维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:0258-7106 (2005) 03-0242-22

新疆北部古生代浅成低温热液型金矿特征及其地球动力学背景*

杨富全[1],毛景文[1],夏浩东[2],赵财胜[1],李蒙文[3],叶会寿[1]

(1 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2 国土资源部实物地质资料中心, 河北 燕郊 065201;
3 中国地质科学院, 北京 100037)

摘 要 文章在总结前人研究成果的基础上,提出新疆北部古生代浅成低温热液型金矿床可以划分为高硫型和低硫型两大类,以后一种为主。金矿的形成和分布受破火山口、隐爆角砾岩筒、与火山机构有关的断裂以及区域断裂控制。与金矿有关的火山岩,主要是一套以玄武岩-安山岩-英安岩-流纹岩及其火山碎屑岩组合为特征的钙碱性陆相火山岩,少数为海相-陆相火山岩。矿体赋存在火山岩、潜火山岩中,少数在斑岩中。主要的蚀变组合为冰长石-石英(玉髓)-绢云母或明矾石-高岭石-石英(玉髓)。金矿成矿时代在 340~244 Ma 之间,金矿在时间和空间上与新疆古生代在(350±10) Ma、(300±10) Ma 和(250±10) Ma 3 个阶段的大规模火山-潜火山活动有密切关系。金矿床形成的地球动力学背景为区域伸展环境或大范围挤压背景下的局部伸展环境。

关键词 地质学;浅成低温热液型金矿床;时空分布;地球动力学背景;新疆北部;综述

中图分类号: P618.51 **文献标识码**:A

浅成低温热液矿床是指产于地壳浅部环境的金、银、汞、锑等金属以及硫、高岭石、明矾石等非金属矿床(Lindgren,1922)。这些矿床产于不同类型的火山构造环境中(Hedenquist et al., 2000)。根据其形成条件、特征矿物以及元素组合,可进一步划分为低硫型、高硫型和碱性岩型 3 大类(Bonham, 1986),Heald 等(1987)将其划分为冰长石-绢云母型和明矾石-高岭石型(酸性硫酸盐型)。浅成低温热液金矿具有低温(<300℃)、低压、低盐度和成矿深度浅(<1 000 m)的特征。低硫型金矿受破火山口或远离火山口的复合断裂-裂隙系统控制,在区域上常与汞-锑、铀和铅锌共生(陈毓川等,2001),成矿流体以大气降水为主,有岩浆水混入(Cooke et al., 2000)。高硫型金矿容矿岩系以英安质-流纹质喷出相或侵出相为主,其下为斑岩体,常与铜矿伴生(陈毓川等,2001),成矿流体以岩浆水为主,混合地下水(Corbett, 2002)。浅成低温热液型金矿床是目前世界上最为重要的金矿床类型之一,也是当前国际矿床学界研究的热点之一(江思宏等,2004)。浅成低温热液型金矿床主要分布在环太平洋成矿域,其次是地中海—喜马拉雅成矿域和古亚洲成矿域中。世界上著名的浅成低温热液型金矿床包括巴布亚新几内亚的 Ladolam 金矿(>1 300 t Au,低硫型)、美国的 Cripple Creek(700 t Au,低硫型; Kelley et al., 2002)、阿根廷的 Veladero 金银矿(400 t Au,6 700 t Ag,高硫型)、秘鲁的 Yanacocha 金银矿(1 200 t Au,10 850 t Ag,高硫型,江思宏等,2004)。中国的浅成低温热液型金矿床主要分布在中国东部(环太平洋成矿域)和中亚成矿域的阿尔泰—天山(毛景文等,2003b),规模较大的有福建紫金山高硫型金矿(50.2 t Au,张德全等,1991)、黑龙江团结沟低硫型金矿(73.9 t Au,刘连登等,1999)和新疆阿希低硫型金矿(70 t Au,毋瑞身等,1996; Qin et al., 2002)。

新疆的浅成低温热液型金矿床主要分布在新疆北部(准噶尔、阿尔泰和天山),近几年来,不同学者从不同角度探讨了浅成低温热液型金矿床的地质特征、地球化学、形成环境及成矿模式。如王京彬等(1997)划分了准噶尔地区与火山-浅成岩有关的金

* 本文得到国土资源大调查项目(200413000026)、国家重点基础研究发展规划项目(2001CB409807)和国家重点基础研究发展规划项目(G1999043211)资助

第一作者简介 杨富全,男,1968 年生,副研究员,在读博士,主要从事矿床学及矿床地球化学研究。

收稿日期 2005-02-28; 改回日期 2005-04-21。李 岩编辑。

维普资讯 http://www.cqvip.com

矿成矿系列，李华芹等(1998)测定了新疆浅成低温热液型金矿的成矿时代，廖启林等(2000a;2000b)探讨了北疆浅成低温热液型金矿的地球化学特征。刘家远等(2002)、Qin 等(2002)总结了新疆北部浅成热液型金矿和斑岩型铜矿的基本特征和构造联系。Rui 等(2002)论述了新疆金矿床的地质特征及矿床成因。沙德铭等(2003a)、贾斌等(2003a)、Hart 等(2003)、肖龙等(2001)总结了西天山浅成低温热液型金矿的基本特征。本文在前人工作的基础上，根据一些矿床的野外调查，综合论述了新疆北部古生代浅成低温热液型金矿的基本特征、时空分布规律，并重点对其形成的地球动力学背景进行探讨。

1 成矿地质背景

新疆北部地处塔里木板块、西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块的结合部位，地质构造复杂，板块间的相互作用，为金矿床的形成创造了条件。太古宙时，塔里木地块已形成了古陆壳，元古宙时，天山、阿尔泰、准噶尔先后形成了陆壳基底，青白口纪末的塔里木运动使哈萨克斯坦、准噶尔、天山和塔里木形成统一的大克拉通(李华芹等，1998;王元龙等，2001;梁云海等，2004)。震旦纪—中寒武世为稳定盖层发展阶段，主要沉积了冰碛岩、碎屑岩和碳酸盐岩。晚寒武世—早奥陶世，随着罗迪尼亚超大陆裂解，新疆北部形成多个洋盆。奥陶纪在天山和塔里木北缘为碎屑岩建造，塔里木地区主要为碎屑岩和碳酸盐岩，准噶尔和阿尔泰地区主要为火山岩和碎屑岩。志留系分布广泛，主要为碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩及硅质岩。泥盆纪时，阿尔泰南缘拉张形成陆缘裂谷和断陷盆地，阿尔泰、准噶尔北部和北天山以双峰式火山岩和火山碎屑岩沉积为特征，准噶尔的南部、天山和塔里木盆地北缘主要为碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩。石炭纪主要发育碳酸盐岩、碎屑岩和火山岩，在准噶尔地区、东天山和伊犁盆地，火山岩发育。新疆北部的火山岩主要形成于泥盆纪和石炭纪，岩石组合为玄武岩-安山岩-流纹岩、细碧角斑岩和蛇绿岩套中的基性火山岩(李华芹等，1998)。早二叠世的陆相火山岩相对微弱，主要分布在东准噶尔的扎河坝、东天山的康古尔以及北山、伊犁盆地和柯坪地区。晚二叠世为陆相碎屑岩沉积。中生界和新生界主要为河流相和河湖相碎屑岩。

新疆北部的构造演化经历了基底形成阶段，稳定盖层发展阶段，大陆裂解、大洋扩张与板块俯冲阶段。准噶尔古大洋板块在早中奥陶世开始俯冲，于中泥盆世末闭合；中天山南缘的岛弧型火山岩建造反映了南天山古大洋板块在早中志留世开始向北俯冲，于晚志留世至泥盆纪关闭(王元龙等，2001)；北天山古大洋板块于中奥陶世开始俯冲，志留纪—泥盆纪在斋桑—额尔齐斯一带向南、北双向俯冲，形成了萨吾尔山一带晚古生代沟-弧-盆系，阿尔泰则转化为活动陆缘和弧后拉张盆地，石炭纪早期北天山古大洋最终闭合，哈萨克斯坦—准噶尔板块与西伯利亚板块碰撞缝合，古亚洲洋主体消失(王元龙等，2001)。晚石炭世，新疆北部开始碰撞造山，伴有大规模同造山或后造山期花岗岩侵入和区域变质作用，晚石炭世末至早三叠世进入了碰撞期后的伸展阶段，导致地壳减薄和上地幔上涌，形成了裂谷、碱性岩带和双峰式陆相火山岩带(李华芹等，1998)。

2 新疆北部古生代浅成低温热液型金矿的分布规律

新疆北部浅成低温热液型金矿床集中分布在东准噶尔、西准噶尔、西天山、东天山和阿尔泰(图 1)。东准噶尔浅成低温热液型金矿主要分布在卡拉麦里缝合带两侧，包括金山沟、东黑山(金-银矿点)、青水、黄南、索尔巴斯陶、双峰山、双峰山西矿点、1583(双峰山Ⅱ)汞金矿点、准巴斯陶以及淖毛湖北山。西准噶尔主要有阔尔真阔腊和布尔克斯岱金矿。哈图金矿容矿地层为早石炭世玄武岩和火山碎屑岩，矿化为石英脉型和蚀变岩型，矿体受断裂和破火山口控制，沈远超等(1993)、王京彬等(1997)、范宏瑞等(1998)和申萍等(2004a)将其归为浅成低温热液型金矿床，但李华芹等(1998)和王莉娟等(2004)则认为金成矿与哈图钾长花岗岩有关。西天山的浅成低温热液型金矿床分布在吐拉苏—也里莫墩成矿带，形成 2 个集中区，吐拉苏集中区以阿希金矿为中心，其他矿床包括伊尔曼德、京希、吐拉苏、吐拉苏西南、恰布坎卓它、塔吾尔别克和阿庇因迪等(图 2)。也里莫墩集中区主要有加曼特、铁列克特、朗布拉和小于赞矿点(董连慧等，2001)。贾斌等(2001a)和王志良等(2004)认为塔吾尔别克和阿庇因迪金矿是斑岩型金矿，董连慧等(2001)认为也里莫墩集中区的加曼特等金矿属于斑岩型。这些矿区出露的地层为下石炭统大哈拉军山组安山岩、英安岩、火山角砾

维普资讯 http://www.cqvip.com

岩、凝灰岩、凝灰质熔岩，金矿化为含金石英细脉，分布在二长斑岩和石英长石斑岩的裂隙中，少数在接触带和围岩中。斑岩体为潜火山岩相，与围岩火山岩有密切的时空和成因联系，矿化本身也具有典型浅成低温热液型金矿的基本特点，成矿作用与火山-潜火山作用有关，因此 Hart 等(2003)将其归为高硫型浅成低温热液型金矿。东天山的浅成低温热液型金矿床包括石英滩、卡拉塔格、马庄山和金窝子。阿尔泰的浅成低温热液型金矿床相对较少，目前仅发现了阿尔提什坎金矿床(芮行健，1993)。

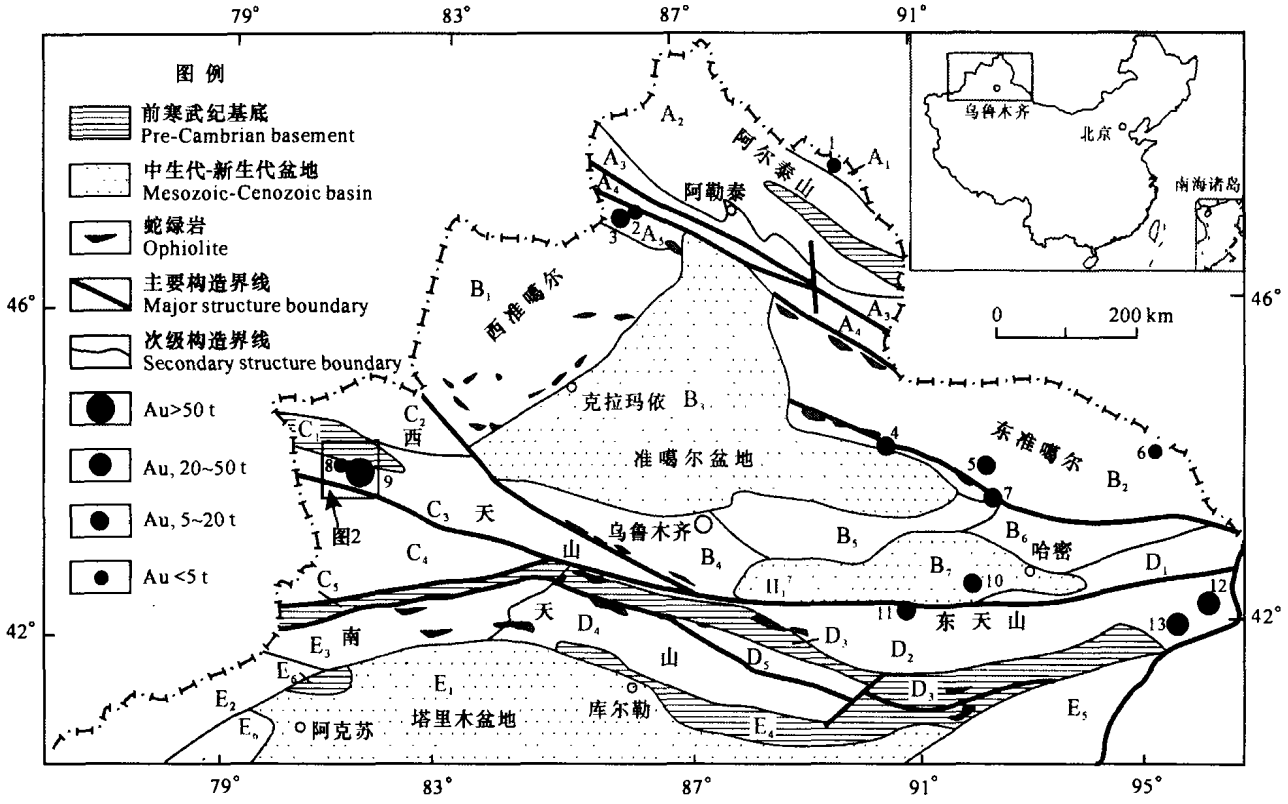


图 1 新疆北部主要构造单元及浅成低温热液金矿床分布略图(据 Qin et al., 2002; Mao et al., 2003a; Wang et al., 2004)

构造单元：A_1—诺尔特石炭纪-二叠纪火山盆地；A_2—阿尔泰加里东期褶皱带；A_3—克兰双峰式火山沉积建造的海西期褶皱带；A_4—阿尔曼泰晚古生代岛弧带；A_5—萨吾尔山晚古生代岛弧；B_1—西准噶尔地块；B_2—东准噶尔地块；B_3—准噶尔中生代-新生代盆地；B_4—伊林哈比尔尕晚古生代弧后盆地；B_5—博格达晚古生代裂陷槽；B_6—哈尔里克古生代岛弧；B_7—吐鲁番-哈密中生代-新生代盆地；C_1—赛里木地块；C_2—温泉地块；C_3—博罗霍洛古生代岛弧；C_4—伊犁石炭纪-二叠纪陆内裂谷；C_5—那拉提-哈尔克地块；D_1—大南湖-头苏泉岛弧；D_2—阿奇山-雅满苏弧盆；D_3—中天山早古生代岛弧和前寒武纪碎块；D_4—南天山晚古生代弧后盆地；D_5—南天山早古生代大陆边缘；E_1—塔里木板块；E_2—卡拉铁热克晚古生代被动陆缘；E_3—南天山晚古生代大陆边缘；E_4—库鲁克格前寒武纪地块；E_5—北山石炭纪-二叠纪裂陷槽；E_6—木札尔特地块。**矿床名称**：1—阿尔提什坎；2—布尔克斯岱；3—阔尔真阔腊；4—金山沟；5—双峰山；6—北山；7—索尔巴斯陶；8—京希-伊尔曼德；9—阿希；10—卡拉塔格；11—石英滩；12—马庄山；13—金窝子

Fig. 1 Geological sketch map showing the major tectonic units and distribution of epithermal gold deposits in northern Xinjiang (modified from Qin et al., 2002; Mao et al., 2003a; Wang et al., 2004)

Tectonic units: A_1—Nuoerte Carboniferous-Permian volcanic basin; A_2—Altay Caledonian folded belt; A_3—Kelan Hercynian folded belt on the bimodal volcanic-sedimentary formation; A_4—Armantai Late Paleozoic island arc; A_5—Sawurshan Late Paleozoic island arc; B_1—Western Junggar terrane; B_2—Eastern Junggar terrane; B_3—Junggar Mesozoic-Cenozoic basin; B_4—Yelianhabirga Late Paleozoic back-arc basin; B_5—Bogega Late Paleozoic aulacogen; B_6—Harlike Paleozoic island arc; B_7—Tulufan-Hami Mesozoic-Cenozoic basin; C_1—Sailimu block; C_2—Wenquan block; C_3—Boluohuoluo Paleozoic island arc; C_4—Yeli Permian-Carboniferous intracontinental rift; C_5—Lalati-Haerk terrane; D_1—Dananhu-Tousuquan island arc; D_2—Aqishan-Yamansu arc-related basin; D_3—Central Tianshan Early Paleozoic island arc with Precambrian fragments; D_4—Southern Tianshan Late Paleozoic back-arc basin; D_5—Southern Tianshan Early Paleozoic continental margin; E_1—Tarim Plate; E_2—Kalatierek Late Paleozoic passive continental margin; E_3—Southern Tianshan Late Paleozoic continental margin; E_4—Kuruktag Precambrian block; E_5—Beishan Permian-Carboniferous aulacogen; E_6—Muzart block. **Ore deposits**: 1—Aketishikan; 2—Buerkeshitai; 3—Kurzhenkuola; 4—Jinshangou; 5—Shuangfengshan; 6—Beishan; 7—Suorbasitao; 8—Jingxi-Yelmend; 9—Axi; 10—Kelatage; 11—Shiyingtan; 12—Mazhuangshan; 13—Jinwozi

维普资讯 http://www.cqvip.com

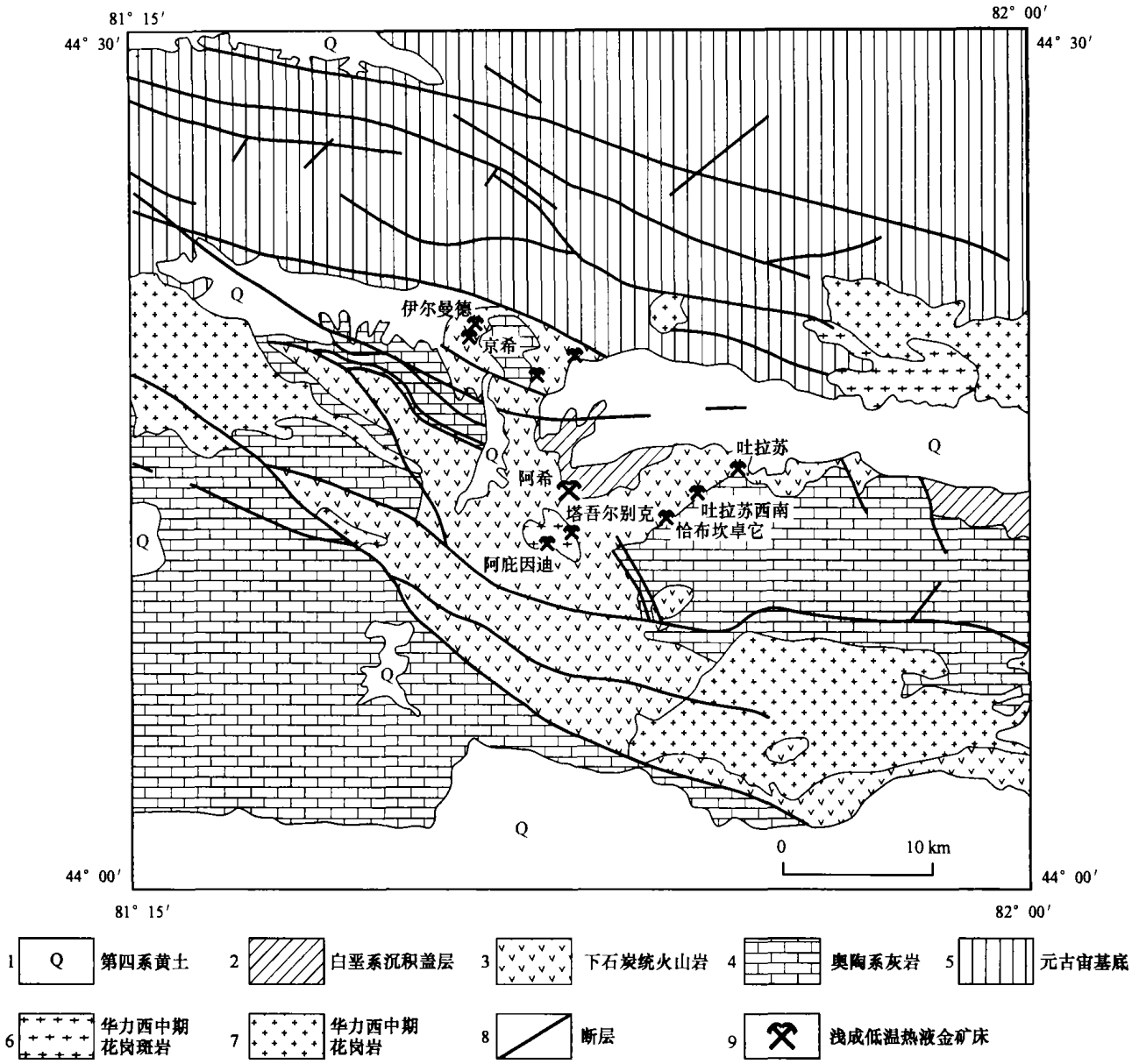


图 2 新疆西天山吐拉苏地区地质图(据肖龙等,2002)

Fig.2 Regional geological map of Tulasu area in West Tianshan region, Xinjiang (after Xiao et al., 2002)

1—Quaternary loess; 2—Cretaceous sedimentary cover; 3—Lower Carboniferous volcanic rocks; 4—Ordovician limestone; 5—Proterozoic basement; 6—Middle Variscan granite porphyry; 7—Middle Variscan granite; 8—Fault; 9—Epithermal gold deposit

浅成低温热液型金矿床在空间上一般分布在岛弧带或大陆边缘(涂光炽,1994;Hedenquist et al., 2000;陈毓川等,2001),部分在上叠式火山盆地中(沙德铭等,2003b)。中国东部浅成低温热液型金矿床总体上位于中生代大陆边缘(毛景文等,2003b)。新疆北部浅成低温热液型金矿床主要分布在古生代的岛弧带,如秋明塔什—黄山韧性剪切带南侧的阿齐山—雅满苏岛弧带(石英滩金矿)、布克—三塘湖岛弧带(双峰山、淖毛湖北山)、萨吾尔—阿尔曼泰岛弧带(阔尔真阔腊、布尔克斯岱金矿),活动大陆边缘(金山沟、喀拉塔格)、陆内裂谷(阿希等西天山金矿)(沙德铭等,2003b)和上叠式火山盆地中(如马庄山,Qin et al., 2002)。在构造上,金矿床主要受火山口、破火山口、隐爆角砾岩筒、与火山机构有关的放射状或环状断裂以及区域断裂控制。含矿火山机构总是分布在区域断裂弯曲和交汇部位。矿体围绕火山口或潜火山岩分布,矿化主要呈脉状、网脉状和角砾状,受多组断裂、裂隙,特别是放射性和环状裂隙系统控制。这些断裂构造起着双重作用,其下部为流体运移通道,上部为容矿构造,是矿体主要赋存空

维普资讯 http://www.cqvip.com

间。

与浅成低温热液型金矿有关的火山岩,主要是一套以玄武岩-安山岩-英安岩-流纹岩及其火山碎屑岩组合为特征的陆相火山岩(刘家远,2001),少数为海相-陆相火山岩,岩石地球化学特征表明火山岩及潜火山岩主要为钙碱性系列。赋矿围岩主要为下石炭统大哈拉军山组、巴塔玛依内山组、黑山头组、太勒古拉组、红山嘴组和红柳园组,少数为下泥盆统卓木巴斯套组和下二叠统阿齐克布拉克组,安山岩和隐爆角砾岩 Rb-Sr 等时线年龄 285～261 Ma。从目前获得的同位素测年资料来看,其成矿时代主要在石炭纪—二叠纪,成矿年龄在 340～244 Ma 之间。除石英滩金矿成矿时代为 288～244 Ma 以外,其他金矿床形成在 340～298 Ma。这些金矿在时间和空间上与新疆古生代在(350±10) Ma,(300±10) Ma 和(250±10) Ma(胡霭琴等,1994)3 个阶段的大规模火山-潜火山活动有密切关系。

3 典型浅成低温热液型金矿床的特征

与浅成低温热液型金矿床有关的岩石类型主要有钙碱性系列和碱性系列组合(Sillitoe, 1993)。多数浅成低温热液型金矿床与钙碱性花岗斑岩-火山岩有关,少数与碱性火山岩或侵入岩有关(毛景文等,2003b)。与碱性岩类有关的金矿床一般富含碲(Jensen et al., 2000),如美国的 Cripple Creek 金矿,斐济的 Ladolam 矿床和巴布亚新几内亚的 Porgera 大型斑岩-浅成低温热液型金矿(Jensen et al., 2000)。中国该类金矿床以山东归来庄(邱检生等,1994;林景仟等,1997)和山西义兴寨金矿(刘连登等,1999)为代表。新疆的浅成低温热液型金矿床主要与钙碱性系列岩有关,目前未见与碱性岩类有关的金矿床的报道。新疆北部低硫型浅成低温热液型金矿床以阿希、石英滩和双峰山为代表,高硫型以京希-伊尔曼德、阔尔真阔腊和金山沟金矿为代表。新疆北部浅成低温热液型金矿床的基本特征及其成矿时代列于表 1。

3.1 低硫型浅成低温热液型金矿床

3.1.1 阿希金矿床

阿希金矿位于西天山博罗科洛晚古生代弧后盆地的吐拉苏火山断陷盆地中,该盆地是伊犁晚古生代 C—P 裂谷带的组成部分(沙德铭等,2003a)。矿区在伊宁县北 30 km 处,地理坐标:81°36′30″,44°13′45″,是新疆最大的浅成低温热液型金矿床,金储量为 50 t,远景储量达到 70 t。矿区出露地层主要为下石炭统大哈拉军山组玄武岩、安山岩、英安岩、火山角砾岩和凝灰岩,火山岩属钙碱性-碱性系列岩石组合(毋瑞身等,1999)。下石炭统阿恰勒河组为砾岩、砂岩和粉砂岩,呈角度不整合覆盖在大哈拉军山之上。侵入岩主要为钠长斑岩脉和潜安山岩。矿区 SN 向、NW 向断裂,破火山口的环状断裂和放射状断裂发育,环状断裂控制着阿希金矿主矿脉。已圈定金矿体 4 个,主要赋存于火山熔岩、火山碎屑岩和潜安山岩中。其中Ⅰ号矿体规模最大,呈脉状(图 3),近 SN 向,长 1 000 m,宽一般 11～15 m,最宽 35 m,延深达 450 m。金矿化为角砾岩型、蚀变岩型和玉髓状石英脉型,金品位 2～13.8 g/t,平均 5.6 g/t(董连慧,2001)。金银比一般为 1∶2(Rui et al., 2002),金品位与砷以及硫化物含量没有明显的相关性(Hart et al., 2003)。划分出 3 个成矿阶段(王志良等,2004):第一阶段为微晶石英阶段,形成灰白色石英脉,含少量黄铁矿;第二阶段为硫化物石英脉阶段,形成烟灰色含多金属硫化物石英脉,是金的主要成矿阶段;第三阶段为碳酸盐脉阶段,形成方解石脉。矿石矿物为黄铁矿、黄铜矿、毒砂、白铁矿、银金矿、自然金、闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿等,脉石矿物为石英、玉髓、冰长石、方解石、绢云母、绿泥石、重晶石和浊沸石。围岩蚀变主要为硅化、绢云母化、冰长石化、黄铁矿化、粘土化、绿泥石化、碳酸盐化、浊沸石化。蚀变具有明显的水平对称分带和垂直分带,从矿体中心向围岩,分为硅化带、(黄铁)绢英岩化-粘土化带、绿泥石化带。铁帽出现在矿体顶部,玉髓分布在上部,石英脉和角砾状矿石出现在中部,石英碳酸盐型矿石形成在底部(Qin et al., 2001)。矿石以交代结构为主,少量包含结构;角砾状构造、层纹构造最为普遍(鲍景新等,2002)。李华芹等(1998)测得灰白色石英脉、烟灰色石英脉和含金碳酸盐石英脉的石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄分别为(340±8) Ma、(312±14) Ma 和(301±29) Ma,烟灰色石英 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 年龄为(306±31) Ma,表明成矿作用发生于 340～300 Ma。成矿时代略晚于赋矿安山岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄(346±9) Ma、$^{40}Ar/^{39}Ar$ 坪年龄(325±0.6) Ma 以及钠长斑岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄 331 Ma 和锆石 U-Pb 年龄 321 Ma。

流体包裹体均一温度为 80～260℃,集中在 120～210℃,峰值为150℃,盐度 $w(NaCl_{eq})$ 为0.3%～

表 1 新疆北部古生代浅成低温热液型金矿床特征

Table 1 The characteristics of Paleozoic epithermal gold deposits in Northern Xinjiang, China

	石英滩	阔尔真阔腊	布尔克斯岱	双峰山	双峰山(Ⅱ)	索尔巴斯陶	北山
构造背景	东天山的阿齐山-雅满苏石炭纪火山弧	西准噶尔的萨吾尔岛弧带	西准噶尔的萨吾尔岛弧带	东准噶尔的库兰卡孜干岛弧带,靠近卡拉麦里缝合带	东准噶尔的库兰卡孜干岛弧带,靠近卡拉麦里缝合带	东准噶尔的库兰卡孜干岛弧带,靠近卡拉麦里缝合带	东准噶尔的三塘湖晚古生代早期岛弧带
赋矿岩石	下二叠统阿齐克布拉克组安山岩、英安岩、凝灰岩	下石炭统黑山头组安山岩、火山碎屑岩、钠长斑岩	下石炭统黑山头组碳质粉砂岩、钠长斑岩	下石炭统巴塔玛依内山组安山岩、流纹岩、火山碎屑岩	下石炭统巴塔玛依内山组玄武岩、凝灰岩	下石炭统巴塔玛依内山组玄武岩、安山岩	下泥盆统卓木巴斯套组中酸性凝灰岩、二长岩脉
侵入岩	海西期英云闪长岩、花岗斑岩、闪长玢岩	海西中期钠长斑岩、闪长玢岩	海西中期钠长斑岩、闪长玢岩、辉绿玢岩	海西中期钠长斑岩脉、石英斑岩脉	海西中期石英斑岩、花岗闪长岩	海西中期石英二长斑岩	海西中期闪长玢岩脉、潜安山岩
控矿构造	火山机构、环形断裂、NEE 向区域断裂	火山机构、环状、放射状断裂和 EW 向区域断裂	火山机构和 NWW 向断裂	EW 向、NW 向断裂	NE 向断裂	逆断层	断裂
围岩蚀变	硅化、黄铁绢英岩化、绿泥石化、碳酸盐化、冰长石化、高岭土化	硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、高岭石化、蒙脱石化、伊利石化、明矾石化	硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化、粘土化	硅化、黄铁矿化、蒙脱石化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、冰长石化	硅化、高岭石化、绿泥石化、黄铁矿化、叶腊石化、碳酸盐化	硅化、绢云母化、冰长石化	黄铁矿化、硅化、绢云母化、碳酸盐化、明矾石化、重晶石化、高岭石化、绿泥石化
矿石矿物	黄铁矿、黄铜矿、毒砂、自然金、银金矿	自然金、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿	黄铁矿、毒砂、银金矿	黄铁矿、毒砂、自然金	黄铁矿、辰砂、自然金	黄铁矿	自然金、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、黝铜矿
脉石矿物	玉髓、石英、方解石、绢云母、冰长石	石英、方解石、绢云母、绿泥石、绿帘石	石英、方解石、长石、粘土矿物	石英、玉髓、冰长石、蒙脱石、方解石、绢云母、绿泥石、绿帘石	石英、方解石、绿泥石、叶腊石	石英、绢云母、冰长石	石英、玉髓、绢云母、方解石、黑云母、高岭石、绿泥石
成矿时代/Ma	244～288(Rb-Sr)	332～333(Ar-Ar)	335～336(Ar-Ar)	二叠纪	晚石炭世(?)	泥盆纪(?)	泥盆纪(?)
矿体规模/m	长220～340;平均厚4.3～11.3	长数十～数百;宽1～20	长80～720;宽0.8～7.1	长360～550;平均厚0.6～12.5	长32～160,厚0.4～6.0		长30～160,厚1～8
储量/t	>6.2	中型	中型	中型	小型	中型	小型
品位/($g \cdot t^{-1}$)	1.0～16		平均1.6～3.6	2～8,最高33.8	1.1～5.9,最高12.6		1.1～7
成因类型	低硫型	高硫型	高硫型	低硫型	高硫型	低硫型	高硫型
资料来源	蔡仲举, 1997;李华芹等,1998;韩春明等,2002;王志良等,2003	尹意求等,1996; 2003;申萍等,2004a;王莉娟等,2004	申萍等,2004a; 2004b;曾庆栋等,2004	彭晓明等,2004	张以熔等,1990	鄢今敖等,2001;刘家远等,2002;Wang et al.,2004	刘家远等,2002

维普资讯 http://www.cqvip.com

续表 1 (Table 1 Cont.)

	清水	东黑山	金山沟	阿希	京希-伊尔曼德	塔吾尔别克	马庄山
构造背景	东准噶尔	东准噶尔卡拉麦里缝合带南侧拉张盆地	东准噶尔卡拉麦里缝合带南侧拉张盆地	西天山吐拉苏火山断陷盆地	西天山吐拉苏火山断陷盆地	西天山吐拉苏火山断陷盆地	北山早古生代火山岛弧东端马庄山火山盆地
赋矿岩石	下石炭统那林卡拉组凝灰质粉砂岩、玄武玢岩	下石炭统巴塔玛依内山组凝灰角砾岩、集块角砾岩、石英斑岩	下石炭统巴塔玛依内山组玄武岩、安山岩、熔结凝灰岩	下石炭统大哈拉军山组中酸性火山岩和潜火山岩	下石炭统大哈拉军山组砾岩、砂岩	海西晚期二长斑岩和下石炭统大哈拉军山组火山岩接触带	下石炭统红柳园组流纹质凝灰岩、石英斑岩
侵入岩	潜火山岩	花岗斑岩	潜火山岩	海西中期二长斑岩、潜安山岩	少量潜英安岩、石英斑岩	海西中期二长斑岩	海西期石英斑岩
控矿构造	NE 向断裂	火山机构及断裂	火山机构及有关断裂，NE 向断裂	火山机构及断裂	SN 向断裂	NWW 向和 SN 向断裂	EW 向、NWW 向、NS 向断裂
围岩蚀变	硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化	硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、高岭石化、明矾石化	硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、高岭石化、蒙脱石化、明矾石化	硅化、黄铁绢云母化、绿泥石化、冰长石化、粘土化、碳酸盐化	硅化、迪开石化、高岭石化、伊利石化	硅化、绢云母化、绿泥石化、白云母化、黄铁矿化、碳酸盐化	硅化、绢云母化、叶腊石化、碳酸盐化、高岭石化
矿石矿物	自然金、银金矿、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿	方铅矿、闪锌矿、黄铜矿	黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、自然金、银金矿、自然银	黄铁矿、黄铜矿、毒砂、白铁矿、银金矿、自然金	黄铁矿、方铅矿、毒砂、自然金	自然金、银金矿、黄铁矿、黄铜矿	自然金、银金矿、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂
脉石矿物	石英、方解石、钠长石、绢云母、绿泥石	石英、绿泥石、绿帘石、方解石、铁白云石、明矾石、叶腊石	石英、长石、方解石、绿泥石、重晶石、明矾石、叶腊石	石英、玉髓、冰长石、方解石、绢云母、绿泥石	石英、硬水铝石、玉髓、高岭石、重晶石、迪开石	石英、绢云母、绿泥石、方解石	石英、方解石、长石、叶腊石
成矿时代/Ma	石炭纪(?)	早石炭世(?)	晚石炭世(?)	301～340(Rb-Sr)	早石炭世(?)	晚石炭世(?)	298(Rb-Sr)
矿体规模/m	长21～270；厚 0.7～4.1	平均厚 0.8～7.6	长80～480；平均厚2.5～5.8	长1 000，一般宽 11～15，最宽 35	长243，宽 3～42.5(伊尔曼德)	长 30～250；宽 8	长 50～900；宽 1～15.5
储量/t	小型	矿点	中型	50	中型	小型	22.5
品位/($g \cdot t^{-1}$)	4～13，最高 43	Au 0.4，Ag 6.6～122，Cu 0.3%～0.6%	1.0～9	2～13.8	平均品位 0.5～3，最高 22	3～10，最高达 176	1～30，平均 7.4
成因类型	低硫型	高硫型	高硫型	低硫型	高硫型	高硫型	低硫型
资料来源	张以熔等，1992	刘光海等，1995	张以熔等，1992；杨富全等，1999；2001	李华芹等，1998；董连慧，2001；鲍景新等，2002	翟伟等，1999；肖龙等，2001；2002	Hart et al.，2003；王志良等，2004	马瑞士等，1997；杨泽军等，1999；李华芹等，1999；李新俊等，2002

维普资讯 http://www.cqvip.com

维普资讯 http://www.cqvip.com

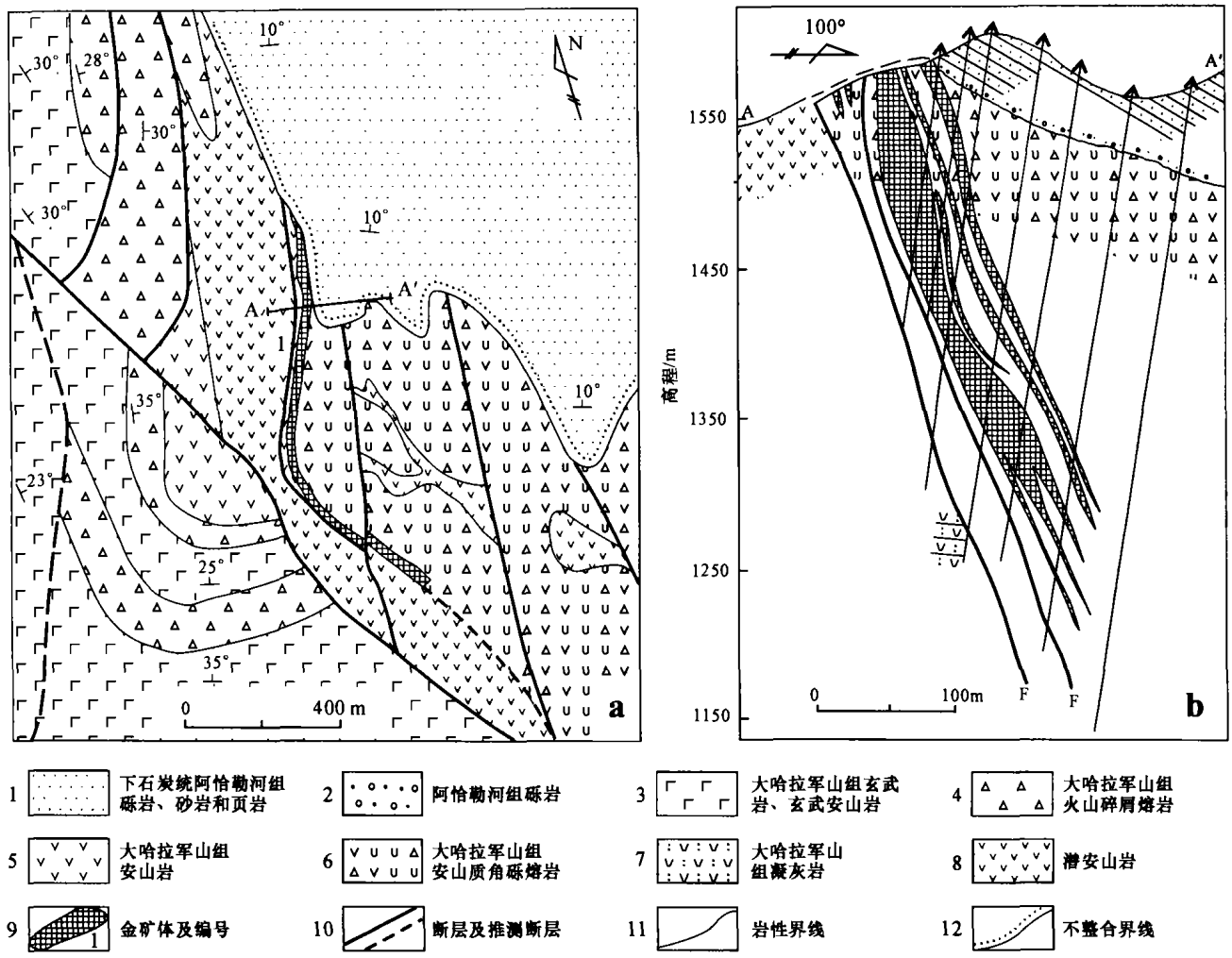


图 3 阿希金矿地质和剖面简图(据李华芹等,1998)

Fig. 3 Geological map (a) and schematic geological cross section (b) of the Axi deposit (modified from Li et al., 1998)

1—Conglomerate, sandstone and shale of Lower Carboniferous Aqialehe Formation; 2—Conglomerate of Aqialehe Formation; 3—Basalt and basaltic-andesitic lava of Dahalajunshan Formation; 4—Volcaniclastic lava of Dahalajunshan Formation; 5—Andesite of Dahalajunshan Formation; 6—Brecciated andesitic lava of Dahalajunshan Formation; 7—Tuff of Dahalajunshan Formation; 8—Andesitic intrusion; 9—Gold orebody and its serial number; 10—Fault and inferred fault; 11—Lithologic boundary; 12—Unconformity

10.4%，平均为 3%(李华芹等，1998；沙德铭等，1999；贾斌等，2001b)，成矿深度 400～500 m(沙德铭等，1999)。成矿热液的 pH 值为 5.7～8.8，为弱酸到碱性(贾斌等，2001a)。矿石中黄铁矿 $\delta^{34}S$ 值变化于 0.95‰～10.5‰，平均 4.9‰(沙德铭等，1999；贾斌等，2001a)，接近陨石硫，表明硫来自深部岩浆。安山岩、安山玢岩和矿石的锶和铅同位素组成表明成矿物质来自火山岩(李华芹等，1998；沙德铭等，1999)。石英的 $\delta^{18}O$ 为 5.9‰～13.2‰，$\delta^{18}O_{水}$ 值变化于 -10.0‰～6.7‰，δD 值为 -60‰～-114‰，显示成矿流体主要来自大气降水(贾斌等，2001a)。

3.1.2 双峰山金矿床

双峰山金矿位于巴里坤县城北西 95 km 处，是新疆哈密矿产地质勘查院于 1994 年发现的(林锦富等，1999)。大地构造上处于西伯利亚板块晚古生代库兰卡孜干岛弧南部边缘，靠近卡拉麦里板块缝合带。矿区出露地层为下石炭统巴塔玛依内山组一套海相-陆相火山岩建造，由安山岩、安山质火山碎屑岩、流纹质火山碎屑岩、流纹岩夹透镜状碧玉岩组成(图 4)。火山岩属钙碱性系列(彭晓明等，2004)。矿区出露少量海西中期钠长斑岩脉和石英斑岩脉。金矿化产于双峰山背斜核部附近，受断裂控制。矿体呈似层状和透镜状(图 4)，长 360～550 m，厚 0.6～12.5 m，最大延深 113 m，向 NE-NNE 向倾斜。矿石分为角砾状、石英网脉状和细脉浸染状矿石。金品位一般为2～8g/t，最高达33.8g/t。矿石矿物主要

维普资讯 http://www.cqvip.com

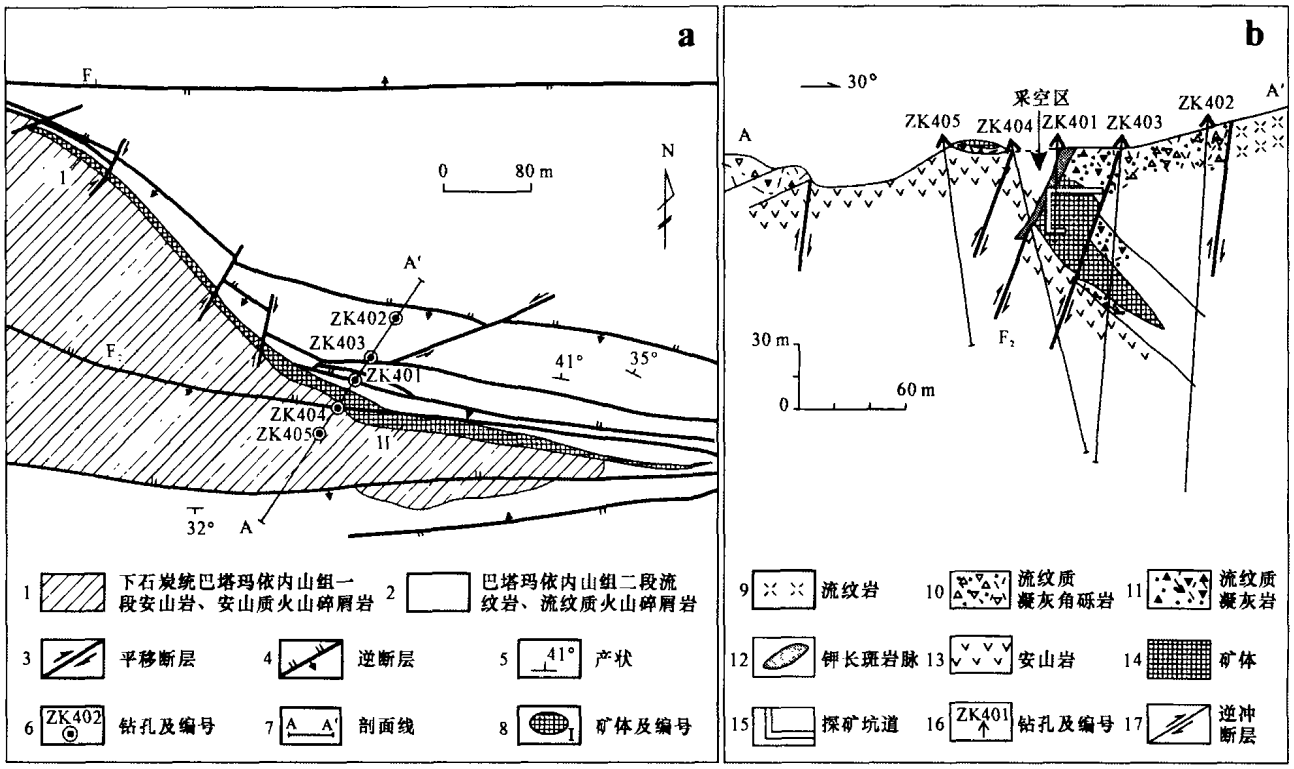


图 4 双峰山金矿地质简图和 4 勘探线剖面图(据彭晓明等,2004)

Fig. 4 Geological map (a) and schematic geological cross section (b) of No. 4 exploration line in the Shuangfengshan gold deposit (after Peng et al., 2004)

1—Andesite and andesitic volcaniclastic rocks of 1st Member of Lower Carboniferous Batamayineishan Formation; 2—Rhyolite and rhyolitic pyroclastic rock of 2nd Member of Batamayineishan Formation; 3—Strike-slip fault; 4—Reverse fault; 5—Strike and dip; 6—Drill hole and its serial number; 7—Cross section line; 8—Orebody and its serial number; 9—Rhyolite; 10—Rhyolite tuffaceous breccia; 11—Rhyolite tuff; 12—K-feldspar porphyry vein; 13—Andesite; 14—Orebody; 15—Gallery; 16—Drill hole and its serial number; 17—Thrust

为黄铁矿、毒砂、自然金。脉石矿物主要有石英、玉髓,其次有冰长石、蒙脱石、绢云母、萤石、方解石、绿泥石、绿帘石。根据林锦富等(1999)的资料,10 件金矿石中平均金属含量 w_B(g/t)为:Au 9.17,Ag 3.72,Cu 16.7,Pb 13.5,Zn 51.2,As 262.5,Sb 36.9,Hg 3.14,Bi 0.49。矿石具有半自形和他形粒状结构,角砾状、网脉状和浸染状构造。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、蒙脱石化、冰长石化、绢云母化、绿泥石化和碳酸盐化。蚀变具有明显的分带性,从上至下分为隐爆硅质角砾岩化带、低金品位硅化带、石英(冰长石)网脉带(矿体)、黄铁矿蒙脱石化带和青磐岩化带(绢云母化、绿泥石化和碳酸盐化)(彭晓明等,2004)。成矿作用划分为 2 个阶段,其中火山热泉阶段主要形成蚀变带,潜火山热液阶段是金的主要成矿阶段,形成的含金石英(冰长石)网脉充填在硅质岩裂隙中。

矿石与安山岩、流纹岩、英安斑岩和石英斑岩的稀土配分模式相似,表明成矿物质与火山-潜火山岩有关(林锦富等,1999;刘家远等,2002)。石英流体包裹体($^{87}Sr/^{86}Sr$)初始比值为 0.7052±0.0005,反映成矿物质来自上地幔(刘家远等,2002)。矿石的 $\delta^{34}S$ 值变化于 -9.7‰~1.6‰,表明硫来自深部(席小平,1999)。与矿化有关的围岩为早石炭世晚期的火山岩及潜火山岩,因此,推断成矿时代为晚石炭世到二叠纪。

3.1.3 石英滩金矿床

石英滩金矿位于鄯善县城南东约 92 km 处,大地构造上处于东天山塔里木板块北缘阿齐山—雅满苏岛弧北缘。矿区出露地层为下二叠统阿齐克布拉克组,为一套岛弧型钙碱性火山熔岩夹火山碎屑岩,由安山岩、英安岩、火山角砾岩、凝灰岩等组成。侵入岩主要为海西期花岗闪长岩、闪长玢岩、花岗斑岩。矿区位于秋格明塔什强应变带南侧约 2 km 处,容矿围岩未遭受韧性剪切变形。矿区存在一个破火山口,被潜流纹斑岩充填,环形断裂及晚期 NEE 向和 NWW 向脆性断裂发育。矿化基本上受火山机构

维普资讯 http://www.cqvip.com

断裂和区域断裂的双重控制，大致沿一组近 NWW 向的张性断裂产出，形成一组以石英脉为主体的矿脉群(图 5)，但各矿体产状变化比较大(毛景文等，2002)。已圈定金矿体 3 个，L_1 矿体产于安山岩中，呈脉状，总体走向 73～108°，倾向北，倾角 32～59°，长约 340 m，厚度为 0.9～6.8 m，控制斜深 300 m。近地表产状陡，向深部变缓(图 5)。L_3 矿体赋存于隐爆角砾岩中，走向 112～292°，倾向北，倾角 56°，长约 320 m，厚度 12.2～20.3 m。L_2 为贫矿，赋存于安山岩及火山角砾岩中。围岩蚀变包括呈面型分布的青磐岩化及近矿脉带状热液蚀变，后者与金成矿有密切关系，主要类型有硅化、黄铁绢英岩化、绿泥石化、碳酸盐化、冰长石化、高岭土化。围岩蚀变具有分带性，以矿体为中心向围岩，划分为硅化带、泥化带、黄铁绢英岩化带和青磐岩化带(丰成友等，2000)。矿石属于低硫化物型，硫化物含量<1%，按矿物组合分为玉髓-方解石-黄铁矿-银金矿-自然金和石英-黄铁矿-绢云母-自然金两类矿石。主要金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿和毒砂。金矿物为银金矿和自然金，其赋存状态以粒间金为主，裂隙金和包体金次之。脉石矿物主要为玉髓、石英、方解石、绢云母、绿泥石、冰长石、浊沸石、高岭石和伊利石。矿石中存在的少量绢云母、冰长石、浊沸石和高岭石等表明矿床属低硫型浅成低温热液矿床。矿石主要为显微状和微粒状结构，角砾状、皮壳状、条带状、鸡冠状、板条状和胶状构造。矿体成矿作用可分为 3 个阶段：①微晶石英阶段，形成矿脉的主体，脉体规模大，含少量硫化物，金品位低，达不到工业品位；②(硫化物)-玉髓-方解石阶段，为金主要矿化阶段，呈网脉和细脉状沿微晶石英脉内裂隙充填，在强破碎处构成富矿体；③为碳酸盐阶段，形成方解石脉，叠加在前两个成矿阶段形成的脉体之上。李华芹等(1998)利用 Rb-Sr 等时线方法测定矿区安山岩、中细粒英云闪长岩、隐爆角砾岩、花岗斑岩和熔结角砾凝灰岩全岩年龄分别为(285 ± 12) Ma、(293 ± 1) Ma、(261.6 ± 7) Ma、(266 ± 3) Ma 和(256.8 ± 13) Ma。3 条矿脉含金石英 Rb-Sr 等时线年龄为(288 ± 7) Ma、(276 ± 7) Ma 和(244 ± 9) Ma。这些年龄数据表明金成矿与多次火山岩浆热液活动有关。

流体包裹体均一温度为 109～250℃，集中在 130～190℃，盐度 $w(NaCl_{eq})$一般为 0.8%～6.7%，部分盐度较高，为9.2%～19.2%(蔡仲举，1997；李

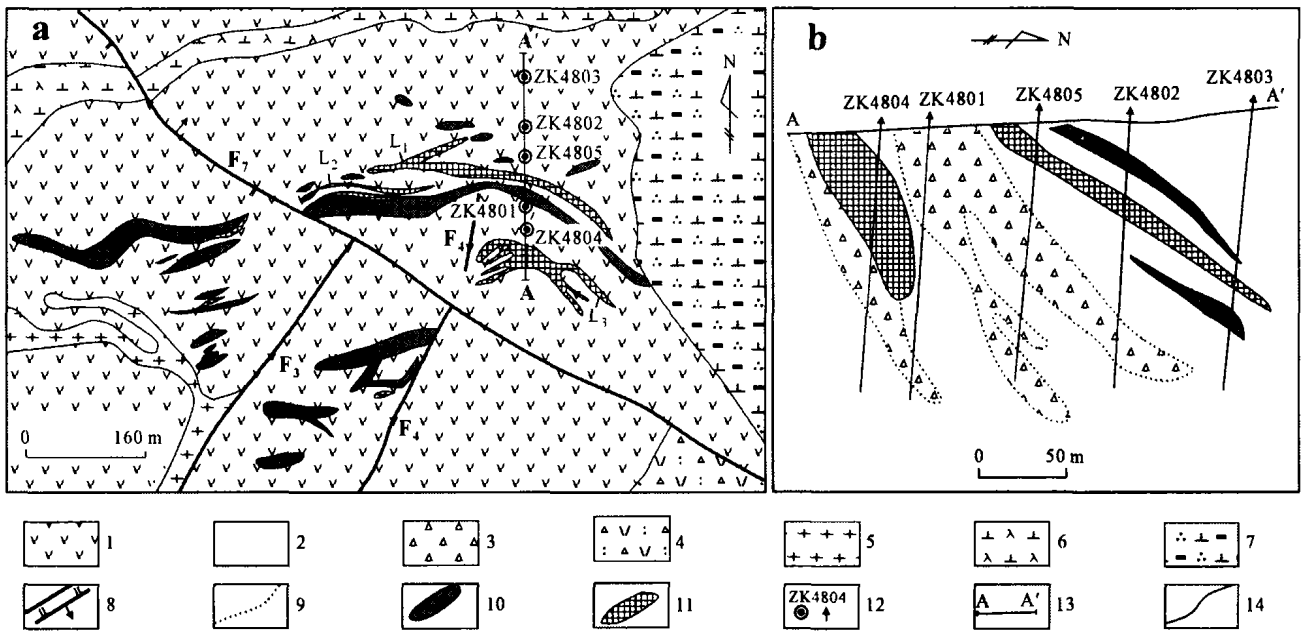


图 5 石英滩金矿地质图(a)和剖面图(b)(据丰成友等，1999；蔡仲举，1997)

1～4—下二叠统阿齐克布拉克组：1—安山岩、英安岩、火山角砾岩；2—安山岩；3—火山角砾岩；4—熔结角砾凝灰岩；5—花岗斑岩脉；6—闪长玢岩脉；7—英云闪长岩；8—断层；9—岩性界线；10—石英脉；11—金矿体；12—钻孔；13—剖面线；14—地质界线

Fig. 5 Geological map (a) and schematic geological cross section (b) of the Shiyingtan gold deposit (after Feng et al., 1998; Cai, 1997)

1～4—Lower Permian Aqikebulaka Formation: 1—Andesite, ducite and volcanic breccia; 2—Andesite; 3—Volcanic breccia; 4—Welded breccia tuff; 5—Granite porphyry vein; 6—Diorite porphyrite vein; 7—Tonalite; 8—Fault; 9—Lithologic boundary; 10—Quartz vein; 11—Gold orebody; 12—Drill hole; 13—Cross section line; 14—Geological boundary

维普资讯 http://www.cqvip.com

华芹等,1998;丰成友等,2000;王志良等,2003)。流体液相成分中,阳离子以 K^+ 和 Na^+ 为主,且 $K^+/Na^+>1$,少量 Ca^{2+}、Mg^{2+}、Li^+;阴离子以 Cl^- 为主,F^- 少量。气相成分中以 H_2O 和 CO_2 为主,少量 H_2(丰成友等,2000)。黄铁矿和矿石全岩 $\delta^{34}S$ 值变化于 0.1‰~2.3‰,平均 1.05‰,十分接近陨石硫,矿石与围岩火山岩中黄铁矿的 $\delta^{34}S$ 平均值相近(丰成友等,2000),表明硫来自深部。矿石中方解石 $\delta^{13}C$ 值为 -5.5‰,与 Hoefs(1997)界定的地幔来源碳同位素值(-5‰±2‰)十分接近,显示出地幔来源的特征。矿石中石英和围岩安山岩的 $\delta^{30}Si$ 值分别为 -0.1‰~0.3‰和 -0.2‰,两者接近(丰成友等,2000)。含金石英脉中石英的锶初始比值为 0.7049~0.7059,与矿区安山岩、隐爆角砾岩和花岗斑岩的锶初始比值(0.7046~0.7054)十分接近(李华芹等,1998)。成矿流体与安山岩、花岗斑岩及花岗闪长岩的稀土配分曲线基本相似,均向右倾斜,显示轻稀土富集和负 Eu 异常(王志良等,2003)。碳、硅和锶同位素及稀土元素特征暗示成矿物质来源于火山岩和潜火山岩。金成矿阶段石英和玉髓流体包裹体的 δD 值为 -90‰~-119‰,$\delta^{18}O$ 值为 4.7‰~8.5‰,$\delta^{18}O_{水}$ 值为 -1.6‰~-12.7‰,表明成矿流体以大气降水为主(丰成友等,2000)。

3.2 高硫型浅成低温热液型金矿床

3.2.1 京希-伊尔曼德金矿

伊宁县京希-伊尔曼德金矿位于西天山博罗科洛晚古生代弧后盆地的吐拉苏火山断陷盆地中,位于阿希金矿 NW 约 8 km 处。区域出露地层为上元古界青白口系开尔塔斯组结晶灰岩,中-上奥陶统灰岩,上泥盆统吐呼拉苏组砾岩、砂岩,下石炭统大哈拉军山组(图 2)。矿区主要出露下石炭统大哈拉军山组陆相中性-中酸性火山岩和火山碎屑岩,岩石组合为砾岩、砂岩、熔结凝灰岩、英安岩、凝灰质砂岩,其中下部的砾岩和砂岩为含矿层(图 6)。上二叠统紫红色砾岩零星分布。矿区侵入岩不发育,仅出露少量的潜安山岩、石英斑岩和中-基性脉岩。矿区断裂构造发育,早期为 NE 向和 NW 向,晚期为 SN 向断裂。矿区已发现京西和伊尔曼德金矿,其中后者规模相对较大。伊尔曼德金矿床产于华力西中期石英斑岩体与上泥盆统吐呼拉苏组、下石炭统大哈拉军山组接触带附近的围岩中(图 7),矿体赋存于大哈拉军山组砾岩、砂岩、砂砾岩中,受 NW 向、NNW 向、NNE向及NEE向4组断裂的控制。矿床具有

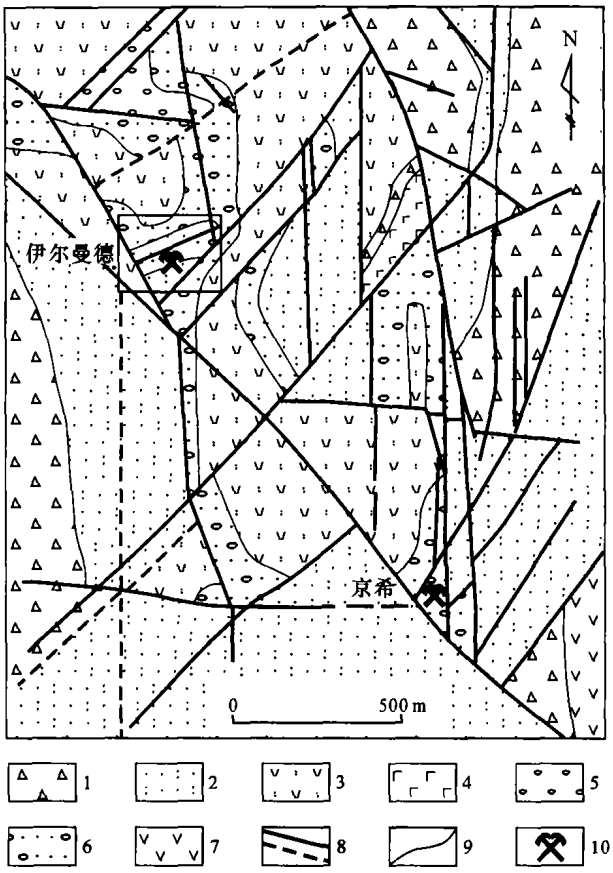


图 6 京希-伊尔曼德金矿区域地质图(肖龙等,2002)

1~7—下石炭统大哈拉军山组:1—火山角砾岩;2—凝灰质砂岩;3—凝灰岩;4—粗面玄武岩;5—砾岩;6—含砾砂岩;7—潜安山岩;8—实测及推测断层;9—地质界线;10—金矿床

Fig. 6 Geological map of the Jingxi-Yelmend gold deposit (Xiao et al., 2002)

1~7—Lower Carboniferous Dahalajunshan Formation: 1—Volcanic breccia; 2—Tuffaceous sandstone; 3—Tuff; 4—Trachybasalt; 5—Conglomerate; 6—Conglomeratic sandstone; 7—Andesitic intrusion; 8—Measured and inferred fault; 9—Geological boundary; 10—Gold deposit

低品位、大储量、近地表和层状特点。矿体最大长度 243 m,平均宽 3~42.5 m,呈层状、似层状,与地层产状一致,矿体与围岩呈渐变过渡关系(翟伟等,1999)。矿石品位变化于 0.5~3 g/t。京西-伊尔曼德金矿主要为浸染状矿体,交代状矿体次之(肖龙等,2002)。矿石中金属矿物有自然金、黄铁矿、方铅矿、毒砂和白铁矿;脉石矿物有石英、玉髓、方解石、重晶石、高岭石、迪开石、硬水铝石、绢云母、绿泥石和绿帘石。矿石构造有块状构造、条带状构造、网脉状构造、细脉浸染状构造、多孔构造、皮壳状及卵形构造。围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、高岭石化、迪开石化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、粘土化。

维普资讯 http://www.cqvip.com

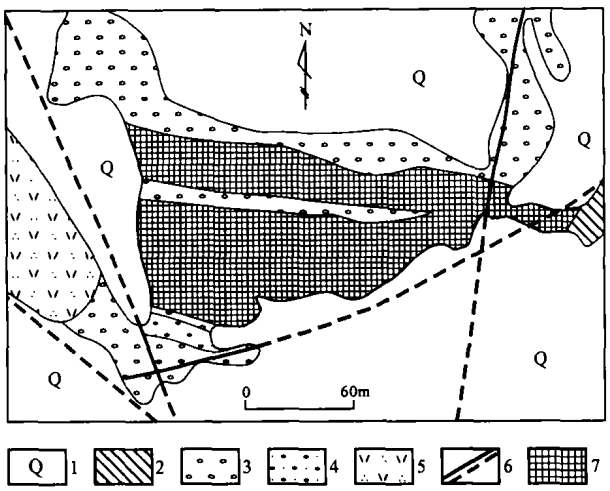


图7 伊尔曼德金矿地质略图(翟伟等,1999)

1—第四系;2—上二叠统巴卡拉河组砾岩;3—下石炭统大哈拉军山组第二岩性段砾岩和凝灰岩;4—上泥盆统吐呼拉苏组砂砾岩;5—华力西中期石英斑岩;6—断裂及隐伏断裂;7—金矿体

Fig.7 Geological sketch map of the Yelmand gold deposit (modified from Zhai et al., 1999)

1—Quaternary;2—Conglomerate of Upper Permian Balakahe Formation;3—Conglomerate and tuff of Lower Carboniferous Dahalajunshan Formation;4—Sandy conglomerate of Upper Devonian Tuhulasu Formation;5—Middle Variscan quartz porphyry;6—Fault and concealed fault;7—Gold orebody

围岩蚀变在空间上具有明显的分带性,中心为强烈硅化蚀变带,蚀变矿物组合为石英或玉髓-迪开石;向外为高级泥化带,矿物组合为迪开石-高岭石-石英或玉髓;外带为泥化带,矿物组合为蒙脱石-高岭石-伊利石-其他粘土矿物(肖龙等,2001)。矿石中出现高岭石、迪开石、硬水铝石和重晶石,表明京西-伊尔曼德金矿属酸性硫酸盐(高硫)型浅成低温热液金矿床,邻区的恰布坎卓它金矿点也具有类似特征。翟伟等(1999)将伊尔曼德金矿成矿作用划分为3个阶段:第一阶段为石英(或微晶硅质)阶段,在围岩中发生强烈硅化交代蚀变作用,形成含黄铁矿硅化岩;第二阶段为毒砂黄铁矿阶段,黄铁矿、毒砂、石英、方解石呈细脉浸染状或稀疏浸染状分布;第三阶段为碳酸盐阶段,形成方解石脉和石英方解石脉。迄今未见有关成矿年龄数据的报道,翟伟等(1999)根据地质特征推断成矿时代为早石炭世。

流体包裹体均一温度为198～275℃,峰值为235℃,晚期为85～101℃,盐度 $w(NaCl_{eq})$ 一般为0.2%～5.0%,主要集中在2%～3%。pH值早期为2～3,晚期为3～5,属酸到强酸性(肖龙等,2001)。流体包裹体液相成分中 $K^+ > Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$;阴离子主要为 SO_4^{2-},其次为 Cl^- 和 NO_3^-。气相成分以 CO_2 和 CO 为主,其次为 CH_4、N_2、O_2 和 H_2(翟伟等,1999)。黄铁矿的 $\delta^{34}S$ 值变化于5.05‰～12.77‰,与围岩蚀变砂岩和砾岩的全岩 $\delta^{34}S$ 值相近(3.77‰～13.23‰),表明硫来源于围岩。石英流体包裹体的 δD 为 -61‰～-98‰,$\delta^{18}O$ 为11.8‰～18.9‰,$\delta^{18}O_{水}$ 为 -11.2‰～4.3‰,表明成矿流体来源于岩浆水和大气降水的混合(肖龙等,2001;贾斌等,2003b)。

3.2.2 阔尔真阔腊金矿床

阔尔真阔腊金矿位于西准噶尔西伯利亚板块和哈萨克斯坦—准噶尔板块结合部位的萨吾尔—阿尔曼泰岛弧带,是新疆北部萨吾尔金矿带的重要矿床(申萍等,2004a)。矿区出露地层为下石炭统黑山头组(尹意求等,1996,认为是中泥盆统萨吾尔组),为岛弧型钙碱性火山岩,岩性为安山岩、安山质火山碎屑岩和沉积-火山碎屑岩(图8)。安山岩中 $w(Na_2O) > w(K_2O)$,$w(K_2O)/w(Na_2O)$ 介于0.1～0.25,属富钠的安山岩建造(申萍等,2004a)。刘国仁等(2003)测得安山岩 Rb-Sr 等时线年龄为(343±22)Ma,时代为早石炭世。矿区存在古火山机构,由安山质熔岩、安山质火山碎屑岩、沉积-火山碎屑岩、潜火山岩和隐爆角砾岩组成。钠长斑岩、闪长玢岩、碱性花岗岩、辉绿玢岩等发育,其时代为314～329 Ma(Rb-Sr 等时线年龄,贺伯初等,1994)。金矿化赋存于安山质角砾熔岩和安山岩中。隐爆角砾岩筒、环状、放射状断裂与区域近EW向断裂叠加,共同控制了金矿化(图8)。矿体由脉状矿化和浸染状矿化组成,呈脉状、透镜状,具有分支复合特征。已圈出6个矿体,其中Ⅰ和Ⅱ号矿体规模大。矿体走向为NWW向,倾向SW,倾角50～80°,长约几十至几百米,宽1～20 m,延深150～300 m(尹意求等,2003)。矿石矿物主要有自然金、黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿;脉石矿物有石英、方解石、绢云母、绿泥石、绿帘石、赤铁矿、明矾石和粘土矿物。矿石构造主要有块状、细脉浸染状、浸染状和角砾状构造。尹意求等(1996)将围岩蚀变划分为3个带:硫酸盐带,主要蚀变矿物为黄钾铁矾、明矾石、蛋白石、石英、埃洛石和高岭石;硫化物带,主要蚀变矿物有黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、方解石、石英、蒙脱石和伊利石;碳酸盐带,主要蚀变矿物有碳酸盐、绢云母、石英、绿泥石、绿帘石、阳起石和黄铁矿。阔尔真阔腊金矿的成矿作用可划分为4个阶段(申萍等,2004a):Ⅰ硅化黄

维普资讯 http://www.cqvip.com

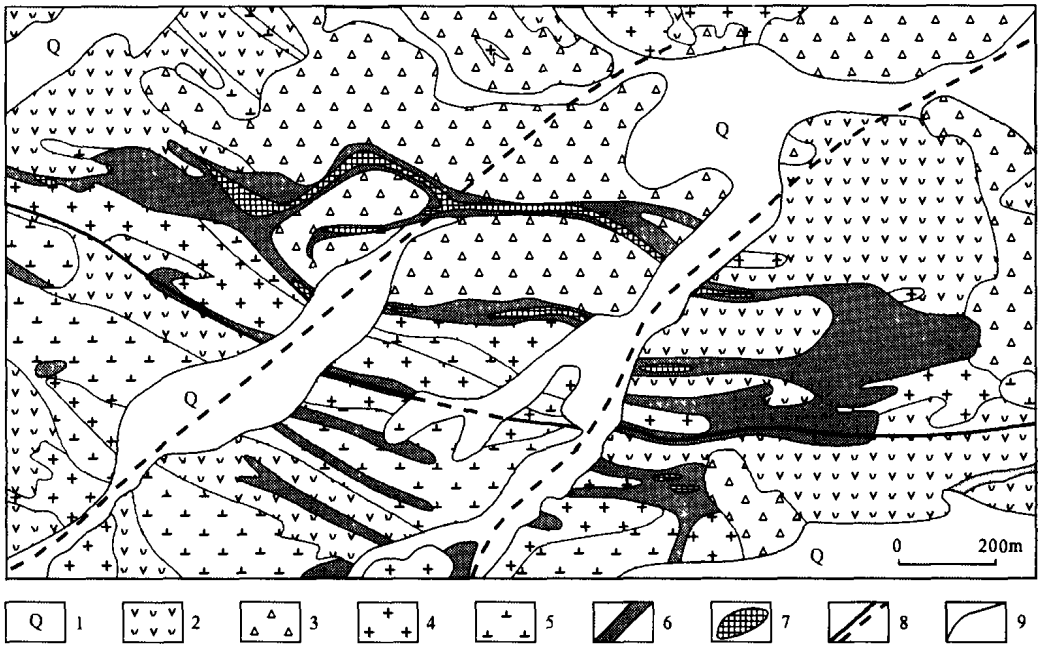


图 8 阔尔真阔腊金矿地质略图(据尹意求等,2003)

1—第四系;2—下石炭统黑山头组安山岩、安山质角砾熔岩;3—安山质隐爆角砾岩;4—潜火山岩;5—闪长岩;6—蚀变带;7—金矿体;8—断层及推测断层;9—地质界线

Fig. 8 Geological map of the Kuoerzhenkula gold deposit (after Yin et al., 2003)

1—Quaternary; 2—Andesite and andesite-brecciated lava of Lower Carboniferous Heishantou Formation; 3—Andesitic cryptoexplosive breccia; 4—Subvolcanic intrusions; 5—Diorite; 6—Alteration zone; 7—Gold orebody; 8—Fault and inferred fault; 9—Geological boundary

铁矿阶段、Ⅱ粗粒石英-黄铁矿阶段、Ⅲ细粒石英-黄铁矿硫化物阶段和Ⅳ石英-碳酸盐阶段,金矿化发生在Ⅱ和Ⅲ阶段。申萍等(2004a)利用石英 Ar-Ar 法测定成矿年龄为(332.05±2.02) Ma~(332.59±0.51) Ma,与邻区布尔克斯岱金矿的成矿时代〔石英 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 坪年龄为(335.5±0.3) Ma~(336.2±0.4) Ma,曾庆栋等,2005〕相同,略晚于安山岩时代(Rb-Sr 和 Sm-Nd 等时线年龄为 343~347 Ma,贺伯初等,1994;刘国仁等,2003),为早石炭世晚期火山热液活动的产物。

石英中流体包裹体类型有气相包裹体、气液包裹体和液相包裹体。4 个成矿阶段的流体包裹体均一温度依次为 308~396℃,209~276℃,119~198℃和 90~150℃。盐度 $w(NaCl_{eq})$ 分别为 5.86%~8.41%,5.11%~7.86%,2.74%~6.17%和 0.35%~2.57%。从早阶段到晚阶段均一温度和盐度逐渐降低(申萍等,2004a)。流体成分中阳离子以 Na^+ 和 K^+ 为主,且 $Na^+/K^+>1$,少量 Mg^{2+}、Ca^{2+};阴离子以 SO_4^{2-} 为主,Cl^- 次之,少量 F^-。气相成分中以 H_2O 为主〔$x(H_2O)>93\%$〕,CO_2 次之,少量 CH_4、N_2、C_2H_6、H_2S。成矿流体属 Na^+-HS^--Cl^--H_2O 型流体,具有中低温、低盐度特征(申萍等,2004a)。黄铁矿、磁黄铁矿的 $\delta^{34}S$ 值变化于 -0.15‰~3.50‰(廖启林等,2000a;王莉娟等,2004;申萍等,2004b),具有幔源硫特征。黄铁矿流体包裹体 $^3He/^4He$ 为 0.64~4.25,$^{40}Ar/^{36}Ar$ 为 282~359,表明成矿流体为幔源流体,混合少量大气降水(申萍等,2004b)。黄铁矿铅和锶以及方解石碳同位素研究表明,成矿流体中的矿化剂及成矿物质主要来源于地幔(申萍等,2004a)。石英流体包裹体 REE 特征表明,成矿流体主要为深源流体,有浅源流体的加入。黄铁矿流体包裹体 REE 曲线平直,Eu 异常不明显,具有深源流体的稀土元素特征。金与黄铁矿的关系密切,认为金主要来源于深源,并有地层物质参与(王莉娟等,2004)。石英流体包裹体的 δD 为 -67‰~-101‰,$\delta^{18}O_{水}$ 为 0.97‰~4.08‰,表明成矿流体来源于岩浆水和大气降水的混合(廖启林等,2000a;2000b;申萍等,2004a)。

3.2.3 金山沟金矿床

金山沟金矿位于奇台县城 NE 约 130 km 处,大地构造上位于卡拉麦里缝合带南侧,东准噶尔陆块边缘隆起带南缘的火山盆地中。矿区出露主要地层

维普资讯 http://www.cqvip.com

为下石炭统巴塔玛依内山组的一套陆相火山岩建造(图 9)，自下而上分成两个岩性段，代表两个火山岩喷发亚旋回。第一段以基性-中基性熔岩为主，由橄榄玄武岩、玄武岩、安山玄武岩和辉石安山岩组成。第二段以中酸性、酸性熔岩和火山碎屑岩为主，岩石组合为下部以流纹岩为主夹少量英安岩及粗安岩，上部为集块岩、火山角砾岩、凝灰岩和熔结凝灰岩。岩石地球化学研究表明，金山沟火山岩主要为一套钙碱性系列火山岩(杨富全等，2001a；2001b)。新疆地质矿产勘探开发局第二区调大队(1976)❶测得巴塔玛依内山组下部玄武岩 K-Ar 年龄为 354.4 Ma，上部火山集块岩 K-Ar 年龄为 326.2 Ma，张以熔等(1992)测定熔结角砾凝灰岩全岩 K-Ar 年龄为309.6 Ma。矿区及外围火山穹窿、破火山口以及环状、放射状断裂发育，晚期叠加 NE 向断裂。矿区潜火山岩发育，主要包括花岗斑岩、流纹斑岩、钠长斑岩和潜英安岩，少量辉绿岩脉。金山沟金矿已圈出 5 个矿化带，由 10 个矿体和 6 个矿化体组成(图 10)，矿体产于熔结凝灰岩、玄武岩、粗安岩的接触带及断裂破碎带中。金矿化受破火山口的环状、放射状断裂及叠加的 NE 向断裂裂隙控制，构造叠加和交汇部位金矿化最发育(杨富全等，1999)。矿体呈脉状，分叉、膨大和尖灭现象普遍。矿体走向 40～45°，长 80～480 m，平均厚 2～4 m，最大厚度 7.1 m，平均品位 1.1～8.8 g/t，最高 18 g/t。矿石类型为含金蚀变岩型和含金石英脉型。矿石中硫化物含量一般为 1%～2%，属少硫化物型。矿石中金属矿物主要有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂，少量黝铜矿、斑铜矿、磁铁矿、赤铁矿、钛铁矿、自然金、银金矿和自然银。非金属矿物以石英为主，其次为长石、方解石、绢云母、重晶石、萤石、绿泥石、绿帘石，少量电气石、独居石、明矾石、叶腊石和蒙脱石。矿石结构为自形-半自形粒状结构和交代结构。矿石构造主要有细脉状、浸染状和网脉状构造。围岩蚀变主要有硅化、

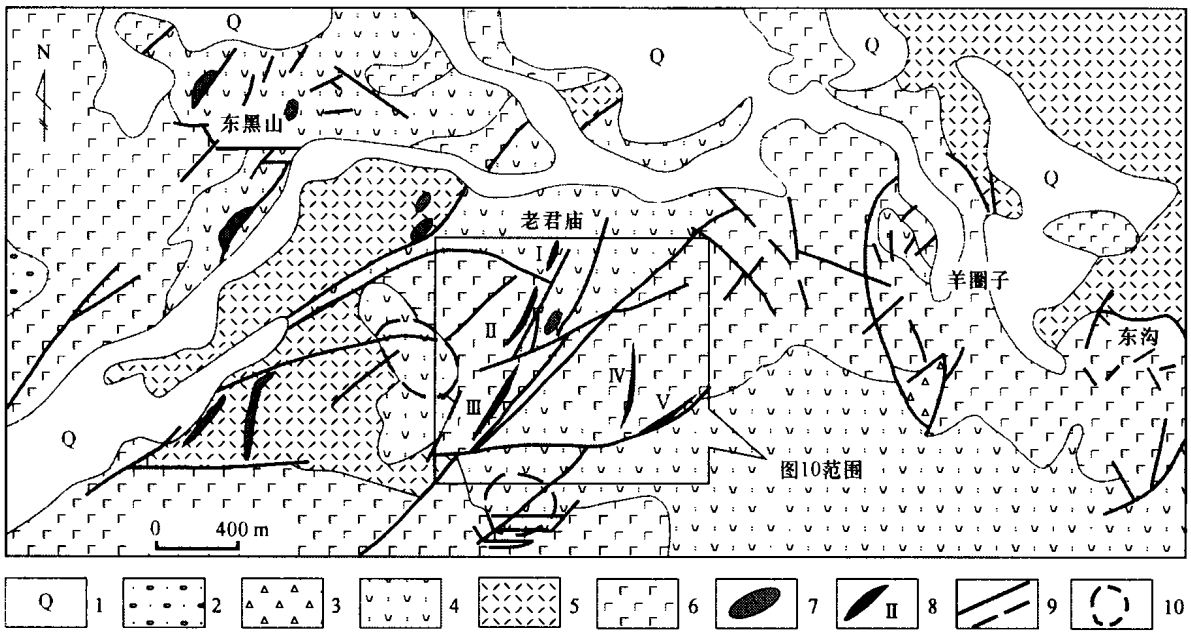


图 9 奇台县金山沟金矿地质图(据杨富全等，1999)

1—第四系；2—下侏罗统砂砾岩；3—下石炭统巴塔玛依内山组二段集块岩和火山碎屑岩；4—巴塔玛依内山组二段熔结凝灰岩和熔结火山角砾岩；5—巴塔玛依内山组二段流纹岩夹英安岩；6—巴塔玛依内山组一段玄武岩、玄武安山岩、安山岩；7—潜火山岩；8—金矿化带及编号；9—实测和推测断层；10—环形断裂

Fig. 9 Geological map of the Jinshangou gold deposit in Qitai County (after Yang et al., 1999)

1—Quaternary sediments; 2—Lower Jurassic sandstone with conglomerate; 3—Agglomerate and volcanic breccia of 2nd Member of Lower Carboniferous Batamayineishan Formation; 4—Welded tuff and welded breccia of 2nd Member of Batamayineishan Formation; 5—Rhyolite intercalated with dacite of 2nd Member of Batamayineishan Formation; 6—Basalt, basaltic andesite and andesite of 1st Member of Batamayineishan Formation; 7—Subvolcanic rock; 8—Gold mineralized zone and its serial number; 9—Measured and inferred fault; 10—Ringed fault

❶ 新疆地质矿产勘探开发局第二区调大队. 1976. 新疆奇台县金山沟金矿普查工作报告. 内部资料.

维普资讯 http://www.cqvip.com

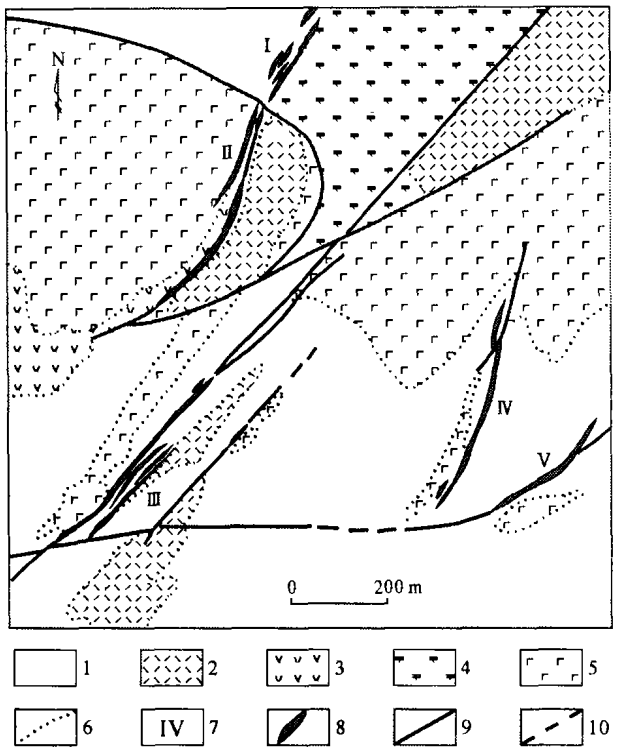


图 10 奇台县金山沟金矿矿带和矿体分布图
(据张以熔等,1992)

1~5—下石炭统巴塔玛依内山组:1—熔结凝灰岩、熔结凝灰角砾岩;2—流纹岩;3—英安岩;4—粗安岩;5—玄武岩和玄武安山岩;6—岩性界线;7—金矿化带编号;8—金矿体;9—断层;10—推测断层

Fig. 10 Geological map showing the distribution of ore zones and orebodies in the Jinshangou gold deposit, Qitai County (after Zhang et al., 1992)

1~5—Batamayineishan Formation: 1—Welded tuff and welded tuffaceous breccia; 2—Rhyolite; 3—Dacite; 4—Andesite and trachyandesite; 5—Basalt and basaltic andesite; 6—Lithologic boundary; 7—Serial number of gold mineralized zone; 8—Orebody; 9—Fault; 10—Inferred fault

黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化、高岭石化、蒙脱石化和明矾石化。具有明显的蚀变分带性,线型蚀变从中心向两侧依次为:青磐岩化、硅化、绢云母化和黄铁矿化→玉髓状硅化、黄铁矿化、绢云母化和碳酸盐化→高岭石化、绢云母化和硅化→碳酸盐化。面型蚀变带受火山机构和断裂交汇部位控制,中心部位以强烈硅化、绢云母化为主,中间为黄铁矿化、硅化带,外侧为青磐岩化带(张以熔等,1992)。刘光海等(1995)将成矿作用分为 4 个阶段:黄铁矿-闪锌矿-石英阶段,多金属硫化物阶段,黄铁矿-石英-金阶段(主成矿阶段)和碳酸盐阶段。目前还未见成矿年龄数据的报道,但与矿化有关的围岩为早石炭世火山岩(354.4~309.6 Ma),因此,相应的成矿时代为晚石炭世。

含矿石英脉中石英流体包裹体均一温度为 242~310℃,平均 272℃,盐度 $w(NaCl_{eq})$ 为 1.2%~10.5%,成矿深度在 500~600 m(张以熔等,1992)。流体成分中阳离子以 Ca^{2+}、Na^{+} 和 K^{+} 为主,少量 Mg^{2+};阴离子以 SO_4^{2-} 和 Cl^{-} 为主,少量 F^{-}。气相成分中以 H_2O 为主,CO_2 次之,少量 CO、N_2 和 CH_4。黄铁矿、方铅矿和矿石的 $\delta^{34}S$ 值变化于 -0.7‰~3.8‰,峰值为 2.5‰,$\delta^{34}S$ 值变化范围窄,接近零,反映硫来自未分异的地幔硫(Hoefs,1997),火山岩是硫的主要来源。铅同位素特征表明,矿石和围岩火山岩的铅同位素组成基本一致,暗示它们有共同来源,即源于上地幔。方解石的 $\delta^{13}C_{V\text{-}PDB}$ 值变化于 -3.2‰~0.1‰,$\delta^{18}O_{V\text{-}SMOW}$ 为 4.1‰~7.7‰,表明碳主要来源于火成碳酸岩。石英流体包裹体的 δD 值为 -105.8‰~-121.2‰,$\delta^{18}O$ 值为 4.3‰~13.5‰,$\delta^{18}O_{水}$ 为 -3.8‰~7.5‰[1],表明成矿流体为岩浆水与大气降水的混合,随着成矿作用的进行,大气降水所占比例增大。

4 成矿地球动力学背景

Hedenquist 等(2000)对全球浅成低温热液型金矿进行了总结,认为产于环太平洋岛弧带的浅成低温热液型金矿在成因上与太平洋板块的俯冲作用有关。北疆属中亚造山带,浅成低温热液型金矿床的形成是地质历史演化过程中特殊地球动力学背景的产物,金矿床形成于伸展环境或大范围挤压背景下的局部伸展环境(Qin et al., 2002),与中国东部浅成低温热液型金矿床形成于大陆伸展环境(毛景文等,2003b)相似。

西天山地区,早志留世准噶尔大洋板块开始向南俯冲到伊犁板块之下,在赛里木和博罗科洛一带形成早古生代岛弧带(张良臣等,1985;肖序常等,1992)。志留系火山及岩浆活动相对微弱,早志留世发育凝灰岩和少量中性火山岩,中志留世为基性、中基性火山岩及凝灰岩。晚志留世阿拉套微板块与伊犁板块发生碰撞,形成整体的伊犁板块。泥盆纪—石炭纪准噶尔大洋板块继续向伊犁板块俯冲,形成

[1] 沈湘元,毕承思,徐庆生. 1989. 新疆东准噶尔锡金矿成矿地质特征、成矿规律及找矿靶区优选. 国家 305 项目报告. 141~175.

维普资讯 http://www.cqvip.com

晚古生代沟-弧-盆体系，博罗科洛一带为晚古生代弧后盆地。阿拉套—科古琴岛弧带中，火山岩、中酸性斑岩和花岗岩发育，形成斑岩型和矽卡岩型铜钼矿床(王志良等，2004)。早石炭世博罗科洛晚古生代弧后盆地处于伸展环境中，在弧后盆地基础上形成吐拉苏火山断陷盆地，该盆地是伊犁晚古生代C—P裂谷带的组成部分(沙德铭等，2003b)，发育下石炭统大哈拉军山组钙碱性-碱性系列陆相火山岩，代表裂谷早期火山活动特点，同时形成以阿希和加曼特金矿为中心的浅成低温热液型金成矿带。晚石炭世海相火山岩代表了裂谷活动的进一步发展。晚石炭世—早二叠世，准噶尔板块与伊犁板块碰撞，准噶尔洋消失，西天山进入板内变形阶段。区域构造背景由挤压转变为伸展环境，地壳减薄、地幔岩浆上涌，阿吾拉勒山一带陆相火山岩发育，代表了裂谷活动的鼎盛时期，形成块状硫化物型、斑岩型和火山热液型铜矿。

东天山地区，石炭纪哈萨克斯坦—准噶尔板块沿准噶尔盆地南缘大断裂向塔里木板块俯冲，在土屋—黄山和阿齐山—雅满苏一带形成早石炭世南、北两个岛弧带。早石炭世由于上地幔隆起，地壳拉张减薄，出现大量基性-中基性岩浆活动，形成火山岩，并伴随火山热液型铁矿(雅满苏)和与潜火山岩有关的矽卡岩型铁矿(磁海，韩春明等，2002)。伴随岩浆活动，在延东—土屋—灵龙—赤湖—三岔口一带形成大规模斑岩铜矿集中区，如土屋斑岩铜矿火山岩地层时代为晚泥盆世，岩体于泥盆纪—石炭纪侵位，成矿时代为早石炭世晚期(芮宗瑶等，2001；韩春明等，2002)。另外有浅成低温热液型金铜矿床形成(卡拉塔格)。晚石炭世早期，北天山洋向南北两侧俯冲，东天山处于挤压体制地球动力学背景下，发育上石炭统钙碱性中-酸性火山岩建造，具有典型俯冲带火山岩特征。这一阶段有大范围的花岗岩形成，其岩性主要为闪长岩、花岗闪长岩、斜长花岗岩和二长花岗岩，为壳幔混合源花岗岩，形成于岛弧和俯冲带环境(何国琦等，1994)。在早二叠世，准噶尔板块和塔里木板块碰撞造山期及期后，形成康古尔塔格大型韧性剪切带，由于强烈的韧性剪切变形作用，导致深部流体循环对流，在韧-脆性变形转化时期，形成造山型金矿床，如康古尔、马头滩、大东沟、红石等金矿床，其中康古尔金矿为典型代表，成矿时代为290～254 Ma(Zhang et al.，2003)。在局部地区，由于处于拉张伸展环境中，形成与火山岩有关的浅成低温热液型金矿床和与侵入岩有关的石英脉型金矿床，前者如石英滩金矿和马庄山金矿，成矿时代为298～244 Ma，石英脉型金矿以西凤山金矿为代表，成矿时代为284～273 Ma。石英脉型、造山型和浅成低温热液型金矿床组成一个金成矿系统，在空间上具有明显的分带性，成矿深度逐渐变浅，成矿流体由以岩浆热液为主逐渐变为以大气降水为主(毛景文等，2002)。石炭纪末，准噶尔板块和塔里木板块碰撞，古天山洋盆闭合，进入陆内演化阶段，二叠纪开始伸展，导致黄山等一系列镁铁质-超镁铁质岩浆的侵位，并伴随铜镍硫化物矿化(毛景文等，2002)，如黄山东铜镍硫化物矿床成矿时代为282 Ma(Re-Os等时线年龄，Mao et al.，2003c)。铜镍硫化物矿化时代与金矿化时代基本相同。

准噶尔造山带是位于西伯利亚与塔里木板块之间的多旋回造山带，是古亚洲洋的重要组成部分。准噶尔是在新元古代早期形成的统一大陆岩石圈板块基底上(梁云海等，2004)，经历了古生代的裂解、扩张成洋，俯冲、碰撞造山及后碰撞演化阶段形成的。准噶尔年轻陆壳基底作为晚古生代构造-岩浆-成矿作用发育的基础，形成独特的铬、铜、镍、金成矿省(Wang et al.，2004)。中泥盆世板块俯冲，导致准噶尔古大洋闭合，但保留了残余海，早石炭世随着洋壳的继续俯冲，在准噶尔的萨吾尔山一带和库兰卡孜干形成沟-弧-盆系，出现了岛弧火山岩，并伴随浅成低温热液型金矿形成，如阔尔真阔腊、布尔克斯岱、双峰山、索尔巴斯陶金矿，以及分布在陆块边缘隆起带火山盆地中的浅成低温热液型金矿，如金山沟金矿。阿尔泰和准噶尔的残余海在302～310 Ma(李华芹等，1998)进入碰撞造山晚期阶段，在额尔齐斯带，形成韧性剪切带，伴有造山型金矿的形成，如赛都、多纳拉萨依、萨尔布拉克金矿。晚石炭世，形成与碱性花岗岩有关的锡矿和与双峰式火山岩有关的铜矿。二叠纪为挤压后的伸展环境，早二叠世，形成与侵入岩有关的金矿床，如库布苏金矿，成矿年龄为283 Ma(Wang et al.，2004)。总之，区内金、铜、镍等矿床的成矿作用发生在晚石炭世—二叠纪，金矿床的成矿时间、空间分布和地球动力学背景与碰撞造山作用密切相关(王莉娟等，2004)。

5 结 论

(1) 新疆北部古生代浅成低温热液型金矿床主要分布在古生代岛弧带、大陆边缘的断陷火山盆地

维普资讯 http://www.cqvip.com

和上叠火山盆地中。大多数矿床受破火山口,角砾岩筒,火山机构的放射状、环状断裂以及区域断裂控制。一些矿体赋存在隐爆角砾岩中,如石英滩的 L_3 矿体、阔尔真阔腊、双峰山金矿,部分矿体分布在潜火山岩中,如阿希、马庄山、阔尔真阔腊金矿,少数金矿产于碎屑岩(京希、伊尔曼德)和斑岩体中,如塔吾尔别克和阿庇因迪金矿。

(2) 新疆北部古生代浅成低温热液型金矿床可分为低硫型和高硫型,与金成矿有关的火山岩主要为钙碱性系列火山岩。

(3) 新疆北部古生代浅成低温热液型金矿床成矿时代主要在石炭纪—二叠纪,成矿年龄在 340～244 Ma 之间。除石英滩金矿成矿时代为 288～244 Ma 以外,其他金矿床形成在 340～298 Ma。这些金矿在时间和空间上与新疆古生代在(350±10) Ma、(300±10) Ma 和(250±10) Ma 的 3 个阶段的大规模火山-潜火山活动有密切关系。金矿床形成的地球动力学背景为区域伸展环境或大范围挤压背景下的局部伸展环境。

References

Bao J X, Chen Y J, Zhang Z J, et al. 2002. The preliminary study of laumontitization of Axi gold deposit and paleogeothermal minerogenetic fluids system in west Tianshan [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 38(2): 252～259(in Chinese with English abstract).

Bonham H F J. 1986. Models for volcanic-hosted epithermal precious metal deposits: A review [A]. International Volcanological Congress, Symposium 5[C]. New Zealand: Hamilton. 13～17.

Cai Z J. 1997. Shiyingtan gold deposit and its ore-controlling factors in Shanshan, Xinjiang[J]. Xinjiang Geol., 15(4): 305～320(in Chinese with English abstract).

Chen Y, Li Z and Mu R. 2001. Gold deposits and its metallogenetic regularities in China[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 102～181(in Chinese).

Cooke D R and Simmons S F. 2000. Characteristics and genesis of epithermalgold deposits[J]. Rev. in Econ. Geol., 13: 221～244.

Corbett G. 2002. Epithermal gold for explorationists[J]. AIG Journal-Applied Geoscientific Practice and Research in Australia, April: 1～26.

Dong L H. 2001. The main alteration type of Axi gold deposit and its relationship to the gold mineralization[J]. Geol. & Resour., 10(3): 129～132(in Chinese with English abstract).

Dong L H and Tian C L. 2001. Geology of Tulasu-Yelimondun gold mineralization belt, western Tianshan, Xinjiang [J]. Geol. & Resour., 10(2): 85～90(in Chinese with English abstract).

Fan H R, Jin C W and Sheng Y C. 1998. Ore-forming fluid geochemistry of the Hatu gold deposit in Xinjiang, northwest China [J]. Mineral Deposits, 17(2): 135～149(in Chinese with English abstract).

Feng C Y, Xue C J, Jin J S, et al. 2000. Geochemistry of the Xitan epithermal gold deposit, east Tianshan mountains [J]. Mineral Deposits, 19: 322～329(in Chinese with English abstract).

Feng C Y, Jin J S, Xue C J, et al. 1999. Geological characteristics and genetic analysis of Xitan epithermal gold deposit, eastern Tianshan [J]. Xinjiang Geol., 17(1): 1～7(in Chinese with English abstract).

Han C M, Mao J W, Yang J M, et al. 2002. Types of Late Palaeozoic endogenetic metal deposits and related geodynamical evolution in the East Tianshan[J]. Acta Geologica Sinica, 76(2): 222～234(in Chinese with English abstract).

Hart C J R, Wang Y, Goldfarb R, et al. 2003. Axi and associated epithermal gold deposits in the western Tianshan, Xinjiang, P. R. China[A]. In: Mao J W, Goldfarb R J, Seltmann R, ed. Tectonic evolution and metallogeny of the Chinese Altay and Tianshan. Proceedings volume of the international symposium of the IGCP-473 project in Urumqi and guidebook of the field excursion in Xinjiang, China[C]. London: Centre for Russian and Central Asian Mineral Studies, the Natural History Museum. 209～226.

He B C, Tan K R and Wu Q H. 1994. Ages and Sr, Nd isotopic evidences of mantle source magmatite in the Bu's gold deposit, Jimunai County, Northern Xinjiang[J]. Geotectonica et Metallogenia, 18(3): 219～228(in Chinese with English abstract).

He G Q, Li M S, Liu D Q, et al. 1994. Palaeozoic crust evolution and mineralization of Xinjiang, China[M]. Urumqi: Xinjiang People Publishing House. 1～334(in Chinese).

Heald P, Foley N K and Hayba D O. 1987. Comparative anatomy of volcanic-hosted epithermal deposits: Acid sulphate and adularia-sericite types[J]. Econ. Geol., 80: 1～26.

Hedenquist J W, Arribans A R and Gozalez-Urein E. 2000. Exploration for epithermal gold deposits[J]. Rev. in Econ. Geol., 13: 245～278.

Hoefs. 1997. Stable isotope geochemistry[M]. 3th ed. Berlin: Spring Verlag. 1～250.

Hu A Q, Zhang G X, Li Q X, et al. 1994. Geologic evolution and relation to metallogenetic process[J]. Xinjiang Geol., 12(1): 32～39 (in Chinese with English abstract).

Jensen E P and Barton M D. 2000. Gold deposits related to alkaline magmatism[J]. Rev. in Econ. Geol., 13: 279～314.

Jia B, Wu R S, Tian C L, et al. 2001a. The characteristics of the Tawuerbieke-Abiyindi porphyry gold deposits[J]. Geol. & Resour., 10(3): 139～145(in Chinese with English abstract).

Jia B, Wu R S, Tian C L, et al. 2001b. The characters of the mineralization fluid of Axi gold deposit in Xinjiang[J]. Gold Geol., 7(1): 39～46(in Chinese with English abstract).

Jia B, Wu R S, Tian C L, et al. 2003a. Metallogenic mechanism of gold metallogenic series in Late Paleozoic Tulasu volcanic basin of Western Tianshan[J]. Geol. & Resour., 12(1): 32～35(in Chinese with

维普资讯 http://www.cqvip.com

English abstract).

Jia B, Wu R S, Tian C L, et al. 2003b. Mineralizing environment and ore-forming fluid characters of Yiermande type gold deposits in Western Tianshan[J]. Geol. & Resour., 12(3): 146～153(in Chinese with English abstract).

Jiang S H, Nie F J, Zhang Y, et al. 2004. The latest advances in the research of epithermal deposits[J]. Earth Science Frontiers, 11(2): 401～411(in Chinese with English abstract).

Kelley K D and Ludington S. 2002. Cripple Creek and other alkaline-related gold deposits in the southern Rocky Mountains, USA: Influence of regional tectonics[J]. Mineralium Deposita, 37: 38～60.

Li H Q, Xie C F, Chang H L, et al. 1998. Study on metallogenetic chronology of nonferrous and precious metallic ore deposits in North Xinjiang, China[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 1～264 (in Chinese with English abstract).

Li H Q, Chen F W, Cai H, et al. 1999. Study on isotopic chronology of the Mazhuangshan gold mineralization, eastern Xinjiang[J]. Scientia Geologica Sinica, 34: 215～256(in Chinese with English abstract).

Li J A, Mo J P and Peng X M. 2001. Metallogenic and geological conditions of gold deposits in the north of eastern Tianshan[J]. Xinjiang Geol., 19(4): 268～275(in Chinese with English abstract).

Li X J and L W. 2002. Fluid inclusion and stable isotope constraints on the genesis of the Mazhuangshan gold deposit, eastern Tianshan Mountains of China[J]. Acta Petrologica Sinica, 18(4): 551～558 (in Chinese with English abstract).

Liang Y H, Li W Q and Li W D. 2004. Characteristics of polycyclic opening-closing tectonics in the Junggar orogenic belt, Xinjiang[J]. Geol. Bull. China, 23(3): 279～285(in Chinese with English abstract).

Liao Q L and Dai T G. 2000a. A preliminary analysis on metallogeno-geochemical characteristics of epithermal gold deposits in northern Xinjiang[J]. Geol. Geochem., 28(2): 19～25(in Chinese with English abstract).

Liao Q L, Dai T G, Deng J N, et al. 2000b. A study of metallogenic geochemical characteristics of major gold deposits in northern Xinjiang[J]. Mineral Deposits, 19(4): 297～314(in Chinese with English abstract).

Lin J F, Xie Q L, Xi X P, et al. 1999. Geological features of the volcanic-hosted Shuangfengshan gold deposit in Xingjiang[J]. Geol. Rev., 45(Supp.): 1099～1104(in Chinese with English abstract).

Lin J Q, Tan D J, Yu X F, et al. 1997. Genesis of Guilaizhuang gold deposit of western Shandong[M]. Jinan: Shandong Sci. & Techn. Press. 1～160(in Chinese).

Lindgren W. 1922. A suggestion for a terminology of certain mineral deposits[J]. Econ. Geol., 17: 292～294.

Liu G H, Chen R Y, Bai D M, et al. 1995. Metallogenic characteristics and synthetical evaluation means of copper and gold deposits in east Junggar, Xinjiang[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 1～149(in Chinese with English abstract).

Liu J Y. 2001. Features of continental volcanic rock-type gold deposits, northern Xinjiang[J]. Gold Geol., 7(3): 1～8(in Chinese with English abstract).

Liu J Y, Qian J P, Cheng Z P, et al. 2002. Continental volcanic action and metallogenesis for gold and copper deposit of East Junggar, Xinjiang[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 1～218(in Chinese with English abstract).

Liu L D, Li Y and Lan X. 1999. A discussion on breccia/stock-porphyry type gold deposits[J]. Mineral Deposits, 18(1): 29～36 (in Chinese with English abstract).

Ma R S, Shu L S and Sun J Q. 1999. Tectonic framework and crust evolution of eastern Tianshan Mountains[M]. Bejing: Geol. Pub. House. 1～202(in Chinese).

Mao J W, Yang J M, Han C M, et al. 2002. Metallogenic systems of polymetallic copper and gold deposits and related metallogenic geodynamic model in eastern Tianshan, Xinjiang[J]. Earth Sci.——J. China Univ. Geosci., 27(4): 413～424(in Chinese with English abstract).

Mao J W, Goldfarb R J, Seltmann R, et al. 2003a. Tectonic evolution and metallogeny of the Chinese Altay and Tianshan[M]. London: Centre for Russian and Central Asian Mineral Studies, the Natural History Museum. 1～5.

Mao J W, Li X F, Zhang Z H, et al. 2003b. Geolgy, distribution, types and tectonic settings of Mesozoic epithermal gold deposits in East China[J]. Geol. J. China Univ., 9(4): 620～637(in Chinese with English abstract).

Mao J W, Yang J M, Qu W J, et al. 2003c. Re-Os age of Cu-Ni ores from the Huangshandong Cu-Ni sulfide deposit in the east Tianshan Mountains and its implication for geodynamic processes[J]. Acta Geologica Sinica (English Edition), 77(2): 220～226.

Peng X M, Mo J P, Li J A, et al. 2004. Geological characteristics and metallogenic model of Shuangfengshan epithermal gold deposit in eastern Junggar, Xinjiang[J]. Mineral Deposits, 23(1): 101～106 (in Chinese with English abstract).

Qin K Z, Sun S, Li J L, et al. 2002. Paleozoic epithermal, Au and porphyry Cu deposits in North Xinjiang, China: Epochs, features, tectonic linkage and exploration significance[J]. Resour. Geol., 52 (4): 291～300.

Qiu J S, Wang D Z and Ren Q J. 1994. The first example of tellurium-gold epithermal deposit in China: The Guilaizhuang gold deposit[J]. Geol. & Prospe., 30(1): 7～12(in Chinese with English abstract).

Rui X J. 1993. Primary gold deposits in Altay, Xinjiang[M]. Bejing: Geol. Pub. House. 274p(in Chinese with English abstract).

Rui Z, Goldfarb R, Qiu Y, et al. 2002. Paleozoic-early Mesozoic gold deposits of the Xinjiang Autonomous Region, northwestern China [J]. Mineralium Deposita, 37: 393～418.

Rui Z Y, Wang F T and Li H H. 2001. Advance of the porphyry copper belt of the East Tianshan Mountain, Xinjiang[J]. Chinese Geol., 28: 11～16(in Chinese with English abstract).

Sha D M, Wu R S, Tian C L, et al. 1999. Late Paleozoic Axi paleo-caldera in west Tianshan Mountains and its ore-controlling signifi-

维普资讯 http://www.cqvip.com

cance[J]. Geol. Revi., 45(Sup.): 1088～1094(in Chinese with English abstract).

Sha D M, Dong L H, Wu R S, et al. 2003a. The geochemical characteristics and ore-forming model of the epithermal gold deposit in West Tianshan Mountains[J]. Northwestern Geol., 36(2): 50～59(in Chinese with English abstract).

Sha D M and Wan L H. 2003b. The characteristics, distribution and prospect of epithermal gold deposits[J]. Geol. & Resour., 12(1): 115～124(in Chinese with English abstract).

Shen P, Shen Y C, Li G M, et al. 2004a. Ore-forming fluid inclusions of Kuoerzhengkuola gold deposit, Xinjiang[J]. Acta Petrologica Sinica, 20(40): 969～976(in Chinese with English abstract).

Shen P, Shen Y C, Zeng Q D, et al. 2004b. Helium and argon isotope systematics in fluid inclusion of the Sawuer gold metallogenic belt, Xinjiang[J]. Chinese Sci. Bull., 49(12): 1199～1204(in Chinese with English abstract).

Shen Y C and Jin C G. 1993. Gold mineralization and magmatic activity in West Zhungaer[J]. Beijing: Sci. Press. 1～239(in Chinese with English abstract).

Sillitoe R H. 1993. Epithermal models: Genetic types, geometric controls, and shallow features[J]. Geol. Association of Canada Special Paper, 40: 403～417.

Tu G C. 1994. Volcanic type gold deposit in China: New advance in the study of gold deposits in China, volume 1 (Part 1)[M]. Beijing: Seismic Press. 65～82(in Chinese).

Wang J B, Wang J S, Li B Q, et al. 1997. Metallogenic series of gold deposits associated with volcanic and subvolcanic rocks in the Junggar area of Xinjiang[J]. Geol. Explor. for Non-ferrousmetals, 6 (Supp.): 25～37(in Chinese with English abstract).

Wang J B, Wang Y W and Wang L J. 2004. The Junggar immature continental crust province and its mineralization[J]. Acta Geologica Sinica (English Edition), 78(2): 337～344.

Wang L J, Wang J B, Wang Y W, et al. 2004. REE geochemistry of ore-forming fluids of gold deposits in Junggar area, Xinjiang[J]. Acta Petrologica Sinica, 20(40): 977～998(in Chinese with English abstract).

Wang Y L and Cheng S D. 2001. Crust evolution and mineralization of Xinjiang Uygur Autonomous region[J]. Chinese J. Geol., 36(2): 129～143(in Chinese with English abstract).

Wang Z L, Mao J W, Wu G G, et al. 2003. Geochemistry of fluid inclusions from the Shiyingtan gold deposit in eastern Tianshan, Xinjiang[J]. Geol. & Prospe., 39(2): 6～10(in Chinese with English abstract).

Wang Z L, Mao J W, Zhang Z H, et al. 2004. Types, characteristics and metallogenic geodynamic evolution of the Paleozoic polymetallic copper-gold deposits in the west Tianshan Mountains[J]. Acta Geologica Sinica, 78(6): 836～847(in Chinese with English abstract).

Wu R S, Tian C L, Yang F L, et al. 1996. The outline of gold deposits in Axi area, Xinjiang[J]. J. Precious Metallic Geol., 8(1): 5～21 (in Chinese with English abstract).

Wu R S, Tian C L, Sha D M, et al. 1999. Geological characteristics of the Early Carboniferous Tulasu- Yelimodun volcanic belt, west Tianshan Mountains[J]. Geol. Rev., 45(Supp.): 1078～1087 (in Chinese with English abstract).

Xi X P. 1999. Geological features and genetic study of Shuangfengshan gold deposit[J]. Mineral Resour. & Geol., 13(1): 28～33(in Chinese with English abstract).

Xiao L, Wang F Z, Fu M L, et al. 2001. Hydrothermal alteration and ore-forming fluids evolution of the Jingxi-Yelmend gold deposit, Xinjian[J]. Acta Geologica Sinica, 75(4): 518～526(in Chinese with English abstract).

Xiao L, Wang F Z, Begg G, et al. 2002. Gold mineralization styles of Jingxi-Yelmend deposit: Evidence from hydrothermal alteration and fluid inclusion data[J]. Mineral Deposits, 21(1): 58～64(in Chinese with English abstract).

Xiao X C, Tao Y Q, Feng Y M, et al. 1992. Tectonic evolution of the northern Xinjiang and its adjacent regions[M]. Bejing: Geol. Pub. House. 1～169(in Chinese with English abstract).

Yang F Q, Wu H and Zhang Y R. 1999. Geological characteristics and genesis of the Jinshangou gold deposit, Xinjiang[J]. J. Precious Metallic Geol., 8(2): 76～80(in Chinese with English abstract).

Yang F Q, Wu H and Han J L. 2001a. Metallogenic series and metallogenic regularity of metallic ore deposits in east Junggar, Xinjiang[J]. Xinjiang Geol., 19(1): 54～58(in Chinese with English abstract).

Yang F Q, Wu H, Zhang Y R, et al. 2001b. Volcanic rocks and geochemical characteristics of the Batamayineishan Formation in Jinshangou, Xinjiang[J]. J. Xi'an Engineering Univ., 23(3): 20～25(in Chinese with English abstract).

Yang Z J, Li P H and Yang S H. 1999. Geological characteristics and ore-control factors of gold deposits related to volcanic rocks in Xinjiang[J]. Gold Geol., 5(4): 21～26(in Chinese with English abstract).

Yin Y Q, Chen D J, An Y C, et al. 1996. Characteristics of the Kuoerzhenkuola epithermal gold deposit in Sawuershan, Xinjiang[J]. Geol. Explor. for Non-Ferrousmetals, 5(5): 278～283(in Chinese with English abstract).

Yin Y Q, Li J X, Tang H S, et al. 2003. Discovery of associated cobalt in Kuoerzhenkuola gold deposit and its geological significance for exploration[J]. Mineral Resour. & Geol., 17(1): 1～5(in Chinese with English abstract).

Zeng Q D, Liu T B, Li G M, et al. 2004. Metallogenic prospecting in the Buersidai gold deposit, Xinjiang[J]. Geol. & Prosp., 40(4): 17～20(in Chinese with English abstract).

Zeng Q D, Shen Y C, Liu T B, et al. 2005. ^{40}Ar-^{39}Ar isotope chronology of the Buersidai gold deposit, Xinjiang[J]. J. Jilin Univ. (Earth Science Edition), 35(1): 12～16(in Chinese with English abstract).

Zhai W, Yang R Y and Qi S J. 1999. Characteristics and genesis of the Yiermand hot-spring gold deposit in Yining County, Xinjiang[J]. Mineral Deposits, 18(1): 47～54(in Chinese with English abstract).

Zhang D, Li D, Zhao Y, et al. 1991. The Zijinshan deposit: The first

维普资讯 http://www.cqvip.com

example of quartz-alunite type epithermal deposits in the continent of China[J]. Geol. Rev., 37: 481～491(in Chinese with English abstract).

Zhang L C and Wu N Y. 1985. The geotectonics and its evolution of Tianshan[J]. Xijiang Geol., 3(3): 1～14(in Chinese with English abstract).

Zhang L C, Shen Y C and Ji J S. 2003. Characteristics and genesis of Kanggur gold deposit in the eastern Tianshan mountains, NW China: evidence from geology, isotope distribution and chronology [J]. Ore Geol. Rev., 23: 71～90.

Zhang Y R, Zhu M Y, Tian H X, et al. 1992. Geology and gold and tin deposit of East Junggar[M]. Beijing: Seismic Press. 266p(in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

鲍景新，陈衍景，张增杰，等. 2002. 西天山阿希金矿浊沸石化与古地热成矿流体系统的初步研究[J]. 北京大学学报(自然科学版)，38(2)：252～259.

蔡仲举. 1997. 新疆鄯善县石英滩金矿床地质特征及控矿因素[J]. 新疆地质，15(4)：305～320.

陈毓川，李兆鼐，毋瑞身，等. 2001. 中国金矿床及其成矿规律[M]. 北京：地质出版社. 102～181.

董连慧. 2001. 阿希金矿主要蚀变类型及其与金矿化关系[J]. 地质与资源，10(3)：129～132.

董连慧，田昌烈. 2001. 西天山吐拉苏-也里莫墩金成矿带简述[J]. 地质与资源，10(2)：85～90.

范宏瑞，金成伟，沈远超. 1998. 新疆哈图金矿成矿流体地球化学[J]. 矿床地质，17(2)：135～149.

丰成友，姬金生，薛春纪，等. 1999. 东天山西滩浅成低温热液金矿床地质特征及成因分析[J]. 新疆地质，17(1)：1～7.

丰成友，薛春纪，姬金生，等. 2000. 东天山西滩浅成低温热液金矿床地球化学[J]. 矿床地质，19(4)：322～329.

韩春明，毛景文，杨建民，等. 2002. 东天山晚古生代内生金属矿床类型和成矿作用的动力学演化规律[J]. 地质学报，76(2)：222～234.

何国琦，李茂松，刘德权，等. 1994. 中国新疆古生代地壳演化及成矿[M]. 乌鲁木齐：新疆人民出版社，香港：香港文化教育出版社. 334p.

贺伯初，谭克仁，吴堑虹. 1994. 北疆吉木乃布氏金矿幔源岩浆时代及 Sr、Nd 同位素证据[J]. 大地构造与成矿，18(3)：219～228.

胡霭琴，张国新，李启新，等. 1994. 新疆北部地质演化及其与成矿的关系[J]. 新疆地质，12(1)：32～39.

贾 斌，毋瑞身，田昌烈，等. 2001a. 塔吾尔别克-阿庇因迪斑岩型金矿特征[J]. 地质与资源，10(3)：139～145.

贾 斌，毋瑞身，田昌烈，等. 2001b. 新疆阿希金矿浅成低温流体特征[J]. 黄金地质，7(1)：39～46.

贾 斌，毋瑞身，田昌烈，等. 2003a. 西天山晚古生代吐拉苏盆地金矿成矿系列的成矿机理[J]. 地质与资源，12(1)：32～35.

贾 斌，毋瑞身，田昌烈，等. 2003b. 西天山伊耳曼得型金矿流体特征及成矿环境[J]. 地质与资源，12(3)，146～153.

江思宏，聂凤军，张 义，等. 2004. 浅成低温热液型金矿床研究最新进展[J]. 地学前缘，11(2)：401～411.

李华芹，陈富文，蔡 红，等. 1999. 新疆东部马庄山金矿成矿作用同位素年代学研究[J]. 地质科学，34(2)：251～256.

李华芹，谢才富，常海亮，等. 1998. 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. 1～264.

李新俊，刘 伟. 2002. 东天山马庄山金矿床流体包裹体和同位素地球化学研究及其对矿床成因的制约[J]. 岩石学报，8(4)：551～558.

邵今敖，莫江平，彭晓明. 2001. 东天山北部金矿成矿地质环境[J]. 新疆地质，19(4)：268～275.

梁云海，李文铅，李卫东. 2004. 新疆准噶尔多旋回开合构造特征[J]. 地质通报，23(3)：279～285.

廖启林，戴塔根. 2000a. 新疆北部浅成低温热液型金矿床成矿地球化学特征初探[J]. 地质地球化学，28(2)：19～25.

廖启林，戴塔根，邓吉牛，等. 2000b. 新疆北部主要金矿床的成矿地球化学特征[J]. 矿床地质，19(4)：297～314.

林锦富，解庆林，席小平，等. 1999. 新疆双峰山火山岩型金矿床地质特征[J]. 地质论评，45(增刊)：1099～1104.

林景仟，谭东娟，于学峰，等. 1997. 鲁西归来庄金矿成因[M]. 济南：山东科学技术出版社. 1～160.

刘光海，陈仁义，白大明，等. 1995. 东准噶尔铜金矿成矿特征及综合评价方法[M]. 北京：地质出版社. 1～149.

刘国仁，龙志宁，陈青珍，等. 2003. 新疆阔尔真阔腊金矿一带火山岩形成时代及地球化学特征[J]. 新疆地质，21(2)：177～180.

刘家远. 2001. 新疆北部陆相火山型金矿床的主要特征[J]. 黄金地质，7(3)：1～8.

刘家远，钱建平，程志平，等. 2002. 新疆东准噶尔陆相火山作用与金铜成矿[M]. 北京：地质出版社. 1～218.

刘连登，李 颖，兰 翔. 1999. 论角砾/网脉-斑岩型金矿[J]. 矿床地质，18(1)：29～36.

马瑞士，舒良树，孙家齐. 1997. 东天山构造演化与成矿[M]. 北京：地质出版社. 1～202.

毛景文，李晓峰，张作衡，等. 2003b. 中国东部中生代浅成低温热液型金矿的类型、特征及其地球动力学背景[J]. 高校地质学报，9(4)：620～637.

毛景文，杨建民，韩春明，等. 2002. 东天山铜金多金属矿床成矿系统和成矿地球动力学模型[J]. 地球科学——中国地质大学学报，27(4)：413～424.

彭晓明，莫江平，邵今敖，等. 2004. 新疆哈尔里克双峰山浅成低温热液金矿床的地质特征与成矿模式[J]. 矿床地质，23(1)：101～106.

邱检生，王德滋，任启江. 1994. 我国首例碲金型浅成低温热液金矿床——山东平邑归来庄金矿[J]. 地质与勘探，30(1)：7～12.

芮行健. 1993. 新疆阿勒泰岩金矿床[M]. 北京：地质出版社. 1～274.

芮宗瑶，王福同，李恒海. 2001. 新疆东天山斑岩铜矿带的新进展[J]. 中国地质，28(2)：16～23.

沙德铭，毋瑞身，田昌烈，等. 1999. 西天山阿希晚古生代破火山口构造及其控矿意义[J]. 地质论评，45(增刊)：1088～1094.

沙德铭，董连慧，毋瑞身，等. 2003a. 西天山地区浅成低温热液型金

维普资讯 http://www.cqvip.com

矿地质特征及成矿模式[J]. 西北地质, 36(2): 50～59.

沙德铭, 苑丽华. 2003b. 浅成低温热液型金矿特点、分布和找矿前景[J]. 地质与资源, 12(1): 115～124.

申 萍, 沈远超, 李光明, 等. 2004a. 新疆阔尔真阔腊金矿床成矿流体包裹体研究[J]. 岩石学报, 20(4): 969～976.

申 萍, 沈远超, 曾庆栋, 等. 2004b. 新疆萨吾尔金矿带成矿流体氦氩同位素示踪[J]. 科学通报, 49(12): 1199～1204.

沈远超, 金成伟. 1993. 西准噶尔地区岩浆活动与金矿化作用[M]. 北京: 科学出版社. 1～239.

涂光炽. 1994. 中国火山岩型金矿床[A]. 见: 中国金矿研究新进展, 第1卷(上篇)[C]. 北京: 地震出版社. 65～82.

王京彬, 王军升, 李博泉, 等. 1997. 新疆准噶尔地区与火山-浅成岩有关的金矿成矿系列[J]. 有色金属矿产与勘查, 6(增刊): 25～37.

王莉娟, 王京彬, 王玉往, 等. 2004. 新疆准噶尔地区金矿床成矿流体稀土元素地球化学特征[J]. 岩石学报, 20(4): 977～998.

王元龙, 成守德. 2001. 新疆地壳演化与成矿[J]. 地质科学, 36(2): 129～143.

王志良, 毛景文, 吴淦国, 等. 2003. 新疆东天山石英滩金矿流体包裹体地球化学[J]. 地质与勘探, 39(2): 6～10.

王志良, 毛景文, 张作衡, 等. 2004. 西天山古生代铜金多金属矿床类型、特征及其成矿地球动力学演化[J]. 地质学报, 78(6): 836～847.

毋瑞身, 田昌烈, 杨芳林, 等. 1996. 新疆阿希地区金矿概论[J]. 贵金属地质, 5(1): 5～21.

毋瑞身, 田昌烈, 沙德铭, 等. 1999. 西天山吐拉苏-也里莫墩早石炭世火山岩带地质特征[J]. 地质论评, 45(增刊): 1078～1087.

席小平. 1999. 双峰山金矿床地质特征及成因探讨[J]. 矿产与地质, 13(1): 28～33.

肖 龙, 王方正, 付民禄, 等. 2001. 伊犁京希-依尔曼德金矿床的热液浊变及成矿流体演化特征[J]. 地质学报, 75(4): 518～526.

肖 龙, 王方正, Begg Graham, 等. 2002. 新疆京希-依尔曼德金矿床矿化类型:热液蚀变及流体包裹体证据[J]. 矿床地质, 21(1): 58～64.

肖序常, 汤耀庆, 冯益民, 等. 1992. 新疆北部及其邻区大地构造[M]. 北京: 地质出版社. 1～169.

杨富全, 吴 海, 张以熔. 1999. 新疆金山沟金矿床地质特征和成因[J]. 贵金属地质, 8(2): 76～80.

杨富全, 吴 海, 韩金良. 2001a. 新疆东准噶尔金属矿床成矿系列及成矿规律[J]. 新疆地质, 19(1): 54～58.

杨富全, 吴 海, 张以熔, 等. 2001b. 新疆金山沟巴塔玛依内山组火山岩及地球化学特征[J]. 西安工程学院学报, 23(3): 20～25.

杨泽军, 李普红, 杨拴海. 1999. 新疆与火山岩有关的金矿地质特征及控矿因素[J]. 黄金地质, 5(4): 21～26.

尹意求, 陈大经, 安银昌. 1996. 新疆萨吾尔山阔尔真阔腊浅成低温热液型金矿床[J]. 有色金属矿产与勘查, 5(5): 278～283.

尹意求, 李嘉兴, 唐红松, 等. 2003. 新疆阔尔真阔腊金矿床中伴生钴的发现及其找矿地质意义[J]. 矿产与地质, 17(1): 1～5.

曾庆栋, 刘铁兵, 李光明, 等. 2004. 新疆布尔克斯岱金矿床成矿远景[J]. 地质与勘探, 40(4): 17～20.

曾庆栋, 沈远超, 刘铁兵, 等. 2005. 新疆北部布尔克斯岱金矿床 ^{40}Ar-^{39}Ar 同位素年代学研究[J]. 吉林大学(地球科学版), 35(1): 12～16.

翟 伟, 杨荣勇, 漆树基. 1999. 新疆伊宁县伊尔曼德热泉型金矿床地质特征及成因[J]. 矿床地质, 18(1): 47～54.

张德全, 李大新, 赵一鸣, 等. 1991. 福建紫金山矿床——我国大陆首例石英-明矾石型浅成低温热液铜-金矿床[J]. 地质论评, 37(6): 481～491.

张良臣, 吴乃元. 1985. 天山地质构造及演化史[J]. 新疆地质, 3(3): 1～14.

张以熔, 朱明玉, 田慧新, 等. 1992. 东准噶尔地质及金锡矿产研究[M]. 北京: 地震出版社. 1～266.

维普资讯 http://www.cqvip.com

Geological characteristics and tectonic settings of Paleozoic epithermal gold deposits in northern Xinjiang

YANG Fu-quan[1], MAO Jing-wen[1], XIA Hao-dong[2], ZHAO Cai-sheng[1], LI Meng-wen[3] and YE Hui-shou[1]

(1 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China; 2 Geological Information Center, Ministry of Land and Resource, Yanjiao 065201, Hebei, China; 3 Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract

The basic characteristics of the epithermal gold deposits in northern Xinjiang are described briefly in this paper. The epithermal gold deposits in northern Xinjiang can be divided into high-sulfidation and low-sulfidation types, with the latter being the main type. The distribution and formation of epithermal gold deposits in northern Xinjiang are structurally controlled by calderas, craters, diatremes and related faults. Volcanic rocks related to the gold deposits are mainly a suite of calc-alkaline continental volcanic rocks, which are composed mainly of basalt-andesite-dacite-rhyolite and relevent pyroclastic rocks, together with minor marine and continental volcanic rocks. Gold orebodies are mainly hosted in volcanic rocks and subvolcanic intrusions, with a few occurring in the porphyry. The alteration assemblages are mainly adularia-chalcedony-sericite in low-sulfidation gold deposits, and alunite-kaolinite-quartz (chalcedony) in high-sulfidation gold deposits. The ore-forming ages of the epithermal gold deposits in northern Xinjiang are in the range of 340～244 Ma, corresponding to the large-scale volcanic-subvolcanic activities at (350 ± 10) Ma, (300 ± 10) Ma and (250 ± 10) Ma. It is held that all the epithermal gold deposits in northern Xinjiang are products of magmatic heat events in the extensional tectonic setting or the local extensional environment under the large-scale compressional background.

Key words: geology, epithermal gold deposits, time-space distribution, tectonic setting, northern Xinjiang, comprehensive