



内部资料

免费交流

准印证号: (湘O) LK20250015

GEOLOGICAL BUREAU OF HUNAN PROVINCE

湖南省地质院主办

2025 2 总第5期





● 4月14日，东帝汶民主共和国总理夏纳纳·古斯芒率团到访湖南省地质院，围绕深化地质领域合作展开深入考察交流。

● 6月12日至15日，湖南省地质院主题展馆亮相第四届中非经贸博览会，阿尔及利亚、刚果（金）等20余国政商代表团接踵而至，30余家国内外专业机构深入交流，超万人参观打卡。



马达加斯加外交部长拉萨塔参观展馆



非洲代表团参观地质装备

以地质之光闪耀潇湘大地

◎ 刘凤娟

2025年3月26日，湖南地质史上注定镌刻着璀璨一页——省委书记沈晓明亲临湖南省地质院调研指导。这不仅是30674名湖南地质人翘首以盼的喜事盛事，更是湖南地质发展历程中一座熠熠生辉的里程碑。这场与春天同行的“地质之约”，既是高瞻远瞩的战略擘画，也是精准把脉的时代诊断，更是催人奋进的出征号角，激荡着湖南地质人紧跟省委步伐、勇毅开拓新程的壮志豪情。

旗帜引领方向，举纲执领者明。地质工作的行稳致远，离不开对党中央总体要求和政策取向的精准把握。习近平总书记围绕战略性矿产资源勘查、地质灾害防治、地质科研攻关作出的一系列重要指示，充分体现以习近平总书记为核心的党中央对地质工作发展规律的深邃洞察、对当前形势的科学研判、对新时代地质工作的系统谋划，为做好当前以及今后一个时期的地质工作提供了重要的认识论和科学的方法论。我们必须将这些重要指示作为谋划推动地质工作的主题主线，在学思践悟中把握地质工作服务“国之大者”的实践逻辑。

改革未有穷期，上下同欲者胜。湖南地质事业正处于将强未强的关键阶段，对照建设中国式现代化的宏伟蓝图，审视沈晓明书记指出的主责主业发挥还不充分、地质工作与现代化产业体系衔接还不够紧密、机构职能布局不优、创新发展能力不强等时代考题，我们必须清醒认识到差距和挑战，把握好自身优势条件和在全国、全省发展大局中的功能定位，凝聚“同奏一首曲”的共

识、强化“拧成一股绳”的自觉、秉持“一铆足一股劲”的作风，在扛牢找矿主责、推动地质工作与“4x4”产业化体系深度融合、全面深化地勘单位改革、打造地质新质生产力等重点工作的具体实践中，争当改革创新先锋、攻坚克难的能手、争先进位的标兵，奋力打开湖南地质改革发展新天地。

发展永无止境，行而不辍者先。沈晓明书记为湖南地质赋予“为四个方面做贡献”的使命任务，这既是沉甸甸的信任，更是不容懈怠的重任。院党委迅速响应，以专题会议深入研讨、周密部署、逐项研究，将使命任务细化为具体行动指南。循着这一精准的“指南针”和清晰的“路线图”，我们必须坚持一环紧着一环拧、一锤接着一锤敲，完善责任明晰、链条完整、环环相扣的工作机制，推动顶层设计与基层实践良性互动、有机结合，撬动更多的组合效应、叠加效应和乘数效应，奋力把“路线图”变为“施工图”，把“全景图”变为“实景图”，让每一项发展举措都落地生根、硕果累累。

殷殷嘱托鼓舞人心，切切期望催人奋进。站在新的历史起点上，湖南地质人将牢记使命嘱托，锚定“一体两翼三支撑”发展战略，把牢“建设七个一流的湖南地质”目标方向，永葆勇于进取、一往无前的拼搏姿态，奋力谱写中国式现代化湖南地质篇章，让地质之光在潇湘大地持续闪耀。

（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 2 期

(总第 5 期) 二〇二五年六月

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 106 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 以地质之光闪耀潇湘大地 / 刘凤娟

★特约稿件

- 04 造山带与造山的伟力 / 许志琴

★专题策划

落实省委书记沈晓明调研精神

- 10 “湘”聚非洲 众行致远 / 谈文胜
谈文胜在中非绿色矿产合作交流主题活动上的主题演讲
- 12 地质力量助力先行 中非携手共探资源新未来 / 张 皓
张皓在中非经贸合作项目落地方案推介活动上的主题演讲
- 14 地勘单位数字化转型的五维需求 / 赖继文 伍 卿
- 17 湖南地热能规模化应用的发展战略： / 王耀军 王俊鑫
撬动绿色经济新增长极
- 20 地质工作要在服务现代化湖南建设中发挥资源 / 邓瑞林
保障和基础支撑作用

★技术前沿

- 23 高精度铜同位素揭示德兴斑岩铜矿主矿化期
- 25 地幔固化过程中基底岩浆洋的必然形成机制
- 27 福建“政和八闽鸟”化石改写鸟类演化历史

★实践交流

- 29 由山水工程管窥当前国土空间生态保护修复成效与优化方向 / 刘 仪 刘志军
33 以进化论找矿思维力促地质找矿新突破——以湖南雪峰金矿田为例 / 苏康明
35 财务数字化转型：谋定后动 守正行远 / 杨 婷 李世英 符 颖
39 聚焦新疆区位优势 共绘地质找矿时代蓝图 / 徐 昊
——2025中国探矿者年会参会感思

★地学科普

- 42 “铬”色“铬”样 “铬”尽其能 / 张 鑫
45 探秘湖南武陵源地质奇观 / 李佳霖

★文明风采

- 47 奋物化先行之楫 扬地质文明之帆 / 雷建斌 颜玲利
——省物化所创建全国文明单位工作纪实
50 初心如磐担使命 文明同行谱新篇 / 李罗兰 戴满平
——省资源所创建全国文明单位工作纪实
53 赓续核地质精神 赋能高质量发展 / 岳雯丽
——省核地质所创建全国文明单位工作综述

★地质一线

- 56 帕米尔高原上的“湖南地质”精神图谱 / 袁继伟 何艳林 刘 东
——塔什库尔干县某钻探项目工作侧记
59 机关淬火炼真金 基层归去种春风——一名基层地灾技术员的锻炼笔记 / 蒋操奕
62 栖凤湖的守与望：地质人的振兴答卷 / 达柯锴
64 地质人的“长征路”——体悟《地球的红飘带》的生命叩问 / 周建军

造山带与造山的伟力

◎ 许志琴



大陆造山带广瀚博大、类型繁多、造山过程和成因机制十分复杂。占全大陆球面积的40%的造山带是地球科学经久不衰的研究主题！板块构造认为，地球的历史是一个大洋扩张到大洋闭合的历史，称之为“威尔逊旋回”，经历了从板块离散到板块汇聚、经历了洋壳扩张、洋-陆俯冲、陆-陆碰撞和陆内造山的过程（图1）。造山带的绝大部分分布在全球的大陆汇聚板块的边缘，几乎发育在地球整个地质历史时期，构成穿越时空隧道的全球大陆造山带的构架。

1. 大陆造山带的经典含义及类型

大陆造山带的经典含义：是指由于大陆地壳岩石在板块俯冲-碰撞的巨大挤压应力下，遭受强烈变形、变质和熔融作用，地壳发生大规模缩短、加厚和隆升而形成的地带。造山带包含了曾经堆积在海洋环境的不同类型的岩石，显示了平行造山带分布的独特的沉积相、变形样式、岩浆岩类型和变质模式，这些特征是通过一个、多个或者幕式的构造热事件而保存在造山带中。大陆岩石圈的强度及流变学的差异和变化一般受制于岩浆、

变质、地壳软弱、地壳变形和厚度、以及沉积作用与剥蚀作用。

Peter Cawood 将全球造山带分为三种基本类型：增生型、碰撞型和陆内型。增生造山带形成在大洋板块连续俯冲的地方，碰撞型造山带形成在具有浮力的大陆岩石圈相互碰撞的环境，陆内造山带位于大陆内部，远离活动的板块边缘，往往是板块碰撞的远程应力效应所致，由水平挤压应力作用形成的地壳加厚变形带，如华南早古生代造山带。这种经典的分类被大多数学者采纳及应用至今。

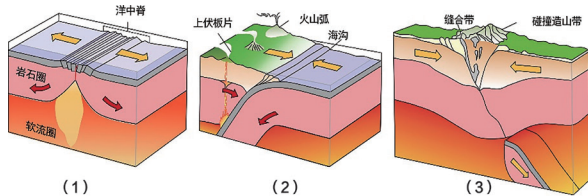


图1 从洋壳扩张、洋-陆俯冲到陆-陆碰撞的造山过程

（1）洋壳扩展：在板块离散边界，两板块以洋中脊为轴，作相反方向运动，形成新的大洋岩石圈；（2）在板块汇聚边界，两板块作相向运动。下沉板块俯冲到上覆板块之下；（3）板块碰撞后，大洋岩石圈拆离沉入地幔，在碰撞带中形成的岩石发生破裂、弯曲和压扁，形成山脉。

2. 造山带与造山的伟力

我们知道，造山带中的岩石涵盖三大岩类，五彩纷呈，龙飞凤舞，勾画了大千世界的风采，记载了山的传奇！由粘土矿物和石英组成的泥岩和砂岩，经历了低级变质作用，产生含板状劈理

的板岩和变质砂岩；中级变质作用产生流纹理的千枚岩、石英岩和片岩；高级变质作用产生片麻岩，以及部分熔融形成混合岩化片麻岩。造山带的岩石往往经历了反映不同深度的绿片岩相、角闪岩相和麻粒岩相，中-高级变质作用的代表矿物是：黑云母、石榴石、蓝晶石、钾长石、红柱石、十字石和夕线石。如果造山带中出现麻粒岩相岩石，表明地壳在造山过程中，发生强烈构造变动将变质岩从山体的深部带到浅部，使我们见到来自深部的石头，包括下地壳的麻粒岩。在造山过程中，由于地壳深部的温度升高，岩石产生部分熔融，形成花岗质岩浆上升运移，侵位和“吞噬”地壳岩层，并随着地壳的应变而发生强烈褶皱。因此，造山的伟力无比巨大，可以在板块俯冲-碰撞的巨大挤压应力下，大陆地壳岩石遭受强烈变形、变质和熔融作用，地壳发生大规模缩短、加厚和隆升而形成的造山带。

大别-苏鲁含柯石英的超高压变质带的发现，意味着地壳岩石可以俯冲到150km的地幔深处，并快速返回地表。这种入地狱/返天堂的深俯冲-折返的壳-幔循环举止，是在扬子板块与华北板块三叠纪时期碰撞，并发生深俯冲和快速折返，形成了世界上最大的超高压变质带组成的苏鲁-大别造山带（图2）。造山的伟力不言而喻！

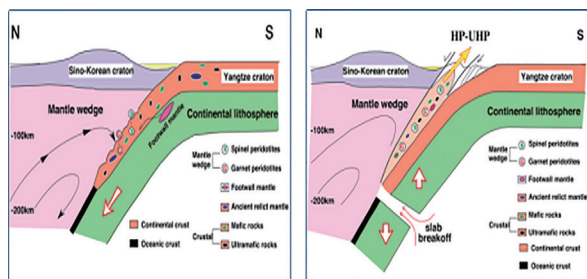


图2 高压变质带的深俯冲-折返模式

特别要提到是，现代世界上规模最大的大陆造山带包括：环太平洋增生造山带及阿尔卑斯-喜马拉雅碰撞造山带（图3）；亚洲大陆最主要的造山系为中亚增生型造山系、特提斯碰撞造山系及西太平洋增生造山带。位于印度板块与欧亚板块之间的“喜马拉雅”造山带，是世界上规模最

大和最新的陆-陆碰撞造山带，是世界的屋脊（图4），平均海拔高达8000米以上的高峰有10座，7350米以上的多达110多座。喜马拉雅为什么这么高大、如何崛起？地质学家们致力于揭开喜马拉雅之谜，就如同登山家把地球之巅的珠穆朗玛峰，作为极具吸引力的攀登目标。我们知道，印度和亚洲碰撞后，印度板块仍以44-50mm/y的速率往北推进，插入亚洲大陆之下；印度大陆1500km的南北向缩短量被吸收；形成2倍于正常地壳厚度的巨厚陆壳体（平均厚度70km）；形成印度与西伯利亚板块之间南北2000km、东西3000km巨大范围的新生代陆内变形域，造成喜马拉雅隆升及青藏高原形成，以及大量物质向北东、东及南东的逃逸（图5）。

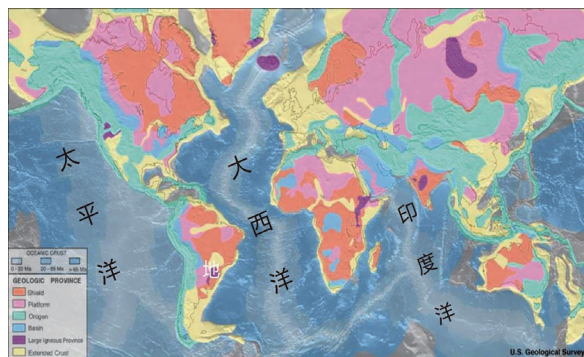


图3 现代造山带的分布图（橘色：地盾；粉红色：地台；绿色：造山带；蓝色：海洋；黄色：伸展地壳）



图4 喜马拉雅造山带的最高峰-珠穆朗玛峰（海拔高度8848m）

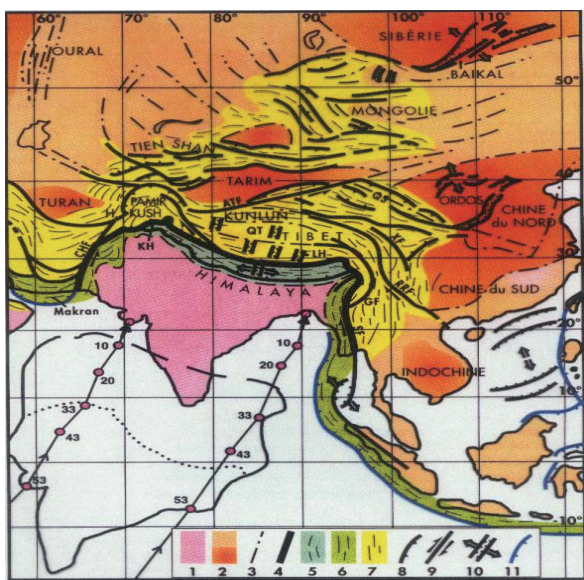


图5 喜马拉雅造山带与青藏高原示意图

3. 增生造山

洋-陆俯冲的增生造山带形成在洋内和大陆边缘的汇聚板块边界，它们由大洋俯冲带、增生杂岩、岩浆弧、弧前和弧后盆地等结构单元组成（图6）。增生杂岩包括大洋 MORB 物质，海山、洋岛玄武岩、碳酸盐台地和深海沉积物，这些物质合并在一起，最后被海沟浊积岩所覆盖。增生杂岩的一部分可以俯冲至地幔深度，在区域上遭受低温-高压/超高压的变质作用，继后可以从~60km 深度折返地表，并插入到浅层的增生杂岩中。与此同时，大量的长英质岩基组成的岩浆弧形成在大陆边缘一侧。

洋-陆增生俯冲形成全球最大规模“元素加工厂”，产生了“弧-沟-盆”体制和大量的岩浆、火山，以及弧前和弧后盆地沉积、双变质带、大型矿床和地震带等。洋-陆俯冲的增生造山一般需满足以下条件：（1）受俯冲岩石圈的几何学、速率和年龄影响，俯冲的上部板片处于挤压应力状态；（2）汇聚板块的解耦使挤压应力传送到上部板块的内部。俯冲带研究表明，当大洋岩石圈以高会聚速率俯冲，并具有年轻的、薄的和热的大洋岩石圈的底侵时，俯冲板块的倾斜度减小，上伏板块的挤压应力加强；相反，老的、厚的、

冷的和高密度的大洋岩石圈沿着深海沟俯冲形成高角度的毕鸟夫带时，上伏板块由于地幔局部熔融形成弧后伸展。太平洋周缘的环太平洋山系是现代最典型的洋-陆俯冲的增生型造山带。根据俯冲的大洋岩石圈的年龄和相对上伏板片的绝对运动获得的俯冲带的两个端元类型：一个是太平洋东侧的智利型俯冲带，它与年轻、薄的、热的和与大洋岩石圈的低角度俯冲有关，上伏的南美板片处在强烈挤压域状态；另一个为太平洋西侧的马里亚纳型俯冲带，它与老的、厚的、冷的和高密度的大洋岩石圈沿着深海沟俯冲有关，形成高角度的毕鸟夫带，上伏大陆板片由于地幔局部熔融形成弧后伸展域状态。但是，沿着整个安第斯洋-陆增生造山带，发现在结构和演化上的差异，自北向南地壳缩短量的减少，与板块的年龄和汇聚速率无关。其中最主要的因素是与在海沟处板间的解耦强度和大陆板块内部的结构和流变学有关。

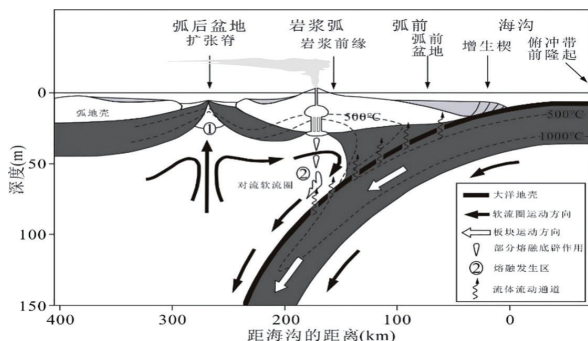


图6 沟弧盆系统的示意剖面

4. 碰撞造山

陆-陆碰撞的构造主要受大陆地壳的控制。与高密度的洋壳不同，低密度的大陆地壳容易造成地壳上部岩石的增厚、缩短以及隆升，形成山脉，在地球表面形成最壮观的地质景象。这些造山带由于碰撞板块的大小、形状、强度、结构、几何学、运动学和热历史，以及前碰撞构造历史的不同，产生不同配置的演化模式。以下通过不对称造山带的构造样式进一步了解陆-陆碰撞造山带的结构。

A. “褶皱-逆冲-滑脱型”造山样式

在水平非同轴剪切作用下，地壳强烈挤压收

缩形成不对称造山带，在造山带的基底和盖层之间，往往存在解耦（滑脱）作用，发育盖层和基底之间的滑脱剪切带。表现为在盖层中发育不对称、以褶皱-逆冲为特征的“铲式”构造样式，与盖层与基底之间的滑脱剪切带相连接，构成“褶皱-逆冲-滑脱”型造山构造样式，伴随花岗岩（或无）侵位。如阿尔卑斯外带、比利牛斯南带、加拿大南科迪勒拉造山带的“褶皱-逆冲-滑脱”型造山构造样式；中国大陆的南秦岭造山带、松潘甘孜造山带也揭示此类造山样式（图7）。

B. 挤出型造山样式

作为喜马拉雅碰撞造山带的核部，高喜马拉雅的岩石曾经历了新生代的高级变质作用、强烈韧性变形和局部熔融。是位于两个刚性地体（特提斯喜马拉雅和低喜马拉雅）之间中下地壳的一条粘性的被流体充填的隧道，隧道的上界为“藏南拆离断层”（STD），是在一条向南剪切指向的逆冲断层基础上，重新活动的向北下滑的正断层，下界是“主中逆冲断层”（MCT），STD和MCT的同时活动（~27-16Ma）成为地壳隧道流和高喜马拉雅挤出的主因。

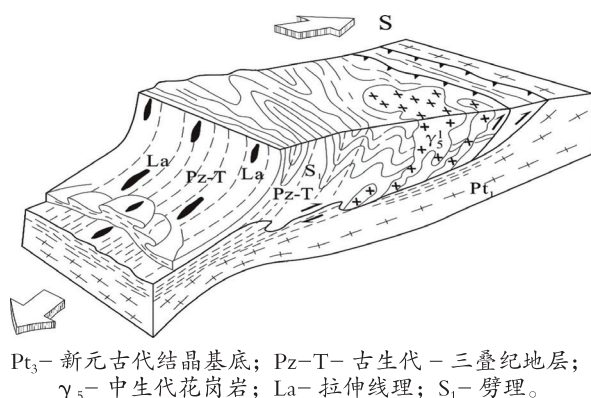


图7 世界主要造山带的“褶皱-逆冲-滑脱型”构造样式

一些学者用“地壳隧道流”的模式解释高喜马拉雅造山带的形成（图8）。隧道流是以两个刚性板片为边界的充满粘性流体的管道，板片之间的粘性流体在剪切和压力（或者平均应力）梯度的作用下在管道内变形。经典隧道流存在的主要标志：（1）“隧道”内粘度很低，大规模部分熔融，形成混合岩化和侵入的花岗岩；（2）应变主要集

中于具有透入型面理构造的强烈变形带的隧道内；（3）隧道中物质流动以挤出为主，上下边界同时活动且剪切旋向相反，上边界为正断层（剪切带），下边界为逆断层（剪切带）；（4）上边界的运动指向反转：早期俯冲和晚期伸展；（5）变质作用下边界倒转和上边界正常。

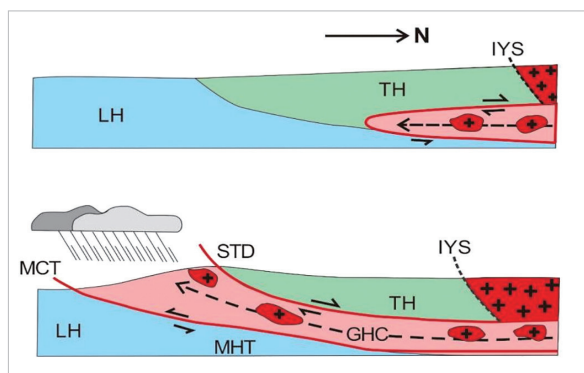


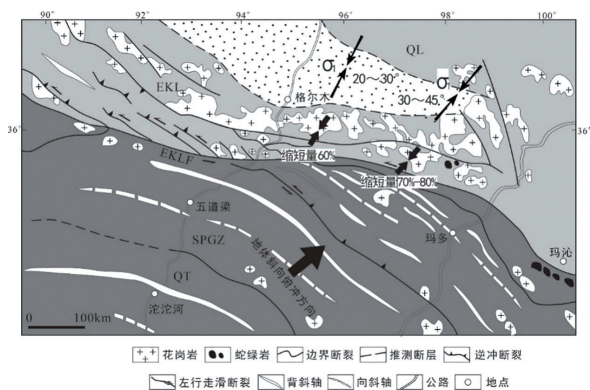
图8 高喜马拉雅的挤出造山与隧道流模式
反映始新世-渐新世早期造成高喜马拉雅挤出的隧道流阶段，中新世早期-中期的折返阶段。

C. 走滑型造山样式

斜向碰撞和走滑断裂是造山带的一个重要过程，近30年来在造山带中大量走滑断裂的发现使斜向碰撞引人关注。当一些造山带或者造山带的主体部分显示了两个刚性大陆的相对运动的方向与俯冲带垂直时，是正向碰撞的结果，又称“硬碰撞”。但是很多情况下，平行造山带的大量走滑断裂的产生，反映了大陆板块之间的斜向碰撞，产生了“非硬碰撞”或者“软碰撞”的效应。也就形成了与斜向碰撞有关的走滑域，可以称为“挤压转换域”，表明了平行造山走滑和垂直造山走滑矢量伴随。研究表明，汇聚板块相对运动的角度发生变化，由平行转为斜交运动时，形成挤压转换造山带，如扎格斯挤压转换造山带、昆南挤压转换造山带、新西兰南Alpina挤压转换造山带等。

中国大陆中部的古特提斯北支洋盆的残余洋壳构成“东昆仑-阿尼玛卿蛇绿岩带”，由于该洋盆的闭合呈现斜交式汇聚，即东面苏鲁-大别-

秦岭造山带的南、北板块在早三叠世（240Ma）先碰撞，西面东昆仑南部（昆南）的中三叠世呈现后碰撞的特征，在东昆仑印支碰撞的边界上叠置了大型东昆仑左行走滑构造。根据对昆南走滑断裂带两侧地层褶皱轴的统计，得出褶皱轴的总方向为 $SE110^{\circ}-140^{\circ}$ ，挤压方向为 $NE-NSSW$ ，其中东段挤压方向 $30^{\circ}-45^{\circ}E$ ，西段为 $20^{\circ}-30^{\circ}E$ ，表明挤压方向与古板块俯冲带的走向呈 $45^{\circ}-70^{\circ}$ 夹角，因此松潘甘孜地体是斜向俯冲在东昆仑地体之下。东段在 $NE-SW$ 方向的挤压应力下，松潘甘孜地体往 NE 方向俯冲在东昆仑地体之下造成 $NE-SW$ 向的阿尼玛卿叠覆岩片，具有向 SW 的造山极性，表现正向汇聚的特征；而西段的东昆仑走滑断裂带反映了挤压应力方向为 $NE-NSSW$ ，为地体之间的斜向汇聚及俯冲的结果，呈现挤压转换带的特征。大规模的走滑运动致使两个地体之间的缝合带中的蛇绿岩和混杂岩堆积残片在西段消失。松潘甘孜和东昆仑地体碰撞后，其板块边界的西段总体以左行走滑的形式表现出来，南昆仑和松潘甘孜一并构成一条挤压转换造山带（图9）。



QL-祁连山地体；EKL-东昆仑地体；SPGZ-松潘甘孜地体；QT-羌塘地体；EKLf-东昆仑走滑断裂。

图9 与东昆仑走滑断裂有关的“东昆仑-巴颜喀拉”挤压转换造山带和南昆仑挤压转换造山带主应力分布于地壳缩短方向示意图

D. 片麻岩穹隆式造山

对于造山带而言，我们不仅要考虑岩石圈水平运动导致的板块俯冲和碰撞，还应该考虑垂直上升运动及其在造山中的作用。在造山过程中广泛存在的“片麻岩穹隆”，穹隆由核部花岗岩或

者混合岩化花岗岩以及幔部变质岩组成，是中下地壳热动力学过程产生的、与岩浆作用（或混合岩化作用）密切相关的穹状构造。片麻岩穹隆几乎出露在所有的折返造山带中，其形成经历从垂直上升的地壳流导致岩浆上涌的挤压收缩机制到岩浆体侵位的顶部伸展机制的转化过程，反映了所在地区地壳的大幅度抬升与地壳上升流有关。

松潘甘孜地体中伟晶岩型锂矿赋存在“片麻岩穹隆”的构造样式之中已经被明确提出（图10）。松潘-甘孜造山带大规模中生代挤压造山事件，发生大量的上升流引起地壳重熔和220-200Ma的S型花岗岩侵位，使冷地壳转变为热地壳，形成以中生代花岗岩为核部、三叠纪变质浊积岩为幔部，并伴随巴罗式高温变质作用（夕线石-蓝晶石-十字石-红柱石-石榴子石-黑云母-绿泥石-绢云母变质相带）的片麻岩穹隆构造。最新研究表明，马尔康片麻岩穹隆形成于基墨里期挤压造山的变质岩折返后期，与~200-190Ma自北向南伸展的马尔康拆离剪切带有关的造山构造。

对于片麻岩穹隆的形成，目前主要观点如下：

①不同世代的褶皱间相互叠加；②重力驱动的底辟作用；③地壳减薄相关的低角度拆离断层；④地壳通道流；⑤下地壳挤压和上地壳伸展的综合效应等。那么，到底是什么导致了造山带中挤压应力向伸展应力的转换以及上升流的出现？岩浆如何从上升转换至就位？岩浆中的流体、热传导以及构造变形在残余熔体上升过程中起到什么作用？都是需要进一步探讨的问题。

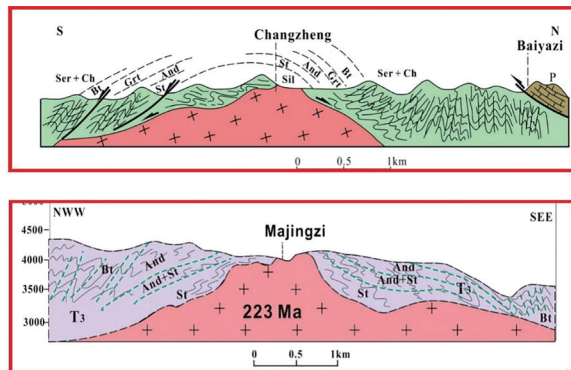


图10 松潘-甘孜造山带雅江片麻岩穹隆群中长征片麻岩穹隆(a)和甲基卡片麻岩穹隆(b)构造剖面图

5. 造山带研究前瞻

造山带的理论、概念和大量研究成果为我们提供了广阔的全球视野，历经 200 年研究的造山带依然是地球科学经久不衰的研究主题，是板块构造和大陆动力学关注的重心。大陆动力学的发展给予了我们重新审视大陆造山带的物质组成、结构、造山类型、流变学、造山过程及造山动力学的机遇。面临大陆动力学新的挑战，造山带研究需要有新的思路，需从造山带研究的前瞻内容和未来趋势予以新的启迪。

(1) 造山过程的能量消耗及自组织行为

活动的大陆造山带是一个非平衡的开放系统，造山过程是一个能量消耗过程。在造山过程中，由于构造和岩浆作用将热量传导至地壳浅层，流体和熔体的迁移使元素(包括放射元素)重新分配。在这些过程中“变形-变质-深熔”的自组织作用和相互转换是控制造山带中地壳的演化和分异的关键。其中，剪切变形与变质作用通过流体迁移和应变能以及矿物属性与承载机制转换；变质作用和地壳熔融通过矿物组合转变和熔体-矿

物反应相互转换；剪切变形与地壳熔融通过熔体弱化和剪切生热相互转换，而转换的核心是热导率(图 11)。至于以热导率为核心的变形、变质和深熔自组织系统和转换如何调节造山带地壳能量的耗散，将地壳内部的能量释放出来，仍是个重要的未解之题。

(2) 造山过程的熔体作用和花岗岩的形成

造山带的研究表明，汇聚造山带的热动力条件可以为地壳深熔提供了足够多的热量。熔体的出现会将地壳软化到一定程度。在造山过程中部分地壳处于部分熔融状态，不仅将其和俯冲岩石圈板片解耦并且会让深埋藏的地壳折返。地壳熔融、熔体分离、挤出、上升和侵位不可避免地与构造的发生与发展有关，在岩石圈中能量耗散基本机制之下，如何理解部分熔融地壳的性质和合理评估地壳中熔体的作用极为重要。不同造山带出露不同体积的花岗岩，富含大量沉积岩的造山带为花岗岩岩浆的产生提供了可能。在松潘-甘孜造山带中，巨厚(10-15km)的三叠纪含云母和黏土矿物的深海浊积岩中被大量中生代花岗岩侵位，并伴随锂铍铌矿元素富集。在造山带演化中，岩浆上升和侵位的过程和机制一直处于争论之中。有学者认为，从部分熔融的地壳中提取熔体的速率、岩浆上升和侵入速率要比先前预想的快得多；有人认为，造山带中大规模的剪切带发生的剪切增温引起造山带上部的泥质岩发生部分熔融；但是当造山带含有不同地壳组成的古老基底时候，大量花岗岩岩浆作用却不太可能发生。上述两种截然不同状况引起人们对于造山带中花岗岩的大量涌现或严重匮乏的原因的追究及探讨。

总之，造山带是地球科学经久不衰的研究主题，造山带是了解地球形成演化的重要窗口，造山带是培育科学思维和创新的大本营，造山带是锻炼勇敢和拼搏精神的战场！

(作者系中国科学院院士，南京大学地球科学与工程学院教授)

(责任编辑：曹创华)

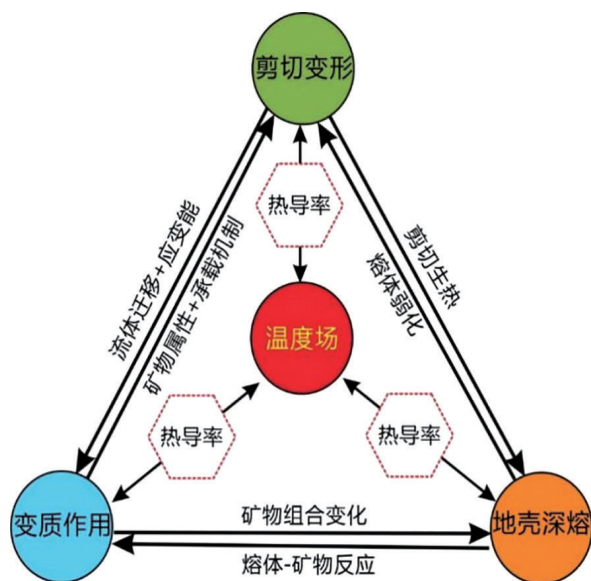


图 11 造山过程中变形-变质-深熔作用的相互关系示意图

落实省委书记沈晓明调研精神



尊敬的各位领导、各位嘉宾，女士们、先生们：

很高兴与大家相聚在此，共商中非绿色矿业合作大计。今天，我想用三句话，介绍中非绿色矿业合作的湖南实践。

第一句话：千锤百炼，造就湖南地质的硬核筋骨

湖南地质扎根三湘大地，探获了首座铀矿，为新中国铸造“两弹一艇”立下汗马功劳。70余年来，我们发现矿种 157 种、探明资源储量矿种 124 种，打造了“世界锑都”“世界铅都”“世界有色金属博物馆”等湖南名片，一次次刷新了矿产资源的标高纪录。

我们引领绿色勘查，打造了地球化学过程与资源环境省级重点实验室，出台绿色勘查标准，研发推广高光谱遥感等新技术，支撑湖南绿色矿山数量位列中部第一。

我们致力山明水绿，参与国家山水工程、矿山修复示范工程 10 个，实施冷水江锑煤矿区生态修复项目入选联合国优秀案例，让 127 座历史遗留矿山重披绿装。

我们开拓新兴能源，探索干热岩、页岩气、煤层气、地热能等开发利用，实施中南地区首个中深层地热项目，支撑浅层地热能试点，每年可

减排二氧化碳 15 万吨。

我们赋能智慧矿山，助力传统矿山数智转型，拓展丰富“基础地质一张图”，研发建立“星—空—地—井”综合地质勘查体系，使矿山勘探效率提升 40%，开发成本降低 35%。

我们服务产业发展，推动打造 4 个国家级资源基地，在锂矿、萤石矿、铌钽矿等“卡脖子”领域突破重围，有力支撑“4×4”现代化产业体系建设。

第二句话：千山万水，搭建中非合作的金石桥梁

在非洲这片充满希望的土地上，湖南地质人以“敢为天下先”的魄力，踏出了一条创新、担当、共赢的合作之路。

一是以勘探激活发展脉搏。我们从上世纪 60 年代起，就开启了三轮“地质出海”。近年来，遵循晓明书记“借船出海、借梯上楼”的指示精神，在 50 多个国家承担 200 多个地质矿产勘查项目，为津巴布韦探得最大锂矿、为刚果（布）探得超大型铁矿、为南非探得超大型锰矿等重要资源。

二是以科技重构合作模式。我们在中东、非洲分别成立湖南地质工作站，在马达加斯加建成海外首家地质检测实验室，揭牌当日就促成千万

美元的遥感地质合作。成功研发“模块化选矿系统”，创新运用三维建模和 AI 预测，将津巴布韦锂矿勘查周期从 3 年压缩至 8 个月，创造了令人惊叹的“湘非勘探速度”。

三是以绿色塑造发展标杆。在肯尼亚老高瑞矿区，我们引入循环经济模式，采用“原位修复 + 植被重建”技术，使矿区复绿周期大幅缩短 60%。在刚果（金）铜钴矿项目，采用“尾矿干排 + 水资源循环”系统实现废水零排放，让工业文明与自然生态在矿业开发中和谐共生。

四是以援助深化命运联结。我们积极履行社会责任，利用自身资源援建学校、打井修路，向马达加斯加捐赠了两条煤压球生产线，解决当地百姓用煤难题，迎来马达加斯加、东帝汶等国家元首到院访问，缔结了与津巴布韦、刚果（金）等国的长期战略合作。

第三句话：千方百计，共赴绿色共赢的星辰大海

在此，我们提出绿色矿山勘探四项合作倡议：

一是共建创新平台。建立“湘非绿色矿业联合创新中心”，聚焦三维勘探技术、智能矿山系统等开展联合研发，将津巴布韦锂矿快速勘探模式推广至更多非洲国家，注重 AI 智能化技术研发落地，让科技创新成为非洲矿业发展的强大

助推器。

二是共享绿色标准。我们愿将生态修复、节能减排等成熟技术与非洲实际相结合，推动建设非洲绿色矿业示范基地，毫无保留地分享“矿山全生命周期环保方案”，推广废水循环利用、尾矿无害化处理等实用技术，实现“资源开发”到“绿色开发”的华丽蜕变。

三是共育地质人才。倡导实施“非洲地质英才计划”，共建联合实验室与实训基地，推行 10 年“百千万”人才计划，即为非洲培养百位地质工程师，开展千人次技术培训，组织万人参与地质科普活动，为非洲打造一批“带不走”的地质铁军。

四是共筑合作机制。建立“湘非绿色矿业合作联盟”，集多方合力共同拓展非洲矿业勘查开发新格局、新思路。定期举办“非洲矿业绿色发展论坛”，共同制定《中非绿色矿业发展路线图》，推动中非绿色矿业合作迈向机制化、规范化的新高度。

女士们、先生们，非洲谚语说：“独行快，众行远”。中国古语云：“志合者，不以山海为远”。愿我们携手同行，共同为守护地球家园、实现可持续发展贡献更多地质智慧、地质方案！

（作者系湖南省地质院党委书记）

（责任编辑：苏媛）



活动现场 李想/摄



尊敬的各位领导、各位嘉宾，女士们、先生们：

非常荣幸，今天在这个重要的平台，与各位分享湖南地质在非洲大陆的勘探实践，共商中非地质合作的未来图景。我谨代表湖南省地质院，向莅临现场的各位嘉宾致以最诚挚的问候与最热烈的欢迎！在此，我将从地质底蕴、合作基础、未来展望三个层面介绍湖南省地质院的优势实力，并就深化中非地质合作提出倡议。

一、湘土厚蕴：地质湘军的血脉传承

湖南省地质院植根于三湘大地，七十余载栉风沐雨，锻造出集“地质调查勘查、生态文明建设、地质灾害防治”于一体的新时代“地质湘军”，形成了独具特色的响亮名片。

“为国找矿”是我们的立身之本。我院为新中国“两弹一艇”事业提供了第一批原子弹研制急需铀原料，院属16家单位获评“国家找矿功勋单位”。在湖南共发现各类矿产157种，探明资源储量矿种124种，其中锑、铋、铌等8种矿产资源储量位居全国第一，成就湖南“有色金属之乡”美誉。

科研创新是我们的发展之道。我院现有在职职工1.1万名，构建覆盖13大地质学科的技术支撑体系，建有创新平台近20个，队伍规模和技术

实力均居全国前列。

地质支撑是我们的服务之基。我院以“地质+”思维深度参与城市空间规划、农业耕地保护、旅游资源普查、地下水资源调查等重点任务，成功实施10项国家重点生态保护修复工程，为经济社会发展提供了全链条地质技术支撑。

二、中非深耕：跨越经纬的地质交响

道合者，不以山海为远；相知者，不以万里为遥。湖南地质“走出去”的历史源远流长，与非洲的合作更是根基深厚、成果丰硕。

我们有丰富的海外地质合作经验。上世纪60年代以来，我们在比利时、德国、印尼等国建立了一批境外勘查基地。近年来，我们深度参与“一带一路”建设，推动成立湖南矿业国际合作产业联盟，在多个国家承担重大项目200余个，合同总额超25亿元，国际化运作体系愈加成熟。

我们有可喜的中非地质合作成果。多年来，我院与非洲国家取得了一批实打实的合作成果。在津巴布韦探获5个10吨以上金矿床，总价值超100亿美元，带动当地就业超500人；在肯尼亚通过引入循环经济理念、援建学校、打井修路，以多元化地质服务提升非洲人民幸福感。

我们还有着坚定且强烈的中非经贸合作意愿。

非洲拥有全球最丰富的自然资源，迫切需要将资源价值转化为发展动能；而我院累积的市场经验和全链条技术优势，恰为双方合作提供了坚实基础。当前，我院在非洲实施 50 余个重点项目，带动产业链投资规模预计可达千亿美元。我们相信，中非地质合作必将成为共筑高水平中非命运共同体的生动典范！

三、未来展望：共赴星辰的山海之约

我们将以“十大伙伴行动”为主线，紧密对接“一带一路”倡议和中非合作论坛框架，围绕非洲国家所需，立足湖南地质所能，以全方位多层次的地质合作谱写中非经贸合作新篇章。

以资源勘查协同产业链，助力夯实非洲工业基础。我们将以非洲资源禀赋为核心，聚焦关键矿产以及资源走廊成矿带，合作开展地质调查评价、地质勘查等，助力非洲国家摸清资源家底，探明更多优质资源矿产储量；我们还可以积极提供矿业开发建议，助力构建“探—采—选—冶—加”一体化产业发展格局，保障非洲国家能源资源安全和产业链供应链安全。

以科技创新共享数据链，打造智慧地质合作网络。我们将依托湖南地质非洲工作站，打造中

非“智慧地质”合作网络，力争实现跨境资源信息互联互通；我们将积极与非洲国家联建科研平台，加强在战略性矿产成矿规律和找矿方法研究等方面的联合攻关，大力推广无人机勘探与数字化矿山等技术在非应用、落地见效。

以技术支撑共建发展链，培育经济发展内生动力。我们将积极研究推广非洲干旱区水文地质勘查技术，助力解决当地居民饮水问题；协助加强地灾预警系统建设，带动提升非洲地灾防治成效；开展土壤污染、水生态保护和修复等方面合作，支撑生态环境保护；主动参与非洲大型基础设施项目，提供专业的地质工程勘察服务等，切实以成熟的地质技术全方位服务非洲经济社会发展。

各位嘉宾、朋友们，从湘水之滨到尼罗河畔，从岳麓叠翠到乞力马扎罗雪顶，从洞庭湖平原到东非大裂谷，地质构造的巧合呼应，恰似中非文明交流的天然纽带。湖南省地质院愿做文明对话的“地质锤”、中非经贸共赢的“千斤顶”，以“同行者”之名，为共筑新时代全天候中非命运共同体贡献湖南地质力量。

（作者系湖南省地质院党委副书记、院长）

（责任编辑：苏媛）



地勘单位数字化转型 的五维需求

◎ 赖继文 伍卿

省地质院党委在贯彻落实省委书记沈晓明调研精神，系统研究部署职能优化改革工作时明确提出，要以“大平台、大数据、大测试、大装备、大科研”为总体思路，全面推进组织、架构、区域等布局优化，实现治理体系和治理能力的质变跃升。这一重要指示为地勘单位数字化转型指明了战略方向，提供了根本遵循。

近年来，地勘单位数字化转型成为行业发展的核心议题与前沿趋势，引发广泛讨论与积极实践：既有传统地质数据管理系统向智能化数据综合管理系统的升级重构，也有地质大数据与 AI 成矿预测模型的深度融合尝试；既有物联网技术在地质灾害实时监测领域的创新应用，也有跨行业地质资源共享平台推动产业协同的突破性实践。

当前，地勘行业数字化转型仍面临概念模糊、路径不清等问题，亟需明确“转什么”与“建什么”的核心逻辑。我们认为，数字化转型的“转”是动态实践过程，通过大数据、AI、物联网等数字技术，优化地质工作流程、提升效能质量；而“型”是工作模式与能力体系的重塑，涉及专业策略、组织架构、作业流程及数据分析等关键环节的再造。这一过程中需把握两大核心要点：一是坚守地质本质，矿产勘查、环境调查、灾害防治等中心任务不能因技术变革而偏离；二是推动模式革新，以数字技术赋能地质工作价值创造，改造传统作业方式。

基于上述情况，结合行业特性与转型经验，地勘单位数字化转型可聚焦对内强基、对外协同、

向上增智、向下深耕、赋能人才等五个纬度的核心需求。这五大需求既是破解传统地质服务痛点的关键路径，也是推动行业从信息化迈向数字化的战略方向，为地质事业高质量发展提供关键动能。

一是对内强基，聚焦地质数据治理与基础设施夯实，构建覆盖地质调查、数据采集、成果转化全链条的数字化管理框架。核心任务包括建立统一地质数据治理体系、勘查项目全生命周期管控平台、野外作业资源智能调度系统，以及基于数字孪生的地质安全支撑模型，实现流程标准化、资源配置高效化、安全风险可控化。

当前，传统地勘单位面临多源异构数据如地质图、物探数据、岩心数据分散存储、标准不一，以及野外设备如钻机、传感器、无人机等缺乏实时联网监管等痛点，转型需优先打通“数据采集—处理—应用”闭环，构建数据综管系统、智能装备管理系统、三维地质模型协同平台等“数字基建”，解决数据孤岛、流程冗余、风险预判滞后等核心问题，筑牢数字化转型根基。

尤为关键的是，若地勘单位未建立基础数字化管理规范，盲目转型将导致业务与管理体系“两张皮”，甚至引发数据安全漏洞、逻辑混乱等风险。转型需遵循“先固本、后赋能”原则：通过完善地质业务数字化标准体系、搭建勘查项目智能监管平台、试点野外作业协同系统，实现内部管理“业务在线化、数据资产化、风险可视化”，再逐步向“技术智能化、决策精准化”进阶，避免因基础薄弱

陷入“越转越乱”的困境。

二是对外协同，构建开放共享的地质产业生态。核心是依托地质大数据与新兴技术，重构地勘行业价值创造与生态共建模式，推动“数据共享—能力协同—价值共创”全链条融合。数字经济时代，地勘单位突破传统勘查技术服务边界，搭建开放平台链接政府、矿业企业、科研机构、设备厂商及金融等生态伙伴，以“地质数据+技术服务”双轮驱动，重塑行业价值分配体系，形成“数据资产化—资产服务化—服务市场化（随保障系数提升逐步公益化）”的价值闭环。例如，某省地勘单位联合打造“智慧矿山地质服务平台”，整合全省1:5万地质图、三维地震数据与矿山生产动态数据，为中小矿业企业提供“勘查靶区智能圈定—矿体储量动态评估—井下灾害预警”一体化服务，企业按需付费，地勘单位转型数据增值服务，政府实现全流程监管，形成“数据赋能多方、价值反哺生态”的共赢格局。

该模式本质是打破传统线性合作，构建“数据驱动型价值共同体”。以地质灾害防治为例，地勘单位联合传感器厂商、应急部门、保险机构建立“监测数据共享—风险评估共商—灾害理赔共担”机制，即厂商接入智能监测设备，地勘单位输出风险模型，保险公司设计实时数据保险产品，政府购买全链条防灾服务，形成“技术研发—数据应用—服务采购”跨界协同生态。地勘单位由此从单一项目收入转向多元价值分配，开拓生态修复、地质安全等新兴市场，实现从“地质勘查者”到“生态构建者”的角色升级。

三是向上增智，核心是依托地质大数据与智能技术，构建“数据驱动型决策引擎”，推动地勘从经验主导转向“数据采集—技术分析—模型推演—智能决策”范式升级。通过整合区域地质、物探、钻探及遥感等多源数据，转化为可量化、可预测、可推演的决策依据，赋能战略规划、项目实施与技术攻坚全层级。

在战略决策层面，通过“地质资源智能评估平台”，利用机器学习算

法深度挖掘成矿带地质大数据，自动识别潜在矿化异常区并量化资源潜力，辅助自然资源部门优化勘查项目布局，将传统依靠专家经验的“靶区优选”转化为“数据精准制导”。例如，某省地勘单位基于20万条钻孔数据训练的AI模型，将金属矿靶区命中率从35%提升至68%，勘查成本降低40%。在技术决策层面，三维地质建模与数字孪生技术可实现矿体形态、地下水运移、地应力分布的动态模拟，帮助专业工程师预判钻探遇水患风险、优化巷道支护方案。例如，某金属矿项目应用该技术后，井下作业事故率下降55%，钻探效率提升30%。

该维度需求的核心价值在于打破地质数据“采集易、应用难”的瓶颈，构建“数据综合管理系统+智能模型库”双层架构，实现地质数据从“记录”到“决策依据”的质变，即底层整合全域数据并构建标准化特征库，中层接入专业与自研模型，上层为不同角色提供定制化工具，如资源战略沙盘、智能解译工作台、实时预警终端等。在地质灾害防治中，融合InSAR形变数据与BP神经网络的风险预测模型，可提前72小时预警滑坡，较人工研判效率提升8倍，支撑政府“分钟级”应急决策。

向上增智本质是重构地勘知识应用模式，转化专家经验为可复用智能算法，实现从“个案经验”到“普适规律”的认知跃升。地勘单位需以数据资产驱动业务创新，将地质大数据转化为资源勘查、灾害防治、环境修复的精准决策图谱，最终达成“数据定义价值、智能重塑未来”的转



型目标。

四是向下深耕，促进数字技术与地质一线作业深度融合，将技术研发、野外作业、设备管理、数据采集等关键环节与智能化、自动化技术集成，构建地质物联网、自动化控制及信息技术、AI应用高效协同体系，提升勘查质量与效率。

在新技术驱动下，局部创新频现。例如，新型地质传感器可精准测量参数，支撑一线可靠数据采集；智能地质编录系统可实现野外数据快速录入处理，效率倍增。针对勘查、钻探、监测等场景，研发轻量化智能装备与移动平台，如集成北斗定位、高清影像采集、AI岩心识别的野外终端，搭载传感器网络与边缘计算的智能钻探设备，以及基于物联网的多参量实时监测系统，推动野外作业数字化、自动化、标准化，全面提升一线作业效率与数据采集质量。地勘单位应抓住机遇，积极推动技术创新，不断提升核心竞争力。

五是赋能人才，重塑地勘队伍数字化能力体系，通过技术赋能与机制创新双轮驱动，实现员工能力跃迁与行业人才升级。

一方面，通过专业移动设备、智能穿戴装备、VR/AR技术及数据辅助工具，赋能员工能力拓展与提升。以在地质作业场景中VR/AR技术使用为例，VR设备可模拟复杂地质勘查流程，为员工提示预演风险及应对策略；AR设备将虚拟的地质数据与现实场景相结合，帮助员工更直观地分析作业环境。这些技术也增强了员工对地质项目、勘

查设备以及地质环境的动态感知和快速反应能力。

另一方面，构建“地质+数字”复合型人才培养体系，通过虚拟仿真平台、大数据与AI建模专项培训、数字化项目实战，培育兼具地层岩性、构造演化专业能力与Python数据分析、GIS建模、机器学习算法技能的新型地勘人才，推动传统技能型人才向“数字地质师”转型，为行业可持续发展注入核心动能。

地勘单位数字化转型的五维需求，是深度耦合、协同发力的战略整体。其既各有侧重：对内强基聚焦管理固本，对外协同着眼生态破局，向上增智瞄准决策升级，向下深耕发力现场提效，赋能人才致力能力重构；又彼此互促：内部数据治理为生态共享提供资源池，现场智能装备反哺技术迭代与模型优化，人才数字能力加速技术落地，形成“管理提效—生态扩容—决策精准—作业智能—人才增值”的闭环迭代。唯有统筹推进五维需求的系统化转型，地勘单位方能在能源资源安全保障与生态文明建设中构建“数据驱动勘查、智能引领决策、生态协同发展”的立体化体系，实现从传统作业向“数字地质+智慧服务”的范式跃迁，牢牢把握行业变革主动权。

（作者分别系湖南省地质院党委委员、湖南省地质灾害调查监测所所长、党委副书记，湖南省地质灾害调查监测所高级工程师）

（责任编辑：刘婧）



湖南地热能规模化应用的发展战略： 撬动绿色经济新增长极

◎ 王耀军 王俊鑫



在全球能源革命浪潮与我国“双碳”战略纵深推进的时代坐标下，地热能——这一深藏地下的“绿色宝藏”，正成为破解能源困局的金钥匙。对湖南而言，加速地热能规模化应用，不仅是突破 80% 能源对外依存度困局的破题之举，更是撬动千亿级绿色产业、铺就高质量发展新赛道、实现“双碳”目标的战略抉择。湖南省地质院深入调研，提出一系列具有前瞻性与实操性的举措，旨在推动地热能从“地下宝藏”转变为经济发展的“绿色引擎”。

一、湖南地热能发展：开发不足与潜力巨大并存

湖南省能源方面省情为“缺煤无油乏气”，能源整体供应格局处于全国能源流最末端和大受端，能源保障安全压力长期存在。湖南能源供需整体“紧平衡”现状，对经济社会发展制约加剧，主要反应在能源保障能力不足、供需结构不优、区域布局不均、用能成本相对偏高等方面。

湖南省属于风能四类、太阳能三类资源区，风、光资源禀赋一般，但地热能资源极其丰富。地热能资源作为可再生能源之一，当前正在引领清洁能源发展新方向。与传统能源相比，地热能

资源具有储量巨大、再生迅速、分布广泛、温度四季适中的特点，在节能减排、经济效益上具有明显优势。地热能与太阳能、风能、生物质能等其他新能源相比，受季节和气候影响较小，受地域限制少，适宜地区广，具有供能稳定、安全可靠的优势，是巨大的“绿色能源宝库”，可就近利用、规模化集中供能。

湖南省地热资源呈现“浅层广布、中深层富集”的特点，浅层地热能潜力居全国第二，供暖制冷面积潜力约 42 亿平方米，年可利用量相当于 1.5 亿吨标煤，能满足我省 7000 万居民日常生活用能需求。全省已查明的中深层水热型地热资源量折合标煤 3.57 亿吨，年可供暖制冷面积约 6368 万平方米，干热岩资源量折合标煤 1.18 亿吨。目前，湖南已形成涵盖地热能资源勘查、装备制造、综合开发利用的完整产业链，产业发展初具规模。地热能在城乡建设中的大规模推广应用，将拉动其上下游产业发展，由此形成新的产业集群，对我省新能源产业发展补链强链起到积极的作用。

二、2035 市场前景：千亿产业蓝图绘就

基于当前湖南省地热能利用现状，如能在政策支持、技术突破、开发利用模式等方面进一步

完善，湖南省地热能规模化应用将会迅速发展，由此将会形成两大关联产业，即新型冷暖联供服务产业和冷暖联供装备制造产业。

1. 新型冷暖联供服务产业

采用“地热能+多能互补”的供热方式，改变传统的单一能源供能模式，实现多能源协同利用，建立新型冷暖联供服务体系。以湖南省公共机构为例，湖南省机关事务管理局统计数据显示，2020年，全省范围内公共机构能耗总量折合为104.15万吨标煤，人均综合能耗折合为143.45千克标煤，单位建筑面积能耗折合为6.11千克标煤/平方米。如果全省公共机构三分之一以上的单位实行以地热能为主的再生能源多能互补改造，即可形成年产值数十亿的供能服务产业。根据全省目前地热能资源储量及全省冷暖供能需求，具备千亿以上的市场空间。

2. 产学研完整产业链及千亿级装备制造产业

千亿级供能服务产业打造，将催生相关装备制造及服务完整的产业链，包括地热能技术的研发、设备及材料的生产、安装施工、运营维护、人才的培养等，即产、学、研一体。以冷暖联供设备及末端装备制造为例，按房屋建筑面积设备造价300元/平米计，长沙市“地热能+多能互补”每年应用面积按2000万平米递增，相关装备制造直接工业产值每年将超过60亿元人民币，全产业链的产值将超过100亿元，全省推广相关产值将超过500亿元。

预计到2035年，湖南地热能产业产值将新增超2000亿元，拉动GDP增长2%-2.2%，创造近百万个就业岗位，年新增税收额超100亿元。地热能年减排总量预计超900万吨，占全省非化石能源减排贡献4%以上，实现能源自给率3%以上，降低外省能源依赖度4%以上。可为居民节约用能成本30%以上。

目前，我省地热能应用所占比例很低，浅层地热能实际开发利用量占已查明资源总量不到1%，中深层地热能不到35%（已查明的资源总量少）。通过调查了解，主要问题集中在政策机制不完善、勘查程度偏低、产业链协同弱、普及宣传力度不够、市场接受程度不高等方面。这些问

题的产生源自观念及历史形成的现状，很难点对点的进行局部解决，需要整体、系统的解决方案。

三、对策建议

为系统解决我省地热能规模化应用存在的问题，政府应做好“政府引导扶持、技术先行支撑、企业跟进开发、市场有序运作”等政策引导，探索适合湖南地热能规模化开发应用的路径。

（一）政府高位推动，加强顶层设计

建立政府部门跨层级协同管理机制。推行“发改牵头、部门联审”的项目准入机制，明确各部门职责，将地热能纳入“双碳”考核体系，将地热能规模化利用列入“十五五”专项规划。划定强制性应用范围和要求，在源头引导管控，新建公共建筑全面覆盖、既有公共建筑分阶段升级改造。在浅层地热能建筑规模化试点工作的基础上，大力开展地热能技术应用示范项目创建行动。加大支持推动建设一批示范带动作用明显，特点显著的地热能应用示范区县和重点示范项目。

研究制订符合湖南省地热能发展的各项标准体系。规范对地源热泵系统的工程可行性评估、勘察、设计、施工、调试验收、监测、运行与管理各环节的管理。推动公共建筑能源资源消耗数据共享平台建设，建立基于再生能源应用产生的节能减排成果而形成的碳资产管理系统。

（二）强化政策设计，完善制度支撑

明确可实施地热能应用的土地、水资源、用电、税收、项目申报审批等政策。通过激励引导和强制推广相结合，以制定政策、标准等手段规范市场主体行为，综合运用财税金融等经济手段发挥市场配置资源的决定性作用，实施地热能开发利用共建共享。推广合同能源管理、特许经营等基于市场运作的节能新机制，探索节能诊断、融资、改造、托管等综合服务模式。出台地热能应用项目市政配套支持政策，为地热能运营管理模式创新创造条件。

（三）摸清资源底数，加强资源勘查与评价

“十五五”期间，湖南省级财政安排专项资金，利用湖南省地质院的技术和先发优势，优先完成

13个地级市地热能资源补充调查，重点推进洞庭湖区域、沿京广线、“湘资沅澧”四水流域等区域勘查，2026—2030年实现全省热物性参数与资源量评估全覆盖。梯次推进长沙盆地、衡阳盆地及湘西北、湘东南重点片区勘查，新增优质地下热水源地。规范探矿权市场化投放，鼓励社会资本参与勘查和开发。

（四）资源综合利用，建立协同发展机制

依据地表水、地下水、污水等资源分布特点，因地制宜分别鼓励发展地表水水源热泵能源站、地下水地源热泵能源站和污水源能源站等新型能源站。综合利用各类新型能源相互补充，如采用地表水水源热泵能源站、地下水地源热泵能源站和污水源能源站与太阳能、空气能等多能互补，实现能源资源的科学利用。另外，地热能的应用需要从城市整体规划角度进行统筹，在城市更新过程中也应充分考虑地热能的综合利用。

（五）加大推广力度，增强市场和居民接受度

集成湖南省地热能利用前期工作成果，建立地热知识科普和应用场景展示馆。强化设计、施工、管理、评价等从业人员培训，提高从业人员实施能力。组织多渠道、多种形式的宣传活动，普及绿色建筑、地热应用相关知识，宣传先进经验和典型做法，定期组织开展示范项目或技术推进会，推广可复制经验做法，不断增强市场接受度，形成地热能规模化应用的大环境。

（六）创新市场引领，打造新型产业链

坚持政府引领，市场主导的原则。产业发展要依靠市场化模式，但产业链平台的建立需要政府的引导和政策的支持，搭建湖南地热能应用产业链平台，对最终实现地热能在湖南全面规模化应用至关重要。结合产业链招商，通过招商引资等手段，广泛吸引更多技术能力优、投资实力强、管理水平高的地热能开发利用优质企业，与湖南省本土企业一道共同参与湖南省地热能的应用建设，与既有企业优势互补、合作竞争，通过产生“鲶鱼效应”，激活市场活力。推动科技攻关和示范工程建设，解决地热能规模化应用共性关键技术问题，驱动产业转型升级和提质增效，打造一流的地热能产业链。



（七）创新融资模式，拓宽投入渠道

创新财政与社会资本合作模式，支持地热能项目发行不动产投资信托基金（REITs），探索“财政+绿色金融”联动，推广能源费用托管服务。拓宽资金筹措渠道，统筹专项债资金，争取中央专项资金，规范投放地热探矿权，建立收益分成机制。构建全周期绩效评价体系，建立动态监测与风险防控机制，建设省级监测平台，建立联合监督机制，加强对环境影响评估与监督，将地热能应用与城市地质风险评估相衔接。

湖南地热能规模化应用已迎来战略机遇期。通过实施上述发展战略，有望将地热能打造成为推动经济增长、改善生态环境、增进民生福祉的重要力量，助力实现“美丽新湖南”目标提供有力支撑。

（作者分别系湖南省地质院环境地质室主任，工作人员）

（责任编辑：蒋浩）



高塔音符·韶山温泉项目 丁剑/摄

地质工作要在服务现代化湖南建设中 发挥资源保障和基础支撑作用

◎ 邓瑞林

3月26日，省委书记沈晓明在调研省地质院座谈会上作了讲话。通过认真学习讲话原文，深刻领会精神要义，本人体会最深的就是地质工作要在服务中国式现代化湖南建设中发挥资源保障和基础支撑作用。

一、把握做好新时代地质工作的总体要求

2022年10月，习近平总书记给山东地矿局第六地质大队回信；今年3月，省委书记沈晓明到省地质院调研，为做好新时代国家和湖南地质工作肯定了地位、梳理了问题、指明了方向、明确了思路、提出了要求、寄予了希望。

当前，我省地质工作与经济社会发展的需要还不相适应，制约发展的资源环境矛盾仍然突出，正如晓明书记指出的，存在地质工作主责主业发挥不充分、与现代化产业体系结合不紧密、机构职能布局不优、地质科技创新能力不强等问题，特别是基础地质工作滞后、矿产资源勘查投入不足、重要资源可采储量下降，难以满足现代化建设的需要。

随着现代化湖南建设进程加快，对地质工作的需求越发迫切。人口规模巨大的现代化建设需要地质工作在保障能源资源安全上突出地质主责，全体人民共同富裕的现代化建设需要地质工作在支撑现代化产业体系上提供地质方案，物质文明和精神文明相协调的现代化建设需要地质工作在发展文化科技上贡献地质智慧，人与自然和谐共生的现代化建设需要地质工作在地质灾害防治与生态环境修复上守牢地质底线，走和平发展道路的现代化建设需要地质工作在高质量共建“一带一路”上彰显地质力量。必须从加快推进现代化湖南建设、全面实现“三高四新”美好蓝图的战略高度，进一步提高对地质工作重要性的认识，增强责任感和紧迫感，切实深耕地质调查、矿产勘查、地质灾害防治、生态环境修复、海外地质勘查等领域，构建地质工作与区域发展深度协同的保障体系。

新时代我省地质工作坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面落实习近平生态文明思想和关于地质工作系列重要论述。按照晓明书记提出的地质工作为全省产业发展、守牢

安全底线、深化改革开放作贡献的要求，坚持和发展地球系统科学理论，秉持“大地质观、大资源观、大生态观”，统筹地质工作部署与经济社会发展需求，统筹公益性地质调查与商业性地质勘查，统筹传统与现代地质工作，统筹地质事业省内发展与地质领域对外开放。突出找矿增储和基础调查主责主业，助力现代化产业体系建设，推动矿产资源优势转化为经济发展优势；扛起地质灾害防治和地质生态环境修复中心任务，守牢安全发展底线，实现资源效益、经济效益、社会效益、环境效益协调统一；加大科技创新、推进绿色智能，培育发展新质生产力；深化队伍改革、注重开放合作，加快构建现代化地质管理体系，不断拓展地质工作服务国家和我省重大战略功能，积极融入高质量共建“一带一路”，为全面建设中国式现代化湖南提供更加有力的资源保障和基础支撑。

做好新时代地质工作还要遵循适度超前、系统谋划，遵循规律、守正创新，需求牵引、问题导向，协同联动、合力推进等重要原则。

二、扛起地质工作服务现代化湖南建设的主要任务

根据晓明书记讲话精神，地质工作在延续传统任务基础上，需紧扣现代化建设新需求，重点推进以下核心任务。

一是突出战略性矿产勘查，筑牢资源安全根基。战略性矿产是重要战略资源，是经济社会发展的重要物质基础，必须放在地质勘查的首要地位。立足资源禀赋，聚焦国家和我省资源基地建设，重点攻坚国家增储指标矿产、省内优势矿产及万亿矿业产业集群急需矿产，实施新一轮找矿突破行动，强化国内矿产资源自主保障能力。

二是做好矿山地质工作，赋能资源合理利用、高效开发与矿山增储上产、绿色转型。聚焦矿山



深部及外围增储潜力，深化生产期补充勘探，推进共伴生矿产与尾矿的综合评价、勘查和利用，夯实增储上产根基；同步服务绿色矿山建设，完善矿山关闭与生态复垦地质保障，构建资源开发、经济增效、生态修复协同发展的新格局。

三是加强地质灾害调查监测和防治，减少地质灾害损失、筑牢安全发展屏障、促进人与自然和谐共生。开展大比例尺地质灾害详查和地质灾害风险评估，构建汛期巡查、应急救援、监测预警三位一体的群专结合地质灾害防治体系，实施重大地质灾害勘查治理工程，有效防灾减灾和救灾。

四是深化地质生态环境调查监测和修复，绘就美丽湖南生态图景。开展水土气和核辐射污染调查评价，加强水文地质、水资源基础调查和地下水动态调查监测，绘制全省镉污染一张图；推进山水林田湖草沙一体化保护和修复，加快黑臭水体治理，推动国土绿化建设；开展基础设施、城镇及乡村建设前期地质勘查，搞好重大工程地质基础工作。

五是提高基础地质调查程度，用好基础地质调查这一揭示地球奥秘、提升国土调查程度的基本方法。聚焦重点成矿区带、重要经济区域、重大地质问题地区，以多目标、多学科、多技术融合为指引，系统开展区域地质、地球物理、地球化学和遥感地质等调查，建立图方更新机制，加

速建设国家基础地质观测网，为社会提供有效快捷的地质信息服务。

六是拓展地质公益服务领域和功能，答好地质工作服务国家重大战略、保障发展安全的题中之义。紧扣区域协调、乡村振兴、健康中国、文旅融合、县域经济等重大战略，系统推进城市地质、农业地质、健康地质、地质景观资源等调查工作；充分发挥地质技术优势，拓展自然资源调查监测与执法、国土空间规划与开发利用、地质测绘地理信息、地质知识科普等地质服务新领域，增强地质公益服务功能。

七是深耕“一带一路”地质合作，协同“国内、国外”两种资源，贯彻实施“借船出海”战略。积极融入高质量共建“一带一路”，参与国家“一带一路”基础地质调查与信息服务计划，打造资源互通“双循环”引擎；聚焦中亚、非洲、南美及周边重点区域，搭建开放合作平台，推进海外地质勘查、矿业开发、环境治理、工程建设，彰显湖南地质的担当与作为。

八是推动地质资料开发利用和信息化建设，激活地质资料承载经济社会高质量发展的“数字引擎”。建立健全地质资料信息共享和社会化服务体系，加快利用现代信息技术，建设我省地质大数据中心；严格执行地质资料汇交制度，推进地质资料研究开发；全面公开地质资料目录，依法及时依法精准释放地质信息公共服务效能。

三、推出实现地质工作高质量发展的务实举措

地质工作服务现代化湖南建设，实现高质量发展，必须以务实之举，夯实组织保障之基。根据晓明书记讲话要求，结合国家和我省战略部署，地质工作应从六大维度精准发力：一是加强党的领导，把党的领导贯穿到地质工作全领域全过程全链条，深刻领悟“两个确立”的决定性意义，坚决做到“两个维护”，确保地质事业始终沿着



正确方向破浪前行。二是加强规划引导，学习领会新矿产资源法的新精神新要求，科学编制和实施地质工作规划，纳入国民经济和社会发展规划，强化与专项规划协同链接。三是加强制度供给，加快完善矿产资源探采供储销统筹与衔接体系，建立央—地—企地质工作协同联动机制，健全多元投入机制，保障地质工作持续健康发展；四是加强改革动能，立足省内、省（境）外“两种资源、两个市场”，进一步推动地质资源重组、平台重塑、功能再造，打造新时代现代化地质湘军。五是加强创新驱动，一体推进科技创新、人才焕新、技术迭新、装备更新，探索数字建模和人工智能技术应用，培育发展新质生产力。六是加强正向激励，做好地质勘查行业管理工作，完善信用体系，制定成果激励制度，激发地质工作者的干事热情与创新活力。

新征程上，地质工作责任重大，使命光荣。全体湖南地质人务必深入学习贯彻习近平总书记关于地质工作的重要论述，落实晓明书记的讲话精神，扛起找矿突破、地灾防治、生态保护“三大主力军”大旗，筑牢资源安全之基、夯实发展安全之底、守护生态安全之盾，在服务现代化湖南建设中发挥资源保障和基础支撑作用，为实现“三高四新”美好蓝图贡献地质力量。

（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）

高精度铜同位素 揭示德兴斑岩铜矿主矿化期

研究背景与科学问题

斑岩型铜矿是全球最重要的矿床类型之一，提供了世界上约 75% 的铜，50% 的钼和 25% 的金。传统成矿模型基于矿体与钾化蚀变带的空间联系，认为早期高温钾化蚀变阶段是主要的铜沉淀期。然而，越来越多的实例（如菲律宾 Far Southeast、印尼 Batu Hijau、中国德兴等）表明，中期黄铁绢英岩化蚀变阶段可能贡献了更大比例的铜资源。精确限定主矿化期对于理解斑岩系统成矿机制和指导勘探至关重要。

铜拥有两种稳定同位素（ ^{63}Cu 和 ^{65}Cu ），在热液迁移与沉淀过程中会发生显著分馏，使其成为追踪成矿过程的灵敏地球化学示踪剂。然而，早期研究报道的斑岩铜矿由中心钾化带向外围蚀变带系统变化的 Cu 同位素空间分带现象，在后续研究中并未被普遍证实，其应用潜力受到制约。针对这一关键问题，南京大学地球关键物质循环与成矿全国重点实验室倪培教授团队，基于多年对德兴斑岩铜矿的研究积累，系统解析了该矿床不同蚀变 / 流体阶段的铜同位素特征，成功厘清了其铜金属沉淀的关键时序和主导机制。相关成果发表于国际矿床学顶级期刊《Mineralium Deposita》。

研究对象：德兴超大型斑岩铜矿

江西德兴超大型斑岩铜矿位于扬子地块东南缘、钦杭成矿带东段，是中国最大的铜矿之一。矿田由朱砂红、铜厂和富家坞 3 个矿床组成。3 个矿床蚀变分带典型，即具有由中心的钾化到边缘的青磐岩化的分带特征，其间发育黄铁绢英岩化。

1. 钾化蚀变（阶段 1）：分布于斑岩体内部，以斜长石和角闪石分别被钾长石和黑云母广泛交代为特征。

2. 黄铁绢英岩化蚀变（阶段 2）：局部叠加于钾化带之上，在斑岩体与千枚岩围岩接触带最为发育。此阶段长石矿物被大量绢云母和石英交代，角闪石、黑云母等蚀变为绿泥石（酸性条件下）。热液石英、绢云母和绿泥石在接触带内含量可高达约 80%。

3. 青磐岩化蚀变（阶段 3）：为相对晚期的弱蚀变，叠加于前两期蚀变带并延伸至围岩，以绿帘石、绿泥石、黄铁矿、石英、方解石和硬石膏组合为标志。

研究方法 with 结果

为精确追踪德兴斑岩系统铜的沉淀历史，研究团队系统采集了 46 件原生含硫化物样品，涵盖朱砂红、铜厂、富家坞三大矿化斑岩体所有三个蚀变阶段的黄铜矿化脉体。其中 10 件样品采自露天采场，36 件取自钻孔岩芯。南京大学矿床成矿作用国家重点实验室使用高精度多接收电感耦合等离子体质谱仪（MC-ICP-MS），针对人工挑选或微钻提取的黄铜矿（ CuFeS_2 ）单矿物进行了铜同位素（ $\delta^{65}\text{Cu}$ ）分析。

分析结果揭示清晰的阶段性演化（图 1）：阶段 1（钾化蚀变带）黄铜矿 $\delta^{65}\text{Cu}$ 值（ $\delta^{65}\text{Cu}_{\text{cpy}}$ ：-0.05‰ 至 0.21‰）与阶段 2（黄铁绢英岩化蚀变带）黄

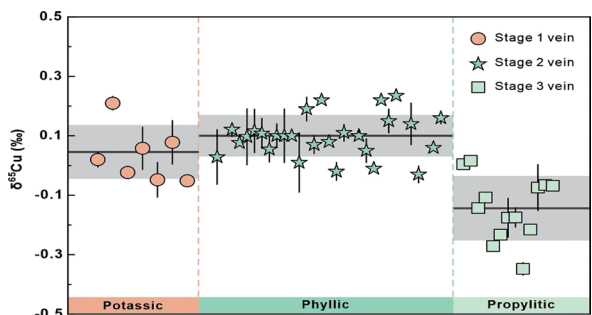


图 1 德兴铜矿三个矿脉阶段黄铜矿的 $\delta^{65}\text{Cu}$ 值分布图（暗灰色粗线代表平均值，浅灰色区域代表一倍标准偏差，误差棒代表两倍标准偏差）

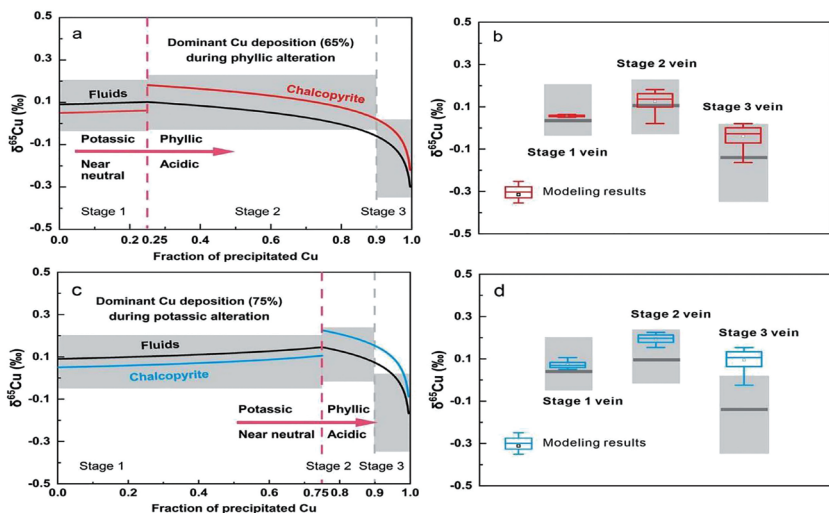


图2 德兴矿床 Cu 矿化的瑞利分馏模拟结果图
(a, c: 流体与黄铜矿 $\delta^{65}\text{Cu}$ 随沉淀比例变化模拟曲线; b, d: 各阶段黄铜矿 $\delta^{65}\text{Cu}$; 实测值—灰色框, 模拟值—箱须图)

铜矿 $\delta^{65}\text{Cu}$ 值 ($\delta^{65}\text{Cu}_{\text{cpy}}$: -0.03‰ 至 0.24‰) 数值范围重叠度高, 但阶段1平均值略低于阶段2, 而成矿后阶段3 (青磐岩化蚀变带) 黄铜矿 $\delta^{65}\text{Cu}$ 值 ($\delta^{65}\text{Cu}_{\text{cpy}}$: -0.35‰ 至 0.02‰) 显著降低。

铜沉淀机制与主矿化期判定

德兴 $\delta^{65}\text{Cu}$ 值的阶段性变化规律, 排除了大气降水混合或流体沸腾作为主要控矿机制的可能性。数据特征指向黄铜矿沉淀过程中的铜同位素分馏效应是主导因素, 其核心控制参数是流体 pH 值: 酸性条件 (黄铁绢英岩化阶段) 黄铜矿沉淀相较于流体更富集重铜同位素 (^{65}Cu); 而近中性条件 (钾化阶段) 流体更富集重铜同位素。

为了定量验证主矿化期并模拟同位素演化, 研究者建立了瑞利分馏模型 (Rayleigh fractionation model) (图2)。分别假设主矿化时期为黄铁绢英岩化蚀变阶段 (图2 a, b) 和钾化蚀变阶段 (图2 c, d)。模拟结果表明, 当主矿化在黄铁绢英岩化阶段 (阶段2) 时, 模型成功再现了实测的 $\delta^{65}\text{Cu}$ 变化趋势: 阶段1到阶段2略微升高, 阶段3显著降低, 模拟结果与实测数据高度一致; 当主矿化在钾化阶段 (阶段1) 时, 模拟结果与德兴实测的显著降低趋势相矛盾。模型与地质证据共同表明, 德兴斑岩铜矿的主矿化期发生在黄铁绢英岩化蚀变阶段。

全球对比与成因模型

为理解全球斑岩铜矿铜同位素模式的多样性, 研究团队系统整合并分析了已发表的斑岩铜矿铜同位素数据, 构建了四种代表性成因模型, 阐释了不同成矿过程和主矿化期如何塑造了斑岩铜矿独特的铜同位素空间分异特征。

结论与勘探意义

本研究通过高精度铜同位素分析与瑞利分馏模拟, 首次明确证实德兴超大型斑岩铜矿的主矿化期发生于黄铁绢英岩化蚀变阶段, 酸性环境下富 ^{65}Cu 黄铜矿的沉淀是导致同位素演化的核心机制; 构建的四种全球代表性模型为理解不同斑岩铜矿的铜同位素分异模式提供了统一框架。此外, 在德兴矿床内, 主矿体边缘伴随 $\delta^{65}\text{Cu}$ 值的急剧下降, 这反映了晚期成矿流体中铜元素的耗竭。因此, 铜同位素的空间梯度变化可作为圈定高品位矿体边界的地球化学标志。

(来源: He JF, Wang GG, Brzozowski MJ, Ni P, Luo XL, Mu J, & Li WQ. 2025. Hypogene sulfide precipitation during phyllic alteration: insights from copper isotopic evolution of the Dexing porphyry Cu–Mo–Au deposit, South China. Mineralium Deposita, 60:811–831. <https://doi.org/10.1007/s00126-024-01321-z>)

(责任编辑: 向轲)

地幔固化过程中基底岩浆洋的必然形成机制

研究背景

在地球演化的漫长历程中，地幔的凝固过程一直是科学界关注的焦点。地球早期存在全球熔融的（初始）岩浆洋（magma ocean），其固化过程决定了深部地幔结构的形成，并影响后续地球演化。长期以来，关于固化的方向一直存在争议：固体是从地幔底部向上形成，还是从熔体表层向下沉淀？核—幔边界上方的大型低剪切波速区（LLSVPs）和超低速带（ULVZs）等地震学特征，以及太古宙岩石中的同位素异常现象，均指向早期地球存在化学不均一的储层，但其形成机制尚未明确。

法国巴黎西岱大学、加拿大约克大学等机构的研究团队通过创新性多相流体动力学模型，结合熔融相关性与地球化学数据，模拟了地幔从熔融到固化的全过程，证明无论初始条件如何，地球地幔固化过程必然在核—幔边界（CMB）形成富铁的基底岩浆洋（BMO）。相关成果发表于2025年《自然》期刊。

基底岩浆洋（BMO）的形成机制

传统理论认为，BMO的形成取决于液相线与绝热线在地幔中的交点位置。但新模型揭示，这一过程的关键驱动因素有二：富铁硅酸盐的低熔点特性以及熔体与固体间的密度差异。其关键过程包括：冷却初期，地表温度首先降至固相线以下，形成富晶体的浅层冷区；富晶体层因温度低、密度大，形成下沉流注入深部地幔；富铁固体在核—

幔边界（CMB）高温区重熔，富铁熔体因其密度高于周围固体，在重力作用下持续向下迁移（萃取），二者共同作用在CMB积聚形成BMO。

图1展示了在最不利条件下（凝固始于地幔底部）的模拟结果，即便如此，最终阶段（j-l）仍清晰可见BMO的形成。这一过程伴随明显的温度梯度与化学分异现象。地幔固化不同阶段熔体含量（a,d,g,j）、温度梯度（b,e,h,k）及化学组成（FeO含量）（c,f,i,l）的演变过程见图。

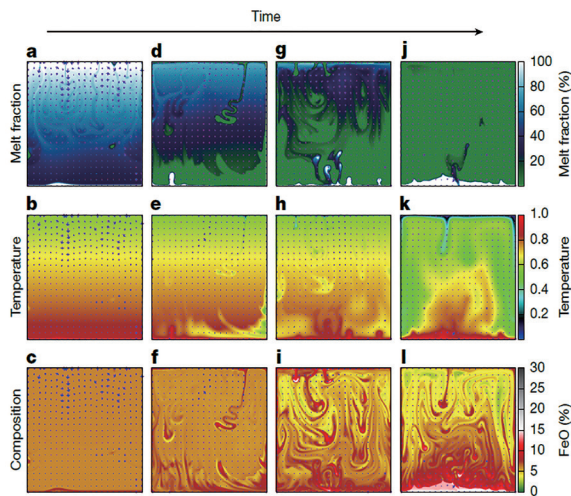


图1 地幔固化数值模拟
a - c) 初始阶段；d - f) 早期阶段；g - i) 晚期阶段；
j - l) 最终阶段

地球化学证据

与传统认知不同，大量固体并非源自地幔深部，而是首先在地表冷却生成，随后通过热对流下沉至地幔底部。高效的固液相分离（由晶体大小控制）是这一过程得以实现的关键前提。这些地表形成的固体携带低压分异特征（富FeO与不

相容元素),通过下沉流注入深部地幔并重新熔化。固化后地幔在空间上存在明显的化学异质性,呈“大理石纹蛋糕”状结构,Lu/Hf、Hf/W和Sm/Nd等元素比值呈现复杂的“马赛克”状分布,表明地幔经历了剧烈的低压和高压分异以及再混合过程,最终产生多尺度的地球化学结构。这为解读太古宙岩石同位素异常提供了新机制。

研究发现,若仅考虑高压矿物布里奇曼石(bridgmanite)的分异作用,地幔下部和BMO的Lu/Hf比值会显著分异;但加入低压矿物橄榄石(olivine)的作用后,两区域的Lu/Hf比值趋于一致,说明浅部橄榄石分异信号可部分抵消深部布里奇曼石分异效应。这种抵消使得原始上地幔(PUM)的球粒陨石比值得以保存,同时解除了对早期深部(布里奇曼石主导)分异程度的严格限制(允许超过之前认为的8%上限),因为浅部信号(橄榄石分异)平衡了深部信号。

图2a展示了仅考虑高压矿物bridgmanite的情况;图2b考虑了高低压矿物(bridgmanite和

olivine)的共同作用。图中显示低压矿物分异显著影响地幔深部元素比值的最终分布特征。

结论与意义

该研究揭示了BMO形成的必然性,类似过程可能普遍存在于其他类地行星的早期演化中。提出了地幔化学演化的新范式,浅部分异的固体注入深部地幔,形成空间交织的化学储层(非简单分层);低压与高压分异信号的耦合重塑了早期分异程度的估算框架。此外,BMO残余产物为地幔底部的大型低剪切波速区和超低速带提供了物源解释。这项成果对深入理解地球内部动力学过程、地球化学分异以及类地行星早期演化规律具有重要意义。

(来源: Boukar é ,CÉ., Badro, J. & Samuel, H. 2025. Solidification of Earth's mantle led inevitably to a basal magma ocean. *Nature*, 640:114–119. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08701-z>)

(责任编辑: 向轲)

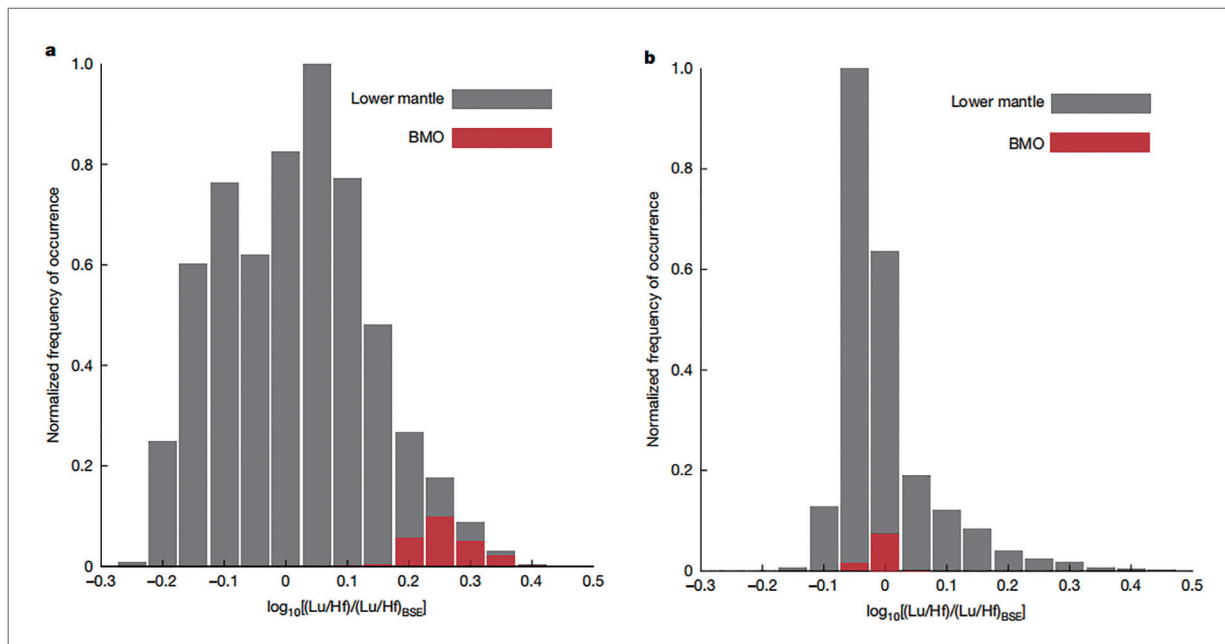


图2 Lu/Hf 异质性统计分布
a) 仅考虑 bridgmanite 分异; b) 计入 olivine 分异后比值分布中心值趋近于 0 (BSE 值)

福建“政和八闽鸟”化石 改写鸟类演化历史



研究背景

恐龙演化为鸟类是生命演化史上最重大的变革之一。尽管宏观演化研究推测鸟类多样性在侏罗纪已开始增加，但可靠的化石证据极为有限——迄今唯一被广泛接受的侏罗纪鸟类仅有1861年发现于德国的始祖鸟（*Archaeopteryx*）。然而，部分研究认为始祖鸟属于恐爪龙类而非鸟类；其他侏罗纪疑似鸟类的分类归属亦存争议。因此，鸟类何时从恐龙家族中演化分离，仍是未解之谜。

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所和福建省地质调查研究院联合团队，基于对福建政和动物群新发现的侏罗纪鸟类化石“政和八闽鸟”（*Baminornis zhenghensis*）的深入研究，证实现代鸟类标志性短尾结构（尾综骨）在侏罗纪晚期（约1.5亿年前）已出现。这一发现将现代鸟类关键特征的出现时间向前推了2000万年，相关成果发表于2025年《自然》期刊。

突破性化石发现

2023年11月，联合团队在福建省政和县大溪盆地附近的晚侏罗世“政和动物群”（距今1.49–1.50亿年）发现两件鸟类化石（IVPP V33259、V33260）。其中IVPP V33259被命名为“政和八闽鸟”（*Baminornis zhenghensis*）（属名“八

闽”为福建古称），是目前全球唯一确凿的侏罗纪鸟类记录（图1）。

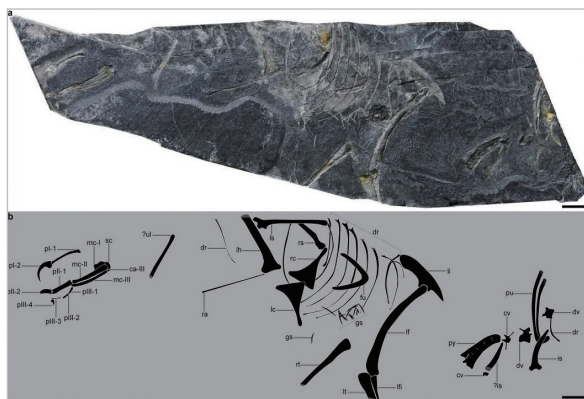


图1 政和八闽鸟正型标本（IVPP V33259）
（a. 正型标本的照片；b. 线条图；比例尺：10毫米）

化石主要特征

政和八闽鸟体重约140–300克，其独特性体现为以下组合特征：

1. 尾综骨：由5枚尾椎愈合而成，背向弯曲且长度超过第二掌骨（区别于始祖鸟等侏罗纪近鸟类的长尾）。
2. 肩带结构：肩胛骨与鸟喙骨分离（进步特征），叉骨呈回旋镖形，锁骨间角 65° 。
3. 前肢：保留原始兽脚类恐龙指节式特征（2–3–4），半月形腕骨仅连接第II掌骨（非进步鸟类的全掌骨连接）。
4. 坐骨：缺失闭孔突与后突（此前仅见于白垩纪鸟类）。

愈合的尾综骨是鸟类区别于其他爬行动物的

关键特征，其优势包括：身体重心前移、后肢与尾骨运动独立化、减少飞行阻力与体重，这一结构被视为恐龙向鸟类演化的最彻底形态变革之一。

政和八闽鸟呈现了“进步肩带+原始前肢”的矛盾组合，为了量化追踪这些矛盾，研究团队将整体骨骼打散，通过离散特征形态空间分析（图2），量化验证了不同身体部位的演化差异，最后发现八闽鸟的肩带和骨盆体现出的特征组合与白垩纪更进步的鸟类相当，但是它前肢的形态却与兽脚类恐龙很相似。这种身体不同部位不均一的演化现象就是典型的镶嵌演化模式，揭示了早期鸟类演化进程存在显著的模块化特征。

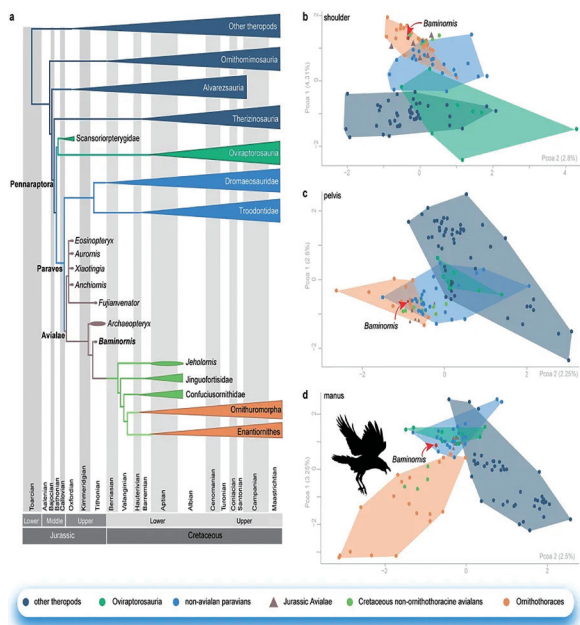


图2 中生代兽脚类恐龙（包括鸟类）演化树，以及前肢、骨盆和后肢的形态空间

系统发育分析

研究团队进行了包括最大简约法和贝叶斯法末端定年在内的分支系统学分析。基于兽脚类工作组矩阵（TWIG）和中生代鸟类演化矩阵（MAP）的分析表明：政和八闽鸟在鸟类演化树上，比始祖鸟更为接近现代鸟类，其处在接近根部的位置，与始祖鸟构成连续分支，支持鸟类在侏罗纪已发

生分化。贝叶斯末端定年估算八闽鸟类支系分化时间为中侏罗世晚期（1.72 亿—1.64 亿年前）。首次揭示了现代鸟类的体型特征在侏罗纪就已经出现，并将这一特征出现的时间提早了2000 万年。在进化树上，八闽鸟是仅次于的始祖鸟而最早分化的鸟类支系。它是目前全球已知最古老的鸟类物种之一，也是唯一确凿的侏罗纪鸟类记录。

未归类标本的潜在意义

同层位发现的四块关联化石（IVPP V33260）中一块较大的保留可识别特征的U型骨骼被定为叉骨，其锁骨间角45°，无叉骨突，该叉骨与白垩纪的今鸟型类（ornithuromorphs）非常相似（最早的今鸟型类出现于1.3 亿年前），而明显区别于政和八闽鸟，以及其他侏罗纪鸟类和恐龙。由于缺失更多的信息来确定其分类位置，研究人员只能暂将其归入鸟类这一大的分类单元。但是该叉骨的发现证实了至少两种鸟类生活在政和动物群。如果叉骨属于今鸟型类的结论成立，那么鸟类起源时间可能更早，并支持早侏罗世晚期鸟类就已发生辐射演化的假说。

结论

政和八闽鸟的发现揭示现代鸟类关键特征（尾综骨）出现于侏罗纪晚期；早期鸟类演化呈现模块化镶嵌模式，不同身体部位演化速率不均；鸟类起源时间需重新校准至中侏罗世甚至更早。该研究为鸟类起源理论提供了不可替代的实证，凸显中国东南部晚中生代地层在生命演化研究中的全球价值。

（来源：Runsheng Chen, Min Wang, Liping Dong, et al.2025. Earliest short-tailed bird from the Late Jurassic of China.Nature, 638:441–448. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08410-z>）

（责任编辑：向轲）

由山水工程管窥当前国土空间生态保护修复成效与优化方向

◎ 刘仪 刘志军

在习近平生态文明思想的指引下，山水林田湖草沙一体化保护和修复工程（简称“山水工程”），自2016年由财政部、自然资源部、生态环境部联合启动以来，便以“生命共同体”理念为核心，打破传统单要素保护的碎片化格局，构建起系统性生态治理的全新模式。作为我国国土空间生态保护修复工作中最具标志性、代表性、全面性的一项工程，其覆盖全要素生态系统、联动多部门协同治理的实践路径，不仅成为破解生态退化难题的“中国方案”，更成为观察国土空间生态保护修复事业的重要窗口。

一、山水工程成效显著，引领生态保护修复新范式

历经九年深耕，山水工程秉持“全局谋划、系统施治”的实践逻辑，不仅为我国生态保护修复理论研究提供了宝贵样本，为新技术新方法推广应用创造了有利契机，为系统性工程实施积累了丰富经验，还极大地促进了生态保护修复事业与地方经济社会高质量发展，实现了生态效益、经济效益和社会效益的协同提升，全面彰显了习近平生态文明思想的理论和实践伟力。

（一）全球视野下，贡献生态治理“中国样本”。中国山水工程以“山水林田湖草沙是生命共同体”的原创理念，开创了超大尺度生态修复的先河。其超1亿亩的修复面积、近年年均超

100亿中央财政投入以及在长江、黄河等关键区域的治理成效，被联合国誉为“全世界最有希望、最具雄心、最鼓舞人心的大尺度生态修复范例之一”，并入选首批十大“世界生态恢复旗舰项目”。这一实践不仅彰显了中国在全球环境治理中的领导力，更通过“生态兴则文明兴”的生动叙事，为全球应对生物多样性丧失、生态系统退化等挑战提供了可复制的东方经验。

（二）国家战略上，筑牢生态安全“立体屏障”。在国土空间版图上，山水工程精准锚定“三区四带”生态安全格局，聚焦解决区域内突出生态问题，着力消除生态安全隐患。该工程对改善长江、黄河、青藏高原等重点区域，祁连山、秦岭、太行山、洞庭湖、抚仙湖、洱海等重要山川湖泊的生态功能发挥了积极作用，有效提升了生态系统多样性、稳定性、持续性。截至2023年底，中央财政已累计下达资金836亿元，支持全国29个省（市、自治区）共52个山水工程实施，工程范围占我国陆域国土总面积比例达16.7%，为京津冀协同发展、长江经济带等国家战略的落地厚植生态本底，成为践行“绿水青山就是金山银山”理念的战略支点。

（三）地方实践中，激活区域发展“绿色引擎”。我省积极响应和谋划山水工程申报实施，通过全国竞争性评审，于2018年、2022年成功在湘江流域和洞庭湖区域部署2个山水工程，完成修复治理面积超150万亩，有力筑牢了全省“一

江一湖三山四水”生态安全格局。工程总投资近150亿元，显著推动了我省生态文明建设和经济社会发展。其成功申报经验更助力带动了历史遗留废弃矿山生态修复示范工程、农村黑臭水体治理试点、国土绿化等更多国家级重大项目在湖南落地实施，培养锻炼出以湖南省地质院、湖南省自然资源事务中心等单位为代表的多支实力雄厚的技术支撑队伍，推动生态保护修复从“单一治理”向“产业融合”转型，蹚出了一条生态美与百姓富的双赢之路。

（四）行业领域内，打造地质赋能“金字招牌”。湖南省地质院自“十三五”时期即深度参与湖南省山水工程实施，“十四五”时期成为申报技术支撑单位后，随即协助湖南省申报洞庭湖山水工程，成功争取中央资金20亿元，成为湖南省地质院生态保护修复事业发展的一个标志性里程碑。此后，湖南省地质院协助湖南省财政厅组建省财政（资环）资金监管专班，专门加强以山水工程为代表的资环领域中央财政重大项目资金监管，并连续三年成功协助申报历史遗留废弃矿山生态修复示范工程，取得了支撑服务全省重大项目申报“大满贯”成绩。在此过程中，湖南省地质院孕育出一系列前沿理念，创新出一系列适用技术，打造出一系列典型案例，同时涌现出一大批积极投身生态保护修复的先进工作者，在全省甚至周边省份形成了极具影响力的“湖南地质”品牌，全院生态保护修复事业由此进入蓬勃发展阶段。

二、优化九大维度，探寻生态保护修复提升之路

在取得显著成绩的同时，也要清醒地看到山水工程因其跨学科、跨地域、跨部门的复杂特点，导致在设计和实施过程中或还存在一些不尽科学完善、协同高效之处，有待进一步改进和优化。主要有以下几个优化方向：

一是优化项目设计系统性，从“要素拼盘”



到“系统交响”。由于对生态系统内在机理的认知和研究不足，有些山水工程内容虽涉及山、水、林、田、湖、草等要素，但区域、景观、生态系统不同尺度之间，不同生态要素之间的关联与耦合程度还不够，一定程度上存在项目“拼盘”现象，同时还有个别子项目因成熟度不够导致无法施工，对项目系统性、整体性产生不利影响。需强化生态系统整体性研究，建立“区域一流域一地块”三级规划衔接机制，通过运用遥感监测、生态模型等技术，精准识别山水林田湖草沙的交互关系，让山、水、林、田等要素在修复设计中形成“共生机理”，而非简单“拼项目、凑资金”。

二是优化修复目标科学性，从“主观期许”到“科学量化”。山水工程保护修复目标暂未能根据生态受损程度科学合理确定，一方面空间异质性使得参照生态系统选择变得困难，生态系统复杂性和环境变化等不确定性因素也要求参照生态系统需随时间进行调整；另一方面保护修复的规模阈值难以把握，当前阈值设定更多基于修复期望、主观意愿和财政支付能力，而非生态本底。修复目标的科学性，在于平衡生态本底与治理可行性。一方面，要借助生态遥感、生物多样性调查等技术，建立“受损评估—参照系选择—动态

调整”的目标校准机制，避免“一刀切”式治理；另一方面，引入生态阈值模型，将财政投入与生态效益挂钩，让修复规模从“钱够多少干多少”转向“生态需要多少干多少”，实现治理目标与自然规律的深度契合。

三是优化修复措施适宜性，从“工程思维”到“自然法则”。部分项目缺乏对区域自然本底及生态系统受损情况等信息的调查了解过程，导致修复措施选择缺乏适宜性，甚至出现过度工程化、“盆景”工程和形象工程等问题。如部分河道治理项目将河道、水体底部进行硬化，实际破坏了水域生态系统的自然循环过程。部分河道硬化、植被外来物种入侵等问题，暴露出对自然规律的忽视。需建立“本底调查—风险评估—措施优选”流程，推广“近自然修复”理念：如河道治理采用生态驳岸替代硬质化，矿山修复优先选择乡土树种，让修复措施成为生态系统自我调节的“催化剂”，而非人工干预的“强刺激”，真正实现“还自然以宁静、和谐、美丽”。

四是优化项目管理适应性，从“刚性实施”到“弹性适配”。受气候变化、人为活动等影响，生态系统的演替具有不确定性，人类对生态系统的认知也存在时限性，而已实施的山水工程未实现有效的动态监测评价，无法对项目实施效果进行准确评估，加之刚性管理方式限制了工程措施适应性调整的可能，因此工程实施效果可能偏离保护修复目标，甚至对生态造成新的破坏。生态系统演替的不确定性，要求治理模式从“施工完毕即验收”转向“全周期跟踪”。建议构建“天空地”一体化监测网络，实时捕捉气候变化、人为活动对修复效果的影响，建立“年度评估—中期调整—终期验收”的动态管理机制，让项目实施随生态变化灵活调整，避免“刻舟求剑”式治理，确保修复工程始终沿着科学轨道推进。

五是优化后期管护有效性，从“重建轻管”到“建管并重”。山水工程实施周期一般为3年，在工程结束后即开展验收，此时多数生态系统尚不具备自组织、自维持、自恢复能力，修复效果

也需要一定时间才能显现。目前后期管护未形成统一工作规范，运行机制五花八门，责任体系多种多样，部分管护工作运行脱节、流于形式，很大程度上影响了保护修复效果。需建立“责任清单+技术标准+考核机制”三位一体管护体系：明确地方政府、村集体、企业等管护主体，制定植被养护、水质监测等技术规范，将管护效果纳入生态文明考核，让“修复一时”变为“守护一世”，确保生态成果经得起时间检验。

六是优化成效评估精准性，从“数据缺口”到“智慧监测”。成效评估基于监测数据开展，现阶段缺乏监测环节专门技术规范，导致其指标体系、点位布置、监测频次等没有统一标准，部分监测数据获取困难或时效性不佳，难以充分满足评估所需。评估的时间节点亦多以竣工验收时为主，对更符合自然恢复规律的长时序评估开展较少，同时评估工作大多未引入第三方机构，其结果的可信度有所削弱。成效评估的核心在于数据支撑，针对当前监测指标不统一、第三方参与不足等问题，建议出台《山水工程监测技术导则》。通过《山水工程监测技术导则》技术要求，规范点位布置、频次要求、数据共享机制；引入卫星遥感、无人机巡检、AI数据分析等技术，构建多维度评估模型。同时，推动建立第三方评估机制，让成效评判从“自说自话”走向“科学量化”，为后续项目提供精准优化依据。

七是优化政府部门统筹性，从“各自为政”到“全域统筹”。山水工程实施涉及近十个政府部门，一定程度上存在“九龙治水、各管一摊”现象。既有子项目筛选排布时出于各自部门利益考量导致的行政干预，也有因部门之间职责边界不清晰、协同机制不健全导致的一些信息共享不及时、规范标准不统一，推诿扯皮推进慢等现象。破解“九龙治水”困局，需构建“纵向贯通、横向联动”的管理机制：纵向建立中央—省—市—县四级责任链条，明确自然资源部门统筹、多部门协同的权责清单；横向搭建跨部门数据共享平台，统一技术标准、审批流程，避免“铁路警察

各管一段”；在项目筛选中引入生态整体性评估，杜绝因部门利益导致的“项目碎片化”，让治理合力真正转化为生态效力。

八是优化资金投入保障性，从“财政依赖”到“多元赋能”。山水工程资金以中央、省、市、县各级财政投入为主，且部分项目单位面积投入过大、成本效益不高，社会资本参与度与积极性较低。同时省、市、县各级财政特别是县级财政配套资金筹措存在较大困难，有的为达到配套标准，不得已采取一些“打擦边球”的做法，导致项目存在一定审计风险。面对县级财政配套压力与社会资本参与度低的问题，需创新“财政引导+市场运作”模式：一方面，建立中央资金“绩效挂钩”机制，将资金分配与生态效益、地方自筹能力挂钩，避免“撒胡椒面”；另一方面，探索生态资源权益交易、EOD模式（生态环境导向开发）等路径，引导社会资本通过碳汇交易、文旅融合等方式参与，让“生态投入”转化为“发展红利”，破解“等靠要”的传统思维。

九是优化生态价值转化性，从“生态孤岛”到“发展共同体”。山水工程实施区域所在的重点生态功能区与经济发展落后地区重叠度较高，受限于交通区位、产业链配套、市场规模等各类发展要素及山水工程严格的负面清单制度，导入生态友好型项目和高值产业难度较大。与此同时，关于生态产品价值实现机制的研究应用目前还基本处在探索试点阶段，很难在山水工程中大规模嵌入。在生态功能区与欠发达地区重叠的区域，需打通“生态保护—产业导入—价值实现”通道：依托山水工程打造“生态地标”，发展森林康养、湿地研学等绿色产业；探索生态产品认证、地理

标志保护等机制，让优质生态产品走向市场；同时，放宽负面清单限制，允许适度发展环境友好型产业，让“保护红线”变为“发展金线”，实现“百姓富”与“生态美”的共生共荣。

三、展望未来，在系统施治中绘就生态新图景

山水工程的实践与探索，不仅是生态修复技术的迭代，更是治理理念的革新。站在中国式现代化的新起点，国土空间生态保护修复需要以“大生态”视野打破部门壁垒，以“全周期”思维贯穿规划实施，以“价值化”导向激活生态潜力。

对于湖南而言，乘着“三高四新”战略的东风，湖南省地质院等技术力量更需肩负“守护一江碧水”的使命，将山水工程的优化路径与湖南“一湖四水”治理、长株潭绿心保护等本土实践深度融合，在生态产品价值实现、碳达峰碳中和等新领域先行先试。唯有如此，才能让山水工程不仅成为生态修复的“样板间”，更成为高质量发展的“助推器”，为建设人与自然和谐共生的现代化贡献更多湖南智慧。

当山水工程的实践经验转化为制度创新的动力，当生态治理的“施工图”变为美丽中国的“实景画”，我们坚信：在习近平生态文明思想的指引下，国土空间生态保护修复事业必将迎来更加壮阔的前景，让绿水青山真正成为民族永续发展的坚实根基。

（作者分别系湖南省地质院自然生态室主任，工作人员）

（责任编辑：蒋浩）



澧水河畔 杨锦坤/摄

以进化论找矿思维力促地质找矿新突破

——以湖南雪峰金矿田为例

◎ 苏康明

面对百年未有之大变局，习近平总书记高瞻远瞩，站在全球与国家安全发展的高度适时提出要把资源能源的饭碗牢牢端在自己的手中，国家也及时提出了新一轮找矿突破战略行动。这对地勘行业、对全体地质找矿工作者来说，既是一次巨大的行业、事业发展机遇，更是一次艰巨的甚至难以逾越的挑战。特别是对湖南来说，数十年的高强度地质找矿工作，一方面取得了巨大的找矿成果，但另一方面留给我们的空白区或者找矿突破空间已不多，在哪里突破、如何实现真正意义上的突破，成为摆在每一位地质找矿从业者面前的一道现实且难解的谜题。本文以雪峰金矿田为例，阐述以进化论为指导，突破传统思维，力促地质找矿取得新突破。

一、进化论找矿思维是一种新的思维方式

在漫长的地质演化过程中，一切皆非偶然，均存在一定的规律。矿床的形成就是有规律的地质演化过程的产物，特别是热液、岩浆等内生矿床，它们是随着地壳运动，岩浆或热液在从深部向浅部运移过程中，随着平衡状态被打破，成矿物质通过交代或充填等方式富集而成矿，形成过程是一个不断变化演进的过程，有时甚至是一个突变或非线性的变化过程，而进化论找矿恰恰是基于对矿床变化的认识而形成的找矿思维。

进化论找矿思维是试图去反演成矿物质的运移与聚集过程，去窥探与再现成矿物质的运移与聚集规律。就像高手破案，他会根据有限的线索去再现案发现场，再进一步寻找有力证据，深入地丰富补充完善再现案发现场，最终直到案件告破。找矿亦不过如此，因此，进化论找矿迫使我

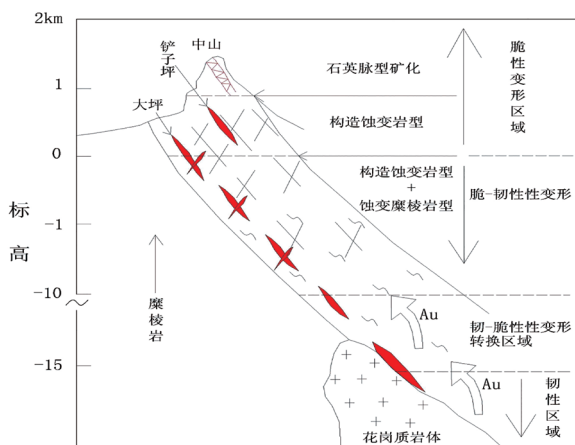
们在掌握有限的地质信息的基础上，不断地去总结规律、不断去修改完善再现成矿物质运移过程与聚集规律，直到找到最有利于成矿物质聚集的地段，从而找到好矿大矿富矿。在进化论者眼中看来，一切现存的地质现象，都是某种地质规律的产物，他更看重的不是现象本身，而是隐藏在现象背后的规律、隐藏在现象背后的事物本质。透过现象看本质，这也是第一性原理的要义，可以有力促使我们打破惯性思维、打破线性思维，换一种进化的思维、非线性的思维、突变的思维等新的思维方式去看待问题、解决问题，从而迫使快速提升我们的能力，对已有矿床及地质资料进行再认识、再提升，实现新突破。

二、雪峰金矿田的找矿实践和认识演变

雪峰金矿田位于雪峰弧形构造带中段，即俗称的湖南“金腰带”中段。1986年湖南省地勘局四〇七队在雪峰山铲子坪发现蚀变岩型金矿，开启了湖南蚀变岩型金矿找矿的新时代。四〇七队在雪峰金矿田深耕近四十年，取得了一定的成果，现累探量已超50吨，提交大型矿床1处——铲子坪金矿，中型金矿5处——大坪金矿、白岩垅金矿、青山洞金矿、横碧洞金矿、塘湾锦金矿，小型矿及矿点众多。随着工作的深入与认识的提升，与四〇七队合并重组后的湖南省自然资源调查所已初步在雪峰金矿田建立起造山带型韧性剪切带金矿成矿模式，该区找金已处于重大突破的前夜，有可能在此打造一个百吨级的金矿田。

区内铲子坪金矿矿体主要赋存于北西向脆性构造带中，赋矿标高在900-300米，矿体厚度品位相对稳定。后来，四〇七队在中山金矿开展过

工作，其矿化类型为石英脉型金矿，局部极富，但极不稳定，赋矿标高在 1300-1100 米。又在青山洞金矿加大投入，力图找出另一个铲子坪，但效果不佳，仅达中型规模，其矿体同样赋存于北西向脆性构造带中，赋矿标高在 300-0 米以上，矿体厚度品位变化大。大坪金矿发育北西向脆性构造带与北东向韧脆性剪切带，地质工作者曾长期纠结于工作部署要侧重于北西向构造还是侧重于北东向构造，单位内部、省内同行甚至相关科研院所，写了大量的论文、专著对其进行论述，从构造体系、构造性质、不同构造特征及其含矿性等等，始终停留在“北东向构造导矿、北西向构造储矿，北西向构造中的矿体厚度大品位富、但延伸不稳定，北东向构造中的矿体厚度薄品位低、但延伸相对稳定”的认识怪圈，自 1993 年提交铲子坪大型金矿以来，一直未能取得重大突破。直到 2015 年，四〇七队针对北东向构造施工的 6 个钻孔，在 0-50 米标高上，均打出了与浅部片理化带明显不同的韧性变形强烈的蚀变糜棱岩型矿体，厚度大，品位较高，延伸相对稳定，那障人眼目的迷雾正逐步散去，迷人的身姿逐步呈现。经研究，2016 年大胆提出：这就是典型的造山带型韧性剪切带型金矿（成矿模式如下图），



从 1100 米标高以上是石英脉型的中山金矿，到 900-300 米以北西向脆性构造蚀变岩型金矿为主铲子坪金矿，到 300-100 米北西向脆性构造蚀变岩型金矿与北东向片理化带蚀变型金矿共存的大坪金矿浅部，到 50 米以下在北东向构造内出明显的蚀变糜棱岩型金矿，由脆性形变为主进入到

韧性形变为主，开始进入奇点时刻。这可比喻为大萝卜模式，过去几十年的工作，仅停留在萝卜叶子上，2015 年施工的 6 个孔才开始进入萝卜的顶部。但后来，由于投资方资金问题等原因，对其深部未进行进一步的验证。顺着萝卜叶往深部找萝卜，这就是笔者所说的进化论找矿思维，这是一种非线性思维、突变思维、进化的思维。如果我们的思维始终停留在表层，始终在一大片萝卜叶中下功夫，而不知道向深部萝卜发力，那么我们永远无法取得重大突破。

三、进化论找矿满足当前地质找矿工作的迫切需求

当前的地质找矿，已从过去的空白区找矿、表层浅部找矿向攻深找盲的阶段发展，更迫切地需要科技赋能，需要对地质规律的研究与掌握，需要对成矿模式进行总结与运用，而进化论找矿从某种意义上来说，就是成矿模式找矿，就是通过浅部海量的地质信息去总结规律，反演矿床形成过程，再根据规律去预测深部的种种可能，形成认识的突破与找矿的突破。它与传统意义上的机械式的就矿找矿有本质的区别，或者说它是就矿找矿理论的升级版，它更能满足当今时代地质找矿工作的迫切需求。

就雪峰弧金矿找矿而言，雪峰弧本质意义上就是江南造山带的一部分。如果我们上述所提的造山带型韧性剪切带型金矿能够在雪峰金矿田得到进一步验证与完善，形成点上的重大突破，再根据我们现在所掌握的在雪峰弧北段的沅陵矿集区与西南段的会同矿集区深部的找矿新进展，可以进行快速地复制与推广，形成雪峰弧北段、中段、西南段的整体突破，打造一个数百吨级的金矿成矿带。加上雪峰弧北东段（湘东北地区）现有的突破性成果及找矿潜力，完全有希望将湖南金腰带打造成一条真正意义上的金腰带，打造成在全国乃至全球都有重要影响力的千吨级的金矿成矿区带，为湖南的万亿矿业经济战略贡献地质力量。

（作者系湖南省自然资源调查所副所长）

（责任编辑：黄利群）

财务数字化转型：谋定后动 守正行远

◎ 杨婷 李世英 符颖

财务数字化是信息技术与财务管理深度融合的产物，标志着财务职能正由“核算导向”向“价值导向”转型。近年来，众多单位投入大量资源推进财务数字化，但从实际成效看，多数仍处于“工具驱动”“系统堆叠”的初级阶段，尚未实现由“技术升级”向“能力跃升”的跃迁。这些现象表明，相当一部分财务数字化项目陷入了投入产出不成正比的困境，亟需反思转型思路和路径。当前财务数字化转型过程中暴露出多重典型问题：其一，系统平台重复建设、数据标准不统一，造成“系统堆叠”和“数据孤岛”现象，反而降低了协同效率；其二，缺乏长远规划的碎片化建设导致投入大而收益低，短期“政绩”导向的项目难以融入业务全局；其三，人员数字化素养和技能不足，导致引入的新技术工具功能大量闲置；其四，对外部技术方案过度依赖且忽视内部流程改造，产生供应商依赖和系统水土不服的问题。

实际上，数字化转型成功的关键不在于采用了多么前沿的技术，而在于能否实现业务与工具的深度协同、数据标准的统一前置，以及人才能力与系统建设的同步升级。换言之，财务数字化要取得实效，必须将技术手段融入业务逻辑，将数据治理和流程优化置于技术引入之前，并注重培养与新技术相适配的人才队伍。只有这样，数字化工具才能真正释放人的创造力，重构业务价

值链，实现从“提高效率”向“创造价值”的跃升。衡量数字化转型成功标准，不是看引入了多少先进系统，而是看是否通过技术赋能人，使组织整体能力得到提升，并为财务管理带来质的飞跃。正因如此，我们强调财务数字化转型具有系统性特征，需要以系统工程的思维来统筹推进。这包括顶层设计上的通盘考虑、过程推进中的风险管控，以及组织层面的能力塑造。以下将从战略统筹、风险合规、组织赋能三方面提出系统性转型的具体路径建议。

一、顶层设计与战略统筹：从“零敲碎打”到全局规划

缺乏顶层设计是导致财务数字化陷入困境的主要原因之一。总结失败案例，可以发现三大症结：一是短视决策，为了追求短期政绩，倾向于优先实施看得见的局部模块（如单一报销自动化），却因与核心业务系统脱节而难以深化，后期再整合成本高昂；二是供应商依赖，迷信外部标准化解决方案，忽视内部流程的适配性，结果系统功能水土不服，不是闲置就是反复改造；三是组织惯性，将数字化仅看作工具升级，缺乏业务流程重组和财务管理模式创新的动力，企业文化和人员思维未能随之转变。这些症结使得数字化

建设停留于表面，无法支撑财务职能的战略转型。

顶层设计的缺失还带来了直接的代价：资源浪费方面，各部门各自为政采购零散工具，资金分散投入却未聚焦单位整体的高价值应用场景；效率陷阱方面，不加统筹的新系统叠加反而让流程更复杂，财务人员有相当比例的时间耗费在多个系统之间的重复录入和数据搬运上；风险失控方面，由于缺乏统一的架构和标准，不同系统的安全措施不一，导致数据泄露、权限混乱等风险隐患增加。由此可见，没有战略统筹的数字化投入，不仅效果不佳，还有可能弱化现有管理体系，埋下新的风险。

破局之道在于谋定而后动。首先，财务部门应当提升治理意识，在数字化规划之初就制定全局性的顶层设计，从业务战略出发明确数字化的路线图和优先次序，避免零敲碎打式的随意上马项目。具体而言，可以建立由财务、高层管理、IT 等多方组成的数字化转型领导小组，对各项数字化需求进行统一论证和排序，聚焦投入到数据集中、业财一体等高价值领域。其次，要统一数据标准与技术架构，在引入新系统前先行设计数据中台或主数据管理方案，确保一个源头的数据、多处一致使用，减少信息孤岛。再次，针对已有的冗余系统，应评估整合或淘汰的可行性，以减少系统堆叠。最后，在实施过程中要同步推进业务流程优化和组织变革，保证新技术能够融入现有 workflows 而非增加额外负担，并通过宣导和培训克服组织惯性，让财务人员理解数字化转型的意图与价值。从碎片化走向体系化、从局部优化走

向全局统筹，才能为财务数字化奠定稳固基础，使各项技术投入相互协同，产生叠加效应而非相互掣肘。

二、风险合规与底线管理：效率提升不可凌驾于安全合规

在追求数字化带来效率提升的同时，财务管理者必须牢牢守住风险合规的底线。安全与合规是财务数字化转型的前提，任何忽视底线的效率追求都是本末倒置。以下从三个方面讨论数字化转型中需要关注的风险与合规问题：

技术应用的隐性风险：数字技术在带来便利的同时，也可能引发新的风险点。例如，过度采集和利用员工或客户个人信息的数据做法，即使暂未直接违规，一旦数据泄露将引发信任危机，给单位声誉带来严重伤害（典型案例是一些公司收集员工非必要的个人资料，后来发生数据泄漏导致法律与公关危机）。又如，在财务流程中引入自动化审批，如果未预先设定反欺诈规则（比如关联交易识别等），系统可能在毫无人工介入的情况下通过不合规或恶意交易。这些隐性风险提醒我们，效率提升不能以牺牲安全为代价。财务部门在上马任何数字化工具时，都应进行风险评估和情景测试，确保技术方案内嵌必要的风控规则和权限管理机制。

财务人的核心合规责任：财务部门在数字化时代扮演着保障合规的“守门人”角色，必须承担起新的责任定位。首先是隐私守门人，坚持数据“最小必要原则”，拒绝采集任何与业务无关的个人信息，严格控制财务数据的使用边界，符合《个人信息保护法》等法规要求。其次是安全吹哨人，严把技术合规关口，对涉及数据跨境传输、云端存储等环节进行合规审查，及时预警潜在的违法违规风险。再次是伦理纠偏者，在引入人工智能算法决策时，主动发现并纠正模型可能存在的偏见，确保数字化手段的应用符合公平公正的伦理标准。财务人唯有坚守这些专业底线，才能在数字化浪潮中





避免“因技致祸”，守护组织的合规安全。

人机协同的边界划分：财务数字化转型并非要完全替代人工决策，而是在人机协同中寻找最优结合点。应根据不同类型工作的特点来划分自动化与人工监督的边界：对于规则明确、重复性强的工作（如发票真伪验证、报销票据审核等），可实现100%自动化，由系统执行以避免人工差错，财务人员只需定期监督系统运行的稳定性；对于专业判断和敏感度要求高的决策（如预算额度分配、异常费用审批），应采取“机器建议+人工复核”的模式，系统提供数据分析支持和初步决策建议，但最终审批权和合理性判断仍由有经验的财务管理者把关；对于涉及重大风险和突发事件的场景（如疑似舞弊交易、重大数据泄露事件的应对），则必须由人工主导应急处置，数字化系统可发挥的是实时预警和信息搜集整理的辅助作用。通过明确定义哪些领域“机器擅长且可信”，哪些领域“必须人工干预”，才能既充分利用技术提升效率，又不失控地把关键判断交给黑箱算法。在任何情况下，效率提升都不可凌驾于安全与合规之上，这是财务数字化转型必须坚守的底线共识。

三、组织能力与人才升级：构筑持续赋能的数字化财务体系

数字化转型归根结底是一场“以人为本”的变革。再先进的技术手段，最终仍需人来使用和管理。因此，打造与数字化战略相匹配的组织能力和人才队伍，是实现转型长期可持续的关键。

本节从人才培养、绩效机制和文化建设三个方面探讨组织能力的升级路径。

（一）人才培养：打造“三栖”财务人员

传统财务人员需要转型为同时懂业务、通数据、守底线的新型复合型人才。这种“业务+数据+合规”三栖人才既能理解企业运营流程，又具备数据分析技能，并有风险意识和合规观念，才能在数字化环境下游刃有余地发挥作用。例如，在业务层面，财务人员应深入一线了解各部门需求，推动业财融合；在数据层面，要掌握SQL、Python等工具或至少具备数据思维，能与数据分析师沟通协作；在合规层面，要熟悉相关法规制度，将风险控制要求融入数字化流程设计中。为培养此类人才，企业应加大培训投入，提供跨职能轮岗和项目实践的机会，让财务人员拓宽视野。同时，针对数字化技能，可与高校或专业机构合作开设专项培训课程，帮助现有财务团队补齐数据分析、系统运维等短板。只有当人才队伍的能力素质跟上了数字化步伐，技术工具的价值才能真正转化为生产力。

（二）绩效机制：引入数字化导向的考核指标

组织能力升级还需要外部机制的正向引导。建议在财务部门的绩效考核体系中增加反映数字化价值的指标权重。例如，将“数据质量”“系统使用率”等指标纳入考核KPI，以此促使财务团队重视数据治理和数字工具的应用深度。数据质量指标可以通过定期抽查财务数据的完整性、一致性来衡量，系统使用率则可以统计各数字化系统模块的实际使用频度和覆盖率。通过考核导向，倒逼财务人员养成良好的数据管理习惯，主动学习并充分利用新系统功能，而不只是将其当作摆设。同时，鼓励对于数字化项目的创新尝试和合理失败，在考核中给予包容，以营造积极进取的数字化转型氛围。绩效机制的调整将强化组织对数字化转型的支持力度，使技术赋能真正融入业务血脉。

（三）数字化转型文化与自查机制

为确保数字化转型长效推进，组织应培育一种持续改进和严守底线的文化。一方面，要在财务团队中倡导数据驱动决策和终身学习的理念，

使员工愿意拥抱变化，不断更新知识结构。另一方面，建立常态化的数字化健康检查机制。财务部门定期对自身数字化建设进行自查评估，及时发现数字化运行中存在的偏差或隐患，并进行纠偏改进，防患于未然。评估内容包括但不限于如下关键问题：①当前的数据采集范围是否严格限制在业务必要范围之内，是否存在不必要的数据收集？②各财务系统的用户权限设置是否遵循“角色最小化”原则，确保员工只拥有履职所需的最低权限？③新上线的技术方案是否包含充分的安全防护和容错机制，一旦出现异常能否及时发现并有效应对？

值得强调的是，在数字化实践中财务管理者应始终坚守“三条底线”原则：效率不压倒合规，数据不逾越边界，技术不替代人性。具体而言，任何自动化算法输出的结果都需经过专业人员的理性判断和复核，不因为迷信技术而忽视制度合规要求；任何数据的获取和应用都应有明确的业务目的，杜绝超出必要范围的收集和利用，以保障隐私安全；任何情况下遇到重大例外或危机决策时，都应保留人工最后决策权，不能完全依赖机器得出结论。这“三条底线”既是对前述风险合规要求的进一步凝练，也是数字化转型中保持人本主义立场的体现。

通过人才升级、机制创新和文化坚守三管齐

下，财务组织才能形成持续赋能的内生动力，使数字化转型的成果得以巩固和深化，为长期发展奠定坚实基础。

总之，财务数字化转型是一场漫长而深刻的变革，其成功不在于采用了多么先进的技术，而在于能否让技术真正服务于人的智慧，推动组织能力的整体跃升。在实践中，我们既要避免将转型简化为系统的堆砌，也要防止只追求效率而忽略风险合规的隐患。唯有坚持以人为本的原则，通过技术赋能来释放人的潜能，并着眼长期可持续地平衡效率与安全，财务数字化转型才能走上健康正轨，实现“谋定而后动，守正方能行远”。正如业内共识所言，数字化转型不仅仅是技术升级，更意味着组织治理和文化理念的重塑。企事业单位应当在实践中不断总结经验、纠正偏差，将数字化转型提升到战略高度加以统筹规划。只有踏准系统性变革的节奏、坚守风险和道德底线、持续培养数字化人才，才能让财务数字化真正成为驱动组织高质量发展的新动能，为未来赢得更大的竞争优势和发展空间。

（作者分别系湖南省水文地质环境地质调查监测所高级会计师，湖南省地质院财务资产部副部长，中南建设集团有限公司高级会计师）

（责任编辑：黄利群）



聚焦新疆区位优势 共绘地质找矿时代蓝图

——2025 中国探矿者年会参会感思

◎ 徐昊



会议现场 徐昊/供图

2025 中国探矿者年会于 6 月 12 日至 14 日在新疆乌鲁木齐市举办。此次年会以“锚定战略资源，实现增储上产”为主题，吸引了全国 500 余家单位 1500 余人参会，规模创历届之最，为全国地质工作者深入了解新疆地质找矿政策、区位优势，准确把握国家新一轮找矿突破战略行动下新疆地区的机遇与挑战提供了宝贵契机。我有幸参加此次盛会。下面我就所见所闻、所思所想与大家进行分享，为地质湘军在新疆找矿提供一些参考。

一、年会概况：聚焦战略资源，推动行业交流

中国探矿者年会由中国矿业联合会主办，自 2004 年首届会议举办以来，已成为推动中国矿产勘查政策落地、技术革新与产业合作的核心平台。在当前国际竞争加剧、国家高度重视能源资源安全背景下，年会持续强化“政策风向标 + 技术枢纽 + 资源对接平台”三位一体功能，以“深海、

深海、绿色化、智能化”为方向积极服务国家战略。

本届年会涵盖开幕式、院士报告、矿业权推介、主旨论坛、找矿经验和成果交流、矿产勘查理论技术方法与装备、地勘行业高质量发展等丰富内容，并为全国 111 家四星级“地质勘查守信单位”授牌，激励行业单位诚信经营、高质量发展。胡文瑞院士、毛景文院士、肖克炎专家分别聚焦新能源矿产资源勘查开发、找矿勘查新技术和新质生产力、AI 找矿模型及软件平台研发作了精彩纷呈的报告；辽宁省第五地质大队有限责任公司、西藏自治区地质矿产勘查开发局第二地质大队、新疆维吾尔自治区地质研究院分享了各自成功案例和宝贵经验，为全国地质找矿工作提供了借鉴和参考。

二、新疆地质找矿政策与资源优势剖析

政策支持力度空前。“十四五”以来，新疆在地质找矿领域持续发力，财政投入从 2024 年的 5 亿元递增至 2025 年的 9.17 亿元，同时一系列支持政策密集出台，彰显了深耕矿业发展的决心。2024 年 9 月，自治区人民政府办公厅印发《关于推动矿业高质量发展的若干措施》，涵盖强化探矿权绿色勘查快速勘查、加大地质找矿支持力度、推动矿产资源科学合理勘查开发等十方面内容。尤其明确了项目部署重点向南疆以及成矿条件好、

财政投入力度大的地区倾斜，鼓励财政出资带动社会资本快速增储上产，财政出资项目由本级自然资源部门下达任务书即可启动，形成的勘查区块按权限向社会公开出让探矿权。2025年4月8日，自治区战略性矿产资源委员会办公室下发《关于支持开展战略性矿产调查的通知》，明确自筹资金开展战略性矿产调查且成功出让的，除返还实际调查投入资金外，还给予出让收益成交价一定比例的资金补偿。这些政策措施的出台，充分彰显了自治区政府支持矿业发展的决心，为新疆地质找矿工作注入强劲动能。

资源优势得天独厚。新疆地处古亚洲和特提斯两大成矿域，成矿条件优越，矿产种类齐全，已发现各类矿产154种，查明资源储量103种，其中77种储量位列全国前十。拥有石油、天然气、煤炭等众多优势矿产以及多个世界级矿床。发现矿产地6000余处，大型超大型矿床530多处，潜在经济价值近千万亿元；塔里木、准噶尔盆地已发现17个亿吨级油田、8个千亿立方级气田、3个千亿吨级煤田；火烧云铅锌矿探明资源量亚洲居首，大红柳滩锂铍矿有望成为全国重要锂铍资源基地，玛尔坎苏锰矿远景资源量可达亿吨。但主要金属矿产查明率平均不足20%，低于全国平均水平，铜、锂、锰、镍、钴、锑等多个战略性矿种查明率更低，大量找矿线索尚未查证，待勘查开发空间广阔。在国家能源资源战略西移和“一带一路”背景下，新疆的地缘、资源优势凸显，为矿业企业带来无限契机与商机。

三、与会院士专家对新疆地质找矿的指导意见

年会期间，与会院士专家们针对新疆地质找矿工作提出了诸多前瞻性、指导性意见。新疆虽然资源丰富，但仍面临诸多挑战，需要充分利用新技术、新方法，加强基础地质研究和科学技术创新。

在技术应用上，加大AI人工智能、大数据分析、高分辨航空物探等技术在新疆地质找矿中的应用力度。如通过AI技术分析处理海量地质数据，快速筛选出潜在的矿化异常区域、找矿靶区，提高找矿效率；利用高分辨航空物探技术在大面积范围内快速获取地质信息，为后续的地面勘查工作提供重要依据。

在勘查思路上，加强区域成矿规律研究，综合运用地质、地球物理、地球化学及遥感等多学科方法开展立体勘查。以铜多金属矿为例，要深入分析区域构造演化对成矿的控制作用，结合地球物理异常特征和地球化学元素分布规律，确定深部矿体的可能位置，实现由传统的地表找矿向深部找矿的转变。

在人才建设上，要注重人才培养和团队建设，加强与高校、科研机构合作，培养一批既懂地质专业知识又掌握新技术应用的复合型人才；同时完善科研激励机制，营造良好科研环境，吸引并留住优秀人才，为新疆地质找矿事业持续发展筑牢人才根基。

四、新一轮找矿突破战略行动下新疆的战略部署

新一轮找矿突破战略行动是保障国家能源资源安全的关键，新疆作为我国重要能源资源战略保障基地，在其中起着关键作用。年会报告对新疆在新一轮找矿突破战略行动中的总体工作进行了部署：

能源矿产方面，进一步加大对塔里木、准噶尔等盆地的油气勘查力度，力争发现更多的大型油气田，提高油气产量；同时加强对煤炭、煤层气等能源矿产的勘查开发，保障国家能源供应。金属矿产方面，重点推进铜、锂、锑、金、锰等战略性金属矿产的找矿工作，预期提交一批大型及以上矿床。例如，在锂矿勘查上加快大红柳滩



等地区的勘查进度，尽快将资源优势转化为经济优势；在铜矿、锑矿勘查上加强对阿尔泰、西昆仑、阿尔金山等成矿带的研究和勘查，争取实现重大找矿突破。非金属矿产方面，加强对钾盐、萤石、高纯硅（石英）等重要非金属矿产的勘查，满足国内相关产业发展需求。

为确保战略部署落地，新疆将进一步优化地质勘查项目布局，加大财政资金投入，吸引社会资本参与，强化科技创新和人才培养，推动新一轮找矿突破战略行动取得显著成效。

五、疆外地质队伍在南疆的机遇与挑战

机遇无限。政策倾斜迎来契机。南疆部分地区自然环境恶劣，工作条件艰苦，地质工作程度相对全疆较低，新疆将地质勘查项目部署重点向南疆倾斜，为疆外地质队伍创造了进入契机。凭借先进技术与丰富经验，疆外队伍在南疆铜、锑、金、铅锌等矿产勘查项目招标中更具竞争力，可获取更多项目资源。资源潜力蕴藏空间。南疆地区地质构造复杂，成矿条件优越，但勘查程度相对较低。如在南疆的部分山区，通过初步勘查发现了铜金锑多金属矿化线索，但尚未进行深入的勘查工作。疆外地质队伍可以利用技术和矿种勘查优势开展系统勘查，有望实现重大找矿突破。合作交流拓展前景。参与南疆地质找矿，疆外地质队伍可以与当地地勘单位、科研机构以及矿业公司广泛合作，共享资源、技术和经验，共同攻克找矿难题。同时还可以借助当地地缘优势，拓展业务范围，为今后在中亚等地区开展地质工作奠定基础。

挑战并存。自然环境恶劣。南疆地区多为沙漠、戈壁和山区，交通不便，还有高温、干旱、风沙等极端天气，都给地质勘查工作带来诸多挑战，增加了勘查成本和安全风险。基础设施薄弱。南疆部分地区基础设施建设相对滞后，水、电、通

信等保障不足，会一定程度地影响地质勘查工作的效率与进度。社会环境复杂。南疆地区民族众多，文化习俗差异较大，社会环境相对复杂。疆外队伍需妥善处理与当地居民关系，尊重民俗文化，同时防范社会治安问题，保障人员和财产安全。技术适应性难。南疆独特的地质条件和自然环境，对勘查技术和设备提出了更高要求。传统的勘查设备在地形复杂、地层岩性差异性大的山区可能难以发挥作用，需要对勘查技术和设备进行一定的调整和适应。

六、总结与展望

此次参加 2025 中国探矿者年会，让我深刻感受到地质找矿行业在国家能源资源安全战略中的重要地位，以及新疆在全国地质找矿工作中的独特优势和巨大潜力。新疆丰富的矿产资源和有利的政策环境为地质找矿工作提供了广阔的舞台，国家新一轮找矿突破战略行动更为新疆地质找矿事业注入了强大新动能。

当前，省空间所作为一支疆外地质队伍，进入南疆和田地区和巴音郭楞蒙古自治州开展地质找矿及地质技术服务工作已近半年，深切体会到了这片土地的机遇与挑战。我们地质湘军入“疆”，要充分利用政策优势和资源潜力，深化与当地各方合作交流，积极开拓市场；同时针对复杂的自然、地质及社会环境，不断加强技术创新和适应性对策研究，锻造攻坚克难的硬核实力。

展望未来，在国家战略指引与“地质援疆”政策激励下，全国地质工作者勠力同心，新疆地质找矿工作必将开启高质量发展新篇章。同时，也期待地质找矿行业能够在新技术、新方法的推动下，加速智能化、绿色化转型，共同擘画国家能源资源安全保障和矿业可持续发展的时代新蓝图。

（作者系湖南省国土空间调查监测所副所长）

（责任编辑：黄利群）





“铬”光闪闪

铬的发现可以追溯到人类艺术史的早期发展，因其化合物能呈现出丰富多彩的色泽——从鲜艳的绿色到深邃的紫色，不一而足。中国西夏时期的工匠便使用含铬的红色矿物制作釉下彩。1797年，法国化学家沃克兰在分析西伯利亚红铅（或称“鳄鱼红铅”，即铬酸铅）时，首次注意到了这种新元素的存在。次年，沃克兰成功地用碳还原法从氧化铬中分离出了这种新元素，将其命名为 Chromium，意为“颜色”。在同时期，另一位化学家克拉普罗特也从铬铅矿中独立发现了铬。铬元素的发现不仅丰富了人类对元素世界的认知，也为后来的科学研究和技术应用奠定了

坚实的基础。

“铬”具特色

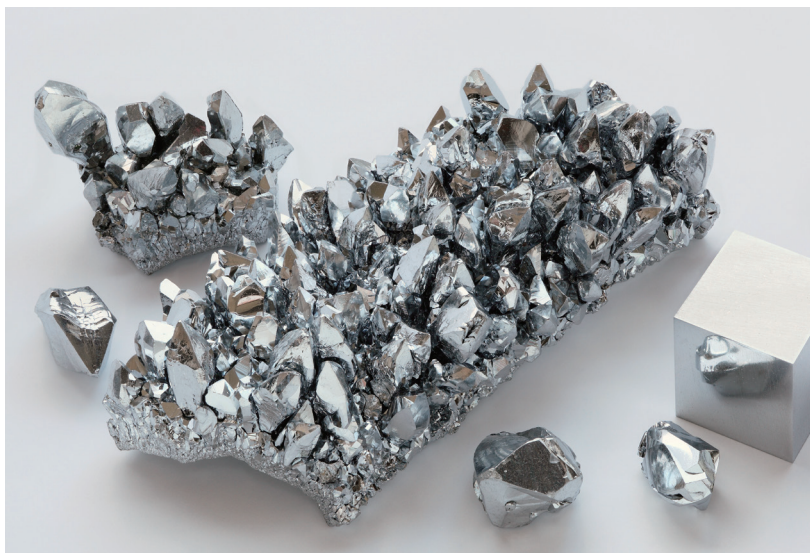
铬（元素符号 Cr，原子序数 24）是一种位于元素周期表第ⅥB族的过渡金属。它是银白色带有光泽的金属，质极硬（纯铬莫氏硬度为 8.5），耐腐蚀。纯铬具有良好的延展性，而含杂质的铬则硬而脆。铬的密度为 7.20 克/cm^3 ，熔点 $1857 \pm 20^\circ\text{C}$ ，沸点 2672°C ，纯铬硬度 8.5。铬不溶于水，但可溶于熔融强碱。铬在酸中的典型特征是表面易于钝化。与浓硫酸反应会生成二氧化硫和硫酸铬，但与浓硝酸接触时，其表面会生成致密的氧化物薄膜，使铬呈现钝化状态，通常不会被溶解。在空气中，铬表面会迅速形成一层致密的氧化铬薄膜，这层薄膜能有效阻止其进一步氧化和腐蚀，因此镀在金属上可起保护作用。

“铬”司其职

铬作为一种多功能元素，凭借其独特的物化性质，在众多行业中展现出了广泛的应用价值和重要性。

冶金领域的“硬度魔法师”。在冶金工业中，铬作为添加剂广泛应用于各种金属合金，以提高材料的硬度、强度、耐磨损性、耐腐蚀性能、耐高温和抗氧化性能。例如，铬铁合金用于制作不锈钢、耐酸钢、耐热钢、滚珠轴承钢、弹簧钢和工具钢等特种钢，因此在军工领域枪械、炮管、导弹、火箭等武器的制造中得到了广泛应用；铬也与钴、镍、钨等元素共同冶炼特种合金，镍基超合金可用于航空发动机涡轮叶片。

电镀领域的“魅力防腐师”。铬电镀层凭借其无可挑剔的耐腐蚀性和迷人的光泽，不仅显著增强了金属制品的防腐屏障，更赋予了它们别具一格的视觉美感。它广泛应用于汽车、家电、电子等行业，不仅守护着产品的长久耐用，更让每



一件金属制品焕发出耀眼的光彩。

耐火界的“耐热勇士”。铬及其化合物能够承受极高的温度，具有良好的高温抗侵蚀性能，是制造耐火材料的重要原料。添加铬的氧化物可以显著提高耐火材料的耐高温性能和抗侵蚀性能，这对于窑炉和其他高温工业设备的衬里至关重要。例如，铬铁矿用于制砖和成型。

化工催化界的“加速大师”。铬及其化合物作为催化剂在化学工业中得到广泛应用，能够加速多种化学反应。例如，铬可用于制造合成氨的催化剂，而氧化铬则用于有机合成和合成橡胶的生产。

装饰色彩的“调色师”。铬化合物以其鲜艳的颜色而著称，能够调制出鲜明的红、黄、橙、绿等色调，是非常稳定的颜料成分。例如，氧化铬是一种绿色颜料，常用于油漆、油墨和陶瓷中；而铬酸铅（ PbCrO_4 ）则能生产亮黄色颜料，常用于校车、道路标志的涂装。

医疗健康的“守护者”。在医疗健康领域，铬也有着重要的应用。它可用于制造人工心脏瓣膜、人工关节等人工器官。此外，铬还是人体必需的微量元素之一，参与胰岛素的活动并在葡萄糖代谢中发挥作用，也用于治疗糖尿病等疾病。

半导体世界的“光学卫士”。在半导体制造过程中，铬因在紫外光下具有高光学密度，能有

效阻挡光线，确保光刻过程的精确性，被用作掩膜版的关键材料。此外，铬还用于制造金属互连、形成电极和引线以及作为抗反应层，对于半导体器件的性能和制造工艺起着重要作用。

航空航天领域的“坚韧护盾”。在航空航天领域，铬被用作保护涂层，以提高部件的耐用性并减少维护需求，含铬 10%–25% 的超合金主要用于制造喷气发动机、航天机具及材料、火箭发动机和热交换器等。

“铬”具风韵

铬元素在地壳中的含量虽然不高，仅占地壳总量的 0.01% 至 0.03%，但仍是地壳中分布较为广泛的元素之一。在自然界中，铬元素并不以游离态存在，而是以氧化物的形式广泛分布。其中，具有经济开采价值的铬矿物主要为铬尖晶石族矿物，也就是人们常说的铬铁矿。

根据产出形态的不同，铬铁矿主要分为两大类：“层状铬铁矿”与“豆荚状铬铁矿”。这两者在全球铬铁矿总产量中的占比分别为 75% 和 25%。

层状铬铁矿：表现为铬铁矿层与围岩岩层的规律性互层堆叠，资源量丰富，分布广泛。它主要产于大陆克拉通（稳定地块）内的层状基性—超基性岩体中。这类矿床矿石类型以块状（铬尖晶石含量在 90% 以上）和浸染状（铬尖晶石含量在 60% 以上）为主。

豆荚状铬铁矿：以不规则的形态（如豆荚状、透镜状、板状等）产于蛇绿岩套的地幔橄榄岩和壳幔过渡带中。虽然其分布也相对广泛，但豆荚状铬铁矿体的规模通常较小，大型矿体的延伸长度往往仅有几百米。这类铬铁矿的围岩多为纯橄岩，部分可直接与二辉橄榄岩或方辉橄榄岩接触。

在矿石结构上，豆荚状铬铁矿相比层状铬铁矿更为丰富多样。

天“铬”一方

据美国地质调查局统计，全球已探明的铬资源量约为 120 亿吨，总量丰富，但分布极不均衡。铬矿资源分布较为集中，其矿床主要分布在东非大裂谷矿带、欧亚界山乌拉尔矿带、阿尔卑斯—喜马拉雅矿带和环太平洋矿带。位于这些近南北向褶皱带中的铬铁矿资源量占世界总量的 90% 以上。

到目前为止，世界上已有 40 多个国家和地区发现了铬铁矿，主要集中在南非、津巴布韦、哈萨克斯坦、巴基斯坦、土耳其和印度等国家。这些国家不仅储量丰富，而且开采条件相对较好，是全球铬铁矿的主要供应国。其中，南非是全球最大的铬铁矿资源国，其储量约占世界总储量的一半，也是全球最大的铬资源出口国。

然而，与全球丰富的铬铁矿资源相比，中国的铬铁矿资源却显得捉襟见肘。中国铬铁矿主要分布在西藏、甘肃、内蒙古和新疆等偏远地区，矿床规模小、储量少，大矿稀缺、产量低下，矿床类型单一，区域分布特征显著。加之这些地区的开发利用条件相对较差，贫矿与富矿储量各占半壁江山，而易于开采的富铬铁矿资源已趋于枯

竭。目前，国内主要的铬铁矿如西藏罗布莎铬铁矿、甘肃大道尔吉铬铁矿、新疆萨尔托海铬铁矿等，虽然以西藏的储量相对最为丰富，但总体而言，铬铁矿的储量依然有限，产量偏低，导致中国对铬铁矿的进口依赖度超过了九成。因此，铬矿已被自然资源部列入大宗紧缺矿产清单。

“铬”奔前程

铬作为一种举足轻重的战略性矿产，在中国经济发展的宏伟蓝图中扮演着不可或缺的角色。它广泛应用于多个关键领域，是支撑相关行业蓬勃发展的基础材料。然而，铬资源的开发利用也面临着资源短缺和环境保护的双重压力，这对中国经济的可持续发展构成了严峻挑战。

尤为值得注意的是，我国铬铁矿的进口来源高度集中，单一化问题突出。在当前复杂多变的国际形势下，确保铬资源的稳定供应已成为当务之急。为降低对特定国家的过度依赖，亟需深化与“一带一路”沿线富铬资源国的合作，实现互利共赢、优势互补。与此同时，还需加大国内铬铁矿勘查力度，积极拓展多元化的资源供应渠道，提升国内资源保障能力，从而有效增强我国的资源安全水平。

（作者单位：湖南省自然资源调查所）

（责任编辑：向轲）



探秘湖南武陵源地质奇观

◎ 李佳霖



在湘西北的褶皱山系间，武陵源以砂岩峰林群与喀斯特水系构筑起闻名于世的地质奇观，吸引着无数地质工作者、科研人员以及游客前来探索。这里峰林拔地千仞、溪谷幽深如弦，其独特的地质风貌不仅是大自然鬼斧神工的杰作，更是研究地质演变、地貌形成的天然教科书。这一地质瑰宝的生态保护与科学利用，恰与习近平总书记关于自然资源工作重要论述的实践意义紧密相连，为自然资源可持续管理提供范本。

武陵源地质构造基础

武陵源地区的地质构造是一部以板块运动为笔、地壳变形为墨书写而成的“地质史诗”。多学科综合性调查研究表明，区内基本构造骨架由北北东与北东东向断裂－褶皱系构成。科研人员通过数值模拟、遥感解译及应力场有限元分析，揭示了该区域经历二次以上褶皱构造运动的演化史。武陵源地区恰好处于板块运动的活跃地带，在漫长的地质历史长河中，板块间的激烈碰撞、挤压，使得地层如同被一只巨手肆意摆弄，发生

强烈变形。岩石层的扭曲、褶皱，造就了现今复杂多样的地质构造格局。这种基础构造如同一位幕后指挥者，不仅控制了岩石的分布和特性，还深刻影响了后期水流、风化等外力作用对地貌塑造的方向和强度。例如，某些岩石层的走向决定了水流侵蚀的路径，而岩石的硬度则影响了风化剥蚀的速度。

石英砂岩峰林地貌的形成

武陵源最令世人瞩目的石英砂岩峰林地貌是内力－外力耦合作用下的“地质雕塑佳作”。在经历复杂的构造运动后，大自然的另一双巧手——外力作用，开始对这片区域精雕细琢。石英砂岩，这种坚硬且抗风化能力较强的岩石，在长期的水流侵蚀、风化剥蚀以及重力崩塌等综合作用下，逐渐蜕变，形成了如今三千奇峰拔地而起的壮观景象。

流水侵蚀堪称峰林地貌形成的主导“雕刻师”。雨水在地表汇聚成溪流，这些溪流如同一条条灵动的刻刀，沿着岩石的节理和裂隙不断下切、侧



蚀。石英砂岩中的可溶性矿物质在水流的冲刷下，逐渐溶解并被带走，使得岩石表面渐渐形成沟壑纵横的独特形态。随着时间的推移，这些沟壑不断加深、扩大，最终，原本相连的岩石被切割成孤立的石柱、石峰。与此同时，风化作用作为“造型师”，也从未停歇。风吹日晒、温度的剧烈变化等自然因素，如同砂纸摩擦着岩石表面，使其不断破碎剥落，塑造出峰林“顶部浑圆、中部陡峭、底部缓坡”的典型形态。重力崩塌则是地貌演化的“后期修饰者”，一些高耸入云的石柱，由于底部长期被侵蚀削弱，在重力这一不可抗拒的力量作用下，发生崩塌，从而形成了陡崖坡、倒石堆等次生地貌，并最终促成峰林组合的多样化——有的峰林如利剑直插云霄，彰显着大自然的雄浑气魄；有的似骆驼负重前行，形象生动，妙趣横生。

地质科学价值与保护意义

武陵源地质景观是地球演化的“天然档案馆”，其科学价值与保护意义具有全球典范性。它为研究地球演化历史、地质构造运动以及地貌形成提供了丰富且直观的样本。尤其是通过对武陵源石英砂岩峰林地貌的深入研究，地质工作者仿佛拥有了一把神奇的钥匙，可以打开了解岩石圈在不同地

质时期演变规律的大门，揭示地球表面形态塑造的奥秘。这对于推动地质科学的蓬勃发展，深化我们对自然资源形成和变化的认识，具有不可估量的意义。

武陵源地质遗迹无疑是大自然赠予人类的珍贵财富，近年来，湖南省以“科学保护—智慧管理—生态转化”为路径，构建了武陵源地质遗迹保护升级模式。比如，严格限制游客数量，避免因过度开发造成不可逆的破坏；加强对区内地质环境的全方位监测，及时发现并妥善处理可能出现的地质灾害隐患；大力开展科普教育活动，有效提升游客和当地居民对地质遗迹保护的意识等。这些举措都是为了保护武陵源神奇的地质景观能够穿越时空，为地质科学研究、科普教育以及旅游产业发展提供坚实且长久的支撑。

武陵源地质奇观是自然馈赠的“科学圣殿”，更是人与自然和谐共生的“生态图腾”。通过深化地质科学研究、创新保护技术体系、构建全民参与机制，我们将以湖南地质人的专业素养与不懈努力，守护这片地质遗产的永恒魅力，为自然遗产保护提供可复制、可推广的“湖南经验”，让武陵源在生态文明时代焕发新的生机。

（责任编辑：刘婧）

编者按：文明如光，照亮地质征程；精神如帆，领航发展航向。在全国精神文明建设表彰大会上，省地灾所、资源所、生态所、核地质所、物化所等5家单位被认定为第七届全国文明单位，这既是对湖南地质人精神文明建设成果的高度肯定，更是湖南地质行业践行初心使命的生动缩影。

《地质湘风》特开设“文明风采”栏目，分两期展示5家单位的先进事迹。他们以“三光荣”“四特别”精神为根脉，将文明创建与地质事业深度融合，在地质勘探、找矿突破、地灾防治、生态保护、民生服务等领域书写了担当答卷。让我们透过文字，感受他们赓续精神血脉、赋能高质量发展的生动实践，汲取文明力量，共绘湖南地质事业的崭新篇章。

奋物化先行之楫 扬地质文明之帆

——省物化所创建全国文明单位工作纪实

◎ 雷建斌 颜玲利

文明的星火，照亮透测地球的征途。

当湖南省地球物理地球化学调查所（以下简称“省物化所”）荣膺“全国文明单位”称号的喜讯传来，全所2000多名职工无不欢欣鼓舞。这份沉甸甸的荣誉，不仅是对几代地质人扎根山河、接续奋斗的崇高礼赞，更是对新时代地质人践行“三光荣”精神、勇担地质报国使命的高度认可。

翻开省物化所的光荣册，一串串闪光的足迹令人瞩目：从荣获“国家找矿突破战略行动优秀找矿成果奖”，到摘得湖南省科技进步奖一等奖；从获得“中国十大找矿成果奖”等行业最高荣誉，到蝉联“省文明标兵单位”等称号……60余项省部级以上荣誉，见证了这支队伍在地质找矿和文明创建中的双丰收。特别是近年来，所党委、行政坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，锚定“三高四新”美好蓝图，将全国文明单位创建与院“一体两翼三支撑”发展战略深度融合，走出了一条具有地质特色的文明创建之路。

文明铸魂：红色沃土滋养精神基因

走进陈列室，一面“荣誉墙”格外醒目：全国青年文明号、省五一劳动奖状、省模范职工之家、全省示范性离退休党支部……这些珍贵的荣誉背后，是省物化所创新党建工作的生动实践。

“党建是文明创建最强劲的‘红色引擎’”这一理念已深深融入发展血脉，催生出一系列富有特色的创新实践：“四小模式”通过“小活页提醒、小卡片宣教、小党课宣讲、小竞赛激励”的方式，使主题教育“活”了起来、党务知识“动”了起来、学习氛围“火”了起来，这一做法获湖南日报专题报道；能源地质中心党支部的《党建强核筑红心 科技创新保能源》项目，推动党建引领与科技创新深度融合，荣获2024年省直机关党建工作创新优秀项目。

“以前收工后只能数星星，现在驿站让我们

找到了家的温暖。”项目技术负责人黄逢秋的感慨，道出了野外职工的心声。省物化所首创“项目一线职工文化驿站”，以“五感五维五力”的创新设计，搭建起“三座桥梁”：党建学习的“红色桥”、学术交流的“智慧桥”、亲情连线的“暖心桥”。这个“地质人之家”不仅年接待参观 500 余人次，开展“地质课堂进校园”活动 10 余场，更成为连接地方的纽带，构建起“省厅—市县—乡镇”三级协作网络。

如今，走进省物化所，“党员示范岗”的红色标牌格外醒目，“党员突击队”的旗帜在一线飘扬。从机关到野外，从实验室到项目现场，党建与业务同频共振，红色基因与文明创建交相辉映。在这片红色沃土上，文明之花正绽放出最厚重的底色。

文明赋能：科技沃土催生发展动能

在湖南 409 地质科普园，科技与文明的融合令人赞叹——球幕影院里，孩子们正在“遨游”太阳系；VR 体验区，参观者可以“穿越”到地球内部；互动展台前，观众通过手势就能“召唤”出各种矿物晶体。这些创新的科普形式，让深奥的地学知识变得生动有趣。三年来，这里接待了超过 20 万参观者，“地质课堂”走进了 30 多所中小学，科普视频网络点击量突破 100 万次。

而这仅仅是省物化所科技创新画卷的一角。以科普园为重要支点，“两站一室两中心一园”科创矩阵已然成型：国家级博士后科研工作站筑巢引凤，省级重点实验室成功落户，国家自然资源科普基地落地生根……在全国文明单位创建过程中激发的内生动力，正源源不断地转化为创新平台建设的强劲动能。

在诸多国家（省）级平台的加持下，省物化



所的发展蹄疾步稳。而文明单位创建凝聚的向心力和执行力，也再次推动科研立项工作取得里程碑式突破：2024 年度新立项目同比增长 160%、部省联合科研项目 3 项、省自然科学基金项目 6 项、省科技厅重点研发计划项目 3 项；尤为突出的是，成功斩获国家自然科学基金项目和自然资源部新一轮找矿突破战略行动科技支撑项目，双双实现湖南地质系统历史性突破，彰显出这方科研热土的发展潜力与创新实力。

文明兴业：耕耘沃土淬炼先锋本色

2024 年深秋，新华网头版一则重磅消息震动全国：亿吨级锰矿被发现！这也预示着省物化所在新一轮找矿突破战略行动中率先实现重大突破，为湖南实现国家锰矿资源增储上产目标提供了强有力的支撑。

以新发展理念为指引，省物化所凭借“创建人”的韧性与拼劲，凝心聚力推动地质事业高质量发展，积极拥抱国家战略机遇——全力服务能源安全，牵头建设零陵—洞口国家级锰锑资源基地，推动全国锰矿找矿大会落地永州，实现郴州鲁塘石墨增储与凉亭坳湖南首宗锂矿出让；在“一带一路”建设中勇当地质先锋，以中东工作站为支点，刚果（布）项目基地为依托，携手阿联酋大学共建科研平台，拓展 13 国市场，让湖南地质名片闪耀

海外；深度融入“三高四新”战略，创新耕作层剥离技术成功再造良田1700亩，获人民日报等主流媒体高度赞誉；生态环保领域取得重大突破，攻克稻米降镉技术难题，为全省污染土壤防治提供地质方案，使万余亩受污染耕地重获新生，潜在经济价值超1000亿元，获生态环境部两次表彰；乡村振兴领域，通过建立富硒开发研究基地，累计带动10万人就业，助力万余人脱贫，打造出“新田模式”并向全国推广；作为省应急厅、邵阳市、永州市、长沙县等厅局和地区地灾防治技术支撑单位，在服务防灾减灾领域勇担重任，成功处置邵东岩溶塌陷等险情，24小时守护15县市安全，1个集体和1名个人获国家表彰。

这些耀眼的成绩，是省物化所文明单位创建和产研融合发展同频共振的真实写照，更是迈向地质科研综合强所的坚实步伐。

文明惠民：民生沃土培育幸福硕果

全国文明城市创建，既是精神淬炼，更是民生承诺。省物化所将“发展为民”理念化作实际行动，让文明成果可感可触。

漫步改造后的永州煤勘家园，平整的柏油路、崭新的健身区、葱郁的绿植林，处处洋溢着文明

创建带来的新气象。“现在下班回家，看到小区就像公园一样，心里特别敞亮。”这样的赞叹，在职工家属微信群中已成常态。而这，仅仅是省物化所民生答卷的一个温暖注脚。

三年来，800万元改造资金精准落地，980余人次走访慰问传递温情；每年500万元节日福利、100万元健康保障从不缺席，离退休人员七大节日问候如期而至；成功将124名职工医保、470名职工住房公积金统一转入长沙……省物化所这个用“工匠精神”精耕细作的文明单位，正以看得见的担当绘就幸福图景。

正如职工们所说：“文明不是挂在墙上的奖牌，而是写在心里的获得感。”省物化所将“硬保障”与“软服务”完美融合，让职工的笑脸成为文明单位创建最美的风景。

全国文明城市的殊荣，是地质文明征程的里程碑，更是续写荣光的新起点。未来已来，省物化所将用“物化探黑科技”为美丽中国助力；在建设湖南地质“七个一流”的赛道上跑出加速度，为奋力谱写中国式现代化湖南篇章作出新的更大贡献！

（作者分别系湖南省地球物理地球化学调查所党委书记、副所长，工作人员）

（责任编辑：姚岑）



初心如磐担使命 文明同行谱新篇

——省资源所创建全国文明城市工作纪实

◎ 李罗兰 戴满平

从崇山峻岭间发掘地下宝藏的“火眼金睛”到乡村振兴一线守护民生的“春风化雨”，从灯火通明的实验检测室到志愿服务的党员先锋岗，从电子屏上滚动播放的宣传标语到文化长廊里展示的工作瞬间……丰硕的地质成果背后，有着这样一支既守得住地质初心、又扛得起文明大旗的先锋队伍。

湖南省自然资源调查所（以下简称“省资源所”）全面贯彻落实党的二十大和二十届二中、三中全会精神，学习贯彻习近平总书记关于精神文明建设的重要论述精神，将文明基因深度融入主责主业，推动地质事业发展与精神文明建设同频共振、互促互进，最终探索出一条“党建引领、业务立身、文明塑魂”的新路径。5月23日，喜讯传来，省资源所被中央宣传思想文化工作领导小组认定为“全国文明城市”。这一沉甸甸的荣誉，是对省资源所多年来深耕主责主业、践行文明使命的最高褒奖，也是实现地质事业高质量发展与精神文明建设的双向奔赴。

坚持党建引领，托起文明新高度

党建是文明创建的“根”与“魂”。在省资源所精神文明建设的生动实践中，坚持落实“党建+文明创建”双融双促机制，持续丰富文明创建载体，为创建工作注入不竭内生动力。

以党建引领筑牢文明根基。通过“党建+文明创建”模式，充分发挥党支部战斗堡垒作用和党员先锋模范作用，形成党建与文明创建交汇融合、齐头并进的工作格局。开展特色主题党日活动、

志愿服务活动、党员下社区活动，留守儿童心理健康教育，精准帮扶双峰县梓门桥镇香铺坳村，积极参加无偿献血、慈善捐助等公益活动。得到社会的高度好评，涌现出一批优秀志愿者及社区好婆婆、好丈夫、好媳妇等先进典型。

以先进典型激发文明创建。以“创先争优”“七一”表彰等为载体，以培树先进典型为契机，大力选树优秀共产党员、劳动模范并进行宣传报道，激励党员立足岗位创佳绩、作贡献、当表率，提升争创意识，深化创建成效。2023年，退休干部职工第八党支部荣获“全省示范离退休党支部”荣誉称号；2024年，湘南中心党支部、娄底分所418珠宝行党支部荣获院“四强”党支部荣誉称号；冯经平、姜魁荣获2024年度湖南省青年地质科技奖；冯经平、彭桥梁荣获2024年湖南省矿产资源优秀科技工作者称号；陈英姿、邢朗彰光荣入选娄底市首批博士科普志愿宣讲团。

以诚信建设深化文明培育。一以贯之把法治建设和诚信建设作为文明单位创建的重中之重，长期坚持“对外不挂靠、对内不承包”的经营理念，通过开展案例讲述、法制讲座、主题演讲比赛等形式，把诚信教育贯穿于始终。2024年，成功入选中国地质学会公布的第二批“地质工作诚

信单位”，所属基础公司荣获“连续 30 年以上湖南省守合同重信用企业”荣誉授牌，成为全省第四家、省地质院系统首家获此荣誉的企业。2025 年，成功入选 2024 年度地质勘查守信红名单，并荣获 2025 年度“地质勘查守信单位”四星级（目前最高星级）荣誉称号，属全国第一批“四星”级“地质勘查守信单位”。

坚持服务大局，传递文明拓深度

高质量发展是文明创建基础，省资源所充分发挥单位规模大、产业发展全、主业成果优、内部管理好、综合实力强、社会地位高的六大优势及基础性、公益性、战略性地质工作职责，优化调整“五四三”产业发展体系（五大核心产业、四大支柱产业、三大辅助产业）的战略布局，将专业技术优势转化为服务社会的文明力量，让专业力量与文明创建交相辉映。

争当找矿增储的排头兵。省资源所享有全国“科学技术工作重大贡献”“地质找矿重大贡献单位”等荣誉称号，先后对 62 个矿种、956 处矿床（点）进行勘查，已探明资源储量的有金、银、锑、锡、铅锌等 38 个矿种，提交的主要矿产资源储量有黄金 144.5 吨、银 536 吨、锑 69 万吨、铅锌 376.3 万吨等。累计探获大中型矿床 101 处，特大型矿床 2 处，潜在经济价值达 5.84 万亿元。

争当社会责任的先锋官。主动发挥自然灾害防抗救支撑作用，2024 年汛期，共计派出 15 个巡查小组近 100 人协助地方政府开展地质灾害巡查、应急调查、排危除险、抢险救灾等技术工作，累计完成地灾隐患点实地排查 2477 处、应急调查 510 处、应急处置 184 处、协助转移居民 3000 余人，挽回潜在经济损失

5000 余万元。强化政治担当，努力为地方社会经济发展贡献力量。大力实施绿色生态、矿山修复等工作，核心参与的冷水江锑煤矿区生态修复项目，成功入选联合国“生态系统恢复十年”优秀案例，获联合国重点推介。

争当科技创新的主力军。聚焦地质事业高质量发展，围绕主责主业，以院“一体两翼三支撑”发展战略为导向，持续推进高水平科技创新成果培育与人才队伍建设。调整地勘产业机制体制，通过引进高层次人才，从全所遴选技术骨干充实总工办力量进行科技创新研究。完善科技创新管理体系，充分利用考核“指挥棒”，突出年度绩效考核中科技成果的权重。成立九大学术委员会，加强科技创新研究及成果集成。成立以来，资源所共获各类科技奖项 24 项，其中获中国有色金属工业协会一等奖 1 项、省三等奖 2 项、省地质学会地质科技进步奖一等奖 1 项。

坚持以人为本，厚植文明升温度

以人为本是文明创建的落脚点。省资源所在文明创建工作的全过程中，始终奉行“以人为本、为公为民”的理念，不断创优服务举措、整合党建联建资源，多层次、多样化满足干部职工需求，



实现了创建过程人人参与、创建成果人人共享的局面。

以文化建设铸造文明底蕴。持续巩固文化阵地建设,新建娄底长青基地篮球、羽毛球运动场,建成离退休党支部活动室、职工活动室 1098 平方米。创新性开展“四个一”文明实践活动和各类主题活动,“数智资源大讲堂”“业务骨干上讲台”、读书分享会、职工拔河比赛、春游秋游等文化“大餐”轮番登场,精彩纷呈。持续办好“迎春晚会”和“创先争优演讲比赛”两大文化名片,深度耕植“聚优秀人才,优事业职能,强特色产业,塑先进文化”的资源所核心价值观,大力弘扬“勇于拼搏,致于创新,敢于担当,善于斗争,乐于奉献”的资源所精神,推动文明建设长效常治,实现精神文明建设新提升。

以和谐建设提升人文关怀。始终将职工冷暖放在心上,先后细化出台特困群体帮扶救助、困难党员补助、职工大病救助等帮扶政策,切实围绕下岗职工再就业问题多研究,尽最大能力缓解下岗职工就业难题,确保困难职工困有所助、难有所帮、求有所应。继续力保在职职工和退休职

工待遇不掉档,尽全力按政策按财力保障好全所各个群体各项合法合规合理的收入、社保、福利,确保收入该得尽得、社保应保尽保、福利能享尽享,将“辛苦指数”变为“幸福指数”。合理合规用好工会经费和“党员活动室”“职工之家”“青年之家”等活动场所,实施“全员健身”工程,落实“全员阅读”计划,引导职工培养积极健康的生活情趣,为地质事业高质量发展提供强大精神力量。

风劲潮涌当扬帆,任重道远需奋蹄!省资源所将把这份荣誉作为接续奋斗的新起点,以弘扬“三光荣、四特别”的地质精神为主线,以建设全国一流新时代地质强所为战略使命,不断深化文明创建工作,持续打造更高水平的全国文明单位,为实现省资源所“五个一流”、湖南地质“七个一流”的奋斗目标凝心聚力,为奋力谱写中国式现代化湖南篇章再立新功。

(作者分别系湖南省自然资源调查所工作人员,副研究馆员)

(责任编辑:姚岑)



赓续核地质精神 赋能高质量发展

——省核地质所创建全国文明城市工作综述

◎ 岳雯丽

文明是发展的灯塔，精神是前行的风帆——近日召开的全国精神文明建设表彰大会上，湖南省核地质调查所（以下简称“省核地质所”）再次荣膺全国文明城市。在新时代精神文明建设的壮阔征程中，省核地质所高举“核”字大旗，践行“一体两翼三支撑”发展战略，以核地质精神为魂、高质量发展为基、惠民利民为本，将文明创建融入发展大局，在事业传承、技术支撑、民生保障等方面交出了亮眼答卷。

赓续核地血脉 锚定文明事业蓝图

文明创建，精神为魂。自成立以来，省核地质所始终以“三光荣”“四特别”精神为根脉，将红色基因融入文明创建全过程，实现了从“塑形”到“铸魂”的跨越，传承发扬核地质事业，锚定了新时代湖南核地质事业的蓝图。

历史回响，薪火相传。走进湖南地质铀矿勘探陈列馆，“开业之石”静静伫立，馆内珍藏的历史文献、地质日志、勘探影像及“千米掘进大会战”场景复原等，生动再现了老一辈地质人翻山越岭、风餐露宿寻找铀矿的艰辛岁月。这里已成为核地质新人精神洗礼的“第一课”，让艰苦奋斗、无私奉献的精神从历史中走来，深深植根于新一代地质人的心中。其深厚的教育价值亦获社会认可，今年5月，湖南地质铀矿勘探陈列馆获评2025年湖南省社会科学普及优秀案例，成为精神文明建设的亮丽名片。

故事浸润，精神具象。如何让抽象的“核地质精神”变得可触可感？省核地质所的答案是——讲好故事，走好来路。通过“核地思政大讲堂”，组织退休专家与青年骨干，回忆抗战年代入党时的铮铮誓言，讲述野外勘探时直面极端天气的坚守，重现团队日夜鏖战攻克技术难关的日夜。“体温39.8℃，奎宁还剩3片”“我们每天在碎瓷片般的岩面上跳舞！”等带着泥土味、火药味、汗水味的真实细节，“大国底气从核而来”“罗布泊一声回响”等节目的诉说，让核地质精神变得可触可感。精神传承的脚步仍在延伸，山野之上，职工踏着前辈的足迹，在崇山峻岭间亲历野外勘探的艰辛，一步一履、一钻一探，都成为行走的思政课和无声的教科书。从“室内讲堂”到“野外课堂”，“核地思政”特色品牌让精神可听、可看、可感、可践行。

赓续荣光，锚定新程。如何传承好70年的核地质事业，在院党委的大力支持下，新一代核地质人稳稳攥紧了历史的接力棒。中南地质办具体

事务、省核设施退役治理工程监测监护、中南放射性矿产地质资料档案馆等六项重大职能使命，正式扛在了核地质人肩上。以此为契机，牵头编制并申报的湖南省天然放射性环境调查评价项目，成功推动纳入省生态环境厅“十五五”规划，为业务发展抢占了先机，也点燃了干部职工“赓续荣光、再立新功”的激情。

传承核地担当 激活文明发展动能

立足湖南，胸怀天下。省核地质所锚定“核”心使命，将文明创建深度熔铸于核地质事业发展血脉，以服务国家能源战略与生态安全为己任，以科技创新驱动高质量发展，大力实施“走出去”战略，用专业能力诠释“核”力担当，打响“核能勘探”品牌。

深耕主业，拓展疆域。主动融入国家发展大局，“走出去”步伐坚定有力。勇闯海外地质市场，与非洲、中东、东南亚等多国企业签订战略合作协议，马里、莫桑比克、马达加斯加地勘项目稳步推进，哈萨克斯坦、斐济相关项目顺利实施，将湖南核地质的旗帜插向更广阔的世界舞台。国内版图同步拓展，设立吐鲁番基地，深度参与新疆新一轮找矿突破战略行动，高效实施伊犁州2023年中央自然灾害防治体系建设、2024年吐鲁番地区矿山储量年报等项目，为国家资源能源安全贡献湖南力量。卓越的专业能力赢得广泛认可，30余个工勘类项目荣获优质工程奖、中国核工业勘察设计协会奖等荣誉，实现经济效益与社会效益双丰收。

守护生态，共筑和谐。积极响应生态文明建设，将专业技术优势精准对接生态保护修复需求。承揽的长株潭绿心中央公园核物理环境监测评估项目，建立了空气吸收剂量率、土壤氡基准值库，创新形成“网格化监测+多介质分析+GIS数据

库”标准化流程，成果已纳入省级自然资源数据系统，为守护“绿心”生态安全、促进生态旅游可持续发展提供了坚实的科技支撑，实现了经济效益与生态效益相统一。

科技引领，品牌强所。深化“科技下乡”，创新推进地质灾害“点面双控”体系建设，成功实现从“隐患点”单一防控向“隐患点+风险区”双控的转变。精心打造的地质灾害防治“安化样本”成效显著，慈利县成功避险案例获省应急管理厅通报表扬，为全省乃至全国提供了可复制、可推广的先进经验。强化产学研融合，与武汉大学、中南大学、东华理工大学等高校紧密战略合作，共建科研平台，引进高层次人才，形成强大的创新合力。2024年获批专利10项（发明专利4项），两项科研成果荣获湖南省地质科技进步奖二等奖，1人获得“湖南省青年地质科技奖”，1人获评“湖南省矿产资源优秀科技工作者”。编写的《马达加斯加穆龙达瓦盆地砂岩型铜矿床成矿机制及高效勘查综合技术体系研究》被列入湖南省2025年重点研发计划指南，是近年来全院唯一被列入省重点研发计划的项目。

守护核地家园 绘就文明幸福底色

文明创建，根在为民。核地质所始终践行“人民至上”理念，将文明创建成果转化为惠民实效，



科普进校园 文铭言/摄

省核地质所“凝心铸魂强党性 团结奋进建新功”毛泽东诗词吟诵思政课



毛泽东诗词吟诵思政课 文铭言/摄

让发展更有温度，幸福更有质感。

地灾防线，大爱护佑。作为洪江、洞口、会同、金洞、慈利等8个县区地灾防治技术支撑单位，2025年汛期，技术骨干冲锋在前，成为风雨中的“生命守护者”，累计排查隐患点2819处、巡查重点区域841次，提交调查报告63份，转移群众2901人，实现地质灾害“零伤亡”。结合世界地球日、防灾减灾日等节点，地质专家深入村镇社区开展科普讲座、宣传、应急演练等1900余场次，生动的讲解、逼真的演练，让防灾知识深入人心，切实提升了群众的防灾避险自救能力。

科普筑梦，志愿生辉。以“核力同心争先锋”党建品牌为引领，党员先锋队、青年志愿服务队活跃在中小学、社区、街头，开展义务清扫、科普宣传、帮扶困难群众、社区疫情防控等，省核地质所的“红马甲”成为一道亮丽风景线。“地质科普进校园”活动深受喜爱，专业技术人员带着《辐射的奥秘》《“铀”迹可寻“核”创未来》《铀矿：地球深处的能量密码》《“中国核司令”程开甲的故事》等精品课程和模型走进校园，年均开展志愿服务活动超30场，覆盖学生1.2万人

次，服务时长超500小时，点燃了孩子们心中探索地质科学奥秘的热情。

关爱职工，凝聚合力。深耕人文建设，构筑职工幸福堡垒，“职工之家”“心灵驿站”搭建温馨港湾，“金秋助学”“寒暑假托管班”解决后顾之忧，“单身职工俱乐部”“核地玫瑰”读书会丰富业余生活，健康义诊与定制体检套餐护航健康。2024年走访慰问劳模、困难职工、离退休人员等累计1300余人次；推进长沙湘核佳苑西侧高边坡、衡阳基地废弃烟囱等安全隐患整治，切实解决职工急难愁盼，让文明发展的成果惠及全员，凝聚起共建共享的强大向心力。

如今，文明之花处处绽放。站在新起点，省核地质所将以精神文明为笔，实干担当为墨，在地质勘探的山野间、服务民生的道路上、科技创新的浪潮里，勾勒文明建设更多可能，让精神文明光芒照亮核地质事业前行方向，书写更多温暖而坚定的故事。

（作者系湖南省核地质调查所高级政工师）

（责任编辑：姚岑）

帕米尔高原上的 “湖南地质”精神图谱

——塔什库尔干县某钻探项目工作侧记

◎ 袁继伟 何艳林 刘东

五月下旬，我们前往新疆塔什库尔干县（以下简称塔县）某钻探项目工地开展外景拍摄。在完成拍摄任务的过程中，亲身经历并见证了野外工作的复杂与艰辛，也因此对为基层减负、加大关注力度、提供更优质服务等方面工作，有了更为深刻的理解与思考。



穿着新工装的野外地质队员

该项目是我院资源所承接的钻探初勘项目。12个钻孔位置极为分散，均分布在海拔3400米—3800米的高海拔、深切割地区，这样的作业环境本身就是巨大挑战。尤其是采用无人机/直升机+模块化钻机吊装的场景，在业内也颇为罕见。我们领受拍摄任务后，抵达喀什办好边防证，驱车7小时到达塔县县城。

次日清晨，我们沿着塔什库尔干河河谷向项目部进发。起初是湿地草滩，越往深处地势愈发险峻。河谷两岸山峰耸立，山体受高度切割而岩石破碎，沙化的岩块时有脱落，给人带来强烈的压迫感，行至“帕米尔之眼”路段时这种感觉达到极致——一块巨大的褐色山石突兀而起，周围环绕着白色流沙，宛如一只凝视苍穹的巨眼，令人目眩神迷。山谷河道间，几处筑坝拦成的湖泊与阶梯水电站错落分布，高压线在山谷间纵横穿行。也唯有被称为“基建狂魔”的中国，能在如此险峻的环境中完成建筑施工与设施运维。

绕过几处碎石滚落的地段和一处因塌方改道

的路段，两个多小时后，我们终于抵达项目部驻地——阿勒马玉孜村。项目部租用了当地塔吉克村民的院落，三间住房加一间厨房，四周由矮墙围成小院，小院里也堆满了设备。让人意外的是，住房是大通铺，了解后得知原来是入乡随俗——当地少数民族的传统居住习惯便是如此。房间两侧墙壁上挂着政府为每家每户资助配备的电取暖器，用于抵御夜晚的严寒。

以一个大整理箱当作饭桌，我们与项目部的同志边吃午饭边聊情况。原来前段时间，重载无人机公司的飞手曾来实地勘察，结果发现在这高海拔山区，无人机不仅载重受限，而且通信联络存在问题，一时难以完成重物吊运任务。于是项目部紧急联系当地通用航空的直升机执行吊装作业，而这架直升机当天上午才刚刚飞抵村里。

直升机带队的领导曹总精明强干，业务娴熟。作为专业飞行员，他曾圆满执行过南极等极端环境下的飞行任务。然而他坦言，在30多年的飞行生涯里，从未遭遇过如此复杂的情况：其一，山

谷深壑间气候瞬息万变，四周更有高压线、信号塔、树林和村庄交错，空域环境极为复杂；其二，预定吊装点分布在3400-3800米的多处山顶、山脊、山腰，地势崎岖不平，精准定点吊装难以实现；其三，高原空气稀薄导致直升机升力不足，海拔每升高1000米，发动机功率大约会下降8%-12%，其有效载荷明显受限，原定设想又遇到新阻碍。由此可见，一线工作远非坐而论道那般简单，实际情况往往变幻莫测。项目部人员一边与后方沟通请示，一边与航空团队等多方协商，不断研究应对措施、调整工作计划，紧锣密鼓地为吊装演练做准备。

第三天，由于空域管制限制以及加油车未及时抵达，直升机暂时无法起飞作业。我们便跟随项目部人员前往预定的一号吊装施工点，同步开展外景拍摄工作。

作为我院组织文化建设的重要内容，我们设计并试制了院野外工作服。此次携带了速干款、劳保服款、冲锋衣款，以及绣有院徽的遮阳帽、地质背包，准备给在野外复杂环境下作业的一线职工试穿，并征求大家的意见。当日，项目部同志们纷纷换上崭新的工装，整齐鲜亮的着装令人精神焕发，随后他们兴致勃勃地带领我们朝着目的地进发。

一号施工点从山脚到山顶垂直高差约1200米，沿途地貌极为险峻：先经过纵深的峡谷地带，而后需翻越几座最高倾角超过70度的陡峭山岭，全程没有任何道路通行。为最大限度节省时间，项目部人员只能沿着“之”字形路线徒步攀爬，往返一次耗时超过8小时。钻探施工点滴水皆无，全靠从山脚费力抽水维持，曾有一次，为找就近水源，早上几名项目部人员仅揣些干粮便出门上山，本以为是趟正常工作，谁知夜幕深沉人仍未回来，留守项目部的人员心急如焚，在村口来回守望，幸好最终人员平安归来。施工期间，工作人员只能住在山上临时搭建的帐篷里。受复杂地形、特殊地质构造和多变气候条件

制约，钻探施工点的生产生活物资保障面临巨大困难，钻机、施工材料、油料等物资根本无法靠人力搬运上山，必须借助直升机、无人机等现代化设备实施吊运。对此，就连走南闯北、有西藏高海拔地区拍摄经历的第三方拍摄团队的导演、摄影师都连称太不容易了。

我们跟随项目部人员在峡谷中跋涉3小时，刚准备开始向上攀爬，经验丰富的小向和东哥发现峡谷里的河水变得浑浊，水量也在逐渐增大，他们判断这可能是上游雪山融水所致，但是由于我们对当地水文环境不熟悉，也可能是上游地区突然降雨，加上我们所处环境是深切沟谷，如果突发泥石流我们将无处躲避。为确保安全，我们立即决定下撤。后来才知道，此时我们仅走了四分之一的路程，这也让我们真切体会到上山之路的艰难，也更深刻理解湖南地质人“坚守、担当、探索、奉献”的核心价值观。

第四天终于迎来吊表演练。天刚破晓，我们便启程赶往起飞点。据介绍，当地最佳飞行时段为8:00-10:00——此时气温较低，峡谷河水蒸发量较小，上升气流不明显，飞行条件更稳定。

随着AC311A直升机旋翼高速旋转，巨大的下洗气流卷起漫天沙石。即便在数十米外，戴着安全帽和护目镜的我们仍被吹得满面尘土。几名



野外地质队员在陡峭山岭间徒步攀爬



野外地质队员们在高原上跋山涉水

项目部人员按预先反复模拟的操作流程，在轰鸣的噪声和强劲气流中，尝试为吊装物进行挂钩、摘钩操作。项目部使用的是我院物化所研制的“状元”牌模块化钻机，其中最重的203公斤柴油发电机部件在吊装时尤为棘手——直升机吊起该部件时晃动幅度大，稍有不慎就可能导致人员碰伤，挂摘钩过程中的危险性显而易见。此次演练先以一捆木方作为吊运练习，经过几次尝试，大家逐渐适应，最终都成功完成了挂摘操作。

下午，我们继续选择具有典型地形特征的区域开展外景拍摄，同时观测野外工作服在远距离下的视觉效果。在当地多样的环境背景中，新工装的识别度与视觉表现效果均十分理想。

由于行程安排，我们在项目部驻留四天后返程，奔赴下一个项目点。沿途雪山峻岭依然勾勒出壮阔画卷，我们却少了来时的兴奋。因为在此刻，我们更真切地懂得，对地质工作者而言，眼中是瑰丽的风景，脚下却是崎岖的险途。他们常年在复杂环境下工作，每一次野外作业都伴随未知的风险与挑战，需要时时去应对，不断去克服。

随着“湖南地质”业务版图不断向省外、海

外拓展，技术难度、安全风险和环境挑战与日俱增。每一项任务都如同难啃的“硬骨头”，既需要科学严谨的作业方法、细致入微的工作态度，以及精良高效的设备做支撑，更需要以“勇毅探索、奉献报国”的新时代湖南地质精神去克服重重困难。通过此次经历，我们深刻认识到地质工作的艰辛与不凡，有以下思考：

一是持续强化对基层一线的关注力度。切实为基层减负松绑，为一线职工提供更优质的支持与服务，不断增强职工的归属感与获得感。常态化组织一线采风报道，提升对野外地质工作的关注度，充分宣传野外工作中涌现的先进人物团队、创新性成果，推动院党代会确立的“七个一流”奋斗目标在基层一线落地生根、结出硕果。

二是运用系统思维综合施策解决问题。此次高海拔复杂条件下的吊装工作困难重重，源于对陌生环境和未知领域开展工作时，实际情况与设想差异巨大，而方案调整又会衍生新的问题。因此，采取系统评估、分类应对、综合施策的方式，方是解决复杂问题的核心路径。

三是加速推进文化建设成果在一线的落地应用。野外项目部是展现“湖南地质”品牌形象的重要窗口。对比同区域其他国有地勘单位，我院项目部在规范化建设上存在很多提升空间。《湖南地质文化手册》中已针对项目部有简洁实用的标识应用设计，可通过低成本改造提升整体形象。此次实地测试的野外工作服视觉效果突出，一线职工试穿后反响热烈，认为绣有院徽的工装既满足作业需求，又彰显了团队归属感，“终于有了属于湖南地质的专属工装”。建议以野外工作服推广为切入点，同步推进文化手册中相关标准的落地实施，将“湖南地质”品牌形象迅速树立起来。

（作者分别系湖南省地质院办公室一级调研员，湖南省地球物理地球化学调查所高级工程师，湖南省自然资源调查所高级工程师）

（责任编辑：曾丽）

从寒冬腊月到草长莺飞，六个月的时光转瞬即逝，我的双向岗位锻炼即将结束。当离别钟声敲响，回望这段从“手心冒汗”到“眼底有光”的蜕变之路，才真正读懂省地质院谈文胜书记“熔炉淬火、长风破浪”的深意——它熔掉的是坐井观天的狭隘，淬出的是地质人的赤子丹心。此刻，既有破茧振翅的成长喜悦，更怀“欲别频回首”的不舍深情。回想谈书记提出的三个问题，我想已有了自己的答卷。做了什么？做了些微不足道的小事。留下什么？留下了一些基层视角的“泥巴味”。带回了什么？带回了一座八宝库。

破“坐井观天”之障，立“穿云望岳”之志

初到省地质院地质灾害防治室那日，我这个在基层敲了十年危岩的技术员，攥着磨出包浆的地质锤，面对全省防灾的“青铜编钟”，竟寻不着合奏的律吕。十年山野锤炼的肌肉记忆，在省域防灾的宏阔乐章前，第一次听见了本领恐慌的回声。好在有部门的俏姐为我递上了一条“遮羞布”——近年来的政策文件、地灾室发文汇总和历年来的工作总结。我如饥似渴地学习，缩补差距。通过这些文件资料的学习以及几位领导的耐心讲解，我逐渐明晰了省地质院三级防控体系、全省一盘棋等基本概念，更掌握了我省地灾分布及发展规律。六个月的学习实践，从基层防治“末梢神经”到全省防治的“神经中枢”，这份蜕变，绝非简单的视野抬升，更是认知坐标的重构。当个人的地质锤再次敲击省级防控体系这座大钟，我听见了“小岗位”与“大民生”的和鸣——那正是穿云裂石的望岳之志，在天地间激荡的回响。

破“一叶障目”之困，立“万里成图”之观

在地灾室工作期间，我负责的主要工作中有一项是地灾信息的OA报送。在基层工作时，我也很不理解，总觉得这样的报送没有意义，增加负担。可实际参与到全院这项工作中去，才知道这项工作的必要性。省地质院承担了全省120个县区的地灾技术支撑工作，正是这一张大网，兜住了全省的地灾防治安全底线。数据报送看似毫不起眼，甚至无关紧要，但却是点滴的真实反映。只有对这项数据的真实全盘掌握，才有我们全省一盘棋的基础，也才能体现我们省地质院在地灾防治中起到的真正作用，从而为我们强化职能定位提供充分的依据。

机关淬火炼真金 基层归去种春风

——一名基层地灾技术员的锻炼笔记

◎ 蒋操奕



地灾室邓坤江处长“有为才有位”的箴言在此得到验证：省地质院的技术权威性，恰源于对每一条“数据基因”的精准解译。从“一叶障目”到“万里成图”，于我而言是认知与格局的升维：基层报送的每个数据单元，都是全省防灾战略图的等高线，而省地质院该项职能的体现，就建立在用120个县区“数据等高线”精准勾勒出的安全海拔之上。

破“急水过滩”之躁，立“长河筑坝”之智

在参与省财政厅调研报告的过程中，我学习到了很多其他省的优秀经验与做法，然而在转化过程中却遇到了难题。他山之石何以攻玉？每个省有每个省的特殊情况，生搬硬套是万万不行的，一口吃成大胖子也是行不通的。这时，邓处教导我们要“风物长宜放眼量”，要结合湖南省的历史情况，把其他省的政策为什么这样制定掰开了揉碎了弄懂了，再融合进我们的建议中来。在这一思路的引导下，我们在四川、陕西、云南的政策中，找到了适合湖南的“辣椒种子”。通过深入参与这项工作，我认识到地灾防治不是“补丁工程”，而是“为子孙留青山”的百年大计。我们的思维必须从“汛期救火”转向“百年治灾”，今日地灾防治的政策谋划，当如湘江河上的“飞羊堰”——既挡得住百年一遇的暴雨狂澜，又灌得活千里沃野的辣椒秧苗。这般“长河筑坝”之智，方是“子孙留青山”的真谛。

破“孤岛悬灯”之圈，立“四水归流”之局

通过六个月的工作，我深刻认识到省地质院三级防控体系恰似湘资沅澧归洞庭——唯有百川合流，方能安澜三湘。在基层工作中，我们难免不各自为战、画地为牢，总认为管好自己的一亩三分地就可以了，每年的地灾技术支撑都是常规动作的“各扫门前雪”。然而在如今极端气候频发的大背景下，这种孤岛思维显然不适用。以“资兴、南岳、新晃”等地爆发的重大地质灾害情况

来看，地灾防治不再是各个单位的“独奏曲”，而是省地质院调度、市州牵头、县级支撑三级防控的“交响乐”。作为地灾防治工作者，我们必须放下架子与成见，让每盏灯连成星河的气象，并以万川归海之势，将基层的“沅澧支流”融入全院三级防控体系的“洞庭格局”中，合力守护三湘大地岁岁安澜。

破“项目至上”之执，立“人民至上”之诺

在地灾防治工作中，我曾陷入“重市场项目轻公益职能”的困局。基层实践中，地灾技术支撑常被视为“高投入低回报”的苦差事，然若仅以经济效益衡量，也便背离了地灾工作的初心使命。在2025年省地质院地灾防治部署会上，张皓院长强调：“地灾技术支撑是守护全省安全的生命线，必须与市场项目划清本质界限。”全铁军副院长也指出“地灾事业是人民至上的大民生，而不是精打细算的小算盘”。这些无疑在告诉我们，地灾人应有更大的担当。我想起，基层技术支撑发放明白卡时，一位老大娘将卡片供于神龛前。这一朴素的行动，让我们真切感受到“民心是最大的政治”，也令我顿悟：那些看似微不足道的隐患台账、深夜值守的灯火，实则是“民生温度”与“安全底线”的交织，是“国之大者”在基层的具象化。从“项目至上”到“人民至上”的破立之变，本质上是把地质人的价值坐标永远锚定在“老大娘的神龛”与“万家灯火的安宁”之中。

破“农家小院”之隘，立“博采众长”之法

初入地灾室时，我仿佛一名守着自家灶台的乡间厨子，仅凭几道“土法防灾”应对山野危机。得益于平台的机会，让我从“厨房”踏入藏经阁——院士讲堂里“医学地质”的跨界论道，是宗师指点迷津；资兴八面山浅层楠竹促发滑坡的发现，如古籍中暗藏的治灾心法；省地灾所的技术革新，恰似各派秘而不宣的独门绝技。这场博采众长的

修行,彻底打破了我“闭门造菜”的局限。在防灾技术的“武林”里,我见证了多元智慧的碰撞:省地灾所将遥感云图与地灾点时空轨迹叠加复盘,如同峨眉派“金顶云霞剑法”;省矿调所研发的1:1万数据录入小程序,化繁为简如武当太极;全省复盘报告中六大灾害区域规律总结,堪比少林藏经阁中的《易筋经》;省遥感所运用InSAR技术捕捉毫米级地表形变,更像唐门暗器般精准犀利。这些散落江湖的“招式”,经系统性梳理后,成为破解“农家小院”思维困局的密钥。如今归去,背囊里已装满“秘笈”,但更珍贵的,是悟出了:防灾事业没有独门绝技,唯有以“辣椒炒肉”的包容智慧,将院士理论与楠竹规律、云端剑气与山民口述、星象图谱与田地灾簿烩作一炉,方能烹出守护民生安全的“地质湘味”。



破“管中窥豹”之弊,立“见叶知秋”之思

在参与全省地质灾害的分析复盘工作中,我系统学习了复盘思维。复盘思维的本质在于突破“管中窥豹”的局限,即从局部、片面的认知中跳脱,通过系统性回顾与深度分析,实现“见叶知秋”的全局洞察。谈书记要求的“第二只眼看地质”其实也是说的要运用“鹰眼效应”,跳出自我视角,以俯瞰全局的立场分析问题。张皓院长在《给青年人讲点哲学》的分享会上也提到对事物的认识就是毛泽东在《实践论》中强调“实践—认识—再实践”的循环。地灾防治工作中的“管中窥豹”之弊,弊在只追现象、不查本质,只盯数据、不溯根源,只重个体、不重区域;而“见叶知秋”之思,贵在从单一灾点推演区域风险,从单点特征推测区域共性,从多点归纳总结成灾规律。

六个月的双向锻炼,是一场“淬火炼金”的锻造之旅。如今带着这些收获重返基层,那些在数据洪流中摸清的全省脉络,在跨领域交流中学到的创新技术,在深夜研讨中悟透的为民初心,都将化作守护山河的“种子”,扎根基层深耕,笑迎春风生长。

(作者单位:湖南省遥感地质调查监测所)

(责任编辑:曾丽)

破“机关滤镜”之误,立“根系共生”之识

谈书记在双向岗位锻炼启动仪式上曾强调“不要有镀镀金走过场的想法。要经风见雨、要换位思考、要双向奔赴、更要相互成就”。坦诚地说,一开始我确实带着“镀金”心态,甚至对机关工作抱有天然滤镜——不就是发发文、盖盖章、开开会吗?这种成见正如《哪吒》中申公豹所言:“人心中的成见是一座大山”。直至亲身参与省财政厅调研资料收集时,我才惊觉这座“大山”的虚妄。当秦英译将全国近十年政策文件系统归纳交于我手,当邓处扶着老花镜逐字推敲材料至双眼通红,当栋哥忍着伤痛将30页报告淬炼为5页“干货”……那些我曾以为简单的“几页纸”,实则用“标点的精准”平衡基层需求与高质量发展,用“段落的温度”链接民生冷暖与发展速度,用“条款的共鸣”调和顶层设计与基层呼声。这期间倾注的智慧与心血,让我懂得了,唯有以躬身实践为斧,以共情理解为镐,才能移开成见之山,让政策的根系深扎大地、共生硕果。

栖凤湖的守与望：地质人的振兴答卷

◎ 达柯锬

春日的栖凤湖，粉樱纷扬，点染着湖面，仿若一幅晕染的丹青，如梦似幻；黑老虎药材园里，新绿初绽，昂扬在枝头，迎着春光拔节生长，希望无限。我站在村口，望着眼前熟悉的景致，踩着脚下这条曾与乡亲们一同踏过无数次的弯曲小道，近三年的厚重记忆历历在目——那是受省委委派，作为省地质院乡村振兴工作队队员，参与古丈县栖凤湖村乡村振兴工作的日日夜夜。恍惚间，阳勇队长那声“山路再陡，咱们一起蹚”的呼喊，好似穿越山谷，再度在耳畔回响。



栖凤湖村的茶山与湖水相融之景

初到这片土地时，我背着地质包，带着城市的气息与满心的抱负。凤栖之地，茶山似翠浪层叠，酉水如丝带蜿蜒，八景环绕，宛如世外桃源。可我满心疑惑，如此得天独厚之地，为何发展的脚步仍如此沉重？直至踏入渔家木楼，瞧见退捕渔民紧攥着空空的渔网，眼中尽是迷茫与失落；直至暴雨倾盆的深夜，我深一脚浅一脚地在塌方田埂上艰难挪步，手捧起被山洪肆虐冲散的茶苗；直至对着保护区红线图，真切感受到每一步发展都似戴着镣铐的困窘舞蹈，我才明白，这绝美风

光背后，是土地的伤痛，是乡亲们手握希望却在黑暗中彷徨无措的无奈。

既已明了，唯有奋进。我扎根这片土地，如同一颗顽强的种子。

学涂国华队长一头扎进猪圈，刺鼻的腥臊味里，是我们探寻生态养殖的执着。挽起裤腿，不怕脏累，在泥泞与粪便间摸索门道，只为唤醒新的产业生机。为了招商引资、引厂，穿梭在各类商会，在喧嚣与人潮里寻找开启财富大门的钥匙，无数次碰壁，又无数次重新出发。踏遍全村十二个组寨，于青山绿水间解码农文旅融合的奥秘，从清晨露珠未干到夜幕繁星点点，脚步从未停歇。

随阳勇队长奔赴省内外典型集体经济特色村考察学习，在对比中剖析差距，于借鉴里补齐短板。那些日子，行囊装满资料，心中藏着思索，一心只为给栖凤湖寻一条出路。每年多次走访特困户、监测户与脱贫户，看到破旧屋舍中孩子们渴望知识的眼神，我们满心酸涩，于是借助省地质院关工委平台，组织志愿者与孩子们结对助学。记得





有个孩子怯生生地喊我“叔叔”，那一刻，我知道，这份责任已融入血脉。

深夜的村委会，灯光昏黄，茶水反复添续。在省地质院党委、行政“立足湖光山色，绘制渔舟唱晚”的战略指引下和“聚焦三大领域，力促全面振兴”的精准把脉中，我们的规划图冲出“保护区禁限”的荆棘困境，一寸寸开拓出希望之路。黑老虎药材园在贫瘠石缝中倔强扎根，绿意盎然；吉盛服装厂将闲置渔网拆线重编，扬起产业新帆；洞上民宿民居依湖而建，宛如湖畔明珠；那抹浸染“血色湘西”风情的文旅长廊，恰似樱花凋零前也要在空中划出绚丽的抗争，是我们对这片土地深情的告白。

三年，1043个昼夜，时光不语，山水为证。洪峰肆虐时，我们肩扛沙袋筑起的防线，如今已成为守护家园的坚固根基；冰灾突袭时，那根敲开独居老人家门的防滑棍，如今还静静挂在阿婆火塘边；疫情封村时，我们用地质包防雨布裁剪而成的党旗，如今还在村口迎风招展。土地更是铭记者，当黑猪崽撒欢冲出养殖场，当药农手捧黑老虎初果喜极而泣，当民宿推开窗惊起一群白鹭，那一刻，曾经“缺田少地”的悲叹，已化为五大产业带四溢的芬芳。

如今即将离别，心中五味杂陈，不敢奢谈留下丰功伟绩，若真要找寻些许痕迹，或许在罗依

溪九年义务制学校孩子们的校服上。那上面，印刻着地质队员的草帽在栖凤湖化为渡舟的梦想，樱花树下红旗漫卷化作漫山映山红的豪情，而我们带来的知识与关怀，正像点点星光，指引着少年追逐比酉水尽头更远的远方。我们以赤诚为笔，以信念为墨，勾勒出希望的轮廓。这，何尝不是一幅用真心绘就的最美勘探图？



雄关漫道，征程再启。此刻离去并非诀别，而是带着栖凤湖的“地质色”融入省地质院“一体两翼三支撑”发展战略的壮阔浪潮。我们坚信，在“渔舟唱晚”蓝图的指引下，在“三大领域”的重点突破中，栖凤湖必将迎来更加美好的明天。待来年樱雨缤纷，或许村口樱花园中，我们会再度重逢，相视而笑，彼时，这片土地的每一寸等高线，还将诉说一段段滚烫炽热的奋斗年华。

（作者系湖南省地质地理信息所高级工程师）

（责任编辑：曾丽）

地质人的“长征路”

——体悟《地球的红飘带》的生命叩问

◎ 周建军

当我把放大镜从岩石标本移向《地球的红飘带》这本厚重的书时，我好似以地质人的视角，重走了一次“地球的红飘带”——巍巍先生笔下那条用鲜血与信仰织就的长征路，并突然发现：长征，本就是一场惊心动魄的地质大考，而红军，是用生命作答的勘探者。

初读：在文字的褶皱里触摸山河的震颤

翻开第一章“血色湘江”，书中描写“喀斯特峰林像巨兽的獠牙刺向天空”时，我的手猛然一抖——我曾在湘西野外进行地质金刚石重沙采样，那些被雨水冲刷得发白的石灰岩断面，竟与当年红军血染的江岸岩壁重叠。巍巍先生用地质学家般的精准笔触写道：“山再高，高不过红军的脚底板；河再宽，宽不过红军的绑腿布。”这让我想起背着标本箱翻越大湘西的日子：当人与山河以命相搏时，脚下的岩石会记住所有的坚韧与牺牲。

再读：在地质事业的传承中发现精神的矿脉

书中“夹金山积雪埋住战士遗体，春天融雪时露出紧握的党证”的细节，让我想起青藏高原科考队发现的古冰川擦痕——那些嵌入冰碛物的棱角状碎石，与红军嵌入历史的信仰碎片何其相似。当我们用地质锤敲开雪山岩层时，是否也在叩问：究竟是什么样的精神构造，能让血肉之躯比玄武岩更抗风化？

松潘草地看似温柔的草皮下，藏着吞噬生命的沼泽，正如书中所说：“真正的危险，往往戴着平静的面具。”这让我联想到煤矿勘探中遇到的“伪顶板”现象：看似坚固的岩层，一镐下去就可能引发塌方。当年我们找矿时，也曾看似平坦的溶蚀洼地突遇塌陷，是前辈“用绳索串联队伍前进”的智慧救了大家——这与红军“绑腿

相连渡沼泽”的生存智慧，隔着时空产生了共振。

四渡赤水的神来之笔，恰似地壳运动中的“走滑断层”——在绝境中横向突破，化被动为主动。书中描写“红军工兵用竹筏搭浮桥，铁索在激流中绷成地质罗盘的指针”，这不正是我们地质人“在复杂构造带寻找突破点”的写照吗？

合卷：在新时代的勘探图上续写红飘带

去年我参观城调所里新建的“数字地质中心”，看见年轻人用卫星遥感解译长征沿线的地质灾害隐患。当投影屏上闪烁的红色预警区与书中的“血战腊子口”地图重合时，我突然热泪盈眶——八十年前红军用火把照亮雪夜行军路，用生命蹚出了一条走向新生、走向胜利的革命道路，而今，新时代的地质人，从地质锤到卫星遥感，用科技赋能筑牢了守护生命的新防线。

用地质人的眼睛重读《地球的红飘带》，用地质人的视角“重走长征路”，我体悟到长征精神的“岩石力学特性”，它比花岗岩更抗压——承受围追堵截的重负；比片麻岩更柔韧——在绝境中寻找希望裂隙；比钻石更永恒——穿越时空仍在折射光芒。我发现了地质工作的“红色算法”，那就是把罗盘的方位角对准人民需要，把放大镜的焦点对准山河安澜，把地质锤的敲击声谱写成“把论文写在大地上”的誓言。我还解析了退休生活的“构造运动论”——即使从一线岗位“造山带”退入“稳定地块”，我们仍可用经验引发“知识地震”，用故事进行“文化侵蚀”，让长征精神与地质精神在新时代沉积成新的岩层。

合上《地球的红飘带》，窗外的湘江水正流过岳麓山古老的板岩，绵延不绝，生生不息，好似在告诉我们——长征从未结束，它只是从地表径流变成了地下暗河，依然在每个中国人的血脉里奔涌。正如巍巍先生在书中疾呼：“这条红飘带，是要把地球捆起来，送给共产主义的！”

我们的登山靴或许已蒙尘，但心中的地质锤永远铮亮。让我们带着这本书给予的勇气，继续在人生的晚霞里，把每根白发站成雪山，把手杖拄成地质锤，直到把整个生命谱写成地球最壮丽的构造运动！

（作者系湖南省城市地质调查监测所退休职工）

（责任编辑：曾丽）



● 4月10日，湖南省地质院长三角工作站在上海市宝山区隆重揭牌。



● 4月17日，湖南省地质院“青春地质邀你同行”2025年人才引进重点高校宣传推介活动走进北京大学。



● 4月29日，地调所郑鹏飞、地调所文春华被湖南省委、省政府授予“湖南省先进工作者”荣誉称号。



袁继伟/摄

大柴旦盐湖