

豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿—石墨成矿带 主要地质成矿特征及潜力分析

李俊建¹⁾, 何玉良²⁾, 付超¹⁾, 张彦启²⁾, 彭翼²⁾, 崔来运²⁾, 赵泽霖¹⁾, 党智财¹⁾, 曾宪友²⁾,
王纪中²⁾, 李中明²⁾, 陈安蜀¹⁾, 杨俊泉¹⁾, 李磊¹⁾

1) 中国地质调查局天津地质调查中心, 天津, 300170; 2) 河南省地质调查院, 郑州, 450007

内容提要:随着地质大调查的开展, 豫西地区新的找矿进展和预测成果不断涌现, 使之成为我国重点找矿地区之一, 需要对其开展系统的成矿区划和部署研究工作。本文以新的研究成果和找矿突破为基础, 通过综合分析, 在该地区划分新的重要成矿部署区带, 厘定边界并将其命名为“豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿—石墨成矿带”。结合区域成矿地质背景的综合研究, 在区内划分了 10 个成矿亚带, 初步建立了 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿—石墨成矿带成矿谱系, 其成矿作用具有多期次发育和多系统控制的特点, 在时间演化上表现为多旋回性、继承性、新生性和叠加性特点, 主要成矿期有前寒武纪、寒武纪—早石炭世、晚石炭世—中三叠世和晚三叠世—早白垩世, 其中晚侏罗世—早白垩世是内生金属矿床成矿大爆发期。研究区主要成矿类型为岩浆热液型金银铅锌矿、斑岩型—矽卡岩型钼钨矿、层控热液型和海相火山岩型铅锌矿、古风化壳残积型铝土矿、沉积—变质型铁铜石墨矿和伟晶岩型稀有金属矿等。结合区域找矿进展和潜力评价最新成果, 认为本区金、钼钨、铅锌银、铝土矿、铁、石墨、煤矿潜力巨大, 为下一步勘查部署的主攻矿种, 同时在本区划分了 25 个远景区, 其中 14 个为重点远景区, 11 个为一般远景区, 对研究区下一步矿产勘查部署工作有一定指导意义。

关键词: 豫西地区; 成矿地质特征; 潜力分析; 成矿类型

豫西成矿带主体位于河南省西南部, 少部分进入陕西省东南部和山西省南部。研究区内金、钼(钨)、铝土矿、铅锌、银、铁等矿产资源丰富, 其中钼探明储量占全国第一、铝土矿位居第二。系统的矿产勘查工作开始于建国初期, 地质矿产部成立以后对本区黑色金属、有色金属、贵金属及非金属等矿产进行了全面、综合性勘查工作, 先后发现并勘探了许昌铁矿、铁山铁矿、郁山铝土矿、石门沟钼矿、南泥湖—三道庄钼钨矿、夜长坪钼钨矿、雷门沟钼矿、金堆城钼矿、文峪金矿、上宫金矿、祁雨沟金矿、潼峪金矿、老湾金矿、破山银矿、铁炉坪银铅锌矿、上庄坪铅锌矿等大一中型金属矿床(Luo Mingjiu et al., 1995; Yan Changhai et al., 2002, 2004, 2008; Chen Yuchuan et al., 1999, 2006a, 2015; Li Junjian et al., 2002, 2010; Xu Zhigang et al., 2008; 彭翼等, 2015)。1999 年中国地质调查局成立以来, 在本区开展了系统的地质矿产调查工作, 补充和整理了前

期的区域地质调查、区域物化探、矿产物化探资料。目前矿产勘查中存在的问题是对已往取得的地、物、化、遥、矿产等资料的二次开发和综合研究工作仍需加强, 对大的成矿区带、已知矿床深部和外围有效的勘查技术方法组合有待研究, 部门之间和单位之间的资料封锁, 尤其是 1:5 万化探资料的部门封锁及近两年矿产勘查工作经费的严重下滑, 直接影响到了找矿效果。

近年国土资源部和中国地质调查局将该地区列为重点调查评价区, 取得了重要的找矿进展, 如在河南渑池县曹窑以西提交 1 处大型煤下铝土矿床, 新安郁山矿区提交 1 处大型铝土矿产地, 泉店—灵井铁矿普查探获大型铁矿产地, 新蔡刘营—黄庄铁矿详查探获大型铁矿床, 新蔡练村铁矿详查探获大型铁矿床, 灵宝市金源二矿新增大型规模金矿储量, 豫西小秦岭金矿田深部及外围金矿整装勘查探获达大型规模金资源储量, 嵩县槐树坪金矿详查探获达大

注: 本文为中国地质调查局项目(1212010561510、1212010811061、1212011120330、12120114001201、20010200038、1212011121029、1212010633901、121201006000150015)和国土资源公益性行业科研专项(200811010)和国家国际科技合作项目(2012DFB20220)资助。
收稿日期: 2016-04-20; 改回日期: 2016-05-23; 责任编辑: 郝梓国, 黄敏。
作者简介: 李俊建, 男, 1962 年生, 研究员, 博士生导师, 主要从事矿床学研究和矿产勘查工作; Email: junjianl@163.com。

型规模金资源储量,新发现栾川赤土店特大型铅锌银矿、红石窑大型钼矿,陕西华县金堆镇钼、铁多金属矿整装勘查探获大型规模的钼资源储量等(何玉良等^①;郭立宏等^②;袁旭东等^③;杨合群等^④;李俊建等^{⑤⑥})。随着这些新的找矿成果的不断涌现,加上全国矿产源潜力评价项目的完成,使得对本区的成矿规律有了一轮新的研究和认识,也将一定程度上影响到下一步的勘查部署工作。基于上述找矿成果和研究基础,本文在本区划定一个重要找矿部署区并将其命名为“豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿-石墨成矿带”(肖克炎等^⑦),同时依据最新研究成果确定了重点找矿远景区和一般远景区,以有效指导下一步勘查部署工作的开展。

1 豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿-石墨成矿带基本特征

1.1 分布范围

豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿-石墨成矿带横跨河南省东西,西接陕西、山西,东邻安徽,南与湖北交界,交通比较方便,工农业、矿业经济较发

达。其地貌特点为地势西高东低,东西差异明显。该成矿带所处的大地构造位置横跨华北陆块区和秦祁昆造山系,以卢氏—栾川大断裂为界,北侧为华北陆块,南侧为秦祁昆造山系。该成矿带的重要拐点自上而下顺时针依次为: E104.66°, N34.63°; E107.54°, N35.90°; E109.24°, N35.25°; E109.35°, N34.34°; E110.78°, N33.20°; E110.75°, N32.99°; E107.22°, N33.21°; E106.50°, N34.12°。总面积约 8.90 万平方千米。

1.2 成矿特征

1.2.1 主要成矿区带

依据研究区区域成矿地质特征、成矿构造环境和诸多控矿因素并结合典型矿床分布情况,参照徐志刚等(2008)《中国成矿区带划分方案》及河南省、陕西省矿产资源潜力评价成果(彭翼等,2015;袁旭东等^⑧;杨合群等^⑨;李俊建等^⑩),该成矿带可划分 10 个Ⅳ级成矿亚带(图 2),其中编号为Ⅲ-63-①、Ⅲ-66-②、Ⅲ-63-⑥、Ⅲ-63-⑧、Ⅲ-63-⑨、Ⅲ-63-⑩、Ⅲ-63-⑪的Ⅳ级成矿亚带属华北陆块成矿省,编号为Ⅲ-66-①、Ⅲ-66-③、Ⅲ-66-④的Ⅳ级成矿亚带属秦

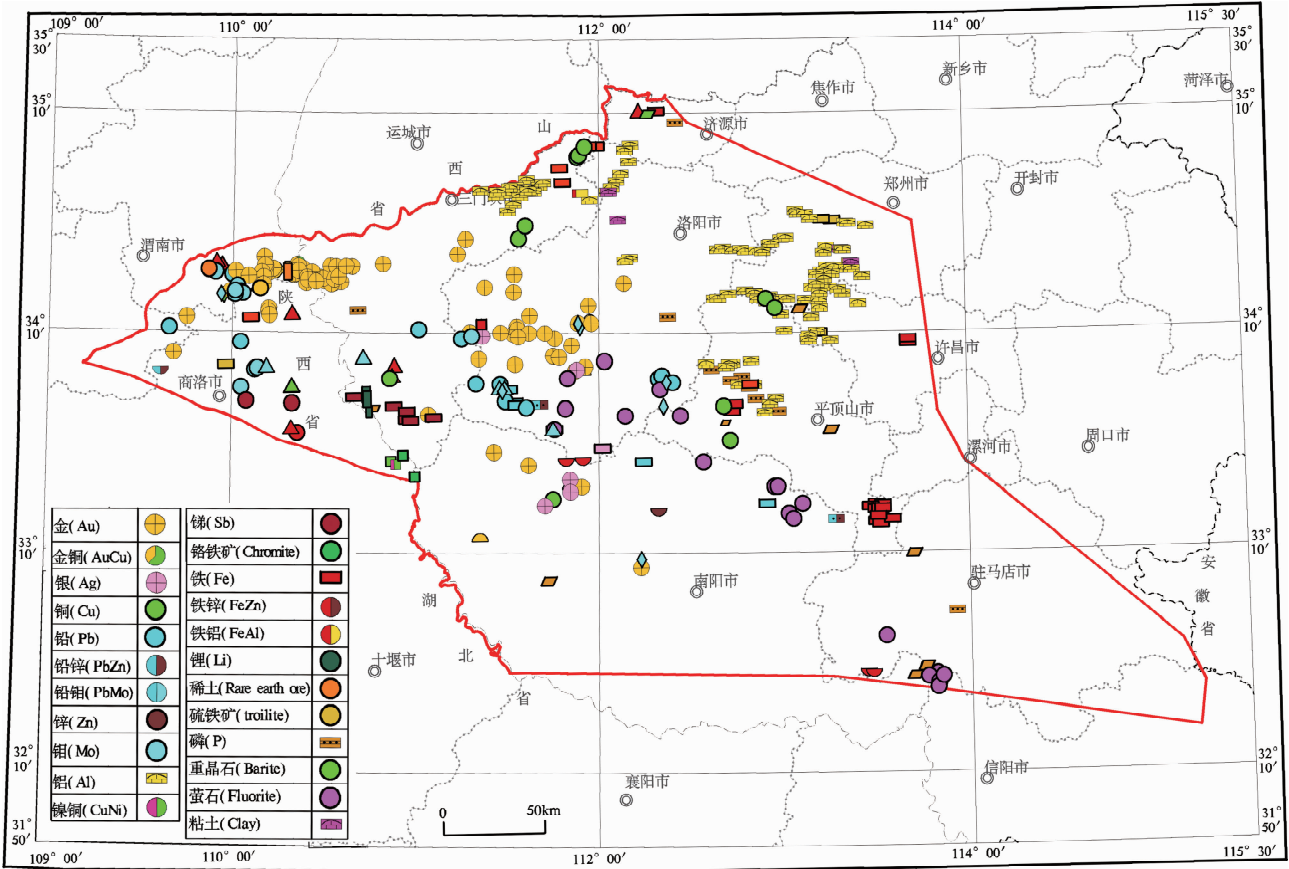


图 1 豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿-石墨成矿带矿产分布图

Fig. 1 Mineral resource map of western Henan Province Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-bauxite-graphite metallogenetic belt

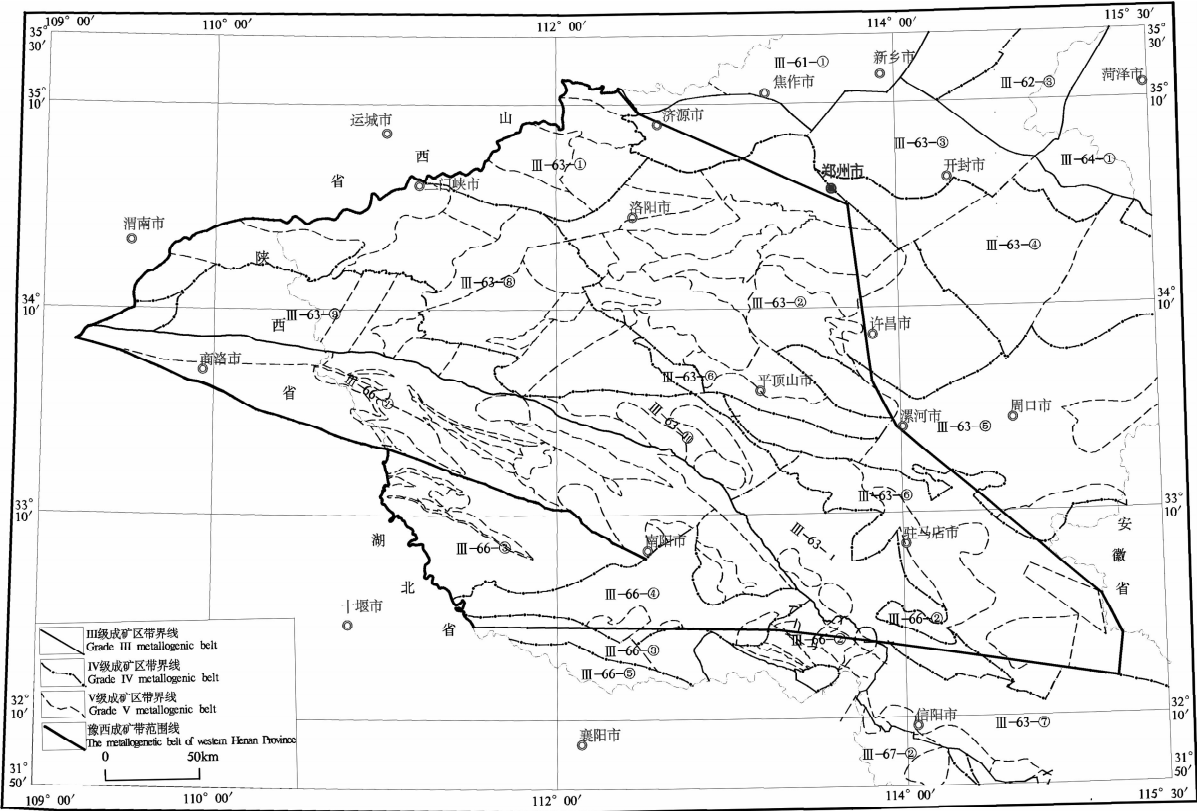


图 2 豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿—石墨成矿带Ⅳ级成矿区带分布图
Fig. 2 The fourth grade metallogenetic belts of Western Henan Province
Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-bauxite-graphite Metallogenetic belt

岭—大别成矿省。

1.2.1.1 Ⅲ-63-①中条山—王屋山 Fe-Cu-U-重晶石—磷—铝土矿—耐火黏土—硫铁矿—煤—天然气成矿区

位于中条山—王屋山地区，南部以三门峡—鲁山断裂为界，北部以赞皇—涑水古岩浆弧南界为边界。区内出露地层主要为长城系汝阳群、熊耳群、寒武系—奥陶系，石炭系、二叠系和三叠系等。该区主要矿种为铝土矿、耐火黏土、硫铁矿、煤和山西式铁矿，为区内重要的铝煤基地。

1.2.1.2 Ⅲ-63-②嵩箕 Fe-U-重晶石—磷—铝土矿—耐火黏土—硫铁矿—煤—天然气成矿区

该区位于嵩山—箕山地区，大地构造位置位于登封新太古代古岩浆弧、熊耳古裂谷。区内主要出露地层为新太古代登封岩群，长城系熊耳群和汝阳群，寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系和三叠系等。岩浆侵入活动主要发生在新太古代—古元古代。该区为区内最主要的铝煤和重要的沉积变质型铁矿成矿区，主要矿产包括铝土矿、煤、铁、耐火黏土、硫铁矿等，且为主要的伴生稀土和锂矿区。

1.2.1.3 Ⅲ-63-⑥舞阳—新蔡 Fe-煤—石油—天然气成矿带

该带地理位置为舞阳—新蔡地区，大地构造位置为太华—鲁山新太古代岩浆弧的东段。区内除在舞阳地区零星出露有登封群、汝阳群及太华杂岩外，其它都为第四系所覆盖。该区为区内最重要的沉积变质型铁矿成矿带，如铁山、赵案庄铁矿等。近年在新蔡练村和舞阳铁矿深部找矿取得了重大突破。

1.2.1.4 Ⅲ-63-⑧潼关—小秦岭—外方山 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-萤石—重晶石成矿带

该带包括豫陕小秦岭、崤山、熊耳山和外方山地区。大地构造位置位于太华—鲁山新太古代岩浆弧、熊耳古裂谷，晚三叠世以来处在小秦岭—伏牛山碰撞造山岩浆弧。区内构造格架表现为早期北西西向，晚期北东向。区内地层表现为双层结构，基底为太华杂岩（太华岩群），盖层向上依次有长城系熊耳群、高山河组，蓟县系官道口群、汝阳群及寒武系等。岩浆侵入活动十分发育，主要集中在燕山期，岩性以花岗岩为主，从而形成与岩浆侵入活动相关的大量内生金属矿产。区内矿产以金银铅锌钼为主，典型

矿床如小秦岭金矿田、铁炉坪银铅锌矿、雷门沟钼矿、金堆城钼矿、祈雨沟金矿、上宫金矿等。矿床成矿类型以岩浆热液型金矿、岩浆热液型银多金属矿、斑岩型钼矿等为主。

1.2.1.5 Ⅲ-63-⑨洛源—卢氏—栾川 Fe-Mo-W-Pb-Zn-Ag-硫铁矿成矿带

该带分布在卢氏—栾川地区,大地构造位置太华—鲁山新太古代岩浆弧、华北陆块南缘陆缘裂谷盆地(Pt₂-Pt₃)和中生代小秦岭—伏牛山碰撞造山岩浆弧。区内构造格架表现为早期北西西向,晚期北东向。区内地层主要为太华杂岩、熊耳群、高山河组、官道口群、栾川群、震旦系罗圈组、寒武系辛集组和陶湾群等。侵入岩浆活动发育,尤其集中在燕山期。区内矿产主要有钼钨、铅锌银、硫铁矿和铁等,成矿类型包括斑岩型—矽卡岩型钼钨矿、岩浆热液型铅锌多金属矿、层控热液型铅锌银矿、矽卡岩型铁锌铜矿等。为带内最重要的钼钨和铅锌银矿成矿区之一。

1.2.1.6 Ⅲ-63-⑩尧山 Mo-Pb-Zn-Ag-Au-萤石—滑石成矿带

该带位于鲁山—方城地区。区内地层表现为双层结构,基底为太华杂岩(太华岩群),盖层包括熊耳群、郃县系官道口群、汝阳群及寒武系地层等。岩浆侵入活动十分发育,区内大部分地区为岩浆岩所覆盖,岩浆侵入活动集中分布在晚侏罗—早白垩世。区内主要矿产为萤石、滑石及少量铅锌银和钼矿等。

1.2.1.7 Ⅲ-63-⑪伏牛山东南段 Mo-Pb-Zn-(Ag)-萤石成矿带

该带位于伏牛山东段,旧县—章台地区,大地构造位置位于华北陆块区豫皖古陆块太华—登封新太古代岩浆弧东南缘,熊耳中元古代裂谷东端。基底为太华岩群陆源碎屑沉积变质岩系,盖层为中元古界熊耳群火山—沉积建造、汝阳群陆源碎屑—碳酸盐岩沉积建造、上元古界浅海陆源碎屑—碳酸盐岩建造、古生界陆表海盆地相陆棚碎屑岩—碳酸盐岩沉积建造,主要构造线方向为北西—南东向,岩浆活动主要有新太古代和侏罗纪—白垩纪中酸性岩浆侵入,岩石蚀变普遍。其构造地质背景和成矿条件十分有利,是区内尚洞式层控热液型铅锌矿成矿的主要地区之一。含矿层位属于早古生代陆表海盆地相陆棚碎屑岩—碳酸盐岩台地亚相地层,与铅锌成矿有关的岩体是燕山期形成的碰撞岩浆杂岩相后碰撞岩浆杂岩亚相花岗(斑)岩体。区内矿产除铅锌矿外,还有萤石及少量钼矿。

1.2.1.8 Ⅲ-66-①北秦岭 Fe-Cu-Pb-Zn-Ag-Mo-Au-Sb-Nb-Ta-Li-非金属成矿带

该带南北分别以商丹和栾川大断裂带为界,大地构造位置位于秦祁昆造山系的北秦岭弧盆系,包括宽坪弧后盆地、二郎坪岛弧和北秦岭地块。构造演化十分复杂,主体构造线方向为北西西向。出露地层包括秦岭岩群、峡河岩群、宽坪岩群、丹凤岩群、二郎坪群、柿树园组、太山庙组等。侵入岩浆活动发育,如前南华纪松树沟超基性岩体,其与铬铁矿关系密切;志留纪灰池子—漂池—独垛一带的花岗岩体,与铌钽锂等伟晶岩型稀有金属及铀矿关系密切;晚侏罗世—早白垩世对区内的金银铜铅锌萤石等内生金属矿起到了决定性的作用。火山岩分布较广,主要指二郎坪群的一套海相火山岩系。区内矿产主要有铬、铅锌银、铜、钼、金、锑、铌钽锂、高铝三石等,主要矿床类型包括岩浆热液型铅锌银矿、海相火山岩型铁铜铅锌银矿、斑岩型—矽卡岩型铜钼矿、岩浆热液型金矿、伟晶岩型稀有金属矿和铀矿以及低温热液锑矿等。

1.2.1.9 Ⅲ-66-③南秦岭 Au-V-金红石—石墨—蓝石棉—虎睛石成矿带

该带位于商丹断裂带以南,大地构造位置为南秦岭陆缘盆地。区内出露地层为陡岭岩群、武当岩群、耀岭河组、震旦系、寒武—奥陶系和泥盆系等。岩浆侵入活动主要集中在古元古代晚期和新元古代青白口纪。区内矿产包括钒矿、金红石及蓝石棉等。

1.2.1.10 Ⅲ-66-④南阳盆地石油—天然气—油页岩—石膏—天然碱成矿带

该带位于南阳盆地,大地构造位置为南襄断陷盆地,主要矿产为石油、天然气、油页岩、石膏和天然碱,为带内主要的石油产地。

1.2.2 主要成矿期次

根据对区域成矿环境、成矿系统、矿床类型、成矿主元素组合及聚矿强度的综合研究(Chen Yuchuan et al., 2015; Zhao Pengda et al., 2001)和对豫西成矿带钼、银、金、钨、铅锌、铜等优势矿种的成矿谱系分析(表 1),可以看出本区主要发育四大成矿期次,分别为前寒武纪、寒武纪—早石炭世、晚石炭世—中三叠世和晚三叠世—早白垩世,以前寒武纪与燕山期为主。相应前寒武纪扬子陆块北缘成矿系列组合,前寒武纪华北陆块基底及周缘盆地成矿系列组合,寒武纪—早石炭世古特提斯成矿系列组合,晚石炭世—中三叠世古特提斯—古亚洲双向板块会聚成矿系列组合,晚三叠世—早白垩世古

表 1 豫西成矿带成矿谱系表

Table 1 Metallogenic pedigree of Western Henan Province Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-bauxite-graphite metallogenic belt

新生代 Cz	第四纪 Q (Ma)	古特提斯、古亚洲、古太平洋多向板块会聚成矿系列组合															
	新近纪 N (23.03~2.588)																
	古近纪 E 渐新世 E ₃																
	(65.5~23.03)	始新世 E ₂	Kz-3 油气、天然碱、岩盐、石膏、油页岩成矿系列			Kz-1/Kz-2 油气、岩盐、石膏成矿系列											
中生代 Mz	白垩纪 K (145~65.5)	晚白垩世 K ₂			Mz ₂ -1 与岩浆作用有关的 Mo、W、Au、Ag、Pb、Zn、Sb、Cu、Fe、S、萤石、珍珠岩、沸石、膨润土床矿成矿系列			Mz ₂ -2 ¹ 岩浆作用有关的 Fe、Pb、Zn、重晶石、天然焦矿床成矿亚系列			Mz ₂ -3 与早白垩世花岗岩有关的 Fe、天然焦矿床成矿亚系列						
	侏罗纪 J (199.6~145)	晚侏罗世 J ₃															
		中侏罗世 J ₂						Mz ₂ -2 ² 与前陆盆地沉积作用有关的煤矿床成矿亚系列									
		早侏罗世 J ₁															
	三叠纪 T (252.17~199.6)	晚三叠世 T ₃	Mz ₂ -1Mo、煤成矿系列组		秦岭-大别地区			太行山-嵩山地区			北华北南部-南华北地区			鲁西-豫东地区			
		中三叠世 T ₂			QT ₂ ² 与超高压变质带有关的金红石、白云母矿床成矿亚系列						QT ₂ ¹ 与钾长花岗岩有关的 Mo 矿床成矿亚系列						
		早三叠世 T ₁															
		古特提斯-古亚洲双向板块会聚成矿系列组合															
	晚古生代 Pz ₂	二叠纪 P (299~252.17)	晚二叠世 P ₃													HPz ₂ 与碎屑岩	
		中二叠世 P ₂													陆表海有关的煤、U、铝土矿、耐火粘土、碳酸盐岩矿床成矿系列		
早二叠世 P ₁																	
石炭纪 C (359.58~299)		晚石炭世 C ₂	QPz ₁ ¹ 陆缘盆地碳酸盐岩矿床成矿亚系列					QPz ₂ ² 前陆盆地煤矿床成矿亚系列									
		早石炭世 C ₁															
泥盆纪 D (416.0~359.58)		晚泥盆世 D ₃	古特提斯成矿系列组合														
早古生代 Pz ₁	志留纪 S (443.8~416.0)	晚志留世 S ₃			QPz ₁ ⁵ 与富钠变质热液有关的蓝石棉、虎睛石成矿亚系列		QPz ₁ ⁶ 与花岗岩伟晶岩有关的稀有金属、白云母矿床成矿亚系列		QPz ₁ ⁷ 与岩浆作用有关的 Ag、Zn、Pb、Mo 成矿亚系列								
		中志留世 S ₂															
		早志留世 S ₁															
	奥陶纪 O (485.4~443.8)	晚奥陶世 O ₃											HPz ₁ 与碳酸盐岩陆表海有关的 U、磷、碳酸盐岩、石膏矿床成矿系列				
		中奥陶世 O ₂															
		早奥陶世 O ₁															
	寒武纪 Ⅲ (541~485.4)	晚寒武世 Ⅲ ₃															
		中寒武世 Ⅲ ₂															
		早寒武世 Ⅲ ₁	QPz ₁ ¹ 与黑色岩系有关的 V 矿床成矿亚系列														
	新元古代 Pt ₃	震旦纪 Z (635~541.0)	晚震旦世 Z ₂							Pt ₃ ³ 与震旦纪异常型玄武岩有关的金红石成矿亚系列				华北陆块基底及周缘盆地矿床成矿系列组合			
早震旦世 Z ₁																	
南华纪 Nh (780~635)		晚南华世 Nh ₃			Pt ₃ ² 与裂解事件有关的 Ni、Fe、金红石矿床成矿亚系列												
		中南华世 Nh ₂															
早南华世 Nh ₁																	
中元古代 Pt ₂	青白口纪 Qb (1000~780)						Pt ₃ ¹ 与蛇绿岩有关的铬铁矿、橄榄岩矿床成矿亚系列				HPT ₂₋₃ 与天折裂谷、陆缘盆地有关的 Mo、Fe、U、石英岩、石煤矿床成矿系列组						
	1400~1000																
	蓟县纪 Jx (1600~1400)																
古元古代 Pt ₁	长城纪 Ch (1800~1600)																
	溥沱纪 Ht (2300~1800)				QPt ₁ 与沉积-变质作用有关的 Fe、石墨、矽线石、磷、碳酸盐岩矿床成矿系列						HPT ₁ 与裂谷有关的 Cu、非金属矿床成矿系列组						
	2500~2300																
新太古代 Ar ₃ (2800~2500)												HAr/Pl 与古陆块会聚有关的 Fe、石墨等矿床成矿系列					
中太古代 Ar ₂ (3200~2800)		南秦岭南部		南秦岭		商丹结合带		北秦岭		宽坪结合带		华北陆块南缘		华北陆块南部			

特提斯、古亚洲、古太平洋多向板块会聚成矿系列组合,其中晚侏罗世—早白垩世是该区内生金属矿床成矿大爆发期。

前寒武纪,为与华北陆块及周缘盆地和扬子北缘陆块形成、裂解有关的成矿阶段。两大构造相系区的成矿系列互不关联,华北陆块区太古宙末期—元古宙初期发育与古陆块会聚有关的铁、石墨等矿床成矿系列,之后有古元古代与裂谷—陆缘盆地有关的铜、磷、石英岩矿床成矿系列,中—新元古代陆缘盆地中与沉积作用有关的铁、铀、石英岩、石煤、磷(钒)矿床成矿亚系列和与裂谷火山活动有关的铌、钽成矿亚系列。秦岭地区(扬子北缘)在古元古代才发育具有陆块特征的铁、石墨等矿床成矿系列,之后为青白口纪 Rodinia 超大陆形成时期的与蛇绿岩有关的铬铁矿、橄榄岩矿床成矿亚系列,南华纪 Rodinia 超大陆裂解事件中的镍(铜、铂族、金)、铁(钒、钛)、金红石矿床成矿亚系列;两个大地构造相系区之间在震旦纪才出现与大洋玄武岩有关的金红石成矿亚系列。

寒武纪—早石炭世,为古特提斯成矿域秦岭多岛弧盆系和华北陆块相系区成矿系列组合。秦岭弧盆系中的成矿系列与华北陆块南缘的成矿系列开始横向关联,如当秦岭弧盆系发育寒武—奥陶纪与海相火山作用有关的铜、锌、铅、银、铁、重晶石矿床成矿亚系列,与蛇绿岩有关的铬、蛇纹岩矿床成矿亚系列,以及俯冲变质带有关的红柱石、蓝晶石矿床成矿亚系列,华北陆块相应处在由南向北的海进时期,形成与寒武—奥陶纪沉积作用有关的铀、磷、碳酸盐岩、石膏矿床成矿亚系列;当秦岭弧盆系碰撞闭合,形成与志留纪花岗伟晶岩有关的稀有金属、白云母矿床成矿亚系列,并持续碰撞形成早石炭世前陆盆地煤成矿亚系列时,华北陆块相应持续隆升为古陆,遭受长期的风化剥蚀,为下阶段成矿准备物源。

晚石炭世—中三叠世,成矿作用来自古特提斯、古亚洲构造域双方面的影响。一方面,秦岭与华北陆块之间的汇聚继续进行,但可能存在的早二叠世—中三叠世岩浆弧及其成矿系列已被剥蚀,仅保留了中三叠世大别超高压变质带中的金红石、白云母矿床成矿亚系列和华北陆块南缘与钾长花岗岩有关的钼矿床成矿亚系列;另一方面,古亚洲洋的消减造成来自北方的海侵,形成自北向南迁移的晚石炭世—二叠纪与碎屑岩陆表海有关的煤、铀、铝土矿、耐火黏土、碳酸盐岩矿床成矿系列。

晚三叠世以来,古特提斯板块、古亚洲板块与古

太平洋板块的三面汇聚形成中国东部高原,首先发育高原南边的晚三叠世—中侏罗世钼、煤成矿系列组和高原西边的与鄂尔多斯前陆盆地沉积作用有关的煤矿床成矿亚系列。侏罗纪与白垩纪之交,由于高原垮塌形成华北地区周边的岩浆成矿系列,在区内分别有秦岭—大别地区与岩浆作用有关的钼、钨、金、银、铅、锌、锑、铜、铁、硫、萤石、珍珠岩、沸石、膨润土矿床成矿系列。随后是古近纪秦岭—大别地区山间盆地中的油气、天然碱、岩盐、石膏、油页岩成矿系列,以及华北盆地沉积油气、岩盐、石膏成矿系列。

1.3 主要矿床类型及典型矿床

1.3.1 主要矿床类型

豫西成矿带内产出的金属矿产主要有金、钼、钨、铅锌银、铝、铜、锑、铁、锰、铬铁矿和“三稀”矿产等,能源矿产为煤和地热等,非金属矿产包括耐火黏土、高铝三石、蓝石棉等。金矿主要成矿类型有岩浆热液型和侵入角砾岩型,岩浆热液型金矿分布范围较广,尤其集中分布在豫陕小秦岭、熊耳山等地区,代表性矿床有潼峪金矿、上宫金矿、文峪金矿等;侵入角砾岩型金矿代表性矿床为祁雨沟、蒲塘—毛堂等金矿。钼钨矿主要成矿类型有斑岩型,斑岩型—矽卡岩型、隐爆角砾岩型及岩浆热液型;斑岩型钼矿代表性矿床有金堆城钼矿、石门沟钼矿等,斑岩型—矽卡岩型钼钨矿有南泥湖—三道庄钼钨矿、夜长坪钼钨矿等,隐爆角砾岩型钼矿有雷门沟钼矿等,岩浆热液型钼矿有纸坊钼矿等。铅锌矿主要成矿类型有层控热液型、岩浆热液型和海相火山岩型;层控热液型铅锌矿主要分布在栾川地区,代表性矿床有赤土店、沙沟等;岩浆热液型矿产分布范围较广,代表性矿床有板厂等,海相火山岩型铅锌矿仅分布在二郎坪群地层中,代表性矿床为上庄坪等。银矿在区内大都以共生形式产在铅锌铜矿中,银铅锌矿床和独立银矿较少。区内主要银矿类型为岩浆热液型,代表性矿床有铁炉坪银铅锌矿。铝土矿主要成矿类型为古风化壳残积型,代表性矿床为郁山铝土矿。铜矿大多伴生产出,独立铜矿主要成矿类型有两类:斑岩型和沉积—变质型,前者以楸树湾斑岩型铜钼矿为代表,后者以小沟铜矿为代表。锑矿成矿类型为热液型,代表性矿床为大河沟锑矿。铁矿主要成矿类型为沉积变质型,次为矽卡岩型;沉积变质型铁矿集中分布在鲁山、许昌、舞阳—新蔡一带,代表性矿床有铁山铁矿等;矽卡岩型铁矿产出在陕西洛南等地,典型矿床如木龙沟铁矿。锰矿仅在杜关地区出

露,产于华北陆块南缘卢氏凹陷带内中元古界官道口群龙家园组白云岩中,成矿类型为沉积改造型,代表性矿床有神洞沟锰矿。铬铁矿为蛇绿岩型,代表性矿床为松树沟—洋淇沟铬铁矿床。区内稀有金属矿主要指锂、铍、铷、铯、铌、钽等 6 种,成矿类型包括伟晶岩型和铝土矿伴生型矿,以前者为主;伟晶岩型锂铌钽矿代表性矿床有南阳山铌钽锂矿床等。区内煤炭按成矿时代可分为晚石炭世—二叠纪、晚三叠世和早—中侏罗世等三类,以晚石炭世—二叠纪煤田占绝对地位。晚石炭世—二叠纪煤田代表性煤田为平顶山煤田等,晚三叠世煤田代表性为南召煤田,早—中侏罗世代表性煤田为义马煤田。

由于豫西成矿带在地质构造历史演化过程中,内部的不同构造单元之间在不同的地质历史时期遭受不同的沉积作用、岩浆作用和变质作用,形成了不同的矿床成矿系列组合(Chen Yuchuan et al., 2006b; Zhu Yusheng et al., 2006, 2013; Xu Zhigang et al., 2008; Fan Yu et al., 2014; Gao Lan et al., 2014; Wang Chenghui, 2014)。主要有:①与沉积作用有关的矿床成矿系列组合,包括华北陆块南缘与寒武—奥陶纪碳酸盐岩陆表海有关的铀、磷、碳酸盐岩、石膏矿床成矿系列,华北陆块南缘与石炭—二叠纪碎屑岩陆表海有关的煤、铀、铝土矿(稀土、镓)、耐火黏土、碳酸盐岩矿床成矿系列,北秦岭晚古生代与沉积作用有关的煤、碳酸盐岩矿床成矿系列、北秦岭晚三叠—早白垩世与后碰撞岩浆作用、沉积作用有关的钼、钨、金、银、铅、锌、锑、铜、铁、硫、萤石、珍珠岩、沸石、膨润土、煤矿床成矿系列组合之沉积成矿系列和秦岭山间盆地油气、天然碱、岩盐、石膏、油页岩成矿系列。②与岩浆作用有关的矿床成矿系列组合,包括华北陆块南缘与中—新元古代夭折裂谷、陆缘盆地有关的铁、铀、钼、石英岩、石煤矿床成矿系列组之岩浆成矿系列,北秦岭中三叠世与碰撞造山作用有关的钼、金红石、白云母成矿系列组之岩浆成矿系列,北秦岭晚三叠—早白垩世与后碰撞岩浆作用、沉积作用有关的钼、钨、金、银、铅、锌、锑、铜、铁、硫、萤石、珍珠岩、沸石、膨润土、煤矿床成矿系列组合之岩浆成矿系列。③与变质作用有关的矿床成矿系列组合,包括华北陆块南缘与太古宙末期—元古宙初期古陆块汇聚有关的铁、石墨等矿床成矿系列,华北陆块南缘与中—新元古代夭折裂谷、陆缘盆地有关的铁、铀、钼、石英岩、石煤矿床成矿系列组合之沉积变质成矿系列。

1.3.2 典型矿床

1.3.2.1 舞钢市铁山铁矿床

铁山铁矿床位于舞阳—新蔡铁—煤—石油—天然气成矿带中,形成的构造背景为华北陆块最南缘的新太古代初期岩浆弧,为大型沉积变质型铁矿床,成矿时代为新太古代。含矿建造为太华岩群铁山岭岩组条带状磁铁矿石岩建造,岩性组合为含铁铝榴石更长片麻岩、条带状石英辉石磁铁矿、大理岩夹更长片麻岩,底部为变质深成侵入体。矿体产在紧闭倒转的倾伏背斜中(Li Huaqian et al., 2012),呈稳定的多层叠置的似层状,在水平断面图上呈豆荚状,反映经历了剪切变形。矿石成分较为复杂,金属矿物主要有磁铁矿、赤铁矿,微量褐铁矿、黄铁矿、黄铜矿。非金属矿物主要有石英、单斜辉石,次要有玉髓、角闪石、方解石、白云石、透闪石、斜方辉石;微量绿泥石、黑云母、滑石、绢云母、方柱石、重晶石、磷灰石。矿石结构主要有自形粒状结构、半自形粒状结构、他形粒状结构、假象结构;条带状构造、散点状构造、网状构造。矿石类型有条带状赤铁矿石、条带状磁铁矿石、碧玉—石英型磁铁矿石、石英型磁铁矿石和辉石角闪岩磁铁矿石。

铁山铁矿床位于舞阳铁矿田的南部,为华北陆块最南缘的新太古代末期岩浆弧。该铁矿围岩铁山庙岩组的原岩为基性火山—碎屑岩组合,可能处在新太古代末期的弧后盆地,海底火山喷发伴随热水交代作用,从火山喷发物中萃取铁质后的热水沉积在火山喷发区的周边形成了硅铁建造。原始硅铁建造形成后,经历了复杂变形和埋深变质作用,含铁建造在封闭条件下发生重结晶,将岩层的纹层状构造改变为条带状构造,后期抬升剥蚀形成了现今见到的铁矿体。

1.3.2.2 舞钢市赵案庄铁矿床

赵案庄铁矿床位于舞阳—新蔡铁—煤—石油—天然气成矿带中,为太华—登封新太古代岩浆弧构造环境下基性—超基性岩浆侵入环境成矿,为中型岩浆岩型铁矿床,成矿时代为新太古代。含矿建造为太华岩群铁山岭组磁铁矿石岩建造,成矿侵入岩体为新太古代基性—超基性岩浆岩。控矿构造为鲁山背孜—西平出山北西向复背斜。矿体主要分布在虎狼寨向斜、赵案庄背斜、曾庄向斜西段和王道行背斜南翼。矿体产状随褶曲而起伏变化,总体倾向南西 $180^{\circ}\sim 260^{\circ}$,倾角 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$,属缓倾斜矿床。矿体呈似层状或局部透镜状断续分布,含可采矿体 1~4 层,由东向西层次增多。含矿围岩主要为磁铁蛇纹岩(包括部分磁铁古铜辉石岩),约占矿化围岩的

90%以上,次为磁铁角闪岩和磁铁金云母片岩。矿石金属矿物主要为磁铁矿(钛磁铁矿、磁铁矿);次要的是铁钛矿、镁钛铁矿;微量黄铁矿、镁铁尖晶石、硬铬尖晶石、铝铬铁矿、磁黄铁矿等。非金属矿物以利蛇纹石、氟磷灰石、白云石、角闪石、古铜辉石、石膏为主,次为蛇纹石、纤维蛇纹石、胶蛇纹石等;微量铅石、独居石、磷钇矿、褐帘石、榍石、水铝石等。矿石结构为半自形粒状镶嵌变晶结构、海绵陨铁结构、压碎结构、固溶体分离结构等;矿石构造为块状构造、浸染状构造、条带状构造、孔穴构造等。

赵案庄铁矿区在新太古代伴随强烈的基性火山喷发,普遍的海底火山喷流作用产生了分布广泛的硅铁建造,晚期基性—超基性岩浆活动分异产生了岩浆型含钛磁铁矿床,铁矿体与基性—超基性岩体形态、厚度协调一致,反映为超基性分异的产物,后期遭受了区域动力变质变形作用的改造。

1.3.2.3 西峡县洋淇沟铬铁矿床

洋淇沟铬铁矿床位于河南省西峡县西坪镇西北13km处,与西侧陕西省商南县松树沟铬铁矿同属一个矿床。该矿床形成于北秦岭基底杂岩(岩浆弧)(Pt_3 - Pz_1)洋中脊扩展拉伸环境下,成矿侵入岩体为新元古代松树沟—洋淇沟基性—超基性岩片,主要岩性为纯橄榄岩、方辉橄榄岩、透辉岩、石榴斜长角闪片岩等。Li Shuguang et al. (1991)利用石榴子石、角闪石单矿物和一个全岩样品获得 Sm-Nd 矿物内部等时线年龄为 983 ± 140 Ma,与 Sm-Nd 全岩等时线年龄 1030 ± 46 Ma (Dong Yunpeng et al., 1996, 1997) 较为接近,代表了超镁铁岩块侵位时间。Chen Danling et al. (2002, 2004)对超镁铁质岩中辉石巨晶进行 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 快中子活化法测年,获得高温坪年龄为 833.8 ± 4 Ma,等时线年龄为 848.2 ± 4 Ma,代表该超镁铁质岩体发生高压变质后初始抬升的冷却事件。Liu Junfeng et al. (2005, 2008)利用 LA-ICPMS 锆石 U-Pb 法对榴闪岩定年, $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄为 518 ± 19 Ma,代表构造侵位年龄。该铬铁矿体呈似层状、透镜状;分布在中粗粒纯橄岩和细粒纯橄岩中,走向 $300^\circ \sim 330^\circ$,倾向北东,倾角 $65^\circ \sim 75^\circ$ 。矿物组合为铬尖晶石,少量黄铁矿、镍黄铁矿、赤铁矿等,偶见铂族矿物。矿石结构主要为半自形—自形中细粒状结构,半自形—他形不等粒结构,次为他形不等粒结构、包橄结构、熔蚀结构等;矿石构造以浸染状构造为主,少量准致密块状构造。常见蚀变为蛇纹石化和斑点状滑石化。

研究表明,洋淇沟—松树沟铬铁矿为形成于新

元古代古秦岭洋中脊的堆晶橄榄岩底部的层状铬铁矿床(Yang Jingsui et al., 2010),经历了新元古代末向秦岭岛弧的俯冲,在早古生代进一步深俯冲达到高压—超高压基性麻粒岩相环境。之后经历了晚三叠世陆内俯冲,以及之后的构造挤出、推覆隆升和断块抬升等复杂构造过程,最终定位在南、北秦岭缝合带中的蛇绿岩岩片中。

1.3.2.4 新安县郁山铝土矿床

郁山铝土矿床形成的构造背景为华北陆块南部渑池—确山陷褶断束架子沟背斜,岩相古地理环境为渑池泻湖潮坪—沼泽环境。成矿时代为早二叠世早期。矿区基底岩石为马家沟组碳酸盐岩建造,含矿岩系为本溪组铁铝岩建造。含铝岩系组合具有以下特征:黏土岩与铝土矿类组合有较好铝土矿体产出,黏土岩与铝质岩类组合有铝土矿体产出,(铁质)黏土岩类组合无铝土矿产出。矿体呈层状、似层状产出,厚 $0.86 \sim 9.55$ m,深部连续延深达 1000 m 以上。直接底板多为中厚层状含铁质泥岩或菱铁矿层,间接底板为奥陶系灰岩、白云岩等。

研究表明,郁山铝土矿的形成,经历有同生沉积、埋藏改造和保存—剥蚀三个阶段(Li Zhongming et al., 2009, 2012; Wang Qingfei et al., 2012; Wang Yanru et al., 2012; Chen Quanshu et al., 2002)。早二叠世快速的海侵在豫西郁山等地形成了广阔的泻湖潮坪—沼泽相,来自秦岭古陆风化的富铝物质通过风暴作用搬运沉积,尤其是在潮间—潮下带经过机械分选的“去泥作用”和部分的离子、胶体的化学沉积,最终就位于溶斗、溶洼和溶盆中,形成了最初的铝土矿体。铝土矿层之下普遍共生硫铁矿层,即所谓的煤系硫铁矿和风化以后的山西式铁矿。这种煤层之下,基底之上的黄铁矿层,源自上部泥沼酸性溶液的向下渗滤,溶解铝土岩中的铁和硅质,在下方还原生成黄铁矿。这种脱硅去铁作用提高了铝土矿的 A/S 比和品质,也可能促成一些铝土岩转化为铝土矿。浅表区铝土矿体受表生作用一般形成氧化铝土矿体,其中的黄铁矿和菱铁矿基本消失,出现蜂窝状和多孔状构造,品位相对提高,体重相对减小。

1.3.2.5 栾川县赤土店西沟铅锌银矿床

赤土店西沟铅锌银矿床是 2000 年由河南省地质调查院发现的大型矿床,位于河南省栾川县赤土店(彭翼等, 2015)。该矿床产于栾川—维摩寺大断裂北侧、竹园沟推覆构造西侧,黄背岭—石宝沟背斜近轴部。该矿床形成的构造环境为华北陆块南缘陆缘裂谷盆地(Pt_2 - Pt_3)和小秦岭—伏牛山碰撞造山

岩浆弧,成矿环境为岩浆热液环境下碳酸盐岩建造和断裂带内成矿。该矿为多期成矿,新元古代于官道口群地层同生沉积富集,燕山期可能存在后期岩浆热液叠加富集成矿作用(Li Junjian et al., 2010; Yan Changhai et al., 2002, 2004; Liu Guoyin et al., 2007; Lv Wende et al., 2005; 彭翼等, 2015; Qi Jinping et al., 2007; Zhang Yixing et al., 2006)。含矿变质建造为官道口群白术沟组上段白云石大理岩、栾川群煤窑沟组中段白云石大理岩和三川组上段大理岩。白术沟组上段岩性为黑灰色炭质板岩夹含炭石英细砂岩,局部夹含炭大理岩;栾川群煤窑沟组中段岩性为厚层状(硅质条带)白云石大理岩;三川组上段岩性为灰白色中厚层状大理岩和灰色条纹条带状大理岩夹钙质粉砂岩薄层,局部见矽卡岩化。成矿侵入岩为燕山期二长花岗岩。矿体形态呈似层状、脉状,局部为透镜状、板状产出,产状与地层基本一致。金属矿物主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等。矿石结构为粒状结构,少量残余结构;矿石构造为块状构造、条带状构造、团块状构造、浸染状构造及少量蜂窝状、土状等构造。北西西—北西向断裂是主要含矿构造,北西西—北西向断裂和北东向断裂交汇部位通常是富矿富集部位。围岩蚀变主要有硅化、绿泥石化、碳酸岩化、云英岩化和透闪石化。

研究表明赤土店铅锌银矿床为斑岩型钼矿外围岩浆热液型铅锌银矿床。

1.3.2.6 镇平县楸树湾铜钼矿床

楸树湾矿区位于镇平县城北约 10km 的老庄乡境内,为一斑岩—矽卡岩型大型铜钼矿床,矿化以铜为主,共生钼,伴生银铅等。该矿床形成的构造背景为东秦岭碰撞岩浆岩带之东秦岭推覆构造带,成矿环境为北秦岭微陆块及中生代岩浆侵入环境,其辉钼矿 Re-Os 同位素年龄为 146.42 ± 1.77 Ma (Guo Baojian et al., 2006),成矿时期为燕山期。成矿侵入岩为晚侏罗世秋树湾岩体,岩性为花岗(闪长)斑岩及岩体侵入形成的隐爆角砾岩。矿体呈似层状、透镜状大致围绕楸树湾岩体外接触带呈不规则环状分布,少数分布于岩体内接触带。铜矿化主要赋存于西部、北部爆发角砾岩中,而钼矿化主要赋存于南部矽卡岩中。由岩体中心向外,大体依次出现钼矿体—钼铜矿体—铜钼矿体—铜矿体。矿区共圈定矿体达 300 多个,北部矿体总体南倾,倾角 $30^\circ \sim 40^\circ$,南部矿体总体北倾,倾角 $5^\circ \sim 30^\circ$,东西部总体南倾,倾角 $50^\circ \sim 80^\circ$ 。矿体一般长 300~500m,最长达 1000m,一般延伸 150~250m,厚 3~10m。金属矿

物主要有黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿,以及少量磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿等。矿石结构为中粗粒粒状变晶结构、柱粒状结构等,矿石构造以细脉—网脉状和薄膜状构造为主,浸染状构造次之;矽卡岩型铜钼矿还可见块状构造,变余层状构造,条纹、条带状构造,角砾状构造等。围岩蚀变主要为硅化、钾化、绢云母化、矽卡岩化及青盘岩化,以岩体为中心有明显的水平分带,从岩体向外为石英核—石英钾长石化—石英绢云母化—矽卡岩化—青盘岩化。北西向、北北西向、近东西向断裂及裂隙与成矿关系密切。

研究表明,在中生代小秦岭—伏牛山陆内碰撞造山环境下,沿朱—夏深大断裂向北的陆内俯冲作用形成了一系列高硅、富碱、高钾,富含钼及挥发分的酸性岩浆熔体,含矿岩浆熔体顺着构造薄弱位置上升侵位,与雁岭沟组大理岩发生热液蚀变,形成了秋树湾斑岩—矽卡岩型铜钼矿床。

1.3.2.7 南泥湖—三道庄钼钨矿床

南泥湖—三道庄钼钨矿床位于栾川县城北西 20km 的冷水镇境内,属超大型钼钨矿床。该矿床形成于华北陆块南缘的豫西断隆三川—栾川断陷褶皱断裂带中,栾川深大断裂从矿区南侧通过,潘河—马超营断裂从矿区北侧通过。区内中新元古代构造环境属华北陆块南缘陆缘裂谷盆地,出露有中新元古界官道口群及栾川群地层;中生代构造环境属小秦岭—伏牛山碰撞造山岩浆弧。含矿侵入体为南泥湖斑状花岗岩株, Luo Mingjiu et al. (1995) 对斑状钾长花岗岩进行全岩 Rb-Sr 法测年为 142 ± 15 Ma, 对斑状黑云母花岗闪长岩进行黑云母 K-Ar 测年,同位素年龄为 136.5 ± 3.7 Ma。Li Yongfeng et al. (2003, 2005a, b) 对南泥湖钼矿田三个矿床的辉钼矿进行了 Re-Os 同位素测年,获得南泥湖成矿年龄为 141.8 ± 2.1 Ma, 三道庄成矿年龄为 145.0 ± 2.2 Ma, 上房沟矿床的年龄 144.8 ± 2.1 Ma, 均属于晚侏罗—早白垩世岩浆活动产物。含矿建造为三川组上部大理岩交代形成的矽卡岩及钙硅酸角岩。矿体分布在岩体与围岩的内外接触带,呈似层状、塔松状。矿石矿物组合主要有辉钼矿、白钨矿、磁铁矿、黄铁矿,少量黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、钼钙矿等,脉石矿物矽卡岩型矿石主要为硅灰石、透辉石、石榴子石,长英角岩型矿石主要为长石、石英等。矿石结构主要为片状、束状、放射状结构,自形—半自形粒状结构,镶嵌结构;次为包体结构、交代残余结构、充填结构。矿石构造主要为稀疏浸染状构造、细脉状构造,前者多分布于矽卡岩中,后者多分布于角岩中。围岩蚀

变包括矽卡岩化、钾长石化、绢云母化和硅化。

研究表明,南泥湖—三道庄钼钨矿为典型的斑岩型—矽卡岩型多成因叠加矿床。晚三叠—早白垩世,南泥湖—三道庄地区受特提斯构造域和太平洋构造域动力机制转变的影响,构造应力方向由近东西向转为北北东向,东秦岭构造挤压作用减弱进入伸展环境。在此构造背景下,具有壳幔重熔性质的富钼、钨的南泥湖花岗岩浆熔融体顺构造薄弱环节上升侵位,岩浆演化晚期所产生的含矿流体在构造作用下发生脉动上升,并与围岩发生强烈的接触交代作用,形成以斑岩体为中心,自内向外的斑岩型钼矿—矽卡岩型钨矿床。

1.3.2.8 大河沟锑矿床

大河沟锑矿床位于东秦岭碰撞岩浆带,成矿环境为区域动力热流变质环境和燕山期构造—岩浆活动环境。成矿时期初步认为早白垩世。含矿变质建造为元古界峡河岩群界牌组长英质片岩—石英岩—大理岩建造,岩石组合为含石墨镁质大理岩夹少量变质碎屑岩,钙质斜长(石英)片岩、钙质片岩夹不纯大理岩。矿体成细脉状或脉状交错产出,沿走向或倾向极不稳定,受区域性双槐树断裂带及后期次级张(扭)性断裂带构造控制。矿石矿物主要为辉锑矿,次为黄锑华、黄铁矿,脉石矿物主要为石英,次为方解石、重晶石、萤石、砷矿物等,表生矿物有褐铁矿、高岭石等。矿石结构以自形一半自形粒状结构为主,角砾状、碎裂状、交代残留状结构次之。矿石构造主要有块状、细脉浸染状和角砾状构造。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、碳酸盐化和褐铁矿化。

研究表明,大河沟锑矿属中低温热液型矿床。在燕山期构造—岩浆活动环境,含矿流体沿深断裂带向上运移,锑元素可能以氯化物、络合物等形式存在,在北秦岭推覆体下方与高角度断裂带结合部位形成有利的物理化学屏障,结晶形成辉锑矿伟晶岩及断裂带中的锑矿床。

1.3.2.9 豫陕小秦岭金矿床

小秦岭金矿床位于中生代小秦岭碰撞造山岩浆弧,成矿环境为片麻岩穹隆和岩浆侵入热液环境。成矿时期为燕山期,成矿年龄红土岭 ^{40}Ar - ^{39}Ar 等时线年龄为 128~126 Ma(Wang Yitian et al., 2002, 2010a, b),泉家峪 Re-Os 同位素年龄为 130 Ma(Li Houmin et al., 2007)。与成矿关系密切侵入岩为早白垩世文峪花岗岩体,含矿地质体为含金石英脉。矿体呈脉状赋存在含金石英脉中,分为南北两个矿脉密集脉带,北带由 S505、S530、S535、S536、S861

等矿脉组成,矿体规模大,金品位高;南带为 S512、S548、S549、S547 等组成,金品位较低。北带 S505 与南带 S512 呈区域性展布,各矿脉向东撒开呈帚状。金矿物单一为自然金,金属矿物以黄铁矿为主,黄铜矿、方铅矿次之,磁黄铁矿、斑铜矿、白钨矿等微量。次生矿物主要为赤铁矿、褐铁矿,微量孔雀石、蓝铜矿、辉铜矿、白铅矿、铅矾等。脉石矿物主要为石英,次为微斜长石、斜长石、方解石,少量绢云母、黑云母、绿泥石、榍石、磷灰石。矿石结构主要有自形一半自形粒状结构、它形粒状结构、压碎结构、包含结构;矿石构造有浸染状、细脉—浸染状、角砾状和蜂窝状构造。围岩蚀变分布于含金石英脉顶底板及其所处构造带中。主要蚀变类型有绢云母化、黄铁矿化、硅化、碳酸盐化、钾长石化、绿泥石化。控矿构造为先期韧性剪切带,成矿期中等—低角度正断层。

研究表明,豫西小秦岭地区晚三叠世以来,自南西向北东的左行剪切—陆内俯冲作用,形成莫霍面最深达 40km 的豫西幔向斜。在早白垩世山根垮塌之时,幔源成矿流体透过基性、酸性岩浆,沿小秦岭片麻岩穹隆南侧断裂构造带向上运移,在深约 10km,充填形成一阶段黄铁矿—石英和二阶段石英—黄铁矿为主体的石英脉型金矿。石英脉型金矿之下可能逐渐过渡为构造蚀变岩型金矿。

1.3.2.10 洛宁县上宫金矿床

上宫金矿床位于小秦岭—伏牛山碰撞造山岩浆弧中熊耳山短轴背斜内,成矿环境为中生代岩浆侵入环境。成矿时代包括晚三叠世贫硫化物型金矿与早白垩世多金属型金矿两个时期,早阶段石英 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄为 222.8 ± 24.9 Ma,矿物或矿石的 Rb-Sr 等时线年龄为 $242 \text{ Ma} \pm 10 \text{ Ma}$, $165 \text{ Ma} \pm 7 \text{ Ma}$ 和 $113 \text{ Ma} \pm 6 \text{ Ma}$ (Chen Yanjing et al., 2004)。成矿侵入岩为三叠纪钾长花岗岩、正长(斑)岩墙或小岩株和早白垩世花山花岗岩体。矿体呈脉状、薄板状斜列于扫帚状排列的六个构造蚀变岩带,垂直延伸大于 800m。金矿物主要为自然金、银金矿,次为碲金矿,极少量碲金银矿和金银矿。矿石结构为自形一半自形粒状结构、包含结构、压碎结构、交代残余结构和角砾状结构;矿石构造为浸染状构造、细脉—浸染状构造、网脉状构造和蜂窝状构造等。与成矿关系密切围岩蚀变有硅化、黄铁绢英岩化、绢云母化和黄铁矿化,局部萤石化和铁白云石化等。控矿构造为熊耳山穹隆式构造西北侧贯穿太华杂岩和长城系熊耳群的北东走向、左行斜列的正断层。成矿期次分为黄铁矿—石英阶段,金—碲化物—方铅

矿—黄铁矿阶段,石英—萤石阶段,金—多金属硫化物阶段和晚期碳酸盐阶段。

上宫金矿处在陆缘岩浆弧中岩浆活动环境,在左行剪切—陆内俯冲背景下,于近东西向马超营断裂带上盘形成左列的北东向正断层系统,最初于晚三叠世,源于壳幔接触带的含金流体,在壳内钾长花岗岩岩浆活动背景下,透过岩墙向上运移,形成早期以硅化、黄铁绢英岩化为特征的贫硫化物构造蚀变岩型金矿。早白垩世转入造山期后地壳调整阶段,在增厚的地壳内产生大量花岗岩浆,先后形成侵入角砾岩体、花岗(斑)岩体及花岗岩基,透过花岗岩浆的深部流体在侵入角砾岩体中形成祈雨沟金矿,同时在断裂系统中形成以伴生银为特征的上宫多金属型金矿。

1.3.2.11 铁炉坪银矿床

铁炉坪银矿床位于中生代小秦岭—伏牛山碰撞造山岩浆弧,成矿环境为中生代岩浆侵入环境。成矿时期为燕山晚期, $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 等时线年龄为 $145.2 \pm 2.5\text{Ma} \sim 147.6 \pm 2.3\text{Ma}$ (Mao Jingwen et al., 2005, 2006)。成矿侵入岩为燕山期花岗(斑)岩,赋矿变质建造为太古代花岗岩—绿岩和熊耳群火山岩—大理岩。9个矿体呈脉状、分枝复合脉状和透镜状,总体向北北东侧伏。单个矿体长 $200 \sim 820\text{m}$,平均厚 4.45m ,最大厚度 16.4m ,形态和产状受蚀变破碎带控制。金属矿物主要为方铅矿,黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、银黝铜矿、自然银、赤铁矿,次生矿物有褐铁矿和铅矾。矿石结构为晶粒状、镶嵌结构;矿石构造为浸染状和细脉状构造。围岩蚀变主要有绢云母化、绿泥石化、硅化、碳酸盐化、黄铁矿化及黄铁绢英岩化。与成矿关系密切的构造为北东向断裂破碎带。

研究表明,在中生代华北与扬子板块碰撞造山期间,马超营断裂表现为倾向北的陆内俯冲带。在此构造环境下,携带有深源成矿物质的重熔花岗岩浆沿构造薄弱环境往上运移,此后俯冲板片继续下插,更深来源的岩浆熔融体形成并往上运移,随后形成花岗斑岩,运移过程中变质流体和大气降水先后加入岩浆熔体,形成富含银铅锌的成矿热流体,在构造有利部位沉淀形成了铁炉坪银铅锌矿床。

1.3.2.12 南阳山铌钽锂矿床

南阳山铌钽锂矿床位于北秦岭基底杂岩(岩浆弧),成矿环境为灰池子岩体远程岩浆热液环境。成矿侵入岩为灰池子岩体控制的远程含稀有金属矿物型花岗伟晶岩(Ⅳ带),其锆石 U-Pb 年龄为 $437 \pm 5.8\text{Ma}$ (Liu Wuping et al., 2001; Li Jinghui et al.,

2010),推断其成矿时期为志留纪。矿体呈脉状,整体走向表现为北北西向,倾向北西西或北东东,倾角分为两组,一组较陡为 $35^\circ \sim 80^\circ$,一组较缓 $14^\circ \sim 40^\circ$ 。含矿伟晶岩脉共有42条,一般宽 5m 左右,最宽可达 30m ,长几十到几百米不等,最长可达 1000m 。按矿物成分可分为白云母微斜长石型、白云母钠长石微斜长石型和锂云母钠长石型三种类型。矿物组成十分复杂,查明矿物成分最多达40种。常见稀有元素矿物有铌钽铁矿、绿柱石、锂辉石、锰铌矿、锰钽矿、细晶石、钠锂绿柱石、锑钽矿、铯锂绿柱石、磷锂铝石和铯榴石等。矿石结构为细粒结构、巨晶结构和交代残余结构等;矿石构造为带状构造。围岩蚀变有锂白云母化、钠长石化、高岭石化、锂闪石化和萤石化等。成矿发生在伟晶岩矿床的后期交代阶段的锂云母阶段。

研究表明,古秦岭洋经历中—新元古代扩张之后,在早古生代转入收缩时期,于志留纪发生聚合碰撞。早期俯冲板片的消融,产生了以高Sr、低Y为特点的I型花岗岩浆,在岩体侵位之后,源区残余流体随之上升,产生围绕早期岩体展布的大量花岗伟晶岩墙,富含挥发组分的含稀有金属矿物的伟晶岩带分布在最上方或最外侧,形成了带状展布的南阳山花岗伟晶岩型铌钽锂矿,也标志着碰撞造山阶段的结束。

2 豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿—石墨成矿带基本特征、重要矿种资源潜力分析及成矿远景区划分

2.1 区域成矿地质背景

豫西成矿带跨华北陆块区和秦祁昆造山系两个一级构造单元,其中华北陆块区为一个具地壳双层结构的相对稳定区;秦祁昆造山系是一个由多个不同时代、不同建造、不同构造背景下形成的构造岩块(岩片),经过多期复杂的构造演化,纵向上堆叠叠置横向上镶嵌拼合而成的复合型造山带,基本构造格架为线状强变形带(区域性断裂带)与带状弱变形域(构造岩片)的规律组合(Zhang Guowei et al., 1995, 1997, 2011; Pan Guitang et al., 2008, 2009; Li Junjian et al., 2010; 彭翼等, 2015)。

区内前寒武纪—中新生代地层均较发育。基底地层有上太古界—下元古界的登封岩群、太华岩群、嵩山群、秦岭岩群和雁岭沟岩组,太华岩群、登封岩群与铁、金、石墨矿等有关,嵩山群和秦岭岩群与(赤)铁、磷、矽线石、石墨矿有关,雁岭沟岩组与白云

构造是控制矿床形成和分布的一个基本因素, 豫西成矿带内内生金属矿产的形成直接或间接与大

型变形构造有关,如老湾等构造蚀变岩型金银多金属矿受大型变形构造次级断裂带控制,南泥湖大型—超大型斑岩型钼钨矿的赋矿母岩—斑岩体产于两组大型断裂构造的交汇部位等。左形剪切—挤压体制下的羽状构造控制了区内内生金属矿矿田、矿区的分布,以卢氏—栾川—鲁山为轴线(由栾川断裂转向车村—鲁山断裂),北侧的小秦岭、崤山和熊耳山金钼矿田及其边界断裂呈左行犁式排列,南侧各变形块体镜像呈左行帆式排列,共同构成左旋斜向陆内俯冲体制下的羽状构造组合形态;在矿集区尺度上,沿马超营断裂带,北侧的铁炉坪银矿、上宫金矿、元岭金矿等控矿构造带与南侧的竹园沟等铅锌银矿控矿构造带,亦表现为羽状断裂组合。北东、北西向隐伏构造控制了区内内生金属矿产的展布,北东走向断裂控矿在区内已成共识,但北西西—北西向矿产分布和对应清晰的重磁场特征,说明铁炉坪—栾川—秋树湾、祁雨沟—东沟—杨树洼、皇城山—母山—栈板堰—山峡店等金钼多金属矿产的分布主要受北西向隐伏构造控制。秦岭造山带现今表现为上部近东西走向、深部北东向构造体制的立交桥式结构(张国伟,1995,1997,2011),那么在近东西向构造体制与北东向构造体制之间是否存在或曾经出现过大规模的北西向的构造—岩浆活动?从豫西区域地质图可见晚侏罗世花岗岩体(如小秦岭文峪、熊耳山万村、桐柏玉皇顶)是北西走向的,明显不同于之前岩体的北西西走向;早白垩世,沿卢氏—栾川—鲁山轴线分布的花岗岩体为等轴状(合峪、太山庙)或东西走向(石人山),北侧岩体(熊耳山花山、斑竹寺)呈北东走向,以南全部早白垩世花岗岩体为北西走向。对应早白垩世成矿作用大爆发的大规模花岗岩浆活动呈北东、北西交织的构造格局,与羽状断裂系统和重磁场反映的深部构造相吻合,由此说明沿北西、北东向断裂及岩体寻找早白垩世矿产比沿北西走向更为重要。穹隆(式)构造、背斜(形)构造、韧—脆性断

裂带及其伸展构造发育程度、岩浆活动程度控制了区内内生金属矿化强度,如小秦岭片麻岩穹隆,崤山、熊耳山短轴背斜,均具有热的(含有花岗岩体)穹隆形状,并且韧性构造与低倾角脆性断裂发育程度与穹形构造中金矿大小、多少成正比;桐柏朱庄背斜虽不是短轴的,但金银矿田的顶部同样存在韧性剪切带。在韧—脆性断裂带中,花岗岩、煌斑岩发育程度决定金矿规模的大小,垂直韧—脆性断裂带的纵张断裂带或裂隙带也是金矿控矿(容矿)构造,但仅分布小型金矿。

2.2 重要矿种资源潜力分析及找矿方向

豫西成矿带成矿地质条件优越,矿产种类丰富,金、钼钨、铅锌银、铝土矿、铁、石墨、煤矿等为带内优势矿产,是我国重要的金铁铝有色金属工业原料及加工基地,近年找矿进展显著,并展示出巨大的资源潜力。

本区金矿主要分布在豫陕小秦岭—熊耳山地区,是我国最重要的金成矿带之一和第二大黄金产地,其间分布着许多大中型金矿床,如文峪石英脉型金矿,上宫构造蚀变岩型金矿,祈雨沟爆破角砾岩型金矿等,主要成矿类型有岩浆热液型和侵入角砾岩型,据河南省、陕西省矿产资源潜力评价(表2),2000m以浅预测金资源量3522920千克,占全国预测资源量的11.3%;钼(钨)主要分布在小秦岭—伏牛山地区,钼探明储量居全国首位,是著名的“钼都”,主要成矿类型有斑岩型—矽卡岩型,主成矿期为早白垩世,受控于东秦岭—豫陕小秦岭陆内岩浆弧,据矿产资源潜力评价,1000m以浅预测资源量钼18386422.56吨,占全国预测资源量的17%;钨4406375.44吨,占全国预测资源量的15%;铅锌矿主要分布在豫西南地区,在北秦岭和熊耳山西南端与银伴生,据矿产资源潜力评价,在区内1000m以浅预测资源量铅10830300吨,占全国预测资源量的4%;锌12362900吨,占全国预测资源量的2.2%;银24732.51吨,占全国预测资源量的4.4%。区内

表2 豫西成矿带重要矿种预测资源潜力

Table 2 Mineral resources potential of western Henan Province Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-bauxite-graphite metallogenic belt						
预测矿种	累计查明资源储量	预测资源量			预测资源量占全国比例	单位
		500 米以浅	1000 米以浅	2000 米以浅		
Au	1500411.67	241982.83	1039441.89	3522920	11.3%	千克
Mo	6258823	8595494.72	18386422.56	15479269	17%	吨
W	76521960	2086510.40	4406375.44	46617336	15%	吨
Pb	2818718	4378500	10830300	9981400	4%	吨
Zn	2681131	5093640	12362900	11438400	2.2%	吨
Ag	6135.29	7157.35	24732.51		4.4%	吨
铝土矿	100121.80	298287.56	513313		40%	万吨
Fe	60796.35	1700.56	60010.30	149439.65	0.7%	万吨

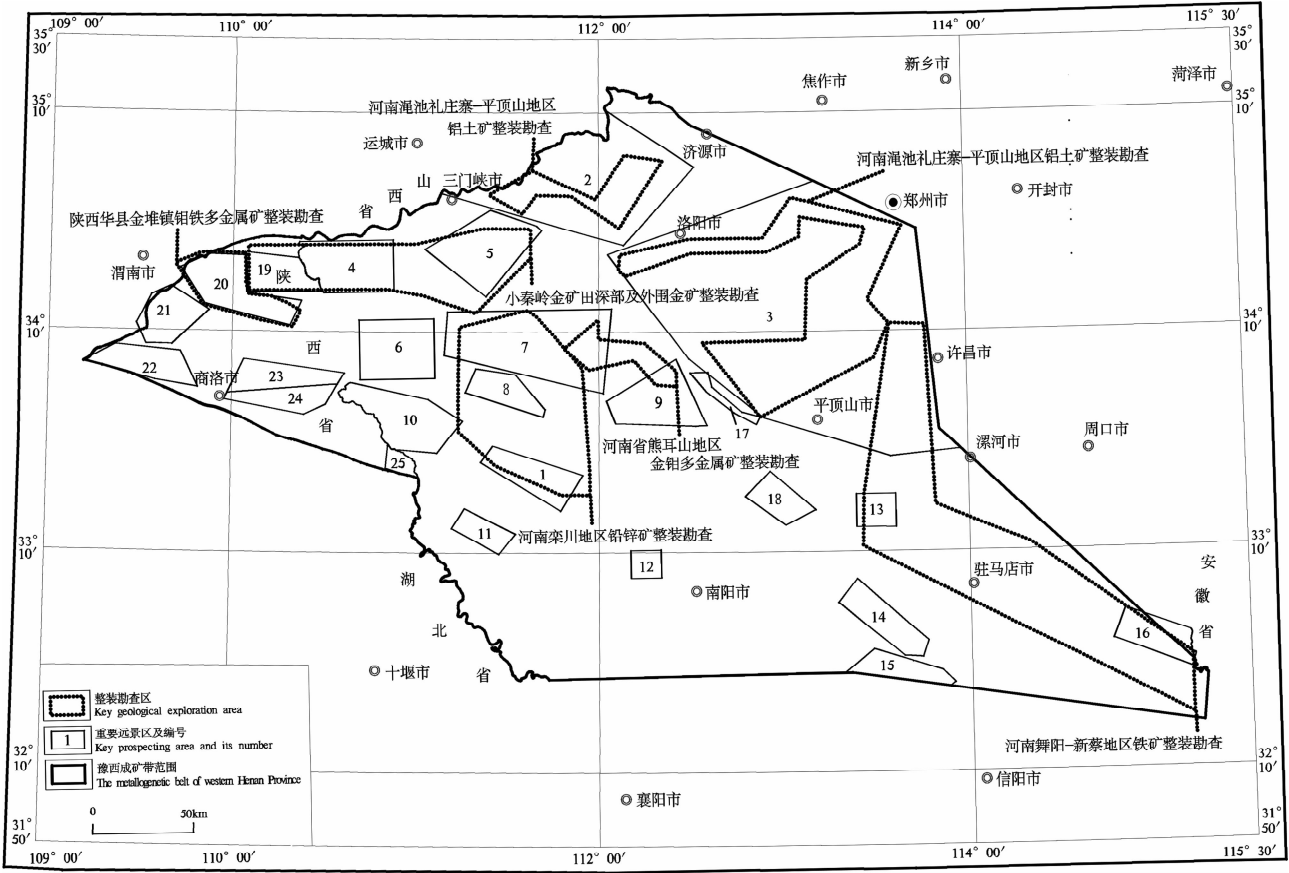


图 3 豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿-石墨成矿带勘查部署建议图

Fig. 3 Exploration deployment suggestion map of Western Henan Province
Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-bauxite-graphite metallogenic belt

铝土矿资源储量居全国第二位,氧化铝产量居全国第一,主要赋存在晚石炭世—早二叠世煤系地层之下的本溪组地层中,因此称之为煤下铝,集中分布在豫西地区济源及其以南的煤田中,据矿产资源潜力评价,在区内 500m 以浅预测铝土矿矿石量 298287.56 万吨,占全国预测资源量的 40%;铁矿集中分布在鲁山、许昌、舞阳—新蔡一带,主要成矿类型为沉积变质型,矿层赋存在新太古代、古元古代初期的角闪岩相—麻粒岩深变质片麻岩系中,据矿产资源潜力评价,在区内 2000m 以浅预测铁矿石量 149439.65 万吨,占全国预测资源量的 0.7%。

2.3 勘查部署建议

在已设立的 107 片国家级整装勘查区中,豫西成矿带部署的国家级整装勘查区有 7 片,分别为①陕西小秦岭金矿整装勘查区,②陕西华县金堆镇钼、铁多金属矿整装勘查区,③河南小秦岭金矿田深部及外围整装勘查区,④栾川地区铅锌金钼多金属矿整装勘查区,⑤渑池礼庄寨—平顶山地区铝土矿整装勘查区,⑥舞阳—新蔡地区铁矿整装勘查区和⑦

熊耳山—外方山地区金钼多金属矿整装勘查区共 7 个整装勘查区。

本次研究建议在豫西成矿带设立找矿远景区 25 个,分别为湍源金铅锌银找矿远景区(A1),新安—渑池铝土矿、煤找矿远景区(A2),嵩箕铝土矿、煤找矿远景区(B1),小秦岭金钼找矿远景区(河南)(A3),崤山金钼重晶石找矿远景区(A4),卢氏铅锌银钼找矿远景区(A5),熊耳山金钼铅锌银萤石找矿远景区(A6),栾川铅锌银钼钨找矿远景区(A7),外方山铅锌银钼萤石找矿远景区(A8),卢氏南部金稀有金属找矿远景区(A9),蒲塘—毛堂金找矿远景区(A10),镇平钼铜找矿远景区(A11),舞阳铁矿找矿远景区(B2),楼房沟萤石找矿远景区(B3),桐柏北部金银铜铅锌萤石找矿远景区(A12),新蔡铁矿找矿远景区(B4),鲁山铁矿找矿远景区(B5),南阳北部塔山萤石找矿远景区(B6),小秦岭金矿找矿远景区(陕西)(A13),陕西华县金堆镇钼铁多金属矿找矿远景区(B7),陕西蓝田厚镇—玉山镇金多金属找矿远景区(A14),陕西商州牧护关铅锌找矿远景区

(B8),陕西洛南县崎头山—蟒岭钼铜多金属找矿远景区(B9),陕西商南县铬矿找矿远景区(B10)和陕西洛南高多山锑矿找矿远景区(B11),其中 14 个为重点远景区(A1-A14),11 个为一般远景区(B1-B11)。各整装勘查区和找矿远景区的工作部署建议详见表 3、4、5、6。

表 3 整装勘查区工作部署

Table 3 Exploration deployment work of key geological exploration areas

序号	整装勘查区名称	主攻矿种	主攻矿床类型
1	陕西小秦岭金矿整装勘查区	金	石英脉型
2	陕西省华县金堆镇钼、铁多金属矿整装勘查区	钼、铁	斑岩型
3	河南小秦岭金矿田深部及外围整装勘查区	金	石英脉型
4	栾川地区铅锌金银多金属矿整装勘查区	铅、锌、银、钼、钨	热液型、斑岩型、矽卡岩型
5	渑池礼庄寨—平顶山地区铝土矿整装勘查区	铝土矿	沉积型
6	舞阳—新蔡地区铁矿整装勘查	铁	沉积变质型
7	熊耳山—外方山地区金钼多金属矿整装勘查区	金、银、铅、锌、钼	火山岩型、石英脉型、斑岩型

表 4 整装勘查区 1：5 万地质矿产调查工作部署

Table 4 1：50000 regional geological and mineral resources survey in key geologicalexploration areas

序号	项目名称	实施时间
8	河南白土街幅、三川幅 1：5 万区域矿产地质调查	2015～2017
9	河南合峪、木植街、栗树街、车村、二郎庙幅 1：5 万区域地质矿产调查	2014～2016
10	河南石门、内乡、镇平、安阜幅 1：5 万区域地质矿产调查	2014～2016
11	河南二郎坪幅、龙王庙幅 1：5 万区域地质矿产调查	2016～2020
12	河南古王村幅、三门峡市幅、张茅幅 1：5 万区域地质矿产调查	2016～2020
13	河南白土街幅、三川幅 1：5 万区域重力测量	2015～2017
14	河南白土街幅、三川幅 1：5 万地球化学测量	2015～2017

表 5 找矿远景区 1：5 万地质矿产调查工作部署

Table 5 1：50000 regional geological and mineral resources survey in prospecting areas

序号	项目名称	实施年度
15	河南 1：5 万二郎庙幅、小水幅、龙王庙幅、夏馆幅区域地质矿产调查	2016～2018
16	河南 1：5 万板桥幅、竹沟幅、毛集镇、固县镇、张台幅区域地质矿产调查	2014～2016
17	河南 1：5 万乔端幅、板山坪、下罗坪、南召幅区域地质矿产调查	2014～2016
18	河南 1：5 万大金店幅、登封县幅、陵头幅、方山幅、神后镇幅矿产地质调查	2015～2017
19	河南 1：5 万夏馆幅、板山坪幅矿产地质调查	2015～2017
20	河南 1：5 万二郎庙幅、下汤幅、下罗坪幅、丹霞寺幅矿产地质调查	2016～2018
21	河南 1：5 万密县幅、大隗幅、顺店幅矿产地质调查	2016～2018
22	河南 1：5 万李家寨幅、涩港幅、宣化店幅矿产地质调查	2016～2018
23	河南 1：5 万板桥幅、竹沟幅矿产地质调查	2017～2019
24	河南 1：5 万确山幅、任店幅、新安店幅矿产地质调查	2017～2019
25	河南 1：5 万古王村幅、曹家川幅、段村幅、仓头幅矿产调查调查	2018～2020
26	河南 1：5 万四里店幅、神林幅矿产地质调查	2018～2020

表 6 找矿远景区矿产调查评价工作部署

Table 6 Mineral resource assessment in prospecting areas

序号	项目名称		实施年度
27	陕西蓝田厚镇—玉山镇金多金属矿调查评价	金、钼、钨	2014～2016
28	陕西商州牧护关铅锌矿调查评价	铅、锌、钨、铜	2015～2017
29	陕西洛南崎头山—蟒岭一带钼铜多金属调查评价	钼、铜	2016～2018
30	陕西商南铬铁矿调查评价	铬	2016～2018
31	陕西洛南高多山锑矿调查评价	锑	2016～2018
32	河南小秦岭深部及外围金矿勘查	金	2014～2016
33	河南蒲塘—毛堂金矿勘查	金	2016～2018
34	河南镇平钼铜矿勘查	钼、铜	2016～2018
35	河南周庵铜镍硫化物矿勘查	铜、镍	2016～2018
36	河南卢氏稀有多金属矿调查评价	稀有金属	2014～2016
37	河南西峡一带石墨矿调查评价	石墨	2014～2016
38	河南周党镇—薄刀岭金多金属矿调查评价	金	2016～2018
39	河南楼房沟萤石矿调查评价	萤石矿	2016～2018

3 结论

(1) 豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿-石墨成矿带横跨河南省东西,西接陕西,东邻安徽,南与湖北交界。其大地构造位置横跨华北陆块区和秦祁昆造山系,北部、西部以山西断隆为界,北部属于典型的华北克拉通;南部边界以秦岭大别成矿省为界,东部以安徽省界为界,面积约 8.90 万平方千米。

(2) 依据豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿-石墨成矿带的区域成矿地质背景,在区内划分出 10 个Ⅳ级成矿区带,并结合其多旋回性、继承性、新生性和叠加性成矿特征,建立了其成矿谱系简表,本区主成矿期为前寒武纪与燕山期。

(3) 豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿-石墨成矿带主要成矿类型和矿种有沉积-变质型铁、铜、石墨矿床(铁山铁矿、西峡石墨矿、小沟铜矿等),岩浆热液型金、银、铅锌、钼、锑矿床(文峪金矿、潼峪金矿、铁炉坪银铅锌矿、板厂铅锌矿、纸坊钼矿、大河沟锑矿等),斑岩型-矽卡岩型钼钨、铜钼、铁矿床(南泥湖-三道庄钼钨矿、夜长坪钼钨矿、金堆城钼矿、石门沟钼矿、楸树湾铜钼矿、木龙沟铁矿等),火山岩型金、铅锌矿床(上宫金矿、祁雨沟金矿、蒲塘-毛堂金矿、上庄坪铅锌矿等),隐爆角砾岩型钼矿床(雷门沟钼矿),层控热液型铅锌银矿床(赤土店铅锌银矿、沙沟铅锌矿等),古风化壳残积型铝土矿床(郁山铝土矿),蛇绿岩型铬铁矿床(松树沟-洋淇沟铬铁矿),伟晶岩型稀有金属矿床(南阳山铌钽锂矿)和沉积改造型锰矿床(神洞沟锰矿)。

(4) 豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿-石墨成矿带重点矿种已探明资源/储量较大,其 2000 米以浅资源潜力巨大,尤以 Au、Mo、W、Pb、Zn、Ag、铝土矿等矿种资源量潜力占全国的比例相当高,分别为 11.3%、17%、15%、4%、2.2%、4.4%和 40%。

(5) 在前人工作基础上,结合研究区找矿最新进展和全国矿产资源潜力评价最新成果,在豫西 Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-铝土矿-石墨成矿带划分了 25 个找矿远景区,其中 14 个为重点远景区,11 个为一般远景区。并提出了整装勘查区和重要找矿远景区的工作部署建议 39 项。

致谢: 本项工作得到了中国地质科学院矿产资源研究所陈毓川院士、肖克炎、王瑞江、邢树文、丁建华研究员,中国地质调查局天津地质调查中心沈宝丰研究员,西安地质调查中心杨合群、王永和研究员,河南省矿产资源潜力评价项目组的大力支持和

帮助,特此致谢。

注 释

- ① 何玉良,彭翼,曹月怀,黄岑杨,郭瑶,钟江文,曾涛. 2013. 河南省重要矿种区域成矿规律与矿产预测成果报告. 郑州:河南省地质调查院,1~283.
- ② 郭立宏,陈艳,李静,张满社,张省举,张开盾,王满仓,张云峰,张银龙,白小鸟. 2013. 陕西省重要矿种矿产预测成果报告. 西安:陕西省地质调查院,1~343.
- ③ 袁旭东,祝国柱,董王仓,张满社,张省举,张开盾,王满仓,张云峰,张银龙,王娅娅. 2013. 陕西省重要矿种区域成矿规律研究报告. 西安:陕西省地质调查院,1~635.
- ④ 杨合群,姜寒冰,谭文娟,李英,赵国斌,乔耿彪,彭素霞,梁楠,宋忠宝,伍跃中,李宗会,任华宁,杨生德,冯京,余超,袁旭东,艾宁. 2013. 西北地区重要矿产区域成矿规律研究报告. 西安:中国地质调查局西安地质调查中心,1~643.
- ⑤ 李俊建. 2013. 华北地区重要矿种矿产预测成果报告. 天津:中国地质调查局天津地质调查中心,1~626.
- ⑥ 李俊建. 2013. 华北地区重要矿种区域成矿规律研究成果报告. 天津:中国地质调查局天津地质调查中心,1~744.
- ⑦ 肖克炎. 2014. 全国重点成矿(部署)区(带)划分方案. 北京:中国地质科学院矿产资源研究所,1~105.

References

- Chen Danling, Liu Liang, Zhou Dingwu, Luo Jinhai and Sang Haiqing. 2002. Genesis and ^{40}Ar - ^{39}Ar dating of clinopyroxene megacrysts in ultramafic terrain from Songshugou east Qinling Mountain and its geological implication. *Acta Petrologica Sinica*, 18(3): 355~362 (in Chinese with English abstract).
- Chen Denling, Liu Liang, Sun Yong, Zhang Anda, Liu Xiaoming, Luo Jinhai. 2004. LA-ICP-MS zircon U-Pb dating for high pressure basic granulite from North Qinling and its geological significance. *Chinese Science Bulletin*, 49(21): 2296~2304.
- Chen Quanshu, He Wenping, Zhou di. 2002. Geological characteristics and exploration and development prospect of Al ore Luoyang-Sanmenxia area, Henan province. *Contribution to Geology and Mineral Resources Research*, 17(4): 252~256 (in Chinese with English abstract).
- Chen Yanjing, Li Jing, Franco Pirajno, Lin Zhijia, Wang Haihua. 2004. Hydrothermal metallogeny of the Shanggong gold deposit, east Qinling, studies on ore geology and fluid inclusion geochemistry. *Journal of Mineralogy Petrology*, 24(3): 1~12 (in Chinese with English abstract).
- Chen Yuchuan. 1999. Mineral resources assessment of major metallogenic province, in China. Beijing: Geological Publishing House, 1~536 (in Chinese without English abstract).
- Chen Yuchuan, Zhu Yusheng, Xiao Keyan, Zhang Xiaohua, Mei Yanxiong, Yan Shenghao, Liu Yaling, Song Guoyao, Li Chunjie, Wang Yongyi, Dong Jianhua, Li Houmin and Ding Jianhua. 2006a. Division of minerogenic provinces (belts) in China. *Mineral Deposit*, 25: 1~6 (in Chinese without English abstract).

abstract).

- Chen Yuchuan, Pei Rongfu, Wang Denghong. 2006b. On minerogenetic (metallogenetic) series third discussion. *Acta Geological Sinica*, 80 (10): 1501 ~ 1508 (in Chinese with English abstract).
- Chen Yuchuan, Wang Denghong, Xu Zhigang. 2015. Important mineral and regional metallogenic regularity in China. Beijing: Geological Publishing House, 369 ~ 401 (in Chinese with English abstract).
- Deng Xiaohua, Chen Yanjing, Yao Junming, Li Wenbo, Li Nuo, Wang Yun, Mi Mei, Zhang Ying. 2008. Fluid inclusion constraints on the origin of the Zhaiwa Mo deposit, Luoning county, Henan province. *Geology in China*, 35(6): 1250 ~ 1266 (in Chinese with English abstract).
- Deng Xiaohua, Yao Junming, Li Jing and Sun Yali. 2009. Molybdenite Re-Os isotope age of the Zhaiwa Mo deposit and implications for Xiongerian mineralization in eastern Qinling Orogen. *Acta Petrologica Sinica*, 27 (5): 1339 ~ 1452 (in Chinese with English abstract).
- Dong Yunpeng, Zhou Dingwu, Zhang Guowei. 1996. Discussion on the genesis of ultramafic rocks and Cr ore in ophiolite Songshugou, east Qinling area. *Contribution to Geology and Mineral Resources Research*, 11(1): 33 ~ 43 (in Chinese with English abstract).
- Dong Yunpeng, Zhou Dingwu, Liu Liang, Zhang Qi and Zhang Zongqing. 1997. Sm-Nd isotopic ages of the Songshugou ophiolite from the east Qinling and its geological significance. *Regional Geology of China*, 16(1): 217 ~ 221 (in Chinese with English abstract).
- Fan Yu, Zhou Taofa, Zhang Dayu, Yuan Feng, Fan Yu, Ren Zhi, Noel White. 2014. Spatial and temporal distribution and metallogenic background of the Chinese molybdenum deposits. *Acta Geological Sinica*, 88 (4): 784 ~ 804 (in Chinese with English abstract).
- Gao Lan, Wang Denghong, Xiong Xiaoyun, Yi Chengwei. 2014. Summary on aluminum ore deposits minerogenetic regulation in China. *Acta Geological Sinica*, 88 (12): 2284 ~ 2295 (in Chinese with English abstract).
- Guo Baojian, Mao Jingwen, Li Houmin, Qu Wenjun, Qiu Jianjun, Ye Huishou, Li Mengwen and Zhu XueLi. 2006. Re-Os dating of the molybdenite from the Qiushuwan Cu-Mo deposit in the east Qinling and its geological significance. *Acta Petrologica Sinica*, 22(9): 2341 ~ 2348 (in Chinese with English abstract).
- Li Houmin, Ye Huishou, Mao Jinwen, Wang Denghong, Chen Yuchuan, Qu Wenjun and Du Andao. 2007. Re-Os dating of molybdenites from Au (-Mo) deposits in Xiaolinling gold ore district and its geological significance. *Mineral Deposit*, 26(4): 417 ~ 424 (in Chinese with English abstract).
- Li Houmin, Ye Huishou, Wang DengHong, Chen Yuchuan, Qu Wenjun and Du AnDao. 2009. Re-Os dating of molybdenites from Zhaiwa Mo deposit in Xionger Mountain, western Henan Province, and its geological significance. *Mineral Deposits*, 28 (2): 133 ~ 142 (in Chinese with English abstract).
- Li Huaqian, Shen Liusheng, Jia Xinjie. 2012. Study on the prospecting direction in the external of Jingshansi Deposit in Wuyang Iron Ore Field, Henan Province. *Gold Science and Technology*, 20 (1): 487 ~ 493 (in Chinese with English abstract).
- Li Jinghui. 2010. Geological characteristics and prospective analysis of uranium-producing pegmatites in Lush, Western Henan Province. *Journal of East China Institute of Technology*, 33(3): 258 ~ 261 (in Chinese with English abstract).
- Li Junjian, Yan Changhai, Xie Rubin, Li Hongkui, Li Desheng, Sun Zhengping, Qin Zhian, Luo Hui, Cao Xiulan. 2002. Mineral resource assessment and characteristics of the important metallogenic regions and belts in North China Platform. *Progress in Precambrian Research*, 25 (3-4): 129 ~ 135 (in Chinese with English abstract).
- Li Junjian, Luo Zhenkuan, Yan Changhai, Xie Rubin, Li Desheng, Li Hongkui, Luo Hui, Liu Xiaoyang, Liu Xiaoxue, Li Sheng. 2010. Structure framework and evolution of the North China Craton. *Contributions to Geology and Mineral Resources Research*, 25(2): 89 ~ 100 (in Chinese with English abstract).
- Li Shuguang, Zhang Guowei, Chen Yizhi, Zhang Zongqing. 1991. A 1 Ga B. P. Alpine peridotite body emplaced into the Qinling group: evidence for the existence of the late Proterozoic plate tectonics in the North Qinling area. *Geological Review*, 37(3): 235 ~ 242 (in Chinese with English abstract).
- Li Wuping, Wang Tao, Wang Xiaoxia. 2001. Source of Huichizi granitoid complex pluton in northern Qinling, central China: Constrained in element and isotopic geochemistry. *Earth Science-Journal of China University of Geosciences*, 26(3): 269 ~ 278 (in Chinese with English abstract).
- Li Yongfeng, Mao Jingwen, Bai Fengjun, Li Junping, He Zhijun. 2003. Re-Os isotopic data of molybdenites in the Nannihu Mo (W) ore field in the Eastern Qinling and its geological significance. *Geological Review*, 49 (6): 652 ~ 659 (in Chinese with English abstract).
- Li Yongfeng, Mao Jingwen, Liu Dunyi, Wang Yanbin, Wang Zhiliang, Wang Yitian, Li Xiaofeng, Zhang Zuoheng, Guo Baojian. 2005a. SHRIMP zircon U-Pb and molybdenite Re-Os dates for the Leinengou porphyry molybdenum Deposit, western Henan and its geological implication. *Geological Review*, 52(1): 122 ~ 131 (in Chinese with English abstract).
- Li Yongfeng, Mao Jingwen, Hu Huabin, Guo Baojian and Bai Fengjun. 2005b. Geology, distribution, types and tectonic settings of Mesozoic molybdenum deposits in East Qinling area. *Mineral Deposits*, 24 (3): 292 ~ 304 (in Chinese with English abstract).
- Li Zhongming, Zhao Jianmin, Wang Qingfei, Ma Ruishen, Jiao Zanchao, Liu Xuefei, Shi Chunrui. 2009. Sedimentary environment research for the Yushan bauxite ore deposit in Western Henan province, China. *Geoscience*, 23(3): 481 ~ 489 (in Chinese with English abstract).

- Li Zhongming, Yan Changhai, Liu Xuefei, Zhao Jianmin, Liu Baishun. 2012. Genesis of the Yushan concealed bauxite deposit in Xinan County, Henan province. *Geology and Exploration*, 48 (3): 421 ~ 428. (in Chinese with English abstract).
- Liu Guoyin, Yan Changhai, Song Yaowu and Duan Shigang. 2007. Characteristics and genesis of Chitudian lead-zinc deposits in Luanchuan County, Henan Province. *Geological Survey and Research*, 30(4): 263 ~ 270 (in Chinese with English abstract).
- Liu Junfeng, Sun Yong. 2005. New data on the "hod" emplaced Age of ultramafic rocks from the Songshugou area in the eastern Qinling. *Geological Review*, 51 (2): 189 ~ 192 (in Chinese with English abstract).
- Liu Junfeng, Sun Weidong, Sun Yong, Sun Yali, Liu Fangjie. 2008. Geochemistry and platinum-group elements of ultramafic rocks from the Songshugou Area in the eastern Qinling: Constraints on Petrogenesis. *Geological Review*, 54(1): 57 ~ 64 (in Chinese with English abstract).
- Luo Mingjiu, Lu Xinxiang, Zheng Deqiong, Dong You, Chang Qiuling. 1995. Fluid, granite and gold deposit. *Hanan Geology*, 13(4): 253 ~ 261 (in Chinese with English abstract).
- Lv Wende, Zhao Chunhe, Sun Weizhi, Yan Jianshe. 2005. Characters of the skarn Pb-Zn deposit in Luanchuan County, Henan province. *Geological Survey and Research*, 28(1): 25 ~ 31 (in Chinese with English abstract).
- Mao Jingwen, Xie Guiqing, Zhang Zhuoheng, Li Xiaofeng, Wang Yitian, Zhang Changqing and Li Yongfeng. 2005. Mesozoic large-scale metallogenic pulses in North China and corresponding geodynamic settings. *Acta Petrologica Sinica*, 21 (1): 169 ~ 188 (in Chinese with English abstract).
- Mao Jingwen, Zheng Rongfen, Ye Huishou, Gao Jianjing and Chen Wen. 2006. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of fuchsite and sericite from altered rocks close to ore veins in Shagou large-size Ag-Pb-Zn deposit of Xiongershan area, western Henan Province, and its significance. *Mineral Deposit*, 25 (4): 359 ~ 368 (in Chinese with English abstract).
- Pan Guitang, Xiao Qinghui, Lu Songnian, Den Jinfu, Feng Yiming, Zhang Kexin, Zhang Zhiyong, Wang Fangguo, Xing Guangfu, Hao Guojie, Feng Yanfang. 2008. Definition, classification, characteristics and diagnostic indications of tectonic facies. *Geological Bulletin of China*, 27(10): 1613 ~ 1637 (in Chinese with English abstract).
- Pan Guitang, Xiao Qinghui, Lu Songnian, Den Jinfu, Feng Yiming, Zhang Kexin, Zhang Zhiyong, Wang Fangguo, Xing Guangfu, Hao Guojie, Feng Yanfang. 2009. Subdivision of tectonic units in China. *Geology in China*, 36(1): 1 ~ 28 (in Chinese with English abstract).
- Qi Jinping, Chen Yanjing, Ni Pei, Lai Yong, Ding Junying, Song Yaowu and Tang Guojun. 2007. Fluid inclusion constraints on the origin of the Lengshuibeiagou Pb-Zn-Ag deposit, Henan province. *Acta Petrologica Sinica*, 23 (9): 2119 ~ 2130 (in Chinese with English abstract).
- Wang Chenghui, Xu Jue, Huang Fan, Chen Zhenghui, Ying Lijuan, Liu Shanbao. 2014. Resources characteristics and outline of regional metallogeny of gold deposits in China. *Acta Geological Sinica*, 88(4): 2315 ~ 2325 (in Chinese with English abstract).
- Wang Qingfei, Deng Jun, Liu Xuefei, Zhang Qizuan, Li Zhongming, Kang Wei, Cai Shuhui, Li Ning. 2012. Review on research of bauxite geology and genesis in China. *Geology and Exploration*, 48 (3): 421 ~ 428 (in Chinese with English abstract).
- Wang Yanru, Wang Qingfei, Liu Xuefei, Li Zhongming. 2012. Geochemical background of the Mianchi bauxite mineralization area, Henan Province. *Geology and Exploration*, 48(3): 526 ~ 532 (in Chinese with English abstract).
- Wang Yitian, Mao Jingwen, Lu Xinxiang, Ye Anwang. 2002. ^{40}Ar - ^{39}Ar dating and geological implication of the auriferous altered rocks from the middle-deep section of Q875 gold-quartz vein in the Xiaoqinling area, Henan, China. *Chinese Science Bulletin*, 47(20): 1750 ~ 1755.
- Wang Yitian, Ye Huishou, Ye Anwang, Shuai Shi, Li Yongge and Zhang Changqing. 2010a. Zircon SHRIMP U-Pb ages and their significances of the Wenyu and Niangniangshan granitic plutons in the Xiaoqinling area, central China. *Chinese Journal of Geology*, 45 (1): 167 ~ 180 (in Chinese with English abstract).
- Wang Yitian, Ye Huishou, Ye Anwang, Li Yongge, Shuai Yun, Zhang Changqing, Dai Junzhi. 2010b. Re-Os age of molybdenite from the Majiawa Au-Mo deposit of quartz vein type in the north margin of the Xiaoqinling gold area and its implication for metallogeny. *Earth Science Frontiers*, 17(2): 140 ~ 145 (in Chinese with English abstract).
- Wei Qingguo, Yao Junming, Zhao Taiping, Sun Yali, Li Jing, Yuan Zhenlei and Qiao Bo. 2009. Discovery of a ~1.9 Ga Mo deposit in the eastern Qinling orogeny: Molybdenite Re-Os ages of the Longrrendian Mo deposit in Henan Province. *Acta Petrologica Sinica*, 25 (11): 2747 ~ 2751 (in Chinese with English abstract).
- Xu zhigang, Chen Yuchuan, Wang Denghong, Chen Zhenghui, Li Houmin. 2008. The scheme of the classification of the minerogenetic units in China. Beijing: Geological Publishing House, 1 ~ 138 (in Chinese with English abstract).
- Yan Changhai, Liu Guoyin, Song Feng, Zhang Zhengwei. 2002. Ore-forming geological conditions and ore prospects of silver-lead-zinc-gold deposits in the Maochaoying-Dushu area, Henan. *Geology in China*, 29 (3): 84 ~ 89 (in Chinese with English abstract).
- Yan Changhai, Liu Guoyin. 2004. Metallogenic characteristics and ore-prospecting suggestions of lead-zinc polymetallic deposits in southwestern Henan province of China. *Geological Bulletin of China*, 23 (11): 1143 ~ 1148. (in Chinese with English abstract).
- Yan Changhai, Xu Yonghang, Peng Yi and Zhao Taiping. 2008. Geological-geochemical characteristics and genesis of massive

- sulfide deposits in Erlangping group of east Qinling. Mineral Deposit, 27(1): 14~27 (in Chinese with English abstract).
- Yang Jingsui, Ba Dengzhu, Xu Xiangzhen, Li Zhaoli. 2010. A restudy of podiform chromite deposits and their ore-prospecting vista in China. *Geology in China*, 37(4): 1141~1150 (in Chinese with English abstract).
- Zhang G W, Meng Q R, Lai S C. 1995. Tectonics and structure of Qinling Orogenic belt. *Science in China (B)*, 38(11): 1379~1394.
- Zhang Guowei, Meng Qingren, Liu Shaofeng and Yao Anping. 1997. Huge intracontinental subduction zone at south margin of north China block and present 3-D lithospheric framework of the qinling orogenic belt. *Geological Journal of China Universities*, 3(2): 129~143 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Guowei, Guo Anlin, Dong Yunpeng, Yao Anping. 2011. Continental geology, tectonics and dynamics. *Earth Science Frontiers*, 18(3): 1~12 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Yixing, Liu Chuanquan, Yang Ruixi, Peng Songmin. 2006. Ore-forming series of molybdenum-lungsten-lead-zinc polymetallic mine field: Guides to discover deposits in the Lengshui area, Henan province. *Geology and Mineral Resources of South China*, (4): 26~32 (in Chinese with English abstract).
- Zhao Pengda, Chen Jianping, Chen Jianguo. 2001. On diversity of mineralization and the spectrum of ore deposits. *Earth Science-Journal of China University of Geosciences*, 26(2): 111~117 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Yusheng. 2006. The basic theory of ore prognosis: The theoretical system for the extension of regional metallogeny to ore exploration. *Acta Geological Sinica*, 80(10): 1518~1527 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Yusheng, Xiao Keyan, Ma Yubo, Ding Jianhua. 2013. Review and status of mineralization belt study in China. *Journal of Geology*, 37(3): 349~357 (in Chinese with English abstract).
- ## 参 考 文 献
- 陈丹玲, 刘良, 周鼎武, 罗金海, 桑海清. 2002. 东秦岭松树沟超镁铁质岩中辉石巨晶的成因和⁴⁰Ar-³⁹Ar 定年及其地质意义. *岩石学报*, 18(3): 355~362.
- 陈全树, 何文平, 周迪. 2002. 河南省洛阳—三门峡铝土矿地质特征及其勘查开发前景. *地质找矿论丛*, 17(4): 252~256.
- 陈衍景, 李晶, Franco Pirajno, 林治家, 王海华. 2004. 东秦岭上宫金矿流体成矿作用: 矿床地质和包裹体研究. *矿物岩石*, 24(3): 1~12.
- 陈毓川. 1999. 中国主要成矿区带矿产资源远景评价. 北京: 地质出版社, 1~536.
- 陈毓川, 朱裕生, 肖克炎, 张晓华, 梅燕雄, 同升好, 刘亚玲, 宋国耀, 李纯杰, 王勇毅, 董建华, 李厚民, 丁建华. 2006a. 中国成矿区(带)的划分. *矿床地质*, 25(增刊): 1~6.
- 陈毓川, 裴荣富, 王登红. 2006b. 三论矿床的成矿系列问题. *地质学报*, 80(10): 1501~1508.
- 陈毓川, 王登红, 徐志刚. 2015. 中国重要矿产和区域成矿规律. 北京: 地质出版社, 369~401.
- 邓小华, 陈衍景, 姚军明, 李文博, 李诺, 王运, 糜梅, 张颖. 2008. 河南省洛宁县寨凹钼矿床流体包裹体研究及矿床成因. *中国地质*, 35(6): 1250~1266.
- 邓小华, 姚军明, 李晶, 孙亚莉. 2009. 东秦岭寨凹钼矿床辉钼矿 Re-Os 同位素年龄及熊耳期成矿事件. *岩石学报*, 27(5): 1339~1452.
- 董云鹏, 周鼎武, 张国伟. 1996. 东秦岭松树沟蛇绿岩中超镁铁质岩及铬铁矿的成因探讨. *地质找矿论丛*, 11(1): 33~43.
- 董云鹏, 周鼎武, 刘良, 张旗, 张宗清. 1997. 东秦岭松树沟蛇绿岩 Sm-Nd 同位素年龄的地质意义. *中国区域地质*, 16(1): 217~221.
- 范羽, 周涛发, 张达玉, 袁峰, 范裕, 任志, Noel White. 2014. 中国钼矿床的时空分布及成矿背景分析. *地质学报*, 88(4): 784~804.
- 高兰, 王登红, 熊晓云, 易承伟. 2014. 中国铝矿成矿规律概要. *地质学报*, 88(12): 2284~2295.
- 郭保健, 毛景文, 李厚民, 屈文俊, 仇建军, 叶会寿, 李蒙文, 竹学丽. 2006. 秦岭造山带秋树湾铜钼矿床辉钼矿 Re-Os 定年及其地质意义. *岩石学报*, 22(9): 2341~2348.
- 李厚民, 叶会寿, 毛景文, 王登红, 陈毓川, 屈文俊, 杜安道. 2007. 小秦岭金(钼)矿床辉钼矿铼—钼定年及其地质意义. *矿床地质*, 26(4): 417~424.
- 李厚民, 叶会寿, 王登红, 陈毓川, 屈文俊, 杜安道. 2009. 豫西熊耳山寨凹钼矿床辉钼矿铼—钼年龄及其地质意义. *矿床地质*, 28(2): 133~142.
- 李怀乾, 沈柳生, 贾兴杰. 2012. 河南舞阳铁矿田经山寺矿床外围找矿方向研究. *黄金科学技术*, 20(1): 487~493.
- 李靖辉. 2010. 豫西卢氏产铈伟晶岩地质特征及其找矿前景分析. *东华理工大学学报(自然科学版)*, 33(3): 258~261.
- 李俊建, 燕长海, 谢汝斌, 李洪奎, 李德胜, 孙正平, 覃志安, 骆辉, 曹秀兰. 2002. 华北地台重要成矿区带成矿区划及其特征. *前寒武纪研究进展*, 25(3-4): 129~135.
- 李俊建, 罗镇宽, 燕长海, 谢汝斌, 李德胜, 李洪奎, 骆辉, 刘晓阳, 刘晓雪, 李生. 2010. 华北陆块的构造格局及其演化. *地质找矿论丛*, 25(2): 89~100.
- 李曙光, 张国伟, 陈移之, 张宗清. 1991. 一个距今 10 亿年侵位的阿尔卑斯型橄榄岩体: 北秦岭晚元古代板块构造体制的证据. *地质论评*, 37(3): 235~242.
- 李伍平, 王涛, 王晓霞. 2001. 北秦岭灰池子花岗岩复式岩体的源岩讨论——元素—同位素地球化学制约. *地球科学—中国地质大学学报*, 26(3): 269~278.
- 李永峰, 毛景文, 白凤军, 李俊平, 和志军. 2003. 东秦岭南泥湖钼钨矿田 Re-Os 同位素年龄及其地质意义. *地质论评*, 49(6): 652~659.
- 李永峰, 毛景文, 刘敦一, 王彦斌, 王志良, 王义天, 李晓峰, 张作衡, 郭保健. 2005a. 豫西雷门沟斑岩钼矿 SHRIMP 锆石 U-Pb 和辉钼矿 Re-Os 测年及其地质意义. *地质论评*, 52(1): 122~131.
- 李永峰, 毛景文, 胡华斌, 郭保健, 白凤军. 2005b. 东秦岭钼矿类型、特征、成矿时代及其地球动力学背景. *矿床地质*, 24(3): 292~304.
- 李中明, 赵建敏, 王庆飞, 马瑞申, 焦赞超, 刘学飞, 史春睿. 2009. 豫

西郁山铝土矿沉积环境分析. 现代地质, 23(3): 481~489

李中明, 燕长海, 刘学飞, 刘学飞, 赵建敏, 刘百顺. 2012. 河南省新安县郁山隐伏铝土矿成因分析. 地质与勘探, 48(3): 421~428.

刘国印, 燕长海, 宋要武, 段士刚. 2007. 河南栾川赤土店铅锌矿床特征及成因探讨. 地质调查与研究, 30(4): 263~270.

刘军峰, 孙勇. 2005. 东秦岭松树沟超基性岩体“热”侵位时代新知. 地质论评, 51(2): 189~192.

刘军锋, 孙卫东, 孙勇, 孙亚莉, 刘方杰. 2008. 东秦岭松树沟超镁铁质岩体地球化学和铂族元素特征: 对成因的指示. 地质评论, 54(1): 57~64.

罗铭玖, 卢欣祥, 郑德琼, 董有, 常秋玲. 1995. 流体—花岗岩—金矿. 河南地质, 13(4): 253~261.

吕文德, 赵春和, 孙卫志, 燕建设. 2005. 河南栾川地区矽卡岩型铅锌矿地质特征——南泥湖钼矿外围找矿问题. 地质调查与研究, 28(1): 25~31.

毛景文, 谢桂青, 张作衡, 李晓峰, 王义天, 张长青, 李永峰. 2005. 中国北方中生代大规模成矿作用的期次及其地球动力学背景. 岩石学报, 21(1): 169~188.

毛景文, 郑榕芬, 叶会寿, 高建京, 陈文. 2006. 豫西熊耳山地区沙沟银铅锌矿床成矿的⁴⁰Ar-³⁹Ar 年龄及其地质意义. 矿床地质, 25(4): 359~368.

潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 邓晋福, 冯益民, 张克信, 张智勇, 王方国, 邢光福, 郝国杰, 冯艳芳. 2008. 大地构造相的定义、划分、特征及其鉴别标志. 地质通报, 27(10): 1613~1637.

潘桂堂, 肖庆辉, 陆松年, 邓晋福, 冯益民, 张克信, 张智勇, 王方国, 邢光福, 郝国杰, 冯艳芳. 2009. 中国大地构造单元划分. 中国地质, 36(1): 1~28.

彭翼, 何玉良. 2015. 河南省区域成矿规律. 武汉: 中国地质大学出版社, 1~341.

祁进平, 陈衍景, 倪培, 赖勇, 丁俊英, 宋要武, 唐国军. 2007. 河南冷水北沟铅锌银矿床流体包裹体研究及矿床成因[J]. 岩石学报, 23(9): 2119~2130.

王成辉, 徐珏, 黄凡, 陈郑辉, 应立娟, 刘善宝. 2014. 中国金矿资源特征及成矿规律概要. 地质学报, 88(12): 2315~2325.

王庆飞, 邓军, 刘学飞, 张起钻, 李中明, 康微, 蔡书慧, 李宁. 2012. 铝土矿地质与成因研究进展. 地质与勘探, 48(3): 430~448.

王燕茹, 王庆飞, 刘学飞, 李中明. 2012. 河南淝池铝土矿成矿区地球化学背景. 地质与勘探, 48(3): 526~532.

王义天, 叶会寿, 叶安旺, 帅石, 李永革, 张长青. 2010a. 小秦岭文峪和娘娘山花岗岩体锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其意义. 地质科学, 45(1): 167~180.

王义天, 叶会寿, 叶安旺, 李永革, 帅云, 张长青, 代军治. 2010b. 小秦岭北缘马家洼石英脉型金钼矿的辉钼矿 Re-Os 年龄及意义. 地学前缘, 17(2): 140~145.

魏庆国, 姚志明, 赵太平, 孙亚莉, 李晶, 原振雷, 乔波. 2009. 东秦岭发现~1.9Ga 钼矿床——河南龙门店钼矿床 Re-Os 定年. 岩石学报, 25(11): 2747~2751.

徐志刚, 陈毓川, 王登红, 陈郑辉, 李厚民. 2008. 中国成矿区带划分方案. 北京: 地质出版社, 1~138.

燕长海, 刘国印, 宋锋, 张正伟. 2002. 河南马超营—独树一带银铅锌矿床成矿地质条件及找矿前景. 中国地质, 29(3): 84~89.

燕长海, 刘国印. 2004. 豫西南铅锌多金属矿控矿条件及找矿方向. 地质通报, 23(11): 1143~1148.

燕长海, 徐勇航, 彭翼, 赵太平. 2008. 东秦岭二郎坪群中火山成因块状硫化物矿床地质地球化学特征及其成因讨论. 矿床地质, 27(1): 14~27.

杨经绥, 巴登珠, 徐向珍, 李兆丽. 2010. 中国铬铁矿矿床的再研究及找矿前景. 中国地质, 37(4): 1141~1150.

张国伟, 孟庆任, 刘少峰, 姚安平. 1997. 华北地块南部巨型陆内俯冲带与秦岭造山带岩石圈现今三维结构. 高校地质学报, 3(2): 129~143.

张国伟, 郭安林, 董云鹏, 姚安平. 2011. 大陆地质与大陆构造和大陆动力学. 地学前缘, 18(3): 1~12.

张毅星, 刘传权, 杨瑞西, 彭松民. 2006. 河南栾川冷水地区钼钨铅锌矿田成矿系列及找矿方向. 华南地质与矿产, (4): 26~32.

赵鹏大, 陈建平, 陈建国. 2001. 成矿多样性与矿床谱系. 地球科学——中国地质大学学报, 26(2): 111~117.

朱裕生. 2006. 矿产预测的基本理论——区域成矿学向矿产勘查延伸的理论体系. 地质学报, 80(10): 1518~1527.

朱裕生, 肖克炎, 马玉波, 丁建华. 2013. 中国成矿区带划分的历史与现状. 地质学刊, 37(3): 349~357.

**Metallogenic Characteristics and Potential Analysis of the Yuxi
Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-Bauxite-Graphite Metallogenic Belt in Western Henan**

LI Junjian¹⁾, HE Yuliang²⁾, FU Chao¹⁾, ZHANG Yanqi²⁾, PENG Yi²⁾,
CUI Laiyun²⁾, ZHAO Zelin¹⁾, DANG Zhicai¹⁾, ZENG Xianyou²⁾,
WANG Jizhong²⁾, LI Zhongming²⁾, CHEN Anshu¹⁾, YANG Junquan¹⁾, LI Lei¹⁾

1) *Tianjin Center of China Geological Survey, Tianjin, 300170, China;*

2) *Geological Survey of Henan Province, Zhengzhou, 450007*

Abstract

Western Henan province has become one of the most important areas for exploration in the future, with the constant emergence of prospecting progress and assessment results, and systematic study on metallogenic planning and exploration deployment are on demand. Based on the prospecting progress and assessment results, this study has confirmed a new metallogenic belt, which was named the Yuxi Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-bauxite-graphite metallogenic belt after revision of its boundary. Combined with the analysis of regional geology setting and the previous work, we divided the study area into ten sub-metallogenic belts, and preliminarily established the metallogenic lineage of this metallogenic belt. The mineralization in this area is characterized by multiple stages and multiple systems, multi-cycle, inheritance and superimposition in the time evolution. The main metallogenic epoches are Precambrian, Cambrian-early Carboniferous, late Carboniferous-Triassic and the late Triassic-early Cretaceous, of which the late Jurassic-early Cretaceous was the metallogenic outbreak period of endogenic ore deposits. The main metallogenic types in study area are: magmatic hydrothermal type gold-silver and lead-zinc mineralization, porphyry and skarn type molybdenum-tungsten mineralization, stratabound hydrothermal type and marine volcanic type lead-zinc mineralization, ancient weathering crust type residual bauxite, sedimentary-metamorphic iron copper graphite mineralization and pegmatite type rare metals mineralization. Combined with regional prospecting progress and the latest potential assessment results, gold, molybdenum-tungsten, lead-zinc-silver, bauxite, iron, graphite and coal have huge potential and are the main targeting minerals in this area for next exploration deployment. Besides, this research also determined 25 prospecting areas in the Yuxi Au-Mo-W-Pb-Zn-Ag-Fe-Bauxite-Graphite metallogenic belt, with 14 of key prospecting areas. This study will be of big significance for the next exploration deployment.

Key words: Western Henan Province; metallogenic geologic feature; potential analysis; metallogenic type