

从28届国际地质大会看陨石学进展

李兆麟 庞学斌

(中山大学地质系)

28届国际地质大会陨石专题论文的主要内容是陨石背景知识、南极陨石、陨石矿物学、陨石化学、陨石形成机制和陨石学相关的研究方法。

H. Palme把陨石分为未分离和分离两类。未分离陨石令我们在太阳系星云的作用(如聚集作用)方面大开眼界,而分离陨石则记录了行星的分离过程,如熔融、结晶和行星内质的重力调节等。

南极陨石 美国和日本等国对南极陨石进行了广泛的收集工作。在已有的南极陨石标本中,出人意料地发现了5块月球陨石和2块SNC群陨石。其中3块月球陨石已被配成陨石对,至少有1块怀疑来自月球背面,而SNC陨石的母体初步定为火星。更有意义的是发现了两颗前所未有的独特陨石:Allan Hills 85085和Lewis Cliff 86010。前者是重11.9克的球粒陨石,结构细密,陨硫铁相中缺少Si(与正常E3型球粒陨石迥异),含大量25—27 μ m的小球粒,成分An>90;基质矿物极细,Fo90—99.5和En95.99,属新定的HH3类。后者是无球粒陨石,重6.9克;矿物成分为深绿辉石(60%)+橄榄石(20%)+斜长石(20%),与Angra dos Reis无球粒陨石相类似。可能由熔融共结所成,伴有熔融和重结晶作用。从其结晶过程来看,它们可能是相关的。对其研究可弥补已知端元的空缺,了解未知陨石母体及其成岩过程。

陨石矿物学 通过TEM观察微结构,可以了解和鉴别原生矿物。同时可利用斜长石的反环带和橄榄石的形变等微结构来探讨矿物混入过程的主要温度,以及陨石的冷却速度,但目前对辉石的微结构信息了解甚少,尚需加深认识、扩大解释范围。研究得出,球粒陨石中火成岩成份并非在45亿年至现在这段时间内形成的,证实了它存在于早期太阳系环境。碳质陨石CI和CM曾经历过热蚀变和作为陨硫铁的Fe-Ni-S-O相转变,可作为最原始物质,但由于颗粒极细和不透明,主要成分为层状硅酸盐。对未受变质的不平衡原始陨石(UOCS),TEM研究表明,其结构也受水蚀变影响。至于研究含变质相的小至10nm的陨石中球粒间和球粒边缘的特征,TEM更是唯一途径。陨石矿物成分研究的新课题是用酸对陨石残余物的分析问题,包括含惰气和同位素异常的元素星际金刚石的鉴定。到目前为止,判定是否存在前太阳系颗粒和同位素异常特征,依然困难不少。

陨石化学 碳质球粒陨石中CI含量与太阳系光球丰度相近,可用于评价原始太阳系星云。其中难熔的Ca-Al包体(CAI)含同位素异常,经受多次蒸发和凝聚,年龄最高达 4559 ± 4 Ma,代表一个前太阳系事件的最古老物质。而普通球粒形成时期较晚,I-Xe年龄

约 5 Ma。普通的 H、L、LL、E 球粒陨石，全岩年龄为 4555 ± 4 Ma，球粒陨石中磷酸盐 Sm-Nd 年龄为 4550 ± 45 Ma，与 CAI 年龄相近。表明在 T_0 (4560 Ma) 时发生过挥发分—难熔相的分异作用。另外岩浆陨石 Angra dos Reis 年龄为 4551 ± 2 Ma，基性无球粒陨石平均结晶年龄为 4539 ± 4 Ma，是与月球基性岩相类似的基性岩块，比阿连德陨石的 CAI 年轻 20 Ma。有人提出，陨石应源自星带。星带内带为分离物质，外带为原始碳质。星带原始宽度约为 0.1 天文单位。由于碰撞作用，现已观察到它增宽了。它代表早期发展阶段的行星增生带，与木星的早期生长相似。有人指出：至少有一部分陨石没有经明显地质作用而保存下来，其放射性年龄为 45 亿年。形成于太阳系初始阶段，可用于行星上原始物质的研究。

测试表明，行星样品和无球粒陨石的不相容亲石元素（如 U、La）与球粒陨石相同，且其中两种不相容的亲石元素、亲铁元素比值 (Ni/Co 、 Ir/Au) 亦相同。地幔岩石和无球粒陨石在丰度和初始同位素成分方面均相近。由此可以推测行星中含“球粒陨石”成分。

陨石形成机制 R·H·Hewins 论述了球粒形成与星云块压力梯度所造成的同时凝聚作用有关。由于星云内气体紊流活动，球粒母体应是一种随机混合物，代表分凝过程中的各个温度阶段，在某些情况下也含有源自其它球粒的物质。

大多数球粒经历以下过程：在星云冷却过程中，蒸气化造成强氧化条件，随即在消减环境中结晶出新的镁硅酸盐，从星云迁出并经受后期凝聚作用，形成富 FeO 、 Na_2O 的球粒。后期还明显经受碰撞和碎裂作用，也可能经凝聚交代作用。

HED 陨石（紫苏钙长无球粒陨石、钙长辉长无球粒陨石和古铜无球粒陨石）可以是超基性堆积岩到基性岩，这是研究太阳系早期火成岩活动的最佳样品。Y·Ikeda 以钙长辉长无球粒陨石为例，综述了 3 种平衡的岩浆起源模式：即高度、中等和低度部分熔融模式。

辉橄无球粒陨石虽经明显分异作用，但氧同位素、高惰气含量、 FeO 和 MnO 的负相关表明，它具有与 CV₃ 型碳质球粒陨石的暗色包体相类的混合趋势，含有与碳质球粒陨石有关的原始物质残余，与其母体物质演化有关的过程。按氧同位素把辉橄无球粒陨石分为 3 个亚类，并用南极辉橄无球粒陨石中辉石成分的变化来研究亚类的矿物学含义。

尽管尚无任何陨石与特定的星体有直接联系，但可利用遥感技术得出某些推论。在矿物光谱分析方面已从 0.33—2.5 μm 波段扩大到紫外、红外范围。目前对星体矿物学的研究表明，主要星带的成分呈环带状分布。内带以铁-硅酸盐集合体占主要地位，属 S 型。内带也发现硅酸盐占优势，含有多金属相的集合体，属 E 和 M 类。星带中部含低反射率的集合体，特征与 C₂ 碳质陨石相类似。通过光谱特征分析表明，星体外带与其它部位的光谱特征有明显差异。

月球风化层碎块中的金属含量的测定使我们能了解其地质发展史，评价其外生再造作用及其形成条件。A·Cimbalnikova 等对月海风化层、高地风化层样品进行了研究，得到了较理想的结果。

综上所述，本届大会陨石方面的论文数量不多，但题材全面，主题明确，内容充实，基本上代表了目前陨石学研究的最新发展方向。