引文格式：余锦树, 杨友生, 淦立琴, 等. 智慧澄海时空大数据平台设计与实现[J]. 地理空间信息, 2023, 21(3): 110-113. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.03.024

智慧澄海时空大数据平台设计与实现

余锦树[1]，杨友生[2]，淦立琴[2]，谢润桦[2]
（1. 汕头市澄海区自然资源测绘院，广东 汕头 515800；2. 广州市城市规划勘测设计研究院，广东 广州 510060）

摘　要：以汕头市澄海区自然资源一体化综合管理为目的，基于数据中台微服务架构和BI数据挖掘等前沿技术，提出了智慧澄海时空大数据平台建设的技术路线和实施路线，实现了离散二三维数据到数据中台的自动汇聚和互联共享，定制了面向土地、规划业务的空间分析模型，促进了自然资源数据管理与活化利用，有力支撑了面向自然资源管理、国土空间规划、城市管理的行政审批、监管决策、公共服务等各行业应用。

关键词：自然资源管理；时空大数据平台；时空数据挖掘；空间分析
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）03-0110-04

Design and Implementation of Smart Chenghai Spatio-temporal Big Data Platform

YU Jinshu[1], YANG Yousheng[2], GAN Liqin[2], XIE Runhua[2]
(1. Shantou Chenghai District Natural Resources Surveying and Mapping Institute, Shantou 515800, China;
2. Guangzhou Urban Planning & Design Survey Research Institute, Guangzhou 510060, China)

Abstract: Aiming at the integrated management of natural resources in Chenghai District of Shantou City, based on cutting-edge technologies such as data centre platform micro-service architecture and BI data mining, we put forward the technical route and masterplan of the smart Chenghai spatio-temporal big data platform construction, realizing the automatic aggregation, interconnection and sharing of discrete 2D and 3D data, customizing spatial analysis model for land and planning work, promoting the management and activation of natural resource data, and further supporting the applications in various industries such as administrative approval, regulatory decision-making and public services for natural resource management, territorial spatial planning and urban management.

Key words: natural resource management, spatio-temporal big data platform, spatio-temporal data mining, spatial analysis

自然资源山水林田湖草的统一管理离不开信息化技术手段。《自然资源部信息化建设总体方案》中明确提出，落实“一张网、一张图、一个平台”的自然资源建设，利用人工智能、大数据分析、三维可视化分析等技术提升自然资源调查监测评价的智能化水平[1]。建设二三维一体化的自然资源大数据平台，是提升自然资源治理能力和治理水平现代化的重要基石，对于促进城市政务信息资源整合共享，实现信息资源深度应用，支撑政府科学决策具有重要意义[2-3]。随着机构改革重组和测绘行业的发展，自然资源管理部门积累了海量的测绘地理信息数据，但这些数据往往孤立分散在各部门，存在重复存储、标准不一等问题，造成了众多的“数据孤岛”，不仅浪费了资源，还为跨部门共享利用地理信息、多源信息集成处理与分析等带来了阻碍[4]。数据中台技术集数据采集、加工、分析、服务的全生命周期数据管理技术于一体，能实现数据跨部门、跨业务的高效流通与共享应用，被广泛应用于电子商务、通信、电力、政务服务、时空信息云平台建设等多领域[5-7]。

近年来，为促进自然资源数据管理与活化利用的发展，自然资源部和广东省政府多次出台相关政策，汕头市政府也积极响应上级部门的要求，建设自然资源“一张图”。本文立足于汕头市澄海区自然资源局（澄海局）和测绘院现状，基于数据中台微服务体系、高性能三维模型渲染、BI数据挖掘等前沿技术，面向自然资源二三维一体化管理，建设了智慧澄海时空大数据平台，实现了自然资源数据管理、二三维一体化展示、灵活敏捷数据分析产品服务，以支撑澄海区自然资源数据管理与活化利用，促进地理信息数据提供向综合性服务、定制性服务转变，服务于数据政府改革建设、推进政府数字化转型。

收稿日期：2022-08-31；修回日期：2022-09-28。
第一作者简介：余锦树（1982—），工程师，研究方向为地理信息的使用和价值研究，E-mail：50708968@qq.com。

1　智慧澄海时空大数据平台设计

1.1　总体架构设计

智慧澄海时空大数据平台基于B/S架构开发，后端采用大型关系型数据库实现多源、多类型数据的统一管理，以国产GIS平台为地图引擎，有效实现了空间数据与非空间数据的一体化存储。智慧澄海时空大数据平台总体架构如图1所示，由数据层、平台层、服务层和应用层组成。

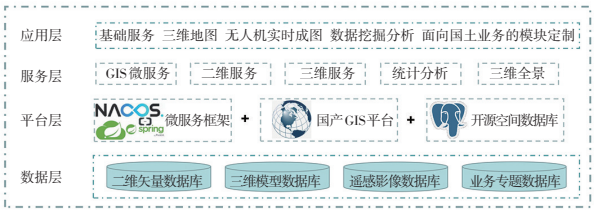


图1　总体架构图

数据层包括二维矢量数据库、三维模型数据库、遥感影像数据库和业务专题数据库4个部分。数据来源于澄海局各股室以及澄海院各类生产项目成果数据，包括地理空间数据、遥感影像数据、历史文本文档数据和三维模型数据等。针对各类数据提供了相应的接入方式定义。平台层包括服务器、存储设备、数据库软件、GIS软件等基础软硬件，主要支撑平台各类系统和数据，为平台提供必要的运行环境与保障。服务层基于微服务架构，以低耦合、高内聚的方式组织二三维GIS和BI分析等各类模块，减少模块之间关联，提高模块重复利用率，缩短各应用子系统的开发时间，还包括WMS、WFS、WMTS等数据服务的发布和接入，据此提供查询统计、空间分析等专业地理信息分析服务。应用层包括基础服务、三维地图、数据挖掘分析、面向国土业务的模块定制和无人机实时成图5大模块，为澄海区自然资源业务提供全方位、多维度的分析应用支撑服务。

1.2　功能设计

通过对澄海院和澄海局下属各股室业务的调研发现，需求主要集中在数据管理、数据展示、数据安全、数据分析、应急测绘和区局服务支撑等环节。本文以此为依据开展智慧澄海时空大数据平台功能设计，主要包括基础服务、三维地图、无人机实时成图、数据挖掘分析、面向国土业务的模块定制5大部分，如图2所示。

平台建设功能模块完备、流程清晰严密，结合已有数据基础，能有力支撑澄海区自然资源数据管理与活化利用。基础服务模块通过对数据进行分级分层管理，设计数据申请流程，解决了数据安全共享与分发问题，进一步激发了智慧澄海时空大数据平台的生命活力。三维地图模块可有效实现可视域分析、积水模拟分析、阴影率分析、日照分享、限高分析、天际线分析，辅助规划立面审批和控规调整等工作。无人机实时成图模块可实现无人机高清视频和正射影像实时回传。数据挖掘分析模块对现有数据进行有效整合和多维度挖掘，快速准确地生成报表，为城市规划提供辅助决策依据。面向国土业务的模块定制模块围绕区局日常业务（数据转换、自然资源调查与保护、违法用地、用地预审等）提供定制模型服务，促进自然资源与国土空间规划数字化信息化转型。

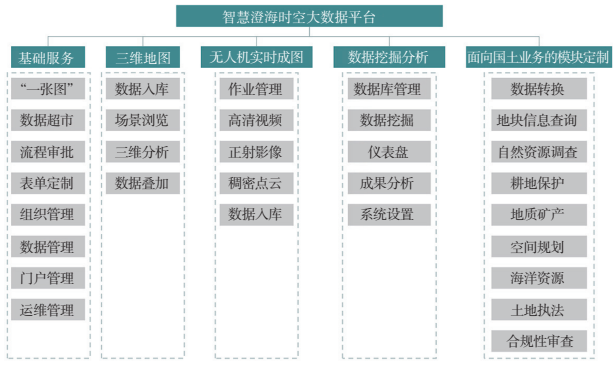


图2　功能结构图

2　关键技术

2.1　时空大数据治理建库

长期以来，澄海局以及下属的澄海院所管理的测绘、规划、用地等成果分散、格式各异、坐标不统一，且大部分成果为非结构化数据，以坐标串文本、图形与属性分离的DWG格式存在，无法直接用于智慧澄海时空大数据平台可视化展示和空间分析。针对复杂各异的历史异构数据现状，在收集和分类整理数据的基础上，本文基于FME平台构建了自动化ETL数据转换模型，实现了数据自动清洗、空间化处理、坐标转换和整合，形成了满足澄海局以及相关部门业务、管理需求的标准化数据资源，再通过时空数据库设计、搭建、数据入库，形成时空大数据库。历史异构数据自动化治理建库流程如图3所示。时空大数据库包括二维矢量、三维时空、遥感影像和业务专题4个时空数据库，用于支撑智慧澄海时空大数据平台的数据共享服务。

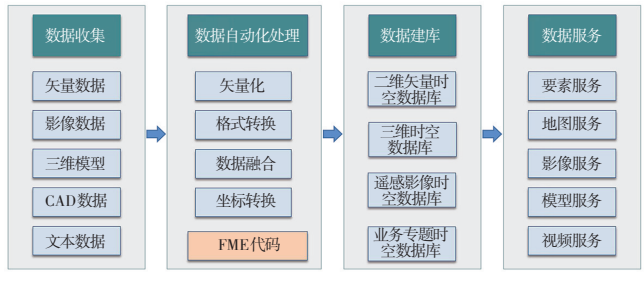


图3　历史异构数据自动化治理建库流程图

2.2 数据中台微服务体系

时空大数据具有空间性、时间性、多维性、复杂性等特征，实现多源数据的集成管理是平台搭建的关键。微服务架构可使每个业务服务单独运行、存储、开发和维护，达到单个服务高内聚、服务与服务之间低耦合的效果[5]。结合多样化的业务应用需求，根据平台公用性和基础性的特点，平台采用微服务技术，通过数据分类、水平解耦，形成集成GIS数据服务、地理信息分析服务的数据微服务体系，为用户之间提供数据共享和数据分析功能。同时，构建不同服务之间的联系，提供对应接口，允许不同客户端之间进行跨平台、跨网络、跨语言调用，并可集成聚合其他服务器发布的GIS服务，以保证平台的高可用性、高弹性、高扩展性。具体地，按照不同数据类型，基于OGC标准，GIS数据服务包括地图服务、影像服务、模型服务和视频服务等，地理信息分析服务包括空间量算、叠加分析、地理编码服务等。

2.3 时空大数据分析

在大数据背景下，数据联合分析、挖掘是建设数字政府、新型智慧城市的基础。新时代测绘工作“两服务、两支撑”的根本定位，对实时获取的测绘地理数据高效处理分析提出了更高要求。紧紧围绕澄海院业务现势需求，利用BI数据挖掘技术实现静态时空数据的信息萃取和可视化，满足日常自然资源调查、规划审批业务需求。同时，研究无人机实时成图技术，进行即时数据处理、成图、回传，支撑违法用地监测、应急测绘实时响应。

1）BI数据挖掘技术。BI数据挖掘技术能使地理空间数据具备自动学习的能力，从而进一步提升时空数据大平台自动获取知识的效率[8]。BI技术通过云计算实现大数据的高效分析与展示，利用各种查询分析工具、在线分析处理工具、数据挖掘工具以及决策规划者的行业相关知识储备，从数据仓储中获得有用信息，并快速准确地生成分析报表。平台提供各类轻量级自助BI工具服务（图4），包括数据库和数据模型自定义选择，SQL查询、多条件模糊查询的数据过滤，报表类型和排版风格的数据可视化表达，分析成果的共享和下载等，以达到数据可视化、自动预警的目的，为城市规划提供辅助决策依据。

2）无人机实时成图技术。对比传统无人机无序全局、事后内业处理的数据处理方式，本文提出了一套完整的数据快速更新与实时监测解决方案，通过无人机航拍，实现实时增量成图以及DOM正射影像生成、回传。基于空天地变化检测、无人机实时监测、现场调度指挥三位一体的运作模式，融合无人机、视觉SLAM等多种新型测绘技术，实现了外业测量与内业成图的同步进行。具体功能包括：①支持将作业过程和重建过程以视频重定向的方式发布，可在大屏直观展示拼接效果；②对接无人机高清视频，实时增量成图与DOM正射影像，基于RTMP协议进行视频流实时推送与拉取，通过4G/5G或基站将视频实时推送至企业级应用服务器，终端（PC端、移动端）可通过链接该服务器获取无人机实时作业情况，从而实现非人工干预的空天地一体化实时检测，节省时间和人力成本，有力支撑实时灾害应急。

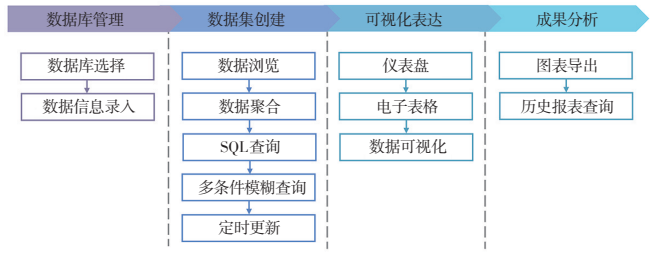


图4 BI核心流程

3 面向国土业务的典型应用实例

为响应国家大数据战略的号召，深入贯彻自然资源部建立三维自然资源“一张图”的总体设计，本文立足于汕头市澄海区自然资源管理，设计实现了智慧澄海时空大数据平台，基本实现了自然资源二三维数据“一张图”管理、二三维一体化展示（图5）；并针对汕头市澄海院国土业务需求，进行了多条件查询、在线制图、空间分析模型的定制，快速辅助自然资源调查、矿产勘查、规划审批、违法用地等业务的开展。

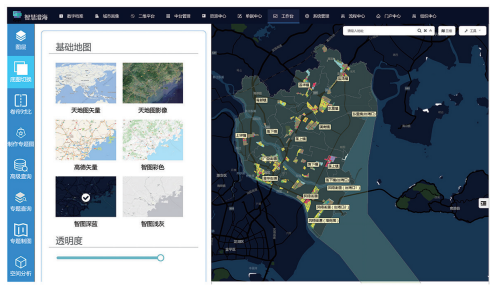


图5 智慧澄海时空大数据平台“一张图”界面

1）自然资源调查业务。自然资源调查业务需要涉及多种数据综合判断。通过数据中台微服务体系技术，平台实现了数据、分析工具的按需获取和灵活组装，改变了以往跨系统、跨部门调取数据、手动逐步分析处理的低效率工作模式。凭借数据高度集中一体化展示的优势，平台提供地块周边的土地利用、权属、用地报批、规划信息、影像等数据查询功能，支持点查询、面查询、多条件查询和过滤等多种查询方式，辅助进行所有权、土地变更、不动产登记等自然资源调查业务。通过范围查询，返回地块的年份、地

类、面积、界址点、发证情况（所有权证、土地证）等属性信息，并自动生成表格，可下载导出。平台还提供多种数据样式模板，支持在线制图（图6）、导出，以提高日常工作的效率和规范性。

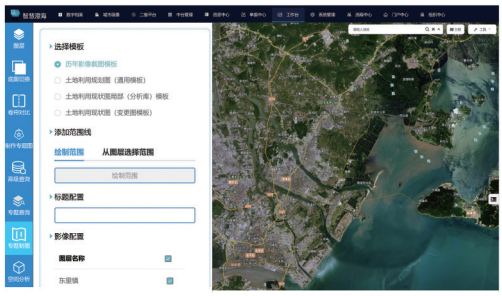


图6　在线专题制图界面

2）地质矿产勘查业务。在数据管理方面，平台支持矿产资源、海洋自然保护区、森林资源等已有数据管理、数据查询展示以及采石场范围内要素查询，还支持在线标注隐患点，以支撑矿山储量动态管理。在数据智能化自动分析方面，平台定制了面向矿产压覆核查的空间分析模型，通过上传范围线，自动分析、返回被压覆的矿产资源图斑，以提高地质矿产非法开采监测自动化分析能力。

3）规划审批业务。平台提供国土空间宏观规划、微观规划、专项规划的数据加载、查询与浏览，利用二三维一体化技术，融合三维模型和二维基础地理数据，实现真三维地理场景下的地块周边交通、电力设施、供热管道、权属等在线查看。根据实际业务需求，定制了面向合规性审查业务的空间分析模型（图7）。在用地报批前，用户可通过在线绘制范围和上传shp两种方式自定义审查范围，也可自定义审查的图层，如建设用地管制区、基本农田、控制性详细规划，运行分析模型即可在线生成报批地块的合规性审查结果，支持占压空间分布详情查看和结果导出。合规性审查空间分析模块充分利用BI数据分析技术，通过分解、封装将以往线下重复性手动操作分析、报表制作工作集成到一个功能模块，大大简化了工作流程，提高了效能和成果的规范性。

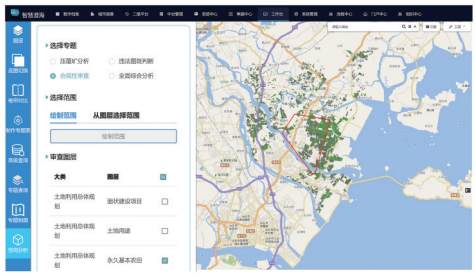


图7　合规性审查界面

4）土地执法业务。平台对历年出让地块、供地批文等数据进行有效治理，除基本的查询、状态更新追溯等功能外，还提供主要的、方便的统计分析功能。在疑似变化图斑定性判断和分析时，支持疑似变化图斑自主上传，自动将疑似变化图斑套合在历年的供地批文数据等其他空间数据上，进行空间叠加分析，分析监测图斑的违法信息，并综合其他二维、三维数据，辅助判断变化图斑是否合法。在自然资源监督保护方面，利用无人机实时成图技术，打造“无人机+巡查”实战巡查模式，以提升自然资源执法监督智慧化水平。

4　结　语

为了打破数据壁垒，实现自然资源数据一体化管理和分析，本文在对澄海局和测绘院各部门数据分析整理的基础上，结合各部门日常业务需求，基于数据中台微服务架构、BI数据挖掘和无人机实时成图技术，设计并实现了智慧澄海时空大数据平台，集成了数据管理显示“一张图”基础服务、三维地图、数据挖掘分析、无人机实时成图和面向国土业务的模块定制等诸多模块，能较好地承载自然资源二三维一体化、数据共享、服务自然资源与国土空间规划业务的需求，支撑澄海区自然资源数据信息化管理与智慧应用。研究表明，面向自然资源二三维一体化管理的时空大数据平台能更加直观地对城市立体空间内的物理环境、地物形态、事件动态进行连续精细的表达和专业的分析规划，为各部门领导决策提供及时、高效、准确的地理空间信息。

参考文献

[1] 耿雯,高仁胜,李慧,等. 自然资源信息化标准体系框架研究[J]. 自然资源信息化,2022(1):1-6

[2] 王海银,胡振彪,宗恒康. 分布式云计算的青岛市地理信息公共平台[J]. 测绘科学,2016,41(12):147-150

[3] 何冰,李旺民,丁建勋. 自然资源测绘地理信息服务平台关键技术研究[J]. 地理空间信息,2021,19(6):29-31

[4] 黄玉青,郭朝阳,白穆,等. 基于天地图的农业农村信息共享服务模式[J]. 北京测绘,2021,35(7):900-905

[5] 仇阿根,张杨,罗宁,等. 结合微服务和中台理念的减灾服务系统设计与实现[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2020,45(8):1 288-1 295

[6] 孙益,方梦阳,何建宁,等. 基于物联网和数据中台技术的自然资源要素综合观测平台构建[J]. 资源科学,2020,42(10):1 965-1 974

[7] 张鹏程,杨梅,何华贵. 智慧广州时空信息云平台数据即服务设计与实现[J]. 地理空间信息,2019,17(9):9-11

[8] 钟大伟. 基于面向大数据的地理空间数据挖掘分析[J]. 中国战略新兴产业, 2018(32):228