

陨石分类学研究概况

王道德

陨石分类学的研究,对了解和探索太阳星云凝聚与分馏作用、吸积形成陨石母体前后的作用过程,不同类型陨石母体在太阳系形成的部位(距日心不同距离)、形成的物理化学条件及形成类地行星的初始物质都具有重要的理论意义和参考价值。近年来,在陨石传统分类的基础上又提出了一些新的分类参数和新的分类:(1)根据不同类型陨石之间化学组成、矿物成分、结构构造、形成的物理化学条件的差异和成因联系及其形成和演化的宇宙化学历史,将陨石划分为两大类,即原始的未分异的陨石,包括高铁和低铁的顽火辉石球粒陨石(EH及EL)、普通球粒陨石(H、L及LL)和碳质球粒陨石(CV、CM、CO及CI);分异的陨石,包括顽火辉石无球粒陨石、橄榄无球粒陨石、奥长古铜无球粒陨石、中铁陨石、橄榄陨铁及13个铁陨石化学群(IAB、IC、IIAB、IIC、IID、IIE、IIF、IIIB、IIICD、IIIE、IIF、IVA及IVB)。(2)根据对42个(10个H、17个L及15个LL)普通球粒陨石25个元素的仪器中子活化分析的结果及岩石学特征,提出对普通球粒陨石Ir/Au(原子比)-Fa%二维分类的参数,H群球粒陨石的Ir/Au比值为3.4—3.8,L群为2.9—3.5,LL群为2.6—2.9。(3)根据平衡普通球粒陨石内铁陨石中钴含量的电子探针分析结果,认为铁陨石的钴含量可作为划分平衡普通球粒陨石的分类参数,H群的钴含量范围为3.3—4.8mg/g;L群为6.7—8.2mg/g;LL群为15—110mg/g。(4)普通球粒陨石中Br的含量及Br/Se(原子比)可作为划分岩石类型及变质程度的标志,对于3和4型的普通球粒陨石,其Br/Se比值小于0.05,5及6型的普通球粒陨石Br/Se的比值大于0.05。(5)根据氧同位素($\delta^{18}\text{O}$ 及 $\delta^{17}\text{O}$)对陨石进行分类,划分为地球型(地球、月球及分异的陨石)、L及LL球粒陨石、H群球粒陨石、C₂、C₃和C₄碳质球粒陨石的无水矿物、C₂碳质球粒陨石的含水矿物及橄榄无球粒陨石。此外,将 $\delta^{18}\text{O}$ 及 $\delta^{17}\text{O}$ 值相近的陨石划归为来自同一类的陨石母体,例如南极陨石中Yamato-7308及Yamato-74013的 $\delta^{18}\text{O}$ 分别为+3.17及+3.07, $\delta^{17}\text{O}$ 分别为+1.3³及+1.27,认为二者属于同一的陨石母体。(6)近年来在一些非平衡球粒陨石及非平衡顽火辉石球粒陨石(如清镇陨石)发现有相当一部分球粒含有未经完全熔融并保存着球粒形成过程的硅酸盐颗粒,这种颗粒,在多数情况下是橄榄石,很少是斜方辉石,在残余橄榄石颗粒的中心或核部含有纯铁(Fe>99%)的尘粒金属,后者是由于橄榄石中铁橄榄石组分还原形成的,通常把含有尘粒金属的残余橄榄石颗粒的陨石划分为3型或高度非平衡的球粒陨石,据此将原划分为EH₄的清镇陨石重新划分为EH₃。(7)关于碳质球粒陨石分类,1956年Wiik根据H₂O及C的含量,将碳质球粒陨石划分类型I、II及III三个群,之后Mason(1963)及Frederiksson根据矿物学和岩石学的相似性对这三个群作了详细说明和论证,1967年Van

Schmus及Wood提出成分和岩石学二维分类,将Wiik的类型I、II、III命名为 C_1 、 C_2 及 C_3 ,从 C_1 到 C_3 变质程度增强,1969年Van Schmus根据岩石学特征的差异又将 C_3 划分为Vigarano, C_3 (V) 及Orhans, C_3 (O) 两个亚群,之后,他与Hayes (1974) 根据 C_3 (V) 及 C_3 (O) 之间难熔亲石元素的差别,进一步作了详细的说明和论证。1974年Wasson将碳质球粒陨石划分为四个化学-岩石群,即CI、CM、CO及CV, CI相当于 C_1 , CM相当于大部分的 C_2 ,并将其中一些 C_2 重新划为CV, CO及CV相当于 C_3 (O) 及 C_3 (V) 亚群,这一分类目前已为大多数研究者采纳和应用。1977年McSween根据岩石学特征的差别,建议将CV划分为还原型和氧化型两个亚群。CI球粒陨石由非常细粒的含水页硅酸盐基质组成,没有球粒和包体,含有大于100mg/g的磁铁矿,在切割面上显示角砾结构并见有碳酸盐和硫酸盐脉。CM球粒陨石由55—85% (体积) 的暗色细粒含水页硅酸盐基质和球粒(直径0.2—0.5mm) 组成,含有较多的晶体集合体和分离的橄榄石晶体以及少量富难熔元素的白色包体,硫化物一般富Ni (镍黄铁矿),有微量的Fe-Ni金属。CO球粒陨石由较小和致密的球粒(直径0.2—0.5mm) 及少量细粒铁镁硅酸盐(主要是橄榄石) 的填隙基质(30—40%, 体积) 组成,含有大量的矿物碎片和很少的富难熔元素的包体,硫化物相(陨硫铁) 基本上不含Ni,有少量的金属(25—125mg/g)。CV球粒陨石为不太均匀的碳质球粒陨石群,由细粒铁镁质(主要是橄榄石) 基质(30—50%, 体积) 及较大的球粒和包体(0.5—2mm) 组成,由于有较多的不透明包体(金属、硫化物和铬铁矿),球粒呈海绵状产出,含有大量富难熔元素的白色包体,其大小一般大于1mm。氧化型的亚群仅含有微量的金属并有较大的磁铁矿,硫化物富Ni;还原型亚群的金属含量大于25mg/g,仅有少量的磁铁矿,硫化物贫Ni。根据27个碳质球粒陨石30个元素的仪器中子活化分析和放射化学中子活化分析的结果,难熔亲石元素丰度(用Mg进行指标化) 减小的顺序为 $CV > CM-CO > CI$,中等挥发性元素丰度减小的顺序为 $CI > CM > CO > CV$,对于更挥发性的元素,其减小的顺序为 $CI > CO > CM > CV$ 。根据难熔元素的丰度,表明存在有三个不同形成部位的碳质球粒陨石簇,即CI、CM-Co及CV。(8) 根据碳质粒陨石中总碳含量及740℃时高温分解或热解产生萘($C_{10}H_8$) 的量,对碳质球粒陨石进行分类,认为这种分类更能反映碳质球粒陨石的热历史。(9) 根据对35个铁陨石化学组成的研究,发现Cu具有Ga和Ge的性质,Cu在固相和液相之间的配分(K_{Cu}) 为1.05,在大多数铁陨石化学群内的含量变化范围较小(约1.6倍),但在铁陨石化学群之间的含量变化范围则较大,因此,Cu可作为一个有效的分类参数或元素。

应当指出,每一种分类标志或参数都不可能把现有的所有陨石都划归入已命名的陨石类型,例如,目前已研究过500多个铁陨石中,仍有14%的铁陨石,其Ga、Ge及其它微量元素丰度与已命名的13个铁陨石化学群不符,即属于未分群的铁陨石。此外,在碳质球粒陨石中也有一些是属于未分群的球粒陨石。因此,陨石分类学的研究还有待于深入和发展,并有可能发现新的分类参数和新的陨石类型。