

# 新疆斑岩型铜矿成矿规律及找矿方向

冯京<sup>1,2</sup>,徐仕琪<sup>3</sup>,赵青<sup>4</sup>,兰险<sup>2</sup>

(1.中国地质大学地球科学与资源学院,北京 100083;2.新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局,新疆 乌鲁木齐 830000;  
3.新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第一区域地质调查大队,新疆 乌鲁木齐 830000;  
4.新疆国土资源咨询研究中心,新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:**斑岩铜矿是世界上重要铜矿工业类型之一。斑岩铜矿主要形成于聚合板块的活动大陆一侧,一般为典型的边缘构造岩浆活动带的陆缘弧和岛弧环境,裂谷环境也有斑岩铜矿产出。在对斑岩铜矿一般特征介绍基础上,分析了新疆斑岩铜矿产出地质构造背景条件,初步总结了斑岩铜矿床(点)的时空分布规律。认为新疆目前发现的斑岩型铜矿床(点),大多属海西期构造-岩浆活动产物。晚泥盆世—石炭纪卡拉先格尔-琼河坝岛弧带和达拉布特、博罗霍洛、伊什基里克-阿吾拉勒铜矿带,是寻找海西期斑岩铜矿的首选地区,工作程度相对较低的那拉提和大同铜矿带,是寻找加里东期大型斑岩铜矿的有利地区。位于华南板块北部边缘岩浆弧带上的双羊达坂南和云雾岭铜矿带,是寻找燕山期大型斑岩铜矿值得重视的地区。

**关键词:**新疆;斑岩铜矿;成矿规律;找矿方向

斑岩铜矿是世界上重要铜矿工业类型之一,常以规模巨大、全岩均匀矿化、埋藏浅、品位较低、矿石成分简单、适于露采、选矿回收率高,伴有Mo、Au、Ag等可供综合利用有益元素为特点<sup>[1]</sup>。斑岩铜矿历来为众多学者和矿业界关注、研究的一个重要矿床类型。世界已知铜矿储量超过 $200 \times 10^8$  t的99个超大型以上规模铜矿中,有63个为斑岩型铜矿,储量占总储量的63.1%。目前,我国已发现4个超大型铜矿床,均为斑岩型铜矿床(德兴、玉龙、驱龙、土屋-延东)<sup>[2]</sup>,占全国铜矿总储量的53.6%。新疆地处中亚-蒙古斑岩铜矿成矿域腹地,西段有发育于哈萨克斯坦境内的科翁腊德(铜储量 $790 \times 10^8$  t)、阿克斗卡(铜储量 $588 \times 10^8$  t)<sup>[3]</sup>等超大型斑岩铜矿,东段有蒙古国近年发现的奥尤陶勒盖(铜资源量 $3\,428 \times 10^8$  t,金1 092 t)巨型斑岩铜矿<sup>[4-5]</sup>,新疆成矿地质构造环境与之类似,具有形成大型-超大型斑岩型铜矿的有利条件。近年,随着国家和自治区对地质勘查工作的投入增加,新疆斑岩铜矿找矿取得了重要进展,先后发现了土屋-延东、哈腊苏、包古图、莱历斯高尔、和尔赛、库勒萨依等一批具有大型以上远景规模的斑岩铜矿床,但很少有学者从全疆范围内进行总结,大多侧重于点上和局部区域的研究<sup>[6-12]</sup>,只有个别学者提出了对新疆斑岩铜矿成矿条件和远景的认识<sup>[13-14]</sup>。因此,有必要对全疆斑岩铜矿进行总结,研究其成矿特点,分析

区域成矿规律,指出进一步工作方向,为新疆斑岩铜矿找矿实现新突破提供借鉴和参考。

## 1 斑岩铜矿床的主要特征

### 1.1 斑岩铜矿时空分布

从世界已知斑岩铜矿分布情况看,大致分为环太平洋、特提斯-喜马拉雅、古亚洲3个全球性成矿域<sup>[15-17]</sup>。世界上三大斑岩成矿域均通过我国,其中古亚洲成矿域横贯新疆大部地区。新疆目前已发现的主要斑岩型铜矿床(点)有:土屋-延东铜矿、哈腊苏铜矿、包古图铜矿、北达巴特铜矿、莱历斯高尔铜矿、和尔赛铜矿、白山铜矿、库勒萨依铜矿等,成矿时代均为晚古生代海西期。

### 1.2 大地构造环境

斑岩铜矿产于板块汇聚边界,造山带控制了斑岩铜矿的分布。按大地构造环境分为活动大陆边缘、岛弧、大陆弧、陆-陆碰撞带、板内构造-岩浆活动化带等<sup>[14,18]</sup>。斑岩铜矿主要形成于聚合板块活动期的活动大陆边缘构造岩浆活动带中(安第斯斑岩铜矿带),其次形成于岛弧环境。我国东南省区一些中生代斑岩铜矿床,产于远离俯冲带的大陆板内古生代构造层中,属板内构造-岩浆活化带。大多数斑岩铜矿分布在与俯冲作用有关的钙碱性线状火山深成弧上,产于活动

项目资助:国家科技支撑计划(2006BAB07B01)项目资助

收稿日期:2009-08-13;修订日期:2009-12-07

第一作者简介:冯京(1962-),男,陕西泾阳人,教授级高级工程师,中国地质大学(北京)在读博士研究生,从事地质矿产勘查、科研和技术管理工作

板块俯冲带中的深大断裂带附近,受区域性深大断裂控制,与广泛发育的钙碱性系列中酸性-深成岩浆作用有关。汇聚板块边缘的造山作用对斑岩铜矿的形成十分有利,但并非所有斑岩铜矿都产于造山过程,有些斑岩铜矿可能与大陆裂谷作用有关,如中条山铜矿峪<sup>[2,5]</sup>。

### 1.3 斑岩铜矿床主要特征

大多数斑岩铜矿产于火山岛弧岩浆岩中,多数岩体属钙-碱性和高钾钙-碱性系列,少数属碱性系列<sup>[3,5]</sup>。控矿岩体主要为石英二长岩和花岗闪长岩类,少数为偏碱性花岗岩类。岩体多呈岩株、岩钟、岩枝、岩脉产出,出露面积多小于 1 km<sup>2</sup>,最上部常见同时代层状安山岩和英安岩,含矿斑岩就位深度限于地下 0.5~4 km<sup>[15]</sup>。斑岩铜矿成矿作用多与 I 型花岗岩有关,岩体锶同位素初始值为 0.703~0.706,绝大多数小于 0.708。岛弧环境中的斑岩铜矿床,常含较高的金或铂族元素<sup>[19]</sup>,含矿斑岩硫同位素值接近陨石硫,变化范围极窄(-0.5‰~5.5‰),铅同位素比值较小。部分学者认为,斑岩铜矿床中 1/3 左右的铜是在热液蚀变过程中,从辉绿岩或石英二长岩岩基中淋滤出来的<sup>[20]</sup>。含矿斑岩的稀土元素总量多数较高,轻稀土富集,铈异常不明显,富大离子亲石元素,具特征性很强的磁铁矿、磷灰石、榍石、金红石和锆石等副矿物组合,磁铁矿和其他暗色矿物为铜的重要载体。斑岩型铜矿体主要赋存于斑岩体内,或分布于斑岩体与围岩接触带中,少数产于近岩体围岩中。矿石构造主要为浸染状、细脉浸染状,少量为细脉状、网脉状,有用矿物为黄铜矿、斑铜矿,品位 0.2%~1.0%,发育次生富集带时品位可达 10%。在多旋回、多次侵入成矿条件下,铜矿化与次火山岩型铜矿化叠加,形成品位较富、规模大的铜矿床。成矿元素组合由下而上为:Mo(Sn,Bi,W)→Cu(Au,Ag)→Pb,Zn(Ag)→Co,Ni,Mn,具明显热液蚀变分带特征,由斑岩体中心向外、向上依次发育钾化带、绢英岩化带和青磐岩化带。绢英岩化带顶部常发育泥化带,其内常发育强烈的黄铁矿化。青磐岩化带内常见脉状铅锌矿化,矿化发生于钾化带与绢英岩化带过渡部位<sup>[1]</sup>。围岩具透水性差、封闭好特点。斑岩体、矿体及围岩中微裂隙发育,可达 300 条/m,发育程度与矿床规模成正比。成矿斑岩体顶部或附近常发育含铜角砾岩筒,为成矿有利部位<sup>[18]</sup>。地表常出现 Mo,W,Bi,Cu,Pb,Zn,Au,Ag,As,Sb 等元素地球化学异常,具明显水平分带。岩体接触带为 Mo,Cu,As,Bi 组合异常;外接触带为 Cu,Ag,Au,W,As,Sb 组合异常;远端为 Pb,Zn,Ag,As,Sb,Bi 组合异常。激电异常明显,极化率 3%~8%(土屋-

延东 3%~8%,哈腊苏 3%~6.5%,包古图 5%~7%),视电阻率为 100~1 500 Ωm,含矿斑岩体多位于激电异常梯度变化带上。

## 2 斑岩铜矿成矿规律

### 2.1 地质构造演化

新疆位于横贯亚洲的乌拉尔-蒙古-鄂霍茨克巨型古生代造山带中段,主体属古亚洲构造域,南缘属特提斯构造域。区内由若干近 EW 向造山带和夹于其间的菱形前寒武纪地块组成镶嵌结构,整体具巨型眼球状构造或流状构造特征<sup>[2]</sup>。斑岩铜矿主要形成于天山、阿尔泰等中亚造山带中,次为昆仑造山带。造山带具多块体镶嵌、多缝合带连接的大地构造格局,由多条弧-陆、弧-弧俯冲、碰撞带拼贴形成。地史演化早期,随着地壳热流值下降,地壳塑性程度发生改变,塔里木出现原始壳幔岩。太古宇末受五台运动和高热流作用影响,出现塔里木古陆最原始的硅铝质地壳——陆核。古元古代,围绕太古宇陆核或陆核间出现广阔的浅海。古元古代末的吕梁运动形成塔里木原始古陆。中新元古代,在原始古陆边缘出现宽广的陆缘海盆,接受稳定型陆缘碎屑岩-碳酸盐岩沉积,同时出现比古元古代更为活动的构造环境——边缘裂谷和裂陷槽。从震旦纪开始,由各大陆碰撞拼合而成的诺丁尼亚超级大陆开始解体,形成塔里木、华北、柴达木、华南等板块,新疆进入显生宙多岛洋盆的板块构造活跃期。

塔里木古陆南北的亚洲古洋和昆仑古洋均从震旦纪开始拉张,奥陶纪中期达到顶峰,奥陶纪末或志留纪末开始消减、封闭。随着洋盆消减和碰撞,出现了大量岛弧型花岗岩类和被海西期构造破坏的加里东火山岛弧及蛇绿岩带,伴随发育的中酸性浅成斑岩体内发育铜矿化(西昆仑古生代岩浆岩带)。加里东期关闭了震旦纪开裂的洋壳,新疆大陆主体基本形成。晚古生代,新疆北部出现早、中、晚 3 期地壳拉伸,地壳活动性逐渐减弱,进入洋盆衰没阶段;南部进入古特提斯洋演化阶段。北部的斋桑、达拉布特-卡拉麦里、依连哈比尔尕、康古尔、哈尔克南缘等再度拉开形成有限洋盆,而博格达、伊宁、北山则出现石炭、二叠纪裂谷系。准噶尔板块,这些有限洋盆于早泥盆世形成,中泥盆世末关闭,局部地区闭合时间可延续到早石炭世。北天山和南天山洋盆主要开启于早石炭世,晚石炭世初闭合。海西早中期的板块活动,导致岛弧型花岗岩类的广泛出现和众多蛇绿岩构造侵位,形成

晚古生代塔尔巴哈台-阿尔曼太、博罗科努、阿吾拉勒、觉罗塔格等主要中酸性斑岩带,为斑岩铜矿的形成创造了良好的岩浆、构造条件。目前,发现的斑岩型矿床(点)基本上都为这一时期形成的。早二叠世期间,新疆陆壳局部再现火山裂谷,发育大量碱性玄武岩及非造山型正长岩-碱性岩和花岗岩侵入,如北山、巩乃斯、吉木乃、三塘湖、巴楚等上叠裂谷。晚二叠世,各造山带因强烈剥蚀,在山间盆地和山麓堆积了大量磨拉石。南部地区,除西昆仑北坡乌依塔什-他龙、苏巴什、木孜塔格等地和鲸鱼湖西一带分别出现早石炭世洋盆、二叠纪短暂洋盆,发育蛇绿岩和复理石建造外,其它地区多属古特提斯浅海陆源碎屑岩-碳酸盐岩稳定型沉积。三叠纪中期羌塘地块与北方大陆拼合,古特提斯洋闭合,新疆古大陆拼合历史结束。晚石炭—早二叠世西伯利亚板块与塔里木-华北板块全面碰撞,形成亚洲北大陆。中生代为填平补齐时期,阿尔泰、天山、昆仑三大山系遭受强烈剥蚀。印支、燕山和喜马拉雅期构造运动,对新疆构造格局影响不大,木孜塔格一带出现中生代高侵位中酸性斑岩体。

## 2.2 时空分布特征

新疆及邻区斑岩铜矿床(点)的产出可概括为,分布广泛、类型繁多、成矿时代相对集中和容矿围岩岩性复杂等几大特点。斑岩型铜矿床(点)在不同类型的容矿围岩中均有产出,多数矿床(点)与海西期花岗岩类有紧密的空间分布关系,表明海西期构造-岩浆活动与铜成矿作用有成因联系。据铜矿床与火成岩空间分布,可将新疆及邻区斑岩铜矿床划分为:加里东期经典型、海西期经典型和火山岩型、燕山期深成岩型和火山岩型 3 种铜矿床类型<sup>[2,4]</sup>。目前,在新疆尚未发现加里东期铜矿床,在邻区中蒙边界附近有分布。燕山期铜矿在塔里木盆地西南缘见零星矿点分布,发现的斑岩型铜矿床(点)大多是海西期构造-岩浆活动产物。从发现的斑岩铜矿床(点)空间分布看,主要分布于准噶尔微板块东侧(哈腊苏铜矿、卡拉先格尔铜矿、索尔库都克铜钼矿、和尔赛铜矿等)、西侧(包古图铜矿、洪古楞勒铜矿、吐克吐克铜矿)和南缘(土屋-延东铜钼矿、灵龙铜矿、赤湖铜钼矿、白山钼矿、三岔口铜矿等),其次分布于伊犁微板块北部(北达巴特铜钼矿、莱历斯高尔铜钼矿、肯登高尔铜矿、喇嘛苏铜矿)、中部(库勒萨依钼矿、群吉铜矿、塔尔德套铜矿、甫太巴依乔克铜钼矿、玉希莫洛盖铜矿、松树沟铜矿)和南部(阿尔得落威君铜矿)。塔里木板块南缘分布有大同、双羊达坂、云雾岭等斑岩铜矿点。斑岩铜矿床(点)产出大地构造环境主要是板块、陆块边

缘造山带,其次是岛弧环境,少数为裂谷环境。笔者对新疆 40 个斑岩铜矿床(点)统计结果表明,与海西期花岗岩类有关的矿床点有 38 个,占总数的 95%,与燕山期侵入岩有关的有 2 个,占总数的 5%(表 1)。由此可知,晚古生代是斑岩铜矿床(点)形成高峰期,古板块早期碰撞和晚期深大断裂活化诱发的岩浆活动也可在特定构造部位形成部分铜矿床(点)。

## 2.3 代表性斑岩铜矿床特征

**土屋-延东铜(钼)矿田** 主要由土屋、土屋东、延东、延西、灵龙和赤湖铜(钼)矿床及铜矿点构成,矿田处于哈萨克斯坦-准噶尔板块南缘康古尔塔格和大草滩断裂所夹持的晚古生代岛弧带内。矿区出露地层主要为石炭系企鹅山群砂岩、灰岩、玄武岩、安山岩、粗安岩、英安岩、流纹岩、角砾熔岩和凝灰岩,侵入岩为闪长玢岩和斜长花岗斑岩,锆石 SHRIMP 法年龄为  $334.6\sim 320\text{ Ma}^{[21]}$ 。土屋-延东矿区内主要发育近 EW、NE 和 NW 向 3 组断裂,近 EW 向断裂和 NE 向断裂交汇部位对含矿斑岩体具明显控制作用。透镜状和条带状铜(钼)矿体多产于闪长玢岩和斜长花岗斑岩中。土屋铜矿床中,以闪长玢岩为容矿围岩的矿石量约占探明矿石量的 80%,以斜长花岗斑岩为容矿围岩的矿石量占 17%,以火山-沉积岩为容矿围岩的矿石量占 3%;土屋东铜矿床的容矿围岩为闪长玢岩;延东铜矿床的容矿围岩为斜长花岗斑岩。单个矿体长  $350\sim 4\,000\text{ m}$ ,平均厚  $41.76\sim 96.02\text{ m}$ ,倾斜延深  $340\sim 500\text{ m}$ 。矿体具“上宽下窄”和“上陡下缓”特点。近矿围岩蚀变强度高、类型较全、分带较清晰。从矿体中心向外依次可划分为:硅化带、黑云母化带、石英-绢云母化带、泥化带和青磐岩化带,多数铜(钼)矿体出于黑云母化带与石英-绢云母化带接触(或叠加)部位。矿石按自然类型可分为氧化矿石、混合矿石、原生矿石,以原生矿石为主,氧化矿石和混合矿石少量。矿石结构为中细粒半自形-它形粒状结构;矿石构造主要为细脉浸染状、浸染状;矿石矿物以黄铜矿、黄铁矿为主,次有斑铜矿、辉钼矿、磁铁矿等;脉石矿物有斜长石、角闪石、石英、绢云母、绿泥石、黑云母、方解石等。矿石中铜含量  $0.33\%\sim 2\%$ ,平均  $0.68\%$ ,钼含量  $0.015\%\sim 0.23\%$ ,平均  $0.031\%$ ,金含量  $0.11\times 10^{-6}\sim 0.46\times 10^{-6}$ ,平均  $0.16\times 10^{-6}$ <sup>[8]</sup>。土屋铜矿床绢云母 K-Ar 年龄、石英  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄和辉钼矿 Re-Os 年龄分别为  $341\text{ Ma}$ ,  $347\text{ Ma}$  和  $(323\pm 2)\text{ Ma}^{[8]}$ ,推断土屋铜(钼)矿床为海西期构造-岩浆活动产物。

**哈腊苏铜矿田** 主要由哈腊苏、玉勒肯哈腊苏、卡拉先格尔铜(钼)矿床及铜矿点构成,为继土屋铜矿

后,近年在东准地区找到的最有前景的铜(钼)矿田。该矿田地处于西伯利亚板块阿尔泰山南缘晚古生代早期岛弧环境,出露地层主要是中泥盆统北塔山组凝灰岩、凝灰质砂岩、粉砂岩、火山角砾岩、玄武岩、玄武安山岩等。侵入岩有海西中期花岗闪长斑岩、花岗斑岩和石英闪长斑岩,岩体 Rb-Sr 等时线年龄为  $(332.8 \pm 8.5) \text{ Ma}^{[9]}$ , 锆石 SHRIMP 法年龄为  $(9380.8 \pm 5.7) \text{ Ma}^{[8]}$ 。矿区位于青格里河-布尔根复背斜轴部北西端,断裂构造发育,新构造活动强烈,北西部常见老断裂复活痕迹。断裂构造主要有 NW、NE 和近 NS 向 3 组, NW 向和近 NS 向断裂与浅成岩体、铜矿化展布关系密切,交汇部位是最重要的导矿与控矿构造。铜(金、钼)矿化呈星散浸染状、细脉浸染状、脉状、网脉状,主要产于花岗闪长斑岩和石英闪长斑岩中,少数分布于斑岩体底板的玄武岩中。矿石构造为不规则脉状、分枝脉状,矿体长 900 m,单层厚 7~102 m,延深 135~550 m。矿石矿物主要为黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿,次为斑铜矿、辉钼矿、钛磁铁矿、白钛矿;脉石矿物主要有长石、石英、黑云母、绢云母、绿泥石、方解石、绿帘石等。矿石中铜含量 0.2%~0.6%,平均 0.35%;金含量  $0.17 \times 10^{-6} \sim 0.83 \times 10^{-6}$ ,平均  $0.30 \times 10^{-6}$ 。从斑岩体向两侧玄武岩依次带状出现钾长石化带、强黑云母化带、弱黑云母化带、青磐岩化带。铜矿锆石 SHRIMP U-Pb 法年龄、辉钼矿 Re-Os 年龄、钾长石  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  年龄分别为:  $(9375.2 \pm 8.7) \text{ Ma}$ 、 $(217.9 \pm 4.2) \text{ Ma}$ 、 $(376.9 \pm 2.2) \text{ Ma}$ 、 $(230.8 \pm 1.9) \text{ Ma}^{[15]}$ 。由此推断,哈腊苏铜矿为中泥盆世晚期构造-岩浆活动产物,矿区至少存在海西  $(375.2 \pm 8.7) \text{ Ma}$  期和印支期  $(217.9 \pm 4.2) \text{ Ma}$  两期成岩成矿事件。海西期形成的铜矿体品位低,印支期叠加成矿作用使该矿床进一步加富,多期矿化叠加部位是今后寻找富矿需特别注意地段。

**包古图铜矿** 位于准噶尔微板块达拉布特-卡拉麦里晚古生代残余洋盆内。矿区出露地层主要为下石炭统希贝库拉斯组、包古图组、太勒古拉组的一套巨厚半深海-大陆坡相火山-火山碎屑浊积建造,其上为出露面积较小的二叠系陆相碎屑岩建造。侵入岩呈岩基和岩株侵入于石炭纪地层中。花岗岩基有钾长花岗岩、斜长花岗岩、二长花岗岩、黑云母钾长花岗岩等,侵入年龄 276~327 Ma<sup>[22]</sup>。花岗闪长(斑)岩、石英闪长(斑)岩、石英二长斑岩、花岗斑岩等多呈岩株产出,石英二长斑岩、花岗闪长岩、花岗斑岩与铜矿体具空间分布关系,侵入年龄 330~320 Ma<sup>[23]</sup>。区域构造主要为 NE 向构造,由一系列 NE 向大断裂组成。矿区范围内 NS 向和 NE 向断裂发育,交汇部位常产有具工

业价值的铜矿体。铜矿化发育在斑岩体东、西两侧接触带部位,条带状和透镜状铜矿体均产于花岗闪长斑岩体内。东矿化南北长 800 m,东西宽 200 m,铜矿化体厚 3~13.8 m,铜品位 0.12%~0.46%。西矿化东西宽 150 m,南北长 160 m,铜矿体厚 3.4~8.5 m,铜最高品位 1.25%,平均 0.24%,金最高品位  $1.25 \times 10^{-6}$ ,平均  $0.25 \times 10^{-6}$ 。东矿化区施工的两个钻孔见厚大铜矿体,其中 ZK102 孔见矿累计视厚 410.32 m,铜品位 0.21%~0.35%,最高 0.74%;ZK101 孔见矿累计视厚 278.85 m,铜品位 0.22%~0.33%,最高 0.79%。近矿围岩蚀变以强度较大、类型全和分带明显为特征。从矿体中心向外依次为:钾化带(以钾长石和黑云母为主)、石英-绢云母化带、青磐岩化带和柱沸石-碳酸盐化带,呈环带状分布,硅化和黑云母化与铜矿化关系密切。铜矿石矿物组合为黄铁矿、黄铜矿、毒砂、磁黄铁矿、闪锌矿、辉钼矿、斑铜矿、辉铜矿、自然铜、赤铜矿、蓝辉铜矿及微量碲-铋类矿物等<sup>[12,22]</sup>;脉石矿物有石英、绢云母、黑云母、钾长石、金红石和电气石。矿石中铜含量 0.1%~0.5%,平均 0.28%;金为  $0.1 \times 10^{-6} \sim 0.2 \times 10^{-6}$ ,平均  $0.25 \times 10^{-6}$ ;银含量  $2.56 \times 10^{-6}$ 。采自含矿石英脉中辉钼矿的 Re-Os 模式年龄为 310 Ma<sup>[22]</sup>。据包古图铜矿容矿围岩、侵入杂岩体与矿体分布关系,结合流体包体和硫同位素数据,部分学者认为,包古图铜矿的成矿作用与海西早期构造-岩浆活动有关,成矿物质来自幔源岩浆流体,属火山岩型斑岩铜矿。该矿经历了两期含矿热液作用,早期为斑岩矿化,形成 Cu-Mo-Au 矿化组合,是主矿化期;晚期叠加了 Cu-Au-Ag-Te-Bi 矿化,矿化规模虽不大,但对矿石起重要的加富作用,提高了矿床经济价值。

**莱历斯高尔铜钼矿** 地处哈萨克斯坦-准噶尔板块伊犁-伊塞克湖微板块北缘博罗科努古生代复合岛弧带内,出露地层主要为上志留统博罗霍洛山组滨-浅海相类复理式建造。主要岩性为钙质、泥质粉砂岩和细粒泥质、钙质长石岩屑砂岩夹含钙、含粉砂泥岩、含泥粉砂质灰岩。岩浆作用强烈(包括加里东和海西期),形成火山岩和侵入岩。矿区内侵入岩主要为海西中期石英二长闪长岩、二长花岗斑岩、花岗闪长斑岩、斜长花岗斑岩,其中花岗闪长斑岩  $((362 \pm 12) \text{ Ma})$  与铜钼矿体具密切空间分布关系<sup>[24]</sup>。矿区内 NW 向、近 NS 向和 NE 向断裂较发育,其中 NW 向与近 NS 向断层交汇处常出现浅成斑岩体和具工业价值的铜钼多金属矿体。地表共圈定工业钼矿体 39 个,低品位矿体 34 个,矿体均产于花岗闪长斑岩及外接触带角岩化粉砂岩中。矿体呈脉状、透镜状、不规则状,长

22~194.5 m,厚1.55~66.7 m,斜深大于200 m.受多期次热液活动影响,近矿围岩蚀变以强度大、类型复杂和面积较大为特点,自矿体中心向外依次发育:硅化-钾长石化带、硅化-绢云母化-黄铁矿化-黑云母化带和青磐岩化带,其中硅化、黑云母化与铜钼矿化空间关系密切.矿石矿物主要为辉钼矿、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿,次为闪锌矿、斑铜矿、方铅矿等;脉石矿物有石英、斜长石、绢云母、黑云母、钾长石等.矿石中铜含量为0.1%~0.2%;钼含量0.062%~0.32%,平均0.065%.矿石伴生钨、铅、锌、硒和铼等.采自含辉钼矿石英脉的5件辉钼矿样 Re-Os 模式年龄为 $(359.2 \pm 7.8)$  Ma,4个石英矿物 Rb-Sr 等时线年龄为 $(9\,341 \pm 9)$  Ma<sup>[24]</sup>.据容矿围岩、侵入杂岩体与矿体空间关系,结合同位素年代学数据,笔者认为该矿是晚泥盆—早石炭世构造-岩浆活动产物.李华芹等在对该矿的年龄样品测试时,有一个分析点年龄为 $(275 \pm 14)$  Ma<sup>[24]</sup>,该时间与早期主矿化期斑岩矿化时间不一致,表明莱历斯高尔铜钼矿至少经历了两期含矿热液作用.除晚泥盆—早石炭世的铜钼主矿化期外,可能还存在有早二叠世含矿热液的叠加,这一期矿化规模不大,但对矿化富集起到了重要作用.

#### 2.4 主要斑岩铜矿带特征

**扎尔玛-萨吾尔-南蒙斑岩铜矿带** 分布于中亚斋桑-额尔齐斯-南蒙古铜成矿带西部,形成于晚泥盆—早二叠世后造山期板块汇聚到逐渐转向伸展的过渡阶段.萨吾尔运动使北侧斋桑-额尔齐斯洋封闭,形成泥盆纪至早石炭世早期(黑山头组)岛弧型建造.早石炭世中—晚期的姜巴斯套组,富含钙质的浅-滨海相陆源碎屑沉积不整合于下伏地层及侵入中泥盆统的二长花岗岩之上,上石炭统为磨拉石及含煤建造,二叠系具碰撞后伸展阶段特点,发育陆相偏碱性火山岩.晚泥盆—早石炭世岛弧环境形成了哈腊苏、卡拉先格尔、索尔库都克、琼河坝等铜-钼组合的斑岩铜矿.哈腊苏铜矿位于斋桑-额尔齐斯构造缝合带与可可托海-二台构造带交汇部位,铜(金)矿化与海西中期花岗闪长斑岩、花岗斑岩和石英闪长斑岩有关,Rb-Sr 等时线年龄为 $(332.8 \pm 8.5)$  Ma,锆石 U-Pb 年龄为 $(9\,380.8 \pm 5.7)$  Ma<sup>[9]</sup>.位于阿尔曼太断裂北侧的索尔库都克铜钼矿产于泥盆纪汇聚阶段钙碱性火山岩中,成矿作用发生于早二叠世 $(284.3 \pm 3.9)$  Ma.矿区内发育有辉石闪长岩,深部见闪长岩,表明该矿可能为斑岩-矽卡岩型复合成因类型.在东准噶尔云英山-马家沟一带,石炭纪花岗闪长岩体中常见铜矿化,具很好的斑岩铜矿找矿前景.

**达拉布特-卡拉麦里斑岩铜矿带** 处于中亚巴尔喀什-准噶尔铜成矿带东端,沿达拉布特-卡拉麦里断裂分布,为泥盆—石炭纪残余洋盆环境,发育有奥陶纪、志留纪、泥盆纪3期蛇绿混杂岩,与西邻区巴尔喀什残余洋盆类似.巴尔喀什一带以产斑岩铜矿著称,本区以金矿为主.金矿化与早石炭世火山岩和中酸性小岩体有关,前者矿化时代为310~340 Ma,后者岩体侵位时代为300~320 Ma,略晚于火山岩.近年发现的包古图铜矿位于达拉布特断裂南侧,矿化与侵位于早石炭世火山-火山碎屑岩中的石英二长斑岩、花岗闪长岩、花岗斑岩等中酸性小岩体有关.小岩体 Rb-Sr 等时线年龄为322 Ma,角闪石 K-Ar 年龄为 $(322 \pm 1.4)$  Ma,花岗岩岩基年龄为270~230 Ma,辉钼矿 Re-Os 年龄为310 Ma<sup>[11]</sup>.

**赛里木-博罗科努斑岩铜矿带** 位于中亚巴尔喀什-准噶尔铜成矿带南部,构造环境属海西中晚期后造山期陆内拉张阶段,斑岩型铜钼矿床点主要分布于古陆块大断裂附近及边缘火山岩带中.喇嘛苏铜矿为斑岩型-矽卡岩型复合成因,成矿岩体为斜长花岗斑岩,侵入于前寒武纪碳酸盐岩中,斑岩体 Rb-Sr 年龄为 $(365 \pm 32)$  Ma,含铜石英脉中石英包裹体 Rb-Sr 年龄为 $(328 \pm 16)$  Ma<sup>[10]</sup>,成岩年龄与矿化接近,斜长花岗斑岩和石英具有几乎相同的初始 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  同位素组成 $(0.708\,93、0.708\,57)$ .北达巴特铜钼矿位于古陆块边缘火山岩带中,矿化花岗斑岩和流纹斑岩侵入于早泥盆世凝灰岩层中,成矿作用发生于中晚泥盆世.莱历斯高尔铜钼矿处于哈萨克斯坦-准噶尔板块伊犁-伊塞克湖微板块博罗科努古生代复合岛弧带西段南侧,博罗霍洛山大断裂之南,成矿具明显环带状分带特征,中部为钼矿化,向外为铜-钼矿化,最外部为铅-锌-金-银矿化,与阿尔玛雷克斑岩铜钼矿类似.成矿岩体为侵入于晚志留世泥岩、粉砂岩中的花岗闪长斑岩.岩体锆石 U-Pb 年龄为 $(362 \pm 12)$  Ma,辉钼矿 Re-Os 年龄为 $(359.2 \pm 7.8)$  Ma,石英矿物 Rb-Sr 年龄为 $(341 \pm 9)$  Ma<sup>[9]</sup>,该矿为晚泥盆—早石炭世构造-岩浆活动产物.

**阿吾拉勒-伊什基里克斑岩铜矿带** 位于中亚天山铜成矿带中段,属海西晚期后造山阶段裂谷拉张环境,形成以铜钼组合为主的莫斯早特、阔勒萨依、群吉萨依、松树沟、玉希莫洛盖等斑岩型铜钼矿床(点).阿吾拉勒西段二叠纪火山岩-浅成侵入岩浆带中,铜矿化集中发育于富碱石英钠长斑岩体内.莫斯早特铜矿含矿岩体为石英钠长斑岩,与埃达克质岩石地球化学特征基本相同,具富钠、高铝、低铈的特点,全岩 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄 $(268 \pm 5)$  Ma,Rb-Sr 年龄 $(248 \pm 12)$  Ma,

表 1 新疆主要斑岩铜矿床(点)一览表

类型	矿床名称	构造环境	容矿围岩	侵入岩	矿体特征	金属矿物	脉石矿物	围岩蚀变	规模、品位	资料来源
加里东期典型斑岩铜矿床	大同克布拉克铜(钼)矿床	基地陆壳或造山带构造活化带	片岩、片麻岩、片麻状花岗岩(Pt <sub>2</sub> )	闪长玢岩、石英二长闪长斑岩、钾长花岗岩	细脉浸染状矿体、条带状矿体	黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿	长石、石英、绢云母、黑云母、绿泥石	钾长石化、硅化、绢云岩化、青磐岩化	铜钼矿点,铜品位 0.32%~2.66%,钼品位 0.002 5%~0.25%	刘德权等,2005
	萨依胡克铜(金)矿点	西伯利亚板块西南缘泥盆纪裂谷带	角砾凝灰岩、晶屑凝灰岩、流纹质火山角砾岩、英安质角砾熔岩(D <sub>2</sub> )	流纹斑岩	浸染状、细脉浸染状、条带状、透状矿体。上金下铜。	自然金、黄铁矿、黄铜矿、蓝辉铜矿、闪锌矿、辉钼矿	石英、绢云母、绿泥石、斜长石、白云母、方解石	硅化、绢云母化、绿泥石化、绿帘石化、高岭土化、碳酸盐化	小型铜金矿床,铜品位 0.35%~1.69%,金品位 2.78×10 <sup>-6</sup> ~14.5×10 <sup>-6</sup>	朱裕生等,2002
海西期火山岩型斑岩铜矿床	包古图铜矿床	准噶尔微板块达拉布特-卡拉麦里晚古生代残余洋盆	凝灰质砂岩、凝灰岩(C <sub>1</sub> )	花岗闪长岩和花岗岩闪长斑岩①(330~320 Ma)	浸染状、细脉浸染状、条带状、透状矿体。	黄铁矿、黄铜矿、毒砂、磁黄铁矿、闪锌矿、辉钼矿、斑铜矿	石英、绢云母、黑云母、斜长石、金红石和电气石	钾长石化、黑云母化、硅化、绢云母化、青磐岩化、柱沸石化、碳酸盐化	中型铜矿床,铜品位 0.1%~0.5%,平均 0.28%;金品位 0.1×10 <sup>-6</sup> ~0.2×10 <sup>-6</sup> ,平均 0.25×10 <sup>-6</sup> ;	宋会侠等,2007
	哈腊苏铜矿床	西伯利亚板块阿拉尔南缘晚古生代早期的岛弧带	凝灰岩、凝灰质砂岩、粉砂岩、火山角砾岩、玄武岩、玄武安山岩(D <sub>2</sub> )	花岗闪长斑岩、花岗岩和石英闪长斑岩((332.8±8.5) Ma)②	浸染状、细脉浸染状、脉状、网脉状、岩石构成不规则脉状、分枝状矿体	黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、斑铜矿、辉钼矿	长石、石英、黑云母、绢云母、绿泥石、方解石、绿帘石	钾长石化、黑云母化、硅化、青磐岩化	中型铜矿床,铜品位 0.2%~0.6%,平均 0.35%;金品位 0.17×10 <sup>-6</sup> ~0.83×10 <sup>-6</sup> ,平均 0.30×10 <sup>-6</sup>	杨文平等,2005
海西期火山岩型斑岩铜矿床	卡拉先格尔铜矿床	西伯利亚板块南缘加波萨晚古生代岛弧带	玄武岩、安山岩、凝灰岩和角砾岩(D <sub>2</sub> )及闪长玢岩脉	闪长岩、二长岩、似斑状花岗岩和花岗岩	脉状和细脉浸染状、岩石构成透镜状、似层状矿体	黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、辉钼矿和磁铁矿	斜长石、钾长石、角闪石、黑云母、石英、绿泥石和方解石	钾长石化、黑云母化、黄铁绢英岩化和青磐岩化	小型铜矿床,铜品位 0.3%~1.2%,平均 0.54%,最高值 3%	芮宗瑶,2000
	索尔库都克铜(钼)矿床	西伯利亚板块南缘加波萨晚古生代岛弧带	粉砂岩、凝灰岩、安山岩、火山角砾岩和英安岩(D <sub>2</sub> )及闪长玢岩	碱性花岗岩、花岗闪长岩和花岗岩	脉状和细脉浸染状、岩石构成似层状、透状矿体	黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿、辉钼矿、辉钼矿、磁铁矿和自然金	石英、斜长石、绿帘石、石榴石、阳起石、方解石和绿泥石	钾长石化、硅化和砂卡岩化	小型铜矿床,铜品位 0.5%~2.8%,平均 0.86%;钼品位 0.06%~0.74%,平均 0.08%	芮宗瑶,2000
土屋-延东铜(钼)矿田	土屋-延东铜(钼)矿田	准噶尔板块南缘喀尔力克晚古生代岛弧带	玄武岩、安山岩、英安岩、火山角砾岩和砂岩(C)及闪长玢岩	闪长岩和斜长花岗岩③(334.6~320 Ma)	浸染状、细脉浸染状、脉状、网脉状、岩石构成透镜状、条带状矿体	黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿、辉钼矿、辉钼矿和磁铁矿	斜长石、角闪石、石英、绢云母、绿泥石、黑云母、方解石	硅化、绢云母化、绿泥石化、黑云母化、绿帘石化、高岭土化和明矾石化	超大型铜矿床,铜品位 0.33%~2%,平均值 0.68%,钼品位 0.015%~0.23%,平均值 0.031%	刘德权等,2004
	赤湖铜(钼)矿床	准噶尔板块南缘喀尔力克晚古生代岛弧带	玄武岩、安山岩、砂岩和凝灰岩(C)及闪长玢岩	斜长花岗岩、花岗岩闪长岩、花岗岩和闪长玢岩	脉状和细脉浸染状、岩石构成似层状、透状矿体	黄铜矿、辉钼矿、斑铜矿、黄铁矿、方铅矿和磁铁矿	石英、长石、绢云母、绿泥石、高岭石和方解石	硅化、绢云母化、泥化、青磐岩化	小型铜矿床,铜品位 0.5%~1.15%,平均 0.67%,最高值 2.5%	芮宗瑶等,2002;2001

注:①—<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 同位素年龄;②—Rb-Sr 同位素年龄;③—锆石 SHRIMP 法同位素年龄

续表 1

类型	矿床名称	构造环境	容矿围岩	侵入岩	矿体特征	金属矿物	脉石矿物	围岩蚀变	规模、品位	资料来源
燕山期火山岩型 斑岩铜矿床	喇嘛苏铜矿床	伊犁微板块阿拉套-科古琴晚古生代岛弧带	灰岩(P <sub>6</sub> )	花岗斑岩 (328±16) Ma②	似层状和脉状矿体	黄铜矿、磁黄铁矿、黄铁矿、方铅矿和方铅矿	石榴子石、透辉石、石英、方解石和绿帘石	水云母化、钾化、夕卡岩化、硅化、绿泥石化和碳酸盐化	小型铜矿床,铜品位0.3%-3.68%,银品位2×10 <sup>-6</sup> ~30×10 <sup>-6</sup>	王永新,1994;杨军臣等,1998.
	北达巴特铜钼矿床	伊犁微板块阿拉套-科古琴晚古生代岛弧带	凝灰岩和凝灰质熔岩(D <sub>3</sub> )	流纹斑岩和花岗斑岩 (317±8) Ma③	脉状和浸染状矿体。	黄铜矿、辉铜矿、辉钼矿、黄铁矿	石英、方解石、绿帘石、绿帘石	钾化、硅化、粘土化、绿泥石化、碳酸盐化	小型铜矿床,铜品位0.44%,钼品位0.5%	张作衡等,2006
	莱尔斯高尔铜钼矿床	伊犁微板块博罗科努古生代岛弧带	钙质泥质粉砂岩和泥质钙质长石岩屑砂岩岩(S <sub>3</sub> )	花岗闪长斑岩 (362±12) Ma③	脉状、透镜状、不规则状矿体。	辉钼矿、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿	石英、斜长石、绢云母、黑云母、钾长石	硅化、钾长石化、绢云母化、黑云母化、青磐岩化	小型铜钼矿床,铜品位0.1%~0.2%,钼0.062%~0.32%,平均0.065%	李华芹等,2006
	肯登高尔铜矿点	伊犁微板块阿拉套-科古琴晚古生代岛弧带	灰岩、砂质灰岩、硅质粉砂岩、硅质岩(C <sub>2</sub> )	海西中期花岗闪长岩	细脉浸染状、脉状矿体	黄铜矿、斑铜矿、辉钼矿、黄铁矿、磁铁矿、磁黄铁矿	透辉石、石榴子石、矽灰石、透闪石、符山石、绿帘石、绿泥石、石英、方解石	矽卡岩化和角闪化、青磐岩化	铜矿点,铜品位0.56%~1.2%,钼品位0.036%~0.31%	杨丰柱等,2008,西天山二次资料开发报告。
燕山期火山岩型 斑岩铜矿床	松树沟铜矿点	伊犁微板块阿吾拉勒晚古生代裂谷带	含角砾凝灰岩、少量安山岩、英安岩、熔结凝灰岩(C <sub>1</sub> )	海西晚期花岗闪长岩和花岗斑岩	脉状和细脉浸染状矿体构成透镜状矿体	黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿和少量磁铁矿	石英、绿帘石和绿帘石	硅化、绿泥石化和绿帘石化	铜矿点,铜品位0.43%~0.56%,金品位0.5×10 <sup>-6</sup>	刘俊涛等,2005
	甫太巴依赤克铜(钼)矿点	伊犁微板块阿吾拉勒晚古生代裂谷带	安山岩、英安岩、英安斑岩、流纹岩(C <sub>2</sub> )	海西晚期花岗闪长岩、花岗闪长岩、闪长岩、闪长玢岩	脉状和细脉浸染状矿体构成脉状矿体	黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿	石英、斜长石、方解石和绿帘石	硅化、绢云母化和绿泥石化	铜矿点,铜品位0.24%,钼品位0.018%	新疆地矿局第九地质大队普查报告,2008
	库勒萨依钼矿床	伊犁微板块阿吾拉勒-伊什基里克晚古生代裂谷带	砾岩、砂岩或凝灰岩、凝灰角砾岩夹酸性熔岩(C <sub>1</sub> )	花岗闪长斑岩 (347±3) Ma②	浸染状、细脉浸染状、脉状、网脉状、石构成透镜状、条带状矿体	黄铁矿、磁铁矿、辉钼矿	斜长石、角闪石、石英、绢云母、绿帘石、黑云母、方解石	硅化、钾长石化、绢云母化、绿泥石化、黑云母化	小型钼矿床,钼品位0.035%~0.10%	新疆塔石公司普查报告,2008;潘自力等,2009
	云雾岭铜矿点	华南板块喀拉塔格-木孜塔格中生代裂陷盆地	磁质粉砂岩(T)	似斑状黑云母花岗岩(10 Ma)	脉状、浸染状和细脉浸染状矿体构成脉状矿体	黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿	石英、长石、绢云母、绿帘石和方解石	硅化、绢云母化、绿泥石化、黑云母化、次闪石化、钠长石化	铜矿点,铜品位0.59%~1.25%,平均品位0.6%	刘德权等,2001

注:①—<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 同位素年龄;②—Rb-Sr 同位素年龄;③—锆石 SHRIMP 法同位素年龄



K-Ar 年龄 254.5 Ma, 为形成于中晚二叠世后碰撞阶段。阿吾拉勒东段、松树沟和玉希莫洛盖斑岩铜矿的成矿与海西晚期石英闪长玢岩有关。该带南部的伊什基里克地区的库勒萨依钼矿产于花岗闪长斑岩中, 成矿斑岩 K-Ar 年龄为 272.9 Ma<sup>[6]</sup>。

**那拉提斑岩铜矿带** 位于哈萨克和塔里木地块间, 另一晚古生代古亚洲洋分支于石炭纪向北俯冲, 在哈萨克地块南缘形成陆源岩浆弧带和对应的南天山斑岩铜矿带。洋壳于晚石炭世最终消失, 塔里木地块与哈萨克地块发生碰撞。目前, 在那拉提已发现有开门德廷、艾肯达坂等与花岗岩接触带有关的铜钼矿点, 对寻找斑岩型铜矿床有一定意义, 向西在乌兹别克斯坦已有阿尔玛雷克世界级斑岩铜矿分布。该矿地处库拉明费尔干中间地块南缘, 库拉明火山深成岩带东段, 以铜为主, 伴生钼和金。成矿作用具明显环带特征, 中部为斑岩铜-钼(金)矿化, 向外为金(银)矿化, 最外侧为铅-锌-银(铋、钨)矿化。赋矿围岩为泥盆纪碎屑岩和火山岩地层。小型斑岩体为闪长岩-花岗闪长岩-石英二长岩建造, 岩体 K-Ar 年龄为 300~320 Ma, 蚀变强烈, 由内向外发育石英钾长石花带、石英绢云母化带、石英伊利石水云母化带和青磐岩化带。斑岩成岩年龄和矿化年龄接近, 其中石英绢云母岩年龄为 309~315 Ma, 泥岩为 274 Ma, 青磐岩为 305 Ma<sup>[25-26]</sup>。

**觉罗塔格斑岩铜矿带** 位于中亚天山铜成矿带东段。随着古亚洲洋向南俯冲消减, 晚石炭世前准噶尔地块东南缘为岛弧环境, 形成了陆缘岩浆弧带和觉罗塔格斑岩铜矿带。该带自西向东分布有延东、土屋、赤湖、白山、三岔口等多个斑岩铜-钼(金)矿。土屋-延东铜矿含矿闪长玢岩和斜长花岗斑岩 Rb-Sr 等时线年龄为 (369±69) Ma, 辉钼矿 Re-Os 年龄为 (322.7±2.3) Ma, 蚀变岩 K-Ar 年龄为 (341.21±4.9)~(310.95±4.57) Ma<sup>[8]</sup>。芮宗瑶等认为, 东天山花岗岩向南有明显的分带性。泥盆纪岛弧带为土屋-延东斑岩铜矿带, 成矿年龄为 360~310 Ma; 向南在中部分布有康古尔金矿带, 成矿年龄为 300~240 Ma; 南带为星星峡银矿带, 成矿年龄为 260~240 Ma。该带东部的三岔口铜钼矿与石英闪长玢岩有成因联系, 成矿年龄为 276 Ma, 白山钼矿的赋矿围岩为黑云母二长花岗岩晚期分异的花岗斑岩, 其锆石 U-Pb 年龄为 (240±1) Ma, 反映成矿时代的石英矿物 Rb-Sr 年龄为 227 Ma<sup>[19]</sup>。

**双羊达坂南斑岩铜矿带** 位于于田县南与西藏接壤处。构造上属喀喇昆仑萨特曼古生代大陆边缘汇聚型过渡壳阶段。该带晚三叠—侏罗纪的岩浆侵入活动强烈(与南部特提斯系斑公湖-怒江洋盆消失和陆

块碰撞有关), 是主要矿化阶段。于田县南古里雅冰盖北坡阿塔木帕夏以西, 东西长 20 km 范围内的冰碛砾石中分布有大量含铜花岗岩砾石, 岩性为中粗粒似斑状二长花岗岩, 铜品位 0.56%, 银品位  $10.3 \times 10^{-6}$ , 岩体的锆石 U-Pb 年龄为 (208.1±0.5) Ma, 含矿花岗岩砾石中有大量热液蚀变矿物电气石分布。晚三叠—侏罗纪二长花岗岩与南侧分布的三叠纪巴彦喀拉山群具非常相似的地球化学特征, 说明随着残余洋壳向北俯冲, 巴彦喀拉山群碎屑岩可能是该期大型花岗岩基的主要源岩<sup>[1]</sup>。

**云雾岭斑岩铜矿带** 位于且末县南与西藏接壤处, 构造上属木孜塔格中生代非岩浆型被动陆缘汇聚型过渡壳阶段。该带自石炭纪始成为被动陆缘, 三叠纪时达到拉张高峰, 发育有双峰式火山岩-复理石建造, 侏罗纪转入汇聚阶段, 有第三纪活化高侵位斑岩体侵入。云雾岭斑岩铜矿产于似斑状黑云母花岗岩体内接触带, 斑岩年龄为 10.4 Ma<sup>[13]</sup>。地表铜矿化蚀变带长 1 500 m, 宽 20~30 m, 铜品位 0.59%~1.25%, 具硅化、绢云母化、绿泥石化、黑云母化等蚀变分带, 在第三纪火山碎屑岩中见有铜矿化, 成矿条件与西藏玉龙斑岩铜矿带类似。

### 3 找矿方向探讨

斑岩铜矿主要形成于聚合板块活动大陆一侧, 多发育于典型边缘构造岩浆活动带的陆缘弧和岛弧环境, 裂谷环境也有斑岩铜矿产出。新疆斑岩铜矿总的特点是, 矿产类型较多、成矿时期多、地域分布特色较明显、成矿方式多样和常有后期成矿作用叠加等。新疆地质构造条件复杂, 岩浆活动频繁, 浅成-超浅成侵入斑岩体发育, 具良好的斑岩铜矿成矿条件。新疆地跨世界 3 大斑岩成矿域中的两个, 周边地区分布有许多大型-超大型斑岩铜矿床。如哈萨克斯坦科翁腊德、阿克斗卡, 乌兹别克斯坦的阿尔玛雷克, 甘肃公婆泉、内蒙古白乃庙、西藏玉龙及蒙古额尔登特、奥尤陶勒盖、查干苏布尔等矿床, 部分成矿带直接进入新疆境内。全疆已发现重要斑岩铜钼矿带 28 个, 斑岩铜矿产地 40 处, 其中超大型矿床 1 处, 大型矿床 1 处, 中型矿床 2 处, 小型矿床 6 处, 探明铜矿储量为  $69.95 \times 10^8$  t, 占全疆铜矿储量的 14.13%。近年新发现的哈腊苏、包古图、和尔赛、莱历斯高尔、库勒萨依等铜钼矿, 有望成为大型以上矿床, 那拉提和西昆仑、东昆仑斑岩铜矿的找矿线索也显示出巨大的找矿前景。

综合分析, 新疆斑岩铜矿成矿背景, 从“多来源、多



期次、多成因”地质表象中寻找成矿作用的主导因素,紧抓“主成矿幕”的主导地质事件,对推动新疆斑岩铜矿找矿具有重要意义。海西中晚期由板块汇聚和裂谷裂陷槽封闭向松弛过渡阶段及伸展拉张阶段转化为新疆斑岩铜矿的重要成矿时期。目前,在准噶尔周边已发现哈腊苏、包古图、和尔赛、莱历斯高尔、阔勒萨依、白山、土屋-延东等斑岩铜矿,是新疆寻找海西期斑岩铜矿的首选地区,特别是晚泥盆—石炭纪卡拉先格尔-琼河坝岛弧带和达拉布特、博罗霍洛、伊什基里克-阿吾拉勒铜矿带,具巨大找矿潜力。其次是工作程度相对较低的那拉提和大同铜矿带,分别处于哈萨克斯坦板块和塔里木板块南部边缘构造岩浆活动带中,有斑岩铜矿化线索和铜钼金为主的化探异常显示,是寻找加里东期大型斑岩铜矿的有利地区。处于华南板块北部边缘岩浆弧带的双羊达坂南和云雾岭铜矿带,与玉龙铜矿带具类似成矿地质条件,有浅成二长花岗岩出露,斑岩矿化特征明显,是今后寻找燕山期大型斑岩铜矿值得重视的地区。

### 参 考 文 献

- [1] 张洪涛,陈仁义,韩芳林.重新认识中国斑岩铜矿的成矿地质条件[J].矿床地质,2004,23(2):150-159.
- [2] 刘德权,唐延龄,周汝洪,等.中国新疆铜矿床和镍矿床[M].北京:地质出版社,2005,30-34.
- [3] 陈哲夫,周守云,乌统旦.中亚大型金属矿床特征与成矿环境[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1999:121-136.
- [4] 聂凤军,江思宏,张义,等.中蒙边境及邻区斑岩铜矿床地质特征及成因[J].矿床地质,2004,23(2):176-187.
- [5] 黄崇珂,白治,朱裕生,等.中国铜矿床[M].北京:地质出版社,2001:57-198.
- [6] 潘自力,高占华,佟黎明,等.西天山特克斯达坂地区库勒萨依斑岩地球化学特征及构造意义[J].地质科技情报,2009,28(1):45-50.
- [7] 芮宗瑶,王福同,李恒海,等.新疆东天山斑岩铜矿带的新进展[J].中国地质,2001,28(5):35-38.
- [8] 芮宗瑶,王龙生,王义天.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):16-21.
- [9] 杨文平,张招崇,周刚,等.阿尔泰铜矿带南缘希勒克特哈腊苏斑岩铜矿的发现及其意义[J].中国地质,2005,32:107-114.
- [10] 董连慧,李凤鸣.新疆北部斑岩铜矿成矿规律及找矿方向[J].矿床地质,2006,25(增刊):293-296.
- [11] 吴淦国,董连慧,薛春纪,等.新疆北部主要斑岩铜矿带[M].北京:地质出版社,2008,41-128.
- [12] 宋会侠,刘玉琳,屈文俊,等.新疆包古图斑岩铜矿床地质特征[J].岩石学报,2007,23(8):1981-1987.
- [13] 刘德权,唐延龄,周汝洪.新疆斑岩铜矿的成矿条件和远景[J].新疆地质,2001,19(1):43-48.
- [14] 张良臣,刘德权,王有标,等.中国新疆优势金属矿产成矿规律[M].北京:地质出版社,2006:203-208.
- [15] 王之田,秦克章,张守林,等.大型铜矿地质与找矿[M].北京:冶金工业出版社,1994,53.
- [16] Force R E. Laramide alteration of Proterozoic diabase: A likely contributor of copper to porphyry systems in Dripping Spring Mountains area, Southeastern Arizona[J].Economic Geology,1998,93:171-183.
- [17] Dilles J H, Einaudi M T. Wall-rock alteration and hydrothermal flow paths about the Ann-Mason porphyry copper deposit, Nevada—A 6 km vertical reconstruction[J].Economic Geology,1987,87:1963-2001.
- [18] 芮宗瑶,张洪涛,陈仁义,等.斑岩铜矿研究中若干问题探讨[J].矿床地质,2006,25(4):491-497.
- [19] 李华芹,陈富文.中国新疆区域成矿作用年代学[M].北京:地质出版社,2004,192-205.
- [20] 王奖臻,李朝阳,胡瑞忠.斑岩铜矿研究的若干进展[J].矿床地质,2000,23(2):150-159.
- [21] 沈远超,金成伟.西准噶尔地区岩浆活动与金矿化作用[M].北京:地质出版社,1993,26-44.
- [22] 宋会侠,郭国林,焦学军,等.新疆包古图斑岩铜矿伴生元素金和银赋存状态初步研究[J].岩石矿物学杂志,2007,26(4):329-333.
- [23] 张连昌,万博,等.西准包古图含铜斑岩的埃达克岩特征及其地质意义[J].中国地质,2006,33(3):626-630.
- [24] 李华芹,王登红,万颀,等.新疆莱历斯高尔铜钼矿床的同位素年代学研究[J].岩石学报,2006,22(10):24-37.
- [25] 蔡宏渊,李福春.阿尔玛雷克斑岩铜矿地质特征-矿化富集条件及成矿模式[J].矿产与地质,1995a,9(3):180-184.
- [26] 蔡宏渊,李福春.阿尔玛雷克斑岩铜矿地质特征-矿床地质特征[J].矿产与地质,1995,9(2):87-94.

## METALLOGENESIS REGULARITY OF PORPHYRY COPPER IN XINJIANG and VECTORS FOR PROSPECTING

FENG Jing<sup>1,2</sup>, XU Shi-qu<sup>3</sup>, ZHAO Qing<sup>4</sup>, LAN Xian<sup>2</sup>

(1.State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, Earth Sciences and Resources Institute, China University of Geosciences, Beijing, 100083, China; 2.The Bureau of Geology and Mineral Resources Development of Xinjiang, Urumuqi, Xinjiang, 830000, China; 3.First regional geology survey party of BGMRD, Urumuqi, Xinjiang, 830000, China; 4.Territorial Resource Consulting and Study Center of Xinjiang, Urumuqi, Xinjiang, 830000, China)

**Abstract:** Porphyry copper is one of the most important industrial type of copper of world. It mainly generated at active continental margin of convergent plate, generally speaking it is a typical environment of island arc and continental margin of tectonic-volcanic mobile belt, but in the rift valley environment it often discovered. In this paper basic characteristics of porphyry copper are introduced, analyzed its generated situation and geological tectonic background, primarily summarized its temporal and spatial distribution regularity, view that many porphyry copper deposits (or prospects) which discovered at present in Xinjiang is the product of constitution-magma movement of Hercynian period. Kalaxianger-Qionghaba island arc belt and Dalabute, Boluohuoluo, Yishijilike-Alawule copper belt of Late Devonian-Carboniferous is the preferred area to find porphyry copper of Hercynian stage in Xinjiang; second, Nalati and Datong copper belt which have lower survey extent is the favorable area to find large-scale porphyry copper of Caledon stage; third, south of Shuanyangdaban and Yunwuling copper belt which located in the north magma arc margin of south China plate is worth to pay much more important attention area to find large-scale porphyry copper of Yanshan stage.

**Key words:** Geology; Porphyry copper; Regularity of metallogenesis; Guides to prospecting; Xinjiang