

试谈我国东部沿海蓝宝石 砂矿地质特征

陈祖荣

(中国建材工业地质勘查中心福建总队)

提要 宝石是重要的非金属矿产之一, 本文对我国东部沿海地区新生代玄武岩区蓝宝石砂矿的矿床特征, 成矿规律, 及其与地质构造之间的关系进行探讨, 为寻找宝石矿产提供了一些背景材料。

关键词 玄武岩 砂矿 蓝宝石

作者简介 陈祖荣 男 54岁 高级工程师 非金属地质学

宝石是经济价值极高的特殊矿产, 除建筑装饰类彩石外, 都是稀有而珍奇的工艺美术品原料, 其制品价格昂贵, 在国际经济大循环中起着重要的作用, 因而具有极为重要的经济意义。我国建材地质系统已完成了全国的全国宝石调研工作, 并编写了调查报告, 本文在此基础上进行了蓝宝石成矿规律的研究, 归纳成文。

一、砂矿母岩——新生代玄武岩简介

我国东部的环太平洋大陆边缘是地球上地质构造活动最强烈的地区之一, 从广西至黑龙江组成一条环太平洋西岸的新生代玄武岩长链, 此链往北经日本西岸一直伸长到鄂霍次克海东侧的千岛群岛, 往南延至越南中部, 全长约 8000 多公里, 在我国东部沿海的广东、福建、江苏、辽宁、吉林、海南岛、台湾等省展布着若干条等距分布的玄武岩喷发带, 其分布面积约有 5 万多平方公里。其中的海南省蓬莱、琼山; 福建的明溪、政和、漳浦、福鼎; 安徽的嘉山; 江苏的六合; 辽宁的宽甸; 吉林的靖宁、敦化; 黑龙江东部的克东、鸡西以及台湾的文竹等地都是我国重要的蓝宝石产地。由于地质构造条件和断裂切割的深浅不同, 各地基性火山岩的岩性有所差异 (图 1、2)。如果断裂切割较深, 可以导致造成富含玻基辉橄岩, 橄橄榄玄武岩、富含深源包体的火山碎屑岩以及霞石碧玄岩等岩石类型的岩浆上涌, 近地面时达到一定的温度, 能够形成蓝宝石, (橄橄榄玄武岩中的橄橄榄石可与氧化硅铝发生反应)。若深源包体的火山碎屑和团块等含量较高, 其含矿性就较好。

新生代的玄武岩和火山碎屑岩呈岩被状覆盖在其它岩层之上。其岩性序列常以火山碎屑岩开始到玻基辉橄岩、橄橄榄玄武岩和粗玄武岩结束。火山活动属于中心式和裂隙式喷发。这些火山活动与拉张作用产生的断裂构造有关, 这种拉张作用是亚洲大陆边缘新生代地质构造的一个重要特点。

分析大量有代表性的含蓝宝石玄武质母岩后得知, 在岩石化学成分上它们表现为富铝 (12.01—16.50%), 低硅 (39.60—50.54%), 并富钛、铁、镁和碱金属等特征, 且锆、铌、钽等微量元素含量较高。这种岩石化学成分有利于蓝宝石的产出。

表 1 我国东部沿海各地玄武岩中蓝宝石化学成分 (%)

Table 1 Chemical compositions of sapphire in basalt the eastern coast of China (%)

产地 样号	海南蓬莱		福建明溪		台湾		苏北	皖东	澳大利亚
	1 深	2 浅	1 绿	2 浅	1 深	2 浅	1 浅	1 深	1 深
SiO ₂	0.78	0.13	0.093	1.60	4.55	4.62	0.48	0.46	0.16
TiO ₂	0.08	0.079	0.048	0.07			0.08	0.14	0.05
Al ₂ O ₃	97.71	98.05	97.21	95.11	92.30	90.12	97.30	97.46	96.90
Cr ₂ O ₃			<0.005	0.01				1.46	0.07
Fe ₂ O ₃	1.10	1.09	1.22	1.50	1.84	4.67	0.92		1.00
MgO	0.043	0.014	0.016				0.01	0.05	<0.05
CaO	0.14	0.13	0.22		1.55		0.02	0.20	<0.03
MnO	0.014	0.006					0.01	0.56	<0.02
K ₂ O	0.029							0.003	
Na ₂ O	0.038							0.04	
H ₂ O+	0.11	0.04		0.37				0.11	
Mg				0.30					
V	0.0006	0.0004		0.01					
Cr	0.002	0.001		0.10					
Ti				0.15					
Ni	0.005	0.0005		0.012					

(据林泉荣、韩俊杰、郑子丽、石柱华资料综合整理)

橄榄玄武岩一般呈灰黑色, 斑状结构, 具有气孔和杏仁状构造, 矿物成分以橄榄石、普通辉石为主, 粒径 0.12—2mm, 呈部分巨大斑晶, 副矿物有尖晶石、镁铝石榴石、镁橄榄石等。

玻基辉橄岩以暗灰色为多, 斑状结构, 块状构造或气孔构造。岩石由斑晶和基质二部分组成, 斑晶由橄榄石, 辉石组成。橄榄石大小为 0.1—1mm, 自形晶。辉石有普通辉石和钛普通辉石二种, 晶体大小不均, 大者可达 2mm, 内部环带构造发育。

霞石碧玄武岩与碱性橄榄玄武岩呈渐变关系, 矿物结晶粗大, 斜长石一般为 1.8—4mm。岩石中含 SiO₂46.46%、Al₂O₃14.57%、K₂O/(Na₂O+K₂O) 0.36%、NaO0.18%、Dl 18.36%、Dr 13.44%。

橄榄粗玄岩呈深灰—灰黑色，具杏仁状构造，含斑晶 5—10%、斑晶粒径 0.5—1mm，由橄榄石、普通辉石或含钛普通辉石组成。橄榄石自形—半自形，边缘镶有一呈放射状的辉石反应边，沿裂隙有蛇纹石化。普通辉石自形—半自形，节理发育，沿裂隙有蚀变。基质具粗玄结构，由斜长石、辉石、磁铁矿、玻璃质和少许橄榄石组成，岩石的 K_2O+Na_2O 含量较高、副矿物以钛磁铁矿为主，其次有钛铁矿、尖晶石、金红石、锆石、磷灰石、黄铜矿等。

蓝宝石呈捕虏晶、斑晶和副矿物产于橄榄玄武岩、玻基辉橄岩或霞石岩、碧玄岩、玄武质火山碎屑岩等岩石的包裹体中。这些火山岩风化后形成的红色粘土层被地表水冲刷，经搬运而形成了具有重要经济价值的蓝宝石砂矿床。

二、蓝宝石砂矿地质特征

1. 矿床产出特征

蓝宝石主要产于残坡积红土层和冲积、洪积层中（图 3），少量见于风化的玄武岩和火山碎屑层中，在近期河床及阶地的堆积物中最容易形成矿体（图 4），特别在原生矿之下的小河谷上游常可形成较富的宝石砂矿床，一些耐磨损而比重较大的宝石可在河床一再被深切的地段及河床纵剖面由陡变缓的地段形成较富集的综合性砂矿，这是由于流水搬运沉积造成的，因此水流的速度对砂矿的形成是一个重要的因素，流速必须适当才能造成矿物的分选和集中，如河流上游地势陡地段，水流速度急，重矿物就会被冲走而不易沉积下来，在主流或支流上端地势不太陡峻地段，常可形成冲积宝石砂矿床；在河流中游和中上游地区以及河谷含矿基岩和粘土层之上最有利于宝石矿物的聚集而形成良好的砂矿床，这因宝石比重大，在搬运过程中逐渐向下渗透到砾石间隙而在底部基岩上聚集起来，形成主矿层。冲积砂矿的矿体形态多呈单一的层状，分布于现代河床或洼地；矿体平面形态和冲沟、洼地轮廓基本一致，呈狭长带状、树枝状，产状近于水平或向沟谷下游倾斜。矿体厚 0.7—4m，埋深 0—3m，各地不等，矿体顶板为泥质含砂粘土层，底板为火山碎屑岩或玄武岩（图 3）。宝石矿物的富集具有一定的规律性；在剖面上，一般越靠底部，宝石含量越高，特别在大砾石或凹凸不平的底部宝石较为富集。在平面上由源头至下游，由阶地后缘到前缘，蓝宝石的品位逐渐变富（图 4）。矿体严格受地形地貌控制。其品位变化各矿区有所差异，一般为 0.2—2g/m³。伴生矿物有钛磁铁矿、橄榄石、锆石、尖晶石、铬镁矿、镁铝榴石等。

残坡积砂矿矿体的平面形态与山形展布轮廓一致，呈不甚规则的面状体。剖面上矿体呈单一的略有起伏的缓倾板状体。宝石砂矿矿体顶板为粘土层或含砂砾粘土层，有的无顶板其矿体直接露出地表；底板为粘土层或基岩风化层，矿体厚度为 1—2m，一般山脊和山顶处略薄，山腰及近山脚处厚。矿体长约数百米到数千米，各矿区不等，宽约数百米。蓝宝石的品位可达 0.1—0.6g/m³，低者 0.02g/m³；最高者达 9.17g/m³。含矿层的特征表现在未经搬运和胶结的残积物，呈松散状或棱角状或几乎全为原岩碎块。重矿物富集程度一般较低，松散，易于选矿。

2. 矿物组合特征

在蓝宝石砂矿中，通常共生矿物有大量的宝石级锆石、少量红宝石。在明溪、嘉山、六合、宽甸、靖宇等地还可见到镁钛铁矿、普通辉石、镁铝榴石、电气石、透辉石、贵橄榄石、铁镁尖晶石等，这些矿物主要特征如下：

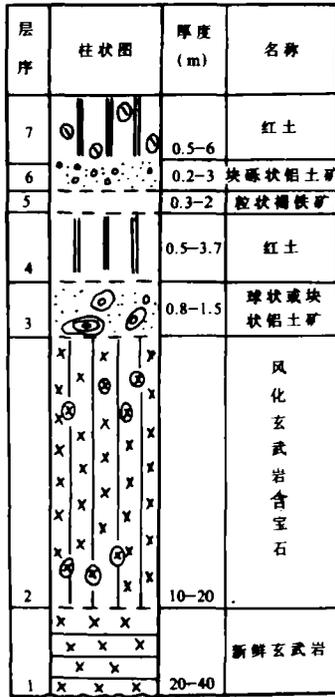
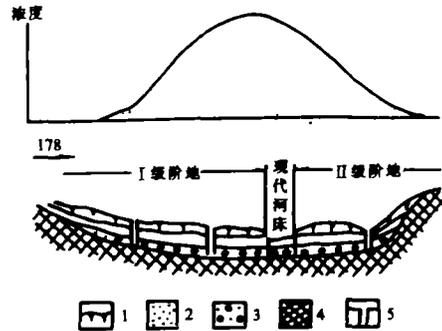


图3 某矿区玄武岩风化红土剖面

Fig.3 Redsoil section of a basalt weathering area



1.耕作层; 2.细砂层; 3.砂砾层; 4.基岩; 5.小园井

图4 福建某矿区蓝宝石丰度变化曲线图

Fig.4 Curve of sapphire density in a mine of Fujian

蓝宝石 形态有锥状、塔状、鼓状、桶状，还有不规则粒状和块状，其中以桶状，鼓状、粒状多见。粒径一般为2—10mm左右，小者在0.1mm，最大者可达35×33×32mm。蓝宝石以深蓝和蓝绿为主，玻璃光泽，但由于颗粒的不同，其颜色深浅有差异，一般颗粒较小的(4mm以下者)以浅蓝色为主，蓝绿色者次之，蓝色者少。颗粒大的则以青色、蓝色和带乳白色的蓝色者为主。蓬莱蓝宝石以蓝色、浅蓝者较为鲜艳美观，蓝绿色者次之，明溪蓝宝石以深绿色和蓝绿色为主，且颗粒大；苏北蓝宝石颜色多样，但以较深者为主，甚至不透明，已发现最大一颗重115.55克拉，粒径23×18×12mm，呈不均匀的深灰绿色，少部分蓝宝石具有环带结构，由浅蓝、蓝、乳白、浅褐色等条带相间构成，透明度良好；宽甸蓝宝石以深蓝、蓝绿色为主，偶见粉红色、透明至半透明、三方柱状、桶状晶体，大部分呈不规则粒状或碎片状，粒径一般1—2mm，最大颗粒13×10×7mm。最近在江西境内也发现三颗天然“星光蓝宝石”，宝石晶体由六方柱和板面组成，在弧面上呈现6条明显的星光，最大的一颗横截面直径为10mm，实属名贵稀有刚玉宝石。总的看来，粒大者往往颜色深、透明度差，缺陷多，颗粒小者颜色鲜艳、透明、晶体缺陷少。蓝宝石的比重一般为3.92—4.03，从深色到浅色比重有减少的趋势，硬度9.6—9.1，一般深蓝色较浅蓝色宝石的硬度小，各类蓝宝石X光衍射分析，并计算其晶胞参数为d: 4.75—4.76Å，c: 12—13Å，深色的比浅蓝色的晶胞参数小。化学成分见表1。

从表1中可见 Al_2O_3 含量很高 (90.12—98.05%)，杂质组分总量为 1.49—9.88%，主要有 Fe_2O_3 ，次为 SiO_2 、 TiO_2 、 MgO 、和 CaO ，其含量都小于 0.2%。Cr、Ni、Co、V 等组分含量仅为 4—20ppm。海南、福建蓝宝石普遍含 Nb_2O_5 0.06—0.074%、 Ta_2O_5 0.015—0.059、 FeO 1—2%。

海南红锆石 呈方柱与四方双锥聚形，大多数呈碎屑状晶体，颗粒大小为 2—8mm，玻璃光泽，呈紫红色、红棕色和浅棕色，以紫红和红棕色为多，颜色较鲜艳美观，比重 4.00—4.77，硬度 6.6—7.0，化学成分中 ZrO_2 、 HfO_2 和 SiO_2 占 99.10—99.95%，其它 17 种元素含量仅 0.05—0.5%。

福建锆石 无色透明、晶体为四方短柱体和浑圆粒状体，颗粒一般 3—8mm，大者可达 16mm，比重 4.61，硬度 7.29，玻璃光泽，化学成分 (%)， ZrO_2 ：61.15—65.43， SiO_2 ：31.88—32.90； TiO_2 ：0.03—1.85； Al_2O_3 ：0.19—1.11； Fe_2O_3 ：0.11—0.24，微量元素有 Mg、Ni。镁铝榴石呈浑粒状体，颜色为红—桔红，颗粒 4—8mm，透明，比重 3.75—3.80，硬度 7.82，化学成分 (%) SiO_2 ：42.51； TiO_2 ：0.25； Al_2O_3 ：23.7； Cr_2O_3 ：1.29； Fe_2O_3 ：0.82； FeO ：0.32； MgO ：20.20； CaO ：5.04； MnO ：0.39。

辽宁钙铝榴石 呈深红、红褐、棕红色，粒状或团块状，半透明，贝壳状断口，最大块径达 3mm，一般 0.2—1.0mm，部分可达到宝石级。橄榄石呈黄绿和浅黄色，斜方晶系，玻璃光泽，透明度好，半滚圆，呈粒状或薄板状体，粒径一般 2—3mm，其中浅绿色颗粒大者 (0.2—0.6mm) 可作绿晶宝石矿物原料。透长石 (月光石) 呈无色、淡黄褐色、透明~半透明、板状、解理完全，有较多的气液包体，有的具有猫眼效应，块径 1—5mm，个别达 10mm，完全已达到宝石级 (要求 0.5—2mm 为宝石级)。

综上所述，宝石的质量好坏主要取决于晶体的粒度大小、透明度以及是否具有特殊的光学性质、颜色的鲜艳、色调的均匀程度及缺陷发育程度。

三、成矿地质条件分析

在福建、海南、苏北、皖东、吉林、辽宁、黑龙江、台湾等地的新生代玄武岩区中能获得如此众多的宝石砂矿床，是新生代碱质玄武岩以及火山碎屑岩被侵蚀的结果。研究资料表明：红蓝宝石系在岩浆初期结晶阶段由过剩的 Al_2O_3 结晶而成，多产于含硅较少，含铝较多的刚玉斜长岩、刚玉正长岩和黑云母霞石正长岩、片麻岩、结晶片岩、大理岩、石英岩及玄武岩伟晶岩脉中，这一带地壳岩性成分相对地富含氧化硅铝，在不完全平衡状态下，特别橄榄玄武岩中的橄榄石要和氧化铝发生反应，反应产生的 Al_2O_3 或为刚玉或为蓝宝石、或为红宝石，视岩石中所含量少元素而定。

但具有工业价值和经济意义的还是产于碱性玄武岩中风化形成的砂矿床，因此在野外普查工作中，要注意那些铝饱和岩石的含矿性。风化型的沉积砂矿床是红、蓝宝石最重要、最有经济价值的矿床类型之一。因此对上述各种含矿母岩发育地区的冲洪积、残坡积层应以十分的注意。

从矿床成因可以看出，形成蓝宝石砂矿床的控制因素主要有两个：一是构造—岩浆因素，区内的深大断裂为含矿岩浆到达地表提供了良好的通道，从平面上控制了矿床的空间分布 (见图 1、2)，为成矿提供了重要的物质来源和基础。二是剥蚀风化作用，可将分散于原

岩的宝石矿物解脱出来, 进一步集中形成具有工业意义的宝石砂矿床, 这二个因素都控制着矿体的形成和分布。从火山喷发的时空来看, 第三期火山喷发岩, 最易风化破碎, 经风化、地表水淋滤等作用、岩石破碎脱落; 宝石矿物坚硬、化学性质稳定, 易保存下来, 在丰水期经水流搬运作用, 在适宜部位富集。

本文根据作者野外实地考察综合整理而成, 在撰写过程中得到有关宝石专家的指点, 以及有关单位提供了一些物性资料, 在此表示感谢。

收稿时期: 1989年1月11日

参 考 文 献

- (1) 吴利仁等, 1984, 华东及邻区中生代火山岩, 科学出版社。
- (2) 蒋大海, 1986, 海南地质科技, 3期。
- (3) A.П.列兹尼科夫, 1959, 沉积岩石学讲稿, 地质出版社。

Geologic Features of Placer Oriental Sapphire Deposits in Eastern Coastal China

Chen Zurong

(Building Material Geology Survey Bureau, Fujian Branch)

Abstract

As one of the important and precious non-metallic minerals, placer oriental sapphire within basalt of Cenozoic in the eastern coastal China is discussed on its mineralization, geology of deposits and its relationship with geotectonics, in order to provide some messages of exploration.

Distribution and the chemical composition of basalt are studied, moreover, some potential mineral belts are put out. Occurrence, mineral assemblage and principles of mineralization are discussed, similarities and differences in different regions are pointed out. Oriental sapphire, acorite in Hainan and Fujian and cinnamon garnet are analysed.

It is revealed by the author that the forming of placer oriental sapphire is controlled by tectonic-magma and weathering. It worth to pay attention to the aluminium hupersaturated basalt, especially for the developed region of washed and drifted deposits.