

东天山大地构造演化的成矿示踪

王京彬 王玉往 何志军

(有色金属矿产地质调查中心,北京 100012)

摘要:矿床是大地构造演化的重要指示标志,矿床特征和时空分布格局为重建东天山地区大地构造演化提供了新的制约。研究表明,夹于吐哈地块和中天山地块之间的东天山古生代造山带,在空间上可分为吐哈盆地南缘铜矿带(北带)、康古尔金矿带(中带)和阿齐山—雅满苏铁(铜)—银多金属矿带(南带)3个不同的构造—地层(岩浆)—成矿带。在时间上东天山造山带具有明显的三阶段演化性:(1)吐哈盆地南缘奥陶—泥盆纪为活动大陆边缘,形成了包括VMS型铜锌矿床和斑岩型铜矿床在内的古陆缘成矿系统;晚泥盆世末—早石炭世初古洋壳向北俯冲关闭,中天山地块增生拼贴到吐哈地块(属哈萨克斯坦—准噶尔板块组成部分)南缘。(2)早石炭世(维宪期)沿康古尔缝合带再次拉张,形成石炭纪裂陷槽火山—沉积岩系及相应的层控成矿系统(VMS型铜锌矿床、火山岩型铁(铜)矿床、自然铜矿床),裂陷槽封闭过程中发育了夕卡岩型银多金属矿床。(3)早二叠世形成与幔源岩浆底侵作用有关、跨构造单元发育的铜镍硫化物成矿系统和与剪切活动有关的金矿床。依据上述认识,对东天山地区的矿产勘查提出了新建议。

关键词:成矿系统;大地构造;矿产勘查;东天山;新疆

中图分类号:P618.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2006)03-0461-09

矿石是具有经济价值的一种特殊岩石,矿床像岩浆岩、沉积岩、变质岩等一样,是大地构造发展演化的产物,不同矿床类型形成于不同的构造环境和构造演化阶段以及特定的空间部位。因此矿床的时空分布及其特征是大地构造演化的重要指示标志^[1-2],可以为重建地质历史,包括大地构造单元的划分、大地构造格局及其演变的重建,提供重要的科学依据^[3]。

东天山位于新疆东部,西起小热泉子,东至甘新交界,面积约6万km²,是中国重要的铜、镍、金、铁、铅锌等大型矿床集中区。近年来土屋、延东等大型斑岩铜矿和彩霞山大型铅锌矿床、维权银多金属矿及图拉尔根、白石泉等铜镍矿床的新发现,使东天山成为中国勘查、研究的热点地区。尽管前人对东天山的大地构造演化进行了大量的研究工作^[4-8],但对一些重大的地质问题,如,康古尔剪切带(断裂带)是不是板块的缝合带?东天山洋盆闭合的时限?石炭纪火山—沉积岩系形成的构造环境?以及对具体构造格局的划分上,均存在较大分歧。

笔者基于成矿演化是大地构造演化的重要标志这一学术思想,在近年来矿产勘查和区域地质调查研究新成果的基础上,侧重从成矿学角度进行总结分析,提出看法,力求促进

该区研究工作的深入,并为勘查工作部署提供新的思路。

1 古生代地层—构造格局

从古生代地层系统和重要断裂的分布看(图1,表1),东天山空间上可分为北、中、南3条地层—构造带,其中北带和南带为两套有序的地层系统,而中带是一套强变形的无序地层系统。

北带位于康古尔断裂以北的吐哈盆地南缘,地层发育较齐全。区内出露最老的地层为近年来区域地质调查中划分出来的中奥陶统荒草坡群大柳沟组(O₂Hd),主要分布在卡拉塔格—大草滩一带,为一套海相钙碱性系列的钠质中酸性火山碎屑岩—熔岩建造(属角斑岩系)。根据实测剖面估算,火山岩中玄武岩类:安山岩:英安岩—流纹岩=2:8:10,石英斑岩等次火山岩类发育,其稀土和微量元素具有岛弧火山岩的特征。大量长英质火山—侵入岩的出现,意味着该区可能存在陆壳基底(吐哈地块)。中—上志留统红柳峡组(S₂₋₃h),以海相晶屑岩屑凝灰岩、凝灰质砂岩等为主,夹英安岩薄层。泥盆系与下伏奥陶—志留系为不整合接触,以安山岩—英安岩和火山碎屑岩为主,发育典型的岛弧安山岩,其喷发环境从海相演变

收稿日期:2006-05-10;改回日期:2006-05-22

基金项目:国家重点基础研究发展规划项目(2001CB409806)资助。

作者简介:王京彬,男,1961年生,博士,教授级高级工程师,博士生导师,现从事造山与成矿作用及成矿预测研究;E-mail:wjb@bigm.com.cn。

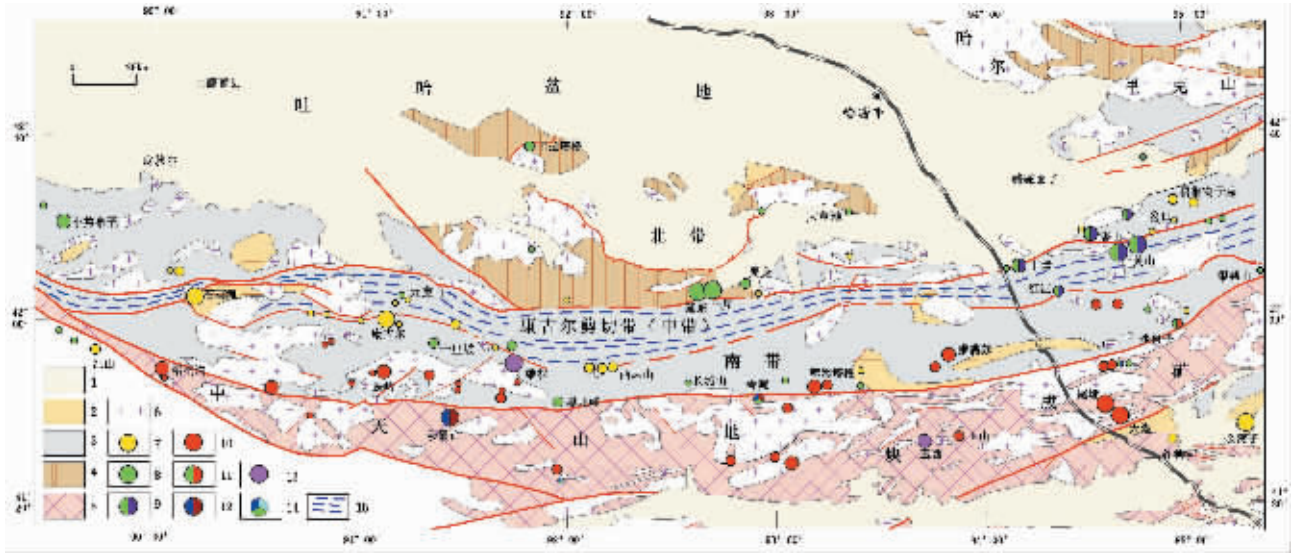


图 1 东天山构造格架与矿床分布图

- 1—中生代沉积盖层;2—二叠纪陆相火山—沉积岩系;3—石炭纪火山—沉积岩系;4—奥陶—泥盆纪火山—沉积岩系;
5—前寒武纪变质岩;6—花岗岩类;7—金矿床;8—铜矿床;9—铜镍硫化物矿床;10—铁矿床;11—铁铜矿床;12—铅锌矿床;
13—银多金属矿床;14—多金属矿床;15—剪切带

Fig. 1 Map of the tectonic framework and deposit distribution in the East Tianshan Mountains

- 1—Meso-Cenozoic sedimentary cover;2—Permian continental volcanic-sedimentary rocks;3—Carboniferous volcanic-sedimentary rocks;
4—Ordovician-Devonian volcanic-sedimentary rocks;5—Precambrian metamorphic rocks;6—Granitoids;7—Au deposit;8—Cu deposit;
9—Cu-Ni sulfide deposit;10—Fe deposit;11—Fe-Cu deposit;12—Pb-Zn deposit;13—Ag-polymetallic deposit;14—Polymetallic deposit;15—Shear zone

为陆相。石炭系为海相火山—沉积岩建造,其中火山岩类主要以玄武质和长英质火山岩类为主,安山岩的比例较少。

中带为康古尔剪切带(断裂带),夹于康古尔断裂与雅满苏断裂之间,长约 600 km,宽 5~20 km,为一套变形变质强烈的无序地层—构造岩片。

康古尔剪切带的原岩主要为复理石建造(干墩组)和枕状拉斑玄武岩—放射虫硅质岩—泥质岩等深水相组合(梧桐窝子组),其时代缺乏可靠的化石和同位素年代学依据,但被晚石炭世花岗岩侵入,在区域“地层”划分中被定为下石炭统,也可能有更老的岩块混杂其中。

南带位于雅满苏大断裂与阿齐克库都克大断裂之间,又称为阿齐山—雅满苏带。该区缺乏北带下部的奥陶—泥盆系,下石炭统雅满苏组火山岩以玄武岩和中酸性火山碎屑岩、熔岩为主,可识别出阿齐山、雅满苏和东部野马泉等火山喷发机构,与北带的小热泉子组相比,含有更多的粉砂岩、碳酸盐岩夹层。上石炭统土古土布拉克组以大量陆相玄武岩喷发为特征,伴有自然铜矿化。

阿齐克库都克断裂以南为中天山地块,主要由中元古界的长城系星星峡群和蓟县系卡瓦布拉克群的片岩、片麻岩、混合岩和大理岩等组成,被加里东期和海西期花岗岩侵入。

时间上东天山地层系统可分为奥陶—泥盆纪、石炭纪和

二叠纪 3 个演化阶段。奥陶—泥盆系火山—沉积岩系的分布限于北带,南带缺乏;石炭纪地层在全区发育,以康古尔剪切带的深水火山—沉积岩系为中心,其南、北两侧石炭纪地层有较好的可比性,为同时异相关系。全区二叠纪地层发育特点基本相似,以陆相火山—磨拉石建造为主,不具有区域分带性,与下伏石炭纪地层为不整合接触。

2 矿床类型及其时空分布格局

东天山地区多期成矿作用发育,矿床类型多样。主要矿床类型有:斑岩型铜(钼)矿、与基性侵入杂岩有关的铜镍硫化物矿床、火山岩容矿的块状硫化物矿床(VMS)、火山岩型铁(铜)矿床、夕卡岩型铁矿和银多金属矿床、自然铜矿床、剪切带型金矿床、浅成低温热液型金矿床等。按其空间分布特点,与前述地层—构造带的划分相对应,也可分为 3 个成矿带。

2.1 吐哈盆地南缘(北带)铜矿带

主要发育 VMS 型铜锌矿床和斑岩型铜(钼)矿床。VMS 型铜锌矿床产于两个层位:中奥陶统大柳沟组和下石炭统小热泉子组,含矿岩系均为钠质钙碱系列,长英质火山岩发育,矿体产于两个火山喷发旋回之间的火山沉积夹层中。最近,在卡拉塔格地区的中奥陶统大柳沟组中,发现了 VMS 型铜(锌)矿床,具有典型的上部层状、下部交切网脉状的双层矿

表 1 东天山地区古生代地层特征

Table 1 Summary of Paleozoic stratigraphic characteristics in the East Tianshan Mountains

	北带	中带	南带
二 叠 系	上二叠统库莱组 (P_3k) 陆相碎屑岩建造: 岩屑砂岩与砂砾岩不均匀互层, 局部夹泥岩、灰岩, 含 <i>Anthraconauta Laoshangouensis</i> Wei (老山沟河蚌)、 <i>Mrassiella</i> sp. (穆拉氏蚌属)、 <i>Palaeonodonta</i> sp. (古元齿蚌属) 等新疆上二叠统典型分子		
	中二叠统阿尔巴萨依组 (P_2a) 陆相火山磨拉石建造: 杏仁状橄榄玄武岩、粗玄武岩、安山岩、英安岩等, 夹火山角砾岩 其火山机构中发育石英滩等浅成低温热液型金矿床		
	下二叠统阿其克布拉克组 (P_1a) 海陆交互相砂砾岩沉积夹灰岩薄层, 含植物碎片及海百合茎、瓣鳃类化石碎片。与其下伏地层不整合接触		
石 炭 系	上石炭统底坎尔组 (C_2d) 以长石岩屑砂岩为主, 夹玄武岩、安山岩、英安岩等, 在灰岩透镜层中含腕足、珊瑚等化石, 有 <i>Fusulinella laxa</i> Sheng、 <i>Fusulina</i> sp. 等晚石炭世中期代表性种属, 与下伏小热泉子组不整合接触	分布于康古尔断裂与雅满苏断裂之间, 为遭受强烈剪切变形改造的一套无序地层。主要为一套半深海相复理石建造(干墩组)和深海相泥质岩、枕状玄武岩、放射虫硅质岩建造(梧桐窝子组), 其时代缺乏可靠的化石和同位素年代学依据, 但被晚石炭世花岗岩侵入。发育剪切带型金矿床(康古尔、马头滩等)	上石炭统上古土布拉克组 (C_2t) 下岩段为凝灰岩夹砂砾岩、灰岩; 上岩段为玄武岩、玄武安山岩熔岩夹火山碎屑岩。下岩段灰岩中含 <i>Ozawainella</i> , <i>Eofusulina</i> , <i>Sjutoyell</i> , <i>Paraeofusulina</i> 等晚石炭世早—中期组合分子。与下伏雅满苏组地层不整合接触 在玄武岩层中含自然铜矿床(十里坡、黑龙峰等)
	下石炭统小热泉子组 (C_{1x}) 下岩段主要为中酸性火山岩; 中岩段主要为凝灰岩、砂岩夹生物灰岩; 上岩段主要为杏仁状玄武岩、少量安山岩、火山碎屑岩等, 在灰岩中产有 <i>Syringothyris</i> sp., <i>Chonetes</i> sp. 等化石, 时代为杜内晚期—维宪早期 含火山成因块状硫化物矿床(小热泉子铜矿)		下石炭统雅满苏组 (C_{1y}) 以火山碎屑岩、长石岩屑砂岩、生物屑灰岩、火山熔岩为主, 含珊瑚、腕足等化石, 时代为维宪期 含火山喷流沉型铁矿(雅满苏)和火山成因块状硫化物型铜(铁)矿床(银帮山)
	上泥盆统康古尔塔格组 (D_3k) 陆相中酸性火山岩—火山碎屑岩 土屋斑岩型铜矿床的围岩		
泥 盆 系	中泥盆统头苏泉组 (D_2t) 底部为底砾岩、泥质岩夹煤线; 向上为中酸性火山岩、玄武岩、安山岩组合, 富含植物化石。与下伏地层不整合接触		
	下泥盆统大南湖组 (D_1d) 为一套海相火山碎屑岩、安山岩、英安岩、碳酸盐岩建造, 含早泥盆世珊瑚、腕足等化石。与下伏地层不整合接触		
奥 陶 志 留 系	中—上志留统红柳峡组 (S_{2-3h}) 以海相含火山碎屑的沉积岩为主, 夹英安岩薄层。 Rb-Sr 等时线年龄 (428 ± 18) Ma ^①		
	中奥陶统荒草坡群大柳沟组 (O_2Hd) 为一套海相钠质火山岩(细碧岩、角斑岩、石英角斑岩)夹碎屑沉积岩建造, 中基性火山岩 Rb-Sr 等时线年龄 (517 ± 57) Ma ^① 。含火山成因块状硫化物矿床		

化结构, 含矿层中条带状硅质岩、重晶石岩、铁碧玉岩等热水沉积岩类发育, 可与典型的黑矿型矿床对比, 目前该矿点正在评价中。产于下石炭统的小热泉子 VMS 型铜锌矿床, 主矿体呈层状赋存在有确切化石依据的下石炭统小热泉子组火山—沉积岩中, 矿床形成后受到后期构造—岩浆作用的改造, 属火山喷流沉积—改造型矿床^[9-10]。

斑岩型矿床以土屋、延东大型斑岩铜矿床为代表, 外围尚有赤湖、灵龙等矿床, 构成了康古尔断裂北侧的斑岩铜矿

带。土屋斑岩铜矿主要产于斜长花岗斑岩及其安山质围岩中。含矿的斜长花岗岩具有埃达克岩特征^[11]。土屋含矿斜长花岗斑岩中锆石的 U-Pb 年龄为 361 ± 8 Ma^[12]; 延东斜长花岗斑岩单颗粒锆石的 U-Pb 年龄为 (356 ± 8) Ma, 蚀变绢云母 K-Ar 年龄为 (341 ± 5) Ma, 石英 $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 年龄为 (347 ± 2) Ma^[13]; 延东矿区细脉浸染状辉钼矿 Re-Os 等时线年龄为 343 Ma^[10]。以上表明含矿的斜长花岗斑岩应形成于晚泥盆世末 ($361 \sim 356$ Ma), 成矿时代为早石炭世初 ($341 \sim 347$ Ma)。这与其所处的地

① 张兴龙, 等. 新疆东天山 K46C002002(五堡幅)1:25 万区域地质调查报告, 新疆维吾尔自治区地质调查院, 2003.

质环境一致,因斑岩铜矿形成于陆相环境,该区晚泥盆世为陆相火山喷发,而早石炭世小热泉子组沉积开始以后,区域上则变为海相环境,不利于斑岩铜矿的形成。

2.2 康古尔(中带)金矿带

康古尔剪切带分布有 20 余个金矿床、矿点,金矿床类型以剪切带型(含石英脉型)和浅成低温热液型为主,是东天山金矿化最为集中的地区。

康古尔剪切带早期为韧性推覆剪切,晚期为韧脆性走滑变形;空间上剪切带中部为糜棱岩、千糜岩等组成的强应变带,两侧为弱变形的初糜棱岩及片理化带。规模较大的剪切带型金矿床主要分布于强应变带与弱应变带的转换部位,矿化类型有蚀变岩型及石英脉型,容矿岩石主要有下石炭统雅满苏组中酸性火山岩及碎屑岩(康古尔金矿、马头滩金矿)、干墩组浅变质碎屑岩(红石金矿)、海西期花岗岩(麻黄沟金矿)。代表性的康古尔金矿(中型)主成矿阶段(II 阶段)含金石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为 (282 ± 5) Ma, 硫化物 Sm-Nd 等时线年龄为 (290 ± 7) Ma, 矿区蚀变安山岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 (290 ± 5) Ma^[14]。

浅成低温热液型金矿以石英滩矿床(中型)为代表,产于康古尔剪切带内的阿尔巴萨依组的火山岩中,含金微晶石英脉的容矿围岩以长英质火山岩为主,少量安山岩类,矿化类型属低硫化物的冰长石-绢云母型,成矿年龄为 (288 ± 7) Ma 和 (276 ± 7) Ma^[14]。

2.3 阿齐山—雅满苏(南带)铁(铜)、银多金属成矿带

阿齐山—雅满苏带主要有火山岩型铁(铜)矿床、VMS 型铜矿床、夕卡岩型铁矿和银多金属矿床、自然铜矿床等。

铁矿床主要产于雅满苏组地层中,个别产于晚石炭世土古土布拉克组中,以火山喷流沉积型为主,铁矿体呈似层状、透镜状分布于火山岩与沉积岩的过渡层位,其被后期花岗岩侵入的部位可发育夕卡岩化。最近发现的银帮山铜(锌)矿床,为较典型的 VMS 型铜矿床,矿床产于雅满苏组的次级火山—沉积洼地中,矿区发育纹层状含铁硅质岩等喷流沉积岩,矿石具有典型的块状和条带状构造(图 2)。不同成矿元素组合与含矿火山岩的地球化学特点密切相关:火山喷流沉积铁矿床(雅满苏、赤龙峰、黑峰山、百灵山等)的含矿火山岩系,以粗面质火山岩类占优势,具有高碱高钾特征;铁铜矿床(沙泉子)的含矿火山岩则为正常钙碱系列的玄武安山岩—英安岩—流纹岩组合^[15];而以银帮山为代表的 VMS 型铜(锌)矿床,则与钠质的玄武岩—英安岩—流纹岩有关。

维权银多金属矿床产于下石炭统雅满苏组的砂岩、凝灰岩、灰岩互层带中,直接容矿围岩为钙铁榴石夕卡岩,主矿体地表长 250m,厚度 0.35~22.5m,地表 Ag 平均品位 210×10^{-6} ,向深部品位增高,最高可达 2780×10^{-6} ,已控制资源量:银 532t,铜 1.5 万 t,伴生铅锌,是一个夕卡岩型银多金属矿床,与成矿有关的百灵山花岗岩体锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 (297 ± 3) Ma^[16]。

自然铜矿化分布于阿齐克库都克断裂北侧,产于上石炭统土古土布拉克组的玄武岩夹凝灰岩层中,已发现十里坡、黑龙峰、长城山等处矿点,形成东西长约 100km 的自然铜矿化带。十里坡矿床地表圈出 5 层含自然铜的凝灰岩层,控制矿化长度 2200~8000m,厚度 3~10m,矿化较强的地段铜品位 0.3%~1.2%,以浸染状自然铜为主,偶见黄铜矿、赤铜矿。

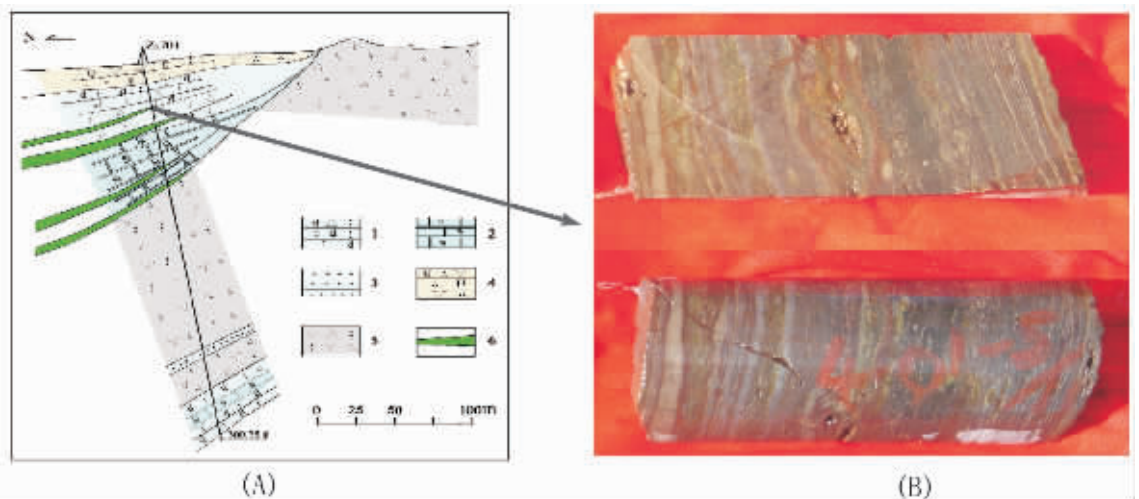


图 2 新疆哈密市银帮山铜矿区 7 线剖面图(A)及矿石照片(B)

1—沉凝灰岩—角砾凝灰岩;2—硅质岩;3—凝灰质砂岩;4—石英角斑岩(熔岩);5—石英角斑质凝灰岩角砾岩、凝灰岩;6—块状硫化物铜矿

Fig. 2 Profile 7 (A) in the Yinbangshan Cu deposit, Hami City, Xinjiang, and ore photo (B)

1—Sedimentary tuff and breccia tuff;2—Siliceous rocks;3—Tuffaceous sandstone;4—Quartz keratophyre (lava);5—Quartz keratophyric tuffaceous breccia and tuff;6—Massive sulfide copper ore

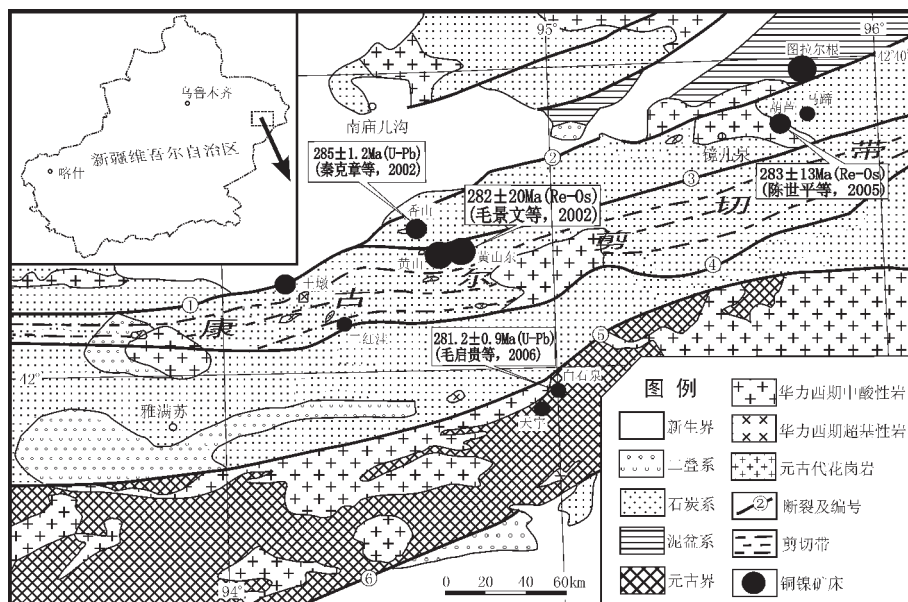


图 3 东天山铜镍硫化物矿床分布略图

Fig. 3 Distribution of Cu-Ni sulfide deposits in the East Tianshan Mountains

2.4 中天山地块铁、铅锌、银成矿带

位于阿齐克库都克断裂南侧的中天山地块内,主要矿床有:产于前寒武纪片岩中的大型沉积-变质型铁矿床(天湖、玉山)、与岩浆活动有关的铁铜矿床(阿拉塔格、双庆)等。近年来发现的彩霞山大型铅锌矿床和吉源多金属矿床,受蓟县系卡瓦布拉克群碳酸盐岩地层控制,具有明显的层控性,又经历了海西期花岗岩的改造富集。结合该带过去已发现的玉西银矿、铅炉子铅锌矿等,可以看出中天山地块以铁-铅锌银的成矿作用为特色。

2.5 与基性侵入杂岩有关的铜镍硫化物矿床

区内铜镍硫化物矿床跨构造单元发育是其重要特征(图 3),主要矿床有:康古尔剪切带北侧的图拉尔根(中型)矿床,分布在康古尔剪切带内的黄山(大型)、黄山东(大型)、香山(中型)等矿床,康古尔剪切带与阿齐山—雅满苏火山岩带过渡部位的二红洼铜镍矿床,阿齐克库都克断裂南侧中天山地块上的白石泉、天宇铜镍矿床等。这些矿床的成矿特点类似,含矿岩体为以基性岩为主的侵入杂岩体,主要岩石类型有闪长岩、辉石闪长岩、角闪辉长苏长岩、橄榄辉长岩、角闪辉石岩和橄榄岩等,属拉斑-钙碱性系列。含矿岩体为出露面积 0.n~nkm² 的小岩体,分相明显。有产于橄榄岩-辉长苏长岩相中的浸染状—稠密浸染状和贯入的块状—半块状两种矿化类型,后者常构成富矿体。含矿岩体侵入的最新地层为石炭系,精确的同位素定年结果显示,矿床的形成时代集中在 280 Ma 左右^[13,17-19],应为同一构造-岩浆事件的产物。

3 问题讨论

3.1 康古尔剪切带的属性

康古尔线性高应变带的原岩为一套复理石-放射虫硅质岩-枕状玄武岩建造,伴有辉长岩、辉绿岩等,一些学者把它看成是洋壳残片,代表了塔里木板块和哈萨克斯坦—准噶尔板块的缝合带^[5,20],或称康古尔碰撞带^[21]。但由于其中未发现代表古洋壳残片的变质橄榄岩、堆晶岩类,一些学者对该带能否作为缝合带存有争议。

从优势矿种和矿床类型的分布看,康古尔剪切带是一条重要的控矿边界断裂带。该断裂以南以铁、银多金属、铅锌为优势矿种,尽管也出现铜矿化,但目前尚无中型规模的铜矿床;康古尔断裂以北则以铜为优势矿种,发育土屋、延东、小热泉子等大中型铜矿床,铁、银、铅锌等成矿不发育;康古尔剪切带本身则为一重要的金矿带。

这种北铜、中金、南铁(银铅锌)的区域成矿格局,是该区基底地球化学属性和构造演化共同作用的产物。如上所述,中天山地块是铁、铅锌、银成矿带,反映了成熟陆壳成矿特点。阿齐山—雅满苏带的铁、银多金属成矿,继承了预富集在中天山基底岩系中的铁、银、铅锌等成矿物质,在后期构造-岩浆活动中再循环成矿;吐哈盆地南缘的铜矿带,则与其岛弧体系和准噶尔型的年轻陆壳基底^[22]有关。

这意味着康古尔剪切带是两个不同成矿区和基底地壳类型的分界线,其南侧为中天山地块(塔里木板块的组成部

分)成熟陆壳基底和铁、银、铅锌成矿区,北侧为准噶尔型年轻陆壳基底和铜(钼)成矿区。因此,以康古尔剪切带作为塔里木板块和哈萨克斯坦—准噶尔板块之间的缝合带(俯冲对接带)是合理的。康古尔剪切带中发育的含炭浊积岩(复理石建造)—放射虫硅质岩—枕状玄武岩建造,是金成矿有利源岩,后期强烈的剪切—岩浆活动,是金富集成矿的有利条件。

3.2 吐哈盆地南缘奥陶—泥盆纪岛弧带

吐哈盆地南缘岛弧带,也称为吐哈盆地南缘古生代活动陆缘残片^[2]。该岛弧带的存在,学者们的认识基本一致,但对岛弧的发育时限特别是结束时限则存在较大分歧。

该岛弧带位于康古尔断裂北侧,可能是围绕吐哈地块南缘发育的活动大陆边缘,依其发育特点可分出奥陶—志留纪和泥盆纪两个演化阶段,前者主要出露在北部的卡拉塔格—大草滩一带,后者则主要出露在南部紧靠康古尔断裂一侧,似有由北向南增生的趋势。

奥陶—志留纪岛弧主要由在中奥陶统大柳沟组和中—上志留统红柳峡组火山—沉积岩系及相关的侵入岩组成,由于在大柳沟组钠质火山—沉积岩系中发现了VMS型铜(锌)矿床,其特征与日本岛弧中的黑矿型矿床可以对比,因此推测其成矿背景可能类似于中新世日本岛弧带,发育有较广泛的沟—弧—盆体系。

泥盆纪岛弧是在奥陶—志留纪岛弧的基础上发育起来的。早泥盆世发育以海相安山岩为主的火山—沉积建造;中—晚泥盆世则发育一套陆相火山熔岩—碎屑岩建造,显示该岛弧的生长出海平面,长英质火山岩增多,岛弧日趋成熟。在岛弧岩浆系统演化的末期,形成了土屋、延东等斑岩型铜矿床。

VMS型铜多金属矿床和斑岩型铜矿床相互排斥的现象,早已引起人们的注意。如,日本岛弧广泛发育VMS型(黑矿型)铜多金属矿床,至今未发现斑岩型矿床;而发育斑岩型铜(金)矿的西南太平洋岛弧(如菲律宾)和安第斯型活动大陆边缘则不发育VMS型矿床。通常认为,产于岛弧环境的VMS矿床,其形成与洋壳缓倾斜俯冲导致的海相环境和发育的弧内弧后盆地有关,而岛弧斑岩型铜矿床则与洋壳陡倾俯冲导致的陆相火山喷发—侵入作用有关^[1,23]。鉴此,吐哈盆地南缘活动边缘的洋壳俯冲,可能从中奥陶世的缓倾俯冲,演化到晚泥盆世的陡倾斜俯冲。

3.3 觉罗塔格裂陷槽

东天山石炭纪地层广泛分布于觉罗塔格地区,以康古尔剪切带的原岩干墩组和梧桐窝子组所代表的深水沉积岩—火山岩(枕状玄武岩)建造为中心,其南北两侧同时异相、对称分布。石炭系火山岩总体具有类似双峰式特征^[24],形成于拉张环境。

石炭纪的火山喷流沉积成矿作用在康古尔剪切带南北两侧也可以对比。北带小热泉子组中有小热泉子VMS型铜锌矿床,南带雅满苏组地层中发现了银帮山VMS型铜锌矿床。事实上,南带发育的火山岩型铁和铁铜矿床,在成矿方式上与VMS型矿床是类似的,均与火山喷流沉积有关,只是其

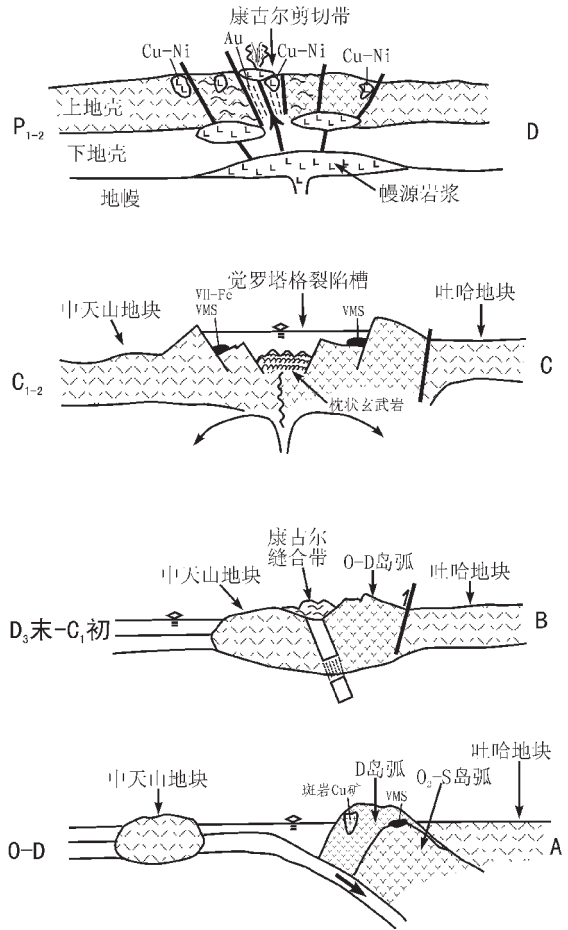


图4 东天山地区构造演化示意图

Fig. 4 Schematic map showing the tectonic evolution in the East Tianshan Mountains

成矿组分由于基底类型的不同而有所差异。火山喷流沉积型矿床一般形成于拉张环境中。这种形成于拼贴后拉张环境、在康古尔深水相两侧呈近对称分布的浅水相火山—沉积岩系,应是一种裂陷槽环境。

南带晚石炭世土古土布拉克组玄武岩中的自然铜矿床,进一步佐证了石炭纪为裂陷槽环境,而不是岛弧,岛弧不具备自然铜矿床的产出环境。峨眉山玄武岩中自然铜矿床、美国基维诺自然铜矿床等均产于陆内裂谷环境,与地幔柱活动有关。

晚石炭世晚期裂陷槽封闭。以康古尔剪切带为中心的正扇型构造样式^[24],鉴于其变形变质程度低(发育劈理构造、褶皱相对宽缓和原岩变质微弱等),笔者认为很可能是裂陷槽封闭过程中形成的,并伴有相应的花岗岩类侵入(如百灵山花岗岩等)。

3.4 东天山铜镍矿床的形成背景

区内二叠纪地层以火山—磨拉石建造为特征,玄武岩喷发强烈,具有跨构造单元的面型分布特征。与此相应,与基性

侵入杂岩有关的铜镍矿床也呈跨构造单元的“面型”分布,成矿时代集中在 280 Ma 左右,其形成背景可能为在进一步固结的新陆壳(下),与幔源岩浆的底侵作用有关。

4 构造-成矿演化

综上所述,夹于吐哈地块和中天山地块之间的东天山造山带,其古生代构造演化可分为 3 大阶段,相应地形成 3 套成矿系统:(1)奥陶—泥盆纪活动陆缘(岛弧)成矿系统:早期(中奥陶世)该活动陆缘可能类似于中新世日本岛弧,发育广泛的沟-弧-盆体系,在大柳沟组中形成 VMS 型铜(锌)矿床;晚泥盆世逐步演变成安第斯型大陆边缘,发育了土屋—延东斑岩铜矿带(图 4-A)。晚泥盆世末—早石炭世初,洋壳向北俯冲关闭,中天山地块拼贴增生到吐哈地块南缘,成为哈萨克斯坦—准噶尔板块的组成部分(图 4-B)。(2)石炭纪裂陷槽成矿系统:可能由于碰撞拼贴后岩石圈拆沉—幔源岩浆上涌作用,导致拼贴后新陆壳于早石炭世(维宪期)沿康古尔缝合带再次开张裂陷,形成与裂陷槽火山—沉积有关的层控铁铜锌成矿系统,包括 VMS 型铜锌矿床(小热泉子、银帮山)、火山岩型铁矿床(雅满苏)和铁铜矿床(沙泉子)、自然铜矿床等;石炭纪晚期裂陷槽封闭阶段,伴随花岗岩类的侵入形成夕卡岩型银多金属矿床(维权),并可对早期的层控矿床进行了改造(图 4-C);(3)早二叠世与幔源岩浆作用有关的铜镍成矿系统:裂陷槽封闭过程使区内新陆壳初步固结为一个统一的整体,幔源岩浆的底侵—内侵—上侵作用,形成了跨构造单元发育的铜镍硫化物矿床。由于地壳刚性程度增加,变形作用集中在康古尔等线性构造薄弱部位,剪切带型金成矿时代与铜镍矿基本一致,暗示了幔源岩浆的内侵作用可能为剪切带型金矿床的形成提供了热和部分成矿物质来源。(图 4-D)。

上述认识可为东天山地区矿产勘查提供新的启示:(1)东天山地区经历了复杂而强烈的构造演化过程,有巨大的成矿和找矿潜力;(2)大中型铜矿勘查的重点区应是吐哈盆地南缘,而中天山和阿齐山—雅满苏地区是铁、银多金属、铅锌的重点找矿区,主攻类型为层控型(火山喷流沉积型)、斑岩型和夕卡岩型;(3)吐哈盆地南缘奥陶纪火山—沉积岩系中的 VMS 型铜锌矿床和跨构造单元发育的铜镍硫化物矿床将是下一步找矿突破的重点目标;康古尔剪切带是东天山金成矿最有利的地区,在该区也应注意寻找被改造了的多金属矿床。

参考文献(References):

[1] Hutchinson R W. Massive base metal sulphide deposits as guides to tectonic evolution [A]. In: Strangway D W (ed.). The Continental Crust and Its Mineral Deposits, Geological Association of Canada Special Paper 20 [C]. 1980. 599~684.

[2] Hutchinson R W. Some broad processes and affects of evolutionary metallogeny [J]. Resources Geology Special Issue, 1993, (5): 45~55.

[3] 李锦轶,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,2002,20(4):295~301.

Li Jinyi, Wang Kezhao, Li Wenqian, et al. Tectonic evolution since the late Paleozoic and Mineral prospecting in eastern Tianshan mountains, NW China [J]. Xinjiang Geology, 2002, 20(4): 295~301 (in Chinese with English abstract).

[4] 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.

Ma Ruishi, Shu Liangshu, Sun Jiaqi. The Tectonic Deformation, Evolution and Metallization in the Eastern Tianshan Belt, Northwest China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1997 (in Chinese with English abstract).

[5] 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.

Ji Jinsheng, Tao Hongxiang, Zeng Zhangren, et al. Geology and Mineralization of the Kangguertage Gold Metallogenic Belt in Eastern Tianshan [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994 (in Chinese with English abstract).

[6] 周济元,茅燕石,黄志勋,等.东天山古大陆边缘火山地质[M].成都:成都科技大学出版社,1994.

Zhou Jiyuan, Mao Yanshi, Huang Zhixun, et al. Paleo-Epicontinental Volcanic Geology in the Eastern Tianshan Mts. [M]. Chengdu: Chengdu Sci. & Tech. Univ. Press, 1994 (in Chinese with English abstract).

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

Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Feng Yimin, et al. Tectonics in the North Xinjiang and its Adjacent Area [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992 (in Chinese with English abstract).

[8] 陈富文,何国琦,李华芹.论东天山觉罗塔格造山带的大地构造属性[J].中国地质,2003,30(4):361~366.

Chen Fuwen, He Guoqi, Li Huaqin. Tectonic attribute of the Qoltag orogenic belt in the East Tianshan Mountains, northwestern China [J]. Geology in China, 2003, 30 (4): 361~366 (in Chinese with English abstract).

[9] 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,1998,17(增刊):647~650.

Chen Wenming, Zhou Xiuzhong, Lin Guozhong, et al. Geological characteristics and genesis of the Xiaorequanzi Cu (Zn) deposit, Xinjiang [J]. Mineral Deposits, 1998, 17 (Supp.): 647~650 (in Chinese).

[10] 徐新焯,温春齐,茅燕石,等.新疆小热泉子铜矿床的矿石类型及其成因意义[J].矿床地质,1998,17(增刊):679~682.

Xu Xinhuang, Wen Chunqi, Mao Yanshi, et al. Ore types and their genetic significance of the Xiaorequanzi Cu deposit, Xinjiang [J]. Mineral Deposits, 1998, 17(Supp.): 679~682 (in Chinese).

[11] 张连昌,秦克章,英基丰,等.东天山土屋—延东斑岩铜矿带埃达克岩及其与成矿作用的关系[J].岩石学报,2004,20(2):259~268.

Zhang Lianchang, Qin Kezhang, Ying Jifeng, et al. The relationship between ore-forming processes and adakitic rock in Tuwu—Yandong porphyry copper metallogenic belt, eastern Tianshan mountains [J]. Acta Petrologica Sinica, 2004, 20(2): 259~

- 268 (in Chinese with English abstract).
- [12] 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.
Rui Zongyao, Wang Longsheng, Wang Yitian, et al. Discussion on metallogenic epoch of Tuwu and Yandong porphyry copper deposits in eastern Tianshan Mountains, Xinjiang [J]. Mineral Deposits, 2002, 21(1): 16~22 (in Chinese with English abstract).
- [13] 秦克章,方同辉,王书来,等.东天山板块构造分区、演化与成矿地质背景研究[J].新疆地质,2002,20(4):302~308.
Qin Kezhang, Fang Tonghui, Wang Shulai, et al. Plate tectonics division, evolution and metallogenic settings in eastern Tianshan mountains, NW-China [J]. Xinjiang Geology, 2002, 20(4): 302~308 (in Chinese with English abstract).
- [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.
Li Huaqin, Xie Caifu, Chang Hailiang. Study on Metallogenic Chronology of Non-ferrous and Precious Metallic Ore Deposits in North Xinjiang, China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1998 (in Chinese with English abstract).
- [15] 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.
Jiang Fuzhi, Qin Kezhang, Fang Tonghui, et al. Types, geological characteristics, metallogenic regularity and exploration target of iron deposits in Eastern Tianshan Mountains [J]. Xinjiang Geology, 2002, 20(4): 379~383 (in Chinese with English abstract).
- [16] 王龙生,李华芹,刘德权,等.新疆哈密维权银(铜)矿床地质特征和成矿时代[J].矿床地质,2005,24(3):280~284.
Wang Longsheng, Li Huaqin, Liu Dequan, et al. Geological characteristics and mineralization epoch of Weiwan silver (copper) deposit, Hami, Xinjiang, China [J]. Mineral Deposits, 2005, 24(3): 280~284 (in Chinese with English abstract).
- [17] 毛景文,杨建民,屈文俊,等.新疆黄山东铜镍硫化物矿床 Re-Os 同位素测定及其动力学意义[J].矿床地质,2002,21(4):323~330.
Mao Jingwen, Yang Jianmin, Qu Wenjun, et al. Re-Os dating of Cu-Ni sulfide ores from Huangshandong deposits in Xinjiang and its geological significance [J]. Mineral Deposits, 2002, 21(4): 323~330 (in Chinese with English abstract).
- [18] 陈世平,王登红,屈文俊,等.新疆葫芦铜镍硫化物矿床的地质特征与成矿时代[J].新疆地质,2005,23(3):230~233.
Chen Shiping, Wang Denghong, Qu Wenjun, et al. Geological features and ore formation of the Hulu Cu-Ni sulfide deposit, Eastern Tianshan, Xinjiang [J]. Xinjiang Geology, 2005, 23(3): 230~233 (in Chinese with English abstract).
- [19] 毛启贵,肖文交,韩春明,等.新疆东天山白石泉铜镍矿床基性-超基性岩体锆石 U-Pb 同位素年龄、地球化学特征及其对古亚洲洋闭合时限的制约[J].岩石学报,2006,22(1),153~162.
Mao Qigui, Xiao Wenjiao, Han Chunming, et al. Zircon U-Pb age and geochemistry of the Baishiquan mafic-ultramafic complex in the Eastern Tianshan, Xinjiang: constraints on the closure of the Paleo-Asian Ocean [J]. Acta Petrologica Sinica, 2006, 22(1): 153~162 (in Chinese with English abstract).
- [20] 毛景文,杨建民,韩春明,等.东天山铜金多金属矿床成矿系统和成矿地球动力学模型[J].地球科学,2002,27(4):413~424.
Mao Jingwen, Yang Jianmin, Han Chunming, et al. Metallogenic systems of polymetallic copper and gold deposits and related metallogenic geodynamic model in Eastern Tianshan, Xinjiang [J]. Earth Science, 2002, 27(4): 413~424 (in Chinese with English abstract).
- [21] 李锦轶,王克卓,孙桂华,等.东天山吐哈盆地南缘古生代活动陆缘残片:中亚地区古亚洲洋板块俯冲的地质记录[J].岩石学报,2006,22(5):1087~1102.
Li Jinyi, Wang Kezhao, Sun Guihua, et al. Paleozoic active margin slices in the southern Turfan-Hami basin: geological records of subduction of the Paleo-Asian Ocean plate in central Asian regions [J]. Acta Petrologica Sinica, 2006, 22(5): 1087~1102. (in Chinese with English abstract).
- [22] Wang Jingbin, Wang Yuwang, Wang Lijuan. The Junggar immature continental crust province and its mineralization [J]. Acta Geologica Sinica (English edition), 2004, 78(2): 337~344.
- [23] Uyeda S, Nishiwaki C. Stress field, metallogenesis and mode of subduction [A]. In: Strangway D W (ed.). The Continental Crust and Its Mineral Deposits, Geological Association of Canada Special Paper 20 [C]. 1980. 359~365.

Ore deposits as a guide to the tectonic evolution in the East Tianshan Mountains, NW China

WANG Jing-bin, WANG Yu-wang, HE Zhi-jun

(China Non-ferrous Metals Resource Geological Survey, Beijing 100012, China)

Abstract: Ore deposits are an important indicator for the tectonic evolution. The characteristics and space-time distribution pattern of ore deposits provide new constraints for reconstructing the tectonic evolution in the East Tianshan Mountains. Study indicates that the Paleozoic East Tianshan orogenic belt, sandwiched in between the Tuha block and Central Tianshan block, may be divided into three tectonic-strata (magmatic)-metallogenic belts in terms of spatial distribution, i.e.: the southern Tuha basin marginal copper metallogenic belt (north belt), Kanggur gold metallogenic belt (central belt) and Aqishan-Yamansu Fe (-Cu)-Ag- polymetallic metallogenic belt (south belt). The temporal evolution of the East Tianshan orogenic belt is distinctly characterized by three stages. (1) The southern margin of the Tuha Basin was an Ordovician-Devonian active continental margin, where there occurred a paleocontinental-margin metallogenic system including VMS Cu-Zn deposits and porphyry copper deposits. In the terminal Late Devonian-initial Early Carboniferous, the paleo-oceanic crust was subducted northward, closing the ocean, and the Central Tianshan block accreted and was amalgamated to the southern margin of the Tuha block (which belongs to the Kazakhstan-Junggar plate). (2) In the Early Carboniferous (Visean), the East Tianshan again underwent extension along the Kanggur suture, forming Carboniferous aulacogen volcanic-sedimentary rocks and a corresponding stratabound metallogenic system (including VMS type Cu-Zn deposits and volcanic-hosted Fe (-Cu) deposits and native copper deposits), and skarn type Ag polymetallic deposits formed during the closing stage of the aulacogen. (3) In the Early Permian, a Cu-Ni sulfide metallogenic system related to mantle-derived magma underplating and spanning tectonic units and gold deposits related to shearing formed in this area. Based on the above discussion, new suggestions about mineral prospecting in the East Tianshan area are put forward in this paper.

Key words: metallogenic system; tectonics; mineral prospecting; East Tianshan Mountains; Xinjiang

About the first author: WANG Jing-bin, male, born in 1961, doctor, professor and director of doctor candidates, engages in the study of orogeny, metallogeny and mineral prospecting; E-mail: wjb@bigm.com.cn.