

破译地球化学密码 探寻未知深地宝藏

——记地球化学勘查领军人王学求

□ 文图 / 刘 烜

作者简介 刘烜，记者，主要从事矿业舆情监测、矿业领域新闻采访写作与编辑工作。



人物简介 王学求，中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所研究员、自然资源部地球化学探测重点实验室主任、联合国教科文组织全球尺度地球化学国际研究中心首席科学家、国际地质科学联合会全球地球化学基准委员会主席。主持国家重点研发项目和地质调查项目等30余项，发现大型金矿16处、大型稀土矿3处，发表论文近300篇。获国家科技进步奖二等奖1项、省部级科技奖一等奖3项。享受国务院特殊津贴，国土资源部科技领军人才，荣获中共中央、国务院、中央军委颁发的“庆祝中华人民共和国成立70周年”纪念章。

从一块岩石，一粒矿物晶体，一个元素，揭示过去漫长46亿年间地球发生的故事，预测未来地球的变化，探寻其深处蕴藏的丰富矿藏……这是地球化学科学家王学求长期以来一直从事的工作。近40年间，他在勘查地球化学理论和全球地球化学基准研究领域取得了国际领先的成果，为我国金矿、稀土矿等的发现作出重要贡献。同时，由他领导实施的“化学地球”国际大科学计划，在编制出第一张全球地球化学基准图的同时，还揭示了全球尺度

化学元素分布规律，他也因此被誉为“将元素周期表绘制在地球上的科学家”。

以满腔热忱 献身化探事业

择一事以终生，专一行而成峰。或许，地球化学注定要成为王学求一生的羁绊。

1982年，18岁的王学求从辽宁复县（现大连瓦房店市）以优异成绩考入长春地质学院。由于高中时期化学成绩优异，并在省内化学竞赛中取得过

优秀名次，他选择报考勘查地球化学专业。“那时候考大学，我们对地质工作并不了解，但是一看到有地球化学专业，可以和自己喜欢的化学长期打交道，便毫不犹豫地报名了。”谈及求学经历，王学求笑着说。

1986年，王学求大学毕业后学习成绩在全系排名第一。在老师的建议和学校的推荐下，他申请了著名地球化学科学家、中国科学院院士谢学锦教授的研究生。但是，一直到推荐日期临近结束，却迟迟未收到谢院士的回复。正在王学求焦急等待之际，谢院士的一封电报如同一盏明灯点亮了他的求学生涯。这封电报十分简短却铿锵有力——“学求同志，欢迎你献身中国化探事业！”从此，王学求正式步入应用地球化学研究领域。

在谢院士的指导下，王学求的眼界和思路更加开阔。同时，谢院士“迅速掌握全局，逐步缩小靶区”的找矿思想也深深启发和影响了 他。

云南省红河州稀土找矿项目便是一个很好的例证。2008年至2014年，王学求团队在深部探测与实验专项“中国地球化学基准与综合研究”的支持下，利用汇水域沉积物采样，获得全国81个指标（含76个化学元素）地球化学基准值。2016年，团队在前期成果的基础上，实施了“化学地球”大科学计划，并在全国圈定稀土元素地球化学异常区35处，同时新发现稀土超常富集区9处，这其中便包括云南红河州地区。这个过程就是谢院士说的“迅速掌握全局，逐步缩小靶区”。随后，项目团队通过进一步研究发现，该地区轻重稀土比值与华南稀土异常最为接近。因此，他们选择该区域开展1:25万、1:5万和风化剖面地球化学勘查，经钻探验证，最终发现潜在超大型离子吸附型稀土矿。

学一行、干一行、爱一行，根扎得不深何以长出参天大树。在近40年的工作中，王学求先后主持国家重点研发项目等20余项，在金矿勘查地球化学、穿透性地球化学和全球地球化学基准研究领域均取得系统性创新成果，不仅突破了传统理论认识和技术瓶颈，还创立和发展了金矿和稀土矿勘查地球化学理论及探测技术，指导发现大型



＞王学求在云南稀土矿开展野外调查工作

金矿16处，主持发现大型稀土矿1处，为我国勘查地球化学处于世界领先地位作出杰出贡献。

从最初喜爱化学，到成为一名杰出的地球化学科学家，正是因为这份热爱与专注，激励王学求不断探索，勇攀地质高峰。

以地质报国 深耕勘查地球化学

“谨以此书献给所有从事科研与勘查，历经千辛万苦找金的人。”

在王学求办公桌上，有一本由他和谢院士共同撰写的专著《金的勘查地球化学 理论与方法·战略与战术》。这本书为现代金矿勘查地球化学提供了翔实可靠的基础资料 and 更趋完善适用的理论基础，同时也见证了王学求一路走来，在金矿找矿过程中的感悟和重要成果。

有人说，勘查地球化学在我国金矿“批



王学求（右）在西藏野外调查

量发现”中发挥了重要作用。

据原地质矿产部（2000年前）和中国地质调查局（2000—2015年）的统计数据显示，我国通过地球化学填图发现金矿900余处，约占全国黄金资源量的40%。而其中由谢学锦和王学求团队发展的金矿地球化学理论与技术，则为探明金矿资源储量作出了巨大贡献。也正因此，有媒体赞誉，在我国已探明的黄金资源储量中，有近一半都是谢学锦和王学求科研团队发展的地球化学填图技术“发现”的。

据了解，20世纪80年代之前，受金的化学惰性和密度大、难以从原生金矿风化进入地表等传统理论束缚，“发现金地球化学异常”一直是全球性难题，因此世界各国的地质学家均未开展过金矿区域地球化学填图。而此时的中国，正值改革开放初期，亟需大量外汇引进技术和设备，由于当时中国外汇有限，因此黄金成为必不可少的硬通货。针对国家需求和国际学术难题，王学求在谢学锦院士的指导下开始从事金矿勘查地球化学研究。由于金元素在地球上含量稀少，肉眼不可见，分布极不均匀，需要上千倍富集才能形成人类可以利用的矿产资源，因此发现金矿难度极大，需要不断发展现代地

球科学理论和矿产探测技术。为此，王学求通过反复实验，使用光谱量和透射电镜技术，最终发现地球化学样品中大量存在超微细亚微米—纳米金，并经实验证实纳米金具有晶体结构，来自于隐伏内生矿体，据此提出了超微细金概念，被国外同行称作“超微细金勘查概念模型”。这一发现，不仅实现了我国金矿勘查地球化学迁移机理研究从描述性模型到实证性科学质的飞跃，还圆满解释了惰性金长距离和大深度迁移机理，奠定了金矿区域化探和覆盖区金矿勘查理论基础。

随后，由这一重要发现发展演变而来的超微细金地球化学填图技术，被广泛应用于高寒草原区和干旱荒漠区地球化学调查中，并取得一系列重要找矿成果：

在高寒草原区西秦岭，发现刷经寺、平武银厂、大水、大桥、加甘滩5个超大型金矿；

在荒漠区，发现甘肃南金山、小西弓、余石山3个大中型金矿；

……

据统计，依据该技术我国探明大型以上金矿16处，探获黄金资源总价值超过2500亿元，为我国金矿发现作出突出贡献，使我国自2014年开始一跃成为世界第一产金大国。

这些数字的背后，是王学求地质报国的责任与担当，更是他矢志不渝坚守地质事业的初心与理想。

随着工作的不断深入，从20世纪90年代末开始，王学求的科研工作从金矿找矿逐渐向铀、铜、镍、稀土等国家亟需的关键矿产资源延伸。通过长期的野外实践和实验室科研攻关，王学求及其科研团队针对覆盖区找矿难题，提出穿透性地球化学概念和元素大深度迁移理论，开拓了覆盖区地球化学勘查研究领域，创立穿透性地球化学理论，研发纳米地球化学等3种探测技术，为隐伏矿勘查提供了关键技术支撑。

在稀土找矿领域，由王学求带领的科研团队更是

大放异彩。众所周知，稀土永磁材料是高效电机、新能源汽车和风电不可或缺的核心材料，其性能优异，是目前磁性最高的永磁材料，被广泛应用于汽车、风电、智能制造等新兴产业。在新一轮能源革命背景下，新能源汽车和风电领域增长趋势明确，将有效带动稀土需求的增长。我国虽然是世界稀土产量第一大国，但是 80% 以上都是轻稀土镧和铈，市场上对于轻稀土钕和中重稀土依然供不应求。寻找国家亟需的中重稀土矿床是新一轮找矿突破战略行动中亟待解决的科学难题。为此，王学求团队首次在全国开展了 16 个稀土元素的地球化学填图，历经 13 年努力，不仅发现 16 个稀土元素的富集规律，还创造性地提出将“轻重稀土比值小于 3.5”作为中重稀土矿找矿判别标志。更重要的是，他们在云南红河州发现超大规模富含重稀土离子吸附型稀土矿，对于完善我国稀土产业布局、助力西南地区乡村振兴具有重要社会价值和经济价值。

“把论文写在祖国的大地上，把科技成果应用为实现现代化的伟大事业中。”多年来，王学求主编专著 2 部，发表论文 279 篇（总被引 5 476 次，其中以第一作者和通信作者发表的 SCI 论文 81 篇，总被引 1 453 次）。其研究成果还获得国家科技进步奖二等奖 1 项、国土资源科学技术奖一等奖 1 项，其他省部级成果奖一等奖 2 项。同时，他还入选国土资源部科技领军人才。

以化学地球大科学计划 在地球上绘制元素周期表

博观而约取，厚积而薄发。

2008 年，是一个重要的转折点。这一年，国家重点专项《深部探测技术与实验研究》发布，这是我国历史上规模最大的地球深部探测计划，为期四年。王学求承担了该项目的第四项工作任务——《地壳全元素探测技术与试验示范》。其目标是按照全球地球化学基准网格，建立中国出露地壳 76 种元素的基准值，制作化学元素时空分布基准地球化学图。同时，发展穿透性地球化学技术和深部物质识别技术，为深部找矿提供有效手段等。

随着项目的深入推进，王学求及其团队的科研成果逐渐显现——编制《中国地球化学基准图集》，建成全国地球化学基准

网。全球地球化学基准委员会前主席大卫·史密斯认为“中国地球化学基准（CGB）计划成果不仅对科学界具有持久价值，也是对中国人民的贡献”。在此基础上，全球地球化学基准网开始筹建，并由王学求担任全球地球化学基准委员会主席。而由他领导并实施的当时国际地球化学界最大规模的国际合作研究计划——全球地球化学基准计划也随之拉开序幕。该计划汇聚了 69 个国家的 169 位科学家，通过建立约占全球陆地面积 1/3 的全球地球化学基准网，为了解全球地球化学背景、全球资源评价、衡量未来全球化学变化和了解过去地球化学演化提供定量参照标尺。

2016 年，为全面获取地球化学权威观测数据，高效服务全球可持续发展



王学求在青海野外调查

展，联合国教科文组织全球尺度地球化学国际研究中心正式成立，并落户中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所。作为研究中心的首席科学家，王学求肩负起新的责任与使命。研究中心成立之际，基于前期开展的大量工作和取得的成果，王学求发起“化学地球”国际大科学计划倡议，即通过持续记录全球化学元素基准与变化、分布与循环科学数据，将元素周期表绘制在地球上，并建立“化学地球”大数据平台。该计划得到 22 个国家的代表签字响应。2022 年，“化学地球”国际大科学计划被纳入全球发展高层对话会主席声明成果清单。2023 年，联合国教科文组织将“化学地球”国际大科学计划写入第 37C/33 号决议，并由该中心负责实施。

运行 8 年来，研究中心取得了一系列丰硕成果，建立了覆盖全球陆地面积 1/3

的地球化学基准网和中国陆域地球化学观测网，发现滇南超大规模中重稀土矿床。同时，初步建立“化学地球”大数据平台，通过数据共享与服务，实现“地球化学”向“化学地球”（化学属性“数字地球”）的华丽转变，为全球绿色发展和高层决策提供了重要科学依据，也为绿色土地保护利用和地方绿色发展提供了大数据支持。王学求及其团队的工作也受到国际社会的高度重视和认可，“将元素周期表绘制在地球上”的宏伟科学工程正有条不紊地实现着……

如何让地球大科学计划服务于民？王学求充分利用“化学地球”大数据平台成果，使地球化学调查服务地方绿色产业发展成为行业新典范。

2019 年，王学求团队承担实施了河北省重大科技成果转化专项项目“地球化学大数据在绿色产业发展中的应用示范”。项目以“化学地球”大数据平台为基础，开展了河北省永清县和固安县土壤、地下水和农作物地球化学调查，并基本摸清了两县所属乡村主要耕地地球化学数据。

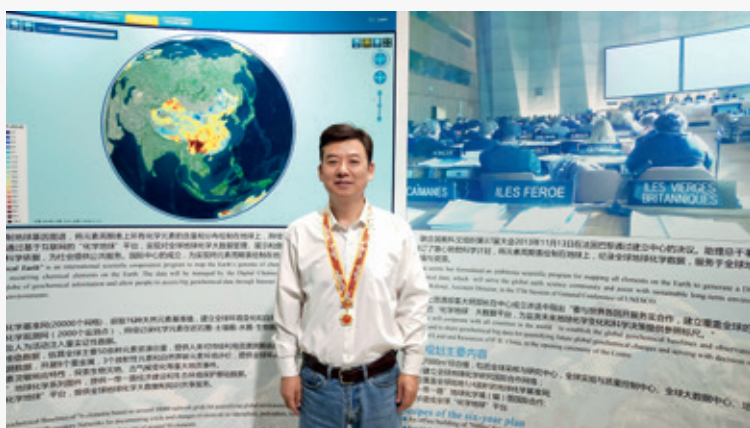
稀有清洁土地资源是乡村振兴和脱贫致富的宝贵财富。王学求深谙这项工作的重要性。为此，团队采取严格保护与高端高效利用的原则，依托大数据平台，进一步开展以农业产业园为单元的地块详查，并编制绿色、有机、功能性农产品和中药材土地利用规划等，为打造首都都市圈高端、绿色、健康休闲产业发展地提供数据支撑。

在永清县，项目组获取了该县全域 386 个自然村和 5 个农业科技园土壤、地下水、农作物地球化学基础数据，初步构建了该县耕地高精度的地球化学特征分区分级体系。同时，项目组还研发了基于“化学地球”大数据平台的绿色土地展示查询系统和移动客户端 App，编制了绿色土地二维码。

这个二维码以土壤环境信息化大数据平台作为支撑，不仅可为生产端农户、农业产业园和终端消费者提供可追溯的产品生长周期的地球化学大数据监测监控数据，还能为自然资源和生态环境等主管部门、农业园区、农户对生态环境的精准科学控制和高效利用提供相应依据。



＞ 王学求在内蒙古开展稀土矿野外调查工作



▶ 王学求被授予“庆祝中华人民共和国成立 70 周年”纪念章

2024 年 6 月，永清县 386 个自然村和 5 个农业科技园的 1 162 个绿色土地拥有了二维码。通过扫描二维码，人们清晰地看到从水土、绿色农产品、绿色食品到销售市场的完整溯源链条，实现了普通大众对科学数据的查询和应用。

为矿业发声 让科研成果服务于民

2008 年，王学求还拥有了一个新的身份。

这一年，他当选第十一届全国人大代表，并开启参政议政、履职尽责的新征程。

从当选第十一届全国人大代表开始，他便坚定地表示：“作为一名人民选出的科技工作者代表，我的职责首先是将科研成果和科学数据服务于决策，服务于人民。”

他是这么说的，也是这么做的。在连续两届担任全国人大代表期间，王学求先后提交《建议加快构建国家资源战略储备体系》《我国境外资源勘查开发面临的困境及建议》《建立自然灾害分级快速响应机制的建议》等一系列参政议政建议，以实际行动践行一名科学家的责任与使命。

王学求认为，国际大科学计划必须具备的两个条件：一是科学前沿，二是社会关注。2023 年 6 月，王学求受邀通过线上直播方式在国内外同步作科普报告，讲述“化学地球”国际大科学计划相关内容，架起科学团体、政府决策与社会公众之间的桥梁。2024 年国庆节期间，他受邀在央视 10 套科教频道《十分科学》栏目开展系列科普讲座。该讲座以“化学地球”

为主题，共 7 集，内容既有前沿的科技创新成果介绍，也有基础的科学知识普及；既有理论的讲述，也有原理的演示，使观众在轻松愉悦的视频中享受了一场科学盛宴。同时，他还热衷于为学生普及地球化学知识。先后多次参加“科学家进校园”活动，为中学生作《元素周期表与地球的故事》科普报告。他时常说：“学生科普意义重大，不论工作多忙，我都不会拒绝。”为全社会推动形成讲科学、爱科学、学科学、用科学的良好氛围发挥了积极作用。

栉风沐雨，寒来暑往。转眼间，王学求与地球化学结缘已近 40 年。这些年，他的足迹遍布荒漠戈壁、高山峻岭、峡谷盆地、广袤草原……一次次披星戴月、风餐露宿，他始终乐在其中。时光早已把他从一位热血青年雕塑成一位经验丰富的长者，但他对地球科学的热爱和执着追求却不曾改变。他说，一代人有一代人的使命，一项事业的发展总需要有一批人的付出与奉献。

正值新一轮找矿突破战略行动如火如荼推进之际，地球化学仍将发挥重要作用。王学求始终奋战在一线，为找矿，也为矿业绿色高质量发展，贡献一名地球化学科学家的智慧与力量！

作者单位 / 中国矿业报社

（本文编辑：张佳楠）