

东天山主要矿床类型、成矿区带划分 与成矿远景区优选

秦克章¹,彭晓明²,三金柱²,徐兴旺¹,方同辉³,王书来³,于海峰⁴

(1.中国科学院地质与地球物理研究所矿产资源重点实验室,北京 100029;2.新疆有色地质勘查局 704 队,新疆哈密 839000;3.北京矿产地质研究所,北京 100012;4.中国地质调查局天津地质矿产研究所,天津 300170)

摘 要:在分析了东天山铜、金、镍、铁等主要矿种的矿床类型基础上,将东天山成矿区从北向南分为 12 个矿化亚带,分别对应于大南湖-头苏泉泥盆纪增生岛弧、小热泉子-梧桐窝子石炭纪弧内盆地、康古尔韧性剪切带、干墩-苦水弧后盆地边缘相、阿齐山-雅满苏早—中石炭世弧后盆地和中天山古陆块 6 大构造单元。对构造环境、区域成矿规律和地、物、化、遥综合研究后,优选出卡拉塔格等 10 个成矿远景区,并进行了成矿条件等方面的分析。

关键词:东天山;铜金矿;成矿环境;成矿区带;优选

东天山地区除产有斑岩型、块状硫化物型铜矿,破碎蚀变岩型、浅成低温热液型金矿等(为环太平洋成矿带的主要矿床类型)外,还产有岩浆型铜镍矿、钽铀磁铁矿等特殊类型^[1]。本文在对大南湖-头苏泉岛弧、早—中石炭世弧后盆地和中天山古陆块等 6 个大的不同构造单元地质资料综合分析基础上,优选出 10 个成矿远景区,并进行了成矿条件和关键问题分析。其中新发现的卡拉塔格铜金矿化区,经初步勘查证实为一具较大潜力的评价基地。

1 主要矿床类型及成矿环境

1.1 铁矿床类型

东天山地区是中国著名铁矿产地,初步统计,铁矿点和矿床有百余处。成型矿床达 1/3 左右,其中大中型以上的矿床有 10 余个,主要分布于东天山的阿奇山-雅满苏弧后盆地区和中天山隆起区。姜福芝等将东天山铁矿划分为:被改造的火山矿床,如天湖铁矿和雅满苏铁矿等;火山沉积型矿床,如库姆塔格菱铁矿矿床;沉积变质型矿床,如帕尔岗铁矿床、梧桐沟矿床等;辉绿岩型矿床,如磁海铁矿床等;与辉长岩类侵入体有关的岩浆型钽铀磁铁矿矿床,如尾亚矿床等 5 类^[2]。该地区的前震旦纪(天湖铁矿床等)、泥盆纪(帕尔岗铁矿等)、石炭纪(雅满苏、库姆塔格铁矿等)和早二叠世(磁海铁矿等)4 个不同时代、不同类型铁矿床的形成,展示出承前启后的成生联系和物质

来源的亲缘关系。

1.2 铜矿主要类型

有斑岩型、铜镍硫化物型、火山岩块状硫化物型、次火山岩热液脉型、夕卡岩型等。成矿时代主要集中在石炭纪、二叠纪。斑岩铜矿床主要形成于晚泥盆—早石炭世,如土屋-延东-赤湖-三岔口铜矿(356~340 Ma)^[3,4],而西南侧的维权夕卡岩铜矿,受控于弧后岩浆作用,成矿时代可能晚于土屋铜矿。海相火山岩型铜矿表现出明显的层控性,成矿时代为石炭纪的 3 个主要层位(下石炭统沙泉子组、雅满苏组、小热泉子组)。黄山、香山镁铁-超镁铁岩铜镍矿,形成于聚合碰撞阶段晚期的松弛期,成矿时代为早二叠世(286 Ma)^[3]。次火山热液脉型铜金矿(多金属矿)则以小石头泉^[5,6]和卡拉塔格矿为代表^[3,7]。

综合研究认为,斑岩铜矿形成条件应具以下前提^[8,9]:具一定厚度的前期结晶刚性陆块,对大陆边缘铜矿尤应如此;产出环境多在挤压环境的汇聚板块边缘而非张性环境,且产于活动深大断裂差异运动上升盘;源于型磁铁矿系列分异建造的富 Cu、S、Cl 组分的多期侵入杂岩体,应有中酸性或中性花岗岩株(0.05~4 km²);活动火山环境中的相对稳定阶段;封闭或半封闭环境有利于气液聚集,爆破角砾岩是其标志;开放的环境,如破火山口塌陷则不利于其形成;

中心式蚀变分带与细脉浸染状矿化是其主要鉴别标志;合适的保存条件也很重要,既不能剥蚀过深

基金项目:国家自然科学基金项目(40072028),中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX3SW137),中国地质调查局国土资源大调查项目(DK9902043)和科学技术部重点基础研究发展规划项目(2001BA609A0707)共同资助

收稿日期:2002-07-01;修订日期:2003-01-30;作者 E-mail: ksq@mail.igcas.ac.cn

第一作者简介:秦克章(1964-),男,湖北随州人,研究员,1985 年毕业于浙江大学,1997 年在日本北海道大学获博士学位,2000 年中国科学院地质与地球物理所博士后出站,从事大地构造、矿床地质与成矿预测研究

或不宜埋深过大,它们可用以评价哪些区带有形成该类大型矿床的条件,筛选出有利区带。查明北疆特定地史时期是否具备形成某一特定类型矿床的构造环境(如西天山是否具备寻找斑岩铜矿的前提),该构造环境是否具备完整的演化序列或中途夭折抑或成大矿所需构造阶段发育完全与否等^[10]。如成矿前是否具有刚性结晶陆壳基底、汇聚板块边缘的挤压环境等^[11];又如碰撞造山期后伸展构造阶段只适宜于形成金矿和铜镍矿,而不利形成斑岩铜矿^[9,10];或为张性环境而非挤压环境(如西天山的阿吾拉勒陆内裂谷盆地^[3,10]),亦或该构造阶段不具完整的演化序列或中途夭折(如残留弧后盆地)或剥蚀过深或埋深过大,有助于更准确地进行成矿区带的划分和某些矿带优势矿床类型的选区勘查。

从新疆北部已有的海相火山岩块状硫化物矿床来看,弧后盆地环境形成的块状硫化物矿床数最多,规模也最大^[9,12],阿尔泰山缘弧后盆地的阿舍勒铜矿、可可塔勒铅锌矿、铁木尔特铜铅锌矿均属此类^[12]。古弧后盆地的识别和圈定,对寻找该类矿床至关重要^[1,2,9],从某种意义上看,是洋壳的消减引起了岛弧移动及弧后扩张(沿岛弧侧向拉张)和弧内盆地(沿岛弧走向拉张)。新疆北部晚古生代弧后盆地与弧内盆地中火山岩块状硫化物型铁、铜、铅锌的找矿潜力很大。

1.3 金矿主要类型

东天山也是重要的金矿成矿区带,目前已经发现包括康古尔、金窝子、马庄山等大中型金矿床 10 余个。主要类型有:浅成低温热液型金矿(石英滩、长城山、马庄山)、韧性剪切带型金矿(康古尔、马头滩、三垭金矿)、岩浆热液型金矿(金窝子、照壁山)、斑岩型金(铜)矿(三岔口铜金矿、卡拉塔格铜金矿及土屋铜金矿)、硅化帽型金矿(头苏泉东金矿点、三垭西金矿点)以及产于前寒武系中的银金矿(玉西银铅锌矿、磁海铁金铜矿)等^[9,13]。主成矿期为早二叠世(280 ± 15 Ma)、晚二叠—早三叠世(245 ± 10 Ma)^[14,15],赋矿地层的岩性建造、产出构造位置、火山-岩浆侵入组合、矿化形式、空间分布等均存在差异。

2 东天山矿化亚带划分

姬金生、杨兴科、周济元等^[16~18]将该区从北到南划为 9 个成矿带,本项研究则进一步划分为 12 个矿化亚带,中、大型矿床具成带分布的特点。

12 个矿化亚带分布在 4 个不同的构造单元与构造环境中: 北侧大南湖-头苏泉一带为泥盆—石炭

纪多期增生岛弧带,是形成斑岩铜矿和浅成低温金铜矿的最有利构造带。小热泉子-梧桐窝子石炭纪弧内盆地、干墩-苦水弧后盆地边缘相、阿齐山-雅满苏早中石炭世弧后盆地。其中阿齐山-雅满苏构造带原被认为是石炭纪岛弧带^[16,18,19],或早石炭世被动陆缘^[20],笔者研究表明该套火山岩主要为细碧岩、角斑岩和石英角斑岩及其火山碎屑岩,为典型的深海-半深海火山岩,而非浅海-海陆交互产物,冯益民等认为其产出构造背景是石炭纪裂谷^[21],笔者认为其为石炭纪弧后盆地^[3,4],相对应的岛弧带(志留纪—早石炭世)位于其北侧的大南湖-头苏泉一带,其间的小热泉子-梧桐窝子海相火山岩带则是大南湖-头苏泉岛弧晚期沿走向拉张所形成的石炭纪弧内盆地,应加强对阿齐山-雅满苏弧后盆地、小热泉子-梧桐窝子弧内盆地结构、分区、火山岩组合及其含矿性的研究。弧后、弧内盆地内部张裂拗陷中心地带(小热泉子-元宝山-苦水一带)细碧岩、角斑岩相对较多,其中产有火山-沉积块状硫化物矿床(元宝山、小热泉子等中型铜矿床)。南部靠近古陆地带酸性火山岩较多,岩石偏碱富钾,产有较多受火山机构控制的火山喷溢-气液交代型铁矿(雅满苏式中小型矿床)、火山沉积型铁矿(白水井,小型)。在沙泉子北形成有块状硫化物铜矿床。前二者之间的康古尔韧性剪切带不是所谓的俯冲碰撞带,而是晚石炭世—早二叠世沿先期拉张断裂形成的大型变形变质带^[4,22],深部岩浆往往沿此通道上升,在有利部位富集成矿。南侧为中天山古陆块,具体划分如下:

哈尔力克铜金银铅锌矿化亚带 位于研究区东北角,产有小石头泉铜金银铅中型矿床。

卡拉塔格-大草滩铜金矿化亚带 南以大草滩断裂为界,产有卡拉塔格铜金矿和大草滩铜矿点。

大南湖-头苏泉铜钼金矿化亚带 南以恰特卡尔断裂(或称吐哈盆地南缘断裂)为界,产有土屋-延东-赤湖斑岩铜矿。

小热泉子-元宝山铜铅锌金矿化亚带 南以恰特卡尔断裂(或称吐哈盆地南缘断裂)为界,产有小热泉子铜矿。

恰特卡尔-黄山铜镍金矿化亚带 北以恰特卡尔断裂为界,南到黄山断裂附近,即所谓的康古尔塔格碰撞带北支,又分为两个亚区:东部是黄山-镜儿泉铜镍钼金成矿区,产有白山钼镍矿床;西部为恰特卡尔-元宝山铜镍金成矿区。

康古尔塔格韧性剪切带铜镍钼金矿化亚带 北以恰特卡尔断裂为界,南到苦水断裂附近,北与康古尔塔格-黄山深断裂相邻,即所谓的康古尔塔格碰撞

根据卡拉塔格红山的地表矿化蚀变特征、化探异常展布及其与南侧铜金矿的相似性,该区是一个很有希望的斑岩型-次火山岩型铜金矿成矿远景区。

卡拉塔格杂色蚀变火山穹窿在地表为NNE向展布的山包,NS宽400 m、EW长700 m,比高80 m。高品位铜矿化体实际控制长度90 m。高品位铜矿化体可见长度大于150 m。卡拉塔格红山蚀变火山穹窿矿化区具以下特点^[3]:火山岩组合较复杂,发育有浅成-超浅成岩脉(墙),蚀变强度大、类型复杂,蚀变火山岩中黄铁矿化普遍、顶部有较强的氧化铜金矿化。其地表氧化带特征、矿物组成(胆矾、氯铜矿为主)和垂直分带与小热泉子铜矿化区十分相似。鉴于该矿化区的浅表铜、金矿化较强并以氧化矿为主,地貌为穹窿,钻孔初步揭露原生矿体埋深在40 m以下。

该区化探异常群可能由3个中心式火山机构及其热液蚀变产物所引起,构成一个NWW向的火山-次火山热液蚀变矿化带,全长约25 km。该带宜以卡拉塔格的蚀变氧化矿化带为突破口进行整体评价。区内Ap3、Ap6、Ap7、Ap9异常总面积约42 km²,部分异常向北未封闭,矿化显示最好的卡拉塔格铜金矿化区位于Ap6-2异常的外侧。新发现的红山铜金矿化区即位于Ap6-2异常的北西侧,区内Ap3、Ap6-1、Ap7、Ap9等多处化探异常,其规模和高值点均大于Ap6-2,火山岩中普遍发育黄铁矿化蚀变带,初步分析部分异常与闪长岩体和小斑岩体有关。

与土屋等区内铜金矿床相比,共同之处在于它们同属晚古生代岛弧环境,有相似的岩浆岩系列,前者偏中酸性,后者偏中性,在岩石组合、成岩时代、蚀变矿化、地球化学特征方面均较为相似^[3,7]。南北两侧区域内火山岩时代大体相当,只是该区域火山岩时代(D₂—S₃)早于土屋-延东火山岩(D₃),矿区直接围岩为一套典型的陆相火山岩,矿区及周围后期次火山岩发育。卡拉塔格处于大南湖-头苏泉岛弧斑岩铜矿带北缘的吐哈盆地古生代隆起中,红山矿区目前有望达到中大型规模,外围尚有化探异常多处,经初步踏勘检查,认为应属矿致异常,因此本区具有形成大型斑岩-次火山岩型铜金矿的成矿地质条件。

3.2 大草滩成矿远景区

大草滩成矿远景区位于卡拉塔格以东,成矿地质背景与卡拉塔格铜金成矿远景区十分相似,产有大草滩铜矿点,目前工作程度不高,是一处很有希望的铜金成矿远景区。

3.3 土屋-延东大型斑岩铜矿成矿远景区

土屋铜矿床与延东铜矿相距约10 km处,东有赤

湖铜钼矿。2000年新疆地矿局一大队在土屋铜矿以东15 km处发现了灵龙斑岩型铜矿,在土屋铜矿西南约80 km处发现了维权夕卡岩型铜矿。这些发现揭示了本区巨大的找矿潜力^[23],东天山将成为继赣东北和西藏玉龙超大型斑岩铜矿之后的又一处超大型斑岩铜矿远景区。土屋铜矿带位于大南湖-头苏泉岛弧带南部,夹于康古尔-黄山和大草滩断裂之间。该成矿远景区长约100 km,宽10~20 km^[23]。侵入于企鹅山群第二、三组中的闪长玢岩和斜长花岗斑岩是斑岩型铜矿的主要含矿岩体,赤湖、土屋、延东斑岩型铜矿床即赋存其中。矿区内见有斜长花岗斑岩和闪长玢岩两类浅成侵入体,后者最近被解体为火山岩^[24],它们均具有较强的铜矿化。单个岩体出露面积均很小,岩体和盖层均发育较强的孔雀石化,当其以大脉状侵位于矿化闪长玢岩中时,可形成富铜矿体,时代晚于闪长玢岩体。其蚀变分带明显,自中心向两侧可依次划分为石英-绢云母带、绢云母-(泥化、石膏化)青磐岩化带。深部黑云母化显著增强。黑云母化和硅化蚀变强烈叠加处铜明显富集。该矿总体上剥蚀强度较低。

制约该区进一步找矿的基础地质问题主要有两个:由于本区火山岩组合、产状、分布延伸及蚀变矿化复杂,导致目前矿区填图尤其是火山岩区划分的层实际上还是层的组合,不能体现火山活动的过程和喷发机制,不利于研究其与成矿控矿的关系。其次,由于区域断裂破坏、韧性剪切改造较强烈,上一下石炭统企鹅山群这套容矿火山岩地层的新老关系尚不肯定。其成岩时代为晚泥盆世,成矿时代为早石炭世,而非以前推测的中晚石炭世。其次是确定控岩控矿次级断裂的方向及平行带位置,进而限定岛弧带范围并准确判断其剥蚀程度,以寻找新的火山-侵入亚带和新的亚矿带。笔者通过1:5万遥感影像解译,在矿带西侧新发现一条NW向基底断裂,它被康古尔塔格韧性剪切带所切割,为找矿提供了新的线索。

从热液蚀变分带和流体包裹体资料看,土屋-延东铜矿剥蚀强度较低(延东剥蚀强度大于土屋),矿体向深部厚度明显变大变厚,加之蚀变范围大(土屋达3~5 km²,延东在1 km²以上),推测其为浅剥蚀的大型以上斑岩铜矿。多种同位素测年结果表明,土屋-延东铜矿的成岩时代为晚泥盆—早石炭世,成矿时代为早石炭世^[4,24],而赋矿的火山岩应为晚泥盆世之前^[4,24]。这些年龄资料对重新认识大南湖-头苏泉岛弧带和康古尔-黄山深断裂发展史和成矿作用具有重要意义。

而赤湖铜钼矿矿区主要出露石炭系,为一套巨厚的中基性火山喷发-沉积岩,并有大片近EW向的华力

西中期花岗闪长岩体分布.其岩性可划分为:闪长玢岩、斜长花岗斑岩、花岗闪长岩、细晶花岗岩、石英闪长玢岩.矿区所见热液蚀变多呈不规则的面型,是由二期次侵入的斑岩体经多次热液叠加蚀变交代所致.矿体主要赋存于蚀变闪长玢岩体内的石英绢云母化带,矿带明显受岩体的侵入接触带和近接触带的构造裂隙控制,形成斜长花岗斑岩岩舌的上、下接触带含矿带和外接触带含矿带.蚀变闪长玢岩体为钼铜矿化的主容矿岩体,斜长花岗斑岩体,仅在其近接触带部位见有零星的钼铜矿化.两岩体均为受构造控制的被动侵入小岩株,出露面积约为 0.24 km^2 .据李福东(2000 年)面告,赤湖矿区似乎显示出早晚两期矿化,上下两个矿区在空间叠加的特点.

本区实际工作中逐步总结建立了含铜斑岩体“三位一体”(即斑岩体、孔雀石化和综合物探异常)直接找矿标志^[23],从其发现评价过程看,地表淋滤蚀变带的追索再评价是至关重要的^[3,23].

3.4 小热泉子铜锌成矿远景区

小热泉子中型富铜(锌)矿位于鄯善县底坎尔乡西南约 50 km.矿区主要由 1 号矿床、2 号矿点及 3 号蚀变带组成,以 1 号矿床规模最大.铜金属量约

$13 \times 10^4 \text{ t}$, 锌 $8 \times 10^4 \text{ t}$.矿床成因为众多矿床学家所关注,有以下几种认识: 根据矿区发育的中酸性斑岩体,矿体附近多见中酸性斑岩脉,某些斑岩体的含铜量高于同类岩石克拉克值几倍,以及该矿具明显的青磐岩化及细脉浸染状矿化等特征,认为该矿系斑岩型铜矿; 根据该区几个矿床均产于下石炭统小热泉子组的火山岩系,矿体呈层状、似层状,具一定的层位,矿化以铜、锌为主,局部可见块状矿石以及矿床具明显钠化等特征,认为其为火山岩型块状硫化物铜矿^[25];

根据产于火山岩系中的地表氧化矿及深部原生矿石多具脉状、网脉状及细脉浸染状构造,矿体明显受断裂构造控制及具强烈青磐岩化等特点,提出该矿为次火山热液矿床^[26].

上述认识从不同方面反映了该矿的某些地质特征,但都存在着某些难以解释的地质现象.如该矿的矿体并不产于斑岩体及其接触带中;主矿体呈似层状,受一定的地层层位和岩性控制;矿化以 Cu、Zn 为主,含 Mo 很低(斑岩型铜矿主要为 Cu、Mo 矿化);缺乏斑岩型铜矿典型特征的钾化和绢英岩化蚀变带等.前人认为非典型火山岩块状硫化物型矿床,而矿石构造主要为细脉浸染状而非块状,黄铁矿化不强且缺乏重晶石化^[27].综合各方面资料,笔者认为该矿床具多次成矿作用的特征.总体来看,小热泉子铜锌矿产于小

热泉子-梧桐窝子弧内盆地,为与海相火山岩有关的并受次火山岩影响的火山喷流热液沉积块状-浸染状硫化物矿床.矿床的形成经历了喷流沉积期、热液叠加改造期和次生淋滤富集阶段.成矿流体具中低温、低盐度和中低密度特点,主要源于次火山热液和地下水热液的混合,赋矿火山碎屑岩与次火山岩同源.从其产出构造位置来看,小热泉子早石炭世位于弧后盆地西段,火山岩分异较好,成矿条件有利,具形成中大型块状-浸染状硫化物矿床的宏观地质条件.矿区浅部为 NE 向张性破裂带控制的石英脉型矿化,深部为受岩层、层间构造和褶皱构造控制的蚀变岩型似层状、鞍状隐伏矿体.前者多产于浅色酸性凝灰岩岩层中,后者与灰黑色偏基性凝灰岩关系密切.在褶皱、断裂叠加复合部位,常形成富矿包.两个重力异常验证孔,在 500 m 以上见到多层厚度不大,品位不高的铜锌矿体,而深部深灰色火山凝灰岩(含矿有利岩性)有增多的趋势.深部是否存在厚大层状铜锌矿体,尚需做更深入的研究.今后应加强对火山机构、火山沉积洼地中心的寻找和矿田构造研究及物探异常的分析验证,有望取得新的找矿突破.

3.5 沙泉子北铜锌金成矿远景区

阿齐山-雅满苏海相火山岩带系石炭纪弧后盆地而非前人认为的石炭纪岛弧带,笔者的研究表明该套火山岩主要为细碧岩、角斑岩和石英角斑岩及其火山碎屑岩,其沉积环境为典型的深海-半深海火山岩,而非浅海-海陆交互环境^[4].新疆鑫汇地质矿业公司在沙泉子铁铜矿以北约 10 km 处发现的沙北铜金矿化,产于蚀变玄武质火山岩中,长度大于 1 200 m.今后应加强对阿齐山-雅满苏北部盆地性质、火山沉积中心、火山机构、火山岩组合及其含矿性的研究,以尽快查明火山岩块状硫化物型 Cu、Zn、Au、Ag 的找矿潜力.

3.6 哈尔力克山小石头泉铜多金属成矿远景区

小石头泉矿区距哈密市约 200 km,位于哈尔力克山南缘东段,夹持于卡拉麦里大断裂和吐哈盆地北缘大断裂间,大地构造位置处于哈尔力克晚古生代岛弧东段.矿区呈 EW 向的带状,面积约 200 km^2 ,由北矿段、南矿段和东矿段组成.北矿段获 E 级储量铜 5×10^4 多 t、铅锌 9×10^4 多 t、银 200 多 t,预测金储量 1 t.新疆有色地勘局 704 队 2000 年在矿区西段施工了 4 个钻孔,新发现了铅锌、金银矿体,近年外围找矿也有新的发现.从空间上看,矿区处于康古尔、哈尔力克与麦钦乌拉 3 个大型多金属成矿带收敛交汇部位.区内早石炭世火山喷发作用强烈,以海陆交替相、陆相中性-中酸性喷发为主,以钙碱性系列和拉斑玄武岩系列的雅满

苏组火山岩为主^[6],有别于雅满苏-阿齐山一带的雅满苏组火山岩^[2].

该区化探分散流扫面圈定出多处综合异常,其中,以金为主的异常 30 个,元素组合为:Cu、Au、Ag、Hg、Pb、Zn、Ba、Be、V、Ti、Ni、As;多金属异常 30 处,元素组合为:Cu、Pb、Zn、Ag、As、Cd、Hg 等.Cu、Pb、Zn、Ag 元素主要在石炭系雅满苏组中富集,丰度是地壳丰度的 1~6 倍.元素富集分带自西向东为 Cu—Cu、Pb、Zn、Sb—Cu、Sb—Cu、Pb、Zn、Au.西矿段富集 Ag,银多金属矿化体长 3.5 km,宽 1 km,产于硅化破碎带中.北矿段富集 Cu、Ag、Pb、Zn,矿化分布面积约 3 km²,矿体以透镜状、似层状为主,规模不大,矿至围岩蚀变分为早期面型蚀变和晚期线状蚀变.次生晕异常分两类:一类以 Cu、Pb、Zn、Ag、As、Sn、Co、Mo 组合为主,沿 NWW 向断裂呈带状展布,与矿区西矿段、东矿段的地表矿化、蚀变体相吻合;另一类以 Cu、Pb、Zn、Ag、(As)组合为主,分布在矿区西段银矿点,是矿区银矿化的指示.

矿区火山岩以中酸性为主,少量基性.火山岩组合为玄武岩-安山岩-英安岩-流纹岩,岩石化学成分表现为钙碱性-拉斑玄武岩系列特点,在玄武岩构造环境判别图上,落在钙碱性(高铝)玄武岩区,说明火山岩形成于既具拉张又具挤压性质的岛弧构造环境^[6].熔岩与次火山岩可分为玄武岩类、安山(玢)岩类和英安(斑)岩类.矿区火山碎屑岩分为安山质、英安质和流纹质 3 类,见有与矿化关系密切的英安斑岩、安山玢岩、辉绿玢岩等次火山岩.小石头泉矿区矿化类型是与海陆交替相-陆相火山活动有关的脉状、似层状铜银多金属矿(化)体,成因上与火山热液有关,按矿化类型、空间分布可分为北段、西段和东段 3 个矿段.北矿段以铜银多金属矿化为主,位于矿区北西,矿化范围约 3 km².矿化类型有:一是与次火山岩有关的层状、陡倾脉状多金属矿体;二是与正常沉积岩有关的似层状多金属矿体^[5].西矿段银多金属矿化体,位于矿区西南,产于硅化破碎带中.矿体赋存于近 NS 向张扭性及 EW 向张扭性构造破碎带中,近矿围岩是熔结凝灰岩、集块岩.发现矿化体 31 个,矿体 8 个,构成一个近 NS 向,长 4 km、宽 2 km 的以银为主的多金属成矿带,成因与火山热液作用有关.东矿段铜矿化体位于矿区东北,受控于火山盆地边坡构造及次火山岩侵位.矿化以铜为主矿,呈脉状产出,围绕古火山口呈环状、放射状分布,赋矿岩石为辉绿玢岩.

矿区外围还产有与海西期花岗岩有关的大石头泉铜矿点、与海西期闪长岩有关的梧桐沟金矿点、青石峡金矿点,以及鹰膀山-下泉构造蚀变岩型铜金矿

点.小石头泉矿区范围与矿化分带规模甚大,或许可与内蒙古甲乌拉-查干特大型银铅锌铜矿田相媲美^[28],需对其火山机构和矿田构造进行深入研究.该矿具有大型矿成矿潜力,其外围也有很大的找矿潜力.

3.7 头苏泉铜镍金成矿远景区

位于新疆、甘肃和蒙古国交界处,距哈密市 200 km.地貌为戈壁、丘陵低山区,海拔 500~1 200 m,相对高差 50~100 m.以往工作只涉及该区南西的部分地区,区内主体部分工作程度较低.

该区属土屋-黄山-镜儿泉铜镍金多金属成矿带东段,具复杂的构造-岩浆岩体系,多期次多类型岩浆活动发育,多方向不同规模的断裂系统及广泛发育的火山-沉积建造等构成有利的成矿环境,已发现的矿床(点)、化探异常和矿化信息等均反映该区有较好的找矿前景.因本区处于 3 大构造单元的交汇部位,受 EW 向黄山-镜儿泉大断裂(康古尔深大断裂的东延部分)、NE 向梧桐窝子-头苏泉大断裂及中蒙边界 NW 向大断裂的控制,形成了 EW 向、NE 向、NW 向构造相互交错叠加的复杂构造三角区,地层总体呈 EW-NEE 向的复式褶皱构造,各大断裂旁侧均发育有复杂的次级断裂系统,岩浆活动频繁,具备与土屋等铜(钼)矿床、黄山等铜(镍)矿床、塔林金矿床等已知矿床类似的成矿地质条件.侵入岩均为海西中晚期的产物,从超基性-酸性岩均有出露,单个岩体面积数千平方米至数百平方米,亦有出露范围很小的中酸性斑岩脉.岩体的分布受断裂控制,基性-超基性杂岩主要受黄山-镜儿泉大断裂和梧桐窝子-头苏泉大断裂的控制.1:5 万化探扫面 3 000 余 km²,获综合异常 20 余处.其中 1999 年化探扫面区共圈出单元异常 746 个,综合异常 9 个,异常规模大,浓集中心明显,且多有矿化显示.分布于 1 号综合异常东部的头苏泉铜矿化蚀变带长 8~9 km,宽 30~150 m,最宽处可达 300 m,伴有硅化和强绿帘石化、碳酸盐化;Cu 含量 0.48%~1.52%,是寻找铜(镍)矿床的有利地段.笔者和 704 队在中蒙边界新发现断续长 900 m,宽 20~50 m 的含金硅化破碎带,经采样分析,Au 含量为 0.1×10^{-6} ~ 0.3×10^{-6} ,该带规模大、构造及岩石建造较为有利,具较好的找矿前景.蒙古国境内控制塔林金矿带的 NE 向剪切构造带和火山-沉积建造^[29]均延入本区,推测东部有发现类似塔林金矿的可能.该区成矿地质条件优越,邻区找矿已获重大突破,已发现较多矿床(点)及化探异常,具备形成大型(铜、镍、金)矿床的有利条件.

3.8 康古尔塔格元宝山成矿远景区

东天山地区已有的一些重要的韧性剪切带型金

矿都与次级构造类型密切相关。帚状张剪性域、压影域、走向波状变化域、与强变形带高角度相交的脆性破裂域等 4 种次级构造类型在东天山地区都与金矿的产出密切相关^[22,30]。宏观上韧性剪切带控制金矿成矿带,次级构造控制矿床的具体产出部位。通过分析东天山地区康古尔塔格韧性剪切带的宏观分布特征及次级构造分布特点,结合中比例尺(1:25 万)遥感解译,于海峰等提出康古尔塔格韧性剪切带中可能成矿的元宝山、企鹅山、赤湖西 3 个地区中以元宝山地区构造、化探异常和金矿化发育最好。

3.9 双峰山金成矿远景区

该区分布于基底岩系内,位于区域性早期褶皱转折端附近,韧性剪切带发育在北部的海西期花岗岩体和南部的卡瓦布拉克群碳酸盐岩接触带上,化探扫面图(1:20 万)上有明显的 Au 异常。分析结果证明含硫化物的石英脉含金量在 $0.17 \times 10^{-6} \sim 0.3 \times 10^{-6}$ 。此外,该区的西北部已发现含 Au 达 8.5×10^{-6} 的矿化脉体,说明本区段是找寻金矿的极有利的远景区。

3.10 卡瓦布拉克大洼地铅锌铁铜成矿远景区

卡瓦布拉克韧性剪切带是东天山地区另一条大型韧性剪切带,带内岩石类型多样,至少经历了两期韧性剪切作用,长达 500 km 以上,总体呈向南突出的弧形。按照规模和变形复杂程度可以分为 3 段,其中以中段(卧龙岗东—玉西)变形最强,由 2~4 条强变形带及其所夹的弱变形岩块组成^[30]。大洼地铅锌铁铜矿化区位于帕尔岗塔格断裂和阿其克库都克断裂的交汇部位,在绿色砂(板)岩同片理化大理岩的接触带上,在假彩色遥感图像上明显为一大型压力影的尾部附近,这对成矿十分有利。1:50 万的化探扫面有明显的 Au 异常,地表盐碱化强烈,在大洼地东部 60 km 附近外发现长达 1 km、宽约 100 m 的铁帽带,铁帽带中残留有许多水铁矿金属结核。探槽揭露工程达 2 m 仍未见到基岩,说明铁帽带的厚度较大。应继续查明铁矿化的规模及工业品位,找出使金贫化的因素。

感谢李继亮、马天林、朱宝清、冯益民、刘伟研究员、肖文交、郝杰、张连昌、阎臻博士的讨论和切磋。野外调查得到新疆各有关地质队和矿业公司同行的支持和帮助,并承蒙审稿人提出了宝贵意见,谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] 秦克章,孙枢,李继亮,等.北疆古生代矿床组合的六大构造阶段划分及其意义[J].矿床地质,2002,21(增刊):203-206.
- [2] 姜福芝,秦克章,方同辉,等.东天山铁矿床类型、地质特征、成矿规律与找矿方向[J].新疆地质,2002,20(4):379-383.
- [3] 秦克章,方同辉,王书来,等.新疆吐哈盆地南缘古生代“天窗”——卡拉塔格铜金蚀变矿化区的发现及其成矿潜力[J].中国地质,2001,(2):16-23.
- [4] 秦克章,方同辉,王书来,等.东天山古生代板块构造分区、演化与成矿地质背景研究[J].新疆地质,2002,20(4):302-308.
- [5] 王旭东.铜山铜多金属矿床火山成矿作用浅析[J].矿产与地质,1994,8(5):383-387.
- [6] 方同辉,秦克章,王书来,等.新疆东部小石头泉铜多金属矿床地质特征及找矿前景[J].新疆地质,2002,20(4):371-374.
- [7] 方同辉,秦克章,王书来,等.浅析卡拉塔格铜金成矿地质背景[J].矿床地质,2002,21(增刊):380-384.
- [8] Qin Ke-zhang, Ishihara Shunso. On the possibility of porphyry copper mineralization in Japanese Islands[J]. *International Geology Review*, 1998, 40(6):539-551.
- [9] Qin Ke-zhang, Sun Shu, Li Ji-liang, et al. Paleozoic epithermal Au and porphyry Cu Deposits in North Xinjiang, China: Epochs, Features, Tectonic Linkage and Exploration Significance[J]. *Resource Geology*, 2002, 52(4): 291-300.
- [10] 秦克章,孙枢,陈海泓,等.新疆北部金属矿床时空分布格局——古生代多岛海型碰撞造山带的标志[A].中国碰撞造山带研究[C].北京:海洋出版社,1999,183-196.
- [11] 王之田,秦克章,张守林.大型铜矿地质与找矿[M].北京:冶金工业出版社,1994,1-162.
- [12] 秦克章,王京彬,张进红,等.阿尔泰山南缘可可塔勒式大型铅锌矿床的成矿条件分析[J].有色金属矿产与勘查,1998,7(2):65-74.
- [13] 王书来,秦克章,方同辉,等.新疆东部金矿床的类型、成矿特点及找矿方向[J].新疆地质,2002,20(4):375-378.
- [14] 李华芹,谢才富,常海亮,等.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.
- [15] Zhang Lian-chang, Liu Tie-bing, Shen Yuan-chao, et al. Isotopic geochronology of the Late Paleozoic Kanggur Gold Deposit of East Tianshan Mountains, Xinjiang, NW China[J]. *Resource Geology*, 2002, 52(3):263-272.
- [16] 姬金生,陶洪祥,曾章仁,等.东天山康古尔塔格金矿带地质与成矿[M].北京:地质出版社,1994,1-204.
- [17] 杨兴科,姬金生,罗桂昌.东天山康古尔塔格金矿带构造与成矿规律[J].地质找矿论丛,1997,12(2):57-66.
- [18] 周济元,张斌,张朝文,等.东天山古大陆及其边缘银、钨、金和铜矿地质[M].北京:地质出版社,1996,1-191.
- [19] 马瑞士,舒良树,孙家齐.东天山构造演化与成矿[M].北京:地质出版社,1997,1-202.
- [20] 李锦铁,王克卓,李文铅,等.东天山晚古生代以来大地构造与矿产勘查[J].新疆地质,2002,(4):295-302.
- [21] 冯益民,朱宝清,杨军录,等.东天山大地构造单元划分及其地质特征[J].新疆地质,2002,(4):309-314.
- [22] 徐兴旺,蔡新平,马天林,等.新疆康古尔金矿床时空四维结构模型[J].矿床地质,1998,17(2):150-157.
- [23] 王福同,冯京,胡建卫,等.新疆土屋大型斑岩铜矿床特征及发现意义[J].中国地质,2001,(1):36-39.
- [24] 芮宗瑶,王龙生,王义天,等.东天山土屋和延东斑岩铜矿床时代讨论[J].矿床地质,2002,21(1):16-22.
- [25] 陈文明,周秀仲,刘国忠,等.新疆小热泉子铜(锌)矿床的地质特征及成因探讨[J].矿床地质,2002,21(4):331-340.
- [26] 毛景文,杨建民,韩春明,等.东天山铜多金属矿床成矿系统和成矿地球动力学模型[J].地球科学,2002,27(4):413-424.
- [27] 徐新煌,温春齐,茅燕石,等.新疆小热泉子铜矿床矿石类型及成因意义[J].矿床地质,1998,17(增刊):679-682.
- [28] 孟昭君,秦克章,内蒙甲-查银多金属矿田地质特征、成矿中心与隐伏矿体预测[J].有色金属矿产与勘查,1997,6(1):24-30.
- [29] 聂凤军,江思宏.中蒙边境塔林大型金矿化带发现对我们的启示[J].内蒙古地质,2000,2:20-23.
- [30] 于海峰,修群业,李铨.新疆卡瓦布拉克大型剪切带及成矿有利地段[J].新疆地质,2002,20(4):364-366.

TYPES OF MAJOR ORE DEPOSITS, DIVISION OF METALLOGENIC BELTS IN EASTERN TIANSHAN, AND DISCRIMINATION OF POTENTIAL PROSPECTS OF CU, AU, NI MINERALIZATION

Ke-zhang QIN¹, Xiao-ming PENG², Jin-zhu SAN², Xing-wang XU¹, Tong-hui FANG³, Shu-lai WANG³, Hai-feng YU⁴

(1. Institute of Geology and Geophysics, CAS, Beijing, 100029, China; 2. No. 704 Brigade of Xinjiang Geoexploration Bureau for Non-ferrous Metals, Hami, 839000, China; 3. Beijing Institute of Geology for Mineral Resources, Beijing, 100012, China;

4. Tianjin Institute of Geology & Mineral Resources, Tianjin, 300170, China)

Abstract: Eastern Tianshan is one of the most important Cu-Ni-Au-Fe metallogenic provinces in China. Focusing on the major tectonic geology and exploration problems, we compiled the latest metallogenic map in 1:1,000,000 scale of Eastern Tianshan Mountains. The paper summarized the major types of Cu, Ni, Au and Fe deposits in Eastern Tianshan. The major copper mineralization types include porphyry type, skarn type, VHMS type and magmatic vein type. The major gold mineralization types include LS- and HS-epithermal type, orogenic type and quartz-vein type. The major iron mineralization type consists of VHMS type, metamorphosed VHMS type, metamorphosed sedimentary type and magmatic V-Ti-Fe type. Twelve metallogenic belts were divided out from north to south which correspond to six tectonic units as Danahu-Tousuquan accretionary arc (S-C₁), Xiaorequanzi-Wutongwozi intra-arc basin (C₁), Kanggur-Huangshan ductile shear zone ((C₃-P₁)), Kushui-Ganden transitional belt along back-arc basin, Aqishan-Yamansu back-arc basin (C₁) and Middle-Tianshan old massif respectively. At last 10 optimum prospects and exploration directions were further suggested. One of the most optimum target, Kalatage occurrence has been proved to be a Cu-Au deposit with large-scale potential.

Key words: Types; metallogenic environments; ore belt division; exploration target; prospect direction; eastern Tianshan

菲律宾矿业

菲律宾矿产资源种类繁多,主要有金、铜、镍、铝、铬、钴等。20世纪30年代到80年代初期,菲律宾是世界上五大黄金生产国之一,50年代到80年代初期,菲律宾是世界上十大铜、铬和镍生产国之一。矿业曾经占菲律宾国民生产总值的10%,占出口贸易总量的25%。

菲律宾矿业基本情况

菲律宾铜矿资源丰富,据资料报道,该国每平方公里含铜134 t,列世界第四位。菲律宾铜矿开采始于14世纪。二次世界大战后,大规模开采低位斑岩铜矿的新技术,为菲律宾铜工业提供了一个新的发展机会。20世纪50年代ATLAS的TOLEDO铜矿、SIPALY铜矿和STO、TOMAS铜矿相继投入生产。1980年是菲律宾铜工业发展的高峰时期,当年共产铜精矿 100×10^4 t,是世界第五大生产国。同时,地质勘探工作也取得辉煌的进展,至少发现了48个铜床和大量的远景点。

此外,菲律宾的镍钴和铝土资源也非常丰富。菲律宾是世界上第十二大镍矿生产国。NONOC镍矿是20世纪60年代世界上最大的镍矿之一。此外,在PALAWAN地区也发现了丰富的镍钴资源,已经开采和即将投入开采的矿区有好几处。铝土矿的资源主要集中在SAMAR地区。70年代地质勘探工作非常活跃,曾有外国公司已经制定开发计划,后因当时的马科斯政府宣布菲律宾政府要开发该地区铝土矿资源而没有实现,停滞至今。80年代中期开始,由于政治上的不稳定,以及铜价的低迷、资金短缺等,使得菲律宾的矿业进入了低发展时期,到1990年跌入低谷。

经历了80年代中期到90年代初期矿业发展的低谷时期后,菲律宾政府认识到矿业是完全不同于其他工业的一个行业,除了对宏观经济作出贡献外,最重要的是矿业能保证出口创汇、增加政府收入和就业、促进国民经济发展。1995年新的矿业法鼓励外国公司通过资金和技术合作协议,参与资源勘探和矿物加工处理。矿业法颁布以来,菲律宾的矿业开发有所恢复,地质勘探也有新的发现。例如,HIPOBAAN(铜金属储量 180.6×10^4 t)、KINGKING(铜金属储量 455.4×10^4 t)、MARICALUM(铜金属储量 200×10^4 t)和TAMPAKAN(铜金属储量 1875×10^4 t)等一些铜矿床被发现。

去年初,阿罗约政府执政以来,对矿业开发寄予很大的希望,也希望矿业开发能够带动棉兰老岛的经济的发展,从而稳定棉兰老岛的政治局面。同时,为发展菲律宾矿业,鼓励外国公司参与,有关人士提出希望能进一步修改矿业法。

菲律宾矿业管理

政府管理 菲律宾法律规定矿山资源归国家所有,作为主管部门的环境和资源部,负责管理、开发和利用矿产资源,以及发布相应的法规。环境资源部部长可以代表政府签署矿山开采合同。环境资源部下属的矿山和地质科学局,直接负责矿区和矿产资源的管理、配置,进行地质采矿的研究,以及矿山的地质勘探等,同时还负责监督承包商合同执行情况。矿山和地质科学局还设有地区办公室,负责授权事项的处理。

项目类型 在菲律宾进行矿山勘探和开采的许可、协议和合同主要有四种类型:勘探许可、矿产合同、融资或技术援助合同以及矿产加工许可等。勘探许可允许本国或国外有资质的公司在规定时间内进行矿产勘探活动,但是并不附带采矿的权力。如果被许可者经过勘探成功地发现了矿藏,有权申请将许可升级为矿产合同和融资或技术援助协议,以进入下一步的实际开采。矿产合同分为三种,矿产品享有协议,该协议允许承包商享有勘探、开发和开采的专有权;合作生产协议;合资协议。目前政府只向承包商提供矿产品享有协议。通常,政府与资质合格的当地承包商签订矿产合同,合同期限不能超过25年,可以续延,但延期不得超过25年。融资或技术援助合同允许外资占100%股份的公司进行大规模勘探、开发和利用矿产资源。合同的条款以及政府股份可以协商。矿产加工许可为期5年,可以延期但不能超过25年。矿产加工许可允许当地以及外资占100%股份的公司建立和运营加工厂。

环境保护 菲律宾的法律要求承包商在矿业合同或许可期间,遵守环境保护,并制定环保计划。在承包商或被准许人提交矿业合同或许可申请文件时,应包括环境保护准证及环保计划。承包商被要求拿出相当于整个项目10%的资金用于与保护环境有关的费用。

罗小宾