

山东昌乐蓝宝石矿区的地质特征

余晓艳 吴国忠

(中国地质大学,北京,100083)

山东昌乐位于山东地台中部,在大地构造上属鲁西台背斜泰沂降落之昌乐凹陷,明显受郯庐大断裂的控制。

山东蓝宝石的原生矿产于山东省昌乐县东南五图乡方山,距县城约20km,交通十分便利。山体由上第三系碱性玄武岩及其风化残坡积岩土组成,总面积约100km²。蓝宝石的原生矿产于方山上部的一层含多种超镁铁质岩的深源包体和巨晶矿物的玄武岩中,砂矿则多见于方山附近的洪冲积物中。

1 岩性特征

昌乐方山玄武岩产状平缓,层理清晰,主要种属有碱性橄榄玄武岩、碧玄岩和少量橄榄拉斑玄武岩。根据野外产状及岩石结构构造特点,从下至上大致分为如下8层:

(1) 气孔状橄榄玄武岩 岩石呈褐红色或深紫色,层状构造,气孔发育,内有钙质物充填,矿物成分为长石、橄榄石、辉石、铁的氧化物,厚约10m。

(2) 致密橄榄玄武岩 灰黑色,致密块状构造,气孔不发育。矿物成分有橄榄石、辉石、长石等,本层构造作用明显,褶皱、透镜体发育,球形风化,风化后岩石呈松散粒状脱落,厚度15m。

(3) 气孔状橄榄玄武岩 灰黑色,层理不明显,气孔发育。受风化较轻微,矿物成分有橄榄石、辉石、长石等,厚度0.8~1m±。

(4) 致密橄榄玄武岩 紫灰色,球形风化强烈,层理不明显,厚约5m。

(5) 气孔状橄榄玄武岩 紫灰色,气孔构造,层理很明显。主要成分为橄榄石、辉石、长石和铁的氧化物。局部夹紫红色橄榄玄武岩,厚约10m。

(6) 致密橄榄玄武岩 紫灰色,层状构造,偶见气孔。主要成分为橄榄石、辉石、长石

和铁的氧化物。岩石节理发育,破碎较厉害,厚约3~5m。

(7) 伊利石化橄榄玄武岩 深灰色,中部有0.5~1.5m厚大量风化强烈的黄色、黄绿色深源包体,并含刚玉、辉石等巨晶矿物。其底部和顶部气孔较发育,中部气孔不发育,上部柱状节理发育,厚约10m。

(8) 气孔状橄榄玄武岩 灰黑色块状岩石,气孔发育,大且密。岩石特征及主要矿物成分同第5层。厚约12m。

根据野外及偏光显微镜下特征,结合有关化学成分的CIPW计算,将方山碱性玄武岩分为3类,分别描述如下:

1.1 伊利石化橄榄玄武岩

岩石手标本呈黑灰、灰绿色,见致密块状构造、气孔构造、杏仁构造。含幔源包体,部分含有刚玉及辉石巨晶。

镜下观察,岩石为斑状结构、间粒-间隐结构、间隐结构、玻基交织结构等。斑晶主要为橄榄石(10%±),少量单斜辉石(0~5%),斜长石(<1%),橄榄石斑晶一般呈自形一半自形,粒径变化在0.2~1.5mm,无色,高正突起,糙面显著,裂纹发育,最高干涉色为二级蓝,二轴晶,(-)2V=86~90°,成为Fo=80%~100%,为贵橄榄石-镁橄榄石,多数已发生伊利石化或蛇纹石化。蚀变作用一般沿边缘或裂隙开始,然后扩展到整个颗粒,有的伊利石呈橄榄石假象,伊利石为棕红色或褐红色,多色性不明显,高正突起,干涉色为其自色所掩盖,平行消光;斜长石斑晶约0.2mm±,An=55~57为拉长石;辉石斑晶

余晓艳:女,32岁,讲师

收稿日期:1996年元月23日

粒径为 0.15~0.5mm, 浅褐—淡紫色调, 砂钟构造、环带构造较发育, $2V=46\sim64^\circ$, $c \wedge N_g=40\sim50^\circ$, 为含钛普通辉石。

基质成分为斜长石(10%~30%), 单斜辉石(10%~40%), 橄榄石(0~5%), 少量玻璃质、碱性长石及副矿物磁铁矿, 斜长石微晶大小 0.15~0.01mm, 用垂直(010)晶带最大消光角测得真 $N_p \wedge (010)=25\sim34^\circ$, $An=45\sim60$, 为拉长石或中长石; 单斜辉石微晶 0.02~0.05mm, 淡褐色—淡紫色, 弱多色性, 斜消光, 消光角 $50^\circ \pm$, 碱性长石呈板状及不规则状, 粒度一般比斜长石微晶大, 呈波状、带状消光, 可见简单双晶, 种属为歪长石; 火山玻璃为红棕色、棕褐色, 均质体。

1.2 碧玄岩

手标本呈灰色、黑色, 见块状构造、气孔构造及杏仁构造, 镜下为斑状结构, 基质为间粒—间隐结构、拉斑玄武结构、间隐结构。

斑晶: 橄榄石(5%~10%), $2V=86\sim90^\circ$, 种属为贵橄榄石; 粒径 0.2~1mm, 受熔蚀, 有的已伊利石化; 斜长石(0~5%), $An=50\sim60$, 为拉长石; 钛普通辉石(0~5%), 粒径 0.4~0.1mm, 自形一半自形, 淡黄绿—淡紫多色性, $2V=56\sim62^\circ$, $c \wedge N_g=48\sim52^\circ$ 。

基质成分: 钛普通辉石(20%~50%), 半自形、他形粒状, 大小为 0.05~0.01mm; 斜长石(10%~30%), 大小 0.05~0.005mm, $An=40 \pm$, 属中长石; 玻基(20%~40%); 碱性长石(<5%); 磁铁矿(10%)。

1.3 橄榄拉斑玄武岩

手标本呈灰黑色, 气孔构造, 杏仁构造。镜下为斑状结构, 有时有聚斑、联斑构造; 基质为间粒—间隐结构, 交织结构。

斑晶: 橄榄石(5%~10%), 粒径 0.1~1mm, $2V$ 近 90° , 为贵橄榄石; 斜长石(5% \pm), 种属为拉长石, 单斜辉石少量。

基质由斜长石(30%~50%), 单斜辉石(10%~30%), 磁铁矿(10%), 火山玻璃(0~15%), 橄榄石(0~3%)组成, 橄榄石种属为贵橄榄石。

2 蓝宝石的含矿层特征

2.1 原生矿特征

山东蓝宝石原生矿产于第 7 层玄武岩中, 该层玄武岩的特点是含有多种深源包体及巨晶矿物, 风化后呈黄绿色、黄色或褐红色, 约占玄武岩总体积的 10%~15%, 该层玄武岩的顶部和底部气孔较发育, 而含包体的中间部位则气孔不发育。

显微镜下观察, 发现该层橄榄石斑晶含量明显高于其他层, 而且伊利石化现象十分强烈, 有的伊利石呈橄榄石假象存在。基质中的玻璃质和铁含量明显比其他层多, 而矿物的种类、岩石的结构与其他层相似。

下表列出了山东昌乐方山玄武岩化学分析数据及标准矿物的计算结果, 反映出含矿层和非含矿层的化学成分基本相似。通过标准矿物计算, 并采用邱家骧等提出的分类方案命名, 可知方山碱性玄武岩中蓝宝石的寄生岩石主要是碱性橄榄玄武岩, 其次是碧玄岩。而非含矿层由碱性橄榄玄武岩、橄榄拉斑玄武岩、碧玄岩组成。可见从化学成分及岩石类型方面两者并无多大的差别。所以, 山东蓝宝石的含矿层的最大特点就是含有大量深源包体及巨晶矿物。

据金隆裕等人对方山碱性橄榄玄武岩进行 K—Ar 同位素年代测定, 其喷发时代为 $16.40 \pm (0.31)\text{Ma}$, 属牛山期玄武岩喷发时代。

2.2 坡积、冲积含矿层

昌乐方山中下部由于长期风化剥蚀, 形成坡积裙, 按其部位及形态分为坡积斜坡及坡积平台。坡积斜坡位于上半部, 坡度 $10\sim20^\circ$, 常被后期冲沟切割; 坡积平台位于坡积脚地带, 坡度 $<10^\circ$, 常被现代冲沟切割, 其上发育河谷地貌, 蓝宝石产于坡积斜坡和坡积平台的过渡带。野外观察, 富含蓝宝石的砂矿碎屑成分比较复杂, 除了玄武岩、砂岩等外, 与蓝宝石共生的重砂矿物还有尖晶石、辉石、锆石、长石、石榴石等, 一般含蓝宝石砂矿层的特征为砂石含量 $>50\%$ 。

山东昌乐碱性玄武岩化学成分及标准矿物计算表

成分	性质 样品	含蓝宝石玄武岩				非含蓝宝石玄武岩		
		1	2	3	4	1	2	3
SiO ₂		47.68	47.70	46.38	43.62	47.18	46.14	42.34
TiO ₂		1.75	1.80	1.80	3.75	1.60	2.10	3.30
Al ₂ O ₃		13.86	14.15	13.05	13.86	13.37	13.73	12.93
Fe ₂ O ₃		2.82	3.01	3.14	4.17	4.19	2.68	4.37
FeO		8.45	8.21	8.31	7.60	7.14	8.40	6.68
MnO		0.26	0.26	0.25	0.26	0.19	0.24	0.28
MgO		8.70	8.49	7.63	9.04	9.54	9.40	10.86
CaO		8.55	9.19	10.30	9.84	8.76	9.14	9.73
Na ₂ O		3.20	3.10	3.00	3.96	3.14	2.40	4.32
K ₂ O		1.50	1.36	1.56	0.96	1.30	1.30	0.76
P ₂ O ₅		0.40	0.32	0.45	0.45	0.34	0.24	0.15
H ₂ O ⁺		2.46	2.23	1.54	3.54	2.21	3.29	3.20
H ₂ O ⁻		0.36	0.20	0.56	0.18	0.72	1.26	1.14
Total		99.74	100.02	100.78	99.92	99.68	100.22	99.69
Or		3.61	3.20	3.40	2.04	3.04	2.98	1.52
Ab		10.88	10.23	7.99	5.41	9.95	8.35	3.10
An		15.51	16.46	12.96	12.37	14.67	17.71	9.22
Ne		0.83	0.85	1.95	7.36	1.20	0.00	10.00
Wo		16.94	18.17	22.62	20.61	17.94	16.22	22.74
En		11.86	12.68	16.59	15.35	12.90	11.80	17.87
Es		5.08	5.49	6.03	5.26	5.05	4.42	4.87
En		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.86	0.00
Fs		0.00	0.00	11.16	0.00	0.00	1.82	0.00
Fo		18.55	16.99	4.06	14.75	19.59	16.81	16.39
Fa		7.95	7.36	2.93	5.05	7.67	6.30	4.74
Mt		3.19	3.09	9.65	2.90	3.07	2.98	2.55
Il		4.97	4.99	8.60	8.26	4.41	5.40	7.06
Ap		0.64	0.50	0.65	0.63	0.53	0.36	0.20
命 名		碱性橄榄玄武岩	碱性橄榄玄武岩	碱性橄榄玄武岩	碧玄岩	碱性橄榄玄武岩	碱性橄榄玄武岩	碧玄岩

3 蓝宝石的形成条件探讨

蓝宝石的化学成分是 Al₂O₃，地壳中 Al₂O₃ 是仅次于 SiO₂ 分布最广的氧化物之一，但由于 Al₂O₃ 对 SiO₂ 有很大的亲和性，极易形成铝硅酸盐矿物，因而，自然界中 Al₂O₃ 的结晶体并不多见，只有在高温、高铝、贫硅的特殊条件下才能形成蓝宝石晶体。

在碱性玄武岩中，蓝宝石是作为巨晶矿物与高压富铝普通辉石、石榴石、歪长石等矿物共同产出的，人们往往用高压普通辉石的形成温压条件来近似代表蓝宝石的结晶条件，由于石榴石、辉石等巨晶矿物是在富硅的环境中形成的铝硅酸盐矿物，因此蓝宝石的形成条件与之不近相同。

目前对蓝宝石的成因看法主要有两种：

- ① 碱性玄武岩高压分离结晶形成；
- ② 蓝宝石形成于较深源区，形成后被更深部的玄武

岩浆携带至地面。

由于方山玄武岩本身并不富铝，并含有大量深源包体和巨晶矿物，与深大断裂相伴生，而且山东省地矿局曾在深源包体中观察到蓝宝石晶体，所以笔者认为第一种成因的可能性不大。由于地幔成分的不均一性，在地幔深部可能存在富铝贫硅区，在高温高压环境中逐渐晶出蓝宝石，由于构造运动和岩浆活动，蓝宝石被深部的碱性玄武岩浆捕获而带出地表，在捕获及上升运移过程中，因温压条件和环境的改变发生熔蚀反应，使得表面有一层黑色被膜，由于蓝宝石熔点较高（2 050℃），因此熔蚀作用较轻微，蓝宝石晶体得以保存。

参 考 文 献

- 1 邱家骥. 岩浆岩岩石学. 北京:地质出版社,1983
- 2 金隆裕. 郯庐裂谷中段及其两侧新生代火山岩钾—氩年龄值. 山东地质情报,1983(4)