



内部资料

免费交流

准印证号: (湘O) LK20250015

湖南省地质院主办

GEOLOGICAL BUREAU OF HUNAN PROVINCE

2025<sup>4</sup>

总第7期





12月24日，省委副书记、省长毛伟明来省地质院调研并召开座谈会。他指出，近年来，全省地质系统找矿行动有突破、改革开放有力度、创新发展有成效、地灾防治有作为。他强调，要深入开展新一轮找矿突破战略行动，在生态安全、地灾防治等方面持续靠前发力，为奋力谱写中国式现代化湖南篇章作出更大地质贡献。



在省地质院地调所调研



视频连线万古金矿探矿现场



了解湖南矿产“家底”



参观湖南地质展厅

岁月如歌，大地为书。当“十四五”的辉煌余韵仍在群山间回响，“十五五”的壮阔征程已在三湘大地铺展，这既是我国向2035年基本实现社会主义现代化迈进的关键五年，更是湖南地质找矿工作实现支撑能力跃升、价值系统重塑的重要阶段。

面对资源安全成为国家战略基石、绿色发展成为时代共识、科技创新重构产业格局的新形势，地质找矿工作正经历从“工具性存在”向“价值性贡献”的深刻转型。这不仅要求我们回答“如何找到矿”，更需要我们重新思考“为何找矿”“找什么样的矿”以及“以什么方式找矿”？

**认知跃迁：从“资源发现”到“价值创造”。**传统地质工作以储量提交为终点，而今的湖南地质人早已突破局限。平江金矿的发现，既增黄金储备，更揭江南造山带成矿规律；临武锂矿的突破，既撑新能源产业，更刷新花岗岩成矿机理认知；祁零盆地锰矿的探明，既保原料供应，更献古沉积环境研究样本。我们深知，找矿只是价值起点，唯有将科学研究融入地质勘查、产业思维贯穿资源评价、生态理念践行项目实施，才能让地质工作真正赋能发展大局。

**方法革新：从“经验找矿”到“科学找矿”。**面对深部找矿挑战与绿色勘查要求，湖南地质人构建起全方位“三维勘查体系”：空间维度实现“地表调查—深部探测—立体建模”全覆盖，时间维度建立“成矿预测—动态监测—效果评估”全流程，方法维度推进“地质规律+物理探测+数字模拟”多元融合。这种系统性革新，不仅大幅提升找矿效率，更深化了对区域成矿规律的理解，为湖南长远资源规划筑牢科学根基，以科技创新回应党的二十届四中全会关于产业格局重构的时代要求。

**价值升华：从“专业实践”到“多维赋能”。**湖南地质找矿早已跳出“就矿找矿”的局限，在服务全省“4×4”现代化产业体系中实现三重升级：从被动保障转向主动引领，超前布局关键矿产勘查；从单一找矿转向全链条服务，提供资源评价、开发规划、环境评估系统解决方案；从技术输出转向知识输出，搭建地质大数据服务平台赋能决策。同时，我们坚守绿色共生理念，推动“勘查修复一体化”，让地质工作与生态文明建设同频共振；秉持公共服务初心，共享地质数据、普及找矿知识，让专业工作转型为惠及民生的公共事业。

大地藏珍，探索不止。站在新的历史起点，湖南地质人将以党的二十届四中全会精神为指引，以全新视角审视使命、以创新方法推进实践、以系统思维服务大局，在三湘大地的岩层深处续写找矿突破的传奇，在价值创造的征程中诠释地质担当，让“地”造价值、“矿”见未来的美好愿景，在高质量发展的画卷中熠熠生辉！

（作者系湖南省地质院党委委员、副院长）



地质湘风

DI ZHI XIANG FENG

2025 年第 4 期

(总第 7 期) 二〇二五年十二月

主办单位：湖南省地质院

总 编：谈文胜 张 皓

副 总 编：李晴日

执行总编：谢瑞其

编辑部主任：苏 媛

责任编辑：曹创华 蒋 浩 姚 岑 黄利群

刘 婧 向 轲 曾 丽

地 址：长沙市雨花区万家丽中路三段 112 号

邮 编：410014

电 话：0731-89686031

印刷单位：湖南煤田制图印刷有限责任公司

印 数：2000 份

发送范围：湖南省地质系统相关部门和单位

# 目 录 CONTENTS

## ★卷首语

01 “地”造价值 “矿”见未来 / 刘拥军

## ★特约稿件

04 人工智能在找矿预测中的应用研究 / 肖克炎 李胜苗

## ★专题策划

贯彻落实党的二十届四中全会精神

08 以信息化赋能湖南地质事业高质量发展

——湖南地质信息化建设战略研究

/ 院数字地质建设课题组

13 关于湖南地质装备智能化升级的思考

/ 廖凤初 李明陆 曾 丽

17 关于省地质院“十五五”时期发展若干关键问题的思考

/ 邓瑞林

20 深学细悟全会精神 赋能湖南地质地理信息事业高质量发展

——学习党的二十届四中全会精神心得体会

/ 樊任武

22 立地质报国志 行实干护航路

——在奋力谱写中国式现代化湖南篇章中展现城调担当

/ 陈泽毅

## ★技术前沿

24 俯冲带深部地壳中的硫酸盐磷灰石揭示高氧化态促进铜的富集

26 火星古水文新探：无板块构造背景下的大型水系及其沉积效应

## ★实践交流

- 28 赋能县域经济 贡献地质力量 / 雷振中 朱士峰
- 31 湖南幕阜山：岩浆“炼金术”与锂铯铷钽的宝藏之地 / 陈 迪
- 34 以地质之基筑安全之盾 / 范平阳 谷文昌  
——湖南城市地质工作服务国家战略的深度实践与探索
- 38 从长寿村到实验室：湖南地质里的健康密码 / 彭静怡

## ★地学科普

- 40 稀土：藏在“土”里的“稀”世珍宝 / 张 鑫
- 42 石头的“指纹识别术”：解码地球演化的微观密码 / 马慧英

## ★海外地质

- 45 沙海寻“图”“数”为罗盘——湖南地质人的沙特远征记 / 颜玲利 谢郑灿
- 48 寻脉异域山河——湖南省地质院核地质所海外地质工作纪实 / 鹿雪辉

## ★地质文化

- 51 找锂项目部的伙伴们 / 雷隆隆
- 56 守“拙诚”之本 扬“清正”之气 / 赵文婷

## ★地质一线

- 58 渣滓溪边深部 再闻“铍”鸣声 / 文 琴 龚慧云  
——湖南省地质院资源所深地寻铍记
- 60 时光褶皱里的“共和国纪念章” / 陈岳峰
- 63 从“外来人”到“谭村人”——我的驻村半年记 / 林超才



# 人工智能在找矿预测中的应用研究

◎ 肖克炎 李胜苗

矿产资源是国民经济发展的物质基础，更是全球大国战略博弈中国国家安全的重要组成部分。长期以来，我国虽然矿产资源种类丰富，却呈现出“大宗矿产紧缺、高端资源不足”的特点，关键矿产对外依存度较高，资源保障形势较为严峻。随着找矿工作的不断推进，当前勘查重点已逐步转向覆盖区、深部及复杂构造区，基于传统经验和定性分析的找矿方法，难以适应新技术发展的要求。同时，地质勘查积累的海量“地质大数据”——包括地质、地球物理、地球化学、遥感等多源异构信息——其潜在价值尚未得到充分挖掘。

人工智能的兴起，以其强大的模型构建、模式识别、非线性关系挖掘与预测能力，为致矿信息提取、成矿规律量化与找矿精准预测提供了前所未有的技术支撑。从早期的专家系统（如Prospector）到当前基于深度学习的智能预测模型，人工智能正推动找矿工作从“经验驱动”“理论驱动”向“数据与智能驱动”的范式转变，成为破解深部找矿难题、提升勘查效率与成功率的核心引擎。

## 一、人工智能找矿预测的理论基础

人工智能找矿预测并非简单的算法应用，而是建立在地质学、数学和信息科学深度交叉融合的理论基础之上。其主要理论包括以下五个方面：

1. 矿产预测地质模型理论：该理论以矿床成因研究为基础，通过分析矿床形成环境与机理建立预测模型，并以此为指导，利用大数据和相似

类比方法，识别与模型区最相似的地质单元与资源潜力。无论是美国的“三步式”预测，还是广泛使用的矿床模型法、证据权法，均以已知模型为参照进行对比评价，因此该理论是矿产预测评价的根本基础。

2. 矿产预测相关性理论：在大数据时代，预测思维转向重视“更多、更杂、更好”的数据关联，强调从“是什么”中揭示规律，而不必拘泥于“为什么”。这种让数据“说话”的理念与综合信息矿产预测方法高度一致。该理论主张依托多学科综合信息，系统研究成矿规律，进而实现定量预测。

3. 矿产预测趋势理论：该理论强调通过分析矿床在时间与空间上的变化趋势进行预测，常用方法包括移动平均、趋势分析和地质统计学等。地质勘探中依据矿体走向与倾向趋势开展“探边摸底”，即是该理论的典型应用。趋势预测可视作大数据相关性理论在时空维度上的延伸与补充。

4. 矿产预测求异性理论：由赵鹏大院士于1990年提出的地质异常预测理论，核心是在模型预测基础上圈定地质异常，尤其是致矿异常。该理论注重“对等求异”，即在类比找矿不足以定位时，转向识别未知区中与已知矿床不同的成矿信息，从而推断新类型、新矿种。成矿系列“缺位预测”本质上也属于基于大模型的求异预测。

5. 矿产组合定量控矿理论：同样由赵鹏大院士提出，该理论强调成矿受“必要且充分”的多因素组合控制，因而成矿与找矿属于非确定性事件。矿产资源评价需借助综合信息与多学科数据挖掘技术，识别关键控矿因素组合，其根本任务

是在复杂地质条件下最大限度地提高找矿概率。

## 二、人工智能找矿预测流程

人工智能找矿预测的核心流程遵循“数据—信息—知识—决策”的演化路径，形成从现实地质对象到数字智能模型，再回归指导勘查实践的完整闭环（图1）。



图1 智能找矿预测流程

### 2.1 多源数据集成与知识化

多源数据集成与知识化是人工智能找矿预测的基础。其目标是构建一个标准化、结构化、可计算的地学大数据平台。通过对多源异构数据进行汇聚、清洗、标准化处理，实现地质数据去噪、校正、归一化与格式统一，从而消除系统误差，解决数据缺失与不一致问题。

### 2.2 智能找矿模型构建

智能找矿模型构建是AI预测流程的核心环节，旨在建立一个融合地质先验知识与数据驱动规律的混合智能系统，即预测的“决策中枢”。该方法遵循“知识驱动”与“数据驱动”双路径的深度融合：

知识驱动路径：通过构建领域知识图谱，将非结构化的专家经验、矿床模型及文献资料转化为结构化、可推理的语义网络，并将地质规则以权重形式嵌入模型，保障预测结果的地质合理性。

数据驱动路径：借助卷积神经网络（CNN）、图神经网络（GNN）及Transformer等深度学习算法，从海量多源地学数据中自动提取深层次成矿特征与复杂模式。

两条路径通过知识嵌入、联合训练或决策融合等方式相结合，最终形成具备地质可解释性、强大特征学习与自适应优化能力的“预测大脑”，为精准识别成矿规律奠定基础。

### 2.3 成矿信息智能提取

成矿信息智能提取是将原始、混杂的地学大数据转化为高纯度“信息养分”的关键步骤，为预测模型提供直接有效的输入。该过程针对地质、地球物理、地球化学及遥感等多源异构数据，采用智能化方法进行深度处理，核心目标是超越传统人工解译，实现多源信息的定量化、自动化与高精度提取，从而将“数据矿石”冶炼为可供模型直接使用的“信息食粮”。

### 2.4 综合预测与靶区圈定

综合预测与靶区圈定是将智能模型与提取信息相结合，最终生成可指导勘查行动的“决策蓝图”的关键阶段。该流程主要包括：

- 1、将研究区划分为预测单元，并从各专题信息图层中提取特征值，构建预测变量集；
- 2、将变量集输入训练好的智能模型，计算各空间单元的成矿概率，生成连续概率分布图；
- 3、采用累积频率、自然断点等定量方法对概率图进行分级，初步圈定不同远景级别的靶区；
- 4、结合地质专家经验对初步结果进行合理性校验与边界优化，形成最终的综合预测图与靶区说明。

该阶段实现了从“概率计算”到“空间定位”再到“分级决策”的转化，为工程部署提供科学依据与空间指引。

### 2.5 野外验证与模型迭代

野外验证与模型迭代是推动AI预测系统持续优化、形成“实践—认识—再实践”闭环的核心环节。本阶段将数字世界的预测结果反馈至现实地质场景，通过部署验证性钻探、槽探等工程手段对靶区进行实地检验。无论验证结果是否见矿，均作为宝贵的数据与知识反馈至系统：成功见矿证实模型有效性，未见矿结果则揭示模型的局限或新的地质约束。这些新数据将被系统录入数据库，

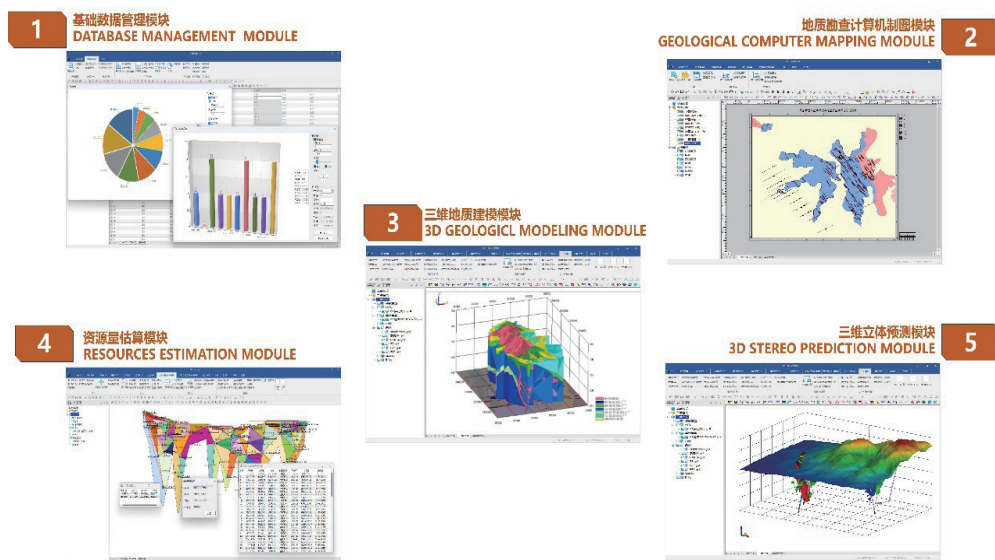


图2 探矿者软件功能模块

作为新增标注样本用于模型再训练与微调，从而持续提升模型在特定区域的预测精度与泛化能力。

### 三、国产化软件平台“探矿者”

中国地质科学院矿产资源研究所自主研发的“探矿者”软件（图2），能够对多源数据与不同预测方法进行统一整合与管理，显著提升了资源预测的工作效率。该软件实现了成矿空间数字化、成矿分析定量化与成矿预测可视化，推动了我国矿产资源预测由二维向三维的一体化发展，标志着我国矿产资源预测在信息化与自动化水平上迈上新台阶。

“探矿者”软件基于先进的模块化架构设计，集成了空间数据管理、地质勘查计算机制图、三维地质建模、资源量估算及三维立体预测五大核心功能，为矿产勘查提供了一站式的系统解决方案，极大地提高了地质工作者的工作效率与矿产资源评价的准确性。在实际应用中，软件展现了卓越的技术优势。以制图模块生成的高精度的地质图件与剖面为参考，有效帮助地质工作者更好地理解 and 展示地质信息，显著提升了地质报告的规范性与可视化水平；三维建模功能模块能精准

刻画矿区地质体与矿体形态，为实际开采提供重要依据；资源量估算模块能够精确估算矿体的资源量，为矿山设计提供了科学的数据支撑；三维预测功能更加有效锁定了深边部找矿的有利靶区，将矿产资源预测推向更深部。探矿者软件通过集成先进的AI算法，实现了从数据处理到决策支持的全链条智能化升级。

（1）AI+ 数据管理，实现从“人工整理”向“智能治理”跨越。针对勘查数据量剧增的挑战，引入机器学习算法，自动对海量数据进行分类、归档与实时监控，同时系统能快速识别缺失值、噪声及异常值，并自动进行清洗与修正，确保了数据的完整性与一致性，实现多种地质数据格式的快速导入与管理，有效完成海量多源异构数据的处理任务。

（2）AI+ 三维建模，从“经验依赖”向“算法驱动”转型。软件通过引入深度学习算法，改变了传统建模依赖人工经验、效率低下的现状，以经过大量地质数据训练的深度学习算法来自动提取地质特征，大幅缩短了复杂地质体建模的计算时间，同时系统能根据不同地质条件灵活调整建模策略，精确展示地质体空间分布及矿体形态特征，为深部矿产资源勘探提供高精度的三维模

型支撑。

(3) AI+ 数据分析, 从“浅层统计”向“深度挖掘”升级。软件精准瞄准现代地质数据愈发复杂特点, 突破传统浅层数据统计方法, 在资源量估算任务中, 引入卷积神经网络 (CNN) 等智能化算法挖掘海量地质数据中非线性特征和潜在模式, 以高精度的数据分析实现高精度的资源量估算。

(4) AI+ 可视化交互, 从“静态展示”向“智能感知”演进。随着现代地质勘查技术发展, 地质数据智能可视化要求越来越高, 软件集成的智能算法可根据地质情境自动优化视图设置, 直观展示地质数据的细微变化与演化趋势, 极大提升了地质信息的解译效率与交流深度。同时软件结合先进的可视化技术, 探索并引入了手势识别、语音控制等新型交互方式, 支持实时交互与动态更新, 极大提升软件使用体验。

#### 四、建议与展望

尽管人工智能找矿预测已取得一定进展, 但其发展与应用仍面临多重挑战: 在数据层面, 高质量、标准化的标注数据集 (尤其是深部与隐伏矿的完整数据) 严重匮乏, 历史数据碎片化且共享机制不健全, 形成了“数据孤岛”; 在模型层面, 许多复杂深度学习模型仍是“黑箱”, 其预测结果缺乏明确的地质成因解释, 影响了地质学家的信任度与决策采纳, 模型的可解释性与泛化能力有待突破; 在技术与人才层面, 如何将深厚的成矿理论与数据驱动模型深度融合, 避免出现“统计上有效但地质上不合理”的预测, 是核心科学难题, 同时既精通地学又掌握 AI 技术的跨学科复合型人才严重短缺。此外, 高昂的算力成本与野外验证的高风险性, 也构成了实际应用的现实障碍。

对于湖南省智能找矿工作, 需要分类施策, 实施勘查找矿。一是加强矿产基础调查, 在基础调查区、重点调查区和部分重点勘查区开展找矿

远景区矿产资源潜力评价, 圈定找矿靶区, 在战略性矿产勘查区块供给方面取得突破; 二是在重点勘查区及部分重点调查区开展区块优选调查评价与深部勘查示范, 在战略性矿产资源基地建设接替方面取得突破; 三是在重要矿山及工作程度较高的重点勘查区开展找矿预测工作, 强化政策引导, 开展攻深找盲, 实现增储上产, 在矿产资源基地资源保障方面取得突破。

展望未来, 人工智能找矿将向更高级、更集成的形态演进: 系统形态上, 将构建“星空地海井”立体探测与无人平台实时回传数据、边缘计算与云端超算协同处理的“自主智能勘探系统”, 实现从感知到决策的全程自动化; 行业生态上, 将形成开放的“地学 AI 云平台”, 提供算法、算力与数据服务, 降低技术门槛并促进协同创新; 应用范围上, AI 将从勘查预测延伸至矿山全生命周期, 构建涵盖智能开采、动态配矿、环境监控的“智慧矿山”体系。

#### 五、结论

人工智能技术正深刻重塑矿产资源勘查的格局与未来。通过构建“理论—方法—技术—软件—应用”的完整技术体系, AI 不仅能高效挖掘海量地学数据中的成矿信息, 实现深部找矿靶区的精准预测, 更推动着勘查范式从传统经验驱动向数据智能驱动转变, 为国家矿产资源安全保障提供了有力的科技支撑。随着国产化专业软件的日益成熟与新一代智能勘探系统的持续研发, “人工智能+找矿”必将从当前的创新工具, 演进为支撑我国矿业高质量发展的核心生产力。

(作者分别系中国地质科学院矿产资源研究所二级研究员、俄罗斯科学院与工程院外籍院士, 湖南省地质地理信息所副所长)

(责任编辑: 曹创华)



# 贯彻落实党的二十届四中全会精神

## 以信息化赋能湖南地质事业高质量发展

### ——湖南地质信息化建设战略研究

◎ 院数字地质建设课题组

湖南省积极响应数字中国战略，以“三高四新”美好蓝图为引领，将数字化作为建设现代化新湖南的关键路径，着力实施数字湖南强基提能攻坚行动，以推动数字技术与实体经济深度融合为核心目标，力争使全省数字化发展水平迈入全国前列。地质工作作为经济社会发展的基础性、公益性、战略性工作，其信息化转型是服务国家战略、融入湖南发展大局的必然选择。湖南省地质院党委高度重视信息化工作，将其纳入“一体两翼三支撑”发展战略，通过启动数字地质建设，驱动“传统”地质工作向“上云用数赋智”转型，破解发展瓶颈，全面提升服务能源资源保障、生态文明建设、自然资源管理、地质灾害防治等核心领域的能力。

#### 一、现状基础与主要差距

##### （一）现有基础与成果（“十四五”期间）

近年来，湖南省地质系统在信息化建设方面取得阶段性成果，为后续发展奠定了坚实基础：

1. 顶层设计出台。印发《湖南省地质院数字地质建设五年发展规划（2023-2027年）》，明确了建设定位、理念、内容、目标、任务和路径，为信息化建设提供了科学指引。

2. 数字地质项目启动实施。“湖南省地质院数字地质”项目作为院首个省级信息化立项项目，历经前置审查、可行性研究报告评审、初步设计和投资概算评审、财政评审等前期工作，于2025年7月完成招标并正式进入实施阶段，计划2025年底完成80%工作任务，2026年9月完成竣工验收。

3. 数据底座逐步搭建。核心数据库建设有序推进，已建成基础地质数据库，同步建设水文地质数据库、固体矿产资源勘查数据库和地球化学

数据库，2026 年将启动农业地质数据库、工程勘察数据库（试点）方案编制。全院地质资料目录归交成效显著，截至 2025 年 9 月，院机关及院属单位共归交约 15.93 万档地质资料目录，444.45 万件文件目录，该项工作所采用的多单位协同共建共享模式在省级地勘行业具有示范意义。

4. 系统应用统筹推进。按照“院主建、所主用”原则，统筹建成多元化系统矩阵：以业务应用为主的地质资料目录归交服务系统、地质找矿智慧服务系统；以综合管理为主的基地管理一张图、安全生产远程监控系统；以服务发展为主的装备管理系统、内控系统；以科研为主的科研项目管理系统，并在信息化基础较好的院属单位开展试点应用。

5. 制度建设和网络安全得到加强。成立院网络安全和信息化领导小组、数字地质建设领导小组及工作专班，明确省地信所履行技术支撑职责；编制印发《湖南省地质院地质数据共享服务管理办法》《湖南省地质院网络安全管理办法》等多项制度；基础设施持续升级，院机关优化网络安全设施，引入专业运维公司；2022 年实现院属单位网站集约化管理，2024 年全面部署并启动信息系统网络安全等保工作，2025 年开展全院网络安全检查。网络安全防控能力稳步提升，修订应急预案与处置流程，将网络安全责任纳入年度绩效考核，全院网络安全得到加强。

## （二）主要差距与挑战

我院信息化建设起步晚、基础薄弱，面对数字中国、数字湖南建设的新形势新要求，在服务我省“三高四新”和院“一体两翼三支撑”战略中仍存在诸多不足：

1. 认知层面：全院对地质大数据价值和信息化驱动发展的认识呈现“上热中温下冷”，数字思维和赋能能力不足。

2. 机制层面：统筹协调机制不健全，各单位、各部室各自为政，高效联动的工作模式尚未形成。

3. 业务层面：地质资料数字化程度低，历史资料价值挖掘受限；信息化与地质业务融合不深，数据处理、分析、评价能力有待提升。

4. 服务层面：数据共享渠道不畅，“数据孤岛”现象突出，高质量地质信息产品匮乏，服务重大战略的精准度不足，“数据+知识”服务模式尚未形成。

5. 人才层面：信息化人才统筹管理和集约使用不足，“地质+信息化”跨界融合型人才储备短缺，亟须引进与培养。

## 二、发展目标与总体设计

### （一）发展目标

#### ——总体目标（2030 年）

依托湖南省地质大数据中心，构建核心地质数据库体系，实现地质数据高度集成整合，建成地质“一张图”、监测预警“一平台”、资源资产“一本账”、设备装备“一个库”、智能决策“一系统”，以数智驱动专业技术、内部管理和要素统筹，打造用数赋智一流的湖南地质。湖南地质数字化、信息化水平达到中部地区行业一流，力争进入全国第一方阵。

#### ——阶段目标

短期（2025-2027 年）：建成院数字地质平台并集成重点应用；基本完成成果地质资料数字化，核心地质数据库建设完成 50%；研发 3-5 个业务系统，数据集成共享比例达 50%；全面建成湖南省地质大数据中心。

中期（2028-2030 年）：全面完成核心地质数据库建设，实现数据动态分级分类管理 100% 覆盖；初步达成地质业务全流程数字化，AI 技术广泛应用于找矿、灾害预警等领域，数据共享率超 80%，形成“云+端”业务模式。

展望（2035 年）：数字化发展水平跻身全国行业前列，建成资源集约高效、数据整合共享、

业务协同联动的地质信息化体系，有力支撑湖南地质事业现代化。

## （二）总体设计思路

坚持“院抓统筹，系统推进；总体规划，分步实施；一所支撑，多所协同；共建共享，服务发展”原则，运用云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术，聚焦地质数据“聚、通、用”全生命周期，汇聚全院数据资源，建立分类分级体系，打造内部数据共享服务平台；围绕“管理信息化、业务信息化、服务信息化和科研信息化”四大方向，推动信息技术与地质工作深度融合，充分发挥地质信息支撑作用。

## （三）体系框架设计

参照《数字中国建设整体布局规划》“2522”框架，构建湖南地质信息化“2322”体系：

### 1. “2”大基础底座：筑牢数字化根基

新一代数字基础设施：整合分散系统与数据资源，集成各类专业模型，形成“生产—管理—服务—科研”闭环生态；构建覆盖全省的智能化地质感知网络，融合5G、北斗定位等技术保障数据实时回传；依托省政务云和本地化AI部署，搭建高性能算力与存储支撑体系。

地质数据资源体系：整合11大类25小类地质数据，构建全省统一地质数据库，建立全流程标准规范体系；打造省级数据共享服务平台，重点建设长株潭城市群等区域三维地质模型，形成湖南地质数字空间基底。

### 2. “3”位一体：深化数字技术融合应用

经济建设领域：构建“AI+物探大数据”智能勘探系统，实现战略矿产精准勘查；打造绿色矿山全生命周期数字监管平台；推动地质遗迹数字化建档与地质旅游开发；建立地质大数据共享机制，创新实体资产管理模式。

生态文明领域：运用遥感监测、AI算法实现生态修复动态评估；升级“空天地”一体化地灾防控体系；构建土壤地下水污染数字孪生模型；

探索区块链技术赋能生态资产确权与碳汇交易。

社会建设领域：开通地质信息公共服务门户，实现灾害预警“秒级直达”；建立公益性地质产品共享库；开发民生工程地质安全查询平台与社区级地灾风险“微网格”管理系统，运用区块链保障数据安全与版权存证。

### 3. “2”大能力：强化创新体系与安全屏障

数字技术创新体系：组建“地质+数字”创新团队，攻关AI+找矿等核心技术；推动量子通信、区块链等前沿技术应用；建设省级地质数字技术孵化基地，促进产学研成果转化。

数字安全屏障：建立地质数据分级分类管理制度；构建网络安全防护体系，定期开展渗透测试与应急演练；探索基于区块链的数据存证平台，确保数据可追溯、不可篡改。

### 4. “2”个环境：优化数字化发展环境

营造数字化发展环境：强化数字思维，建立地质数据产权与分类有偿使用制度；设立数字化转型专项资金；通过“四大工程”“四大专项行动”培育复合型人才；完善信息化评估体系，将关键指标纳入绩效考核。

畅通外部合作环境：与高校、企业共建联合创新团队；共享非涉密数据接口，举办创新大赛；主导编制区域地质模型共享标准；与能源、应急等部门建立数据共享合作机制。

## 三、主要任务与核心举措

### （一）夯实数据底座

1. 核心目标：搭建全院统一的地质大数据共享服务平台，整合院属单位专业数据库，形成全域共享的地质大数据资源池，充分挖掘数据价值，拓展应用开发与服务对象。

#### 2. 主要举措：

加速地质资料数字化：优先开展重点矿种、重点区域存量地质资料数字化，推动管理模式从



“纸质化”向“数字化”转型。

构建核心数据库体系：优先建成8个核心数据库，明确各所建设职责与更新机制，其余数据库按需建设。

深化数据共享机制：提升平台数据管理与支撑能力，优化共享申请和审批流程，实现数据集成汇聚、互联互通与业务协同。

推进外部协同开放：稳妥推进与中国地调局、省自然资源厅等部门的数据共享，逐步向社会公众开放数据服务。

完善数据治理体系：制定数据治理计划与标准规范，开展质量评估与安全监督；建立全生命周期政务数据治理制度；强化数据质量管理，制定评估指标体系，定期生成质量报告并开展服务考核。

## （二）搭建四大维度的数字地质平台体系

1. 核心目标：以地质大数据为核心驱动力，通过业务、管理、服务、科研四大信息化维度协同推进，构建“数据贯通、智能驱动、应用融合”的数字地质平台体系，形成闭环生态，支撑地质行业转型升级与经济社会高质量发展。

### 2. 主要举措：

业务信息化：建设智能化地质找矿平台、地质灾害监测预警平台，研发矿产资源预测评价等核心业务系统。

管理信息化：建设全流程项目管理平台与地质资产管理平台，实现项目全生命周期管理与地质数据资产登记、评估、交易。

服务信息化：对接政务信息系统，建设专业

数据服务平台与科普便民服务平台，提供多元化地质服务。

科研信息化：搭建云端科研服务平台，建设知识发现与管理平台，辅助科研人员高效开展研究。

推进统筹集约：规范信息化项目集约化建设，非涉密系统依托院数字地质平台搭建，强化数据共享审核与验收考核，将数据共享纳入项目绩效评价。

## （三）构建地质数据多样化的应用场景

1. 核心目标：运用现代信息技术深度整合地质信息，提升地质工作认知精度与决策效率，精准支撑资源勘探、灾害防治等重大需求，实现地质工作数字化转型与智能化升级，保障国家资源、工程与生态安全。

### 2. 主要举措：

部署本地化 AI 能力：在院中心机房部署大模型，构建本地知识库，支撑智能问答、地质分析、智能找矿等应用场景。

深化 AI 技术应用：运用 AI 技术优化矿产勘探建模、地质灾害监测预警与应急决策，提升工作效率与可靠性。

服务生态保护修复：整合生态地质调查数据，为矿山生态修复、湿地保护提供全流程服务。





培育数据产业生态：开放地质数据接口，引导社会资本参与地质信息产品研发，形成完整产业链条。

#### （四）完善网络信息安全体系

1. 核心目标：构建“全面纵深防御、动态主动防护、协同联防联控、统筹集约建设”的网络与信息安全体系，实现关键信息系统三级等保覆盖率 100%、核心数据加密率 100%、网络基础设施统一管控率 $\geq 80\%$ 、年度网络安全培训覆盖率 100%，每年开展不少于 1 次攻防演练。

##### 2. 主要举措：

整合网络资源：推动全院网络安全体系集约化建设，基本建成统一的安全监测、预警与应急响应平台，持续提升主动防御与协同处置能力；建成覆盖院机关与 15 个所的非涉密业务网，安全接入政务外网；推进 IPv6 部署，扩容核心骨干网络带宽。

强化数据安全：建立数据分类分级标准，加强权限管控与访问审核；建立数据资源总台账，推进存量数据标签化；完善加密机制，开展全生命周期安全管理。

筑牢网络安全：统筹应用系统运维与网络安全集约化管理，落实等级保护制度；完善网络安全基础设施，推进硬件资源集约化；建设网络安全管理平台，实现“一盘棋”管理。

提升防护能力：补齐安全防护短板，构建全院统一“安全大脑”；推广国产密码技术；定期开展安全培训与应急、攻防演练，探索建立网络安全数据安全统一运营机制。

#### （五）健全工作机制与制度体系

1. 完善工作机制。院网络安全和信息化领导小组统筹协调重大事项；院数字地质建设领导小组负责规划、决策与资源调配；地质信息室承担管理和监管职责；大数据中心落实具体工作；院属单位梳理需求并提出建设建议。

##### 2. 构建完备的制度体系。数据与信息安全规

范体系：建立全生命周期安全管理制度，明确分级分类、权限控制等要求，逐步完善相关制度文件。

业务流程规范体系：优化核心业务流程，制定标准操作规程，建立数据分类分级实施细则等制度。

运维与监督保障体系：完善运维管理规范，构建内部监督与风险防控机制，建立数据运营安全管理等制度。

3. 探索建立现代地质数据产权制度。制定《地质数据分类分级规范》，推进确权登记；建立科学价值评估体系，引入第三方机构；健全分类有偿使用制度，探索多元流通方式；强化配套保障，建设产权登记平台，完善权益保护与收益分配机制。

## 四、结语

湖南地质信息化建设是支撑“一体两翼三支撑”发展战略、赋能全院高质量发展的核心引擎。本战略研究以数据要素为核心、智能化应用为引擎、社会化服务为导向，系统规划了至 2030 年的发展蓝图与实施路径。通过构建坚实的数据底座、先进的平台体系、智能的应用场景、可靠的安全屏障和完善的保障机制，致力于提升湖南地质工作的数字化、网络化、智能化水平，有力保障国家能源资源安全，精准服务湖南“三高四新”美好蓝图，为建设现代化新湖南贡献坚实的地质智慧与力量。

（课题组成员：李晴日 湖南省地质院党委委员、副院长；汪巧红、王剑、叶珂、李胜苗、张彤蕴、李启萍、胡诗薇）

（责任编辑：黄利群）

# 关于湖南地质装备智能化升级的思考

◎ 廖凤初 李明陆 曾 丽

随着新一轮科技革命和产业变革深入推进，以人工智能、大数据、物联网、云计算为代表的智能技术正深刻重塑地质工作的范式与方法。地质装备作为地质工作的物质基础和核心手段，其智能化水平直接关系到地质找矿突破的效率、地质服务保障的能力以及地质事业高质量发展的成效。推进地质装备智能化升级，不仅是技术迭代的需要，更是构建地质新质生产力、提升核心竞争力的战略选择和落实“高效找矿、精准监测、科学防灾、绿色开发”目标任务的关键抓手。

10月30日，湖南省地质院地质装备管理信息系统正式上线运行，标志着全院装备管理迈入数字化、智能化、精细化的新阶段。本文基于省地质院地质装备现状与基础条件，针对智能化转型中存在的突出问题，展开系统思考并提出相应建议，旨在通过电气化升级与智能化改造，构建覆盖全院装备的“全域感知 - 系统管控 - 智能应用”三位一体智能化平台，培育以智能化装备为代表的地质新质生产力，推动地质工作从传统“经验驱动”向“数据驱动”和“智能驱动”转变，从而建立更加精准、高效、安全、绿色的现代化地质工作新体系。

## 一、装备现状与基础条件

省地质院目前已形成涵盖测绘、地勘、地灾、机械、检测、矿山、施工、钻探八大类的装备体系，共有单台价值50万元以上的重大装备679台套，呈现“传统与现代并存、数据与技术待融合”

的总体特征。

### （一）装备体系概况与电气化水平

从装备类型分布看，测绘、地勘、钻探等核心业务领域设备数量较多，体现了省地质院在资源勘探与工程服务方面的传统优势。然而在电气化水平方面，约70%的装备仍属于未实现电气化的传统设备，如传统岩芯钻机、手动重力仪等，依赖人工操作与记录，数据采集能力基本缺失；仅有约30%的设备已实现电气化，包括航空电磁仪、数字地震仪、三维激光扫描仪等，这些设备具备基础数据显示与存储功能，部分还预留数据接口，为后续智能化改造奠定了基础。

总体来看，当前装备体系整体处于“电气化初级、智能化起步”阶段。要实现全域智能升级，必须坚持以“电气化筑基、数据化贯通、智能化赋能”为主线，推动从装备层到数据层、再到决策层的纵向贯通。

### （二）各类装备数据能力分析

地球物理勘探设备：涵盖航空、地面、井中



三大类，方法体系齐全。但其中 65% 的老旧设备缺乏无线传输功能，数据需人工导出，延迟超过 12 小时；其余 35% 的新型设备虽支持无线传输，却因厂商协议各异（如 GDP-32 电法仪使用 ZigBee，V8 系统使用 LoRa），形成“新型数据孤岛”。

地球化学分析仪器：包括质谱、光谱、色谱等多种精密设备，但目前数据记录仍以人工誊写为主，转录错误率约 1.2%，异常复检延误周期较长，历史数据复用率低于 20%。

测绘类设备：电气化基础较好，90% 以上设备具备标准化接口，但数据格式不统一，如无人机航片为 DJI 私有格式，激光点云为 SCAN 格式，约 80% 的数据需人工拷贝，实时传输率不足 15%。

钻探类设备：钻探参数依赖经验设定，随钻测斜数据升井后读取，轨迹纠偏延迟超 1 小时；泥浆系统与钻机未联动，井壁坍塌风险较高。

地灾监测设备：70% 设备依赖 2G 网络传输，山区信号中断率超 30%，数据分散存储，未接入

省级平台，预警模型输入维度单一。

检测与施工类设备：数据孤岛问题突出，设备间通信依赖私有协议，未与地质模型或 BIM 系统联动，影响作业精度与效率。

矿山与机械类设备：具备基础参数采集功能，但需预留或考虑数据接口的兼容性，为数据联动和智能升级做好准备。

### （三）内部支撑平台与机构基础

省地质院在推进装备智能化方面已具备一定基础：地质装备管理信息系统已实现装备台账信息化管理，具备良好的接口扩展潜力，可作为未来智能化数据中枢的基础载体，逐步实现“静态台账 + 动态运行数据”一体化管理；湖南省绿色智能勘探工程技术研究中心聚焦智能钻探、绿色勘探、地灾监测等方向，拥有专业研发团队与多项专利，具备较强的技术验证与开发能力；湖南状元地质装备有限责任公司具备钻机研发制造与快速技术响应能力，可支撑现场改造与调试。此外，省院在深部找矿、多灾种防控等复杂地质场景中应用需求明确，为智能化技术落地提供了真实、



丰富的试验环境。

## 二、问题与挑战

尽管具备一定基础，但当前装备体系与智能化目标之间仍存在明显差距，主要体现在以下几方面：

### （一）数据壁垒突出

装备之间、系统之间数据协议异构、格式不一，导致多源数据融合率不足 35%。例如，物探设备厂商协议独立，测绘设备数据格式各异，施工设备通信依赖私有协议，形成“数据烟囱”。数据流转仍高度依赖人工拷贝与格式转换，效率较低，制约了跨设备协同与全局分析。

### （二）智能化基础薄弱

数据采集能力不足，约 70% 的未电气化装备缺乏基本的数据采集功能，仍停留在“人工操作、纸质记录”阶段。即便是已电气化设备，也大多仅具备基础显示与存储功能，未能实现数据的实时传输与智能分析。整体来看，装备在感知能力、互联互通与决策支持等方面均较为欠缺。

### （三）智能应用缺失，业务模式依赖经验

当前地质作业仍高度依赖人工经验判断，如在钻探参数设定、灾害预警判读、化探异常圈定等方面，缺乏基于数据的智能辅助决策支持。AI 模型研发尚处于起步阶段，且缺乏本地化训练样本，导致模型在复杂实际地质场景中的适应性与准确性不足。

### （四）协同机制不健全，创新体系尚未形成

装备使用部门、研发机构、生产企业之间的数据共享与技术联动不足，尚未建立“技术研发—应用验证—成果转化”的闭环创新体系。跨部门协作存在一定壁垒，影响了智能化改造的整体推进与效能发挥。

### （五）人才、资金与技术保障存在短板

既懂地质业务又精通信息技术的复合型人才较为短缺；智能化改造投入资金需求大，持续保障机制尚不完善；在核心算法开发、边缘算力部署、数据安全等方面仍面临技术瓶颈。

## 三、思考与建议

党的二十届四中全会提出要加强高水平科技自立自强，引领发展新质生产力。省地质院党委书记谈文胜在《新时代湖南地质七大战略构想》中明确指出，“十五五”期间要以数字化、绿色化、智能化转型为战略导向，推动地质数据整合共享、智能装备研发应用、绿色勘查技术推广。地质装备智能化升级，既是贯彻落实党的二十届四中全会精神的必然要求，也是关乎湖南地质事业长远竞争力的深刻变革。面对机遇与挑战，我们应立足战略高度，坚持系统思维，统筹谋划、精准发力、稳步推进地质装备领域的改革破局，充分释放地质工作新活力。

### （一）明确总体思路，分步实施路径

坚持以“全域感知、系统管控、智能应用”三位一体平台建设为核心，遵循“电气化筑基、数据强链、AI 赋能”的理念，按照“试点先行、逐步推广、深化应用”的原则扎实推进。

全域感知：优先对未电气化装备加装传感模块，实现数据采集“从无到有”；对已电气化设备推动接口标准化，确保数据“可采、可传、可用”。

系统管控：构建省级地质装备数据中台，打通多源异构数据壁垒，实现数据集中存储、标准管理与高效融合。

智能应用：聚焦核心业务场景，开发轻量化、高适配的 AI 模型，推动装备从“工具”向“智能终端”转型，实现数据驱动的业务升级。



建议设立阶段性目标：

至 2026 年，装备电气化率达到 40%，初步建成数据中台框架；

至 2028 年，装备智能化覆盖率达到 70%，在关键业务场景实现智能辅助决策；

至 2030 年，基本形成智能化作业闭环，推动全流程自动化与远程协同作业。

## （二）聚焦重点任务，实施分类推进

依据装备类别与业务紧迫性，明确智能化升级的重点任务与实施优先级。

第一优先级（测绘、地灾、物探）：基础较好、见效快、需求迫切。重点推动数据实时回传、边缘质量控制、智能预警等应用，尽快形成示范效应。

第二优先级（钻探、检测）：属核心业务支撑领域。着力突破数据壁垒，开发岩性智能识别、自适应控制、缺陷智能检测等模型，切实提升作业精度与效率。

第三优先级（施工）及储备项（机械、矿山）：场景相对复杂或当前联动需求不高。初期以推动数据接口标准化为主，为未来系统协同预留通道，待核心业务智能化成熟后再逐步拓展。

## （三）健全实施保障体系

组织保障：构建“决策—协调—执行”三级组织体系，成立专项领导小组、跨部门工作专班，并引入第三方技术咨询机制，确保各项工作高效推进。

资金保障：建立“多元投入、精准管控”的资金支持体系，积极争取省级专项与国家级项目配套资金，合理配置院内自筹经费，强化项目制管理与绩效挂钩机制。

人才保障：坚持内部培养与外部引进相结合，着力打造“地质+AI”复合型人才队伍；建立专项激励制度，充分激发团队创新活力。

技术保障：构建“自主研发+合作共建”的

技术支撑网络，积极与高校、科研机构及高新技术企业共建联合实验室，协同攻关核心算法与关键技术；重视知识产权保护与标准体系建设，同步加强数据安全与风险防控能力。

## （四）建立科学的评估与动态优化机制

制定分阶段、可量化的验收标准，围绕设备改造完成率、数据传输成功率、智能应用效能提升等核心指标开展考核。建立“年度自评+行业对标”相结合的长期评估体系，对关键指标进行持续跟踪。基于评估结果，构建“问题诊断—策略优化—试点验证—推广完善”的闭环优化机制，确保智能化建设始终与业务发展同频共振，实现良性循环。

## （五）强化安全与风险防控体系

构建覆盖设备端、传输端、平台端、应用端的四级安全防护体系。设备端推行硬件加密与强身份认证；传输端全面采用 TLS1.3 安全协议；平台端实施严格的权限分级与操作日志审计；应用端建立模型异常回退机制。同步制定《地质装备数据安全管理办法》，推行数据分类分级、访问审批与年度安全审查制度。建立“三地备份+容灾演练”机制，全力保障系统持续稳定运行。

地质装备智能化升级是一项涉及技术、管理、业务多层面的系统工程，其过程必然伴随挑战，但智能化转型之势不可阻挡。唯有认清形势、找准定位、科学谋划、务实推进，发扬“敢为人先”的湖湘精神，方能抢占地质装备技术制高点，在新时期地质工作中赢得先机、把握主动，为保障国家能源资源安全、谱写中国式现代化湖南新篇章作出更大贡献。

（作者分别系湖南省地球物理地球化学调查所所长、党委副书记，高级工程师，高级政工师）

（责任编辑：刘婧）

# 关于省地质院“十五五”时期发展若干关键问题的思考

◎ 邓瑞林

深刻领会党的二十届四中全会精神，系统学习习近平总书记关于地质工作的系列重要论述，贯彻落实湖南省委书记沈晓明同志来省地质院调研讲话精神及省地质院第一次党代会决策部署，是科学谋划省地质院“十五五”发展蓝图的重要前提。立足新发展阶段，对标新使命要求，现就院“十五五”发展涉及的几个关键问题进行初步思考。

## 一、把握战略遵循，科学擘画“十五五”发展蓝图

“十五五”时期是湖南地质事业深化改革攻坚、加快转型跨越、厚植发展根基、迈向现代化强院的关键五年，承前启后，意义重大。面对国内外环境深刻变革、中央与省委、省政府新部署新要求、院党委擘画的新蓝图以及干部职工的新期待，必须坚持以习近平总书记给山东地矿局六队重要回信精神为根本指引，以湖南省委书记沈晓明同志提出的“地质工作四个作贡献”为具体要求，以省地质院第一次党代会确立的建设“七个一流”湖南地质为奋斗目标。这三者共同构成了指引“十五五”发展的“一四七”战略框架体系。

“十五五”规划的核心任务，即在于对此战略框架的内涵进行深化阐释、目标进行量化分解、任务进行细化落实、措施进行实化推进。

全院“十五五”发展，必须坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻省

委“地质工作四个作贡献”要求，深入落实院第一次党代会精神，一以贯之实施“一体两翼三支撑”发展战略。要紧紧围绕建设“七个一流”的总体目标，聚焦新时代湖南地质七大战略构想，坚持稳中求进工作总基调，以推动高质量发展为主题，以业务建设为中心，以全面从严治党为根本保障。要牢牢把握“做优事业职能、做强产业体系、做精专业队伍”的工作主线，通过深化改革、扩大开放、创新驱动，加速推进地质工作数字化、智能化、绿色化转型，不断完善公商融汇、事企融合、内外融通的发展新格局。力争实现找矿增储重大突破、地质服务能级跃升、创新发展能力跨越，确保建设现代化地质强院取得决定性进展，为服务国家和湖南经济社会高质量发展贡献更强大的地质智慧、地质力量与地质方案。

## 二、聚焦业务建设中心，构建现代地质服务体系

业务建设是高质量发展的基石，是地质强院



建设的物质技术基础，事关经济安全、产业布局与生态格局。坚持业务建设中心地位，需立足“支撑事业、发展产业、稳定队伍”三大作用，着力在“大地质、大资源、大生态”领域延伸，向“深空、深地、深时”空间拓展，统筹“省内、省外、境外”三个市场，加快“数字化、智能化、绿色化”转型，创新“公商融汇、事企融合、内外融通”机制。基于此，可系统构建“四梁八柱”式的现代地质服务体系：一是优化传统基础业务，夯实区域地质、地球物理地球化学与遥感地质、水文工程环境地质调查及地质科学研究根基；二是提升优势支柱业务，强化在能源资源安全、地质灾害防治、生态环境保护与修复、重大工程建设安全等方面的保障能力；三是发展新兴支撑业务，主动服务国家重大战略实施、全省宏观决策部署、部门中心工作及重点产业发展需求；四是培育未来信息服务业务，布局发展地质数字信息、智能信息、绿色信息及科普信息服务。通过体系化建设，全面响应新时代对地质工作全方位、全链条、

高水平的服务需求。

### 三、深化找矿突破战略行动，强化能源资源安全保障主责

实施新一轮找矿突破战略行动（2021-2035年），是落实总书记殷切嘱托、保障国家能源资源安全的重大政治任务。必须在“十四五”良好开局基础上，持续发力：深化地质填图与调查，提高覆盖精度，圈定新的找矿靶区与勘查区块。聚焦金、锰、锑、钨、锡、锂、钒、萤石等本省优势战略性矿产，实施重点勘查区攻关与重要矿山深边部找矿，确保完成国家下达的找矿增储目标，巩固与新建一批国家级、省级资源基地。加强非常规能源与地热资源调查评价，推动清洁能源勘查开发利用，助力构建新型能源体系。深化国内协同，推进地质援疆，加强与资源富集省份合作；高质量“走出去”，参与共建“一带一路”，谋划建立境外资源储备与供给基地，提升全球资



源配置能力。同时，发挥勘查前端优势，为矿业及相关产业链供应链安全与协同发展提供地质解决方案，在新一轮找矿行动中奠定关键地位。

#### 四、纵深推进改革开放，探索事企融合发展新路径

改革是根本动力，创新是必由之路。“十五五”时期，改革既面临地勘单位改革收官攻坚，也需顺应中央及省委关于深化事业单位改革的新部署。要在拓展职能上主动作为，力争为更多省直部门提供专业技术支撑；在优化机构上前瞻布局，推动同质化、小散机构整合，加强数字智能、地质科研等新型机构建设；在完善机制上长效用，优化投入、用人、项目、考核、激励、协同与风险防控机制，提升治理现代化水平；在精干队伍上稳步推进，使队伍规模结构与新时代地质工作需求更匹配；在扩大开放上协同联动，构建央地、政事、事企协同新格局，拓展高水平省外、境外合作网络。尤为重要的是，面对事业单位改革深化与《矿产资源法》修订等新形势，必须增强忧患意识与进取精神，积极探索内部事企深度融合机制，推动地质技术服务向矿业中后端延伸，打造完整产业链，走出一条具有湖南特色的地质事企融合、协调发展新路子。

#### 五、培育地质新质生产力，驱动创新发展能力跨越

培育与发展地质领域新质生产力，是服务科技自立自强、锻造核心竞争力的关键。要实现创新发展能力大跨越，必须积极开辟新赛道，在新能源、新材料、新领域（如深地、深海、深空）、新空间地质工作中抢占先机；着力培育新动能，通过高协同改革、高效能治理、高层次人才引育、

高水平科技创新激发内生动力；创新服务新模式，推动服务内容清单化、工作流程绿色化、信息应用智能化、平台建设高端化。具体而言，要深度参与国家深地探测等重大科技专项，积极创建 AI 找矿预测等省级重点实验室，勇担新型能源体系建设地质主力军，实施支撑地质事业与产业发展的重大科技工程、平台、人才、装备建设计划。可探索设立年度“十大找矿成果”与“十大科技成果”评选，实施五年期“十大科技平台”与“十大创新团队”打造行动，构建完善的地质科技创新生态体系。力争“十五五”期间实现从“跟跑”到“并跑”的转变，为“十六五”部分领域“领跑”奠定基础。

#### 六、凝聚合力接续奋斗，夺取现代化地质强院建设决定性进展

确保“十五五”末现代化地质强院建设取得决定性进展，是全院上下的核心目标与奋斗方向。必须坚持党的全面领导，紧扣“做优事业、做强产业、做精专业”主线，依托改革、开放、创新三大动能，夯实质量、品牌、文化三大支撑，凝聚全体湖南地质人的智慧与力量，勇毅担当，接续奋斗。决定性进展，直观体现为找矿增储、服务体系、创新能力的重大突破与跨越；更深层体现为“一体两翼三支撑”战略的深入实践，新时代湖南地质七大战略构想落地成形，“七个一流”品牌价值彰显，“地质工作四个作贡献”要求全面落实，实现发展稳与进、质与效、物与人的统一提升。这将是坚决拥护“两个确立”、坚决做到“两个维护”的生动地质实践，是谱写中国式现代化湖南新篇章的坚实地质注脚。

（作者系湖南省地质院地质矿产室一级调研员）

（责任编辑：刘婧）



# 深学细悟全会精神 赋能湖南地质地理信息事业高质量发展

——学习党的二十届四中全会精神心得体会

◎ 樊任武



党的二十届四中全会深刻阐明了“十五五”时期我国经济社会发展的指导思想、主要目标和战略任务，为未来五年乃至更长时期的发展擘画了宏伟蓝图、指明了前进方向。湖南省地质院地信所深入学习贯彻全会精神，紧紧围绕湖南“三高四新”使命任务，立足湖南地质“一体两翼三支撑”发展战略及其基础性、公益性、战略性定位，在学思践悟中凝聚奋进力量，在对标对表中找准实践路径，努力在新时代地质事业高质量发展中展现新担当、新作为。

## 一、聚焦数字地质建设，提升数据资源保障能力

紧扣全会“加快数字中国建设”重大部署，着力构建全省统一的数字地质数据底座。扎实推进地质资料电子化与目录服务体系试点工作，系统整合地质勘查、工程勘察、测绘监测、地质灾害防治等多源数据，建立健全“数据采集—治理—

分析—应用”全链条管理体系。打破数据壁垒，推动地质资源、生态环境、灾害风险等信息实时共享与智能分析。深化云计算、大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术与地质地理信息的融合创新，强化数据挖掘与深度应用，为自然资源精细管理、生态环境保护修复、城乡规划建设、地质灾害预警防治、乡村振兴等领域提供更加智能化、精准化的技术解决方案。

## 二、聚焦能源资源安全，增强矿产资源保障能力

围绕全会“保障能源资源安全”战略要求，聚焦湖南优势矿产和战略性矿产资源，运用先进勘查技术，精准摸清资源分布、储量与开发潜力。同步推进勘查区生态环境调查，建立“勘查—评价—保护”一体化工作机制，促进资源开发与生态保护协调并进，为全省经济高质量发展提供稳定可靠的资源支撑。贯彻落实“加快推进自然修

复”“筑牢生态安全屏障”部署，以湘江流域、洞庭湖生态经济区等关键区域为重点，持续加强自然资源调查监测、生态地质环境评价与国土空间生态修复技术支撑，为守护好湖南绿水青山贡献地质智慧。围绕“提高防灾减灾救灾能力”要求，完善地质灾害监测预警体系，提升风险识别、评估与应急处置的科技支撑水平，切实保障人民群众生命财产安全。

### 三、聚焦区域协调发展，强化服务支撑保障能力

紧扣全会“优化区域布局、国土空间格局”重要精神，主动对接国家及湖南省重大战略需求，服务湖南省“4×4”现代化产业体系建设。围绕长株潭都市圈发展、湘赣边区域合作等战略实施，提供高精度测绘、实景三维建模等定制化技术服

务，扎实做好基础地质、城市地质、农业地质、旅游地质等专项工作。以更高质量的数据产品、更先进的技术手段、更高效的服务机制，为区域规划编制、产业布局优化、重大工程建设提供精准的地质依据和空间信息支持。

征程万里风正劲，重任千钧再扬帆。湖南省地质院地信所将继续以党的二十届四中全会精神为指引，坚守地质报国初心，勇担时代使命，不断提升专业能力与服务水平，为全面落实湖南“三高四新”战略定位和使命任务、扎实推进中国式现代化湖南新实践贡献坚实的地质力量，努力在新时代地质事业发展的壮阔征程中书写更加精彩的篇章。

（作者系湖南省地质地理信息所所长、党委副书记）

（责任编辑：刘婧）



# 立地质报国志 行实干护航路

——在奋力谱写中国式现代化湖南篇章中展现城调担当

◎ 陈泽毅

站在向第二个百年奋斗目标进军的历史节点上，党的二十届四中全会以全局视野和战略思维为“十五五”时期高质量发展把舵定向，也为地质工作深度融入中国式现代化进程注入了强劲动能。作为湖南地质系统的重要组成部分，湖南省地质院城市地质调查监测所全体干部职工深感使命如山、责任在肩。全会明确“以推动高质量发展为主题”“以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴”等一系列重要部署，与地质工作“以资源能源保障支撑服务国家战略”的核心使命高度契合，为地质工作者在新时代新征程上锚定主责、勇担使命提供了根本遵循。

深度学习，明晰“地质何为”。全会锚定高质量发展的核心导向，与新时代地质工作的要求同频共振。从“构建现代化产业体系”到“布局新兴未来产业”，从“筑牢基础设施网络”到“绘就乡村振兴蓝图”，全会部署的各项战略任务，为地质工作搭建起广阔的实践舞台，也为地质领

域新质生产力的培育指明了方向。关键战略性矿产勘查是新能源、新材料等战略性新兴产业集群发展的“物质基石”，城市三维地质调查是地下空间开发利用的“探路前哨”，地质环境监测是美丽中国建设的“生态屏障”，健康地质调查是人居安全的“科学防线”，农业地质则是粮食安全的“基底支撑”——这些具体应用场景，清晰勾勒出地质工作从“幕后基础”向“台前支撑”跃升的战略价值，深刻启示我们：地质工作绝非“边缘领域”，而是服务国家战略的“基础桩”、护航高质量发展的“先锋队”。作为湘西北地质找矿的“主力军”，我们始终牢记“国之大者”，坚守“地质报国”初心，坚持国有地勘单位公益性、基础性、战略性的政治定位，在服务国家战略中找准方位，在融入地方发展大局中彰显担当。

对标对表，深感“使命催征”。当前，城调所正处于强主责、优主业、抓改革、谋转型、保稳定、促发展的“爬坡过坎”关键期，面临发展质效待提升、找矿优势待巩固、科创能力待增强、品牌影响待扩大等一系列亟待攻坚的课题。2025年，省地质院党委书记谈文胜三次调研城调所，



精准把脉我所发展痛点，明确提出“科研破题、改革破局、处遗破难”等攻坚任务，既是对我所高质量发展的把脉定向，也是我们贯彻落实全会精神的重要切入点，更是破解当前难题的关键指引。全体城调人将全力冲刺确保年度目标任务圆满收官；以系统总结“十四五”成果为基础，以科学谋划“十五五”地质工作为牵引，从新一轮找矿突破战略行动、地质灾害防治、生态修复、城市地质、地热资源勘查等实践中萃取可复制、可推广的经验，为“十五五”发展蓄势赋能。我们将围绕现代化产业体系下的矿业升级、湘西北磷矿等特色优势矿产勘查、新能源新材料战略性矿产保障、城市地下空间安全、地质灾害防治与生态环境保护修复等重点领域，谋划实施一批“贴实际、能落地”的实事项目；持续夯实“湘西北地质找矿主力军”品牌，加快布局新疆办事处，在积极“走出去”中不断拓展服务格局，以实干实效守护国家资源能源安全命脉。

笃行实干，坚定“未来可期”。贯彻全会精神，关键在于知行合一、以知促行。我们将紧扣湖南“三高四新”美好蓝图，以地质工作支撑服务湖南省“4×4”现代化产业体系，以“闯、创、干”的精气神推动地质工作深度融入中国式现代化湖南实践。聚焦“十五五”规划编制，重点在强化战略性矿产资源保障能力、深化地质服务民生福祉、探索人工智能等新技术赋能地质找矿与城市地质、激发科技创新引擎作用等方面精准发力，着力培育数智化、绿色化的地质新质生产力，让地质工作成果更好惠及人民群众，切实把全会精神转化为“稳增长、促改革、强保障”的实际成效。

创新引领，激活“发展引擎”。贯彻新发展理念、构建新发展格局，必须向科技创新要动力、要效益。城调所将主动拥抱新一轮科技革命与产业变革趋势，着力推动地质工作与数字化、智能化深度融合。以建设“智慧地质”为抓手，加快推进地质大数据平台构建、人工智能找矿预测、无人机遥感监测、三维地质建模等技术的创新应用，提升地质

调查的精度、效率与服务能力。同时，围绕城市地下空间安全运维等关键领域，力争在勘查技术、工艺装备、成果转化等方面取得突破性进展，以科技创新的“关键变量”催生地质事业高质量发展的“最大增量”。我们将努力打造一支既专业又善创新的复合型人才队伍，为地质工作现代化注入源源不断的人才活水，以创新引擎驱动城调事业在“十五五”时期实现跨越式发展。

党建护航，凝聚“红色动能”。城调所党委将团结带领全体党员干部，更加深刻领悟“两个确立”的决定性意义，更加坚决做到“两个维护”，坚持把党的领导贯穿事业发展的全过程，以高质量党建引领保障地质事业高质量发展，推动全会精神在城调所落地生根、开花结果。所党委将认真履行党风廉政建设主体责任，持之以恒推进全面从严治党，以常态化、长效化的作风建设锤炼过硬队伍；将更加注重发挥基层党组织战斗堡垒作用，把党的政治优势、组织优势转化为攻坚克难的制胜优势——通过设立“党员先锋岗”、组建“攻关突击队”，在急难险重任务中锻造坚强战斗堡垒；持续擦亮“党旗红耀城调”党建品牌，深化“党建+项目”模式，推动支部建在项目上、党旗飘在工地上，确保重大地质项目推进到哪里、党的领导就覆盖到哪里，真正为高质量发展提供坚强政治保障和组织保障。

征程万里风正劲，重任千钧再出发。站在“十五五”规划的新起点，湖南地质城调所将以“功成不必在我”的精神境界和“功成必定有我”的历史担当，以“越是艰险越向前”的拼劲勇挑重担，以“咬定青山不放松”的韧劲狠抓落实，在奋力谱写中国式现代化湖南篇章的地质实践中，交出优异的“城调答卷”。

（作者系湖南省城市地质调查监测所党委书记、副所长）

（责任编辑：刘婧）

# 俯冲带深部地壳中的硫酸盐磷灰石揭示 高氧化态促进铜的富集

瑞士苏黎世联邦理工学院 Chetan Nathwani 团队近期发表的一项俯冲带深部地壳研究引起广泛关注。研究指出，该区域硫酸盐磷灰石与岛弧铜迁移密切相关，高氧化态起关键促进作用。这一成果为理解地球内部铜循环及相关地质过程提供重要依据，成果于 2025 年 11 月 13 日发表于《Geology》杂志。

## 引言

岛弧岩浆系统中铜的富集机制一直是地质学家关注的焦点。铜在岩浆演化中的行为受硫化物饱和和控制：硫化物饱和过早导致熔浆铜贫化，不利成矿；延迟则在熔浆中富集铜，有利斑岩铜矿形成。因此，查明制约硫化物饱和时机的主导因素至关重要。人们发现氧逸度是影响硫物种和硫化物溶解度的核心变量：高氧逸度有利于硫以硫酸盐形态存在，从而抑制硫化物相（如黄铁矿、黄铜矿）的早期饱和和结晶。然而，关于弧岩浆高氧逸度的来源，究竟是继承自其受俯冲板片流体交代的地幔源区，还是主要源于地壳分异过程中的氧化还原演化，学术界仍存在显著分歧。

针对上述争议，研究团队选择阿根廷 Sierra Valle Fértil-La Huerta (VFLH) 古生代岛弧深成岩体开展了深入研究（图 1）。VFLH 岩体出露了一套保存良好、从镁铁质到长英质连续演化的深成岩序列，被视为一个从下地壳至中地壳的垂向剖面，为研究岩浆在深部地壳环境下的分异过程及其伴随的硫—铜行为提供了一个极佳的天然实验室。研究人员综合运用岩相学观察、矿物化学分析、多价态硫化物微区 X 射线吸收近边光谱 ( $\mu$ -XANES) 测定及热力学模拟，对该岩体中的堆晶岩进行了系统研究。

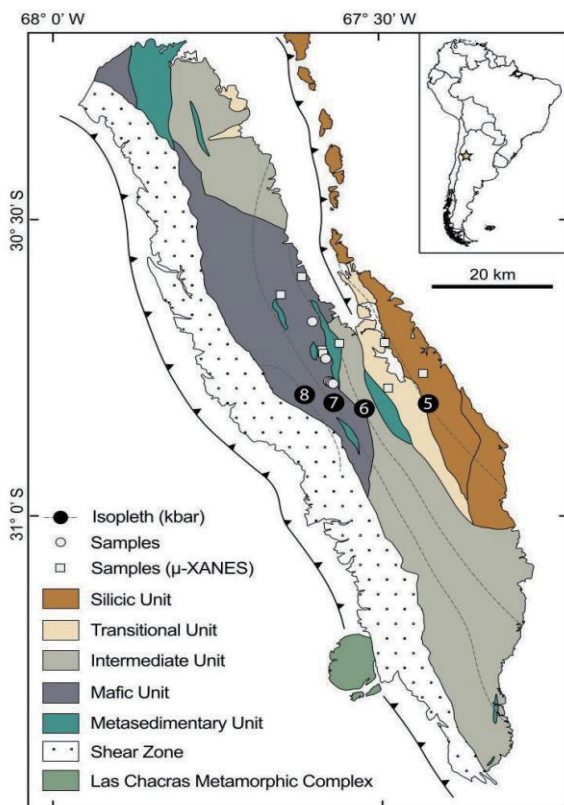


图 1 VFLH 研究区地质构造与样品分布图

## 岩相学特征

岩相学观察显示，硫化物在堆晶岩序列中的分布具有规律性：初始富镁堆晶岩中硫化物含量极低 ( $<0.01\text{vol}\%$ )，以富铜硫化物小珠为主，形成于近固相线条件；随岩浆演化程度增加（全岩镁指数  $\text{Mg}\# < 0.65$ ），硫化物含量上升（达  $0.24\text{vol}\%$ ），且矿物转为以磁黄铁矿为主。这表明 VFLH 岩浆系统中硫化物饱和事件被推迟至岩浆演化中晚期，原始母岩浆在深部地壳分异早期处于硫化物不饱和状态，有利于富铜镁铁质 - 中性熔体形成与向上迁移。

## 矿物化学分析及不同价态硫 $\mu$ -XANES 测定

为探究硫化物饱和和延迟的原因，需测定岩浆演化中的氧逸度变化。磷灰石晶体化学性质独特，可容纳多种价态硫 ( $S^{2-}$ 、 $S^{4+}$ 、 $S^{6+}$ )，其  $S^{6+}/\Sigma S$  比值对氧逸度极为敏感，可作为有效氧逸度计。据此，研究人员通过  $\mu$ -XANES 技术分析 VFLH 岩体不同深度和岩性堆晶岩中磷灰石多价态硫的比例，发现 49 个颗粒的  $S^{6+}/\Sigma S$  比值异常高且均一（平均  $0.92 \pm 0.04$ ），整体无系统变化。经磷灰石硫氧压计计算（Konecke 等人，2019 年），岩浆平均氧逸度为  $FMQ+1.4 \pm 0.4$ ，属典型岛弧岩浆范围（Cottrell 等人，2022 年）。结果表明，VFLH 岩浆的高氧逸度源于地幔源区，而非地壳分异，与地幔受俯冲沉积物混杂的同位素证据一致，证实了俯冲板片释放氧化组分交代地幔楔是弧岩浆高氧逸度主要来源的观点。

## 热力学模拟

研究者通过 MAGEMin 热力学模拟（Riel 等，2022；Holland 等，2018），建立了氧逸度调控硫化物饱和行为的量化模型。该模型以吉布斯自由能最小化方法模拟了原始弧岩浆在深部地壳压力（5–8kbar）下，不同初始氧逸度（FMQ 至  $FMQ+2.5$ ）和硫含量时的分离结晶过程。模拟表明：氧逸度低于  $FMQ+1$  时，硫化物在结晶早期即饱和；随氧逸度升高至  $FMQ+2.5$ ，饱和点逐渐推迟。尤其在  $\Delta FMQ \approx +1.4$ （VFLH 实测值）时，硫化物饱和延迟至液相线后，与 VFLH 堆晶岩中硫化物的实际出现时机（ $Mg\# \approx 0.65$ ）一致。初始硫含量对饱和时机的影响弱于氧逸度。

该研究直接阐明了高氧逸度对铜迁移的关键作用：低氧逸度（FMQ 至  $FMQ+1$ ）条件下，铜因早期硫化物沉淀而快速析出；高氧逸度（如  $FMQ+1.4$ ）条件下，铜在熔体中富集直至硫化物饱和，可形成含铜 100–200ppm 的中性熔体，为成矿提供物质基础。然而，研究也指出，要将

硫化物饱和和推迟至足以形成典型斑岩铜矿的长英质岩浆阶段（如花岗闪长岩）需极高氧逸度（近  $FMQ+2.5$ ），但高氧逸度仍为铜的初始富集与向上迁移创造了关键的先决条件。此外，高氧逸度富水岩浆往往更早达到流体或硬石膏饱和，这有助于将硫、铜等萃入热液流体，避免其在深部沉淀，并增强向浅部运输的能力。

## 结论

综合 VFLH 研究证据，岛弧岩浆系统中的铜循环机制进一步明晰。本研究排除了大陆地壳铜亏损主导机制为“早期深部硫化物大规模结晶并随拆沉作用再循环”的可能性，因为最深部的堆晶岩中既不存在硫化物，也未显示显著的铜富集特征。取而代之的是，氧化性岛弧岩浆的上升分异与脱气过程可能是硫、铜等金属在地球圈层间分配的关键因素。一方面，这类岩浆通过延迟硫化物饱和和促进流体出溶，能将铜有效输送至浅部地壳，在有利的构造—岩性圈闭中富集成矿；另一方面，喷发至地表的氧化性富水岩浆将大量的硫和金属（包括铜）以气相形式释放至大气圈，这或许是解释弧火山高硫高金属排放通量及全球铜生物地球化学循环源汇关系的重要机制。

总之，这项研究通过岩相学刻画、微区矿物化学分析、硫  $\mu$ -XANES 测定及热力学模拟等，论证了源区继承的高氧逸度是驱动岛弧岩浆系统中铜高效迁移与富集的关键。未来在找矿实践中，除传统构造与岩性标志外，寻找能指示高氧逸度的矿物学标志（如富硫酸盐磷灰石、早期结晶磁铁矿、硬石膏等）将成为预测区域铜矿潜力的重要手段。

（来源：Chetan Nathwani, Emanuel Giovanini, Olivier Bachmann, Paolo Sossi, Julien Allaz, Marine Cotte, Lorenzo Candioti, Cyril Chelle-Michou. 2025. Sulfate-dominant apatite in the deep arc crust indicates that high oxidation state promotes copper fluxing in arcs. *Geology*. <https://doi.org/10.1130/G53549.1>）

（责任编辑：向轲）



# 火星古水文新探：无板块构造背景下的 大型水系及其沉积效应

作为太阳系中与地球最为相似的行星，火星记录了丰富的地质与气候演化信息。其中，古老的水成地貌（如河谷网络、溢流峡谷、河流沉积等）是揭示其早期水文活动、气候环境及潜在宜居性的关键档案。长期以来，科学界普遍认为，地球上大型水系（流域面积  $>10^5 \text{km}^2$ ）的形成与维系，强烈依赖于板块构造驱动的长期地形塑造和气候-构造耦合作用。那么，一个根本性问题随之产生：在缺乏板块构造的火星上，是否曾发育过可与地球类比的大型水系？若存在，它们对火星全球沉积物和沉积盆地形成有何贡献？

近期，一项发表于《美国国家科学院院刊》（PNAS）的研究首次从全球尺度给出了量化答案。研究揭示：火星在约 37 亿年前（赫斯珀里亚纪早期及更早）曾存在 16 个大型排水系统，尽管它们仅覆盖火星古老地形的约 5% 的区域，却贡献了全球河流沉积物总量的约 42%（近一半）。这一发现不仅重塑了我们对火星古水文格局的认知，也对理解类地行星表面过程与宜居环境演化具有重要启示。

## 研究方法：全球制图与侵蚀量估算

研究团队整合了火星全球尺度的河谷网络、古湖泊、溢流峡谷及河流沉积脊数据。为避免后期改造地形造成的误判，他们摒弃自动化算法，采用“基于地貌与地形背景的人工判读”，在 ArcGIS Pro 中手动勾画出 16 个流域面积超过 10 万平方公里的潜在大型排水系统（图 1）。在此基础上，研究利用地形数据量化了每个大型水系的

侵蚀沉积物体积，并与全球总量进行对比。

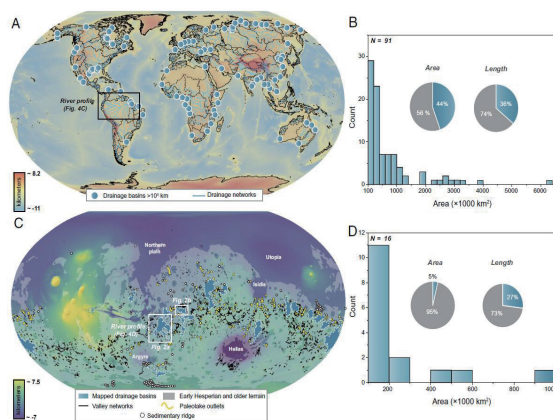


图 1：地球与火星大型水系（ $>10^5 \text{km}^2$ ）全球分布对比（注：A、B 为地球大型水系分布及面积-长度贡献比例；C、D 为火星 16 个已识别大型水系分布及其占古老地形面积与河谷总长度的比例。火星底图基于 MOLA 地形数据。）

## 核心发现：占比极小但效率极高的“沉积物传送带”

研究得到了几个颠覆传统认知的结论：

1. 空间分布稀少，但水文活动活跃：已识别的 16 个大型水系总面积约  $4 \times 10^6 \text{km}^2$ ，仅占相关古老地形的约 5%，远低于地球同类水系 44% 的占比。然而，这些水系流域内的谷网密度（ $0.033 \text{km}/\text{km}^2$ ）是外围区域（ $0.005 \text{km}/\text{km}^2$ ）的近 7 倍，表明它们曾是火星表面最活跃的水文枢纽。

2. 沉积贡献巨大：正是这些占面积极小的流域，产生了约  $2.8 \times 10^{13} \text{m}^3$  的侵蚀沉积物，占火星

早期河流沉积物总量的约 42%，堪称高效的“沉积物传送带”。

3. 与主要沉积盆地的关联：研究进一步指出，这些大型水系很可能将沉积物输送至火星上少数几个巨型沉积盆地，如阿拉伯台地（Arabia Terra）、埃俄利斯多萨（Aeolis Dorsa）和希帕尼斯谷（Hypanis Valles）。定量分析表明，为这些盆地供源的 11 个大型水系，其侵蚀沉积物体积约占全球河流沉积物总量的 21%，这为这些巨型沉积盆地的物源提供了合理解释。

### 机制探讨：气候驱动下的水系整合新模式

地球上大型水系的形成与演化是气候（降水）和构造（造山与沉降）长期耦合的结果。火星缺乏板块构造，其大型水系如何形成？本研究提出了一个以气候驱动、“湖泊溃决洪水”为核心连接器的整合机制。其关键证据在于：

1. 空间共生：除一个特例外，所有识别出的大型水系均包含由湖泊满溢或溃决形成的溢流峡谷，且全球 49% 的溢流峡谷长度集中于这些排水系统中。

2. 贡献突出：研究估算，由这些溃决洪水直接侵蚀产生的沉积物体积达  $1.16 \times 10^{13} \text{m}^3$ ，占大型流域总侵蚀量的 41%。凸显了突发性洪水事件在塑造大型排水通道中的决定性作用。

因此，火星大型水系的形成可能遵循以下路径：在早期相对湿润的气候期，降水形成分散、孤立的河谷网络，流入撞击坑形成湖泊；当湖泊蓄满溢流或溃决时，产生的特大洪水下切形成溢流峡谷，从而横向串联起一个个原本孤立的集水区，最终形成流域面积广阔的大型集成排水系统。这一过程本质上是气候驱动的。

### 对火星古环境与宜居性研究的启示

1. “二元”水文格局：研究指出，火星早期水文环境整体上以广泛分布的小型、局部性水系为主（占 95% 面积，贡献约 58% 沉积物），它们

多终止于撞击坑等局地洼地，形成了“局部沉积为主”的基底。与之并存的是少数但高效的大型水系（占 5% 面积，贡献约 42% 沉积物），它们扮演了“区域输送为辅”的关键角色，将巨量沉积物长距离输送到远方盆地。这种“二元”格局塑造了火星复杂的水文图景。

2. 宜居性研究新靶区：近一半的河流沉积物通过大型水系进行长距离搬运，最终可能汇入有限的几个巨型沉积盆地（如阿拉伯台地）。这些盆地由于经历了长期的水-岩相互作用和细粒沉积物堆积，是未来寻找可能存在的火星古代生命化学信号（生物标志物）的优先靶区。

3. 行星比较学意义：此项研究证明，大型水系的形成并非板块构造的“专利”。在缺乏板块构造的行星上，只要存在能够生成初始地形起伏（如撞击坑、原始火山高地）的地质过程，以及足够强烈和持续的水文气候条件（足以引发河流下切与湖泊溃决洪水），同样可能孕育出大规模、集成的排水网络。这为理解其他类地行星的地表过程提供了新范式。

### 结论与展望

该研究通过精细的全球制图与定量分析，首次系统揭示了早期火星大型水系的存在、分布及其巨大的沉积物输送效能。它刻画了一个与地球迥异、由气候主导和突发事件（洪水）驱动的火星古水文世界。未来研究需进一步厘清这些大型水系从“源”到“汇”的完整路径。随着我国“天问”系列等火星探测任务的持续推进，对这些关键沉积盆地的精细研究，有望为揭示火星宜居环境演化史提供独一无二的“中国视角”。

（来源：Zaki, A. S., Goudge, T. A., & Mohrig, D. 2025. Large drainage systems produced half of Mars' ancient river sediment. PNAS, 122(48), e2514527122. <https://doi.org/10.1073/pnas.2514527122>）

（责任编辑：向轲）



# 赋能县域经济 贡献地质力量

◎ 雷振中 朱士峰



习近平总书记强调要“大力发展县域经济，形成新的增长点”“发展各具特色的县域经济，培育一批农业强县、工业大县、旅游名县”。2024年3月，习近平总书记在考察湖南时再次强调要“深入推进城乡融合发展，壮大县域经济”。湖南省地质院深入学习贯彻习近平总书记关于县域经济发展的重要论述和对湖南工作系列重要指示精神，以县域为主阵地，发挥地质工作先行性基础性作用，提供全链条全周期技术服务支撑，成为了县域经济高质量发展不可或缺的重要力量。

## 一、精心部署，下好县域地质服务“先手棋”

高位谋划。省地质院前瞻布局、系统谋划，在开展专题调研的基础上，成立地质工作服务县域经济高质量发展领导小组和工作专班，召开专题会议研究部署，研究出台《湖南省地质院地质工作服务县域经济高质量发展行动计划（2024—2026）》，全力服务以县城为重要载体的新型城镇化和以县域为基本单元的城乡融合发展。

主动对接。省地质院主动作为、靠前服务，在与全省14个市州全覆盖建立战略合作关系的基础上，积极向各级党委、政府汇报沟通，加强与

各市州、县市党委县域经济工作协调小组，以及自然资源、生态环境、应急管理、文旅、住建、交通运输、水利、农业农村、林业等各相关职能部门的交流，主动对接部门需求，建立了联动会商机制。

试点先行。省地质院积极探索、先行先试，从2024年开始，按照“一县一地质特色、一县一项目策划方案、一县一地质工作服务队伍”的原则，深入开展地质工作服务县域经济高质量发展试点，15家院属单位选取了资兴、平江、临武、石门、新田等18个县市作为试点县市，推动资源、平台、服务下沉到县乡村，探索形成可以在全省同类型地质资源条件的县市可复制可推广的经验和模式。

## 二、精细推进，打好地质赋能“组合拳”

全面支撑。在服务范围上，从实施“地质+”战略着眼，深度服务经济社会发展和生态文明建设，提供全链式地质技术服务。在服务方式上，从助力发展产业、保护生态、保障安全、吸引招商、吸纳就业、消费帮扶等多点发力，切实扛牢社会责任。在服务组织上，从加强内部协同入手，注重发挥院属各单位的比较优势，构建协同联动



发展的工作格局。

**分类施策。**省地质院立足县域功能定位和发展方向，分类确定了地质工作服务重点。对于 35 个新型工业化主导型的县，强化战略性矿产资源要素保障，推进产业延链、补链、强链，加快现代化产业体系建设。对于 36 个农产品加工转化主导型的县，重点做好农业地质工作，延伸地质技术服务领域，服务一二三产业融合发展。对于 15 个文旅融合化主导型的县，深度挖掘地质遗迹、温泉（地热）等各类地质资源，助力特色地质文化村（镇）建设，做好生态环境保护，加快推动文旅深度融合发展。

**公益服务。**省地质院在能源资源保障、自然资源管理、生态文明建设、防灾减灾救灾、基础设施建设、乡村全面振兴、科技创新与应用和科技人才支持等 8 个领域提出了 53 条公益性地质技术服务清单，对投入一定人力、物力和经费的非工程性工作，主动提供无偿地质技术服务，体现事业单位公益属性，推动地质工作向工业、农业、旅游、生态、环境、健康、粮食、土地、城市、民生、文化等领域不断延伸和拓展。

**项目谋划。**省地质院组织实施“项目大谋划谋划大项目”行动，协助省自然资源厅、省生态环境厅、省文旅厅、省林业局及地方政府相关部门谋划了一批矿山修复、国土绿化、黑臭水体治理等国字号示范工程获批或进入省市县滚动项目储备库，获得中央奖补资金达 51 亿元，连续三年促成历史遗留废弃矿山生态修复示范工程项目在湘落地。

### 三、精准发力，培育经济增长“新引擎”

聚焦“矿产地质”，助力全省万亿矿业集群建设。省地质院全力配合省矿产资源集团组建，推动所属的中核矿业并入和 18 宗矿权划转，支持

全省加快矿业产业链主企业培育。助推省政府与中国地质调查局开启央地合作，全力对接新一轮找矿突破战略行动，新增金 154.7 吨、锑 16.1 万吨、锂 225.3 万吨、钨 30.5 万吨、锡 27.4 万吨、锰 5567.6 万吨、铌 5.1 万吨、钽 3.6 万吨、钒 130.4 万吨，超额完成“十四五”指标任务。“平江找金”“永州探锰”取得重大突破；“石门勘矿”打造形成“矿都”，有力支撑国家在湖南增设部署第五大基地“湘西北特色非金属矿资源基地”；“临武寻锂”助力地方政府促成锂多金属矿产资源采选、碳酸锂加工以及锂电池生产等项目落地实施，吸引各方投资超 300 亿元，有力推动了“链主+链条”矿业产业发展。

聚焦“农业地质”，助力农业优势特色产业发展。省地质院常态化参与全省抗旱找水工作，2024 年协同省自然资源厅在东安、江永、蓝山、桑植、常宁等 10 多个县市开展抗旱找水勘查工作，近年来已累计成井近 340 口，解决 26.5 万人生活饮水和 3 万余亩农田生产用水难题。深度参与全省 14 个市本级、128 个县市区（含管理区）的第三次全国土壤普查工作，院属单位空间所被确定为省级成果汇总中标单位，实施方案获省土壤普查办专家评审通过，项目成果将进一步优化全省农用地布局，助力乡村全面振兴。开展“湖南镉分布一张图及典型区域镉迁移规律研究”，集成近 3000 万条调查数据，首次构建全省统一镉数据库，成功绘制省域“镉分布一张图”，清晰厘清镉分布特征与迁移机理，形成镉污染“可防可控可治”的科学认知体系，为全省土壤镉污染防治提供科学地质方案。此外，省地质院积极参与高标准农田建设、全域土地综合整治，以及与农业农村直接相关的基础设施、产业设施建设等，有效改善了农业农村生产、生活条件。

聚焦“旅游地质”，助力全域旅游健康快速发展。省地质院协同省文旅厅开展全省旅游资

源普查工作，实现 14 个市州、122 个县（市、区）全覆盖，共收录旅游资源单体 147584 处，涵盖 9 个主类、132 个基本类型，优良级资源占比 21.87%，高等级资源 5695 处。新发现资源 25491 处，占总量 17.27%，其中优良级资源数量达 3331 处。成果规模为湖南省历次普查之最，全面摸清了全省旅游资源家底，将有力强产业、助倍增，推动世界级旅游目的地建设。

聚焦“灾害地质”，助力守好地质灾害防治底线。省地质院积极参与全省地质灾害综合防治体系建设，通过为全省 120 个县市区（南县和汨罗市除外）提供汛期三级技术支撑，加强全省地质灾害调查评价、监测预警、综合防治、应急救援处置、风险管控等工作，对口支援资兴市八面山瑶族乡大雁山村，分别有 49 个和 87 个案例入选自然资源部 2024 年、2025 年地质灾害成功避险案例，特别是平江县“7·1”芭蕉村滑坡避险

案例入选自然资源部 2024 年度全国地质灾害成功避险十大典型案例，有效保障了人民群众生命财产安全，维护了经济社会大局稳定。

下一步，省地质院将更好贯彻习近平总书记关于县域经济发展的重要论述精神，认真落实省委、省政府关于推动县域经济高质量发展的工作部署，履行事业职能，强化公益属性，发挥地质技术服务优势，以更高站位、更实举措积极参加助推县域经济高质量发展的实践，把资源优势转化为发展动力，助力加快构建宜工则工、宜农则农、宜旅则旅的县域特色产业体系，守牢安全底线，努力为全省推进新型城镇化和乡村全面振兴贡献更大“地质力量”。

（作者分别系湖南省地质院发展规划室主任、一级调研员，发展规划室副主任）

（责任编辑：蒋浩）



# 湖南幕阜山：岩浆“炼金术”与 锂铯铌钽的宝藏之地

◎ 陈 迪

2024年，湖南省地质院发布湖南平江县万古金矿田探矿获重大突破，引发社会各界关注，“淘金热”再度席卷这片沉睡的湘东北群山。群山中的幕阜山横跨湘、鄂、赣边界，被广大地质工作者认为是地质学上的“宝藏之地”，其中以中生代以来强烈的岩浆活动，成为锂（Li）、铯（Cs）、铌（Nb）、钽（Ta）等关键战略性稀有金属资源的超常富集区。随着近年来仁里、传梓源等大型稀有金属矿床的发现，幕阜山已成为我国重要的稀有金属资源基地，具有保障国家资源安全的重要战略意义。本文将深入这片神奇的土地，解读岩浆作用如何造就这些珍贵的矿藏。

**碰撞带上的巨量岩浆活动。**幕阜山地区位于江南隆起带中段北缘，是华夏地块与扬子地块碰撞汇聚的产物。这一特殊的大地构造位置，为该区带来了频繁且剧烈的岩浆活动。幕阜山岩体主体出露面积约2400km<sup>2</sup>，规模宏大，在其周缘还分布着众多小岩体和岩株。岩体侵入青白口纪至志留纪的地层中，仅在西侧临湘市一带与白垩系沉积地层呈不整合接触。岩浆的侵入带来了强大的热力，使周围岩石发生了强烈的热接触变质作用，常见角岩化、硅化、大理岩化和矽卡岩化等现象。在岩体内部及南西侧边缘，广泛发育有各类伟晶岩，如斜长石伟晶岩、二长石伟晶岩、钠长石伟晶岩等，尤其是锂辉石伟晶岩和富含锂云母的伟晶岩，是锂、铯、钽矿化的直接载体。研究认为，华夏陆块北西往东南沿海方向，中生代岩浆作用呈逐渐增强趋势，而处于内陆远离东南沿海的湘东北幕阜山地区，巨量岩浆作用形成的幕阜山大型复式岩基实属罕见。



多类型岩石组合记录岩浆演化历程。幕阜山岩体的主体岩石为黑云母二长花岗岩（图1a），呈浅灰色，细中粒似斑状结构。其中发育有大量钾长石和斜长石斑晶，粒径可达0.8×2.0cm，部分斜长石可见典型的聚片双晶。此外，岩体中还常见暗色微粒包体，呈椭球状、纺锤状或次圆状，塑性形变特征明显。这些包体具有细粒岩浆结构，主要由斜长石（40%~65%）、角闪石（10%~15%）、黑云母（15%~20%）和石英（10%~15%）组成，是闪长质岩石的矿物组合，显示了岩浆混合作用的存在。补体岩石为二云母二长花岗岩，呈细粒结构，显示出岩浆演化晚期的特征。同时，岩体中还贯入了辉长闪长岩、角闪石花岗闪长岩等富含暗色矿物的岩脉，与主体花岗岩共同构成了一套双峰式岩浆岩组合，反映了幔源与壳源岩浆的双重贡献。

先进测年技术揭开岩浆成岩成矿年代之谜。小锆石中蕴藏着岩浆岩形成时代的大秘密（图1b），近年来利用先进前沿的锆石 SHRIMP、LA-ICP-MS U-Pb 岩石定年、辉钼矿 Re-Os 成矿测年技术，精确厘定了幕阜山地区岩浆活动



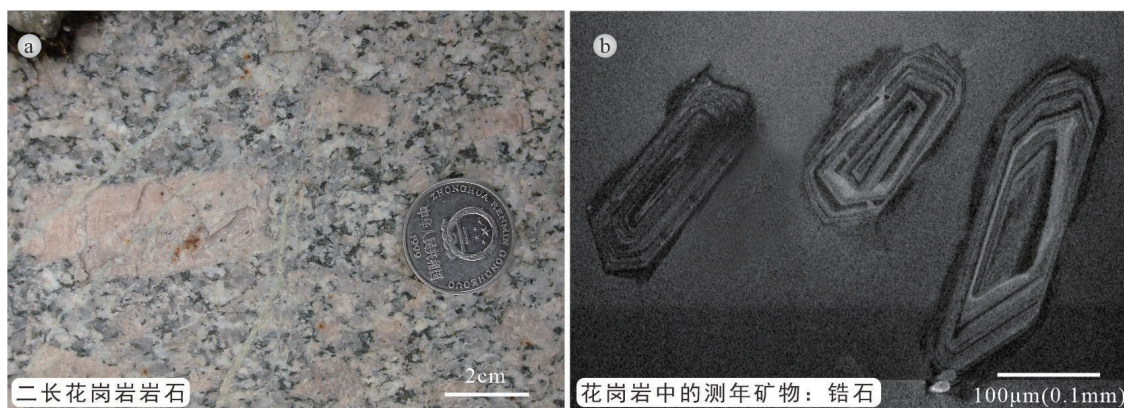


图 1 二长花岗岩及其中的测年矿物锆石

的时间格架,该地区岩浆活动集中于燕山期但具有多阶段作用的特点。作者利用高精度的锆石 SHRIMP U-Pb 定年,获得幕阜山岩体中黑云母二长花岗岩的结晶年龄为  $155.4 \pm 2.4\text{Ma}$ ,属晚侏罗世;二云母二长花岗岩则年轻一些,为  $136.8 \pm 1.9\text{Ma}$ ,属早白垩世。两者年龄差超过 10 Ma,表明该区岩浆活动具有明显的阶段性。此外,成矿与未成矿伟晶岩的年龄集中于  $131.2 \pm 2.4\text{Ma}$  至  $133.0 \pm 2.6\text{Ma}$  之间,说明在早白垩世初期,该区进入了以伟晶岩和稀有金属成矿为特征的新阶段。

稀有金属超常富集的地球化学信号。地球化学分析显示,幕阜山花岗岩具有高硅( $\text{SiO}_2$  含量  $65.2\% \sim 78.7\%$ )、高钾( $\text{K}_2\text{O}$  含量  $3.28\% \sim 6.01\%$ )、

过铝质( $\text{ASI}=0.92 \sim 1.32$ )的特征,伟晶岩的硅含量甚至更高( $70.2\% \sim 90.1\%$ )。这些岩石强烈富集 Th、U、Pb、Sr 等大离子亲石元素,而 Nb、Ta、Zr、Hf 等高场强元素则相对亏损。稀土元素总量较低,且具有明显的负铕异常,指示岩石经历了高度分异演化。特别值得注意的是,该地区岩石中 Li、Rb、Cs、Nb、Ta 等稀有金属呈高度富集。通过计算异常富集强度系数(a.c.i),发现花岗岩中 Li、Rb、Cs 的 a.c.i 值分别高达 16.7、2.89 和 17.5;伟晶岩中 Nb、Ta 的 a.c.i 值更是达到 14.0 和 146,远超一般地壳丰度,属“超常富集”。部分样品中 Nb、Ta 含量已达到甚至超过工业品位,显示出巨大的成矿潜力(表 1)。

元素比值也为成矿作用提供了重要线索。幕阜

| 元素 | 最小值              | 最大值              | 平均值              |                                           | 中位数              |                                           | 地壳<br>丰富         | 边界品位                                            | 工业品位                                            | a.c.i | 备注  |
|----|------------------|------------------|------------------|-------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------|-----|
| 单位 | $\times 10^{-6}$ | $\times 10^{-6}$ | $\times 10^{-6}$ | %                                         | $\times 10^{-6}$ | %                                         | $\times 10^{-6}$ | %                                               | %                                               |       |     |
| Li | 13               | 10370            | 335              | $\omega(\text{Li}_2\text{O}):$<br>0.072   | 64.6             | $\omega(\text{Li}_2\text{O}):$<br>0.014   | 20               | $\omega(\text{Li}_2\text{O}):$<br>0.5~0.7       | $\omega(\text{Li}_2\text{O}):$<br>0.9~1.2       | 16.7  | 花岗岩 |
| Rb | 37.7             | 3317             | 324              | $\omega(\text{Rb}_2\text{O}):$<br>0.035   | 186.5            | $\omega(\text{Rb}_2\text{O}):$<br>0.02    | 112              | $\omega(\text{Rb}_2\text{O}):$<br>0.1           |                                                 | 2.89  |     |
| Cs | 2.38             | 2346             | 64.8             | $\omega(\text{Cs}_2\text{O}):$<br>0.0069  | 14.8             | $\omega(\text{Cs}_2\text{O}):$<br>0.0016  | 3.7              | $\omega(\text{Cs}_2\text{O}):$<br>0.05          |                                                 | 17.5  |     |
| Nb | 201              | 784              | 350              | $\omega(\text{Nb}_2\text{O}_5):$<br>0.05  | 305              | $\omega(\text{Nb}_2\text{O}_5):$<br>0.043 | 25               | $\omega(\text{Nb}_2\text{O}_5):$<br>0.012~0.015 | $\omega(\text{Nb}_2\text{O}_5):$<br>0.022~0.026 | 14.0  | 伟晶岩 |
| Ta | 203              | 786              | 322              | $\omega(\text{Ta}_2\text{O}_5):$<br>0.039 | 276              | $\omega(\text{Ta}_2\text{O}_5):$<br>0.034 | 2.2              | $\omega(\text{Ta}_2\text{O}_5):$<br>0.007~0.008 | $\omega(\text{Ta}_2\text{O}_5):$<br>0.012~0.014 | 146   |     |

表 1 湘东北幕阜山地区 Li、Cs、Nb、Ta 等金属元素含量及富集特征

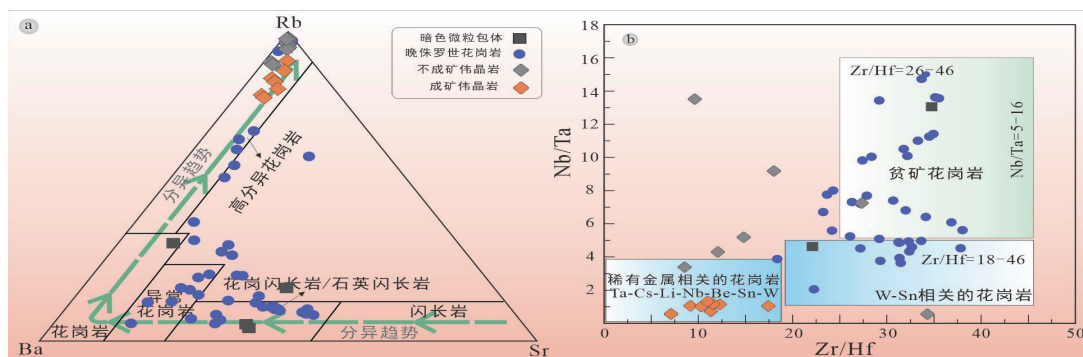


图2 岩浆作用与稀有金属 Li、Cs、Nb、Ta 富集的岩石地球化学特征  
a. 花岗岩及岩石包体的 Rb-Ba-Sr 分异演化图；b. 全岩 Zr/Hf—Nb/Ta 相关性成矿图

山成矿岩石的 Nb/Ta 和 Zr/Hf 比值显著低于华南花岗岩的平均值 (Nb/Ta=11.2, Zr/Hf=30.6)，分别在 0.48 ~ 19.6 和 7.07 ~ 38.8 之间。这种“孪生元素解耦”现象（即 Nb 与 Ta、Zr 与 Hf 在分异过程中发生分离）是岩浆—热液过渡阶段的典型标志，表明晚期流体活动对稀有金属的超常富集起到了至关重要的作用。

岩浆“炼金术”之边深部找矿未来可期。幕阜山地区稀有金属成矿具有明显的时空规律，晚侏罗世岩体以富集 Li、Rb、Cs 为特征，而早白垩世伟晶岩则以 Nb、Ta 矿化为标志。高度分异的花岗岩与伟晶岩在 Rb-Sr-Ba 三角图中显示出清晰的演化趋势，从低 Rb 高 Sr 向高 Rb 低 Sr 方向推进，最终在伟晶岩阶段达到强烈稀有金属富集状态（图 2a）。根据当前认识，Nb/Ta < 5、Zr/Hf < 26 的花岗质岩石最有利于稀有金属成矿。这些地球化学指标可作为重要的找矿标志（图 2b）。此外，幔源物质的参与为成矿提供了部分物源和热动力，壳幔相互作用、岩浆分异、流体出溶等多因素耦合，共同控制了矿床的形成与分布。未来找矿工作应围绕幕阜山岩体及其周缘伟晶岩脉密集区展开，重点关注早白垩世高分异小岩体和伟晶岩脉，同时向深部探索隐伏岩体与矿体的可能性。加强幔源与壳源岩浆混合机制、流体成矿效应等方面的研究，将进一步推动该区稀有金属找矿取得新的突破。

近年来，以稀有金属为代表的战略性矿产资源，已成为支撑新能源、环境保护、国防军工等

关键领域发展的“工业维生素”，其不可替代的核心作用随着技术迭代愈发凸显。为强化战略性矿产资源的规划管控能力、筑牢国家资源储备安全屏障，2021 年国家正式启动新一轮找矿突破战略行动，明确将锂、铌、钽等与新兴产业紧密相关的稀有金属列为战略性矿产资源。湖南幕阜山地区凭借独特的地质环境与资源禀赋，成为解析华南地区稀有金属成矿机制的“天然实验室”。该区域经历的多期次岩浆活动、充分的岩浆分异演化过程，叠加晚期流体的深度参与，共同为锂（Li）、铯（Cs）、铌（Nb）、钽（Ta）等关键金属的超常富集创造了绝佳地质条件，通过探矿已证实的大型稀有金属矿床进一步彰显了该地区具备较大的找矿潜力。

面向未来，围绕国家战略发展的核心需求，聚焦湖南省地质院地质找矿的主责主业，依托湖南地质人长期耕耘的工作基础，系统运用成矿理论创新成果与新一代勘查技术方法，在我院持续推进地质勘查找矿和深耕前沿地质科学研究的背景下，幕阜山这片蕴藏丰富稀有金属资源的土地，必将在保障国家战略性矿产资源安全、支撑新兴产业高质量发展中扮演更重要的角色。作为湖南地质人，我们将以实际行动响应国家号召，在新时期找矿突破的征程上，用专业与担当持续贡献湖南地质人的智慧与力量。

（作者系湖南省地质调查所高级工程师）

（责任编辑：蒋浩）

# 以地质之基筑安全之盾

## ——湖南城市地质工作服务国家战略的深度实践与探索

◎ 范平阳 谷文昌



习近平总书记强调，城市安全是人民群众安全感的基石，是城市发展的生命线。湖南是长江经济带核心区段、中部崛起战略腹地，城镇化率突破 60%，与此同时，喀斯特地貌广布、地质灾害高发、战略资源需求迫切等现实挑战交织。作为践行“统筹发展和安全”国家战略、落实湖南“三高四新”美好蓝图的关键支撑，近年来，湖南省地质院城调所以“地质安城”为核心，通过技术创新破瓶颈、机制协同聚合力、成果转化惠民生，走出了一条兼具“安全韧性、资源保障、生态低碳”的城市地质发展路径，为中部地区乃至全国提供了可复制、可落地的“湖南地质方案”。

### 一、直面时代命题：湖南城市地质工作的战略挑战与现实需求

城市地质工作的本质，是破解“发展”与“安全”的辩证关系。湖南地处我国二级阶梯向三级阶梯过渡带，地质条件复杂特殊，叠加新型城镇化、新能源产业发展等时代要求，面临四大核心挑战，每一项都事关国家战略的落地实施。

#### （一）战略资源保障与“双碳”目标的协同难题

湖南“有色金属之乡”美誉的背后，传统矿

产深部勘查不足与新能源资源开发滞后的矛盾依旧存在。以湘西北为例：一方面，常德石膏矿采空区达 6.5 平方公里，湘西北萤石、重晶石等特色矿产开发与生态保护衔接断层，治理需投入超 5 亿元，财政保障机制有待完善；另一方面，新能源产业所需的锂、地热等资源开发滞后——常德、益阳地区虽开发利用了地热资源，但“探采储用”链条未贯通；全省地热资源开发利用不足 8%，城调所在常德柳叶湖区的“地热+智慧能源”试点虽年节电 120 万度，却未纳入城市能源规划，与“双碳”目标要求存在差距。更关键的是，30 余年积累的地质数据分散于各项目，未形成矿产、地热、地下空间的省级统一数据库，导致长沙、株洲等城市地下空间开发建设活动中未能充分利用现有的基础地质资料，资源配置效率亟待提升。

#### （二）地质灾害防治与“人民至上”理念的落地堵点

湖南是全国地质灾害高发区，2020—2024 年累计发生城市地质安全灾害 327 起，直接经济损失超 15 亿元。尽管全省投入 3.8 亿元完成 89 个县市 1:1 万地质灾害调查，覆盖 38.08 万个斜坡单元、78 万户切坡建房，建立“隐患点+风险区”“人防+技防”双防模式，但仍力有不逮，面临监测精度不足、基层能力薄弱、预警落地难三大堵点，



如偏远山区张家界慈利县的溶洞群，仅有 30% 实现了三维激光扫描监测，其余需依赖人工巡排查，汛期响应滞后约 2 小时；78 万户切坡建房中仅 15% 完成“微治理”，乡镇级地灾队伍专业资质人员占比不足 20%，2025 年安化县乐安镇排危除险项目因基层技术人员不足工期延长 15 天；预警信息“最后一公里”未打通，部分村组存在“收到预警不知如何处置”的困境，与“人民至上、生命至上”的防灾要求仍存在差距。

### （三）城市空间扩张与地质安全底线的适配矛盾

随着长株潭都市圈建设提速，地下空间开发、轨道交通建设对地质安全的需求空前迫切。比如：长沙地铁四号线大学城站点穿越岩溶、断层区，曾因前期地质评估不足，2 处站点额外投入 1200 万元进行岩溶处理；怀化市武陵路地下探测发现 33 处病害（含 1 处 10 m<sup>3</sup> 空洞），均为规划未预判风险点，需 800 万元应急处置；城市扩张导致新增切坡建房、填海造地，加剧地质环境脆弱性。如何将地质安全评估纳入城市规划“前置程序”，避免“重建设、轻保护”，成为新型城镇化高质量发展的必答题。

### （四）科技成果转化与产业需求的衔接断层 高校实验室成果与工程化应用“两张皮”问

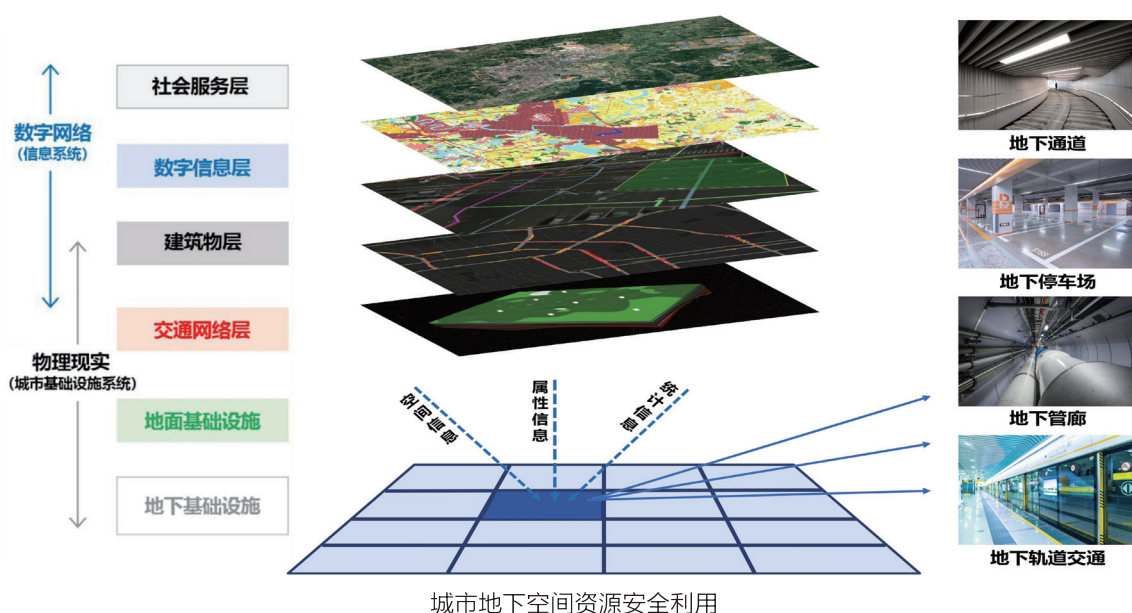
题突出：中南大学等高校研发的岩土力学模型、AI 预警算法，因缺乏中试验证环境，技术参数与实际工况脱节，污染水土修复材料实验室性能达标率 95%，现场应用失效率却达 40%；地质工程、环境工程、人工智能等领域技术融合深度不足，地质灾害预警需多源数据集成，却因技术链条割裂导致处置方案响应滞后；省级城市地质安全风险评估标准缺失，企业技术服务成果难以跨区域推广，既懂地质机理又掌握智能技术的复合型工程师缺口率达 60%，制约创新成果向现实生产力转化。

## 二、抢滩创新实践：构建从技术、机制到价值闭环的湖南模式

面对战略挑战，以“问题导向”破题，城调所作为重要技术牵头单位，联合中南大学等高校、多部门协同发力，在技术突破、机制革新、价值落地三个维度形成闭环，将城市地质工作从“被动应对”升级为“主动赋能”。

### （一）以数字孪生与智能监测破解“地下盲区”难题

城调所率先构建“空天地网”全方位监测体系，将“透明地下”从理念变为现实。在技术层面，



重点突破三大核心能力：一是地下病害智能探测技术。引入省内首套车载三维探地雷达 Stream UP 系统，实现道路病害“零封路”检测，在长沙芙蓉区、天心区累计发现 166 处空洞、脱空病害，通过“136 工作法”（即 1 小时抵达、3 小时验证、6 小时出方案）避免超 2000 万元经济损失，相关技术纳入《湖南省道路安全检测团体标准》。二是地质安全数字孪生建模。以长沙城市地质安全风险试点为基础，整合城调所积累的地质调查、地灾监测数据，构建“地层-病害-工程”三维模型，将长沙奥体新城地下空间开发地质风险评估效率提升 40%，避免因地质盲区导致的工程返工。三是地灾智能预警平台。建成“无人机航测+卫星遥感+地面传感器+物联网”监测网络，在桃源县、临湘市“点面双控”试点中预警准确率达 92%，2023 年成功避让地质灾害 149 起，2025 年汛期再避灾 40 起，避免 192 人伤亡，真正实现“早发现、早预警、早处置”。

同时，聚焦绿色低碳技术，城调所研发的“地热+智慧清洁能源系统”在湖南幼儿师范专科学校应用，年节电 120 万度、减排碳排放约 700 吨；在矿产勘查中推广“环保泥浆+废渣不落地”模式，如桃源马家坡金矿勘查采用 YDX-800F 钻机，实现废浆无害化处理，将绿色地质理念贯穿技术研发全过程。

## （二）以“政产学研用”打通“协同壁垒”

城调所打破部门、领域、主体间的协同壁垒，构建“多元共治”机制，让创新资源高效流动。一是建立跨部门政策协同机制。助力省自然资源厅、住建厅、应急厅联合制定《湖南省城市地质安全风险防控工作方案》，推动长沙试点成果纳入《湖南省地质调查十五五规划》，建立“城市规划-地质评估-工程建设”前置审批流程——长沙某商业综合体项目因提前开展地质评估，工期缩短 20 天，避免重复投入。

二是建立产学研深度融合机制。依托“湖南省城市地质安全风险防控博士创新站”，城调所与中南大学地球科学与信息物理学院联合攻关“城市道路塌陷智能识别技术”，获发明专利 3 项、SCI 论文 5 篇，研发的风险评估模型在怀化、益阳推广，病害识别率提升至 88%；双方共建的“湖南省城市地质安全风险防控工程研究中心”，计划投资 1500 万元建设工程化验证平台，缩短技术转化周期 50%。三是建立基层治理协同机制。通过“红背包公益行动”组建 200 余支志愿队，用方言手册、现场演练等方式，覆盖全省 30 余个县市 1 万余名群众；每季度开展乡镇地灾技术培训，计划培养 1000 名基层“地质安全员”，配套发放便携式裂缝计，打通预警“最后一公里”；建立“月度会商机制”，与自然资源、气象、交通部门实时共享 4000 余个气象站与 1.8 万个灾害隐患点数据，落实“631”递进预警（6 小时预报到市县、3 小时预警到乡镇、1 小时叫应到村社），明确乡镇干部为“第一叫应人”，确保责任落地。

（三）以“安全、资源、生态”服务发展大局  
湖南城市地质工作始终锚定“服务国家战略、惠及民生福祉”的价值导向，在三大领域实现成果转化。在安全价值领域，筑牢城市安全防线。通过地灾智能预警与道路病害探测，全省地质灾害预警准确率从 60% 提升至 75%，城市塌陷灾害



2022 年，临澧县刻木山乡石膏矿采空区地面塌陷地质灾害，省城调所提供技术支持并成功避险

损失减少 30%，保障 500 万城市人口安全；城调所支撑 21 个县市区实现“2021—2024 年连续四年零伤亡”，成功预警石门县南北镇潘坪村雷家山滑坡等重大灾害，用实际行动践行“人民至上”理念。在资源价值领域，保障战略资源供给。城调所探明临澧赵家坪石膏矿 2.04 亿吨、桑植莲花台玻璃用砂岩 1.26 亿吨，为传统产业升级提供支撑；在石门东山峰矿区探获世界级超大型磷矿床，预计提交磷资源量 14 亿吨，为湖南新能源产业和农业发展奠定原料基础；推动矿企对接平台建设，避免资源“沉睡”。在生态价值领域，助力“双碳”目标落地。截至 2023 年底，全省建成国家级绿色矿山 65 家、省级绿色矿山 124 家，形成“三十六湾模式”（关闭非法矿点 + 生态修复）、“鼎城石板滩模式”（石煤矿修复后亩产提升至 800 斤），127 处历史遗留矿山中 42% 纳入城市更新规划；地热技术推广应用预计 2030 年前实现城市地热供暖（制冷）覆盖率达 15%，为低碳城市建设提供地质支撑。

### 三、智绘未来路径：以地质现代化赋能国家战略落地

站在新发展阶段，湖南城市地质工作需进一步锚定“国之大者、省之所需”，从技术深化、制度保障、战略衔接三个方面着力，推动地质工作现代化。

#### （一）着力构建“全周期智能监测”体系

聚焦深地、智能、低碳三大方向，突破关键技术瓶颈：2026 年前完成省级“城市地质大数据共享平台”建设，整合城调所道路病害、地灾监测数据，接入长株潭都市圈智慧城市平台，实现地下空间开发、风险预警、应急处置全流程数字化；依托现有博士创新站和即将成立的城市地质工程研究中心研发“地质雷达图谱智能识别系统”，提升 200 米以浅地下病害探测精度，2027 年前实现全省地级市道路地下隐患普查全覆盖；扩大“地热 + 智慧能源”模式应用，在新建项目中强制要求地热资源评估，让低碳地质技术成为“双碳”目标的重要支撑。

#### （二）着力完善“多元协同治理”机制

通过制度创新破解长效难题，推动省级立法将城市地质评估纳入城市规划强制性内容，容积率超 3.0 的项目需提交地质安全报告，从源头规避风险；设立“城市地质专项基金”，整合项目资金与地方财政，对历史遗留矿山修复、地灾“微治理”给予一定的补贴，2026 年前完成 78 万户切坡建房高风险户治理；推动制定《跨部门地质灾害防治职责清单》，明确自然资源部门管“监测预警”、应急部门管“应急处置”，避免推诿扯皮，形成“权责清晰、协同高效”的治理格局。

#### （三）着力嵌入“国家重大战略”布局

聚焦“新能源安全”，每年安排专项勘查资金，优先支持锂、铌等战略性矿产深部勘查，2027 年前力争新增锂资源量 50 万吨；服务“长江经济带生态保护”，加强湘江水系地质环境监测，推广水土污染修复技术，守护长江流域生态安全；支撑“中部崛起”，以长株潭都市圈为试点，打造“透明地下”建设范式，为中部城市地质工作提供经验；践行“韧性城市”理念，完善“城市地质韧性指数”评价框架（含安全、资源、生态韧性），为城市高质量发展提供量化指引。

湖南城市地质工作的实践，是“统筹发展和安全”国家战略在地方的生动落地，是“以人民为中心”发展思想在地质领域的具体体现。从“地下盲区”到“透明地质”，从“被动避灾”到“主动防控”，从“资源开发”到“生态协同”，城调所以技术创新破题、以机制协同聚力、以价值落地赋能，不仅筑牢了城市安全之基，更为长江经济带、中部崛起等国家战略实施提供了坚实地质支撑。未来，随着地质现代化的深入推进，城调所必将继续以“地质安城”守护“人民安康”，为全国城市地质工作高质量发展贡献更多“湖南地质智慧”。

（作者单位：中南大学；湖南省城市地质调查监测所）

（责任编辑：黄利群）



# 从长寿村到实验室：湖南地质里的健康密码

◎ 彭静怡



在湖南新田县的田野上，藏着一个耐人寻味的现象：同样的阳光雨露下，有的村庄因富硒土壤成为长寿之乡，而有的村庄却因地下水碘含量过高，让村民面临健康风险。同一片土地，为何对健康的影响天差地别？这正是新兴学科“健康地质”要解开的谜题——我们脚下的岩石、土壤和水，是如何像一位隐形管家，悄悄影响着生命健康？

## 从“医学地质”到“健康守护”：什么是健康地质

不少人听过“医学地质”，却分不清它和健康地质的关系。其实，健康地质是在医学地质基础上发展起来的“升级版”——中国地质调查局2017年明确，健康地质是研究“地质环境怎么影响人群健康”的交叉学科。简单来说，就是搞明白“哪些地质条件让人生病，哪些能让人更健康”。

中国地域辽阔，地质地貌与气候条件复杂多样，这使我国的健康地质研究具有无可比拟的地域优势。而湖南“七山二水一分田”的特殊地形，让湖南成了研究健康地质的“天然实验室”：雪峰山的花岗岩风化出富硒土壤，为当地居民提供

了宝贵的健康资源；洞庭湖的冲积平原需警惕重金属积累带来的健康风险；武陵山区的碳酸盐岩能过滤出优质矿泉水，滋养着一方百姓……这些都是健康地质研究的“天然素材”，等待着科研人员去发掘和解读。

在这一背景下，健康地质不仅关注传统的环境与疾病关联，更强调从地质系统中挖掘“健康资源”，实现从被动防御到主动利用的转变。

## 从“老”智慧到“新”攻坚：健康地质的发展之路

早在公元前460年，“医学之父”希波克拉底就说“看空气、水和地方，就知人群健康”，这与健康地质的理念不谋而合。但直到1997年，国际上才正式提出“医学地质”概念，为这一领域的研究奠定了理论基础；2020年中国地质学会医学地质专业委员会成立后，国内相关研究步入快车道，湖南的研究也快了起来。

湖南的健康地质研究早有积累：20世纪60年代，湖南科研人员就开展了地方病与地质环境的调查，初步积累了克山病、大骨节病的地球化学数据，为后续研究提供了宝贵资料；2000年后，全省系统开展了一系列生态地球化学调查，积累了海量数据，为健康地质研究搭建了基础数据框架。

2025年，为落实湖南省委“开展健康地质研究”的工作部署，湖南省地质院筹建了湖南省地质院健康地质研究科技创新团队，通过跨学科融合，运用先进的技术手段，更深入地探究地质环境与人群健康之间的关系，也将健康地质研究从“零散调查”推向“系统攻坚”，让我们对脚下土地的健康密码有新认识。

宁乡市仙女河源区镉污染农田安全利用示范项目



垂向土壤剖面调查

### 从野外采样到实验室分析：给湖南的地质环境做“健康体检”

在野外，科研人员在洞庭湖流域布设采样点，在新田县采集土壤样本，在河流沿岸监测水质——这正是湖南健康地质研究“野外调查”的日常。而在地球化学过程与资源环境效应湖南省重点实验室，操作台上的分析设备正忙着处理样品。通过高精度检测解析其中的元素含量、赋存形态，挖掘其蕴含的“健康密码”。科研人员说：“我们就像给湖南的地质环境做‘健康体检’，既要找‘病根’，也要开‘良方’。”

针对湖南的“健康地质痛点”，研究紧扣“防控污染、开发益源”方向扎实推进。面对洞庭湖流域的镉污染，科研人员先通过野外勘查圈定污染范围，再在实验室分析“土壤-水稻”体系中镉的迁移路径，最终联合农业部门提出“石灰调节土壤酸碱度+种植低镉水稻品种”的方案，让益阳等地的污染稻田重新种出安全米；围绕新田县富硒特色资源，团队开展全域土壤采样与高精度元素分析，绘制出1:1万比例尺的富硒土壤分布图，帮农民精准找到“种富硒稻的好地块”，让当地农民收入增加，为乡村振兴发展做出实实在在的贡献。

湖南的健康地质研究还在赶“新潮流”，科研团队正在开展“湖南健康地质一张图”研究，

把土壤元素、污染风险标成“红黄绿”三色，像地图一样直观，能帮地方规划种植，选择安全居住区。

### 从实验室到餐桌：健康地质就在身边

健康地质不是“实验室里的学问”，它早已走进湖南人的日常生活，融入衣食住行的方方面面。在新田县，实验室绘制的富硒土壤分布图，让当地农民精准找到“最适合种富硒水稻的地块”，农产品价值翻了5倍，成为乡村振兴的“聚宝盆”；在安化县，科研人员通过土壤检测发现，当地85%的冰碛岩土壤富含锌、硒等元素，这些元素被茶树吸收后，不仅提升了茶叶的抗氧化能力，更造就了安化黑茶醇厚回甘的独特风味；在麻阳苗族自治县，科研团队对当地“长寿泉”的检测显示，泉水富含锶、硒等有益元素，且重金属含量远低于限值，这样的优质水源滋养了一代又一代当地人，造就了“九十平常事，百岁不稀奇”的奇观，也让“长寿泉”成为当地康养产业发展的“活名片”。



土壤调酸和原位钝化施工现场

富硒稻田里孕育着丰收的希望，茶山清泉边萦绕着自然的生机，健康地质研究正以科学的力量，慢慢唤醒湖南土地的健康活力。读懂藏在岩石、土壤、水源中的地质奥秘，让每一寸湘楚大地都化作滋养生命的沃土，健康地质研究将用科学力量为“健康湖南”战略铺就坚实根基，让地质成果真正惠及民生，守护千家万户的幸福安康。

（作者单位：湖南省地球物理地球化学调查所）

（责任编辑：黄利群）



# 稀土：藏在“土”里的“稀”世珍宝

◎ 张 鑫

## 一、“稀”次亮相：从瑞典采石场走出的元素家族

1794年，瑞典化学家约翰·加多林在斯德哥尔摩附近的乙忒比小镇采石场，从一块黑色重矿物（后称“加多林矿”）中意外分离出一种未知“土状”物质——人类发现的第一种稀土氧化物“钇土”。此后一个多世纪，化学家们如同开启科学“盲盒”，逐步揭开稀土家族的面纱：1803年，贝采利乌斯与希辛格在铈硅石中发现“铈土”，首次提出“稀土”概念；1839年，莫桑德将钇土进一步拆分为钇、铈、镧三种元素，揭示稀土“多胞胎”的特性；1878年马里尼亚克发现铈，1907年乌尔班分离出镧……直至1947年，美国科学家马林斯基在铀裂变产物中找到最后一位成员“钷”，历时160年，稀土家族17位“成员”终告集齐。

## 二、“稀”土如金：不是“土”的金属“大家族”

稀土并非字面意义的“稀有土壤”，而是化学元素周期表中镧系元素（15种）与钪、钇共17种金属元素的总称。它们多呈银灰色，具金属光泽，硬度较低但化学性质活泼。其独特之处在于内层4f电子的排布差异，赋予其优异的光、磁、电及催化性能。按原子结构与理化性质，稀土可分为

轻稀土（铈组，镧至铈7种元素，储量相对丰富）和重稀土（钇组，钇至镥8种元素，因稀缺性更具战略价值）。

从宇宙视角看，稀土元素的诞生与极端天体事件紧密相连：轻稀土（如镧、铈）主要形成于中小质量恒星末期的“渐近巨星分支”阶段，经由“慢中子俘获过程”逐步合成；而重稀土（如钆、铽、镥）则更多源自超新星爆发或中子星合并的“快中子俘获过程”。这些剧烈活动将稀土元素抛洒至宇宙，最终随太阳系形成融入地球等行星岩层。

## 三、“稀稀”相关：改写工业的“魔法添加剂”

稀土的神奇，在于其“微量添加，性能飞跃”的“魔法效应”——即使在材料中添加0.1%，也常使其从普通跃升为高端，故被誉为“工业维生素”。

磁学领域的“磁力王者”：以钕为核心的钕铁硼永磁体，最大磁能积超55MGOe，可达普通铁氧体的10倍以上，兼具高矫顽力与稳定性，为新能源汽车驱动、精密仪器等实现“小体积、大功率”提供关键支撑。

光学领域的“色彩魔法师”：铕氧化物发出纯正红光，铽贡献绿光，二者构成显示屏红色与绿色荧光核心，助力实现高饱和度、高还原度的全彩显示。





耐温领域的“极限守护者”：钇稳定氧化锆陶瓷耐温高达 2600℃，热稳定性优异，广泛应用于航空发动机涡轮叶片、火箭喷管内衬等高温极端环境。

储能领域的“尺寸魔术师”：镍氢电池中添加稀土可提升储氢量 3 倍，循环寿命超 1000 次，助力混合动力汽车、应急电源等实现高能量密度与小体积化。

绿色能源的“能量纽带”：1.5 兆瓦风力发电机需约 600 公斤钕铁硼以实现低风速高效发电；特斯拉 Model 3 永磁同步电机含 4.5 公斤稀土，钕、镨协同使电机效率突破 97%；氢燃料电池储氢系统则依赖钌系合金实现安全储运。

电子信息产业的“基石支撑”：一部智能手机含至少 8 种稀土；铒掺杂光纤放大器可将光信号放大数千倍，破解 5G 与算力网络的长距传输衰减难题；高纯铈基抛光液实现芯片晶圆原子级平整抛光，直接影响制造良率。

国防科技的“战力倍增器”：美国 F-35 战机使用约 417 公斤稀土，钕铁硼、钕基合金、钕系复合材料分别支撑雷达、发动机与机身性能；钕增强贫铀装甲硬度提升 20% 以上；钕玻璃为激光制导武器提供高能激光束。

生命健康的“诊疗利器”：钆类造影剂显著缩短 MRI 弛豫时间；钬激光适用于前列腺增生微创手术，创伤小、恢复快；镥-177 同位素可作为靶向药物载体，精准杀伤癌细胞。

#### 四、珍“稀”资源：地球深处的“战略宝藏”

稀土在自然界中多以“伴生矿物”形式存在于岩石、黏土或盐湖中，已发现含稀土矿物超 250 种，具工业开采价值的仅十余种，主要分为两大类：

轻稀土矿物：以氟碳铈矿（含镧、铈、钕）、独居石（含镧、铈、钇）为主，我国内蒙古白云鄂博矿床为全球最大轻稀土矿，储量占全国轻稀土 83%；

重稀土矿物：以磷钇矿（含钇、铈、镨）、褐钇铋矿（含钇、铈）为主，多富集于离子型矿床。我国江西、广东、福建等地的南方离子型稀土矿

为全球唯一高品位重稀土产地，镨、铽储量占全球 90% 以上。

全球稀土矿床主要分为三类：岩浆型（如白云鄂博、美国芒廷帕斯）、风化壳离子型（如我国赣州、缅甸克钦邦）以及沉积型（如澳大利亚韦尔德山）。

#### 五、“稀”望之地：全球稀土储量与中国分布

据美国地质勘探局（USGS）2025 年《矿产品概要》报告，2024 年全球稀土氧化物（REO）储量约 9000 万吨。中国以 4400 万吨居首（占全球 48.9%），其后为巴西（2100 万吨，23.3%）、印度（690 万吨，7.7%）与澳大利亚（570 万吨，6.3%），四国合计占全球 86.2%。

我国稀土分布呈“北轻南重”格局：北方轻稀土带以内蒙古白云鄂博为核心，辐射甘肃、宁夏，储量占全国轻稀土 90% 以上；南方中重稀土带涵盖江西、广东、福建、湖南，其中江西赣州被誉为“中国稀土之都”，中重稀土产量占全国 80%；西南稀土带以四川凉山牦牛坪矿床为代表，以轻稀土为主，是我国重要稀土后备基地。

#### 六、不可“稀”缺：贸易博弈中的“规则武器”

在“双碳”目标与新能源革命驱动下，中国稀土战略地位日益凸显。稀土产业正朝着“全链条强基、规则权突破”方向迈进：一方面筑牢资源与技术根基，推进西南、西北稀土找矿突破，扩大废旧永磁体、芯片等二次资源回收规模，攻坚高纯稀土靶材、耐高温合金等“卡脖子”技术，升级无氨浸矿、低能耗分离工艺，匹配新能源汽车、风电等领域的高性能需求；另一方面握紧规则“话语权”，推动中国稀土环保标准、质量规范纳入国际 ISO 体系，通过合规出口管控与产业链协同应对贸易博弈，将全链条优势转化为国际规则制定底气，使稀土真正成为支撑双碳目标、守护产业安全的战略利器。

（作者单位：湖南省自然资源调查所）

（责任编辑：刘婧）

# 石头的“指纹识别术”： 解码地球演化的微观密码

◎ 马慧英

在地球 46 亿年的漫长历史中，岩石作为最古老的见证者，以静默的姿态记录着行星演化的每一个瞬间。从火山喷发到板块碰撞，从海洋沉积到地壳变质，每一块岩石都携带着独特的“身份密码”——这不仅是地质学家破译地球历史的钥匙，更是人类理解自然法则的智慧结晶。

矿物是岩石的基本组成单元。全球已知矿物超过 5000 种，但构成岩石的“主力军”仅 20 余种，其中石英、长石和云母占比超 90%。岩石的化学组成与结构特征是地质历史演化的直接记录。从原始地核分异到板块构造运动，从生命起源到环境变迁，岩石的矿物成分、元素含量及微观结构均被刻上独特的“地质指纹”。

## 一、什么是石头的“指纹”



图 1 完整的矿物晶体及其在岩石中的自然形态（“伪装”状态）

在大自然中，很多岩石外表相似，如同经过“伪装”，难以直接区分。然而，无论它们如何伪装，每一块岩石都是独一无二的存在，就像人类的指纹，拥有着属于自己的独特纹路、颜色、形态与

结构。尽管岩石的种类繁多，但每一块都能成为我们了解地球秘密的窗口，而鉴别岩石的过程，就如同用显微镜“读取石头的指纹”。

## 二、矿物的识别特征

### 1. 物理性质

矿物的物理性质包括形态、粒度、颜色、透明度、光泽等，可通过肉眼或者借助双目显微镜直接观察。例如，石英晶体常常呈现出规则的六棱柱状，而方解石则多为菱面体或平行双面体（图 2）。这些特征如同矿物的“外貌”，是初步鉴定的重要依据。



图 2 常见矿物的物理形态（石英与长石晶体）

### 2. 化学性质

矿物的化学性质涉及矿物的化学成分、化学稳定性及其在不同环境条件下的反应行为等。例如，方解石遇酸容易溶解，而石英则具有较高的化学稳定性；石榴石因内部所含 Mg、Al、Mn 等比例的不同而呈现多色性（图 3）。这些“看不见”的性质，却是决定矿物身份的关键。



图3 石榴石因化学成分差异表现出的多色性

3. 光学性质

在偏光显微镜下，矿物的折射率、多色性、干涉色等光学特征得以显现。不同矿物的折射率不同，这使得光线在通过矿物时发生不同程度的折射，从而呈现出不同的光学效果，为鉴定提供了重要依据。例如，图4中来自新元古代、加里东期及印支期等不同时代的锆石，其晶面发育程度、裂纹及包体等方面存在显著差异，这些特征记录了其形成时的地质环境和演化历程。

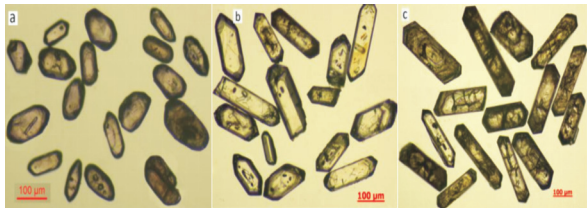


图4 不同地质时代锆石的光学显微图像

三、如何识别矿物的“指纹”

既然了解了矿物指纹的特征，那么地质学家是如何识别它们的呢？对于晶形不完整、颜色和光泽相似的矿物，特别是长距离搬运使得典型特征受损明显的矿物，凭肉眼或常规方法难以准确区分。那么，有没有方法能准确识别矿物“指纹”？微量化学分析鉴定法犹如“矿物侦探”，只需极少样品即可通过特定化学反应识别元素组成，从而实现精准鉴定。

（一）含铅矿物的鉴定：碘化钾显微结晶法

常见含铅矿物有方铅矿、灰铅铋矿、白铅矿等。以白铅矿碎块为例，它主要以白色、无色为主，外观上容易与重晶石、白钨矿、磷灰石等矿物相混淆。采用碘化钾法可快速识别其含铅特征：

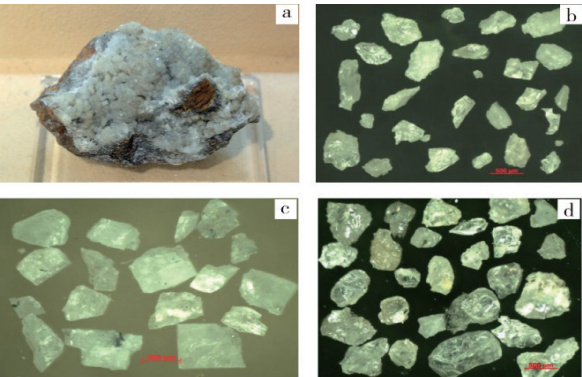


图5 a: 块状白铅矿；b-c: 白铅矿碎裂颗粒；d: 重晶石碎裂颗粒

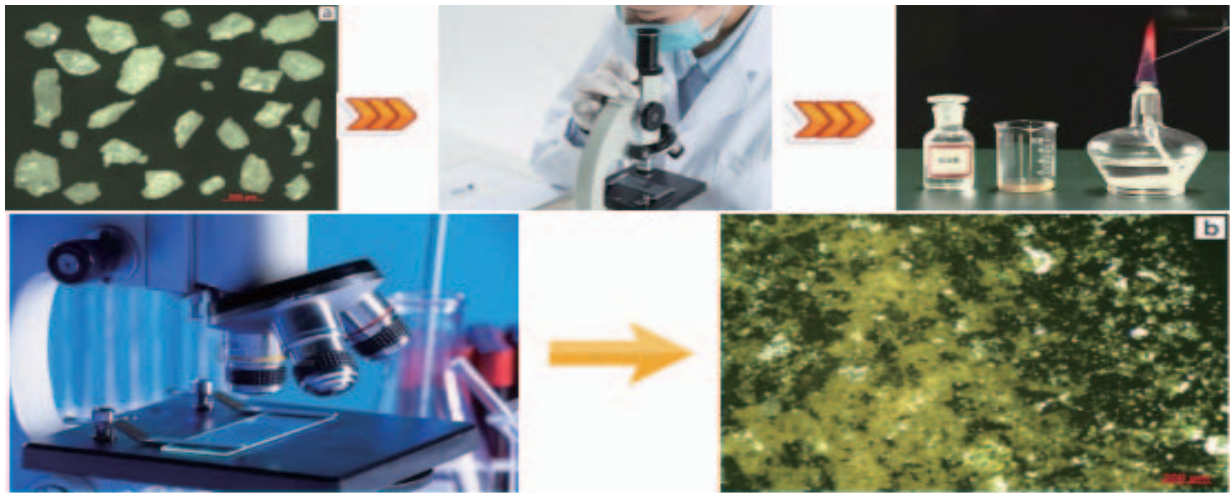


图6 碘化铅沉淀的显微图像（柠檬黄色片状晶体）



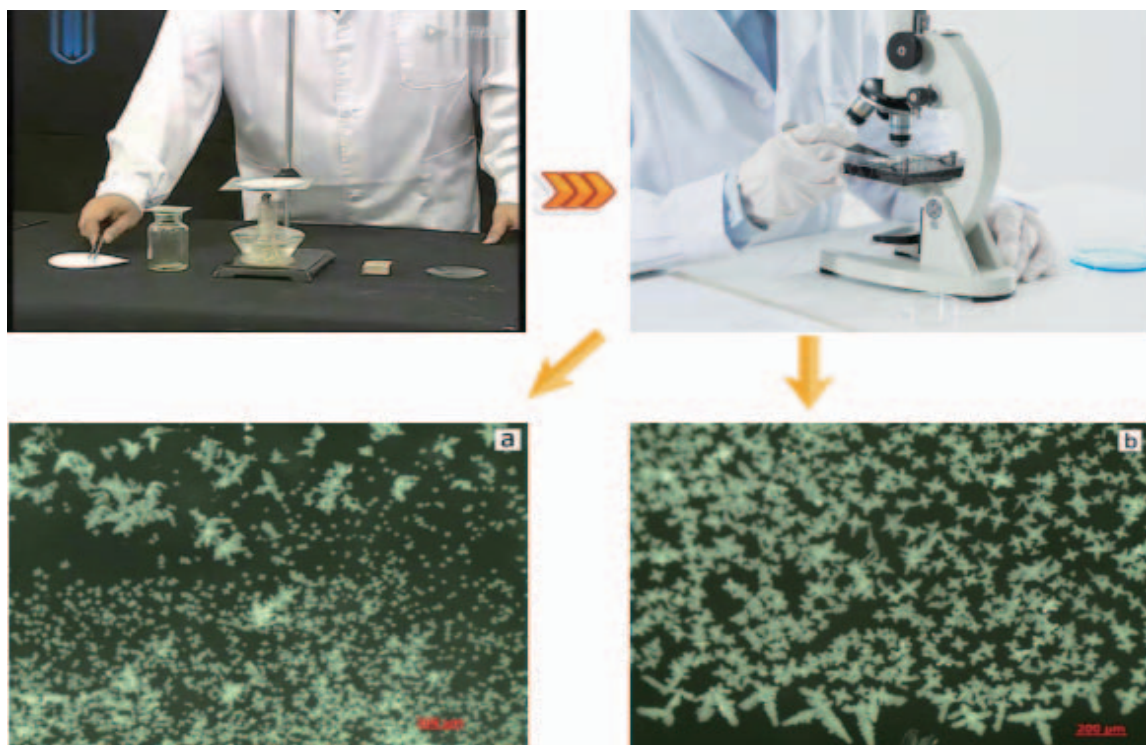


图7 硫氰酸汞锌沉淀的典型显微形态（雪花状及羽毛状）

1. 取1-2颗白铅矿颗粒置于凹玻片，滴加1:1硝酸并加热溶解；
2. 蒸干后加蒸馏水稀释，滴加碘化钾溶液；
3. 显微镜下观察，可见柠檬黄色薄片状碘化铅（ $\text{PbI}_2$ ）晶体生成。

该方法基于铅离子在中性或微酸性溶液条件下，与碘化物作用生成碘化铅沉淀的原理。

#### （二）含锌矿物的鉴定：硫氰酸汞钾显微结晶法

常见含锌的重砂矿物有闪锌矿、菱锌矿、硅锌矿等。以不规则状闪锌矿为例，它的颜色深浅不一，深色闪锌矿容易与黑钨矿、钨锰矿混淆，而浅色者与楣石、独居石及板钛矿等难以区分。采用硫氰酸汞钾显微结晶法可验证锌元素的存在：

1. 取1-2颗闪锌矿颗粒，置于凹玻片上，用1:1硝酸溶解后蒸干；
2. 加1:7稀硝酸溶解残渣，冷却后加1滴硫氰酸汞钾溶液；
3. 显微镜下观察，可见白色雪花状及羽毛状硫氰酸汞锌结晶物。

该方法基于锌离子在中性或弱酸性环境中，易与硫氰酸汞钾反应生成硫氰酸汞锌复盐沉淀的原理。

#### 四、结语

微量化学分析鉴定法具有操作简便快捷、反应灵敏、样品需求量极少（仅需2-3颗矿物颗粒）、准确性高等优势，尤其可为判别物理性质相近但化学成分各异的矿物提供有力支撑。此外，现代分析技术如电子探针（EPMA）和激光剥蚀电感耦合等离子体质谱（LA-ICP-MS）等，能更精确地测定矿物的元素组成和同位素特征，支撑更深入的地质演化研究。这些微观尺度上的矿物特征，虽细微却承载着地球恢宏的演化历史，为科学家解读地球往事提供了可靠密码，持续推动着人类对脚下星球的认知边界。

（作者系湖南省地质调查所高级工程师）

（责任编辑：向轲）

# 沙海寻“图”“数”为罗盘

——湖南地质人的沙特远征记

◎ 颜玲利 谢郑灿



在“一带一路”倡议与沙特“2030 愿景”深度对接的时代背景下，“沙特阿拉伯地盾精细地质填图项目”应运而生。作为迄今 21 世纪全球规模最大的地质填图工程，它已成为中沙两国在科技合作与资源勘探领域的标志性工程。

面对广袤沙海，如何精准“寻图”？湖南地质人的答案是：以“数”为罗盘。受中国地质调查局西安地质调查中心邀请，湖南省地质院闻令出征沙特阿西尔省，承担起 Abraq al Gharrā 地区 1:10 万地质填图任务。

在这里，他们以创新为犁，深耕古老地盾；以技术为笔，重绘地质边界，在这片无垠沙海之上，开启了一场跨越山海的科技远征。

## 启航，沙海无垠

2024 年 5 月，当“沙特阿拉伯地盾精细地

质填图”这一世纪工程向全国征集技术力量时，挑战与机遇如同沙漠热浪般扑面而来。全英文作业环境、严苛的国际标准、地表温度动辄超过 60℃ 的极端环境，构成了通向国际舞台的“三重门”。

湖南省地质院火速启动“精英计划”，从院属物化所、地调所、城调所等单位抽调精锐，组建起一支平均年龄 35 岁的“湘籍战队”。这支精锐团队不仅拥有 5 名高级工程师和 2 名博士后作为技术核心，更构建了从地质填图、遥感解译、数据库建设到软件开发的完整技术链条，形成了多学科协同攻关的强大合力。

出征前的三个月，是一场没有硝烟的备战。白天，团队成员潜心钻研沙特地盾地质资料，逐条对照国际填图标准梳理差异——从地层单元划分的术语规范，到地质点描述的格式要求，每个细节都经过反复推敲；夜晚，软件技术组挑灯夜





战，围绕 ArcGIS Pro<sup>1</sup> 高级功能展开集中攻关，针对空间数据拓扑检查、多源遥感影像融合、航磁物探矿化分析等技术难点，逐个进行模拟推演。

“光是地层解译分析，我们就对照国际规范反复修改，确保每个地层的命名都有扎实的资料支撑。”来自物化所的项目负责人毛晨博士回忆道。

“这不仅仅是一项技术任务，更是湖南地质人响应国家战略、服务‘一带一路’倡议的时代使命。”作为项目牵头单位，物化所所长廖凤初的这番话，为这场远征定下了基调。团队深知此行不仅要在技术上攻克难关，更要在沙漠极端环境中展现湖南地质工作者的专业素养。从湖南到沙特，他们迈出了走向国际地质舞台的坚定步伐。

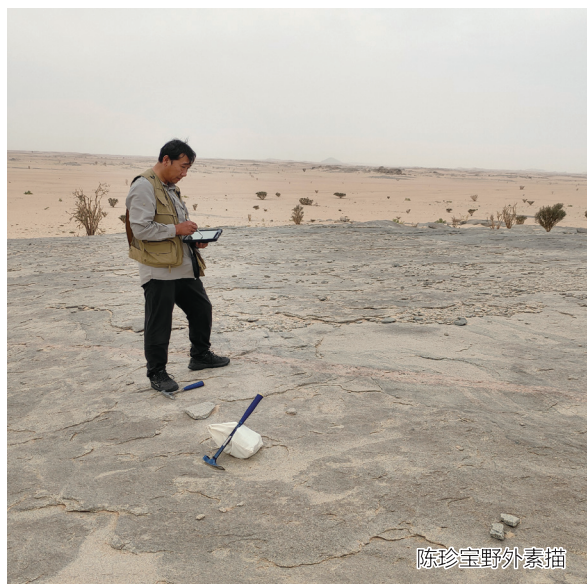
### 开路，数据为杖

2025 年 2 月，当“湘籍战队”的身影出现在沙特野外工地，这片广袤的沙海见证了一场由湖南地质人带来的数据革新。面对全流程数字化的项目要求与沙特方面“零误差”的高标准，团队自主研发的“SDEdit”软件，成为了破局的关键。

这款被队员们亲切称为“沙漠数据管家”的“湘造神器”，以简洁清晰的界面和强大的功能，彻底改变了传统地质填图的数据处理模式。它将原本需要 2 天的数据处理工作缩短至 5 小时，并

能自动识别数据逻辑错误、照片方位偏差、字段漏填乃至矿物成分百分比不合规等深层问题，使最终提交的数据无限接近“零缺陷”。

来自地调所的软件技术负责人陈珍宝如数家珍地介绍着这项创新：“SDEdit 实现了多重突破。它不仅实现了资料整理的流程化，能自动校验字段完整性；还通过地质描述的可视化，将照片、地质字段信息等多个信息源整合在一个工作面上。更重要的是，它具备成果对接的自动化和质检规范的可变性，能够灵活适应中沙双方不断优化技术规范。”



在阿西尔省 Abraq al Qarah 图幅的实战中，“SDEdit”展现出了惊人的效能。团队在规定时间内高质量完成了所有野外工作，进度在参与单位中名列前茅。他们提交的数据因“格式规范、无错漏”获得质检组的高度评价：“这款软件让地质填图资料整理变得‘简单而精准’。”此后，经中国地质调查局项目指挥部推荐，“SDEdit”在 15 家参与单位中得到推广应用，成为项目中名副其实的“效率引擎”。

除了核心软件的重大创新，团队在填图方法上也取得了重要突破。面对沙特阿拉伯地盾特有

<sup>1</sup> ArcGIS Pro 是一款制图软件，用于制图、空间分析、数据管理。它比以往地质制图工具 Mapgis 要先进，可以添加大量的属性。



的新元古代岛弧拼贴体、复杂蛇绿混杂岩带等陌生地质构造，以及沙漠地区“露头少、覆盖厚”的特殊难题，团队创新性地将“数据融合+遥感解译+野外验证”的工作思路系统化，形成了独具特色的综合填图方法。团队首先通过各类数据的叠加分析，解译出沙丘下隐伏的地质界线以及潜在断裂构造带，在此基础上通过野外地质路线进行实地验证。这一创新方法在 Abraq al Qarah 地区的实践中成效显著：不仅成功圈定出 3 处隐伏花岗斑岩脉，为后续找矿工作指明了方向，更通过系统性探索，为在类似复杂地貌区开展地质填图工作积累了宝贵经验。

### 留印，湘勘品牌

沙特的的工作环境极其严酷。年均气温高达 32℃ 以上，地表温度常常超过 60℃。队员们必须穿着长袖长裤、戴着遮阳帽，在灼热的沙海中艰难前行。每天清晨 6 点出发，中午只能在车内短暂休整，直到傍晚才能结束野外工作。背包里的矿泉水最后都带着“温热感”，岩石露头烫得必须戴着厚手套才能接触，不少队员的手套都被磨破了指尖。

“沙漠里的星光很亮，但更亮的是我们完成任务的决心。”来自城调所的杨小伟在日记中写道，“每多记录一个地质点，就是为中沙合作多添一



杨小伟拍摄观察点照片



联合踏勘

块基石。”正是这种信念，让团队成员回到驻地后，驻地的灯火再次亮起。他们整理数据、编写报告，身影常与星月为伴。

截至 2025 年 7 月，团队在沙特地质填图中交出了一份亮眼的成绩单：累计完成 Abraq al Qarah 图幅的野外调查与成果初步编制，观测地质点 774 个，采集岩石、矿石样品 1075 件，提交矿化点 27 处，圈定成矿远景区 2 处。

这一连串沉甸甸的数字背后，是湖南地质人在沙漠中的艰辛付出与执着坚守。回首这段征程，湖南地质中东工作站负责人潘军华感慨道：“沙特项目不仅是一次技术服务，更是一场创新与队伍的深度淬炼。我们交付的不仅是地质图，更是一张闪亮的‘湘勘’国际名片。”

从湖南的丘陵山地到沙特的金色沙漠，湖南地质人用数字化创新在沙特地质上完成了精准寻“图”的答卷。他们带出去的是湖南地质的技术积淀，带回的是国际项目的宝贵经验。正如驻地横幅上所写：“以地质锤为笔，以地质图卷为纸，绘就中沙友谊新画卷。”

展望未来，湖南省地质院将以此为契机，在深化国际地质合作的同时，推动更多“湘造”地质技术走向共建“一带一路”国家，让这条始于湖南的科技合作之路越走越宽、越走越远。

（作者分别系湖南省地球物理地球化学调查所工作人员、高级工程师）

（责任编辑：姚岑）

# 寻脉异域山河

## ——湖南省地质院核地质所海外地质工作纪实

◎ 庞雪辉



开展反磁通瞬变电磁剖面测量 杨亮/摄

从哈萨克斯坦的戈壁风沙，到马达加斯加的灼热红土；从吉尔吉斯斯坦的雪山深谷，到塞拉利昂的雨林秘境……近年来，湖南省地质院核地质所深入实施“走出去”发展战略，先后在 12 个国家实施 15 个矿产勘查项目。这群远征的地质人，用脚步丈量异域山河，以技术破译地质密码，在异国他乡的广袤大地上，为世界资源版图标注新的坐标。

### 哈萨克斯坦的“沙暴答卷”

2025 年 5 月 22 日，楚-萨雷苏盆地，狂风裹挟着沙砾，将天地染成昏黄，能见度骤降至不足五米。一支由湖南省地质院核地质所 4 名高级工程师组成的勘探队，正在这片被称为“地质禁区”的荒漠中艰难前行。

“低头！护住设备！”沙粒抽打在防护帽上噼啪作响，杨工的吼声被狂风撕扯得断断续续。然而，就是在这一片混沌中，队员们发现了关键证据——“快看！这是灰色砂岩！”杨工扒开浮沙，岩层裸露的瞬间，大家的心头猛地一紧。

“两红夹一灰，典型的渗入砂岩型矿床地质

特征！”熊工沙哑的嗓音透着不容置疑的坚定。这位 58 岁的老地质队员，防晒面罩下的脸颊已被紫外线灼出片片红斑。他单膝跪地，用手掌细细摩挲岩面，仿佛在触摸大地的脉搏。随后，手持仪器的测量结果验证了他的判断——灰色砂岩的特征值明显高于周边岩石。

这样的幸运可遇不可求，队员们承受更多的是每一次出发都要面临的生死考验。在荒凉孤寂的无人区，项目组需要在 80% 为通信盲区的矿区开展反磁通瞬变电磁剖面测量。“车随队员一直沿着草地沙丘前进，工作到一半时，轮胎扎破了！”回忆起那个惊心动魄的午后，大家仍心有余悸。

更令人动容的是两位年近花甲的老专家。每天清晨 6 点，当气温刚升至 12℃ 时，他们已经就着冷水啃食干饅，并与年轻人一起抬着 45 公斤重的设备在沙丘间穿梭。应工的膝关节严重肿胀，每次上下沙丘都需要用手撑着膝盖，但他总笑着说：“仪器就像战友，得时刻呵护。”

这份坚守终于在六月的酷暑中迎来回报。当测井仪器下放到孔内 200 米时，计数骤升。“有异常！”所有人的心都提到了嗓子眼。应工立即减缓测量速度：“记录好异常位置及异常值，准





坑道内刻槽取样 刘广/摄

备好重复测量！”在众人屏息凝神的等待中，重复测量的结果让帐篷瞬间沸腾——“品位至少达到工业指标！”

30多个日夜，5公里路线地质调查，23孔岩芯放射性编录，5公里反磁通瞬变电磁剖面测量……项目组最终成功在1.1万平方公里范围内圈定3处找矿远景区。

当暮色四合，大家围坐在发电机旁。断续的卫星信号里传来家人的叮咛，保温杯升起的热气舒缓着连日的疲惫，熟悉的勘探队员之歌随风飘向远方。

这群地质人眼里的光芒，与荒漠中的月亮交相辉映。

### 吉尔吉斯斯坦的“解密行动”

比什凯克的深夜，酒店会议室灯火通明。吉尔吉斯斯坦金矿项目部的地质队员们，围坐在铺满俄文图纸的长桌旁凝神细思，如同侦探们在破解一桩跨越半个世纪的悬案。

“这是苏联时期地质队留下的资料，这是以

色列公司的勘探报告，各个时期的标准都不统一。”项目负责人的手指在图纸上滑动，眉头紧锁。语言障碍、资料残缺、规范差异，这就是吉尔吉斯斯坦金矿尽职调查项目面临的三重挑战。

最棘手的是图件审核。一些剖面图上缺少工程号或分析结果，施工和设计的工程相互混淆，采样平面图缺乏矿体标注。“就像拼图缺了最关键的部分。”一位队员苦笑着比喻。而在储量估算方面，吉国方使用的Micromine软件建立的三维模型法，与国内熟悉通用的地质块段法大相径庭。

资料不能用，只能实地复核。驱车两百多公里，项目组来到托克马克东侧靠近吉哈边境的一处苏联废弃工业区，映入眼帘的景象令人唏嘘——破败的厂房依稀可见昔日的规模，锈蚀的设备静卧在荒草中，仿佛在诉说那个超级大国的往事。

岩芯库的状况更不容乐观，“孔与孔、回次与回次之间都没有按顺序摆放，近百米的岩芯被压缩到不足三米。”队员们需要像考古学家一样，在堆积如山的木箱中寻找验证样本。当大家调侃“点太背”，选中的钻孔矿芯都压在最底层时，笑声中透着地质人特有的乐观。

在考察坑道工程时，危险如影随形。老坑道垮塌严重，碎石遮掩矿带，队员们依靠地质锤，按照刻槽取样方式采集样本。实地复核的最后一天，项目组十二小时内驱车近七百公里，从海拔数百米到三千米，从牛羊牧场到高山峻岭，当见到构造带露头的那一刻，大家眼睛里就只剩下了矿化带和矿石特征。

返程路上，还有一个动人的插曲。在苏联重要矿区阿克秋兹，团队发现了列宁雕像。“伟大导师的目光依然坚定，仿佛还在注视着这片他曾经倾注心血的土地。”大家纷纷驻足合影，在历史与现实的交汇中，感受地质工作的特殊意义。

10天奋战，项目组最终给出“C1基本可靠、C2部分可靠”的专业结论，为投资决策提供了重要的科学依据。当飞机离开比什凯克时，队员们在万米高空回望这片土地，不禁感慨：这不仅是技术层面的胜利，更是在丝绸之路之上铺展的新时代地质画卷。



## 马达加斯加的“铜色希望”

清晨，阳光炙烤着红土地。马达加斯加贝罗罗哈铜矿勘查项目部，空气中弥漫着燥热的气息。2024年9月，湖南省地质院核地质所第二批技术骨干抵达这片荒原时，迎接他们的是45℃的高温 and 一眼望不到头的挑战。

“发电机每天只能运转2小时，大家抓紧给设备充电！”项目负责人许工的嗓音在热浪中显得有些沙哑。在这个与世隔绝的矿区，水电成了最奢侈的资源——生活用水靠卡车从10公里外的河流运送，通信信号时断时续。

青年工程师小汪永远忘不了第一次野外作业的经历。那日，他背着二十多公斤的设备，在齐腰高的草丛中艰难前行。“小心！”同行的当地向导突然一把拽住他，他受惊站住，低头就看到一条伪装巧妙的树蛇从他脚边滑过。

这样的危情时刻，队员们屡见不鲜，但更让他们忧虑的是驻地的生活条件。

帐篷在持续高温下像个蒸笼，遇到暴雨时更是“外面下大雨，里面下小雨”，且当地卫生和医疗条件极差。仅在上月，驻地附近的村落里，便有几名孩童和青年因缺医少药而不治身亡。近在咫尺的死亡威胁笼罩着项目组，然而工作间隙，大伙还是时常苦中作乐，打趣这帐篷算是当地的“豪华套房”，相互鼓励着撸起袖子加油干。

“仪器又罢工了！”负责物探测量的老胡焦急地拍打着设备。热带草原的强磁场频频让精密仪器失灵，团队不得不采用最原始的“分段测量”方法。白天，他们顶着烈日穿梭在荒野；夜晚，借着发电机短暂的供电时间，在帐篷里整理数据，一张张被晒伤的脸在摇曳的灯光下

写满专注。

意外发生在一个暴雨夜。当狂风撕扯着帐篷，雨水从缝隙不断涌入时，不知谁大喊了一声“保护数据”，所有人不约而同冲向资料存放区。他们用身体挡住风雨，将资料箱层层包裹得严严实实。待风雨停歇，看着完好无损的资料，浑身湿透的队员们相视而笑——这些数据资料，承载着他们全部的心血与希望。

守其初心，终得玉成。在完成22平方公里地质填图后，项目组新发现的8处铜矿化点均显示出良好的层控砂岩型铜矿特征。该项目的相关成果也成功入选2025年湖南省重点研发计划，成为中非地质合作的新标杆，见证着“一带一路”上中非合作的深厚情谊。

这一刻，所有的辛勤付出都化作了队员们脸上绽放的笑容——在这片红土地上，他们不仅找到了铜矿的踪迹，更找到了地质报国最生动的注脚。

没有惊天动地的豪言，只有勇敢无畏的奔赴。一批批湖南地质人，将最宝贵的年华，献给了异国他乡那些无名的山川与河流。他们用平凡日夜里的每一次踏勘、每一个填图、每一滴汗水……在无人见证的角落，谱写了人类认识大地、对话山河的厚重篇章。

（作者系湖南省核地质调查所高级政工师）

（责任编辑：曾丽）



记录地质点、量产状 许博勋/摄

# 找锂项目部的伙伴们

◎ 雷隆隆



临武县鸡脚山矿区通天庙矿段

2023 年春天，省里找锂矿资源的任务批复下来了。

这是湖南省首次单独对找锂矿资源所立项的特殊任务，责任重大。承接任务的湖南省地质院下属湖南省矿产资源调查所（下称“矿调所”），目标很明确——在短时间里找出国家急需的锂矿床。单位由上到下高度重视，从基层抽选精兵强将，在 6 月组建了找锂项目部。

地勘单位的“项目部”称谓，是市场经济与地质体制改制的产物。新时期，传统分队逐步转型为项目部，规模灵活多变：有的大项目部等同于原分队建制，小项目部则是分队下面的一个小组。作为生产一线基层组织，项目部随市场任务动态调整，哪里有需要就冲向哪里。除找矿任务外，还承揽房地产基础工程、地质灾害治理、路桥水电施工等社会业务，与建筑、工程领域的项目部一样，跟着大市场走，成为行业常态。

此次找锂任务兼具经济与战略双重价值。过去，郴州地区对锂矿重视不足，将其视为伴生矿

中的“夹生饭”，认为勘查开采价值有限。进入新能源时代，锂作为重要原料身价飙升，资本趋之若鹜，成为极具经济价值的矿种，更关乎国家战略安全与民生福祉，其重要性不言而喻。

找锂项目部由 20 余人组成，老中青结合，秉持“传帮带”传统，最大年龄 59 岁，最小 20 来岁，平均年龄 35 岁。团队涵盖地质技术、水工环、地质测量、地质编录、资料后勤、司机、厨师等多个岗位，成员各有专长、各司其职，又能交叉协作。他们大多拥有钨锡铌钽多金属矿勘探经验及找矿成果，是一支技术过硬、能攻坚克难的专业队伍。

队伍战斗力强不强，关键看“领头羊”。单位选派 2 位经验丰富的青年骨干担任项目部负责人。

经理陈志强，36 岁，郴州安仁人，中南大学地质工程专业毕业。2012 年入职湖南省湘南地质勘察院（矿调所前身），虽年纪不大但“战绩”颇丰，累计参与 20 余个野外勘查项目，既担任过普通技术人员，也有项目部经理任职经历，拥有 10 多年一线实践经验。

副经理胡玉灵，35 岁，重庆巫溪县人，桂林理工大学资源勘查专业毕业。2012 年应聘入职同



一单位，初期曾与陈志强在同一项目部共事，师从现已去世、曾长期扎根野外的“老地质”邓松华，两人均成长为项目经理。此次找锂项目部的组建，两人再度携手，1.65米、体态轻盈敏捷的陈志强任经理，1.83米、体格健硕的胡玉灵任副经理，优势互补、默契搭档，共同扛起找锂重任。

两人分工明确，陈志强统筹全局，负责工作方案设计、总体部署，协调上下级及社会各方关系，衔接钻探单位技术指导与成果报告编制；胡玉灵协助落实具体任务，更多扎根野外一线，对勘查施工参与的更细。陈志强说，胡玉灵原在其他项目部经理，主动放下身份担任副手，工作兢兢业业、全力配合，是好搭档；胡玉灵也说，陈志强工作能力强，关键问题及矛盾出面处理的多，工作上“拼命三郎”，也是好带头人。两人心往一处想、劲往一处使，形成强大工作合力。

临武县鸡脚山地处南岭多金属成矿带核心区域，富含钨锡铋钽锂等多金属及稀有金属元素，成为此次找锂的主战场。6月的鸡脚山风光明媚，杜鹃花竞相绽放，红艳了半边天，项目部正式进驻。

## 二

鸡脚山，是湖南南岭的一座山脉，海拔1500多米，看似不高，实则险峻异常。作为花岗岩地貌，这里地形切割强烈、相对高差大，从山脚到山顶多为V型深切峡谷，山势陡峭如刀砍斧劈，野外勘查环境极为艰苦。

项目部安营扎寨在鸡脚山下楚江镇，租用几间民房，集体开伙。清晨，伙伴们乘车沿20多公

里弯曲坑洼的山道，颠簸1个多小时抵达作业现场，再分成几个小组徒步深入山林，平均每天要走上20来里路。背着绿色帆布包，携带地质锤、罗盘、放大镜，去寻找锂矿脉线索，看矿藏露头与老窿痕迹，开槽探找岩体，分析矿层异常与矿化品位。饿了啃口干粮，渴了喝口矿泉水，偶尔还能赶到附近的钻机搭餐。他们像一群勤劳的蜜蜂，飞翔在崇山峻岭之间，追逐花事、酿造收获。

鸡脚山山势陡峭凶险，多处坡度达45度，部分区域甚至超过70度，不乏悬崖断壁。在山脊上，有时走着走着，就成了“断头路”；森林茂密处，树木藤条参天，走进去遮天蔽日；有些地段地表裸露、寸草不生，岩石砂砾光滑，难于立脚，不小心就会摔跤；茂林密草里还会有毒蛇出没，3公分长的山蚂蝗虽不致命，一旦吸附在身上，也会被暗算的鲜血淋淋，非常恐怖。

矿脉是一条线，也可能是一个面，有的可以绕过去，遇到无路可通又必须穿越的地段，伙伴们便化身“侠士”，用随身携带的柴刀披荆斩棘，砍出一条路来，短则数十米，长则数公里，待走过险境乱蓬，衣物常被划破，身上也难免留下划痕。

一次，陈志强、胡玉灵、姚建英、马义勋4人沿着一条山脊矿脉小路走，前方突遇三四米高的断层拦住去路。陈志强身量轻，率先摸到下方







野外老隆 胡玉灵/摄

的崖壁前，随后两人也顺利到位。第四个伙伴马义勋下到半途脚下一滑，顺着崖壁滚了下来：“哎呀，不好！”一头墩坐到岩石边两步见方的接缝口，吓得脸色煞白。其他伙伴也吓得心跳到了嗓子眼，往下一看，差一步便是两丈高的悬崖。大家定定神，苦笑几声，相互搀扶，才小心翼翼地走了下来。有了这惊心动魄的一幕，此后路过矿区旁的小通天庙时，陈志强总要合掌在胸，祈祷山神保佑伙伴们顺利平安。

鸡脚山气候复杂多变，“十里不同天”是常态。

山下山上温差很大，有时山脚晴空万里，山顶却雨雾漫天。春季细雨连绵，夏季烈日暴晒，秋季暴雨山洪频发，冬季天寒地冻。每年10月后气温骤降，风霜雪雾交加，漫山冰挂雾凇，道路湿滑、阴冷刺骨。多变的天气难以预测，队员们只能顺应环境，野外工作时，有时遭遇“东边日出西边雨”，瞬间被淋成落汤鸡，衣服经常干了湿、湿了又干；双手冻得通红仍要照常行路作业；大雾弥漫时，在茫茫云海摸索前行。这一切，对地质队员而言早已是家常便饭。

面对如此环境与困难，没人叫苦。有人问他们，“怕不怕这样的环境？”他们回答，“怕也没有用啊，这就是地质人的工作性质，习惯了，小心点就是了。”朴实无华的话语尽显地质人的可亲可敬！在这里，“三光荣”“四特别”优良传统不是口号，而是融入每一位伙伴早出晚归的脚步、日复一日的坚守中。

他们的身影，定格在晨曦晚霞的山色中，穿梭在风霜雪雨的梦幻中，凝聚在找锂突破的期盼中。每天，地质锤敲击大地的声响回荡山谷，放大镜下岩体的异常被细致记录，地质包里装满矿石标本，笔记本上写满密密麻麻的勘查数据。站在高高的鸡脚山上，他们天天盼望着锂矿资源的重大突破。

### 三

项目部进驻的第二个月，鸡脚山的沟沟岭岭陆续架起30余台钻机，高耸入云、蔚为壮观。这些钻机并不是矿调所的，而是合作方湖南大中赫锂矿公司聘请的专业钻探队伍配备的。

这是新时期找矿机制的创新探索，实现生产经营要素市场化配置。此次找锂项目践行“公益先行，商业跟进，基金衔接，整装勘查，快速突破”理念，形成多元合作模式：探矿权单位为湖南大中赫锂矿有限责任公司（甲方出资），矿调所负责勘探技术服务，另一家专业公司承担钻探施工。三方目标一致，就是尽快找到大储量的锂矿床。

技术是找矿的核心，钻探施工必须以地质理论为指导，这也决定了找锂项目部对钻探队伍的

技术支撑引领。鉴于鸡脚山山势陡峭、施工难度大，传统开山辟路式钻探不仅成本高，还会破坏生态环境。项目部伙伴们创新理念，在大量野外勘查采样与数据分析基础上，精准确定必打孔位，与合作方联合顶层设计，研发绿色勘探技术。通过大型载重无人机与空中索道立体传输，将积木块似的钻机零部件及物资吊装至指定点位，再现场组装调试，让钻机快速“排兵布阵”，耸立在高山之巅。这种方式既保障了施工效率，又最大限度保护了青山绿水，唯有钻机轰鸣在山坳间回荡。

项目部不仅完成钻机的有序布设，更持续跟进技术服务，常态化进驻各钻机台位，及时解决钻探过程中的技术难题。伙伴们背着地质包分散到各个机台，俯身触摸带着地球体温的岩芯，用红油漆标上记号，观察岩芯颜色与结构，分析化学成分及异常现象，编录地质数据、建立原始资料，再通过集体研讨论证，探寻锂矿形成与蕴藏规律。

地质实践与理论创新靠数据说话。伙伴们每日将岩芯样本搬到山下临时搭建的分析检测中心，快速分析提交数据。遇复杂地层或疑难问题，便将岩芯送至矿调所郴州实验室进行权威化验。

项目部运用高精度大数据算法，构建矿体三维智能建模技术，利用高光谱遥感扫描仪对岩体深部空间进行透视分析，结合岩芯化验数据，全面、立体、智能地研判鸡脚山矿区地质结构与矿产分布规律，形成复杂矿体勘探创新方案，精准指导每一步钻探作业——是终孔、继续钻进还是调整角度打斜孔，均有科学依据。同时，采用“一位多孔、直孔斜孔结合”方法与“日调度、周总结”管理制度，大幅提升钻探效率。

日往月来，项目部伙伴们重复着枯燥而又艰辛的工作。他们站在轰鸣震天的钻机前呼唤，看着花岗岩芯中亮晶晶的锂云母已化成无边的褐红色云霞，盼望着锂矿资源重大突破的梦想早日实现。

#### 四

找锂项目部是一支承前启后、甘于奉献的团队，陈志强与胡玉灵常扳着指头细数团队成员的

感人事迹。

地质工程师侯茂松，50多岁，是所里地质业务部门主任，陈志强与胡玉灵的上级。因锂资源找矿项目任务重大，他主动挂名项目部。他摆准定位，放手让年轻人主导野外具体工作，自己则重点把关关键技术质量。他常关心伙伴们的工作生活，既鼓励大家努力工作，也提醒大家要劳逸结合。“老资格”的他以实际行动给予团队支持，成为凝聚团队的无形力量。

正高级地质工程师刘雪生，59岁，距退休仅剩1年，仍坚守野外一线，其精神令人振奋。除野外工作外，还管理伙伴们的生活，买菜做饭、打理杂务，忙前忙后无停歇，以点滴小事彰显共产党员的先锋模范作用。

地质技术员李宏伟，56岁，不知道身体患了重病，去世前几个月还奔波在野外一线，令人痛心又敬佩。

1988年出生的地质编录员姚建英，工作兢兢业业，结婚多年，妻子刚怀了孕，但顾不得照顾家里，依然守在项目部，日出而作、日落而息，扎根大山深处。

项目部更是人才成长的摇篮。45岁的胡骥原本是专职司机，聪明好学、耳濡目染，对地质编录产生浓厚兴趣。他刻苦自学，主动请教，慢慢熟悉了编录业务，如今也成为专业地质编录工程师。

36岁的水工环工程师梁天利，吃苦敬业、业务娴熟，全身心投入工作，无论是地质编录还是报告撰写，均是团队中的行家里手。

在435个日夜的攻坚中，伙伴们全力以赴、团结协作，大部时间倾注在日常勘查中，即便偶尔在山下宿营地，也加班加点整理资料、编写报告。他们有时太累了，也仅有过一两次集体放松的时刻——到镇里的歌厅高歌一曲，这便是对他们艰苦野外生活的最大犒劳了。

项目部伙伴们，个个是刚强铁汉，可也有七情六欲。常年工作在大山里，父母妻儿在城里，难免思念挂牵。项目部就想个主意，利用定期往郴州运送岩芯标本的机会，让大家轮流担任送检员，当天可顺便回家看看，第二天再匆忙赶回矿区。





工作现场 陈志强/摄

家是温馨的港湾，更是一线人员安心工作的坚强后盾。胡玉灵的父母从重庆巫溪老家远赴郴州帮忙带孙子，因人生地不熟、生活习惯差异倍感不适。胡玉灵与妻子沟通，叮嘱她悉心照料父母，自己也尽量抽时间陪伴，提及父母，他总面带愧疚。陈志强的爱人没有工作，在家照顾7岁和5岁的孩子，操持全部家务，为他撑起家里的一片天。项目部大伙都懂得，野外工作的成果，离不开家人的默默支持与无私奉献。

伙伴们更明白，找锂事业是代代相传的使命。侯茂松嘱咐后来者，南岭地区深厚的地质工作积淀，为此次锂矿集中勘查提供了宝贵资料；胡玉灵感慨道，前辈地质人在南岭播下了探索的种子，为后辈奠定了基础，如今的工作既是传承也是创新，是在前辈成果之上的再耕耘、再收获。

功夫不负有心人。历经一年两个月的奋战，项目部完成了原本需要两到三年的工作量，创造了湖南地质找矿新速度，鸡脚山锂矿勘查圆满收官。通过所企合作，项目部的伙伴们累计完成地质填图、水工环填图5平方公里，钻探进尺92000米，227个孔位实现零事故，日均钻进300余米，相当于钻透10座珠穆朗玛峰；完成基本分析33272个，各类编录近20万米，分析样品4万件，见矿率高达99%。最终提交锂矿石量4.9亿吨，

氧化锂资源量131万吨，相当于新探获13个大型锂矿床，伴生的铷、钨、锡、铌、钽等战略资源均达中型以上矿床规模。

这座经自然资源部评审认可的超大型锂矿床，为郴州“世界多金属之乡”再添一道亮丽光环。消息一出，全国数百家媒体争相报道，郴州再度成为世界关注的焦点。项目部欢呼雀跃，这支小团队书写了大辉煌，陈志强、胡玉灵与伙伴们开怀大笑，笑容中满是自豪与振奋。他们说，作为地质工作者，一辈子能找到一个国家认可的大矿床，就是最大的人生荣耀。

伙伴们仿佛已看到，鸡脚山下将兴起蓬勃发展的锂电产业链，锂资源将为新能源、储能、航天军工等领域注入强大动力，新能源汽车驰骋世界各地，“白色石油”为国家换回巨额贸易顺差，中国人在国际竞争舞台上昂首挺胸的豪迈姿态。

南岭有一种花，叫高山杜鹃，八月还在盛开，比项目部进山时开得还要茂盛鲜艳！群峰连绵，找锂项目部的伙伴们从鸡脚山的崇山峻岭中走来，地质事业薪火相传，新一代地质人已然锤炼成钢，他们又开始了新的征程。

（作者系湖南省地质院机关退休同志、中国作家协会会员）

（责任编辑：姚岑）





# 守“拙诚”之本 扬“清正”之气

◎ 赵文婷



近日，著名湖湘学者唐浩明先生，在“湘江大讲堂”作了题为《湖湘文化的精神底色》的专题讲座，深刻阐释了“拙”与“诚”这一浸润湖湘大地千年的精神基因。“拙诚”二字，不仅是对湖湘先贤风骨的历史概括，更是洞照当下、砥砺初心的时代明镜，为我们在新征程上加强作风建设、涵养廉洁文化，提供了深沉而持久的精神滋养与实践启迪。

## “拙诚”是湖湘文化的精神底色

唐浩明指出，人们常以“心忧天下、敢为人先、经世致用、坚忍不拔”来形容湖湘文化，但这些特质在其他地域文化中亦有体现。真正使湖湘文化独具风采的，是其深层的“精神底色”——“拙”与“诚”。这一论断，为我们理解湖湘英杰辈出的现象，提供了一把关键钥匙。

所谓“拙”，绝非愚笨迟钝，而是一种返璞归真、不尚机巧的处世哲学。它是不投机取巧、不巧言令色、不偷懒耍滑、不走捷径抄近路的定力，是勤勤恳恳、踏踏实实、一步一个脚印的务实。所谓“诚”，则是内心的高度自觉与纯粹，是表

里如一、不欺不伪、忠于理想与信念的赤子之心，是一切道德行为的根基灵魂。二者融为一体，“拙”以行“诚”，“诚”以贯“拙”，共同构成了湖湘先贤群体品格的坚实内核。

回望历史，这一底色清晰可辨。北宋理学开山鼻祖周敦颐作《拙赋》，从言、行、德、果四方面褒“拙”贬“巧”，认为“天下拙，刑政彻。上安下顺，风清弊绝”，旗帜鲜明地奠定了价值取向。明末清初的思想家王船山隐居山林四十年，“养拙自守”，在极端清贫中以最“笨拙”的方式著书立说，彰显了对学术的至诚。近代启蒙先驱魏源，沉潜于文献二十年，以“默深”自勉，践行着“拙之而反得”的探索之路。晚清重臣、湘军创立者和统帅曾国藩力主“去伪而崇拙”，认为“天下之至拙，能胜天下之至巧；天下之至诚，能胜天下之至伪”，并将这一原则应用于治军、理政、修身的方方面面，从而成就了一番事业，也为我们留下了“守拙诚”的鲜活范本。

近代湖湘儿女能成为时代激荡下的中流砥柱，很大程度上也源于这种群体性的“拙诚”底色。换言之，没有内在的“拙诚”打底，外在的“敢为”可能流于莽撞，“经世”可能堕入功利。因此，

弘扬清正之气，首先要守住人格的质朴与真诚。

### “拙诚”是砥砺优良作风的时代良药

省委书记沈晓明在主持讲座时强调，“拙”“诚”二字不仅是历史概括，更是时代要求。

当前，全面深化改革进入深水区，我们面临的风险挑战日益复杂，急于求成的“速胜”心态、投机取巧的“捷径”思维、回避矛盾的“滑头”哲学在党员干部身上仍不同程度存在。引导党员干部践行“拙诚”精神，具有强烈的现实针对性和深远的启示意义。

“拙诚”是树立和践行正确政绩观的“校准仪”。“拙”要求我们尊重客观规律，不贪一时之功，不图一时之名，要有“功成不必在我”的境界和“功成必定有我”的担当，舍得下“笨功夫”，把打基础、利长远、惠民生的工作做实做细。“诚”则要求我们忠于初心使命，聚焦“国之大计”“省之大事”，做强地质工作主责主业，敢于动真碰硬解决深层次问题，创造经得起历史、实践和人民检验的业绩。以“拙诚”为尺，方能有效抵御“唯数据”“唯显绩”的诱惑，不断校准干事创业的方向。

“拙诚”是锤炼求真务实工作作风的“磨刀石”。“拙诚”与我们党历来强调的“实事求是”思想路线高度契合、一脉相承。守“拙诚”，就是要做到“求”与“实”的统一。“求”，体现在直面问题、深入探求。不浮于表面、不走马观花，坚持眼睛向下、脚步向下，深察细究、找准症结，真正把情况摸清、把问题查明。“实”，体现在踏实做事、不慕虚功。坚持从实际出发，察实情、

出实招、求实效，不尚空谈，不搞形式。工作中既要有“大处着眼”的格局，也要有“小处下手”的细致，把心思和精力真正用在解决实际问题。

“拙诚”是培育清正廉洁价值观念的“营养剂”。廉洁文化的本质在于诚信与自律——“拙”者，不慕虚名、不事机巧，故能对外在诱惑保持警惕，自觉远离特权与享乐；“诚”者，内心守正、言行一致，故能慎独慎微、始终如一。唐浩明先生也曾在“湘江大讲堂”专讲“家风清正”，而“拙诚”正是家风清正的源头活水。对于干部职工而言，涵养“拙诚”底色，意味着甘做笃实之人，多一些持守本色的“拙”，少一些花拳绣腿的“巧”，在生活与利益面前初心不改、清风常在。

“大巧若拙，诚能通天”。从周敦颐的《拙赋》到曾国藩的“拙式领导力”，从王船山的孤守到近代湖湘志士的奋斗，“拙诚”如同一条坚韧的精神血脉，滋养了三湘大地，也为中华民族贡献了独特的精神财富，引领新时代党员干部守“拙诚”之本，扬“清正”之气，以“结硬寨”的恒心夯实基础，以“攻山头”的勇气破解难题，以“聚众志”的真诚凝聚力量，在全面建设社会主义现代化国家的新征程上阔步前行。

（作者系湖南省水文地质环境地质调查监测所党委委员、纪委书记）

（责任编辑：曾丽）







# 渣滓溪边深部 再闻“铋”鸣声

——湖南省地质院资源所深地寻铋记

◎ 文 琴 龚慧云

深夜，地质队临时驻地依然灯火通明。桌上是堆积如山的图纸和岩芯样本，电脑屏幕上闪烁着复杂的数据曲线。项目负责人周伟蛟的眼里布满血丝，手上攥着放大镜，全神贯注地观察看似普通的一块岩芯。

每一处结构和色泽变化都牵动着他的神经——这究竟是隐伏矿脉还是又一次令人失望的假象？“这个孔必须搞清楚！”他在心里暗暗较劲，“地下矿脉的分布之谜，一定要在这里找到答案。”

2008至2025年，湖南省地质院资源所在益阳安化县渣滓溪铋矿区相继开展了三轮大规模勘查工作，累计增储近20万吨，极大程度缓解了老矿山资源接续困境，也为地方经济发展注入了强劲动力。这份突破，源于资源所人赤诚的初心与“老黄牛”般的坚韧，其带来的经济社会效益深远而巨大。

## 资源告急——老矿山的生存挑战

作为全国典型细脉型铋矿代表，渣滓溪铋矿于1906年被发现开采。这座历经百年的老矿山，矿脉基本已被采空。截至2004年底，矿山保有铋金属量2.31万吨，属资源严重危机矿山，长期依靠边勘探边开采维持生产。

铋（Sb）在工业上应用广泛，已经被多个国家和地区列入战略性资源。近年来全球铋产量整体下滑，已由2010年的16.7万吨下降到2024年的10.4万吨。国内铋矿因长期开采及出口，探明的储量已经被消耗了大部分。

“目前全球铋资源剩余供给仅能维持11年，而矿石开采品位还在持续下降，铋资源保障确实令人担忧。”渣滓溪矿业的谭总神色凝重地说道，但随即展露出坚定的目光，“不过，我们对资源所的专业能力充满信心，找矿重任交给你们这样

的专业团队，我们一百个放心！”

## 为国寻宝——地质人的深山叩问

为破解百年老矿“无米下炊”的困境，一场面向地球深部的拓荒接力战打响。

自2008年起，由湖南省自然资源调查所（原湖南省地质矿产勘查开发局418队）技术团队在该矿山的深部区域持续开展接替资源勘查工作。

面对紧迫局面，吴迎春（现任所总工程师）带领团队深入渣滓溪坑道查资料、摸规律。“只有找到深部矿源，才能保住矿山职工的饭碗！”凭着这股信念，他们驻扎矿山，夜以继日。在矿山东南侧，项目组首次成功梳理出矿源规律。一周前，吴迎春刚做完手术，他顾不上还未康复的身体，





即赶赴一线，在井下连续奋战 20 多天，最终敲定关键孔位。

团队通过融合地质填图、槽探、坑探、钻探等多种技术手段，对矿床展开“立体透视”，不仅深化了对锑、钨矿成矿机制认识，成功破解其阶梯式成矿规律，更使储量新增 10 余万吨，矿山总储量跃升至 19 万吨，成为湖南第二大型锑矿，勘查成果获原国土资源部科学技术二等奖，为这座老矿山注入了新的生机。

2014 年至 2016 年，矿山自筹资金委托资源所技术团队进一步开展边深部详查，面对复杂的地质条件和紧迫的资源保障需求，地质高级工程师喻菊阳像“老黄牛”一样，毅然接下了这个“硬骨头”。

井下采样，是时间长、最危险、最辛苦的工作。喻菊阳和团队从早上七点半下井，直到下午近五点才能返回，饿了就吃几口随身带的干粮。矿井光线暗淡、积水严重、不知深浅，“我有经验，我先来！”他总是那个争着走在前面开路的老师傅。

喻菊阳常常身背数十斤样品，登上数千个台阶，一步一步从矿井里爬出来，汗水浸湿了厚重的工作服，积水泡湿了雨鞋长袜，双脚在闷热与摩擦中煎熬，磨出一个个血泡……经过团队 1000



多个日夜的攻坚克难，在边深部又找到了新的矿产资源，新增锑金属量 4 万多吨，为矿山开采延续寿命 10 年，荣获湖南省地质学会优秀地质科技成果奖。

### 传承坚守—接力扛起找矿使命

新的时代、新的征程，资源所这支功勋卓著

的找矿队伍以“向地球深部进军”的科技号召为指引，在新一轮找矿突破战略行动中，交出了一份亮眼的答卷。

2019 年，接力棒传递至“80 后”项目负责人周伟蛟手中。“资源也许会枯竭，但寻找与创新的精神永不枯竭。只要往矿山深里挖、向科技新处寻，一定能叩出新‘锑’望！”他坚定地说道。

周伟蛟带领十多人的团队紧密协作，继续推进矿区的边深部勘探及储量核实工作。这如同给地球做“CT 扫描”，需要摸清地底数千米的矿藏分布。他与团队在综合分析图上敏锐捕捉到一处微弱的‘异常信号’，他们没有放过这一线索，创新性地采用三维地质建模、高精度重力测量等前沿技术，与传统勘查手段相结合，向地球深部发起新一轮的探测叩问。

家的另一端，女儿不慎摔破了下巴。电话那头，妻子的话异常镇定：“你项目要紧，千万别着急往回赶，我已经带孩子在医院处理好了伤口。”面对妻子的理解和女儿的期盼，周伟蛟心里说不出的亏欠。

5 年的深耕迎来了“高光时刻”——项目组通过聚焦厚大矿体特征研究，不断深化构造控矿规律总结，提升成矿系统理论认知，创新提出“上锑下金”“上脉下体”等成矿理论，对我省乃至全国锑矿深部勘查提供了理论支撑，具有重大的指导意义。基于该理论，深部探矿取得新的突破，成功探获特大规模锑矿资源，开发前景极为广阔，也继续照亮这座历经风霜的老矿山的金色前路。

渣滓溪边的“锑”鸣声，是地质人深耕深地的勋章，更是落实新一轮找矿突破战略行动的生动实践。从吴迎春的临危受命，到喻菊阳的坚守深耕，再到周伟蛟的创新突破，三代地质人用初心与坚守、担当与创新，为百年老矿延续了生命，更构建起锑矿深部勘查的“湖南经验”。新征程上，资源所将持续锚定国家战略性矿产资源保障需求，加大产学研用协同创新，在湖南万亿矿业产业发展中勇挑重担，为保障矿产资源安全、推动矿业高质量发展贡献更多力量。

（作者均系湖南省自然资源调查所高级政工师）

（责任编辑：姚岑）

## 时光褶皱里的“共和国纪念章”

◎ 陈岳峰

做了五十二年的儿子，我突然惊觉，那位与我朝夕相处、沉默如山的父亲，竟是共和国的脊梁。他额头的皱纹里，藏着未被镌刻的纪念章；布满老茧的手掌里，攥着未及诉说的荣光。

我的老父亲今年八十七岁，平素沉默寡言，极少向我们子女提及年轻时的经历。我们只知道，他十七岁离开家乡加入地质队，后来调到核工业部湖南 415 医院南岳分院，与母亲团聚。在这两段岁月里，父母先后迎来我们姐弟三人，我们的童年都在 415 医院南岳分院度过。父亲四十七岁时，带全家回到老家江苏省张家港市（当时还是沙洲县），在当地一家水泥厂工作，退休后便如大多数老人一般，帮子女带孙辈，在平淡岁月的流逝中一日日老去。

惭愧的是，作为儿子，我对青年父亲的了解，仅存于相册里几张黑白老照片。照片中的他，整洁的着装、淡淡的笑容，神似年轻时的明星佟大为，英俊帅气、自信骄傲。

直到去年，幼时一同长大的发小洪州哥联系我，称值纪念原子弹爆炸 60 周年之际，原核工业部老员工符合条件者可申请纪念章，我的父母均符合申领条件。尽管二老早已离开核工业系统，但仍可提供证明文件领取。两位老人闻此消息后，兴奋又期待。



1968 年 12 月，陈锦岚（第三排，右一）、309 队同事及家属与毛主席赠送的“金芒果”合影留念

为达成老人心愿，我踏上了漫长的寻证之路。母亲谭仁玉从事业单位退休，相关档案资料较顺利便拿到了，然而父亲的证明材料却颇费周折。当年父亲从湖南调回江苏，为让全家顺利返乡，他从事业单位调至当地建筑水泥厂。退休后不久，工厂便因环境污染问题被关停，他的档案资料也不知去向。

我逐一寻访张家港市各级档案馆、人社局。功夫不负有心人，在最后一个档案室，我终于找到了父亲的档案资料。一张薄薄的纸，记载着父



亲的工作经历：1956年8月至1969年12月，地质部三〇九大队三分队；1969年12月至1985年9月，核工业部湖南四一五医院南岳分院。其间，洪州哥也提供了重要的证明材料。在湖南省核工业地质局编撰的《建局五十周年征文集》回忆篇中，郭尚忠与罗础撰写的回忆录里，清晰记录着父亲的名字与成就：“1958年12月，找矿员陈锦岚（父亲）、吴正照、马嗣良、韩国太在自己的测线上发现了矿化线索，便一路穷

追猛打，直至越过了湖南、江西两省的省界，还没停止工作……”这一线索的发现，最终催生了鹿井矿区。另一本《辉煌的历程——纪念湖南省核工业地质局成立50周年》的大事记中，也清晰出现父亲的名字：“1958年12月，三〇九大队三分队三小队操作员陈锦岚、马嗣良、郭（应为：韩）国太等人在汝城普查，发现鹿井异常区”。

这些文字记载，如密钥般打开了尘封的记忆大门。父亲娓娓道来，我眼前浮现出一段激昂往事：在湘南的崇山峻岭间，一位刚满20岁的年轻人，与伙伴们在汝城鹿井地区捕捉到期待已久的异常信号。暴雨滂沱的深夜，他背着浸透雨水的采样包，在山道疾行几十里，将希望带回大本营。后来，父亲因这项发现，作为先进代表赴北京接受表彰，并在中南海怀仁堂后面的专用接见坪上，受到了周恩来总理及其他国家领导人的接见。遗憾的是，他未留下当时的珍贵照片，当年的奖章也因多次搬家不知所终。

2024年12月27日，我们终于收到梦寐以求的纪念章。两位老人一生见证共和国核事业发展，共和国亦未忘却他们的贡献。两枚金灿灿、沉甸甸的纪念章，是对他们青春岁月的见证与嘉奖，更是我们全家的骄傲与荣耀。当二老穿上最庄重的服装，戴上纪念章与我们合影时，那发自内心的笑容，洋溢着老一辈地质工作者的信仰、忠诚、责任与坚守。那些散落在历史缝隙的记忆碎片，



陈锦岚（第一排，左二）与同事在长沙紫金苑小区309广场合影留念

此刻在他们胸前折射出璀璨光芒——有些奉献无需镌刻丰碑，因为早已化作大国重器中永恒跳动的脉搏。

2025年3月25日，湖南地质铀矿勘探陈列馆“309队成立70周年活动”启动。洪州哥第一时间告知我，想邀请父母参加。我征询父亲意见，没想到常年不愿出远门的他竟一口答应。我深知这对他来说是极大的挑战：除了年事已高，曾经艰辛的勘探生涯还使他长年脊椎疼痛，后来的一场意外车祸更令他行走不便。由此，我更明白这是父亲多么重要的心愿。我当即决定，尽快抽时间带父亲去久违的湖南长沙，重访故地，重温旧事。老母亲因身体原因无法同行，临行前为父亲找出一套西装，叮嘱我照顾好父亲，多拍照片视频留作纪念。

2025年3月24日，年迈的父亲拖着蹒跚的步子，与我踏上前往长沙的高铁。一路上，父亲靠在座椅上闭目养神，一言不发，似在回忆往昔峥嵘，又似在为行程积攒体力。洪州哥在高铁站接站时告知，他95岁高龄的父亲郭亚忠伯伯得知我父亲要来，十分兴奋，准备全程陪同。

25日一早，我们满怀期待地出发了。洪州哥先安排我们参观位于长沙市中心窑岭的紫金苑——中国原子能工业的发祥地，也是17岁的父亲进入三〇九队后的首个驻地。时隔整整70年，城市变迁巨大，父亲已认不出当年的窑岭。到了





小区门口，一块题名“紫金苑”的大石巍然挺立，旁书小字“湘核三〇三赠”。洪州哥介绍，三〇三即当年的三〇九大队三分队，父亲最早便是分在三分队开启核地质勘探工作。这意外发现，让父亲如遇久别老友，情绪瞬间被点燃。紫金苑虽已变为居民小区，但居民大多仍是核地质勘探局员工及家属，且在小区东门附近辟出场地，建成三〇九广场。在这里，我们见到许多纪念三〇九建队史的珍贵照片，老父亲甚至在一张合照中认出了当年的队长罗础，还有许多熟悉面孔，只是名字已记不起。广场上，不少锻炼的老人见我父亲和郭伯伯两位古稀老人在文化长廊前驻足许久，尤其得知我父亲从江苏专程赶来重访故地，都十分热情。一群从未谋面的老人，因三〇九的名字，瞬间亲近起来。三月春光明媚，为他们因追忆往昔而神采奕奕的面庞镀上一层浅金色，温馨且美好。

在老人们的祝福与道别中，我们前往本次旅程的重点：湖南地质铀矿勘探陈列馆。郭伯伯和洪州哥为让父亲此次参观留下深刻印象，特地提前与场馆沟通，安排了优秀解说员。然而到现场后，相关负责同志得知父亲曾是鹿井矿区的发现者，此次从江苏专程前来参观，决定在百忙之中亲自为父亲解说。他对馆内的珍贵历史物件和照片如数家珍，我们也仿佛回到了那个团结拼搏、负重奋进的年代。满是岁月痕迹的地质锤、水壶、罗盘，简陋的奖状与模糊的黑白照片，恶劣的工作环境中一张张充满青春活力的笑脸……每一件展品都

触动着父亲的记忆，许多尘封的名字与场景，如石子投入平静水面，在他脑海中激起阵阵涟漪。平素话语不多的老父亲此刻打开了话匣子，说起当年往事，开心得像个孩子。参观临近结束，工作人员亲自赠予父亲一枚纪念徽章。那一刻，我清楚看见父亲脸上久违的笑容……

第三站，我们来到郭亚忠伯伯居住的三〇一佳园，这里是湖南省核地质调查所长沙基地，也是三〇一分队的员工家属小区。小区虽建成已久，

但管理地井井有条，还有职工医院和幼儿园。郭亚忠伯伯虽已95岁高龄，却精神矍铄。他曾参加抗美援朝战争，是三〇九队第一批到岗人员。他家客厅雪白的墙上，挂着他的书法作品——“永远跟党走”，而这几个字也正是他为党和国家奉献一生的光辉写照，令人动容。陪两位老人在小区散步时，不时有老同事与他们打招呼。巧的是，我们竟碰到一位同样来自张家港合兴镇、与父亲同年进入三〇九队的老同志。当年互不相识的两位老人，70年后竟在异地他乡重逢，不禁感慨命运的安排，有时就是如此神奇。

这真是一场穿越时光的旅行。归途中，父亲倚着车窗打盹，胸前的纪念章在阳光下泛着金光，我想起95岁的郭伯伯攥着父亲的手呢喃“三〇九的魂还在”，想起父亲和那位张家港老乡在异乡香樟树下用乡音聊起进队时的点滴，更想起父亲说过的一句话——“能为国家找到一克铀，比挣一座金山还值！”刹那间，我忽然读懂了生命的厚重——所谓家国情怀，从来不是冰冷的口号，而是流淌在血液里的滚烫基因。那一颗颗湮没在时光褶皱里的“共和国纪念章”，宛如暗夜里的铀矿，虽不耀眼，却是点亮大国崛起的火种。恍惚间，父亲佝偻的背影与年轻时挺拔的身姿在光影中重叠，我好似看见无数个“父亲”正穿越七十载光阴，将这些信仰之火汇成灿烂星河，照亮民族复兴的伟业，凝聚起迈向未来的磅礴力量！

（责任编辑：曾丽）

# 从“外来人”到“谭村人”

## ——我的驻村半年记

◎ 林超才

时光如水，静淌深流。2025年5月底，我跟随湖南省地质院乡村振兴工作队来到石门县子良镇谭村村，开始驻村工作。半年时间，从地质单位中层干部到驻村队员，从刚来的忐忑不安到现在的笃定从容，我不仅完成了身份的转换，更在这里扎下了心灵的根。



走访监测户

我们工作队一共三人，队长是省地质院机关军转干部，我和另一位队员来自院属单位，都是典型的“实干派”。在当地各级政府的指导下，我们和村“两委”紧密协作：缺乏驻村工作经验，就主动走出去开展调研；不熟悉村情，就坚持常态化入户走访；不熟悉政策，就认真学习乡村振兴材料……从抵达的那刻起，我们便以时不我待的劲头开启了这场驻村帮扶的新征程。

驻村工作，千头万绪。半年来，队长带领我们锚定“巩固脱贫成果、推进乡村振兴”目标，“一针一线”织绘谭村的振兴图景。

党建是乡村振兴的根基。我们积极参与指导村党组织活动，与村“两委”协同发力建强基层

堡垒。严格执行“三会一课”制度，抓实农村党员发展、培养、管理全过程；联合村党支部开展“庆七一”系列活动；在党员大会上讲授专题党课，推动党建与乡村振兴深度融合，持续增强党组织凝聚力、战斗力。

摸清民情，才能精准帮扶。我们常态化入户走访，把每户的家庭成员、收入情况、帮扶政策享受、“三保障”及安全饮水等信息都核实清楚，实现了全村在村农户走访全覆盖。我发挥专业所长，将这些走访成果绘制成“谭村信息一张图”，大大提高了工作效率，真正做到“提户知人、提人知事、提事知情”。同时，我们还联动后盾单位，完成8户监测户、75户脱贫户与院属单位副书记“一对一”结对帮扶，扛牢帮扶责任。

乡村的发展，离不开实实在在的项目支撑。我们认真听取村民、党员及村“两委”意见建议，明确了2025年省级财政衔接资金与省地质院配套资金使用方向及资金规模。目前已完成村道水毁公路修复、找水打井项目，其余项目也正在有序推进中。我们还多次对接省市县相关部门，本着既改善人居环境，又能让村民就近就业增收的愿景，向省发改委申报了499万元的河道整治以工代赈项目。





在党员大会上讲授作风建设微党课



帮村民抢收水稻

强村富民，既要“输血”，更要“造血”。我们对内通过入户走访、请教乡贤、查阅资料，发挥省地质院专业优势，联合后盾单位专业部门勘查，摸清谭村地质、基建、产业家底；向外赴松滋市卸甲坪乡旅游区、罗坪垭社区烤烟场、湖南天下康茶叶公司、太平镇周家冲村等地考察学习，只为做好扶持项目规划，助力村集体经济和农户收入双增收。

乡村治理，离不开每个人的参与。我们与村“两委”紧密协作，组织参与防汛救灾、矛盾调解、养殖排污核查、水稻抢收、金秋助学、地质科普进校园、秸秆禁烧巡查与宣传等活动。这些实实在在的行动，换来了村民们的支持与信任，我们的工作也先后 11 次被中华网、学习强国、新湖南等国家及省级主流媒体报道。

驻村的日子，总有一些瞬间，让我们心头温热。越来越多的村民能叫出我们的名字，在田间地头相遇，总会热情地打招呼；村党支部微信群里，党员们会自发为我们的工作点赞鼓劲；屋场会上，村民们每一次反馈时，脸上都带着真诚的微笑，并会由衷地说一句“辛苦了”。还有 97 岁的抗美援朝老兵肖祖义，我们帮他整理扫描老照片、赠送他书籍，他也把我们当作可以倾诉的亲人，常推着轮椅来村部与我们聊那些烽火岁月……这些点点滴滴的温暖，都成为了我们前行路上的不竭动力。

半年耕耘，谭村渐渐有了新变化：监测帮扶

更精准了，党建更有活力了，村民参与乡村建设的热情更高了，乡风也更淳朴了。我撰写的报道多次被中华网、新湖南等平台刊发，既展现了谭村的变化，也让我在付出中收获了成长与价值。

这段驻村时光，让我深深懂得：乡村振兴，不是响亮的口号，而是一心一意的坚守，是一步一脚印的行走。我们从“外来人”变成“谭村人”，靠的不是时间，而是真心。往后的日子，我将倍加珍惜这份情谊与羁绊，与工作队、村“两委”和全体村民一起，稳稳地走、好好地干，共同书写谭村乡村振兴的美好明天。

（作者系湖南省国土空间调查监测所高级工程师）

（责任编辑：曾丽）



为抗美援朝老兵肖祖义整理老照片，并赠送书籍





当地时间12月2日，湖南地质南美工作在秘鲁利马揭牌，标志着湖南地质国际化布局迈入新阶段，中秘资源领域合作开启崭新篇章。

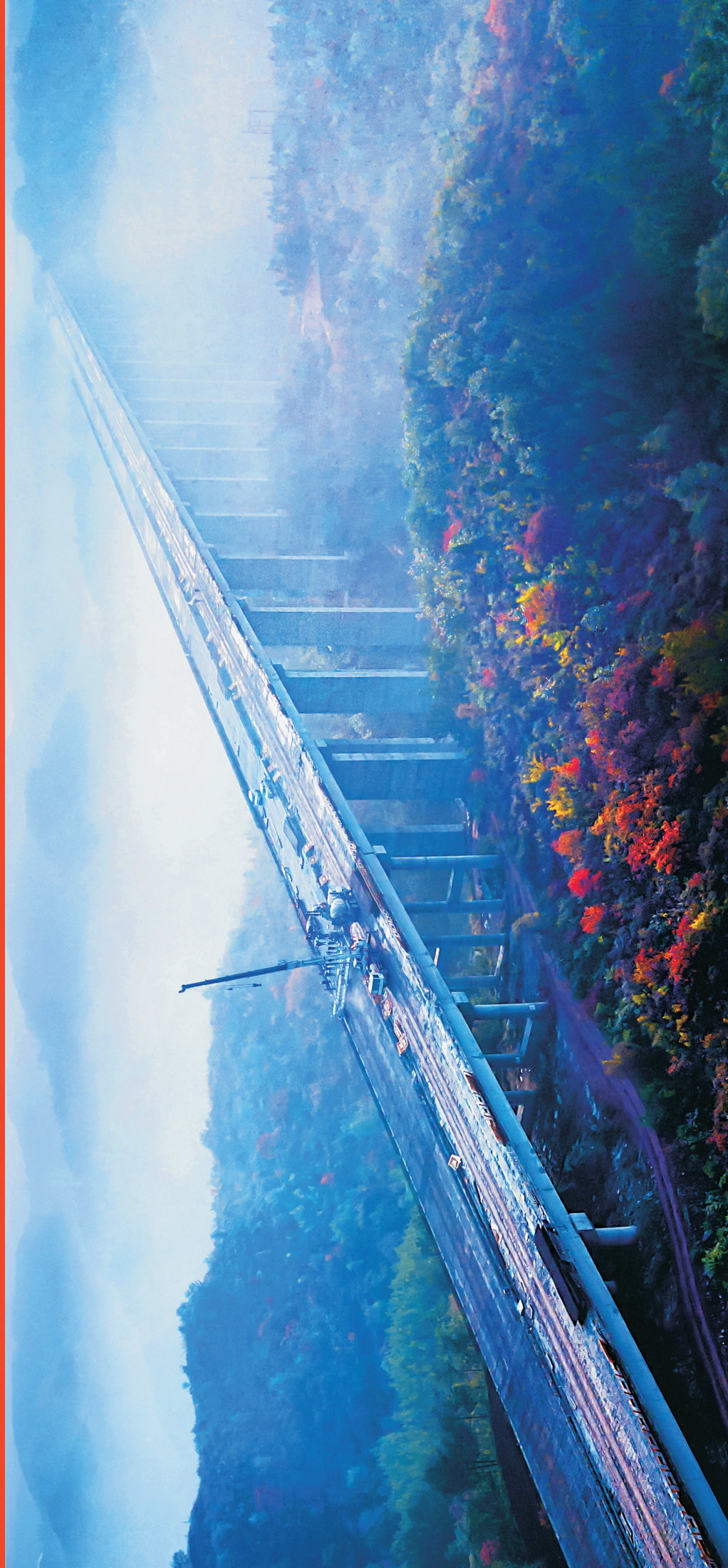


11月17日，2025年韧性城市研讨会暨城市地质学术会议开幕，来自6个国家的院士专家、行业领袖及政企代表共探韧性城市建设的理论创新与实践方案。

12月9日至10日，湖南省举办2025年绿色地质钻探职业技能竞赛，全省13支队伍、70名钻探顶尖人才展开巅峰对决。







建设中的桥梁

王海明/摄