doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.01.012

自然资源资产清查管理与分析系统设计与实践

黎慧斌[1,2]，黄　昭[1]，董道宽[1]，饶　蕾[3]
（1. 广东省国土资源技术中心，广东 广州 510075；2. 武汉大学 自然资源部地理国情监测重点实验室，湖北 武汉 430079；
3. 武汉蚁图时空科技有限公司，湖北 武汉 430074）

摘　要：立足于广东省全民所有自然资源资产清查信息化建设，从异源多级大数据管理、数据融合治理、微服务架构、“图、表、文”共享服务4个方面开展自然资源资产清查大数据管理与共享关键技术研究，设计全民所有自然资源资产清查数据管理与分析应用系统并进行应用，实现跨多部门的数据共享与用户服务，为全民所有自然资源资产保值增值和统一行使全民所有自然资源资产所有者职责提供数据、技术支撑，助力广东省自然资源“两统一”管理、“自然资源高水平保护高效率利用”示范省建设。

关键词：自然资源资产；资产清查；数据管理；数据共享
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）01-0058-06

Design and Practice of Natural Resources Assets Inventory Management and Analysis System

LI Huibin[1,2], HUANG Zhao[1], DONG Daokuan[1], RAO Lei[3]
(1. Land Resources Technology Center of Guangdong Province, Guangzhou 510075, China;
2. Key Laboratory of Geographic National Conditions Monitoring, Ministry of Natural Resources, Wuhan University, Wuhan 430079, China;
3. Wuhan AntGIS Spatial Technology Co., Ltd., Wuhan 430074, China)

Abstract: Based on the information construction of inventory of natural resources assets owned by the whole people in Guangdong Province, we carried out research on the key technologies of big data management and sharing of natural resource assets inventory from four aspects, such as heterogeneous multi-level big data management, data fusion governance, micro-service architecture and “map, table, and text” sharing services. Then, we designed and applied the data management and analysis application system for inventory of natural resource assets owned by the whole people, which could realize data sharing and user services across multiple departments, provide data and technical support for the preservation and appreciation of value of natural resource assets owned by the whole people and the unified exercise of ownership of natural resource assets owned by the whole people, and help Guangdong Province build a demonstration province of “Two Unification” management of natural resources and “high-level protection and efficient utilization of natural resources”.

Key words: natural resources assets, assets inventory, data management, data sharing

自然资源资产是生态文明建设的物质基础[1]，国家对自然资源资产管理与改革做出了一系列重大决策部署[2]，要求摸清全民所有自然资源资产家底，加强对自然资源资产的管理[3]。2019年自然资源部印发了《全民所有自然资源资产清查试点工作方案》和《全民所有自然资源资产清查技术指南》。全民所有自然资源资产清查工作（以下简称资产清查）作为摸清家底最重要的途径[4]，开始在部分省市（试点）进行探索[5]，在实践层面积累了相关工作经验，推动了自然资源资产产权制度改革[6]；但对资产清查成果数据如何管理，怎样分析、应用能更好地支撑自然资源资产管理，现阶段还缺少探索和实践。在地理信息技术背景下，大数据应用的快速发展[7-8]为自然资源资产数据管理提供了新模式[9]，建立信息化支撑平台[10-11]为自然资源资产系统化管理与应用起到了关键作用[12]。

2020年3月广东省自然资源厅办公室印发《广东省全民所有自然资源资产清查试点工作实施方案》，要求积极探索广东省全民所有自然资源资产清查信息化建设工作，推动全省全民所有自然资源资产清查数据库高质量、高水平建设和应用。基于自然资源资产清查数据建设和应用的迫切性，本文研究了自然资源资产清查大数据管理与共享关键技术，设计了以数据（信息）服务和空间可视化场景为支撑的数据服务与信息应用支撑体系，构建了全民所有自然资源资产清查

收稿日期：2022-09-02。
项目来源：自然资源部地理国情监测重点实验室开放基金资助项目（2022NGCM05）。

数据管理与分析应用系统并进行实践，推动了各类基础数据与专题数据的互通共享以及获取，可及时反映全省各级全民所有自然资源资产状况和变化情况，支撑评估核算国有自然资源（资产）管理情况的专项报告[13]（以下简称国有资产报告）、编制全民所有自然资源资产平衡表[14]（以下简称平衡表）、管理全民所有自然资源委托代理[15]清单等工作，取得了较好的应用效果。

1　自然资源资产清查大数据管理与共享关键技术

1.1　异源多级大数据管理技术

自然资源权益管理业务是建立在自然资源业务基础上的，权益管理需要在土地、矿产、森林、草地、湿地、海洋资源业务数据基础上形成权益管理业务数据。现阶段，全国都在着力开展全民所有自然资源资产清查工作，它是权益管理的基础，权益管理数据库目前主要包含自然资源资产清查数据。权益管理数据库不能采用基础业务管理系统的设计思路，它不是一个OLTP联机事务处理数据库，而是一个涵盖土地、矿产、森林、草地、湿地、海洋6类自然资源，集空间图形数据、业务管理数据、统计分析数据、成果档案（如清查）数据、相关业务系统数据等多库于一体的综合性数据仓库。数据架构设计如图1所示。构建综合性数据仓库的优势在于：①具有横向可扩展性；②并行处理的高性能[16]；③形成以数据仓库为中心的体系化环境，侧重于决策支持，有效显化数据价值[17]。

权益管理数据包括权益数据资产仓库和系统配置数据库。

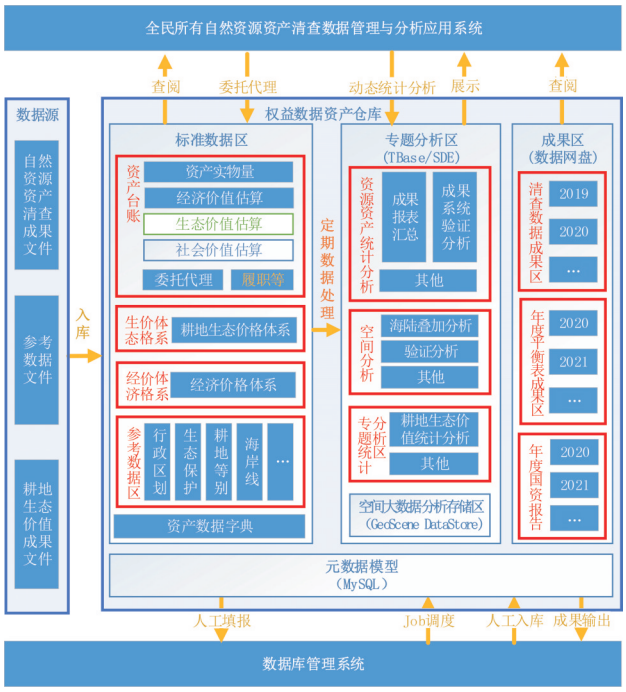


图1　数据架构设计图

1）权益数据资产仓库的设计采用“数据湖”的概念，运用关系型数据库、数据仓库、空间数据引擎、地理文件数据库、文件目录设计模式进行设计，将其划分为标准数据区、专题分析区、成果区和空间大数据分析区，具体内容如表1所示。

2）系统配置数据库的设计除了包含用户权限、日志等数据库设计外，还包含对元数据模型的设计。元数据模型对数据区中存储数据源、数据表与数据项、数据资源目录进行描述；在元数据模型的驱动下，自动化进行数据更新、数据处理。

表1　权益数据资产仓库内容清单

数据类型	数据内容	数据说明
标准数据区	资产标准数据	包括资产账本数据、经济价值估算数据、生态价值数据、委托代理数据、资产支出成本数据、资产配置收入数据、各资源责任（义务）履行数据
	价格体系数据	价格体系成果数据
	耕地生态价值体系	耕地生态价格数据和红树林生态价格数据
	参考数据	全省行政区划数据、生态保护红线数据、耕地质量等别成果数据、海洋功能区划成果数据、海岸线数据、无居民海岛数据
专题分析区	成果汇总数据	资产属性统计数据和空间叠加分析成果数据
	台账统计验证数据	基于标准数据区中的资产台账数据进行统计
成果区	清查成果数据	全省年度资产清查建库成果数据
	平衡表数据	全省省、市、县三级年度资产平衡表数据
	国有资产报告数据	全省省、市、县三级年度资产报告文件

权益数据资产仓库设计中采用的“数据湖”由James Dixon于2010年首次提出，是将从各类数据源引接汇聚来的原生态数据[18]形成可容纳各种形式数据的集中式数据存储集[19]。通过调用数据资源服务或直接访问数据库的方式，系统可读取存储在“数据湖”中的数据，支撑业务应用对数据的访问需求。权益管理数据库一方面支持现有的省、市、县三级全民所有自然资源资产数据以及相关参考数据，另一方面充分考虑数据历史版本以及未来权益业务有关数据的存储，按照数据量预估年度数据量和年增长数据量，采用GeoScene DataStore存储空间大数据，有效提升空间数据的运算与存储性能，为后续新增数据的构建布好局。

1.2　数据融合治理技术

梳理全民所有自然资源资产数据，利用ETL技术将多源异构数据按照资源类型、数据类型等进行分类

分层抽取（表2），抽取结果临时存放在中间层进行清洗、转换、集成；并按照“一数一源”建设原则，整合自然资源资产管理所需的空间关联现状数据和信息。在此基础上，按照“统一集中存储、分层分级管理”的原则，采用文件系统、NoSQL数据库与关系型数据库3种存储技术来分区分库存储，以提升海量结构化、非结构化和半结构化自然资源数据的治理效率，支撑资产清查管理与分析的不同业务应用场景。文件系统采用FastDFS技术实现文件分布式存储，提高了文件的检索和访问性能；NoSQL数据库通过ES、Redis、MongoDB等技术，有效支持日志检索、网关存储、缓存管理；关系型数据库利用Postgre SQL存储资产清查台账空间数据，利用MySQL存储系统元数据信息，利用GeoScene Datastore提升海量空间数据的运算与存储性能。

表2 全民所有自然资源资产数据整理清单

数据分类			目标数据库	数据类型
成果数据	清查汇交成果	资产清查成果	文件	空间矢量数据
		价格信号采集成果	文件	空间矢量数据、表格数据
		价格体系成果	文件	空间矢量数据 属性数据
		省级成果补充资料	文件	属性数据
		平衡表成果	文件	数据文件
		国有资产报告成果	文件	数据文件
标准数据	权益资产台账、收入、支出、配置、履职、委托代理标准化数据		关系型数据库+SDE	空间矢量数据、属性数据
价格体系数据	均质区、价格体系		关系型数据库+SDE	空间矢量数据、属性数据
参考数据	行政区划、耕地等别、生态红线、海岸线、无居民海岛、海洋功能区		关系型数据库+SDE	空间矢量数据
三维数据	切片、二维底图		文件 关系型数据库+SDE	空间矢量数据、切片数据
资产专题统计数据	空间分析数据		关系型数据库	属性数据
	统计分析数据		关系型数据库	属性数据

1.3 微服务架构设计

全民所有自然资源资产数据管理与业务应用，涉及的数据量大、类型多、应用分析场景多。采用微服务体系结构设计数据管理与分析应用系统，可实现权益资产管理业务解耦，各个微服务可独立部署运行，相较于传统单体架构，更加健壮可靠，且降低了开发与运维成本。

基于面向服务的架构思想，本文采用大数据、Spring、GeoScene、Vue等技术进行系统设计。技术架构包括应用层、服务层、应用中间件、数据访问层、计算存储层、基础设施层如图2所示。整个系统的服务层架构基于微服务框架进行搭建，服务之间通过Ribbon/Feign组件调用，引入Nacos组件作为服务注册与配置中心；引入Gateway实现网络协议转换；引入Zuul实现微服务的负载均衡；引入Spring Cloud Gateway组件作为网关，通过网关统一对外界的各种系统请求进行数据校验、初步过滤、路由匹配等，并达到负载均衡；引入外部负载均衡器Nginx实现中台应用服务器、可视化应用服务器、GIS服务器之间的负载均衡，以保证微服务应用的高可用。

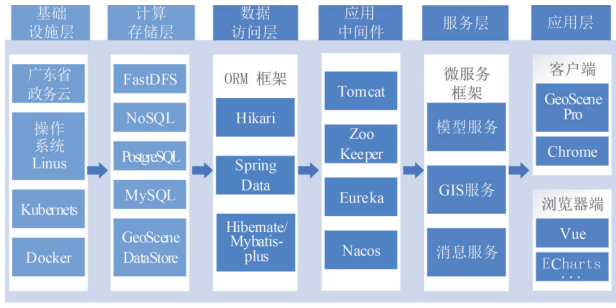


图2 系统技术架构图

自然资源资产清查大数据管理与共享的重要任务是实现资产清查数据的统计分析展示，即实现数据可视化。空间大数据背景下的可视化技术将数据变为图表展示给大众[20]，可有力支撑空间大数据的展示。数据可视化主要包括图表可视化和地图可视化，系统功能界面在图表可视化和地图可视化的基础上经过布局设计、交互设计等优化组合而成。系统拟采用Vue框架开发，融合GeoScene JS API、OpenLayer、Cesuim等强大的GIS前端应用组件，以实现不同资源专题地图的可视化展示，借助Angular框架和ECharts等可视化图表组件，为用户提供清晰、直观的资产清查数据呈现；拟采用成熟的商业智能平台技术，实现统计数据的图表可视化展示，如以专题地图、统计图、数据表的形式展示不同年份、不同行政区划的全民所有国有农用地资源实物量、所在区域清查价格水平、价值量、平均耕地等别、划入生态红线面积、划入自然保

护地核心区面积以及年度变化趋势、经济价值的年度变化率等。

2　系统设计

本文基于自然资源资产清查大数据管理与共享关键技术构建广东省全民所有自然资源资产清查数据管理与分析应用系统，围绕构建做实“一套数”、绘好“一张图”、发好“一本证”、管好“一本账”、强化“一起管”、落实“一体修”的“六个一”自然资源管理体系，通过整合各类基础数据形成全民所有自然资源一张图、自然资源资产一张图、地价一张图，并在横向上通过与广东省自然资源一体化数据库、广东省自然资源政务管理与服务平台等平台对接，实现平台互通、数据信息互联互享，使各类数据充分活跃起来，充分体现自然资源资产信息的价值，将数据管理转变为政府服务。

2.1　系统总体设计

广东省全民所有自然资源资产清查数据管理与分析应用系统以广东省“数字政府”政务云为依托，以信息化标准规范体系和安全保障体系为体系结构，以广东省全民所有自然资源资产清查数据为基础，综合运用数据融合治理技术、异源多级大数据管理技术、空间大数据并行计算技术、“图、表、文”共享服务技术、多维信息关联技术等先进技术手段，建立集资产数据库管理、成果分析、成果应用、成果管理和输出、系统配置管理于一体的自然资源资产清查数据管理与分析应用解决方案，以实现各类自然资源资产全方位、智能化的统计分析、专题应用以及全民所有自然资源委托代理清单管理、平衡表辅助编制、国有资产报告辅助编制等，提升自然资源资产管理效能。

按照系统设计原则，本文采用分层设计的方法，形成“七横两纵”的逻辑架构（图3），“七横”即用户层、应用层、应用服务层、基础服务层、平台层、数据存储层和基础设施层，“两纵”即业务标准体系和安全保障体系。用户层按照用户角色定位，划分为系统浏览、数据管理和系统管理3类用户；平台层作为系统最底层的应用支撑，包括GIS、数据库、空间大数据三大平台能力；基础设施层采用广东省政务云提供的PASS、IASS资源搭建。系统建设包括系统配置管理子系统、数据管理子系统、清查成果应用子系统3个子系统。

2.2　系统配置管理子系统

系统配置管理子系统面向系统管理员，提供角色权限配置、码表维护、系统运行监控等功能（图4），以保证系统平稳运行。

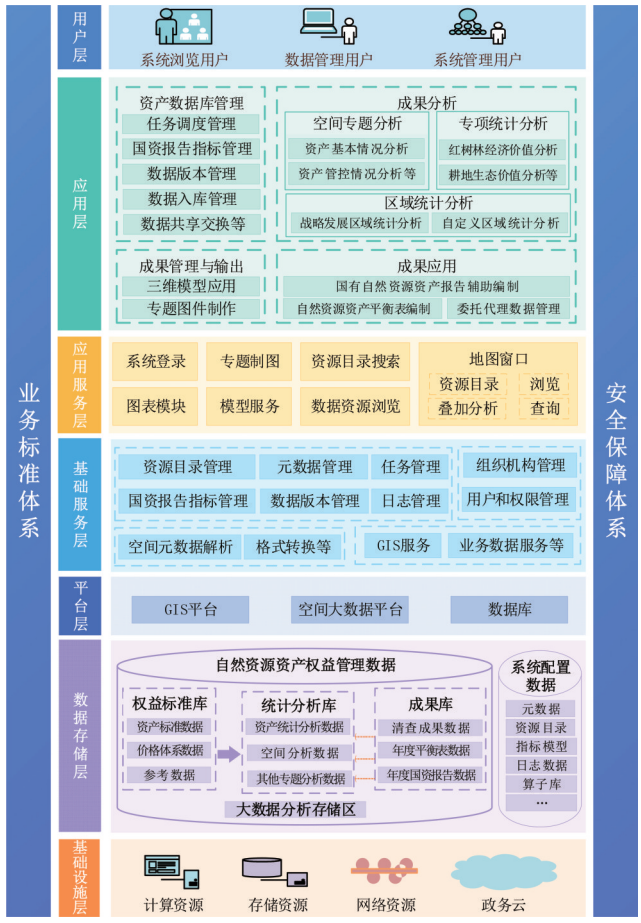


图3　系统架构设计图

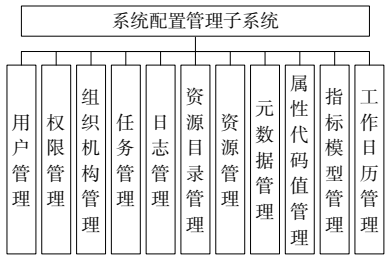


图4　系统配置管理子系统功能设计

2.3　数据管理子系统

数据管理子系统面向数据管理员，提供指标管理、版本管理、数据入库、数据导出等功能（图5），汇集全省各级清查成果、参考数据、价格体系数据、二维底图数据、平衡表、国有资产报告、委托代理数据等数据，通过各类统计方法对数据资源进行分析、抽取和重组，形成全民所有自然资源资产权益管理数据库，实现全民所有自然资源资产数据的集中管理、高效融合，以支撑系统运行，保证数据的现势性。

2.4　清查成果应用子系统

基于全民所有自然资源资产清查成果，系统设计了成果分析、成果应用、成果管理和通用功能4个模

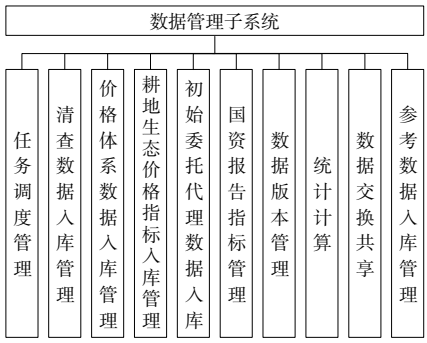


图5　数据管理子系统功能设计

块（图6），以辅助全民所有资源资产权益管理业务，为全面掌握全民所有自然资源资产家底，合理配置全民所有自然资源资产，统一行使全民所有自然资源所有者职责提供支撑。

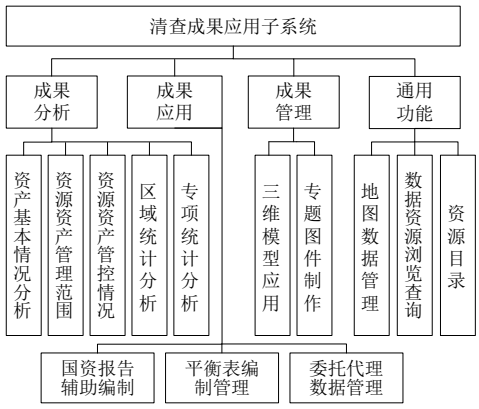


图6　清查成果应用子系统功能设计

1）成果分析功能。成果分析板块设计的出发点是以直观简洁的方式对清查数据、参考数据等进行统计和展示，设计着重考虑地图属性动态交互，分析多级联动，结果直观显示。系统以图表的形式展现分析成果，可实现基于资源、空间、时间3个维度多组合多条件查询、对比；并设置专项统计分析功能，将广东省的重要战略区域、重要资源等以专题场景的形式呈现，如区域专题包含统一确权登记、“一核一带一区”[21]区域发展格局等，自然保护地[22]专题包含自然保护区、自然公园等，还有耕地资源生态价值专题等。通过专题地图加载、基本情况介绍、图表统计分析直观全面地展示重要区域以及各类资源情况，功能界面设计如图7所示。

2）成果应用功能。成果应用板块设计充分考虑了目前自然资源资产管理工作开展的各项业务，有力结合资产清查数据，为全民所有自然资源资产权益管理提供支撑。系统可实现国资报告和平衡表的辅助编制以及委托代理清单的管理。功能设计前充分调研，深入了解用户需求，其中国资报告可实现辅助材料上



a 区域专题统计导航界面设计



b 自然保护地专题统计导航界面设计



c “一核一带一区”专题统计界面设计



d 自然保护地专题统计界面设计

图7　成果分析功能界面设计

传、预填表格模板下载与统计、在线编辑、查询、归档等全流程业务；平衡表辅助编制可实现省、市、县三级预填表格下载与统计、预览、上传、确认、归档，形成可直接上交国家的成果数据。

3）成果管理与输出。成果管理与输出一方面实现了建筑物和地价一张图的三维叠加显示，便于用户直观查看区域资产地价情况；另一方面用户可在线制作专题图件，通过选择对应的行政区、数据年份、制图方案，按照制图目标，输出成果图件，满足用户进行资源资产分析制图的需求。

3　应用情况

基于自然资源资产清查大数据管理与共享关键技术，以及多源自然资源资产数据空间关联统筹融合应用，广东省自然资源厅打造了广东省全民所有自然资源资产清查数据管理与分析应用系统。系统通过对广东省全民所有自然资源资产清查数据进行统一管理分析与应用，为履行全民所有土地、矿产、森林、草原、湿地、水、海洋等自然资源资产所有者职责提供技术支撑。

在自然资源“一张图”的基础上，结合履行自然资源所有者职责的业务需求，搭建省、市、县三级统一的自然资源资产“一张图”业务可视化呈现场景，探索自然资源资产多维度的统计分析，辅助自然资源

资产规划管护、配置决策应用的实现。

系统通过与广东省自然资源一体化数据库、广东省自然资源政务管理与服务平台等平台的对接，实现平台互通、数据信息互联互享，统一全省全民所有自然资源资产清查数据管理，辅助国有自然资源资产管理情况报告和全民所有自然资源资产平衡表的编制工作，并为全民所有自然资源资产所有权委托代理机制实施提供应用。

推动全民所有自然资源资产监管体系构建，加快全民所有自然资源资产所有者监督考核评价机制实施，为履行广东省自然资源“两统一”职责和建设“自然资源高水平保护和高效率利用”示范省提供最直接的服务保障。

4 结 语

系统设计实现了广东省全民所有自然资源资产清查成果数据的规范管理，结合广东省自然资源资产管理业务工作需求，实现了清查成果数据的管理，资源资产基本情况分析、对比分析、专题分析，国有资产报告、平衡表的辅助编制，委托代理清单管理，专题图制作等，有力支持广东省权益管理工作，提升了广东省自然资源资产数据管理水平，助力构建由清查统计、评估核算、委托代理、资产规划使用、资产配置、收益管理、考核监督、资产报告8项制度组成的权益管理制度体系，更为后期全民所有自然资源资产动态管理和监管预警打好了基础。

然而，目前自然资源资产管理业务正处于探索阶段，且资产清查工作属于试点阶段，数据标准和相关业务将存在扩展与调整；现阶段系统还没有打通与各基础业务系统的数据共享通道，无法通过基础业务数据的实时变化动态监测国有自然资源资产的变化情况。随着权益业务的不断成熟、年度变更清查机制的完善、各类价格体系更新机制的健全，权益管理数据库中的内容将不断扩展，数据处理任务将不断增多，系统可支撑业务也将不断丰富，后续将继续深化自然资源资产清查大数据管理与共享技术应用，全面系统推进实施全要素、全周期、全方位资源资产资本“三位一体”管理，助力广东省“自然资源高水平保护高效率利用”。

参考文献

[1] 李兆宜,苏利阳.绩效导向的自然资源资产管理与改革[J].中国行政管理,2019(9):29-34

[2] 付利钊,李永华,闻洪峰,等.河北省全民所有自然资源资产清查试点工作方法与实践[J].国土与自然资源研究,2021(3):75-78

[3] 李倩.自然资源确权登记局局长冷宏志:为“两统一”职责夯实产权基石[J].资源导刊,2019(1):10-11

[4] 邓晓玲,李金忠.GIS软件在资产清查数据分析中的应用[J].电子技术,2021,50(1):100-101

[5] 田亚亚,张永红,彭彤,等.全民所有自然资源资产清查理论基础与基本框架[J].测绘科学,2021,46(3):192-200

[6] 张永红,刘小龙,陈淑娟.自然资源资产清查核算的宁夏实践[J].中国土地,2020(8):37-39

[7] 慎利,徐柱,李志林,等.从地理信息服务到地理知识服务:基本问题与发展路径[J].测绘学报,2021,50(9):1 194-1 202

[8] 张广运,张荣庭,戴琼海,等.测绘地理信息与人工智能2.0融合发展的方向[J].测绘学报,2021,50(8):1 096-1 108

[9] 马永欢,吴初国,黄宝荣,等.构建全民所有自然资源资产管理体制新格局[J].中国软科学,2018(11):10-16

[10] 石永阁,余磊,雷杨.自然资源基础大数据服务平台研究[J].地理空间信息,2019,17(7):1-5

[11] 魏佳楠,吴勇,林华剑,等.基于WebGIS的自然资源“一张图”管理信息系统设计与实现[J].计算机应用与软件,2020,37(9):20-26

[12] 吴强华.自然资源管理机构改革40年回顾[J].国土资源,2018(12):4-5

[13] 杨戈,孙志英,刘明洁.国有自然资源(资产)报告制度的实施与完善[J].中国土地,2020(12):33-35

[14] 张颖,王智晨.自然资源资产负债表编制研究现状及其拓展[J].中国地质大学学报(社会科学版),2021,21(5):101-109

[15] 陈鑫矗.浅析如何做好全民所有自然资源资产所有权委托代理机制试点中的资产清查工作[J].辽宁自然资源,2022(6):25

[16] 王珊,王会举,覃雄派,等.架构大数据:挑战、现状与展望[J].计算机学报,2011,34(10):1 741-1 752

[17] 侯筱婷.基于数据仓库、OLAP和数据挖掘技术的数据分析、展现与预测[D].西安:西安电子科技大学,2007

[18] 陈永南,许桂明,张新建.一种基于数据湖的大数据处理机制研究[J].计算机与数字工程,2019,47(10):2 540-2 545

[19] 陆生强.时空数据湖的研究与应用[J].国土资源信息化,2021(3):28-33

[20] 曾悠.大数据时代背景下的数据可视化概念研究[D].杭州:浙江大学,2014

[21] 李翠兰.促进广东省区域经济协调发展的财政支出研究:基于“一核一带一区”的发展战略[J].商业经济,2021(1):168-172

[22] 中共广东省委办公厅.广东省人民政府办公厅印发《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的实施意见》[N].南方日报,2021-06-18(A02)

第一作者简介：黎慧斌（1984—），高级工程师，从事地理信息系统工程建设和自然资源信息化相关工作。