

吉林省白山市板庙子金矿床地质特征及成因分析

宿晓静¹, 臧兴运²

(1. 长春黄金研究院, 长春 130012; 2. 吉林省地质调查院, 长春 130061)

摘要: 白山市板庙子金矿床主要赋存于古元古界老岭群珍珠门组大理岩与新元古界青白口系钓鱼台组石英砂岩的角度不整合界线与 NE 向大型断裂带的交汇部位, 具有层位与断裂共同控矿的特点。通过对板庙子金矿矿区地质、矿床地质特征的论述及矿源层、控矿构造等控矿因素的讨论, 认为矿区特殊的构造环境和物化条件(氧化还原条件及温度、压力突变)使之形成独特的矿物组合及结构构造, 是中国的一个新类型金矿床。

关键词: 板庙子金矿床; 地质特征; 矿床成因; 吉林省

中图分类号: P613; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2010)04-0326-05

0 引言

板庙子金矿床位于吉林省东南部, 南距白山市区 8 km, 是吉林省近年来发现的大型金矿床之一, 其独特的赋矿位置、矿石类型引起了国内外广大地质学者的兴趣^[1]。本文阐述了该矿床的地质特征, 并对其成因进行了初步分析, 为在该区寻找同类矿床提供一些地质依据。

1 成矿地质背景

矿区位于华北板块北缘东段, 在其漫长的构造演化中, 经历了多次的伸展裂解、碰撞拼贴和多期变质作用及复杂的岩浆活动, 最后形成了 NE 向的基底隆起与中生代火山断陷盆地相间排列的基本构造格架^[2-5](图 1)。

区域西北部主要分布有太古宙表壳岩西北天岩组和四方山岩组, 岩性主为斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩及黑云角闪岩; 中部主要分布古元古界老岭群

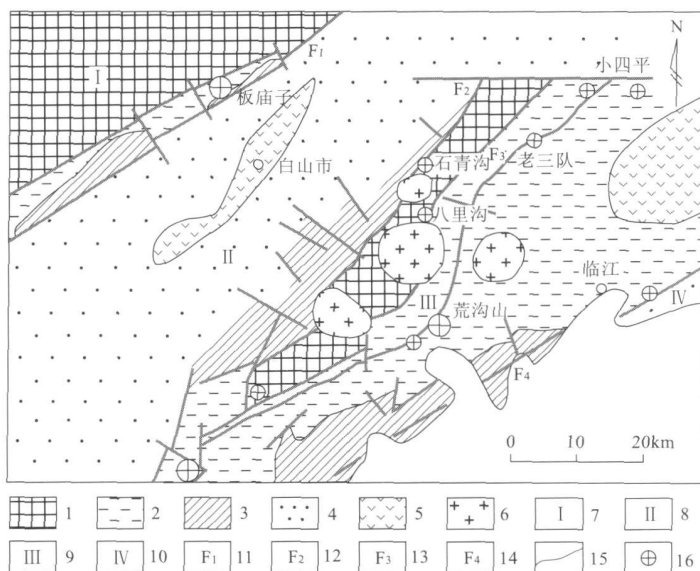


图 1 吉林省白山市地质略图(据刘洪文修编, 2002)

Fig. 1 Geological sketch of Baishan city

1. 太古宇
2. 古元古界老岭群
3. 新元古界青白口系
4. 显生宙沉积建造
5. 中生代火山岩
6. 中生代花岗岩
7. 龙岗隆起
8. 浑江盆地
9. 老岭隆起
10. 鸭绿江盆地
11. 二道江—江源断裂带
12. 石人—大青沟断裂带
13. 荒沟山 S 型断裂带
14. 鸭绿江断裂带
15. 地质界线
16. 金矿床(点)

及新元古界青白系、震旦系, 岩性主要为碳质板岩、白云质大理岩、石英砂岩、页岩及泥质灰岩等; 东南部主要分布有古生界及中生界, 主要为砂岩、粉砂岩、页岩、凝灰岩及灰岩等。

收稿日期: 2010-11-26

作者简介: 宿晓静(1965-), 女, 吉林长春人, 副编审, 主要从事黄金地质专栏编辑及贵金属矿床研究工作。通信地址: 长春市南湖大路 6760 号, 长春黄金研究院黄金杂志社, 邮政编码: 130012; E-mail: sxj1831@163.com

褶皱构造主要表现为太古宙及古元古代地体的变质变形构造^①。断裂构造以 NE 向韧性断裂为主, 较具规模的有石人一大青沟断裂带、二道江—江源断裂带、荒沟山 S 型断裂带, 为区域主要控岩控矿构造。板庙子金矿床位于龙岗隆起与浑江盆地的交汇部位, 受二道江—江源断裂带(F₁)控制。

区域岩浆活动主要以古老深变质岩浆岩为主, 小荒沟片麻岩套和马鹿沟片麻岩套(TTG), 主要为变质辉长岩、钾长花岗质片麻岩、二长花岗质片麻岩、花岗质片麻岩。燕山期岩浆活动不明显, 以零星分布的花岗斑岩、闪长玢岩、辉绿岩为主(图 1)。

区域布格重力场表现为幔隆与幔凹相间排列的特征, 与构造格架基本吻合, 矿床位于 NE 向展布的重力梯度带上^①。根据 1: 20 万化探资料^[1], 区域地球化学场特征为: 地处南部复杂组分含量富集区与北部简单组分贫乏区相接触的部位, 场及场界线均呈 NE 向展布; 根据 1: 5 万水系沉积物测量成果, 矿区水系沉积物异常分布于古元古代与新元古代地体接触带附近。呈 NE 向带状分布, 与金矿硅化蚀变带吻合。组成异常的元素有 Au, As, Sb, Hg, Cu, Pb, Zn, 反映了中低温热液元素组合的特点。

2 矿区地质特征

矿区出露的地层有古元古界老岭群珍珠门组、新元古界青白口系钓鱼台组和南芬组(图 2)。珍珠门组主要为条带状白云石大理岩、含石英白云石大理岩和角砾状白云石大理岩, 主要出露于矿区西部 F₁₀₂ 断裂的上盘, 矿区东北部在钻孔中也见到了大理岩, 说明该组岩石向北东深部隐伏于石英砂岩之下, 且有很大的延伸; 钓鱼台组是矿区内出露面积最广的地层, 主要分布于矿区中部 F₁₀₂ 断裂南东盘, 呈 NE 向带状延伸, 在 F₁₀₂ 的北西侧也有长条带状出露, 地层走向 35°, 倾向 SE, 倾角 35°~ 40°, 该组地层顶部为含海绿石石英砂岩, 中部为厚层状中粒石英砂岩, 底部为赤铁石英砂岩(含赤铁矿层), 与下伏珍珠门组大理岩呈角度不整合接触或断层接触; 南芬组分布于矿区东南部和 F₁₀₂ 断裂的北西侧, 上部为紫色、黄绿色钙质页岩, 中部为绿灰色薄层泥晶灰岩, 下部为绿灰色页岩夹薄层泥质粉砂岩, 与下伏钓鱼台组呈整合接触。

区内断裂构造十分发育, 主要有 NE 向和 NW 向两组。NE 向断裂有: ①F₁₀₂ 断裂, 是区内

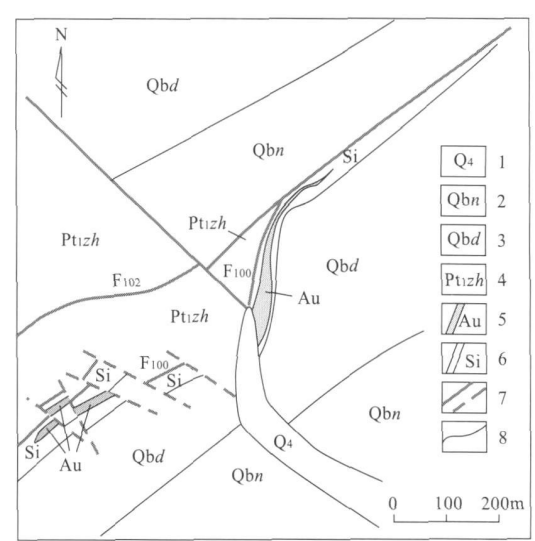


图 2 板庙子金矿床地质略图

Fig. 2 Geological sketch of Banmiaozhi gold deposit

- 1. 第四系 2. 青白口系南芬组 3. 青白口系钓鱼台组
- 4. 老岭群珍珠门组 5. 金矿体 6. 硅化蚀变带
- 7. 实测及推测断层 8. 地质界线

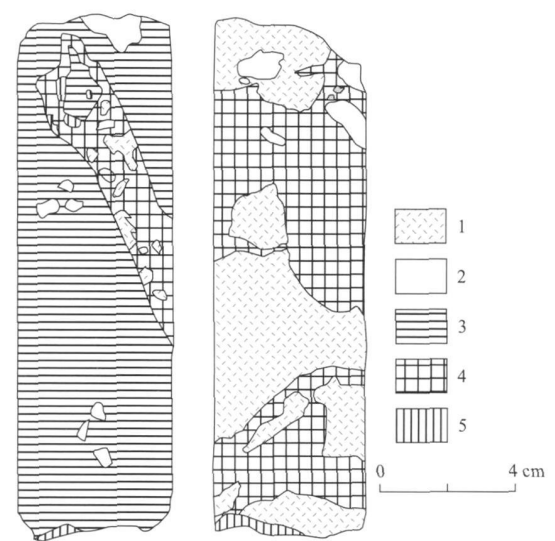


图 3 岩心素描图(ZK34-4)

Fig. 3 Sketch of drill core

- 1. 硅化石英砂岩角砾 2. 交代石英集合体角砾
- 3. 灰黑色黄铁矿脉 4. 重晶石脉 5. 晶洞及重晶石晶簇

最大的断裂, 呈 NE 向斜贯矿区, 在矿区内长超过 6 000 m, 沿走向和倾向均呈舒缓波状; 在 26 线南西的南东盘(上盘)为珍珠门组大理岩, 北西盘(下盘)为南芬组页岩和泥晶灰岩; 从断层面上发育的斜冲擦痕、定向排列的断层角砾和构造透镜体, 以及下盘泥晶灰岩中发育的片理化带等强烈挤压特征判断, 断裂显示压扭性, 为陡倾斜的逆冲断裂, 并有多期

(次)和继承性活动的特点;②F₁₀₀断裂,该断裂发育于钓鱼台组石英砂岩与珍珠门组大理岩之间的不整合面附近,性质为陆台边缘的隆-滑(拆离)层间断裂构造,由于早期的隆-滑作用和断裂活动沿不整合面间多次发生,在不整合面间形成了构造角砾岩;又由于F₁₀₂断裂的深切和上盘的逆冲作用,使不整合面间构造角砾岩受到强烈的叠加改造,逐渐形成了规模很大的构造角砾岩带。在钻孔岩心上常看到不同物质成分的穿插与交代关系,也反映出NE向断裂构造的多次活动,以及成矿过程中力学性质的变化(图3)。NW向断裂在矿区也比较发育,表现为数条断裂大致平行、密集分布,形成NW向断裂群;其特征是每条断裂长度都不大(150~250 m),但陡倾、横切NE向地层、NE向断裂和矿体,并有错移。其成矿后活动的特点明显。

矿区岩浆岩不甚发育,仅见有闪长玢岩、花岗斑岩及辉绿岩呈脉状零星分布于NE向断裂附近,板庙子金矿不具有典型与侵入岩有关的金矿特征。

3 矿床地质特征

矿区目前发现4条金矿体,其中I号金矿体规模最大,其次为II号金矿体,其余较小。I—IV号金矿体沿NE向含矿硅化蚀变带呈串珠状依次由北向南分布,各矿体地质特征见表1。矿体主要受区域性断裂F₁₀₂以及局部性断裂F₁₀₀的联合控制。F₁₀₀断层叠加在先期存在的钓鱼台组石英砂岩与珍珠门组硅化白云质大理岩间的不整合面上,表现为宽窄不一的硅化构造角砾岩带。金矿体赋存于硅化构造角砾岩带中的局部地段。

表 1 板庙子金矿矿体地质特征
Table 1 Ore body feature of Banmiaozhi gold deposit

矿体编号	长度/m	平均厚度/m	走向	倾向	厚度变化系数/%	倾角/°	平均品位 w(Au)/10 ⁻⁶	品位变化系数/%
I	390	16.1	NE	SE	65	50~65	3.17	106
II	110	10.5	NE	SE	76	45~50	3.74	114
III	220	10.1	NNE	SE	90.1	50	2.01	82.1
IV	500	7.3	NE	SE	57	43~60	5.32	141.5

矿床内按矿石金属硫化物含量分为极贫硫化物型和硫化物型矿石,其中极贫硫化物型矿石没有或很少肉眼可见硫化物,金主要以微细粒赋存于石英晶隙中,该类型矿石约占矿石总量的80%;硫化物型矿石都属于原生金矿石,硫化物为稠密浸染状及细脉状,该类型矿石约占矿石总量的20%。

矿石类型主要为紫红色角砾状强硅化构造角砾岩,矿石结构可分为结晶结构、交代结构和受压结构,其中交代结构是最主要的结构类型;矿石构造主要有角砾状构造、脉状构造、团块状构造、浸染状构造、致密块状构造、胶状构造,矿石中也可见到星散浸染状构造、细脉浸染状构造。矿石组构反映了构造多期次、成矿多阶段的特点。

矿石矿物有自然金、含银自然金和极少量的银金矿。氧化矿物有褐铁矿(针铁矿为主)、赤铁矿、石英、玉髓、金红石等;金属硫化物有黄铁矿、胶状黄铁矿、偏胶状黄铁矿、白铁矿和极少量或微量的毒砂、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿和磁黄铁矿。非金属矿物主要有石英、玉髓、白云石、重晶石,极少量或微量的铁白云石、方解石、绢云母和白云母,此外含极少量黏

土矿物、绿泥石等。
金矿物的赋存类型为孔隙金、包裹金和粒间金,绝大多数为孔隙金。绝大多数(占92.24%)的金矿物呈微粒金,并以0.005~0.001 mm粒级居多(占85.06%);金矿物在镜下呈浓金黄-金黄色,且浓金黄色金矿物占85%以上。金矿物形态有蠕虫状、麦粒状、角砾状、针状、枝叉状、不规则状等,个别金矿物具有平直边界。本区金矿物以自然金为主,含银自然金和银金矿很少见及,绝大多数自然金的成色均在900以上,属单一金矿床。

依据矿石结构构造、矿物共生组合、矿物生成顺序、矿脉间的穿切包容关系,将矿床形成划分为4个矿化阶段:硅化石英-金-烟灰色黄铁矿阶段、微细粒硅化石英-金-星散浸染状黄铁矿阶段、重晶石-玉髓-金-赤铁矿阶段、微含金细粒黄铁矿-白铁矿叠加矿化阶段。金主要形成于第二、第三成矿阶段。

矿体的近矿围岩主要为硅化构造角砾岩;围岩蚀变简单,主要是硅化、重晶石化、白铁矿-黄铁矿化和黏土化等。

4 控矿地质条件

4.1 地层条件

地层对本矿床的控制作用表现为矿源层和容矿围岩两个方面。

(1) 矿源层直接控制矿床的生成和组分特征, 标志是矿床的金属元素与围岩的成分一致, 同时也是矿床与矿源层的亲缘性和继承性的反映^[5]。本矿床与成矿作用有关的主要有太古宙表壳岩、古元古宇老岭群。太古界表壳岩 Au 的丰度值很高, 为 $0.03 \times 10^{-6} \sim 0.3 \times 10^{-6}$, 为地壳克拉克值的 10~100 倍, 主要出露于太古宙古陆核上, 是该地区金成矿矿源层之一^[6-9]。

晚元古界老岭群岩石中 Au 的丰度值很高, 而且含量不均匀, 是区域金矿成矿的一个重要矿源层^[6-9]。区域上金矿床(点)大多分布于老岭群珍珠门组的上部层位中, 从岩(矿)石中金及其他成矿元素含量看, 珍珠门组大理岩, 尤其是上段含有较高金背景丰度及其他成矿元素, 特别是近矿围岩中金等成矿元素明显较为富集, 围岩中金的高含量特征对金矿成矿无疑具有重要促进作用。由于赋存于珍珠门组上段岩石中的微量金具有较强的地球化学活动性, 在一定的物理化学条件下易于被活化、迁移和富集^[10]。

(2) 矿体一定程度上表现为受层位控制的特点, 绝大部分矿体赋存于钓鱼台组石英砂岩与珍珠门组大理岩的接触部位, 而石英砂岩如果直接不整合于太古宇之上, 其底部则不含矿。

4.2 构造条件

钓鱼台组石英砂岩与珍珠门组大理岩具有广泛的区域分布, 二者的不整合接触界线之上的石英砂岩底部发育一层厚度不等的赤铁矿层, 局部达到工业矿体, 形成“浑江式铁矿”^①。在本矿区, 沿钓鱼台组和珍珠门组的不整合接触界线叠加了断裂构造(F_{100}), 断面呈锯齿状, 反复转折, 断层中角砾岩发育, 角砾大小混杂, 棱角明显, 分布杂乱, 排列无规律, 被硅质或铁质胶结, 为张性断层角砾岩。张性角砾岩硅化普遍, 褐铁矿化较明显, 沿断裂形成了宽约数米至上百米的硅化角砾岩带, 金矿体就分布在角砾岩带中(图4)。

F_{102} 断裂带呈 NE 向纵贯全区, 由于其倾角较陡 ($75^\circ \sim 85^\circ$) 而 F_{100} 倾角较缓 ($30^\circ \sim 55^\circ$), 在二者的交汇部位蚀变带和矿体最为发育。在没有断裂带发育的地段, 不整合接触界线上无矿化蚀变现象, 石英砂岩底部富含赤铁矿, 与区域上一致。

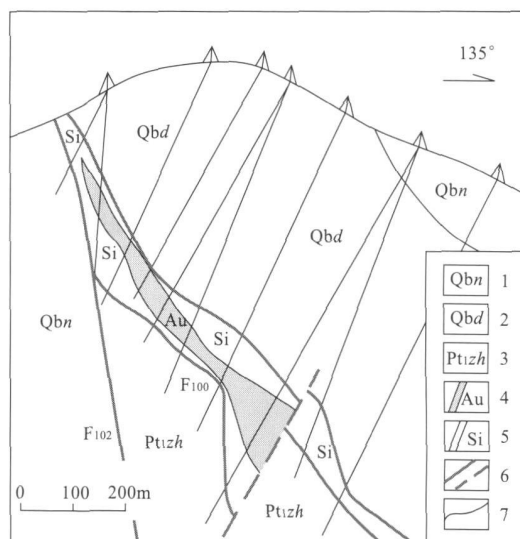


图4 板庙子金矿床 36 勘探线地质略图

Fig. 4 Geological sketch of line 36

1. 青白口系南芬组 2. 青白口系钓鱼台组 3. 老岭群珍珠门组
4. 金矿体 5. 硅化蚀变带 6. 实测及推测断层 7. 地质界线

由此可见, 矿体主要分布于 F_{100} 与 F_{102} 断裂交汇的不整合接触带上, 表现出断裂控矿的特点。

4.3 岩浆岩条件

矿区岩浆岩不发育, 仅分布有少量闪长玢岩等岩脉, 空间上矿体的分布与脉岩也不密切。从矿石类型看, 约 80% 的矿石为贫硫化物型强硅化蚀变岩型, 约 20% 的矿石含有一定数量的黄铁矿, 这部分黄铁矿为成矿后期叠加且不含金, 为低温热液成因。因此矿区深部或其他地段可能有岩浆岩体分布, 并为矿区成矿作用中含矿热液的运移提供一定热源。

5 矿床成因分析

板庙子金矿床是该区地质构造多期多阶段演化的产物, 最终成矿与燕山期构造运动有关。

(1) 矿区地处太古宙基底的边缘, 新太古代, 深部镁铁质-超镁铁质岩浆上涌, 岩浆中携带有大量深源的金, 构成了现今残存的变质表壳岩主体, 并在以后的变形变质作用中得到初步富集, 成为本区金的初始矿源层。

(2) 古元古代, 在太古宙吉南联合地体与朝鲜狼林地体之间裂开形成裂谷^[2], 裂谷期形成的沉积建造中富含金属元素, 其中碳酸盐岩中富含 Au, Pb, Zn 等(老岭群珍珠门岩组), 构成了矿区的主要矿源层。

(3) 在古元古界老岭群珍珠门组大理岩与新元

古界青白口系石英砂岩之间为不整合面,在不整合面之上发育有赤铁石英砂岩(局部形成赤铁层),为后来金矿床的形成创造了有利的构造条件。

(4) 中生代燕山期,受郅庐超壳断裂的活动的波及,本区形成大规模的 NE 向断裂束^[11-13], F₁₀₂ 断裂带即为其其中之一。F₁₀₂ 断裂并沿构造薄弱带(不整合面)发生逆冲活动, F₁₀₀ 断裂则表现为张性断层。地壳中的富矿热液沿构造通道向上迁移,进入 F₁₀₀ 断裂系统后,由于相对开放环境下的物理化学条件变化,引起流体温度、压力的下降,使流体组分来不及充分晶出,因而沿断裂构造形成了强硅化带(无石英脉)和与金矿物大小相近的显微级黄铁矿,成矿物质多以微晶集合体状和微细粒的单体沉淀于硅化构造角砾岩的裂隙、晶隙、孔洞中;有些硅质在低温下尚未充分结晶而形成玉髓。由于氧化作用,以金-硫(S²⁻)络合物形式迁移的金得以分解并沉淀,大多数 S²⁻ 被迅速氧化成 S⁶⁺,形成大量重晶石,后者由于结晶温度较低,形成了完好的晶形。

6 结语

白山市板庙子金矿床是一个较新的矿床类型,具有层位和断裂控制的特点,目前国内外尚无相似矿床类比。其成矿机制及成因类型尚有待于进一步研究,根据其矿物组合及控矿地质条件,应属浅成低温热液矿床中的低硫化型矿床^[15]。

注释:

①吉林省区域地质矿产调查所。浑江市幅区域地质调查报告。长

春:吉林省国土资源厅,1997。

参考文献:

[1] 赵永发, 赵中学, 高明珠, 等. 吉林省白山市板庙子金矿地质特征及找矿标志[J]. 吉林地质, 2004, 2(23): 9-20.

[2] 吉林省地质矿产局. 吉林省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1988: 1-698.

[3] 刘洪文, 邢树文, 周永昶. 吉南地区斑岩-热液脉型金多金属矿床成矿模式[J]. 地质与勘探, 2002, 38(2): 28-32.

[4] 张玉峰, 王振忠, 吕云峰. 吉林省东南部金矿成矿条件及找矿靶区预测研究[J]. 黄金, 1997, 4(18): 7-11.

[5] 孙超. 吉林省南部老岭地区金矿床成矿地质条件分析及成矿预测[J]. 黄金, 1996, 9(17): 9-12.

[6] 赵元艺, 马志红, 李林茂. 矿源层判别方法研究[J]. 世界地质, 1995, 14(4): 45-49.

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

[8] 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, 2(12): 57-65.

[9] 郑传久. 吉林省荒沟山金矿床地质特征及成因[J]. 吉林地质, 1995, 3(14): 1-16.

[10] 李清泉, 房京宇, 周永旭, 等. 吉林白山(浑江)金矿床岩石地球化学特征[J]. 地质与勘探, 2007, 1(43): 54-57.

[11] 杨言辰, 于性贤, 辛国才. 吉林浑江金矿床的形成条件与成矿机制研究[J]. 黄金, 1997, 5(18): 3-8.

[12] 沈远超, 曾庆栋, 刘铁兵, 等. 郅庐断裂与金矿成矿[J]. 世界地质, 2003, 22(1): 4-14.

[13] 关键, 孙丰月, 刘洪文. 吉林省东部韧性剪切带特征及其与金银成矿关系[J]. 地质与勘探, 2004, 2(40): 7-11.

[14] 张国仁, 江淑娥, 韩晓平, 等. 鸭绿江断裂带的主要特征及其研究意义[J]. 地质与资源, 2006, 1(15): 11-19.

[15] 姚凤良, 孙丰月. 矿床学教程[M]. 北京: 地质出版社, 2005: 1-254.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENETIC ANALYSIS OF BANMIAOZI GOLD DEPOSIT IN BAISHAN CITY, JILIN PROVINCE

SU Xiao jing¹, ZANG Xing yun²

(1 Changcun Gold Research Institute, Changchun 130012, China;

2 Jilin Institute of Geological Survey, Changchun 130061, China)

Abstract: Banmiaozi gold deposit is located at the intersection of NE-trending fractural belt and angle urr conformity between marble of the Early Proterozoic Zhenzhumen formation and quartzite of Diaoyutai formation of Neoproterozoic Qingbaikou System and controled both by horizon and fractural belt. This paper deals with geological characteristics of the mine area and the gold deposit and discusses ore-control factors, such as the source bed and host structure indicating that the gold deposit is formed under special structural setting (abrupt change of Redox condition, temperature and pressure) with unique mineral assemblage and ore texture and structure. It is a new type of gold deposit in China.

Key Words: Banmiaozi gold deposit; geological characteristics; ore deposit genesis; Jilin province