

国土资源生态环境遥感监测与综合评估方法——以广东省为例

谢萍 (广东省国土资源技术中心/广东省基础地理信息中心, 广东广州 510075)

摘要 地理国情作为基本国情的重要组成部分,近年来受到越来越多的关注和重视。笔者基于全方面获取的多尺度和多时相遥感影像、土地利用数据、社会经济统计信息以及历史数据等地理国情普查成果,对广东省建设发展过程中的土地利用基础状况、生态资产、生态系统服务价值以及生态风险情况进行动态监测与分析。结果表明:①2005—2016年间,广东省建设用地占比逐年增加的态势明显,生态用地面积不断降低,林地占比逐年减少;②生态资产高值区集中分布于粤西、粤北和粤东区域,珠三角区域整体生态资产总额较低;③生态系统服务价值最高的区域分布在粤西雷州半岛南部、江门市以及珠海市,珠三角区域的广州市、佛山市生态服务价值较低;④珠江三角洲城市群区域,由于生态风险指数不断上升,高生态风险区在此形成。该研究结果有助于掌握研究时期内广东省地理国情演变的客观规律,同时为加强生态环境保护、制定合理的发展战略与规划、深化国土空间开发格局等提供重要依据。

关键词 遥感监测;国土资源;地理国情;综合评价;广东省

中图分类号 X 83 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)11-0077-05

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.11.023

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Remote Sensing Monitoring and Comprehensive Evaluation Method of Land and Resources Ecological Environment—Taking Guangdong Province as an Example

XIE Ping (Land and Resources Technology Center of Guangdong Province/Geomatics Center of Guangdong Province, Guangzhou, Guangdong 510075)

Abstract As an important part of the basic national conditions, geographical situation has received more and more attention in recent years. This study through a comprehensive multi-scale and multi-temporal access to historical data, remote sensing images, the information of land use and social economic statistics data of Geographic National Census results, the dynamic monitoring and analysis was conducted on the basic situation and ecological capital and ecosystem services of land use in the development process of Guangdong Province. The results showed that: the proportion of construction land use in Guangdong Province in 2005–2016 is increasing year by year, the proportion of woodland is decreasing year by year, and the construction land is increasing continuously; the distribution of ecological assets is mainly concentrated in western Guangdong, northern Guangdong and eastern Guangdong, and the total ecological assets of the Pearl River Delta are low; the most valuable areas are mainly located in the southern part of Leizhou Peninsula, Jiangmen and Zhuhai, and the lowest value of ecosystem services in Guangzhou and Foshan; the ecological risk area is mainly concentrated in the urban agglomeration of the Pearl River Delta, and the ecological risk index is rising, forming a high ecological risk zone. The research results help to grasp the objective laws of the evolution of geographical conditions in Guangdong Province, and provide an important basis for strengthening the protection of ecological environment, formulating and implementing development strategies and planning, and optimizing the spatial pattern of land development.

Key words Remote sensing monitoring; Land and resources; Geographical conditions; Comprehensive evaluation; Guangdong Province

地理国情作为基本国情中不可或缺的一部分,能够全面揭示地表自然要素和人文地理要素的特征规律、空间格局及其相互关系^[1-2]。国土资源监测通过对地理国情展开动态测绘与跟踪分析,综合对地理国情实际情况进行科学研究,能够提供及时、可靠、准确、权威的地理国情基础数据和研究成果^[3]。人类对土地资源和空间的需求随着经济高速增长与城市区域快速扩张而日益增加。众多具有独特生态服务功能和资源环境价值的生态用地类型,如林地、湿地、草地等正在不断被建设用地所侵占,导致局部区域多种土地生态服务功能受到削弱乃至丧失,造成区域生态平衡的紊乱,进而对区域社会经济的可持续健康发展产生负面影响^[4-5]。

目前,我国已全面建立了土地利用调查和地理国情监测体系,前者主要从地表覆盖的用途属性进行调查,后者则主要从地表要素的自然空间属性进行监测。然而,山、水、林、田、湖是一个生命体,生态国土建设必须把资源、环境、生态作为一个整体进行考虑^[6-7]。为了适应新形势下生态国土建设与考核需求,基于地理国情监测框架,开展国土资源生态环境监测框架体系研究,尤为关键,进而实现为广东省创建

生态国土提供相应的技术支持和数据服务。

笔者在多尺度、多时相遥感影像、土地利用数据、社会经济统计信息及历史数据等地理国情普查成果资料的基础上,结合遥感、GIS等空间技术从多尺度、多要素的角度进行国土资源生态环境专项监测与综合评估,通过科学合理的监测与分析,实现对广东省地理国情演变客观规律的掌握,为加强生态环境保护、制定合适的区域发展战略、深化国土空间开发格局等提供重要依据。同时,通过对广东省建设发展过程中的土地利用基础状况、生态资产、生态系统服务价值以及生态风险情况进行动态监测与分析,能够为广东省的地区经济发展、城市规划及生态环境保护提供数据支撑和决策支持,对提升城市生态环境质量、发展生态经济等均具有重要意义。

1 研究数据与方法

该研究主要数据源包括2005年、2010年和2016年覆盖广东省的Landsat系列遥感影像。通过ENVI遥感处理软件对多源卫星遥感影像进行辐射定标和FLAASH大气校正,得到地物真实的反射率数据。并基于多源遥感融合影像,通过CART决策树分类方法获取广东省国土资源类型,包括基础生态空间及环境要素。

1.1 土地利用类型面积变化率以及变化强度 土地利用类

作者简介 谢萍(1985-),女,江西萍乡人,高级工程师,硕士,从事国土资源监测及数据挖掘应用研究。

收稿日期 2019-05-29; **修回日期** 2019-11-06

型面积变化率以及变化强度能够有效衡量某一类土地利用类型相对面积变化量^[8-9]。

土地类型面积变化率:

$$C = \frac{A_j - A_i}{A_i} \quad (1)$$

式中, A_i 、 A_j 分别表示研究区某一种土地利用类型分别在 i 时期和 j 时期的面积 (km^2);

土地类型变化强度公式:

$$C = \frac{1}{n_j - n_i} \times \frac{A_j - A_i}{A_i} \quad (2)$$

式中, A_i 、 A_j 同样表示研究区某一种土地利用类型在 i 时期和 j 时期的面积 (km^2); n_j 、 n_i 分别为 2 个时期的年份。

1.2 生态资产遥感测算方法 生态资产总值是一定区域内各种类型的生态系统所提供生态服务功能与自然资源的价值总和。生态资产总量一方面会随时间动态变化而发生变化,另一方面该指标也随着区域内各种类型的生态系统种类、斑块面积、生态环境质量而变化^[10-11]。研究区内的生态资产总值(V)可以表达为:

$$V = \sum_{c=1}^n V_c \quad (3)$$

式中, $c=1, 2, \dots, n$, 表示生态系统的种类; V_c 表示第 c 类生态系统所产生的生态资产价值, 其计算公式为:

$$V_c = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m R_{ij} \times V_{ci} \times S_{ij} \quad (4)$$

式中, $i=1, 2, \dots, n$, 表示第 c 生态系统第 i 种的生态服务功能; V_{ci} 表示单位面积第 c 生态系统的第 i 种服务功能类型所产生的生态资产价值; $j=1, 2, \dots, m$, 表示一定区域 V_{ci} 内空间上分布的斑块单元数量; S_{ij} 表示各个斑块单元的几何面积大小; R_{ij} 表示 V_{ci} 在不同斑块的调整系数, 它取决于生态系统的生态生产力和环境质量状况。

$$R_{ij} = F(A_1, A_2, \dots, A_n) \quad (5)$$

式中, A_1, A_2, \dots, A_n 是表征生态系统质量情况的重要生态参数, 对于同一生态系统类型而言。其 V_{ci} 随着生态质量状况的差异而变化, 其差异通过 R_{ij} 调整。

笔者采用改进的光能利用率模型(CASA)计算植被净初级生产力(net primary productivity, NPP), 分别选取植被覆盖度(f_j)和植被净初级生产力(NPP)作为生态参数计算 R_{ij} 。

1.3 生态系统服务价值评估方法 生态系统服务是生态系统各要素及其生态过程为人类创造的各种服务功能和福利, 是人类生存和发展过程中重要物质基础和生态环境基础。生态系统服务价值(ecosystem services value, ESV)是生态系统服务功能的重要量化评估方式, ESV 变化能够直观地反映生态系统服务功能效益的变化^[12-13]。

笔者基于统一的统计口径核算广东省各种生态系统的各种服务功能的价值系数, 采用能够区分各种生态系统服务功能的当量因子法, 构建广东省 ESV 评估体系, 结合广东省各种生态系统类型及其生态系统服务进行 ESV 评估。当量因子法具有计算简易特点, 适合广东省尺度的区域 ESV 评估。

在广东省 ESV 评估体系中, 1 个标准单位 ESV 当量因子(以下简称为“标准当量”)为广东省 1 hm^2 耕地多年粮食产量的年平均利润, 基于该当量, 并结合广东省生态用地多年 NPP、增强植被指数(enhanced vegetation index, EVI)等生态指标确定各种生态系统服务的标准当量, 以表征和量化各种生态服务功能的潜在贡献能力。在广东省区域尺度上的 ESV 评估中, 难以完全剔除人为因素对农田生态系统自然条件下实际粮食生产力及其经济价值的影响。该研究参考谢高地等^[13-14]的因子当量法, 以广东省主要粮食作物稻谷、玉米、薯类的单位面积平均产量, 按照种植面积权重核算出 1 hm^2 耕地的年平均净利润作为标准当量。

$$D = U_r \times P_r + U_c \times P_c + U_p \times P_p \quad (6)$$

式中, D 表示广东省 ESV 评估体系 1 个标准当量因子(元/ hm^2); U_r 、 U_c 、 U_p 分别为 2016 年广东省农用地的稻谷、玉米、薯类作物的平均单位产量 (kg/hm^2); P_r 、 P_c 、 P_p 为 2016 年广东省稻谷、玉米、薯类作物的单位面积平均净利润 (kg/hm^2)。依据《广东省统计年鉴 2016》、《全国农产品成本收益资料汇编 2016》等统计资料和上述公式计算 D 值。最终核定广东省生态系统服务价值评估的当量因子为 7 380 元/ hm^2 , 即 0.738 万元/ km^2 。

1.4 土地利用生态风险指数 区域内生态风险反映区域生态系统抵御外来因素干涉以及内部自我调节与恢复的水平, 不同土地利用类型(景观)抵御外来因素干涉能力不同, 同时在推动生态景观结构的自然演替、调整整体功能与结构、维护生物多样性等方面存在差异^[15-17]。该研究以区域生态系统的景观结构作为出发点, 构建综合土地利用生态风险指数, 在景观结构的基础上利用量化的生态风险指数分析广东省景观生态风险大小及变化情况。

土地利用生态风险指数(ecological risk index, ERI)的计算公式为:

$$ERI_i = \sum_k \frac{A_{ki}}{A_k} R_i \quad (7)$$

式中, ERI_i 为第 i 个风险单元的土地利用生态风险指数; N 是景观种类的数量; A_{ki} 是第 k 个风险单元内第 i 类土地利用类型的几何面积; A_k 代表第 k 个风险单元的几何面积; R_i 为第 i 类土地利用景观类型的损失度指数。

对于损失度指数, 其公式为 $R_i = E_i \times F_i$ 。景观干扰度指数, $E_i = aC_i + bN_i + cD_i$, a 、 b 、 c 则分别是对应的景观指数权重的高低, 根据该文研究区的实际情况并参考其他学者的相关研究成果, 该文中设定破碎度指数的权重值最高(权重为 0.5), 其次为分离度指数(权重为 0.3)和优势度指数(权重

为 0.2); 破碎度指数 $C_i = n_i/A_i$; 分离度指数 $N_i = \frac{A}{2A_i} \sqrt{\frac{n_i}{A}}$; 优势度值(D_i)基于密度(R_d)、频率(R_f)和景观比例(L_p)3 个参数计算获得。优势度指数可以有效的反映出自然因素在生态环境中的数量及分布状况, 能较为精确的刻画出区域生态环境的整体性, 该指标的数学表达式为:

$$R_d = \left(\frac{\text{拼块 } i \text{ 的数目}}{\text{拼块总数}} \right) \times 100\% \quad (8)$$

$$R_j = \left(\frac{\text{拼块 } i \text{ 出现的样方数目}}{\text{总样方数}} \right) \times 100\% \quad (9)$$

$$L_p = \left(\frac{\text{拼块 } i \text{ 的面积}}{\text{样地总面积}} \right) \times 100\% \quad (10)$$

$$D_i = 0.5 \times [0.5 \times (R_d + R_j) + L_p] \times 100\% \quad (11)$$

该文中样方是以 15 km×15 km 为边长的正方形格网,对景观全覆盖取样,景观脆弱度指数 F_i 针对研究区的生态环境状况,在参考郑子豪等^[18]的研究成果基础上,考虑到广东省的实际情况,最终采用专家评分法分别对 5 种景观类型进行打分,并在此基础上对各评分结果归一化,形成研究区各景观类型的脆弱度指数。

2 结果与分析

2.1 广东省土地利用总体变化趋势 广东省土地(加部分

水域)总面积 199 000 km²,笔者对广东省 2005、2010、2016 年的遥感影像分类结果分别进行统计制图,土地分类结果见图 1。

广东省 2005 年建设用地在中心城区成团分布,生态用地大片集中在珠三角以外区域,面积广阔。随着城市的扩展,通向粤西地区和粤东的交通线路逐渐完善,在交通要道的附近建筑用地面积不断加大,水体和林地逐渐演变成建设用地,生态用地逐渐被侵占,景观的破碎化不断加剧。土地利用类型占比顺序由 2005 年的林地、非林地、水体、建筑,变化为 2016 年的:林地、非林地、建筑、水体。建设用地占比逐年增加态势明显,从 2005 年的 11% 上升到 2016 年的 14%,林地占比逐年减少,从 2005 年的 55% 下降到 2016 年的 50%,非林地占比从 2005 年的 21% 上升到 2016 年的 23%。建设用地的不断增多,导致各种生态用地均有不同程度的减少。广东省目前基本呈现建设用地持续增多,生态用地不断减少的趋势。

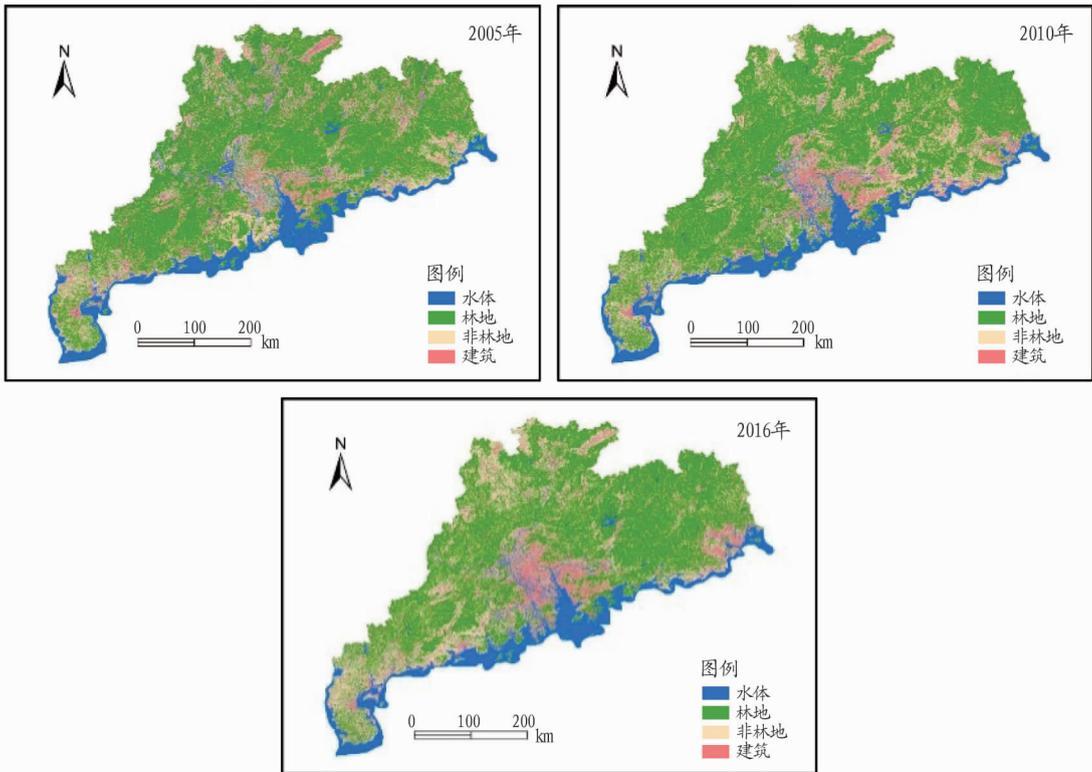


图 1 2005、2010、2016 年广东省用地类型分布

Fig. 1 The land use type of Guangdong Province in 2005, 2010 and 2016

从广东省生态用地变化率以及变化强度(表 1)可以看出,2005—2016 年期间,生态用地中,林地的总面积不断减少,减少 9.75%,水体小幅增加 2.88%,非林地增加 13.48%。

其中 2010—2016 年林地面积迅速减少,减少了 6.82%;在 2005—2016 年过程中,林地的面积持续减少,且减少的林地面积,转移为非林地和建筑用地。

表 1 全省基础性生态用地变化率及变化强度

Table 1 The change rate and change intensity of the basic ecological land of Guangdong Province

类型 Type	2005—2010 年		2010—2016 年		2005—2016 年	
	变化率 Change rate	变化强度 Change intensity	变化率 Change rate	变化强度 Change intensity	变化率 Change rate	变化强度 Change intensity
水体 Water	0.57	0.11	2.30	0.38	2.88	0.26
林地 Forest land	-3.14	-0.63	-6.82	-1.14	-9.75	-0.89
非林地 Non-forestry land	1.57	0.31	11.73	1.95	13.48	1.23

2.2 广东省生态资产动态监测评估 综合上述生态用地面积和各生态系统的各项单位面积生态资产价值整理广东省生态资产统计状况,如表2所示。

从广东省生态资产的内容构成来看,生态系统的土壤保持功能占了大部分,水源涵养功能占了重要的比例。广东省位于热带/亚热带季风性气候区,降雨量丰富,水热条件充沛,加上广东省地处我国东南丘陵地形区,山地、丘陵等地形所占比例高,气候和地形共同造就了水土流失的优势条件,得益于广阔的生态系统及其土壤保持和水源涵养功能,保持了广东省生态环境的稳定。从农用地、森林、水域的生态资产构成来看,各项生态资产的占比都是土壤保持>水源涵养>空气质量条件>有机质生产>养分循环。

表2 2016年广东省生态资产价值结果统计

Table 2 The statistics on the value of ecological assets of Guangdong Province

生态功能 Ecological function	农用地 Agricultural land	森林 Forest	水域 Water	合计 Total
有机质生产 Organic matter production	248.05	612.23	90.88	951.16
养分循环 Nutrient cycle	44.18	40.75	6.03	90.96
空气质量调节 Air quality regulation	312.31	770.95	114.41	1 197.67
水源涵养 Water conservation	1 070.49	2 497.16	595.98	4 163.63
土壤保持 Soil conservation	2 339.14	6 163.98	1 296.37	9 799.49
总计 Total	4 014.17	10 084.97	2 103.68	16 202.82

同时,笔者分别统计了广东省各区县行政单位内所有生态用地地类的资产总和(图2)。

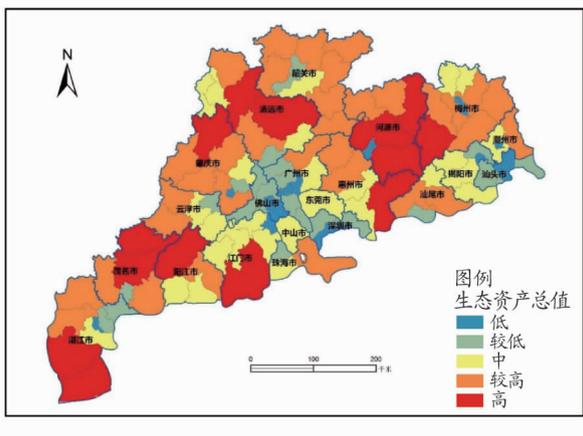


图2 2016年广东省各区县生态资产分布

Fig. 2 The ecological assets in each district of Guangdong Province in 2016

由图2可知,广东省生态资产的分布主要集中在粤西、粤北和粤东。珠三角发达地区由于城市发展迅速,经济发达,城市建设用地急剧扩张,导致生态用地不断被侵占,降低了该地区的生态资产总额。

2.3 广东省生态系统服务价值分析 根据广东省2016年

各种生态用地的面积和各种生态用地的单位面积生态系统服务价值,计算获得广东省各种生态用地及其各项生态系统服务价值(表3)。由表3可知,广东省生态用地每年创造出巨大的生态系统服务价值,总值37 781.62亿元,达到2016年广东省GDP的51.89%。广东省生态系统服务价值大部分由森林生态系统和水域生态系统构成,占比达到93%,农用地占比只有7%,主要原因是广东省的生态用地以森林和水域为主,森林面积达到广东省海陆面积的50.04%,水域面积达到广东省海陆面积的13.17%,且水域生态系统的单位面积生态系统服务价值分别是森林生态系统和农用地生态系统的3.65和11.29倍。因此,提供广东省生态系统服务的主力是森林生态系统和水域生态系统。

表3 广东省各种生态用地及其各项生态系统服务价值

Table 3 The various ecological land and ecosystem service value in Guangdong Province

生态功能 Ecological function	农用地 Agricultural land	森林 Forest	水域 Water	合计 Total
食物生产 Food production	227.94	466.74	127.76	822.44
原料生产 Raw material production	522.05	137.28	71.62	730.95
水资源供给 Water supply	272.05	6.86	1 053.02	1 331.93
气体调节 Gas regulation	1 727.90	380.94	259.38	2 368.22
气候调节 Climate regulation	5 169.01	195.62	571.03	5 935.66
净化环境 Environment purification	1 463.20	58.34	886.55	2 408.09
水文调节 Hydrological regulation	3 485.22	933.48	12 241.40	16 660.10
土壤保持 Soil conservation	2 102.90	353.49	313.58	2 769.97
维持养分循环 Maintenance of nutrient cycling	161.76	65.21	25.16	252.13
生物多样性 Biodiversity	1 911.72	72.07	1 008.50	2 992.29
美学景观 Aesthetic landscape	838.22	30.89	640.72	1 509.83
总计 Total	17 881.97	2 700.91	17 198.74	37 781.62

同时,对全省的各区县分别统计计算其对应行政区划范围内的生态服务价值总量,并采用自然间隔法划分为5级,如图3所示。

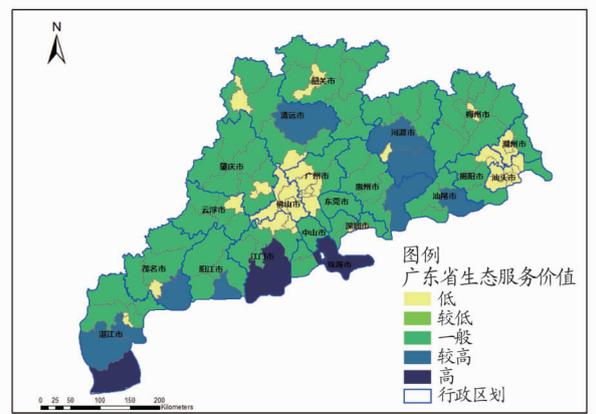


图3 广东省2016年各区县生态服务价值分级

Fig. 3 The ecological service value grading of counties in Guangdong Province in 2016

由图3可看出,广东省的生态服务价值大部分处于一般及以上水平。其中生态服务价值最高的区域主要分布在粤

西雷州半岛南部、江门市和珠海市。粤北的清远市、粤东的河源市和汕尾市、粤西的部分地区则是生态服务价值较高的区域。而珠三角地区的广州市、佛山市和粤东的汕头市、潮州市则是生态服务价值较低区域。

2.4 广东省生态空间的生态风险评估 通过前文划定生态风险单元及生态风险指数的方法模型,利用 ArcGIS 软件将广东省划分为 1 001 个风险单元,并利用 2016 年的生态分析数据计算广东省的生态风险指数。出于简化生态风险空间分布数据分析的考虑,结合前人的分级方法,利用指标法对研究区内的生态风险单元进行等级划分,具体划分为 5 个等级:低生态风险度分区 ($ERI < 0.2$)、较低生态风险度分区 ($0.2 \leq ERI < 0.4$)、中生态风险度分区 ($0.4 \leq ERI < 0.6$)、较高生态风险度分区 ($0.6 \leq ERI < 0.8$) 和高生态风险度分区 ($0.8 \leq ERI$)^[18]。从广东省生态风险等级空间分布(图 4)可以发现,广东省生态风险呈现明显的多核圈层结构,主要由多核心的中心向外部逐渐降低。风险较高的核心主要分布在珠三角城市群地区。在空间上,粤西的雷州半岛、粤东的潮汕等区域的生态风险指数也有明显的高值区域,形成了外部生态风险高值区。

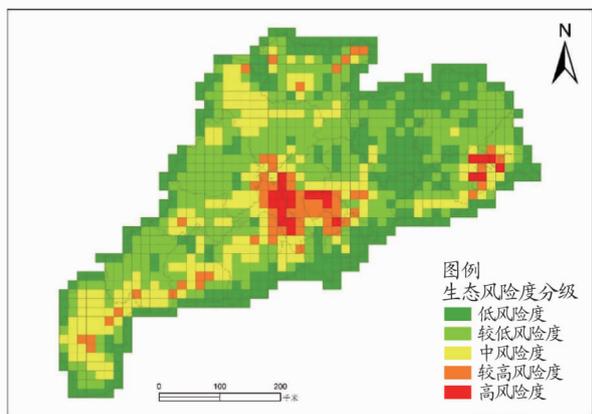


图 4 2016 年广东省生态风险指数分布

Fig. 4 The ecological risk index chart of Guangdong Province in 2016

广东省生态高风险区主要集中在珠江三角洲城市群中。该区域的城市核心城区及其周边是城市化进程最快速、建设用地扩张最剧烈的区域。快速的城市化进程,促使该地区大部分的生态用地向建设用地转变,区域生态风险显著上升,形成了高生态风险区。而低风险区则主要位于广东省的北部、东部等地,这些区域由于地形等因素,整体开发水平较低,林地广布,生态系统较为稳定。

参照景观格局指数和土地利用生态风险指数计算公式,核算 2016 年广东省研究范围内所划分的格网单元的风险指数。并在此基础上利用 Geodata 空间分析软件,对生态风险单元按照“k-nearest”权重矩阵对广东省 1 001 个风险格网单元进行空间自相关分析,计算其 Moran's I 指数。通过全局自相关分析,在显著性水平 $P < 0.05$ 下,广东省生态风险 Moran's I 为 0.678,空间自相关强烈。同时,为了更清楚的揭示

生态风险单元在局部空间分布上的特征,笔者还利用局部空间自相关工具、冷热点工具对 2016 年广东省生态风险单元进行局部空间自相关分析(图 5~6)。

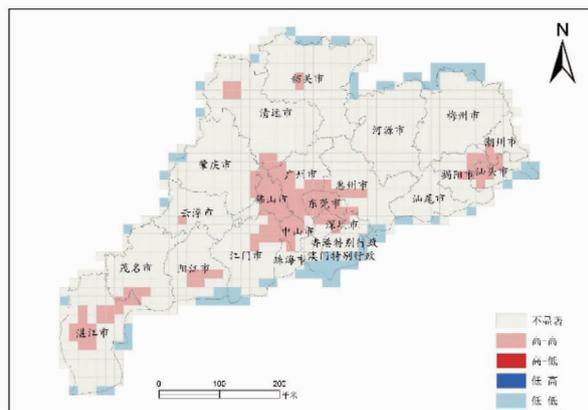


图 5 2016 年广东省生态风险指数空间关联局部指标

Fig. 5 The LISA of ecological risk index in Guangdong Province in 2016

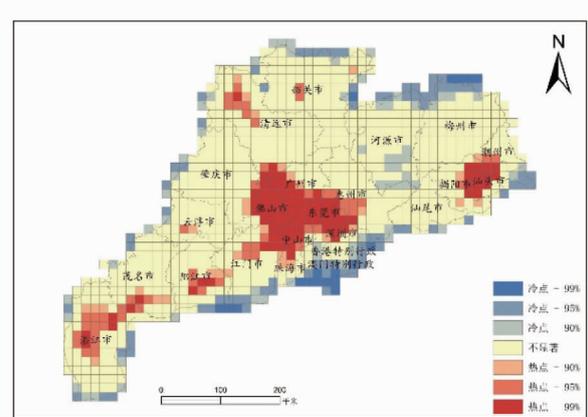


图 6 2016 年广东省生态风险指数冷热点分析

Fig. 6 The Hot-Cold Spot analysis of the ecological risk index of Guangdong Province in 2016

从广东省 2016 年生态风险指数的 LISA 分布来看,大部分地区的生态风险指数在分布上的关联并不显著。而在珠三角地区、粤东的汕头地区和粤西的湛江地区其生态风险的分布呈现出“高高”聚集的现象。这意味着生态风险高的地区往往会对周边地区的生态风险产生明显影响,生态风险会随着城市的聚集而提升。从广东省生态风险指数冷热点分析(图 6)可以看出,2016 年广东省土地利用生态风险指数热点区域主要分布于珠三角城市核心城区。生态风险热点区的分布特征表明,随着城市化进程的加剧,城区生态用地到建设用地转换的节奏和幅度大大提高,原有的景观平衡结构被打破,城市核心区的生态风险指数迅速提升,生态系统更为脆弱,生态风险增加。

3 结论

研究结果表明,广东省 2005 年建设用地在中心城区成团分布,随着城市的扩展,通向粤西地区和粤东地区的交通

的长效运行管理机制。污水处理厂建成投用后,面临着管道查漏、填料更换、植物收割、电泵检修等一系列维护问题^[9]。部分乡镇污水处理厂存在设备维护和检修不及时,处理单元出现故障后带病运行情况,影响污水处理效率和污水处理厂的使用寿命。③运行台账记录和管理不到位。乡镇污水处理厂大部分位于偏远区域,上级主管部门疏于监督检查,导致部分污水处理厂运行记录缺乏,管理欠缺。在污水处理运行发生故障后,无据可查,导致污水处理厂的建设未达到净化环境的效果。

3 乡镇生活污水处理发展对策

3.1 因地制宜 污水处理设施工艺的选择需因地制宜,充分考虑服务范围内地形地势特点,结合当地居民的生活习惯,同时考虑美化环境等因素。其中,人工湿地处理工艺可根据处理效果选种不同的植物,避免部分植物秋冬季节收割后处理效果下降。

3.2 符合地方需求 污水处理规模结合当地实际人口进行规划,进出水水质符合地方标准。污水处理厂的设计充分考虑乡镇人口转移等因素,部分人口转移度高的区域建议减少污水处理厂的规划数量及规模。针对目前仍援引城镇污水处理厂污染物排放标准的地区加快推行符合地方特色的污染物排放标准,已制定地方标准的地区尽早实施地方标准。

3.3 加强运维管理 加强污水处理厂的运维管理。提升污水处理人员的专业技能,定期开展技能培训;健全及优化污水处理设施的监管运营管理机制。可以在污水处理及监控过程中引入大数据、智能化^[10]等手段,为乡镇生活污水处理

升级赋能。

4 结论

该研究调查了渝东北地区 10 个区县共计 210 余座乡镇生活污水处理厂,对其污水处理工艺、污水处理规模、进出水水质及运营管理等现状进行深入的研究。这些研究结果显示目前乡镇生活污水处理存在的突出问题,进而提出相应的发展对策:污水处理工艺需结合当地实际情况,考虑当地居民生活习惯和环境美观等多种因素;污水处理规模充分考虑经济发展情况,同时实施符合乡镇实情的污染物排放标准;加强污水处理厂的运维监督管理。

参考文献

- [1] 苏东辉,郑正,王勇,等.农村生活污水处理技术探讨[J].环境科学与技术,2005(1):79-81,113.
- [2] 张增胜,杨耀芳,徐功娣,等.农村生活污水分散处理技术研究进展[J].污染防治技术,2008(6):65-67,97.
- [3] 贾小宁,何小娟,韩凯旋,等.农村生活污水处理技术研究进展[J].水处理技术,2018,44(9):22-26.
- [4] 陈姗.农村生活污水处理现状及技术选择:以安吉县为例[D].杭州:浙江工业大学,2015.
- [5] 邵蕾,王一,何家军.乡镇污水处理设施建设与运营管理若干问题及对策分析[J].环境保护,2017(24):56-58.
- [6] 乔茜茜,王博文.我国城镇污水处理厂现状与发展趋势[J].科技视界,2018(29):277-278.
- [7] 唐健.生活污水深度处理工艺的探讨[J].低碳世界,2019(8):51-52.
- [8] 何利华,王守富.人工湿地技术处理农村生活污水效果研究[J].当代化工,2019,48(12):2754-2757,2761.
- [9] 杨晓英,袁晋,姚明星,等.中国农村生活污水处理现状与发展对策:以苏南农村为例[J].复旦学报(自然科学版),2016,55(2):183-188,198.
- [10] 敖旭平,钟红梅,武志刚.农村生活污水处理智能化管理中政府监管系统功能设计[J].环境与发展,2019,31(11):190-191.
- [1] 项垠熙,王莺,梁敏,等.地理国情信息支撑下的空间开发适宜性评价[J].测绘通报,2017(7):66-71.
- [2] 欧阳志云,赵同谦,王效科,等.水生态服务功能分析及其间接价值评价[J].生态学报,2004,24(10):2091-2099.
- [3] 杨智威,陈颖彪,吴志峰,等.粤港澳大湾区建设用地扩张与城市热岛扩张耦合态势研究[J].地球信息科学学报,2018,20(11):1592-1603.
- [4] 黄燕,陈明辉.东莞市“小山小湖”生态资源分析与管护对策[J].地理空间信息,2017,15(4):64-66.
- [5] 杨智威,陈颖彪,吴志峰,等.粤港澳大湾区城市热岛空间格局及影响因子多元建模[J].资源科学,2019,41(6):1154-1166.
- [6] 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.
- [7] 刘纪远,张增祥,庄大方,等.20世纪90年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J].地理研究,2003,22(1):1-12.
- [8] 欧阳志云,郑华,谢高地,等.生态资产、生态补偿及生态文明科技贡献核算理论与技术[J].生态学报,2016,36(22):7136-7139.
- [9] 潘耀忠,史培军,朱文泉,等.中国陆地生态系统生态资产遥感定量测量[J].中国科学(D辑:地球科学),2004,34(4):375-384.
- [10] 张志强,徐中民,程国栋.生态系统服务与自然资本价值评估[J].生态学报,2001,21(11):1918-1926.
- [11] 谢高地,鲁春霞,成升魁.全球生态系统服务价值评估研究进展[J].资源科学,2001,23(6):5-9.
- [12] 谢高地,张钊铨,鲁春霞,等.中国自然草地生态系统服务价值[J].自然资源学报,2001,16(1):47-53.
- [13] 付在毅,许学工.区域生态风险评价[J].地球科学进展,2001,16(2):267-271.
- [14] 陈辉,刘劲松,曹宇,等.生态风险评价研究进展[J].生态学报,2006,26(5):1558-1566.
- [15] 卢宏伟,曾光明,谢更新,等.洞庭湖流域区域生态风险评价[J].生态学报,2003,23(12):2520-2530.
- [16] 郑子豪,陈颖彪,吴志峰,等.基于多源遥感的城市生态用地识别及生态风险评价[J].城市观察,2017(3):19-30.

(上接第 81 页)

线路逐渐完善,生态用地不断面临被建设用地侵占的危机,景观破碎化加剧。建设用地占比逐年增加态势明显,林地占比逐年减少。建设用地的不断扩张,导致多种类型的生态用地均有不同程度的缩减。目前广东省基本呈现建设用地增多,生态用地减少的趋势。广东省生态资产的分布主要集中在粤西、粤北和粤东。珠三角发达地区由于城市发展迅速,经济发达,导致生态用地不断被侵占,降低了生态资产总额。生态服务价值方面,价值最高的区域主要分布在粤西雷州半岛南部、江门市和珠海市;粤北、粤西的部分地区则是生态服务价值较高的区域;而珠三角地区的广州市、佛山市和粤东的汕头市、潮州市则是生态服务价值低值区域。广东省生态高风险区主要集中珠江三角洲城市群中,低风险区则集中分布在研究区东部和北部等区域。珠江三角洲城市群地区城市扩张剧烈,各类型的生态用地被建设用地侵占的现象最为严重,进而形成了高生态风险区。北部和东部地区由于地形等因素的限制,城市化进程相对较为缓慢,林地广布,生态风险较低。

参考文献

- [1] 陈俊勇.地理国情监测的学习札记[J].测绘学报,2012,41(5):633-635.
- [2] 李德仁,睦海刚,单杰.论地理国情监测的技术支撑[J].武汉大学学报(信息科学版),2012,37(5):505-512.