

老挝琅勃拉邦帕奔矿区 原生金矿床的地质特征及找矿方向

刘禧超, 张瑞华, 车路宽

(天津华北地质勘查局 地质研究所, 天津 300170)

摘要: 老挝帕奔金矿区位于区域性奠边府—琅勃拉邦断裂带的旁侧, 受 NE-NNE 向韧性剪切带的控制, 在下二叠系灰岩中产有构造破碎蚀变岩型金矿和含金方解石型脉金矿, 全区分为 6 个矿化带, 总体呈 NNE 向展布。金的富集受脆韧性断裂多次叠加或不同方向断裂交汇点的控制, 矿化围岩中出现碳酸盐化、铁白云石化、菱铁矿化、大理岩化、高岭土化等热液蚀变。研究认为, 区域上的韧性剪切带的延长部位应列为找矿区段, 在灰岩和砂岩的接触地带(如 M6 矿化带西侧)应注意找矿, 各矿化带内强片理化带的边部和构造的叠加、交汇部位是勘查工作的重点。

关键词: 帕奔金矿; 构造破碎蚀变岩型金矿; 含金方解石脉型金矿; 矿床地质特征; 老挝

中图分类号: P613; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2010)02-0174-06

0 引言

帕奔金矿(亦称魔鬼山金矿)位于老挝琅勃拉邦北东 30 km 处, 金矿区范围涉及帕奔、曼岗、加窝 3 个自然村(图 1), 交通比较便利。近年来, 先后有美国、加拿大、澳大利亚和中国的多批地质专家、地勘单位和商业公司到该区进行地质考察、普查找矿或矿业开发。2008 年, 天津华北地质勘查局取得了帕奔金矿及周边面积为 230 km² 的探矿权, 在矿权区范围实施综合方法地质矿产调查和评价工作的同时, 开展了“老挝琅勃拉邦省巴乌县帕奔村金矿构造控矿规律及找矿区段”的专题研究, 本文即为研究工作的部分成果。

帕奔金矿所在区域处于琅勃拉邦—黎府(泰国)华力西褶皱带的西缘, 属于琅勃拉邦—黎府成矿带的中部(图 1)。

区域出露有泥盆系、二叠系、三叠—侏罗系和第四系地层。同时产有华力西—印支期花岗岩体。由于矿区紧邻区域性奠边府—琅勃拉邦弧形断裂带, 构造形迹非常发育; 据前人研究, 琅勃拉邦弧形断裂

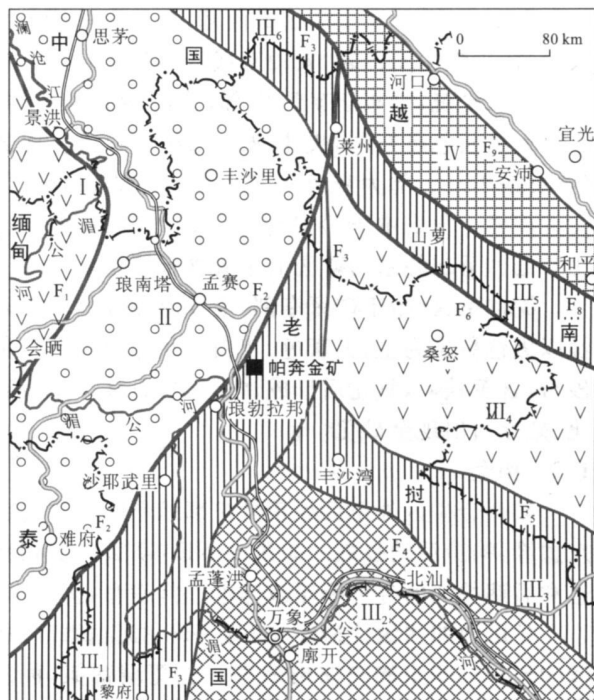


图 1 老挝帕奔金矿构造位置示意图

Fig.1 Geotectonic position of B. Phattem deposit, Laos

带是琅勃拉邦—黎府(泰国)华力西褶皱带与其西丰

收稿日期: 2010-05-13

作者简介: 刘禧超(1982-), 男, 天津人, 工程师, 从事金属矿地质勘查与研究工作。通信地址: 天津市河东区广瑞南道 67 号; 邮政编码: 300171; E-mail: ferrari_pp@163.com

沙里一帕府(泰国)中生代拗陷带的分界断裂,有研究者认为该断裂是微板块的边界。区域内铅、锌、锑、铜、金等金属矿化发育,部分地段形成工业矿体,矿床类型有夕卡岩型、斑岩型及构造破碎蚀变岩型、热液型等,具有较为优越的成矿环境。

1 矿区地质

1.1 地层

矿区范围内出露上古生界泥盆系和二叠系、中生界三叠-侏罗系、新生界第四系地层,本区金矿主要赋存于下二叠系灰岩中。

第四系:主要为河流相红土,散布于沟谷盆地之中。

三叠-侏罗系:分布在矿区西部,为陆相红色碎屑岩;底部为红色砾岩,其上为红色砂泥质岩夹黄色泥岩,与下伏上二叠统呈不整合接触。

上二叠统:分布于矿区最西部,为一套海相中性火山岩,岩性为安山岩、安山玄武岩和凝灰岩。

下二叠统:分布于矿区中部,为海相碳酸盐岩。下部为黑灰色石灰岩,夹生物碎屑灰岩和黑色泥岩(含黄铁矿);上部为灰色-灰白色石灰岩、白云岩,夹大理岩。灰岩中岩溶发育,落水洞、溶洞、陡岩比比皆是。下二叠系为矿区的主要含金层位。

泥盆系:分布于矿区东部,为浅海相碎屑岩。岩性以黑色板岩为主,夹灰色、灰白-灰绿色长石石英砂岩,含黄铁矿,氧化后形成铁帽。岩石破碎糜棱岩化、硅化后出现金矿化。

1.2 构造

帕奔金矿区处于区域琅勃拉邦弧形断裂带的南东边缘,构造活动强烈。矿区内 NE-NNE 向剪切构造和后期叠加的各种断层破碎带非常发育。

矿区内的褶皱构造不甚发育,只在泥盆系砂、板岩中见到一些小的褶曲构造和一些宽缓褶皱,泥盆系和三叠-侏罗系在矿区均表现为单斜构造。

矿区处于 NE-NNE 向大型韧性剪切带之中,剪切带控制了矿区的构造格局,使沉积岩层呈 NE-NNW 向的条带状或透镜状展布,并遭受不同程度的变形而具有构造岩的特征。韧性剪切带活动强度大,影响范围广,并具多次活动的特点。

变形岩石可分为强变形带和弱变形带:强变形带出现片理化带,以长英质初糜岩、糜棱岩和千糜岩为主;弱变形带以未变形或弱变形的灰岩透镜体或

砂岩为主。

韧性剪切带的早期活动以左行扭动兼中等倾角的逆冲为主,表现为大量的 NE-SW 向不对称拉长的构造透镜体和顺层逆冲剪切带。晚期出现韧性断裂(带),主要有 3 组:一组为走向 NE,倾向 SE 的沿早期片理化带发育的顺层压扭性破碎带;另外两组是走向 NE,倾向 NW 和走向 NW,倾向 SW 的剪性断裂带。断裂带中构造角砾岩、碎裂岩和方解石脉发育。

1.3 火成岩

矿区范围内的火成岩只在西北边缘地段见有晚二叠统的火山喷发岩,为中性的安山岩。与我国西南地区的峨眉山玄武岩大致相当。

2 矿床地质特征

2.1 金矿类型划分

帕奔矿区金矿的类型多样,按其成矿作用的不同可分为内生地质作用形成的原生金矿床和外生地质作用形成的次生金矿两部分。

原生金矿床可分为 2 个类型,即构造破碎蚀变岩型和含金方解石脉型。其中构造破碎蚀变岩型金矿又可按含矿围岩(构造岩)的性质不同而分为糜棱岩化蚀变岩型金矿和断层破碎角砾岩型金矿 2 个亚类。这是本文阐述的重点金矿床类型。

次生金矿床包括 3 个类型:红土型金矿、岩溶型金矿和冲积砂金矿。这 3 类金矿均是在原生金矿(化)基础上经表生地质作用,或经地表风化淋滤残积富集、或在岩溶地貌的特定部位次生富集、或经河溪的搬运在河床附近堆积成矿。这些金矿床不是这次研究的重点,故不在此赘述。

2.1.1 构造破碎蚀变岩型金矿

(1) 糜棱岩化蚀变型金矿。以 M1, M7, M0 矿化带为代表,蚀变和矿化沿韧性剪切带的结构面或糜棱岩化带展布,矿体产于糜棱化、硅化、褐铁矿化灰岩中,围岩蚀变作较强烈,岩(矿)石均具糜棱化碎斑结构。

(2) 断层破碎角砾岩型金矿。有 2 种表现形式:一种为较晚的断层破碎带叠加在较早的韧性变形岩石(糜棱岩化岩石)基础上形成的构造破碎角砾岩,并产生蚀变-矿化;另一种是沿韧性断层破碎带的边界(C2)发生热液蚀变和矿化,并形成角砾状金矿石。

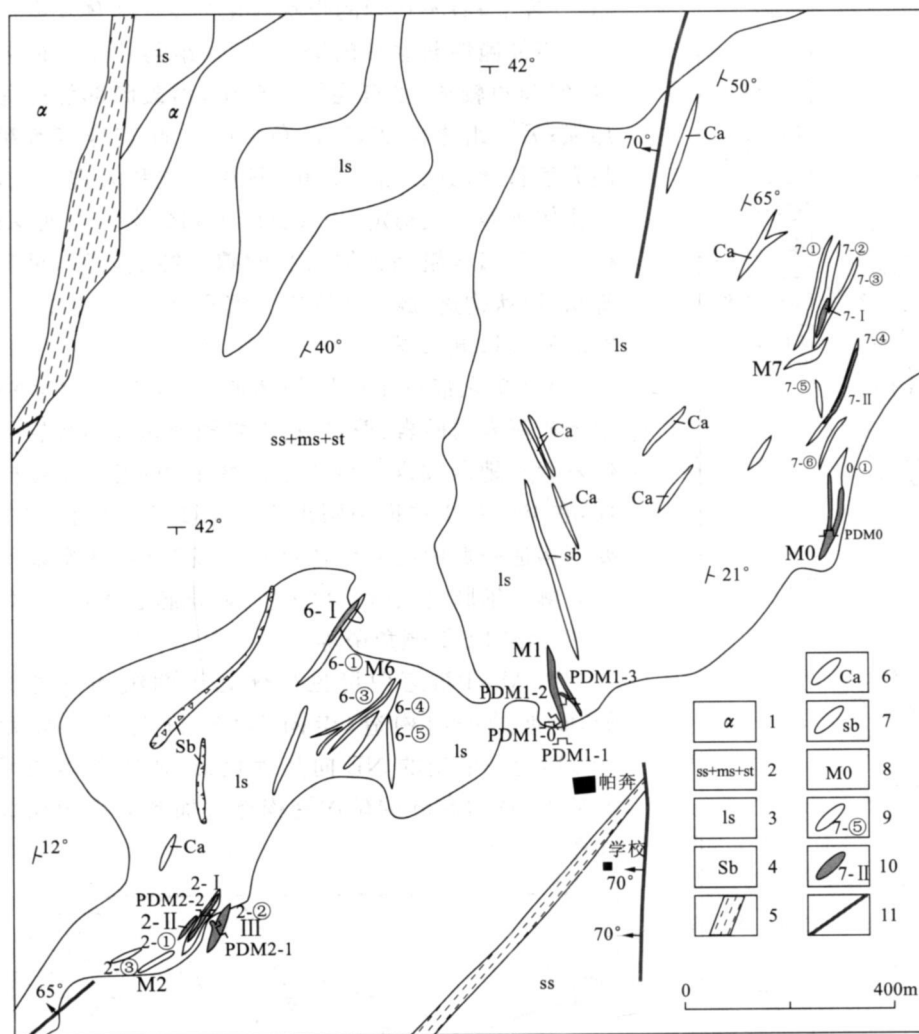


图 2 老挝帕奔金矿区地质图(据天津华北地质勘查总院, 2009)

Fig. 2 Geological map of B. Phattem gold deposit, Laos

1. 安山岩 2. 砂岩、粉砂岩、泥岩 3. 灰岩、白云质灰岩 4. 角砾岩带 5. 韧性剪切带
6. 方解石脉 7. 构造角砾岩 8. 金矿化带 9. 构造蚀变带 10. 矿体及编号 11. 断裂

2.1.2 含金方解石脉型金矿

含金方解石脉型金矿产于构造破碎带旁侧的张性裂隙中。围岩蚀变为方解石化和白云石化, 偶见蛇纹石化和石墨化。红色方解石脉构成矿脉。矿石中自然金颗粒大, 呈粗、中、细粒金嵌布于方解石颗粒间。该类型金矿具有规模小、变化大、品位富的特点。

2.2 矿(化)带地质特征

帕奔金矿区已发现 6 个金矿化带, 自北东向南西分别为 M7, M0, M1, M6, M2, M3 矿化带, 各矿化带地质特征分述如下(图 2):

2.2.1 M7 矿化带

M7 矿化带位于矿区北东部, 由几条 NE 向的斜列式构造蚀变带构成。主要矿体有 3 条, 为 ME 和

NNE 两个方向构造裂隙共轭控制的分支复合脉, 地表形态为不规则的 S 形或钩状, 矿脉总体产状走向 NE, 倾向 SE, 倾角 60° 左右(图 3), 在构造蚀变岩和断层角砾岩中出现金矿化, 矿石主要由红化(铁白云石和菱铁矿化)蚀变灰岩、碎裂岩组成。

M7 矿化带韧性变形强烈, 韧脆性构造叠加明显。较早形成了由泥灰岩片理化(糜棱岩化)带和灰岩透镜体构成鳞片化带, 后来叠加了两组韧脆性断裂: 一组为走向 NNE, 倾向 275° , 倾角 45° 的韧脆性断裂; 另一组走向 NNE, 倾向 SE, 是与早期片理化带同向但倾角较缓的顺层韧脆性断裂。两组断裂均为压扭性, 沿构造面发育红化蚀变并有方解石脉充填, 在构造交汇部位金品位有加富趋势(图 3)。

2.2.2 M0 矿化带

M0 矿化带位于 M7 矿化带的南侧, 二者紧邻。矿体走向 NE-NNE, 倾向 NW 为主, 局部 SE 向, 倾向较陡(70° 左右)。金矿体具有膨胀收缩、分支复合现象, 复合部位矿体厚度增大。

该矿化带中早期岩石变形较弱, 强变形带不发育, 但后期韧脆性的压扭性构造叠加比较明显。较发育的一组断裂走向 NNW, 倾向 265° , 倾角 50° , 沿构造面发育红化蚀变并有方解石脉充填, 岩石破碎较强; 另一组为 NE 走向, 倾向 330° , 倾角 65° , 可能是继承早期剪切面发育成断层面, 分布范围比较大, 局部见有片理化现象。

2.2.3 M1 矿化带

M1 矿化带位于矿区的中部。地表呈锯齿状、刀锋状的岩溶地貌, 未见明显的断裂构造, 沿小裂隙多见灰岩被溶蚀成空洞。岩性以巨厚层的灰岩为

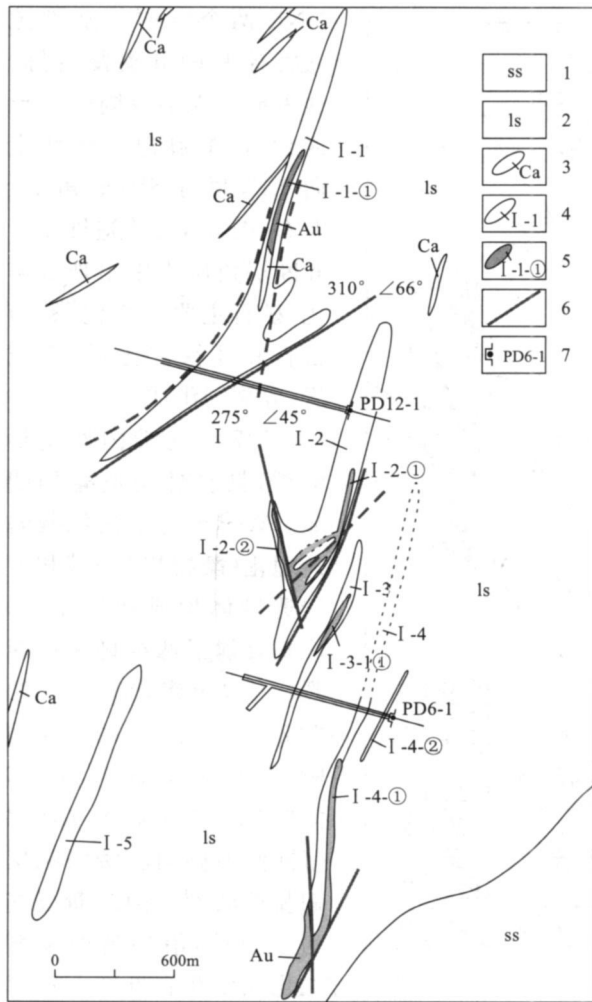


图3 帕奔金矿 M7, M0 矿化带平面图

Fig. 3 Plan map of mineralization zone M7,

M0 in B. phatem gold deposit

1. 砂岩 2. 灰岩、白云质灰岩 3. 方解石脉 4. 矿化蚀变带及编号
5. 金矿体及编号 6. 断层及推测断层 7. 坑道及编号

主,局部发育强变形的片理化带。

在上下两层的旧坑道中,各圈出1条金矿体,矿体形态简单,呈脉状,膨胀收缩现象明显。其中一条位于交汇的NW向断裂和NE向断裂之间,由充填的粗晶方解石、铁白云石和红色细碳酸盐矿物组成的脉体及裹夹的蚀变灰岩碎块构成金矿体;另一条矿体亦由红色方解石脉及两侧的破碎蚀变灰岩构成,矿体走向为近SN向,矿体呈脉状,矿体与围岩呈渐变关系,存在膨胀收缩现象。

2.2.4 M6 矿化带

该矿化带位于矿区的西部,地形相对平缓,易于钻探施工。现发现5条构造蚀变带,矿化带受早期的片理化带控制,总体走向为 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$,倾向SE,倾

角 40° 左右;有不均匀的带状红化蚀变。矿体主要产于2组脆性断层带的叠加处,一组与片理走向一致,但倾角较陡,见有层间破碎带,沿破碎部位矿化加强;另一组走向 350° ,倾角 80° ,沿此破碎带有粗晶方解石脉,具铁白云石化、菱铁矿化和大理岩化,矿化体延伸比较稳定,局部具膨大和分支复合现象;矿石类型属含粗晶方解石脉的破碎蚀变岩型,呈角砾状、块状构造,脉石矿物以方解石、白云石为主。

2.2.5 M2 矿化带

M2矿化带位于矿区的南西部,构造蚀变多沿白云质灰岩与砂岩、泥岩、页岩接触带附近的灰岩一侧发育。地表发现3条构造蚀变带,圈定2条金矿体,在PDM2-1坑道中圈出1条金矿体。矿化体主要为构造裂隙中的菱铁矿红化蚀变灰岩,蚀变以发育方解石细脉的碳酸盐化为主,矿化脉总体走向 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$,倾向SE,倾角中等。

PDM2-1坑道中可见矿体处于两组构造叠加处,晚期的一组构造(走向NNE,倾向 285° ,倾角 70°)切割了早期的NE向片理化带,造成矿体的局部膨大,宽约8m的矿体受构造叠加改造影响局部加厚(图4)。

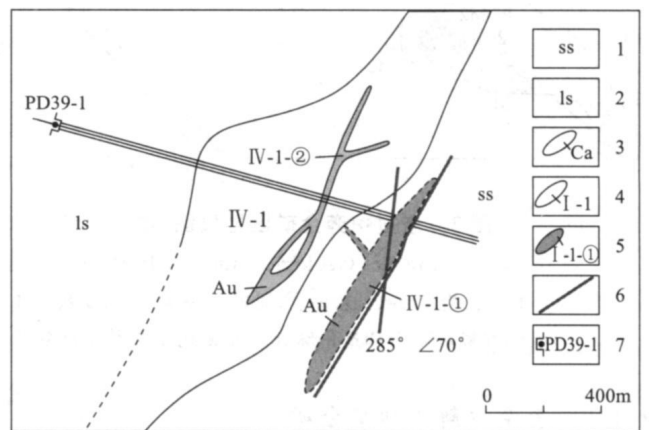


图4 帕奔金矿 M2 矿化带矿体示意图

Fig. 4 Sketch of ore bodies at mineralization

zone M2 in B. Phatem gold deposit

1. 砂岩 2. 灰岩、白云质灰岩 3. 矿化蚀变带及编号 4. 金矿体及编号
5. 断层及推测断层 7. 坑道及编号

2.2.6 M3 矿化带

M3矿化带位于矿区南部,地表可见岩石构造变形强烈,长英质糜棱岩发育,蚀变明显。主体构造蚀变带走向NE,倾角较缓($20^{\circ} \sim 30^{\circ}$);延伸比较稳定,带内铁白云石化、褐铁矿化明显。

通过对PD3-2老坑道的观察,矿化带的围岩以

薄层灰岩为主,产状 $135^{\circ} \angle 34^{\circ}$, 有两组构造叠加, 顺层产出的一组断裂被走向 NE, 倾向 310° , 倾角 59° 的另一组断裂所切割, 叠加部位的红化蚀变加强, 出现断层角砾岩、碎裂岩等。向 NW 倾的这组断裂中充填方解石脉、并有紫红色菱铁矿化、褐铁矿化等现象。

2.3 矿石结构构造

帕奔金矿主要含矿围岩为构造角砾岩、蚀变灰岩和方解石脉。围岩蚀变为碳酸盐化、菱铁矿化、硅化、褐铁矿化、绢云母化等。

矿石结构为自形—半自形粒状结构、他形粒状结构, 部分矿石具糜棱岩化形成的碎斑结构。矿石构造以浸染状构造为主, 次有细脉状构造、条带状构造和角砾状构造。

2.4 矿石矿物组合

帕奔金矿的矿石矿物组成比较简单, 金属矿物有自然金、黄铁矿、黄铜矿、褐铁矿、菱铁矿、针铁矿等; 脉石矿物有方解石、白云石、石英、长石、绢云母、磷灰石等。

自然金多呈微粒状、显微粒状、浸染状嵌布于脉石粒间和被压碎的方解石、白云石、长石、石英晶隙中, 只有少量显微粒金嵌于褐铁矿边缘。在蚀变灰岩中用放大镜下观察, 经常可见自然金呈散粒状或细小片状沿矿物间隙或呈矿物中的包裹体产出。

3 成矿预测

3.1 找矿标志

(1) 地球化学标志: 注意分析面积性水系沉积物测量和土壤(岩石)地球化学测量的结果, As, Sb, (Au) 及其相关元素的组合异常是金矿的地球化学标志。

(2) 构造标志: 韧性变形的糜棱岩化带和脆性变形为主的断裂破碎带, 尤其要注意多次构造活动叠加部位(包括韧性与脆性构造叠加、压扭性与张性构造叠加)和不同方向构造的交汇部位, 是金易于富集成矿有利构造。

(3) 围岩蚀变标志: 在断裂破碎带或糜棱岩化带寻找蚀变现象, 硅化、铁白云石化、褐铁矿化等蚀变, 以及其中的金属矿化迹象是重要的找金标志。

(4) 矿物组合标志: 方解石、铁白云石、菱(褐)铁矿、石英、黄铁矿在同一构造部位出现, 是金成矿的标志性矿物组合。

上述找矿标志同时出现时, 就应将其列入找矿的重点地段。

3.2 找矿方向

(1) 区域上韧性剪切带呈 NE-SW 方向展布, 应结合化探异常点的分布, 特别是在灰岩和砂岩的接触带附近寻找强变形带或有后期脆性断裂的叠加的地段。沿 M3 矿带向南西的延长方向, 韧性变形强度加大, 表明此剪切带有一定的延伸, 存在新的矿化带或矿体的可能性很大。

(2) 矿区外围的 23 号异常附近有强片理化带, 同时有多期次、多方向的构造叠加。矿化蚀变带呈 NE 向带状展布, 矿化发育在 NNE 向断裂与 NNW 向断裂的交汇处。NNE 向断裂为顺层断裂, 其中有肿缩状或透镜状石英脉, 表面具褐铁矿化和高岭土化。NW 向断裂切穿了早期的片理, 并有较宽的石英脉产出。应当指出的是矿化部位的围岩为砂岩, 成矿与围岩岩性似无专属性, 而与构造的关系更为密切。因此, 应加强对砂岩出露区的地质找矿工作, 特别应当注意断裂构造和围岩蚀变强烈的部位。

(3) 矿区范围内西部灰岩与砂岩的接触地带, 特别是 M6 矿化带的北西延长地段, 应该注意开展找矿工作。因为灰岩和砂岩的化学性质和物理性质有许多差别, 这些差异会使二者的接触带成为构造的薄弱带, 形成地球化学的屏障面。沿着这个地带易于出现变形作用和构造活动, 形成较好的导矿或储矿构造; 深部的热液也会在此环境下发生成分或运移方式的改变, 产生围岩蚀变及金属矿化现象。因此, 在今后的工作中应注意灰岩和砂岩接触地带的找矿。

(4) 对已探明的矿化带, 要根据矿化特点和构造活动特征进行周边及深部的成矿预测。如一些含矿断裂平面上呈左行斜列, 剖面上为逆冲斜列, 大致呈等间距的透镜状尖灭再现, 利用这些构造空间展布规律指导深部的矿体定位预测。同时沿各矿化带和矿脉的延长方向追索, 注意矿脉间的变化规律和相互关系, 并探索矿化带延展和延深的规律性变化, 结合矿体地质特征的变化与控矿因素之间的关系总结矿区的原生金矿的成矿规律, 指导对矿体和矿化带的成矿预测。

致谢: 在研究工作中, 天津华北地质勘查局老挝办事处和地勘总院帕奔项目组的同志在资料和工作条件方面给予了许多支持和帮助, 在此表示感谢!

参考文献:

- [1] 彭一久. 老挝琅勃拉邦白乌县魔鬼山金矿地质特征[J]. 西南矿产地质, 1996, (3): 56-64.
- [2] 袁晓军, 邱祖林. 老挝龙拂拉邦省帕奔地区金矿地质考察记[J]. 江苏地矿信息, 1999, (4): 62-63.
- [3] 李兴振, 刘朝基, 丁俊. 大湄公河次地区主要结合带的对比与连接[J]. 沉积与特提斯地质, 2004, 24(4): 1-12.
- [4] 陈柏林. 构造形变类型与金矿化类型的关系[J]. 世界地质, 2000, 19(3): 217-223.
- [5] 钟长汀. 内蒙古大青山地区金矿床类型、控矿规律及找矿方向[J]. 地质调查与研究, 2005, 28(4): 240-249.
- [6] 李志伟, 钱祥贵, 田敏, 等. 滇东南地区金矿区域成矿条件及成矿模式[J]. 大地构造与成矿学, 2000, 24(S1): 29-30.
- [7] 高振敏, 李红阳. 滇黔地区主要类型金矿的成矿与找矿[M]. 北京: 地质出版社, 2002.
- [8] 张翼飞. 云南东川地区含金剪切带型金矿[J]. 云南地质, 2003, 22(4): 360-370.
- [9] 肖龙, 叶乃清, 张明华, 等. 滇黔桂“金三角区”岩浆活动与金矿成矿的关系[J]. 桂林工学院学报, 1996, 16(3): 263-271.
- [10] 李树勋, 刘喜山. 韧性剪切带特征及金矿化关系[J]. 中国地质, 1988, (5): 99-22.
- [11] 陈柏林, 董法先, 李中坚. 韧性剪切带型金矿成矿模式[J]. 地质论评, 1999, 45(2): 186-191.
- [12] 贾大成, 胡瑞忠. 滇黔桂地区卡林型金矿床成因探讨[J]. 矿床地质, 2001, 20(4): 378-384.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF B. PHATEM PRIMARY GOLD DEPOSIT, LAOS AND THE ORE-SEARCHING DIRECTIONS

LIU Xi-chao, ZHANG Rui-hua, CHE Lu-kuan

(Tianjin North China Non-ferrous Metal Geo-exploration Bureau, Tianjin 300171, China)

Abstract: B. Phatem primary gold deposit, Laos is located near the Dien Bien Phu-Luang Prabang fault belt and controlled by NE-NNE ductile-brittle shear zone. The altered cataclastic rock type Au ore and auriferous calcite veins occur in Permian limestone. In all there are 6 mineralization zones. Gold concentration is controlled by multi-overprinting of ductile-brittle fractures or intersection (superimposition) of fracture striking in different directions. Carbonation, ankeritization, sideritization, marblization and kaolinitization are the wall rock alterations. The ore-searching should be directed to extending parts of the ductile-brittle shear zone and the contact zone of limestone and sandstone (e.g. the west side of the mineralization zone M6) and the ore exploration focused on margins of schistosity zones, superimpositions and intersections of fractures in each mineralization zone.

Key Words: B. Phatem gold deposit; the altered cataclastic rock type Au ore; auriferous calcite vein; the gold deposit geological characteristics; Laos