

东秦岭沉积建造演化与成矿

张正伟^{1 3)} 杨怀洲²⁾ 朱炳泉³⁾

(1)中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550000 (2)化工部郑州地质工程勘察院, 河南 郑州 450002 ;
3)中国科学院广州地球化学研究所, 广东 广州 510640)

摘 要 在华北古大陆南缘,以控制不同构造单元的断裂为界,构造格局自北而南划分如下:古大陆边缘的基底与盖层单元(华熊陆缘带),宽坪群构造单元,二郎坪群构造单元,北秦岭(秦岭群)构造单元和南秦岭(刘岭群)构造单元。据陆缘构造发展阶段的沉积建造和岩石组合控矿因素,划分该区沉积建造演化阶段:①前长城纪陆核活动性边缘沉积建造;②中、新元古代被动大陆边缘沉积建造;③早加里东期构造体制转换期演化阶段;④古生代活动大陆边缘沉积建造;⑤中生代陆内碰撞演化阶段。从时间与空间角度,分别研究了不同构造演化阶段的成矿问题。

关键词 沉积建造 矿床 构造演化 古陆边缘 东秦岭

The Development of Sedimentary Buildups and Mineralization in the Eastern Qinling Mountain

ZHANG Zhengwei^{1 3)} YANG Huaizhou²⁾ ZHU Bingquan³⁾

(1)Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang, Guizhou, 550000 ;
2) Zhengzhou Institute of Geo-engineering Prospecting, Ministry of Chemical Industry, Zhengzhou, Henan 450002 ;
3) Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640)

Abstract According to tectonic characteristics of the study area on the southern margin of North China paleocontinent, the geotectonic framework of the area could be divided into five units: ①the Huashan-Xong'er Mountains continental margin belt; ②the Kuanping Late Proterozoic accretion belt of the paleocontinent; ③the Erlangping margin basin zone; ④the Qinling dispersion type island arc terrain; ⑤the sedimentary basins of Nanqinling zone. In the light of the evolutionary stages of the sedimentary formation as well as metallogenesis, it can be classified into: ①the sedimentary formation in the active southern margin of the pre-Mesoproterozoic North China Paleocontinent; ②the sedimentary formation in the Middle-Late Proterozoic inactive continent margin; ③the sedimentary formation in the early Paleozoic converse type continent margin; ④the sedimentary formation in the Paleozoic active margin; ⑤the phase of Mesozoic collision.

Key words sedimentary formation metallogenic assemblage tectonic evolution paleocontinental margin East Qinling Mountain

本文研究的华北古陆块南缘,主要涉及华熊地体(胡受奚等,1998)和北秦岭逆冲推覆构造带(张国伟等,1996),对于南秦岭地区略作涉足。这是因为,在中元古代前,华北地台与西南地台之间隔着古大洋(王鸿祯等,1982),前者属劳亚联合古陆,后者属冈瓦纳古大陆,二者的基底和盖层沉积都有各自独立的演化系统。北秦岭构造带的基底实质上就是华北地块南缘的大陆边缘物质,其形成直接受控于华

北地块前寒武纪的演化。晚古生代,由于华北地台与扬子地台的对接,在拼合部位互相影响。沉积建造的发育是地壳伸张或断陷过程的体现,其间的沉积间断面与之同构造发育的岩浆岩侵位是确定张性构造体制转换为挤压构造体制的标志。本文以古大陆边缘构造体制演化与转换为主线,探索沉积建造演化过程与成矿的耦合。研究工作是初步的,所取得的认识需要进一步商榷,希望批评指正。

本文由国家自然科学基金(编号 40072033)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-SW-125)和国家重点基础研究发展规划项目(编号 G1999043213)资助。

改回日期 2002-4-7,责任编辑:宫月萱。

第一作者 张正伟,1959 年生,博士,研究员,从事区域成矿学和地球化学研究。

1 沉积建造单元概述

以三门峡-宝丰断裂作为华北陆块内部与古大陆边缘的分界线(胡受奚等,1997),从北到南,由不同的分隔构造单元断裂控制各构造单元(图1)。

1.1 古大陆边缘的基底与盖层单元(华-熊陆缘带)

华-熊陆缘带北邻嵩箕地块(华北古陆块内部;胡受奚,1997),以三门峡-宝丰断裂为界,南接黑沟-栾川断裂带,西起陕西省华县,东经河南省小秦岭、崤山、熊耳山、鲁山至舞阳,总体上自西而东呈狭长弧形延伸,长约300 km,宽约20 km。构造层由太古宙和早元古代的结晶基底和中、晚元古代的盖层组成。在华-熊陆缘带,结晶基底主要由太华群所组

成。覆于基底太华群之上的盖层由熊耳群、官道口群、汝阳群、洛峪群、栾川群、陶湾群和少量震旦系地层组成。中新元古界地层发育特点表现为下部陆源碎屑(熊耳群大古石组)、火山岩建造(许山组、鸡蛋坪组、马家河组)至中、上部的碎屑岩、碳酸盐岩建造(官道口群、栾川群、陶湾群等)。

1.2 宽坪群构造单元

该构造单元分布于华-熊陆缘南侧,北面以黑沟-栾川-维摩寺断裂为界,南面以瓦穴子-乔端断裂为界,沉积了3套不同的岩组(总称为宽坪群):绿片岩-斜长角闪岩组(称广东坪组);云母石英片岩-片麻岩(四岔口组)和大理岩组(谢湾组),现在的宽坪地体实质上是中元古代形成的岩石组合被大量的碰

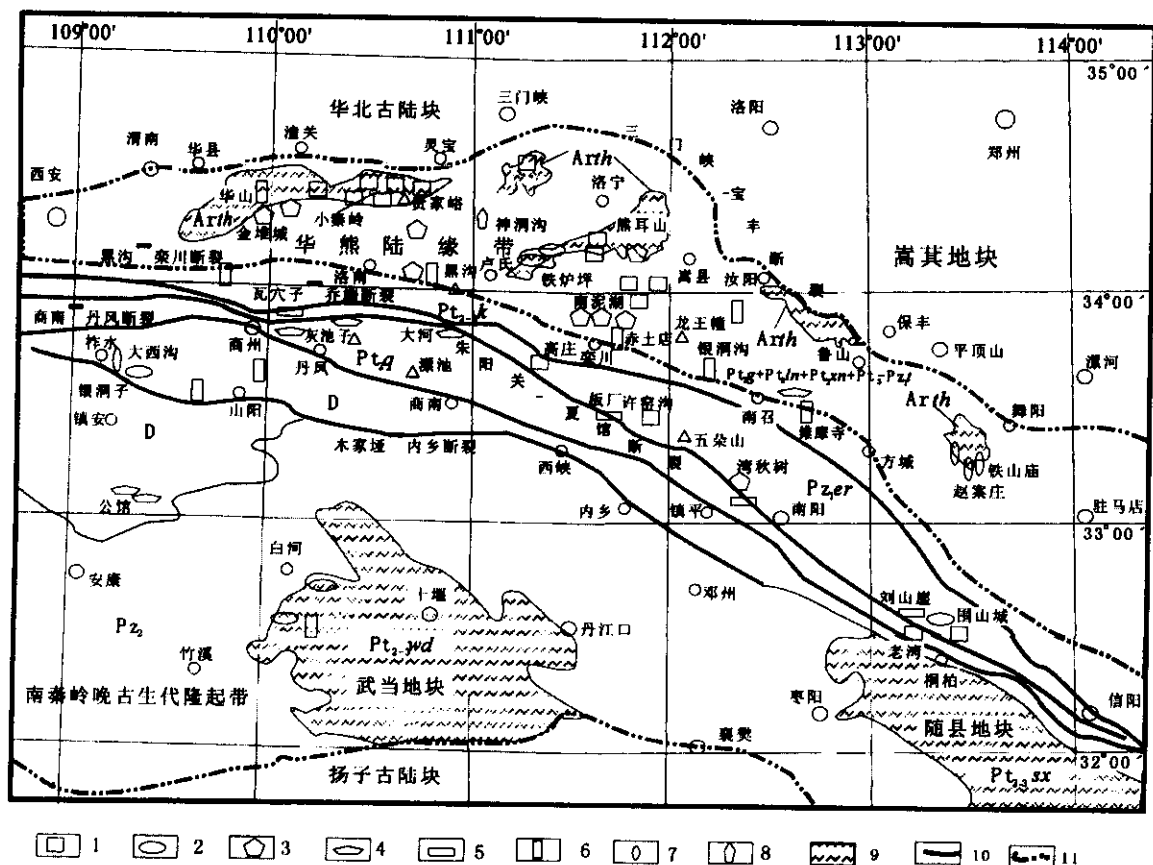


图1 华北古大陆南缘沉积建造单元格架与成矿分布简图

Fig.1 Geotectonic framework of sediment building and distribution of ore deposits in the south margin of north China paleocontinent

1-金矿床 2-银矿床 3-钼矿床 4-锑汞矿床 5-铜矿床 6-铅锌矿床 7-铁矿床 8-锰矿床 9-结晶基底 10-断裂带 11-古大陆边缘带;

Arth-太古界太华群 $Pt_{2.3r}$ -中元古界熊耳群 $Pt_{2.g}$ -中元古界官道口群 Pt_{2-3k} 中、上元古界宽坪群;

$Pt_{2.q}$ -中元古界秦岭南群 $Pt_{3.lc}$ -上元古界栾川群 $Pt_3 + Pz_{1.t}$ -陶湾群 $Pz_{1.er}$ -二郎坪群 D -泥盆统刘岭群 Pz_2 -上古生界沉积建造

1-gold ore deposit 2-silver ore deposit 3-molybdenum ore deposit 4-stibium (Mercury) ore deposit 5-copper ore deposit 6-lead (Zinc) ore deposit ;
7-iron ore deposit 8-manganese ore deposit 9-crystalline basement 10-fault zone 11-ancient continental margin zone ;

Arth-Archaeozoic Taihua Group $Pt_{2.3r}$ -Mesoproterozoic Xiong'er group $Pt_{2.g}$ -Mesoproterozoic Guandaokou group ;

Pt_{2-3k} -Mesoproterozoic and Neoproterozoic Kuanping group $Pt_{2.q}$ -Mesoproterozoic Qinling group $Pt_{3.lc}$ -Neoproterozoic Luanchuan group ;

$Pt_3 + Pz_{1.t}$ -Early Paleozoic Erlangping group D -Devonian Liuling group Pz_2 -Late Paleozoic sedimentary formation

撞(燕山期)消减后的残留部分,本身由强应变带和弱应变域组成(张寿广等,1991)。高山(1990)对其泥砂质岩石的研究认为,其源区分别属海盆北侧的太华群和南侧的秦岭群,当时的古构造环境是华北陆块南缘活动大陆边缘海盆,其中沉积了一套火山-复理石-碳酸盐岩建造。

1.3 二郎坪群构造单元

二郎坪群构造单元分布于中(晚)元古代宽坪陆缘海盆沉积带南侧,其范围包括瓦穴子-乔端以南和朱阳关-夏馆断裂以北的夹持地带,沉积组成主要由复理石和细碧角斑岩建造(符光宏等,1994)。复理石沉积主要包括前人划分的小寨组(云母石英片岩-斜长角闪岩组合,原岩为钙质砂岩)和抱树坪组(云母石英片岩、富铝云母片岩组合,原岩为半深水相的富铝砂泥质沉积)。王润三等(1990)将其总称为石界河群,以富铝的云母片岩为主,反映其形成于陆缘的半深水环境,岩石中富含长石及其他不稳定组分,相当于活动陆缘的复理石建造。

1.4 秦岭群构造单元

秦岭群构造单元范围限定于商丹断裂与朱夏断裂之间,其古构造环境为以大陆地壳碎片为基底的离散型岛弧。作为岛弧带的主要标志是:其上有岛弧型蛇绿岩分布,广泛发育岛弧型中酸性侵入岩,出现高温变质带。从岛弧基底岩系特征看,可能是从华北古陆南缘早元古代陆缘增生带分离出去的一部分碎片(张正伟等,2001)。

1.5 刘岭群构造单元

该构造单元在商丹断裂与木家垭-内乡断裂之间发育一套上古生界中浅区域变质岩系,原岩属海相沉积,在陕西称刘岭群,在河南省称信阳群。在中晚泥盆世的复理石沉积中,主要由一套逾万米的砂板岩、泥灰岩组成的韵律沉积(王润三等,1990)。从交错层倾向和长石含量的变化分析,其物源来自北侧的古秦岭岛弧(王鸿祯等,1982)。

2 沉积建造与成矿特征

2.1 华北陆块南缘太古宙为古陆核边缘活动性沉积

此类型沉积在舞阳地区称赵案庄群,自下而上划分为拉斑玄武岩为主的基性火山岩和火山沉积岩建造、基性-中基性火山沉积-硅铁建造、海相碎屑岩-硅质-碳酸盐岩建造和浅海相碎屑-粘土沉积岩建造。岩石组合主要为混合岩化黑云斜长片麻岩,其次为角闪斜长片麻岩夹超镁铁质岩,源岩为中基性-

中酸性火山岩夹少量沉积岩,在顶部出现磷灰石-蛇纹岩-磁铁矿,形成舞阳赵案庄型铁矿。用U-Pb法测定铁矿石中的磷灰石,获得2 580 Ma的变质年龄,测定黑云角闪斜长片麻岩中锆石获得2 620 Ma的年龄(胡受奚等,1997)。

2.2 早元古代华北陆块南缘为古陆核边缘活动性缓慢沉积

华北陆块南缘的结晶基底,长期被认为是由太古界的太华群等构成。在小秦岭地区,太华群为一套中深区域变质的中基性-中酸性火山-沉积变质岩系。在崤山地区太华群(有人称崤山群)是一套变质较浅,保存较好的火山碎屑结构的绿片岩带,其下部为中基性火山-沉积岩系夹大理岩透镜体,上部为火山碎屑岩沉积-粘土沉积岩系间夹中酸性火山凝灰岩。在熊耳山地区太华群主要为混合岩-花岗岩穹窿,由变质岩、混合花岗岩和花岗岩所组成,四周覆盖中元古界熊耳群火山岩。在鲁山地区,自下而上分别为条带状混合岩(源岩为大洋型拉斑基性火山岩)、黑云角闪斜长片麻岩(源岩为深海拉斑玄武岩)、长石石英砂岩、大理岩和浅粒岩构成。岩石组合除了基性-中基性火山岩、火山沉积岩-硅铁建造外,出现碳酸盐岩-海相碎屑岩-硅质泥岩沉积,标志着火山活动的减弱和海相化学沉积的开始,大量的石墨-大理岩及厚层状大理岩的出现标志着生物活动的增强。在舞阳地区,普遍发育铁山庙式铁矿-鞍山式铁矿。在小秦岭地区,阎家峪组基性火山岩建造是小秦岭石英脉型金矿的主要赋矿围岩,上覆观音堂组的泥质碎屑岩建造显示了以陆缘滨海相为主的沉积特点。

2.3 中-新元古代华北陆块南缘为拉张构造体制下的被动陆缘

被动陆缘发育特点表现为下部陆源碎屑(熊耳群大古石组)火山岩建造(许山组,鸡蛋坪组,马家河组),中、上部碎屑岩、碳酸盐岩建造(官道口群,栾川群,陶湾群等)。吕梁运动(1 800 Ma)以后,以黑沟-栾川断裂作为南部边界的华北古陆以内硅铝造山作用结束了活动陆缘沉积,在稳定陆壳上出现了大陆裂谷,堆积了熊耳群为代表的陆相为主火山岩系。由钾质细碧岩、钾质石英角斑岩和钾质角斑岩组成,主体由中基性、中酸性熔岩构成,富含碱质和REE,具明显的双峰模式,属碱性到钙碱性玄武岩序列。已进行的同位素测年方法多为Rb-Sr法,年龄集中在1 700~1 400 Ma(胡受奚等,1997)。

根据秦岭群的海相碎屑岩-碳酸盐岩建造特征

(石墨大理岩、富铝粘土沉积层、科马提岩)底砾岩组构与成分等,可与华-熊陆缘带的早元古代的沉积建造对比(相当于舞阳地区下元古界铁山庙组、鲁山地区水滴沟组、小秦岭地区阎家峪组等),从同位素年龄数据分析,大体有相同的频率范围。因此可以推测熊-熊运动(1 400 Ma)结束了熊耳裂谷的发育,在其南侧发生新的地幔热流上涌作用,使南侧的古秦岭群向南部的古秦岭洋迁移,形成离散型岛弧,在弧后的扩张带形成了边缘海盆古构造环境的拉斑玄武岩-复理石-碳酸盐岩建造——宽坪群(张寿广等, 1991),同时在熊耳群火山岩南侧的大陆缘斜坡上形成了中元古代晚期的浅-滨海相陆源碎屑-碳酸盐岩建造——官道口群,它们的形成时间大约在 1 400~1 000 Ma。

新元古代的拉张构造环境沉积发生在晋宁运动(1 050 Ma)之后,贵家峪和龙王幢(1 035 Ma;卢欣祥, 1998)两个花岗岩体都表现为“A”型特征,反映造山期后的松弛环境,以此为开端,在官道口群之上发生了稳定大陆边缘凹陷的栾川群碎屑岩-碳酸盐岩沉积建造。华-熊陆缘带中、新元古代的熊耳群火山岩和栾川群碎屑岩-碳酸盐岩建造的岩相建造组合特征表明,其经历了初始裂谷系发生到边缘裂陷构造的发展过程(王志光等, 1997)。

2.4 加里东早期华北古陆南缘由被动陆缘转化为活动陆缘

经晚晋宁运动后,开始进入加里东旋回(750~400 Ma;胡受奚等, 1997)。在新元古代末期形成了一套拉张构造环境的富碱岩岩浆岩组合,由碱性岩、碱性花岗岩和高钾正长斑岩构成一条沿黑沟-栾川断裂带北侧分布的富碱岩岩浆带(张正伟等, 2000)形成时代在 700 Ma 左右,标志着晚晋宁期华北古陆南缘构造热事件,即叶舞运动(720 Ma 相当于澄江运动,造成了新元古代震旦系与下伏青白口群之间的平行不整合)的结束和加里东早期拉张构造作用的开始。反映在沉积建造方面表现为沿栾川新元古代裂谷南侧,继承性陆缘凹陷沿大陆斜坡沉积了陆棚相的陶湾群碎屑岩-碳酸盐岩建造。在宽坪群南侧,由于此时的南秦岭已开始向北俯冲,在古秦岭岛弧与宽坪群之间的弧后拉张作用,出现以二郎坪群为代表的陆缘断陷海盆沉积,从二郎坪群细碧角斑岩-复理石建造特征和岩石类型分析,其构造环境相当于陆缘裂陷向小洋盆转化的过程。这个时期成矿的最主要特点是细碧角斑岩型铜锌矿(刘山崖铜矿)和与碳质岩系有关的围山城金银矿床。随着扬子板

块继续向北俯冲,秦岭古岛弧与华北古陆碰撞,加里东褶皱造山作用开始,碰撞同熔型花岗岩(513 Ma;胡受奚等, 1997)和大规模花岗岩浆活动(五朵山、漂池、灰池子花岗岩基分别定位于二郎坪群和秦岭群,频率年龄 410 Ma 左右;卢欣祥等, 1998),作为一个挤压构造环境的时间性标志,华北古陆南缘的构造转换期应该在 500~550 Ma 之间。

2.5 早古生代华北陆块南缘转化为太平洋型的活动大陆边缘

自古生代初陆缘构造体制转换以后,在早古生代末,发生加里东褶皱陆缘造山,二郎坪断陷海盆关闭,这时的秦岭古岛弧与二郎坪群和宽坪群构成北秦岭造山带,形成华北古陆南缘的增生带。这个时期形成的矿床主要与中酸性岩浆活动和构造作用流体运移有关。如二郎坪群中的高庄金矿和许窑沟金矿床都与花岗岩活动有关。这个时期在扬子板块北缘,晚元古代的毛堂群火山-碎屑岩建造与其南侧的地层和北侧的“陡岭地块”一起拼贴在扬子陆块北缘,构成扬子北缘增生带。

2.6 晚古生代古秦岭洋壳俯冲消减

泥盆纪时,洋壳基本消减殆尽,在代表缝合带的商丹断裂和岩带南侧,发育大陆斜坡的海相复理石沉积,沉积深度自南向北变深,沉积厚度自北向南由厚变薄,长石及岩屑组分逐渐被成熟度较高的石英砂岩代替,表明断陷海盆由北向南逐渐变浅(王润三等, 1990)。物源来自北侧的秦岭岛弧(王鸿祯等, 1982),反映当时的扬子板块向北俯冲于华北板块南缘之下。至石炭纪初,两板块开始碰撞,海水退出,大洋逐渐封闭,仅在大别山的杨山一带“残留”了石炭纪海-陆相的杨山煤系地层。二叠纪时,两板块最终缝合在一起,缝合时间由东向西逐渐延至三叠纪。在成矿方面,西段刘岭群形成期岩浆活动微弱,故中低温热液活动普遍,巨厚的砂板岩、泥灰岩沉积和构造为热水沉积型矿床创造了良好条件,形成黑沟-银洞子铅锌银多金属矿床和公馆汞锑矿床,东段信阳群火山活动增强,形成老湾金、铅锌矿床的初始矿源层。

2.7 中生代扬子板块与华北板块拼接

中生代扬子板块与华北板块已经拼接,并进一步发生陆内“A”型俯冲。缝合线两侧岩石地层发生褶皱和逆冲推覆,形成不同岩性、不同建造特征的地质体,紧密挤堆叠置在一起,造成了秦岭-桐柏碰撞型造山带。由“A”型俯冲所产生的“对花岗岩带”(胡志宏等, 1990),集中产出了东秦岭地区最重要的

钼钨铜铅锌和金银矿床。另外,小秦岭金矿田、桐柏金银铜矿集区和熊耳山金银矿田,虽然初始成矿作用已经发生,但在中生代“A”型碰撞造山过程中,受构造-流体作用影响,成矿流体再迁移分配,对“原矿床”进行了改造、叠加成矿或者破坏,使得这些矿田(或矿集区)的成矿系统变得更加复杂化。新生代时期,受太平洋板块的影响,华北古陆南缘构造型式表现为近SN向的深部构造作用,一系列的阶梯状的断裂形成地堑和地垒系。如近SN向的卢氏、洛宁、嵩县和南阳盆地,均为深部断裂的张扭作用形成。

3 沉积建造演化与成矿讨论

华北古陆南缘前长城纪为古陆核活动性边缘沉积,基底建造特征表现为太古宙古陆核边缘洋壳转变为陆壳的增生过程,其演化过程中形成了舞阳铁矿和小秦岭金矿初始矿源层。中、新元古代为被动大陆边缘拉张构造体制下的古陆缘增生过程,盖层构造演化的过程是在被动大陆边缘拉张构造体制下进行的(孙枢,1981)。除了熊耳群火山岩喷发沉积过程中形成岩浆型的Cu、Pb、Zn、Au矿床外,官道口群、汝阳群、栾川群、陶湾群和震旦系属于古大陆边缘的滨海、浅海或陆棚海相的正常稳定沉积(关保德等,1996),其演化过程中主要形成了与沉积有关的神洞沟沉积型锰矿、赤土店铅锌矿床,宽坪地体作为陆缘弧后背盆沉积以后,经历了从低绿片岩相到低角闪岩相的区域动力热流变质作用和后期构造热事件(张寿广等,1991)。在演化过程中,主要形成了沉积建造上部谢湾组大理岩中的维摩寺和银洞沟等铅锌矿床。

早加里东期是构造体制从张性转换为挤压性的过渡期,侵位于二郎坪群中的五朵山和漂池花岗岩等均属加里东期,岩体形成时代大多数为加里东晚期(380~420 Ma;卢欣祥,1998),代表挤压构造环境的花岗岩浆活动时代限定了二郎坪地体从拉张构造背景转换为挤压构造背景的上限,因此,从晋宁期末(700 Ma左右)的栾川陆缘裂谷的拉张作用开始到400 Ma代表挤压环境的花岗岩浆活动期间,是华北古陆南缘从拉张体制到挤压体制转换的过程。

古生代是以挤压体制下的主动大陆边缘消减过程,秦岭群沉积建造记录了从中元古代张性构造体制下的被动大陆边缘经加里东早期的构造转化到挤压体制下的主动大陆边缘的过程,根据发育的同熔型花岗岩年龄为550 Ma(胡受奚等,1988)的证据,说明在其时古大陆边缘构造环境转换已进入挤压构

造体制下的活动大陆边缘阶段,产生了板厂、秋树湾花岗斑岩,形成了斑岩型铜钼矿床。由于北秦岭经历了多次变质变形构造作用,形成的沉积建造和岩石组合被移位和肢解,现存的成矿现象比较明显的是与沉积盆地有关的热水沉积型矿床,如公馆汞锑矿床,大西沟重晶石-黄铁矿和银洞子银矿床。

中生代华北古陆与扬子古陆在秦岭拼合,是陆内碰撞“A”型造山期,由于扬子陆块北缘作为俯冲盘下伏于华北陆块,壳幔作用的活动带和构造作用集中带发生在商丹断裂北侧,在成矿方面,矿化集中在华北陆块南缘华-熊陆缘带和北秦岭,成矿作用表现为构造-流体成矿和岩浆-流体成矿两大方式。第一种以大河锑矿床、老湾金矿床等韧性剪切构造成矿作用为主导型式,形成大河沟锑砷矿床(Yang, 1999)、老湾金矿床;第二种以陕西省金堆城至河南省栾川燕山期中酸性小岩体钼钨、铜、铅锌、银、金矿床的岩浆-流体成矿作用为主导型式,形成著名的金堆城-南泥湖钼钨矿床。晚白垩世(100 Ma)开始,秦岭伸展抬升,受SN向地球物理梯度带控制(Zhang, 2000),秦岭-大别EW向裂解、扭切、表现为受太平洋板块影响的深部构造格局。

参 考 文 献

- 符光宏. 1994. 河南省秦岭-大别造山带地质构造与成矿规律. 郑州: 河南科技出版社, 1~300.
- 高山, 张本仁, 骆庭川等. 1990. 秦岭造山带及其邻区大陆地壳的结构与成分研究. 见: 张本仁等著. 秦巴区域地球化学文集. 武汉: 中国地质大学出版社, 33~48.
- 关保德. 1996. 河南华北地台南缘前寒武纪-早寒武世地质和成矿. 武汉: 中国地质大学出版社, 1~325.
- 胡受奚, 赵懿英, 徐金方等. 1997. 华北地台金矿成矿地质. 北京: 科学出版社, 1~220.
- 胡志宏. 1990. 东秦岭北部燕山期挤压-俯冲背景的A-型生花岗岩带. 岩石学报(1): 1~12.
- 卢欣祥. 1998. 秦岭花岗岩揭示的造山过程——秦岭花岗岩研究进展. 地球科学进展, 13(2): 213~214.
- 孙枢, 从柏林, 李继亮. 1981. 豫陕中-晚元古代沉积盆地. 地质科学, 26(4): 314~322.
- 王鸿祯, 徐成彦, 周正国. 1982. 东秦岭古海两侧大陆边缘的构造发展. 地质学报, 56(3): 270~279.
- 王润三, 刘文荣. 1990. 二郎坪群蛇绿岩的产出环境. 见: 刘国惠, 张寿广主编. 秦岭-大巴山地质论文集(1) 变质地质. 北京: 科学技术出版社, 154~166.
- 王志光. 1997. 华北地块南缘地质构造演化与成矿. 北京: 冶金工业出版社, 1~310.
- 张国伟. 1996. 秦岭造山带大地构造图. 北京: 科学出版社.
- 张寿广, 万渝生. 1991. 北秦岭宽坪群变质地质. 北京: 科学技术出版

社,1~119.

- 张正伟,翟裕生,邓军等. 2001. 华北古陆块南缘成矿作用. 地球学报, 22(2):129~134.
- 张正伟,朱炳泉. 2000. 东秦岭富碱侵入岩 Nd、Sr、Pb 地球化学及地质意义. 地球化学, 29(5):455~461.

References

- Fu Guanghong. 1994. Geotectonic and orderliness of the minerlization in Qinling-Dabie belt ,Henan Province. Zhengzhou : Henan Scientific and Technical Publishing House (in Chinese).
- Gao Shan ,Zhang Benren ,Luo Tingchuan et al. 1990. Crustal structure and component on the continent in Qinling belt and adjacent area. Editer Zhang Benren et al. Geochemistry Corpus on Qinba area. Wuhan : Press of China University of Geosciences 33~48 (in Chinese).
- Guan Baode. 1996. Precambrian-Lowercambrian geology and Mineralization in the south margin of north china paleocontinent ,Henan Province. Wuhan : Press of China University of Geosciences ,1 ~ 325 (in Chinese with English abstract).
- Hu Shouxi ,Zhao Yiying ,Xu Jinfang et al. 1997. Geology of gold mineralization of north China platform. Beijing : Scientific Publishing House ,102~103 (in Chinese with English abstract).
- Hu Zhihong. 1990. A-twinborn granites belt on setting for Yanshanzoic tectonic press-swoop in northern Qinling. Acta Lithologica Sinica , (1):1~12 (in Chinese).
- Lu Xinxiang. 1998. Building mountain process revealed by granites in Qinling-studies evolution in granites in Qinling area. Geosciences Evolution ,13(2):213~214 (in Chinese with English abstract).
- Sun Shu ,Cong Buolin ,Li Jiliang. 1981. Meso-Neoproterozoic sediment basin. Geosciences 26(4):314~322 (in Chinese).
- Wang Hongzhen ,Xu Chengyan ,Zhou Zhengguo. 1982. Construct evolution of ambilateal continent of ancient sea in east Qinling. Acta Geologica Sinica 56(3):270~279 (in Chinese).
- Wang Runsan ,Liu Wenrong. 1990. Circumstances of Erlangping Group. Editor in chief :Liu Guohuei ,Zhang Shouguang. Geologic treatises in Qinling-Dabashan (1) Geometamorphoses. Beijing :Scientific and Technical Publishing House ,154~166 (in Chinese).
- Wang Zhiguang ,CuiBo ,Xu Mengluo et al. 1997. The Tectonic Evolution and Mineralization in the South Margin of North China Block. Beijing : Metallurgical Industry Press ,1 ~ 310 (in Chinese with English abstract).
- Yang Xiaoyong ,Yang Xuoming ,Zhang Jianjun et al. 1999. Metallogenic geochemistry of Sb mineralization in southern margin of North China platform. Chinese Science Bulletin , 4(Sup.) :17~18.
- Zhang Guowei. 1996. Structure map of the Qinling belt. Beijing : Scientific Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Zhang Shouguang ,Wan Yusheng. 1991. Geometamorphoses of Kuanping Group Northern Qinling ,China. Beijing :Scientific and Technical Publishing House 1~119 (in Chinese).
- Zhang Zhengwei , Zhu Bingquan , Cai Keqin. 2000. The lead isotopic steep-dipping zone and mineralization an example from the mineral deposits concentrated area in east Qinling , China. Journal of China University of Geosciences , 11(1) 287~294.
- Zhang Zhengwei , Zhu Bingquan. 2000. Nd ,Sr ,Pbisotopic geochemistry of the alkali-rich intrusive rocks in East Qinling ,China and its tectonic significance. Geochimica 29(5):455~461 (in Chinese).
- Zhang Zhengwei ,Zhai Yusheng ,Deng Jun et al. 2001. Metallogenic in the south margin of north china paleocontinent. Acta Geoscientia Sinica 22(2):129~134 (in Chinese with English abstract).