

大于 700℃ 以上才能实现, 这一点正和我们用二长石矿物温度计估算结果相吻合。由此可见所获得温度应是比较可靠的。

参 考 文 献

- 1 孙先如, 周作祯. 安徽大别山北部红刚玉岩石成因. 岩石学报, 1994 (3)
- 2 张儒瑗, 从柏林. 矿物温度计和矿物压力计. 北京: 地质出版社, 1983
- 3 Evans B W. , Application of a reaction-roate method to the breakdown equilibria of muscovite and muscovite plus quartz, Am Jour. Sci. , 1965, 263: 647~ 667

中国东部含蓝宝石玄武岩的特征及其成岩成矿模式

邹进福 孔 蓓 袁奎荣

(桂林工学院, 桂林 541004)

玄武岩中蓝宝石是目前世界上蓝宝石的主要来源。我国蓝宝石主要产于新生代碱性玄武岩及其冲积物中, 近年来已在海南、福建、江苏、山东、黑龙江等地发现了十几处较有远景的蓝宝石矿床, 经济价值之巨, 为世人所瞩目。本文是在对典型矿区 (如: 海南蓬莱、福建明溪、江苏六合、山东昌乐等) 的实地调研基础上, 主要从岩石学、岩石化学、岩浆上侵物理过程等角度, 研究玄武岩特征, 总结含矿与不含矿玄武岩的区别, 探讨其成岩成矿模式。

1 含蓝宝石玄武岩地质特征

(1) 含矿玄武岩的产出受深大断裂及次级断裂的控制。在多数情况下, 矿区可找到火山口、火山锥、火山颈等。

(2) 含矿岩石类型属新生代大陆碱性玄武岩建造类型, 如山东为碧玄岩和碱性橄榄玄武岩, 江苏、海南为碱性橄榄玄武岩, 安徽为碧玄岩。在部分矿区, 早期的拉斑玄武岩与后期碱度逐渐增大的碱性玄武岩伴生。

(3) 与不含矿的同类玄武岩相比, 含矿玄武岩富含幔源包体 (二辉橄榄岩、二辉岩等) 和高压巨晶 (单斜辉石、镁铝榴石、锆石、钛铁氧化物等)。

(4) 含矿玄武岩的化学成分以富碱, 高钛, 贫铝, 低硅为特征, 平均固结指数 ($SI=35$) 明显低于不含矿玄武岩 ($SI=39$), 稀土元素特征表现为稀土总量高的轻稀土富集型。

2 蓝宝石成因

Liadsley 研究了斜长石 ($An-Ab$) 系在高温高压下的性状^[1]认为: ①在常压下, 刚玉是不结晶的; 当压力大于 1 GPa, 温度 1490℃ 左右时, 在富钙长石分子的岩浆中首先晶出的矿物将是刚玉。压力大于 2 GPa 或 3GPa, 适合刚玉结晶, 也就是说, 在这种条件下, 一般的玄武岩浆均能晶出刚玉高压相。刚玉在没有完全相变为斜长石或部分变为斜长石时, 被岩浆带到地表, 才有可能形成蓝宝石矿。②压力变小 (小于 1 GPa), 则早先形成的刚玉, 将被低压下稳定的斜长石取代, 刚玉出现斜长石反应边, 或全部被长石代替。这意味着, 如果岩浆向地表缓慢上升, 刚玉与熔浆有时间发生反应会转变成斜长石。因此, 玄武岩中含刚玉的必备

条件是, 高压和岩浆快速上升。

研究区具备与上述实验相吻合的物理化学条件: ①含蓝宝石岩浆的固结指数 $SI = 34 \sim 36$, 有与蓝宝石共生的辉石巨晶 (结晶压力 2.4 GPa, 折合深度 75 km), 这表明玄武岩浆在地幔深处曾经历过分离结晶作用, 蓝宝石最大可能是原始玄武岩浆结晶的产物; ②含蓝宝石岩浆形成的压力条件为 2.4~3.0 GPa, 与相图上最利于刚玉结晶条件相吻合; ③含蓝宝石岩浆的最小上升速率昌乐、蓬莱分别为 4.0 km/h, 7.6 km/h, 不含或少含蓝宝石玄武岩浆的上升速率为 0.4 km/h 左右。由岩浆从 100 km 上升到地表所需时间, 与 Ca、Si、Ba 等离子在 1150~1250℃ 玄武岩浆中的扩散速度 $10^{-6} \sim 10^{-8}$ cm/s (Hart and Allegre; 1980) 可知, 快速上升的含蓝宝石岩浆可以保存蓝宝石, 而缓慢上升的岩浆可使蓝宝石在岩浆未达地表时就全部成为斜长石; ④笔者不仅在野外发现了长石巨晶包裹刚玉的现象, 而且在室内镜下发现了蓝宝石具长石 ($10 \mu\text{m} \times 150 \mu\text{m}$) 的显微反应边的结构。

综上所述, 蓝宝石成因是: 蓝宝石为岩浆早期晶出的高压巨晶, 在岩浆快速上升的条件下, 来不及与熔浆完全反应、下沉, 被带到地表保存在碱性玄武岩质岩石中。

3 玄武岩成岩成矿模式

对含矿与不含矿两类玄武岩的岩浆温度、深度 (压力)、氧逸度、粘度、密度、速度的估算以及蓝宝石产出特征的综合分析表明: 蓝宝石是低度熔融的富 Al_2O_3 的玄武岩浆在地幔深处 (75~100 km), 早期晶出的高压 (2.4~3.0 GPa) 巨晶, 岩浆上升速度的快慢可能是决定大多数玄武岩含矿或不含矿、品位贫或富、宝石品级好或坏的重要因素。成岩成矿过程为: I —— 地幔岩局部熔融; II —— 岩浆结晶分异。结晶出刚玉 (蓝宝石)、钛铁氧化物等巨晶, 岩浆向更富碱方向演化; III —— 岩浆喷发阶段。分三种情况: ①玄武岩浆携带蓝宝石以持续的高速度 ($v > 4.0$ km/h) 上升, 形成品位较高的蓝宝石矿; ②岩浆慢速上升, 致使蓝宝石不能长期保持准稳态, 蓝宝石被熔蚀、分解, 甚至全部被其它矿物替代; ③若岩浆本身不含蓝宝石, 则无论岩浆以何种方式上侵均不形成蓝宝石矿; IV —— 地表阶段, 形成原生矿床、残坡积矿床或冲积砂矿床。

参 考 文 献

- 1 Morse S. A. Basalts and phase diagrams, Springer-Verlag New York: Heidelberg Berlin, 1981, 345~360