

# 老挝琅勃拉邦省帕奔金矿地球化学特征

牛英杰,胡金才,李孝红  
(天津华北地质勘查局,天津 300170)

**摘要:**通过对帕奔金矿床地表及其深部地球化学场特征的研究及分析,总结了该区地质地球化学异常模式,认为可根据水系沉积物及岩石地球化学异常和地质特征来圈定找矿靶位。Au、Hg、As、Tl四个元素的异常吻合性好,Au异常连续性好、宽度大、强度高,浓度分带特征明显,可作为本区寻找金矿的直接标志,Cu、Pb、Zn、Mo、Ti、Mn、Ni、V等元素异常可作为寻找金矿的间接标志;u与As、Hg、(Sb、Tl)密切相关,与其它元素不相关或相关性很低。根据异常特征和构造分布特征可确定矿体、矿化体的存在,还可以确定深部矿体、盲矿体的分布。笔者还总结了该区地球化学异常模式,对下步找矿方向进行了初步探讨。认为,1)矿区V号主矿体向南、北两侧沿走向延长方向,注意向南的砂岩层位下的灰岩中的金矿体延伸,矿区其它矿段在开展岩石地球化学测量基础上进行钻探深部找矿。2)矿区外围Au、Hg、As等组合的水系和土壤异常中,北东部的单Hg异常规模大、强度高,可先开展土壤或岩石剖面测量,根据地球化学异常模式指导下步找矿工作。

**关键词:**老挝;帕奔金矿;地球化学;异常模式;找矿方向

**中图分类号:** P618.81

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-4135(2013)02-0092-08

帕奔金矿床位于老挝琅勃拉邦省巴乌县,是云南“三江”(怒江、澜沧江、金沙江)成矿带向南延伸部分。2009年天津华北地质勘查总院开展了地球化学找矿工作<sup>[1]</sup>,由于剖面布置太少、零散,采样数量少且不系统,使当时的地球化学研究工作难以达到预期效果。最近两三年,天津华北地质勘查局老挝有限公司又在该区进行了新一轮的找矿工作,笔者参加了上述工作。本文是在这些工作中的化探成果<sup>[2-4]</sup>的基础上,对该矿V-1主矿体地表、887中段穿脉及部分钻孔实施了岩石地球化学短剖面测量,总结了帕奔金矿区地质地球化学异常模式,以期对下步找矿工作有一定的启示意义。

## 1 地质背景及矿区地质特征

帕奔金矿在大地构造位置上处于琅勃拉邦弧形断裂带,属于琅勃拉邦—黎府(泰国)华力西褶皱带,位于琅勃拉邦—黎府成矿带的中部,沿成矿带有华力西—印支期花岗岩及中酸性火山岩。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<sup>[5-6]</sup>(图1)。

区内出露地层主要有三叠—侏罗系(T-J)粉砂岩,中二叠统安山岩(P<sub>2</sub>)、安山质凝灰岩,下二叠统(P<sub>1</sub>)海相碳酸盐岩。矿区内主构造线方向为北东—北北东向的深断裂构造,该断裂表现为韧性剪切带,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。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<sup>[7-8]</sup>。

## 2 化探异常信息提取

### 2.1 化探原始数据处理

为了圈定异常位置,查明异常分布及组合特征,本次工作在区内232 km<sup>2</sup>范围内,采集了1288个水系沉积物样品,每个样品分析20种元素,即Cu、Au、Ag、Ti、Cd、Pb、B、Zn、As、Sb、Bi、W、Sn、Mo、Co、Mn、Ni、Cr、V、Tl,由华北有色地质勘查局燕郊中心实验室进行了

收稿日期:2012-12-18

基金项目:中央地质勘查基金项目;国外矿产资源勘查基金(20100459)

作者简介:牛英杰(1982-),男,工程师,现就职于天津华北地质勘查局,长期于国外从事矿产资源勘查工作,Email:365466312@qq.com。

测试。工作区内水系沉积物地球化学测量及岩石地球化学测量,以Excel、Mapgis软件为支撑,进行了勘探数据采集、编辑、处理、分析和成图等工作。

### 2.2 地球化学背景值及异常下限确定

考虑到方法的实用性、有效性、易操作,通过几种方法在工作区的试验对比,应用迭代法确定的背景值及异常下限较为合理,更有利于突出弱异常。因此,工作区背景值和异常下限的确定选用迭代法<sup>[9]</sup>。

迭代法处理的步骤:①统计出水系及岩石各区各元素原始数据的均值(X1)和标准偏差(Sd1);②按 $X1+nSd1$ 的条件剔除一批高值后获得一个新数据集,再计算此数据集的均值(X2)和标准偏差(Sd2);③重复第二步,直至无特高值点存在,求出最终数据集的均值(X)和标准偏差(S0),则X做为背景值C0, $X+nS0$  (n根据情况选1.5或2,3)做为异常下限T,最终确定出水系沉积物测量及不同异常查证区内各元素岩石地球化学的特征值<sup>[8-9]</sup>(表1)。

### 2.3 水系沉积物测量的指导意义

矿区及外围开展的水系沉积物测量,在矿区形

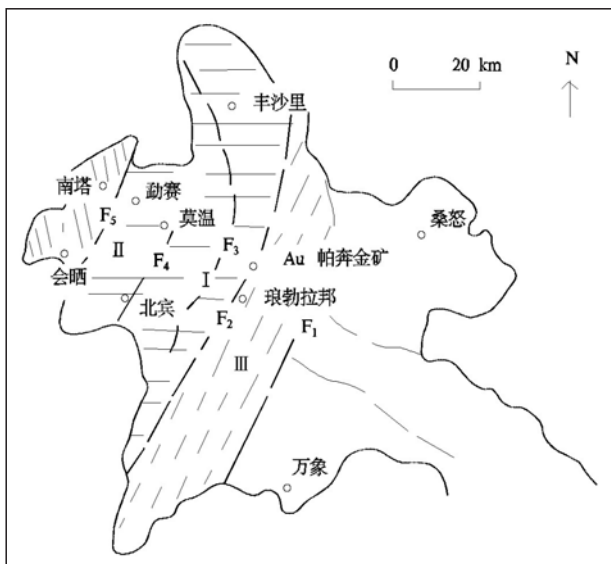


图1 老挝西北部区域构造地质简图

Fig.1 Structural geological sketch map of the northwestern Laos

F<sub>1</sub>.普雷山弧形断裂带;F<sub>2</sub>.琅勃拉邦弧形带;F<sub>3</sub>.南乌江弧形断裂带;F<sub>4</sub>.草棚温弧形断裂带;F<sub>5</sub>.南塔弧形断裂带;I.景洪—会晒华力西—印支岛弧带;II.丰沙里—帕府中生代拗陷带;III.琅勃拉邦—黎府华力西褶皱带

表1 水系沉积物测量各元素异常下限确定表

Table 1 The R type dispersion square and classification pedigree chart of the stream sediment survey

| 元素<br>(10 <sup>-6</sup> ) | 统计样品数<br>n | 背值景<br>C <sub>0</sub> | 标准离差<br>S <sub>0</sub> | 异常下限T  |       | 衬值   | 最大值<br>(Max) | 最小值<br>(Min) |
|---------------------------|------------|-----------------------|------------------------|--------|-------|------|--------------|--------------|
|                           |            |                       |                        | 统计     | 确定    |      |              |              |
| Ag                        | 1287       | 0.07                  | 0.03                   | 0.13   | 0.15  | 1.86 | 0.57         | 0.01         |
| B                         | 1286       | 75.76                 | 42.79                  | 161.34 | 160   | 2.13 | 206.99       | 12.08        |
| Be                        | 1282       | 1.78                  | 0.76                   | 3.3    | 3     | 1.85 | 5.41         | 0.1          |
| Cd                        | 1251       | 0.36                  | 0.33                   | 1      | 1     | 2.78 | 8.75         | 0.1          |
| Co                        | 1287       | 23.69                 | 17.48                  | 58.65  | 60    | 2.48 | 113.06       | 3.05         |
| Cr                        | 1287       | 81.28                 | 52.64                  | 186.56 | 180   | 2.3  | 1144.1       | 19.8         |
| Cu                        | 648        | 46.35                 | 23.98                  | 94.31  | 90    | 2.03 | 224.87       | 1            |
| Mn                        | 1287       | 749                   | 523                    | 1795   | 1800  | 2.4  | 7307.95      | 33           |
| Mo                        | 1283       | 0.41                  | 0.16                   | 1.64   | 2     | 4    | 50           | 0.01         |
| Ni                        | 1287       | 30.34                 | 33.23                  | 96.8   | 100   | 3.19 | 878.37       | 0.01         |
| Pb                        | 1287       | 23.96                 | 5.08                   | 34.12  | 40    | 1.42 | 230.14       | 13.01        |
| Ti                        | 1286       | 4062                  | 2665                   | 9393   | 10000 | 2.31 | 14600.57     | 2            |
| V                         | 1287       | 113.62                | 84.45                  | 282.51 | 280   | 2.49 | 407.64       | 14.61        |
| Zn                        | 1287       | 57.08                 | 32.51                  | 122.1  | 120   | 2.14 | 461.87       | 10.41        |
| As                        | 291        | 9.25                  | 3.76                   | 16.76  | 20    | 1.81 | 336.23       | 0.22         |
| Sb                        | 1214       | 0.41                  | 0.31                   | 1.02   | 1     | 2.49 | 7.58         | 0.05         |
| Bi                        | 1286       | 0.11                  | 0.06                   | 0.23   | 0.2   | 2.09 | 0.44         | 0.01         |
| Hg(10 <sup>-9</sup> )     | 1182       | 33.02                 | 16.48                  | 65.97  | 60    | 2    | 2465.65      | 6.07         |
| Au(10 <sup>-9</sup> )     | 210        | 4.12                  | 2.07                   | 8.26   | 8     | 2    | 1687         | 0.24         |
| Tl                        | 1283       | 0.29                  | 0.16                   | 0.61   | 0.6   | 2.1  | 4.56         | 0.01         |

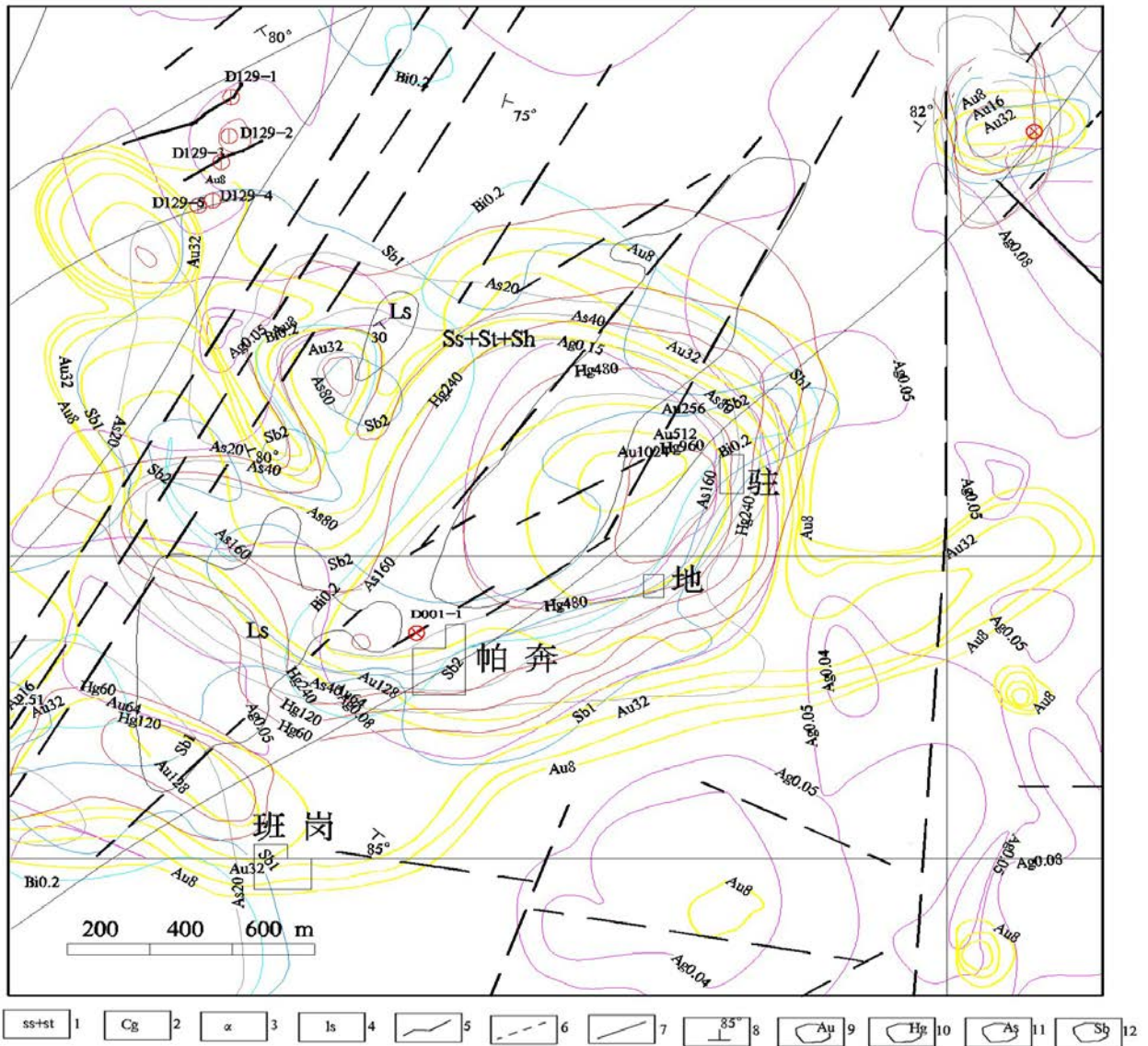


图2 帕奔金矿水系沉积物地球化学综合异常图

Fig. 2 Geochemistry comprehensive anomaly maps of stream sediment in Phabon deposit

- 1.三叠—侏罗系(T-J)粉砂岩、长英质细砂岩; 2.三叠—侏罗系(T-J)砾岩; 3.上二叠系(P2)安山质凝灰(熔)岩; 4.下二叠系(P1)灰岩、大理岩化灰岩; 5.地质界线; 6.推测断层(带); 7.实测断层(带); 8.产状; 9.水系沉积物Au异常曲线; 10.水系沉积物Hg异常曲线; 11.水系沉积物As异常曲线; 12.水系沉积物Sb异常曲线

成了以Au为主,其次为As、Hg、Sb,还伴有Cd、Bi、Zn等元素的组合异常(图2)。主要元素强度高、变异系数大、浓集中心明显,具有内、中、外带的地球化学浓度分带特征,多元素吻合性好。Au最高值为 $1687 \times 10^{-9}$ ,衬度为24.36;Hg最高值为 $1216.46 \times 10^{-9}$ ,衬度为5.17;As最高值为 $336.23 \times 10^{-6}$ ,衬度为4.76;异常面积为4.92 km<sup>2</sup>。其异常表达式为:

$$Au^{115.20}-As^{15.30}-Hg^{13.26}-Sb^{6.09}-Cd^{12.98}-Bi^{1.72}-Zn^{0.85}-Mn^{0.30}-Cr^{0.27}-Cu^{0.25}-Ag^{0.25}$$

式中元素的参数代表“面金属量”,即用异常平均值减去背景值后与异常面积的乘积,用来表征异常中各元素浓集的幅度和规模。

对水系沉积物测量样品的测试数据进行R型离差平方和聚类分析处理(图3),其分析结果再分为两大相关元素组:一组为Co、V、Cu、Ti、B、Cr、Ni、Mn、Zn、(Be、Ag),另一组为As、Sb、Au、Cd、Hg、(Bi、Mo)。第一组反映该区的岩性特征,第二组反映矿的矿化特征。

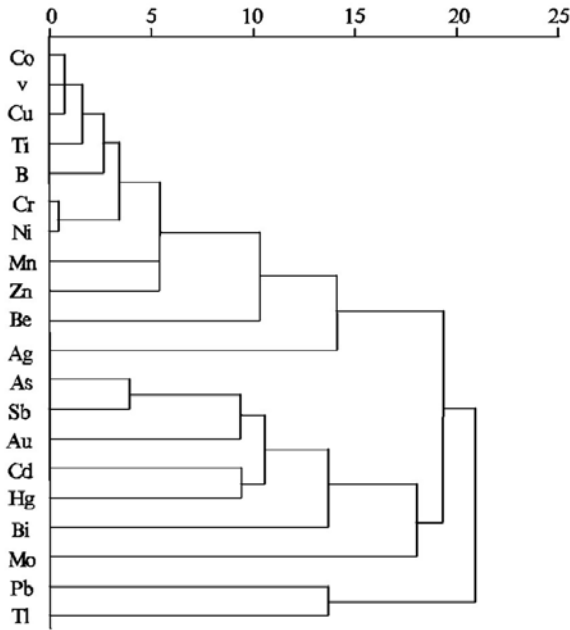


图3 水系沉积物测量R型离差平方和分类谱系图

Fig. 3 The element anomaly threshold of the stream sediment survey

因子分析提取两大主因子，与聚类分析结果相对应，B、Be、Co、Cr、Cu、Mn、Ni、Ti、Zn、V因子主要反映岩性的元素组合特征，Cd、Au、As、Sb、Bi、Hg为成矿因子，反映矿化元素组合及帕奔金矿的矿化特征。

### 3 矿区岩石地球化学特征

#### 3.1 岩石微量元素地球化学异常特征

本次工作重点研究了金矿体的围岩砂泥岩和灰岩的微量元素含量特征。由表2看出，总体上本区岩石中Au、Hg、Ag、As、Sb、Bi、Cd、Pb、Be的含量高于或远高于克拉克值和中國大陸岩石圈元素丰度，呈富集特征；而Zn、Cu、Mo、Co、V、Mn、Cr、Ti、Ni等元素低于或远低于克拉克值和中國大陸岩石圈元素丰度，预示着本区地层对金的成矿可能提供部分物质来源或者接受过金的元素叠加(表2)。

#### 3.2 矿石中微量元素特征

对V-1号矿体地表、坑道及钻孔采集了部分样品进行了光谱分析，结果如表3。

从表3看出，金矿石中Mo、Cu、Zn比丰度值还要低，Bi、Ag、Pb是丰度值的一倍，Tl是三倍，Cd是12倍，Sb是20倍，Hg是52倍，As是丰度值128倍。因此金矿石中Au、Hg、As、(Sb)是主要元素组合(表3)。

#### 3.3 887 m中段原生地球化学异常特征

V号矿体887中段2~16线的岩石地球化学异常(图4)中Au、Hg、As、Tl是主要的元素组合，吻合性好，整体呈北北东向带状展布，Au、Hg、As的异常宽度远大于矿体厚度(异常宽度是矿体的5~20

表2 矿区岩石微量元素特征表

Table 2 Trace element characteristics of the Phabon gold deposit

| 元素(10 <sup>-6</sup> ) | 样品 | Au(10 <sup>-9</sup> ) | Hg(10 <sup>-9</sup> ) | Ag     | As      | Sb      | Bi   | B     | Cd   | Pb      | Zn      |
|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|--------|---------|---------|------|-------|------|---------|---------|
| 砂泥岩                   | 12 | 17.00                 | 516.00                | 0.21   | 85.00   | 0.91    | 0.30 | 31.00 | 1.00 | 23.00   | 70.00   |
| 高岭土化泥岩                | 34 | 301.50                | 531.50                | 0.11   | 82.40   | 1.16    | 0.30 | 38.00 | 0.91 | 38.00   | 126.00  |
| 灰岩                    | 26 | 3.80                  | 147.00                | 0.11   | 21.00   | 0.84    | 0.30 | 5.00  | 0.64 | 20.00   | 27.00   |
| 红化灰岩                  | 18 | 739.50                | 62.00                 | 1.10   | 14.50   | 1.23    | 0.30 | 5.00  | 0.50 | 20.20   | 12.50   |
| 碳酸盐化灰岩                | 15 | 12.60                 | 58.50                 | 0.12   | 8.30    | 0.20    | 0.30 | 5.00  | 0.50 | 19.50   | 10.00   |
| 蚀变灰岩                  | 19 | 67.00                 | 1085.60               | 0.14   | 56.00   | 0.87    | 0.30 | 9.00  | 0.82 | 21.00   | 33.00   |
| 中国大陆岩石圈元素丰度(黎彤1997)   |    | 1.76                  | 34.30                 | 0.04   | 1.20    | 0.11    | 0.08 | 7.82  | 0.06 | 6.15    | 72.40   |
| 元素(10 <sup>-6</sup> ) | 样品 | Be                    | Co                    | V      | Mn      | Cr      | Mo   | Cu    | Tl   | Ti      | Ni      |
| 砂泥岩                   | 12 | 3.80                  | 10.00                 | 122.00 | 1044.00 | 47.00   | 0.41 | 38.00 | 0.40 | 3942.50 | 30.00   |
| 高岭土化泥岩                | 34 | 4.60                  | 22.00                 | 115.00 | 1406.00 | 54.50   | 0.40 | 37.00 | 0.42 | 4004.00 | 33.00   |
| 灰岩                    | 26 | 3.00                  | 0.70                  | 18.00  | 125.00  | 10.00   | 0.37 | 5.10  | 0.40 | 226.00  | 8.00    |
| 红化灰岩                  | 18 | 3.00                  | 1.00                  | 10.00  | 52.00   | 10.00   | 0.31 | 0.36  | 0.30 | 61.00   | 2.00    |
| 碳酸盐化灰岩                | 15 | 2.95                  | 1.00                  | 21.00  | 105.00  | 10.00   | 0.37 | 3.40  | 0.35 | 107.00  | 2.00    |
| 蚀变灰岩                  | 19 | 3.10                  | 2.70                  | 21.00  | 102.00  | 10.00   | 0.37 | 6.90  | 0.43 | 648.50  | 5.30    |
| 中国大陆岩石圈元素丰度(黎彤1997)   |    | 1.96                  | 51.30                 | 59.30  | 1020.00 | 1720.00 | 0.87 | 38.80 | 0.29 | 3100.00 | 1240.00 |

注：各元素数据为样品分析结果的加权平均值；华北有色地质勘查局燕郊中心实验室

表3 V-1矿体矿石的光谱分析结果

Table 3 Spectral analysis results of Orebody V-1

| 序号            | Au    | Mo   | Ag    | Cu   | Pb    | Zn   | As    | Sb   | Bi    | Hg     | Cd   | Tl    |
|---------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|--------|------|-------|
| 1             | 5080  | 0.69 | 0.094 | 2.05 | 4.39  | 12.1 | 76.4  | 1.25 | 0.10  | 2938   | 0.83 | 0.22  |
| 2             | 6600  | 0.73 | 0.085 | 1.68 | 1.92  | 10.3 | 34.6  | 0.45 | 0.08  | 4138   | 0.86 | 0.17  |
| 3             | 520   | 0.66 | 0.096 | 1.49 | 1.62  | 10.8 | 8.70  | 1.03 | 0.10  | 138    | 0.53 | 0.070 |
| 4             | 5400  | 0.73 | 0.075 | 7.17 | 3.78  | 12.6 | 84.1  | 0.36 | 0.10  | 1420   | 0.39 | 1.62  |
| 5             | 2300  | 0.60 | 0.073 | 2.93 | 4.75  | 10.2 | 48.1  | 0.25 | 0.08  | 505    | 0.62 | 0.81  |
| 6             | 3500  | 1.18 | 0.091 | 41.6 | 21.0  | 85.2 | 990   | 0.31 | 0.18  | 2313   | 0.14 | 3.19  |
| 7             | 1183  | 0.37 | 0.06  | 2.00 | 16.57 | 11.6 | 7.7   | 0.33 | 0.30  | 345    | 0.50 | 0.30  |
| 8             | 4924  | 0.4  | 0.07  | 2.44 | 14.64 | 12.8 | 14.7  | 0.70 | 0.30  | 514    | 0.50 | 0.37  |
| 平均值           | 959.2 | 0.5  | 0.1   | 6.5  | 10.7  | 26.7 | 154.2 | 2.3  | 0.2   | 1785.5 | 0.8  | 0.9   |
| 中国岩石圈<br>元素丰度 | 1.76  | 0.87 | 0.044 | 38.8 | 6.15  | 72.4 | 1.2   | 0.11 | 0.082 | 34.3   | 0.06 | 0.29  |

注:除Au、Hg单位为 $10^{-9}$ ,其余均为 $10^{-6}$ ,分析单位:华北有色地质勘查局燕郊中心实验室

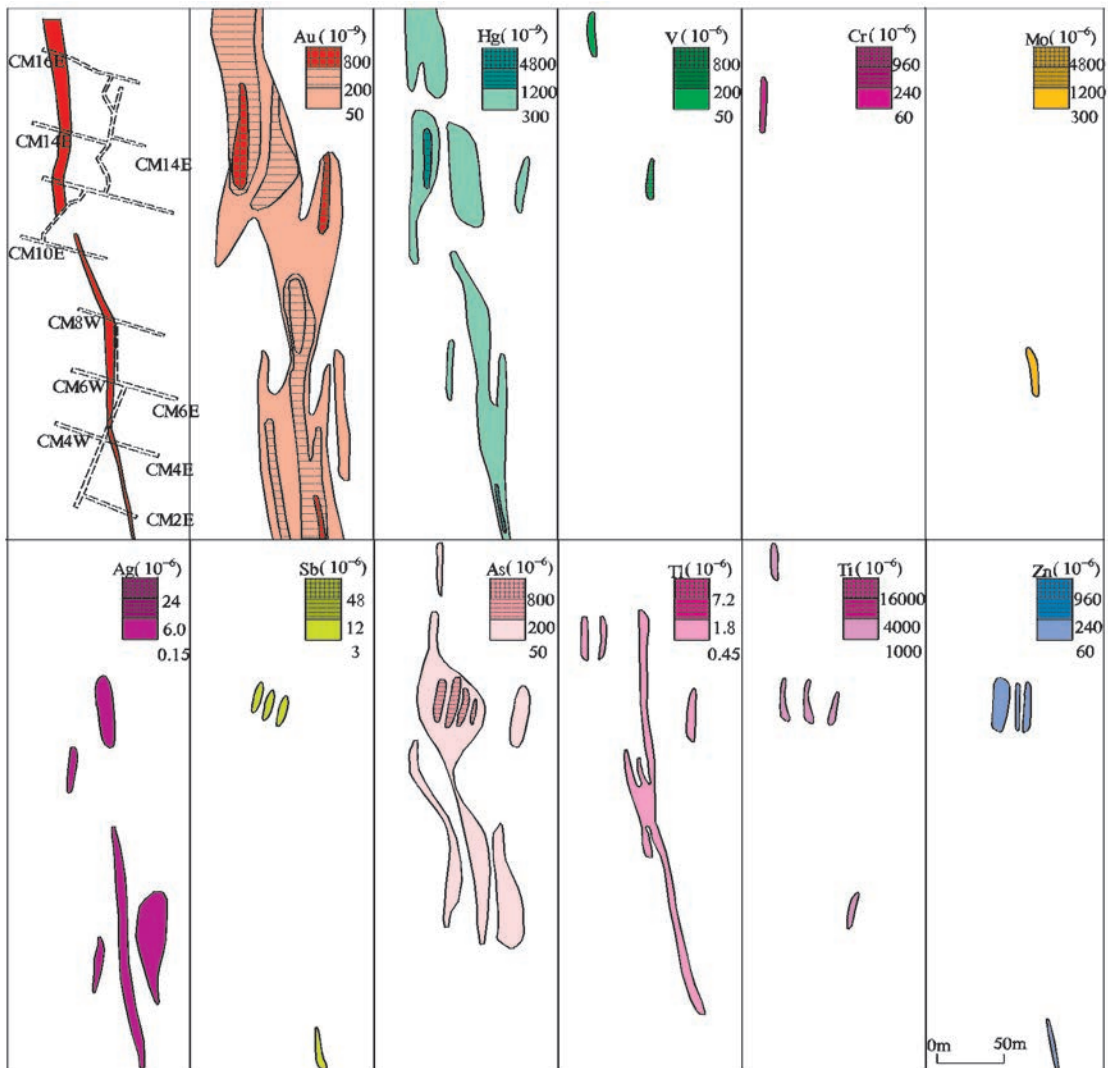


图4 V-1号金矿体887 m中段岩石地球化学异常剖析图

Fig. 4 Geochemical anomaly profile of the 887 m rock in Gold Orebody V-1

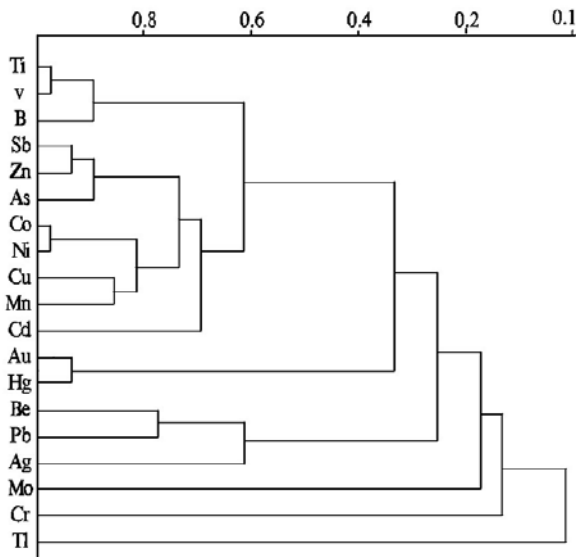


图5 V-1号金矿体887中段岩石样品  
指示元素聚类谱系图

Fig. 5 Cluster pedigree chart of the indicator elements of the 887 m rock in Gold Orebody V-1

倍),连续性好、浓度分带明显,浓集中心对应矿体的赋存部位;Tl异常宽度窄,幅度略宽于矿体。不同的是在12线—2线之间出现了较连续的Ag异常,整体呈北北东向为主,与主要元素吻合性较好;Sb、Ti、Zn、Cr、V、Mn,呈点异常零星分布,不能反映矿体特征。

该中段聚类分析结果显示(图5),Au仅与Hg高度相关,与As、Sb的关系并不密切,相反,As、Sb与Zn、Co、Ni、Cu、Mn、Cd、Ti、V、B密切相关,反映了贫硫金矿化的特征<sup>[10]</sup>。

3.2 钻孔原生晕特征(以1号勘探线为例)

由于钻探工作较多,本次选择的具有代表性的1号勘探线,其虽只有两个钻孔,但也反映了原生地球化学异常特征:元素组合简单,主要为Au、Hg、As、Tl组合,四元素吻合性好,严格沿构造带分布,异常宽度是矿体厚度的4~5倍,其中Au的内带基本反映矿体的分布(图6)。

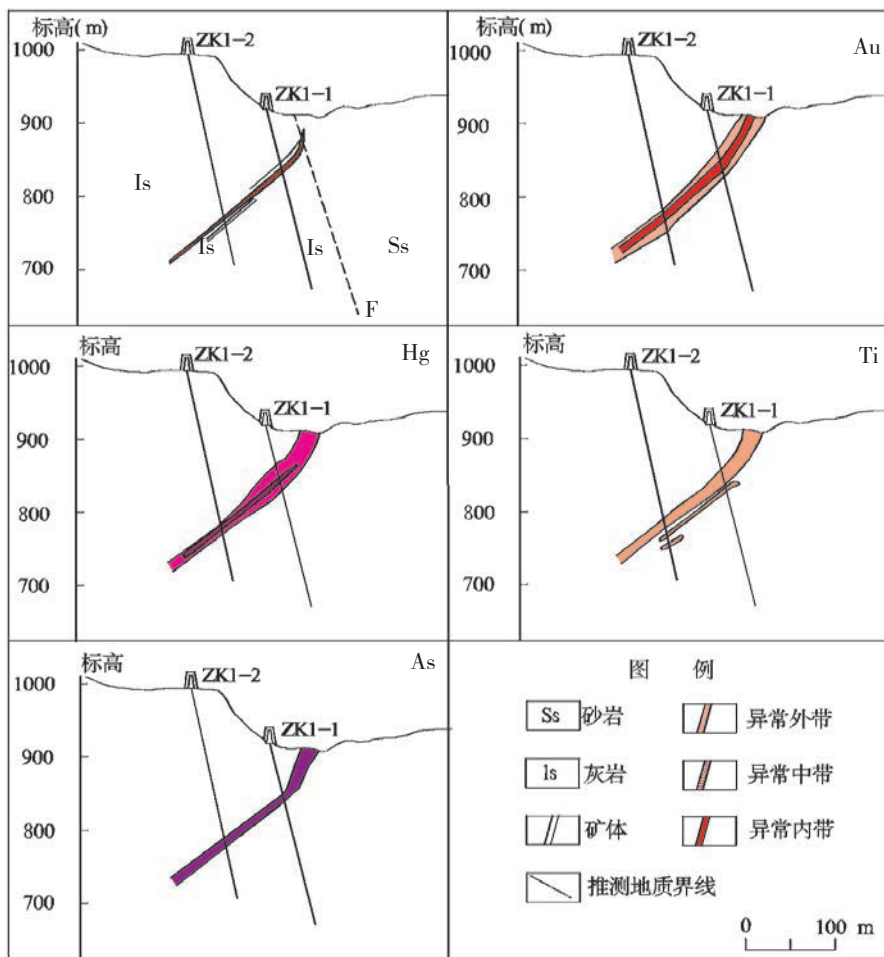


图6 帕奔金矿I号勘探线地球化学组合异常图

Fig. 6 Geochemical anomaly maps of the exploration line I in the Phabon gold deposit

## 4 地球化学异常特征分析

通过本区岩石和矿石的地球化学异常特征分析得到如下规律:

(1)除水系沉积物异常受元素迁移作用的影响外,岩石地球化学异常几乎只发育于灰岩地层中,而不是由灰岩向泥砂岩中渐变,说明灰岩的成矿专属性。

(2)Au、Hg、As、(Sb)是各类地球化学异常的主要元素组合, Au是强度最大、连续性最好的,与本区成矿元素的唯一性是对应的。

(3)Au、Hg、As、(Sb)是金矿体、矿化体的主要指示元素,其异常密切共生,通过圈定各类介质的异常,可以确定金的找矿靶区、矿化范围、矿体、矿化体的赋存部位。

(4)在V号矿体轴向分带上,自上向下形成前缘晕、矿体晕,其元素组合如下:前缘晕 Au、Hg、As、Tl (Sb、B、Co、Ti、Mn、Zn、Ni、Cu、V)—矿体晕 Au、Hg、As、Tl—矿体晕 Au、Hg(As、Ag、Ti),根据各类金矿体的原生地球化学分带序列特征,本区V号矿体自地表至887中段主要出现的是探途元素、前缘元素 Au、Hg、As、Tl组合;在纵向上,在矿体控制的南北两端,Au、Hg、As等异常并未封闭,并且其强度有加强的趋势,说明矿体向下、向南有延伸趋势且可能被砂泥岩覆盖,向北也有延伸趋势。

(5)根据因子分析结果,与金成矿有关的因子组合主要是Au、Hg、As,说明了成矿物质成分单一,金的成矿温度低<sup>[11-13]</sup>。

## 5 地球化学异常模式和找矿方向

### 5.1 地球化学异常模式

通过研究本区的地质成矿特征和异常特征,总结帕奔金矿区地质地球化学模式如下:

(1)老挝琅勃拉邦省巴乌县帕奔金矿区地球化学特征研究老挝琅勃拉邦省巴乌县帕奔金矿区地球化学特征研究,其中Au、Hg、As、Tl四个元素的异常吻合性好,Au异常连续性好、宽度大、强度高,浓度分带特征明显。地表可以根据异常特征结合构造分布特征确定矿体、矿化体的存在;深部可以根据异常特征结合构造特征确定矿体、盲矿体的分布。

(2)灰岩分布区北北西向、北东向脆性断裂、裂隙带发育,有大理岩化、碳酸盐化、红化(红化可能与

针铁矿、纤铁矿有关)、泥化等,其次有较弱的褐铁矿化、黄铁矿化、硅化,无或少硫化物。

(3)Au与As、Hg、(Sb、Tl)密切相关,与其它元素不相关或相关性很低<sup>[8-13]</sup>。

### 5.2 找矿方向

(1)矿区V号主矿体向南、北两侧沿走向延长方向,注意向南的砂岩层位下的灰岩中的金矿体延伸,矿区其它矿段在开展岩石地球化学测量基础上进行钻探深部找矿。

(2)矿区外围Au、Hg、As等组合的水系和土壤异常中,北东部的单Hg异常规模大、强度高,可先开展土壤或岩石剖面测量,根据地球化学异常模式指导下步找矿工作。

## 6 结语

本文根据天津华勘矿业投资有限公司最新的工作研究成果<sup>[2-3]</sup>及老挝琅勃拉邦省巴乌县帕奔金矿区地球化学特征研究<sup>[8-9]</sup>编写,在长期的工作实践中验证了帕奔金矿地球化学异常模式。同时在前人研究的基础上对帕奔金矿地球化学异常特征进行了分析与总结,对寻找地表及深部的矿体、盲矿体提供了依据。在以后工作中仍需加大区域地球化学异常特征、矿床成矿系统时空结构等的研究,查明区内金矿床成矿地质条件和控矿要素,揭示矿化富集特征和成矿规律,同时为老挝境内矿产地质勘查工作部署和拓展矿权选区思路提供切实的地质依据。

**致谢:**天津地质矿产研究所张文秦教授认真审阅了本文,就文章的内容提供了宝贵的修改意见,使本文得以完善;在成文过程中局地矿事业部肖成东博士、天津华勘老挝有限公司辛建伟高级工程师给予很大帮助,在此一并致以诚挚的谢意。

### 参考文献:

- [1] 宋雷鹰,熊健,蒋浩.老挝琅勃拉邦省巴乌县爬奔金矿区地球化学普查报告[R],天津华北地质勘查总院,2009.6.30.
- [2] 邵长亮.老挝琅勃拉邦帕奔金矿地质特征及找矿标志[J],地质调查与研究,2011,3:203-208.
- [3] 辛建伟,胡金才,牛英杰,等.老挝琅勃拉邦省巴乌县帕奔金矿区详查地质报告[R],天津华勘矿业投资有限公司,2012.

- [4] 李孝红.老挝琅勃拉邦省巴乌县帕奔金矿区地球化学特征研究[R],天津华北地质勘查总院,2011.
- [5] 彭一久,陈天佑.老挝琅勃拉邦省巴乌县魔鬼山金矿地质特征[J].西南矿产地志,1996(3):56-64.
- [6] 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.
- [7] 张瑞华,刘禧超,付方建等.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研究[R],天津华北地质勘查局地质研究所,2009.
- [8] 魏申义,张泰,牛英杰等.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.
- [9] 高珍权,刘继顺.小秦岭西段驾鹿金矿田矿物地球化学特征及找矿标志[J].矿物岩石,2001.6:78-81.
- [10] 刘桂阁,张秀琴,刘荫椿.内蒙古虎拉林金矿床地质地球化学特征[J].黄金地质,2003.9:55-59.
- [11] 孙冬梅,袁桂远.鄂东北地区主要成矿元素的地球化学特征及其找矿意义[J].资源环境与工程 2006.2:6-8.
- [12] 苟建德,朱从龙,谢洪春.甘肃两河口地区水系沉积物异常评价[J].物探与化探,2008.4:135-138.
- [13] 赵满寿,任亦萍,赵凯.内蒙古额济纳旗黑大山锑矿化带化探异常特征及其找矿潜力评价[J].物探与化探,2009.4:113-116.

## Study on the Geochemical Features of the Phabon Gold Deposit, Laos

NIU Ying-jie, HU-Jincai, LI Xiao-hong

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

**Abstract:** The geochemical anomaly model of the Phabon gold deposit in Laos was Summarized based on the Geochemical field measurements and analysis of surface and deep geochemical characteristics. The our elements, Au,Hg,As and Tl anomaly coincide well. Au anomaly has Good continuity with big width and high intensity, and the thickness belt is obvious, which could be a direct mark for gold hunting. The Cu、Pb、Zn、Mo、Ti、Mn、Ni、V element anomaly would be the indirect sign. The U is closely related with As、Hg、(Sb、Tl), and no relativity with other elements. The expecting targets determined with the stream sediment survey anomalies and geological condition was proved by the drilling that there are gold ore bodies there. The geochemical model is of guide significance also. It is suggested that: 1) the V Gold Ore Body maybe extend along trend with north-south direction into the limestone under the sandstone. 2) pay more attention about the Au, Hg, As element. The single Hg element anomaly scale is big with high strength, which propose soil or rock profile survey should be carried out. It would guide us the next work.

**Key words:** Phabon gold deposit; geochemistr; Anomaly pattern; Prospecting direction; Laos