

柴达木盆地东北缘柯柯地区 铀矿化地质特征和找矿标志

吴孔运, 杜宗明, 高利鹏

(陕西省核工业地质局 二一一大队, 陕西 西安 710024)

摘要: 为了扩大柯柯地区铀矿勘查成果, 采用野外实地调查取样方法, 综合分析柯柯地区的铀矿地质、物化探等资料, 发现 F_4 、 F_5 构造带控制着柯柯地区铀矿床的分布和规模, 云母石英片岩是铀成矿的有利围岩, 变砂岩是成矿条件最好的含矿主岩, 红化是最明显的找矿标志, 伟晶岩脉、煌斑岩脉及闪长玢岩脉等脉体与铀矿化关系密切, 也是较好的找矿标志。 F_4 构造带下盘和 F_5 构造带上盘之间是本区找矿潜力最大的区段。

关键词: 铀矿化; 成矿特征; 北西向构造带; 找矿标志

中图分类号: P619.14 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2009)04-0383-05

Mineralization Characteristics and Prospecting Potential of Uranium for Keke Area in the Northeastern Margin of Qaidam

WU Kong-yun, DU Zong-ming, GAO Li-peng

(Two one one Team, Shaanxi Provincial Nuclear Industry Geology Bureau, Xi'an 710024, Shaanxi, China)

Abstract: According to field geological survey, rock sampling and analysis of former geological, geochemical, geophysical data, the mineralization characteristics and prospecting potential of uranium in the Keke region is probed. It is found that F_4 thrust fault and F_5 normal fault controlled the distribution and size of uranium deposits in Keke region, mica-quartz schist is the wallrock of uranium mineralization, metamorphic quartz sandstone is one of most rich uranium-hosting rock series, red alteration in metamorphic sandstone is the most obvious uranium guide of prospecting. It is also found that the pegmatite dikes, lamprophyre dikes and diorite-porphyrine dikes are significantly related to uranium mineralization, and are also core guide of uranium prospecting. It is thought that the most prospecting potential zone lies between the downthrow of F_4 reverse fault and hanging wall of F_5 normal fault.

Key words: uranium mineralization; mineralization characteristics; NW-structure belts; core guide of prospecting

0 引言

青海省乌兰县柯柯地区铀矿普查始于 1959 年。1971 年, 原西北地质局一八二大队三小队在柯柯地区 I、II 号带做了伽马详测和地表揭露工作, 并在其周围发现了铀矿化异常带 51 条。1983 年, 六五二队第一分队在柯柯地区 II 号带进行了勘探并发现了 6 个工业铀矿体。区域构造研究表明^[1-2], 柴达木地块东北边缘隆起带的区域构造十分复杂, 经历过多期次的构造旋回, 成矿条件十

分有利。由于中国产业政策的调整, 柯柯地区的铀矿勘查在 20 世纪 80 年代初停止过。进入 21 世纪, 特别是近几年中国核电对天然铀需求的增加以及新的找矿技术和方法的出现及应用^[3-5], 柯柯地区的铀矿勘查又进入了一个新的发展阶段。但是, 由于对矿区的铀控矿因素等成矿地质特征及找矿方向缺乏系统的认识和研究, 柯柯地区的铀矿勘查始终难以取得大的突破。为了扩大柯柯地区的铀矿勘查成果, 笔者在前人研究基础上, 通过近几年的调查研究, 对柯柯地区找矿前景作进

收稿日期: 2009-01-07

基金项目: 青海省柴达木盆地冷湖地区铀矿勘查项目(2008-40)

作者简介: 吴孔运(1963-), 男, 湖南新田人, 高级工程师, 工学博士, 从事矿产资源勘查与研究。E-mail: knoywu@163.com

一步探讨。

1 区域地质背景和地质环境

中国大陆中部并呈东西展布的秦—祁—昆地区,是中国大陆巨型东西向构造带所在,即广义的中央造山带^[6],其范围包括了西昆仑、阿尔金、东昆仑、祁连山、秦岭和大别造山带以及夹于其间的柴达木地块。柯柯铀矿区则位于柴达木地块东北边缘隆起带中(图1),区域地层^[7]主要为元古宙、侏罗系和新近系,古元古代地层由片麻岩、斜长角闪(片)岩、变粒岩、石英片岩和大理岩等组成,有不同程度的混合岩化。长城纪—青白口纪地层主要由碎屑岩—泥质岩组成,局部有混合岩化,与古元古代地层以断层接触,属陆缘活动—过渡类型沉积。南华纪—震旦纪地层分上、中、下3层,上层以含叠层石白云岩、灰岩为主,中部为石英岩、砂岩夹薄层玄武岩,下层为砾岩、含砾砂岩。侏罗纪地层由陆相杂色含煤碎屑岩、泥质岩组成,为山麓—河流相沉积。新近纪地层由杂色碎屑岩组成,属小型山间盆地的山前冲积—洪积堆积。

本区内岩浆活动频繁,有加里东期的黑云母花岗岩、海西期的花岗闪长岩以及原岩主要为英云闪长岩和二长花岗岩,并主要由斜长角闪岩—二长花岗岩片麻岩—混合岩组成的杂岩体^[8]。

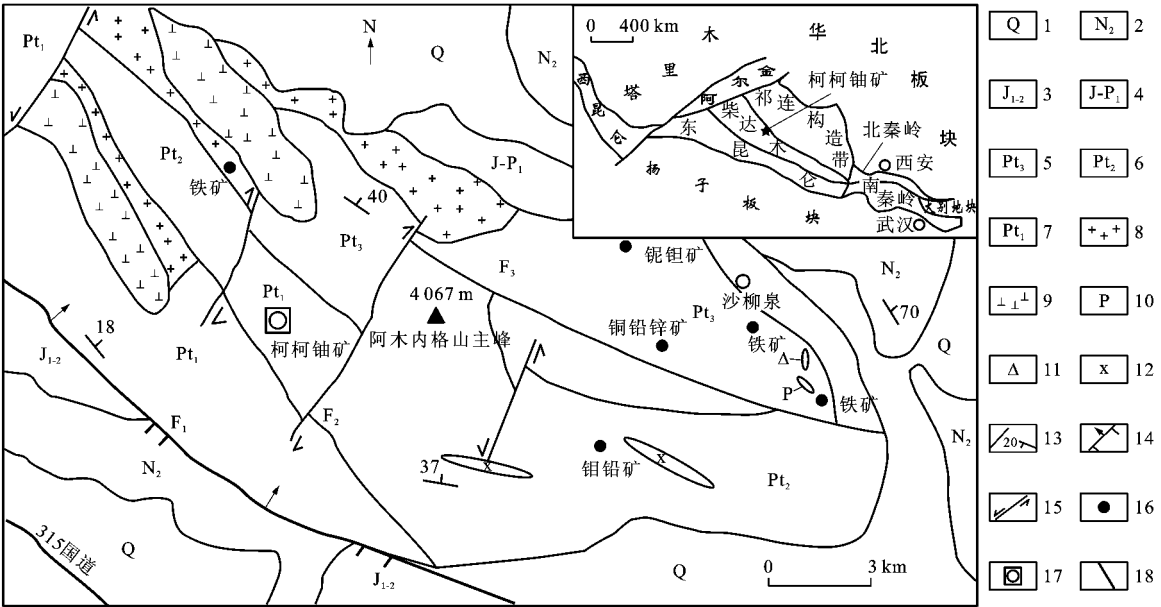
2 矿床地质特征

2.1 地层

铀矿区主要出露地层为元古界和第四系(图2)。元古界主要为一套条带状混合岩、角闪岩、灰色云母片岩、云母石英片岩及变砂岩等的岩性组合。其中片岩呈中细粒花岗变晶结构,由云母、石英、长石组成,岩石构造以片状矿物平行排列,粒状矿物压扁为其特征,岩石局部混合岩化。变砂岩地层铀矿化明显,为本区的主要赋矿层位。在空间上多与花岗正长岩脉、安山玢岩脉及闪长玢岩脉等脉体密切相关。

2.2 地质构造

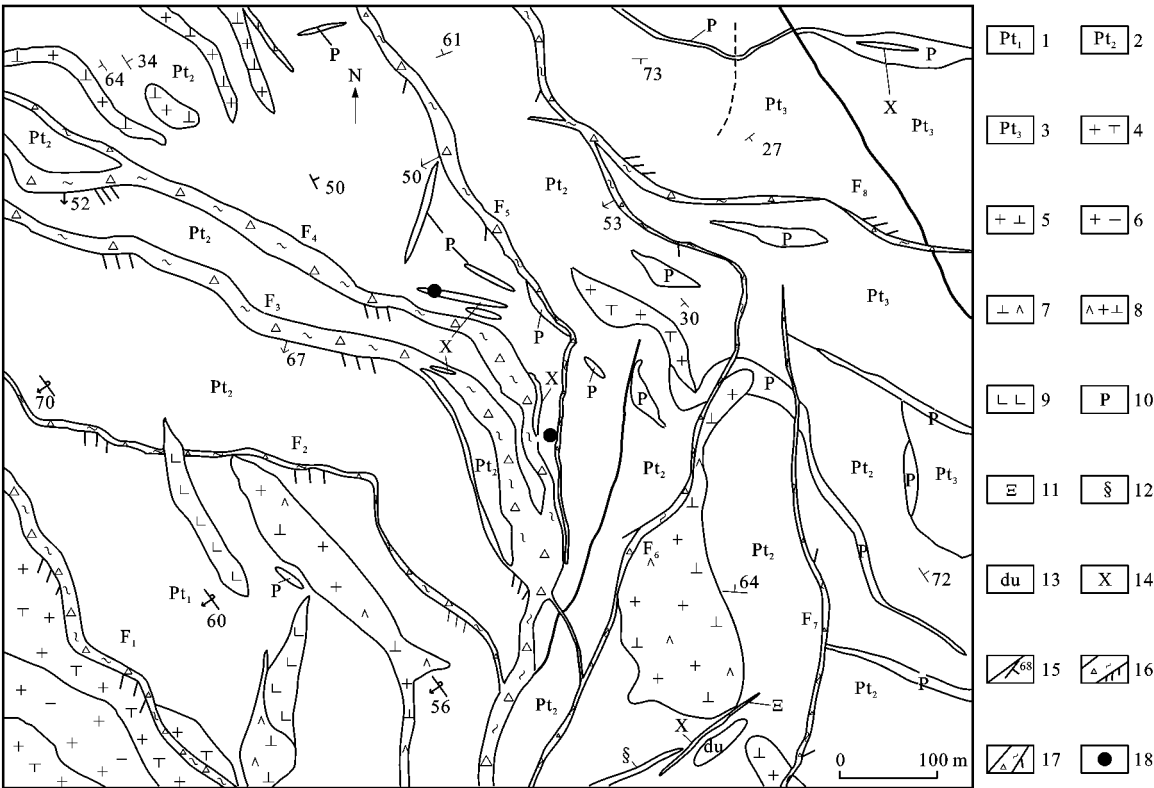
区内褶皱构造简单,但断裂构造十分发育。褶皱构造主要是一些南西或北东向倾斜的单斜层,次级褶皱往往呈比较宽阔的背斜。断裂构造主要以北西向断层为主,其次为北东东、北东向断层,这3组断层共同组成了区内的地质构造格局。铀矿化总体被长约1 100 m、总体走向325°左右、倾向西南、倾角52°~71°的F₄断裂破碎带所控制。从构造形式上看,铀矿化就产在F₄构造破碎带的膨胀、弯曲处。F₄构造破碎带由大量的灰黑色断层泥、构造透镜体及糜棱岩组成。有伟晶岩脉、花岗闪长玢岩脉、石英脉、煌斑岩脉等脉体穿插其中,构造带和



1—第四系; 2—新近系; 3—侏罗系; 4—侏罗系及下二叠统; 5—新元古界; 6—中元古界; 7—古元古界; 8—花岗岩; 9—闪长玢岩; 10—伟晶岩脉; 11—闪长玢岩脉; 12—煌斑岩脉; 13—地层界线及岩层产状; 14—正断层; 15—平移断层; 16—多金属矿; 17—柯柯铀矿; 18—315国道

图 1 青海省乌兰县柯柯地区区域地质略图

Fig. 1 Sketch Geological Map of Keke Area in Wulan County, Qinghai Province



1—大理岩夹石英岩; 2—变砂岩及云母石英片岩; 3—混合化花岗质片岩或花岗质混合岩; 4—正长花岗岩; 5—花岗闪长岩; 6—黑云母花岗岩; 7—闪长玢岩; 8—花岗闪长玢岩; 9—煌斑岩; 10—伟晶岩脉; 11—石英脉; 12—正长岩脉; 13—安山岩脉; 14—煌斑岩脉; 15—地层界线及岩层产状; 16—压扭性断裂带; 17—张性断裂带; 18—铀矿床或矿化点

图 2 柯柯铀矿区地质简图

Fig. 2 Uranium Geological Map of Keke Area

脉体在形成时间上有交错重叠现象。构造破碎带本身及其两侧的次级构造形成了较大范围的热液蚀变带, 并见有硅化、绿泥石化、赤铁矿化、钠长石化及碳酸盐化等围岩蚀变。

2.3 岩浆岩

本区内岩浆活动频繁, 先后有加里东、海西期岩浆活动。加里东期岩浆岩主要为黑云母花岗岩, 分布于区内的西南部, 呈北西向、长条状展布。海西期岩浆岩主要为正长花岗岩, 呈条带状分布在区内的东南和西南部, 花岗闪长玢岩及闪长玢岩呈零星团块状分布。此外还有各种花岗岩脉、闪长玢岩脉、正长岩脉(图3)、辉绿岩脉等顺层侵入元古界地层中。区内的铀矿化或其他多金属矿与上述脉体密切相关。

2.4 矿体产状和形态

本区内铀矿体呈不规则条带状、脉状、透镜状。矿体产状多倾向西南, 倾角 50°~60°。矿体厚度变化较大, 一般为 0.5~2.12 m, 最大厚度达 2.67 m, 沿走向延伸一般为 47~92 m, 最长为 122 m。矿石

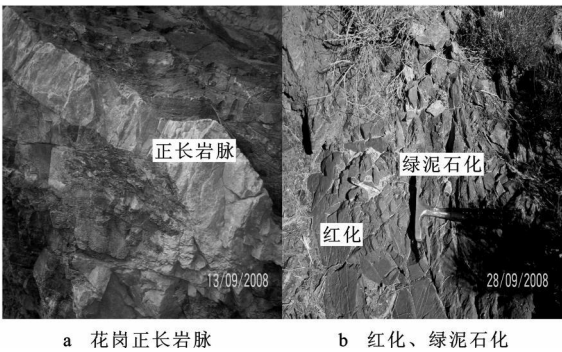


图 3 花岗正长岩脉及红化、绿泥石化蚀变

Fig. 3 Granosyenite Dikes and Red Chlorite Alteration

$w(U)$ 一般为 0.112%~0.212%。

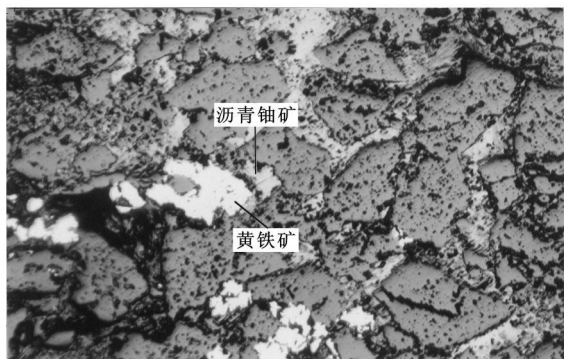
2.5 围岩蚀变

本区内围岩蚀变较强, 在铀矿化地层及构造破碎带尤为突出, 主要有红化、绿泥石化、钠长石化和碳酸盐化等。与铀矿化密切相关的红化是赤铁矿或针铁矿渲染岩石而使之颜色变红的一种围岩蚀变作用^[9-10]。无论野外(图3)或镜下观测, 红化蚀变地段大都有矿化或异常产出, 绿泥石化常与红化

密切共生。区内岩石蚀变的时间顺序是：钠长石化、红化、绿泥石化和碳酸盐化。

2.6 矿石的矿物组成及其结构、构造

矿石的物质成分比较简单,金属矿物成分主要为沥青铀矿,其次为钙铀云母;伴生金属矿物主要针铁矿、赤铁矿等;脉石矿物有石英、钾长石、角闪石、斜长石、绿泥石及方解石等。区内铀的存在形式主要有 2 种:以独立矿物存在,是区内铀的主要存在形式,镜下鉴定为沥青铀矿(图4);以吸附形式存在,在红化蚀变砂岩中,铀主要吸附在粉末状铁的氧化物周围。矿石的结构、构造主要呈团块状、细脉状和浸染状。



(Gy38-6)×100 倍 反、单偏光

图 4 铀黑及分布在黄铁矿周围的沥青铀矿

Fig. 4 Uranium Blacks and Pitchblende Around FeS

3 地质、物探和化探信息特征

3.1 铀矿化的地质特征

较好的铀矿化都产在构造带附近并距离构造带 1~50 m 的范围内。区内 $F_1 \sim F_6$ 断层总体呈北西向,从构造形式看,铀矿化产在构造带的膨胀、弯曲处。构造带两侧的羽状裂隙、带内破碎的构造角砾及两侧穿插的花岗正长岩等脉体是构造破碎带成矿的有利因素。矿区内成矿较好的区段就处在 F_4 下盘和 F_5 的上盘之间。

本区内铀矿化对岩性选择性较强,较好的铀矿化主要产在角闪石云母石英片岩、变质砂岩或这些岩性的脉岩附近。区内岩石的物理化学性质对铀成矿产生了较好的条件,一方面,岩石中富含 H_2O 的角闪石、云母类矿物在变质作用中有大量的流体相参加,岩石在流体作用下发生铀等金属元素的带入带出并与环境发生物质交换,造成岩石的化学成分变化,形成铀矿床;另一方面,原岩铀丰度较高,为成矿作用提供了较为丰富的铀源。流体对成矿

作用起促进作用,同时,该岩性为刚性岩石易于破碎,给矿液的流通和沉淀提供了较好的通道和容矿场所。

近矿围岩蚀变对铀成矿有明显的控制作用。矿区近矿围岩蚀变主要有钠长石化、红化、绿泥石化和碳酸盐化。红化的实质是铀矿化过程中二价铁离子作为还原剂本身氧化成三价铁(赤铁矿),从而使六价铀还原为四价铀,并析出沥青铀矿。矿区富含二价铁的云母石英片岩、角闪石片岩、闪长玢岩和煌斑岩等围岩便利了矿区红化的发生。从野外及镜下观察到,绿泥石化与红化相伴生,沿岩石裂隙展布,重叠在钠长石上,并与沥青铀矿所引起 α 径迹的产状一致。图 5 显示,铀矿体中的 Na_2O 、 CaO 质量分数比围岩高出 2~3 倍,说明在铀成矿过程中有大量的钠、钙交代现象。

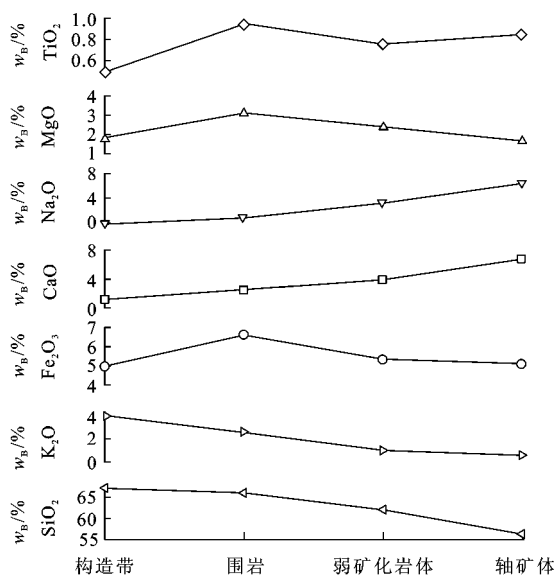


图 5 不同地质体中主要金属和非金属氧化物的质量分数

Fig. 5 Content of Main Metal and Nonmetal Oxide in Different Geological Bodies

3.2 铀矿化的地球物理特征

3.2.1 活性碳测氢强度相对场特征

活性碳测氢强度主要在断裂构造带、变质砂岩或正长岩地段偏高。在 F_4 构造破碎带附近,偏高场为 $500\text{ m} \times 100\text{ m}$,高场为 $400\text{ m} \times 80\text{ m}$ 。异常带长为 350 m ,宽为 50 m ,最高强度为 195 nT ,一般为 50 nT 。铀矿化岩性为云母石英片岩夹变质砂岩,该异常带主要受 F_3 、 F_4 构造控制。在 F_5 构造破碎带附近,活性碳测氢强度偏高场为 $500\text{ m} \times 50\text{ m} \sim 500\text{ m} \times 100\text{ m}$,高场为 $300\text{ m} \times 180\text{ m}$,异常带长为 150 m ,宽

为 25 m, 最高强度为 60 nT, 一般为 40 nT。

铀矿化岩性为花岗正长岩。活性碳测氢强度比值的大小与铀矿化有密切的关系, 活性碳测氢强度的比值高, 说明其形成异常的氢射气气源主要来自深处, 并推测高场或偏高场(异常带)深部有较好的铀矿化。

3.2.2 地表相对伽马场特征

地表相对伽马晕圈高场面积大小不一, 在花岗正长岩出露区段较大, 主要呈斑块状或不规则的椭圆形形状; 在变质砂岩或构造带地段, 主要呈长条形状展布; 在正长岩脉或伟晶岩脉出露处呈线形展布, 面积也较小。例如, 处在 F_4 构造带下盘和 F_5 构造带上盘, 走向与 F_4 构造一致, 长约 400 m, 宽为 50~100 m, 地表相对伽马场值在 40~70 nT 的就是面积比较大的 I 类晕圈。该晕圈经工程揭露见有较好的工业矿体(化)。

3.3 铀矿化的地球化学特征

在柯柯铀矿区矿化较好的区块, 典型取样 10 组 60 个样品, 经化学全分析及光谱分析, 结果显示, 在不同的地质体之中, 金属(非金属)氧化物含量与其岩石铀矿化有密切的关系(图5)。

图 5 表明, SiO_2 、 K_2O 在构造带的含量最高, 其次是围岩、弱矿化岩体, 最低的是铀矿体。 SiO_2 、 K_2O 在各种地质体的含量与其铀矿化强度成负相关, 含量愈少, 其岩石的铀矿化就越强, 反之, 则弱。 Na_2O 、 CaO 在铀矿体的含量最高, 其次是围岩, 最低的是构造破碎带。 Na_2O 、 CaO 在各种地质体的含量与其铀矿化成正相关, 含量越多其铀矿化就愈强, 反之则弱。 MgO 和 Fe_2O_3 在围岩、铀矿化异常带和铀矿体中的含量逐渐降低, 其含量与铀矿化强弱成一定的负相关。而 TiO_2 在各种地质体中无明显的相关性。上述金属和非金属氧化物的含量在地质体之间的变化说明了在构造活动(成矿作用)过程中, K 、 Na 、 Ca 、 Mg 、 Si 、 Ti 和 Fe 等物质在构造带、围岩、矿化带和矿体之间存在着再分配作用。

4 结语

50 多年来, 柯柯地区的铀矿勘查曾经是三进二出, 迄今为止还没有取得实质性的突破, 原因是多方面的, 但主要原因是缺乏对其找矿方向的全面认识。通过对柯柯铀矿区的成矿地质条件、控矿因素及物理化学特征的实地调查和研究认为, 矿区北西向的区域断裂构造控制着铀成矿带的分布, 而次级

断裂和煌斑岩脉、伟晶岩脉控制着矿床和矿体的分布及形态, 变质石英砂岩是柯柯铀矿的有利围岩。矿区的断裂构造活动强烈, 构造活动不仅为矿液的运移提供了通道, 而且可为热液的形成提供必要的热源条件。断裂构造是柯柯铀矿区形成的必要条件, 同时也是最主要的找矿标志。基于矿区区域构造带的认识, 在柯柯铀矿区还存在如下主要的找矿标志:

(1)构造破碎带、云母石英片岩与变砂岩、蚀变“三位一体”是铀矿形成最有利的部位, 也是在超变质岩区寻找铀矿的最有利靶区。

(2)矿区内的 F_4 、 F_5 构造带的膨大弯曲以及分支复合部位是最有利的成矿部位, 柯柯铀矿区的大部分矿床(点)就分布其间。

(3)红化是本矿区最明显的找矿标志, 几乎有红化就有铀矿化, 红化是柯柯铀矿区显著的找矿标志。

(4)云母石英片岩特别是变砂岩是本矿区铀矿的主要赋矿层位, 变砂岩厚度越大、层位越稳定, 铀矿化就越好。

(5)伟晶岩脉、煌斑岩脉及闪长玢岩脉与铀矿化关系密切。当这 3 种脉体之一在变砂岩中穿过、或穿插在构造带中, 这部分地质体的矿化就好。

参考文献:

- [1] 程裕淇, 陈克强, 沈永和, 等. 中国区域地质概论[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [2] 张本仁. 秦巴岩石圈构造及成矿规律地球化学研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1994.
- [3] 王学求, 程志中. 元素活动态测量技术的发展及其意义[J]. 国外地质勘探技术, 1996(2): 17-22.
- [4] 刘磊, 施明, 周军, 等. 遥感、化探、地质信息综合在昌宁矿产勘查的应用[J]. 地球科学与环境学报, 2007, 29(4): 383-386.
- [5] 董耀松, 范继璋. 矿产勘查新理论与新方法综述[J]. 吉林地质, 2005, 24(1): 39-44.
- [6] 姜春发, 王宗起, 李锦轶. 中央造山带开合构造[M]. 北京: 地质出版社, 2000.
- [7] 陆松年, 于海峰, 赵风清. 青藏高原北部前寒武纪地质初探[M]. 北京: 地质出版社, 2002.
- [8] 徐学义, 何世平, 王洪亮, 等. 中国西北地质概论——秦岭、祁连、天山地区[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [9] 陈亨亮. 蚀变围岩及其找矿意义[J]. 福建地质, 2008, 23(2): 137-141.
- [10] 丁式江, 翟裕生, 邓军. 胶东焦家金矿蚀变岩中元素的质量迁移[J]. 地质与勘探, 2000, 36(4): 28-31.