

# 韩国软玉的宝石学特征及结构分析

白峰赵凯

(中国地质大学 珠宝学院, 北京 100083)

**摘要:**通过宝石学常规测试、显微硬度计、偏光显微镜观察、扫描电镜测试等方法,对韩国软玉的宝石学参数、结构特征进行了研究。研究表明,韩国产软玉相对密度为2.88~2.95,摩氏硬度为5.45~6.17。偏光显微镜下观察,韩国软玉的主要结构为显微-隐晶质变晶结构,常见交代假像结构、交代残蚀结构、碎裂结构,表明其重结晶作用不强烈。扫描电镜分析表明,韩国软玉的矿物颗粒大小不均,以纤维状为主,同时粗纤维状、柱状斑晶含量较高,纤维状透闪石定向性排列较明显。

**关键词:**韩国 软玉 宝石学特征 结构

中图分类号:P575

文献标识码:A

文章编号:1000-6524(2011)S0-0083-06

## Gemological and structural characteristics of nephrite from South Korea

BAI Feng and ZHAO Kai

(China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In recent years, a lot of jade products from South Korea nephrite are sold on Chinese market. In order to find out the differences of the nephrites from different provenances, the authors studied the gemological and structural characteristics of South Korea nephrite for further analysis, with the purpose of distinguishing the provenances. The typical samples from South Korea were studied by using the conventional gemological methods, hardness test, polarizing microscope and scanning electron microscope test. The results shows South Korea nephrite's density is from 2.88 g/cm<sup>3</sup> to 2.95 g/cm<sup>3</sup>, and its hardness is from 5.45 to 6.17. A comparison of the basic properties of these products from different provenances reveals evidently that South Korea nephrite's density and hardness are lower than those of other kinds of nephrite. Compared with particles of Hetian nephrite, South Korea nephrite's particles are relatively in uniform distribution. By microscopic observation, the South Korea nephrite is mainly of microaphanitic texture. The metasomatic pseudomorphic texture, metasomatic relict texture and cataclastic texture exist widely in the South Korea nephrite samples. Recrystallization is not obvious. Scanning electron microscope test reveals that the South Korea nephrite is of fibrous texture. Column-shaped and fibrous tremolite phenocrysts are abundant. Directional orientation of fibrous tremolite is very distinct.

**Key words:** South Korea; nephrite; gemological characteristics; texture

近年来,软玉价格上涨迅猛,软玉市场需求大幅  
度增加。在这样的市场情况下,韩国软玉逐渐进入  
中国市场,并充当新疆和田玉出售,造成市场的极大  
混乱。本文所研究的韩国软玉产于韩国 Chuncheon,

收稿日期:2011-05-20;修订日期:2011-06-23

基金项目:中国地质大学(北京)矿物岩石材料开发应用国家专业实验室开放基金资助项目(08B002)

作者简介:白峰(1971-),男,汉族,矿物学、岩石学与矿床学专业博士,副教授,主要从事矿物材料、宝石学的教学与科研工作,

E-mail: baifengbj@163.com

Chuncheon 软玉矿床位于 Gyeonggi 区块的中北部, 该区块是韩国三大主要构造要素之一(Reedman and Um, 1975)。此矿床为世界上较大的闪石玉成矿带, 该成矿带赋存于前寒武系白云质大理岩和角闪石片岩中。在构造运动后期, 由于 Chuncheon 中-酸性花岗岩侵入, 产生了接触交代作用, 形成矿床(Noh *et al.*, 1993; Ree, 1993; Lee and Cho, 1995)。从韩国软玉的地质背景、成矿条件、玉石特征可初步推断韩国软玉矿床成因为中-酸性侵入岩与镁质碳酸盐接触交代型变质矿床。国内学者对韩国软玉的宝石学和矿物学已有相关的研究(徐泽彬等, 2009; 王轶, 2009; 侯弘等, 2010), 本文是在前人研究成果的

基础上详细从宝石学和结构特征方面对韩国软玉进行分析, 旨在为鉴定区分韩国软玉提供更丰富更系统的理论依据。

## 1 样品描述及宝石学参数

本次选取在颜色上具有代表性的 4 块样品。ZK-1 号样品为青色软玉, ZK-2 号样品为青白色软玉, ZK-3 号样品为白色软玉, ZK-4 号样品为糖色软玉, 样品的外观见图 1。通过测定, 样品的宝石学参数如表 1 所示。

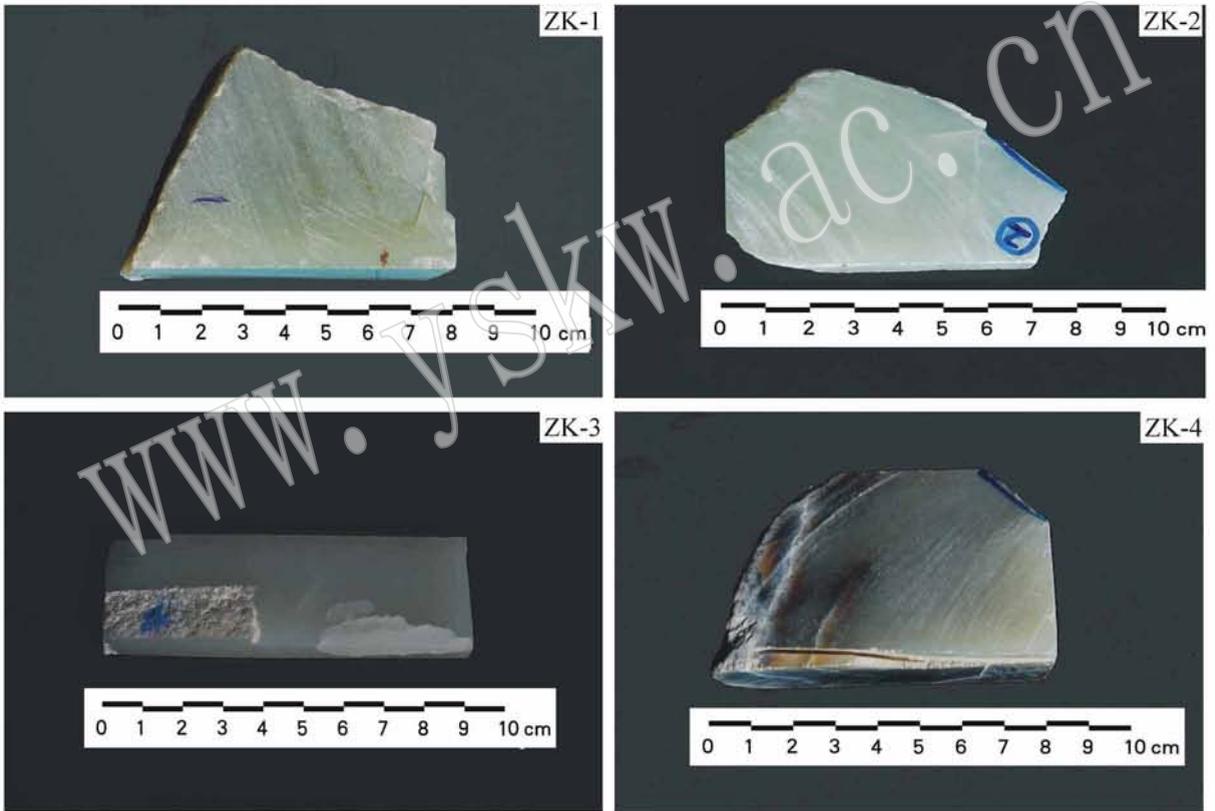


图 1 韩国软玉样品

Fig. 1 Samples of South Korea nephrite

选择 ZK-1(青色)、ZK-3(白色)和 ZK-4(糖色)样品进行硬度测试。采用压入法测试。测试条件: 负荷 200 P, 保持时间 10 s, 仪器型号 Leitz ORTHOLUX-BK, 加压时间 10 s; 观测条件: 50 W 反光, 室温 24℃, 放大倍数 500×。由中国地质大学(北京)材料科学与工程学院孙庆云测试。具体测试数据如表 2。

从表 2 可知, 韩国软玉中白玉的摩氏硬度最大, 平均为 6.17; 糖玉次之, 平均为 5.62; 青玉最小, 平均为 5.45。新疆和田玉的摩氏硬度在 6.5~6.9 之间(王进军等, 2002), 俄罗斯软玉的摩氏硬度在 5.44~5.65 之间(张晓晖等, 2001)。

从表 1 和表 2 可以看出, 韩国软玉相对密度: 白玉(2.95)>青玉(2.91)>糖玉(2.88), 结合其显微

表 1 样品宝石学参数

Table 1 Gemological data of South Korea nephrite samples

标本号	颜色	折射率	相对密度	资料
ZK-1	青色	1.61	2.91	本文
ZK-2	青白	1.61	2.92	本文
ZK-3	白色	1.61	2.95	本文
ZK-4	糖色	1.62	2.88	本文
新疆和田软玉	青、白、糖色	1.60	2.92~2.98	王进军等(2002)
青海软玉	青、白、糖色	1.62	2.90~2.97	孔蓓等(1997)
俄罗斯软玉	青、白、糖色	1.59~1.62	2.91~3.01	张晓晖等(2001)

表 2 样品的显微硬度

Table 2 Hardness of South Korea nephrite samples

样品号	颜色	压痕序号	维氏显微硬度 值(Hv/N·mm <sup>-2</sup> )	摩氏硬度 (Hm)	平均摩氏 硬度(Hm)
ZK-1	青色	1	501.8	5.36	5.45
		2	528.2	5.46	
		3	544.4	5.51	
		4	528.2	5.46	
		5	528.2	5.46	
ZK-3	白色	1	512.6	5.40	6.17
		2	927.6	6.59	
		3	817.4	6.30	
		4	833.0	6.35	
		5	773.2	6.20	
ZK-4	糖色	1	654.8	5.86	5.62
		2	638.6	5.81	
		3	552.2	5.54	
		4	552.2	5.54	
		5	494.0	5.33	

观察及结构特征,可知软玉的质地细腻程度:白玉>青玉>糖玉;通过摩氏硬度的测试可以得出:白玉(6.17)>糖玉(5.62)>青玉(5.45)。韩国软玉与其他2个产地软玉相比,相对密度和硬度均小于新疆的和田软玉,与俄罗斯软玉相当。

## 2 韩国软玉的结构特征

### 2.1 偏光显微镜下特征

利用薄片在偏光显微镜下观察样品的结构,可以把韩国软玉的结构分为镶嵌变晶结构、交代结构、碎裂结构和次生充填结构(图2)。

#### 2.1.1 镶嵌变晶结构

按粒度大小可将韩国软玉的结构分为2种类型:①显微细晶质结构:在偏光显微镜下尚可以分

辨出矿物的颗粒大小和形态,晶体呈纤维状、针状或柱状,粒度一般为0.01~0.02 mm,在韩国软玉中这种结构并不多见。如图2a为ZK-2青白色软玉结构特征。②显微隐晶质结构:又称为毛毡状结构,在偏光显微镜下无法分清矿物的颗粒大小和形态,正交偏光镜下显示微弱的光性,其粒径(长轴)一般小于0.01 mm,以基质形式存在,此种结构类型在韩国软玉中较常见,如图2b为样品ZK-3白色软玉结构特征。

#### 2.1.2 交代结构

①交代假像结构:早期的碳酸盐矿物或粗晶闪石矿物颗粒被晚期的透闪石交代,仍保留早期矿物的颗粒及解理的假像。交代假像结构在白色、青色和糖色软玉样品中均普遍存在,在糖色软玉样品中分布最为广泛,说明糖色软玉样品后期的重结晶作用较弱,结构相对较粗糙,这与手标本观察和前述实验结果一致,如图2c、2d为ZK-5糖玉样品的结构特征。

②交代残蚀结构:早期的粗粒柱状透闪石被后期透闪石交代而形成的锯齿状不规则残蚀边。这种结构在白色、青色和青白色样品中均可见到,如图2e、2f所示。

#### 2.1.3 碎裂结构

由于矿体受到定向构造应力的作用发生碎裂,形成了类似于韧性流动构造的定向裂纹,部分粗晶质透闪石发生碎裂。这种结构在青色、白色和青白色样品中均可见到(图2g)。

#### 2.1.4 次生充填结构

根据铁质氧化物在软玉中沿微裂隙或者颗粒间隙充填的形态,可把这种次生充填结构分为沟渠状、点状和树枝状等形状,主要分布在糖色软玉样品中(图2h)。

#### 2.1.5 与其他产地软玉结构对比

韩国软玉主要是显微-隐晶质变晶结构,同时交代假像结构、交代残蚀结构、碎裂结构比较多见。而新疆和田玉的结构多为毛毡状显微交织变晶结构、显微纤维隐晶质变晶结构、显微片状隐晶质变晶结构(吴瑞华等,1999a,1999b,2002)。毛毡状显微交织变晶结构是和田玉最典型的结构,该结构是和田玉质地细润致密的主要原因;俄罗斯贝加尔湖地区软玉的结构大部分为显微纤维状变晶结构、显微鳞片状变晶结构、中粗粒变斑晶结构和碎裂结构,而毛毡状显微交织变晶结构的比例不高(吴瑞华等,2002;

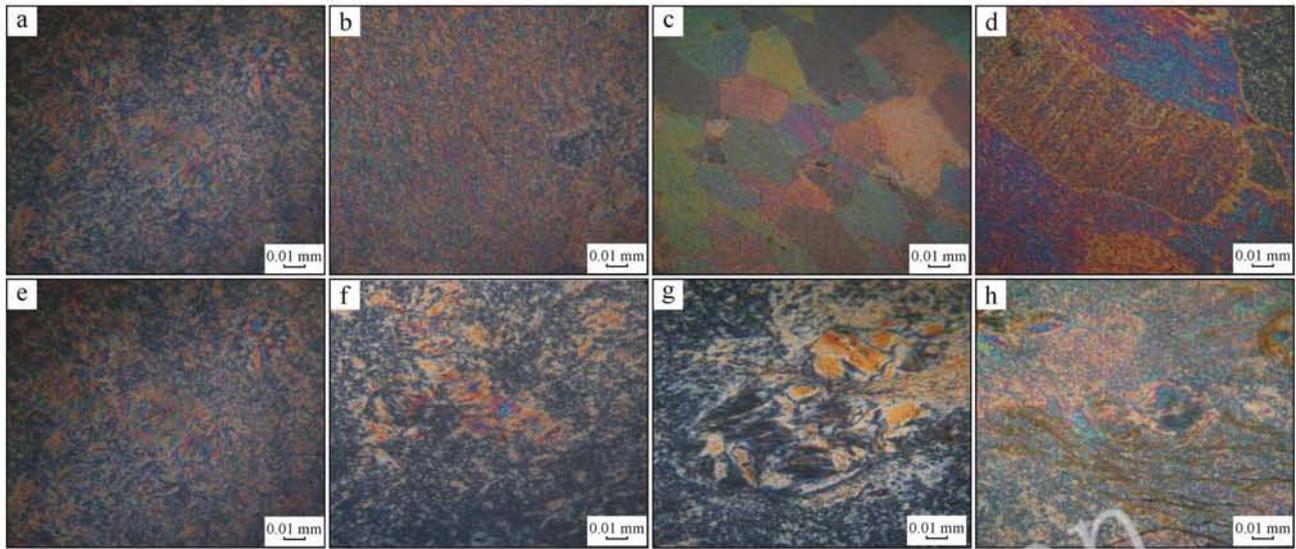


图 2 韩国软玉的结构特征

Fig. 2 Structural characteristics of South Korea nephrite samples

a—显微细晶质结构; b—显微隐晶质结构; c、d—交代假像结构; e、f—交代残蚀结构; g—碎裂结构; h—沟渠状次生充填结构  
a—microcrystalline texture; b—microaphanite texture; c、d—metasomatic pseudomorphic texture; e、f—metasomatic relict texture;  
g—cataclastic texture; h—trench secondary filling texture

张晓晖等, 2001), 所以造成大多数俄罗斯软玉结构细腻程度不及和田玉; 青海软玉主要的结构以显微纤维-隐晶质、显微叶片状结构为主, 矿物定向性较弱, 矿物粒度稍粗(冯晓燕等, 2004)。综上所述, 韩国软玉的结构没有和田玉和青海软玉的结构细腻, 而与俄罗斯软玉的结构类似。

## 2.2 扫描电镜分析

为了对透闪石的颗粒形态进行更细致的观察, 选择 ZK-1(青色)、ZK-3(白色)、ZK-4(糖色)样品进行扫描电子显微镜分析, 结果如图 3 所示。

### 2.2.1 韩国软玉扫描电镜下特征

在白色、青色软玉样品的扫描电镜下可见结合致密的纤维状透闪石呈面状半定向排列, 孔洞较少, 质地较为细腻。另外结构中还存在较粗的柱状透闪石穿插纤维状透闪石现象, 并在结构中含有孔洞(图 3a, b)。

在糖色软玉扫描电子显微镜下可见纤维状透闪石和柱状透闪石斑晶共存, 纤维状、柱状透闪石不定向排列, 结构中微裂隙比较发育, 并存在较多的孔洞。部分纤维状透闪石被溶蚀, 后期浸染充填铁质等其他矿物(图 3c, d)。

由以上对韩国软玉样品扫描电镜的分析可以得出: ①韩国软玉中以纤维状透闪石结构为主, 偶尔可

见毛毡状结构, 晶形主要呈长柱状、短柱状、纤维状, 常见柱状透闪石斑晶。②韩国软玉存在一定的韧性, 其韧性与结构之间有直接联系, 柱状斑晶含量越高, 其韧性和质地越差。③纤维状透闪石常呈半定向排列, 有时结构中可见斑晶穿插纤维状透闪石, 还可见孔洞现象。斑晶的交代溶蚀边说明斑晶被后期纤维状透闪石交代呈交代残留结构, 孔洞的存在证明在对碳酸盐交代的过程中有  $\text{CO}_2$  等气体的逸出过程, 纤维状透闪石的定向排列表明软玉在成岩后受构造作用发生塑性变形。

### 2.2.2 不同产地软玉的扫描电镜特征对比

新疆和田玉在扫描电镜下观察, 矿物结晶极其细小。主要呈显微纤维状、短柱状, 是无定向排列地紧密交织在一起(吴瑞华等, 1999a, 1999b; 杨主恩等, 2002); 青海软玉在扫描电镜下观察, 矿物颗粒稍粗, 矿物颗粒大小较为均一。呈长纤维、显微叶片状交叉排列, 交织结构不如新疆软玉紧密, 有弱定向性, 在定向性较强的局部区域, 呈现“水线”的特殊外观(袁媛等, 2005); 溧阳软玉在扫描电镜下观察, 矿物结晶大小不均一, 呈长纤维状相互交织, 交织结构不紧密, 空隙较多(何明跃等, 2002); 韩国软玉在扫描电镜下观察, 矿物颗粒大小不均, 以纤维状为主, 同时粗纤维状、柱状斑晶含量较高, 纤维状透闪石定

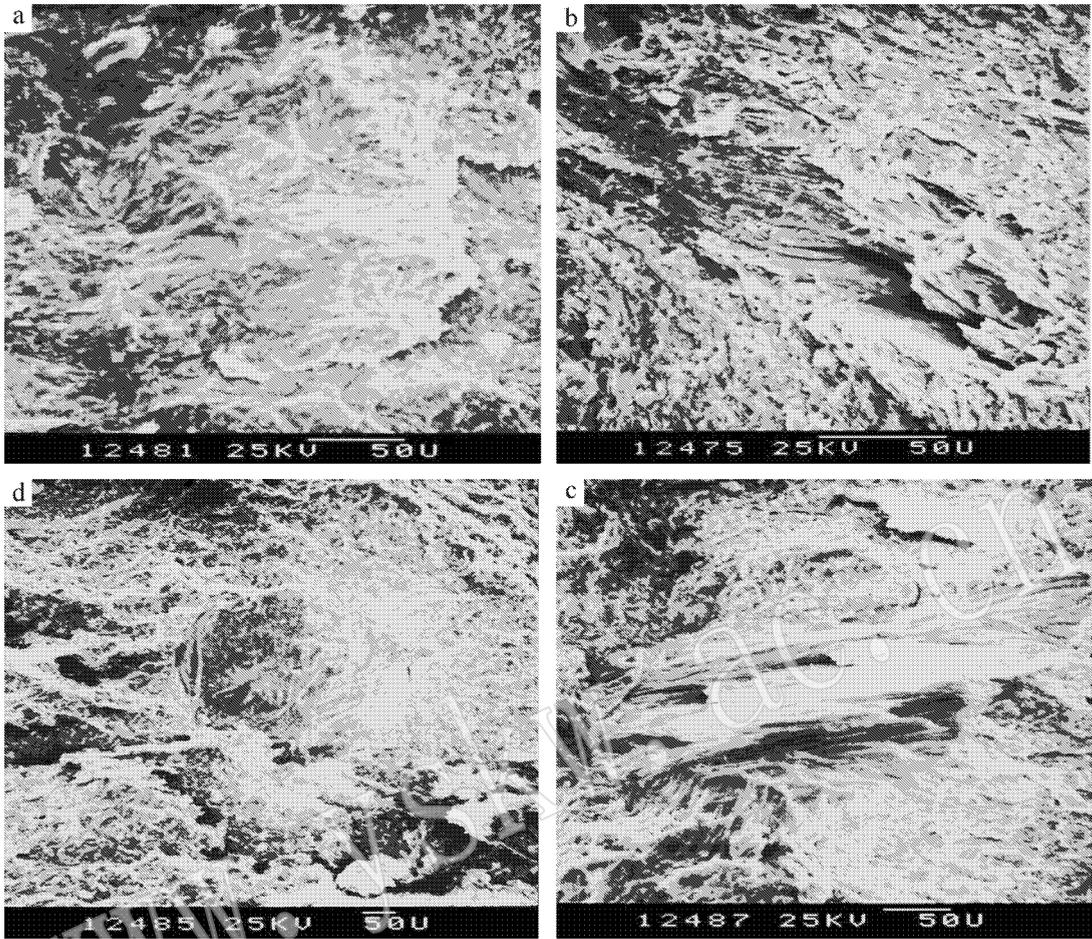


图3 韩国软玉样品的扫描电子显微镜下特征

Fig. 3 Structural characteristics of South Korea nephrite samples under scanning electron microscope

a, b—纤维状透闪石；c, d—纤维柱状透闪石斑晶

a, b—fibrous tremolite；c, d—fibrous and column-shaped tremolite phenocryst

向性排列较明显。

对比上述4产地软玉扫描电镜特征发现,新疆和田玉的结构最细腻,青海软玉次之,但却好于韩国软玉,江苏溧阳软玉最差。

### 3 结论

(1) 韩国软玉的主要颜色有白色、青白色、青色和糖色。折射率为1.61~1.62,相对密度为2.88~2.95,摩氏硬度为5.45~6.17。不同产地软玉的物理性质基本接近,但韩国软玉密度和硬度偏小。

(2) 偏光显微镜下观察,韩国软玉的主要结构为显微-隐晶质变晶结构,常见交代假像结构、交代残蚀结构、碎裂结构,表明其重结晶作用不强烈。韩

国软玉的结构没有和田玉和青海软玉的结构细腻,而与俄罗斯软玉的结构类似。

(3) 扫描电镜分析表明,韩国软玉的矿物颗粒大小不均,以纤维状为主,同时粗纤维状、柱状斑晶含量较高,纤维状透闪石定向性排列较明显。韩国软玉好于江苏溧阳软玉,却不及新疆和田玉和青海软玉。

### References

- Feng Xiaoyan and Zhang Beili. 2004. Study on compositions and texture characteristics of Nephrite from Qinghai Province[J]. Journal of Gems & Gemology, 6(4): 7~9 (in Chinese with English abstract).

- He Mingyue, Zhu Younan and Li Hongbo. 2002. Gemmological characteristics of Meiling jade from Liyang, Jiangsu Province[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 21(supp.): 99~104( in Chinese with English abstract ).
- Hou Hong, Wang Yi and Liu Yafei. 2010. Study of Gemological Characteristics of Korea Nephrite Jade[J]. Northwestern Geology, 43(3): 147~153( in Chinese with English abstract ).
- Kong Bei, Zou Jinfu and Zheng Xianqun. 1997. Gemological characteristics of nephrite in a certain area, Qinghai[J]. Mineral Resources and Geology, 11(60): 268~271( in Chinese with English abstract ).
- Lee S R and Cho M. 1995. Tectonometamorphic evolution of the Chuncheon amphibolite, central Gyeonggi-massif[J]. South Korea: Journal of Metamorphic Geology, 13(3): 315~328.
- Noh J H, Yu J Y and Choi J B. 1993. Genesis of nephrite and associated calc-silicate minerals in Chuncheon area[J]. Journal of Geological Society of Korea, 29(2): 199~224.
- Ree J H. 1993. The contact relationship between Yondurigneiss complex and Gubongsan Group[J]. Preliminary Study: Geological Society of Korea, 23(10): 29~30.
- Reedman A J and Um S H. 1975. The Geology of Korea[M]. Geological and Mineralogical Institute of Korea, Seoul.
- Wang Jingjun and Zhao Feng. 2002. Study on characteristics of Hetian nephrite jade of Xinjiang[J]. Jewellery Science and Technology, 14(45): 5~7( in Chinese with English abstract ).
- Wang Yi. 2009. The study on mineralogical and gemological characteristics of Korea amphibole jade[D]. Chang'an University, Xi'an, 1~63( in Chinese with English abstract ).
- Wu Ruihua, Li Wenwen and Ao Yan. 1999a. Research on texture and structure type of Hetian jade in Xinjiang[J]. Journal of Gems & Gemmology, 1(1): 7~13( in Chinese with English abstract ).
- Wu Ruihua, Li Wenwen and Baifeng. 1999b. Study on petrological feature and SEM of Xinjiang Hetian Jade[J]. Acta Petrologica Sinica, 15(4): 638~644( in Chinese with English abstract ).
- Wu Ruihua, Zhang Xiaohui and Li Wenwen. 2002. Petrological characteristics of Hetian jade in Xinjiang and nephrite from Baikal Lake area in Russia[J]. Acta Petrologica et Mineralogica. 21(supp.): 50~56( in Chinese with English abstract ).
- Xu Zebin, Cao Shumin, Wang Duo, et al. 2009. Study on Nephrite from South Korea[J]. Journal of Gems & Gemmology, 11(4): 24~27( in Chinese with English abstract ).
- Yang Zhu'en and Wang Shiyuan. 2002. Micro-textures and spectrometry characteristics of Hetian jade[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 21(supp.): 58~61( in Chinese with English abstract ).
- Yuan Yuan, Liao Zongting and Zhou Zhengyu. 2005. Study on compositions and micro-textures of water-line in nephrite from Qinghai province[J]. Shanghai Geology, (4): 68~70( in Chinese with English abstract ).
- Zhang Xiaohui, Wu Ruihua and Wang Leyan. 2001. Research on petrologic character of Nephrite Jade from Baikal Lake Region in Russia[J]. Journal of Gems & Gemmology, 3(1): 12~17( in Chinese with English abstract ).

## 附中文参考文献

- 冯晓燕, 张蓓莉. 2004. 青海软玉的成分及结构特征[J]. 宝石与宝石学杂志, 4(4): 7~9.
- 何明跃, 朱友楠, 李宏博. 2002. 江苏省溧阳梅岭玉(软玉)的宝石学研究[J]. 岩石矿物学杂志, 21(增刊): 99~104.
- 侯弘, 王轶, 刘亚非. 2010. 韩国软玉的宝石学特征研究[J]. 西北地质, 43(3): 147~153.
- 孔蓓, 邹进福, 郑仙群. 1997. 青海某地软玉的宝石学特征[J]. 矿产与地质, 11(60): 268~271.
- 王轶. 2009. 韩国闪石玉的矿物学、宝石学特征研究[D]. 长安大学, 西安, 1~62.
- 王进军, 赵枫. 2002. 新疆和田玉的特征研究[J]. 珠宝科技, 14(45): 5~7.
- 吴瑞华, 李雯雯, 奥岩. 1999a. 新疆和田玉岩石结构与构造研究[J]. 宝石与宝石学杂志, 1(1): 7~12.
- 吴瑞华, 李雯雯, 白峰. 1999b. 新疆和田玉宝石学特征及其扫描电镜研究[J]. 岩石学报, 15(4): 638~644.
- 吴瑞华, 张晓晖, 李雯雯. 2002. 新疆和田玉和俄罗斯贝加尔湖地区软玉的宝石学特征研究[J]. 岩石矿物学杂志, 21(增刊): 50~56.
- 徐泽彬, 曹妹旻, 王铎, 等. 2009. “韩国料”软玉的宝石学研究[J]. 宝石和宝石学杂志, 11(4): 24~27.
- 杨主恩, 王士元. 2002. 和田玉的电镜显微形貌和能谱特征[J]. 岩石矿物学杂志, 21(增刊): 58~61.
- 袁媛, 廖宗廷, 周征宇. 2005. 青海软玉水线的物相分析和微观形貌研究[J]. 上海地质, (4): 68~70.
- 张晓晖, 吴瑞华, 王乐燕. 2001. 俄罗斯贝加尔湖地区软玉的宝石学特征研究[J]. 宝石与宝石学杂志, 3(1): 12~17.