

新疆阿尔泰造山带南缘金矿构造-流体-成矿作用

木合塔尔·买买提^{1,2}, 桑树勋¹, 木合塔尔·扎日²

(1. 中国矿业大学资源与地球科学学院, 江苏 徐州 221116; 2. 新疆大学地质与勘查工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要:新疆阿尔泰造山带南缘包括额尔齐斯构造带, 为重要金矿床成矿带之一。文章以研究区成矿地质背景及成矿特征为基础, 应用金矿成矿过程中构造-流体-成矿作用理论, 对阿尔泰造山带南缘金矿成矿规律进行分析和探讨, 提出了阿尔泰造山带南缘山-盆转换系统内金的构造-流体-成矿作用体系中构造主导作用、流体直接作用及构造和流体耦合作用与金矿成矿机理和时空分布特征间的关系。

关键词:阿尔泰造山带; 金矿; 成矿背景; 构造-流体-成矿作用

阿尔泰造山带南缘是新疆北部重要金矿床集中地, 特别是沿额尔齐斯成矿构造带分布有众多金矿床(如多拉纳萨依、赛都、恰奔布拉克、萨尔布拉克、克科萨依、阿拉那提等金矿)。近十几年来, 将构造-流体作用研究与矿床成矿机理研究结合起来, 已成为矿床学研究领域内一个新学科, 经过深入分析前人资料, 考察和研究该地区矿床(点), 认识到构造和地质流体对矿床的形成起主导作用。运用成矿构造-地质流体-成矿作用体系研究方法, 在分析其区域地质背景和矿床成矿特征基础上, 以阿尔泰造山带独特地质特征与成矿作用研究为主线, 详细分析研究了阿尔泰造山带南缘主要岩金矿的构造成矿作用和流体成矿作用, 提出其规律性, 对在该区现有金矿床基础上, 寻找和预测新的工业矿床提供依据。

1 成矿地质背景

研究区位于西伯利亚板块与准噶尔-哈萨克斯坦板块聚合拼接部位。以北为西伯利亚板块南缘的阿尔泰陆缘弧构造带, 以南为北准噶尔构造带。区内主干断裂呈NW向展布, 其中额尔齐斯断裂控制本区构造-岩浆-成矿作用。以额尔齐斯断裂为界, 阿尔泰南缘地区可分为南东部和北西部两个不同构造变形域。区域地层大体分为3大套: 前震旦纪基底岩系, 震旦—古生代以火山沉积和陆源碎屑岩为主的盖层岩系, 中生代为上叠盆地型陆内碎屑岩系。该区岩浆侵入活动十分强烈。主要包括如下3种岩: ①以超基性岩为主的基

性-超基性岩浆岩, 形成蛇绿岩套中超基性-基性杂岩体; ②以基性岩为主含少量超基性岩的超基性-基性岩浆岩, 形成钙碱性超基性-基性杂岩体^[1]; ③遍布全区的深成-中深成相花岗岩类和中酸性浅成-超浅成侵入岩(花岗岩)类岩浆活动。包括不同时代的三期花岗岩, 与金成矿有关的是科迪勒拉I型花岗岩和板内造山型花岗岩。区内的变质岩类在空间展布上自北向南划分为4个较明显区域混合岩化带, 即喀得热特-可可托海混合岩带、乌恰混合岩化带、克孜勒别特-也克克泽勒混合岩带和喀喇额尔齐斯混合岩带。阿尔泰地区Au区域地球化学异常分布如图1所示。主要异常集有铁列克异常集(I)、哈巴河异常集(II)、哲里开特异常集(III)、普太异常集(IV)、阿勒泰异常集(V)、克孜加尔异常集(VI)、西岔河异常集(VII)、诺尔特库马苏异常集(VIII)、喀依尔特河上游异常集(IX)^[2]。阿尔泰造山带形成演化及成矿背景认识较清楚, 现在重点研究出现于主造山期的后期阶段(晚石炭—早二叠世)的构造成矿作用, 形成同造山期稀有金属矿床、同造山期铜-镍硫化物矿床、同造山期铜-多金属矿床和同造山期岩金矿床^[3]。

2 阿尔泰造山带南缘金矿成矿特征

阿尔泰造山带南缘主要岩金矿床有多拉纳萨依、赛都、恰奔布拉克、萨尔布拉克、可可萨依和阿拉那体金矿等(图2)。从构造成矿角度, 张湘炳等将多拉纳萨依、赛都、恰奔布拉克金矿床归入构造

项目资助: 国家自然科学基金项目(40862006), 新疆维吾尔自治区科技厅少数民族特培计划项目(200823119)和自治区高校重点项目(XJEDU2006 I 06)联合资助

收稿日期: 2008-05-26; 修订日期: 2008-09-16; 作者 E-mail: mhtrz_xju@sina.com

第一作者简介: 木合塔尔·买买提(1958-), 男, 新疆拜城人, 副教授, 1983年毕业于新疆工学院地质勘查专业, 中国矿业大学在读博士研究生, 从事地球探测与信息技术专业的教学和科研工作

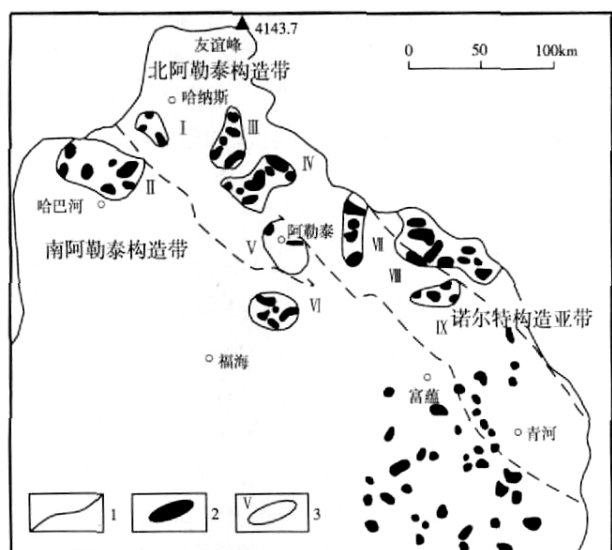


图 1 阿尔泰 Au 区域异常分布图

Fig.1 Au regional anomalous distribution of Altai

(引自徐宁等,2001年)^[2]

1.构造带界线;2.Au 异常;3.异常集及编号

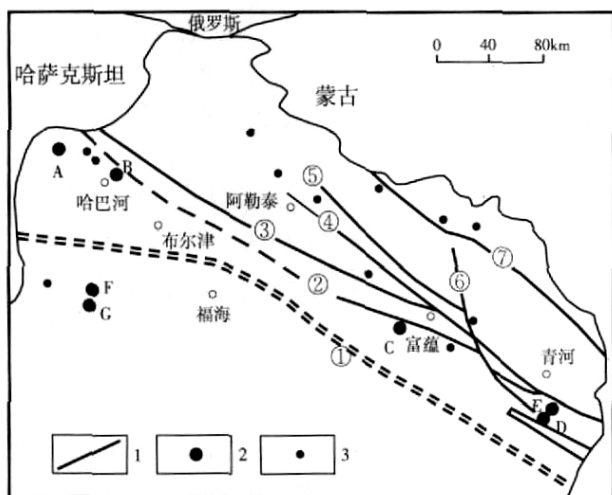


图 2 北疆阿尔泰山及其南侧金矿床(点)分布示意图

Fig.2 Distribution of the gold deposits(spots)in both the southern Altai Mountain and the areas to the south of the mountain in northern Xinjiang

1.区域性断裂;2.金矿床;3.金矿点

A——多拉纳萨依金矿床;B——赛都金矿床;C——萨尔布拉克金矿床;
D——柯克萨依金矿床;E——阿拉那提金矿点;F——布尔克斯岱金矿床;
G——阔真尔克腊金矿床

①——哈萨克斯坦-准噶尔次生壳体和西伯利亚次生壳体的缝合线;
②——额尔齐斯断裂;③——特斯巴汗大断裂;④——阿巴宫-库尔提大断裂;
⑤——巴寨大断裂;⑥——可可托海-二台走滑断裂;
⑦——库热克特大断裂

接触带型金矿床,而将萨尔布拉克、可可萨依和阿拉那体金矿床归入构造破碎带型金矿床,并对其典型矿床地质特征进行了总结^[4-9]。

阿尔泰造山带不同构造成矿类型的金矿床共同点为:在区域构造位置上处于额尔齐斯深大断裂一侧;分布于山(阿尔泰山)-盆(准噶尔盆地)转换系统内;成矿于造山最激烈的泥盆—石炭纪间,为同造山期金矿

床。不同点表现为:构造接触带型金矿床是赋存在花岗岩体的内(外)接触带上,有比主体花岗岩稍后的闪长岩类复式侵入,具蚀变岩型和石英脉型矿石类型及岩浆热液矿床的矿石矿物组合,载金矿物为黄铁矿和石英;构造破碎带型金矿床的特点是赋矿地层原岩为火山-沉积组合,成矿与岩浆岩体无关,矿质是从矿源层迁移富集而来,矿体受褶皱和断裂联合控制,矿石矿物组合很简单^[10]。陈华勇等对额尔齐斯成矿带金矿床地质特征总结后认为:①矿床产于弧陆碰撞前 D—C₁ 地层或花岗岩体中,含矿地层和岩体经历明显变质变形,为后生矿床;②矿体或储矿断层被后期岩脉穿切或贯入,岩脉无变形,甚至可保留霏细结构,属碰撞晚期或碰撞后岩浆活动产物;③矿化早期石英脉均遭受强烈挤压破碎,形成于弧陆碰撞挤压阶段;中期网脉沿微细节理(共轭现象常见)发育,形成于剪切或减压体制;晚期碳酸盐-石英-(钠长石)细脉常具梳状构造,形成于伸展体制;④围岩蚀变类型、矿物组合特征和包裹体测温结果显示为中温热液矿床^[9]。上述特征符合造山带型金矿床基本特征,与国内外关于脉状中温热液金矿床研究结果一致。

3 阿尔泰造山带南缘金矿构造-流体-成矿作用

阿尔泰造山带演化史中,伴随使壳层横向缩短和纵向增厚的挤压-滑脱-冲断造山过程,引发同造山期构造-流体-成岩作用、构造-流体-变质作用和构造-流体-成矿作用,是阿尔泰造山带主造山期的主要特点^[3]。流体作为从矿源地萃取并搬运成矿物质的主要媒介,在促使成矿物质从分散到富集成矿过程中起重要作用。从构造与流体相互关系看,在成矿过程中,构造是控制一定区域中各地质体间耦合关系的主导因素,是驱动流体运移的主要动力。各种构造形迹,如断层、裂隙、角砾岩带等为地球内部流体运移提供通道,其扩容空间是含矿流体大量停积和沉淀矿石的场地^[11]。构造应力对岩石力学、物理性质产生影响,影响流体在岩石中流动状态、速率和水-岩作用过程。

3.1 构造与金成矿作用

构造不仅是被动的控矿因素,也是成矿作用的主动因素。构造运动为成矿物质活化转移提供能量和驱动力,即对驱动含金流体运移,促成矿质由分散到浓集起主导作用。

构造演化与成矿作用 300 Ma 前后是阿尔泰造山带金矿形成的重要时期,也是其南缘地壳增生的重要时期。可能的模式是:早石炭世末准噶尔洋壳向北

俯冲殆尽,准噶尔板块拼贴于西伯利亚板块南缘,紧随之弛张作用引起地壳伸展塌垮,伴随碱性花岗岩侵入,使地幔物质以垂直方式加入到地壳中,形成一个陆壳重要增生期.在这一构造事件中,由于伸展作用使地壳出现异常地温梯度,使成矿流体发生运移,并萃取地层中的金.成矿流体在构造部位发生温压骤降时,成矿元素沉淀形成矿床.在阿尔泰造山带长期构造演化过程中,早石炭世末以前没有形成金矿床,石炭纪之前主要为矿源层形成阶段,又分为前震旦纪初始矿源层形成阶段和震旦纪至泥盆纪矿源层形成阶段.中石炭世成矿作用发生在板块拼接后的陆内构造演化过程中,其中造山后的快速伸展塌垮与金矿形成关系密切^[12].

断裂与成矿作用 以该区成矿影响较大的额尔齐斯深(大)断裂为例:①额尔齐斯深(大)断裂对金源具有重要贡献.沿该断裂分布的中上泥盆统、石炭系火山岩、凝灰岩、火山碎屑岩、含碳质碎屑岩、遭受不同程度变质的中酸性火山岩和偏钾的钙碱性岩浆岩,是金成矿矿源层.火成岩和火山碎屑岩是海西早、中期该断裂正断层性质的产物,该岩石组合中,Au丰度达 15×10^{-9} ,比Au的克拉克值(3.5×10^{-9})高出4倍多.由于断裂深切到地幔而导致深部熔融物质上侵、喷发而形成上述岩石组合.据Pb同位素资料,这些喷出物均来自地幔^[13].据刘伟对岩石化学特征研究结果,额尔齐斯挤压带附近岩浆岩属幔源型,岩浆热液也是金矿源之一^[14].以上分析说明,额尔齐斯深(大)断裂控制了矿源层的分布,起导矿作用;②额尔齐斯深大断裂为分散金的活化、迁移提供所需的热源、流体和动力.在海西晚期,该断裂再一次表现为推覆性质,额尔齐斯挤压带强烈上升,在推覆挤压过程中该断裂下部构造层是热源之一,引起糜棱岩化和塑性流变,导致变质、混合岩化作用,结果产生大量富含 K^+ , Na^+ , Cl^- , $(HS)^-$, H_2O 的富含挥发份流体.同时,该断裂也是地幔热源传导通道,其深切到地幔,导致深部熔融状物质上涌并发生岩浆分异产生部分流体.上述热源和流体,既活化了分散金(深部金及矿源层中的金),又使其进入流体.这些含金流体在推覆挤压、温度梯度、压力梯度作用下向有利成矿部位迁移.在不同部位,不同热源和流体有主次之分.多拉纳萨依金矿以岩浆热液为主,赛都金矿是变质热液、岩浆热液兼而有之,萨尔布拉克金矿则是变质热液和渗滤热液的混合热液.其共同点是,都在海西中晚期成矿,此时正是该断裂推覆最活跃时期;③额尔齐斯深大断裂控制金矿定位.在该断裂,上部脆性构造层发育,形成一系列横跨断

裂的构造破碎带,为含金流体的富集成矿提供了贮矿构造.首先,该断裂控制了金矿化带展布,哈巴河金矿带和富蕴-布尔根金成矿带横跨该断裂,沿断裂呈长条带状分布.其次,该断裂两侧次级断层(横跨性断裂和褶皱破碎带)控制矿体的产出部位,如萨尔布拉克金矿就是属于构造破碎带型^[15].

构造变形与成矿作用 早期的构造变形作用使能干性较强的花岗岩破碎,提高了其渗透性,导致大气降水下渗,并不断汇聚于构造破碎带并沿其上升,在较浅部位与冷流体相遇发生混合;第二期变形作用,形成一系列次级张扭性构造裂隙,自深部上升的含金流体一旦进入较开放构造空间,会因压力骤降发生沸腾和相分离,导致流体中气相组份分离逸出.因此,构造变形机制是流体发生沸腾、混合及相分离作用的重要诱因.区内萨尔布拉克金矿床中,广泛发育碎裂岩和糜棱岩,科克萨依金矿床是典型的韧性剪切带蚀变糜棱岩型金矿,岩石变形强烈,为区内Au元素矿化富集提供了必要的构造动力.赵志忠经过对玛因鄂博断裂带上盘、下盘和断裂带内的变形岩石进行Au,Ag,Cu,Pb,Zn(阿尔泰山的主要成矿元素)及As,Sb,Co,Ni等微量元素分析发现,Au,Sb元素在岩石变形过程中有明显的变化^[16].与构造变形相对较弱的断裂带上、下盘岩石相比,断裂带内岩石经糜棱岩化后,随着岩石变形程度增加,Au元素含量呈现递增之势.说明岩石变形过程,尤其是糜棱岩化过程有利于Au元素矿化富集.赵志忠研究认为,岩石变形变质(特别是糜棱岩化)引起Au元素富集原因有2个:①岩石变形过程中,构造动力驱动深部含金流体或从矿源层中萃取Au元素的其他成矿流体与变形岩石发生了物质成分交换,使变形岩石增加了Au元素总量,引起Au元素富集,这种富集可称绝对富集;②岩石变形过程中,变形岩石中Au元素总量并未增加,但由于流体-岩石作用过程中,变形岩石发生质量与体积大量亏损,而Au作为一种不活泼的惰性元素,在岩石质量与Au体积损失过程中得以保存在变形岩石中,引起Au元素富集,这种富集可称为相对富集.

3.2 流体与成矿作用

据阿尔泰造山带南缘阿克提什坎、库马苏、塔斯比格、多拉纳萨依、阿克希克、赛都等10多个金矿区的流体包裹体研究,含金石英脉中流体包裹体为液相、气相及多相包裹体,一般5~8 μm ,形态呈不规则状、椭圆形和滴水状等.主成矿阶段温度变化范围在200~330 $^{\circ}C$.包裹体气相成分以 CO , H_2O , CO_2 , CH_4 为主, CO 含量大于 H_2O .据包裹体气相成分,岩金

矿分为 2 类:一类为 CO_2 含量大于 CO ,集中于弧后盆地多拉纳萨依、赛都等矿床;其余矿床为 CO 含量大于 CO_2 。除阿克希克和多拉纳萨依矿床外,包裹体 Cl^-/F^- 比值均大于 1,显示 Cl^- 在成矿物质搬运过程中起重要作用。包裹体液相成分中有大量 Ca^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , 反映成矿流体在环流过程中淋滤出围岩中的 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 及 SO_4^{2-} , 这三者占液相成分总量的 60% 以上, HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 甚至占阴离子成分的 90% 以上。成矿溶液可分为 K^+-Na^+ 型、 $\text{K}^+-\text{Na}^+-\text{Ca}^{2+}$ 型和 $\text{Cl}^--\text{Na}^+-\text{Ca}^{2+}-\text{Mg}^{2+}$ 型^[17]。据陈毓川等的研究,多拉纳萨依、萨尔布拉克、赛都等岩金矿床的成矿流体盐度和密度具如下特点:①成矿流体盐度 $w(\text{NaCl})$ 为 3.37%~18.0%,多数为 5%~10%,属低盐度成矿流体;②同一矿床从成矿作用早阶段到晚阶段,成矿流体盐度有降低趋势。成矿流体的氧逸度变化在 -38.38~-59.83,平均为 -48.79,属低氧还原环境。从成矿早期阶段到晚期阶段,氧逸度呈波状下降趋势。成矿流体硫逸度从成矿早期阶段到晚期阶段逐渐降低,氧逸度和硫逸度的下降趋势,反映了成矿流体中的成矿物质由有利于发生迁移的氧化环境向有利于沉淀的还原环境转化的过程^[18]。从国外一些学者研究看来,流体-岩石作用与流体间混合作用是导致成矿流体中金元素产生沉淀并富集成矿的主要原因,并在国外许多金矿床内得到证实^[19-23]。赵志忠根据该区金矿床多产于断裂旁侧及区内各种成矿流体十分活跃等特征,认为区内有些金矿床(如萨尔布拉克等)应为多种流体发生混合作用而形成^[12]。这些混合作用主要表现在以下几方面^[16]:①对成矿过程中金的活化转移起作用。成矿物质的活化转移可以通过构造运动和水-岩反应来实现。成矿流体在其迁移、演化过程中不断地与围岩发生反应(即水-岩反应),这些反应所引起的交代蚀变使成矿物质活化转移,其实质即是清洁矿物替代载体矿物,使成矿元素进入到流体中去。该区主要成矿流体成分以 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 和 H_2O 为主,这对进行水-岩反应提供有力条件;②是成矿物质搬运的关键因素。研究表明,在形成金矿的成矿流体中,金主要以 Cl^- 、 F^- 、 OH^- 、 HS^- 等的络合物形式迁移,由于金在热液中通常呈 Au^+ 形式赋存, Au^+ 具有较大的半径、强极化能力及强共价键倾向,因此 Au^+ 络合物稳定性随配位体离子半径和极性增大而增大。如 $(\text{AuCl}_2)^-$ 就比 $(\text{AuF}_2)^-$ 稳定得多,且流体中 Cl^- 含量一般较高,所以 $(\text{AuCl}_2)^-$ 是金在热液中的一种重要搬运形式^[24]。在该区少数金矿中,如马热勒铁金矿,金很可能以氯络合物形式迁移,这些矿床成矿流体中 Cl^- 含量相对较高;③流体(沸腾、混合、相分离)

作用导致沉淀富集成矿的重要机制。导致成矿物质从成矿流体中沉淀的原因通常有 5 种,即物理化学条件的变化、有机质作用、流体混合、流体浓缩、流体不混溶和相分离^[25]。大量研究表明,流体沸腾、混合及相分离作用对热液体系性质有显著影响,是导致热液体系 T 、 f_{O_2} 、 f_{S_2} 及 pH 等物化条件降低的重要原因。由于 Au 具有高的电离能和非常低的溶解度, Au 在溶液中都以 Au 配位化合物形式迁移。地球化学参数的任何改变,如 pH 值、温度、 H_2S 的逃逸和还原都可能导致 Au 从热流体中沉淀^[26-29]。对阿尔泰山带南缘金矿床来说,氧逸度和硫逸度特征反映成矿流体中成矿物质由有利于发生迁移的氧化环境向有利于沉淀的还原环境转化。

4 结论

通过对阿尔泰山带南缘岩金矿大量地质资料的分析,结合野外对额尔齐斯一带金矿构造带与阿尔泰山带增生楔进行实测剖面研究,特别是对处于山-盆转换系统的额尔齐斯深断裂带、构造接触带型金矿床和构造破碎带型金矿床的各类样品流体包裹体分析研究,关于阿尔泰山带南缘山-盆转换系统内金的构造-流体-成矿作用体系有如下主要认识:

构造是控制矿床形成的主导因素 在大地构造演化的造山-造盆过程中,形成山-盆转换带及转化系统内切穿至上地幔的深断裂带为矿床提供了幔源物质,控制了矿源层分布。随着深断裂演化过程中滑脱、冲断-推覆、剪切挤压松弛阶段的拉张,为来自上地幔和壳下层的含金构造热动力流提供了通道,并对 Au 成矿的活化、迁移和富集创造了条件。构造作用导致流体沸腾、混合和相分离作用的发生,控制成矿发生^[30]。本区构造成矿作用与额尔齐斯深大断裂关系极大,该断裂是阿尔泰山运动中形成的滑脱-冲断-推覆断裂带。构造破碎带型金矿床的矿质是随地幔热动力流体沿这条断裂带迁移并分散于火山-沉积建造中,构造接触带型金矿床矿质是随地幔热动力流体上升^[17],额尔齐斯滑脱带又是加热大气降水的场所;冲断-推覆过程又促进热流体向南西侧流动,浸出矿源层中分散矿质并迁移富集;冲断-推覆过程发出强大脉冲应力又为矿质活化转移提供了能量;冲断-推覆过程中出现右型走滑剪切带为矿质的迁移创造了成矿富集场所;左型雁列等距破碎带为形成含 Au 同熔型闪长岩浆房提供了热能,为含 Au 闪长岩浆上侵提供了通道,在岩体接触带创造了压力降沉淀空间等。

流体是控制矿床形成的直接因素 成矿流体在其迁移、演化过程中不断与围岩发生反应(即水-岩反应),这些反应引起的交代蚀变使成矿物质得以活化转移.流体中Cl含量相对较高,Au多以Cl的络合物形式迁移搬运,成矿流体运移主要以断裂破碎带运移为主.流体(沸腾、混合、相分离)作用直接导致Au沉淀富集成矿,成矿流体中成矿物质由有利于发生迁移的氧化环境向有利于沉淀的还原环境的转化,Au在还原环境下发生沉淀.引起矿床最终富集并形成规模矿床的成矿作用是多源的流体混合作用.

构造和流体的耦合作用控制了金矿床形成 各种构造形迹,如金随地幔构造热动力流和同熔岩浆喷发进入古生代构造层,形成金矿源层被深断裂构造热动力场加热,驱动大气降水热流体所萃取,并迁移至构造破碎带富集成矿.即构造、流体活动与矿源层是区内金矿得以进行的3大要素.

参 考 文 献

- [1] 李华芹.新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学[M].北京:地质出版社,1998,1-264.
- [2] 徐宁,李月臣.阿尔泰中高山区域化探异常成因探讨[J].新疆地质,2001,19(3):166-173.
- [3] 李志纯,赵志忠.阿尔泰山造山带和阿尔泰山构造矿域的形成[J].地质科学,2002,37(4):483-490.
- [4] 张湘炳,李志纯,谭克仁,等.构造与金成矿规律[M].北京:地质出版社,1994,1-103.
- [5] 李志纯.阿尔泰山南缘两类构造成矿类型金矿床及其成矿模式[J].大地构造与成矿学,1999,23(1):16-28.
- [6] 刘悟辉,廖启林,戴塔根,等.阿尔泰山南缘与韧性剪切带有关金矿床成矿特征浅析[J].地质找矿论丛,1999,14(3):42-49.
- [7] 沈远超,申萍,曾庆栋,等.新疆阿尔泰山金矿带主要金矿类型、成矿规律及成矿预测[J].地质与勘探,2004,40(5):1-5.
- [8] 王金良.新疆阿尔泰山金矿分布地质特征[J].新疆工学院学报,2000,21(3):173-177.
- [9] 陈华勇,陈衍景,刘玉琳.新疆额尔齐斯金矿带的成矿作用及其与中亚造山作用的关系[J].中国科学(D辑),2000,30(增刊):38-44.
- [10] 刘顺生,李志纯,谭凯旋,等.中国阿尔泰山造山带的变形变质及流体作用[M].北京:地质出版社,2003.
- [11] 翟裕生.关于构造-流体-成矿作用研究的几个问题[J].地学前缘,1996,3(3-4):230-236.
- [12] 张传林,董永观.新疆阿勒泰南缘地壳结构与构造演化及其对金成矿的制约[J].矿物岩石地球化学通报,2000,19(4):284-285.
- [13] 何国琦,韩宝福,岳永君,等.中国阿尔泰山造山带的构造分区和地壳演化[J].新疆地质科学,1990,2;1-20.
- [14] 刘伟,贺伯初,陈振胜.新疆阿勒泰阿拉山花岗岩多相矿物相-水氧同位素交换反应动力学[J].地质学报,1996,70(2):129-142.
- [15] 郭定良.额尔齐斯深(大)断裂对金成矿的贡献[J].地质地球化学,1996,1:52-55.
- [16] 赵志忠.阿尔泰山南缘东部岩石构造变形与金的构造成矿机理[J].大地构造与成矿学,2001,25(3):302-312.
- [17] 木合塔尔·扎日,张旺生,依码木·塔依尔,等.阿尔泰山南缘金矿流体及其动力学分析[J].地学前缘,2004,11(3):307-308.
- [18] 陈敏川,叶庆同,琼彬,等.中国新疆阿尔泰山成矿带矿床地质、成矿规律与技术经济评价[M].北京:地质出版社,2003,165-216.
- [19] Bohlke J K. Comparison of metasomatic reactions between a common CO₂-rich vein fluid and diverse wall rocks: intensive variable, mass transfers, and Au mineralization at Alleghany, California[J]. Economic Geology, 1989, 84: 291-327.
- [20] Haynes D W, Cross K C, Reed M H. Olympic dam ore genesis: a fluid-mixing model[J]. Economic Geology, 1995, 90: 281-307.
- [21] Newman J, Mitra G. Lateral variations in mylonite zone thickness as influenced by fluid-rock interactions, Linville Fall fault, North Carolina[J]. J Struct Geol, 1993, 15: 849-863.
- [22] Matthai S K, Henley R W, Heinrich C A. Gold precipitation by fluid mixing in bedding-parallel fractures near carbonaceous slates at the Cosmopolitan Howley gold deposit, northern Australia[J]. Economic Geology, 1995, 90: 2123-2142.
- [23] Kuehn C A, Ross A W. Carlin gold deposits, Nevada: Origin in a deep zone of mixing between normally pressured and overpressured fluid[J]. Economic Geology, 1995, 90: 17-36.
- [24] 徐光平,翟建平,胡凯.成矿过程中流体的作用及其主要研究方法[J].地质找矿论丛,1999,14(4):1-7.
- [25] 翟裕生,彭润民,向运川,等.区域成矿研究法[M].北京:中国大地出版社,2004,79-80.
- [26] Drummond S E, Ohmoto H. Chemical evolution and mineral deposition in boiling hydro-thermal systems[J]. Econ. Geol., 1985, 80: 126-147.
- [27] Hofstra A H, Levental J S, Northrop H P. Genesis of sediment-hosted disseminated-gold deposits by fluid mixing and sulfidation: Chemical-reaction-path modeling of ore-depositional processes documented in the Jer-ritt Canyon district, Nevada[J]. Geology, 1991, 19: 36-40.
- [28] Phillips G N. Geology and alteration in the golden mine, Kalgoorileh[J]. Econ. Geol., 1986, 81: 779-808.
- [29] Hayashi K, Ohmoto H. Solubility of gold in NaCl- and H₂S-bearing aqueous solutions at 250-350°C[J]. Geochim. Cosmochim. Acta, 1991, 55(10): 2111-2126.
- [30] 申萍,沈远超,李光明,等.胶东金矿山金矿床构造-流体-成矿作用体系研究[J].地质科学,2004,39(2):272-283.

THE SOUTH FRINGE OF XINJIANG ALTAI OROGENIC BELT GOLD MINE STRUCTURE- FLUID- MINERALIZATION

MUHETAER·Mai-mai-ti^{1,2}, SANG Shu-xun¹, MUHETAER·Za-ri²

(1. Institute of Resources & Earth Science, Chinese university of mining technology Xuzhou, Jiangsu, 221116, China; 2. Institute of geology & prospect engineering, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang, 830046, China)

Abstract: The Altai orogenic belt of Xinjiang is that has great difference compared with classical orogenic belt and it has unique geological features, its south edge include the Ertix tectonic belt that is one of the most important gold deposit metallogenic belt, so it has very great theory and actual(reality) research meaning. The article take studies the area mineralization geology background and the mineralization characteristic as a foundation, the use of gold mineralization in the process of structure - fluid - mineralization of the theoretical research methods, analyze and visit the theory of gold mine mineralize law for southern margin of the Altai orogenic belt, have put forward the leading role of the structure among the gold structure - fluid - mineralization system in the south edge of Altai orogenic belt mountain - basin converting system and fluid direct action, as well as relations between structure and fluid coupling function with gold ore mineralization mechanism and space-time distribution characteristics.

Key words: The Altai orogenic belt; Gold mine; Mineralize background and characteristic; Structure-fluid-mineralization