

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^①

柳志青

(浙江大学)

内容提要:通过对太阳系起源的研究,笔者指出,超大型金刚石矿床、磷矿床、油气田和油页岩矿床,都与碳质球粒陨石星子有成因联系。碳质球粒陨石星子被吸积于原始地球上地幔表层,形成原始富碳区。当地壳形成后,富碳区的岩石圈没有被软流层的对流作用均匀化,并在155—250km深度范围内,碳质聚合成金刚石。随着金伯利岩和钾镁煌斑岩岩浆侵位,金刚石被带入地壳上部形成金刚石矿床。在富碳区,除金刚石矿床外,还形成了超基性岩-碱性岩-碳酸岩富磷杂岩体及超大型、大型磷灰石矿床。富磷杂岩体为超大型磷块岩矿床的形成提供了成矿物质,也为成油生物群的繁殖提供了矿物养料,从而为形成超大型油气、油页岩矿床创造了物质条件。碳质球粒陨石中的有机质在高温条件下合成油气,被封存于大陆岩石圈上地幔部分,在构造条件有利时进入储油构造,促进了超大型油气田的形成。超大型矿床的存在,是岩石圈成矿物质横向不均匀性的反映。

主题词: 碳质球粒陨石 金刚石 磷 石油 油页岩 超大型矿床

一、金刚石矿床成矿物质来源于富碳陨石星子

一个金刚石产区中,金伯利岩往往有几个形成时代。如圭亚那一利比里亚地盾区(包括尼日利亚、加纳、科特迪瓦、利比里亚、几内亚、塞拉利昂、委内瑞拉、圭亚那、哥伦比亚东部等)金伯利岩有4个形成时代:2300—2100Ma、1150Ma、700Ma、100—80Ma;南非金伯利岩的成矿时代为1750—53Ma。但是金伯利岩中的金刚石形成时代较老。西方学者用Sm-Nd和Rb-Sr法测定金刚石中亚钙石榴石包体年龄为3300—3200Ma,据此,张秋生、刘连登⁽²⁾认为,该区深部(上地幔)存在着形成金刚石的矿源层。

根据金伯利岩中发现了柯石英而从未发现超石英,金伯利岩的形成深度应小于300km,又根据金刚石-石墨转化曲线与地温曲线交点,推测金刚石形成深度应大于155km。金伯利岩中含有很多岩石包裹体,主要是橄榄岩-辉石岩系列岩石包裹体,榴辉岩岩石包裹体。橄榄岩-辉石岩系列形成深度约为100—130km,榴辉岩,从普通榴辉岩-兰晶石榴辉岩-柯石英榴辉岩-含金刚石榴辉岩,形成深度逐渐增加到230km。上述金伯利岩和金刚石形成的深度范围,小于地盾区岩石圈的下界。根据金刚石中包体同位素年龄高达3300Ma,作者认为富碳、磷大陆板块在3300Ma时,厚度不小于155—250km,并且在其后的漂移过程中,始终保持刚体状态,没有被软流层的对流作用均匀化。大多数研究者认为,由于上地幔局部熔融而产生榴辉岩熔融体,经结晶作用形成含金刚石的榴辉岩,尔后被金伯利岩浆捕获,并从深部带到地表附近。但是,地球上大多数榴辉岩中无金刚石,因此,我认为榴辉岩与金刚石的共生,仅仅能证明金刚石形成的物理化学条件,并没有指明形成金刚石的物质来源。

柳志青(1984、1986、1987)指出,太阳系星云盘在演化为尘层的过程中,在类地行星区,因尘粒沉

① 笔者⁽¹⁾曾提出:地球形成初期吸积的富含成矿元素的星子为超大型矿床及其密集区提供了成矿物质的新理论,本文是进一步论证

降的速率不同,使液滴状铁镍物质比球粒陨石物质先到达星云盘赤道面,形成夹心尘层。夹心尘层进一步分裂成环状,造成橄榄石、辉石、铁纹石、镍纹石类质同象的不连续性和不同群球粒陨石氧化-还原状态的不连续性,进而形成化学成分和矿物成分不同的星子。环状夹心尘层中心层的铁镍首先聚合成星子,并进一步聚合成液态行星核,然后吸积外层的球粒陨石星子,组成固态的行星幔和卫星。水星、金星、地球、火星的幔和小行星,主要分别由E群、H群、L群、LL群、C群球粒陨石物质组成的星子聚合而成。由于这些星子的运行轨道也是不同偏心率的椭圆,再加上先形成的行星核对它们的摄动,从而使一个环体中的星子被另一个环体中行星核吸积,造成行星幔的横向不均匀性。地壳形成后,地壳及其下刚性的上地幔组成岩石圈。洋壳岩石圈不断更新,而大陆岩石圈下面的软流层的对流作用不能使其上的大陆岩石圈均匀化,因此,大陆岩石圈能保留地球形成初期上地幔表层成分的不均匀性。以后虽经几十亿年地质作用,这种不均匀性仍然能表现出来。这种不均匀性,特别是成矿元素的不均匀性是造成矿产资源分布不均匀的基础。反之,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。如华南钨矿密集,不同时代地层中都有W富集。

热点在大陆岩石圈上的表现也证明了大陆岩石圈基本上没有被软流层的对流作用所均匀化。例如,在距今100—150Ma之间,北美洲在大西洋盆地的大密泰洛(Great Meteor)热点上向北西运动,热点在它的运动轨迹附近形成了白垩纪金伯利岩、碳酸岩和碱性杂岩。已测定的岩石年代与运动轨迹一致。热点的轨迹在北纬38°西经82°至北纬50°西经82°附近,向北西方向,轨迹进入哈德逊湾后,有可能到达萨默塞特岛(Somerset),已发现该岛有金伯利岩,向南东方向,在大西洋中形成了新英格兰海山链。另一实例是巴西之东特立尼达(Trindade)热点。这一热点轨迹相当好地吻合了巴西三个已测定年代的金伯利岩的位置,热点轨迹也大体与金刚石冲积砂矿(它们来源于金伯利岩)的分布一致。地球上的热点很多,只有当它们的轨迹通过富碳区时,才有形成金伯利岩和碳酸岩的可能。如果大陆岩石圈被均匀化了,那就可能在轨迹的所有部分都形成金伯利岩和碳酸岩,或者都不形成。在一个地盾区金伯利岩有4个形成时代,金刚石中亚钙石榴石包体年龄高达3300—3200Ma,也证明大陆岩石圈板块在其漂移过程中,没有被软流层的对流作用均匀化。

形成金刚石的首要条件是碳,富含碳的陨石除碳质球粒陨石外还有橄辉无球粒陨石。金伯利岩与碳酸岩在空间上的密切相伴,经同位素研究表明,碳质来源于地幔。也就是说,由碳质球粒陨石星子和橄辉无球粒陨石星子在地幔组成了原始的富碳区,在发展为大陆岩石圈后,为金刚石矿床和碳酸岩的形成提供了物质来源,也为形成相应的超大型金属矿床提供了成矿物质来源。

笔者曾指出^[1]:西班牙—葡萄牙Hg、Cu、Pb、Zn超大型矿床密集区(1),南斯拉夫—意大利Hg、Sb、Mo超大型矿床密集区(2),波兰南部—民主德国南部—联邦德国中部—捷克Cu、Pb、Zn、U、Sn超大型矿床密集区(3),英国南部—爱尔兰Cu、Pb、Zn、U、Sn超大型矿床密集区(4),巴西米纳斯吉拉斯州—巴拉那州Be、Au、U、Nb、Ti超大型矿床密集区(5)都和碳质球粒陨石有成因联系。已知巴西米纳斯吉拉斯州的亚曼提纳是巴西最主要的金刚石产地,附近有世界最大碳酸岩铌矿床和钛矿床。捷克亦有金刚石矿床。西班牙—葡萄牙超大型矿床密集区东部,英国—爱尔兰超大型矿床密集区南部,皆为地盾隐伏区,也有可能找到金刚石矿床。

坦桑尼亚—扎伊尔—赞比亚金刚石Cu、Co、U、Sn、Be、Nb超大型矿床密集区(6)。扎伊尔东、西开赛区金刚石储量150万克拉、储量基础350万克拉,均占世界(包括苏联)第二。坦桑尼亚维多利亚湖南的金刚石矿床储量较小,在其附近乌干达的Sukulu和坦桑尼亚Ruro Homa碳酸岩中Nb₂O₅储量分别为40万吨20万吨。扎伊尔马尼耶马锡矿区锡储量26.5万吨、沙巴区锡矿床锡储量9.4万吨。乌干达西南卡格腊附近的铍矿床铍储量和储量基础总计4万吨,扎伊尔、卢旺达则达2和3万吨。扎伊尔—赞比亚铜钴铀矿带中的铀累计储量达7.3万吨以上,其中欣科洛布韦达6万吨。扎伊尔和赞比亚有一批世界著名的超大型铜矿床,铜资源总量达14800万吨。铜带中钴的储量占西方世界47.5%、储量基础占31.5%,根据上述矿床组合判断,成矿物质初始来源可能和Murchison(C2)球粒陨石有关(表1)。类似的密集区是智利中部—阿根廷中部Cu、U、Be超大型矿床密集区(7)。在安第斯山脉以东,从厄瓜多尔、秘鲁、玻利维亚至阿根廷在这太平洋矿带的外

表1 碳质球粒陨石中成矿元素丰度(ppm)与可能相关的矿床密集区

Table 1. Abundances of metallogenic elements and possibly related ore-concentrated areas of carbonaceous chondrites

元素	1	2	3	4	5	6
Be	—	—	—	0.041	0.050	—
C(%)	4.83	3.10	2.48	2.18	0.26	0.47
F	70	74	66	65	59	170
P	1800	1200	1300	1000	1100	1600
S(%)	6.70	5.49	3.66	3.00	2.10	2.46
Ti	400	400	500	800	900	600
Cu	132	106	120	140	130	96
Zn	304	303	187	175	120	64
Sr	7.1	7.6	8.6	10.5	13	15
Nb	0.3	—	—	0.6	0.7	—
Mo	1.3	1.4	1.8	—	0.2	—
Ag(ppb)	150	200	33	172	90	158
Sn	—	1.64	0.7	1.0	0.68	—
Sb(ppb)	134	130	231	107	80	41
W	—	0.2	—	0.14	0.15	—
Au(ppb)	170	130	170	190	160	180
Hg(ppb)	180	480	200	—	60	—
Pb	—	2.43	1.5	1.60	1.10	0.93
U(ppb)	10.3	8.2	17	14.5	15	18
相关矿床 密集区②	13、14	1	2、16	3、4、 6、7、 9、10、 11	5、8 17	12、 15

① 陨石: 1—Ivuna(C1); 2—Orgueil(C1); 3—Mighei(C2); 4—Murchison(C2); 5—Allende(C3); 6—Mokoia(C3)

② 矿床密集区代号见文内

带的几个国家中都有很多铀矿点和矿化点,说明成矿作用条件很好,但资源量相差很大,这是因矿源不同造成的。到1974年止,秘鲁仅有“ U_2O_8 为0.3%的700t储量,”玻利维亚到1979年为止共获0.09%的 U_2O_8 500t,而阿根廷在图库曼以南、内乌肯以北、科尔多瓦以西的区域内,到1977年止,获得铀资源可靠储量41800t铀,铀矿化产于三叠纪强烈变动的陆相地层中。科尔多瓦省的铀矿床储量巨大,铀储量和储量基础达7万吨以上。铜总资源储量达12290万吨,有一批超大型铜矿床。埃尔印第奥金矿床金储量108t、银650t。对比矿床组合,本密集区与坦桑尼亚—扎伊尔—赞比亚密集区很类似,仅矿床成因类型不同。据此,我们认为,在本区寻找金刚石矿床是有希望的。

澳大利亚金伯利金刚石、Nb、Ta、Be超大型矿床密集区(8),金刚石产于钾镁煌斑岩中,储量500万克拉、储量基础900万克拉,均居世界首位。布罗克曼稀有金属凝灰岩含 Nb_2O_5 0.5%、 Ta_2O_5 0.03%、BeO 0.08%,储量分别为25万吨、1.5万吨、4万吨。虽然矿床组合类型还不完整,但很可能与Allende(C3)球粒陨石有成因联系(表1)。

印度地盾由三个原始古陆及夹在其间的活动带焊接而成,构成三个矿床密集区。三个古陆是北部的阿拉瓦利古陆(9)、南部的达瓦尔古陆(10)、东部的辛格布姆古陆(11)。印度的钨、锡、钼、铋、汞矿产

资源极贫乏,三个古陆铍的储量达6.44万吨、储量基础11.79万吨,均居世界(包括苏联)第二位,为绿柱石伟晶岩型矿床;举世闻名的科拉尔金矿床(位于达尔瓦古陆),到目前为止,估计已生产了770吨金,仍有一定储量,附近仍有发现大矿之可能,但印度其它地方产金不多;辛格布姆铜铀矿床(铜174万吨,到1980年止已回收铀11500 t),马兰杰坎德铜矿床(铜655万吨),均位于辛格布姆古陆,其它2个古陆铜储量很小;兰布尔—阿古恰铅锌矿床(铅91.5万吨、锌823.5万吨)和扎瓦铅锌矿床(铅129万吨、锌273万吨)位于拉贾斯坦邦;值得引起注意的是3个古陆都产有金伯利岩或碳酸岩。根据上述缺失及存在的矿床组合,我们认为,3个古陆可能来源于碳质球粒陨石星子。

圭亚那一利比里亚地盾Fe、Au超大型矿床密集区(12)的加纳塔库瓦矿床金储量200t、奥布阿西和鲁雷斯阿两个金矿床亦属大型。本密集区盛产金刚石。金刚石储量有75万克拉(可能有215万克拉)。对比陨石资料,C3群球粒陨石Mokoia可能与本区有成因联系。Mokoia陨石中除Fe、Au、U、F、C外,主要成矿元素丰度很低,与本区主要矿产资源储量相吻合,由于F、U高,有可能发现大型萤石矿床和铀矿床。

本文涉及的碳质球粒陨石成矿元素丰度如表1所示。从表可以看出,每一碳质球粒陨石除了能为金刚石矿床提供成矿物质来源外,还能为其它金属矿床提供成矿物质来源,它们对应于某些大型、超大型矿床密集区。

橄辉无球粒陨石是含碳的无球粒陨石。成矿元素丰度如下: C 1.94—4.10%, Cu 11—22ppm, Zn 35—280ppm, Ag 4.4—89ppb, Sb 8—28ppb, W 180ppb, Au 14—45ppb, U < 0.9—6.9ppb;其它成矿元素含量更低。从这些数字可知,该陨石中除C外,仅W,有时Zn稍高。与之有成因联系的阿巴拉契亚山北部Zn(W)超大型矿床密集区⁽⁷⁾西侧就有金伯利岩。在Zn丰度较低时,与本类陨石有成因联系的矿床就很少,唯有金刚石矿床十分重要。如博茨瓦纳奥拉帕和朱瓦能岩筒金刚石矿床,中非金刚石矿床,安哥拉金刚石矿床,纳米比亚金刚石矿床。这些金伯利岩密集区的金刚石矿床附近很大范围内,没有值得重视的其他矿种,当然,不能排斥有些矿种还没有发现,但在一些工作较详细的地区,显然可以认为,金刚石矿床成矿物质来源于橄辉无球粒陨石。

南非(包括莱索托)金刚石矿床位于南非—罗得西亚超大型矿床密集区(13),但罗得西亚没有发现金刚石矿床。由于南非—罗得西亚很多超大型矿床密集区成矿物质来源于E群球粒陨石星子⁽⁷⁾,因此,我们推测只能是含碳陨石星子被压在E群陨石星子之下造成的。在南非德兰士瓦省东北部的帕拉博拉碳酸岩型铜铅锌(银金铀钍)矿床含铜达204万吨。这一矿床的出现,排除了成矿物质来源于橄辉无球粒陨石的可能。因此,南非金刚石矿床应来源于碳质球粒陨石。帕拉博拉碳酸岩型铜铅锌(银金铀钍)矿床中金达超大型矿床规模,且是超大型磷矿床,岩体中Sr达0.3%,因此,它可能和Ivuna(C1)碳质球粒陨石有成因联系。

类似于南非,一个超大型矿床密集区由二个星子重叠构成原始矿源区,应是常见的现象,如南达科他州—怀俄明州—科罗拉多州、阿尔丹—蒙古鄂霍茨克、安大略、拉布拉多超大型矿床密集区,从超大型矿床组合规律看,它们分别与L、E、E、LL群球粒陨石星子有成因联系,但亦有金伯利岩和碳酸岩,也就是说,在其下部也有碳质球粒陨石星子。对于其他星子重叠的现象,因标志不明,往往难以察觉而已。

综上所述,我们认为金刚石矿床和碳酸岩中的碳质,来源于地球形成初期,被吸积于上地幔表层的碳质球粒陨石星子和橄辉无球粒陨石星子。碳质球粒陨石星子还为其它一些金属、非金属矿床提供了成矿物质来源,形成一些超大型矿床。这些超大型矿床组合也是寻找金刚石矿床的标志之一。

二、磷矿床与碳质球粒陨石成因联系

磷矿床主要有火成磷灰石矿床和水成磷块岩矿床两大类。

火成磷灰石矿床储量占世界磷矿床储量的20%,主要有二个类型:碱性岩磷灰石矿床和碳酸岩磷灰石矿床。

碱性岩磷灰石矿床以苏联科拉半岛希宾霞石正长岩杂岩体中的磷灰石矿床最重要。希宾杂岩体直径40km,是一个具有明显环状构造的侵入体。矿床产于霓霞岩侵入体和钠质霞石正长岩体的边部,呈透镜状和

似层状,含 P_2O_5 18—25%;矿石储量超过40亿吨。矿床中霓石和稀有元素矿物可综合利用。此外,杂岩体中含异性石(含 ZrO_2 达12—14.5%)达25%的矿石近亿吨,目前还不能利用。离希宾矿床200km范围内,有12个碳酸岩体出露,其中芬兰索克雷碳酸岩为磷灰石-铌矿床,卡道夫碳酸岩为磷灰石-斜锆石矿床。希宾磷灰石矿床位于波罗的超大型矿床密集区内(14),区内较重要的碳酸岩型矿床还有芬兰锡林贾维磷灰石矿床、瑞典阿尔诺铌矿床,挪威芬锆铌矿床。此外,本密集区还有Ti、Cr、Fe、Cu、Zn、Pb等大型超大型矿床。

综上所述,我们认为波罗的超大型矿床密集区成矿物质可能来源于Ivuna(C1)球粒陨石星子。

碳酸岩磷灰石矿床在数量上远比碱性岩磷矿床多得多。著名的有南非的帕拉博拉(Palabora)碳酸岩磷矿床。这是一个狭长的岩枝状辉石侵入体,长6.5km,宽2.5km,被一个中心式碳酸岩枝所刺穿。碳酸岩四周是磷灰石-磁铁矿-橄榄岩,更外是蛇纹石化辉石-蛭石-橄榄石似伟晶岩。帕拉博拉有3个互不相连的露天采场:①.开采铜矿的碳酸岩岩枝和磷灰石-磁铁矿-橄榄岩;②.开采蛭石的橄榄石-蛭石似伟晶岩;③.开采磷灰石-辉石岩。后者是世界上最大的碳酸岩磷灰石矿床,仅磷灰石精矿的储量就达30亿吨,其中 P_2O_5 达36.5%。

比较重要的碳酸岩磷矿床还有津巴布韦的多罗娃(Dorowa)和夏娃(Shawa),南非的格伦罗弗(Glenover),乌干达布库苏(Bukusu)和苏库鲁(Sukulu)、马拉维的吞德鲁(Tundulu),加拿大卡吉尔(Cargill),巴西的阿腊夏(Araxa)、塔皮拉(Tapira)和亚库皮兰卡(Jaupiranga),苏联阿尔丹地盾的谢利格达尔(预测储量30亿吨、 P_2O_5 7—9%)等。这些碳酸岩型矿床成岩成矿物质显然也和碳质球粒陨石星子有关。在构造位置上,它们虽然都与大陆板块上的裂谷或热点有关,但它们往往都位于与碳质球粒陨石有成因联系的超大型矿床密集区。有很多大陆裂谷,至今没有发现碳酸岩,可能与该处岩石圈非来自碳质球粒陨石星子有关。

摩洛哥梅塞塔磷块岩盆地是自然界的奇迹。该盆地面积4万 km^2 ,主要磷块岩矿床为胡里卜加。含磷层是晚白垩世—始新世的泥灰岩、砂质磷块岩和含磷泥灰岩的交互层。高原南端埃布罗奇附近,含磷地层厚50m,向北变薄,至胡里卜加附近厚20—25m。在埃布罗奇有六层矿,下部三层质量较差,上部三层分布于整个高原,其顶部为始新世伊普尔阶矿层,最富,在胡里卜加地区厚1.7m。11个矿床的矿石总储量69亿吨、储量基础200亿吨,占国外磷矿总储量的50%、占国外磷块岩总储量的62.5%,储量基础占国外磷矿储量基础的59%、占国外磷块岩储量基础的73.25%。

西撒哈拉爱温磷块岩盆地的磷矿床产于马斯特里赫特阶(上白垩统)和古新统地层中,其含磷建造是:上部硅酸盐沉积岩组,上新统磷块岩层I、粘土岩、泥灰岩,上古新统磷块岩II、粘土岩、泥灰岩,下部硅质沉积岩组、磷块岩层III,马斯特里赫特阶磷块岩层IV、粘土层、泥灰岩。磷矿石储量主要集中于布拉克矿床中,其面积为2000 km^2 。该矿床储量8.5亿吨、储量基础8.5亿吨,矿石储量占世界磷矿石总储量的6.2%、占国外磷块岩总储量的7.75%。另据报道,该矿床勘探储量达33亿吨。

西撒哈拉—摩洛哥—阿尔及利亚北部—突尼斯超大型矿床密集区(15),除丰富的磷矿外,还有石油、铅、锌、锑、汞矿床,但都远不及磷矿重要。

塞内加尔2个磷块岩矿床储量1.3亿吨、储量基础1.3亿吨。

西北非洲的这三个磷块岩盆地总储量占国外磷块岩总储量的66.81%,总储量基础的76.77%。

A.B.卡查柯夫(1937—1938)根据北美二叠纪磷矿等资料和现代海洋资料分析研究,提出了生物化学成因说。他认为磷块岩生成于浅海陆棚带,其深度不超过200m,在潮汐带及深海区均不生成磷块岩,认为海相磷块岩是在深部洋流上升地区沉积的。后来美国V.E.麦凯尔维(1963)等人发展了这一假说,特别是在洋流上升的类型和位置方面,以及现代和古代磷块岩具有类似的纬度和古纬度分布方面的研究有了新的进展,形成了“洋流上升成磷理论”。自1964年以来,运用这一理论先后在土耳其、秘鲁、智利、澳大利亚、印度及哥伦比亚等地找到了磷块岩矿床。洋流上升成磷理论能很好地解释和预测磷块岩的地理分布,但是,在磷块岩分布区中,磷块岩如此集中地分布在非洲西北部的现象,是无法仅用洋流上升成磷理论来解释的。

加那利群岛受近东西向的加那利断裂带控制,与摩洛哥磷块岩盆地及西撒哈拉磷块岩盆地遥遥相对。群岛向东距非洲西海岸100—600km,这是一群火山岛。无独有偶,在塞内加尔以西的大西洋中也有一群

岛——佛得角群岛，它向东距海岸550—850km，受近东西向的佛得角断裂带控制，也是一群火山岛。这二群岛的几个火山中心都发育有碳酸岩。这是现今地球上已提出的21个主要的活动的地幔柱中的2个，也是大洋中地幔柱形成碳酸岩的仅有的2个。尽管不同地区的碳酸岩中磷酸盐的含量不同，磷酸盐都是碳酸岩中最丰富的成分之一。碳酸岩火山喷发带出的磷进入海水，使海水含磷量大大增加，这些海水被上升洋流带到了非洲西海洋，终于形成了一系列举世无双的超大型磷矿床，这就是我的结论。阿尔及利亚、突尼斯、埃及、以色列、约旦、叙利亚、沙特阿拉伯、伊朗、伊拉克的磷块岩矿床显然也与这一带及其附近碱性岩、碳酸岩有成因联系。这些磷块岩绝大部分位于特提斯海南部大陆架上。

位于东萨彦岭—贝加尔矿床密集区的卡拉套型层状磷块岩矿床，显然也与区内的超基性岩—碱性岩—碳酸岩杂岩有成因联系。这些杂岩体富含磷灰石，时代从泥盆纪至第三纪。尽管成岩时代晚于卡拉套型磷块岩，但反映出岩石圈的这一部分富含磷，并且与碳质球粒陨石星子可能有关。

综上所述，我们认为超大型火成的磷灰石矿床与超大型水成的磷块岩矿床，二者的成矿物质都来源于碳质球粒陨石星子，二者在空间上往往都与超基性岩—碱性岩—碳酸岩杂岩有关。

三、油气田、油页岩与磷块岩、碳酸岩的关系

最重要的油田分布于波斯湾以及墨西哥湾、加勒比海沿岸国家。美国湾岸油田与阿肯色州马格尼特柯夫碱性岩—碳酸岩杂岩体相距仅300km。委内瑞拉的马拉开波油、气田与磷块岩矿床紧靠着，由于委内瑞拉有250—300亿吨可采超重油，远景很可观，属圭亚那一利比里亚超大型矿床密集区（12）。众所周知，这些油田都受特提斯海控制。中白垩世时，特提斯海两岸火山岩、碳酸岩、金伯利岩和有关碱性岩侵入时，带来了硫、磷、氮等生命元素，为生物的大量繁殖创造了条件，也为前述磷块岩的形成创造了条件。预测，现今地中海海底，也可能有极丰富的油气或油页岩。

巴西巨大的伊拉蒂海相油页岩矿床位于巴拉那州，油页岩出油率6—9%，油储量达1120亿吨，超过目前世界常规石油储量总和。伊拉蒂油页岩位于前述特立尼达热点轨迹之南500km处，热点附近除了有金伯利岩外，还有前述的三个规模巨大的碳酸岩型矿床。伊拉蒂北部含磷碱性岩亦十分发育。南美、非洲板块分离前，伊拉蒂对应的非洲一侧，广泛发育碳酸岩和金伯利岩。

美国科罗拉多州—犹他州—怀俄明州超大型矿床密集区（16）格林河组湖相油页岩矿床，油页岩出油率5—10%，油储量达2200亿吨。该区二叠纪磷块岩 P_2 品位18—36%，矿石储量占世界磷块岩储量10%。该区也发育有碳酸岩和金伯利岩。已知三个金伯利岩地点是Navaio-Hopi Province、Green Mountain Colorado、Wyoming Colorado State line。本区是世界主要的钼、铀、金矿储、产区。

摩洛哥蒂曼特油页岩矿床，油页岩出油率3—9%，油储量22亿吨，与该国的磷块岩一样，油页岩显然也与加那利碳酸岩火山活动有关。尼日利亚海岸含油盆地，石油探明储量31亿吨、天然气11亿立方米，产油地层为第三纪三角洲相沉积。在其东北的贝努埃拗拉谷两侧，就分布有很多含碳酸岩中心式碱性—超基性侵入体。安哥拉和扎伊尔的卡宾达—罗安达含油盆地中，白垩纪—早第三纪沉积探明石油储量20亿吨，在安哥拉的比耶高原就有很多碳酸岩和金伯利岩。

西西伯利亚台坪有规模巨大的石油、天然气田。而其东部的西伯利亚地台则是世界著名的金伯利岩、碳酸岩密集区（17）。二者在空间上的联系是显而易见的。

波罗的地盾、英国、德国的碱性岩、碳酸岩火成活动，对北海油田、波罗的海盆油页岩的形成显然起了促进作用。波罗的海盆油页岩出油率高达18—26%，油储量达30亿吨以上。

综上所述我们认为，由碳质球粒陨石星子形成的大陆岩石圈中的超基性岩—碱性岩—碳酸岩杂岩体的侵入及火山活动，带来的P、S、N元素，为生物大量繁殖创造了条件，从而有利于超大型油气田及磷块岩的形成。

碳质球粒陨石中已发现60多种有机质，主要是脂肪烃和氨基酸。碳质球粒陨石中总含碳量可高达

3.54%。碳质球粒陨石聚合成星子(小行星)的时间远远晚于地球形成的时间。因此,当碳质球粒陨石星子形成时,地球早已形成。碳质球粒陨石星子只能被吸积于地球表层,组成上地幔的一部分。星子中的有机物在高温作用下,可以转化为石油和天然气。土星的卫星——土卫六,其表面即有汽油云,下雨即下汽油,它也是非生物成因。东非裂谷基伍湖地区发现了大量非生物成因的甲烷存在。这一地区如前所述,正是由碳质球粒陨石星子演化而来。因此,这些甲烷可能是地球形成初期,由碳质球粒陨石中有机质经高温合成,并被封存于岩石圈的上地幔^[4]。前述的超大型油、气矿床,都位于碳质球粒陨石星子演化而成的超大型矿床密集区。除了碳酸岩、碱性岩、超基性岩为生物繁殖提供了大量P、S、N外,也不能排除非生物成因的油气。因此,我认为超大型油、气田是双成因的。

参 考 文 献

- [1] 中国有色金属工业总公司北京矿床地质研究所主编 1987 国外主要有色金属矿产 冶金工业出版社
- [2] 地质矿产部情报研究所 1988 国外矿产资源
- [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 No. 2
- [8] 张秋生、刘连登 1982 矿源与成矿 地质出版社
- [9] K.C.康迪著,张雯华、李继亮译 1986 板块构造与地壳演化 科学出版社
- [10] Brian Mason, 1979, Data of Geochemistry, Sixth Edition, United States Government Printing Office, Washington.

GENETIC RELATIONSHIP OF SUPERGIANT DIAMOND DEPOSITS, PHOSPHORITE DEPOSITS, OIL-GAS FIELDS AND OIL SHALE DEPOSITS TO CARBONACEOUS CHONDRITE PLANETESIMALS

Liu Zhiqing

(Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang)

Abstract

Based on a study of the origin of the solar system, the author believes that there exists genetic relationship of supergiant diamond deposits, phosphorite deposits, oil-gas fields and oil shale deposits with carbonaceous chondrite planetesimals. Carbonaceous chondrite planetesimals were adsorbed on the mantle surface of the primitive earth, forming primitive carbon-rich areas. After the formation of the crust, the lithosphere in the carbon-rich areas was not homogenized by the convection of the asthenosphere, and carbonaceous substances were accumulated to form diamond within the depth of 155-250km.

With the emplacement of kimberlitic and potash-magnesian lamprophyric magma, diamond was brought into the upper crust, forming diamond deposits. In carbon-rich areas, ultrabasic rocks-alkalic rocks-carbonate phosphorus-rich complexes as well as supergiant and large-sized phosphorite deposits were also formed besides diamond deposits. The phosphorus-rich complexes provided not only minerogenic materials for the formation of supergiant phosphorite deposits, but also mineral nutrients for the propagation of oil-forming biota, thus creating material prerequisite for the formation of supergiant oil-gas and oil shale deposits. Under the condition of high temperatures the organic substances in carbonaceous chondrite were combined into oil and gases, which were confined to the upper mantle but entered oil-bearing structures wherever the structural conditions were favorable, hence stimulating the formation of giant oil-gas fields. The presence of supergiant ore deposits is a manifestation of lateral non-uniformity of ore-forming materials in the lithosphere.

~~~~~  
(上接256页 continued from p. 256)

Tl and Zn; (4) ore-forming temperature, as shown by thermometry of quartz inclusions of 3rd stage, is 250—300°C at 206m level of the Dongshan ore district, and 310—350°C at 220m level of the Xishan ore district. These data of genetic mineralogy indicate that the Dongshan ore district shows characteristics of an upper orebody whereas the Xishan ore district displays features of a lower orebody. The results obtained in other aspects such as shapes of ore veins, mineralization stages, mineral assemblages and wall rock alterations all support this conclusion.

The quantitative analysis based on variation gradient of some physical parameters of pyrite and quartz suggests that the Linglong fault has lifted the Xishan ore district at least 300m relative to the Dongshan ore district. Therefore, the prospective reserves at the depth of the Dongshan ore district might be much greater than the reserves of the Xishan ore district, and this conclusion has been substantiated by recent exploration.