

近年来地球化学领域中的重大进展

涂光炽

70年代地球化学迈进了它的壮年期，它在下列几个方面取得了有意义的成就：

一、成矿成岩全过程的较深入了解。一个矿、一个岩体的形成往往经历了几百万年、几千万年，甚至几亿年，十多亿年的长期复杂历史。人类只能看到这些过程的总结局，但是在过去是无法了解、探索其全过程的。近年来，通过微量元素和同位素、成矿成岩模拟实验、热力学计算和气液包体等手段，人们才发现许多矿和岩体都具有比过去设想要复杂的历史。概括说来，它们常是多成因的，物质来源多种多样，形成方式丰富多彩。如我国有名的白云鄂博稀土—铁矿，在15亿年前，大量的金属便以沉积方式在一个高碱的封闭盆地中形成了。约近3亿年前，它又受到花岗岩的侵入影响，使它的成分就地改组，并加入了若干新的因素。广西大厂的多金属矿，它的起始要追索到3亿多年前，当时沉积了硫、汞、锑和部分铅锌，两亿多年后，这地方也出现了花岗岩，后者又带来了锡、钨和部分铅锌。不少岩石也是多成因的，像砂卡岩可能有四种成因，安山岩可能有五种成因。当然，对一个具体岩石讲，常是一种成因占主导地位。另外，通过 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 、 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 等比值研究一些花岗岩类的物质来源在近几年来有了可喜的突破。看来，花岗岩类可以分出地壳源，地幔源和混合源三种。我国南方出现的主要是地壳源花岗岩类，和钨、锡、铌、钽、铀矿化有关，而在南方的一些边缘断裂带，如长江中下游，则主要是混合型花岗岩类，与铁、铜矿化有关。

二、太阳系一些星体早期演化历史比以前清楚多了。以月球为例，在它存在的最早6亿年间发生了大量冲击事件，形成许多陨石坑。剧烈冲击大约在39亿年前停止；继之而来的是大规模的玄武岩喷溢，它一直持续到30亿年以前。水星大约有同样的早期发育历史，但基性火山喷溢为期短得多，而在火星则猛烈的火山活动便更长一些，可以延续到10亿年前。金星上也有很多圆形冲击坑，估计也有同样的早期历史。

地球的早期演化很可能和这些行星类似，即在46—39亿年间有大量陨石冲击事件，在这之后有剧烈和大面积的玄武岩喷溢。不同的是，当时地球表面已有大气和流水，由此而引起的风化、剥蚀、搬运作用把古老的岩石破坏无遗，以致于今天在地球表面还没有发现比38亿年更老的岩石，而这些在月球表面则多的是。

通过近年工作，可以证实从星云状态凝聚成行星所需要的时间也比过去估计的要短，一般认为大致落在 10^7 — 10^8 年之间，有些小行星甚至 10^6 — 10^7 年即可完成这一过程。

太阳系演化早期还很可能有系外物质的加入。近年来在一些碳质球粒陨石富含钙铝的白色包体中发现的各种同位素组成的异常可能是系外物质的信息。

三、上地幔不均一性的确立。由于上地幔赋存于高温高压状态，长期以来它一直被认为是处于均一状态。从宏观看，上地幔的地球物理场、岩石类型等是均一或近乎均一的。但近年来大量的地球化学工作说明，从微观看，上地幔远非均一。十年前已有足够分析说明来自上地幔不同部位的玄武岩所含微量元素不同。最近五年，工作更多侧重同位素组成。现已确定，大洋中脊玄武岩和大洋岛屿玄武岩在锶、铅、稀土元素同位素的组成上有显著差异。前者较后者的源地对铷、铀等亏损较大。这就证实了作为这些玄武岩来源的上地幔的不均一性。

四、飞速发展的稀土元素地球化学和稀有气体地球化学。不过在十年前，稀土元素地球化学还几乎是完全空白状态，但近年来它发展十分迅速。这首先表现在钐钕年代学方法的建立上。这种方法比之早已建立的铀铅法、铷锶法、钾氩法等同位素年代学方法更接近于封闭体系，因此，有较多依据代表月岩、陨石或地质体的形成年龄，而不是变质年龄或其它后期热事件年龄。这对确定古老岩石年龄是十分重要的。除年代学外，稀土元素的同位素比值，特别是 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 这一比值，已是近年来讨论岩浆岩物质来源的重要手段。稀土元素钕是地质时代和物质来源的得力的指示剂。近年来的大量工作已证实，大于25亿年的岩石钕呈正异常，少于此值的呈负异常，且随时代变新，负异常愈益明显。

稀有气体是研究月岩、陨石和地幔岩石以及行星早期演化的有力武器。近年来在这方面工作也较多。一些放射成因气体同位素如 ^4He 、 ^{40}Ar 、 ^{129}Xe 、 ^{136}Xe 和初始的捕获气体 ^{39}Ar 等是地幔去气作用和大气圈演化的指示剂。目前，一般认为在地球演化早期曾发生十分强烈的去气作用，之后去气作用便逐渐降下来。

五、异军兴起的有机地球化学。过去，大量的地球化学工作是在无机领域中，但近年来有机地球化学以惊人速度后来居上。这主要是能源事业的需要，在油气价格飞涨，资源紧张的情况下要求迅速寻找和评价新油气田。这样，只注意储油层就不够了，还要注意生油层。一个地区是否存在有利的生油层这是能否找到新油田的关键课题之一。有机地球化学几乎是剖析生油层的唯一重要手段。近年来在西方和我国陆续建立了一批生油地球化学指标。还应当指出的是，近年来建立了石油演化理论，即石油有其发生、演变和消亡的全过程。掌握特定沉积盆地的石油演化全过程，确定石油演化上、下限对评价和勘探油气田是十分必要的。

有机地球化学是研究生命起源的重要手段，生命出现前有机质的演化要依靠有机地球化学。这就是人们为什么对近年来在陨石和古老岩石中发现多种氨基酸和其它有机化合物感到很有意义的原因。

六、地球上最古老的岩石在哪里？经过最近10年的深入工作和反复验证，下列几个地区的岩石具有地球表面最古老的年龄似乎是被一致公认了。一个是西格林兰岛含铁岩系，具近38亿年年龄，与它隔海相望的拉不拉多东海岸具36亿年年龄。与它们距离不远的美国北部明尼苏达河谷片麻岩可以老到36亿年。中南非洲的古老陆核大致也有

35—36亿年历史。

我国最古老地壳在哪里？对这个问题还有争论。一说是冀东迁西地区麻粒岩，具36亿年年龄，但不同学者用多种方法论证它不过是只有25—27亿年。另一说是辽宁鞍山花岗片麻岩，它可能形成于33亿年前。看来，还要作更多，更细致的工作才能有说服力地回答这个问题。

对于我国来说具有重要意义的是近年来震旦同位素年代学的初步建立。震旦地层在我国南北方都十分发育，对它的年代学研究有助于阐明持续了十多亿年的地壳演化历史，也对世界其他地区有重要参考意义。

七、人们在多方探索微量元素与人体健康之间的有机联系。人类健康受环境因素的影响，这已是早已确定无疑的。近年来环境地球化学工作者正在探索环境中的微量元素与人体健康之间的联系。看来，某些地方性的心血管病有可能和粮食、饮水、土壤中某些元素（如硒或钼）的过剩或亏损有关。但生命现象极为复杂，微量元素究竟如何左右生命现象还有待长期摸索和反复验证。

八、地球历史最新篇章的下限向前推移了。地球历史的最新篇章，即所谓第四纪，长期以来被认为是百万年左右。经过近年来一些地区（如东非）古人类化石的发现和多种方法的年代学工作（包括钾氩法、古地磁、裂变径迹、铀系、氨基酸、 ^{14}C 、热发光等），看来，下限要向前推。部分东非第四纪工作者主张推到300万年。我国的一些学者利用黄土和华北平原沉积物的年代数据，主张下限在200万年左右，但也有支持300万年的。还要作一段工作和讨论才能解决这个问题。

九、地球表面突发事件的地球化学依据。地质历史上最富有戏剧性的神秘色彩的事件之一是白垩纪末（相当6500万年以前），巨大陆生恐龙和海洋浮游生物在短期内的突然灭绝。过去，一直未发现当时地球的水圈和大气圈有任何出其不意的改变，以致引起这些生物的消亡。近年来，人们分析出，在白垩-第三系接触地带的粘土层中，铂族元素，特别是其中的铱、和钴镍砷锑等元素为正常浓度的十余倍到数十倍。接触带的氧同位素测定说明海底和水面温度都曾一度突然上升，最高达 10°C 。碳同位素分析也指出海水成分有异常变化。这些地球化学因素的突变使人联想到巨大富镍钴和铂族元素陨石或彗星的冲击；也有人认为是太阳系邻近超新星的爆发，发出的强幅射，使大量生物致死；还有人认为由于彗星含有大量有毒有机分子，致使地表生物大量死亡。据计算，相当100公里直径的陨石约每1400万年冲击地球一次。很可能，白垩纪末的生物灾难与地球化学变异便是这种天外不速之客坠入海洋中引起的。

十、比较行星学与天体化学的迅猛发展。近年来，由于多次登月取样，遥测技术的广泛应用和行星际空间探测的大量新成果，以及吉林陨石、若干碳质球粒陨石和南极洲大量陨石的发现与研究，使比较行星学与天体化学得到迅猛的发展。

目前，已经获得了地球和行星大气的成分与结构，磁场与辐射带的强度和分布，某些行星和卫星表面的矿物与化学成份、物理、环境、地质构造和内部结构的系统资料。对行星际空间的温度、磁场、银河宇宙线和太阳风作了系统的测定。大量的事实证明：行星形成后经历了内部加热、物质调整和去气作用的过程，逐渐形成内部的层圈结构，并

推演各行星的模式成份、热历史和化学演化史。地球是已破碎的多板块行星，而金星则是“一个板块”的行星。与地球相比，火星与月球表面的岩石与浮土更为古老。水星、金星、火星、月球、火卫一、二和木卫三、四的表面都发现有密布的陨石冲击坑，从月岩和陨石中的宇宙成因核素的研究证明，太阳系空间小天体之间相互碰撞，破碎并降落在行星、卫星上形成陨石冲击坑的事件是不断发生的，且在时间分布上有一定的规律。宇宙成因核素的测定还证明近几亿年以来，行星际空间宇宙线的通量、组成和能谱基本上是稳定的。

由于在恒星中爆炸核燃烧的发现，使元素起源理论更趋完善，并能定量地解释元素的宇宙丰度和同位素组成。根据各种宇宙模式和同位素计时理论与技术的成就，获得了比较公认的“宇宙年龄”为160—200亿年，银河系年龄为100—120亿年，太阳系重元素的年龄为62—77亿年，太阳星云的凝聚年龄为46—47亿年，行星的凝固年龄为45.7—46亿年。

近年来，40多种星际有机分子和陨石中60多种有机化合物的发现，为探索空间有机质的来源与存在状态开辟了新的前景。人工模拟太阳星云中有机质的合成实验证明，陨石中的有机质可能是通过催化或放电过程由非生物过程所合成，而不是球外生命物质的遗迹。

上述几个方面只能极梗概地提出近几年来地球化学领域的重大进展。作为80年代国际性地球科学重点研究课题——岩石圈动力学和演化计划特别指出，“地质学家、地球物理学家、地球化学家、大地测量学家的国际合作是十分重要和富有成效的”。相信，随着这一课题在我国的执行，特别是四个现代化建设的需要，地球化学将会以更快的速度发展。

（原载《科学报》一九八一年第412期，转载时作者作了修改）

应重视勘查地球化学 中某些基础理论问题的研究

刘泉清

本会常务理事会明确了关于“侧重基础，侧重提高”的办会方针。同时提出，“要注意相邻学科的新理论、新进展的应用；开拓新的研究领域，发展边缘科学。要为国民经济建设和科学技术现代化服务”的明确方向。这些方针和方向完全符合本学科发展的