

文章编号: 1006-6616 (2001) 03-0201-07

# 阿尔金山地区铜金矿化富集规律

王小凤<sup>1</sup>, 陈宣华<sup>1</sup>, 陈正乐<sup>1</sup>, 陈柏林<sup>1</sup>  
杨 风<sup>2</sup>, 王克卓<sup>2</sup>, 张利容<sup>1</sup>, 袁嘉音<sup>1</sup>

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;  
2. 新疆地质调查院一所, 新疆 乌鲁木齐 830011.)

**摘要:** 阿尔金山走滑断裂系不同级次构造控制阿尔金山地区铜、金成矿带、矿田及矿床的分布, 区域上可以划分为阿尔金山北缘金—铜—铁多金属成矿带和阿尔金山铁—铜—金多金属成矿带。通过岩石铜、金含量数理统计和<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar热年代学研究结果, 将其划分为两个主成矿期, 年龄分别为  $502.3\text{Ma} \pm 10.1\text{Ma}$  和  $207.6\text{Ma} \pm 4.2\text{Ma}$ ; 构造应力场和矿化富集过程分为3期: 前中生代——挤压期; 中生代——伸展期和新生代——走滑期。相对低应力值为矿化富集的有利部位。

**关键词:** 阿尔金山; 铜金矿化; 构造应力场; 富集过程

中图分类号: P618.41, P618.52      文献标识码: A

## 0 引言

阿尔金山地处青藏高原北缘。自20世纪80年代末以来, 对该区阿尔金山走滑断裂的形成演化及与青藏高原隆升之间关系的研究, 已引起国内外学者普遍关注<sup>[1~9]</sup>。但是由于该区矿产地质调查工作程度较低, 20世纪90年代以前几乎还没有发现具有一定规模的金属矿床。自20世纪90年代以来, 新疆和青海地勘局在该区开展1:50万化探扫面和异常查证工作。1996年的国家三〇五项目和1999年的中国地质调查局大地调项目先后在该区开展成矿地质条件和远景预测研究。在大量野外调查和前人工作的基础上, 初步查明阿尔金山地区铜、金矿化的主要类型, 指出韧性剪切带金矿床和火山喷流—热水沉积型铜矿床是实现该区找矿突破的主要矿床类型。本文是在上述项目研究基础上撰写的, 重点拟阐明区域铜、金矿化富集规律, 并进一步指出找矿方向。

## 1 阿尔金山走滑断裂系控制铜、金矿化的分布

矿产的分布受着成矿物质条件和成矿构造条件的双重制约。构造体系控矿和构造动力成

收稿日期: 2001-05-07

基金项目: 国家攻关305项目阿尔金山专题(96-915-06-01B)和国家地质调查项目(K1.1.2.3)

作者简介: 王小凤(1941—), 女, 研究员, 主要从事地质力学和矿田构造研究工作。

岩成矿的观点认为,由于成矿物质的迁移、聚集和分布受着构造地质条件的制约,矿产分布规律实际上主要是受构造体系控制的。阿尔金走滑断裂系的形成和演化控制了区域一级成矿区带的分布,它的低级次断裂带分别对矿田、矿床或矿体的定位起着制约作用。

根据阿尔金山地区地质构成、构造体系组合特征、化探异常和矿床(点)分布,并结合野外地质调查、构造地球化学剖面测制和化探扫面资料分析,我们初步将阿尔金地区划分为两个较为重要的区域成矿带(图1,表1)。

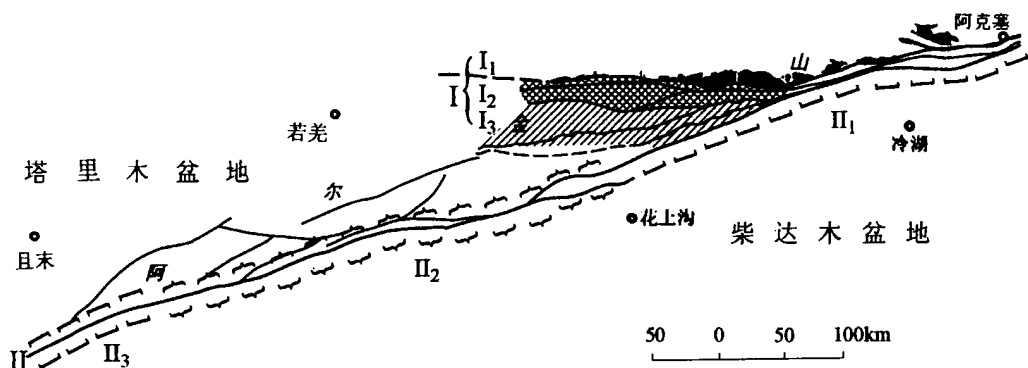


图1 阿尔金地区成矿带划分简图

Fig.1 Division of metallogenic belts in Altyn Tagh area

(图中说明见表1)

表1 阿尔金地区成矿带划分简表

Table 1 Description of metallogenic belts in Altyn Tagh area

一级	二级	三级(矿田)	构造部位	矿种	地层岩石	岩浆活动	矿化类型	
(I) 阿尔金北缘铜、铁、金、银、多金属成矿带	阿尔金北缘金成矿带 (I <sub>1</sub> )	大平沟	阿尔金北缘断裂带	Au、Cu	Ar 深变质岩	钾长花岗岩	变质热液-韧性剪切带型	
	阿尔金北缘铜-铁-金成矿带 (I <sub>2</sub> )	红柳沟	EW 向挤压透镜体端部	Au	Pt 浅变质岩		变质热液-韧性剪切带型	
		盘龙沟祥云		Au	Pt 浊积岩	花岗斑岩 基性、超基性岩	浊积岩型-破碎蚀变岩型	
		喀腊大湾	Fe、Cu	Pt 浊积岩	火山岩	火山喷流-热水沉积型		
	拉配泉	EW 向构造带与 NEE 向阿尔金断裂带复合部位	Cu、Au	O <sub>3</sub> 火山岩系	花岗斑岩			
阿尔金北缘铜-银-多金属成矿带 (I <sub>3</sub> )	索尔库里北山			Cu、Ag	Pt 浊积岩			
(II) 阿尔金铁、铜、金、多金属成矿带	阿尔金东段铜为主多金属成矿带 (II <sub>1</sub> )	黄矿山	NEE 向阿尔金断裂带南侧	Cu、Pb、Zn	Pt <sub>1</sub> 达肯达坂群	加里东期、印支期花岗岩	接触交代型	
	阿尔金中段铁-铜-金成矿带 (II <sub>2</sub> )	牧苏普阿雷克、盖吉里克			Cu、Au	O <sub>3</sub> 火山岩系	加里东期、印支期花岗岩	火山喷流-热水沉积型
		吐拉						
	阿尔金西段铜-金-多金属成矿带 (II <sub>3</sub> )	库勒萨依	NEE 向阿尔金断裂带北侧		Au、Cu、Ni		超基性岩	岩浆热液型
		秦布拉克						
	阿羌南	NEE 向阿尔金断裂带与东昆仑构造带复合部位		Cu、Zn	Pz' 碎屑岩建造		中低温热液型	

### 1.1 阿尔金山北缘金-铜-铁多金属成矿带

该带处在拉配泉至巴什考供 EW 向构造带上，成矿与阿尔金山北缘断裂的结构和物质组成有关，自北而南可划分 3 条次级成矿带：阿尔金山北缘金成矿带、阿尔金山北缘铜-铁-金成矿带、阿尔金山北缘铜-银多金属成矿带。

**1.1.1 阿尔金山北缘金成矿带** 沿 EW 向阿尔金山北缘断裂带延伸，北侧主要出露太古界深变质岩系，如麻粒岩、变粒岩和片麻岩等。金的化探异常主要分布在阿尔金山北缘断裂带上及其深变质岩带南侧边缘地区。EW 向阿尔金山北缘断裂与低序次的 NWW 向和 NEE 向断裂交汇处的破碎带是金的富集成矿区，大平沟小型金矿就是产在这种部位韧性剪切带中的变质热液型金矿。沿此带还有少量铜异常分布，有望找到小型铜矿床。

**1.1.2 阿尔金山北缘铜-铁-金成矿带** 沿 EW 向阿尔金山北缘断裂带南侧呈狭长带状延伸，次级断裂呈菱形剪切网状展布，形成大小不一的 EW 向透镜体构造。由中元古界蓟县群浅变质浊积岩系和中、上奥陶统火山岩系组成紧密褶皱带呈 EW 向分布，并有不同时代花岗岩体沿 EW 向透镜体构造的核部侵入，基性、超基性岩体则沿透镜体边缘呈断续带状出露。铜异常多与花岗岩、基性、超基性岩侵入体及火山岩有关，金异常则与次级菱形网格状剪切断裂有关。在该带中元古界浅变质岩系中已发现祥云、盘龙沟破碎蚀变岩型金矿床及红柳沟韧性剪切带型金矿点以及可能为火山喷流-热水沉积型的拉配泉、喀腊大湾铜矿点。以上是本区最有希望扩大铜、金找矿远景的几种矿床类型。

**1.1.3 阿尔金山北缘铜-银多金属成矿带** 主要由中元古界蓟县群浅变质岩系组成的近 EW 向紧密褶皱带及相伴的 NEE 向剪切带构成，铜、银多金属元素异常沿其展布。目前已发现的矿床仅为索尔库里北山铜银矿点（中低温热液型）。

### 1.2 阿尔金山铁-铜-金多金属成矿带

该带沿阿尔金山走滑断裂呈 NEE 向延伸。由于与阿尔金山走滑断裂相伴发生的阿尔金山中央地块的隆升以及相邻昆仑构造带与阿尔金山北缘构造带的复合，因而，阿尔金山走滑断裂具有明显的分段性，形成东段、中段和西段 3 条次级成矿带。

**1.2.1 阿尔金山东段以铜为主的多金属成矿带（茫崖-阿克塞）** 该带大部分在研究区范围以外，主要出露元古宇浅变质岩及碎屑岩-碳酸盐岩，中、上奥陶统火山岩系以及海西期、印支期花岗岩系侵入体。该带有与花岗岩有关的铜及多金属矿点和与变质热液活动有关的金矿点。

**1.2.2 阿尔金山中段铁-铜-金成矿带（吐拉-茫崖）** 该带沿阿尔金山断裂展布，断裂带北侧出露下元古界变质岩及青白口系变质砂岩、大理岩；南侧为早-中侏罗统含煤碎屑岩、海西中期花岗岩、超基性岩体和中、上奥陶统双峰式火山岩。该带有 Au、Ag、Hg、As、Cu、Pb、Zn 和铁族元素等综合异常。在中、上奥陶统火山岩中已发现攸苏普阿雷克、盖吉里克、库勒萨依和吐拉等铜矿点，它们皆属火山喷流-热水沉积型铜矿化。

**1.2.3 阿尔金山西段铜-金多金属成矿带（秦布拉克-阿羌）** 该带位于阿尔金山断裂西段接近断裂的端部，为阿尔金山北缘断裂与阿尔金山断裂的汇合部位，同时又处于祁曼塔格断裂带和东昆仑北支断裂带的交汇部位，因此构造复杂。该带可进一步划分为两个区，即：秦布拉克铜、镍、钴、金异常区和阿羌南铜、金多金属异常区，它们的元素组合特征及找矿远景明显不同。

## 2 多阶段富集成矿作用

将阿尔金山地区各类岩石中铜、金含量的分析数据，分别绘制铜、金元素含量对数直方图（图2，图3），其中金、铜含量均偏离正态分布曲线，说明具有成矿的可能性。

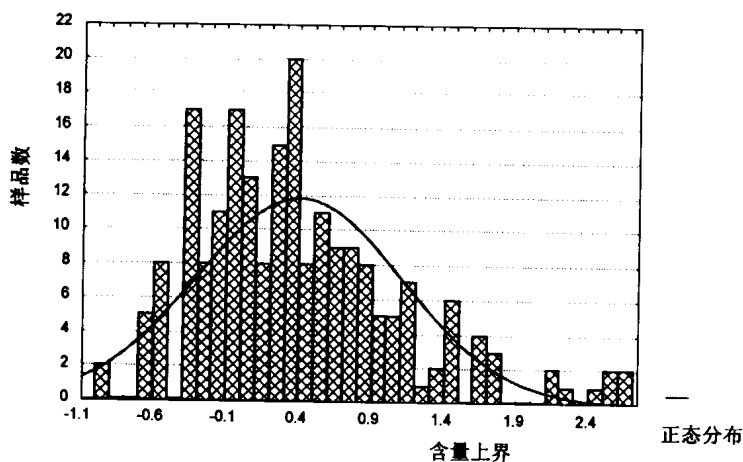


图2 阿尔金地区金元素含量/ $10^{-9}$ 对数直方图

Fig.2 Distribution of gold abundance in Altyn Tagh area

而有可能形成矿床。在铜或金的各自成矿方向上，铜与金含量之间多具正相关关系（图4b中A方向和B方向）。

通过区域地质资料分析及 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年结果认为，研究区内两种主要类型的铜、金成矿时代分别为：以拉配泉为代表的火山喷流—热水沉积型铜矿，成矿时代与奥陶纪火山岩喷发时代相同，并与同期花岗岩侵位时间大致相当（ $502.3\text{Ma} \pm 10.1\text{Ma}$ ）；以大平沟为代表的韧性剪切带型金矿，主成矿期大致与阿尔金北缘断裂伸展活动时代相当（ $207.6\text{Ma} \pm 4.2\text{Ma}$ ）。

从各类岩石中的铜、金含量关系图解（图4）可以看出，该地区经历了多次铜、金富集成矿作用，因此具有较好的铜、金成矿远景。图4a中A区为背景值区，铜和金都处在较低的水平上，是成矿作用的物质来源；曲线B和C为两次富集成矿过程，C的富集强度比B高。在每次富集过程中，铜和金的总量都要较背景区高出许多。在此基础上，铜和金分别向各自方向富集（图4b），形成铜矿化和金矿化，从

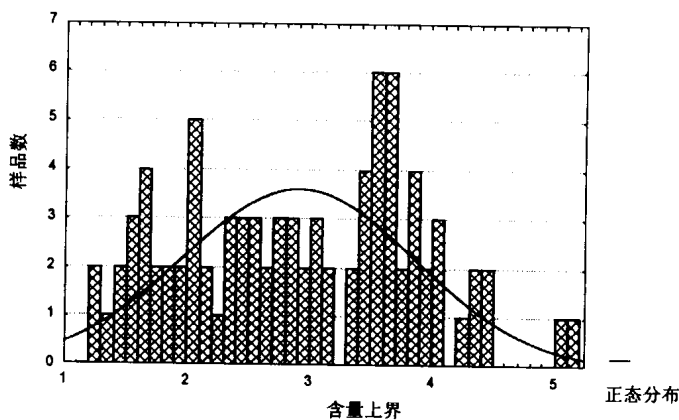


图3 阿尔金地区铜元素含量/ $10^{-6}$ 对数直方图

Fig.3 Distribution of copper abundance in Altyn Tagh area

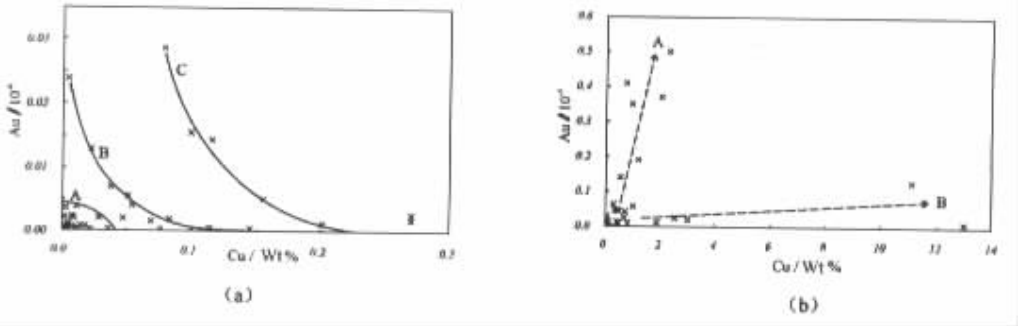


图 4 阿尔金地区铜-金演化规律图

Fig.4 Evolution of gold-copper abundances in Altyn Tagh area

- a. 铜-金两次富集的矿化作用：A. 背景区；B. 铜-金的第一次富集；C. 铜-金的第二次富集；
- b. 铜-金的进一步富集而形成矿体；A. 金的成矿作用方向；B：铜的成矿作用方向

### 3 构造应力场演化与成矿物质运移

在区域成矿带和典型矿床研究的基础上，我们建立了阿尔金地区区域构造应力场演化控制铜、金矿化富集过程的模式。认为区域构造应力场随时间的演化导致了构造型式的演变，造成构造体系的复合和结构面力学性质的转化，导致成矿物质及其含矿流体运移途径和沉积部位的变迁，并进一步运用有限单元法和渗流理论分析，进行区域构造应力场和运移场数值模拟实验，验证了以上提出的矿化富集规律。

图 5 至图 7 展示了阿尔金北缘地区 3 期构造应力场最大主应力的分布状态，表明在构造应力驱动下含矿流体和油气一样具有从高应力值区向低应力值区运移的规律，而低应力值区是形成矿化富集的有力部位。

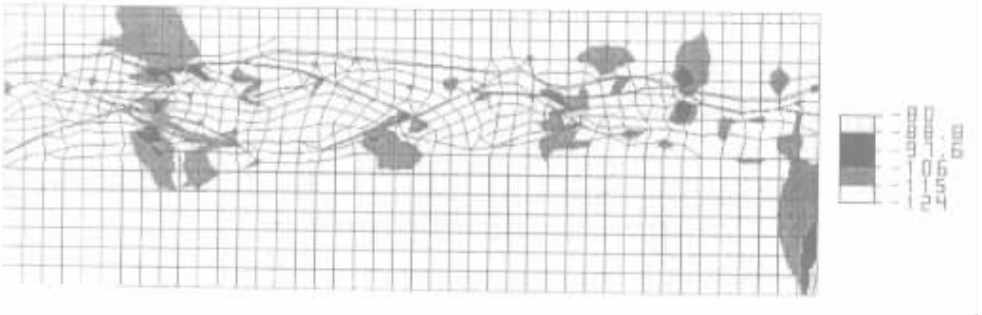


图 5 前中生代阿尔金北缘地区最大主应力低值区分布图

Fig.5 Low value areas of maximum main stress in pre-Mesozoic (图中数值为相对值)

本区构造应力场和矿化富集过程大致划分以下 3 个时期。

#### 3.1 前中生代——挤压期

在近 SN 向挤压作用下，形成近 EW 向阿尔金北缘挤压构造带及其次一级由 NEE、NWW

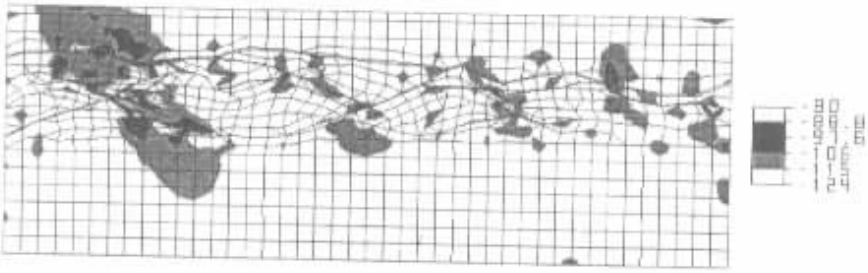


图 6 中生代阿尔金北缘地区最大主应力低值区分布图

Fig.6 Low value areas of maximum main stress in Mesozoic  
(图中数值为相对值)

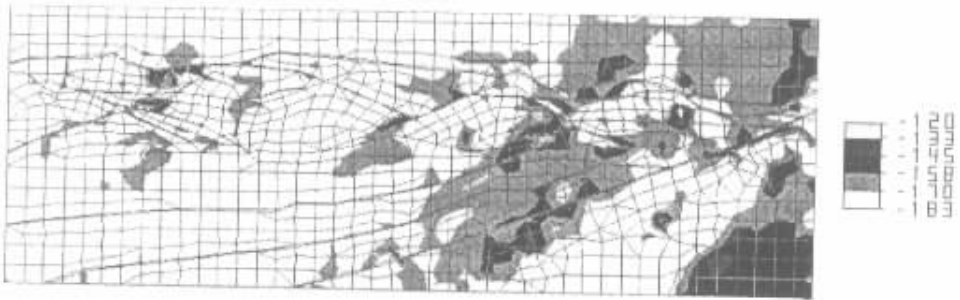


图 7 新生代阿尔金北缘地区最大主应力低值区分布图

Fig.7 Low value areas of maximum main stress in Cenozoic  
(图中数值为相对值)

向断裂组成的菱形剪切断裂系。矿化富集有利部位为：①挤压透镜体端部缩颈区，呈近 SN 向延伸；②NW 向及 NEE 向剪切断裂带及其交汇部位。

### 3.2 中生代——伸展期

在 NNW-SSE 向挤压作用下，形成阿尔金北缘断裂带的右旋剪切伸展运动以及次一级 NEE 向、NW 向断裂的压剪和张剪运动以及 NEE 向阿尔金边界挤压构造带。有利的矿化富集区域扩展为：①透镜体端部应力低值区范围扩大，透镜体两端成为应力低值区，呈 NNW 方向延伸；②NW 向剪切断裂转化成张剪性，变为应力低值区。

### 3.3 新生代——走滑期

在 NNE-SWW 向挤压作用下，形成阿尔金走滑断裂系，总体呈鱼骨状构造格局控制全区矿产分布和矿床、矿体的定位。矿化富集有利区继续扩展：①应力低值区向东扩展迁移，在 EW 向北缘断裂与 NEE 向阿尔金断裂复合部位成为范围最大的应力低值区，呈 NNE 方向延伸的倒三角形。它与 Cu、Au 化探异常集中区相吻合；②透镜体端部缩颈部位应力低值区仍保持；③NEE 向剪切断裂低值区有所扩展。

总之，不同期次应力低值区的变化可以反映含矿流体运移途径及成矿物质淀积区的变化。这与已经发现的矿（化）点、矿床、化探异常的部位相吻合，并可以通过对已知部位的分析进行成矿远景区预测。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 崔军文, 唐哲民, 邓晋福, 等. 阿尔金断裂系 [ M ]. 北京: 地质出版社, 1999. 1 ~ 249.
- [ 2 ] 国家地震局“阿尔金活动断裂带”课题组. 阿尔金活动断裂带 [ M ]. 北京: 地震出版社, 1992.
- [ 3 ] 葛肖虹, 段吉业, 李才, 等. 阿尔金断裂与西北大地构造格局的新认识 [ A ]. 见: 肖庆辉主编. 地球科学进展 [ C ]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992.
- [ 4 ] 张建新, 许志琴, 崔军文. 一个韧性转换挤压带的变形分解作用——以阿尔金断裂带东段为例 [ J ]. 地质论评, 1998, 44 ( 4 ): 348 ~ 356.
- [ 5 ] Meyer B, Tapponnier P, Gaudemer Y, et al. Rates of left-lateral movement along the eastern most segment of the Altyn Tagh fault, east of 96E ( China ) [ J ]. Geophy. J. Internat. , 1996, 126 : 29 ~ 44.
- [ 6 ] Tapponnier P, Peltzer A, Le Dain A Y, et al. Propagating extrusion tectonics in Asia : New insight from simple experiments with plasticine [ J ]. Geology, 1982, 10 : 1339 ~ 1384.
- [ 7 ] Wang E. Displacement and timing along the northern strand of the Altyn Tagh fault zone, Northern Tibet [ J ]. Earth Planet. Sci. Lett. , 1995, 150 : 55 ~ 64.
- [ 8 ] Wittlinger G, Tapponnier P, Poupinet G, et al. Tomographic evidence for localized lithospheric shear along the Altun fault [ J ]. Science, 1998, 282 : 74 ~ 76.
- [ 9 ] Yin A, Wang X, et al. Preliminary results from a collaborative geologic investigation of Altyn Tagh fault, North Tibet [ M ]. 14<sup>th</sup> HKT workshop, 1999. 185 ~ 186.

## Cu-Au ENRICHMENT AND MINERALIZATION IN ALTYN TAGH

WANG Xiao-feng<sup>1</sup>, CHEN Xuan-hua<sup>1</sup>, CHEN Zheng-le<sup>1</sup>, CHEN Bai-lin<sup>1</sup>  
 YANG Feng<sup>2</sup>, WANG Ke-zhuo<sup>2</sup>, ZHANG Li-rong<sup>1</sup>, YUAN Jia-yin<sup>1</sup>

( 1. Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China ;  
 2. Xinjiang Geological Survey, Urumqi 830011, China. )

**Abstract** : The Cu-Au enrichment and mineralization is studied here. It is concluded that the different order structures in Altyn Tagh fault system controlled the spatial distribution of metallogenic belts, ore fields and ore deposits. Regionally, it is divided into north Altyn Tagh gold-copper-iron multi-metal metallogenic zone and Altyn Tagh iron-copper-gold multi-metal metallogenic zone. Two main mineralization periods occurring at  $502.3\text{Ma} \pm 10.1\text{Ma}$  and  $207.6\text{Ma} \pm 4.2\text{Ma}$  respectively have been recognized through the analysis of gold and copper abundances and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geothermochronology. The evolution of tectonic stress field, related to the enrichment and mineralization of Cu and Au, is divided into three stages: pre-Mesozoic compression, Mesozoic extension and Cenozoic strike-slip stages. Areas with relatively low stress are prospected to be benefited for the enrichment and mineralization of Cu and Au.

**Key words** : Altyn Tagh ; Cu-Au mineralization ; tectonic stress field ; enrichment processes