

DOI: 10.5846/stxb202201200199

刘国波, 戎恺, 唐力, 王伟民, 周伟奇, 韩宝龙, 刘凯, 黄洪. 深圳城市生态大数据智慧管理和服务平台技术集成与应用研究. 生态学报, 2022, 42(24): 10051-10059.

Liu G B, Rong K, Tang L, Wang W M, Zhou W Q, Han B L, Liu K, Huang H. Integration and application research of smart management and service platform for Shenzhen urban ecological big data. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(24): 10051-10059.

深圳城市生态大数据智慧管理和服务平台技术集成与应用研究

刘国波¹, 戎 恺^{2,3,*}, 唐 力⁴, 王伟民⁵, 周伟奇⁶, 韩宝龙⁶, 刘 凯², 黄 洪³

1 青海大学, 西宁 810016

2 深圳市鑫云通科技有限公司, 深圳 518031

3 上海恺擎智能科技有限公司, 上海 201199

4 深圳市生态环境监测站, 深圳 518049

5 广东省深圳生态环境监测中心站, 深圳 518049

6 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085

摘要:生态环境是人类赖以生存和发展的基础,城市生态大数据智慧管理和服务平台建设是生态城市和美丽城市建设的需要。以深圳市为例,借助物联网、移动互联网、计算机、数据库和网络地理信息系统技术,以及时空地理大数据整合和共享、大数据挖掘分析和云端一体化业务协同等关键技术,结合城市生态系统评估分析决策模型/方法/对策库,在实现深圳市“空-地-网-统计-众源”等多源异构生态大数据有效集成的基础上,搭建了“数据采集-信息提取-知识发现-决策生成-快速服务”全流程、一体化的深圳市生态大数据智慧管理和服务平台,构建了面向业务部门和科研人员等专业用户的生态野外数据调查采集系统和城市生态监测与评估管理决策分析系统,以及面向社会大众的深圳生态大调查 APP。平台首次揭示了深圳市 1979 年以来不同生态系统的格局、构成、过程、服务和健康状况的变化,提升了深圳市生态环境综合决策科学化、生态环境监管精准化、生态环境公共服务便民化水平。平台有效降低了用户数据收集与处理和操作专业模型的难度,突破了原始数据应用的瓶颈和难点,提高了专业模型在业务部门中的使用率。未来,依靠“生态大数据+生态专业模型”的技术方案实现从数据到知识的挖掘,是实现城市生态大数据智慧化和专业化管理的关键,也是全面提高城市生态环境保护信息化服务水平的重要途径。

关键词:城市生态;生态大数据;智慧管理;平台建设

Integration and application research of smart management and service platform for Shenzhen urban ecological big data

LIU Guobo¹, RONG Kai^{2,3,*}, TANG Li⁴, WANG Weimin⁵, ZHOU Weiqi⁶, HAN Baolong⁶, LIU Kai², HUANG Hong³

1 Qinghai University, Xining 810016, China

2 Shenzhen Xinyuntong Technology Co., Ltd, Shenzhen 518031, China

3 Shanghai Cagen Intelligent Technology Ltd, Shanghai 201199, China

4 Shenzhen Ecological Environment Monitoring Station, Shenzhen 518049, China

5 Shenzhen Ecological Environment Monitoring Center of Guangdong Province, Shenzhen 518049, China

6 Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

基金项目:深圳市陆域生态调查评估项目(SZCG2018161498)

收稿日期:2022-01-20; **网络出版日期:**2022-07-29

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: whiterong168@163.com

Abstract: Ecological environment is the foundation for human survival and development, and the construction of big data smart management and service platform for the urban ecological environment is a requirement for the construction of ecological cities and beautiful cities. This paper takes Shenzhen City as an example, with the help of the internet of things technology, mobile Internet, computer technology, database technology, Web Geographic Information System service technology (WebGIS), as well as key technologies such as spatio-temporal and geographic big data integration and sharing, big data mining and analysis, and cloud-integrated business collaboration technologies, combined with urban ecosystem assessment analysis decision model/method/countermeasure library. Based on the effective integration of Shenzhen's multi-source heterogeneous ecological big data such as "space, ground, Net, Statistics, Crowd Sources", we built an ecological field data survey collection system and an urban ecological monitoring and evaluation management decision-making analysis system for professional users such as business departments and scientific researchers, as well as a Shenzhen city ecological survey APP for the general public. We realized the whole process and integrated a value-based technology system for ecological big data of "data collection, information extraction, knowledge mining, decision generation, fast service", and built a smart management and service platform for Shenzhen's ecological big data. The platform revealed the changes in the pattern, composition, process, service, and health of different ecosystems in Shenzhen since 1979 for the first time. It has improved the scientific and comprehensive decision-making of the ecological environment in Shenzhen city, the precision of the ecological environment supervision, and the convenience of public services for the ecological environment. The platform effectively reduced the difficulty of user data collection and processing, and the difficulty of professional model operation, so could break through the bottlenecks and difficulties of original data application, and increase the use rate of professional models in business departments. The platform is no longer the simple display of raw data and monitoring data but is the full mining and rapid service of implicit, previously unknown, and potentially valuable information or knowledge in Shenzhen's ecological big data. In the future, the evolution of technical solutions from mining data to knowledge based on "ecological environment big data and ecological professional model" is the crucial element to manage ecological big data in urban areas more smartly and professionally, and it is also important to comprehensively improve the level of urban ecological environmental protection informatization services way.

Key Words: city ecology; ecological big data; smart management; platform construction

城市是人类文明的标志^[1],城市生态环境是人类赖以生存和发展的基础,为人类提供了物资供给、气候调节和精神审美等各种生态系统服务^[2]。随着生态文明建设需求和科技进步和,建设生态环境大数据平台逐渐成为生态环境规划、管理、保护和建设的重要手段^[3]。当前,已建成的平台类型主要包括综合性智慧城市建设平台、单要素单行业的监测管理平台 and 区域性生态环境监测管理平台。智慧城市是数字城市与物联网等技术有机融合的产物^[4-5],智慧城市建设可有效提升城市治理和管理效率^[6],但目前我国智慧城市建设存在“重建设、轻应用”等问题^[7],城市生态大数据方面的建设力度偏弱且缺乏与生态模型的耦合而难以支持城市生态治理的科学决策。围绕湿地^[8]、城市生态风险^[9]、水质监测^[10-11]等单生态要素单行业的信息化平台建设相对较多,这些平台能满足单个部门管理需要,却难以满足城市生态大数据管理需要。区域性生态环境监测管理平台在较大尺度范围也取得了较好的应用效果^[12-15],如金沙江下游流域生态环境管理信息系统^[14],然后由于尺度效应和城市生态系统自身特点,大尺度区域的生态环境监测和管理方案难以满足城市智慧化管理需要。

深圳市地处我国广东省南部,野生动植物资源丰富^[16],经济社会的快速发展导致资源环境约束趋紧、生态环境保护压力加大,在生态文明和智慧城市建设背景下,如何借助物联网、卫星遥感、移动互联网和大数据挖掘等技术构建集数据采集、信息提取、知识发现、决策生成和快速服务为一体的城市生态大数据智慧化管理与服务平台?如何把城市生态大数据与生态系统格局、质量、服务和风险评估等模型进行有效耦合,与现有生

态环境监测和评估体系对接,进而提高城市生态治理能力和决策水平?等等这一系列问题的解决亟需开展城市生态大数据智慧管理和服务平台方面的研究。为此,本文基于“空-地-网-统计-众源”等方式^[17]获取的深圳市水、土、气、生、人等多主题生态大数据,利用时空地理大数据整合和共享、大数据挖掘、云端一体化业务协同等技术,并结合生态系统服务评估、分析和决策模型库,提出了深圳城市生态大数据智慧管理和服务平台构建方案,期待为城市生态大数据管理研究,深圳市生态环境治理和绿色发展提供科技支撑。

1 平台构建

1.1 平台总体架构

物联网、移动互联网、计算机和数据库等信息化技术的快速发展为生态大数据的智慧管理和服务平台构建提供了必要的技术途径,也使生态环境动态监测具备了实用性、有效性与快捷性^[18]。平台总体架构共包括4个层次和两个支撑体系(图1),四个层次为感知层、网络层、数据汇集和处理层、应用层,两个支撑体系为标准规范体系和安全保障体系。

感知层使用在线设备或卫星等搭载对光照、温度、湿度、气体、声音、影像等信号具有感知、识别、通信能力的传感器,对城市生态环境要素的物质属性、环境状态、行为态势进行分布式状态辨识和信息采集。也可基于移动互联网技术采用“人+智能终端 APP”方式实现生态野外数据调查与采集。

网络层基于无线或有线网络的通信技术和通讯协议,实现感知层数字信息的编码、认证、路由和控制。广泛覆盖的移动通信 2G/3G/4G/5G/WIFI 网络和 ZigBee/NB-IoT 技术可为生态大数据的实时和连续传输提供可靠的网络保证。

数据汇集和处理层借助 WebGIS、数据库、大数据挖掘、遥感和地理信息技术,实现基础地理、影像栅格、地面调查、统计分析等各类生态大数据数据的汇交、清洗、整合、处理和分析,为应用层提供数据支撑。

应用层是整个平台的核心组成部分和信息出口,基于面向生态系统监测和评估的方法库/模型库/对策库,实现了生态大数据展示和统计分析、城市生态评价分析、信息服务和发布、生态安全预测预警四项功能,并在此基础上构建了面向政府管理部门和科研人员的城市生态监测与评估管理决策分析系统。

标准规范体系为技术平台提供数据质量、技术规范和组织管理方面的体制保障;安全保障为技术平台稳定可靠运行提供数据、网络和系统安全方面的技术保障。

1.2 数据库组成和管理

数据资源是信息化技术平台的基石,随着遥感影像、社交平台和智能终端来源生态大数据的不断涌现,构建科学合理的数据分类体系是城市生态大数据有效集成和管理的必要前提^[19-21],本文以“分类科学明确、管理方便高效”为原则构建了7种数据库:(1)基础地理数据库,主要存储行政边界、道路、兴趣点、监测点和采样点等数据。(2)影像栅格数据库,主要存储深圳市1979年至今的原始高分、中分卫星数据及其分类专题图。(3)地面生态调查数据库,主要存储植物、动物、微生物、水生生物名录、数量、多样性、空间分布、居留型、区系、生境类型、保护级别等数据,涉及动物调查点位记录17161个,植物调查样地885块,河流水生态样点33个,微生物调查样点8个。(4)社会统计数据库,主要存储城市历年各街道人口、经济、社会、资源利用、污染排放等数据。(5)生态监测数据库,主要存储自动站监测数据,涉及自动气象站的小时和日值数据、空气质量站数据、气象塔数据和生态站碳通量数据等。(6)文献资料数据库,主要存储深圳市政府各部门以及其它权威部门历年发布的生态环境类文献资料电子版或者扫描件。(7)多媒体数据库,存储照片和音视频数据。

元数据是对数据基本信息的描述和规定,也是数据交汇和共享体系中连接数据提供者、使用者和管理者的纽带^[22]。生态大数据涉及部门众多,数据类型复杂多样且时空属性信息重要,元数据设计在基本标准之上根据数据特色进行了个性化定制和扩展。平台数据均包含数据编码、数据名称、数据类别、数据格式、数据量大小、检索关键词、数据提供者等基本元数据信息;基础地理等空间数据除基本元数据信息之外还包含时间跨度、地理范围、空间分辨率或比例尺、时间分辨率、要素类型等信息,遥感影像数据还需强调传感器名称、数据

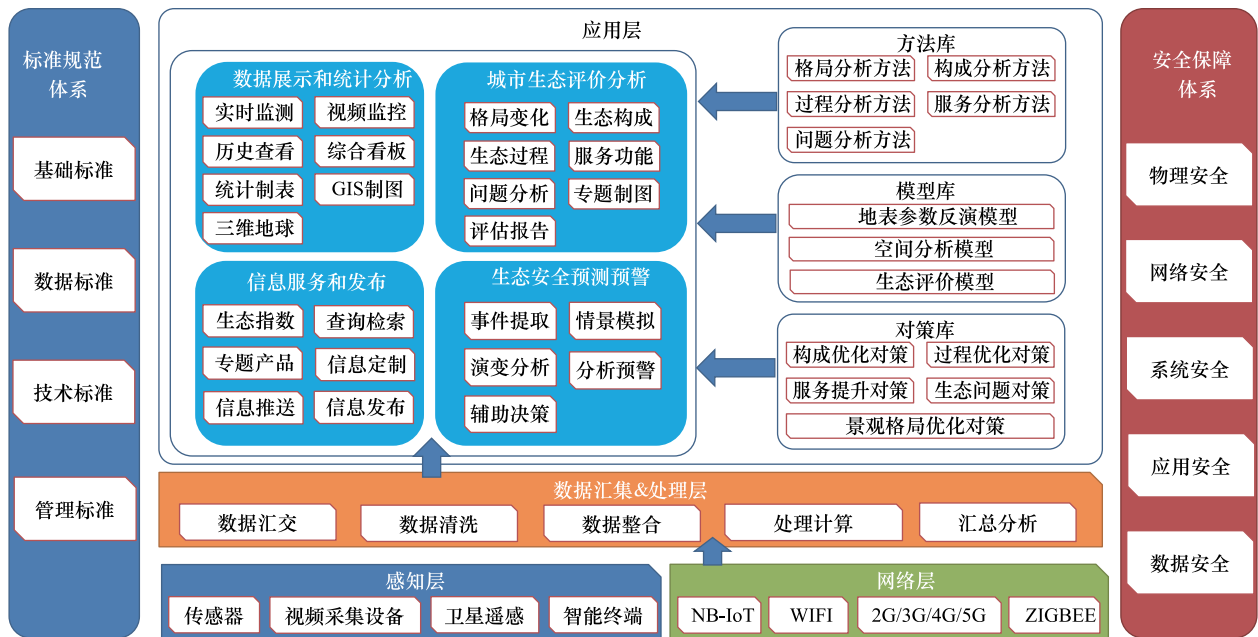


图1 平台架构图

Fig.1 Platform architecture diagram

NB-IoT: 窄带物联网 Narrow band internet of things; WIFI: 无线网络通信技术 Wireless fidelity; ZIGBEE: 紫蜂协议 ZigBee

波段、加工处理方法;而多媒体数据还需要额外提供编码方式、分辨率、拍摄信息、位置等信息。所有入库数据均在元数据信息完备的基础上,为数据管理和共享服务提供基础保障。

数据管理是数据共享的基础^[21],本文使用“地理数据库+关系数据库+文件数据库”相结合的方式对生态大数据进行管理。其中,空间数据转变为同一空间参考后存储于 PostGIS 地理数据库;调查统计等关系型数据存储于 Microsoft SQL Server 关系型数据库;微博爬虫数据和动植物图片等非关系型数据存储于 MongoDB 分布式文件数据库,方便对文本型和图片型数据进行索引和查询。

1.3 平台关键技术

1.3.1 时空地理大数据整合和共享技术

时空地理大数据是城市生态大数据的重要组成部分^[23],兼具大数据容量大(Volume)、多样性(Variety)、价值高(Value)、速度快(Velocity)的“4V”特征,还呈现出多载荷、多分辨率、多时相和多要素的“四多”特点^[24],需要借助遥感、地理信息和 WebGIS 等技术对时空地理大数据进行整合,向下屏蔽时空地理大数据的复杂异构性,向上提供时空地理信息基础底座赋能开放多元化业务应用^[25],从而实现跨部门、跨地域和跨层级间的有效共享。

借助地理信息处理工具对遥感影像进行投影变换、图像拼接、空间分析和专题制图等处理;基础地理等矢量数据经过几何、属性和拓扑检查等操作集成到平台;生态监测类数据、动物样线调查、植物样地调查、植物优势物种普查和水生态采样调查数据等均按照自身空间位置进行空间化处理;统计表格数据按照数据库设计范式进行整理、清洗,根据数据所属行政区或地理分区边界进行关联;采用网络爬虫工具采集的微博评论数据在经过随机抽样和分词工具清理之后建立文本数据库,每条数据包含文本评论内容、发布地点、发布时间以及微博用户基本信息。最终形成以高分辨率遥感影像和基础地理数据为基底的生态环境“一张图”核心数据体系。

信息化时代的时空大数据的快速更新、可视化表达和共享需要满足互动、动态、快速和自动等要求^[26-27]。使用“Geoserver+Openlayers+Cesium”方式搭建二三维一体化时空大数据可视化和共享服务平台,基于空间数

据处理软件编码实现时空地理数据的动态提交、自动入库、属性关联、样式渲染、专题制图和信息共享;平台以 SOAP、XML、WSDL、UDDI 等技术构建数据资源目录,使用角色定义配置各类用户的数据访问权限,并通过地图服务、影像服务、要素服务、地理处理服务和定制服务等方式向用户提供服务。

1.3.2 生态大数据挖掘分析技术

大数据由于自身的特性存在难以集成与管理、难以自动化处理与分析的问题,尤其是涉及空间相关的数据挖掘十分困难^[5]。生态大数据需要借助机器学习、遥感、GIS 空间分析和网络爬虫等技术的深度挖掘与分析^[28-29]才能发现更多深层次信息和知识。

生态系统格局是生态大数据的重要组成部分,机器学习可用于揭示生态系统类型的格局特征与演变规律。基于高分卫星遥感数据,结合矢量数据辅助,利用基于机器学习的影像自动分类(非监督分类)多等级景观格局提取分析技术,定量解构了城市多等级的生态精细格局。城市热环境和地表参数的获取对于城市人居舒适度评价和生态系统服务评估至关重要,平台基于遥感数据和地面监测数据使用地表温度反演模型、净初级生产力反演模型和植被生物量反演模型等完成上述参数的获取。

生态大数据的挖掘涉及生态、林草、国土、气象等多部门和多源空间数据的综合分析,借助空间插值模型、空间聚类分析模型、空间叠加分析模型、最小费用模型等方法,完成不同类型的生态环境大数据相互连接和协同分析,释放生态大数据的价值。

城市人居舒适度关乎人们幸福感,影响人们身心健康,是评价一个城市生态环境质量的关键^[30],也为城市生态环境质量改善提供指导方向。微博大数据是城市人居舒适度情感调查的主要数据源,平台首先以“天气或空气质量”为关键词使用网络爬虫工具采集微博评论大数据,经过有效性处理后自动化集成,并使用“SnowNLP”情感分析工具计算每条微博的情感分值;然后以微博情感分值、遥感数据反演、监测站数据和社会经济统计等数据为基础,通过分析城市热环境与空气质量的空间分布与演变特征、居民对热与空气质量的感受等因素实现了人居舒适度指数的动态评价和发布。

1.3.3 云端一体化业务协同技术

平台基于生态环境数据库构建了“云端互联、一云多端”的“一张图”应用体系,即在服务器端依托深圳政务云软硬件资源以“一张图”为核心实现平台数据的汇集、整合、展示、查询、处理和共享,并与深圳市原有智慧环保平台无缝集成,通过“统一安全防护、统一资源管理、统一用户管理、统一授权管理、统一门户集成、统一接入管理”的“六统一”方式实现“资源共建共用、数据互联互通、业务协同处理、信息及时共享”,支持多种用户跨设备终端类型进行访问,针对政府管理人员、生态环境科研人员、业务部分调查人员和普通公众提供差异化系统功能和数据访问服务。

2 平台主要功能和应用

2.1 生态野外数据调查采集系统

生态野外数据调查采集系统服务于科研人员和业务部门的专业用户,包括野外生态数据采集 APP 和后台管理 Web 系统。采集 APP 主要包括用户登录与注册、最新消息显示、数据采集、样地调查、历史数据查看、离线地图显示、用户设置等功能,后台管理 Web 系统的主要包括采集员管理、数据模板管理、样地管理、采集任务管理、采集数据管理、采集员监控和数据统计等功能。目前,调查人员通过 APP 已上传 5 万多个点位数据和上万张照片。

2.2 城市生态监测与评估管理决策分析系统

城市生态系统监测评估工作涉及生态、水文、气象、遥感、地理信息等多个学科的知识,所需评估模型复杂多样,过程十分繁琐,技术门槛较高,限制了生态系统监测评估模型在政府决策和跨领域应用中的推广^[31]。平台借助数据和算力优势运用监测评估生态模型和算法,实现了指标计算、综合评价、风险预警、报告生成、可视化辅助决策等功能,提高了深圳市生态环境管理和决策的科学化水平。

2.2.1 生态系统格局-构成-过程监测

生态系统格局评估模块提供了生态系统格局分析、景观格局指数计算、斑-廊-基分析、动态度分析、城市扩张分析等功能;生态系统构成评估模块全面集成和空间化了深圳市动物、植物和微生物的地面调查数据,聚焦物种多样性并揭示其空间分布特征;生态过程评估模块实现了深圳市物质、能量、水和典型元素代谢特征的空间化评估。在此基础上,针对城市生态系统格局、构成、过程存在的主要问题和变化驱动因素提出了相应的提升对策。具体包括重要廊道保护、关键节点保护、绿色网格构建等景观格局优化对策,群落优化、生境改善、动植物保护等构成优化对策,热环境缓解、资源可持续利用、城市生态系统效率优化等过程优化对策。如,平台生态系统格局分析功能基于长时间序列的中分卫星遥感数据,揭示了深圳自建市以来森林、草地、湿地、农田和城镇等生态系统类型的空间格局与演变特征。结果表明,过去 40 年深圳市城市化快速发展,城镇生态系统扩张显著侵占了大量生态空间,其面积占比已从 1979 年的 1.36% 增长至 2019 年的 48.36%,与此同时,森林和湿地生态系统面积显著减少(图 2)。针对城市发展空间与生态空间矛盾突出问题,提出了划定基本生态控制线来限制城市的持续蔓延,并结合城市更新通过空间整治、生态修复等措施提升老区生态功能改善人居环境的对策。

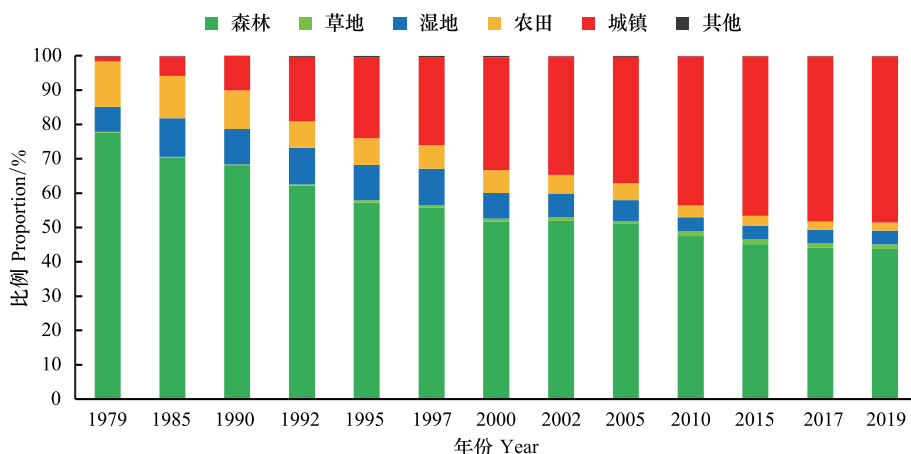


图 2 1979—2019 年深圳市各类生态系统面积占比

Fig.2 Proportion of the area of various ecosystems in Shenzhen from 1979 to 2019

2.2.2 生态系统服务评估

生态系统服务评估模块提供了热岛效应消减、径流调节、空气净化调节、固碳释氧、土壤保持、生物多样性维持、海岸带防护、绿地服务供给有效性评估等多种生态系统服务评估功能。同时,针对生态系统服务评估状况给出了微气候调节服务提升、水土保持服务提升和水源涵养服务提升对策。城市绿地是城市生态系统的重要组成部分,具有固碳释氧、降温增湿、抗污滞尘、减弱噪音等多种生态功能,对于改善城市生态环境,提高城市居民生活品质有着举足轻重的作用,是城市生态环境可持续发展的重要基础,平台使用网络分析法研究了 239 个城市绿地的可达性水平,并以到绿地的距离 500 m、1000 m 和 2000 m 为界划分城市绿地可达性的等级。结果表明,深圳市公园绿地社会服务范围有限且空间分布不均,为此,深圳市需要在城市绿地社会服务盲区增加绿地建设,同时,调整绿地组成与结构特征提升城市绿地生态功能。

2.2.3 生态系统综合评估

生态系统综合评估是分析生态系统的生产及服务能力,对其进行健康诊断,做出综合的生态和经济分析,评价其当前状态并预测未来发展趋势,为生态系统管理提供科学依据^[32]。生态系统综合评估模块使用生态健康综合评估模型、人居舒适度分析模型、水生态健康评估模型、基于碳排放指标的生态环境综合评估模型对深圳市的生态系统进行综合评估。

生态健康综合评估模型包括基础数据、关键指标、核心指数、综合指数 4 个层次:(1)基础数据层包括与生态环境相关的城市统计年鉴和统计公报等。(2)面向国家生态环境建设政策衔接的关键指标层,其各项指标主要来自“领导干部离任自然资源审计”、“资源环境承载能力监测预警长效机制”、“生态产品价值实现机制”和“深圳率先建设社会主义现代化先行区指标体系”,以及深圳市重点生态问题指标和后续需要健全的重要城市长期生态系统监测指标。(3)面向综合指数计算核心指数层,其各指标按照代谢效率、服务能力、典型问题 3 个方面进行细分,核心指数可以动态调整,按照本文给定的方法,调整指标并不会影响当年综合指数得分,有效减少了指标调整选择变化带来的得分波动,提高了长期可比较性。(4)面向政府评估和民众知晓的综合指数层,该层包括三类指数和一个综合指数:生态系统代谢效率指数、生态系统服务能力指数、生态系统典型问题指数,以及进一步压缩为一维度的综合指标“城市生态系统健康指数”,平台对外发布综合指数层内容。

人居舒适度分析模型以微博评论数据为数据源,限定深圳为评论地点,以“天气或空气质量”为关键词,通过网络抓取工具收集有关天气或气候相关的文本评论数据,通过微博数据情感分析结合当时的气象和空气质量数据进行人居舒适度分析并自动计算和发布每天的人居舒适度满意指数。通过平台对 2020 全年的微博情感分析数据统计发现,深圳居民对人居环境整体上是满意的,其中非常满意率为 33.25%,很满意率为 7.24%,满意为 5.81%;不满意率为 35.88%。

水生态健康评价是推进河流生态系统保护的重要手段,平台构建了河流水文、河流形态、河岸带、水体理化、水生生物和干扰强度等 6 项一级指标及 22 项二级指标的河流健康综合评价体系^[33];然后,采用层次分析法确定各指标项的权重,并以 100 分为满分按不同的权重赋予各级指标不同的分值,某样点 6 个一级指标的得分总和便是最终的评价得分;最后,根据生态水文、流域植被、河道生态护岸、生态质量、生态服务、动植物栖息地等生态环境数据和社会经济数据对流域水生态健康进行评价。研究结果表明,深圳市水生态健康状况总体得分偏低,有待进一步提升,其中,总氮和底栖动物多样性等指标得分偏低。

基于工业碳排放的生态评估模型是使用生态环境压力-状态-响应(Pressure-State-Response, PSR)模型围绕工业碳排放修正生态评估指标体系。考虑到工业碳排放总量和强度是由于人类能源消耗及化石原料使用给生态安全带来的生态胁迫,且与多项生态环境指标关系明显,因此参考深圳市低碳城市指标体系,结合历年工业环境污染数据的可获性,构建了包含工业碳排放总量、工业碳排放强度在内的生态环境综合评估指标体系。

2.2.4 生态系统问题与风险防范

生态系统问题与风险防范是城市生态管理的工作重点。生态系统问题与风险防范模块基于调查数据使用物种入侵分析方法和面源污染分析方法,对深圳市外来物种入侵、城市内涝、城市热风险、臭氧风险、BVOCs 排放和花粉致敏等问题进行风险评估和可视化展示,并为城市生态问题的风险防范提供防范物种入侵、面源污染和花粉致敏方面的对策支持。例如,平台根据植物普查、植物花期、花粉致敏植物名录和花粉致敏等级数据,计算生成了深圳市不同季节的花粉致敏风险分布图(图 3),以此针对花粉致敏易感人群提出了相应的风险防范措施,即建议在致敏风险较高的区域加强科普和风险提示以保护人体健康。

2.2.5 生态管理战略与政策

生态管理战略与政策模块为全国和深圳建市 40 年以来实施的生态环境保护政策提供了查询预览功能和深圳生态管理政策与城市复合生态系统演进数据的统计分析功能,模块集成的熵权法和耦合协调度方法模型,为未来深圳市生态系统管理战略框架与政策体系的制定提供了辅助决策功能。

2.3 深圳生态大调查

公众参与是城市生态大数据智慧管理和服务平台共建、共治、共享的重要途径,也是生态环境监测和服务信息科学性与准确性检验的有效途径。在 2020 年 5 月 22 日的国际生物多样性日主题活动中,平台对公众发布了深圳生态大调查 APP,APP 服务于大自然保护协会和深圳绿色基金会组织的青少年生态大调查挑战赛

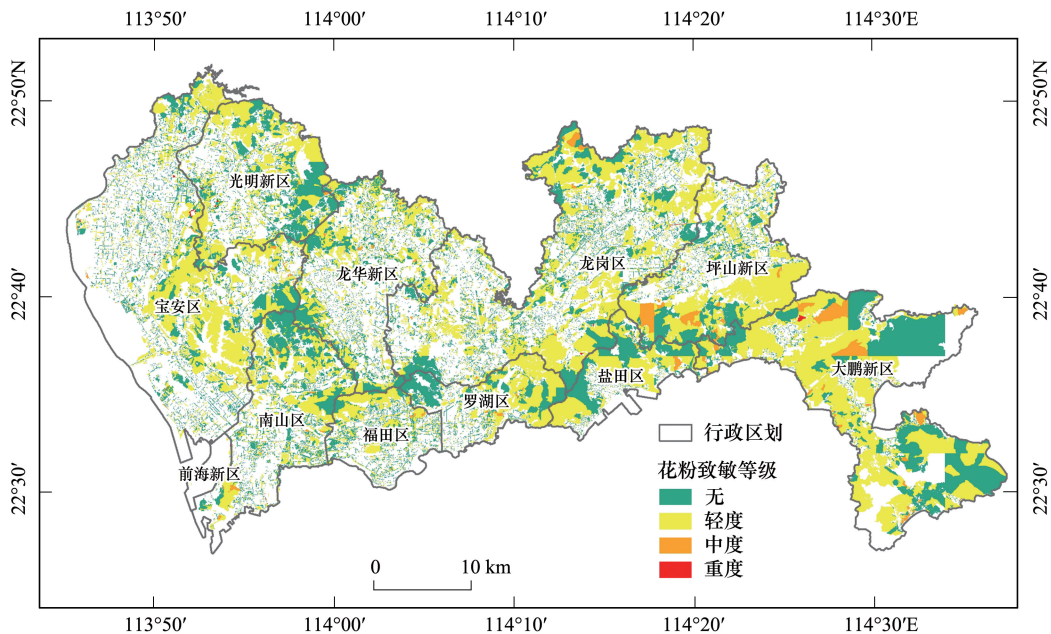


图3 花粉致敏风险分布

Fig.3 Risk distribution of pollen allergy

等活动,旨在让更多市民参与生态调查活动,体验户外调查乐趣,了解深圳市生态系统现状,感受深圳城市生态魅力,促进人居生活和城市生态的和谐发展。其它机构也能够利用该 APP 的植物识别、标注和打分功能组织户外探索等活动。公众通过生态大调查 APP 提供的调查记录将被用来与业务部门调查记录进行相互验证和补充,为专业调查提供结果复核。

3 平台特点及应用前景

平台集成的生态系统格局、质量、服务、风险评估和综合评估模型,为多源生态大数据的挖掘分析工作提供了专业工具,为生态大数据“数据-信息-知识-决策”的价值化过程提供了科学支撑,平台的主要优势有以下几点:(1)弥补了传统信息化平台缺乏科学分析的不足,使平台不再是原始数据和监测数据的简单展示,而是大数据中隐式、先前未知和潜在有价值信息的充分挖掘和快速服务。(2)平台能有效降低了用户数据收集与处理,及专业模型操作的难度,突破了原始数据应用的瓶颈和难点,提高了专业模型在业务部门中的使用率,有效解决了“重建设,轻应用”的问题。(3)借助大数据分析工具和专业模型分析,实现了区域性多要素、多行业数据的综合分析,避免了单要素、单行业数据的碎片化管理和分析,为城市生态大环保事业的协同分析和智慧化管理提供了必要的技术保障。

平台所采用的技术方案和专业分析模型,可以在省、市、县等各级政府部门中推广使用,更好服务于城市的智慧管理和绿色发展。同时,生态大数据智慧管理和服务平台建设作为智慧环保建设的一部分,可以进一步加强与智慧交通、智慧水利等服务平台的互联互通,为“美丽城市”和“智慧城市”建设提供一个“大而智”的综合性信息化服务平台。

4 结语

城市生态大数据智慧管理和服务平台依靠“生态大数据+专业模型”的技术方案实现了从生态大数据到管理决策知识的挖掘,克服了传统生态环境管理过程中遇到的多维数据获取困难、整合挖掘能力不足、专业分析模型欠缺、数据难以有效支持决策等问题,从而全面提升了城市生态治理决策水平。深圳城市生态监测与

评估管理决策分析系统运用监测评估生态模型和算法,实现了指标计算、综合评价、风险预警、报告生成、可视化辅助决策等功能,为深圳市生态系统问题和风险防范提供了数据支撑,也为深圳市生态环境的管理和决策、科学研究和公众科普提供了重要的技术平台。未来需要进一步加强其他信息技术和专业模型在生态大数据管理中的应用,提升用数据支撑决策和服务的能力。

参考文献 (References):

- [1] 王如松,李锋,韩宝龙,黄和平,尹科. 城市复合生态及生态空间管理. 生态学报, 2014, 34(1): 1-11.
- [2] 徐曦,罗祖奎,张宪英,朱艳,徐文辉. 生态学信息在城市总体规划中的导入与应用. 城市发展研究, 2020, 27(10): 9-16.
- [3] 廖克,郑达贤,陈文惠,沙晋明. 福建省生态环境动态监测与管理信息系统的设计. 地球信息科学, 2003, 5(1): 22-27.
- [4] 李德仁,姚远,邵振峰. 智慧城市的概念、支撑技术及应用. 工程研究-跨学科视野中的工程, 2012, 4(4): 313-323.
- [5] 李德仁,姚远,邵振峰. 智慧城市中的大数据. 武汉大学学报·信息科学版, 2014, 39(6): 631-640.
- [6] 王姣娥. “大数据与智慧城市”专辑导言. 地球信息科学学报, 2020, 22(6): 1179.
- [7] 辜胜阻,杨建武,刘江日. 当前我国智慧城市建设中的问题与对策. 中国软科学, 2013(1): 6-12.
- [8] 左鑫树. 智慧湿地平台建设在湿地保护中的作用——以庐陵赣江国家湿地公园为例. 江西科学, 2020, 38(5): 755-761.
- [9] Wang H W, Zhu L C, Zhao C Y, Zheng S N. Urban ecological risk assessment management platform. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2018, 25(5): 477-482.
- [10] 包正义,香宝,匡文慧,王刚,乔飞,杜国明,包玉海,王玥. 流域污水处理厂群模拟调度系统设计与实现——以松花江为例. 测绘地理信息, 2018, 43(3): 79-83.
- [11] Gullick R W, Gaffney L J, Crockett C S, Schulte J, Gavin A J. Developing regional early warning systems for US source waters. Journal-American Water Works Association, 2004, 96(6): 68-82.
- [12] 张万顺,王浩. 流域水环境水生态智慧化管理云平台及应用. 水利学报, 2021, 52(2): 142-149.
- [13] 何东,叶水全,汪剑云. 区域智慧环保平台的设计与实践. 测绘, 2018, 41(6): 261-263.
- [14] 樊寒冰,徐火清,杨少荣,严忠奎,孙干,肖剑波,刘欢,朱亚鹏,杨坤. 金沙江下游流域生态环境管理信息系统研究. 人民长江, 2020, 51(S2): 389-392.
- [15] 刘柏音,刘孝富,王维. 长江生态环境保护修复智慧决策平台构建与初步设计. 环境科学研究, 2020, 33(5): 1276-1283.
- [16] 王宏亮,高艺宁,王振宇,沙威,吴健生. 基于生态系统服务的城市生态管理分区——以深圳市为例. 生态学报, 2020, 40(23): 8504-8515.
- [17] 董金玮,陈玉,周岩,殷嘉迪,赵芮. 地球大数据支撑可持续发展目标协同与权衡研究:进展与展望. 中国科学院院刊, 2021, 36(8): 950-962.
- [18] 郑渊茂,王业宁,周强,王豪伟. 基于景感生态学的生态环境物联网框架构建. 生态学报, 2020, 40(22): 8093-8102.
- [19] 廖顺宝,蒋林. 地球系统科学数据分类体系研究. 地理科学进展, 2005, 24(6): 93-98.
- [20] 王卷乐,宋佳,卜坤,王末,赵红伟,田奋民,柏永青. 国家地球系统科学数据共享平台数据分类编目与特征分析. 中国科技资源导刊, 2015, 47(6): 65-73, 101.
- [21] 杨雅萍,姜侯,孙九林. 科学数据共享实践:以国家地球系统科学数据中心为例. 地球信息科学学报, 2020, 22(6): 1358-1369.
- [22] 王卷乐. 科学数据交换中心元数据关键问题研究:以中国地球系统科学数据共享网为例[D]. 北京;中国科学院研究生院, 2005.
- [23] 黄春林,孙中昶,蒋会平,王江浩,王鹏龙,陶金花,刘海猛,刘南江. 地球大数据助力“可持续城市和社区”目标实现:进展与挑战. 中国科学院院刊, 2021, 36(8): 914-922.
- [24] 裴韬,黄强,王席,陈晓,刘亚溪,宋辞,陈洁,周成虎. 地理大数据聚合的内涵、分类与框架. 遥感学报, 2021, 25(11): 2153-2162.
- [25] 郭仁忠,林浩嘉,贺彪,赵志刚. 面向智慧城市的 GIS 框架. 武汉大学学报·信息科学版, 2020, 45(12): 1829-1835.
- [26] 李志林,刘万增,徐柱,遆鹏,高培超,闫超德,林艳,李然,陆辰妮. 时空数据地图表达的基本问题与研究进展. 测绘学报, 2021, 50(8): 1033-1048.
- [27] 王家耀. 时空大数据时代的地图学. 测绘学报, 2017, 46(10): 1226-1237.
- [28] Yang J. Big data and the future of urban ecology: from the concept to results. Science China Earth Sciences, 2020, 63(10): 1443-1456.
- [29] Peters D P C, Havstad K M, Cushing J, Tweedie C, Fuentes O, Villanueva-Rosales N. Harnessing the power of big data: infusing the scientific method with machine learning to transform ecology. Ecosphere, 2014, 5(6): art67.
- [30] Menculini G, Pigliautile I, Moretti P, Cotana F, Pisello A L, Tortorella A. The ecological momentary assessment approach and the use of big data to analyse possible effects of urbanisation on mental health. European Psychiatry, 2021, 64(S1): S1-S11.
- [31] 韩宝龙,欧阳志云. 城市生态智慧管理系统的生态系统服务评估功能与应用. 生态学报, 2021, 41(22): 8697-8708.
- [32] 傅伯杰,刘世梁,马克明. 生态系统综合评价的内容与方法. 生态学报, 2001, 21(11): 1885-1892.
- [33] 高雯琪,陆颖,屈霄,刘晗,辛未,虞文娟,周伟奇,王伟民,陈宇顺. 城镇化背景下河流生境评价——以深圳市为例. 生态学报, 2021, 41(22): 8783-8793.