

www.yskw.ac.cn

南阳独山玉的矿物学研究

张建洪 李朝晖 汪雪芳

(中国地质大学, 北京)

主题词: 南阳独山玉, 钙长石, 黝帘石, 铬绿帘石, 含铬珍珠云母

提 要: 南阳独山玉呈脉状产于河南省南阳市独山透闪石化辉长岩岩体内。笔者选择了各种代

表性样品(白玉、绿玉、白绿玉、棕黑色玉),对其进行了光薄片显微镜观察、探针、电镜、X光、红外等分析以及显微硬度测定。研究表明,独山玉在矿物成分上极为独特,以高钙、高铝、贫硅为特征,如:“纯”钙长石、黝帘石、珍珠云母等。除此之外,尚有一系列含铬矿物,如:铬绿帘石、含铬白云母—珍珠云母,含铬黑云母—金云母、铬蒙脱石、铬铁矿。这表明独山玉是在较特殊的地质环境下形成的,起交代作用的热液成分以钙为主,而铬对独山玉呈绿色、翠绿色有很大关系。

一、前言

南阳独山玉因产于河南省南阳市的独山而得名,也称南阳玉、独山玉(或独玉)。据记载^[1,2],采玉历史悠久,始于两千多年前的西汉。独山玉色泽鲜艳,质地细腻,透明度和光泽好,硬度高,用以雕琢工艺品深受国内外欢迎。

独山玉产于蚀变辉长岩岩体内。岩体地表出露部分呈北北西—南南东走向、长2.6km、宽0.6—1.0km、面积为2.3km²的椭圆形孤山,四周由新生代地层覆盖。岩体90%以上由次闪石化辉长岩组成,其次为次闪石化辉石岩、斜辉橄榄岩及次闪石化角闪石岩。岩体普遍遭受碎裂岩化、糜棱岩化和强烈蚀变。玉石脉呈雁行状、叠瓦状分布于岩体的北北西向裂隙中。矿体以脉状为主(占70%),其次为透镜状、团块状、网脉状和分枝脉状,长度1—10m,最长达20m,厚0.1—1m,最厚达2m。

玉石颜色主要是绿色和白色,另外,有紫、黄、红、黑等色。其矿物组成较为特殊,既不是硬玉(翡翠),又不是软玉(透闪石、阳起石),而是以斜长石(主要是钙长石)、黝帘石为主的玉石。次要矿物有含铬较高的白云母、珍珠云母、金云母、铬绿帘石、铬蒙脱石等。

二、研究样品及手段

样品由河南省地矿局第四地调队提供。以下样品代表了独山玉的主要类型。

001号样:为绿色、白色或白色基底具有绿黑色的细斑纹,具一定的方向性。块状构造。薄片黝帘石占80%,斜长石15%,方解石占5%。花岗变晶结构,局部为交代结构,见有黝帘石交代斜长石后的残余斜长石(照片1)。

002号样:为白色、灰色、绿色、内有黑色斑点,呈不规则浸染状分布。块状构造。斜长石占60%,黝帘石占30%,有少量楣石、云母、铬绿帘石(照片2)。

003号样:翠绿色和白色。块状构造。斜长石占80%,含铬云母占15—20%(照片3),后者在薄片分布不均匀,局部密集,另有少量楣石、方解石、铬绿帘石。

004号样:白色、绿色、部分为褐黑色。斜长石占80—90%,还有少量云母及铬绿帘石。

由于矿物颗粒细小,不易用机械方法破碎后进行单矿物分离,故除常规矿物学研究外,尚进行了下列测试工作。

电子探针分析:用JEOL—733电子探针分析仪对斜长石、黝帘石、云母、铬绿帘石、楣石、铬铁矿等矿物近70个颗粒(或点)进行了成分分析,查明了交代形成的斜长石为“纯净的”钙长石,交代残留的斜长石为拉长石—倍长石,云母主要是含铬白云母—珍珠云母,另

有部分含铬金云母—黑云母。此外,还发现含铬很高的铬绿帘石、铬蒙脱石、铬铁矿等。

X射线衍射分析:用日本理学D6C粉末衍射仪对4个样品进行了分析,所测图谱见图1。物相分析得知001号样以黝帘石为主,斜长石次之。其余3个样以斜长石为主,黝帘石次之。003号样除斜长石外,还含有较多的白云母—珍珠云母($10\text{ \AA}$)和微量蒙脱石($15\text{ \AA}$)、黝帘石等。对斜长石、黝帘石、云母的粉末数据进行指标化后,用9214程序在IBM—PC/XT微机上修正了晶胞参数。从而,可更详细地确定各矿物的具体种属。

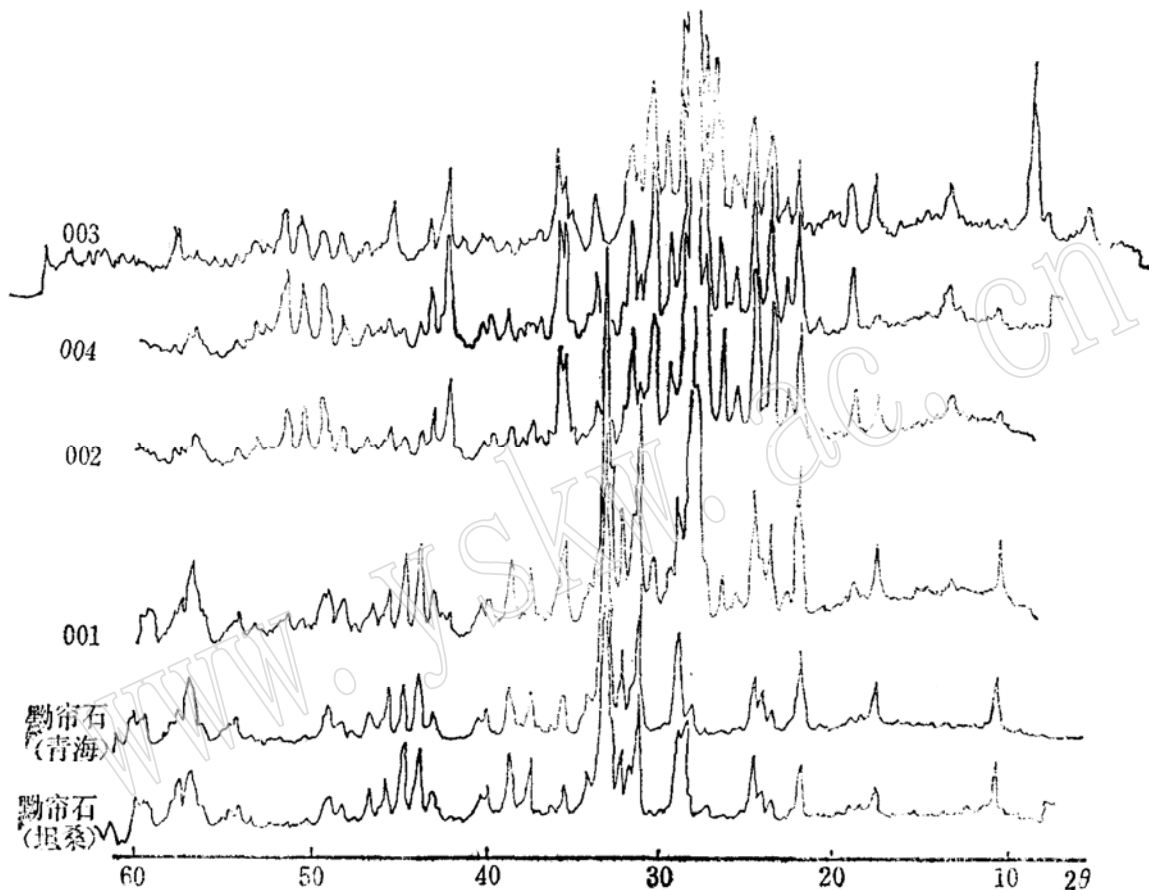


图1 独山玉的X射线衍射图

Fig. 1 XRD patterns of Dushan jades

实验条件: Cu靶, Ni滤波, 35kV, 22mA, 扫描速度为 $2\theta: 2^\circ/\text{分}$, T.C=4秒

红外吸收光谱分析:将做X射线衍射分析后的粉末样品进行了红外光谱分析,见图2、表1。由图2及表1可看出,001号样以黝帘石为主;002号样与004号样以斜长石为主,有少量黝帘石;003号样的红外图谱中波数较为特殊,在 3380 cm^{-1} 和 1640 cm^{-1} 处有强烈的水峰,这与该样品含较多的云母和蒙脱石有关, 1430 cm^{-1} 为 CO_3^{2-} 的吸收峰。

扫描电镜观察:主要针对云母类矿物,进行了形貌和X射线能谱分析。

显微硬度测定:对上述样品中不同颜色的矿物部位进行硬度测定(见表2),以了解玉石中各矿物的硬度以及对玉石硬度的影响。但由于矿物颗粒极细,所测硬度不能完全代表某一具体矿物。从总的情况看,独山玉的硬度远较其它玉的硬度大,此乃斜长石、黝帘石硬度较大所致。

表 1 独山玉的红外吸收波数

Table 1. IR absorption wave number of Dushan jades

钙长石 ^(*)	黝帘石 ^(*)	001	002	003	004	青 海	坦 桑
	3170	3152	3140	3380*	3140	3145	3140
	2160	2185		1640*		2158	2160
				1430**			
1160			1140	1140	1140		
	1120	1120				1120	1120
1085			1095	1080	1090		
1020			1015	1018	1015		
950	945	950	940	930	927	948	948
	895	910				907	905
	860	866				863	865
	773	777	770			775	780
758	750	758	760	760	758	753	755
728		720	730	730	728	716	716
700	713	700	700	700	698	694	694
668			667	667	663		
	652	660				657	657
624	622	625	624	624	623	620	662
603			603	605	602		
575	570	578	580	580	578	572	575
540			542	542	540		
	10	518			515	521	514
484		488	488	488	485		
470	465	474	474	475	471	470	475
433	440	447				445	450
407			407	410	408		
	395	400	385	383	400	396	400
	342	352	357	357	352	348	350
	310	321	325—310	325—310	320—310	317	320
		280				275	278

* 为蒙脱石的峰 ** 为 CO_3^{2-} 的峰

(测定者: 中国科学院地质研究所李幼琴)

表 2 独山玉的硬度

Table 2. Hardness of Dushan jades

样 号	测定部位	最 小 值	最 大 值	可 能 主 要 矿 物
001	白 色	946.0	1094	斜长石、黝帘石 铬铁矿、铬绿帘石
	黑 绿 色	975.3	1132	
002	白 绿 色	891.1	946.0	斜长石、黝帘石、云母 蒙脱石(?)
	白 色	634.1	771.3	
	白 色	80.4	90.0	

续表

样 号	测定部位	最 小 值	最 大 值	可 能 主 要 矿 物
003	绿 色	441.2	454.4	铬白云母 珍珠云母
	白 色	479.8	530.2	
004	绿 色	519.1	566.0	铬绿帘石、铬白云母、珍珠云母 铬绿帘石、金云母—黑云母
	棕 色	536.0	566.0	

(测定者：地矿部宝石研究所)

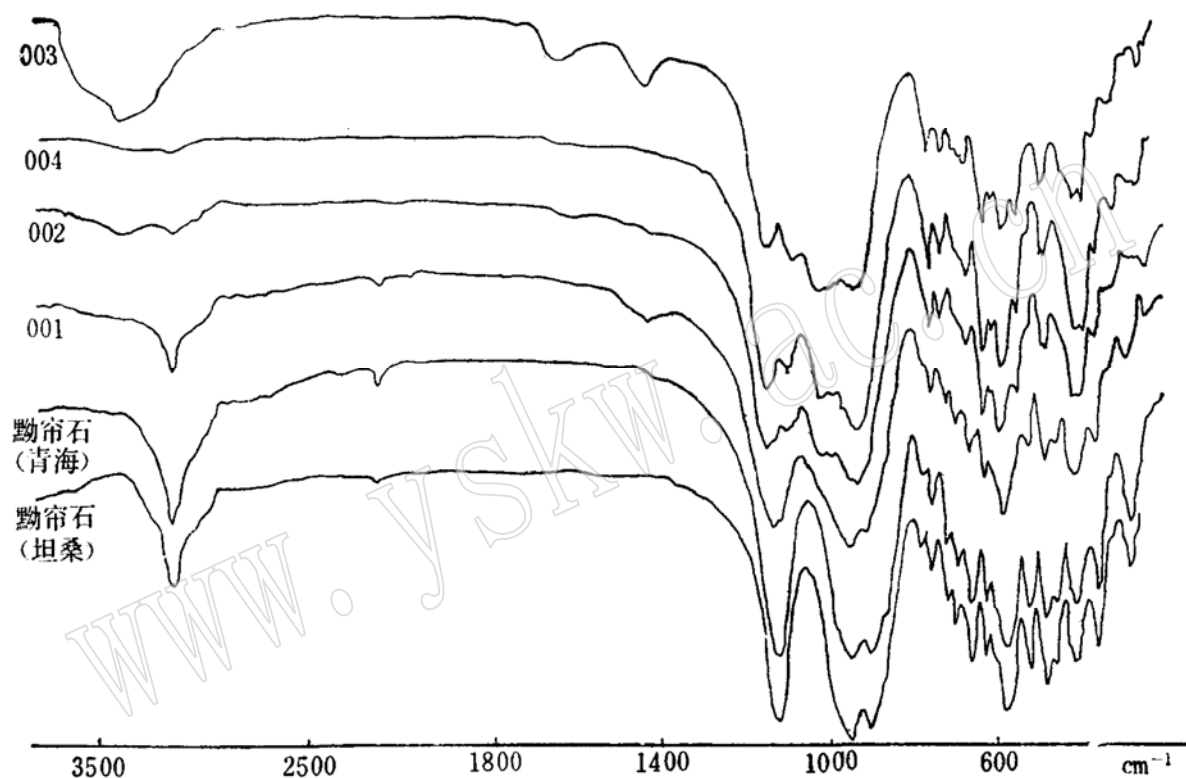


图 2 独山玉的红外光谱图

Fig. 2 IR spectra of Dushan jades

实验条件：KBr压片，15分钟扫描

三、独山玉中的矿物特征

1. 斜长石

独山玉中的斜长石属基性斜长石。其中，一种是接近端元的“纯”钙长石，这是独山玉斜长石的主体成分，系由交代形成，颗粒极细。另一种是原岩中交代残余的颗粒较大的拉长石，这与围岩岩体辉长岩中的号码一致（65号）。表3列出了各样品中斜长石探针分析结果。“纯”钙长石An最多者为98.5，最少者为94。001号样的拉长石An最多者为40，最少者为33。

采用25条衍射线计算了4个样品斜长石的晶胞参数，结果见表4。其结果与JCPDS卡片20—20斜长石数据吻合。此外，前人用斜长石的特征衍射线和晶胞参数与斜长石和结构状态

表 3 斜长石探针成分及端元组份

Table 3. EMP compositions and end-members of plagioclases

样号	003 ^①	002 ^②	001 ^③	004 ^④	001 ^⑤
成分 wt%					
Na ₂ O	0.285	0.556	3.988	0.607	0.643
MgO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al ₂ O ₃	34.855	34.061	29.101	34.123	34.618
SiO ₂	43.731	43.946	52.356	44.188	44.773
K ₂ O	0.000	0.047	0.050	0.006	0.000
CaO	20.442	19.571	13.181	19.680	19.693
TiO ₂	0.048	0.050	0.037	0.032	0.143
MnO	0.016	0.024	0.002	0.003	0.000
Cr ₂ O ₃	0.068	0.073	0.023	0.073	0.026
NiO	0.067	0.136	0.155	0.081	0.104
FeO	0.031	0.044	0.074	0.088	0.000
P ₂ O ₅	0.093	0.114	0.198	0.066	0.000
总计	99.636	98.622	99.165	98.947	100.000
Ab	2.5	5	35	5	5
An	97.5	95	65	95	95

注: ① 2个点平均; ② 6个点平均; ③ 5个点平均; ④ 5个点平均; ⑤ 2个点平均

表 4 斜长石的晶胞参数及鉴定参数

Table 4. Cell parameters and determinative parameters of plagioclases

样品	001	002	003	004
参数				
a±Δa	8.179±0.007	8.189±0.004	8.187±0.005	8.194±0.005
b±Δb	12.886±0.007	12.876±0.005	12.882±0.006	12.874±0.006
c±Δc	14.18±0.01	14.170±0.007	14.171±0.008	14.186±0.009
α±Δα	93°08'±04'	93°08'±03'	93°09'±03'	93°8'±04'
β±Δβ	116°00'±04'	115°56'±03'	115°55'±03'	115°58'±04'
γ±Δγ	91°10'±04'	91°11'±02'	91°10'±03'	91°10'±03'
B	0.80°	0.72°	0.69°	0.73°
Γ	1.23°	1.35°	1.36°	1.44°
E	2.00°	2.00°	2.00°	2.00°
Δ(θ) ₁	2.25°	2.23°	2.24°	2.29°
Δ(θ) ₂	-0.32°	-0.40°	-0.36°	-0.35°
Δ(θ) ₃	2.57°	2.63°	2.60°	2.64°

间的关系做出了许多鉴定图表^[4,5,6]。所用参数为:

$$B = 2\theta(1\bar{1}2) - 2\theta(\bar{2}02)$$

$$\Gamma = 2\theta(132) + 2\theta(220) - 4\theta(1\bar{3}2)$$

$$E = 2\theta(\bar{2}08) - 2\theta(400)$$

$$\Delta(\theta)_1 = 2\theta(132) - 2\theta(1\bar{3}2)$$

$$\Delta(\theta)_2 = 2\theta(\bar{2}42) - 2\theta(\bar{2}\bar{4}2)$$

$$\Delta(\theta)_3 = \Delta(\theta)_1 - \Delta(\theta)_2$$

由所测各面网的 2θ 值经上述参数计算后的值也列于表4。这些数值投于相应图表中确定所测斜长石为端元钙长石。由于钙长石端元结构中Si和Al在四面体中总是有序相间排列的, 所以其c轴比K-Na长石增大一倍, 而钙长石在结构上又可分为原始钙长石(P-钙长石)和体心钙长石(I-钙长石), 前者为低温稳定变体, 后者为高温稳定变体, 它们的转变温度在200—300℃, 从粉末衍射图指标看为原始钙长石, 但尚需单晶工作验证。

由图2及表1可看出, 002、003、004号样中吸收峰位与钙长石图谱也吻合较好, 与X射线、探针等分析一致, 这说明独山玉样品中的斜长石以钙长石为主。哈夫纳和莱夫斯^[7]在研究斜长石红外光谱吸收带频率位置和强度与该长石中An含量的关系时, 注意到620—650 cm^{-1} 及530—550 cm^{-1} 两个吸收带频率位移与An含量的关系, 并作了相应的鉴定图。独山玉中斜长石这两个吸收带频率分别为624 cm^{-1} 和541 cm^{-1} , 在图中落在低温区钙长石附近。

2. 黝帘石

独山玉中除钙长石外的主要矿物是黝帘石, 由斜长石经热液交代形成, 主要化学成分与钙长石相近, 约含2%—3%的水, 探针分析结果见表5 (总量约97%, 其余假设为含水量)。

表5 黝帘石的探针分析
Table 5. EMP analyses of zoisites

样号 组份	004	001	001
Na ₂ O	0.056	0.281	0.217
MgO	0.000	0.055	0.000
Al ₂ O ₃	32.034	32.234	32.297
SiO ₂	39.777	40.382	39.989
K ₂ O	0.040	0.063	0.021
CaO	24.610	25.394	25.624
TiO ₂	0.109	0.000	0.051
MnO	0.092	0.000	0.104
Cr ₂ O ₃	0.045	0.319	0.099
NiO	0.121	0.083	0.000
FeO	0.503	1.045	0.315
P ₂ O ₅	0.118	0.145	0.134
总计	97.505	100.000	98.851

迈尔把黝帘石分为无铁或贫铁的黝帘石和含铁黝帘石, 前者也称 β -黝帘石, $\text{Fe}^{3+} < 0.07$, 光轴面// (010), 后者也称 α -黝帘石, $\text{Fe}^{3+} > 0.07$, 光轴面// (100)。独山玉中的黝帘石主要为无铁或贫铁的黝帘石, 但在001号样中也有含铁较高的黝帘石。

对001号样、002号样的黝帘石的粉末图进行了粉末计算。结果表明, 001号的黝帘石 $a = 16.17 \text{ \AA} \pm 0.02$, $b = 5.56 \text{ \AA} \pm 0.01$, $c = 10.07 \text{ \AA} \pm 0.02$; 002号样的黝帘石 $a = 16.18 \text{ \AA} \pm 0.01$, $b = 5.56 \text{ \AA} \pm 0.01$, $c = 10.08 \text{ \AA} \pm 0.01$ 。与JCPDS卡片13—562的黝帘石相比, a轴略大, b轴略小。

由图2和表1的红外光谱可看出, 001号样中含较多的黝帘石, 可直接与青海和坦桑尼亚样品对比。002号样和004号样中也含黝帘石。由于黝帘石(斜方)与斜黝帘石—绿帘石(单

斜) 结构不同, 故表现在粉末图上有明显的不同。此外, 红外光谱也能做出较为有效的鉴定。Larger 和 Raith 认为它们的区别表现为: (1) OH^- 价振动吸收峰的位置, 黝帘石为 3260cm^{-1} , 而斜黝帘石—绿帘石为 3326cm^{-1} — 3365cm^{-1} ; (2) 2160cm^{-1} 吸收峰只有在黝帘石中出现, 而斜黝帘石—绿帘石则无^[5]。独山玉红外光谱出现 3140 — 3170cm^{-1} 及 2160cm^{-1} 两吸收峰, 说明独山玉除钙长石外含黝帘石, 而非斜黝帘石—绿帘石。随样品中黝帘石含量的降低, 上述两吸收带的强度亦降低, 甚至消失。

3. 绿帘石及铬绿帘石

斜黝帘石和绿帘石是一连续类质同象系列, 单斜晶系。与黝帘石不同的是, 后者结构中 Al_I 和 Al_II 与 $(\text{O}, \text{OH})_6$ 构成的八面体沿 b 轴共棱连结成链, $\text{Al}_\text{II}\text{O}_6$ 八面体以共棱形式与 $\text{Al}_{(\text{I}, \text{II})}(\text{O}, \text{OH})_6$ 链连接成一侧枝链 (图3, a); 前者结构中 $\text{Al}_\text{II}\text{O}_6$ 沿 b 轴共棱连结成单链, 而 $\text{Al}_\text{I}\text{O}_6$ 和 $\text{Al}_\text{II}(\text{O}, \text{OH})_6$ 沿 b 轴共棱连接成复合折线形链, 其中, $\text{Al}_\text{I}\text{O}_6$ 为该折线链的主轴部分, 而 $\text{Al}_\text{II}(\text{O}, \text{OH})_6$ 在 $\text{Al}_\text{I}\text{O}_6$ 主轴两侧相间排列 (图3b, c)。当 Al_II 位置中 $\text{Fe}^{3+} < 0.45$ 时, 为斜黝帘石 (正光性), $\text{Fe}^{3+} > 0.45$ 时, 为绿帘石 (负光性)。

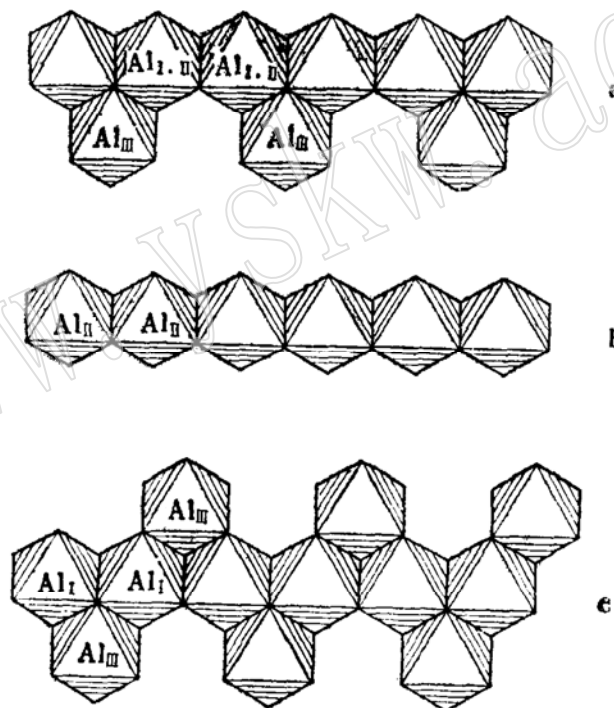


图3 黝帘石和斜黝帘石结构中 AlO_6 八面体链

a. 黝帘石 b, c. 斜黝帘石

Fig. 3 AlO_6 octahedral chains in the structures of zoisite and clinozoisite

a. Zoisite b, c. Clinozoisite

在独山玉的矿物颗粒间尚发现黑色—黑褐色绿帘石类矿物, 经探针分析, 其含铬很高。由表6可见, 1号点为含铬极少的绿帘石, 2号点为含铬斜黝帘石或含铬黝帘石, 3—8号点 Cr_2O_3 从3.261%到12.502%。随铬含量的增加, Al_2O_3 含量降低 (从30%到21%), 而 CaO 含量 (23%—25%) 和 SiO_2 含量 (36%—39%) 变化不大。从晶体化学式看, 含铬较高的样品为: $\text{Ca}_2(\text{Cr}, \text{Fe})\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]\text{O}[\text{OH}]$ 。Strunz, H.^[8] 在矿物表中曾提到这个矿物

表 6 绿帘石、铬绿帘石探针分析

Table 6. EMP analyses of epidotes and chrom-epidotes

成分	分析号	1	2	3	4	5	6	7	8
Na ₂ O		0.154	0.031	0.000	0.174	0.169	0.093	0.236	0.264
MgO		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.000	0.168
Al ₂ O ₃		26.435	30.075	25.538	24.264	22.688	24.327	21.080	21.240
SiO ₂		38.527	39.300	38.335	35.862	37.992	36.920	37.400	35.817
K ₂ O		0.019	0.053	0.022	0.000	0.030	0.021	0.094	0.008
CaO		24.484	25.221	24.124	23.255	24.025	23.469	23.774	22.909
TiO ₂		0.008	0.000	0.098	0.249	0.097	0.397	0.057	0.104
MnO		0.000	0.000	0.218	0.171	0.119	0.129	0.143	0.430
Cr ₂ O ₃		0.233	2.431	3.261	6.028	8.751	9.063	10.276	12.502
NiO		0.331	0.010	0.000	0.335	0.000	0.000	0.000	0.044
FeO		6.280	0.673	4.512	4.226	4.669	4.583	4.360	4.951
P ₂ O ₅		0.000	0.056	0.099	0.000	0.441	0.302	0.000	0.139
总计		96.470	97.849	96.257	94.563	98.982	99.398	97.421	98.575

Tawmawite (度冒石, 是Bleck于1907年命名的), 他认为是铬绿帘石 (chrom-epidote)。最近, 栾秉璈编著的《宝石》一书中亦提到, “度冒石是一种像深色祖母绿一样美丽的绿帘石宝石 (含铬, 产于缅甸度冒)^[2]”。当时, 分析其Cr₂O₃最高含量为6.79%^[9], 但由于该矿物研究程度不足, 国际矿物协会新矿物委员会并未承认其为独立矿物种^[10, 11]。独山玉的研究发现其为含Cr₂O₃更高 (达12.5%) 的铬绿帘石, 但做为一新矿物尚需进一步工作。

4. 含铬云母矿物

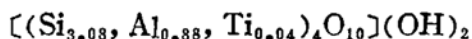
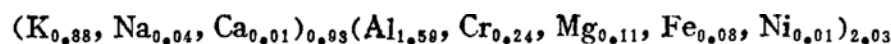
独山玉中的云母普遍含有铬, 在003号样中呈翠绿色者经研究主要为含铬白云母, 探针分析 (表7) 表明, 黑云母—金云母系列也含有铬。此外, 还发现一较为少见的含铬白云母—珍珠云母。其晶体化学式经计算分别为:

表 7 云母电子探针分析

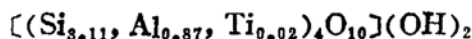
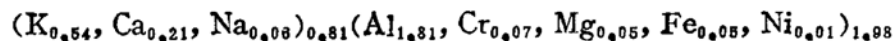
Table 7. EMP analysis of mical

	含Cr白云母	含Cr珍珠云母—白云母	含Cr白云母—珍珠云母	含Cr, Ti黑云母—金云母
Na ₂ O	0.242	0.413	0.304	0.000
MgO	1.058	0.533	0.385	12.493
Al ₂ O ₃	31.106	34.234	31.077	18.597
SiO ₂	45.466	47.051	42.288	36.793
K ₂ O	9.908	6.368	4.886	8.286
CaO	0.132	2.968	10.507	0.097
TiO ₂	0.938	0.436	0.481	1.356
MnO	0.000	0.000	0.000	0.106
Cr ₂ O ₃	4.518	1.199	1.835	3.191
NiO	0.181	0.140	0.000	0.086
FeO	1.351	0.866	0.757	12.792
P ₂ O ₅	0.164	0.000	0.115	0.087
总计	95.065	94.208	92.634	94.285

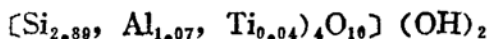
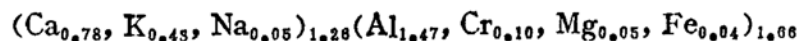
(1) 含铬白云母:



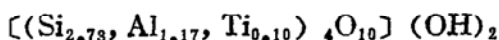
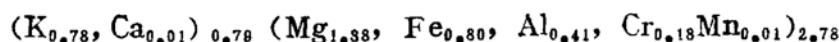
(2) 含铬珍珠云母—白云母:



(3) 含铬白云母—珍珠云母:



(4) 含铬、钛黑云母—金云母:



照片3、4、5、6分别为含铬珍珠云母—白云母、含铬白云母—珍珠云母、含铬、钛黑云母—金云母、黑云母的扫描电镜照片。图4为含铬云母的能谱图。

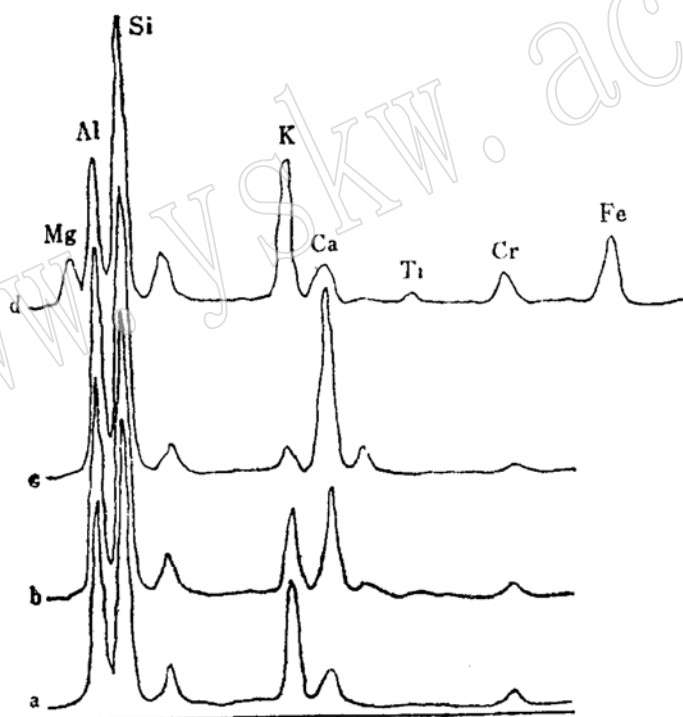


图4 云母的能谱图

a. 含铬珍珠云母—白云母 (见照片3);

b. 含铬白云母—珍珠云母; (见照片4);

c. 含铬珍珠云母;

d. 含铬、钛黑云母—金云母 (见照片5)

Fig. 4 Energy spectral patterns of micas

a. Chromian margarite-muscovite (Photo 3); b. Chromian muscovite-margarite (Photo 4); c. Chromian margarite; d. Chromian and titaniferous biotite-phlogopite (Photo 5)

在003号样的X射线衍射图中出现云母的特征衍射线 (10.0, 4.994, 3.334, 1.999, 1.499 Å), 经鉴定属 $2M_1$ 型白云母。结合探针分析, FeO为1%, Cr_2O_3 1—5%, 故定名为 $2M_1$ 型含铬白云母, 其衍射数据与JCPDS7—32 $2M_1$ 型白云母吻合, 成分和晶胞参数与加拿

大Manitoba的2M₁型含铬白云母也十分吻合。

由表7也可看到,这种含铬白云母的K被Ca代替,形成白云母—珍珠云母系列,珍珠云母中由于层间Ca²⁺代替K¹⁺,为达到电价平衡,部分Al³⁺代替Si⁴⁺,因而此白云母高Al而贫Si。珍珠云母具珍珠白色,解理面具珍珠光泽,硬度较白云母大,从而更提高了独山玉的工艺价值。

独山玉中的云母类矿物从含量看,主要是含铬白云母,其次是含铬白云母—珍珠云母,也有少量的含铬、钛黑云母—金云母。

5. 其它矿物

铬蒙脱石: 003号样的衍射图及红外光谱图中发现有蒙脱石的特征衍射线(15 Å)和吸收带(3000—3600cm⁻¹, 1650cm⁻¹),很可能为铬蒙脱石。

楣石: 晶形发育,薄片常见菱形断面,颗粒粗大,常沿微裂隙定向分布,是数量较多的副矿物。

铬铁矿: 薄片为黑色,不透明,常与铬绿帘石密切共生。

此外,在薄片中还见有圆形及方形的均质矿物,可能为钙铬榴石。

四、几点认识

1. 独山玉的矿物学研究表明其是在较特殊的地质环境中形成的。大量矿物富含CaO、Al₂O₃、SiO₂,而且主要组成钙铝硅酸盐矿物,如:“纯”钙长石,黝帘石,斜黝帘石,绿帘石,铬绿帘石,珍珠云母—白云母,钙蒙脱石,说明原岩及后期交代热液都是比较基性的。含钠较高的矿物如硬玉、钠铬辉石则未见,而缅甸的度冒翡翠矿床则富含这些矿物。

2. 热液交代成矿温度不会太高。原始钙长石的出现,说明温度低于200—300℃。随热水溶液作用的加强,矿物含水量增加,由钙长石→黝帘石→绿帘石→白云母—珍珠云母→蒙脱石等演变。

3. 独山玉因原岩是基性、超基性岩,本身含铬量较高,故组成的矿物均不同程度地含有铬,除铬铁矿外,还有铬绿帘石、铬蒙脱石、含铬白云母—珍珠云母,含铬黑云母—金云母,这对形成独山玉所具有的各种绿色、翠绿色有更大意义。

在独山玉的矿物学研究中,南阳地质调查四队提供了标本,李劲松提供了野外地质资料,李树岩做了电子探针分析,毕先梅、翟淑芬做了电镜分析,在此一并致谢!

参考文献

- [1] 李劲松等, 1984, 独玉及其矿床特征。河南地质, 第1期。
- [2] 栾秉璩编著, 1985, 宝石。冶金工业出版社。
- [3] 彭文世、刘高魁编, 1980, 矿物红外光谱图谱。科学出版社。
- [4] 中国科学院贵阳地球化学研究所编, 1978, 矿物X射线粉末鉴定手册。科学出版社。
- [5] 王 濮等编著, 1984, 系统矿物学, 中册。地质出版社。
- [6] 叶大年、金成伟编著, 1984, X射线粉末法及其在岩石学中的应用。科学出版社。
- [7] 苗春省、高新国, 1983, 长石有序度测定及其在地质上的应用。地质出版社。
- [8] Strunz, H., 1977, Mineralogische Tabellen, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Porti K.G.

- [9] Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J., 1963, *Rock Forming Minerals*, vol. 1, Longmans.
[10] Fleischer, M., 1983, *Glossary of Mineral Species*.
[11] 新矿物及矿物命名委员会审订, 1984, 英汉矿物种名称。科学出版社。

Mineralogical Studies of Jades from Dushan, Nanyang

Zhang Jianhong, Li Zhaozhui, Wang Xuefang

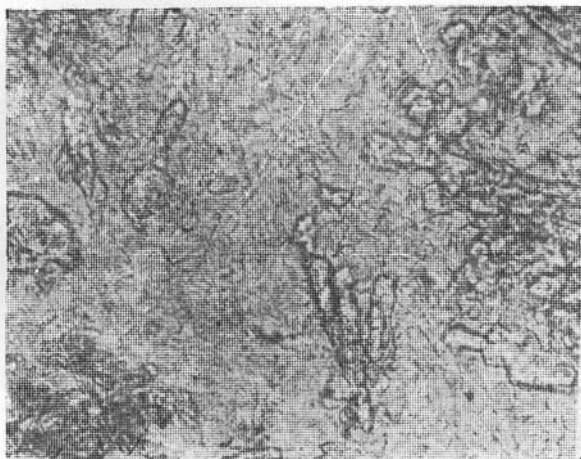
(China University of Geosciences, Beijing)

Key words: Dushan jade of Nanyang; anorthite; zoisite;
chrome epidote; chromian margarite

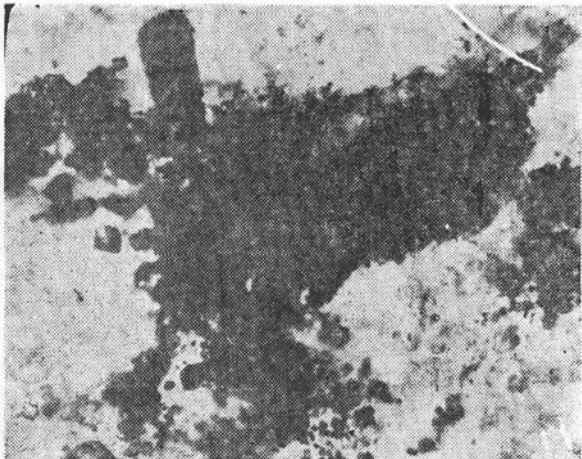
Abstract

The Dushan jades of Nanyang occur as veins in the tremolitized gabbro body. Various sorts of typical samples (white jade, green jade, white-green jade, brownish black jade) have been selected to perform polished and thin section microscopic observation, EMP, XRD and infrared spectral analysis, microhardness determination and SEM observation.

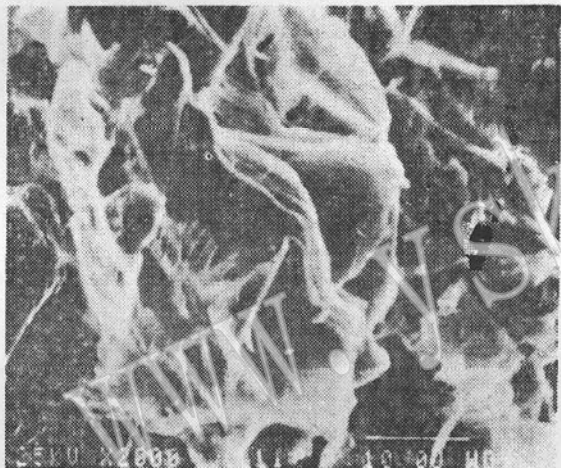
The results of these studies show that Dushan jades are very peculiar in mineral composition, with "pure" anorthite and zoisite as the main minerals associated with a series of Cr bearing minerals, such as chrome-epidote, chromian muscovite margarite, chromian biotite-phlogopite, volchonskoite and chromite. Rock-forming minerals are characterized by high calcium, high aluminium and poor silicon, suggesting that Dushan jades were formed in a rather unusual geologic environment. Due to integrated control of original rocks and late-stage hydrothermal fluids, the main products are Ca-bearing aluminosilicates. With the intensification of hydrothermal metasomatism, the minerals might have evolved in order of anorthite-zoisite, epidote-muscovite, and margarite-volchonskoite. Many minerals of Dushan jades contain chromium, which must have had much to do with the green and bright green colors of Dushan jades.



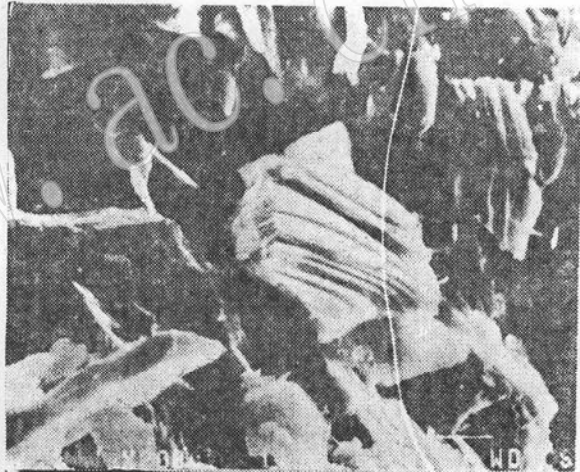
照片 1 黝帘石交代斜长石
单偏光 $\times 160$



照片 2 铬绿帘石
单偏光 $\times 160$



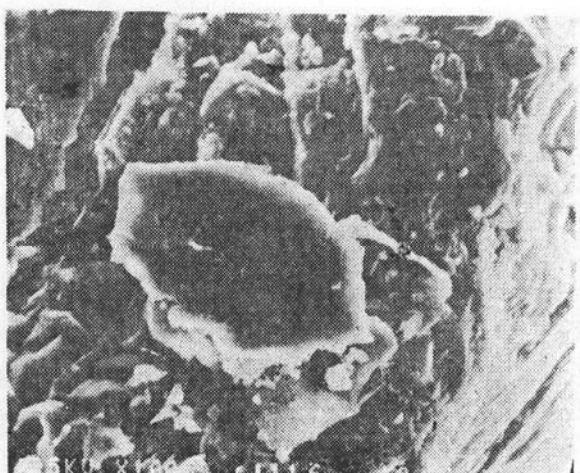
照片 3 含铬珍珠云母—白云母
 $\times 2000$



照片 4 含铬白云母—珍珠云母
 $\times 2000$



照片 5 含铬、钛黑云母—金云母
 $\times 2200$



照片 6 黑云母
 $\times 1000$