毛景文：绘制『寻宝图』为国找矿

■本报记者 张双虎



2019年，毛景文在江西金山金矿考察。 受访者供图

2000年，豫西栾川钼多金属矿集区周围发现铅锌矿，中国地质科学院矿产资源研究所研究员毛景文受邀前去考察。

毛景文和团队成员赶到时，矿工正热火朝天地开采铅锌矿石。他们花了一周时间勘查地表、山上和井下，先在地下开采通道里发现两组矿脉断裂交汇处形成富矿体，接着在井下发现含辉钼矿的矽卡岩。当时人们普遍认为那些铅锌矿属于“同生海底喷流沉积矿床”，连陪同考察的当地工程师也质疑：“毛老师，海底喷流矿床哪来的矽卡岩呢？”

“我识别矽卡岩是很准确的，这明显是后生成矿，不是海底喷流型矿床。”毛景文说。

从井下回到地面，毛景文又在废弃的矿石堆里发现星星点点的辉钼矿，也让他坚定了自己的判断：这是一个隐伏钼矿。后来，河南地质调查院经过8年系统勘查，探明171万吨钼矿和32万吨钨，两者均达到超大型规模。

毛景文把找矿比作中医的看诊，看得准主要因为“看多见多”，而要看得多只有一个笨办法——到野外去。这位中国工程院院士、矿床地质与矿产勘查学家，是业界“最勤快”的矿床地质学者之一，几乎考察过全球主要成矿带中的典型矿床。今年9月，他荣获国际矿床成因协会“终身荣誉会员”称号。

绘制“寻宝图”，勘查找矿精度高

矿床形成需要特定的地质条件，科学家通过对成矿规律进行研究，分析物质从哪来、怎么运移、怎么形成、怎么富集成矿。

“这就是模型找矿。”近日，毛景文在接受《中国科学报》采访时指着一张“寻宝图”介绍，通过发现不同矿种之间存在的联系，总结共性规律并建立模型图，在模型图中绘制出找矿标志，之后就可以根据找矿标志，在相似地质背景下发现新矿床。

正是基于在豫西栾川矿集区的研究，以及在付店矿集区的进一步验证，毛景文提出斑岩－矽卡岩型钼矿－脉状铅锌银矿模型，通过上部或外围脉状铅锌矿寻找下部或中心部位斑岩－矽卡岩型钼矿。这个模型在2000年到2010年期间，引领我国发现和探明了1000多万吨钼矿。

20世纪90年代，毛景文总结出高分异花岗岩体隆起部位发育有铌钽锂铍矿，岩体内外接触带为锂钨锡矿，再往上是铅锌矿的规律。他系统研究和梳理了国内外重点成矿区带特点，与科研团队编著出版的《中国矿床模型概论》和《国外主要矿床类型、特点及找矿勘查》两本书成为我国找矿勘查的重要参考资料。

几年前，湖南省衡阳盆地发现白鹤锰钴矿，毛景文实地考察时发现矿呈薄脉状，由此推断该矿是后生成因，开发利用价值有限，但属于热液型铜金成矿的前锋，是寻找铜矿或铜金矿的线索。

企业勘探队按照他的建议打了5口钻，其中3口钻打到几米厚的富铜矿体。勘探队非常高兴，又请毛景文去看勘查岩心。毛景文看到岩心呈网脉状蚀变特点，推断再往下打会找到斑岩铜矿体。勘探队继续向下钻探，探明了30米厚的斑岩铜矿体，并把含矿岩枝穿透。毛景文认为这仅仅是一个支脉矿体，按照地球物理异常寻找矿化中心，有可能探明厚大铜金矿体。

2020年底，辽宁省营口市大东沟发现金矿，但矿石品位低。勘探队犹豫要不要继续勘探，随后召开论证会。会上专家们各抒己见，讨论激烈。毛景文支持继续勘探并给出判断：“如果矿化连续，将是一个大矿；如果不连续，就没有开采价值。”

3年后，辽宁矿投集团通过系统勘查，在大东沟探明了千吨级低品位超大型单体金矿床。截至2025年11月，自然资源部公布已探明金储量为1444.49吨。辽宁矿投集团在发布新闻报道中专门提及，“勘查结果验证了毛景文院士的预判”。

多年来，中国东部燕山期（地质学术语）大规模成矿引人注目。过去学术界普遍认定这是板内成矿，但板内大规模成矿的动力来源和爆发机制不明，这成为困扰矿床学界多年的难题。

为此，毛景文持续钻研20余年，先后多次开展实地调研，积累海量数据，经过反复推演论证，最终发现中国东部燕山期并非单一成矿过程，而是存在中晚侏罗世—早白垩世和白垩世中期两期爆发式成矿，分别对应古太平洋板块俯冲挤压阶段和俯冲后撤引发的大规模伸展阶段。两期成矿作用先后叠加，造就了巨量矿产富集，并建立动力学模型，被国外同行称之为“Mao's model”。随后，该模型被写入国际矿床学教科书，对找矿部署和勘查具有重要的指导意义。

看多见多，才能“把”准矿脉

毛景文把找矿比作中医的看诊：“看多见多，什么病很快就能看出来。”要看得多只有一个笨办法——到野外去。

当年，毛景文读硕士时去江西实习，每天下井观察地质现象，然后背着几十斤重的标本从数百米深井走上来，井下含硫的酸水能把衣服腐蚀出破洞，他竟一点都不觉得苦。

读博士时，他在桂北九万大山野外工作，当时负责接待的项目负责人马队长原本不“待见”科研人员，因为在他看来很多科研人员“扛不住”高强度野外作业。马队长带着毛景文翻山越岭，拉剖面、做记录，整整一周的早出晚归让毛景文感到“有点疲惫”。

“第二周开始，我的‘疲劳期’过去了，来精神了。”毛景文回忆说，“那时候我们每天跑得浑身是汗，休息时要把衣服脱下来拧干汗水再穿上，吃馒头喝凉水后，继续工作。遇到河流，蹚水而过，直到傍晚。”

半个月后，马队长的妻子来找毛景文：“小毛，你们这样下去会把我们家老马累死的，他回家饭都不吃，躺到竹椅上睡到凌晨两三点才缓过来。”

“我是第一个经马队长考核认为合格的科研人员。”毛景文笑着说，“那时连续3年，每年在野外工作两三个月，我学到了很多书本上没有的知识，马队长把20多年跑野外的经验和知识一股脑教给了我。”

如今，70岁的毛景文依然在野外奔波。身为“新一轮找矿突破战略行动全国技术组组长”，他近两年走遍辽宁大东沟和五龙金矿、新疆萨尔托海铬铁矿、宇海锆钛矿、北山铍钨萤石矿、冀东和湘中锰矿、福建紫金山铜金矿、大兴安岭锡铅锌矿、吉林铜镍钼金矿、阿尔泰金矿、川西铜矿和稀土矿以及江西铜铅锌、稀土和锂矿等全国多个重要矿山，在矿区开展实地调研，深入野外踏勘考察，仔细察看岩心标本，精准研判矿床资源潜力。

同事劝他：“你这个年纪了，不能这么拼了。”毛景文回道：“我们搞地质的，最重要的实验室在野外，只有通过广泛的野外地质调查才能发现新的科学问题。”

尊重兴趣，因材施教

2018年，毛景文获得国际矿床成因协会颁发的杰出成就奖，成为亚洲首位获此殊荣的科学家。今年9月，毛景文获国际矿床成因协会“终身荣誉会员”称号。

“我们这一代已经走在国际地质学科前沿的边缘，相信下一代会站在国际前沿的核心。”毛景文说，中国地质学科领域发展很快，中国地质大学（北京）和北京大学的青年科学家这两年先后获得国际经济地质学会沃尔德马·林格伦（Waldemar Lindgren）奖，创造了历史纪录。中国在矿床学领域已跻身世界“第一方阵”，但并非“第一方阵”的核心，在学术界话语还不够响亮。

毛景文认为，中国地质科学院矿产资源研究所主要承担基础性、公益性和战略性矿产资源地质调查研究，为我国经济社会发展提供科学技术支撑。一方面，年轻学者不能一门心思“卷”论文，要积极融入国际社会，产出原创性的成果；另一方面，绝大多数科学技术研究务必面向国民经济主战场和国家重大需求，科技创新和产业创新深度融合，引领新质生产力落地。

“认真考察一座矿山，胜过读一本书。”毛景文说，“只有带着问题去读书，才能发现创新点。”

培养学生，毛景文最看重“尊重兴趣，因材施教”。谁喜欢钻研、善于发现科学问题并具有解决科学问题的能力，就鼓励谁走科学家的道路；谁野外技能过硬，会动脑筋，就鼓励谁到一线去施展才能；谁善于组织协调，就支持谁去做管理工作。

毛景文非常看重国际视野。在国外进修时主修法语，为更好地进行国际交流，他下决心自学英语。尽管英语不算流利，但他年轻时每场国际会议都会积极参加，从旁听、记录到参与讨论，再到被同行称作“大教授”，正是在这些交流中，他一步步融进了国际学术圈。

“不要胆怯，不要怕权威，只有与权威在一起学习、‘论剑’，你才会逐渐变成权威。”毛景文说。

毛景文期望年轻人开阔视野，将传统的野外调查与人工智能、空对地找矿技术结合起来，不但能为国找矿，更能堂堂正正站在国际地学前沿的核心。

看“圈” 栏目主持：雨田

中国超算团队获戈登·贝尔奖

日前，在美国芝加哥举行的2026年国际超级计算大会（SC26）上，一支由中国四家科研机构组成的10人团队凭借项目“利用E级超级计算机弥合铁钼辅基计算中的‘量子优势’鸿沟”，获2026年戈登·贝尔奖。

这支团队成员分别是来自中国科学技术大学的教授商红慧、硕士研究生夏卓昭、物理学博士生吴昊、物理化学博士生马欢、教授李震宇及中国科学院院士杨金龙，中国科学院物理研究所博士后研究员肖之煜，国家高性能计算机工程技术研究中心高级工程师陈永青、李斌，以及国家超级计算超算中心主任卢宇彤。

戈登·贝尔奖设立于1987年，是国际上高性能计算应用领域的最高学术奖项，每年评选并表彰运用超级计算解决重大科学与工程问题的杰出成果。中国超算团队自2016年以来已4次获该奖。

范宣梅获普林尼奖章

近日，欧洲地球科学联盟（EGU）公布2027年度奖项与奖章获奖名单。成都理工大学教授范宣梅获普林尼奖章，成为首位获此殊荣的中国学者。

范宣梅长期深耕强震和极端气候诱发灾害链动力学机制与风险预测研究。她发现了强震诱发灾害链演化规律，揭示了极端气候诱发巨型冰岩崩－碎屑流灾害链动力学机制，创新了灾害链动力学理论，研发了全球首个强震诱发地质灾害智能预测模型，准确率超80%，较国际已有模型提高约20%。

普林尼奖章以古罗马博物学家老普林尼命名，已有20余年历史，是EGU自然灾害学部的重要学术奖章。该奖章旨在表彰在自然灾害领域取得原创性科学突破、作出重要跨学科贡献，并推动科研成果应用于灾害风险评估与减轻的杰出科学家，每年最多授予一人。

魏达：“我是一个物理学的游客”，用物理来体会生活

■本报记者 孙滔



魏达 受访者供图

在社交场所，魏达的自我介绍常常让人过耳不忘。他会带着一丝松弛的笑意抛出一句：“我可能是这里极少数读过两次博士的人。”

在讲求师承序列与按部就班的科研圈，这是一个扎眼且冒险的标签。魏达毫不避讳这种“刻意”：“在学术饭桌上聊两句，谁也记不住谁。我希望用这个标签让人一下子记住——这个人不太按常理出牌。”

第一次读博读到第三年，魏达主动退学；重新出发后，他从量子信息转向微藻流体力学，又把研究兴趣延伸至非平衡态物理。在旁人看来，这条路绕得未免有些远，他却更愿意把自己称作“物理学的游客”。

楼道里玩出来的论文

2022年，在中国科学院物理研究所（以下简称物理所）D楼七楼，两个博士生在楼道里玩几块钱买来的电动玩具虫，做博士后的魏达凑过去一瞧便认定“这便是找了三四年的东西”。

在荷兰代尔夫特理工大学读博时，魏达主要研究微藻（莱茵衣藻）的双鞭毛同步机制。衣藻的两根鞭毛在独立拍动时存在显著的频率差，但在同一个细胞内，两根鞭毛通过流体力和基底内部的力学勾连，能够自发实现稳定的同步拍打。

魏达花了七八年时间，终于确认这两根鞭毛“一主一从，像一条腿只会跟着另一条腿迈步子一样”。该成果发表于生物物理学领域期刊*eLife*。之后，他便一直琢磨如何搭建一个宏观模型，去复现并理解这种“有主有从”的自主同步。

物理所博士生夏一鸣和胡梓贤手里的几只玩具虫子，是网上几块钱就能买到的逗猫玩具，可以靠偏心马达的微弱震动在地面直线前进。神奇的是，当几个玩具首尾相连后，整串构件竟然自发地像生物鞭毛一样规律摆动起来。每个单元只知道往前冲，但在几何连接件的相互制约下，稳定的周期性摆动自发“涌现”了出来。

魏达带着两位同学顺藤摸瓜，很快发现了关键规律：要产生最基本的稳定周期性摆动，至少需要3个单元、合适的连接件限制角；连到5至7个单元时运动形态最优美；如果连到十几二十个，后面的单元反而成了累赘的拖尾。

这与真实生物的演化逻辑很契合：如果通过基因变异让衣藻的鞭毛变长一两倍，它游动时反而像“穿着长袖子游蛙泳”，再也无法提供最优推进力。

“就这么简单的规则，能让几块钱的玩具成为极其复杂的体系。”魏达带着两个学生先闷头干了一两个月。做出的系统可以用来复现衣藻同步的关键数据后，他们把各自的导师请进会议室做汇报，用扎实的数据说服了所有人。

2024年7月25日，论文发表在《物理评论快报》（*PRL*）。当天，魏达在朋友圈写道：“那天在楼道里抓到一鸣和梓贤在玩玩具，慢慢做成一篇文章，今天终于见刊。这个项目做得非常开心。”

“我不太想跟团游”

从边缘角落里打捞灵感，是魏达最喜欢的科研状态。

2007年，17岁的魏达考入中国科学技术大学（以下简称中国科大）物理学专业。大三时，他进入实验室研究石墨烯量子点和半导体量子芯片。留校读研期间，他作为主要作者发表了多篇高质量论文。

然而，随着科研的深入，前沿的大科学工程将量子计算层层分工、切割得极为精密。“它美不美？美。但它是作为一个整体那么美。”博士研究生读到第三年，身处庞大精细科研体系里的魏达，感受到的却是一种深层的恐慌。

他打过一个比方：“我的导师们看过很远的风景，也知道各处动人的细节。他们既是我的导师，也是我的导游。跟团游的节奏太快、目标太清晰，而我却往往无意间被石阶上的苔藓或树影吸引。说不清是跟不上还是不适合，我不太想跟团游。”

在一片错愕与不解中，魏达中断了学业。

离开中国科大后，他去一家企业做过实验室行政助理，又在上海一家咨询公司实习了数月。然而脱离科研越久，他越清晰地听见内心的声音：自己骨子里依然渴望探索自然。他想重新申请攻读博士。

至暗时刻

再次出发，魏达将目标锁定在荷兰代尔夫特理工大学一个研究微藻流体力学的课题组。

大二那年，为了完成电磁学课程小论文，他在图书馆偶然读到一篇关于中国沿海赤潮暴发的文献。当时他异想天开：能不能利用磁场把水中的铁元素引走，从而改变藻类暴发的区域？

“微藻”这个生物学名词，如同一颗种子悄悄落进了他的心底。

尽管没有任何生物学背景，但魏达深厚的数理功底与天马行空的交叉想象力打动了荷兰导师。在申请信里，他写道：“希望用物理学最基础的同步原则，去理解人与社会的相互作用机制。”

重返学术界，他聚焦于微藻那一两根鞭毛产生的微弱流场。为了看清信噪比极低的信号，魏达把过去做石墨烯量子输运时学到的滤波、降噪算法信手拈来。“那对我来说挺自然的。”

随着测量精度的提高，一些曾被噪声掩盖的物理现象浮出水面。他们发现，此前一直被用来描述鞭毛流场的经典斯托克斯方程在描述拍动时失效了，并据此给出了修正方案。相关工作先后发表于*PRL*和《流体力学杂志》（*JFM*）。

这趟跨学科之旅远不是一帆风顺的。实验室搬迁、重新搭建光路、排查设备噪声、导师催进度、跨学科发表屡屡受挫，让他与两位导师的关系一度剑拔弩张。

2018年，28岁的魏达遭遇了科研生涯最难突破的瓶颈，实验在数月内毫无起色。

一个周五下午，又是一场令人窒息的进展会——两个小时里，双方的言语就像紧贴着飞过又岔开的平行线，彼此的意思到最后的关头总是落不到一处。会后，魏达背起包赶往怀孕妻子在瑞士的住处。一进门，他一头趴在床上，整整两个小时一句话都说不出来。

魏达坦言，“那年我第一次切身体会到，科研里有些难题，并不是单凭努力就能很快找到答案。尤其是看着当年的大学同班同学甚至都评上了教授，而自己连博士毕业都遥遥无期。”

幸运的是，妻子常拉着他去瑞士的山里徒步。走在山间，看着河水、积云和路边的残雪，他混乱的思绪渐渐平静下来。

难关是一步一步熬过去的，其间大学同学也给了他不少支持。2019年，文章被接收、女儿出生、博士合同到期。魏达索性搬到瑞士，一边当全职奶爸，一边写毕业论文，最终在2020年底顺利通过答辩。当年对他极其严苛的荷兰导师，此后关系反而亲密起来。后来听同事转述，那位导师在私下提起魏达时，言语间满是掩饰不住的骄傲。

“随地大小科”

在朋友和同事眼里，“随地大小科”是魏达最鲜明的个人特质。无论走到哪里、看到什么，他的第一反应都是它的物理机制。

在瑞士全职带娃期间，他一本正经地记录并统计了女儿半个月里白天睡眠的数据，发现一个睡眠周期正好是46分钟，绘制出的数据图上赫然立着四个整齐漂亮的波峰；出门散步时，注意到树叶背面排列极其均匀的微孔结构，他兴冲冲地就地研究其统计性质：“散步散出来叶图发育机制，深挖下去越挖越有味道。这也不花什么钱，随地大小科嘛。”

就在今年9月，作为物理所副研究员，魏达又在美国《国家科学院院刊》（*PNAS*）刊发最新的进展：一项关于细菌在拥挤中自发逃离边界的物理机制研究。该研究正是这种视角下的产物。

经典流体力学理论认为，依靠鞭毛游动的微生物在固体平板附近游动时，会受到流体动力学的吸引而逐渐贴近边界聚集。但魏达和合作者发现，这种吸引并非不可逆转。当细菌越聚越密、个体间的碰撞愈发剧烈频繁时，一部分细菌便会挣脱束缚，重新逃回体相中；但离开拥挤的边界后，它们又会慢慢向平板靠拢，形成动态的循环。

魏达用现实生活打趣这一机制：“这就像大城市里，资源丰富，吸引着年轻人涌入；但当人群过于拥挤、竞争加剧，总有人想要逃离。”

他还特意把这个发现画进了论文的主题插图：平板附近，密集涌动的细菌聚成一团猩红色的云尘；背景远处，隐隐浮现北京城市天际线的轮廓。他将这幅插图命名为《红尘难去》。

生活中的魏达，也习惯躲开拥挤：他坚决不在海淀区租住，每天宁可跨区往返接送孩子上学。

谁会想到，魏达全家都是文科生，唯独他一头扎进了物理领域。

大三学固体物理学到自由电子气模型时，尽管当时完全没搞懂繁复的数学推导，但在春节后一个雾霾弥漫的早晨，他突然觉得那些微观电子“特别孤独”：“周围那么致密，却在物理法则下仿佛丝毫感受不到对方的存在。那一瞬间我愈发确定，物理学是一门极具诗意的科学。”

他很喜欢文学。“为什么李白能‘绣口一吐就是半个盛唐’？核心在于李白眼里是前人从未见过的壮丽风景。我想人类知识库里最新的风景，就在科学的前沿。”

“我是一个物理学的游客。”魏达说，“物理是用来体会和理解生活的，我只是想更好地欣赏风景而已。”

如今，魏达在物理所拥有了自己的实验室，他的目光正投向更为辽阔的深空——中国空间站的微藻自养生命保障系统。在漫长的星际航行中，微藻将是极其理想的固碳与养分来源。

魏达说：“我关心的内核其实从未变过，我喜欢看最渺小的生命如何在基本物理的制约下，拥有可以和宇宙对话的力气和秩序。”

2025年，过年后正式入职物理所那天，他没有豪言壮语，只是在朋友圈写下一段平和的文字：“虽然一路磕磕绊绊的，但总算也能开始下一个章节了。今天天气不错，所里安安静静的。太阳快落了，远远听到小朋友的打闹声。这是个好日子。”



魏达为论文设计的主题图《红尘难去》。

社址：北京市海淀区中关村南一条乙3号 邮政编码：100190 新闻热线：010－62580621 广告热线：010－62580726 发行热线：010－62580707 广告经营许可证：京海工商广登字20170236号 零售价：1.00元 年价：218元 工人日报社印刷厂印刷 印厂地址：北京市东城区安德路甲61号