

文章编号: 1009-6248(2006)02-0017-17

阿尔泰成矿带主要矿床类型及勘查选区

滕家欣¹, 王庆明²

(1. 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054; 2. 新疆地质调查院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要: 阿尔泰成矿带是我国最重要的稀有金属、有色金属和贵金属成矿带之一。区域成矿地质背景和成矿条件显示了该区良好的资源潜力。已知矿床的主要类型有伟晶岩型(云母、锂铍钽、宝石)矿床、与海相火山岩有关的块状硫化物矿床、岩浆铜镍硫化物型矿床、沉积变质型铁矿、浅变质含碳细碎屑岩型金矿和韧性剪切带型金矿床。近年来在斑岩型铜矿床的找矿工作有了新进展。通过与哈萨克斯坦国和蒙古国的成矿地质条件对比分析研究, 在地球化学块体理论资源量预测的基础上, 结合地物化资料优选了进一步找矿靶区。

关键词: 阿尔泰成矿带; 主要类型; 典型矿床; 资源潜力; 找矿靶区

中图分类号: P612 **文献标识码:** A

阿尔泰成矿带主体位于新疆维吾尔自治区阿勒泰地区, 西南和东南少部分处在塔城地区和昌吉州境内。地理坐标为: 东经85°30′~90°30′, 南到北纬45°00′, 北至中、哈、俄、蒙边界。南北长约460 km, 东西宽约410 km, 总面积约11万km²。

该成矿带为新疆仅次于东天山地区的最重要的有色金属、黄金、铁矿、稀有金属及宝玉石矿产勘查开发基地, 已经建成并且正在生产的较大矿山有: 可可托海稀有金属矿、柯鲁木特稀有金属矿、喀拉通克铜镍矿、多拉纳萨依金矿、托库孜巴依金矿、铁米尔特铅锌矿等。正在建设的矿山有: 阿舍勒铜矿、蒙库铁矿、萨热阔布金矿、可可塔勒铅锌矿等。

1 成矿地质背景

1.1 区域地质

该区前寒武系古老基底主要分布于阿尔泰山北部, 为中元古代蓟县系、震旦纪—寒武纪地层。盖

层沉积阶段的沉积岩系主要为一套古生代海相沉积岩及火山喷发沉积岩系列, 广泛发育第四纪冰碛砾岩、泥砂岩等。

本区岩浆岩主要为侵入岩和火山岩两大类。其中, 侵入岩(从早到晚)主要有加里东晚期的辉长岩、英云闪长岩、斜长花岗岩、二长花岗岩; 华力西早期的斜长花岗岩、黑云母(二长)花岗岩、二云母(钾长)花岗岩、花岗斑岩; 华力西中期黑云母-二云母花岗岩序列、钾长花岗岩-石英斑岩序列、花岗闪长岩-二长花岗岩序列。火山岩则主要为晚古生代火山岩, 基性、中性、中酸性、酸性均有出露。此外, 区内还有基性-超基性杂岩和蛇绿岩出露。

火山岩出露区与阿尔泰褶皱系相当, 火山活动出现于奥陶纪—二叠纪, 未见寒武纪及中生代火山岩。其中泥盆纪火山岩最发育, 石炭纪次之。火山岩为钙碱性, 以红山嘴断裂和苏木达依-阿巴宫断裂为界线可进一步划分为喀纳斯、红山嘴和富蕴三个火山岩带。

收稿日期: 2005-02-18; 修回日期: 2005-05-12

作者简介: 滕家欣(1962-), 男, 教授级地质高级工程师, 地质矿产专业。通讯地址: 710054, 西安市友谊东路438号, 西安地质矿产研究所; 电话: 029-87821923; Email: xatjiaxin@cgs.gov.cn。

在布尔津南的科克森套一带,中泥盆统为枕状熔岩、橄榄玄武岩、安山玄武岩及少量硅质岩、放射虫硅质岩,表明当时为深海环境。在该组中发现超镁铁岩类14个,岩性以斜辉辉橄岩为主,少量纯橄岩,未见铬铁矿,为发育不完全的蛇绿岩套。

本区属于西伯利亚板块西南缘阿尔泰陆缘活动带(I₁)和哈萨克斯坦-准噶尔板块准噶尔微板块(II₁),其板块分界为查尔斯克-乔夏哈拉缝合带,由北向南依次为德伦-诺尔特晚古生代上叠盆地(I₁¹)、阿尔泰早古生代大陆坡山弧带(I₁²)、南阿尔泰晚古生代弧后裂陷盆地(I₁³)、矿区阿尔泰晚古生代成熟岛弧带(I₁⁴)、额尔齐斯构造杂岩带(I₁⁵)、卡尔巴-哈巴河晚古生代弧前盆地(I₁⁶)、萨吾尔-二台晚古生代岛弧带(II₁¹)、洪古勒楞-阿尔曼泰早古生代沟弧带(II₁²)。

1.2 区域地球物理特征

1.2.1 区域重力场特征

阿尔泰成矿区布格重力异常全部呈现为负异常,异常较为复杂。中西部为准噶尔重力高,北部为阿尔泰重力梯级带,东南部为重力高与重力低过渡带,区内布格重力异常最高 $-80 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$,最低 $-260 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$,阿尔泰重力梯级带梯度变化最大可达每千米 $1.2 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 。

按照布格重力异常等值线强度变化、规模及分布特征,将区内布格重力异常分为3个异常区。

(1) 喀纳斯-阿勒泰-青河重力异常高梯度带:该带位于成矿区北部,由喀纳斯湖经阿勒泰至青河,它成为准噶尔区域布格重力高异常区与阿尔泰低异常区的分界线。

(2) 准噶尔区域布格重力异常平缓变化区:该异常区是新疆布格重力异常值最高的地区。异常总体呈北西向延伸,向西伸出国境进入哈萨克斯坦,向东至吐鲁番-哈密盆地北缘。

(3) 东准噶尔布格重力高与重力低过渡带:该异常区内从北部的青河至南部的奇台之间重力高与重力低交错存在,并有几条呈北西向的束状线型重力梯级带,其反映深大断裂的存在,如乌伦古河深大断裂、克拉麦里深大断裂等。

1.2.2 区域磁场特征

本区航磁异常主要由正负相间、紧密排列的条带状异常构成,磁场比较复杂。异常强度最高1500 nT,东南部为大片分布的负磁异常带,异常值最低

-1500 nT。

(1) 阿勒泰-二台正负变化磁异常区:该异常主要轴向为北西向,往西转为北东向。异常东、西两侧分别延伸至蒙古和哈萨克斯坦境内。该磁异常带特征与新疆其他地区的磁异常有较明显的差异,表明该区以具有磁性的中基性火山岩为主,推断基底不具磁性,断裂及构造发育,岩浆活动剧烈。

(2) 东南部负磁异常带:该负磁异常带将上述磁异常区与准噶尔正磁异常区分开,有大面积的负磁区分布。

1.3 区域地球化学特征

1.3.1 区域地球化学背景

与全国相似背景比较,阿勒泰地区相对富集的造岩元素是CaO、MgO、Na₂O,微量元素是Cu、Mn、Sr,其余均低于全国平均水平。表明阿勒泰地区处于高CaO、MgO、Na₂O的地球化学环境中,相对富集成矿元素Cu。与全国干旱地区相比,阿尔泰地区相对富集Cr、Ni、Co、V、Ti、Mn;Li、Be、Nb、La、P、U、Y、B、F、Zr和Cu、Zn、Cd诸元素。这些元素明显可分成3组:反映亲基性程度的Cr、Ni、Co等;反映酸性程度较高的Li、Be、Nb等;成矿元素Cu、Zn、Cd等。这些表明阿尔泰地区上部地壳具有两个不相容的单元成分的结构特征,地壳结构比较复杂。从已知成矿特征和成矿规律来看也是如此,如以可可托海稀有金属矿田为代表的稀有金属矿带和以喀拉通克为代表的铜镍矿带。成矿元素Cu、Zn、Cd的富集,预示着这一地区具有寻找该类矿产的地球化学条件。两个参照系Cu均相对富集,结合现有成矿特征,表明铜属本区优势矿种,应成为进一步部署地质找矿工作的主要目标。

区域元素分布特征:有以下几方面。

(1) 反映地壳基性程度的铁族元素Cr、Ni、Co、V、Ti、Fe、Mn,其富集区主要有:阿尔泰北部山区的阿克萨依—栽善山—诺尔特一带,呈北西向,长近300 km、宽40 km不等的断续带状,东部出国界宽度较小,总的特征是规模大、含量平稳,属区域性地质体基性程度较高的反映。阿勒泰市、富蕴县城及其西北地区、可可塔勒东北的库卫等地,富集区剪强度高、连续性好、线形特征明显,进入盆地后主要与超基性岩带相对应。值得注意的是在阿尔泰山东段南缘,双渠—萨尔布拉克—喀拉通克—阿克美克铁普一线,存在一条强度不高、规模较小、由单个富集

区断续分布构成的长达200 km的铁族元素富集带,该带亲硫元素也具有同样特征,喀拉通克铜镍矿就位于该带中部的一个富集区内。

(2) Li、Be、Nb、La、P、Y、B、F、U等元素,相对集中在阿尔泰中部山区至国境线区域,南界为克勒特开依—康布铁堡—可可托海,北抵国界,构成长近200 km、宽60 km不等的高强度富集区。其内部变化特征是东强西弱,浓集中心具有等距分布特点。其他广大地区,多为背景或贫化区,仅局部存在规模小和强度弱的富集。W、Sn、Mo、Bi组元素,其富集特征与上述元素组大体一致,富集区集中在阿尔泰山区,多与稀有金属元素富集区重叠,只是走向延伸较大。

(3) Cu、Pb、Zn、Ag、Cd等元素,存在两个规模较大的富集带:山区北部与这一地区铁族元素富集区基本一致的富集带,沿喀纳斯湖东—栽善山—诺尔特—库马苏—库贝提一带分布,富集带连续性较好,高强度富集区位于诺尔特—库马苏一带。

阿尔泰山南缘带,包括这一地区重要的矿区,如阿舍勒、阿勒泰市、可可塔勒、喀拉通克及东部的卡拉先格尔等。该带特征是断续分布、局部集中,其连续性东部比西部好。在阿尔泰山东段上述两带之间,存在大桥、阿热勒托别和阿克美克铁普3个规模较大的富集区。其他地区富集强度和规模都小得多。因此,铜-多金属元素主要在诺尔特一带及阿尔泰山南缘地带富集。

(4) 金组元素Au、As、Sb,规模大、强度高的富集区仍然集中在红山嘴—诺尔特—库马苏。此外在以下地区形成断续富集带:大罗坝—阿勒泰市、喀拉通克—卡拉先格尔—喀拉干德巴斯套、萨尔铁热克—纳尔曼得山、野马泉—三个泉、喀姆斯特—苦水泉、萨吾尔山的喀尔萨拉等地。

1.3.2 区域化探异常特征

铜-多金属异常在区域上形成两个明显的异常带,即北部山区的禾木-苏木代尔格-诺尔特山-库马苏-库贝提异常带和阿尔泰山南缘的阿舍勒-阿勒泰-可可塔勒-卡拉先格尔异常带,在异常带之外形成独立的异常区。

(1) 禾木-苏木代尔格-诺尔特山-库马苏-库贝提铜多金属异常带:由面积大于1 000 km²的诺尔特山异常区、苏木代尔格异常区和数个面积在60~240 km²的异常组成,累计面积4 140 km²。异常带长250

km,宽30 km左右,元素组合除铜-多金属元素外,普遍叠加有金组元素Au、As、Sb异常和基性度元素组的异常。金组元素异常与铜-多金属元素异常一样,呈现东强西弱、东部连续性好、西部连续性差的变化特点,基性度元素Cr、Ni、Co、Mg则反之。东部的诺尔特山异常区呈北西西向带状,长约120 km,面积2 050 km²,规模仅次于卡拉先格尔异常区,名列本区第二。其中均匀分布有多个大于20×10⁻⁶的浓集中心,平均值9.6×10⁻⁶,高出背景值92%,是全区富集强度最高的区域,且同时高度富集Au、As、Sb元素。该异常区部分地段经化探普查,圈定了具有寻找大中型铜-多金属矿床远景的库马苏异常,并已发现大量铜、铅、锌、金的找矿信息。苏木代尔格异常区面积1 120 km²,名列第三,最高强度为23.7×10⁻⁶,平均强度为7.9×10⁻⁶,与阿舍勒异常区接近。

(2) 阿勒泰-可可塔勒-卡拉先格尔铜-多金属异常带:该带由阿勒泰、可可塔勒、萨尔布拉克和卡拉先格尔异常区及8个局部异常组成。阿舍勒、阿勒泰、可可塔勒异常区均有大中型铜-多金属矿床产出;萨尔布拉克异常区南部边缘见有萨尔布拉克金矿,异常内有铜矿化点分布;卡拉先格尔异常区已发现有哈腊苏和卡拉先格尔等斑岩型铜矿床。2002年对哈腊苏铜矿开展的钻探查证,见矿较好,具有大中型矿床远景规模。该异常带异常区总面积5 710 km²,占全区异常面积的41%。

阿勒泰铜异常区:面积542 km²,呈北西北窄南宽的带状,长50 km,宽5~10 km,异常最高值为14.6×10⁻⁶,平均值为9.3×10⁻⁶,整个异常区基本也是Au、As、Sb的综合异常区。已知有铁木尔特铅锌矿、阿巴宫铅锌矿、恰夏铜锌矿和萨热阔布金矿等矿床。

可可塔勒铅锌异常区:面积460 km²,呈北西向带状,长46 km,宽10 km左右,最高值15.3×10⁻⁶,平均值9.4×10⁻⁶,局部叠加有金异常。其南、北两侧,为Cr-Ni-Co-Mg的异常区。

萨尔布拉克金异常区:面积350 km²,不规则三角形,最高值9.7×10⁻⁹,平均值7.9×10⁻⁹,南部有铜、铜金矿化,西南外部边缘为萨尔布拉克金矿床。

卡拉先格尔铜异常区:面积2 760 km²,呈北西向西窄东宽的带状,东端延出境外,长110 km,宽

15~35 km, 最高值 12.43×10^{-6} , 平均值 8×10^{-6} , 极大值位于异常区西北, 已知铜-多金属矿床(点)也多集中在异常区西北。异常区内叠加有Au、As、Sb及Cr、Ni、Co、Mg异常。

局部异常区: 在萨尔布拉克和卡拉先格尔异常区之间, 靠近萨尔布拉克异常区, 分布5个近东西向排列的局部异常。单个异常面积27~108 km², 基本呈等轴状, 呈东西向排列(与区域构造线北西向不一致), 相互之间基本为等间隔排列, 其中面积最大者的南部边缘对应喀拉通克铜镍矿床。

(3) **独立铜-多金属异常区:** 在上述阿尔泰山东段两带之间, 存在阿舍勒、大桥北、库卫、阿热勒托别和阿克美克铁普等五个规模较大的独立异常区。它们的共同特征是规模较大, 面积为265~660 km², 均为单向延伸的带状, 且长轴方向与区域构造线方向存在一定的差异。

阿舍勒铜镍异常区: 面积1022 km², 呈东宽西窄、向南突出的宽带形, 长54 km, 宽15 km不等, 最高值 17.1×10^{-6} , 平均值 8.3×10^{-6} , 极大值位于异常区西南, 对应阿舍勒铜锌矿区, 局部叠加有Au、As、Sb异常。

大桥北铜-多金属异常区: 面积620 km², 北西向延伸, 长42 km, 宽10~15 km, 异常最大值 11.2×10^{-6} , 平均值 8.3×10^{-6} , 异常元素除铜多金属元素外, 叠加高温热液元素W、Sn、Mo、Bi等的异常。

库卫铜-多金属异常区: 面积265 km², 北北西向延伸, 长40 km, 宽5~10 km, 异常最大值 10.7×10^{-6} , 平均值 8.2×10^{-6} , 异常北段与近东西向的Cr-Ni-Co-Mg异常重叠。

阿热勒托别铜-多金属异常区: 面积455 km², 东西向延伸, 长50 km, 宽5~10 km, 异常最大值 13.5×10^{-6} , 平均值 8.3×10^{-6} , 北部与高温热液元素W、Sn、Mo、Bi等的异常区为邻, 南部有两个规模较小的铜-多金属元素异常。

阿克美克铁普铜-多金属异常区: 面积660 km², 东西向延伸, 向东延出境外, 境内长55 km, 宽5~10 km, 异常最大值 21.3×10^{-6} , 平均值 9.1×10^{-6} , 叠加有规模大体一致的Cr-Ni-Co-Mg异常。

(4) **其他铜-多金属异常区:** 其他铜-多金属异常分布在准噶尔盆地东西两侧, 规模较大的异常有: 喀姆斯特异常区, 面积407 km², 极大值 12.6×10^{-6} , 平均值 8.5×10^{-6} , 叠加有Au、As、Sb和W、Sn、

Mo、Bi的异常; 纳尔曼得山西异常区, 面积395 km², 极大值 8.1×10^{-6} , 平均值 7.7×10^{-6} ; 洪古勒楞异常, 面积180 km², 极大值 8.1×10^{-6} , 叠加有Au、As、Sb和W、Sn、Mo、Bi的异常。

1.4 区域矿产资源分布特征

该区已发现矿种84种, 探明有334₁级以上资源量的矿种49种。其中, 位居国内前10位的有白云母、铍、长石、镍、铯、锂、铂族(铂+钯)、铋、碲、钼、铌等12种。位居自治区前列的有铜、镍、铅、锌、钴、金、银、硫等8种。已发现矿床200余个, 其中大—中型矿床约100个。这些已发现的100个大—中型矿床中有77处是白云母矿床, 仅有金属矿床16处, 主要为铜、镍、铅、锌、钼、金、稀有金属、铁等矿种(伴生的铂族、钽、银等矿产不计)。其中, 特大型矿床1处(可可托海稀有金属矿), 大型矿床6处(喀拉通克铜镍矿床、阿舍勒铜锌矿床、可可塔勒铅锌矿床、柯鲁木特稀有金属矿床、喀拉苏稀有金属矿床和蒙库铁矿床), 中型岩金矿4处, 中型铜钼矿1处。成矿时代主要在晚古生代, 典型矿床有阿舍勒火山岩-块状硫化物型铜锌矿、喀拉通克岩浆铜镍硫化物型铜镍矿、可可塔勒海底火山喷气-沉积块状硫化物型铅锌矿、蒙库海相火山沉积型铁矿、索尔库都克火山-热液型铜钼矿(中型)、多拉纳萨依中—低温动力变质岩型金矿(中型)、沙尔布拉克浅变质含碳细碎屑岩型金矿(中型)、托库孜巴依动力变质岩型金矿(中型)和萨热阔布海相火山岩型金矿(中型)等。

2 主要矿床类型

2.1 铜矿类型

主要有火山岩-块状硫化物型、岩浆铜镍硫化物型、火山-热液型、斑岩型和火山岩-含铜磁铁矿建造型。火山块状硫化物型铜锌矿床主要分布于克兰晚古生代弧后盆地中阿舍勒火山盆地内, 以阿舍勒矿床为代表, 产于中泥盆统阿舍勒组双峰式火山岩建造中, 处于火山旋回的间歇期, 酸性火山岩与基性火山岩的接触面上。矿化具双层结构, 上部以块状为主, 下部以浸染状为主。岩浆铜镍硫化物型铜镍矿床主要分布于萨吾尔-二台晚古生代弧后盆地中部, 以喀拉通克矿床为代表, 产于石炭纪末的镁铁-超镁铁杂岩体中, 拉张体制下的深大断裂是其

导矿构造, 而与其次级断裂交会部位往往是形成含矿杂岩体的有利部位, “面型”岩体往往有利于形成大矿, 该类型矿床多赋存于岩体中、下部, 岩体具较好的岩相分带, 较高的硫、铜、镍丰度值。火山-热液型铜钼矿床主要分布于萨吾尔-二台晚古生代弧后盆地中部, 以索尔库都克铜矿床为代表, 产于石炭系中基性或中酸性火山熔岩-火山碎屑岩, 处于弧后盆地或岛弧带多期断裂活动部位。斑岩型铜矿床主要分布于科克森套-乔夏哈拉晚古生代弧沟带东部, 以青河县卡拉先格尔和哈腊苏铜矿点为代表, 产出于大陆边缘汇聚性过渡壳, 围岩为中泥盆统一石炭统火山熔岩-火山碎屑岩建造, 侵入岩为华力西中期辉长岩、闪长岩、闪长玢岩, 矿体产于闪长玢岩体的内部或外接触带, 具全岩矿化的特点。火山岩-铜铁建造型铜矿主要分布于科克森套-乔夏哈拉晚古生代弧沟带东端, 以乔夏哈拉铁铜矿为代表, 产于拉张型过渡壳阶段的火山岩型被迫陆缘带, 赋矿地层为中泥盆统海相中酸性火山熔岩-火山碎屑岩建造, 容矿岩石主要为凝灰岩, 围岩蚀变以绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐岩化、黄铁矿化为主。铜矿体多与磁铁矿体共生, 矿石化学组分除Cu、Fe外, 常伴生有Ag、Co、Pb、Zn、Ga、Mn、Ti、As等。

2.2 铅、锌矿类型

较单一, 主要为火山喷流-沉积型铅锌矿, 其次有火山岩-块状硫化物型铜锌矿床。火山喷流-沉积型铅锌矿床主要分布于克兰晚古生代弧后盆地中的麦兹和阿尔泰两个火山盆地, 以可可塔勒铅锌矿床为代表, 产于下泥盆统康布铁堡组海相酸性火山岩建造的凝灰砂岩和不纯大理岩层中。矿体为层状、似层状, 围岩具中—深度区域变质。火山岩-块状硫化物型铜锌矿床主要以阿舍勒铜锌矿为代表。

2.3 金矿类型

主要有浅变质含碳细碎屑岩型、中酸性侵入体内外接触带型、海相火山岩型和砂金矿。浅变质含碳细碎屑岩型金矿主要分布于萨吾尔-二台晚古生代弧后盆地中部, 以沙尔布拉克金矿为代表, 含矿岩系为厚度较大的呈薄层、互层产出的细碎屑岩, 含矿层位常含较多的碳质, 近矿围岩蚀变主要为硅化、毒砂化和黄铁矿化, 各式各样的构造破碎带是主要的控矿构造, 成矿与岩浆活动无明显联系。中酸性侵入体内外接触带型金矿主要分布于额尔齐斯构造

杂岩带西段, 以多拉纳萨依和托库孜巴依金矿为代表, 产于汇聚型过渡壳阶段的弧后盆地, 受新陆壳阶段弛张期后韧性剪切变形变质作用的强烈改造而产于韧性剪切带内。与金矿有关的侵入体以闪长岩为主, 其次为斜长花岗岩、花岗斑岩、石英斑岩等, 金矿化产于岩体内或外接触带。海相火山岩型金矿主要分布于克兰晚古生代弧后盆地、阿尔泰火山盆地和萨吾尔-二台晚古生代弧后盆地中部, 以萨热阔布和阿克希克金矿为代表, 含矿地层主要是海相中酸性火山岩, 受断裂构造控制, 矿体形态呈脉状、透视镜状, 围岩蚀变有硅化、绢云母化、黄铁矿化、毒砂化、绿泥石化、碳酸盐化等。砂矿型金矿, 阿尔泰山主要沟系均有砂金分布, 以红墩、西岔河砂金矿为代表。

3 典型矿床特征

3.1 新疆哈巴河县阿舍勒铜锌矿

(1) 成矿地质背景: 矿床位于南阿尔泰晚古生代弧后裂陷盆地的次级拗陷盆地中。赋矿地层为中泥盆统一套基性—中酸性分异的海相火山岩建造, 其中英安含角砾凝灰岩、凝灰岩为主要容矿岩石。区内构造复杂, 褶皱、断裂发育。总体构造线为南北方向, 含矿地层形态为一组线型紧闭褶皱, 且多发生倒转, 矿体主要赋存在向斜核部回转端处及近回转端的两翼(图1)。

(2) 矿床特征: 矿区及附近有各类矿化蚀变带14条, 阿舍勒一号铜矿体产于I号矿化蚀变带内。主矿体(一号)呈似层状或大透视镜状与地层整合产出, 同步褶皱。矿体总体呈南北向展布, 长843m, 枢纽倾伏长1250m, 距地表埋深25~1015m, 厚5~120m, 控制斜深800m, 水平断面上呈月牙形, 垂直断面呈钩状。

(3) 矿石类型及矿物组合: 矿石自然类型为硫化物矿石。按矿石矿物组合有黄铁矿石、黄铜黄铁矿矿石、闪锌黄铜黄铁矿矿石、多金属矿矿石、闪锌矿矿石等。矿石工业类型可划分为硫矿石、铜硫矿石、铜锌硫矿石、多金属矿石、锌矿石。

矿石矿物成分较复杂。矿石矿物主要为黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿, 次为方铅矿、锌砷黝铜矿、含银锌砷黝铜矿, 微量白铁矿、磁黄铁矿、古巴矿、毒

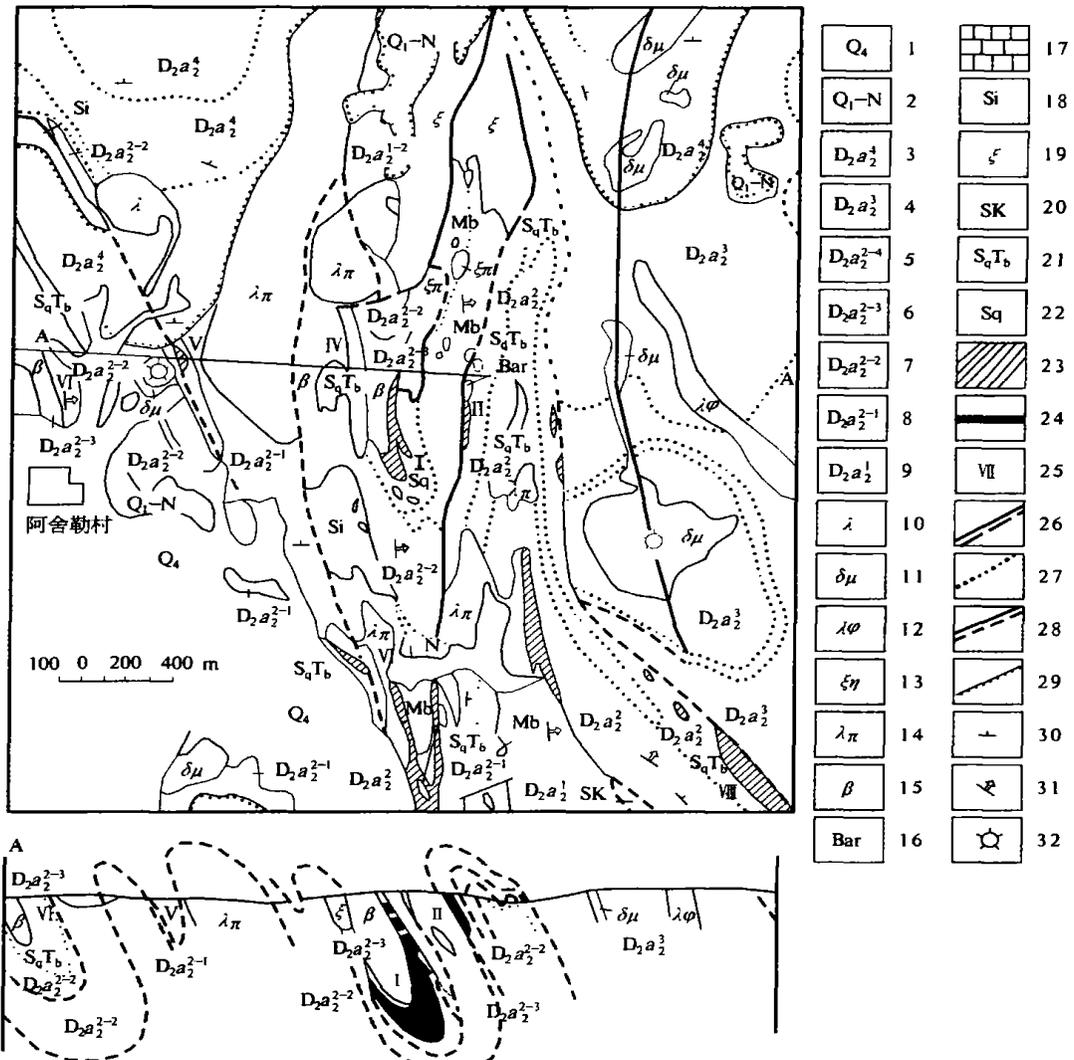


图1 阿舍勒矿区地质图

Fig. 1 The geological map of A shele mining area

(根据新疆地矿局第四地质大队资料修编, 1994)

1. 第四系现代冲积-坡积层; 2. 下更新统-上更新统砂砾岩, 中泥盆统阿舍勒组上亚组; 3. 第四岩性段, 英安质集块岩、角砾岩、凝灰岩; 4. 第三岩性段, 流纹质集块岩、角砾岩、凝灰岩; 5. 第二岩性段, 第四岩性层, 流纹质集块熔岩; 6. 第三岩性层, 玄武岩间夹矿化角砾凝灰岩; 7. 第二岩性层, 上部英安质角砾凝灰岩夹块状硫化物矿层, 下部英安质角砾岩; 8. 第一岩性层, 上部英安质角砾凝灰岩, 局部夹硫化物矿层, 下部火山灰凝灰岩; 9. 第一岩性段上部层, 酸性火山灰凝灰岩; 10. 辉绿玢岩; 11. 闪长玢岩; 12. 钠长斑岩; 13. 英安斑岩; 14. 石英斑岩; 15. 玄武岩; 16. 重晶石; 17. 灰岩 (Mb); 18. 硅质岩; 19. 英安岩; 20. 砂卡岩; 21. 次生石英岩化含角砾凝灰岩; 22. 次生石英岩; 23. 铁帽及强褐铁矿化带; 24. 块状硫化物矿体; 25. 矿化带编号; 26. 实测、推测地质界线; 27. 火山岩岩相界线; 28. 实测、推测断层线; 29. 不整合面; 30. 地层产状; 31. 片理产状; 32. 火山口

砂、自然金、含银自然金、银金矿、金银矿、辉银矿、螺状硫银矿、硫铜银矿、辉铜银矿、碲银矿、砷黝铜矿。主要脉石矿物为石英、绢(白)云母、绿泥石、重晶石、方解石、白云石、长石等。矿石主

要有用组分为Cu、Zn、S, 其品位为Cu 0.53%~8.46%, Zn 0.4%~11.56%, S 8.15%~45.08%, 另外还有Pb、Ag、Au等与其共生或伴生。

(4) 矿石结构构造: 矿石结构类型有自形一半

自形晶粒结构、他形晶粒结构、填隙结构与网状结构、残余结构、反应边结构、固溶体分离结构、假象结构、细晶结构、压裂纹结构及碎裂结构、变晶结构及压溶交代结构等。同生喷气沉积矿石构造有致密块状和块状、同生角砾状、条带状、斑杂状与斑点状、层纹状、浸染状等构造; 变质后活化改造期的矿石构造有脉状、细脉状、微褶皱状、定向及压力影等构造。

(5) 矿床成矿期次及成矿阶段: 矿床成矿期主要有3期: 火山喷气沉积-热液交代期、变质改造活化期、表生期。以前者为主要成矿期, 并可划分出5个成矿阶段: 黄铁矿阶段、黄铜矿-黄铁矿阶段、闪锌矿-黄铜矿-黄铁矿阶段、多金属硫化物阶段、(含多金属) 重晶石阶段。

(6) 蚀变类型及分带性: 矿体下盘围岩较上盘蚀变更为强烈。上盘、矿体、下盘的蚀变分带为: 绢云母-绿泥石化带、石英-绢云母化带、绿泥石化带或绢云母-绿泥石化带。远离矿体则为绢云母-次生石英岩带。

(7) 成矿物理化学条件: 矿床成矿温度可分为两期, 即喷气-沉积期的成矿温度为 $80\sim 310^{\circ}\text{C}$, 变质改造期和热液叠加期成矿温度为 $90\sim 540^{\circ}\text{C}$ 。矿床的主成矿阶段喷气-沉积期, 其流体密度为 $0.8\sim 0.97\text{ g/m}^3$, 具有由早阶段向晚阶段增大的趋势, 而其成矿流体成分则以富 K^+ 、 Cl^- 、 CO_2 为特征, $\text{K} > \text{Na}$, $\text{Cl} > \text{F}$, H_2O 含量低; 成矿压力由 $260 \times 10^5\text{ Pa}$ 演化到 $123 \times 10^5\text{ Pa}$; 形成细脉浸染状矿石流体的pH值为4, 形成块体硫化物矿石流体的pH值为 $4.5\sim 8.0$; 喷气-沉积期的氧逸度为: $\lg f_{\text{O}_2} = -49\sim -32$; 硫逸度为: $\lg f_{\text{S}_2} = -16.56\sim -10.91$ 。

(8) 矿床成因机理: 矿床形成过程可概括为: 含矿火山热气(流)沿主矿体南段的火山喷气筒升腾到海底, 与海水混合成矿, 并形成条带状为主的硫化物薄层, 沉积于英安质角砾凝灰岩之上, 形成品位低、不连续的第一含矿层。成矿间歇期, 火山再次喷发, 沉积了英安质角砾凝灰岩。受侧应力作用, 形成日后供主矿体赋存定位的卤池盆地。大规模火山喷发间歇, 喷发强度大、持续时间长、矿质丰度高的第二期火山气液喷到海底形成矿质, 部分沿火山口斜坡沉积成薄层或透镜状矿层, 大部分矿质被运移到卤池盆地中心沉积下来, 形成了厚大块状硫化物主含矿层(周良仁等, 1995)。

(9) 矿床类型及规模: 火山岩-块状硫化物型铜锌矿床, 规模达大型。

3.2 新疆富蕴县喀拉通克铜镍矿

(1) 成矿地质背景: 位于萨吾尔-二台晚古生代岛弧带, 赋矿地层主要为下石炭统南明水组, 含矿岩体侵位于该组含碳质沉凝灰岩中, 其形态受控于弛张期的深大断裂及北西向、北北西向次级断裂构造(图2)。

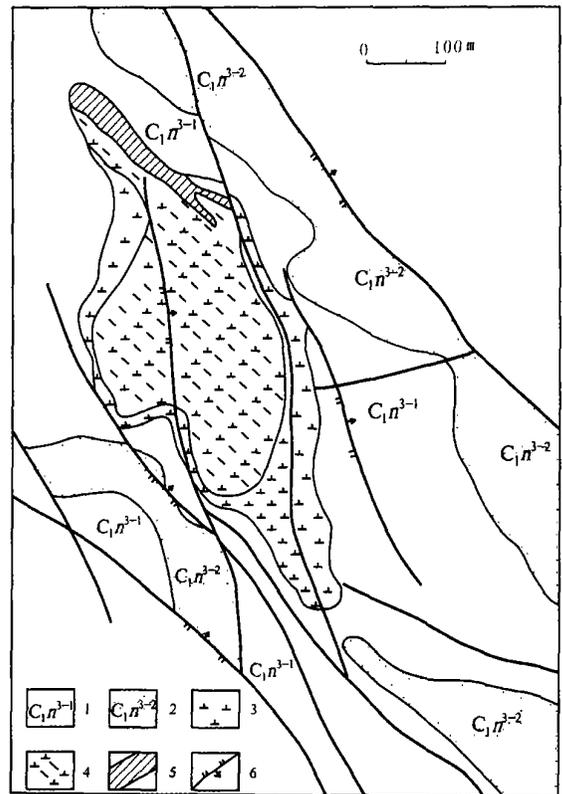


图2 喀拉通克I号矿床地质略图

Fig. 2 Geological sketch of the No. 1 ore in Kalatongke (据新疆地矿局第四地质大队, 1984)

1. 下石炭统泥板岩、沉凝灰岩; 2. 沉凝灰岩、含碳质凝灰质泥板岩; 3. 黑云母闪长岩; 4. 黑云母闪长苏长岩;
5. 氧化矿体; 6. 断层

(2) 矿床特征: 含矿岩体形态多呈透镜状、分枝脉状等不规则岩墙状产出。岩体垂直分异良好, 自上向下为黑云辉石闪长岩相-黑云角闪苏长岩相-黑云角闪橄榄岩相-黑云角闪辉绿辉长岩相。区内共发现含矿岩体9个, 其中以一号岩体最大, 二、三号为隐伏岩体。一号岩体地表呈不规则透镜状(图3), 长695 m, 宽39~289 m, 最大延深570 m。一号岩

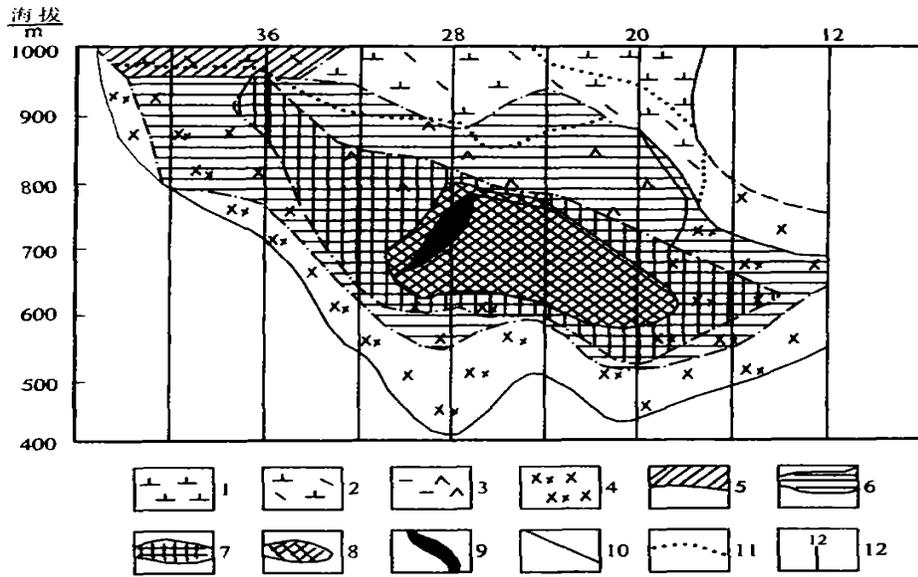


图3 喀拉通克I号矿床纵剖面图

Fig. 3 The profile of the No. 1 ore in Kalatongke

(据新疆地矿局第四地质大队, 1984)

1. 黑云母闪长岩相; 2. 黑云母角闪苏长岩相; 3. 黑云母角闪橄榄苏长岩相; 4. 黑云母角闪辉长辉绿岩相; 5. 氧化矿体;
6. 贫矿体; 7. 富铜贫镍矿体; 8. 丰富矿体; 9. 富镍高铜矿体; 10. 岩体界线; 11. 岩相界线; 12. 勘探线及编号

体为全岩矿化, 矿体局限于岩体之内, 占岩体体积的60%, 主要赋存在岩体中下部, 由浸染状和致密块状矿石组成。平均品位: 铜 1.4×10^{-2} , 镍 0.88×10^{-2} , 钴 0.03×10^{-2} 。

(3) 矿石类型及矿物组合: 矿石类型主要为稀疏浸染状、中—稠密浸染状和致密块状。矿石矿物有70余种。其中金属矿物有50多种, 主要有磁黄铁矿、黄铜矿、镍黄铁矿、黄铁矿、紫硫镍矿、磁铁矿等。

(4) 矿石结构构造: 矿石结构主要为他形粒状结构; 矿石构造为块状、胶结状和浸染状构造。

(5) 蚀变类型: 主要是含矿镁铁岩体成矿后期的自变质作用形成的蚀变, 有橄榄石的蛇纹石化、皂石化, 辉石的滑石化、黑云母化, 角闪石的次闪石化、绿泥石化, 长石的绢云母化、黝帘石化等, 后期热液蚀变有碳酸盐化、葡萄石化。

(6) 成矿物理化学条件: 硅酸盐矿物结晶温度为 $1420 \sim 600$, 金属硫化物熔融体结晶温度为 $572 \sim 350$ 。

(7) 矿床成矿机理: 岩浆沿深大断裂上升到中间岩浆房, 同时分异成液态分层岩浆。上部基性度较低的岩浆在构造应力驱动下, 沿北西向断裂

就位, 形成 Y_2 、 Y_3 号岩体和岩浆就地分异形成底部矿体。下部偏基性岩浆沿北西和北北西向断裂交会部位形成 Y_1 岩体, 并在其中下部熔离分异形成浸染状矿体。下部矿浆沿相同构造空间侵贯于 Y_1 岩体中下部, 形成叠生矿体(王润民等, 1991)。

(8) 矿床类型及规模: 镁铁-超镁铁岩浆熔离型铜镍硫化物矿床, 规模达大型。

3.3 新疆富蕴县可可塔勒铅锌矿床

(1) 成矿地质背景: 矿床位于西伯利亚板块南缘的阿尔泰山南缘的晚古生代裂陷槽麦兹倒转向斜之北东倒转翼的南东端近转折部位。赋矿地层为下泥盆统康布铁堡组上亚组的变中酸性熔岩-喷发碎屑岩碳酸盐岩建造。容矿原岩主要为凝灰质页岩、凝灰质粉砂岩、细砂岩和泥灰岩, 大理岩通常为矿体盖层(图4)。

(2) 矿床特征: 矿区已知矿体15条, 矿体呈层状, 与地层产状基本一致。走向 $130^\circ \sim 170^\circ$; 倾向北东, 部分南西, 倾角 $47^\circ \sim 85^\circ$ 。矿体长 $50 \sim 1350$ m, 厚 $5 \sim 80$ m, 延深 $200 \sim 750$ m, 最大延深大于 800 m。厚大矿体赋存于火山洼地中火山岩和沉积岩的厚大部位。矿区中间为多层矿, 两侧为单层矿。

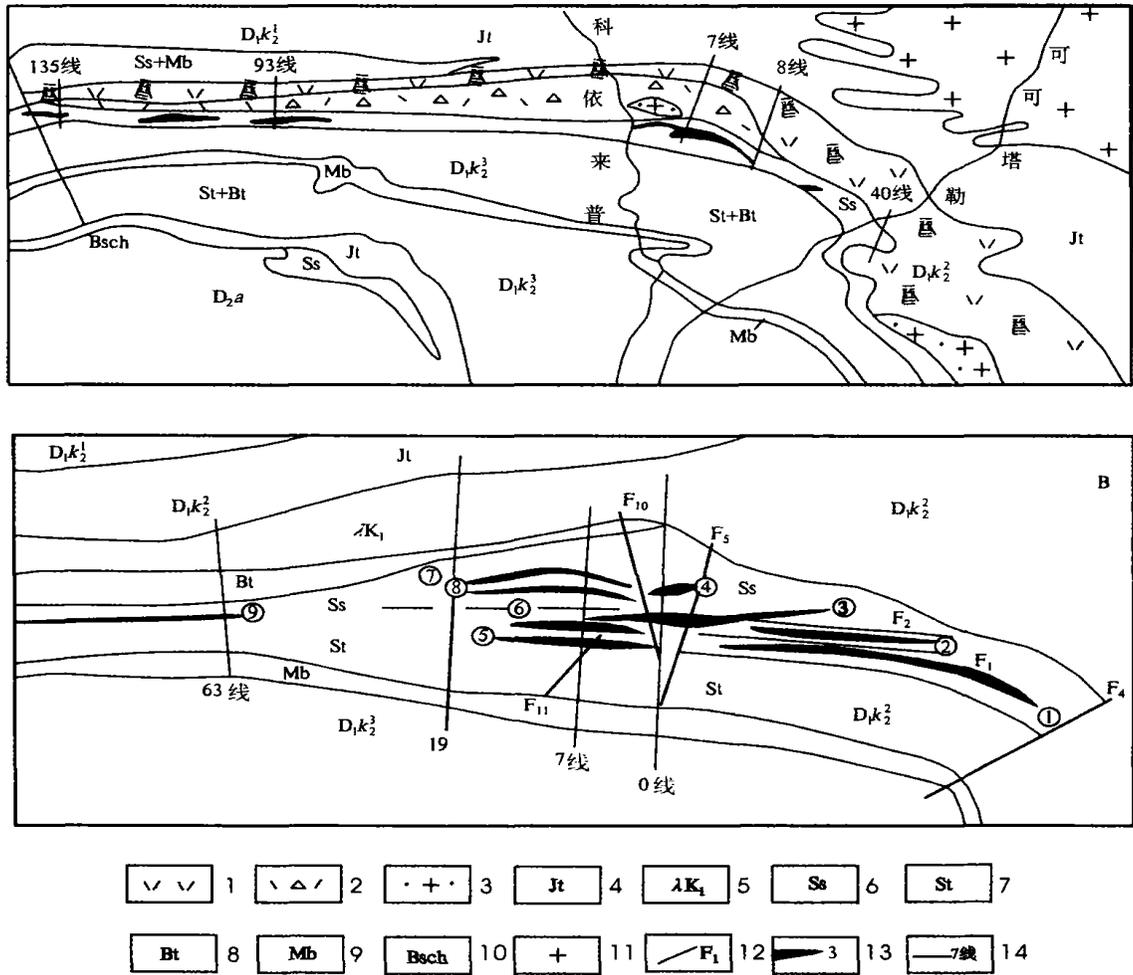


图4 可可塔勒矿区地质图

Fig. 4 The geological map of Keketale ore

(据新疆有色706队, 1995)

D_{2a}. 中泥盆统阿勒泰组; D_{1k³}. 下泥盆统康布铁堡组上亚组第三岩性段; D_{1k²}. 下泥盆统康布铁堡组上亚组第二岩性段; D_{1k¹}. 下泥盆统康布铁堡组上亚组第一岩性段。1. 变酸性熔岩; 2. 角砾块熔岩, 角砾晶屑凝灰岩; 3. 石英钠长斑岩; 4. 变晶屑凝灰岩; 5. 变石英角斑岩; 6. 钙质砂岩、粉砂岩、角砾凝灰岩; 7. 变粉砂岩; 8. 变沉凝灰岩; 9. 大理岩; 10. 黑云石英片岩; 11. 华力西期花岗岩; 12. 断层及编号; 13. 矿体及编号; 14. 勘探线及编号

(3) 矿石类型及矿物组合: 矿石自然类型主要是方铅矿、闪锌矿, 以块状矿石、稠密浸染状、条带、条纹状、稀疏浸染状为主。按矿石矿物组合有方铅矿-闪锌矿-黄铁矿-磁黄铁矿型、方铅矿-闪锌矿-磁黄铁矿型、方铅矿-闪锌矿-黄铁矿型、方铅矿-黄铁矿型。

矿石矿物较简单, 主要为黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿, 次为毒砂、黄铜矿、硫锑矿、黝铜矿、斑铜矿、白铁矿等; 主要脉石矿物为石英、微斜长石、斜长石、白云母、金云母、方解石、透辉石、铁铝榴石、黑云母、角闪石、绿帘石、石膏等, 偶见重晶石、

萤石。

矿石主要有用组分为Pb、Zn, 其Pb品位为0.379%~4.95%, 平均1.51%; Zn品位为0.4%~10.74%, 平均3.16%; Pb+Zn平均4.67%。另外还有S、Ag、Cd等与其伴生, S一般10%左右, Ag最高 222×10^{-6} , 一般低于 40×10^{-6} 。

(4) 矿石结构构造: 矿石结构有中细粒自形—半自形、他形—半自形粒状结构、斑状结构、反应边结构、共边结构、交代溶蚀结构、填间结构等。矿石构造以浸染状构造、斑杂状构造、块状构造为主, 其次

为条带状、条纹状、似条纹状构造,少数为角砾状构造等。

(5) 蚀变类型: 矿区内具强烈蚀变, 矿体下盘地层面型硅化钾化、绿泥石化、阳起石化、黑云母化, 矿层主要为碳酸盐化、绢云母化、硅化、黄铁矿化等, 这些均为原生蚀变, 是成矿流体与围岩发生化学反应而形成的, 是成矿时的产物。矿体上盘蚀变以细脉状绿帘石化为主, 属次生蚀变, 是成矿后的产物。

(6) 成矿物理化学条件: 据矿物包裹体测温(均一法)主要为122~200 (代表喷气沉积阶段), 331~352 (代表变质热液改造阶段)。盐度 w (NaCl) 为7.49%, 流体成分为 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+} - \text{Cl}^-$ 型。矿石硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 值为-5.0‰~-15.3‰, S/Se 值为 18×10^{-4} ~ 79×10^{-4} 。

(7) 矿床成因机理: 早泥盆世初期, 地壳开始处于拉张阶段, 海底火山喷发形成酸性熔岩、角砾集块岩、角砾凝灰岩; 早泥盆世中期火山活动减弱, 为火山喷发间歇期, 火山物质减少, 沉积物质增多, 形成沉凝灰岩、泥砂质岩、碳酸盐岩等沉积岩, 同时含矿热液自海底喷气通道喷出, 进入沉积洼地, 成矿元素与细菌还原海水硫酸盐的产物相结合, 形成以沉积岩为容矿岩石的块状-层状硫化物型(海底喷气沉积型)铅锌矿床。

(8) 矿床类型及规模: 属海相火山岩系中沉积岩容矿的块状-层状硫化物型铅锌矿床, 规模达大型。

3.4 新疆哈巴河县多拉纳萨依金矿床

(1) 成矿地质背景: 矿床位于西伯利亚古板块乌伦古弧盆带内的额尔齐斯晚古生代弧后盆地。含矿岩系为中泥盆统托克萨雷组第四岩性段的薄层灰岩、绢云母绿泥石千枚岩、钙质千枚岩, 变粉砂岩。区内构造线以北西向为主, 含矿地层形态为一组反“S”型的褶皱断裂构造带, 矿体主要赋存在向斜的东翼。

(2) 矿床特征: 矿区划分出3个矿群, 其中一号矿群为该区的主要金矿群, 呈不规则复分枝脉状(图5)。矿体走向NNE, 倾向NW, 倾角 $60^\circ \sim 85^\circ$ 。矿体长1000m, 宽度0.5~614.59m, 平均宽度2.96m, 厚度变化系数0.86。平均品位 5.75×10^{-6} , 品位变化系数117%。

(3) 矿石类型及矿物组合: 矿石自然类型以石英脉和石英网脉型矿石为主, 分为4个亚类: 蚀变石英闪长(玢)岩中石英网脉型矿石; 蚀变不纯灰岩、大理岩中石英网脉型矿石; 蚀变片理化变砂岩中石

英网脉型矿石; 蚀变绿泥石英千枚岩中石英网脉型矿石。

矿石矿物较复杂, 矿石矿物主要为黄铁矿、毒砂, 次为黄铜矿、白铁矿, 微量磁黄铁矿、闪锌矿、黝铜矿、斑铜矿、辉铜矿、自然金、银金矿、方铅矿、锑铅矿、碲铋矿、碲金矿、磁铁矿、赤铁矿、金红石、钛铁矿、褐铁矿、白铅矿、碲银矿; 主要脉石矿物为石英、长石、钠长石、方解石、铁白云石、绢(白)云母、绿泥石、绿帘石、重晶石、电气石、高岭石等。

(4) 矿石结构构造: 矿石结构有自形晶结构、半自形—他形晶粒结构、填隙结构、共边结构、包含结构、叶片状结构、骸晶结构、浸蚀结构、反应边结构、交代残余结构、压力影结构、碎斑结构、拉丝结构等。矿石构造主要以星散浸染状构造、稀疏浸染状构造、斑点状构造为主, 其次为条带状构造、细脉-网状构造, 少数为角砾状构造等。

(5) 蚀变类型: 矿区近矿围岩蚀变普遍, 主要蚀变类型为黄铁矿化、绢云母化、硅化、绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化等。由于多次热液作用, 所以各种蚀变矿物相互叠加。另外在灰岩中有砂卡岩化, 石英闪长岩脉中有钠长石化、高岭土化及泥化。

(6) 成矿温度: 86~340。

(7) 矿床成因机理: 岩浆携带金质沿深大断裂上升至次级断裂及韧性剪切带中, 在岩体与围岩的内外接触带处成矿。

(8) 矿床类型及规模: 该矿床属中酸性侵入体内外接触带型金矿床, 规模达中型。

3.5 新疆富蕴县沙尔布拉克金矿床(陈尚迪等, 1996)

(1) 成矿地质背景: 矿床位于加波萨尔古生代岛弧内。赋矿地层为下石炭统南明水组一套浅海—海陆交互碳酸盐岩、陆源碎屑岩及少量沉火山碎屑岩建造, 以碎屑岩为主要岩性。主要容矿岩石为南明水组中段安山质岩屑沉凝灰岩和含碳细-粉砂岩。区内总体构造线为北西向, 呈线状平行排列, 长10~20km。主要断裂为纵向逆断层, 与褶皱延伸方向一致, 规模也较大。北北西和北东东向斜间平移断层发育。

(2) 矿床特征: 矿化带长18km, 工程控制约11km(图6), 圈出东西两个含矿地段, 东矿段长4800m, 包括5个矿群, 32个矿体, 为该区的主要金矿地段。

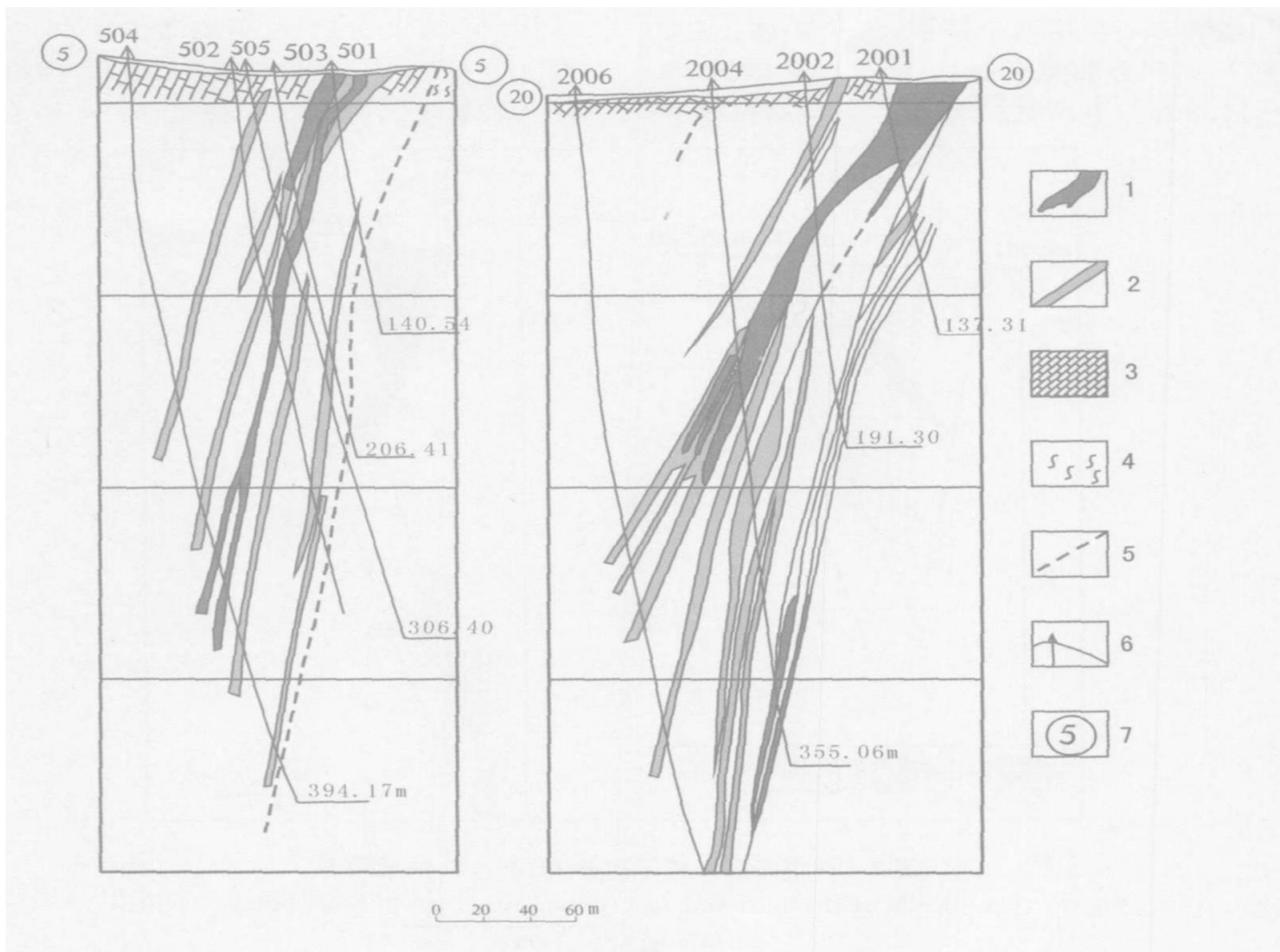


图5 多拉纳萨依金矿床 I 号矿体 5 线和 20 线剖面图

Fig. 5 The profile of the 5th and 20th prospecting line of the No. 1 ore in Duolanasayijin deposit
 [据新疆地矿局地质矿产研究所《哈巴河县阿舍勒—多拉纳萨依一带金及多金属成矿预测报告 (1:5万)》, 1992]
 1. 金矿体; 2. 糜棱化岩化角闪岩脉; 3. 灰岩; 4. 绿泥绢云千枚岩; 5. 断裂; 6. 钻孔位置及编号; 7. 勘探线编号

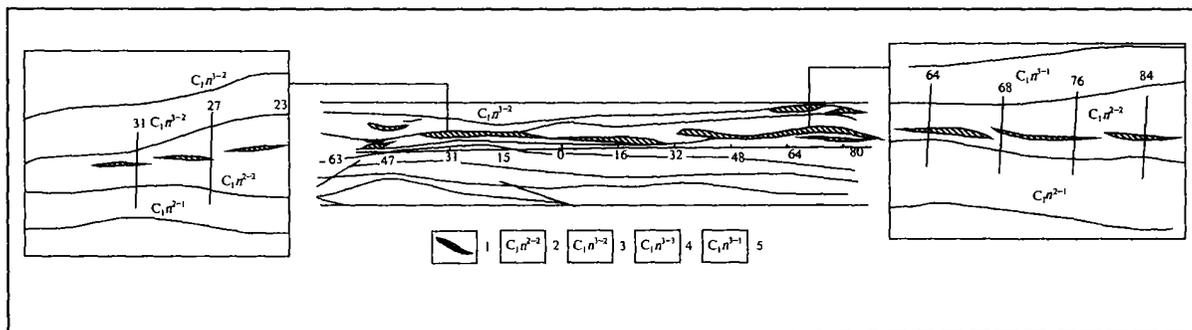


图6 沙尔布拉克矿田矿脉分布图

Fig. 6 The distribution of mineral veins in Shaerbulake orefield
 (据陈尚迪等, 1994)

1. 矿体; 2. 南明水组中段第二岩性段; 3. 南明水组上段第二岩性段; 4. 南明水组上段第三岩性段; 5. 南明水组上段第一岩性段

西矿段长1 200 m, 包括两个矿群, 6 个矿体。主矿体(II₂号)呈斜列分枝复合脉状(图7), 矿体长450 m, 宽2~ 15.3 m, 平均宽7.72 m。一般品位 $3.16 \times$

$10^{-6} \sim 4.28 \times 10^{-6}$, 平均品位 3.65×10^{-6} 。矿体走向 $313 \approx 328^\circ$; 倾向 $215 \approx 237^\circ$; 倾角 $65 \approx 75^\circ$ 。

(3) 矿石类型及矿物组合: 矿石自然类型以氧

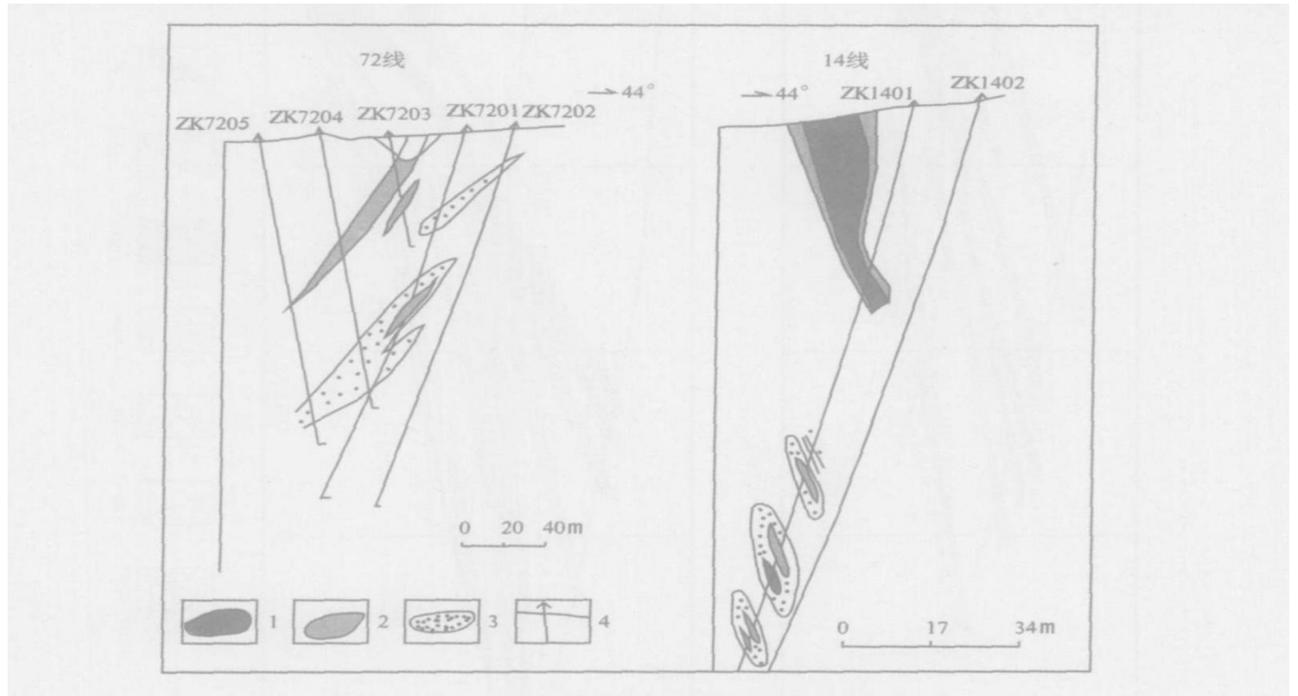


图7 沙尔布拉克矿区矿体14线、72线剖面图

Fig. 7 The profile of the 14th and 72th prospecting line in Shaerbulake orefield

(据陈尚迪等, 1994)

1. 表内矿体; 2. 表外矿体; 3. 矿化体; 4. 钻孔及编号

化硫化物矿石为主。按主要载矿岩石和共生构造特征, 把矿石分为以下建造类型: 浸染状蚀变岩屑沉凝灰岩型矿石、细脉-条带状蚀变岩屑沉凝灰岩型矿石、浸染状蚀变含碳细-粉砂岩型矿石、细脉-条带状蚀变含碳细-粉砂岩型矿石。其中岩屑沉凝灰岩中以浸染状矿化为主, 碳质细-粉砂岩中均以细脉状-条带状矿化为主。

矿石矿物较复杂, 矿石矿物主要为毒砂、黄铁矿, 次为黄铜矿、黝铜矿、含铜闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿、硫锑铅矿、自然金、银金矿、磁铁矿、赤铁矿、钛铁矿、白钨矿、褐铁矿。主要脉石矿物为长石、石英、铁白云石、臭葱石、方解石、绢云母、绿泥石、绿帘石、重晶石、石墨等。矿石主要有用组分为金、银、硫。

(4) 矿石结构构造: 矿石结构类型有自形晶粒结构、半自形—他形晶粒结构、他形晶粒结构、共边结构、填隙结构、交代乳油结构、交代溶蚀结构、

骸晶结构、裂纹压碎结构等。矿石构造以浸染状为主, 也有以此形态为基础, 形成的细脉状、条带状构造, 局部较集中则成斑杂状构造, 块状构造几乎未曾见到。

(5) 蚀变类型: 矿区内具强烈蚀变, 主要蚀变类型为褐铁矿化, 是明显的直接找矿标志; 硅化、毒砂化、黄铁矿化较为强烈地段, 预示可能有工业矿体存在。

(6) 成矿物理化学条件: 成矿温度 $150 \sim 250$, 盐度 $w(\text{NaCl})$ 为 $6\% \sim 8.62\%$, pH值近中性。

(7) 成矿成因机理: 富含含碳质和硫化物颇丰的暗色岩-电气石岩系, 在韧性剪切变形变质作用下, 发生脱水作用形成原始流体, 流经地层围岩产生溶解、淋滤作用形成高温变质溶液。同时, 流纹斑岩侵位释放的热能, 矿区菱形断裂系统活动产生的机械能以及区域性构造-岩浆活动汇入的热能, 使矿区断裂构造系统热液对流速度显著增大, 形成了

以大气水为主要成分的对流-循环成矿体系。由于水-岩交换(蚀变)热量不断散失和大气水冷却、稀释等,致使成矿系统的温度下降,以及矿化主岩的化学圈闭效应和物理化学-地球化学障的综合因素作用下,金络合物解体,金随同毒砂、黄铁矿等矿物共生晶出聚集成矿。热液成矿后,左行断裂强烈发育,早期控矿断裂再度活化,以致矿床中上部遭受破碎剥蚀和氧化作用,形成厚30~50m的氧化带及优质氧化矿石。

(8) 矿床类型及规模: 该矿床为浅变质含碳细碎屑岩型金矿床, 规模达中型。

3.6 找矿新发现

(1) 哈腊苏铜矿位于阿尔泰南缘喀拉通克铜镍矿东北, 铜矿化带主要分布在花岗闪长斑岩及其南侧的中基性火山岩中。铜矿化带地表断续长7 km以上, 初步圈出3条矿化体。规模最大的1号矿化体地表长约900 m, 宽20~150 m。根据物探成果, 2003年在8线施工的ZK801孔见矿情况较好, 孔内斑岩体全岩矿化, 视厚482 m, 铜含量0.37%。其中, 在136.05~286.30 m处为铜矿体, 视厚150.25 m, 铜品位0.67%、金 0.3×10^{-6} , 显示出极好的成矿前景。

(2) 在阿巴宫矿段发现长达15 km的铁帽带, 宽2~26.8 m。铁帽中局部存在铅锌矿体, 矿体长50~503 m, 宽1.2~34.60 m。矿石铅品位 0.33×10^{-2} ~ 4.62×10^{-2} , 锌品位 0.07×10^{-2} ~ 5.20×10^{-2} 。其中TC64见铅+锌品位为 8.96×10^{-2} 、宽1.2 m的富矿。

(3) 乌拉斯沟铜矿主矿体在乌拉斯沟东的长度为325 m(向西为乌拉斯沟冲积层覆盖), 宽2.1~31.90 m, 铜品位 0.22×10^{-2} ~ 6.86×10^{-2} , 平均铜品位 0.83×10^{-2} 。在沟西的长度为200 m, 宽2.9~9.65 m, 铜品位 0.15×10^{-2} ~ 0.45×10^{-2} , 平均 0.26×10^{-2} 。在铜矿体南侧相距20 m的地段, 发现了铅锌矿带, 矿体长600 m, 宽0.8~5.80 m, 铅品位 0.39×10^{-2} ~ 2.70×10^{-2} , 锌品位 3.58×10^{-2} ~ 10.66×10^{-2} 。

4 资源预测及找矿靶区

阿尔泰成矿带在前寒武纪基底之上发育大量的中基性火山岩和各类侵入岩, 尤其是酸性岩和基性

-超基性岩大面积出露, 构造活动和变质作用强烈, 已发现了著名的阿舍勒大型火山岩-块状硫化物型铜锌矿床、喀拉通克大型岩浆铜镍硫化物型铜镍矿床和可可托海大型伟晶岩型稀有金属矿床, 以及可可塔勒大型块状-层状硫化物型铅锌矿床、多纳拉萨依中型酸性侵入体内外接触带型金矿床、沙尔布拉克中型浅变质含碳细碎屑岩型金矿床等一大批中型以上的矿床, 是新疆和全国重要的有色金属、贵金属基地。哈腊苏斑岩铜矿的发现, 及其与西延哈萨克斯坦矿区阿尔泰有色金属成矿带和东延蒙古欧玉陶勒盖超大型斑岩铜-金矿床进行对比, 说明该带找矿潜力巨大(陈毓川等, 1999)。

阿尔泰成矿带西延为哈萨克斯坦最重要的有色金属和贵金属成矿带, 尤其是矿区阿尔泰拥有尼古拉耶夫大型多金属矿床、别列佐夫大型多金属矿床、额尔齐斯大型多金属矿床、别列乌索夫大型多金属矿床、巴克尔奇克大型金矿床、计申大型铅锌矿床、列宁诺戈尔斯克大型铅锌矿床、孜良诺夫超大型铅锌矿床、马列耶夫大型铜锌矿床、格列霍夫II号大型铅锌矿床等大、中型矿床20余个, 有色金属蕴藏量达3 000万t以上。该带东延为蒙古国南部重要的铜金成矿带, 大型、特大型铜、金矿床(点)呈带状分布, 查干苏布尔加大型斑岩铜-钼矿床和欧玉陶勒盖特大型斑岩铜-金矿床等一批重要铜多金属矿床的发现, 已成为21世纪初全球铜、金等矿产找矿勘查的热点地区之一(张义等, 2003)。

4.1 资源量预测

根据《我国中西部地区地球化学块体内矿产资源潜力预测报告(新疆部分)》, 以1:20万区域地球化学数据为基础, 按10 km×10 km窗口数据平均值, 阿尔泰地区金、铜等12种元素共圈定各类地球化学块体34个。其中, 金4个, 铜7个, 铅1个, 锌3个, 镍2个, 钴5个, 铬2个, 钨2个, 锡1个, 钼4个, 银2个, 铋1个。从12种元素块体预测资源量统计和已发现的矿床综合分析, 金、铜、镍、锌、钴、铬、钨、钼资源潜力较大, 尤其是铜、镍、钼。

(1) 金: 所圈定的4个块体均为地球化学省, 共计预测金资源量78.99 t。其中, 苏木代尔格-托斯卡拉依金地球化学省预测资源量34.40 t, 红山嘴金地球化学省预测资源量17.98 t, 福海金地球化学省预测资源量18.50 t, 恰库尔特金地球化学省预测资

源量8.11 t。

(2) 铜: 所圈定的7个块体中一个为地球化学巨省, 其他为地球化学省, 共计预测铜资源量1458.88万t。其中, 青河-三塘湖铜地球化学巨省预测资源量784.86万t, 萨吾尔山铜地球化学省预测资源量332.68万t, 哈龙-苏木代尔格铜地球化学省预测资源量100.32万t, 阿舍勒铜地球化学省预测资源量92.32万t, 喀拉通克铜地球化学省预测资源量82.29万t, 恰库尔特铜地球化学省预测资源量34.06万t, 布尔根铜地球化学省预测资源量32.35万t。

(3) 铅: 红山嘴铅地球化学省预测资源量12.84万t。

(4) 锌: 所圈定的3个块体1个为地球化学巨省, 两个为地球化学省, 共计预测锌资源量216.62万t。其中科克塔勒-布勒根锌地球化学巨省预测资源量152.10万t, 阿舍勒锌地球化学省预测资源量39.98万t, 苏木代尔格锌地球化学省预测资源量24.54万t。

(5) 镍: 所圈定的2个块体均为地球化学巨省, 共计预测镍资源量51.16万t。其中哈拉斯-红山嘴镍地球化学巨省预测资源量27.81万t, 喀拉通克镍地球化学巨省预测资源量23.35万t。

(6) 钴: 所圈定的5个块体均为地球化学省, 共计预测钴资源量1.94万t。其中, 萨吾尔山钴地球化学省预测资源量0.71万t, 科克塔勒-喀拉通克钴地球化学省预测资源量0.49万t, 青河钴地球化学省预测资源量0.39万t, 喀拉萨斯钴地球化学省预测资源量0.26万t, 喀拉斯钴地球化学省预测资源量0.09万t。

(7) 铬: 所圈定的2个块体均为地球化学省, 共计预测铬资源量72.99万t。其中, 哈龙铬地球化学省预测资源量40.38万t, 科克塔勒-青河铬地球化学省预测资源量32.61万t。

(8) 钨: 所圈定的2个块体均为地球化学省, 共计预测钨资源量0.95万t。其中, 苏木代尔格-阿尔泰钨地球化学省预测资源量0.70万t, 喀拉斯钨地球化学省预测资源量0.25万t。

(9) 锡: 喀拉萨斯锡地球化学省预测资源量0.68万t。

(10) 钼: 所圈定的4个块体均为地球化学省, 共计预测钼资源量20.26万t。其中野马泉钼地球化学

省预测资源量10.09万t, 和什托洛盖钼地球化学省预测资源量4.25万t, 恰库尔特钼地球化学省预测资源量3.70万t, 红山嘴钼地球化学省预测资源量2.22万t。

(11) 银: 所圈定的2个块体均为地球化学省, 共计预测银资源量500t。其中, 诺尔特-红山嘴银地球化学省预测资源量390t, 苏木代尔格-扎斯卡拉尕依银地球化学省预测资源量110t。

(12) 铋: 红山嘴铋地球化学省预测资源量5.29万t。

4.2 找矿靶区

全面收集了新疆阿尔泰地区已有的地、物、化、遥和矿产资料, 在区域成矿地质条件分析和成矿规律研究的基础上, 优选出8个找矿靶区(陈哲夫等, 1995)。

(1) 卡拉先格尔铜金矿找矿靶区: 该靶区位于可可托海-二台大断裂以东, 主体处在科克森套-乔夏哈拉晚古生代弧沟带, 属于科克森套-乔夏哈拉Cu、Au(Fe)成矿带。

1 20万区域化探显示出全区最好的铜多金属异常, 伴有金组元素异常和基性度元素异常。

区内已发现铁、铜、金矿床、矿点70余处。铜矿多为斑岩型和热液型, 铁矿多为火山-沉积改造型, 金矿或产于构造破碎蚀变带内, 或与铁、铜矿共生。芮宗瑶等(1984年)将该带划归额尔齐斯河斑岩铜矿成矿带, 认为该带与原苏联萨乌尔地区的肯赛依和凯泽尔卡因等斑岩铜矿床的地质条件相似, 通常矿化与纳缪尔期花岗闪长斑岩密切相关。较大的铜矿有卡拉先格尔和哈腊苏铜矿。根据资料对比, 该找矿靶区所属的科克森套-乔夏哈拉Cu-Au(Fe)成矿带应与蒙古欧玉陶勒盖大型铜-金矿床为同一成矿带, 已发现卡拉先格尔、哈腊苏等斑岩铜矿。

卡拉先格尔铜矿: 已查明的铜矿化范围长2 km, 宽0.1~0.5 km, 铜矿化集中分布于钾交代岩(包括钾长石化的凝灰岩、凝灰质砂岩及部分黑云母化凝灰岩)的上部层位, 青磐岩化石英闪长岩中也见有少量铜矿化。样品分析结果表明铜矿化品位较低, 矿化不均匀, 地表难以圈出规模较大的矿体。

该带是本区寻找斑岩型铜矿的最有利地区, 同时, 也是寻找构造蚀变岩型及石英脉型金矿的有利地区。

(2) 库卫铜镍矿找矿靶区: 该靶区位于哈龙早古生代山弧带中部, 属于哈龙Au-Cu-Sn (稀有金属、云母、宝石) 成矿带东段。基性杂岩体呈岩株状在区内断续出露。

在库卫一带已发现有十多个基性岩体, 其中, 位于库卫河上游2 361.9 高地的22号岩体, 呈近似纺锤形的小岩株, 长8 km, 宽2.5 km, 长轴走向近东西向。岩体斜切地层, 界线弯曲。

22号岩体正磁异常强度近2 000 nT, 负磁异常强度约-500 nT, 南正北负, 属斜磁化场, 场形与喀拉通克1号岩体同属一类。1:1万激电剖面测量在22号岩体中部圈出了强度较高、面积较大的极化率异常。国内已知的铜镍矿床, 如金川、喀拉通克、赤松柏、红旗岭等矿床的赋矿岩体均显示斜磁化或反磁化的场形特征, 据此推测, 该基性岩体具有铜镍矿的找矿前景。

2001年, 通过1:5万路线地质调查在该区新发现大量小基性岩体, 岩体分异程度高, 有利于铜、镍成矿。部分小岩体中还见有不均匀分布的稀疏浸染状孔雀石化。

1:20万区域化探显示Cr-Ni-Co-Mg异常及铜多金属异常。在该带具有寻找岩浆熔离型铜镍硫化物矿床的有利条件, 一旦有所突破, 将极大地拓展新疆阿尔泰地区的找矿领域。

(3) 萨热阔布铅锌金矿找矿靶区: 该靶区位于克兰晚古生代弧后盆地的阿勒泰泥盆纪火山沉积盆地中, 属于克兰Cu-Pb-Zn-Au (Fe、稀有金属-宝石) 成矿带。处在1:20万区域化探圈定的阿勒泰铜多金属异常区和大罗坝-阿勒泰金组异常区内。

该区成矿条件十分有利, 目标是主攻与海相火山岩有关的火山-沉积型铜多金属矿床和变质热液型金矿(萨热阔布型)。

(4) 诺尔特金铅锌矿找矿靶区: 该靶区位于诺尔特晚古生代裂陷盆地, 属于诺尔特Pb-Zn-Au-(W-Mo) 成矿带。处在1:20万区域化探圈定的位全区第二的铜多金属异常区和最大的金组异常区内, 是本区最引人注目的异常区之一。

该区成矿条件十分有利, 已发现金矿点、铅锌矿点等十余处, 但由于工作程度低, 尚未发现成型矿床, 主攻矿种为铜、铅、锌、金, 主攻矿床类型为火山岩型。

(5) 索尔库都克铜钼金矿找矿靶区: 该靶区大

地构造位置处在萨吾尔-二台晚古生代弧后盆地南缘和塔尔巴哈台-纳尔曼得早古生代沟弧带。属于萨吾尔-二台Cu、Ni、Au (Fe) 成矿带和塔尔巴哈台-纳尔曼得Au-Cu-(Fe-Cr) 成矿带的交汇部位。区内泥盆系、石炭系广泛发育, 零星出露奥陶系和志留系。

中泥盆统海相中基性火山岩-火山碎屑岩建造中产有火山-热液型铜钼矿床(索尔库都克铜钼矿)。沿断裂构造蚀变带产出有金矿(扎河坝金矿)。基性-超基性岩体中发现有铬、铜、镍、铂、钯矿化, 如, 扎河坝岩体Pt+Pd品位高达 2.51×10^{-6} , 纳尔曼得岩体Cu、Ni相对富集, 辉石橄榄岩中Ni含量高达 $2.492 \times 10^{-6} \sim 3.102 \times 10^{-6}$, 超过边界品位。

1:20万区域化探显示串珠状分布的铜多金属、金组元素异常和基性度元素异常。该带应积极寻找火山-热液型铜钼矿床和构造蚀变岩型金矿床, 同时应该对基性-超基性岩体的铜、镍、铂、钯含矿性加强研究。

(6) 科克森套铜镍金矿找矿靶区: 该靶区位于科克森套-乔夏哈拉Cu-Au-(Fe) 成矿带西段, 大地构造位置处在科克森套-乔夏哈拉晚古生代弧沟带。从玉什喀腊套到科克森套, Cu、Zn元素具有明显的高峰值带, 表明区域性大断裂和背斜构造控制着异常元素的展布。在已发现的长逾1 500 m, 宽逾500 m的金铜矿化带内, 有多处金铜矿点及小型铜矿体, 显示了很好的成矿特征。Cr、Ni、Co元素高峰值出现在超基性岩和中酸性岩出露区, 经采样分析Ni达到 3.000×10^{-6} , Co达到 300×10^{-6} , 在长3 000 m, 宽100 m的超基性岩体内是寻找铜镍矿的有利地带。该带内Cu含量不明显, 但该矿带在区域上与喀拉通克铜镍矿、哈腊苏铜矿等具有很好的可比性。另外, 据最新科研成果分析, 在铜含量低、镍钴高的超基性岩区, 是铂、钯、钨等贵金属的成矿有利地区。

该区在大区域上属扎尔玛萨吾尔南蒙Cu-Ni-Au-多金属成矿带中段, 在西段的哈萨克斯坦境内已发现南马克苏特中型铜镍矿床。在区内的珠万哈腊苏基性岩体中发现有铜镍矿化。该区主要找矿床类型为与镁铁-超镁铁质杂岩有关的硫化物型铜镍矿、斑岩型铜矿和火山热液型铜金矿等。

(7) 萨吾尔山金铜矿找矿靶区: 处于萨吾尔-二台Cu-Ni-Au (Fe) 成矿带西段, 大地构造位置处在

萨吾尔-二台晚古生代弧后盆地。区内晚古生代地层中火山岩极为发育,其中早石炭世火山活动最为强烈,以海相中基性、中性火山喷发为主,有少量中酸性喷发。

该带已发现多处金矿点、矿床和铜矿(化)点,主要有塔斯特金矿、阔尔真阔腊金矿、布尔合斯太金矿、萨黑哈拉埃特金矿,希亚克斯套和陕谢克萨依金、铜矿点,凯里青-黑山头金矿点、科克阔腊金矿化点等。

希亚克斯套金铜矿化点:位于塔斯特岩体与下石炭统哈拉巴依组的中性、中酸性火山岩的内外接触带上。金矿化集中分布于花岗闪长岩体内外接触带长3.7 km,宽近600 m范围内,石英方解石细脉与硅化、黄铁矿化、褐铁矿化等条带状蚀变相伴发育,蚀变带宽0.2~5 m,延伸数十米,刻槽样金品位 $0.33 \times 10^{-6} \sim 8.29 \times 10^{-6}$,拣块样最高品位 31.0×10^{-6} 。铜矿化产于花岗闪长岩体内接触带,矿化带的分布与近南北向断裂一致,带内黄铜矿、孔雀石呈稀疏浸染状分布,并伴有硅化、钾化、高岭土化、绿泥石化、绿帘石化,带宽20~50 m,长300~400 m,最长可达800 m。目前仅有两条矿化带有地表工程控制,带内拣块样铜品位 $0.29 \times 10^{-2} \sim 0.74 \times 10^{-2}$,刻槽样 $0.12 \times 10^{-2} \sim 2.25 \times 10^{-2}$ 。

岩石化探成果显示: Au、Ag、Cu、Mo 呈显著正相关,在金铜矿化体上, Au、Cu、Mo 异常多呈近南北向展布,套合很好,推断该区可能存在隐伏的斑岩型铜矿。

该区在大区域上属扎尔玛-萨吾尔-南蒙Cu-Ni-Au-多金属成矿带中段,在西段的哈萨克斯坦境内已发现阿克苏阿塔小型铜钼矿等多处。该区主要寻找矿床类型为斑岩型铜矿、海相火山岩型及构造蚀变岩型金矿。

(8) 禾木铜金矿找矿靶区: 该靶区大地构造位置处在哈龙早古生代山弧带西段,属于哈龙Au-Cu-Sn-(稀有金属-云母-宝石)成矿带西段。

1 20万区域化探显示铜多金属元素、金组元素和基性度元素异常均很发育。在区内发现多个铜、铅铜、砂金矿(化)点,前人曾做过矿点检查,检查面积分别为 $0.66 \times 0.4 \text{ km}^2$ 和 $1.25 \times 0.60 \text{ km}^2$,铜品位一般为0.04%~1.89%,最高达3.90%,铅品位一般0.23%~1.77%,最高达5%。铜矿点赋存于震旦系哈巴河群上亚群的砂岩、粉砂

岩中,可见明显的孔雀石化、褐铁矿化等。另外苏木代尔格河流域盛产砂金,其富集程度属本区首位,伴生矿物有泡铋矿、软锰矿、铅和铜矿物、辰砂等。

该区地质、矿产研究程度极低。初步认为该区具有寻找韧性剪切带型金矿和接触交代型铜多金属矿的潜力。同时,鉴于该区基性度元素异常非常发育,还应探索绿岩型金矿成矿的可能性。

5 结论

阿尔泰成矿带是极具找矿潜力的地区。区域矿产分布特征、成矿地质条件和地球物理、地球化学资料表明该区有色金属和贵金属的资源前景良好。晚古生代岛弧带和弧后盆地产出了一系列大中型矿床,主要的矿床类型有与海相火山岩有关的块状硫化物矿床、岩浆铜镍硫化物型矿床、沉积变质型铁矿、浅变质含碳细碎屑岩型金矿和韧性剪切带型金矿床。近年来,在斑岩型铜矿床的找矿工作方面有了新进展,拓展了找矿的新类型和新方向。笔者在对阿尔泰成矿带成矿地质条件研究的基础上,结合前人的物化探成果资料,与周边地区进行对比和资源潜力分析,优选提出了8个有进一步找矿潜力的靶区。

参考文献:

- 陈毓川. 中国主要成矿区带矿产资源远景评价 [M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- 陈尚迪, 赵昌龙, 曹殿春, 等. 新疆沙尔布拉克金矿与找矿 [M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1996.
- 刘德权, 唐延龄, 周汝洪. 中国新疆矿床成矿系列 [M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- 周良仁, 任秉琛, 李金铭, 等. 阿舍勒铜-锌矿床成矿地质条件与成矿模式 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1995.
- 王润民, 赵昌龙, 等. 新疆喀拉通克一号铜镍硫化物矿床 [M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- 陈哲夫, 陈颂光, 段明新, 等. 新疆阿勒泰地区矿产勘查开发战略规划研究 [M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1995.
- 张义, 聂凤军, 江思宏, 等. 中蒙边境欧玉陶勒盖大型铜-金矿床的发现及对找矿勘查工作的启示 [J]. 地质通报, 2003, 22 (9): 708-712.

References:

- Chen Yuchuan, et al. Mineral resources assessment of major metallogenic provinces in China [M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract), 1999.
- Chen Shangdi, Zhao Changlong, Cao Dianchun, et al. The Shaerbulake gold deposit with deposit exploration [M]. Chengdu: Chengdu science and technology university publishing house (in Chinese with English abstract), 1996.
- Liu Dequan, Tang Yanling, Zhou Ruhong. Metallogenic series of ore deposit in Xinjiang [M]. Beijing: Geological publishing house (in Chinese with English abstract), 1996.
- Zhou Liangren, Ren Bingchen, Li Jiming, et al. Geological conditions and model of mineralization at A shele Cu-Zn deposit, Xinjiang [M]. Xi'an jiaotong university press (in Chinese with English abstract), 1995.
- Wang Runmin, Zhao Changlong, et al. Karatungku Cu-Zn sulfide No. 1 ore deposit in Xinjiang [M]. Beijing: Geological publishing house (in Chinese with English abstract), 1991.
- Chen Zhefu, Chen Songguang, Duan Mingxin, et al. The strategy planning research about the deposit exploration and exploitation in the Altay region of Xinjiang [M]. Xinjiang People's publishing house (in Chinese), 1995.
- Zhang Yi, Nie Fengjun, Jiang Sihong, et al. Discovery of the Qoyu Tolgoi copper-gold deposit in the Sino-Mongolia border region and its significance for mineral exploration [J]. Geological bulletin of China (in Chinese with English abstract), 2003, 22 (9): 708-712.

Major Ore Deposits in Altay Metallogenic Zone and Propecting Areas

TENG Jia-xin¹, WANG Qing-ming²

(1. *Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China;*

2. Geological Survey of Xinjiang, Urumqi 83000, China)

Abstract: The Altay metallogenic zone is one of the most important nonferrous and precious metals mineralization zones in China. The regional metallogenic background and conditions indicate an excellent potential of minerals in the zone. To date the following ore deposits have been found. They are mica-, lithium-beryllium-tantalum- and gem-bearing pegmatite, marine volcanic massive sulfide, magmatic copper-nickel, metasedimentary iron, gold-bearing low grade metamorphosed carbon clastic rocks and gold-bearing ductile shear zone. A great progress has been made in recent exploration of porphyry copper. By means of comparative study of metallogenic conditions with those in Kazakhstan and Mongolia, the favorable target areas for further exploration have been determined on the basis of theoretical reserve estimate on geochemical block in the Altay metallogenic zone.

Key words: Altay metallogenic zone, major type; typical ore deposit; mineral potential; target area