

昆明城市化过程中土地利用变化及景观梯度分异

刘振祥¹, 冯石², 刘燕³

(1. 云南省环境工程评估中心, 云南 昆明 650032; 2. 中科院昆明植物研究所, 云南 昆明 650021; 3. 云南大学, 云南 昆明 650091)

摘要: 利用 Landsat MSS/TM/ETM+ (1974、1992、2000 和 2006 年) 4 期遥感影像, 应用 3S (GIS, RS, GPS) 技术提取昆明市土地利用信息, 分析土地利用变化、景观梯度分异及方向性差异。研究表明 1974~2006 年 3 个时间段内, 昆明有林地呈现减少—增加—减少的趋势, 建设用地扩张速度逐年增加, 城市扩张致使耕地大幅度减少; 草场退化, 荒草地逐年减少; 裸地从 1992 年以来呈增加趋势, 果园保持增加趋势。通过设置经过市中心的 SW-NE、SE-NW 两条空间样带和围绕市中心的 20 个梯度样带分析, 1974~2006 年建设用地向东北方向和东南方向扩展尤其突出, 同时期 SW-NE 样带比 SE-NW 样带受城市化影响更为明显; 另外, 4 个景观指数 (斑块密度 PD、最大斑块指数 LPI、面积加权分形维数 FARC_AM、香农多样性指数 SHDI) 出现变化的起始梯度圈带均逐渐外移, 且变化趋势明确地反映了景观破碎化程度形成一个从城市中心向外围逐渐减小的空间梯度。

关键词: 昆明; 城市化; 景观格局; 社区

中图分类号: TP79; U412.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-7852(2016)02-0015-06

城市是受人类活动影响和土地利用变化最剧烈的区域, 城市化将长时期成为全球环境变化的重要部分^[1-2]。至 2005 年, 世界上有约一半的人口居住在城市, 预计到 2030 年将增加到 60%^[1-3]。20 世纪中叶以来, 发展中国家城市化的速度超过了发达国家, 而中国的城市化现象尤其明显^[1]。城市规模向外扩张的同时, 也带来许多生态环境问题。城市边缘区城市化过程活跃、土地利用结构变化迅速, 被称为快速城市化地带, 已引起学术界普遍关注^[4]。城市扩张往往伴随着城市周边地区土地利用的急剧变化, 一直是人们研究城市问题的重要内容^[5]。

区域城市化对城市扩展的影响过程, 其实质是区域自然生态系统和农业生态系统向城市生态系统不断转化的过程, 这一过程在快速城市化条件下导致城市景观结构发生剧烈变化, 而景观空间格局变化进一步影响到景观系统内的物质循环与能量流动; 梯度分析方法最早应用于植被生态学, 根据植被分析发展而来^[6-7], 现被广泛用于调查城市化对植被分布的影响^[8-9]和生态系统特征方面的研

究^[9-12]。利用梯度分异和景观指数相结合的方法分析城市景观格局的梯度特征, 能够反映出城市发展的足迹, 体现城市扩展的时空分布特征^[13-15]。

昆明是 1974~1990 年城市形状指数增加量最大的城市之一^[16,17], 近几十年来, 为了满足城市化要求, 大面积耕地变为城市用地, 乱占土地的现象日益增多^[18], 城市土地利用和景观格局以前所未有的速度发生着剧烈的变化。随着昆明经济的迅速发展和城市规模的不断扩大, 全市生态环境遭到一定破坏, 环境质量有恶化趋势^[18]。在 ArcGIS、ERDAS Image 和 Fragstats 软件支持下, 通过定量分析其 LUCC 和景观梯度分异特征, 科学合理地认识城市化过程, 从而有利于有效地降低和解决城市化所带来的负面影响。

1 资料和方法

1.1 研究区概况

昆明市地处云南省中北部、云贵高原中部、青

收稿日期: 2015-12-15; 修订日期: 2016-03-07.

基金项目: 云南省应用基础研究计划项目“中高分辨率遥感数据支持下的橡胶林地信息定量识别方法研究”(2013FZ002)。

作者简介: 刘振祥 (1983-), 男, 山东省泰安市东平县人, 工程师, 硕士, 主要从事环境保护研究。

藏高原东南部 (24°23′ ~ 26°22′, 102°10′ ~ 103°40′), 受印度洋西南季风和西风环流季节交替的影响, 具有明显的中国西南高原季风气候特点, 干湿季节分明, 90% 的降水集中在 5 ~ 10 月份, 年温差小, 年平均气温 15℃, 地带性植被为具有一些旱生特征的半湿润常绿阔叶林。昆明地势复杂, 分布有平坝 (16.04%)、丘陵 (27.43%)、山地 (56.53%), 市主要辖区五华、盘龙、西山区、官渡、呈贡 5 区。为研究昆明市城市化过程的土地利用变化与景观梯度分异, 选取五华、盘龙、西山、官渡 4 区进行深入分析 (呈贡区 2006 年称呈贡新区, 2011 年经国务院批准成立呈贡区), 4 区面积 2081 km²。

1.2 研究方法

1.2.1 资料来源及处理

本研究利用 Landsat MSS/TM/ETM + (1974 年、1992 年、2000 年和 2006 年) 遥感影像, 在 ERDAS 9.1、地理信息系统 ArcGis 9.2、ArcView 3.3 和 Fragstats 3.3 的支持下, 结合野外实地调查、GPS 测量及数码相机拍照, 并在该地区地形图 (1:5 万)、土地利用图 (1997 年) 等相关资料辅助下, 提取土地利用类型信息。

在 ERDAS 9.1 环境下, 对 4 期影像进行监督分类。结合《土地利用现状分类》国家标准及昆明具体情况, 将其土地利用类型分为有林地、灌木林、果园、荒草地、耕地、建设用地、水体及裸地 8 个类型。对照非遥感信息、配合实地调查进行目视修改。分类后的精度评价, 通过野外调查得到的 GPS 点及辅助图件, 随机选点, 建立误差矩阵表, 4 期分类结果精度均在 80% 以上, 符合影像解译标准。

1.2.2 样带和梯度圈设置

样带设置: ArcMap 中建立点图层, 以地形图昆明市正义路和南屏街交叉口中心点坐标作为研究区中心点; 在 ArcView 中建立线图层, 形成西南 - 东北 (SW - NE)、东南 - 西北 (SE - NW) 方向两条样线宽度为 5 km 的样带。

梯度圈设置: 以中心点为圆心, 生成研究区范围内包含 20 个圈带宽度为 2 km 的缓冲区梯度圈图。用样带和梯度圈图层分别剪切 4 期土地利用分类图, 得到需求范围内的土地利用类型图。将裁剪结果转换为象元大小为 10 m 的栅格数据, 在 Fragstats 里进行景观指数的计算, 选取景观指数, 分别进行样带和梯度圈景观水平上的计算, 输出结果并保存。

1.2.3 土地利用变化度量指标

(1) 土地利用变化强度指数

为反映土地利用变化过程中, 各土地利用类型面积的变化幅度与变化速度及区域土地利用变化中的类型差异, 王秀兰等^[20]提出了土地利用的年变化率指数, 其意义在于可直观地反映各地类变化的幅度与速度, 也易于通过类型间的比较反映变化的类型差异。

$$k = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中: P 为研究时段内区域土地利用类型 j 变化强度指数; U_{aj} 、 U_{bj} 分别为研究初期与末期土地利用类型 j 的面积; T 为研究末期和初期相间隔的时间 (a)。

(2) 土地利用变化动态度指数

由于各地类或不同区域相同地类的面积基数不同, 变化率指数高的类型只是变化快的类型, 并不一定是区域变化的主要类型, 对主要类型的判断通常还要考虑变化面积的大小^[21]。为同时考虑地类的变化幅度及变化面积大小, 方便区分变化的主要类型, 采用土地利用变化强度指数^[22]:

$$P = \frac{U_{bj} - U_{aj}}{U} \times \frac{1}{T} \times 1000\%$$

式中: P 为研究时段内区域土地利用类型 j 变化强度指数; U_{aj} 、 U_{bj} 分别为研究初期与末期土地利用类型 j 的面积; U 为研究区总土地面积; T 为研究末期和初期相间隔的时间 (a)。

1.2.4 土地转移矩阵及贡献率矩阵

采用土地利用类型转移概率、贡献率等内容的土地利用矩阵^[23]进行地类间的转移分析。

$$B_{ij} = A_{ij} / \sum_{j=1}^n A_{ij} \times 100\%$$

式中: B_{ij} 为转移概率, 定义 P 时期 i 种土地利用类型转变为 $P + \Delta t$ 时期的 j 种土地利用类型的概率, n 为土地利用类型总数。

$$C_{ij} = A_{ij} / \sum_{j=1}^n A_{ij} \times 100\%$$

式中: C_{ij} 为贡献率, 定义 P 时期 i 种土地利用类型对 $P + \Delta t$ 时期的 j 种土地利用类型的贡献率, n 为土地利用类型总数。

1.2.5 景观指数选取

为有效分析 32 年来城市发展对景观格局变化的影响, 选取斑块密度指数 (PD)、最大斑块指数 (LPI)、景观形状指数 (LSI)、面积加权分形维数 (FARC_AM) 和香农多样性指数 (SHDI) 对样带和梯度圈进行计算, 分析各时期城市化的方向性差异和梯度分异规律。

2 结果与分析

2.1 土地利用类型变化趋势

2.1.1 土地利用面积变化

由表 1 可见, 1974 ~ 2006 年有林地、灌木林、

耕地面积均依次为昆明市前 3 位的土地利用类型, 从 2000 年建设用地面积开始仅次于耕地, 占总面积的 13.47%, 到 2006 年建设用地面积与耕地相当。

1974 ~ 2006 年, 研究区 LUCC 剧烈, 主要表现为: 有林地在 1974 ~ 1992 年大面积减少; 1992 ~ 2000 年有林地面积有所增加; 2000 年后有林地又出现减少趋势, 说明对有林地的破坏在加大, 而灌木林面积在这一时期呈现与有林地刚好相反的趋势, 1974 ~ 1992 年增加, 1992 ~ 2000 年减少, 2000 年后又出现增加趋势; 果园在这 32 年持续增加的; 荒草地和耕地均保持减少趋势; 城市化的推进, 建设用地呈大幅度增加趋势; 裸地在 1974 ~ 1992 年减少, 1992 年后增加; 水体变化幅度不大。

表 1 1974 ~ 2006 年昆明土地利用类型面积变化
Tab. 1 Land use change in Kunming from 1974 to 2006

地类	1974 年		1992 年		2000 年		2006 年		变化面积 /hm ²		
	面积 /hm ²	面积变化 /%	面积 /hm ²	面积变化 /%	面积 /hm ²	面积变化 /%	面积 /hm ²	面积变化 /%	1974 ~ 1992 年	1992 ~ 2000 年	2000 ~ 2006 年
有林地	88 326	41.50	66 008	31.01	77 154	36.25	67 915	31.91	-22 318	11 146	-9 239
灌木林	45 534	21.39	61 877	29.07	49 106	23.07	49 235	23.13	16 343	-12 771	129
果园	1 577	0.74	7 101	3.34	11 039	5.19	12 697	5.97	5 524	3 938	1658
荒草地	13 905	6.53	11 815	5.55	8 376	3.94	7 775	3.65	-2 090	-3 439	-601
耕地	39 540	18.58	39 488	18.55	34 196	16.07	29 938	14.07	-52	-5 292	-4 258
建设用地	8 684	4.08	12 789	6.01	17 598	8.27	28 671	13.47	4 105	4 809	11 073
水体	13 318	6.26	13 071	6.14	13 761	6.47	13 423	6.31	-247	690	-338
裸地	1 959	0.92	686	0.32	1 616	0.76	3 189	1.50	-1 273	930	1 573

2.1.2 土地利用动态变化

鉴于有林地、灌木林、耕地、建设用地为研究区 1974 ~ 2006 年的主要地类, 比较其动态变化, 由可以看出, 不同地类动态度在各时期存在差异: 1974 ~ 1992 年是建设用地 > 灌木林 > 有林地, 耕地在这一时期变化不明显; 1992 ~ 2000 年是建设用地 > 灌木林 > 有林地 > 耕地; 2000 ~ 2006 年是建设用地 > 耕地 > 有林地 > 灌木林。在这些主要地类中, 建设用地是变化最快的类型, 同时耕地减少的速度也在增加。

2.1.3 土地利用强度变化

土地利用强度指标考虑了面积基数的影响, 因此其指标更具比较性。可以看出, 1974 ~ 1992 年有林地减少迅速, 灌木林增加速度较快, 有林地破坏严重, 粗放落后的农业生产是导致毁林开荒的重要原因; 1992 ~ 2000 年由于护林、绿化政策取得一定

效果, 有林地出现增加趋势, 而灌木林明显减少; 2000 ~ 2006 年有林地再次大幅度减少。在城市化进程中, 建设用地增加的趋势在不断上升, 2000 ~ 2006 年约为 1974 ~ 1992 年的 8 倍, 而 1992 年来耕地减少的速度也在增加, 2000 ~ 2006 年为 1992 ~ 2000 年减少速度的 2 倍, 同时 2000 ~ 2006 年建设用地增加速度约为同期耕地减少速度的 2 倍多, 可见近年来城市的快速扩张。20 世纪 90 年代正是昆明城市化进程加快和经济快速增长的时期, 存在无计划扩张现象, 另外, 由于农业生产技术粗放, 普遍存在“丢荒”的生产习惯, 致使大量裸地出现; 32 年间荒草地持续减少, 这是由于草场乱牧和过牧的影响, 超载严重, 大量草场退化, 从而会影响有林地的天然更新和人工造林, 成为制约自然植被发展的重要因素; 果园同时期保持增加趋势, 水体变化不显著。

2.2 土地利用类型之间的转化

土地利用转移率和贡献率,能够显示出各地类的相互转化关系,3个阶段,有林地转化为灌木林和耕地的百分比分别为31.68%、15.33%、22.78%;相当比例的灌木林转为荒草地;耕地分别有13.36%、17.24%和28.60%转成建设用地,呈递增关系,大量的耕地丧失,用于非农建设,这与昆明的城市化进程是相符的。3个阶段的建设用地分别有41.30%、38.67%和34.12%由耕地转化而来,可见城市扩张占用耕地的现象相当严重;裸地分别有62.68%、54.09%和49.76%是由有林地和灌木林转化而来的,而1974~1992年最为严重,另外3个阶段分别有34.31%、36.68%和33.82%的荒草地由灌木林转化而来。植被的毁坏对生态环境产生了深远的影响,反映了人为活动对自然环境的破坏过程。有林地主要分布在交通闭塞的山区,其经济社会及处于“小而全”的封闭式体系,形成了人口-粮食-饲料-能源的恶性循环中,促使有林地迅速解体,在低下的生产力条件下,大多数地区对有林地只有索取而无补偿;另一方面,生态环境恶化及树种、林种单纯等原因,导致虫害猖獗,云南松被毁严重^[24]。虽然1992~2000年有林地有净增加,但是从裸地的来源分析,对林地的破坏比较严重。

2.3 景观格局方向性差异分析

各期土地利用图,SW-NE方向PD值除1974年低于SE-NW样带外,其他3期均明显高于SE-NW样带,说明90年代开始的城市化建设SW-NE样带更为深刻;而LPI值在SW-NE方向上均低于SE-NW样带,且1992年以后差距逐渐拉大,说明SW-NE样带的土地利用类型越复杂,斑块增多;从FARC_AM值来看,1974和1992年方向性差异并不大,在2000年以后SW-NE样带明显低于SE-NW样带;另外,4期土地利用图SW-NE样带的SHDI值均高于SE-NW样带,可以看出斑块的破碎和土地利用类型的复杂程度也是前者高于后者,综上,均反映出1974~2006年,尤其是1992年以来SW-NE样带上人为活动对景观形状的影响比SE-NW样带更深刻。1974~2006年SW-NE、SE-NW样带上PD值的年均变化率为2.77%、2.65%,说明NW-SE样带斑块破碎程度较SW-NE样带稍轻,二者PD值均在2000~2006年回落,建设用地向外扩展,斑块出现整合趋势;1992年以来,两个样带的FARC_AM值均降低,

表明人类活动使景观形状趋于简单,两样带均受城市化影响严重,只是同时期SW-NE样带比SE-NW明显。由4期土地利用分类图分析,建设用地向东北方向和东南方向扩展尤其突出,这与上述结果是一致的。松花坝水源区地处昆明东北郊盘龙江流域,是昆明市民赖以生存的主要水源,滇池位于昆明西南部,毁林开荒、陡坡种植的结果加剧了水土流失情况,滇池湖水富营养化,水质恶化,水源减少,威胁昆明发展。

2.4 景观梯度分析

2.4.1 斑块密度指数(PD)

1974年、1992年和2000年景观梯度圈的PD平均值是逐年上升的,说明其破碎度逐年加大;且4个时期的PD值均呈现先增加后减少的趋势,1974年峰值出现在第6圈带处,而1992年、2000年和2006年的峰值均出现在第11圈带处;且同梯度圈带上,1974~2000年随年份的增加,其破碎度也在逐年加剧,2000年达到最高值,2006年PD值出现回落,反映出人为活动对景观格局的梯度规律性,也说明2000年后由于生态保护政策的干预,已经使得城市景观破碎化状况得到控制,城市规划出现理性成分;城市化初期,1974~1992年第1~3梯度带内,PD值逐渐增减,1992年后随着城市边界的外延,指数开始增加的梯度圈带也逐渐外延。

2.4.2 最大斑块指数(LPI)

LPI值反映了景观的优势度。1974~2006年4期的曲线趋势表现为先降低再增加,均在第11梯度圈带达到谷值,表现出在11圈带处无占明显优势的地类,破碎度最大;随年份增加,建设用地斑块所占优势越来越大,所以第4梯度圈带内,LPI值是逐年增加的,且增加幅度也在不断加大;第4~7圈带内,因为地类斑块数量增加、破碎,同梯度圈带LPI值逐年降低,在第11梯度圈带后也出现了相似了规律,反映出城市化进程中对城市郊区景观的影响。

2.4.3 香农多样性指数(SHDI)

斑块结构复杂是造成景观多样性指数增加的原因。梯度圈带1~5内,随着城市化进程的加剧,建设用地斑块不断扩大,指数开始上升的圈带逐年外移;梯度圈带8~16四期土地利用图SHDI曲线均出现先减少后增加的变化趋势,且SHDI值逐年上升,其中1974年的SHDI值是最低的,原因是斑块连接性较好,未出现破碎化,圈带内类型较单

一, 所以多样性指数低, 而随人为干扰因素的增加, 景观多样性指数增加, 并不是丰富度增加, 而是斑块被割据, 土地利用类型在面积上均匀度增加的结果^[25]。

2.4.4 面积加权分形维数 (FARC_ AM)

第2~3 梯度圈带是1974~1992 年城市化初期首先受到破坏的区域, 也是破坏最为严重的区域, 所以分维数增加; 1992~2006 年城市化后期, 距离中心近的圈带内建设用地斑块已经整合, 破碎化区域外延, 所以2000 年、2006 年指数增加的起始圈带外移。第4 圈带以后, 1974 年、1992 年和2000 年面积加权分维数逐年增加, 表明破碎化情况随城市化进程逐年加剧, 2006 年分维数值开始回落, 一方面由于植树造林政策初见成效, 使破碎化得到遏制, 另一方面由于城市化后期斑块间的整合。

综上所述, 4 个景观指数的变化趋势明确地反映了景观破碎化程度形成一个从城市中心向外围逐渐减小的空间梯度, 城市化进程中, 4 个指数出现变化的起始梯度圈带均逐渐外移。另外, PD 值从1992 年开始在第11 圈带处达到破碎度峰值, LPI 值达到谷值, 此值的出现处对应着在空间结构上城市化程度最高的地理位置, 而曲线的转折点也可用来只是城市景观的边界范围^[25]。另外, 2000 年以来生态保护政策的干预, 城市建设出现了一些理性成分, 加之城市化后期斑块整合, 2006 年 PD 值和 FARC_ AM 值出现回落, 破碎状况得到一些控制。

3 结论与讨论

3.1 结论

借助 3S 技术, 结合景观梯度分析方法, 快速、定量的获取昆明市土地利用信息, 分析了 LUCC、景观的方向性差异和梯度性分异规律。1974~2006 年, 研究区 LUCC 剧烈, 1974~1992 年由于缺乏生态意识的乱砍滥伐及毁林开荒的生产方式使有林地大面积减少, 1992~2000 年由于采取的生态保护政策取得成效, 有林地面积有所增加, 但2000~2006 年又出现了减少趋势, 说明在保护的同时, 还存在着对有林地的破坏。建设用地大幅度增加, 2000~2006 年约为1974~1992 年的8 倍, 而1992 年以来耕地减

少的速度也在增加, 2000~2006 年为1992~2000 年减少速度的2 倍, 同时2000~2006 建设用地增加速度约为同期耕地减少速度的2 倍多, 城市扩张对耕地的占用现象是十分严重的。由于草场乱牧和过牧的影响, 超载严重, 大量草场退化, 32 年间荒草地持续减少; 城市化进程加快和经济高速增长的同时, 存在无计划扩张现象; 由于农业生产技术粗放, “丢荒”的生产习惯, 致使大量裸地出现。

用梯度分析结合景观指数定量识别城市化时空变化、方向性差异及梯度分异是一个有效的手段, 研究表明1974~2006 年建设用地向东北方向和东南方向扩展尤其突出, 两样带均受城市化影响严重, 同时期 SW-NE 样带比 NW-SE 明显, 斑块的破碎和土地利用类型的复杂程度也是前者高于后者, 尤其是1992 年以来 SW-NE 方向上人为活动对景观形状

的影响比 SE-NW 方向更深刻。PD、LPI、SHDI、FARC_ AM 值的变化趋势明确地反映了景观破碎化程度形成一个从城市中心向外围逐渐减小的空间梯度, 城市化进程中, 4 个指数出现变化的起始梯度圈带均逐渐外移; 从1992 年开始在第11 圈带处达到破碎度峰值, 此最高值的出现处对应着在空间结构上城市化程度最高的地理位置; 2000 年以来生态保护政策的干预, 城市建设出现了一些理性成分, 加之城市化后期斑块整合, 2006 年 PD 值和 FARC_ AM 值出现回落, 破碎状况得到控制。

3.2 讨论

20 世纪90 年代昆明城市快速发展, 随着城市化的推进, 人口膨胀建房、毁林开荒造地; 人为因素带来的土地利用类型变化和生态环境恶化, 林地破坏、占用耕地、草场退化、生态环境恶化, 都在威胁着昆明今后的发展, 所以通过研究 LUCC 和景观格局变化, 科学合理地认识城市化过程和趋势, 从而改变落后生产方式, 提倡节约型生产, 提高林地、耕地保护意识, 增强保护政策, 控制城市扩张朝理性方向发展, 才能有效的降低和解决城市化所带来的负面影响^[14]。城市边缘区作为城市化的前沿地带, 其土地利用变化具有重要影响, 做好基础调查研究工作, 对城市发展进行合理规划, 严格控制耕地面积, 切实保护林地, 防止生态环境进一步恶化。

参考文献:

- [1] Seto, K C, Fragkias, M. Quantifying spatiotemporal patterns of urban land - use change in four cities of China with time series landscape metrics [J]. Landscape Ecology, 2005, 20: 871 - 888.

- [2] Moortel, B V d. Spatiotemporal study of urban land cover in Southwest China [C] //Case Studies of the Cities Dali and Jinghong. 2007, 1: 141.
- [3] Lamptey, B L, Barron, E J. Impacts of agriculture and urbanization on the climate of the Northeastern United States [J]. Global and Planetary Change, 2005, 49: 203–221.
- [4] 郑辛酉, 贾铁飞, 倪少春. 基于土地利用变化的区域城市化生态效应分析——以上海城市边缘区轴向城市化样带为例 [J]. 资源科学, 2006, 28 (6): 146–153.
- [5] 胡德勇, 李京, 陈云浩, 等. 基于多时相 Landsat 数据的城市扩张及其驱动力分析 [J]. 国土资源遥感, 2006, 70 (4): 46–50.
- [6] Whittaker, R H. Gradient analysis of vegetation [J]. Biol. Rev., 1967, 42: 207–264.
- [7] Whittaker, R H. Communities and Ecosystems [M]. New York: MacMillan, 1975.
- [8] Sukopp, H. Urban ecology – Scientific and practical aspects [J]. Urban Ecology, 1998: 3–16.
- [9] Pouyat, R V, McDonnell, M J. Heavy metal accumulations in forest soils along an urban – rural gradient in southeastern New York, USA [J]. Water Air Soil Pollution, 1991, 57: 797–807.
- [10] Pouyat, R V, McDonnell, M J, Pickett, S T A. Soil characteristics in oak stands along an urban – rural land – use gradient [J]. J. Environ. Qual, 1995, 24: 516–526.
- [11] Zhu, W, Carreiro, M M. Chemoautotrophic nitrification in acidic forest soils along an urban – to – rural transect [J]. Soil Biol. Biochem., 1999: 1092–1100.
- [12] 李俊祥, 王玉洁, 沈晓虹, 等. 上海市城乡梯度景观格局分析 [J]. 生态学报, 2004, 24 (9): 1973–1981.
- [13] Luck, M, Wu, J. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA [J]. Landscape Ecology, 2002, 17: 327–339.
- [14] 郭冻, 夏北成, 刘蔚秋, 等. 城市化进程中广州市景观格局的时空变化与梯度分异 [J]. 应用生态学报, 2006, 17 (9): 1671–1676.
- [15] Yu, X J, Ng, C N. Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban – rural transects: A case study of Guangzhou, China [J]. Landscape and Urban Planning, 2007, 79: 96–109.
- [16] 王新生, 刘纪远, 庄大方, 等. 中国城市形状的时空变化 [J]. 资源科学, 2005, 27 (3): 20–25.
- [17] Deng, X. Growth, population and industrialization, and urban land expansion of China [J]. Journal of Urban Economics, 2007: 1–20.
- [18] 黄智. 世纪之交 昆明城市发展战略. 云南科技出版社, 1997, 89–90.
- [19] 蔡宏. 基于遥感的昆明市城市土地利用变化情况对比研究 [J]. 贵州科学, 2007, 25: 178–184.
- [20] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨 [J]. 地理科学进展, 1999, 18 (1): 81–87.
- [21] 朱会义, 李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论 [J]. 地理学报, 2003, 58 (5): 643–650.
- [22] 李红梅, 马友鑫, 郭宗峰, 等. 基于 RS 和 GIS 的西双版纳土地覆被动态变化 [J]. 山地学报, 2007, 25 (3): 280–289.
- [23] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析 [J]. 地理学报, 2000, 55 (2): 151–160.
- [24] 昆明市林业局, 云南大学生态学与地植物学研究所. 昆明植被 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1994, 33–38.
- [25] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000, 111–115.
- [26] 陈静, 和丽萍等. 滇池湖滨带生态湿地建设中的土地利用问题探析 [J]. 环境保护科学, 2007, 33 (1): 39–41.
- [27] Yousef Sakieh, Bahman Jabbarian Amiri, Afshin Danekar, et al. Scenario – based evaluation of urban development sustainability: an integrative modeling approach to compromise between urbanization suitability index and landscape pattern [J]. Environment, Development and Sustainability, 2015, 17 (6): 1343–1365.
- [28] D. Smiraglia, T. Ceccarelli, S. Bajocco, et al. Unraveling Landscape Complexity: Land Use/Land Cover Changes and Landscape Pattern Dynamics (1954–2008) in Contrasting Peri – Urban and Agro – Forest Regions of Northern Italy [J]. Environmental Management, 2015, 56 (4): 916–932.
- [29] Paola Mairota, Barbara Cafarelli, Rocco Labadessa, et al. Very high resolution Earth Observation features for testing the direct and indirect effects of landscape structure on local habitat quality [J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2015, 34: 96–102.
- [30] Chen Liding, Liu Yang, Lü Yihe, et al. Pattern analysis in landscape ecology: progress, challenges and outlook [J]. Stxben, 2008, 28 (11): 5521–5531.
- [31] Shiliang Su, Rui Xiao, Zhenlan Jiang, et al. Characterizing landscape pattern and ecosystem service value changes for urbanization impacts at an eco – regional scale [J]. Applied Geography, 2012, 34: 295–305.

(下转第 47 页)

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND REGIONAL DIFFERENTIATION OF THE GEOGRAPHICAL SOCIETY MEMBERS OF CHINA

WANG Qian , SHANG Zhi – hai

(*Department of Geography , Lingnan Normal University , Zhanjiang 524048 , Guangdong , China*)

Abstract: Take the Geographical Society members of China as a case , this paper analyzed geographical distribution and regional differentiation of the Geographical Society member of China using statistical analysis method , so as to investigate the environmental factors which affect the character of spatial distribution. The results show that geographical distribution of the members is unbalanced and has obvious geographical concentration. The members of Beijing is most and Hainan is lest , also the spatial distribution of the members appears on a diminishing scale from east to west and from south to north , in which the central china and north china is the most concentrated places but the Tibetan region get the least. Evidently , the proportions of members have significant positive correlation with the economy developing level , population distribution and educational resources , moreover , the physical geographic environment also affect the distribution indirectly.

Key words: The Geographical Society members of China; geographical distribution; regional differentiation; geographical concentration

~~~~~  
( 上接第 20 页 )

## LAND USE CHANGE AND GRADIENT DIFFERENTIATION OF LANDSCAPE IN KUNMING DURING ITS URBANIZATION

LIU Zhen – xiang<sup>1</sup> , FENG Shi<sup>2</sup> , LIU Yan<sup>3</sup>

( 1. *Yunnan Appraisal Center for Environmental Engineering , Kunming , 650032 , Yunnan China;*

2. *Kunming Institute of Botany , Chinese Academy of Sciences , Kunming 650021 , Yunnan , China;*

3. *Yunnan University , Kunming 650091 , Yunnan , China* )

**Abstract:** Applying the Landsat MSS/TM/ETM + images from 1974 , 1992 , 2000 , 2006 and using 3S ( i. e. GIS , RS , GPS ) technology to extract land use of Kunming , then analysis the land use change , landscape gradient differentiation and directional difference. The results show that the forest presents decline – increase – decline from 1974 to 2006 in Kunming. Construction land increased dramatically because of urban sprawl , while cultivated land decreased greatly. The waste – grassland reduced due to grassland degradation year by year. Bare land shows an increasing trend after 1992 , and the orchard maintained steady growth during these years. Through setting two spatial transects ( SW – NE and SE – NW ) and twenty gradient zones crossing the urban center , it illustrates that SW – NE is more profoundly influenced by urbanization than the other. On the other hand , construction land spread prominently to northeast and southeast. The gradient zone number lagged , where four landscape metrics ( Patch Density – PD , Largest Patch Index – LPI , Area – weighted Mean Fractal Index – FARC\_ AM , Shannon’ s Diversity Index – SHDI ) starts to change. Change trends of the metrics shows a spatial gradient of decreasing from urban center to outwards.

**Key words:** Kunming; urbanization; landscape pattern; community