云南麻栗坡祖母绿的宝石学特征

李 强
(中国地质大学, 湖北 武汉, 430074) *

摘 要: 云南麻栗坡祖母绿主要有伟晶岩脉型和云英岩脉型两种矿化类型。通过野外矿床地质勘测, 配合现代测试分析技术, 对麻栗坡祖母绿的矿床地质特征、宝石学特征、谱学特征及呈色机理予以初步探讨, 证实麻栗坡祖母绿由Cr^{3+}和V^{3+}杂质离子致色, 属贫Cr和Fe、富V的祖母绿类型。

关键词: 祖母绿; 宝石学特征; 呈色机理; 麻栗坡; 云南省
中图分类号: P619.28 **文献标识码**: A **文章编号**: 1008-214X(2001)02-0011-04

产于云南省麻栗坡县的祖母绿是我国近年来发现的又一珍稀宝石矿种, 商业上俗称为云南祖母绿。但由于种种原因, 对其综合研究仍处于起步阶段。对麻栗坡祖母绿的呈色机理及商业归属问题至今仍存在争议, 且其资源综合开发利用工作亟待加强。

在前人研究[1-3]的基础上, 笔者侧重野外矿床地质勘测, 并配合现代测试分析技术, 重点对麻栗坡祖母绿的矿床地质特征、宝石矿物学特征进行了较系统的研究, 并对麻栗坡祖母绿的谱学特征及呈色机理予以进一步探讨。

1 地质概况

云南麻栗坡祖母绿矿床位于印度洋板块、扬子板块和越北古陆相交的滇东南地区, 地质构造十分复杂。北西向文山—麻栗坡断裂和老君山弧形构造是矿区的主要控矿构造, 控制了祖母绿矿床的分布。矿区主要地层为中- 深变质岩, 祖母绿矿床的围岩地层为一套寒武系黑云母片麻岩。

与世界其它产地的祖母绿相似[4-5], 麻栗坡祖母绿产于酸性花岗岩脉和气成高温热液型云英岩脉中。麻栗坡祖母绿有伟晶岩脉型和气成高温热液型(云英岩脉型)两种矿化类型。在矿物共生组合、结晶矿物包裹体组合特征等方面表现出自身的特点。

伟晶岩脉型祖母绿 主要产于伟晶岩脉的膨大部位或产于伟晶岩脉与围岩的接触带, 部分晶体生长在接触带的片麻岩中。伟晶岩脉规模较大, 脉长几十米至一百多米, 厚数厘米至数米。祖母绿晶体一般较大, 多呈单晶体产出。这类祖母绿晶体中富含气-液包裹体和结晶矿物包裹体, 微裂隙发育。颜色以淡绿色、浅绿色、绿色和蓝绿色为主, 质量较差。矿物组合为: (1)石英+ 长石+ 祖母绿; (2)钠长石+ 石英+ 白钨矿+ 黄铁矿+ 祖母绿; (3)石英+ 祖母绿+ 毒砂+ 白钨矿+ 钠长石+ 云母; (4)白钨矿+ 黑色电气石+ 石英+ 长石+ 黑云母+ 祖母绿。

云英岩脉型祖母绿 云英岩脉型祖母绿沿剪切破碎带产出, 矿体规模不大, 脉长几十厘米至数米, 厚几厘米至几十厘米。产出的祖母绿一般透明度好, 颜色以蓝绿色、深绿色为主, 为本区优

* 收稿日期: 2001-05-10
作者简介: 李强, 男, 1966年生, 宝石材料学专业, 现硕士研究生在读。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

质祖母绿品种。该类脉体的矿物组合比较复杂，主要为：(1)石英+ 黑色电气石+ 白钨矿+ 萤石+ 毒砂+ 锆石+ 黄铁矿；(2)黑云母+ 绿色云母+ 石英+ 电气石+ 祖母绿+ 微斜长石+ 白钨矿。

2 宝石学特征

2.1 化学成分

麻栗坡祖母绿的电子探针和化学分析结果见表1。麻栗坡祖母绿的主要成分为SiO_2(64.66%～66.63%)和Al_2O_3(15.81%～18.19%)，次要成分为FeO，MgO，CaO，Na_2O，K_2O，Cr_2O_3，V_2O_3，NiO，CoO，MnO等。从浅绿色、绿色到深绿色，祖母绿中Cr_2O_3的含量从0.01%变化至0.27%，V_2O_3的含量介于0.04%～0.93%。与世界其它著名产地的祖母绿相比[6]，麻栗坡祖母绿中Cr_2O_3和(Na_2O+ K_2O)的含量普遍偏低，而V_2O_3的含量明显偏高，属高钒低铬型祖母绿。

表1 云南麻栗坡祖母绿的化学成分

Table 1 Chemical compositions of Malipo emerald from Yunnan w_B%

样 号	SiO_2	Al_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Cr_2O_3	V_2O_3	NiO	CoO	MnO
YN-1(浅绿色)	66.63	16.76	0.34	0.70	0.01	0.65	0.01	0.26	0.26	0.02	0.00	0.00
YN-2(蓝绿色)	66.22	18.19	1.04	0.06	0.00	0.02	0.01	0.04	0.04	0.13	0.00	0.12
YN-3(绿色)	66.47	16.45	0.39	1.01	0.01	0.86	0.05	0.03	0.93	0.05	0.01	0.00
YN-4(黄绿色)	66.14	16.97	0.34	0.79	0.00	0.80	0.02	0.05	0.27	0.05	0.01	0.04
YN-5(深绿色)	66.14	15.81	0.38	0.88	0.00	0.76	0.05	0.27	0.68	0.04	0.00	0.00
YN-6(六方生长环带)	66.19	17.07	0.24	0.72	0.00	0.77	0.02	0.06	0.05	0.00	0.00	0.01
YN-7(六方生长环带)	65.49	16.97	0.34	0.81	0.02	0.93	0.07	0.07	0.16	0.06	0.02	0.00
YN-8(六方生长环带)	64.66	16.23	0.44	1.54	0.01	1.33	0.03	0.10	0.42	0.04	0.00	0.03

由中国地质大学分析测试中心杨勇测试。测试条件：加速电压为15kV，速流为2×10^{-8}；表中含量取3点测试平均值。

2.2 晶体形态

麻栗坡祖母绿主要呈单晶体产出，少数为晶簇状和块状。单晶体呈六方柱状，以{1010}六方柱和{0001}平行双面的聚形最为常见。柱面上多发育有明显的生长纵纹及生长蚀像。部分晶体发育六方生长环带，环带为色调内浅外深的正环带。祖母绿的粒度变化特点明显，一般来说，祖母绿质量好，则粒径较小；质量差，则粒径较大。云英岩脉型祖母绿的粒径较小，一般为2～25mm，柱长为5～210mm；伟晶岩脉型祖母绿的粒径为5～20mm，柱长为20～300mm，最长达750mm。晶簇巢状祖母绿的粒径为8～40mm，柱长为10～180mm；块状祖母绿的粒径为10～15mm，长20～80mm。

2.3 物理光学性质

麻栗坡祖母绿的色调丰富，常见有深绿色、绿色、黄绿色、浅绿色和淡绿色，以绿色和蓝绿色的品种为主，占65%。深绿色的品种一般透明度高，是优质祖母绿，在10%以下。淡绿色和浅绿色(包括黄绿色)的品种占20%～25%。整体上麻栗坡祖母绿的透明度不佳，半透明至微透明的晶体在80%以上，透明品种在20%以下。笔者研究认为，导致其透明度低的原因主要有以下3个方面：(1)麻栗坡祖母绿晶体内含大量的呈线状、面状、群状分布的显微气-液包裹体。由于两相包裹体对光的散射和反射作用，影响了光线的透过，使晶体有混浊感；(2)祖母绿晶体内含片状褐色黑云母、柱状与针状黑色电气石、板状长石及不透明固体包裹体；(3)麻栗坡祖母绿晶体微裂隙发育，与矿区构造活动频繁有关。加之祖母绿性脆，常沿(0001)面不完全解理，故多形成深浅、大小不一的裂纹。透明度差是影响麻栗坡祖母绿质量的

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

主要原因之一。

麻栗坡祖母绿中绿色品种的折射率为1.579～1.587, 色散值为0.006～0.007; 蓝绿色和深绿色品种的折射率为1.580～1.590, 色散值为0.007～0.008, 密度值在2.707～2.728g/cm^{3}之间变化。

2.4　内含物特征

采用宝石显微镜和激光拉曼光谱仪对麻栗坡祖母绿中的内含物特征进行了初步研究。麻栗坡祖母绿中的内含物有3种类型。

矿物晶体包裹体　常见的晶体包裹体有黑色电气石、斜长石、黑云母和毒砂等。镜下观察, 黑色电气石呈针状、细长柱状, 横截面呈球状三角形, 不透明。黑云母呈片状, 颜色为褐色和棕褐色, 半透明, 含量较高。毒砂在透射光下不透明, 反射光下呈锡白色, 不规则状, 自形晶。斜长石包裹体呈无色透明, 板状或短柱状(经LRM 测试结果证实)。

气-液两相包裹体　麻栗坡祖母绿中含大量气-液两相包裹体。包裹体主要呈线状、面状和群状分布。

六方生长环带　常见的六方生长环带是内核为浅绿色或无色、外层为深绿色的正环带。

2.5　谱学特征

2.5.1　紫外可见光谱特征

采用紫外可见分光光度计(UV-1601)对麻栗坡祖母绿晶体的吸收光谱进行了测试。测试结果表明, 麻栗坡祖母绿的主要吸收峰位于306.0, 429.0, 619.5和836.5nm, 其中429.0, 619.5 nm为Cr^{3+}和V^{3+}的复合吸收峰, 且以V^{3+}吸收为主, 836.5 nm 为Fe^{2+}的吸收峰。与巴西、哥伦比亚和桂林水热法合成祖母绿的吸收光谱相比, 麻栗坡祖母绿缺少Cr^{3+}的683, 680, 637nm 吸收峰, 主要原因可能是麻栗坡祖母绿中V 的含量高于Cr 的含量, 从而掩盖了弱的Cr 峰。

2.5.2　红外光谱特征

采用傅立叶变换红外光谱仪(MAGNA-IR 550)对麻栗坡祖母绿的振动谱学进行了测试。结果表明, 麻栗坡祖母绿的红外光谱吸收谱带大致分为4组: (1)5000～5600cm^{-1}为水的合频振动吸收谱带; (2)3500～4000cm^{-1}为水的伸缩振动吸收谱带; (3)1500～1650cm^{-1}为水的弯曲振动吸收谱带; (4)400～1200cm^{-1}为祖母绿的"指纹"峰, 显示祖母绿硅氧四面体环状基团的振动模式特点。其中1195.32cm^{-1}和953.65cm^{-1}强吸收带为Si-O-Si(桥式)和O-Si-O(非桥式)的非对称伸缩振动和对称伸缩振动; 807.98, 749.27, 679.46和651.45cm^{-1}为Si-O-Si非对称伸缩振动; 小于600cm^{-1}的几个中等强度的吸收峰为Si-O 弯曲振动和阳离子的伸缩变形振动。

3　结论

综合上述研究, 初获如下认识:

1. 麻套坡祖母绿矿床主要有伟晶岩脉型和云英岩脉型两种矿化类型。伟晶岩脉型祖母绿晶体较粗大, 但透明度偏低, 呈浅绿色、绿色和蓝绿色。云英岩脉型祖母绿晶体较小, 但透明度高, 且颜色艳丽, 以深绿色和蓝绿色为主, 为优质祖母绿的主要来源;

2. 矿化蚀变带中的白钨矿、黑云母、黑色电气石、毒砂等矿物组合可作为该类型祖母绿的重要找矿标志。祖母绿中所含的黑云母、黑色电气石、斜长石、毒砂等结晶矿物包裹体组合具有重要的标型意义;

3. 麻栗坡祖母绿的化学成分以富V、低碱、贫Cr 和Fe 为特征, Cr, V, Fe 为该类型祖母绿最重要的致色元素, 其含量及其比值直接控制了麻栗坡祖母绿的色调和饱和度。其中V 含量普遍高于世界其它产地祖母绿的平均含量, 属于一种典型的Cr, V, Fe 联合致色的低碱、贫Cr 和Fe、富V 的祖母绿;

4. 麻栗坡祖母绿晶体内富含呈线状、面状、群状分布的多相流体包裹体和细小片状黑云母、

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

显微针状黑色电气石、微晶状不透明金属矿物包裹体及微裂隙群，它们是导致祖母绿透明度低的主要缘由；

5. 正环带发育的祖母绿晶体从内核至外环，Cr_2O_3，V_2O_3，FeO，Na_2O 的含量递增，SiO_2 和 Al_2O_3 递减；

6. 麻栗坡祖母绿晶体的结晶生长过程存在明显的不均一性，推测其成矿初期为还原环境，仅形成颜色较浅的内核或绿柱石晶体。中晚期为氧化环境，有利于围岩中的致色离子充分淋滤，并与酸性岩浆热液充分反应，从而形成颜色艳丽的外环或优质祖母绿晶体。

在本文的撰写过程中，得到了亓利剑老师、云南省地矿局苏文宇、史清琴高工的精心指导，麻栗坡县矿管局和勐硐乡政府在矿区勘测中予以很大帮助，在此一并表示感谢。

参 考 文 献

[1] 熊家镛，王义昭. 云南省区域地质志[M]. 北京：地质出版社，1982. 80- 280.

[2] 王义昭，王厚强. 滇南祖母绿矿床地质研究[J]. 矿床地质，1996，12(增刊)：24- 26.

[3] 张良钜，兰延. 云南祖母绿的矿床地质及宝石学特征[J]. 矿物学报，1999，19(2)：189- 196.

[4] Morozl I I，Eliezri IM. Mineral inclusions in emeralds from different sources[J]. The Journal of Gemmology，1999，26(6)：357- 363.

[5] Dietmar S，Kannis J，Kinnanind J. Emerald and green beryl from CentralNigeria[J]. The Journal of Gemmology，1996，25(2)：117- 141.

[6] Bosshart G. Emeralds from Colombia(part 2)[J]. The Journal of Gemmology，1993，22(7)：409- 529.

Gemmological Characters of Malipo Emerald from Yunnan Province

Li Qiang

(*China University of Geosciences，Wuhan，430074，China*)

Abstract: Malipo emerald deposit in Yunnan Province has two types of pegmatite vein and greisen vein. Through investigation in field and by means of the advanced modern testing method，the geological and gemmological characters of Malipo emerald are studied systematically. It is verified that the colour of Malipo emerald is caused by impurity ion of Cr^{3+} and V^{3+}，and Malipo emerald belongs to the type which is poor in iron and chrome and rich in vanadium.

Key words: emerald；gemmological character；colouration mechanism；Malipo；Yunnan Province

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net