

doi: 10.13624/j.cnki.issn.1001-7445.2018.1183

城市边缘区碳排碳汇用地扩张模式比较研究

覃盟琳¹ 袁倩文¹ 赵静²

(1. 广西大学 土木建筑工程学院, 广西 南宁 530004;
2. 桂林市城市规划设计研究院, 广西 桂林 541002)

摘要: 为了对比研究城市边缘区碳排碳汇用地在城市发展不同阶段的扩张模式, 选取上海、南宁、来宾三个具有代表性的城市为样本, 对其1990年~2016年城市边缘区碳排碳汇用地布局变化进行分析, 并横向对比三个城市边缘区的扩张模式。最终得出基本结论: 城市边缘区碳排碳汇用地扩张中, 不同城市选择的模式虽然不同, 但均呈现周期性推进的状态; 大城市边缘区先行发展经验可以反馈在中小城市扩张模式上, 中小城市可能会跳跃发展; 同时期的扩张对碳排碳汇用地影响较为类似, 但相同模式不同规模的城市扩张对碳汇用地的影响程度不同。

关键词: 城市边缘区; 碳排碳汇用地; 空间结构; 扩张模式; 比较研究

中图分类号: TU984 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7445(2018)03-1183-09

Comparative study on expansion patterns of land used for carbon emission and sink in urban fringe

QIN Meng-lin¹, YUAN Qian-wen¹, ZHAO Jing²

(1. College of Civil Engineering and Architecture, Guangxi University, Nanning 530004, China;
2. Guilin Urban Planning and Design Institute, Guilin 541002, China)

Abstract: In order to compare and study the expansion patterns of land used for carbon emission and sink in urban fringe in different stages of urban development, three representative cities of Shanghai, Nanning and Laibin are selected as the samples. The layout changes of the carbon emission and sink in the fringe areas from 1990 to 2016 are analyzed, and the expansion patterns of the fringe areas of the three cities are compared. The following three basic conclusions are drawn: The expansion patterns of land used for carbon emission and sink in fringe areas of big, medium and small cities show similar characteristics of periodic propulsion, but the choice of each city in each period of the expansion may be different. The development experience of big city can provide feedback to small and medium cities, which may allow them to make a great leap forward. The influence of expansion

收稿日期: 2018-04-11; 修订日期: 2018-04-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51208119); 国家自然科学基金资助项目(51768001); 广西自然科学基金项目(2017JJA150076)

通讯作者: 覃盟琳(1978—), 男(壮族), 广西南宁人, 广西大学副教授, 博士; E-qinml-lad@sohu.com。

引文格式: 覃盟琳, 袁倩文, 赵静. 城市边缘区碳排碳汇用地扩张模式比较研究[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2018, 43(3): 1183-1191.

in the same period on the land used for carbon emission and sink shows similar features, but the influence degree of city expansion under the same pattern but different scales on the land used for carbon sink is different.

Key words: urban fringe area; carbon emission and sink; spatial structure; expansion mode; comparative study

0 引言

城市边缘区是城市发展建设的生态支撑,其碳汇功能决定着城市整体的环境承载力。边缘区的碳排碳汇用地空间结构更是深刻影响着城市的生态安全格局,关系到城市的健康有序发展。1936年,德国地理学家 Louis^[1] 在研究柏林市地域空间结构时初次提出城市边缘区(Stadtrand Zonen) 的概念。Rodney^[2] 结合实例分析将城市边缘区空间变化状态划分为:溢出、分散、填充三个阶段。Conzen^[3] 在20世纪70年代提出边缘区空间结构变化呈起一伏一平三种动态变化周期,城市用地周期性扩展、空间呈圈层增长状态。从农业区位理论到城市发展和土地使用空间组织方式的模型,跨世纪的用地研究揭示了城市发展扩张同样具有圈层式空间特征,且城市外围深受中心区的影响^[4]。1939年, Hoyt^[5] 提出交通运输通道驱动城市边缘区轴向扩展,同时也呈现出周期性推进的特征。以上研究表明,在不同的扩张阶段城市边缘区扩张模式具备不同的特征。在对城市边缘区扩张模式的研究上,杨荣南等^[6] 认为城市空间扩展模式主要有集中型同心圆式、沿主要对外交通轴线带状式、跳跃式成组团及低密度连续蔓延几种。而覃盟琳等^[7] 提出六种边缘区扩张类型,并探讨了不同扩张模式产生影响的异质性。吴娟^[8] 通过分析两个时间段上海边缘区的扩张,发现在1988年~1997年和1997年~2009年分别呈平面蔓延、轴向发展与组团发展的特征。周捷^[9] 在对武汉城市边缘区的研究中总结出大城市边缘区具有组团扩展、集中连片、独立发展、渐近发展几种模式。对中等城市,瞿伟^[10] 对昆明市边缘区扩展形式进行轴向扩展和内外向填充的总结;杨新刚^[11] 总结出合肥市边缘区扩张模式主要有轴向延展式、片状蔓延式、跳跃膨胀式三种;覃盟琳等^[12] 对南宁市边缘区1990年~2014年不同时期分别以蔓延型、指状型及连片型扩张模式为主^[7,14];此外还有黄丽^[12] 研究出福州市空间扩展形式有圈层式、星状扩张、带状生长和跳跃式生长几种。对小城市,赵静等^[13] 对来宾市边缘区碳排碳汇用地扩张模式进行了研究,发现来宾市1990年~2014年不同发展阶段分别以蔓延型、连片型及轮盘型为主。

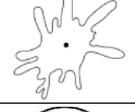
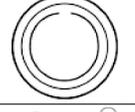
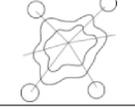
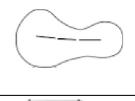
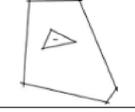
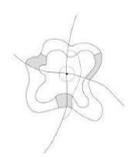
从以上研究中可以发现,不论大、中、小城市,在边缘区的扩张过程都表现出相似的模式特征,并且都显现出阶段性演变的特点。但是,大多数针对边缘区扩张模式的研究仅着眼于单个城市的变化过程,缺乏对相同阶段不同规模城市边缘区扩张模式的比较研究;并且对于碳排碳汇用地产生的不同表现也缺乏认识。本文从用地变化的角度,结合典型城市边缘区用地在不同阶段的扩张特征,深入比较总结不同城市边缘区用地扩张情况。

1 边缘区碳排碳汇用地扩张基本阶段及其特征探讨

城市边缘区碳排碳汇用地的扩张主要包括五个基本阶段^[14](表1),前四个基本阶段时期边缘区主要注重于地域范围的外扩,用地的主要特征为将碳汇用地转化为碳排用地;有机更新阶段则更注重边缘区内部的修复,主要特征为碳排用地恢复为碳汇用地。

表1 边缘区碳排碳汇用地扩张阶段及其特征^[7]

Tab. 1 Expansion stage and characteristics of carbon emission and sink at fringe areas

发展阶段	模式	动力机制	对碳排碳汇用地的影响	形态	城市案例
离心发散	蔓延型	◆人口增长推动 ^[15]	◆侵蚀碳汇用地面积大、影响小; ◆侵占以园地、耕地为主的碳汇用地 ^[16] 。		上海 南宁 来宾
	指状型	◆交通运输因素 ^[17] ◆自然地形条件	◆未利用地大量留存; ◆侵占碳汇用地速度加快、林地少占。		上海
外向推延	圈层型	◆城市规划扩张	◆碳汇用地保留较少; ◆侵占碳汇用地的速度减慢。		南宁
	飞地型	◆卫星城吸引 ◆产业调整	◆侵占碳汇用地速度较快、转变较为彻底; ◆对碳汇用地生态结构破坏较小。		上海 南宁
集聚整合	片状分散型	◆政府支持驱动	◆碳汇用地空间构成复杂 故转化较慢; ◆较多林地转化为碳排用地; ◆一定程度上破坏了生态系统平衡。		来宾
向心填充	填充型	◆城市规划控制	◆碳汇转化为碳排用地的速度快、面积小; ◆城市绿地、未利用地转化较多。		上海
有机更新	转化型	◆城市发展需求 ◆科学的城市规划 ◆居民生活需求	◆城市边缘区土地开发模式变得更科学、多样、持续; ◆受损的碳汇用地得以重新修复; ◆部分不适应发展需求荒废的建设用地修整为绿地。		上海局部地区

离心发散阶段为边缘区碳排用地不受中心城控制离心外延,分散在各处的碳汇用地不同程度地转化为碳排用地,表现为蔓延外溢型与指状延展型两种扩张模式^[12]。蔓延型为中心城的各种功能自发向外溢出导致边缘区不断扩张。而指状型则是边缘区破解交通干线向外不断延伸,带来局部区域建设用地的扩张,但周边仍存在大量碳汇用地。边缘区扩张的中期,进入外向推延阶段,范围迅速膨胀。在扩张过程中碳汇用地转变较为彻底,快速的用地侵占不断挑战着生态系统的平衡。边缘区扩张的中后期,处于片状分散型的集聚整合阶段,城市边缘区碳排与碳汇用地聚集成片整体开发,形成功能结构多样化、独立性强的区域,出现中心城的外延区域或飞地。区域内大量碳汇用地被转化为碳排用地^[16],碳汇用地结构被完全打乱。

边缘区扩张的后期,规划控制城市的发展,整体进入向心填充阶段。充分利用在快速扩张中的剩余土地,未利用碳汇用地得到开发,并伴随着部分已建用地的调整与再开发。伴随着这种过程,新的区级中心可能会产生,逐渐形成多中心的城市空间结构,进而吸引更多的人口和经济产业活动汇集。在这个阶段,部分边缘区停止扩张的发达城市开始审视边缘区扩张中不合理的部分,尝试恢复原本受到破坏的碳汇用地。尚不具备改善条件的城市则处于某个扩张阶段停滞不前。在有机更新阶段城市边缘区在科学系统规划下实行更为科学、多样、持续的土地开发模式^[18],对边缘区内部碳汇用地系统进行更新,将一些不适应社会需求或几近荒废的建设用地重新修整复为生态用地。但有机更新阶段只存在于少数特大发达城市中,并不是所有城市都具备。在本研究中,上海、南宁、来宾皆未真正进入到有机更新阶段当中,因此在实例比较中此阶段暂不做讨论。

2 典型城市边缘区碳排碳汇用地扩张模式比较研究

2.1 研究对象基本概况及研究方法

本文选取来宾(小)、南宁(中)、上海(大)三个等级的典型城市作为研究对象。来宾,位于广西中部,2016年常住人口为218.20万人,城镇化率为40.7%,代表进入快速发展的小型城市。南宁位于广西中部偏南,是广西区首府及政治、经济、文化中心,2016年城镇常住人口为425.34万人,城镇化率达60.23%,作为具有后起爆发力的中型城市范例。上海城市总面积为6833 km²,是全国超大城市的典型代表,常住人口达到2415.27万人,城镇化率高达88.02%。本文所提到城市的大、中、小是指在全国城市序列中的相对位置,不以城市规模划分为标准。研究选用Landsat TM提取出来宾、南宁、上海三城市边缘区1990年、2000年、2006年及2016年用地影像信息,具体变化情况见图1,用地变化统计分析见表2。

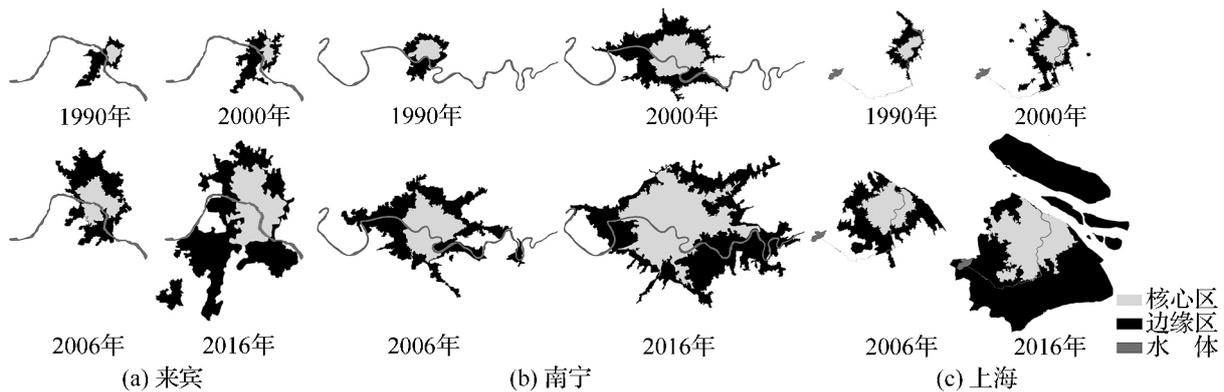


图 1 边缘区空间形态变化

Fig. 1 Urban fringe areas spatial pattern changes

表 2 用地面积统计

Tab. 2 Land area statistics

年份 用地类型	1990 年			2000 年			2006 年			2016 年		
	来宾	南宁	上海	来宾	南宁	上海	来宾	南宁	上海	来宾	南宁	上海
碳排用地	337.2	1 519.3	28 143.3	364.9	1 982.2	28 523.8	688.4	2 541.4	41 060.9	2 455.6	10 444.1	114 282.0
其中: 建设用地	337.2	1 519.3	28 143.3	364.9	1 982.2	28 523.8	688.4	2 541.4	41 060.9	2 455.6	10 444.1	114 282.0
碳汇用地	660.8	1 448.6	12 567.4	1 482.5	3 008.5	46 505.6	1 588.0	11 174.7	66 300.6	2 255.7	29 500.3	339 966.7
其中: 水域	24.1	303.2	1 307.6	233.0	881.7	301.7	447.3	1 590.4	857.6	457.6	1 532.8	13 931.2
园 地	302.5	92.2	117.1	553.3	532.3	10 350.5	175.1	6 381.8	21 579.6	206.0	11 658.4	90 655.3
耕 地	45.3	150.1	7 573.7	501.9	957.7	20 566.5	508.5	1 481.4	23 232.1	1 210.2	9 057.0	127 362.9
林 地	280.2	224.3	324.8	19.9	33.4	6 415.0	12.2	199.7	14 967.2	123.0	444.1	17 557.7
未利用地	8.6	678.8	3 244.2	174.5	603.4	8 871.9	440.0	1 521.4	5 664.0	258.9	6 808.0	90 459.6
合计	997.9	2 967.9	40 710.7	1 847.4	4 990.7	75 029.3	2 276.4	13 716.0	107 361.5	4 711.3	39 944.4	454 248.7

2.2 典型城市边缘区不同阶段碳排碳汇扩张模式比较研究

由于城市规模及发展状况不同,故三类城市存在发展的时间差。根据上述三个城市边缘区用地扩张不同阶段的特征,后文将比较研究这三种城市的扩张模式,并针对性探讨对于不同用地的负面作用。三城市四时间段边缘区碳排碳汇用地年均同比增长率见表3。三市四时间段的边缘区碳排碳汇用地分布变化图分别见图2~图4。

表 3 三城市边缘区碳排碳汇用地年均同比增长率比较

Tab. 3 Growth rate comparison of land used for carbon emission and sink at fringe areas of three city %

用地类型	1990 年~2000 年			2000 年~2006 年			2006 年~2016 年		
	来宾	南宁	上海	来宾	南宁	上海	来宾	南宁	上海
碳排用地	0.79	2.70	0.13	11.16	4.23	6.26	13.56	15.18	10.78
碳汇用地	8.42	7.58	13.98	1.15	24.45	6.09	3.57	10.19	17.76
其中: 水域	25.48	11.26	-13.64	11.48	10.33	19.02	0.23	-0.37	32.15
园地	6.22	19.16	56.54	-17.45	51.29	13.03	1.64	6.21	15.43
耕地	27.18	20.36	10.51	0.22	7.54	2.05	9.06	19.85	18.55
林地	-23.24	-17.33	34.76	-7.89	34.70	15.17	26.05	8.32	1.61
未利用地	35.10	-1.17	10.58	16.89	16.67	-7.21	-5.27	16.17	31.93
总计	6.35	5.33	6.30	3.54	18.35	6.15	7.54	11.28	15.52

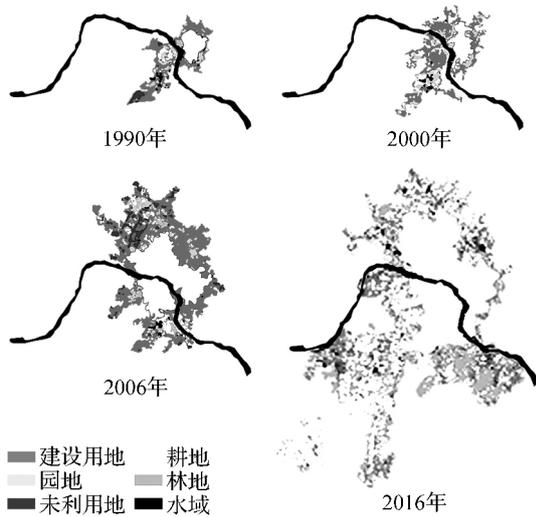


图 2 1990 年~2016 年来宾市城市边缘区碳排碳汇用地分布

Fig. 2 Land used for carbon emission and sink in Urban fringe areas of Laibin city from 1990 to 2016

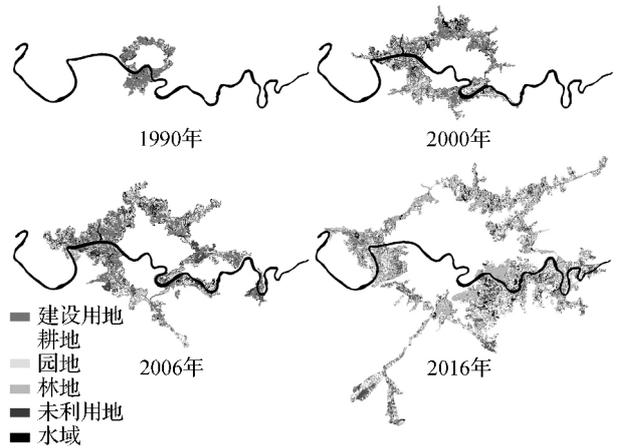


图 3 1990 年~2016 年南宁市城市边缘区碳排碳汇用地分布

Fig. 3 Land used for carbon emission and sink in Urban fringe areas of Nanning city from 1990 to 2016

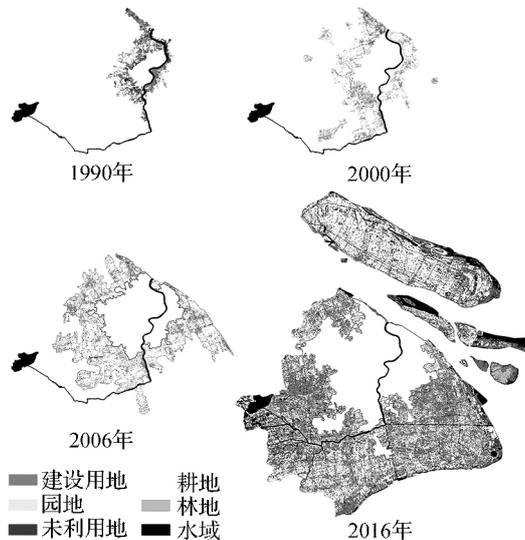


图 4 1990 年~2016 年上海市城市边缘区碳排碳汇用地分布

Fig. 4 Land used for carbon emission and sink in Urban fringe areas of Shanghai City from 1990 to 2016

2.2.1 离心发散阶段

在起步及初期阶段,城市边缘区碳排碳汇用地向周围分散扩张。新兴小城市来宾起步相对较晚,1990年~2000年城市发展处于起步阶段;2000年~2006年城市逐渐进入快速发展状态;2006年~2016年边缘区碳排用地分散扩张更为明显。1990年~2000年来宾市边缘区碳排碳汇用地扩张主要以向外蔓延为主。此时边缘区碳汇用地年均同比增长率为8.42%,碳排用地仅为0.79%。耕地及未利用地出现了大幅度的增长,而林地则出现了23.24%的负增长。说明碳排用地的转化出现了大量的富余,程度不彻底,且对林地影响最大。2000年~2006年来宾步入了较快发展,边缘区碳排碳汇用地主要以片状分散型呈组团状向北扩张,碳汇用地年均同比增长率仅为1.15%,而碳排用地则达到11.16%,碳汇用地的增长减速。碳汇用地主要由耕地和园地构成,但园地出现了17.45%的负增长,耕地的增长也仅达到0.22%,林地也持续萎缩。说明该种模式对各类碳汇用地的影响都是巨大的。在1990年~2000年,南宁市进入边缘区碳排碳汇用地扩张离心发散阶段。1990年边缘区表现出较为明显的蔓延外扩的状态,到2000年则呈圈层与片状结合的扩张模式。碳汇用地比碳排用地年均增长率高4.88%。根据数据可以直观判断出:边缘区扩张快、转化慢,即重扩张、轻转化。主要的耕地及园地出现了较大幅度的增长。而林地则出现了负增长,说明该段的碳排用地转化主要来源于林地。上海市用地外散期则早在九十年代,采取蔓延外溢型与指状延展型相结合的模式。在此时,城市边缘区的碳汇用地远高于碳排用地,整体保持良好的碳汇状态。

在离心发散阶段,大中小城市都经历过蔓延外溢这一模式,碳汇用地被随意割裂,碳排用地大多不定向的插入在碳汇用地内部,并不断向外侵蚀碳汇用地。边缘区碳汇用地均多于碳排用地,且存在大量待转化的碳汇用地。大城市在该时期呈现出较为明显的以指状及蔓延为主的加速扩张模式,而中小城市由于后起发展的原因,利用大城市的先行发展经验,有意识地选择扩张模式以及控制扩张状态。此发展阶段对碳汇用地的影响为:耕地与园地增多,大城市园地、林地增幅较大,而中小城市耕地增幅较大、林地减少。正是由于整体的扩张模式,导致了中小城市边缘区林地速降,对其损害较大。

2.2.2 外向推延阶段

边缘区发展的中期即外向推延阶段,边缘区面积迅速膨胀。有大城市的经验借鉴,中小城市的碳排碳汇用地的外扩具有一定的计划性。1990年~2000年上海市已先行发展,出现部分卫星城,城市边缘区用地扩张模式主要为圈层型与飞地型。碳汇用地增加五分之一左右,即年均同比增长率为13.98%,碳汇用地的大幅增加对象为园地和林地;而碳排用地仅增0.14%。城市边缘区的扩张仍停留于重扩张、轻转化的状态。第三个研究时间段则为南宁的外向推延阶段,边缘区扩张主要以指状外延型为主,以片状分散型的独立工业飞地为辅。碳汇用地增幅远高于碳排用地,表现为园地与林地的大幅增加;而耕地增长率仅为2.05%。以上表明此时碳排用地的转化以耕地为主。相比大中城市而言,来宾市的发展明显落后,发展阶段对应到2006年~2016年,扩张模式为有选择的片状外延型与飞地型,整体趋于向南拓展。与大中城市不同的是,碳排用地较碳汇用地增长稍快,年均同比增长率分别为13.56%和3.57%。碳汇用地以林地为主,增长率达到26.05%,未利用地减少了5.27%,园地仅增加1.64%。碳排用地转化的来源为园地与未利用地,边缘区用地保持扩张的同时注重用地的转化。

在外向推延阶段,边缘区碳排碳汇扩张模式以圈层及片状为主,部分城市有飞地出现。大中城市碳汇用地年均同比增长率仍高于碳排用地,而小城市则出现了相反现象。在此阶段中,大中小城市都出现了林地增长率大幅提高的现象,园地也有不同程度的增长,而耕地出现增幅减小的趋势。但是,出现这种情况的原因主要是边缘区外扩大幅涵盖了周边原有的林地,而并不是城市有计划性的增加林地,因此并不足以说明城市边缘区碳汇能力有所提高。

2.2.3 集聚整合阶段

进入中后期阶段,城市放缓边缘区扩张的脚步,扩张以集聚整合为主要特征。截至2016年,只有上海及南宁迈入整合集聚阶段,而来宾边缘区碳排碳汇用地虽已出现自我填充的迹象,但其扩张仍停留在

范围扩大层面,并未见到用地的转化以及优化整合。三个时间段中,上海市边缘区碳排碳汇用地一直处于高速扩张状态,且在中后期出现了稍显失控的扩张状态。2000 年用地外延膨胀的现象而并无明显的用地转化。而在 2000 年~2006 年的时间段,碳排碳汇用地增长趋于持平,分别为 6.26%和 6.09%;边缘区用地逐渐扩展至周边飞地,整体呈片状发展;各类碳汇用地相比上个时间段增幅不明显,林地增加 15.17%,园地增加了 13.03%,而耕地只增加 2.05%。此外未利用地微减,表明特大城市在此阶段的扩张中开始注重碳排用地的充分转化。南宁市比上海市落后一个时间段进入整合发展阶段,边缘区碳排碳汇用地主要以东南部片状拓展为主、东北—西南指轴发展为辅。碳汇用地中耕地增长为 19.85%,林地有所增加,年均同比增长率为 8.32%,园地仅为 6.21%;碳排用地以 15.18%的年均同比增长率反超仅为 10.19%的碳汇用地,相比上个发展阶段可以看出南宁市边缘区用地在保持扩张的同时伴随着一定的用地转化。

集聚整合阶段用地扩张仍以片状分散型为主,城市边缘区开始调整并整合碳排碳汇用地。中小城市则较为稳定地扩张,且在相同的发展阶段呈现出相似的特征;大城市扩张后期仍然存在蔓延趋势且缺乏控制,充分反映了其周期推演的特征,与此不同的是中小城市并无此状态出现。在集聚整合阶段中,碳排用地的增长与碳汇用地的增长不相上下,碳排用地的转化质量得到重视。不同类型城市各类碳汇用地变化情况并不相同,总体来看都有所增加。大城市与小城市的林地增长幅度较大、园地无明显变化;中等城市则表现为耕地增长较大,这种现象的原因可能在城市扩展中后期,不同城市根据各自情况选择性增加碳汇用地。

2.2.4 向心填充阶段

边缘区碳排碳汇用地基本停止外扩,边缘区内部碳排用地进入开发优化状态。2006 年~2016 年,上海已进入向心填充阶段。耕地作为边缘区碳汇用地主要组成,其年均同化增长率为 18.55%;其次为园地,增长率为 15.43%。虽在此期间林地仍有 1.61%的年均同比增长率,但其在碳汇用地的占比中却从 22.57%降至 5.16%,实际上林地的面积在大幅缩减;大量增加的则是未利用地,其年均同比增长率达 31.93%。说明城市在发展的过程中,碳排用地已转向“自我填充”的发展状态。

在城市边缘区扩张的后期即控制优化阶段,城市意识到自身的问题,着重于扩张用地的优化与控制。南宁及来宾的边缘区虽然出现过自我填充的迹象,但并未停止用地的扩张;而只有严格控制用地扩张的上海真正到达了这个阶段。向心填充也是城市进行有机更新的一个表现,边缘区的土地利用仍显现出碳排用地增长、而碳汇用地不断减少的状态,故上海也仍未达到真正的有机更新。

表 4 1990 年~2016 年三城市边缘区碳排碳汇用地扩张模式与发展阶段比较
Tab.4 Urban fringe areas expansion pattern and development stage caparison of land used for carbon emission and sink of three city from 1990 to 2016

模式类型	来宾		南宁		上海	
	模式	时间段	模式	时间段	模式	时间段
起步期	蔓延外溢型	1990 年~2000 年	蔓延外溢型	1990 年以前	指状延展型	1990 以前
初期	片状分散型	2000 年~2006 年	圈层膨胀型为主,指状延展型为辅	1990 年~2000 年	蔓延外溢型	1990 年以前
中期	圈层膨胀型为主,片状分散型为辅	2006 年~2016 年	指状延展型及片状分散型	2000 年~2006 年	圈层膨胀型及片状分散型为主	1990 年~2000 年
中后期	— ¹	—	片状分散型	2006 年~2016 年	指状延展型为主,蔓延外溢型为辅	2000 年~2006 年
后期	—	—	—	—	圈层膨胀型及片状分散型	2006 年~2016 年

注 1. 均由于该城市依据当前发展情况未达到该发展阶段,故不存在相应模式与时间段。

3 结 论

通过对来宾、南宁、上海三市的比较可以发现,大中小城市边缘区碳排碳汇用地扩张模式部分有所相同。城市边缘区扩展是多种因素的共同推动的结果^[19-21],不同城市扩张模式不尽相同,且对于不同用地的负面影响也存在差异。通过分析对比,可以得出结论:

① 大中小城市边缘区碳排碳汇用地扩张模式显现出周期性推进的共同特点,但在每个时期各个城市选择的扩张模式可能不同。在起步期及初期阶段,大中小城市均呈现出离心发散的相同扩展模式;中期阶段,虽然城市边缘区都保持外扩的状态,但以多种模式并存为主,且不同城市的模式不尽相同;中后期及后期,城市注重自我填充与片区的优化整合,模式的演替过程趋向于蔓延发散—外向推延—整合填充三种变化状态。这也反映了城市边缘区用地演变的有序性与阶段性^[4]。

② 中小城市汲取大城市的先行发展经验后可能会跳跃发展。大中小城市边缘区碳排碳汇用地扩张存在明显的时间差,扩张模式虽满足周期性演进的特点,但得益于后期发展的已有经验,中小城市的边缘区出现跨阶段的模式跳跃。尤其是小城市,碳排碳汇用地的表现特征显现出与大中城市的明显不同。

③ 相同的边缘区扩张时期对碳排及碳汇用地的影响类似,但相同模式对于不同城市碳汇用地的影响程度不同。发散期及外扩期碳汇用地的增长明显高于碳排用地,而聚集期则趋向于碳排用地超过碳汇用地。发散期中,边缘区耕地有所提高,而林地都有所减少;外扩期则对园地影响较大,并且三城市林地都有所提高;而聚集期林地都趋向于缩减。而小城市显现出与大中城市不同的变化特征,表现为在扩张过程的发散期及外扩期,碳排用地的增长快于碳汇用地,并且林地都出现较大程度的缩减。

参考文献:

- [1] 涂人猛. 城市边缘区——它的概念、空间演变机制和发展模式[J]. 城市问题, 1991(4): 9-12.
- [2] RODNEY A. The Evolution Of The Suburban Space Economy[J]. Urban Geography, 1983, 4: 95-121.
- [3] CONZEN M R G. Alnwick, northumberland: A study in townplan analysis[J]. Transactions & Papers, 1960, 27(27): 1-122.
- [4] 陈佑启, 周建民. 城市边缘区土地利用的演变过程与空间布局模式[J]. 国外城市规划, 1998(1): 10-16.
- [5] HOYT H. The structure and growth of residential neighborhoods in American cities[M]. U. S. Washington DC. Government Printing Office, 1939.
- [6] 杨荣南, 张雪莲. 城市空间扩展的动力机制与模式研究[J]. 地域研究与开发, 1997(2): 2-5+22.
- [7] 覃盟琳, 赵静, 黎航等. 城市边缘区碳源碳汇用地空间扩张模式研究[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2014, 39(4): 941-947.
- [8] 吴娟. 上海城市边缘区的特征研究[J]. 上海城市规划, 2013(1): 93-99.
- [9] 周捷. 大城市边缘区理论及对策研究——武汉市实证分析[D]. 上海: 同济大学, 2007.
- [10] 瞿伟. 昆明市城市边缘区空间形态与发展模式研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2002.
- [11] 杨新刚. 城市边缘区空间扩展模式分析——以合肥市为例[J]. 安徽建筑工业学院学报(自然科学版), 2006, 14(6): 75-79.
- [12] 赵静. 城市边缘区生产用地空间演变与低碳优化布局研究[D]. 南宁: 广西大学, 2016.
- [13] 黄丽. 福州城市边缘区空间结构演变及类型分析[D]. 福州: 福建师范大学, 2008.
- [14] ZHAO J, QIN M L, YA J, et al. Research on the expansion mode of the spatial structure of the land used for carbon source and sink at urban fringe areas: a case of Laibin city[C]// International Conference on Civil, Urban and Environmental Engineering. Beijing: Science and Engineering Research Cerher, 2015: 1327-30.
- [15] LI L, SATO Y, ZHU H. Simulating spatial urban expansion based on a physical process[J]. Landscape & Urban Planning, 2003, 64(1-2): 67-76.

- [16] SETO K C , KAUFMANN& R K , WOODCOCK C E. Landsat reveals China's farmland reserves , but they're vanishing fast [J]. *Nature* ,2000 406(6792) : 121.
- [17] CAMAGNI R , GIBELLI M C , RIGAMONTI P. Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion [J]. *Ecological Economics* ,2002 40(2) : 199-216.
- [18] MARQUEZ L O , SMITH N C. A framework for linking urban form and air quality [J]. *Environmental Modelling & Software* ,1999 ,14(6) : 541-548.
- [19] 张宁 方琳娜 周杰 等. 北京城市边缘区空间扩展特征及驱动机制 [J]. *地理研究* 2010 29(3) : 471-480.
- [20] 陈本清 徐涵秋. 城市扩展及其驱动力遥感分析——以厦门市为例 [J]. *经济地理* 2005 25(1) : 79-83.
- [21] 何流 崔功豪. 南京城市空间扩展的特征与机制 [J]. *城市规划汇刊* 2000(6) : 56-60+80.

(责任编辑 唐汉民 梁碧芬)