

# 胶南造山带形成与演化

王世进

张成基

(山东省地质科学实验研究院) (山东地勘局地勘开发处)

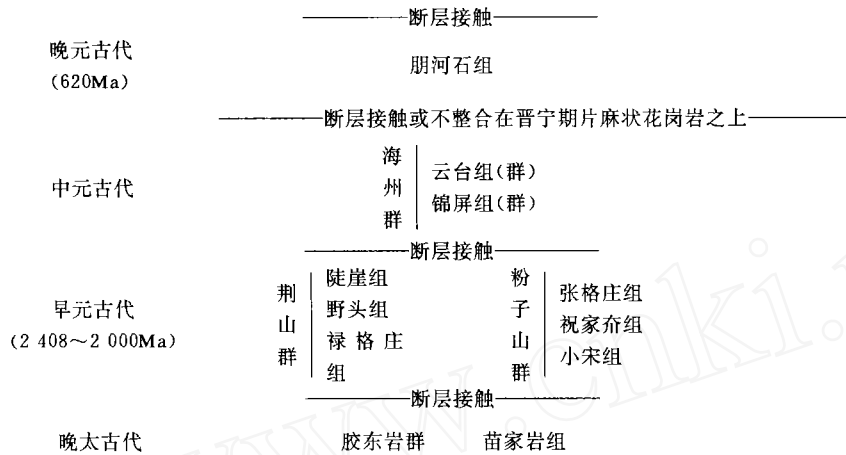
**摘要** 胶南造山带前寒武纪结晶基底由晚太古代胶东岩群、早元古代荆山群及粉子山群、中元古代海州岩群、晚元古代震旦纪朋河石组等变质地层和早—中元古代超镁铁质岩、镁铁质岩、榴辉岩,晚元古代花岗岩类、榴辉岩等组成。这些岩石记录了造山带形成演化历史:2900~2800Ma,胶东岩群中基性火山沉积岩形成,于2500Ma遭受中压相系角闪岩相变质变形作用,之后有少量基性岩浆侵入。2408~2000Ma,太古宙陆核周缘线性活动增强,形成裂陷盆地,沉积了荆山群和粉子山群(海相陆源碎屑岩—碳酸盐岩夹基性火山岩建造),于2000~1800Ma遭受区域低、中压相系角闪岩相局部麻粒岩相变质变形作用。中元古代,扬子(华南)板块北缘在统一基底上裂陷,沉积了海州岩群,华北板块南缘则为超镁铁质岩、镁铁质岩携带榴辉岩沿裂谷侵入。晚元古代早期,扬子(华南)板块向华北板块之下俯冲,下地壳发生广泛重熔形成大量同构造(造山)期花岗质岩浆,并与板块碰撞过程中形成的榴辉岩一起沿碰撞带侵位,形成晋宁期荣成超单元变质变形花岗岩类;之后,华北板块与扬子板块对接拼合,造山带发生由南东往北西的逆冲推覆作用,形成中深层次的韧性剪切带。震旦纪早期,以玲珑超单元为主的弱变形花岗岩类侵位,随着造山带的隆升作用,在造山带内部及北缘形成以浅部构造相走滑性质为主的韧性剪切带;震旦纪晚期局部地区地壳下降,接受朋河石组海相沉积,并遭受绿片岩相区域低温动力变质作用。中生代 $E_1$ 早期,华北板块与扬子板块再次活动,造山带内又发生一次构造热事件;印支晚期文登超单元和宁津所超单元侵位。燕山运动以来,造山带发生以断块差异升降为主的伸展运动,导致大量NW、NE、NNE向断层及坳陷盆地的形成,并伴有大量火山喷发和中酸性岩浆侵入活动。进入新生代,地壳稳定抬升,以发育陆相松散堆积为主。文中提出胶南造山带的主造山期为晚元古代晋宁期—震旦早期。

胶南造山带是秦岭—大别造山带的东延部分,这是由于在原始弧形弯曲的基础上,后经郯城—庐江断裂的左行平移,才形成现在这样的构造格局。该造山带是扬子板块俯冲于华北板块之下形成的碰撞造山带。近十年来,通过开展1:20万区调修测和1:5万区调填图及专题研究工作,我们对造山带前寒武纪变质地层层序重新进行了厘定,对变质变形侵入岩进行了岩石谱系单位划分,对与碰撞造山作用有关的榴辉岩、麻粒岩和不同构造层次的韧性剪切带查明了其地质特征,对重要的地质体进行了同位素地质年龄测定,因而对胶南造山带的形成与演化取得了新的认识。

本文1997—04—20收到,1997—05—15改回。

## 1 变质地层

胶南造山带变质地层由于遭受岩浆侵入破坏和多次变形变质作用,因而出露不全。经区域对比,其序列自上而下为:



现就与上述地层序列有关的问题说明如下:

(1) 胶东岩群残留地层斜长角闪岩中的单颗粒锆石质谱计双带源逐层蒸发年龄值为  $2430.9 \pm 16.9\text{Ma}$  及  $2618.8\text{Ma}$ <sup>①</sup>, 该斜长角闪岩被 Sm-Nd 模式年龄值为  $2497\text{Ma}$  的变质辉长岩(中粒斜长角闪岩)所侵入<sup>②</sup>, 故其地质时代为晚太古代。

(2) 胶北地区的荆山群与粉子山群为韧性剪切或断裂构造接触, 二者关系欠清楚。目前多数研究者认为它们属同时异地异相关系, 但也有认为属上、下关系的。胶南造山带的荆山群与粉子山群则被中晚元古代花岗岩所隔开, 二者未直接接触。造山带荆山群中黑云变粒岩锆石 U-Pb 和谐线年龄值为  $1912\text{Ma}$ 、 $2125\text{Ma}$ <sup>③</sup>、 $2408.7\text{Ma}$ <sup>④</sup>、 $2182\text{Ma}$ 、 $1901\text{Ma}$ <sup>⑤</sup>, 角闪变粒岩锆石 U-Pb 年龄值为  $2012\text{Ma}$ <sup>⑥</sup>, 说明荆山群形成于早元古代。

(3) 海州群下部为含磷岩系, 上部为变质中酸性火山岩。后者 Rb-Sr 全岩等时线年龄值为  $929\text{Ma}$ <sup>⑤</sup>, 其形成年龄应更大些。海州群时代为中元古代, 属扬子板块北缘俯冲盖层。

(4) 朋河石组由绢云千枚岩、变质长石石英砂岩、砂砾岩组成, Rb-Sr 全岩等时线年龄值为  $620\text{Ma}$ <sup>⑤</sup>, 地质时代属晚元古代震旦纪, 与蓬莱群特征相似。

## 2 岩浆活动

- ① 山东省地矿局区调队, 1989, 1:5 万莒南、三界首幅区域地质调查报告。
- ② 山东省地矿局第八地质队, 1996, 1:5 万日照等六幅区域地质调查报告。
- ③ 中国地质大学(北京)、山东省地矿局, 1992, 1:5 万石门、理务关幅区域地质调查报告。
- ④ 山东省地矿局第三地质队, 1995, 1:5 万石岛等八幅区域地质调查报告。
- ⑤ 山东省地矿局区调队, 1982, 1:20 万日照、赣榆幅区域地质调查报告。
- ⑥ 山东省地矿局区调队, 1992, 1:20 万威海等四幅区域地质调查报告。

## 2.1 前寒武纪侵入岩岩石谱系单位划分及特征

变质变形侵入岩几乎占胶南造山带前寒武纪结晶基底出露面积的95%左右,主要为晚元古代花岗岩类,另有少量早、中元古代超镁铁质岩—镁铁质岩。根据同源岩浆演化理论和侵入岩体之间的接触关系以及同位素测年资料,对胶南造山带前寒武纪侵入岩进行了岩石谱系单位划分(表1)。

表1 胶南造山带前寒武纪侵入岩岩石谱系单位划分简表

Table 1 Hierarchical classification of the Precambrian intrusive rock units in the Jiaonan orogenic belt

地质年代	岩浆活动期	岩石谱系单位					
		超单元	亚超单元、单元划分及特征	同位素地质年龄(Ma)			
				Rb—Sr	Sm—Nd	U—Pb	Pb—Pb
晚元古代	震旦	玲珑	郭家岭亚超单元,划分5个单元,为弱片麻状细粒—中粒—伟晶二长花岗岩	521.11 704		671.1	
			九曲亚超单元,划分3个单元,为弱片麻状细粒—中粒含石榴二长花岗岩	702		818	788± 24.6
		垛崮山	划分3个单元,为弱片麻状中粒—斑状含黑云花岗闪长岩				
		五莲	划分3个单元,为弱片麻状中细粒—中粒角闪黑云二长岩				
		铁山	划分6个单元,上部2个单元为片麻状中粒—中细粒含霓石碱长花岗岩;下部4个单元为片麻状正长花岗岩类			723 802	782.9
	晋宁	荣成	威海亚超单元,划分14个单元,为片麻状二长花岗岩类 大时家亚超单元,划分5个单元,为片麻状花岗闪长岩类 莒南亚超单元,划分3个单元,为片麻状石英二长闪长岩—石英二长岩			796.8 752.6 648.8 870.6 787 737~797	
中元古代	四堡	海阳所	划分6个单元,为超基性—基性—中酸性侵入岩		1 340 1 282~ 1 472	1 845	1 370.6
早元古代	吕梁	莱州	造山带内仅有西水峪单元,为斜长角闪岩(变基性岩)		1 907 2 497		

从表 1 可以看出,胶南造山带前寒武纪侵入岩主要为晚元古代花岗岩类(早元古代莱州超单元、中元古代海阳所超单元呈包体产于其中),岩浆侵入活动时间集中在 900~700Ma。其中晋宁期侵入岩经历了强烈的变质变形作用,构造片麻理发育;震旦期侵入岩则为弱变形花岗岩类。

各期侵入岩的化学成分和成因各不相同。吕梁期、四堡期以超基性—基性侵入岩为主,为亏损地幔部分熔融后形成,属幔源型或 I 型;晋宁期以中酸性侵入岩为主,由老至新岩浆成分呈现从石英二长岩→花岗闪长岩的分异趋势,为壳幔混合型或早前寒武纪地壳重熔形成的,属板块碰撞同构造期花岗岩;震旦期侵入岩以中酸性为主,从老到新由二长岩→花岗闪长岩→二长花岗岩演化,为板块碰撞后由于高温作用产生的重熔岩浆在构造带西北侧上侵定位形成,属构造期后花岗岩,亦属壳源 S 型花岗岩。

## 2.2 中生代侵入岩岩石谱系单位划分及特征

胶南造山带中生代侵入岩岩石谱系单位划分见表 2。从表 2 可看出,中生代侵入岩均未遭受变质变形作用影响,说明造山带碰撞活动发生在此之前。特别是印支期侵入岩,虽然它们受北东向构造的制约而整体呈北东向展布,但控制超单元的构造则多为南北向,且在空间上切穿了晋宁—震旦期变形系统而本身并未遭受变形。燕山期侵入岩总体亦受北东向构造的控制而呈北东向展布,形成大珠山—小珠山—崂山及招虎山—寨山—伟德山花岗岩带,但局部地区(如日照、莒南一带)则受北西向构造的制约。造山带内频繁的岩浆侵入活动,反映了构造—岩浆活动的继承性和多期性,使其有别于稳定的非造山带。

## 3 榴辉岩

胶南造山带榴辉岩分布广泛,它们多呈包体状产于晋宁期片麻状花岗岩中,部分产于荆山群变质地层中(但该地层仍呈包体产出),另有一些则与海阳所超单元蛇纹岩、角闪岩等超镁铁质岩共生。据地质产状分析,榴辉岩形成时代为中—晚元古代。这与王式泮<sup>①</sup>在苏北青龙山测得榴辉岩 Sm-Nd 全岩等时线年龄值为  $1\ 108 \pm 23\ \text{Ma}$ ;王来明<sup>②</sup>在诸城崔家沟片麻状花岗岩中的榴辉岩测得锆石 U-Pb 年龄值为  $788 \pm 10\ \text{Ma}$ ,在荣成滕家变质地层中的榴辉岩测得锆石 U-Pb 年龄值为  $747 \pm 13\ \text{Ma}$ ;王文安等在荣成迟家店榴辉岩测得 Sm-Nd 年龄值为  $1\ 648 \pm 140\ \text{Ma}$ <sup>①</sup>;崔书学等在威海地区榴辉岩测得锆石 U-Pb 年龄值为  $900 \pm 20\ \text{Ma}$ <sup>②</sup> 等结果是一致的。该区榴辉岩带还获得一批 330~211Ma 的 Sm-Nd 同位素年龄资料<sup>③</sup>,它们反映榴辉岩在华力西—印支期折返抬升过程中的退变质年龄,即碰撞造山带形成之后所经历的一次强烈活动年龄。

## 4 麻粒岩及麻粒岩相岩石

胶南造山带麻粒岩仅出露于造山带东段强变形带边缘的荆山群变质地层中,中段胶南王台和日照地区亦有分布。其岩性在乳山海阳所为紫苏辉石石榴岩及角闪石化石榴透

① 山东省地矿局第三地质队,1995.1:5 万石岛等八幅区域地质调查报告。

② 山东省地矿局第六地质队,1995.1:5 万威海等九幅区域地质调查报告。

表2 胶南造山带中生代侵入岩岩石谱系单位划分简表

Table 2 Hierarchical classification of the Mesozoic intrusive rock units in the Jiaonan orogenic belt

地质年代	岩浆活动期	岩石谱系单位						
		超单元	亚超单元、单元划分及特征	同位素地质年龄(Ma)				
				Rb—Sr	K—Ar		U—Pb	
中 代	燕山晚期	崂山	崂顶亚超单元,划分6个单元,为碱长花岗岩类	134 124 148 146	88 82	124 91	87 144	142
			石门山亚超单元,划分4个单元,为正长花岗岩类					
		浮山亚超单元,划分8个单元,为二长花岗岩类	134 124 148 146	88 82	124 91	87 144	142	
		槎山	划分6个单元,为正长花岗岩类		144.7	82.3		
	大店	划分6个单元,由正长岩类→石英正长岩类						
	伟德山	类	牙山亚超单元,划分13个单元,为二长花岗岩类	122 123 182 164.03	120 116.3	95 102	140.6 118.9	108 114 158
			南宿亚超单元,划分3个单元,为花岗闪长岩类					
		荫子乔亚超单元,划分8个单元,为石英二长岩类		105	147	110		
		横山亚超单元,划分2个单元,为角闪二长岩类		124.4			105	
		埠柳亚超单元,划分4个单元,为闪长岩—石英闪长岩类		97.66			180 116.4	
燕山早期	郭家岭	罗家亚超单元,划分5个单元,为二长花岗岩类	158 200.6	136.6 ( <sup>40</sup> Ar— <sup>39</sup> Ar法)		112.2		
		上庄亚超单元,划分3个单元,为花岗闪长岩类						
虎口窑亚超单元,划分4个单元,为二长闪长岩类								
印支期	宁津所	红门亚超单元,划分3个单元,为石英正长岩类				205		
		甲子山亚超单元,划分3个单元,为辉石正长岩类	220	167	176			
		朝阳洞亚超单元,角闪正长岩类,划分3个单元						
	文登	划分7个单元,为二长花岗岩类		144 107	237.23			
柳林庄	划分10个单元,为闪长岩—石英二长闪长岩—石英二长岩类	291.06	115 130.4	150.8 236.4	214			
			189					

辉麻粒岩,在荣成葛家集孔格庄北为石榴角闪透辉麻粒岩,在威海小石岛西海岸为石榴单辉麻粒岩。其矿物温压测试结果, $T=717\sim 837\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $P=0.791\sim 1.09\text{ GPa}$ <sup>①</sup>,属中压相系麻粒岩,有人也称这种麻粒岩为高压麻粒岩(游振东等,1988;马宝林等,1992)。荆山群麻粒岩是早元古末期(威海小石岛石榴透辉麻粒岩单颗粒锆石 Pb-Pb 法年龄值为  $1\ 913\pm 9\text{ Ma}$ )地壳强烈收缩加厚、地层紧闭褶皱的环境中,由变质地层中部分基性、超基性岩在地壳深层次高温高压条件下经矿物脱水而形成的。

## 5 变质作用期次划分及 $PTt$ 轨迹特征

根据变质地层、花岗质岩浆活动和构造作用等特征分析,胶南造山带至少存在五期区域变质作用:

第一变质期(2 700~2 600 Ma):胶东岩群遭受区域角闪岩相变质作用;

第二变质期(1 900~1 800 Ma):荆山群、粉子山群发生中压相系角闪岩相变质作用,局部达到麻粒岩相;

第三变质期(900~700 Ma):由华北板块与扬子板块碰撞引起,四堡期、晋宁期侵入岩和海州群分别遭受角闪岩相和高压绿片岩相区域变质作用;

第四变质期(约 600 Ma):震旦期侵入岩弱变质变形,朋河石组遭受低绿片岩相区域低温动力变质作用;

第五变质期(300 Ma 左右):华力西期低绿片岩相,反映在榴辉岩发生退变质作用,形成多硅白云母( $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  年龄值为  $313.49\text{ Ma}$ <sup>②</sup>)及一组 Sm-Nd 同位素年龄值为 330~210Ma 的榴辉岩。

造山带内部安东卫<sup>②</sup>、胶南-王台地区<sup>③</sup>、石岛<sup>④</sup>和威海地区<sup>⑤</sup>的榴辉岩,其变质作用的  $PTt$  轨迹均为顺时针方向。反映榴辉岩从形成到抬升地表,经历了进变质阶段地壳增厚升温增压和退变质阶段地壳抬升剥蚀降温降压的全过程。

胶南造山带不同地质时期的变质作用与岩浆活动的关系密切。晚太古代早期角闪岩相变质属阜平变质期的产物,变质变形作用的同时,发生栖霞超单元 TTG 钠质岩浆的侵入活动(胶北地块大量出露,造山带内未见到);早元古代末期的角闪岩相和麻粒岩相变质作用,为吕梁变质期的产物,之后产生海阳所超单元超镁铁质岩、镁铁质岩的侵入作用;晚元古代主要变质期的角闪岩相变质作用(局部榴辉岩相变质作用),是晋宁变质期的产物,同期有大量荣成超单元花岗质岩浆侵入,形成变质变形花岗岩类。岩浆活动往往为变质变形同期或滞后发生的热事件,岩浆活动期与变质期及构造运动主峰期是一致的。

## 6 构造作用特征

① 山东省地矿局区调队,1992,1:20 万威海等四幅区域地质调查报告。

② 山东省地矿局区调队,1996,1:5 万坪上等三幅区域地质调查报告。

③ 山东省地矿局区调队,1996,1:5 万胶南、王台幅区域地质调查报告。

④ 山东省地矿局第三地质队,1995,1:5 万石岛等八幅区域地质调查报告。

⑤ 山东省地矿局第六地质队,1995,1:5 万威海等九幅区域地质调查报告。

### 6.1 基底褶皱基本特征

胶南造山带尽管遭受多期变质变形作用和后期岩浆(中生代侵入岩)侵入构造的破坏,但其中段(原胶南隆起)仍保存下来基底褶皱的基本形态,自北往南依次为(诸城)下六谷-(胶南)小窝洛复式向斜(由荆山群地层组成)、桃林-报屋顶背形(由晋宁期片麻状花岗岩类组成)、坪上复式向斜(由荆山群地层组成)、大吴山背形(由晋宁期片麻状花岗岩组成)。它们反映了晋宁期花岗岩侵入活动受古褶皱背形构造控制的特点。

按基底褶皱形成的先后顺序,现今保存的褶皱构造主要可划分为:

第一期褶皱:由胶东岩群苗家岩组组成,复背形呈近东西方向展布,形成于晚太古代早期,区域上与胶北莱州-栖霞复背形的形成时代相当;

第二期褶皱:由荆山群变质地层组成,复向斜呈NE向展布,形成于早元古代晚期;

第三期褶皱:由晋宁期变质变形花岗岩类组成,复背形呈NE向展布,形成于晚元古代早期。本期褶皱在很大程度上继承、改造了第一期褶皱形态。

### 6.2 韧性剪切带

胶南造山带内韧性剪切(变形)带非常发育,依其形成的先后和型式至少可划分为三期(种):

第一期:为荆山群变质地层中发育的近水平伸展式(折离型)韧性剪切带,是变质地层形成后伴随地壳拉伸减薄的产物,形成于早元古代,其成因与吕梁期造山作用前的隆-滑构造密切相关;

第二期:为中构造层次的韧性剪切带,是晋宁期华北板块与扬子板块相互碰撞,地壳重熔形成岩浆侵位,并发生自南东往北西逆冲推覆作用的结果;

第三期:为造山带边缘隆-滑型韧性剪切带,呈NE向展布,是晚元古代晚期形成的具浅部构造相走滑性质的韧性剪切带。

## 7 胶南造山带形成演化初探

通过分析各种建造(地层序列、岩浆活动等)和改造(变质作用、构造运动等)的地质记录,综合出胶南造山带地壳演化模式如图1所示,其主要地质事件列于表3,简述如下:

(1)胶东岩群产生的大地构造背景,系前期变质作用使原始大陆壳固结之后形成的稳定陆核。

(2)2 900~2 800 Ma 期间,陆块内鲁东地块处于拉张状态,发生裂谷作用,形成海盆,发育基性火山-碎屑沉积组合,形成胶东岩群。

(3)2 800~2 600 Ma 期间,受阜平运动变质变形强烈改造,胶东岩群由于地幔热流上升遭受区域角闪岩相变质变形,同时受SN向挤压形成EW向褶皱,栖霞超单元TTG质岩浆随之侵入,形成近东西向背形构造。

(4)2 500~2 000 Ma 期间,围绕太古代陆块周边的线性活动带,在拉张环境下形成裂陷盆地,接受荆山群、粉子山群沉积,二者为一套夹少量火山岩的海相陆源碎屑岩-碳酸盐岩建造。

表 3 胶南造山带主要地质事件表  
Table 3 Major geological events of Jiaonan tectonic belt

地质年代(Ma)		沉积作用及 地层序列	岩 浆 作 用		构 造 事 件			变质作用				
			火山活动	侵入活动	旋回	构造运动	构造应力及构造变形					
新 生 代	第 四 纪	第四系松散 沉积物			喜 马 拉 雅	喜 马 拉 雅 运 动	近 东 西 向 挤 压, SN 向 引 张, 差 异 性 升 降					
	2.48 第三纪								超 基 性 、 基 性 岩 脉			
中 生 代	白 垩 纪	上 白 垩 群 青 山 群 莱 阳 群	中 酸 性 - 基 性 火 山 活 动	崂 山 超 单 元 棧 山 超 单 元 大 店 超 单 元	燕 山	燕 山 运 动	NW-SE 向 引 张, 形 成 断 陷 盆 地, 断 裂, 随 后 EW 向 挤 压, 形 成 开 阔 褶 皱	接 触 变 质				
	135± 侏 罗 纪	伟 德 山 超 单 元 郭 家 岭 超 单 元										
	205± 二 叠 纪			宁 津 所 超 单 元 文 登 超 单 元 柳 林 庄 超 单 元	印 支	印 支 运 动	SN 向 挤 压, EW 向 引 张, 形 成 NNE、SN 向 断 裂					
	250± 二 叠 纪											
古 生 代	石 炭 纪	朐 河 石 组			华 力 西	华 力 西 运 动		第 五 期 变 质 绿 片 岩 相				
	405± 泥 盆 纪											
	志留纪											
	奥陶纪											
	寒武纪											
晚 元 古 代	震旦纪	朐 河 石 组		玲 珑 、 垛 山 、 五 莲 超 单 元 月 季 山 超 单 元 铁 山 超 单 元 荣 成 超 单 元	震 旦 、 晋 宁	晋 宁 运 动	SE-NW 向 挤 压, 形 成 NE 向 浅 层 次 韧 性 左 行 走 滑 剪 切 带	第 二 期 变 质 角 闪 岩 相				
	800± 青 白 口 纪											
中 元 古 代	蓟 县 纪	海 州 岩 群	中 酸 性 火 山 活 动	海 阳 所 超 单 元	四 堡	四 堡 运 动	东 西 向 裂 谷 为 S-N 向 引 张	第 二 期 变 质 角 闪 岩 相, 局 部 麻 粒 岩 相				
	1400± 长 城 纪											
早 元 古 代	溱 沔 期	粉 子 山 群 荆 山 群	少 量 基 性 火 山 活 动	莱 州 超 单 元	吕 梁	吕 梁 运 动	早 期 S-N 向 挤 压 形 成 东 西 向 褶 皱, 晚 期 SE-NW 向 挤 压, 褶 皱 叠 加					
	2500±											
晚 太 古 代	五 台 期			胶 北 栖霞 超 单 元 TTG 岩 类 侵 入	五 台 、 阜 平	阜 平 运 动	S-N 向 挤 压, 胶 北 形 成 东 西 向 褶 皱	第 一 期 变 质 角 闪 岩 相				
	2600±											
	阜 平 期	胶 东 岩 群	中 基 性 - 火 山 沉 积									

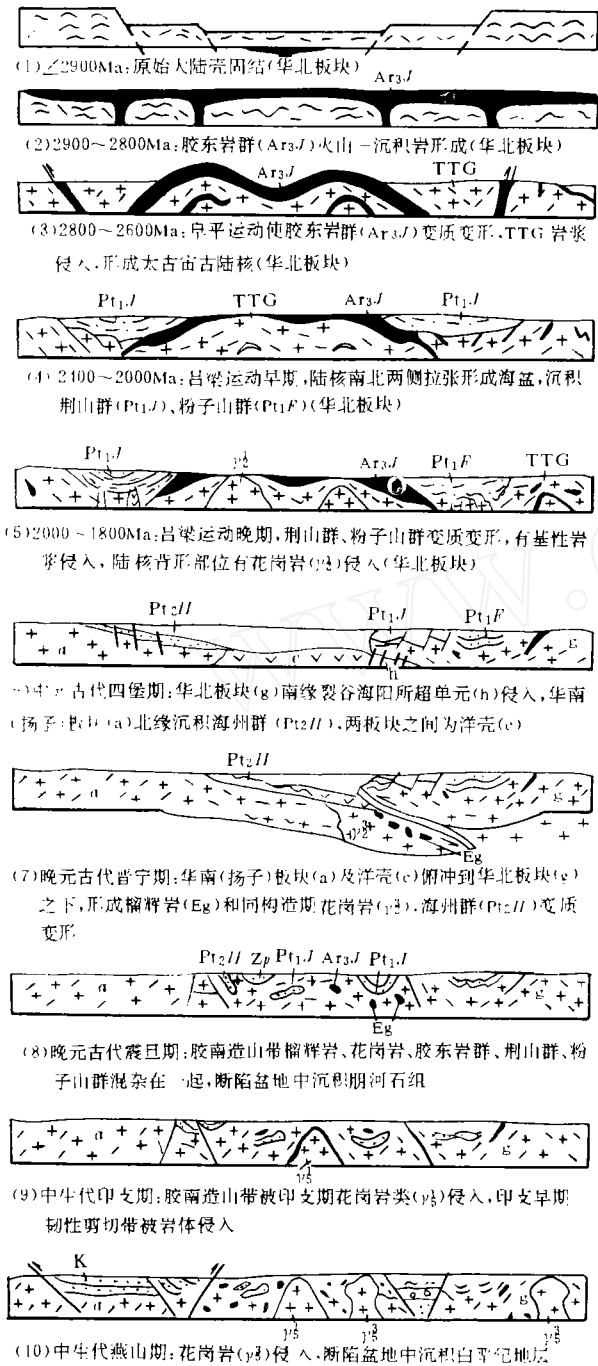


图 1 胶南造山带构造演化模式图

Fig. 1 Structural evolution modal of Jiaonan tectonic belt

(5) 早元古代末期, 受吕梁运动影响, 地壳拉伸减薄, 伴随隆-滑构造, 荆山群不同岩性界面发生近水平韧性剪切作用, 形成伸展型韧性剪切带, 并发生角闪岩相(局部麻粒岩相)变质作用, 之后形成近东西向(后改造为 NE 向)复式向斜。

(6) 中元古代四堡期, 地壳拉张形成裂谷, 海阳所超单元超镁铁质岩、镁铁质岩携带榴辉岩侵入。

(7) 晋宁运动晚期(900~800Ma), 华北板块与扬子板块发生碰撞、拼合, 扬子板块向华北板块之下俯冲, 下地壳发生重熔, 形成大量同构造期花岗质岩浆沿构造薄弱部位侵位, 并将深部形成的榴辉岩携带到地壳浅部。伴随晋宁期大规模岩浆侵入, 发生区域角闪岩相变质作用和中部层次压扁兼剪切变形作用。之后华北板块与扬子板块对接拼合, 华北板块南缘发生由南东向北西的逆冲推覆韧性剪切作用, 形成逆冲推覆韧性剪切带, 使深部地壳抬升。板块碰撞后期, 由于高温作用致使重熔岩浆上侵, 形成震旦期花岗岩(为构造后期或期后花岗岩)。

(8) 晚元古代末期, 造山带边缘部分地壳下降, 接受海相沉积, 形成震旦纪朋河石组。之后遭受绿片岩相变质作用, 致使震旦期侵入岩部分发生浅部构造层次的韧性剪切变形变质作用。这次变形变质作用之后, 造山带进入长期稳定隆升剥蚀阶段。

(9) 华力西-印支早期, 华北板块与扬子板块再次活动, 再一次发生浅部构造层次的绿片岩相韧性剪切变形变质作用, 榴辉岩等也发生退变质作用, 形成多硅白云母, 部分榴辉岩及围岩在此期间抬升折返至地壳浅部。之

后,由于东西方向引张作用,产生 SN—NNE 向断裂,控制了印支期侵入岩的侵位。

(10)燕山运动以来,由于太平洋板块向欧亚板块俯冲,在我国东部形成滨太平洋边缘活动带,胶南造山带又一次卷入活动带中,发生以断块差异升降为主的伸展运动,导致又一次大量 NE、NNE 向(局部为 NW 向)断层及大型拗陷盆地的形成,并伴有大量火山喷发和中酸性岩浆侵入活动,形成白垩纪陆相火山沉积岩系和燕山期侵入岩。进入新生代,胶南造山带地壳活动以稳定抬升为主,以发育陆相松散堆积为特征。

### 参 考 文 献

- 1 王式洸. 苏北榴辉岩稀土元素地球化学及其成因讨论. 地质论评, 1995, 41(3): 401—408.
- 2 王来明等. 鲁东榴辉岩基本特征. 山东地质, 1995, 11(2): 15—22.
- 3 王来明. 鲁东碰撞带的初步研究. 山东地质, 1994, 10(1): 100—107.

## ORIGIN AND EVOLUTION OF THE JIAONAN OROGENIC BELT

Wang Shijin

(*Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences*)

Zhang Chengji

(*Geological Exploration Department of Shandong Geological Exploration Bureau*)

### Abstract

The Precambrian crystalline basement of the Jiaonan orogenic belt is composed of metamorphosed strata of the late Archean Jiaodong group, the Palaeo—proterozoic Jinshan and Fenzishan groups, the Meso—proterozoic Haizhou group, and pengheshi formation of the Neo—proterozoic Sinian period, and the Palaeo—Proterozoic ultramafic rocks, mafic rocks, eclogites, the Neo—proterozoic granites and eclogites. These rocks record the evolution history of the orogenic belt; during 2900~2800Ma, intermediate—basic volcanic sedimentary rocks of the Jiaodong rock group were formed, which were experienced medium—pressure amphibolite facies metamorphism and deformation in 2500Ma; later, a small amount of basic magma was intruded in the 2408~2000Ma, the linear movements along the margins of the continental nucleus were strengthened, that formed fault basins and deposited the Jinshan and Fenzishan groups (marine—facied terrigenous clastic rock—carbonate rock intercalated with basic volcanic rock formation); which were experienced regional low—to medium—pressure amphibolite facies metamorphism and deformation and locally granulite

metamorphism and deformation during 2000~1800Ma; in Meso-proterozoic period, the north margin of the Yangtz(south China)plate was fractured and depressed on the whole basement on which the Haizhou rock group was deposited, while on the south margin of the north China plate ultramafic and mafic rocks together with eclogites were intruded along the rift; in the early-proterozoic period, the Yangtz(south China)plate subducted beneath the north China plate, causing wide remelting of the lower crust and generation of large amounts of synorogenic granitic magmas, which, together with eclogites were intruded along the collision zone, thus, forming the metamorphosed and deformed granites of Rongcheng superunit in the Jinning period; afterward, the north China plate and the Yangtz palte were collided and pieced together and the orogenic belt was experienced overthrusting from SE to NW, and the medium-deep level ductile shear zones were formed. In the early Sinian period, the emplacement of weakly deformed granite as represented by the Linglong superunit took place, with the uplifting of the orogenic belt, the ductile shear zones of shallow-levels structural facies formed in the interior and north margin of the belt; in the late Sinian period, the crust in local areas depressed and received marine-facies sediments of the Pengheshi group, which was experienced regional greenschist-facies low-temperature dynamic metamorphism. In the early Indo-China epoch of the Mesozoic, the north China and the Yangtz plates moved again, and a tectonic-thermal event occurred; in the late Indo-China epoch, the emplacement of wendeng and Ningjinsuo superunit occurred. During the Yanshan epoch movement, the stretching movements featured mainly by differential uplifting and subsiding took place, causing the formation of many NW-NE-NNE-striking faults and faulted basins, as well as associated voluminous volcanic eruptions and intermediate-acid magma emplacement. In the Cenozoic era, the crust uplifted steadily when continental-facies accumulations were developed. The authors also suggest that the main orogenic period of the Jiaonan orogenic belt is the Neo-proterozoic Jinning-Sinian period.