大别山东段高压变质岩中的金刚石*

徐树桐　苏　文　刘贻灿　江来利

（安徽省地质科学研究所，合肥 230001）

季寿元

（南京大学地球科学系，南京 210008）

A. I. Okay　A.M.C. Sengor

（伊斯坦布尔科技大学地质系，土耳其）

关键词　柯石英、硬玉、金刚石

近年报道在某些超基性岩和苦橄岩中发现过金刚石[1-3]. Sobolev[4] 报道了苏联北哈萨克斯坦的高压变质带中有金刚石产出，并认为是苏联西部地区（Pridneprove）第三系中金刚石砂矿的原生矿. 本文报道的大别山高压变质岩中金刚石与北哈萨克斯坦变质岩中者有若干相似之处，是这类金刚石产出在世界范围内的第二例，在国内为首例.

一、区域地质概况

大别山的构造格局和演化是一个热门而有争议的课题，对此我们将有专门的论述[1]. 大别山有着与碰撞造山带相一致的主要构造岩石单位(图略). 碰撞作用表现中朝大陆板块向南仰冲于扬子大陆板块之上. 现有的榴辉岩钐-钕等时线年龄为 243.9±5.6Ma ($\varepsilon_{Nd}^{i} = -3.4$)[5], 224.±20Ma($\varepsilon_{Nd}^{i} = -5.4$)[6]以及 221.20±142Ma ($\varepsilon_{Nd}^{i} = -17$ (徐树桐等文)；李曙光等最近又在大别山和山东榴辉岩中获得与上述数值相近的钐、钕等时线年龄(私人通讯). 这些资料表明有相当一部分榴辉岩形成于中生代早期、而且是由原来的大陆地壳俯冲到深部经高压变质作用形成. 安徽境内大别山南部有数以千计、大小不等的榴辉岩块，断续分布在大于 1000km^2 的范围内，以透镜状、板状夹于或包围在片麻岩或大理岩中. 在若干个榴辉岩的露头上发现过柯石英及其假象[7](图 1A)，继而在榴辉岩的邻近地区找到透镜状硬玉岩（逐渐过渡成含硬玉片麻岩. 硬玉岩出露面积约 0.3km^2 (另文讨论)，硬玉的端元组分约占 85% (图 1B). 最近发现的微粒金刚石产出在含柯石英、柯石英假象的或靠近硬玉岩的榴辉岩和石榴辉石岩中，分布在潜山、太湖和岳西一带(图略). 榴辉岩带中的岩石组合和含金刚石榴辉岩以及石榴辉石岩中矿物组合，都说明这里是一个高压变质带，它的北部为变质的蛇绿混杂岩带，南面为绿片岩相变质岩. 它与东部苏北-胶南、西部湖北、河南之榴辉岩断续连成一片，规模宏大，出露良好，矿物组合极其丰富.

本文 1991 年 5 月 17 日收到.

* 国家自然科学基金资助项目和安徽省地质矿产局资助项目.

1) 徐树桐等，《大别山的构造格局和演化》，印刷中.

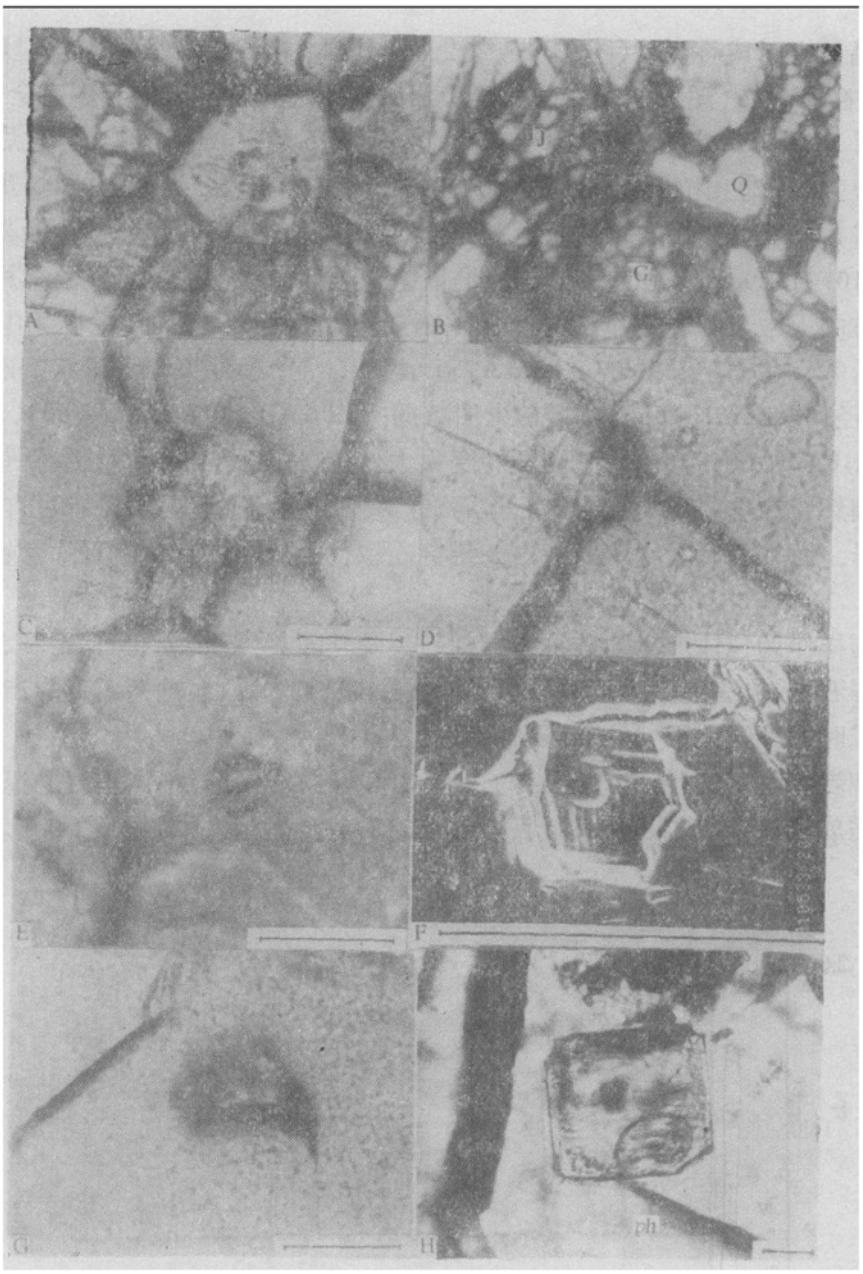

图 1

A. 石榴石中柯石英(中部高突起部分)及其假象,外围有放射状裂纹者为石榴石,单偏光 10×7; B. 硬玉岩中的硬玉 (J) 及周围的后成合晶 (S)、石英 (Q) 和石榴石 (G),单偏光 10×7; C. 石榴石中金刚石(中部高突起者),八面体,晶面叠瓦状,有包体; D. 石榴石中金刚石(中部高突起者),八面体,晶面微凸; E. 石榴石中金刚石(中部高突起者),菱形十二面体; F. 石榴石中金刚石,六面体,有晶面条纹和包体; G. 石榴石中金刚石,六面体,有晶面条纹; H. 石榴石中金刚石,六面体,晶面有条纹,中间有包体(金红石?),与多硅白云母 (ph) 接触. 照片中比例尺棒均为 0.1mm

二、金刚石的形态和产出条件

金刚石呈微粒状在榴辉岩和石榴辉石岩中以包体形式产出在石榴石内. 到目前为止,已在大别山若干榴辉岩和石榴辉石岩的露头中找到 20 余粒微粒金刚石,大部分粒径为 10—60μm,较大者 240, 160, 130, 110 和 90μm (图 1C—H). 此外还在胶南榴辉岩中发现三颗,粒径 10—20μm. 金刚石呈较完好的六面体(图 1G,H),八面体 (图 1C, D)和菱形十二

面体(图 1E)，晶面有时成叠瓦状(图 1C)、微凸(图 1D)，有生长纹(图 1F,G,H)和凹坑(图 1C,D)，常含有微小包体(图 1C, F, H)．绝大部分金刚石颗粒在双偏光下完全消光，个别有很低干涉色．用 0.1—0.3mm 厚的光薄片在偏光显微镜下测定金刚石的光性之后，然后以同一样品用X光衍射(图 2)和拉曼光谱(图 3)作进一步测试．作拉曼光谱测试时，用已知金刚石单晶测得标准谱并与所测样品的拉曼光谱对比，标准谱峰值在 1330cm^{-1} 处，而薄片中样品的峰值出现在 1310—1320cm^{-1} 处(图 3)，与标准谱略有频移．这种情况可能因薄片中金刚石仍在 2 个或 3 个方向上被束缚在石榴石中而保有剩余压力所致[8]．最后，从样品中用重液取出若干粒金刚石晶体，在铜靶、50kV、45mA，Ni 滤片的实验条件下，用张汉卿设计的三轴甘道夫照相机(半径 57.3mm，16h)，获得粉末图数据：2.06Å$_0$(100)、1.26Å(60)、1.075Å(50)、0.892Å(50) 和 0.819Å(60)．由于金刚石硬度太大，在制片过程中极易崩脱而留下空洞．

含金刚石榴辉岩的主要矿物组合有石榴石、绿辉石、黝帘石、蓝晶石，有时有方解石、磷灰石和多硅白云母．石榴石辉石岩中绿辉石为透辉石取代．近围岩有含硬玉片麻岩，有时有透镜状硬玉岩．

与金刚石同样作为包体产出的矿物有：柯石英及其石英假象，金红石、锆石、榍石，有时有硬玉、石墨、方解石，偶见有原生冻蓝闪石(可能为更早期包体)．根据柯石英的产出，曾推测大别山榴辉岩形成时的深度大于 90km 温度 750℃ 左右[7]．

大部分榴辉岩、石榴辉石岩和硬玉岩的边缘有糜棱岩化并伴有不同程度的退化变质作用．石榴石边缘的后成合晶中有闪石和斜长石，硬玉的后成合晶中有钠斜长石和残余石英．不同

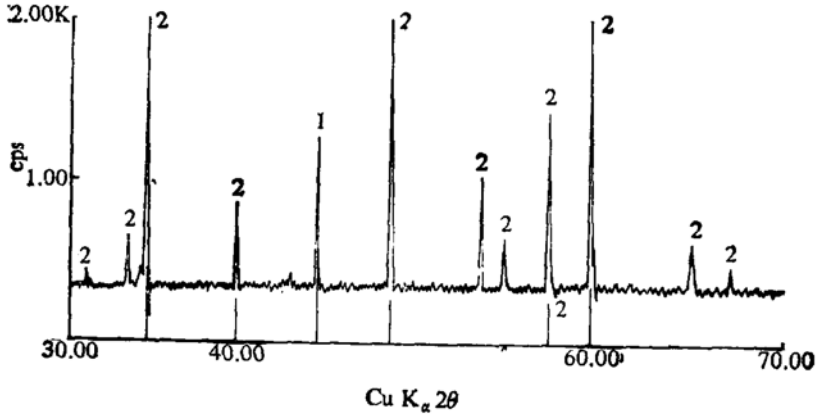

图 2　金刚石包体及其主晶石榴石的X光衍射图谱
1.金刚石；　2.镁铬榴石

的形成和保存都需要石榴石起"高压容器"的作用．根据金刚石的形成条件推测，金刚石和含种类的包体(如冻蓝闪石)和榴辉岩边缘的退化变质作用表明此高压变质带经历过复杂的变质作用过程．作为金刚石主晶的石榴石中，以铁铝榴石和钙铝榴石为主，只在一个样品中由X光衍射鉴别有镁铬榴石(图 2)，但要在详细测定其成分后才能确定．

榴辉岩、石榴辉石岩与透镜状硬玉岩紧密伴生以及柯石英、硬玉和金刚石同时作为石榴石的包体产出，表明这里确定无疑地是一个超高压变质带．金刚石较完好的晶形、微凸的晶面、晶面上的生长纹和凹坑，表明金刚石是原地生成；之所以只作为石榴石包体产出意味着金刚石

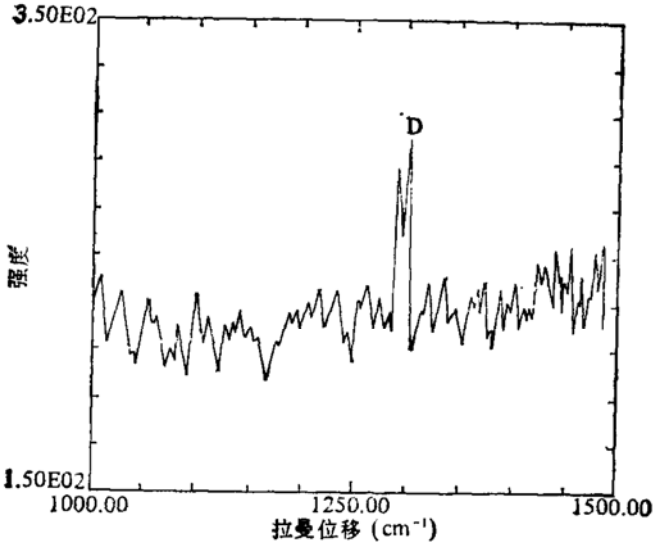

图 3　金刚石的拉曼光谱(微区)曲线

D为金刚石峰.

的形成和保存都需要石榴石起"高压容器"的作用,根据金刚石形成的条件推测,金刚石和含金刚石岩石的压力应当大于 4.0GPa，温度高于 900℃; 这个压力、温度条件仍在柯石英稳定范围之内[9]。

三、结　论

1. 金刚石与典型高压矿物共生及其晶形和晶面特征表明它是在高压条件下的变质产物，形成时的压力大于 4.0GPa，温度高于 900℃. 含金刚石岩石的钕同位素初始比表明是陆壳俯冲到深部形成. 石榴石中冻蓝闪石包体表明陆壳在俯冲过程中先经过蓝片岩相然后到榴辉岩相深度，最后返回地表而形成边缘的退化变质现象. 金刚石的发现为研究这一复杂演化过程提供了重要线索. 2. 根据苏联实例,有可能在此高压带范围内找到新类型原生金刚石矿床,也有可能在有关地区找到相应的砂矿床.

致谢: 野外工作得到安徽地质矿产局 311 地质队领导大力支持; 石永红、李步明同志参加了部分野外工作; X 光衍射由安徽地质实验研究所罗建民同志进行，拉曼光谱由南京大学现代分析中心陈强同志完成，在此一并表示衷心感谢.

参　考　文　献

[1] Pearson, D. G. et al., *Nature*, 338(1989), 60—62.
[2] Kaminsky, F.V. & Chernaya, A. V., *Miner. Zh.*, 8(1986), 39—45.
[3] 梁日暄、杨凤英、方青松、颜秉刚,中国地质，2(1984)，26—28.
[4] Sobolev, N. V. & Shatsky, V. S., *Nature*, 343(1990),742—745.
[5] Li Shu-guang et al., *Science in China* (Series B),32(1989), 1393—1400.
[6] Li Shu-guang et al., *Chinese Science Bulletin*, 34(1989),1625—1628.
[7] Okay, A. I., Xu Shu-tong & Sengor, A. M. C., *Eur. J. Miner.*, 1(1989), 595—598.
[8] Barnett, J.D., Block, S. & Piermarini, G.J., *The Review of Scientific Instruments*,44(1973),1—9.
[9] Carmichael, I. S. E., Turner, F. J., Verhoogen, J., *Igneous Petrology*, McGraw-Hill Book Company, 1960,314, fig.6-6.