

云南祖母绿的矿床地质及宝石学特征

张良钊 兰 延

(桂林工学院材料工程系 桂林 541004)

提 要 云南祖母绿矿床产于寒武系变质岩中。矿体分别产于片麻岩的伟晶岩及云英岩脉中。属于典型的伟晶岩型或气成高温热液矿床。祖母绿的铬(Cr)、钒(V)来源于变质岩,而铍(Be)来源于伟晶岩。

祖母绿晶体以六方柱状为主,晶体长10~200mm,直径(D)5~50mm。晶体有明显的色带构造,核部(内部)为无色—浅色多裂隙的绿柱石;外圈(晶体表皮)为深绿色、翠绿色、黄绿色并发育微细的六边形生长色带。颜色主要由钒(V)致色,其次为铁(Fe)和铬(Cr),钒含量是铬的5倍以上,化学成分分析表明其中含钒高达1.5%,含铬仅0.06%~0.20%,从晶体中心到晶体边缘,钒的含量相对稳定,而铬的含量逐渐增加。红外光谱在1 633, 3 594, 3 654, 3 697 cm^{-1} 有明显的吸收峰,属于高碱质Ⅱ型水祖母绿,与水热法合成祖母绿构成明显的区别。

云南祖母绿含有大量的包裹体,其中电气石、毒砂、含钒白云母和长石以及大量气、液两相包裹体为其特征包裹体。

键 词 祖母绿 矿床地质 宝石学 云南

祖母绿属于绿柱石矿物种的亚种,因含铬(Cr)、钒(V)而呈现漂亮的翠绿、绿色。作为宝石级翠绿色绿柱石——祖母绿最著名产地有哥伦比亚穆佐、巴西、俄罗斯和尼日利亚等地。前人对这些产地的祖母绿从地质产出、化学成分、包裹体和吸收光谱特征等方面作过研究报道^[1~3],但生长环境的变化对生长的祖母绿晶体质量的影响则研究甚少。长期以来,中国没有商业级祖母绿产出,直到1991年才首次报道了在云南麻栗坡县勐硃大丫口矿区发现了祖母绿产地。自那以后,前人对该产地祖母绿的特征从不同的角度做了一些研究工作^[4,5],值得借鉴。这次作者试图对云南祖母绿从矿床地质特征、热动力学环境对祖母绿结晶生长的影响以及宝石学特征等方面进行全面系统的研究,其目的是为中国今后进一步开展祖母绿找矿工作提供重要的地质资料;为鉴别水热法合成祖母绿和天然祖母绿提供确诊的数据资料,并为开展产地祖母绿的质量评价提供依据。

1 云南祖母绿的矿床地质特征

云南祖母绿产于云南省文山州麻栗坡县勐硃。祖母绿矿区出露地层为寒武系地层的都龙变质群。主要岩性为二云母片麻岩和二云母片岩,属中级变质的角闪岩相。矿区的构造单元

ISSN 1000-4734 1998年2月收稿 1998年5月改回

第一作者简介 张良钊 男 1949年生 教授 矿物学专业

属于华南褶皱带文山—富宁断裂褶皱。该区中生代有都龙花岗岩岩体侵入,呈岩基状。岩体侵入的同时,伴随有许多伟晶岩脉侵入在变质岩中穿插。岩体的内、外带形成绿柱石、锡石矿床。

从表 1(只列出相关的化学成分)表明片麻岩、片岩中富含微量元素铬和钒,特别是钒的含量高出 2~3 倍以上。区域上的地球化学资料也证明了地层中富含铬、钒(表 2)。

表 1 矿区的片岩、片麻岩化学成分分析(X 射线荧光分析,%)

Table 1. The chemical composition of gneiss in the mining district(fluorescent X-ray analysis,%)

样品	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₅
In4	42.58	15.22	5.67	3.78	19.21	0.32	5.31	0.19	3.62
In5	54.10	17.92	3.35	1.89	8.22	0.37	7.95	0.07	0.45

注:分析单位:中南工业大学开放实验室(1995)

表 2 云南马关—麻栗坡地层微量元素(10^{-6})

Table 2. Trace element contents of strata at Malipo in Yunnan(10^{-6})

岩 性	Cr	V
片 岩	265	203
副 片 岩	425	176
克 拉 克 值	83	90

注:据云南区调队(1974)

根据资料认为围岩是在加里东期变质的,推测围岩的原岩可能含超基性和基性岩碎屑的沉积岩。

祖母绿矿体产于远离岩体的外带二云母片麻岩和二云母片岩中。矿体呈脉状、囊状沿变质岩的层理方向展布。目前已发现的矿体有 6 条以上,长 20~28m,宽 20~120m,延伸 50m 左右。产状多为北西向或北北西向(同区域构造线相一致)。

祖母绿晶体多产于伟晶岩脉状体的膨大部位,在膨大部位的祖母绿晶体粒度大,透明度、颜色等都较好,多产出宝石级晶体。

含祖母绿的伟晶岩的脉体或囊状体往往具有一定的分带性,其分带性如图 1。由围岩→富含云母带→富含石英带→富含钾长石带→含祖母绿带。但并不是每个脉体或囊状体都发育图 1 中的完整分带,其中有些脉体或囊状体只发育 2~3 个带的组合,含祖母绿带中的矿物组合是:石英+萤石+黑电气石+祖母绿+白云母+毒砂。

矿区有部分祖母绿产于云英岩中,其祖母绿晶体分异较好。共生矿物有石英、萤石、电气石、白云母、方解石、白钨矿、锡石等。电气石呈针状、针柱状、放射状或束状。据研究电气石为富铁的黑色电气石并含较高的钒(可达 2.36%)。

据以上特征表明云南祖母绿属于伟晶岩型及气成高温热液型的成因产物。由于岩体及伟

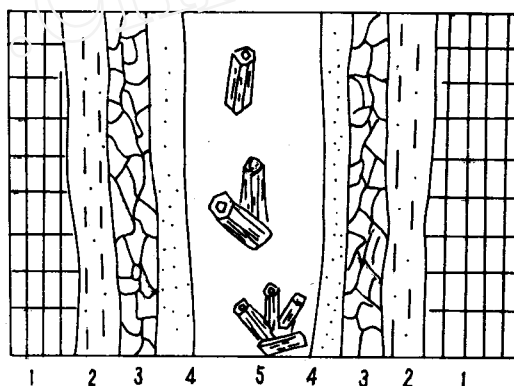


图 1 含祖母绿带伟晶岩分带图

Fig. 1. Map showing zoning of the emerald-bearing pegmatites.

1. 围岩(二云母片麻岩或二云母片岩)
2. 富含云母带(黑云母为主)
3. 富含石英带(烟灰色石英)
4. 富含钾长石带(微斜长石)
5. 含祖母绿带

晶岩的侵入,与围岩(二云母片岩、二云母片麻岩)发生接触交代作用从而使围岩中的钒、铬、铁被释放淋滤出来并与伟晶岩中的铍(Be)、硼(B)、氟(F)一起结晶生长出祖母绿晶体,在这过程中同时还有电气石、萤石、白云母等矿物的结晶。另一方面,伟晶岩中富含B、F、OH等挥发分及含Be的气化热液交代围岩,从而形成云母、石英为主的云英岩脉,同时晶出祖母绿、电气石、萤石、白钨矿、锡石等高温矿物的组合。与伟晶岩的矿物比较,云英岩中的矿物含钒相对较高,且越先结晶的矿物其钒含量越高,如含钒白云母、黑电气石等。

2 祖母绿的宝石学特征

2.1 祖母绿晶体的习性特征



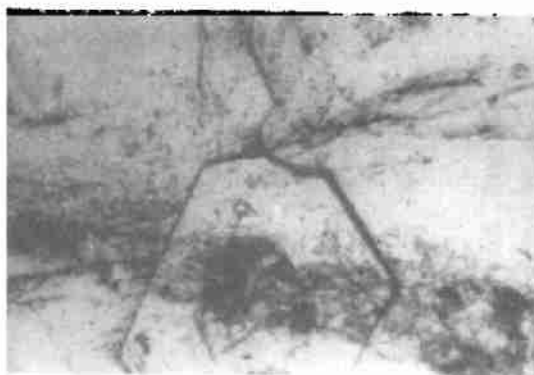
照片1 柱状祖母绿晶体

右侧为晶体外圈(表层)的六边形生长色带,左侧为晶体内圈(核部)呈浅色—无色,并分布有裂隙和铁质薄膜;
正交偏光,×19



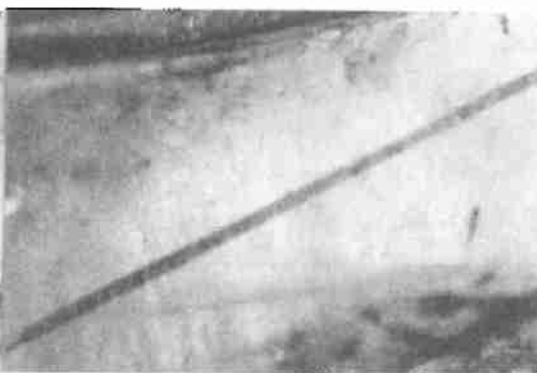
照片2 祖母绿晶体被后期的无色石英(Q)包裹

在透明的石英中见许多祖母绿晶体的碎块;
正交偏光,×40



照片3 自形的长石晶体成为祖母绿晶体的生长中心

见有裂纹(祖母绿);
正交偏光,×40



照片4 祖母绿晶体中的针状黑色电气石包裹体

云南祖母绿晶体主要呈单晶体,集合体呈晶簇状、束状,少量为块状体产出。晶体呈六方柱状,最长可达 20cm,一般为 1~4cm;直径 0.5~1.5cm,粗者可达 3cm。晶体的单形主要为六方柱 $\{10\bar{1}0\}$ 及平行双面 $\{0001\}$ 。不同产状的祖母绿晶体其特征也有差异:①产于云英岩中的祖母绿晶体呈长柱状, $\{10\bar{1}0\}$ 单形发育,而 $\{0001\}$ 平行双面由于同一晶体的两端粗细不同致使两个面发育不同。晶体的透明度稍差,常含较多的黑色针状电气石,瑕疵较多,但裂隙较少。②产于伟晶岩脉中的祖母绿晶体较粗, $\{10\bar{1}0\}$ 、 $\{0001\}$ 单形较发育。这种产出的祖母绿晶体最大特征是:晶体的横切面即 $\{0001\}$ 上其透明度和颜色有明显的差异,即晶体核部为透明度差的浅色或白色并微带浅的黄色—绿白色,且发育不规则裂隙;而晶体外层则透明度较好且为翠绿色、深绿色并发育相应的六边形生长色带(照片 1),色带由深浅不同的黄绿、深绿相间交替组成(照片 1)。总的特征是:越近晶体边缘其透明度、颜色越好,构成晶体表层一圈漂亮的绿色,其厚度一般只有 1~3mm。经研究表明有些晶体的绿色外圈再包有一圈白色的石英(照片 2)。经薄片研究发现白色石英圈中包裹有绿色外圈的晶体碎块(照片 2)。表明白色的石英外壳是在祖母绿晶体形成以后受到构造破碎而晚期的 SiO_2 溶液在祖母绿晶体的柱面上沉淀结晶而成。个别祖母绿晶体核部中心可见自形程度较好的板状长石晶体(照片 3),在正交偏光下,长石晶体消光与其外绿柱石消光方位明显不同。这种现象表明长石晶体是祖母绿晶体的生长中心,是祖母绿晶体生长时的异种晶芽或晶核。

综上所述,产于伟晶岩中的祖母绿晶体其形成过程为:中心长石晶核(照片 3)→核部(内圈)浅色、无色绿柱石(照片 1)→外圈(晶体表层)六边形色带的祖母绿(照片 1)→无色石英外壳(照片 2)。

2.2 化学成分特征

根据云南祖母绿晶体明显的生长分层现象,对其核部(内圈)的浅色以及晶体外层深绿色、翠绿色进行认真挑选并分别制样,其相应的化学分析的成分分析结果见表 3。

表 3 云南祖母绿化学成分分析结果表(%)

Table 3. The chemical composition of Yunnan emerald(%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BeO	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₅	P ₂ O ₅	TiO ₂	H ₂ O ⁻	灼失量	备注
W-1																
(外圈)	63.34	15.00	14.27	0.17	0.29	1.15	2.25	0.01	0.43	0.20	1.5	0.045	0.023	0.11	1.06	深绿 翠绿 蓝绿
W-2																
(内核)	64.23	14.80	14.66	0.31	0.33	1.05	2.01	0.19	0.28	0.06	1.3	0.04	0.022	0.09	0.95	浅色 无色
云南 ¹⁾	64.00	16.18	13.47	0.16	0.63	1.15	2.24	0.13		0.018	1.01					
云南 ¹⁾	63.24	15.20	13.34	0.16	0.61	1.44	2.46	0.15		0.14	1.32					

注:W-1、W-2 分析单位:桂林工学院测试中心,1997 年 2 月

表 3 的化学成分分析并参考 X-650 扫描电子显微分析能谱仪的能谱分析(表 4)结果表明:

(1)它们的主要成分为:SiO₂(63.23%~64.23%)、Al₂O₃(14.8%~16.18%)、BeO(13.39%~14.66%),少量成分为 MgO、CaO、Na₂O、K₂O、FeO、Fe₂O₃、V₂O₅、Cr₂O₃ 等。

1) 兰延, 云南祖母绿宝石学特征, 硕士论文, 1997.

(2)祖母绿的颜色不同则表现出成分上的明显差异,其特征如下:①内核(内圈)浅色绿柱石的 V_2O_5 、 Cr_2O_3 含量明显低于外圈(晶体表层)深绿色祖母绿,尤其 Cr_2O_3 含量最明显;② FeO 含量外圈明显高于内核;③ Fe_2O_3 含量外圈明显低于内核;④内核 K_2O+Na_2O 总量明显高于外圈。

表 4 云南祖母绿能谱分析结果表(%)
Table 4. Energy spectral analysis of Yunnan emerald(%)

编号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	总 Fe	备 注
G-1-A	75.85	21.42	1.20	1.03	0.13	0.37	外圈:深绿色祖母绿、面扫描
G-1-A ₁	74.79	21.70	1.58	0.98	0.22	0.74	外圈:同上,点扫描 1~3 由内→晶体边缘
G-1-A ₂	75.26	21.37	1.36	1.46	0.11	0.43	
G-1-A ₃	75.77	20.87	1.31	0.80	0.55	0.70	
G-1-B	76.58	22.64	0.42	0.02	0.04	0.50	内核:浅色—无色绿柱石、面扫描
G-1-B ₄	76.96	22.37	0.25	0.02	0.00	0.40	内核:同上,点扫描 4~7 由中心往外
G-1-B ₅	75.78	22.67	0.87	0.14	0.17	0.37	
G-1-B ₆	75.11	22.58	1.06	0.63	0.02	0.60	
G-1-B ₇	75.29	22.07	0.97	0.00	0.11	0.56	

注:测试单位:中南工业大学测试中心,1996 年 8 月

上述特征表明祖母绿在结晶演化过程中,内核结晶时处于较氧化环境,而逐渐演变为还原条件,相应碱含量减少,而 FeO 、 V_2O_5 、 Cr_2O_3 含量不断增加,尤以 Cr_2O_3 含量增加最明显。这就可以解释祖母绿越趋于结晶晚期其 Cr_2O_3 含量越高(表 4)。相应漂亮的翠绿色往往发育在晶体的外圈或表层或小晶体上。

(3)云南祖母绿是由 V_2O_5 、 Cr_2O_3 、 FeO 共同致色,其中 V_2O_5 是绿色的最主要原因,因 V_2O_5 含量(>1%)大约是 Cr_2O_3 含量(0.018%~0.20%)5 倍以上(表 3)。其次是 FeO (0.28%~0.43%)致色,而 Cr_2O_3 仅仅对绿色的色调起调节作用。总的特征: V_2O_5 、 FeO 含量越高,而 Cr_2O_3 含量越低时,则绿色中的蓝色调越明显,如果 Cr_2O_3 含量相对增高时,则蓝色调相对减弱,而黄色调相对浓些,此时祖母绿颜色越漂亮,呈漂亮的翠绿色。晶体表层(外圈)及小晶体上出现这种翠绿色就是因为结晶晚期的 Cr_2O_3 含量增加,而 V_2O_5 含量相对减少所致。

(4)与其它产地祖母绿相比(表 5), Cr_2O_3 含量明显低于其它产地祖母绿,但 V_2O_5 含量却异常高于其它产地,这是云南祖母绿成分上明显差异的最重要的特征。 FeO 含量与其它产地祖母绿则相近。

表 5 各地祖母绿的化学成分对比表
Table 5. Comparison of the chemical compositions of emeralds from different places

产 地	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BeO	K ₂ O	Na ₂ O	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃
云南-1*	63.40	15.00	14.27	0.17	0.29	1.5	0.20	0.43	0.01
云南-2*	64.23	14.80	14.66	0.13	0.33	1.3	0.06	0.28	0.19
木佐	65.34	16.51	13.37		0.49	0.64	0.37		0.31
乌拉尔	65.14	17.72	13.46		0.51	0.44			0.24
桑达瓦那	64.20	15.10	13.90		2.40		0.30		0.20
巴西	63.33	15.23	13.96		1.14	0.01	0.17		0.54

注: * 本次测试同表 3 中的 W-1、W-2,其它分析结果引自 192 页脚注 1

2.3 祖母绿的红外光谱特征

本次对云南祖母绿晶体及水热法合成祖母绿晶体分别进行了红外光谱测试(图2)。图中W-2、W-1、H-1分别为内核(内圈)浅色—无色多裂隙绿柱石、外圈深绿色、广西水热法合成祖母绿的红外光谱图。测试范围 $350\sim 4\,000\text{cm}^{-1}$ 。从图中可以看出,祖母绿的吸收频率主要集中在 $3\,800\sim 3\,500$, $3\,500\sim 1\,400$, $1\,200\sim 850$, $800\sim 600$, $600\sim 300\text{cm}^{-1}$ 等五个吸收区。表明不同成因、不同颜色的祖母绿其吸收峰的位置和强度有明显的差异。

(1)云南祖母绿属于Ⅰ型水,其红外光谱在 $1\,623$, $3\,594$, $3\,656$, $3\,697\text{cm}^{-1}$ 有明显吸收峰^[6]。其中 $3\,594\text{cm}^{-1}$ 为碱质峰,是由于水分子的氧指向带正电荷的碱而导致结构比较牢固所

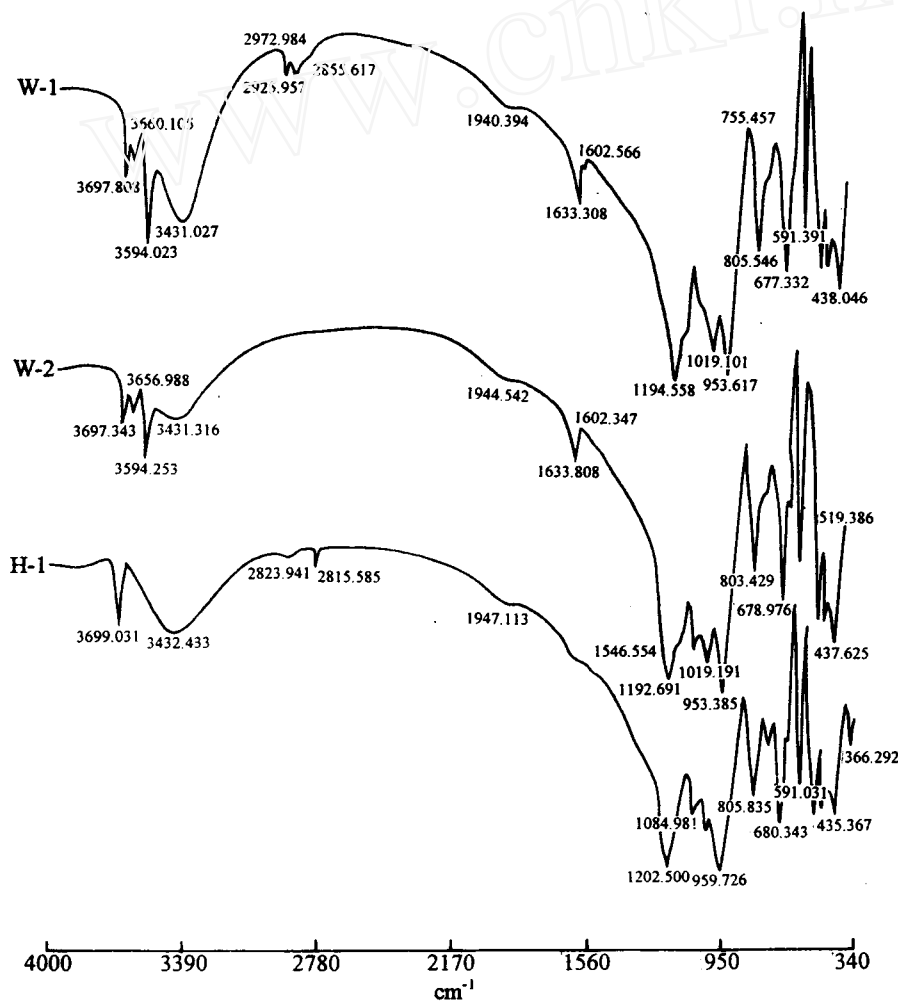


图2 祖母绿红外光谱图

Fig. 2. IR spectra of emerald.

W-2. 云南祖母绿内核(内圈)浅色—无色绿柱石 W-1. 云南祖母绿外圈(晶体表层)深绿色、翠绿色祖母绿 H-1. 广西水热法合成祖母绿;测试单位:中南工业大学测试中心,1997年2月

致。故云南祖母绿属于高碱质Ⅱ型水祖母绿。

(2)内核浅色—无色绿柱石晶体与外圈深绿色、翠绿色祖母绿晶体虽然都属于Ⅱ型水即都出现 3 697, 3 650, 3 594, 1 633cm⁻¹吸收峰,但他们之间有明显的差异。深绿色祖母绿出现 2 972,2 925,2 855cm⁻¹等吸收峰,据认为这三个峰可能是祖母绿中含有一CH₂—基团所引起的谱带,而内核浅色绿柱石则无此三个谱带(图 2)。表明祖母绿结晶晚期矿化剂中含有碳质。

(3)水热法合成祖母绿属于Ⅰ型水,因无碱质峰 3 594cm⁻¹,只出现 3 654 和 1 546cm⁻¹吸收峰(图 2)。表明水热法合成祖母绿为无碱质Ⅰ型水祖母绿。据认为如果水溶液中含碱质则不利于晶体的长大。

表 6 为天然祖母绿与水热法合成祖母绿的红外光谱特征区分表,因此可根据吸收光谱特征区分祖母绿的成因。

表 6 天然和合成祖母绿红外光谱特征表(cm⁻¹)

Table 6. The characteristic IR spectra of native and synthetic emeralds(cm⁻¹)

祖母绿的成因		特征吸收峰及强度	A=3 697cm ⁻¹ B=3 594cm ⁻¹ C=3 654cm ⁻¹			备 注
			1 500~1 650cm ⁻¹	(Na ₂ O+K ₂ O)/%		
天然	浅色	B>A>C	1 633	0.64	云南某产地	
	翠绿	B>A>C	1 633	0.46		
水热法合成		无 B 峰且 C>A	1 546	不含	广西宝石研究所 合成样品	

3 祖母绿的其它物理性质

经抛光的祖母绿用英国“Dialdex”型折射仪测得其折射率 $N_{\omega}=1.580\sim1.582$, $N_{\epsilon}=1.584\sim1.588$,双折射率 0.006。静水称重法测得云南祖母绿密度 2.70~2.72g/cm³,查尔斯滤色镜下为暗红色,紫外光下显浅红色。

4 云南祖母绿的包裹体特征

经镜下研究,云南祖母绿中主要有固态、两相流体包裹体等二种类型。

4.1 固态包裹体

固态包裹体主要为长针状黑色电气石(照片 4)、片状白云母和毒砂等,它们均为同生包裹体。少数祖母绿晶体核心见有自形长石板状晶体(照片 3),为原生包裹体,镜下长石晶体与其包绕的祖母绿晶体在正交偏光下消光方位明显不同(照片 3)。

4.2 两相流体包裹体

云南祖母绿中发育许多形态细小的气液两相包裹体,多呈椭圆状、针管状,它们常呈成群、线状分布,多为同生包裹体。

与世界其它产地的祖母绿晶体的包裹体特征相比较^[1~3],毒砂、黑色针状电气石、含钒白云母及晶体外圈的色带构造是云南祖母绿晶体中的特征包裹体,可作为识别云南祖母绿晶体的产地标志。

5 几点认识

(1)云南祖母绿晶体的形成,前后最少经历两个阶段(世代)。晶体内圈(核)的浅色—无色多裂隙为早期阶段(世代)的产物,该阶段含一定量的钒,但铬、铁含量极低。晶体外圈(表皮)为晚期阶段的产物。因为早期阶段与晚期阶段之间有明显的界线轮廓,表明早期阶段晶体晶出后,晶体曾停止生长,其后晚期阶段含矿溶液在早先晶出的晶体上继续生长,其生长过程类似于水热法合成的莱奇利特纳(Lechleitner)的涂膜祖母绿。它与早期阶段内核(圈)绿柱石有明显差异:①颜色为深绿色、蓝绿色、黄绿色、翠绿色;②钒、铬、铁含量增高;③有明显的六边形色带构造及裂纹相对较少。

(2)根据祖母绿中的包裹体及矿物的共生组合特征和矿床产出条件,表明该矿床属于伟晶岩型及后期气化-高温热液的叠加成因。

(3)根据红外光谱特征,云南祖母绿属于高碱质含Ⅱ型水的祖母绿,水热法合成祖母绿为不含碱的Ⅰ型水祖母绿。前者出现碱质峰 $3\,594\text{cm}^{-1}$,后者无碱质峰 $3\,594\text{cm}^{-1}$ 吸收峰。

(4)云南祖母绿的特征包裹体为黑色针状电气石、毒砂、含钒白云母及生长色带。这些特征包裹体的组合可作为区别其它产地祖母绿的标志。

(5)与世界其它产地的祖母绿相比较^[1~3],云南祖母绿晶体中的钒含量特别高(1.3%~1.5%),且钒含量是铬含量的五倍以上,故颜色多呈蓝绿色,蓝色色调较浓。根据统计资料,颜色较好的祖母绿其铬、钒含量应大致相近或铬的含量大于钒的含量,因这种含量的祖母绿晶体其颜色较漂亮,为翠绿色、深绿色微带蓝色或翠绿色中泛点黄色色调。

(6)云南祖母绿晶体能达到宝石级仅限于晶体外圈(表皮)或晚期的小晶体,可以加工成小面型。多数晶体由于内部裂隙较多,故多加工成弧面型。

参 考 文 献

- 1 George Bosshart. Emeralds from Colombia(Part 2). *The Journal of Gemmology*. 1991,22(1):409-425
- 2 Dietmar Schwarz, Jan Kanis and Judith Kinnaird. Emerald and green beryl from Central Nigeria. *J. Gemm.*, 1996,25(2):117-141
- 3 Marcos-Pascual C and Moreiras D B. Characterization of alexandrite, emerald and phenakite from Franqueira (NW Spain). *J. Gemm.*, 1997,25(5):342-350
- 1 丘志力,秦社彩,梁奕光,等. 中国云南某地祖母绿的基本特征. 地学探索,1994,10:59~63
- 5 龙建明. 中国祖母绿. 中国宝石,1994,(4):16~17
- 6 Wood D L and Nassau K. The characterization of beryl and emerald by visible and infrared absorption spectroscopy. *Amer. Mineral.*, 1968, 53: 777-798

GEMOLOGICAL CHARACTERISTICS AND DEPOSIT GEOLOGY OF YUNNAN EMERALD

Zhang Liangju Lan Yan

(Guilin Institute of Technology, Guilin 541004)

Abstract: Yunnan emerald deposit was found in (pre) Cambrian metamorphic rocks. Orebodies occur in two types of gneiss: (1) in pegmatites; (2) in greisen veins. It belongs to classic-type pegmatite-type or pneumatolyte-hypothermal deposits. Elements V and Cr in emerald crystals come from metamorphic rocks and Be from pegmatites.

Emerald crystals are mainly hexagonal prismatic. The terminations are usually flat faces joining the prism faces. Simple form $\{10\bar{1}0\}$ and $\{0001\}$, with a length of 10—200 mm, and a diameter (D) of 5—50 mm. It is fresh green to yellowish green and bluish green.

The crystals have obvious color zoning structure, and large quantities of fractures in the core, with deep-green, charming green, yellowish-green and six-sided growth colored zoning in the outer layer of big crystal. Vanadium and chromium are main factors affecting the color. The Yunnan emerald contains 1.5% V and 0.06%—0.20% Cr. From the center of crystals outward the content of V is relatively stable, but that of Cr increases gradually. There are four absorption peaks at 1 633, 3 594, 3 654 and 3 697 cm^{-1} in the infrared spectra, indicating that the emeralds contain II-type crystal water and belong to high-alkali emeralds.

Yunnan emeralds are characterized by the occurrence of natural inclusions such as tourmaline, arsenopyrite, V-bearing muscovite, feldspar and a large amount of gas-fluid phase inclusions.

Key words: Yunnan; emerald; deposit geology; gemology