

基于 RS 和 GIS 的成都市郊区景观格局分析^①

周启刚^{1,2}, 张叶²

(1 重庆工商大学旅游学院, 重庆 400067; 2 四川师范大学资源与环境学院, 成都 610066)

摘要: 将遥感影像经过纠正和增强后, 采用自动分类和目视判读结合的方法获取了成都市郊区的景观类型分布信息; 通过选择分析指标, 对研究区景观格局指数进行了分析。结果表明: 成都市郊区生态环境处于比较好的状态, 总体景观格局由少数景观类型占主导地位。成都市郊区各县区间生态环境存在一定的差异; 双流县和温江区保持了良好的景观多样性, 而龙泉驿区和青白江区景观相对比较单一; 郫县和温江区景观由少数类型占主导地位比其他区县突出; 在景观分布形式上, 双流县和新都区景观成片分布现象也比其他区县严重; 各区县人类活动对景观格局影响也不相同, 其中双流县景观受人类活动影响最大, 自然生态环境受到极大破坏, 而青白江区和龙泉驿区的自然生态环境得到较好的维护。

关键词: 景观格局; 景观格局指数; 成都市郊区; 自动分类; 目视判读

中图分类号: P901; Q14

景观是具有空间异质性的区域, 它由许多大小、形状不一的斑块按照一定的规律组成^[1-4]。这些斑块在空间上的排列形式称为景观格局, 它决定着自然地理环境的形成、分布和组分, 制约着各种生态过程, 并与干扰能力、恢复能力、系统稳定性和生物多样性有着密切的关系^[5-7]。城市郊区是自然景观向人工景观过渡的特殊景观, 对这些区域景观格局的研究不单是获取该区域生态状况及空间变异特征的有效手段, 更重要的是它能揭示出城市郊区土地利用的特点, 为该城市进一步完善的土地利用规划、区域生态环境管理和景观生态规划提供科学依据^[8-11]。近年来, 在西部大开发的契机下, 成都市城市景观日新月异, 城市的范围不断扩大, 为了合理规划成都市土地利用, 有必要对成都市郊区的景观格局进行分析研究^[12-14]。地理信息系统 (GIS) 和遥感 (RS) 技术及空间统计学的发展, 为景观空间结构研究和动态模拟提供了可靠的信息源和有效的分析工具, 使得在多尺度上景观空间格局的定量化研究成为可能^[15-23]。本文就是基于 RS 和 GIS 对成都市郊区的景观格局进行了定量化分析。

1 研究区域概况

成都市位于四川省中部, 四川盆地西部, 属亚热带湿润季风气候, 热量丰富、雨量充沛、四季分明。本次研究的区域, 包括双流县、龙泉驿区、青白江区、新都区、郫县、温江区 6 个区域, 该区域的年平均气

温在 15.2~16.6℃ 左右, 全年无霜期大于 300 天, 年平均降水量 873~1265 mm, 年平均日照百分率一般在 23%~30% 之间, 日照时数为 1017~1345 h, 年平均太阳辐射总量为 80.0~93.5 kcal/cm²。全区总面积为 3215 km², 2003 年人口总数为 319.96 万人, 其中非农业人口数为 117.5 万人, 农业人口数为 202.46 万人; 2003 年全区 GDP 产值达 535 亿元, 其中农业产值 96.3 亿元。

2 数据与研究方法

2.1 景观类型划分

本研究采用土地利用类型作为景观的斑块类型。根据土地利用类型划分标准, 同时根据成都市郊区景观实际状况将景观类型划分为耕地、林草地、水域、建设用地、未利用地、公路 6 类。

2.2 遥感数据和数据预处理

以 2003 年的 SPOT 影像 (光谱分辨率为 2.5 m), 利用 ENVI 软件完成大气辐射校正、几何校正等工作, 采用阿尔伯特等面积圆锥投影, 保证了配准时的剩余误差 RMS = 0.68, 在一个像元以内, 达到制图精度的要求。为了减少地形阴影的影响, 对部分山区 SPOT 影像进行光谱地形纠正, 公式如下:

$$NB_i = 255 \left(\frac{OB_i}{\sum OB_i} \right), i = 1 \cdots n \quad (1)$$

^①基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX2-SW-319-01) 资助。

作者简介: 周启刚 (1976—), 男, 重庆人, 博士研究生, 主要从事遥感与 GIS 应用研究。E-mail: zqg1050@126.com

其中, NB_i 为归一化像元亮度值, OB_i 为归一化前亮度值, i 为波段。

2.3 遥感图像分类

2.3.1 自动分类 将经过预处理的 2003 年 SPOT 影像, 以像元为单位, 在专业的图像处理软件 eCognition 中, 根据色调和纹理特性规定分割像元数; 再将图像分割成为可以分类的图像单元, 这些图像单元是具有类似光谱信息的像元集合, 在图像上表现为一个图斑, 最后的分类结果也是由这些图斑组成, 因此它决定了分类的精度。其次, 在 TM4、3、2 形成假彩色图像上分析耕地、林草地、建设用地、水域、公路和未利用地的表现形式 (主要是色调、形态), 将这些类别一一确定的判别标志。根据判读标志在已分割的图像上选取样本 (图斑), 然后, 根据样本和分割图斑的 d 值距离来进行自动分类, d 的计算公式为:

$$d = \sqrt{\sum_f \left\{ \frac{v_f^{(s)} - v_f^{(o)}}{\sigma_f} \right\}^2} \quad (2)$$

式中: d 为样本地物 s 与图像上的目标地物 o 之间的距离, d 的取值范围是 $0 \sim 1$ 之间; $v_f^{(s)}$ 为样本 s 的属性 f 的属性值; σ_f 为属性 f 的属性值的标准差; $v_f^{(o)}$ 为目标地物 o 的属性 f 的属性值。

最后, 检查分类结果, 如果分类结果与目视判读差别较大, 则修改样本重新自动分类, 直到达到较好的要求为止。

2.3.2 人工修改 将自动分类结果导出并在 Arcinfo8.3 中转化为矢量格式 (coverage)。由于经过地形光谱纠正的 SPOT 图像在去掉阴影的同时也去掉了一部分有用信息, 所以本次研究将导出的矢量文件套合未经地形光谱纠正的 SPOT 影像上, 并参考经过地形光谱纠正的 SPOT 图像及 1:5 万地形图, 将错分或漏分的地物类别修改过来, 最后形成 1:2.5 万的景观类型分布图 (图 1)。

3 评价指标

随着对景观格局研究的不断深入, 近年来已提出了不少关于景观空间分析的指标和方法, 其中景观指数方法在景观结构的描述、比较和动态研究中应用越来越广泛。景观指数是指能够高度概括景观格局信息, 反映其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指标, 本文选取如下的景观指数分为两类, 一类是基于景观总体的, 另一类是基于组成景观的类别的, 基于景观总体的景观指数有^[2]:

(1) 多样性指数 (SHDI), 采用 Shannon Weiner 指数

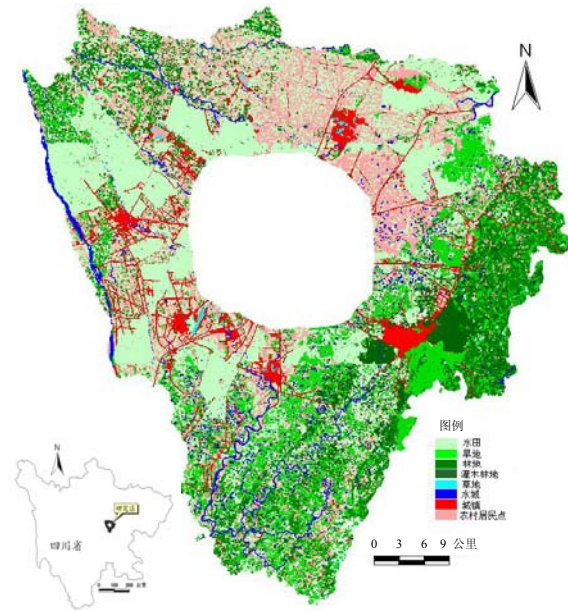


图 1 成都市近郊位置与景观分布

Fig. 1 Suburb location and landscape distribution of Chengdu

$$H = - \sum_{i=1}^m AP_i \log_2 AP_i \quad (3)$$

式中: AP_i 为第 i 类景观要素面积占景观总面积的比。景观多样性指数值的大小反映景观的多少和各景观要素所占比例的变化, 各景观类型所占比例差异增大, 则景观的多样性下降。

(2) 优势度指数 (PLAND)

$$PLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_j}{A} (100) \quad (4)$$

式中: a_j 为第 j 类景观要素的总面积, A 为所有景观的总面积。优势度指数描述景观由少数几个主要的景观要素控制的程度。优势度指数越大, 则表明偏离程度越大, 即组成景观格局的各景观类型或组成景观的各要素所占比例差异大。

(3) 均匀度指数 (E)

$$E = H / H_m \quad (5)$$

式中: H 为景观多样性指数, H_m 为最大景观多样性指数。

$$H_m = \ln(m) \quad (6)$$

式中: m 为景观类型数, 它表示景观镶嵌体中不同景观类型在其数目或面积方面的均匀程度。

(4) 破碎度指数 (PD)

$$PD = \frac{1}{A} \sum_{j=1}^m N_j \tag{7}$$

空间分辨率； N 为景观要素类型总数。

(5) 周长面积分维数（PAFRAC）

式中： A 为研究范围内景观总面积， m 为研究范围某

$$PAFRAC = \frac{2 \left[N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\ln p_{ij} \ln a_{ij}) \right] - \left[\left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij} \right) \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln a_{ij} \right) \right]}{\left[N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij}^2 \right] - \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij} \right]^2} \tag{8}$$

4 结果与分析

出以上各种类型的景观特征指数值，其结果见表 1，
根据景观分类图，在景观格局分析系统中，计算同时，整个成都市郊区的景观指数值见表 2。

表 1 景观类型的格局指数

Table 1 Pattern indexes of landscape types

景观类型	图斑数	多样性	优势度	均匀度	破碎度	分维数
耕地	2746	0.409	58.393	0.052	0.077	1.499
林草地	10193	2.278	10.838	0.247	0.285	1.508
水体	3464	4.184	1.942	0.513	0.097	1.657
未利用地	331	5.598	0.555	0.964	0.009	1.380
建设用地	18593	2.259	10.956	0.230	0.519	1.434
公路	443	4.727	1.203	0.776	0.012	1.423

表 2 成都市郊区总体景观格局指数

Table 2 Pattern indexes of general landscape in Chengdu suburb

图斑总数	多样性	均匀度	破碎度	分维数
35770	1.2499	0.4823	0.006	1.4960

4.1 景观总体特征

从表 2 可以看出，成都市郊区景观多样性指数为 1.2499，说明该区总体景观格局以一两种景观占主导；均匀度指数为 0.4823，说明从总体上看，各种景观还是比较均匀地分布在成都市郊区；破碎度指数很小，分维数也不大，分别为 0.006 和 1.4960，说明该区总体景观格局基本不破碎，表现出比较强的自然特征。

4.2 景观类型特征

4.2.1 多样性 由多样性指标可以看出，所有景观类别的多样性指数值较大，说明各种景观在成都市郊区的分布还是存在一定的差异；未利用地的多样性指数最大，为 5.598，说明成都市郊区的未利用地数量已经很少了，而且分布十分不均；公路的多样性指数也很大，为 4.727，这说明已是公路纵横，交通十分便利；耕地的多样性指数最小，为 0.409，这是因为平原区上的耕地成片分布；林草地和建设用地多样性指数较小，分别为 2.278 和 2.259，这是因为林草地

的面积较少，且基本上连片分布于山区；而居民点数量较多，面积较大，但它比较均匀地分布在整个研究区。整个研究区的景观多样性指数值为 1.2499（最大值为 1.792），这说明虽然区域性景观差异较大，但各类型斑块在空间上的分布还是比较均匀的。

4.2.2 均匀性 耕地的均匀度最小，为 0.052，这说明在成都市郊区耕地的分布是连片而不是均匀的分布的，也就是说有的地方是以耕地为主，有的地方耕地所占比重很小。未利用地的均匀指数最大，为 0.964，这与未利用地零星地分布在整个成都市郊区有关。公路的均匀度也比较大，为 0.776，说明成都市郊区的公路分布比较广，已经不存在没有或者很少通车的地区。建设用地和林草地均匀度也比较小，分别为 0.230 和 0.247，说明成都市郊区建设用地和林草地分布也比较集中。

4.2.3 优势度 研究区耕地优势度最大，达 58.393，说明整个成都市郊区景观格局以耕地为主；建设用地和林草地的优势度也比较大，分别为 10.956 和 10.838，表明该区建设用地和林草地也占有一定比例；水体与未利用地优势度很小，分别为 1.942 和 0.555，说明水体和未利用地所占比例很小，特别是未利用地，主要呈零星分布；公路优势度虽然也很小，为 1.203，但它的面积也占到了一定的比重，达 1.2%，这充分表明成都市郊区已经公路纵横，交通十分便利。

4.2.4 破碎度 景观斑块破碎度指数的取值范围均为 0~1, 0 代表无破碎化存在, 1 则代表给定性质已完全破碎化。在成都市郊区, 整个斑块破碎化指数为 0.006, 远低于各类景观斑块的破碎化程度。就整个研究区而言, 景观斑块的破碎化程度不高, 表现出一定自然景观的特征, 而在各景观内部则表现出一定的破碎化程度。破碎度最大的是建设用地, 达 0.519; 其次是草地和水域, 分别为 0.285 和 0.097, 说明这 3 类景观受人为活动干扰强度大。除居民点零散分布在耕地中而引起破碎度较大外, 其次就是林草, 这从侧面反应了人类活动已经对自然的林草地造成了比较大的破坏。

4.2.5 分维数 分维数取值范围一般应在 1~2 之间, 其值愈接近 1, 则斑块的形状就愈有规律, 或者说斑块就愈简单, 表明受人为干扰的程度愈大; 反之, 其值愈接近 2, 斑块形状就愈复杂, 受人为干扰程度

就愈小。因此, 在研究区中未利用地的分维数最小, 只有 1.380, 说明其形状很有规律, 主要是由于未利用地中的待建用地受人类活动影响, 是人类有目的的改造活动中最明显体现。建设用地和公路完全是人类活动的产物, 所以它们的分维数也不大, 分别只有 1.434 和 1.423; 值得注意的是耕地的分维数比较大, 达 1.499, 这说明在对耕地利用上还较好地维持了其原始的形状; 人类对水体和林草地的干涉和改造相对较小, 所以它们的分维数相应的较大。

4.3 分区景观格局分析

在景观格局分析系统中, 计算成都市郊区的 6 个区域的总体景观格局指数, 并同时统计出各区县人口密度与 GDP 的分布, 其结果见表 3。

由表 3 可以看出: 成都市郊区各个区域都是以耕地为主要景观, 除了龙泉驿区的山区以外, 基本上形成了耕地-建设用地交错分布的景观格局。

表 3 成都市郊区各县区总体景观格局指数与人口和 GDP
Table 3 Pattern indexes of general landscape, population and GDP in each county of Chengdu suburb

区域	图斑总数	多样性	均匀度	破碎度	分维数	人口密度 (人/km ²)	GDP (亿元)
双流县	12138	0.889	0.312	0.340	1.518	831.19	147.88
龙泉驿区	4439	1.128	0.519	0.124	1.646	901.80	77.19
青白江区	3140	0.936	0.372	0.088	1.516	1039.82	65.74
新都县	5647	0.840	0.313	0.158	1.478	1255.74	108.04
郫县	5700	0.882	0.331	0.159	1.642	1103.43	76.31
温江区	4584	0.872	0.307	0.129	1.408	1129.31	59.88

龙泉驿区总体景观, 多样性指数和均匀度最大, 分别为 1.128 和 0.519, 说明该区景观类型不复杂, 而且景观在全区分布比较均匀; 其破碎度比较小, 为 0.124, 分维数也最大, 为 1.646; 表明龙泉驿区景观生态环境维持比较好的状态, 人类活动对自然景观破坏不大。

双流县的总体景观多样性指数比较小, 为 0.889, 均匀度也比较小, 为 0.312, 说明总体景观种类最多, 但以一两类景观占主导地位, 其他景观类型分布很少; 破碎度指数最大, 为 0.340, 分维数比较大, 为 1.518, 说明该县自然景观受到了很大的破坏, 景观中主要以人为景观为主, 土地利用强度相当大。

青白江区总体景观多样性指数比较大, 为 0.936, 表明以少量类型占主导地位的状况不明显; 均匀度指数比较大, 为 0.372, 因而景观分布比较分散; 破碎度最小, 为 0.088, 人类活动对自然环境破坏比较小; 而分维数比较小, 为 1.516, 各景观在形状上比较规则。说明青白江区景观格局维持在比较原始的状况,

人类活动对其影响不明显。

新都县总体景观多样性指数最小, 为 0.840, 说明以少数类型占主导地位; 均匀度很小, 为 0.313, 说明景观类型是成片分布; 破碎度比较大, 为 0.158, 分维数比较小, 为 1.478, 说明景观比较破碎, 人类活动对自然景观干扰很大。

郫县总体景观格局多样性指数比较大, 为 0.882, 说明区域景观类型分布面积差异不很大; 均匀度指数比较大, 为 0.331, 说明景观分布比较均匀; 破碎度很大, 为 0.159, 分维数也比较大, 为 1.642, 表明人类活动对自然景观破坏度很大, 但在形状上还基本维持其原状。

温江区总体景观格局多样性指数很小, 为 0.872, 表明在分布面积上主要以少数景观类型为主; 均匀度指数为最小, 为 0.307, 景观类型分布极不均匀, 主要成片分布; 破碎度指数很小, 为 0.129, 分维数最小, 为 1.408, 表明该区由于地势平坦, 景观形状很规则, 人类活动对自然形成的景观格局破坏也很小。

同时从表3中还发现,各区县景观格局指数与人口密度和GDP有比较密切的关系。龙泉驿区人口密度和GDP都比较小,景观格局破碎化程度也比较小;双流县虽然人口密度很小,但GDP最大,说明人类活动的强度很大,景观破碎化程度也最强烈;青白江区人口密度比较大,但GDP很小,因此,景观破碎化程度也很小;郫县和新都区人口密度都比较大,GDP也比较大,景观破碎化程度也比较大;温江区GDP很小,因而景观破碎化程度也很小。

5 结论

利用遥感技术能够快速准确地获得景观分析所需的数据,GIS分析功能使景观格局分析更为方便。

成都市郊区生态环境处于比较好的状态。总体景观格局由少数景观类型占主导地位,但各类景观都比较均匀地分布在研究区范围内;区内各类景观形态比较规则,在人类活动的干扰下,各类景观能比较好地维持其自然形态。这与成都市良好的城市规划和土地利用总体规划,以及近几年不断实施改善生态环境的各项措施息息相关。

成都市郊区各区县间生态环境存在一定的差异。双流县和温江区保持了良好的景观多样性,而龙泉驿区和青白江区景观相对比较单一;郫县和温江区景观由少数类型占主导地位,比其他区县突出;在景观分布形式上,双流县和新都区景观成片分布现象也比其他区县突出;各区县人类活动对景观格局影响也不相同,其中双流县景观受人类活动影响最大,自然生态环境受到极大破坏,而青白江区和龙泉驿区的自然生态环境则得到较好的维护。

研究区内各区县生态环境出现差异的原因是多方面的,受经济发展速度、人口规模、产业结构、政策和意识等影响。各区县在经济发展的同时,应提高自然生态环境维护意识,不断恢复和改善生态环境,避免以破坏生态环境为代价推动经济发展。

参考文献:

- [1] 傅伯杰,陈利顶,马克明.景观生态学原理及应用.北京:科学出版社,2001:1-15
- [2] Liu BR, Jia GM, Chen JL, Wang G. A review of methods for studying microbial diversity in soils. *Pedosphere*, 2006, 18 (1): 18-24
- [3] 胡继超,张佳宝,冯杰.蒸散的测定和模拟计算研究进展. *土壤*, 2004, 36 (5): 492-497
- [4] 彭新华,张斌,赵其国.土壤有机碳库与土壤结构稳定性关系的研究进展. *土壤学报*, 2004, 41 (4): 618-623
- [5] 肖笃宁,李秀珍,高峻.景观生态学.北京:科学出版社,2003: 139-144
- [6] 宋治清,王仰麟.城市景观及其格局的生态效应研究进展. *地理科学进展*, 2004, 23 (2): 97-106
- [7] 徐建华,岳文泽,谈文琦.城市景观格局尺度效应的空间统计规律—以上海中心城区为例. *地理学报*, 2004, 159 (6): 1058-1067
- [8] 檀满枝,陈杰,张学雷.基于RS和GIS苏州市近20年来城镇扩展对土壤资源的影响研究. *土壤*, 2004, 36 (6): 621-625
- [9] 王辉,董元华,李德成,郭宗祥.基于遥感与GIS技术的苏州市土地利用动态变化研究. *土壤*, 2004, 36 (4): 420-423
- [10] 岳文泽,徐建华,谈文琦.城市景观格局的空间尺度分析. *生态科学*, 2005, 24 (2): 102-106
- [11] 孙亚杰,王清旭,陆兆华.城市化对北京市景观格局的影响. *应用生态学报*, 2005, 16 (7): 1366-1369
- [12] 李宏,邓良基,吴金涛.成都平原县域景观格局时空变异与驱动因子分析—以成都市双流县为例. *资源科学*, 2005, 27 (2): 147-149
- [13] 刘新卫,陈百明,史学正.国内LUCC研究进展综述. *土壤*, 2004, 36 (2): 132-135
- [14] 高素萍,陈其兵,谢玉常.成都中心城区绿地系统景观格局现状分析. *中国园林*, 2005, 7: 49-52
- [15] 周启刚,江晓波,张叶.基于RS和GIS的西藏芒康县景观空间格局. *资源开发与市场*, 2005, 21(3): 235-238
- [16] 邵怀勇,仙巍,周万村.基于3S技术的三峡库区不同高程带景观格局研究—以巫山县为例. *水土保持通报*, 2005, 25(3): 54-57
- [17] 刘海隆,蒋太明,刘洪斌,肖厚军,夏锦慧.不同土地利用方式对岩溶山区旱坡地土壤水分时空分异的影响. *土壤学报*, 2005, 42 (3): 428-433
- [18] 江晓波,周启刚,李爱农.三江并流区域云南省迪庆州景观格局研究. *山地学报*, 2004, 22 (增刊): 164-168
- [19] 章家恩,饶卫民,肖红生.基于RS与GIS的城市化过程中农业用地景观格局变化研究. *华南农业大学学报*. 2005, 26 (4): 106-109
- [20] Zhao GX, Li J, Li T, Yue YD, Warnet T. Utilizing landsat TM imagery to map greenhouses in Qingzhou, Shandong Province, China. *Pedosphere*, 2004, 14 (3): 363-369
- [21] 李毅,邵明安.热脉冲法测定土壤热性质的研究进展. *土壤学报*, 2005, 42 (1): 134-139
- [22] 陈士银,钟来元.基于GIS的城市土地利用与景观格局优化研究—以湛江市为例. *江西农业大学学报*, 2004, 26 (3): 445-450
- [23] Wu LX, Sum B, Zhou SL, Huang SE, Zhao QG. A new fusion technique of remote sensing images for land use/cover. *Pedosphere*, 2004, 14 (2): 187-194

On Landscape Pattern in Chengdu Suburb Based on RS and GIS

ZHOU Qi-gang^{1,2}, ZHANG Ye²

(1 *Tourism School of Chongqing Technology & Business University, Chongqing 400067, China;*

2 *Department of Resource and Environment in Sichuan Normal University ,Chengdu 610066, China)*

Abstract: Chengdu suburb was taken as the studied area, the information of landscape pattern was obtained by the methods of auto-classification and the visual interpretation after the correction and enhancement of remote sensing images, and then the landscape pattern indexes of studied area were analyzed after the selection of the analytical indexes. The results indicated: the general ecological environment was at a well state; few landscape types occupied the dominant position in general landscape pattern, particularly in Pi and Wenjing counties; there were some differences in the ecological environment among different counties; landscape diversity maintained well in Shuangliu and Wenjiang counties but unitary in Longquanyi and Qingbaijiang counties; landscape distribution in large area was more obvious in Shuangliu and Xindu counties; the influence intensity of human activities on landscape pattern was different among different counties, Shuangliu county was influenced most and its ecological environment was destructed acutely, while the ecological environment in Qingbaijiang and Longquanyi counties were protected well.

Key words: Landscape pattern, Landscape pattern index, Chengdu suburb, Auto-classification, Visual interpretation