

论文级别：内部

学位级别：硕士

论文提交日期：2004.06.12

论文答辩日期：2004.06.10

论文中文题名：吉林长春兰家金矿床地质特征及成矿预测

论文英文题名：GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LANJIA  
GOLD DEPOSIT AND ITS METALLOGENETIC PROGNOSIS IN  
CHANGCHUN JILIN PROVINCE

作者及所在单位：汪志刚 吉林省第一地质调查所

指导教师及所在单位：任洪茂 吉林大学地球科学学院

分类标识：P618.51

中文主题标识：矿化类型；矽卡岩型金矿；成矿预测

英文主题标识：Mineralization type, Skarn type gold deposit, Metallogenetic prognosis

论文总页数：81页

开本是否有图表：是

# 吉林长春兰家金矿地质特征及成矿预测

作者：汪志刚

导师：任洪茂 副教授

专业：矿物学、岩石学、矿床学

## 中 文 摘 要

兰家地区所处大地构造位置，前中生代属兴 - 蒙岩石圈板块、中朝板块晚古生代陆缘；中生代进入滨太平洋陆缘活动带，归属欧亚板块东部活动陆缘长白山隆起大黑山断隆中段，其北西侧为松辽裂谷，南东侧为依 - 舒裂陷，本属于松辽裂谷系的一部分。

由于板块运动，晚三迭世兰家地区陆壳发生深断裂，形成了一套亚碱性 ~ 碱钙系列的北东向侵入岩带，泉眼系列的大面积侵入，使区内晚古生代地层被同化或蚕食，残余地层形成褶皱并发生不同程度的变质。接触部位形成角岩、矽卡岩化，并发生磁铁矿、硫铁矿及金矿化。

兰家地区具有四种金矿化类型：矽卡岩型、破碎带蚀变岩型、隐爆角砾岩型、石英脉型等。其中，以矽卡岩型为主。

矽卡型金矿体形态复杂，呈脉状、囊状和不规则团块状，分支复合现象明显，主要产于印支期石英闪长岩与早二迭世范家屯组海相沉积岩（含大理岩透镜体）接触带中，矿体位于外矽卡岩带矿石类型有：碎裂石榴石矽卡岩，石榴石磁铁矿矽卡岩，阳起石矽卡岩等。矿石结构以他形晶粒状为主，自形、半自形粒状结构次之。矿石构造以细脉状、显微细脉状、显微网脉状、放射状、束状构造，浸染状构造为主，块状、斑点状构造次之。矿物组合有：磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、斜方铅铋矿、辉砷钴矿、黄铜矿、辉铋矿、自然铋、辉铅铋矿（硫铋铅矿）、黝铜矿、白钨矿、自然金等。金主要赋存在磁铁矿、辉铋矿、黄铁矿、石榴石、阳起石等矿物的裂隙或晶隙间，以独立自然金状态产出。金的成色比较高，为 816.40~989.70，平均 977.00。主要伴生元素有铋和银。围岩蚀变以矽卡岩化、绿帘石化、钠长石化、赤铁矿化、水云母化和绿泥石化为主，硅化、电气石化、萤石化次之。

破碎带蚀变岩型金矿赋存在范家屯组第一段 2 层中破碎蚀变带内，矿石为含金黄铁绢英岩，主要矿物组合：磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、自然金等，金属硫化物含量约占 5~10%。

隐爆角砾岩型金矿产于隐爆角砾岩与围岩接触带上，目前只有单工程控制，研究程度较低。

石英脉型金矿，产于白垩纪流纹斑岩和燕山期花岗斑岩 NEE 向接触带中，3 号脉产于石英闪长岩与范家屯组角岩接触带 NW 向裂隙中，4 号脉产于燕山期花岗斑岩 NEE 向裂隙中。

Au、Bi、Sb 是本矿床中最主要的成矿元素，其浓度克拉克值大于 100，属强富集元素；As、Ag、Cu、Mo 的浓度克拉克值在 100~10 之间，属中等富集元素；Pb、Zn 的浓度克拉克值在 10~1 之间，属弱富集元素；而 Hg 在矿床中的含量低于克拉克值。

矽卡岩型金矿化和破碎带蚀变岩型金矿化，其矿化类型不同，故其指示元素相关性和元素组合存在一定的差异：矽卡岩型金矿化中，Au、Bi、Ag、Pb、Mo、Zn 具有明显的相关关系，其中 Au、Bi、Ag、Pb 之间相关系数较大；破碎带蚀变岩型金矿化中 Au、Bi、Ag、Cu、Sn、Mo、Pb 具有很强的相关性，其中 Au 和 Bi，Ag、Cu 与 Sn、Mo 之间相关关系最强。

从矿床的原生晕、次生晕的分布特点可以看出矽卡岩型金矿前缘晕元素为 Sb、As、Ag，尾晕元素为 Cu、Mo，由上往下分带为 Sb-As-Ag-Pb-Zn-Bi-Au-Cu-Mo；破碎带蚀变岩型金矿，前缘晕元素为 As、Ag，尾晕为 Cu、Sn，由上至下元素分带为 Au-Ag-Zn-Pb-Bi-Cu-Sn。

兰家地区金矿成矿作用具有多期多阶段特征，经过对矿床的观察和矿物学研究表明，将兰家金矿床成矿作用过程划分为二个期：矽卡岩期，石英-硫化物期，五个阶段：干矽卡岩阶段、湿矽卡岩阶段、氧化物阶段、早期石英-硫化物阶段和晚期石英-硫化物阶段。矿床内矽卡岩型金矿主要形成于氧化物-石英-硫化物阶段和晚期石英硫化物阶段。兰家矽卡岩型金矿的特点是低硫化物（2%）、无石英脉，硅化较弱且成矿温度较高（400-200℃）；破碎带蚀变岩型金矿是在晚期石英-硫化物阶段形成的，硫化物含量较多（5-30%），成矿温度较低（250-220℃）。就整个地区而言，应该存在更低温的隐爆角砾岩型和石英脉型金矿化。

兰家地区的金矿具有热液矿床特征，热液和成矿物质来源和成矿作用主要与石英闪长岩岩浆活动有直接的联系，矿床成因类型属于中温热液矿床。不同的构造位置和围岩条件造成了矿化类型的差别。

经过对兰家金矿床成矿条件的研究，总结了兰家金矿的找矿模式。综合

分析了兰家地区的岩浆岩、地层、构造物探异常、化探异常和矿化蚀变现象，认为兰家地区具有良好的找矿潜力。指出兰家 - 周家窑和地碾张 - 小牟家沟两个成矿预测区。

关键词：矿化类型；矽卡岩型金矿；成矿预测

# **Geological Characteristics of Lanjia Gold Deposit and Its Metallogenetic Prognosis in Changchun Jilin Province**

Author: Wang Zhigang

Supervisor: Associated Prof. Ren Hongmao

Major: Mineralogy, Petrology and Ore Deposits

**Abstract:** The geotectonic location of Lanjia area lie in Xing'an-Mongolia lithospheric plate and late Paleozoic continental margin of Sino-Korea plate in early Mesozoic. And it entered into Circum-Pacific active continental margin, belonged to middle segment of Daheishan faulted uplift in Changbaishan uplift of Eurasia plate eastern active belt. As part of Songliao rift system, its North West segment is Songliao rift and South East is Yitong-Shulan rift.

Because of the plate movement, Late Triassic Lanjia area developed deep-seated fractures and formed series of alkaline –normal NE-oriented intrusive belt. And the late Paleozoic formation were assimilated or swallowed. Therefore, residual formations were folded and metamorphosed. Hornfels, skarnization, troilite and gold mineralization were formed in their contact segment.

Gold mineralization of Lanjia area can be divided into four types, such as skarn type, fractured alteration type, cryptoexplosive breccia type and quartz vein type.

Skarn type is the predominant one. Complex ore bodies occur as shape of vein, vesicle and irregular mass. Its embranchment and recombination are very common. They are formed in contact belt of Indochinese quartz diorite and early Permian Fanjiatun group submarine sedimentation rocks. All ore bodies are controlled in outer belt of skarn belt composed by broken garnet skarn, garnet magnetite skarn and actinolite skarn. Ore textures consist of major xenomorphic crystal grain, minor idiomorphic, hypidiomorphic grain. Ore structures consist of major veinlet, microscopic vein, microscopic stockwork, radiating, sheaflike and disseminated structures, minor mass and spotted structures. Predominant minerals are composed by magnetite, pyrite, pyrrhotite, hematite, galenite, sphalerite, arsenopyrite, cobaltine, chalcopyrite, bismuthinite, native bismuth, tetrahedrite, scheelite and native gold. Gold occurs predominantly in the fractures of magnetite, bismuthinite, pyrite, garnet and actinolite as independent mineral. The qualities of gold reach to 816.40~989.70, average 977.00. Major associated elements are Bi and Ag. Wallrock are composed of skarnization, epidotization,

albitization, haematization, hydromicazation and chloritization, minor silicization, tourmalinization and fluoritization.

Altered rock type gold mineralizations are hosted in second layer of first segment in fractured alteration zone of Fanjiatun group. The main alterations are pyritization and sericitization. Majority of minerals are pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite, galenite, sphalerite, arsenopyrite and native gold. Metallic sulfides are the 5-10% of the total minerals.

Cryptoexplosive breccia type gold mineralization are developed the contact belt of cryptoexplosive breccias and country rocks. Nowadays, research degree is very lower and single engineering control the gold mineralization.

Quartz vein type gold mineralizations are hosted NEE contact belt of Cretaceous rhyolite porphyry and Yanshanian granite porphyry. The third ore veins are developed into the NW-trending structures of contact belt of quartz diorite and Fanjiadun group hornfels.

Au, Bi, Sb are most dominant elements in this ore field and belong to strong enriched elements because their concentration Clarke are larger than 100. As, Ag, Cu, Mo belong to medium enriched elements because their concentration Clarke are 100~10. Pn, Zn belong to weak enriched elements because their concentration Clarke are 10~1. And the concentration Clarke of Hg is lower than Clarke value.

Skarn type and alteration type of gold mineralization have different indicator element correlatability and element associations for different mineralization types: Au, Bi, Ag, Pb, Mo, Zn have apparent correlativity, and Au, Bi, Ag, Pb have bigger coefficient of correlation in skarn type gold mineralization. Au, Bi, Ag, Cu, Sn, Mo, Pb have strong correlativity, and there are strong coefficient of correlation between Au and Bi, and Ag, Cu and Sn, Mo in fracture alteration type mineralization.

According to distribution of primary halo and secondary halo in this ore field, Sb, As and Ag are elements of front halo, and Cu, Mo are elements of rear halo in skarn type gold deposit. Then the zonation of elements is Sb-As-Ag-Pb-Zn-Bi-Au-Cu-Mo from the top down. As, Ag are elements of front halo, and Cu, Sn are elements of rear halo in fracture alteration type gold deposit. Then the zonation of elements is Au-Ag-Zn-Pb-Bi-Cu-Sn from the top down.

The gold metallogenesis of Lanjia area have multi-period and multi-stages mineralization characteristics. Studies on mineral deposit and minerals indicated that metallogenesis of Lanjia gold deposit can be divided into two mineralized periods (skarn and quartz-sulfides) and five mineralized stages, such as wet skarn stage, oxidized stage, early quartz-sulfides stage, and late quartz-sulfides stage. Skarn type gold deposit of Lanjia is the lower sulfides(2%),no

quartz and weak sericitization and high mineralized temperature(400-200 ℃);Altered rock type gold deposit are formed in late quartz-sulfides stage and high sulfides content(5-30%) and low mineralized temperature(250-220 ℃).For the whole area, there must exist less low mineralized temperature cryptoexplosive breccia type gold deposit and quartz-vein type gold mineralization.

Gold deposits in Lanjia area is the typical Mesothermal gold deposits. Mineralized hydrothermal fluid, derivation of mineralized materials and metallogenesis have closed relationship with the quartz diorite magmatic activities. Different fracture position and country rocks control the difference of mineralization type.

Based on the studies about the mineralized conditions, author summarizes the ore prospecting model of Lanjia gold deposit. According to the comprehensive study on magmatic rocks, strata, geophysical anomaly, geochemistry anomaly and mineralization alteration features, author point out that the Lanjia areas have gigantic potential for ore prospecting. And Lanjia-Zhoujiayao and Dinianzhang-Xiaomoujiagou are the important metallogenic predicting districts in the Lanjia area.

**Key Words:** Mineralization type, Skarn type gold deposit, Metallogenetic prognosis

论文分类号：P618·51  
密    级：内  部

单  位  代  码：10183  
研  究  生  学  号：2001613003

# 吉  林  大  学

## 硕  士  学  位  论  文

吉林长春兰家金矿床地质特征及成矿预测

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LANJIA  
GOLD DEPOSIT AND ITS METALLOGENETIC  
PROGNOSIS IN CHANGCHUN JILIN PROVINCE

作者姓名：汪志刚

专    业：矿物学、岩石学、矿床学

导师姓名：任洪茂

及  职  称  副教授

论文起止年月：2001 年 9 月至 2004 年 6 月



## 吉林大学硕士学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的硕士学位论文，是本人在指导教师指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者：

日 期： 年 月 日

## 关于论文使用授权的说明

本人同意学校有权保留并向国家有关部门送交学位论文的复印件，允许论文被查阅和借阅。

同意学校及国家有关机构有权公布论文的全部或部分内容，并采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。

论文作者签名：

指导教师签名：

日期： 年 月 日

日期： 年 月 日

## 内 容 提 要

本文通过分析兰家金矿区本质特征，认为兰家地区存在四种矿化类型：矽卡岩型、破碎带蚀变岩型、隐爆角砾岩型、和石英脉型。各种矿化类型在空间上、成因上都与印支期石英闪长岩有着密切的联系。成矿作用主要受岩浆热液活动和演化控制，不同的构造部位和不同的围岩条件最终形成不同类型的金矿，表现了成矿作用的复杂性和多期多阶段性。各种矿化类型以矽卡岩型金矿为主。随后的研究表明，兰家金矿大致经历了矽卡岩期和晚期石英-硫化物期两期热液成矿作用。最后，根据矿床的岩浆岩、地层、构造等控矿条件，结合矿区的地球物理、地球化学特征建立了本地区金矿找矿模式。指出本区存在良好的找矿潜力，并根据所建立的找矿模式提出了两个成矿预测区。

# 前 言

## 1. 论文选题

吉林省第一地质调查所 1988 年在长春市二道区兰家 - 四家子一带，检查 1 / 20 万水系沉积物 Au 异常时，发现兰家地区 Au 元素为低背景异常，As、Bi、Ag、Pb、Zn 等其他元素异常套合较好。在进行 1 / 5 万水系测量扫面时发现大量化探异常，1989 年发现兰家金矿，从此开始了本地区金矿找矿工作，1993 年提交了《吉林省双阳县兰家金矿床勘探报告》。

笔者自 1989 年至 2003 年在该地区从事化探异常查证、矿点检查、金矿普查、详查和勘探工作。因此选择本论文题目：吉林长春兰家金矿地质特征及成矿预测。

## 2. 地理位置和交通

本区隶属长春市二道区管辖，位于长春市东 23km 处，吉长公路（南线）穿过本区。区内交通十分便利（见交通位置图 0 - 1）。

本区地势平缓，属丘陵地貌，海拔最高为 270m，最低为 220m。区内地表绝大部分为农田，区内水系发育，季节性河流与冲沟密布。该区属大陆性气候，冬夏及昼夜温差较大，气候干燥，年平均降水量为 589.09mm，降水集中在七、八、九月份，约占全年降水量的三分之二。本区工业较为发达，有汽车修理、拖拉机修理、化工医药、电力、水泥、煤炭和石油等，另外有小型采石场、采砂场、砖场多处。农作物以水稻、玉米为主，并有少量大豆、谷子、高粱等杂粮。

## 3. 前人工作及存在问题

1908 年 - 1939 年，日本人河田学夫、内野敏夫等曾对吉林地层以及九台孔家店石英砂岩进行调查并有著述。解放后，先后有东北地质局 202 队、长地院、省局区调所等几十个单位在本区进行地质矿产及 1 / 20 万、1 / 5 万不同比例尺的地质调查。1989 年地矿部物化探所，在包括本区的大黑山条垒区做了 1 / 5 万航磁及航电测量。近年来地矿局第一地质调查所等单位，相继在

本区及相邻地区进行普查找矿工作，1989 - 1993 年对兰家金矿进行了普查、详查和勘探。1996 年吉林省第一地质调查所综合分队进行了“吉林省双阳县兰家地区贵金属资料二次开发”，取得了比较系统的资料。

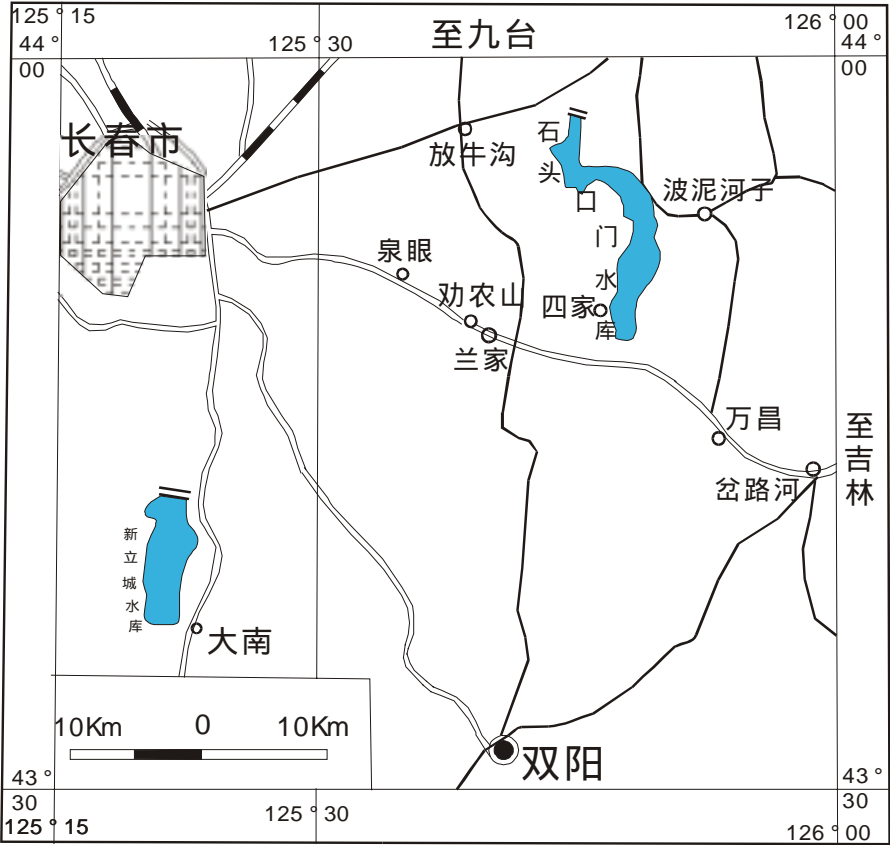


图 0-1 交通位置图

Fig.0-1 The index map of Lanjia gold deposit

上述工作基本上是以基础地质和单矿种局部找矿为目的的，资料比较丰富，但总的看来研究程度较低。

#### 4. 笔者在本地区完成工作量

笔者自 1989 年 4 月 - 1993 年 12 月一直在本区从事化探异常检查、1/万地质草测、金矿点检查、金矿床普查、详查、勘探等工作，1996 年 5 月 - 2003 年 6 月在兰家金矿从事井下采矿工作。笔者重点研究兰家金矿区，并结合前人工作的成果，阐释兰家金矿床的区域地质背景、矿床地质特征、各种矿产的成生、空间分布及其成因联系。在此基础上，对本区找矿前景进行了评价，

并对找矿靶区进行了预测。完成工作量见表 0 - 1。

表 0 - 1 兰家金矿区部分工作量

工作项目	时间	工作量	备注
野外地质工作	1989 - 1993 年	25 个月	
	1996 - 2003 年	70 个月	
岩芯编录		4000m	
槽探编录		5000m <sup>3</sup>	
坑道编录		3400m	包括矿山生产巷道
刻槽取样		745 件	不包括采矿生产
绘制地质图件		52 张	包括采矿生产中段图
矿石全分析	1992	5 个	
岩石全分析	1991 - 1992	22	
硫同位素	1988 - 1992	13 个	
铷锶比值分析	1990 - 1992	4 个	
爆裂测温	1990 - 1992	16 个	
薄片	1988 - 1992	367 个	
光片	1990 - 1992	29 个	

# 目 录

<b>第一章 区域地质背景</b>	<b>1</b>
第一节 区域构造格架	1
第二节 区域地层	2
1. 二叠系下统范家屯组	2
2. 二叠系上统杨家沟组	2
3. 侏罗系上统安民组	2
4. 下白垩统营城子组	4
5. 下白垩统泉头组	4
6. 第三系	4
7. 第四系	4
第三节 深成岩浆岩	4
第四节 区域构造	4
1.褶皱构造	7
2.断裂构造	7
3.遥感解译的环形构造	7
第五节 区域板块构造演化史	7
<b>第二章 矿区地质</b>	<b>9</b>
第一节 地 层	9
1.范家屯组一段	9
2.二叠系上统杨家沟组	11
第二节 构 造	11
1.褶皱构造	11
2.断裂构造	11
3.环形构造	12
4.接触带构造	12

5.隐爆角岩构造 .....	12
第三节 岩浆岩 .....	13
1.三叠纪晚世泉眼序列 .....	13
2.侏罗纪中世东流沙序列 .....	14
3.白垩纪早世笄条北序列 .....	14
4.南泉眼单元石英闪长岩 .....	15
<b>第三章 矿床地质 .....</b>	<b>20</b>
第一节 矿化类型及矿体 .....	20
1.矽卡岩型 .....	20
2.破碎带蚀变岩型 .....	35
3.隐爆角砾岩型 .....	36
4.石英脉型 .....	37
第二节 矿床地球化特征 .....	37
1.岩石的微量元素特征 .....	37
2.矿石的微量元素特征 .....	37
3.矿石的元素组合及相关特征 .....	38
4.岩石、矿石地球化学异常特征 .....	39
第三节 成矿期及成矿阶段 .....	44
第四节 矿床成因探讨 .....	45
1.矿石名稀土元素特征 .....	45
2.硫同位素组成特征 .....	45
3.成矿温度 .....	47
4.成矿物质来源 .....	47
5.成矿模式 .....	48
<b>第四章 成矿预测 .....</b>	<b>50</b>
第一节 找矿模式 .....	50
1.岩浆岩 .....	50



2.地 层.....	51
3.构 造.....	51
4.重磁复合异常.....	52
5.化探异常.....	53
第二节 成矿预测 .....	53
1.兰家 - 周家窑预测区 .....	53
2.地碾张 - 小牟家沟预测区 .....	55
结 论 .....	57
致 谢 .....	58
参考文献 .....	59
中文摘要	
英文摘要	
图版说明及图版	

# 第一章 区域成矿背景

## 第一节 区域构造格架

兰家地区前中生代属兴 - 蒙岩石圈板块、中朝板块晚古生代陆缘；中生代进入滨环太平洋陆缘活动带，归属欧亚板块东部活动陆缘长白山隆起、大黑山断隆中段，其北西侧为松辽裂谷，南东侧为依 - 舒裂陷，三者构成松辽裂谷系。

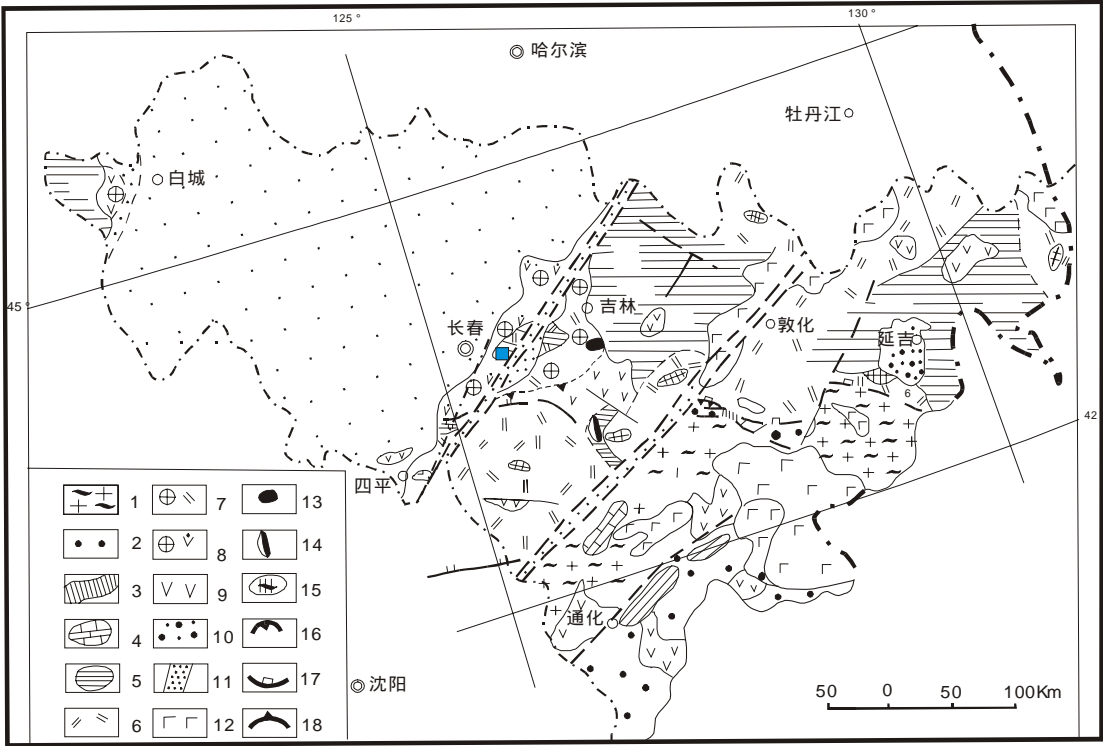


图 1 - 1 吉林省构造分区图（据高银度等，1992）

- 1.前寒武纪陆核；2.早元古宙裂谷拗拉槽；3.中晚元古陆缘裂陷槽；4.新元古 - 古生代古陆盖层；5.晚古生代上迭盆地；6.早古生代被动陆缘过渡壳；7.早古生代活动陆缘过渡壳；8.早古生代非火山堆覆陆缘过渡壳；9.中生代构造火山盆地；10.中生代沉积盆地；11.中生代断陷、裂谷沉积建造；12.新生代玄武岩及碱性岩喷发岩；13.蛇绿岩或类蛇绿岩；14.石炭系细碧角斑岩；15.类蛇绿混杂岩；16.元古宙（早 - 中元古）；17.早古生代边界；18.石炭 - 二叠系上迭盆地边界；19. 本区所处位置

## 第二节 区域地层

本区出露最老地地层为二叠系下统范家屯组，出露地层仅有二叠系、侏罗系、白垩系、第三系和第四系（表 1-1）。

### 1. 二叠系下统范家屯组（ $P_1f$ ）

为一套浅海相 - 陆缘碎屑 - 火山碎屑岩建造。根据本区地层岩石组合特征及岩石地球化学特征，范家屯组地层由下至上可分为三段：

1.1（ $P_1f^1$ ）下部为变质硅质泥岩、泥质硅质岩、粉砂质硅质泥岩、大理岩、泥质岩、斑点板岩等。上部为变质中粒长石石英杂砂岩、角岩化硅质砂砾岩、角岩化含砾砂岩、角岩化粉细砂岩、角岩化硅质泥岩。

1.2（ $P_1f^2$ ）下部为中性火山熔岩 ~ 火山沉积岩组成，岩石类型为蚀变微斑安山岩、黑色微斑安山岩、凝灰质细砂岩等。中部为中性火山熔岩 ~ 火山沉积岩组成，主要岩石类型微安山质角砾凝灰岩、黑色微斑安山岩、蚀变碎裂含砾岩屑长石杂砂岩。其中微斑安山岩据硅酸盐分析结果计算，里特曼指数  $= 1.39 < 4$ ，可推测其形成于岛弧环境。上部微斑安山质凝灰熔岩，蚀变安山岩。

1.3（ $P_1f^3$ ）按岩性可分为三个韵律，每个韵律的基本层序均为变质含砾长石杂砂岩、变质含砾压碎长石砂岩、大理岩透镜体夹薄层泥质粉砂岩。

兰家金矿床产在范家屯组第一段（ $P_1f^1$ ）与印支晚期石英闪长岩接触带之砂卡岩带中。

### 2. 二叠系上统杨家沟组（ $P_2y$ ）

区内杨家沟组为海陆交互相的一套中酸性火山 ~ 沉积建造。底部可有磨拉石建造或碳酸盐建造。根据岩性组合可分两段：下段（ $P_2y^1$ ）为安山质角砾凝灰岩、凝灰质砂岩、紫红色砂岩、含砾砂岩（其中局部夹灰岩透镜体），分布于蒋家屯 - 地碾张之间；上段（ $P_2y^2$ ）为酸性熔岩、流纹岩、蚀变凝灰质安山岩、安山质凝灰岩、安山岩，分布于西部大常家屯一带。

### 3. 侏罗系上统安民组（ $J_3a$ ）

根据岩石组合特征可分为三个火山 ~ 沉积韵律。据硅酸盐全分析，计算里特曼指数  $= 2.05 < 4$ ，表明其为钙碱性火山岩。

表 1-1 区域地层简表

界	系	统	组	段	代号	厚度(m)	岩 性
新生界	第四系	全新统			Q <sub>4</sub>	14.0	河漫滩冲积、洪积砂砾石、粘土、湖积淤泥
		中更新统			Q <sub>2</sub>	35.0	老黄土，含锰质铁质结核
		始-渐新统	舒兰组		E <sub>2-3s</sub>	581	绿色泥质砂岩、砂质泥岩夹煤层
		古新统	缸窑组		E <sub>1g</sub>	>105.2	巨砾岩、砾岩夹粗砂岩
中生界	白垩系	下统	泉头组	上段	K <sub>1g</sub> <sup>2</sup>	>63.2	含砾泥质粉砂岩、砂岩、砾岩
				下段	K <sub>1g</sub> <sup>1</sup>	354.8	巨砾岩、含砾粗砂岩、复成分砾岩
			营城子组	上段	K <sub>1y</sub> <sup>2</sup>	847.6	流纹质熔结角砾凝灰岩、火山角砾岩、流纹质凝灰熔岩、统纹岩
				下段	K <sub>1y</sub> <sup>1</sup>	>100	安山岩、蚀变安山岩
	侏罗系	上统	沙河子组		J <sub>3sh</sub>	>250	砾岩、砂岩、粉砂岩夹薄层煤
			安民组		J <sub>3a</sub>	506	安山质岩屑、晶屑凝灰岩、多斑安山岩、安山岩、凝灰质砂岩、砾岩
古生界	二叠系	上统	杨家沟组	上段	P <sub>2y</sub> <sup>2</sup>	不详	酸性熔岩、流纹岩、蚀变凝灰质安山岩、安山质凝灰岩、安山岩
				下段	P <sub>2y</sub> <sup>1</sup>	不详	安山质角砾凝灰岩、凝灰质砂岩、紫红色砂岩、含砾砂岩
		下统	范家屯组	三段	P <sub>1f</sub> <sup>3</sup>	925.3	含砾变质长石杂砂岩、岩屑砾岩夹大理岩透镜体
				二段	P <sub>1f</sub> <sup>2</sup>	1141.9	安山岩、安山质角砾凝灰岩、凝灰质砂岩、安山质凝灰熔岩、含砾长石砂岩
				一段	P <sub>1f</sub> <sup>1</sup>	422.4	变质硅质泥岩、硅质粉砂岩、硅质岩中间底部见有大理岩，兰家、孔家店金矿床赋存在该段中

#### 4. 下白垩统营城子组(K<sub>1y</sub>)

为一套不整合在上侏罗统沙河子组煤系地层之上的火山岩系。主要由酸

性~中酸性火山岩、火山碎屑岩构成。根据岩性组合特征可分为二段；第一段为安山岩、蚀变安山岩夹砂砾岩。第二段（ $K_1y^2$ ）岩性为流纹质火山岩。

根据岩石成分及结构可划分三个火山喷发韵律。岩性主要为流纹质凝灰岩、流纹质角砾凝灰岩、石泡流纹岩等。经岩石硅酸盐全分析结果计算，里特曼指数  $=1.323 < 4$ ，属于钙碱序列岩石，推断营城子组火山岩系形成于被动活动大陆边缘带。

#### 5. 下白垩统泉头组（ $K_1q$ ）

地层主要分布在本区北部。根据岩性组合可分为两个岩性段：泉头组下段（ $K_1q^1$ ）。主要岩性为巨砾岩和含巨砾砾岩。为一套山前洪积相的快速堆积建造；泉头组第二段（ $K_1q^2$ ）为一套河流相、滨湖相~浅湖相沉积建造，岩性主要为紫红色砾岩、灰色砾岩、紫红色含砾泥质砂岩灰绿~深灰色含砾泥质粉砂岩等。底部与营城子组呈角度不整合接触。

#### 6. 第三系

出露有古新统缸窑组（ $E_{1g}$ ），分布于泉眼沟附近，为一套山前洪积相建造。岩性是一套具韵律的沙砾岩，可划分为五个韵律层。

始~渐新统舒兰组（ $E_{2-3s}$ ）为一套河湖相含煤沉积建造，岩性主要为绿色泥质砂岩、砂质泥岩夹煤层，分布于本区东南部伊~舒裂陷内。

#### 7. 第四系（ $Q_4$ ）

主要分布于区内现代河谷、阶地之上的河床沉积和山麓堆积。由河漫滩冲积、洪积砂砾石、粘土和湖积淤泥组成。

### 第三节 深成岩浆岩

区内岩浆侵入活动始于二叠纪，一直延续至白垩纪，演化规律为基性—中性—酸性—碱性，共分 5 个序列，14 个单元。各单元深成岩浆岩侵入体产状、规模、时代见表 1-2。其中，南泉眼单元（ $T_3N$ ）泉眼沟石英闪长岩体与兰家金矿床的形成关系密切。

### 第四节 区域构造

区内构造极为复杂，既有褶皱构造，也有断裂构造，此外还有环形构造。

表 1-2 兰家地区岩浆岩一览表

时代	序列	单元（代号）	侵入体名称及格岩石类型	产状	面积（km <sup>2</sup> ）	结构	同位素年龄（Ma）	接触关系	物质来源
燕山中-晚期	笄条背	后靠山杨	后靠山杨安山玢岩	岩株	0.9	斑状	98.1	脉动侵入谷家油房单元	壳源
		山头子	山头子中组粒碱长花岗岩	岩株	1.7	中粗粒	115	侵入营城子组	
		上笄条背	上笄条背次流纹岩	岩株	2.4	斑状	112.7±1	脉动侵入庙岭单元	
燕山早期	石头门口	杂木沟	杂木沟中粒碱性花岗岩	岩株	2.2	中粒		侵入范家屯组	陆壳重熔
		兴隆沟	兴隆沟细粒二长花岗岩	岩株	1.6	细粒	149	侵入范家屯组	
		黄家店	黄家店二长花岗岩	岩株	0.7	中粒	153.9	侵入范家屯组	
	东流沙	新立屯（J <sub>2</sub> X）	化石明子花岗斑岩	岩株	0.8	斑状		脉动侵入郭家店单元	陆壳重熔
			范家屯花岗斑岩	岩株	0.1	斑状			
			西邵家花岗斑岩	岩株	1.3	斑状			
			周家窑花岗斑岩	岩株	1.6	斑状			
		庙岭（J <sub>2</sub> M）	庙家沟混染正长岩	岩株	8.1	交代	141.7±0.1	侵入交代范家屯组	
			上钱家混染正长岩	岩株	0.8	交代			
		郭家店（J <sub>2</sub> G）	小东沟中粒碱长花岗岩	岩株	0.9	中粒		被营城子组火山岩覆盖脉动侵入前砬子单元	
			五家糖坊中粒碱长花岗岩	岩株	3.5	中粒			
			郭家屯中粒碱长花岗岩	岩株	6.8	中粒			
			西高台子粒碱长花岗岩	岩株	3.0	中粒			
			邵家沟中粒碱长花岗岩	岩株	1.7	中粒			
		前砬子（J <sub>2</sub> Q）	邵马架子细粒二长花岗岩	小岩株	0.3	细粒	174	侵入范家屯组	
谷家油坊西细粒二长花岗岩	小岩株		0.3	细粒					

续表 1-2

时代	序列	单元（代号）	侵入体名称及格岩石类型	产状	面积（km <sup>2</sup> ）	结构	同位素年龄（ma）	接触关系	物质来源
燕山期	东流沙	前砬子（J <sub>2</sub> Q）	拌马窝棚中粗粒正长花岗岩	岩株	0.6	中粗粒		侵入南泉眼单元	
			老头沟中粒二长花岗岩	岩株	13.4	中粒			
			西拌子沟中粒二长花岗岩	岩株	15.6	中粒			
			刘家屯中粒二长花岗岩	岩株	2.8	中粒			
印支期	泉眼	南泉眼（T <sub>1</sub> N）	后石场中粗粒石英闪长岩	岩株	4.1	中粗粒	188 211.5	侵入范家屯组与金矿成矿关系密切	含幔源
			王家大屯中粒石英闪长岩	小岩株	0.3	中粒			
			杜家大屯中粒石英闪长岩	小岩株	0.1	中粒			
			狐狸套中粒石英闪长岩	岩株	19.7	中粒			
			泉眼沟中粒石英闪长岩	岩株	19.2	中粒			
			腰钱屯中粒石英闪长岩	岩株	0.2	中粒			
			下箐采背中粒石英闪长岩	岩株	0.5	中粒			
		周家窑（T <sub>3</sub> ZH）	大顶子次安山玢岩	岩株	2.4	斑状			
海西晚期	花信子	花信子（P <sub>2</sub> H）	王八小蛇纹石化橄榄岩	小岩株	0.2	中细纤维变晶		侵入范家屯组	幔源壳源
			北沟蛇纹石化橄榄岩	小岩株	0.1	中细纤维变晶			
			西窑蛇纹石化橄榄岩	小岩株	0.2	中细粒纤维变晶			
			北沟东细粒闪长岩	小岩株	0.2	细粒			

### 1.褶皱构造

区内褶皱构造均分布在范家屯组地层中，总体上看，是以区域北部的团山子韧性剪切带为核部，组成的北北西向延伸的复式背斜的一段及南翼部分。

### 2.断裂构造

断裂构造既有深层次的韧性变形团山子推覆型韧性剪切带，呈北西向延伸，也有浅部的脆性变形。以浅部脆性断裂为主，可分为北东向、北西向和近南北向三组。以北东向最为发育，多数倾角较陡，且总体表现出剪切特征，其中北东走向者为左行，北西走向者为右行。

### 3.遥感解译的环形构造

从卫片及航片的解译中发现，本区中部发育一较大的同心圆状半环形构造，其影像北西部不明显，南东部明显。该环形构造中心位于后林家，其外环发育于兰家屯、地碾张一带，向西至冷家当铺附近消失；中环在后刘家。

兰家地区的金矿床、矿（化）点，物、化探异常大多分布于中环及外环上，因此，认为该环形构造为一成矿有利构造。

## 第五节 区域板块构造演化史

区内晚古生代时期属中朝板块北缘大陆边缘活动带的组成部分。早二迭世在大陆壳基础上陆壳拉张、裂陷形成了火山岛弧盆地。晚二迭世形成了边缘海槽（残留海盆地），并经过了盆地闭合阶段。中生代库拉太平洋板块对华北板块俯冲作用造成了板块内的构造活动，直到中 - 新生代处于大陆裂谷阶段。

区内晚古生代以来，经历了古兴 - 蒙板块发育阶段及中生代欧亚板块活动陆缘阶段。

晚古生代早期，由于兴 - 蒙古洋壳向中朝板块俯冲带的跃迁，在板块边缘产生拉张环境，致使区内产生裂陷，形成早二迭世范家屯组时间岛孤盆地。早二迭世晚期盆地萎缩，板块俯冲导致盆地闭合，形成团山子推复性韧性剪切带和花信子序列构造侵位。以此韧性剪切带为枢纽，形成区域上范家屯组的复式褶皱，区内表现为一系列的北西向短轴背斜（次级构造），大区域上的



欧亚大陆壳从此形成。

中生代三迭世由于库拉板块俯冲并熔融上侵，形成我省东部山区三迭纪岩浆弧，晚三迭世本区泉眼序列石英闪长岩侵入（金丰度值较高）造成兰家向形，接触带部位形成角岩~矽卡岩化，磁铁矿、硫铁矿及金矿化。

晚三迭世末由于那丹哈达岭俯冲带的闭合挤压使陆内发生多层次剪切，导致陆壳局部重熔，岩浆沿裂隙以岩墙扩张方式侵位，本区形成中~晚侏罗的重熔型花岗质岩石（东流沙及石头口门序列）在热力，压力差作用下金元素向外扩散，矿液沿裂隙运移，可迭加于兰家层间矽卡岩成矿，即矽卡岩迭加岩浆热液。也可以形成矿碎蚀变岩型，“蒋家式”金矿化。

早白垩世中晚期、因库拉板块俯冲远程效应，热流上升，陆内剪切导致陆壳深部物质局部熔融，岩浆沿北东向断裂喷发或呈现次相上侵区内形成营城子组中酸性火山岩及笄条背序列次要山岩~次流纹岩。

## 第二章 矿区地质

控制区内金矿成矿有三个重要的地质条件，即地层、构造和岩浆活动，本章重点论述这三个成矿条件（图 2-1）。

### 第一节 地 层

矿区出露地层以范家屯组一段为主，部分为杨家沟组。

#### 1. 范家屯组一段 ( $P_1f^1$ )

根据岩性特征可分为四层简述如下。

##### 1.1 1 层 ( $P_1f^{1-1}$ )

分布在地碾张 - 大牟林子一带，北西 - 南向分布，倾向南西，倾角  $40^\circ$  左右，南东方向倾角变陡，达  $75^\circ$  左右。主要岩石组合为二云母石英变粒岩、石榴石红柱石变粒岩、千枚岩、千枚状板岩夹一层大理岩。

##### 1.2 2 层 ( $P_1f^{1-2}$ )

分布在兰家屯大将家屯 - 唐家店一带，北西 - 南东向分布，倾向南西，倾角  $35^\circ - 68^\circ$ ，兰家屯处走向北北东。主要岩石组合为变质粉砂岩、杂砂岩、泥质粉砂质板岩、斑点板岩，周家窑处有炭质成分。受热接触变质作用形成角岩。1 号金矿体赋存在该层中。

##### 1.3 3 层 ( $P_1f^{1-3}$ )

分布在兰家屯 - 周家窑一带，北北东向分布，受兰家倒转向斜褶皱影响，该层在兰家屯处倾向南东东、倾角  $56^\circ \sim 80^\circ$ ，周家窑处倾向西、倾角  $80^\circ$ 。该层主要由一层大理岩（灰岩）组成，局部尖灭再现，膨缩明显，厚度变化较大。兰家屯处大理岩大部分被交代成砂卡岩，并赋存了 19、20 号金矿体。

##### 1.4 4 层 ( $P_1f^{1-4}$ )

岩石组合基本同 2 层，12 线以北该层下部夹 1 - 2 层大理岩，厚度 20m 左右。周家窑处有灰岩透镜体，泥质结核中产菊石，灰岩透镜体中产珊瑚，粉砂岩中产腕足类、瓣鳃类、腹足类化石，其组合时代为早二叠世晚期。

该段由老至新显现出由粗变细的沉积韵律，变质程度由深变浅。金矿（点）主要分布在该段中。

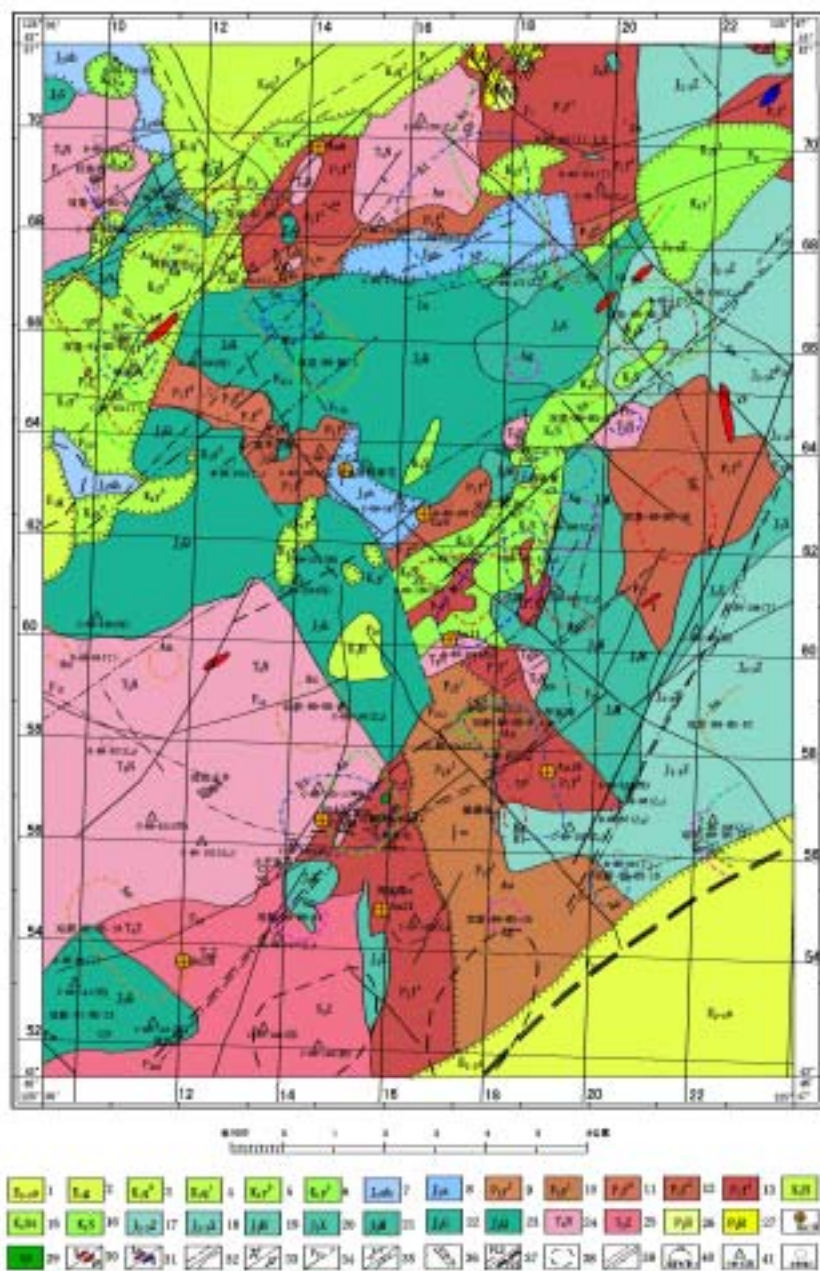


图 2-1 兰家金矿矿区地质图

1.舒兰组；2. 缸窑组；3.泉头组上段；4. 泉头组下段；5. 营城子组上段；6. 营城子组下段；7. 安山岩、蚀变安山岩；8. 沙河子组；9.安民组；10. 杨家沟组上段；11. 杨家沟组下段；12. 范家屯组上段；13. 范家屯组中段；14. 范家屯组下段；15. 簪条背序列后靠山杨单元：次安山玢岩；16. 簪条背序列山头子单元：中粗粒碱长花岗岩；17. 簪条背序列上簪条背单元：次流纹岩；18. 石头口门序列杂木沟单元：碱长花岗岩；19. 石头口门序列兴隆沟单元：细粒花岗岩；20. 石头口门序列黄家店单元：二长花岗岩；21. 东流沙序列新立屯单元：花岗斑岩；22. 东流沙序列庙岭单元：混杂正长岩；23. 东流沙序列郭家店单元：中粗粒碱长花岗岩；24. 前石砬子单元：中粗粒、细粒二长花岗岩；25. 泉眼序列南泉眼单元：中粗粒石英闪长岩；26. 泉眼序列周家窑单元：次安山玢岩；27. 花信子序列北东沟单元：细粒闪长岩；28. 花信子序列花信子单元：蛇纹石化橄榄岩；29. 矿（化）点及编号；30. 隐爆角砾岩；31. 花岗岩脉/花岗斑岩脉；32. 石英斑岩脉/闪长岩脉；33. 实测及推测地质界线/角度不整合地质界线；34. 背斜/向斜；35. 实测、推测断裂构造及编号；36. 实测逆断层、正断层；37. 韧性剪切带；38. 物探解译断裂构造及编号；39. 物探航磁解译隐伏构造；40. 航片解译断裂/推测断裂；41. 水系沉积物、异常范围及异常编号；42. 航磁异常位置及编号

### 1.5 原岩成分

范家屯组一段的碎屑岩成分除了部分是正常沉积的粘土外，大部分是由火山碎屑岩沉积的，以凝灰岩、安山岩碎屑为主，其次有流纹岩。碎屑岩次棱角状，分选、磨圆度不好，搬运距离不远。

### 2. 二叠系上统杨家沟组 (P<sub>2</sub>y)

分布在郭家糖坊一带。主要岩性组合为安山质火山角砾岩、杂砾岩、凝灰质砂岩。该组不整合于范家屯组一段 1, 2 层之上。

## 第二节 构造

矿区内褶皱构造、断裂构造均较发育。褶皱构造在范家屯组中，有兰家倒转向斜、兰家向形。断裂构造可分为三组，北西向、北西西向、北北东向，断裂规模均较小。另外，矿区内还见有环形构造。

### 1. 褶皱构造

主要有兰家倒转向斜，其次有兰家向形后期的小型褶皱构造。北部褶皱构造被石英闪长岩吞没。根据地层产状和岩性组合分析，该区构造经历了三次变形，第一次是兰家倒转向斜，第二次是兰家倒转向斜轴面二次变形形成的兰家向形，第三次是垂直褶皱轴线方向变形。兰家向斜枢纽走向近南北向。近岩体处褶皱构造发育。复杂的褶皱及其层间滑脱、轴向断裂、劈理，是矿体赋存的有利部位。

### 2. 断裂构造

区内断裂构造可分为北西向、北北西向和北东向三组。

#### 2.1 北西向断裂构造

是一组大致顺层的断裂构造，走向 330° - 350°、倾向 200° - 270°、倾角 25° - 56°、长度 640m、厚度 0.5 - 10.0m。断裂带由碎裂岩、糜棱岩组成，断层面呈舒缓波状，断层性质为压性，1 号金矿体赋存在这组断裂中。

#### 2.2 北西西向断裂构造

该组断裂构造相互平行，断裂间距密集，大小不等。其中，F101 断层规模较大，位于矿床南小史家屯 - 陈平房附近。矿床内断层规模均较小，断裂

性质属扭性。

### **2.2.1 F101 断层**

是区域性的推断断层，走向北北西向，长度大于 2000m，该断层将范家屯组一段 2 层错断。

### **2.2.2 F102、F103 断层**

分布在铁矿开采坑内，一组相互平行、间距密集的断裂构造，长度 25m，宽几十厘米，倾向  $14^{\circ} - 42^{\circ}$ ，倾角陡  $82^{\circ} - 88^{\circ}$ ，属平移断层，横切含矿层，最大水平断距几米。断裂带内有阳起石夕卡岩及构造角砾岩充填。断层面光滑，擦痕明显，成矿前断裂，对成矿有利，成矿后也有活动，但规模较小。

## **2.3 北北东向断裂构造 (F301、F302、F303)**

该组断裂分布在兰家向形中，走向与褶皱枢纽一致，相互平行。断层规模小，长 130 - 280m、最宽达 7m，走向北北东、倾向  $88^{\circ}$ 、倾角  $70^{\circ}$ 。断层内有碎裂岩、构造角砾岩、断层泥等。F302 断层内有斜长花岗斑岩脉充填。断层性质属张性。成矿后断裂，对矿体起破坏作用，但断距小、破坏不大。

北北东向断裂控制了石英闪长岩的分布，矽卡岩型金矿分布于北东向断裂带内，破碎带蚀变岩型金矿产于北西向断裂带中。

## **3. 环形构造**

遥感资料解译区内中部有一环形构造，同心圆状，西北部不明现。推断为隐伏深成侵入体或火山活动造成的。外环在地碾张、兰家一带，后刘家金矿点在其中环上，中心位于后林家。区内化探异常与金属矿床（点）的分布明显受环形构造控制。

## **4. 接触带构造**

区内接触带构造特别发育，兰家屯以西石英闪长岩呈港湾状、舒缓波状与范家屯组地层接触，局部捕虏范家屯组地层在剖面上呈槽形。复杂的接触带发生了矽卡岩化，15-20 号、28 号、29 号等金矿体金矿体和含铜硫铁矿体产在接触带构造内（图 2-2）。

## **5. 隐爆角砾岩构造**

矿区北部发育有隐爆角砾岩构造，平面上呈蝌蚪状，剖面上呈漏斗状或气球状，面积约  $1.0\text{Km}^2$ 。其接触带部位有 5 号、12 号和 1 号金矿体。

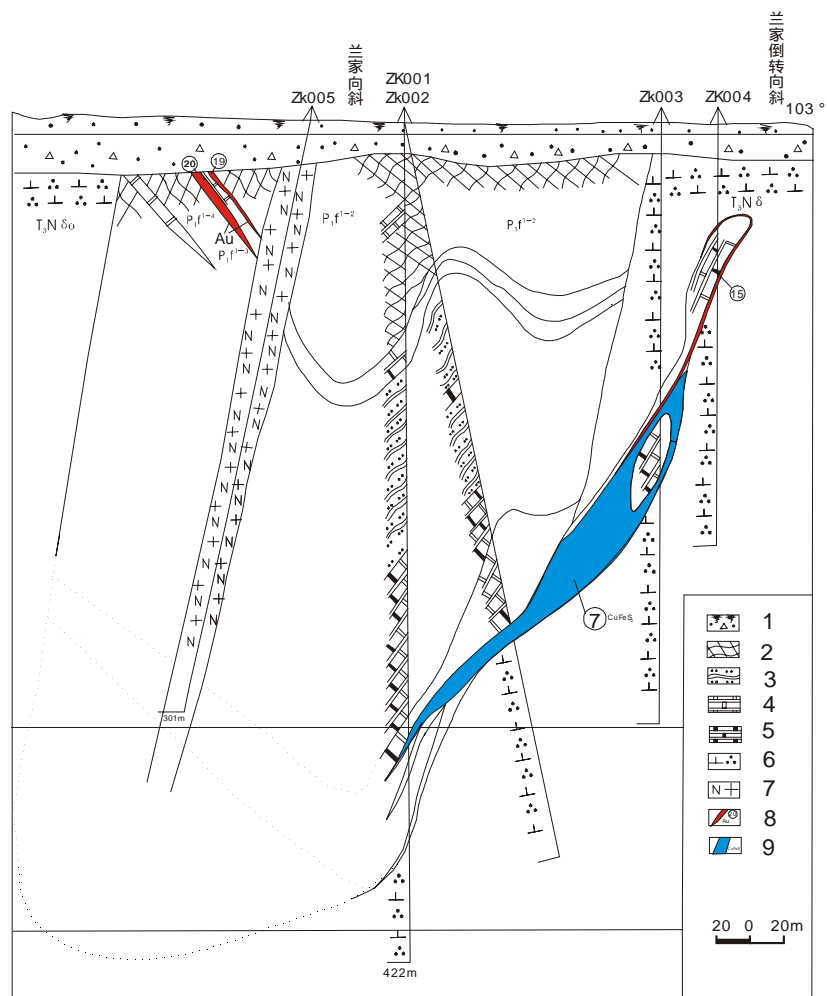


图 2-2 褶皱构造和接触带构造与矿体赋存的空间关系

1.第四系；2.角岩；3.变质粉砂岩；4.夕卡岩；5.大理岩；6.石英闪长岩；  
7.斜长花岗斑岩；8.金矿体及其编号；9.含铜硫铁矿及其编号

### 第三节 岩浆岩

区内岩浆岩活动频繁，分布广泛（见表 1-2）。矿区内出露的岩浆岩有三叠纪晚世泉眼序列：周家窑单元、南泉眼单元；侏罗纪中世东流沙序列：前砬子单元、庙岭单元、新立屯单元；白垩纪早世簪条背序列：上簪条背单元、后靠山杨单元。另外还有安山质隐爆角砾岩。

#### 1. 三叠纪晚世泉眼序列

石英闪长岩为深灰色，粒状结构，局部为似斑结构，块状构造，在岩体边缘见流动构造。主要造岩矿物为斜长石、角闪石、少量石英及黑云母，其

中斜长石含量  $60 \times 10^{-2}$ 、角闪石含量  $34 \times 10^{-2}$ 、石英含量  $5 \times 10^{-2}$ ，另见磷灰石、榍石、锆石、磁铁矿、钛铁矿等副矿物。斜长石  $An=35$  为中长石，晶体多呈自形板状，聚片双晶发育，具环带结构，普通角闪石为粒状，蚀变现象较普遍，主要有黑去母化、绿泥石化、次闪石化（阳起石化、透闪石化），在岩体不同部位蚀变强弱不同，局部地段黑云母含量可达  $15-20 \times 10^{-2}$ 、绿泥石可达  $10 \times 10^{-2}$ 。石英呈他形粒状充填在斜长石与角闪石空隙间。

### 1.1 周家窑单元 ( $T_3ZH$ $\mu$ )

以周家窑安山玢岩为代表。位于周家窑西部，泉眼沟岩体南。以安山岩、次安山岩为主，局部见到闪长岩。侵入到范家屯组一段 4 层中。在岩体内外接触带中见到磁铁矿化。

### 1.2 南泉眼单元( $T_3N$ )

分布在泉眼沟 - 兰家一带的石英闪长岩，侵入到范家屯组一段 3 - 4 层中。岩体内外接触带赋存有兰家金矿、东风铁矿（磁铁矿）、含铜硫铁矿等。

## 2. 侏罗纪中世东流沙序列

### 2.1 前砬子单元 ( $J_2Q$ )

出露岩体为邵马架子二长花岗岩，位于邵马架子、杜家店东部，侵入到范家屯组一段 1、2 层，杨家沟组一段 1、2 层及南泉眼单元石英闪长岩中。

### 2.2 庙岭单元 ( $J_2M$ )

出露岩体为庙东沟混染正长岩。位于矿区东北部庙南沟一带。侵入到范家屯组一段 1 层中。岩体与范家屯组一段 1 层接触带上有电气石化、硅化、褐铁矿化、铜矿化。

### 2.3 新立屯单元 ( $J_2Z$ )

主要出露在周家窑西部，花岗斑岩。侵入到范家屯组中及南泉眼单元石英闪长岩中。在接触带处有高岭土化、硅化、褐铁矿化。

## 3. 白垩纪早世簪条背序列

### 3.1 上簪条背单元 ( $K_1SH$ )

出露体为上簪条背次流纹岩。位于矿区北部的后刘家屯西北部。侵入到范家屯一段 1 层及南泉眼单元石英闪长岩中。

### 3.2 后靠山杨单元 ( $K_1H \mu$ )

出露岩体为后靠山杨安山玢岩。位于矿区北部前靠山杨北部。侵入到前砬子单元二长花岗岩中。

上述诸多的岩浆岩中，当属南泉眼单元 ( $T_3N$ ) 与金矿成因演化关系最为密切，特详细描述如后。

## 4. 南泉眼单元石英闪长岩 ( $T_3N$ )

### 4.1 空间分布

主要由狐狸套、泉眼沟后石场等侵入体组成，呈带状环状分布，出露面积达  $20.8\text{Km}^2$ 。

### 4.2 岩石学特征

岩石风化强烈，新鲜岩石为深灰色，柱粒状结构，块状构造。主要矿物有斜长石，含量 70 - 75%， $An = 35 - 50$ ，中长石。石英含量 5 - 10%；碱性长石含量 5 - 10%，二者呈共结状，形成显微文象嵌晶结构。暗色矿物以黑云母为主，含量 7% 左右。副矿物有磷灰石锆石磁铁矿等。

### 4.3 岩石化学特征

为了解石英闪长岩的岩石化学成分，在石英闪长岩体中，采集了具有代表性的硅酸盐样品，分析结果见表 2-1，通过综合研究，其规律为：1)  $\text{SiO}_2$  含量为  $55.40-59.82 \times 10^{-2}$ ，介于  $52-65 \times 10^{-2}$  之间（吉林省岩石分类与命名 1991），属中性岩类。

2) 通过与同类岩石（北京地区 20 个样品平均，1978）平均化学成分对比，该石英闪长岩属贫 Si、Al、Na、K 富 Ti、Mg、Ca 的石英闪长岩。

3) 该岩石  $\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ （分子数），属正常系列的岩石。

4) Q 值为 7.70-13.19，介于 6-15 之间，a/c 值 1.14-2.89，除个别样品外，均小于 1.5，表式该单元为  $\text{SiO}_2$  弱饱和，碱极贫的第 III 类第 10 族岩石。

5) 从扎氏图上看， $P_1$ 、 $P_2$  点分别落在碱性面与钙碱性面内，而且  $P_1$  向量右倾，表示该岩石属正常成分的； $P_1$ 、 $P_2$  点远离 csa 轴，表示岩石中含相当的铁镁矿物； $P_1$  点远离 Sb 轴， $P_2$  点靠近 Sb 轴，表示岩石中以碱性岩石为主； $P_1$  向量右倾，而且较陡，表示岩石中铁镁矿物含钙，而且镁含量较高，除个别样品外， $P_2$  向量较陡，表示岩石中碱性长石的钠含量较高。



表 2 - 1 硅酸盐全分析结果表

顺序号	采样位置	岩石名称	氧化物量 (10 <sup>-2</sup> )													扎氏数值特征														备注
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	LOS	合计	a	c	b	s	Q	a/c	a	c	m	f	n	t	Q		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	ZK001	石英闪长岩	55.72	17.10	7.53	4.40	1.61	6.86	3.10	1.70	0.25	0.25	0.18	0.64	99.94	9.48	6.94	18.25	65.33	4.76	1.37		19.22	41.68	45.11	73.41	1.13	7.70		
2	ZK003	石英闪长岩	56.70	16.24	5.51	3.41	1.54	7.25	1.60	3.80	0.90	0.25	0.18	2.24	99.66	9.55	6.65	15.28	68.52	11.28	1.24		2.61	39.74	57.65	38.77	1.18	9.06		
3	ZK001	石英闪长岩	55.40	15.68	6.27	3.22	2.15	6.22	0.45	4.80	0.87	0.22	0.20	2.86	98.84	8.50	6.90	16.20	68.28	12.53	1.22		11.36	36.09	52.54	12.47	1.17	12.16		
4	ZK2001	石英闪长岩	59.82	15.78	6.01	2.76	2.17	4.93	4.10	2.38	0.92	0.02	0.10	0.49	99.48	12.50	4.33	14.32	68.85	8.37	2.89		20.91	32.69	46.40	73.36	1.14	12.97		
5	东风硫铁矿	石英闪长岩	57.07	15.41	6.24	4.79	2.78	5.42	3.32	1.82	0.98	0.32	0.13	1.86	100.14	10.05	5.40	18.20	66.35	7.20	1.86		12.51	45.03	42.46	73.43	1.27	13.19	8个样平均值	

吉林省地质科学研究所化验室分析

通过标准矿物计算（表 2-2）绘制了 Q—F—Anor 图解（图 2-3），从图 3-3 中看出该岩体投点分别落在 9\*、10\* 区，即石英二长闪长岩区与石英闪长岩区，与镜下鉴定是基本吻合的。

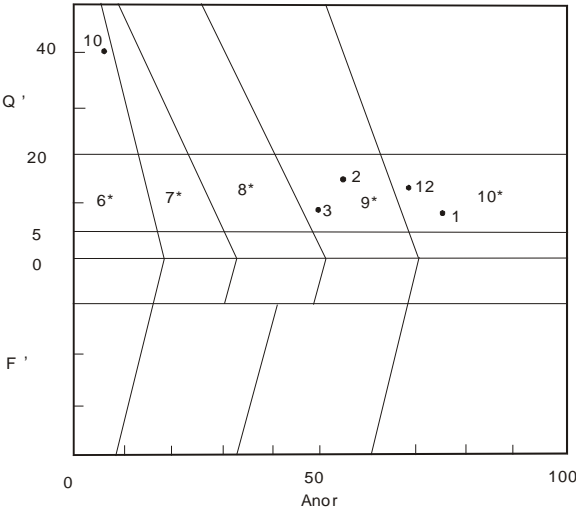


图 2-3 Q' - F' - Anor 图解

6\*石英碱长正长岩；7\*石英正长岩；8\*石英二长岩；9\*石英二长闪长岩；10\*石英闪长岩

表 2-2 CIPW 标准矿物成分计算数据表

矿物代号 顺序号	Or	Ab	An	Hy	Mt	Di	Ap	Q	C	Pr	I	
1	10.05	26.23	27.72	17.90	2.33	6.60	0.59	6.28			1.61	99.31
1	22.68	13.54	25.70	19.38	2.33		0.59	11.56	0.03		1.71	97.43
3	28.36	3.81	26.59	11.03	3.12	4.54	0.52	14.55		3.05	1.65	97.72
12	10.75	28.09	21.77	15.42	4.03	5.75	0.76	9.86			1.86	98.29

### 6) 岩体成因及时代

为了研究石英闪长岩产出的构造环境，根据岩石化学资料绘制了 R<sub>1</sub>—R<sub>2</sub> 阳离子图解（见图 2-4，表 2-3）从 R<sub>1</sub>—R<sub>2</sub> 阳离子图解上看，石英闪长岩投点均落在板块碰撞前的 2 区（深源 I 型）。

具有深源 I 型岩体特征：侵入体规模小，具有明显的接触带，岩体内很少捕虏体，暗色矿物以普通角闪石、黑云母为主。

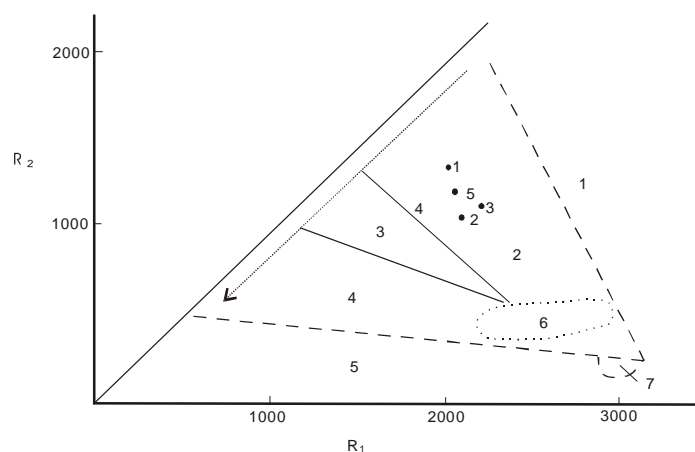


图 2 - 4  $R_1 - R_2$  阳离子图解

1.地幔分离；2.板块碰撞前；3.碰撞后抬升的；4.造山晚期的；5.非造山的；  
6.同碰撞期的；7.造山期后的

表 2 - 3 岩石化学特征指数对比表

样品编号 岩石化学指数	ZK001	ZK003	ZK001	ZK2001	东风硫铁矿
ANKC	0.83	0.97	0.91	0.78	0.83
$Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Fe^{2+})$	0.17	0.15	0.25	0.29	0.31

矿区内石英闪长岩成因见图 2 - 5，其投点均落在斜长石-透辉石-黑云母区，表示石英闪长岩具有深源 I 型成因的特点。

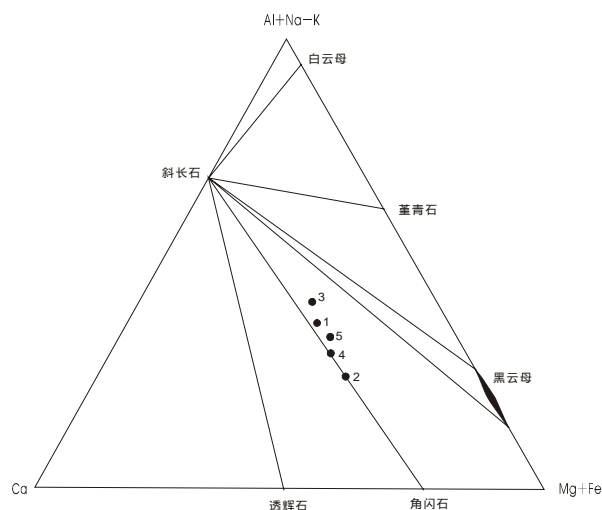


图 3 - 5 A - C - M 成因三角图解

过铝指数 ANKC 为 0.78-0.97 见表 8，均小于 1.1； $\text{Fe}^{3+}/(\text{Fe}^{3+}+\text{Fe}^{2+})$  为 0.15-0.31，除个别样品外，均小于 0.3；CIPW 标准分子 C 未出现或小于 1.0； $\text{SiO}_2$  含量较低。

石英闪长岩稀土元素分析及特征值见表 2 - 4，其特征为：稀土总量 REE 为 121.91-155.29ppm，轻重稀土比值  $\text{Ce}/\text{Y}$  为 3.41-4.11，属轻稀土元素富集型。Eu 为 0.86-1.12，均大于 0.5，接近 1。 $\text{Ce}$  为 3.14-4.11。反映出岩浆活动早期产物深源 I 型特点。综上所述，岩体成因为深源 I 型。

表 2 - 4 岩石稀土丰度及特征参数表

序号	样品号	序列	单元	岩石名称	稀土丰度 ( 10 <sup>-6</sup> )								
					La	Ce	Pr	Nd	Sm				
1	X90-183	泉眼	南泉眼	石英闪长岩	20.90	42.00	5.00	20.80	4.38				
2	X90-184				25.60	49.50	6.10	22.80	5.00				
2	X90-461				27.60	51.70	5.90	22.40	5.05				
4	X90-446			含金石英闪长岩	22.30	44.20	5.30	20.50	4.62				
5	X90-448				28.10	56.20	6.70	27.00	5.49				
序号	稀土丰度 ( 10 <sup>-6</sup> )										特征参数		
	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	REE	Ce/ Y	Eu
1	1.16	3.28	0.53	2.60	0.58	1.56	0.24	1.47	0.21	17.20	121.91	3.41	0.98
2	1.15	3.61	0.58	2.87	0.63	1.74	0.25	0.65	0.25	18.10	139.83	3.71	0.86
3	1.31	3.72	0.66	3.16	0.65	1.87	0.29	1.53	0.25	17.90	143.99	3.80	0.96
4	1.40	3.43	0.54	2.78	0.61	1.74	0.24	1.53	0.25	16.20	125.64	3.60	1.12
5	1.38	4.09	0.59	3.06	0.63	1.82	0.27	1.52	0.24	18.20	155.29	4.11	0.93

据长地校 1/5 万区调资料，岩体形成温度 750 -800℃，压力 4000 巴范围内，该岩体定位深度为 11-14km。U-Pb 同位素年龄值 211.5Ma，时代属晚三叠世。

### 第三章 矿床地质

兰家金矿床产于印支期南泉眼单元石英闪长岩与早二迭世范家屯组一段接触带或其附近构造带中(图3-1)。根据矿体产出的空间位置、矿化形成的时间、矿石的矿物组合、矿石构造及金的赋存状态等,将本区金矿床划分为四种矿化类型:砂卡岩型、破碎带蚀变岩型、隐爆角砾岩型、石英脉型等。

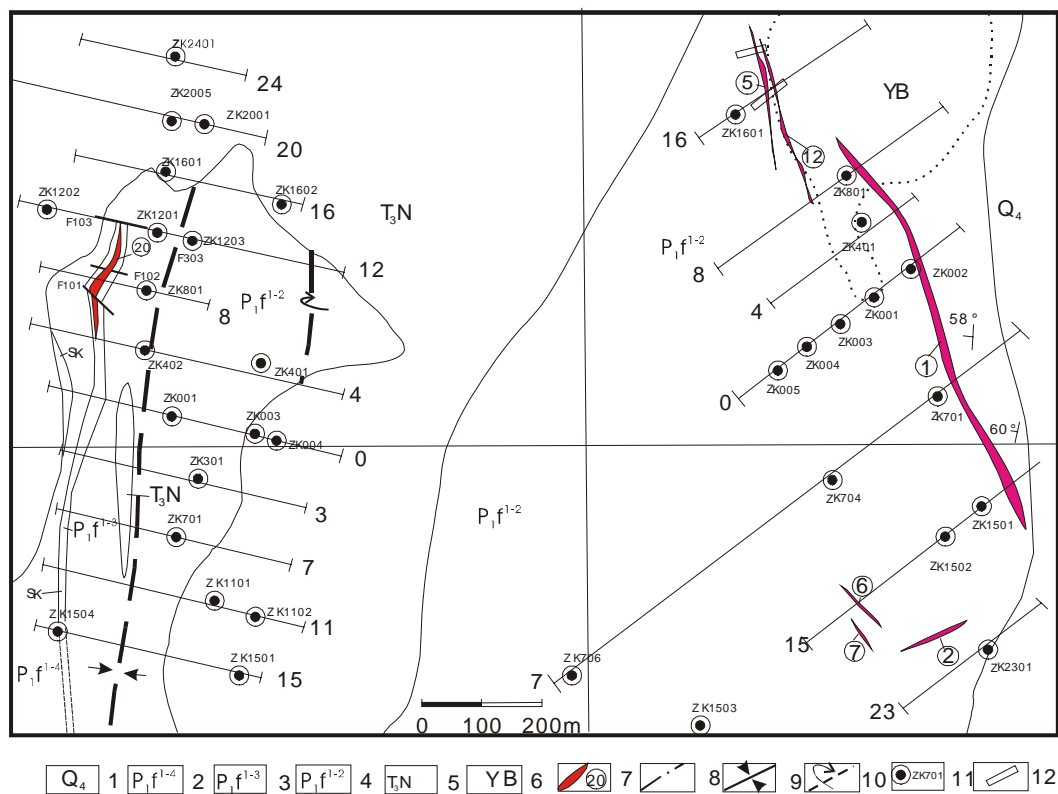


图3-1 兰家金矿床地质图

1.第四系;2.范家屯组一段四层;3. 范家屯组一段三层;4. 范家屯组一段二层;5.石英闪长岩;6.隐爆角砾岩;7.金矿体;8.断层及编号;9.兰家向形位置;10.倒转向斜枢纽位置;11.钻孔位置及编号;12.探槽

### 第一节 矿化类型及矿体

#### 1.砂卡岩型

##### 1.1 矿体空间位置及产状形态

分布于矿床西部,东风铁矿开采坑附近,兰家倒转向斜、兰家向形构造

中，矿体位于石英闪长岩凹陷部位的外接触带阳起石矽卡岩中。矽卡岩下部赋存 20 号金矿体，上部赋存 19 号金矿体（图 3 - 2）。

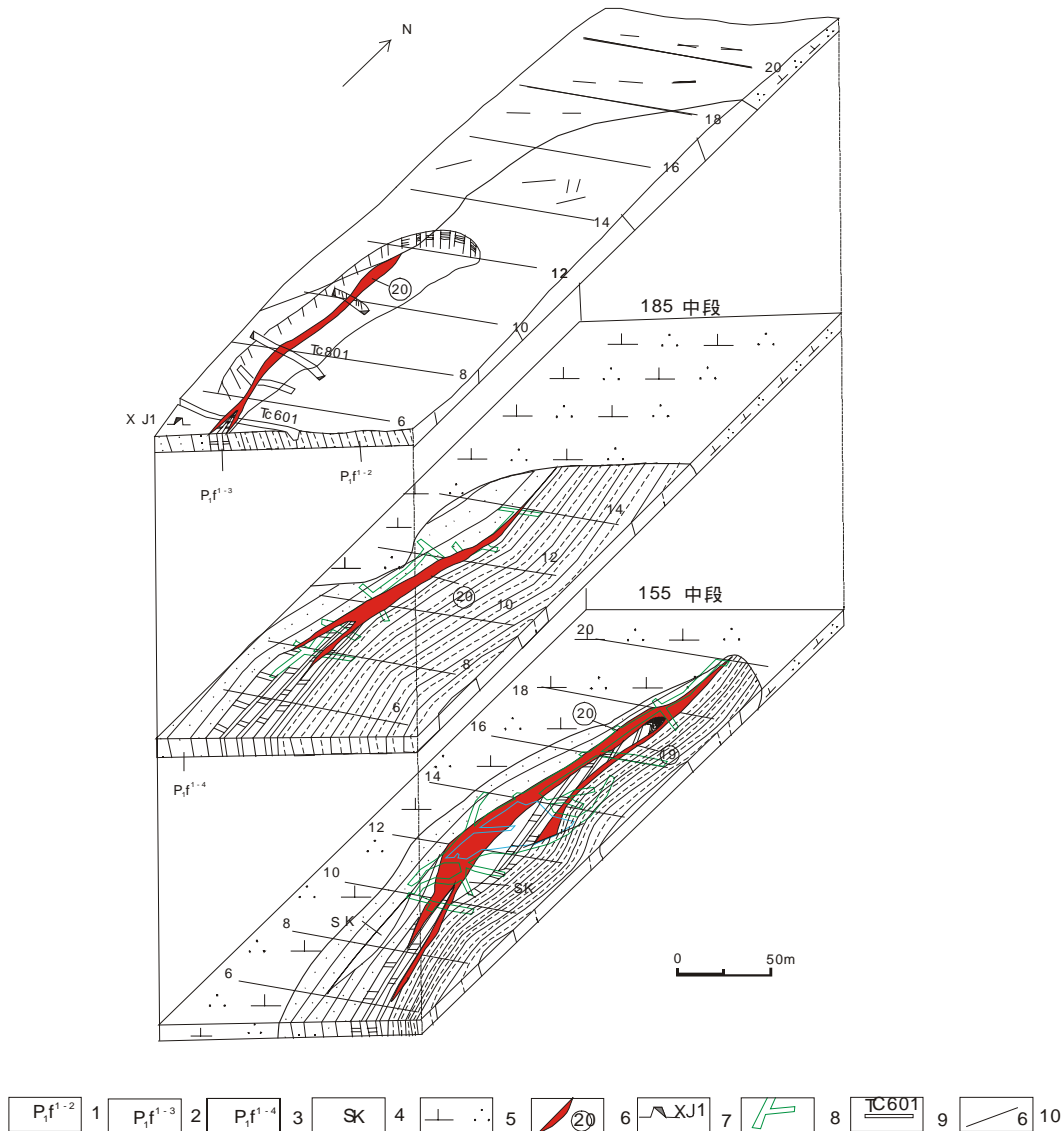


图 3 - 2 19、20 号矿体水平断面图

1.范家屯组第一段长英质角岩；2. 范家屯组第一段 3 层大理岩；3. 范家屯组第一段 4 层变质粉砂岩；  
4.矽卡岩；5.石英闪长岩；6.金矿体及编号；7.斜井；8.坑道平巷；9.探槽；10 勘探线及编号

矿体分布在 4-22 线间。走向  $0^{\circ}$  -  $20^{\circ}$  ,倾向  $90^{\circ}$  -  $110^{\circ}$  ,倾角由南向北总体上是由缓变陡。其变化规律是，6 线  $52^{\circ}$ 、8 线  $53^{\circ}$ 、10 线  $50^{\circ}$ 、12 线  $67^{\circ}$ 、14 线  $62^{\circ}30'$ 、16 线  $85^{\circ}$ 、18 线  $86^{\circ}$  和 20 线  $84^{\circ}$ 。矿体南部出露地表，北部倾伏地下，呈“喇叭型”向北北东侧伏、侧伏角  $20^{\circ}$ 。矿体向北

延深增大，没有封闭。经过采矿揭露发现，50m 中段以下矿体仍有延伸（图 3 - 3）。

地表矿体长 146.50m，深部向北扩展 219.50m、矿体总长 366.00m，斜深 100m 左右，矿体规模中等。见矿标高 22.50-210.99m，控制延深 188.49m。

矿体形态复杂，主要由二个主分枝矿体复合而成。膨缩明显，呈不规则脉状。矿体南部分枝向北复合；向深部分枝，浅部复合。

矿化与构造关系密切，一组北西西向平行断裂、节理与矽卡岩交汇处矿体变好；一组北弱东向断裂对矿体起破坏作用，但断距小，对矿体破坏不大。

矿体与围岩界限不清，需用化学分析圈定。矿体真厚度 1.39-19.22m，平均厚度 7.27m，厚度变化系数  $72 \times 10^{-2}$ ，厚度变化属较稳定。金品位 1.03-51.50  $\times 10^{-6}$ ，平均品位  $8.51 \times 10^{-6}$ ，品位变化系数  $100 \times 10^{-2}$ ，品位变化属不均匀；银平均品位  $5.7 \times 10^{-6}$ 。金银比值 1 0.67。

19 号与 20 号金矿体特征基本相同，19 号金矿体为隐伏矿体，分布在 10-18 线间的 155m 中段上下，长 130.00m，斜深 63.00m，矿体规模小。见矿标高 123.00-186.50m，控制延伸深 63.5m。经过采矿揭露发现，19、20 号矿体之间由厚层大理岩相隔，在 18 线 175m 水平两条矿体在“鱼背”状大理岩顶部合成一条矿体（图 3 - 4）。该处大理岩角砾化明显，金属硫化物成网脉状发育有金矿化。

矿体形态复杂，扁豆状、脉状。矿体真厚度 1.66-6.15m，平均厚度 3.49m，厚度变化系数  $58 \times 10^{-2}$ ，厚度变化属较稳定。金品位 1.00-71.56  $\times 10^{-6}$ ，平均品位  $10.85 \times 10^{-6}$ ，品位变化系数  $148 \times 10^{-2}$ ，品位变化属不均匀；银平均品位  $6.1 \times 10^{-6}$ 。金银比值 1 0.56。

## 1.2 矿物组合

矿石自然类型有：碎裂石榴石矽卡岩型，石榴石磁铁矿矽卡岩型，阳起石矽卡岩型等。矿物组合极为复杂，金属氧化物有磁铁矿、赤铁矿、白钨矿等，金属硫化物有黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、斜方铅铋矿、辉砷钴矿、黄铜矿、辉铋矿、黝铜矿等，单质矿物有自然铋、自然金等，还有铋的硫盐矿物辉铅铋矿（硫铋铅矿）。金属矿物在矿石中占 2% 左右。还有多种硅酸盐矿物。

矽卡岩型金矿石中与自然金有密切关系的金属矿物主要有自然铋、辉铋矿、斜方铅铋矿、辉砷钴矿、磁铁矿、赤铁矿和方铅矿，现重点叙述与自然金有密切关系的金属矿物。

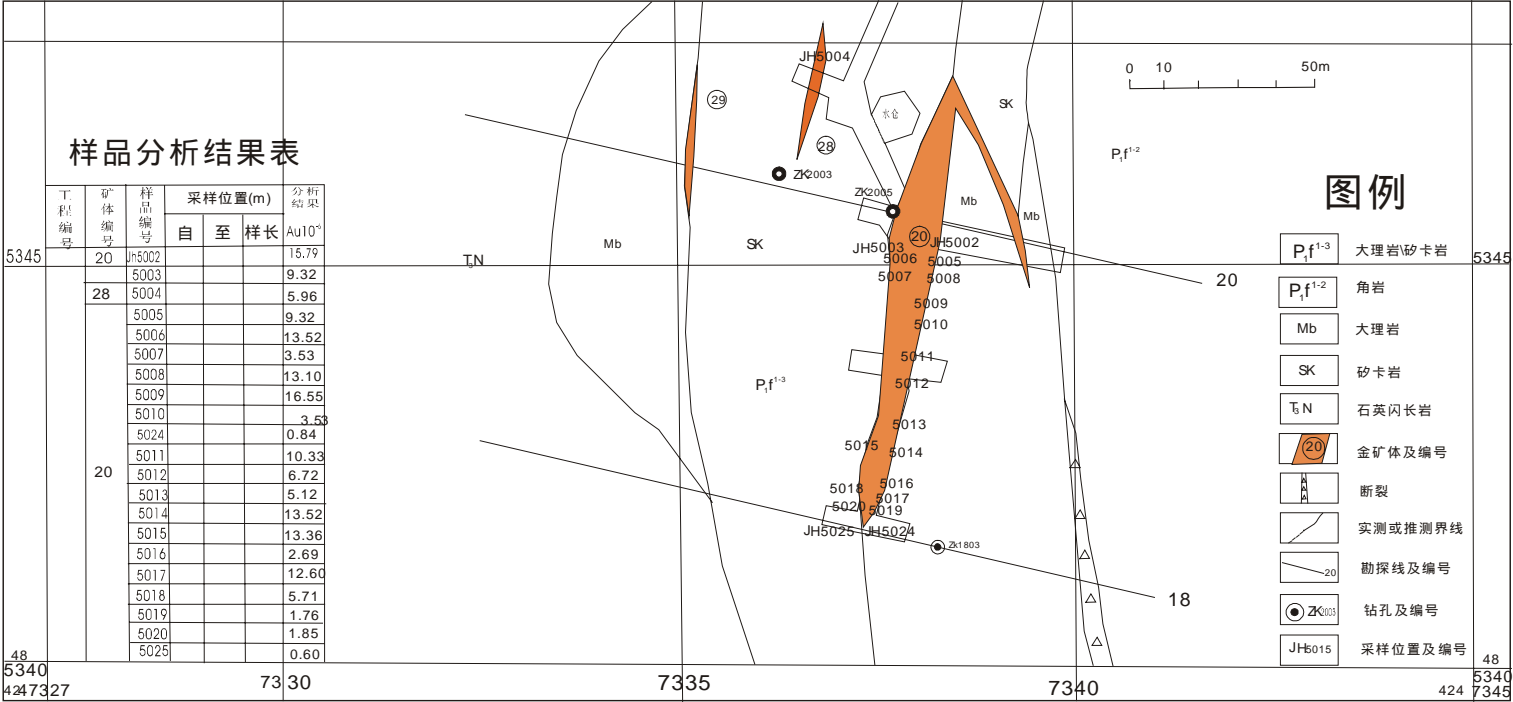


图 3 - 3 兰家金矿床 20 号矿体 50m 中段平面图



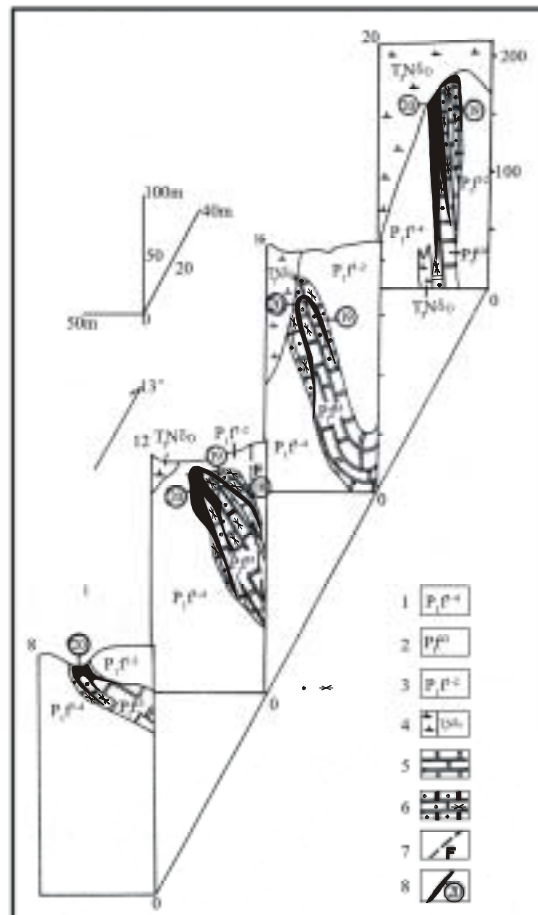


图 3 - 4 矽卡岩型金矿体联合剖面图

1.范家屯组一段4层；2.范家屯组一段3层；3.范家屯组一段2层；4.石英闪长岩；5.大理岩；  
6.石榴石阳起石矽卡岩；7.断层；8.金矿体及编号

### 1) 自然铋 (Bi)

主要载金矿物之一。自然铋与自然金有密切连生和包裹关系，自然铋主要呈不规则粒状，在光片中多为被交代残留状出现。银白色带锖色，金属光泽，软而延展性强。在光片中为亮乳白色（带黄色调），反射率在 65 以上，能谱分析未发现其他元素（能谱的灵敏度所致）。自然铋的出现常伴随辉铋矿及与辉铋矿嵌生的铋的硫盐矿、石榴石等矿物，但它又为辉铋矿或铋的硫盐矿物集合体所交代包裹，同时与自然金有连生包含关系。以上这几种矿物经常在一起呈浸染形式不均匀地于局部地方交代充填于石榴石、磁铁矿等晶隙

及矿物的裂隙中。从能谱对自然铋的分析结果看目前尚未发现黑铋金矿，也未见金与其他铋的硫化物或硫盐矿物呈显微蠕虫状交生特点，说明自然铋晶出应处于硫逸度较低的情况下。

### 2) 辉铋矿 ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ )

主要载金矿物之一。如上所述，它经常与自然铋、铋的硫盐矿物、自然金等密切相伴出现，而且它们之间多为连生、嵌生和交代包裹关系。晶体常呈现不规则粒状、纤柱状。铅灰白色，具锖色，金属光泽，性软而略有展性，比重大。在反光镜下呈灰白色，反射率在 45-50 间，均质性强到弱。以不规则粒状，少数纤柱状晶形为特征。

### 3) 斜方辉铅铋矿 ( $2\text{PbS} \cdot \text{Bi}_2\text{S}_3$ )

表 3 - 1 铋的硫盐矿物能谱分析结果一览表

元素及含量 样 品 号	元素成份重量 ( $10^{-2}$ )						元素原子数百分比					
	Bi	Pb	Cu	Te	Fe	S	Bi	Pb	Cu	Te	Fe	S
1601-Rz2-B10	43.05	46.37	1.08			9.50	27.69	30.12	2.27			39.32
1601-Rz2-B10	79.94			7.28	2.59	10.21	47.54			7.05	5.76	39.65
1601-Rz2-B10	41.58	45.02	2.85			10.55	25.16	27.50	5.63			41.71
JH-B9	78.59		3.41		0.92	17.09	38.38		5.44		1.67	54.51

上述能谱分析结果，由于 S、Bi、Pb 的值线重叠，分析数量是根据计算机硬性分配的，故其百分含量只能作为参考，与铋相嵌生不易分开，而成为集合体形式产出，故它也是金的主要载金矿物之一。

### 4) 辉砷钴矿 [ $(\text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe})\text{AsS}$ ]

自形到半自形粒状晶体，等轴晶体，光片下为白色带粉红色调，磨光好，反射率 50 左右，硬度略小于黄铁矿，均质性，无内反射。本矿物的形成，具有较明显的交代矽卡岩阶段矿物及磁铁矿等特点。同时具有与自然金密切相伴，但较自然金为早晶出。辉砷钴矿物能谱分析结果列于表 3 - 2。

表 3 - 2 辉砷钴矿物能谱分析结果

含量 % 样号	Co	Fe	Ni	As	S	合计
1201-Rz-2-B5	30.53	0.38	0.23	33.97	33.89	100.00
1201-Rz-2-B5	30.83	1.87	2.40	31.04	33.85	100.00
JH-B9	31.34	1.59	0.12	34.38	32.57	100.00

从表 3 - 2 可以看出，Co、Fe、Ni 作为类质同象元素组合，总和与 As、S 元素的原子数之比基本接近于 1 : 1 : 1，只是各矿物点测出的 Fe、Ni、Co 及 As、S 的值略有差异，但基本组成应为 ( Co、Fe、Ni ) AsS 的化学式。由于 Fe、Ni、Co 含量的差异，在光片中有时为白色反射色，有时显粉红色调的白色反射色。

#### 5) 磁铁矿

具有多种形式，一为岩浆期结晶的副矿物，其量微，主要与造岩矿物共生，其二为矽卡岩晚期形成的磁铁矿，它是含金矿石中主要矿物之一，其形成具多期次性，这与矽卡岩化的“多期”次性是相一致的。较早为致密块状矿体出现，较晚为斑点状、浸染状、细网脉出现。金的矿化往往与后者出现的部位密切相关。其三，磁铁矿还可以从暗色矿物受蚀变后被交代析出形式存在，这时它多为尘点状分布于蚀变矿物间。在湿矽卡岩阶段与磁铁矿共生的矿物主要有钙铁榴石、黑柱石、阳起石、钙铁辉石、绿帘石等。

#### 6) 赤铁矿 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

薄板状、叶片状晶体，有时成细小鳞片状集合体的细脉出现。光片下为浅灰带蓝色调，反射率为 30 左右。赤铁矿的出现与自然金的晶出密切相伴，故也应是金的共生矿物之一。不过从光片观察，赤铁矿其主要晶出期是石英硫化物阶段，应稍早于自然金的晶出，但晚于矽卡岩阶段。赤铁矿的形成，除了与自然金一起呈现石英 - 硫化物期晶出外，个别尚见有因表生氧化作用而交代磁铁矿的特点，但石英 - 硫化物期成因的也具交代磁铁矿的。其区别在于，表生期多为沿磁铁矿晶体边缘及解理进行交代，而石英 - 硫化物的阶段形成的呈穿切磁铁矿集合并呈细脉状出现。

#### 7) 方铅矿 ( $\text{PbS}$ )

自形一半自形晶体或集合体出现，晶形具两种形式，一种以立方体为主，一种为立方体三八面体的聚形。反光镜下为白色反射色，反射率在 42 左右，均质。立方体者见三角空穴，它主要见于铜、铅、锌的硫化物阶段，个别在方铅矿中见自然金的包裹体，故应为载金矿物之一，但这一阶段的自然金成色较低，在 900 左右。复杂晶形者见于硫盐矿物中，可能有一部分是辉铅铋矿分解产物，其晶形外表似斜方晶系特征，它是含铋阶段的产物。因此，方铅矿具两个成因的，而且它都具载金的特征。

硅酸盐矿物主要有：阳起石、石榴子石，透闪石、透辉石、绿帘石等。

#### 1) 透辉石

有两种产出状态，一是分布于内接触带，被石榴石交代，呈残晶状产出，呈团块状分布；二是分布于外接触带，呈细脉或填隙状产出，交代石榴石，成分上为透辉石 - 钙铁辉石的过渡系列。

#### 2) 石榴石

石榴石的形成，具多阶段性的特点明显。早期以中粗粒的钙铝榴石为主，主要分布于内接触带和透辉石（早期）共生。晚期为细粒状，成分上为钙铝榴石 - 钙铁榴石的过渡变种，尤其在磁铁矿体附近者则以钙铁榴石为主。石榴石在接触带分布广泛，局部可构成石榴石单矿物岩。晚期形成的石榴石具有明显的呈细脉状或呈间隙、粒间交代生成的特点。

#### 3) 阳起石

阳起石的形成，主要为矽卡岩化晚期阶段，而且主要分布于接触带的外带。以束状、纤柱状的集合体产出，具有交代透辉石、石榴石的特点。主要为阳起石，少数含铁较低呈阳起石 - 透闪石的过渡类型。与阳起石一起出现的有磁铁矿、黑柱石、绿帘石等。

#### 4) 黑柱石、绿帘石

黑柱石、绿帘石的形成，是局部见到。尤其绿帘石的形成，有晚矽卡岩阶段成因交代辉石等分布外，还存在矽卡岩后石英 - 硫化物阶段的绿帘石化形式，多以细脉或局部交代出现。黑柱石的分布，主要见于团块状、浸染状磁铁矿矽卡岩部位，而且有与阳起石、绿帘石一起出现的特点。多以柱粒状，呈似斑点状和填隙形式出现。

### 1.3 矿石组构

矿石结构以他形晶粒状结构为主，自形、半自形粒状结构、胶状结构次之，包含似乳滴状结构、骸晶结构少见。以细脉状、显微细脉状、显微网脉状构造、放射状、束状构造、浸染状构造为主，块状、斑点状构造次之，偶见条纹状构造。

#### 1.3.1 矿石结构

矿石结构以他形晶粒状结构为主，自形、半自形粒状结构、胶状结构次之，包含似乳滴状结构、骸晶结构少见。

#### 1.3.1.1 自形晶粒结构

金属矿物呈自形晶体嵌布为特点。如晚期的黄铁矿，湿砂卡岩阶段较早形成的辉砷钴矿，湿砂卡岩阶段形成的磁铁矿亦见有呈自形晶粒出现的。在人工重砂见有自然金成八面体自形晶出现的。

#### 1.3.1.2 半自形晶粒结构

是指金属矿物的晶出特点以半自形晶形式。有磁铁矿、黄铁矿、赤铁矿、方铅矿，少量辉铋矿及铋的硫酸盐矿物等。

#### 1.3.1.3 他形晶粒结构

金属矿物的晶出多以他形晶出多以他形晶呈集合体嵌布为特征。含金矿化阶段的铋硫酸盐矿物及自然金、自然铋等多以他形晶粒或集体体分布的。

#### 1.3.1.4 交代结构

早晶出矿物被晚晶出矿物所交代而构成。其中有沿边缘、解理、裂隙进行交代的，有穿孔交代的，还有依原来矿物晶体的外形呈假像交代的。具有上述交代结构特点的矿物有辉砷钴矿交代磁铁矿，赤铁矿交代磁铁矿，磁铁矿交代包裹了磁黄铁矿等，辉铋矿、斜方辉铅铋矿交代磁铁矿（沿其裂隙及边部进行交代充填），辉铋矿、斜方辉铅铋矿交代自然铋等等。

#### 1.3.1.5 胶状结构

局部黄铁矿集合体具有由胶状结晶的形态，目前虽已具重结晶，但依然还保留有原来胶状晶出的外形。

#### 1.3.1.6 包含似乳滴状结构

主要由磁铁矿晶体在晶出过程中，包裹了较多细小的磁黄铁矿及少数黄铜矿、闪锌矿晶华体

#### 1.3.1.7 骸晶结构

在少数光片中见具有较自形外形的磁铁矿晶体，其中心部位为脉石矿物所充填，从而构成了骸晶状的结构特点。

### 1.3.2 矿石构造

#### 1.3.2.1 细脉状构造

在热液阶段形成石英硫化物细脉,硫化物碳酸盐细脉,石英白钨矿细脉等。

#### 1.3.2.2 显微细脉状构造

主要为石英 - 硫化物阶段的金属硫化物及赤铁矿等沿脉石矿物间隙和微

裂隙进行充填分布所构成。

#### 1.3.2.3 显微网脉状构造

石英 - 硫化物阶段形成的金属矿物多沿早期脉石之粒间进行充填交代所形成。

#### 1.3.2.4 放射状、束状构造

主要以湿砂卡岩阶段形成的阳起石等脉石矿物常具这种构造形式。

#### 1.3.2.5 浸染状构造

具有浸染状构造的矿石较普遍，有湿砂卡岩阶段的磁铁矿化，也有后期石英 - 硫化物阶段的金属硫化物矿化，同时浸染的形式也多样，有稠密浸染的磁铁矿，也有稀疏浸染及不均匀浸染的金属硫化物矿物。

#### 1.3.2.6 块状、斑点状构造

主要见于湿期砂卡岩阶段形成的磁铁矿中。呈致密块状、斑点状，其间含脉石矿物残留，还可叠加石英 - 硫化物形成的少数矿物等。

#### 1.3.2.7 条纹状构造

主要为磁铁矿在晶出时具有沿一定方向沉淀而构成的构造特点，同时这种构造显示了具同地质构造结晶的特点，受后期构造作用而显示揉皱现象。

### 1.4 金赋存状态和成色

#### 1.4.1 形态

呈不规则粒状、片状、浑圆状、蠕虫状、角粒状、自形八面体状等。金黄色,延展性强,质软而比重大。在反光镜下为亮金黄色,反射率 65 左右,均质,正交光下显现漫反射特征。金的粒径 0.001 ~ 0.3mm,而以 0.005 ~ 0.02mm 居多。

#### 1.4.2 赋存状态

自然金与辉铋矿、斜方辉铅铋矿、自然铋、方铅矿等连生和包裹关系，形成包裹金。在磁铁矿、石榴石、阳起石等矿物的晶隙或裂隙中充填，呈裂隙金、晶隙金分布为主。所进行的人工重砂组合大样矿物的研究，以及对矿石、矿物进行了光片、薄片、电镜能谱、单矿物分析、化学分析、X 光分析等多种手段进行研究发现，金主要呈独立的自然金形式而存在。

#### 1.4.3 金的成色

与铋矿物共生的金成色较高，在 989.70 左右。平均成色 977.00。现将自然金能谱分析结果，对自然金成色的变化特点列表 3 - 3。

表 3 - 3 自然金颗粒金的成色能谱分析结果统计表

样品号	分析个数(点)	元素含量 ( $10^{-2}$ )		Au 的成色 Au Au+Ag $\times 100$	单点含 Au 最高 值( $10^{-2}$ )	单点含 Au 最低 值( $10^{-2}$ )	备注
		Au	Ag				
185-R <sub>Z-1</sub>	6	96.93	3.07	969.30	98.15	94.84	
185-R <sub>Z-2</sub>	7	96.95	3.05	969.50	98.85	94.92	
155-R <sub>Z-2</sub>	7	97.80	2.20	978.00	98.97	94.59	
ZK1201-R <sub>Z-2</sub>	5	93.43	6.57	934.30	96.37	87.17	有一粒为 R <sub>Z-1</sub> 点样
ZK1601-R <sub>Z-1</sub>	5	89.97	10.03	899.7	95.08	81.64	
ZK1601-R <sub>Z-2</sub>	6	95.87	4.13	958.70	96.46	95.31	有两粒为光 片中点样
ZK1201-R <sub>Z-2</sub>	2	91.16	8.84	911.60	91.39	90.93	光片中点样
JHB9	1	94.93	5.61	949.30			光片中点样

#### 1.4.4 金在各种含金矿物中赋存状态对比

从表 3 - 3 可以看出，自然金的成色较高，但从其分布位置看，坑道中的金成色相对较高，般均大于 950，而钻孔中的金成色相对要低一些。如果从与自然金伴共生矿物情况分析，即在石榴石、磁铁矿等组成的矽卡岩中成色高，相应地在阳起石矽卡岩中的成色要低。从共生矿物看，与辉铋矿、自然铋等为主的共生矿物其成色高，与方铅矿、闪锌矿等共生的矿物其成色要低，高者在 989.70，而低者在 816.40，总平均金的成色为 977.00，这种变化也反映了自然金矿化时的多阶段性特点，以及与自然金伴共生矿物的差异性。从晶出关系看，后者相应地要晚上些，反映了更晚的石英 - 硫化物热液阶段的产物。

对载金矿物：辉铋矿、方铅矿、阳起石 - 透闪石、石榴石、磁铁矿、石英、方解石等分别做了单矿物多点含量分析，结果金在各点含量变化很大，多点分析图呈锯齿状分布，说明在载金矿物中金不是呈分散状态（即类质同象等杂质组分形式存在），而是呈单独的游离金形式出现的。它同光片观察结果是相一致的。现将金在辉铋矿中的存在形式叙述如下：

金在辉铋矿（铋矿物）中是呈游离的独立矿物而存在，从光片看自然金与其呈连生和包裹关系（图版 -1， -2， -3， -4）。对辉铋矿（铋矿物）单矿物做了多点分析，即在同一样品中，分取五等份，分别做了金的含量，其结果如图 3 - 5 所示。从图中可以看出，金在各取样点的含量变化很大，低者金含量在  $2125 \times 10^{-6}$ 。所以可以说明金在辉铋矿中不是呈分散状态（即类质同象等杂质组分形式存在），而是呈单独的游离金形式而出现的。

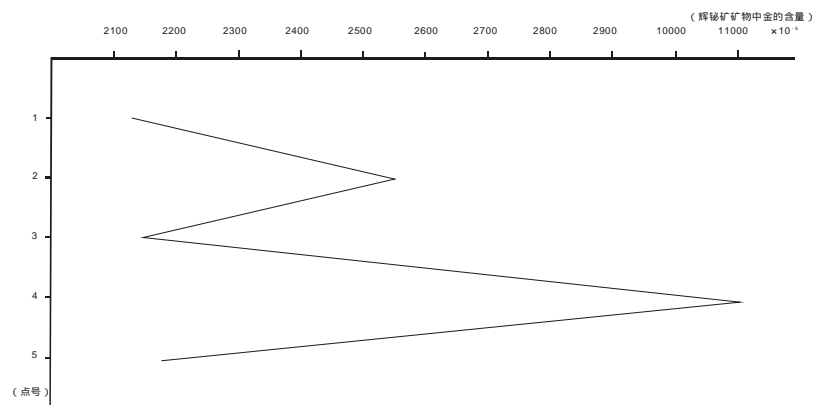


图 3 - 5 辉铋矿单矿物多点分析结果图

对矿石组合大样的人工重砂进行金的平衡配分计算,其结果列于表 3 - 4。从表中可以看出,矿石中金的绝对占有率是以石榴石、磁铁矿、铋矿物、自然金、阳起石等矿物为主,它们基本构成了矿石中金绝对占有率的  $100 \times 10^{-2}$ 。根据光片、薄片等研究结果表明,金的矿化是叠加于矽卡岩上的早、晚石英 - 硫化物阶段形成,自然金颗粒是与铋矿物等一起在矽卡岩期形成的矿物(石榴石、磁铁矿、阳起石等)中,以微裂隙及粒间隙充填交代分布的,因而造成了这些矿物成为矿石中的主要载金矿物。铋矿物是作为自然金矿化时的主要共生矿物,当然成为主要载金矿物之一。表 3 - 4 中泥级部分,金的绝对占有率为  $8.93 \times 10^{-2}$ ,根据矿石中矿物组合特点,认为泥级部分的金,亦应为微细的显微包体金的连生体形式而存在的,而且是铋矿物易于泥化造成泥级部分金含量较高原因。

表 3 - 4 人工重砂组合大样中金的平衡配合表

矿物名称	矿物含量 ( $10^{-2}$ )	矿物中金元素 分析含量 ( $10^{-2}$ )	矿物中金元素 分布率 ( $10^{-2}$ )	矿物中金元素占有率 ( $10^{-2}$ )	
				相对	绝对
自然金	0.00000002	97.70	0.00001954	4.52	4.98
磁铁矿	5.1289	0.000864	0.0000443	10.26	11.30
石榴石	38.6919	0.00074	0.0002863	66.33	73.04
阳起石	1.4973	0.000767	0.0000115	2.66	2.93
方解石	0.3474	0.000574	0.00000199	0.46	0.50
黄铁矿	0.0021	0.050833	0.0000107	0.25	0.27
白钨矿	0.0024	0.0024	0.000000058	0.010	0.015
铋的矿物	0.0008	4.000	0.000032	7.41	8.16
方铅矿	0.0000091	0.2127	0.000000019	0.004	0.005
泥级	8.1198	0.00043	0.000035	8.10	8.93
合计			0.00043164	100.007	110.14



注:\*Au 的含量以能谱分析 39 点平均计算的,原矿品位  $Au3.92 \times 10^{-6}$

纵观上述特点,矿石中的金,主要以独立的自然金形式存在为主,其中有一部分是呈微包裹体游离金存在。

### 1.5 金含量及变化规律

对 20 号矿体 21 个单工程统计表明,在剖面上水平面上金的品位变化规律是:从南向北品位逐渐增高,从上往下品位增高,厚度越大品位越高。详叙如下:

以主矿体 20 号金矿体为例,控制该矿体储量在单项工程共 21 个,平均品位  $8.51 \times 10^{-6}$ 。矿体南部,地表控制 5 个点,标高为 194-210m,平均品位  $7.80 \times 10^{-6}$ ; 185 中段由 3 个穿脉工程和采矿坑底部 TC1001 探槽控制,平均品位  $5.48 \times 10^{-6}$ 。矿体中至北部 155m 中段穿脉工程 7 个,平均品位  $6.16 \times 10^{-6}$ ; 深部钻孔 5 个,控制中至北部矿体,其中四个钻孔控制标高 118-128m,平均品位  $9.84 \times 10^{-6}$ , ZK2005 钻孔位于矿体北端,标高 72m,平均品位  $13.24 \times 10^{-6}$ 。

按矿体不同标高的线平均品位做图(详见图 3-6),20 号金矿体在不同标高的线平均品位变化规律是,在 185 标高平均品位最低,向地表和向深部至 72m 标高逐渐增高。即在 134m 标高以上低于矿体平均品位,以下高于矿体平均品位。

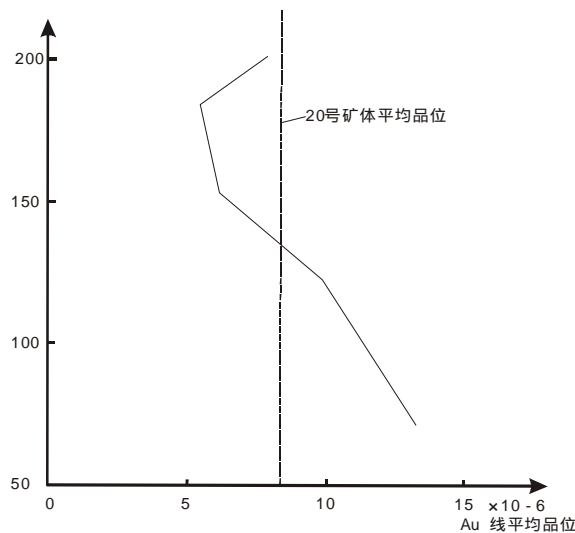


图 3-6 20 号金矿体标高与线平均品位变化曲线图

20 号矿体在纵向上品位变化为一波状曲线(见图 3-7),说明金的品位

在纵向上受成矿作用控制，呈现出有规律的起伏。

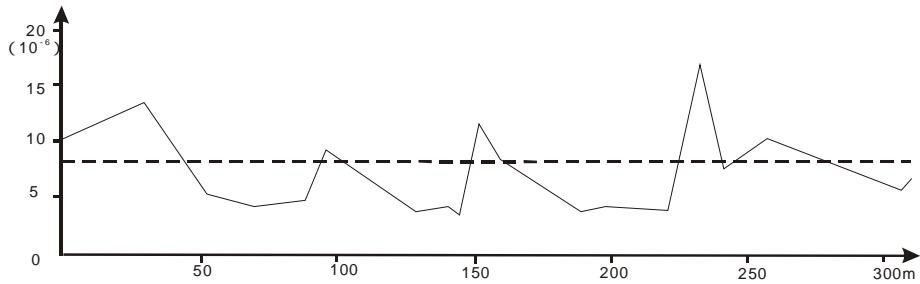


图 3 - 7 20 号金矿体纵向沿 20 ° 侧伏角的侧伏方向金品位曲线图

从图 3 - 8 中可看出,矿体沿侧伏方向上厚度、延深增大,品位逐渐增高。

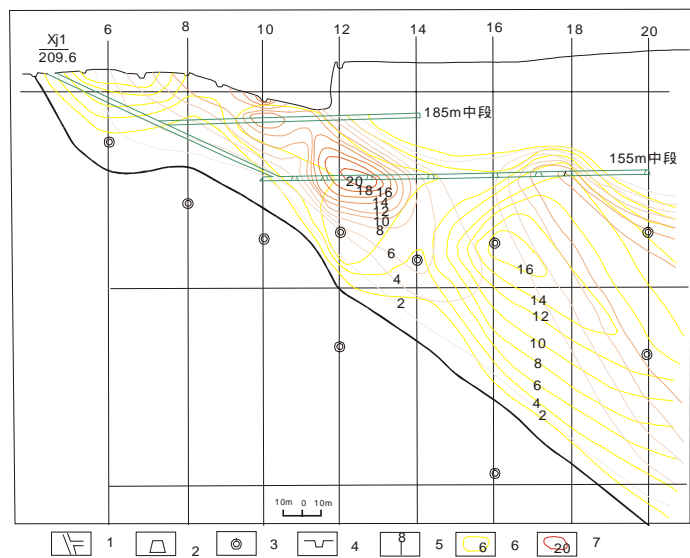


图 3 - 8 20 号金矿体品位 - 厚度等值线图

1.斜井及平巷；2 穿脉巷道；3.钻孔；4.探槽；5.勘探线及编号；6.品位等值线；7.厚度等值线

1.6 矿石的化学成分

将 20 号矿体化学成分列表如下：

表 3 - 5 20 号矿石化学全分析结果表\*

成份	SiO <sub>2</sub> (10 <sup>-2</sup> )	TiO <sub>2</sub> (10 <sup>-2</sup> )	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (10 <sup>-2</sup> )	FeO (10 <sup>-2</sup> )	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (10 <sup>-2</sup> )	MnO (10 <sup>-2</sup> )	MgO (10 <sup>-2</sup> )	CaO (10 <sup>-2</sup> )	K <sub>2</sub> O (10 <sup>-2</sup> )	Na <sub>2</sub> O (10 <sup>-2</sup> )
含量	40.45	0.25	18.21	6.9	5.12	1.59	1.00	21.56	0.50	0.46

成份	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (10 <sup>-2</sup> )	LOS (10 <sup>-2</sup> )	Au (10 <sup>-6</sup> )	Ag (10 <sup>-6</sup> )	Cu (10 <sup>-6</sup> )	Pb (10 <sup>-6</sup> )	Zn (10 <sup>-6</sup> )	Mo (10 <sup>-6</sup> )	Co (10 <sup>-6</sup> )
含量	0.15	2.39	3.92	7.00	40.00	50.00	260.00	1.90	29.50
成份	Ni (10 <sup>-6</sup> )	As (10 <sup>-6</sup> )	Sb (10 <sup>-6</sup> )	Hg (10 <sup>-6</sup> )	Se (10 <sup>-6</sup> )	Bi (10 <sup>-6</sup> )	S (10 <sup>-2</sup> )	Te (10 <sup>-6</sup> )	W (10 <sup>-6</sup> )
含量	22.50	250.00	7.30	28.00	0.08	257.00	0.01	0.70	48.50

\*ZK1601 孔中 20 号金矿体全分析

### 1.7 主要伴生元素赋存状态

1) 银作为矿石中主要伴生的有益元素,其分布是普遍的,但含量不高,基本与金具有正相关分布特点。根据光片、薄片及单矿物研究,认为银的存在,除以金银相互物存在于自然金中外,矿石中局部方铅矿的分布应当是作银的主要赋存矿物。光片中有时见到黝铜矿,它也可以作银的赋存矿物。由于银含量较低,对含银矿物未做详细研究。

2) 铋元素在矿石中的含量高达  $257.00 \times 10^{-6}$ ,根据观察铋的存在,主要是以自然铋、辉铋矿、铋的硫盐矿物而出现的,而且是自然金的主要共生矿物,与自然金密切连生、互为包裹关系。

### 1.8 围岩蚀变

主要有矽卡岩化、绿帘石化、钠长石化、赤铁矿化、水云母化、绿泥石化、硬绿泥石化、硅化、电气石化、沸石—萤石化、碳酸盐化等等。其中赤铁矿化、绿泥石化。硅化与金成矿关系密切。

矽卡岩化,矽卡岩化普遍发育,分带性较为明显,从石英闪长岩一侧向地层依次为:绿帘石化透辉石化石英闪长岩、透辉石石榴石矽卡岩、石榴石矽卡岩、阳起石矽卡岩、矽卡岩化大理岩。金矿化主要发生在外带的阳起石矽卡岩带内,28、29号矿体赋存于石榴石矽卡岩带。

绿帘石化、钠长石化在矽卡岩化晚期即已发生,具有交代辉石等特点,但矽卡岩后之绿帘石化也有叠加出现,呈细脉局部存在。

赤铁矿化、水云母化则主要为矽卡岩化之热液产物,以显微细脉和浸染出现,以及交代长石并使其泥化为特点。赤铁矿化与水云母化(绢云母伊利石化)的出现可伴随有金独立矿物的沉淀。

硅化主要以含硫化物石英细脉、斑点状、团块状的硅化(石英化)为特点,在其中亦有石英碳酸盐细脉(含硫化物)出现。所以硅化作用可能显示了金矿物的主要矿化阶段产生。

电气石化仅是局部见到,主要反映了矽卡岩热液作用具有含硼等射气元素的表征,其形成应当较早。

萤石化、沸石化也仅是局部见到,呈细脉或局部交代出现,是热液作用较晚的产物,其形成温度也低。

碳酸盐化较早即已开始,但最常见者为矿化后期的细脉穿切现象,这时

已基本宣告矿化热液作用的结束。

## 2. 破碎带蚀变岩型

以 1~4 号、6~9 号金矿体为代表。

### 2.1 矿体空间位置及产状形态

位于矿床东部，石英闪长岩外接触带层间断裂带中，1 号金矿体围岩为绢英蚀变岩、板岩、角岩，以绢英蚀变岩为主。

矿体产状与层间断裂带产状基本一致。走向 345°、倾向南西、倾角 35°左右。（图 3-10）

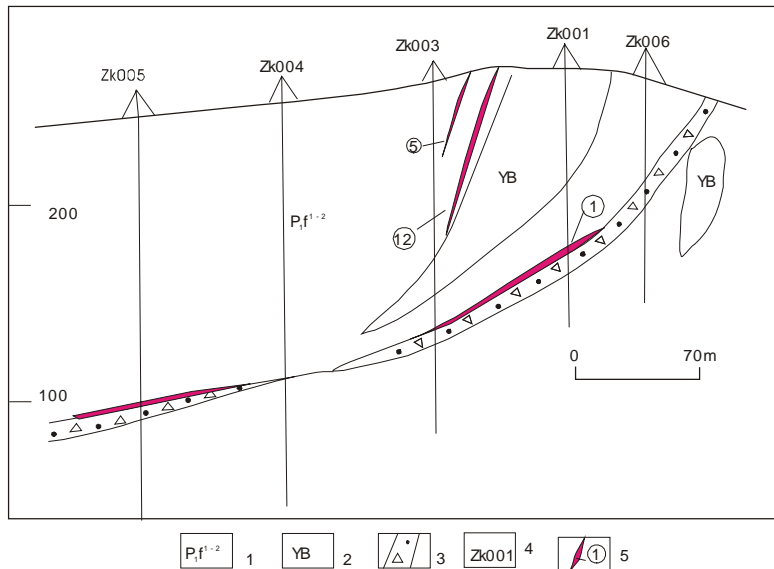


图 3-9 破碎蚀变带、隐爆角砾岩与金矿体的关系示意图

1. 变质粉砂岩 2. 隐爆角砾岩 3. 构造破碎带 4. 钻孔及编号 5. 矿体及编号

矿体分布在 11-12 线间。南贫北富，南部多为表外矿，北部可圈出表内矿。地表矿体长 70m，斜深 130m。矿体规模小。见矿标高 146.00-229.00m。矿体形态简单，呈脉状。矿化蚀变岩与围岩界限清楚，矿体在蚀变岩中。

矿体真厚度 0.94-3.20m，平均厚 2.15m，厚度变化系数  $51 \times 10^{-2}$ ，厚度变化较稳定。金品位  $1.00-20.07 \times 10^{-6}$ ，平均品位  $5.16 \times 10^{-6}$ ，品位变化系数  $86 \times 10^{-2}$ ，品位变化较均匀；银平均品位  $9.1 \times 10^{-6}$ 。金银比值 1:1.76。其中 1 号金矿体求得储量 678Kg。

### 2.2 矿物组合

破碎带蚀变岩型金矿石的金属硫化物矿物为：磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜

矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、自然金等，金属硫化物含量约占 5~10%。

主要矿物主要有：绢云母、石英、方解石等，约占 90~95%。

### 2.3 矿石组构

破碎带蚀变岩型矿石以鳞片变晶结构、他形晶粒状结构为主，压碎结构少见。以稀疏 - 稠密浸染状构造、细脉状构造、块状构造为主，角砾状构造少见。

### 2.4 金赋存状态

该类型金矿石自然金多呈不规则的锯齿状、浅成特征，粒径多在 0.10mm 以下。以裂隙金和晶隙金形式分布于石英、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂等矿物中。未作成色分析。

### 2.5 围岩蚀变

主要蚀变有硅化、黄铁绢英岩化、绿泥石化、粘土化，其中硅化及黄铁绢英岩化与金成矿关系密切。蚀变带受断裂带控制，在矿体附近蚀变较强，蚀变带宽度一般小于 10m，蚀变带较窄。

### 3. 隐爆角砾岩型

安山质隐爆角砾岩（YB）出露在大蒋家屯北山，形如“蝌蚪状”，头部圆形，直径 390m，尾长 220m，大致顺层分布于范家屯组一段 2 层中，接触带处有毒砂矿化、闪锌矿化。东部外接触带有 1 号金矿体，西部接触带赋存有 5 号、12 号金矿体。（见图 3-1、图 3-9）

安山质隐爆角砾岩：灰—黑色，致密坚硬，硅质胶结。角砾呈棱角状，个别呈次圆状，角砾大小不等，一般 2—50mm，最大者可达几十厘米；角砾成分以安山岩为主，其次为流纹岩、板岩等，此外还见有长石、石英角砾。总含量约  $85 \times 10^{-2}$ ；胶结物成分为火山灰及安山质熔岩，总含量  $15 \times 10^{-2}$ 。主要规律如下：

- 1) 地表砾岩成分复杂；深部砾岩成分单一，几乎全是安山岩。
- 2) 地表砾石呈杂乱状态，深部砾石呈次圆状，可看出熔蚀作用。
- 3) 地表砾岩胶结物多为次生绿帘石、透辉石、透闪石及硅质，而深部胶结物多为安山质熔岩及蚀变绿帘石、透辉石。

- 4) 蚀变较强，主要有绿帘石化、绿泥石化、透辉石化、硅化、碳酸盐化。

目前该矿化类型只有单工程控制的矿化体，还未见工业矿体，但没有进行深入的研究。

#### 4.石英脉型

位于兰家金矿以北 13Km 处孔家店，区内出露岩性为白垩纪流纹 - 安山质中酸性火山碎屑岩，粗面岩以及燕山期斜长花岗岩、石英闪长岩及石英闪长斑岩、二迭纪范家屯组角岩、黑云母斜长片岩及变质石英砂岩等。

含金石英脉共计 6 个，1、2、5、6 号脉产于白垩纪流纹斑岩和燕山期花岗斑岩 NEE 向接触带中，3 号脉产于石英闪长岩与范家屯组角岩接触带 NW 向裂隙中，4 号（组）脉产于燕山期花岗斑岩 NEE 向裂隙中。含矿带长度大于 600m，主矿体 2 号石英脉长 135m，宽 0.2~3.0m，平均 0.73m，Au 品位 1.31~13.76g/t，平均 5.20g/t，求得 C 级金属量 40.64Kg。初步认为属于中低温热液脉型矿床（苏维宝等，1978）。

该类型金矿化距离矿区较远，资料和数据不全面，本次工作只将其作为矿区内一种金矿化列出，在此不做详细论述，有待以后进一步研究。

## 第二节 矿床地球化学特征

### 1. 岩石的微量元素特征

区内与成矿作用有关的岩石有范家屯组一段的泥质粉砂质板岩、大理岩，南泉眼单元的石英闪长岩。从岩石中微量元素含量及浓集克拉克值统计结果（表 3 - 6）看，三种岩石类型中微量元素含量有较大的差异。其中三种岩石中 Bi、As、Sb 的含量与地壳克拉克值相比（浓集克拉克值均大于 5），明显偏高，说明他们是强富集元素。而主成矿元素 Au、Ag、Zn、在石英闪长岩中呈弱度富集（浓集克拉克值大于 1）；地层中只有 Ag 的浓集克拉克值大于 1，呈弱度富集。其余元素含量均低于和接近地壳克拉克值。因此，不难看出，金矿的成矿物质来源与石英闪长岩的关系更密切。

### 2. 矿石的微量元素特征

根据矿石样品分析成果资料，将矿石中元素的平均含量列入表 3 - 7，从表中可知，矿石中除主成矿元素 Au 外，还有 Ag、Bi、Zn、Pb、As、Sb、Cu 等元素构成了含矿热液中金属元素的基本成分，反映了与岩浆热液作用有关的元素组合特征。

Au、Bi、Sb 是本矿床中最主要的成矿元素，其浓集克拉克值大于 100，

属强富集元素；As、Ag、Cu、Mo 的浓集克拉克值在 100-10 之间，属中等富元素；Pb、Zn 的浓集克拉克值在 10-1 之间，属弱度富集元素；而 Hg 在矿床中含量低于克拉克值。

表 3 - 6 岩石中微量元素含量及浓集克拉克值统计表

岩石类型	样品数	地化参数 (10 <sup>-6</sup> )	元 素										
			Au	Ag	Bi	Sb	Cu	Pb	Zn	Sn	As	Mo	Hg
粉砂质板岩	108	平均值	2.20	0.13	0.37	4.84	22.40	12.80	67.60	2.14	54.80	0.89	0.014
		浓集克拉克值	0.51	1.86	41.11	9.68	0.48	0.80	0.81	0.86	32.24	0.81	0.17
大理岩	13	平均值	3.08	0.12	0.72	3.96	12.80	8.60	10.50	0.90	42.20	1.34	0.11
		浓集克拉克值	0.72	1.71	80.00	7.92	0.27	0.54	0.13	0.36	24.82	1.22	1.33
石英闪长岩	33	平均值	5.27	0.15	0.21	2.87	24.96	15.04	92.78	1.76	21.00	1.24	0.08
		浓集克拉克值	1.23	2.14	23.33	5.74	0.53	0.94	1.12	0.70	12.35	1.13	0.96
维氏克拉克值（1962）			4.30	0.07	0.009	0.50	47	16	83	2.50	1.70	1.10	0.083
备 注			Au 含量单位为 10 <sup>-9</sup>										

表 3 - 7 矿石中元素含量及浓集克拉克值统计表

地化参数 \ 元素	Au	Ag	Bi	Pb	Zn	Sb	Hg	Cu	As	Mo
平均值 (10 <sup>-6</sup> )	2.06	1.50	26.01	51.40	124.00	65.89	0.056	562.30	79.98	32.20
浓集克拉克值 (10 <sup>-6</sup> )	479.07	21.43	2890	3.21	1.49	131.78	0.67	00.96	47.05	29.27
维氏克拉克值 (10 <sup>-6</sup> )	0.0043	0.07	0.009	16	83	0.50	0.083	47	1.70	1.10

### 3. 矿石的元素组合及相关特征

从岩石的 R 型点群分析元素谱系图 (图 3 - 10) 可知，在 0.2 相似水平下可划分出三个族群，第一群由 Au、Ag、Bi、Pb、Zn，属成矿作用中最为密

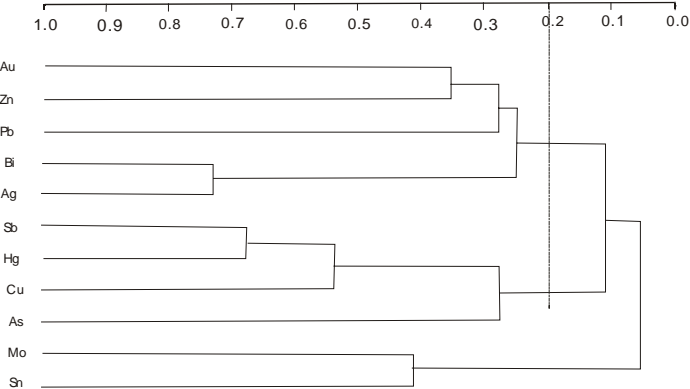


图 3 - 10 矽卡岩型矿石元素谱系图

切伴生元素组合；第二群 Cu、Sb、Hg、As 为亲硫成矿元素组合；第三群 Mo、

Sn 为高温成矿元素组合。当相似性水平较低进第二群才与第一群相关，说明 Au 与 Cu 在成矿阶段上存在着差异。本矿床矿石中特征元素组合为 Au、Ag、Bi、Pb、Zn。

#### 4.岩石、矿石地球化学异常特征

通过矿床地球化学特征研究，选择 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Sn、Mo、As、Sb、Bi、Hg 元素做为指示元素。以石英闪长岩、板岩为背景样品，并以平均值加二倍标准离差做为异常下限，根据每个元素工业指标和异常下限确定了内、中、外带下限值（表 3 - 8）。

表 3 - 8 兰家矿床异常下限及浓度分级表

元 素	异常下限	外 带	中 带	内 带
Au( $10^{-9}$ )	12.00	12-36	36-108	>108
Ag( $10^{-6}$ )	0.40	0.4-1.2	1.2-3.6	>3.6
Bi( $10^{-6}$ )	1.50	1.5-4.5	4.5-13.5	>13.5
Pb( $10^{-6}$ )	31.00	31-93	93-279	>279
Zn( $10^{-6}$ )	270.00	270-810	810-2430	>2430
Sn( $10^{-6}$ )	3.60	3.6-10.8	10.8-32.4	>32.4
Sb( $10^{-6}$ )	23.00	23-69	69-207	>207
Cu( $10^{-6}$ )	55.00	55-165	165-495	>495
Mo( $10^{-6}$ )	2.00	2-6	6-18	>18
Hg( $10^{-6}$ )	132.00	132-396	396-1188	>1188
As( $10^{-6}$ )	160.00	160-480	480-1440	>1440

##### （1）指示元素相关性及其元素组合

由于 20 号金矿体和 1 号金矿体的赋矿围岩不同，其矿化类型不同，故在指示元素相关性和元素组合上存在一定差异。

在 20 号金矿体中，Au、Bi、Ag、Pb、Mo、Zn 具较明显的相关关系，其中 Au、Bi、Ag、Pb 之间的相关关系较强。通过 R 型点群分析（图 3 - 11），在 0.1 相似水平下，可将成矿元素 Au、Bi、Ag、Pb、Mo、Zn 划分为一群，说明它们在成矿阶段中富集程度较高，且规模较大，反映了成矿元素组合特



征。而另一群 As、Sb、Hg 为低温成矿元素组合，他们只有较低的相似水平下，才与第一群呈弱相关。综上所述，20 号矿体成矿元素组合应为 Au、Bi、Ag、Pb、Mo、Zn。

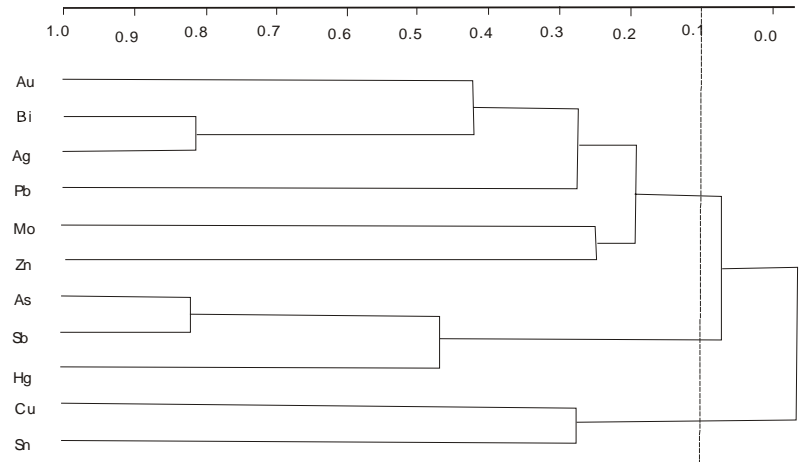


图 3 - 11 20 号金矿体原生晕元素谱系图

1 号金矿体中 Au、Bi、Ag、Cu、Sn、Mo、Pb 具有很强的相关性。其中 Au 与 Bi ,Ag、Cu 与 Sn、Mo 之间有很强的相关关系，从点群分析谱系图(图 3 - 12 )可以看出，在 0.35 相似水平下，可将成矿元素 Au、Bi、Ag、Cu、Sn、Mo、Pb 划分为一群。在成矿成晕元素组合中，将相似性水平提高到 0.5 时，Au、Bi 划分为一小群，它们的相关性极强，反映了成矿元素组合特征；Ag、Cu、Sn、Mo、Pb 为另一独立小群，也有强相关性，反映了成矿作用中硫化

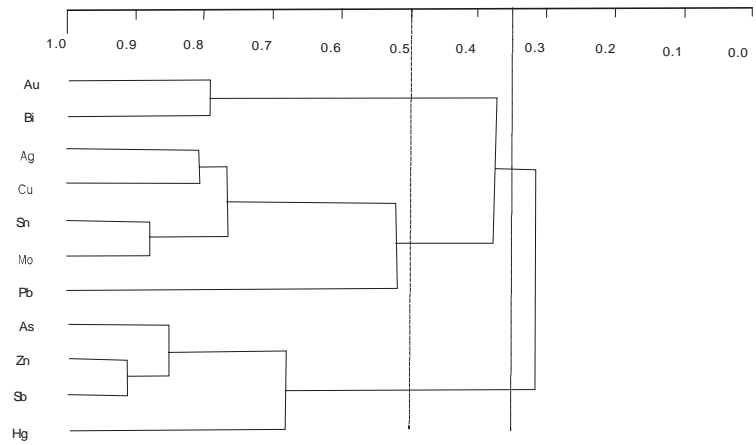


图 3 - 12 1 号矿体原生晕元素谱系图

物组合特征，这与 1 号金矿体中有共生的铜矿体吻合，第二群 As、Zn、Sb、

Hg 为低温成矿元素组合，与第一群只有较弱的相关性。故 1 号金矿体成矿元素组合应为 Au、Bi、Ag、Cu、Sn、Mo、Pb。

从图 3 - 11、图 3 - 12 中分析表明，20 号金矿体与 1 号金矿体的成矿元素组合基本一致。Au、Bi、Ag 是成矿元素的特征组合。但其他元素之章的相关性及元素组合特征上存在着较大的差异。这与 20 号金矿体和 1 号金矿体矿化类型不同是一致的。使这些元素在两个矿体中显示出不同的地球化学行为。

### (2) 地表横向岩石地球化学异常特征

在 12 线 (20 号金矿体) 地表系统取样，分析结果表明，Au、Ag、Bi、Zn 在矿体上方形成清晰异常，异常中心与矿体基本吻合，略偏于岩体一侧。异常宽度是矿体的 8-10 倍 (图 3 - 13)。

### (3) 钻孔剖面岩石地球化学异常特征

15-20 号金矿体由 Au、Ag、Bi、As、Sb、Pb、Zn、Cu、Hg、Sn 异常规模较大，浓度分带明显，均有中、内带 (图 3 - 14)。异常呈带状分布。Au、Ag、Bi 异常在整个矿带上都很发育，出现很强的内带，这些元素的内带范围整个矿体，向下稍有减弱的趋势。Sb、Pb 异常主要在矿体中上部发育，在矿体中上部出现内带。Cu、Sn 异常在矿体的中下部发育，在矿体中下部出现中、内带。As 异常主要在矿体的上部和下部发育，内带出现在矿体的上部和下部。Zn、Mo 异常规模较小，连续性较差。

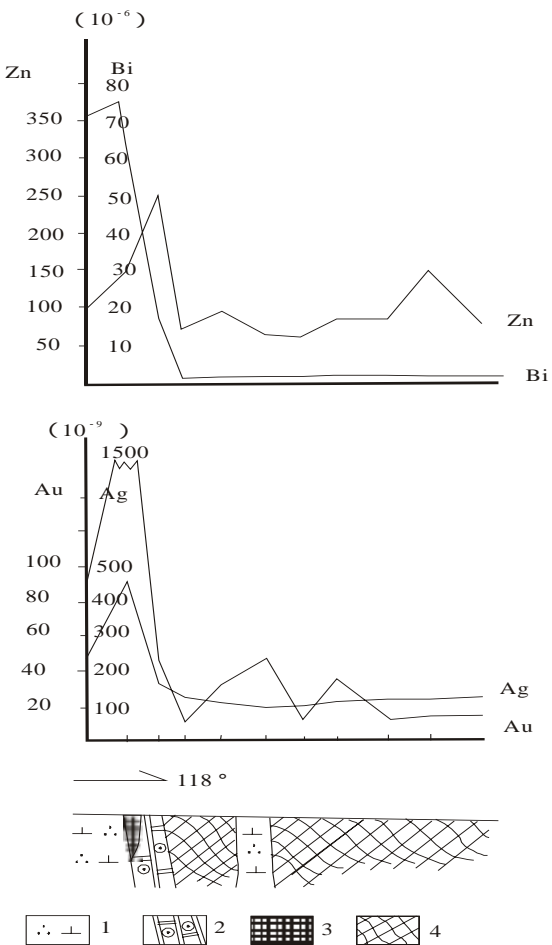


图 3 - 13 地表 12 勘探线 (20 号金矿体) 岩石地球化学测量剖面图  
1. 石英闪长岩 2. 石榴石砂卡岩 3. 金矿体 4. 角岩

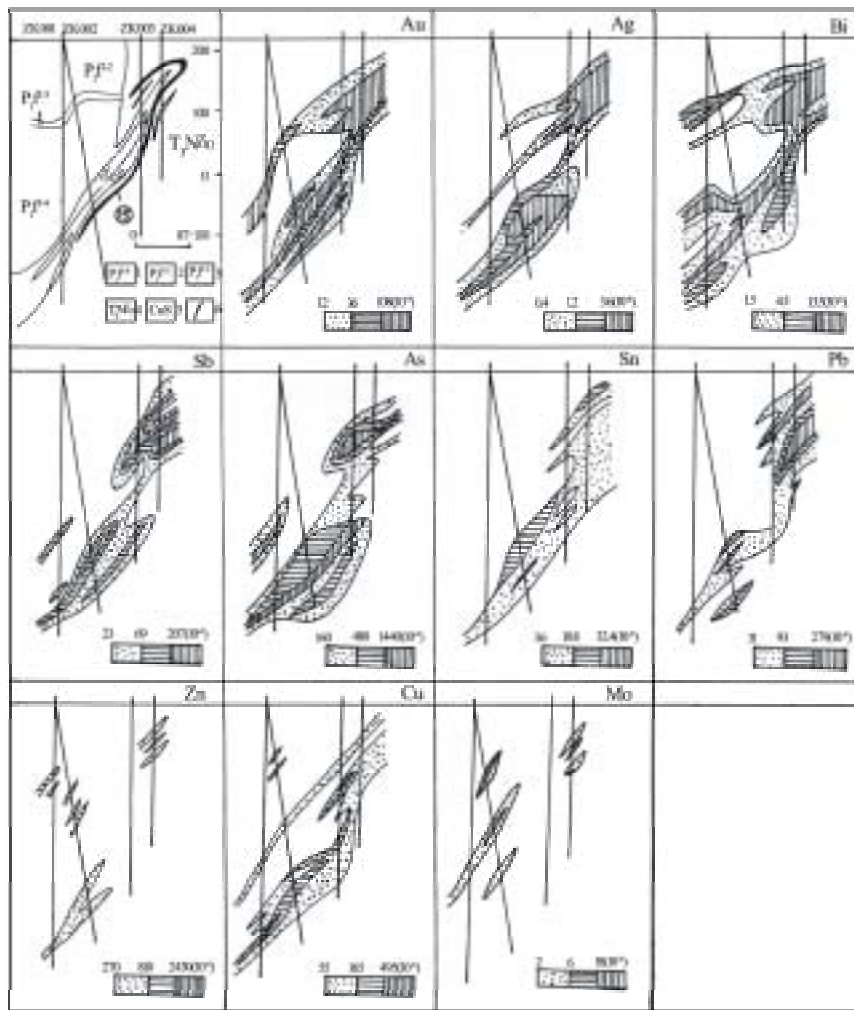


图 3 - 14 15 - 20 号金矿体 0 线岩石地球化学异常剖面图

1.范家屯组一段 4 层 2.范家屯组一段 3 层 3.范家屯组一段 2 层 4.石英闪长岩 5.含铜硫铁矿 6.金矿体

1 号金矿体原生异常与 15-20 号金矿体异常特征略有不同,异常呈条带状,主要沿控矿构造带展布,分布范围较小。从 1 号金矿体 0 线地球化学异常剖面图上看,Au、Ag、As、Bi 异常在矿带上较发育,浓度分带较明显,出现较强的内带,在矿体的下部异常内带变宽。Cu、Pb 异常主要在矿体的中下部发育,异常内带出现在矿体的中下部。Sb、Zn 异常主要发育在矿体中部,但规模较小。通过上述分析,1 号金矿体原生异常,由上往下有增强趋势,异常逐渐变宽,内带发育,尤其铜异常表现的更为明显。(图 3 - 15)。

#### (4) 矿床原生晕垂向分带序列及隐伏矿预测

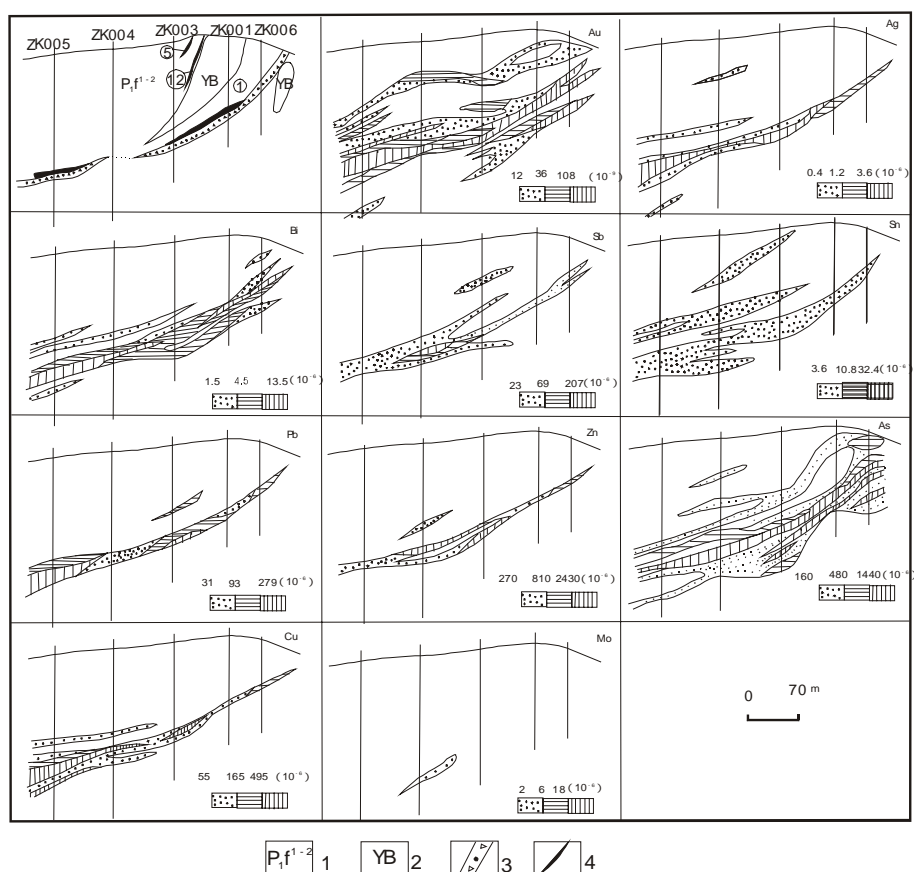


图 3 - 15 1 号金矿体 0 线岩石地球化学异常剖面图

1.范家屯组一段 2 层 2.隐爆角砾岩 3.断裂带 4.金矿体

从图 3 - 14 可以看出 15-20 号金矿体前缘晕元素为 Sb、As、Ag,尾缘晕元素 Cu、Mo。根据原生晕的分带特征初步确定分带序列,由上往下为:Sb-As-Ag-Pb-Zn-Bi-Au-Cu-Mo。

从图 3 - 15 可以看出 1 号金矿体前缘晕元素为 As、Ag,尾缘晕 Cu、Sn。其垂直分带序列有 Au-Ag-Zn-Pb-Bi-Cu-Sn。

综上所述,兰家金矿岩石地球化学异常分带特征明显,其成矿元素组合特征与矿物学的研究成果基本相同。15-20 号金矿体原生晕分带出现前缘晕与尾缘晕相互重叠。深部出现前缘晕元素组合(Sb、Ag、As 异常),这可能预示着深部有隐伏矿体存在,因此,应加强统该地段的深部找金工作;1 号金矿体 0 线岩石地球化学异常往下有增强趋势,尤以铜异常显示明显,在异常的内带有与金矿体共生的铜矿体出现,而且厚度大,品位较高,所以应加强该地段的深部找铜工作。

第三节 成矿期及成矿阶段

通过野外观察和矿物学研究表明，尽管成矿阶段有叠加的现象，但是，不同类型的金矿的矿物组合反映了不同的成矿阶段，笔者将兰家金矿床成矿时间划分为二个期次 5 个阶段（见表 3 - 9）。表生期不甚发育，因此不列入下表。以下仅对矽卡岩型和破碎带蚀变岩型两种金矿化类型的成矿阶段和矿物生成顺序列表如下：

表 3 - 9 兰家金矿成矿阶段和矿物生成顺序表

矿物生成顺序 矿物名称	矿化期及 矿化阶段	矽卡岩期			石英 - 硫化物期	
		干矽卡岩阶段	湿矽卡岩阶段	氧化物阶段	早期石英 - 硫化物阶段	晚期石英 - 硫化物阶段
透辉石						
石榴石						
阳起石						
绿帘石						
黑柱石						
磁铁矿						
白钨矿						
电气石						
赤铁矿						
辉砷钴矿						
自然铋						
自然金						
辉铋矿						
斜方辉铅铋矿						
方铅矿						
磁黄铁矿						
闪锌矿						
黄铜矿						
黄铁矿						
石英						
伊利石（水云母）						
萤石						
方解石						
钠长石						
钾长石						

\*线条粗细表示含量的多少

## 第四节 矿床成因探讨

### 1. 矿石中稀土元素特征

稀土元素球粒陨石标准化的型式对比表明，所有样品的科勒尔曲线分布，均为轻稀土富集，重稀土亏损。石英闪长岩、20 号金矿体、1 号金矿体的科勒尔曲线分布模式，均表现出极好的相似性，反映出稀土分馏作用的一致性，即三者成因上的同源性，也是反映石英闪长岩与金矿床有着成因联系。而脉状分布的硫铁矿体，与金矿体的科勒尔曲线的分布表现出明显的差异性，显示成矿作用的多期性（图 3 - 16，图 3 - 17）。

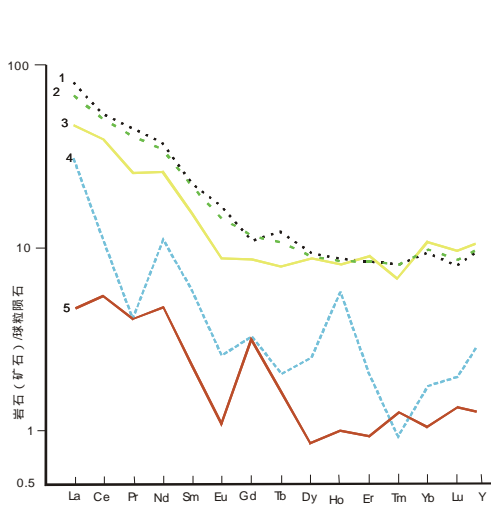


图 3 - 16 20 号金矿体稀土分量科勒尔图解（据 1/5 万泉眼幅区调报告，1992）

1. 石英闪长岩；2. 砂卡岩型金矿石；3. 角岩；  
4. 大理岩；5. 含铜硫铁矿石

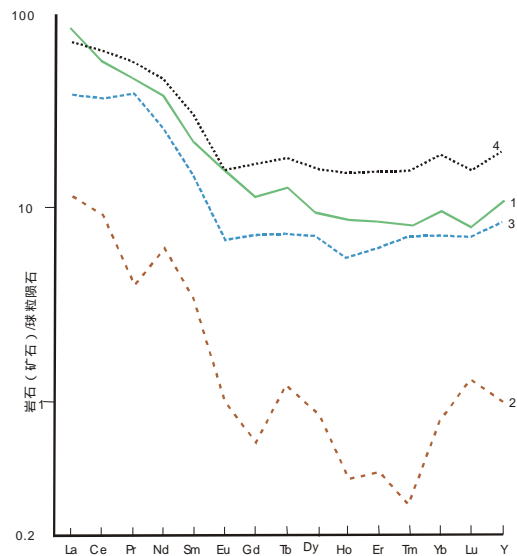


图 3 - 17 1 号金矿体稀土分量科勒尔图解（据 1/5 万泉眼幅区调报告，1992）

1. 石英闪长岩；2. 含金石英脉；  
3. 含金蚀变岩；4. 板岩

### 2. 硫同位素组成特征

从单矿物硫同位素测定结果可以看出，矿床中  $S^{34}$  值（表 3 - 10，图 3 - 18）变化范围较窄，为  $-3.91 \sim +3.37 \times 10^{-3}$ ，极差  $R = +7.28 \times 10^{-3}$ 。绝对值较小，均小于  $10 \times 10^{-3}$ ，具有塔式分布规律，靠近陨石硫的标准值，反映出金矿床硫的深源特征。同时，不同矿物的测定结果存在一定的差异，黄铁矿、磁黄铁矿  $S^{34}$  平均值为  $+2.50 \times 10^{-3}$ 、方铅矿  $-3.90 \times 10^{-3}$ ，反映了成矿作用的多阶段性。

表 3 - 10 硫同位素测试结果表

样品编号	岩石名称	测试矿物	$S^{34} (10^{-3})$
DL90 - 461	石英闪长岩	黄铁矿	+3.21
DL90 - 435	含金铜硫铁矿石	磁黄铁矿	+3.32
DL90 - 456	含金铜硫铁矿石	磁黄铁矿	+2.78
DL90 - 337	含金铜硫铁矿石	黄铁矿	+1.94
DL90 - 335	含金铜硫铁矿石	磁黄铁矿	+2.03
DL90 - 334	金矿化大理岩	黄铁矿	- 1.00
DL90 - 30	含金铜硫铁矿石	黄铁矿	+2.93
DL91 - 30 - 1	含金铜硫铁矿石	磁黄铁矿	+2.86
DL91 - 31	含金铜硫铁矿石	黄铁矿	+3.32
DL91 - 31 - 1	含金铜硫铁矿石	磁黄铁矿	+3.49
DL91 - 32	黄铁矿化大理岩	黄铁矿	+1.80
DL91 - 32 - 1	黄铁矿化大理岩	磁黄铁矿	+2.51
DL91 - 33	含金铜硫铁矿石	磁黄铁矿	+2.94
DL91 - 34	含金铜硫铁矿石	磁黄铁矿	+3.37
DL91 - 36	含金阳起石砂卡岩	方铅矿	- 3.91

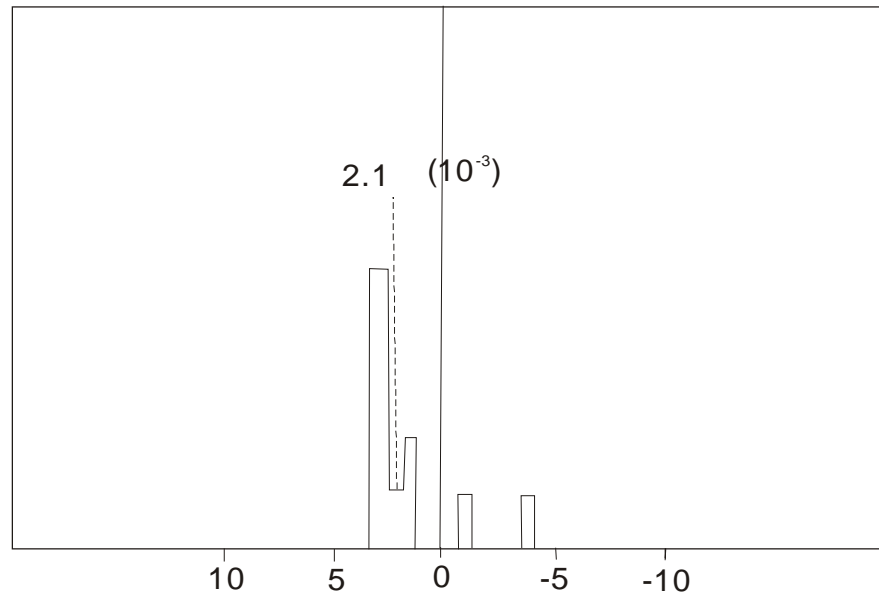


图 3 - 18 硫同位素组成图

### 3.成矿温度

从矿床内单矿物爆裂法测温结果看，钙铁榴石爆裂温度是 280 ~ 330 (表 3 - 3), 属于中高温阶段的产物。通过对矿石及矿化作用的研究表明，金

的矿化阶段明显晚于早期钙铁石榴石形成的干砂卡岩阶段，说明金的成矿温度应低于 280 。从金的赋存状态及成色上看，金与自然铋辉铋矿及含铋的硫酸盐矿物共生的，其成色较高，达到 950；与方铅矿黄铜矿闪锌矿等共生的，金的成色相应要低一些，在 900 左右。

表 3 - 11 矿物爆裂法测温测试结果表

样品编号	测试岩石	测试矿物	测试结果
KW - 337	含金铜硫铁矿石	黄铁矿	280
KW - 335	含金铜硫铁矿石	磁黄铁矿	300
KW - 334	金矿化大理岩	磁黄铁矿	270
KW - 333	含金铜硫铁矿石	磁黄铁矿	220
KW - 331	含金铜硫铁矿石	磁黄铁矿	240
KW - 329	石榴石砂卡岩	钙铁石榴石	240
KW - 392	石榴石砂卡岩	钙铁石榴石	280

一般，接触交代矿床中磁铁矿的形成温度是 500 - 350 ，金属硫化物( 黄铁矿、闪锌矿 ) 一般形成于 450 - 100 ，主要在 300 左右。砂卡岩阶段形成的钙铁石榴石温度应在 800 - 300 之间( 胡祖桂，1984 )。考虑到爆裂法测温结果偏低，结合镜下观察结果似乎可以认定，兰家金矿床中与高温矿物共生的金成色较高，而石英 - 硫化物阶段形成的矿物组合中的金成色相应要低一些,这当然反映了成矿时的温度环境。据此,大概可以将成矿热液活动分为两个阶段，即氧化物 - 早期石英-硫化物阶段和晚期石英-硫化物阶段。前者形成的矿物组合是：自然金、自然铋、辉铋矿、斜方辉铅铋矿等，代表的温度区间 200-400 左右;后者形成的矿物组合为自然金、方铅矿、黄铜矿、闪锌矿、磁黄铁矿等,形成的温度应该在 220-250 左右。即兰家金矿成矿温度应是中温。

#### 4.成矿物质来源

石英闪长岩成因为深源 I 型,其金丰度值为  $5.27 \times 10^{-9}$  ,浓集克拉克值  $1.23 \times 10^{-9}$  ,高出板岩、大理岩金丰度值 1 倍多(表 3 - 8)。石英闪长岩、20 号金矿体、1 号金矿体的科勒尔曲线分布模式，均表现出极好的相似性和成因上的同源性。矿石中硫同位素组成特征，反映出金矿床成矿热液中硫的幔源特征。

综上，结合兰家金矿床矿体产出的空间位置可以认为，成矿热液和成矿物质主要来自石英闪长岩有关的岩浆热液。



### 5.矿床成因模型

兰家地区矿化类型多种多样，兰家金矿的成矿作用比较复杂，具有多期次、多阶段性。金矿化类型有四种：矽卡岩型、破碎带蚀变岩型、隐爆角砾岩型、石英脉型，但是它们本质上是石英闪长岩岩浆热液活动演化的不同阶段和不同成矿环境的产物。不同矿化类型之间有着密切的成因联系和共同的成矿作用。

结合兰家地区矿床地质特征，笔者认为兰家地区的矿床理想模式大致如下（图3-19）：

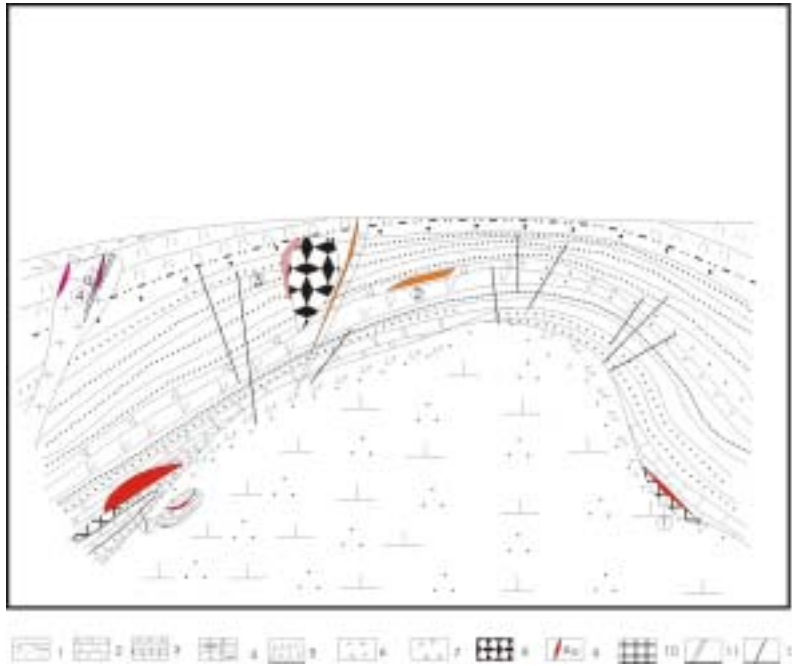


图3-19 兰家地区金矿床模式图

1. 第四系；2.中生代火山岩；3.二叠系碎屑岩（夹大理岩）；4.外矽卡岩；5.内矽卡岩；6.晚三迭世石英闪长岩；7.燕山期花岗斑岩；8.隐爆角砾岩筒；9. 金矿体；10.硫铁矿体；11.断裂破碎带；12.断层；  
矽卡岩型金矿化； 破碎带蚀变岩型金矿化； 隐爆角砾岩型金矿化； 石英脉型金矿化

石英闪长岩沿着北东向岩石圈断裂及其次级断层上侵，致使范家屯组地层发生褶皱（在局部范家屯组地层被石英闪长岩捕虏）挤压破碎，岩浆热液交代、蚀变了接触带两侧的岩石，产生了矽卡岩化。早期干矽卡岩阶段，在内矽卡岩带，靠近石英闪长岩一侧形成透辉石-石榴石矽卡岩；湿矽卡岩阶段，含水的链状硅酸盐和大量磁铁矿开始出现，并交代先形成的岛状硅酸盐，形成含钙铁辉石、钙铁榴石、黑柱石等矿物的阳起石矽卡岩。

矽卡岩期结束后，进入石英硫化物期，热液成分、物理化学条件、活动的空间环境发生了很大变化，溶液开始表现为碱性，并有少量赤铁矿等矿物出现。而后慢慢向酸性环境过渡。

早期石英 - 硫化物阶段，出现了少量贫硫的自然金属及其硫化物：自然铋、辉铋矿、斜方辉铅铋矿、辉砷钴矿等矿物沿细微裂隙充填并交代早期形成的矿物，形成矽卡岩型金矿。

转入晚期石英 - 硫化物阶段，硫化物金矿化阶段，自然金与相伴的矿物方铅矿、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿等沿着裂隙充填交代，一部分叠加在矽卡岩上，一部分沿破碎带运移到远离接触带的地方形成破碎带蚀变岩型金矿、在隐爆角砾岩筒附近有利的构造环境形成中 - 低温热液 隐爆角砾岩型金矿。

燕山期花岗岩沿着继承下来的构造带又侵入到石英闪长岩和地层中，在接触带的层面中形成中低温石英脉型金矿（孔家店）。

## 第四章 成矿预测

研究区金矿矿化类型多种多样、各种矿化类型空间毗邻及其成因联系。均与石英闪长岩时空相随与成因相关。而地层、不同岩性之间的接触带、断裂破碎带、隐爆角砾岩筒构造等控矿条件，导致矽卡岩型、破碎带蚀变岩型、隐爆角砾岩型和石英脉型的金矿化类型产生的外因。

岩浆热液活动，既能在某种特殊条件下在有利于成矿的空间使一些有用元素聚集，即发生成矿作用，同时热液活动使其经过的围岩发生蚀变，即发生成矿晕。它们使某些空间的地体产生物理性质或化学成分的变化，表现为地球物理和地球化学异常。这些异常通常又反映成矿作用在不同地质条件下的复杂多样化性。即不同的地质条件，如地层中的活动组分、开放的构造空间和热液通道、不同层面的接触面屏障“成矿事件”中会使成矿热液体系的物理化学条件，包括其中的物质成分、浓度等产生差异。

### 第一节 找矿模式

特殊的地质特征反映特殊的地质条件，通过前面的矿床地质特征分析，结合矿床的地球化学特征和物探异常特征，总结出本区的金矿找矿模式如下。

#### 1. 岩浆岩

在长期活动的区域地背景下，本区经历了由板块边缘俯冲、板内强烈拉伸、短时间内岛弧的形成和闭合碰撞，这样复杂的演化过程，使本区发生了深源岩浆侵入活动，形成了晚三迭世的泉眼沟序列中的酸性侵入岩，其所属各单元大区域上形成北东向侵入岩带。与范家屯组地层呈侵入接触，尤其是南泉眼单元石英闪长岩使范家屯组地层发生变形变质，并在兰家金矿区形成SN—NNW 向的、向西倾斜的港湾状接触带构造。本区的金矿化与石英闪长岩时空要随和成在相关。

#### 2. 地层

贵~多金属矿（化）体赋存层多为上古生界二迭系下统范家屯组第一段，特别是夹有大理岩透镜体的变质粉砂岩、质硅质泥岩，硅质粉砂岩，板岩，

硅质岩等海相火山 - 碎屑岩沉积建造，是岩浆热液交代反应的良好对象。在矽卡岩接触带形成矽卡岩型金矿床，在层间破碎带或断裂带中赋存有破碎带蚀变岩型金矿。因此，范家屯组含有活泼组分的地层是有利的找矿区段，特别是含有碳酸盐岩的范家屯组一段和杨家沟组安山质火山角砾岩，杂砂岩，凝灰质砂岩地层。

### **3. 构造**

包括复杂的褶皱构造、断裂构造、以及各种构造、岩浆火山活动造成的不同地质体之间的接触带（面）、隐爆角砾岩筒构造等。现将兰家金矿区最重要的控矿构造列举如下：

#### **3.1 断裂**

大黑山断隆东侧为伊舒断裂带，包括兰家地区在内的整个断隆区自中生代后属于断块抬升区。裂谷(陷)边缘的北东向断裂及分布在断隆之上的北东向低级断裂，派生的北西、北北西向断裂分别是控制区域岩浆活动和热液运移的控岩、控矿、容矿构造。其中，兰家金矿矽卡岩型矿化受北东 - 北北东向断裂控制和石英闪长岩的分布；北西向 - 北北西向断裂是破碎带蚀变岩型金矿化的导矿、容矿构造。特别是两组或多组构造交会的部位对成矿更为有利。

#### **3.2 接触带**

石英闪长岩捕虏了含有碳酸盐岩透镜体范家屯组地层，所形成的复杂的岩浆岩与地层接触面和褶皱地层层间滑脱构造，是矽卡岩型金矿有利的容矿空间。早期强烈的侵位挤压，使接触带大理岩和角岩产生角砾化带，对后期热液的流通和交代反应的发生极为重要。兰家金矿矽卡岩型金矿就是产于接触带中（图 4 - 1）。控制岩体和地层之间、岩体与岩体之间接触带（面）分别产生了矽卡岩型金矿化和石英脉型金矿化。

#### **3.3 隐爆角砾岩筒**

对于成矿热液来说，隐爆角砾岩筒是良好的运移通道和容矿构造空间。在隐爆角砾岩接触带形成了 5 号 12 号和 1 号金矿体（北部）。

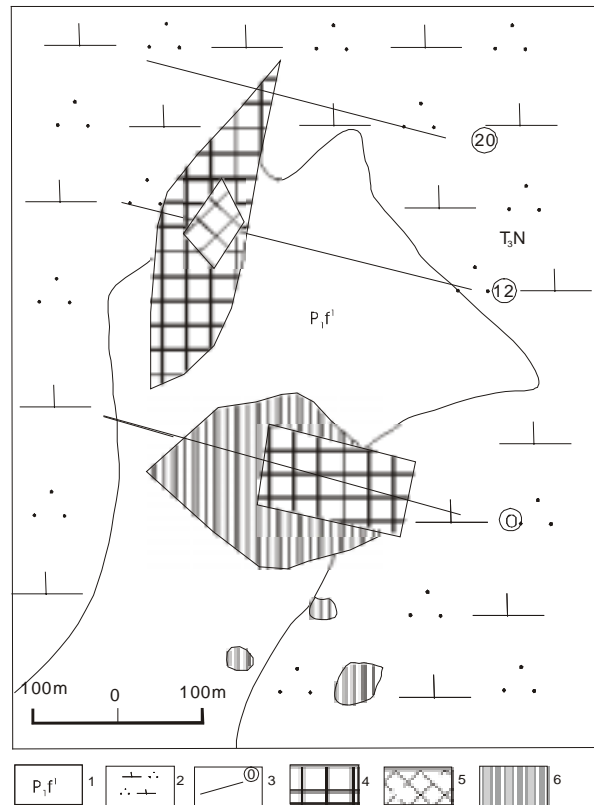
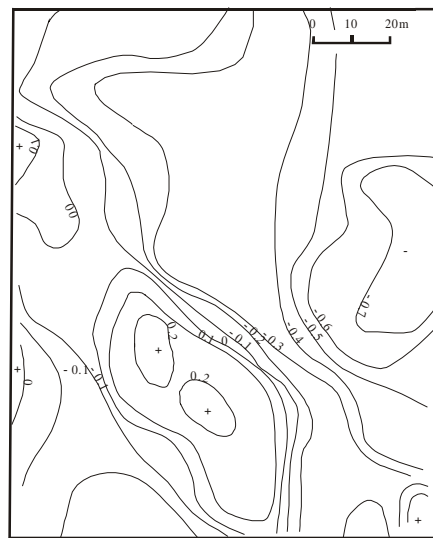


图 4 - 1 接触带部位矿体分布图

1.范家屯组第一段；2.石英闪长岩；3.勘探线及编号；4.金矿体；5.磁铁矿体；6.含铜硫铁矿体

#### 4. 物探重磁复合异常

兰家金矿所处位置是 1973 年，长春地质学院物探系重力组重力详查的范围，存在低正异常呈带状分布，其剩余重力异常最大值 0.2 毫伽（图 4 - 2），与矽卡岩带即矽卡岩型金矿体赋存部位吻合。同时该区还存在由于金矿体、磁铁矿体、含铜硫铁矿体造成的磁异常（A5），A5 位于接触带上，呈北东向分布，形态规则，连续性好，异常很短，在 100m 左右，其值尖而窄，在 200 ~ 500 。重磁复合异常指示矽卡岩或金属硫化物矿化（图 4 - 3）。



## 5. 化探异常

前面分析得知，兰家地区地表横向地球化学行为一致或相关性较为密切的元素有 Au、Ag、Bi、Zn、Cu 等。因此地表水系沉积物测量或土壤测量异常上述元素较为明显或它们之间较好的地段，是矿化可能存在的地段。矽卡岩型金矿体前缘晕元素为 Sb、As、Ag,尾缘晕元素 Cu、Mo。根据原生晕的分带特征初步确定分带序列，由上往下为：Sb-As- Ag-Pb-Zn-Bi-Au-Cu-Mo。20 号矿体成矿元素组合应为 Au、Bi、Ag、Pb、Mo、Zn。

1 号金矿体成矿元素组合为 Au、Bi、Ag、Cu、Sn、Mo、Pb。因此，在取得岩石测量剖面结果后，要详细对比、分析深部元素富集、矿体赋存的规律性。

兰家地区矽卡岩型金矿化类型的 Au、Ag、Bi、Zn 等元素相关性比较好，特别是 Bi，相关系数达到 76%（汪志刚，2004），与国内外金铋型金矿可类比（任云生，2004）。因此上述元素化探异常可作为找矿有利条件之一。

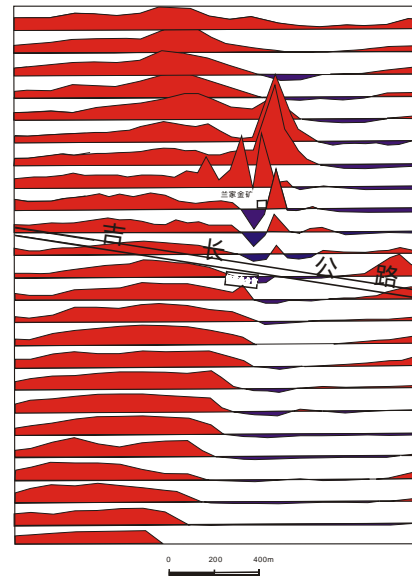


图 4 - 3 兰家金矿区 Z 测量剖面图

## 第二节 成矿预测

根据兰家地区金矿床控矿条件和分布规律，结合本地区地质条件、物化探异常特征，对本区进行成矿预测。对照上面的找矿模式，笔者认为以下两个地区是成矿有利的找矿靶区。

### 1. 兰家 - 周家窑预测区

位于兰家金矿床 南部大史家 - 兰家 - 周家窑一带（图 4 - 4）。

#### 1.1 岩浆岩

为南泉眼单元石英闪长岩，大面积分布于预测区的西北部在大史家屯处呈港湾状,对矽卡岩型金矿成矿极为有利。

#### 1.2 地 层

主要为范家屯组第一段，主要岩性为变质粉砂岩夹多层灰岩透镜体。与

石英闪长岩呈复杂的接触形态,有利于其中的活泼的碳酸盐岩反应形成矽卡岩,有可能形成矽卡岩型金矿。

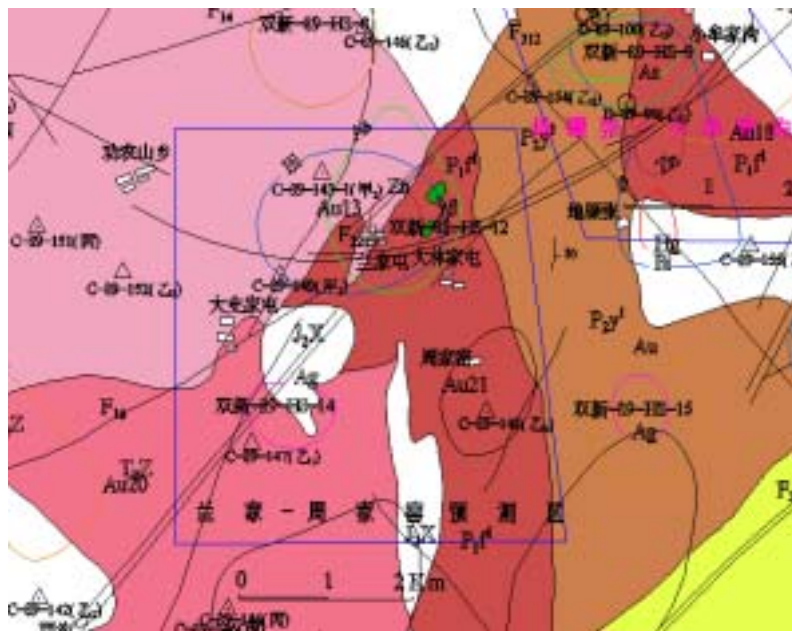


图 4 - 4 兰家 - 周家窑预测区地质图 (图例同图 2 - 1)

### 1.3 构造

断裂：北北东向 F16、北东向 F223 断裂通过预测区。测区内兰家近南北向形被北东、北西断裂破坏。近南北向层向破碎带发育，是金矿有利的成矿构造带。

接触带：范家屯组与周家窑一带与新立屯单元花岗斑岩接触。目前经过公路施工揭露，发现矽卡岩带，取样分析结果为  $0.20 \times 10^{-6}$ 、 $1.40 \times 10^{-6}$ 、 $3.40 \times 10^{-6}$ 。还存在范家屯组与周家窑单元次安山岩接触带。

### 1.4 化探异常

水系沉积物测量异常双新-89-Hs-12( Au、Bi、Ag ) -14(Au) ，双新-89-Hs—12 异常衬值异常位于兰家金矿床北部，Au、Bi、Zn 等元素异常套合极好，是很有希望的异常。

### 1.5 物探异常

同是物探异常重力场：1 20 万 g 平面等值线图上可见该区处于北东向重力梯级带上。磁场：兰家~大史家屯以北为宽阔正磁场，走向 NE，由多峰的正磁异常组成，强度一般在 150~200nT ， Tmax=300nT 东南部周家窑



一带为大片低缓负磁场,夹孤立的正小异常,南部为低缓磁场区,区内有 14km<sup>2</sup> 的隐伏岩本。航磁异常 C - 89 - 143 - 1 (甲<sub>2</sub>) 位于兰家金矿床 20 号矿体以北 (见图 4 - 2)。C - 8 - 149 (甲<sub>2</sub>) 位于兰家金矿床以西,该异常位于石英闪长岩与范家屯组地层接触带附近的石英闪长岩体内,可能是深部矽卡岩带引起的。F<sub>223</sub>、F<sub>16</sub>、F<sub>221</sub> 等断裂交汇于此,另外,C - 89 - 147 (乙<sub>1</sub>),C - 89 - 148 (乙<sub>1</sub>) 等磁异常落入该区,它们也有可能是深部矿化引起的磁异常。

除隐爆角砾岩未见之外,其他条件均较为理想。另外,区内分布有兰家金矿床 (兰家金矿、东风磁铁矿、东风硫铁矿),周家窑铁金矿点,大史家屯金矿点等 6 处矿产地。围岩蚀变见有硅化、褐铁矿化、矽卡岩化。

由此可见,该区是矽卡岩型金矿有利的成矿区,由于兰家金矿床 15 - 19 号金矿体均为隐伏矿体,所以应加强对该区深部的找矿力度。

## 2. 地碾张 - 小牟家沟预测区

位于兰家金矿床北东方向 (图 4 - 5)。

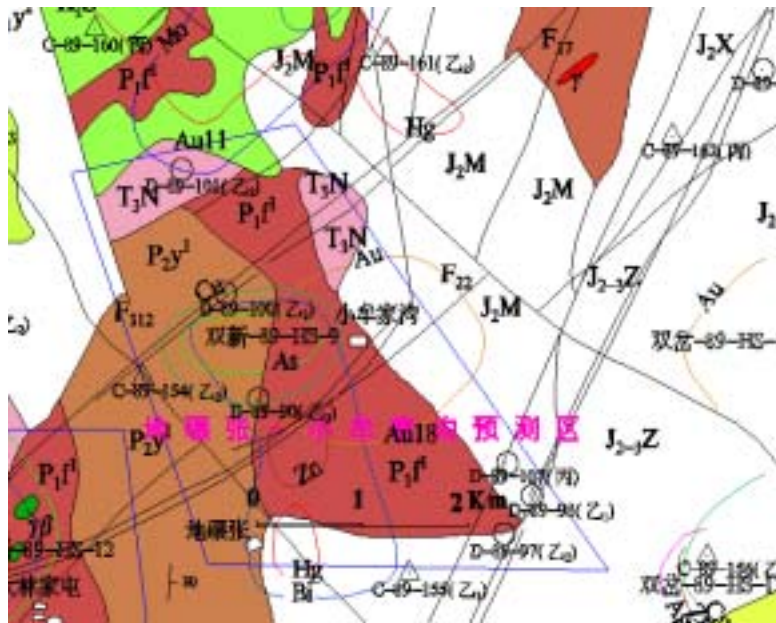


图 4 - 5 地碾张 - 小牟家沟预测区地质图 (图例同图 2 - 1)

### 2.1 岩浆岩

分布有南泉眼单元石英闪长岩、庙岭单元正长岩和上管条背次流纹岩。石英闪长岩分布于预测区北部,呈喇叭形包围范家屯组和杨家沟组地层,地表出露面积较小。正长岩分布于预测区东部,与石英闪长岩、范家屯组地层



接触。

## 2.2 地 层

出露有范家屯组第一段 ( $P_{1f}^1$ ) 黑云母石英变粒岩夹大理岩, 与区域地层岩性有区别。杨家沟组安山质火山角砾岩, 杂砂岩, 凝灰质砂岩地层。占据了测区中南部大部面积。其中的断裂带中已发现有 2 条金矿化体。

## 2.3 构 造

断裂: 北东向 F22、F221、北西向 F23 断裂通过并交会于本区中部, 本区位于兰家环形构造中环的东南 (为一系列环形水系活断裂构成)。局部见有北西向糜棱岩化带。其中  $F_{221}$  与兰家金矿床相连。

接触带: 北西部、北东部存在范家屯组第一段与南泉眼单元石英闪长岩接触带, 见有矽卡岩化。

## 2.4 物探异常

重力场: 北北东向梯级带附近。磁场: 北部为正的单峰局部异常带, 南部为宽缓的高值正磁场区。此处有望异常 D-89-97、98、99、100、乙<sub>2</sub> 级异常推断为含金蚀变带或接触带引起小牟家沟北山激电异常成面积达  $400m \times 200m$ , 强度 10%~22%, 推测为含金硫化物地质体引起的。

## 2.5 化探异常

水系沉积物测量异常: 双新-89-Hs-9 (Au、Ag、Bi) 衬值异常, 范克里格法为 Au、Cu、As 异常。土壤测量随褐铁矿化加强金含量增高, 最高含金  $46 \times 10^{-9}$  小牟家沟一带土壤异常中褐铁化的岩石光谱分析, 最高值  $Au=28 \times 10^{-9}$   $Cu=800 \times 10^{-6}$ 。该区黄铁绢英岩化、硅化强烈, 有望找到破碎带蚀变岩型金矿床。

该区除隐爆角砾岩构造外均与上面的找矿模式相符, 地碾张 (Au18) 后刘家 (Au11) 金矿点位于接触带附近, 成矿潜力较大。

除了以上两个预测区外, 对兰家金矿床深部原生晕显示出的成矿潜力不能忽视。更值得重视的一点, 对隐爆角砾岩型金矿化将是本区找矿新的突破方向。

## 结 论

经过以上分析，笔者得出以下几点结论：

1) 晚三迭世泉眼序列南泉眼单元石英闪长岩，兰家金矿成矿物质来源和成矿作用都与石英闪长岩岩浆活动有着直接的联系；

2) 本区不同类型的金矿化是在统一的热液成矿作用中，经过多期多阶段活动在不同地质构造环境下的具体表现；

3) 兰家地区至少存在四种以上的矿化类型，表现了成矿作用的复杂性，大致经历了从中高温矽卡岩热液期和晚石英 - 硫化物热液两期热液成矿作用；

4) 指出本区存在良好的找矿潜力，建立了本区找矿模式，提出两个成矿预测区。

5) 存在的问题

由于对隐爆角砾岩型金矿、破碎带蚀变岩型金矿、石英脉型金矿没有作充分的物质来源和成矿温度的矿物学和成分分析，因此对于本地区的低温热液金矿化研究不够，同时对金铋型金矿的研究还不够充分，可以作为今后的研究方向，对于白垩纪火山活动与成矿关系还有待进一步研究。

## 致 谢

本论文是在任洪茂副教授的亲切指导下完成的，在此向导师表示诚挚的感谢！在硕士研究生学习期间，导师给了我极大的帮助和亲切的关怀，使我在本专业理论和实践两方面都得到很大的提高，导师丰富的知识和严谨的治学态度让我获益匪浅。再次向导师表示衷心的感谢！

另外，在三年硕士研究生学习期间，刘连登教授、孙丰月教授、卢静文教授、叶松青教授、李碧乐副教授、任云生副教授、郝爱华副教授、范继璋教授、张渊副教授等给了我无私的帮助，李艳博老师、孙戈天老师在学习期间给予很多帮助，在此表示由衷的感谢！

由于本人理论水平有限，错误和不当之处在所难免，敬请各位老师和同行不吝赐教！

## 参考文献

1. 吉林省地矿局.吉林省地质志[M].北京:地质出版社,2-213
2. 袁见齐等.矿床学[M].北京:地质出版社,1985:104-155
3. 胡受奚等.矿床学[M].北京:地质出版社,1982
4. 张秋生等.矿源与成矿[M].北京:地质出版社,1983:10-89
5. 涂光炽,霍明远等.金的经济地质学[M].北京:科技出版社,1991:1-7
6. .斯米尔洛夫.内生矿床的矿质来源[M].北京:地质出版社,1981:56-78
7. 孙丰月,石准立,冯本智.胶东金矿地质及幔源 C - H - O 流体分异成岩成矿[M].长春:吉林人民出版社,1995:92-121
8. 牛树银等.地幔热柱多级演化及其成矿作用[M].北京:地震出版社,2001:150-180
9. 张秋生,任洪茂.大陆边缘古陆壳内深部液态含矿层[M].长春:吉林科学技术出版社,1988:1727-1755
10. 裴荣富,吕凤翔,范继璋等.华北地块北缘及其北侧金属矿床找矿系列与勘探[M].北京:地质出版社,1998:33-90
11. 张贻侠,寸珪,刘连登.中国金矿床:进展与思考[M].北京:地质出版社,1996:2-10
12. 栾世伟.金矿床地质及找矿方法[M].成都:四川科学技术出版社,1987:78-95
13. 胡受奚.华北与华南古板块拼合带地质和成矿[M].南京:南京大学出版社,1988:558
14. 陈衍景,富士谷.豫西金矿成矿规律[M].北京:地震出版社,1992:238
15. 博依尔(马万钧等译).金的地球化学及金矿床[M].北京:地质出版社,1984:785
16. 孙忠实.吉林夹皮沟金矿带地质背景控矿构造及成矿机制[M].长春地质学院博士论文,1995:75-80.
17. 姚凤良,刘连登,孔庆存等.胶东西北部脉状金矿[M].长春:吉林科学出版社,1990:69-71
18. 罗鸿书,毛玉远,陆彦等.康定氟镁石金矿[M].成都:四川科学出版社,1987:92-94.
19. 黎彤.化学元素的地球化学行为[J].地球化学,1976,(3):87-90
20. 翟裕生等.鄂东大冶式铁矿成因中的若干问题[J].地球科学,1982,(3):77-92
21. 汪志芬.关于个旧锡矿成矿作用的几个问题[J].地质学报,1983,57(2):104-126
22. 汪志刚,张凤学.兰家金矿床金与铋的关系[J].东北经济地质,2004,(1):49-52
23. 陈衍景等.1997.中国矽卡岩型金矿成矿时间、空间、地球动力学背景和成矿模式[J].北京大学学报,1997,33(4):456-465
24. 肖建新等.铜陵 - 安庆地区若干热液矿床成矿流体研究[J].地质找矿论丛,2003,(3):21-33
25. 赫英.与岩浆有关热液矿床的矿体赋存部位[J].西北大学学报(自然科学版),2001,(4):16-18
26. 潘家永,马东升.热液矿床成矿元素地球化学异常探讨[J].地质与勘探,2002,(6):27-29
27. 刘伟.岩浆流体在热液矿床形成中的作用[J].地学前缘,2001,(3):42-46
28. 常兆山等.岩浆在热液矿床形成中的作用[J].地质科技情报,1995,(1):15-17

29. 彭聪,赵一鸣.中国东部含金矽卡岩矿床分布规律与深部地球物理背景研究[J].物理与化探,1999(6):55-59
30. 翟裕生.关于成矿系列的结构[J].地球科学,1987,(3):2-4
31. 郑明华,张斌,张占鳌等.中国金矿床类型的初步划分[J].成都地质学院学报,1983,(1):27-42
32. Chen Yanjing.Skarn Gold Deposits in China[J]. Resource Geology, 1996,46(6):369-376
33. 陈衍景,胡受奚,傅成义等.中国北方孔达岩系与金矿集中区的分布关系、原因和新金矿集中区预测[J]. 黄金地质科技,1990,(1):17-22
34. 陈衍景,郭抗衡.河南银家沟矽卡岩型金矿的地质地球化学特征及成因[J].矿床地质,1993,12(3):265-272
35. 陈衍景.中国矽卡岩型金矿床的勘查进展和方向[J].地质与勘探,1992,32(4):9-13
36. 陈衍景.中国矽卡岩型金矿床地质研究和勘查的进展与问题[J].有色金属矿产与勘查,1996,5(3):129-139
37. Bache J..World Gold Deposits A Geological Classification.London:North Oxford Academic[J].北京大学学报(自然科学版),1996,33(6):1764-1794
38. 国外地质科技编辑部.矽卡岩型金矿引起注意——加拿大、美国和澳大利亚勘查开发大型矽卡岩金矿床[J].国外地质科技,1988(8):1-10
39. 王义强,孙丰月,吕古贤.韧性剪切带向剪破裂的转化与成岩成矿作用[J].地质力学学报,1997,3(1):38-44
40. 刘连登,陈国华,吴国学.我国浅成热液金矿的分类探讨[J].长春科技大学学报,1996,29(3):7-22
41. 徐勇,张本仁,吴悦斌等.浅成热液金矿地球化学异常评价模式[J].长春科技大学学报 1996,29(3):12-15
42. 李碧乐,孙丰月,姚凤良.中生代敦化—密山断裂大规模左旋平移及其对金矿床形成的控制作用[J].大地构造与成矿学,2002,26(4):95,390-395,
43. 张宝政,刘玉海.佳木斯-伊通断裂带的基本特征及其与邻庐断裂带的关系[J].长春地质学院学报 1982,15(1):29-39
44. 孙晓明,徐克勤,任启江.吉林省夹皮沟金矿区两类不同金矿床的发现及其在华北地台上的普遍意义[J].科学通报,1992,(14):299-1301.
45. 毛景文,张作衡,杨建民等.甘肃鹰嘴山金矿床地质和成矿地球化学[J].矿床地质,1998,17(4):297-305.
46. 孙丰月,金巍,李碧乐等.关于脉状热液金矿成矿深度的思考[J].长春科技大学学报,(专辑),2000,(30):27-30.
47. Torrey C. E..澳大利亚昆士兰州北部雷德多姆(芒加纳)矽卡岩型金矿床地质[J].国外地质科技,1988,(8):11-25
48. Beddoe-Stephens B,Shepherd T J,Bowles JF W, et al..Gold mineralization and Skarn Development near Muara Sipongi,West Sumatra, Indonesia[J]. Economic Geology, 1987,82(7):1732-1749
49. Cameron D E, Garmoe W J.Geology of Skarn and high-grade gold in the Carr Fork mine,

- Utah[J]. *Economic Geology*, 1987, 82(5): 1319-1333
50. Ettlinger A. D., Meinert L. D., Ray G. E.. Gold Skarn Mineralization and Fluid Evolution in the Nickel Place Deposit. British Columbia[J]. *Economic Geology*, 1992, 87(6): 1541-1565
  51. Johnson T. W., Meinert L. D.. Au-Cu-Ag Skarn and Replacement Mineralization in the McLaughlin Deposit, New World District, Park County, Montana[J]. *Economic Geology*, 1994, 89(5): 969-993
  52. Meinert L.D.. Gold Skarn Deposits-Geology and Exploration Criteria[J]. *Economic Geology*, Mono-graph 1989, (6): 537-552
  53. Wilson G.C., Rucklidge J.C., Kilian L. R.. Sulfide Gold Content of Skarn Mineralization at Rossland, British Columbia[J]. *Economic Geology*, 1990, 85(6): 1252-1259
  54. Sibson R. H., Robert F, Poulson K H.. High-angle reverse faults, fluid-pressure cycling and mesothermal gold-quartz deposits[J]. *Geology*, 1988, 16: 551-555.
  55. Gebre - Mariam M, Hagemann S G, Groves D I. A classification scheme for epigenetic Archean lode - gold deposits[J]. *Miner Deposits*, 1995, 30: 408-410.
  56. Groves D.I., Phillips G.N.. The genesis and tectonic control on Archean gold deposits of the Western Australian shield - A metamorphic replacement model[J]. *Ore Geology Review*, 1989, 2: 287-322.
  57. Kerrich R.. Geodynamic setting of mesothermal gold deposits: An association with accretionary tectonic regimes[J]. *Geology*, 1990, 18: 882-885.
  58. Kozlovsky Y. A.. The superdeep hole of the Kola Peninsula. Berlin: Springer - Verlag, 1987: 557.
  59. Kerr R. A.. German super - deep hole hits bottom[J]. *Science*, 1994, 263: 545
  60. Rodder E.. Fluid inclusion evidence for immiscibility in magmatic differentiation[J]. *Geochim Cosmochim Acta*, 1992, 56: 5-20.
  61. Shenberger, D. M., Barnes, H.L.. Solubility of gold in aqueous sulfide solutions from 150 to 350 [J]. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1989, 53: 269-278.
  62. Hayashi K. I., Ohmoto H.. Solubility of gold in NaCl and HS bearing aqueous solutions at 250-350 [J]. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1991, 55: 2111-2126.
  63. Shenberger, D. M., Barnes, H.L.. Solubility of gold in aqueous sulfide solutions from 150 to 350 [J]. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1989, 53: 269-278.
  64. Hayashi K. I., Ohmoto H.. Solubility of gold in NaCl and HS bearing aqueous solutions at 250-350 [J]. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1991, 55: 2111-2126.

# 吉林长春兰家金矿地质特征及成矿预测

作者：汪志刚

导师：任洪茂 副教授

专业：矿物学、岩石学、矿床学

## 中 文 摘 要

兰家地区所处大地构造位置，前中生代属兴 - 蒙岩石圈板块、中朝板块晚古生代陆缘；中生代进入滨太平洋陆缘活动带，归属欧亚板块东部活动陆缘长白山隆起大黑山断隆中段，其北西侧为松辽裂谷，南东侧为依 - 舒裂陷，本属于松辽裂谷系的一部分。

由于板块运动，晚三迭世兰家地区陆壳发生深断裂，形成了一套亚碱性～碱钙系列的北东向侵入岩带，泉眼系列的大面积侵入，使区内晚古生代地层被同化或蚕食，残余地层形成褶皱并发生不同程度的变质。接触部位形成角岩、矽卡岩化，并发生磁铁矿、硫铁矿及金矿化。

兰家地区具有四种金矿化类型：矽卡岩型、破碎带蚀变岩型、隐爆角砾岩型、石英脉型等。其中，以矽卡岩型为主。

矽卡型金矿体形态复杂，呈脉状、囊状和不规则团块状，分支复合现象明显，主要产于印支期石英闪长岩与早二迭世范家屯组海相沉积岩（含大理岩透镜体）接触带中，矿体位于外矽卡岩带矿石类型有：碎裂石榴石矽卡岩，石榴石磁铁矿矽卡岩，阳起石矽卡岩等。矿石结构以他形晶粒状为主，自形、半自形粒状结构次之。矿石构造以细脉状、显微细脉状、显微网脉状、放射状、束状构造，浸染状构造为主，块状、斑点状构造次之。矿物组合有：磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、斜方铅铋矿、辉砷钴矿、黄铜矿、辉铋矿、自然铋、辉铅铋矿（硫铋铅矿）、黝铜矿、白钨矿、自然金等。金主要赋存在磁铁矿、辉铋矿、黄铁矿、石榴石、阳起石等矿物的裂隙或晶隙间，以独立自然金状态产出。金的成色比较高，为 816.40~989.70，平均 977.00。主要伴生元素有铋和银。围岩蚀变以矽卡岩化、绿帘石化、钠长石化、赤铁矿化、水云母化和绿泥石化为主，硅化、电气石化、萤石化次之。

破碎带蚀变岩型金矿赋存在范家屯组第一段 2 层中破碎蚀变带内，矿石

为含金黄铁绢英岩，主要矿物组合：磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、自然金等，金属硫化物含量约占 5~10%。

隐爆角砾岩型金矿产于隐爆角砾岩与围岩接触带上，目前只有单工程控制，研究程度较低。

石英脉型金矿，产于白垩纪流纹斑岩和燕山期花岗斑岩 NEE 向接触带中，3 号脉产于石英闪长岩与范家屯组角岩接触带 NW 向裂隙中，4 号脉产于燕山期花岗斑岩 NEE 向裂隙中。

Au、Bi、Sb 是本矿床中最主要的成矿元素，其浓度克拉克值大于 100，属强富集元素；As、Ag、Cu、Mo 的浓度克拉克值在 100~10 之间，属中等富集元素；Pb、Zn 的浓度克拉克值在 10~1 之间，属弱富集元素；而 Hg 在矿床中的含量低于克拉克值。

矽卡岩型金矿化和破碎带蚀变岩型金矿化，其矿化类型不同，故其指示元素相关性和元素组合存在一定的差异：矽卡岩型金矿化中，Au、Bi、Ag、Pb、Mo、Zn 具有明显的相关关系，其中 Au、Bi、Ag、Pb 之间相关系数较大；破碎带蚀变岩型金矿化中 Au、Bi、Ag、Cu、Sn、Mo、Pb 具有很强的相关性，其中 Au 和 Bi，Ag、Cu 与 Sn、Mo 之间相关关系最强。

从矿床的原生晕、次生晕的分布特点可以看出矽卡岩型金矿前缘晕元素为 Sb、As、Ag，尾晕元素为 Cu、Mo，由上往下分带为 Sb-As-Ag-Pb-Zn-Bi-Au-Cu-Mo；破碎带蚀变岩型金矿，前缘晕元素为 As、Ag，尾晕为 Cu、Sn，由上至下元素分带为 Au-Ag-Zn-Pb-Bi-Cu-Sn。

兰家地区金矿成矿作用具有多期多阶段特征，经过对矿床的观察和矿物学研究表明，将兰家金矿床成矿作用过程划分为二个期：矽卡岩期，石英-硫化物期，五个阶段：干矽卡岩阶段、湿矽卡岩阶段、氧化物阶段、早期石英-硫化物阶段和晚期石英-硫化物阶段。矿床内矽卡岩型金矿主要形成于氧化物-石英-硫化物阶段和晚期石英硫化物阶段。兰家矽卡岩型金矿的特点是低硫化物（2%）、无石英脉，硅化较弱且成矿温度较高（400 - 200℃）；破碎带蚀变岩型金矿是在晚期石英-硫化物阶段形成的，硫化物含量较多（5 - 30%），成矿温度较低（250 - 220℃）。就整个地区而言，应该存在更低温的隐爆角砾岩型和石英脉型金矿化。

兰家地区的金矿具有热液矿床特征，热液和成矿物质来源和成矿作用主要与石英闪长岩岩浆活动有直接的联系，矿床成因类型属于中温热液矿床。不同的构造位置和围岩条件造成了矿化类型的差别。

经过对兰家金矿床成矿条件的研究，总结了兰家金矿的找矿模式。综合分析了兰家地区的岩浆岩、地层、构造物探异常、化探异常和矿化蚀变现象，



认为兰家地区具有良好的找矿潜力。指出兰家 - 周家窑和地碾张 - 小牟家沟两个成矿预测区。

关键词：矿化类型；矽卡岩型金矿；成矿预测

# **Geological Characteristics of Lanjia Gold Deposit and Its Metallogenetic Prognosis in Changchun Jilin Province**

Author: Wang Zhigang

Supervisor: Associated Prof. Ren Hongmao

Major: Mineralogy, Petrology and Ore Deposits

**Abstract:** The geotectonic location of Lanjia area lie in Xing'an-Mongolia lithospheric plate and late Paleozoic continental margin of Sino-Korea plate in early Mesozoic. And it entered into Circum-Pacific active continental margin, belonged to middle segment of Daheishan faulted uplift in Changbaishan uplift of Eurasia plate eastern active belt. As part of Songliao rift system, its North West segment is Songliao rift and South East is Yitong-Shulan rift.

Because of the plate movement, Late Triassic Lanjia area developed deep-seated fractures and formed series of alkaline –normal NE-oriented intrusive belt. And the late Paleozoic formation were assimilated or swallowed. Therefore, residual formations were folded and metamorphosed. Hornfels, skarnization, troilite and gold mineralization were formed in their contact segment.

Gold mineralization of Lanjia area can be divided into four types, such as skarn type, fractured alteration type, cryptoexplosive breccia type and quartz vein type.

Skarn type is the predominant one. Complex ore bodies occur as shape of vein, vesicle and irregular mass. Its embranchment and recombination are very common. They are formed in contact belt of Indochinese quartz diorite and early Permian Fanjiatun group submarine sedimentation rocks. All ore bodies are controlled in outer belt of skarn belt composed by broken garnet skarn, garnet magnetite skarn and actinolite skarn. Ore textures consist of major xenomorphic crystal grain, minor idiomorphic, hypidiomorphic grain. Ore structures consist of major veinlet, microscopic vein, microscopic stockwork, radiating, sheaflike and disseminated structures, minor mass and spotted structures. Predominant minerals are composed by magnetite, pyrite, pyrrhotite, hematite, galenite, sphalerite, arsenopyrite, cobaltine, chalcopyrite, bismuthinite, native bismuth, tetrahedrite, scheelite and native gold. Gold occurs predominantly in the fractures of magnetite, bismuthinite, pyrite, garnet and actinolite as independent mineral. The qualities of gold reach to 816.40~989.70, average 977.00. Major associated elements are Bi and Ag. Wallrock are composed of skarnization, epidotization,

albitization, haematization, hydromicazation and chloritization, minor silicization, tourmalinization and fluoritization.

Altered rock type gold mineralizations are hosted in second layer of first segment in fractured alteration zone of Fanjiatun group. The main alterations are pyritization and sericitization. Majority of minerals are pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite, galenite, sphalerite, arsenopyrite and native gold. Metallic sulfides are the 5-10% of the total minerals.

Cryptoexplosive breccia type gold mineralization are developed the contact belt of cryptoexplosive breccias and country rocks. Nowadays, research degree is very lower and single engineering control the gold mineralization.

Quartz vein type gold mineralizations are hosted NEE contact belt of Cretaceous rhyolite porphyry and Yanshanian granite porphyry. The third ore veins are developed into the NW-trending structures of contact belt of quartz diorite and Fanjiadun group hornfels.

Au, Bi, Sb are most dominant elements in this ore field and belong to strong enriched elements because their concentration Clarke are larger than 100. As, Ag, Cu, Mo belong to medium enriched elements because their concentration Clarke are 100~10. Pn, Zn belong to weak enriched elements because their concentration Clarke are 10~1. And the concentration Clarke of Hg is lower than Clarke value.

Skarn type and alteration type of gold mineralization have different indicator element correlatability and element associations for different mineralization types: Au, Bi, Ag, Pb, Mo, Zn have apparent correlativity, and Au, Bi, Ag, Pb have bigger coefficient of correlation in skarn type gold mineralization. Au, Bi, Ag, Cu, Sn, Mo, Pb have strong correlativity, and there are strong coefficient of correlation between Au and Bi, and Ag, Cu and Sn, Mo in fracture alteration type mineralization.

According to distribution of primary halo and secondary halo in this ore field, Sb, As and Ag are elements of front halo, and Cu, Mo are elements of rear halo in skarn type gold deposit. Then the zonation of elements is Sb-As-Ag-Pb-Zn-Bi-Au-Cu-Mo from the top down. As, Ag are elements of front halo, and Cu, Sn are elements of rear halo in fracture alteration type gold deposit. Then the zonation of elements is Au-Ag-Zn-Pb-Bi-Cu-Sn from the top down.

The gold metallogenesis of Lanjia area have multi-period and multi-stages mineralization characteristics. Studies on mineral deposit and minerals indicated that metallogenesis of Lanjia gold deposit can be divided into two mineralized periods (skarn and quartz-sulfides) and five mineralized stages, such as wet skarn stage, oxidized stage, early quartz-sulfides stage, and late quartz-sulfides stage. Skarn type gold deposit of Lanjia is the lower sulfides(2%),no

quartz and weak sericitization and high mineralized temperature(400-200 ℃);Altered rock type gold deposit are formed in late quartz-sulfides stage and high sulfides content(5-30%) and low mineralized temperature(250-220 ℃).For the whole area, there must exist less low mineralized temperature cryptoexplosive breccia type gold deposit and quartz-vein type gold mineralization.

Gold deposits in Lanjia area is the typical Mesothermal gold deposits. Mineralized hydrothermal fluid, derivation of mineralized materials and metallogenesis have closed relationship with the quartz diorite magmatic activities. Different fracture position and country rocks control the difference of mineralization type.

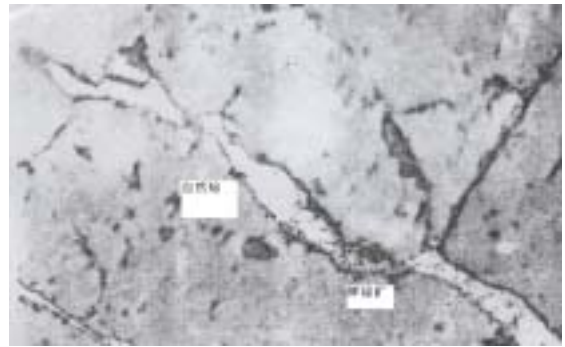
Based on the studies about the mineralized conditions, author summarizes the ore prospecting model of Lanjia gold deposit. According to the comprehensive study on magmatic rocks, strata, geophysical anomaly, geochemistry anomaly and mineralization alteration features, author point out that the Lanjia areas have gigantic potential for ore prospecting. And Lanjia-Zhoujiayao and Dinianzhang-Xiaomoujiagou are the important metallogenic predicting districts in the Lanjia area.

**Key Words:** Mineralization type, Skarn type gold deposit, Metallogenetic prognosis

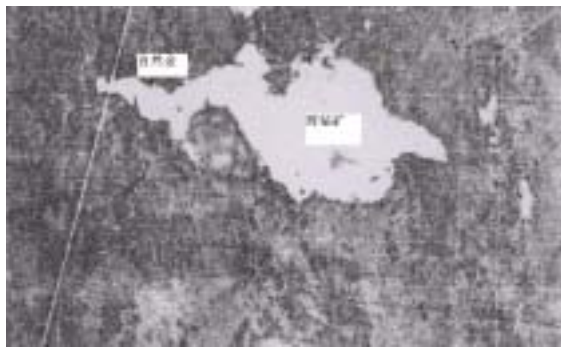
## 图版及图版说明 图版



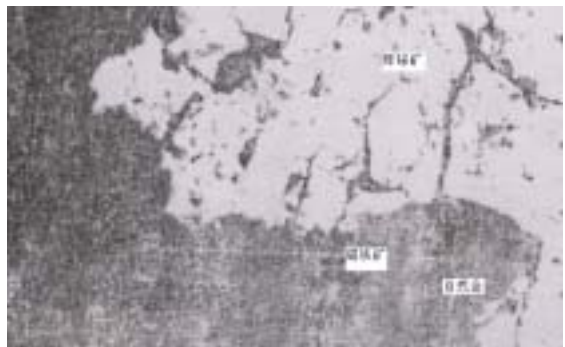
照片 -1 辉铋矿与自然金（均为白色）呈浸染状分布于石榴石矿物之间  
× 300 单偏光



照片 -2 自然铋与辉铋矿连生  
× 300 单偏光



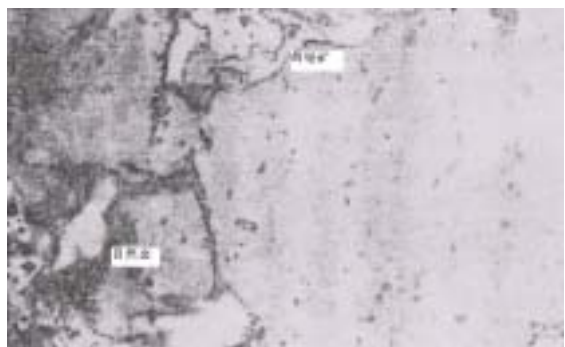
照片 -3 辉铋矿与自然金连生  
× 300 单偏光



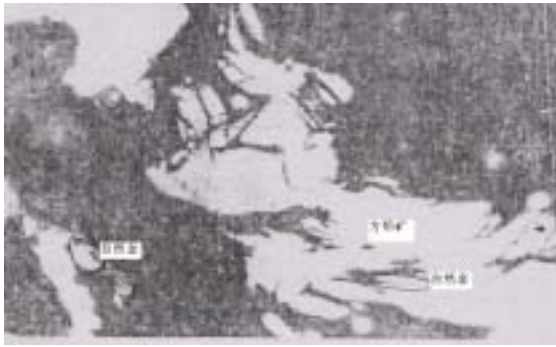
照片 -4 辉铋矿交代磁铁矿  
× 300 单偏光



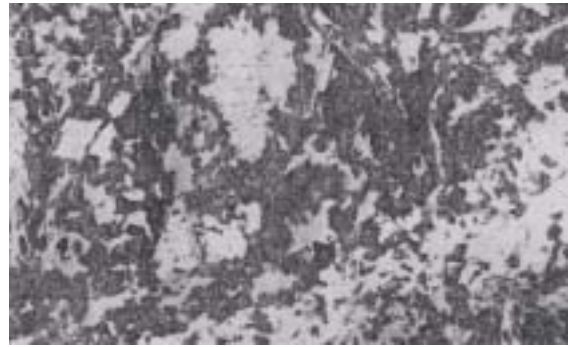
照片 -5 自然金与辉铋矿一起交代磁铁矿  
× 300 单偏光



照片 -6 辉铋矿自然铋 自然金连生充填  
× 300 单偏光



照片 -7 方铅矿与自然金连生,并包含自然金  
× 300 单偏光



照片 -8 赤铁矿交代磁铁矿,白色叶片状  
为赤铁矿 × 120 单偏光



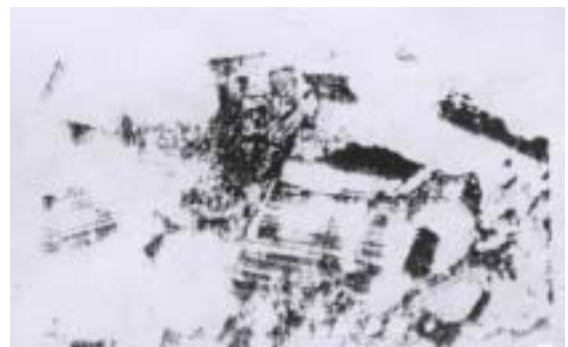
照片 -9 辉砷钴矿(白色)交代磁铁矿(暗  
灰色),在辉砷钴矿颗粒间有辉铋矿(灰白色)  
× 300 单偏光



照片 -10 辉铋矿交代辉砷钴矿(亮白色),在  
辉铋矿(灰白色)中有自然铋连生  
× 300 单偏光



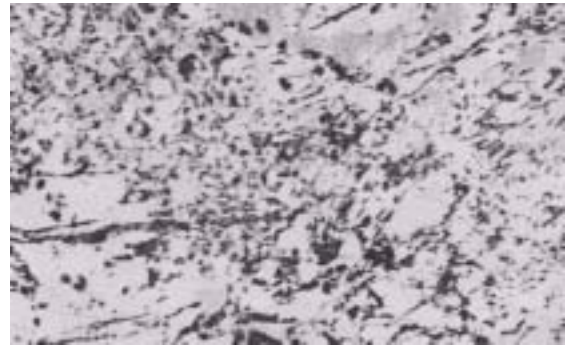
照片 -11 黄铜矿(灰色低突起),呈不规则  
状分布于磁黄铁矿晶粒的间隙中  
× 35 单偏光



照片 -12 石英闪长岩  
× 20 正交



照片 -13 黄铜矿在脉石矿物中呈细粒  
的脉状体  
× 35 单偏光



照片 -14 磁铁矿呈 细脉状沿砂卡岩矿物的  
裂隙充填分布  
× 60 单偏光



照片 -15 自然金在砂卡岩中呈板条状分布在  
阳起石矿物的纤维状晶隙间  
× 300 单偏光



## 图版



照片 -1 破碎带蚀变岩型金矿体北段



照片 -2 破碎带蚀变岩型金矿体南段



照片 -3 破碎带蚀变岩型金矿石



照片 -4 阳起石砂卡岩型金矿石  
(灰绿色为阳起石, 黑色为黑柱石)



照片 -5 阳起石砂卡岩型金矿石(灰绿色为阳起石, 深灰色带紫色色调为闪锌矿)



照片 -6 石榴石磁铁矿金矿石  
(深灰色为磁铁矿, 浅黄色为钙铁石榴石)