份	林地	建设用地	耕地
1986	E106°35′53.1″; N29°36′30.4″	E106°30′33.4″; N29°33′11.1″	E106°39′49.2″; N29°35′46.4″
1995	E106°37′55.5″; N29°37′50.5″	E106°30′31.9″; N29°33′12.9″	E106°39′08.4″; N29°35′27.7″
2000	E106°37′55.2″; N29°37′50.1″	E106°30′45.0″; N29°33′29.1″	E106°39′14.4″; N29°35′28.2″
2007	E106°37′08.0″; N29°36′10.7″	E106°30′45.0″; N29°33′29.1″	E106°40′15.8″; N29°35′46.6″

表 6 不同时期城市用地重心变化

Tab. 6 Transfer of the cores of urban land use types

时段(年)	迁移距离(m)			迁移方向		
	林地	建设用地	耕地	林地	建设用地	耕地
1986 - 1995	4091.1	62.8	1232.9	东北	西北	西南
1995 - 2000	14.2	627.1	165.9	西南	东北	东北
2000 - 2007	3321.2	2042.9	1721.4	西南	西北	东北

3.3 城市用地变化综合评价

3.3.1 土地利用综合程度

城市土地系统是一个复杂的自然和社会综合体,在城市土地开发过程中,同时受到区域自然地

理条件和人类活动的影响,通过借助土地利用程度指数可以指征城市用地系统中所受到各类干扰的影响。为了更充分的利用 RS 和 GIS 技术来研究土地用地变化的影响,刘纪远等人提出了土地利用分级原则(表 7),并且给出了土地利用综合程度指数的定量化表达式^[8]:

表 7 城市用地程度分级赋值表

Tab. 7 Assigned coefficient to the land use degrees

地类分级	未利用级	林、草、水域级	农业土地级	居、工矿土地级
类型	未利用地、湿地	林地、草地、水体	耕地、园地、人工草地	城镇、农村工矿用地、交通用地
分级指数	1	2	3	4

$$L_a = 100 * \sum_{i=1}^n A_i * C_i, L_a \in [100, 400]$$

式中: L_a 为土地利用综合程度指数; A_i 第 i 种土地利用程度的分级指数; C_i 为第 i 种土地利用的百分比。从公式看出,土地利用程度的综合指数范围在(100,400)间。在各个基本栅格单元内,土地利用综合指数的大小代表区域内土地利用程度的高低。因此,任何地区的土地利用程度都可通过计算其综合指数大小来反映。土地利用变化的驱动因素主要来源于自然和社会两个大的方面,通过土地利用程度综合指数,也能较好地体现这两方面对土地利用变化影响。分别计算 $10\text{km} \times 10\text{km}$ 格网单元内城市土地利用综合指数,通过 ArcGIS 9.0 的空间分析模块进行反距离权重插值,如图 4 所示:

从图 4 可见:1986-2007 年,重庆市主城区城市土地利用程度指数逐渐增大,最高值由 1986 年的 327.1 增加到 2007 年的 361.1,研究区城市土地利用活动逐渐加剧。4 个时期的土地利用程度空间分布有一定的相似性,研究区由外向内,土地利用程度逐渐增加,外围北部地西部地区的土地利用程度较低。主要差异体现在:巴南区西南部的土地利用程度有所减轻,九龙坡区与沙坪坝区交界区的土地利用程度增加明显,主城区城市核心区土地利用程度增加明显,1986、1995 年高土地利用程度点有 2 个,都位于嘉陵江以南,2000 年,在嘉陵江以北逐渐出现高土地利用程度区,到 2007 年,嘉陵江以南的高土地利用程度区域逐渐扩大,而在渝北区出现了新的高土地利用程度的地区。这同前面城市用地重心分析结果一致,重庆市城市用地重心将由南转向北部。

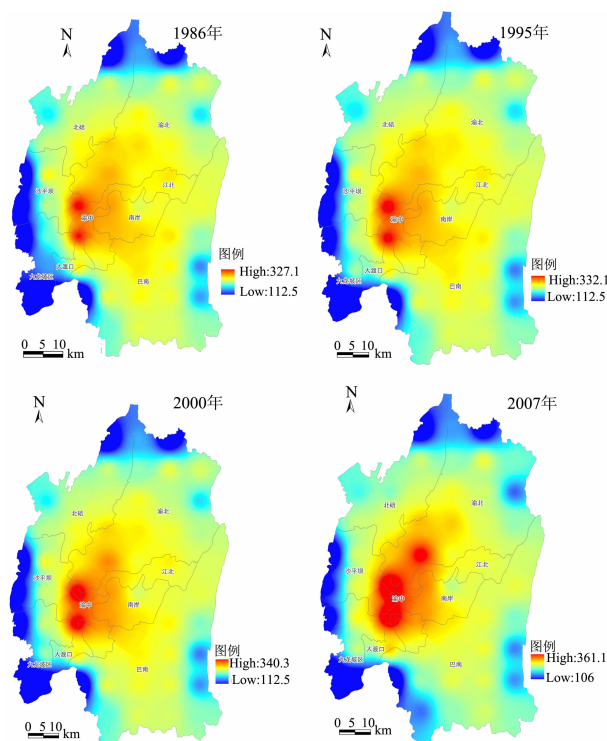


图 4 研究区各期城市用地综合利用程度指数

Fig. 4 The " L_a " index of the study area in different years

3.3.2 城市用地类型多样性分析

城市用地类型的总体特征结构和齐全程度同城市用地类型的多样化程度联系密切,本文引用吉布斯—马丁(Gibbs - Marrtin)多样性指数来度量重庆市主城区城市用地类型的多样化程度,具体模型为:

$$GM = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n f_i^2}{(\sum_{i=1}^n f_i)^2}$$

在上述公式中, GM 为城市用地类型多样化指数; f_i 为第 i 种城市用地类型面积。 GM 值在 0-1 间,趋于 1 则表示该地区城市用地类型多样化程度越高。如果该地只有 1 种城市用地类型,则多样化指数为 0;如果各种用地类型均匀地分布在某个区域,则该区域多样化指数为 1。一般 GM 值受到用地类型数目的影响,当有 n 种用地类型时,其最大值为 $(n-1)/n$ 。

通过公式计算得到 1986、1995、2000 和 2007 年 GM 值分别为:0.46、0.43、0.44 和 0.56,整体上研究区城市用地类型多样化程度增加。为了详细展现重庆市主城区城市用地类型多样化程度及其空间差异,本研究中采用 $10\text{km} \times 10\text{km}$ 格网单元,

分别计算各个单元内用地类型多样化指数 GM , 通过 ArcGIS 9.0 的空间分析模块进行反距离权重插值, 结果如图 5 所示。

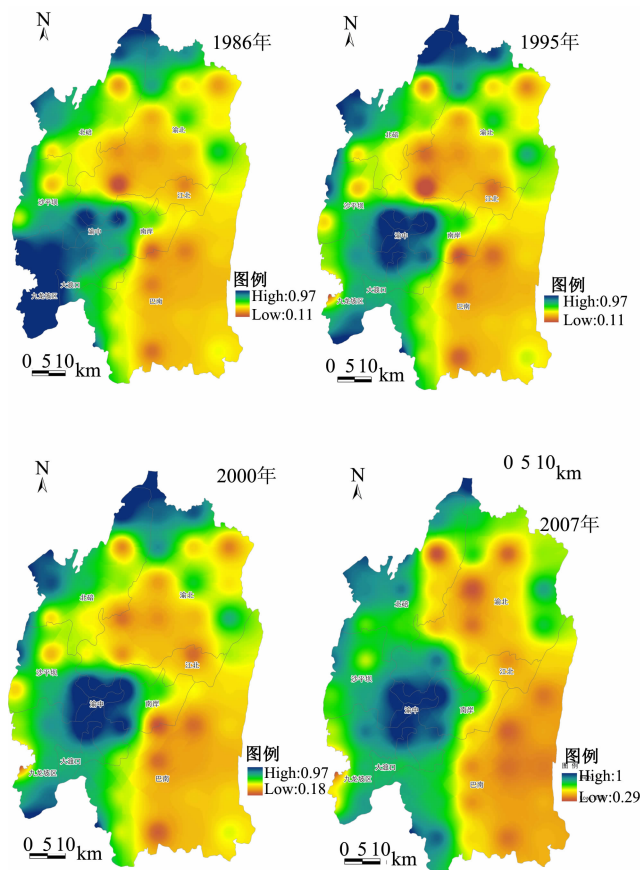


图 5 研究区各期城市用地类型多样化指数
Fig. 5 The “G” index of the study area in different years

从数值上来看, 1986 - 2007 年最高 GM 和最低 GM 都有所增加, 研究区城市用地类型多样性整体上表现为西高东低。1986 - 2000 年间, 研究区的 GM 值空间分布基本相同: 西南、西部和北部的 GM 值相对较高, 而东南部、东部和中部的 GM 值较低, 这里城市用地类型相对较单一, 分布也不均匀。2007 年, 研究区用地类型的 GM 指数分布空间差异更加清晰, 东部的用地类型以耕地和林地为主, 空间呈聚集分布, 类型多样化程度较好。西部分布着耕地、林地、水体、建设用地等多种用地类型, 这里的用地类型多样化程度较高, 与 2007 年的城市用地现状图叠加, 发现研究区 GM 的空间变化同建设用地的扩张方向相似, 表明这一时期以建设用地扩张为代表的城市化对区域土地利用程度多样化影响明显。

4 城市用地变化的影响因素分析

4.1 人口因素分析

本节对城市用地变化的人口和地形因素进行了分析, 以此反映重庆主城区用地变化的主要影响因素。分别统计主城九区 2007 年总人口密度和城镇人口密度, 利用上一小节中的“ GM ”、“ L_a ”结果, 分别统计主城九区的平均值, 得到下表, 利用 SPSS 进行相关性分析, 分析城市综合用地程度、城市用地多样化程度与人口的关系。

表 8 城市用地变化的人口因素分析统计表
Tab. 8 Statistics of urban land use change caused by the population factor

区县名称	常住人口密度 (万人/ km^2)	城镇人口密度 (万人/ km^2)	“GM”	“ L_a ”
渝中区	1. 69	1. 69	0. 9152	328. 7987
大渡口区	0. 28	0. 28	0. 7642	281. 9947
江北区	0. 31	0. 31	0. 6082	293. 3019
沙坪坝区	0. 22	0. 22	0. 7337	255. 4146
九龙坡区	0. 20	0. 20	0. 7311	248. 7250
南岸区	0. 26	0. 26	0. 6855	292. 5210
北碚区	0. 10	0. 07	0. 6681	256. 5405
渝北区	0. 07	0. 04	0. 5662	269. 4755
巴南区	0. 05	0. 04	0. 5029	260. 6616

表 9 城市化用地变化的人口因素相关性分析结果
Tab. 9 The dependency analytic result between urban land use change and the population factor

	常住人口密度	城镇人口密度	“GM”	“ L_a ”
常住人口密度	1. 000	0. 999 * *	0. 779 *	0. 827 * *
城镇人口密度		1. 000	0. 784 *	0. 829 * *
“GM”			1. 000	0. 523
“ L_a ”				1. 000
* *	Correlation is significant at the 0. 01 level (2-tailed).			
*	Correlation is significant at the 0. 05 level (2-tailed).			

从表 4 中看出, 城镇人口密度相对常住人口密度同城市用地变化的相关性更高。城镇人口密度同城市用地多样化程度的相关系数为 0. 784, 同城市用地程度的相关系数为 0. 829, 表明: 城镇人口密度同城市用地多样化的相关性显著, 城镇人口的激增, 就要求更多地用地来满足其居住、工作、学习和生活, 直接导致城市用地结构的日益多样化, 最终

导致城市用地综合利用程度增加。

4.2 地形因素分析

地形因子影响着地表的能量和物质分配,进而影响区域土地利用的空间分布格局^[17]。作者将地区 DEM 数据与“GM”、“ L_a ”空间叠加,可以直观反映山地城市用地变化规律。结果发现“ L_a ”的空间分布同 DEM 有一定的相似规律。将“ L_a ”数据进行平均分级,统计不同“ L_a ”级别上的平均海拔(表

表 10 城市用地综合利用程度的地形因素分析表

Tab. 10 Statistics of “ L_a ” caused by the topographic factor

“ L_a ”值	106-131	131-157	157-182	182-208	208-233	233-259	259-284	284-310	310-335	335-361
级别	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
平均海拔(m)	407.4	387.3	379.3	428.3	480.5	446.7	382	325	274.9	277

5 结论

(1)研究结果,重庆市主城区城市用地中耕地面积最多,其次是林地,城市景观所占比例仍然较轻。1995-2000 年城市用地变化强度最低,2000-2007 年最强。耕地面积先增后减,林地面积先减后增,建设用地、水体和草地面积都保持增加。

(2)通过城市用地类型间转化关系的分析,可以反映区域时期内的相应人为活动:1986-1995 年,研究区有较多的毁林造田(九龙坡区)、毁草造田(北碚区与渝北区)等农业开垦活动,城市化进程缓慢;1995-2000 年,区域内的毁林造田、毁草造田等农业开垦活动逐渐减轻,城市化扩张加快。2000-2007 年,城市化进程剧烈,城区周边地类多为城市用地占用。三峡工程蓄水对区域用地影响明显,直接表现为淹没低海拔的部分地类。研究区的退耕还林、退耕还草等森林工程效果显著。

(3)1986-2007 年,耕地和林地重心迁移规律相反,二者在城市用地变化中关系紧密。城市建设用地的重心偏向于北部的“两江新区”。重庆市主城区城市土地利用程度逐渐加剧,空间上,重庆市主城区北部的土地利用程度更为剧烈。城市用地类型多样化程度增加,城市用地多样化分布逐渐表现为东低西高,建设用地对区域地类多样化程度影响显著。

(4)城市用地扩张受人口分布和海拔高度影响明显,城镇人口激增,导致城市用地结构多样化,用地程度增加;重庆市主城区城市发展受地势的影响,主要分布在“三山两槽”及平坝区域,导致城市

10),可以反映重庆主城区内,城市用地综合变化程度同地形因素的关系:整体表现为高“ L_a ”、低海拔,特别是从“V”级到“X”级,随着城市土地利用程度的增加,海拔依次降低,地区城市用地最强烈的地区,海拔也相应最低。重庆主城区地势呈“三山夹两槽”,城市发展受地势影响强烈,城市化用地主要集中在低海拔的槽地,以及“两江”交汇的平坝地区,形成多个城市核心,呈现“汤圆”状分布,有别于北京、深圳、上海等大城市“大饼状”分布。

核心多呈“汤圆”散状分布,这也是有别于北京、上海等大城市发展的一个重点特征。

参考文献:

- [1] 李卫锋,王仰麟,彭建,等. 深圳市景观格局演变及其驱动因素分析[J]. 应用生态学报,2004(8):1403-1410.
- [2] 张文,李明. 城市化定义研究[J]. 城市发展研究,2001(5):32.
- [3] 边学芳,吴群,刘玮娜. 城市化与中国城市土地利用结构的相关分析[J]. 资源科学,2005,27(3):73-78.
- [4] 尹芳,冯敏,钟凤. 基于 GIS 的四平城市扩展遥感分析[J]. 地球信息科学学报,2010,12(2):242-247.
- [5] 吴昊,王维,王文杰. 长株潭地区景观格局及其变化特征研究[J]. 地球信息科学学报,2010,12(1):133-142.
- [6] 杜培军,单丹丹,夏俊士. 北京一号小卫星数据的城市景观格局监测分析——以徐州市城区为例[J]. 地球信息科学学报,2010,12(6):855-862.
- [7] 陈明辉,陈颖彪,郭冠华. 城市边缘区土地利用结构分形特征的动态变化——以广州市南拓区为例[J]. 地球信息科学学报,2011,13(4):520-525.
- [8] 于兴修,杨桂山. 中国土地利用/覆盖变化研究[J]. 地理科学进展,2002,21(1):51-57.
- [9] 蒋丽霞,王佐成,李永树. 基于遥感的区域景观特征及其动态变化研究——以重庆市北部新区为例[J]. 国土资源遥感,2005(2):64-68.
- [10] 黄光宇. 山地城市主义[J]. 重庆建筑,2005,2-12.
- [11] 孙春红. 从生态学角度思考山地城市绿地系统[J]. 东南大学学报(自然科学版(增刊 D)),2005,35:201-204.
- [12] Wilson E H, James D, et al. Development of a geo-spatial model to quantify, describe and map urban growth[J]. Remote Sensing of Environment, 2003, 86

- (3):275 - 285.
- [13] An K, Zhang J S, Xiao Y. Object-oriented urban dynamic monitoring-A case study of Haidian District of Beijing[J]. *Chinese Geographical Science*, 2007, 17 (3):236 - 242.
- [14] 庄大方,刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究[J]. *自然资源学报*, 1997, 12(2):105 - 111.
- [15] 张超等. 计量地理学导论[M]. 北京, 高等教育出版社, 1984.
- [16] 魏静,郑小刚,葛京凤. 石家庄西部太行山区景观格局时空变化[J]. *生态学报*, 2007, 27(5):1994 - 2001.
- [17] 张方方,齐述华,舒晓波. 南方山地丘陵土地利用类型的地形影响 GIS 分析——以江西省为例[J]. *地球信息科学学报*, 2010, 12(6):784 - 790.

The Spatio-Temporal Change of Land Use in the Main City Zone of Chongqing

PENG Yue and HE Binghui

(1. *School of Resources and Environment Science, Southwest China University, Chongqing 400715, China;*

2. Chongqing Academy of Forestry Science, Chongqing 400036, China; 3. *The Post-doctorate*

Research Station of Agricultural Resources Utilization, Southwest China University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Based on GIS, we analyzed the urban land use change of Chongqing main city zone from 1986 to 2007, and evaluated the urban land use degrees, land use diversity and the transfer of urban land use cores. At last, we analyzed the driving factor of the urban land use from population and elevation. The results showed: (1) the cultivated land and the wood land were more than the other land types, showing a low ratio of urban landscape. From 2000 to 2007, it had the fastest speed of the land variation, the cultivated land increased firstly and then decreased, the wood land decreased firstly and then increased, the water body, construction land and grass land were kept increasing. (2) The result of land transfer corresponded to human activities in some degrees, i. e. from 1986 to 1995, there were some agricultural activities (damage of wood land and grass land for cultivated land), and the urban expansion was very slow; from 1995 to 2000, these destroy activities were reduced, and the urban expansion was speeded up; from 2000 to 2007, urban expansion was very rapid. At the same time, there were some complex disturbances by humans: the urbanization was intense, the Three Gorges Project affected regional land impoundment obviously, and some lower lands were submerged. The effect of “Green for Grain” is remarkable. (3) From 1986 to 2007, the shift of cultivated land core and wood land core was opposite and the two cores were closely related. The core of future urban construction land would be in the “New District along the Two Rivers” in the north of the city. The degree of urban land use will increase gradually, especially in the northern part. The diversification of land use types increased gradually, too, with a pattern of lower in the east and higher in the west, and it was strongly impacted by the construction land changes. (4) The population and the altitude are closely related to the urban land use change. Urban population increased sharply, leading to the diversification in the degree and structure of urban land use. In the main city zone of Chongqing, topography is the primary impact factor. Construction land was located in the lower belts and plain regions, making a scattered distribution of urban cores which is different from Beijing, Shanghai and other big cities.

Key words: urban land use; spatio-temporal change; Chongqing City; main city zone