文章编号：1006－544X（2008）04－0462－06

吉南复兴村金矿床地质特征及控矿因素

王晓勇[1]，王献忠[1]，金同和[2]，梁海军[1]，怀宝峰[1]

（1. 武警黄金第三支队，哈尔滨 150086；2. 武警黄金第一总队，哈尔滨 150087）

摘 要： 复兴村金矿床位于白山－老岭成矿带上，印支－燕山期幸福山岩体（斜长花岗岩、花岗闪长岩）和头道沟岩体（钾长花岗岩）的北西侧，矿体主要赋存于元古代老岭群珍珠门组白云石大理岩中，严格受NNE、NW向断裂构造破碎带控制。有5条主要矿脉，金的平均品位在$(3.41\sim5.79)\times10^{-6}$，矿石类型为浸染状黄铁绢英岩型和蚀变闪长岩型，金矿物以银金矿为主。$\delta^{34}S$（硫化物）矿石为2.3‰～21.4‰，容矿围岩为－9.7‰～18.4‰；$\delta^{18}O$（石英）容矿围岩为18.61‰～21.0‰，矿石为9.87‰～14.84‰。金成矿物质来源于地壳深部（地幔）和地层，该矿床属燕山期中低温热液断裂构造破碎带蚀变岩型金矿床。并从构造、岩石学、矿物学、围岩蚀变等方面归纳了找矿标志，为在该区内寻找此类型金矿床提供帮助。

关键词： 金矿；地质特征；控矿因素；矿床成因；找矿标志；吉林

中图分类号： P618.51 **文献标志码：** A

复兴村金矿床位于吉林省通化县果松镇境内，是武警黄金第三支队于2004年发现的构造破碎蚀变岩型金矿床，现已达中型金矿规模。

1 地质背景

复兴村金矿床位于华北地台北缘东段辽吉裂谷系集安－两江裂谷中，小四平－荒沟山－南岔“S”型构造带的南西端[1-2]。处于白山－老岭成矿带西南段，复兴－七道沟Ⅰ级成矿远景区内，是国家重点勘查的金及多金属成矿带。

区内出露的主要地层有元古代老岭群大栗子组（Pt_2dl）二云片岩、绢云千枚岩夹钙质片岩，珍珠门组（Pt_2zh）白云石大理岩、条带状大理岩；侏罗系林子兴组（J_2l）安山质、流纹质岩屑晶屑凝灰岩、安山岩、火山角砾岩；白垩系三棵榆树组（K_1s）玄武安山岩、安山岩。

区内岩浆活动频繁而强烈，形成了NE向展布的岩浆岩带，隶属滨（西）太平洋构造活动带，主要有印支期幸福山岩体（γ_5^1）和燕山期头道沟岩体（γ_5^2）。幸福山岩体的岩性为黑云母斜长花岗岩、花岗闪长岩，分布于矿区南东部，侵位于老岭背斜轴部，呈岩株状NE向展布，面积约24 km^2，同位素年龄为198 Ma[1]；头道沟岩体的岩性为黑云母钾长花岗岩，分布于矿区的东部。脉岩亦较为发育，主要有闪长岩（同位素年龄为157 Ma[1]）、闪长玢岩（同位素年龄103 Ma[1]）、安山岩、霏细岩及少量的煌斑岩，走向多为35°～45°，常成群出现。

区内构造发育，主体构造为大南岔－老营沟复式背斜：枢纽方向为NE 40°，向NE侧伏，倾伏角为35°，长约4.5 km。断裂构造以NE、NNE、NW向为主，主要发育在珍珠门组大理岩与大栗子组片岩接触界面及附近地层中的褶皱转折部位和地层产状变化部位，断裂面与上下盘地层产状一致。其中NNE、NW向断裂构造为主要的容矿构造，而沿沟谷分布的NW向断裂构造为成矿后断裂，对矿体有一定的破坏作用。

2 矿床地质特征

2.1 矿体地质特征

目前，在复兴村金矿床发现了6条金矿（化）体（图1），其中规模较大、品位较高，具工业价值的矿体为1#、2#、3#、5#。矿体的赋矿围岩主要

收稿日期： 2007－08－20
基金项目： 武警黄金指挥部“吉林省通化县复兴村矿区岩金普查”项目（2006－04）
作者简介： 王晓勇（1966－），男，高级工程师，岩矿测试专业，E-mail：wangxiaoyongwj@sina.com。

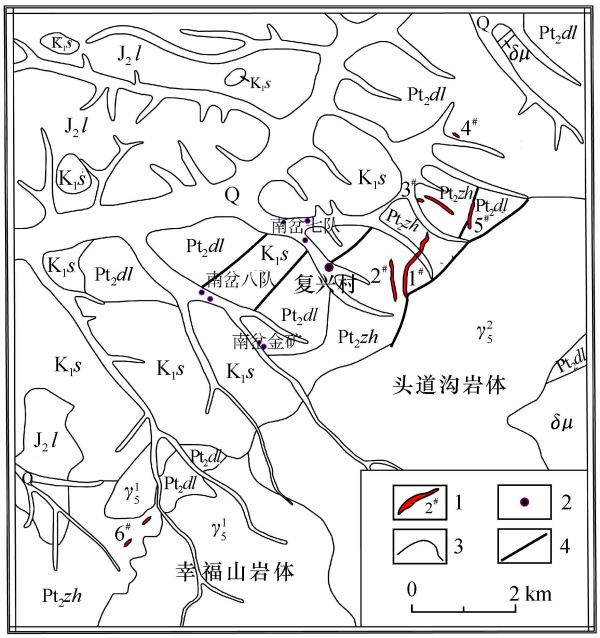


图 1　吉林省通化县复兴村金矿地质简图

Fig. 1　Geological map of Fuxingcun gold deposit, Tonghua county, Jilin province

Pt_2zh—老岭群珍珠门组；Pt_2dl—老岭群大栗子组；J_2l—侏罗系林子兴组；K_1s—白垩系三棵榆树组；Q—第四系；γ_5^1—幸福山岩体；γ_5^2—头道沟岩体；$\delta\mu$—闪长玢岩；1—金矿（化）体及编号；2—居民点；3—地质界线；4—断裂

为珍珠门组白云石大理岩和大栗子组绢云片岩，常常与燕山期闪长岩脉相伴生，其空间展布严格受 NNE、NW 向断裂破碎带控制，充填－交代于断裂破碎带内，与围岩界限较为清楚。矿体的主要特征见表 1。

2.2　矿石特征

2.2.1　*矿石类型*　按矿石组成分为黄铁绢英岩型和蚀变闪长岩型，其中黄铁绢英岩型属富硫化物矿石，蚀变闪长岩型属贫硫化物矿石；按矿石中铁的氧化程度分为氧化矿石（氧化率≥70%）和原生矿石（氧化率<70%）。

2.2.2　*矿石结构、构造*　矿石结构主要为自形、半自形、他形粒状结构，交代结构，包含和残余结构，碎裂、碎斑结构等；矿石构造主要呈稠密浸染状、稀疏浸染状、星散浸染状和细脉浸染状及蜂窝状构造等。

2.2.3　*矿石矿物组成*　根据矿石镜下观察及自然、人工重砂资料，复兴村金矿床矿石中主要金属矿物有自然金－银金矿－金银矿、黄铁矿、毒砂、白铁矿，次要金属矿物有磁黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、褐铁矿，少量的金属矿物有方铅矿、闪锌矿、深红银矿、黝铜矿、菱铁矿、铜蓝等；脉石矿物主要为石英、方解石、白云石，次为斜长石、角闪石、绢云母、绿泥石、粘土矿物，少量的电气石、磷灰石、重晶石、石榴石等。

2.2.4　*金矿物及分布特征*　据电子探针分析结果，在黄铁绢英岩型矿石中，金矿物以银金矿为主，少量的自然金、金银矿，其成色变化范围为 398～846，平均为 716；在蚀变闪长岩型矿石中，金矿物以自然金为主，少量的银金矿，其成色变化范围为 678～974，平均为 842。金矿物形态主要为不规则粒状，其次为长条状、树枝状、浑圆状及麦粒状。金矿物粒度一般为 0.000 4～0.05 mm，大于 0.05 mm 者少见。金矿物多以显微金－次显微金的形式存在，分布于石英粒间、毒砂与非金属矿物间，也见包体金于毒砂、黄铁矿、石英、黄铜矿中。自然金与硅化密切，银金矿与毒砂密切共生，金银矿与黝铜矿共生。

2.3　矿化期次和矿化阶段

根据矿石矿物共生组合、结构构造及相互穿插关系，将复兴村金矿床的形成划分为热液期和表生期。热液期划分为 3 个成矿阶段，表生期只有 1 个氧化淋滤阶段（表 2）。

2.4　围岩蚀变

矿床围岩蚀变十分显著，含矿热液主要沿断裂构造破碎带及裂隙活动。因此，在这些部位的岩石因普遍遭受强烈蚀变而形成蚀变岩。金矿化

表 1　复兴村金矿床主要矿体特征

Table 1　Main ore body features of Fuxingcun gold deposit

矿体编号	形态	产状/(°)	矿体规模/m			平均品位/10^{-6}	厚度变化系数/%	品位变化系数/%
			控制长度	控制延深	平均厚度			
1	脉状	280∠75	900	120	1.26	4.29	67.9	55.1
2	脉状	265∠65	500	50	1.21	3.41	43.6	90.3
3	脉状	220∠70	400	220	2.84	5.79	53.7	82.1
5	脉状	260∠60	240	50	1.34	5.49	35.6	96.1

表 2 复兴村金矿床成矿阶段及矿物生成顺序表

Table 2 Metallogenic stages of Fuxingcun gold deposit and the formation sequence

主要矿物	热液期			表生期
	黄铁绢英岩阶段	石英硫化物阶段	石英碳酸盐阶段	氧化淋滤阶段
石英	———	———	——	
绢云母	———	——		
绿泥石	———	——		
方解石		———	———	
磁黄铁矿	———	——		
黄铁矿	———	———		
毒砂	——	———		
黄铜矿	——	———		
自然金系列	———	———		
黝铜矿		——		
白铁矿		——		
方铅矿		——		
闪锌矿		——		
褐铁矿			———	
菱铁矿			——	
粘土矿物				———

的规模和强度受断裂破碎蚀变带的规模和强度制约，其范围就是金矿化的范围，而其中金属矿化强烈部位往往就是金矿体的赋存部位。

围岩蚀变主要类型有硅化、黄铁矿化、毒砂化、褐铁矿化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化和高岭土化等，其中硅化、绢云化、黄铁矿化、毒砂化、褐铁矿化与金矿化关系密切。硅化贯穿成矿作用的始末，石英呈细粒—微细粒状或脉状分布于矿体内或近矿围岩中，使岩石变硬；绢云母化是成矿期普遍发育的面型交代，一般呈白色、灰白色、丝绢光泽强的细小鳞片状，多与微细粒石英杂乱分布；黄铁矿化及毒砂化主要见于矿体及其两侧的构造破碎蚀变带中，黄铁矿多呈他形细小粒状，连生现象较为普遍，以浸染状、团块状和细脉状分布；毒砂呈细小针状、粒状，以浸染状、细脉状及星散状分布，常与黄铁矿相伴生；褐铁矿化是在表生作用下形成的，为次生蚀变，系黄铁矿及铁质遭受氧化的结果，是重要的宏观找矿标志。

3 控矿因素

3.1 地层与金矿化

白山－老岭金成矿带内老三队－荒沟山－复兴村－南岔一带，金矿床（点）大都赋存于元古代老岭群大栗子组二云片岩、绢云片岩和珍珠门组白云石大理岩中，与复兴村金矿床有许多相同或相近的地质特征、成矿时间和成矿模式，属同一类型的金矿床，均受一定层位和岩性控制，具层控性。

大栗子组二云片岩、绢云片岩和珍珠门组白云石大理岩为复兴村金矿床的容矿围岩，在空间上控制着金矿体的分布和赋存部位。据文献[3]，珍珠门组白云石大理岩金丰度值为$(4.9\sim8)\times10^{-9}$，大栗子组二云片岩、绢云片岩金丰度值为$(2.4\sim4.5)\times10^{-9}$，明显高于地壳中的金丰度值($3.0\times10^{-9}$，国家矿产储量委员会，1984)，在金矿的形成过程中起到了重要作用。

3.2 构造对金矿化的控制作用

本区断裂活动十分活跃，形成了一系列 NE 向控岩、控矿断裂带。规模较大的为鸭绿江深断裂带，其分支断裂小四平－荒沟山－南岔 S 型构造带贯穿整个白山－老岭成矿带，为金矿重要的区域性控矿构造。沿此断裂构造带分布有一系列金矿床（点），目前已发现南岔、复兴村、荒沟山等金矿床和大横路、错草沟、八里沟、老三队等金矿点。

复兴村金矿床矿体的空间分布与构造（特别是断裂构造）关系极为密切，矿体主要赋存在 NNE、NW 向断裂破碎带内，并明显受其控制。NNE、NW 向断裂构造破碎带为容矿构造，具有脆性破碎和多期次活动继承发展的特点，而且还是具有开放空间的低压系统。在成矿的过程中，断裂构造破碎带处于引张状态，在泵吸作用的驱使下，深部热流体易于沿其通道由高压带向低压带流动，同时萃取了地层中的 Au 等成矿物质，形成富含成矿物质的成矿流体，在适当的物理化学环境和有利的构造空间沉淀富集成矿，形成脉状金矿床。矿体的形态、产状、规模均与断裂构造破碎带的发育程度密切相关，是金矿的直接定位因素。

3.3 岩浆活动与金矿化

矿区内岩浆活动强烈，主要侵入岩为幸福山岩体和头道沟岩体，分别由黑云斜长花岗岩、花岗闪长岩和黑云钾长花岗岩组成。这两个岩体的侵入，为本区金矿化提供了热液和热动力。它一方面使地下水在深部循环过程中，活化并萃取了

地层中的 Au 等成矿物质形成矿液；另一方面，在热动力的驱使下，使矿液自深部向上运移到有利的构造空间，由于物理化学条件的改变，Au 等成矿元素沉淀富集形成矿体。

矿区内各类脉岩较为发育，主要为闪长岩、闪长玢岩、霏细岩和少量的煌斑岩。其中蚀变闪长岩脉含金在(0.36～7.21)×10^{-6}，常与矿体相伴产出，其本身就是矿(化)体，在空间上和成因上与金矿关系密切。

以上特征均表明金成矿与岩浆活动有特定的依存关系，岩浆活动对金成矿具有一定的控制作用。

4　矿床成因及形成机制

4.1　矿床成因

4.1.1　*成矿物质来源*　珍珠门组白云石大理岩，在空间上控制着金矿床的分布，控制着矿体的赋存部位及空间组合特征，构成金矿体的主要容矿围岩。

从岩(矿)石中金等成矿元素含量看，珍珠门组大理岩中 Au 等成矿元素有较高的背景值(表 3)，特别是近矿围岩，Au 等成矿元素明显较富集。

表 3　复兴村金矿床岩(矿)石中主要成矿元素

Table 3　Main metallogenic elements of the rock(ore) in Fuxingcun gold deposit　　w_B/10^{-6}

岩(矿)石	样品数	Au	As	Sb	Bi	Hg
白云石大理岩	95	0.020	14.12	3.69	0.12	0.17
褐铁矿化大理岩	12	0.007	84.1	16.62	0.05	0.96
近矿白云石大理岩	35	0.21	39.8	9.20	0.05	420.3

测试单位：武警黄金第三支队化验室，2006。

从稳定同位素组成(表 4)看，复兴村金矿床矿石中硫化物的 $\delta^{34}S$ 为 2.3‰～21.4‰，而容矿围岩中硫同位素组成介于 -9.7‰～18.4‰，除去部分生物硫产生的负值外，两者基本吻合，总体看以富集重硫为特征，硫主要来源于深部地幔，并有地层硫的部分混入。从氧同位素组成看，容矿围岩的 $\delta^{18}O$ 为 18.61‰～21.0‰，高于矿石的 9.87‰～14.84‰，说明成矿溶液与围岩发生过同位素交换。由于深源岩浆水的 $\delta^{18}O$ 值一般不会超过 7.5‰，说明该金矿的物质具有壳幔混源的特征。

综上所述，珍珠门组白云石大理岩为复兴村金矿成矿的重要矿源层，成矿物质主要来源于地壳深部(地幔)和地层。

表 4　复兴村金矿床硫、氧同位素组成

Table 4　Sulfur and oxygen isotope composition of Fuxingcun gold deposit

样号	采样位置	岩(矿)石类型	$\delta^{34}S$/‰ (测定矿物)	$\delta^{18}O$/‰ (测定矿物)
TW1	3 号矿体围岩	白云石大理岩	-9.7(黄铁矿)	18.61(石英)
TW2	3 号矿体围岩	白云石大理岩	18.4(黄铁矿)	21.0(石英)
TW3	3 号矿体围岩	白云石大理岩	13.6(黄铁矿)	19.42(石英)
TW4	3 号矿体	黄铁绢英岩	2.3(黄铁矿)	9.87(石英)
TW5	3 号矿体	黄铁绢英岩	21.4(毒砂)	11.47(石英)
TW6	3 号矿体	黄铁绢英岩	11.4(黄铁矿)	14.84(石英)

测试单位：武警黄金地质研究所，2006。

4.1.2　*成矿温度及成矿时代*　复兴村金矿床缺少直接测量温度和成矿年龄的数据，但从相邻且同类型的南岔金矿床和本矿床围岩蚀变特征可间接推测。南岔金矿床成矿温度为 142～300 ℃[2]；金矿石 K－Ar 法年龄为(103.129±1.83)～(112.156±1.63) Ma，平均为 103.58 Ma，表明成矿作用发生于燕山期[1]。从本矿床的围岩蚀变特征来看，其矿体从地表至深部都伴随着碳酸盐化。因此可以推测复兴村金矿矿床成矿温度以中低温为主，成矿时代为燕山期。

4.1.3 *矿床成因探讨*　所谓“破碎带蚀变岩型金矿床”是国内外重要的金矿床类型，系指断裂构造破碎岩经热液蚀变矿化形成的金矿床。据范永香[4]、周遗军[5]等人研究，该类型金矿床产出的大地构造背景通常是沿古老地块边缘深断裂发育的重熔－再生花岗岩类杂岩体，成矿物质来源通常同古老含金地质体有关，成矿动力通常是构造－岩浆活化和构造－热液活化，成矿带的分布通常同挤压破碎带及面型黄铁绢英岩化有关，矿化具有多阶段性等等。在我国以胶东焦家金矿(特大型)、小秦岭上宫金矿(大型)和广东高要河台金矿(大型)最为典型。

将复兴村金矿床与典型破碎带蚀变岩型金矿床(焦家、河台和上宫)[6]的地质特征相比较后发现，除矿体与围岩界线、矿体规模、矿石类型和矿石矿物组成等略有不同外，其余与破碎带蚀变岩型金矿床地质特征基本一致，突出表现在矿床均产于相似的成矿地质背景，矿体严格受断裂构造控制，成矿均由热液蚀变作用引起。结合复兴村金矿床的硫、氧同位素数据和控矿因素及成矿机制，笔者认为，该矿床属断裂构造破碎带蚀变岩型金矿床。

4.2 成矿机制

复兴村金矿床的形成经历了一个漫长而又复杂的演化过程，它不仅与构造－岩浆活动有关，同时还与老岭群古老变质岩系紧密联系在一起，地层－构造－岩浆－成矿为有机统一体，其形成机制概括如下：

中元古代，本区地壳下降，形成一套巨厚的粘土质、碳酸盐相沉积，此期有利于金、多金属的沉积，伴随着裂谷带的活动，幔源拉斑玄武质火山岩浆的喷发，金等成矿物质进入海盆，与正常沉积物质一起形成初始矿源层。

老岭群沉积之后，色洛河群沉积之前发生的老岭运动，地层发生变质变形，使矿源层中分散的 Au 等成矿元素得到进一步富集，形成变质后矿源层；中元古时期，本区色洛河群沉积之后，青白口系沉积之前，有一次规模较大的构造运动，即中条运动，使本区发生动力变质作用，同时使碳酸盐中的金产生再分配；中条运动末期伴随的应力释放，在 S 型构造带之上叠加形成 NNE 和 NW 向断裂构造，同时使分散于矿源层中的微量金发生活化与迁移，并初步富集于断裂带内，标志着金矿成矿作用已经开始。

燕山期的构造岩浆活动较为频繁，伴有花岗岩浆侵入，为成矿提供大量热源和热动力，再次活化矿源层中金等成矿元素，同时伴有岩浆热液的参入，形成富含 Au 等成矿元素的成矿流体。成矿流体从地壳深部以渗流方式向上运移到地壳浅部，在运移过程中，能从围岩中淋滤出金，使金在成矿流体中不断得到富集，充填于断裂构造破碎带内。由于深部和浅部环境的差异，使得流体温度、压力等物理化学性质必然发生改变，进而使流体中的 Au 解配析出。同时，伴 Au 而来的其他元素不能与 Au 形成化合物，必然要返回围岩与之交代，生成石英、绢云母、绿泥石、方解石、黄铁矿和毒砂等，同金矿物一起形成含金黄铁绢英岩，这样就在断裂构造破碎带中生成原生硫化物蚀变岩型金矿体。在空气、水、生物等外营力作用下，原生矿遭受氧化淋滤，形成地表氧化次生富集带。

5 找矿标志

综上所述，在本区找矿上应注意下面几点：

（1）构造标志：老岭隆起 S 型构造带是找矿的区域性构造标志，分布于其周围的次级 NNE 向、NW 向断裂破碎带是找矿的容矿构造标志。

（2）岩石学标志：区内老岭群大栗子组二云片岩、绢云片岩和珍珠门组白云石大理岩是重要的含矿围岩和容矿岩石，已发现的同一成矿带上的南岔金矿和荒沟山金矿亦赋存于此套地层中。

（3）矿物学标志：黄铁矿、毒砂矿物组合是主要的矿物学标志，黄铁矿呈他形晶、他形细粒状集合体和毒砂呈针状、毛发状集合体产出部位为金矿化富集部位。

（4）岩浆岩标志：幸福山岩体附近，尤其是闪长岩脉发育地段，多与矿体相伴生，有时本身可构成矿体的一部分，是找金的重要标志。

（5）围岩蚀变标志：沿断裂破碎带分布的硅化、黄铁矿化、毒砂化共同构成强烈蚀变带是金矿存在的重要标志；地表褐铁矿化是找金的间接标志。

在成文过程中得到了武警黄金第一总队贾国志总工程师的热情帮助和指导，在此谨致谢意！

参考文献：

[1] 冯守忠. 吉林南岔金矿地质特征及矿床成因探讨［J］. 黄金地质，1997，3（2）：36－41.

[2] 赵彦明，王魁元，曹秀兰，等. 吉林南部荒沟山、南岔金矿的地质特征和地球化学研究［J］. 吉林地质，1993，12（2）：57－65.

[3] 关键. 吉林通化南岔式金矿地质－地球物理－地球化学综合找矿模式［J］. 中国地质，2001，28（12）：22－29.

[4] 范永香. 金矿床主要类型及其地质特征［M］. 武汉：中国地质大学出版社，1989：65－112.

[5] 周遗军，武玉海，翟裕生. 论金矿床分类［J］. 黄金地质，1996，2（2）：1－9.

[6] 黄宗理，张良弼. 地球科学大辞典［M］. 北京：地质出版社，2005：8－51.

Geological Features and Ore-Control Factors of Fuxingcun Gold Deposit in Southern Jilin

WANG Xiao-yong[1], WANG Xian-zhong[1], JIN Tong-he[2], LIANG Hai-jun[1], HUAI Bao-feng[1]
(1. *No.* 3 *Gold Geological Party of Chinese People's Armed Police Force*, *Harbin* 150086, *China*;
2. *No.* 1 *General Gold Geological Party of Chinese People's Armed Police Force*, *Harbin* 150087, *China*)

Abstract: The Fuxingcun gold deposit is located in the Baishan – Laoling mineralization belt, and the north – west side of Xingfushan rock mass (plagiogranite, granodiorite) and Toudaogou rock mass (potash feldspar granite) of Indosinian – Yanshanian stage. Orebodies are found in the dolomite marble of Zhenzhumen fraction of Laoling group of proterozoic, strictly controlled by NNE and NW strike fracture zone. There are mainly 5 gold veins. The average grade of gold is 3.14×10^{-6} to 5.79×10^{-6}. The ore types are the disseminated beresite type and altered diorite type. The gold minerals are dominated by the electrum. $\delta^{34}S$ (sulfide) is 2.3‰ to 21.4‰ in the ore and −9.7‰ to 18.4‰ in the host rocks, $\delta^{18}O$ (quartz) is 18.61‰ to 21.0‰ in the host rocks and 9.87‰ to 14.84‰ in the ore. The gold metallogenic elements are from the deep crust (mantle) and strata. This is a meso-epithermal, fracture zone altered rock type gold deposit in Yanshan Epoch. According to the structure, petrology, mineralogy and wall rock alteration, prospecting symbol is provided for seeking such gold deposit in this area.

Key words: gold deposit; geological features; ore-control factor; ore-genesis; prospecting criteria; Jilin