

和田玉(透闪石玉)的研究

崔文元, 杨富绪

(北京大学 地质学系, 北京 100871)

摘 要: 用电子探针、X 射线衍射、扫描电镜等测试方法, 对新疆和田玉进行了研究, 结果表明和田玉的主要矿物组成为透闪石, 主要结构为毛毡状结构。本文还论述了其成因, 指出了进一步找矿及考古意义。

关键词: 透闪石; 透闪石玉; 和田玉

中图分类号: P578.955; P584

文献标识码: A

世界透闪石玉(或软玉)产地较多, 和田玉以产于新疆和田县而得名, 具有七千多年开采历史, 是中国为世界四大文明古国的标志之一, 以透闪石玉中的精品扬名于天下。中国是世界上用玉最早和最著名的国家, 透闪石玉是中国历史悠久的玉料, 如曾发掘出距今二万到三万年的岫岩透闪石玉制品而定为我国最早被开发利用的玉而名贯神州大地(傅仁义等, 2000)。浙江河姆渡出土的玉器就是 7 000 年前新石器时期的产品, 湖北屈家岭青玉质玉鱼也有 5 000 年历史。到明清时代, 各种软玉制品琳琅满目, 玉雕技术日益高超, 形成了我国完整而独特的艺术风格。中国现在的老艺人, 在历代风格基础上, 又研究出许多新的造型艺术, 其玉雕技术精湛绝美, 名扬中外, 称为“东方之瑰宝”。所以说, 中国透闪石玉制品是中国人的骄傲, 是中华民族灿烂文化的组成部分, 是中华民族的象征, 也是人类艺术史上的辉煌成就。

本文在前人工作基础上(唐延龄等, 1992, 1994; 杨富绪等, 1994), 用电子探针、X 射线衍射、扫描电镜等测试方法, 对和田玉进行了研究。

1 地质背景

新疆和田玉(软玉)主要产于昆仑山地区。西起塔什库尔干, 东至且末, 在长达 1 200 多公里的昆仑山麓和各条河流的河床中, 已发现和田玉矿床和矿点 20 多处, 构成中国和田玉极其重要的成矿带。昆仑山地区的和田玉, 古称昆仑玉, 亦称昆山玉, 由于其中和田地区所产的透闪石玉(软玉)最为著名, 习惯上将其称“和田玉”。和田玉以青玉为主, 也有青白玉和白玉, 著名“羊脂玉”就产于该区。整个昆仑山地区的和田玉(软玉)产地可分为莎车—叶城地区、和田—于田地区和且末—若羌地区。莎车—叶城地区大体位置在东经 $76^{\circ} \sim 78^{\circ}$ 之

间,已知产地有塔什库尔干县大同玉矿和叶城县库浪那古玉矿,所产和田玉主要为青玉,次为青白玉,白玉较少见,矿点有密尔岱山及玛尔胡普山。区内重峦叠嶂,交通极端闭塞,但清代屡有巨块玉料产出。清代徐松在《西域水道记》中描述莎车县密尔岱山的情景:“采者乘牦牛至其巅,凿之坠而后取,往往重千万斤。”两山在古代曾产出巨大玉料。北京故宫博物院珍宝馆中的万斤“大禹治水玉山”以及著名“会昌九老图”和“秋山行旅图”等,其巨大玉料皆来自该地。和田—于田地区位于东经 $78^{\circ}\sim 82^{\circ}$ 之间,主要矿床和矿点有:皮山县的卡拉大板和铁白兔,和田县的阿格居改和奥米沙,于田县的阿拉玛斯。最出名的为阿格居改和阿拉玛斯矿区。该地区所产玉种齐全,除白玉和青白玉外,还有青玉、墨玉和黄玉。正由于该地产有稀世瑰丽的羊脂白玉、奇特罕见的如漆墨玉,历史上则将流经和田东、西的两条大河依其产出的玉种,突厥语分别称为玉龙喀什河和喀拉喀什河,译成汉语就是白玉河和墨玉河。该区原生矿床或矿点均产于中晚元古代的蓟县系或长城系的白云质大理岩和华力西晚期中酸性侵入体接触带中。且末—若羌地区的和田玉矿床和矿点有三处,即且末县塔特勒克苏矿、哈达黑奇台矿和塔什赛因矿,矿区处于海拔 $3\,500\sim 4\,500\text{ m}$ 的高山地带,所产玉种以青白玉为主,次有青玉。

2 分类

2.1 按成因和产状分类

按成因和产状可分为原生矿和次生矿。原生矿又名山玉,为产于原生矿床中的玉石。采出之后,为不规则块状,棱角明显。次生矿在新疆称仔玉或仔料,由原生软玉矿床经风化剥蚀、冲刷、搬运至河流中,在适当地方堆积或沉积而成次生矿。玉石块度大小不同,磨圆度好,常呈椭球形、扁球形和球形等。和田玉仔料主要分布在玉龙喀什河和喀拉喀什河河床上,现在从这两条河床采到的仔玉占有仔玉产量的 95% 左右。

2.2 按颜色分类

和田玉按颜色分白玉、青白玉、青玉、碧玉、墨玉、糖玉等。

3 新疆和田玉化学成分

岫岩和新疆及其他国家软玉化学组成列于表 1。由表 1 可见,世界各软玉的主要化学成分为 SiO_2 、 MgO 、 CaO 和少量 FeO ,并且 MgO 和 FeO 呈反消长关系。新疆和田玉的化学成分与透闪石理论值近似,和巴西软玉的化学组成类似,表明新疆和田玉主要矿物组成为透闪石,其他矿物很少,与镜下观测结果一致。加拿大和俄罗斯软玉则富含铁。

4 结构、构造

和田玉主要为致密块状构造,质地细腻。主要结构为毛毡状变晶结构,其次为放射状变晶结构和纤维状-柱状变晶结构。

毛毡状变晶结构 是和田玉最重要的一种结构。透闪石的颗粒非常细小,粒度比较均匀。显微纤维透闪石均匀地无定向密集分布,好像绒毛相互交织而成的毡毯一样,是和田玉的重要特征。

表 1 中国和其他国家透闪石玉化学成分

$w_B/\%$

Table 1 Chemical compositions of tremolite jade from China and other countries in the world																	
序号	名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	P ₂ O ₅	F	Loss	Total
1	白玉	56.95	0.00	0.52	0.00	0.16	0.12	0.00	25.42	14.14	0.24	0.00	0.00		0.15	2.46	100.16
2	白玉	57.40	0.00	1.10	0.00	0.13	0.54	0.06	24.42	12.77	0.16	0.27	0.00		0.00	3.04	99.89
3	青白玉	57.13	0.00	0.75	0.00	0.21	0.77	0.06	24.91	12.92	0.32	0.00	0.00		0.15	2.95	100.17
4	青白玉	57.60	0.23	0.04	0.00	0.04	0.85	0.06	24.37	12.62	0.22	0.22	1.76		0.00	0.42	98.41
5	青白玉	55.79	0.00	2.41	0.00	0.34	1.33	0.15	24.52	11.87	0.28	0.80	1.73		0.00	0.54	99.76
6	青玉	56.76	0.00	0.97	0.00	0.52	1.88	0.15	23.60	13.25	0.28	0.00	0.00		0.17	2.32	99.90
7	青玉	56.38	0.00	1.24	0.00	0.66	2.47	0.15	22.49	13.12	0.34	0.32	0.00		0.00	0.84	99.79
8	青玉	57.31	0.00	0.56	0.00	0.11	0.37	0.01	22.69	13.30	0.42	0.12	1.78		0.00	0.19	99.00
9	青玉	57.52	0.04	0.64	0.00	0.09	1.89	0.09	25.55	12.48	0.11	0.06	1.52	0.01	0.00	0.00	100.00
10	青白玉	57.67	0.04	0.52	0.00	0.02	1.45	0.07	25.85	12.47	0.09	0.05	1.80	0.01			100.04
11	糖玉	57.32	0.04	0.52	0.00	0.13	0.95	0.06	25.75	12.41	0.16	0.04	2.32	0.01			99.71
12	黄白玉	57.95	0.04	0.60	0.00	0.11	0.99	0.06	26.00	12.47	0.11	0.05	2.30	0.01			100.69
13	软玉	57.97	0.05	1.16	0.00	0.40	4.17	0.14	22.39	12.00	0.09	0.09	3.56		0.00	0.02	100.90
14	软玉	52.78	0.01	2.72	0.26	0.12	4.74	0.41	21.20	12.20	0.03	0.20	2.42		0.05	0.00	99.66
15	软玉	59.97	0.23	0.88	0.00	0.33	0.96	0.10	24.31	12.52	0.35	0.06	3.94		0.00	0.00	101.63
16	透闪石	58.80							24.60	13.80			2.80				100.00

注:1~8 为中国新疆阿拉玛斯矿床样品,引自“新疆维吾尔自治区于田县阿拉玛斯和田玉成矿地质条件研究”(1983 年);9~12 为本文测试的岫岩软玉的样品(国家地质测试中心测试);13 为俄罗斯样品;14 为加拿大样品;15 为巴西样品;13、14、和 15 引自《新疆宝石和玉石》;16 为透闪石的理论值。

放射状变晶结构 柱状透闪石局部定向排列,一端收敛,一端发散,具波状消光现象。
纤维状-柱状变晶结构 透闪石成纤维状或柱状,颗粒长度小于 0.1mm,呈不定向排列。

5 矿物学特征

5.1 矿物组成

经薄片观察,和田玉主要由针状、纤维状、柱状和毛发状透闪石组成。白玉、青白玉、青玉和碧玉的闪石含量基本相同,占 98%以上,尚有一些其他矿物如辉石、磷灰石和褐铁矿。因此,和田玉矿物学工作主要是对透闪石的研究工作。

5.2 和田玉的物理性质

和田玉为油脂、蜡状光泽,质地细腻,颜色多,常见有白色、青白色、青色、绿色、黑色、黄色和红褐色等,其中以羊脂白色最为名贵。折射率用折光仪点测法测定,为 1.60~1.62。密度用静水力学法测定,为 2.93~2.97g/cm³。硬度用显微硬度计测得压入硬度(或维氏硬度)换算成摩氏硬度,为 6.5~9.9。和田玉折射率、密度和硬度接近其理论值。

5.3 矿物化学

闪石矿物的化学成分是其分类和命名的依据。新疆和田玉中闪石矿物电子探针分析的化学成分、晶体结构化学式、名称(据 Leake,1997)列于表 2。

表 2 和田玉化学成分($w_B/\%$)及计算

Table 2 Chemical compositions of Hetian jade and their calculations

名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total	Si ^{IV}	Al ^{IV}	Ti ^{IV}	Al ^{VI}	Ti	Mg	Fe ²⁺	Mn	Ca	Na	K
羊脂白玉	57.80	0.00	0.80	0.43	0.04	25.76	11.54	0.09	0.01	96.47	7.901	0.099	0.000	0.029	0.000	5.249	0.049	0.005	1.690	0.024	0.002
白玉	58.72	0.03	0.15	0.49	0.02	25.30	11.76	0.13	0.12	96.74	8.006	0.000	0.000	0.024	0.003	4.973	0.056	0.002	1.718	0.034	0.021
青白玉	57.37	0.00	0.55	0.73	0.04	25.94	11.58	0.12	0.10	96.43	7.872	0.089	0.000	0.000	0.000	5.142	0.084	0.005	1.702	0.032	0.018
青白仔玉	57.62	0.06	0.65	1.24	0.14	25.48	11.25	0.08	0.04	96.06	7.899	0.101	0.000	0.004	0.006	5.207	0.068	0.016	1.652	0.021	0.007
青玉	56.76	0.15	0.97	1.88	0.15	23.60	13.25	0.28	0.00	96.89	7.826	0.158	0.016	0.000	0.000	4.851	0.142	0.018	1.958	0.075	0.000
青玉仔料	57.16	0.00	0.60	3.04	0.04	24.52	12.14	0.11	0.04	98.65	7.842	0.097	0.000	0.000	0.000	5.015	0.217	0.005	1.785	0.029	0.007
墨玉	57.55	0.00	0.65	1.07	0.06	26.18	12.33	0.11	0.04	98.01	7.806	0.104	0.000	0.000	0.000	5.249	0.349	0.007	1.792	0.029	0.007

由北京大学地质系电子探针室用日产 EPX-810Q 型仪器测试;阳离子数是以 22 个氧为基础计算的。

用表 2 的数据投到 1997 年国际矿物学会角闪石委员会最新闪石命名分类方案(Leake, 1997)的 TSi 对 $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ 图中,均落在透闪石区域内,表明新疆和田玉的主要组成矿物为透闪石。

5.4 X 射线物相分析

实验是用北京大学化学学院 X 射线衍射实验室的 Rigaku Dmax 2000 型仪器进行的,实验条件为:Cu 靶,电压 50kV,电流 120mA,起始角度为 5 度,终止角度为 90 度,步进宽度 0.02 度。测得的 X 射线衍射数据见表 3。由表 3 可见,不同品种的和田玉的数据与标准透闪石的粉晶谱线极近似,说明和田玉主要是由透闪石组成的。

5.5 扫描电子显微镜(SEM)分析

利用北京大学电镜室的 KYTY-1000B 扫描电镜对和田玉的微形貌进行了分析(图 1)。

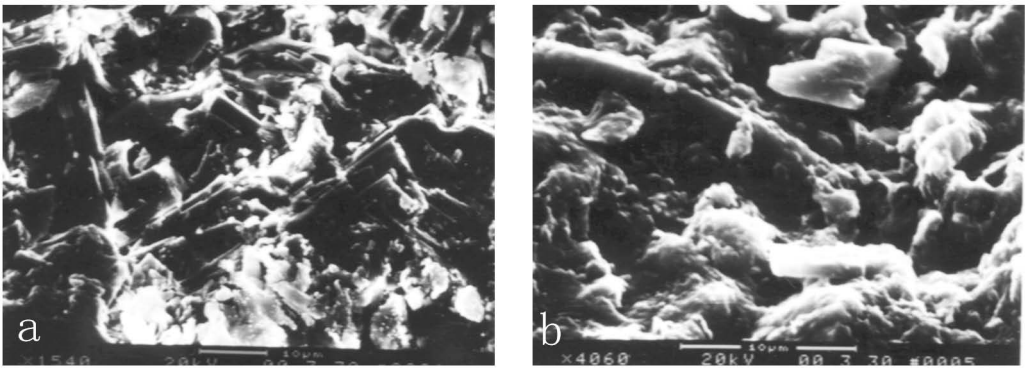


图 1 和田玉的 SEM 照片

Fig.1 SEM Photographs of Hetian jade

- a—和田羊脂白玉的形貌,放大 1 560 倍,组成矿物透闪石为长柱状,颗粒长约 $10\mu m$,宽小于 $4\mu m$;
b—和田羊脂白玉的形貌,在光学显微镜下为毛毡状结构,放大 4 060 倍后组成矿物透闪石呈长纤维柱状、针状、柱状。

表 3 和田玉的 X 射线粉晶衍射数据
Table 3 X-ray powder diffraction data of Hetian jade

透闪石的标准数据*			A2-1(羊脂白玉)		A-2(白玉)		A-3(白玉)		B-1(青白玉)		C-1(青白玉)	
<i>d</i> /Å	I/I ₀	hkl	<i>d</i> /Å	I/I ₀	<i>d</i> /Å	I/I ₀	<i>d</i> /Å	I/I ₀	<i>d</i> /Å	I/I ₀	<i>d</i> /Å	I/I ₀
8.98	16	020	9.0548	6.2	9.0584	38.3	9.0179	31.5	9.0179	44.2	9.0179	12.6
8.38	100	110	8.4503	53.8	8.4342	83.7	8.4182	44.8	8.4503	71.4	8.3943	15.6
5.07	16	$\bar{1}$ 30	5.0866	3.8	5.0924	24.1	5.0866	22.6	5.0808	22.1	5.0866	11.6
4.87	10	$\bar{1}$ 11	4.8803	19.8	4.8863	22.1	4.8703	56.9	4.8650	36.4	4.8650	58.1
4.76	20	200	4.7614	19.8	4.7614	11.7	4.7665	8	4.7639	22.1	4.7716	9
4.51	20	040	4.5163	6.4	4.5255	9	4.5118	37.6	4.5118	58.4	4.5118	13.0
4.20	35	220	4.2149	8.49	4.2070	13.2	4.2149	10	4.1992	14.3	4.2189	10
3.87	16	$\bar{1}$ 31	3.8769	3	3.8769	323.3	3.8769	29.1	3.8703	23.4	3.8653	5
3.376	40	041	3.3783	10.3	3.3783	63.8	3.3757	55.4	3.3808	49.4	3.3783	32.5
3.268	75	$\bar{2}$ 40	3.2758	12.1	3.2758	79.3	3.2687	50.5	3.2711	70.1	3.2734	13.7
3.121	100	310	3.1271	100	3.1271	72.8	3.1207	52.9	3.1207	92.2	3.1164	17.1
3.028	10	$\bar{3}$ 11	2.9417	6.3	3.0254	1	3.0254	2	3.0254	2	3.0315	1
2.938	40	$\bar{1}$ 51	2.8448	2.1	2.9379	60	2.9360	68.8	2.9360	67.5	2.9360	18.2
2.805	45	330	2.8056	7.1	2.8048	13.8	2.8031	7.9	2.8082	11	2.8082	8.3
2.730	16	$\bar{3}$ 31	2.7363	3.3	2.7331	33.4	2.7314	22.9	2.7266	31.2	2.7379	10
2.705	90	151	2.7057	6.6	2.7041	100	2.7002	100	2.6994	100	2.7010	53.9
2.592	30	061	2.5954	2.4	2.5932	34.9	2.5888	39.1	2.5903	51.9	2.5888	22.8
2.529	40	$\bar{2}$ 02	2.5377	3.5	2.5335	30.5	2.5322	87.9	2.5335	66.2	2.5233	100
2.407	8	$\bar{2}$ 61	2.4070	3	2.4137	9.4	2.4112	4	2.4062	11.7	2.4125	3
2.380	30	$\bar{3}$ 50	2.3841	2.6	2.3841	12.1	2.3841	7	2.3841	6	2.3375	11.8
2.335	30	$\bar{3}$ 51	2.3387	3.7	2.3387	54.0	2.3346	34.7	2.3364	46.8	2.3411	11
2.321	40	$\bar{4}$ 21	2.3236	4.3	2.3213	21.8	2.3236	11	2.3196	33.8	2.3259	9
2.298	12	420	2.3013	1.8	2.2974	14.3	2.2962	18.2	2.3008	23.4	2.2982	10.0
2.273	16	$\bar{3}$ 12	2.2751	3.4	2.2773	14.3	2.2751	32.4	2.2751	23.4	2.2718	21.5
2.206	6	$\bar{2}$ 42	2.2088	1	2.2077	9.7	2.245	12	2.2098	2	2.2046	10.3
2.181	6	171	2.1802	1	2.1822	8.7	2.1812	2	2.1622	49.4	2.1622	12.9
2.163	35	132	2.1642	3.4	2.1622	45.3	2.1592	44.9	2.1622	13	2.1632	12
2.042	18	202	2.0201	2.4	2.0448	4	2.0404	20.8	2.0496	16.9	2.0413	11.8
2.015	45	$\bar{4}$ 02	2.0158	2.8	2.0430	15.2	2.01128	21.6	2.0101	28.6	2.0128	11.8
2.002	16	$\bar{3}$ 70	2.001	4	2.0019	12.9	2.0019	5	2.0019	4	2.0027	4
1.963	6	$\bar{2}$ 81	1.9625	2	1.9665	6.1	1.9633	3	1.9633	3	1.9641	2
1.929	6	421		...	1.9286	1		...	1.9286	1	1.9286	1
1.892	50	510	1.8931	8.8	1.8938	9.8	1.8938	12	1.8886	11.7	1.8946	14
1.864	16	$\bar{4}$ 60	1.8639	3	1.8617	13.0	1.8632	12.4	1.8621	14.3	1.8661	3
1.814	16	530	1.8158	3.9	1.8138	5.8	1.8152	5	1.8152	6	1.8265	8.5
1.746	6	$\bar{5}$ 12	1.7465	1	1.7434	6.0	1.7471	2	1.7471	2	1.7484	2
1.686	10	262	1.684	2	1.6863	8.5	1.6840	20.2	1.6843	18.2	1.6823	16.2
1.649	40	461	1.6494	11	1.6500	23.1	1.6483	15	1.6483	36.4	1.623	16.2
1.639	10	$\bar{6}$ 01	1.6386	2.3	1.6381	11.6	1.637	5	1.6375	5	1.6381	5

续表 3
continued table 3

透闪石的标准数据*			B-2(青玉)		A-3(青玉仔料)		A-4(墨玉仔料)	
d/Å	I/I ₀	Hkl	d/Å	I/I ₀	d/Å	I/I ₀	d/Å	I/I ₀
8.98	16	020	9.0548	19.1	9.0733	22.3	9.0548	17.6
8.38	100	110	8.4023	32.9	8.4182	51.8	8.4023	19.3
5.07	16	$\bar{1}$ 30	5.0866	21.5	5.0924	17.0	5.0984	13.9
4.87	10	$\bar{1}$ 11	4.8756	59.2	4.8756	42.4	4.8756	44.9
4.76	20	200	4.7614	8	4.7767	8	4.7716	13
4.51	20	040	4.5118	8	4.5118	33.9	4.5073	22.0
4.20	35	220	4.207	10	4.2229	9	4.2189	9
3.87	16	$\bar{1}$ 31	3.8769	25.0	3.8769	24.5	3.8769	21.1
3.376	40	041	3.3808	49.8	3.3833	58.7	3.3783	35.2
3.268	75	$\bar{2}$ 40	3.2758	28.2	3.2734	47.9	3.2711	22.9
3.121	100	310	3.1250	34.1	3.1207	83.1	3.1143	21.0
3.028	10	$\bar{3}$ 11	3.0234	1		...		...
2.938	40	$\bar{1}$ 51	2.9398	34.8	2.9426	25	2.9360	33.8
2.805	45	330	2.8048	15	2.8082	14.6	2.8082	12
2.730	16	$\bar{3}$ 31	2.7298	19.9	2.7349	14	2.7379	15
2.705	90	$\bar{1}$ 51	2.7041	66.5	2.7041	100	2.7089	41
2.592	30	061	2.5917	29.5	2.5917	33.2	2.5961	17
2.529	40	$\bar{2}$ 02	2.5308	100	2.5308	100	2.5363	22
2.407	8	$\bar{2}$ 61	2.4087	3	2.4125	5	2.4127	6
2.380	30	$\bar{3}$ 50	2.3817	6	2.3865	8	2.3865	7
2.335	30	$\bar{3}$ 51	2.3387	19.1	2.3317	15	2.3399	17
2.321	40	42 $\bar{1}$	2.3225	10	2.3259	13	2.3248	17
2.298	12	420	2.2979	11.5	2.3008	8	2.3079	8
2.273	16	$\bar{3}$ 12	2.2751	24.1	2.2729	2.50	2.2784	10
2.206	6	$\bar{2}$ 42	2.2046	10.4	2.2046	8.8	2.2119	4
2.181	6	171	2.1792	2		...		...
2.163	35	132	2.1622	26.6	2.1622	22.2	2.1642	20
2.042	18	202	2.0413	16.3	2.0404	12.1	2.0448	8
2.015	45	$\bar{4}$ 02	2.0137	17.2	2.0095	13.6	2.0171	13
2.002	16	$\bar{3}$ 70	2.0002	4		...		...
1.963	6	$\bar{2}$ 81	1.9617	3	1.9633	3	1.9649	4
1.929	6	421	1.9349	1	1.9356	3		...
1.892	50	510	1.8923	14	1.8946	13	1.8938	13
1.864	16	$\bar{4}$ 60	1.8632	3	1.8603	7.5	1.8661	6
1.814	16	530	1.8138	7	1.8165	6	1.8152	6
1.746	6	$\bar{5}$ 12	1.7459	2	1.7478	3	1.7484	3
1.686	10	262	1.6834	4	1.6834	17.3	1.6863	6
1.649	40	461	1.6489	15	1.6589	14.3	1.6505	20
1.639	10	$\bar{6}$ 01	1.6364					8

引自 1992 年美国出版的矿物粉晶衍射数据卡片,卡片号:13—347。

6 软玉原料的工艺要求和经济评价

目前,中国工艺美术界和珠宝行业对和田玉原料的工艺要求和经济评价依据可概括为“三好加一度”,即质地好、颜色好、光泽好,有一定的块度。质地好是要求软玉原料要达到质地坚韧、细润和无瑕疵;颜色好是要求其达到颜色鲜艳纯正无杂色;光泽好是要求其达到光泽明亮无瓷性;度即要求其有一定块度或一定质量。

为了统一软玉的质量标准和价格关系,1981 年中国轻工业部曾制定出和田玉的规格标准,即按不同工艺要求将山料、仔料及碧玉做了具体规定,现摘引予表 4。收购价格现已变化甚大,如当时特级白玉仔料价格为 10~15 万元/吨,即 100~150 元/kg,而现在特级白玉猛涨到 5 000~6 000 元/kg,比当时规定价格贵几十倍,甚至上百倍,所以当时规定的价格已基本上无参考意义了。

表 4 和田玉的主要种类和分级标准
Table 4 Major types and classification of Hetian jade

种 类	等 级	具 体 要 求
白玉(仔料)	特	质地细腻滋润、无棉柳、无杂质、块度在 10 kg 以上者
	一	色白、质地细腻、无棉柳、无杂质、块度在 2 kg 以上者
	二	色白、质地细腻、无棉柳、无杂质、块度在 0.5 kg 以上者
	三	色灰白、质地细腻、无棉柳、无杂质、块度在 3 kg 以上者
白玉(山料)	一	色白或粉青、质地细腻、无棉柳、无杂质、块度在 5 kg 以上者
	二	色较白、质地细腻、无棉柳、无杂质、块度在 3 kg 以上者
	三	色青白、质地较细、无棉柳、稍有杂质、块度在 3 kg 以上者
青玉(仔料)	一	色青绿、质地细腻、无棉柳、无杂质、块度在 10 kg 以上者
	二	青色、质地细腻、无棉柳、无杂质、块度在 5 kg 以上者
碧 玉	特	碧绿色、质地细腻、无棉柳、无杂质、块度在 50 kg 以上者
	一	深绿色、质地细腻、无棉柳、无杂质、块度在 5 kg 以上者
	二	绿色、质地细腻、无棉柳、无杂质、块度在 2 kg 以上者
	三	绿色、质地细腻、无棉柳、稍有杂质、块度在 2 kg 以上者

7 和田玉(软玉)矿床的工业—成因类型

中国新疆和田玉矿带分布在新疆境内帕米尔以东、罗布泊以南,成矿带断续达 1 200 km 左右,玉石矿点有 20 余处。现采玉的矿山是于田县内阿拉玛斯矿,大地构造位置在昆仑地槽褶皱带北部,海西晚期构造运动表现剧烈,区内逆冲断层发育,出露地层相当于蓟县—青白口系,主要由一套钙镁质大理岩组成。海西期花岗岩出露广泛,约占矿区面积的 50%~60%。软玉赋存在前寒武纪镁质大理岩和中酸性花岗岩的接触带上,属接触交代变质矿床。化学反应式为:

$$5\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2 + 8\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2 + 7\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{CaCO}_3$$

花岗岩体边部 SiO₂ 的减少,是部分 SiO₂ 进入围岩并发生交代作用形成透闪石的缘故。

参考文献

- Leake B E, *et al.*. 1997. Nomenclature of amphiboles; report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names[J]. AM. Mineral., 82:1019~1037.
- 傅仁义, 祝明野, 2000. 从考古资料看岫岩玉的最早开发和利用的历史[A]. 国石之光[C]. 辽宁大学出版社.
- 唐延龄, 陈葆章, 蒋壬华, 1994. 中国和阗玉[M]. 新疆人民出版社, 台湾地球出版社.
- 唐延龄, 来建中, 1992. 和田玉古今纵横谈[J]. 中国宝石, (2): 33~36.
- 杨富绪, 刘树忠, 等, 1994. 和田玉及其贸易[J]. 中国宝石, (1): 81~84.

Study on Hetian jade (tremolite jade)

CUI Wen-yuan and YANG Fu-xu

(Department of Geology, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Study on Hetian jade from Hetian County, Xinjiang has been carried out by means of electron microprobe, X-ray diffraction, scanning electron microscope, etc.. The results show that the major mineral composition of Hetian jade is tremolite, and the major texture is felty texture. The genesis of Hetian jade, the significance for exploring deposits and archaeology are also discussed in this paper.

Key words: tremolite; tremolite jade; Hetian jade