

山东省重要矿种成矿系列成矿谱系研究

倪振平¹,倪志霄²,李秀章¹,王立功¹

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 中国建筑材料工业地质勘查中心山东总队, 山东 济南 250100)

摘要:以陈毓川院士“矿床成矿系列”理论为指导,以全省煤、油页岩、铁、铜、铅、锌、铝、金、银、钼、稀土、硫、萤石、重晶石、菱镁矿、钾、磷、金刚石、石膏、石墨、滑石、水泥用灰岩、膨润土等23个重要矿种为基础,辅以其他矿种,从山东省区域地质构造环境与区域成矿作用关系研究划分全省重要矿种成矿系列;按照鲁西陆块、胶北陆块和胶南—威海造山带构造单元建立全省区域成矿谱系,以揭示全省在不同地质历史时期、不同区域地质构造环境下成矿作用的时空演化关系。

关键词:山东省;成矿系列;成矿谱系

中图分类号:P617 **文献标识码:**A

山东前期开展了大量的成矿规律研究工作,具有代表性的工作有:1979—1982年完成的铁、金、金刚石、钾盐、自然硫、铜、钨、钼、石墨、滑石、菱镁矿、石膏、萤石、重晶石、石灰岩、膨润土、珍珠岩、沸石岩和偏碱性酸性火山岩等19个矿种的成矿远景区划工作;1994年、1998年开展的以金矿、金刚石找矿工作部署等;出版了《山东省铁矿地质》(1998)、《山东省金刚石地质》(1999)、《鲁西归来庄金矿成因》(1996)、《山东地质矿产科学技术志》(1990)、《山东非金属矿产地志》(1998)、《山东省矿产图集》(1991)、《山东省区域地质》(2006)、《山东省金矿床及金矿床成矿密集区综合信息成矿预测》、《山东省金铁煤矿床成矿系列和成矿预测》(2004)、《山东矿床》(2006)、《胶东金矿地质》(2007)等大量的研究著作和论文。上述著作及论文多数是单矿种(矿床)或某一特定区域成矿规律研究,涉及到成矿系列、成矿谱系的研究工作内容较少。经过前人多年的区域地质、矿产勘查研究成果的积累,开展全省成矿系列研究及区域成矿谱系建立工作时机已经成熟,因此,全面研究总结前人区域地质、勘查成果资料是该次成矿系列研究工作的重要基础。

1 成矿系列划分

1.1 成矿系列研究划分的理论依据

陈毓川院士的矿床成矿系列理论的核心内容:“在一定的地质历史时期或构造运动阶段,在一定的地质构造单元及构造部位,与一定的地质成矿作用有关,形成一组具有成因联系的矿床的自然组合。”该成矿系列理论强调了“四个一定”,即一定的历史时期,一定的地质构造环境所构成的地质构造单元,一定的地质成矿作用和一组具有一定成因联系的矿床^[1]。陈毓川院士的矿床成矿系列包括5个序次:第一序次分为3类:矿床成矿系列组合(矿床成矿类型、矿床成矿系列组);第二序次为矿床成矿系列;第三序次为矿床成矿亚系列;第四序次为矿床式(类型);第五序次为矿床。以该成矿系列理论为依据开展山东省重要矿种的成矿系列研究及划分。该次研究划分的重点是第二序次矿床成矿系列、第三序次矿床成矿亚系列。但成矿系列、亚系列划分研究是在研究分析大量典型矿床的基础上进行的。

1.2 成矿系列、亚系列、矿床式的划分

山东省自中太古代陆核形成后,经历了漫长的地质历史演化时期,每个地质历史时期地质构造环境、地质作用的不同形成了具有特定成因联系的矿床或矿床组合;将具有相同地质构造作用、类似成矿

收稿日期:2013-12-24;修订日期:2014-01-17;编辑:陶卫卫

国家地质勘查专项:全国矿产资源潜力评价项目——山东矿产资源潜力评价,中国地质调查局项目(1212010881607)

作者简介:倪振平(1960—),男,研究员,主要从事矿产资源勘查工作;E-mail:nzpmnt@163.com。

环境的矿床组合归并一类是成矿系列研究和划分的基本原则。按照上述原则,山东省重要矿种共划分

了20个成矿系列、30个亚系列,(已经)建立了71个矿床式,具体划分见表1。

表1 山东省重要矿种成矿系列

矿床成矿系列	矿床成矿亚系列	矿床式	矿床	矿床成矿作用相关地质体	成矿(侵入岩)时代 (Ma)
山东中东部及毗邻海域与莱西杂岩、群沉积有关的萤石、砂金、金刚石等砂矿床系列 (K _{2a})	Q-4 沂河流域金刚石砂矿床成矿亚系列	陈家埠式金刚石砂矿床	陈家埠金刚石砂矿床	河流砂、砾	Qp
	Q-3 渤、黄海海域砂金(台铅)、金、红石砂矿床成矿亚系列	石岛式特石	石岛铅石砂矿床	海砂、砾	Qp
	N ₁ -Q-3 鲁中、胶东山间盆地、河流砂金、金红石矿床成矿亚系列	泰山湖式、外夹河式 Au		河流砂、砾	N ₁ -Qp
	N ₁ -Q-1 鲁中北部原地面风化堆积层宝石矿床成矿亚系列	昌乐式蓝宝石	昌乐蓝宝石砂矿床	山间坡积、残积砂、砾	N ₁ -Qp
山东中东部与新近纪玄武岩度发有关的蓝宝石-群辉石矿床成矿系列 (K _{2c})	N ₂ -1 鲁中北部中新世-上新世与玄武岩喷发作用有关的群辉石、蓝宝石矿床成矿亚系列	昌乐式原生蓝宝石	昌乐蓝宝石矿床	玄武岩	N ₂
	山旺式伟晶岩	山旺伟晶岩矿床	湖相生物化学、碎屑沉积岩	N ₁ (13.09-18.18) ①②③	
山东中南部与渐新统盆地沉积有关的萤石矿床成矿系列 (K _{2c})	E ₂ -4 莘县地区与古近纪渐新统盆地沉积有关的萤石、萤石、萤石、自然硫矿床成矿亚系列	汶口式石膏、泰安式萤石、朱家庄式自然硫	大汶口石膏、萤石矿床,朱家庄自然硫矿床	湖相碎屑岩	E ₂₋₃
	E ₂ -3 胜利油田油气成矿亚系列	胜坳式		海陆交互相碎屑岩	E ₂
渤海湾盆地油气成矿系列 (K _{2c})	E ₂ -2 中庆油田油气成矿亚系列	濮城式		海陆交互相碎屑岩	E ₂
	E ₂ -1 山东中东部与古近纪断陷盆地有关的煤、油页岩矿床成矿亚系列	五隔式煤	茌县式油页岩	陆相碎屑岩	E ₂
山东中东部与燕山晚期火山、次火山岩有关的Pb、Zn、萤石、重晶石、硫铁矿床成矿系列 (M _{2a})	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期火山、次火山岩有关的Pb、Zn、萤石、重晶石、硫铁矿床成矿亚系列	阜山沟式萤石	蓬灰巨山沟萤石矿床	燕山水套花岗岩闪长岩、普崮二长花岗岩、玲珑刘家店二长花岗岩	K ₂ -E ₁ (?)
	M ₂ -1 鲁东中西部地区与燕山晚期火山、次火山岩有关的Pb、Zn、萤石、重晶石、硫铁矿床成矿亚系列	宋官疃式重晶石	宋官疃重晶石矿床	早白垩世莱阳群河流砂页岩-粉砂岩火山岩组合、大盛群河流砂页岩-粉砂岩花岗岩组合、早白垩世青山期安山质凝灰岩、凝灰岩、火山碎屑岩等,提供了物源	K ₁₋₂
	M ₂ -1 鲁东中西部地区与燕山晚期火山、次火山岩有关的Pb、Zn、萤石、重晶石、硫铁矿床成矿亚系列	五莲七宝山式硫	五莲七宝山硫铁矿床	早白垩世青石山期火山喷发热液有关,矿床围岩为青山期火山岩火山碎屑岩等	121-101④
	M ₂ -1 鲁东中西部地区与燕山晚期火山、次火山岩有关的Pb、Zn、萤石、重晶石、硫铁矿床成矿亚系列	白石岭式 Pb、Zn	白石岭 Pb、Zn 矿床	早白垩世青山期安山岩、安山岩、安山质角闪岩	121-101④
鲁东地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Au、Ag、Cu、Mo、Pb、Zn等矿床成矿系列 (M _{2c})	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	放山式硫铁矿	放山硫铁矿床	崂山刘家沟二长花岗岩	(水套) 123④
	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	秀岭式 Cu、Pb、Zn	秀岭铅锌铜矿床	崂山造山晚期水套花岗岩闪长岩体	(普崮) 116.3、(西上寨) 102④
	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	佛山王家庄 Cu、Pb、Zn	王家庄铜、铅锌矿床	崂山造山晚期王家庄闪长岩	120④
	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	商家庄式 Mo	商家庄钼矿床	伟德山普崮、西上寨二长花岗岩	120④⑤
	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	胶南七宝山式 Pb	胶南七宝山铅矿床	伟德山凤凰岭二长岩组合,岩性为斑状细粒含辉石角闪石英二长岩	120-108②④
	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	铜井式 Cu (金)	铜井铜 (金) 矿床	大水泊 (?) 石英二长岩与耀山 (?) 二长花岗岩	128.494±2①
	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	牛里铺式 Ag	牛里铺银矿床	与玲珑二长花岗岩、郭家岭花岗岩闪长岩及岩体后热液有关。梁阳群底部砾岩夹层(商家庄式、发云布式)。	117.3 ~ 118.4 ①②④
	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	发云布式 Au	发云布金矿床		121.6①②④⑤
	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	金生庄式 Au	金生庄金矿床		117-100 ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺
	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	玲珑式 Au	玲珑金矿床		110-125①②③④
	M ₂ -2 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Mo、Cu、Pb、Zn成矿亚系列	商家庄式硫铁矿	商家庄硫铁矿床		121.6①②④⑤
	鲁东地区与燕山早期酸性岩度发有关的Mo、W、稀士矿床成矿系列 (M _{2c})	M ₂ -1 鲁东中西部地区与燕山早期酸性岩度发有关的Mo、W、稀士矿床成矿亚系列	邢家山 Mo、W	邢家山钨 (钨) 矿床	中生代燕山早期莱阳岩体侵入岩中细粒含黑云母二长花岗岩
M ₂ -1 鲁东中西部地区与燕山早期酸性岩度发有关的Mo、W、稀士矿床成矿亚系列		塔埠头式稀士矿	莱西塔埠头稀士矿	中生代燕山早期莱阳岩体不等粒伟晶花岗岩	154±6、160±3
鲁东地区与中生代燕山晚期中酸性岩度发有关的Cu、Mo、Pb、Zn、Au矿床成矿系列 (M _{2c})	M ₂ -1 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Cu、Mo、Pb、Zn、Au矿床成矿亚系列	鞍山式稀士	鞍山稀士矿床	郗山含锆辉石石英闪长岩	121.8±1.1、121-133④
	M ₂ -1 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Cu、Mo、Pb、Zn、Au矿床成矿亚系列	放山式硫铁矿	放山硫铁矿床	早白垩世莱阳群石英闪长岩	125.81±2.4④
	M ₂ -1 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Cu、Mo、Pb、Zn、Au矿床成矿亚系列	五莲七宝山式钨岩型 (金)	五莲七宝山钨 (金、钨) 矿床	早白垩世莱阳群王家庄斑状粗粒石英二长岩	128.86±1.77、115.1±0.3④
鲁东地区与中生代燕山晚期中酸性岩度发有关的Cu、Mo、Pb、Zn、Au矿床成矿系列 (M _{2c})	M ₂ -1 鲁东中西部地区与燕山晚期中酸性岩度发有关的Cu、Mo、Pb、Zn、Au矿床成矿亚系列	佛山王家庄式铜矿	王家庄铜 (铅) 矿床	崂山王家庄石英闪长岩	123④

表1 山东省重要矿种成矿系列(续)

矿床成矿系列	矿床成矿亚系列	矿床式	矿床	矿床成矿作用相关地质体	成矿(侵入岩)时代(Ma)
鲁中地区与中生代燕山期基性岩浆侵入有关的Fe、Cu、Pb、Zn矿床成矿系列(Mz ₂)	Mz ₂ -2鲁中地区与燕山中期中酸性岩浆侵入有关的Fe、Cu、Pb、Zn矿床成矿亚系列	造子旺式 Fe-Cu	造子旺铁矿床	造子旺黑云花岗岩闪长岩, 早中寒武世灰岩、白云岩	121.1~125.31④
		嶺井式铜(金)	铜井铜(金)矿床	沂南铜汉庄石英闪长玢岩, 中奥陶世灰岩、白云岩	121.6④
		金家山式 Pb、Zn、Au	沂源金家山铅锌矿床	斯家庄花岗岩闪长玢岩, 中寒武世朱砂洞、灰岩、白云岩; 早中寒武世馒头白云岩、灰岩、细粒灰岩、灰岩	121.6-129.51②
		朱崖式铁矿	曹州店铁矿床	斯家庄花岗岩闪长玢岩	124-182④
Mz ₂ -1鲁中地区与中生代燕山中期中酸性岩浆侵入有关的Fe矿床成矿亚系列	Mz ₂ -1鲁中地区与中生代燕山中期中酸性岩浆侵入有关的Fe矿床成矿亚系列	莱尤式 Fe	张马屯铁矿床 金岭铁矿床 张家店铁矿床	济南、莱苑辉长岩-闪长岩, 中奥陶世灰岩、白云岩	127.2、130.8±1.5 ①④⑤
		卞庄庄式 Au	平邑卞庄金矿床		174.11±3.47 ① 189-180⑥⑦
		银洞沟式 Au	平邑银洞沟金矿床	吴家沟闪长岩	(1) 李正侵入岩) 188.4±1.2 ③
Mz ₂ -1鲁中地区南部中生代燕山早期中偏碱性火成岩有关的Au矿床成矿亚系列	Mz ₂ -1鲁中地区南部中生代燕山早期中偏碱性火成岩有关的Au矿床成矿亚系列	磨坊沟式 Au	平邑磨坊沟金矿床	李家寨闪长(玢)岩-二长(斑)岩, 寒武纪朱砂洞白云岩	(1) 李正侵入岩) 188.4±1.2 ③
		东海式水晶	杨庄式金红石	三叠纪辉岩包体	230.93⑦
Mz ₂ -1鲁中地区与中生代燕山早期中偏碱性火成岩有关的Au矿床成矿亚系列	Mz ₂ -1鲁中地区与中生代燕山早期中偏碱性火成岩有关的Au矿床成矿亚系列	卞庄庄式 Au	平邑卞庄金矿床		174.11±3.47 ① 189-180⑥⑦
		银洞沟式 Au	平邑银洞沟金矿床	吴家沟闪长岩	(1) 李正侵入岩) 188.4±1.2 ③
		磨坊沟式 Au	平邑磨坊沟金矿床	李家寨闪长(玢)岩-二长(斑)岩, 寒武纪朱砂洞白云岩	(1) 李正侵入岩) 188.4±1.2 ③
苏鲁-大别造山构造活动带与印支运动构造-岩浆作用有关的金红石、水晶矿床成矿亚系列(Mz ₃)	Mz ₃ -1胶南-威海构造活动带与印支运动构造-岩浆作用有关的金红石、水晶矿床成矿亚系列	东海式水晶	杨庄式金红石	三叠纪辉岩包体	230.93⑦
		下村式 B 层 Al-耐火粘土	西冲山铝土矿床		P ₂
Pz ₂ -1鲁西陆块与海陆交互相沉积有关的煤(油页岩)、铝土矿、耐火粘土矿床成矿亚系列	Pz ₂ -1鲁西陆块与海陆交互相沉积有关的煤(油页岩)、铝土矿、耐火粘土矿床成矿亚系列	山西期煤	太原期煤	晚石炭世-早二叠世陆相、海陆交互相碎屑岩	P ₁
		湖田式 G 层 Al-耐火粘土	湖田铝土矿床		C ₂
		常马庄式金金刚石	常马金刚石矿床	奥陶纪金伯利岩	465⑧[7]
Pz ₂ -3鲁西陆块中部与金伯利岩浆侵入作用有关的金金刚石矿床成矿亚系列	Pz ₂ -3鲁西陆块中部与金伯利岩浆侵入作用有关的金金刚石矿床成矿亚系列	常马庄式金金刚石	常马金刚石矿床	奥陶纪金伯利岩	465⑧[7]
		龙泉式灰岩	龙泉水泥石灰岩矿床	中奥陶世灰岩	O ₂
		马山式灰岩	马山水泥石灰岩矿床	中寒武世灰岩	F ₂
Pz ₂ -2鲁西陆块与寒武-奥陶纪成壤岩、碎屑岩沉积有关的熔剂、化工、水泥灰岩、石膏、工业料等矿床成矿亚系列	Pz ₂ -2鲁西陆块与寒武-奥陶纪成壤岩、碎屑岩沉积有关的熔剂、化工、水泥灰岩、石膏、工业料等矿床成矿亚系列	源泉式石膏	源泉石膏矿床	早寒武世砂页岩	C ₁
		热地式灰岩	油家泊水泥石灰岩矿床	早震旦世褶皱变质结晶灰岩	P ₃
Pz ₂ -1胶辽陆块隆起与沉积、轻微变质作用有关的石英砂岩、水泥灰岩矿床成矿亚系列	Pz ₂ -1胶辽陆块隆起与沉积、轻微变质作用有关的石英砂岩、水泥灰岩矿床成矿亚系列	高旺庄式 Fe	高旺铁矿床	老爷顶微长质化闪片麻岩	818±66, (诸城磁石山) 605±30 ②
		大庵式 Fe	祥山铁矿床	中红粒变辉长岩	1719±18, 1868±11, 1852±9 ②
Pz ₂ -1胶辽陆块隆起与中元古代基性岩浆作用有关的Fe、磷矿床成矿亚系列	Pz ₂ -1胶辽陆块隆起与中元古代基性岩浆作用有关的Fe、磷矿床成矿亚系列	磁山式磷	彭家岭磷矿床	磷灰石透辉角闪岩	(西水奇侵入岩) 1868±11, 1852±9①
		南墅式石墨	南墅石墨矿床	泰山群宽体组徐村段石屋变岩片麻岩一片岩	P ₄
		李博士奇式滑石	李博士奇滑石矿床	狮子山群张格庄组白云大理岩	P ₄
Pz ₂ -2胶辽陆块南部(山东部分)与古元古代火山-岩浆变质作用有关的Fe、菱铁矿、滑石、石墨矿床成矿亚系列	Pz ₂ -2胶辽陆块南部(山东部分)与古元古代火山-岩浆变质作用有关的Fe、菱铁矿、滑石、石墨矿床成矿亚系列	狮子山式菱铁矿	狮子山菱铁矿床	狮子山群张格庄组白云大理岩	P ₄
		小庄式微晶石(红柱石)复	五原小庄微晶石(红柱石)矿床	狮子山群祝家寨组黑云片岩、黑云斜长片麻岩	P ₄
		莲花山式 Fe	莲花山铁矿床	狮子山群小宋组条带状磁铁矿石英岩、磁铁矿黑云变粒岩	P ₄
Pz ₂ -2胶辽陆块南部(山东部分)与古元古代火山-岩浆变质作用有关的Fe、菱铁矿、滑石、石墨矿床成矿亚系列	Pz ₂ -2胶辽陆块南部(山东部分)与古元古代火山-岩浆变质作用有关的Fe、菱铁矿、滑石、石墨矿床成矿亚系列	化马湾式 Au	化马湾金矿床、龙泉金矿床	泰山岩群上部	2524±7, 2587±16 ①⑧
		肖家沟式 Fe、Ti	肖家沟铁(钛)矿床	南汤城变辉长岩, 角闪辉长岩	2531±8⑦
Ar ₃ -2 ² 鲁西陆块与新太古代末期超基性岩浆侵入有关Fe、Cu、Ni(PGE)矿床成矿亚系列	Ar ₃ -2 ² 鲁西陆块与新太古代末期超基性岩浆侵入有关Fe、Cu、Ni(PGE)矿床成矿亚系列	桃科式 Cu-Ni	桃科铜镍矿床	桃科期中粗粒变辉角闪岩	2550②
		济宁式 Fe	颜店铁矿	济宁群条带状磁铁矿千枚岩	2610、2561 ⑨
		东坪式 Fe	东平彭庄、苍峰铁矿	山原岭细条带状磁铁矿石英岩	2572、16、2544±6 ①⑧⑩
Ar ₃ -2 ¹ 鲁西陆块裂陷拉张环状条带状Fe矿床成矿亚系列	Ar ₃ -2 ¹ 鲁西陆块裂陷拉张环状条带状Fe矿床成矿亚系列	韩旺式 Fe	韩旺铁矿床	滕州义和条带状磁铁矿石英岩	2692、2747±7① ⑧

备注: ①SHRIMP-Ⅱ测年, ②U-Pb测年, ③Ar/Ar测年, ④K-Ar测年, ⑤Re-Os测年, ⑥Rb-Sr测年, ⑦测年方法不明

2 区域矿床成矿谱系的厘定

区域矿床成矿谱系是研究一个特定的区域内经历的全部地质历史过程中成矿作用的演化过程及成矿产物的时空分布、内在联系的规律等。探讨构成一个区域内的各个成矿旋回和其中某个成矿旋回内形成的矿床和矿床成矿系列之间的关系。山东省境内从陆核形成至今先后形成了不同时期的地质构造发展历史,与各个地质历史发展阶段相伴随均有程度不等、性质不同的成矿作用发生,形成了不同的矿床成矿系列、亚系列、矿床式或矿床。因而利用区域矿床成矿谱系可以阐明一个区域内地质构造演化过程中成矿作用的演化及时空结构。

山东大地构造分属于华北陆块和秦祁昆造山系2大部分,华北陆块进一步划分为鲁西陆块和胶北陆块;秦祁昆造山系东延部分划分为胶南-威海造山带^[10]。受中生代沂沭断裂平移影响,鲁西陆块与胶北陆块在沂沭断裂带东西两侧为并置关系;鲁西陆块处于华北陆块内部,胶北陆块处于华北陆块南缘。两者所处位置不同,地质构造环境及时空演化也具有较大差异。因此,按照鲁西陆块、胶北陆块和胶南-威海造山带三大部分表述山东整体成矿作用与地质构造演化的时空关系更能反映山东省区域成矿作用实际情况。鲁西陆块区、胶北陆块分别代表了华北陆块内部、华北陆块南部边缘山东部分的构造旋回、地质构造环境演化与成矿作用的时空关系;胶南-威海造山带则代表了华北陆块与扬子陆块之间山东部分构造活动演化与成矿作用的时空关系。

按照成矿年代学、区域成矿旋回、成矿地质环境、成矿谱系图等要素建立山东省区域成矿谱系图。根据成矿系列、成矿亚系列厘定的山东省成矿谱系特征详见图1、图2。

3 矿床成矿系列研究划分存在的问题

(1) 邢家山式 Mo(W) 矿: 矿床内辉钼矿成矿年龄为 $(161 \pm 1.0) \text{ Ma}$ ^[4] (Re-Os 法); 与中生代燕山早期(郭家岭)罗家岩体斑状中细粒含黑云母二长花岗岩有关的岩体侵入年龄为 158.14 Ma, 133 Ma (地质三队, K-Ar 法), 钼矿床内共(伴)生钨矿床。矿床特征与江西赣南钼(钨)矿床特征相似; 此外,

该矿床成矿年龄及与矿床密切相关的侵入体年龄特征明显早于伟德山岩体年龄值, 后者与鲁东地区钼、铜、铅锌等多金属矿床密切相关。因此, 暂将该钼(钨)矿床划归“鲁东地区与燕山早期酸性岩浆侵入有关的 Mo、W、稀土矿床成矿系列(Mz5)”、Mz5-1 鲁东中部地区与燕山早期花岗岩、花岗伟晶岩侵入有关的 Mo、(W)、稀土矿床成矿亚系列内。

(2) 马陵式铁矿: 该类型铁矿属于中—高温型, 铁矿床赋存于荆山群祥山段大理岩, 透辉岩层内, 受层位控制; 铁富集及矿床的形成可能与燕山晚期郭家岭花岗闪长岩、二长花岗岩的侵入关系密切。因此, 暂划归“鲁东地区与燕山晚期中酸性岩浆有关的 Au, Ag, Cu, Mo, Pb, Zn 矿床成矿系列(Mz6)”、“Mz6-1 鲁东地区与燕山期早期末—燕山晚期早花岗岩浆侵入有关的 Au, Ag, Fe, 硫铁矿床成矿亚系列”内。依据是否充分还有待进一步研究。

(3) 十里铺式银矿: 该类型银矿属于中—低温热液型, 与银矿脉同期产出的石英闪长玢岩脉的同位素地质年龄为 96 Ma (Ar-K 法), 应属于胶东金矿形成末期, 残余岩浆热液形成的产物。因此, 暂归为“鲁东地区与燕山晚期中酸性岩浆有关的 Au, Ag, Cu, Mo, Pb, Zn 矿床成矿系列(Mz6)”、“Mz6-1 鲁东地区与燕山期早期末—燕山晚期早花岗岩浆侵入有关的 Au, Ag, Fe, 硫铁矿床成矿亚系列”内最晚期的产物。

(4) 巨山沟式萤石矿: 该类型矿床主要分布于蓬莱市南部及胶北隆起区内, 主要赋存于 NW 向小型断裂、裂隙内, 该组断裂切割 NNE 向断裂, 因此, 萤石成矿作用晚于胶东金矿。区内雨山水赤花岗闪长斑岩、营盘二长花岗岩等可能提供了物源, 分析其成矿时代应为晚白垩世, 甚至一直延续到古近纪。该矿床类型与胶莱盆地周缘及沂沭断裂带内重晶石、萤石矿床成因明显不同。是否与燕山晚期火山、次火山岩有关还有待研究, 现暂置于“山东中东部与燕山晚期火山、次火山岩有关的 PbZn、萤石、重晶石、硫铁矿、膨润土等非金属矿床成矿系列(Mz7)”、“Mz7-2 鲁东中西部地区与燕山晚期火山、次火山岩热液有关的 Pb、Zn、萤石、重晶石、硫铁矿矿床成矿亚系列”内。

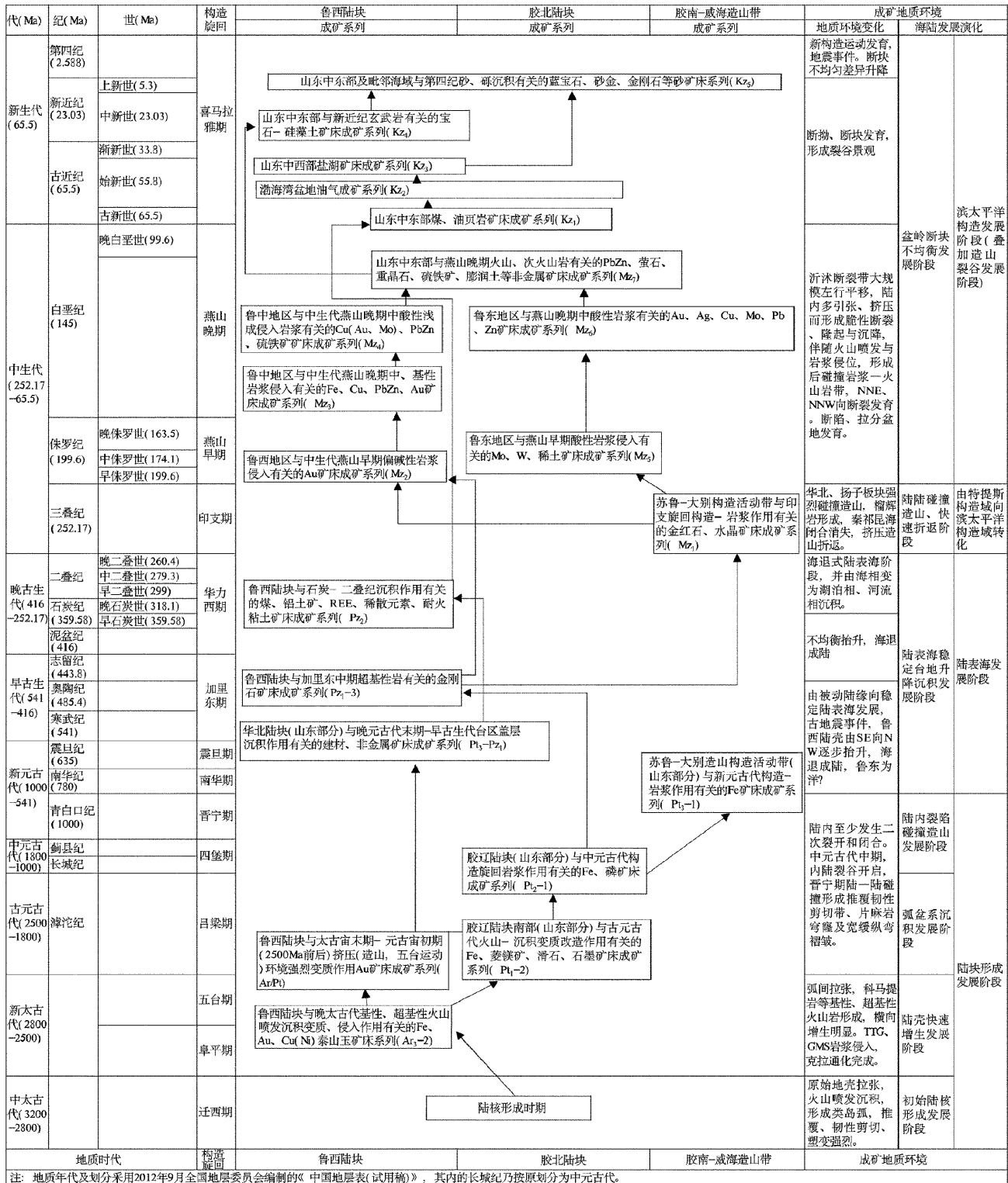


图1 山东省重要矿种区域成矿谱系图(按成矿系列厘定)

4 结语

以陈毓川成矿系列理论为指导,对山东省重要矿种成矿系列、亚系列及矿床式进行了初步的划分,共划分成矿系列20个,亚系列30个,建立了矿床式71个;按照地质构造环境演化与成矿作用的时空关系对鲁西陆块、胶辽陆块和苏鲁-大别造山系(山东部分)Ⅲ级构造单元进行了成矿谱系厘定,建立了山东省重要矿种区域成矿谱系图。

在论文编写及成矿系列建立过程中得到了张天祯老师的精心指导和帮助,在此表示感谢。

参考文献:

[1] 陈毓川,王登红. 中国成矿体系与区域成矿评价[M]. 北京:地质出版社,2007:469.
[2] 张天祯,石玉臣. 山东非金属矿地质[M]. 济南:山东科学技术出版社,1998:91.

[3] 骆万成,吴勤生. 应用蚀变矿物测定胶东金矿的成矿年龄[J]. 科学通报,1987,32(16):1245-1248.
[4] 刘善宝,王登红,陈毓川,等. 胶东半岛烟台地区邢家山钨钼矿床地质特征及其辉钼矿 Re-Os 同位素测年[J]. 地质通报,2011,30(8):1294-1300.
[5] 杨承海,许文良,杨德彬,等. 鲁西济南辉长岩的形成时代:锆石 LA-ICP-MSU-Pb 定年证据[J]. 地球学报,2005,26(4):321-325.
[6] 林景仟,谭东娟. 鲁西归来庄金矿成因[M]. 济南:山东科学技术出版社,1997:12-15.
[7] 罗声宣,任喜荣. 山东金刚石地质[M]. 济南:山东科学技术出版社,1999:86-87.
[8] 王世进,万渝生. 鲁西泰山岩群地层划分及形成时代:锆石 SHRIMP-U-Pb 测年的证据[J]. 山东国土资源,2012,28(12):16-22.
[9] 王伟,王世进,刘敦一,等. 鲁西新太古代济宁群含铁岩系形成时代-SHRIMP-U-Pb 锆石定年[J]. 岩石学报,2010,26(4):1175-1181.
[10] 宋明春,王沛成. 山东省区域地质[M]. 济南:山东省地图出版社,2003:723.

Study on Minerogenetic Series and Mineralization pedigree of important minerals in Shandong Province

Ni Zhenping¹, Ni Zhixiao², LI Xiuzhang¹, WANG Ligong¹

(1. Institute of Geological Survey, Shandong Province, Jinan, 250013, Shandong, China; 2. Shandong Brigade of Geological Surveying Center of China Building Materials Industry, Jinan, 250100, Shandong, China)

Abstract: Based on "Minerogenetic Series of Mineral Deposits" proposed by Chen Yuchuan, the authors suggest minerogenetic series of important minerals in Shandong province, through study on relationship of regional geological environment and regional mineralization, targeted at 23 important minerals including coal, oil shale, iron, copper, lead, zinc, aluminum, gold, silver, molybdenum, rare earth, sulfur, fluorite, barite, magnesite, potassium, phosphorus, diamond, gypsum, graphite, talc, cement limestone, bentonite, and other minerals. Regional mineralization pedigree is established by tectonic units of Luxi landmass, Jiaobei landmass and Jiaonan-Weihai orogenic belt, to reveal temporal evolution relationship of mineralization in different geological history and different regional tectonic environment in Shandong Province.

Key words: Shandong Province; minerogenetic series; mineralization pedigree