

鲁东地区侵入岩形成时代和期次划分

——锆石 SHRIMP U-Pb 年龄的证据

王世进¹, 王来明¹, 万渝生², 张成基³, 宋志勇¹, 王金光¹

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 北京离子探针中心, 北京 100037; 3. 山东省地质矿产勘查开发局, 山东 济南 250013)

摘要:鲁东地区前寒武纪侵入岩其侵入活动集中于新太古代和新元古代, 均遭受不同程度的区域变质和韧性剪切带的改造, 形成一套花岗质片麻岩类。新太古代早期 TTG 质花岗岩分布于胶北隆起区莱州—栖霞一带, 经受了区域变质作用, 形成一套灰色片麻岩, 锆石内核 SHRIMP U-Pb 年龄 2 726 ~ 2 707 Ma 基本代表岩浆结晶年龄, 锆石变质边为 2500 Ma; 古元古代侵入岩——莱州基性-超基性岩组合形成于 1900 ~ 1850 Ma 左右, 锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 (1852 ± 9) Ma, (1868 ± 11) Ma; 新元古代侵入岩主要为花岗闪长质—二长花岗质片麻岩, 出露于胶南-威海造山带, 锆石 U-Pb 定年结果集中为 892 ~ 605 Ma, 其中荣成超单元锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 720 ~ 780 Ma。中生代侵入岩以花岗岩类为主, 集中出露于半岛北部和东南沿海一带。燕山早期侵入岩文登超单元、垛崮山超单元、玲珑超单元锆石 SHRIMP U-Pb 同位素年龄值集中在 167 ~ 150 Ma; 燕山晚期侵入岩大店超单元锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 120 ± 4 Ma, 崂山超单元锆石 SHRIMP U-Pb 同位素年龄值为 (120 ± 2) ~ (114 ± 2) Ma。

关键词:侵入岩; 形成时代; 期次划分; 锆石 SHRIMP U-Pb; 鲁东地区

中图分类号: P588.12

文献标识码: A

鲁东地区岩浆侵入活动时代从中太古代—中生代, 前寒武纪侵入岩其侵入活动集中于新太古代和新元古代, 均遭受不同程度的区域变质和韧性剪切带的改造, 形成一套花岗质片麻岩类。中太古代晚期和新太古代早期 TTG 质花岗岩分布于胶北隆起区莱州—栖霞一带, 经受了多次区域变质作用, 形成一套灰色片麻岩; 古元古代侵入岩——莱州基性-超基性岩组合分布于胶北隆起区莱州—莱阳一带, 主要为变辉长岩类, 常侵入荆山群大理岩, 与荆山群一起在 1 800 Ma 左右经受了区域变质作用。新元古代侵入岩主要为花岗闪长质—二长花岗质片麻岩, 出露于胶南-威海断隆(属秦岭-大别-苏鲁碰撞造山带的东延部分)。中生代侵入岩以花岗岩类为主, 集中出露于半岛北部和东南沿海一带。

通过全面收集研究区内的区域地质调查、地质科学研究成果资料, 特别是该次采集和收集近年来的 SHRIMP (灵敏的高分辨率离子探针) 锆石 U-Pb 测年成果资料, 结合岩体间接触关系对鲁东地区侵

入岩重新进行期次划分(表 1, 表 2), 主要新进展有以下几方面。

1 鲁东地区太古宙侵入岩

1.1 中太古代侵入岩

第一阶段侵入岩由官地洼超基性-基性侵入岩组成, 从早到晚划分为黎儿埠岩体、福山后岩体和管家岩体等 3 个岩石单位。原岩为辉石橄榄岩—橄榄辉石岩—辉长岩类, 呈透镜状包体残存于新太古代早期栖霞岩套 TTG 质花岗岩中, 经受麻粒岩相变质作用, 福山后变橄榄辉石岩测得 Sm-Nd 模式年龄 2 839 ~ 2 904 Ma。

第二阶段侵入岩为英云闪长质片麻岩, 由西朱崔细粒含紫苏英云闪长质片麻岩、黄岩底中细粒英云闪长质片麻岩组成, 黄岩底岩体锆石内核 SHRIMP U-Pb 年龄 (2906 ± 12) Ma, 属于中太古代晚期侵入岩。中太古代英云闪长质片麻岩岩体残存

* 收稿日期: 2009-06-29; 修订日期: 2009-12-04; 编辑: 孟舞平

作者简介: 王世进 (1950—), 男, 山东烟台人, 教授级高级工程师, 主要从事区域地质、矿产、农业地质调查研究工作。

表1 鲁东地区中生代侵入岩期次划分及岩石单位代号

地质年代				岩石单位				本次划分代号 ^②			
代	纪	世(期)	阶段	次	超单元	单元	岩性		同位素年龄(Ma)及说明	第二代 1:50万 ^② 图代号	第三代 1:50万 ^② 图代号
新生代	新近纪						橄榄玄武岩、玻基辉橄玢岩、苦橄玢岩、辉绿岩脉			Nβμ	βμN
中生代	白垩纪	早白垩世(燕山晚期)	第五阶段	c	崂山	孤山	碱长花岗斑岩	崂山八水河锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 114 ± 2 (万渝生、王世进等, 2009) 全岩 K - Ar 年龄: 小平兰 129.92 ± 1.84, 大平兰 86.74 ± 1.75, 八水河 94.5 ^① 崂山 6 个碱长花岗岩全岩 Rb - Sr 等时线年龄 110.7 ± 3.9, 单颗粒锆石稀释法年龄 110.83 ± 0.8 ^[1]	IGκγπ ₅ ³	K ₂ IGκγπ	κγπK ₁ ^{5c}
						玉皇山	斑状细粒石英碱长正长岩		IYκξo ₅ ³	K ₂ IYκξo	κξof pK ₁ ^{5c}
						小平兰	细粒碱长花岗岩		IXκγ ₅ ³	K ₂ IXκγ	κγfK ₁ ^{5c}
						大平兰	斑状中细粒碱长花岗岩		IDκγ ₅ ³	K ₂ IDκγ	κγmf pK ₁ ^{5c}
						上清宫	中细粒碱长花岗岩		ISκγ ₅ ³	K ₂ ISκγ	κγmfK ₁ ^{5c}
						八水河	中粒碱长花岗岩		IBκγ ₅ ³	K ₂ IBκγ	κγmK ₁ ^{5c}
						太清宫	中粗粒碱长花岗岩		ITκγ ₅ ³	K ₂ ITκγ	κγmcK ₁ ^{5c}
				b	崂山	午山	细粒正长花岗岩(含大正夙顶含斑细粒正长花岗岩)	午山单元大崮南黑云母 K - Ar 年龄 90.4 ^② ; 全岩 K - Ar 年龄北大崮 91.4, 下书院 91.21 ± 1.65 ^① ; 石板河钾长石 K - Ar 年龄 80.3 ^② 崂山 5 个正长花岗岩全岩 Rb - Sr 等时线年龄 112.5 ± 2.6; 单颗粒锆石稀释法年龄 113.03 ± 0.8 ^[1]	IWξγ ₅ ³ IDξγ ₅ ³	K ₂ IWξγ K ₂ IDξγ	ξγfK ₁ ^{5b}
						北大崮	中细粒正长花岗岩		IBξγ ₅ ³	K ₂ IBξγ	ξγmfK ₁ ^{5b}
						下书院	中粒正长花岗岩		IXξγ ₅ ³	K ₂ IXξγ	ξγmK ₁ ^{5b}
						石板河	中粗粒正长花岗岩		ISξγ ₅ ³	K ₂ ISξγ	ξγmcK ₁ ^{5b}
				a	崂山	望海楼	细粒二长花岗岩(含茱子口含斑细粒二长花岗岩)	浮山锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 120 ± 2 (万渝生、王世进等, 2009); 张家峪单锆石 U - Pb 年龄 115.4 ± 0.9 ^③ ; 葡萄顶全岩 K - Ar 年龄 126 ^④ ; 五莲山单颗粒锆石稀释法年龄 116 ± 4 ^[2]	IWηγ ₅ ³ IDηγ ₅ ³	K ₁ IWηγ K ₁ IDηγ	ηγfK ₁ ^{5a}
						浮山	中细粒二长花岗岩		IFηγ ₅ ³	K ₁ IFηγ	ηγmfK ₁ ^{5a}
						盘古城	斑状中细粒二长花岗岩(含大西庄斑状中粒二长花岗岩)		IPηγ ₅ ³ IDηγ ₅ ³	K ₁ IPηγ K ₁ IDηγ	ηγmf pK ₁ ^{5a}
						会稽山	中粗粒二长花岗岩		IHηγ ₅ ³	K ₁ IHηγ	ηγmcK ₁ ^{5a}
						青台山	中粒二长花岗岩		IQηγ ₅ ³	K ₁ IQηγ	ηγmK ₁ ^{5a}
				第四阶段	大店	白旄	石英正长斑岩	锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 120 ± 4 (万渝生、王世进等, 2009)	dBξoπ ₅ ³	K ₁ dBξoπ	ξoπK ₁ ⁴
						老山	斑状细粒石英正长岩		dLξo ₅ ³	K ₁ dLξo	ξofpK ₁ ⁴
桃花涧	中细粒石英正长岩	dTξo ₅ ³	K ₁ dTξo			ξomfK ₁ ⁴					
独单山后	中粗粒石英正长岩	dDξo ₅ ³	K ₁ dDξo			ξomcK ₁ ⁴					
前横山	中粒含黑云角闪石英正长岩	dQξo ₅ ³	K ₁ dQξo			ξomK ₁ ⁴					
幸福村	斑状细粒角闪石英正长岩	dXξo ₅ ³	K ₁ dXξo			ξofpK ₁ ⁴					
王家野疃	斑状细粒角闪正长岩	dWξ ₅ ³	K ₁ dWξ			ξfpK ₁ ⁴					

续表 1

地质年代				岩石单位					本次划分代号 ²⁸	
代	纪	世(期)	阶段	超单元	单元	岩性	同位素年龄 (Ma) 及说明	第二代 1:50 万图代号 ²⁹		第三代 1:50 万图代号 ²⁷
中生代	白垩纪	早白垩世(燕山晚期)	第三阶段	雨山	贺家沟	二长花岗斑岩		$yH\eta\gamma\pi_5^3$	$K_1yH\eta\gamma\pi$	$\eta\gamma\pi K_1^3$
					水帘	花岗闪长斑岩	黑云母 K - Ar 年龄 123 ^⑥ (山东省 805 队, 1968 年)	$yS\gamma\delta\pi_5^3$	$K_1yS\gamma\delta\pi$	$\gamma\delta\pi K_1^3$
					尹家大山	角闪石英二长斑岩	全岩 K - Ar 年龄 153.58 ^[4]	$yY\eta\sigma\pi_5^3$	$K_1yY\eta\sigma\pi$	$\eta\sigma\pi K_1^3$
					王家庄	石英闪长玢岩	全岩 Rb - Sr 等时线年龄 267 ± 60 ^⑥ (山东地质三队, 2000 年)	$yW\delta\sigma\mu_5^3$	$K_1yW\delta\sigma\mu$	$\delta\sigma\mu K_1^3$
				d	虎头石	细粒二长花岗岩(含台上微粒二长花岗岩)	黑云母 K - Ar 年龄 95 ^[4] (山东地质三队, 1980 年)	$wHt\eta\gamma_5^3$ $wT\eta\gamma_5^3$	$K_1wH\eta\gamma$ $K_1wT\eta\gamma$	$\eta\gamma tK_1^{2d}$
					营盘	含斑中细粒二长花岗岩(含金牌含斑中细粒二长花岗岩、三佛山中细粒二长花岗岩)	营盘全岩 Rb - Sr 等时线年龄 116.3 ^⑤ ; 胶南皂户全岩 K - Ar 年龄 88.57 ^⑦	$wYp\eta\gamma_5^3$ $wJ\eta\gamma_5^3$ $wS\eta\gamma_5^3$	$K_1wY\eta\gamma$ $K_1wJ\eta\gamma$ $K_1wS\eta\gamma$	$\eta\gamma m f K_1^{2d}$
					古楼	中粒二长花岗岩	日照秦家楼锆石 U - Pb 年龄 108 ^④	$wG\eta\gamma_5^3$	$K_1wG\eta\gamma$	$\eta\gamma m K_1^{2d}$
					通天岭	中粗粒二长花岗岩	五莲墙夬锆石 U - Pb 年龄 113.6 ^③	$wT\eta\gamma_5^3$	$K_1wT\eta\gamma$	$\eta\gamma m c K_1^{2d}$
			抓鸡山		密斑状粗中粒二长花岗岩		$wZ\eta\gamma_5^3$	$K_1wZ\eta\gamma$	$\eta\gamma c m p K_1^{2d}$	
			任家沟		斑状中粗粒二长花岗岩		$wR\eta\gamma_5^3$	$K_1wR\eta\gamma$	$\eta\gamma m e p K_1^{2d}$	
			西上寨		含巨斑细中粒含黑云二长花岗岩	西上寨全岩 Rb - Sr 等时线年龄 102 ^⑧	$wX\eta\gamma_5^3$	$K_1wX\eta\gamma$	$\eta\gamma f m K_1^{2d}$	
			后野		巨斑状中粒含角闪二长花岗岩	全岩 K - Ar 年龄: 上牛夬岩体 110.8 ^⑤ , 日照大洼(石臼所岩体) 126.9 ^④ , 院格庄岩体 122 ^⑨ , 石臼所岩体 127 ^②	$wH\eta\gamma_5^3$	$K_1wH\eta\gamma$	$\eta\gamma p K_1^{2d}$	
			崖西		斑状中粒含角闪二长花岗岩	崖西岩体锆石 U - Pb 年龄 158 ^⑧ ; 老师坟岩体全岩 Rb - Sr 等时线年龄 164 ^⑨ ; 锆石 SHRIMP U - Pb 结晶年龄: 牙山岩体 117.7 ± 2.9, 院格庄岩体 113.4 ± 2.5 ^[5]	$wY\eta\gamma_5^3$	$K_1wY\eta\gamma$	$\eta\gamma m p K_1^{2d}$	
			c		马圈南	含斑细粒花岗闪长岩		$wM\gamma\delta_5^3$	$K_1wM\gamma\delta$	$\gamma\delta f K_1^{2c}$
					东南	含斑中细粒含黑云花岗闪长岩		$wD\gamma\delta_5^3$	$K_1wD\gamma\delta$	$\gamma\delta m f K_1^{2c}$
					莲花顶	含斑中粒含角闪花岗闪长岩		$wL\gamma\delta_5^3$	$K_1wL\gamma\delta$	$\gamma\delta m K_1^{2c}$
					黄山屯	聚斑微粒含角闪石英二长岩	胶南黄山屯岩体锆石 U - Pb 年龄 109.66, 全岩 K - Ar 年龄 75.55 ^⑦	$wH\eta\sigma_5^3$	$K_1wH\eta\sigma$	$\eta\sigma f K_1^{2b}$
			b		凤凰山	斑状细粒含辉石角闪石英二长岩	黑云母 K - Ar 年龄: 胶南七宝山 95.4; 胶南小平岭 120 ^②	$wF\eta\sigma_5^3$	$K_1wF\eta\sigma$	$\eta\sigma f p K_1^{2b}$
					不落耩	巨斑状中粗粒含角闪石英二长岩	莒南青峰峪黑云母 K - Ar 年龄 196.4 ^②	$wB\eta\sigma_5^3$	$K_1wB\eta\sigma$	$\eta\sigma m e p K_1^{2b}$
					大水泊	斑状中细粒含黑云角闪石英二长岩(含石棚斑状中细粒黑云石英二长岩)	莒南大山岩体锆石 U - Pb 年龄 121.9 ^⑩ , 角闪石 K - Ar 年龄 104.4, 190.1 ^② ; 全岩 K - Ar 年龄: 莒南兴隆店岩体 86.3 ^⑩ , 五莲石场岩体 147.9 ^④ , 胶南西砚瓦 134.44 ^⑦	$wD\eta\sigma_5^3$ $wS\eta\sigma_5^3$	$K_1wD\eta\sigma$ $K_1wS\eta\sigma$	$\eta\sigma m f p K_1^{2b}$
				洛西头	含斑中粒角闪黑云石英二长岩(含崔家口中粒含角闪石英二长岩)	胶南墩尚岩体全岩 K - Ar 年龄 120.17 ^⑦	$wL\eta\sigma_5^3$ $wC\eta\sigma_5^3$	$K_1wL\eta\sigma$ $K_1wC\eta\sigma$	$\eta\sigma m K_1^{2b}$	
				岐阳	中细粒角闪石英二长岩	大店角闪石英二长岩单颗粒锆石稀释法年龄 124 ± 4 ^③	$wQ\eta\sigma_5^3$	$K_1wQ\eta\sigma$	$\eta\sigma m f K_1^{2b}$	

续表 1

地质年代				岩石单元					本次划分代号 ²⁸⁾					
代	纪	世(期)	阶段	超单元	单元	岩性	同位素年龄(Ma)及说明	第二代 1:50万图代号 ²⁹⁾		第三代 1:50万图代号 ²⁷⁾				
中生代	白垩纪	早白垩世(燕山晚期)	第二阶段	a	伟德山	西响水	中细粒含角闪石英二长闪长岩	五莲韩家沟岩体角闪石 K - Ar 年龄 105 ^③	wXηδ ₅ ³	K ₁ wXηδ ₀	ηδ ₀ mK ₁ ^{2a}			
						埠柳	中粒含辉石角闪石英二长闪长岩	埠柳岩体黑云母 K - Ar 年龄 97.66 ^[41] (地质三队,马洪昌,1980年),胶南东南崖岩体全岩 K - Ar 年龄 112.64 ^[7]	wBηδ ₅ ³	K ₁ wBηδ ₀	ηδ ₀ mK ₁ ^{2a}			
						崮庄	细粒辉石角闪石英二长闪长岩	崮庄岩体全岩 K - Ar 年龄 113 ^②	wCηδ ₅ ³	K ₁ wCηδ ₀	ηδ ₀ fK ₁ ^{2a}			
						横山	细粒含角闪辉石二长闪长岩	上口岩体锆石 U - Pb 年龄 116 ^⑨ ,乳山到根见岩体全岩 K - Ar 年龄 121.5 ^⑩ ,乳山官家辉长闪长岩锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 113 ± 2 ^[6] ,五莲七宝山单颗粒锆石稀释法年龄 126 ± 3 ^[21]	wHηδ ₅ ³	K ₁ wHηδ	ηδfK ₁ ^{2a}			
						上口	细粒辉石角闪闪长岩(含到根见细粒含黑云角闪闪长岩)		wSδ ₅ ³ wDδ ₅ ³	K ₁ wSδ K ₁ wDδ	δfK ₁ ^{2a}			
	侏罗纪	晚侏罗世(燕山早期)	第四阶段	b	郭家岭	双山	中细粒二长花岗岩	双山岩体全岩 Rb - Sr 等时线年龄 158.14(山东地质三队,1995年) ^⑪	gSηγ ₅ ²	JgSηγ	ηγmJ ₃ ^{4c}			
						罗家	斑状中细粒含黑云二长花岗岩(含西石硼斑状中细粒含角闪二长花岗岩)		gLηγ ₅ ² gXηγ ₅ ²	JgLηγ JgXηγ	ηγmfJ ₃ ^{4c}			
						卧龙	斑状中粗粒二长花岗岩		二长花岗岩锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 128 ± 2 ^[7]	gWηγ ₅ ²	JgWηγ	ηγmcpJ ₃ ^{4c}		
						万家口	粗中粒二长花岗岩			gWηγ ₅ ²	JgWηγ	ηγcmJ ₃ ^{4c}		
						凤山口	斑状中细粒含角闪黑云花岗岩闪长岩	花岗闪长岩锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 126 ± 2, 129 ± 3, 130 ± 3 ^[7]	gFγδ ₅ ²	JgFγδ	γδmcpJ ₃ ^{4b}			
						大草屋	斑状粗中粒含黑云花岗岩闪长岩		gDγδ ₅ ²	JgDγδ	γδcmpJ ₃ ^{4b}			
						上庄	巨斑状中粒花岗闪长岩	上庄岩体全岩 Rb - Sr 等时线年龄 102.08(山东地质六队)、108(冶金四队,1984年),黑云母 ⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar 年龄 134.3(胡世玲,1987年)、118.9 ~ 136.8,锆石 U - Pb 年龄 112.2(徐金芳,1989年) ^[4]	gSγδ ₅ ²	JgSγδ	γδmpJ ₃ ^{4b}			
						赵家	斑状中粒角闪石英二长岩	龙口东门山锆石 U - Pb 年龄 200.6(曲晓明,1991年) ^[4]	gZηδ ₅ ²	JgZηδ	ηδompJ ₃ ^{4a}			
						圈杨家	含斑中粒角闪石英二长闪长岩(含周官中粒黑云石英二长闪长岩)	莱州三六村原周官单元锆石 U - Pb 年龄 214 ± 20 ^⑫	gQηδ ₅ ² (lZηδ ₅ ¹)	JgQηδ ₀ (T ₃ lZηδ ₀)	ηδomJ ₃ ^{4a}			
						虎口窑	中细粒含黑云角闪石英二长闪长岩		gHηδ ₅ ²	JgHηδ ₀	ηδomJ ₃ ^{4a}			
						鹁鸽崖	中细粒黑云角闪二长闪长岩		gBηδ ₅ ²	JgBηδ	ηδlJ ₃ ^{4a}			
						北下庄	细粒含辉石黑云闪长岩	周官庄南锆石 U - Pb 年龄 173 ± 15 ^⑬	lBδ ₅ ¹	T ₃ lBδ	δδFJ ₃ ^{4a}			
						第三阶段	c	玲珑	笔架山	伟晶不等粒花岗岩		lBγρ ₂	ZlBγρ	γρJ ₃ ^{3c}
									北黄	细粒二长花岗岩(含方勾山细粒含黑云二长花岗岩)		lFηγ ₂ ⁴ lBηγ ₂ ⁴	ZlFηγ ZlBηγ	ηγlJ ₃ ^{3c}
									郭家店	中粗粒二长花岗岩	郭家店单元全岩 Rb - Sr 年龄 1459,1718,400.5,522.11 ^⑭ ;锆石 U - Pb 年龄 733.8 ^⑮ 。文登晒字东 Rb - Sr 等时线年龄 704 ^⑨ ;郭家店锆石 SHRIMP U - Pb 继承锆石多,形成年龄未确定 ^[8]	lGηγ ₂ ⁴	ZlGηγ	ηγmcJ ₃ ^{3c}

续表 1

地质年代					岩石单元					本次划分代号 ^②	
代	纪	世(期)	阶段	次	超单元	单元	岩性	同位素年龄(Ma)及说明	第二代 1:50万图代号 ^⑤		第三代 1:50万图代号 ^⑥
中生代	侏罗纪	晚侏罗世(燕山早期)	第三阶段	c	玲珑	大庄子	含斑粗中粒二长花岗岩	滦沙河岩体锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 154 ± 4 ^[8]	1Dzηγ ₂ ⁴	ZlDzηγ	ηγcmJ ₃ ^c
						崔召	中粒含黑云二长花岗岩(含唐瞳中粒二长花岗岩)	崔召单元全岩 Rb - Sr 等时线年龄 413, 285, 锆石 U - Pb 年龄 622 ^③ ; 崔召中细粒弱片麻状二长花岗岩锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 160 ± 3 ^[8]	1Cηγ ₂ ⁴	ZlCηγ	ηγmJ ₃ ^c
						罗山	弱片麻状中细粒含石榴二长花岗岩	二长花岗岩锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 157 ± 4, 154 ± 4, 152 ± 10, 160 ± 3 ^[8]	1Lηγ ₂ ⁴	ZlLηγ	ηγmJ ₃ ^{3b}
				九曲		弱片麻状细中粒含石榴二长花岗岩	昆崙山岩体二长花岗岩 SHRIMP 锆石 U - Pb 年龄 142 ± 3 ^[9] , 160 ± 3 (Huetal, 2004) ^[3] ; 文登市晒子锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 153 ± 2 (万渝生、王世进等, 2009)	1Jηγ ₂ ⁴	ZlJηγ	ηγfmJ ₃ ^{3b}	
				云山		弱片麻状细粒含石榴二长花岗岩(含敦北山细粒含石榴二长花岗岩)	平度夏邱东云山岩体锆石 U - Pb 年龄 717 ± 48 ^⑥ ; SHRIMP 锆石 U - Pb 年龄: 玲珑岩体花岗闪长岩 153 ± 4, 158 ± 3 ^⑧ ; 乳山金矿南侧昆崙山二长花岗岩 160 ± 3 ^[10]	1Yηγ ₂ ⁴	ZηlYηγ	ηγfJ ₃ ^{3b}	
				双顶山		片麻状细粒花岗闪长岩	双顶山锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 153 ± 4 ^[8]	δSγδ ₂ ¹	Pt ₁ δSγδ	γδfJ ₃ ^{3a}	
			第二阶段	文登	草庙子	巨斑中粒二长花岗岩	草庙子全岩 K - Ar 年龄 (144 ± 7.2) ^② 锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 157.1 ± 1.4 (万渝生、王世进等, 2009)	wCηγ ₅ ¹	T ₃ wCηγ	ηγpJ ₃ ²	
					石门顶	斑状中粒二长花岗岩		wSηγ ₅ ¹	T ₃ wSηγ	ηγmpJ ₃ ²	
					小七夼	含斑细中粒二长花岗岩	治口黑云母 K - Ar 年龄 237.32 (马洪昌, 1980) ^[4] 文登岩体二长花岗岩单颗粒锆石 U - Pb 年龄 161 ± 9, 157 ± 5 Ma; 锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 160 ± 3 ^[9] ; 文登市城东南锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 167 ± 3, 城西南 167 ± 2 (万渝生、王世进等, 2009)	wXηγ ₅ ¹	T ₃ wXηγ	ηγfmJ ₃ ²	
					治口	含斑中粗粒二长花岗岩(含阜山含斑粗中粒二长花岗岩)		wYηγ ₅ ¹ (wFηγ ₅ ¹)	T ₃ wYηγ (T ₃ wFηγ)	ηγmcJ ₃ ²	
	第一阶段	垛崮山	扒山	含斑中粒含白云二长花岗岩		wBηγ ₅ ¹	T ₃ wBηγ	ηγmJ ₃ ²			
			姑娘坟	细粒二长花岗岩	姑娘坟全岩 K - Ar 年龄 107 ± 54 ^[11] 日照南北山单颗粒锆石 U - Pb 年龄 245.3 ± 7.2 ^⑦	wGηγ ₅ ¹	T ₃ wGηγ	ηγfJ ₃ ²			
			大孤山	斑状中细粒含黑云花岗闪长岩	昆崙山花岗闪长岩黑云母 ⁴⁰ Ar - ³⁹ Ar 年龄 147 (徐洪林等, 1997) ^[3]	dDγδ ₂ ⁴	ZγdDγδ	γδmfpJ ₅ ¹			
	第三阶段	三叠纪	晚三叠世(印支期)	槎山	老虎窝	弱片麻状含斑中粒含黑云花岗闪长岩	垛崮山岩体花岗闪长岩单颗粒锆石 U - Pb 年龄 163 ± 17, SHRIMP 锆石 U - Pb 年龄 161 ± 1 ^[9]	dLγδ ₂ ⁴	ZγdLγδ	γδmpJ ₅ ¹	
					窗笼山	弱片麻状中粒含黑云花岗闪长岩		dCγδ ₂ ⁴	ZγdCγδ	γδmJ ₅ ¹	
					寨东	细粒正长花岗岩		eZξγ ₅ ³	K ₁ eZξγ	ξγfT ₃ ³	
					葛箕	含斑中细粒正长花岗岩		eGξγ ₅ ³	K ₁ eGξγ	ξγmfT ₃ ³	
						西北海	斑状中粗粒含黑云正长花岗岩	SHRIMP 锆石 U - Pb 年龄 205.7 ± 1.4 ^[9]	eXξγ ₅ ³	K ₁ eXξγ	ξγmcpT ₃ ³
						人和	粗粒正长花岗岩		eRξγ ₅ ³	K ₁ eRξγ	ξγeT ₃ ³

续表 1

地质年代					岩石单元					本次划分代号 ^②	
代	纪	世(期)	阶段	次	超单元	单元	岩性	同位素年龄(Ma)及说明	第二代 1:50万 图代号 ^②		第三代 1:50万 图代号 ^②
中 生 代	三 叠 纪	晚 三 叠 世 (印 支 期)	第二 阶段	c	宁 律 所	院夤	中粗粒正长花岗岩		$\epsilon Y\xi\gamma_5^3$	$K_1\epsilon Y\xi\gamma$	$\xi\gamma mcT_3^3$
						南窑	中粒正长花岗岩		$\epsilon N\xi\gamma_5^3$	$K_1\epsilon N\xi\gamma$	$\xi\gamma mT_3^3$
						码头	斑状粗中粒石英正长岩	红门石锆石 U - Pb 年龄 205 ± 21 ^④ , 石英正长岩 SHRIMP 锆石 U - Pb 年龄 215 ± 5 , 石英正长岩单颗粒锆石 U - Pb 稀释法 219.7 ± 2.1 ^[16] , 黄山单元在胶南测全岩 K - Ar 年龄 204.79 ± 1.93 ^⑨	$nM\xi o_5^1$	$T_3 nM\xi o$	$\xi o mpT_3^2c$
						红门石	中细粒石英正长岩 (含黄山细粒石英正长岩)		$nHm\xi o_5^1$ $nH\xi o_5^1$	$T_3 nHm\xi o$ $T_3 nH\xi o$	$\xi o mfT_3^2c$
						二登山	多斑中细粒含黑云辉石正长岩(含甲子山巨斑中细粒含角闪辉石黑云正长岩)	二登山辉石正长岩角闪石 $^{40}Ar - ^{39}Ar$ 年龄 214.6 ± 0.6 , 钾长石 $^{40}Ar - ^{39}Ar$ 214.4 ± 0.3 , 单颗粒锆石 U - Pb 稀释法 225.3 ± 1.9 , 209.0 ± 6.5 , 211.9 ± 1.5 ^[9]	$nE\xi_5^1$ $nJ\xi_5^1$	$T_3 nE\xi$ $T_3 nJ\xi$	$\xi mfpT_3^{2b}$
				东山	斑状中粒含黑云辉石正长岩	东山全岩 Rb - Sr 等时线年龄 220 ± 5 (穆克敏, 1989 年), 176 ^⑧	$nD\xi_5^1$	$T_3 nD\xi$	ξmpT_3^{2b}		
				a	朝阳洞	斑状中粗粒含角闪正长岩		$nC\xi_5^1$	$T_3 nC\xi$	$\xi mc pT_3^{2a}$	
					小庄	中粒含角闪正长岩		$nX\xi_5^1$	$T_3 nX\xi$	ξmT_3^{2a}	
					峨石山	中细粒含角闪正长岩		$nE\xi_5^1$	$T_3 nE\xi$	ξmT_3^{2a}	
					d	柳	天水庵	中粒含角闪黑云石英二长岩		$lT\eta o_5^1$	$T_3 lT\eta o$
			屋脊顶				含斑中粒含黑云角闪石英二长岩	桃花岬黑云母 K - Ar 年龄 222, 六度寺北全岩 Rb - Sr 等时线年龄 291.06 ^[4]	$lW\eta o_5^1$	$T_3 lW\eta o$	$\eta ompT_3^{1d}$
			c	柳		三瓣石	中粒含角闪黑云石英二长闪长岩		$lS\eta\delta o_5^1$	$T_3 lS\eta\delta o$	$\eta\delta omT_3^1c$
						大坡	中细粒角闪石英二长闪长岩	响水河单元:日照爱国寺单颗粒锆石 U - Pb 年龄 130.4, 日照沙沟 K - Ar 年龄 150.8 ^④	$lD\eta\delta o_5^1$	$T_3 lD\eta\delta o$	$\eta\delta omfT_3^1c$
						响水河	中细粒黑云角闪二长闪长岩		$lX\eta\delta_5^1$	$T_3 lX\eta\delta$	$\eta\delta mfT_3^1c$
			b	林	月庄	中细粒含角闪石英闪长岩	玉山岩体 K - Ar 年龄 150.3, 胶南马家庄锆石 U - Pb 年龄 312 ^②	$lY\delta o_5^1$	$T_3 lY\delta o$	$\delta omfT_3^{1b}$	
					从家屯	中粒黑云角闪闪长岩		$lC\delta_5^1$	$T_3 lC\delta$	δmT_3^{1b}	
				庄	夏河城	斑杂状中细粒角闪闪长岩	胶南夏河城锆石 U - Pb 年龄 226, 一致线下交点 195 ± 17 ^⑨	$lX\delta_5^1$	$T_3 lX\delta$	$\delta mfpT_3^{1b}$	
					樊家岭	细粒含黑云角闪闪长岩	日照樊家岭 K - Ar 年龄 236.4 ^④	$lF\delta_5^1$	$T_3 lF\delta$	δfT_3^{1b}	
					小岭子	细粒含黑云二辉闪长岩	荣成市邢家岩体:碱性辉长岩 SHRIMP 锆石 U - Pb 年龄 213 ± 5 , 211 ± 5 ^[9]	$lX\nu_5^1$	$T_3 lX\nu$	$\nu\delta fT_3^{1b}$	
				a	岳宅	晕斑状细粒含长角闪石岩	胶南岳宅锆石 U - Pb 年龄 200 ^②	$lY\psi o_5^1$	$T_3 lY\psi o$	$\psi o fpT_3^{1a}$	
竖旗岭	粗粒含长云辉角闪石岩	日照沙沟 K - Ar 年龄 189 ^④			$lS\psi o_5^1$	$T_3 lS\psi o$	ψocT_3^{1a}				

表 2 鲁东地区前寒武纪侵入岩期次划分及岩石单位代号

地质年代				岩 石 单 位					本次划分 代号 ^②		
代	纪	世(期)	阶段	次	岩套	典型产地	岩 性	同位素年龄(Ma)及说明		第二代 1:50 万 图代号 ^⑤	第三代 1:50 万 图代号 ^⑥
新 元 古 代	南 华 纪	震 旦 期	第二 阶段	b	铁 山	御驾山	细粒含霓石碱性花 岗质片麻岩	锆石 U - Pb 年龄:威海刁石山 759.97 ± 13.04, 文登集东汤家 682 ^⑩ , 文登高村 752.6, 胶南黄山 镇 757.3 ± 14.1 ^⑪ ; 威海崮山西单 颗粒锆石 Pb - Pb 年龄 647 ± 34 ^⑬	tYκγ ₂ ⁴	QbtYκγ	Nh ^{2b} gn ^{κγ} f
						官山	中细粒含霓石碱长 花岗质片麻岩(原磨 山单元)	甜水河单颗粒锆石 Pb - Pb 年龄 622.7 ± 22.8 ^⑩ , 赣榆滕家官庄 573 ^⑩ ; 日照官山锆石 U - Pb 谱和 线上交点年龄 818 Ma ± 66 Ma ^[13]	tMκγ ₂ ⁴	NhtGκγ	Nh ^{2b} gn ^{κγ} mf
						老爷顶	中粒含霓石碱长花 岗质片麻岩	岚山头锆石 U - Pb 谱和线上交 点年龄 818 ± 66 ^⑩ , 诸城磊石山 605 ± 30 ^⑩	tLκγ ₂ ⁴	NhtLκγ	Nh ^{2b} gn ^{κγ} m
						海青	中粗粒正长花岗质 片麻岩		tHξγ ₂ ⁴	NhtHξγ	Nh ^{2a} gn ^{ξγ} mc
						前石沟	中粒正长花岗质片 麻岩	铁山水库单颗粒锆石 Pb - Pb 年 龄 782.9 ± 13.2 ^⑦ , 月季山锆石 U - Pb 年龄 802 ^②	tQξγ ₂ ⁴	NhtQξγ	Nh ^{2a} gn ^{ξγ} m
						曹界前	条纹状中细粒含磁 铁矿正长花岗质片 麻岩		tCξγ ₂ ⁴	NhtCξγ	Nh ^{2a} gn ^{ξγ} mf
				郑家庙	条痕状中粒石英正 长质片麻岩		tZξo ₂ ⁴	NhtZξo	Nh ^{2a} gn ^{ξo} m		
				a	汪家村	中细粒二长花岗质 片麻岩	陈道公等获得日照虎山花岗片 麻岩锆石 U - Pb 年龄 744.12 ± 8.13 ^[13]	yWηγ ₂ ⁴	NhyWηγ	Nh ^{1b} gn ^{ηγ} mf	
					朱子岭	细中粒含角闪黑云 二长花岗质片麻岩	日照潘家口单颗粒锆石 Pb - Pb 年龄 788 ± 24.6 ^⑩	yZηγ ₂ ⁴	NhyZηγ	Nh ^{1b} gn ^{ηγ} fm	
					苏家村	条纹中粒含黑云二 长花岗质片麻岩(含 安九坊或车夫山条 纹状细粒黑云二长 花岗质片麻岩)	苏家村单颗粒锆石 Pb - Pb 年龄 759 ^④	ySηγ ₂ ⁴ yCηγ ₂ ⁴	NhySηγ NhyAηγ	Nh ^{1b} gn ^{ηγ} ps	
					高子山	中粒含角闪黑云二 长花岗质片麻岩	日照丝山锆石 U - Pb 谱和线上 交点年龄 870.6 ± 83 ^④ ; 莒南鸡山 锆石 Pb - Pb 年龄 671 ± 1 ^⑩ , 临沭 黄河 1180.9 ± 4.3 ^⑩ , 莒南扶兰官庄 840.53 ^⑩ ; 单颗粒锆石 U - Pb 年 龄: 胶南小官庄 760 ± 6 ^⑦ , 莒南邱 官庄北 791 ± 26 ^⑩ , 日照大旺山 1081.7 ± 17 ^⑩ , 胶南铁山水库 813 ± 12, 821 ± 8 ^⑩	yGηγ ₂ ⁴	NhyGηγ	Nh ^{1b} gn ^{ηγ} m	
					小河西	条痕中粒二长花岗 质片麻岩		yXηγ ₂ ⁴	NhyXηγ	Nh ^{1b} gn ^{ηγ} ms	
			后石沟		中粗粒含黑云二长 花岗质片麻岩(张家 沟条带状中粗粒含 黑云二长花岗质片 麻岩)		yHηγ ₂ ⁴ yZηγ ₂ ⁴	NhyHηγ NhyZηγ	Nh ^{1b} gn ^{ηγ} mc		
			第一 阶段	月 季 山	麻姑馆	斑纹状二长花岗质 片麻岩	诸城麻姑馆锆石 U - Pb 谱和线 上交点年龄 862 ± 38 ^⑩	yMηγ ₂ ⁴	NhyMηγ	Nh ^{1b} gn ^{ηγ} p	
					窝洛	斑纹状含黑云石英 二长质片麻岩	日照三合岭单颗粒锆石 U - Pb 年龄 723 ^④	yWηo ₂ ⁴	NhyWηo	Nh ^{1a} gn ^{ηo} p	
					石灰窑	中粒含角闪二长质 片麻岩	胶南石灰窑单颗粒锆石 U - Pb 年龄 755.2 ± 52.6 ^⑦	ySη ₂ ⁴	NhySη	Nh ^{1a} gn ^η m	
					清平峪	中细粒含辉石角闪 黑云二长质片麻岩	五莲小双墩锆石 U - Pb 谱和线 上交点年龄 742 ± 12 ^③ ; 五莲花岗 片麻岩锆石 U - Pb 谱和年龄分别 为 672 ± 4, 742 ± 8, 747 ± 14 ^[11]	yQη ₂ ⁴	NhyQη	Nh ^{1a} gn ^η mf	

续表 2

地质年代					岩石单位					本次划分代号 ²⁸	
代	纪	世(期)	阶段	次	岩套	典型产地	岩性	同位素年龄(Ma)及说明	第二代 1:50 万图代号 ²⁹		第三代 1:50 万图代号 ²⁷
新元古代	青白口纪	晋宁期		c	荣成	邱家	细粒二长花岗质片麻岩(含双山子含磁铁矿细粒二长花岗质片麻岩、庙山细纹细粒二长花岗质片麻岩)	胶南月季山单颗粒锆石 U - Pb 年龄 796.6 ± 19.5 , 757.3 ± 14.1 ^① ; 莒南双山子锆石 U - Pb 谐和线上交点年龄 1213.59 ^⑩ ; 单颗粒锆石 U - Pb 年龄: 莒南 1180.9 ^⑪ , 854 ^⑫ ; 胶南杨家洼 855 ± 5 ^⑬ , 日照牛二姑 1055 ± 19 ^⑰ ; 五莲后苇场锆石 U - Pb 谐和线上交点年龄 731 ± 68 ^⑳ ; 牟平初村南锆石 U - Pb 年龄 648.82 ^㉔	rQ $\eta\eta_2^3$ (rS $\eta\eta_2^3$) (rM $\eta\eta_2^3$)	QbrQ $\eta\eta$ (QbrS $\eta\eta$) (QbrM $\eta\eta$)	Qb ^c gn ⁷⁷ f
						和徐疃	含斑中粒二长花岗质片麻岩		rH $\eta\eta_2^3$	QbrH $\eta\eta$	Qb ^c gn ⁷⁷ m
						玉林店	细中粒含黑云二长花岗质片麻岩	单颗粒锆石 U - Pb 年龄: 牟平东柳家 $856, 890$; 牟平孟良口子 648 ^⑨ , 936.6 ^⑳	rY $\eta\eta_2^3$	QbrY $\eta\eta$	Qb ^c gn ⁷⁷ fm
						宝山	中细粒黑云二长花岗质片麻岩	锆石 U - Pb 谐和线上交点年龄: 诸城报子岭 783_{-18}^{+19} ; 锆石质谱计双带源逐层蒸发法: 莒南刘莲坡 888 ± 16 , 莒南陈石门 805.59 ± 9.26 ^⑦ ; 胶南尚庄单颗粒锆石 Pb - Pb 年龄 1221 ± 19.5 ^④ ; 锆石 U - Pb 年龄: 胶南陡楼 881 ^⑵ , 莒南甄家沟 896 ^⑩	rB $\eta\eta_2^3$	QbrB $\eta\eta$	Qb ^c gn ⁷⁷ mf
						甄家沟	细粒含黑云二长花岗质片麻岩	莒南邱官庄单颗粒锆石 Pb - Pb 年龄 839 ± 40 ^⑱ , 莒南甄家沟锆石 U - Pb 谐和线 $813_{-23.8}^{+24.5}$ ^⑫ , 青岛仰口花岗片麻岩锆石 U - Pb 等时线年龄 871 ± 46 ^[14]	rZj $\eta\eta_2^3$	QbrZj $\eta\eta$	Qb ^c gn ⁷⁷ f
						威海	条带细粒含黑云二长花岗质片麻岩	威海皂埠锆石 U - Pb 年龄 682 ^⑫ , 760 ± 49 , 751 ± 27 ^[15]	rW $\eta\eta_2^3$	QbrW $\eta\eta$	Qb ^c gn ⁷⁷ fb
						滕家	条带细粒含黑云花岗闪长质片麻岩	滕家锆石 U - Pb 年龄 797 ± 5 ^⑧	rT $\gamma\delta_2^3$	QbrT $\gamma\delta$	Qb ^b gn ⁷⁶ b
						泊于	条纹中细粒含角闪黑云花岗闪长质片麻岩		rP $\gamma\delta_2^3$	QbrP $\gamma\delta$	Qb ^b gn ⁷⁶ ps
						中村	斑状中细粒含黑云角闪花岗闪长质片麻岩		rZ $\gamma\delta_2^3$	QbrZ $\gamma\delta$	Qb ^b gn ⁷⁶ p
						大时家	中细粒含黑云角闪花岗闪长质片麻岩	大时家锆石 U - Pb 年龄 787 ^⑨	rD $\gamma\delta_2^3$	QbrD $\gamma\delta$	Qb ^b gn ⁷⁶ mf
						小屯	中细粒斜长花岗质片麻岩	小屯单颗粒锆石 Pb - Pb 年龄 1370.6 ^⑦	hX $\gamma\delta_2^3$	ChhX $\gamma\delta$	Qb ^b gn ⁷⁶ mf
						东孤石	中细粒云英闪长质片麻岩	东孤石单颗粒锆石 Pb - Pb 年龄 805 ± 17 ^⑩ 锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 $780 \sim 760$ (万渝生、王世进等, 2009)			Qb ^b gn ⁷⁶ mf
						岔河	条带状中细粒角闪黑云石英二长闪长质片麻岩		rC $\eta\delta\delta_2^3$	QbrC $\eta\delta\delta$	Qb ^a gn ⁷⁶ b
						花林	细粒角闪石英闪长质片麻岩		hH $\delta\delta_2^3$	ChhH $\delta\delta$	Qb ^a gn ⁷⁶ f
						大张八	中细粒角闪闪长质片麻岩	五莲桥头河 Sm - Nd 等时线年龄 1663 ^③ 大张八锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 741 ± 10 (万渝生、王世进等, 2009)	hD δ_2^3	ChhD δ	Qb ^a gn ⁷⁶ mf

续表 2

地质年代					岩石单位					本次划分代号 ²⁸⁾	
代	纪	世(期)	阶段	次	岩套	典型产地	岩性	同位素年龄(Ma)及说明	第二代 1:50 万图代号 ²⁹⁾		第三代 1:50 万图代号 ²⁷⁾
中元古代	长城纪	四堡期			海阳所	老黄山	中细粒变辉长岩(斜长角闪岩)	乳山市福山 Sm-Nd 模式年龄 1340 ^⑨ , 锆石 LA-ICP-MSU 法 U-Pb 年龄 1719 ± 18 ^[16] TAMS 法 U-Pb 年龄 1784 ± 11 ^[12]	hLν ₂ ²	ChhLν	νmfCh
						烟墩山	中细粒变辉石角闪岩	日照胡家林全岩 K-Ar 年龄 1718 ^②	hYψo ₂ ²	ChhYψo	ψomfCh
						通海	变辉石橄榄岩(滑石化蛇纹岩)	日照梭罗树全岩 K-Ar 年龄 1719.5 ^② , 乳山通海 Sm-Nd 等时线年龄 1282 ~ 1742 ^⑨ , 荣成迟家店 Sm-Nd 模式年龄 1648 ^②	hTσ ₂ ²	ChhTσ	σCh
古元古代	蓟沱纪	吕梁期	第二阶段			燕子乔	片麻状细粒含黑云二长花岗岩	锆石 U-Pb 年龄:燕子乔 2149, 2468 ^⑥ , 围子山 2342.4 ^⑨	δBηγ ₂ ¹	Pt ₁ δBηγ	ηγfHt ²
						北照	片麻状细粒二长花岗岩	北照锆石 U-Pb 年龄 2468 ^[4] 侵入莱州组合变闪长岩	δBηγ ₂ ¹	Pt ₁ δBηγ	ηγfHt ²
			第一阶段		莱州	郭家埠	中细粒变角闪闪长岩		IGδ ₂ ¹	Pt ₁ IGδ	δmfHt ¹
						西水乔	细粒变辉长岩(斜长角闪岩)	栖霞乐土顶单颗粒锆石 U-Pb 年龄 1903.4 ^③ , 日照齐家沟 Sm-Nd 模式年龄 2497 ± 24, 日照冯家沟 Sm-Nd 等时线年龄 1907 ± 23 ^④ , 锆石 SHRIMP 年龄:莱阳建新村 1868 ± 11, 莱阳市吕格庄 1852 ± 9(万渝生、王世进等,2009)	lXν ₂ ¹	Pt ₁ lXν	νfHt ¹
						彭家疃	中粗粒变辉石角闪岩		lPψo ₂ ¹	Pt ₁ lPψo	ψomcHt ¹
						五佛蒋家	中细粒含磷灰石变角闪透辉岩		lWψl ₂ ¹	Pt ₁ lWψl	ψlmfHt ¹
苏家庄子	变纯橄榄岩(蛇纹岩)		lSσ ₂ ¹	Pt ₁ lSσ	σHt ¹						
新太古代	晚期				谭格庄	蓝蔚乔	片麻状细粒含黑云花岗岩闪长岩	蓝蔚乔单颗粒锆石 U-Pb 年龄 2577 ± 6, 2563 ± 3 ^③ , 变质锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 1833 ± 13(万渝生、王世进,2009); 栖霞东部凤凰村锆石 U-Pb 谐和线上交点年龄 2680 ± 26Ma ^[16]	qLγδ ₁ ⁴	Ar ₃ ² qLγδ	γδ/Ar ₃ ³
					牟家	片麻状细粒奥长花岗岩(含乐土乔)片麻状细粒含角闪奥长花岗岩	锆石 U-Pb 年龄:牟家村南 2665.5, 唐家泊南 2461.82 ^③ ; 大柳家村西 2439 ^③ , 莱州市小屋村 2610 ^⑤ , 栖霞城西锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 2509 ± 12(万渝生、王世进,2009)	qMγo ₄ ¹	Ar ₃ ² qMγo	γofAr ₃ ³	
	第二阶段		栖霞	新庄	中细粒含角闪黑云英云闪长质片麻岩(含芦家中细粒黑云角闪英云闪长质片麻岩)	锆石 U-Pb 年龄:芦家 2610 ^⑤ , 辛家乔 2626, 圈里南 2600 ^③ ; 锆石 SHRIMP U-Pb 年龄:朱留村北 2726 ± 12, 马家窑南 2718 ± 18 ^[17] ; 榆科顶锆石 U-Pb 谐和线上交点年龄 2670 ± 31 ^[16]	qXτo ₄ ¹	Ar ₃ ² qXτo	Ar ₃ ¹⁻² gn ^{γδo}		
				回龙乔	条带状细粒含角闪黑云英云闪长质片麻岩	回龙乔单颗粒锆石 U-Pb 年龄 2716.6 ^⑤ , 瓦家村东锆石 U-Pb 年龄 2684 ^③ , 大埠后村锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 2707 ± 4Ma ^[17]	qHτo ₄ ¹	Ar ₃ ² qHτo	Ar ₃ ¹⁻² gn ^{γδo} b		

续表 2

地质年代					岩石单位				本次划分代号 ^{②③}		
代	纪	世(期)	阶段	次	岩套	典型产地	岩性	同位素年龄(Ma)及说明		第二代 1:50万图代号 ^④	第三代 1:50万图代号 ^⑤
新太古代		早	第一阶段		马连庄	栾家寨	中细粒变辉长岩(斜长角闪岩)	变质锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 1833 ± 13(万渝生、王世进,2009)	mLv ₁ ⁴	Ar ₃ ² mLv	νmfAr_3^{1-1}
						大吴家	中粗粒变(辉石)角闪石岩		mDψo ₁ ⁴	Ar ₃ ² mDψo	ψomcAr_3^{1-1}
						南岚	变辉石橄榄岩(辉石蛇纹岩)		mNσ ₁ ⁴	Ar ₃ ² mNσ	σAr_3^{1-1}
中太古代		晚	第二阶段			西朱崔	细粒含紫苏英云闪长质片麻岩		Xτo ₁ ³	Ar ₃ ² Xτo	Ar ₃ ³⁻² gn ^{γδo}
						黄岩底	中细粒英云闪长质片麻岩	锆石 U - Pb 年龄:黄岩底村西 2817,上曲家村东 2 858 ^{②③} ,黄岩底村西锆石 SHRIMP U - Pb 年龄 2906 ± 12 ^[17]			
			第一阶段	官地洼	管家	中细粒变辉长岩(二辉角闪麻粒岩)		gGv ₁ ³	Ar ₂ gGv	νmfAr_2^{3-1}	
福山后	中细粒变橄榄辉石岩(蛇纹石化橄榄辉石岩)				gFσψ ₁ ³	Ar ₂ gFσψ ₁	$\sigma\psi\text{Ar}_2^{3-1}$				
黎儿埠	细粒变辉石橄榄岩(蛇纹石化辉石橄榄岩)				gLσ ₁ ³	Ar ₂ gLσ	σfAr_2^{3-1}				

注:①山东省地矿局区域地质调查队,1:5万青岛四幅区域地质调查报告,1996年;②山东省地矿局区域地质调查队,1:20万日照赣榆幅区域地质调查报告,1982年;③长春地质学院,1:5万诸城八幅区域地质调查报告,1995年;④山东省地矿局第八地质队1:5万日照六幅区域地质调查报告,1995年;⑤山东省地矿局区域地质调查队,1:20万莱阳潍坊幅区域地质调查报告,1997年;⑥山东省地质调查院1:25万烟台幅区域地质调查报告,2003年;⑦山东省地矿局区域地质调查队,1:5万胶南二幅区域地质调查报告,1996年;⑧山东省地矿局区域地质调查队,1:20万威海四幅区域地质调查报告,1993年;⑨山东省地矿局第三地质队,1:5万牟平六幅区域地质调查报告,1990年;⑩山东省地矿局区域地质调查队,1:5万莒南二幅区域地质调查报告,1988年;⑪山东省地矿局第七地质队,1:5万板泉崖四幅区域地质调查报告,1996年;⑫山东省地矿局第六地质队,1:5万威海九幅区域地质调查报告,1995年;⑬山东省地矿局第一地质队,1:5万乳山四幅区域地质调查报告,1995年;⑭山东省地质调查院,1:25万威海、乳山幅区域地质调查报告,2003年;⑮山东省地矿局第六地质队,1:5万莱州四幅区域地质调查报告,1991年;⑯山东省地矿局第四地质队,1:5万夏甸四幅区域地质调查报告,1995年;⑰山东省地矿局区域地质调查队,1:5万坪上三幅区域地质调查报告,1996年;⑱山东省地矿局区域地质调查队,1:5万石桥四幅区域地质调查报告,1999年;⑲山东省地质调查院,1:25万日照幅区域地质调查报告,2001年;⑳长春地质学院,1:5万石门、理务关幅区域地质调查报告,1991年;㉑山东省地矿局第三地质队,1:5万滕家八幅区域地质调查报告,1995年;㉒山东省地矿局区域地质调查队,1:20万青岛(含灵山卫)、高密幅区域地质调查报告,1992年;㉓山东省地矿局区域地质调查队,1:5万栖霞幅区域地质调查报告,1988年;㉔山东省地矿局区域地质调查队,1:20万烟台、蓬莱幅区域地质调查报告,1991年;㉕山东省地矿局第一地质队,1:5万桃村四幅区域地质调查报告,1993年;㉖第二代1:50万地质图指1997年山东省地矿局编制的1:50万数字地质图和2000年山东省第四地质矿产勘查院进行全省1:20万区域地质总结时编制的1:50万地质图;㉗第三代1:50万地质图指2007年山东省国土资源信息中心编制的1:50万地质图;㉘本次划分按全国区域地质综合研究技术要求(讨论稿,2008),对侵入岩采用岩性+时代的表示方法,对变质深成岩采用时代+gn[□],右上角表示原深成岩侵入体的岩性代号,如闪长质片麻岩用时代+gn^δ表示。在岩性代号后面用英文的第1个小写字母表示岩石的主要结构构造:细粒用f(fine),中粒用m(medium),中细粒用mf表示,粗粒用c(coarse),中粗粒用mc表示,斑状用p(phyre),条带状用b(beit),条纹状用ps(perthitic structure),条痕状用s(striae structure)。

规模小,含有黑云变粒岩包体,其锆石 SHRIMP ²⁰⁷Pb - ²⁰⁶Pb 年龄为(2 892 ± 18) Ma。新的年龄结果表明胶东岩区中太古代古陆壳的存在。许多锆石有变质边,大多数因为太窄而不能离子探针分析,只测得 SHRIMP 锆石年龄为(2 501 ± 10) Ma,为变质成因的锆石颗粒有着典型的变质源特征的 Th/U 比率

0.01。2 500 Ma 的年龄和黑云变粒岩包体获得的变质年龄一致。

1.2 新太古代早期侵入岩

第一阶段为马连庄超基性-基性侵入岩组合,自早至晚划分为南岚蛇纹石化变辉橄榄岩—大吴家中粗

粒变角闪石岩—栾家寨中细粒变辉长岩(斜长角闪岩)3个岩石单位,呈规模小而分散的包体残留于栖霞岩套花岗质片麻岩内。

第二阶段为栖霞岩套灰色片麻岩系,原岩由英云闪长岩—奥长花岗岩—花岗闪长岩所构成的TTG系列花岗岩类,遭受角闪岩相变质作用和局部地段韧性剪切带叠加改造。主体岩性英云闪长岩形成一套条带、条纹和片麻状构造的灰色英云闪长质片麻岩类,锆石内核SHRIMP U-Pb同位素年龄值 $2\ 726 \sim 2\ 707$ Ma, 锆石变质增生边 $^{207}\text{Pb}-^{206}\text{Pb}$ 年龄 $(2\ 489 \pm 8)$ Ma, $(2\ 486 \pm 8)$ Ma, $(2\ 491 \pm 8)$ Ma 和 $(2\ 499 \pm 18)$ Ma。这个结果表明在胶北地区 $2\ 730 \sim 2\ 710$ Ma时期是最重要的地壳形成期。这和鲁西地区最重要的地壳形成期发生在 $2\ 750 \sim 2\ 500$ Ma不同。胶北地区新太古TTG岩石的地球化学和年龄表明它们的形成与下地壳铁镁质岩石的部分熔融有关。Nd同位素数据表明中太古代和新太古代岩石主要源自于岩浆源和有限数量的古地壳组分。

1.3 新太古代晚期侵入岩

鲁东地区新太古代晚期侵入岩是从原栖霞岩套解体出来一套片麻状细粒奥长花岗岩和片麻状细粒含黑云花岗闪长岩,包括牟家片麻状细粒奥长花岗岩(含乐土片麻状细粒含角闪奥长花岗岩)和蓝蔚村片麻状细粒含黑云花岗闪长岩,其中片麻状细粒奥长花岗岩在莱阳市谭格庄—莱西市马连庄一带出露规模大,故命名为谭格庄岩套。

牟家片麻状细粒奥长花岗岩测年样品采于栖霞城西同三线高速公路路口,岩石中的锆石为岩浆结晶锆石,一些岩浆锆石存在变质增生边。在16个锆石上进行了20个数据点分析,其中16个位于岩浆锆石域的分析数据给出 $^{207}\text{Pb}-^{206}\text{Pb}$ 加权平均年龄为 $(2\ 509 \pm 12)$ Ma,代表了奥长花岗岩形成时代。变质增生边由于U含量低,年龄误差大,给出约2.0 Ga变质年龄。

蓝蔚村南片麻状细粒含黑云花岗闪长岩单颗粒锆石U-Pb年龄 $(2\ 577 \pm 6)$ Ma, $(2\ 563 \pm 3)$ Ma,基本代表岩浆侵入年龄。该次在蓝蔚村南山腰采石场测年样品,岩石中的锆石为变质锆石,锆石呈柱状或短轴状,在CL图像中具不清楚环带,显示变质重结晶特征。锆石SHRIMP U-Pb年龄测定结果,22个数据点分析,大都具有很低的Th/U比值(<0.1)。许多数据点反向分布,部分数据点显示

不同程度铅丢失。不一致线拟合直线上交点年龄为 $(1\ 817 \pm 16)$ Ma,推测代表了花岗闪长质片麻岩遭受变质的时代。

谭格庄岩套片麻状细粒奥长花岗岩的形成,与该地区太古代末期大规模的钠质变质作用有关。栖霞县黄岩底中太古代英云闪长质片麻岩中有锆石SHRIMP U-Pb年龄为 $(2\ 501 \pm 10)$ Ma的变质成因的锆石颗粒。新太古代早期栖霞岩套英云闪长质片麻岩锆石中,普遍存在2 500 Ma的变质增生边,表明该地区2 500 Ma前后遭受强烈的区域变质作用。蓝蔚村片麻状细粒含黑云花岗闪长岩变质锆石 $(1\ 817 \pm 16)$ Ma表明,该岩套在古元古代末期又受到强烈的区域变质作用,与古元古代荆山群和粉子山群在1 800 Ma前后遭受的区域变质作用是一致的,与古元古代末期华北克拉通从挤压体制转入伸展体制的构造活动有关。

2 鲁东地区元古宙侵入岩

2.1 古元古代侵入岩

第一阶段侵入岩为莱州基性-超基性岩组合,经受了角闪岩相和绿片岩相叠加变质作用,形成蛇纹岩、透辉岩、变角闪石岩、斜长角闪岩等变质岩类,原岩自早至晚为橄榄岩—角闪透辉岩—角闪石岩—辉长岩—角闪闪长岩,岩体规模较小,侵入于荆山群、粉子山群变质地层,经受了角闪岩相变质作用。其中侵入荆山群大理岩的西北单元变辉长岩(斜长角闪岩)规模较大,锆石SHRIMP U-Pb同位素年龄 $(1\ 852 \pm 9)$ Ma, $(1\ 868 \pm 11)$ Ma,说明莱州组合在 $1\ 900 \sim 1\ 850$ Ma侵入形成。根据荆山群岩屑源锆石主要集中在 $2\ 900 \sim 2\ 800$ Ma, $2\ 700 \sim 2\ 600$ Ma, $2\ 500 \sim 2\ 400$ Ma 和 $2\ 300 \sim 2\ 200$ Ma。最年轻的碎屑锆石年龄是 $(2\ 175 \pm 16)$ Ma。这说明荆山群沉积作用发生在 $2\ 200 \sim 1\ 900$ Ma,在 $1\ 900 \sim 1\ 850$ Ma左右被莱州基性-超基性岩组合侵入,一起遭受1 800 Ma左右的变质作用。

第二阶段侵入岩为细粒二长花岗岩,包括北照、燕子岩体,规模较小。

2.2 中元古代侵入岩

主要为海阳所超基性-基性岩组合,原岩是一套从超基性-基性的侵入岩,自早至晚由辉石橄榄岩—辉石角闪石岩—辉长岩,遭受了高压榴辉岩相变质

作用,形成蛇纹岩、角闪石岩、斜长角闪岩类的变质岩。

2.3 新元古代侵入岩

主要包括青白口纪荣成岩套,南华纪月季山和铁山岩套,是华北、扬子克拉通同碰撞造山期和碰撞期后造山活动的产物。其呈 NE 和 NNE 向的复式岩基、岩株状产出,分布广、规模大。荣成岩套主要为花岗闪长质—二长花岗质片麻岩类,原岩由早期二长闪长岩—花岗闪长岩—晚期二长花岗岩组成,大张八角闪闪长质片麻岩锆 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 741 ± 10 Ma。东孤山英云闪长质片麻岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄在 $720 \sim 780$ Ma。其他锆石 U-Pb 年龄多数在 $752.6 \sim 896$ Ma。月季山岩套主要为花岗质片麻岩,原岩为一套含角闪石含角闪石为特征的中酸性—酸性花岗岩系列,自早到晚从二长岩—石英二长岩—二长花岗岩,经受低角闪岩相变质作用和韧性剪切带叠加改造,构造面理发育。月季山岩套锆石 U-Pb 同位素年龄值多在 $755 \sim 870$ Ma,侵入荣成岩套。铁山岩套原岩自早到晚为正长花岗岩—碱长花岗岩,是偏碱性的酸性花岗岩类,经受了低角闪岩相变质作用和韧性剪切带的叠加改造,形成一套片麻理发育的花岗质片麻岩类。该岩套锆石 U-Pb 同位素年龄值 $622 \sim 783$ Ma,侵入于荣成、月季山岩套。

3 鲁东地区中生代侵入岩

3.1 印支期(三叠纪)侵入岩

由超基性—基性—中性—酸性—偏碱性的侵入岩岩石系列构成一个较为完整的岩浆旋回,自早到晚归并于柳林庄、宁津所和槎山等 3 个超单元。柳林庄超单元自早到晚由角闪石岩—闪长岩—石英闪长岩—二长闪长岩—石英二长岩组成,锆石 U-Pb 年龄在 $173 \sim 312$ Ma。被宁津所超单元和燕山期侵入岩穿切。宁津所超单元自早到晚由角闪正长岩—辉石正长岩—石英正长岩组成,锆石 U-Pb 同位素年龄值 225 Ma。槎山超单元是一套不同粒度的正长花岗岩类组合,其锆石离子质谱 U-Pb 同位素年龄值为 205 Ma。

3.2 燕山早期(侏罗纪)侵入岩

主要包括文登、垛崮山、玲珑、郭家岭等 4 个超单元,主体岩性为花岗闪长岩、二长花岗岩类。文

登、垛崮山、昆崙山等 3 个侏罗纪岩体都含有大量继承性锆石,显示侏罗纪岩体的主要源岩是形成于 $800 \sim 700$ Ma 的地壳。这与其围岩主要为晋宁期荣成岩套花岗质片麻岩有关。地球化学特征显示上述侏罗纪岩体具有长英质陆壳深熔花岗岩的特征。

文登超单元主要岩性为不同粒度的二长花岗岩组成,呈 NNE 向侵入到超高压地体,并且切穿了所有围岩的片麻理。文登复合岩体大体上具有菱形外形,但仍然可以识别出近环状的 5 次脉动侵入相。岩体从边部到中心,结构由等粒状依次变为含钾长石斑晶的似斑状结构,但是矿物组合基本未变,以含白云母为特征。原划为三叠纪。根据新测得锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 (167 ± 3) Ma, (167 ± 2) Ma, (157.1 ± 1.4) Ma,它们在误差范围内是一致的,指示了文登岩体的大致形成时代。结合野外接触关系改划为侏罗纪。

垛崮山超单元是一套中酸性花岗闪长岩类,原划为震旦纪。根据新的测年资料,单颗粒锆石同位素稀释法年龄 (163 ± 17) Ma, SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄 (161 ± 1) Ma (郭敬辉等 2005 年)。结合宏观与其他地质体相互关系,改划为侏罗纪。

玲珑超单元是胶东地区最发育的一套二长花岗岩类,主要出露在招远—平度—莱州一带及昆崙山等地,与金矿成矿关系密切,多构成金矿体的围岩。受 NNE 向构造控制,原划为震旦纪。昆崙山岩体新的测年资料,锆石 SHRIMP U-Pb 同位素年龄值集中在 $160 \sim 150$ Ma (郭敬辉等 2005 年),笔者等在文登市晒子镇北玲珑岩套九曲单元昆崙山岩体弱片麻状中粒二长花岗岩测得锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 (153 ± 2) Ma。结合宏观与其他地质体相互关系,改划为侏罗纪。

郭家岭超单元为一套中性—酸性侵入岩类的岩石组合。自早到晚由角闪二长闪长岩—角闪石英二长闪长岩—花岗闪长岩—二长花岗岩组成,是胶东金矿主要的侵入岩媒介。呈 NNE 向侵入于玲珑、文登超单元,被燕山晚期侵入岩穿切,局部被早白垩世莱阳群地层不整合所盖。锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 (126 ± 2) Ma, (129 ± 3) Ma, (130 ± 3) Ma。

3.3 燕山晚期(早白垩纪)侵入岩

广泛侵位于古老结晶基底和早白垩世莱阳群、青山群地层及侏罗纪侵入岩,明显受 NW 和 NNE—NE 向构造制约。划分伟德山、雨山、大店和崂山等

4个超单元,主要系一套中性—中酸性—酸性—碱性的侵入岩类。

伟德山超单元出露规模大,自早至晚由闪长岩—二长闪长岩—石英二长岩—花岗闪长岩—二长花岗岩组成,是一套中性、中酸性和酸性侵入岩的岩石组合,各单元多构成复式岩体,大店石英二长岩单颗粒锆石稀释法(124 ± 4) Ma、牙山二长花岗岩锆石 SHRIMP U—Pb 结晶年龄(117.7 ± 2.9) Ma、七宝山辉石闪长岩单颗粒锆石稀释法(126 ± 3) Ma。

雨山超单元规模小而分散,自早至晚由石英闪长玢岩—角闪石英二长斑岩—花岗闪长斑岩—二长花岗岩组成,侵入于早白垩世莱阳群、青山群地层和伟德山超单元。

大店超单元系一套正长岩、石英正长岩等偏碱性的酸性岩类,笔者等最近在莒南县大店东侧新测得石英正长岩锆石 SHRIMP U—Pb 同位素年龄值(120 ± 4) Ma。岩体规模小,侵入于早白垩世莱阳群,青山群地层,穿切伟德山超单元,被崂山超单元脉动侵入。笔者等在莒南大店镇前官庄大店超单元独山后单元中粗粒石英正长岩测得锆石 SHRIMP U—Pb 年龄(120 ± 4) Ma。

崂山超单元自早到晚由二长花岗岩—正长花岗岩—碱长花岗岩类组成,原来划为早—晚白垩纪。现在根据新的测年资料,该超单元形成于120~110 Ma,属早白垩纪侵入岩。青岛浮山二长花岗岩锆石 SHRIMP U—Pb 同位素年龄值(120 ± 2) Ma,崂山碱长花岗岩锆石 SHRIMP U—Pb 同位素年龄值(114 ± 2) Ma。崂山超单元高钾钙碱岩浆作用产生于岩石圈减薄。中生代岩石圈减薄被认为是中国东部一个重要的地质过程。它诱发了白垩纪峰期为(125~110) Ma大面积的火山活动,白垩纪早期110Ma的高钾钙碱系列侵入体,是中国东部普遍发育的岩石圈减薄过程壳幔相互的产物(郭敬辉等,2005年)。

参考文献:

- [1] 郭良,相石宝,徐兴永. 山东崂山花岗岩地质地貌特征[J]. 地质论评,2007,53(增刊):138-143.
- [2] 周建波,郑永飞,赵子福. 山东五莲中生代岩岩的锆石 U—Pb 年龄[J]. 高校地质学报,2003,9(2):185-194.
- [3] 张田,张岳桥. 胶东半岛中生代侵入岩浆活动序列及其构造制约[J]. 高校地质学报,2007,13(2):323-336.
- [4] 宋明春,王沛成. 山东省区域地质[M]. 济南:山东省地图出版社,2003:403-430.
- [5] 邱连贵,任风楼,曹忠祥,等. 胶东地区晚中生代岩浆活动及对大地构造的制约[J]. 大地构造与成矿学,2008,32(1):117-123.
- [6] 胡芳芳,范宏瑞,杨进辉,等. 鲁东崑崙山地区官家辉长闪长岩成因[J]. 岩石学报,2007,23(2):369-380.
- [7] 关康,罗镇宽,苗来成,等. 胶东招掖郭家岭型花岗岩锆石 SHRIMP 年代学研究[J]. 地质科学,1998,33(3):318-328.
- [8] 苗来成,罗镇宽,关康,等. 玲珑花岗岩中锆石的离子质谱 U—Pb 年龄及石学意义[J]. 岩石学报,1998,14(2):198-206.
- [9] 郭敬辉,陈福坤,张晓曼,等. 苏鲁超高压带北部中生代岩浆侵入活动与同碰撞——碰撞后构造过程[J]. 岩石学报,2005,21(4):1281-1301.
- [10] 胡芳芳,范宏瑞,杨进辉,等. 胶东乳山含金石英脉型金矿的成矿年龄[J]. 科学通报,2004,49(12):1191-1198.
- [11] 周建波,郑永飞,吴元保. 苏鲁造山带西北缘五莲花岗岩中锆石 U—Pb 年龄及其地质意义[J]. 科学通报,2002,47(22):1745-1750.
- [12] 李曙光,陈移之. 胶东海阳所斜长角闪岩的锆石 U—Pb 年龄[J]. 地球学报,1994,(1-2):37-42.
- [13] 宋明春,韩景敏,宫述林. 苏鲁造山带大规模岩浆活动的证据[J]. 矿物岩石,2007,27(2):22-32.
- [14] 李曙光,张志敏,张巧大,等. 青岛榴辉岩及胶南片麻岩的 U—Pb 年龄—胶南群中晋宁期岩浆事件的证据[J]. 科学通报,1993,38(19):1773-1777.
- [15] 唐俊,郑永飞,吴元保,龚冰. 威海地区超高压变质花岗岩片麻岩锆石 U—Pb 定年和氧同位素研究[J]. 地球科学,2005,30(6):692-706.
- [16] 唐俊,郑永飞,吴元保,等. 胶东地块东部变质岩锆石 U—Pb 定年和氧同位素研究[J]. 岩石学报,2004,20(5):1063-1086.
- [17] 江博明,刘敦一,万喻生,等. 中国胶东半岛太古代地壳演化—利用锆石 SHRIMP 地球年代学、元素地球化学和 Nd—同位素地球化学[J]. 美国科学杂志,2008,(308):232-269.

Study on Intrusive Rocks Forming Period and Stages Division in Ludong Area

WANG Shi-jin¹, WANG Lai-ming¹, WAN Yu-sheng², ZHANG Cheng-ji³, SONG Zhi-yong¹, WANG Jin-guang¹

(1. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Beijing SHRIMP Center, Beijing 100037, China; 3. Shandong Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Intrusive activities of early Precambrian intrusive rocks in Ludong area focused on new Archean and Proterozoic are all suffered different degrees of regional metamorphism and ductile shear zone, and formed a series of granitic gneiss. TTG granitoids of new early Archean distributed in Laizhou - Qixia area of Jiaobei uplift, and experienced regional metamorphism and formed a set of gray gneiss. SHRIMP U - Pb age of zircon core is 2726 ~ 2707Ma, which basically represent magmatic crystallization age. The zircon metamorphic side is 2500Ma; Paleoproterozoic intrusive rocks, that is Laizhou basic - ultrabasic rock combination were formed in about 1900 ~ 1850Ma. Its zircon SHRIMP U - Pb age is (1852 ± 9)Ma, (1868 ± 11) Ma; Neoproterozoic intrusive rocks are mainly composed of granodioritic - monzonitic granitic gneiss, and exposed in Jiaonan - Weihai orogenic belt. Its zircon U - Pb dating results focus on 892 ~ 605Ma. Mesozoic intrusive rocks are mainly composed of granitoid, and concentrated exposed in north part of the peninsula and southeast along the coast. Zircon SHRIMP U - Pb isotopic ages of intrusive rocks in early Yanshan period, such as Wendeng superunit, Duogushan superunit and Linglong superunit are 167 ~ 150Ma; while zircon SHRIMP U - Pb isotopic ages of Laoshan superunit in Yanshan intrusive rocks is (119.8 ± 2.5) ~ (114.3 ± 1.9)Ma.

Key words: Intrusive rocks; forming period; stage division; new progress; Ludong area