

## Exploration into the Working Mode of Cultivated Layer Soil Stripping for Enhancing Land Utilization Efficiency: Case Study of Mawei District

CHEN Mingquan \*

(Fuzhou Mawei District Natural Resources and Planning Bureau, Fuzhou 350015, China)

**Abstract:** This article focuses on the working mode of cultivated layer soil stripping for enhancing land utilization efficiency, taking Mawei District as the research object. Through comprehensive analysis, it aims to improve land utilization efficiency in this region. The article firstly elaborates on the background, significance, and current research status of cultivated layer soil stripping and utilization both domestically and internationally. It then deeply analyzes the current situation, problems, and opportunities of cultivated layer soil stripping in cultivated land in Mawei District. Furthermore, it proposes an efficient working mode, which covers soil investigation and evaluation, stripping, storage, transportation, and reinstatement, emphasizing technical support and safeguards. Finally, through case analysis, the effectiveness of the mode is verified, and policy suggestions and future research directions are proposed with the aim of providing references for cultivated land protection and sustainable land use.

**Key words:** cultivated layer soil stripping and utilization; land utilization rate; Mawei District; soil investigation and evaluation; stripping, storage, transportation, and reinstatement.

# 黑龙江完达山成矿带金矿地质特征与成矿模式

孙 刚, 杨云宝, 赵世猛\*, 许国伟, 郭凤磊, 刘万辉

(黑龙江省第一地质勘查院, 黑龙江 牡丹江 157011)

**摘 要:**为系统梳理完达山成矿带金矿地质特征、成矿机理、矿床类型和找矿方向, 研究通过对区域地质背景和典型金矿床的成矿地质体、成矿构造、成矿作用、物质来源、控矿机理和找矿标志进行分析, 总结了完达山成矿带金矿成矿作用的时空分布规律, 建立相应的成矿模式。研究表明, 金矿化主要与中生代晚期酸性岩浆岩有关, 成矿流体沿火山机构、岩体裂隙面、接触界面、破碎带等地质构造相对薄弱地带上涌、充填, 并发生交代、萃取等热液矿化蚀变反应, 从而形成火山热液型、矽卡岩型、热泉型、石英脉型等多种矿床类型。该研究成果为完达山成矿带内各矿区的工作部署及圈定区域金银矿找矿靶区提供了理论依据。

**关键词:**地质特征; 成矿模式; 金矿; 完达山成矿带

**中图分类号:**P611      **文献标志码:**A      **文章编号:**1672-2736(2025)04-0057-7

## 0 引言

完达山成矿带位于黑龙江省东部, 属长白山山脉北延, 是黑龙江省东部主要山地之一, 也是环太平洋构造带的重要组成部分。完达山成矿带主要由与晚古生代基性—超基性岩有关的铜镍成矿系列、与早中生代早期基性—超基性岩有关的铜镍钴成矿系列、与晚中生代晚期酸性岩浆岩有关的金银成矿系列等三大成矿系统组成<sup>[1]</sup>。本文通过对完达山成矿带的区域地质、矿区地质、成矿构造环境、成矿年代以及典型金矿床(四平山金矿、先锋北金矿)的地质特征及成矿模式进行系统综合研究, 结合成矿系统的基本理论框架, 初步构建了完达山地区晚中生代晚期酸性岩浆岩金银成矿系统<sup>[2]</sup>, 为各矿区的工作部署及圈定区域金银矿找矿靶区提供了理论指导。

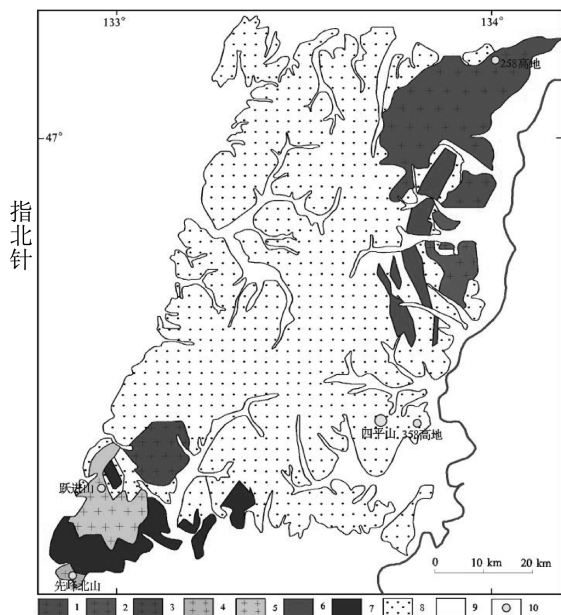
## 1 区域地质特征

完达山地区大地构造位置处于兴蒙造山系(I)完达山结合带(I-6), 进一步划分出蛤蟆顶子—坨窑山蛇绿混杂岩带(I-6-1)和东方

红岩浆弧(I-6-2)2个三级构造单元<sup>[3]</sup>。

区域地层包括中元古界、三叠系、侏罗系、白垩系及第四系, 其中与金矿床密切相关的主要为白垩系地层, 包括了东安镇组( $J_3-K_1d$ ), 宝密河组( $K_1b$ ), 东大岭组( $K_1d$ ), 大塔山林场组( $K_2dt$ )。

完达山地区构造—岩浆活动十分强烈, 酸性岩浆岩和基性—超基性岩极为发育(图1)。基性—超基性岩主要分布于研究区东部的大顶子山—八里桥—仙人台基性—超基性岩带和西南部的跃进山—东方红—曙光基性—超基性岩带中。酸性侵入岩主要出露于东方红镇西北部、蛤蟆河至太平村一带以及蛤蟆通水库, 其代表岩体有尖山子岩体、蛤蟆通岩体(花岗闪长岩和二长花岗岩)、三元坝岩体(花岗闪长岩和花岗斑岩)、太平村岩体(似斑状花岗岩和黑云母正长花岗岩)和蛤蟆河岩体(黑云母花岗闪长岩和斜长花岗岩); 酸性火山岩主要分布于完达山地区南部的皮克山组火山凝灰岩(流纹质凝灰岩、角砾岩)和大塔山林场组火山熔岩(流纹岩)地层中, 其规模较小, 分布不规则, 但与成矿作用关系密切, 特别是在先锋北山金矿区和四平山金矿区。



1—蛤蚂河岩体;2—太平村岩体;3—三元坝岩体;4—三尖子岩体;5—蛤蟆通岩体;6—大顶子山—房托山(超)基性岩带;7—跃进山—大马鞍山(超)基性岩带;8—中生代地层;9—第四系;10—金矿产(点)

图1 完达山地区岩浆岩及典型矿床分布简图

完达山地块主体构造为饶河复背斜,其核部为三叠系硅质岩建造地层,两翼主体为上三叠统一下侏罗统大岭桥组地层,具典型浊流沉积特征<sup>[4]</sup>。背斜两翼冲断层较发育,呈对冲形态,并发育有 NE 和 NW 向 2 组断裂,局部呈斜交;主要构造包括敦化—密山深大断裂(NE 向控矿构造)、大和镇岩石圈断裂(NNE, 逆冲性质)、富锦—小佳河基底断裂(EW 向壳内基底断裂)、饶河 NW 向张性断层束(NW 向张性—剪切性质的斜切褶皱带)、饶河 NNE 向压性断层束(逆冲压性—剪切性质,由走滑断层组成)。

完达山地区金属矿产以金银为主要矿种,另包含了铜、铅、锌、铁、钴和镍等多金属。截至目前,带内已发现 5 处金矿床(包括四平山中型金矿床及跃进山、358 高地、258 高地和先锋北山等 4 处小型金矿床),矿点 20 余处(曙光村铜矿点、小别拉坑钨锡矿点、向阳铜矿点、永幸铜镍矿点、宝丰村金矿点和大别山铜镍矿点等)<sup>[5]</sup>。

## 2 区域成矿特征

### 2.1 成矿地质条件

完达山地块于晚侏罗世中期拼贴俯冲到佳木斯地体之上,受碰撞挤压环境和洋壳物质刮落因素,造成完达山地块不断加厚。完达山地块与佳木斯地体碰撞拼贴结束后,中生代晚期,完达山地块板块运动和岩浆活动频繁,致使软流圈与岩石圈物质发生部分熔融作用,从而形成富含金、银等元素的酸性岩浆热液<sup>[6,7]</sup>。酸性岩浆热液在深度梯度、压力梯度、浓度梯度、热力梯度、速度梯度和化学反应及物理环境变化等综合能量的驱使下,在由下向上运移过程中演化分异为成矿流体和岩浆热液。成矿流体在矿石堆积场所分异析出形成现有的金银矿床<sup>[8-10]</sup>。例如四平山金矿床与流纹岩密切相关,先锋北山金矿床与流纹质角砾岩密切相关,258 高地金矿床与蛤蚂河碎裂花岗岩和花岗闪长岩密切相关<sup>[11]</sup>,358 金矿床与花岗斑岩密切相关<sup>[12,13]</sup>,跃进山铜金矿与蛤蚂通花岗斑岩密切相关。矿化多发生于地层和岩体或酸性岩浆岩的内外接触带中<sup>[14]</sup>。

四平山成矿时代略晚于 $(122 \pm 1.4) \text{ Ma}$ <sup>[15]</sup>,先锋北山成矿时代为 $(115 \pm 2.0) \text{ Ma}$ <sup>[16]</sup>,跃进山成矿时代为 $(112 \pm 3.0) \text{ Ma}$ <sup>[17]</sup>,258 高地成矿时代为 110.0 Ma 左右<sup>[11]</sup>,358 高地成矿时代为 $(113 \pm 2.0) \text{ Ma}$ <sup>[13]</sup>。综上,完达山成矿带金银成矿系列的矿化时代属于晚中生代燕山晚期(早白垩世),主要集中在 110 ~ 122Ma 之间。

### 2.2 典型金矿床地质特征

完达山成矿带金矿床主要有四平山金矿床、先锋北山金矿床、跃进山铜金矿床、258 高地金矿床、358 高地金矿床等。下面就典型矿床特征进行系统梳理。

#### 2.2.1 四平山金矿床

四平山金矿床作为完达山成矿带内唯一达到中型的金矿床,位于完达山成矿带东部。

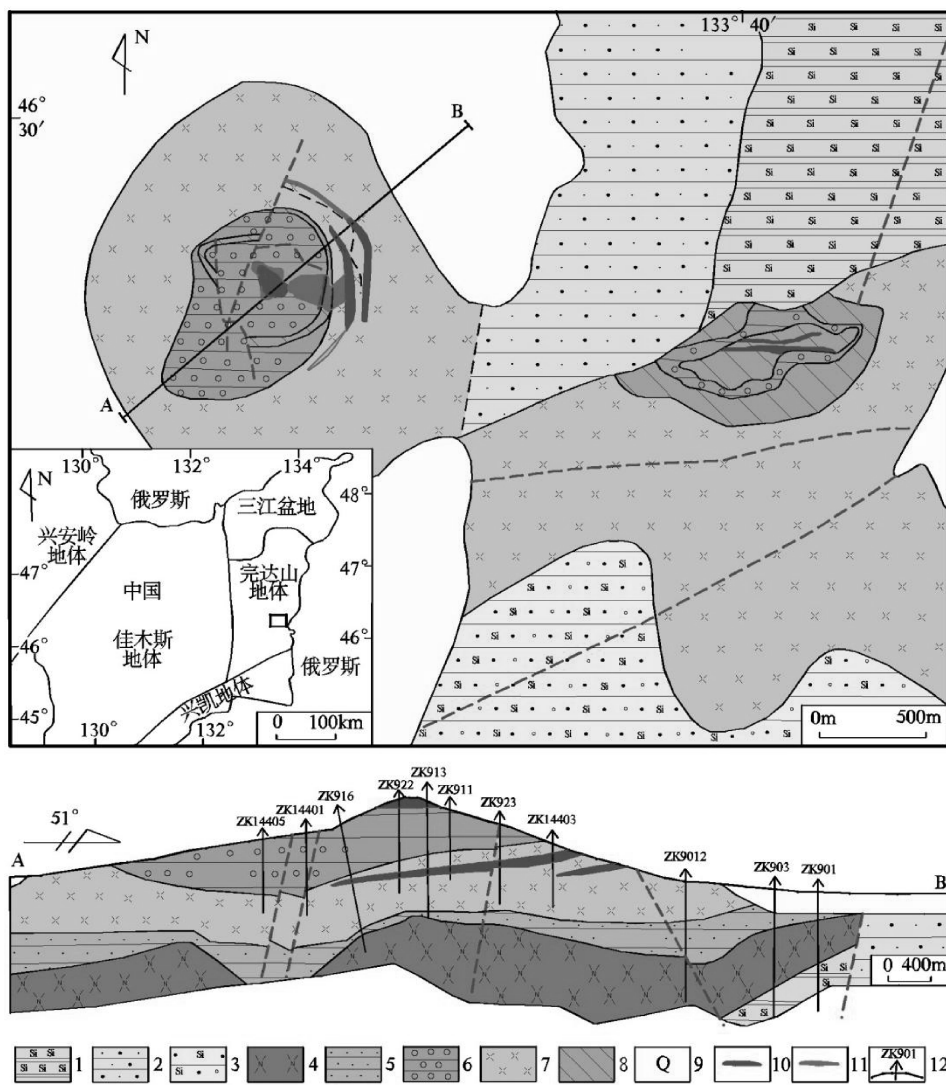
区内出露的地层主要为上三叠统一中三叠统大佳河组(硅质岩夹少量板岩),上三叠统一

下侏罗统大岭桥组(砂岩、粉砂岩、板岩),下侏罗统大架山组(下段硅质砾岩、中段砂板岩和下段砂岩)、白鹤山组(混合砂岩、粉砂质板岩),下白垩统穆棱组(砾岩、砂岩、泥质粉砂岩夹煤线)、皮克山组(英安岩、流纹岩、凝灰角砾岩),上白垩统大塔山林场组(流纹斑岩夹流纹质凝灰熔岩)、四平山组(下段细砂岩、岩屑砂岩和含炭泥岩,中段泉胶砾岩夹多层泉胶砂岩,上段泉胶砂岩夹泉胶砾岩),第四系(图 2)。

矿区内构造条件相对复杂,断裂和褶皱极为发育,具有继承性和旋回性。褶皱构造包括早期线状褶皱和后期短轴向斜;早期线状褶皱发育于

上三叠统一中三叠统大佳河组和下侏罗统大架山组地层内;而后期短轴向斜发育于下侏罗统大架山组、白鹤山组和中侏罗统南大塔山林场组地层内。断裂主要为七里沁河断裂,呈近 EW 向展布,其性质为张性断裂,它诱发了早白垩世陆相火山活动,且控制了其分布范围。矿区内 NE 向及与 NW 向断裂的交汇部位是主要的岩浆、成矿热液活动运移通道和容矿场所。

四平山金矿床主体由 15 条金矿(化)体组成,其中工业矿体 5 条,低品位矿体 10 条;矿体多为顺层矿体,倾向 SW,倾角小于 18°,基本与岩石层面平行。矿体整体上分为 3 个含矿层,上



1—大佳河组硅质岩;2—大岭桥组砂岩;3—大架山组硅质砂砾岩;4—南大塔山组流纹岩;5—穆棱组粉砂岩;6—四平山组泉胶砾岩;7—大塔山林场组流纹岩;8—硅质岩;9—第四系;10—金矿体;11—金矿化体;12—钻孔位置

图 2 四平山矿区地质简图及典型剖面图

部含矿层赋存于硅质岩中,品位在 1.22g/t ~ 5.77g/t之间,平均品位为 3.17g/t;中部含矿层赋存于泉胶砾岩中,由 3 条矿体组成;下部含矿层赋存于硅化带下部,由 8 条矿体组成,品位在 1.66g/t ~ 3.24g/t 之间。

矿石由硅质岩类、泉胶砾岩类和流纹岩类等 3 大类组成(图 3)。硅质岩类矿石作为区内最重要的矿石类型,主要分布于含矿层上部和下部,主要呈团块状和条带状分布,少量为浸染状,具隐晶—微晶和胶状结构,脉石矿物成分主要为微晶石英和少量的长石、蛋白石和玉髓等,其金品位不高但均匀,且规模较大。泉胶砾岩类矿石主要分布于含矿层中部,具角砾状结构,主要由硅质岩、流纹岩等角砾和硅质胶结物组成,整体蚀变较强,主要表现为强硅化和强黄铁矿化,金品位区内最高但极不均匀。流纹岩类矿石主要分布于含矿层下部,硅质细脉呈纵横交错状穿插于流纹岩中,主要为交代残余结构,硅化和黄铁矿化极其发育,其矿石主要呈网脉状、细脉浸染状分布,金品位变化较大。

矿石工业类型主要为贫硫化物硅质岩型,少量为硫化物硅质细—网脉型。矿石中的金主要以自然金的形式存在,其次为银金矿物。自然金主要为粒间金、裂隙金,主要赋存于硫化物边缘、石英颗粒间或裂隙中,与石英关系密切,粒度多在 0.1mm 以下,矿石建造为金—石英建造。

矿区矿体与围岩为渐变过渡关系,且围岩蚀变具有明显的垂直和水平分带现象,由内到外可

划分出硅化带、绢云母化—泥化带、青盘岩化带。其中金矿(化)体多发育于硅化带内,青盘岩化带局部见金矿化,含金品位一般小于 1g/t。

四平山金矿床成因类型为热泉型(浅成低温热液型),与火山机构密切相关<sup>[18]</sup>。

### 2.2.2 先锋北山金矿床

先锋北山金矿床是完达山地区内最重要、最典型的热液型金矿床,区域上位于完达山地块西南部尖山子岩体内。

区内出露的地层主要为白垩系下统皮克山组(流纹质角砾岩)和第四系全新统(图 4)。皮克山组以先锋北山破火山口为中心,由内到外依次分布上、中、下三段,岩性由酸性到中酸性,由爆发相到溢流相,产状由陡到缓;其中上段岩性主要为流纹岩、热液角砾岩、流纹质凝灰熔岩、流纹质角砾熔岩、流纹质角砾凝灰岩,金矿化主要赋存于该段热液角砾岩中。

区内断裂构造十分发育,主要呈 NE 向、EW 向和 NW 向展布。其中 NE 向断裂由数条平行断裂组成,属东方红—皖峰 NE 向金铜成矿带构造体系,性质为高角度逆断层,是本区成矿前构造。EW 向断裂控制着皮克山组的展布情况,由数条近于平行的次级断裂组成,形成宽度大于数十米张性构造角砾岩带,为本区的主要含矿构造,该断裂倾向 190°,倾角 70° ~ 75°。NW 向构造主要分布在沟谷地带,断裂多为张性,倾向 255° ~ 260°,倾角 70°,在其与 EW 向含矿构造交汇处为区内金矿赋存最有利的部位<sup>[16]</sup>。

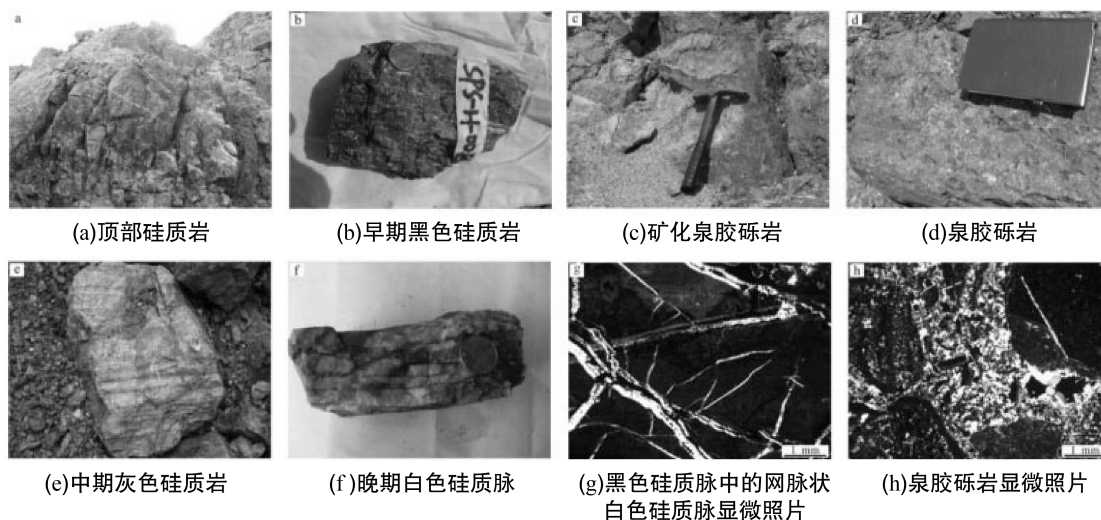
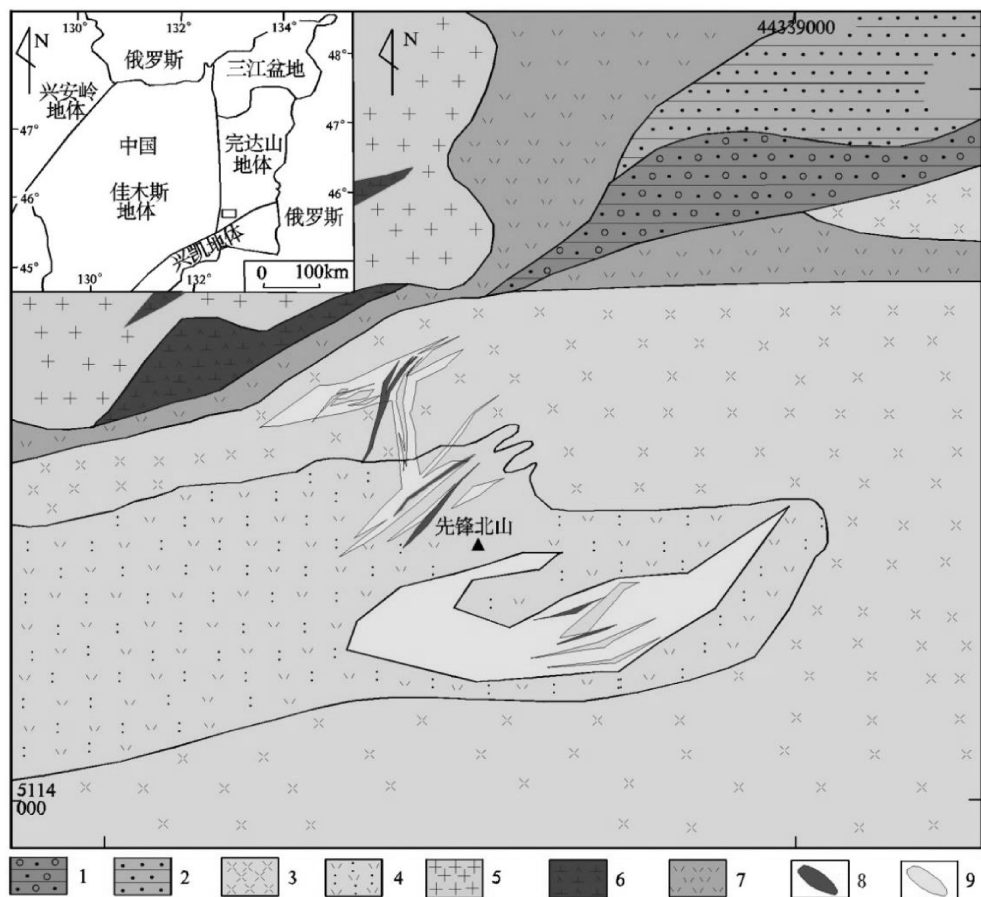


图 3 四平山金矿床典型岩石标本及显微照片



1—砂砾岩;2—砂岩;3—流纹岩;4—流纹质凝灰岩;5—花岗岩;6—闪长玢岩;7—英安岩;8—矿体;9—矿化带

图 4 先锋北山金矿区地质简图

金矿化主要位于先锋北山北坡和南坡,主要赋存于热液角砾岩中,共圈出 3 条似层状展布的矿化带,主要由 19 条金矿体组成,其中低品位金矿体 15 条,工业品位金矿体 4 条。矿石工业类型为含硫化物角砾岩型金矿,矿石呈自形—他形粒状、等粒状和残骸状结构,浸染状和条带状构造,少量晶洞内分布有对称型梳状小石英晶簇,具强褐铁矿化。

先锋北山金矿体围岩主要为碎裂硅化斜长流纹岩、流纹质凝灰岩和热液角砾岩;其中热液角砾岩为近矿围岩。蚀变按其组合特征,由外到内可划分为青盘岩化带、绢云母—泥化带和硅化带等 3 个蚀变带<sup>[16]</sup>。其中本区硅质热液活动十分频繁,硅化带与金矿体密切相关,多发育于热液角砾岩带内,由硅质岩及硅质细脉、网脉组成,以先锋北山为中心,划分为 3 个带,与矿化带相对应,垂深一般在 100 m 左右<sup>[19]</sup>。

先锋北山矿区金矿化的时代在 113 ~ 117

Ma 之间,为与中生代晚期火山岩有关的裂隙充填式浅成低温热液石英脉型金矿床<sup>[20]</sup>。

### 3 成矿地质条件

酸性岩浆活动在完达山成矿带内作为最重要的成矿条件和控矿因素,与金银矿(化)关系极其密切<sup>[21]</sup>。

岩浆岩条件:①酸性岩浆岩与金成矿有关,而偏中酸性的岩浆岩与铜铅锌多金属矿有关。②矿化与岩体规模关系不大,主要与中后期含矿热液沿构造薄弱地带活动的成矿作用相关,故矿化多发育于与地层的内外接触带中或晚期酸性岩浆岩内细小裂隙中。③矿种主要以金、银和铜为主,伴生铅锌,其他矿种的成矿作用较弱。

构造条件:区域性 NE 向深大断裂为成矿流体提供了能量和通道,而不同方位(主要为 NW 向)、不同规模的次级网络状断裂带、火山构造、层间破碎带和接触带等为成矿提供了容矿和储

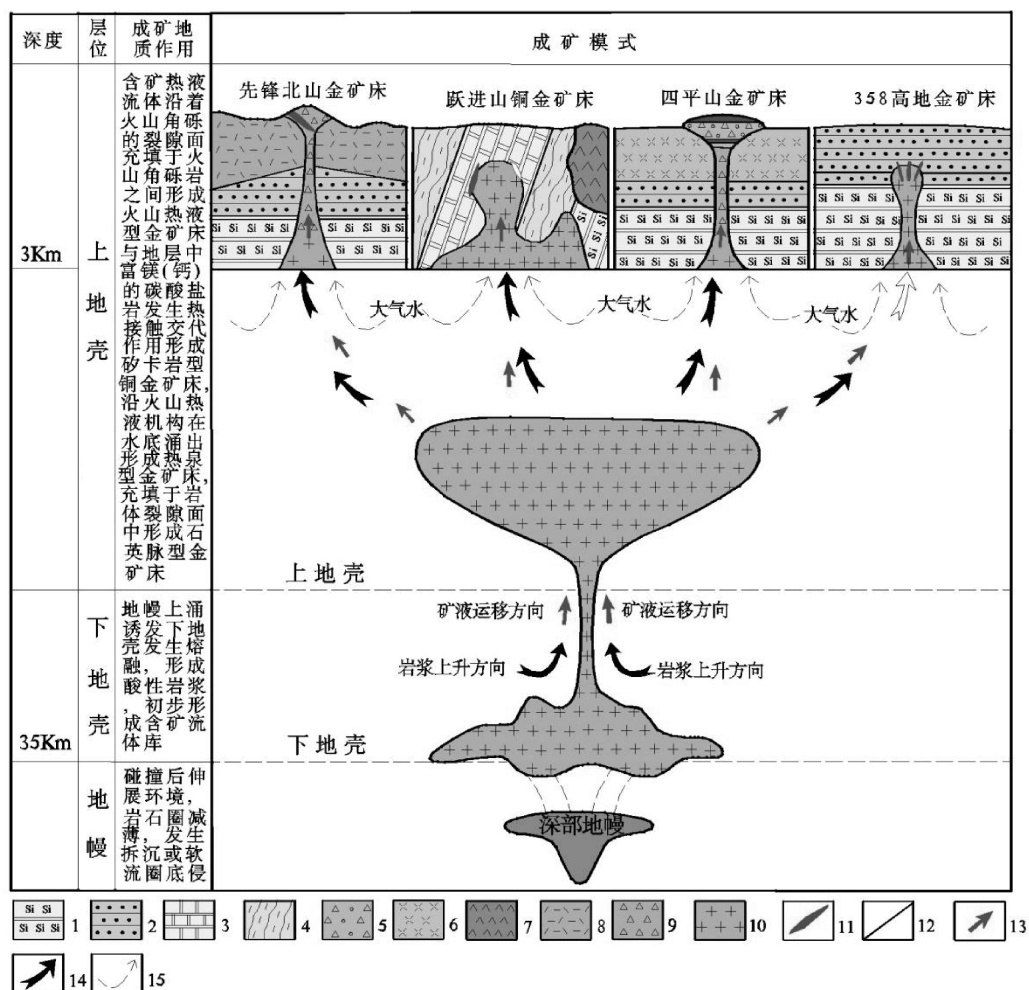
矿空间,如四平山金矿体主要发育于NW向断裂中,尤其是与NE向断裂交汇部位更为富集;先锋北山金矿体发育于EW向次级断裂带中;258高地金矿体呈雁行式发育于NW向的断裂硅化带中;358高地金矿体发育于NNE-NE向的断裂硅化带及其派生的节理裂隙构造中。综上,不同级次的断裂构造是成矿作用最主要的成矿条件和控制因素。

地层建造条件:四平山金矿(化)体发育于白垩系晚期大塔山林场组流纹斑岩、流纹质角砾岩和四平山组泉胶砾岩中;大塔山林场组酸性岩浆热液为成矿提供了成矿物质、流体和热量,四平山组泉胶砾岩为成矿提供了成矿空间;先锋北山金矿(化)体主要发育于白垩系晚期皮克山组上段热液角砾岩和火山角砾岩中,其对应的酸性

岩浆热液为成矿提供了必备的成矿物质、流体和热量。综上,金矿(化)体赋矿地层主要是白垩系四平山组、大塔山林场组和皮克山组,主要与地层中的酸性岩浆岩(流纹质)密切相关,故金银成矿系统对地层是具有选择性的。

#### 4 区域成矿模式

通过对相对典型的四平山和先锋北山金矿床区域地质背景和成矿条件分析,显示为完达山成矿带金银矿床的成矿地质条件和控矿因素主要受区内酸性岩浆活动和次级断裂构造所控制,成矿时期均为燕山晚期(图5)。成矿流体在水盆地中沿火山口及其边缘纵横交错的裂隙带涌



1—三叠系硅质岩;2—侏罗系中细粒砂岩;3—富镁(钙)质碳酸盐岩;4—变质片岩类;5—泉胶砾岩;6—流纹岩;7—超基性岩;8—火山熔岩类;9—火山角砾岩;10—酸性岩浆岩;11—矿体;12—地层界限;13—矿液运移方向;14—岩浆运移方向;15—大气水运移方向

图5 完达山地区金银矿床成矿模式图

出形成热泉型金矿床(四平山金矿床),沿着火山角砾的裂隙面充填于火山角砾岩之间形成火山热液型金矿床(先锋北山金矿床),与地层中碳酸盐岩(富镁、富钙)发生热液接触交代蚀变作用形成矽卡岩型铜金矿床(跃进山铜金矿床),在花岗细晶岩和闪长玢岩的构造破碎带中冷凝结晶萃取形成浅成低温热液型金矿床(258 高地金矿床),充填于酸性岩体裂隙面中形成纵横交错的石英脉型金矿床(358 高地金)。

## 5 结语

(1)晚中生代晚期酸性岩浆岩为完达山金矿化形成提供了物质来源、流体和热量。

(2)区域构造活动为金矿化的主要控矿因素,其 NE 向深大断裂为控矿构造,而 NW 向(尤其是与其他方向的断裂交汇部位)次级小断裂带为容矿构造。

(3)完达山成矿带金银矿床主要受区内酸性岩浆活动和次级断裂构造所控制,成矿时期均为燕山晚期,因成矿环境的不同,成因类型为热泉型金、火山热液型、矽卡岩型、浅成低温热液型及石英脉型。

### 参考文献(References):

- [1] 张国宾. 黑龙江省东部完达山地块区域成矿系统研究[D]. 长春: 吉林大学, 2014.
- [2] 程裕淇, 陈毓川, 赵一鸣. 初论矿床的成矿系列问题[J]. 中国地质科学院院报, 1979, 1(01): 32 - 57.
- [3] 杨继权, 王秀琴, 刘殿生, 等. 黑龙江省大地构造单元划分及特征[J]. 世界地质, 2007, 26(04): 426 - 434.
- [4] 曹子昂. 黑龙江省河口林场锡多金属矿床地质特征及找矿远景[D]. 长春: 吉林大学, 2020.
- [5] 李光辉. 黑龙江完达山 - 太平岭成矿带成矿系列与找矿预测[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2011.
- [6] 谭成印. 黑龙江省主要金属矿产构造 - 成矿系统基本特征[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2009.
- [7] 邱殿明. 黑龙江省东部岩石圈演化特征[D]. 长春: 吉林大学, 2005.
- [8] 邓晋福, 莫宣学, 罗照华, 等. 火成岩构造组合与壳

- 幔成矿系统[J]. 地学前缘, 1999, 6(02): 259 - 270.
- [9] 邓军, 翟裕生, 杨立强, 等. 论剪切带构造成矿系统[J]. 现代地质, 1998, 12(04): 493 - 505.
- [10] 贾跃明. 流体成矿系统与成矿作用研究[J]. 地学前缘, 1996, 3(04): 253 - 258.
- [11] 梁树昌. 黑龙江 258 高地多金属矿区探异常特征及其深部找矿研究[J]. 矿产勘查, 2013, 4(05): 631 - 537.
- [12] 孙甲富, 王连国, 梁树昌. 358 高地岩金矿区地质物化探异常特征及其勘探方法研究[J]. 地质装备, 2013, 14(03): 21 - 26.
- [13] 杨建国, 许明亮, 迟晓彬. 358 高地岩金矿地质特征及找矿方向[J]. 黄金科学技术, 2006, 14(01): 6 - 9.
- [14] 徐建昌, 王社全, 王红军, 等. 小秦岭金矿田北矿带大湖、灵湖深部金矿控矿构造与蚀变特征[J]. 矿产勘查, 2020, 11(07): 1490 - 1495.
- [15] 孙荣祥, 柏志佳, 史建民, 等. 虎林市四平山金矿热泉成因特征[J]. 黄金, 2000, 21(03): 9 - 15.
- [16] 杨建国, 全传顺, 刘秀丽. 黑龙江省虎林市先锋北山金矿床蚀变特征及成因探讨[J]. 黄金科学技术, 2005, 13(05): 26 - 29.
- [17] 许文良, 王枫, 孟恩, 等. 黑龙江省东部古生代 - 早中生代的构造演化: 火成岩组合与碎屑锆石 U - Pb 年代学证据[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2012, 42(05): 1378 - 1389.
- [18] 孙荣祥. 黑龙江虎林四平山地区白垩系流纹斑岩成矿地质特征[J]. 黄金, 2002, 23(08): 11 - 16.
- [19] 孙荣祥, 全传顺. 黑龙江虎林先锋北山金矿床蚀变及矿床特征[J]. 黄金, 2003, 24(06): 11 - 15.
- [20] 黄永卫. 黑龙江省东南部完达山 - 太平岭一带浅成低温热液矿床区域成矿规律及找矿前景研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2010.
- [21] 薛明轩. 黑龙江省内生金矿成矿作用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2012.

### 作者简介:

第一作者: 孙刚, 1984 年生, 男, 湖北潜江人, 硕士, 黑龙江省第一地质勘查院, 高级工程师, 主要研究方向为矿产勘查与矿床成因方向。Email: sg9102123@126.com; 通讯作者: 赵世猛, 1986 生, 男, 辽宁沈阳人, 硕士, 黑龙江省第一地质勘查院, 高级工程师, 主要研究方向为矿