

# 胶东东部荣成超单元的 岩石谱系划分及成因探讨

张丕建 刘殿浩

(山东省第三地质矿产勘查院)

**提要** 胶东东部广泛发育的一套片麻状花岗闪长岩—二长花岗岩系列,依据同源岩浆演化理论,可划分为大时家、威海两个亚超单元,共10个单元,归并为荣成超单元。该超单元位于秦岭—大别—胶南造山带的北东段,呈NE—NNE向展布,侵入于早元古代荆山群及中元古代海阳所超单元中,并被晚元古代玲珑超单元所侵入,形成时代为晚元古代晋宁期(同位素年龄值648~890Ma),属华北板块与扬子板块碰撞同构造期花岗岩。其中大时家亚超单元形成于活动板块边缘,导源于洋—陆俯冲以幔源物质为主,硅铝质物质为辅的壳幔混合岩浆;威海亚超单元形成于陆—陆碰撞带,为硅铝质陆壳广泛熔融的产物。

**关键词** 荣成超单元 岩石谱系划分 晋宁期 同源演化 牟平—威海

## 1 概述

胶东东部牟平—威海地区,位于华北板块东南缘,属秦岭—大别—胶南造山带的北东段。区内广泛发育的一套片麻状花岗闪长岩—二长花岗岩系列,总体上呈NE或NNE向展布,出露面积1980km<sup>2</sup>(图1)。通过综合研究,将该套岩系划为荣成超单元,归于晚元古代晋宁期,为华北板块与扬子板块碰撞同构造期的产物。

## 2 岩石谱系划分及基本特征

荣成超单元按其成分、结构、构造及野外产出特征,进一步分为大时家、威海两个亚超单元,共10个单元(表1)。基本特征如下:

### 2.1 宏观地质特征

早期大时家亚超单元各单元,主要分布于文登大时家、铺里和荣成中村、滕家、兰家庄以及威海泊于家等地,总面积约266km<sup>2</sup>。主要呈岩株状、带状侵入荆山群及海阳所超单元中,宏观上以灰黑—灰色及典型的片麻状、眼球状构造为特征。其中的包体主要为暗色细粒闪长质及榴辉岩。

晚期威海亚超单元各单元,主要分布于威海市区,荣成邱家、御驾山、齐虎山,文登庙山、集东汤家,牟平玉林店、孟良口子,以及乳山的乳山寨等地,总面积约1714km<sup>2</sup>。主要呈

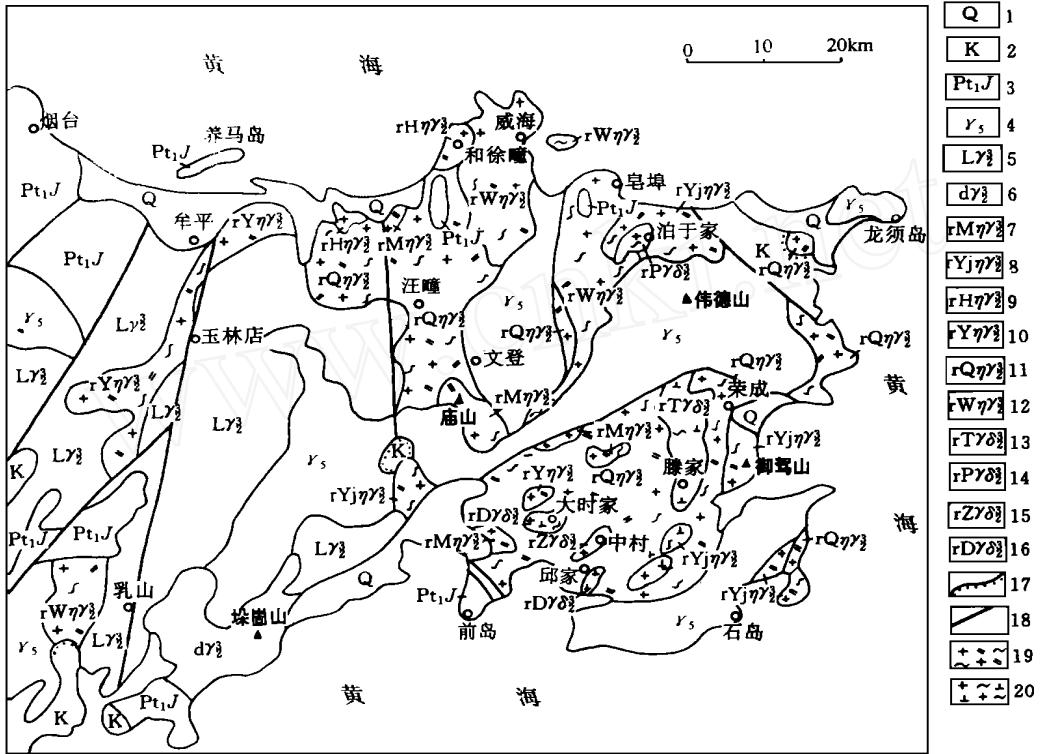


图1 胶东东部荣成超单元分布略图

Fig 1 Distribution sketch of Rongcheng superunit in east of Shandong  
 1—第四系; 2—白垩系; 3—荆山群; 4—中生代侵入岩; 5—玲珑超单元; 6—垛崮山超单元; 7—庙山单元; 8—御驾山单元; 9—和徐疃单元; 10—玉林店单元; 11—邱家单元; 12—威海单元; 13—滕家单元; 14—泊于家单元; 15—中村单元; 16—大时家单元; 17—不整合界线; 18—断裂; 19—片麻状二长花岗岩; 20—片麻状花岗岩闪长岩 (7~ 16为荣成超单元, 其中7~ 12为威海亚超单元, 13~ 16为大时家亚超单元)

表1 胶东东部荣成超单元岩石谱系单位划分

Table 1 Classification of rock pedigree of Rongcheng superunit in east of Shandong

亚超单元	单元	岩性	代号	同位素年龄值(M a)
威海	庙山	细纹片麻状细粒二长花岗岩	rM $\eta$ <sub>2</sub>	796.8(单颗粒锆石U-Pb)
	御驾山	片麻状含磁铁矿细粒二长花岗岩	rYj $\eta$ <sub>2</sub>	757.3, 752.6(锆石U-Pb)
	和徐疃	片麻状含斑中粒含黑云二长花岗岩	rH $\eta$ <sub>2</sub>	
	玉林店	片麻状中细粒含黑云二长花岗岩	rY $\eta$ <sub>2</sub>	856, 890(锆石U-Pb)
	邱家	片麻状细粒含黑云二长花岗岩	rQ $\eta$ <sub>2</sub>	648.8(锆石U-Pb)
大时家	威海	条带片麻状细粒含黑云二长花岗岩	rW $\eta$ <sub>2</sub>	682, 648(锆石U-Pb)、790(K-Ar)
	滕家	条带片麻状细粒含黑云花岗岩闪长岩	rT $\delta$ <sub>2</sub>	737~ 797(锆石U-Pb)
	泊于家	条纹片麻状中细粒含角闪黑云花岗岩闪长岩	rP $\delta$ <sub>2</sub>	
	中村	片麻状斑状中细粒含黑云角闪花岗岩闪长岩	rZ $\delta$ <sub>2</sub>	
	大时家	片麻状中细粒含黑云角闪花岗岩闪长岩	rD $\delta$ <sub>2</sub>	787(单颗粒锆石U-Pb)

岩株状、带状及不规则状侵入大时家亚超单元, 宏观上以色浅(土黄—浅肉红色)及较发育的条纹条带状构造为特征。其中的包体以荆山群、大时家亚超单元为主。

## 2.2 岩石学及岩石化学特征

各单元主要矿物成分及化学成分见表 2、3, 岩石学及岩石化学特征参数见表 4。

## 2.3 副矿物特征

各单元副矿物种类、含量及锆石特征见表 5。

表 2 荣成超单元各单元主要矿物及含量 (%)

Table 2 Major minerals and contents of the units in Rongcheng superunit

亚超单元	单元	样品数	斜长石	钾长石	石英	黑云母	角闪石	磁铁矿
威海	庙山	2	22.15	40.24	36.04	0.53	-	0.98
	御驾山	3	31.86	26.87	37.77	-	-	1.00
	和徐疃	3	38.48	31.19	22.16	4.12	1.73	-
	玉林店	5	36.01	30.83	25.72	6.44	0.52	-
	邱家	8	32.17	30.55	32.32	3.95	0.23	-
大时家	威海	6	36.58	22.63	33.90	4.49	0.25	-
	滕家	7	47.85	17.80	27.36	4.93	2.14	-
	泊于家	1	37.50	12.50	27.50	12.50	5.00	-
	中村	1	40.30	18.00	21.00	8.90	11.80	-
	大时家	7	48.47	13.68	27.68	4.47	5.57	-

表 3 荣成超单元各单元化学成分及含量 (%)

Table 3 Chemical component and its content of the units in Rongcheng superunit

亚超单元	单元	样品数	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	总和
威海	庙山	2	74.17	0.15	12.54	1.42	1.41	0.04	0.26	0.78	3.15	4.48	0.03	0.08	0.99	99.50
	御驾山	4	74.64	0.30	12.12	1.07	1.53	0.11	0.35	1.01	4.40	3.85	0.05	0.06	0.53	100.02
	和徐疃	1	69.18	0.32	14.46	0.95	1.17	0.07	0.85	2.04	3.74	5.48	0.12	0.15	0.80	99.33
	玉林店	8	71.85	0.27	14.14	0.77	1.78	0.07	0.63	1.88	4.18	3.68	0.08	0.07	0.35	99.75
	邱家	6	69.69	0.34	13.63	1.30	1.55	0.09	0.88	2.39	4.42	4.04	0.11	1.15	0.43	100.02
大时家	威海	7	71.00	0.35	14.24	1.27	1.61	0.09	0.85	2.04	4.25	3.69	0.10	0.11	0.16	99.76
	滕家	2	67.46	0.41	15.06	1.04	3.44	0.14	0.89	2.37	5.08	2.74	0.11	0.15	0.45	99.34
	泊于家	1	64.30	0.46	15.46	2.75	3.52	0.15	1.85	4.43	3.85	2.09	0.10	-	-	98.96
	中村	1	64.54	0.58	15.42	2.07	3.09	0.06	2.24	3.81	4.69	2.80	0.25	0.20	0.64	100.39
	大时家	5	63.69	0.72	15.34	3.21	2.73	0.10	1.72	2.82	4.18	3.41	0.16	0.12	1.34	99.54

表4 荣成超单元各单元岩石学及岩石化学特征参数

Table 4 Parameter of petrology and rock chemical characteristics of the units in Rongcheng superunit

亚超单元	单元	结构	构造	$\sigma$	DI	AI	花岗岩类型
威海	庙山	细粒花岗变晶结构	细纹状构造	1.87	89	1.09	S型
	御驾山	细粒花岗变晶结构	片麻状构造	2.22	91	1.02	S型
	和徐疃	斑状结构	片麻状构造	3.21	85	0.92	I型
	玉林店	鳞片花岗变晶结构	片麻状构造	2.24	85	1.04	S型
	邱家	细粒花岗变晶结构	片麻状构造	2.68	84	1.05	S型
	威海	鳞片花岗变晶结构	条带状、片麻状构造	2.38	84	1.02	S型
大时家	滕家	鳞片花岗变晶结构	片麻状构造	2.50	78	0.96	I型
	泊于家	中细粒花岗变晶结构	条纹状、片麻状构造	1.67	56	0.93	I型
	中村	斑状结构	片麻状构造	2.60	61	0.87	I型
	大时家	鳞片花岗变晶结构	片麻状构造	2.78	73	0.96	I型

注:  $\sigma$ 为里特曼指数, DI为分异指数,  $AI = Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O + CaO)$ 。

表5 荣成超单元各单元副矿物种类及含量( $10^{-6}$ )

Table 5 Types and contents of accessory minerals of the units in Rongcheng superunit

亚超单元	单元	样品数	磁铁矿	锆石	榍石	磷灰石	钛铁矿	锐钛矿	金红石	褐帘石	石榴石	锆石特征		
												晶形	长宽比	其它
威海	庙山	1	2190.2	55.4	18.0	47.5	-	-	-	-	-	柱状	3:1	米黄色, 见内裂纹
	御驾山	2	4297.1	17.5	465.3	51.6	-	0.018	-	-	2.80	长柱状	2:1	浅褐色, 见内裂纹
	和徐疃	1	2359.3	24.6	-	261.5	-	-	-	-	-	柱状	1.5~3:1	淡黄色
	玉林店	2	11.0	16.6	17.6	14.1	68.22	-	少量	-	5.08	长柱状	3:1	棕红色
	邱家	5	3256.3	75.6	260.9	81.4	-	0.070	-	7.50	0.03	柱状	1.5~2.5:1	浅米黄色
	威海	3	3647.2	279.2	348.7	93.2	-	0.028	-	-	-	柱状	2~3:1	褐黄色, 见内裂纹
大时家	滕家	3	3481.7	420.5	2219.3	620.3	-	-	微量	-	微量	短柱状	1.5~2.5:1	浅肉红色
	中村	1	2368.0	143.6	微量	30.8	-	-	-	-	13.29	柱状	2:1	浅肉红色, 有内裂纹
	大时家	2	2606.9	36.8	103.6	10.6	几颗	-	几颗	-	少量	长柱状	2:1	无色, 见内裂纹

## 2.4 微量元素特征

各单元微量元素分析结果见表6。

## 2.5 稀土元素特征

岩石的稀土元素分析结果及计算的参数见表 7。

表 7 荣成超单元各单元稀土元素含量( $10^{-6}$ )及有关参数

Table 7 Content of rare earth elements of the units in Rongcheng superunit

亚超单元	单元	样品数	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
威海	庙山	1	28.94	47.15	6.18	33.76	4.32	0.86	3.21	0.43	3.08	0.37
	御驾山	4	51.31	89.07	9.09	37.01	5.77	1.08	5.14	0.82	4.51	0.91
	和徐疃	1	55.40	135.00	18.50	30.20	6.83	2.31	4.34	1.39	3.89	1.00
	玉林店	2	43.00	75.60	9.00	30.30	6.10	0.68	5.10	1.40	5.60	1.10
	邱家	16	31.85	62.61	6.91	25.77	4.68	0.88	3.78	0.66	3.99	0.80
	威海	7	43.68	87.71	10.01	33.64	6.47	1.40	5.07	0.81	4.85	0.96
大时家	滕家	2	73.60	135.00	15.10	48.50	8.70	1.60	6.30	1.00	5.80	1.20
	泊于家	1	50.40	105.00	14.70	33.00	5.62	2.06	3.52	0.78	2.92	0.54
	中村	1	44.22	72.03	9.45	51.57	6.60	1.32	4.90	0.66	4.71	0.56
	大时家	3	43.75	82.90	8.50	31.60	5.10	1.30	3.90	0.61	3.50	0.67
亚超单元	单元	样品数	Er	Tm	Yb	Lu	Y	$\Sigma$ REE	$\Delta$ REE	$\Sigma$ HREE	$\frac{\Sigma$ REE}{\SigmaHREE}	$\delta$ Eu
威海	庙山	1	1.35	0.18	0.99	0.12	8.71	139.65	121.21	9.73	12.46	0.68
	御驾山	4	2.65	0.40	3.09	0.42	27.25	238.52	193.33	17.94	10.80	0.60
	和徐疃	1	2.11	0.24	2.01	0.18	1.28	264.68	248.24	15.16	16.40	1.21
	玉林店	2	3.40	-	3.50	0.52	31.60	216.90	164.68	20.62	7.99	0.36
	邱家	16	2.23	0.36	2.36	0.34	22.13	169.35	132.70	14.52	15.00	0.62
	威海	7	2.80	0.36	2.53	0.37	24.35	225.01	182.91	17.75	10.31	0.67
大时家	滕家	2	3.50	-	3.40	0.51	31.10	335.31	282.50	21.71	13.01	0.64
	泊于家	1	1.10	0.28	0.73	0.72	6.78	234.93	210.78	17.37	12.13	1.62
	中村	1	2.07	0.28	1.51	0.19	13.31	213.38	185.19	14.88	12.40	0.69
	大时家	3	1.90	0.29	1.80	0.28	17.20	203.25	173.10	12.95	13.36	0.86

注: 标准化数值采用里德球粒陨石。

由表可见, 大时家亚超单元各单元  $\Sigma$ REE 为  $203.25 \times 10^{-6} \sim 335.31 \times 10^{-6}$ ,  $\delta$ Eu 一般 0.64~ 0.86, 其配分型式为向右倾斜, 铕略具负异常型。威海亚超单元各单元  $\Sigma$ REE 为  $139.65 \times 10^{-6} \sim 264.68 \times 10^{-6}$ ,  $\delta$ Eu 一般 0.36~ 0.68, 其配分型式为向右倾斜, 铕负异常型。

### 3 形成时代及成因探讨

#### 3.1 形成时代

荣成超单元侵入于早元古代荆山群(1848~ 2484M a, 赵运伦等, 1990)及中元古代海

阳所超单元(1282~ 1472Ma, 赵运伦等, 1990), 被晚元古代玲珑超单元(704Ma, 赵运伦等, 1990)侵入。其同位素地质年龄在 648~ 890Ma 之间(表 1), 故形成时代为晚元古代晋宁期。

### 3.2 成因探讨

综合分析荣成超单元的基本特点, 结合本区地质演化历史, 认为其属华北板块与扬子板块碰撞同构造期花岗岩。论据如下:

(1) 该套岩系产出于特殊的构造地质环境, 宏观上呈NE 向带状及不规则状展布, 平行于造山带的展布方向。其中的包体, 长轴均平行于侵入体展布方向。各单元(尤其是晚期单元)中的副矿物锆石, 多具蚀溶现象而呈“靴状”, 发育有内裂纹, 表明岩体在就位过程中遭受了定向压力的作用<sup>[1]</sup>。

(2) 各单元中普遍发育规模巨大的中部构造相韧性变形带, 并遭受了角闪岩相变质作用。表明岩体就位后, 应力作用继续存在。另外, 各单元携带有大量榴辉岩包体, 也说明其就位于板块活动期。

(3) 据大时家单元中细粒闪长质包体的化学成分分析结果, 采用有关公式<sup>[2]</sup>计算大时家单元的基性端元比例高达 54.61%, 相当于 Hm 型花岗岩<sup>[2]</sup>。据研究, Hm 型花岗岩主要形成于板块活动板缘, 导源于洋-陆俯冲以幔源物质为主、硅铝质物质为辅的壳幔混合岩浆, 说明大时家亚超单元形成于板块活动的早期阶段; 而威海亚超单元中基性端元比例明显降低, 相当于 H<sub>ss</sub>-H<sub>s</sub> 型, 其形成于陆壳碰撞带, 导源于以硅铝质陆壳为主的广泛熔融作用<sup>[2]</sup>。说明威海亚超单元形成于板块活动的陆-陆碰撞阶段。另外, 根据岩石化学成分计算的各单元的 DI 值、AI 值(表 4)也说明了这一成分演化特点。

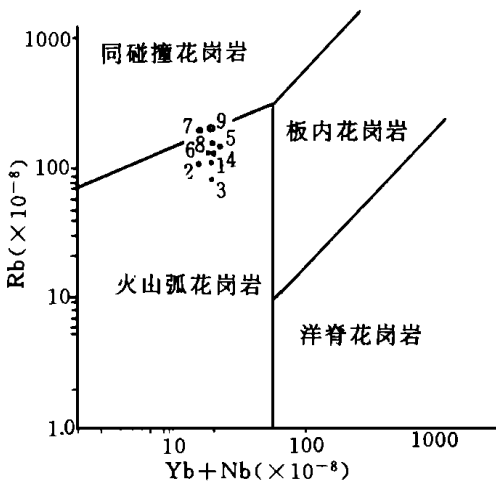


图 2 不同类型花岗岩的 Rb<sup>-</sup>(Yb+Nb) 图解 (据 Pearce, 1984)

Fig 2 Rb<sup>-</sup>(Yb+Nb) diagram of different types granites

- 1—大时家单元; 2—中村单元; 3—泊于家单元;
- 4—滕家单元; 5—威海单元; 6—邱家单元;
- 7—玉林店单元; 8—御驾山单元; 9—庙山单元;

等(1984)的花岗岩形成环境分类图解(图 2)中, 本区各单元投点, 均位于火山弧与同碰撞花岗岩的分界线一带, 早期大时家亚超单元的投点, 更偏向于弧区花岗岩一侧。表明早期各单元形成于火山弧区, 即板块俯冲阶段; 而晚期各单元则形成于陆-陆碰撞阶段。

各单元稀土元素配分型式多为铈负异常轻稀土富集型, 铈负异常的强度, 由早到晚呈增强趋势。表明各单元在由老到新的演化过程中, 岩石的分异程度增强。早期各单元 δEu

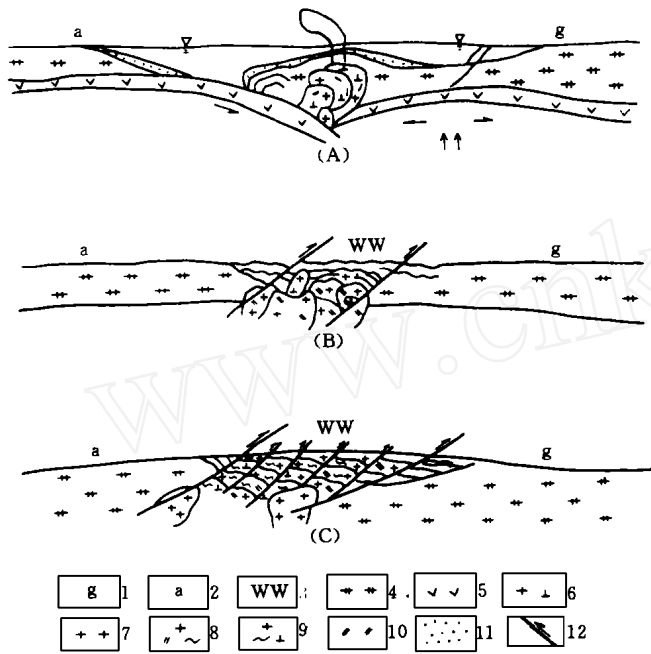


图 3 荣成超单元成因及演化示意图

Fig 3 Sketch showing the origin and evolution of Rongcheng superunit

- 1—华北板块; 2—扬子板块; 3—文登-威海地体; 4—硅铝壳; 5—硅镁壳;
- 6—花岗闪长岩; 7—玲珑超单元; 8—片麻状二长花岗岩; 9—片麻状花岗岩;
- 10—基性、超基性岩; 11—表壳岩; 12—断裂带

值接近于 1, 表明其与幔源物质具有亲缘关系; 晚期各单元的  $\delta\text{Eu}$  值与陆壳物质较为一致<sup>[3]</sup>。

综合上述分析, 认为荣成超单元的形成演化过程如图 3 所示。

晚元古代早期(图 3 - A), 扬子板块向华北板块俯冲, 在华北板块的南缘形成了伸展构造带。在深部层次(下地壳), 俯冲下去的超镁铁质及镁铁质堆积岩, 由于幔隆异常及俯冲产生的巨大的剪切热, 发生了部分熔融, 壳幔混合岩浆分异结晶形成石英闪长岩—花岗闪长岩类, 沿弧区的引张构造上升侵位, 形成了大时家亚超单元(由于后期改造作用较强, 本区没有发现石英闪长岩, 邻区胶南已有发现)。

晚元古代中期(图 3 - B), 华化、扬子板块发生陆-陆碰撞, 由于巨大的挤压剪切热, 在深部造成硅铝质陆壳的广泛熔融, 在

挤压应力作用下岩浆以底辟形式上侵就位, 形成二长花岗岩类的威海亚超单元。

晚元古代晚期(图 3 - C), 板块碰撞后挤压应力继续作用, 沿华北板块南缘的伸展构造带, 裂解下来的文-威造山带逆冲于华北板块之上。由于构造逆冲作用, 深部就位的荣成超单元被抬升至地壳浅(表)部层位, 并形成了规模巨大的韧性剪切带。

综上所述, 本区荣成超单元应为华北、扬子板块碰撞同构造期的产物, 形成于晚元古代晋宁期。

本文在成文过程中, 引用了第三地质矿产勘查院 1:5 万石岛等八幅、1:5 万牟平县等六幅和第六地质矿产勘查院 1:5 万威海等九幅区域地质调查报告中的部分资料。文稿承蒙赵运伦高级工程师审阅, 文中插图由本队绘图室清绘, 孔艳同志帮助抄写, 在此表示衷心感谢。

### 参 考 文 献

- [1] 万汉钟. 定向压力对岩体及矿物的影响. 中国区域地质, 1982, (1) 131~ 137
- [2] 周均若. 花岗岩的混合作用. 地学前缘, 1994, 1(1): 87~ 96
- [3] 高秉璋等. 花岗岩区 1:5 万区域地质填图方法指南. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991. 30~ 31

## CLASSIFICATION OF ROCK PEDIGREE OF RONGCHENG SUPERUNIT AND DISCUSSION ON ITS ORIGIN

Zhang Peijian and Liu Dianhao

(No. 3 Exploration Institute of Geology and Minerals of Shandong)

### Abstract

On the basis of comagmatic evolution theory, the gneissic granodiorite and monzonitic granite which widely spread in the east of Jiaodong (east of Shandong) can be divided into Dashijia and Weihai sub-superunit and 10 units, and constitutes Rongcheng superunit. This superunit distributes in northeast part of Qinling-Dabei-Jiaonan tectonic belt, stretching in NE to NNE, intruding into Paleoproterozoic Jingshan group and Mesoproterozoic Haiyangsuo superunit, intruded by Neoproterozoic Linglong superunit, and formed during Neoproterozoic Jingshan period (isotopic age is 648~890Ma), which is during syntectonic period of the collision between Huabei and Yangtze block. Dashijia sub-superunit formed in the edge of movable plate, and caused by underthrust between an oceanic plate and a continental plate, and constituted by crust-mantle mixed mass which is mainly mantle mass with some crustone. Weihai sub-superunit formed in continental to continental collision belt, and constituted by the melt mass of the sialic continental crust.

**Key words:** Rongcheng superunit, classification of rock pedigree, Jinning period, comagmatic evolution, Muping-Weihai

### “聊城地矿”已入因特网(Internet)

由聊城市地质矿产局制作的“聊城地矿”栏目,在聊城市信息中心的协助下,已于5月12日顺利联入因特网(Internet),从而成为我省(地)矿管部门率先为该网络提供信息的用户。该栏目首批入网的主要内容有“聊城市矿产资源现状与开发前景”、“中华人民共和国矿产资源法”及“地质矿产行政主管部门主要职责”等7项,共3万余字,40多幅图片。入网后,聊城地区、全国各地乃至世界各国的Internet网络信息用户,不仅可以从中查询聊城市的矿产资源及开发利用情况,寻找合作伙伴,而且还可以从中了解我国的矿产资源法规及有关政策,论证开发前景。入网也给聊城地矿局利用网上信息资源和面向市场需求开展工作,提供了良好的环境条件。

(杜希元报道)