

超大型矿床全球背景——大陆板块源于天外的探讨

柳志青

(浙江大学地球科学系)

内容提要: 作者根据碳酸岩、金伯利岩、金刚石矿床和大型、超大型硼矿床与碳质球粒陨石的成因联系, 根据超大型矿床密集区中超大型矿床组合与某些陨石中相对富集元素组合的一致性, 对全球主要矿床分布规律进行了综合研究, 提出地球大陆岩石圈可能主要是由碳质球粒陨石组成的星子(C群星子)演化而来。

论文认为, 4100—3900Ma时, C群星子撞击地球, 形成主要由C群星子组成的原始微板块。富含水、碳和有机物的C群微板块在局部熔融的过程中形成绿岩、花岗岩, 并释放出大量水和二氧化碳, 形成双层结构的大陆岩石圈、原始的酸性水圈和二氧化碳气圈。不同星子形成的大陆岩石圈, 成矿元素背景不一致, 导致在大陆的不同部位形成不同的超大型矿床密集区。

关键词: 超大型矿床 密集区 碳质球粒陨石 大陆板块

一、关于大陆岩石圈起源的讨论

柳志青(1984、1986、1987)指出, 星云盘演化为成分不同的夹心尘环, 在类地行星区, 从高温→低温, 与5群球粒陨石相对应, 依次为E、H、L、LL、C环。每一尘环中先形成的铁质行星核, 主要吸积同一环中的球粒陨石质星子(星子的直径约为100—1000km), 组成行星幔, 地幔主要由L群球粒陨石组成的星子构成。在吸积过程, 特别是后期, 也吸积少量其它群陨石组成的星子, 由此造成原始上地幔的横向不均匀性和矿产资源分布的不均匀性。柳志青(1990)进一步指出, C群(碳质球粒陨石)星子富含碳、磷, 被吸积于上地幔表层, 成为形成某些富碳、磷大陆板块的物质基础。J. B. Dowson(1980)指出, “金刚石中氮及其它稀有气体的最初来源仍然是个谜”。陨石中氮含量差别很大, C1群球粒陨石为3185ppm、C2群球粒陨石为1500ppm、C3群球粒陨石为105ppm, LL群球粒陨石为48ppm, L群球粒陨石为43ppm, H群球粒陨石为70ppm, E群球粒陨石为260ppm。由此可见, C群球粒陨石组成的星子可以为形成金刚石提供充足的氮。

大多数学者认为, 在4000—3800Ma间的某个时期, 消减带处的地热降低, 以致使下降着的岩石圈只发生部分熔融, 产生了英云闪长岩浆, 此种岩浆上升并在原岛弧体系中形成了最初的陆壳。R. L. Armstrong(1981)根据Sr、Nd和Pb同位素研究, 指出大部分大陆壳是在3000Ma前形成的。我们不禁要问, 为什么在开始的800—1000Ma, 会形成大部分陆壳, 而以后的3200—3000Ma间的漫长时代却只有小部分陆壳形成。Richardson等在1984年对南非白垩纪(0.9Ma)侵位的Finsch金伯利岩体中金刚石的包体矿物——亚钙石榴石(G10)测得 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 的3300—3200Ma的模式年龄, 美国白垩纪金伯利岩中金刚石氩同位素年龄为3100Ma。上述现象说明, 含金刚石榴辉岩早在3300—3100Ma前即形成了。根据J. B. Dowson(1980)综合前人研究绘制的各类榴辉岩可能的平衡条件的压力-温度图和Mercier、Car-

ter (1975) 重新计算的大陆辉石地温梯度曲线, 我们认为含金刚石榴辉岩的形成温度为 1170—1500℃, 深度为 155—250km, 也可能更深。也就是说, 地盾区岩石圈在 3300—3100Ma 至现代, 在深达 155—250km 以上的深度范围内, 始终保持刚体状态。因此, 我们进一步提问, 为什么在 3300Ma 前地盾区就有如此厚的岩石圈? 为什么在太古代地盾形成后, 在漫长的 2600Ma 间, 没有类似于太古代地盾的地质体形成?

地球上老于 3900Ma 的岩石仅有零星分布。月球在 4100—3900Ma 时曾发生大规模的陨击事件, 地球显然也经历了这一时期, 柳志青 (1987) 称这一时期为陨击代。A. Kroner (1981) 认为, 这种灾变轰击, 抹掉了地球早期的记录。我们不同意这种看法, 因为月球高地斜长岩就没有在这次轰击中抹去。在 4100Ma 之前, 月球的潮汐力对地球的影响较大, 可称为潮汐代。这二个代合称为冥古宙。由于地月系形成初期, 月球离地球很近, 大约略大于罗希极限, 潮汐力很大。由于地球的潮汐作用, 在月球表面发生广泛完全熔融, 造成结晶分异, 形成斜长岩壳 (柳志青, 1987)。月球对地球的起潮力仅仅是地球对月球起潮力的 1/22, 因此地球表面不能发生完全熔融。在月球潮汐力作用下, 以 L 群球粒陨石物质为主的表层中, 金属铁镍和硫化物熔融并呈液滴下沉, 残留部分形成超镁铁壳层。超镁铁壳层的成分近似于 L 群球粒陨石的硅酸盐相 (柳志青, 1987、1989)。这一超镁铁壳层, 在以后的板块运动中消亡了。

二、大陆岩石圈原始物质的来源及其与矿床分布的关系

我们认为, 硅铝质陆壳在 3900Ma 之后形成, 正好发生在 4100—3900Ma 大规模陨击之后, 不能仅仅是时间上的巧合。由于陨击是击打在超镁铁壳层上, 原始的超镁铁壳早已通过板块运动消亡了, 陨击的“印记”已是荡然无存。但是, 既然有星子陨击地球, 只要它的化学成分异于 L 群星子, 那就必然要留下“化学标志”。星子的碎块陨落地球就是陨石, 研究不同群陨石的化学成分就可了解相应星子的化学成分。在地球上, “超大型矿床的存在, 指示原始岩石圈中某些成矿元素的相对富集” (柳志青, 1989)。因此, 只要地球某一超大型矿床密集区中矿床组合与某一陨石中相对富集的元素组合相一致 (当然, 还必须考虑矿化剂的作用), 那么就可以认为它们来源于同一星子。至于 C 群星子, 可以根据碳酸岩、金伯利岩和金刚石的出现来判别。此外, 硼是 C 群球粒陨石特有的元素 (表 1), 因此, 超大型硼矿床的出现可以指示该区是由 C 群星子演化而来。下面对各大陆板块超大型矿床密集区 (以下简称密集区) 与星子的成因联系进行分析、叙述。

非洲和阿拉伯板块 (大陆): 非洲是碳酸岩和金伯利岩分布最广的大陆。在加蓬至维多利亚湖以南 (赤道以南) 的广大地区, 分布有为数众多的碱性岩—碳酸岩杂岩体和近 800 个金伯利岩体。在赤道以北, 碳酸岩和金伯利岩主要分布于西非国家。此外, 在埃塞俄比亚、苏丹、埃及和加那利群岛、佛得角群岛也分布有碳酸岩。在撒哈拉沙漠和阿拉伯半岛沙漠地带没有发现碳酸岩和金伯利岩, 其它矿种也少见, 这显然与工作程度太低有关, 但是在叙利亚西北部发现了非金伯利岩、非钾镁煌斑岩爆发岩筒中的金刚石。非洲大部分地区铜、铅、锌、钨、锡、铋等矿产资源贫乏, 但萤石资源丰富, 如摩洛哥、肯尼亚、纳米比亚、突尼斯等国都有丰富的萤石资源, 因此非洲和阿拉伯板块可能主要由贫有色金属富氟的 Mokoia (C3) 星子组成, 如利比里亚地盾密集区 (19), 仅坦桑尼亚—赞比亚—扎伊尔密集区 (10) 由 Mur-

chison(C2)星子组成(柳志青, 1990)。此外, 南非—罗德西亚密集区(38)是Indarch(E4)星子叠加在Ivuna(C1)星子上造成的(柳志青, 1989、1990)。红海两岸有一系列中小型的铍、锌、铅、锡、钼矿床及正在红海形成的含金属泥, 红海密集区(13)可能是正在形成的密集区, 它可能和Murchison(C2)星子有成因联系。

印度—澳大利亚板块(大陆): 印度次大陆由阿拉瓦利(20)、辛格布姆(21)、达瓦尔(22)三个古陆及其间的活动带构成。根据三个古陆中超大型、大型矿床组合特征(柳志青, 1990), 它们都是由Mokoia(C3)球粒陨石组成的星子演化而成。澳大利亚, 皮尔巴拉—金伯利密集区(16)以无与伦比的铁矿床和金刚石矿床闻名于世。布罗克曼含铍、铌、钽凝灰岩矿床, 也是世界少见的。此外尚有大型金、镍、锑矿床及中小型铜、铅、锑矿床。对比表1, 本密集区可能和Allende(C3)球粒陨石有成因联系。预测在大沙漠有可能发现大型的油气田、

表 1 球粒陨石中主要成矿元素丰度(ppm)

Table 1. Abundances of major ore-forming elements in chondrite (in ppm)

元素	1 ^①	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bc	—	—	—	0.041	0.05	—	0.051	0.052	—	—	0.02	—	—
B	7.1	5.2	—	—	7.0	—	1.4	0.74	—	0.50	0.77	—	—
C(%)	4.83	3.10	2.48	2.18	0.26	0.47	0.12	0.09	0.06	0.016	0.39	0.43	0.36
F	70	74	66	65	59	170	63	41	43	32	280	220	140
P	1800	1200	1300	1000	1100	1600	870	950	1700	1200	2600	2200	390
S(%)	6.7	5.49	3.66	3.0	2.1	2.46	2.34	2.22	2.90	2.92	6.12	5.18	5.50
Ti	400	400	500	800	900	600	840	660	800	600	500	400	870
Cu	132	106	120	140	150	96	80	94	96	92	200	225	215
Zn	304	303	187	175	120	64	68	58	49	43	320	430	53
Nb	0.3	—	—	0.6	0.7	—	—	0.4	—	—	—	—	—
Mo	1.3	1.4	1.8	—	0.2	—	1.1	1.3	4.6	1.7	—	—	—
Ag(ppb)	150	200	33	172	90	158	137	163	40	22	316	377	189
Sn	—	1.64	0.7	1.0	0.68	—	—	0.34	<0.07	—	1.65	1.5	—
Sb(ppb)	134	130	231	107	80	41	24	82	67	80	230	240	230
W	—	0.2	—	0.14	0.15	—	0.08	0.12	0.19	0.23	0.37	—	—
Pt(ppb)	1060	980	1070	1320	1800	—	850	1050	—	1980	1450	1710	—
Au(ppb)	170	130	170	190	160	180	150	160	190	250	440	320	340
Hg(ppb)	180	480	200	—	60	—	—	—	22	190	200	160	420
Pb	—	2.43	1.5	1.6	1.1	0.93	—	0.37	0.35	0.165	1.98	2.17	—
U(ppb)	10.3	8.2	17	14.5	15	18	13	15	14	11	9	11	7

① 数字表示陨石名称: 1.Ivuna(C1), 2.Orgueil(C1), 3.Mighei(C2), 4.Murchison(C2), 5.Allende(C3), 6. Mokoia(C3), 7.LL群平均, 8.L群平均, 9.Holbrook(L6), 10.Allegan(H5), 11.Abee(E4), 12.Indarch(E4), 13.St. Marks(E5)

曲页岩矿床和磷块岩矿床。澳大利亚另一个集中金伯利岩的地方是新南威尔士—维多利亚—南澳大利亚—塔斯马尼亚密集区(40)。超大型矿床有本迪果含金石英脉和砂矿、奥林匹克坝铜金铀矿床、布罗肯希尔铅锌矿床、伍德郎铜铅锌矿床、埃卢腊铅锌锡矿床。此外尚有锡、钨、锑、汞及萤石矿床。塔斯马尼亚岛有金伯利岩及金刚石砂矿, 全部页岩油约40亿吨; 新

南威尔士东部和维多利亚有较多金伯利岩, 金刚石砂矿分布广泛, 被金伯利岩包围的悉尼盆地, 全部页岩油储量达30亿吨, 墨尔本东南的吉普斯兰是澳大利亚最大的油田。通过比较, 这一密集区可能主要由Murchison(C2)球粒陨石组成的星子演化而成, 并可能有Indarch(E4)球粒陨石组成的星子重叠。在这一密集区应能找到大型磷矿床。巴布亚新几内亚一北部地方一昆士兰超大型矿床密集区(30)可能和Indarch(E4)球粒陨石有成因联系(柳志青1989)。根据超大型、大型矿床组合(柳志青, 1989), 耶尔冈密集区(33)可能与St. Marks(E5)陨石组成的星子有成因联系。综上所述, 印度、澳大利亚板块(大陆)主要是由C群星子其次是E群星子演化而来。

北美板块(大陆)。北美的碳酸岩-金伯利岩主要呈东西带状分布, 东带从格陵兰岛南部, 经拉布拉多半岛、五大湖流域, 直至美国阿肯色州; 西带从美国蒙大拿州、怀俄明州、科罗拉多州至新墨西哥州。此外加利福尼亚州、堪萨斯州和加拿大萨默塞特岛亦有分布。美国主要含油盆地即位于上述两带。西带格林河组油页岩中含油量超过40l/t者, 页岩油地质储量达650Gt, 含油量超过105l/t者, 页岩油地质储量达120Gt; 东带密西西比系油页岩中含油量达100l/t, 页岩油地质储量达150Gt。西带二叠纪磷矿床总储量占世界沉积磷矿的10%, 东带田纳西州亦有超大型磷矿床, 上述三位一体的矿床组合显然与碳质星子有关。加拿大中部地区没有发现碳酸岩-金伯利岩, 但从矿床组合分析, 亦与碳质星子有关。爱达荷-蒙大拿州密集区(4), 重要矿床有加拿大沙利文铅锌矿床, 爱达荷州爱尔达兰铅锌银矿床, 蒙大拿州比尤特铜矿床, 斯提尔沃特杂岩中有大型镍矿床, 附近有碳酸岩。对比矿床成矿元素组合, 应与Orgueil(C1)球粒陨石组成的星子有成因联系。大奴湖密集区(18)重要矿床有派因波因特铅锌矿床、通德拉金矿床、雷神湖铍铋钼铅矿床, 应与Allende(C3)星子有关。位于上述二密集区之间的阿尔伯达省白垩纪焦油砂中证实的和概算的油储量达284Gt, 萨斯喀彻温省泥盆系和二叠系中的重油估计可达200Gt。柳志青(1989)曾指出, 马更些山南部密集区(29)与Abee(E4)有关, 美国亚利桑那州南部一墨西哥北部密集区(35)与St. Marks(E5)有关, 科罗拉多-犹他-怀俄明州密集区(39)与Holbrook(L6)和Mighei(C2)的重叠有关, 安大略密集区(41)与St. Marks(E5)和Allende(C3)的重叠有关。综上所述, 北美大陆(不包括西部的一些地体)主要由碳质球粒陨石组成的星子演化而来。

南美板块(大陆)。巴西米纳斯吉拉斯-巴拉那州(17)、智利中部-阿根廷中部(12), 这二个密集区分别与Allende(C3)、Murchison(C2)、星子有成因联系(柳志青, 1989、1990)。巴西卡拉贾斯密集区(34)有超大型铁、锰、铜、金等矿床。秘鲁南部一智利北部密集区(36)有一系列超大型铜矿床, 并且伴生金矿达大型, 拉科富铁矿举世闻名, 这二个密集区与St. Marks(E5)星子有成因联系。秘鲁南部一玻利维亚-巴西朗多尼亚-阿根廷北部密集区(6)非常特殊, Cerro Manom碳酸岩位于玻利维亚锡矿带中, 秘鲁、玻利维亚、阿根廷有巨大的硼矿资源, 这些都是碳质星子特有的标志, 这一密集区除玻利维亚和朗多尼亚的超大型锡矿外, 还有二个超大型锑矿床和一个超大型汞矿床, 显然和Orgueil(C1)星子有成因联系, 并在秘鲁南部、玻利维亚西部与St. Marks(E5)星子重叠。哥伦比亚-圭亚那地盾密集区(8)除超大型铁锰矿床外, 尚有皮廷加超大型砂锡矿床和塞斯拉戈斯超大型碳酸岩铋矿床, 因此, 可能和Murchison(C2)星子有成因联系。木通-乌鲁空超大型铁锰矿区(37), 可能和St. Marks星子有关。综上所述, 南美与北美一样, 主要是由碳质星子演化

而来。预测在亚马孙、帕纳伊巴和巴那拉台向斜以及阿根廷海域,可以找到超大型油气田和油页岩矿床。

欧亚板块(大陆)。柳志青(1989、1990)指出,西班牙—葡萄牙密集区(5)与Orgueil(C1)星子有成因联系,德国—波兰—捷克(11)和英国—爱尔兰密集区(9)与Murchison(C2)星子有成因联系,南斯拉夫—意大利密集区(7)与Mighei(C2)星子有成因联系,波罗的地盾密集区(1)与Ivuna(C1)星子有成因联系。大高加索山区—乌克兰(包括库尔斯克)—保加利亚密集区(26),除了大高加索山区的钼、钨、金矿床外,本密集区有著名的库尔斯克和克里沃罗格铁矿,在克里沃罗格附近有尼科波尔和大托克马克超大型锰矿床,稍远有保加利亚的瓦尔纳和格鲁吉亚的恰图拉超大型锰矿床,这四个锰矿床占世界储量35%,顿巴斯的尼基托夫卡汞矿床汞储量达2.5万吨。通过矿床组合对比,这一密集区可都和Allegan(H5)球粒陨石组成的星子有关(关于铁、锰、镁矿床与星子的成因联系,另文论述),由于在乌克兰发现金刚石砂矿,在乌克兰、顿河谷地发现了金伯利岩,因此本区应有碳质球粒陨石组成的星子叠加。东欧平原的东北部,即提曼—伯朝拉区,在提曼带的西南侧有碱性岩—碳酸岩,在阿尔汉格尔斯克北面佐洛提察河流域有富含金刚石的泥盆—石炭纪金伯利岩田。除伯朝拉油田外,在提曼—伯朝拉台向斜志留纪和晚二叠世沉积物中,含重油地质储量100亿吨,泥盆纪页岩油30亿吨,在巴伦支海海域也发现规模很大的油、气田,这一密集区可能和碳质球粒陨石组成的星子有关。从前述密集区的成因分析,欧亚板块的欧洲部分,主要与碳质球粒陨石组成的星子有关。

亚洲。东西伯利亚地台(42)及其周边的一些褶皱带广泛分布着碳酸岩和金伯利岩。在科堆河碳酸岩中有磷灰石矿床,阿纳巴尔盆地的重油储量与加拿大阿萨巴斯卡油砂区相当(1150亿吨),贝加尔湖—库苏泊一带有油田及碳酸岩磷灰石矿床和超大型磷块岩矿床,这是典型的三位一体。超大型金属矿床有乌多坎铜矿、和博代博砂金矿床、诺里尔斯克铜镍硫化矿床、阿尔拉赫—云砂金矿。根据上述矿床组合,本密集区主要与Alledé(C3)星子有成因联系,部分可能叠加St. Marks(E5)星子。土耳其(2)、伊朗高原(14)、帕米尔(3)、青藏高原(15)都有丰富的硼矿床,说明与碳质星子有成因联系。土耳其还有超大型锑矿床、锌铜矿床和大型钨矿床,帕米尔及其附近有超大型铜矿床及一系列大型钨矿床、锑矿床、金矿床和铅锌矿床,它们可能和Ivuna(C1)星子有关。伊朗高原有超大型铜矿床、大型铅锌矿和钼矿床,青藏高原有铜矿床和铅锌矿床,可能与Murchison(C2)星子有关。预测在青藏密集区还能找到铜、铅、锌、锡、铀等超大型矿床,在柴达木盆地中可以找到超大型油气田。塔里木地台南缘已发现金刚石,已发现丰富的油田,目前是三缺一,应能找到大型、超大型磷矿床和超大型油气田,并且塔里木地台有可能成为未来的金刚石矿产基地。洞庭密集区沅江流域有金刚石砂矿床,沅江、汉水之间有超大型磷矿床,江汉油田已投产,是典型的三位一体。蒙阴金伯利岩、海州磷块岩和复县金伯利岩、营口油田,都是三缺一,据此,在南黄海找油田、在辽东找磷矿都应是有希望的。华南密集区(28)与西南密集区(31),分别和Abee(E4)、Indarch(E4)星子有成因联系;东南亚密集区(32)也与Indarch(E4)星子有关,但局部叠加了碳质星子;黑龙江中游流域—朝鲜—胶东密集区(27)与Abee(E4)星子有关,但局部叠加了碳质星子。辽西—冀北大型矿床密集区(25)可能和Holbrook(L6)星子有关,该区贫钨、锡、锑、汞矿床,有杨家杖子钼矿、金厂峪金矿等重要矿床(柳志

育, 1989)。预测本区找铀矿床是有前景的。现今地质理论无法解决的难题是, 为什么作为典型岛弧的苏门答腊岛(24), 缺乏铜铅锌矿床, 瓜哇岛也仅有中小型铜矿床, 但是却找到一处金刚石砂矿, 加里曼丹岛(23)估计有150万克拉金刚石储量, 但仅有中型铜矿床, 我们认为可能也和 Mokoia(C3) 星子有关。据此, 欧亚板块(大陆)主要是由碳质球粒陨石组成的星子演化而成。

综上所述, 大陆板块主要是C群球粒陨石组成的星子演化而成, 其次是E群球粒陨石组成的星子。H群和L群球粒陨石组成的星子很少演化为大陆岩石圈, 也很少形成超大型矿床。文中涉及到的每一个球粒陨石(星子)所形成的超大型矿床密集区, 按顺序归纳如下, (顺序号代表的密集区与前面文中号码相同), C—金刚石、F—萤石, 其它元素符号代表相应的矿种。

- Ivuna(C1): 1. P Ti Fe Cu Zn Zr Nb Pb; 2. B Cu Zn Sb W; 3. B Cu Zn Sb W Au Pb
- Orgueil(C1): 4. Ni Cu Zn Ag Pb; 5. Cu Zn Ag Sn Au Pb; 6. B Cu Zn Ag Sn Sb W Hg Pb
- Mighei(C2): 7. Cu Zn Mo Sb Hg Pb
- Murchison(C2): 8. P Fe Cu Sn Nb Au; 9. Cu Zn Ag Sn U Pb; 10. Be C Co Cu Nb Sn U; 11. C Cu Zn Ag Sn Pb U; 12. Be Cu U; 13. Cu Zn Mo Sn Pb; 14. B Cu Mo; 15. B Cu Zn Pb
- Allende(C3): 16. C Be Mn Fe Nb Ta; 17. C Be P Ti Mn Fe Au U; 18. Be Zn Nb Ta Au Pb
- Mokoia(C3): 19. C Mn Fe Au; 20. C Be P Mn Fe Zn Pb; 21. C Mn Fe Cu Au U; 22. C Be Cr Mn Fe; 23. C Cu; 24. C
- Holbrook(L6): 25. Mo Au U
- Allegan(H5): 26. Mn Fe Mo Sb W Au Hg
- Abee(E4): 27. F Mg Mn Fe Zn Sn W Au; 28. F Cu Zn Ag Sb W Pb; 29. Co Cu Zn Ag W Pb
- Indarch(E4): 30. Mg Mn Cu Zn Ag Sn W Au Pb U; 31. Ti V Fe Cu Zn Sn Sb Pb; 32. F Zn Sn Sb Pb
- St. Marks(E5): 33. Fe Ni Sn Ta W Au U; 34. Mn Fe Cu Au; 35. F P Mn Cu Mo Ag Sb; 36. Fe Cu Mo Ag Sb; 37. Mn Fe
- Ivuna+Indarch: 38. F Ti V Cr Mn Fe Co Ni Zn Sb Pt Au U
- Mighei+Holbrook: 39. Be P Co Mo Au U
- Murchison+Indarch: 40. Mg Fe Cu Zn Sn Ag Sb W Au Hg U
- Allende+St. Marks: 41. Fe Ni Cu Zn Pt Au U; 42. C P Ni Cu Pt Au

从上述归纳可以看出: ①不同星子所形成的超大型矿床密集区, 在矿床组合上有很大差别; ②同一星子所形成的超大型矿床密集区, 成矿时代不同, 在矿床组合上也有一定差别, 有时是很大差别。这主要与元素的丰度有关, 丰度高的元素组合易在地壳演化的早期富集成

矿, 丰度低的元素组合易在地壳演化的晚期富集成矿(柳志青, 1989)。

三、C群星子演化为地盾的过程

地幔主要是由L群球粒陨石组成的星子被地核吸积后演化而成的(柳志青, 1987, 1989), 而前面我们曾证明, 大陆岩石圈是由C群球粒陨石组成的星子陨击地球后演化而成。显然要问, 为什么L群星子不能演化为大陆岩石圈? 柳志青在《太阳系化学》一书“内容简介”中结论性地指出, “由于41亿年至39亿年前的大规模陨石轰击事件, 含有大量水的陨石注入地表之下, 为早太古宙酸性岩浆和绿岩的形成, 也为地球水圈、大气圈的形成和花岗岩化的发生创造了条件。同时陨击事件还给地球带来大量有机物质, 对地球上生命的起源和演化提供了物质基础”。不同群球粒陨石含水量有很大差别: C1—20.54%(3), C2—13.23%(8), C3—1.00%(5), LL—0.37%(7), L—0.24%(55), H—0.30%(45), E—0.62%(8)。C群球粒陨石含水量、含有机质和含碳量远远高于其它球粒陨石, 而含金属铁的量少于其它球粒陨石, 这使C群球粒陨石有较低的比重。当比重较轻的C群星子击穿很薄的超镁铁壳层后, 很快浮出超镁铁壳层表面, 成为由C群星子组成的微板块, 星子的大小基本就是微板块的大小, 即100—1000km。因此, 从4100—3900Ma时起, 就形成了巨厚的C群微板块。众所周知, 随着超镁铁质硅酸盐岩石中 H_2O 的增加和 P_{H_2O} 的增高, 不仅导致熔点降低和液化区的扩大, 而且使最低温共结组分移向 SiO_2 增加区, 最终可形成安山质、流纹质(花岗质)岩浆。事实上从4100—3900MaC群星子陨落地球期间, 就开始形成少量花岗质岩石, 这种由C群星子演化而形成花岗质岩石的过程一直继续到2600Ma。一些较大板块的厚度逐渐变薄而面积逐渐增大, 并从单一的C群板块转变为具硅铝层和硅镁层双层结构的大陆岩石圈。在C群微板块熔融和分熔的过程中, 大量水从C群板块中析出, 形成了原始酸性水圈(在3700Ma后, 转化为氯化物水圈); 大量有机物、碳氧化后喷出, 形成最初的 CO_2 大气圈, 这一大气圈中富含 N_2 和 CH_4 。由于4100—3900Ma之后, 没有再发生大规模的陨击事件, 因此3900—2600Ma间形成地盾的过程不能再次重演, 形成陆壳的过程也大大减慢。L群球粒陨石组成的星子贫水, 不利于陆壳的形成。

不同星子成矿元素的种类和丰度不一样, 由它们形成的岩石圈中, 成矿元素的种类和丰度也不一样, 这就是超大型矿床成矿的全球背景。

参 考 文 献

- (1) 中国有色金属总公司北京矿产地质所主编 1987 国外主要有色金属矿产 冶金工业出版社
- (2) 陈锦石、陈文正 1983 碳同位素地质学概论 地质出版社
- (3) 柳志青 1980 脉状钨矿床成矿预测理论 科学出版社
- (4) 柳志青 1984 地球及类地行星起源的新假说 浙江大学学报 第18卷 第2期
- (5) 柳志青 1986 太阳系行星的起源 天文地质学进展(论文集) 海洋出版社
- (6) 柳志青 1987 太阳系化学 浙江大学出版社
- (7) 柳志青 1989 超大型矿床密集区的成因及预测 地球科学进展 第6期
- (8) 柳志青 1990 超大型金刚石矿床、磷矿床、油气田、油页岩矿床与碳质球粒陨石星子的成因联系 矿床地质 第9卷 第3期

- [9] 张秋生、刘连登 1982 矿源与成矿 地质出版社
- [10] A. Kroner (1981) (袁廷佐、张治平译) 1987 前寒武纪板块构造 地质出版社
- [11] A. H. G. Mitchell, M. S. Garson (1981) (周裕藩、李锦铁译) 1986 矿床与全球构造 地质出版社
- [12] Walter Ruhl (1982) (周明鉴、牟相欣译) 1986 焦油(超重油)砂和油页岩 地质出版社
- [13] B. P. Tissot, D. H. Wel't (1984) (徐永元、徐濂、郝石生等译) 1989 石油形成和分布 石油工业出版社
- [14] J. B. Dawson (1980) (金鹤生、王克非译) 1986 金伯利岩及其捕虏体 地质出版社
- [15] J. B. Wright (1977) (陈昌明、陈志明译) 1982 矿床、大陆漂移和板块构造 地质出版社
- [16] K. C. Condie (1982) (张雯华、李继亮译) 1986 板块构造与地壳演化 科学出版社
- [17] Brian Mason, 1979, Data of Geochemistry, Sixth Edition, United States Government Printing Office, Washington.

GLOBAL BACKGROUND OF SUPERGIANT DEPOSITS: THE VIEWPOINT THAT CONTINENTAL PLATES ORIGINATE FROM OUTER SPACE

Liu Zhiqing

(Department of Geosciences, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang Province)

Abstract

Based on the genetic relationship of carbonate rocks, kimberlite, diamond deposits and large or supergiant boron deposits to carbonaceous chondrite, and in the light of the consistency between the association of supergiant deposits in their concentrated areas and the association of relatively enriched elements in some meteorites, the author has made an integrated investigation into the distribution regularity of the major ore deposits all over the world and, on such a basis, put forward the viewpoint that the continental lithospheres of the earth were formed mainly through the evolution of the planetesimals (those of Group C) composed of carbonaceous chondrites.

This paper holds that during 4100—3900Ma the planetesimal of Group C fell from the outer space and rammed the earth, forming primitive microplates composed mainly of planetesimals of Group C. In the process of their localized melting, the microplates rich in water, carbon and organism formed greenstone and granite and released large quantities of water and carbon dioxide, generating continental lithospheres with double-layer structure, primitive acid hydrosphere and carbon dioxide atmosphere. Continental lithospheres formed by different planetesimals had different backgrounds of metallogenic elements, resulting in the formation of different concentrated areas of supergiant deposits at different places of the continent.