

文章编号: 1009-6248(2006)02-0128-15

# 西昆仑成矿带成矿特征及勘查远景

李宝强<sup>1,2</sup>, 杨万志<sup>3</sup>, 赵树铭<sup>3</sup>, 杨建国<sup>2</sup>, 郑启平<sup>3</sup>

(1. 中国地质大学, 湖北武汉 430074; 2. 中国地质调查局西安地质矿产研究所, 陕西西安 710054; 3. 新疆地质调查院, 新疆乌鲁木齐 830000)

**摘要:** 西昆仑位于我国西北边陲, 塔里木盆地西南山区, 面积约180 000 km<sup>2</sup>, 受自然条件制约, 一直是我国地质工作程度最低的地区之一。随着国土资源大调查项目的实施和投入力度的加大, 一系列基础地质调查成果和找矿新发现, 初步显露出该区找矿潜力。在分析成矿地质背景、研究成矿地质特征、总结成矿地质规律的基础上, 结合元素富集特点和找矿新发现, 探讨了成矿远景, 提出了地质找矿主要目标。考虑自然地理因素, 优选8个靶区, 作为近期找矿地质工作部署的依据。

**关键词:** 西昆仑; 典型矿床; 找矿新发现; 潜力评价; 靶区优选

**中图分类号:** P612 **文献标识码:** A

西昆仑地区位于我国西北边陲, 塔里木盆地南缘的西南部山区, 西及西南与塔吉克斯坦、阿富汗、巴控克什米尔、印控克什米尔接壤。行政区划属新疆维吾尔自治区克孜勒苏克尔柯孜自治州、喀什地区、和田地区管辖。地理坐标: 东经73°30′~84°00′, 北纬34°20′~39°25′, 呈东西长约1 100 km、南北宽80~280 km的弧形带状, 面积约180 000 km<sup>2</sup>。西昆仑地区北为昆仑山脉, 南为喀喇昆仑山脉, 西与帕米尔山相连, 向东及南东分别与东昆仑山和西藏可可西里相接, 构成世界屋脊西北部高山峡谷区。与全国其他成矿带相比, 西昆仑成矿带一直是我国地质工作程度最低的地区之一<sup>①</sup>。近5年来, 发现了一些具有一定潜力的大、中型矿产地和找矿线索, 如黄羊岭锑矿、俘虏沟铜矿等, 初步显示出该成矿带的找矿潜力。

## 1 成矿地质背景

### 1.1 地质背景

西昆仑处于古亚洲和特提斯两大构造域的结合部位, 位于兴都库什-帕米尔-昆仑晚古生代弧形构造成矿带东翼, 连接塔里木、华南两大板块, 地质构造复杂, 岩浆活动较频繁, 成矿地质构造条件优越(钱壮志等, 2003)。

东北部属塔里木板块, 进一步分为铁克里克古陆地块(Ⅲ<sub>1</sub>)、北昆仑晚古生代复合沟弧带(Ⅲ<sub>2</sub>)和中昆仑地块(Ⅲ<sub>3</sub>)三个三级构造单元; 西南部属华南板块中的可可西里陆缘活动带(Ⅲ<sub>5</sub>)和羌塘微板块, 羌塘微板块又可进一步分为慕士塔格地块(Ⅲ<sub>6</sub>)、阿克赛钦古生代陆缘盆地(Ⅲ<sub>7</sub>)、喀喇昆仑中生代陆缘盆地(Ⅲ<sub>8</sub>)和乔戈里地块(Ⅲ<sub>9</sub>)四个三级构造单元。塔里木板块和华南板块之间以康西瓦-鲸鱼湖缝合带(Ⅲ<sub>4</sub>)相隔<sup>②</sup>(图1)。

### 1.2 区域物探、化探特征

#### 1.2.1 区域地球物理特征

据1:400万新疆布格重力异常图(西昆仑多为外推), 西昆仑地区是我国除青藏高原外重力最低的

收稿日期: 2005-02-18; 修回日期: 2006-05-12

基金项目: 中国地质调查局《新疆西昆仑地区矿产资源潜力调查评价》, 项目编号: 1212010330401

作者简介: 李宝强(1955-), 男, 教授级高级工程师, 从事区域地球化学勘查及找矿工作。

①新疆地调院, 新疆西昆仑地区矿产资源潜力调查评价实施项目设计, 2002。

②张良臣, 新疆板块划分方案, 2002。

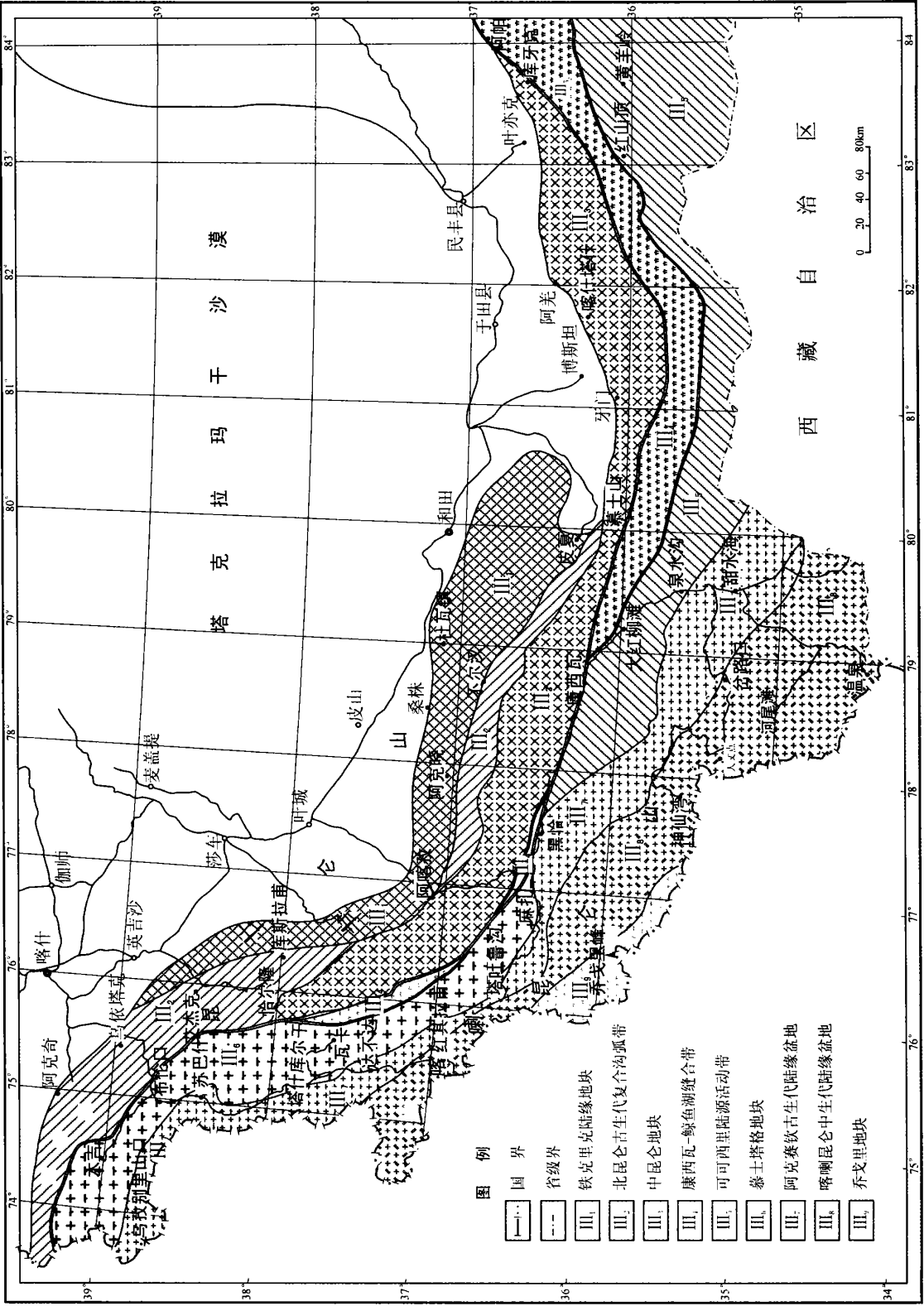


图 1 新疆西昆仑地区构造分区图

Fig. 1 Sketch map showing the structural units in the West Kunlun mountain, Xinjiang

地区, 最低的布格重力异常在喀喇昆仑山至泉水沟一带, 异常强度 $-520\times10^{-5}\text{m/s}^2$ , 该异常向东南方延伸, 与全国布格重力异常最低的青藏高原重力低相连。区内包括两条重力梯度带: ①喀什-塔什库尔干重力异常梯度带, 带长400 km, 主要呈近南北向展布, 但在北部等值线转向东, 南部等值线呈弧形, 是新疆布格重力异常变化最大、最复杂的地区, 异常等值线西部十分密集, 东部较稀疏, 等值线方向也发生变化, 转向北西。②昆仑山-阿尔金山重力异常梯度带, 该带横贯全区, 是全疆分布范围最大、延伸长度最长的重力异常梯度带, 由昆仑山经阿尔金山向东延伸, 向南与青藏高原重力低相连。此外在墨玉县南部喀拉喀什河北侧存在一东西向重力高, 重力值为 $-265\times10^{-5}\text{m/s}^2$ 。与区域重力场相对应, 沿昆仑山—阿尔金山及喀什—红其拉甫一线各存在一条地壳厚度陡变带, 前者是巴楚-塔克拉玛干地幔隆起区向青藏高原地幔拗陷区地壳厚度发生急剧变化的地区, 在100 km 距离内地壳厚度变化可达10 km; 后者是巴楚-塔克拉玛干地幔隆起区向帕米尔地幔拗陷区地壳厚度发生急剧变化的地区。

根据“青藏高原中西部航磁调查”(中国国土资源航空物探遥感中心, 2001), 西昆仑地区总体为升高、变化磁场区, 与藏北高原稳定的磁场背景区形成明显的区别。全区区域磁场总体格架为:

(1) 西昆仑强烈正磁异常变化带: 沿该带分布一条强度较大、梯度强烈变化的北西向正磁异常带,

异常强度一般为200~300 nT, 梯度变化为20~30 nT/km。整条异常带以中部阿塔孜—塔吐鲁沟北东方向为界, 西北段与东南段有明显的差别。西北段塔什库尔干地区为正负伴生的条带正磁异常和负值不大的磁异常为主, 而东南段从阿塔孜经康西瓦至卡拉孔木达坂则为强度较大的北西向线性磁异常带。异常宽度为40~60 km, 向北西延伸至区外, 向东南止于卡拉孔木达坂。

(2) 羌塘变化磁异常区: 在藏北高原磁异常略显平静的背景上, 出现有一系列北东走向和东西走向的局部磁异常, 异常强度为100~200 nT, 明显区分于冈底斯北西走向强度大的磁异常带。

(3) 塔里木强度较大宽缓正磁异常区: 塔里木盆地为一列强度较大而宽缓的磁异常分布, 完全不同于西昆仑及青藏高原总体磁异常较弱的特征, 一般磁异常强度可达300~500 nT, 梯度变化为10~20 nT/km。在南部地区为数条互相平行的北东向正磁异常, 异常宽度为60~100 km。其中, 盆地南部一系列北东走向磁异常带延至盆地边缘与西昆仑山的交界处完全被北西走向的磁异常带所截。

1.2.2 区域地球化学特征

新疆西昆仑地区区域化探工作已全面完成, 因地处高寒山区, 区域化探工作比例尺主要是1:50万, 工作方法为水系沉积物测量, 统计区内39种元素的背景含量(几何平均值)(表1)。

表1 新疆西昆仑地区与全国高寒山区地球化学元素含量对比

Tab. 1 Comparison of element contents of whole heavy cold mountainous area and West Kunlun mountain

|         |     |      |      |      |       |     |     |                  |                  |                   |      |      |                                |
|---------|-----|------|------|------|-------|-----|-----|------------------|------------------|-------------------|------|------|--------------------------------|
| 元素      | Au  | Cu   | As   | Sb   | Hg    | Pb  | Zn  | Ag               | Cd               | W                 | Sn   | Mo   | Bi                             |
| 新疆西昆仑   | 1.2 | 22.6 | 12.4 | 1.0  | 43    | 20  | 65  | 57               | 0.13             | 1.4               | 2.1  | 0.9  | 0.3                            |
| 中国高寒山区① | 1.2 | 19.3 | 11.8 | 0.7  | 16    | 20  | 61  | 67               | 0.13             | 1.9               | 2.6  | 0.7  | 0.3                            |
| 元素      | Cr  | Ni   | Co   | V    | Ti    | Fe  | Mn  | Li               | Be               | Zr                | Nb   | La   | Y                              |
| 新疆西昆仑   | 50  | 25.6 | 11   | 63   | 2 685 | 4.4 | 787 | 31               | 1.7              | 145               | 11.4 | 31.4 | 20                             |
| 中国高寒山区① | 52  | 22.5 | 10   | 65   | 3 153 | 3.8 | 753 | 30               | 2.0              | 241               | 12.5 | 34.3 | 22                             |
| 元素      | Sr  | Ba   | F    | B    | P     | U   | Th  | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | CaO  | MgO  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| 新疆西昆仑   | 303 | 552  | 484  | 38.6 | 588   | 2.2 | 9.9 | 59               | 2.1              | 1.9               | 8.5  | 2.1  | 10.9                           |
| 中国高寒山区① | 173 | 448  | 473  | 42   | 531   | 2.2 | 10  | 61               | 2.3              | 1.6               | 3.6  | 1.6  | 10.9                           |

注: ①任天祥等1996年资料。Au、Ag 含量为 $\times10^{-9}$ , SiO<sub>2</sub>、K<sub>2</sub>O、CaO、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量为 $\times10^{-2}$ , 其他为 $10^{-6}$ 。

与全国高寒山区水系沉积物中39种元素含量相比(表1),可以看出,西昆仑山大多数元素含量高于全国高寒山区元素含量水平。以全国高寒山区元素含量平均值为标准,计算各元素的相对富集系数(新疆西昆仑/全国高寒山区),西昆仑大于1.1的元素依次为Hg、CaO、Sr、Mn、Mo、Sb、MgO、Na<sub>2</sub>O、Cu、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ni、Co共12种元素,相对富集系数最大的元素是Hg,为2.67,其他元素,如Mo为1.36, Sb为1.35, Cu为1.17,属明显富集的元素;小于0.9的元素依次为Y、Ti、Ag、Be、Sn、W、Zr等7种元素,相对富集系数在0.89~0.70;其他元素含量相当,相对富集系数在0.9~1.1,包括Au、Pb、Zn等元素。

铜元素的富集区出现在乌孜别里、卡拉玛、乌依塔克、恰尔隆、西若、阿克晓、杜瓦、麻扎大拉、岔路口北、阿羌、上其汗和柯西等地,以恰尔隆、杜瓦、麻扎大拉、岔路口北和柯西规模较大,它们多与构造线方向一致,呈带状展布。

金元素的富集区出现在乌孜别里、卡拉玛-乌依塔克一带、瓦卡、阿克晓、俘虏沟、柯西等地,与铜富集区比较,相对较为分散,最大的富集区位于布伦口-乌依塔克地区。

铅锌元素的富集趋势非常明显,主要集中在黑卡-岔路口一线,单个富集区面积达万余平方千米,是西昆仑,也是新疆最为醒目的铅锌富集区,找矿潜力巨大;此外,铅的富集还出现在塔什库尔干西和大红柳滩一带,其他地段则比较零星。

汞、锑元素的富集特征类似铅,集中大面积强烈富集。汞的大面积富集区有两个:①一个位于南部的乔戈里-神仙弯-岔路口一线,与这一地区铅锌的富集区大体一致。②一个位于东部的黄羊岭地区,与这一地区锑的富集区基本同位。锑只有一个显著富集区,位于东部的库牙克断裂东南的黄羊岭地区。汞锑的富集区都具备或接近地球化学巨省规模,蕴藏着巨大的找矿潜力。

2 主要矿床及特征

研究区横跨塔里木、华南板块两大构造单元,地

层齐全,岩浆岩发育,变质作用广泛,地质构造复杂,具有优越的成矿地质条件。截至目前,区内已发现矿产信息300余处。其中,矿床19处,矿点、矿化点280多处。已知矿种达40多种,以铅、锌、铜、铁、锑和宝玉石等矿产为主。

从已有勘查结果及成矿地质条件分析,铅、锌、铜、铁、锑和宝玉石等矿产是该区的优势矿产,根据金属矿床、矿(化)点特征,可将其归纳为9种主要矿床类型:①以碳酸盐岩为容矿岩石的沉积改造型铅锌矿床,以塔木铅锌矿床、卡兰古铅矿床为代表。②砂岩型铜矿床,以特格里曼苏铜矿为代表。③火山岩型块状硫化物矿床,以乌依塔石含铜黄铁矿床、上其汗含铜黄铁矿和塔木其铜锌矿床为代表(贾群子等,1999)。④岩浆热液型铜矿床,以库地含铜磁铁矿床为代表。⑤以浅变质碎屑岩为容矿围岩的脉状金矿床,以阔克吉勒嘎金矿床为代表。⑥脉状锑矿床,以黄羊岭锑矿床为代表。⑦沉积型菱铁矿床,以切列克其、黑卡铁矿床为代表。⑧与菱铁矿密切相关的热液脉状铜矿床,以卡拉玛铜矿床为代表。⑨沉积变质型铁矿床,以布琼铁矿床为代表。

2.1 典型矿床

2.1.1 卡兰古铅矿床<sup>①</sup>

位于阿克陶县库斯拉甫村北东17 km处,地理坐标:东经76°24′,北纬38°02′45″,有简易公路直达矿区,交通方便。

矿床位于塔里木板块西南的铁克里克古陆地块中(Ⅲ)。出露地层为泥盆系:其下统为塔木群灰绿色细-中粒变余石英砂岩夹粉砂岩、千枚岩;其中统阿尔它西群为一套碎屑岩、碳酸盐岩,在矿区可分为7层,下部3层中为含矿层。第一层为黑色-灰黑色薄层石灰岩夹泥质灰岩和石英砂岩,其中有10 m砂岩具方铅矿浸染;第二层为灰岩-白云质灰岩或白云岩,是主要的含矿层位,厚约40 m;第三层为灰质、白云质砾岩,见石英脉和铅矿化。矿区构造简单,为一北东向向斜,派生有很多次级断裂,构成矿液主要通道。矿区内及附近未见中酸性岩浆活动,仅在矿体上盘见辉绿岩脉,与矿化无关。

矿体产于白云岩化石灰岩中,个别产于白云质砂岩中。发现的10余个矿体,分布在向斜两翼,北

①新疆地矿局第二地质大队,新疆南疆西部地质矿产图说明书,1985。

翼为主矿区。以Ⅱ号矿体最大,占矿区总储量的85%以上。Ⅱ号矿体呈似层状产出,与地层产状基本一致,长657 m,厚9~19.5 m,垂深600 m以上,其他矿体长一般在百米以内,一般厚2~6 m。

矿石矿物为方铅矿,次为黄铁矿、黄铜矿和闪锌矿,并有微量砷钴矿;次生矿物有孔雀石、铜蓝、蓝铜矿、辉铜矿、钴华、白铅矿及铁锰氧化物。脉石矿物主要是白云石,次为石英、方解石及少量重晶石。

矿石结构简单,主要为粒状结构,方铅矿呈自形晶。矿石构造以浸染状为主,其次为细脉状、致密块状。

该矿以铅为主,锌仅个别达工业要求,伴生有铜、钴、镓、银。

围岩蚀变主要为白云岩化,次为硅化,无明显分带,具有面形蚀变特征。

泥盆系陆棚-滨浅海相碳酸盐-碎屑岩建造,是铅锌矿的主要含矿地层,其中阿尔它西群最为重要,该层中白云岩化灰岩与矿化最密切。断裂活动为热液活动提供了良好通道,对矿层起到叠加改造作用。矿床类型属沉积改造型。

#### 2.1.2 上其汗含铜黄铁矿床

位于北昆仑晚古生代沟弧带内,在民丰县城南约90 km处。地理坐标:东经83°03'30",北纬36°27'05",从民丰县到叶亦克可通汽车,叶亦克至矿区38 km交通困难。

矿床所处大地构造位置属塔里木板块南缘中昆仑地块内(Ⅲ<sub>3</sub>)。含矿岩系为古生代火山沉积岩系。岩性主要有细碧岩、石英角斑岩、酸性凝灰岩、大理岩及碳质千枚岩等,可分3个岩性段。矿体呈似层状赋存于第二岩性段顶部的酸性凝灰岩中,与顶板岩石为突变接触,与下盘岩石为渐变过渡关系,矿体长约520 m,厚3.72~16.23 m,平均厚度8.19 m,矿层倾向北,倾角70°~85°。矿石具明显的垂向分带,上部以块状铜锌及含铜黄铁矿矿石为主,下部以浸染状黄铁矿或含铜黄铁矿矿石为主。在纵向上以其汗河为界,向东西两侧矿体厚度随地形升高有变薄的趋势。

矿石矿物主要为黄铁矿,次为黄铜矿、磁黄铁矿、闪锌矿及微量毒砂等。脉石矿物为石英、方解石、绿泥石等。次生矿物有褐铁矿、锌铜绿矾、铁矾、胆矾、黄钾铁矾、自然硫等。矿石结构主要有

他形粒状结构,次为半自形—自形粒状结构、填隙结构等。矿石构造主要为块状、浸染状、条带浸染状、角砾状构造等。矿石品位Cu为0.82%~2.51%,S为19.46%,Pb、Zn含量1.88%~3.11%。矿石类型主要有铜锌黄铁矿矿石、块状含铜黄铁矿矿石、块状黄铁矿矿石和条带浸染状黄铁矿矿石四类。围岩蚀变有硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化、绿泥石化和绿帘石化,主要发育于矿体下盘。块状矿石Cu:Pb:Zn为47.7:0.7:51.6,矿床成因属铜锌型块状硫化物矿床(贾群子等,1999)。

#### 2.1.3 塔木其铜锌矿床

位于于田县阿羌乡皮希盖村南东约10 km处的皮希盖河河谷中。地理坐标:东经82°09'20",北纬36°28'15",从于田县到塔木其可通汽车,塔木其至矿区3 km交通相对困难。

矿区位于塔里木板块南缘中昆仑地块(Ⅲ<sub>3</sub>)。出露地层为前寒武系海相火山-沉积岩系,呈单斜层产出。侵入岩为华力西期花岗岩和闪长岩。矿体产于角斑岩、石英角斑岩、变晶安山岩、次生石英岩及变质砂岩中。地表可圈出3个黄铁矿带和两个铜锌矿体(芮行健等,2002)。

L<sub>1</sub>:黄铁矿带走向82°~262°,倾向约165°,地表出露长约90 m,最大宽度8 m。主要围岩为石英岩、绿泥石英砂岩、黄铁绢英岩、黄铁矿绿泥石英岩。产Ⅰ号矿体,主要矿石组合为黄铜矿、黄铁矿矿石。

L<sub>2</sub>:黄铁矿带地表呈近南北向延伸,出露长约170 m,最大宽度5.5 m。主要岩性有黄铁矿化砂岩、绢云母化硅化安山岩、含黄铁矿安山岩、黄铁矿绿泥石英片岩、黄铁矿石英岩等。产Ⅱ号矿体,由黄铜矿和黄铁矿块状矿石组成。

L<sub>3</sub>:黄铁矿带亦呈南北向延伸,出露长约120 m,最大宽9.5 m。岩性主要有黄铁矿绿泥黑云母片岩、含黄铁矿安山岩。

Ⅰ、Ⅱ号两个铜锌矿体分别产在L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>黄铁矿带内,均呈透镜状产出,与地层产状一致,Ⅰ号矿体北段被闪长岩脉穿切。矿体出露长分别为57 m和17.5 m,最大厚度分别为8 m和5.5 m,矿石矿物有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿和少量磁铁矿;脉石矿物主要为石英、绢云母和少量绿帘石、阳起石等。矿石具中—细粒半自形粒状结构,块状构造及浸染状构造。成矿元素主要为铜、锌,部分样品金、银含

量较高。I号矿体Cu为1.0%~8.54%, Zn为0.13%~18.36%, Au为 $19.5 \times 10^{-6}$ , Ag为 $5.80 \times 10^{-6}$ ~ $30.50 \times 10^{-6}$ ; II号Cu为1.91%~4.00%, Zn为0.03%~6.19%, Ag为 $1.30 \times 10^{-6}$ ~ $13.80 \times 10^{-6}$ 。矿石类型主要有块状黄铜黄铁矿矿石、块状铜锌黄铁矿矿石、浸染状黄铜黄铁矿矿石、浸染状铜锌黄铁矿矿石和浸染状铜矿石五类。块状矿石Cu:Pb:Zn为26.3:2.6:71.1, 矿床成因属铜锌型块状硫化物矿床。

#### 2.1.4 特格里曼苏铜矿床<sup>①</sup>

该矿位于盖孜河支流特格里曼苏河上游, 地理坐标: 东经75°29'14", 北纬38°51'25", 到矿区有8 km驮运道, 通行困难。

所处大地构造位置属塔里木板块南缘北昆仑古生代复合沟弧带(III<sub>2</sub>)。矿床产于下石炭统紫红色细砂岩、含铁质砂砾岩、灰白色石英砂岩及黑色页岩中。矿区为单斜构造, 地层倾向北东, 倾角30°~80°, 局部有倒转现象。矿区范围东西长5.4 km, 宽400 m。共有4个含矿层, 初步圈定工业矿体22个。其中, 底部含矿层2个、中部含矿层6个、上部含矿层12个、顶部含矿层2个, 以上部含矿层最为重要。上部含矿层断续长4 km, 矿化主要集中在1.5 km范围内, 矿体呈似层状、扁豆状, 产于灰—灰白色砂岩及灰黑色细砂岩中, 单个矿体长44~398 m, 厚1.0~10.54 m, 含铜0.62%~4.92%, 平均品位1.26%。金属矿物以硫化物为主, 主要是黄铜矿, 其次为辉铜矿、黝铜矿, 另有微量斑铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿和磁铁矿。含铜氧化物有孔雀石、蓝铜矿, 局部有赤铜矿、自然铜。脉石矿物为石英、方解石和重晶石。矿石以浸染状为主, 局部为致密块状、条带状及细脉状。矿石除铜外, 伴生银、镓、铅、锌、锰、钴等有益组分, 其中银含量较高, 一般 $10 \sim 30 \times 10^{-6}$ , 最高可达 $300 \times 10^{-6}$ 。矿床成因属沉积改造型铜矿。

#### 2.1.5 卡拉玛铜矿床<sup>②</sup>

位于喀什西南布伦口西南20 km处, 地理坐标: 东经74°44'05", 北纬38°48'38"。汽车可直达矿区, 交通方便。

矿床所处大地构造位置属羌塘微板块西北缘慕士塔格地块中段(III<sub>6</sub>)。区内地层为古元古界黑云母斜长片麻岩、黑云母石英片岩、石英岩、大理岩等。矿区位于紧密倒转向斜的北翼, 地层倒转, 北倾, 倾角50°~80°; 断裂发育, 卡拉玛逆断层、东大沟断层与成矿关系最密切, 矿体受北东、北西两组羽状断裂控制明显。矿区内侵入岩发育, 有中生代第一次侵入碱性花岗岩、花岗岩, 第二次侵入黑云母石英闪长岩、角闪石英闪长岩。石英闪长岩和脉岩与矿化有关。

矿区东西长8 km, 南北宽6 km, 主要由卡拉玛、大东沟、西山头矿段组成。矿体赋存于镁铁白云岩脉中, 部分产于碱性花岗岩的蚀变岩及绢云母石英片岩中。矿脉围岩蚀变明显, 主要为镁铁白云岩化、菱铁矿化、绢云母化、硅化和黄铁矿化等。矿体呈脉状、凸镜状。卡拉玛矿段有5个矿体, 其中1号矿体长为360 m, 平均厚为2.36 m(最厚为7.7 m), 埋深为160 m, 铜平均品位为3.27%(最高11.06%), 其余4个矿体长为40~120 m, 厚为0.7~2.265 m, 铜平均品位为2.09%~3.395%。西山头矿段长1000 m, 有两个矿体, 长分别为45 m和70 m, 厚为1~3.2 m, 铜品位为2%。东大沟矿段有3个凸镜状矿体组成, 长为70~120 m, 厚2.7 m, 铜平均品位为4.36%。

矿石矿物以黄铁矿、黄铜矿为主, 少量砷钴矿、毒砂、斜方辉钴矿、菱铁矿。脉石矿物为菱铁矿、镁铁白云石及少量石英。矿石具有星点状、细脉浸染状、条带状及致密块状构造。铜平均品位为3.16%, 可选性好。矿石伴生金、银, 且具有金银与铜呈正消长关系, 可综合回收利用。矿床成因为热液脉状铜矿。

#### 2.1.6 阔克吉勒嘎金矿床<sup>③</sup>

位于乌孜别里山口北东5 km处, 地理坐标: 东经73°52'20", 北纬39°24'。汽车可直达矿区, 交通比较方便。

矿床所处大地构造位置属羌塘微板块西北缘阿克赛钦古生代陆缘盆地西段(III<sub>7</sub>)。金矿化产于志留系—泥盆系木吉群硬绿泥石绢云母化千枚岩内的断

① 新疆地矿局第二地质大队, 新疆南疆西部地质矿产图说明书, 1985。

② 新疆地矿局第二地质大队, 新疆阿克陶县克孜勒塔金矿普查报告, 1996。

③ 新疆地矿局第二地质大队, 新疆南疆西部地质矿产图说明书, 1985。

裂破碎带中, 破碎带长逾 400 m, 宽 20 m, 具有绢云母化、高龄土化、黄铁矿化(褐铁矿化)、硅化等蚀变。有 4 个矿体, 均呈脉状, 与地层产状基本一致, 长为 114~225 m, 厚为 0.76~8.12 m, 金品位为  $1.03 \times 10^{-6}$ ~ $23.95 \times 10^{-6}$ , 平均品位为  $6.3 \times 10^{-6}$ 。矿石有两种类型, 石英脉型和破碎蚀变岩型, 成因类型属变质碎屑岩型金矿。

#### 2.1.7 切列克其铁矿床<sup>①</sup>

位于中巴公路 177 km 西侧支沟 8 km 处的高山上, 地理坐标: 东经 74°57′, 北纬 38°32′, 汽车可达矿区, 交通比较便利。

矿床所处大地构造位置属羌塘微板块西北缘阿克赛钦古生代陆缘盆地西段(III<sub>1</sub>)。含矿岩系为变质的海相碳酸盐碎屑岩建造, 主要岩石类型有云母石英片岩、大理岩、绿帘长石石英片岩、石榴黑云石英片岩、矽线黑云石英片岩、方解石英变粒岩、阳起石英黝帘石变粒岩等。可划分为片岩、大理岩、片岩夹变粒岩三个岩性段。

矿区构造总体为单斜层。矿层与围岩中层间滑动较发育。矿体在围岩中顺层展布, 与围岩同步褶皱, 界线清楚。矿体走向近东西向, 倾角 40°~50°。矿区由 3 条矿体组成。其中, 1 号矿体产于大理岩段, 有 6 个菱铁矿层; 2 号矿体产于片岩段, 只有 1 层矿; 3 号矿体产于片岩夹变粒岩段, 有 4 层菱铁矿。矿石为粗粒半自形—自形晶结构, 有层状、块状、微条带状或纹层状、浸染状构造等。矿石物质成分单一, 主要为菱铁矿。脉石矿物有石英、白云母, 此外普遍出现黄铁矿、辉铜矿、黄铜矿等硫化物。矿石品位较富, 分布均匀。单个样品铁最高品位为 52.25%, 最低品位为 30.85%, 平均品位为 45.07%。可溶铁与全铁含量接近, 平均相差 0.74, 说明硅酸铁含量极少。矿石中含锰量为 0.3~0.4%, 含磷最高为 0.01%, 硫除 3 号矿体含量为 0.216% 外, 其余矿体均在 0.2% 以下, 铜含量一般为 0.01%~0.6%。矿石类型简单, 均为一级富矿。远景储量达 3 000 万 t, 有望成为我国西部一个重要的大型富铁矿基地。切列克其铁矿容矿岩石为元古宇变质碳酸盐岩碎屑岩系, 矿石具层状、块状、微条带状或纹层状构造, 以菱铁矿为主, 矿体规模大, 品位富, 均产于碳酸盐

岩与碎屑岩的过渡部位, 层位稳定, 分布广, 属典型的沉积改造型铁矿床。

#### 2.1.8 布琼铁矿床

位于皮山县瑞阿巴提乡布琼村南, 地理坐标: 东经 78°03′, 北纬 37°01′, 汽车可达布琼村, 布琼村到矿区 7 km 为驮运道, 交通比较困难。

矿区所处大地构造位置属于塔里木板块南缘铁克里克陆缘地块中段(III<sub>1</sub>)。矿体产于新太古代—古元古代喀拉喀什群和埃连卡特群的交界线附近(芮行健等, 2002)。喀拉喀什群变质程度较深, 呈现片麻岩、片岩和混合岩。埃连卡特群为浅绿片岩和绿片岩相的千枚岩和板岩, 两套岩石呈构造不整合。矿区岩性为黑云母片麻岩、绢云母石英片岩、含铁石英岩、绿泥绢云母石英片岩。在硅铁岩层附近有两层不太厚的玄武岩层, 并有大理岩夹层和透镜体。

布琼磁铁石英岩矿化带, 受推覆构造影响, 呈弧形系列分布。弧线总长度大于 10 km, 矿化带连续长度大于 4 km, 厚度 0.3~0.7 km; 矿化体呈层状, 一般为 3 层, 最长达 8 层, 矿化沿走向有分段富集趋势。单矿体延伸长度一般数十米至数百米, 个别上千米, 厚 2~8 m。矿石矿物主要为磁铁矿, 黄铜矿也较普遍, 另有少量方铅矿、闪锌矿、黄铁矿, 风化物有褐铁矿、铜蓝、孔雀石; 脉石矿物主要是石英、透闪石、阳起石、绿泥石、黑云母和方解石等。矿石品位: TFe 为 15%~18%; SiO<sub>2</sub> 为 12%~45%, 一般为 29%; Cu 为 0.1%~2.3%, 一般为 0.3%; Au 为  $0.02 \times 10^{-6}$ ~ $0.9 \times 10^{-6}$ , 一般为  $0.2 \times 10^{-6}$ 。布琼磁铁矿的条带状构造不明显, 常被透闪石、角闪石、阳起石粗晶或伟晶集合体所取代, 在大理岩化变粒岩中赋存有致密块状的镜铁矿层或透镜体。在布琼矿化带向东延约 10 km 的皮亚特曼, 也有硅铁建造出露。

布琼铁矿容矿岩石为新太古代—古元古代深变质碎屑岩夹磁铁石英岩建造, 矿石矿物以磁铁矿为主, 层位稳定, 与地层同步变形, 属典型的沉积—变质型铁矿。

#### 2.2 找矿新发现

##### 2.2.1 黄羊岭锑矿床<sup>②</sup>

① 新疆地矿局第二地质大队, 新疆南疆西部地质矿产图说明书, 1985。

② 新疆地调院, 新疆西昆仑尼雅河中上游地区矿产资源评价报告, 2004。

2.2.1.1 矿区地质特征

黄羊岭锑矿位于可可西里陆缘活动带 (III<sub>s</sub>) 北部, 矿区面积约27 km<sup>2</sup>, 呈北东—南西向的长条形分布, 与区域构造线方向一致。矿区夹于南北两条断裂之间, 北部断裂以北为厚层灰黑色页岩, 南部断裂以南为厚层岩屑砂岩, 矿区内出露地层为下二叠统黄羊岭组第1段。岩性为灰绿色、浅黄褐色中层状中细粒岩屑砂岩、凝灰岩、凝灰质砂岩与灰黑色薄层状泥质粉砂岩、粉砂质页岩不等厚互层。

矿区断裂构造十分发育, 为一系列北东—南西向分布的断裂, 多为逆断层, 倾向北。少量发育次

一级北北东向和北西向断裂。北东—南西向断裂构造为控制矿化、围岩蚀变范围的主要因素。矿区及周边数千米范围, 不见岩浆活动。

2.2.1.2 矿床地质特征

矿床硅化交代石英脉体十分发育, 矿化与其紧密共生, 依据石英脉的分布及脉体岩性特征, 从东向西依次划分为 I、II、III、IV 四个矿化带。前3个矿化带依次沿矿区北部断裂斜列式平行排列, 北东—南西向, IV号矿化带沿矿区南部断裂边缘分布, 近东西走向, 主体呈向东撒开、向西收敛的“帚”状, 两断裂之间为厚度较大的灰黑色页岩、泥质粉砂岩 (图2)。

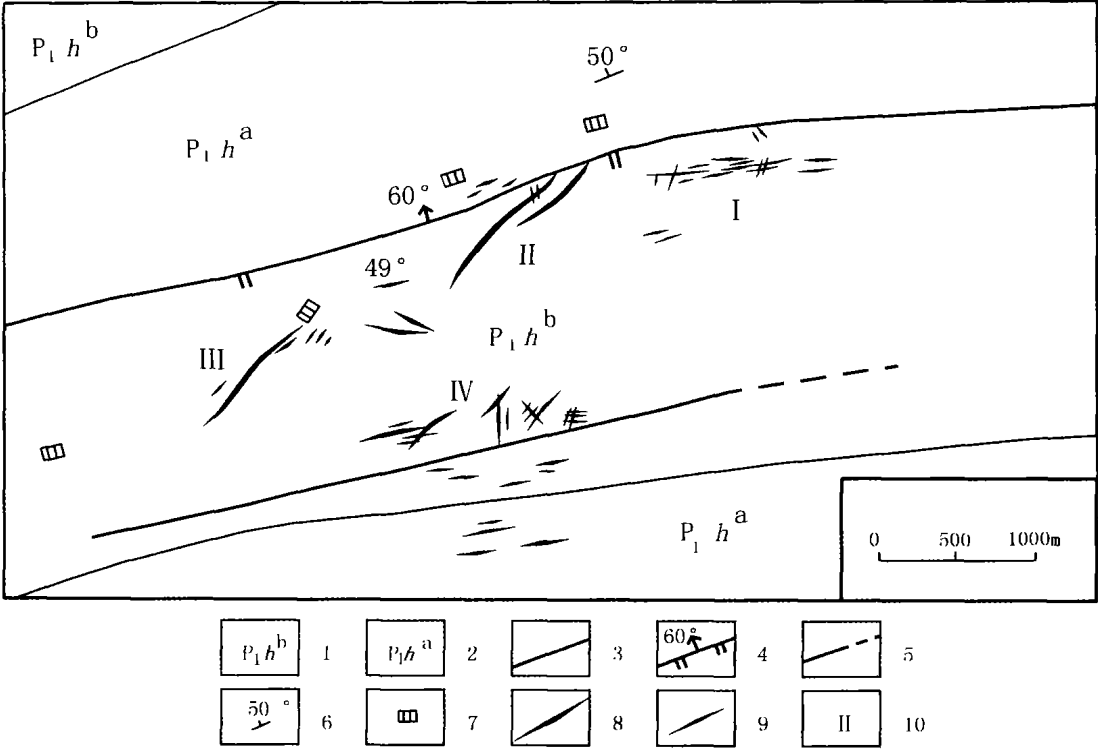


图2 黄羊岭锑矿矿区地质图

Fig. 2 Geological sketch of Huangyangling antimony ore deposit

1. 岩屑砂岩与页岩互层; 2. 页岩夹岩屑砂岩; 3. 地质界线; 4. 逆断层及产状; 5. 性质不明断层; 6. 地层产状;  
7. 黄铁矿化; 8. 辉锑矿 (化) 石英脉; 9. 方解石脉; 10. 矿带编号

I 号矿化带: 位于矿区东部砂岩及页岩中, 长3 500 m, 宽300~1 000 m, 东窄西宽。石英脉为灰—深灰色微粒状的致密块状, 裂隙不发育, 在地表形成突起地貌。脉体走向以210°为主, 近东西向及近南北向脉体规模较小, 最大脉体宽十余米, 延长达1 km, 大多脉体宽在0.1~1 m, 延长数十米到数百米, 脉体与围岩界线清楚。

II号矿化带: 位于I号矿化带西南, 长4 000 m, 宽1 000 m, 宽度变化不大。石英脉为灰—深灰色微粒状和灰白色细粒状两种, 灰白色细粒石英脉中含较多砂岩、凝灰岩交代残余角砾。其中, 水晶芽较发育。该带脉体较小, 多为连续性好的单脉, 宽度一般1 m左右, 延长数百米不等, 走向以210°方向为主, 与地层走向较一致。



Ⅲ号矿化带: 位于Ⅱ号矿化带西侧, 其间以灰绿色岩屑砂岩相隔, 长5 000 m, 宽700~1 500 m。石英脉体极为发育, 以灰白色细粒石英脉为主, 主要分布矿化带中段, 两端为深灰色微粒状石英脉, 脉宽大多在0.5 m 以上, 1~2 m 者常见, 延长数十米至数百米不等, 脉体方向以210°方向为主, 西南端有少量脉体成北西向分布, 北东端地层较为破碎, 脉体小而密集, 方向凌乱。

Ⅳ号矿化带: 位于矿区南部, 东西向分布。东端与上述矿化带相距数百米, 西端与Ⅱ、Ⅲ号矿化带相距很近。长约6 000 m, 宽约200~500 m, 其间约有1 500 m 长的地段无石英脉分布。因此, 可分为东西两个脉体集中区, 石英脉体为深灰—灰黑色微粒状, 最大脉体宽十余米, 延长数百米, 走向以北西向为主, 少数脉体呈东西向及南北向, 规模较小, 地表基本为单脉, 个别小脉体为“十”字形交叉。

辉锑矿化主要与深灰—灰黑色微粒石英脉有关, 灰白色细粒石英脉中少见矿化。矿化强度及规模与地层硅化强度和交代石英脉的数量呈正相关关系。矿化主要发育于中—强硅化砂岩或凝灰岩地段, 石英脉体越多, 规模越大, 伴随的辉锑矿脉越密集, 规模也越大, 最宽可达0.5 m。远离主石英脉体200~300 m 以外, 硅化与矿化均很微弱, 辉锑矿脉宽度小于0.05 m, 矿脉两侧有数毫米宽石英外壳。矿石矿物主要为辉锑矿, 少量黑钨矿、雄黄、黄铁矿以及黄锑华、锑华等辉锑矿的氧化物; 脉石矿物为石英。黑钨矿、雄黄与辉锑矿共生, 局部可见黑钨矿、雄黄单独出现。矿物组合以石英(石髓)辉锑矿为主, 有极少量石英(石髓)辉锑矿黑钨矿、石英(石髓)辉锑矿雄黄矿物组合。矿石为柱状显微粒状变晶结构、自形柱状结构, 致密块状、浸染状、脉状、晶簇状等构造类型。其中以晶簇、脉状构造品位较高, 致密块状中含较多微粒石英。矿石中微量元素组合受成矿热液性质、围岩地球化学特征的影响, 成矿元素主要为Sb, 伴生元素Hg、As、W、Ag、Mo、Zn、Sn, 以Hg、As、W与Sb相关性最好, 微量元素组合为Sb-Hg-As-W型。

围岩蚀变主要有硅化、碳酸盐化、黄铁矿化、褪色化, 具明显的分带性。内部为硅化, 外部为碳酸盐化, 黄铁矿化在石英脉内, 使石英脉呈褐红色, 褪

色化分布在含锑石英脉两侧砂岩中, 使砂岩呈灰色调, 与褐色砂岩明显不同, 宽度仅几米。其中, 以硅化分布最广泛, 硅化范围基本与整个矿区范围一致, 可分为两期, 早期以形成显微粒状石英脉为特征, 晚期以形成细粒状石英脉为特征, 而矿化与早期石英脉关系更为密切, 可作为矿区最特征找矿标志; 碳酸盐化与硅化具有互补性, 有硅化则无碳酸盐化, 无硅化则有碳酸盐化。矿床成因属热液脉型。

### 2.2.2 俘虏沟铜矿点<sup>①</sup>

位于和田市南部高山区, 新藏公路大红柳滩站西部, 地理坐标: 东经78°57′, 北纬35°46′, 交通困难。所处大地构造位置属可可西里中生代陆缘活动带(Ⅲ<sub>5</sub>)大红柳滩边缘盆地南缘, 北部出露三叠系克勒青河群浅变质砂岩、片岩、千枚岩, 南部为甜水海群变砂岩、千枚岩, 两者角度不整合接触。区内燕山期岩浆活动强烈, 花岗岩和基性、酸性岩脉均有分布。硅化、褐铁矿化、电气石化及接触交代蚀变现象普遍, 局部形成铁帽。

目前, 共圈定6处铜铁矿(化)体。最大矿体长350 m, 宽1.5~2 m, 铜品位为4.65%~15.12%; 其他5处矿(化)体出露较差, 长40~150 m, 宽一般在0.5~2.6 m, 呈脉状与菱铁矿长英质脉共生或产于层间破碎带内, 铜品位为0.21%~11.14%。拣块化学样铜品位为4%~8.6%, 最高达17.4%。银品位为 $33.5 \times 10^{-6}$ ~ $1\,030 \times 10^{-6}$ , 锌品位为0.15%~0.17%, 铅为0.14%。所采铜铁矿石全铁品位一般为18.2%~44.6%。矿石矿物主要有黝铜矿、黄铜矿、菱铁矿、斑铜矿及其次生氧化物孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿等, 重砂样有石榴子石、钛铁矿、黑钨矿、白钨矿、镁铝榴石(?)、孔雀石、铌铁矿和磷氯铅矿等矿物。该矿点已发现的铜铁矿(化)体与原生晕测量化探异常空间吻合好, 且铜铁矿体与银锑铅锌矿化体相伴产出, 矿(化)带延伸长度与异常长度相当(大于1 000 m), 区域延伸大于12 km, 具有较大找矿潜力。同时, 区内部分化探异常与燕山期花岗岩具有较好的空间耦合性, 重砂中常见铜、铅、钨等矿物, 亦应兼顾热液型及接触交代型铜金矿床的寻找。

### 2.3 区域成矿规律

区内已知矿产地在地理上分布不均匀, 昆仑山

① 湖北地调院, 新疆西昆仑喀拉喀什河中上游地区矿产资源评价报告, 2004。

北坡靠近塔里木盆地边缘的地区, 由于山势较低、交通条件好, 工作程度相对较高, 矿产地较多, 利用程度也高。开发利用的主要矿产有煤、石膏、铜、铅、锌、硫、石灰岩等。西昆仑、喀喇昆仑、帕米尔高原腹地等地区, 由于海拔高、自然条件差、交通不便、工作程度低而发现的矿产种类及数量均较少, 矿种主要有铁、铜、锑、黑钨矿、白云母、水晶、宝玉石、锂辉石等, 其中白云母、玉石、砂金矿的开发利用程度较高。

空间上, 内生矿产受次级断裂控制, 常成带状集中分布于大断裂带或次级断裂交会处以及受这些断裂控制的岩体或岩体周围。时间上, 与中酸性火成岩有关的内生矿产(铁、铜、铅、锌、锂、铍、黄铁矿、云母、水晶等)成矿时代主要集中在中元古代、晚古生代晚期及中生代中期, 玉石矿主要含矿地层集中在元古宙; 沉积型铜矿见于石炭系中; 沉积型铁矿主要有产于志留系及侏罗系的菱铁矿; 沉积变质型铁矿主要产于古元古界喀拉喀什群硅铁建造中; 塔木—卡兰古—库斯拉甫一带的层控型铅锌矿床与石炭系有关; 脉状锑矿集中在二叠系黄羊岭群中的砂岩和泥质岩中; 上其汗和阿克塔什—萨洛依一带的块状硫化物矿床主要与石炭纪火山岩有关; 成煤期主要是侏罗纪。不同的岩浆岩、岩浆系列及岩石化学特征有明显的内生矿产成矿专属性, 如与超基性岩有关的矿产有铬、镍、蛇纹石、滑石、石棉, 基性岩与磁铁矿有关, 中酸性侵入岩与铁、铜、铅、锌、钨有关, 伟晶岩与稀有金属、白云母、水晶有关; 外生沉积矿产的形成总是与一定的沉积建造、岩相组合相伴随, 如海相碎屑岩-碳酸盐岩建造中产磷及铜, 泻湖相含盐建造产石膏、食盐, 泥沼沼泽相含煤建造等。

### 3 潜力分析及靶区优选

#### 3.1 找矿潜力分析

从地球化学角度来看, 西昆仑相对富集的14种元素, 按元素组合可分为造岩元素CaO、MgO、Na<sub>2</sub>O组, 成矿元素Mo、Cu组, 低温热液成矿元素Hg、Sb组, 黑色金属成矿元素Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Mn和与基性-超基性岩密切相关的元素Ni、Co和分散元素Sr、Ba、P。

(1) 造岩元素CaO、MgO、Na<sub>2</sub>O组: 造岩元素CaO、MgO、Na<sub>2</sub>O明显高于全国高寒山区平均水平。CaO高出1.36倍, MgO是全国的1.3倍, Na<sub>2</sub>O是全国的1.19倍, 其他造岩元素基本相当, 表明西

昆仑总体处于高CaO、MgO、Na<sub>2</sub>O的地球化学环境中, 这与西昆仑显生宙地层中大量出现碳酸盐岩、前寒武系中普遍有镁质大理岩、不同时期火山岩多高钠的地质特征一致。从成矿地质环境来讲, 则反映了西昆仑地区寻找与细碧角斑岩有关的块状硫化物矿床、镁质大理岩与碱性侵入岩并存地区的宝玉石矿及碳酸盐岩与长英质侵入岩并存地区的接触交代型矿床的潜力较大。实际上, 就目前掌握的矿产情况来看, 块状硫化物和宝玉石矿是西昆仑的主要优势矿产或主要矿床类型, 接触交代型矿床仅有一些线索, 尚无成型矿床。结合成矿元素的分布特征, 西昆仑地区应注重与上述建造或建造组合有关的矿床或矿种的寻找, 并且潜力较大。

(2) 成矿元素Mo、Cu组: 成矿元素Mo、Cu明显高于全国高寒山区平均水平, Mo高出0.36倍、Cu高出0.17倍, 而与国家总体平均水平相当, 表明西昆仑铜、钼矿的成矿潜力至少与国家相当。西昆仑地区有两个以Cu、Mo元素为主要组合、伴随有其他多种成矿元素和指示元素的明显富集区: 西部昆仑山腹地的西若地区和东部山前地带的柯西地区。前者呈等轴状, 面积1400 km<sup>2</sup>, 以Mo为主, 是新疆昆仑山钼元素富集程度最高的地区, 构造上处于阿克赛钦古生代陆缘盆地, 西临塔什库尔干断陷, 北北西向喀喇昆仑断裂从西南通过; 后者以Cu为主, 呈近东西向带状, 区内长约100 km、宽约25 km, 向东延入新疆东昆仑, 构造上处于康西瓦-鲸鱼湖缝合带, 北临阿尔金-苦牙克深大断裂。Mo高值区除在上述两个地区与Cu密切伴生外, 在麻扎达拉—黑卡一带的铜多金属元素富集区, 出现相对的高值区。Cu的分布特征更为复杂, 就元素组合而言, 除Cu、Mo组合外, 与之并行的还有Cu-铁族元素组合、Cu-Ni、Cu-Pb-Zn和Cu-Au。Cu-铁族元素组合主要是火山岩型块状硫化物成矿环境的反映, 指示这类矿床的找矿区域, 如上其汗、塔木其、乌依塔克等; Cu-Ni组合可能是矿化基性杂岩体的反映, 其区域主要在铁克里克、北昆仑北缘两个成矿带结合部位, 其次是苦牙克断裂西南段、科岗断裂北西段和木吉西南地区; Cu-Pb-Zn组合推测是与碎屑岩中的多金属矿化(沉积喷气型)有关, 代表性区域为岔路口一带; Cu-Au组合以已知的卡拉玛铜矿区为代表, 这些特征表明Cu在西昆仑分布的复杂性。

(3) 低温热液成矿元素Hg、Sb组: 普遍认为Hg、

Sb 是低温成矿作用的特征性元素,成矿时代一般较新,并与断裂构造密切相关。西昆仑 Hg、Sb 明显高于全国高寒山区含量水平, Hg 高出 1.67 倍、Sb 高出 0.35 倍,也高于全国平均含量,是新疆 Hg、Sb 含量最高的地区。Hg 主要集中在两个地区:南部的岔路口和东部的黄羊岭,前者位于喀喇昆仑中生代陆缘盆地,后者处于可可西里陆缘活动带中的木孜塔格中生代裂陷盆地,均分布在中生代大地构造单元中。Hg 在岔路口和黄羊岭地区高度富集,形成极为醒目的区域性异常,面积均上 1 万  $\text{km}^2$ ,区内沉积建造主要是高钙碎屑岩和碳酸盐岩,在有自然重砂样品控制的地段,均可圈出辰砂异常,其含量可达砂矿品位。Hg 形成于裂陷盆地沉积环境,而 Sb 主要属断裂构造控制,具体属苦牙克断裂带控制,因此, Sb 的富集区集中在西昆仑东部的苦牙克断裂带南缘,实际上是新疆传统意义上的东昆仑西北缘。除上述两区一带外,其他广大西昆仑山地区的 Hg、Sb 含量均较低,起伏变化也不大,因此,西昆仑地区的高 Hg、Sb 特征,实际上是前述两区一带的高度富集引起的,结合区域高钙特点,展示了两区一带中寻找汞、锑矿的巨大潜力。

(4) 黑色金属成矿元素  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、Mn: 与 Hg、Sb 相比,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、Mn 的相对富集程度较低,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  高出全国高寒山区 0.16 倍, Mn 高出全国高寒山区 0.37 倍,尽管如此,因  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、Mn 属常量或宏量元素,成矿过程中元素富集程度与微量元素相比要低得多,因此,其体现出的找矿意义值得高度重视。新疆西昆仑已知的金属矿产主要是铁矿,代表性矿床有切列克其铁矿、黑卡铁矿、卡拉墩铁矿和布琼铁矿等。切列克其铁矿为大型富铁矿,黑卡铁矿为中型,卡拉墩铁矿具有大型远景,三者均为产于志留系温泉沟群中的沉积型菱铁矿,沿温泉沟群分布区,还有大量菱铁矿矿化点,分布在近 500 km 长的带上;布琼铁矿位于铁克列克陆缘地块,矿床类型属前寒武系硅铁建造型铁矿。无疑,西昆仑  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、Mn 的富集与铁的成矿作用密不可分,实际上,这几个铁矿区均有面积较大、强度不太高的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、Mn 异常。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的富集除与已知铁矿有关外,还与区内高铁岩石的大量出现相一致,这些岩石主要是超基性岩、基性火山岩等,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的富集表明这类岩石分布的广泛性。Mn

在包括黄羊岭地区在内的可可西里陆缘活动带中,呈现相对富集,与这一地区汞的高度富集关系,目前还不清楚。但是,这一带沉积地层中锰矿的寻找是今后找矿工作中值得注意的一个方面。

(5) 与基性-超基性岩相关的元素 Ni、Co: 与全国高寒山区相比,西昆仑 Ni、Co 相对富集,结合前面谈到的西昆仑富  $\text{MgO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,同时又富  $\text{CaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ , Ni、Co 与  $\text{CaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  是不相容元素,而又在同一区域中共同富集,表明它们的富集区域各不相同。从地球化学图可以看出,  $\text{MgO}$ 、Ni、Co 的富集区主要分布在康西瓦断裂以北的塔里木构造区,其间沿区域性深大断裂分布,与已知的超基性岩和基性火山岩的分布总体一致,但其范围要广得多,按已知推未知的原则,还应有相当数量的超基性岩和基性火山岩在地质图上尚未表达,如西昆仑面积最大、强度最高的  $\text{MgO}$ 、Ni、Cr 异常区,位于于田县南部的克里雅山口以北的阿什库勒盆地西南,面积近 5 000  $\text{km}^2$ ,前人仅在区内填出一个超基性岩体,结果尼雅河化探项目在这一地区发现大量超基性岩,一方面反映了化探成果的客观性;另一方面表明这一地区超基性岩分布的广泛性,存在寻找与之有关矿产(铜-镍矿、块状硫化物矿床)的成矿地质条件。

以上区域化探元素背景分布特征表明,西昆仑山具备寻找斑岩型铜-钼矿、层控型铅锌矿、岩浆熔离型铜-镍矿、火山岩型块状硫化物铜矿和热液型汞、锑矿的地球化学条件。

### 3.2 找矿靶区优选

根据成矿地质背景、成矿特征和地球化学异常分布规律,以寻找大型矿产或特征矿产为目标,初步筛选出 8 处找矿靶区,作为西昆仑下一步部署地质找矿工作的目标区域。

(1) 岔路口铜、多金属找矿靶区:构造上处于阿克赛钦古生代陆缘盆地和喀喇昆仑中生代陆缘盆地的结合部位,有利的地球化学特征表现为区内为铅、锌、铜、汞等元素的共同富集区, Cu、Pb、Zn、Ag、Cd 累加值异常面积 24 000  $\text{km}^2$ ,属新疆规模最大铅元素富集区的中心部位。

从地球化学块体理论来看,该区处于岔路口铅、麻扎-岔路口汞、黑恰-甜水海锌三个地球化学巨省复合部位的中心地段,北部有甜水海铜地球化学省

叠加<sup>①</sup>。岔路口铅地球化学巨省, 面积29 926 km<sup>2</sup>, 是新疆最大的铅地球化学块体。该块体浓集特征极为显著, 具有5层套合的地球化学谱系结构, 随着异常下限不断地提高为 $30 \times 10^{-6}$ 、 $35 \times 10^{-6}$ 、 $40 \times 10^{-6}$ 、 $50 \times 10^{-6}$ 时, 块体逐步分解为各级子块体和局部异常, 各子块体单位面积内铅元素可供应量不断增加。块体内铅元素含量及分布稳定, 资源潜力综合排序处于第一位, 块体内及其单位面积内铅元素可供应量巨大, 分别为148 662 万t 和4.97 万t。

黑恰-甜水海锌地球化学巨省面积为14 289 km<sup>2</sup>, 是新疆最大的锌地球化学块体之一, 与岔路口铅地球化学块体套合, 资源潜力综合排序在新疆名列第一位, 块体内及块体单位面积内锌元素可供应量巨大, 分别为192 022 万t 和13.44 万t; 麻扎-岔路口汞地球化学巨省是新疆第二大汞地球化学块体, 其资源潜力综合排序第二位, 块体内及其单位面积内汞可供应量分别为193 074 万t 和6.86 万t; 甜水海铜地球化学省面积3 352 km<sup>2</sup>, 块体内铜元素可供应量为19 112 万t, 单位面积铜元素可供应量为4.96 万t。

该靶区找矿目标为以铅锌为主的铜多金属矿床, 矿床类型为热水沉积型或以砂岩为容矿围岩的铅锌矿。

(2) 麻扎大拉多金属找矿靶区: 构造上处于阿克赛钦古生代陆缘盆地和慕士塔格地块的结合部位, 有利的地球化学特征表现为区内为铜铅锌银等元素的共同富集区。

出露地层志留系温泉沟群为一套海相碎屑岩, 局部夹碳酸盐岩, 主要岩性有变质砂岩、石英砂岩、板岩、千枚岩, 属西昆仑地区富集成矿元素最多的层位, 富集元素有Cu、Au、Zn、Pb、Ag、Mo、W、Sn、Bi、Sb、As、Ni、Co、V、Fe、Li 等。

在该地区圈定的麻扎铜地球化学省呈东西向条带状<sup>M</sup>, 面积2 123 km<sup>2</sup>, 该块体规模、形态总体稳定, 伴生有较大规模的钼异常, 块体内铜元素可供应量为10 413 万t, 单位面积铜元素可供应量为4.90 万t。

主攻目标以铅锌为主的铜多金属矿床, 矿床类型为热水沉积型或以砂岩为容矿围岩的铅锌矿。

(3) 乌孜别里金、铜、多金属找矿靶区: 构造上处

于阿克赛钦古生代陆缘盆地西端, 乌孜别里深断裂呈东西向纵贯全区<sup>②</sup>。

出露地层北部为下古生界志留系黑色岩系, 碳质泥岩含面碳量可超过5%, 岩石千枚岩化普遍, 石英脉发育, 这在西昆仑地区是少见的。主要岩石类型为各种千枚岩, 此外有大量绿泥硬绿泥石片岩(或硬绿泥石绢云千枚岩)、碳质泥岩及少量长石石英砂岩、长石石英细砂岩、长石石英粉砂岩、铁质石英细砂岩和结晶灰岩、结晶白云岩、含碳绢云板岩。总的来看, 为一套含铁、富炭、成熟度低的砂岩粉砂岩泥质岩组合, 以粉砂岩和泥质岩为主。地层富含金、铜、铅、锌、砷、锑等亲硫成矿元素, 构成长达32 km、宽7 km 的多元素富集带; 同时自然金广泛分布, 与化探异常一样, 构成长达32 km、宽7 km 的自然金重矿物异常带。富集带呈北西西向的带状, 面积165 km<sup>2</sup>。其中, 金异常125 km<sup>2</sup>、铜异常122 km<sup>2</sup>, 两者几乎完全重合, 其他组合元素有As、Bi、Sb、Pb、Zn、Cd、B、Ag、Mo 及 Mn、Fe、Ca、Mg。从面积规模来看, Au、Cu、Mn、Fe 四种元素相当, 面积在100 km<sup>2</sup> 以上, As 次之, 面积80 km<sup>2</sup>, 其他元素多小于50 km<sup>2</sup>。异常面积较小的元素在整个异常带多表现为大面积区域性高背景。从强度规模来看, Au 有别其他元素居于首位, 极大值为 $130 \times 10^{-9}$ , 其他均在 $30 \times 10^{-9} \sim 2 \times 10^{-9}$ , 多数在 $4 \times 10^{-9} \sim 2 \times 10^{-9}$ , 其他元素强度基本相当, 缺少明显的浓度分带。Cu、As 与 Au 关系密切, 其下限值分别为 $80 \times 10^{-6}$ 和 $50 \times 10^{-6}$ , 极大值分别为 $139 \times 10^{-6}$ 和 $10^4 \times 10^{-6}$ , 强度较高。另一特点就是组成综合异常的各单元素异常中心位置除Ca 偏北、Mg 偏南外, 基本上重叠在一个相对稳定的范围内。

南部异常元素组合为Ba、Ag、K、Cd、Sb、Au、Pb、Zn、Mo, 异常以Ba、Ag 为主, K<sub>2</sub>O 的异常引人注目。从强度来看, Ba、Au 可分出3个浓度带。

靶区内无大规模的中酸性岩体, 沿异常带内的深断裂, 在长15 km 的范围内见3处强蚀变的基性、超基性岩, 地表呈脉状产出, 与地层为侵入接触, 岩石类型以蚀变辉长岩为主体, 另有少量蛇纹石化辉橄岩及基性岩, 局部地段片理化发育, 沿脉岩边部有零星黄铜矿化及方铅矿化。主攻目标为产于黑色岩

① 新疆地调院, 新疆地球化学块体研究, 2002。

② 新疆地矿局第二地质大队, 新疆阿克陶县木吉西南地球化学图说明书, 1988。

系中的金矿、火山岩中的银多金属矿,并对杂岩体进行含矿性评价。

(4) 黄羊岭锑矿找矿靶区: 构造上跨康西瓦-鲸鱼湖缝合带和可可西里陆缘活动带,处于北东东向库牙克锑地球化学富集带与东西向黄羊岭汞地球化学富集区的复合区域,东南已发现黄羊岭、野马滩北、云母山、盼水、红山顶等锑矿。独特的地质特征表现为该区存在两条北东向分布的闪长玢岩带,两带相距 15 km,区内有 13 个面积不到  $1 \text{ km}^2$  的闪长玢岩,时代为燕山期,西段处于库牙克断裂带上,这在西昆仑是独一无二的,属典型的地质异常区。

地球化学特征表现为该靶区属东西向黄羊岭-木孜塔格汞地球化学巨省和北东东向库牙克锑地球化学富集带的重叠区域。

黄羊岭-木孜塔格汞地球化学巨省面积  $50\,524 \text{ km}^2$ ,具有 5 层套合的地球化学谱系结构,块体及其单位面积内汞可供量分别为  $313\,672 \text{ 万 t}$  和  $10.18 \text{ 万 t}$ ,是新疆最大的地球化学块体,资源潜力综合排序第一位,具有寻找大型超大型汞矿床的地质地球化学条件。靶区东的长山沟已发现汞矿体<sup>①</sup>。

库牙克锑地球化学带沿苦牙克谷地南缘呈北北东向延伸,构成长达  $400 \text{ km}$  富集带,宽  $30 \text{ km}$  不等,在南段干湖滩以南,高含量向南部溢出。该带总面积达  $8\,000 \text{ km}^2$ ,带内 Sb 的均值为  $2.28 \times 10^{-6}$ ,该值是西北邻区平均值  $0.70 \times 10^{-6}$  的 3.25 倍,是东南邻区平均值  $1.34 \times 10^{-6}$  的 1.70 倍。因此,该带 Sb 含量水平,与其西北或东南邻区存在显著差异,属明显的高含量地带,是典型的异常区域<sup>②</sup>。

主要找矿目标为大型锑汞矿,同时兼顾对燕山期玢岩的含矿性评价。

(5) 阿克晓铁(金刚石)找矿靶区: 构造上处于铁克里克古陆地块,出露地层以前寒武系结晶片岩为主,区内已发现布琼条带状含铜磁铁矿,含矿岩系为元古宙喀拉喀什群深变质岩系,原岩属陆源碎屑岩-双峰式火山岩建造。布琼铁矿西部的阿克晓埃连卡特群绢云石英片岩中,发现多条钾镁煌斑岩脉(?),无疑这是一个重要发现,为追寻金刚石来源提供了

一个新的途径<sup>③</sup>。西部还圈定了较好的金、铜异常。

该地区的煌斑岩(赵磊等,1998),经赵磊等鉴定为钾镁煌斑岩,呈脉状产出,煌斑岩褐黑色,斑状结构,块状构造。斑晶主要为云母类矿物,呈片状集合体,六边形,片径一般  $2 \sim 5 \text{ mm}$ ,最大达  $20 \text{ mm}$ ,少量辉石、斜长石、正长石斑晶。基质由辉石、斜长石等组成。镜下观察呈绿黑色、绿褐色、灰黑色,煌斑结构,斑晶有金云母、霓辉石、含霓辉石、透长石及假白榴石等。金云母斑晶大者可达  $8 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$ 。基质由金云母、单斜辉石、钾长石、方解石、铁白云石等组成。开展该煌斑岩的深入研究,对阐明塔里木地壳西南缘壳幔作用过程,查明金刚石的成岩成矿条件,指导寻找金刚石矿床具有重要价值。

靶区目标是继续寻找钾镁煌斑岩和前寒武系中的磁铁矿,对钾镁煌斑岩的成因进行研究,指导该地区金刚石矿的找矿工作

(6) 阿羌铜找矿靶区: 构造上处于铁克里克古陆地块,出露地层以前寒武系结晶片岩和火山岩为主,岩浆岩发育,区内出现石炭纪-二叠纪普鲁-阿羌裂谷系统,存在俯冲型的石英闪长岩-石英二长岩组合、碰撞型花岗闪长岩-二长花岗岩组合和英云闪长岩-二长花岗岩组合等类型的侵入岩。地球化学特征为铜、铁族元素异常集中区,局部叠加有金、锌、砷、锑等元素的异常。区内已发现产于前寒武系细碧角斑岩中的塔木铜锌矿点,矿化类型为块状硫化物型。近年,又在塔木其、苏克之间的奥依且克,发现产于蚀变闪长岩中含铜、钼矿化的浸染状黄铁矿化带和含高品位金矿的多条含毒砂黄铁矿金属硫化物脉。另外,该区内有一蚀变闪长岩体,蚀变具面型特征,金属矿化有黄铜矿化、黄铁矿化、辉钼矿化、方铅矿化及金矿化等。区内有新疆和田玉开采历史最为悠久、最负盛名的阿拉玛斯玉石矿。

塔木其地球化学区<sup>④</sup>,元素组合主要为铜-铁族元素。铜地球化学区呈北东东向块体,形态规则,长  $40 \text{ km}$ ,宽  $13 \text{ km}$ ,面积  $420 \text{ km}^2$ ,西北进入第四系。下限值提高到  $40 \times 10^{-6}$ 。具有东西两个浓集中心,极值分别为  $59.7 \times 10^{-6}$  和  $66.4 \times 10^{-6}$ ,分别发现塔木其

① 新疆地调院,新疆地球化学块体研究,2002。

② 新疆地调院,新疆西昆仑中上游地区地球化学图说明书,2002。

③ 新疆地矿局第二地质大队,新疆西昆仑地球化学图说明书,1995。

④ 新疆地调院,新疆西昆仑中上游地区地球化学图说明书,2002。

铜锌矿和苏克含铜黄铁矿化点。铁族元素(包括MgO)高值区范围远大于Cu区,在区内总的变化趋势与Cu一致,即西高东低,最高含量与Cu的极值区重叠,局部有Zn异常存在,而在中部叠加有以Au为主、元素组合为Au、Ag、As、Sb、Cu、Pb的多元素异常,各元素单点样最大值: Au为 $17 \times 10^{-9}$ 、Ag为 $228 \times 10^{-9}$ 、As为 $115 \times 10^{-6}$ 、Sb为 $2.3 \times 10^{-6}$ 、Cu为 $118 \times 10^{-6}$ 、Pb为 $38 \times 10^{-6}$ ,异常与中酸性侵入岩空间吻合。目前,在石英闪长岩中已发现3条蚀变带,具斑岩矿床面型蚀变特征,化学分析结果: Cu为0.3%、Mo为0.01%,其中的金属硫化物脉含Au高达 $12 \times 10^{-6}$ 和 $18 \times 10^{-6}$ 。

该区主攻目标: 以块状硫化物铜锌矿为主,兼顾与蚀变闪长岩有关的多种金属矿化和玉石矿。

(7) 恰尔隆铜、金找矿靶区: 构造上处于北昆仑晚古生代复合沟弧带, 该区西北部同构造带是西昆仑块状硫化物矿床集中分布区, 区域地球化学异常图上, 属铜异常区, 同时出现砷、锑、汞等的异常, 南北分别叠加有金、钼异常。

出露地层主要为石炭系含炭砂岩, 东、南以深断裂与前寒武系或侵入岩相邻, 地层显著富集Cu、As、Hg、Li、F, 相对富集Zn、Sb、W、Mo、Bi、B、Cr、Ni、V、Ca、Fe等元素, 区内北部有一华力西期花岗闪长岩岩枝。在南部圈定的恰尔隆异常面积 $218 \text{ km}^2$ , 元素组合以Mo、Cu、Au为主; 北部圈定的艾捷克异常面积 $135 \text{ km}^2$ , 元素组合以Au、Cu、As、Sb、Mo为代表。主攻目标以铜多金属矿床为主, 矿床类型为块状硫化物型, 同时兼顾金矿的寻找。

(8) 库牙克断裂沿线铜、镍、锑找矿靶区: 该区位于中昆仑地块和康西瓦-鲸鱼湖缝合带结合部位库牙克断裂两侧, 地质构造环境的多样性为不同矿种和不同类型矿床形成提供了有利条件。

沿库牙克断裂, 超基性岩体断续分布。东段除发现多处石棉矿外, 在沙巴恰普进行沙金矿普查时, 发现这一带自然重砂中矿物组合极其复杂, 并有钨钼矿、粗铂矿; 中段苦牙克谷地的康赛音, 在超基性岩中, 前人发现了以硫化物形式存在的镍矿化; 中西段确尔库勒南, 圈定的中等强度铜异常与以高强度铬、镍异常为代表的铁族元素异常叠加, 还出现锑、汞等元素的富集。所以, 这一带超基性岩体的含矿性值得

重视, 有必要开展前期评价工作。同时, 库牙克断裂带控制了新疆最大的锑元素富集带-库牙克锑富集带, 在进行超基性岩体的含矿性评价的时, 可以兼顾锑等矿产的寻找。

靶区目标是岩浆熔离型铜-镍矿、铂族元素矿床及脉状锑矿。

## 4 结论

西昆仑地处秦祁昆成矿域西段, 北与古亚洲成矿域相连, 南与古特提斯成矿域相接, 地质构造复杂, 成矿地质条件优越。地质找矿应以大型有色金属矿产为主要目标, 矿床类型重点为沉积型铁矿、斑岩型铜(钼)矿、层控型铅锌矿、岩浆熔离型铜-镍矿、火山岩型块状硫化物矿床及热液型汞-锑矿。铁克里克古陆地块东段具有寻找金刚石矿的潜力。

## 参考文献:

- 贾群子, 等. 西昆仑块状硫化物矿床成矿条件和成矿预测[M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- 芮行健, 等. 塔里木地块矿产资源[M]. 北京: 地质出版社, 2002.
- 赵磊, 等. 塔里木地台南缘发现钾镁煌斑岩[J]. 现代地质, 1998, 12(4).
- 钱壮志, 等. 秦祁昆成矿域古生代区域成矿规律[J]. 西北地质, 2003, 36(1).

## References:

- Jia Qunzi, et al. Metallogenic conditions and predicting of massive sulfide deposits in the west Kunlun Mountain [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999.
- Rui Xingjian, et al. Mineral Resources in Tarim block [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002.
- Zhao Lei, et al. Discovery of lamproite in south margin of Tarim platform, China [J]. Geoscience, 1998, 12: 555-558.
- Qian Zhuangzhi, et al. Paleozoic metallogenic rules of Qinling-Qilian-Kunlun metallogenic domain [J]. North-western Geology, 2003, 36: 35-40.

# Metallogenic Characteristics and Prospecting Areas in the Western Kunlun Metallogenic Belt

LI Bao-qiang<sup>1,2</sup>, YANG Wan-zhi<sup>3</sup>, ZHAO Shu-ming<sup>3</sup>,

YANG Jian-guo<sup>2</sup>, ZHENG Qi-ping<sup>3</sup>

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Xi'an Institute of Geological and Mineral Resources, China Geological Survey, Xi'an 710054, China;

3. Xinjiang Institute of Geological Survey, Urumqi 830000, China)

**Abstract:** The western Kunlun mountains, in an area of 18,000 km<sup>2</sup>, are located on the southwestern margin of the Tarim massif in NW China. The unfavorable working conditions have resulted in a backward geological study. With the implementation of national survey projects for land and resources in recent years, a series of regional surveys have been conducted and more and more ore deposits have been reported, from which, a great metallogenic potential has emerged. This paper, based on synthetic analyses of geological settings and metallogenic characteristics as well as elemental geochemistry, discusses prospecting potential and suggests 8 target areas for exploration in the near future.

**Key words:** western Kunlun mountains; typical ore deposit; prospecting finding; potential assessment; target selection

## 西北地区矿产资源找矿潜力》一书正式出版

由西安地质矿产研究所李文渊研究员主编的《西北地区矿产资源找矿潜力》已于2006年6月由地质出版社正式出版。

本书是西北地区重要成矿区带战略性矿产资源、重点矿床的综合研究和区域成矿规律的总结性介绍,以及对工作部署的思考。全书分三部分,总论、各论和找矿潜力。总论共八章,体现了对西北地区地质矿产的整体认识;各论共十章,分别以基本概况、成矿地质背景及成矿条件、主要矿床类型、典型矿床及找矿新发现、潜力评价及找矿靶区为顺序,以各成矿带为单元,对成矿带已有成果进行高度概括、总结和提高;找矿潜力是在上述基础之上对勘查部署和实现找矿突破的思考。本书的出版将为今后在西北地区各成矿带进行进一步找矿和部署工作提供了有价值的参考。

如有需要者,可按以下方式联系:

邮 编: 710054

地 址: 西安市友谊东路438号

单 位: 西安地质矿产研究所

联系人: 程晓红

电 话: 029-87821952

(西安地质矿产研究所 李辉供稿)