

东天山石英滩金矿田控矿构造与原生晕深部预测

马立成¹, 杨兴科^{1,3}, 王磊², 李强¹, 李国填¹, 孙继东³, 陈文龙³, 韦振权³

(1. 长安大学成矿作用及其动力学开放研究实验室, 西安 710054;

2. 新疆地质矿产开发局第一地质大队, 昌吉 830010; 3. 长安大学地球科学与国土资源学院, 西安 710054)

[摘 要] 新疆石英滩(西滩)金矿, 前人多认为是浅成低温热液型矿床, 近期在该区构造与成矿关系、矿田内东北乔、黄泥坡矿点原生晕指示元素分带序列和叠加晕研究中, 发现了石英滩矿区、东北乔、黄泥坡等矿点地下不同深度均存在隐伏矿体, 而三个矿区(点)的空间位置恰又与矿田内一近似椭圆的古火山机构同位, 且三矿区(点)具有极其相似的地质构造、成岩(脉)成矿和原生晕特征, 石英滩金矿区发现有古火山热液通道。这些控矿构造和原生晕特征反映了该金矿田成矿的特殊性, 对进一步寻找和预测该区相类似的隐伏矿床(体)具有重要启示。

[关键词] 石英滩 控矿火山机构 构造裂隙 原生晕 隐伏矿体

[中图分类号] P612 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2006)02-0024-05

目前, 隐伏矿体定位预测理论与方法研究已成为矿产普查与勘探、成矿预测等学科领域的前沿和热点^[1,2]。当今找矿的主体对象已转向隐伏矿、深部矿、难识别矿。预测研究的技术方法亦呈现出多样化交叉组合使用的新局面。通过近年来对东天山地区金铜矿床成矿带成矿系列分布规律研究与矿床定位预测^①, 杨兴科等总结认为控制该带金矿床的构造地质分析定位预测法有脆-韧性变形转换带^[6-9]、古火山机构^[3]等、地球化学方法中有原生晕指示元素分带序列法^[11,12], 地球物理方法中有浅层地震、可控源音频大地电磁法等^②。石英滩(西滩)金矿床位于新疆鄯善县, 距县城正南方向约90km, 矿区地理坐标: 东经90°11'15"~90°12'25", 北纬42°04'59"~42°05'19"。本文主要对该矿田和矿床应用控矿构造解析法和原生晕分带序列法进行研究预测。

该矿床自1990年发现以来, 前人已进行了较多的矿床成因等方面的研究(姬金生等, 1994, 1999; 杨建国等, 1998; 李华芹等, 1998; 谢才富等, 1998; 丰成友等, 1999; 张连昌等, 1999; 薛春纪等, 1999; 王志良等, 2003)^[3-7,10,13-15,21], 多认为是属于浅成低温热液型金矿床。但对该区金矿床控矿因素和隐伏矿床(体)预测研究尚待深化完善。应新疆地矿局和第

一地质大队的要求, 在收集整理和综合研究前人资料成果的基础上, 我们于2001—2003年重点研究分析已有矿体的产出规律和控矿因素, 建立其控矿模型, 开展该矿床周围隐伏矿的预测及可能存在的部位, 为深部找矿指明方向。并详细研究控矿构造, 选择异常重点查证, 查明矿化蚀变或矿体出露部位, 预测矿体的深部延深和该矿床隐伏矿体。

1 地质构造背景

石英滩金矿区位于康古尔塔格—黄山断裂构造带为北界与苦水断裂为南界所夹中间地带的阿奇山—雅满苏火山—沉积岩建造组合构成的岛弧带北缘的西端(杨兴科等, 1996~2000; 陈强等, 2001; 李华芹等, 1998)^[8,16-19,22]。矿区处于区域康(古尔塔格)—黄(山)断裂带与苦水断裂交汇处。这种特殊的构造环境形成了矿区一系列的 NWW 向左行剪切断裂系。其可能在地壳膨胀的同时开始发育, 且勾通了上、下地壳。源于壳幔混合带, 受上地壳混染的火山岩浆是该区成矿的物质来源。⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初始值为 0.7049, 具有壳幔混熔特点(姬金生等, 1994)^[3]。

在不断活动的康—黄断裂带构造应力场驱动下, 矿区的 NWW 向断裂系也不断地在以近 EW 向左行

[收稿日期] 2005-01-21; **[修订日期]** 2005-11-29; **[责任编辑]** 余大良。

[基金项目] 中国地调局“东天山地区火山—岩浆作用研究”(编号: 19991020008023)、国家科技攻关 305 项目(编号: 96-915-05-04)、新疆地矿局资源补偿费等联合资助。

① 姬金生, 杨兴科, 等. 觉罗塔格金铜成矿带成矿系列分布规律研究与矿床定位预测(96-915-05-04). 305 项目课题报告, 2000.

② 李强. 东天山西段隐伏矿体定位预测的构造及地球化学方法研究. 长安大学硕士学位论文, 2003.

[第一作者简介] 马立成(1978年-), 男, 2002年毕业于长安大学, 获硕士学位, 助理工程师, 现主要从事地质构造与成矿预测工作。

剪切运动作用下联合控矿,构成了该区独具特征的火山作用控制下的石英滩金矿床火山机构特点。

2 火山机构控矿探讨

1) 石英滩破火山口在地貌上呈一椭圆状负地形(图1),出露面积约60km²,产状锥状外倾,北界355°∠82°,南界195°∠68°,依据对该区火山岩研究(姬金生等,1995)^①认为属中心式喷发,自火山口向外火山岩成分依次为安山质—英安质集块岩—火山角砾岩—凝灰岩—火山熔岩,火山活动晚期为花岗流纹斑岩杂岩体,与下石炭统阿齐山组^[25]火山岩呈侵入接触。花岗一流纹斑岩杂岩体中心相为破碎花岗斑岩,向外过渡为破裂流纹斑岩,边缘相为碎屑流纹岩。三个相呈过渡关系,没有明显界线。总体看,碎斑熔岩、碎斑流纹斑岩显示环形分布特征。

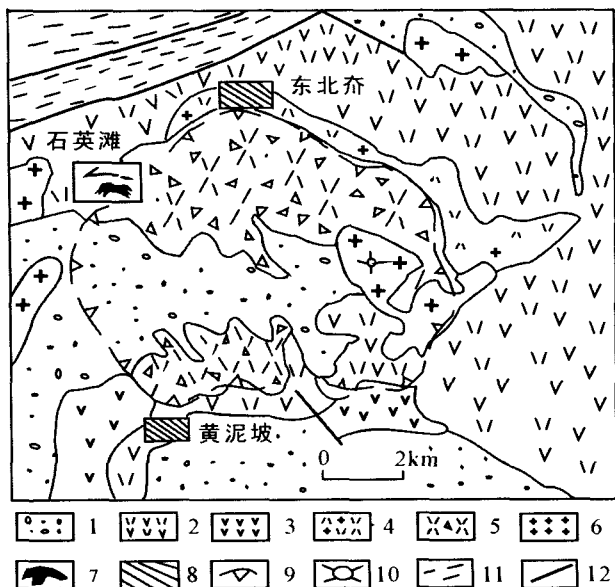


图1 石英滩金矿田地质略图

1—冲洪积物;2—石炭—二叠系英安岩;3—石炭—二叠系安山岩;4—碎斑熔岩;5—碎斑流纹岩;6—花岗斑岩;7—矿区;8—预测远景区;9—推测火山喷发中心;10—火山颈;11—韧性剪切带;12—断裂

依据火山喷溢活动的过程,岩浆运动时,热液以螺旋式上升,因而火山口边缘形成放射状裂隙,为矿体的形成提供导矿和容矿构造,同时由于火山活动的多期性,每次熔浆活动时,由于温度、压力等条件的变化,物理、化学性质的不同,或旋转方式的差异,在地表会形成不同方向、规模的裂隙,当旋转方向前后期次相同时,可能提供更广阔的容矿构造和良好的导矿构造;当旋转方向不一致时,可能会阻碍成矿溶液

的运移,甚至破坏已有矿体的形成等。另外,火山活动亦具多期性,地表常形成不同性质、不同期次的侵入岩、脉岩及相应矿化等。

2) 物探资料分析,花岗一流纹斑岩杂岩体中心下部存在一个椭圆状低重力异常区,推测是由隐伏的酸性岩体引起。管道相外侧为喷溢相和爆发相,根据岩性可划分出16个喷发韵律。每个韵律基本上以爆发开始,以喷溢终结,晚期有大量次火山岩和花岗斑岩株沿管道侵入(蔡仲举,1997)^[9]。

3) 从TM遥感矿化蚀变异常图像中,可从色调、亮度上加以区分,石英滩矿区显示为鲜红色斑块、斑点状影纹特征。矿区西部被第四系深褐色松散堆积物覆盖,矿区东部出露深红色夹蓝黑色影纹,局部具条带状影纹,与第四系以白色线状影纹相区别,火山口边缘南部、西南部有白色弧形冲沟。总体显示火山口形状北、东、西段较清晰,南段较模糊。东北角、黄泥坡金矿点,也有类似的构造和色调异常带的出现。

3 控矿构造裂隙与原生晕对比

石英滩矿区控矿(脉)构造裂隙发育、特征明显(图2),矿区断裂纵横交错,形成较复杂的网状格局,依据断裂展布和其伴生裂隙及地表石英脉分布特征,可以为矿区及外围构造特征的分析提供重要信息。此外,通过本次研究建立的矿田内原生晕特征的对比,也可为隐伏矿体预测进一步提供佐证。

3.1 断裂特征

依据2002年最新野外调研,矿区断裂展布方向及相互关系见图2,主要特征如下所述:

1) 北西西向断裂:由于多期构造活动,发育了一系列与区域主断裂相伴随的NWW向韧—脆性断裂如F₁、F₇、F₉、F₁₀等。该组走向110°~290°,倾向北东,倾角75°~80°,F₇与F₁₀之间是该矿床主矿体成矿集中区域,为容矿构造提供了持续活动且较为广阔空间的断裂组合。

2) 北东向断裂:主要由F₂、F₃、F₄、F₁₂等组成,依次从西向东排列,为压扭性逆断层。

3) 还有北东东向、近东西向断裂,它们是火山活动多期次的反映,表现特征为:断裂规模大小不一,伴生的次级裂隙复杂,规律不明显。

3.2 石英脉展布特征

3.2.1 石英滩矿区地表石英脉展布特征分析

地表共约出露有76条石英脉,在野外系统测量

① 姬金生,周济元,杨兴科,等.国家305项目东天山成矿区成矿地质条件与矿产资源综合评价研究报告,1995.

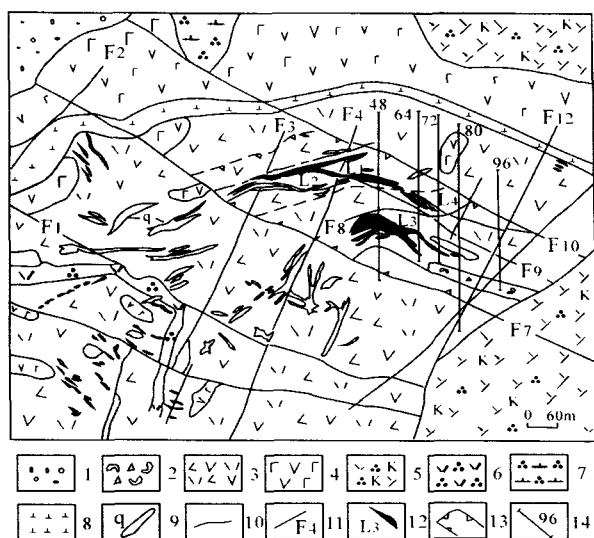


图2 石英滩矿区平面地质图(2002年修编)

1—洪冲积物;2—下石炭统阿齐山组火山角砾集块岩;3—下石炭统阿齐山组角闪英安岩;4—下石炭统阿齐山组玄武岩、安山岩;5—石英钾长流纹岩;6—石英斑岩;7—石英闪长岩;8—闪长斑岩;9—石英脉;10—地质界线;11—主要断裂及编号;12—金矿脉及编号;13—火山通道;14—勘探线及编号

各脉产状的基础上以 10° 为间隔作石英脉走向统计,多受断裂控制,其走向代表了岩浆活动时相应构造裂隙的展布方向,由走向玫瑰花图(图3)知,总体有两组方向,其中 $280^\circ \sim 310^\circ$ 占一大部分, $290^\circ \sim 300^\circ$ 为峰值区。其间有矿化或已达边界品位的石英脉约占 24%,而达工业品位的石英脉有 6 条。而另一组 NE—NEE 向展布的石英脉个数不多,但其可代表岩浆热液活动的时空分布中有不同期次和不同方向的叠加。表明石英脉的形成与金矿形成的多期次特点是相一致的。

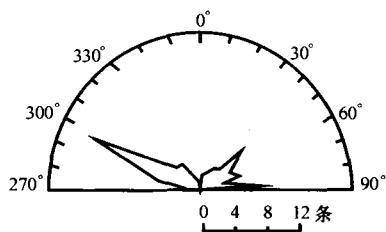


图3 石英滩矿区地表石英脉走向玫瑰花图

3.4 石英滩金矿区及外围原生晕叠加模式建立

3.4.1 通过对石英滩金矿区 L_4 矿体原生晕特征的详细研究^[24],我们发现 L_4 矿体具典型的轴向分带序列,按照金属矿床(包括金矿床)原生晕轴向分带序列,所选择的 9 个指示元素由前缘晕元素→

3.2.2 外围东北乔和黄泥坡地表石英脉展布特征分析

东北乔位于石英滩金矿床东北 7km 处(图1),岩性主要为安山岩、蚀变安山岩^①。由 5 条走向 NW—SE ($110^\circ \sim 120^\circ$) 断续延伸的含金石英脉组成矿化带。主矿化脉产在安山岩与花岗岩接触带上,长约 1200m,宽约 20~40m,1 线探槽内矿化石英脉中金含量为 0.31×10^{-6} ,其余 4 条分布于主矿脉北部,矿化脉走向长 20~50m,宽 5~25m。

东北乔地表共约有 50 条石英脉,野外系统测量制作脉体走向玫瑰花图,结果表明石英脉走向集中于 $285^\circ \sim 305^\circ$ 之间,以 $290^\circ \sim 300^\circ$ 占绝对优势。由化探采样分析发现矿化异常较好(约 20%)的石英脉多集中在该方向上,即矿化(或成矿)裂隙在 $285^\circ \sim 305^\circ$ 方向上较明显。

黄泥坡金矿点位于石英滩矿区东南约 5~6km 处(图1),岩性主要为安山岩、英安岩,石英脉较难作统计,地表展布明显为长约 500m,宽 10~50m 近东西向,东短西长的梭镖形矿化蚀变带。

说明三个矿区(点)地表矿化或已达工业品位的石英脉走向在 $280^\circ \sim 300^\circ$ 间最为有利。

3.3 各矿区原生晕特征对比

2001—2003 年,在石英滩金矿区、东北乔金矿点、黄泥坡金矿点等野外共采集岩石地球化学样品 750 余件,对石英滩金矿床原生晕的研究,是以该矿床 L_4 矿体的系统采矿、控矿工程分五个中段采集样品来实施。其中 880m、840m 和 800m 中段是在开采坑道的穿脉中进行的, L_4 矿体 750m 和 675m 中段分别由 ZK8004 和 ZK8006 钻孔样品控制。东北乔、黄泥坡则由剖面控制,采用沿剖面在点位两侧连续拣块采样,布线分别为 26 条和 5 条。通过对三个矿区(点)研究,发现它们具有相似的原生晕特征^{②[24]}(表1),且在石英滩金矿区(以 L_4 矿体为主)760 中段以下及东北乔金矿点、黄泥坡金矿点都发现有隐伏矿体存在^③,进一步说明它们可能具有形成相似的矿床矿化条件和相似的成矿与控矿构造环境。尾晕元素组合为: Sb—As—Hg—Ag—Zn—Au—Cu—Bi—Mo。而石英滩金矿床原生晕轴向分带在前缘尾部元素类别上与此完全一致,仅顺序略有差异,中部序列为 Zn—Ag—Au。

石英滩金矿床原生晕具有较典型的叠加晕(图4),印证了多成矿阶段形成的矿体(晕)在构造空间上形成复杂的构造叠加晕之特征^[23]。在中上部之

① 新疆地矿局第一地质大队. 石英滩金矿床及外围普查报告, 1999.

② 杨兴科,等. 新疆鄯善县石英滩金矿床控矿因素与隐伏矿体预测专题研究报告, 2003.

③ 李强. 东天山西段隐伏矿体定位预测的构造及地球化学方法研究. 长安大学硕士学位论文, 2003.

前缘晕叠加使中下部矿体增厚。下部的前缘晕叠加 则预示深部盲矿的存在,是盲矿预测的标志。

表 1 石英滩金矿田原生晕特征对比表

矿区	前缘晕组合 (As,Sb,Hg) 和异常强度	中间晕组合 (Cu,Pb,Zn)	尾晕组合 (Bi,Mo)
石英滩	组合好,强度很高,连续性好,有完整的浓度分带	呈低背景或负异常分布	低强度且连续,尾部元素弱异常
东北乔	组合好,强度很高,连续性好,有浓集中心和完整的浓度分带	呈低背景分布	低强度且连续,尾部元素弱异常或背景趋势
黄泥坡	异常强度更大,形态规则,浓度分带清晰,浓度内带面积大,异常连续性好	呈背景或负异常分布	Mo 为中等异常,尾部元素多呈背景分布

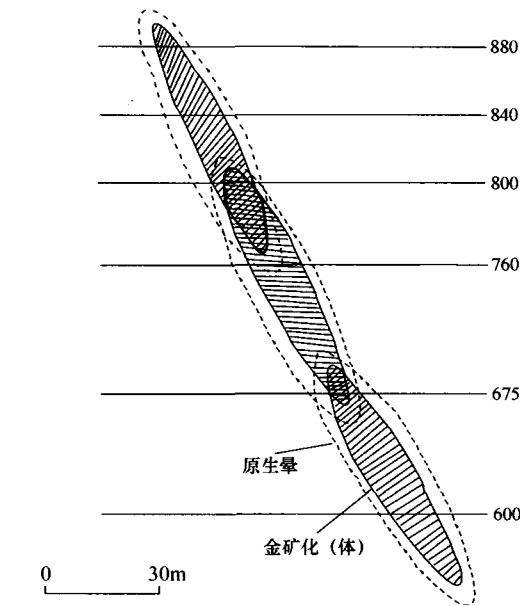


图 4 石英滩矿区 L4 矿体原生晕叠加模式

3.4.2 东北乔金矿点中的 Au_3 异常为一个有找矿意义的矿致异常。从含金石英脉展布看,在主矿化脉中部 9~12 线之间控制的长约 200m 含金石英脉可划归为有望地段,10 线剖面最具有代表性,金隐伏矿体理想剖面见图 5。 Au_3 异常 Au 几何平均值为 53.7×10^{-9} ,与石英滩金矿床原生晕相比, Au 含量差一个数量级。石英滩 4 号矿体 880m 中段,CD64 控制的原生晕 Au 几何平均值 219.9×10^{-9} 。因此预测东北乔含金石英脉的现代剥蚀水平大约相当于石英滩金矿床 4 号矿体的 920m 水平。预测金的金属资源量约 2t,银 5~8t。

与东北乔金矿点相比,黄泥坡金矿点则具有强度更大的前缘晕组合,As、Sb、Hg 含量极高,二者有极大相似性,同时亦显示出该带金矿化较东北乔的金隐伏矿体埋藏更深一些。

经 2001-2003 年构造-原生晕研究后,石英滩金矿床深部隐伏矿体已被采矿平硐证实,现在 L_4 矿体 675m 中段已在开采中。相对其外围东北乔、黄泥坡金矿点进一步的工作应结合原生晕勘查地球化学成果对蚀变特征、成矿构造等进行综合研究,配套分析,提供验证靶区,并确定验证方案,大胆验证。

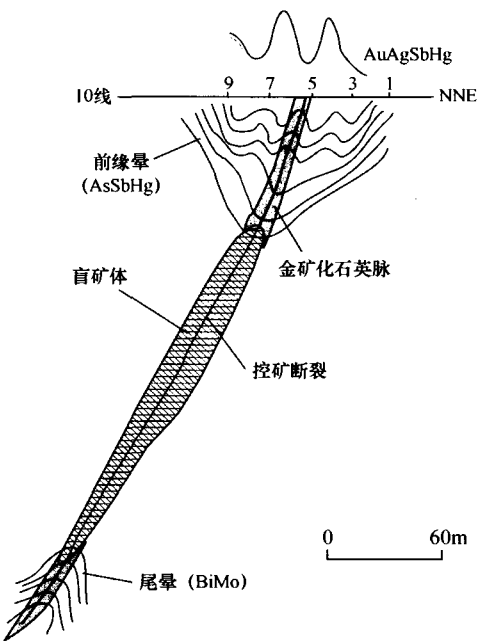


图 5 东北乔 10 线金隐伏矿体理想剖面图

4 结 论

通过以上几点的分析,我们不仅可反推此火山机构的存在,且可证明该火山机构可能控制该区金矿床和金矿点,而形成金矿田。

1) 该矿田内三矿床(点)同处一个近似椭圆形古破火山口放射状裂隙边缘上。石英滩金矿床(体)和含矿(或矿化较好)石英脉主体走向近东西向,东北乔矿化石英脉走向 $110^\circ \sim 120^\circ$,黄泥坡矿化蚀变带近东西向展布,说明它们在近地表的东东西方向上成矿较为有利,或矿化较强烈。

2) 三矿床(点)具有相似的原生晕组合,前缘晕→尾晕元素组合为: Sb - As - Hg - Ag - Zn - Au - Cu - Bi - Mo。而石英滩金矿床原生晕轴向分带在前缘尾部元素类别上与此完全一致,仅顺序略有差异,中部序列为 Zn - Ag - Au。证实它们形成于相似的矿床矿化条件及相似的成矿与控矿构造环境。

3) 三矿床(点)深部均经过构造研究和原生晕研究预测发现有隐伏矿床(体),叠加晕特征明显,

倾伏侧列矿体组合与叠加特征显著。而石英滩金矿床 L_4 矿体 675m 中段已有开采验证工程。

综上所述,石英滩矿区、东北乔金矿点、黄泥坡金矿点在金的形成上和类型上具有极其相似的成矿地质背景和成矿构造-矿化蚀变标志,有可能形成相似的矿床。它们具有诸多相似的矿化地质特征和矿化规律,尤其是东北乔金矿点、黄泥坡金矿点隐伏矿体的研究,启示我们应大胆地对该区深部隐伏矿体进行验证,取得一定的深部矿化信息,力求取得该区带找矿新进展和新突破。

[参考文献]

- [1] 张均. 矿体定位预测的研究现状与趋向[J]. 地球科学进展, 1997, 12(3): 242 ~ 246.
- [2] 张均, 陈守余, 张玉香. 隐伏矿体定位预测中的几个关键问题[J]. 贵金属地质, 1998, 7(4): 293 ~ 301.
- [3] 姬金生, 陶洪祥, 曾章仁, 等. 东天山康古尔塔格金矿带地质与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1994, 144 ~ 150.
- [4] 姬金生, 丰成友, 薛春纪, 等. 新疆西滩低温浅成热液金矿床[J]. 西安工程学院学报, 1999, 21(4): 1 ~ 5.
- [5] 张连昌, 姬金生, 赵伦山. 东天山西滩浅成低温热液型金矿成矿地质地球化学动力学[J]. 西安工程学院学报, 1999, 21(2): 13 ~ 18.
- [6] 王志良, 毛景文, 王淦国, 等. 新疆东天山石英滩金矿流体包裹体地球化学[J]. 地质与勘探, 2003, 39(2): 6 ~ 10.
- [7] 丰成友, 姬金生, 薛春纪, 等. 东天山西滩浅成低温热液金矿床地质特征及成因分析[J]. 新疆地质, 1999, 17(1): 1 ~ 7.
- [8] 杨兴科, 陶洪祥, 罗桂昌, 等. 东天山板块构造基本特征[J]. 新疆地质, 1996, 14(5): 221 ~ 227.
- [9] 蔡仲举. 新疆鄯善县石英滩金矿床地质特征及控矿因素[J]. 新疆地质, 1997, 15(4): 304 ~ 320.
- [10] 薛春纪, 姬金生, 张连昌, 等. 新疆西滩金矿床同位素年代学研究[J]. 西安工程学院学报, 1999, 21(4): 6 ~ 10.
- [11] 李惠, 张文华, 刘宝林, 等. 金矿床轴向地球化学参数叠加结构的理想模式及应用准则[J]. 地质与勘探, 1999, 35(6): 40 ~ 43.
- [12] 张均. 隐伏矿体定位预测的方法学基础及方法论[J]. 贵金属地质, 2000, 9(2): 100 ~ 104.
- [13] 张连昌, 屈文军, 赵世华, 等. 新疆西滩金矿床金品位分维 D 值及其意义[J]. 西安工程学院学报, 1999, 21(4): 11 ~ 13.
- [14] 杨建国, 姬金生, 卢登蓉. 东天山西滩金矿床地质特征与成矿条件[J]. 矿床地质, 1998, 17(增刊): 349 ~ 352.
- [15] 谢才富, 李华芹, 常海亮. 东天山石英滩金矿——一个碰撞造山期的浅成热液金矿[J]. 矿床地质, 1998, 17(增刊): 425 ~ 428.
- [16] 李华芹, 谢才富, 常海亮, 等. 新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学[M]. 北京: 地质出版社, 1998, 102 ~ 114.
- [17] 陈强, 杨兴科, 姬金生, 等. 哈密白干湖金矿区构造变形分析[J]. 西安工程学院学报, 2001, 23(4): 1 ~ 5.
- [18] 杨兴科, 陶洪祥, 姬金生, 等. 东天山板块构造与金属矿产成矿规律[J]. 西安地质学院学报, 1997, 19(3): 34 ~ 42.
- [19] 杨兴科, 姬金生, 张连昌, 等. 东天山金矿带区域成矿规律解析[J]. 矿床地质, 1998, 17(增刊): 131 ~ 134.
- [20] 杨兴科, 程宏宾, 姬金生, 等. 东天山金铜成矿背景与成矿系统分析[J]. 西安地质学院学报, 2000, 22(2): 4 ~ 14.
- [21] 姬金生, 薛春纪, 曾章仁, 等. 新疆东天山康古尔塔格金矿带研究[J]. 地质论评, 1997, 43(1): 69 ~ 77.
- [22] 杨兴科, 姬金生, 陶洪祥, 等. 新疆东天山康古尔塔格金矿带构造与成矿规律[J]. 地质找矿论丛, 1997, 12(2): 57 ~ 66.
- [23] 李惠, 王支农, 上官义宁, 等. 金矿床(体)深部盲矿预测的构造晕叠加前、尾晕共存准则[J]. 地质找矿论丛, 2002, 17(3): 195 ~ 197.
- [24] 李强, 孙继东, 杨兴科, 等. 新疆石英滩金矿床原生晕特征与隐伏矿预测[J]. 地质与勘探, 2005, 41(4): 66 ~ 72.

ORE - CONTROLLING STRUCTURE AND DEEP - PREDICTION OF PRIMARY HOLES IN THE SHIYINGTAN GOLD FIELD, EASTERN TIANSHAN

MA Li - cheng¹, YANG Xing - ke^{1,3}, WANG Lei², LI Qiang¹, LI Guo - tian¹,
SUN Ji - dong³, CHEN Wen - long³, WEN Zhen - quan³

(1. Open Lab of Metallogenesis and Dynamic, Chang'an University, Xi'an 710054;

2. No. 1 Geological Team, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Changji 830010;

3. College of Earth Science and Land Resources, Chang'an University, Xi'an 710054)

Abstract: Shiyingtang (Xitan) gold deposit of Xinjiang was considered as an epithermal deposit by most predecessors. Recently studies on relations between structure and mineralization, zoning sequences of the primary holes, and superimposition holes at Dongbeikuang and Huangnipo spots show that there exist blinding ore bodies at different depth in these three deposit and spots. Spatial locations of the deposit and spots are sited in an approximately elliptical paleo - volcanic apparatus with extremely similar characteristics of geological structure, rock - forming, mineral - forming and primary holes. The paleo - volcanic hydrothermal channel was found in the Shiyingtang gold deposit. These ore - controlling structures and primary holes reflect veining specialty, and have essential enlightenment for further exploiting and predicting similar blinding ore deposits (or bodies) in the field.

Key words: Shiyingtang, ore - controlling volcanic apparatus, structural crack, primary holes, blinding ore body