

# 新疆若羌县三峰山铜矿区地质特征及矿床成因初探

王啟宴, 李山, 范家盟, 李瑞翔, 康恺

(山东省第六地质矿产勘查院, 山东 招远 265400)

**摘要:**三峰山铜矿区位于新疆若羌县罗布泊以东 80 km 处, 处于南天山成矿有利地带, 其地质、构造特征较为复杂, 有较好的成矿条件和较大的成矿潜力, 矿体与安山质凝灰岩及构造关系密切, 是良好的找矿标志。通过论述矿区地质特征, 总结矿床成因及控矿因素, 证实该区矿床多位于安山质凝灰岩与含碳绿泥片岩、千枚岩接触带上, 受后期构造及热液作用使成矿元素得到充分运移和富集, 并于构造有利部位富集成矿。

**关键词:**铜矿区; 地质特征; 控矿因素; 三峰山; 新疆若羌县

中图分类号: P618.41

文献标识码: A

## 0 引言

我国目前已探明的铜矿资源约占世界的 3% 左右, 多数矿山规模偏小, 产量低, 远远不能满足经济发展的需要。同时随着时间的推移, 矿山开采不断深入, 前期探明的资源量日渐枯竭, 不少矿山企业面临闭坑, 资源形势日趋严峻。近年来随着世界经济的快速发展, 对各种金属产品的需要急剧增加, 各类金属产品价格攀升幅度惊人<sup>[1-7]</sup>。

因而加强铜资源的勘查和开发, 特别是西部地区铜资源的勘查和开发, 对促进西部地区经济发展有着十分重要的意义<sup>[8-11]</sup>。该文结合三峰山铜矿近年来生产及探矿成果、区域构造和成矿特征, 对矿床成因及控矿因素做初步探讨, 希望对以后开发罗布泊地区铜矿资源起到一定的参考作用。

## 1 区域成矿背景

该区大地构造位置处于塔里木板块东段北缘, 北与库鲁克塔格地体相连。处于塔里木板块东北部北山古生代裂谷系南亚带西段, 东与北天山晚古生代中晚期裂陷槽相邻, 区域构造线方向呈 NEE 向

展布<sup>[4]</sup>。

区内出露地层主要为早石炭世红柳园组的一套浅变质的含炭碎屑岩组合; 中石炭世茅头山组一套碳酸盐岩、细碎屑岩夹火山—沉积岩组成, 该组地层与成矿关系较为密切, 区内已知的蚀变岩型金矿均产于该亚组中; 新近纪苦水组的粉砂质泥岩、泥质粉—细砂岩夹石膏薄层等, 与下伏的石炭纪茅头山组、红柳园组不整合接触; 第四纪松散沉积物等。区内构造主要以克孜勒塔格向斜褶皱和 NEE 向断裂为主, 其次为 NE 向断裂。岩浆活动始于华力西中期, 以侵入岩为主, 呈岩基、岩墙状产出, 主要分布于区域中部及北部的断裂两侧, 延伸方向与区域构造线方向一致, 呈 NEE 向展布。主要岩性为橄榄辉长岩、辉石闪长岩、黑云母斜长花岗岩、二长花岗岩、角闪斜长花岗岩及辉绿玢岩、石英辉绿岩等。火山喷发相对较弱, 主要集中分布于骆驼峰—大青山—险峰山脊一线。岩石类型简单, 以基性火山岩为主, 主要岩性为含角砾玄武岩、杏仁状玄武岩、玄武岩等。

区内脉岩极为发育, 主要分布在骆驼峰—险峰断裂带以北及与小长山—小黑包南断裂之间的 NE 向区域内, 基性、中性、酸性均有出露, 以石英脉为主, 多侵入于华力西中期岩体及石炭纪地层中, 沿断裂

\* 收稿日期: 2013-05-20; 修订日期: 2013-06-29; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 王啟宴(1962—), 男, 山东高密人, 工程师, 主要从事地质矿产勘查工作; E-mail: sdwqy06@126.com。

①山东省第六地质矿产勘查院, 新疆维若羌县昌运三峰山金铜矿详查地质报告, 2011年。

破碎带、岩石片理化强烈地段、韧性剪切带分布。火山活动和岩浆侵入活动,不仅为该区成矿提供了丰富的矿源,而且提供了充足的热源,加之多次构造活动,又为矿质活化、迁移、聚集提供了有利条件和场所<sup>[5-7]</sup>,从而形成了已知的骆驼峰-大青山-险峰金、银、铜、铅、锌、锰成矿带(图 1)。

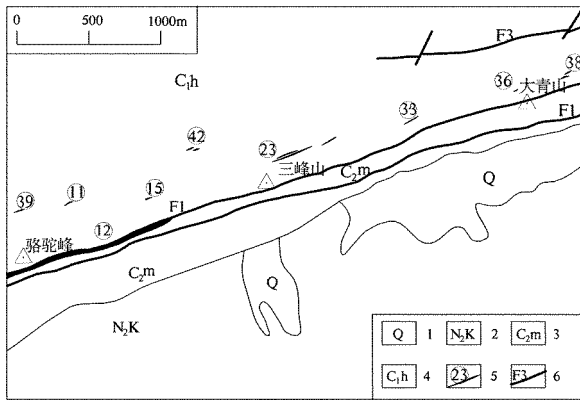


图 1 若羌县三峰山矿区区域地质略图

1—第四系;2—新近纪苦水组;3—中石炭纪世茅头山组;4—早石炭纪世红柳园组;5—矿化带及编号;6—断层及编号

## 2 矿区地质特征

### 2.1 地层

区内地层主要为寒武纪红柳园组,总体走向 $75^\circ$ ,倾向 NW,倾角 $50^\circ\sim 70^\circ$ ,一般南部产状较北部缓。由于受区域骆驼峰-大青山-险峰断裂带影响,局部地层层位发生倒转<sup>[6]</sup>。岩性特征如下:

早石炭世红柳园组下亚组:分布于普查区南部,出露岩性主要为一套浅变质黑色含炭岩系,自下而上岩性为粉砂岩、粉砂质板岩、绢云母绿泥石片岩或千枚岩、凝灰岩、含炭千枚岩及粉砂岩、碳酸盐化粉砂岩、绢云母绿泥石片岩或千枚岩、凝灰岩、含炭千枚岩及粉砂岩、碳酸盐化粉砂岩、含炭千枚岩夹长石英砂岩等。平面上看,向东收敛,向西撒开呈帚状。该套岩性控制着区内石英脉型金矿(化)体和铜矿(化)体的分布,大青山金矿、大青山蚀变带铜金矿点均产于该岩组地层中。按岩性组合特征分为 3 个岩性段:

第一岩性段:主要为含碳的绿泥石片岩。第二岩性段:主要为安山质凝灰岩等,是该区铜蚀变带主要标志层位。第三岩性段:主要为泥硅质、碳质、钙质板岩。第四岩性段:主要为绢云母石英片岩。

### 2.2 构造

该区位于克孜勒塔格向斜 S 翼,骆驼峰-大青山-险峰断裂带及其北侧,构造活动强烈,断裂及褶皱较为发育。

#### 2.2.1 褶皱构造

矿区地层单一,总体呈一 N 倾的单斜层,但在同一组岩层中常发育小型线型紧闭褶皱,两翼岩层倾角较陡,反映断裂带褶皱特点,其次常见层间滑动形成的肠状褶皱和不规则的小揉皱等。

#### 2.2.2 断裂构造

区内断裂构造较为发育,主要为 NE, NW 向 2 组断裂;同时发育层间张裂隙。

其中 NE, NW 向断裂:2 组断裂规模皆较小,地表无明显活动迹象,多为隐伏的小断层,形成时间晚。普查区内主要发育 NE 向断裂,表现为左行走滑,对矿体起破坏作用,切割矿体使其发生位移,断距不大,一般 $1\sim 3$  m,最大断距 8.5 m。

区内张裂隙也较为发育,主要有 2 组:一组沿层间分布,走向与地层走向基本一致,呈 $NE60^\circ\sim 70^\circ$ 方向延伸;另一组沿 $NW340^\circ\sim 350^\circ$ 方向延伸。其中层间张裂隙中多充填石英脉,与金矿化关系密切,是该区重要的容矿构造。普查区内的许多金矿化体、含金石英脉均分布于该组层间张裂隙中。

区内最大的断裂为 53 号断裂带(原库鲁克断裂带),横穿整个矿区,走向 $75^\circ$ 左右,多处呈现分支复合,倾向 N,倾角 $50^\circ\sim 70^\circ$ ,出露宽度 $200\sim 400$  m。

### 2.3 岩浆岩

区内侵入岩以脉岩为主,主要为石英脉和碳酸岩脉。二者相伴产出,常成群成带密集分布,尤以石英脉分布最广,主要产于早石炭世红柳园组下亚组粉砂岩、粉砂质板岩、含炭粉砂质板岩及泥硅质、碳质、钙质板岩中,多沿 NEE 向次级断层、张裂隙产出,其形态、规模均受断层构造控制,单脉、复脉均有,沿走向、倾向常具分枝复合、尖灭再现等特点。石英脉大致可分为 2 种:一种沿地层劈理产出,规模较小;另一种走向与地层走向基本一致,但倾角小于地层产状,规模较大,该类石英脉一般含金,已知的大青山金矿 Q2 号矿体、Q3 号金矿体皆属此类(图 2)。

### 2.4 围岩蚀变与矿化

由于区域性长期、多期次构造活动,变质作用和热液作用,所以围岩蚀变较为发育。不同类型的蚀

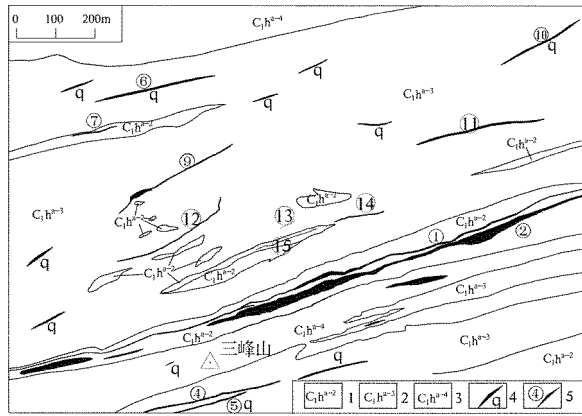


图 2 若羌县三峰山矿区地质图

1—红柳园组下亚组第二岩性段;2—红柳园组下亚组第三岩性段;3—红柳园组下亚组第四岩性段;4—石英脉;5—矿化蚀变带及编号

变往往相互叠加组成较复杂的蚀变岩带,主要的蚀变类型有绢云母化、硅化、绿泥石化、黄铁矿化、黄铜矿化等,其次为碳酸盐化、金云母化。它们多沿矿(化)体及上、下盘围岩或构造破碎带分布。

此外,次生氧化作用表现为:褐铁矿化、黄钾铁矾化、孔雀石化等。

硅化:蚀变强、分布广,在炭质千枚岩、砂岩中及破碎带中均不有同程度的硅化。其硅质体呈微晶细脉状、扁豆状、透镜状集合体,沿劈理、千枚理定向排列或沿裂隙分布,近矿围岩硅化尤为发育。

绢云母化:纤维—鳞片状,多呈透镜状、绳状集合体,与泥铁质、长英质伴生,彼此相互平行定向排列,波纹状均匀分布,近矿围岩绢云母化更加强烈。

绿泥石化:纤片状、多呈不规则集合体与石英、褐铁矿、绢云母伴生。

### 3 矿床地质特征

#### 3.1 蚀变矿化带地质特征

矿区范围内构造蚀变带及石英脉数量较多,规模大小不等,形态多样,按走向大致可分为 NE—SW 向、近 EW 向、近 SN 向 3 组,NE—SW 向构造蚀变带是该区最主要的含矿蚀变带,带内以碎裂岩、构造角砾岩为主,其分布明显受断裂构造控制,铜矿化主要发育在断裂带内及两侧火山岩内的次级断裂裂隙中。矿化石英脉基本沿岩石片理产出,走向多为 NE—SW 向,少部分为近 EW 向,石英脉矿化多为金矿化。

#### 3.2 矿体地质特征

区内共圈出矿体 7 个,①-1 号矿体为主矿体,②-1 号矿体次之,其他矿体较小(图 3)。

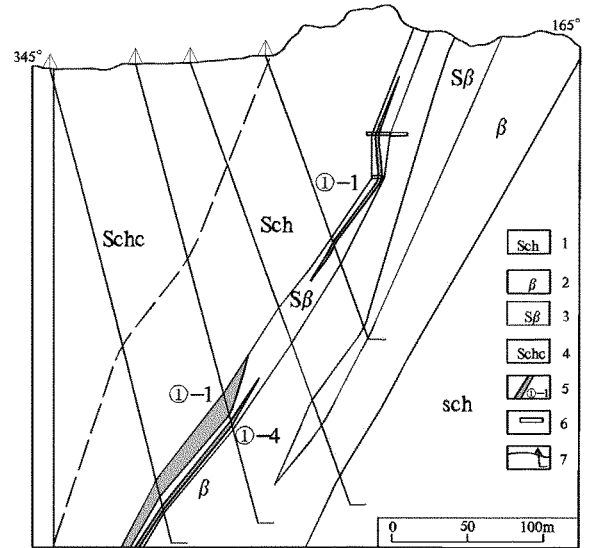


图 3 三峰山金铜矿床 04 号剖面图

1—绿泥石片岩;2—安山质玄武岩;3—凝灰岩质碎裂岩;4—碳质片岩;5—矿体编号;6—穿脉坑道;7—钻孔

##### 3.2.1 ①-1 号矿体

主要分布在 1 号脉 9~8 号勘探线间、地表(1120m 标高)到 620 m 标高间,为区内主矿体,浅部由探槽、坑道揭露,向深部有钻孔控制,矿体形态呈脉状,局部厚大呈透镜状,其走向长度超过 380 m,控制斜深达 520 m,向深部基本封闭,其产状一般为  $340^{\circ}\sim 351^{\circ}\angle 48^{\circ}\sim 79^{\circ}$ ,平均  $324^{\circ}\angle 65^{\circ}$ 。该矿体共圈算铜资源矿石量 130.58 万 t,铜金属量 20 628 t,占矿床总资源量的 66%,矿石组成主要为黄铁矿化凝灰岩质碎裂岩。矿化特点:以细脉状、块状黄铁矿化为主,有时见细脉浸染状黄铁矿和星点状黄铜矿化。单工程铜品位一般在 0.20%~3.47%,平均为 1.53%,品位变化系数为 52.61%;单工程矿体厚度在 0.45~12.34 m,平均为 4.00 m,厚度变化系数为 63.89%。属厚度较稳定、有用组分分布均匀型的矿体。

##### 3.2.2 ②-1 号矿体

矿体位于①-1 号矿体下盘,为盲矿体,由 09ZK01,07ZK03,07ZK04,07ZK05,03ZK04 钻孔工程控制,发育于主构造带下盘,向深部延伸入碳质片岩中。产状  $338^{\circ}\angle 62^{\circ}$ 。该矿体共圈算铜资源矿石量 18.95 万 t,铜金属量 9 476 t,占矿床总资源量的 30%。矿体内岩石组成主要为黄铁矿化凝灰岩质碎

裂岩和片岩质碎裂岩,以细脉状、块状黄铁矿化、黄铜矿化为主。单工程铜品位 0.21%~10.89%,平均 5.00%,品位较高。单工程矿体厚度在 0.52~5.86 m,平均 3.29 m。

### 3.3 矿石特征

#### 3.3.1 矿石矿物成分

铜矿石按矿物自然组合特征分为 3 种类型:铜蓝黄铜矿黄铁矿矿石,铜蓝黄铜矿矿石,黄铜矿黄铁矿矿石。

矿石块体呈绿色、肉红、黑灰、浅黄等多种颜色,可见黄铁矿、黄铜矿呈块状、浸染状、短脉状分布。肉眼可见的矿物有黄铁矿、黄铜矿、褐铁矿、孔雀石、蓝铜矿、石英、绿泥石、滑石等。据矿床矿石矿物学研究成果,矿石中主要的金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、铜蓝、辉铜矿、褐铁矿,其次为闪锌矿、毒砂,还有少量的斑铜矿、方铅矿、孔雀石、蓝铜矿、硅孔雀石、黝铜矿、磁铁矿、赤铁矿等。非金属矿物主要有石英、粘土矿物、绿泥石及滑石,其次有云母、白云石及少量角闪石、方解石等。

物相分析结果,铜主要以硫化物形式存在,其中次生硫化铜矿物占总铜分布率的 51.8%,主要是铜蓝,少量辉铜矿及斑铜矿;原生硫化铜矿物主要是黄铜矿,占总铜分布率的 44.6%;孔雀石、蓝铜矿等自由氧化铜矿物约占总铜分布率的 2.45%;硅孔雀石等形式存在的结合氧化铜分布率为 1.15%。

#### 3.3.2 矿石化学成分

据矿床选矿矿石矿物学研究结果,矿石主要化学成分是 Fe, SiO<sub>2</sub>, S; 其次为 Cu, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, Na<sub>2</sub>O 等。矿石主要有益元素为 Cu, S, Au, Ag, Pb, Zn; 含量甚低。主要的有害元素为 As。矿石 S 含量很高,达 16.18%,主要的硫化物为黄铁矿,其含量占 28.11%以上。

根据矿石基本分析、光谱分析和组合分析结果,矿石中有益组分以铜为主,其次为硫、金、银,①-1 号矿体中锌含量也达到综合评价要求,只有铅达不到综合评价要求,有害组分 As 含量较低,矿石中各组分含量见表 1、表 2。

#### 3.3.3 矿石结构、构造

##### (1) 矿石结构

矿石结构主要有自形一半自形粒状结构、他形晶粒状结构、包含结构、网脉状结构、细脉状结构、乳浊状结构。

表 1 矿石光谱分析结果(%)

含量	1~0.1	0.1~0.01	0.01~0.001	<0.001
元素	Cu, Zn, Mn, Ti	Co, V, Sr, Cr	Ni, Bi, Mo, Zr, Y, Pb, Ag, Be, As, Ba, Pb, Ga, La, Li, Yb, Sc	Th, Sn, Ce

表 2 矿石组合分析含量统计

矿体号	Ag (10 <sup>-6</sup> )	Pb (%)	Zn (%)	S (%)	As (%)
评价指标	2	0.2	0.2	1	
①-1	13.95	0.01	0.32	14.17	0.004
①-2	31.44	0.02	0.14	19.54	0.003
①-4	5.09	0.01	0.14	13.94	0.002
②-1	35.38	0.01	0.13	29.80	0.004
②-2	12.65	0.01	0.04	4.11	0.002

自形一半自形粒状结构:黄铁矿呈自形一半自形的六边形结构。

他形晶粒状结构:黄铜矿、部分黄铁矿、闪锌矿呈他形晶粒状结构。

包含结构:黄铜矿中包裹黄铁矿、闪锌矿形成包含结构;黄铁矿中也包含细小颗粒状黄铜矿。

网脉状结构:黄铜矿呈网脉状嵌布于黄铁矿中。

细脉状结构:黄铜矿呈脉状嵌布于黄铁矿、脉石中;黄铜矿中常见铜蓝呈细脉状分布。

乳浊状结构:少量微细粒(<1 μm)的黄铜矿在闪锌矿中呈乳浊状分布。

##### (2) 矿石构造

矿石构造主要有块状构造、浸染状构造、脉状构造。

块状构造:主要由黄铁矿、黄铜矿等金属硫化物组成,石英、云母、高岭石等脉石矿物呈斑杂状嵌于金属硫化物集合体中。

浸染状构造:金属矿物黄铁矿、黄铜矿等呈斑杂状、星点状分布于石英、云母、高岭石、绿泥石等脉石矿物组成的脉石基底中。

脉状构造:可见金属矿物黄铁矿、黄铜矿呈短脉状嵌于石英、绿泥石等脉石矿物组成的脉石基底中。

## 4 矿床成因与找矿标志

### 4.1 矿床成因

矿区矿床属与石炭纪安山质凝灰岩有关的变质热液型铜矿床,在层间构造破碎带内以充填方式为主形成的脉状铜矿床。

据区域研究成果资料矿床在成因上与早石炭世红柳园组下亚组安山质凝灰岩密切相关,是铜矿成矿物质的主要来源。石炭纪地层形成阶段,区内出现安山质凝灰岩喷出,将地幔富含铜、金等成分的物质带至地壳并被后期沉积物覆盖,形成原始地层(矿源层)。其后地壳受区域 NEE 向强应力挤压作用,地层产生倾斜,同时由于岩层物性差异形成层间错动和岩石破碎,期间岩石遭受了多期次变形变质作用<sup>[10]</sup>。

在区域应力变质作用下,成矿流体在层间构造带内循环,在流动过程中与温度较低的围岩发生物质和热能交换,形成成矿热液,成矿物质活化、迁移。伴随构造活动,在适宜的物化条件下,铜、金等成矿元素得到沉淀富集成矿。断裂构造为成矿热液提供了有利空间,在蚀变矿化作用的演化中形成破碎蚀变岩带,成矿物质的局部富集形成破碎带蚀变岩脉状铜金矿床。

含矿构造带穿过安山质凝灰岩和片岩,局部有后期 NW 向断裂构造截穿主要成矿阶段形成的矿体,使矿体局部形成错断。矿体局部深入于片岩质围岩中,但均离凝灰岩层不远。

#### 4.2 控矿因素

区内铜矿的形成及分布严格受地层、构造、变质作用等多种因素控制。

地层控矿:铜矿主要产于早石炭世红柳园组下亚组一套浅变质含炭碎屑岩中,呈狭长带状分布,矿体展布方向与地层走向基本一致,产于安山质凝灰岩与绢云母绿泥石石英片岩接触部位。构造控矿:严格受断裂构造控制,均产于大青山-骆驼峰断裂带北侧,由其派生的一系列 NEE 向次级断裂构造破碎带中,构造破碎带为矿体的形成提供良好的导矿容矿空间,同时断层带的扩容空间控制着矿体的形态、产状、规模。

变质作用控矿:变质作用,特别是热液变质作

用,控制着铜元素的活化、迁移富集及后期构造热液叠加沉淀成矿。

综合上述特点,铜矿体产于安山质凝灰岩两侧接触破碎蚀变带中,矿体的展布严格受断裂构造控制,矿石具枝脉浸染,稠密浸染状一次块状构造,并具有较强的硅化、褐铁矿化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、黄钾铁矾化及褪色蚀变等。该铜矿点具热液变质成因特征,后经构造热液叠加富集成矿。

#### 参考文献:

- [1] 向鼎璞. 新疆大地构造轮廓[J]. 地质论评, 1959, 19(2): 49 - 59.
- [2] 朱裕生, 肖克炎, 宋国耀, 等. 中国主要成矿区(带)成矿地质特征及矿床成矿谱系[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [3] 王有标, 赵殿甲. 中国新疆金矿床[M]. 北京: 地质出版社, 2006.
- [4] 陈毓川. 中国主要成矿区带矿床资源远景评价[M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- [5] 王科强, 牛犁祎, 张峰, 等. 中国大型-超大型金矿床时空分布及其成矿地质背景[J]. 矿床地质, 2008, 27(增刊): 77 - 84.
- [6] 王莉娟, 王京彬, 王玉往, 等. 新疆准噶尔-东天山地区产于韧性剪切带中的金矿床成矿流体与碳、硫、铅同位素[J]. 地质论评, 2006, 52(4): 486 - 493.
- [7] 夏立献, 刘成帅, 刘传朋. 新疆伊宁县塔乌尔别克金矿地质特征及找矿标志[J]. 山东国土资源, 2011, 27(6): 6 - 9.
- [8] 王鹤年, 汪耀. 山东焦家金矿床的成因探讨[J]. 地质论评, 1991, 37(3): 250 - 257.
- [9] 刘建明, 张锐, 张庆洲. 大兴安岭地区的区域成矿特征[J]. 地学前沿, 2004, 11(1): 268 - 278.
- [10] Elsayed, R. S., (2005). Geochemical studies and tectonic control of gold mineralization in the baeyuda desert. Northern Sudan with especial emphasis of Hagaggia area, Unpublished M. Sc. thesis Alnelain Univ., Khartoum. 133pp.
- [11] Vail, J. R., (1975). Geological investigation in the Bayuda Desert, Northern Province, Sudan, Res. Rec. Univ. Khartoum. No. 1: 4 - 6.

## Primary Analysis on Geological Characteristics and Origin of Sanfengshan Copper Deposit in Ruojiang County of Xinjiang Uygur Autonomous Region

WANG Qiyang, LI Shan, FAN jiameng, LI Ruixiang, KANG Kai

(No. 6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Zhaoyuan 265400, China)

**Abstract:** Sanfengshan copper deposit locates in 80 km east of Ruoqiang county in Lop nur in Xinjiang Uygur Autonomous Region, and locates in favorable belts of south Tianshan metallogenic zones. Geological and tectonic features are more complex with good metallogenic conditions and larger metallogenic potentiality. Ore bodies have close relation with andesitic tuff and structures. They are a good prospecting marks. Through studying geological characteristics, summarizing the origins of deposits and ore - controlling factors, it is confirmed that deposits in this area are located in contacting belts of andesitic tuff and carbon chlorite schist and phyllite. Through tectonic and hydrothermal process in late period, ore - forming elements have been migrated and enriched completely, and concentrated in favorable ore - forming belts.

**Key words:** Copper mining area; geological characteristics; ore - controlling factors; Sanfengshan; Ruoqiang county in Xinjiang Uygur Autonomous Region