

· 矿产资源 ·

# 广西深泥田金矿床地质-地球化学找矿模型

吴六灵<sup>1,2</sup>, 邓杏彬<sup>2</sup>, 周建华<sup>2</sup>, 李继贤<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 广西壮族自治区271地质队, 广西 桂林 541100)

摘要 广西深泥田金矿床是在桂东北地区新发现的硅化蚀变破碎带微细粒型金矿, 产于1:20万化探金地球化学低丰度背景区。本文介绍了深泥田金矿床发现与勘查经过、成矿地质特征、地球化学特征, 探讨了矿床不同尺度的找矿标志和找矿模型。

关键词 广西; 深泥田金矿床; 成矿特征; 地球化学异常; 找矿模型

中图分类号: P618.51; P612 文献标识码: A 文章编号: 1671-2552(2004)07-0689-06

## 1 勘查经过

广西深泥田金矿床位于荔浦县与平乐县的交界处, 是由广西第一地质队探明的中型规模的金矿床。这是通过研究区域成矿背景和多种异常而进行化探、地质工作, 并快速找到矿床的典型实例。

1997年下半年, 广西地矿局根据谢学锦院士等的地球化学块体研究成果, 认为桂东北—桂东地区有着巨大的金成矿潜力, 向广西第一地质队下达了在桂东北地区以寻找金矿为目的的1:5万水系地球化学测量任务。广西第一地质队选取了1:5万油麻口幅(北半幅) 222 km<sup>2</sup>作为靶区开展化探普查工作。靶区选取的主要依据是: ①靶区在1:20万地球化学图上表现为一个明显的局部区域的低丰度背景区中的相对高丰度背景带。在这局部区域低丰度背景区中, 南部是大面积的负丰度背景带, 北部有北东向、东西向、北西向3条金高丰度背景带在靶区会聚(图1), 认为这种现象是Au元素活化转移聚集成矿的表象。另一方面, 在靶区内作为重点工作对象的寒武系中虽没有Au异常分布, 但分布有面积大且低缓的Sb、As、Hg、Zn、Cu、Li等成矿元素或指示元素异常。②靶区位于早古生代盆地边缘<sup>[1]</sup>。靶区北部寒武系—奥陶系为斜坡相, 到靶区变成盆相, 在盆地边缘易于发

育同生断裂, 会接受大量成矿物质堆积。③靶区深部圈定有隐伏岩体, 为成矿作用提供能量。④桂东北—桂东地区寒武系是金的主要成矿层位。1998年上半年, 广西第一地质队在靶区内开展了1:5万水系测量, 圈定了深泥田Au、Ag、As元素异常, 同年7—10月对异常区开展二级查证工作, 在异常浓集中心发现了达工业品位的含金矿体。1998年10月至1999年9月对深泥田矿区开展了金矿预查, 初步确定了矿床规模。1999年9月至2001年12月, 纳入了地质大调查项目。现在矿床的氧化矿石已进行规模开采, 最低入选品位 $1 \times 10^{-6}$ , 并获良好的经济效益。

深泥田金矿床的发现, 结束了桂东—桂东北地区没有微细粒蚀变岩型金矿的历史<sup>[2]</sup>, 为该区开创了寻找金矿更广阔的前景。最可贵的是, 该矿床的探明是充分发挥不同层次专家的智慧, 决策选定靶区, 依靠理论找矿的典范。

## 2 成矿地质特征

### 2.1 构造

深泥田金矿床的大地构造位置处于扬子陆块与华夏陆块的加里东地壳对接带中部弧形转弯的南段边缘地带<sup>[3]</sup>。深部构造处于桂东北壳幔凹陷带中段。区域构造位置为桂东北弧形构造的前弧南部, 金

收稿日期 2004-03-29; 修订日期 2004-04-20

地调项目: 中国地质调查局《广西大瑶山北侧金铜铅锌多金属评价》项目(编号: 19991020084003、199910200224)成果。

作者简介: 吴六灵(1961-), 男, 博士, 高级工程师, 从事区域地质矿产调查工作。E-mail: wuliuling@sina.com

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

秀—连平EW向壳断裂与荔浦—祁东NE向壳断裂的交会部位。

矿床区域构造呈北西向,叠加北东向构造。基底构造由震旦系、寒武系组成,为紧密复式线状褶皱,盖层由泥盆系、石炭系组成,北西向褶皱为平展宽阔隆起,叠加北东向紧闭的向斜褶皱。

矿区位于基底构造层的北西向区域复式向斜核部的一个次级复式背斜内。次级复式背斜以矿区中部的南北向断裂 $F_1$ 为界,西部褶皱枢纽呈北西向,东部矿区北面褶皱枢纽呈近东西向,矿区南面褶皱枢纽呈北西向。矿区断裂极为发育,有北西向、南北向、东西向和北东向4组。北西向断裂为控矿或赋矿断裂,东西向断裂有早期的控矿断裂与后期的切割矿体断裂2种,南北向断裂、北东向断裂为后期断裂。北西向含矿断裂带由西向东表现出由NW向EW偏转的趋势,并在中段与东西向含矿断裂带交接。矿区中岩石异常破碎,岩层产状常难以确定。

## 2.2 地层

区域上广泛出露震旦系、寒武系、泥盆系和石炭系。区域上寒武系分为桂东—桂东南槽盆相与桂北深水陆棚相,矿区位于槽盆相的边缘。寒武系出露小内冲组( $\in x$ )和黄洞口组一段( $\in h_1$ ),含矿层位为寒武系黄洞口组一段,为一套灰绿色复理石建造,可划分为3个岩性层:第一层( $\in h_1^1$ )为厚层含长石细砂岩夹中—薄层板岩,厚度大于183.7 m;第二层( $\in h_2$ )为薄层粉砂岩、薄层板岩,是矿区主要的填图标志层,厚度10.5~21.94 m;第三层( $\in h_3^1$ )为厚层细砂岩夹薄层条带状板岩,厚度大于172 m。

## 2.3 岩浆岩

矿区西南约40 km处出露加里东期岭祖花岗岩体,北东约40 km处出露印支期—燕山期花山花岗岩复式岩体,矿区北部约45 km平乐沙子一带发育煌斑岩岩脉群,距矿区最近的岩体是东部约6 km处出露的一个小花岗岩斑岩侵入体。根据物探资料推断,矿区深部存在北东向的隐伏岩体,矿床位于隐伏岩体的东南侧中部。

# 3 矿床特征

## 3.1 矿脉与矿体

深泥田金矿床属于硅化破碎带微细粒蚀变岩

型<sup>[4]</sup>。矿区目前共发现大小脉带20多条,间距不等,大致构成了宽约500 m的脉带组,矿区西南部脉带呈北西向展布,矿区北东部的呈近东西向分布。大多数矿脉倾向南或南西,局部反倾,倾角 $40^\circ\sim 80^\circ$ 。脉带主要由构造角砾岩、硅化压碎岩、强硅化砂岩、硅化板岩及沿裂隙充填、胶结的热液石英、白云石、方解石、绿泥石和金属硫化物等组成。

矿体赋存于脉带中,其形态、产状、规模均受脉带控制,矿体走向、倾向与矿脉基本一致。矿体一般呈脉状、透镜状,少量沿层呈扁豆状。已控制主要的矿体23个。矿体沿走向长一般200~500 m,主矿体300~600 m;矿体厚度数十厘米至10 m,最厚达30~40 m,变化较大;斜深一般100~150 m,个别最深大于255 m;矿体中金分布较均匀,单样一般 $0.5\times 10^{-6}\sim 4.5\times 10^{-6}$ ,最高达 $14.5\times 10^{-6}$ ;矿体平均品位 $0.5\times 10^{-6}\sim 5.76\times 10^{-6}$ ,矿床平均品位 $3.93\times 10^{-6}$ 。

围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、褐铁矿化、毒砂化等,蚀变发育地段有石英、白云石及方解石细脉呈网状穿插。

## 3.2 矿石

矿石可分为氧化矿石和原生矿石2类。氧化矿石:主要有硅化、褐铁矿化构造角砾岩、硅化糜棱状板岩—砂岩、压碎状硅化板岩—砂岩等。其氧化率大致在30%以上。原生矿石:含黄铁矿、毒砂、硅化构造角砾岩、压碎—碎裂状不等粒砂岩—板岩等。硫化物呈短脉状、浸染状。

氧化矿石矿物主要有石英(53%~91%)、绢云母(5%~45%)、褐铁矿及铁质(1%~5%);微量矿物有白云母、金红石、白钛石、锆石、水黑云母、电气石等。原生矿石矿物组合与氧化矿石基本相同,还可见黄铁矿、毒砂、黄铜矿、白云石、方解石及绿泥石等,偶尔可见闪锌矿。含较高的炭质(石墨),最高可达18%。黄铁矿晶型有显微莓粒(群)状、立方体、五角十二面体,以后者占主体。

矿石的重砂、光片经高倍显微镜检查,均未见自然金,认为金呈微细粒浸染状存在,载金矿物可能是毒砂、黄铁矿及显微鳞片状绢云母。

# 4 地球化学特征

## 4.1 1:20万地球化学特征

矿床位于谢学锦先生在全国范围内圈定的粤桂湘地球化学块体的西北边缘。粤桂湘地球化学块体

是中国目前发现的面积、金含量变化梯度最大的地球化学巨省<sup>①</sup>。

矿床处于一个低丰度的局部区域背景区,将矿区周围约650 km<sup>2</sup>的寒武系的1:20万Au化探数据进行统计,金丰度平均值只有0.85×10<sup>-9</sup>,而矿区所在的区域背景(一个1:20万图幅)寒武系的金平均丰度为1.2×10<sup>-9</sup>,局部区域的富集系数为0.71,局部区显示为金的亏损场。虽然矿床位于低丰度局部区域背景区,但坐落在低丰度背景区的相对高丰度背景带上(图1),并且位于北东向、东西向及北西向3条高背景带的交会部位,即矿床位于亏损场中的相对富集场(区)。矿区的东南方是一条宽阔的北东向负丰度背景带,为亏损场中的强亏损场(区)。

在1:20万化探异常图中,矿区在局部区域范围内的寒武系中无Au异常,但在Au相对高丰度背景带上存在着大面积宽缓的As、Sb、Hg、Zn、Cu及零散的Ag等异常。矿区位于As、Sb异常中心,Hg异常位于矿区的南北两侧,Cu、Zn异常位于矿区的南侧。

4.2 1:5万、1:1万地球化学特征

在深泥田金矿床局部区域Au丰度相对高背景带——油麻口地区进行了1:5万水系沉积物化探测量,在圈定深泥田Au、Ag、As异常后,又进行了1:1万土壤测量,进一步圈定了异常和矿体。寒武系Au相对高丰度背景带的平均丰度为1.042×10<sup>-9</sup>,虽较局部区域的Au丰度背景(0.85×10<sup>-9</sup>)高,但仍低于区域丰度背景(1.2×10<sup>-9</sup>) (表1)。1:1万化探测量分析结果,即矿床的丰度背景,Au平均丰度2.485×10<sup>-9</sup>,明显高于区域背景,表明矿床位于强的Au元素富集场中。可见深泥田金矿床在区域尺度上,处于低背景区(局部区域亏损场);在局部区

域尺度上,矿床处于相对高丰度背景带(相对富集场);在高丰度背景带的尺度上,矿床处于更高的背景区(强富集场)。区域、局部区域和矿区尺度的Au丰度变异系数相近,且局部区域的最大(表1);相对高背景带中的Au丰度变异系数最小,且较其他的小2倍多。这说明前3种尺度范围内的Au丰度具有多个背景,丰度值变化范围大,Au丰度变异系数较大;在后一种尺度范围内绝大部分的样品只处于同一个丰度背景,Au丰度值变化范围小,变异系数也就小。

1:5万水系化探成果在深泥田仅圈出了Au、As、Ag异常,虽也分析了Cu、Pb、Zn元素,但深泥田金矿区圈不出这3种元素的异常。深泥田异常峰值高,Au、Ag、As最高值分别为43×10<sup>-9</sup>、1.3×10<sup>-6</sup>、304×10<sup>-6</sup>,平均值10.56×10<sup>-9</sup>、0.235×10<sup>-6</sup>、68.17×10<sup>-6</sup>,异常下限3.15×10<sup>-9</sup>、0.139×10<sup>-6</sup>、26.5×10<sup>-6</sup>,衬值3.35、1.69、2.75。3元素异常均具内、中、外3个浓度带,且吻合较

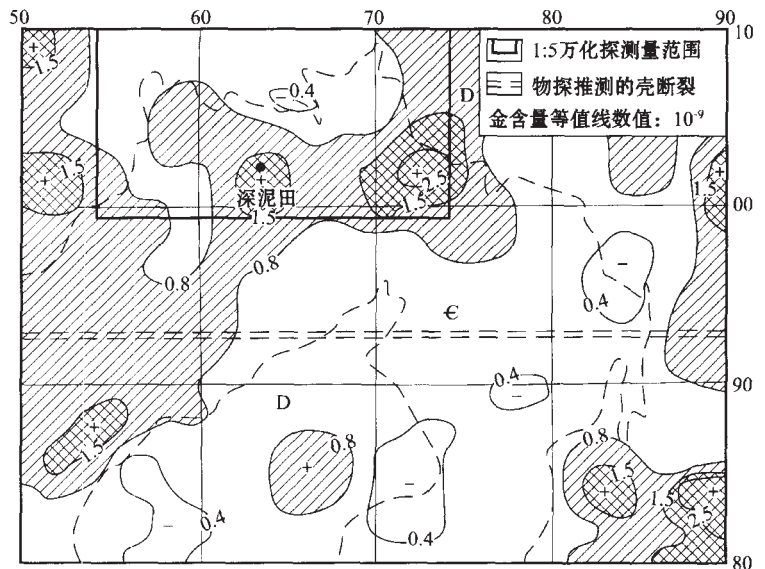


图1 广西深泥田金矿床1:20万Au地球化学图

Fig.1 1:200000 Au geochemical map of the Shennitian gold deposit, Guangxi

表 1 深泥田金矿床寒武系 Au、Ag、As 不同尺度的地球化学特征  
Table 1 Geochemical characteristics of Au, Ag and As in the Cambrian on different scales in the Shennitian gold deposit, Guangxi

比例尺, 尺度, 样品数	工作方法	Au(10 <sup>-9</sup> )			Ag(10 <sup>-6</sup> )		As(10 <sup>-6</sup> )	
		平均值	均方差	变异系数	平均值	变异系数	平均值	变异系数
1:20万, 区域, 605	水系	1.2	0.85	0.683	0.083	0.335	14.2	0.377
1:20万, 局部区域, 129	水系	0.85	0.585	0.688				
1:5万, 高丰度背景带, 1133	水系	1.042	0.292	0.280	0.079	1.873	12.19	0.02
1:1万, 矿床, 980	土壤	2.485	1.518	0.611	0.075	0.073	53.09	0.883

好,面积较大,Au、Ag、As分别为4.2 km<sup>2</sup>、2.7 km<sup>2</sup>、2.3 km<sup>2</sup>。异常Au、Ag、As平均丰度较背景分别富集了10.15倍、2.97倍、2.17倍。

对深泥田异常及外围异常,开展了1:1万土壤地球化学剖面测量和工程揭露,进一步圈定异常和控制矿体(图2、表1)。土壤样分析结果最高值Au>3000×10<sup>-9</sup>,Ag4.5×10<sup>-6</sup>,As406×10<sup>-6</sup>。以Au5×10<sup>-9</sup>、Ag0.123×10<sup>-6</sup>、As130×10<sup>-6</sup>为异常下限圈定异常,异常面积Au2.5 km<sup>2</sup>、Ag1.0 km<sup>2</sup>、As0.8 km<sup>2</sup>。3元素中Au、Ag具内、中、外3个浓度带,As只有外、中2个浓度带。3元素异常套合性较好地段经地表及深部工程验证,均发现了金矿(化)体。

矿床勘查表明,矿体及矿脉(矿化带)没有超出1:5万和1:1万化探圈定的异常范围,两者所圈定的异常形态相似。用1:1万土壤化探Au10×10<sup>-9</sup>、As53×10<sup>-6</sup>等值线刚好能圈定矿化(带)范围,分别比背景富集4倍和1倍;Au>40×10<sup>-9</sup>地段一般能揭露到矿体或矿脉,比背景富集16.1倍。

#### 4.3 地层地球化学特征

深泥田金矿床Au的岩石地球化学丰度背景与水系、土壤地球化学丰度背景特征一样:区域上具有较高的丰度背景;矿区外围局部区域的Au丰度背景最低,处于亏损场的状态;矿区和矿床具有更高的丰度背景,处在Au元素的富集场中(表2)。

深泥田矿区内地层仅出露寒武系黄洞口组一段(∈h<sub>1</sub>)。在矿床的尺度上,即约为1:1万土壤异常圈定的范围内,或者讲是矿体的围岩,地层的Au平均丰度远远大于局部区域的同层位的Au丰度,是它的27.4倍,比区域的高7.7倍。另外,在矿区的尺度上,大约为1:5万水系化探圈定的异常范围内,地层Au丰度较局部区域的Au丰度高出6倍,较区域的高出近1倍。这表明矿区内地层的Au元素得到了强烈的富集。同样,Ag、As也具有相同的特征。

## 5 找矿模型

### 5.1 成矿作用分析

分析上述成矿特征,可再塑深泥田金矿床的主要成矿作用。①矿床处在寒武纪沉积盆地的边缘,同生断裂发育,寒武系接受了深部成矿物质的早期富集;②矿床南部的金秀—连平东西向隐伏壳断裂活动,深部热流上涌,使Au、As、Ag、Sb、Cu等成矿元素活化向北迁移,在局部区域的北部形成

表2 深泥田金矿床不同尺度地层中Au、Ag、As平均丰度对比

Table 2 Comparison of the average abundances of Au, Ag and As in strata of different scales in the Shennitian gold deposit, Guangxi

尺度	地层	样品数	Au(10 <sup>-9</sup> )	Ag(10 <sup>-6</sup> )	As(10 <sup>-6</sup> )
矿床	∈h <sub>1</sub>	67	36.42	0.136	89.42
矿区	∈h <sub>1</sub>	29	7.87	0.262	23.23
局部区域	∈h	7	1.33	0.057	10.15
	∈	24	1.80	0.058	11.19
区域	∈h	73	4.73	0.048	
	∈	125	3.78		
大瑶山隆起 <sup>[6]</sup>	∈	178	3.75	0.074	13.29

东西向Au相对高丰度背景带(图1)与其他成矿元素的宽阔异常;③岩浆活动使Au等成矿元素活化迁移,形成北东向的相对高丰度背景带,并在有利部位成矿;④后期SN—NNE向断裂活动,切割矿体,并再度使Au、Ag、As活化迁移,在断裂两侧贫化(图2),Ag在F<sub>1</sub>—F<sub>2</sub>之间明显贫化,Au、As在F<sub>2</sub>两侧、F<sub>5</sub>西侧明显贫化;⑤多种多期的地质作用使矿床周围局部区域内产生Au等元素的亏损场,形成Au低丰度背景区,而在亏损场中产生相对富集场和强亏损场,在相对富集场中反复叠代与叠加出强的富集场,形成相对高背景带和高背景区,最终形成矿床。

### 5.2 找矿标志与找矿模型

(1)大区域(大地构造)尺度标志:①地壳对接带边缘;②壳幔凹陷带;③地球化学块体。

(2)区域尺度标志:①北西向断褶带叠加北东向断褶带;②不同时期岩浆岩发育;③区域深大壳型断裂交会部位;④寒武纪沉积盆地边缘;⑤寒武系水系、岩石化探Au具有多级丰度背景区。

(3)局部区域尺度标志:①寒武系基底北西向褶皱带;②发育区域深大壳断裂;③发育隐伏岩体,出露斑岩等岩脉;④Au为低丰度背景区(亏损场),并具有不同方向的相对高丰度背景带(相对富集场)及大面积的负丰度背景区,水系化探Au平均丰度低(0.85×10<sup>-9</sup>),但变异系数大(0.688),岩石化探Au平均丰度低(1.8×10<sup>-9</sup>);⑤Au异常无或不明显,但在相对高背景带分布有宽缓的As、Sb、Hg、Cu、Zn等异常。

(4)矿床及矿区尺度标志:①寒武系黄洞口组一

段砂岩、板岩；②向斜核部的次级背斜；③NW向断裂-EW向断裂转弯部位，北西向断裂与东西向断裂交接部位，岩层破碎，节理、劈理、断裂发育部位；④1:20万化探Au丰度相对高背景带交会部位；⑤1:5万水系化探具Au、As、Ag异常，且3个元素异常吻合好，峰值高，面积大，具内、中、外带；⑥1:1万土壤化探Au>10×10<sup>-9</sup>、As>53×10<sup>-6</sup>的部位；⑦岩石化探的Au等元素丰度背景远大于局部区域和区域的丰度背景。

(5)矿体尺度标志：①硅化蚀变带、硅化蚀变角砾岩带；②硅化、黄铁矿化、褐铁矿化、毒砂化等蚀变发育地段并有石英、白云石及方解石细脉呈网状穿插部位；③正地形、“铁帽”或“硅帽”部位；④土壤化探Au>40×10<sup>-9</sup>地段，Au、Ag、As土壤异常吻合部位。

根据不同尺度的找矿标志，可建立像深泥田金矿床这类低丰度背景蚀变岩型金矿的地质-地球化学找矿模型(图3)。

### 6 结 语

深泥田金矿的发现为今后在Au低丰度背景地区寻找金矿开拓了新思路。同时表明，在筛选1:20万异常时，不一定都要选“高、大、全”的异常，更重要的是研究区域的成矿背景与成矿条件或成矿环境，要善于认识不同尺度的找矿标志。

研究过程中得到广西地质勘查总院和第一勘查院领导的大力支持，文稿得到中国地质大学(北京)蔡克勤、张德会、崔彬教授的审改，得到陈开礼高级工程师的指导和从事深泥田金矿勘查的同仁的帮助，在此一并致谢。

#### 参考文献：

[1]广西壮族自治区地质矿产局. 广西壮族自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1982.55-59.  
 [2]陈懋弘,邓杏彬,周建华,等.广西桂东某地硅化破碎带型金矿的发现及意义[J].广西地质,1999,12(3):33-35.  
 [3]程裕淇,沈永和,曹国权,等.中国区域地质概论[M].北京:地质出版社,1994.369-384.  
 [4]邓杏彬,陈懋弘,周建华,等.广西荔浦县深泥田金矿地质特征及找矿标志[A].见:地球科学与资源环境(华南青年地学学术研讨会论文集)[C].南宁:广西科学技术出版社,2003.21-25.

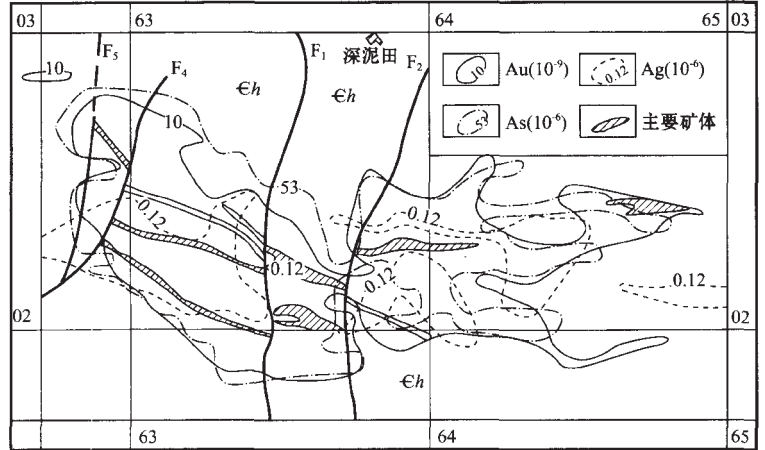


图2 广西深泥田金矿床1:1万Au、As、Ag异常图  
 Fig.2 1:10000 Au, As and Ag anomaly map of the Shennitian gold deposit, Guangxi

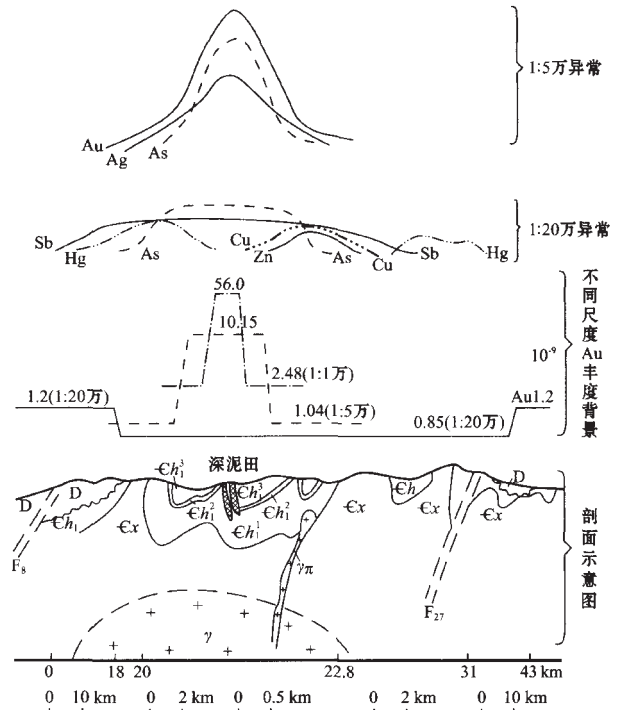


图3 广西深泥田金矿床地质-地球化学找矿模型  
 Fig.3 Geological-geochemical prospecting model of the Shennitian gold deposit, Guangxi  
 F<sub>8</sub>—荔浦—祁东NE向壳断裂 F<sub>27</sub>—金秀—连平EW向壳断裂

[5]谢学锦,向运川.巨型矿床的地球化学预测方法[A].见:走向21世纪的矿产勘查地球化学[C].北京:地质出版社,1999.61-69.  
 [6]农毅平,宁雄荣,刘家华,等.西大明山-大瑶山隆起带金银铜元素地球化学特征[J].广西地质,2000,13(3):33-38.

## Geological-geochemical prospecting model of the Shennitian gold deposit, Guangxi

WU Liuling<sup>1,2</sup>, DENG Xingbin<sup>2</sup>, ZHOU Jianhua<sup>2</sup>, LI Jixian<sup>2</sup>

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. No.271 Geological Party of Guangxi, Guilin 541100, Guangxi, China)

**Abstract:** The Shennitian gold deposit, Guangxi, is a newly discovered silicate alternation type fine-grained gold deposit in northeastern Guangxi, which is located in a low gold abundance background area found in the 1:200000 geochemical survey. This paper introduces the discovery and exploration process, metallogenic geological and geochemical features of the Shennitian gold deposit and discusses prospecting guides of different scales and the geological-geochemical prospecting model.

**Key words:** Guangxi; Shennitian gold deposit; metallogenic features; geochemical anomaly; prospecting pattern

## IPACES地球科学前缘国际学术研讨会 暨IPACES第四次年会在成都举行

国际中国地球科学促进会(IPACES)和成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家专业实验室联合举办的“地球科学前缘·地球·环境·人类活动”国际学术研讨会于6月14—17日在成都理工大学举行,来自美国、加拿大、日本、澳大利亚等国和国内的200余位代表出席了会议。

IPACES是由海外杰出华人地球科学家组成的一个非盈利性学术组织,该组织致力于促进中国地球科学的发展及中国与美国、加拿大、日本、英国等国家在地学领域的合作研究。

会议由研讨会主席、成都理工大学副校长黄润秋教授和国际中国地球科学促进会(IPACES)主席、美国University of Alabama郑春苗教授(ZHENG Chunmiao)共同主持。陈颢、刘广润、薛禹群、卢耀如、刘宝珺、谢和平等院士出席会议。海外杰出华人地球科学家和IPACES历届主席ZHANG Youxue(张有学)、YIN An(尹安)、LIU Mian(刘勉)、ZHANG You-Kuan(张幼宽)、LIN Jian(林间)等在大会上宣讲报告。在持续4天的会议上,共有74名代表作了学术报告,30余名代表发表张贴式报告。这些报告反映了当前对人类生存环境最具影响的有关地球动力学、地球物理学、地球化学、地下水资源环境、地质灾害防治与地质环境保护等相关地球科学领域的最新研究成果。会议主要成果以论文形式发表于《地球科学进展》2004年第3期正刊和特刊上,约140万字。

本次国际学术研讨会由国家自然科学基金委员会、科技部基础司、国土资源部国际合作与科技司、中国地球物理学会和中国地震学会提供了大力支持。

IPACES-CDUT2004组委会副主席 李泽琴教授 供稿

2004年7月1日