

和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉的产地特征

邹天人, 陈克樵

(中国地质科学院 矿产资源研究所, 北京 100037)

摘 要:本文用电子探针研究了和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉的矿物成分, 结果表明和田玉的主要矿物成分是透闪石, 玛纳斯碧玉是阳起石, 而岫岩老玉则由透闪石和阳起石组成, 并论述了它们的产地特征。

关键词:透闪石; 阳起石; 和田玉; 玛纳斯碧玉; 岫岩老玉; 产地特征

中图分类号: P578.955

文献标识码: A

1 问题的提出

最近十余年, 国际珠宝市场出现了一种值得重视的趋势, 就是著名产地的宝玉石格外受到商家和消费者的青睐, 例如哥伦比亚祖母绿、缅甸抹谷红宝石、印度克什米尔蓝宝石、斯里兰卡蓝宝石、中国和田玉等在世界珠宝市场上有很高的声誉, 需求量很大, 价格比其他产地的高得多, 销路还很好。对于一般消费者而言, 很难判断商家标注产地的可靠性, 就是入了门的专业人士, 单从颜色和外表特征判断产地也没有十分的把握, 并且卖商所说的产地不一定真实。因此, 迫使一些研究者对世界知名的宝玉石产地取样, 进行系统的“产地特征”研究, 目的是找到鉴别著名产地宝玉石的标志。

2 研究内容

不同产地产出的同一种宝石或玉石, 尽管在宏观上很相似, 但在微观上存在着本质上的差异, 这些差异点现在称为“产地特征”, 也可叫作“产地指纹特征”。这些特征除表现在颜色、透明度、结构和矿物共生组合外, 还包括成色机理、显微结构、主矿物成分、微细杂质矿物的种类、矿物内包裹体、痕量元素的种类和含量、红外光谱和拉曼光谱特征、形成温度和压力及稳定同位素组成等。根据上述研究成果, 经过系统分析对比, 可从中提取出一些有效的产地特征判别标志。这些产地特征受其形成时的地质构造环境、物质来源、成因及物理化学条件所制约。

3 样品的采集

研究样品的产地一定要可靠, 具有代表性, 最好应包含矿床中产出的所有玉石品种和

围岩蚀变带及围岩等,并在大比例尺矿床地质图上标明取样位置,以便对所获得的研究成果进行系统分析,保证产地特征判别标志可靠性。

本文研究最近几年采集的闪石岩类玉石样品,包括:东昆仑山产格尔木玉 7 件、西昆仑山 10 个矿床产和田玉 31 件及和田仔玉 6 件、天山产玛纳斯玉 2 件、岫岩细玉沟产岫岩老玉 13 件及河磨玉 1 件、岫岩北瓦沟产白玉 1 件。部分研究成果简述于下。

4 和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉闪石类矿物的化学成分

和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉均属于闪石类岩石的玉石,很多研究者曾做过研究(唐延龄等,1994;邹天人等,1996;王时麒等,1998;吴瑞华等,1999)。这些玉石的主要组成矿物都是角闪石族矿物,由于矿物结晶颗粒细小,常呈毛毡状隐晶结构,所以每个样品均测定了 2~4 个微粒矿物的成分。已测定的产于西昆仑山的和田玉样品包括羊脂玉、白玉、糖玉、青白玉、青玉、碧玉和墨玉,并测定了产于东昆仑山的格尔木白玉、格尔木青玉和产于天山的玛纳斯碧玉及围岩超镁铁岩,还测定了产于辽宁的岫岩老玉中的白玉、黄白玉、黄玉、碧玉和墨玉,同时测定了目前国内玉石市场上常见到的俄罗斯白玉。电子探针测得的闪石类矿物平均化学成分列入表 1。按国际矿物学协会角闪石命名法(1977),以 23 个氧为基础计算的阳离子数也列入表 1。据所列的化学成分及晶体化学式 $[AB_2 C_5^{VI} T_8^{IV} O_{22} (OH)_2]$ 计算结果: $Ca_B > 1.50$; $(Na+K)_A < 0.50$, Si 离子数 > 7.60 (多位于 7.86~7.98 之间),属于钙质闪石亚族的透闪石-阳起石-铁阳起石系列矿物。再据计算的 $Mg/(Mg+Fe)$ 值,除玛纳斯碧玉及其围岩超镁铁岩和岫岩老玉中的墨玉,其闪石类矿物 $Mg/(Mg+Fe) = 0.90 \sim 0.76$,属于低铁阳起石外,其他所有玉石中的角闪石均属透闪石。在 $Mg/(Mg+Fe)$ 与 Si 离子关系图(即钙角闪石的分类图)中看得更清晰(图 1)。和田羊脂玉产于玉龙喀什河,是白玉中的极品,白如羊脂,滋润微透明,质地细腻。白玉仅在白度及油脂光泽上稍次于羊脂玉,但白玉产地较多,笔者测定了昆仑山 8 个矿床的白玉和若羌糖玉以及俄罗斯白玉,其共同点是含 Fe 低(0.05%~0.30%), $Mg/(Mg+Fe) = 0.998 \sim 0.993$,有非常高的相似性。测定了两个矿床中微带淡绿色的青白玉,含 FeO 均为 0.38%, $Mg/(Mg+Fe) = 0.991$,羊脂玉和白玉一样,属于较纯净的端员透闪石。测定了 4 个矿区的淡绿色青玉,含 FeO 为 0.89%~1.22%, $Mg/(Mg+Fe) = 0.979 \sim 0.971$,为透闪石。测定了 1 个深绿色的和田碧玉,含 FeO 较高(达到 2.85%), $Mg/(Mg+Fe) = 0.933$,也为透闪石。唐延龄等(1994)测定的和田墨玉,含 FeO 较高(达 4.05%), $Mg/(Mg+Fe) = 0.913$,为靠近阳起石的透闪石。天山产玛纳斯碧玉含 FeO 达 4.43%, $Mg/(Mg+Fe) = 0.895$,属于低铁阳起石,围岩(超镁铁岩)内阳起石含 FeO 高得多(达 9.94%),色更深。岫岩老玉中的白玉、黄白玉和黄玉含 FeO 量相近,依次为 0.22%、0.29%、0.31%, $Mg/(Mg+Fe) 0.995 \sim 0.993$,均属于端员透闪石。表中列出了王时麒等(1998)测定的岫岩老玉中的碧玉和墨玉含 FeO 较高,前者含 FeO 达 4.03%, $Mg/(Mg+Fe) = 0.914$,但仍属透闪石;后者 FeO 更高(达 5.04%~7.70%), $Mg/(Mg+FeO) = 0.881 \sim 0.828$,属于低铁阳起石。

表 1 和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉(透闪石玉)闪石类矿物的平均化学成分

$\tau w_B \%$

Table 1 Average chemical components of tremolite-series minerals

from Hetian jade, Manasi green jade and Xiuyan old jade

样号	98102	98104	9893	98103	9945	98107	98100	98110	9946
样品名称	和田羊脂玉	和田黑山白玉	于田阿拉玛斯白玉	于田海尼拉白玉	策勒白玉	皮山康西瓦白玉	塔什库尔干大同白玉	若羌糖玉	且末白玉
SiO ₂	57.41	57.63	57.36	57.34	56.17	56.43	57.64	57.57	57.33
TiO ₂	0.04	0.02	0.05	0.04	0.02		0.04	0.06	0.03
Al ₂ O ₃	0.55	0.40	0.06	0.59	0.53	1.02	0.23	0.09	0.36
Cr ₂ O ₃	0.02	0.03	0.04	0.11	0.09	0.06	0.06	0.04	0.05
FeO	0.23	0.27	0.20	0.14	0.27	0.29	0.25	0.09	0.26
MnO	0.01		0.17	0.03	0.02	0.01	0.05	0.05	0.07
MgO	23.75	24.19	23.45	24.12	23.36	24.13	24.44	24.32	24.07
NiO	0.10	0.10	0.13	0.13	0.11	0.02	0.12	0.07	0.03
CaO	13.92	14.46	14.72	14.07	13.98	13.16	13.23	14.30	13.45
Na ₂ O	0.10	0.16	0.03	0.07	1.23	0.12	0.11		0.07
K ₂ O	0.08	0.08	0.03	0.12	0.40	0.80	0.08	0.05	0.14
P ₂ O ₅	0.13		0.03	0.01	0.02	0.01	0.06		0.06
Σ	96.34	97.34	96.27	96.77	96.20	95.97	96.31	96.64	95.92
以 23 个氧为基础计算的阳离子数									
Si	7.912	7.885	7.937	7.879	7.827	7.831	7.935	7.918	7.930
Al ^{IV}	0.088	0.063	0.010	0.096	0.086	0.167	0.038	0.015	0.058
Ti ^{IV}		0.002	0.005	0.004	0.002		0.004	0.006	0.003
Al ^{VI}	0.002								
Ti ^{VI}	0.004								
Cr	0.003	0.003	0.008	0.012	0.010	0.006	0.008	0.005	0.005
Fe	0.027	0.031	0.024	0.016	0.031	0.034	0.029	0.011	0.030
Mn	0.001		0.020	0.003	0.003	0.001	0.005	0.006	0.008
Mg	4.774	4.934	4.839	4.943	4.853	4.994	5.015	4.987	4.963
Ni	0.011	0.011	0.014	0.014	0.013	0.003	0.013	0.007	0.003
Ca	2.011	2.120	2.183	2.071	2.088	1.956	1.952	2.107	1.994
Na	0.027	0.042	0.009	0.019	0.336	0.033	0.029		0.017
K	0.013	0.014	0.005	0.020	0.071	0.142	0.014	0.010	0.024
Mg/(Mg+Fe)	0.994	0.994	0.995	0.997	0.994	0.993	0.994	0.998	0.994
矿物名称	透闪石	透闪石	透闪石	透闪石	透闪石	透闪石	透闪石	透闪石	透闪石

由中国地质科学院矿产资源研究所陈克樵研究员用电子探针测定。

续表 1
continued table 1

样号	*	98123	98127	S-01	S-10	S-12	* *	* *	* *
样品名称	和田墨玉	玛纳斯碧玉	玛纳斯碧玉的围岩	岫岩白玉	岫岩黄白玉	岫岩黄玉	岫岩碧玉	岫岩墨玉	岫岩墨玉
SiO ₂	54.75	56.60	54.48	57.36	57.42	57.68	56.87	58.94	55.54
TiO ₂		0.03	0.06	0.13	0.08	0.16	0.02	0.06	0.02
Al ₂ O ₃	1.34	0.05	1.17	0.55		0.17	0.06	0.75	0.64
Cr ₂ O ₃		0.11	0.15	0.02			0.28		0.24
FeO	4.05	4.43	9.94	0.22	0.29	0.31	4.03	5.04	7.70
MnO	0.04	0.02	0.39	0.07	0.03	0.13	0.09	0.10	0.13
MgO	24.08	21.23	17.55	23.80	23.33	23.95	32.97	21.01	20.88
NiO		0.17	0.07	15.60	14.86	14.92	11.44	11.06	11.99
CaO	12.84	13.84	13.51		0.12	0.14	0.12	0.35	0.21
Na ₂ O	0.23	0.07	0.06	0.19	0.08	0.02	0.04		0.06
K ₂ O	0.01	0.04	0.04						
P ₂ O ₅	0.06	0.03	0.06						
Σ	97.49	96.62	97.48	98.23	96.21	97.48	97.46	97.31	97.43
以 23 个氧为基础计算的阳离子数									
Si	7.613	7.940	7.791	7.816	7.951	7.892	7.844	8.111	7.817
Al ^{IV}	0.219	0.009	0.196	0.105		0.041	0.098		0.107
Ti ^{IV}		0.002	0.006	0.009	0.008	0.020	0.002		0.002
Al ^{VI}								0.123	
Ti ^{VI}								0.006	
Cr		0.013	0.017	0.022			0.030		0.027
Fe	0.471	0.519	1.189	0.024	0.033	0.036	0.465	0.581	0.907
Mn	0.005	0.002	0.048	0.008	0.003	0.015	0.011	0.012	0.015
Mg	4.992	4.440	3.744	4.835	4.817	4.885	4.930	4.311	4.381
Ni		0.019	0.008						
Ca	1.913	2.080	2.070	2.278	2.205	2.188	1.691	1.631	1.808
Na	0.062	0.018	0.016		0.032	0.036	0.032	0.046	0.058
K	0.018	0.006	0.007	0.031	0.013	0.002	0.006		0.010
Mg/(Mg+Fe)	0.913	0.895	0.759	0.995	0.993	0.993	0.914	0.881	0.828
矿物名称	透闪石	阳起石	阳起石	透闪石	透闪石	透闪石	透闪石	阳起石	阳起石

* * 据王时麒等(1998); * 据唐延龄等(1994)。

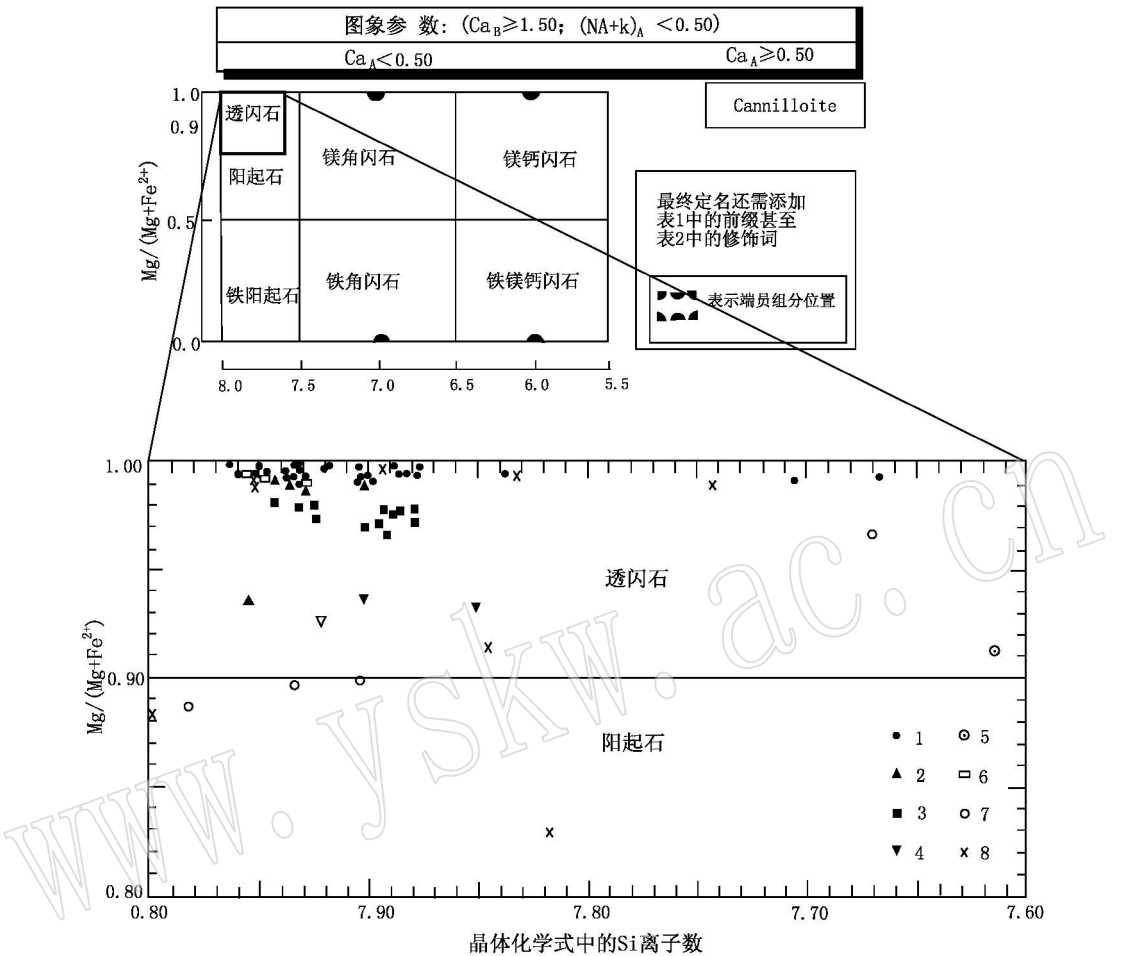


图 1 和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉(透闪石玉)的闪石类矿物名称(原图据王立本,2001)

Fig. 1 Determination of tremolite and actionlite in Hetian jade, Manasi jade and Xiuyan old jade

1—和田玉的羊脂玉、白玉和糖玉;2—和田玉的青白玉;3—和田玉的青玉;4—和田玉的碧玉;5—和田玉的墨玉;
6—俄罗斯白玉;7—玛纳斯碧玉;8—岫岩老玉(透闪石玉)的白玉、黄白玉、黄玉、碧玉和墨玉

由前述可知,和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉的颜色是由钙角闪石亚族的 Fe 离子数制约的。具体地说, $Mg/(Mg+Fe) < 0.90$ 的阳起石,含 $FeO > 4.24\%$,其颜色肯定是深绿色(如玛纳斯碧玉); $Mg/(Mg+Fe) = 1.00 \sim 0.90$ 的透闪石,含 FeO 一般为 $0.06\% \sim 4.24\%$,含 FeO 量最低者为羊脂玉和白玉,含 FeO 量较高者为和田玉中的碧玉和岫岩老玉中的碧玉,呈较深的绿色。墨玉既可是含 FeO 较高的(达 4%)透闪石(如和田玉中的墨玉),也可是含 FeO 高达 $5\% \sim 8\%$ 的阳起石(如岫岩老玉中的墨玉),墨玉主要是由于含大量的片状或结核状石墨所致。

5 和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉的产地特征

和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉均属于闪石岩类玉石,将其产地特征列入表 2。西昆仑

表 2 和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉的产地特征

Table 2 Locality features of Hetian jade, Manasi green jade and Xiuyan old jade

品种	昆仑山西段产和田玉	昆仑山东段产格尔木玉	天山产玛纳斯碧玉	岫岩老玉
羊脂玉	含细小片状斑晶的隐晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.99$ 的透闪石组成			
白玉	含细小片状斑晶或片状斑晶带的隐晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.99$ 的透闪石组成。均含磷灰石,偶有金云母或蛇纹石	含多量片状斑晶的隐晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.99$ 的透闪石组成		粗粒片晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.99$ 的透闪石组成,含较多的方解石残留体
青白玉	含片状斑晶的隐晶结构或片状斑晶组成的放射状结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.98\sim 0.96$ 的透闪石组成,含磷灰石,偶含方解石及石墨			
黄白玉				含片状斑晶的隐晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.99$ 的透闪石组成,含滑石和方解石
黄玉	为褐黄色,含片状斑晶的隐晶结构,含磷灰石			含片状斑晶的隐晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.99\sim 0.94$ 的透闪石组成,含滑石,方解石
糖玉	片斑条带状隐晶结构或片晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.99\sim 0.96$ 的透闪石组成。含褐铁矿和磷灰石	含小片斑晶的隐晶结构,含褐铁矿		含片状斑晶的隐晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.97$ 的透闪石组成。含褐铁矿和方解石
青玉	含小片状斑晶的隐晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.97$ 的透闪石组成。含磷灰石,偶含石墨、方解石和硅灰石	含大片放射状斑晶的片晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.97$ 的透闪石组成		
碧玉	含平行片状斑晶的细粒结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.93$ 的透闪石组成		含片状斑晶的隐晶结构,黄绿色者由 $Mg/(Mg+Fe)=0.90\sim 0.87$ 的阳起石组成	含片状斑晶的隐晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.91$ 的透闪石组成
墨玉	含片状斑晶的隐晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.91$ 的透闪石组成。含蛇纹石和多量石墨			含片状斑晶的隐晶结构,由 $Mg/(Mg+Fe)=0.88\sim 0.82$ 的阳起石组成,含多量石墨,并含方解石和褐铁矿

山(新疆境内)产和田玉品种齐全,且多为显微隐晶结构,因此质地细腻,基本上由透闪石组成,色泽柔和,温润光洁,颜色由透闪石的 Fe^{2+} 含量制约。所含的微细杂质矿物主要为粒状磷灰石,其次是石墨,偶见金云母、蛇纹石和方解石等。东昆仑山(青海境内)产的格尔木玉肉眼与和田玉难以区分,但格尔木玉透闪石晶片较大、较多,密度稍低。天山产玛纳斯碧玉的特点是由低铁阳起石组成,具含小片状斑晶的隐晶结构。岫岩老玉产于岫岩细玉沟,属于透闪石岩类玉石,由于发现早于北瓦沟产出的岫玉(蛇纹岩类玉石),故称“老玉”。细玉沟下游河谷砾石层中沉积的岫岩老玉砾石,称为河磨玉,两者同源,玉质完全一致。据笔者现场考察取样初步研究后,将其产地特征也列入表 2。岫岩老玉及河磨玉属于通常分类中的黄玉类,同时有糖玉相伴产出,黄玉多为黄绿色,少量呈黄色,颜色较均一,为含片状小斑晶的隐晶结构,质地细腻,主要由 $\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe})=0.99\sim 0.94$ 的透闪石组成,并含有少量的滑石、方解石和白云石。2001 年北京大学王时麒教授等在北瓦沟发现小量产出的透闪石岩类白玉,据检测,与和田白玉的区别是透闪石晶片粗大,含方解石较多,温润光洁度及透明度次于和田白玉。

6 小结

西昆仑山(新疆境内)产和田玉质优,品种齐全,开发历史悠久,主要有羊脂玉、白玉、青白玉、黄白玉、黄玉、糖玉、青玉、碧玉和墨玉等 9 个品种,可作为当今国内外闪石岩类玉石品种划分的典范。

玉石的产地特征研究,不仅能判别市场上销售玉器的玉料来源,可能还是解决古玉器玉料来源和流向的重要基础资料,希望宝玉石研究者与文物专家们携手合作,共同进行玉石产地特征和古玉器成分及玉质特征的研究,如果能得到各级领导的重视,齐心协力,古玉溯源将可实现。

由于此项工作仍在进行,很多数据正在测试中,本文只是阶段成果的小结,还有待进一步深化。

致谢:野外工作中得到王雪松、白凤化、吴庚强、牟建伟等领导和王时麒教授的关心和大力帮助,表示感谢!

参考文献

- 唐延龄,陈葆章,蒋壬华. 1994. 中国和阗玉[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,353.
- 王立本编译. 2001. 角闪石命名法[J]. 岩石矿物学杂志,30(1):84~100.
- 王时麒,段体玉,闫欣. 1998. 岫岩软玉的初步研究[J]. 珠宝,2:46~49.
- 吴瑞华,李雯雯,白峰. 1999. 新疆和田玉岩石学特征及其扫描电镜研究[J]. 岩石学报,4:638~643.
- 邹天人,郭立鹤,於晓晋. 1996. 中国主要玉石类型及产地[J]. 矿床地质,增刊:79~92.

The locality feature of Hetian jade, Manasi green jade and Xiuyan old jade

ZOU Tian-ren and CHEN Ke-qiao

(Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: The mineral compositions of Hetian jade, Manasi green jade and Xiuyan old jade have been investigated by means of electron microprobe. Based on the analyses, it can be determined that the major mineral composition of Hetian jade and Manasi green jade is tremolite and actinolite respectively, whereas Xiuyan old jade is composed of both tremolite and actinolite. The locality feature of Hetian jade, Manasi green jade and Xiuyan old jade have been discussed.

Key words: tremolite; actinolite; Hetian jade; Manasi green jade; Xiuyan old jade; locality feature