

# 中国软玉矿床类型及其矿物学特征

刘 飞, 余晓艳

(中国地质大学珠宝学院, 北京 100083)

**摘 要:** 文章将中国 11 个产地的软玉(透闪石玉)矿床分为岩浆热液型和变质热液型两大类。其中岩浆热液型又根据侵入体的性质分为中酸性岩型、基性岩型、超基性岩型;变质热液型根据母岩特点分为碳酸盐岩型和蛇纹岩型;并从围岩和侵入岩体特征、矿体产状及大地构造背景等方面,对比分析了软玉矿床的相似性和差异性;总结了各产地软玉的品种、矿物成分、结构构造等矿物学特征;简单分析了软玉的找矿远景。

**关键词:** 软玉; 矿床成因类型; 矿物学特征; 找矿远景; 中国

**中图分类号:** TD 878.3; P57 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5663(2009)04-0375-06

近年来人们对软玉的矿物成分、硬度、颜色、结构构造等方面进行了深入研究,但在软玉矿床学、成玉机理等方面研究不足。笔者通过大量的资料收集,分析总结了不同产地(新疆和田、玛纳斯、江苏溧阳、辽宁岫岩、河南栾川、台湾花莲、青海三岔口、格尔木、四川石棉、汶川、福建南平)的软玉矿床学、矿物学特征,试图为鉴定软玉、寻找新的软玉资源提供依据。

## 1 软玉矿床的成因类型

前人对软玉原生矿床有不同的划分类型,Leeming S F (1984) 将其分为两类:变质成因的变质岩型和交代成因的蛇纹岩型。G E Harlow (2004) 认为软玉矿床有两种成因:一是蛇纹岩与镁铁质、长英质火成岩或变质硬砂岩沿断裂接触成因;另一种为来自长英质岩体的富硅流体接触交代白云岩形成。蒋壬华 (1998) 分为两大类,即蛇纹岩型(与超基性-基性的蛇纹岩有关)和镁质矽卡岩型。邓燕华 (1991) 按软玉地质产状将软玉矿床分为三类:花岗岩、花岗闪长岩与大理岩接触交代型;超基性岩交代岩型;变质岩型。

中国软玉矿床的形成均与热液作用有关,本文根据成矿热液的主要来源,把软玉矿床分为岩浆热液型和变质热液型两大类。其中岩浆热液型软玉矿床的侵入岩涵盖了酸性-中酸性到基性-超基性岩各种岩石类型,所以根据侵入岩体的  $SiO_2$  含量,将岩浆热液

型细分为中酸性岩型,即中酸性岩体与碳酸盐岩交代成因(即矽卡岩型),如新疆和田玉<sup>[6,8~9]</sup>,溧阳软玉<sup>[11~12]</sup>,青海格尔木玉<sup>[13]</sup>。基性岩型,即辉长岩体与镁质碳酸盐岩交代成因,如青海三岔口软玉<sup>[16]</sup>。超基性岩型,主要包括超基性岩体与镁质碳酸盐岩交代成因,如四川软玉猫眼<sup>[19~20]</sup>;超基性岩体与变砂岩、凝灰岩、安山或玄武火山碎屑岩等中基性岩体交代成因,如新疆玛纳斯碧玉<sup>[21]</sup>为蛇纹岩与中基性火山岩及火山碎屑岩接触交代成因;此外还包括超基性岩体与辉长岩或玄武岩等基性岩体交代成因,如青海盲崖柴达木软玉<sup>[7]</sup>为海西期超基性岩与辉长岩脉接触交代成因,出露地层为上奥陶统的碳酸盐岩、中基性火山岩、变砂岩和火山碎屑岩。但根据<sup>[22]</sup>与成矿有关的围岩为下奥陶统的火山岩、千枚岩、片岩( $O_1^c$ )和碳酸盐岩( $O_1^b$ ),超基性岩体为加里东期的橄榄岩、辉橄岩和少量纯橄岩。

根据软玉矿体主要围岩(或母岩)类型差异,将变质热液型细分为碳酸盐型和蛇纹岩型。前者如岫岩软玉<sup>[23]</sup>为区域变质和混合岩化变质热液与碳酸盐岩交代形成,栾川软玉<sup>[25]</sup>为区域变质热液及少量基性岩浆热液共同交代碳酸盐岩形成,四川龙溪玉<sup>[27]</sup>为动力变质作用产生热液交代碳酸盐岩形成,福建南平软玉<sup>[28]</sup>为区域变质成因;后者如台湾花莲玉<sup>[30]</sup>,为变质热液与蛇纹岩交代成因。

## 2 软玉的矿床学特征

软玉的矿床学特征主要包括岩浆热液型和变质热液型软玉矿床的围岩和侵入体特征及其形成时代,矿体产状和大地构造环境的相似性和差异性的对比(见表1)。

## 2.1 岩浆热液型软玉矿床学特征

岩浆热液型软玉矿床学特征的相似性主要表现在软玉矿体均受到多期断裂褶皱构造控制;矿体赋存位置大都位于碳酸盐岩与侵入体的接触部位或碳酸盐岩的一侧;热液主要来自岩浆岩体;矿体围岩除新疆玛纳斯碧玉较为复杂外,其他软玉矿体围岩均以镁质碳酸盐岩为主。

差异性主要表现在侵入岩体的形成时代及其岩石类型不同,大地构造背景差异显著,软玉矿体围岩的地层年代及其经历的蚀变程度不同。如阿拉玛斯玉矿中酸性岩型和和田软玉,该玉矿产于柯岗逆掩断裂带附近,侵入体为海西期的花岗闪长岩、正长细晶岩等,围岩为中晚元古代爱尔基干群-帕尔岗塔格群碳酸盐岩,蚀变作用从中酸性岩体到大理岩依次为:花岗闪长岩-绿帘斜黦帘石化花岗闪长岩-含透闪钙质白云石大理岩-蛇纹石化透辉斜黦透闪石岩-蛇纹石化含镁橄白云石大理岩-和田玉-白云石大理岩<sup>[6]</sup>;超基性岩型软玉矿床,如玛纳斯碧玉,大地构造位置属于依连哈比尔尕-西拉木伦河断裂带,侵入体主要为石炭纪的斜辉辉橄岩,围岩为中泥盆统、下-中石炭统变砂岩、中基性火山熔岩、凝灰岩和火山碎屑岩,蚀变分带从蛇纹岩到基性火山碎屑岩依次为:蛇纹石化和绿泥石化-透闪石化-软玉矿-透辉石化-基性火山岩<sup>[21]</sup>。超基性岩型软玉矿床中围岩与侵入岩关系也存在差异,如四川软玉猫眼的围岩峨边群坛罐窑深灰色结晶灰岩或大理岩以捕虏体的形式被超基性岩体包裹,而玛纳斯碧玉的超基性岩体则侵入到围岩中。基性岩型软玉矿床在国内仅有青海三岔口软玉矿床,矿区距格尔木市南73.4km,是纳赤台玉石矿区中较大的矿点<sup>[15~16]</sup>。围岩系上元古界万保沟群白云岩-灰质白云岩,侵入岩体为海西期基性辉长岩。而玉矿侵入体为闪长玢岩。

## 2.2 变质热液型软玉矿床学特征

变质热液型软玉矿床以碳酸盐岩型为主,仅台湾花莲玉为蛇纹岩型软玉矿床。碳酸盐岩型软玉矿床学特征的相似性主要表现在软玉矿体形态大都呈不规则状,透镜状产出;矿体均受各级断裂褶皱构造控制;母岩均为以镁质碳酸盐岩为主,成矿热液主要来自发生变质作用的围岩。但矿体围岩的地层年代、变质作用类型、矿体的形成时代、断裂构造分布位置等存在

显著差异。例如,辽宁岫岩软玉母岩为元古宙辽河群大石桥组三段的透闪石白云质大理岩,吕梁运动(180Ma±)使该区白云岩重结晶形成大理岩,围岩(硅质和粘土质岩体)发生大规模的区域变质作用和混合岩化作用产生大量富硅热液,大约170Ma±(裂谷活动结束),热液交代镁质大理岩形成软玉。而四川龙溪玉赋存于志留系茂县群第三组第二段结晶灰岩夹变质基性火山岩的顶部,形成于海西期动力变质作用的产物绿泥-黑云片岩与石榴片岩中。

需注意的是,栾川软玉和四川龙溪玉矿区侵入体较少,前者矿区未见超基性岩及酸性岩体(矿区5km以外见花岗岩体),仅见晋宁期辉长岩发育,主要分布在水镁石大理岩的底部,呈岩脉或岩墙产出,接触界限较平直<sup>[24]</sup>;后者区内无岩浆岩侵入,但其S、E、W面分别临近晋宁-澄江第四期雪隆包斜长花岗岩、牟托黑云花岗岩和印支晚期老君沟-大阴山似斑状角闪二长花岗岩体<sup>[26]</sup>。这两种软玉矿区外围的中酸性岩体可能对含硅热液的形成具有重要作用。

蛇纹岩型的花莲玉产于蛇纹岩与石墨质绢云母石英片岩的接触带中,在蛇纹岩与片岩间,还常形成透辉石-黦帘石-钙铝榴石-符山石-石英-方解石蚀变带,即异剥钙榴岩(rodingite)带。与这一蚀变带相伴的还有滑石和透闪石石棉。

# 3 中国不同产地软玉矿物学特征

## 3.1 中国各产地软玉种类

岩浆热液型软玉矿床中,中酸性岩型(和田玉、格尔木软玉、溧阳软玉)主要为青玉、青白玉和白玉,和田地区还产有墨玉和糖玉,但没有玛纳斯的碧玉;基性-超基性岩型的软玉(青海三岔口、四川软玉猫眼、新疆玛纳斯)以绿色为主,有少量褐、黄、灰白、黑色等。

变质热液型软玉矿床中,碳酸盐型的软玉种类略有差异。岫岩软玉分为白玉、黄白玉、碧玉、墨玉、糖玉五个品种,但没有和田玉和梅岭玉中的青玉。河南栾川软玉和福建南平软玉以青白玉为主,含少量白玉。四川龙溪玉以黄绿色为主,呈现出浅绿-深绿-青灰-灰黑的对称色环,外环色绿质好,内环色青灰质劣<sup>[27]</sup>。蛇纹岩型的花莲玉一般分为普通玉、猫眼玉和腊光玉三种,颜色主要有墨绿、翠绿、黄绿和淡黄绿等,而猫眼玉的颜色种类较多,以密黄色为主,其中白色、浅黄色、鲜绿色为透闪石软玉,淡绿色、浅蓝色、黄绿色为阳起石软玉<sup>[32]</sup>(见表2)。

表1 中国各地软玉矿床学特征的相似性和差异性

Table 1 Similarity and difference of nephrite deposit character from different areas in China

大类	亚类	产地	相似性	差异性
岩 浆 热 液 型	中酸性 岩型	新疆	除玛纳斯碧玉的围岩较复杂外,其它均以镁质碳酸盐岩为主;	围岩为中晚元古界爱尔基干群-帕尔岗塔格群碳酸盐岩;侵入体为海西期的花岗闪长岩、闪长岩、正长细晶岩、石英闪长岩等中酸性岩体;矿床分布于柯岗逆掩断裂带附近,与昆仑地槽褶皱带主要构造线方向一致。
		和田 <sup>[5-6]</sup>		
		江苏溧阳 <sup>[5]</sup>		围岩为二叠系栖霞组镁质碳酸盐岩;侵入体为燕山期庙西花岗岩;矿床分布于镇江-广州断裂带附近,以NNE、NE、NW向断裂为主。
	基性 岩型	青海格尔木 <sup>[13]</sup>	矿体均受多期断裂褶皱构造控制;矿体赋存于侵入体与碳酸盐岩接触部位或外侧;热液以岩浆热液为主。	围岩为上元古界万宝沟群碳酸盐岩;侵入体为印支期花岗闪长岩、闪长岩等;矿床分布于祁曼塔格逆掩断裂带上,矿区地处昆中断裂南侧,前震旦纪隆起带边部。
		青海三岔口 <sup>[14-15]</sup>		围岩系上元古界万宝沟群白云岩、灰质白云岩;侵入岩体为海西期基性辉长岩;矿区位于秦岭-昆仑地槽褶皱区,布尔汗布达优地槽褶皱带,昆中昆南深大断裂的挤压带间,并受后期构造运动的改造和破坏;呈渐变接触产于火成岩体与碳酸盐岩之间的接触热液交代型和呈突变接触产于断裂带附近碳酸盐岩层中的热液充填型两种产状类型。
变 质 热 液 型	超基性 岩型	四川石棉 <sup>[17-18]</sup>		岩体主要为中元古代峨边群蛇纹石化辉橄岩和橄辉岩;峨边群坛罐窑深灰色结晶灰岩或大理岩以捕虏体的形式被超基性岩体包裹;矿床位于龙门山逆冲断裂带上,以NW向南坪河扭性断裂为主,次级断裂构造发育;交代过程中受均一定向的剪切应力作用,使透闪石纤维定向排列,可能形成软玉猫眼。
		新疆玛纳斯 <sup>[5,21]</sup>		围岩为中泥盆统、下-中石炭统砂岩、中基性火山熔岩、凝灰岩或火山碎屑岩;侵入体是石炭纪的蛇绿岩建造的组成部分,主要为斜辉辉橄岩,边部有斜辉橄辉岩;大地构造位于天山博罗霍洛-依连哈比尔山复向斜北翼,沿NW向延伸的三个压扭性断裂带分布,属依连哈比尔山-西拉木伦河断裂带。
		辽宁岫岩 <sup>[5,22]</sup>	母岩均为碳酸盐岩;热液主要来自自发变质作用	母岩为元古宙辽河群大石桥组三段的透闪石白云质大理岩,矿体赋存于大理岩破碎带中;大地构造位于鸭绿江断裂带附近,北瓦沟-王家堡子-周家堡子复向斜西端,石人岭-恒山里倒转背斜的北翼;吕梁运动(1800Ma左右)使该区白云岩重结晶形成大理岩,围岩(硅质和粘土质岩)发生大规模的区域变质作用和混合岩化作用产生大量富硅热液,大约1700Ma左右裂谷运动结束,热液交代镁质大理岩形成软玉。
	蛇纹岩 型	河南栾川 <sup>[5,24]</sup>	的围岩;矿体形态均受断裂褶皱构造控制;大都呈不规则状和透镜状产出。	围岩为下元古界桃湾群镁质碳酸盐岩;软玉矿体主要产于蛇纹石玉内,与蛇纹石玉呈脉状或层状相间分布,少量产于蚀变辉长岩脉附近或小型挤压带内;矿区位于华北板块南缘,东秦岭中央造山带的北部,褶皱主要为三川-庙子复向斜,断裂为NW-SE向栾川-确山深大断裂;属区域变质热液交代成因。
		四川龙溪		赋存于志留系茂县群第三组第二段( $Sm_{x^{3-2}}$ )结晶灰岩夹变质基性火山岩的顶部,产于海西期绿泥-黑云片岩与石榴片岩中;大地构造位于松潘印支地槽褶皱系下庄-三尖山倒转复背斜北西翼的南西段,龙门山逆冲断裂带附近;属动力变质作用的产物。
	蛇纹岩 型	福建南平		赋存于前震旦纪建群龙北溪组的大理岩和透辉石大理岩中,矿体呈脉状或团块状产出;矿床分布于丽水-海丰断裂带上,产于区域变质岩的蚀变-退变质作用过程中。
		台湾花莲	产在蛇纹岩和石墨质绢云母石英片岩的接触带中,呈层状、似层状位于蛇纹岩上、下盘,部分呈透镜状赋存在蛇纹岩中。大地构造位于欧亚板块和吕宋弧对接带的纵谷断裂带上,矿体受NE-SW及NW-SE断裂构造所控制,属变质热液交代成因。	

### 3.2 不同产地软玉矿物成分特征

中国各地软玉的矿物成分特征(表3)。

从表3可以看出,中酸性岩型矿床的软玉,主要矿物透闪石含量很高,在98%以上,次要矿物普遍含有磁铁矿,还含有少量楣石、磷灰石、斜黝帘石、透辉石、硅灰石、绿帘石、石墨、阳起石和粘土矿物等,不含碳酸盐矿物(白云石、方解石)。

与基性-超基性岩有关的软玉(指基性-超基性岩型和蛇纹岩型矿床的软玉),主要矿物透闪石含量

为90%~95%之间,次要矿物普遍含有铬尖晶石、蛇纹石、透辉石、绿泥石,还含有少量阳起石、钙铝榴石、钙铬榴石、方解石、白云石、黄铜矿、铬铁矿和磁铁矿等。

与变质热液有关的碳酸盐岩型的软玉,主要矿物透闪石含量为95%~98%,次要矿物普遍含有碳酸盐岩矿物、蛇纹石、绿泥石、磁铁矿、滑石和磷灰石,此外还可见绿帘石、黄铁矿、褐铁矿、石墨、石榴石和楣石等。

表2 中国不同产地的软玉种类

Table 2 Nephrite varieties of different producing areas in China

大类	亚类	产地	品种或颜色
岩浆热液型	中酸性岩型	新疆和田 <sup>[6, 9~10]</sup>	以青玉、青白玉为主, 含少量白玉、墨玉、糖玉
		江苏溧阳 <sup>[11~12]</sup>	白玉、青白玉、青玉
		青海格尔木 <sup>[10, 12]</sup>	以白玉为主, 少量青玉、青白玉
	基性岩型	青海三岔口 <sup>[14]</sup>	烟青色、淡绿色和灰白色常见, 少量浅黄、紫色及黑色
		四川石棉 <sup>[19]</sup>	褐、暗绿、灰绿、浅绿、灰白色五个系列
	超基性岩型	新疆玛纳斯 <sup>[21]</sup>	碧绿色- 灰绿色
变质热液型	碳酸盐型	辽宁岫岩 <sup>[23]</sup>	白玉、黄白玉、碧玉、墨玉、糖玉
		河南栾川 <sup>[24~25]</sup>	灰白、青白、褐色, 少量为白色
		四川龙溪 <sup>[27]</sup>	以黄绿色为主, 少量浅绿- 深绿- 青灰- 灰黑色
	蛇纹岩型	福建南平 <sup>[28]</sup>	大部分为青白玉, 少量为白玉
		台湾花莲 <sup>[29~30]</sup>	墨绿、翠绿、黄绿和淡黄绿色等, 软玉猫眼多呈蜜黄色

表3 中国不同产地软玉矿物成分特征

Table 3 Mineral compositions character of nephrites from different producing areas in China

大类	亚类	产地	主要矿物	次要矿物
岩浆热液型	中酸性岩型	新疆和田 <sup>[6, 8]</sup>	透闪石 (> 98%)	榍石、磷灰石、斜黝帘石、磁铁矿石墨、镁铁尖晶石等
		江苏溧阳 <sup>[11~12]</sup>	白玉以透闪石为主, 青玉以钠透闪石为主	透辉石、硅灰石、绿帘石、磁铁矿和粘土矿物等
		青海格尔木 <sup>[13]</sup>	透闪石 (> 98%)	含少量的阳起石及微量磁铁矿等
	基性岩型	青海三岔口 <sup>[16]</sup>	透闪石 (90% ~ 95%)	透辉石、方解石、白云石等
		四川石棉 <sup>[20]</sup>	透闪石 (> 90%)	榍石、磁铁矿及少量蛇纹石等
	超基性岩型	新疆玛纳斯 <sup>[21]</sup>	透闪石 (75% ~ 90%)	透辉石、叶绿泥石、斜经常泥石、阳起石、蛇纹石、钙铝榴石、铬尖晶石等
变质热液型	碳酸盐型	辽宁岫岩 <sup>[23]</sup>	透闪石 (> 95%)	方解石、白云石、磷灰石、绿泥石、蛇纹石、滑石、黄铁矿、磁铁矿、褐铁矿、石墨、绿帘石等
		河南栾川 <sup>[24]</sup>	透闪石 (> 95%)	方解石、白云石、蛇纹石、镁铁尖晶石等
		四川龙溪 <sup>[27]</sup>	透闪石	少量白云石、滑石极微量伊利石、绿泥石、木屑石等
	蛇纹岩型	福建南平 <sup>[28]</sup>	透闪石 (> 99%)	透辉石、磷灰石等
		台湾花莲 <sup>[29~31]</sup>	透闪石、阳起石 (10%)	铬铁矿、磁铁矿、绿泥石、铬尖晶石、钙铬榴石、黄铜矿、钙铝榴石等

### 3.3 软玉颜色成因分析及结构构造特征

岩浆热液型软玉矿床中, 中酸性岩型软玉的青色浓度与FeO含量成正比, 基性-超基性岩型软玉的绿色与Cr、Ni、Co等微量元素致色有关。四川软玉猫眼的暗绿、灰绿、浅绿、灰白样品中, SiO<sub>2</sub>、MgO、Ni (只针对前三种样品) 逐渐升高, FeO、CaO、MnO、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>O (大于K<sub>2</sub>O的含量) 逐渐降低<sup>[18]</sup>。变质热液型的四川龙溪玉特征的黄绿色, 是由透闪石中O<sup>2-</sup>

Fe<sup>3+</sup>和Fe<sup>2+</sup> Fe<sup>3+</sup>两种电荷转移造成的, 同时Fe<sup>2+</sup>

(可能还有Mn<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup>)的自旋禁戒跃迁也有一定影响<sup>[27]</sup>。花莲软玉中, 白、浅黄、绿、灰绿到黄绿色是Fe<sup>2+</sup>含量不断增加的结果<sup>[31]</sup>。

中国各地的软玉以毛毡状纤维交织变晶结构、放射状变晶结构、纤维束状变晶结构为主, 只有和田玉和三岔口软玉中有少量显微片状变晶结构和交代残余结构; 绝大部分为块状构造, 和田玉和岫岩玉偶见片状构造(表4)。

表4 中国不同产地软玉的结构构造特征

Table 4 Texture and structure character of nephrites from different producing areas in China

大类	亚类	产地	结构	构造
岩浆热液型	中酸性岩型	新疆和田 <sup>[8~9]</sup>	毛毡状显微交织、显微纤维-隐晶质、显微纤维、显微片状隐晶质、显微片状变晶结构和放射状或帚状结构等, 偶见交代残余结构	块状构造, 偶见片状构造
		江苏溧阳 <sup>[12]</sup>	纤维交织变晶结构	块状构造
		青海格尔木 <sup>[13]</sup>	交织毡状结构, 少量为簇状交织结构	块状构造
	基性岩型	青海三岔口 <sup>[16]</sup>	毛毡状交织结构、显微纤维结构、显微片状结构	块状构造
	超基性岩型	四川石棉 <sup>[20]</sup>	显微纤维变晶结构(最常见)、显微斑状变晶结构、交代港湾状结构(偶见)	块状构造
		新疆玛纳斯 <sup>[21]</sup>	毛毡状显微交织结构	块状构造
变质热液型	碳酸盐型	辽宁岫岩 <sup>[23]</sup>	镶嵌变晶结构(毛毡状、放射状、纤维束状、帚状结构和似螃蟹状结构)、交代结构(交代筛状、环边、港湾结构等)、次生充填结构	块状构造, 偶见片状构造
		河南栾川 <sup>[25]</sup>	主要为放射状变晶结构、纤维束状变晶结构, 此外还有似斑状变晶结构、旋转结构、交代残余结构、毛毡状纤维交织结构等	块状构造
		四川龙溪 <sup>[26~27]</sup>	毛毡状纤维交织结构、相对较粗的亚平行针柱状结构、放射状变晶结构	.....
	蛇纹岩型	福建南平 <sup>[28]</sup>	纤维状结构、毛毡状交织结构	块状构造
		台湾花莲 <sup>[29]</sup>	以交织或毛毡状变晶结构为主	块状构造

注: "... "为未见有报道。

## 4 找矿远景

我国软玉矿床几乎都产于构造活动强烈区, 深大断裂或与之有关的次级断裂及褶皱构造既是成矿热液的迁移通道, 又是容矿的有利场所。就软玉矿体赋存部位而言, 中酸性岩型软玉矿体赋存于碳酸盐岩与中酸性岩体接触部位或偏于碳酸盐体一侧; 基性-超基性岩型的软玉矿体则分布于蛇纹岩(基性-超基性岩体蛇纹石化)与碳酸盐体接触部位或蛇纹岩内部。所以首先从碳酸盐岩地层分布区入手, 如果该区域内经历过强烈的大地构造运动, 发育深大断裂或次级断裂及褶皱构造, 则可能形成变质热液型软玉矿床; 如果同时分布大规模的中酸性-基性或超基性岩体, 则可能形成岩浆热液型软玉矿床。

## 5 结论

(1) 根据成矿热液的主要来源把中国的软玉矿床分为岩浆热液型和变质热液型, 前者根据侵入体的特征细分为中酸性岩型, 基性岩型, 超基性岩型; 后者根据围岩(或母岩)的特征细分为碳酸盐型和蛇纹岩型。

(2) 软玉矿床均受各级断裂褶皱构造控制, 岩浆

热液型软玉矿床的围岩(除玛纳斯碧玉外)均以镁质碳酸盐岩为主; 变质热液型软玉矿床的围岩除花莲玉为蛇纹岩外, 均为碳酸盐岩。但不同产地软玉矿床围岩(或母岩)的地层年代, 侵入体形成年代, 岩石类型, 大地构造背景都存在显著差异。

(3) 软玉种类或颜色中酸性岩型的软玉主要为青玉、青白玉和白玉, 含有少量墨玉和糖玉, 其中青色浓度与FeO含量呈正比; 碳酸盐岩型软玉主要呈白色、青白色、黄白色和黄绿色, 其中黄绿色主要由 $O^{2-}$ 、 $Fe^{3+}$ 和 $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ 两种电荷转移造成的; 基性-超基性岩型和蛇纹岩型的软玉主要以绿色为基调, 呈深绿-浅绿-黄绿色等。

(4) 软玉的矿物成分主要为透闪石, 但透闪石含量及次要矿物随矿床类型不同存在差异。中酸性岩型软玉矿床, 透闪石含量达98%以上, 次要矿物普遍含磁铁矿, 不含碳酸盐矿物; 碳酸盐岩型矿床, 透闪石含量95%~98%, 次要矿物普遍含碳酸盐矿物(白云石、方解石)、蛇纹石、绿泥石、磁铁矿、滑石和磷灰石; 基性-超基性岩型和蛇纹岩型矿床, 透闪石含量90%~95%, 次要矿物普遍含铬尖晶石、蛇纹石、透辉石、绿泥石。

(5) 结构构造主要为毛毡状纤维交织变晶结构、放射状变晶结构、纤维束状变晶结构, 少量显微片状

变晶结构和交代残余结构; 绝大部分为块状构造, 和田玉和岫岩软玉偶见片状构造。

(6)在碳酸盐岩地层发育区, 如果区内经历过强烈的大地构造运动, 各级断裂褶皱构造普遍存在, 则可能形成变质热液型软玉矿床; 如果区内存在各级断裂、褶皱构造, 同时发育大规模的中酸性或基性-超基性岩体, 则可能形成岩浆热液型软玉矿床。

## 参考文献:

- [1] 廖宗廷, 周征宇 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, 2003, (6): 22-24
- [2] Leaming S F Jade in British Columbia and Yukon territory[J]. Geological Survey of Canada Special Volume, 1984, (29): 270-273
- [3] G E Harlow, S S Sorenesn Jade(nephrite and Jadeitite) and serpentinite: metasomatic connections[J]. International Geology Review. 2004, Vol (46): 1-16
- [4] G E Harlow, S S Sorenesn 玉: 产状及交代作用成因[J]. 岩石矿物学杂志(增刊). 2002, 9(增刊): 120-123
- [5] 中国地质调查局 中华人民共和国地质图说明书(1: 250 万)[M]. 中国地图出版社, 2004: 226-232
- [6] 蒋壬华 和田玉[J]. 上海地质, 1998, (2): 49-58
- [7] 邓燕华 宝(玉)石矿床[M]. 北京工业大学出版社, 1991: 104-112
- [8] 吴瑞华, 李雯雯, 白峰 新疆和田玉岩石学特征及其扫描电镜研究[J]. 岩石学报, 1999: 639-644
- [9] 崔文元, 杨富绪 和田玉(透闪石玉)的研究[J]. 岩石矿物学杂志, 2002 9(增刊): 26-33
- [10] 柴凤梅, 帕拉提·阿布都卡迪尔 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, 2000, (3): 77-80
- [11] 钟华邦, 张洪石 江苏梅岭玉的基本特征[J]. 岩石矿物学杂志, 2002, 9(增刊): 105-109
- [12] 何明跃, 朱友楠, 李宏博 江苏省溧阳梅岭玉(软玉)的宝石学研究[J]. 岩石矿物学杂志, 2002, 9(增刊): 99-194
- [13] 董必谦 青海省格尔木玉地质简况及玉石特征[J]. 建材地质, 1996, (5): 23-24

- [14] 周征宇, 廖宗廷, 马婷婷, 等 青海三岔口软玉成矿类型及成矿机制探讨[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2005, (9): 1191-2000
- [15] 青海省柴达木综合地质勘察队 青海省格尔木市纳赤台地区玉石普查报告[R]. 1999
- [16] 周征宇, 廖宗廷, 陈盈, 等 青海软玉的岩石矿物学特征[J]. 岩矿测试 2008, (2): 17-20
- [17] 卢保奇, 元利剑, 夏义本 四川软玉猫眼赋存的围岩显微结构研究[J]. 上海地质, 2005, (2): 58-62
- [18] 钱向丽, 周开灿 四川某地软玉猫眼成矿特征[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2004, (4): 51-52
- [19] 钱向丽, 周开灿, 元利剑, 等 四川软玉猫眼颜色品种划分及呈色机理初步研究[J]. 中国矿业, 2005, (1): 73-75
- [20] 卢保奇, 元利剑, 夏义本, 等 四川软玉猫眼的显微结构及扫描电镜研究[J]. 上海地质, 2007, (2): 64-67
- [21] 唐延龄, 刘德权, 周汝洪 新疆玛纳斯碧玉的成矿地质特征[J]. 岩石矿物学杂志, 2002 9(增刊): 22-25
- [22] 青海省第六地质大队 青海省海西州盲崖石棉矿床地质特征及成矿控制条件研究报告[R]. 1985 12
- [23] 王时麒, 赵朝洪, 于洸, 等 中国岫岩玉[M]. 科学出版社, 2007, (4): 34-44, 92-114
- [24] 南阳宝石协会 栾川县陶湾乡三合村窑沟玉矿普查报告[R]. 南阳地质矿产技术开发公司, 2004, 12
- [25] 凌潇潇, 吴瑞华, 白峰, 等 河南栾川透闪石玉的化学组成特征研究[J]. 岩石矿物学杂志, 2008, (3): 157-163
- [26] 四川省地质局西北地质大队 四川省汶川县龙溪丝光软玉矿点初步普查地质简报[R]. 1982
- [27] 王春云 龙溪软玉的矿物学研究[J]. 地质地球化学, 1989, (3): 27, 22
- [28] 汤德平, 林国新, 江爱耕, 等 福建首次发现软玉[J]. 高校地质学报, 1997, (12): 396-399
- [29] 林嵩山 台湾软玉(闪玉)的种属及特征[J]. 宝石和宝石学杂志, 1999, (9): 18-20
- [30] 才文博 台湾的宝玉石资源[J]. 珠宝科技, 1997, (01): 37-37
- [31] 王实 中国宝玉石资源大全[M]. 科学技术文献出版社, 1999: 335-336
- [32] 王福泉 中国台湾软玉之种属[J]. 中国宝玉石, 1997, (1): 32-33

## Classification and mineralogical characteristics of nephrite deposits in China

L U Fei, YU Xiao-yan

(School of Gemology, China University of Geosciences, Beijing 100083)

**Abstract:** In this study, nephrite (tremolite jade) deposits from eleven different producing areas in China are classified into magmatic hydrothermal and metamorphic hydrothermal deposit types. According to their main ore-forming hydrothermal sources, the magmatic hydrothermal type is further divided into intermediate-acidic, basic and ultrabasic rock types based on their intrusion properties. The metamorphic hydrothermal type deposits are classified into carbonatite and serpentinite types based on their parent rocks. Similarity and difference of nephrite deposits including characteristics of intrusion and parent rocks, ore occurrence and geotectonic setting is analyzed by comparative study. The paper has summarized nephrites varieties and their mineralogical features including mineral constitution and texture, and briefly analyzed the ore exploration potential.

**Key Words:** nephrite, genetic types of ore deposit, mineralogical features, exploration prospect, China