

doi: 10.16006/j.cnki.twnt.2022.01.012

2005—2020年福州市绿色空间景观格局演变分析

王升红, 黄宇斌, 陈舒玲, 阙元燕, 林仕宇, 陆东芳

(福建农林大学艺术学院 园林学院(合署), 福建 福州 350002)

摘要:【目的/意义】福州市城市发展迅速,绿色空间因此受到破坏,城市问题层出不穷。研究福州市绿色空间景观格局如何演变及演变原因,有利于缓解福州市城市问题,维系福州市城市生态环境健康。【方法/过程】以福州市绿色空间为研究对象,借助GIS软件对福州市2005、2010、2015、2020年土地利用遥感图像进行类型转移分析,并在此基础上进一步运用Fragstats软件进行景观格局指数分析,最后用SPSS进行影响因素相关性分析。【结果/结论】结果显示:(1)2005—2020年福州市快速发展,使得绿色空间面积大量减少,其中耕地减少的速度最快、面积最多,减少的面积为95.38 km²。(2)作为福州市优势景观的森林空间在15年内减少了71.94 km²。减少的绿色空间大部分转化成为建设用地,使得建设用地增加了227.87 km²,增加的速度由急变缓又变急,如若继续无节制地增加建设用地将影响城市生物多样性。(3)福州的人均收入、固定资产投资、城镇化率及GDP等人为因素是其景观格局演变的关键驱动因素。(4)未来可通过优化中小型景观斑块生境,加强建设城市生态廊道等方式,优化福州市绿色空间格局。

关键词:福州市;土地利用;景观格局;景观指数

中图分类号:F299.27;P901

文献标志码:A

文章编号:1637—5617(2022)01—0069—07

Evolution of the Landscape Pattern of Green Space in Fuzhou from 2005 to 2020

WANG Sheng-hong, HUANG Yu-bin, CHEN Shu-ling, QUE Yuan-yan, LIN Shi-yu, LU Dong-fang

(College of Arts/College of Landscape Architecture, Fujian Agriculture and Forestry University,

Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract:【Objective/Meaning】With the rapid development of Fuzhou City, the green space has been destroyed and the urban problems have emerged endlessly. In order to better alleviate the urban problems and maintain the health of urban ecological environment, it is necessary to study the evolution of landscape pattern of green space in Fuzhou and the reasons for its evolution.

【Methods/Procedures】By taking the green space in Fuzhou as the research object, the remote sensing images of land use in Fuzhou in 2005, 2010, 2015 and 2020 were analyzed by using the GIS software. On this basis, the landscape pattern index was analyzed by using the Fragstats software, and the correlation analysis of the influencing factors was carried out by using the SPSS software.【Results/Conclusions】The results showed that: (1) The rapid development of Fuzhou City from 2005 to 2020 has resulted in a large decrease in the area of green space, among which the decrease of the cultivated land was the fastest and the largest, with a decrease of 95.38 km². (2) The forest space, as the dominant landscape in Fuzhou, was reduced by 71.94 km² in 15 years. Most of the reduced green space was converted into the construction land, which increased the construction land by 227.87 km², and the increase rate changed from rapid to slow to rapid. If the construction land continued to increase immoderately, the biodiversity of the urban biological species would be affected. (3) It was found that the human factors such as per capita income, fixed asset investment, urbanization rate and GDP were the key driving factors of landscape pattern change in Fuzhou. (4) In the future, the green spatial pattern of Fuzhou could be optimized by optimizing the habitat of small and medium-sized landscape patches and strengthening the construction of urban ecological corridors.

Key words: Fuzhou; land use; landscape pattern; landscape index

收稿日期:2021—12—08

作者简介:王升红(1995—),女,硕士研究生,研究方向:风景园林规划设计.E-mail:nnwshong@126.com

通讯作者:陆东芳(1977—),女,博士,副教授,研究方向:园林规划及植物修复.E-mail:fjldf@126.com

基金项目:福建农林大学艺术学院园林学院高原学科项目(YSYL-xkjc-10)

改革开放以来,我国城市建设的脚步越来越快,城市边界不断向外扩张,城市人口数量也在持续上升,导致交通堵塞、城市热岛和居住环境恶化等城市问题层出不穷,也一直无法从根本上解决这些问题。近几年,学者们通过理论研究和实践已经发现,绿色空间可以从一定程度上减少空气污染^[1]和城市热岛效应^[2]、增加绿地碳储量^[3]、为城市居民提供显著的心理^[4]和社会经济效益^[5]。由此,绿色空间作为能在城市中提供生态系统服务的一种城市空间类型,在城市研究中的地位日益凸显。目前对于绿色空间景观演变的研究主要集中在3个方面。一是划定绿色空间的范围及分析其结构特征^[6]。学者们多基于连续多期的土地利用遥感影像,运用数学统计方法(例如洛伦茨系数、土地利用动态度等)定量揭示绿色空间数量和结构的变化特征^[7],或是以某种形式划分城市空间分析绿色空间分布规律及其动态变化^[8]。二是研究绿色空间的相互转移。为更加直观地展示绿色空间转移的时空特征,学者们利用 ArcGis 平台和转移矩阵模型对绿色空间类型转移情况进行可视化^[9-10],或是结合1~3个层次的景观格局指数定量反映绿色空间的结构组成和配置特征^[11]。Tian等^[12]以8种景观指数研究香港不同地区绿色空间的形状特征和斑块之间的空间关系和破碎化程度;黄宇斌等^[13]结合了转移矩阵模型和景观格局指数分析2种方法揭示了三明市生态环境对研究区内林地景观响应的情况;支林蛟等^[14]从多尺度出发研究滇中城市群2000—2019年绿色空间格局的总体动态特征、空间转移过程和景观格局指数变化情况。三是驱动城市绿色空间发生变化的因素。研究者多从自然因子、社会经济因子和政策因子3个方面选取指标进行研究,常用的社会经济指标有GDP、人均收入、固定资产投资、城镇化率,自然指标有降雨和气温等^[15-17]。何志超^[18]用面板数据模型证明了人口密度、建成面积、人均GDP等社会经济因素对中国城市绿色空间覆盖率有显著影响,年均温度、年均降水等自然因素以及地方财政收入这类新政因素对中国绿色空间覆盖率有正向效应;Chen等^[19]发现中国城市政策保证了中国高密度城市的绿色空间供给,这与美国的城市环境不同;赵海霞等^[20]基于土地利用类型数据,运用空间分析方法和计量经济学模型,发现导致绿色空间减少的主导作用是产业发展、经济增长等经济驱动力,其中规划政策与公共投资等政府调控对绿色空间保护与建设具有一定正向作用,而需求意愿等社会生长力的作用

相对并不显著。综上所述,国内关于绿色空间格局演变的研究主要集中在范围与结构、类型转移以及驱动因子方面,并且多是侧重于某个方面进行研究,同时从类型转移以及驱动因子方面探究绿色空间格局演变的研究数量较少。福州作为一省省会,身具经济发展任务和生态平衡任务,如何更高效地利用建设用地和更有效地保护生态环境都需要对福州市的绿色景观格局动态演变进行研究。当前研究对福州绿色空间格局演变多从单视角进行研究,如地形梯度、景观格局指数、景观格局对城市问题响应等^[21-22],缺乏通过景观类型转移结合驱动因子视角对福州市绿色空间进行分析。因此,本文以福州市2005、2010、2015、2020年共4年的土地利用图为基本数据,利用景观指数分析技术对福州市在15年内的土地利用情况与景观格局变化进行了系统综合分析,并结合SPSS的相关性分析研究景观格局演变的驱动力,探讨景观格局演变方式和影响因素,试图为类似地区的国土资源利用可持续发展与城镇化规划提出依据与参考。

1 研究区概况

福建省的省会福州市,位于 $25^{\circ}15' \sim 26^{\circ}39' N$, $118^{\circ}08' \sim 120^{\circ}31' E$,城区总面积 1182 km^2 ,属亚热带季风气候,全年雨量充沛,阳光充足,市内植物多为常绿种。福州市地貌属典型的河口盆地,四周群山连绵,东有鼓山、西有旗山、南有五虎山、北有斗顶山(莲花峰),海拔均在 $600 \sim 1000 \text{ m}$ 。河流以闽江、乌龙江、白马河、晋安河和凤坂河等为主,其中闽江穿城而过。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源及预处理

本研究采用的是中国科学院资源环境科学数据中心的LUCC遥感监测数据库(<http://www.resdc.cn>)中2005、2010、2015和2020年共4年的土地利用图像。该图像的空间分辨率为 $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$,采用的是刘纪远在2005年所提出的中国LUCC遥感监测数据分类体系^[23]。数据处理方面,利用“栅格裁剪”工具(基于ArcGis 10.5)和福州市的矢量边界,将图像裁剪出研究区的土地利用图像。根据前人研究^[9,24],利用ArcGis的“重分类”,对土地利用数据进行重分类,将研究区土地覆被类型重分类为耕地、森林、草地、水域、建设用地5种,其中耕地、森林、草地、水域为绿色空间用地。

2.2 景观格局指数

景观格局是不同大小、不同形状与不同性质的景观镶嵌体在空间上的分布与配置，是研究绿色空间及其生态效应的基础。由于遥感、地理信息系统技术的发展和景观生态学的不断深入研究，景观格局指数成为土地利用空间配置的量化研究的一种有效方法。它能够高度提炼景观格局信息，反映景观结构组成和空间配置，定量化描述景观格局演变及其对生态过程的影响，是研究景观格局时空特征的关键手段。从本研究的目的与意义出发，参考前人对景观格局的研究^[12-14,25-27]，本文共选取了9个景观指数。从类型水平上选取了斑块个数（*NP*）、斑块类型所占景观面积比例（*PLAND*）、最大斑块指数（*LPI*）、景观形状指数（*LSI*）、分离度指数（*SPLIT*），以这5个景观指数来反映不同斑块类型自身的结构特征；从景观水平上选取了香农多样性指数（*SHDI*）、香农均匀度指数（*SHEI*）、蔓延度指数（*CONTAG*）、分割度指数（*DIVISION*），用来分析城市整体景观变化情况。

2.3 土地利用转移矩阵

土地利用转移矩阵是一个能够反映某一区域某一时期初和期末各地类面积之间相互转化的动态过程的二维矩阵，不仅可以描述类型转移的方向和面积，而且便于分析土地利用变化的变化趋势和土地利用结构的变化。本文利用转移矩阵的方法研究景观类型时空变化。

2.4 驱动因素

基于前人的研究和可获取的数据^[15-19]，选取研究区2005、2010、2015、2020年的年降水量和年平均温

度作为影响绿色空间的自然指标，选取研究区2005、2010、2015、2020年的年人均收入、固定资产投资、城镇化率、GDP作为影响绿色空间的社会经济指标，将指标导入SPSS软件与5种土地利用类型两两进行相关性分析。

3 结果与分析

3.1 景观指数分析

福州市类型水平上景观指数变化如表1所示，2005—2015年间森林、耕地、水域和草地的斑块类型所占景观面积比例（*PLAND*）、斑块个数（*NP*）和最大斑块指数（*LPI*）均有减少，说明城市绿色空间斑块随着城市发展在一点点减少。其中，森林斑块的斑块类型所占景观面积比例（*PLAND*）和斑块个数（*NP*）远远高于其他景观类型，这表明虽然森林在减少，但仍然是福州市的主要景观类型；耕地斑块的斑块个数（*NP*）减少最为剧烈，减少了236个，结合耕地的最大斑块指数来看，研究区内耕地的面积在发生萎缩。与绿色空间斑块不同的是，建设用地斑块的斑块类型所占景观面积比例（*PLAND*）、斑块个数（*NP*）和最大斑块指数（*LPI*）都在上升，说明城市的发展会侵占绿色空间。5种景观斑块的景观形状指数（*LSI*）和分离度指数（*SPLIT*）都在增加，表明随着时间的变化5种景观斑块正朝着复杂性发展，形状随着时间的变化越来越不规则，同时也变得越来越破碎。其中，与其他景观类型相比，草地的分离度指数最大，也是景观破碎化最为显著的景观类型，而森林的分离度指数是5种景观类型中值最小的，这表明森林景观具有较高的连续性。

表1 类型水平上景观指数变化分析

斑块类型	斑块类型所占景观面积比例 (<i>PLAND</i>)		斑块个数 (<i>NP</i>)		最大斑块指数 (<i>LPI</i>)		景观形状指数 (<i>LSI</i>)		分离度指数 (<i>SPLIT</i>)	
	2005年	2020年	2005年	2020年	2005年	2020年	2005年	2020年	2005年	2020年
森林	60.79	59.98	1017	984	30.87	30.60	83.26	87.03	6.72	7.00
草地	13.59	13.60	3657	3558	0.23	0.22	104.88	108.94	23692.77	24424.00
耕地	17.77	16.91	2196	1960	3.33	2.03	99.60	106.04	727.11	1489.00
水域	3.89	3.60	523	489	1.23	1.23	34.75	36.93	5925.26	6107.00
建设用地	3.95	5.92	1448	1550	0.60	0.80	48.43	52.24	19732.05	10221.00

福州市景观水平上景观指数变化如表2所示，研究区蔓延度指数（*CONTAG*）在15年内持续下降，由58.0647降至56.7810；说明研究区内的中小景观斑

块在增加，破碎化程度增加，景观连通性变差。2005—2020年的分割度指数（*DIVISION*）呈现“V”字型变化趋势，说明在2020年的景观破碎化程度与

2015年相比有略微改善。香农多样性指数 (SHDI) 反映的是研究区内景观类型的种类数量以及不同类型景观面积所占比例的变化情况。这15年间香农多样性指数 (SHDI) 不断上升, 由1.1329上升到1.1653, 说明在15年内研究区的景观多样性和复杂性在增加, 景观类型越来越丰富。香农均匀度指数 (SHEI) 与香

农多样性指数 (SHDI) 的变化趋势一致, 也呈现持续上升趋势, 并且一直保持在0.7~0.8的区间, 可见研究区的香农均匀度指数 (SHEI) 处在较高水平。结合类型水平的NP、LPI指数, 可以看出研究区的优势景观为森林景观, 同时福州的森林景观的优势度较高而且在一定程度上能够影响城市的总体景观。

表2 景观水平上景观指数变化分析

年份	蔓延度指数 (CONTAG)	分割度指数 (DIVISION)	香农多样性指数 (SHDI)	香农均匀度指数 (SHEI)
2005年	58.0647	0.8496	1.1349	0.7052
2010年	57.0840	0.8757	1.1550	0.7176
2015年	56.9241	0.8759	1.1593	0.7203
2020年	56.7810	0.8538	1.1653	0.7241

3.2 绿色空间景观格局时空变化分析

从表3和图1可以看出, 2005—2010年的5年里, 福州市土地利用变化的主要集中于建设用地的增加、耕地和森林的减少。建设用地向其他4类用地转化较少, 其他4类用地中主要是耕地和森林向建设用地转

化, 建设用地面积总量增加了84.76 km²。耕地和森林有向其他3类用地转化, 主要是向建设用地转化和相互之间转化, 就用地面积总量而言, 耕地和森林的总面积减少了, 分别减少了48.55 km²和42.50 km²。观察2005年和2010年这2个时期的土地利用图可发现,

表3 2005—2020年3个时期福州市景观类型转移矩阵

(单位: km²)

年份	项目	转出方					转入量	变化量	
		耕地	建设用地	森林	草地	水域			
2005—2010年	转入方	耕地	(1954.75)	5.57	36.71	6.39	3.09	51.75	-48.55
		建设用地	57.38	(-442.75)	25.38	10.99	5.38	99.12	84.76
		森林	31.13	6.47	(6917.76)	29.41	1.82	68.83	-42.50
		草地	6.67	1.36	44.56	(1523.5)	0.88	53.47	5.61
		水域	5.13	0.97	4.68	1.07	(438.31)	11.84	0.68
	转出量	100.3	14.37	111.33	47.85	11.16	—	—	
2010—2015年	转入方	耕地	(1692.41)	38.76	195.8	29.88	17.27	281.72	-31.81
		建设用地	70.11	(477.2)	27.8	9.86	18.97	126.74	31.63
		森林	185.97	21.05	(6542.6)	221.61	11.36	439.98	-0.92
		草地	43.44	8.64	204.39	(1309.24)	5.48	261.94	-3.55
		水域	14.01	26.66	12.91	4.14	(395.61)	57.73	4.65
	转出量	313.53	95.11	440.9	265.49	53.08	—	—	
2015—2020年	转入方	耕地	(1781.86)	24.28	108.72	25.31	19.51	177.81	-14.19
		建设用地	46.71	(546.81)	36.87	11.86	42.74	138.18	81.17
		森林	114.44	13.46	(6692.25)	121.82	9.65	259.37	-28.52
		草地	17.76	4.63	131.68	(1408.46)	9.15	163.21	0.94
		水域	13.1	14.65	10.62	3.29	(372.09)	41.67	-39.38
	转出量	192.01	57.02	287.89	162.28	81.05	—	—	

注: ()里的数值表示没发生转移的景观类型统计总量。“—”表示无此项数据。

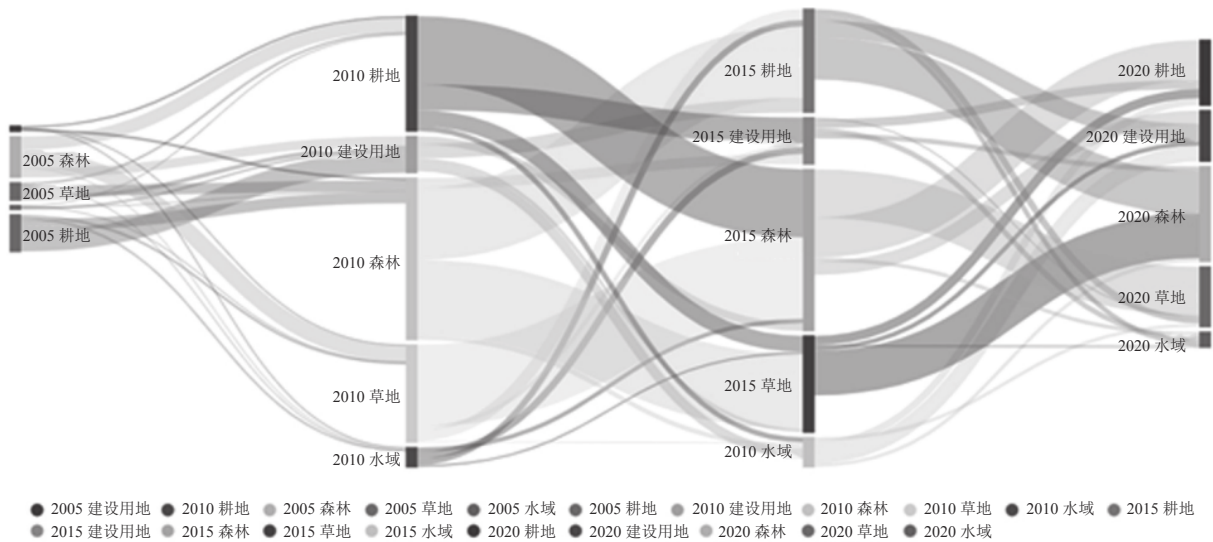


图 1 2005—2020 年福州市景观类型转移桑基图

建设用地增加集中在闽侯县大学城区域，这表明在 2000 年省政府做出在此处新建大学城的决定后，高校和大量的开发商在这 5 年内迅速入驻，将大量的耕地和森林转化为了建设用地。建设用地的转化同时也发生在仓山区的南部，原因是福州市市政府在“十一五”时期对仓山区做了全面规划，仓山区将在规划的 5 年内向东向南开发。

在 2010—2015 年的 5 年里，福州市耕地、建设用地、森林、草地的用地面积变化量比前 5 年小，但转出、转入量很大，其中森林的转出、转入量最大，但变化量是 4 者中最小的，原因是大量的耕地和草地向森林转化，同时又有大量的森林向耕地和草地转出，使得转出量和转入量基本持平。建设用地的总量是 5 类用地当中唯一增加的，主要由耕地和水域转化而来。对比 2010、2015 年这 2 个时间段的土地利用图发现，耕地转化为建设用地主要集中在福州市仓山区南台岛的南面，计划使之成为海峡两岸交流合作的重要承载区，将东部自贸试验区建设成为对外开放试验区。

2015—2020 年间，建设用地依然是唯一一个在明显增加的用地类型。在这 5 年内，耕地、森林、水域等迅速的转化为建设用地，其中耕地的转化量最大，为 46.71 km²；其次是水域的转化量，为 42.74 km²。耕地、森林、草地的与前 5 年一样，呈现相互之间大量转化，但变化量较小的情况。对比 2015、2020 年这 2 个时期的土地利用图发现，福州市市区建设用地的增加集中在晋安区鼓山以西以及福州站以北的 2 个部分，此处有大片森林和耕地转化为建设用地，原因

是晋安区在“十三五”时期，持续提升基础设施，在鼓山以西建设三环路，在福州站以北建设居住区，甚至继续向北建设了红庙岭循环经济生态产业园。连江县贵安片区在“十三五”时期积极打造贵安温泉旅游综合体，吸引了大量开发商前往贵安片区进行开发建设，以至于在连江贵安片区也有大片森林和耕地转化为建设用地。长乐市和福清市也有明显的森林和耕地向建设用地转化，但相比连江和晋安，面积较小。水域转化为建设用地集中在沿海地区，面积较大的区域有罗源县罗源湾、福清市元洪港区。罗源县在“十三五”时期计划依托罗源湾港口园区优势打造临港制造业产业基地，此时，罗源湾特大桥已经建成，受罗源湾特大桥的影响大片水域在遥感图像上显示为建设用地。

3.3 景观格局演变驱动因子相关性分析

福州市景观格局演变驱动力相关性分析如表 4 所示。福州市景观格局演变受到了自然因素和社会经济因素共同驱动的影响。从自然因素来看，只有降雨与

表 4 福州市景观格局演变驱动因子相关性分析

驱动力因素	耕地	建设用地	森林	草地	水域
温度	-0.645	0.693	-0.638	-0.349	-0.840
降水	0.344	-0.487	0.482	0.415	0.963*
人均收入	-0.987*	0.962*	-0.920	0.285	-0.552
固定资产投资	-0.961*	0.960*	0.919	0.190	-0.660
城镇化率	-1.000*	0.904	-0.765	-0.996	-0.652
GDP	-0.897	0.937	0.906	0.090	-0.799

注：*表示在 5% 水平上具有显著性。

水域面积呈现显著正相关 ($P < 0.05$), 相关系数达到 0.96, 也就是说降雨和水域面积时一起增加一起减少的关系。从社会经济因素来看, 人均收入与耕地面积呈现显著负相关 ($P < 0.05$), 相关系数达到 -0.987 , 与建设用地的增加呈现显著正相关 ($P < 0.05$), 相关系数达到 0.962; 固定资产投资与耕地面积呈现显著负相关 ($P < 0.05$), 相关系数达到 -0.961 , 与建设用地的增加呈现显著正相关 ($P < 0.05$), 相关系数达到 0.960; 城镇化率与耕地面积具有完美负相关, 相关系数达到 -1.000 。

4 结论及建议

4.1 结论

本研究通过对福州市土地利用变化进行研究分析, 得到如下结论: (1) 在福州市发展的这 15 年里, 建设用地面积的不断增长, 2005 年的建设用地面积仅为 457.12 km^2 , 2020 年则增长到了 684.99 km^2 , 所增加的面积是由耕地、森林、草地的面积转化而来, 这与城市的发展建设是分不开的。从变化速度来看, 2005—2010 年建设用地变化速度为 $16.95 \text{ km}^2/\text{a}$, 2010—2015 年为 $6.33 \text{ km}^2/\text{a}$, 2015—2020 年为 $16.23 \text{ km}^2/\text{a}$, 也从一定程度上反应了福州城市扩展的速度由急变缓又变急。在接下来的几年里, 福州城市发展建设将继续进行, 城市扩张也不会停歇, 将会有更多的绿色空间转化为建设用地, 森林、耕地、草地的面积继续减少, 福州市的城市生物多样性可能会受到影响。(2) 2005—2020 年间, 耕地持续减少, 但减少的速度从 $9.71 \text{ km}^2/\text{a}$ 降至 $2.84 \text{ km}^2/\text{a}$ 。森林被侵占的速度呈现一个“V”字形, 2005—2010 年减少最为迅速, 2010—2015 年几乎没有变化, 2015—2020 年又恢复了减少的趋势。水域的变化在前 10 年变化不大, 2015—2020 年开始减少, 减少了 39.38 km^2 , 这都是受到城市建设影响的结果。大学城的建设、产业园的建设、甚至是交通设施的建设, 都使得耕地、森林、草地、水域的景观被分割, 由一个个整体逐步变得破碎化。(3) 耕地、森林和草地等绿色空间之间的转化量在 2010 年后开始增长, 以草地向森林转出为例, 2005—2010 年的转化量为 29.41 km^2 , 2010—2015 年转化量增加至 221.61 km^2 , 2015—2020 年的转化量为 121.82 km^2 。结合图纸观察, 发现绿色空间发生相互转化的都是在斑块的边缘。原因如下: 一是进行土地利用监督分类的时候, 存在一些误差, 导致分类的耕地、森林、草地边缘变化较大; 二是人为因素使得森林边缘后退,

土地转化为耕地或者是草地, 同时福州市积极的进行植树造林活动, 将耕地或者草地变成了森林; 三是自然因素使得耕地、草地和森林在无人作为的情况下, 自己发生转化。(4) 2005—2020 年, 福州市的森林面积一直保持在 60% 左右, 最大斑块指数 (LPI) 保持在 30 以上, 远远高于其他绿色空间斑块类型, 且分离度指数 (SPLIT) 为 7, 是绿色空间斑块中最低的分离度指数, 说明福州市的森林资源比较丰富, 这在城市环境中具有突出的优势。但由于城市化进程的加快, 市政在中心城区周边建设了大量的居民点以满足人口膨胀的需求, 这会对中心城区周围的森林生物多样性以及物种丰富度造成影响, 使得城市居民的总体幸福感指数下降。(5) 在 2005—2020 年这个时间段, 社会经济因素 (如人均收入、固定资产投资、城镇化率、GDP) 对福州市景观格局演变的关联相较于自然因素 (如降雨、温度) 更大, 因此说明, 人为因素是该地区景观格局发生变化的关键因素, 这与陈铸^[21]、陈燕红^[28] 等人的研究结果一致。其中, 社会经济因素主要驱动耕地和建设用地的面积发生变化, 自然因素主要驱动森林、草地和水域的面积发生变化。

4.2 福州市绿色空间景观格局优化建议

(1) 优化中小型景观斑块生境, 提升中小型景观斑块生态效益。充分利用建筑立面, 打造立面绿化, 为城市居民提供更好的生态服务。在新旧城区配备能够为居民提供日常活动场所的社区公园、街头绿地等中型景观斑块, 促进绿地配置公平性。更新已呈现衰败状态绿地的基础设施, 减少公园能源消耗, 提升老旧绿地的生态效益。(2) 为使大型绿地斑块能够更好地发挥生态效益, 严格保护森林、水体等大型绿色空间斑块, 同时加强协调未来城市空间格局, 引导城市建设用地集约型发展, 减少城市的无序扩张, 从而减少绿色空间斑块破碎化, 达到保护生物多样性的目的。(3) 在生态源地之间构建绿色廊道可以较好地缓解因生境破碎化导致生态流受阻的问题^[29]。因此充分利用福州市城市交通与内河系统, 加强建设城市生态廊道, 串联大中小型绿色空间斑块, 有利于增强景观斑块之间的连通性, 确保绿色空间斑块之间的生态流能够沟通。相关部门在规划蓝绿廊道时, 应在福州市注重生态平衡和本地传统人文的背景下, 建立区域绿色空间评估体系, 识别关键廊道, 以最经济、最低碳的方式打造生态效益最高的蓝绿廊道。(4) 积极响应政府规划, 建设低碳绿色的生态经济体系, 大力推进经济发展的同时推进生产方式绿色化, 降低经济

发展的资源环境代价。建设完善的生态制度体系, 杜绝以“绿水青山”换“金山银山”的现象。

参考文献:

- [1] 戴菲, 毕世波, 孙培源. PM_{2.5} 消减效应导向下的城市绿色基础设施网络优化: 以湖北省武汉市江汉区为例[J]. 风景园林, 2020, 27(10): 51—56.
- [2] 李玉杰, 马昊, 邓涛, 等. 基于“源—汇”理论的海口城市景观格局与热岛效应响应机制[J]. 西北林学院学报, 2021, 36(5): 223—232.
- [3] 朱敏. 西安浐灞生态区城市绿地空间植被碳储量估算研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2020.
- [4] 黄雅冰, 傅伟聪, 翁羽西, 等. 城市森林步道个体环境偏好、恢复性评价与健康效益评估关系研究——以福道为例[J]. 中国园林, 2020, 36(11): 73—78.
- [5] LOHR V I, PEARSON-MIMS C H, TARNAI J, et al. How urban residents rate and rank the benefits and problems associated with trees in cities[J]. Journal of Arboriculture, 2004, 30(1): 28—36.
- [6] 陶宇, 李锋, 王如松, 等. 城市绿色空间格局的量化方法研究进展[J]. 生态学报, 2013, 33(8): 2330—2342.
- [7] 张彪, 徐洁, 谢高地, 等. 2000—2010年北京城市绿色空间格局动态分析[J]. 生态科学, 2016, 35(6): 24—33.
- [8] 杜林燕, 康锡龙. 基于土地利用类型的武汉城市圈绿色空间格局演变研究[J]. 国土资源科技管理, 2010, 27(6): 21—28.
- [9] 金佳莉. 泛太平洋地区典型城市绿色空间格局的时空演变规律研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2018.
- [10] 李方正, 解爽, 李雄. 基于多源数据分析的北京市中心城绿色空间时空演变研究(1992—2016)[J]. 风景园林, 2018, 25(8): 46—51.
- [11] 李俊英, 施拓, 闫红伟, 等. 基于可达性的沈阳市城市绿地景观格局优化[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(3): 285—290.
- [12] 陈康林, 龚建周, 刘彦随, 等. 近35 a来广州城市绿色空间及破碎化时空分异[J]. 自然资源学报, 2016, 31(7): 1100—1113.
- [13] TIAN Y H, JIM C Y. Factors influencing the spatial pattern of sky gardens in the compact city of Hong Kong[J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 101(4): 299—309.
- [14] 黄宇斌, 魏凌伟, 莫惠萍, 等. 三明市主城区城市森林景观格局及功能[J]. 中国城市林业, 2021, 19(4): 48—54.
- [15] 支林蛟, 王锦, 刘敏, 等. 滇中城市群绿色空间格局动态变化多尺度研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2021, 41(5): 88—97.
- [16] DALLIMER M, TANG Z Y, BIBBY P R, et al. Temporal changes in greenspace in a highly urbanized region[J]. Biology Letters, 2011, 7(5): 763—766.
- [17] FULLER R A, J GASTON K J. The scaling of green space coverage in European cities[J]. Biology Letters, 2009(5): 352—355.
- [18] 何志超. 基于面板数据的中国城市绿色空间发展的驱动机制研究[D]. 福州: 福建师范大学, 2017.
- [19] CHEN W Y, HU F Z Y. Producing nature for public Land-based urbanization and provision of public green space in China[J]. Applied Geography, 2015(58): 32—40.
- [20] 赵海霞, 王淑芬, 孟菲, 等. 绿色空间格局变化及其驱动机理——以南京都市区为例[J]. 生态学报, 2020, 40(21): 7861—7872.
- [21] 陈铸, 黄雅冰, 朱志鹏, 等. 基于地形梯度特征的福州市景观格局演变[J]. 应用生态学报, 2018, 29(12): 4135—4144.
- [22] 许琳昕. 福州市老城区绿地景观格局分析与优化策略研究[J]. 绿色科技, 2021, 23(17): 55—58, 63.
- [23] 吴涌平, 林钰珺, 吴姝婷, 等. 福州市景观格局对城市内涝的影响[J]. 中国城市林业, 2020, 18(2): 57—61.
- [24] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20世纪90年代中国土地利用变化的遥感时空信息研究[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 241—243.
- [25] 倪永薇. 基于生态系统服务评估的北京昌平区绿色空间格局优化研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2020.
- [26] 何鹏, 张会儒. 常用景观指数的因子分析和筛选方法研究[J]. 林业科学研究, 2009, 22(4): 470—474.
- [27] 龚建周, 夏北成. 景观格局指数间相关关系对植被覆盖度等级分类数的响应[J]. 生态学报, 2007(10): 4075—4085.
- [28] 陈燕红, 蔡莞镔. 基于遥感的福州主城区土地利用/覆盖及景观格局变化研究[J]. 海峡科学, 2018(9): 3—12.
- [29] 张建, 雷刚, 漆良华, 等. 2003—2018年土地利用变化对丹江口市景观格局与生态服务价值的影响[J]. 生态学报, 2021, 41(4): 1280—1290.