



印度尼西亚 Cikotok 矿区帕瑟埃拉金矿成因及成矿潜力

张顺洋¹, 王海滨², 王 淞², 王忠凯²

1. 中国冶金地质总局 厦门地质勘查院, 福建 厦门 361026;

2. 福建岩土工程勘察研究院有限公司, 福建 福州 350108

摘 要: 印度尼西亚 Cikotok 矿区帕瑟埃拉金矿位于巽他-班达岛弧的中部 Bayah 穹隆中, 宏观上具有找到大型矿床的地质前提。成矿围岩为始新世末—中新世早期的安山岩, 围岩蚀变强烈, 分带性明显, 金矿脉具有多条近平行产出特征。矿床有 4 个成矿阶段: 石英-蒙脱石-绿泥石阶段, 石英-绢云母-黄铁矿阶段, 石英-冰长石-硫化物-含锰矿物阶段, 块状石英阶段。矿床成因类型为大洋岛弧型低硫浅成低温热液型, 细分类型为“Pongkor 型”条带状低硫含金石英锰氧化物矿脉型金矿, 其浅表部为热泉型金矿。矿床的深部找矿潜力大, 具有大型金矿的成矿潜力。

关键词: Bayah 穹隆; 低硫浅成低温热液型; Pongkor 型; 热泉型金矿; 印度尼西亚

GENESIS AND METALLOGENIC POTENTIAL OF THE PASIR ELA GOLD DEPOSIT IN CIKOTOK OREFIELD, INDONESIA

ZHANG Shun-yang¹, WANG Hai-bin², WANG Song², WANG Zhong-kai²

1. Xiamen Institute of Geological Exploration, China Metallurgical Geology Bureau, Xiamen 361026, Fujian Province, China;

2. Fujian Institute of Geotechnical Investigation Co., Ltd., Fuzhou 350108, China

Abstract: The Pasir Ela gold deposit in the Cikotok orefield of Indonesia, tectonically located in Bayah dome in the middle of Sunda-Banda island arc, has the macroscopic geological precondition for finding large deposits. The ore-forming wall rock is the late Eocene-early Miocene andesite, with strong alteration and obvious zonation, in which several gold veins are occurred nearly parallel to one another. The deposit experienced 4 metallogenic stages, including quartz-smectite-chlorite, quartz-sericite-pyrite, quartz-adularia-sulfide-manganese bearing mineral and massive quartz. The gold deposit is genetically low sulfur epithermal type of oceanic island arc, with the subdivision of Pongkor-type banded low sulfur gold-bearing quartz-manganese oxide vein, and the hot spring type in the superficial part. It is concluded that the deposit has great deep prospecting potential and metallogenic potential of large gold deposits.

Key words: Bayah dome; low sulfur epithermal type; Pongkor type; hot spring-type gold deposit; Indonesia

0 引言

印度尼西亚爪哇岛西部是世界上重要的金银铜等多金属矿区, 已发现的主要矿床有 Cikotok(芝科朵)

金矿、Cirotan 金矿、Pongor 金矿、Cikondang 金矿、Cibaliung 金矿。Cikotok 矿区的矿权人为中资企业, 区内产有多个金矿床(点), 帕瑟埃拉(Pasir Ela)金矿是其

收稿日期: 2020-08-19; 修回日期: 2020-09-04. 编辑: 张哲.

作者简介: 张顺洋(1969—), 男, 高级工程师, 从事国内及东南亚地区地质矿产勘查工作, 通信地址: 福建省厦门市海沧区海沧农场中沧公寓海农北里 65 号, E-mail//385620128@qq.com

中的主要矿床,初期研究认为是热泉型金矿,随着工作的深入,各项地质特征显示矿床的类型为“Pongkor 型”浅成低温热液型金矿,成为大型矿床的潜力很大.

1 大地构造背景

印度尼西亚处于亚欧大陆板块、印度-澳大利亚板块与太平洋板块缝合部位的岛弧-海沟活动带,携带薄层沉积覆盖物的印度-澳大利亚板块大洋地壳沿巽他消减带向北俯冲至亚欧大陆板块边缘^[1],形成巽他-班达岛弧带及以岛弧的走向为主轴的褶皱隆起^[2]. 在岛弧带中心的爪哇岛西部,形成约 30 km×80 km 的

Bayah 穹隆(图 1). 穹隆的基底岩性为页岩和砂岩,中心地带为渐新统一中新统早期夹有灰岩和砂岩的粗糙火山碎屑岩及中性侵入岩,其形成时代为 2.0~5.7 Ma^[3]. 始于晚白垩世的俯冲碰撞,使该区成为新生代大陆边缘构造岩浆活动带,强烈的构造岩浆活动,为成矿提供了丰富的热源、矿源和有利的储矿场所,十分有利于形成金银等金属矿床^[4],宏观上具有找到大型矿床的地质前提^[5].

2 矿区地质概况

Cikotok 矿区位于 Bayah 穹隆的中南部,区内岩性

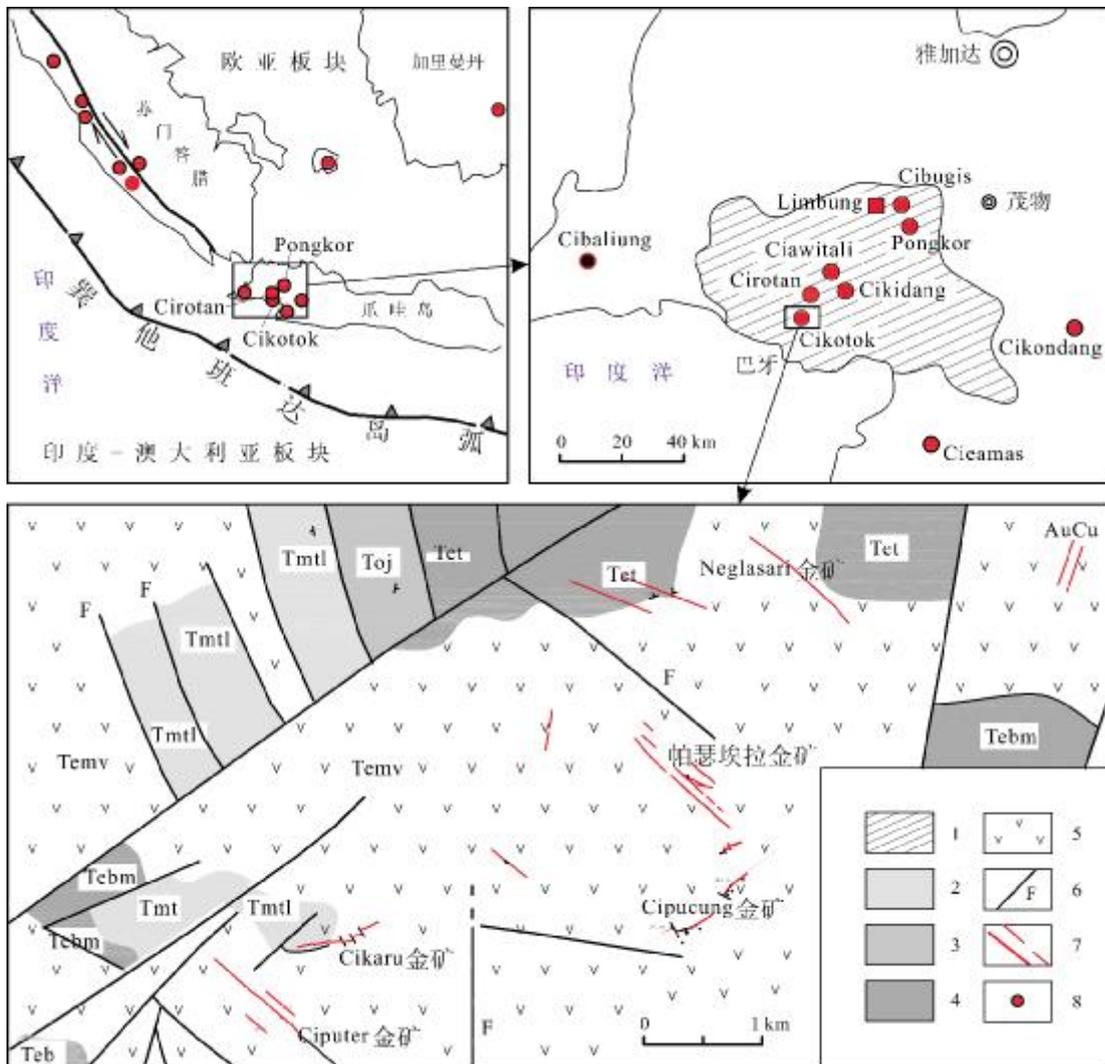


图 1 Cikotok 矿区大地构造背景及区域地质简图

Fig. 1 Geotectonic setting and regional geological sketch map of Cikotok orefield

1—Bayah 穹隆(Bayah dome); 2—中新统(Miocene); 3—渐新统(Oligocene); 4—始新统(Eocene); 5—Temv 安山岩(Tenv andesite); 6—断层(fault); 7—金银矿脉(gold-silver vein); 8—金矿床(gold deposit)

以安山岩为主,新近系沉积岩次之,岩浆岩局部出露.区内矿产主要为金银矿,伴生有铅锌.主要矿床有帕瑟埃拉(Pasir Ela)金矿、芝必中(Cipicung)金矿、内格拉萨(Neglasari)金矿、芝卜特(Ciputer)金矿等多个金矿床(图1).

2.1 区域地层

沉积岩层出露不多,主要集中于河谷等低洼处,岩性基本特征如下.

始新统:主要分布于北东区域断裂形成的河谷两侧,为 Temb、Tet 组的灰岩、泥岩、砂岩、砾岩等.

渐新统:沿西部河谷零星分布,为 Toj 组的砂岩、砾岩、角砾岩等.

中新统:分布于西部,地层为 Tmt、Tmtl 组的灰岩、泥岩、砾砂岩等.

2.2 火山岩、岩浆岩

区内火山岩为始新世末—中新世早期 Temv 组中性火山岩,岩性为安山质凝灰岩、安山质火山角砾岩、熔岩,分布广泛,与金银矿床成矿关系密切.区内岩浆岩出露较少,为闪长玢岩、安山玢岩等,于北部呈零星小岩体、岩脉状产出.

2.3 区域构造

Bayah 穹隆主构造为一个 30 km 宽的北北东向大构造通道,已知金矿床产于此构造中. Cikotok 矿区的主体断裂构造与穹隆区大构造通道一致,呈北东向(图1).次级断裂有南北向、北东向及北西—北西西向,断裂带内大多数充填有石英、黄铁矿等矿物,形成蚀变破碎带,并具金银矿化,为容矿(成矿)构造.

3 帕瑟埃拉矿床地质特征

矿床位于 Cikotok 矿区中部,出露地层岩性单一,为始新世末—中新世早期 Temv 组安山岩.岩石蚀变矿化强烈,受北西向次级断裂控制,矿化带呈 320°走向带状展布,长大于 1500 m,宽约 500 m(如图2).

3.1 围岩蚀变

安山岩蚀变强烈,主要有硅化、泥(高岭土)化、绢英岩化、青磐岩化,分带性明显,由内及外依次为绢英岩化—硅化带、泥化带、青磐岩化带,各蚀变带特征如下.

绢英岩化—硅化带:蚀变带位于矿床中心地带,宽度约 500 m(图2).主要蚀变有硅化、绢英岩化、泥化

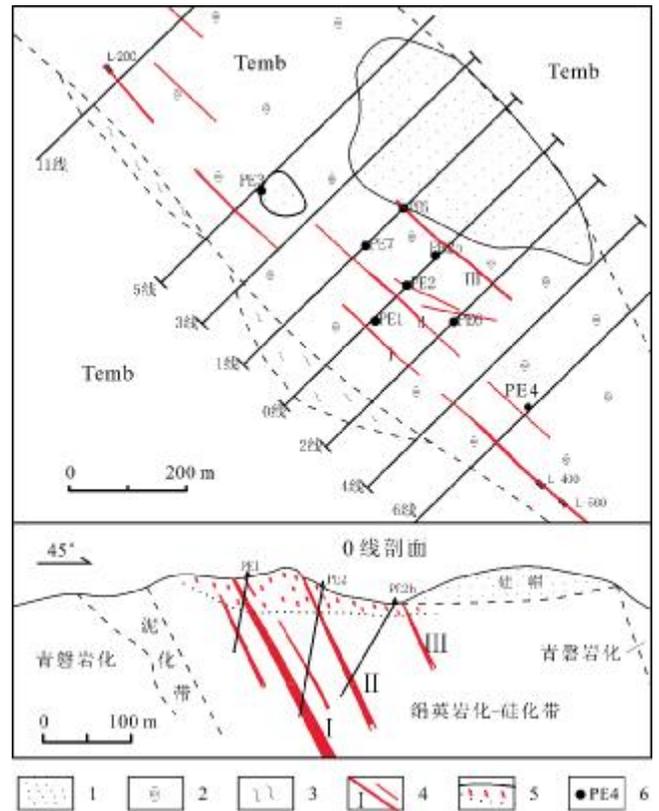


图2 帕瑟埃拉矿床地质平面及剖面图

Fig. 2 Geological map and profile of Pasir Ela deposit

1—硅帽(silicon cap); 2—硅化(silicification); 3—泥化(argillization); 4—矿脉及编号(ore vein and number); 5—网脉状贫矿体(stockwork lean orebody); 6—钻孔及编号(borehole and number)

(黏土矿化)、黄铁矿化、碳酸盐化. 蚀变带总体呈北西走向,倾向北东,带内绢英岩、石英脉发育,常呈细脉、网脉状成群产出. 带中强烈蚀变硅化处形成硅帽或硅化岩,硅帽颜色呈浅黄色、白带紫色,硅化岩呈黄白色、灰白色. 蚀变硅质物多呈弥漫状微晶质和玉髓质,部分为叶片状、梳状石英,见有微量微晶状黄铁矿呈稀疏浸染状分布于其中. 蚀变带岩石以块状、壳层状、多孔状构造为主,角砾状、晶洞状、梳状、条带状构造次之,常见有小型钟乳石状的硅质泉华、直径 0.1~0.5 m 不等的内皮壳层含金热泉洞、热泉喉道等古热泉活动痕迹.

泥化带:主要出现于绢英岩化—硅化岩带两侧,宽度在几十厘米到十几米,呈白—黄白色. 蚀变矿物有蒙脱石、高岭石、次生石英及少量黄铁矿. 以细脉状、条带状、囊状或胶结物形式分布于安山岩中.

青磐岩化带:安山岩围岩具广泛的青磐岩化蚀变.

青磐岩化以绿帘石化、绿泥石化、方解石化、黄铁矿化为主,并常见有石英细脉。

3.2 矿体产状特征

矿床的绢英岩化-硅化岩蚀变带具有金银矿化,带内发育众多含金绢英岩-石英脉、网脉,多数规模不大,脉宽以0.1~1.0 m为主,延长延深有限,倾向11~45°,倾角30~76°。石英脉含金为 1.15×10^{-6} ~ 28.38×10^{-6} ,常有特富矿包等“闹堂子”现象。脉体之间的细脉网脉具有金银矿化,系统采样金品位 0.1×10^{-6} ~ 6.80×10^{-6} ,形成一个宽约300 m、长大于500 m、深数十米的金含量 0.82×10^{-6} 网脉状为主的似层状低品位矿体。其中较大矿脉有3条,编为I、II、III号矿脉,三者近平行排列产出,以I号脉为主,特征如下。

I号矿脉:工程控制长约1100 m、最深150 m,北西走向,倾向40~45°,倾角65~70°。矿脉在地表为绢英岩-梳状石英脉,宽0.5~1.0 m,金品位 0.8×10^{-6} ~ 3.2×10^{-6} ,具尖灭再现特征,延长方向常转为线状石英脉至尖灭。向下延伸十至数十米后转变为条带状黄铁石英脉,且变宽、变富(钻探PE2于进尺155.2~176.19 m处见真厚度13.7 m、金品位 8.33×10^{-6} 、银 177.23×10^{-6} 的富大矿层)。总体矿脉呈上窄下宽特点,总平均宽度3.57 m。矿脉估算Au资源量7.2 t,平均品位 7.64×10^{-6} ,Ag资源量176 t,平均品位 186.52×10^{-6} ;深部矿石见有铅锌矿化,单样最高品位Pb 0.62%,Zn 3.14%。

II、III号矿脉地质特征与I号矿脉相似。II号脉工程控制长约500 m,控制延深90 m(钻探PE5),平均宽度3.42 m,平均品位Au 4.32×10^{-6} ,Ag 84.62×10^{-6} ;III号矿脉为钻孔PE5揭露发现,见矿于进尺0~6.2 m,真厚度5.5 m,Au品位 1.64×10^{-6} ,Ag 16.83×10^{-6} ,为孔洞状黄铁石英脉,延长大于200 m。

3条矿脉之间产有多条可利用的含金次脉。

3.3 矿石特征

3.3.1 矿石矿物

矿石矿物主要为黄铁矿,少量闪锌矿、方铅矿,偶见铜矿物。金属硫化物在矿脉浅部(绢英岩-梳状石英脉)含量较少,约1%~2%,呈细粒浸染状;深部条带状脉中硫化物含量较丰富,约2%~5%,局部达约10%,呈条带状、细脉状、浸染状。

黄铁矿:呈自形-半自形-他形结构,晶形有立方

体、五角十二面体、八面体及其聚形,粒径0.005~1.5 mm不等,浸染状、细脉状、条带状、团块状、粉末状构造。野外观察结合室内镜下鉴定,黄铁矿具有3个产出期次。早期黄铁矿产量少,自形-半自形粗粒状,粒径0.05~1.5 mm,呈星散浸染状,与青磐岩化关系密切;中期黄铁矿少量产出,半自形-他形细粒状,粒径0.005~1.0 mm,细脉状、浸染状,伴有一定金银矿化,见于绢英岩-梳状石英脉;晚期黄铁矿含量丰富,自形-半自形-他形微细粒状,粒径0.005~0.5 mm,条带状为主,细脉状、团块状、粉末状次之,共伴生有闪锌矿、方铅矿、黄铜矿/斑铜矿等硫化物,具较好的金银矿化,见于深部条带状石英脉。

闪锌矿、方铅矿:见于矿脉深部。闪锌矿中铁锰质含量很低,呈白色-浅棕色,细-粗粒,粗粒者{110}解理完全;方铅矿呈浸染状、细脉状,中细粒。

金矿物:以自然金、银金矿和金银矿为主,银的硫酸盐如螺状硫银矿等次之。矿石中Ag/Au比值较高,约为20~40,金银矿粒度极不均匀,粗者约0.5 mm,细者小于0.005 mm,大多在0.01~0.06 mm。金矿物的载体矿物以黄铁矿、石英为主,产生形式为包裹金和粒间金。

3.3.2 脉石矿物

脉石矿物有石英、冰长石、方解石、绿泥石、黏土矿物、绢云母等,少量菱锰矿。石英颜色多样,为纯白色-奶油色-淡黄色,粒度不等(从细到5 mm),呈梳状、条带状、玻璃状和块状,显示多期次生成;冰长石普遍发育于条带状石英中,呈白色至微黄色的细晶层,形成0.3~1.5 mm的条带(图3B);方解石多见于青磐岩化带,矿脉中也多有出现(图3C);矿脉近地表见有黑色粉末状锰矿物,探洞及钻孔中观察到少量菱锰矿,呈宽0.5~10 mm的粉红色、玫瑰红色的条纹产于石英条带中(图3D、E);黏土矿物主要有伊利石、高岭石、蒙脱石。

3.3.3 矿石结构构造

矿石的结构主要有自形-半自形-他形结构、交代结构。

矿石的构造在地表及浅部以块状、壳层状、多孔状构造为主,角砾状、晶洞状、梳状、泉洞状次之;中深部以条带状构造为主,细脉-网脉状、块状、角砾状、浸染状构造次之。条带状构造主要特征为浅色石英/方解

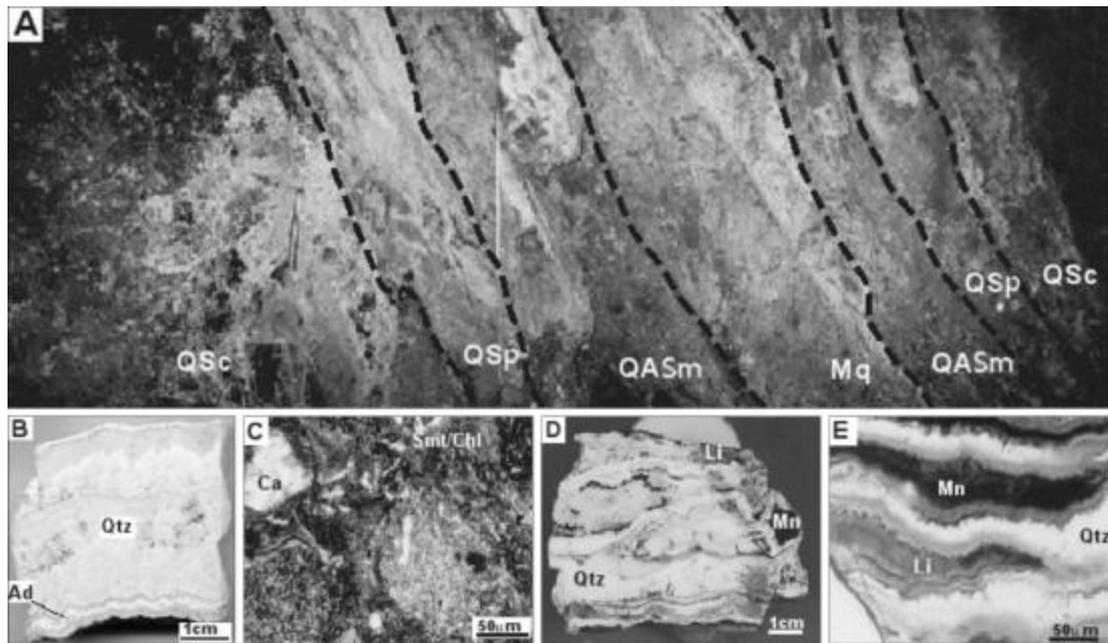


图3 不同矿化阶段矿脉及矿石显微构造

Fig. 3 Ore vein in different mineralization stages and microstructures of ores

A—L400坑道中I号矿脉(No. 1 vein in L400 adit); B、C、D、E—矿石显微构造(microstructures of ores); Qtz—石英(quartz); Ad—冰长石(adularia); Ca—方解石(calcite); Smt—蒙脱石(smectite); Chl—绿泥石(chlorite); Mn—氧化锰(manganese oxide); Li—褐铁矿(limonite)

石/冰长石条带和灰色富硫化物石英条带相间排列,条带宽2~10 mm不等,条带中见有同轴扁平状的晶洞、孔洞、皮壳构造。

4 矿化阶段划分

矿床的野外观察表明,矿脉充填体之间存在穿切关系,根据矿脉中矿物成分、结构构造及形成顺序等可以确定4个矿化阶段(图3A),形成相应的矿物组合。

石英-蒙脱石-绿泥石阶段(QSc):该阶段的特点为安山岩围岩青磐岩化并充填有网状石英脉。主要矿物有石英、蒙脱石、绿泥石、绢云母、高岭石,少量碳酸盐等,见少量细—中粗粒浸染状的黄铁矿,金银矿化微弱。

石英-绢云母-黄铁矿阶段(QSp):该阶段形成脉体上部绢英岩-梳状石英脉及下部脉体(局部)两侧的绢英岩带,呈梳状、胶状、块状和条带状构造。主要矿物有石英、绢云母,伴有蒙脱石、冰长石等。黄铁矿含量约2%,金银矿化较强,偶有富金矿包。

石英-冰长石-硫化物-含锰矿物阶段(QASm):该阶段形成矿脉的主体,出现大量的冰长石、丰富的硫化物和含锰矿物,少量的蒙脱石、绢云母。石英呈白色—

白黄色的条带状、胶状和梳状;硫化物含量约2%~10%,以黄铁矿为主,伴有闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等,呈灰色、浅灰色的微细粒—粉末状,以条带状、块状及浸染状产于石英-冰长石条带中;含锰矿物主要为菱锰矿,产于石英条带的表层或与石英条带互层产出,部分风化形成锰氧化物。该阶段金银矿化较强,并伴有锌、铅等多金属矿化。

无矿块状石英阶段(Mq):矿物成分主要为石英,白色—淡黄色,呈块状、松散结晶状,产于脉体中心部位,不具金属矿化,宽度数厘米至数米不等,膨大处常形成无矿段。

5 成因分析

从帕瑟埃拉金矿的构造背景、时间空间分布、成矿环境及蚀变矿化特征等可以得出,成因类型为浅成低温热液型(冰长石-绢云母型)^[6]。按文献^[7]分类,矿床为产于新生代大洋岛弧的岩浆弧型低硫浅成低温石英Au-Ag型金矿床。

西瓜哇的浅成低温热液型金矿的典型矿床以Pongkor金矿和Cirotan金矿为代表,又被称为“Pongkor型”和“Cirotan型”^[8]金矿。

Pongkor 金矿为低硫含金石英锰氧化物矿脉,包括 4 条近平行条带状含金石英主矿脉,主矿脉之间有可开采利用的次脉,寄主围岩为安山岩。主要特征是低硫化物含量^[9],富含金和锰矿物^[10],金以银金矿的形式与锰氧化物共生于条带状石英方解石脉中。矿石矿物以银金矿为主,含有明金、螺状硫银矿、辉银矿、少量黄铁矿和闪锌矿。成矿温度 180~220 °C(包裹流体)^[11]。划分为 4 个矿化阶段:碳酸盐-石英阶段、碳酸锰-石英阶段、条带状块状石英阶段和灰色硫化物-石英阶段^[12]。硫化物矿物在矿化早期(前 3 个阶段)中一般占矿脉体积的 1%,在成矿晚期形成一条 1~2 mm 宽黑色硫化物带。

Cirotan 金矿为低硫化浅成低温热液型金矿床^[13-14],断裂控矿。矿脉为以角砾状构造为主的单脉矿体,为含金破碎蚀变带型,产于宽达 30 m 的断层中。赋矿围岩为石英闪长岩。矿体主要特征是含有丰富的硫化物矿物和帽状(鸡冠)角砾岩,伴生有闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黑钨矿、锡石等^[15]。富含锰矿物(碳酸锰),主要聚集在靠近鸡冠角砾岩核心的内部粉红色带内^[13]。成矿温度(包裹流体)207~292 °C。成矿后期,锡钨、金银拥有属性复杂的多金属组合,逐渐富集^[14]。分为有 5 个矿化阶段:围岩硅化阶段、硅质角砾岩阶段、杂岩角砾岩阶段、高品位脉阶段和晚期石英阶段^[16]。

帕瑟埃拉金矿在矿物组合、矿化特征、矿脉产状特征及矿石结构构造等方面与 Pongkor 金矿相似,可认为是“Pongkor 型”的低硫含锰石英脉型金矿。但其硫化物含量相对较高,矿床未测包裹流体温度,参考相邻的 Cirotan 矿床 207~292 °C 的包裹流体温度及北邻的内格拉萨中西矿段 251~276 °C^[17] 的均一法测温数据,推测帕瑟埃拉金矿成矿温度相对较高,使成矿热液含有较高的硫化物,故而深部共伴生有锌铅等贱金属,兼具有“Cirotan 型”的某些特征。

此外,帕瑟埃拉金矿浅表部存在一个形成于 QSp 矿化阶段、以绢英岩-梳状石英网脉为主的低品位似层状矿体,从矿床地表存在有硅帽、硅化岩、泉华、热泉洞、热泉喉道等古地热系统活动的痕迹,及其围岩蚀变、SiO₂ 产出形式、矿石组构、金银赋存状态等方面分析,该矿体成因类型可归为低硫化系统的热泉型金矿^[18-19],与福建中部尤溪太华山金矿相似^[20]。

综上所述,帕瑟埃拉金矿成因为岩浆弧型低硫浅

成低温石英 Au-Ag 型矿床,再进一步细分可归为“Pongkor 型”低硫含金石英锰氧化物矿脉型金矿,浅表部位为热泉型金矿。

6 成矿潜力

热泉型的矿体使得矿床浅表部的矿脉偏小而杂乱,影响了矿床的初期评价。“Pongkor 型”金矿的认识明确了该矿的找矿思路,多个钻探及探矿坑道的布设实施均有见矿,且有变厚变富趋势,显示矿床深部有较好的连续性和含矿性。Ⅲ号矿脉的发现说明硅帽下有隐伏矿体,从而显示矿床深部找矿的良好前景。

Bayah 穹隆内的“Pongkor 型”金矿都为大型。如 Pongkor 金矿,包括 4 条近平行主脉,长大于 950~1500 m,厚度 1.6~7.8 m,仅在向下垂深 200~250 m 的范围内即查明金 98 t,银 1026 t,平均品位分别为金 16.4×10⁻⁶ 和银 171.2×10⁻⁶; Cikidang 金矿,包括 4 条亚平行主脉,长大于 1000 m,厚度 0.7~3 m 不等,平均品位分别为金 14.3×10⁻⁶ 和银 79.9×10⁻⁶^[21]。基于上述分析,预测帕瑟埃拉金矿的中深部找矿潜力巨大,具有大型浅成低温冰长石-绢云母型金银矿的成矿远景。

参考文献(References):

- [1] Othman D B, White W M, Patchett J. The geochemistry of marine sediments, island arc magma genesis, and crust-mantle recycling[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 1989, 94(1/2): 1-21.
- [2] 王承书. 东南亚的活动俯冲和碰撞[J]. *沉积与特提斯地质*, 2002, 22(1): 92-112.
Wang C S. Active subduction and collision in Southeast Asia[J]. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 2002, 22(1): 92-112.
- [3] Kusnana D S, Panggabean H. The tertiary geology of Bayah Area in relation to the evolution of west Java[J]. *AAPG Bulletin*, 1994, 78(3): 21-24.
- [4] 杨牧, 彭省临, 邵拥军. 东南亚大型-超大型浅成低温热液金矿床成矿地质特征研究[J]. *大地构造与成矿学*, 2000, 24(3): 224-230.
Yang M, Peng S L, Shao Y J. A study on the geological characters of giant-supergiant epithermal gold deposits in Southeast Asia [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 2000, 24(3): 224-230.
- [5] 刘书生, 杨永飞, 郭林楠, 等. 东南亚大地构造特征与成矿作用[J]. *中国地质*, 2018, 45(5): 863-889.
Liu S S, Yang Y F, Guo L N, et al. Tectonic characteristics and metallogeny in Southeast Asia[J]. *Geology in China*, 2018, 45(5): 863-889.
- [6] 沙德铭, 苑丽华. 浅成低温热液型金矿特点、分布和找矿前景[J]. *地*

- 质与资源, 2003, 12(2): 115-124.
- Sha D M, Yuan L H. The characteristics, distribution and prospect of epithermal gold deposits[J]. *Geology and Resources*, 2003, 12(2): 115-124.
- [7]江思宏, 聂凤军, 张义, 等. 浅成低温热液型金矿床研究最新进展[J]. *地学前缘*, 2004, 11(2): 401-411.
- Jiang S H, Nie F J, Zhang Y, et al. The latest advances in the research of epithermal deposits[J]. *Earth Science Frontiers*, 2004, 11(2): 401-411.
- [8]Marcoux E, Milési J P. Epithermal gold deposits in West Java, Indonesia: Geology, age and crustal source [J]. *Journal of Geochemical Exploration*, 1994, 50(1/3): 393-408.
- [9]Milési J P, Marcoux E, Sitorus T, et al. Pongkor (West Java, Indonesia): A Pliocene supergene-enriched epithermal Au-Ag-(Mn) deposit[J]. *Mineralium Deposita*, 1999, 34(2): 131-149.
- [10]Basuki A, Sumanagara D A, Sinambela D. The Gunung Pongkor gold-silver deposit, West Java, Indonesia[J]. *Journal of Geochemical Exploration*, 1994, 50(1/2/3): 371-391.
- [11]Imai A, Motomura Y, Watanabe K. Characteristics of gold mineralization at the Ciurug vein, Pongkor gold-silver deposit, West Java, Indonesia[J]. *Resource Geology*, 2005, 55(3): 225-238.
- [12]Imai A, Watanabe K. Origin of ore-forming fluids responsible for gold mineralization of the Pongkor Au-Ag deposit, West Java, Indonesia: Evidence from mineralogic, fluid inclusion microthermometry and stable isotope study of the Ciurug-Cikoret veins [J]. *Resource Geology*, 2007, 57(2): 136-148.
- [13]Leroy J L, Hube D, Marcoux E. Episodic deposition of Mn minerals in Cockade breccia structures in three low-sulfidation epithermal deposits: A mineral stratigraphy and fluid-inclusion approach[J]. *The Canadian Mineralogist*, 2000, 38(5): 1125-1136.
- [14]Wagner T, Williams-Jones A E, Boyce A J. Stable isotope-based modeling of the origin and genesis of an unusual Au-Ag-Sn-W epithermal system at Cirotan, Indonesia [J]. *Chemical Geology*, 2005, 219: 237-260.
- [15]Marcoux E, Milesi J P, Sohearto S, et al. Noteworthy mineralogy of the Au-Ag-Sn-W (Bi) epithermal ore deposit of Cirotan, West Java, Indonesia[J]. *The Canadian Mineralogist*, 1993, 31(3): 727-744.
- [16]舟山. 印度尼西亚爪哇西部 Cirotan 浅成热液银金矿脉的成矿多期演化[J]. *国外铀地质*, 1994, 11(4): 318.
- Zhou S. Multi-stage evolution of Epithermal silver-gold veins in Cirotan, Western Java, Indonesia[J]. *Uranium Gold Geology Abroad*, 1994, 11(4): 318. (in Chinese)
- [17]徐晓璐, 高建国, 张利军. 印度尼西亚西爪哇内格拉萨金矿区古成矿流体研究[J]. *科学技术与工程*, 2012, 12(9): 2004-2007, 2013.
- Xu X L, Gao J G, Zhang L J. The ancient ore-forming fluids study of Neglasari mine in West Java, Indonesia[J]. *Science Technology and Engineering*, 2012, 12(9): 2004-2007, 2013.
- [18]侯宗林. 我国热泉型金矿成矿地质背景与找矿前景[J]. *地质与勘探*, 1992, 28(3): 1-6, 38.
- Hou Z L. Geological setting and exploration prospect of hot spring type gold deposits in China[J]. *Geology and Exploration*, 1992, 28(3): 1-6, 38.
- [19]芮宗瑶, 沈建忠. 热泉型矿床研究进展[J]. *矿物岩石地球化学通讯*, 1992(3): 147-152.
- Rui Z Y, Shen J Z. Research progress of hot spring deposits [J]. *Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry*, 1992(3): 147-152. (in Chinese)
- [20]黄亚南. 闽中太华山热泉型金矿成矿背景及地质特征[J]. *地质与勘探*, 1999, 35(6): 30-33.
- Huang Y N. Metallogenic background and geological characteristics of the Taihuashan hot spring gold deposit in central Fujian[J]. *Geology and Prospecting*, 1999, 35(6): 30-33.
- [21]Rosana M F, Matsueda H. Cikidang hydrothermal gold deposit in Western Java, Indonesia[J]. *Resource Geology*, 2002, 52(4): 341-352.