

西昆仑苦阿金铜铁矿地质特征 及成因类型探讨

李刚,祁万修,吕金剛

(新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第一区域地质调查大队,新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:石炭系阿羌岩组为本区的矿源层。灰绿色糜棱岩化强蚀变安山岩、英安岩夹中层状大理岩的绿岩组合是本区的主要含矿层位,矿体在空间分布上有明显的层控特点,是本区最具找矿意义的地质层。从矿区地层岩性、变质作用、岩浆作用、脆-韧性变形作用等主要控矿因素综合分析,成矿物质来源于火山活动和沉积作用,后经变质作用和岩浆作用的改造,形成绿岩带中与火山-沉积作用有关的沉积变质型金、铜、铁矿床,同时经脆-韧性变形,具有构造蚀变岩型金铜和磁铁矿型金铁铜共生的特征,区域变质、岩浆热液、韧性剪切共同作用促使了本矿床的形成。认为本矿床属于多型共生的多元矿床。

关键词:昆仑山;断裂;韧性剪切带;多型共生

1 成矿地质背景

矿区大地构造位置属北昆仑微陆块之北昆仑晚古生代火山弧^①。北以山前断裂(FS)与塔里木陆块相接,南以其曼于特-纳赤台结合带(FQN)为界与昆南微陆块为邻。成矿区划属喀什塔什金铜铁玉石成矿带,土木牙铜金成矿远景区^②。

金(铜)矿化带出露石炭系阿羌岩组千糜岩、糜棱岩、片岩。处于山前断裂和包斯塘断裂(Fb)之间,韧性剪切作用强烈,称之为塔拉克勒格韧性剪切带^[1]。受向北推覆挤压应力作用,在昆仑山前断裂和包斯塘断裂之间形成一组近EW向展布的次级断裂构造,构成了区域性构造框架,从北往南依次形成了由主干断裂、次级断裂组成的裂隙网络和断裂系统。山前断裂破碎带宽500~1 000 m,断面南倾,倾角45°~70°,具逆冲推覆和后期左行移动的特征。次级断裂面呈舒缓波状,总体倾向南,局部北倾,倾角60°~75°。韧性剪切带宽2~3 km,据对岩石特征的研究,剪切带的形成至少经历了3次的挤压破碎过程。苦阿-帕西木金铁矿带呈近EW向带状分布(图1)。

地球化学分区属山前地带Au元素富集区^[2],主成矿元素为Au、Cu,Au、Cu高背景和异常区沿断裂和韧性剪切带分布,阿羌岩组富集元素组合复杂,多

达20种,包括Au、Cu、Sn、Mo和亲石、亲铁元素。蓊县系阿拉玛斯岩群属低背景区。区域岩浆活动具持续性和继承性,加里东期和华力西期最为强烈,以中-酸性侵入体为主,沿深大断裂分布,形成花岗岩链。金铜矿产的形成与中-酸性侵入体密切相关。区域矿产有苏乎拉克砂金矿、奥依切克金矿、帕西木金矿。

2 矿区地质特征

矿区出露地层主要为石炭系阿羌岩组,各岩性段之间均为断层接触,为板块边缘活动带的岛弧型火山岩建造。此种岩石组合在世界各地都是金、铜成矿的重要层位,往往形成铜多金属矿床。变质程度为绿片岩相,岩性为绿泥石石英片岩、绿帘石化石英片岩、片理化绢云母千糜岩;动力变质作用沿断裂带附近尤为强烈,主要岩性为糜棱岩、碎裂岩、断层角砾岩和构造片岩等构造变质岩,岩层普遍发生变形,小褶皱、微型挠曲等。原岩以中-酸性火山岩为主,夹有少量陆源碎屑岩和碳酸盐岩,火山岩属钙碱性火山岩系列(安山岩-英安岩);碎屑岩变质为一套变质砾岩、砂砾岩和硅铁石英岩建造。

矿区断裂构造发育,为高角度向北推覆的逆冲断裂,矿体产于断裂带上盘,断裂面以压性、压扭性为主,在碎裂岩化、糜棱岩化发育地段显示压性结构面特

收稿日期:2006-06-06;修订日期:2007-01-04;作者E-mail:ligang6631981@qq.com

第一作者简介:李刚(1963-),男,山西交城人,工程师,1985年毕业于长春地质学校,从事矿产普查与勘探工作

① 山西地质调查院.叶亦克幅(J44C004004)1:25万区域地质调查报告,2003

② 新疆地质调查院.新疆西昆仑尼雅河地区矿产资源综合评价报告,2003

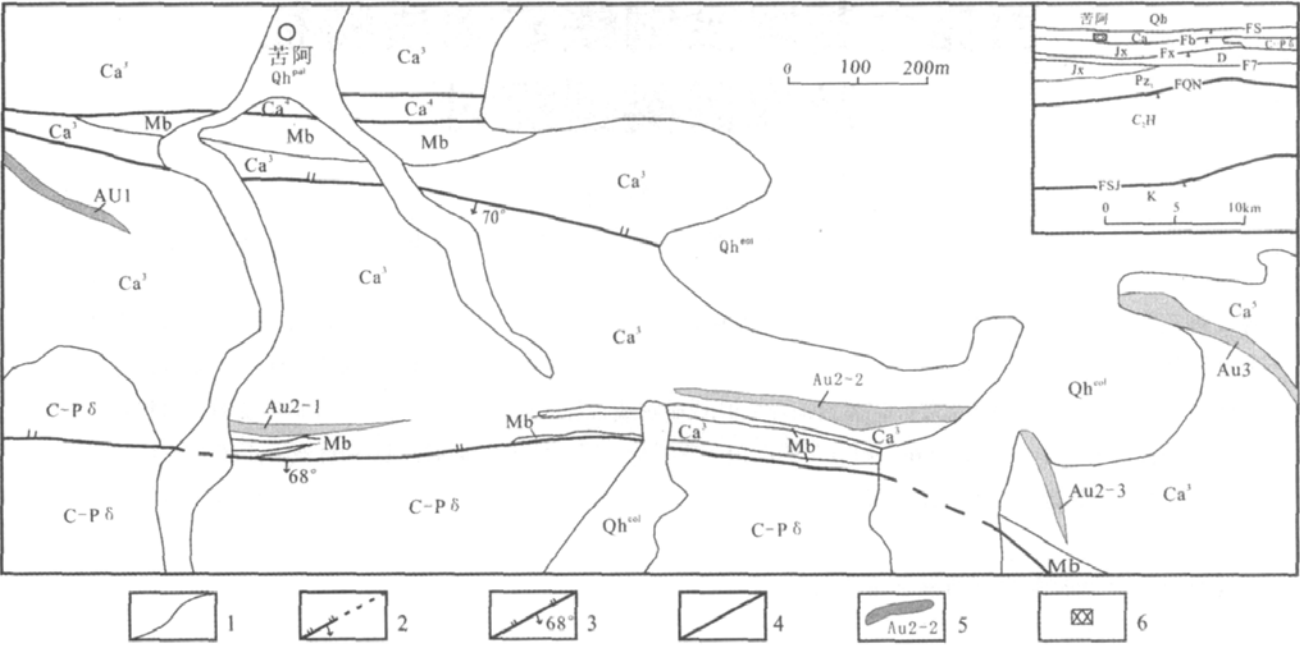


图1 苦阿金铜铁矿区地质简图

Fig.1 Geological map of KUA Au Cu Fe mine

1.地质界线;2.区域大断裂、推测大断裂;3.逆断层及产状;4.一般断层;5.铁、金矿带及编号;6.工作区

Qh^{col}——第四纪风积;Qh^{pal}——第四纪冲洪积;Ca⁵——绿泥片岩;Ca⁴——初糜棱岩;Ca³——灰绿色蚀变英安岩、安山岩;
C—P δ初糜棱岩化石英闪长岩;Mb——大理岩
Fs——山前断裂;Fb——包斯塘断裂;Fx——下马里克断裂;F7——布拉克断裂;FQN——其曼于特纳赤台结合带;
FSJ——苏巴什鲸鱼湖结合带

征.地层南倾,阿羌岩组不同岩性段以断片形式接触.岩浆活动严格受昆仑山前断裂带控制.主要为石炭—二叠纪石英闪长岩和石英闪长玢岩,出露于矿区南部,延伸方向基本与地层走向一致,具初糜棱岩化并强烈蚀变.岩石由碎斑和基质组成,碎斑约占 65%,成份为中长石、普通角闪石和少量石英.围岩为灰绿色糜棱岩化强蚀变安山岩、英安岩夹大理岩和碳酸盐化英

安质糜棱岩、阳起石片岩.

3 矿床地质特征

含金(铜)磁铁矿化带总体走向近 EW 向,与区域构造线相吻合.矿化带以灰绿色糜棱岩化强蚀变英安岩、安山岩、灰绿色片岩、糜棱岩、含金磁铁矿为主,夹有阳起片岩、白云岩化大理岩透镜体.矿化带中

表 1 苦阿金铁矿体资源量一览表

Table 1 The resources quantity of Au Fe in KUAR deposit area

矿体 编号	资源量 类别	块段 编号	Au 金属量/kg		Ag 金属量/kg	合计	Fe(T)	Au/kg	Ag/kg
			共生	伴生	伴生				
Au ¹	333	Au1/	134.69		213.54		62585.33	195.89	354.23
		Au1/	38.35		71.17				
		Au1/	22.85		69.52				
Au2-1 ₁	334(?)	Au2-1 ₁ /	24.33		31.86		69884.02	340.23	254.38
		Au2-1 ₁ /	273.60		186.50				
		Au2-1 ₁ /	31.27		22.23				
		Au2-1 ₁ /	11.03		13.79				
				5.49		2770.53			
Au2-2 ₂				5.51		4269.63	5.51		
Au3	333	Au3/	5.58		22.48		75881.21	180.90	629.81
		Au3/	119.06		441.17				
		Au3/	56.26		166.16				
合计	333		376.79						
	334(?)		340.23	11.00					
			717.02	11.00	1343.65				
		333+334(?)		728.02					

的含金磁铁矿、含金黄铁矿、磁铁矿含量较高,以层状、似层状、脉状、透镜状沿构造线方向呈带状产出。苦阿南 Au-2 号、苦阿东南 Au-3 号磁铁矿石英岩矿化带规模较大,含矿性较好(图 1)。

3.1 矿体特征

圈出的 5 个矿体(表 1)严格受石炭系阿羌岩组的控制,含矿岩石为磁铁矿,围岩主要有糜棱岩化英安岩、糜棱岩及大理岩等,多数矿体形态呈似层状,与围岩界线清晰。

Au2-2 号矿体 位于苦阿南 Au-2 号矿带内,为 Fe、Au 伴生矿体,严格受磁铁矿带制约,矿体地表出露长 371 m,厚度 0.79 m,斜深 134 m,倾向 190°,倾角 56°。矿体形态呈似层状、脉状。全铁品位 20.50×10^{-2} ~ 63.00×10^{-2} ,平均品位 37.93×10^{-2} ;Au 品位 0.11×10^{-6} ~ 3.19×10^{-6} ,平均品位 1.48×10^{-6} 。赋矿岩石为暗灰褐色磁铁矿矿石,少量灰色黄铁矿化硅化蚀变岩,顶底板围岩为灰绿色糜棱岩化蚀变英安岩、安山岩夹大理岩、糜棱岩、碎裂岩等。矿体与围岩渐变界线明显,矿石具典型条带状构造。

Au3 号矿体 位于苦阿东南 Au3 号矿带内,主要有用组份为 Fe、Au,为共生矿体。矿体地表出露长 430 m,斜深 70 m,厚度 0.32~12.39 m,平均厚 3.96 m。顶板倾向 180°~210°,倾角 50°~70°;底板倾向 175°~210°,倾角 70°~80°。矿体形态呈似层状。赋矿岩石及其围岩与 Au2-2 号矿体相同,矿体与围岩分界清楚。全铁品位 14.90×10^{-2} ~ 49.30×10^{-2} ,平均品位 37.98×10^{-2} 。Au 品位 1.09×10^{-6} ~ 19.27×10^{-6} ,平均品位

7.67×10^{-6} 。

3.2 矿石类型及结构构造

根据容矿岩石性质、矿物组份划分为 2 种矿石类型,一种为蚀变岩型,另一种为磁铁矿石型。

蚀变岩型矿石 是矿床中主要矿石类型,矿石呈灰白、褐黄、浅灰绿色或杂色,容矿岩石主要为碎裂、糜棱岩化英安岩、安山岩、蚀变绢云石英片岩、糜棱岩等。以半自形细微粒结构为主,次为交代、碎裂结构。浸染状构造、条带状构造。金属矿物以黄铁矿为主,少量黄铜矿、方铅矿、闪锌矿。

磁铁矿矿石型 是矿床中最主要的矿石类型,具典型的条带构造,局部可见致密块状构造。按矿石矿物组份可划分为含铜磁铁矿矿石、黄铁矿矿石、含铜黄铁矿磁铁矿矿石及磁铁矿矿石。该类型矿石主要分布在铁(金铜伴生)矿体中,在单金、铜矿体和金铜共生矿体中分布较少。矿石呈褐灰色、灰色、杂色,半自形细-微粒结构,条带状、浸染状、致密块状构造。矿物成份相对简单,金属矿物以磁铁矿为主,次为黄铁矿及少量孔雀石、铜蓝、黄铜矿等。脉石矿物以石英为主,次为方解石,另有少量绿帘石、绿泥石等。矿石与顶底板围岩界线清晰,两者之间均呈突变关系,产状清楚,呈“层状”、“似层状”。

3.3 矿物特征

矿石矿物主要有黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿。氧化矿物为孔雀石、赤铁矿。脉石矿物主要有石英、铁白云石、绿泥石。

黄铁矿 主要载金矿物之一,呈半自形细粒、微

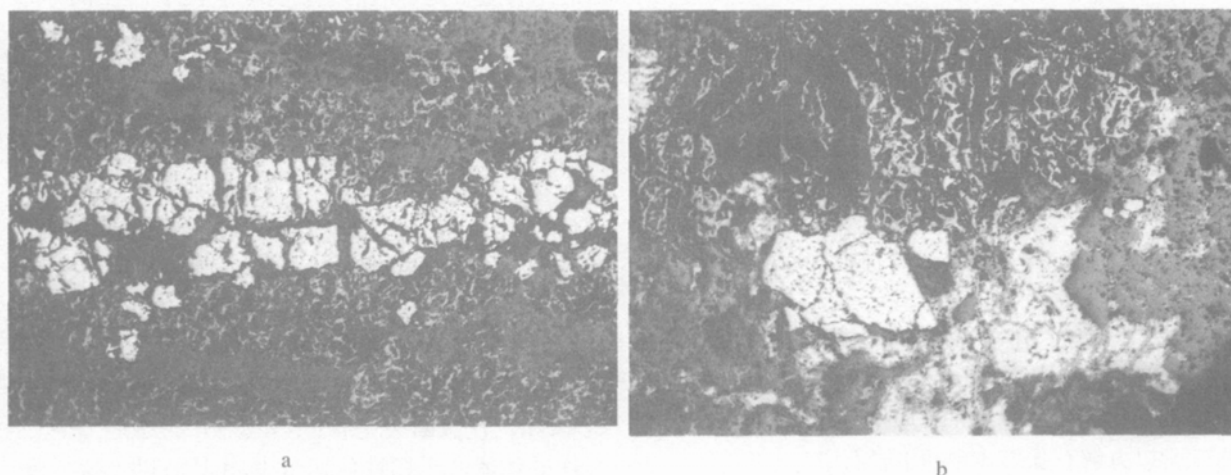


图 2 矿石矿物特征图

Fig.2 Characteristics of ore mineral

a—— $d=2.0$ mm,单偏光,黄铁矿呈细脉状,条带状;b—— $d=2.0$ mm,单偏光,粒状黄铁矿稠密浸染状磁铁矿及他形晶黄铜矿,黄铜矿粒缘赤铜矿化

粒状.晶体形态多为五角十二面体.黄铁矿粒度差异较大,一般为0.05~1.5 mm,部分1.5~4.8 mm.多已压扁定向、拉长,呈粒状、透镜状,晶内裂纹发育,大部分轻度碎裂,部分已碎裂.密集为平行定向纹线、细条带状分布(图2-a).微细脉黄铁矿围绕或交代磁铁矿条带,局部与黄铜矿等镶嵌共生.

磁铁矿 产于各类矿石中,分布较普遍,且含量较高.呈灰色,半自形细、微粒状.多已压扁定向,裂纹发育,均匀密集分布或富集成多条平行定向的细脉或条带与脉石矿物相间分布,条带宽2~10 mm.有些被赤铁矿交代.

黄铜矿 各类矿石中普遍分布,含量低.多为他形微粒状,在蚀变岩型矿石中分布较普遍.黄铜矿常与磁铁矿共生,粒缘被孔雀石交代(图2-b),浸染状分布于磁铁矿、黄铁矿晶粒间.

石英 石英是矿石中主要的脉石矿物,为次要载金矿物,多呈它形微细粒状.石英颗粒已压扁定向,多密集为平行条带分布,条带宽一般4 mm±.其次伴随方解石或绿帘石等稀疏定向分布.

自然金 矿石中金以自然金形式赋存,呈微粒状嵌布于黄铁矿微裂隙中或呈包裹体嵌布在黄铁矿中,少数包裹在石英晶体中.

矿床中金铜铁共生的矿体经历了3个成矿阶段:磁铁矿-石英-铁白云石、石英-黄铁矿(含包体金)、黄铜矿-黄铁矿-金-石英.蚀变岩型矿体经历了后2个成矿阶段,一般缺少第一个成矿阶段.

3.4 围岩蚀变

矿体围岩普遍具有不同程度的热液蚀变和碎裂岩化、糜棱岩化,岩石较为破碎.围岩蚀变种类多,具有明显的分带现象,由外到内为高岭土化、绿泥石化、绿帘石化和绢云母化、硅化、黄铁矿化、碳酸盐化.

硅化 分布普遍,与金矿化关系密切,呈细小石英脉集合体、石英碳酸盐脉产出,有多期次叠加特点.

绢云母化 分布普遍,产在金矿体上下盘.常呈细脉状沿裂隙交代充填,有时与硅化共生形成绢云岩化.

黄铁矿化 与金矿化关系密切,常与硅化、碳酸盐化相伴出现,多呈浸染状分布.

碳酸岩化 矿物成份以方解石为主,部分为铁白云石,常以方解石脉形式穿插于岩石中.

绿泥石化、绿帘石化、高岭土化 是矿区内分布较广的围岩蚀变,一般位于金矿床的下盘绢云母化蚀变的外围.

4 成矿地质条件分析

4.1 地层和变质作用对成矿的控制作用

区域地球化学特征表明,本区主要富集Au、Cu、Cr、Ni、V、La、Be、MgO、CaO、K₂O、Na₂O,其中石炭系阿羌岩组中Au的富集系数为1.71,且离散程度最高.15万水系沉积物成果表明,Au、Cu等元素在石炭系阿羌岩组中为高背景分布,而南部蓟县系阿拉玛斯岩群为低背景分布,二者之间存在一条明显的地球化学梯度带.15万水系沉积物综合异常的元素组合以Au、Cu和铁族元素为主,岩层中Au、Cu、Fe、Pb、Zn、Sn、Mo、Cr、Ni等元素背景值较高.地球化学资料表明,Fe、Au、Cu矿质来源于地层本身.从综合异常分布特征来看,异常主要赋存于石炭系阿羌岩组中.上述地球化学特征说明,石炭系阿羌岩组是铁金铜元素的原始富集区.

石炭系阿羌岩组具区域埋深变质和多期次热液-动力变质的复变质作用.至少经历了区域埋深(挤压作用)→拉张作用(碎裂)→挤压作用(糜棱岩化)3次大的构造运动.灰绿色糜棱岩化强蚀变安山岩、英安岩等钙碱性火山岩夹大理岩、磁铁矿,经过区域变质作用和动力变质作用形成一套绿片岩夹碳酸岩-磁铁矿石岩组合.从地化综合剖面来看,Au、Cu等成矿元素在该岩性段均有明显的峰值,本区已发现铁、金、铜矿均产于该套绿片岩组合中,矿体为含金磁铁矿.

综上所述,石炭系阿羌岩组为本区的矿源层.灰绿色糜棱岩化强蚀变安山岩、英安岩夹中层状大理岩的绿岩组合是本区的主要含矿层位,矿体空间分布上有明显的层控特点,是本区最具找矿意义的地层.

4.2 岩浆作用对成矿的控制作用

区内所有的含金铁矿带均产于石炭—二叠纪石英闪长岩、石英闪长玢岩和灰绿色糜棱岩化强蚀变安山岩、英安岩夹中层状大理岩的外接触带,矿带距岩体约100~200 m.岩浆活动为地层中原始富集的金铁再一次活化富集提供了必要的物理化学条件,对金铁矿体的形成以及空间位置有明显的控制作用.

4.3 韧性变形作用对成矿的控制作用

韧性剪切带是金的富集区,又是Au的活化迁移聚集场所,次级断裂是含矿热液上升的通道,矿区的金铁矿体就产于韧性剪切带中.并具有以下特征:矿体形态简单,呈层状、似层状,矿体连续性较好,矿体中黄铁矿呈条带状分布,并有碎裂、交代、压扁和拉长等韧性变形特征.局部矿体受塑性变形呈透镜状,围岩围绕透镜状矿体呈似流动构造.矿体中金铁矿化与

硫化物含量呈正相关.综上所述,韧性变形作用对矿体进行了改造作用,对 Au 元素的富集有一定的促进作用^①.

4.4 断裂构造对成矿的控制作用

各级别断裂的联合作用形成的空间,成为矿体就位的有利部位.以昆仑山山前大断裂为主导的断裂构造系统的活动,为本区的区域动力变质作用提供了动力,形成一系列与主干断裂平行的次级断裂,岩石脆-韧性剪切变形十分强烈.与主干断裂平行的次级断裂带控制着区域铁、金、铜等矿产的产出,并为金铁等元素的富集成矿、储矿、容矿提供了裂隙网络和空间通道,使最初分布在地层中的金铁元素,在岩浆热液中发生迁移,使金铁在矿区断裂带和两侧的含量增高.本矿床和帕西木铁金矿均处于该次级断裂带中.

5 矿床成因初步探讨

根据矿床地质特征及成矿地质条件分析,认为本矿床可归属于多型共生的多元矿床系列.矿床产于磁铁石英岩建造中,具有明显的层控特点.韧性剪切作用、岩浆热液作用形成了构造蚀变岩型金铜矿;沉积变质作用、韧性剪切作用、岩浆热液作用形成了磁铁石英岩型金铁铜矿.多种类型的成矿作用在特定的空间位置形成了 2 类矿体.

石炭纪早期,矿区位于塔里木板块活动带边缘岛弧带中,由于火山沉积作用和正常沉积作用交替进行,

形成了火山复理岩建造,地层中含有较高的 Fe、Au、Cu 矿质.受区域变质作用的影响,早期地层中的 Fe、Au、Cu 矿质富集,形成初始的铁矿体.岩浆的侵入提供了热源和热液,二者叠加作用,使地层中的 Fe、Au、Cu 成矿元素进一步活化、游离、随热液搬运迁移,热液在运移过程中,又摄取大量 Fe、Au、Cu 矿质,在已形成的铁矿体中叠加 Fe、Au、Cu,进一步富集形成 Fe、Au、Cu 共生的矿体或在构造岩中形成 Au、Cu 矿体.伴随着岩浆热液活动,矿区地层经历了脆-韧性变形作用,硅铁石英岩中的 Fe、Au、Cu 矿体叠加了脆-韧性变形改造,使 Au 再次富集.区内的地层和岩浆岩具有糜棱构造、局部矿体呈透镜状和矿石中呈条带状分布压扁的黄铁矿等特征,也证明了韧性变形作用对矿床的改造作用.

从矿区的地层岩性、变质作用、岩浆作用、脆-韧性变形作用等主要控矿因素综合分析,成矿物质来源于火山活动和沉积作用,后经变质作用和岩浆作用的改造,形成绿岩带中与火山-沉积作用有关的沉积变质型金、铜、铁矿床,同时经脆-韧性变形.成矿机制十分复杂,受地层、岩浆岩、韧性变形作用和多期次构造活动等因素的控制,是多种因素的综合产物.

参 考 文 献

- [1] 马海军,郑国平,吕金刚,等.西昆仑尼雅河地区成矿区带划分、远景区优选及重要成矿类型[A].王伟博.第 5 届天山地质矿产资源学术讨论会论文集[C].乌鲁木齐:新疆科学技术出版社,2005,180-185.
- [2] 马海军,郭海龙,吕金刚.西昆仑山北坡尼雅河地区金汞锑矿成矿特征及找矿方向[J].地质通报,2003,22(增刊):16-22.

THE GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND THE GENETIC TYPE OF AU FE CU DEPOSIT AT THE KUA, WEST KUNLUN MOUNTAIN

LI Gang, QI Wan-xiu, LU Jin-gang

(No.1 Party of Geology Survey,Xinjiang Bureau of Exploration and Mining,Urumqi, Xingjiang, 830011,China)

Abstract: The source bed of this area is existed in carboniferous period Aqiang formation. The main mineral-bearing position of this area is the greenstone combination of andesite altered from gray green mylonitic and marble sandwiching in dacite. The ore body has an obvious characteristic of stratabound deposit in space distribution. This area is expected to be the most significant stratum for prospecting.

Comprehensively analyzing the main metallogenic factors from stratum rock character, metamorphism, magmatism, brittleness-ductility deformation in mine, it indicates that the ore-forming substance overpassed a series of volcanogenic ore-forming process and succeeding geologic process, the sedimentary-metamorphic deposit of Au, Cu, Fe were formed in greenstone zone. The KuA mineral deposit belongs to multiform paragenetic ore.

In a word, the form of KuA mineral deposit rooted from common ore-forming process of regional metamorphism, magmatism, ductility shear deformation. It has paragenetic characteristic in Au, Cu ore of altered rock types and Au, Cu, Fe of magnetite types.

Key words: rupture before Kunlun Mountain; ductility shear zone; multiform paragenetic ore

① 王友文,李兴柱,阎竹斌.中国金矿地质及普查勘探方法,1994