

老挝琅勃拉邦帕奔金矿地质特征及找矿标志

邵长亮

(天津华北地质勘查局,天津,300170)

摘 要: 老挝帕奔金矿处于云南三江成矿带南延部分,区域上是重要的铁、铜、金矿集中区。目前矿区共发现五条金矿体,其赋矿围岩为下二叠统海相碳酸盐岩,均产于北北东向的韧性剪切带裂隙和北北西向次级构造裂隙中。矿区以发育碳酸盐化为特征,按碳酸盐的产出特征可将金矿体分为蚀变岩型(碳酸盐呈微细脉或复脉)、构造破碎带型(碳酸盐呈胶结物)和含金方解石脉型(碳酸盐单脉含矿)3类。金主要呈包裹金或裂隙金分布于方解石、黄铁矿等矿物及其显微裂隙中。经初步研究,笔者认为该矿床为构造中低温热液型金矿,并从地层、构造和蚀变角度提出了找矿标志,以期对三江成矿带找矿有一定的启示作用。

关键词: 帕奔金矿;地质特征;矿床特征;找矿标志;老挝

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2011)03-0203-07

帕奔金矿位于琅勃拉邦省巴乌县帕奔村一带,南西距琅勃拉邦省会城市约50 km,13号公路从工作区西侧通过。上世纪九十年代,彭一久等在该区域先后实施了区域矿产地质调查、地质草测、水系沉积物、重砂及Bleg采样的扫面工作,发现了多个金高值点;又对帕奔金矿已发现的矿(化)体开展了大比例尺地质草测,同时用槽井探工程对矿体进行地表揭露,对个别矿体实施了钻探控制^[1]。近期,笔者工作团队在帕奔金矿区再次开展了槽探、浅井、钻探、坑探、土壤次生晕剖面、岩石地球化学测量、老硐调查等大量工作,取得了可喜的找矿成果^[2-3]。本文中,笔者总结了该矿床特征,并与我国的“三江”成矿带找矿成果做了简单对比。

1 区域地质概况

帕奔金矿处于云南“三江”(怒江、澜沧江、金沙江)成矿带往南延伸部分,从板块构造来讲,该区位于南部的冈瓦纳大陆和北部的劳亚大陆交接的复杂地带,由多条缝合带和其间多个大小不等的中间地块组成,是重要的矽卡岩型、斑岩型及构造破碎蚀变岩型、热液型铁、铜、金矿集中区。

本区大地构造上处于琅勃拉邦-梨府(泰国)华力西褶皱带。西北以琅勃拉邦弧形板块缝合线为界

与丰沙里-帕府(泰国)中生代拗陷带为邻,南东以普雷山弧断裂带为界与川圹-长山华力西褶皱带拼合(图1)。

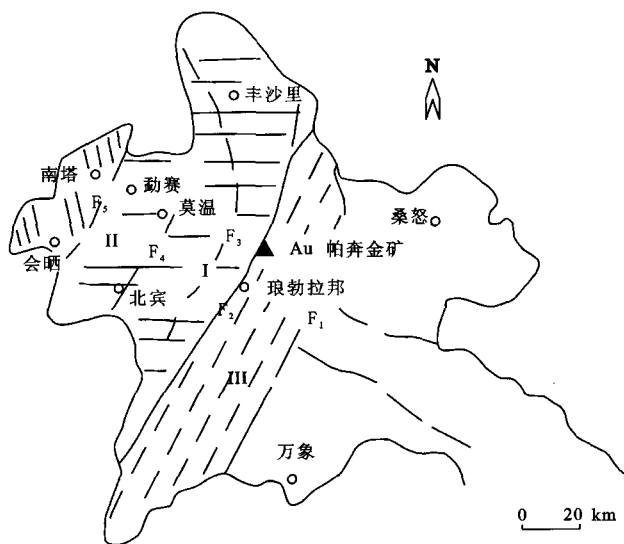


图1 老挝西北部区域构造地质简图^[1]

Fig.1 Structural geological map of the northwestern Laos

F₁.普雷山弧形断裂带; F₂.琅勃拉邦弧形断裂带;
F₃.南乌江弧形断裂带; F₄.莫温弧形断裂带;
F₅.南塔弧形断裂带; I.景洪-会晒华力西
印支岛弧带; II.丰沙里-帕府中生代凹陷带;
III.琅勃拉邦-梨府华力西褶皱带

收稿日期: 2011-05-31

基金项目: 中央地质调查基金国外矿产资源勘查基金资助(20100459)

作者简介: 邵长亮(1983-),男,毕业于中国地质大学(北京),现就职于天津华北地质勘查局,从事矿产资源勘查评价和管理的工作,Email:senonshao@gmail.com。

2 矿区地质特征

2.1 地层

测区处于老挝境内的莫边府-琅勃拉邦板块缝合线旁侧,北东向区域性大断裂贯穿全区,除第四系洪积、冲积物外,主要出露安山岩、砂岩、石灰岩三种岩石(图2),由老到新分述如下(图3):

(1)下二叠统(P_1),分布于区域中部,为不规则透镜状海相碳酸盐岩。下部为黑灰色石灰岩夹生物碎屑灰岩和黑色泥质页岩,上部为灰色、灰白色石灰岩、白云岩夹大理岩,组成陡峭山脊。帕奔金矿区含金方解石脉型、构造蚀变岩型金矿赋存于此层中。

(2)中二叠统火山岩(P_2),分布于区域西北部,为一套喷溢相火山岩-灰绿色安山岩、安山质凝灰(熔)岩,局部夹辉绿岩、闪长玢岩,普遍见绿泥石化、绢云母化,常见细粒浸染状黄铁矿,和下二叠系(P_1)灰岩之间的接触关系,就目前的研究均为断层接触。 Cu 、 Pb 、 Zn 、 Mn 、 Co 、 Ni 、 B 、 Be 、 Cr 等元素含量较高。目前尚未有迹象显示该套火山岩地层和金成矿有一定的相关关系。

(3)三叠-侏罗系($T-J$),主要分布于区域中部及中东部,为一套陆相红层为主的细砂岩、粉砂岩夹土黄色泥岩、页岩。下部为暗红色砾岩、细砂岩、灰色砂岩、长英质细砂岩,与下伏地层中二叠统火山岩多呈断层接触。

(4)第四系(Q)红土,主要分布于区域沟谷及低洼地带。

2.2 构造

区内主构造线方向为北东向-北北东向的深断裂构造,该断裂表现为脆性剪切带,韧性变形表现为前期形成的大量糜棱岩和糜棱岩化岩石、构造透镜体和石香肠构造,一系列的糜棱面理、剪切面理和S-C组构等(图4)。脆性变形包括大量构造角砾岩、挤压破碎带等,以及沿早期面理形成的一系列剪切滑动面和断层带。可推断该剪切活动包含从韧性向脆性的转化特点,活动时间较长。

脆性剪切带在灰岩地层中形成了不同方向的次级断裂构造,由此组成了测区的复杂断裂构造体系,北北西向和北北东向断裂是矿区主要的控矿构造(图2),且在两组构造交汇的破碎带易形成富矿透镜体。

2.3 火山岩体

区内未见较大的侵入岩体,仅在其北西部出露

喷溢相火山岩,岩石主要是安山岩及安山质凝灰(熔)岩,局部夹辉绿岩、闪长玢岩,安山岩呈灰色-灰绿色,斑晶很少,基本呈隐晶质,具弱青盘岩化蚀变;安山质凝灰(熔)岩常含次圆状、次棱角状岩屑。化探成果显示, Cu 、 Pb 、 Zn 、 Mn 、 Co 、 Ni 、 B 、 Be 、 Cr 等元素含量明显高于南东部砂岩,在安山岩中也发现了金矿化蚀变构造破碎带。

3 地球化学特征

3.1 水系沉积物特征

Au 、 Hg 、 As 、 Cd 、 Sb 等元素异常可作为本区寻找金矿的直接标志, Cu 、 Pb 、 Zn 、 Mo 、 Ti 、 Mn 、 Ni 、 V 等元素异常可作为本区寻找金矿的间接标志。

(1)元素 As 、 Au 、 Bi 、 Cd 、 Hg 、 Mo 、 Sb 在北东向主构造带的灰岩地区呈高背景值分布,而在其两侧凝灰岩和砂岩均呈低背景值分布。

(2)元素 Ag 、 B 、 Be 、 Co 、 Cu 、 Cr 、 Mn 、 Ni 、 Ti 、 Tl 、 V 、 Zn 在凝灰岩(主构造带西侧)中呈中高背景值分布,而在砂岩(主构造带东侧)中呈低背景值分布,但元素 Pb 的分布相反。

(3)元素 Au 、 As 、 Bi 、 Cd 、 Hg 、 Mo 、 Sb 反映了构造活动的特点,说明该区段低温热液型金矿与构造活动关系密切。

3.2 土壤测量特征

通过对矿区土壤地球化学剖面次生晕样品的分析统计,由表1可以看出:矿区土壤微量元素与岩石微量元素具有相似的特征,最大的不同是微量元素的变异系数大大降低;同时,成矿和伴生元素的浓集克拉克值更高。说明表生作用大大均化了多数元素在土壤中的分配性状,但成矿和伴生元素有进一步富集成矿的趋势—即红土型金矿。

4 矿床地质特征

4.1 矿(带)体特征

区内分为5条矿(带)体,北部0-20线区域为I、V矿化带,为最重要的两条矿(带)体,占总资源量的75%以上,其它矿化蚀变带自北向南依次编号为II-IV矿化蚀变带。

I号矿化蚀变带位于帕奔灰岩区的东侧,表现为一组雁列分布的、方向大致 20° 、倾向陡东或陡西、宽度2~4m的含方解石脉及蚀变围岩的岩石组合,目前圈定了4条金矿体。II号矿化带岩石地球化

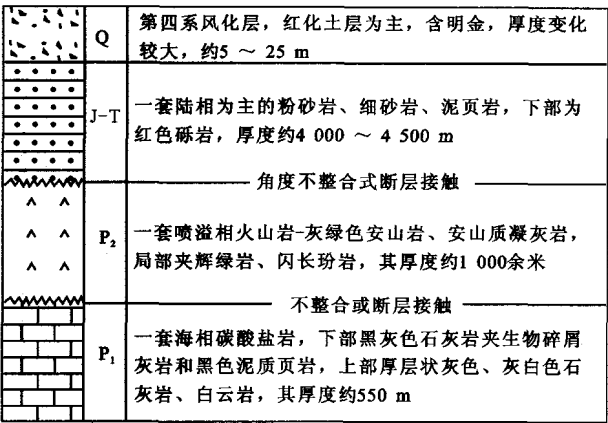


图3 帕奔矿区地层柱状图

Fig.3 The geologic column of the Phabon deposit

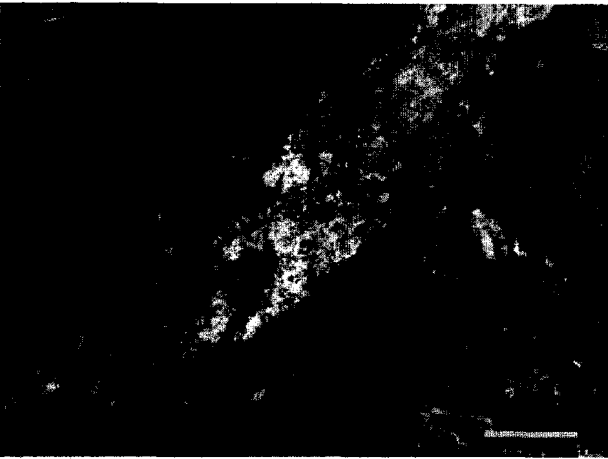


图4 灰岩中的糜棱结构、透镜状构造

Fig.4 Mylonite texture and lens structure in the limestone

学测量结果显示As、Hg等元素浓集中心也呈NNE向带状展布,深部揭露到NNE20°的压扭性构造、NE40°的强片理化带和NE60°的张性断裂构造,该矿化蚀变带中岩石破碎,蚀变主要受NNE20°的压扭

性构造控制,圈出金矿体2条。III号矿化带位于砂岩灰岩的接触带附近,规模较小,表现为北东和北北西向破碎带含矿,蚀变以高岭土化为主,局部红化强(据有关研究成果红化可能与赤铁矿、菱铁矿有关)。IV号矿化带位于矿区的西南角至矿区中部,呈走向20~40°方向展布,断续延长约1000m,沿走向宽窄不一(10~60m),且被三条近EW、NNW走向的横断层错断成为四段,该蚀变带为区内规模最大的矿化蚀变带,带中岩石主要由碎裂灰岩、片理化灰岩、角砾岩和弱红化、碳酸盐化蚀变灰岩组成(与围岩呈渐变关系),主要沿灰岩与砂泥岩接触带附近的灰岩一侧展布,受控于NNE-NE向韧-脆性剪切带,不同地段常表现为构造透镜体、片理化构造蚀变带或蚀变构造角砾岩带,该矿带圈定出两条金矿体。V号矿化带产状260~270°∠40~50°,长约500m,条带状,蚀变主要为碳酸盐化,灰岩中穿插有缓西倾的碳酸盐脉,少红化。其空间位置大致和I号矿化蚀变带相同,产状相交,分别属于该区不同阶段的构造活动及热液蚀变的产物。

4.2 矿石特征

4.2.1 矿石矿物成分及组构

矿石矿物成分较简单,金属矿物主要为少量的黄铁矿,其次有少量赤铁矿、菱铁矿、针铁矿等。表生矿物主要为少量的褐铁矿。

含金矿物主要是自然金,可见金颗粒大小多在0.01~1.00mm,最大可达2mm,主要呈片状、小颗粒状,包裹状等赋存于方解石脉及其裂隙中。

金主要呈包裹金和裂隙金两种形式存在。包裹金主要分布于黄铁矿中。裂隙金主要分布于方解石、黄铁矿等显微裂隙中。方解石是金的主要载体矿物。

表1 帕奔矿区土壤微量元素特征表

Table 1 Eigenvalue of the soil trace elements in the Phabon deposit

元素	Au	Bi	As	Cd	B	Sb	Hg	Ag	Pb	Zn
平均值($\bar{x}$)	314.40	0.26	99.02	1.91	86.75	2.66	283.56	0.11	30.69	118.56
标准离差(S_0)	1001.10	0.16	120.06	2.92	23.31	3.11	363.66	0.03	9.27	97.12
浓集克拉克值(Q)	78.60*	87.95	58.25	12.73	8.67	5.92	3.54	1.64	2.36	1.46
变异系数(CV)	3.18	0.61	1.21	1.53	0.27	1.17	1.28	0.31	0.30	0.82
元素	Be	Co	V	Mn	Cr	Mo	Cu	Tl	Ti	Ni
平均值($\bar{x}$)	2.60	20.80	135.31	1115	71.42	0.46	36.29	0.26	4421.94	42.47
标准离差(S_0)	1.10	9.40	32.08	1002	23.06	0.43	24.32	0.19	1150.77	36.79
浓集克拉克值(Q)	1.71*	1.15	1.13	1.11	0.93	0.42	0.73	0.54	0.83	0.70
变异系数(CV)	0.45	0.45	0.24	0.90	0.32	0.93	0.67	0.73	0.26	0.87

注: $\bar{x}$ 平均值; S_0 标准离差; Q.浓集克拉克值; CV.变异系数; *.黎彤1976; Au、Hg单位为 10^{-9} ,其它为 10^{-6}

脉石矿物以方解石为主,微量石英、黑云母、绿泥石等。

矿石结构主要有:晶粒状结构、微粒结构、不等粒结构、半自形粒状结构、糜凌结构、碎裂结构、变晶结构等。

矿石构造主要有:块状构造、浸染状构造、细脉状构造、角砾构造、透镜状构造等。

4.2.2 矿石类型

矿区金矿体主要以碳酸盐为载体,按碳酸盐的产出特征可将本区金矿体分为3种类型,即蚀变岩型金矿(碳酸盐呈微细脉或复脉)、构造破碎带型金矿(碳酸盐呈胶结物)、含金方解石脉型金矿(碳酸盐单脉含矿),另外,矿区地表风化形成红土型金矿。矿石中除金之外,未见其他有害组分,利于工业选、冶利用。

4.2.3 矿体围岩

矿体上下盘围岩均为碎裂灰岩、大理岩等,碳酸盐化较强部位往往发育溶洞和泥化。围岩中金属矿化少见,局部见少量褐铁矿化、弱黄铁矿化。

5 矿床成因及找矿标志

5.1 矿床成因模式

现代构造理论认为,构造运动与变形不是单纯的机械过程,同时还引起化学过程,构造运动产生的

断裂,Au等成矿元素会被激活、迁移,进入加热的地下水中,并选择构造破碎带中有利的岩性和构造部位沉淀成矿。因此,初步认为矿床类型为构造中低温热液矿床,帕奔金矿成矿过程可划分为以下几个阶段(图5):

(1)早期剪切作用阶段:受区域挤压、剪切作用影响,岩石处于一种相对高温高压状态下,产生强烈的塑性变形。在此过程中,岩石的渗透性增大,灰岩中水和CO₂析出,和来自深源的成矿物质(可能是来源于含矿岩体,也可能来源于地幔或下地壳)共同组成含矿热液。由于此时的岩石处于高压状态,且没有产生明显的破裂,含金流体不可能作大规模的迁移,构成一个临时的、近于封闭的循环体系,成矿元素产生较大规模的活化作用。

(2)迁移阶段:韧脆性剪切变形的中期,随着构造应力的部分释放或埋藏深度的减小,剪切作用进入韧脆性变形阶段。压力的降低使早期的应力面产生裂隙和微裂隙,含矿热液迅速地向这些压力较低的微裂隙中迁移,并在裂隙附近形成中低温蚀变。

(3)沉淀阶段:韧脆性剪切作用的后期阶段,剪切带处于相对较低的温度压力环境,岩石变形由韧性向脆性转化,导致流体与围岩的反应,并使金属元素先后沉淀下来,与其他矿物组合在一起,形成金矿床。

(4)递进变形阶段:随着应力作用的进一步演

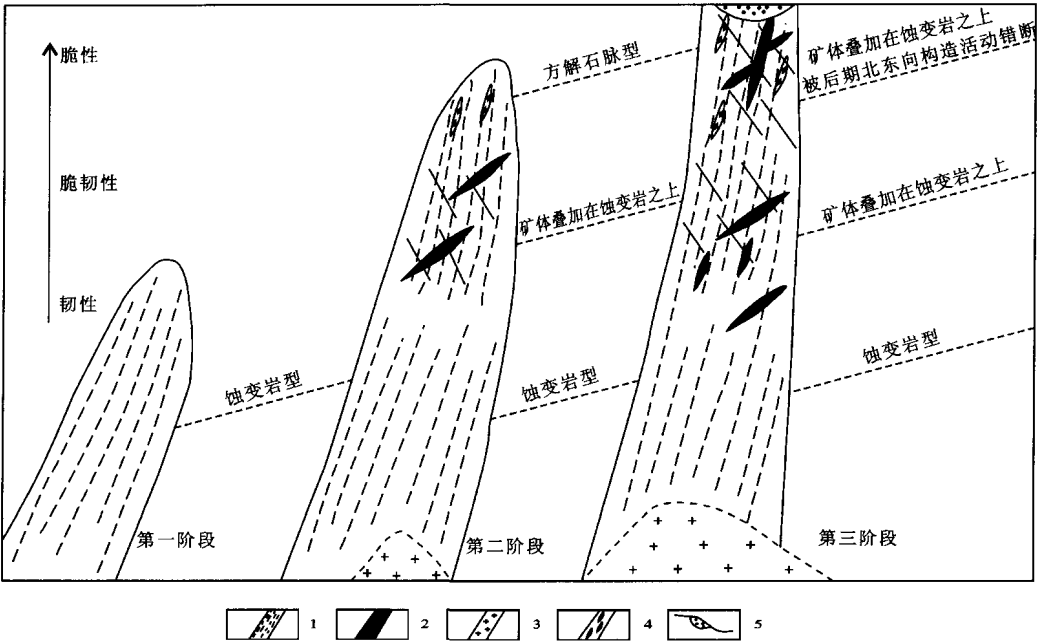


图5 老挝帕奔金矿成矿模式示意图

Fig.5 Metallogenetic modal of the Phabon gold deposit

1.蚀变岩型; 2.矿体; 3.岩体; 4.方解石脉; 5.红土型金矿

化,岩石应力场发生改变,早期的以北北西为主的含矿构造被后期北北东-北东-北东东向构造不同程度的破坏、改造。后期构造也不同程度的形成金矿体或金矿化体。

(5)地表风化阶段:金矿体上升到地表,经过长期的地表风化作用,形成红土型金矿。

成矿温度压力分析:根据矿物共生组合分析,以含方解石脉型金矿为主,属于中低温热液矿床。

5.2 找矿标志

根据帕奔金矿区矿床产出的地质背景,异常特征和矿体特征,总结以下几点找矿标志:

(1)地层标志:下二叠统(P_1),不规则透镜状,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质页岩,上部为灰色、灰白色石灰岩、白云岩夹大理岩。岩石受韧脆性剪切作用,重结晶、破碎、碳酸盐脉普遍发育,该地层是矿区的主要赋矿围岩。

(2)构造标志:韧脆性剪切带在灰岩地层中形成了不同方向的次级断裂构造,由此组成了测区的复杂断裂构造体系。北北西向、北北东向断裂是矿区主要的控矿构造,在两组构造交汇部位,构造破碎带发育的地方,矿化明显,金矿易富集,易形成富矿带。灰岩与砂岩的接触带属于构造薄弱带,变形作用强,韧脆性叠加明显,有利于成矿,同时由砂页岩构成的强变形带和灰岩构造透镜体相间分布形成了较好的导矿和储矿构造,所以沿砂岩和灰岩的接触带就是成矿的有利地段。

(3)蚀变标志:帕奔金矿化主要以碳酸盐为载体,与成矿有关的围岩蚀变主要有大理岩化、碳酸盐化、红化、泥化、高岭土化、褐铁矿化(少见,钻孔中略多)、黄铁矿化(少见)、硅化(野外不易辨认,岩矿鉴定中可见)。其中,红化和碳酸盐化最为普遍,这两种蚀变是该矿区最重要的找矿标志。

6 对三江成矿带金矿找矿的启示

目前三江成矿带南延部分已发现了几处大型矿床,其中在老挝境内的金矿主要有谱比亚(Phubia)金矿、色奔(sepon)铜金矿和班康金矿,储量均接近百吨,谱比亚金矿位于老挝中北部,是斑岩型、矽卡岩型金矿,主要赋存于硅化、强褐铁矿化的矽卡岩、灰岩中,色奔金矿位于老挝南部,为风化蚀变

岩型金矿,主要赋存于硅质绢云板岩、变质石英杂砂岩中,班康金矿位于老挝西南部,为矽卡岩型、构造破碎蚀变岩型金矿,帕奔金矿主要是与碳酸盐化有关的构造破碎蚀变岩型金矿,少硫化物,成矿与几种蚀变特征相关性并不强,在构造和蚀变特征重叠出现的部位矿物质富集,从而成为该成矿带上一新的成矿类型。色奔和帕奔金矿成矿在区域北北西向主构造带上,班康金矿成矿在区域北北东向构造带上,谱比亚金矿成矿在两组构造交汇部位,从而形成了超大型金矿床。该特征表明了金矿的构造控矿作用极为显著,成矿带除低温热液蚀变及交代作用可以直接形成金矿外,浅成低温热液循环从发生矿化围岩中提取成矿物质,使金再富集也是该矿形成的重要途径。

云南“三江”地区的金矿几乎都与中-酸性、碱性侵入岩^[4-5],特别是斑岩密切相关。前者如中甸(包括东炉房)斑岩铜金矿、镇沅金矿田蝙蝠山斑岩金矿、元阳大平金矿等,岩石化学特征可与老挝矿集区类比。从构造环境及成矿作用综合考虑,与老挝金富集区最为类似的是北衙、东炉房及九顶山多金属矿床^[5],这与何文举的研究结果^[5]相同。

7 结语

本文主要根据天津华勘老挝有限公司新近的工作研究中期成果编写,老挝金矿成矿带和富集区特征已被逐步验证,在实践上尚需对其成矿时代、源岩、成矿控矿的微观构造特征等深入研究。本文的目的之一是阐述“三江成矿带”上一种新的金矿类型,成矿期次和成矿类型与成矿带上有类似矿床,为三江成矿带金矿找矿产生一定的启示作用。

参考文献:

- [1] 彭一久,陈天佑.老挝琅勃拉邦魔鬼山金矿床地质特征[J],云南:云南地质,1997,16(2): 141-147.
- [2] 胡金财,张泰,邵长亮,等.老挝琅勃拉邦省巴乌县帕奔金矿阶段性勘探报告[R],天津华北地质勘查总院,2010.
- [3] 胡金财,张泰,邵长亮,等.老挝琅勃拉邦省巴乌县帕奔金矿普查报告[R],天津华北地质勘查总院,2009.
- [4] 葛良胜,郭晓冬,邹依林,等.云南北衙金矿床地质特征及成因研究[J],天津:地质找矿论丛,2002,17(1): 32-40.
- [5] 何文举.老挝中-东部大型铁铜金矿矿集区矿床地质一对云南“三江”地区找金的启示[J],云南:云南地质,2004,23(2): 164-178.

The Geological Characteristics and Prospecting Criteria of the Phabon Gold Deposit, Laos

SHAO Chang-liang

(Tianjin North China Geological Exploration Bureau, Tianjin 300170, China)

Abstract: Phabon gold deposit in Laos is located in the extension part of the southern Sanjiang metallogenic belt in Yunnan Province, which is an important concentrated area of iron, copper and gold deposits. Five gold orebodies have been found in this area, and the host rocks are mainly composed of Permian marine carbonate rocks. The ore-control structures include fractures of NNE ductile shear zone and NNW secondary structure. Carbonatization is the main alteration and it can be classified into three types according to their occurrences: alteration-type, structural fracture zone-type and gold-bearing carbonate vein-type. Inclusion gold and fissure gold occur in the calcites and pyrites and their fissures. Based on the investigation in the field, it is concluded that this deposit belongs to structural meso-epithermal hydrothermal type gold deposit, and some prospecting indicators from strata, structures and alteration aspects are proposed, which have an reference significance for Au prospecting in Sanjiang metallogenic belt in China.

Keywords: Phabon gold deposit; geological characteristic orebody characteristic; prospecting criteria; Laos

“泥质海岸带地质环境与海平面变化研讨会”在津召开

2011年9月15~18日,由天津地质调查中心海岸带与第四纪地质研究所组织承办的“泥质海岸带地质环境与海平面变化研讨会”在天津召开。此次会议,邀请了丹麦哥本哈根大学地理与地质研究所的Thorbjørn J. Andersen教授与美国杜兰大学的Torbjörn E. Törnqvist教授来津进行学术讲座与交流,中国地质调查局沈阳、南京和武汉地质调查中心,青岛海洋地质研究所,天津地震局及中国地质大学(北京)等单位都派代表参加了本次小型国际研讨会。

研讨会上,来自丹麦和美国的学者分别以“丹麦瓦登海的海岸带地质环境与海平面变化”和“美国密西西比三角洲海平面变化研究”为题,介绍了个人及其所在的研究团队的最新成果,并和与会代表围绕着泥质海岸带地质环境与海平面变化研究展开深入讨论。

会议期间主办方组织与会者参观了天津市古林古海岸遗迹博物馆、天津临港经济区,并实地考察了天津古海岸与湿地国家级自然保护区内的青坨子贝壳堤。

研讨会成功召开,对于提高我国泥质海岸带地质环境与海平面变化等领域的科研水平,深化国际合作有十分重要的意义。

(海岸带与第四纪地质研究所供稿)

