

361-368

中条山—塔儿山成矿带 Cu-Fe-Au

矿床成矿系列及成矿模式

p618.5/10.5
p618.4/10.5

陈平^①

陈俊明[✓] 李瑞俭

(山西地质矿产勘查开发局)

(山西省地质科学研究所)

A

摘要 中条山—塔儿山成矿带属滨西太平洋成矿域华北断块金、银、铜、铅、锌、锰、铝土矿、金刚石成矿区中的3级成矿带，其中包括2个成矿系列、7个成矿亚系列和11个矿床式。2个成矿系列具有成矿世代的“双层性”、成矿物质来源的二元性、成矿作用的三阶段和矿化带展布与地质构造单元的趋近性等一系列特征。

关键词 中条山—塔儿山，成矿带，铜铁矿床，成矿系列，成矿模式

铜矿床，铁矿床

中条山—塔儿山成矿带属滨西太平洋成矿域华北断块金、银、铜、铅、锌、锰、铝土矿、金刚石成矿区中的3级成矿带之一，北东向纵贯中条山区，面积约5600 km²。晋西南有与岩浆杂岩体有关的一系列岩金矿床；中条山区为我国16个大型铜矿集中区之一。塔儿山区又是岩浆热液交代和叠加改造型高镁富铁矿床的集中区。整个成矿带形如“一条金头、铜身、铁尾巴的巨龙”，这是古人对此成矿带成矿系列最简洁的概括。

1 地质构造背景

该成矿带位于华北断块豫皖次级断块西部，太行山上地幔变异隆起区，沁水上地幔缓坡区和桑汾上地幔起伏区三交点之南，太行山上地幔变异隆起区由南北向转为南西向，该成矿带位于其西部边缘。成矿带走向平行于太平洋与欧亚板块间的俯冲带。成矿地质条件见表1。

2 成矿系列划分

据程裕淇和陈毓川等矿床学家所确立的成矿系列划分原则及本成矿带地区性特征，将中条山区前长城纪变质陆源沉积-火山热液-再造铜(金、铅、钴)矿床和(含塔儿山区)晋西南以燕山期岩浆热液为主旋律的铜、铁、金矿床分别作为2个成矿系列，归属一个矿床成矿系列，7个成矿亚系列和11个矿床式(表2)。

• 本文是地矿部“八五”重要基础性研究“中国主要成矿区带矿床成矿系列成矿模式”中的子课题“山西主要成矿区带矿床成矿系列成矿模式”的部分成果。项目编号：85-02-214-21

① 作者简介：陈平，男，58岁，1957年毕业于南京大学地质系，教授级高级工程师，地质矿产研究所，太原市长治路63号。Tel: (0351) 4043615-390, Fax: (0351) 4041401

收稿日期：1995-09-30

表1 中条山区前长城纪构造地层表

Table 1 Pre-changcheng structure and strata of Zhongtiao mountain area

地 层				岩 性	厚 度 (m)	变 质 相	构造层及其特征		矿床式										
代	群	组	代号				构造层	变形特征											
中元古代	长城系下统	汝阳群	云梦山组	Ch _{1y}	紫红色石英岩状砂岩夹页岩	0~591	未变质	地台型盖层构造单元	构造变形简单、脆性断裂发育、具地台型火山-沉积建造特征	炉渣坪式									
		西阳河群	马家河组	Ch _{1m}	安山岩、辉石安山岩夹薄层砂页岩	0~2100													
			许山组	Ch _{1x}	辉石安山岩、安山岩,上部夹流纹岩	0~3000													
			大古石组	Ch _{1d}	砂砾岩、长石砂岩、紫红色泥页岩	0~100													
古元古代	中条运动 (1800 Ma)	担山石群	沙金河组	Ds	砾岩夹页岩及薄层不纯石英岩	20~250	次绿片岩相	中条构造片体	变形简单,脆性断裂发育,山前磨拉石沉积建造	虎坪式									
			西峰山组	Dx	石英岩	100~295													
			周家沟组	Dz	砂岩,顶部夹石英岩	10~185													
	中条群	中条群	余家山组	Ht _{1a}	厚层白云石大理岩、下部夹黑色炭质片岩	300~2000			绿片岩相	中条构造片体	变形弱,褶皱开阔 ——DF _y —— 上部为典型的钙质糜棱岩;中下部剪切褶皱发育,透入性顺层片理化带,原层理面多被千糜状构造片理置换 ——DF—— 顺层掩卧褶皱发育,小褶皱翼部强烈拉薄,转折端加厚,见轴褶皱,具明显流动构造,为构造片岩带 ——DF _j ——	胡家峪—篦子沟式							
			篦子沟组	Ht _{1b}	上部黑色炭质片岩,夹薄层大理岩;中、下部石榴云片岩、黑色片岩、薄层大理岩,局部夹微层石英电气石岩,底部为钠长浅粒岩、黑云石英白云石大理岩和钠长石英白云石大理岩	20~950													
			余元下组	Ht _{1a}	白云石大理岩,上部夹钙质云母片岩、黑色片岩和磁铁矿大理岩	20~100													
			龙峪组	Ht _{1l}	砂质板岩和钙质云母片岩,上部夹不纯大理岩	60~300													
			界牌梁组	Ht _{1q}	砾岩、石英岩	150~173													
			新太古代	五台运动 (2500 Ma)	铜峪亚群	宋家山组							J _{2s}	砾岩、石英岩、绢片岩、凝灰质大理岩和层凝灰岩互层,夹中基性熔岩、细碧角斑岩、绿泥片岩	1800±	绿片岩相	铜峪构造层	线性同斜褶皱和韧性剪切断裂发育,地层常倒转,倾角较陡	铜峪式
						竖井沟组							J _{2s}	变钾质酸性火山岩	1200				
西井沟组	J _{2x}	变钾质基性火山岩				800±													
骆驼峰组	J _{2l}	绢英(片)岩。上部夹变石英晶屑凝灰岩(含砂岩),并有变石英斑岩和变石英二长斑岩侵入;中部夹多层变钾质基性火山岩,并有岩浆分异的变辉绿岩(含矿)侵入				1300													
圆头山组	J _{2y}	绢英(片)岩																	
后山村组	J _{2h}	(含砾)石英岩																	
新太古代	凉水运动 (2850 Ma)	横岭关亚群	铜凹组	J _{1c}	绢英(片)岩、石榴云母片岩,夹基性侵入体、绢英片岩、石墨绢片岩	270~1000	高角闪岩相	横岭关构造层	线性同斜褶皱和韧性剪切带发育	横岭关式									
			平头岭组	J _{1p}	砾岩、石英岩	10~89													
			凉水杂岩		强烈混合岩化的火山-沉积变质岩。同构造期重熔花岗岩、基性与超基性岩脉	>5000					凉水构造片体	强烈剪切特征的构造片糜岩和构造片理化带							
古太古代			稷王山麻粒岩			麻粒岩相	古陆核												

表2 中条山—塔儿山成矿带铜铁金矿床成矿系列

Table 2 Cu, Fe and Au metallogenic series of Zhongtiaoshan-Ta'ershan metallogenic zone

矿床成矿亚系列	矿床式	成矿元素	构造单元	围岩或含矿岩石	岩浆岩	成矿时代	成矿物质来源	成因类型	代表性矿床		
I 中生代燕山期岩浆热液铜、铁、金矿床成矿系列											
I-2 与中酸性岩浆活动有关的金矿床成矿亚系列	胡家沟式	Cu 伴生 Ag 和 Au	中条山断隆南西端	凉水杂岩	花岗岩	燕山早期	岩浆和热液	中低温热液型	(1)胡家沟, (2)姬家窑, (3)蚕房, (4)任家窑		
	东峰顶式	Au 伴生 Ag			正长岩类	燕山晚期	岩浆和热液	中低温热液型	(5)东峰顶, (6)南角, (7)山顶上		
	I-1 与中偏碱性浅成岩杂岩体有关的铜、铁、金矿床成矿亚系列	四家湾式	Cu Fe Mo 伴生 Au	汾渭裂谷临汾盆地九原山—塔儿山次级隆起	奥陶系上马家沟组白云岩、白云质灰岩夹青盐层	石英二长岩类	燕山中期	接触交代型	(8)四家湾, (9)刁儿凹		
		洋山式	Fe		山西式铁矿	二长岩类	燕山早期	岩浆热液	叠加改造, 热液充填	(10)北山角, (11)北峰, (12)张家坡, (13)南畔	
塔儿山式	Fe	奥陶系上马家沟组白云质灰岩和灰质白云岩	接触交代型		(14)尖兵村, (15)董家洼, (16)大王, (17)半山, (18)半山里, (19)张家湾, (20)尖豹间						
I 前长城纪受变质火山热液-陆源沉积-再造铜(金、钼、钴)矿床成矿系列											
I-5 中低温热液脉型铜矿床成矿亚系列	炉渣坪式	Cu 伴生 Au	中条山构造片体	西阳河组碎屑中-基性火山岩	辉石安山岩、安山岩流纹	中元古代	岩浆热液	中-低温热液脉型	(21)炉渣坪		
I-4 受变质的基性岩热液型铜矿床成矿亚系列	虎坪式	Cu		凉水构造片体	黑云角闪片岩、黑云片岩、斜长角闪岩	辉长岩、辉绿岩	中末运动期	岩浆热液	(22)虎坪, (23)白峪口		
I-3 受变质的热液-沉积-再造型铜矿床成矿亚系列	胡家沟式	Cu 伴生 Co 和 Au		中条山构造片体	隗子沟组钠长闪长岩、黑云石英白云石大理岩和钠长石英白云石大理岩	远山火成岩	古元古代	岩浆热液正常沉积	热水-沉积-再造型	(24)刘庄泊, (25)隗子岭, (26)隗子沟, (27)桐木沟, (28)店头, (29)胡家峪, (30)小东沟, (31)毕家沟	
	落家河式	Cu				宋家山组绿泥片岩、石墨片岩、石墨绿泥片岩	富钠角闪岩、辉绿岩	新太古代	岩浆热液	海底火山热液沉积-再造型	(32)落家河
I-2 受变质的火山热液-再造型铜矿床成矿亚系列	铜矿峪式	Cu 伴生 Co	铜矿峪构造层			西井沟组黑云片岩、角闪黑云片岩、绿泥片岩	变花斑英安岩和变花斑辉绿岩	富钾酸性火山岩	岩浆热液	基性岩浆热液型	(33) E号矿体
		Cu					西井沟组黑云片岩、角闪黑云片岩、绿泥片岩	富钾酸性火山岩		火山热液交代-再造型	铜矿峪
		Cu 伴生 Mo 和 Au		骆驼峰组变石英晶屑灰岩、绢英(片)岩	富钾酸性火山岩		铜矿峪	4,5号矿体(主矿体)			
I-1 受变质的沉积-再造型铜矿床成矿亚系列	横岭关式	Cu 伴生 Co		横岭关构造层	铜凹组二云片岩、云母石英片岩、石榴子石云母片岩		变形的分解绿岩	古元古代	陆源	受变质沉积-再造型	(34)庙圪塔, (35)东沟, (36)铜凹—山神庙, (37)凉水泉, (38)胆矾沟, (39)老豹窝, (40)八宝滩

3 成矿作用演化与成矿模式

3.1 成矿作用的演化规律

从表2中看出,中条山—塔儿山成矿带铜、铁、金矿床分别形成于两个世代,即华北断块萌生期和激发活化期。两个成矿期的演化规律及主导因素显著不同,但又有内在联系且分布在同一构造单元中。

中条山区前长城纪的地壳演化历史,是一个以稷王山为古陆核,不同时代构造片体(褶皱-剪切系)为增生边缘,逐渐向东拓展的地史发展演化过程。不同构造环境中的沉积-火山作用是成矿作用的主旋律,随着地壳成熟度的不断提高发生着规律性变化,含矿建造:含碳的泥质-半泥质浅海正常沉积→富钾双峰态火山沉积和富钠细碧岩、细碧质火山碎屑沉积→深水滞流盆地热水沉积和炭泥质沉积→变质基性杂岩体演化;矿床类型:陆源浅海正常沉积→火山热液交代→热水沉积→基性岩浆热液→热液矿脉;矿床规模:由中小型→特大型→大型→小型。中条运动对既成矿床的再造由横岭关式、落家河式与铜矿峪式、胡篦式逐次增强。这个演化过程从新太古代绛县期(<2850 Ma)开始,至中条运动(1800 Ma)结束,大约经历了约1100 Ma的地史过程。

新太古代早期,涑水杂岩由变质较深并经混合岩化的火山-沉积岩系以及古老花岗质岩体和镁铁质、超镁铁质岩体组成。这些初始层状上壳岩系含有易释放的铜、铁、金等各种成矿物质,从而构成区内铜、铁、金成矿系列的原始矿源层,最明显的例子莫过于横岭关式铜矿床和胡家沟式金矿床等。

新太古代晚期,绛县群下部伴随泥质-半泥质沉积岩系有以横岭关式为代表的陆缘断陷盆地同生沉积铜矿床。依其上下层位关系应为2600 Ma以前的产物。上部层序代表陆缘最大断陷时期,形成以富钾双峰态基性火山岩系和富钠细碧岩-细碧质火山碎屑岩火山沉积建造,以及分别与其相当的铜矿峪式和落家河式铜矿床。此时为中条山铜矿形成的鼎盛时期。成矿物质以幔源为主,容矿岩石年龄为2600~2500 Ma。铜矿峪铜矿之所以能够成为特大型矿床,一是因它有充足的成矿物质来源,二是因其为复合矿床。

五台运动(2500 Ma)结束了绛县群成岩(矿)历史之后,新的陆缘断陷使古海盆东移扩大,形成中条群碎屑岩-泥质岩-碳酸盐海侵序列。其中篦子沟组(表1)为余元下组和余家山组两次海侵间短暂的海退过渡岩系,形成于海底局限滞流盆地环境,为正常沉积和热水沉积交互的产物,伴有条带(纹)状铜矿形成——即胡-篦式早期矿化。

中条运动是铜矿成矿过程中一次重要的热事件,前述的各矿床式中的晚期脉型矿化及虎坪式铜矿床皆因此而成。但所有这一切再造,并没有从根本上改变既成矿床受建造、岩相、岩性控制的层控特征,无更多新的成矿物质组分加入。中条运动完成了本区的克拉通化,也结束了前长城纪铜矿成矿的历史。

自华北断块激发活化期被卷入滨西太平洋构造域后,在以燕山期构造-岩浆活动为主导因素的制约下,形成与前截然不同的两个成矿亚系列,即成矿带北部塔儿山区与中偏碱性侵入杂岩体有关的铁、铜、金矿床成矿亚系列和晋西南与中酸性侵入杂岩体有关的金矿床成矿亚系列,构成岩浆热液铁、铜、金矿床成矿系列。

就全省范围看,与偏碱性或碱性侵入杂岩体相关的矿床亚系列主要分布在北纬38°带以

南。在偏碱性的基性岩、偏碱性的中性岩、偏碱性的酸性岩、碱性岩序列中,塔儿山地区仅相当于这个序列中靠前的岩石组合,形成于燕山早期Ⅱ阶段(170~150 Ma)至燕山晚期Ⅰ阶段(120~110 Ma)。从早期至晚期呈现规律性变化,即从正长闪长岩类、石英二长岩类、正长岩类,依次其侵位不断升高,规模渐小,矿床组合由铁矿床向铁-铜矿床-铜-钼-金矿床向金矿床演化。

与中酸性侵入杂岩体相关的矿床亚系列主要分布在五台山—恒山、华北断块北缘西段和晋西南等3个地区。晋西南的中生代中酸性侵入岩集中分布和出露在以下几处:万荣孤山、临猗大嶺山和此成矿带内的蚕房、相家窑、银洞梁以及靖家山凤凰咀、垣曲王茅(均为花岗闪长岩)、望仙(正长闪长岩)、大西沟(二长花岗岩)、三门峡(石英闪长玢岩)、南头岭(花岗斑岩)等地。它们主要形成于燕山早期-燕山中期。与蚕房、相家窑、银洞梁及苍龙峪隐伏岩体有关的金矿床包括构造蚀变岩型和石英脉型,多数形成于中晚期岩浆热液阶段,受构造断裂控制。

有意义的是,这两个成矿系列皆产在涑水杂岩同一基底之上,并且保持了成矿元素的一致性。燕山期岩浆热液铜、铁、金矿床成矿系列多分布在由前长城纪受变质火山热液-陆源沉积-再造铜(金、钼、钴)矿床成矿系列构成的古隆起周围脆性断裂发育的地域。基底岩石和既成矿床可能对燕山期岩浆热液矿床有继承性影响,后者又复合在前者之上,从而构成一个较典型的成矿系列组合。这个成矿系列中的铜、铁、金矿床都具有成矿世代的“双层性”、成矿系列和物质来源的“二元性”和成矿时间的“三阶段性”。这种特征在山西,甚至整个华北断块区都有它的普遍意义。

3.2 成矿模式

3.2.1 前长城纪变质火山热液-陆源沉积-再造铜(金、钼、钴)矿床成矿模式

横岭关式铜矿床成矿模式如图1所示。此模式强调:①分早期陆源沉积和晚期中条运动的再造2个成矿阶段;②早期成矿阶段形成于陆缘初始断陷的浅海环境横岭关构造层内。铜凹组为赋矿层位,矿体呈层状或似层状,成矿物质来自陆源,同生沉积成因;③晚期中条运动再造成矿阶段,主要表现为基性岩浆热动力的影响。区域变形变质热液对既成矿体的再造不明显。

铜矿峪式和落家河式铜矿床成矿模式强调:①二矿床式均属火山热液交代成因,但分属富钾双峰态火山岩和富钠细碧岩不同的岩浆系列;②形成于陆缘强烈断陷和火山活动时期的铜矿峪构造层内。骆驼峰组石英晶屑凝灰岩为铜矿峪式铜矿床主要赋矿层位与容矿岩石。落家河式铜矿床容矿主岩为宋家山组绿泥片岩;③火山热液交代(沉积)成因,初始成矿流体来自幔源岩浆系统,运移过程中不断有它源物质与海水、变质水混入;④构造、火山喷发和岩浆侵入等一体化过程对矿床形成的联合控制;⑤复合成矿;⑥分两个成矿阶段,中条期奥长花岗岩岩浆热液(落家河矿区)和区域变质变形热液(铜矿峪矿区)对既成矿化的再造较为明显。

胡-篦式铜矿床成矿模式强调:①形成于古元古代陆缘断陷深水滞流盆地中;②篦子沟组黑色片岩含铜建造为含矿层位,富钠的凝灰质沉积岩为主要容矿岩石;③早期成矿阶段形成于海底还原环境,成矿溶液富含硅、钠、硼、镁、碳酸盐和硫化物,热水同生沉积成因,矿石硫来自海水;④中条期区域变质变形热液对既成矿化的再造十分明显,但却没有改变矿体的层控特征。

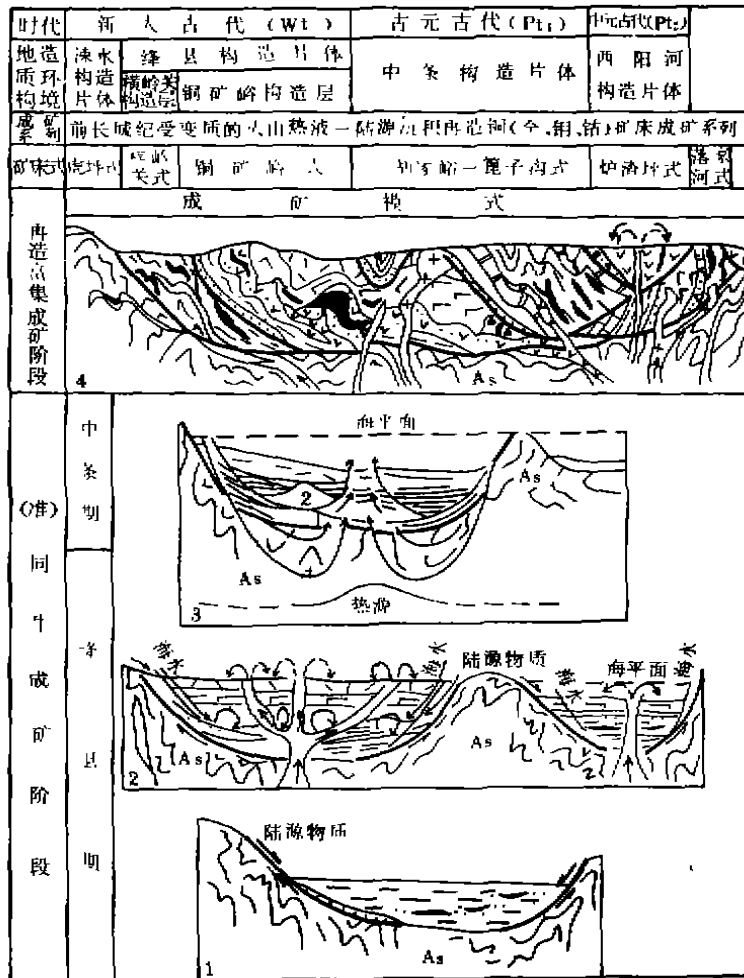


图 1 第 1 矿床成矿系列及成矿模式图

Fig. 1 Sketch showing the first metallogenic series and metallogenic model

1. 横岭关陆源泥质-半泥质沉积(准)同生成矿期; 2. 铜矿峪富钾质火山热液-半泥质沉积(准)同生成矿期, 落家河海底钠质火山热液-半泥质(准)同生成矿期; 3. 胡家峪-篦子沟远火山钠质凝灰质-炭泥质沉积(准)同生成矿期; 4. 中条运动基性侵入体成矿、区域变质变形热液和奥长花岗岩等岩浆热液再造富集成矿期, 以及后来的岩浆热液再造成矿期

虎坪式铜矿床成矿模式表明该矿床与中条运动早期基性侵入杂岩体有成因联系。

炉渣坪式铜矿床成矿模式主要强调: ① 该矿床产在中元古代西阳群河安山岩中; ② 受脆性断裂控制, 矿体为热液脉状。

3.2.2 中生代燕山期岩浆热液铜、铁、金矿床成矿模式

图 2 为此成矿系列的综合成矿模式。该模式强调: ① 不同矿床成矿亚系列分别形成于不同地质构造环境; ② 构造-岩浆-矿床是一个统一体系; ③ 岩石类型、期次与成矿的专属性; ④ 基底岩石与含矿建造对岩浆热液的含矿性具有继承性影响; ⑤ 不同矿床式对围岩的局限性; ⑥ 岩浆源。

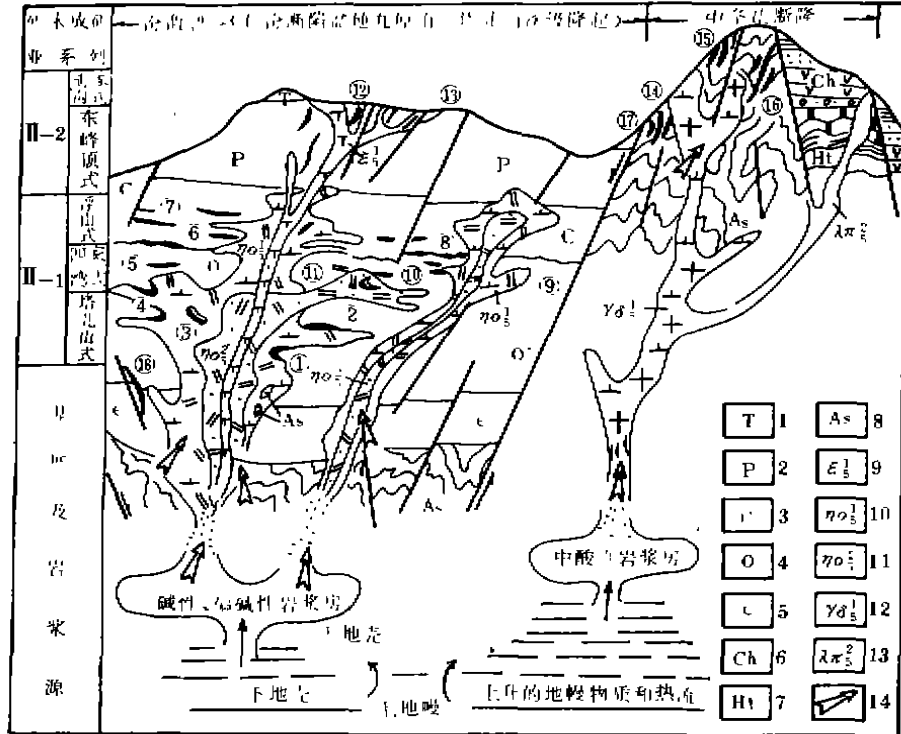


图 2 第 I 矿床成矿系列成矿模式图

Fig. 2 Sketch showing the second metallogenic series and metallogenic model

1. 三叠系; 2. 二叠系; 3. 石炭系; 4. 奥陶系; 5. 寒武系; 6. 长城系下部及西阳河群; 7. 中条群; 8. 溧水杂岩;
 9. 正长岩类; 10. 石英二长岩; 11. 二长闪长岩类; 12. 花岗闪长岩类; 13. 石英斑岩、花岗闪长斑岩等;
 14. 成矿物质来源: 塔儿山式铁矿床: ①半山里铁矿, ②大王铁矿, ③豹峪沟铁矿, ④尖兵村铁矿,
 ⑤董家洼铁矿; 浮山式铁矿床: ⑥北山角铁矿, ⑦猪头山铁矿, ⑧南畔铁矿, ⑨东庄铁矿; 四家
 湾式铜铁钴矿床: ⑩四家湾铜(金)铁矿, ⑪刁凹铜钴矿; 东峰顶式金矿床: ⑫东峰顶金矿;
 ⑬山顶上金矿; 胡家沟式金矿床: ⑭任家窑金矿, ⑮蚕坊金矿; ⑯胡家沟金矿;
 ⑰山前砂金矿, ⑱重晶石矿床

文中引用了山西地质矿产勘查开发局、天津地质矿产研究所、冶金部第三勘查局地质研究所、山西省地质科学研究所与许多大专院校、科研单位合作的一系列内部专题研究报告,以及山西 214 队、213 队、区调队的勘查及区调报告等,对此深表由衷的感谢。

Metallogenic Series and Metallogenic Model of Cu-Fe-Au Deposits in Zhongtiaoshan-Ta'ershan Metallogenic Zone

CHEN Ping

(Shanxi Bureau of Geology and Mineral Exploration & Development)

CHEN Junming LI Ruijian

(Shanxi Institute of Geological Sciences)

Abstract

Zhongtiaoshan-Ta'ershan metallogenic zone belongs to Grade 3 metallogenic zone of Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Mn, bauxite and diamond metallogenic region of North China block of West Peri-Pacific shore metallogenic province. It includes 2 ore-forming series, 7 sub-series and 11 patterns. Two series have double-layer metallogenic epoch. The binary source materials, 3-stage metallogeny and distribution of metallogenic zone show that the characteristics are consistent with the geologic structural units.

Key words Zhongtiaoshan-Ta'ershan mountains, metallogenic zone, Cu-Fe-Au deposits, metallogenic series, metallogenic model

欢迎订阅《华北地质矿产杂志》

《华北地质矿产杂志》是由地矿部主管，山西、河北、内蒙古、北京、天津地矿局及天津地矿所联合主办的跨省（区）地质矿产新刊，是以刊登华北及其周边地区地质矿产研究及生产成果为主的综合性的学术（技术）季刊。公开发行人，邮局订阅。代号：22-98。欢迎订阅，欢迎赐稿，欢迎惠刊各类广告。