# 浅议东昆仑造山带非威尔逊旋回构造演化与矿床成矿系列*

# Preliminary Study on Non-Wilson Cycle's Tectonic Evolution and Metallogenic Series of Eastern Kunlun Orogen

闫升好 张德全 丰成友 徐文艺 佘宏全 李大新

（中国地质科学院矿产资源研究所， 北京 100037）

Yan Shenghao, Zhang Dequan, Feng Chengyou, Xu Wenyi, She Hongquan, Li Daxin

(Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

摘 要 柴北缘-东昆仑造山带为一复合造山带，其显生宙构造演化过程为非威尔逊旋回，具有多岛小洋盆、软碰撞、多旋回叠复造山的特点。根据造山带构造演化阶段、主要成矿作用和成矿地质环境等，划分出 5 个矿床成矿系列、15 个矿床式。造山带非威尔逊旋回构造演化导致成矿系列时空分布上具鲜明特点：多岛小洋盆的构造格局导致同一成矿系列在不同构造带同时异地并存；加里东软碰撞成矿微弱，成矿系列不发育，晚华力西-印支期复合造山过程成矿作用强烈，成矿系列发育完善；多旋回叠复造山过程往往造成先存成矿系列受到后来成矿系列的复合、叠加与改造；成矿系列时空分布上具有明显的构造迁移现象。

关键词 东昆仑 成矿系列 造山带 非威尔逊旋回

柴北缘-东昆仑地区是秦-祁-昆中央造山带的重要组成部分（殷鸿福等，1998），其北部边界为宗务隆山-青海南山断裂带，南部以东昆南断裂带与巴颜喀拉晚古生代-早中生代造山系相临，由一系列断裂造山带和断隆组成，经历了复杂的地质演化历史，蕴藏着丰富的矿产资源，有金边（柴达木周边地区金矿）、盐盆（柴达木盆地盐类矿产）、金腰带（昆仑山金矿）之称，也是我国实施西部大开发战略找矿远景极大的重要矿产资源基地（徐文艺等，2001）。

## 1 区域构造格局及其演化

自北向南，柴北缘-东昆仑地区由欧龙布鲁克、柴达木和昆中 3 个微陆块及宗务隆山－青海南山、柴北、昆北、昆南、阿尼玛卿和北巴颜喀拉 6 个造山带组成（张以弗等，1997）。研究表明，柴北缘-东昆仑地区的地质构造演化主要经历了：前寒武古陆形成阶段（造山带基底）、加里东造山阶段〔包括早古生代（$Pt_3$-$O_3$）洋盆开合及加里东（S-$D_3$）褶皱山链的形成〕、晚华力西-印支造山阶段〔包括古特提斯洋盆（C-$T_3$）开合和柴北缘及东昆仑-巴颜喀拉褶皱山链（$T_3$）的形成〕以及中新生代叠复造山等 4 个构造旋回（张德全等，2001）。其中，加里东造山旋回和晚华力西-印支造山旋回与区内金铜多金属成矿关系密切。

加里东造山旋回，柴北缘-东昆仑地区形成由一系列微陆块加上分别位于其北南两侧的小洋盆或裂陷槽组成多岛小洋盆/裂陷槽的构造格局。微陆块主要由古元古代变质岩（角闪岩相，局部达麻粒岩相）构成，自北向南依次为欧龙布鲁克、柴达木和昆中。微陆块北南两侧，则依次是南祁连、柴北缘、昆北、昆南小洋盆或裂陷槽。普遍缺失晚志留-中泥盆世沉积，存在多条晚泥盆世磨拉石沉积带、晚加里东造山花岗岩带

*本文系国家地质调查项目（K1.1.3.1 和 200110000001）的部分成果

以及加里东期榴辉岩带（杨经绥等，2000）等表明，晚志留-中泥盆世的加里东造山运动使东昆仑、柴达木和祁连再次拼合为一体（姜春发等，1992；陈炳蔚等，1995），并成为中央造山带微板块群的一部分。

晚古生代，中央造山带的微板块群总体北移，并沿其南缘发生拉张作用，形成阿尼玛卿二叠纪小洋盆，宗务隆山-青海南山裂陷槽则是西秦岭晚古生代裂陷槽的西延部分，它们均属于古特提斯洋的一部分。海西晚期-印支早期，洋盆渐次向北俯冲闭合，在东昆仑南侧形成早-中三叠世的前陆堆积（洪水川群）；在微板块南侧的活动陆缘，则有大面积海西-印支期花岗岩和鄂拉山群（晚三叠世）陆相高钾钙碱性火山岩叠加在加里东期形成的陆缘岩浆弧之上。北巴颜喀拉是东昆仑造山带南侧的三叠纪被动陆缘，属于特提斯洋的北侧边缘，中-晚三叠世与东昆仑拼接（殷鸿福等，1997）。

## 2 矿床成矿系列

东昆仑地区目前已发现的矿床类型主要有 VHMS、SEDEX、斑岩型、矽卡岩型、热液多金属脉型和造山型金矿等（韩发等，1999；张德全等，2001；Groves et al., 1998）。根据程裕淇等（1979，1983）提出的矿床成矿系列概念，按照造山带构造演化阶段、主要成矿作用类型和成矿地质环境等，将其划分成 5 个矿床成矿系列、15 个矿床式，其主要特征描述如下：

**2.1** 与晚元古-寒武纪拉张裂解过程火山作用有关的铜多金属矿床成矿系列（S1）

有 2 个矿床式：纳赤台式和迎庆沟式。纳赤台式矿床是指产于昆南 CuAu 地球化学带中的万宝沟群变质火山－沉积岩系中的 VHMS 型块状硫化物铜矿床，含矿层位于万宝沟群上部大理岩和硅质岩界面附近，含矿层下部为中－基性火山岩和火山碎屑岩，典型矿床如温泉沟、大格勒沟上游、哈图等。迎庆沟式是指产于昆北 Pb-Zn 地球化学带野马泉地球化学区、形成于陆缘裂谷或裂陷槽的次级海盆中的 SEDEX 型铅锌矿床，目前仅发现迎庆沟铅锌矿点，其成矿元素为 Pb-Zn，铅锌矿化产于震旦－寒武纪狼牙山群（？）砂岩与碳酸盐岩界面附近。

**2.2** 与晚奥陶世拉张裂解过程火山作用有关的铜多金属矿床成矿系列（S2）

有 3 个矿床式：锡铁山式、青龙滩式和驼路沟式。锡铁山式是指产于晚奥陶世滩间山群沉积岩中的 SEDEX 型 Pb-Zn 矿床，成矿环境为晚奥陶世大陆裂解早阶段的裂陷槽环境。青龙滩式矿床是指以滩间山群（柴北带）、纳赤台群（昆南带）和铁石达斯群（昆北带）中-基性火山岩为容矿岩石的 VHMS 型 Cu（Au、Zn、Co）矿床。驼路沟式矿床产于古陆缘裂陷槽的一套浅变质细碎屑岩系中的 SEDEX 型钴矿床，矿化赋存于以石英钠长岩为主的喷气岩中，成矿元素组合为 Co-Au。

**2.3** 与晚加里东期碰撞造山过程中构造-岩浆作用有关的金多金属矿床成矿系列（S3）

目前该成矿系列尚未发现成型矿床，主要有两种矿化类型：韧性剪切带型金矿化和岩浆热液铜多金属矿化。前者指滩间山、青龙沟、赛坝沟、五龙沟等金矿床的早期金矿化（Ar-Ar 年龄 439.3～400Ma）；后者指产于昆南断裂以北各三级构造带中、时空分布上与晚加里东期花岗岩类侵入体关系密切的一些矿点。

**2.4** 与晚古生代拉张裂解过程火山作用有关的铜多金属矿床成矿系列（S4）

有两个矿床式：树基沟式和马尔争式。树基沟式是指产于宗务隆山带，以晚石炭世沉积岩为容矿岩石的 SEDEX 型铅锌矿床。其含矿层为中吾农山群大理岩及细碎屑岩（杂色砂岩、含砾杂色砂岩或绢云千枚岩），重晶石岩、硅质岩常见于含矿层上部。马尔争式指产于阿尼玛卿构造带中，以二叠纪中-酸性火山岩为容矿岩石的 VHMS 型铜矿床，如马尔争 Cu（Au）矿点。

**2.5** 与晚华力西-印支期复合造山过程构造-岩浆活动有关的金多金属矿床成矿系列（S5）

这是柴达木盆地南北缘分布最广泛、矿化类型最齐全、包含矿产地最多的一个矿床成矿系列，研究程度相对较高，可细分出 8 个矿床式。

（1）滩间山式和五龙沟式：主要分布于柴北和昆中构造带。两者均属造山型金矿，成矿特征基本相同，矿化类型以蚀变岩型为主、少见石英脉型，元素组合都是 Au-As 等，差别在于矿床最终定位时间和控矿构造的样式不同。滩间山式主要形成于晚华力西期，矿体受褶皱轴部或两翼的断裂-裂隙系统控制；而五

龙沟式主要成矿于印支期，矿体受剪切带旁侧的断裂-裂隙系统控制。

（2）开荒北式和东大滩式：开荒北式产于昆南构造带，是三叠纪阿尼玛卿与昆南碰撞造山的产物，以含金石英脉为主，赋矿围岩为中三叠统闹仑坚组前陆盆地相碎屑岩，典型矿床为开荒北金矿床。东大滩式分布于北巴颜喀拉构造带北缘的大型剪切带内或旁侧次级构造中，围岩为绿片岩相变质的巴颜喀拉群碎屑岩，以蚀变岩型为主，元素组合为 Au-Sb。矿床形成于晚三叠世，与北巴颜喀拉带与阿尼玛卿带的碰撞造山过程有关，代表性矿床有东大滩、大场等。

（3）小赛什腾山式：矿床类型为斑岩型铜矿床，成矿与晚华力西-印支期陆内复合造山过程形成的高钾钙碱中酸性小岩体有关，主要分布于柴北、昆中和昆南带。典型矿床有小赛什腾山花岗闪长斑岩中的 Cu-Mo 矿床和托克妥闪长玢岩中的 Cu-Au 矿点。

（4）肯得可克式：主要分布于昆北带的西段和东段，包括那些早年发现的夕卡岩型铁多金属矿床，如尕林格、肯得可克、野马泉、五一河、白石崖、大海滩、清水河等矿床。成矿与晚华力西-印支期陆内复合造山过程的高钾钙碱系列中-酸性侵入作用有关，矿床具特征的夕卡岩分带和矿化分带，成矿元素以 Fe 为主，Pb、Zn、Au、Co 等亦可构成独立工业矿体（肯得可克矿床）。

（5）索拉吉尔式：包括产于昆北、昆南、柴北等三级构造带中的一大批夕卡岩型 Cu、Pb、Zn 矿点，典型矿床有索拉吉尔铜矿点和楚鲁套海铅锌矿点。与肯得可克式矿床不同的是，索拉吉尔式矿床的成矿元素是 Pb、Zn、Cu，少见或基本无夕卡岩型磁铁矿矿体，夕卡岩和矿体产于花岗岩类侵入体外接触带，受围岩的层间断裂控制。

（6）双口山式：指广泛分布于昆南断裂以北各三级构造带中、形成于晚华力西-印支期陆内复合造山背景下的热液脉状多金属矿床（点）。该式矿床与第 S3 成矿系列较难区分，目前只有双口山铅锌矿床的成矿时代被确认是三叠纪。

## 3　成矿系列时空分布的某些特点

研究表明，本区显生宙的构造演化过程为非威尔逊旋回，具有多岛小洋盆、软碰撞、多旋回叠复造山的特点（殷鸿福等，1997）。加里东旋回形成多岛小洋盆构造格局，洋盆闭合后微陆块之间发生软碰撞；晚华力西-印支期造山作用叠加于加里东造山带之上，形成叠加花岗岩带和叠加变形构造带。由此造成东昆仑造山带矿床成矿系列的时空分布上具有以下鲜明特点：

（1）多岛小洋盆的构造格局导致同一成矿系列可以在不同构造带同时异地并存。如：S2 同时出现于柴北缘、昆北、昆南 3 个奥陶纪裂陷槽/小洋盆中，S4 既见于宗务隆山裂陷槽，又出现于阿尼玛卿洋的弧后盆地内。

（2）加里东造山旋回的软碰撞成矿作用微弱，因而造成 S3 矿床不发育。相反，晚华力西-印支期强烈的陆内复合造山过程，成矿作用强烈，形成分布广、矿种全、矿床成因类型和矿床式多的 S5。

（3）多旋回叠加复合造山过程往往造成先存成矿系列受到后来成矿系列的复合、叠加与改造。如在柴北带，滩间山、青龙沟、野骆驼泉、赛坝沟等金矿床中都存在 S5 对 S3 的叠加和改造。在青龙滩矿床，虽然主矿体是 VHMS 成因的（属 S2），但有部分矿体被夕卡岩矿化（属 S5）改造和叠加。锡铁山矿床的主矿体是 SEDEX 成因的（属 S2），但也有部分小矿体或主矿体边部受到 S5 和 S3 成矿系列的改造和叠加。

（4）成矿系列时空分布上具有明显的构造迁移现象。如显生宙多次拉张裂陷过程中，板块裂解自东昆仑的中央向南北两侧推移，造成 S2 相对 S1、S3 相对 S2 向南北两侧推移的空间分布特征。柴北带的 S5，中部滩间山金矿床形成最早（280 Ma），向西部成矿时代变新（如野骆驼泉金矿床 246 Ma，小赛什腾山斑岩铜矿床 218.5 Ma），向东部成矿年龄亦变新（如最东端的赛坝沟矿床在 210~220 Ma 左右），这与柴北带晚华力西-印支期造山作用自中部向西、东两侧的构造迁移是一致的。

最后需要说明的是，由于东昆仑地区目前的矿产资源勘查和研究程度总体较低，许多矿床的成因类型和成矿时代尚未准确厘定、成矿作用特征和成矿规律需要深入研究总结，因此，本文对矿床成矿系列的划

分只能是阶段性的初步成果，有待今后研究工作的补充完善。

## 参 考 文 献

陈炳蔚，王彦斌，左国朝. 1995. 青藏高原北部地体划分及其构造演化. 地球物理学报, 38(增刊Ⅱ): 98~113.

程裕淇，陈毓川，等. 1983. 再论矿床的成矿系列问题. 中国地质科学院院报，第 6 号.

程裕淇，陈毓川，等. 1979. 初论矿床的成矿系列问题. 中国地质科学院院报，第 1 号.

韩 发，孙海田，等. 1999. Sedex 型矿床成矿系统. 地学前缘, 6(1): 139~157.

姜春发，杨经绥，冯秉贵，等. 1992. 昆仑开合构造. 北京: 地质出版社. 224 页.

徐文艺，张德全，阎升好，等. 2001. 东昆仑地区矿产资源大调查进展与前景展望. 中国地质, 28(1): 25~29.

杨经绥，许志琴，宋述光，等. 2000. 祁连山南缘早古生代高压-超高压变质带及其东延. 见: 第二届海峡两岸祁连山及邻区地学研讨会论文摘要. 26~28.

殷鸿福，张克信. 1997. 东昆仑造山带的一些特点. 地球科学, 22(4): 339~342.

殷鸿福，张克信. 1998. 中央造山带的演化及其特点. 地球科学, 23(5): 437~442.

张德全，丰成友，李大新，等. 2001. 柴北缘-东昆仑地区的造山型金矿床. 矿床地质, 20(2): 137~145

张以弗，等. 1997. 青海省东昆仑—柴达木盆地北缘区域地质图及金银铜铅锌矿产图说明书(1∶50 万).

Groves D I, et al. 1998. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. Ore Geology Reviews, 13(1-5): 7~28.