

## 鲁西地区中生代侵入岩期次划分

王世进<sup>1</sup>,张成基<sup>2</sup>,杨恩秀<sup>1</sup>,宋志勇<sup>1</sup>,王立法<sup>1</sup>,许克民<sup>1</sup>

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省地质矿产勘查开发局, 山东 济南 250013)

**摘要:**鲁西地区中生代有2个岩浆活动时期,中侏罗世岩浆活动规模较小,形成铜石杂岩体,锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 167.9~183 Ma,加权平均值为(175.7±3.8) Ma;早白垩世岩浆活动范围较广,生成多种岩石系列,形成济南—埠村—邹平—淄博金岭一带杂岩体和沂南县铜井、莱芜、蒙阴虎头崖、临朐铁寨等杂岩体,锆石 SHRIMP 和 LA-ICP-MS U-Pb 测年结果为 128~134 Ma。

**关键词:**侵入期;侵入阶段;中生代侵入岩;鲁西地区

**中图分类号:** P534.1

**文献标识码:** A

鲁西地区有许多中生代侵位的小规模岩体。分布于鲁西隆起北部的有济南辉长岩体(锆石 LA-ICP-MS U-Pb 测年结果为 128~134 Ma)<sup>[1]</sup>、茶叶山辉长岩体及金岭闪长岩体等,构成一个岩浆活动带。该带以东的邹平岩体为橄榄苏长辉长岩-二辉闪长岩(角闪闪长岩)-石英二长岩组合。分布于鲁西地区南部的为平邑铜石岩体(二长闪长斑岩-二长斑岩、正长斑岩组合)和枣庄沙沟岩体(辉石岩-二长闪长岩-正长岩组合)。分布于鲁西地区东部、近沂沭断裂带的为以沂南铜井岩体为代表的闪长(玢)岩-石英二长闪长(玢)岩-花岗(斑)岩组合。鲁西地区中生代火成活动划为中侏罗世和早白垩世2个阶段:铜石杂岩体斑状细粒闪长岩的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄加权平均值为(175.7±3.8) Ma<sup>[2]</sup>,岩体被中-晚侏罗世淄博群三台组不整合覆盖,说明铜石岩体侵位时间为中侏罗世(属燕山早期侵入岩),代表了鲁西地区燕山早期的钙碱性岩浆活动;其他中生代岩浆活动时代多数集中在 110~130 Ma 的早白垩世(属燕山晚期侵入岩)。鲁西地区中生代侵入岩期次划分方案见表 1。

## 1 中侏罗世(燕山早期)侵入岩

分布于铜石镇南的杂岩体由石英二长闪长斑岩及二长斑岩、正长斑岩 2 个阶段岩浆活动产物组成,

每一阶段又分出数次侵位。岩体侵入于太古宙及古生代地层,中-晚侏罗世淄博群三台组不整合覆盖于石英二长闪长斑岩之上,并见风化壳和含有斑岩砾石的底砾岩。胡华斌等 2004 年对斑状细粒闪长岩中单颗粒锆石 18 个样品点进行分析,获得了 2 组谐和年龄数据,其中有 10 个分析点的<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄为 167.9~183 Ma,加权平均值为(175.7±3.8) Ma,指示了铜石杂岩体的结晶年龄为中侏罗世;另外 8 个分析点的<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb 年龄为 2502~2554 Ma,加权平均值为(2518±11) Ma,代表了岩体侵位过程中捕获的新太古代侵入岩锆石的年龄<sup>[2]</sup>。林景任等 1996 年测得铜石杂岩体西皋二长闪长玢岩的<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 年龄为(189.8±0.2) Ma,二长斑岩的<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 年龄为(188.4±1.6) Ma<sup>[3]</sup>。

铜石杂岩体的形成年龄数据与岩体被中-晚侏罗世淄博群三台组不整合覆盖现象吻合。说明铜石杂岩体侵位年龄为中侏罗世(燕山早期)的 168~180 Ma,亦即鲁西地区存在燕山早期构造-岩浆热事件,与之相关的归来庄金矿也在此时期形成。

## 2 早白垩世(燕山晚期)侵入岩

鲁西地区早白垩世(燕山晚期)侵入岩划分为 5 个阶段:

\* 收稿日期:2008-09-09;修订日期:2009-01-31;编辑:游文澄

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 鲁西地区中生代侵入岩期次划分方案

地质年代				岩石单位				本次划分新代号***		
代	纪	世(期)	阶段	岩体(超单元) 典型产地(单元)	岩性	同位素地质年龄(Ma)	1: 50万山东省地质图(2007)*		1: 50万山东省地质图(1997)**	
中 白 垩 世 ( 燕 山 晚 期 )	生 垩 代	早 白 垩 世 ( 燕 山 晚 期 )	第五阶段	卧福山	刘鲁庄	晶洞细粒二长花岗岩		$K_1wL\eta\gamma$	$WL\eta\gamma_5^3$	$\eta\gamma fK_1^5$
					水牛山	晶洞中粒二长花岗岩		$K_1wS\eta\gamma$	$WS\eta\gamma_5^3$	$\eta\gamma mK_1^5$
					兴隆庄	晶洞粗粒二长花岗岩		$K_1wX\eta\gamma$	$WX\eta\gamma_5^3$	$\eta\gamma cK_1^5$
			第四阶段	雪野	郗山	细粒含霓辉石英正长岩		$Jt\xi o$	$t\xi o_5^2$	$\xi o\pi fK_1^4$
						沙沟	细粒含黑云辉石英正长岩	黑云母 K - Ar(121 ~ 133) <sup>[4]</sup>	$JtS\xi$	$tS\xi_5^2$
					关帝庙	细粒含磷灰石黑云母透辉岩	沙沟黑云母辉石岩黑云母 <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar坪年龄(115.1 ± 1.1) <sup>[3]</sup>	$JtG\psi$	$tG\psi_5^2$	$\psi fK_1^4$
						鹿野	碳酸岩	黑云母 K - Ar(122.943 ± 0.7), (134.943 ± 1.8), (132.958 ± 0.75) <sup>[4]</sup>	$K_1xL\chi C$	$xL\chi C_5^3$
					腰关	斑状蛭石化含磷灰石云母岩		$K_1xY\chi\beta$	$xY\chi\beta_5^3$	$\chi\beta K_1^4$
						第三阶段	苍山	辉家庄	二长花岗细晶岩	
			于山	中细斑二长花岗斑岩	全岩 K - Ar 金厂 112 <sup>①</sup> , 峙山 110 <sup>②</sup>			$K_1cY\eta\gamma\pi$	$cY\eta\gamma\pi_5^3$	$\eta\gamma\pi K_1^3$
			铁铜沟	斑状中细粒二长花岗岩	黑云母 K - Ar 125, 全岩 K - Ar 112 <sup>[4]</sup>			$K_1cT\eta\gamma$	$cT\eta\gamma_5^3$	$\eta\gamma\pi K_1^3$
			磨坑	粗斑花岗闪长斑岩(含东南沟中粗斑含角闪石英二长斑岩)	虎头崖花岗闪长斑岩黑云母 K - Ar 135 <sup>③</sup> , <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar (124.4 ± 0.3) <sup>[5]</sup>			$K_1cM\gamma\delta\pi$	$cM\gamma\delta\pi_5^3$	$\gamma\delta\pi K_1^3$
			莲子汪	中粒含黑云花岗闪长岩	莲子汪全岩 K - Ar 121, 125.31 <sup>④</sup>			$K_1cL\gamma\delta$	$cL\gamma\delta_5^3$	$\gamma\delta mK_1^3$
			柳河	中斑石英闪长玢岩	栗园全岩 K - Ar(125.81 ± 2.42) <sup>④</sup>			$K_1cL\delta o\mu$	$cL\delta o\mu_5^3$	$\delta o\mu K_1^2$
			栗园	中粗斑含角闪石英二长闪长玢岩	栗园斜长石 K - Ar(143.79 ± 3.42) <sup>⑤</sup> 铁寨角闪石 <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar (124.1 ± 0.6) <sup>[5]</sup>			$K_1cL\eta\delta o\mu$	$cL\eta\delta o\mu_5^3$	$\eta\delta o\mu K_1^3$
			高山	巨斑角闪石英二长斑岩				$K_1cS\eta o\pi$	$cS\eta o\pi_5^3$	$\eta o\pi K_1^3$
			王家庄	斑状中粒石英二长岩	全岩 K - Ar(128.86 ± 1.77) <sup>⑤</sup> 东阿陀黑云母 <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar坪年龄(115.1 ± 0.3) <sup>[3]</sup>			$K_1cW\eta o$	$cW\eta o_5^3$	$\eta o\pi K_1^3$
			北寺	中粗粒含辉石石英二长岩(含化庄中粗粒含黑云角闪石英二长岩)	北寺中粗粒含辉石石英二长岩雪山全岩 K - Ar 124 <sup>⑤</sup> 化庄虎伏山全岩 K - Ar 117 <sup>⑤</sup>			$K_1cB\eta o$	$cB\eta o_5^3$	$\eta o\pi - cK_1^3$
			第二阶段	沂南	马鞍山	中粒辉石二长岩		$T_1jM\eta$	$jM\eta_5^1$	$\eta mK_1^2$
					大朝阳	中细斑二长闪长玢岩	K - Ar 112.5 <sup>[4]</sup>	$K_1yD\eta\delta\mu$	$yD\eta\delta\mu_5^3$	$\eta\delta\mu K_1^2$
					铜汉庄	石英闪长玢岩	K - Ar 121.6 <sup>[4]</sup>	$K_1yT\delta o\mu$	$yT\delta o\mu_5^3$	$\delta o\mu K_1^2$
					核桃园	细粒角闪石英闪长岩		$K_1yH\delta o$	$yH\delta o_5^3$	$\delta o fK_1^2$
					靳家桥	角闪闪长玢岩		$K_1yJ\delta\mu$	$yJ\delta\mu_5^3$	$\delta\mu K_1^2$
					邱家庄	斑状细粒角闪闪长岩(含赵家鹊山斑状细粒含黑云角闪闪长岩)	花山黑云母、角闪石 K - Ar 111.66, 127.14, 129.51 <sup>[4]</sup>	$K_1yQ\delta$	$yQ\delta_5^3$	$\delta\pi K_1^2$
					上水河	细粒角闪闪长岩	金岭黑云母闪长岩 12 粒锆石 U - Pb(128.5 ± 5) ~ (141 ± 7), 平均(132.8 ± 4.2) <sup>[6]</sup>	$K_1yS\delta$	$yS\delta_5^3$	$\delta fK_1^2$
					大有	中细粒含黑云角闪闪长岩		$JbD\delta$	$bD\delta_5^2$	$\delta m - fK_1^2$

续表 1

地质年代				岩石单位					本次划分新代号***	
代	纪	世(期)	阶段	岩体(超单元)	典型产地(单元)	岩性	同位素年龄(Ma)	1:50万山东省地质图(2007)*		1:50万山东省地质图(1997)**
中生代	白垩纪	早白垩世	第二阶段	沂南	西杜	中粒含黑云辉石角闪闪长岩	铁铜沟辉石闪长岩 13 粒锆石 U-Pb(129 ± 3) ~ (142 ± 5), 平均(134.5 ± 2.3) <sup>[6]</sup>	JbXδ	bXδ <sub>5</sub> <sup>2</sup>	δmK <sub>1</sub> <sup>2</sup>
					东明生	中细粒辉石闪长岩	黑云母 K-Ar 121, 139.32 <sup>[4]</sup>	K <sub>1</sub> yDδ	yDδ <sub>5</sub> <sup>3</sup>	νδm - fK <sub>1</sub> <sup>2</sup>
		晚白垩世(燕山晚期)	第一阶段	济南	燕翅山	细粒辉长岩(含黄花山细粒黑云辉长岩)		T <sub>1</sub> jYν	jYν <sub>5</sub> <sup>1</sup>	νδfK <sub>1</sub> <sup>1</sup>
					金牛山	中细粒辉长岩		T <sub>1</sub> jJν	jJν <sub>5</sub> <sup>1</sup>	νm - fK <sub>1</sub> <sup>1</sup>
				药山	中粒苏长辉长岩(含匡山中粒含橄榄苏长辉长岩、涝洼中粒苏长辉长岩)	药山、华山、鹊山辉长岩 30 粒锆石 U-Pb 124 ~ 142, 平均(130.8 ± 1.5) <sup>[1]</sup> , 匡山中粒含橄榄苏长辉长岩 11 粒锆石 U-Pb(127 ± 2) <sup>[1]</sup>	T <sub>1</sub> jYν	jYν <sub>5</sub> <sup>1</sup>	νmK <sub>1</sub> <sup>1</sup>	
				茶叶山	中细粒苏长辉长岩(含山张庄中细粒含黑云角闪苏长辉长岩)	全岩 K-Ar 153, 162 <sup>⑥</sup> , 铁铜沟 15 粒锆石 U-Pb(119 ± 3) ~ (142 ± 4), 平均(131.48 ± 4.9) <sup>[6]</sup>	K <sub>1</sub> yCν	yCν <sub>5</sub> <sup>3</sup>	νm - fK <sub>1</sub> <sup>1</sup>	
				无影山	中粒含苏长橄榄辉长岩		T <sub>1</sub> jWν	jWσν <sub>5</sub> <sup>1</sup>	σνmK <sub>1</sub> <sup>1</sup>	
				萌山	细粒橄榄辉长岩	茶叶山橄榄辉长岩黑云母 <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar 坪年龄(112.5 ± 1.3) <sup>[3]</sup>	K <sub>1</sub> yMν	yMν <sub>5</sub> <sup>3</sup>	σνfK <sub>1</sub> <sup>1</sup>	
				凤凰峪	中粒角闪石岩		JbFψo	bFψo <sub>5</sub> <sup>2</sup>	ψomK <sub>1</sub> <sup>1</sup>	
				侏罗纪	中侏罗世(燕山早期)	铜石	崔家沟	中细斑霓辉二长斑岩		JtCηπ
	东马山	中细斑石英正长斑岩					JtDξoπ	tDξoπ <sub>5</sub> <sup>2</sup>	ξoπJ <sub>2</sub>	
	吴家沟	中斑角闪正长斑岩(含龙宝山头中斑含霓辉正长斑岩)	龙宝山头中斑含霓辉正长斑岩长石 K-Ar(174.11 ± 3.47) <sup>⑦</sup>				JtWξπ	tWξπ <sub>5</sub> <sup>2</sup>	ξπJ <sub>2</sub>	
	十字庄	粗斑二长斑岩	角闪石 <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar(188.4 ± 1.2) <sup>⑧</sup>				JtSηπ	tSηπ <sub>5</sub> <sup>2</sup>	ηπcJ <sub>2</sub>	
	李家寨	中斑含辉石角闪二长斑岩					JtLηπ	tLηπ <sub>5</sub> <sup>2</sup>	ηπmJ <sub>2</sub>	
	麻窝	细斑含辉石二长斑岩	麻窝东沟 <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar 坪年龄(188.4 ± 1.5) <sup>[3]</sup>				JtMηπ	tMηπ <sub>5</sub> <sup>2</sup>	ηπfJ <sub>2</sub>	
	南坦	中粗斑石英二长闪长玢岩	西泉西岭角闪石 <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar 坪年龄(189.8 ± 0.2) <sup>[3]</sup>				JtNηδομ	tNηδομ <sub>5</sub> <sup>2</sup>	ηδομJ <sub>2</sub>	
	榆林	中细斑含角闪二长闪长玢岩	角闪石 <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar(189.2 ± 2) <sup>④</sup>				JtYηδμ	tYηδμ <sub>5</sub> <sup>2</sup>	ηδμJ <sub>2</sub>	
	阴阳寨	辉石闪长玢岩	全岩 K-Ar(119.6 ± 1.96) <sup>⑧</sup>				JtYδμ	tYδμ <sub>5</sub> <sup>2</sup>	δμJ <sub>2</sub>	
	西封山	斑状细粒角闪闪长岩	锆石 SHRIMP167.9 ~ 183, 平均(175.7 ± 3.8) <sup>[2]</sup>	JtXδ	tXδ <sub>5</sub> <sup>2</sup>	δpJ <sub>2</sub>				

\* 1:50 万山东省地质图(2007)由山东省国土资源信息中心编制; \*\* 1:50 万山东省地质图(1997)由山东省地质矿产局编制; \*\*\* 本次划分按全国区域地质综合技术要求(2008),对侵入岩采用岩性+时代的表示方法,并在岩性代号后面加英文的第 1 个字母表示主要结构构造,即细粒用 f,中粒用 m,中-细粒用 m-f,粗粒用 c,中-粗粒用 m-c,斑状用 p 表示。

- ① 山东省地矿局第二地质队,1:5万沂南幅区域地质调查报告,1986年。
- ② 山东省地矿局第八地质队,1:5万沂水、夏蔚幅区域地质调查报告,1989年。
- ③ 山东省第七地质矿产勘查院,1:5万山亭等四幅区域地质调查报告,1995年。
- ④ 山东省地矿局第二地质队,1:5万苍山等四幅区域地质调查报告,1990年。
- ⑤ 山东省地矿局第一地质队,1:5万章丘等四幅区域地质调查报告,1987年。
- ⑥ 山东省地矿局第一地质队,1:20万章丘幅区域地质调查报告,1988年。
- ⑦ 山东省地矿局第七地质队,1:5万费县等三幅区域地质调查报告,1990年。
- ⑧ 山东省第二地质矿产勘查院,1:5万平邑等四幅区域地质调查报告,1995年。

第一阶段侵入岩:主要为辉长岩类,出露于济南、埠村、邹平、沂南县铜井、莱芜等地,以济南辉长岩杂岩体为幔源岩浆的代表,锆石 SHRIMP 和 LA-ICP-MS U-Pb 测年结果为 134~128 Ma,形成于早白垩世早期。

第二阶段侵入岩:为闪长岩-石英二长岩杂岩体,分布于章丘市埠村、邹平、桓台金岭、沂南县铜井、莱芜、临朐铁寨、苍山等地。

第三阶段侵入岩:主要由莱芜铁铜沟斑状中细粒二长花岗岩、蒙阴虎头崖花岗闪长斑岩、汶上卧福山二长花岗岩、苍山粗斑花岗闪长斑岩、中粒含黑云花岗闪长岩等组成。以上侵入岩构成济南辉长岩杂岩体、埠村辉长岩-闪长岩杂岩体、邹平辉长岩-二长岩杂岩体、桓台金岭闪长岩杂岩体、沂南铜井辉长岩-闪长(玢)岩-石英二长闪长(玢)岩-花岗(斑)岩杂岩体、莱芜辉长岩-闪长岩杂岩体、蒙阴虎头崖花岗闪长斑岩杂岩体、临朐铁寨闪长岩-正长闪长斑岩杂岩体、苍山粗斑花岗闪长斑岩、中粒含黑云花岗闪长岩杂岩体等。

第四阶段侵入岩:规模小,主要有淄博、莱芜一带的碳酸岩、云母岩,鹿野碳酸岩,腰关斑状蛭石化含磷灰石云母岩和枣庄袁家寨、井子峪一带的云母岩,沙沟细粒含黑云辉石正长岩,郗山细粒含霓辉石英正长岩等富钾侵入岩, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  测年结果表明,它们形成年龄为(124.3~114.7) Ma,可能起源于俯冲陆壳在地幔源区发生混染和交代作用时所形成的富集型地幔的部分熔融体<sup>[7]</sup>。

第五阶段侵入岩:为汶上卧福山杂岩体,由晶洞二长花岗岩类(粗粒晶洞二长花岗岩、中粒晶洞二长花岗岩、细粒晶洞二长花岗岩)组成,可与崂山超单元浮山亚超单元晶洞二长花岗岩类对比。

## 3 鲁西中生代主要杂岩体(岩体)特征

### 3.1 济南辉长岩杂岩体

济南辉长岩集中分布于济南市区周围,大部分被第四系覆盖,呈近 EW 向不规则的椭圆形复式岩株产出,侵入于奥陶纪马家沟组和石炭-二叠纪地层中。主要有无影山中粒橄榄苏长辉长岩、匡山中粒含橄榄苏长辉长岩、药山中粒苏长辉长岩、燕翅山细粒辉长岩、金牛山中细粒辉长岩和马鞍山中粒辉石二长岩。济南药山、鹊山和华山辉长岩中 30 粒锆石

LA-ICP-MS U-P 测年结果都集中于谐和线的(124±2)~(142±4) Ma 之间,其 30 粒锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄的加权平均值为(130.8±1.5) Ma;匡山辉长岩中 11 粒锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄的加权平均值为(127±2) Ma<sup>[1]</sup>,这表明济南辉长岩的形成时代为早白垩世。

### 3.2 章丘埠村杂岩体

埠村镇六家圈一大有一带中生代闪长质杂岩体(简称埠村杂岩体)出露较好,其与奥陶纪马家沟组灰岩侵入接触带常形成夕卡岩型铁矿。埠村杂岩体主要由早期侵入的山张庄中细粒含黑云角闪苏长辉长岩和晚期侵入的西杜中粒含黑云辉石角闪闪长岩、大有中细粒含黑云角闪闪长岩和赵家鹊山斑状细粒含黑云角闪闪长岩组成。因其形成晚于济南辉长岩体,故取消了原划分的燕山早期埠村超单元,将辉长岩归入济南超单元,闪长岩类归入沂南超单元,均属于早白垩世侵入岩。

### 3.3 邹平辉长岩-二长岩杂岩体

邹平火山岩盆地位于鲁西隆起北部边缘与济阳凹陷的交接处。区内侵入岩十分发育,构成一套基性-中偏碱性的侵入杂岩体,空间上受火山构造控制,为火山活动过程中与火山岩同源、同期或稍晚的岩浆侵入产物。从早到晚划分为 3 个阶段,同属燕山晚期产物。其中第二阶段早期的岩体与矿化关系密切,王家庄铜矿床即产在斑状中粒石英二长岩(原称石英正长闪长岩)中。

第一阶段岩浆侵入活动形成橄榄苏长辉长岩、苏长辉长岩、辉绿玢岩、黑云母辉长岩、闪长玢岩等,为多次基性侵入形成的杂岩体,主体岩性为苏长辉长岩。呈环状产出,为 NW 弧形内倾岩墙。

第二阶段岩浆侵入活动形成闪长岩-石英二长岩、正长闪长岩、二长岩。在大临池至王家庄一带,岩体沿 NNW 向构造岩浆带断续分布,其中规模最大的王家庄岩体和碑楼岩体,与铜矿化关系极为密切。王家庄石英二长岩体 K-Ar 同位素年龄 144.98,141.5,132.22,128 Ma;邹平四尖山石英二长岩黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄为(115.1±0.3) Ma<sup>[3]</sup>。西董环状二长岩体 K-Ar 同位素年龄为 117 Ma 和 92 Ma;正长闪长岩体 K-Ar 同位素年龄 121.02~76 Ma<sup>[1]</sup>。

第三阶段岩浆侵入活动有石英二长岩、二长斑

岩、正长斑岩及碱钙性潜火山岩侵入。

### 3.4 桓台金岭杂岩体

位于淄博张店区花山一带,主要由中细粒黑云母闪长岩和辉石闪长岩构成,其中含有较多的幔源辉石岩和橄榄岩包体。岩体形态和展布方向严格受NE向的短轴背斜控制。围岩为中奥陶统灰岩和石炭-二叠系砂岩、页岩。黑云母闪长岩中锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年结果为  $(132.8 \pm 4.2) \text{Ma}^{[6]}$ 。

### 3.5 沂南铜井闪长(斑)岩杂岩体

该类杂岩体分布于鲁西沂南铜井一带,靠近沂沭断裂带。岩性由辉长岩、闪长玢岩、石英闪长玢岩、二长闪长玢岩、花岗闪长斑岩、石英斑岩等组成。K-Ar 全岩及单矿物测年结果多在 110~126Ma 间。

### 3.6 临朐铁寨杂岩体

临朐铁寨杂岩体分布于临朐三岔一带,主要由二长闪长岩-花岗闪长岩-正长闪长玢岩组成。呈椭圆-不规则状产出。侵入的围岩为寒武纪地层。对二长闪长岩中普通角闪石所作的  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  的测年结果为  $(124.1 \pm 0.6) \text{Ma}^{[8]}$ 。正长闪长玢岩普通角闪石  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  坪年龄为  $(124.9 \pm 0.2) \text{Ma}^{[5]}$ 。

### 3.7 莱芜杂岩体

分布于铁铜沟、矿山、金牛山、角峪等地,主要由辉长岩类(苏长辉长岩、角闪辉长岩)及辉石闪长岩-闪长岩-石英二长岩-斑状花岗闪长岩组成。辉石闪长岩黑云母的  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  坪年龄为  $(132.8 \pm 0.3) \text{Ma}^{[5]}$ 。

铁铜沟岩体辉长苏长岩 LA-LC-PMS U-Pb 谐和加权平均年龄  $(131.4 \pm 4.9) \text{Ma} (n=15)$ ; 辉石闪长岩 LA-LC-PMS U-Pb 谐和加权平均年龄  $(134.5 \pm 2.3) \text{Ma} (n=13)$ , 岩体中含有浑圆状锆石,其 U-Pb 谐和加权平均年龄  $(2513 \pm 54) \text{Ma}$ , 是新太古代侵入岩残余锆石<sup>[6]</sup>。

### 3.8 蒙阴虎头崖杂岩体

主要分布于蒙阴县虎头崖一带,由中粒角闪闪长玢岩-石英闪长玢岩-花岗闪长斑岩组成。中斑角闪闪长玢岩侵入到侏罗纪三台组中,该杂岩体主要侵入寒武-奥陶纪地层。花岗闪长斑岩黑云母的  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  坪年龄为  $(124.4 \pm 0.3) \text{Ma}^{[5]}$ 。

### 3.9 苍山杂岩体

由上砚台岭闪长岩类(角闪闪长岩、斑状角闪

闪长岩、角闪闪长玢岩)-栗园闪长玢岩类-柳河石英闪长玢岩类-莲子汪花岗闪长岩类(边缘相为花岗闪长玢岩,过渡相为似斑状含黑云花岗闪长岩,中心相为黑云花岗闪长岩)组成。莲子汪花岗闪长岩黑云母 K-Ar 年龄  $(125.31 \pm 1.83) \text{Ma}^{[4]}$ 。

### 3.10 汶上卧福山杂岩体

由晶洞二长花岗岩类组成,可与鲁东地区崂山超单元浮山亚超单元晶洞二长花岗岩类对比。卧福山岩体中粒晶洞二长花岗岩黑云母 K-Ar 年龄  $82.71 \text{Ma}$ , 全岩 K-Ar 年龄  $64.44 \text{Ma}^{[4]}$ , 该年龄明显偏低。

### 3.11 枣庄沙沟-郯山杂岩体

枣庄沙沟岩体由黑云母透辉岩和黑云母辉石正长岩及石英正长斑岩组成。黑云母透辉岩是最早侵位的,呈包体状分布在黑云母辉石正长岩中。黑云母透辉岩黑云母  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  坪年龄为  $(115.1 \pm 1.1) \text{Ma}$ 。郯山岩体主要为细粒霓辉石英正长岩,其侵入于沙沟岩体黑云母透辉岩和黑云母辉石正长岩中。枣庄东流井岩体主要由花岗闪长斑岩构成,角闪石  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  坪年龄均为  $(124.9 \pm 0.2) \text{Ma}^{[5]}$ 。

### 3.12 莱芜雪野杂岩体

雪野杂岩体断续分布于莱芜雪野-淄博市东石马一带,呈岩墙、岩脉状侵入于寒武-奥陶纪和二叠纪地层,仅包括腰关蛭石化云母岩、鹿野碳酸岩。其黑云母 K-Ar 同位素年龄值为 122.94, 132.96, 134.94 Ma。结合野外,形成于早白垩世中晚期。

## 4 鲁西地区中生代侵入岩形成演化探讨

鲁西地区的岩浆活动与太平洋板块对欧亚板块的俯冲有关,并与沂沭断裂的活动有密切联系,此时在鲁西地质块体上 NW 向的断裂频频活动,该组断裂的强烈拉张最早发生在早侏罗世,发育于鲁西的南部,生成了高钾钙碱性-高钾碱性的岩石组合(如铜石杂岩体),至早白垩世地壳拉张活动加剧,南部区的 NW 向断裂切割深度大,从上地幔生成了碱性岩浆,北部区 NW 向断裂亦切割到上地幔,生成了钙碱性的辉长质岩浆,它与上部壳层产生的熔体发生了混染,生成了二辉闪长质岩浆(水分较高条件下生成了角闪闪长质岩浆),而二长质岩浆是在混入了更多的酸性熔融体的情况下产生的。在此时期,近沂沭断裂带的地段,早白垩世较早阶段生成的辉

长质岩浆发生混染生成了闪长质岩浆,上部的壳层则产生了花岗质岩浆。后一组岩石多分布于较远离沂沭断裂带的部位,它们也沿NW向断裂活动,如滕州桑村岩体、蒙阴的虎头崖岩体等<sup>[3]</sup>。

华北克拉通东部早白垩世济南辉长岩和同时代花岗质岩石的存在代表了双峰式岩浆作用的特征,进而反映了强烈伸展环境的地球动力学背景。鲁西—徐淮地区存在一套辉石闪长岩—二长闪长岩花岗闪长岩组成的岩石,锆石 SHRIMP 和 LA-ICP-MS U-Pb 测年结果表明它们形成于早白垩世(130~132 Ma)。该类岩石具有较高的 MgO 含量和高的 Sr/Y 值。这些特征类似于由俯冲大洋板块部分熔融形成的岩石。然而,它们所表现出来的相对较高的<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr 初始比值和较低的  $\epsilon$ Nd(t) 值则反映岩浆形成或演化过程中应有陆壳物质的参与。徐淮地区该类岩石中榴辉岩类捕虏体和石榴子石捕虏晶体的存在和鲁西辉石闪长岩中众多地幔橄榄岩捕虏体的发现,以及这些捕虏体中普遍发育的富硅质交代作用,均可判定该类岩浆起源于拆沉下部大陆地壳的部分熔融且在上升过程中与地幔橄榄岩发生过反应,石榴子石作为残留相保存下来。华北克拉通东部早白垩世高镁闪长岩体的存在以及榴辉岩类捕虏体的年代学特征表明,中生代早期曾存在一次重要的陆壳加厚过程,之后相继出现的加厚岩石圈的拆沉应是中生代岩石圈减薄的主导机制<sup>[8]</sup>。

<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 定年结果表明,鲁西富钾火山岩的形成年龄为(124.3~114.7)Ma,煌斑岩的形成年龄为119.6 Ma,它们最可能起源于俯冲陆壳在地幔源区发生混染和交代作用时所形成的富集型地幔的部分

熔融体<sup>[7]</sup>。煌斑岩多分布在火山盆地的外围,主要发育在鲁西地块南缘的枣庄和费县新庄附近。本区淄博、莱芜一带碳酸岩中的磷灰石具有与富钾火山岩和煌斑岩相似的同位素组成<sup>[2]</sup>,枣庄袁家寨和井子峪一带的超镁铁质煌斑岩中含有金云母,其含量在50%以上时可构成云母岩。由于金云母是地幔条件下由俯冲沉积物析出流体或深部来源流体交代作用的产物,因此这类矿物的出现为岩浆源区遭受过富集事件提供了矿物学证据。

## 参考文献:

- [1] 杨承海,许文良,杨德彬.鲁西济南辉长岩的形成时代:锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年证据[J].地球学报,2005,26(4):321-325.
- [2] 胡华斌,毛景文,刘敦一,等.鲁西铜岩体的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及其地质意义[J].地学前缘,2004,11(2):453-459.
- [3] 林景仟,谭东娟,金焯.鲁西地区中生代火成活动的<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 年龄[J].岩石矿物学杂志,1996,15(3):213-220.
- [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.
- [5] 许文良,王冬艳,王清海,等.华北地块中东部中生代侵入杂岩中角闪石和黑云母的<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 定年:对岩石圈减薄时间的制约[J].地球化学,2004,33(3):221-231.
- [6] 杨承海,许文良,杨德彬,等.鲁西中生代高 Mg 闪长岩的成因——年代学与岩石地球化学证据[J].地球科学,2006,31(1):81-92.
- [7] 邱检生,徐夕生,罗清华.鲁西富钾火山岩和煌斑岩的<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 定年及源区示踪[J].科学通报,2001,46(18):1500-1508.
- [8] 许文良,杨承海,杨德彬,等.华北克拉通中生代高 Mg 闪长岩——对岩石圈减薄机制的制约[J].地学前缘,2006,13(2):120-129.

## Division of Mesozoic Intrusive Stages in Luxi Area

Wang Shijin<sup>1</sup>, Zhang Chengji<sup>2</sup>, Yang Enxiu<sup>1</sup>, Song Zhiyong<sup>1</sup>, Wang Lifa<sup>1</sup>, Xu Kemin<sup>1</sup>

(1. Shandong Geological Survey Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Exploration Bureau of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** There are two Mesozoic magmatic activity periods in Luxi area. Jurassic magmatic activity which formed the copper Igneous rock has a smaller scale. Its zircon age of SHRIMP U-Pb is 167.9~183Ma, and the average weighted value is (175.7 ± 3.8) Ma. Magma active area in early Cretaceous is wide and formed a variety of rock series. It also formed many complex, such as complex in Jinan-Bucuo0n-Zouping-Jinling in Zibo area and other complex in Tongjing of Yinan county, Laiwu, Hutouya in Mengyin and Tiezhai in Lihu. Its zircon SHRIMP and LA-ICP-MS U-Pb dating results are 128~134Ma.

**Key words:** Rocks in Intrusive stages; intrusive periods; Mesozoic intrusive rocks; Luxi area