湖南金刚石矿物包体的初步研究*

郭九皋　陈　丰　邓华兴
（中国科学院地球化学研究所，贵阳）
谈逸梅　邓尔森
（湖南413地质队）

关键词　金刚石、包体

近年来，通过对金刚石中包体矿物的矿物和化学组成，同位素特征等研究，把这些包体矿物及相应的金刚石划分成三种成因组合：橄榄岩型、榴辉岩型和晚期的巨晶组合[1]．国内自六十年代以来，曾对金刚石的包体矿物进行了零星的工作**．本文是国内第一次对金刚石包体矿物系统研究的报道．

我们从八颗湖南砂矿金刚石中，用破碎法解离出近的方30体矿物颗包．现把这些包体矿物列于表1，其化学成分列于表2．这些矿物特征简述如下：

橄榄石　该矿物出现的频数最高．大多呈浅黄绿色，形态以具晶面的浑圆粒状为主，这些橄榄石属镁橄榄石（F_o90～95），都含有较高的 Al_2O_3，Cr_2O_3，Na_2O 和 CaO．

斜方辉石　浅黄绿色，呈柱状、板状或浑圆状形态．它们均为高镁的顽火辉石．从Deines 等(1984)发表的资料看[2]，湖南金刚石中的顽火辉石更接近于 Premier 矿山的顽火辉石．

表1　湖南金刚石中的包体矿物组合

金刚石编号	金刚石类型	包体矿物组合
635	II	橙红色石榴石
637	I	橄榄石＋紫红色石榴石
513	II	石　墨
634	I	橄榄石＋斜方辉石＋绿辉石＋石墨＋玻璃(?)
749	I	橄榄石
750	II	橄榄石＋斜方辉石＋顽透辉石
755	I	铬尖晶石
752	I	斜方辉石

单斜辉石　本次共发现两颗单斜辉石，其中634号金刚石中的单斜辉石为鲜艳的淡绿色，呈多晶面的浑圆状晶体，具有高的 Ca/Ca＋Mg 比值，Al_2O_3 和 Na_2O 的含量高，应为绿辉石．而保存于750号金刚石中，与顽火辉石和橄榄石相连生的单斜辉石，具有低的 Ca/Ca＋Mg 比值，为顽透辉石，这种单斜辉石在包体矿物中是极少见的[3]．

本文1988年6月23日收到．
* 国家自然科学基金资助项目．
** 贺灌之，沅水流域金刚石表面显微结构及包裹体组分研究，1961（未发表）．

表 2　湖南金刚石中包体矿物的电子探针分析结果

	橄榄石				斜方辉石			单斜辉石		石榴石	铬尖晶石					
	749	750-1	750-4	750-5	750-2	750-3	750-5	634	750-5	637	755-1	755-2	755-3	755-4	755-5	755-6
SiO_2	41.27	41.01	41.85	41.22	57.22	56.93	56.48	53.42	55.94	41.07	0.16	0.18	0.13	0.17	0.23	0.10
TiO_2	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.02	0.09	0.06	0.01	0.30	0.28	0.30	0.30	0.31	0.30
Al_2O_3	0.04	0.09	0.02	0.04	0.88	0.79	0.81	10.17	1.60	19.17	6.72	6.63	6.24	6.98	7.00	4.97
Cr_2O_3	0.09	0.13	0.14	0.05	0.47	0.73	0.43	0.24	1.11	5.09	61.54	62.92	63.01	62.69	61.57	67.12
FeO*	5.18	7.80	9.43	7.86	4.48	4.92	4.65	2.00	3.05	5.39	14.44	14.57	14.67	14.11	13.43	14.69
MnO	0.07	0.18	0.12	0.09	0.19	0.07	0.24	0.12	0.20	0.20	0.18	0.14	0.17	0.19	0.00	0.16
MgO	52.42	50.92	49.67	50.68	35.36	35.05	36.03	12.07	20.83	23.80	14.58	15.02	14.87	15.07	16.25	11.29
NiO	0.47	0.30	0.30	0.33	0.15	0.15	0.15	0.05	0.04	0.00	0.13	0.18	0.13	0.16	0.17	0.16
CaO	0.06	0.08	0.06	0.15	1.12	1.21	1.05	17.85	16.34	4.25	0.01	0.01	0.04	0.11	0.12	0.03
Na_2O	0.04	0.04	0.04	0.05	0.08	0.15	0.14	4.09	1.29	0.00	0.08	0.00	0.05	0.02	0.12	0.03
总　计	99.66	100.55	101.64	100.43	99.98	100.00	100.00	100.10	100.46	98.98	98.14	99.93	99.61	99.80	99.20	98.85
原子比：氧原子数	4	4	4	4	6	6	6	6	6	12	4	4	4	4	4	4
Si	0.996	0.993	1.007	0.998	1.967	1.964	1.948	1.906	1.990	2.955	0.005	0.006	0.004	0.006	0.008	0.003
Ti	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.001	0.008	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008
Al	0.001	0.002	0.001	0.001	0.036	0.032	0.033	0.428	0.067	1.626	0.265	0.256	0.243	0.269	0.270	0.198
Cr	0.002	0.002	0.003	0.001	0.013	0.020	0.012	0.007	0.031	0.290	1.625	1.632	1.644	1.623	1.594	1.792
Fe	0.105	0.158	0.190	0.159	0.128	0.142	0.134	0.059	0.091	0.325	0.403	0.399	0.404	0.386	0.367	0.414
Mn	0.001	0.003	0.002	0.002	0.006	0.002	0.007	0.004	0.006	0.012	0.005	0.004	0.005	0.005	0.006	0.005
Mg	1.885	1.836	1.780	1.828	1.810	1.802	1.851	0.640	1.103	2.550	0.726	0.734	0.731	0.735	0.793	0.568
Ni	0.009	0.006	0.006	0.006	0.004	0.004	0.004	0.001	0.001	0.000	0.003	0.005	0.003	0.004	0.004	0.004
Ca	0.001	0.002	0.001	0.004	0.041	0.044	0.038	0.683	0.623	0.327	0.000	0.000	0.001	0.004	0.004	0.001
Na	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.010	0.009	0.282	0.089	0.000	0.005	0.000	0.003	0.001	0.008	0.002
Mg/Mg + Fe	94.7	92.1	90.4	92.0	93.4	92.7	93.2	91.6	92.4	88.7						
Ca/Ca + Mg								51.6	36.1							

* 全铁作为 FeO 计算.

石榴石　本区的金刚石中发现有两种类型的石榴石包体：一种为紫红色，呈十二面体拉长的晶体，晶面平滑。电子探针分析表明属低钙高铬型镁铝榴石。它与广泛分布于南非、苏联雅库特和委内瑞拉等地金刚石中的石榴石特征相一致[4]。另一种为橙红色、呈浑圆拉长晶体。

铬尖晶石　本次发现的六颗铬尖晶石均出现于一个金刚石中，为黑色和红棕色，呈扁平的八面体和浑圆的拉长的粒状晶体。电子探针的结果表明，它们与 Meyer 和 Boyd(1972) 所报道的金刚石中大多数铬尖晶石特征一致[3]。

本次研究的金刚石包体矿物具有以下特点：

1. Meyer 把金刚石中的包体分成原生、同生和后生包体[5]。许多研究者强调同生包体的负晶形态，即很多同生包体，特别是橄榄石显示了立方——八面体的形态。上述的几种包体矿物，除铬尖晶石外都不具有这种负晶形态，而以该矿物的自形及其熔蚀体和碎片为特征，并且大多数包体矿物的晶面或延长方向未观察到沿主晶体的主要生长面分布的情况，这说明我们所研究的金刚石中的大多数包体矿物应为原生包体。但是也应该指出，本次研究中的绿辉石，其延长方向与金刚石(110)的夹角为 4.5°。在贺灌之(1961)的工作中也观察到浅黄色和粉红色石榴石的底面平行于主晶的(111)，这表明这些包体矿物可能属同生包体。

2. Dawson 把金刚石中的包体矿物依其组合特征划分为橄榄岩和榴辉岩两个系列，共四个成因组合[6]。湖南金刚石中的包体矿物从其组合和化学特征(参见表 1 和表 2)，主要应属于橄榄岩系列的二辉橄榄岩成因组合。从出现绿辉石和橙色石榴石说明也含有榴辉岩系列的组合。Meyer 指出，这两个包体矿物系列是相互排斥的，即在同一金刚石中不会出现两个系列矿物共生的情况。但是，Harris 和 Collins 的研究中发现了两个系列矿物共生在一个金刚石中[7]。在本次研究的634号金刚石中也发现了这种罕见的现象。

3. 在 750 号金刚石中发现了一颗罕见的由三种矿物组成的连生体，这三种矿物之间的界线平直(见图 1、2)。该连生体应为原生包体。

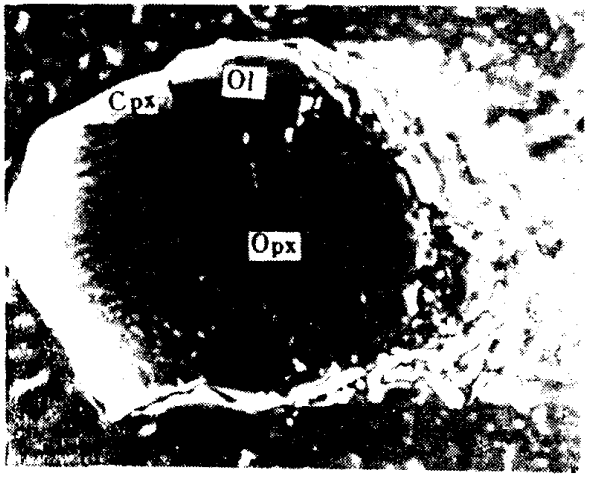

图 1　750-5 包体的电子图象(×660)

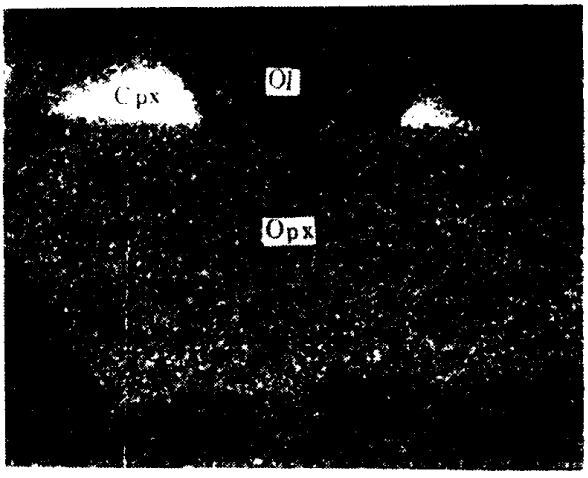

图 2　750-5 包体的 Ca 的 X 射线图象(×660)

该连生体中共存的辉石对为我们提供了计算该连生体，或者扩大来说计算湖南金刚石中主要包体矿物组合——二辉橄榄岩组合结晶时的温度和压力的机会。按照 Wood 和 Banno (1973) 与 Wood (1974) 程序计算，该辉石对结晶的温度为 1588K，压力为 60kb。按照 Walls (1977) 和 Wood (1974) 程序分别为 1515K 和 55kb。按照 Mercier (1980) 对 Opx

计算的结果为 1579K 和 55kb，而对 Cpx 计算结果为 1708K 和 54kb. 以上程序是以在 10—40kb 条件下的实验为基础的. 1984 年 Yamada 和 Takahashi 发表了 50 到 100kb 的实验结果[8]，我们利用 Al_2O_3 在 Opx 和 Cpx 中溶解度的等值线图，假定辉石对的形成温度为 1300℃，求得的压力分别为 60kb 和 50kb 左右. 综合考虑以上结果，该连生体形成的温度为 1600K，压力为 56kb. 湖南金刚石形成的条件应以上述的温度和压力为上限.

致谢：在本研究中得到湖南 413 地质队马文运同志和中国科学院地球化学研究所的王明再、安贤国、黄婉康、王三学和钟崇芳等同志的帮助，在此一并致谢.

参 考 文 献

[1] Moore, A. E., *Contrib. Mineral. Petrol.*, **95**(1987), 245.
[2] Deines, P. et al., *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **48**(1984), 325.
[3] Harris, J. W. and Gurney, J. J., in *The Properties of Diamond* (ed. J. E. Field), Academic Press, London, New York, San Francisco, 1979, 556.
[4] 张儒瑗等，地质科学，1978，2：134.
[5] Meyer, H. O. A., *Am. Mineral.*, **70**(1985), 344.
[6] Dawson, J. B., *Naturwissenschaften*, **70**(1983), 583.
[7] Harris, J. W. and Collins, A. T., *Ind. Diam. Rev.*, **45**(1985), 128.
[8] Yamada, H. and Takahashi, E., in *Kimberlite* II: *The Mantle and Crust-mantle Relationships* (ed. J. Kornprobst), Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, 1984, 247.