

辽宁省北票市马家营子金矿床地质特征及找矿前景浅析

刘 腾

桂林理工大学地球科学学院, 广西 桂林

收稿日期: 2026年2月1日; 录用日期: 2026年3月6日; 发布日期: 2026年3月16日

摘 要

辽宁省北票市马家营子金矿床位于华北克拉通北缘, 燕辽金成矿带中部, 是该带内具有典型断裂控矿特征的金矿之一。为查明马家营子金矿床的成矿条件及找矿前景, 文章在区域地质调查与矿区勘查资料基础上, 通过区域地质背景分析、矿区地质特征调查及物化探异常解译等手段, 对该矿床展开系统研究。结果表明, 矿区主要发育北西向、近东西向和北东向三组断裂, 其中北西向构造为主要的控矿和容矿构造。金矿化主要赋存于北西向断裂带内的石英脉中, 石英脉呈扁豆状或串珠状展布。围岩蚀变以硅化、绿泥石化、绢云母化及碳酸盐化为主。矿区内Au元素地球化学异常显著, Au-2异常强度最高且处于多组断裂交汇部位, 成矿条件优越。结合与邻近东五家子中型金矿的类比分析, 本区具备相似的成矿地质条件, 成矿与燕山后期酸性花岗岩密切相关, 深部推测存在酸性岩体, 具备形成石英脉型及中生代火山岩型金矿的潜力, 找矿前景良好, 下一步工作应注重深部构造与隐伏岩体的探测。

关键词

马家营子金矿, 地质特征, 成矿条件, 物化探异常, 找矿前景

Geological Characteristics and Prospecting Potential Analysis of the Majiayingzi Gold Deposit in Beipiao City, Liaoning Province

Teng Liu

College of Earth Sciences, Guilin University of Technology, Guilin Guangxi

Received: February 1, 2026; accepted: March 6, 2026; published: March 16, 2026

Abstract

The Majiayingzi gold deposit in Beipiao City, Liaoning Province, is located on the northern margin of the North China Craton and in the central part of the Yan-Liao gold metallogenic belt. It is a typical fracture-controlled deposit within this belt. To investigate the metallogenic conditions and prospecting potential of the deposit, this study systematically examines its geological setting based on regional geological surveys and exploration data, through analysis of the regional geological background, investigation of mining area characteristics, and interpretation of geophysical and geochemical anomalies. The results indicate that the mining area is predominantly developed with three sets of fractures: NW-trending, near EW-trending, and NE-trending, among which the NW-trending structures serve as the main ore-controlling and ore-hosting features. Gold mineralization primarily occurs in quartz veins within the NW-trending fracture zones, with the veins exhibiting lenticular or beaded distributions. Wall-rock alterations are mainly characterized by silicification, chloritization, sericitization, and carbonatization. Significant Au geochemical anomalies are observed in the mining area, with the Au-2 anomaly showing the highest intensity and located at the intersection of multiple fracture sets, indicating favorable metallogenic conditions. Comparative analysis with the nearby Dongwujiazi medium-sized gold deposit reveals similar metallogenic geological conditions in this area. Mineralization is closely related to Late Yanshanian acidic granites, and the presence of deep-seated acidic rock bodies is inferred. The area holds potential for forming quartz-vein type and Mesozoic volcanic rock-type gold deposits, demonstrating promising prospecting prospects. Future work should focus on the detection of deep structures and concealed rock bodies.

Keywords

Majiayingzi Gold Deposit, Geological Characteristics, Geological Conditions for Mineralization, Geophysical and Geochemical Anomalies, Prospecting Potential

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

黄金作为重要的战略资源，其勘查与开发对国家经济建设和资源安全具有重要意义[1]。燕辽金成矿带是我国华北克拉通[2]北缘重要的金矿集中区[3]，该带内矿床类型多样，成矿条件复杂，已发现河北金厂峪金矿[4][5]、辽宁东五家子金矿[6]、吉林夹皮沟金矿[7]、内蒙古红花沟金矿[8]等一批中大型金矿床，具有巨大的找矿潜力[9]。

辽宁省北票市马家营子金矿床地处燕辽金成矿带[10]中段的北票地区，大地构造位置位于华北克拉通北缘[11]，燕山台褶带与内蒙古地轴[12]的交接区域，同时处于辽西拗陷[13]与努鲁儿虎隆起[14]的过渡地带。区域构造演化历史复杂，岩浆活动频繁，金矿化多受断裂构造控制，与中生代岩浆作用密切相关，具备良好的金矿成矿地质背景。

近年来，随着金矿勘查技术的不断进步，对燕辽金成矿带内矿床的研究逐渐深入，该区已发现多处金矿化线索，显示出良好的找矿前景，但针对马家营子金矿床的系统地质勘查与成矿规律研究相对薄弱，其成矿机制、控矿因素及找矿方向尚未明确。前人对该区的研究多集中于区域构造格架、地层划分与矿点描述[15][16]，但对马家营子金矿床的系统成矿分析及深部找矿方向的探讨仍显不足。

基于此, 本文通过对马家营子金矿床的区域地质背景、矿区地层、构造、岩浆岩及物化探异常等特征进行详细分析, 结合前人研究成果, 探讨矿床的成矿条件, 并结合与邻区东五家子中型金矿的类比, 对该矿床的找矿前景进行评价, 以期为该区下一步金矿勘查工作提供科学依据。

2. 区域地质背景

辽宁省北票市马家营子金矿位于北票市西官营镇(图 1), 大地构造位置处在华北克拉通(华北板块)北缘, 具体属于燕山台褶带与内蒙古地轴的交接区域, 地处辽西拗陷与努鲁儿虎隆起的过渡地带。马家营子金矿属于燕辽金成矿带的一部分, 该带是我国重要的黄金产区, 典型矿床还包括河北金厂峪、吉林夹皮沟等。

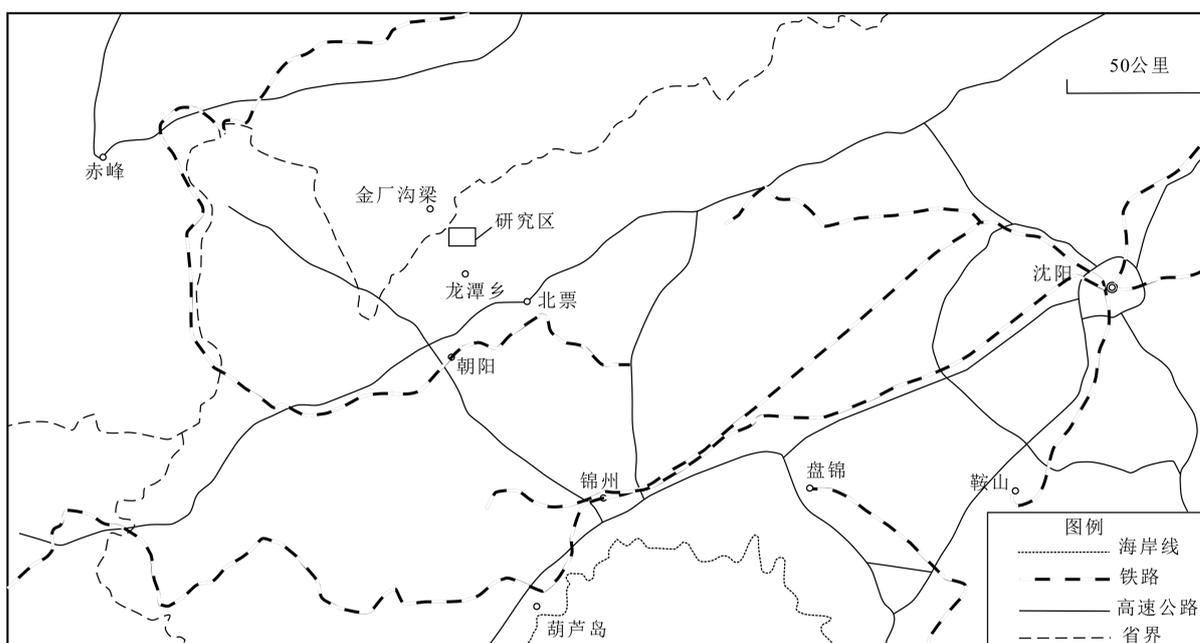


Figure 1. Traffic map of Majiayingzi gold mine area (Modified according to reference [16])

图 1. 马家营子金矿区域交通图(据文献[16]有改动)

区域内地层出露由老至新主要有太古代建平群(Ar_3)、侏罗系(J)、白垩系(K)等, 太古代建平群(Ar_3)主要有小塔子沟组, 主要岩性为麻粒岩、黑云斜长片麻岩夹斜长角闪岩、磁铁石英岩扁豆体, 分布在区域的北部。侏罗系(J)主要为土城子组(J_3t), 主要有紫色凝灰质页岩、砂岩、凝灰质砂岩等, 分布在区域的南部。白垩系(K)主要为义县组(K_1y), 主要岩性有安山岩、安山质熔岩、凝灰岩等, 分布在区域的南部。

区域基底构造是由太古宙的一套片麻岩、斜长角闪岩等岩石再经过一系列复杂的地质作用形成的, 这种构造经过多期次变形作用的改造, 表现出岩石内部发育的一系列片麻理无根褶皱, 其轴部常被中生代岩浆侵入。

区域内断裂构造比较发育, 主要有赤峰-开源断裂、东鸡冠山断裂和北票-承德断裂(图 2), 呈 NNE 向延伸, 规模较大, 多具张性特征, 并兼具左行滑动特点, 它们总体上控制了整个区域构造格局及中生代火山-沉积盆地展布规律。

赤峰-开源深断裂呈东西向展布, 其东段沿辽宁省建平马厂-阜新福兴地-法库胡家堡子-开原清河分布(图 2)。断面北倾, 呈舒缓波状, 具数百米到数公里宽的挤压破碎带, 中心出现糜棱岩化带, 向两侧为压碎带和片理化带。断裂起于太古代, 自元古代开始活动强烈。海西期断裂活动强烈, 发育大量中

酸性侵入体, 也有少量超基性岩体沿该深断裂分布, 中新世的构造岩浆活化阶段趋于减弱, 仅在东段开原清河谷地, 有白垩纪火山 - 沉积岩系沿该断裂分布。

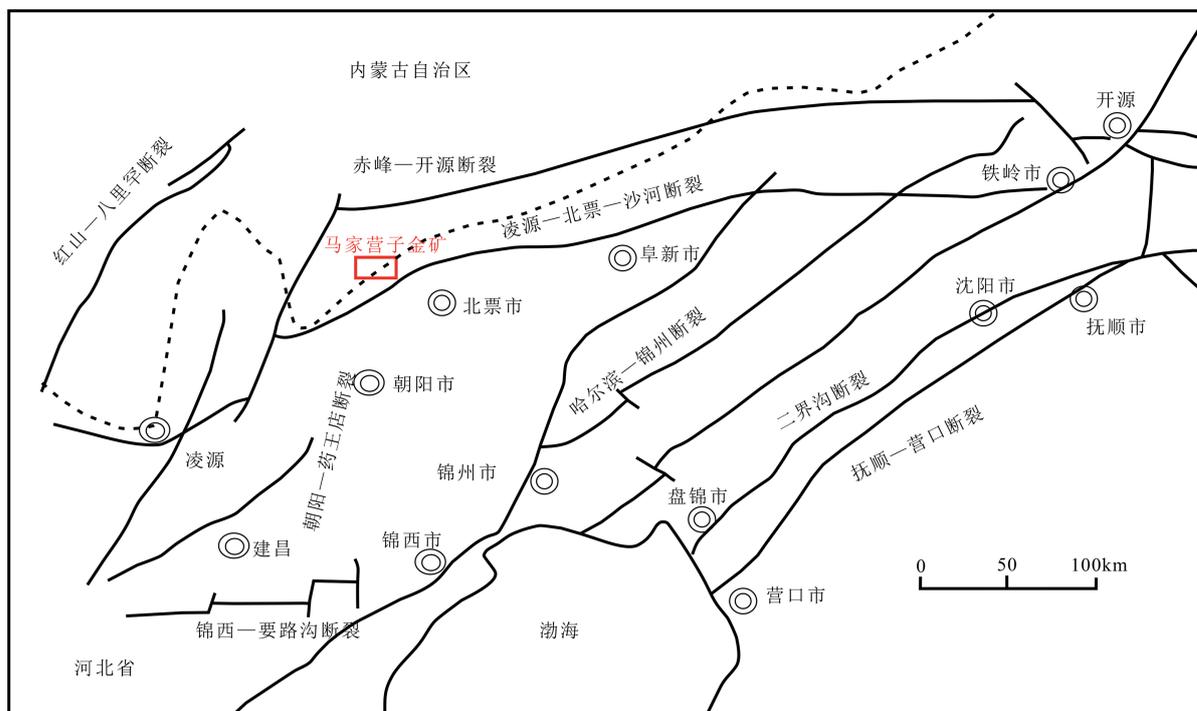


Figure 2. Distribution map of major faults in the Majiayingzi gold deposit area (Modified according to reference [16])
图 2. 马家营子金矿区域主要断裂分布图(据文献[16]有改动)

北东 - 北北东嫩江 - 八里罕断裂带地处东北地区中部, 对区域岩浆岩和矿化发育控制明显。对该断裂不同阶段、不同类型构造岩年代学的研究表明, 112~114 Ma 为断裂带左行走滑与正断式剪切的转向时期, 走滑时间主要集中在 117~134 Ma, 整体经历左行走滑剪切事件, 走滑时间具有从南向北渐晚的趋势, 时间可从 134~113 Ma [17]。

近东西向的尚义 - 平原 - 凌源 - 北票 - 沙河断裂自尚义向东经平泉、辽宁凌源、建平、北票到沙河一带, 延伸达 950 km, 为长期活动的深断裂。在河北省滦平于营子一带, 有元古代超基性岩沿断裂侵入, 断裂南盘发育厚逾万米的蓟县 - 宽城中上元古界沉积, 断裂北侧沉积岩厚度只有 86 m, 断裂带南北两侧沉积建造厚度差异悬殊。进入中生代以来, 断裂继承性剧烈活动, 形成一些早白垩世火山 - 沉积盆地, 形成一系列的近东西向、北北东向和南北向以及北向西断裂构造, 控制了印支 - 燕山期侵入岩和火山盆地的分布, 也控制着马家营子金矿床的形成和分布。

矿区内主体构造性以北西向为主。另外, 还有一些规模较小的断裂, 其延伸方向以 NE 向为主, 也有 NW 向延伸, 总体呈现出张性特点。

东西向构造发生在侏罗纪前, 可从晚太古界变质岩和印支期斑状花岗岩长期发育的三条东西向断裂带显现出来; 北西向构造自侏罗纪以来强烈发育, 形迹明显, 它是区域性锦县 - 敖汉北西向构造带的一部分, 在本区由互相平行的三条断裂构造带构成; 北东向构造仅分布在矿区的西部, 是区域中三家断裂的平行与低序次断裂。东西向和北西向两组断裂交汇部位没有明显断距, 形成北西向拉长菱形网格, 控制矿区侏罗 - 白垩纪火山 - 侵入活动和成矿作用[18]。

区域内未发现大的岩浆岩岩体, 岩浆岩侵入主要以脉岩为主, 主要为闪长岩、酸性脉岩。不同期次岩

浆岩的侵入对金的成矿起到了不同的作用,岩浆在上升的过程中会将地幔深处的大量金属元素携带到地壳、地表浅处或地表,其中较纯的硅酸岩岩浆可携带大量金元素上升至地表直接形成金矿体[19]。华力西期-燕山期侵入的岩浆岩主要以中性-酸性的岩石为主,二氧化硅含量高,硅酸胶体具有保护金的性质。

区域内矿产主要以金矿、铁矿为主,铁矿主要以中小型为主,赋存层位为太古代建平群小塔子沟组的黑云斜长片麻岩。金矿主要以小型矿点为主,多为石英脉型,赋存层位为太古代建平群小塔子沟组的黑云斜长片麻岩。

3. 矿区地质特征

3.1. 矿区地层

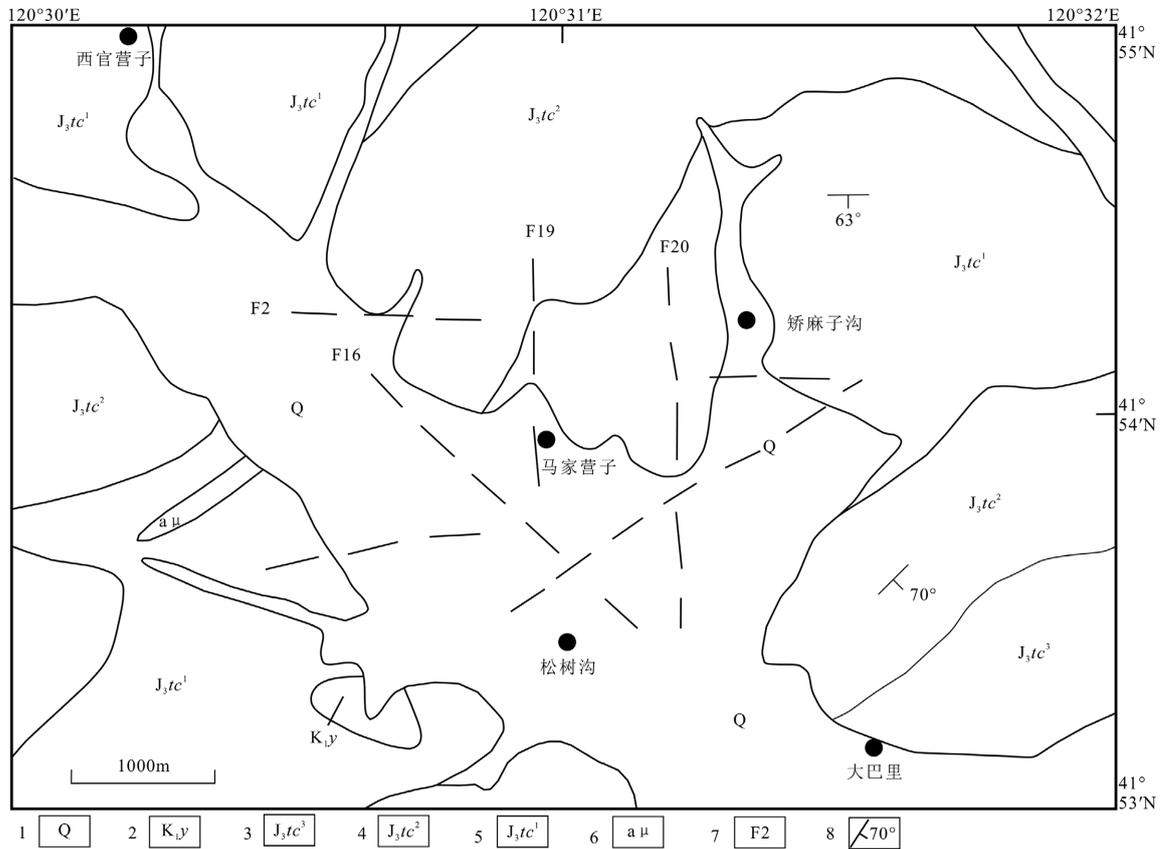
矿区出露地层主要有晚侏罗统土城子组、早白垩统义县组以及第四系,侏罗、白垩系在区域内出露较广,主要由一套陆相沉积岩及火山岩组成(图3),夹煤层[11]。晚侏罗系土城子组(J_{3tc})在矿区内大面积出露,为该区主要地层。岩性为一套凝灰质碎屑岩。大型交错层理发育。由下至上分为三段:土城子组一段(J_{3tc}^1)为一套陆相沉积碎屑岩。底部为灰绿色凝灰质胶结的砾岩,整段岩性变化不大,主要以凝灰质砂岩、紫红色凝灰质页岩为主,夹细砾凝灰质胶结砾岩。所夹砾岩厚度不稳定,可见尖灭再现现象,与上覆的土城子二段整合接触。土城子组二段(J_{3tc}^2)亦为一套陆相碎屑岩,其岩性以紫红色-灰紫色砾岩为主夹粗砂岩,与下伏的土城子一段及上覆的土城子三段均为整合接触。土城子组三段(J_{3tc}^3)为一套以砂岩为主的陆相碎屑岩,主要有紫红色粗砂岩和灰白、灰绿色砂岩夹粗砂岩,与下伏土城子组二段为整合接触,被上覆的早白垩统义县组呈角度不整合覆盖。早白垩统义县组(K_{1ys})主要分布于矿区以北以及东北角,其岩性主要为紫红、紫灰、褐、灰绿色安山岩、粗安岩、玄武岩、英安岩、流纹岩以及火山集块岩、火山角砾岩和火山凝灰岩等[15],与下伏的土城子组呈角度不整合接触,其上被第四系所覆盖。第四系(Q)主要分布于矿区的西南,以NW向带状展布,主要出露上更新统和全新统地层。上更新统(Q_{p3}^{pl})主要是黄褐色-红褐色含砂亚粘土,内含岩石碎块,呈半固结状。全新统(Qh)下部为冲积层,主要为亚砂土和含砾亚砂土;上部为冲积层,主要为砂砾石,以砾、砂为主。

3.2. 矿区构造与控矿构造特征

矿区内断裂构造较为发育,主要有NE向、近EW向、NW向三组断裂(图3),三组断裂构成的格子状系统,共同控制了矿带、矿床和矿体的定位。其中,东西向的基底深大断裂(如赤峰-开源断裂)控制了成矿带的总体格局,形成了近东西向展布的一系列矿脉。而中生代形成的北东向断裂(如北票-义县断裂)则控制了次级矿化集中区。东官营子-旧庙深大断裂是区内最主要的断裂构造,展布方向为北东向,断裂性质为逆断层,该断裂为太古宙与中生代构造单元的界限。东官营子-旧庙深大断裂的次级构造主要为北西向,是主要的容矿构造。北西向断裂带切割印支期斑状花岗岩,控制着中生代火山-岩浆活动,推算其活动时间为早侏罗世,与东西向构造可能同时形成,因此两组构造交汇处无明显的切割关系[20]。

3.3. 岩浆岩

岩浆岩体主要为黄古屯单元的黑云母闪长岩体,区内呈椭圆状,沿断裂带分布。矿区内脉岩较发育,中性脉岩有石英闪长玢岩(图4),酸性脉岩有花岗闪长斑岩、正长细晶岩及石英脉。矿区内的火山岩也较为发育,主要是晚侏罗统至早白垩世的紫红、褐、紫灰、灰绿色安山岩、玄武岩、粗安岩、英安岩、流纹岩以及火山集块岩、火山角砾岩和火山凝灰岩等,这些火山岩为后期金矿的形成提供了物质来源和赋矿空间。区域上的岩浆活动,特别是中生代的构造-岩浆事件,对金元素的活化、迁移和富集起到关键作用。



1: 第四系; 2: 白垩系; 3: 土城子组三段; 4: 土城子组二段; 5: 土城子组一段; 6: 脉岩; 7: 断裂构造; 8: 地层产状。

Figure 3. Geological map of the mining area
图 3. 矿区地质图

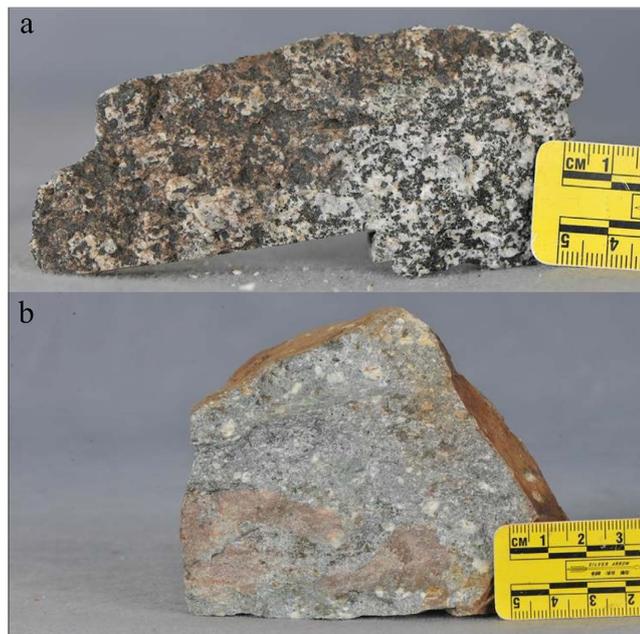


Figure 4. (a) Granodiorite porphyry; (b) Quartz diorite porphyrite
图 4. (a) 花岗闪长斑岩; (b) 石英闪长玢岩

3.4. 矿化带特征

矿区内的金矿化以石英脉型和构造破碎蚀变岩型为主，其次是中生代岩浆热液(脉)型。这三种类型占该矿区金矿产地总量的绝大部分，是主要的矿化形式。矿化带多呈脉状、透镜状、网脉状，倾角 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，厚度 $0.5\sim 2\text{ m}$ ，连续性极差，常尖灭再现。

金矿化主要出现在石英脉中。石英脉主要为扁豆状，宽 $0.1\sim 0.5\text{ m}$ ，长度 $5\sim 80\text{ m}$ 不等，也见呈串珠状者，二者均沿北西向构造分布。所以，北西向构造为主要的控矿构造，石英脉即为金的主要载体。

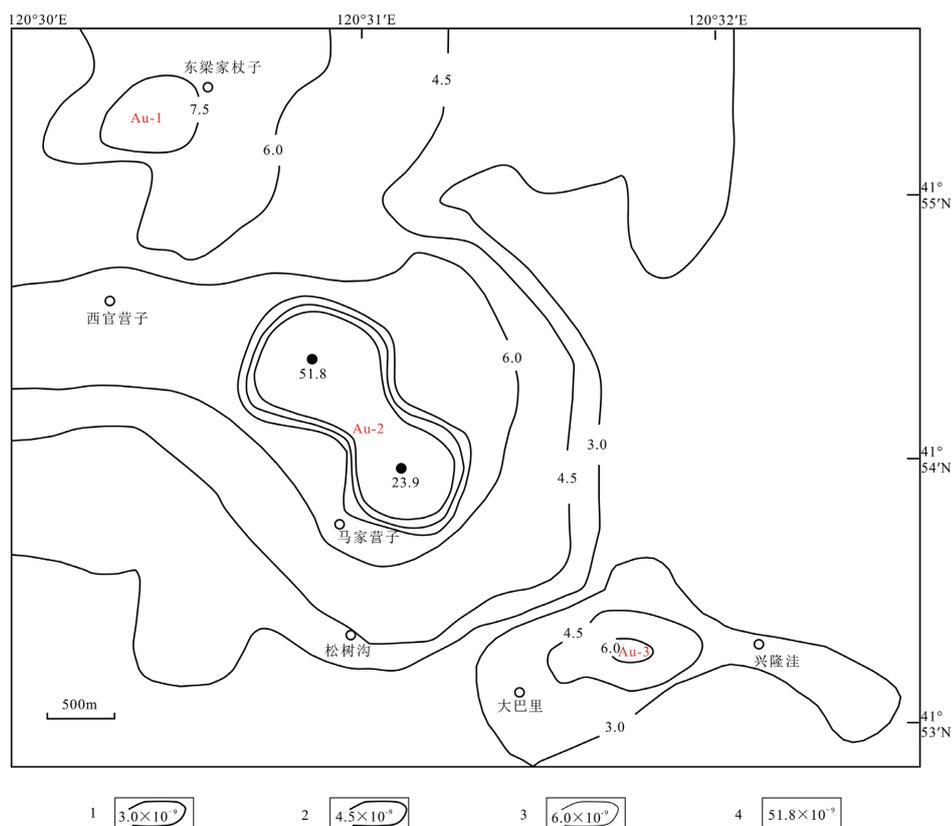
各矿脉围岩在矿体赋存的断裂破碎带产生不同程度的围岩蚀变，其分布形态呈脉状出现，矿体两侧蚀变较强，宽度较大，蚀变种类多，具叠加现象，主要有硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化[21]。

矿区内的岩浆活动，特别是华力西期和燕山期的岩浆岩，与金矿化关系密切。这些时期的花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩等小岩体或岩脉，其后期热液活动常被认为直接参与了金的成矿作用。例如，辽西大庙金矿的研究就表明，其成矿作用主要与闪长岩的后期热液活动有关。

4. 物、化探异常特征

4.1. 金元素异常特征

矿区内地球化学异常以金异常为主，主要位于矿区的中部、北部和西北部，赋存于晚侏罗系土城子组地层内，主要由 Au-1、Au-2 和 Au-3 三个单元异常组成。Au 异常分布面积较大，约为 13.8 km^2 ，异常分带明显，整体呈北西向分布，与 F16 的方向近一致(图 5)。



1: 外带; 2: 中带; 3: 内带; 4: 最高值。

Figure 5. Gold geochemical anomaly map

图 5. 金元素地球化学异常图

Au-1 异常分布于矿区东部和北部, 高值区在东梁家杖子附近, 异常面积较大, 但异常强度较低, 异常分布明显, 内带、中带、外带发育齐全; Au-2 异常为矿区内主要的 Au 异常, 异常面积较大, 异常强度高, 最高值达 21.9×10^{-9} 和 51.8×10^{-9} ; Au-3 异常主要见于矿区的东南角。异常面积相对较小, 但异常分带明显, 异常强度相对较低。

异常带分布于矿区的中部和西部, 高值区在矿区的中部马家营子附近。矿区内的断裂构造非常发育, 有近东西向的 F2 断裂, 近南北向的 F19、F20, 北西向 F16 断裂。该异常恰好处于这几断裂构造的交汇部位, 构造条件非常有利。并且在 F16 内见到了明显的矿化, 故推测 F16 与成矿关系密切, 它既是良好的导矿构造也是容矿构造。

根据辽宁省区域地质志, 北票地区中生代晚侏统 - 早白垩地层直接不整合于太古代鞍山群小塔子沟组及早元古长城群地层之上, 且中生代地层厚度不大, 故推测本工区的 Au-2 异常为深部的老地层的矿化引起。

4.2. 磁异常特征

矿区南部是以近似平稳的正值异常为主, 异常值在 300~500 nT 之间; 北部是两条以陡尖峰异常为主的高值跳跃异常场为主。太古界建平群小塔子组地层, 燕山期第三期侵入的闪长岩表现为高重力特征, 范围不大。研究区低重力异常区和中高重力异常区分别为中生界侏罗系地层和华力西期花岗岩地层的反映, 东侧于家沟岩体则表现为与华力西期花岗岩近似相同的中高重力异常。研究区与中生界侏罗系地层接触部位磁异常凌乱, 地表穿插有燕山期第四期侵入的无磁性花岗岩及岩脉[22]。

5. 成矿条件分析

依据上述资料, 从全区地质、化探分析研究认为, 该区成矿条件具备。矿区西北为太古代地层, 地质特征与区域上东五家子中型金矿地质特征对比可以看出(表 1), 地层相同, 均为太古代建平群小塔子沟组地层, 该组地层为辽西金矿的主要含矿层位[23], 构造裂隙与断裂破碎带较发育, 断裂构造以北西向为主, 含金石英脉即赋存其中。化探异常值均较高, 东五家子中型金矿已在太古代建平群小塔子沟组地层中发现 18 条含金石英脉, 脉长 10~200 米, 宽 0.3~3 米, 地表品位一般低于 1×10^{-6} , 深部平均 $7.77 \sim 10.62 \times 10^{-6}$, 围岩蚀变以黄铁矿化、高岭土化硅化为主。通过上述对比可以看出二者地质特征、矿化特征、围岩蚀变及化探特征基本相同, 由此可以推测, 区内异常区中应该有一个较大规模的金矿体存在。

区内部分化探异常落在侏罗系土城子组地层内, 根据区域地球化学元素丰度值分析, 砂岩内不应有金元素异常, 能引起金化探异常的可能性有两种, 其一是区内土城子组盖层较薄, 局部露底, 有太古代地层出露, 地层中有含金石英脉, 引起异常; 其二是由于区内土城子组地层中局部覆盖的义县组地层引起金化探异常, 义县组地层中由断裂活动形成的构造角砾岩(硅化)可引起金化探异常[24]。辽宁省第四地质大队先后在锦西水泉、义县红石砬子、彰武赵家沟等地成功找到中小型金矿[25], 其成矿特征是金矿体受构造控制, 附近有岩浆岩岩体或脉岩体沿构造充填, 在构造两侧或构造带内形成硅化角砾岩, 形成金矿体。区内有义县组地层、构造及岩浆岩岩体, 具备红石砬子等金矿的找矿条件。根据上述地质条件对比及成矿条件分析, 我们认为在区内寻找到石英脉型及中生代火山岩型金矿的可能性极大。

从成矿带地质特征分析, 矿区位于凌源 - 北票 - 旧庙金多金属成矿带的中部, 该成矿带走向北东向, 成矿性质以金矿、铁矿为主, 铜矿、铅锌矿、钼矿次之, 已知的二道沟、东五家子中型金矿、赵户沟、邓杖子、旧庙等金矿点均在其中, 该带是辽宁省重要的金矿成矿带[26]-[31]。加之矿区内已发现有金矿矿体存在, 所以区内找矿前景较好。

Table 1. Comparison of the Majia Yingzi and Dongwujiazi gold deposits**表 1.** 马家营子与东五家子金矿对比图

对比参数	马家营子金矿	东五家子金矿
矿床类型	中 - 浅成岩浆热液型金矿	变质热液 - 岩浆热液叠加型
大地构造位置	华北克拉通北缘, 辽西构造带内	华北克拉通北缘中段, 赤峰 - 开原断裂南侧、凌源 - 北票断裂北侧
成矿温度	主成矿阶段: 180°C~280°C; 低温叠加阶段: 120°C~180°C	主成矿阶段: 200°C~300°C; 峰值 220°C~260°C
流体盐度	主成矿阶段: 3.2%~8.5% NaCl 当量; 中低盐度	主成矿阶段: 4.0%~9.2% NaCl 当量; 中低盐度, 局部可达 12%
成矿深度	浅成(0.5~1.5 km)	中深成(1.5~3.0 km)
控矿构造	北东向、近东西向断裂交汇带, 次级裂隙控矿	北西向断层为主要容矿构造, 断裂裂隙系统控矿
围岩蚀变类型	硅化、绢云母化、高岭土化、绿泥石化、碳酸盐化; 分带较明显	硅化、绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化; 蚀变分带清晰, 硅化最强
矿化特征	多阶段矿化, 金以自然金赋存于石英、硫化物裂隙中	多阶段矿化, 自然金与碲银矿共生, 黄铁矿为主要载金矿物

6. 结论

(1) 矿区地球化学异常显著, 分带明显, 金异常总体呈北西向展布, 面积达 13.8 km², 由 Au-1、Au-2、Au-3 三个单元异常构成。其中 Au-2 异常强度最高, 峰值达 51.8×10^{-9} , 且处于近东西向、近北向及北西向断裂的交汇部位, 成矿构造条件优越, 结合区域地层分布特征推测, 该异常由深部太古代建平群小塔子沟组老地层矿化所引起。矿区磁异常与重力异常特征清晰反映出深部地层结构与岩浆岩分布规律, 为深部找矿提供了可靠的物化探依据。

(2) 马家营子金矿床的成矿作用与燕山后期酸性花岗岩密切相关, 矿区深部断裂均指向地下, 结合区域岩浆活动规律, 推测深部存在隐伏酸性岩体, 该岩体为金矿成矿提供了热源与含矿流体。矿区火山洼地形成的封闭聚热环境、深层断裂的通道与储矿空间、深部酸性岩体的热源物质供给, 共同构成了矿床形成的三大核心要素, 其成矿机制为深部酸性岩体相关的成矿流体, 沿断裂构造上升至浅部火山洼地断裂带附近富集成矿。

(3) 马家营子金矿床与邻区东五家子中型金矿的地层、构造、矿化特征及围岩蚀变高度相似, 且具备义县组地层、构造破碎带及岩浆岩脉等成矿条件, 区内形成石英脉型及中生代火山岩型金矿的潜力巨大。矿区中部马家营子附近的断裂交汇部位及 Au-2 异常中心区, 是下一步金矿勘查的重点靶区, 建议开展深部钻探工程, 聚焦于 NW 向断裂的深部延伸特征、隐伏岩体的分布范围及其与矿化的时空关系, 并采用综合物化探方法加强对深部构造与矿化异常的识别, 验证隐伏金矿体的赋存情况, 为矿床的开发利用提供科学依据。

参考文献

- [1] 刘展鹏. 黄金矿山地质探矿特点和现状研究[J]. 中国金属通报, 2024(2): 159-161.
- [2] 吴福元, 徐家辉, 张门品, 等. 华北克拉通早前寒武纪稀有金属成矿作用[J]. 岩石学报, 2026, 42(1): 1-37.
- [3] Deng, J. and Wang, Q. (2016) Gold Mineralization in China: Metallogenic Provinces, Deposit Types and Tectonic

- Framework. *Gondwana Research*, **36**, 219-274. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2015.10.003>
- [4] 刘占晋. 河北金厂峪金矿控矿构造及找矿预测研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2023.
- [5] 鄂建新, 缪广, 宁腾霄, 等. 冀东金厂峪金矿剪切带控矿规律及找矿建议[J]. 世界有色金属, 2024(1): 82-84.
- [6] 邵华. 辽宁省排山楼金矿外围东五家子地区金矿地质特征及找矿模型[J]. 世界有色金属, 2025(7): 43-45.
- [7] Deng, J., Yuan, W., Carranza, E.J.M., Yang, L., Wang, C., Yang, L., *et al.* (2014) Geochronology and Thermochronometry of the Jiapigou Gold Belt, Northeastern China: New Evidence for Multiple Episodes of Mineralization. *Journal of Asian Earth Sciences*, **89**, 10-27. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2014.03.013>
- [8] 唐庆宇. 内蒙古红花沟金矿床地质特征及成因探讨[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北地质大学, 2018.
- [9] 袁建国, 严启平, 王伟, 等. 辽宁北票台吉营子金矿显微构造特征浅析[J]. 化工矿产地质, 2014, 36(2): 65-72.
- [10] 贾三石. 冀东—辽西地区金成矿定位动力学机制与成矿预测研究[D]: [博士学位论文]. 沈阳: 东北大学, 2011.
- [11] 张力, 王义文, 崔桂珍, 等. 辽宁北票北部金矿分布规律及找矿方向[J]. 黄金地质, 2004(2): 21-27.
- [12] 张守云, 陈玉科, 程文国, 等. 内蒙古地轴中西段金矿主要成因类型和找矿方向探讨[J]. 西部资源, 2013(3): 98-100.
- [13] 黄雷, 刘池洋, 王飞龙, 等. 渤海海域辽西凹陷北部走滑断裂特征及地质意义[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2019, 49(2): 258-267.
- [14] 刘善丽. 努鲁尔虎隆起东北部建平群麻粒岩矿物岩石地球化学及变质作用[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2012.
- [15] 杨忠杰. 辽宁省区域地质基本特征及主要成果[J]. 中国区域地质, 1988(2): 1-12.
- [16] 聂飞. 辽宁二道沟金矿成矿规律研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2013.
- [17] 韩国卿, 刘永江, 温泉波, 等. 嫩江—八里罕断裂带岭下韧性剪切带变形特征[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2009, 39(3): 397-405.
- [18] 聂飞, 刘书生, 董国臣, 等. 辽西二道沟金矿成矿物质来源: 来自 S-Pb 同位素的证据[J]. 现代地质, 2018, 32(6): 1283-1291.
- [19] 宫占全. 辽宁省北票市北部金矿床特征及成矿模式研究[J]. 中国金属通报, 2016(11): 72-73.
- [20] 袁和, 许云鹏. 综合找矿方法在辽宁阜蒙县东五家子金矿勘查中的应用[J]. 地质与勘探, 2021, 57(2): 339-350.
- [21] 王伟, 洪光. 辽宁省北票市台吉营子金矿矿体分布规律及矿源研究[J]. 科技创新与应用, 2017(9): 171-173.
- [22] 郭刚, 倪杰才, 张平, 等. 辽宁二道沟金矿床重磁深部构造探测与找矿研究[J]. 矿产勘查, 2024, 15(9): 1571-1592.
- [23] 王文清, 王长峰. 辽宁省金矿成矿系列划分及特征[J]. 辽宁地质, 2001(1): 21-27.
- [24] 李杰儒. 辽宁义县组地质时代[J]. 辽宁地质, 1986(2): 156-162.
- [25] 孙通, 张羽, 赵明磊. 辽西大红石砬子金矿床地质特征及找矿标志[J]. 黄金, 2019, 40(12): 12-15, 26.
- [26] 温佳伟, 史鹏亮, 刘彦兵, 等. 辽宁二道沟金矿构造叠加晕特征及深部找矿预测[J]. 现代地质, 2020, 34(6): 1291-1302.
- [27] 贾欢欢. 辽宁二道沟金矿成矿流体特征及矿床成因讨论[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2020.
- [28] 刘玉廷. 辽宁省北票市二道沟金矿深部找矿前景浅析[J]. 世界有色金属, 2018(16): 90-91.
- [29] 张雪松. 辽西二道沟金矿控矿构造解析及控矿规律[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学(北京), 2013.
- [30] 张雪松, 赵国春, 李秋叶, 等. 辽西二道沟金矿控矿构造研究[J]. 矿床地质, 2012, 31(S1): 819-820.
- [31] Li, L., Sun, J., Men, L. and Chai, P. (2016) Origin and Evolution of the Ore-Forming Fluids of the Erdaogou and Xiaobeigou Gold Deposits, Jiapigou Gold Province, NE China. *Journal of Asian Earth Sciences*, **129**, 170-190. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2016.08.009>