

山东金伯利岩中深源捕虏体的石榴石和透辉石

任 喜 荣

(山东省地质矿产局第七地质队)

一、前 言

金伯利岩是一种成分复杂的岩石,含有大量幔源、壳源捕虏体。金伯利岩中的矿物既来自各深度相捕虏体的,也有岩浆期结晶的,还有蚀变的;即使同是岩浆期结晶的矿物还有早、晚晶出之分。因此金伯利岩中同一种矿物在化学成分、内部结构和物理性质等方面均有一定差异,从而我们有可能判别出与金刚石形成条件相同或相近的那部分最深源矿物,为寻找和评价金刚石矿床提供依据。

关于深源岩石相的划分,一般以压力做为标准。B.C.Соболев^[1]介绍了H.B.Соболев(1974)提出的方案。对于较高压力相“按石墨—金刚石相界线划分,即分为石墨—镁铝榴石相和金刚石—镁铝榴石相”。他又根据石墨—镁铝榴石相深度相C压力区间的一系列矿物共生和具有的特征反应,将其分为三个亚相:

(1) Ca亚相(尖晶石—镁铝榴石),在1000℃时压力为17—22千巴^①;

(2) Cb亚相(榴辉蓝晶岩),在1000℃时压力为22—34千巴;

(3) Cc亚相(柯石英),在1000℃时压力为34—40千巴。

金刚石—镁铝榴石相(深度相D)在1000℃时压力大于40千巴。

笔者认为上面的划分是较合理又实用的。重要的是他指出D相内所有岩石都可含金刚石,这与许多研究地幔岩的地质学家观点基本一致。如A.E.Ringwood^[2]认为“含金刚石的金伯利岩和捕虏体至少是从140公里深处衍生出来的”,表明在压力大于40千巴的环境中可生成金刚石。也有人^[3]认为:“金刚石中比较多的富镁橄榄石及石榴石包体说明许多金刚石的生长温度高于金云母的稳定温度,但压力低于40千巴”,“人工合成表明,在金刚石的亚稳定区通过不同的途径在有金刚石子晶的情况下可以使金刚石发育成长”。据此可认为,在三十几至四十千巴环境(如Cc相),若有金刚石子晶存在,金刚石仍可生长发育。当然,在亚稳定区(如Cc相)中金刚石是亚稳定的,条件好就生长,条件不好就熔蚀或石墨化。这种现象在山东天然金刚石中是可以见到的。

因此,寻找金伯利岩及其他含金刚石母岩实际上就是寻找D相和Cc相产物。这包括两种情况:(1) D相和Cc相的岩石、矿物在金伯利岩及其他含金刚石母岩中呈捕虏体和捕虏晶。由于这些地幔岩石捕虏体的崩解而将金刚石供给金伯利岩或其他含金刚石母岩。(2) 金伯利岩浆或其他金刚石母岩岩浆形成于D相—Cc相,金刚石可直接从岩浆中结晶出来或在

^①1千巴=10⁸ Pa(帕),下同。

已有金刚石子晶上继续生长发育, 发现有的金伯利岩中有细小八面体金刚石和具有外带的较大金刚石(已有文献记载某些金刚石单晶呈现同心状分带, 核部至边缘同位素值 $\delta^{13}\text{C}$ 相差5%)。但实际上金伯利岩及其他金刚石母岩中往往上两种情况兼而有之。

金伯利岩中来自各深度相的石榴石和透辉石均有, 而且来自其他相的常常较来自D相和Cc相的还要多, 如何能在若干重砂矿物中鉴别出能指示金刚石存在的来自D相和Cc相的矿物是找矿工作中至关重要的一环。本文企图通过山东金伯利岩中产状已明的不同深度相深源捕虏体的石榴石和透辉石在化学成分、物理性质上的差异来探讨D相和Cc相中此两种矿物的标型特征, 以利于普查找矿及评价矿体。

二、深源捕虏体中的石榴石和透辉石

金伯利岩中的深源捕虏体主要为各种橄榄岩和榴辉岩, 国外报导还有辉石岩(山东金伯利岩中目前还未发现)。含金刚石墨橄榄岩见于“远方”、“成功”^{〔1〕}等岩筒; 含金刚石墨榴辉岩见于“司蒂康”、“和平”、“成功”、“艾哈尔”^{〔3〕}、“开普纽兰斯”^{〔4〕}等岩筒。A. E. Ringwood^{〔2〕}指出, 金伯利岩是由地幔橄榄岩和地幔榴辉岩衍生来的。因此, 金伯利岩岩浆期结晶出的矿物按其成分特征亦可分为与橄榄岩同种矿物近似的和与榴辉岩同种矿物近似的两种。为了对比方便以下称前一种为橄榄岩型矿物, 后一种为榴辉岩型矿物。

山东金伯利岩中目前所发现的深源捕虏体多数为橄榄岩类(石榴石纯橄榄岩多分布于I矿带; 尖晶石二辉橄榄岩主要分布于II矿带^②), 少量为榴辉岩(见于I矿带)。

(一) 石榴石

1. 石榴石纯橄榄岩捕虏体中的石榴石

石榴石纯橄榄岩为黄绿—暗绿色, 在金伯利岩中呈浑圆或椭圆形团块, “主要由橄榄石组成, 由于蚀变强烈, 貌似致密块状的蛇纹岩”^②。多为斑状结构, 斑晶为石榴石和橄榄石。石榴石“外形浑圆, 少数呈碎屑状态, 在同一标本中不仅颜色一致, 而且粒度也大致相等, 直径变化于3—8毫米, 并发育有与金伯利岩中相似的次变边。在岩石中石榴石含量1—5%, 偶尔达15—20%以上”^②。石榴石颗粒内部常碎裂。

表1列出了采自“胜利”1号岩管和“红旗”1号岩脉中石榴石纯橄榄岩的18颗石榴石(采自18块标本)的某些性质, 它们以深紫色(紫青、玫瑰、紫红)的居多, 少数为浅紫红色和橙色的。折光率为1.756—1.776, 比重为3.5725—3.720。经电子探针分析, Cr_2O_3 含量最高达11.03%, 最低为3.03%, CaO 含量为4.71—6.32%; MgO 为18.77—20.91%, FeO 为5.33—11.48%; TiO_2 最高达1.24%, 最低为0(表1)。故成分接近于国外报导的^{〔5〕}细粒二辉橄榄岩中的石榴石(图1)。但铬含量偏高这一特点又类似于在金伯利岩中做为包体的那类低钙高铬(橄榄岩型)石榴石。因此, 可以说它们介于二辉橄榄岩的石榴石与金伯利岩中包裹的石榴石之间(图1), 非常类似于苏联“成功”岩筒中碎裂化橄榄岩捕虏体的石榴石。

象大家注意到的那样: 采自同一块石榴石纯橄榄岩标本的石榴石都具有同一种颜色和相同的物理、化学特性, 这说明在相同的物理化学条件下结晶的同种矿物具有相似性。因此, 表

② 李杏村、朱源、毛志海, 1982, 山东金伯利岩中深源包体特征。学术讨论会文件。

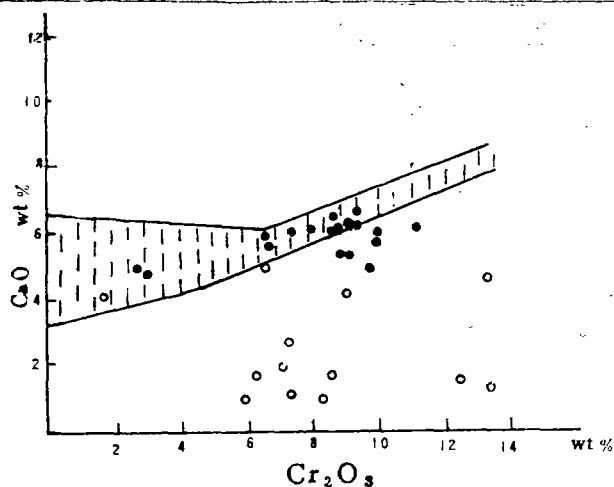


图1 石榴石纯橄榄岩捕虏体中石榴石的成分特征图解
(有竖线部分为细粒二辉橄榄岩中石榴石的范围〔6〕)
·石榴石纯橄榄岩捕虏体中石榴石的成分；○金刚石中包裹的石榴石的成分。

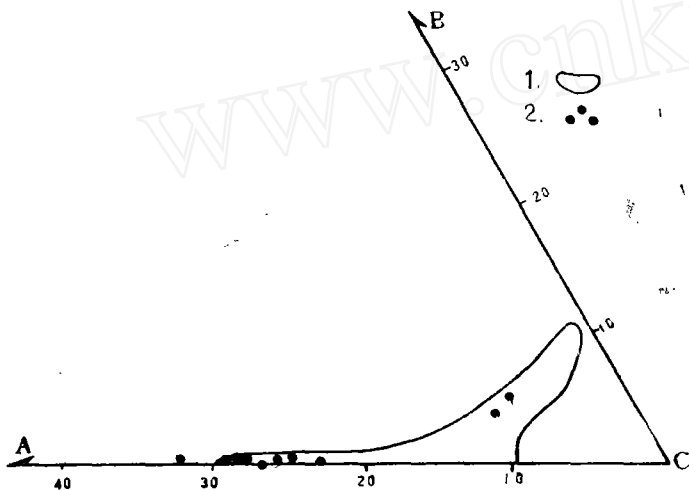


图2 “胜利”1号、“红旗”1号金伯利岩中石榴石纯橄榄岩的石榴石组分图解
A—镁铝榴石+钙铬榴石；B—钙铁榴石+钙铝榴石；C—镁铬榴石+铁铝榴石+锰铝榴石+铁榴石；1—“胜利”1号、“红旗”1号常见石榴石组分范围；2—“胜利”1号、“红旗”1号石榴石纯橄榄岩捕虏体中的石榴石

Малиновскии、Дорошев等人1973年发表的实验资料阐明：在镁铝榴石—钙铝榴石—钙铬榴石体系中，在 $P=30$ 千巴， $T=1200^{\circ}\text{C}$ 时，镁铝榴石—镁铬榴石混溶（镁铬榴石7—8%），钙铬榴石—镁铬榴石混溶（镁铬榴石不超过11%）〔1〕。1979年他们又指出：

1中18个样品的各种氧化物含量的变化反映了各自形成时的物理化学条件。也就是说，在一个金伯利岩岩体中若干石榴石纯橄榄岩捕虏体的来源深度是不尽相同的。

经计算，18个样品中的镁铬榴石端员组分最高达17.00%，最低为0；除极少数（浅紫红、橙色）外均不出现钙铝榴石；镁铬榴石平均为63.35%（表1），即为镁铝榴石—钙铬榴石—镁铬榴石—铁铝榴石固溶体，因此在图2中主要分布于AC线上，少量偏离AC线而倾向B端，基本上落在“红旗”1号、“胜利”1号（含金刚石金伯利岩）常见石榴石（ $n=30$ ）范围内。由此表明，含金刚石金伯利岩常见的石榴石中有相当一部分来自石榴石纯橄榄岩捕虏体或结晶于相似的深度。

石榴石纯橄榄岩捕虏体中的石榴石 TiO_2 含量较高，铁含量较低，反映其形成于较高温度（Thompson1972年据实验指出：高温高压下与熔体平衡的石榴石明显地富钛）。它们中的绝大多数镁铬榴石端员组分含量高，表明其形成于高压环境〔1〕。

当 $P = 50$ 千巴, $T = 1200^\circ\text{C}$ 时, 镁铬榴石可达 25%。根据“胜利”1号岩管和“红旗”1号岩脉所含石榴石纯橄榄岩捕虏体的石榴石中镁铬榴石端员组分含量计算, 84—14、18号样品在小于 20 千巴的环境中形成, 84—11、17、12、10 和 82—2、7 号样品在 20—30 千巴的环境中形成。最有意义的是 83—1、3、4、5 和 84—8、9、13、16 号等样品在大于 30 千巴左右的环境中形成, 尤其是 83—6 和 84—15 号样品形成于 40 千巴左右的环境, 它们相当于金刚石亚稳相至稳定相。同时考虑能到将其携带上来的载体(金伯利岩岩浆)必然是来自更大的深度, 故完全可能将 D 相形成的金刚石带来。上述八个样品的 $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{CaO} = 1.46—1.90$, 可以做为 Cc 相石榴石的特征, 83—6 和 84—15 号样品的 $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{CaO} > 1.9$, 具有 D 相石榴石的特征。故在未计算石榴石的端员组分时亦可用(对计算镁铬榴石数量影响最大的) Cr_2O_3 和 CaO 的比值直观地进行比较。凡 $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{CaO} > 1.46$ 的石榴石为来自含金金刚石金伯利岩的, $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{CaO} > 1.9$ 的为来自富含金刚石金伯利岩的。事实上, “胜利”1号、“红旗”1号、“红旗”27号、28号和23号岩体均含这样的石榴石, 它们分别为富含矿和含矿金伯利岩, 而山东临阳崮金伯利岩^③很少含这样的石榴石, 含金金刚石也贫。

2. 榴辉岩捕虏体中的石榴石

榴辉岩捕虏体见于 I 矿带“胜利”1号岩体^②。此外, 笔者根据前人发表的矿物成分资料^③推断在“红旗”27号岩体中亦存在榴辉岩捕虏体。

“胜利”1号岩体中的榴辉岩捕虏体主要由辉石、石榴石或其蚀变矿物组成, 粒状结构。石榴石为橙色。

从作为金刚石中包裹体的榴辉岩型石榴石、含金石榴辉岩捕虏体的石榴石与一般榴辉岩石榴石的对比中得知, 含矿金伯利岩的榴辉岩型石榴石($n = 14$)的 Na_2O 含量高(0.06—0.22%), TiO_2 含量为 0.04—1.18%, Cr_2O_3 为 0.00—0.15%。一般榴辉岩中的石榴石往往不能同时具有以上三个条件(表 2)。

Ringwood 曾指出, 在压力接近 100 千巴时石榴石中硅转变为六次配位。Соболев 等人 1971 年又指出, 这个变化的最初阶段以钠混入物在天然石榴石中出现的形式表现出来, 并且仅发生在金刚石稳定区或接近稳定区⁽¹⁾。“胜利”1号岩体中的榴辉岩捕虏体的石榴石含有钠混入物(0.09%)且 TiO_2 含量为 0.45%, Cr_2O_3 为 0.11%, 与含矿金伯利岩榴辉岩型石榴石成分相似。因此推断该榴辉岩为 D 相岩石, 其中的石榴石可作为含矿金伯利岩的指示矿物。

“红旗”27号岩体中橙黄色石榴石的 TiO_2 含量为 0.57%, Cr_2O_3 含量为 0.19%, FeO 为 13.39%^③, Na_2O 未分析, 据其铬低、铁高和钛高的特点推断其为榴辉岩中的石榴石。

金伯利岩中橄榄岩型石榴石远远多于榴辉岩型石榴石。这与上地幔深部岩石以橄榄岩为主, 含少量榴辉岩(但分布较普遍)⁽²⁾的特点一致。

(二) 透辉石

1. 尖晶石二辉橄榄岩捕虏体中的透辉石

尖晶石二辉橄榄岩捕虏体见于 II 矿带“红旗”6号岩体。岩石为暗灰绿色, 半自形—他

③钟风竹、刘希光和张广诚, 1980, 我国金伯利岩岩石矿物特征及其与相似岩石的区别, 山东省地质局第七地质队和山东省地质局实验室。

表2 各种产状榴辉岩型石榴石的成分(氧化物百分含量)

产状	产地	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	FeO	总和
金刚石中的石榴石包体	乌拉尔	0.11	14.7	22.2	41.3	0.00	4.85	0.18	0.09	0.29	16.6	100.86
		0.12	13.2	22.1	41.2	0.00	6.98	0.21	0.07	0.24	16.1	100.29
		0.19	13.0	21.2	40.7	0.00	7.15	0.64	0.04	0.29	16.3	99.51
		0.22	8.40	21.7	40.3	0.02	10.1	0.33	0.07	0.24	18.7	100.08
		0.17	11.7	20.7	39.9	0.00	11.1	1.18	0.15	0.21	15.2	100.31
	非洲南部		9.74	20.7	39.9		12.0	0.64	0.05	0.42	14.5	98.0
	“和平”岩筒	0.06	16.50	22.19	40.99		3.20	0.56	0.13	0.28	16.33	100.24
		0.07	21.43	23.57	41.35		3.12	0.51	0.12	0.27	10.07	100.47
		0.10	11.26	21.35	38.95		5.81	0.57	0.05	0.38	20.15	98.62
	“成功”岩筒	0.13	16.88	21.79	41.56		4.06	0.72	0.07	0.19	13.74	99.14
含金刚石的石榴石	“和平”岩筒		9.36	21.60	41.82		5.80	0.04	0.04	0.39	18.99	100.15
			12.26	21.67	40.17		11.55	0.45	0.05	0.35	11.70	100.70
	“开普纽兰斯”岩筒 ^④		9.29	21.61	39.14		6.30	0.17	0.00	0.33	20.80	100.03
石榴辉岩中的石榴石	“胜利”1号岩体	0.09	12.46	21.64	41.53	0.00	12.83	0.45	0.11	0.16	9.54	98.81
一般石榴辉岩中的石榴石	山东石门		19.02	21.90	40.13		3.89	0.00	2.49	0.66	11.04	99.13
			18.87	22.40	40.06		3.84	0.02	2.78	0.70	11.14	99.81
	莒南 ^④	0.30	12.85	21.33	41.37	0.00	5.29	0.00	0.00	0.38	18.44	100.04
备注	1. 表中各栏数字为重量百分比, 空格表示该项未分析。 2. “胜利”1号样品为本队资料, 山东石门样品为笔者与他人协作取得的资料, 其他样品数据均系前人已发表的。											

形粒状结构, 粒度不甚均一(0.4—5毫米)。岩石蛇纹石化强烈, 其中唯有单斜辉石和副矿物保留多量残晶②。

④胥怀济、王文瑚和郭金弟, 1978, 莒南日照地区的榴辉岩类。国家地震局地质研究所。

表3 各种产状橄榄岩型透辉石的化学成分表(氧化物百分含量)

产状	产地	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	FeO	总计	Al ^{IV}	Al ^{VI}	资料来源
金刚石中的包体	雅库特	2.44	16.1	3.14	55.4	0.00	19.0	0.33	0.69	0.08	2.05	99.31	0.000	0.134	B. C. Sobolev, 1975
		1.31	16.8	1.50	54.1	0.14	22.1	0.10	1.62	0.03	1.11	98.81	0.021	0.045	
含金刚石橄榄岩捕虏体中	南非“芬什”岩筒	0.72	19.4	0.82	54.3	未测	20.04	未测	0.95	0.10	2.37	98.70			Dawson, 1977
		0.66	19.6	0.78	54.4	未测	21.1	未测	0.89	0.12	2.50	100.09			S. R. Shee等, 1982
与金刚石多晶集合体共生		7.07	19.3	3.14			10.6	0.19	11.80		1.68				
碎裂化橄榄岩捕虏体(石墨-镁铝榴石相的最深岩体中)	“成功”岩筒	1.79	19.1	2.66	54.0	0.03	18.3	0.15	1.61	痕	2.10	100.02	0.058	0.054	B. C. Sobolev, 1975
		0.98	19.5	1.11	55.5	0.04	17.5	0.11	1.10	0.11	3.07	99.02	0.000	0.048	
		1.50	19.4	1.23	55.7	0.07	16.8	0.26	1.98	0.05	3.25	100.24	0.006	0.046	
尖晶石-辉橄岩捕虏体中	“红旗”6号	1.41	19.8	1.14	55.7	0.07	17.00	0.19	1.85	0.08	3.13	100.37	0.000	0.048	李杏村等, 1982
		0.70	11.96	4.36	59.1	0.05	20.71	0.57	0.83	0.31	0.65	99.24			

金刚石中的橄榄岩型透辉石包裹体和金伯利岩中可能含矿的碎裂化橄榄岩所含的透辉石,其 K_2O 含量为0—0.14%, MgO 含量为16.1—19.8%, Cr_2O_3 为0.69—11.8%, TiO_2 为0.10—0.33%, Na_2O 为0.98—7.07%, Al_2O_3 含量为1.11—3.14%,而且 $Al^{VI} \gg Al^{IV}$;而“红旗”6号岩体中尖晶石二辉橄榄岩捕虏体的透辉石 MgO 含量低、 Na_2O 含量低,而 Al_2O_3 含量高(表3),显然其形成深度小于D相的深度。根据Mercier^⑤(1975、1976)单辉石地质温度—压力计的方法计算,其形成压力为27.6千巴。因此,这种透辉石虽产于金伯利岩筒的捕虏体中,但却不是含矿金伯利岩的指示矿物。

2. 榴辉岩捕虏体中的透辉石

金刚石中的榴辉岩型透辉石包裹体和金伯利岩中含金刚石榴辉岩捕虏体中的透辉石均为绿辉石变种($Al_2O_3 > 5\%$,含少量 Na_2O),其特点是含 K_2O 混入物(0.01—0.33%), Cr_2O_3 含量低(0—0.11%), TiO_2 含量较高(0.16—0.53%), Na_2O 含量高(2.30—8.99%),且 $Al^{VI} \gg Al^{IV}$ 。一般榴辉岩基本不含 K_2O ,而含 K_2O 混入物则反映其形成于超高压环境。“胜利”1号岩体中榴辉岩的透辉石除 Na_2O 略低外,其他氧化物含量均类似于与金刚石有成因关系的透辉石(表4)。但由于该矿物分析数据总和只达80.21%,故可能有 Na_2O 丢失。再者,该透辉石与奥杰的“胜利”1号岩体中榴辉岩捕虏体的石榴石采于同一块岩石标本,因此它亦应是D相产物。

表4 各种产状榴辉岩型透辉石化学成分表(氧化物百分含量)

产状	产地	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	TiO_2	Cr_2O_3	MnO	FeO	总计	Al^{IV}	Al^{VI}	资料来源
金刚石中的包裹体	雅库特	6.89	7.52	12.4	55.7	0.33	12.2	0.27	0.11	0.09	5.26	100.77	0.028	0.491	B. C. Sobolev, 1975
	非洲	2.30	12.6	5.11	52.9	0.01	19.1	0.16	0.02	0.12	7.84	100.25	0.053	0.168	
金刚石榴辉岩捕虏体	乌拉尔	3.93	12.3	5.76	54.9	0.01	16.6	0.33	0.06	0.02	5.87	99.70	0.009	0.239	B. C. Sobolev, 1975
	“和平”岩筒	7.29	8.93	9.07	55.3	0.14	12.7	0.53	0.07	0.07	6.15	100.24	0.011	0.374	
榴辉岩捕虏体	“胜利”1号	2.00	12.6	5.60	46.11	0.05	11.75	0.24	0.03	0.05	4.08	101.81	0.000	0.556	李杏村等, 1982
	山东莒南	3.25	12.37	5.70	55.36	痕	18.82	0.20	0.10	痕	3.85	100.21			

⑤ 邓晋福, 1980, 岩石物理化学(讲义)。武汉地质学院北京研究生部。

三、讨 论

1. 金刚石在金伯利岩中主要是作为外来碎屑来源于古地幔岩石, 即含金刚石橄榄岩和含金刚石榴辉岩(也许还有二者之间的过渡类型岩石)。金伯利岩岩浆是由上地幔深部橄榄岩和榴辉岩等岩石衍生的, 故金伯利岩中同种矿物按其成分亦可分为橄榄岩型和榴辉岩型。

2. 金伯利岩岩浆早期亦形成一些小金刚石及大金刚石的外带, 但不论是来自深源捕虏体还是早期金伯利岩岩浆, 金刚石主要都是在D相即金刚石—镁铝榴石相(压力为40—80千巴, 深度为135公里—270公里左右)形成^[4], 少数生成于Cc相, 即石墨—镁铝榴石相的最深部(压力为大于30千巴至40千巴, 深度100—135公里左右)。因此, 根据含矿深源捕虏体和金刚石所包裹的各种矿物成分(本文只讨论了石榴石和透辉石)可以推测其形成条件是否与金刚石有关。

3. 可以作为含矿金伯利岩指示矿物的石榴石有两种标准:(1) 橄榄岩型— $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{CaO} > 1.46$ 或镁铬榴石组分 $> 10\%$, 较直观的是颜色为深紫、折光率 > 1.765 ; (2) 榴辉岩型— Na_2O 含量 $0.06—0.22\%$ 、 TiO_2 含量 $0.04—1.18\%$ 和 Cr_2O_3 含量 $0—0.19\%$ 三个条件同时存在。可以作为含矿金伯利岩指示矿物的透辉石亦有两种标准:(1) 橄榄岩型— Cr_2O_3 含量 $0.69—11.80\%$, MgO $16.10—19.80\%$, K_2O $—0.14\%$, TiO_2 $0.10—0.33\%$, Na_2O $0.98—7.07\%$, Al_2O_3 含量 $1.11—3.14\%$ 和 $\text{Al}^{\text{VI}} \gg \text{Al}^{\text{IV}}$, 较直观的是颜色为翠绿。(2) 榴辉岩型— Cr_2O_3 含量 $0—0.11\%$, TiO_2 为 $0.16—0.53\%$, Na_2O 为 $2.30—8.99\%$, $\text{Al}^{\text{VI}} \gg \text{Al}^{\text{IV}}$, 较直观的是颜色为翠绿、艳绿。

4. 在普查寻找金刚石原生矿的重砂方法中, 不能忽视榴辉岩型的指示矿物。它们数量虽少, 但分布较普遍, 因此对找矿工作亦有相当重要的意义。

参 考 文 献

- [1] Д.С.Соболев, 1975, Глубинные Ксенолиты и Верхняя Мантия. (中译本)。
- [2] Ringwood, A. E., 1975, Composition and Petrology of the Earth's Mantle. McGraw-Hill Inc. (中译本)。
- [3] 吴利仁, 1976, 有关金伯利岩的一些重要问题(二)。国外地质, 第7期, 科学技术文献出版社。
- [4] 杨美娥、张儒媛, 1976, 金伯利岩中石榴石的产状和成分。国外地质, 第7期, 科学技术文献出版社。
- [5] Боткунов, А. И. и др., 1978, Новые данные о составе включений в алмазах. Докл. АН СССР, Т. 204, No 5.

THE GARNETS AND DIOPSIDES FROM DEEP-SEATED XENOLITHS
IN THE KIMBERLITES IN SHANDONG

Ren Xirong

(*The Seventh Geological Brigade, Shandong Bureau of
Geology and Mineral Resources*)

Abstract

By the study and comparison of the chemical compositions of the garnets and diopsides from deep-seated xenoliths in the kimberlites in Shandong with those of the same minerals in diamond and diamondiferous xenoliths, as have been reported in the literature, the author shows that the difference in chemical compositions of the same mineral in the xenoliths derived from different depth can exist, and further expounds the characteristics in chemistry of those deepest-seated minerals in the kimberlites which are thought to be truly cogenetic with diamond (i.e. so called indicator minerals of diamond or diamondiferous kimberlites, including garnet, diopside, chromite, ilmenite, etc.).

The garnet and diopside, as indicator minerals of diamond, can be classified into two types, the "peridotitic" type and the "eclogitic" one, in terms of their chemical compositions. The criteria to distinguish them are as follows:

(1) the $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{CaO}$ ratio is greater than 1.46 for the "peridotitic" garnet as indicator mineral, and $\text{Cr}_2\text{O}_3 > 0.69\text{wt.}\%$, $\text{MgO} > 16.1\text{wt.}\%$, up to $0.14\text{wt.}\%$ of K_2O , $0.10-0.33\text{wt.}\%$ of TiO_2 , $0.98-7.07\text{wt.}\%$ of Na_2O , $\text{Al}_2\text{O}_3 < 5.14\text{wt.}\%$ and $\text{Al}^{\text{IV}} \gg \text{Al}^{\text{VI}}$ for the "peridotitic" diopside;

(2) the Na_2O content ranges from 0.06 to $0.22\text{wt.}\%$, $0.04-1.18\text{wt.}\%$ of TiO_2 , $0-0.19\text{wt.}\%$ of Cr_2O_3 for the "eclogitic" garnet, and $0-0.11\text{wt.}\%$ of Cr_2O_3 , $0.16-0.53\text{wt.}\%$ of TiO_2 , $2.30-8.99\%$ of Na_2O and $\text{Al}^{\text{IV}} \gg \text{Al}^{\text{VI}}$ for the "eclogitic" diopside.

The diamond-rich kimberlites commonly contain certain amount of indicator minerals of diamond, whereas the diamond-poor or barren kimberlites contain little or no indicator minerals.