doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.01.028

基于“一网统管”的空间地理数据中台设计与实践

李成仁[1,2]
（1. 上海市测绘院，上海 200063；2. 自然资源部 超大城市自然资源时空大数据分析应用重点实验室，上海 200063）

摘　要：城市运行“一网统管”是推进国家治理体系和治理能力现代化建设的重大决策部署。针对“一网统管”的空间地理数据资源服务需求，围绕建设“城市治理要素一张图”的目标，设计了空间地理数据中台，从资源门户、数据引擎、服务网关等方面展开研究，重点分析了平台协同应用模式、低代码构建能力、时空数据分析等内容，并结合具体应用场景进行了实践探索，赋能“一网统管”建设。

关键词：“一网统管”；时空大数据；空间地理综合库；数据中台
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）01-0135-05

Design and Practice of Spatial Geographical Data Center Platform Based on “One Network Management”

LI Chengren[1,2]
(1. Shanghai Surveying and Mapping Institute, Shanghai 200063, China;
2. Key Laboratory of Spatio-temporal Big Data Analysis and Application of Natural Resources in Megacities, MNR, Shanghai 200063, China)

Abstract: “One Network Management” of urban operation is a major decision-making deployment to promote the modernization of national governance system and governance capacity. Aiming at the demand of “One Network Management” for spatial geographical data resource services, focusing on the goal of building “One Map of Urban Governance Elements”, we designed a center platform for spatial geographical data, and carried out research from the aspects of resource portal, data engine and service gateway. We analyzed the platform collaborative application mode, low code construction ability and spatio-temporal data analysis, and made practical exploration in combination with specific application scenarios to enable the construction of “One Network Management”.

Key words: “One Network Management”, spatio-temporal big data, spatial geographical comprehensive database, data center platform

空间地理数据资源是城市信息化不可或缺的、基础性的、根本性的信息资源，政务服务、城市运行管理中大部分信息均与空间地理信息存在关联[1]。为建设智慧政务、提高城市管理决策水平，各级政府部门建立了大量的政府地理信息系统应用。城市运行“一网统管”是提高城市治理现代化水平、全面深化改革的重要举措。坚持城市治理“全生命周期”理念，以“三级平台、五级应用”为核心，筑牢“王”字型城运架构，建设市、区、街镇3级城运中心建设，统筹同级城市运行事项的跨部门协同，通过数据共享流动解决资源碎片化问题，形成处置合力[2-4]。“一网统管”将“城市治理要素一张图”作为其“六个一”技术支撑体系的基础内容，以数字孪生城市为目标，将城市治理中的客体、主体和内容全域全量数字化，并加载于GIS中。传统的空间地理信息服务模式在面对新的“一网统管”需求时，存在诸多亟待解决的问题，如空间数据资源难以统筹共享、共性系统重复建设、专业GIS地图二次开发门槛较高、集成协作成本较高、业务沉淀与持续发展困难等。

数据中台是近年较为流行的概念[5]，对数据进行采集、汇聚、存储、融合与服务，统一标准，形成数据资源，并以服务化的形式对外共享、开放，融入公共服务和城市治理全流程，体现数据价值，提升感知、决策、执行的智慧化水平。近年来，数据中台不断成为数字化行业的焦点，如孙益[6]、赵伟伟[7]、刘海涛[8]等提出基于中台设计理念的地理信息中台，集空间数据、异构GIS平台服务、通用地理信息业务和技术于一体，为智慧城市建设提供地理信息底板。

本文围绕空间数据中台理念，研究市级统筹的空间数据资源平台空间服务能力建设，既要满足多类别

收稿日期：2021-12-07。
项目来源：上海市2021年度“科技创新行动计划”社会发展科技攻关资助项目（21DZ1204100）。

时空大数据融合、治理、应用、运营等需求，又要对各类空间地理信息数据资源进行抽象、封装，形成直接面向前端的可复用数据和功能服务，从而支撑前端业务快速迭代更新。空间地理数据中台将不断强化空间地理信息数据的数据抽取、数据治理、共享交换、质量检测、安全防护等功能，重点优化数据的对接、供给、支撑能力，提供空间地理数据“统一集中管理、按需共享”的基础平台，赋能“一网统管”建设。

1 空间地理数据资源和服务现状

一直以来，城市运行管理所需的空间数据资源分布在不同的管理部门，缺乏统一的标准规范、服务体系、统筹规划和数据运营机制。为统筹管理各类空间数据资源，按照“共建、共用、共享、互联”的原则，由上海市大数据中心牵头，建设了统一标准的空间地理综合库，并协同关联人口、法人、电子证照、实时感知等公共数据；在有序推进各类空间资源整合的基础上，聚合各条线管理部门现有的空间数据资源和服务能力，着力推进地名地址、基础地理、规划土地、建筑房屋、网格部件、地下管线、交通资源等多个专题数据库建设，依托上海市大数据资源平台对外提供数据共享服务能力。

上海市大数据资源平台是基于上海市电子政务框架体系的数据资源管理基础平台，与各委办局政务信息资源、区政务信息资源之间形成归集、采集、共享、服务全过程管理，向上对接国家数据资源平台，横向与长三角互联，实现资源的共享利用[9]。上海市大数据资源平台在空间地理服务方面已具备空间数据归集治理、空间服务注册代理的基础能力，初步满足了空间数据归集与服务聚合的需求。空间地理数据中台将充分依托该平台已有能力进行拓展延伸。

2 空间地理数据中台总体设计

空间地理数据中台按照“统筹设计、分步实施，物理分散、逻辑集成”的思路开展建设。“统筹设计、分步实施”是指面向空间地理服务统一管理的需要，统筹开展空间地理服务能力设计，统一空间数据服务内容、模型、接口等标准规范，按照急用先行的原则，边建设、边运行、边优化；“物理分散、逻辑集成”则是对于影像栅格、物联、视频等存储资源消耗较大的数据类型，在物理空间上仍暂时分散在各原业务条线管理单位，在网络链路连通的情况下，主数据库直接调用分数据库数据服务实现逻辑集成，随着后续建设的不断深入，分数据库不断向主数据库集中。空间地理数据中台总体架构如图1所示。

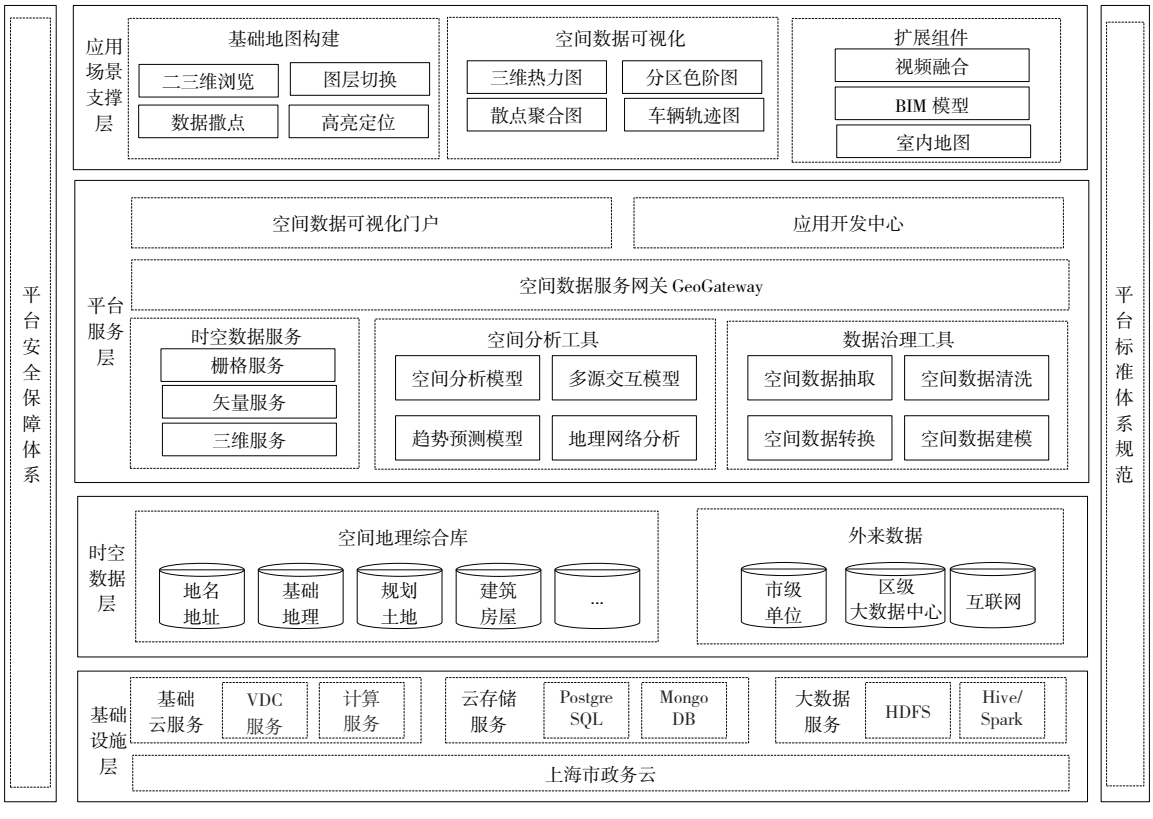


图1 空间地理数据中台总体架构图

1）基础设施层。依托市电子政务云进行建设，由政务云提供空间地理数据中台所需的硬件资源服务和时空大数据存储框架、处理框架服务，空间数据和非结构化数据存储于政务云的PostgreSQL和MongoDB数据库。

2）时空数据层，包括由汇聚、处理和管理三大数据区构成的时空信息大数据[10]。汇聚区通过各业务管理部门前置机或数据接入中间件的方式汇聚和更新空间数据资源，再经过处理区的标准化、统一数据处理，形成空间地理综合库数据资源。空间数据资源主要包括空间地理综合库数据资源以及部分尚未物理集中的缓存数据，如历史影像切片数据、三维模型缓存数据等，后续将逐步接入实时位置数据、物联网设备位置数据、实时感知的流式数据等。

3）平台服务层，对基础设施资源和空间数据资源加以整合，为用户直接提供各类云服务。云服务主要包括时空数据服务、时空分析服务和时空治理服务3类。此外，空间地理数据中台还建设了统一的空间数据服务网关、空间数据可视化门户以及应用开发中心。

4）应用场景支撑层。根据不同类型、不同服务目标的用户组成和划分，为用户提供不同程度的空间数据服务应用；对于专业的应用场景建设提供扩展的可视化开发包和组件。

3　空间地理数据中台建设内容

在上海市空间地理综合库建设成果的基础上，本文充分依托现有上海市大数据资源平台云支撑环境和现有共享服务平台，实现了大数据资源平台时空信息服务能力的提升，建成了空间地理数据中台，更高效地支撑智慧城市“一网通办”、“一网统管”建设。围绕空间数据资源和服务能力建设，空间地理数据中台将实现“两级汇聚、三级服务”，即汇聚市、区两级空间数据资源，服务市、区、街镇三级部门，实现数据融合共享。

1）空间数据资源门户。建设空间数据资源可视化门户，实现数据资源二三维一体化在线浏览使用和各类空间服务入口；提供空间资源目录查询和城市运行“一张图”地图工具、分析工具的在线应用，满足地图浏览和常规空间落图、空间分析等使用需求；开发者中心则提供相关地图、服务二次开发应用实例，为开发人员提供地图应用参考。

2）空间数据服务引擎。建设空间数据引擎，提供可视化操作界面，将平台汇聚的各类空间数据资源发布成二三维地图服务、矢量切片服务、影像服务、要素服务、地理处理服务等多类型服务，并可预览发布的服务，验证服务是否正常运行。以OGC的标准规范来创建WMS、WFS、WFS-T、WCS、WPS、WMTS等类型服务，同时支持当前主流商业GIS引擎服务类型。

3）空间服务综合管理网关。建设统一、开放的空间服务综合管理网关，按照空间服务统一标准，实现空间服务综合管理；实现空间服务动态负载均衡，提升空间服务运行效率和稳定性；针对归集的空间数据和服务，建立空间服务分类目录，统一空间服务接口和调用规则；对服务调用对象，实现细粒度权限控制。

4）空间分析决策支撑平台。以标准化、组件化、平台化的方式，提供各类自主调用、灵活配置的数据融合、地图工具、空间分析工具；提供空间数据融合接口，不同色系、样式地图底图，满足不同应用场景空间底图需求；提供叠置分析、缓冲区分析、路径分析等一系列空间分析工具和服务接口，从而使“城市治理要素一张图”可在多个场景中提供决策支撑。

5）空间服务监控运维系统。构建空间服务监控运维系统，针对空间数据特征和管理要求，结合监控技术和GIS业务，实现空间资源的安全管控和动态分配。通过设定空间边界，实现二维动态服务、三维模型等空间服务的区域控制，如地图服务按行政区划、按重点区域分发；通过服务调用量统计，发现高频使用的地图服务，分析服务瓶颈并优化服务器资源，提高服务效率，确保系统的安全、稳定、高效运行。

4　关键问题分析

4.1　平台协同应用模式

空间地理数据中台按照统一的标准和方式对外提供资源服务，在多种业务系统之间协同工作，从空间数据服务调用、专题资源托管等方面面向市、区两级提供应用支撑。

1）空间数据服务调用。各应用系统可按照用户权限、区域权限等调用平台服务资源，形成新的业务应用或嵌入原有业务系统。在这种模式下，数据应用主要以各空间数据专题库为主，空间数据服务由专题库牵头建设部门发布，体现业务管理部门的数据权威性，如基础底图服务和各类专题地图服务等。

2）专题资源托管。部分弱GIS应用部门可依托空间数据资源门户，实现业务数据快速上图，将用户数

据资源托管到平台，如银行网点信息、环境监测站数据、公安卡口等专题信息均可借助平台服务能力实现资源空间化，用户无需使用专业GIS平台，也无需掌握GIS相关专业知识。

3）市、区两级联动。通过市、区两级数据联动管理，建设“云边协同”的数据联通模式，实现数据目录同步、数据资源上传下达等功能。由各区开展数据资源梳理、编目、共享和开放工作，并与空间数据中台进行对接，建立市、区两级联动模式。

4.2 低代码应用构建能力

空间地理数据中台参照主流互联网地图API接口应用方式对复杂的GIS地图接口进行二次封装，隐藏专业的GIS对象，形成一套地图简单的敏捷开发接口，实现地图模块代码的开箱即用。可充分发挥地图空间可视化优势，在地图上可视化呈现各类城市管理要素，方便不熟悉GIS业务的应用开发团队便捷地进行应用场景建设。空间地理数据中台按照基础地图库SmiMap、可视化库SmiMap.Vis、扩展组件库SmiMap.Plugin等模块进行接口分类封装建设，SmiMap是地图构建的基础，集成了数据资源内容、地图控件、地图基础操作和事件监听，是构建地图应用最基本的依赖；SmiMap.Vis是面向各类业务数据的空间可视化展示方法集合，SmiMap.Plugin则提供与其他组件的集成交互，包括常用的Three.js、Echarts等第三方插件。常用的定制化功能接口如表1所示。

表1 常用的可视化功能接口列表

序号	接口说明	应用场景
1	空间位置撒点、高亮闪烁	网格巡查预警
2	散点密度热力图	人、车分布可视化
3	周边要素检索、缓冲区分析	社区网格化管理
4	三维场景视频融合	重点地区安全监控
5	重点建筑三维独幢展示	历史建筑保护管理
6	路况流量展示	交通大客流管理
7	分级分块渲染图	街道平安指数、营商税收分析
8	BIM模型植入、分层、横剖面展示	智慧工地监管
9	管网数据三维可视化	防汛防台

4.3 时空大数据分析

时空大数据分析的挑战在于时空大数据管理和高效的统计以及挖掘计算过程。空间地理数据中台提供处理数据入库、ETL、数据备份、数据更新以及数据质量检查工具等。时空数据分析模块提供模型定制、模型学习、模型计算、模型分析、模型输出等功能。时空大数据分析具有明显的时空特性，但大多数算法都是单纯基于空间或时间上的差异分析，不能同时考虑时间和空间的协同差异[11]。因此，在基本算法的基础上，空间数据中台实现了时空数据挖掘模型定义、模型学习、模型发布、模型执行、模型分析等功能，可从已有的时空大数据中挖掘时空信息变化趋势、决策推荐等知识。

5 应用实践

“一网统管”平台建设生态较为开放，通常各应用场景分别由不同的开发团队承担建设。地图作为“一网统管”平台的基础支撑，是每个开发团队都要使用的基础资源。用户代码中只需引入SmiMap核心库即可开发地图应用，可通过参数配置的方式，以一套基础数据和代码，为市、区、街镇三级应用提供统一地图应用，保证数出同源，避免产生数据烟囱和相互矛盾，从而降低各应用场景的开发周期和技术风险，有利于应用场景间的数据共享应用。

在数据可视化方面，通过可视化组件库，提供丰富的空间可视化能力，将各类管理信息在大屏应用中央地图上予以呈现。各场景开发单位，只需专注于自身业务建设，所有涉及地图的功能需求均由空间地理数据中台统一服务，可大幅提高工作成效。在数据分析方面，以内涝风险评估为例，可通过空间地理数据中台，建立城市地形模拟、汇流模型、地表径流模型、降雨分布和排水模型等分析模型，再结合GIS栅格运算和空间分析，分析得到城市易涝点分布，最后叠加住宅小区空间分布数据，以热力图的形式展示易涝小区专题图（图2）。



图2 防汛防台应用场景示意图

6 结 语

本文以“一网统管”中各应用场景的需求为出发点，推进空间地理数据中台建设，对空间地理信息数据资源和服务能力进行抽象、封装、梳理，提供可重用的核心服务，支撑各前台业务。空间地理数据中台以“互联互通、上下联动”的原则为市、区、街镇等各级城市运行管理平台提供统一的空间地理时空大数据底板；以空间坐标为连接点，打通各类数据关联，促进各类场景建设和数据可视化表达，全息全景展现城市治理要素、对象、过程、结果等各类信息，具有

较好的借鉴和推广意义。

参考文献

[1] 李先波,陆藩藩. 基于地名地址的政务数据空间化方法[J]. 现代测绘,2019,42(5):40-43

[2] 韩兆祥,阙萍. 上海“一网统管”物联感知体系探索研究[J]. 上海信息化,2020(8):14-17

[3] 陈志国,陈凯迪. 浅谈城市治理“一网统管”的解决思路[J]. 中国安防,2020(8):101-103

[4] 沈建刚. 基于一网统管的上海市防汛防台风指挥系统建设[J]. 中国防汛抗旱,2020,31(6):21-26

[5] 苏萌,贾喜顺,杜晓梦,等. 数据中台技术相关进展及发展趋势[J]. 数据与计算发展前沿,2019,1(5):116-126

[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] 赵伟伟,王守东,贾凉,等. 地理信息中台在智慧城市中的应用:以南京市为例[J]. 工程勘察,2021,49(4):57-61

[8] 刘海涛,段敬,张栋,等. 电网GIS中台的研究与设计[J]. 电力信息与通信技术,2021,19(3):107-111

[9] 朱亦希. 基于大数据资源平台的虹口城市运行管理建设[J]. 信息技术与标准化,2020(5):12-17

[10] 段志强,沈凤娇,黄冠宇,等. 智慧城市时空信息云平台建设研究[J]. 地理空间信息,2018,16(8):24-27

[11] 王劲峰,葛咏,李连发,等. 地理学时空数据分析方法[J]. 地理学报,2014,69(9):1 326-1 345

作者简介：李成仁（1989—），硕士，高级信息系统项目管理师，注册测绘师，主要从事地理信息系统开发与应用、智慧城市建设研究。

（上接第122页）

1）2013—2018年长三角城市群的城市热岛现象明显且呈时空分异现象。其城市热岛表现为：贯穿合肥、南京、苏锡常地区，并以上海、杭州和宁波为顶点呈“M”型空间分布；浙江省和江苏省大部分城市的城市热岛较强，而安徽省除合肥外，大部分城市城市热岛分布范围较小；2013—2018年长三角城市群的城市热岛进一步增强，城市热岛范围扩大。

2）长三角城市群城市热岛的形成与下垫面属性、人为活动和植被覆盖情况等多种要素有关。长三角城市群的城市热岛与建成区分布、夜间灯光强度和植被覆盖度均呈现空间一致性，城市热岛的增强与建成区面积以及郊区林地面积的增加有关；城市热岛与夜间灯光强度呈正相关关系，且与植被覆盖度呈负相关关系。

参考文献

[1] 孙继松,舒文军. 北京城市热岛效应对冬夏季降水的影响研究[J]. 大气科学,2007,31(2):311-320

[2] 张玲,徐宗学,阮本清. 北京城市热岛效应对气温和降水量的影响[J]. 自然资源学报,2006,21(5):746-755

[3] 方慧婷,杨英宝,汪子豪. 长三角夏季热岛效应时空演变分析[J]. 地理空间信息,2017,15(8):109-112

[4] 李学敏,文力,王俪璇. 基于Landsat遥感数据的城市热岛效应及影响因素:以襄阳市为例[J]. 湖北农业科学,2019,58(16):41-48

[5] 谭桂容,蔡哲,徐永明. 基于Landsat影像的南京地区热岛效应[J]. 安徽农业科学,2009,37(13):6 050-6 052

[6] 田平,田光明,王飞儿,等. 基于TM影像的城市热岛效应和植被覆盖指数关系研究[J]. 科技通报,2006,22(5):708-713

[7] 刘会芬,杨英宝,王帆,等. 长江三角洲秋季热岛特征及演变分析[J]. 科学技术与工程,2012,12(35):9 617-9 622

[8] 王崇革,刘佳传,于臻,等. 基于MODIS的归一化建筑指数与城市热岛效应关系研究[J]. 江苏建筑,2015(1):100-102

[9] 张金区. 珠江三角洲地区地表热环境的遥感探测及时空演化研究[D]. 广州:中国科学院研究生院(广州地球化学研究所),2006

[10] 张硕,刘勇洪,黄宏涛. 珠三角城市群热岛时空分布及定量评估研究[J]. 生态环境学报,2017,26(7):1 157-1 166

[11] 朱娟,李锟,谢丹妮,等. 珠三角城市群热岛效应时空分布特征[J]. 环境科学导刊,2018,37(3):11-16

[12] 董良鹏,江志红,沈素红. 近十年长江三角洲城市热岛变化及其与城市群发展的关系[J]. 大气科学学报,2014,37(2):146-154

[13] 刘帅,李琦,朱亚杰. 基于HJ-1B的城市热岛季节变化研究:以北京市为例[J]. 地理科学,2014,34(1):84-88

[14] 刘新,刘寿东,赵小艳,等. 南京城市化进程与热岛效应的初步研究[J]. 长江流域资源与环境,2013,22(12):1 543-1 549

[15] 刘宇峰,原志华,孔伟,等. 1993—2012年西安城区城市热岛效应强度变化趋势及影响因素分析[J]. 自然资源学报,2015,30(6):974-985

[16] 韩晶,邓喀中,范洪冬. 基于归一化植被指数的城市热岛效应分析[J]. 测绘与空间地理信息,2012,35(9):18-20

[17] 巩凌君,张芸. 南京城市热岛效应遥感分析[C]//第二十届华东六省一市测绘学会(江苏)学术交流会,2018

第一作者简介：陈春辉（1988—），工程师，研究方向为测绘工程。