

十块中国球粒陨石元素丰度特征研究

易惟熙 王道德 欧阳自远

(中国科学院地球化学研究所, 贵阳)

钟红海 蒋礼晋 杨小辉 胡国辉

(广州分析测试中心)

摘 要

利用仪器中子活化分析方法, 对宁强、随州、枣阳、南通、肇东、广南、东台、清镇、武安、导河等陨石进行了多元素分析测定。给出了近 40 种元素含量结果。并对各类球粒陨石微量元素丰度特征、REE 丰度特征以及宁强陨石元素丰度特征进行了讨论。

关键词 球粒陨石, 元素丰度特征

一、引 言

陨石元素丰度研究为恢复太阳星云元素分布格局及揭示形成化学组成不均一的太阳星云分馏过程提供了基础数据。我们采用反应堆仪器热中子活化分析及快中子活化分析等方法, 对新近降落的宁强、随州、枣阳、南通、肇东、广南、东台、清镇、武安等陨石以及“找到”的导河陨石进行了多元素分析测定。

二、结果及讨论

十块陨石元素测定及化学、岩石学分类结果^[1]一并列于表 1。

1. 各类球粒陨石微量元素丰度特征

以 I 型碳质球粒陨石元素丰度 $C_1^{[2]}$ 及各陨石 Si 含量作为标准, 对各陨石元素含量进行双归一化处理, 结果如图 1 所示。图中元素大体按挥发性增大而逐渐增大。对于难挥发性及中等挥发性元素, 宁强陨石和阿仑德陨石基本大于 I 型碳质球粒陨石, 而清镇、枣阳、南通、武安、肇东、随州、导河、广南、东台陨石的元素丰度均略低于或接近于 C_1 。对于易挥发元素, 各类陨石均比 C_1 低, 其中高度易挥发性元素如 Ga、Cs、Zn、Br 在 L、LL、H 群球粒陨石中比在顽火辉石球粒陨石及碳质球粒陨石中丢失更严重。这可能是陨石冲击加热和热变质过程所致。上述结果表明, 各类陨石之间确实存在着明显的化学分馏。这种化学分馏是发生在太阳星云从高温逐渐冷却下来的过程中。星云盘内温度随着离开太阳的距离的增加而降低, 太阳风的驱赶能力和物质的逃逸速度也随离太阳的距离的增加而减

表 1 10 块中国球粒陨石仪器中子活化分析结果 (ppb)

陨石名称	Si (%)	Al (%)	Mg (%)	K (ppm)	Na (%)	Ca (%)	Sc (ppm)	Ti (ppm)	U (ppm)	Sr (ppm)	Cs (ppm)	Ba (ppm)	La (ppm)	Ce (ppm)	Nd (ppm)	Sm (ppm)	Eu (ppm)	Tb (ppm)	Yb (ppm)
清镇	17.25	0.868	11.18	915	0.683	0.815	6.56	480	54.8	49.6	97.8	5.05	251	721	591	175	60.5	44.6	185
枣阳	17.4	1.16	15.73	925	0.681	1.18	8.13	899	63.8	58.4	90.7	2.35	315	891	630	182	65.4	50.1	205
南通	16.87	1.08	15.34	876	0.739	1.19	8.28	905	69.7	60.7	85.6	2.21	309	887	635	174	64.4	47.3	198
武安	16.4	1.34	15.12	1011	0.754	1.18	9.22	1020	56.3	53.6	94.5	2.28	301	882	638	169	66.1	46.2	207
随州	18.52	1.17	15.22	1065	0.790	1.17	12.2	733	71.7	13.3	77.2	4.64	324	992	628	210	82.1	50.4	210
肇东	18.78	1.19	15.26	908	0.805	1.19	8.43	959	77.4	14.8	65.2	3.60	312	897	631	195	90.1	53.2	221
导河	18.46	1.06	14.86	902	0.774	1.34	9.38	950	74.6	19.7	81.4	2.97	318	892	619	205	78.5	49.6	232
广南	18.27	1.04	14.92	893	0.821	1.30	0.38	940	71.8	17.5	71.6	3.24	320	904	623	219	86.2	48.7	215
东台	19.20	1.32	15.58	1410	0.850	1.31	9.48	599	81.6	10.8	67.2	3.47	309	889	614	195	87.1	43.2	236
宁强	15.35	1.45	14.98	340	0.350	1.79	11.2	803	83.9	13.2	87.3	4.34	501	1096	840	308	98.8	75.7	281

陨石名称	Lu	Hf	Th	U	Cr (%)	Mn (%)	Fe (%)	Co (%)	Ni (%)	Ru	Ir	Au (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ga (ppm)	As (ppm)	Se (ppm)	Sb (ppm)	Br (ppm)
清镇	26.7	138	35.2	9.42	0.336	0.194	31.57	938	1.88	905	638	321	215	275	13.4	3.45	25.1	231	1.09
枣阳	34.5	147	39.4	11.8	0.390	0.256	28.60	912	1.96	708	529	317	90.1	91.2	5.62	3.54	30.5	234	0.968
南通	34.2	145	38.5	11.2	0.411	0.250	28.07	926	1.66	335	535	332	91.5	44.2	5.31	3.61	31.9	229	0.977
武安	33.4	142	38.4	11.6	0.394	0.243	26.90	781	1.92	897	518	308	89.3	57.6	5.89	3.21	29.2	228	0.965
随州	37.7	179	36.9	10.4	0.362	0.277	22.70	566	1.56	831	442	168	95.4	53.5	5.41	1.46	17.1	116	0.097
肇东	36.7	183	37.3	10.9	0.400	0.271	23.30	829	1.49	847	423	159	109	95.6	5.35	1.83	8.72	181	1.78
导河	37.1	176	37.8	11.0	0.365	0.263	22.87	715	1.56	842	467	174	93.5	59.6	5.83	1.62	9.41	137	0.251
广南	37.0	189	37.0	10.7	0.414	0.270	22.53	613	1.53	850	445	166	94.7	74.2	5.36	1.58	9.32	87.3	0.232
东台	35.5	180	47.4	12.3	0.403	0.256	13.6	473	1.01	836	317	129	83.0	49.5	5.42	1.31	10.5	67.4	0.161
宁强	48.2	247	65.8	18.1	0.369	0.151	23.83	614	1.38	935	746	154	115	114	6.14	1.88	8.94	90.5	1.58

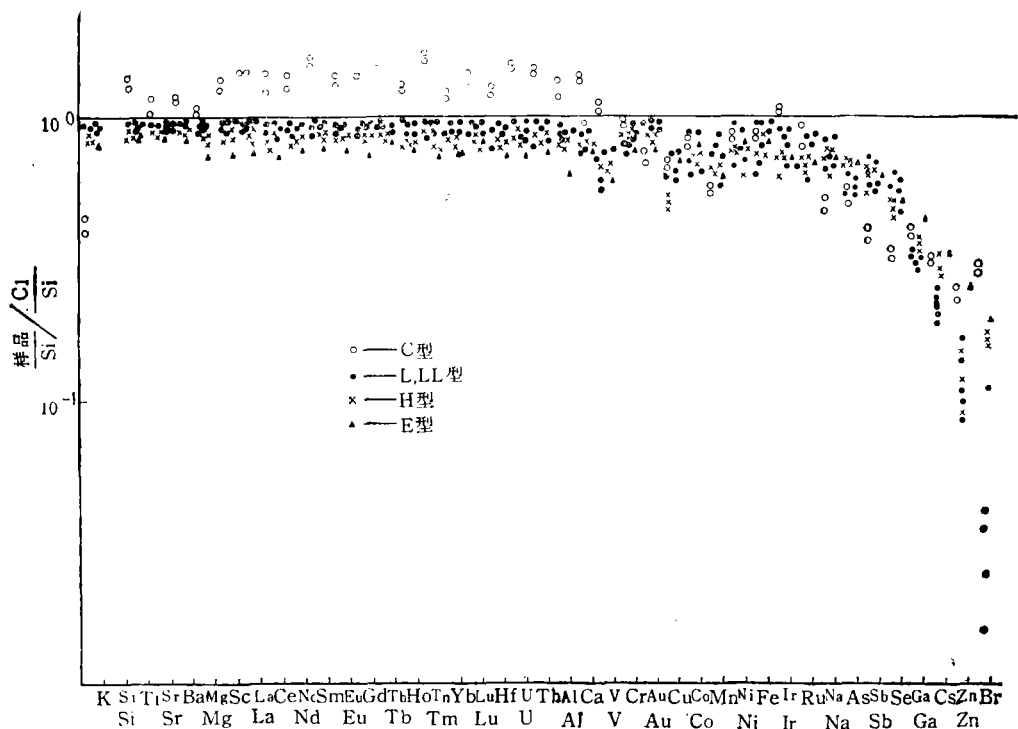


图1 各类球粒陨石元素丰度与 I 型碳质球粒陨石元素丰度之比较

Fig. 1 Elements of chondrites relative to type I carbonaceous chondrite

少,因而在星云盘不同部位形成了化学成份有明显差异的星体。

2. REE 丰度特征

天然存在的 14 个稀土元素具有十分相似的化学性质,属于一组难熔元素。

(1) 各类球粒陨石中 REE 丰度差异

由表 1 可见,各类球粒陨石 REE 绝对丰度按 C → L → H → E 的顺序递减的趋势是大致明显的。H 群球粒陨石 REE 丰度比 L 群球粒陨石约低 15%,与 Nakamura^[3] 应用同位素稀释质谱法研究的结果一致。根据本工作以及以前对安龙、常德、长兴岛、恩施、路南、涪池、信阳、广饶、吉兰太、溧水、西鸟、亳县、如皋、东台等陨石的 INAA 结果,求得各类球粒陨石 REE 平均丰度,如表 2 所示。为了比较起见,表 2 中还列出了 CI_1 、 C_2 的数值。 CI_1 数据取自 Wasson 实验室中子活化分析结果, C_2 数据取自 Noboru Nakamura 利用同位素稀释质谱法对 Murchison 陨石分析的结果^[3]。表中陨石类型后面括号内的数字为参加平均计算的陨石数目。此外,我们还应用 Brion Masson^[4] 所给各类球粒陨石硅含量计算了相应球粒陨石 REE 原子丰度。计算结果一并列入表中。以 I 型碳质球粒陨石为标准,对其它各类球粒陨石进行归一化计算,并作出 REE 配分模式图,如图 2 所示。可以看出,各类球粒陨石的 $(REE/Si)_{\text{样品}}/(REE/Si)_{CI_1}$ 比值之间有着明显的差别。相对

表2 各类球粒陨石 REE 平均丰度 (ppb)

陨石 类型	La		Ce		Nd		Sm		Eu	
	ppb	原子数 10 ⁶ Si	ppb	原子数 10 ⁶ Si	ppb	原子数 10 ⁶ Si	ppb	原子数 10 ⁶ Si	ppb	原子数 10 ⁶ Si
CI(IVUNA)	236	0.4633	616	1.1987	457	0.8641	149	0.2701	56	0.1005
C ₂ (Murchison)	323	0.4985	853	1.3050	646	0.9604	211	0.3008	80.1	0.1130
C ₃ (1, 宁强)	501	0.6535	1096	1.4173	840	1.0555	308	0.3711	98.8	0.1178
L(8)	331	0.3595	1016	1.0888	731	0.7612	206	0.2057	86.2	0.08519
H(11)	302	0.3568	856	1.0033	634	0.7224	180	0.1966	69.9	0.07557
E(1, 清镇)	251	0.2851	721	0.8119	571	0.6467	175	0.1836	60.5	0.0628

陨石 类型	Gd		Tb		Yb		Lu	
	ppb	原子数 10 ⁶ Si	ppb	原子数 10 ⁶ Si	ppb	原子数 10 ⁶ Si	ppb	原子数 10 ⁶ Si
CI(IVUNA)	197	0.3417	35.5	0.0609	159	0.2506	24.5	0.03818
C ₂ (Murchison)	281	0.3832	/	/	228	0.2825	36.1	0.04424
C ₃ (1, 宁强)	399	0.4599	75.7	0.0863	281	0.2943	48.2	0.0499
L(8)	293	0.2797	54.0	0.05092	236	0.2049	36.4	0.03116
H(11)	252	0.2633	47.9	0.04948	201	0.1912	31.5	0.02953
E(1, 清镇)	226	0.2268	44.6	0.04429	185	0.1687	26.7	0.02408

于 I 型碳质球粒陨石, C₃、C₂ 均相对富集 REE, 而 H、L、E 则相对匮乏 REE, 各类球粒陨石稀土元素含量按 C₃ → C₂ → C₁ → L → H → E 次序明显递减。各类球粒陨石稀土元素 (REE/Si) 样品/(REE/Si)_{C₁} 平均比值反映了它们相对于 I 型碳质球粒陨石分馏因子。计算结果表明: 顽火辉石球粒陨石为 0.67, H 群球粒陨石为 0.78, L 群球粒陨石为 0.83, II 型碳质球粒陨石为 1.12, III 型碳质球粒陨石为 1.29, 同样显示着明显的由 C₃ → C₂ → C₁ → L → H → E 的顺序递减的趋势。

整个太阳系是由热的太阳星云凝聚形成。原始太阳星云中心温度可达 ~2000°C, 从而使得所有星云尘粒汽化。星云冷却时, 元素和化合物按其可熔性质顺序凝聚为固态尘粒。星云内部温度和压力差异导致尘粒从气体中分离程度的不均匀, 从而造成太阳星云内部元素的非均匀分布。热力学计算^[9]表明, 当星云冷却到大约 1325°C 时, REE 氧化物与其它难熔氧化物一起凝聚。上述各类球粒陨石 REE 丰度特征反映了星际物质难熔

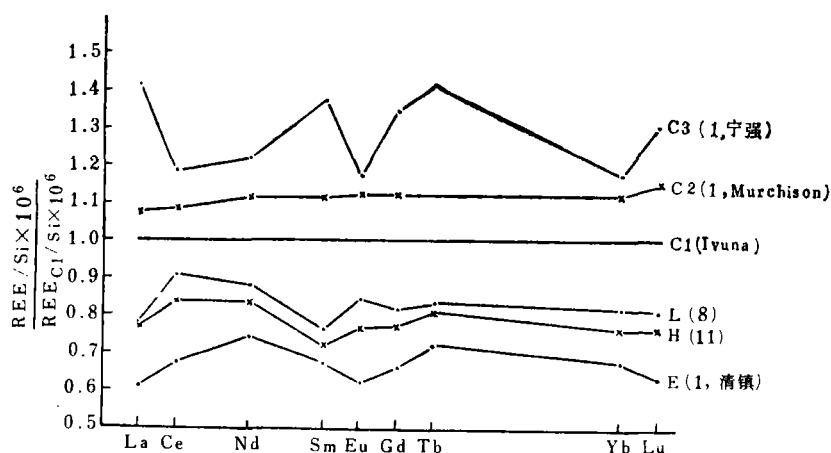


图2 中国球粒陨石 REE 配分模式曲线

Fig. 2 The REE patterns of chondrites normalized to type I carbonaceous chondrite

部分在宇宙空间不同区域经受了不同程度的汽化和蒸发,近太阳区域难熔部分易受蒸发,而远离太阳区域难熔部分则不易受蒸发,细粒的、氧化的和富挥发性元素的碳质球粒陨石在低温和距太阳 $>5\text{AU}$ 的部位形成,还原的顽火辉石球粒陨石在较高温和靠近太阳的部位($\leq 0.7\text{AU}$)形成。普通球粒陨石来自小行星带,其形成部位为 $2-4\text{AU}$ 。

(2) Eu-Sm 相关关系

Noboru Nakamura^[3] 详细讨论了各类球粒陨石单个稀土元素之间的分馏。以Sm作为稀土元素代表进行考察。取 $(\text{Eu}/\text{Sm})/(\text{Eu}/\text{Sm})^*$ 比值作为纵坐标,Sm含量作为横坐标作图。 (Eu/Sm) 为每一个陨石样品的数值; $(\text{Eu}/\text{Sm})^*$ 为Noboru Nakamura所选用的最小分馏的十块球粒陨石的平均数值。作图结果表明H群、L群球粒陨石各具一特征关系线,它们的斜率各异,L群陨石相应的曲线显得更陡一些。顽火辉石球粒陨石又与普通球粒陨石不同,呈现了一条更宽范围内的平滑分馏曲线。将本工作测量结果作图(图3),H群、L群关系线虽也能清楚地分开,但彼此间斜率差别很小,几乎接近平行。清镇陨石是本工作中唯一一块顽火辉石球粒陨石,将其与另外九块顽火辉石球粒陨石一起作Eu-Sm相关关系图,如图4所示。清镇陨石数据点落在平滑关系线上。

本工作所分析的中国球粒陨石(除宁强外)REE配分模式曲线没有显示明显的Eu异常。这一点可从图2、图3以及图4反映出来。Grossman^[6]曾提出原始太阳星云中高温凝聚物是普通球粒陨石和顽火辉石球粒陨石难熔元素稀释的原因。原始太阳星云的高温凝聚物,有如Allende陨石中的富Ca-Al包裹体,可以优先溶解Eu,形成由大量凝聚物组成的固溶液。如果富Ca-Al包裹体里的Eu比其它REE高出30—40%,那么对于普通球粒陨石来说,由于从I型碳质球粒陨石基质中移去富Ca-Al包裹体引起REE稀释,Eu稀释程度应比其它REE高。但如上所述,比较普通球粒陨石和I型碳质球粒陨石,并不能发现异常的Eu稀释作用。当然存在一些明显的例外,如Guareña陨石^[3],这是一块Hb球粒陨石,1892年陨落於西班牙Guareña地区,其总稀土元素含量比一般的

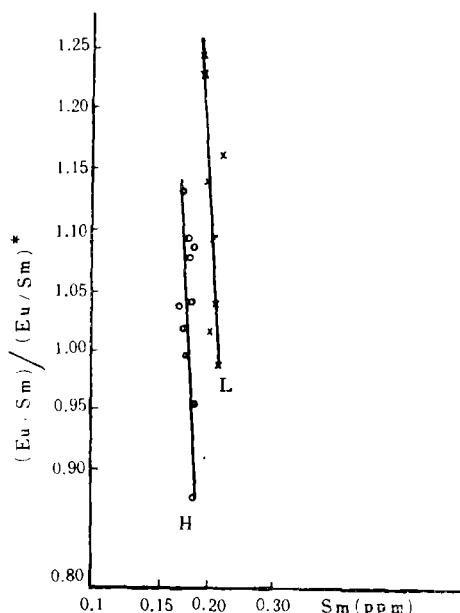
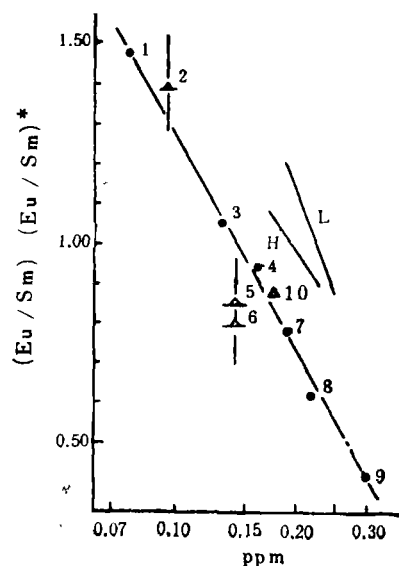


图3 普通球粒陨石 Eu-Sm 相关曲线
Fig.3 The Eu-Sm correlation curves of
H and L group chondrites



1 Jajh deh Kot Lalu (E6), 2 Abec(E4), 3 Indarch (E4), 4 Abec(E4), 5 St. Marks (E5), 6 Indarch (E4), 7 Abec I (E4), 8 Atlanta II(E5, Find), 9 Atlanta I(E5, Find), 10. 清镇(EH₃)

图4 顽火辉石球粒陨石 Eu-Sm 相关曲线
Fig.4 The Eu-Sm Correlation curve for E group chondrites. The solid circles refer to 6 Specimens by Nakamura and Masuda^[3]. The Open triangles to those of data obtained by Schmitt^[3] solid triangle to Qingzhen chondrite by this work

球粒陨石要高出 1.5—2 倍, Eu 明显负异常。Guareña 陨石实质上是一块橄榄石、辉石、斜长石和不透明矿物的他形的粒状集合体。Honda 和 Shima^[7] 以及 Musuda^[8] 早已证实平衡球粒陨石之间 Eu 异常主要是由于斜长石和磷酸盐重新分配的缘故。二价 Eu 能优先地被富 Ca 的斜长石吸收。当然 Eu 异常不仅与氧化状态,同时还与原始星云冷凝过程以及其后的许多过程有关。

顽火辉石球粒陨石和普通球粒陨石在亲岩元素方面本来就存在差别。但普通球粒陨石中, L 群和 H 群之间亲岩元素方面分立变化并未确定。图 3 两群陨石两条特征曲线反映了它们之间的关系并不连续。

3. 宁强陨石元素丰度特征

宁强陨石, 1983 年 6 月 25 日陨落于我国陕西宁强地区。共收集到四块, 质量分别为 0.35、0.38、0.78 和 3.1kg, 总重 4.61kg。Alan E. Rubin^[9] 等人根据宁强陨石岩石学、矿物学特征, 认为它是一块 CV 碳质球粒陨石, 是自 1969 年 Allende 陨石陨落之后, 人们所收集到的第一块 CV 型碳质球粒陨石。他们的 INAA 结果表明, 宁强陨石难熔亲石元素与 CV 平均值相比明显偏低, 约为 0.82CV, 中等挥发性元素 Na 稍为富集, 约为 1.11CV, 而 K 则为 0.95CV, 亲铁元素与 CV 平均数值在 9% 范围内相一致。Se 和 Zn 稍有富集,

表 3 三个实验室宁强

作者	元素 含量	Sc	Al	Ca	La	Sm	Eu	Yb	Lu	V	Mg
		ppm	%	%	ppb	ppb	ppb	ppb	ppb	ppm	%
本工作	含量	11.2	1.45	1.79	501	308	98.8	281	48	83.9	15.0
	$\frac{\text{样品}}{\text{Mg}} / \frac{\text{CV 平均值}}{\text{Mg}}$	0.95	0.80	0.93	1.02	1.03	0.85	0.84	0.99	0.84	1.0
柴之芳等 ^[21]	含量	12.1	1.69	1.73	640	300	160	300	52	80.8	14.70
	$\frac{\text{样品}}{\text{Mg}} / \frac{\text{CV 平均值}}{\text{Mg}}$	1.002	0.953	0.917	1.34	1.028	1.396	0.910	1.095	0.830	1.00
A.E.Rubin et al. ^[20]	含量	9.71	1.04	1.61	397	242	98	275	41	85	15.1
	$\frac{\text{样品}}{\text{Mg}} / \frac{\text{CV 平均值}}{\text{Mg}}$	0.82	0.85	0.83	0.81	0.81	0.83	0.81	0.84	0.85	1.00
CV 平均值 ^[16,17]		11.4	1.75	1.86	472	288	113	325	47	96	14.5

Se 为 1.14CV, Zn 为 1.08CV。柴之芳等人^[20]根据他们的 INAA 结果,认为宁强陨石难熔亲石元素之间已经经历重要分馏,如 La、Eu 为 (1.3—1.4)CV, Sm 为 1.03CV, Yb 为 0.9CV, 亲铁元素 Re 为 1.3CV, Ni 为 0.93CV, Koeberl 等^[11]也对宁强陨石进行了仪器中子活化分析,结果表明, Sc、La、Sm 约为 (0.81—0.85)CV, Yb 为 1.2CV。在亲铁元素方面也表现了大的分馏。Ni、Au 分别为 1.25CV 和 1.53CV, Co、Fe 约 1.0CV, As 约为 0.77 CV。表 3 列出不同实验室的宁强陨石 INAA 结果。为了便于比较起见,表中还列出 CV

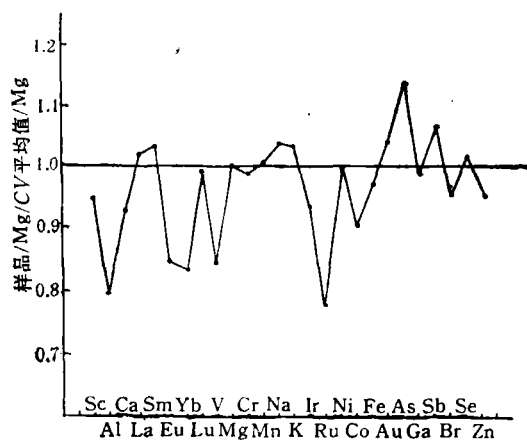


图 5 宁强陨石元素组成与 CV 碳质球粒陨石平均值之比较

Fig. 5 Bulk composition of Ningqiang whole-rock normalized to mean CV chondrites and to Mg

陨石 INAA 结果比较

Cr	Mn	Na	K	Ir	Ru	Ni	Co	Fe	Au	As	Ga	Sb	Br	Se	Zn
%	%	%	ppm	ppb	ppb	%	ppm	%	ppb	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm
0.369	0.151	0.350	340	746	935	1.38	614	23.8	154	1.88	6.14	90.5	1.58	8.94	114
0.99	1.0	1.04	1.03	0.94	0.78	0.99	0.90	0.97	1.04	1.17	0.99	1.07	0.96	1.02	0.95
0.3698	0.146	0.343	310	850	1350	1.27	763	26.5	145	1.64				10.5	123
1.010	0.986	1.037	0.962	1.087	1.148	0.935	1.142	1.103	1.0	1.04				1.218	1.05
0.364	0.159	0.376	315	746	1110	1.36	679	24.5	160	1.70	6.2	78	1.7	10.1	131
0.97	1.05	1.11	0.95	0.93	0.92	0.98	0.99	0.99	1.08	1.05	0.99	0.92	1.02	1.14	1.08
0.361	0.146	0.326	318	771	1160	1.34	659	23.7	143	1.56	6.0	82	1.6	8.5	116

平均值以及各元素的 $\left(\frac{\text{样品}}{\text{Mg}} / \frac{\text{CV 平均值}}{\text{Mg}}\right)$ 比例数值。图 5 是本工作分析结果图示。由图 5 和表 3 可见,本工作所获得的宁强陨石难熔亲石元素 Sc、Al、Ca、Eu、Yb、Lu 等均比 CV 平均值低,与 Rubin.A.E. 的结果相近。各实验室分析结果不尽一致,也许主要是由于样品非均匀所致。

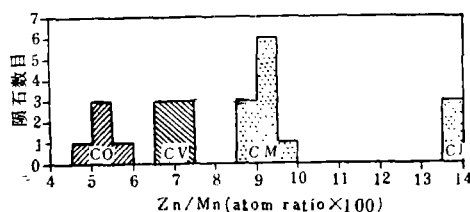


图 6 碳质球粒陨石 Zn/Mn (原子比)柱状图

Fig. 6 Histogram of mean Zn/Mn atomic ratios for individual CI, CM, CO and CV Carbonaceous chondrites

Kallemeyn 和 Wasson^[12] 曾论及到全岩挥发性元素和中等挥发性元素比例如 Zn/Mn (原子比)可作为区别不同类型碳质球粒陨石的标志,如图 6 所示。表 3 中所列三组宁强陨石 Zn、Mn 数据一致表明它属于 CV 碳质球粒陨石。

Rubin. A. E. 根据难熔亲石元素低这一特点将宁强陨石定为一种异常的 CV 陨石 (CV-an), 这种陨石是不多见的,唯一的另一块 CV-an 碳质球粒陨石是 Grosnaja 陨石^[13]。Eugster. O.^[14] 等曾对宁强陨石进行了稀有气体分析,给出其宇宙射线暴露年龄为 $42.2 \pm 4.10\text{Ma}$, 比所有其它 CV 球粒陨石的年龄都高,这一点似乎支持了以上将宁强陨

石定为异常 CV 陨石的观点。Alan E. Rubin 还发现宁强陨石难熔包体极稀少。一般认为 CV 球粒陨石中难熔亲石元素主要载体是难熔包体^[15]。宁强陨石难熔亲石元素含量低正是其难熔包体稀少所致。

三、结 论

1. 相对于 I 型碳质球粒陨石, 各类陨石分馏作用(或贫化作用)均随元素挥发性增大而逐渐增大。

2. 各类球粒陨石稀土元素 (REE/Si) 样品/(REE/Si)CI 平均比值反映了它们相对于 I 型碳质球粒陨石分馏因子。计算结果表明: 顽火辉石球粒陨石 (E) 为 0.67, H 群球粒陨石为 0.78, L 群球粒陨石为 0.83, II 型碳质球粒陨石为 1.12, III 型碳质球粒陨石为 1.29, 显示了明显的按 $C_3 \rightarrow C_2 \rightarrow C_1 \rightarrow L \rightarrow H \rightarrow E$ 顺序递减趋势, 进一步反映了星际物质难熔部分在宇宙空间不同区域经受了不同程度的汽化和蒸发, 近太阳区域难熔部分易受蒸发。

3. 宁强陨石 Zn/Mn 比表明它属于 CV 碳质球粒陨石, 与化学岩石学分类结果一致。但与 CV 平均组成相比, 难熔亲石元素匮乏, 可能属于一种异常碳质球粒陨石 (CV-an)。

参 考 文 献

- [1] 王道德和 Alan E. Rubin 地球化学, 第 4 期, 第 296 页, 1987.
- [2] Ander, E. and M. Ebihara, *Geochim. Cosmochim. Acta*, Vol. 46, p. 2363, 1982.
- [3] Noboru, N., *Geochim. Cosmochim. Acta*, Vol. 38, p. 757, 1974.
- [4] Brian, M., Data of Geochemistry, United States Government Printing Office, 1979.
- [5] Glass, B. P., Introduction to Planetary Geology, Cambridge Univ. Press, p. 421, 1982.
- [6] Grossman, L., *Geochim. Cosmochim. Acta*, Vol. 37, p. 1119, 1973.
- [7] Honda, M. and M. Shima, *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 2, p. 344, 1967.
- [8] Masuda, A. et al., *Geochim. Cosmochim. Acta*, Vol. 37, p. 239, 1973.
- [9] Alan, E. R. et al., *Meteoritics*, Vol. 23, p. 13, 1988.
- [10] 柴之芳, 科学通报, 第 16 期, 第 1240 页, 1985.
- [11] Koeberl, C. et al., *Lunar Planet. Sci.*, Vol. 18, p. 499, 1987.
- [12] Kallemeyn, G. W. et al., *Geochim. Cosmochim. Acta*, Vol. 45, p. 1217, 1981.
- [13] Kallemeyn, G. W. et al., *Geochim. Cosmochim. Acta*, Vol. 46, p. 2217, 1982.
- [14] Eugster, O. et al., *Meteoritics*, Vol. 23, p. 25, 1988.
- [15] Van Schmus, W. et al., *Geochim. Cosmochim. Acta*, Vol. 38, p. 47, 1974.

THE STUDY ON ELEMENTAL ABUNDANCES OF 10 CHONDRITES IN CHINA

Yi Wei-xi Wang Dao-de Ouyang Zi-yuan

(Institute of Geochemistry, Academia Sinica, Guiyang)

Zhong Hong-hai Jiang Li-jin Yang Xiao-hui Hu Guo-hui

(Guangzhou Analytical Center)

Abstract

Precise determination of about 40 elemental abundances in 10 chondrites from China, which are Ningqiang CV3; Wuan H6; Qingzhen EH3; Suizhou L6; Zaoyang H5; Nantong H6; Zhaodong L4; Guangnan L6; Dantai LL6; Nan Yang Pao L6, are carried out by Instrumental Neutron Activation Analysis (INAA). The fractionation of all classes of chondrites relative to CI tends to increase with the elemental volatility. The fractionation factors of REE relative to that of the type 1 carbonaceous chondrite are as follows: enstatite 0.67; olivine bronzite 0.78; hypersthene 0.83; type 2 carbonaceous (Murchison) 1.12; type 3 carbonaceous 1.29, thus showing a tendency to decrease in the order of C3, C2, CI, L, H, E groups. Ningqian Chondrit is an anomalous CV chondrite containing a low abundances of bulk refractory lithophiles.

Key words Chondrite, Character of elemental Abundances