

基于资源共享的市级国土空间基础信息平台建设研究与实现

曹百强¹ 王忠燕¹ 王燕红¹ 薛梅¹

CAO Baiqiang WANG Zhongyan WANG Yanhong XUE Mei

摘要

以山东省济宁市国土空间基础信息平台建设为例,阐述了市级国土空间基础信息平台的建设思路、总体架构和关键技术。其通过统一数据服务门户、应用服务管理等功能,实现资源共享、业务协同和辅助决策的实践应用,为自然资源系统市级国土空间基础平台建设提供了参考。

关键词

国土空间;基础信息平台;资源共享;业务协同

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2024.09.024

0 引言

根据原国土资源部、国家测绘地理信息局印发的《关于推进国土空间基础信息平台建设的通知》^[1]、国务院印发的《国务院关于加强数字政府建设的指导意见》^[2]、自然资源部印发的《自然资源数字化治理能力提升总体方案》^[3]等文件精神和要求,建立国土空间基础信息平台,由技术中台、数据中台、业务中台组成,构建自然资源“一张图”,服务自然资源数据管理、共享开放,实现自然资源业务协同。

本文以山东省济宁市国土空间基础信息平台建设为例,结合业务管理实际,整合现有基础设施、网络、系统等相关信息化资源,持续深化数据治理,充分发挥国土空间数据的“底图”和“底数”作用,通过统一数据服务门户、应用服务管理等功能,实现自然资源数据共享、业务协同和辅助决策支撑,有效提升国土空间治理能力。

1 总体建设

1.1 建设思路

根据《自然资源部信息化建设总体方案》《山东省自然资源信息化建设总体方案》和《山东省自然资源“数字赋能”行动方案》等要求,按照“统一底图、统一标准、统一规划、统一平台”的“四统一”原则,山东省济宁市自然资源和规划局构建自然资源数据体系,开展数据治理和建库,实现对各类数据的统一管理、更新与维护,构建自然资源“一张图”,为国土空间相关业务提供有力数据支撑;建设济宁市国土空间基础信息平台,完成自然资源业务网和电子政务网双网部署,为相关业务系统提供数据支撑服务、统一用户管理等通用功能,纵向联通国家、省级和县级平台,横向对接国土空间规划“一张图”实施监督、用途管制、采煤塌陷地动态监测和城市地质调查等系统,形成物理分散、逻辑集中的分布式数据管理与共享服务机制,为自然资源调查监测、国土空

间规划实施监督、行政审批辅助决策等应用提供数据支撑和功能服务。

1.2 总体架构

利用“云计算”设计理念,依托已有建设成果,按照“平台+数据+应用”的模式^[4]开展建设,总体架构如图1所示。

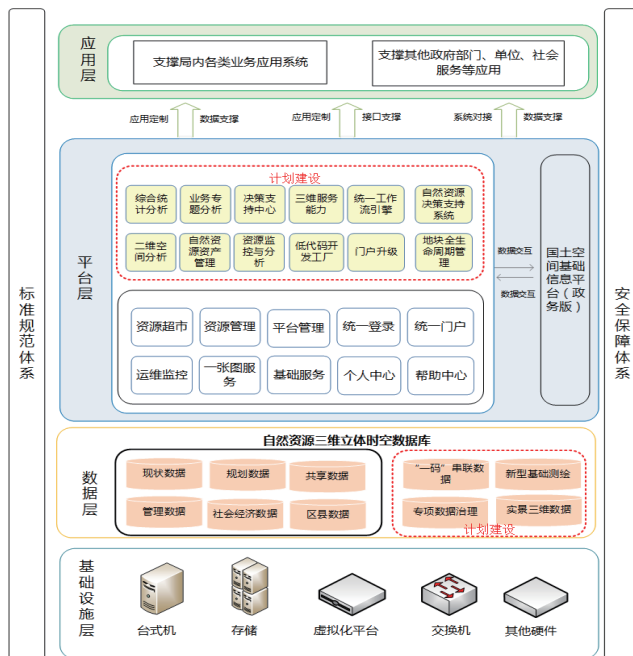


图1 总体架构图

基础设施层以现有软硬件设施资源为基础,整合计算资源、存储资源、网络资源等,通过虚拟化技术,为数据服务和应用服务提供基础环境保障。数据层基于统一数据标准和技术规范,形成自然资源“一张图”,本期建设包括现状数据、规划数据、管理数据、社会经济数据、共享数据、区县数据等六大类数据资源。平台层提供统一用户登录、一张图服务、数据资源超市、运维监控等功能。应用层包括监管决策应用、政务服务应用和调查监测等应用。通过与局内相关业务系统对接,

1. 济宁市国土空间数据和遥感技术中心 山东济宁 272007

为业务系统提供数据服务、功能服务和应用服务，从而支撑全局信息化应用需求；通过开放共享门户，为环保、农业、住建等相关部门提供国土空间统一工作底板和数据底图。

1.3 服务架构

结合自然资源现状、规划、管理和社会经济数据现状情况，扩充原有各类服务，构建统一的信息服务门户，为各类用户提供数据查询、空间分析、专题分析和二次开发等服务，如图 2 所示。服务支撑层包括数据资源和数据管理，应用服务层包括服务注册、服务发布、服务调度和服务监控，构建功能接口、空间分析、规划管理、决策支持和智能分析等服务支撑，为自然资源管理提供统一的“底图、底板和底线”。



图 2 服务架构图

2 关键技术

为保持平台的灵活性，提升平台的可扩展性，基于数据、管理、服务、应用相分离的服务架构，开展国土空间数据的收集汇聚、统一管理和共享开放，根据自然资源业务应用需求，接入相关业务系统，实现应用系统集成。

2.1 微服务架构设计

微服务架构是一种架构概念，具有细粒度、去中心化、独立部署、通信轻量化、交付快等特点。国土空间基础信息平台业务微服务基于微服务架构，每个服务节点可分布式独立部署，通过 Rest API 网关调用功能服务，实现微服务的注册、管理、授权和监控的全生命周期管理，提供灰度发布、服务熔断等多种功能。基于自然资源调查、监测、管理、决策和服务应用体系，梳理业务组件，识别关键业务，将自然资源业务能力服务化，形成可复用的信息资产，建设服务生态^[5-6]，为各类自然资源业务提供有力的数据和服务支撑。

2.2 基于 PostgreSQL 的数据中台技术

济宁市国土空间基础信息平台将核心的、可复用的技术类服务、业务类服务和数据类服务统一到平台中，利用三者的“中台设计”建设统一的国土空间数据管理与自然资源业务管理服务体系。数据中台提供自然资源和规划数据存储、

管理、申请、调用和分析等服务。如图 3 所示，通过遵循数据资源目录规范，将现状、规划、管理、社会经济等数据统一在 PostgreSQL 数据库下，再将入库好的数据按照空间数据、结构化数据、半结构化数据和非结构化数据分门别类的进行存放，统一调取和服务发布。

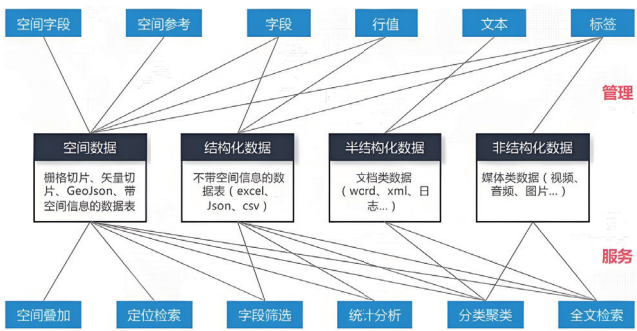


图 3 数据类中台

2.3 分层分级管控技术

自然资源空间数据统一管理和共享服务能够有效解决信息孤岛的问题，但随着自然资源数据汇聚量越来越大，地图数据浏览加载速度过慢，不同层级用户对地图服务需求不同。为解决地图服务发布时效性差、程序繁琐等问题，应用地图服务分层分级管理技术，对地图服务分用户控制，实现地图服务区域性可见和动态分层分级，避免重复发布^[7]。

2.4 在线服务与数据分发相结合

国土空间基础信息平台能够实现遥感影像、国土空间规划、生态修复、矿产管理等各类数据汇聚、共享和在线应用，同时自然资源数据分发是不可或缺的。通过遵循 OGC 接口规范、客户端二次开发 API、应用定制向导等服务模式实现数据在线服务发布。另外，也提供自然资源资料的分发服务，平台门户在线提供数据目录浏览、申请、审批处理和数据下载，实现不同层次、不同类型地理信息数据的一站式服务。

2.5 用户驱动的个性化数据服务机制

为满足用户对平台各类数据服务的需求，采取用户驱动的个性化服务机制。针对不同用户，逻辑上将物理存储数据聚合和渲染为不同的专题图，实现用户驱动的个性化服务，可定制如国土空间布局、用途管制、耕地保护和综合执法等专题数据服务。平台支持灵活配置网络地图服务（WMS），配置即发布，快速响应需求，提升数据与服务管理发布效率。

2.6 知识模型服务化与流程定制

自然资源业务管理过程中，需要平台提供模型进行运算，分析各类数据。传统的做法是由研发人员根据用户需求定制开发，周期一般为数天，且模型调整耗时耗力。通过流程定制系统与知识模型服务化（见图 4），定制出各类数据的知识模型（如网络分析、差值分析、网格分析和时间统计等）、知识服务池及知识引擎，建立数据知识服务在线可视化定制

的框架。基于知识模型服务化与数据应用的定制流程,平台搭建了用地审批分析、地类分析、开发区分析和基本农田分析等11种空间分析服务,提供区域分析、结构分析、布局分析、相关分析等4种分析模型,并支持数据图形化展示和统计报表服务。普通用户可快速以拖拽的方式灵活建立所需的模型,进行在线大数据分析。

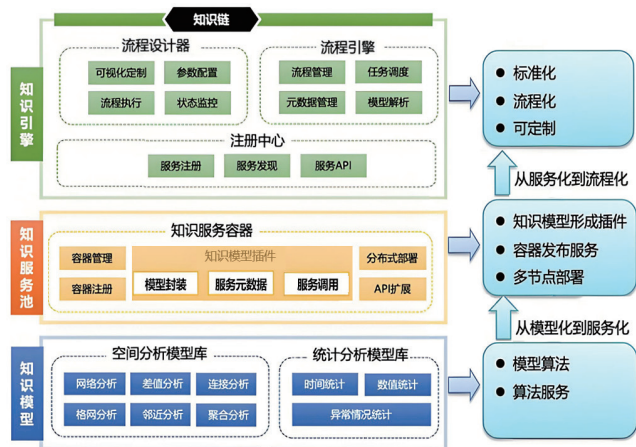


图4 流程定制系统与知识模型服务化流程图

2.7 基于 Lucene 和 Solr 全文检索技术

Lucene 是开源引擎工具,提供完整查询索引引擎、部分文本分析引擎。Solr 是一个高性能、基于 Lucene 的全文搜索服务器,对外提供类似于 Web-Service 的 API 接口。

平台采用基于 Lucene 和 Solr 实现全文检索的方法(图5),是以基础测绘、土地管理、矿产管理、国土空间规划、地质环境和林业等数据为基础,将关系型数据转化为 Lucene/Solr 的索引结构的数据,对数据库的数据进行类似 Lucene/Solr 特征的全文检索,实现了对于存量数据通过系统的接口一次性生成索引结构,解决了增量数据一致性的问题。将数据库中的热词以及惯用语作为词典,作为 Lucene 的索引文件,解决了分词和数据库数据索引的问题,从而实现大量业务和空间数据的快速、精准检索。

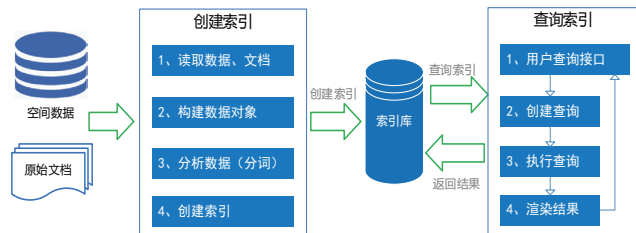


图5 全文检索技术流程

2.8 React 技术实现前端在线化制图功能

专业 GIS 软件制图对用户要求高,平台提供在线制图功能,操作便捷。React 框架主要聚焦于 Web 应用当中的“视图”部分,构建高性能的用户界面。基于“VirtualDOM”(虚拟 DOM)对视图进行抽象,完全接管了原本开销较大的 DOM

操作,在复杂大型的 Web 应用中确保其高性能的实现,能为在前端在复杂功能的实现上提供有力的支撑。国土空间基础信息平台通过 React 前端构建技术,实现在网页上进行地图编辑等操作,在线修改符号、颜色等,实现空间信息数据的前端在线制图应用,可满足轻量级的专业制图需求。

3 平台功能实现

国土空间基础信息平台主要包括门户网站、资源超市、资源一张图、应用工具、个人中心、二次开发中心、运维管理等模块。

3.1 统一门户管理

建设统一服务门户,提供个人中心、数据超市、应用商店、信息服务等功能,为不同用途、不同权限用户获取平台服务提供统一入口门户。实现统一应用入口、统一身份认证、统一事务和业务办理、统一数据整合查询使用等功能的集成^[8]。

3.2 综合数据管理

数据管理模块提供现状数据、规划数据、管理和社会经济等数据接入、数据输出、数据交换、数据管理、数据调度等功能应用,实现数据的统一管理。拓展国土空间数据范畴,构建统一的国土空间数据分类编码体系,形成了包含现状、规划、管理、社会经济、共享和区县等数据共6大类、48个中类、245个子类、2000多个标准图层的自然资源数据体系。利用知识引擎技术,构建基于“位置、项目、地块、规划”等自然资源知识的“地块信息图谱”,通过前端展示、后台分析、数据资源三部分技术应用实现每个项目状态下业务关联、空间关联和时序关联的全过程串联模式。

3.3 指标模型管理

指标模型管理提供指标库和模型库等智能分析服务。基于指标库和模型库,构建自然资源管理规则和评价模型,通过统一的算法注册和数据源管理,应用可视化工具,实现模型管理和算法应用,为自然资源动态监测监管、辅助决策支持等提供系统化的指标模型双支撑。

3.4 应用服务管理

基于国土空间基础信息平台提供统一底图和应用服务,支撑用途管制系统、采煤塌陷地动态监管、城市地质三维等多个业务系统的开发和应用,目前,每年数据服务调用2000余次。

3.4.1 服务自然资源业务审批。

利用多期遥感影像、国土空间规划成果、土地利用现状等相关数据,通过空间分析、数据统计等方法,实现行政审批项目的合规性审查、各类数据压覆分析、项目地质灾害危险性评估等,辅助实现规划调整、用地审批、土地供应等各个环节智能化审批。

3.4.2 辅助采煤塌陷地治理。

应用国土空间基础信息平台建设煤矿塌陷区生态治理专

题,基于自然资源数据治理成果,从全市范围查看生态指标和用地指标比例的历年变化和后期趋势分析,为济宁采煤塌陷地治理提供详细的数据支撑。

3.4.3 共享交换数据库建设

完善共享交换数据标准规范体系,收集整理住建、生态环境、民政、城市管理、交通运输和城乡水务局等部门现有数据,建设涵盖各行业现状数据、规划数据、管理数据等内容的统一时空基准的共享交换数据库,纳入国土空间基础信息平台统一管理。建立平台数据资源共建共享机制,为政务应用提供多维度市级空间地理信息的广泛共享应用与服务。

4 平台展望

济宁市国土空间基础信息平台基本实现了对数据的分布式存储管理、和共享交换,下步将继续围绕资源共享、业务协同和辅助决策目标,统筹相关业务系统建设,深化数据治理,推进业务成果应用,支撑自然资源全业务数字化、智能化转型。

4.1 统筹平台建设

提升国土空间基础信息平台服务对接能力,完善各类资源接入、更新和共享机制,纵向联通省级和县级平台,横向接入实景三维、时空大数据和政务共享等其他数据;加强国土空间基础信息平台(政务版)建设,统筹考虑国土空间基础信息、实景三维、时空大数据等平台建设情况,优化整合及复用基础功能、业务组件和接口服务,构建业务大协同,实现各类数据和服务的共建、共享和共用,为自然资源管理、智慧城市和数字政府建设提供强力支撑。

4.2 深化数据治理

深化国土空间基础信息平台数据治理能力,完善自然资源数据资源目录,制定数据治理方案及数据治理技术规程、数据串联标准,健全数据汇聚和共享开放机制。对近年调查监测、国土空间规划、用途管制、耕地保护、不动产登记、采煤塌陷地、卫片执法等数据开展深度治理,进一步挖掘数据价值,为自然资源综合分析和辅助决策提供数据支撑。加强数据共享开放建设,制定市县统一的数据标准规范。

4.3 探索“一码串联”

结合目前不动产单元码、其他省市数据码的实践应用^[9-12],融入自然资源部构建地理空间实体码的理念,探索自然资源最小单元赋予唯一性编码,构建国土空间要素、国土空间规划要素、自然资源要素、国土空间用途管制单元、不动产登记单元之间的时空关联关系,以“一码”实现“山水林田湖草”各类自然资源的自然属性与资产属性、业务管理链与数据清单链的多层次、双向融合。对近年市域范围的预审选址、用地报批、规划条件、土地供应、规划许可、矿产管理、生态修复、占林审批、荒山造林、批后监管、不动产登记等进

行关联,并根据实际需求开展历史业务审批关键指标补录或迁移工作,完成自然资源要素全生命周期“一码串联”工作,为自然资源全要素生命周期的“两统一”职责管理提供全方位的数据支撑。

参考文献:

- [1] 国土资源部.关于推进国土空间基础信息平台建设的通知[EB/OL].(2017-08-08)[2023-04-19].https://www.mnr.gov.cn/gk/tzgg/201708/t20170809_1992611.html.
- [2] 国务院.国务院关于加强数字政府建设的指导意见[EB/OL].(2022-06-23)[2023-04-19].https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-06/23/content_5697299.htm.
- [3] 自然资源部.自然资源部关于印发《自然资源数字化治理能力提升总体方案》的通知[EB/OL].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202402/content_6931049.htm.
- [4] 杨先连.潍坊市国土空间基础信息平台设计[J].国土资源信息化,2019(5):35-39.
- [5] 徐琛杰,周翔,彭鑫,等.面向微服务系统的运行时部署优化[J].计算机应用与软件,2018,35(10):85-93.
- [6] 林晓菲.微服务架构在国土空间基础信息平台建设中的应用[J].江西测绘,2020(3):50-53.
- [7] 童秋英,闫明阳,有炜,等.省市一体化国土空间基础信息平台建设研究与探索[J].地理空间信息,2022,20(12):70-75.
- [8] 孙文胜,孙振喜,生海迪,等.山东省国土空间基础信息平台设计与实现[J].信息技术与信息化,2022(9):117-120.
- [9] 周建平.不动产“一码”全链式管理机制研究[J].浙江国土资源,2021(5):39-41.
- [10] 郑建军.绍兴市上虞区创新实施“一码管地”构建自然资源管理“数字图景”[J].浙江国土资源,2021(5):42-44.
- [11] 张丹,陈晓茜,牟紫微.湖北省“一码管地”探索与实践[J].地理空间信息,2023,21(9):77-80.
- [12] 贾春霞,姚玉全,寻知锋,等.面向土地全生命周期管理的“一码管地”建设探索与应用[J].山东国土资源,2023,39(7):66-71.

【作者简介】

曹百强(1977—),男,山东济宁人,硕士,工程师,研究方向:自然资源信息化等。

王忠燕(1982—),男,通信作者(email: wzyvt@126.com),山东东平人,硕士,高级工程师,研究方向:自然资源信息化和地理信息系统应用等。

王燕红(1982—),女,山东济宁人,硕士,高级工程师,研究方向:自然资源信息化和GIS等。

薛梅(1989—),女,山东济宁人,硕士,工程师,研究方向:国土空间规划和自然资源信息化。

(收稿日期:2024-07-25)