

辽南盖县组地层中金矿床地质特征及找矿方向

冯啸宇

(辽宁省第五地质大队, 辽宁 营口 115100)

摘要: 辽宁南部古元古界辽河群盖县组(Pt₁lhgx)地层中赋存的猫岭金矿、四道沟金矿、王家崴子金矿等典型金矿床,在矿床的地质特征、金矿石和金矿物特征等方面都有许多相似性,而且在稀土元素分布、硫同位素、铅同位素特征等方面和成矿热液特征都与盖县组地层有紧密的联系和亲缘性。在盖县组地层中多期次断裂构造交汇处与侵入岩的接触带3~10 km范围内是金矿成矿的有利部位。

关键词: 盖县组; 金矿床; 找矿方向; 辽宁南部

GEOLOGIC CHARACTERISTICS AND PROSPECTING DIRECTION OF GOLD DEPOSITS IN GAIXIAN FORMATION IN SOUTHERN LIAONING PROVINCE

FENG Xiao-yu

(No. 5 Geologic Party of Liaoning, Yingkou 115100, Liaoning Province, China)

Abstract: The typical gold deposits of Maoling, Sidaogou and Wangjiawaizi, occurring in the Paleoproterozoic Liaohe group Gaixian formation (Pt₁lhgx) in Southern Liaoning Province, resemble each other in the geology of deposit and the characteristics of gold ore and minerals. They are closely related and affinitive to strata of Gaixian formation in the distribution of REE, sulfur isotope, lead isotope and characters of ore-forming hydrothermal fluid. The intersection of multi-staged faults in Gaixian formation and the 3–10 km wide contact zone between the strata and intrusive rocks are favorable areas for gold mineralization.

Key words: Gaixian formation; gold deposit; direction of prospecting; Southern Liaoning Province

辽宁南部古元古界辽河群盖县组(Pt₁lhgx)为一套滨海相—浅海相陆源黏土夹碎屑岩建造,经低角闪岩相区域变质作用,形成一套变质岩系。主要岩性为二云片岩夹二云变粒岩、黑云变粒岩,十字二云片岩、夕线十字二云片岩夹石英岩,千枚岩夹变质粉砂岩、石英岩。出露总厚度近5000 m^[1]。分布在地层中所有微量元素的丰度系数都大于1,其中Sb、Cr、As略高^[2],Au的丰度系数为1.5,为区域上金矿的形成提供了物质来源。经过多年的地质工作,先后在盖县组地层中发现多个大中型金矿床^[3-5]和数十个小型矿床或矿点,其中以四道沟金矿、猫岭金矿、王家崴子金矿最具代表性。前人对这3个矿床的地质特征、矿床成因、控矿机

制等分别进行了大量的研究工作,积累了宝贵的资料。本文通过对不同成因的3个典型矿床进行综合对比研究,探讨金矿的形成与盖县组地层的关系和进一步找矿的方向。

1 典型矿床地质特征

(1) 四道沟金矿: 矿床位于中朝准地台胶辽台隆营口—宽甸台拱凤城凸起坦丹复背斜东端与鸭绿江断裂带的交汇处,赋矿层位为古元古代辽河群盖县组二岩段的变质砂岩。矿体主要受北东向压性构造间的次一级断裂构造和牵引褶皱控制,分为5个矿脉带,以8、77、78号脉带为主,矿体分布在北东向断裂F2与F3

收稿日期: 2010-11-26; 修回日期: 2011-01-05。编辑: 张哲。

作者简介: 冯啸宇(1969—),男,工程师,从事地质矿产勘查工作,通信地址 辽宁省大石桥市哈大中路14号, E-mail/fxy1871@163.com

之间的层间断裂和小褶曲中.矿体呈斜列分布,形态复杂,多呈脉状、扁豆状、囊状及不规则状.矿区内煌斑岩、闪长岩类脉岩发育,矿床西侧4.5 km为三股流花岗杂岩体.矿床成因为岩浆热液型金矿床.

(2) 猫岭金矿:矿床位于中朝准地台胶辽台隆营口-宽甸台拱凤城凸起的西部太平庄背斜南翼及营口-青堆子断裂带与芙蓉-韩家岭断裂带交汇处.矿体赋存在古元古代辽河群盖县岩组二岩段的绢云千枚岩中.控矿构造主要为辽河期褶皱和韧性剪切带,早期褶皱为一系列小褶皱群,晚期褶皱多沿岩层倾向出现,规模大小不一,广泛发育,褶皱面为一系列褶皱理.矿体由揉曲状硫化物石英细脉、硫化物细脉,绢云母化、硅化的千枚岩、片岩构成的蚀变岩及少量平直状石英细脉组成.矿体与围岩界限不明显,靠品位圈定.南侧出露有猫岭花岗岩体,西侧出露卧龙泉花岗岩体,矿区内脉岩不发育.矿床成因为变质热液成矿为主,岩浆热液叠加改造为辅.

(3) 王家崴子金矿:矿床位于中朝准地台胶辽台隆营口-宽甸台拱凤城凸起的西部虎皮峪复背斜南翼的矿洞沟倒转背斜北翼中段.矿体赋存在古元古代辽河群盖县岩组一岩段的二云片岩中.矿区主要的控矿构造为北西向的单斜构造和北西向的韧性剪切断裂带,含金石英脉赋存于该组断裂带中.王家崴子金矿有3组金矿带,I、II号矿带平行,大致呈北西向展布,每个矿带都由多条矿脉组成,矿脉多呈脉状、薄脉状、扁豆状分布.矿区的东、南、西南方向分别发育有卧龙泉岩体、四张滚子岩体和碱性杂岩体,距离矿区2.0~2.5 km.矿床成因为岩浆热液交代充填型金矿.

2 矿石特征

(1) 四道沟金矿:矿石类型分为①致密块状黄铁矿型;②稠密细脉浸染状黄铁矿型;③稀疏细脉浸染状黄铁矿型.在空间上具有分带性,自矿化中心向外为类型①→②→③^[6].矿石主要矿物成分为黄铁矿、石英,其次为磁黄铁矿、自然金、方解石和绿泥石,方铅矿、白钨矿、毒砂极少见.矿石主要为块状构造、浸染状构造、细脉状构造和角砾状构造,他形粒状结构、交代溶蚀结构和压碎结构.

(2) 猫岭金矿:含矿岩石依岩性、成分可分为泥质岩型和硅质岩型.泥质岩型矿石占整个矿床矿石的85%以上,其矿物组合为绢云母-毒砂-磁黄铁矿-黄铁矿-白铁矿-方铅矿-闪锌矿-黄铜矿,含少量石英、黑云母、绿泥石等.而硅质岩型矿石中石英含量大于

80%,其余矿物与泥质岩型类似.矿石以条带状、肠状、脉状、皱纹状构造为主,浸染状、细脉状、块状构造次之.一般肠状、皱纹状构造的矿石Au品位较高.矿石结构主要为压碎结构、糜棱结构、自形一半自形晶粒状结构,其次为他形晶粒状结构、交代熔蚀结构、充填交代结构、交代残余结构、包含结构等.

(3) 王家崴子金矿:主要矿石类型为含金石英脉型(其中以含金多金属硫化物石英脉型为主),其次为含金角砾岩型,再次为含金蚀变岩型.金矿石中金属矿物以黄铁矿为主,其次为方铅矿、闪锌矿;含量较少的有毒砂、磁黄铁矿、褐铁矿、磁铁矿、辉铜矿、黝铜矿、银金矿和金银矿等.非金属矿物主要为石英、绢云母、白云母、斜长石、绿泥石、方解石等,局部见少量的黑云母和电气石.矿石的结构主要有:不等粒粒状结构、交代溶蚀结构、碎裂结构、乳滴状结构、包含结构和填隙结构等.

3 金矿物特征

(1) 四道沟金矿:金矿物以自然金或接近自然金的银金矿矿物产出,主要载金矿物为石英和黄铁矿,以石英为主.主要呈晶隙金、包裹体金和裂隙金3种赋存状态^[7],以晶隙金为主,约占70%.晶隙金赋存于石英、黄铁矿晶体间隙中,也有赋存于石英与黄铁矿晶隙中的,以粒状为主.裂隙金多呈树枝状、不规则粒状分布在黄铁矿裂隙中.包裹体金主要赋存在石英晶体中.金矿物粒度细小,一般粒径为0.041~0.037 mm.金矿物的成色较高,而且成分均一,据7个样品经电子探针分析^[6],金成色为838~886,平均为856.金矿物中普遍含有Cu、Bi、Te等元素.

(2) 猫岭金矿:金矿物以自然金和银金矿形式出现,偶而见有金银矿^[8].金矿物的赋存状态有3种,即包裹体金、裂隙金和晶隙金.金矿物主要赋存在石英、毒砂、磁黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿和方铅矿中,以及金属硫化物的裂隙中.其中赋存在石英中的金矿物,以不规则粒状为主,粒径0.65~0.13 mm,此类金矿物数量较少;赋存在毒砂内的金矿物,呈不规则片状、粒状,粒径一般为0.008 mm左右,此种金矿物数量较多,为主要金矿物;赋存于磁黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿和方铅矿中的金矿物,呈不规则片状、粒状,粒径0.0017~0.001 mm,这种金矿物是在多金属硫化物形成过程中形成的.金矿物成色变化范围大,为351~942,但多数在700~900之间.电子探针分析表明,猫岭金矿的金矿物中普遍含有Fe、Ni、Pb、Zn、W等元素.

(3) 王家崴子金矿: 金矿物有银金矿和金银矿两种, 以银金矿为主。金矿物主要以包裹体金、裂隙金和间隙金赋存于黄铁矿、闪锌矿、毒砂、石英等矿物中, 主要赋存于黄铁矿中。据统计, 有 82.1% 的金矿物赋存于黄铁矿中或附近^[9]。可以看到金矿物与闪锌矿、方铅矿、黄铜矿共存于黄铁矿裂隙中。金矿物颗粒以中细粒为主, 粒径为 0.01~0.074 mm 的金颗粒占 77.7%。银金矿含 Au 为 57.49%~74.79%, 含 Ag 为 25.03%~41.40%, Au/Ag 比值都大于 1, 变化于 1.39~2.88, 其成色为 581~750; 而金银矿含 Au 为 29.67%~46.25%, 含 Ag 为 53.75%~70.33%, Au/Ag 比值小于 1, 为 0.42~0.86, 其成色为 297~463。

4 地球化学特征

4.1 稀土元素特征

将 3 个矿床的矿石稀土元素球粒陨石标准化分布模式^[2,6]曲线汇集于图 1。猫岭金矿 II、III 成矿阶段矿石稀土元素分布模式曲线皆为右倾的平滑曲线, 二者无大的差别, 与围岩的盖县组地层的稀土元素分布模式曲线相似, 表明它们在物质上的亲缘关系; 四道沟金矿矿石的稀土元素分布模式曲线更接近其附近的三股流岩体, 但与盖县组地层的稀土元素分布模式曲线差别不大; 王家崴子金矿矿石的稀土元素分布模式曲线

呈锯齿状分布, 存在明显的负钕异常, 呈跳跃式变化, 卧龙泉、猫岭岩体和盖县组地层的稀土元素分布模式均有区别。

4.2 硫同位素特征

猫岭金矿矿石的硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化于 6.56‰~10.02‰之间, 平均为 8.09‰, 极差为 3.46‰; 四道沟金矿矿石硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化于 9.23‰~12.60‰之间, 平均为 10.38‰, 极差为 3.37‰; 王家崴子金矿矿石的硫同位素组成变化于 7.7‰~11.56‰, 平均值为 9.98‰。3 个矿床矿物之间的硫同位素组成差别不大, 反映了硫来源的单一性。矿石硫同位素变化范围大致相同, 都正向偏离陨硫值较远, 表现出富 ^{34}S 的特点, 与盖县组地层的硫同位素组成 ($\delta^{34}\text{S}=7.6‰$)^[10] 近似。

4.3 铅同位素特征

猫岭金矿铅同位素数值变化范围^[11]为 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.8733\sim17.1029$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.2889\sim15.4144$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=35.3116\sim37.1379$; 模式年龄为 1624.71~1722.05 Ma。四道沟金矿铅同位素数值变化范围^[5], $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=17.899\sim18.3117$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.5065\sim15.675$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=37.9772\sim38.9114$; 模式年龄为 561~104 Ma。王家崴子金矿矿石铅同位素数值变化范围^[10], $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.393\sim18.767$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.598\sim15.819$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.23\sim38.927$; 模式年龄为 92.10~256.08 Ma。可见 3 个矿床中的铅同位素组成都较均一、稳定, 与辽河群盖县组千枚岩铅同位素组成 ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.0800$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.5599$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.3212$) 基本吻合, 说明铅元素来源与盖县组地层关系密切。

4.4 成矿溶液成分特征

3 个典型金矿床的石英中流体包裹体液相组成成分见表 1^[8,12-15]。可见组分中阳离子 Na^+ 含量均大于 K^+ 含量, Ca^{2+} 含量大于 Mg^{2+} 含量, 阴离子以 Cl^- 离子为主。现在多数学者认为, $\text{Na}^+/\text{K}^+<2$, $\text{Na}^+/(\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+})>4$ 时为典型的岩浆热液; $\text{Na}^+/\text{K}^+>10$, $\text{Na}^+/(\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+})<1.5$ 时为典型的热卤水成因热液; $2<\text{Na}^+/\text{K}^+<10$, $1.5<\text{Na}^+/(\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+})<4$ 时为改造型热液 (以大气降水为主)。猫岭金矿的 Na^+/K^+ 值为 3.03, $\text{Na}^+/(\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+})$ 值为 1.59, 是以大气降水为主的改造型热液; 而四道沟金矿成矿期的热液成分既有岩浆热液的特点又有热卤水成因热液的特点; 王家崴子金矿两期热液成分上均具有岩浆热液和改造型热液的特点, 为改造型热液与岩浆热液的混合物。

5 讨论

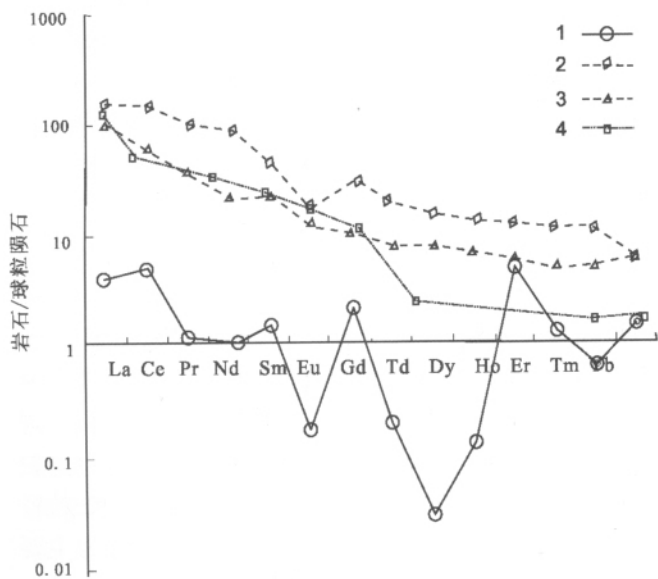


图 1 典型矿床矿石稀土元素分布模式图

Fig. 1 REE distribution patterns of typical ore deposits

1—王家崴子金矿矿石 (gold ore from Wangjiawaizi); 2—猫岭金矿 II 阶段矿石 (ore of the second mineralizing stage of Maoling gold deposit); 3—猫岭金矿 III 阶段矿石 (ore of the third mineralizing stage of Maoling gold deposit); 4—四道沟金矿矿石 (gold ore from Sidaogou)

表 1 典型矿床石英中流体包裹体液相组成

Table 1 Composition of fluid-phase inclusions in quartz from typical deposits

矿床	矿物	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	F ⁻	H ₂ O	Na ⁺ /K ⁺	Na ⁺ /(Ca ²⁺ +Mg ²⁺)	备注
猫岭	主成矿期	1.53	4.63	2.67	0.24	1.47	25.57	6.7	142.67	3.03	1.59	3 个样品平均
四道沟	成矿前	6.32	23.32	95.74	3.12	1.57	40.32	2.06	828.6	3.69	0.24	5 个样品平均
四道沟	成矿期	4.75	8.94	147.24	5.78	1.69	12.48	1.27	568	1.88	0.058	5 个样品平均
王家崴子	早期石英	7.20	20.00	3.40	0.34	14.41	53.93	6.12	494	2.78	5.35	
王家崴子	晚期石英	6.60	13.00	7.40	0.58	25.81	48.60	7.50	588	1.97	1.63	

资料来源:猫岭金矿据文献[8];四道沟金矿据沈阳黄金学院地质系(1997 年);王家崴子金矿据沈阳地质矿产研究所(1993)。含量单位:10⁻⁶。

辽南地区的典型金矿床不论是何成因,在矿床特征、金矿石、矿物特征上均有相似性和可比性。在地球化学特征上,各矿床的稀土元素分布特征、硫同位素特征、铅同位素特征都与盖县组地层有紧密的联系和亲缘性。而成矿热液的成分也复杂多样,不能简单地归结为单一的成因特征。多元性的热液叠加为矿床金矿物的搬运、富集、成矿提供条件。

6 找矿方向

综上所述,在盖县组地层中的多期断裂构造的交汇处,各期次侵入杂岩体(尤其是中生代侵入岩)与盖县组地层接触带的 3~10 km 范围内为金矿的成矿有利部位,有希望找到与上述典型矿床相似的金矿床。

参考文献:

[1] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989.

[2] 孙宝亮,金成洙,崔卫利. 猫岭-王家崴子金成矿带成矿模式研究[J]. 黄金学报, 2003 (3): 19—23.

[3] 邱小平. 猫岭金矿床成矿构造演化特征[J]. 矿床地质, 2004, 23 (2): 198—204.

[4] 郝瑞霞,彭省临. 王家崴子金矿床的控制因素及成矿机制[J]. 黄金,

1998 (12): 8—12.

[5] 鲍玉学,孙立民,黄俊鹏. 浅析四道沟金矿床成因及找矿方向[J]. 辽宁地质, 1999 (3): 211—212.

[6] 张秋生,等. 辽东半岛早期地壳与矿床[M]. 北京:地质出版社,1988: 496—500.

[7] 伍静华,陆建培,熊世富,等. 四道沟金矿床的矿石特征及金的赋存状态研究[J]. 资源环境与工程, 2005 (4): 29—34.

[8] 刘辉,金成洙,关广岳. 辽南猫岭金矿床的成矿物质来源及金的活化、迁移及富集机理[J]. 地质找矿论丛, 1990 (12): 57—68.

[9] 冯啸宇,姜福伦,边广清. 辽宁王家崴子金矿床矿石特征与金的赋存状态[J]. 地质与资源, 2009, 18 (2): 96—99.

[10] 黄海波,康志勇,温晓春. 辽宁卧龙泉金矿地质特征及成因[J]. 地质找矿论丛, 2005, 20 (增): 71—74.

[11] 孙宝亮,金成洙,崔卫利. 猫岭-王家崴子金成矿带铅同位素地球化学特征[J]. 辽宁地质, 2000 (4): 259—262.

[12] 吴兴华,关广岳,金成洙. 四道沟金矿床地质地球化学研究[J]. 地质与勘探, 1990 (10): 1—6.

[13] 郝瑞霞,金成洙,关广岳. 王家崴子金矿床中矿物标型特征研究[J]. 地质与勘探, 1998, 34 (3): 21—25.

[14] 魏俊洁,刘丛强,张可清,等. 辽宁四道沟金矿流体地球化学研究[J]. 岩石学报, 2000 (16): 591—594.

[15] 魏俊洁,李江风,刘铁侠,等. 辽南地区金矿床流体包裹体特征及找矿意义[J]. 地质找矿论丛, 1998, 19 (1): 33—39.