

# 湖南数字地质建设的总体框架构建研究

王剑<sup>1</sup> 蔡武宜<sup>1</sup> 李胜苗<sup>1</sup> 张彤蕴<sup>1</sup> 叶珂<sup>2</sup>

1 湖南省地质地理信息所 (湖南省地质大数据中心)

2 湖南省地质院

DOI:10.32629/gmsm.v9i1.2410

**[摘要]** 本文以湖南省数字地质建设为研究对象,系统分析了当前地质信息化建设中存在的主要问题,研究提出了以“一张网、一朵云、一平台、N应用”为核心、以“六横三纵”为系统架构的湖南数字地质建设总体框架。该框架涵盖管理、业务、服务和科研四大信息化方向,强调数据全流程治理与智能应用,并规划了分阶段实施路径,推动地质工作向数字化、智能化转型,提升地质业务效能与服务能力,为湖南省经济社会高质量发展和自然资源管理提供支撑。

**[关键词]** 数字地质; 信息化; 六横三纵; 总体框架

**中图分类号:** P5 **文献标识码:** A

## Research on the Overall Framework of Digital Geological Construction in Hunan Province

Jian Wang<sup>1</sup> Wuyi Cai<sup>1</sup> Shengmiao Li<sup>1</sup> Tongyun Zhang<sup>1</sup> Ke Ye<sup>2</sup>

1 Institute of Geological and Geographic Information of Hunan Province (Geological Big Data Center of Hunan Province)

2 Geological Bureau of Hunan Province

**[Abstract]** This study examines the digital geology development in Hunan Province, systematically analyzing key challenges in current geological informatization. It proposes an integrated framework for Hunan's digital geology initiative, centered on "One Network, One Cloud, One Platform, and N Applications" with a "Six Horizontal and Three Vertical" system architecture. The framework encompasses four key informatization dimensions—management, operations, services, and research—emphasizing end-to-end data governance and intelligent applications. Through phased implementation, it drives the digital and intelligent transformation of geological work, enhances operational efficiency and service capabilities, and supports the province's high-quality socioeconomic development and natural resource management.

**[Key words]** digital geology; informatization; six horizontal and three vertical; overall framework

## 引言

随着大数据、云计算、人工智能、物联网等新一代信息技术飞速发展并向各领域深度渗透,地质行业正迎来数字化转型升级的重要机遇期<sup>[1]</sup>。中国地质调查局打造了“地质云”平台,构建了野外地质调查“在线化”采集工作体系,建立了空、天、地、海一体化的地质调查感知与数据汇聚体系,形成了地球科学“一张图”大数据体系,基本实现了地质工作主流程的在线化与数字化,正加快推进以智能化赋能“数字地质调查”建设<sup>[2]</sup>。各省地质系统也积极探索新形势下的地质信息化路径:上海市于2008年建成三维城市地质信息系统,贵州省持续推进“透明国土”建设,山东省着力开展“透视山东”建设,湖北省则建成了地质大数据平台等,这些先行省份的探索,共同呈现出数据驱动、技术融合与服务延伸的行业趋势<sup>[3]</sup>。本文以湖南省地质院

开展的数字地质建设为具体研究对象,重点探讨其建设的整体框架、工作内容与技术路径。

## 1 目前存在的主要问题

湖南地质事业历经七十余年的发展,在地质信息化建设方面已积累一定基础,为推进数字地质建设创造了初步条件。面对“数字中国”“数字新湖南”建设的新形势、新任务与新要求,特别是在服务落实“三高四新”美好蓝图、强化“三大支撑、八项重点”等战略部署过程中,当前信息化建设水平与能力,仍存在诸多与现实需求不相适应之处。具体表现为:在管理层面,治理能力现代化程度尚显不足,尚未建成一体化的综合业务管理系统;在业务层面,地质资料数字化程度较低,数据集成整合工作刚刚起步,核心地质数据库体系仍未健全,面向地质业务的数据处理与智能分析系统较为欠缺,信息化基础设施及网络安

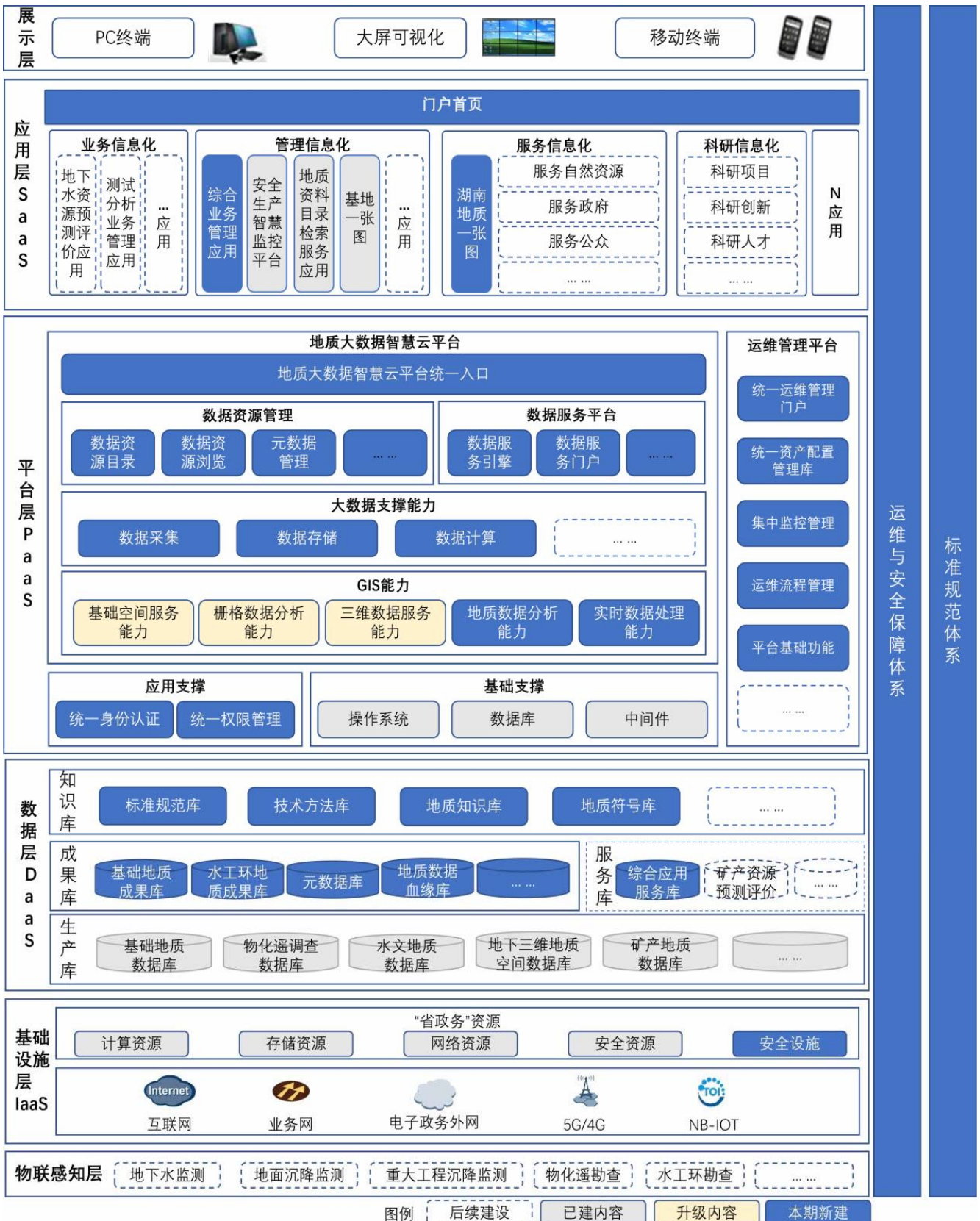


图1 数字地质建设的框架

全保障能力有待提升，信息技术与地质业务融合深度不足，基于现代信息技术的地质数据处理、分析与评价能力整体偏弱；在服务层面，地质数据共享机制不畅，“数据孤岛”现象突出，高质量地质信息产品供给不足，数据潜在价值未能充分释放，服务国家和省委、省政府重大战略需求的精准性有待提高；在科研层面，项目立项决策过程受主观因素影响较大，科学性与规范性有待增强，易导致立项决策出现偏差。总体来看，与国内先进省份相比，湖南地质信息化建设起步较晚、发展程度不高，整体仍处于追赶阶段。

## 2 总体目标

开展数字地质建设，聚焦资源能源安全保障、生态文明建设、自然资源管理、地质灾害防治等战略目标，围绕“一体两翼三支撑”发展战略，利用云计算、大数据、人工智能、三维仿真等新一代信息技术，建成以地质工作“一张网”“一朵云”“一平台”和“N应用”为支撑的，适应需求、结构完善、功能先进、保障有力的地质信息化业务支撑体系，推进管理、业务、服务、科研活动的全过程、各环节都充满“数字”，实现地质业务全流程数字化，促进地质工作“上云、用数、赋智”，显著提升地质工作效率、能力和水平，有力支撑数字新湖南建设。

## 3 总体任务

围绕“管理信息化、业务信息化、服务信息化、科研信息化”四大应用方向，聚焦基础支撑保障能力，着力推进地质数据采集、处理、分析、存储、共享、服务、应用等地质工作全流程信息化建设，促进地质工作模式向以智能化赋能的“数字地质”模式转型。具体建设任务如下：

### 3.1 管理信息化方面

构建综合业务管理应用，实现项目、财务、人事、装备、安全生产、公文等业务统一管理，推进地质院治理体系和治理能力现代化建设，实现减负增效，规范化管理。包括：建设全流程项目管理平台，实现地质项目从立项论证、设计审查、野外作业监控、质量检查、成果验收、资料汇交、经费管理到绩效评估的全过程在线化、可视化、可追溯管理；建设地质资产管理平台，建立数字化档案库与数据资产登记、评估、交易机制；建设人事信息化平台，实现人事信息数字化管理，提升效率与决策支持能力<sup>[4]</sup>。

### 3.2 业务信息化方面

构建三维立体“一朵云”，形成地质大数据“一张图”体系，实现全院地质数据资源的统一管理<sup>[5]</sup>。包括：建设智能化地质找矿平台，研发基于AI的智能地质填图、物化探数据智能解译、三维地质建模等工具，实现野外数据实时上云、找矿靶区自动圈定与资源量智能估算。建设地质灾害技术支撑数智应用平台，构建基于物联网的动态感知网络，开发AI预警模型与应急指挥联动系统。

### 3.3 服务信息化方面

搭建地质大数据共享服务平台，为业务应用提供数据支撑、平台支撑和技术保障，推进核心业务社会化应用与服务（“N应

用”）。包括：建设地质大数据共享交换平台，实现与政务系统互联互通，为相关部门提供标准化数据接口与专题服务。二是建设专业数据服务平台，面向地勘单位、矿业企业等提供定制化资料查询、技术咨询与工具租赁服务。三是建设科普与便民服务平台，通过公众版APP/小程序/网站，提供地质灾害实时预警信息订阅与避险指引、地热温泉、地质公园、地质遗迹VR/AR展示、地学科普知识库等服务。

### 3.4 科研信息化方面

利用信息技术，促进科技资源交流、汇集与共享，变革科研组织与活动模式，推动科技转型，涉及到科研创新的主体、对象、工具及活动过程的信息化，是重要科研创新要素。包括打造科研信息化支撑环境，融合高性能计算、人工智能训练、大数据分析 with 云原生服务，构建能够承载大规模数值模拟与复杂模型训练的先进计算与智能分析基础设施，为前沿科学研究提供坚实的技术底座。二是构建智慧化科研管理体系；建设一体化的科研项目管理系统，实现对项目全生命周期的精细化、数字化管理，提升资源配置效率，优化科研管理流程，全面赋能科研活动的有序高效开展。三是建设知识发现与管理平台，应用自然语言处理与知识图谱技术，构建地质专业知识库，实现知识自动抽取、关联与智能问答，提升科研创新效率。

### 3.5 支撑保障方面

一是建设安全高效的“一张网”，实现基础设施资源的集约节约与共享利用。包括网络资源建设、信息化基础设施建设、网络安全保障体系建设等任务。

二是建设信息化技术支撑体系，为“一张网”“一朵云”“一平台”“N应用”提供技术应用支撑保障。包括信息化管理制度建设、技术标准建设、基础理论和信息技术适用性应用研究等任务。

## 4 建设总体框架

根据省地质院数字地质建设有关要求，结合各院属单位的业务需求，按照“云架构”的方式进行部署，形成“六横三纵”的总体系统架构<sup>[6]</sup>，主要建设内容包括：

### 4.1 “六横”架构

#### 4.1.1 物联感知层

作为整个体系的数据起点，通过部署在野外的各类智能传感设备与勘查手段，实现对地质环境与工程状态的实时、动态监测。具体包括地下水监测、地面沉降监测、重大工程沉降监测等，并结合物化遥勘查、水工环调查等传统与现代化勘查方式，广泛采集多源、异构的原始数据。

#### 4.1.2 基础设施层（IAAS）

本层为系统提供坚实的物理与虚拟化资源支撑。它基于省政务云环境，整合了计算、存储、网络及安全资源。通过网络将感知层采集的数据汇入，并为上层应用提供稳定、安全、可弹性伸缩的云化基础资源。

#### 4.1.3 数据层（DAAS）

本层是数据的核心存储、管理与加工区，接收并汇聚来自感

知层及其他来源的原始数据。数据在此经过标准化、关联分析和深度加工,形成三大类数据资源库:

原始库存储最基础的原始或初加工数据;成果库存储经系统处理形成的标准化成果数据,如基础地质成果库、水工环成果库,以及用于管理数据关系的元数据库与地质数据血缘库;知识库:存储支撑业务的核心规则与经验,包括标准规范库、技术方法库、地质知识库和地质符号库。根据规划共计划构建11大类25子类地质数据库体系。目前地质资料目录数据库、基础地质数据库已完成验收,水文地质数据库中水环所主体部分已完成,固体矿产勘查数据库、地球化学数据库均已启动建设。2026年将启动农业地质数据库、工程勘察数据库(益阳试点)建设,开展存量地质资料数字化(试点),1:5万基础地质数据库接边试点,逐步探索数据资产入表工作。

#### 4.1.4平台层(PASS)

本层是赋能上层应用的“技术工具箱”,基于下层的数据资源,封装并提供各类通用技术能力与服务。主要包括大数据支撑能力、GIS能力、数据服务平台、运维管理平台和统一身份认证与统一权限管理。

#### 4.1.5应用层(SAAS)

数字地质项目建成后,将同时服务系统内职工与社会公众,核心聚焦院属单位科研、技术工作者的实际业务需求,通过场景化软件应用解决具体问题。本层直接面向不同用户角色,提供解决具体业务问题的软件应用。它调用平台层提供的各项服务与数据,实现四大信息化应用:

#### 4.1.6展示层

作为体系的最顶层,本层是用户与整个系统进行交互的界面载体。

总体而言,该架构自下而上构成了一个完整的数据价值链:数据从物联感知层自动采集,经基础设施层传输汇聚,在数据层整合治理并形成主题数据资产,再由平台层封装为通用服务能力,最终支撑应用层各类业务场景的创新,并通过展示层服务于多元用户。

#### 4.2“三纵”架构

除“六横”组成的第1纵,还包括运维与安全保障体系和标准规范体系。

运维与安全保障体系负责系统稳定和安全(监控、权限、流程管理)。密码安全:按密评三级设计,网络安全基于等保三级;数据安全:构建全生命周期防护体系(采、传、存、处、换、销)。

标准规范体系贯穿整个架构,项目所制定的《数据接入和入库标准规范》《信息共享规范》《信息安全规范》,形成统一标准体系,规范项目建设与运行。

### 5 建设阶段安排

2023-2024年为能力建设阶段,主要是完善基础设施,进行必要的治理工作,提高综合管理工作效能等;2025-2027年为平台建设阶段。重点建成全院统一的地质大数据共享服务平

台,打破数据壁垒,基本完成存量核心地质资料的电子化及标准化入库试点工作。逐步开展关键业务领域的专业应用系统开发及数据库建设。着力解决院系统内部数据集成汇聚、互联互通、共享应用与业务协同等基础性问题。同时,稳妥推进与中国地质调查局、湖南省各级政府部门及相关厅局委办之间的地质数据交换、共享与服务机制建设,初步打通内外数据循环,为数字化转型奠定坚实的平台与数据基础;2028—2030年为能力提升阶段。在巩固平台基础上,全面深化、补充和完善各类智能应用,推动数字地质建设从“可用”向“好用、智用”演进。重点实现人工智能、大数据、云计算等新一代信息技术在地质找矿、灾害防治、生态修复、管理决策等核心业务场景中的深度融合与规模化应用。持续优化数据要素市场化配置机制,显著释放数据资产价值。最终建成智慧协同、精准服务、安全可控的现代数字地质工作体系,全面形成以数据驱动为核心的地质业务新范式、科研创新新模式与社会服务新业态,为湖南省经济社会高质量发展与自然资源安全保障提供强大智能化支撑。

### 6 总结

本文提出的湖南数字地质建设总体框架,是一个以数据为核心、以应用为导向、以安全与标准为保障的有机整体。该框架具有系统性、开放性和可扩展性,能够有效应对当前面临的挑战,全面服务于湖南经济社会发展与生态文明建设。未来,湖南数字地质建设将紧密跟踪技术前沿,加强产学研用合作,尤其注重培养复合型人才队伍。随着框架的落地实施,有望实现从“传统地质”到“数字地质”再到“智能地质”的跨越,使地质工作更好地融入数字湖南建设大局,为谱写中国式现代化湖南篇章提供坚实的地质支撑。

#### [项目来源]

(1)湖南省自然资源厅科技计划项目(项目编号:湘自资科20230123XX);(2)湖南省地质院重点科研项目(项目编号:HNGSTP202301)。

#### [参考文献]

- [1]谭永杰.地质大数据体系建设的总体框架研究[J].中国地质调查,2016,3(3):1-6.
- [2]谭永杰,王文磊,王想红,等.地质信息化建设若干重要问题的思考[J].自然资源信息化,2023(1):1-9.
- [3]倪海江,朱合华,李程,等.地质信息共享平台发展概述及思考[J].高校地质学报,2023(3):395-402.
- [4]田宜平,吴冲龙,翁正平,等.地质大数据可视化关键技术探讨[J].地质科技通报,2020,39(4):29-36.
- [5]杨燕,刘荣梅,孙涵睿,等.地质大数据资产化管理探索与实践[J].地质通报,2024,43(1):191-196.
- [6]李丰丹,刘畅,刘园园,等.地质调查智能空间框架构建与实践[J].地质论评,2019,65(增1):317-320.

#### 作者简介:

王剑(1982—),男,汉族,江西吉安人,硕士,测量高级工程师,主要从事地质大数据及测绘地理信息相关工作。