

· 宝玉石矿物学 ·

世界几个主要翡翠产地墨翠标型特征初探

严若谷¹, 丘志力^{1,2}, 董传万², 李榴芬¹

(1. 中山大学 地球科学系, 广东 广州 510275; 2. 浙江大学 地球科学系, 浙江 杭州 310027)

摘要: 优质的黑色翡翠(墨翠)也是一种稀有、高档和时尚的玉石材料,是20年间价值增长最快的翡翠品种之一。对世界上几个不同产地来源的墨翠的岩石矿物学及地球化学特征进行了比较,认为目前市场上的墨翠主要包括硬玉质黑色翡翠、绿辉石质墨翠和以闪石为主要成分的黑色“翡翠”,它们包括缅甸的乌鸡玉、墨翠、黑干青,危地马拉的墨翠和银河黑金玉,此外日本和哈萨克斯坦也有类似缅甸乌鸡玉的黑色翡翠产出。研究结果显示,不同产地来源墨翠的主要矿物组成、玉石的结构和包体特征组合具有一定的标型性,可以考虑作为区分其来源的标型特征。

关键词: 墨翠;产地来源;标型特征

中图分类号: P619.28; P577

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2009)03-0292-07

A preliminary study of typomorphic characteristics of different kinds of black jadeite jades in the world

YAN Ruo-gu¹, QIU Zhi-li^{1,2}, DONG Chuan-wan² and LI Liu-fen¹

(1. Department of Earth Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

2. Department of Earth Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: High-grade black jadeite is a kind of upscale and fashionable jade material that has become one of the jadeites characterized by fastest growing values in the past 20 years. Based on a comparison of mineralogical and geochemical characteristics between black jadeites (inky black jades) from different producing areas of the world, the authors hold that the black jadeites currently on the market can be mainly classified into jadeite jade, omphacitic jadeite jade and hornblende jade whose main components are jadeite, omphacite and dark green hornblende respectively. They include black-chicken jade, ink jadeite and black-kosmochlor from Myanmar and jade negro and galactic gold from Guatemala, with black-chicken jades similar to those from Myanmar also seen in Japan and Kazakhstan. The research results suggest that the main mineral composition, jade structure and inclusion characteristic combinations of black jadeite jades from different producing areas have their respective typomorphic natures, which can be used as the distinctive characteristics for their sources.

Key words: black jadeite jade; producing area; typomorphic characteristics

翡翠在我国被称为缅甸玉,是因为过去中国市场上绝大部分的翡翠来自缅甸(鱼海鳞等,1996;袁心强,2004),但近年来愈来愈多的研究表明,翡翠实际上可以来自世界不同的国家(张位及,2002;张庆

麟,2003)。黑色的翡翠(墨翠)过去并不为人们所重视,传统缅甸翡翠有“黑不起价”之说,但随着缅甸高档黑色翡翠的商业价值被发掘(周树礼等,2002)以及危地马拉黑色翡翠的再发现(Harlow and Donnelly,

收稿日期: 2008-10-24; 修订日期: 2009-02-16

基金项目: 广东省科技计划资助项目(0711220600019)

作者简介: 严若谷(1985-),女,硕士研究生,宝石和矿物材料研究方向,E-mail: yanruogu@163.com;通讯作者: 丘志力,E-mail: qiuzhil@mail.sysu.edu.cn。

1980),尤其是玛雅墨翠和银河黑金玉的开采及进入市场,黑色翡翠开始受到市场重视。由于黑色翡翠的质量分级要素较为单一,产地来源就成为重要的评估依据之一,因此,对不同产地来源黑色翡翠标型等特征的研究显然具有重要性(丘志力,2000;欧阳秋眉等,2002)。本文主要通过对缅甸墨翠和世界其他几个产地来源墨翠的比较,对不同来源墨翠的标型特征进行了初步的探讨。

1 不同产地的黑色翡翠基本特征

1.1 缅甸黑色翡翠

大多数优质的缅甸黑色翡翠属于籽料,采于冲积矿床的底部。它们通常呈鹅卵石状,表面有一层光滑的呈灰黄色或棕色的薄皮。欧阳秋眉(2005)曾将来自缅甸的黑色翡翠分为墨翠、黑乌鸡、黑干青3种。墨翠的主要矿物组成为绿辉石(80%以上)及少量钠长石、透闪石、钠铬辉石。乌鸡玉主要由单矿物含量达95%的硬玉和5%的其他矿物或黑色色素组成,包体成分为各种氧化物、硫化物、有机盐、二氧化碳及各种碳氢化合物(Ouyang and Li,1999)。笔者

对来自缅甸近10个黑色翡翠样品进行的薄片观测、电子探针分析及X射线衍射分析结果显示,缅甸的黑色翡翠主要包括硬玉型、绿辉石型和闪石型(含硬玉)3种类型,基本证实了前人的研究结论,但黑色翡翠具体的矿物组成和前人结果有一定的差别。

绿辉石质墨翠的润性较好,半透明-透明,显微纤维状变晶结构,与硬玉成分相比,MgO略高,有较高的Al₂O₃、Na₂O含量,其CaO、Al₂O₃、MgO与透辉石相近,但Na₂O与原岩相比略显高(表1)。电子探针分析结果表明, $x(\text{Na})/[x(\text{Na})+x(\text{Ca})]$ 的平均值为0.388,恰好介于根据化学成分命名标准的0.2%和0.8%之间,故可看作为由绿辉石单一矿物组成的岩石。微量元素Cr≤0.016%,Cr含量越高,则颜色越深。

硬玉型黑色翡翠,外观往往呈掺有白色斑状的黑色,玉石的透明度较差,呈柱状、纤维状变晶结构。解理缝和晶体颗粒间常有黑色的矿物浸染(表2)。经探针分析其成分与标准的硬玉成分基本一致(张位及,2002)。这种类型的黑色翡翠有时可以含有较多的闪石矿物,其探针点成分总量低,MgO≈CaO,Na₂O明显高于通常的阳起石,可能是一种富含钠的阳起石或镁质钠钙闪石。

Table 1 Electronic microprobe analyses of black jadeite from different place

			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Σ FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Σ	w _B /%
缅甸	硬玉型	08	60.85	0.00	22.95		0.29	0.05	0.35	0.45	13.71	0.01	98.684	
		09	59.15	0.08	23.05		0.91	0.02	0.71	0.91	14.81	0.01	99.640	
		09	58.40	0.08	21.92		1.95	0.02	1.83	2.58	12.86	0.01	99.234	
	绿辉石型	05	53.91	0.01	11.78		1.49	0.01	8.67	12.36	8.09		96.322	
		05	53.91	0.01	12.16		1.62	0.01	8.62	12.18	8.75	0.01	97.275	
		06	53.36	0.21	11.73		3.58	0.08	8.49	12.35	7.00	0.01	96.807	
		06	53.10	0.14	11.16		3.25	0.14	8.82	12.78	7.64	0.03	97.066	
	闪石型	01	55.84	0.02	3.58		3.14	0.09	19.28	1.24	8.99	0.69	92.86	
		02	56.72	0.01	3.74		2.92	0.08	19.02	1.29	8.01	0.82	92.620	
		07	50.94	0.10	13.12		2.92	0.13	6.17	8.78	8.95	0.01	91.102	
		07	50.98	0.19	15.78		4.15		3.51	5.35	11.52	0.01	91.455	
危地马拉	硬玉型	MVJ84-9D-1 核部	59.06	0.00	25.46		0.22	0.05	0.04	0.13	15.50		100.45	
		MVJ84-9D-1 边部	59.93	0.04	23.84		1.28	0.04	0.57	1.01	15.06		101.78	
	绿辉石型	MVJ84-51-1	55.33	0.13	10.16	0.00	9.97	0.12	5.25	12.93	7.04		100.92	
		MVJ84-44-2	54.99	0.06	5.80	3.71	5.4	0.00	9.08	13.77	6.35		99.17	
		NHMLAC20370	54.92	0.05	10.15	0.00	10.88	0.34	4.51	12.70	6.79		100.36	
哈萨克斯坦	硬玉型	F1	56.69	0.42	13.52	5.53	2.29		4.43	6.18	11.08		99.64	
		F5	57.83	0.12	20.98	0.23	0.86	0.01	2.90	4.03	12.96	NiO 0.02	100.01	

危地马拉数据来自文献 Harlow 和 Donnelly(1980);哈萨克斯坦数据来自狄敬如等(2000);缅甸样品来自缅甸北部帕敢地区,电子探针测试由南京大学测试中心完成,电子探针型号为 JXA-8800M。

表2 各产地黑色翡翠的外观描述、结构成分特征对比
Table 2 Comparison of composition, structural typomorphic characteristics of different black jadeite jades

玉种	外观描述		结构特征		成分对比				
	颜色	光泽	透光性	晶粒尺寸	显微结构	解理	化学成分	主矿物	副矿物
缅甸 									

表中内容综合了本文及文献 Ouyang 和 Li(1999)、狄敬如等(2000)、罗跃平(2007)。

绿辉石型

虽然以闪石类矿物为主要组成的黑玉不能放入翡翠中讨论,但对不同样品的观察表明,主要由闪石组成的缅甸黑玉往往含有较高的硬玉组分,只从玉石工艺特征上有时较难硬性分开(标准鉴定可以依据物理常数进行区别和定名)。例如我们观测的多件标本,黑玉具有纤状、柱状变晶结构,主要由透闪石(~60%)和硬玉(~30%)组成,透闪石呈柱状,多穿插硬玉,说明其生长晚于后者。从其矿物组成特征可以看出其实这种闪石为主的黑玉和主要由硬玉组成的黑色翡翠具有近似的成因,是黑乌鸡的一种类型。

1.2 危地马拉黑色翡翠

危地马拉翡翠产于 Motagua 河,沿着 Motagua 断裂带(MFZ)分布,位于北美洲(玛雅板块)和加勒比海(Chortís 板块)的交汇处。目前发现的宝石级翡翠多分布于蛇纹岩体中的高温高压变质岩中。Motagua 河南岸与加勒比海(Chortís 板块)接壤,其南部翡翠矿体位于 Carrizal Grande 和 La Ensenada 之间的 aldeas 村庄,北部翡翠矿位于 100 km 东西走向带中,直到 Río Hondo(危地马拉城北部 25 km)。该地出产的墨翠,部分品质比缅甸的要好,一种叫“玛雅墨翠”(Jade Negro),呈深墨绿色,还有一种叫“银河黄金玉”(Galactic Gold),因为在黑色的翡翠中含有银镍镉铂金等矿物,如满天星斗,故而得名。

危地马拉产出的硬玉质黑色翡翠,由硬玉晶粒或钠长石硬玉晶粒中的团簇状石墨包体致色,探针分析结果显示这些石墨的含碳量近乎百分之百。次要矿物含量均低,磷灰石含量很少,但在样品 MVJ84-9D-1 中达到 5%,呈脉状充填。副矿物云母族 prei-swerkite ($\text{Na}_{0.97}\text{K}_{0.03}$)($\text{Mg}_{1.5}\text{Al}_{1.0}\text{Fe}_{0.4}^{2+}$)($\text{Al}_{1.9}\text{Si}_{2.1}$) $\text{O}_{10}(\text{OH})_{1.9}$ 属于该地特有的标型矿物,具有退变质结构,钠长石呈残余包体分布与硬玉晶粒间隙中,自形度较好的方沸石和闪石环绕于硬玉周围,其成因可能与富钠长石脱硅化有关(表2)。

称为玛雅墨翠的绿辉石型墨翠在西班牙统治时期曾用于做石斧等工具。外观呈黑色-深绿色似玄武岩,主要是铁绿闪石-绿辉石质的岩石(结晶致密者称其为墨翠,Harlow 等学者称其为暗绿玉),其数量比硬玉质翡翠的数量还要多。具有变质隐晶质全结晶结构,耐磨性、抛光性好,成品中难见晶粒边界,内部结构由于构造剪应力而呈完全糜棱岩化。因成分中的绿铁闪石 $\text{NaCaNaMgFe}_2^{2+}[\text{AlFe}^{3+}]_2\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}[\text{OH}]_2$ 致色, $x(\text{Al})/[x(\text{Fe})+x(\text{Al})]$ 范围从 0.10%

~0.21%,表明富铁贫铝是其主要矿物绿铁闪石的元素特征(表1),其中铁的氧化物含量极高,可达 5%~10%。富铁绿辉石和绿铁闪石多呈复杂共生关系,伴随少量钠长石呈不连续的晶粒分散在硬玉中,或者充填与硬玉晶粒的裂隙和晶界间,偶尔可见榍石呈溶蚀残晶片(<1 mm)与钠长石共生,黝帘石有时取代辉石。样品可能发生异剥钙榴岩化向锥辉石硬玉和绿辉石±云母成分转变,形成硬玉型墨翠。

银河黑金玉(Galactic Gold)同新发现的危地马拉蓝色绿辉石一样仅仅产出在 MFZ 南岸(Kim Be Howard, 2000)。因含稀有重金属(包括银、镍、镉、黄铁矿、铂和金)包体而出现斑点的黑色翡翠,其表面反射出点点金属光泽,犹如布满星星的黑夜般璀璨,故被当地称为 Galactic Gold。这种翡翠目前只在危地马拉有发现。

1.3 哈萨克斯坦黑色翡翠

哈萨克斯坦靠近巴尔喀什湖的伊特穆隆达翡翠矿床位于早古生代蛇绿岩套中,岩体围岩为蓝闪石片岩和铝铁闪石片岩。翡翠矿体中部主要为灰色和绿色翡翠,向外渐变成绿色透辉石-硬玉、暗绿玉、绿辉石,其中大部分金云母转变成蛭石,硬玉出现部分钠长石化(鱼海鳞等,1996;Kievlenco, 2003)。该矿区的黑色翡翠总体呈黑色或暗灰色,可称为黑色硬玉岩,商业价值较低,总体含量少,黑色主要是由于细分散的石墨和磁铁矿所致,含量约 5%~35%,成分为硬玉(约 90%)和绿辉石(约 5%)(狄敬如等,2000)。由于晶粒较粗故其抛光面上“翠性”非常明显。

1.4 日本黑色翡翠

日本的翡翠以硬玉-钠长石岩条带(内部为钠长石英岩,外部为硬玉)等形式存在。最著名的硬玉产地 Itoigawa-Ohmi 地区位于沿 NEE-SWW 走向从日本九州中心到 Hida Gaien 带的后古生代高温高压变质带(330~280 Ma)蛇纹岩片岩的东北部。Hida Gaien 带是前侏罗纪复合地质构造体,蛇纹岩含高压页岩(蓝片岩和榴辉岩),其中的超碱性岩主要是蛇纹石化纯橄岩-斜方辉橄岩及蛇纹石化碳酸岩(Morishita, 2005)。

日本黑色翡翠也是含石墨致色。含锆矿物(itoigawaite、rengeite 和 matsubaraite)有时充填在半自形到自形的硬玉晶粒中或呈脉状充填硬玉岩,是当地翡翠的显著特征。

2 黑色翡翠的标型特征探讨

2.1 成分标型

要根据玉石的主量元素组成区分不同产地来源的玉石确实是比较困难的,但由于不同产地来源的玉石往往由当地具有不同地球化学性质的岩石变质或交代而来,形成的地球化学条件也可能有所不同,因此其主量元素及矿物组成仍然是区别不同来源玉石的重要指征之一(Shi *et al.*, 2005)。

根据化学成分,产自日本、哈萨克斯坦的黑色翡翠可与缅甸硬玉型墨翠归为一类。三地的不同之处在于:缅甸硬玉型墨翠的致色杂质主要以有机碳(如各种碳氢化合物)为主并含少量氧化物(廖任庆等, 2005),此外还含有微量的锆、铬、锰元素(Harder, 1995);哈萨克斯坦黑色翡翠目前的商业价值较低,致色杂质以石墨、磁铁矿为主(5%~35%);日本黑色翡翠因晶粒间的石墨杂质而显黑色,富Sr矿物的存在也是日本硬玉岩独一无二的特征,此外还有一种属 perrierite-硅钛酸铈钇矿族的新矿物 Matsubaraite。危地马拉的 Jade Negro 黑色翡翠主要由锆辉石和绿辉石组成,偶见云母,其致色原因主要是因为富含铁的氧化物, $Fe/(Fe + Al)$ 范围从0.10~0.21,表明富铁贫铝是其主要矿物绿铁闪石的元素特征。

2.2 结构标型

矿物玉石的结构是玉石成因及形成条件的重要表征,玉石的结构内容包括两个部分:一是指矿物晶体的内部结构;二是指玉石中矿物的大小及其相互关系(陈光远,1987)。

缅甸绿辉石质黑色翡翠具有翡翠的典型显微粒状和纤维状结构,绿辉石呈纤维状微晶,不完整短柱状,部分呈长柱状,近乎于定向排列或呈不规则粒状,粒径一般小于0.2 mm×0.3 mm。

有时绿辉石玉具有碎斑结构,斑晶定向性差,偶有微平行的定向性,粒径可达0.5 mm×0.8 mm~0.4 mm×0.9 mm。

危地马拉的 Jade Negro 黑色翡翠中的绿辉石结构均一,具有中粒(10 μm~1 mm)网状结构,可交生等比例绿铁闪石-富铁闪石。与辉石交生的闪石为嵌晶结构,且晶体轮廓出现异常双晶。微量钙铝榴石呈微细脉贯入或呈空腔状为自形闪石充填。少量斜黝帘石呈他形晶环绕主晶,有时含量也可达到20%呈晶簇状或巨晶,偶见溶蚀榍石和充填间隙的

钠长石(Harlow, 1994)。

哈萨克斯坦原生矿床由于曾遭受强烈的构造挤压作用,翡翠具不等粒变晶结构,块体裂隙发育,多呈网状或不规则交叉状,部分边部片理化明显。翡翠总体粒度较粗,大多数肉眼可见明显的颗粒,粒径变化范围较大,0.03 mm×0.05 mm~1.5 mm×2 mm。部分样品中,硬玉大小明显分为两组,具“似斑状”特征。硬玉颗粒遭受强烈变形而呈弯曲状或碎裂为多个小块体,不均匀消光明显。正交偏光显微镜下,部分硬玉呈浅黄绿色,有的向中央渐变为无色。

日本 Itoigawa-Ohmi 地区产出的黑色翡翠,不规则自形到半自形棱镜状硬玉(多小于0.3 mm×0.2 mm)呈交织结构集聚,有时含有少量呈交叉结构的 pectolite 富锆矿物充填在半自形到自形的硬玉晶粒中,或呈脉状充填硬玉岩。rengelite 和 matsubaraite 有时和榍石、锆石、金红石共存而富 Ti(+Zr)。

2.3 包体标型特征

玉石中的包体是鉴定玉石种类的重要标志(丘志力,1998)。前人对缅甸翡翠样品的观察表明,硬玉中的包体一般相对较小,大者直径约20 μm,小者只有n μm。包裹体分布无规则,时呈孤立单体,时而密集出现。原生包体在晶体中多沿晶体生长面产出,而次生包体多沿颗粒边界的短裂隙(早期次生包裹体)或重结晶的亚颗粒边界等产出(彭卓伦, 2004)。各地黑色翡翠中的典型包体特征具体见表3。

缅甸乌鸡玉中充填在其晶粒间隙的丝状尖状黑色物质是其致色的黑色次生包裹体,存在于硬玉的微细结构缺陷中。

黑色富铁闪石包裹体是危地马拉黑色翡翠 Jade negro 的典型特征(Harlow, 1994)。危地马拉“银河黑金玉”因其黑色翡翠上分布的金属包体反射出光芒而得名,这些金属包体主要以特殊的贵金属金、银、铂、镍、镉和黄铁矿为主。

3 结论

综上所述,通过对产于缅甸、危地马拉、日本和哈萨克斯坦的黑色翡翠成分、结构和包体等几个方面标型性特征的对比显示,市场上黑色翡翠根据主要成分可分为硬玉质和绿辉石质两种类型,缅甸硬玉质黑色翡翠致色主要是由硬玉晶粒间隙中的黑色

表 3 各地黑色翡翠中的典型包体特征

Table 3 Comparison of inclusion typomorphic characteristics of different black jadeite jades

玉种	产地	主矿物晶粒之间的包体	描述	包裹体	备注
硬玉型	缅甸	有机碳质物、铁质矿物	充填在解理缝和颗粒间,呈网络状分布	较大的富 H ₂ O 贫 CH ₄ 以及较小的贫 H ₂ O 富 CH ₄ 二相包裹体,可能出现固相锆石包裹体	
	危地马拉	钠长石、白云母(有时为黝帘石)(<100 μm)	多出现在具有环带生长结构的粗粒硬玉的核部	石墨(含量接近纯碳)	呈包体状分布于硬玉晶粒间或硬玉和钠长石晶体的交界处
	日本	富铈矿物 itoigawaite SrAl ₂ Si ₂ O ₇ (OH)H ₂ O rengite Sr ₄ ZrTi ₄ Si ₄ O ₂₂ matsubaraite Sr ₄ Ti ₅ (Si ₂ O ₇)O ₈	充填在半自形至自形的硬玉晶粒中,或呈脉状充填硬玉岩,有时和楣石、锆石、金红石共存	包裹体鲜有	
	哈萨克斯坦	细分散的石墨和磁铁矿	黑色物质常呈团状或网脉状分布	常见铬尖晶石的残余体	偶见包裹有细粒的含铜黄铁矿
	缅甸	少量残余硬玉	与绿辉石呈环带状结构,说明绿辉石是硬玉不稳定结晶条件下的产物	钠铬辉石,微量铈、铬、锰	Cr 含量可从 0.00% ~ 0.016%,Cr 含量越高,则颜色越深
绿辉石型	危地马拉	痕量石英、黑色富铁闪石包裹体	以微米-亚微米的微型包体存在于较大的硬玉晶粒中	气液两相包裹体(100 ~ 10 μm)液相包裹体以及方沸石固相包裹体	气液包裹体密集晶簇状分布于硬玉晶粒核部,少量沿愈合裂隙分布;液相包裹体沿晶体的 x 轴定向分布

杂质包体所致,而绿辉石质者多由主要矿物自身对光强烈吸收致色。半透明-不透明的黑色翡翠可以根据矿物组成、结构以及矿物包裹体的组合进行初步的产地来源判断。但由于目前缺乏产于美国、意大利、俄罗斯等国家黑色翡翠的详细资料,除非出现特征的矿物及包裹体组合,单一证据的产地鉴别还存在明显的困难。

References

Chen Guangyuan. 1987. Mineralogy Causation and Mineralogy Prospecting[M]. Chongqing Press, 364 ~ 375 (in Chinese).

Di Jingru and Lü Defu. 2000. Preliminary study of the composition characteristics and causes of the Kazakhstan jadeite[J]. Jewellery Science and Technology, 2: 38 ~ 39 (in Chinese).

Harder H. 1995. Trace elements as coloringagents in jadeites[J]. Journal of Gemology, 24(7): 508 ~ 511.

Harlow G E and Donnelly T W. 1980. Unusual Metabasites from jadeitite-bearing serpentinite melange, Motagua Valley, Guatemala[J]. American Mineralogist, 7(5): 96 ~ 97.

Harlow G E. 1994. Jadeitites, albitites and related rocks from the Motagua Fault Zone, Guatemala[J]. Journal of Metamorphic Geology, 12: 46 ~ 68.

Kievlenko E Y. 2003. Geology of Gems[M]. Ocean Publications Ltd., Littleton, CO., 432.

Kim Be Howard. 2000. A. G. (C. I. G.), Jadeite[M]. 54 ~ 58.

Liao Renqing and Zhu Qinwen. 2005. Chemical composition analysis of nephrites from different localities in China[J]. Journal of Gems & Gemmology, 7(1): 25 ~ 30 (in Chinese).

Luo Yueping. 2007. Gemmological characteristics of black hornblende jade[J]. Journal of Gems & Gemmology, 9(4): 59 ~ 62 (in Chinese).

Morishita T. 2005. Occurrence and chemical composition of barian feldspars in a jadeitite from the Itoigawa-Ohmi district in the Renge high-P/T-type metamorphic belt, Japan[J]. Mineralogical Magazine, 69(1): 39 ~ 51.

OuYang Qiumei. 2005. QiuMei Jadeite; Practical Jadeite Science[M]. Xuelin Press, 134 ~ 147 (in Chinese).

Ouyang Qiumei and Li Hansheng. 1999. Review of recent studies on black jadeite jade[J]. The Journal of Gemmology, 26(7): 417 ~ 424.

OuYang Qiumei and Li Hansheng. 2002. Study on mineralogy of ompha-

- cite jade[J]. *Journal of Gems & Gemmology*, 4(3): 1~4 (in Chinese).
- Peng Zhuolun and Peng Mingsheng. 2004. Inclusions in jadeite from Burma[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 43(4): 98~101 (in Chinese).
- Qi Lijian, Lü Xiaoyu, Liu Weidong, *et al.* 2003. Maw-Sit-Sit Jade from Burma: a particular jade formed by dynamic metamorphism and metasomatism[J]. *Journal of Gems & Gemmology*, 5(4): 1~6 (in Chinese).
- Qiu Zhili. 1998. Inclusion of the polycrystalline precious stones and its identification significance[J]. *Jewellery Science and Technology*, 10(3): 48~50 (in Chinese).
- Qiu Zhili. 2000. Black jadeite[J]. *Jewellery Science and Technology*, 3: 52~53 (in Chinese).
- Shi G H, Cui W Y, Tropper P, *et al.* 2003. The petrology of a complex sodic and sodic-calcic amphibole association and its implications for the metasomatic processes in the jadeite area in northwestern Myanmar, formerly Burma[J]. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 145(3): 355~367.
- Shi G H, Stockhert B and Cui W Y. 2005. Komaochlor and chromian jadeite aggregates from the Myanmar area[J]. *Mineralogical Magazine*, 69(6): 1 059~1 075.
- Yu Hailin and Chen Xueming. 1996. Features of the jadeite deposits in the world and the possibility to find a jadeite deposit in China[J]. *Geological Materials*, 2: 22~26 (in Chinese).
- Yuan Xinqiang. 2004. Jadeite Gemology[M]. China University of Geosciences Press, 2~11 (in Chinese).
- Zhang Mei, Hou Pengfei, Wang Jianming, *et al.* 2004. Gemology and mineralogical of properties of black jadeite[J]. *Jiangsu Geology*, 28(2): 100~102 (in Chinese).
- Zhang Qinglin. 2003. Jadeite jade deposits in the other state[J]. *China Gems & Jades*, 3: 38~39 (in Chinese).
- Zhang Weiji. 2002. Jadeite deposit geology in Pharkant area, north Myanmar[J]. *Yunnan Geology*, 21(4): 378~390 (in Chinese).
- Zhou Shuli and Lai Hongzhou. 2002. The prospect of black gemstones designing and processing [J]. *Journal of Guilin University of Technology*, 22(1): 26~29 (in Chinese).

附中文参考文献

- 陈光远. 1987. 成因矿物学与找矿矿物学[M]. 重庆出版社, 364~375.
- 狄敬如, 吕德福. 2000. 哈萨克斯坦翡翠成分特征及成因初步研究[J]. *珠宝科技*, 2: 38~39.
- 廖任庆, 朱勤文. 2005. 中国各产地软玉的化学成分分析[J]. *宝石和宝石学杂志*, 7(1): 25~30.
- 罗跃平. 2007. 一种黑色普通角闪石玉的宝石学特征[J]. *宝石和宝石学杂志*, 9(4): 59~62.
- 欧阳秋眉. 2005. 秋眉翡翠: 实用翡翠学[M]. 学林出版社, 134~147.
- 欧阳秋眉, 李汉声. 2002. 墨翠——绿辉石玉的矿物学研究[J]. *宝石和宝石学杂志*, 4(3): 1~4.
- 彭卓伦, 彭明生. 2004. 缅甸硬玉中的包裹体[J]. *中山大学自然科学学报*, 43(4): 98~101.
- 亓利剑, 吕晓瑜, 刘卫东, 等. 2003. 缅甸莫西西玉——一种特殊的动力变质交代玉石[J]. *宝石和宝石学杂志*, 5(4): 1~6.
- 丘志力. 1998. 集合体宝石中的包体及其鉴定意义——兼复奥岩先生[J]. *珠宝科技*, 10(3): 48~50.
- 丘志力. 2000. 黑色翡翠[J]. *珠宝科技*, (3): 52~53.
- 鱼海鳞, 陈学明. 1996. 试论世界主要翡翠矿床特征及在我国找矿的可能性[J]. *建材地质*, 2: 22~26.
- 袁心强. 2004. 翡翠宝石学[M]. 中国地质大学出版社, 2~11.
- 张梅, 侯鹏飞, 汪建明, 等. 2004. 黑色翡翠的宝石学及矿物学特征[J]. *江苏地质*, 28(2): 100~102.
- 张庆麟. 2003. 世界其他地方的翡翠[J]. *中国宝玉石*, 3: 38~39.
- 张位及. 2002. 缅甸北部帕敢地区翡翠矿床地质[J]. *云南地质*, 21(4): 378~390.
- 周树礼, 来洪洲. 2002. 黑色宝石的设计、加工及开发前景[J]. *桂林工学院学报*, 22(1): 26~29.