

山东大地构造主要阶段划分与成矿作用

李洪奎^{1,2}, 杨永波², 张作礼³

(1. 山东科技大学地质科学与工程学院, 山东 青岛 266510; 2. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013; 3. 山东亨达煤业有限公司, 山东 宁阳 271405)

摘要:山东大地构造具有典型的二元结构特点, 克拉通结晶基底与盖层结构明显。其发展演化主要经历了克拉通形成与裂解阶段、稳定陆表海发展阶段和滨太平洋构造活动阶段, 各阶段又包含若干个次级阶段。不同构造阶段的成矿作用, 形成各具特色的典型矿床。

关键词:克拉通; 构造阶段; 事件; 成矿作用; 典型矿床

中图分类号: P611.4⁺1

文献标识码: A

山东以华北陆块(华北克拉通)为主体, 南东部地区为秦祁昆造山系。自三叠纪以来, 滨太平洋构造体系占主导地位。总体而言, 山东处于古亚洲构造域、特提斯构造域和滨太平洋构造域3大构造体系的交会部位, 地质构造极为复杂。山东地质构造的发展, 与上述三大构造域的叠加密切相关。从宏观地壳构造演化上, 可分为克拉通形成阶段、陆台稳定发展阶段和滨太平洋构造活动3大阶段。进一步划分为陆核形成阶段(中太古代)、陆块发展形成与克拉通固结阶段(新太古代—古元古代)、克拉通裂解及造山阶段(中—新元古代)、陆表海稳定发展阶段(早古生代)、陆表海盆边缘沉积阶段(晚古生代)、滨太平洋构造域叠加于中亚—特提斯构造域阶段(陆内造山、盆地收缩)(三叠—侏罗纪)、滨太平洋构造体系强烈活动阶段(白垩纪)、断块发展阶段(新生代)等7个发展阶段, 每个阶段又包含若干个不同的亚阶段。

1 克拉通形成阶段

1.1 陆核形成阶段与成矿

山东中太古代是地壳初始发展阶段(2 910 ~ 2 997 Ma^[1]), 原始地壳受地幔对流影响, 引起拉张, 接受超基性—中酸性火山岩及浅海陆棚沉积物, 地

幔岩浆沿张裂构造侵位, 形成古岛弧, 进而地壳分异形成稳定的花岗岩穹窿和活动的绿岩带。由于构造运动, 稳定的陆核间发生碰撞、拼贴, 洋盆闭合, 新的陆核固结, 第一次克拉通化完成。山东中太古代迁西期地质事件与区域成矿, 除局部地段有铁矿产出外, 未发现其他矿产。

1.2 陆块发展形成和克拉通固结阶段

阜平—吕梁期(2 700 ~ 1 800 Ma), 地壳向刚性发展, 这个阶段的主要地质事件是在华北陆核硅铝壳的基础上先后有3次张开、闭合裂谷作用, 出现第二次克拉通化。这一阶段演化在鲁西地区主要表现为挤压作用, 有超基性—基性—中酸性火山沉积和大量造山花岗质岩浆侵入, 鲁东地区则以拉张作用为主, 形成海槽, 产生沉积。该阶段是华北陆台最主要的造壳期, 可分为2个亚阶段。

1.2.1 新太古代绿岩带形成和 TTG 侵入亚阶段

该亚阶段主要表现为: ①超镁铁质—镁铁质—中酸性火山喷发和陆源碎屑沉积事件; ②中压相系低角闪岩区域变质事件; ③阜平期岩浆侵入事件(2 613 ~ 2 741 Ma^[2]); ④早期韧性剪切构造事件; ⑤晚期五台期岩浆侵入事件(2 500 ~ 2 556 Ma^[2]); ⑥韧性剪切构造事件。

地质事件与区域成矿: ①新太古代超镁铁质—镁

* 收稿日期: 2008-09-23; 修订日期: 2009-07-24; 编辑: 陶卫卫

大调查项目: 全国矿产资源潜力评价之山东省矿产资源潜力评价项目。项目编码: 1212010633901-01。

作者简介: 李洪奎(1962—), 男, 山东昌乐人, 高级工程师, 主要从事区域地质调查、矿产资源勘查评价和管理工作的。

铁质-中酸性火山喷发和陆源碎屑沉积事件及中压相系低角闪岩区域变质事件有关的变质沉积型铁矿床;产于绿岩带中的变质热液金矿化;②与新太古代岩浆侵入有关的铜镍(钼、铂)矿床建造;③新太古代含蛇纹岩、滑石、玉石等超镁铁质科马提岩岩套

(系)变质沉积建造;④新太古代含硫铁矿基性火山-沉积变质建造;⑤新太古代与 TTG 岩浆有关的含绿柱石、钾长石花岗岩伟晶岩建造;⑥新太古代含蛇纹岩矿变质超镁铁质侵入岩建造。参见表 1。

表 1 山东各构造阶段主要特征

构造期	地质时代	构造阶段	沉积作用	火山作用	侵入作用	变质作用	变形构造	大地构造属性	成矿年龄 (Ma)	典型矿床
喜玛拉雅期	新生代	E-N-Q 断块发展阶段:形成鲁东 NNE 向盆地构造体系,鲁西 NNW 向盆地构造体系	古近纪-新近纪:河湖相沉积,东部泥岩-砂岩-页岩-灰岩夹煤层,泥灰岩及石膏层;第四纪:更新世河湖相碎屑岩沉积、冲洪积及风积;全新世河湖相、海陆交互沉积	古近纪局部有玄武岩喷发;新近纪早期有溢流玄武岩;更新世平原区有基性火山活动	见超浅成火山岩	无	断裂	新生代凹陷、断隆	<2.0 40~23 60~32	冲-洪积砂金矿 东营沉积型石油 泰安朱家庄沉积型自然硫矿 泰安大汶口沉积型石膏矿 龙口及昌乐五图沉积型煤矿
燕山期	中生代	K 滨太平洋构造体系强烈活动阶段(陆相盆地伸展发育)	K ₁ 主要为中酸性火山岩夹碎屑岩沉积;在莱阳一带有基性-中基性火山活动。K ₂ 为河湖相碎屑岩建造,局部夹火山岩(史家屯玄武岩)	K ₁ 以基性-中酸性火山岩、火山碎屑岩为主;K ₂ 碎屑岩中夹玄武岩及凝灰岩	岩浆作用强烈,发育基性-酸性以及浅成-超浅成偏碱性各色侵入体,具有东强西弱的特征	局部有酸性火山岩及火山碎屑岩	褶皱、断裂、变质核杂岩、推覆构造、韧性剪切带	滨太平洋构造体系,陆内造山带或岩浆弧。鲁东发育 NNE 向沉积盆地和岩浆岩带,鲁西为 NNW 断陷盆地。早白垩世沉积盆地和构造线方向已转变为 NNE 向(滨太平洋活动带控制了构造格架)	100~65	低温热液型①巨山沟萤石矿。 ②化山重晶石矿;与火山-沉积作用有关的膨润土矿;热液型铅矿(胶南七宝山铅银矿)
									100~80	斑岩型铜矿(邹平王家庄);次火山热液型:①多金属矿(栖霞香乔);②爆破角砾岩型五莲七宝山式、斑岩型钼矿(邢家山);夕卡岩型钼钨矿(孔辛头);火山热液型硫铁矿(七宝山);热液型银矿(十里铺银矿)
		120~100	重熔岩浆热液型金矿:①蚀变岩型焦家式;②充填脉型玲珑式;③多金属硫化物脉型金牛山式;④层间蚀变岩型发育云式							
		130	夕卡岩型金矿(沂南铜井)							
印支期	中生代	J ₃ 中亚-特提斯构造域向滨太平洋构造域转化阶段(陆内造山、盆地收缩)	陆相粗碎屑岩为主夹少量酸性火山岩,具磨拉石建造性质	局部有酸性火山岩及火山碎屑岩	中酸性偏碱性侵入岩	接触变质	褶皱、断裂、变质核杂岩、推覆构造、韧性剪切带	仍属特提斯构造体系向滨太平洋构造体系转换阶段;晚侏罗世继承了早中侏罗世的构造特点,沉积盆地的分布仍受 EW 向构造的制约	160~145	热液型铁矿(朱崖式);青州文登、店子铁矿
		J ₁ -J ₂ 中亚-特提斯构造域向滨太平洋构造域转化阶段(陆展发育)	陆相粗碎屑岩-泥砂岩-页岩夹煤层沉积;受印支造山作用的影响,胶东 J ₁ -J ₂ 缺失	有中基性火山活动	滨太平洋岩浆弧花岗岩侵入	接触变质	断层及断层破碎带、褶皱构造	由印支造山后伸展向滨太平洋活动带转换,沉积盆地仍受近 EW 向构造控制,但物质组成已出现了东西差异	185~160	夕卡岩型铁矿,莱芜式、莲子旺式铁矿;隐爆角砾岩型金矿归来庄式;微山县祁山碱性岩型稀土矿;沉积型矿床,坊子煤矿;岩浆型矿床;与中-基性侵入岩有关肖家沟铁铁矿矿床
晚古生代	C-P 陆相盆地演化阶段	河流相-湖相-湖泊三角洲相碎屑岩沉积(含煤岩系),多与二叠系为连续沉积,但由浅海相转变为陆相。	炒米店组含少量玄武岩	发育后造山偏碱性花岗岩	接触变质	断裂、褶皱	华北陆块与南北两侧造山带拼合构成统一的欧亚大陆。受南北两侧造山作用的影响,华北陆块内部盆地收缩,由二叠纪的陆表海转化为陆相盆地	250~200	夕卡岩型铁矿,济南式铁矿	
加里东期	早古生代	F-O 陆相盆地演化阶段:碳酸盐台地(ε-O ₂)	黏土岩-砂页岩-碳质岩-灰岩建造(含煤碎屑沉积,海陆交互相为主)	在华北陆块北缘有少量中酸性火山活动	基性-超基性侵入体、中酸性侵入体	接触变质	陆块内部褶皱、断裂	为晚古生代陆表海盆(边缘);随着南北两侧早古生代造山后的伸展,再次下沉接受沉积	300~260	沉积型矿床:①沉积型铁矿;②堆积型铝土矿;山东淄博铝土矿田;③沉积型煤矿,如兖州、济宁、滕州煤田。岩浆型矿床(与基性-超基性侵入体有关);莱州彭家、栖霞观里磷矿
晋宁期	新元古代	Pt ₃ 华北克拉通内陆盆地阶段;碰撞造山及后造山裂解阶段	碎屑岩-碳酸盐岩建造(青白口系-震旦系,鲁西为土门群,鲁东为蓬莱群,造山带为朋河石组)	基本无火山活动	酸性火山喷溢活动	岩浆作用强烈,后造山花岗岩发育	高压、超高压变质作用,绿片岩区域变质	褶皱、断裂(含层间滑脱带)、逆冲式韧性剪切带	540~480、金刚石为 480	蒙阴常马庄金金刚石矿床;山东水泥用石灰岩矿床;ε ₁ 沉积型石膏矿淄博口,沂源龙泉
								内陆盆地或大陆边缘沉降带,裂谷继续发育接受沉积,在鲁西、鲁东地区有正常浅海沉积。胶南为陆-陆碰撞造山阶段	850	夕卡岩型铁矿,高旺庄式铁矿;栖霞香乔泥灰岩矿床;沉积型磷矿

续表 1

构造期	地质时代	构造阶段	沉积作用	火山作用	侵入作用	变质作用	变形构造	大地构造属性	成矿年龄 (Ma)	典型矿床
四堡期	中元古代	Pt ₂	华北克拉通伸展裂陷阶段	发育长城系—蓟县系(云台群)碎屑岩沉积等	酸性火山喷溢,中基性火山作用	与大陆裂解相关的ACMS岩套,中基性侵入岩(海阳所)、基性岩墙群(牛岚)等	绿片岩相—低角闪岩相变质	褶皱构造、断裂构造、韧性剪切带等	1600 ~ 1800	华北陆块以整体抬升(以伸展作用)为主,发育超大陆裂解的非造山事件记录,陆内裂谷开启 沉积变质型磷矿(海州式)与基性侵入岩有关的铁矿(祥山式铁矿)
吕梁期	古元古代	Pt ₁	华北克拉通拼合固结阶段	古元古代的沉积建造可以分为活动大陆边缘(岛弧—弧后盆地)型和裂谷型;前者为济宁群(?) ;后者为荆山群、粉子山群等(2488 ~ 1850Ma)	活动大陆边缘有强烈的基性—中酸性火山作用,裂谷带以基性火山岩为主	广泛的英云闪长质—花岗闪长质—花岗质—碱长花岗岩浆作用,少量基性—超基性侵入体	低绿片岩相—角闪岩相、局部麻粒岩相	多期褶皱变形、构造置换和韧性构造	1800 ~ 2400	活动带和稳定地块并存的构造格局。有活动大陆边缘或岛弧带,也有大陆边缘裂谷带。古元古代末,吕梁运动使华北陆块再次拼合形成统一的陆块 ①昌邑东辛庄—莲花山沉积变质型铁矿;②莱州优游山沉积变质型菱铁矿;③栖霞李博士乔沉积变质型滑石矿;④莱西南墅区域变质型石墨矿
五台期	新太古代	Ar ₃	华北克拉通陆壳增生阶段(微陆块和岛弧带共存,至新太古代末构造运动使不同陆核增生、拼贴形成了华北克拉通的雏形)	主要为—套绿岩建造,广泛的基性火山岩—陆源碎屑岩沉积,少量中酸性火山岩和碳酸盐岩。主要有泰山岩群、胶东岩群等。(同位素年龄集中在2650 ~ 2450Ma,鲁西地区可达2750Ma)	强烈的基性—中酸性火山作用,鲁西见有典型的基性—超基性的科马提岩建造	广泛的TTG—花岗岩质—碱长花岗岩浆侵入,少量基性—超基性—超基性岩体,是华北陆块地壳的重要增生阶段。(同位素年龄集中在2650 ~ 2450Ma)	角闪岩相	多期褶皱变形,强烈的构造置换和韧性剪切变形。	>2500	微陆块和岛弧带共存,至新太古代末构造运动使不同陆核增生、拼贴形成了华北克拉通的雏形。古岛弧及弧后盆地发育。 (1)沉积变质型铁矿(BIF):东平、苍驿、韩旺等铁矿;(2)花岗岩—绿岩带型金矿;泰安化马湾金矿;(3)岩浆型矿床:①与基性侵入体有关铜镍矿床,②与基性侵入体有关大柳行铁矿
迁西期	中太古代	Ar ₂	初始陆核形成阶段	斜长角闪岩—黑云变粒岩—磁铁矿英岩建造。主要有沂水岩群、唐家庄岩群,但同位素年龄依据不充分或是遭受了新太古代强烈改造	基性—中酸性火山作用强烈	未发现	角闪岩相—麻粒岩相	强烈褶皱变形和构造置换,透入性片麻理,韧性剪切构造	2800	初始克拉通火山盆地 沉积变质型铁矿:沂水常山庄

1.2.2 古元古代吕梁期钾质花岗岩侵入和孔兹岩系形成亚阶段

该亚阶段有以下几个地质事件:①吕梁期钾质花岗岩岩浆侵入事件;②高碳、铝陆源碎屑—碳酸盐岩,伴随基性火山沉积事件;③吕梁期岩浆侵入事件;④区域变质事件;⑤韧性剪切构造事件。

古元古代地质事件与区域成矿的关系主要表现为:①古元古代含菱铁矿、滑石矿镁质碳酸盐岩变质沉积建造;②古元古代含透辉岩矿钙镁硅酸盐及硅质富铁碳酸盐岩变质沉积建造;③古元古代含石墨矿变粒岩—片麻岩变质沉积建造;④古元古代含红柱石(蓝晶石)、夕线石矿高铝云母片岩变质沉积建造;⑤古元古代含石英岩矿(玻璃原料)砂质碎屑岩变质沉积建造;⑥古元古代含磷灰石变质基性—超基性侵入岩建造;⑦古元古代变质沉积型铁矿床建造。

1.3 克拉通裂解造山阶段

这是古元古代以后发生的第一次构造分合事件,是原始秦昆海洋从形成、演化、关闭到华北板块与扬子板块对接碰撞形成原始中国古陆的一个全过程,主要表现在鲁东地区。

四堡期(1 800 ~ 1 000 Ma),早期地壳拉张,华北板块与扬子板块被秦昆洋分隔,南部属拉张体系,北部为弧盆体系。鲁东地区处于北部弧盆体系中,由于地壳拉张深度大,幔源岩浆上侵定位,在扬子板块北缘有大量酸性火山岩喷发。

晋宁期(1 000 ~ 800 Ma),华北板块与扬子板块对接碰撞^[3],沿鲁东结合带产生大量同碰撞花岗岩,在900 Ma左右产生壳源型花岗岩,同时产生超高压变质作用及形成丰富多彩的碰撞构造。沿线或两侧出现榴辉岩、兰闪片岩、超基性岩,地球物理场

或为重力梯度或为磁力梯度等各种分界构造标志。

中元古代—新元古代地质事件与区域成矿的关系主要表现为:①与中元古代四堡期幔源岩浆侵入有关的铁矿床建造;②中元古代含蛇纹岩、石棉矿超续铁质侵入岩建造;③新元古代与二长花岗岩有关的白云母、钾长石花岗伟晶岩建造;④新元古代与震旦期侵入岩有关的热液型铁铜金矿床建造;⑤震旦纪含石灰岩矿海相碳酸盐岩沉积建造。

2 陆台稳定发展阶段

该阶段的演化在鲁西地区表现明显,形成广泛的海相及海陆交互相沉积,鲁东地区则以造山抬升为主,地质记录不明显。

2.1 早古生代陆表海沉积阶段

该阶段有以下地质事件:①早期陆表海沉积事件;②怀远运动隆升事件;③晚期陆表海沉积事件;④中晚奥陶世金伯利岩浆侵爆事件;⑤加里东晚期的地壳隆升事件。

早古生代地质事件与区域成矿的关系主要表现为:①早寒武世早期含石英砂岩矿滨海砂质碎屑岩沉积建造;②早寒武世含石膏矿海相碳酸盐岩—硫酸盐岩沉积建造;③中寒武世含石灰岩矿海相碳酸盐岩沉积建造;④早奥陶世含白云岩矿海相碳酸盐岩沉积建造;⑤中奥陶世—晚奥陶世含石膏矿、石灰岩矿海相碳酸盐岩—硫酸盐岩沉积建造;⑥晚石炭世含铝土矿、硬质黏土矿浅海相黏土岩沉积建造;⑦晚石炭世含膨胀黏土岩、高岭岩、硫铁矿海相黏土岩沉积建造;⑧古生代含金刚石金伯利岩建造。各构造事件形成的典型矿床见表1。

2.2 晚古生代海陆交互相—陆相沉积阶段

该阶段有以下地质事件:①晚石炭世—早二叠世海陆交互相沉积事件;②二叠纪陆相沉积事件;③二叠纪末的地壳隆升事件。

晚古生代地质事件与区域成矿的关系主要表现为:①晚二叠世含A层铝土矿、硬质黏土矿、陆相黏土岩沉积建造;②晚二叠世含玻璃用石英砂岩矿陆相砂质碎屑岩沉积建造。

3 滨太平洋构造活动阶段

该阶段的主要特征是断块构造发育,形成盆岭构造格局及大陆边缘花岗岩,构造体系为滨太平洋

构造域叠加于中亚—特提斯构造域之上,以滨太平洋构造体系占主导地位。

3.1 滨太平洋构造域叠加于中亚—特提斯构造域阶段

3.1.1 构造体系叠加时期

印支期(250~205 Ma)是由滨太平洋构造域叠加于中亚—特提斯构造域之上的时期,地壳以整体抬升为主,局部呈现拉张状态。华北拗陷开始形成。早三叠世鲁西地块北缘产生陆相盆地,沉积了少量河湖相碎屑组合。中三叠世聊—考断裂以东地区处于上升剥蚀状态,以西在临清潜坳中沉积了河湖相碎屑岩,早中三叠世的古气候为干热气候。约182~279 Ma在鲁西地块的西北缘有幔源基性岩浆侵位。

鲁东沿海附近的地壳活动性要比鲁西强烈的多:胶南造山带各构造单元间产生深断裂,由碰撞造山带转化为断裂造山带,同时产生一些韧性再造事件;岩浆活动强烈,首先幔源岩浆分异形成闪长岩系列侵入岩,随后陆壳重熔产生淡色花岗岩系,最后深源岩浆上侵形成钾质花岗岩系。

印支运动的后期沂沭断裂开始活动,标志着构造体系已由滨太平洋构造域为主导。

三叠纪弱活化阶段有以下地质事件:①三叠纪初的陨星撞击事件;②早—中三叠世陆相沉积(含火山沉积)事件;③印支期岩浆侵入事件;④晚三叠世末地壳隆升事件。

3.1.2 滨太平洋构造活动阶段

燕山期(205~66 Ma)地壳活动强烈,奠定了山东省的基本构造格局,构造活动导源于太平洋板块对欧亚板块的俯冲。由于太平洋板块对欧亚板块由SSE向NNW移动,导致中国大陆南部整体向北移动,使鲁东地块由华北板块南缘沿郯庐一线向北东平移,并与鲁西地块并置,形成郯庐断裂(沂沭断裂),在其两侧伴生大量次级断裂,鲁东地区以NE向断裂为主,鲁西地区以NW向断裂为主,形成鱼骨状格架形态,同时产生数量不等的断(拗)陷盆地,盆地的展布方向与主要断裂方向一致,盆地中接受了大量河湖相磨拉石建造的沉积。

侏罗纪鲁东地块呈隆起剥蚀状态。鲁西地块边部及中心部位的局部发生沉降,周村盆地、济阳拗陷、坊子盆地、蒙阴盆地等拗陷盆地开始形成,沉积了陆相碎屑建造。早侏罗世气候温和,植物茂盛,形成小型湖盆,沉积形成了浅湖相、沼泽相含煤岩系,

中晚侏罗世气候干燥炎热,沉积范围扩大,沉积形成了以河流相红色碎屑建造为主的岩石组合,局部有浅湖相沉积。

侏罗纪弱活化阶段有以下地质事件:①淄博群陆相含煤岩系和红色碎屑岩沉积事件;②燕山早期岩浆侵入事件;③晚侏罗世末地壳隆升事件。

3.2 滨太平洋构造强烈活动阶段

在早白垩世沂沭断裂在上隆的背景上继续左行扭动,其西盘形成三条重要的NW向断裂,即铜冶店-孙村断裂、新泰-垛庄断裂、蒙山断裂,同时莱芜盆地、蒙阴盆地、平邑盆地深断陷盆地开始形成,沉积形成了以河湖相砂砾岩为主的一套岩性组合,相当于莱阳群的岩性,夹有安山质火山碎屑岩,产叶肢介、瓣鳃、腹足、鱼、爬行类等化石。沂沭断裂以东(鲁东地区)派生二隆一坳(胶南断隆、胶莱断陷、胶北断隆)。胶莱断陷中沉积莱阳群,早期以紫红色巨砾、砂砾为主,厚度变化大,具磨拉石建造特征;中期为还原环境湖泊相细碎屑(粉砂、泥页)沉积;晚期地壳活动加强,形成长石石英砂砾岩建造夹有火山碎屑岩。当时气候温暖潮湿,适合于各种生物繁殖。植物中裸子、蕨类、松柏达到鼎盛,脊椎动物鱼类已发展到比较高级阶段,以女星介为主体的介形类,东方叶肢介类及球蚬、前贝加尔螺等淡水软体动物相当丰富。

早白垩世后期沂沭断裂继续活动,形成二堑夹一垒的格局。各盆地中火山活动强烈,喷出方式以中心式为主,也有裂隙式喷发,各地厚度变化很大,喷发强度也不同。其中胶莱盆地以中酸性为主,蒙阴及周村盆地以中基性为主,潍坊-郯城地区以中性偏碱性为主。早白垩世末期沿沂沭断裂各盆地,沉积了巨厚的陆相碎屑组合。从火山喷溢的间歇期沉积物中的生物化石来看,鲁西地区生物群门类及属种数量较多,而鲁东则以爬行类为主。

晚白垩世,沂沭断裂继续左行张扭,其中的马站-苏村盆地和安丘-雹泉及鲁东的胶莱断陷均有王氏群沉积,为红色河湖相砂砾岩陆屑建造,晚期有少量玄武岩。气候温暖干燥,中期生物比较发育,发现有谭氏龙,归氏盘足龙。鲁西断块缺失该期沉积,但鲁北一些断陷中有该期沉积。白垩纪末,盆地消亡,地壳强烈隆起并遭受剥蚀,岩层发生褶皱和倾斜。

太平洋板块俯冲导致岩浆活动,引起俯冲造山,使鲁东地区在早白垩世产生不均匀挤压,形成挤压

带与引张带相间分布的特点,在挤压带首先形成壳源岩浆。然后,壳幔混合源岩浆侵位,在引张带形成双峰式火山岩。鲁西地区岩浆活动较微弱,主要形成少量较浅成侵入体。晚白垩世由于俯冲挤压造成地壳破裂,钾质花岗岩-碱性花岗岩侵位,在鲁西地区尚有少量稳定大陆型幔源岩浆侵位。

总之在燕山期鲁东地区岩浆活动强烈,具有活动带的某些特征,而鲁西地区则具有稳定陆块的特点。

白垩纪盆岭构造有以下地质事件:①早白垩世早期莱阳群陆相碎屑-火山喷发沉积事件;②早白垩世强烈的火山和碎屑沉积事件;③燕山晚期强烈的岩浆侵入事件;④早白垩世晚期-古新世王氏群红色碎屑夹基性火山喷发沉积事件;⑤沂沭断裂带左行平移事件。

3.3 中生代成矿作用

与中生代地质事件相伴的成矿作用有:①印支期-燕山期早期与中基性、中酸性岩浆活动有关的铁(铜、钴)含矿建造;②燕山旋回早期与中偏碱性次火山岩活动有关的金矿含矿建造;③与重熔岩浆热液有关,受燕山期酸性侵入岩控制的热液型金银矿含矿建造;④燕山旋回晚期与浅成-超浅成中酸性岩浆岩有关,受碳酸盐岩或火山机构控制的有色金属矿产含矿建造;⑤早白垩世含膨润土、沸石岩、珍珠岩矿酸性熔岩-火山碎屑岩建造;⑥早白垩世含明矾石矿中性火山凝灰岩建造;⑦早白垩世含黄铁矿中-基性火山碎屑岩-熔岩建造;⑧晚白垩世含膨润土矿陆相碎屑岩建造;⑨燕山旋回晚期大陆边缘岩浆带上与酸性岩浆活动有关的萤石-重晶石含矿建造;⑩燕山旋回含建筑石材辉长岩-花岗岩建造。各构造事件形成的典型矿床见表1。

3.4 断块发展阶段与成矿

新生代以不均衡差异性升降运动为主,表现为地壳的伸展减薄^[4],形成鲁东NNE向盆山构造体系,鲁西NNW向盆山构造体系。古近纪-新近纪为河湖相沉积,东部泥岩-砂岩-页岩-灰岩夹煤线,泥灰岩及石膏层;第四纪:更新世河湖相碎屑岩沉积、冲洪积及风积;全新世河湖相、海陆交互沉积。古近纪局部有玄武岩喷发;新近纪早期有溢流玄武岩;更新世平原区有基性火山活动。古近纪末沂沭断裂带左行平移和断裂构造再活动事件。

新生代地质事件与区域成矿表现为:①古近纪始新世—渐新世含石膏、自然硫、石盐、钾盐湖相碎屑岩—碳酸盐岩—硫酸盐岩沉积建造;②新近纪中新世早期与玄武岩有关的含膨润土矿河湖相沉积建造;③新近纪中新世山旺期含硅藻土矿湖相碎屑岩—玄武岩建造;④新生代含蓝宝石玄武岩—玄武岩建造;⑤第四纪全新世含砂金矿、金刚石砂矿、蓝宝石砂矿河床相砂质碎屑建造;⑥第四纪全新世含石英砂(玻璃用)、型砂滨海砂质碎屑沉积建造;⑦第四纪全新世含建筑用砂、石、砾及型砂河床相碎屑沉积

建造。

参考文献:

- [1] 沈其韩,沈昆. 山东沂水杂岩的组成与地质演化[M]. 北京:地质出版社,2000:3-4,130-142.
- [2] 王世进,万喻生. 鲁西地区早前寒武纪地质研究新进展[J]. 山东国土资源,2008,24(1):10-18.
- [3] 王来明,宋明春. 苏鲁超高压变质带的结构与演化[M]. 北京:地质出版社,2005:3,114-118.
- [4] 郑建平. 中国东部地幔置换作用与中生代岩石圈减薄[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1999:108-115.

Main stages Division of Geotectonics and Mineralization in Shandong Province

LI Hong - kui^{1,2}, YANG Yong - bo², ZHANG Zuo - li³

(1. Geological Science and Information College of Shandong Science and Technology University, Shandong Qingdao 266510, China; 2. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China; 3. Shandong Hengda Coal Mine Limited Corporation, Shandong Ningyang 271405, China)

Abstract: Geotectonics in Shandong province has the typical characteristics of dual structure. It has obvious cratonic crystalline basement and cap structure. Its development and evolution mainly experienced few stages, such as formation and decomposition stage, stable epicontinental sea developing stage, and Pacific tectonic activity stage. Each stage contains a number of sub - stages with different typical deposits.

Key words: Craton; tectonic stage; events; mineralization; typical deposits