

山东省区域地质构造演化探讨

宋明春,李洪奎

(山东省第四地质矿产勘查院, 山东 潍坊 261021)

摘要: 山东省区域地质构造演化分为5个阶段。①陆核形成阶段:形成太古宙高级区,地壳分异成稳定的花岗岩穹窿和活动的绿岩带,第一次克拉通化完成。②陆块发生形成阶段:地壳向刚性发展,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,第二次克拉通化完成。这一阶段演化在鲁西地区主要表现为挤压作用,形成大量造山花岗岩;鲁东地区则以拉张作用为主,形成海槽,产生沉积。③秦昆洋形成演化阶段:四堡期沿鲁东南部地壳拉张,在华北板块与扬子板块间形成秦昆洋。晋宁期秦昆洋关闭,华北板块与扬子板块对接碰撞,沿胶南造山带产生大量同碰撞花岗岩,同时产生超高压变质作用及形成丰富多彩的碰撞构造。晋宁运动最终形成统一的原始中国古陆,第三次克拉通化完成。④陆块发展阶段:鲁西地区地壳频繁升降,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,地层沉积较少。⑤滨太平洋发展阶段:该阶段的主要特征是断块构造发育,形成盆岭构造格局,产生大陆边缘花岗岩,构造体系由古亚洲构造域转向滨太平洋构造域。

关键词: 区域地质构造演化;克拉通化;构造运动;山东省

中图分类号: P548.5052; P547

文献标识码: A

山东大陆在长达3000Ma的地质历史中,经历了复杂的地质作用,地质历史的发展演化既与中国大陆的整体演化相协调,又有自己独特的发展历程。华北拗陷区、鲁西地块具有稳定区的演化特点,而胶南-威海造山带(以下简称“胶南造山带”)及胶北地块则具有活动带的特点。由于华北拗陷区与鲁西地块、胶北地块与胶南造山带的发展演化具有继承性,所以以下论述中将前者作为鲁西地区统一考虑,而将后者作为鲁东地区统一考虑。按照地质历史发展的阶段性特点,将山东省的地质演化划分为5个阶段。

1 陆核形成阶段

迁西期—阜平期(2500Ma以前),华北陆核固结,第一次克拉通化完成。这一阶段地质构造演化在鲁西地区表现明显,鲁东地区相对较弱,但两个地区地质特点具有相似性。

迁西期(2800Ma以前),同位素地质年龄数据指示本区最古老的地质体位于汞丹山凸起的沂水城东,形成于3000Ma之前。在中太古代早期的地壳初始发展阶段,地球表

收稿日期:2001-10-29; 修订日期:2001-11-20; 编辑:张天祯

作者简介:宋明春(1963-),男,山东莱阳人,高级工程师,从事区域地质调查及地质矿产勘查管理工作。

面温度高,地热梯度大,火山作用强烈;在地球逐渐冷却过程中,开始形成原始地壳,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(沂水岩群^[1]、唐家庄岩群);地壳持续拉张,产生拆离滑脱构造及张裂构造,地幔岩浆沿张裂构造侵位(严家官庄单元、官地洼超单元^①),形成古岛弧;迁西运动造成岛弧系的弧间碰撞,产生钠质花岗岩(沂水超单元、西朱崔单元)和高温区域变质作用(麻粒岩相)、挤压褶皱及韧性剪切带,从而在本区形成一个非均匀的古老基底(沂水古陆核,图 1a)。当时原始地壳表现为不成熟的过渡型地壳(可能相当于玄武质—安山质基底)。这一过程形成了本区的太古宙高级区,胶辽陆块的雏形基本形成。

阜平期(2800~2500Ma),地壳分异成稳定的花岗岩穹隆和活动的绿岩带,稳定区与活动带基本格架逐渐清晰,是本阶段的主要特征。伍家善等^[2]研究认为,在 2800Ma 以前,胶辽陆块的西侧有一洋盆存在,洋盆的西部有迁怀、晋冀小陆核,它们部分露出水面或全部淹没在海水中。2800~2500Ma 胶辽陆块西侧洋盆开始消减,向胶辽陆块俯冲,胶辽陆块边缘破裂,早期以基性火山岩为主的火山喷发强烈,火山盆地逐渐加大,并逐渐发育双峰式火山岩建造;后期产生碎屑沉积,这一过程形成太古宙绿岩带(泰山岩群、胶东岩群^[1]);稍后幔源岩浆侵位(万山庄超单元、马连庄超单元^①)并在地层中形成层间褶皱。俯冲洋壳的部分熔融作用形成大量 TTG 花岗岩(蒙山超单元、栖霞超单元^①)(图 1b)。

阜平运动晚期,构造运动达到高潮,稳定的陆核之间发生碰撞、拼贴,洋盆闭合,新的陆核联合体产生,并相继固结,第一次克拉通化完成。

2 陆块发生形成阶段

五台期—吕梁期(2500~1800Ma),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发生 3 次张开、闭合裂谷作用,第二次克拉通化完成。这一阶段地质构造演化在鲁西地区主要表现为挤压作用,形成大量造山花岗岩;鲁东地区则以拉张作用为主,形成海槽,产生沉积。

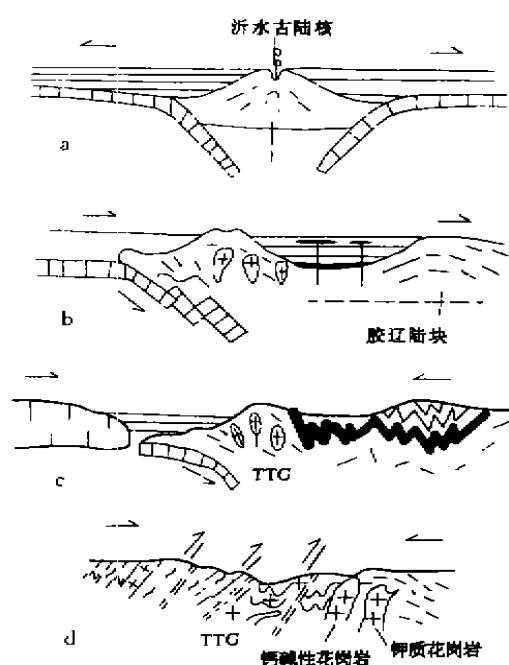


图 1 鲁西地区早前寒武纪大地构造演化模式

Fig.1 Pre-cambrian tectonic evolution model in west of Shandong

① 张成基等,山东省侵入岩岩石谱系单位(出版中)。

2.1 鲁西地区

五台期,地壳热流值显著下降,地壳刚性度增加,是原始地壳向陆块转化的过渡时期。早期华北陆核发生张裂,局部可能形成裂陷槽,拉斑玄武质—钙碱性玄武质岩浆沿张裂带侵入,形成南涝坡超单元;后期裂陷槽闭合,下地壳部分熔融,导致鲁西地区第二期 TTG 花岗岩浆(峰山超单元)侵位。这是五台期—吕梁期的第一次裂谷开合。

吕梁期是鲁西地区的强烈造山期。古元古代早期泰山块体西缘裂解,出现裂陷槽,接受了泥质、泥砂质和中性火山岩沉积(济宁岩群^[1])(图 1c);之后裂谷闭合,大量同造山型钙碱性花岗岩浆(傲徕山超单元)侵位,这是鲁西地区一次最强烈的花岗岩浆侵位事件。造山运动接近尾声时地壳破裂,钾质花岗岩浆(四海山超单元)侵位,完成了五台期—吕梁期的第二次裂谷开合(图 1d)。由钠质花岗岩(TTG)转化为钙碱性花岗岩,再转化为钾质花岗岩的演化规律,与古生代以来的造山带花岗岩类演化相似。

吕梁后期地壳又一次拉张,碱性玄武岩浆(红门超单元)沿线型构造带侵位,直到吕梁期末裂谷闭合,浅色花岗岩浆(摩天岭超单元)侵位,同时发生鲁西地区的最后一期韧性变形作用,完成了该阶段的第三次裂谷开合。至此,第二次克拉通化完成。

2.2 鲁东地区

五台期—吕梁期鲁东地区的地壳演化与鲁西地区存在明显差异;五台期鲁东地区地壳以褶皱抬升为主,地质记录不明显。吕梁期鲁东地区以地壳拉张为特点,形成裂陷槽(图 2a),产生陆缘海相沉积组合(荆山群、粉子山群^[1]),当时以栖霞古陆核为中心形成一系列岛弧,粉子山群沉积于弧后盆地,荆山群沉积于弧前盆地。粉子山群沉积的早期以泥砂质碎屑岩夹基性火山岩为主,中期以碳酸盐岩及含碳碎屑岩为主,晚期以粘土质碎屑岩为主,反映了海水由浅变深,地

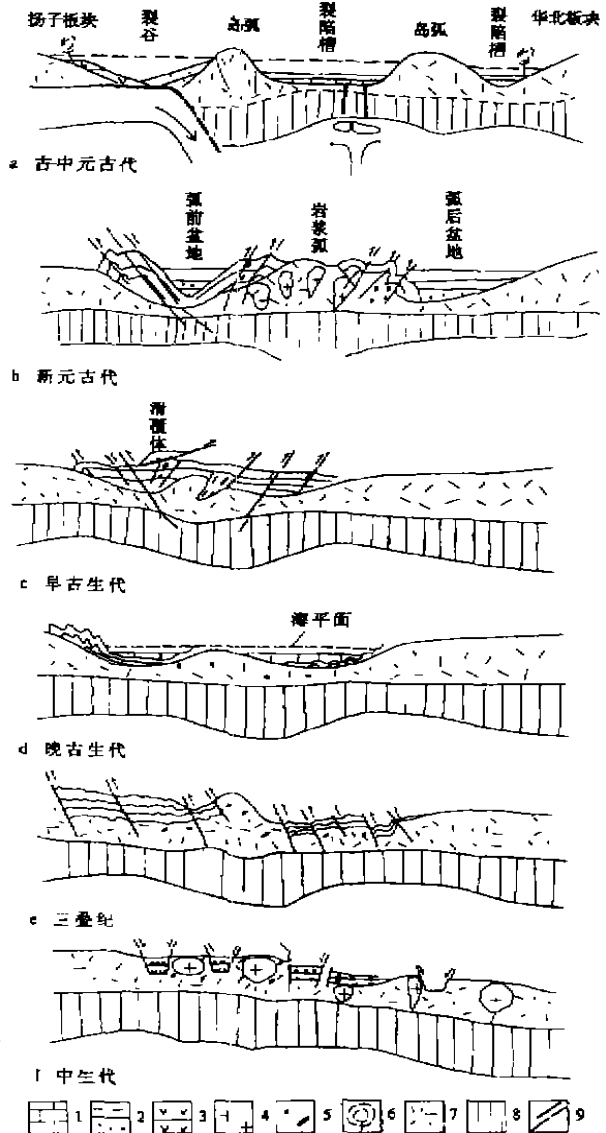


图 2 胶南造山带演化历史示意剖面图

Fig.2 Profile of evolution histories in Jiaonan tectonic belts

1—碳酸盐沉积;2—碎屑岩沉积;3—火山岩;4—花岗岩;
5—镁铁质—超镁铁质岩;6—火山喷发;7—大陆壳;
8—上地幔;9—断裂

壳由活动至稳定的特点;荆山群的下部以泥质岩及富镁碳酸盐岩为主(原岩),中下部为碎屑岩夹火山岩,中上部为碳酸盐岩及含碳碎屑岩,顶部为泥质岩,反映了沉积早期及后期海水较深,沉积中期海水较浅,所处地壳除沉积中期短暂强烈活动外,其它时间均较稳定的特点。粉子山群与荆山群沉积环境的差异表明二者所处大地构造位置的差别。沉积基本结束后幔源岩浆侵位(莱州超单元),随后发生顺层拆离滑脱构造及中高温变质作用(麻粒岩相、角闪岩相)。吕梁后期裂陷槽开始闭合,在弧后盆地的残留海槽中沉积了陆源碎屑岩组合(芝罘群^[1]),在栖霞岛弧的北部及西部形成花岗闪长岩、二长花岗岩(双顶超单元),这一裂陷槽可能并未完全封闭,因此形成的花岗岩数量较少。

在上述二个原生地壳发展阶段中,鲁东、鲁西二地区的地质演化特点总的相似,但也存在明显差异,表明它们所处的构造位置不同。该阶段二者并不象现今这样东西向联在一起,当时鲁东地区可能处于鲁西地区的东南方向,位于古华北板块的南缘,而鲁西地区则位于古华北板块的内部,后来沂沭断裂带的左行平移将二者并置在一起。

3 秦昆洋形成演化阶段

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,鲁西地区该阶段仅有微弱显示。

四堡期(1800~1000Ma),早期地壳拉张,形成裂谷带(图2a),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,因而导致幔源岩浆上侵定位(海阳所超单元),在扬子板块北缘有大量酸性岩浆喷发(海州群^[3])。鲁西地区处于华北板块内部,地壳拉张强度稍弱,形成基性岩墙群(牛岚单元)。晚期洋壳消减,地壳发生褶皱变形及中高温变质作用(角闪岩相)。

晋宁期(1000~800Ma),秦昆洋关闭,华北板块与扬子板块对接碰撞(图2b),沿胶南造山带产生大量同碰撞花岗岩,在900~800Ma期间产生壳源型花岗岩(荣成超单元),同时产生超高压变质作用及形成丰富多彩的碰撞构造。稍后壳幔同熔型花岗岩浆(月季山超单元)侵位。

原始秦昆洋经后来多次改造,已是一个不复存在的失踪海洋,地表仅表现为分隔不同类型基底的断裂线及其两侧的榴辉岩、蓝闪片岩(苏北)、超基性岩,以及地球物理场(重力或磁力)梯度带等构造分界标志。

晋宁运动最终形成统一的原始中国古陆,第三次克拉通化完成。

4 陆块发展阶段

该阶段的地质构造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,地质记录不醒目。

4.1 鲁西地区

4.1.1 震旦期(800—543Ma)

鲁西地区自吕梁期后主体处于造山隆升阶段,遭受剥蚀。青白口纪末至早震旦世,地壳沿现在的沂沭断裂带附近被拉开,形成沂沭海峡,沉积了以海相碎屑岩为主的岩石组合(土门群^[1])。沉积早期海侵范围不大,仅局限在沂沭裂陷槽南北两端,沉积了黑山官组和二青山组;中期海侵范围扩大,南北海盆沟通,沉积了佟家庄组;晚期海侵稍退,沉积了浮来山组和石旺庄组。海峡西部古海岸可据沉积相特征辨认出来,而东部由于沂沭断裂带活动的破坏,无边缘相存在。

晚震旦世沂沭海峡上升为陆,缺失晚震旦世至早寒武世早期沉积,表现为土门群与上覆长清群呈平行不整合接触。这一时期至古生代,鲁西地区缺少岩浆活动,褶皱、断裂不发育,表现了稳定陆块的演化特点。

4.1.2 加里东期(543~410Ma)

地壳由上升逐渐转为非均衡沉降,遭受由 SE→NW 的海水入侵,鲁西地区整体成为陆表海,形成了浅海陆棚沉积组合(长清群、九龙群、马家沟组^[1])。

(1)寒武纪:早寒武世鲁西地区首先沿沂沭海峡下沉,沉积了李官组。海侵方向由 SE→NW,为滨海陆屑滩砂砾岩相,海岸大致在昌乐、蒙阴、费县、薛城一线,以西为古陆,以东为海域。龙王庙期地壳下沉,海侵逐渐向 NW 扩大,鲁西海与华北海连成一体。为局限海潮上一潮间带萨布哈及潮间带—浅潮下带环境,形成了一套碳酸盐岩、粉砂质页岩和粉砂岩组合(朱砂洞组),这些粘土岩和碳酸盐岩中混有相当数量的陆源碎屑,表明陆源区尚未准平原化,母岩风化依然停留在碎屑岩—粘土岩阶段。海底不甚平整,沉积厚度变化不大,当时的沂水—蒙阴—新泰及曲阜—平邑—峄山处于海底高差不大的水下隆起状态,将鲁西地区分为南北 2 个盆地,沉积盆地总体呈 NE 向展布,沉积—沉降中心主要有枣庄、济南 2 处。

中寒武世毛庄期—徐庄早期,为局限海潮下带—潮间带砂泥坪环境,水体动荡且浑浊,沉积一套暗紫色粉砂质页岩夹粉砂岩(馒头组)。徐庄晚期,随着海侵的扩大,沉积环境变为滨海沙坝沉积,形成具明显海进旋回的海绿石石英砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩层序。徐庄期沉积中心在孟良崮周围地区。张夏期,海侵进一步扩大,是华北地区海侵最为广泛时期,沉积环境为碳酸盐台地及台缘斜坡,台地礁滩发育,台地礁滩相位于滨州—泰安—东平—汶上—济宁—泗水—费县—枣庄一线以西的大部地区,形成各种鲕粒灰岩、礁灰岩等。该线以东海水较深,以页岩为主。张夏期沉积中心位于安丘—沂水一带及枣庄一带,水下隆起位于泰安、莱芜、平邑及费县以北地区。

晚寒武世崮山期水体进一步加深,处于浅海陆棚至台地前缘斜坡(中深缓坡)环境,早期属浪基面以下低能环境;晚期属浪基面附近低能间歇高能环境,且常有风暴发生。以纸状页岩、瘤状灰岩等缓坡型沉积为主,有少量风暴沉积(竹叶状灰岩),形成崮山组。长山期—凤山期,风暴频繁,海水动荡强烈,沉积了台地边缘礁滩相藻灰岩、竹叶状灰岩、泥质条带灰岩、鲕粒灰岩交互沉积(炒米店组)及少量白云岩(三山子组 c 段)。局部有潟湖相沉积。

寒武纪气候温湿与干热相间,以三叶虫为代表的生物大量繁殖。

(2)奥陶纪:早奥陶世处于局限台地潮下带—潟湖相,新厂期以潮下高能带白云岩夹竹叶状砾屑白云岩为主(三山子组 b 段),道保湾期以潟湖相低能含燧石条带白云岩为主(三山子组 a 段)。含有正常海的腕足类、棘皮、苔藓、头足类化石。怀远运动被抬升成陆,遭受短暂风化剥蚀之后,开始了新的海侵。中奥陶世大湾—达瑞威尔期及晚奥陶世艾家山期为局限台地潟湖与开阔台地潮间—浅潮下带交替环境。分别由东黄山段—北庵庄段、土峪段—五阳山段、阁庄段—八陡段构成三个明显的海进沉积旋回,每一旋回都有海侵高潮。它们均属清水沉积环境,沉积区再无碎屑加入,说明陆源区已完全准平原化,母岩也已进入化学风化阶段。三个沉积旋回的演化规律基本相似:每个旋回下部主要为角砾状灰岩、泥灰岩、白云岩及石膏等,水平层理、波状层理发育;上部则以隐晶灰岩、泥灰岩为主,生物化石丰富,有头足、三叶虫、棘皮、螺、灰质海棉、介形虫、腕足等。前者属局限台地潟湖蒸发岩相,后者以潮下带和开阔台地沉积为主。这和晚寒武世的高能沉积环境形成鲜明对照,表明地壳运动已由振荡转为相对平静。

晚奥陶世中期,加里东运动使鲁西地区上升为陆,长期遭受风化剥蚀,因此缺失上奥陶统(上部)、泥盆系、志留系及下石炭统,大约在 455 ~ 543Ma,地幔岩浆活动沿构造薄弱位置上侵,形成金伯利岩管(常马庄单元)。

4.1.3 华力西期(405 ~ 250Ma)

此阶段属陆块发展阶段后期,华北陆块整体下沉。晚石炭世鲁西地区位于滨海地带,加之地壳振荡频繁,海水反复进退,因此形成了滨海沼泽、潮坪等相间出现的海陆交互沉积。当时气候温暖潮湿,植物十分茂盛,海洋生物也很丰富,且属华北海与扬子海混生生物群,早期(本溪组^[1])有重要铝土矿,晚期(太原组^[1])有重要煤层形成。

海西运动晚期山东全境上升为陆,古气候亦由温暖潮湿逐渐变为干旱,羊齿及裸子类中的苏铁、银杏、松、柏、杉等典型内陆型植物群竞相繁衍。二叠纪早期(山西组^[1])主要为湖泊沼泽相,有利于煤的形成,北部煤层薄,层数多,南部煤层厚,层数少;中期(石盒子组^[1])以河流相为主,局部夹煤线;晚期(石千峰群孙家沟组^[1])仅见于淄博、章丘一带,为红色碎屑岩河湖相沉积。

4.2 鲁东地区

晋宁期强烈碰撞造山后,地壳破裂,至震旦期(800 ~ 543Ma)沿破裂带侵入深源碱性花岗岩(铁山超单元)及淡色花岗岩(玲珑超单元),少量花岗闪长岩(垛崮山超单元),岩浆侵入的时间为 622 ~ 783Ma。在主造山带的南侧及北侧则形成海盆,沉积了复理石组合(明河石岩组、蓬莱群^[1]),沉积的时间大致为 620Ma。

明河石岩组位于主造山带南侧,构成弧前盆地,由含砾砂岩—细砂岩—千枚岩基本层序组成,具重力流沉积特点。蓬莱群分布于主造山带北西侧,构成弧后盆地,形成石英岩、板岩、千枚岩、结晶灰岩组合,具海进序列特点。二者后期均遭受绿片岩相变质作用及褶皱作用改造。

加里东期(543 ~ 410Ma),鲁东地区处于陆内挤压造山作用控制下,海盆闭合,地层褶皱,明河石岩组呈滑覆体在晋宁期基底上运动(图 2c),强烈的陆内挤压产生高压绿片岩相变质作用。

华力西期(410 ~ 250Ma),鲁东陆壳出现短暂拉张作用,可能形成陆间裂谷,出现海相

或海陆交互相沉积(据胶莱盆地南缘莱阳群中发现的古生代灰岩砾石推测)(图 2d)。

5 滨太平洋发展阶段

该阶段的主要特征是断块构造发育,形成盆岭构造格局,产生大陆边缘花岗岩,构造体系由古亚洲构造域转向滨太平洋构造域。

5.1 印支期(250~205Ma)

是由古亚洲构造体系向滨太平洋构造体系转化的时期,地壳以整体抬升为主,局部呈现拉张状态。

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(石千峰群刘家沟组^[1])。中三叠世聊考断裂以东地区处于上升剥蚀状态,以西在临清拗陷中沉积了河湖相碎屑岩(二马营组^[1]),早中三叠世的古气候为干热气候。大约在 182~279Ma,鲁西地块的西北缘有幔源基性岩浆侵位(济南超单元^①)。

相比之下,鲁东沿海附近的地壳活动性要比鲁西强烈得多: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(图 2e),同时产生一些韧性再造事件。如主要的深断裂有:五莲-青岛断裂、牟(平)-即(墨)断裂、淮阴-响水断裂(苏北)。主要的韧性再造事件有:沿胶南造山带北缘石门-薛家庄一带发生的韧性正滑运动。岩浆活动也较强烈,首先幔源岩浆分异形成闪长岩系列侵入岩(柳林庄超单元),随后陆壳重熔产生浅色花岗岩系(文登超单元),最后深源岩浆上侵形成钾质花岗岩系(宁津所超单元)。

印支运动后期,沂沭断裂带开始活动,这标志着构造体系已由古亚洲构造域完全转化为滨太平洋构造域。

5.2 燕山期(205~65Ma)

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 SE→NW 俯冲,导致中国大陆南部整体向北移动,使鲁东地区由华北板块南缘沿郯城-庐江一线向北东平移,并与鲁西地块并置,形成郯庐断裂带(沂沭断裂带),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。同时产生大量断(拗)陷盆地,盆地的展布方向与主要断裂方向一致,盆地中沉积了河湖相磨拉石建造。

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地段发生沉降,周村盆地、济阳拗陷、坊子盆地、蒙阴盆地等断陷盆地开始形成。沉积了陆相碎屑岩组合(淄博群^[1])。早侏罗世气候温和,植物茂盛,形成小型湖盆,沉积浅湖相、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。枣庄一带卷入徐宿弧形褶皱构造。

早白垩世沂沭断裂带在上隆的背景上继续左行扭动,其西盘形成 3 条重要的 NW 向

① 张成基等,山东省侵入岩岩石谱系单位(出版中)。

断裂,即铜冶店-孙祖断裂、新泰-垛庄断裂、蒙山断裂,同时莱芜盆地、蒙阴盆地、平邑盆地等断陷盆地开始形成,沉积了莱阳群^[1],其岩性以河湖相砂砾岩为主,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。沂沭断裂带以东(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,早期以紫红色巨砾岩、砂砾岩为主,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岩(粉砂岩、泥页岩)沉积;晚期地壳活动加强,形成长石石英砂砾岩夹有火山碎屑岩建造。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。

中白垩世沂沭断裂带继续活动,形成二堑夹一垒的格局。各盆地中火山活动强烈(青山群^[1]),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-鄒城地区以中性偏碱性为主。中白垩世后期沿沂沭断裂带各盆地沉积了巨厚的陆相碎屑组合(大盛群^[1])。从火山喷溢间歇期沉积物中的生物群来看,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,沂沭断裂带继续左行张扭,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^[1]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、归氏盘足龙等恐龙化石。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构造格局(图 2f),在挤压带首先形成壳源岩浆(郭家岭超单元^[1]),然后壳幔混合源岩浆侵位(伟德山超单元、雨山超单元),在引张带(断陷盆地)则形成双峰式火山岩(青山群)。鲁西地区由于远离俯冲带,岩浆活动较微弱,主要形成少量较浅成侵入体(铜石超单元、埠村超单元、沂南超单元)。晚白垩世由于俯冲挤压造成地壳破裂,钾质花岗岩—碱性花岗岩浆侵位(大店超单元、槎山超单元、崂山超单元、卧福山超单元),在鲁西地区尚有少量稳定大陆型幔源岩浆侵位(雪野超单元)。该期岩浆作用对山东金矿的形成有重要影响。

总之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。

5.3 喜马拉雅期(65Ma 至今)

新生代我省进入了一个新的统一的裂解与沉陷阶段,开始了一个新的构造变动旋回。

5.3.1 古近纪

沂沭断裂带继续活动,不仅把白垩纪地层挤压成不对称的褶皱,而且个别地方白垩纪地层被剥蚀。此时胶莱盆地已基本消亡,但因构造掀斜作用,局部残留小湖盆,形成

[1] 张成基等,山东省侵入岩岩石谱系单位(出版中)。

少量陆相细碎屑沉积(王氏群胶州组),古新世—始新世鲁西地块在早白垩世沉积盆地的基础上形成新的沉积盆地(平邑盆地、蒙阴—大汶口盆地及莱芜盆地等),沉积了一套含膏盐的红色、灰色山麓沉积—河湖相碎屑岩系(官庄群^[1]);同时鲁西地块西南侧地壳沉降,发育成鲁西南潜断块,在其内的潜陷中沉积了官庄群。始新世在沂沭断裂带的北端附近形成少量小的盆地,沉积了一套含煤、油页岩的碎屑岩(五图群^[1]);始新世—渐新世济阳拗陷开始形成,并逐步形成潜凸与潜陷相间的构造格局,潜陷中沉积了一套厚度巨大的以陆相为主的含油碎屑岩系,潜陷之沉积中心有向北迁移之势,生油层亦由南向北渐新,其中东营潜陷活动最强,下陷最深,古近系厚度大于 5700m,而沾化和车镇潜陷活动较弱,古近系厚仅 2600m,潜山之上缺失古近纪沉积。

当时气候具亚热带炎热、潮湿相间的特点,孢粉组合以常绿植物花粉(桃金娘粉属、无患子粉属、冬青粉属、木兰属)为主,由于地势差异悬殊,特别是泰山、峰山的强烈上升,使得南北气候变化较大,南部气候炎热干燥,大汶口盆地、新泰盆地、泗水盆地形成有工业价值的石膏矿床,其中大汶口盆地还沉积了大量岩盐和少量钾盐;北部气候温暖潮湿,五图群夹有可采煤层。济阳拗陷以油为主,其内的东营凹陷则沉积有厚层岩盐,表明了内陆气候和海洋气候在这一地区的重大差异。

5.3.2 新近纪

华北拗陷断块式升降运动继承进行,在其内的一些潜陷中沉积了一套以杂色泥岩为主夹砂岩组成的地层(黄骅群^[1]),其中夹多层海相化石,表明有过多海侵。

在沂沭断裂带的北段则形成零星的火山湖、小湖泊及老年期河床,形成以玄武岩为主夹砂砾岩及硅藻土的沉积组合(临朐群^[1]),其中临朐火山湖除泥砂沉积外,还有生物化学作用生成的硅藻土、磷结核及沼泽相煤层,间或有玄武岩浆喷溢。该火山湖处于北亚热带温暖气候环境,适于各类生物繁衍,其中有鸟类、爬行类、两栖类、鱼类、昆虫,真犀科的原始无角犀、有角犀等,所产化石精美,闻名世界。华北拗陷各湖盆中有大量三趾马动物群及介形类和藻类活动。鲁东隆起区已经准平原化,发育大量老年期河床,沉积物中有的含有砂金,称为唐山棚砾岩。青岛—崂山一带的 NE 向构造发育。在鲁中隆起的山麓边缘岩溶凹地中发现少量河湖相沉积(巴漏河组、白彦组^[1]),白彦组中含次生金刚石。

沿隆起区的局部拉张部位侵入幔源岩浆,形成基性岩墙。

5.3.3 第四纪

以差异性升降运动为主,形成鲁西中低山丘陵区、鲁东低山丘陵区 and 鲁西平原区,丘陵区与平原区的沉积组合差别较大。

(1) 丘陵区

早更新世,主要沿沂沭断裂带附近形成河流,残留有冲积砂砾层(小埠岭组^[1]),在郯城地区该组产金刚石砂矿。

中晚更新世主要沿山间凹地形成具黄土性质的堆积(羊栏河组、大站组^[1])。沿古沂沭河继续形成冲积砂砾层(于泉组、大埠组^[1])。在鲁西丘陵区形成岩溶洞穴堆积(沂源组^[1]),并开始有古人类活动迹象。在鲁东丘陵东部海边有风积砂(柳乔组^[1])形成,沿隆起区北缘及沂沭断裂带北端有幔源玄武岩浆溢出(史家沟组^[1])。

全新世早期气候潮湿,在隆起区的低凹地带普遍形成沼泽相沉积(黑土湖组^[1]),之后地壳抬升形成纵横交错的河流,沉积了河流相及洪积相砂砾石堆积物(临沂组、沂河组、泰安组^[1]),局部地区形成湖泊沉积(白云湖组^[1])及风成堆积(寒亭组^[1]),沿海地区形成海相沉积及海陆交互相沉积(旭口组、潍北组^[1]),与上述沉积的同时在山坡下方形成残坡积物(山前组^[1])。

(2) 平原区

整个第四纪以黄河下游及渤海湾地区的河漫滩相、河床相、海相沉积综合体为主(平原组、黄河组^[1]),总厚度约 498m,是我省第四纪沉积最厚的岩石地层单位。早期在华北拗陷区有少量玄武岩喷出(史家沟组),晚期局部地区有少量湖相(白云湖组^[1])、海相与海陆交互相(旭口组、潍北组^[1])及风成堆积(寒亭组^[1])。

第四纪生物以脊椎动物为主,其中肿骨鹿、扁角肿骨鹿、山东羊、巨河螺、华北鼯鼠是中更新世的重要成员,披毛犀、猛犸象为晚更新世特有代表,四不象鹿则是全新世最繁盛成员。另外,中更新世还发现有南方型的剑齿象和北方型的双角犀—似梅氏鹿,晚更新世也发现有北方型的猛犸象和南方型的诺氏古菱齿象,表明当时本区具南北生物共生过渡的特点,人类活动是第四纪的重要事件,目前已在土门、新泰刘杜乌珠台发现有人类化石,在大汶口、平度等地发现许多古文化遗址。

第四纪的构造活动主要沿沂沭断裂带发生,表现为频繁的地震运动。其它部分断裂也有新构造活动的迹象。

参考文献:

- [1] 张增奇,刘明渭,等.山东省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [2] 吴家普,耿元生,沈其韩,等.中朝古大陆太古宙地质特征及构造演化[M].北京:地质出版社,1998.
- [3] 江苏省地质矿产局,江苏省及上海市区域地质志[M].北京:地质出版社,1984.

Study on Regional Geological Structural Evolution in Shandong Province

SONG Ming - chun, LI Hong - kui

(No. 4 Exploration Institute of Geological Sciences, Shandong, Weifang 261021, China)

Abstract: Regional geological structural evolution in Shandong province can be divided into 5 stages: ① nuclear area forming stage: Archaean high - grade area formed, crust differentiated into stable granite arch and active greenstone belts, and the first cratonization completed. ② continental block occurring and developing stage: the crust developed to rigidity. On the basis of sialic crust of Huabei kernel, three rift valley actions occurred sequencely, and the second cratonization

(下转第 38 页)

倾,负销异常明显;演化以结构变化为主、成分变化为辅的结构与成分双演化序列,成为 A 型花岗岩,被动—主动式联合侵位,形成时代为燕山晚期。

本文承蒙教授级高级工程师王来明、总工程师宋明春审阅,深表谢意。

参考文献:

- [1] 邱家骧.应用岩浆岩岩石学[M].武汉:中国地质大学出版社,1991.

Family Classification of Granites Units and Its Major Characteristics in Xiaozhushan of Qingdao City

ZHOU Ru - guo

(No.4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong, Weifang 261021, China)

Abstract: Granites in Xiaozhushan of Qingdao city is Mesozoic monoalkalic rocks, which were named Xiaozhushan rocks before. Through regional geological mapping with the scale of 1:50,000, they are divided into 15 units which belong to Dadian and Laoshan superunits. Petrological characteristics, lithological characteristics, microelements characteristics, rare earth elements characteristics, evolution rule, origin and emplacement mechanism are studied as well.

Key words: Granitic rocks; rock family classification; geological characteristics; Xiaozhushan in Qingdao city

(上接第 21 页)

completed. The stage formed lots of orogenic granites and appeared as compression action in west of Shandong, and formed troughs and sediments in east of Shandong province, and mainly appeared as tension action. ③ Qinling - Kunlun ocean forming and evolving stage: during Sibao period, the crust southeast Shandong area was in tension state, and Qinling - Kunlun ocean formed between Huabei plate and Yangtz plate. In Jinning period, the ocean closed, Huabei plate and Yangtz plate collided. A lot of synchro - collided granites formed, and at the same time, super - high pressure metamorphism and lots of collision tectonites formed. Jinning movement finally formed the ancient continental block of China, and the third cratonization completed. ④ Continental block developing stage: the crust in west of Shandong frequently elevated and subsided, and oceanic facies and oceanic - continental facies sediments widely formed; while orogenic elevation occurred in east of Shandong, and sediments rarely formed. ⑤ Littoral Pacific ocean developing stage: fault block tectonics developed well, basins - mountainous tectonic frame constructed and continental granites formed. Structure system transferred from Palaeo - Asian structural domain to littoral Pacific structural domain.

Key words: Regional geological structural evolution; cratonization; Structural movement; Shandong province