

贵州省冗里软玉矿的发现及意义

黄 勇 郝家栩 白 龙 张国祥

(贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550005)

摘 要: 冗里透闪石玉是近年贵州首次发现的高档软玉。软玉矿体产于基性岩与燧石灰岩的接触变质带上。矿石中的透闪石含量大于95%, 具放射状纤维变晶结构、毛毡状变晶交织结构、致密块状构造。玉石种类主要有白玉、青白玉及青玉, 具弱油脂-油脂光泽, 偶见蜡状光泽。矿体规模大、玉石品质佳, 其成因与新疆和田玉及青海软玉不同, 属于基性侵入岩与钙质碳酸盐岩接触交代型矿床, 是近年国内新发现的另一种成因类型的透闪石软玉矿床, 具有重要的研究价值和广阔的开发利用前景。

关键词: 软玉 冗里 贵州省

中图分类号: P619.28⁺3: P578.955

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2012)04-0612-09

The discovery of the Rongli nephrite deposit in Guizhou Province and its significance

HUANF Yong, HAO Jia-xu, BAI Long and ZHANG Guo-xiang
(Geological Surveying Academy of Guizhou Province, Guiyang 550005, China)

Abstract: The Rongli tremolite jade deposit is the only high-grade nephrite deposit in Guizhou Province, which was discovered in the last year by the authors. The Rongli nephrite deposit occurs in the contact metamorphic belt between basic rock and flint limestone. The tremolite content of the ore exceeds 95%. The nephrite jade has radiated fibrous blastic texture, felt-like blastic texture and compact massive structure. White jade, grayish white jade and gray jade constitute major species of the Rongli jade, which has weak greasy and greasy luster as well as rare wax luster. The ore bodies are large, and the nephrite jade is of top quality. The Rongli nephrite jade is genetically different from Hetian jade and Qinghai nephrite jade in that the Rongli tremolite jade deposit resulted from contact metasomatism between basic intrusive rock and calcium carbonate rock, thus belonging to a new genetic type of tremolite jade deposit discovered for the first time in China. The Rongli jade has important research value and favorable exploration and utilization prospects.

Key words: nephrite jade; Rongli; Guizhou Province

冗里软玉矿位于右江盆地东端, 出露地层有石炭系、二叠系、三叠系(图1)。二叠—三叠纪沉积了较厚的深水相陆源碎屑重力流沉积、悬浮沉积和钙屑浊流沉积。华力西期的裂隙作用导致地壳拉伸变

薄而产生裂谷, 使上地幔的玄武岩浆沿深大断裂上升, 呈岩床分布于旁侧的二叠系的层滑构造空间, 形成基性岩带, 伴随后期的褶皱同步变形, 经断裂作用抬升于地表。

收稿日期: 2012-01-20; 修订日期: 2012-03-15

基金项目: “贵州省罗甸—望谟地区软玉矿调查评价”资助项目; 贵州省重大科技专项“罗甸玉地质特征及勘查开发利用关键技术研究”资助项目

作者简介: 黄 勇(1962-), 男, 汉族, 工学学士, 高级工程师, 主要从事区域地质调查与研究, E-mail: huangyongdxy@163.com。

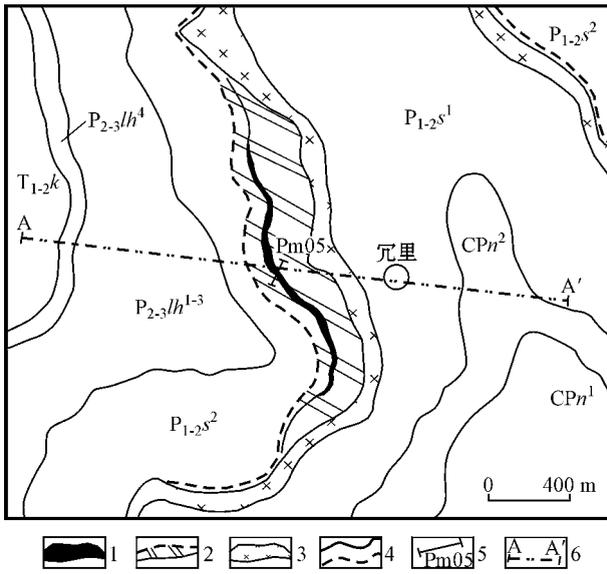


图 1 冗里软玉矿区地质图

Fig. 1 Geological map of the Rongli nephrite mining area

1—矿体；2—大理岩化带；3—辉绿岩体；4—实测及推测地质界线；5—实测矿系剖面及编号；6—图切剖面

1—ore body；2—marbleized belt；3—diabase；4—measured and inferred geological boundary；5—measured mineralization section and its serial number；6—tangential section

冗里软玉矿主要由透闪石构成，其含量大于 95%，具纤维状-毛毡状变晶交织结构，玉石种类有白玉、青白玉及青玉，具弱油脂-油脂光泽，偶见蜡状光泽。其矿石组分和结构特征均与新疆和田玉相同，是贵州首次发现的高档软玉矿。

冗里软玉矿体产于冗里背斜西翼的基性侵入岩与燧石灰岩的接触变质带上，其成因与新疆和田玉

(姚德贤等, 1995；邹天人等, 1996；刘晶等, 2002；王进军等, 2002；田广印, 2005) 江苏溧阳软玉(刘晶等, 2002) 辽宁岫岩软玉(刘晶等, 2002；王时麒等, 2002) 昆仑软玉(祁芳兰等, 1995) 青海格尔木软玉(董必谦, 1996) 东昆仑三岔口软玉(周征宇等, 2005) 俄罗斯贝加尔湖地区软玉(吴瑞华等, 2002) 的成因截然不同，是近年国内新发现的另一种成因类型的透闪石软玉矿床，因其规模大、质量好而具有重要的研究价值和广阔的开发利用前景。

1 矿区地质

1.1 地层

矿区出露的地层有石炭系、二叠系及三叠系，自下而上可划分为南丹组、四大寨组、领薨组及乐康组，彼此间均为整合接触(图 2)。

南丹组(CPn): 为泥晶灰岩、硅质岩、白云质灰岩。第 1 段(CPn^1): 深灰色薄层砂屑灰岩、泥晶灰岩，夹薄层硅质岩、生物屑灰岩及少量砾屑灰岩。产牙形石：*Ozarkodina delicates*, *Neoprioniodus* sp., *Hindeodella* sp. 等。与下伏打屋坝组整合接触。厚 97 m。第 2 段(CPn^2): 俗称“黑灰岩”，属深水盆地相硅质岩-碳酸盐岩组合。为深灰、灰黑色厚层块状砾屑灰岩、厚层泥晶生物屑灰岩、泥晶灰岩互层，夹少量薄层硅质岩、白云质灰岩。产 *Dipiognathodus coloradoensis*, *Ozarkodrna* sp., *D. delicatus*, *Hindeodella* sp. 等牙形石及 *Montiparus* sp., *Triticites* sp., *Schwagcrina* sp., *Schwagcrina* sp. 蜓化石。厚 342 m。

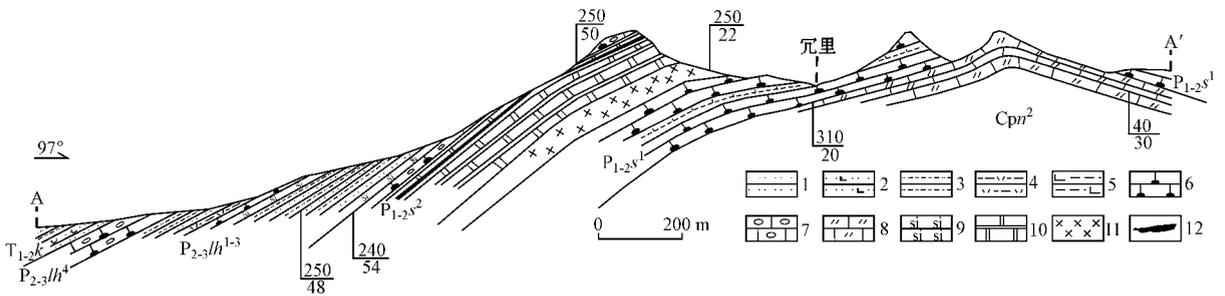


图 2 冗里软玉矿区剖面图

Fig. 2 Cross section of the Rongli nephrite mining area

1—粉砂岩；2—钙质粉砂岩；3—粉砂质粘土岩；4—凝灰质粘土岩；5—钙质粘土岩；6—含燧石结核及条带泥晶灰岩；7—含砾屑泥晶灰岩；8—白云质灰岩；9—硅质岩；10—大理岩；11—辉绿岩；12—软玉矿体

1—siltstone；2—calcareous siltstone；3—silty argillite；4—tuffaceous argillite；5—calcareous argillite；6—cherty limestone；7—rudaceous limestone；8—dolomitic limestone；9—siliceous rock；10—marble；11—diabase；12—nephritic ore body

四大寨组($P_{1,2}s$):是一套深水碳酸盐、碳酸盐重力流及少许陆源碎屑等沉积,是重要的软玉矿赋矿层位。第 1 段($P_{1,2}s^1$):下部为灰、深灰色薄层泥晶灰岩夹深灰色粘土岩及泥灰岩;上部为暗灰、深灰色粘土岩与泥灰岩互层夹灰色薄层泥晶灰岩。与下伏南丹组整合接触。厚 47 m。第 2 段($P_{1,2}s^2$):深灰色薄层夹中厚层泥晶灰岩、燧石团块灰岩,夹薄层含生物屑灰岩、硅质岩及少量厚层块状生物屑灰岩,顶部夹 5~10 m 的厚层含砾砂屑生物屑灰岩。产蜓 *Verbeekina* sp., *Pseudofusulina* sp., *Lantschichites* sp., *Schubertella* sp. 及少量硅质放射虫、异地有孔虫、海百合茎等化石。与下伏第 1 段之间被辉绿岩床阻隔。厚 281 m。

本段下部燧石灰岩受基性岩浆侵入作用产生了接触变质,形成面上宽窄不等的大理岩化带,该带产软玉矿。

领薨组($P_{2,3}lh$):为盆地相含火山碎屑岩、泥晶灰岩、硅质岩组合。上部和下部以碎屑岩为主,中部以泥晶灰岩为主。第 1 段($P_{2,3}lh^1$):灰、灰绿色含凝灰质细砂岩、粉砂岩、粘土岩、硅质岩、泥晶灰岩。具水平层理、交错层理、局部具正粒序递变层理。近底部夹薄层沉凝灰岩。与下伏四大寨组整合接触。厚 128~151 m。第 2 段($P_{2,3}lh^2$):下部为灰色薄层硅质岩夹薄层泥晶灰岩,上部为灰色中厚层微-泥晶灰岩及砂屑灰岩夹薄层燧石条带。厚 107~161 m。第 3 段($P_{2,3}lh^3$):上部与下部以含粘土质粉砂岩-钙质粉砂岩-粘土岩构成正粒序韵律,粉砂岩具水平层理、小型交错层理;中下部为硅质岩或含凝灰质生物灰岩与沉凝灰岩互层。厚 62~272 m。第 4 段($P_{2,3}lh^4$):灰色厚层块状砾屑泥晶灰岩,含燧石结核。厚 5~15 m。

乐康组($T_{1,2}lk$):碎屑岩夹泥灰岩。第 1 段($T_{1,2}lk^1$):上部为灰、青灰色薄层泥-微晶灰岩夹灰黄色粘土岩及少量“蠕虫状”砾屑灰岩;下部为灰色薄至厚层含粉砂质微-泥晶灰岩夹深灰色薄至中层泥晶灰岩及少量粘土岩;底部为灰黄、灰色含粉砂质粘土岩及硅质粘土岩。含粉砂质灰岩发育鲍马序列 bc cd 段。产双壳类 *Claraia* sp. 等化石。与下伏领薨组整合接触。厚 343~386 m。第 2 段($T_{1,2}lk^2$):灰、灰黄色薄至中层含钙质粘土岩、含粉砂质粘土岩夹灰、青灰色薄层泥晶灰岩及少量含粉砂屑灰岩、砾屑灰岩。产菊石 *Ophiceras* sp. 等化石。厚 206~299 m。

1.2 构造

矿区位于北北西向冗里背斜与近东西向峨劳背斜相叠加形成的复式背斜西翼,核部地层为石炭系,岩层倾角 $20^\circ \sim 30^\circ$;翼部地层为二叠系、三叠系,岩层倾角 $45^\circ \sim 70^\circ$ 。断层不发育。

1.3 岩浆岩

区内岩浆岩单一,仅有辉绿岩分布,岩体呈岩床状侵入于二叠系四大寨组第 1 段与第 2 段之间,产状与围岩基本一致,局部呈缓切层状。

辉绿岩体与其上覆灰岩之间发育大理岩化接触变质带,严格控制了软玉矿体的分布。

2 矿床地质特征

含矿层位为中下二叠统四大寨组,赋矿围岩为方解石大理岩或透闪石化大理岩。软玉矿系位于辉绿岩床与上覆四大寨组第 2 段燧石灰岩之间的接触变质带内。

2.1 软玉矿系特征及其变化

中下二叠统四大寨组第 2 段下部为富含硅条带(燧石条带)的方解石大理岩、透闪石化大理岩,其风化面仍残留有薄板状燧石条带泥晶灰岩或薄层燧石结核泥晶灰岩的原岩面貌;中上部为中厚层含燧石结核的泥晶生物屑灰岩;顶部为厚层含燧石结核的砾屑泥晶灰岩。

软玉矿系位于四大寨组第 2 段下部的接触变质带(大理岩化带)中,以冗里矿点的软玉矿系最厚(大于 35 m),矿体最多,往北及往南逐渐变薄直至尖灭。

2011 年 12 月,笔者实测了冗里软玉矿系剖面(图 3),自下而上可划分 5 个含矿亚系:Ⅰ:由第 1 层构成,为深灰色大理岩与白色高岭石化透闪石岩近等厚互层,下部夹两条层状玉石矿化体,分别厚 10、14 cm,局部夹结核状白玉;上部夹一层高岭石化透闪石岩。总厚大于 4.5 m。Ⅱ:由第 2~14 层构成,为大理岩夹白玉、青白玉、青玉、斑点玉层,矿体密集分布,产 12 条层状软玉矿体及 1 条层状软玉矿化体,单个矿体厚 10~40 cm,最厚可达 75 cm,属主含矿段,矿体累厚 2.5 m,含矿率约 29%。总厚 8.48 m。Ⅲ:由第 15~21 层构成,为大理岩夹硅质岩,中部夹一层厚 40 cm 的高岭石化透闪石岩。厚 7.1 m。Ⅳ:由第 22~23 层构成,由白玉、青玉和草花玉构成,属次含矿段,矿体累厚 1.31 m,含矿率约 97%。厚 1.35 m。Ⅴ:由第 24~31 层构成,为方解石大理

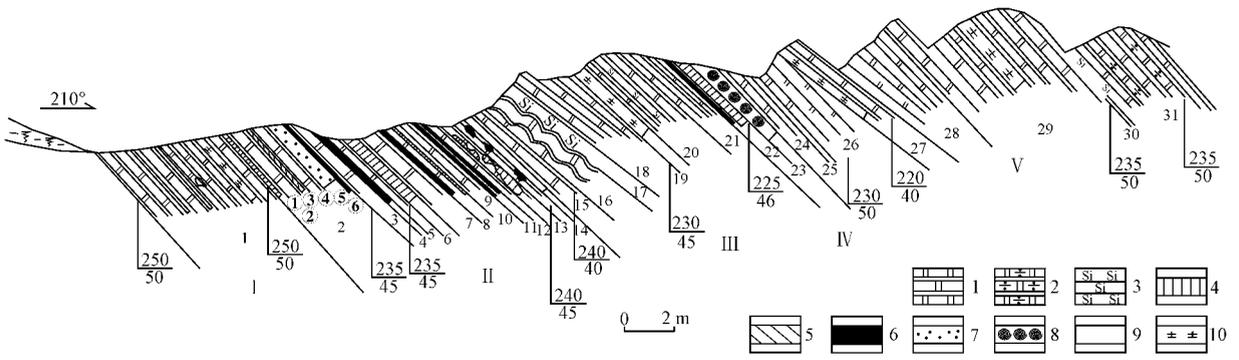


图3 冗里软玉矿系实测剖面图

Fig. 3 Cross section of Rongli nephrite mining series

- 1—方解石大理岩;2—透闪石化大理岩;3—硅质岩;4—白玉矿层;5—青白玉矿层;6—青玉矿层;7—斑点玉矿层;8—草花玉矿层;
9—高岭石化、透闪石化矿化层;10—高岭石化蚀变岩
- 1—calcitized marble; 2—tremolitized marble; 3—siliceous rock; 4—white jade bed; 5—grayish white jade bed; 6—gray jade bed; 7—spotted jade bed; 8—flowered jade bed; 9—kaolinized and tremolitized mineralization bed; 10—kaolinized altered rock

岩、透闪石化大理岩,夹层状、透镜状软玉矿化体及高岭石化透闪石岩。其中软玉矿化体10条,高岭石化透闪石岩2层。总厚大于13.8 m。

2.2 矿体产出形态及规模

软玉矿体主要赋存于第Ⅱ亚系与第Ⅳ亚系内,前者矿石质量好,规模大,矿体主要呈层状、似层状产出,矿体平均厚22 cm,仅顶部矿体呈透镜状、沙包状产出,大小约10 cm×15 cm,少量为3 cm×30 cm;后者矿质略逊,矿体呈层状产出,厚度大,含矿率高。矿体可见延伸长20~30 m。

青海软玉一般呈脉状或透镜状产出,矿体宽0.1~0.4 m,长2~6 m,新疆软玉矿的原生矿矿体呈囊状、透镜体状(李玉加等,2002),长几米到几十米,宽几十厘米到几米,矿体延伸变化大,单个矿体的延伸一般只有几米到十几米,规模小,变化大。因此,冗里软玉矿的矿体规模明显优于上述两地软玉矿。

2.3 矿石类型、组分及结构构造

2.3.1 矿石类型

冗里软玉的颜色有白色、淡绿色,其玉石类型可分为白玉、青白玉、青玉。白玉又可分为质量上乘的纯白色软玉及矿物颗粒稍粗的灰白色软玉以及含极少量棕色杂质斑点图案的白色斑点玉与草花玉(图4)。其中以淡绿色的青白玉-青玉质地最为细腻,呈半透明-微透明状、蜡状光泽或弱油脂-油脂光泽;次为白玉与白色斑点玉,呈半透明光泽、弱油脂光泽,部分白玉因高岭石化蚀变微显砂粒状而呈瓷状光泽。

软玉的色泽是其成分的表现反映。和田软玉的

颜色主要有白色、青色、黄色、黑色4种基本色调,青海软玉以白色、淡绿色为主,其间杂有灰白、暗绿等颜色(柴凤梅等,2000)。和田软玉中的青白玉微带淡绿色、青玉呈淡绿色(邹天人等,2002)。相形之下,冗里软玉的色调较为单一,尚未发现和和田玉中的黄色与黑色玉种,也未见青海软玉中的暗绿色玉种,从玉石的颜色分类上看,冗里软玉的总体质量较好。

2.3.2 矿石组分

(1) 矿物成分

通过岩矿鉴定,冗里软玉中的主要矿物为透闪石(含量大于95%),次要矿物为石英、方解石、透辉石、铁锰质氧化物。透闪石矿物形态主要有两种:①呈纤维状,结晶粒度<0.10 mm(多数在0.05 mm以下),粒度均一,集合体常呈放射状,占据了冗里软玉的较大比例;②结晶稍粗的纤维状,结晶粒度在0.1 mm左右,集合体呈片状、放射状、束状、毡状交织。石英主要见于石英透闪石岩中,呈微粒状变晶产出,结晶粒度<0.10 mm,分布较为均匀;方解石多见于玉石与大理岩接触带,呈交代残余的细-显微粒状变晶产出,结晶粒度<1.00 mm(一般<0.20~0.06 mm),透辉石偶见,呈自形微粒状,铁锰质主要呈雪花结晶形态分布于斑点玉的浅表。

(2) 化学成分

在冗里矿点分别采集了淡绿色青玉(2-⑥H)、白玉(22H)及白色斑点玉(30H)样品在贵州省地质矿产中心实验室,利用日本理学ZSXprimus II型X荧光光谱仪进行了常量化学分析(表1),化学成分与

新疆和田玉(李玉加等, 2002; 田广印等, 2005)十分相近, 二者的 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 Na_2O 、 K_2O 、 P_2O_5 及烧失量均高于青海软玉, SiO_2 、 CaO 均低于青海软玉(李玉加等, 2002), 这是 3 个地区软玉矿成矿母岩差异所致。

由表 1 所示, 冗里青玉的 SiO_2 含量低于其理论值 59.1%、 MgO 含量略低于其理论值 24.8%、 CaO 含量略高于其理论值 13.8%; 白玉的 SiO_2 含量低于其理论值 59.1%、 MgO 含量低于其理论值 24.8%、 CaO 含量略低于其理论值 13.8%; 白色斑点玉的

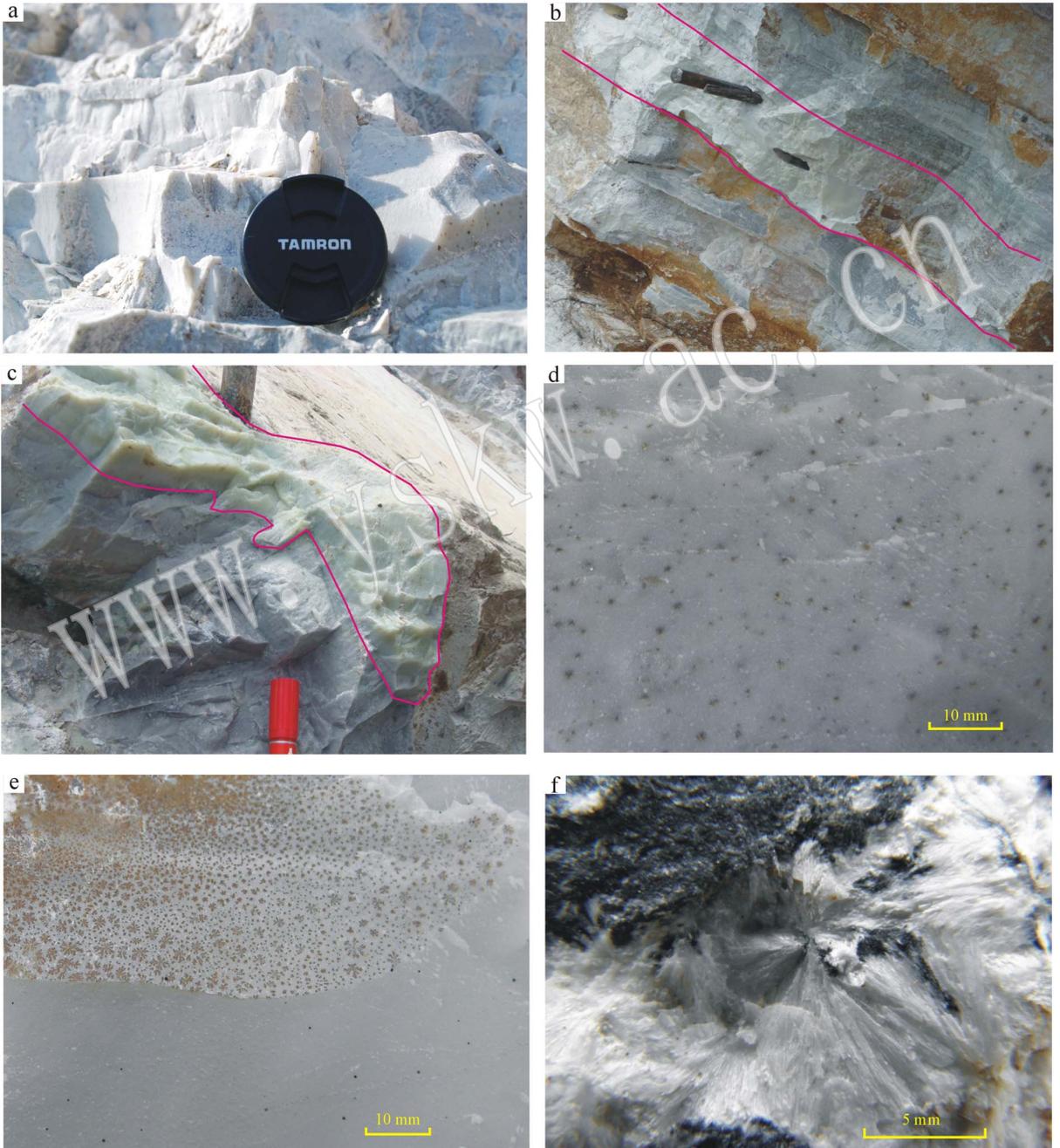


图 4 冗里软玉照片

Fig. 4 Photographs of Rongli nephrite jade

a—白玉; b—青白玉; c—青玉; d—斑点玉; e—草花玉; f—放射状纤维状透闪石

a—white jade; b—grayish white jade; c—gray jade; d—spotted jade; e—flowered jade; f—radial fibrous tremolite

表 1 冗里软玉的化学成分

$w_B/\%$

Table 1 Chemical compositions of Rongli nephrite jade

样号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	烧失量	合计
30H	59.75	3.38	1.47	19.62	10.56	1.59	0.13	0.04	0.05	0.06	3.25	99.90
22H	56.72	0.56	0.52	23.23	13.58	0.26	0.09	0.03	0.03	0.02	5.02	100.05
2-⑥H	56.69	0.28	0.35	23.43	14.65	0.22	0.09	0.01	0.01	0.04	5.56	101.33
平均值	57.08	0.91	0.77	22.55	13.32	0.49	0.10	0.03	0.02	0.04	4.90	100.21

SiO₂ 含量略高于其理论值 59.1%、MgO 含量低于其理论值 24.8%、CaO 含量低于其理论值 13.8%。

此外，冗里软玉中的杂质成分 MnO、Fe₂O₃、Al₂O₃ 含量呈现白色斑点玉 > 白玉 > 青玉的变化趋势，说明青玉质地相对较纯，其次是白玉，再次是白色斑点玉。

其他研究者(杨林等, 2011)也选取了本矿区的几种玉石样品利用日本理学 ZSXprimus II 型 X 荧光光谱仪进行了常量化学分析，以 23 个氧为基础计算了阳离子系数(表 2)。由表 2 可见，Mg/(Mg + Fe²⁺) 为 0.91 ~ 0.93，按照软玉的划分原则，Mg/(Mg + Fe²⁺) 大于 0.9 为和田玉(透闪石玉)，小于 0.9 为玛纳斯玉或玛纳斯碧玉(阳起石玉)，冗里软玉

的 Mg/(Mg + Fe²⁺) 大于 0.9，属于透闪石玉。冗里软玉的 Mg/(Mg + Fe²⁺) 低于和田玉中的白玉(0.998 ~ 0.993) 及微带淡绿色的青白玉(0.991) 以及淡绿色青玉(0.979 ~ 0.971)，而与深绿色的和田碧玉(0.933)(邹天人等, 2002) 相同，但 FeO 明显高于和田青白玉(0.38%)，大大低于和田碧玉(2.85%)，而与和田青玉(0.89% ~ 1.22%) 相当。由于和田碧玉的 Mg/(Mg + Fe²⁺) 高于 0.9，称之为青白玉-青玉更为合适(王立本等, 2002)，同理，冗里软玉中的淡绿色透闪石玉也不宜命名为冗里碧玉(或罗甸碧玉)，称之为青玉更好。利用晶体化学式中的阳离子系数投于 1997 年国际矿物学会角闪石委员会最新闪石命名分类方案中的 $\alpha(\text{Si})$ 对 $\alpha(\text{Mg})$

表 2 罗甸玉的常量化学成分

$w_B/\%$

Table 2 Chemical compositions of Luodian Jade

样品	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	阳离子系数		
								Mg/(Mg + Fe ²⁺)	K + Na	Si
白	0.07	0.60	14.61	16.93	57.25	0.32	1.56	0.91	0.17	7.94
灰白	0.02	0.51	17.29	17.17	54.82	0.20	1.18	0.93	0.15	7.96
青白	0.06	0.56	12.84	17.07	58.32	0.45	1.24	0.92	0.16	7.92
蛋青	0.03	0.57	15.66	18.04	55.84	0.19	1.40	0.92	0.16	7.96
平均	0.05	0.56	15.10	17.30	56.56	0.29	1.35	0.92	0.16	7.95

晶体化学式 $(\text{Ca}_{2.296}\text{K}_{0.008}\text{Na}_{0.153})_{2.456}(\text{Mg}_{83.651}\text{Fe}_{0.318})_{2.96}[(\text{Si}_{7.949}\text{Al}_{0.048}\text{Cr}_{0.000}^{3+}\text{Ti}_{0.003})_{8}\text{O}_{22}]\text{I}(\text{OH})_2$

注：数据据杨林等(2011) 样品采自冗里软玉矿点，由贵州省地质矿产中心实验室测定。经与杨林交换意见，表中的白色、灰白色、青白色、蛋青色样品分别采自本文图 3 剖面第 2-⑤层、2-①层、2-②层、4 层，依次对应于笔者划分的白色斑点玉、白玉、淡绿色青白玉、青玉。

表 3 罗甸玉的折射率与密度

Table 3 Indexes of refraction and density of Luodian Jade

样品	折射率	密度/g·cm ⁻³	硬度(HM)
白	1.609~1.631	2.842	6.67
灰白	1.603~1.628	2.797	6.33
青白	1.601~1.628	2.872	6.26
蛋青	1.610~1.633	2.872	6.42
平均值	1.606~1.630	2.846	6.42

样品数据说明同表 2。

物均为透闪石。

2.3.3 矿石结构、构造

根据薄片鉴定及电镜分析，冗里软玉具纤维状-柱状、斑状变晶交织结构，纤维状-毡状变晶交织结构，纤维状-片状变晶交织结构，纤维状变晶交织结构、放射状变晶结构及致密块状构造，少量为条带状构造。矿物粒度 0.1 ~ 0.05 mm。新疆和田玉的结构就是以毛毡状为典型(唐延龄等, 2002)，矿物粒度介于 0.02 ~ 0.008 mm 至 0.005 ~ 0.0015 mm 之间(李玉加等, 2002)，青海软玉也具典型的毛毡状结

$\alpha(\text{Mg} + \text{Fe}^{2+})$ 图(杨林等, 2011) 中，软玉样品数据点均落入透闪石区域，表明冗里软玉的主要组成矿

构(冯晓燕等,2004),矿物粒度介于0.1~0.015至0.03~0.005之间(李玉加等,2002)。因此,冗里软玉不仅在矿物成分、化学成分上与新疆和田玉相同,其结构构造也与新疆和田玉相似,但矿物颗粒略粗于新疆和田玉而与青海软玉相当。

冗里软玉中的透闪石普遍发育交织结构,纤维间的互相穿插绞合使其具有新疆和田玉及青海软玉相同的硬度与韧性,已具备优质软玉的特性。

2.4 矿物的物理光学特征

采用静水力学法、油浸法对冗里软玉进行了密度与折射率测定,并使用显微硬度仪测定了维氏硬度然后换算为摩氏硬度(表3)(杨林等,2011)。结果表明,冗里软玉的折射率与和田玉折射率(1.61)及青海软玉折射率(1.622~1.623)(孔蓓等,1997)大致相当,均接近于透闪石的理论值(1.603~1.632)。新疆和田软玉的密度为2.66~2.976(平均2.82),硬度为6.5~6.7(平均6.6);青海软玉的密度为2.90~2.97(平均2.94),硬度为5.57~5.78(平均5.68)(柴凤梅等,2000)。由此可见,冗里软玉的密度与和田玉相当,二者均低于青海软玉;其硬度略低于和田玉,高于青海软玉。

2.5 围岩蚀变

围岩蚀变主要有大理岩化、滑石化、高岭石化、硅化及后期碳酸盐化,前三者与玉石矿化关系密切,具有找矿意义。

3 加工工艺特点

冗里软玉具有新疆和田玉的纤维状、毛毡状变晶交织结构,硬度大、韧性强,不易碎裂,属于可加工性较强的工艺材料。同时,冗里软玉与新疆和田玉、青海软玉的矿物成分相同,均为透闪石,表现为粒度细,结构均匀,在加工过程中具有易磨、易抛光的特点,雕刻加工的成品细润、半透明至微透明,油脂感好,但油润度稍逊于新疆和田玉。除白色斑点玉外,玉石净度均较高。目前已有3家玉石加工企业落户罗甸县城,主要加工手镯和属相挂件,这些产品的表现特性与新疆和田玉加工的产品十分相近,吸引了大量省内外客商,销路甚好。

4 成因类型

冗里软玉矿及其周边的软玉矿点均分布在基性

岩(辉绿岩)与薄层燧石灰岩的接触交代变质带上,矿体呈层状、似层状、透镜状、沙包状产于方解石大理岩化带内,属于接触交代型矿床。经笔者野外调查研究,矿石中的Ca及部分SiO₂可能来自围岩,Mg及大量SiO₂、OH⁻等矿源物质则来自基性岩。其成矿过程经历了两个阶段:①大理岩形成阶段:基性岩浆侵入薄层燧石灰岩使之接触变质首先形成方解石大理岩或透闪石化大理岩;②成玉阶段:大理岩内的晚期含矿流体继续交代大理岩在其内部形成软玉矿体。根据共生的变质矿物组合及国内典型软玉矿床的类比研究,推测成玉温度为300~340℃,压力<2.5 kPa,介质为中性或弱碱性,属还原环境和半开放系统。

众所周知,新疆和田玉及青海软玉皆产于中酸性侵入岩(花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩)与镁质大理岩的接触带上,共经历了3个阶段:即区域变质作用形成白云石大理岩阶段→中酸性岩浆侵入白云石大理岩交代蚀变阶段→晚期接触交代作用成玉阶段。贝加尔湖地区软玉的矿床成因与新疆和田软玉基本相似,也是中酸性岩浆岩与白云质大理岩的接触交代变质产物(张晓晖等,2001)。因此,冗里软玉矿的成因与新疆和田玉、青海软玉以及俄罗斯贝加尔湖地区软玉均有较大差别,与东昆仑三岔口软玉矿(周征宇等,2005)的相似之处仅仅是岩体的岩石类型相近,均属基性岩,但围岩截然不同,三岔口软玉矿是产于基性辉长岩与白云岩(部分已变质为大理岩)的接触带上(周征宇等,2005)。

地质工作者对软玉的成玉机理尚不清楚(廖宗廷等,2003),目前有两种成因观点:①与碳酸盐岩(主要是镁质大理岩)和中酸性岩浆岩的接触变质作用有关;②与中基性火山凝灰岩的区域变质作用有关(邓燕华,1991)。

新疆和田玉、青海软玉、俄罗斯贝加尔湖地区软玉等典型软玉矿床的钙镁质来源于围岩,硅质来源于中酸性岩,钙镁质为单向补给方式,同时,当成矿围岩为白云石大理岩时,则矿体规模较大;当为白云质大理岩时,则矿体规模小,在方解石大理岩中则不产软玉矿(唐延龄等,2002)。贵州冗里软玉矿则不同,成矿围岩全是富含硅质条带的方解石大理岩,矿体呈层状、似层状、部分呈透镜状、沙包状,矿体规模大,其钙质与部分硅质来源于围岩,镁质与大量硅质则来源于基性岩浆,钙镁质属双向补给方式,其成因类型十分特殊,值得深入研究。

5 结论

(1) 贵州冗里软玉矿产于基性侵入岩与钙质碳酸盐岩的外接触带,它与新疆和田玉及青海软玉的成矿背景大相径庭,因此,冗里软玉的交代成矿过程、成矿条件及物质组分的迁移方式均具有鲜明的个性特点,是近年国内首次发现的特殊矿床类型,具有重要的理论研究价值和实际的找矿指导意义。

(2) 冗里软玉的表观特征、矿石组分、结构构造、物理光学指标及加工工艺特质均与新疆和田玉及青海软玉相近,具有硬度大、韧性强、光泽好、质地细腻的共性特征。目前所见的冗里软玉颜色主要为白色、灰白色和淡绿色,未见和田玉中的黄色、黑色及青海软玉中的暗绿色品种,说明冗里软玉中的 Fe、Mn 等杂质含量相对较低,尤以淡绿色青玉最为洁净、细腻、油润,其质地优于新疆和田青玉、青白玉及青海软玉中的同类品质。

(3) 冗里软玉矿的单矿体规模大于新疆和田玉矿与青海软玉矿,矿石块度也以大(5~10 kg)~超大(10 kg 以上)者居多。在贵州罗甸地区,具有冗里软玉矿相似成矿条件的地段展布宽广,找矿潜力巨大,笔者等已在罗甸南部地区陆续发现多条软玉矿带,矿石品质较好,资源前景广阔。目前,对贵州罗甸玉的勘查与研究仍在继续,其开发利用价值必将对贵州“十二五”工业强省战略发挥重要作用。

References

Chai Fengmei and Parat·Abdukadir. 2000. Comparative study of the gemological characteristics of nephrite of Hetian jade and Qinghai jad[J]. Journal of Xinjiang Institute of Technology, 21(1):77~80(in Chinese with English abstract).

Deng Yanhua. 1991. Mineral Deposit Geology of Gems and Jad[M]. Beijing: Beijing University of Technology Press(in Chinese).

Dong Biquan. 1996. The nephrite characteristics and geological general situation of Geermu jade, Qinghai provinc[J]. Architectural Materials & Geology, 5:23~28(in Chinese).

Feng Xiaoyan and Zhang Beili. 2004. Study on compositions and texture characteristics of nephrite from Qinghai Province[J]. Journal of Gems and Gemmology, 6(4):7~9(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(4):268~271(in Chinese with English abstract).

Li Yujia, Liao Zongting and Shi Xiaming. 2002. Comparison study between Qinghai nephrite and Xinjiang nephrite[J]. Shanghai Geology, 3:58~61(in Chinese with English abstract).

Liao Zongting and Zhou Zhengyu. 2003. Present situation, problems and development in the study on nephrite[J]. Journal of Gems and Gemmology, 5(2):22~24(in Chinese with English abstract).

Liu Jing and Cui Wenyuan. 2002. Study on nephrite (tremolite jade) from three localities in China[J]. Journal of Gems and Gemmology, 4(2):25~29(in Chinese with English abstract).

Qi Fanglan and Zhu Chaoliang. 1995. General situation of resources of gemological and jade, Qinghai provinc[J]. Architectural Materials & Geology, 6:19~21(in Chinese).

Tang Yanling, Liu Dequan and Zhou Ruhong. 2002. Study on name, culture, quality and mineral deposit of Hetian jad[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 21(Suppl.):13~21(in Chinese with English abstract).

Tian Guangyin. 2005. Geological features of No. 379 Hetian nephrite jade deposit and direction looking for mineral deposits resources in Pishan county, Xinjiang Provinc[J]. Xinjiang Non-ferrous Metal, 4:10~13(in Chinese).

Tian Guangyin and Turson·Yason. 2005. Geological characteristics of No. 392 Hetian nephrite jade deposit and discuss on Cause in Pishan county, Xinjiang Provinc[J]. Journal of Hetian Teachers College, 4:129~130(in Chinese).

Wang Jinjun and Zhao Feng. 2002. Study on characteristics of Hetian nephrite jade of Xinjiang[J]. Jewelry Science and Technology, 45(14):5~8(in Chinese with English abstract).

Wang Liben and Liu Yaling. 2002. The X-ray powder diffraction feature of Hetian jade, Manasi green jade and Xiuyan old jad(tremolite jade)[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 21(Suppl.):62~67(in Chinese with English abstract).

Wang Shiqi, Duan Tiyu and Zheng Zizi. 2002. Mineralogical and petrological characteristics of Xiuyan nephrite and its minerogenetic model[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 21(Suppl.):79~90(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(Suppl.):50~56(in Chinese with English abstract).

Yang Lin, Wang Bing, Wang Lei, et al. 2011. Primary study of characters of Luodian jade in Guizhou[J]. Guizhou Geology, 28(4):241~246(in Chinese with English abstract).

Yao Dexian and Cao Jianjin. 1995. Types of jade deposits in China[J]. Mineral Resources and Geology, 9(1):49~55(in Chinese).

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 and Gemmology, 3(1):12~17(in Chinese with English abstract).

Zhou Zhengyu, Liao Zongting and Ma Tingting. 2005. Geochemical characteristics of igneous rocks occurred in Sanchakou East Kunlun and its contributions to nephritization[J]. Journal of Tongji Univer-

- ity(Natural Science), 33(11): 1 532~1 536(in Chinese with English abstract).
- Zou Tianren and Chen Keqiao. 2002. The locality feature of Hetian jade, Manasi green jade and Xiuyan old jade[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 21(Suppl.): 41~49(in Chinese with English abstract).
- Zou Tianren and Guo Lihe. 1996. Types and its localities of Primary jade in China[J]. Mineral Deposits, 15(Suppl.): 79~92(in Chinese).
- ### 附中文参考文献
- 柴凤梅, 帕拉提·阿布都卡迪尔. 2000. 和田软玉与青海软玉的宝石学特征对比研究[J]. 新疆工学院学报, 21(1): 77~80.
- 邓燕华. 1991. 宝(玉)石矿床学[M]. 北京:北京工业大学出版社.
- 董必谦. 1996. 青海省格尔木玉地质简况及玉石特征[J]. 建材地质, 5: 23~28.
- 冯晓燕, 张蓓莉. 2004. 青海软玉的成分及结构特征[J]. 宝石和宝石学杂志, 6(4): 7~9.
- 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(4): 268~271.
- 李玉加, 廖宗廷, 史霞明. 2002. 青海软玉与新疆软玉的对比研究[J]. 上海地质, 3: 58~61.
- 廖宗廷, 周征宇. 2003. 软玉的研究现状、存在的问题及发展方向[J]. 宝石和宝石学杂志, 5(2): 22~24.
- 刘 晶, 崔文元. 2002. 中国三个产地的软玉(透闪石玉)研究[J]. 宝石和宝石学杂志, 4(2): 25~29.
- 祁芳兰, 朱朝良. 1995. 青海省宝玉石资源概况[J]. 建材地质, 6: 19~21.
- 唐延龄, 刘德权, 周汝洪. 2002. 和田玉的名称、文化、玉质和矿床类型之探讨[J]. 岩石矿物学杂志, 21(增刊): 13~21.
- 田广印. 2005. 新疆皮山县 379 和田玉矿床地质特征及找矿方向[J]. 新疆有色金属, 4: 10~13.
- 田广印, 吐尔逊·亚森. 2005. 新疆皮山县 392 和田玉矿床地质特征及成因探讨[J]. 和田师范专科学校学报, 4: 129~130.
- 王进军, 赵 枫. 2002. 新疆和田玉的特征研究[J]. 珠宝科技, 14(2): 5~8.
- 王立本, 刘亚玲. 2002. 和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉(透闪石玉)的 X 射线粉晶衍射特征[J]. 岩石矿物学杂志, 21(增刊): 62~67.
- 王时麒, 段体玉, 郝姿姿. 2002. 岫岩软玉(透闪石玉)的矿物岩石学特征及成矿模式[J]. 岩石矿物学杂志, 21(增刊): 79~90.
- 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岩石学特征研究[J]. 岩石矿物学杂志, 21(增刊): 50~56.
- 杨 林, 王 兵, 王 雷, 等. 2011. 贵州罗甸玉特征初步研究[J]. 贵州地质, 28(4): 241~246.
- 姚德贤, 曹建劲. 1995. 中国玉石矿床类型[J]. 矿产与地质, 9(1): 49~55.
- 张晓晖, 吴瑞华, 王乐燕. 2001. 俄罗斯贝加尔湖地区软玉的岩石学特征研究[J]. 宝石和宝石学杂志, 3(1): 12~17.
- 周征宇, 廖宗廷, 马婷婷. 2005. 三岔口火成岩特征及其与软玉成矿的关系[J]. 同济大学学报(自然科学版), 33(11): 1 532~1 536.
- 邹天人, 陈克樵. 2002. 和田玉、玛纳斯碧玉和岫岩老玉的产地特征[J]. 岩石矿物学杂志, 21(增刊): 41~49.
- 邹天人, 郭立鹤. 1996. 中国主要玉石类型及产地[J]. 矿床地质, 15(增刊): 79~92.