

DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.2019.25.S1.004

# 东准噶尔卡拉麦里金矿带构造控矿特征及有利度分析

韩琼, 赵同阳, 郑加行, 孙耀锋

(新疆维吾尔自治区地质调查院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:** 东准噶尔卡拉麦里金矿带是新疆重要的成矿带之一, 已经发现的金矿床(点)有 100 多处。区内断裂构造极为发育, 主要的断裂构造有卡拉麦里深大断裂、清水—苏吉泉断裂和库普大断裂, 由大断裂派生的次级断裂广泛发育, 与金的成矿关系极为密切。在已有研究的基础上, 借助遥感解译技术, 在数理统计的基础上, 总结了卡拉麦里金矿带构造控矿特征, 并初步进行了有利度分析。结果表明: 北西—北西西向的断裂为该成矿带内极为有利的控矿构造, 其控制了成矿带的展布, 与其共生的次级断裂和派生断裂为容矿构造, 控制着矿床(点)的位置。北东—北东东和北东对金矿的控矿作用不明显。金矿床(点)多分布在 5~15 个/100 km<sup>2</sup> 的密度区内。线性构造交汇点密度高峰值为 25 个/100 km<sup>2</sup>, 随着密度值的增高, 金矿床(点)逐趋减少。  
**关键词:** 控矿特征; 共轭断裂; 线性构造密度; 卡拉麦里金矿带; 有利度分析

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

## STRUCTURAL ORE-CONTROLLING CHARACTERISTICS AND FAVORABILITY ANALYSIS OF THE KALAMAILI GOLD ORE BELT IN EAST JUNGGAR

HAN Qiong, ZHAO Tongyang, ZHENG Jiaying, SUN Yaofeng

(Geological Survey Institute of Xinjiang, Urumqi 830000, Xinjiang, China)

**Abstract:** The Kalamaili gold ore belt in East Junggar is one of the important metallogenic belts in Xinjiang, and more than 100 gold deposits (points) have been discovered. The fault structure in the area is extremely developed. The main fault structures include the Kalamaili deep fault, the Qingshui-Sujiqian fault and the Kupu large fault. The secondary faults derived from the large fault are widely developed and closely related to gold mineralization. Based on previous studies and mathematical statistics, using the remote sensing interpretation technology, the structural ore-control characteristics of the Kalamaili gold ore belt are summarized and a preliminary advantage analysis is conducted. The results show that the NW-NWW fault is an extremely favorable ore-controlling structure in the metallogenic belt, which controls the distribution of the metallogenic belt, and the secondary faults and derived faults associated with it are the ore-bearing structures, controlling the deposit (Point) location. The ore-

**基金项目:** 新疆区域地质调查片区总结与服务产品开发 (DD18-060); 国家自然科学基金项目 (41462004)

**作者简介:** 韩琼 (1986-), 男, 硕士, 工程师, 从事区域地质调查及成矿规律研究。E-mail: 644727148@qq.com

**引用格式:** 韩琼, 赵同阳, 郑加行, 等. 东准噶尔卡拉麦里金矿带构造控矿特征及有利度分析 [J]. 地质力学学报, 2019, 25 (S1):

021-026 DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.2019.25.S1.004

HAN Qiong, ZHAO Tongyang, ZHENG Jiaying, et al. Structural ore-controlling characteristics and favorability analysis of the Kalamaili gold ore belt in East Junggar [J]. Journal of Geomechanics, 2019, 25 (S1): 021-026 DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.2019.25.S1.004

controlling effect of NE-NEE and NE on gold mines is not obvious. Gold deposits (points) are mostly distributed in the density zone of 5 ~ 15/100 km<sup>2</sup>. The peak density of the linear structure intersection point is 25/100 km<sup>2</sup>. As the density value increases, the gold deposits (points) decrease.

**Key words:** ore control characteristics; conjugated fracture; linear structural density; Kalamaili gold ore belt; favorability analysis

东准噶尔卡拉麦里金矿带是新疆重要的金矿带之一,带内线形构造极为发育,经历了漫长的地质演变过程,线性构造相互关系十分复杂。卡拉麦里金矿带金矿床的形成与岩浆活动紧密相关,不同时期、不同部位有着不同类型的岩浆侵入活动,每一期次的岩浆赋存的成矿元素不同,所形成的矿产亦有不同。岩浆侵入活动离不开线性构造,它往往沿着地壳的薄弱地带(即断裂构造地段)侵入,断裂构造为内生矿产的形成提供了导浆、导矿通道和赋存的空间。只有在查清构造、岩浆、矿产三者关系的基础上,才能提出线性构造的控矿特征。继而初步开展有利度,初步评价断裂对成矿的影响范围及控制强度。近年来,随着地质项目的推进和科学研究的不断深入,在该区取得的大量的研究成果,卡拉麦里蛇绿混杂岩带,作为一个特殊而重要的地质单元,特别是在洋板块理论的指导下,对其研究对重建洋陆演化历史具有重要意义,目前普遍认为卡拉麦里蛇绿岩带西伯利亚板块与哈萨克斯坦板块的缝合带的组成部分,在东准噶尔卡拉麦里蛇绿岩带金矿呈密集分布的特点,但是在成因上是否存在联系还尚未确定,到目前为止在卡拉麦里金矿带,与蛇绿岩有关的金矿床有金水泉金矿和南明水金矿,认为金水泉金矿在成因上与碳酸蛇绿岩有关系,但尚未开展系统的研究。在断裂构造与金成矿方面,普遍认为金的成矿与断裂之间的关系密不可分,但是对于线性断裂密度、线性密度与金成矿之间的关系并不明确,鉴于此,文章在对卡拉麦里金矿带进行高精度遥感解译的基础上,结合区域地质矿产调查成果,运用数理统计的方法,初步分析卡拉麦里金矿带线形构造与金成矿之间的关系,为进一步开展成矿预测和勘查找矿提供参考。

## 1 地质背景

研究区位于西伯利亚板块与哈萨克斯坦板块两大板块缝合带卡拉麦里蛇绿岩带强应变构造带

内。前寒武纪以来经历了长期而复杂的构造运动,晚古生代是该区最重要的板块碰撞、陆内造山运动时期,伴随大规模强烈的碰撞造山,形成了多种多样的独具特色的金成矿系统<sup>[1-2]</sup>。其中晚古生代构造演化与成矿关系密切,总结起来经历了陆内拉张-洋盆增生阶段(P<sub>1</sub>-P<sub>3</sub>)、洋盆聚敛-闭合阶段(C<sub>1</sub>)、陆间残余海盆阶段(C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>)、板块焊接造山阶段(C<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>)、板内逆冲推覆阶段,石炭到二叠为卡拉麦里金成矿带的主成矿期。研究区发育地层主要为上石炭统巴塔玛依内山组(C<sub>2b</sub>),下石炭统南明水组(C<sub>1n</sub>)、清水组(C<sub>1q</sub>)、松喀尔苏组(C<sub>1s</sub>)。侵入岩浆活动较为频繁,主要的岩体有老鸭泉岩体、贝勒库都克岩体、黄羊山岩体、苏吉泉岩体、野马泉岩体等<sup>[3-4]</sup>,其中黄羊山-老鸭泉岩体规模最大(图1)。从岩体形成时代上来看,黄羊山系列最早(305 Ma) > 库布苏南系列(287 Ma ± 2 Ma) > 贝勒库都克系列(283 Ma ± 2 Ma);从岩性上看来花岗岩带在成分上演化序列为钙碱性→偏碱性→碱性;在成因上,可以划分为铝质A型花岗岩及碱性A型花岗岩、I型花岗岩、S型花岗岩和M型花岗岩。此外发育有卡拉麦里蛇绿岩带。断续出露,长约150 km,宽约3~5 km,最宽处13 km,东起塔克扎勒地区,经南明水→苏吉泉→六棵树→苦水→平顶山,西至清水泉。产于陡倾的大断裂之中,走向与造山带一致。断裂构造均十分发育,纵横交错,相互切割,构造线总体方向为北西—南东向展布,构成了由南到北的一系列变形较强的卡拉麦里、库布苏等强应变构造带与其间弱变形区域强弱相间的格局。褶皱轴线均290°~310°方位延伸,重要褶皱从北向南主要包括库布苏向斜、库普背斜及清水—南明水褶皱束;断层从北向南包括库普断裂、清水—苏吉泉断裂和卡拉麦里断裂,大多断裂切割了泥盆系及石炭系地层,而少数长期复活的断层及燕山期发育的方向不定的小断层,则切割了中生界。清水—苏吉泉断裂与卡拉麦里断裂基本围限了卡拉麦里蛇绿岩带和陆间残余海盆沉积物组成

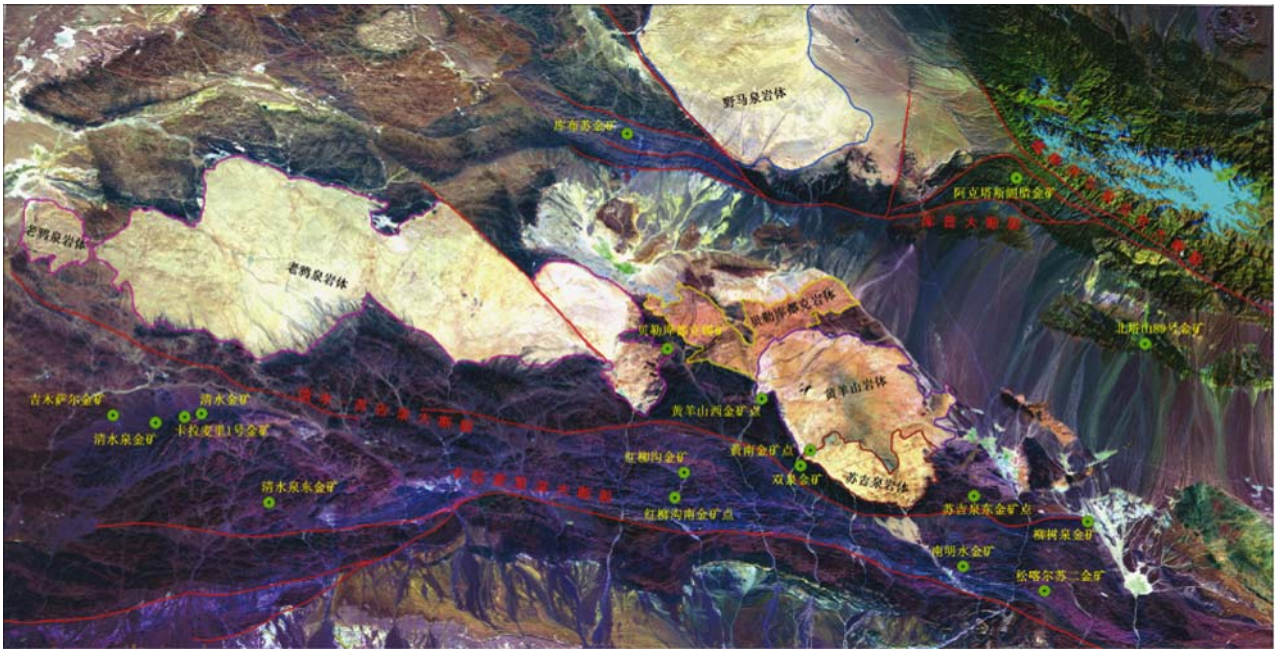


图 1 卡拉麦里金矿带主要断裂遥感解译示意图

Fig. 1 Schematic diagram of remote sensing interpretation of main faults in the Kalamaili gold belt

的卡拉麦里强应变构造带, 已经发现的矿床 (点) 100 多处<sup>[5]</sup>。

## 2 控矿特征

### 2.1 主要断裂发育特征

区域内褶皱、断裂构造均十分发育, 纵横交错, 相互切割, 构造线总体方向为北西—南东向展布, 构成了由南到北的一系列变形较强的卡拉麦里、库布苏、阿尔曼太等强应变构造带与其间弱变形区域强弱相间的格局<sup>[6]</sup>。研究区褶皱轴线均  $290^{\circ} \sim 310^{\circ}$  方位延伸, 重要褶皱从北向南主要包括库布苏向斜、库普背斜及清水—南明水褶皱束<sup>[7-8]</sup>; 断层从北向南包括库普断裂、清水—苏吉泉断裂和卡拉麦里断裂, 大多断裂切割了泥盆系及石炭系地层, 而少数长期复活的断层及燕山期发育的方向不定的小断层, 则切割了中生界。清水—苏吉泉断裂与卡拉麦里断裂基本围限了卡拉麦里蛇绿岩带和陆间残余海盆沉积物组成的卡拉麦里强应变构造带<sup>[7-8]</sup>。

#### (1) 清水—南明水褶皱束

该褶皱束位于卡拉麦里深断裂与清水—苏吉泉大断裂所夹持的狭长地带内, 向东南向延至南明水以东一带<sup>[9-11]</sup>, 其北部为清水—苏吉泉大断裂, 南以卡拉麦里深大断裂与卡拉麦里过渡带相

接壤。由两个向斜及一个单斜构成, 受南北两侧深断裂及大断裂的作用及次级断层的影响, 褶皱束内发育有北西向、东西向及北东向三组断层。其中, 北西向规模最大, 沿断层常有超基性岩呈脉状, 岩株状充填。褶皱形态多为断层所破坏, 随之产生有轻微的变质现象, 如千枚岩化等。该带岩石多已蚀变破碎, 实际上是一个破碎带, 给侵入岩的贯入和赋存创造了有利条件, 沿该带有大量的超基性岩脉、岩株分布<sup>[7,9]</sup>。

#### (2) 清水—苏吉泉大断裂

该断裂为一地区性的大断裂, 位于清水、卡拉麦里深断裂以北, 平顶山以南, 向东延至苏吉泉一带, 长百余千米, 为高角度逆冲压性断层, 由一系列断层组成的断裂带, 在地貌上往往形成明显的负地形和构造阶梯。它与卡拉麦里深断裂组成一个断裂带。

#### (3) 卡拉麦里深断裂

卡拉麦里深大断裂西起卡拉麦里山, 向东经黑山、二红山之南, 到大加山北侧后断续延伸至莫钦乌拉山南侧, 是新疆东准噶尔地区比较著名的深断裂构造之一, 延长大于 300 km, 宽 100 ~ 300 m, 深度切穿上地幔。为高角度逆冲压性断层, 该断裂在地貌上呈一宽 100 ~ 300 m 的直沟, 并形成宽阔的破碎带, 有的地方可见糜棱岩化带, 该断裂对本区地层、侵入岩、矿产和构造起着重要

控制作用。断裂以北是强烈活动区<sup>[8-9]</sup>，发育有卡拉麦里蛇绿岩带。断裂带两侧地质特征迥然不同，包括沉积建造、古生物化石群，岩浆活动、地球物理场等。次级断层非常发育，且岩石变质程度高，其南则相对稳定。在成矿方面，清水—南明水—金山一带诸多的金矿（化）点都集中于断裂带附近，表明该断裂是一条控矿而且结构比较复杂的深断裂构造之一，与其有关的次一级断层和裂隙则为金成矿提供了良好的赋存空间。

#### (4) 库普大断裂

该断裂位于准噶尔盆地东北缘北塔山一带南部，向西延至库布苏被第四系覆盖，向东延至拉斯铁至拜斯巴斯它乌也被第四系所覆盖。延伸方位约 $280^{\circ}\sim 310^{\circ}$ ，总长73 km。该断层为一向北倾斜的逆断层，倾角一般在 $60^{\circ}$ 左右。在地貌上往往形成明显的构造阶梯和负地形，为超基性岩浆运移和赋存的空间，为成矿物质的沉淀富集提供场所<sup>[12]</sup>。

### 2.2 北西—北西西向和北东—北东东向“X”型共轭断裂的控矿特征

在卡拉麦里金矿带内，深断裂和大断裂形成的“X”型共轭断裂控制着金矿床的空间分布，为带内线性构造的主要构造格架。“X”型共轭断是由带内北西—北西西向和北东—北东东向线性构造组成的。带内北西—北西西向线性构造主要有：卡拉麦里深断裂、库布苏深断裂，清水—苏吉泉大断裂、库普大断裂等。其规模和数量上远远超过其他方向组的断裂。带内的所有岩体分布均与该方向的断裂有关，岩体的延伸方向与主干断裂走向基本吻合。同时控制了与侵入岩密切相关的金矿床（点）的分布，矿带及矿化蚀变带无一不与此方向组的断裂平行。区内的两个超基性岩带均沿深大断裂分布，其中卡拉麦里超基性岩带沿卡拉麦里深断裂和清水—苏吉泉大断裂分布，断续延长约250 km，绝大部分超基性岩体以岩株、岩墙或岩枝状充填于断裂挤压破碎带或其两侧派生断裂和次级断裂之中。北西—北西西向的线性构造虽然具有相同的性质，但控矿程度较弱。

线性构造和内生金属矿产的空间分布特征为：规模较大的岩体均分布在该组断裂旁侧，岩体的长轴方向大多为北西—北西西向，已发现的绝大部分金矿床（点）与北西—北西西向线性构造有关，但北东—北东东向线性构造区上发现的矿床

（点）较少。以上特征表明“X”型控矿特征为：北西—北西西向主干断裂控制了矿带的总体延伸方向，是导浆导矿的主要通道<sup>[4]</sup>。

### 2.3 “X”型共轭断裂共生的次级断裂和派生断裂的控矿特征

与“X”型共轭断裂共生的次级断裂和派生断裂，系指这两组的主断裂平行展布和由主断裂派生的规模较小的断裂。区内此类小断裂数量最多，并与此方向的主断裂是在同一应力场的作用下形成的，尤以北西—北西西向的次级断裂和派生断裂最为发育，绝大部分矿床（点）的矿体赋存于其中。北东—北东东向线性构造组控矿作用次之。

带内金矿均与石英脉有关，在卡拉麦里深断裂北侧的清水—苏吉泉金矿带，含金石英脉一般不含铜，很少发现有含银的石英脉。而在库布苏和哈萨坟以南等地的含金石英脉，普遍含有铜、银，说明本区的含金石英脉可能不是同期次生成。尽管石英脉形成的期次不同，但是它们均受北西—北西西向线性构造的控制。清水—苏吉泉一带的含金石英脉多沿北东—北东东向分布。清水一带的含金石英脉处于线性构造交汇部位，含金石英脉沿各个不同方向的裂隙充填，但它们仍然严格受构造控制，并受次级断裂和节理、部分受层间裂隙控制。金矿点中的含金石英脉总体走向与主干断裂走向基本一致。哈萨坟以南等地具金银矿化的石英脉走向 $310^{\circ}\sim 320^{\circ}$ ，与本组线性构造方向一致。在主干断裂和同一方向组的次级断裂锐角交汇部位金矿床（点）显示出密集展布的特点。从而说明“X”型共轭断裂共生次级断裂和派生断裂为带内主要容矿构造。

### 2.4 东西向和近东西向线性构造的控矿特征

东西—近东西向线性构造组与北西—北西西向、北东—北东东向线性构造组是在同一应力场作用下形成的。由于研究区所处大地构造位置的特殊性，金矿带北部和中部地区该线性构造组不甚发育，控矿特征不明显。金矿带南部地区该组断裂构造较为发育，金矿床（点）的空间分布关系不明显。反映了该组线性构造控矿意义不大。

## 3 控矿有利度分析

带内线性构造等密度线的密集程度受地层、岩体的控制。泥盆纪、石炭纪地层分布地区，尤

其是石炭纪地层分布区, 等密度线最为密集。岩体分布地区等密度线较稀。大面积中生代分布区, 密度线最稀。

区内的内生金属矿产与线性构造密度有密切的关系, 一般来说, 线性构造越密集的地段内生矿产越多, 反之内生矿产少。数理统计的结果表明金矿线性构造密度控矿特征为:

(1) 线性构造密度与金矿的关系: 金矿绝大部分分布在密度值为  $0.3 \sim 0.8 \text{ km}^2/\text{km}^2$  的地区。其中分布最为密集的是  $0.4 \sim 0.6 \text{ km}^2/\text{km}^2$  的地区, 卡拉麦里金矿带的所有金矿点均分布在这个范围的密度区内。

(2) 线性构造交汇点密度与金矿的关系: 带内金矿多分布在交汇点密度值为  $5 \sim 15$  个/ $100 \text{ km}^2$  的地区。其中占金矿总数 56% 以上金矿床 (点) 分布在  $10 \sim 15$  个/ $100 \text{ km}^2$  的密度区。如卡拉麦里金矿带的西部金矿床 (点) 多分布在  $0 \sim 5$  个/ $100 \text{ km}^2$  的地区, 东部金矿床 (点) 多分布在  $10 \sim 15$  个/ $100 \text{ km}^2$  的密度区内, 局部地段见有多个金矿点集中分布在  $15 \sim 25$  个/ $100 \text{ km}^2$  的密度区内<sup>[4]</sup>。

## 4 结论

(1) 北东—北东东向线性构造控制着矿带的展布方向, 与其伴生的次级断裂和派生断裂为容矿构造。

(2) 线性断裂密度控矿有利度大致为: 金矿床 (点) 多分布在  $5 \sim 15$  个/ $100 \text{ km}^2$  的密度区内。线性构造交汇点密度高峰值为 25 个/ $100 \text{ km}^2$ , 随着密度值的增高, 金矿床 (点) 逐渐减少。

### 参考文献/References

- [ 1 ] 李锦轶, 杨天南, 李亚萍, 等. 东准噶尔卡拉麦里断裂带的地质特征及其对中亚地区晚古生代洋陆格局重建的约束 [J]. 地质通报, 2009, 28 (12): 1817-1826.  
LI Jinyi, YANG Tiannan, LI Yaping, et al. Geological features of the Karamaili faulting belt, eastern Junggar region, Xinjiang, China and its constraints on the reconstruction of Late Paleozoic ocean-continent framework of the Central Asian region [J]. Geological Bulletin of China, 2009, 28 (12): 1817-1826. (in Chinese with English abstract)
- [ 2 ] 徐斌, 路彦明, 顾雪祥, 等. 新疆奇台地区双泉金矿床的成矿时代 [J]. 地质通报, 2009, 28 (12): 1871-1884.  
XU Bin, LU Yanming, GU Xuexiang, et al. Metallogenic

- epoch of the Shuangquan gold deposit in Qitai area, Xinjiang, China [J]. Geological Bulletin of China, 2009, 28 (12): 1871-1884. (in Chinese with English abstract)
- [ 3 ] 杨高学, 李永军, 吴宏恩, 等. 东准噶尔卡拉麦里地区黄羊山花岗岩和包体 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年及地质意义 [J]. 岩石学报, 2009, 25 (12): 3197-3207.  
YANG Gaoxue, LI Yongjun, WU Honge, et al. LA-ICP-MS zircon U-Pb dating of the Huangyangshan pluton and its enclaves from Kalamaili area eastern Junggar, Xinjiang, and geological implications [J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25 (12): 3197-3207. (in Chinese with English abstract)
- [ 4 ] 韩琼. 东准噶尔卡拉麦里成矿带金矿成矿规律与成矿模式研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2014.  
HAN Qiong. Study of metallogenic regularity and mineralization model of Kalamaili mineralization belt in East Junggar [D]. Urumqi: Xinjiang University, 2014. (in Chinese)
- [ 5 ] 谢磊. 东准噶尔卡拉麦里成矿带金矿多源信息成矿预测 [D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2015.  
XIE Lei. Metallogenic prediction of multi-source information in Karamari metallogenic belt of East Junggar [D]. Urumqi: Xinjiang University, 2015. (in Chinese)
- [ 6 ] 弓小平, 凤骏, 宋相龙, 等. 新疆东准噶尔卡拉麦里成矿带成矿预测与高精度遥感信息提取研究 [M]. 北京: 地质出版社, 2015.  
GONG Xiaoping, FENG Jun, SONG Xianglong, et al. Study on metallogenic prediction and high precision remote sensing information extraction in Karamairi ore-forming belt of Eastern Junggar, Xinjiang [M]. Beijing: Geological Press, 2015. (in Chinese)
- [ 7 ] 张忠伟. 新疆东准卡拉麦里成矿带金铜矿产资源定量评价研究 [D]. 北京: 中国地质大学 (北京), 2012.  
ZHANG Zhongwei. Quantitative Evaluation of Gold and Copper Mineral Resources in the Karamayli Metallogenic Belt of Dongzhun, Xinjiang [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2012. (in Chinese)
- [ 8 ] 徐斌. 新疆卡拉麦里成矿带金矿构造—岩浆控矿规律及找矿预测研究 [D]. 北京: 中国地质大学 (北京), 2010.  
XU Bin. Study on the metallogenic tectonic-magmatic ore-controlling law and prospecting prediction of the Kalamaili metallogenic belt, Xinjiang [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2010. (in Chinese)
- [ 9 ] 雷杰. 新疆奇台县苏吉金矿成矿条件与找矿前景浅析 [J]. 新疆有色金属, 2009, 32 (6): 10-12.  
LEI Jie. Analysis on Metallogenic Conditions and Prospecting Potential of Suji Gold Deposit in Qitai County, Xinjiang [J]. Xinjiang Youse Jinshu, 2009, 32 (6): 10-12. (in Chinese)
- [ 10 ] 杨晓疆, 韩静波. 地球化学勘查在富蕴县金水泉金矿找矿中的应用 [J]. 新疆地质, 2010, 28 (3): 267-273.  
YANG Xiaojiang, HAN Jingbo. Application of geochemical exploration in geological prospecting of Jinshuiquan gold deposit in Fuyun of Xinjiang [J]. Xinjiang Geology, 2010, 28 (3): 267-273. (in Chinese with English abstract)

- [11] 田红彪, 弓小平, 韩琼, 等. 奇台双泉金矿成矿模式研究 [J]. 新疆地质, 2013, (3): 196-200.  
TIAN Hongbiao, GONG Xiaoping, HAN Qiong, et al. Study on the metallogenic model of Shuangquan gold deposit in Qitai [J]. Xinjiang Geology, 2013, (3): 196-200. (in Chinese with English abstract)
- [12] 张栋, 路彦明, 郭小东, 等. 东准噶尔地区与韧-脆性剪切带有关的金(铜)成矿——构造变形转换与成矿时限及地球动力学背景 [J]. 黄金, 2011, 32 (3): 8-15.  
ZHANG Dong, LU Yanming, GUO Xiaodong, et al. Au (Cu) mineralization associated with ductile-brittle shear zone in east Junggar area: conversion of structural deformation, metallogenic time and geodynamics background [J]. Gold, 2011, 32 (3): 8-15. (in Chinese with English abstract)