

新发现的火山玻璃珠： 揭示月球持久地质活力

□ 李秋立

“驱马新跨白玉鞍，战罢沙场月色寒”，“青女素娥俱耐冷，月中霜里斗婵娟”。古代诗人早已用细腻笔触描绘出月亮清冷之感，这般意境，恰似那自身不再产生热量的星球。月球诞生于约45亿年前的大撞击事件，由被甩出的碎片聚集而成，质量仅相当于地球的1.2%。直观想象，这股体积较小的星球热量散失会较快。若把岩浆比作星球的血液，那月球的“血液”可能迅速凝固，使其丧失地质生命力。要了解月球的地质演化寿命，就需要研究月球采回样品及月球陨石，去寻找最年轻的月球岩浆活动产物。

从20世纪60年代起，美国阿波罗（Apollo）计划和苏联月球号（Luna）带回的9次月球样品，以及收集到的所有月球陨石，其岩石年龄都在30亿年以上。因此，在我国嫦娥工程返回样品之前，学界曾认为月球的地质生命约30亿年前就已结束。2020年12月17日，我国嫦娥五号返回器将采集的月球样品带回地球，首次实现我国地外天体采样返回，也是人类时隔44年再次将月球样品带回地球。经精确定年，嫦娥五号带回的玄武岩样品被证明为20.3±0.04亿年前喷发，表明月球在20亿年前仍有大规模岩浆活动。这一发现把月球的地质生命延长了约10亿年，打破了传统认知。而嫦娥六号从月背首次返回样品，揭示了28亿年前的火山活动，同样比阿波罗时代样品更年轻。这不禁让人思考，20亿年前是否就是月球地质生命的终点？当月球仅存的“血液”无法支持大规模的火山活动时，它是否还存在小规模火山喷发？

月球火山活动的产物除了较大规模岩浆活动形成的岩石，也有较小规模火山喷泉带来的火山碎屑。火山喷泉的形成过程是富集挥发分的岩浆在上升过程中因压力降低而发生去气作用，在月表以下几百米处达到饱和蒸气压，此时岩浆呈现为一种气溶胶状态，发生熔浆碎片化，并以爆发形式喷出月表后快速冷却，从而形成火山玻璃珠。因此，火山

玻璃珠也是岩浆作用的一种产物，对其进行定年也可以追溯月球岩浆活动历史。此外，由于火山玻璃珠通常仅有几十到几百微米大小，月球上广泛的陨石冲击作用会使其四散分布。这意味着，即使我们并未着陆在火山喷泉附近，在返回的月壤样品中仍可能存在远距离搬运而来的火山玻璃珠。如果能在这些样品中发现更年轻的火山玻璃珠，则就进一步证明月球地质活动仍在持续。

尽管这个想法很好，但困难很大。众所周知，月球表面最显著的特征就是布满了由大小不等的陨石以平均约20千米/秒的速度撞击所形成的撞击坑。如此高能量的冲击会熔融月表岩石或月壤，从而形成普遍存在的冲击玻璃珠。因此，要从大量的冲击玻璃珠中分辨出少量火山玻璃珠是很困难的。在无法确定嫦娥五号月壤中是否存在火山玻璃珠的前提下，找到年轻的火山玻璃珠更是难上加难。

中国科学院地质与地球物理研究所的研究团队在约3克嫦娥五号月壤中挑选出了约3000颗玻璃珠。先前对阿波罗样品中玻璃珠的研究为其提供了丰富的成因判别标准。例如，存在没有完全熔融而残留矿物包裹体的玻璃珠必然是冲击成因的，这样的玻璃珠占到了总数的75%以上。剩余的大约800颗玻璃珠显示出均匀结构，进一步通过电子探针进行了成分分析。结合阿波罗任务带回的火山玻璃成分范围，研究人员遴选出13颗化学组成符合前人基于主量元素制定的火山成因判别标准的候选颗粒。在微量元素上，尤其是镍（Ni）元素，由岩浆演化而成的组分通常表现出Ni含量与MgO含量之间的正相关趋势；而由于月壤中存在高镍含量的陨石残留碎片，冲击玻璃珠通常具有高镍含量特点。通过对这13颗玻璃珠的微量元素分析，进一步筛选出6颗符合火山成因微量元素判别标准的“火山玻璃珠”。然而，必要判别标准只是识别火山玻璃珠的必要条件而非充分条件，要确认一颗玻璃珠确实为火山成因，还需要更多的证据支持。

元素的同位素特征带有样品的“指纹”信息，能够记录源区信息和改造过程。硫（S）元素有4个稳定的同位素（³²S、³³S、³⁴S、³⁶S），其中³²S占到约95%，³⁴S约占4.2%。硫元素具有强挥发性，火山玻璃和月壤样品的硫含量仅约玄武岩中的一半，说明它们在形成过程中均发生了硫的丢失。在丢失过程中不同质量的同位素丢失快慢不同，造成³⁴S/³²S比值的变化，称为同位素的分馏。国际上以美国亚利桑那铁陨石中陨硫铁（FeS）的³⁴S/³²S同位素比值为标准，其他样品相对这个值的千分偏差用来表示其硫同位素值（δ³⁴S）。阿波罗样品中的火山玻璃的硫同位素呈现偏负的特征，即火山玻璃在硫的丢失过程中³⁴S丢失得更多，且与硫含量呈现正相关关系，即S含量越低δ³⁴S越负。相比之下，月球火成岩及陨硫铁的δ³⁴S均接近0‰，以此为原材料被撞击形成的月球风化壳具有显著偏正的同位素元素，说明这些岩石在经历撞击风化过程中³²S丢失得更多。可以想象，冲击玻璃珠以具有重硫同位素的风化壳为原材料，熔融过程中再次较多地丢失³²S，则其硫同位素应该向更重硫同位素方向发生分馏。嫦娥五号样品中经主量成分确认为冲击玻璃珠的S同位素，分析结果验证了这一假设，发现其S同位素较重且与S含量呈负相关趋势，符合理论预测。因此，S同位素特征可以作为区分玻璃珠成因的关键证据。对筛选出的6颗潜在火山玻璃珠进行S同位素分析，发现只有3颗其δ³⁴S是负值，在-12.3‰到-9.5‰之间。结合结构一成分—主量—微量—同位素多方面判据，可以判断这3颗为火山玻璃珠。

通过离子探针针对这3颗火山玻璃珠进行了U-Pb同位素体系的定年，得到了123 ± 15 Ma（百万年前）的年龄。这一年轻年龄可能会引发疑问，是否可能是由于后期撞击作用导致的改造？这可以从三个方面来排除这种可能性。一是这3颗玻璃珠相对完整，仅有一颗发生了脆性断裂，没有被显著冲击改造的痕

迹；二是铷（Rb）的挥发性与铅（Pb）类似，这3颗玻璃珠的Rb含量显著高于其他冲击玻璃珠，显示没有发生Rb的显著丢失，因此Pb也没有受到显著影响；三是这些玻璃珠具有显著偏负的硫同位素特征。如果经历了撞击导致的物质丢失，硫同位素会向更重的方向分馏，而观察到的结果并不支持这一点。因此可以判断这个年龄就是3颗火山玻璃珠的形成时间，代表了月球上存在这一期的火山作用。

这一年轻火山作用的确认，将月球的火山活动时间又在嫦娥五号玄武岩年龄的基础上延长了近19亿年，远远超出了以往的经验推断，这对以往的月球热演化模式提出了更大的挑战。到底是什么机制导致小小的月球会有如此长的火山活动历史呢？这个问题必然会引起诸多猜想，也会成为相当长时间里争论的焦点。这3颗火山玻璃珠的化学组成可以为我们提供一定的源区特征信息，它们显著富集钠、钾、磷以及稀土等不相容元素，表明其源区存在较高比例的KREEP（钾+稀土+磷）组分，可以通过其较多的放射性元素衰变生热，导致月幔局部热异常，引发物质的部分熔融产生岩浆并喷出地表。可见，虽然在月球上没有观测到较大规模晚期岩浆活动，但仍存在局部升温引起的小规模火山喷发。

嫦娥工程返回的月球样品带来了年轻月球火山活动产物，揭示了月球持久地质活力。带着这个年轻月球火山活动的信息，当我们再次抬头仰望这轮明月时，不再只是表面上的冷静，似乎感受到她仍然存在火热的内心。

（作者系中国科学院地质与地球物理研究所研究员）



（上接1版）针对后发展地区融媒体中心建设普遍存在内容单一、网感不强、传播力较弱等问题，需强化用户意识，深入推进内容生产供给侧结构性改革，增强内容供给的精准性、契合度，不断提高宣传质量和水平。

把牢方向导向。推进主流媒体系统性变革，应对的是互联网信息化带来的机遇挑战，解决的是牢牢掌握意识形态工作主导权的重大问题。必须深刻领悟“两个确立”的决定性意义，坚决做到“两个维护”，坚持党管宣传、党管意识形态、党管媒体、党管互联网，把坚持正确政治方向和舆论导向贯穿媒体融合改革全过程，贯穿新闻采集、撰写、编排、发布各环节，坚持不懈做好习近平新时代中国特色社会主义思想的学习宣传，更有针对性地开展经济宣传和热点引导，以主流思想引领多元舆论、以主流价值凝聚社会共识、为奋进新时代提供强大的舆论支持。

优化生产流程。在媒体融合发展的背景下，传统媒体的线性生产流程难以适应互联网时代的需求，必须优化生产流程，整合各种媒介资源、生产要素，系统提升优质内容生产能力。三级贯通的融媒平台构建了统一指挥调度机制，实现了信息内容、技术应用、平台终端、管理手段互联互通。各级主流媒体依托这一平台，革新内容生产创作流程、主动谋划栏目、抢抓热点亮点，高效实行“大策划、广集纳、精编辑”，联动开展重大选题策划、现场采访等协同，在策、采、编、审、发等关键环节形成三级联动，从更广范围推动新闻生产流程再造与体系重构。

培育新质传播力。互联网是我们这个时代最具发展活力的领域，也是我们面临的最大变量。推动主力军全面挺进主战场，必须深度植根青年圈层，打造网言网语新生态，提升内容品质，综合运用图文、H5、短视频、网络直播等多种形态，改善受众体验，提高传播力吸引力感染力。三级贯通的融媒平台既为各级主流媒体拥抱新技术提供支持，也对培育新质传播力提出了要求。各级主流媒体依托三级贯通平台，积极组建人工智能应用团队，研发“AI编辑器”等

生成式人工智能技术，提供跨模态内容生成功能，实现“智能化生产—高质量输出—多维度传播”的一站式升级，赋能各级媒体优化内容生产传播，实现正能量产生大流量。

创新应用场景,改善 主流媒体运营管理局面

全媒体时代，主流媒体如何不断深化运营能力、增强造血功能，是媒体深度融合必须破解的一道难题。一直以来，大多数市县融媒体中心媒体矩阵粉丝数量不多、品牌效应偏弱，导致盈利模式单一、创收能力不强。需要积极探索“新闻+政务服务商务”新路径，聚焦新闻主业，丰富应用场景，全力提升内容创新力、品牌竞争力、市场变现力，构建“事业引领产业、产业反哺事业”的长效发展格局。

提供丰富便捷的“新闻+政务”。媒体与政府部门携手，不仅可以提高政府公共服务的质量和效率，也能增强公众对政策的理解和认同。充分发挥融媒资源优势，建立整体协同、响应迅速的政务新媒体网络，构建权威信息发布和解读回应平台、便捷政民互动和办事服务平台，“一网打尽”当地政务资源，将最实用、最管用的政务服务、政务信息在首页首屏呈现，完善政策查询、政务办理等功能，因地制宜开通“网民留言板”、12345热线等问政渠道，让群众用得上、用得好、离不开，使党的声音传遍千家万户、一贯到底。

提供专业可靠的“新闻+服务”。融媒体中心特别是县级融媒体中心，与各类市场主体和群众有着天然的紧密联系，在开展“新闻+服务”方面具有先天优势。拓展服务领域，向地方党委政府、企事业单位提供舆情监测、信息化技术支撑、教育培训、应急调度等服务，向本地群众提供及时实用的教育、医疗、养老等生产生活资讯和民生服务，不断提高决策咨询、服务群众的能力，进一步增强用户黏性、提升平台影响力，实现从“信息提供者”向“城市服务者”转变。

提供灵活多样的“新闻+商务”。“新闻+商务”是融媒体中心开拓市场、创造价值、升级品牌的重要引擎。用好“中心+公司”模式，以企业化管理、市场化运作方式，有效整合媒体资源、用户资源、内容资源，充分运用用户行为分析、积分商场、直播电商等运营工具，积极承接智慧城市项目、大型活动策划、文化消费场景打造等业务，为地方政府和企业提供信息传播、品牌建设、研学教育、特色产品销售等方面的定制化服务，助力地方经济发展。

改革体制机制,扫除 主流媒体系统变革障碍

推动体制机制创新，是主流媒体顺应新时代传播生态、催生新动能的重要前提和必然选择。三级贯通融媒改革前，市县融媒体中心普遍存在组织架构低效、专业人才短缺、搞“平均化”、吃“大锅饭”等体制机制问题，难以激发干部职工的干事创业热情，严重阻碍媒体融合发展进程。必须以刀刀向内的勇气和决心，从融媒体中心事业单位性质、队伍建设、绩效考核等方面进行彻底改革，为融合发展提供坚实保障和有力支撑。

推动事业单位体制机制改革。因地制宜开展体制机制改革、破除深层障碍是激活融媒发展动力的关键一招。深化事业单位企业化管理，进一步打破身份限制，统筹传统媒体和新媒体、线上与线下、内容与技术等各方面，不断完善适应一体化生产协同的财务管理、薪酬绩效、考核激励、人才评价使用等体制机制，引领采编人员更新理念观念、实现全媒体转型，激发“化学反应”，实现从“相融”到“真融”“深融”。特别是鼓励人口和经济达到一定规模的县（市）先行先试，坚持“老人老办法、新人新办法”，探索事业单位“一类改二类、全额改差额”，提升组织效能，释放发展活力，形成鼓励干事创业、促进创新成长的良好生态。

深化选人用人机制改革。媒体竞争

关键是人才竞争，媒体优势核心是人才优势。对外引强选优，推动融媒人才纳入各级党委政府人才引进工作大盘，对特殊人才实行“一人一策、一事一议”，大力引进网感强的90后、00后互联网“原住民”融媒人才。创新人才引进平台，支持优秀人才特别是青年优秀人才自组团、自创品牌，配套激励政策。对内培育有优，发挥好“领头雁”作用，配强融媒体中心领导班子，尤其是中心主任，把真正熟悉新闻业务、懂经营管理、敢于创新的人才用起来。同时，树立鲜明选人用人导向，在培训教育、职称评定、新闻奖评选等方面，对熟悉新媒体、业绩突出的人才给予倾斜，激励培育更多专业素养高的优秀融媒人才。

重塑绩效考核体系。科学的绩效考评是提升工作质效的强力助推器。坚持用主流价值导向驾驭“算法”，对标中宣部全媒体生产传播评价体系，依托三级贯通平台，精准获取、深度分析各级媒体新闻客户端的日活量、阅读量、转发量等关键指标，逐步构建符合自身实际的融媒评价体系。制定与其适配的绩效考核制度，彻底打破年龄资历、工作年限、职称等传统限制，实施“按岗定薪、量化考核、优劳优酬”分配模式，出台绩效工资改革、考核管理等制度，奖优罚劣、奖勤罚懒，让每个人都敢想敢干、出新出彩，共同推动融媒事业高质量发展。

媒体深度融合既是生存之战，也是图强之策。勇于探索、改革创新、担当实干，在全国率先实现省域媒体深度融合“一张网”，主流媒体系统性变革取得阶段性成效，闯出了一条符合西部后发展地区实际的媒体融合发展路径。未来已来，生成式人工智能已成为媒体转型发展的重要驱动力之一。广西将顺应时代发展需求，以人工智能赋能全媒体传播体系建设，构建融合传播新模式，优化媒体运营管理，拓展传媒业态新版图，全面推进系统性变革，实现高质量发展。

（作者系广西壮族自治区党委常委、宣传部部长）

国际科技组织在当前全球科技格局中占据着重要地位，并日益凸显。习近平总书记强调，要前瞻谋划和深度参与全球科技治理，参加或发起设立国际科技组织。党的二十届三中全会明确指出，鼓励在华设立国际科技组织。这为我国加快推进国际科技组织在华落地发展、加快营造具有全球竞争力的科技创新开放环境指明了方向。国际科技组织不仅是联系全球创新资源的重要纽带，也是深化全球科技创新治理的重要力量，在推动科学技术进步、促进科研合作和跨国技术转移、教育培训和人才交流等方面发挥着重要作用，逐渐成为一种新的国际科技合作重要形态。

在吸引国际科技组织在当地落户发展这一问题上，欧美等发达国家占据明显优势，国际科技组织的规模和制度体系早已形成且日益成熟。《国际组织年鉴（2023—2024版）》显示，全球有8500余个活跃的国际科技组织，其总部大多设立在美国（1006）、英国（608）、德国（588）等发达国家，其他国家和地区相对较少。这得益于其良好的城市基础设施、国际化的城市环境氛围，以及从国家到城市层面的政策指导和服务专业化，体现了欧美发达国家对发起并设立国际科技组织、吸引国际科技组织落户，以及对科技工作者、科技组织参与国际科技组织事务的高度重视。

党的十八大以来，我国科技组织踊跃加入各类国际科技组织。截至2023年底，各级科技组织加入非政府间国际科技组织达927个，同比增加5.9%。与此同时，各部门围绕优势领域积极发起成立各类国际科技组织。截至目前，在我国境内正式设立的国际科技组织达31家，已成为提升国际影响力和引领力、支撑科技强国建设的重要社会力量。在吸引国际科技组织来华落户方面，北京、上海积极推进国际科技组织集聚区建设。截至2023年，在京落户的国际科技组织总部、秘书处或代表机构约74家。此外，各地区也大力吸引科技类境外非政府组织来华落户，截至2024年底，已有44家科技类境外非政府组织（占比5.7%）在我国依法登记设立代表机构。

近年来，尽管我国国际科技组织建设和发展的外部条件有所改善，新建速度正在加快，但我国在国际科技组织相关事务上仍面临一系列挑战，主要体现在以下几方面：一是具有国际影响力的国际科技组织数量不足，尤其是缺少具有世界性、有分量的国际科技组织总部，滞后于国家整体发展和科技进步水平。二是各部门间联动机制不够健全，缺少与国际通行做法相衔接的政策保障体系，导致国际科技组织在注册、备案、审核等环节比较复杂，审批手续仍不够便利，影响了我国引进或发起国际科技组织的效能。三是参与国际科技组织活动的水平和能力有待加强，既精通科技专业知识又熟悉国际科技组织规则和话语体系的复合型人才匮乏，影响我国参与全球科技治理的深度与效果。

因此，我国在“十五五”期间加快推进国际科技组织体系建设尤为必要和紧迫。应积极营造更加国际化的科研环境和更加开放创新的科研氛围，以海纳百川的姿态，稳妥有序地提升国际科技组织的管理和服务水平，有计划有步骤发起成立和引进一批具有影响力的国际科技组织，持续加强国际科技组织人才培养能力，为全球创新治理和科技进步发展贡献中国智慧。

完善促进国际科技组织来华落户发展的制度体系。进一步明晰国际科技组织在华落户的管理归属与权责，构建各部门各单位协调联动的工作机制。加快优化完善国际科技组织代表机构设立、变更、注销及年度活动计划备案等流程，简化代表机构登记和临时活动备案材料。推动北京、上海、广东等地结合地方资源优势，出台有利于国际科技组织落地及发展的人才吸引、基金扶持、办公便利化，以及知识产权保护等地方性支持政策和措施。

拓宽国际科技组织来华落户的渠道。以多种方式新设国际科

加快推进国际科技组织在华落地发展

□ 南方

技组织，在我国优势学科和国际科技合作活跃的领域，主动创造条件发起成立更多国际科技组织。选择在北京、上海及粤港澳大湾区等具有良好国际交往氛围、科研环境和科技人才基础的地区，推动更多国际性学会、协会、标准化组织等落户。对无法在我国设立总部且具备成熟条件的重要国际经济组织，争取其分支机构来华落户。

优化吸引国际科技组织来华、在华落户发展的环境氛围。提高国际科技组织在办公场地租赁、资产购置及工作人员税收减免等方面的优惠待遇的水平。优化工作和居留许可、子女教育、医疗保障等政策，为国际科技组织雇员营造更加便利、舒适的工作及生活环境。持续推进国际科技组织集聚区建设，营造国际化科研环境氛围。为国际科技组织与本地高校、科研院所、企业等搭建更多交流合作的平台。

加强国际科技组织任职及后备人选的培养与推送。加快提升我国专家学者在国际法规、礼仪、民俗、外交等方面的综合能力，按照后备人员、任职人员、秘书处专职工作人员等类型分层培训。及时掌握国际科技组织重要岗位任职动态，推荐更多具有全球胜任力的复合型人才担任国际科技组织重要职务。持续推动各级学会发展优秀外籍会员，吸纳更多知华友华外籍科学家在学会任职或加入办刊团队，提高科技期刊国际化水平，在此基础上带动本土学术组织的国际化发展。

