

南京市景观格局时空演变分析

魏湖滨

(南京农业大学公共管理学院,江苏 南京 210095)

摘要:基于南京市 2005—2018 年景观类型数据,运用景观格局指数指标及动态度模型、景观类型转移矩阵等方法,分析了景观水平和类型水平上的景观格局特征。景观水平上,13 a 间的景观空间和结构连接性整体得到优化,异质性下降。类型水平上,耕地和建设用地一直保持为南京市优势景观。景观类型动态转移方面变化显著。

关键词:景观格局指数;耕地;林地;建设用地;动态变化;南京市

中图分类号:F301.24;P901

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2020.02.006

景观格局是景观要素组成和构型的时空变异^[1]。其演变与生态环境的变化有直接联系^[2]。景观格局指数是指示景观空间结构的量化指标,分析景观格局指数可以确定生态系统服务的变化^[3],从而对区域景观利用状况的了解及生态环境的改善提供思路^[4]。

南京是长三角重要门户城市。随着生态环境恶化等“城市病”日益凸显^[5],对生态系统服务功能和景观格局变化有严重影响。本研究通过景观格局指数,从景观类型动态转移等方面分析南京市域的 13 a 来景观格局时空演变特征,进而为未来南京市景观格局的优化和调整、推动生态可持续提供依据。

1 研究区与数据来源

1.1 研究区概况

南京地处长江下游,位于 31°14′—32°37′N, 118°22′—119°14′E,南部以平原为主,北部有较多丘陵岗地。属亚热带季风气候,年平均温度 15.4℃。

1.2 数据来源

南京市景观类型数据来自于中国科学院资源环境平台(<http://www.resdc.cn/>)(见图1)。景观分类根据《土地利用现状分类》^[6]进行。



图1 2005—2018年南京市景观类型空间分布

收稿日期:2020-02-23;修回日期:2020-02-28

作者简介:魏湖滨(1998-),女,江苏南京人,大学本科。研究方向:土地利用与规划。

2 研究方法

2.1 景观格局指数

景观格局指数用于指示景观空间格局、结构特征及其变化^[7]。在类型层面,选用蔓延度指数、聚集度指数、边缘密度和景观形状指数;在景观层面,选用香农多样性指数、香农均匀度指数,以及斑块数、斑块面积、斑块所占景观面积比例、斑块结合度指数^[7]等,共计 10 项指标。

2.2 景观动态变化模型

景观动态变化度反映景观面积变化及程度,可以通过模型定量分析,单一与整体动态度模型分别展现一定时段内单一与总体景观的变化^[8]。

2.3 景观转移矩阵

景观转移矩阵指示景观类型的细微变化特征^[9],为深入分析南京区景观类型转入转出的过程与机制,分析 2005—2010,2010—2018,2005—2018 年 3 个时段的南京景观类型变化。

3 结果与分析

3.1 景观层面上的景观格局特征

表 1 表明 2005—2018 年南京市域景观格局变化显著。边缘密度整体增加(先略微减少后增加),表现出无规则性与低系统性;蔓延度以及聚集度指数总体增加,表明景观总体从结构和空间角度来说连接度增强,分散性随之下降。斑块优势程度通过香农均匀度展现,其值越小,优势度越高,分布均匀度越低;香农多样性指数反映景观异质性,与破碎

化程度正相关。研究期内,香农多样性指数呈先减小后增大的趋势,先减小到 2010 年的 1.136 4,再增加到 2018 年的 1.2;其与均匀度指数都呈总体下降趋势,反映景观渐趋不均匀分布(异质程度下降)。分析表明,人类活动对南京市景观格局干扰不断增强,景观格局渐趋复杂,景观结构稳定性减弱。

表 1 2005—2018 年南京市景观水平格局指数

年份	边缘密度 /(m/hm ²)	聚集度 指数	蔓延度指数 /%	香农均匀 度指数	香农多样 性指数
2005	17.261 3	68.816	41.738 1	0.680 3	1.218 9
2010	16.859 3	69.504	45.220 0	0.634 3	1.136 4
2018	16.994 4	69.283	42.469 5	0.669 8	1.200 0

3.2 类型层面上的景观格局特征

表 2 表明,2005—2018 年耕地和建设用地始终是南京市的优势景观,但其在 2010 年出现了明显波动,其中耕地占比在 2005 年到 2010 年显著上升,从 53.621 9%上升到 60.167 5%,到 2018 年又下降到 53.29%,建设用地面积从 2005 年的 154 179.3 hm² 下降到 115 489.9 hm²,在 2018 年升至 171 072.9 hm²,其中前期变化缓慢,后期增长迅猛(与耕地相反)。因为前期非中心城区的经济发展较不突出,但在城镇化中,2010—2018 年南京市全域快速发展,尤其是 2015 年江北新区设立,其建设发展受到重视。草地的面积呈增长趋势,从 2005 年的 5 643.772 hm² 增长到 5 807.178 hm²,说明草地得到了合理保护及恢复。除此之外,林地、水域及未利用地面积在 13 a 间都呈下降态势。

表 2 2005—2018 年南京市斑块面积和斑块所占景观面积比例

景观指数	年份	耕地	林地	草地	建设用地	水域	未利用地
斑块面积/hm ²	2005	353 295.1	75 996.09	5 643.772	154 179.3	67 071.64	2 677.335
	2010	396 421.6	71 119.07	6 272.255	115 489.9	69 183.35	377.0895
	2018	351 108	62 810.53	5 807.178	171 072.9	65 965.52	2 099.131
景观面积比例/%	2005	53.621 9	11.534 4	0.856 6	23.400 8	10.179 9	0.406 4
	2010	60.167 5	10.794 2	0.952	17.528 7	10.500 4	0.057 2
	2018	53.29	9.533 2	0.881 4	25.964 9	10.012	0.318 6

如表 3 所示,斑块数指示景观异质性,其值随着破碎度升高而增大。13 a 间耕地、林地的斑块数总体增长,因为随着南京沿江、跨江的开发建设,建设用地扩张,耕地整体性遭到威胁,不断受到被动分割,斑块数增加;基于相同的理由,林地斑块也不断增多。水体的斑块数一直减少,因为农田水利工程的推广,自然形成或者农民自行开发的不成体系的

灌溉水塘或沟渠受到合理系统的组织和规划,成为连通的水域,数量大幅缩减。建设用地斑块数先增后减,因为 2005 年南京市域建设用地的增加欠缺系统规划,农村居民点为零星建设,而 2010—2018 年土地利用规划及建设规划逐渐系统合理,农村居民点整理、规划与综合整治工作逐步深入开展,建设用地在研究区内逐渐衍生、侵占其他用地。

表 3 2005—2018 年南京市类型水平景观指数变化

年份	景观类型	斑块数	景观形状指数	斑块结合度指数
2005	耕地	172	43.107 1	99.394 2
	建设用地	1 994	46.252 3	92.595 6
	水域	437	26.292 5	87.962 4
	林地	672	25.865 4	92.792
	草地	63	9.279 1	76.241 2
	未利用地	64	8.666 7	55.443 7
2010	耕地	117	40.935 4	99.543 7
	建设用地	2 315	50.385 4	86.196 5
	水域	449	26.349	88.209 8
	林地	728	25.860 9	92.019 1
	草地	63	9.755 6	77.451 8
	未利用地	16	4.272 7	34.538 8
2018	耕地	196	42.295 5	99.434 6
	建设用地	1 933	44.354 7	93.570 2
	水域	413	26.303 4	88.425 8
	林地	715	26.753 5	90.798 2
	草地	61	9.744 2	76.536
	未利用地	64	9.038 5	48.257 1

景观形状指数指示斑块边缘形状的规则程度,2 者呈负相关。2 期内建设用地形状指数均为 6 类中最大值,反映了相比其他类型的景观而言,建设用地斑块边缘结构及其相互间施加的影响更加复杂。耕地的变化趋势与建设用地相反且其整体形状趋于规则。研究期内,水域、林地、草地、未利用地形状指数变化不显著。

斑块结合度指数展现斑块的连接状况,其值大小与同类斑块的聚集度和连接性高低呈正相关。2005—2018 年,建设用地斑块结合度指数呈上升趋势,这离不开南京的城市总体规划与专项规划如道路交通建设规划的有序发展,南京长江四桥、应天

大街、长江隧道等工程的建设加之城镇用地增长,提高了连通性与集聚性。耕地的斑块结合度指数变化不显著(呈小幅增加趋势),但是所有景观类型中最高的,说明该类景观的自然连通性保持最高水平;草地及水域的斑块结合度指数略微增加,形态上渐趋集聚。

3.3 景观类型动态转移

表 4、5 表明,2005—2010 年耕地共减少 43 459.17 hm^2 ,主要流向建设用地(总计面积为 6 146.73 hm^2 的耕地转入建设用地),大部分增长于南京市区周围,这与城市化、建设用地增长有很大关系。418.42 hm^2 的耕地向水域转变,是由于南京市在长江沿岸湖泊的附近进行退田还湖、建设圩区,以提高自身的水患调节能力,实现“外御洪水、内除涝水”的防洪排涝目标。南京市建设用地面积延展 38 997.69 hm^2 ,其中由于农村居民点整理,6 146.73 hm^2 的建设用地流向耕地。南京市水域总面积减少了 4 946.87 hm^2 ,也主要源于耕地。未利用地的动态度高达 120.81%,总计增加 2 259.84 hm^2 。

表 4、5、6 还表明,后 8 a 中,耕地面积动态度为 -0.07%(流失 1 918.44 hm^2),其主要转变方向为水域,转化率高达 4.05%;草地动态度为 0.37%,面积增加了 160.96 hm^2 ,主要分布在长江沿岸,是南京市持续加大长江沿江生态保护力度,坚持产业长期有序转型、打造绿色生态廊道(如滨江公园,“江边森林”)的结果。建设用地总面积共增长 16 794.22 hm^2 ,动态度为 1.36%,主要来源是耕地,另有 19 821.3 hm^2 的水域转变为建设用地。林地、草地及未利用地动态度分别为 -0.18%,0.37%, -2.20%。

表 4 2005—2018 年南京市各景观类型面积动态变化

景观类型	2005—2010 年		2010—2018 年		2005—2018 年	
	面积变化/ hm^2	动态度/%	面积变化/ hm^2	动态度/%	面积变化/ hm^2	动态度/%
耕地	-43 459.17	-2.20	-1 918.44	-0.07	-45 377.61	-0.88
林地	-2 187.85	-0.63	-949.95	-0.18	-3 137.80	-0.35
草地	-557.39	-1.84	160.96	0.37	-396.42	-0.50
建设用地	38 997.69	6.73	16 794.22	1.36	55 791.91	3.70
水域	4 946.87	1.39	-13 399.79	-2.20	-8 452.92	-0.91
未利用地	2 259.84	120.81	-695.06	-3.30	1 564.78	32.17

表 5 2005—2018 年南京市景观面积及其利用转移矩阵

时段	景观类型	耕地		林地		草地		建设用地		水域		未利用地	
		面积/ hm ²	转化率/ %	面积/ hm ²	转化率/ %	面积/ hm ²	转化率/ %	面积/ hm ²	转化率/ %	面积/ hm ²	转化率/ %	面积/ hm ²	转化率/ %
2005—2010	耕地	34 4727.00	97.96	585.17	0.17	13.53	0.00	6 146.73	1.75	418.42	0.12	3.82	0.00
	林地	1511.98	2.24	64 841.00	96.08	73.94	0.11	945.14	1.40	40.44	0.06	73.07	0.11
	草地	115.72	2.10	2.93	0.05	5 355.16	97.17	8.17	0.15	28.93	0.52	0.00	0.00
	建设用地	42 398.70	27.37	3 054.76	1.97	503.96	0.33	107 747.00	69.56	1 154.87	0.75	38.74	0.03
	水域	5 683.39	7.45	122.10	0.16	119.28	0.16	667.67	0.88	69 654.80	91.35	0.20	0.00
	未利用地	917.06	34.82	1067.46	40.53	2.43	0.09	385.60	14.64	3.12	0.12	258.30	9.81
2010—2018	耕地	328 602.00	95.33	1205.31	0.35	569.59	0.17	17.84	0.01	13 944.90	4.05	356.24	0.10
	林地	1 210.08	1.82	64 726.10	97.28	13.39	0.02	397.78	0.60	118.78	0.18	69.51	0.10
	草地	52.28	0.48	18.82	0.17	4 438.12	40.53	5 297.38	48.37	961.89	8.78	182.93	1.67
	建设用地	19 821.30	11.54	1322.16	0.77	117.30	0.07	148 743.00	86.63	1 429.59	0.83	258.67	0.15
	水域	21 69.47	3.45	96.42	0.15	371.89	0.59	427.77	0.68	59 778.10	95.12	3.94	0.01
	未利用地	34.29	1.77	115.64	5.96	0.04	0.00	13.64	0.70	12.62	0.65	1 762.68	90.91
2005—2018	耕地	328416.00	93.84	1387.99	0.40	583.41	0.17	7 878.80	2.25	11703.50	3.34	6.03	0.00
	林地	2346.75	3.53	62 824.50	94.42	85.77	0.13	1 075.73	1.62	122.37	0.18	80.55	0.12
	草地	184.47	3.25	38.57	0.68	4 335.38	76.44	175.32	3.09	938.14	16.54	0.00	0.00
	建设用地	58 851.90	34.28	4214.55	2.45	607.55	0.35	105 702.00	61.56	2 276.84	1.33	39.12	0.02
	水域	5 088.04	8.10	186.92	0.30	453.04	0.72	872.80	1.39	56 245.40	89.49	1.48	0.00
	未利用地	461.77	23.82	1 019.82	52.60	2.54	0.13	195.06	10.06	12.77	0.66	246.95	12.74

根据实证,2005—2018 年面积变化最大的是建设用地,以 3.70% 的平均速度增长了 55 791.91 hm²。其中,耕地转入率最高,变化主要集中在市区外围、江北新区及江宁区附近。研究期内,“向水域要地”的现象日益凸显,由于人们围湖造田、填江造田发展种植业、制造业、物流业、休闲业、旅游业、服务业、地产业等,耕地与建设用地侵占水域的情况严重,未利用地动态度最大(32.17%)。

4 结论与讨论

景观水平上,13 a 间的景观空间和结构连接性整体得到优化,异质性下降。人类活动对南京市景观格局的影响不断增强,景观格局渐趋复杂,景观结构稳定性减弱。

类型水平上,耕地和建设用地一直保持为南京市优势景观。其中建设用地前 5 a 变化缓慢,后 8 a 增长迅猛;耕地变化趋势与建设用地相反,其斑块结合度趋于上升,耕地的优势度增强,连接度提高;林地的面积缩减,优势度减弱。

景观类型动态转移方面变化显著。2005—2018 年,耕地、水域和建设用地的动态度保持在较高水平,其中耕地以及建设用地呈相互转化态势,另外前者也是水域主要的转入方向;未利用地以 32.17% 的速度增长面积共计 1 564.78 hm²,主要由林地流入。

2005—2018 年,由于人类开发与建设活动的干扰,南京市域内的景观格局变化显著,区域生态功能衰减,可持续受到威胁。在未来,南京市应当通过调整产业布局,提高景观连接性,推动景观格局进一步优化;建设生态友好的绿色生产体系,为南京市进行景观格局整体优化、生态系统服务功能全面提升提供支撑,也为长江流域优化生态安全保护和可持续发展提供思路。

参考文献:

[1] 阳文锐.北京城市景观格局时空变化及驱动力[J].生态学报,2015,35(13):4357-4366.

[2] 陈利顶,孙然好,刘海莲.城市景观格局演变的生态环境效应研究进展[J].生态学报,2013,33(4):1042-1050.

[3] 苏常红,傅伯杰.景观格局与生态过程的关系及其对生态系统服务的影响[J].自然杂志,2012,34(5):277-283.

[4] 岑晓腾.土地利用景观格局与生态系统服务价值的关联分析及优化研究[D].杭州:浙江大学,2016.

[5] 张 童,陈 爽,姚士谋,等.南京市生态足迹时空特征及脱钩效应分析[J].长江流域资源与环境,2017,26(3):350-358.

[6] 中华人民共和国国家标准(GB/T 21010-2017).土地利用现状分类[S].北京:中国标准出版社,2017:2-10.

[7] 邬建国.景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M].2 版.北京:高等教育出版社,2007:17,106-120.

[8] 佟光臣,林 杰,陈 杭,等.1986—2013 年南京市土地利用/覆被景观格局时空变化及驱动力因素分析[J].水土保持研究,2017,24(2):240-245.

[9] 王 芳,谢小平,陈芝聪.太湖流域景观空间格局动态演变[J].应用生态学报,2017,28(11):273-283.