

东天山金铜成矿背景与成矿系统分析

杨兴科, 程宏宾, 姬金生, 罗桂昌, 陶洪祥

(西安工程学院 地球科学系, 陕西 西安 710054)

[摘要] 根据东天山金铜矿带不同单元按构造-岩石地层划分原则, 石炭系分出有序和无序两套地层岩石组合和生物组合, 两个构造-火山活动带和两个古陆边缘成矿系统。碰撞造山与韧性剪切带强时空耦合, 岛弧火山岩成带分布, 杂砂岩形成于塔里木陆缘岛弧边缘, 碰撞花岗岩呈中小型东西成带分布, 地球化学分省分区。构造演化呈多阶段(分12个阶段), 碰撞造山细分3阶段6期, 金铜成矿时代以海西中晚期(290~230 Ma)为主, 不同古陆边缘成矿系统其成矿类型、特征等均不相同, 指明了金铜找矿方向。

[关键词] 成矿背景; 构造岩石组合; 碰撞花岗岩; 碰撞构造; 构造阶段; 成矿系统; 东天山; 新疆

[中图分类号] P612; P617 [文献标识码] A [文章编号] 1007-9955(2000)02-0007-08

[第一作者简介] 杨兴科(1961-), 男, 副教授, 博士研究生, 主要从事构造地质学、区域构造与盆地地质、区域成矿学教学与科研工作。

横亘于中国西北地区的东天山构造带, 现多认为是一较典型的以晚古生代(海西末期)为主体造山并经历了多阶段碰撞后陆内造山和成盆改造作用于中生代定型成山成盆的一个碰撞造山带(collision orogenic belt)。对其成矿构造背景认识, 现仍有众多分歧^[1~11]。对该带碰撞造山和成矿背景及成矿系统分析, 旨在指明今后找矿方向, 探索该区带较完善的区域成矿系统发生、发展、演化机制和成矿动力学背景。

成矿系统是指在一定地质时空域和一定构造背景下, 控制矿床形成和保存的全部地质因素和作用过程以及形成的矿床系列和异常系列构造的整体^[12~13]。它是区域岩石系统的一个组成部分, 包括成矿物质和流体发生、运移、浓集和堆积成矿的全过程, 也是不同类型、不同规模矿床及相关地物化遥的综合异常共同构成的统一整体^[12~16]。

1 区域成矿背景分析

东天山金铜成矿带位于东疆晚古生代古陆边缘

带, 为多陆块、多阶段、多期次古陆形成与发展的区域成矿构造背景, 包括陆缘演化、裂解-陆缘俯冲、碰撞-弧陆碰撞-陆内伸展、叠覆走滑-挤压造山、盆地叠置复合造山成盆的演化阶段与发展方式, 因而形成不同时代、不同区带、不同类型的金铜等矿床。区域构造和成矿地质背景研究表明, 成矿背景和成矿系统在多方面均存在差别(见表1)。

1.1 成矿带地层岩石组合

1.1.1 地层系统和生物组合

东天山石炭系存在两套地层系统即有序和无序地层。康古尔塔格-黄山断裂碰撞带(简称康-黄碰撞带)内主要出露无序地层, 因原岩石地层已遭受强烈构造变形, 多变为各类糜棱岩、千糜岩等, 采用构造-岩石地层划分原则, 分为梧桐窝子岩组、干墩岩组和苦水岩组。据其特征, 笔者将其归属于断序地层体(有限史密斯地层)类型^[17]。

碰撞带南北两侧主要出露有序地层, 南部上、下石炭统均由两个火山-沉积旋回组成, 晚古生代为华夏植物群。北部泥盆纪火山岩仍以岛弧中酸性火山岩为主, 基性火山岩次之, 以富钠为特征。北部石炭纪亦具有多个火山-沉积旋回, 晚古生代为安加拉植物群。

[收稿日期] 1999-12-10

[基金项目] 九五国家科技攻关项目(95-916-05-04)资助

表 1 东天山成矿带晚古生代地层岩石构造环境对比与成矿系统划分

单元代号	构造单元名称	地层类别	地层名称及其时代	岩石组合及变形特征	韧性变形和变质	地球化学省	构造环境	生物组合	成矿系统
1	准噶尔块缘(南古塔弧)	有序	底坎儿组 C_{2d}	火山碎屑岩夹灰岩	无	哈萨克斯 坦地化省、 铜、亲石、 铁、亲素 高背景	“多”陆 块“多”洋 岛合板多 南动缘复 山岛活火 弧型岛	安加拉 植化石 化合群 组	准噶尔南 块铜(金) 缘镍成矿 系统
	恰特卡尔 塔格群 C_{1+2q}		中基-中酸性火山岩,夹火 山碎屑岩,灰岩,旋回性明 显	无-弱					
	小热泉子组 C_{1x}		中酸性火山岩夹火山碎屑 岩,生物灰岩。旋回性明显	无-弱					
	康古尔-断 塔格山碰撞 带	无序	梧桐窝子 岩组 王墩岩组 苦水岩组 $C_{1+2}?$	已遭受韧性变形的火山- 沉积岩系,普遍糜棱岩化, 以各类糜棱岩为主,置换强 烈,呈强面理带,各岩组间 为断裂接触	强烈韧性变 形,为构造 岩组,变形 分四期,绿 片岩相,动 力变质程度 较强	过渡性地 球化学省	弧-弧 碰撞带,为 构造型性 剪发育带		
2	塔里木块缘(北奇雅苏晚代弧)	有序	马头滩组 C_{2m}	中基性火山岩-火山碎屑 岩	无,浅变质	塔里木地 球化学省 塔里木地 球化学省 区,为Bi、 Pb、U高 背景,以 Cr、Ni、 Co、Cu、 Au、Mo为 特征组合	壳板 块活北 动缘火 山型岛 弧	华夏植 物群	塔里木北 缘金(铜) 成矿系统
	沙泉子组 C_{2sh}		生物灰岩、砾屑灰岩及碎屑 岩,珊瑚点礁体发育	无一弱,浅 变质					
	雅满苏组 C_{1y}		生物灰岩、碎屑岩夹火山碎 屑岩	弱一中,浅 变质					
	阿奇山组 C_{1a}		中酸性火山岩-火山碎屑 岩	弱一强,中 浅变质					
	南北大沟组 C_{1n}		中厚层糜棱岩化碳酸盐岩	强变形,中 浅变质					
3	中天山断 裂	有序	-S(?)	浅变质碎屑岩、火山碎屑岩	弱一中,中 浅变质	塔里木地 球化学省	古陆块		
	中天山地 块		Pt ₂	各类变质岩系(原岩为火山 岩)	中一强,中 深变质				

注:碰撞单元代号同图 1 说明; * 为新建地层名称; — 整合接触; —— 不整合接触; === 断裂接触; 关系不明; ? 有待研究

1.1.2 构造岩石组合

(1) 北部康 - 哈岛弧系构造岩石组合。

奥陶纪为玄武岩和石英安山岩。在硅 - 碱图投影均落在亚碱性岩系列。根据 $Ol - Ne - Q$ 判别图, 火山岩均属拉斑玄武岩系列, 且稀土元素丰度较低, 但仍具轻稀土富集特征, 稀土分馏程度较低, $La/Tb = 3.1$, 轻稀土分馏程度又较重稀土为高 ($La/Sm = 2.7$, $Tb/Lu = 1.1$), 说明该带火山岩具活动性大陆边缘和地幔熔融的原始岩浆经高度分异形成的特点。

泥盆纪以中酸性为主, 基性火山岩次之, 早、中泥盆世为海相, 晚泥盆世为陆相, 岩石为钙碱性, 值为 $0.73 \sim 2.95$ 。具岛弧性质, 以富 Na 为特征。与世界大洋拉斑玄武岩平均值相比, 高 SiO_2 、 Na_2O 、低 TiO_2 、 MgO 、 CaO 。里特曼指数 介于 $0.73 \sim 1.8 \sim 3.3$ 之间, 主体属钙碱性类型。

石炭系分小热泉子组和恰特卡尔塔格群

两套。前者为钙碱性火山岩, 在 ATK 图解上, 玄武岩和安山岩均落入岛弧区; 后者分五个旋回, 属玄武岩 - 安山岩 - 英安岩 - 流纹岩组合。推断其岩浆源可能为上地幔部分熔融产物。经铷锶等时线年龄测定火山活动时限为 285 Ma 左右。

下二叠统主要为粗面玄武岩、玄武粗安岩、粗安岩, 具火山磨拉石特征, 属碱性火山岩, 是南北两板块活动边缘对接后产生的碰撞后(伸展型)碱性火山岩之表现。

(2) 南部阿 - 雅岛弧系构造岩石组合。该组合主要为石炭系, 有两个火山旋回, 下统下部由玄武岩、安山岩及少量英安岩组成, 上部东、中、西三段略有差别。下统一般为玄武岩、安山岩 - 火山碎屑岩或火山角砾岩 - 复理石 - 碳酸盐岩的演变, 岩石化学、微量元素和稀土元素分析, 表明玄武岩具岛弧拉斑玄武岩特征。经 Rb - Sr 同位素年龄测定为 $(344 \pm 16) Ma$, $^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始值为 0.7053 ± 0.0001 , 属早

石炭世喷发产物,反映了岛弧环境。上统下部以安山岩-英安岩为主,上部以玄武岩、安山岩为主,岛弧发育较为成熟。

1.2 成矿带构造环境

1.2.1 构造单元划分

以地物化遥等综合研究确认的晚古生代一级断裂康-黄断裂为界^[1,10~11],北为哈萨克斯坦-准噶尔板块(),南为塔里木板块(),各次级单元划分及说明见图1。其中康-黄碰撞带()内韧性变形最强,为构造岩组,变形具多期次,是典型的韧性剪切变形发育区^[18~20](图1)。

1.2.2 构造背景及变形特征

东天山成矿带位于塔里木陆块裂解出的中天山古陆块北缘和阿-雅岛弧与准噶尔-哈萨克斯坦板块南缘吐哈地块及康-哈岛弧接合部位,晚古生代总体属古陆边缘构造-成矿系统。因此总体处于一活动的区域构造背景下。

(1) 区域成矿系统的构造动力背景:上述两板块于290~230 Ma、主体在285~250 Ma期间发生的俯冲-碰撞构造变形为区内碰撞造山演化和韧性变形提供了区域构造动力学条件,使区域韧性剪切带空间定位于康-黄断裂带,产出于阿-雅岛弧系北缘。碰撞带与主韧性剪切带二者强时空耦合,时空响应关系密切。

(2) 变形序列清晰:主韧剪带经历了4~5期较

清晰的变形演化序列^[1,18~22]。且主要经历了区域地壳中深部的压扁-塑性流变和韧性剪切-俯冲剪切-碰撞变形、走滑剪切-碰撞后抬升和陆内伸展走滑等序列,从韧性-脆性-脆性变形转化明显。碰撞晚期出现大量右行走滑剪切和挤压片理等变形标志。

(3) 构造类型独特:多期次多序列和多阶段构造演化形成东天山这一较独特的晚古生代(陆)弧-弧型碰撞,即“天山型”(或“中亚型”)碰撞构造类型及其多期叠置复合造山成盆特征^[1,8~11,23~25]。

(4) 韧剪变形高峰期与主碰撞时间相同(近):带内韧剪变形的岩层主要是石炭系,二叠系作为磨拉石和海西晚期花岗岩均未遭受韧性变形,说明韧性变形时代上限在海西期或在二叠纪之前。

经测定康古尔金矿区的韧性剪切带内糜棱岩化蚀变安山岩等 Rb-Sr、Sm-Nd 和 Ar-Ar 同位素年龄多在290~241 Ma之间^[1,18~20,26],以海西中晚期为主,主体在285~250 Ma,与主碰撞时代(290~230 Ma)是相同或相近的。

1.2.3 矿带构造演化

1.2.3.1 构造演化阶段划分

据地物化遥综合研究,东天山及邻区早二叠世以前可划分为六个阶段:

- (1) “新疆古陆”形成阶段(AnZ)。
- (2) 古陆稳定发展演化阶段(Z-₁)。

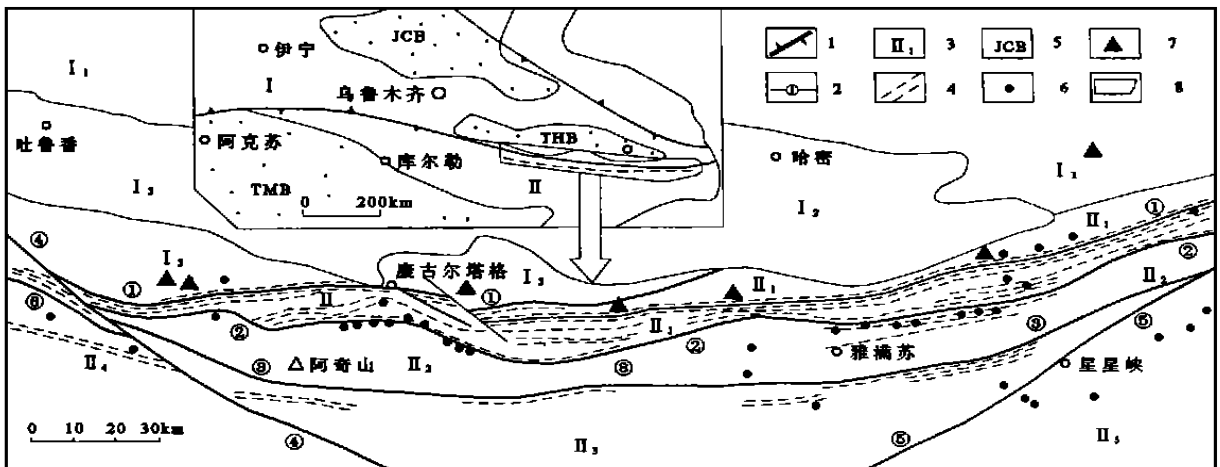


图1 东天山构造单元划分与金铜矿床分布图

1. 板块接合带;2. 分界断裂及编号: 康-黄断裂; 苦水断裂; 阿奇库都克-沙泉子断裂; 托克逊-干沟断裂; 星星峡断裂; 中天山南缘断裂;3. 构造单元代号: - 哈萨克斯坦-准噶尔板块: 1- 博格达弧后盆地; 2- 吐哈地块(吐哈盆地); 3- 康古尔塔格-哈尔力克岛弧系(简称康-哈岛弧); - 塔里木板块: 1- 康-黄碰撞带; 2- 阿奇山-雅满岛弧系(简称阿-雅岛弧); 3- 中天山地块; 4- 南天山晚古生代弧后盆地; 5- 北山裂谷;4. 强韧性剪切变形带;
5. 盆地范围及盆地代号: JCB 为准噶尔盆地, TMB 为塔里木盆地, THB 为吐哈盆地;6. 金矿;7. 铜矿;8. 研究区范围

(3) 古陆裂解和多岛洋盆、多陆块形成阶段 (2 - O)。

(4) 活动大陆边缘产生和演化阶段 (O - S)。

(5) 陆缘俯冲 - 碰撞演化阶段 (D - C₃)。

(6) (陆) 弧 - 弧碰撞造山和古天山形成阶段 (C₃ - P)。

李继亮等^[23]划分为陆 - 增生弧碰撞型构造带。笔者认为, 晚古生代总体属古陆边缘构造 - 成矿系统。

晚石炭世—早二叠世碰撞造山出现三叠纪磨拉石, 形成古天山后进入陆内造山成盆阶段, 具有陆块、活动带(碰撞造山带、韧性剪切带、断裂构造带、岩浆岩带)、盆地(裂陷区等)多位一体相互作用、彼此影响、发展演化的系统格局。具体分为六个阶段:

(1) 东天山碰撞后抬升 - 残余海相前陆盆地强烈沉降期 (C 末 - P₂, 塔里木陆块向北运动)。

(2) 东天山陆内俯冲碰撞、褶皱隆升 - 吐哈陆相前陆盆地收缩期 (P₂ 末 - T₃, 塔北陆缘岛弧与北部地块南缘岛弧碰撞、海盆消失)。

(3) 东天山陆内伸展 - 吐哈内陆湖盆强烈超覆扩展期 (J₁₋₂)。

(4) 东天山陆内叠覆走滑、隆升剥蚀 - 吐哈内陆湖盆退缩期 - 博格达弧后造山 (J₃ - K)。

(5) 天山强烈抬升 - 吐哈湖盆沉降再度超覆扩展期 (E - N)。

(6) 东天山挤压逆冲、盆缘山系向盆内对冲扩展 (深部拆沉、博格达山脉强烈隆升) - 现代湖盆收缩期 (Q, 青藏高原隆升)。

1.2.3.2 碰撞构造阶段划分及其演化特征

碰撞构造发展演化过程可划分为如下三大阶段六个演化期。

(1) 碰撞前阶段 (410 ~ 285 Ma)。早古生代晚期塔里木陆块北部分裂拉张出现北天山(有限)洋盆, 呈现“多岛洋”和“多陆块”格局^[3~9]至 410 ~ 285 Ma 时, 转入聚敛, 造成洋壳板块向南北两个方向俯冲, 并在塔里木陆块北部边缘和准噶尔块体南缘均形成火山岛弧 - 海沟系。

(2) 碰撞阶段 (285 ~ 230 Ma)。

碰撞初期 (285 ~ 270 Ma): 随板块边界剪切带内阻力增大, 两板块间的剪切作用减弱。出现早期碰撞型斜长花岗岩、石英闪长岩, U - Pb 和 Rb - Sr 同位素测年值为 278 Ma 左右。北天山洋盆关闭, 基性 - 超基性岩定位在两陆块间碰撞带, 岩石出现变

质作用。

碰撞中期 (270 ~ 250 Ma): 塔里木陆块及其拉张分裂出的中天山陆块持续地向北位移呈岩片状叠置、碰撞使本区地壳厚度增大、变形加强、形成规模较大的逆冲带。在海沟带内发生与碰撞有关的以碰撞期(组)的二长花岗岩、钾长花岗岩为代表的岩浆侵位, 其时代为 (254 ± 4) Ma。

碰撞晚期 (250 ~ 230 Ma): 随两板块间持续的相互作用, 地壳厚度和阻力的加大, 造成构造变形逐次向更外部和地壳更浅部转移, 变形转换依次向南北两侧迁移, 形成韧 - 脆性变形转换带向南北两侧迁移转化和金铜成矿作用的强化。

(3) 碰撞后阶段 (230 Ma 至今)。

碰撞后走滑剪切变形期 (230 ~ 200 Ma): 主要是沿早期劈理 (S₁) 常发育走滑剪切, 以右行为主。

碰撞后陆内多样式构造变形期 (200 Ma 至今): 进入燕山期和喜山期受印度板块持续向北挤压和该区周邻各陆块、构造带及盆地间的相互作用, 康 - 黄碰撞带内的地壳不断被抬升剥蚀, 在地壳浅部或地表产生脆性变形, 造成地震发育^[28], 陆内伸展成盆^[36], 博格达山脉隆升^[3, 6], 走滑变形与盆地耦合^[27]。

1.3 碰撞带花岗岩特征

碰撞型花岗岩主要分布于康 - 黄碰撞带内, 近东西向分布, 规模不等, 以中小型岩体为主。采用 Harris 的碰撞花岗岩划分方案^[25]与本区碰撞花岗岩岩石学和地球化学特征对比分析如下^[21]。

1.3.1 碰撞期花岗岩(组)

碰撞期花岗岩(组)多为浅色, 含有泥质体, 以白云母(有或无黑云母)及电气石普遍存在为特征。SiO₂ 常超过 70%, 花岗岩常侵入于动力变质较高区域内, Rb/Zr - SiO₂ 图解中, 位于斜线上均为 组, 其下为 组, 表现出高 Rb、Ta, 重稀土 Y、Zr、Hf 亏损。且具高 Cs 和 F 值。

1.3.2 碰撞晚期钙碱性花岗岩(组)

碰撞晚期钙碱性花岗岩(组)从辉长岩 花岗岩均有, 但以角闪英云闪长岩和花岗闪长岩占优势。作为高层位侵入体含中性、基性甚或超基性岩的包体, 与碰撞前岛弧型花岗岩(组)具较多相似性, 如 Rb/Zr 比值相近, Rb/Zr - SiO₂ 图解分布在斜线下方的上部。另一特征是 Ta 较富集。

本区碰撞带花岗岩体特征与 组基本相同, 碰撞带花岗岩特征和成岩成矿时代见表 2。

表 2 碰撞带花岗岩特征和碰撞造山时代

特征值	1()	2()	3()	4()	5()	6()	7()	8()
岩性类别	斜长花岗岩	闪长岩和斜长花岗岩	花岗闪长岩	花岗闪长岩	钾长花岗岩	钾长花岗岩	花岗岩	二长花岗岩
Na ₂ O + K ₂ O	5.23 - 7.10	5.39 - 7.57	8.19 - 8.74	8.45 - 9.61	8.69	8 - 9.2	7.5 - 8.8	9.45 - 11.07
K ₂ O/Na ₂ O	0.16 - 0.80 (0.50)	0.14 - 0.65 (0.63)	1.66 - 1.17 (1.4)	1.27 - 1.85 (1.70)	1.3 - 2.5 (1.77)	1.3 - 1.7 (1.6)	1.30 - 2 (1.6)	1.55 - 2.56 (1.9)
值	1.04 - 2.03	1.13 - 2.49	2.83	2.83 - 2.85	2.42	2.08 - 3.83	2.16 - 2.37	3.52
A/NKC	0.95 - 1.0	0.94 - 1.0	0.87	0.77 - 0.88	0.93	0.96 - 1.02 1	0.82 - 1.0 1	0.63 - 0.86 (0.76)
R ₁ - R ₂	2.30	2.36	3	3	6	6	6	4
REE	44.39	50.91 - 94.46	142.07	106.46 - 128.59	156.98	137.98 - 144.13	114.96 - 144.13	155.98 - 254.25
Eu	0.90	0.81 - 0.89	0.72	0.3 - 0.58	0.51	0.18	0.03 - 0.25	0.03 - 0.19
构造期	碰撞初期	碰 撞 早 期			碰 撞 中 期			碰撞晚期
造山年龄/ Ma	300 - 290	290 - 270			270 - 250			250 - 230
成岩年龄 / Ma	岩体年龄	云英闪长岩 293 ±1	U - Pb 277 ±5 和谐 287 ±3			U - Pb 254 ±6		U - Pb 232 - 250
	西滩矿区	石英脉 Rb - Sr 288 ±7	变安山岩 Rb - Sr 286 ±12	贫矿石英脉 Rs - Sr 276 ±7		花岗岩、流纹岩 Rb - Sr 256.8 ±13.6	花岗斑岩 U - Pb 266 ±3	花岗斑岩 U - Pb 234 ±4
	康古尔矿区	安山岩、流纹岩 Rb - Sr 290 ±5, 300 ±13	石英斑岩 Rb - Sr 282 ±16			花岗岩 Rb - Sr 267.6 ±3.2	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar 254.7 ±0.2	云英岩 Rb - Sr 234 ±5
	西凤山矿区		花岗岩 Rb - Sr 284 ±13					
成矿年龄 / Ma	西滩		一号矿 Rb - Sr 288 ±7				二号矿 U - Pb 276 ±7	三号矿 U - Pb 244 ±9
	康古尔	早期 Sm - Nd 290.4 ±7.2	磁铁矿 - 黄铁矿 - 绿泥石 - 石英阶段 Rb - Sr 282 ±5			多金属硫化物阶段 Rb - Sr 258 ±21	碳酸盐石英脉阶段 Rb - Sr 254 ±7	
	西凤山			石英脉 Rb - Sr 272 ±3				

1.4 杂砂岩特征

碰撞带苦水岩组浊积岩系，分布于阿 - 雅岛弧北侧海沟带，现已发生强烈韧性变形。该组杂砂岩除 K₂O 含量较低外，其他化学成分与世界其他地区的大陆岛弧古生代浊积岩杂砂岩成分相似，稀土总量为 (63.35 ~ 164.95) ×10⁻⁶，轻稀土相对富集，LREE/ HREE = 6.0 ~ 13.9，均值 8.9，均具负铕异常，Eu = 0.51 ~ 0.92，均值 0.63，而阿奇山组火山岩的 Eu = 0.46 ~ 0.81，均值 0.64。苦水组

(La/ Sm)_N 及 (Gd/ Yb)_N 均大于 1，表明苦水组杂砂岩形成环境为大陆岛弧边缘，具有重力流作用特点，以递变悬浮为主，蚀源区为南侧陆缘阿 - 雅火山岛弧。

1.5 地球化学背景

康 - 黄断裂带以北，以亲铜元素 Cu、Ag、Cd、Hg、Zn、Au，亲石元素 Ca、Sr、Ba、Na，亲铁元素 Ti、Fe、Mn、V、Co 为高背景，属于准噶尔 - 哈萨克斯坦地球化学省。

断裂以南以 Bi、Pb、U 为高背景，以亲铁元素 Co、Fe、Ti、U、B、P、Y 为低背景。主要元素异常有 Cu、Pb、Zn、Mo、Au、Ag 等，属塔里木地球化学省。

姬金生,周济元,杨兴科等. 东天山成矿区成矿地质条件与矿产资源综合评价研究. 国家 305 项目 05 课题报告,1995.

碰撞构造带则为过渡性地球化学省,主要元素异常为 Cr、Ni、Co、Cu、Au、Mo、Pb、Zn、Ag 等,构成较特征的组合。这种地球化学分区省亦表明该区成矿背景之差异和区别。

2 金铜成矿系统分析

2.1 成矿类型和成矿系统划分

多阶段碰撞造山是形成金铜矿产的重要成矿动力因素之一。碰撞造山可形成多种类型的金铜矿床,以热液型、花岗岩型和斑岩型矿床为主^[29]。

东天山金铜矿成矿类型多样,现已经发现和研究的有^[1,30~39]:浅成低温热液型(西滩金矿等);剪切带动力热液蚀变岩型(康古尔、马头滩金矿等);花岗岩型(西凤山金矿等);浅成斑岩型(土屋铜矿等);浊积岩型(元宝山金铜矿等);海底喷气沉积-热液改造型(小热泉子铜矿);碰撞带岩浆熔离型-热液改造型铜镍矿(三岔口、黄山、黄山东等铜镍矿)等。

多种成因类型的形成与本区存在不同的成矿系统有关。以康-黄断裂构造带为界,可划分为两大古陆边缘成矿系统(见表1),细分为10个成矿区带,分述如下。

2.1.1 准噶尔板块南缘成矿系统

位于准噶尔板块南缘,包括康-黄碰撞带、康古尔塔格岛弧、吐哈地块(盆地)、博格达弧后盆地、哈尔里克岛弧带等。各次级单元构造岩石组合、成矿类型、成矿区带等相差较大。成矿时代跨度长,成岩成矿构造经历了拉张-俯冲-碰撞-造山抬升-伸展-逆冲推覆等多阶段多体制的演化。固体金属、非金属和油气矿产均较发育。包含有5个成矿区带(或成矿亚系统),从北向南由西向东如下。

- (1) 博格达弧后盆地铜金带。
- (2) 哈尔里克岛弧铜矿带,有铜山铜矿、小铺铜矿等。
- (3) 上部为吐哈盆地煤和含油气系统聚集带,下部为吐哈地块成矿亚系统,具体类型不明。
- (4) 康古尔塔格岛弧带铜钼(金)矿带:分布在碰撞带北缘以铜(钼)为主(有小热泉子铜矿、土屋铜矿、赤湖铜钼矿等)、以金为辅(仅零星分布哈尔拉金矿、镜儿泉金矿等小型金矿)。
- (5) 康-黄碰撞带金铜镍钼矿带:主要分布在碰撞带内,西有康西金矿、元宝山金铜矿,东有黄山、

黄山东铜镍矿、白山钼矿等。

2.1.2 塔里木陆块北缘金铁(铜)成矿系统

位于塔里木陆块北缘,以中天山微板块和其北缘阿奇山-雅满苏岛弧为主。阿-雅岛弧以活动陆缘岛弧钙碱性火山岩组合为主,成矿以中晚海西期-印支期为主。中天山地块则见有中晚元古代和中新生代成矿的实例。其以金铜铁成矿为主,包含有五个成矿区带(属三个成矿亚系统),依次是:

- (1) 阿-雅岛弧北缘康古尔塔格金矿带:自西向东已发现有西滩、麻黄沟、康古尔、马头滩、大东沟、西凤山、长城山、翠岭、白干湖、胡杨沟金矿等,构成一近EW向成矿带,主要产于秋格明塔什-黄山区域韧性剪切带南缘的脆-韧性变形转换域。西滩、康古尔、西凤山等金矿研究表明^[1,18,26,22~30],该带具有很好的成矿前景和找矿潜力。
- (2) 阿-雅岛弧带铁铜多金属矿带。
- (3) 中天山地块铁铜铬钼金银矿带。
- (4) 南天山弧后盆地金铜铁矿带(红山金矿等)。
- (5) 北山裂谷系金铜镍矿带,有金窝子、马庄山金矿等。

2.2 成矿时代与演化阶段分析

从地质资料、岩体侵入关系、同位素测年等分析,区内碰撞造山和成岩成矿时代见表2。东天山全区带成矿主要有三个时期:元古代、晚古生代和中新生代成矿期,以晚古生代成矿期最活跃和最重要。其中晚石炭世一早二叠世,北天山次大洋收缩闭合,使两板块沿康-黄断裂带对接碰撞,形成康-黄俯冲碰撞带,同时碰撞带内或附近形成区域韧性剪切带,韧性剪切带构造演化晚期脆-韧性变形转换域形成了区内大多数金矿床。

据矿带地质和同位素年代学研究^[1,18,29,31~34],区内成矿作用可分为5个阶段:

- (1) 矿源准备阶段(350~310 Ma)。
- (2) 矿体赋存空间准备和塑性流变及金的第一次(预)富集阶段(310~290 Ma)。
- (3) 晚石炭世晚期韧性剪切变形、同碰撞期花岗岩侵位和金矿成矿流体活化迁移富集定位阶段(290~275 Ma)。
- (4) 碰撞中晚期脆-韧性变形转换、岩浆活动

姬金生,曾章仁,杨兴科等.康古尔塔格金矿带控矿规律及靶区优选评价研究.国家305项目05-04专题报告,1995.

及成矿流体多次富集沉淀、成矿作用叠加、矿床定位阶段(270~230 Ma)。

(5) 碰撞后阶段的走滑剪切变形(230~200 Ma)和多样式构造变形、造山抬升、主矿床(体)成矿后改造(200 Ma 至今)、表生淋滤、次生富集阶段。说明成矿时代既有多阶段又与造山期后成岩成矿时代具有一定响应关系,并基本上同步演化。

3 结论

(1) 东天山成矿带存在两套不同的地层系统,其岩石组合、生物组合、变形变质程度、矿床类型和成矿系统、地球物理场、地球化学场等有一定差别,主体为(陆)弧-弧型碰撞带。

(2) 金铜成矿带与康-黄碰撞带和区域韧性剪切带强时空耦合,具备良好的构造动力、成矿背景、清晰的多阶段变形序列,形成较独特的“天山型”(或“中亚型”)碰撞构造,韧剪变形与主碰撞时间相同(近)。

(3) 成矿带北为康-哈岛弧火山岩,从奥陶纪—二叠纪各时代火山岩多属钙碱性,部分为亚碱性和碱性火山岩。具有从岛弧火山岩向碰撞后伸展型火山岩转化之势;南为阿-雅岛弧系火山岩组合,以石炭纪为主,均具活动型岛弧钙碱性火山岩特征。

碰撞花岗岩近东西成带分布,以中小型为主,具碰撞期(组)和碰撞晚期(组)花岗岩特点,碰撞造山与成岩成矿时代响应明显。

矿带发育的浊积杂砂岩,具有陆缘岛弧外侧海沟沉积环境,蚀源区为切割的阿-雅火山岛弧。

(4) 成矿带碰撞造山成盆演化分十二个阶段,三叠纪以来块、带、盆三位一体,相间分布、相互作用。“天山型”碰撞构造可细分为三大阶段六个演化期。

(5) 金铜成矿与碰撞造山及其构造演化关系密切,成矿类型多样,具多因复成矿床特点,分为两大古陆边缘成矿系统,十个成矿区带。

成矿时代以晚古生代海西中晚期为主,分五个阶段,主碰撞造山时代、韧剪变形高峰期、碰撞花岗岩生成时代与成矿主期时代基本相同或相近。

(6) 受碰撞造山带的控制,金铜矿成带分布,且多发生在与碰撞同时或相近的海西中晚期。

矿带构造演化复杂、岩浆活动剧烈、矿种多,成矿背景优越,是普查找矿勘探首选区带。尤以康-

哈岛弧南缘为铜矿首选靶区带,康-黄碰撞带铜镍钼矿、康古尔塔格岛弧南缘小热泉子铜矿、土屋铜矿及周邻、康古尔塔格金矿带南缘脆-韧性变形转换域等更应是首选之重的金铜矿产勘探靶区。

[参考文献]

- [1] 姬金生,陶洪祥,曾章仁,杨兴科,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. 15 - 109.
- [2] 马瑞士,王赐银,叶尚夫,等. 东天山构造格架及地壳演化[M]. 南京:南京大学出版社,1993. 9 - 22.
- [3] 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.
- [4] 何国琦,李茂松,刘德权,等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1994. 62 - 245.
- [5] 王作勋,邹继易,吕喜朝,等. 天山多旋回构造演化及成矿[M]. 北京:科学出版社,1990. 131 - 167.
- [6] 肖序常,汤耀庆,冯益民,等. 新疆北部及其邻区大地构造[M]. 北京:地质出版社,1992. 1 - 12.
- [7] 高长林,崔可锐,钱一雄,等. 天山微板块构造与塔北盆地[M]. 北京:地质出版社,1995. 110 - 117.
- [8] 任纪舜,牛宝贵,刘志刚. 软碰撞,叠覆造山与多旋回缝合作用[J]. 地学前缘,1999,16(3): 85 - 93.
- [9] 马文璞. 当前造山带研究的几个重要问题[J]. 地学前缘,1999,16(3): 103 - 227.
- [10] 杨兴科,陶洪祥,姬金生,等. 东天山板块构造基本特征[J]. 新疆地质,1996(3): 221 - 27.
- [11] 杨兴科,张连昌,姬金生,等. 东天山板块构造与金属矿产成矿规律[J]. 西安地质学院学报,1997,19(3): 34 - 42.
- [12] 翟裕生. 论成矿系统[J]. 地学前缘,1996,13(1): 13 - 27.
- [13] 翟裕生. 区域成矿学研究问题. 矿床地质[J]. 北京:地质出版社,1998,17(Sup): 253 - 258.
- [14] 翟裕生. 古大陆边缘构造演化和成矿系统[A]. 见:北京大学地质系. 北京大学国际地质科学学术研讨会论文集[C]. 北京:地震出版社,1998b. 769 - 778.
- [15] 李人澍. 成矿系统分析的理论与实践[M]. 北京:地质出版社,1996. 102 - 114.
- [16] 李人澍,朱华平. 成矿系统的结构与聚矿功能[J]. 地学前缘,1999,16(1): 103 - 113.
- [17] 冯庆来. 造山带区域地层学研究的几个问题[J]. 地学前缘,1999,16(3): 133 - 138.
- [18] 杨兴科,姬金生,张连昌,等. 东天山大型韧性剪切带基本特征与金矿预测[J]. 大地构造与成矿学,1998,22(3): 209 - 218.
- [19] 杨兴科,张连昌,姬金生,等. 秋格明塔什-黄山韧性剪切带变形特征分析[J]. 西安工程学院学报,1998,20(3): 11 - 18.
- [20] 杨兴科,姬金生,陈强,等. 东天山区域韧性剪切带特征[J]. 新疆地质,1999,17(1): 55 - 64.
- [21] 杨兴科,姬金生,陶洪祥,等. 东天山康古尔塔格金矿带构造与成矿规律[J]. 地质找矿论丛,1997b,12(2): 57 - 66.

- [22] 苏生瑞,杨兴科. 秋格明塔什-黄山韧性剪切带构造变形序列[J]. 成都理工学院学报,1997,24(4):102-107.
- [23] 李继亮,孙枢,郝杰,等. 论碰撞造山带的分类[J]. 地质科学,1999,34(2):129-138.
- [24] 王洋,陈练武,陶洪祥,等. 北天山东段康古尔塔格碰撞构造[J]. 西安地质学院学报,1995,17(3):24-30.
- [25] M P Coward and A C Ries. Collision Tectonics[M]. 徐贵忠等译. 北京:地质出版社,1990.
- [26] 李华芹,谢才富,常海亮,等. 新疆北部有色金属矿床成矿作用年代学[M]. 北京:地质出版社,1998. 102-114.
- [27] 刘和甫,夏义平,殷进垠,等. 走滑造山带与盆地耦合机制[J]. 地学前缘,1999,16(3):121-132.
- [28] 马宗晋,赵俊猛. 天山与阴山-燕山造山带的深部结构和地震[J]. 地学前缘,1999,16(3):95-102.
- [29] 曾章仁,张连昌,韩照信,等. 晚古生代火山岩区剪切带蚀变岩型金矿床[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1996. 1-54, 113-142.
- [30] 陈衍景,杨泽军. 碰撞造山成岩成矿模式运用方法[J]. 矿床地质. 北京:地质出版社,1998,17(Sup):83-86.
- [31] 杨兴科,姬金生,张连昌,等. 东天山金矿带区域成矿规律解析[J]. 矿床地质. 北京:地质出版社,1998,17(sup)131-134.
- [32] 姬金生,张连昌,曾章仁,等. 东天山康古尔塔格金矿带年代学研究[J]. 地质科学,1996,31(1):80-89.
- [33] 姬金生,李华芹,张连昌,等. 东天山晚古生代火山岩区磁铁矿绿泥石建造金矿床 Sm-Nd 和 Rb-Sr 同位素年龄[J]. 科学通报,1999,44(4):439-441.
- [34] 姬金生,薛春纪,曾章仁,等. 新疆东天山康古尔塔格金矿带研究[J]. 地质论评,1997,43(1):69-77.
- [35] 翟裕生,等. 大型构造与超大型矿床[M]. 北京:地质出版社,1997. 97-125.
- [36] 周立发,赵重远. 准噶尔盆地南缘地质构造演化与油气[M]. 西安:西北大学出版社,1995. 92-102.

ANALYSIS ON GOLD AND COPPER ORE - FORMING SETTING WITH ORE - FORMING SYSTEM OF EASTERN TIANSHAN

YANG Xing-ke, CHEN G Hong-bin, J I Jin-sheng, LUO Gui-chang, TAO Hong-xiang
(Dept. of Earth Science, Xi'an Engineering University, Xi'an 710054, China)

[Abstract] According to tectono-stratigraphical division principle, the different units in gold and copper ore-forming belt of eastern Tianshan are divided into order and disorder two typical stratum-rock assemblages, two tectono-volcanic activity belts and two ore-forming system of paleocontinental margin. The collision orogeny and ductile shear zone have strong space-time coupling. The island arc volcanic rock is distributed in zoning. Graywacke is formed on the edge of island arc in the north part of Tarimu continent. Collision granites are distributed in east-west belting with middle-small type. There are geochemical part and geochemical province. There are multistage features of tectonic evolution, which can be divided into 12 stages. The collision orogeny can be detailed classified three stages and six developed phases. Gold and copper ore-forming time is mainly in mid-late Hercynian epoch (290~230 Ma). Different ore-forming system of paleocontinental margin have different metallogenic types and characteristics. Direction of prospecting for gold and copper deposits are put forward.

[Key words] oreforming setting; tectono-rock assemblages; collision granit; collision tectono; tectonic stage; ore-forming system; eastern Tianshan; Xingjiang