

文章编号: 0455-2059(2001)06-0112-09

甘蒙北山地区板块构造演化与 铜多金属矿成矿系列研究

代双儿

(兰州大学 资源环境学院, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 结合板块构造理论和成矿系列概念, 提出了成矿系列新的研究方法。甘蒙北山地区位于哈萨克斯坦板块和塔里木—中朝板块交汇部位, 其板块构造演化分为前震旦纪古板块活动时期、震旦—泥盆纪现代体制板块活动时期和石炭—二叠纪裂谷活动时期, 不同构造单元及演化阶段控制了不同的含矿建造、成矿作用时空分布及演化序列和矿床共生组合。按照板块构造演化及其与铜多金属矿成矿作用时空分布和成矿作用演化序列的关系, 划分出北山地区铜多金属矿古大陆区(缘)成矿系列、洋缘火山带成矿系列、岛弧—弧后盆地成矿系列和裂谷带成矿系列。

关键词: 北山; 板块构造; 成矿系列

中图分类号: P542⁺. 4; P612

文献标识码: A

0 引言

成矿系列概念的提出, 丰富了矿床学的研究内容, 并在矿产勘查中取得了突破性的进展, 总结近年来有关成矿系列研究成果, 成矿系列的划分大多以研究区与成矿作用关系密切的岩浆作用、沉积作用或变质作用为基础进行划分^[1~5]。随着板块构造理论的深入研究, 成矿作用与板块构造演化的密切关系越来越受到人们的重视, 本文拟从板块构造演化与成矿作用时空分布和演化序列的关系, 探讨甘蒙北山地区铜多金属矿床成矿系列。

1 成矿时期板块构造演化

甘蒙北山地区位于塔里木—中朝板块与哈萨克斯坦板块交汇部位^[6](图 1), 是中国西部重要的成矿带之一, 也是塔里木—中朝板块北缘研究程度较低的地区之一。印支期以前, 北山地区存在 3 次明显的陆相沉积, 即方山口—洗肠井一线的震旦纪冰碛砾岩、墩墩山晚泥盆纪山间磨拉石建造和大奇山晚二叠纪陆相火山岩, 它们是一种板块活动形式演化结束成陆后的产物, 可以作为板块演化阶段的划分标志。结合该区火山—沉积、变质变形特征可把北山地区板块构造演化分为前震旦纪古板块、震旦—泥盆纪现代体制板块、石炭—二叠纪裂谷、中生代板内造山 4 个阶段。

1.1 前震旦纪古板块演化

甘蒙北山地区前震旦纪板块构造单元划分如图 2。板块构造演化分古元古代白墩子古陆向北增生、中元古代哈萨克斯坦板块向南俯冲和新元古代青白口纪北山古大陆形成 3 个阶段。

收稿日期: 2001-03-22

基金项目: 国家科技攻关计划(859010201)资助项目。

作者简介: 代双儿(1967-), 男, 博士研究生。

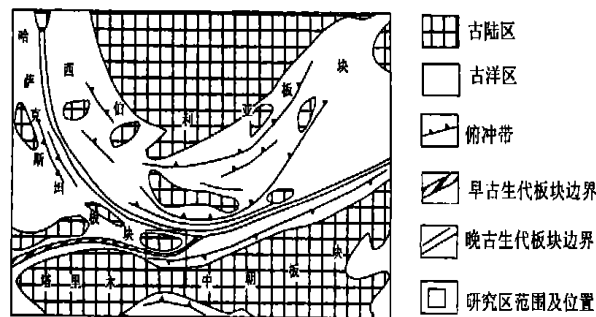
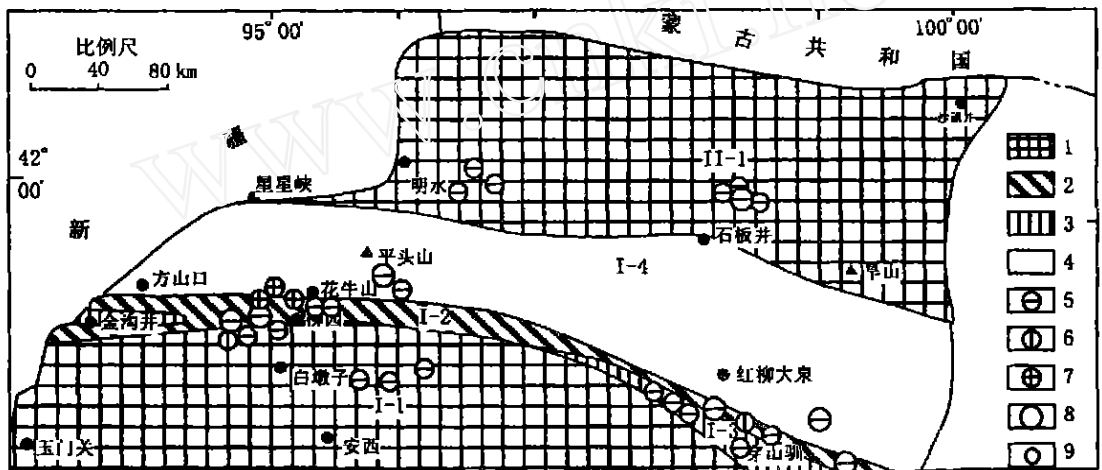


图 1 亚洲中部板块构造示意图(据李春昱, 1978)

Fig. 1 The sketch of plate tectonic in the middle of Asian



1 古陆; 2 古大陆边缘(P_{t1}); 3 陆棚海(P_{t2}); 4 陆间海(P_{t2}); 5 火山—沉积变质矿床; 6 岩浆岩型矿床; 7 热液型矿床; 8 矿床; 9 矿点(下同) I 塔里木—中朝板块区: I-1 白墩子古陆(A_r); I-2 柳园古大陆边缘(P_{t1}); I-3 金沟井—穿山驯陆棚海(P_{t2}); I-4 平头山—红柳大泉陆间海(P_{t2ch-jx-qn}); II 哈萨板块区克斯坦: II-1 星星峡—旱山古陆(P_{t1-2} 移置型变质体)

图2 北山地区前震旦纪板块构造单元及铜多金属矿床分布略图

Fig. 2 The sketch of AnZ plate units and its distribution of copper multimetal deposits in Baishan

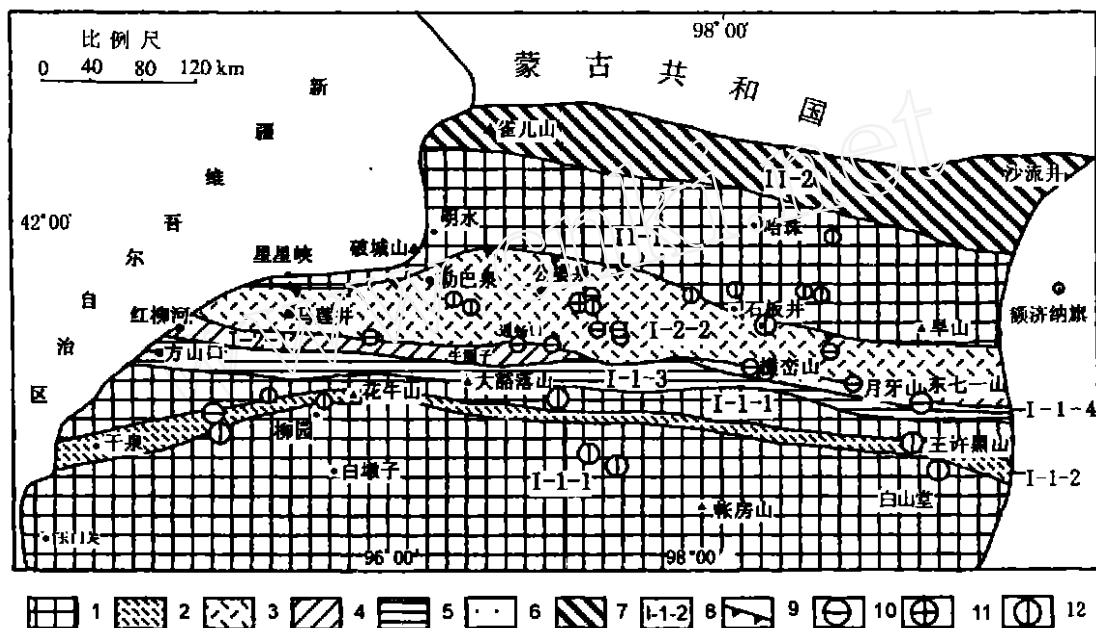
白墩子古陆由属原“北山杂岩(O-S)”^[7]的一套中深变质岩系组成,其斜长角闪岩 Sm-Nd 等时线年龄为 $2\,949\,54 \pm 46\,86\text{ Ma}$ ^[8]。太古宙末,北山地区构造格局由南部白墩子古陆和北部哈萨克斯坦古大洋组成。柳园古大陆边缘下部为代表剥蚀的底砾岩、孔兹岩系;上部为浅海相陆源碎屑岩——双峰式火山岩——碳酸盐岩建造,基性火山岩 Sm-Nd 同位素年龄为 $2\,203\text{ Ma}$ 。古元古代末,柳园古大陆边缘发育区域变质作用和混合岩化作用,拼贴于白墩子古陆北缘,白墩子古陆向北增生。

星星峡—旱山一带出露的一套中深变质岩系, 原岩建造属岛弧火山——沉积建造, 沉积岩锆石 U-Pb 年龄为 1 933 Ma, 是哈萨克斯坦板块的基底。哈萨克斯坦板块向南俯冲, 在白墩子古陆北缘发生推覆叠置作用, 使陆缘海分隔成金沟井—穿山驯陆棚海和平头山—红柳大泉陆间海(早期具海盆性质)。

青白口纪,金沟井—穿山驯陆棚海消失,平头山—红柳大泉陆间海海域变窄,沉积了富含燧石条带的镁质碳酸盐岩及碎屑岩,最终将白墩子古陆和星星峡—旱山古陆联为一体,联合方式是典型的地体沉积拼贴方式,形成北山联合古大陆

1.2 震旦—泥盆纪现代体制板块构造演化

构造单元划分如图3 板块演化分为震旦纪—早奥陶世继承性海盆沉积、中奥陶世—早志留世板块扩张、中—晚志留世板块汇敛、泥盆纪碰撞造山4个阶段



1 古陆; 2 陆缘裂谷; 3 岛弧; 4 弧后盆地; 5 大陆边缘; 6 洋缘火山带; 7 活动大陆边缘; 8 板块构造单元及编号; 9 缝合线; 10 火山岩型铜多金属矿床; 11 斑岩型铜多金属矿床; 12 热液型铜多金属矿床

I 塔里木—中朝板块区; I-1 大陆区; I-1-1 白墩子—白山堂古陆(A_{nZ}); I-1-2 花牛山—王许黑山陆缘裂谷($O-D$); I-1-3 方山口—大豁落山大陆边缘($Z-O$); I-1-4 横恋山—月牙山洋缘火山弧(O_2-S_1); I-2 俯冲带; I-2-1 红柳河—牛圈子弧盆地(S_{2-3}); I-2-2 公婆泉—东七一山岛弧(S_{2-3}); II 哈萨克斯坦板块; II-1 明水—旱山古陆(P_1); II-2 雀儿山—沙流井活动大陆边缘($O-D$)

图3 北山地区震旦—泥盆纪板块构造单元划分及铜多金属矿床分布图

Fig.3 The sketch of Z-D plate unites and its distribution of copper multimetals in deposits Beishan

分布在方山口—大豁落山—洗肠井一带震旦系下部的冰碛砾岩,冰碛砾石来源于基底岩系,是北山地区青白口纪末造山成陆的直接证据。冰碛砾岩与上伏的震旦系—寒武系—下奥陶统的稳定大陆边缘沉积是连续沉积组合。北山古陆在中奥陶世开始裂解,以星星峡—石板井断裂为界,以北属哈萨克斯坦板块;以南属塔里木—中朝板块。花牛山—王许黑山陆缘裂谷初始发育,方山口—大豁落山大陆边缘东段演变为初生洋盆(nascent basin),是板块南北裂解扩张幅度最大的地区。雀儿山—砂流井大陆边缘火山——沉积建造明显具活动大陆边缘特征。

中志留世哈萨克斯坦板块开始向南俯冲,形成公婆泉—东七一山岛弧活动带和玉石山—牛圈子弧后盆地,板块俯冲缝合线在石板井—小黄山蛇绿岩套分布位置。花牛山—王许黑山裂谷活动中心东移至王许黑山一带,发育大规模的中酸性、中基性火山岩及快速沉积的碎屑

岩 雀儿山—砂流井活动大陆边缘火山活动由奥陶纪—早志留世拉斑玄武质系列转化为钙碱性系列

泥盆纪雀儿山—砂流井大陆边缘发育浅海相碎屑岩——火山岩建造, 火山岩具岛弧火山岩组合特征, 说明北山地区在泥盆纪接受了1次俯冲, 马瑞士等^[9]对新疆东部的研究也证实了这一点, 花牛山—王许黑山裂谷带在早—中泥盆世以海陆交互相火山——磨拉石建造沉积为主; 晚期则以陆相火山喷溢为主, 伴有大规模的海西早期深成岩浆活动, 花岗岩类岩石属钙碱性系列, 成因判别表明形成于破坏性板块边缘及深熔花岗岩区, 显然是志留纪末板块俯冲及泥盆纪板内造山使下地壳局部熔融所致。至此, 北山地区板块活动结束转入板内裂谷活动时期

1.3 石炭—二叠纪裂谷活动时期

早石炭世蒙古洋向南俯冲^[9], 致使海水南侵, 北山地区渐次置于水下, 陆壳张裂, 由北向南形成了红石山—六驼山、破城山—沙红山、柳园—帐房山裂谷带(如图4)。裂谷带多沿深大断裂发育。柳园—帐房山裂谷带活动时间长, 经历了完整的威尔逊旋回, 可分为3个演化阶段: 初始裂陷(C₁₋₂)、扩张(C₃)和萎缩—闭合(P₁₋₂)。晚二叠世在大奇山一带有大规模的中酸性熔岩喷溢, 并伴有区域性深成岩浆活动

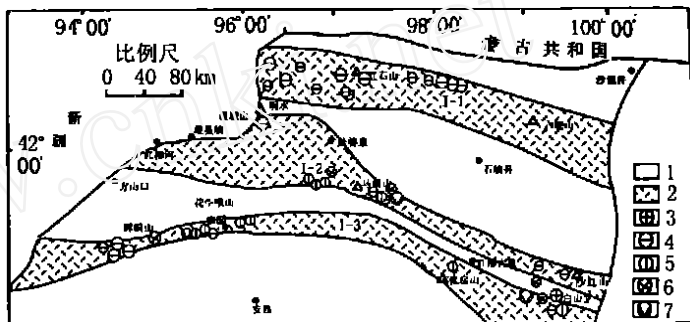


图4 北山地区石炭—二叠纪裂谷活动带构造单元划分及铜多金属矿床分布图

Fig. 4 The sketch of carboniferous-period plate unites and its distribution of multimetal deposits in Baishan

1.4 中生代板内造山时期

印支期北山地区表现为地壳应力调整, 以大型韧性剪切活动和推覆构造活动为主, 形成了现今北山地区的主要构造格架

2 矿床成因类型及含矿建造

2.1 矿床成因类型

按照矿床容矿岩石、产出构造环境及矿床成因, 北山地区铜多金属矿床类型可分为岩浆岩型、火山岩型、斑岩型、矽卡岩型、热液型、火山—沉积变质型等, 以斑岩型、矽卡岩型和热液型最为重要, 简要特征见附表

2.2 典型矿床简要特征

2.2.1 斑岩型矿床 斑岩型是北山地区重要的铜矿类型, 主要的矿床有公婆泉—矿区和白山堂铜矿床。公婆泉铜矿位于志留纪公婆泉—东七一山岛弧活动带西段, 由3个矿区组成, 一矿区含矿岩系为公婆泉群下亚群石英粗面岩、安山岩、流纹岩及斑岩, 含矿斑岩为次英安斑岩和花岗闪长斑岩, 侵入于石英粗面岩和安山岩之间, 岩石地球化学研究(略)表明, 斑岩与岛弧火山岩为钙碱性岩浆系列, 属同一个岩浆源。从公婆泉群岩相特征分析, 斑岩是岛弧活动晚期分异岩浆在近地表浅成侵位而成, 位于海相环境。围岩蚀变发育硅化、钾长石化、黑云母化、绢云

母化、绿泥石化、绿帘石化等, 蚀变呈线状分带, 从中心向外为绢云母(次生)石英岩带—黑云石英钾长石带—绿泥绿帘石带. 矿化主要发育在内带. 一二矿段元素组合为 Cu-Zn-Ag(Pb) , 三矿段为 Cu-Ag-Pb-Zn-(Mo) . 矿物包裹体研究表明成矿分为早期中高温阶段(平均温度为 $243 \sim 269\text{ }^{\circ}\text{C}$)和晚期低温阶段(平均温度 $125 \sim 190\text{ }^{\circ}\text{C}$), $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围在 $-8.89\text{‰} \sim +2.7\text{‰}$ 之间, 具幔源硫的特征. 含矿斑岩 Rb-Sr 同位素年龄为 $420 \pm 1\text{ Ma}$.

附表 北山地区铜多金属矿床特征简表

Table The types of copper multimetal deposits and its simplified characteristics in Beishan Region

矿床类型	大地构造背景	岩石组合	容矿岩石	围岩蚀变	矿化特征	典型矿床
岩浆岩型	蛇绿岩带	辉长岩、辉橄岩、橄橄榄岩	辉长岩、辉橄岩、橄橄榄岩	蛇纹石化、绿泥石化	浸染状、脉状	玉石山铜镍矿点
火山岩型	岛弧活动带、弧后盆地、洋缘火山带、裂谷活动带	安山岩—流纹岩—英安岩、玄武岩—安山岩	英安岩、流纹岩、安山岩—玄武岩	硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸岩化、帘石化	浸染状、细脉浸染状	公婆泉二矿区、黄铜沟铜镍矿点、麻黄沟铜铅锌矿点、通畅沟铜矿点
		安山岩—流纹岩—石英粗面岩、玄武安山岩—流纹岩	次英安斑岩、花岗岩闪长斑岩、流纹斑岩	硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸岩化、帘石化、黑云母化		
斑岩型	岛弧活动带、裂谷活动带	花岗岩类、火山—沉积岩类	花岗岩类、火山—沉积岩类	硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸岩化、帘石化、黑云母化	浸染状、脉状	公婆泉一矿区、白山堂金银铅锌矿床
热液型	岛弧活动带、裂谷活动带、(古)大陆边缘	花岗岩类、火山—沉积岩类	花岗岩类、火山—沉积岩类	硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸岩化、帘石化、黑云母化	浸染状、细脉浸染状	公婆泉三矿区、花牛山银铅锌矿床
矽卡岩型	裂谷活动带、(古)大陆边缘	花岗岩类、碳酸盐岩类	矽卡岩	矽卡岩化	浸染状、细脉浸染状、条带状	辉铜山铜矿床、公婆泉—矿区三矿段 231 [#] 矿体
火山—沉积变质型	古陆(边缘)、裂谷活动带	片岩、片麻岩、大理岩类	片岩、片麻岩、大理岩类	硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸岩化、帘石化、黑云母化	块状、条带状、浸染状、纹层状	五峰山含铜铁矿床、大红山含铜铁矿床、狼娃山含铜铁矿床

2.2.2 火山岩型矿床 公婆泉铜矿二矿区出露公婆泉群下亚群第 3 岩组中基性火山碎屑岩夹大理岩和英安岩, 英安岩是主要的含矿岩系, 矿区存在 2~4 个串珠状小环块构造, 推测是古火山口或者火山活动中心, 围岩蚀变分火山喷气阶段和火山热液蚀变阶段, 矿化与后一阶段蚀变有关.

通畅口西铜矿点位于牛圈子弧后盆地, 矿区出露中—上志留统公婆泉群(南带)上亚群, 含矿岩系为安山岩、安山质含角砾凝灰岩及少量玄武岩, 在安山岩顶部夹铁碧玉岩及硅质灰岩透镜体. 铜矿化即产于顶部安山岩与碧玉岩、硅质岩的过渡部位, 矿石具浸染状、块状、条带状构造, 为火山沉积矿床.

2.2.3 岩浆热液型矿床 花牛山铅锌银矿位于柳园古大陆边缘, 含矿岩系为元古宇大理岩, 与成矿作用有关的侵入岩为印支—燕山期复式花岗岩, 矿石铅与花岗岩铅同源同期, 成矿模式

年龄为 $210.6 \sim 87.9 \text{ Ma}$, 硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 平均 -6.41% , 属幔源硫, 成矿介质属雨水与岩浆水混合溶液, 属岩浆热液型矿床

2.2.4 矽卡岩型矿床 辉铜山铜多金属矿位于柳园古大陆边缘, 矿化产于元古宇大理岩与海西早期花岗岩接触带矽卡岩中, 花岗岩为钙碱性系列, 属造山带 I 型花岗岩

2.3 含矿建造

含矿建造是矿床成矿系列研究的物质基础, 不同构造单元及演化阶段具不同的含矿建造

2.3.1 元古宙火山——沉积变质铁铜建造 发育柳园古大陆边缘火山——沉积铁铜建造(含铜 BIF) 及星星峡—早山岛弧型火山——沉积变质铁铜建造, 层位稳定, 岩石组合为石英片岩—片麻岩、斜长角闪片岩—石英岩、绿泥石英片岩—绢云母石英片岩, 平均含铜 $21 \times 10^{-6} \sim 18 \times 10^{-6}$ 。以火山——沉积变质型铁铜矿床为主, 矿体多呈似层状、透镜状, 产于岩相变化部位

2.3.2 志留纪岛弧活动带含铜建造 可分为公婆泉岛弧火山岩—斑岩含铜建造和牛圈子弧后盆地火山—沉积含铜建造 2 种, 岛弧火山岩组合为玄武岩—安山岩—流纹岩—英安岩—石英粗面岩, 斑岩为英安斑岩、花岗闪长斑岩, 平均含铜 59×10^{-6} , Cu 元素浓集系数为 1 左右, 近于地壳克拉克值, 而 Au, Ag, Pb, Zn, Mo 等元素浓集系数为 $0.8 \sim 3.9$ 。发育火山岩型、斑岩铜多金属矿化, 矿体为脉状、透镜状; 弧后盆地含铜建造由安山岩、玄武岩、火山碎屑岩组成, 平均含铜 31×10^{-6} , 层位稳定, 以产出火山岩型铜矿床为特征, 矿体呈似层状, 及少量产于基性—超基性岩中的豆荚状铜铬矿体

2.3.3 石炭—二叠纪裂谷带铜多金属建造 是北山地区分布最广泛的含矿建造, 可分为红石山—六棱山金铁火山——沉积变质建造(岩石组合为绿泥石英千枚岩—绢云石英千枚岩—石英岩)、破城山沙红山铅锌金火山——沉积建造(玄武岩—流纹岩及凝灰岩—砂岩—千枚岩)和柳园—帐房山金、铜、铁、铅锌火山——沉积建造(枕状玄武岩—流纹岩—砂岩—灰岩)和斑岩(流纹斑岩)建造, 平均含铜 $29 \times 10^{-6} \sim 52 \times 10^{-6}$ 。矿床类型复杂, 矿体形态多样

2.3.4 海西期中酸性侵入岩铜多金属建造 是北山地区相对富铜的中酸性侵入岩—前寒武系大理岩——碎屑岩建造, 侵入岩平均含铜 30×10^{-6} , 可分为海西早期 I (科迪勒拉) 型花岗岩建造和海西晚期 S 型花岗岩建造, I 型花岗岩建造由花岗闪长岩、石英闪长岩、斜长花岗岩组成; S 型花岗岩建造由花岗岩、钾长花岗岩、二长花岗岩组成。大理岩和碎屑岩平均含铜 33×10^{-6} 。主要产出热液型、矽卡岩型铜多金属矿床及叠加改造矿床, 矿体以脉状、透镜状、不规则状为主, 多产于岩体外接触带

2.3.5 印支—燕山期复式花岗岩铜多金属建造 由复式花岗岩岩基组成, 以花岗闪长岩、钾长花岗岩为主, 多侵位于韧性剪切带内或旁侧, 规模不大, 平均含铜 23×10^{-6} (辉铜山花岗岩含铜 0.77%), 以金、银、铜多金属矿化为主, 发育热液型和矽卡岩型矿床

2.3.6 基性—超基性岩浆岩型建造 北山地区由北向南分布 9 条不同时代的基性—超基性岩带, 岩石组合为辉长岩—辉橄岩—纯橄岩, 矿化以铁铬为主, 铜镍次之, 目前尚未发现成型矿床, 但具有良好的找矿前景

2.3.7 初生洋盆火山岩带铜多金属建造 位于横峦山—洗肠井初生洋盆, 由玄武岩、安山岩构成, 平均含铜 24×10^{-6} 。发育火山岩型铜铅锌矿化

3 铜多金属矿成矿作用时空分布

3.1 时间分布

北山地区铜多金属矿成矿时代可分为元古宙古板块成矿期、震旦—泥盆纪板块成矿期、石炭—二叠纪裂谷成矿期和中新生代板内叠加成矿期

古板块成矿期以古陆边缘(基底)火山—沉积变质型铁铜矿化为主。板块成矿期可分为:中奥陶—早志留世板块扩张成矿阶段,以火山岩型铜铅锌矿化及岩浆岩型铁、铬矿化为主;中—晚志留世板块敛合成矿阶段,以岛弧—弧后盆地火山岩型、斑岩型及岩浆岩型矿化为主;泥盆纪造山成矿阶段,以海西早期花岗热液型及矽卡岩型铜多金属矿化为主。裂谷成矿期可分为早—中石炭世初始裂谷成矿阶段,以火山—沉积(变质)型铁铜矿化和斑岩型铜铅锌金矿化为主;晚石炭世裂谷扩张成矿阶段,以火山岩型铜多金属矿化为主,岩浆岩型铜镍矿化次之;二叠纪裂谷闭合成矿阶段,以海西晚期花岗热液型、矽卡岩型铜多金属矿化为主,沉积岩型铜矿化次之。中新生代板内叠加成矿期主要以花岗热液型及矽卡岩型金银铜多金属矿化及韧性剪切带型金矿化为主。

3.2 空间分布

北山地区铜多金属矿成矿作用分为哈萨克斯坦板块成矿区和塔里木—中朝板块成矿区。哈萨克斯坦板块成矿区分为:红石山—六驼山裂谷成矿带,以石炭—二叠纪火山—沉积变质型铁铜矿化、海西晚期岩浆型铬铁矿化和花岗质热液型金矿化为主;星星峡—石板井古陆成矿带,以元古宙火山—沉积变质型铁铜矿化及海西晚期矽卡岩型铜矿化为主。

塔里木—中朝板块成矿区分为:公婆泉—东七一山岛弧—弧后盆地成矿带,以岛弧活动期火山岩型、斑岩型、岩浆岩型铜(铁铬)矿化为主,海西早期矽卡岩型铜矿化为次;横峦山—月牙山洋盆成矿带,以火山岩型铜铅锌矿化为主,岩浆岩型铜镍矿化次之;柳园—帐房山裂谷成矿带,包括裂谷带火山岩型,火山—沉积(变质)型铜多金属矿化,基底火山—沉积变质型(含铜BIF)铁铜矿化,海西晚期花岗质热液型、矽卡岩型铜多金属矿化及印支期韧性剪切带型金矿化和印支—燕山期花岗质热液型金银铜多金属矿化。

4 铜多金属矿床成矿系列

成矿系列是指在一定的地质发展阶段,一定的地质构造单元内与一定的地质作用有所形成的,时空上和成因上相互联系的各种矿床的组合。在同一成矿系列中,可以包括不同矿种、不同成因类型的矿床,虽然它们所处的成矿演化阶段、成矿空间部位和构造围岩条件不同,但它们之间具有共同的成矿演化谱系和统一的成矿过程,因此相互之间存在着内在的成因联系。研究成矿系列,既要强调成矿作用时间上的关联性,又要注重成矿作用空间上的关联性,含矿建造的继承性和改造性。因此,成矿系列包含两个方面的涵义:矿床共生组合和成矿演化序列。

从前述不难看出,北山地区铜多金属矿床在空间上表现为不同矿种、不同成因类型的矿床共生,矿床共生组合主要受大地构造单元控制。成矿作用随构造单元的演化而不同,从而决定了不同的矿床共生组合。如公婆泉岛弧活动带,岛弧早期岩浆活动形成的火山岩型铜矿(公婆泉二矿区)、晚期火山热液型铜矿(跃进岗矿点)、末期斑岩侵位形成的斑岩型铜铅锌矿床(一矿区)、板块俯冲造山阶段上地壳局部熔融岩浆侵位形成的岩浆热液型铜铅矿(三矿区)和矽卡岩

型铜多金属矿化(一矿区二矿段)在空间上共生,在时间上与岛弧演化的不同阶段相关。成矿作用随板块构造演化具有如下演化特征:成矿元素组合是从单一元素向多元素组合演变,即古板块成矿期铁铜→板块成矿期铜、铅锌、铁铬(镍)→裂谷成矿期铜多金属→板内叠加成矿期金、银、铜多金属;矿床成因类型由单一成因类型演变为多成因类型,一方面表现为矿床成因类型的多样化,另一方面表现为后期成矿作用对前期成矿作用的叠加改造作用;含矿建造由单一的火山—沉积(变质)建造发展到多种建造和海西期以后的岩浆岩建造叠加改造而成的复成建造。

如前所述,含矿建造、成矿作用时空分布均受大地构造环境的制约。因此,按照构造环境及演化阶段的不同,北山地区铜多金属矿成矿系列可以分为如下几种类型。

4.1 古陆区(缘)成矿系列

矿床共生组合为火山—沉积变质型铁铜矿床、花岗质热液型铜多金属矿床及矽卡岩型铜多金属矿床,成矿作用分为火山沉积变质型铁铜矿化阶段(五峰山含铜铁矿床)和花岗质岩浆热液型铜多金属矿化阶段(花牛山铅锌银矿床),成矿演化序列为火山—沉积变质型→花岗质热液型、矽卡岩型。

4.2 洋缘火山带成矿系列

矿床共生组合和成矿演化序列为岩浆岩型(洗肠井)铜镍矿床,火山岩型(麻黄沟)铜铅锌矿床。

4.3 俯冲带成矿系列

可分为岛弧活动带成矿亚系列和弧后盆地成矿亚系列。前者矿床共生组合为火山岩型、斑岩型、花岗质热液型,成矿作用分为中—晚志留世火山喷气(流)铜矿化阶段(小黄山、红柳河岩浆岩型含铜镍铬矿点、公婆泉二矿区岛弧火山岩型铜矿床、通畅口弧后盆地火山岩型铜矿点)、志留纪末斑岩型铜矿化阶段(公婆泉一矿区斑岩型铜矿床)和印支期花岗质热液(叠加改造)型矿化阶段(公婆泉矿区二矿段富铜矿体等)3个演化阶段,成矿演化序列为火山岩型、岩浆岩型→斑岩型→花岗质热液(叠加改造)型。

4.4 裂谷带成矿系列

矿床共生组合为火山—沉积(变质)型铁铜矿床,火山岩型铜铅锌矿床,花岗质热液型、矽卡岩型铜多金属矿床,岩浆岩型铜镍矿床,斑岩型铜铅锌金矿床,成矿作用分为早—中石炭世裂陷阶段(白山堂斑岩型铜铅锌金银矿床、白山梁火山热液型铜铅锌银矿点、孔雀梁、石板泉火山沉积型铜铅矿点)、晚石炭世裂谷扩张阶段(黄铜沟塞浦路斯型铜矿点)、二叠世裂谷萎缩—闭合阶段(辉铜山矽卡岩型铅锌铜矿床、石板泉矽卡岩型铜铅锌矿点)3个阶段,成矿演化序列为火山—沉积(变质)型、火山岩型、斑岩型→火山岩型→花岗质热液型、矽卡岩型。

5 结论

a 北山地区板块活动经历了前震旦纪古板块(大陆增生)活动时期,震旦—泥盆纪板块活动时期和石炭—二叠纪裂谷活动时期。北山地区接受了3次向南的板块俯冲,其中哈萨克斯坦板块向南俯冲2次(P_2 , S_{2-3})、西伯利亚板块向南俯冲1次(D_3 , C_1 , 图1)。

b 不同板块构造单元及演化阶段控制了不同的含矿建造、矿床类型及时空分布特征,进而控制了不同的成矿系列。

c 北山地区铜多金属矿成矿系列在空间上表现为不同矿种不同成因类型的矿床共生,在时间上表现为不同矿种不同成因类型的矿床叠加复成成矿特点

d 以成矿时期大地构造背景为基础,同时又考虑后期成矿建造的叠加改造作用进行成矿系列研究,既统一了成矿作用的时间空间联系,又便于在找矿实践中运用,如在一构造单元内确定了一个已知矿床在成矿系列中所处的矿床共生组合的端员属性和成矿演化序列的位置,可以指导该成矿系列中未知矿床的寻找

致谢:经甘肃有色地勘局高兆奎教授级高工和兰州大学方小敏教授审阅,董铭同学帮助绘制了部分图件,谨致谢意

参 考 文 献

- [1] 程裕淇,陈毓川. 初论矿床成矿系列问题[J]. 中国地质科学院院报, 1979, 1(1): i~11.
- [2] 陈毓川. 矿床的成矿系列[J]. 地学前缘, 1994, 1(3~4): 34~40.
- [3] 陈毓川. 桂北地区矿床成矿系列和成矿历史演化轨迹[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1995. 135~147.
- [4] 杨志华. 边缘转换盆地的构造岩相与成矿[M]. 北京: 科学技术出版社, 1991. 73~75.
- [5] 李文渊. 中国铜镍硫化物矿床成矿系列与地球化学[M]. 西安: 地图出版社, 1996. 3~23.
- [6] 李春昱. 中国板块构造的轮廓[J]. 中国地质科学院院报, 1980, 2(1): 1~11.
- [7] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989. 31.
- [8] 左国朝. 甘蒙北山地区早古生代岩石圈形成与演化[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1996. 11.
- [9] 马瑞士, 施央申. 东天山造山带构造格架和演化[J]. 新疆地质科学, 1990, (2): 1~14.

The Evolution of Plate Tectonic and Its Copper and Multi-metal Metallogenic Series in Beishan Region

Dai Shuang

(School of Resources and Environmental Sciences, Lanzhou University, Lanzhou, 730000, China)

Abstract: The Beishan region is located at the junction of Tarim-SK (Sino-Korea) plate and Hazakstan plate. Its plate evolution can be divided into three stages: AnZ ancient plate stage (ancient-continent accretion), Z-D plate stage (plate expansion and subduction) and C-P rift stage. The mineral-bearing formation, the deposit distribution in space-time and their metallogenic sequence in this area are controlled by different plate tectonic units and their evolution stages. By examining the relationship between plate tectonic evolution stage and copper and multi-metal mineralization distribution in space-time as well as their sequence, a new conception of the metallogenic series is suggested on the basis of the plate tectonics, and the metallogenic series in Beishan region are described. there are four types of metallogenic series based respectively on the (ancient) continental margin, subduction belt, volcanic belt in the nascent basin and rift.

Key words: plate tectonic; metallogenic series; Beishan Mountains