

曹野, 陈虹, 聂宏璋, 邵正杰, 何畅, 刘云刚, 黄慧明. 2023. 行政区划多轮调整下的区域生态系统服务价值评价——以广州市南沙区为例. 热带地理, 43 (7): 1440-1452.

Cao Ye, Chen Hong, Nie Hongzhang, Shao Zhengjie, He Chang, Liu Yungang, and Huang Huiming. 2023. Assessments of Ecosystem Service Values in a Region with Frequent Administrative Division Adjustments: A Case Study of Nansha District, Guangzhou. *Tropical Geography*, 43 (7): 1440-1452.

行政区划多轮调整下的区域生态系统服务价值评价 ——以广州市南沙区为例

曹 野¹, 陈 虹¹, 聂宏璋¹, 邵正杰¹, 何 畅¹, 刘云刚¹, 黄慧明²

(1. 华南师范大学地理科学学院, 广州 510631; 2. 广州市城市规划勘测设计研究院, 广州 510060)

摘 要: 选取广州市南沙区为案例研究地, 采用当量因子、冷热点分析和重心模型等方法, 探究该地 1990—2020 年多轮区划调整和生态系统服务价值 (ESV) 之间的时空演变关系, 结果表明: 1) 行政区划调整引起土地利用变化, 对区域 ESV 产生显著影响, 区域总体 ESV 随着行政区划的调整出现了先降、后升、再降的变化特征。2) 快速城市化地区行政区划的频繁调整虽然带来管理和资源整合的便利, 但所引致的建设用地扩张以及耕地和林地减少, 将导致生态系统的恶化。3) 地方政府通过行政区划调整, 获得更高的资源配置权和管理权; 在政府引导下, 生态修复、开发规划实施效果显著。湿地数量和质量的提升对全域 ESV 起正向影响。南沙应充分利用行政区划调整机遇, 增强区域空间治理能力, 未来与粤港澳大湾区各地市共同建立“共建、共享、共治”的流域及海岸带等跨区域协同治理体系, 打造中国沿海生态保护与修复的高质量标杆。并且, 在考量行政区划调整与区域 ESV 演变之间的关系时, 不仅要关注总体效益的评价, 还应分阶段、多层次、多方面的政府行为、土地利用和国土开发模式进行深入分析。

关键词: 行政区划调整; 生态系统服务价值 (ESV); 土地利用; 湿地; 南沙区; 广州市

中图分类号: Q149; F301.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-5221(2023)07-1440-13

DOI: 10.13284/j.cnki.rddl.003707

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



行政区划是国家划定的分等级行政管理区域, 是国家实行空间治理和行政管理的基础单元 (王开泳等, 2018)。随着城市化进程的加快, 人口、经济和土地开发等在一定区域内快速增长, 致使地方产生调整行政区划的需求 (刘云刚等, 2020)。中国行政区划的调整可划分为 2 个阶段: 1949—1977 年, 为以大区立废、省区撤并重组以及调整建制市数量等为主的恢复和建立秩序时期; 1978 年以来, 为城市化快速发展、行政区划调整频繁阶段 (魏衡等, 2009; 朱建华等, 2015; 吴建民等, 2018; 张可云等, 2021)。行政区划调整是政府优化资源配置和空间治理的重要手段 (Chung et al., 2004; 王开泳等, 2018), 有利于拓展发展空间 (Chan et

al., 2002; 王开泳等, 2006; 李开宇, 2010)、优化城市布局结构 (朱建华等, 2015)、提高空间治理效率、调节空间发展秩序以及促进经济发展 (魏立华等, 2004; Ma, 2005; Zhang et al., 2006; 王开泳等, 2018)。少数研究也将行政区划调整和区域生态系统的变化相衔接 (Eigenbrod et al., 2011), 发现行政区划调整可以减少地区 PM_{2.5} 排放和改善空气质量 (Feng et al., 2022; Jiang et al., 2022)。

“生态系统 (Ecosystem)” 一词由英国生态学家 Tansley 于 1935 年首次提出, 用于描述聚集在同一地区的动植物与其生存的环境所构成的大小不一、类型多样化的系统, 具有生态性和地理空间性, 是能为人类提供产品和服务的地表基本单位

收稿日期: 2022-09-02; **修回日期:** 2023-02-26

基金项目: 国家自然科学基金青年项目 (41401194): 制度变迁视角下新型城镇化与乡村重构互动机制研究——以珠江三角洲为例; 国家自然科学基金面上项目 (41871107): 中国技术型新创企业的空间发展特征、机制和过程研究; 国家自然科学基金项目专项项目 (战略研究类, 42142028): 中国政治地理学学科发展战略研究

作者简介: 曹野 (2002—), 男, 广东广州人, 本科生, 研究方向为人文地理学, (E-mail) 20202632008@m.scnu.edu.cn;

通信作者: 陈虹 (1976—), 女, 海南儋州人, 博士, 讲师, 研究方向为城市地理学, (E-mail) hongchen@scnu.edu.cn。

(Tansley, 1935; Blew, 1996; Rowe, 1997)。生态系统服务是自然生态系统所提供的能满足和维持人类生活需要的条件和过程 (Daily, 1997), 包含有形的产品和无形的服务 [Daily, 1997; Millennium Ecosystem Assessment Board (MA), 2005], 可分为供给、调节、支持和文化 4 类 (MA, 2005)。其中, 供给服务指从生态系统中获取的产品, 如粮食、原材料和淡水等; 调节服务指从生态系统调节过程中获取的效益, 如水源涵养、净化污染、固碳和调节气候等; 文化服务则指人类通过感知、娱乐和审美等方式从生态系统中获得的非物质效益; 支持服务指生态系统维持养分循环及生物多样性等支撑前 3 类服务的功能 (欧阳志云 等, 1999; MA, 2005)。生态系统服务价值 (Ecosystem Service Value, 简称 ESV) 是生态系统服务能力的量化估计 (Costanza et al., 1997; 刘志涛 等, 2021), 可采用币值化方法进行评估, 即将某种生态服务功能的单位面积价值的变化量化成相对的货币值 (欧阳志云 等, 1999; 李双成, 2019)。

影响生态系统服务的因素包括生物、气候等自然要素和城市化、土地与资源利用等人类活动相关要素 (郑华 等, 2003; 刘志涛 等, 2021), 需要多学科交叉、多要素耦合 (方创琳 等, 2016) 开展研究。区域人类活动和生态系统服务变化之间的关系在不同的地理尺度会有不同的表征, 需要更多的案例研究和多样化的数据分析 (Cumming et al., 2014)。人类社会经济的快速发展已导致世界 60% 的生态系统服务退化 (MA, 2005), 但相关应对措施研究较少, 而行政区划调整与区域生态系统服务之间的关系研究也不多见。

生态文明建设是实现中国式现代化的重要组成部分, 已成为地方开展行政区划调整的重要维度之一 (林拓 等, 2019)。在“高质量发展”背景下, 厘清生态系统服务的时空演化特征和影响机制, 对于建设高质量城市以及促进区域可持续发展具有重要的意义 (李双成, 2019; 樊杰, 2020)。改革开放以来, 中国各地进行了多次的行政区划调整^①。如何通过行政区划优化区域资源配置和生态治理协同关系、改善生态空间格局是当前地方发展的重要命题之一。目前对于中国行政区划调整的研究多集中在地级市以上, 关于区域的空间扩展和经济发展 (李郁 等, 2015; 刘君德 等, 2015)、城镇化水平

(张京祥 等, 2002; Zeng et al., 2016)、政区势 (陈田 等, 2018) 和房价 (王丰龙 等, 2017) 等方面的研究较多, 但对于区 (县) 一级行政区划调整的研究较少。截至 2021 年末, 全国共有 977 个市辖区 (国家统计局, 2022), 其中 326 个区是于 1990—2020 年设立的, 占比超过 1/3。这些新设市辖区在行政区划调整后, 城市空间得到拓展、行政运行成本降低且经济有所增长 (汪宇明 等, 2008; 李开宇, 2010; 刘君德 等, 2015), 然而, 过往研究并未涉及对于生态系统所产生的影响。因此, 本文选取经历了多轮行政区划调整、于 2005 年成立的广州市南沙区为研究对象, 采用 ESV 评估与空间分析相结合的方法, 探究在区 (县) 一级尺度空间行政区划调整与区域 ESV 时空演变之间的关系。

1 研究设计

1.1 研究框架

行政区划是优化空间布局、增强空间治理能力的基础支撑 (王开泳 等, 2018), 具体可通过变更建制、调整行政等级、划定行政管辖界线以及更改名称等方式进行调整, 具有一定的复杂性 (浦善新, 2006)。不同类型及不同尺度的行政区划调整, 会在不同程度上导致区域的土地面积数量、开发强度、空间格局和经济效益的变化 (冯艳君 等, 2013; 虎陈霞 等, 2017), 进而会对生态系统服务产生显著影响 (傅伯杰 等, 2014)。一方面, 行政区划调整可以增加区域资源总量、增强区域承载力、优化城市功能布局并减轻特定区域资源环境压力 (林拓 等, 2019), 有利于大尺度、跨区域的生态系统的统一治理 (曹辉 等, 2022; Feng et al., 2022), 促进区域环境协调发展。另一方面, 行政区划调整后, 地方可能会出现权责模糊、管理混乱以及资源配置不均等问题, 相应的新政策和规划的实施会对该区域的社会、政治、经济、文化、环境、自然本底及生态系统产生影响, 由此引发新一轮的行政区划调整。因此, 通过分析区域土地利用时空格局的变化表征, 构建行政区划调整和区域生态系统服务之间的关系框架 (图 1)。

1.2 研究区域

南沙区地处广州市最南端的出海通道、粤港澳大湾区几何中心, 是“一国两制三区”全面合作示

^① 这一时期可细分为 3 个阶段: 1978—1999 年, 人口由农村向城市大规模迁移, 为城镇数量大幅度增加、“市带县”体制推广的频繁调整阶段; 2000—2012 年是县级市改区、省管县体制试行的管控调整时期; 2013 年至今为市辖区数量增加、撤县设市重启的深化改革阶段。

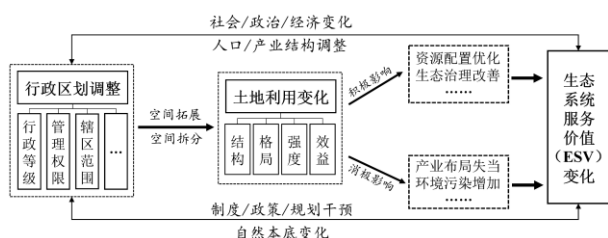


图1 行政区划调整与ESV变化关系分析框架

Fig. 1 The analytical framework of the relationship between administrative division adjustment and the changing ESV

范区的国家级核心区域之一（图2）。2020年，全域面积803 km²（含海域），常住人口84.66万人，人均GDP达22.48万元/人，是全国同期水平7.21万元/人的3倍。

南沙经历了数次的行政建制变更，曾隶属于东莞县、珠海县、中山县、番禺县/市、广州市番禺区，是行政区划调整频繁的典型区域（表1）。“南沙”一词含义多样，有“南沙公社”“南沙镇”“南沙岛”“南沙湾”“南沙港”“南沙经济开发区”“南沙经济技术开发区”“南沙街道”“南沙区”“南沙

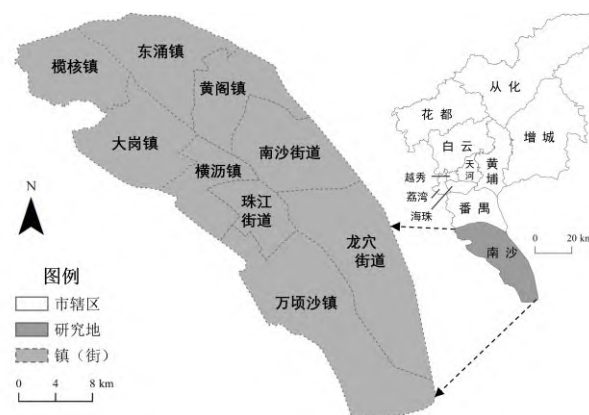


图2 广州市南沙区区位

Fig.2 The location of Nansha District, Guangzhou

保税区”“南沙新区”“南沙片区”等多个相关地理名称，下辖的南沙街道、龙穴街道、珠江街道、黄阁镇、万顷沙镇等镇街也经历了多次行政调整。本研究的“南沙”包括现如今南沙区803 km²的全域范围，即为南沙经济技术开发区的基础上设立的新区。

表1 1990—2020年与广州南沙相关的行政区划调整及相关功能区调整

Table 1 Administrative division adjustments and functional area related to Nansha District, Guangzhou during 1990-2020

序号	年份	行政区划调整	功能区调整	面积/km ²	备注
1	1990	—	成立南沙经济开发区	54	近期开发7.5 km ² 的南沙港,远期是54 km ² 的南沙镇;成立的南沙经济区管理委员会为番禺县局级单位。
2	1992	番禺撤县设市	成立珠江管理区	54	南沙经济区与南沙镇合并,番禺市南沙开发区管理委员会和番禺市南沙经济开发总公司成立;珠江管理区挂珠江华侨农场牌子。
3	1993	南沙镇改为南沙街道	国务院批准设立广州南沙经济技术开发区	9.9	南沙街道办事处与开发区管理委员会合署办公;开发区东以金沙路、金珠路、合成桥、金岭路为界;西以蕉门水道、蕉门河为界;南至大岭村;北抵小虎沥。
4	2000	番禺撤市设区	—	—	南沙成为广州市“南拓”的核心发展区。
5	2001	新垦镇并入万顷沙镇	成立广州南沙经济技术开发区建设指挥部	—	南沙开发区建设指挥部为广州市人民政府派出机构。
6	2003	—	珠江管理区正式划归南沙开发区建设指挥部管理	—	广州南沙经济技术开发区建设指挥部实际管辖面积超过138 km ² 。
7	2005	南沙区设立	—	527.66*	下辖1街3镇1管理区,即万顷沙镇、黄阁镇、横沥镇、南沙街道、珠江管理区;陆域面积339.5 km ² 。
8	2008	珠江管理区改为珠江街道	成立广州南沙经济技术开发区管理委员会;成立广州市南沙保税港区。	—	南沙区下辖2街3镇;广州市南沙保税港区位于龙穴岛,龙穴岛曾隶属万顷沙农场、珠江街道、万顷沙镇;南沙开发区管委会承担原南沙建设指挥部管理职能,统一管理广州南沙经济技术开发区、广州南沙高新技术开发区和广东南沙出口加工区。
9	2011	成立龙穴街道	—	—	下辖3街3镇;从万顷沙镇析置的龙穴街道面积128.9 km ² 。
10	2012	从番禺区划入东涌镇、大岗镇、榄核镇	设立南沙新区	803*	下辖3街6镇;国务院批复《广州南沙新区发展规划》,南沙新区成为第六个国家级新区。
11	2014	—	设立中国(广东)自由贸易试验区广州南沙新区片区	—	中国(广东)自由贸易试验区涵盖3个片区,总面积116.2 km ² ,其中南沙新区片区占地60 km ² 。
12	2019	—	打造广州南沙粤港澳全面合作示范区	—	中共中央、国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》

注: * 包括海洋水域面积。

为实现2019年《粤港澳大湾区发展规划纲要》(中共中央等,2019)所提出的建设南沙粤港澳全面合作示范区目标,2022年6月,国务院发布《广州南沙深化面向世界的粤港澳全面合作总体方案》(国务院,2022),提出在南沙打造国家城市高质量发展实践示范基地。然而当前对于南沙由开发区向行政区转变的过程及其对社会、经济、生态和环境等方面的影响的研究存在不足。因此,探讨南沙行政区划调整对生态系统服务的影响,既能补充区(县)一级尺度的案例,又可以为打造粤港澳全面合作示范区、推进地区高质量发展提供参考和借鉴。

1.3 研究时限与发展阶段的划分

1990—2020年南沙由一个港口小镇变成市级乃至国家级发展核心,重要的行政区划调整发生在1993、2000、2005和2012年(见表1)。频繁的行政区划调整会破坏统计调查单元和统计数据的时间连续性,因此结合中国人口普查和国土普查的时间点,选取1990、2000、2005、2010、2020年为时间节点,将南沙行政区划调整划分为4个阶段:

1) 开发建设初期(1990—2000年):广州市政府应港商要求于1990年设立南沙经济区,计划以南沙港为核心撬动整个南沙镇的开发建设(魏立华等,2004),属地政府番禺于1992年撤县设(县级)市,1993年经国务院批准设立广州南沙经济技术开发区;

2) 空间拓展时期(2000—2005年):其时广州市老八区用地紧缺,番禺全域被视为广州从沿江城市向南拓展为海滨城市的重要发展空间,2000年番禺“撤市设区”,2001年南沙的发展由广州市政府直接领导;

3) 市辖区设立初期(2005—2010年):2005年,南沙从番禺区中分出来,辖3镇1街1管理区,面积527.66 km²,完成功能区向行政区的转变,克服了原有开发区权责混乱的问题,使得南沙区政府获得更高的资源配置权、增强了治理能力,为南沙发展注入了新活力(王开泳等,2006)。彼时大多数耕地被划为永久基本农田,严格的耕地保护制度加上2000年以来广州市战略规划中的“生态廊道规划”、《广州南沙滨海湿地森林公园总体规划》、《广东省湿地保护规划(2006—2030年)》等规划的编制和实施,南沙湿地公园、湿地防护林区、滩涂红树林和海堤基干林种植等项目的建设都极大地改善了南沙的生态状况;

4) 区域核心发展时期(2010—2020年):随着

行政区划的调整,南沙区面积进一步扩大,并先后成为第六个国家级新区、广州城市副中心、自贸试验区、珠三角国家自主创新示范区、粤港澳全面合作示范区等功能区,区域地位不断提高、地方政府管理权限不断提升(见表1),经济建设和城市发展规模也迅速扩大。2020年南沙地区生产总值是2005年设区时的12.89倍,年均增长速度超过63.56%;同期城市化水平为73.28%,较2005年时增加了45%,年均增长速度超过3%。

2005—2020年,南沙区地区生产总值年均增长率为19.17%,比同期全国水平高7.25%;人口由17.8万人增长至84.9万人,年均增长率为10.98%,设区以后南沙的经济和人口增长速度较快。然而,南沙的生态系统面临各种挑战,辖区内存在生态功能退化(朱淑珍,2021)、水体污染(Chen et al., 2019)、湿地红树林系统受干扰(张月琪等,2022)等问题。行政区划调整是否对该地区的生态系统服务的变化产生影响?二者间的关系问题亟待探讨。

2 方法与数据

本研究所涉及的方法和步骤包括:1)以发生重大行政调整的年份为界限,划分出多个研究时段,截取1990—2020年每5年南沙803 km²的Land-sat 30 m遥感影像,结合南沙803 km²历年土地利用更新数据,将南沙辖区内用地用海划分为耕地、林地、草地、湿地、建设用地和水域(包括内水和海洋)6类,通过监督分类、人工目视解译和现场勘验比对的方式得到7期土地利用现状图。2)收集国家、广东省、广州市、番禺、南沙历年政府工作报告、统计年鉴和相关部门规划文本、图件等数据,包括2005—2020年《广州南沙国民经济和社会统计年鉴》、《广州南沙开发区(南沙区)国民经济和社会发展统计报告》(广州市南沙区统计局,2005—2020)、《南沙区第七次全国人口普查公报》(广州市南沙区统计局,2021)等。3)利用ArcGIS渔网工具将南沙区划分为3 562个500 m×500 m正方形网格,建立复合空间数据库;由于南沙的水产养殖面积较大,为了降低养殖基地定期排水和清理消杀时裸露的塘底被ENVI自动捕捉识别成其他用地类型的误差,采用实地调研和手动比对卫星影像的方式修正数据。4)为降低通货膨胀等因素带来的币值差异影响,采用1990年不变价币值化南沙ESV。5)采用当量因子法构建基于南沙土地利用特点的生态系统服务评估体系。6)考虑时空异质

性,采用地理重心模型考察不同时期区域总体ESV和人口规模变化之间的空间关系。7) 考虑到2010年前南沙下辖街镇的人口统计数据部分缺失,进一步采用冷热点分析法,考察区域ESV高低值变化幅度的空间特征,以揭示南沙30年间行政区划调整和区域ESV的时空关系特征及演变规律。

2.1 生态系统服务价值当量因子法

参考谢高地(2015)和叶延琼(2013)等的全

国地类生物量因子研究,结合南沙地处亚热带沿海、水热丰富和生物量大的特点,可知南沙当量因子均高于全国平均值,耕地和林地/草地的系数为2和1.45;南沙水域面积占比远高于全国平均水平,海洋生态系统综合服务功能突出,因此参考叶长盛等(2010)的标准调整水域系数为4.55;再综合胡应龙等(2018)的成果,构建南沙区6类用地的11种生态系统服务功能类型的价值核算当量因子(表2)。

表2 南沙区生态系统服务价值基础当量因子

Table 2 Per unit value of ecosystem service in Nansha District

生态系统类型	食物生产	原料生产	水资源供给	气体调节	气候调节	净化环境	水文调节	土壤保持	维持养分循环	生物多样性	美学景观	总计
草地	0.15	0.20	0.12	0.74	1.94	0.64	1.42	0.90	0.07	0.81	0.36	7.35
水域	0.80	0.23	8.29	0.77	2.29	5.55	37.72	0.93	0.07	2.55	1.89	61.09
耕地	2.93	0.53	-3.47	2.30	1.31	0.38	5.80	0.56	0.44	0.45	0.20	11.42
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
林地	0.41	0.94	0.48	3.07	9.21	2.74	6.74	3.75	0.28	3.41	1.50	32.54
湿地	0.51	0.50	2.59	1.90	3.60	3.60	24.23	2.31	0.18	7.87	4.73	52.02

2.2 重心模型

区域总体ESV和人口随时间变化的空间动态格局、数量变化和趋势可由重心的位置、运动方向和距离来反映(曹慧明等,2016),公式为:

$$X_t = \sum_{j=1}^l (M_{ij} \times X_{ij}) / \sum_{j=1}^l (M_{ij}) \quad (1)$$

$$Y_t = \sum_{j=1}^l (M_{ij} \times Y_{ij}) / \sum_{j=1}^l (M_{ij}) \quad (2)$$

式中: X_t 和 Y_t 分别是第 t 年某要素的 x 和 y 重心坐标; X_{ij} 和 Y_{ij} 是第 t 年构成1个大区域的第 j 个小区域的中心经纬度坐标; M_{ij} 为不同意义的属性值(如ESV或人口等); l 是要素类别的总数。

2.3 冷热点分析

冷热点分析可考察区域内ESV在空间上的变化幅度。若一定区域范围内ESV变化量比周围高较多时,形成ESV增值热点,表示该时段该区域ESV增幅较大;反之则是ESV损失冷点,表示该时段该地区ESV降幅较大,公式为:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij} X_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n W_{ij}}{\sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n W_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^n W_{ij})^2}{n-1}}} \quad (3)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (4)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\bar{X})^2} \quad (5)$$

式中: G_i^* 统计是 z 得分; n 是空间网格单元数量; X_i

和 X_j 分别表示单元 i 和单元 j 的观测值; $\bar{X}$ 为平均值; S 为标准差; W_{ij} 是基于空间 k 邻接关系建立的空间权重矩阵。

3 南沙区的行政区划调整与ESV变化

3.1 南沙区土地利用变化

南沙三面环海,河网密布,早期以农业生产为主,用地类型以耕地与水域为主。1990年耕地和水域的占比均超过40%(表3);2020年,水域占比减少了5.17%,而耕地则以每年1.84%的速率递减,占比从40.96%降至18.33%。期间,建设用地以年均超过10%的速度扩张,随着行政区划调整,经历了快增、放缓和快增3个阶段:1990—2000年,番禺于1992年“撤县设市”、南沙经济技术开发区于1993年设立,这2项行政区划调整使南沙街道、龙穴岛与万顷沙南部大兴土木,建设用地年均增长速度超过17%;2000—2010年,政府实施严格的耕地

表3 1990—2020年南沙地区土地利用结构

Table 3 Land use structures of Nansha District during 1990-2020 %

类型	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2020年
草地	0.00	0.11	0.12	0.11	0.13	0.12	0.12
水域	40.46	36.41	38.96	36.96	38.32	37.25	35.29
耕地	40.96	40.49	29.91	30.45	29.34	24.76	18.33
建设用地	8.97	18.01	24.29	25.40	25.81	29.75	36.69
林地	6.24	3.81	4.10	4.46	3.67	4.09	4.46
湿地	3.38	1.18	2.61	2.61	2.73	4.04	5.11

保护机制和战略生态廊道规划，空间开发得到有序管控，建设用地年均增幅约 0.6%，增长缓慢；2010—2020 年，随着南沙在国家、区域中的定位等级的不断提升，在 2012 年从番禺区划入 3 镇的行政区划调整后，其行政管辖范围扩大了 52.18%（见表 1），建设用地分别于 2015 和 2020 年先后超越耕地与水域成为第一大类用地，2020 年建设用地占比达 36.69%（见表 3）。与此同时，林地面积恢复到了 1990 年后、1995 年前水平，且同 2005 年水平相当；湿地占比从 1995—2015 年的 4.04% 增加至 2020 年的 5.11%。由于湿地是能以相对小的面积对生态系

统的物种多样性、水质、蓄洪和碳汇等产生较大影响的用地（Zedler et al., 2005），其面积的维持和增长对区域 ESV 演变起正向作用。

3.2 南沙区生态系统服务价值总量变化的特征

参考全国单位面积粮食产量（谢高地等，2015），按 1990 年不变价确定南沙区 ESV 标准当量因子为 3 554.19 元/hm²。经空间修正后，得知南沙主导生态系统服务类型为调节服务，水域、湿地和林地的调节服务价值突出，另外，湿地的支持服务、水域的供给服务以及林地的支持服务等价值也较为突出（表 4）。

表 4 南沙区单位面积生态系统服务价值量（1990 年不变价）
Table 4 Per unit value of ecosystem service in Nansha District (Value of 1990) 元

生态系统服务类型	土地利用类型					
	林地	草地	耕地	水域	湿地	建设用地
供给服务	6 504.17	1 649.14	0.00	33 125.05	12 795.08	0.00
调节服务	77 335.43	16 852.19	34 762.21	164 665.60	118 461.13	0.00
支持服务	26 483.44	6 338.90	5 152.21	12 617.37	36 821.40	0.00
文化服务	5 337.24	1 288.39	697.21	6 717.42	16 811.32	0.00

从 ESV 总量的增减变化看，2020 年 ESV 总量为 831 060 万元，较 1990 年的 992 895 万元下降了 16.30%（表 5）。30 年间，除湿地 ESV 从 52 551 万元增长到 79 496 万元、草地的 ESV 增加至 262 万元，其余各类用地的 ESV 均呈减少趋势；生态系统服务功能衰退最显著的是水域，其 ESV 减少了 94 398 万元，较 1990 年下降了 12.76%；各类用地（除水域）的 ESV 总量在 30 年间减少了 67 438 万元，总体下降 26.61%，其中耕地从 139 996 万元下降至 62 648 万元，降幅达 55.25%（见表 5）。

历次行政区划的调整给南沙用地结构和 ESV 造成巨大的影响，其中耕地和湿地 ESV 变化幅度最大，1990—2020 年，南沙耕地 ESV 缩减了 55.25%，湿地 ESV 增加了 51.27%（见表 5）。分阶段看，耕地 ESV 以年均 -2.64% 的速度减少，其中 1995—

2000 和 2010—2020 年分别减少了 26.97% 和 37.52%；湿地 ESV 总体上升，在 1990—1995 年骤减 65.15%，1995—2000 年突增 122%，2000—2010 年变化缓慢，2010 年之后又进入快速增长期，保持年均 6.46% 的增长速率；水域 ESV 除了在 1995—2000 和 2005—2010 年出现增长之外，其他时期均有不同速度的下降，总体减少了 12.76%。另外，林地 ESV 在 1990—1995 和 2005—2010 年呈明显下降，分别减少了 34.23% 和 17.7%；由于国家退耕还林政策的有效实施，其他时间林地 ESV 都呈现增加趋势，2010—2020 年增长了 21.45%（图 3）。总体上，南沙全域用地的 ESV 在 1995—2000 和 2005—2010 年出现正增长，其他时期均处于下降趋势，增速均为负数（图 3）。

行政区划调整对不同类型的生态系统服务产生

表 5 1990—2020 年南沙区不同用地类型生态系统服务价值量（1990 年不变价）
Table 5 The ESV of varied land use types in Nansha District during 1990-2020 (Value of 1990) 万元

生态系统类型	1990 年	1995 年	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
水域	739 597	665 533	712 268	675 753	700 590	680 887	645 199
湿地	52 551	18 314	40 678	40 685	42 499	62 838	79 496
耕地	139 996	138 410	102 246	104 092	100 271	84 613	62 648
林地	60 751	37 070	39 958	43 474	35 779	39 829	43 455
草地	0	243	264	236	285	263	262
建设用地	0	0	0	0	0	0	0
小计(除水域)	253 298	194 037	183 145	188 487	178 833	187 543	185 860
总计	992 895	859 571	895 414	864 240	879 424	868 430	831 060

了不同影响。1) 30 年间除了水资源的供给服务 ESV 增加了 19.2% 之外, 其他服务类型的 ESV 总体下降, 以维持养分循环、食物供给、气体调节、原料供给、气候调节和土壤保持等服务的 ESV 减少最甚, 降幅分别为 45.14%、44.87%、38.48%、36.23%、23.77% 和 21.85% (见表 6)。2) 2005 年南沙设区的正向影响明显, 区域的水资源供给调节服务、生物多样性支持服务和美学景观文化服务呈不同程度的涨幅, 正向影响明显。3) 不同时期 ESV 变化的具体表现各异: 1990—1995 年是南沙生态系统最受胁迫的 5 年, 水资源供给、气候调节、土壤保持、生物多样性以及美学景观服务价值降幅都在 20% 左右; 1995—2000 年, 耕地的骤减, 导致食物生产、原料生产与维持养分循环负增长, 但水资源供给、生物多样性、美学景观、净化环境、水文调节和土壤保持服务价值皆呈正增长, 生态系统调节服务和

文化服务功能突出; 2000—2010 年是南沙生态修复相对良好的阶段, 各服务类型的 ESV 值变化较为缓慢, 年均变化幅度都在 1.5% 以下, 而 2010—2020 年南沙生态系统又进入恶化阶段, 期间食物生产、维持养分循环、气体调节和原料生产的价值缩减明显, 分别为 -27.74%、-25.62%、-18.22% 和 -15.80% (见表 6)。由于区域内湿地面积扩大和质量提升, 一定程度抵消了各类 ESV 大幅度减少所带来的负面影响, 这与罗继文等 (2022) 的发现基本相符。

3.3 南沙区生态系统服务价值量的时空变化特征

3.3.1 冷热点分析 选取置信率在 90% 以上的区域进行 ESV 变化冷热点分析, 发现南沙各街镇 ESV 的变化幅度与行政区划调整带来的发展建设方式 (尤其是填海造地、占用耕地) 紧密相关。在这 30 年中, 位于南部的万顷沙镇和龙穴街道是南沙 ESV 剧烈变化集中的区域: 1990—2000 年, 龙穴街道不断

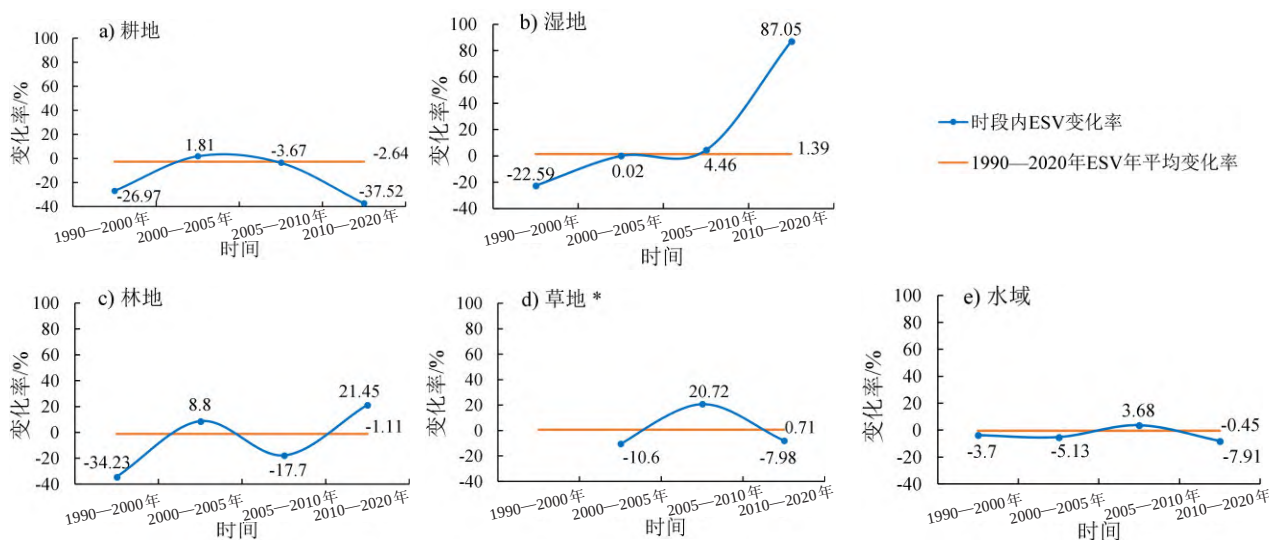


图3 1990—2020 年南沙区 ESV 变化趋势

Fig.3 The changing ESV of varied land uses in Nansha District, 1990-2020

注: * 缺 1990 年草地数据, 因此 1990—2000 年草地的 ESV 变化率不计入考量。

表 6 南沙区 1990—2020 年各项生态服务价值量 (1990 年不变价)

Table 6 The value of varied ecological services in Nansha District, 1990-2020 (Value of 1990)

万元

年份	供给服务			调节服务					支持服务		文化服务	总计
	食物生产	原料生产	水资源供给	气体调节	气候调节	净化环境	水文调节	土壤保持	维持养分循环	生物多样性	美学景观	
1990	46 934	11 546	61 347	45 123	64 575	80 578	564 800	27 482	6 899	50 742	32 868	992 895
1995	44 927	10 190	49 727	40 407	52 610	69 457	497 460	22 055	6 431	39 950	26 355	859 571
2000	36 504	8 983	68 213	34 818	52 594	74 296	518 974	22 317	5 208	44 157	29 348	895 414
2005	36 544	9 032	62 749	35 059	52 424	71 334	498 092	22 255	5 267	43 073	28 411	864 240
2010	35 809	8 745	67 258	33 948	50 879	72 946	510 748	21 644	5 089	43 431	28 926	879 424
2015	31 779	8 254	70 413	31 675	50 896	72 384	500 941	21 942	4 575	45 488	30 083	868 430
2020	25 877	7 363	73 127	27 761	49 223	69 871	476 264	21 477	3 785	46 029	30 284	831 060

建设港口和航运中心,万顷沙镇则是大面积围填海和造鱼塘,该阶段两地出现了大量的ESV冷点,ESV降幅较大;2000—2005年龙穴岛中南部出现更多的ESV冷点,而万顷沙镇的ESV有所回升,南部出现ESV热点,增幅明显;2005—2010年是南沙全域ESV冷点最少的时期,除了黄阁镇北部(汽车制造基地所在区域)、龙穴北部和南部出现小范围的

ESV冷点集聚区之外,龙穴其他区域和万顷沙镇均出现大片连续的ESV热点,再次证明该阶段的南沙生态系统得到很好的修复;2010—2020年,ESV冷点主要分布在龙穴和珠江2个街道,热点主要集中在万顷沙镇,该时期龙穴街和珠江街以第二产业发展为主,而万顷沙成为市政府实施生态修复的重点区域(图4)。

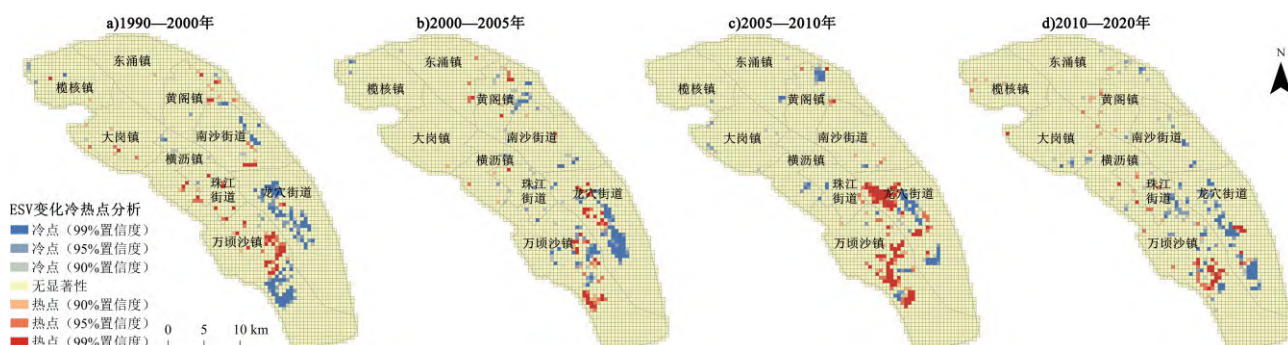


图4 1990—2020年南沙区ESV变化冷点和热点的时空分布

Fig. 4 Spatial distribution of cold and hot spots of ESV in Nansha District during 1990-2020

3.3.2 ESV和人口重心变化特征 重心模型进一步证实了南沙ESV的变化主要集中在南部地区。从1990—2020年南沙ESV重心的位置及迁移轨迹看,全域ESV重心一直在距离今区政府13 km及区几何中心7 km的蕉门水道上,徘徊于珠江街道、龙穴街道和万顷沙镇交界的1.29 km²范围内,在“东南—西北”2个方向反复移动,总体向东南位移约1.3 km(图5-a~c)。

行政单元频繁改变造成了统计数据在时间上的不连续,南沙所辖镇街历年的社会经济统计报表中,保持较好连续性的仅有2012年以后的人口数据。2012年并入番禺3镇后,南沙辖区面积增加了275.34 km²,常住人口增加了35.56万人。为了探析行政区划调整后地区发展与生态系统服务之间的空间关系,选取2010、2015和2020年3个时间节点,将各街镇常住人口数据赋值至行政区域对应面要素上,计算南沙区总体人口重心,发现其与区政府和区几何中心的距离分别约为2.36和7.53 km,变化轨迹一直在黄阁镇辖区内、靠近大岗镇和横沥镇两镇边界的1.56 km²范围内。同期(2010—2020年)人口重心和ESV重心相距约14.9 km,二者移动轨迹方向均是先西北、后东南,尽管人口重心10年来从西南向东北位移了1 280 m,ESV重心却是由北向南位移了59.18 m(图5-b、c)。1990—2020年南

沙的社会经济发展与ESV之间的关系还需要更多的数据和更进一步的研究。

4 结论与讨论

采用基于当量因子法的币值化ESV评估,结合冷热点和重心分析的方法,探究南沙1990—2020年多轮区划调整和生态系统服务价值(ESV)之间的时空演变关系。结果表明:2020年南沙总体ESV较1990年减少了16.3%,30年间,随着行政区划的调整,南沙ESV在1990—2000、2000—2010和2010—2020年3个时段出现了先降、后升、再降的特点,耕地、林地与湿地的ESV受影响最明显,区域湿地ESV提升了51.27%,空间上,南沙南部地区是ESV变化最集中区域,万顷沙镇已成为南沙生态系统服务改善的重要基地;南沙的生态系统服务类型以调节为主,除水资源供给服务ESV有所上升之外,其他服务类型的ESV均处于下降阶段;2000年前和2010年后为ESV剧烈变化期,1990—2000年南沙的开发和番禺“撤县设市”的行政区划调整带来区域总体ESV的缩减,2010—2020年,基建、围填海、房地产开发、新产业布局等在龙穴岛和珠江街产生了新一轮ESV大幅缩减;不同用地ESV的正增长多集中在2005—2010年,同期区域的水资源供给调节服务、生物多样性支持服务和美学景观文化

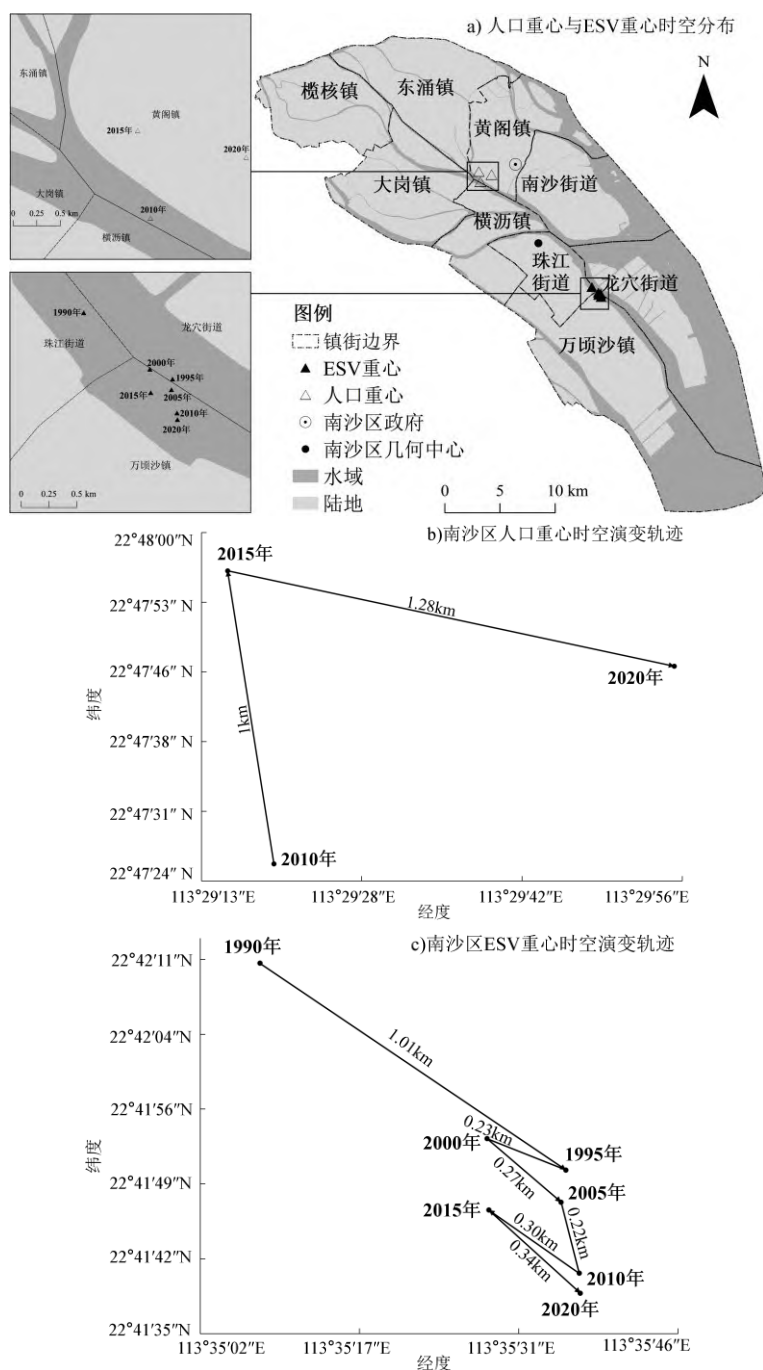


图5 1990—2020年南沙区ESV与人口重心分布及迁移轨迹

Fig.5 The trajectory of changing gravity points of ESV and population in Nansha District during 1990-2020

服务都保持增长态势。

在区(县)尺度探析行政区划调整与生态系统服务变化之间的关系,发现不同时期的管治行为、不断变化的土地利用结构以及特定的国土开发模式,给南沙生态系统服务带来了分阶段、多层次和多方面的影响:1)自番禺“撤县设市”和“撤市

设区”后,广州实现了向陆海型城市政区的转变,空间治理结构和生态空间格局得以优化。南沙作为广州空间拓展的重要构成,其港口和临港、岸线资源得到开发,相应开发建设区域出现了ESV的减损。2)2005年设区后,南沙辖区范围扩大、行政等级提升,区政府获得更高资源配置权和行政管理权,影响资源配置和空间治理的效能、土地利用的空间格局和开发强度,进而对生态系统服务产生直接或间接的影响。其中,南沙积极推动城市生态廊道和各项生态修复规划项目的实施,生态治理效果显著。2000年以来湿地数量和质量提升,部分抵消了其他用地变化对全域ESV的负面影响。3)目前,南沙还保有占全区面积超过40%的、起到供给—调节—支持服务功能的生态用地,区域生态系统服务相对稳定,应继续做好规划统筹和协调。

未来在考虑空间的拓展经济效益与行政管理的效率基础上进行行政区划的调整,应致力于构建综合型、协调型和生态型的资源配置与空间治理体系。将生态环境综合影响纳入考察,有利于科学论证行政区划调整与城市空间布局、区域综合治理之间的关系。ESV的评估可以为行政区划调整和国土空间规划的前期工作提供重要的参考,有利于重大项目的可行性影响评估。采用当量因子法将生态系统服务币值化后,以地图的形式显示低值区和高值区、冷点和热点,再进一步辅以主体功能区规划和控制性详细规划等,即可为国土空间规划“三线”的划定提供参考依据。

需要指出的是,南沙区政府与各个时期各功能区管委会之间的权责交错,多轮行政区划调整也带来的辖区行政边界多次变化,除了管理效率可能不能如期优化,还会致使统计单元变化从而让基础数据失去有效时序性和可比性。由于缺乏准确连续的历史数据,2010年以前行政区划调整后南沙各街镇一级的社会经济发展与生态系统之间的关系在本研究中无法厘清。如何保证统计数据的及时性、准确性和时序连续性,为决策者和研究者提供有效参考,仍是频繁行政区划调整地区的难题。除了统

计数据外, ESV 的评估还受多种因素的影响, 土地的分类标准和具体评价指标的科学性也非常重要。在 30 年的时间尺度上展开研究, 不但可以弥补目前对南沙 2010—2020 年行政区划调整所带来的生态效益研究的不足, 还可以为日后的研究提供重要参考。

粤港澳大湾区全面合作的战略部署, 需要区域统一生态治理的呼应, 需要城市群的政区管治模式和体制机制的创新。南沙应充分利用行政区划调整机遇, 增强区域空间治理能力, 优化城乡生态走廊和绿道体系规划, 加强区域环境污染治理与生态文明建设, 保证万顷沙镇和龙穴岛的生态系统服务综合发展, 强化南沙的生态核心竞争力。同时, 南沙区可以作为大湾区的实验基地, 探索在中央政府引导下构建地方政府平等参与的跨区域协调机构和联席会议机制, 建立“共建、共治、共享”的流域和海岸带等跨区域协同治理体系, 统筹珠江口沿海地区的生态保护与修复的跨区协调实施, 在快速发展中优化资源配置和生态治理格局, 建设传统文化传承与现代生态文明交融的、贯通历史文化与自然景观的陆海空间, 打造人与自然和谐共生的美丽湾区, 建设面向世界的中国高质量城市发展标杆。

致谢:就审稿人对本文提出的宝贵修改建议和张雯丽、黄文慧、余若韵同学在资料收集与数据整理过程中提供的帮助,在此表示感谢。

参考文献 (References):

- 曹辉, 张亦弛, 李平星, 陈江龙. 2022. 高质量发展背景下的城湖共生关系识别与评价——以长三角合肥—巢湖为例. 自然资源学报, 37 (6): 1626-1642. [Cao Hui, Zhang Yichi, Li Pingxing, and Chen Jianglong. 2022. Recognition and Evaluation of City-Lake Symbiosis under the Background of High-Quality Development: A Case Study of Hefei-Chaohu Lake in Yangtze River Delta. *Journal of Natural Resources*, 37(6): 1626-1642.]
- 曹慧明, 董仁才, 邓红兵, 余丽军, 刘建军, 王豪伟, 马赫. 2016. 区域生态系统重心指标的概念与应用. 生态学报, 36 (12): 3639-3645. [Cao Huiming, Dong Rencai, Deng Hongbing, Yu Lijun, Liu Jianjun, Wang Haowei, and Ma He. 2016. The Concept and Application of Centroids in the Spatial Analysis of Regional Ecosystems. *Acta Ecologica Sinica*, 36(12): 3639-3645.]
- 陈田, 王开泳, 陈好凡. 2018. 行政区划调整对政区位势的影响与量化测度——以重庆市为例. 地理科学, 38 (5): 654-661. [Chen Tian, Wang Kaiyong, and Chen Yufan. 2018. The Influence and Qualitative Measure Methods of Administrative Division Adjustment on Administrative Region Potential: Taking Chongqing City as a Case. *Scientia Geographica Sinica*, 38(5): 654-661.]
- Chung Jaeho, and Lam Taochiu . 2004. China's "City System" in Flux: Explaining Post-Mao Administrative Changes. *The China Quarterly*, 180: 945-964.
- Costanza Robert, d'Arge Ralph, de Groot Rudolf, Farber Stephen, Grasso Monica, Hannon Bruce, Limburg Karin, Naeem Shahid, O'Neill Robert V, Paruelo Jose, Raskin Robert G, Sutton Paul, and van den Belt Marjan. 1997. The Value of The World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, 387: 253-260.
- Cumming G S, Buerkert A, Hoffmann E M, Schlecht E, von Cramon-Taubadel S, and Tscharntke T. 2014. Implications of Agricultural Transitions and Urbanization for Ecosystem Services. *Nature*, 515: 50-57.
- Chan Roger C K, and Zhao X B. .2002. The Relationship between Administrative Hierarchy Position and City Size Development in China. *Geo Journal*, 56(2): 97-112.
- Chen Y, Huang H, Ding Y, Chen W, Luo J, Li H, Wu J, Chen W, and Qi S. 2019. Trace Metals in Aquatic Environments of a Mangrove Ecosystem in Nansha, Guangzhou, South China: Pollution Status, Sources, and Ecological Risk Assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(10): 629.
- Daily Gretchen C. 1997. Introduction: What are Ecosystem Services? In: Daily G C. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington D C: Island Press, 1-10.
- Eigenbrod F, Bell V A, Davies H N, Heinemeyer A, Armsworth P R, and Gaston K J. 2011. The Impact of Projected Increases in Urbanization on Ecosystem Services. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278: 3201-3208.
- 樊杰. 2020. 我国“十四五”时期高质量发展的国土空间治理与区域经济布局. 中国科学院院刊, 35 (7): 796-805. [Fan Jie. 2020. High-Quality Development of National Territory Space Governance and Regional Economic Layout during 14th Five-Year Plan in China. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 35 (7): 796-805.]
- 方创琳, 周成虎, 顾朝林, 陈利顶, 李双成. 2016. 特大城市群地区城镇化与生态环境交互耦合效应解析的理论框架及技术路径. 地理学报, 71 (4): 531-550. [Fang Chuanglin, Zhou Chenghu, Gu Chaolin, Chen Liding and Li Shuangcheng. 2016. Theoretical Analysis of Interactive Coupled Effects between Urbanization and Eco-Environment in Mega-Urban Agglomeration. *Acta Geographica Sinica*, 71(4): 531-550.]
- 冯艳君, 李立勋. 2013. 行政区划调整对土地利用空间特征演变的影响——以广州市南沙地区为例. 热带地理, 33 (1): 40-47. [Feng Yanjun, and Li Lixun. 2013. Impacts of Administrative Division Adjustment on Spatial Characteristics of Land Utilization: A Case Study of Nansha District in Guangzhou. *Tropical Geography*, 33(1): 40-47.]
- 傅伯杰, 张立伟. 2014. 土地利用变化与生态系统服务: 概念、方法与进展. 地理科学进展, 33 (4): 441-446. [Fu Bojie, and Zhang Liwei. 2014. Land-Use Change and Ecosystem Services: Concepts, Methods and Progress. *Progress in Geography*, 33(4): 441-446.]
- Feng R, Wang K, and Wang F. 2022. Quantifying Influences of

- Administrative Division Adjustment on PM_{2.5} Pollution in China's Mega-Urban Agglomerations. *Journal of Environmental Management*, 302: 113993.
- 国家统计局. 2022. 年度数据—指标—综合—行政区划—2021年市辖区数(个). (2022-06-06) [2022-08-13]. <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>. [National Bureau of Statistics of China. 2022. Annual/Indicators/General Survey/Divisions of Administrative Areas/Number of Districts under the Jurisdiction of Cities (unit)/2021. (2022-06-06) [2022-08-13]. <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>.]
- 国务院. 2022. 广州南沙深化面向世界的粤港澳全面合作总体方案. (2022-06-06) [2023-02-09]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-06/14/content_5695623.htm. [The State Council of the People's Republic of China. 2022. Master Plan of Guangzhou Nansha on Deepening Comprehensive Cooperation between Guangdong, Hong Kong and Macao with Global Perspective. (2022-06-06) [2023-02-09]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-06/14/content_5695623.htm.]
- 广州市南沙区统计局. 2005—2020. 广州南沙开发区(南沙区)国民经济和社会发展统计报告. [2023-07-18]. <http://www.gzns.gov.cn/nssj/jjjs/index.html>. [Statistics Bureau of Nansha District, Guangzhou. 2005-2020. Statistical Report on National Economic and Social Development of Guangzhou Nansha Development Zone (Nansha District). [2023-07-18]. <http://www.gzns.gov.cn/nssj/jjjs/index.html>.]
- 广州市南沙区统计局. 2005—2020. 广州市南沙区国民经济和社会发展统计年鉴. [2023-07-18]. <http://www.gzns.gov.cn/nssj/jjjs/index.html>. [Statistics Bureau of Nansha District, Guangzhou. 2005-2020. Statistical Yearbook of National Economic and Social Development of Nansha District, Guangzhou. [2023-07-18]. <http://www.gzns.gov.cn/nssj/jjjs/index.html>.]
- 广州市南沙区统计局. 2021. 南沙区第七次全国人口普查公报. (2021-06-10) [2023-7-18]. http://www.gzns.gov.cn/zwgk/tjsj/content/post_7325827.html. [Statistics Bureau of Nansha District, Guangzhou. 2021. Bulletin of the Seventh National Population Census of Nansha District. (2021-06-10). [2023-07-18]. http://www.gzns.gov.cn/zwgk/tjsj/content/post_7325827.html.]
- 胡应龙, 陈颖彪, 郑子豪, 吴志峰, 李娟娟, 杨智威. 2018. 广州市生态系统服务价值空间异质性变化. *热带地理*, 38(4): 475-486. [Hu Yinglong, Chen Yingbiao, Zheng Zihao, Wu Zhifeng, Li Juanjuan, and Yang Zhiwei. 2018. Spatial Heterogeneity Change of Guangzhou Ecosystem Services Value. *Tropical Geography*, 38(4): 475-486.]
- 虎陈霞, 郭旭东, 连纲, 张忠明. 2017. 长三角快速城市化地区土地利用变化对生态系统服务价值的影响——以嘉兴市为例. *长江流域资源与环境*, 26(3): 333-340. [Hu Chenxia, Guo Xudong, Lian Gang, and Zhang Zhongming. 2017. Effects of Land Use Change on Ecosystem Service Value in Rapid Urbanization Areas in Yangtze River Delta: A Case Study of Jiaxing City. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 26(3): 333-340.]
- Jiang M, Chen W, Yu X, Zhong G, Dai M, and Shen X. 2022. How Can Urban Administrative Boundary Expansion Affect Air Pollution? Mechanism Analysis and Empirical Test. *Journal of Environmental Management*, 322: 116075.
- 李郇, 徐现祥. 2015. 中国撤县(市)设区对城市经济增长的影响分析. *地理学报*, 70(8): 1202-1214. [Li Xun, and Xu Xianxiang. 2015. Impact Analysis of Turning Counties (Cities) into Districts to the Urban Economic Growth in China. *Acta Geographica Sinica*, 70(8): 1202-1214.]
- 李开宇. 2010. 行政区划调整对城市空间扩展的影响研究——以广州市番禺区为例. *经济地理*, 30(1): 22-26. [Li Kaiyu. 2010. Research on the Urban Spatial Expansion under Administrative District Adjustment: A Case Study of Panyu District, Guangzhou. *Economic Geography*, 30(1): 22-26.]
- 李双成. 2019. 生态系统服务研究思辨. *景观设计学*, 7(1): 82-87. [Li Shuangcheng. 2019. Reflections on Ecosystem Service Research. *Landscape Architecture Frontiers*, 7(1): 82-87.]
- 刘君德, 林拓. 2015. 中国行政区划经济与行政区划: 理论与实践. 南京: 东南大学出版社. [Liu Junde, and Lin Tuo. 2015. *The Economic and Administrative Division of the Administrative Region of China: Theory and Practice*. Nanjing: Southeast University Press.]
- 刘云刚, 王丰龙. 2020. 城镇化中的行政区划理论问题刍议. *中国名城*, (10): 4-11. [Liu Yungang, and Wang Fenglong. 2020. Introductory Discussion on the Theoretical Problems of Administrative Division in Urbanization. *China Ancient City*, (10): 4-11.]
- 刘志涛, 王少剑, 方创琳. 2021. 粤港澳大湾区生态系统服务价值的时空演化及其影响机制. *地理学报*, 76(11): 2797-2813. [Liu Zhitao, Wang Shaojian, and Fang Chuanglin. 2021. Spatiotemporal Evolution and Influencing Mechanism of Ecosystem Service Value in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. *Acta Geographica Sinica*, 76(11): 2797-2813.]
- 罗继文, 周禧, 黄亚南, 刘叶, 张争胜, 曾丽璇. 2022. 南沙土地利用变化对生态系统服务价值的影响. *华南师范大学学报(自然科学版)*, 54(3): 100-110. [Luo Jiwen, Zhou Xi, Huang Yanan, Liu Ye, Zhang Zhengsheng, and Zeng Lixuan. 2022. The Influence of Land Use Change on The Ecosystem Service Value in Nansha District. *Journal of South China Normal University (Natural Science Edition)*, 54(3): 100-110.]
- 林拓, 申立. 2019. 中国行政区划改革再出发//民政部区划地名司, 华东师范大学中国行政区划研究院. 中国行政区划报告系列. 北京: 人民出版社. [Lin Tuo, Shen Li, et al. 2019. In: Department of Zoning and Geographical Names, Ministry of Civil Affairs and East China Normal University China Administrative Division Research Center. *China's administrative division reform*. Beijing: People's Publishing House.]
- Ma L J C. 2005. Urban Administrative Restructuring, Changing Scale Relations and Local Economic Development in China. *Political Geography*, 24(4): 477-497.
- Millennium Ecosystem Assessment Board (MA). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Washington D C: Island Press.

- 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 1999. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. 生态学报, 19 (5): 19-25. [Ouyang Zhiyun, Wang Xiaoke, and Miao Hong. 1999. A Primary Study on Chinese Terrestrial Ecosystem Services and Their Ecological-Economic Values. *Acta Ecologica Sinica*, 19(5): 19-25.]
- 浦善新. 2006. 中国行政区划改革研究. 北京: 商务印书馆. [Pu Shanxin. 2006. *Studies on the Reform of Administrative Divisions in China*. Beijing: Commercial Press.]
- Rowe J S. 1997. Defining the Ecosystem. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 78(1): 95-97.
- Roger D Blew. 1996. On the Definition of Ecosystem. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 77(3): 171-173.
- Tansley A G. 1935. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. *Ecology*, 16(3): 284-307.
- 王丰龙, 张传勇. 2017. 行政区划调整对大城市房价的影响研究. 地理研究, 36 (5): 913-925. [Wang Fenglong, and Zhang Chuanyong. 2017. Impacts of Administrative Division Adjustment on Housing Price in Urban China. *Geographical Research*, 36(5): 913-925.]
- 王开泳, 陈田. 2006. 对我国大城市行政区划调整的思考——以广州市近年来行政区划调整为例. 城市问题, (7): 70-75. [Wang Kaiyong, and Chen Tian. 2006. The Administrative Division Adjustment of Big Cities in China: Taking Administrative Division Adjustment in Guangzhou City in Recent Years as an Example. *Urban Problems*, (7): 70-75.]
- 王开泳, 陈田. 2018. 行政区划研究的地理学支撑与展望. 地理学报, 73 (4): 688-700. [Wang Kaiyong, and Chen Tian. 2018. Geographical Prospects of Spatial Governance through a Review on Administrative Divisions. *Acta Geographica Sinica*, 73(4): 688-700.]
- 汪宇明, 王玉芹, 张凯. 2008. 近十年来中国城市行政区划格局的变动与影响. 经济地理, 28 (2): 196-200. [WangYuming, WangYuqin, and ZhangKai. 2008. Analysis on Chinese Cities' Administrative Division Pattern Changes and Influence Over the Past Decade. *Economic Geography*, 28(2): 196-200.]
- 魏衡, 魏清泉, 曹天艳, 赵静. 2009. 城市化进程中行政区划调整的类型、问题与发展. 人文地理, 24 (6): 55-58. [Wei Heng, Wei Qingquan, Cao Tianyan, and Zhao Jing. 2009. Types, Problems and Changes for Readjustment of Administrative Divisions in the Process of Urbanization. *Human Geography*, 24 (6): 55-58.]
- 魏立华, 阎小培. 2004. 快速城市化中城市规划和行政区划的关系研究——以珠江三角洲为例. 城市规划, (2): 48-51, 76. [Wei Lihua, and Yan Xiaopei. 2004. Study on the Relation Between Urban Planning and Administrative Division during Rapid Urbanization. *City Planning Review*, (2): 48-51, 76.]
- 吴建民, 丁疆辉. 2018. 2000年以来中国县级行政区划调整的类型、特征及趋势分析. 热带地理, 38 (6): 799-809. [Wu Jianmin, and Ding Jianghui. 2018. Types, Characteristics and Tendency of County-Level Administrative Division Adjustment in China since 2000. *Tropical Geography*, 38(6): 799-809.]
- 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 陈文辉, 李士美. 2015. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进. 自然资源学报, 30 (8): 1243-1254. [Xie Gaodi, Zhang Caixia, Zhang Leiming, Chen Wenhui, and Li Shimei. 2015. Improvement of the Evaluation Method for Ecosystem Service Value Based on per Unit Area. *Journal of Natural Resources*, 30(8): 1243-1254.]
- 叶延琼, 章家恩, 陈丽丽, 梁开明, 吴睿珊. 2013. 广州市水生态系统服务价值. 生态学报, 32(5): 1303-1310. [Ye Yanqiong, Zhang Jia'en, Chen Lili, Liang Kaiming, and Wu Ruishan. 2013. Chinese Value Evaluation of Aquatic Ecosystem Services in Guangzhou, South China. *Journal of Ecology*, 32(5): 1303-1310.]
- 叶长盛, 董玉祥. 2010. 珠江三角洲土地利用变化对生态系统服务价值的影响. 热带地理, 30 (6): 603-608, 621. [Ye Changsheng, and Dong Yuxiang. 2010. Effects of Land Use Change on Ecosystem Service Value of the Pearl River Delta. *Tropical Geography*, 30(6): 603-608, 621.]
- 中共中央, 国务院. 2019. 粤港澳大湾区发展规划纲要. (2019-02-18) [2023-02-09]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-02/18/content_5366593.htm#1. [Central Committee of the Communist Party of China and the State Council. 2019. Outline Development Plan for the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. (2019-02-18) [2023-02-09]. http://www.gov.cn/xinwen/2019-02/18/content_5366593.htm#1.]
- Zedler J B, and Kercher S. 2005. Wetland Resources: Status, Trends, Ecosystem Services and Restorability. *Annual Review of Environmental Research*, 30: 39-74.
- 张京祥, 范朝礼, 沈建法. 2002. 试论行政区划调整与推进城市化. 城市规划汇刊, (5): 25-28, 79. [Zhang Jingxiang, Fan Chaoli, and Shen Jianfa. 2002. On the Adjustment of Administrative Redistricting and the Promotion of Urbanization. *Urban Planning Forum*, (5): 25-28, 79.]
- Zhang Jingxiang, and Fulong Wu. 2006. China's Changing Economic Governance: Administrative Annexation and the Reorganization of Local Governments in the Yangtze River Delta. *Regional Studies*, 40(1): 3-21.
- 张可云, 李晨. 2021. 新中国70年行政区划调整的历程、特征与展望. 社会科学辑刊, (1): 118-128, 2. [Zhang Keyun, and Li Chen. 2021. The Course, Characteristics and Prospect of Administrative Division Adjustment in New China in 70 Years. *Social Science Journal*, (1): 118-128, 2.]
- 张月琪, 张志, 江镜倩, 沈小雪, 李瑞利. 2022. 城市红树林生态系统健康评价与管理对策——以粤港澳大湾区为例. 中国环境科学, 42 (5): 2352-2369. [Zhang Yueqi, Zhang Zhi, Jiang Biqian, Shen Xiaoxue, and Li Ruili. 2022. Ecosystem Health Assessment and Management Strategies of Urban Mangrove: A Case Study of Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. *China Environmental Science*, 42(5): 2352-2369.]
- 郑华, 欧阳志云, 赵同谦, 李振新, 徐卫华. 2003. 人类活动对生态系统服务功能的影响. 自然资源学报, 18 (1): 118-126. [Zheng Hua, Ouyang Zhiyun, and Zhao Tongqian. 2003. The Impact of Human Activities on Ecosystem Services. *Journal of Natural Resources*, 18(1): 118-126.]

- 朱建华, 陈田, 王开泳, 戚伟. 2015. 改革开放以来中国行政区划格局演变与驱动力分析. 地理研究, 34 (2): 247-258. [Zhu Jianhua, Chen Tian, Wang Kaiyong, and Qi Wei. 2015. Spatial Pattern Evolution and Driving Force Analysis of Administrative Division in China since the Reform and Opening-up. *Geographical Research*, 34(2): 247-258.]
- 朱淑珍. 2021. 滨海湿地生态保护策略研究——以广州南沙万顷沙湿地为例. 低碳世界, 11 (9): 41-42. [Zhu Shuzhen. 2021. Study on Ecological Protection Strategy of Coastal Wetland: A Case Study of Wanqingsha Wetland in Nansha, Guangzhou. *Low Carbon World*, 11(9): 41-42.]
- Zeng Chen, Zhang Anlu, and Shan Xi. 2016. Urbanization and

Administrative Restructuring: A Case Study on the Wuhan Urban Agglomeration. *Habitat International*, 55: 46-57.

作者贡献声明:

曹 野: 明确论文选题与总体思路, 收集、处理和分析数据, 论文撰写与修改, 图件制作;
陈 虹: 提出论文思路、论文撰写与修改;
聂宏璋、邵正杰、何畅: 部分数据收集和处理、图件制作;
刘云刚、黄慧明: 帮助完善思路与论文润色修改。

Assessments of Ecosystem Service Values in a Region with Frequent Administrative Division Adjustments: A Case Study of Nansha District, Guangzhou

Cao Ye¹, Chen Hong¹, Nie Hongzhang¹, Shao Zhengjie¹, He Chang¹, Liu Yungang¹, and Huang Huiming²

(1. School of Geography, South China Normal University, Guangzhou 510631, China; 2. Guangzhou Urban Planning and Design Survey Research Institute, Guangzhou 510060, China)

Abstract: Administrative division adjustments (ADAs) have been key in optimizing regional resource allocation and spatial governance. The impacts of ADAs on regional ecosystems remain unclear in the "green turn" process of China's urbanization. This research chose Nansha District, Guangzhou, as a study area due to its frequent ADAs and its changing location in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area in the past 30 years and investigated the relationship between Nansha's ADAs and the changing Ecosystem Service Values (ESVs) from 1990 to 2020 through applying the equivalent factors, hotspot analysis, and gravity analyses. The study reveals that in the rapid urbanization process, frequent ADAs have affected regional ecosystems and ESV changes, with pros and cons. First, there were strong relations between the ADAs and regional ESVs during 1990-2020. The total ESV of Nansha decreased first but increased later, then again decreased according to the ADAs that happened in 1990-2000, 2000-2010, and 2010-2020. Second, land uses in Nansha District have varied because of urban sprawl since the ADAs. Ecosystems were degrading as a result of the increase of construction land and the depletion of farmland and woodland areas. . Third, at the same time, gaining higher administrative privilege had facilitated local governments to promote the restoration of the ecosystem, particularly the enhancement of wetlands, which led to a growth in regional total ESVs in Nansha. It reveals that regional ecosystem services will undergo a phased, multi-level, and multi-faceted change because of the changes in local governance, the diversification of land uses, and the various land development models. This study fills the gap in studying relationships between changes in ecological system services and ADAs at the district (or county) level. The regional ecosystem services of Nansha are sustainable, as more than 40 percent of the total land is ecological. Therefore, it suggests Nansha District Government should take the chance of ADAs to enhance its privilege in regional spatial governance by cooperating with other local governments in the Greater Bay Area through constructing, governing, and sharing a high-quality ecological conservation and restoration landmark of the rivers and shorelines. It also calls for more attention to the impacts in different phases with multiple levels and dimensions caused by the roles of governments and the land development models rather than merely assessing the changing land use structures and the overall ESV.

Keywords: Administrative Division Adjustment (ADA); Ecosystem Service Value (ESV); land use; wetland; Nansha District; Guangzhou