

鲁东地区十多年来 基础地质研究的主要成果和进展

王沛成 安郁宏

(山东省地质矿产局区域地质调查队)

摘要 十多年来,鲁东地区先后开展并全面完成了新一轮1:20万区调修测工作,1:5万区调覆盖面积已达60%以上。与此同时,还开展了一系列的专题研究和成果总结。由于广泛应用了区调工作新理论、新方法和新的技术手段,因此使得该区基础地质研究程度大大提高,地质图件面貌发生了重大改观。本文依据这些新成果,对鲁东地区十多年来基础地质研究取得的主要进展作一初步总结。内容涉及前寒武纪变质地层及中生代陆相地层的划分、变质变形花岗岩片麻岩(体)及玲珑复式岩体、区域变形构造及鲁东碰撞带研究等几个方面。

鲁东地块包括胶北隆起、胶南隆起和胶莱盆地三个不同性质的大地构造单元,并以沂沭断裂带为界与鲁西地块相隔。

1982年以来,鲁东地区先后开展并全面完成了1:20万区调修测工作。与此同时,局属部分地勘单位及一些大专院校、科研部门也相继在该区开展了多个图幅的1:5万区域地质调查和专题研究。由于工作中广泛推行了新理论和新方法,因而在地层、构造、岩浆岩等方面都取得了大量的新成果、新进展,并使鲁东地区的地质图面貌发生了重大改观。近年由区调队编制完成的“1:50万鲁东地质图”和“1:20万胶东地质图”,对该区十多年来基础地质研究进行了初步总结。适逢两图出版之际,笔者就该区十多年来基础地质研究的主要成果和进展作一简单介绍,不当之处,恳请指正。

1 地层研究进展

1.1 胶东岩群的重新厘定

胶东群是长春地质学院于60年代初在胶东地区开展1:20万区调工作时建立的,当时分为旌旗山组和化山组。60年代末期,山东区调队在该区工作时,又重新对其进行划分,并以东经121°为界分别建立组级地层单位;该线以东自下而上包括鲁家乔组、马格村组、王官庄组、枣园组,以西自下而上划分为蓬乔组、民山组、富阳组。东西两地胶东群难以对比,时代归元古代—太古代。

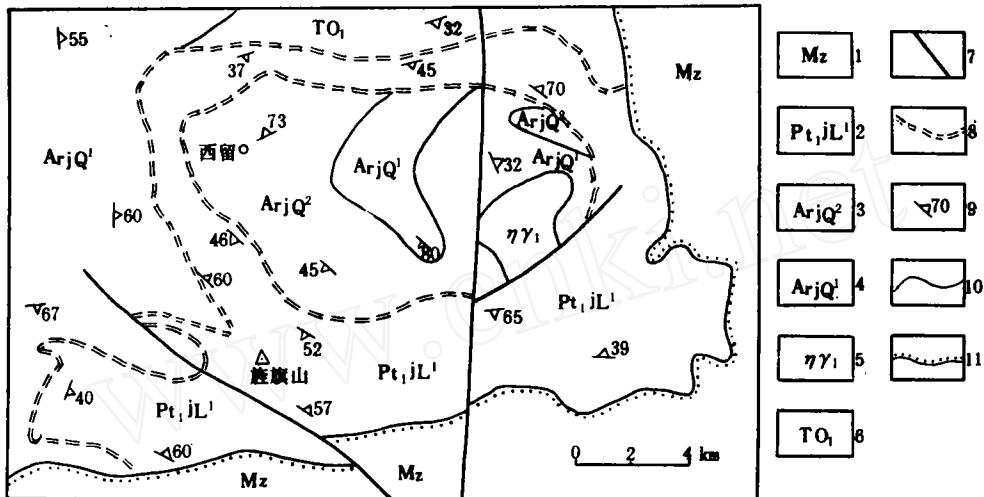


图 1 莱阳旌旗山地区地质图

(据 1:20 万胶东地质图, 略有改动)

Fig. 1 Geological Map of the Jinqishan Area, Laiyang City

1. 中生界; 2. 荆山群禄格庄组一段; 3. 胶东群齐山组二段; 4. 胶东群齐山组一段; 5. 太古代二长花岗岩;
6. 太古代英云闪长岩; 7. 断层; 8. 韧性剪切带; 9. 片麻理产状; 10. 地质界线; 11. 不整合界线

80 年代中前期, 山东区调队在该地区开展的 1:20 万莱阳、潍坊、西由幅区调揭开了新一轮区调工作的序幕。经过详细的岩性—构造法填图, 在莱阳县旌旗山前人所划的胶东群中发现了一环状构造(图 1)。其外环岩性主要为石榴夕线黑云片岩夹黑云变粒岩、透辉岩、大理岩等, 呈一紧闭的环状向斜构造。原岩主要为一套海相沉积岩系。同位素测年结果为 1998Ma(U-Pb 法); 内核岩性与外环外围的岩性组合相同, 为斜长角闪岩、黑云二长(斜长)片麻岩、片麻状花岗岩等。原岩主要为一套火成岩系。同位素测年结果为 2407—2652Ma(U-Pb 法)。上述二种岩性组合的接触界面附近, 二者面理呈平行接触。但从区域面理的宏观走势看, 它们则呈角度相交, 表明二者原为不整合接触关系。

上述环状构造的发现, 使得前人以该区典型剖面所建立的胶东群层序彻底解体, 这是胶北隆起区深变质岩层序及构造形态研究的重大突破。在综合分析已有资料的基础上, 对原胶东群的层序重新进行了厘定, 依据岩性组合特征自下而上将其划分为唐家庄组、英庄乔组、齐山组和林家寨组, 从而赋予了胶东群新的含义^①。

80 年代后期至 90 年代初期, 该区 1:5 万区调填图发现: 在新厘定的胶东群中有大量的花岗质片麻岩体存在^②, 主要为太古代的 TTG 岩系^{③④}。区调队完成的 1:20 万海阳、文登、威海等幅区调项目也证实, 原胶东群主体岩性亦为一套花岗闪长质—二长花岗质片麻岩(体), 其中的地层包体全为下元古界的岩性组合^⑤。

① 山东地矿局区调队, 1986, 1:20 万莱阳、潍坊、西由幅区域地质调查报告(送审稿)。

② 山东地矿局区调队, 1988, 1:5 万栖霞县幅区域地质调查报告。

③ 山东地矿局地质六队, 1990, 1:5 万莱州市等四幅区域地质调查报告(送审稿)。

④ 山东地矿局地质四队, 1995, 1:5 万夏甸等四幅区域地质调查报告(送审稿)。

⑤ 山东地矿局区调队, 1992, 1:20 万威海市等四幅区域地质调查报告。

上述区调成果表明:真正的胶东群仅呈残片状“漂浮”于不同时代的花岗岩体中。由于原胶东群英庄介组实为晚太古代变形变质的英云闪长岩,故地层清理时已将其废弃,并将胶东群改称为胶东岩群,自下而上包括唐家庄岩组、齐山岩组和林家寨岩组。

胶东群及侵入胶东群内的 TTG 岩系所采集的同位素地质年龄样品,其测试结果大都为 2476—2858Ma(U-Pb 法),属于晚太古代。其上覆的粉子山群祝家介组浅粒岩中也采集了单颗粒锆石样品,并用双带源逐层蒸发法测试,其结果为 $3344.5 \pm 68\text{Ma}$ (锆石特征: $120 \times 120 \mu\text{m}^2$,深紫色,半透明,表面熔蚀,磨圆,呈球形)。同一层位的透闪石英岩作锆石 U-Pb 和谐图曲线,上交点为 3669Ma,下交点为 1400Ma^①。因此,胶北隆起区最老的地质体及时代仍有待探讨。

1.2 早元古代岩石地层序列

在 80 年代,多数地质工作者认为鲁东地区早元古代地层包括胶北隆起区的荆山群、粉子山群和胶南地区的胶南群、五莲群。近十年来的区调成果表明,本区早元古代岩石地层序列有较大的变化。

1.2.1 胶北隆起区的荆山群和粉子山群

荆山群是 1986 年 11 月山东省地矿局召开的“1:20 万莱阳、潍坊幅野外验收会暨胶东群现场讨论会”上建立的。它包括莱阳南部和平度北部的原粉子山群及部分胶东群。荆山群建立后的一段时间里,由于它与粉子山群之间未见直接接触,因此二者是上、下叠置,还是横向对应,往往存有争议。不过,近年来的研究成果和报道^[1,2,3]大都认为它们是平行对应关系。区调队在开展 1:20 万烟台、蓬莱幅区调时,通过详细的野外工作,在栖霞塔顶地区见到荆山群直接与粉子山群接触的现象,接触界面为一韧性推覆剪切带。但是通过分析该区岩性构造图,认为二者仍为横向对应关系^[3]。应该指出,荆山群和粉子山群的空间关系因地而异,它们在变质程度、含矿性、构造样式及底部岩性组合等方面均存在较大差异。所以,目前多数意见倾向于二者属同时异相关系。

1.2.2 胶南群的解体

近年来在胶南隆起区相继完成了一系列的 1:5 万区调项目。通过研究证实,胶南群实际上是一个由各种不同成因类型岩石组成的“混杂岩体”。其中大山沟组除部分斜长角闪岩、黑云变粒岩外,主体为一片麻状花岗岩体;甄家沟组是一个“均质的”二长花岗岩体;邱官庄组大部分为强烈变形的花岗质片麻岩体;仅有少量的黑云变粒岩残留;于家岭组为真正的地层单位,但也呈残片状分布于广泛出露的花岗质片麻岩(体)中,上未见顶,下不见底。可见,胶南群作为一个独立的地层单元已不复存在,故应予以解体。根据岩石组合特征、同位素测年结果及区域对比,邱官庄组、于家岭组的地层残片应划归荆山群,而大山沟组的残留地层则应划归胶东群。区调队完成的 1:5 万莒南县、三界首幅区调成果中,曾在大山沟组斜长角闪岩中获得了 2618.80Ma(U-Pb 法)的年龄数据^②。大山沟组归属晚太古代。

① 山东地矿局区调队,1991,1:20 万烟台等三幅区域地质调查报告。

② 山东地矿局区调队,1988,1:5 万莒南县、三界首幅区域地质调查报告

1.2.3 关于五莲群

五莲群创名于1982年,其特征与粉子山群相似,属同物异名。长春地质学院在最近完成的1:5万诸城市等八幅区调成果中,将五莲群下部的海眼口组划归粉子山群祝家乔组和小宋组,上部的坤山组划归张格庄组。但采自这套地层下部斜长角闪岩中的两组Sm-Nd全岩等时线测年样品,其结果分别为 $872.3 \pm 38.5\text{Ma}$ 和 $845.8 \pm 74.4\text{Ma}$,属晚元古代^①。另外,张格庄组结晶灰岩中尚发现五莲管孔藻等微古植物分子。因而长春地质学院认为,五莲地区的粉子山群形成时代大致为震旦纪—早寒武世。总之,这一地区粉子山群的地质年代尚有异议。

1.2.4 芝罘群的建立

烟台市芝罘岛及其附近岛屿分布一套以石英岩为主的变质碎屑岩系。50年代初赵家骧建立芝罘组并将其置于粉子山群的顶部,沿用至今。90年代初,山东区调队在开展1:20万烟台、蓬莱幅区调时,将其从粉子山群中剔出,升组为群,自下而上划分为老爷山组和兵营组,置于粉子山群之上,依其所测的2171Ma数据(U-Pb法)划归早元古代晚期^②,区域上与辽东地区榆树砬子群大致对应。

1.3 中生代陆相地层的划分

鲁东地区中生代地层主要发育于胶莱盆地。白垩纪期间,该盆地形成了一套以陆相沉积岩系为主的火山—沉积建造。对于这套地层,谭锡畴(1923)自下而上称“莱阳层”、“青山层”、“王氏系”。后人一直沿用这些名称,但赋予的含义却不相同。《中国区域地层表》(1956)将其称为“莱阳组”、“青山组”、“王氏统”。地质部石油局(1965)将其改称为群,但并没有推广。60年代末,山东区调队在本区开展1:20万区调时仍将其划为组级地层单位。80年代末至90年代初,该队完成的1:20万青岛、高密幅区调报告再次将其升级为群,并细分为若干组,从而广泛应用于1:5万区调填图。

(1)莱阳群 莱阳群分布于胶莱盆地的西、南、东缘,北缘较少。由于该盆地在演化的早期受区域构造、地形地貌、蚀原区岩性及气候等多种因素的影响,因此它的岩性组合不论在横向上还是在纵向上差别均很大,“同时异相”是其一大特点。山东地层清理项目组近期完成的《山东省岩石地层多重划分对比研究报告》(送审稿)依据岩性组合及沉积旋回等特征,自下而上将莱阳群划分为瓦屋乔组、林寺山组、止凤庄组、水南组、龙旺庄组、杨家庄组、曲格庄组、杜村组及法家莹组,其中水南组、龙旺庄组、杨家庄组常呈横向相变关系。莱阳群的上部和下部主要为河流相及山麓洪冲积(扇)相堆积,组成一套粗碎屑岩系;中部则以湖泊相、河湖交互相为主,为一套细碎屑岩系;中上部的曲格庄组及与之相变的杜村组普遍含有安山质的火山岩砾石,它们对于莱阳群的堆积演化序列及内部划分、年代属性具有区域对比意义。最近长春地质学院、地质八队在日照中楼一带进行区调填图时,又发现了一套以火山岩为主的火山—沉积建造,命名为马连坡组、城山后组。它们大致与含火山岩砾石的曲格庄组时代相对应。长春地质学院还对该区莱阳

① 长春地质学院,1995,1:5万诸城市等八幅区域地质调查报告(送审稿)。

② 山东地矿局区调队,1991,1:20万烟台、蓬莱幅区域地质调查报告。

群的灰岩夹层进行微体生物和碳、氧同位素研究,初步确定为具浊积成因的海相沉积,从而拓宽了莱阳群沉积环境研究的思路。

(2)青山群 青山群多沿胶莱盆地的西部、南部、东部及东北部发育,而西北部出露很少,其展布明显受控于不同方位的断裂构造。青山群为一套火山岩系,岩性组合主要为中性—中基性火山岩、酸性火山岩及沉积岩三类,可分出四个喷发旋回。其总的特点是:早期形成酸性火山碎屑岩地层;中期三类岩性组合均有发育,沿走向常渐变过渡或交叉分布,空间上再次形成“同时异相”关系;晚期则形成中基性(偏碱性)的熔岩、火山碎屑岩,喷发规模大,岩性分布广。据上述岩性组合特征自下而上划分为后乔组、八亩地组、石前庄组及方戈庄组。该阶段的火山活动具双峰式特点,显示出不同的岩浆来源。中基性火山岩多为喷溢相,形成广泛的熔岩流。中性及酸性火山岩则以爆发相为主,有的具喷溢特征。据研究^①,青山群与下伏莱阳群关系密切,具明显的继承性:当下伏的莱阳群法家莹组夹有流纹质凝灰岩时,上覆的青山群后乔组(以流纹质凝灰质为主的酸性火山碎屑岩)与之呈整合接触,表现为连续的喷发沉积过程;而当法家莹组为正常沉积时,二者则呈喷发不整合接触。

(3)王氏群 主要分布于胶莱盆地的中心部位,总体呈NE向展布,分布范围明显缩小,反映了盆地逐渐萎缩并趋于消亡的演化过程。王氏群主要为一套河流相—湖泊相的紫红色的碎屑岩建造,局部夹泥石流沉积和喷溢的玄武岩流。其岩性、岩相变化不大,横向延伸稳定,说明沉积环境已逐渐向形成统一的陆盆过渡。按岩性变化自下而上具有由粗→细再由粗→细两大沉积旋回,据此划分为林家庄组、辛格庄组、红土崖组、金刚口组及胶州组^②。顶部的胶州组是自白垩纪末期延入第三纪古新世的跨时代的岩石地层单位,岩性比较单调。王氏群与下伏青山群呈不整合接触,但在盆地的西北部平度一带,可见其直接覆于下元古界之上。

2 变质变形岩体及玲珑超单元

2.1 鲁东地区花岗质片麻岩

近年来,鲁东地区一些遭受变质变形的花岗质片麻岩(体),通过原岩恢复及深入研究,按同源岩浆演化理论进行了岩石谱系单位的划分,并取得了可喜的研究成果。据研究,该区花岗质片麻岩主要形成于两个时代和两种不同的大地构造环境。

2.1.1 胶北隆起区的花岗质片麻岩

该花岗质片麻岩集中分布于牟(平)—即(墨)断裂带以西的胶北隆起腹地,即栖霞老灵山—招远大吴家—莱州南王家一带,位于由胶东群构成的短轴背斜或穹窿的核部,总体呈近东西向展布。二者共同构成了隆起区最古老的结晶基底并具特有的构造形态。

岩石宏观上不具层状构造,但具有强烈变形而产生的条纹条带状构造,并形成一系

① 山东地矿局区调队,1991,1:20万青岛、高密幅区域地质调查报告。

② 山东地矿局区调队,1995,山东省岩石地层多重划分对比研究报告(送审稿)。

列塑性流变态小褶皱。故前人大都把它作为胶东群处理。近年来区调队在编制“1:50 万鲁东地质图”和“1:20 万胶东地质图”过程中,综合已有的区调成果和科研资料,将其归并为栖霞超单元。

依据岩石学、岩石化学、接触关系及同位素测年等资料,栖霞超单元由老到新可划分为四个单元,即老灵山单元(英云闪长岩)、牟家单元(奥长花岗岩)、蓝蔚乔单元(花岗闪长岩)及北照单元(二长花岗岩)。前三个单元构成了隆起区花岗质 TTG 系列。

从岩石化学成分看,栖霞超单元各单元具有较连续的成分演化特点(表 1),总体表现为 SiO₂、K₂O 的含量由早到晚逐渐增加,而 CaO、MgO 则逐渐降低。在 Na₂O—K₂O—CaO 投影图上,演化趋势线右倾,呈现钙碱性的演化特征(图 2)。

表 1 栖霞超单元岩石化学成分

Table 1 Chemical Compositions of Rocks in the Qixia Superunit

超单元	单元	样品数	岩 石 化 学 成 分 (%)														
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	CO ₂	烧失量	总计
栖霞	北照	4	74.44	0.09	13.72	0.65	0.95	0.03	0.30	1.03	3.32	4.94	0.06	—	—	0.45	99.98
	蓝蔚乔	2	69.88	0.50	13.27	0.83	4.36	0.08	0.96	2.81	2.89	3.29	0.13	0.36	0.06	0.15	99.57
	牟家	4	72.04	0.19	14.85	0.81	1.40	0.04	0.51	1.34	4.32	2.50	0.09	1.23	—	—	99.32
	老灵山	9	64.46	0.48	15.55	1.59	3.00	0.10	2.45	4.12	4.18	2.16	0.21	0.82	—	—	99.12

稀土元素(ΣREE)变化为 72.87 × 10⁻⁶—288.79 × 10⁻⁶, LREE/HREE 大都小于 5,图谱呈平坦的右倾曲线。δEu 多在 0.62—0.95 之间,个别 1.34(北照单元),显示轻度至中等的亏损。据王中刚统计,δEu > 0.7 的花质片麻岩是由下地壳或太古宙沉积岩系部分熔融形成的。从目前资料分析,在胶北隆起区尚未见有太古宙的沉积岩系,所以栖霞超单元当属下地壳部分熔融作用所致。

栖霞超单元中大量的锆石 U—Pb 法同位素测年结果集中于 2451—2668Ma(表 2),说明其形成年代为晚太古宙,但不排除北照单元可能已延入早元古代。这与穆克敏等^[4]总结的华北陆台花岗质 TTG 系列岩石形成于太古宙晚期的结论完全一致。

2.1.2 鲁东碰撞带的花岗质片麻岩

该套岩系主要分布于日照、胶南、荣成、威海一带,总体沿鲁东碰撞带作 NE 向展布。80 年代中期之前,它们被分别划归太古宙胶东群和元古宙胶南群。80 年代后期,区调队

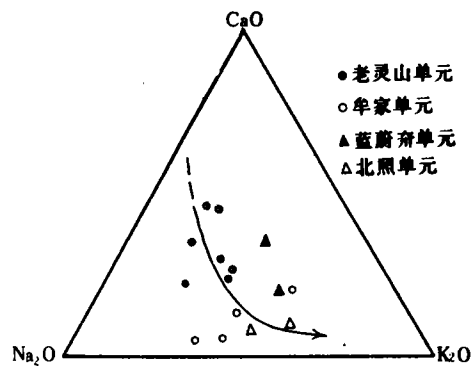


图 2 栖霞超单元 CaO—Na₂O—K₂O 成分演化
Fig. 2 CaO—Na₂O—K₂O Diagram
of the Qixia Superunit

和地质六队、三队、八队以及中国地质大学、长春地质学院先后在这一地区开展各种比例尺区调填图,并在近期完成的成果报告中将其从地层中剔出,作为变质变形的花岗岩处理。1:20万海阳等四幅区调报告(山东区调队,1992)在对该套岩系进行详细研究的基础上,建立了荣成超单元。

表2 栖霞超单元同位素测年结果
Table 2 Results of the Isotopic Dating of the Qixia Superunit

超单元	单元	采样位置	测试方法 (U-Pb)	测试结果 (Ma)	资料来源	
栖霞	北照	招远马庄河	单颗粒锆石	2486	③	
		栖霞北照	单颗粒锆石	2468	③	
	蓝蔚芥	栖霞快快顶	混合锆石	2478	①	
		栖霞蓝蔚芥	单颗粒锆石	2577	④	
	牟家	莱州小屋	混合锆石	2562	①	
		栖霞牟家	混合锆石	2656	①	
		栖霞唐家泊	和谐图	2451	②	
	老灵山	栖霞邱格庄	栖霞邱格庄	和谐图	2644	②
			栖霞慕家	和谐图	2663	②
			栖霞老灵山	和谐图	2858	②
栖霞回龙芥		栖霞回龙芥	单颗粒锆石	2703	⑤	
		莱州南王家	混合锆石	2606	①	
		招远王家屯	单颗粒锆石	2471	③	
		栖霞回龙芥	单颗粒锆石	2508	⑥	
莱西唐家庄	招远西南疃	混合锆石	2511	①		
	莱西唐家庄	混合锆石	2610	①		

注:①山东区调队,1987; ②山东区调队,1988; ③山东地质六队,1990;
④山东区调队,1991; ⑤山东区调队,1992; ⑥山东地质一队,1992。

王兰中、宋明春等^[5,6]最近先后对荣成、威海地区广布的这套花岗质片麻岩进行了报道。依据岩性特征及侵位关系,荣成超单元可细分为大时家单元(角闪花岗闪长岩)、滕家单元(细粒花岗闪长岩)、威海单元(条带状细粒二长花岗岩)、御驾山单元(浅色细粒二长花岗岩)及邱家单元(条纹状细粒二长花岗岩)。宋明春等利用D. M 肖(1972)提出的部分熔融公式,结合该地区斜长角闪岩及榴辉岩中的REE,对熔融程度进行了计算。其结果表明斜长角闪岩母岩经42%的部分熔融形成了荣成超单元,残留部分即榴辉岩。因而认为该套花岗质片麻岩(体)不是分离结晶作用形成的,而是部分熔融的产物。但是把榴辉岩作为与荣成超单元同一母岩的残留体,这在岩理学上则难以解释。

关于胶南隆起区花岗质片麻岩的成因,中国地质大学顾德林等^①认为,它们并非岩浆型花岗岩,而是壳源物质经原地、半原地交代形成的部分重熔型花岗岩;地质八队宋

① 中国地质大学(北京),1992,1:5万石门、理务关幅区域地质调查报告。

玉礼等^①则认为日照地区的花岗质片麻岩“均是变质变形前岩浆型花岗岩,以 I 型花岗岩为主,个别具 S 型花岗岩的特点”。这是两种截然不同的成因观点。

笔者统计了荣成超单元在不同地区的固结指数(SI)和 δEu 参数值(表 3),把它们与久野的统计结果(大多数原生岩浆的 SI 接近于 40)^② 和王中刚的统计结果(δEu 在 0.3—0.7 之间的花岗岩主要是由上地壳不同程度的部分熔融所致)作一比较,并结合该套岩系不同单元的空间展布特征进行分析,认为荣成超单元并非原生岩浆形成的,而是中上地壳部分熔融的产物。

表 3 荣成超单元各地区固结指数(SI)和 δEu 统计结果

Table 3 Consolidation Indices(SI) and δEu Values for Different Rocks in the Rongcheng Superunit

地 区 项 目	荣 成	胶 南	日 照
SI	0.62—11.90	1.52—8.72	1.86—7.93
δEu	0.36—0.64	0.27—0.96	0.29—0.73

由于该超单元沿鲁东碰撞带展布,并广泛发育强烈的韧性变形构造和榴辉岩、超镁铁质岩等深源包体,因而目前普遍认为它是华北、扬子两大板块相互碰撞并对构造带强烈“焊接”的结果,属同构造花岗岩。大量的锆石 U-Pb 法同位素测年结果集中于 648—890Ma 之间⁽⁷⁾,表明荣成超单元的形成时代为晚元古代的晋宁期。

2.2 玲珑超单元的建立

玲珑超单元包括前人命名的玲珑、昆崮山两大复式岩基,面积 4000 余平方公里。因其与金矿关系密切,故研究程度较高,资料颇丰,但对其成因及形成时代却争议较大。玲珑岩体侵位于下元古界,昆崮山岩体则侵位于晋宁期荣成超单元,两大岩基均被中生代岩体所侵。它们在空间展布、岩性组合及含矿性等方面均表现出极大的相似性,故区调队近期编制的“1:20 万胶东地质图”和“1:50 万鲁东地质图”,在综合该区各区调项目研究成果的基础上,将玲珑、昆崮山两大复式岩基归纳为一个超单元,即玲珑超单元。

玲珑超单元依据其岩石组构变化、野外侵位关系和空间展布特点,由早到晚划分为五个单元:云山单元(片麻状含石榴二长花岗岩)、九曲单元(弱片麻状中细粒二长花岗岩)、崔召单元(弱片麻状中粒二长花岗岩)、郭家店单元(中粗粒二长花岗岩)及笔架山单元(伟晶花岗岩)。各单元的化学成分如表 4 所示。

玲珑超单元的重要特征是各单元结构的连续变化,从早期的细粒片麻状至晚期的粗粒块状、伟晶状,显示出明显的结构序列演化特征。在空间上,各单元大致呈同心环带状展布。位于边部的云山、九曲单元中含有大量的早元古代及太古代地层包体。包体与

① 山东地矿局地质八队,1995,1:5 万日照市等八幅区域地质调查报告。

② 林强编,1981,岩浆岩岩石化学方法(油印本)。

围岩呈渐变和突变两种关系,二者片麻理协调一致。郭家店单元在空间上位于玲珑、昆崮山两大岩基的中心部位,岩性均匀,与片麻状花岗岩具明显的侵位关系,表明该单元具典型的岩浆性质。从各单元的结构特点及空间展布分析,玲珑超单元反映了从早期的原地、半原地混合交代到晚期的重熔并发生异地侵位这样一个完整的花岗岩演化序列,只是这种演化进程分别在玲珑和昆崮山两个中心进行而已。从空间展布看,玲珑超单元的两大复式岩基均呈NNE向,而胶北隆起区的平度明村—莱西马连庄—栖霞大柳家角闪麻粒岩相带则呈NEE向,二者呈大角度相交。这表明玲珑超单元的形成与栖霞“热背斜”之间不存在明显的因果关系,而可能受控于先存的NNE向基底构造。亦即在元古代晚期,由于华北和扬子两大板块的强烈聚合,从而诱发华北板块南缘先存的NNE向基底构造具有横向伸张性质。与此同时来自地壳深部的富碱、硅的热流体持续地对伸张带进行渗透、交代,致使结晶基底重熔并发生异地侵位,形成一完整的演化序列。

表4 玲珑超单元岩石化学成分

Table 4 Chemical Compositions of the Rocks in the Linglong Superunit

超单元	单元	样品数	岩石化学成分 (%)														
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	CO ₂	烧失量	总计
玲 珑 岩 基	笔架山	2	74.11	0.10	13.92	0.58	0.72	0.06	0.04	0.56	4.21	4.82	0.05	0.13	—	—	99.30
	郭家店	26	72.71	0.14	14.82	0.51	1.29	0.04	0.22	1.81	4.44	3.71	0.06	0.50	—	—	100.25
	崔召	4	71.88	0.14	15.24	0.27	1.38	0.04	0.25	2.11	4.47	3.67	0.05	0.31	—	—	99.81
	九曲	2	73.30	0.14	14.36	0.36	1.72	0.01	0.25	1.52	3.81	4.51	0.05	0.50	—	—	100.53
	云山	9	75.91	0.15	12.31	0.93	1.19	0.06	0.10	0.71	3.54	4.70	0.06	0.61	—	—	100.27
玲 珑 山 岩 基	笔架山	2	73.95	0.08	13.68	1.53	0.94	0.03	0.15	1.38	3.85	3.82	0.03	0.36	0.20	—	100.00
	郭家店	4	72.71	0.11	13.70	0.58	1.98	0.04	0.36	1.30	4.00	4.38	0.04	0.21	0.09	—	99.50
	崔召	2	73.97	0.06	13.84	0.49	1.60	0.10	0.07	1.05	4.53	3.99	0.03	0.08	0.02	—	99.83
	九曲	5	70.95	0.19	15.10	0.43	1.76	0.03	0.29	1.94	4.42	3.41	0.05	0.41	0.06	—	99.04
	云山	2	73.60	0.12	13.89	0.31	1.48	0.05	0.24	1.32	4.12	4.24	0.02	0.28	0.02	—	99.69

玲珑超单元发育有大量的金矿床,尤其是崔召、九曲两个单元。胶北诸大型金矿大都赋存其中。笔者曾对昆崮山岩基诸单元进行含金量统计,结果表明:云山单元含金量最低,仅 0.86×10^{-9} (5个样品平均),最高的郭家店单元也只有 3.27×10^{-9} (16个样品平均);玲珑岩基的含金量也不高,其中九曲单元为 3.1×10^{-9} (25个样品平均),崔召单元为 2.18×10^{-9} (15个样品平均)。可见玲珑超单元中金的背景值并不高,它之所以赋存金矿,并不取决于原始基底中金含量的多少,而要归因于控制玲珑超单元的先存的NNE向构造。这些构造于中生代期间相继活化,产生含金热液并沿其上侵,于适当部位形成金矿。

关于玲珑超单元的形成时代,早期郭文魁(1949)曾划为太古代,刘国昌(1950)则划为中生代。目前有形成于中生代和元古代两种观点:前者的主要证据是玲珑岩体中大量的同位素测年结果集中于150Ma左右;后者除依据部分同位素测年结果外,主要考虑了

胶北地区地壳演化和玲珑超单元自身的特征。80年代中期以来,胶北地区完成的各区调项目大都将玲珑岩体划归早—中元古代。区调队1992年完成的1:20万海阳等四幅区调报告则将昆嵛山岩体划归晚元古代。依据区域资料综合分析,结合玲珑超单元的成因演化模式,笔者认为将玲珑超单元划归晚元古代(末期)是合适的。

3 区域构造

3.1 胶北隆起区域变形构造

胶北隆起西与沂沭断裂带,南与鲁东碰撞带相邻。隆起区的构造形迹及其演化,尤其是元古代以来的构造演化及动力学背景与这两个构造单元有着密切关系。

山东区调队1968年曾提出胶北隆起的构造格架为一个轴向近东西的栖霞复背斜。其轴部西起莱州神堂,经栖霞向东至威海,两翼地层基本作单斜排列。近年的工作证实:牟(平)—即(墨)断裂带以东复背斜已不复存在,但莱州—栖霞仍展布有隆起区最古老的地质体。这一地质体的南北两侧,早前寒武纪地层不仅具紧闭复杂的褶皱变形和广泛的韧性变形,而且太古代和元古代的变形作用无论在强度上,还是在构造形迹上都各不相同。

太古代岩系的不同岩性层内常发育有大量的片内无根、同斜、平卧、尖顶等各种形态的小褶皱,其轴面与区域片麻理平行。这些小褶皱发育地段多伴有强烈的韧性变形。尽管后期的重结晶作用使得早期的矿物变形过程难以恢复,但岩性层中的长石被压扁拉长而呈长透镜状,以及石英呈多晶集合体条带,均反映它们曾经历过强烈的变形。所形成的各种变晶糜棱岩及构造片麻岩,反映了深层次条件下的构造变形相特征。在宏观上,其构造样式以短轴背斜或卵形片麻岩穹窿为主,轴向呈北东向及近东西向。穹窿核部多被晚太古代花岗质TTG岩系所占据,而其周边的各种小褶皱枢纽则随面理产状变化而作全方位倾伏。据研究,这种现象的产生与TTG岩系的底辟侵位密切相关,且与马杏垣等总结的华北陆台太古代的构造样式基本一致。

早元古代地层的变形作用,笔者曾进行过讨论^[9]。总的说来,荆山群和粉子山群的构造样式有明显差异。从空间展布看,荆山群位于明村—马连庄—大柳家这一呈NEE向展布的角闪麻粒岩相带内,而粉子山群则分布在粉子山、金果山及福山地区,二者大致呈平行展布。而从下元古界的变形特征,尤其是不同轴向褶皱的叠加关系看,下元古界至少经历了四期区域变形,不同时期不同区域显示出复杂的构造图像和各异的变形机制:第一期是沿下元古界底面产生具滑脱性质的韧性剪切带,同时对整个下元古界进行横向构造置换,形成新生的顺层面理和强烈扁平化的平卧、斜卧层内小褶皱。栖霞大庄头、莱阳旌旗山、平度明村这一NEE向高级变质带,可能为该期变形的轴线。该变质带聚集了大量的高铝片岩并显示强烈的塑性流变特征;第二期是在NE—SW收缩体制作用下,形成轴向呈NW的褶皱构造。先期在下元古界底部产生的顺层剪切带,这时也一起褶皱变形。其变形特征各地差异较大,胶北南部旌旗山、南墅、荆山等地的荆山群大都显示线型紧闭褶皱,而胶北北部的粉子山群褶皱形态则比较宽缓。这种差别可能与它们所

处的大地构造位置有关,荆山群南邻鲁东碰撞带,该构造带的多次聚合作用,必然导致邻区地层的强烈褶皱变形;第三期是在SE—NW收缩应力场作用下,形成轴向呈NE向的叠加褶皱构造。叠加后的干涉图像因第二期褶皱形态的不同而有明显差异:当先期褶皱为紧闭线型褶皱时,形成“Z”型干涉图案,如荆山、南墅地区;而当先期褶皱为开阔形态时,则形成椭圆型的干涉图像,如蓬莱金果山、牟平光山等地区。这两期褶皱变形相互叠加的结果,使得形成的褶皱构造呈现出复杂的异轴异面干涉图像;第四期褶皱变形较弱,仅在某些地区才能见到,为轴向呈NW展布的宽缓褶皱构造。

应该指出,胶北下元古界顶部高铝片岩的构造意义是一个不容忽视的问题。该套片岩不论在宏观上还是在微观上,均呈现为一个产状近水平的强烈变形的构造界面。作为一个构造事件的滑移面,其上覆的载体是什么?该构造是何时发生的?动力学机制怎样?均有待今后深入研究。

近年的工作还证实,震旦纪蓬莱群底部和中部也发育有顺层的具滑脱性质的韧性剪切带。它大致代表了震旦亚构造层的早期变形,属于伸展体制下以拆离机制为主的一种变形模式。

3.2 关于鲁东碰撞带

鲁东碰撞带为秦岭—大别造山带的东延部分,由于广泛发育有榴辉岩、超基性岩、高压麻粒岩等深源包体及强烈的韧性变形带,因而引起了中外学者的极大关注。其形成时代和演化机制乃是目前我国地学界热门话题之一。

3.2.1 榴辉岩问题

从某种意义上讲,碰撞带问题即对榴辉岩的成因、时代及折返机制的认识问题。十多年来,众多的学者及科研单位对此进行了研究^[9-14],区调队也曾先后两次开展对榴辉岩及大地构造演化的专题研究^{①②}。

从目前的研究结果看,鲁东地区榴辉岩主要产在变质层状岩系、片麻状花岗岩及超基性岩三种围岩中,包括地幔型、地壳型及岩浆型三种成因类型。王来明最近对此作了报道^[15]。

关于榴辉岩的形成时代,目前已发表的同位素测年数据主要集中在两个数值区间:一是211—239Ma(用Sm—Nd法测定矿物等时线年龄)^[16-18],二是749—900Ma(用U—Pb法测定榴辉岩中单颗粒锆石的年龄)^[19-20]。因此,对榴辉岩形成时代也有两种不同的意见,一种认为形成于海西—印支期,另一种则认为属于晋宁期。

大别碧溪岭岩体中的榴辉岩因退变质作用可形成角闪岩,曹荣龙等对后者中的角闪石进行了⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄测定,结果为214±4.28—230.7±4.6Ma。这个数值只能是榴辉岩折返抬升过程中退变质结晶的年龄,它间接地说明了榴辉岩不可能形成于海西—印支期。

刘若新等^[21]最近也对大别碧溪岭岩体榴辉岩中四种不同颜色、不同晶形的锆石,进

① 山东地矿局区调队、青岛海洋大学,1991,鲁东榴辉岩地质。

② 山东地矿局区调队,1994,五莲—荣成构造带的形成、演化及其大地构造意义。

行了单颗粒 U-Pb 稀释法测定,获得了 $2210 \pm 39\text{Ma}$ 、 $907 \pm 100 - 818 \pm 163\text{Ma}$ 、 $418 \pm 2.2 - 491.8 \pm 4\text{Ma}$ 及 $247 \pm 68\text{Ma}$ 四组年龄值。刘先生认为第一组是榴辉岩原岩的年龄,第二组是榴辉岩的形成年龄,后二组是榴辉岩形成后其它地质事件或榴辉岩折返退变的年龄。关于榴辉岩的原岩年龄,由于锆石中放射性元素的计时温度为 $700 - 750^\circ\text{C}$,而榴辉岩的形成温度为 $800 - 1000^\circ\text{C}$ 甚至更高,因此这种环境的计时系统必然处于开放状态。鉴于以上分析,第一组年龄值($2210 \pm 39\text{Ma}$)不妨理解为一期高压变质事件的年龄更为合适。

王斌光^[22]最近对苏北青龙山地区的榴辉岩进行了 Sm-Nd 全岩等时线测定,结果为 $1108 \pm 23\text{Ma}$ 。王先生认为这是榴辉岩的变质年龄。

区调队在日照梭罗树对胶南群中榴辉岩外壳的多硅白云母进行过 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年,其值为 721Ma ^①。这说明榴辉岩的形成时代肯定还要早。

从以上分析可以看出,榴辉岩的形成时代明显趋“老”。笔者也认为榴辉岩应是中元古代形成的^②。

榴辉岩的围岩是否经历过高压或超高压变质作用,同样是一个敏感的问题。

苏尚国、王仁民在研究了诸城地区的榴辉岩及其围岩的特征后,认为榴辉岩与围岩应看作一个整体,同时经历了高压变质作用,是同变质的产物^[14]。由地质六队和长春地质学院联合完成的 1:5 万威海市等九幅区调成果,曾提及部分荆山群地层包体中见有蓝晶石、石榴石、多硅白云母这一高压矿物组合,并在夕线石榴黑云片岩的石榴石晶体内部见有柯石英的假像,但在花岗质片麻岩中却未见此组合。这说明荆山群经历过高压变质作用^③。刘若新、杨建军^[12、16]等则认为,该区榴辉岩是华北、扬子两大板块相互碰撞、缝合作用过程中的外来岩块。可见,在榴辉岩的围岩是否经历过高压、超高压变质作用这个问题上,目前仍存在两种截然不同的观点。不过,象蓝晶石、石榴石及多硅白云母这些在中压—中高压即可出现的区域变质矿物,若没有典型的高压矿物(假像除外)伴生,是很难得出它们曾经历过高压变质阶段这一结论的。

3.2.2 高压、超高压岩石的剥露机制问题

关于高压、超高压岩石的剥露机制,目前尚没有一个公认的应用于各地造山带的模式。

从各地造山带已建立的高压、超高压岩石的剥露机制模式看,大都强调下列几种因素:①碰撞造山隆起作用;②叠瓦状逆冲作用;③板底垫托和底辟作用;④顶蚀或伸展拆离作用。

王清晨等^[13]在研究了鲁东碰撞带的构造特征尤其是韧性变形作用之后,提出用“剪切回流”模式来解释鲁东碰撞带中高压、超高压岩石的剥露机制问题。所谓“剪切回流”就是板块在俯冲过程中,由于俯冲速度的变化或中间剪切层向深部的减薄,使得剪切层的上部形成一个流动方向相反的回流亚层,从而把深部的物质带至浅部。

① 山东地矿局区调队,1988,1:5 万莒南县、三界首幅区域地质调查报告。

② 山东地矿局区调队,1992,1:20 万胶东地质图说明书。

③ 山东地矿局地质六队,1995,1:5 万威海市等九幅区域地质调查报告(送审稿)。

刘若新^[12]建立的碰撞带外来岩块模式,认为鲁东地区的榴辉岩是华北、扬子两大板块碰撞缝合过程中的外来岩块。

杨建军^[18]则建立了洋壳俯冲—碰撞—逆冲模式,认为鲁东地区高压、超高压岩石的形成归因于中生代初期的洋壳俯冲作用,其抬升则是华北、扬子两大板块碰撞后仰冲到大陆地壳中的外来岩块。

总之,鲁东地区高压、超高压岩石的剥露机制至今尚没有一个公认的模式,仍是一个复杂并对地球动力学家极具挑战性的问题。

3.2.3 韧性剪切带

鲁东碰撞带中的韧性剪切带广泛发育,其实碰撞带本身就是一个高应变带。碰撞带多期次活动的结果,使得韧性变形作用具有多样性的特点,在此基础上形成了组构特点和矿物变形特征各异的不同层次的构造岩^[23]。

(1)构造片麻岩 为鲁东碰撞带中分布最广泛的一种动力变质岩。该类岩石在平面上具“分枝复合”的特点,显网状结构,“网眼”即弱变形域,呈透镜状,总体沿NE向展布,与鲁东碰撞带平行。在榴辉岩、超镁铁质岩分布地带,其变形程度显著增强,其中长石类矿物呈明显的压扁拉长状。构造片麻岩形成于中深部构造相的变形环境,结合野外资料分析,其运动性质具自南东向北西推覆剪切的特点。从昆崙山岩体(形成于元古代末期)未受此次变形影响来看,该构造片麻岩形成时代为晋宁期。

(2)变晶糜棱岩 呈线型带状展布于鲁东碰撞带并叠加在构造片麻岩之上,总体沿NE—NNE向延伸,为中上部构造相条件下形成的动力变质岩。变晶糜棱岩中的长石、石英亦呈压扁拉长状,后者可局部集中或成缎带(单晶石英、等轴状)或多晶条带(矩形边结构)。石英条带往往环绕长石残斑分布,形成似流动构造。其运动性质有拉伸和走滑两种类型,形成时代为印支期。

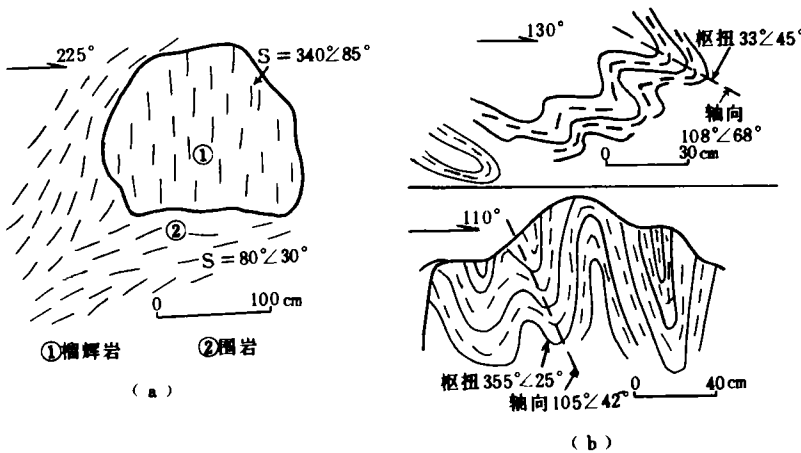


图3 榴辉岩中的变形构造

Fig. 3 Deformation Structures in Eclogite

(a)榴辉岩面理与围岩面理之关系(威海 沙龙王家);

(b)榴辉岩中的褶皱构造(日照 官山)

除上述外,马宝林等^[24]指出青岛仰口地区二辉麻粒岩的构造变形为“紫苏辉石和普

通辉石发生明显的塑性变形,晶内滑移和亚晶化普遍,常形成扭折带、亚晶粒条带和核幔结构”。并认为这是一种典型的深层次构造岩,推测其形成温度在 800°C 土,压力为 $8 \times 10^5 \text{kPa} - 9 \times 10^5 \text{kPa}$ 。荣成和胶南、日照等地还见有榴辉岩发生韧性变形及紧闭褶皱等现象(图 3),这是另一种在深层次条件下产生的强烈构造变形。

3.2.4 关于碰撞带的边界

鲁东碰撞带的边界问题已有不少文章进行过讨论。王致本(1985)^[26]首先提出荣成一青岛一郝官庄断裂(今称五一荣断裂)为华北、扬子两大板块的缝合线。曹国权^[26,27]也先后撰文认为胶南隆起是一个外来地体,大致在晚侏罗世莱阳群沉积之前拼贴在华北板块上,五一荣断裂即这个地体的北部边界断裂。

林钧堂^[28]认为“鲁东地区三级大地构造单元的划分及其界线的确定应以桃村一山相家断裂为界,以西为胶北隆起,以东为胶南隆起。华北陆块与扬子陆块以响水一千里岩深断裂为界”。

中国地质大学(北京)在胶南隆起进行 1:5 万石门、理务关幅区调填图时,于五一荣断裂南侧(下六谷一前立柱)发现了一条较大规模的韧性剪切带,认为它是一条重要的大地构造界面,并对五一荣断裂的大地构造意义提出了质疑。

区调队 1992 年完成的 1:20 万威海市等四幅区调报告中,认为威海(西)、臧格庄、海阳所等地的高压麻粒岩,为鲁东碰撞带的北西边界。

笔者最近曾提出将碰撞带划分为内带和外带的看法^[29]。内带即两大板块相互碰撞所形成并夹持于其间的挤压隆起带,边界为上述几处(包括青岛仰口)高压麻粒岩的连线,平面上呈弧形延伸;外带为受两板块碰撞强烈影响的板块边缘活化带,牟(平)一即(墨)断裂带属之。

总之,近十年来由于重视了对鲁东碰撞带的研究,因此取得了大量丰硕的成果。不过,该碰撞带仍有诸多问题尚未解决。笔者提出以下几点,以期引起重视:

①据报道,秦岭造山带经历了“手风琴”式的多次“开”与“合”^[30]。那么,其东延的鲁东碰撞带中各种成因类型的榴辉岩,是否属于不同世代的高压、超高压岩石,值得深入研究;

②高压、超高压岩石的剥露机制及其围岩的变质问题,有待进一步探讨;

③碰撞带中发育的不同层次、不同机制的韧性剪切带,它们在岩石学、岩石化学、矿物化学上的特征及其变化规律,以及它们在造山带演化过程中的构造意义,仍是碰撞带研究中的一个薄弱环节,应予以重视;

④造山带变质作用 PTt 轨迹的研究应该加强。

由于作者水平所限,文中未能把鲁东地区近十多年来的研究成果全部反映出来。不当之处,敬请同行批评指正。

本文承蒙区调队张自桓总工程师审阅;张成基、张天祯、游文澄等诸位先生提出许多宝贵意见;成文过程中部分同位素测年资料与张秀吉同志进行了有益的讨论。谨此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 王沛成, 1995, 论胶北地区荆山群与粉子山群之关系. 中国区域地质, 第 1 期.
- [2] 赵乙英等, 1995, 山东胶北地体的前寒武纪地层问题. 中国区域地质, 第 3 期.
- [3] 王沛成, 1995, 胶北地区荆山群与粉子山群关系研究新知. 地层学杂志, 第 19 卷, 第 1 期.
- [4] 穆克敏等, 1989, 华北地台区花岗质岩石的成因. 吉林科学技术出版社.
- [5] 王兰中等, 1994, 荣成超单元的基本特征. 山东地质, 第 10 卷, 第 2 期.
- [6] 宋明春等, 1995, 鲁东荣成片麻岩套及其成因. 山东地质, 第 11 卷, 第 2 期.
- [7] 王来明, 1994, 鲁东碰撞带的初步研究. 山东地质, 第 10 卷, 第 1 期.
- [8] 王沛成, 1993, 胶北下元古界变形构造初探. 山东地质, 第 9 卷, 第 2 期.
- [9] 李曙光等, 1992, 青岛榴辉岩相蛇绿混杂岩的岩石学证据及退变质 $P-T$ 轨迹. 岩石学报, 第 12 卷, 第 4 期.
- [10] 孙竟雄等, 1992, 苏北东海前震旦纪变质杂岩中榴辉岩的宏观变形特征. 岩石学报, 第 12 卷, 第 2 期.
- [11] 张希道等, 1992, 鲁东南莒南县一带榴辉岩的特征. 岩石学报, 第 12 卷, 第 1 期.
- [12] 刘若新等, 1989, 苏北一胶南构造混杂岩带的地质特征和岩性地层柱. 地震地质, 第 11 卷, 第 1 期.
- [13] 王清晨等, 1992, 鲁东苏北榴辉岩的构造特征及折返机制. 岩石学报, 第 12 卷, 第 2 期.
- [14] 苏尚国等, 1994, 山东诸城地区胶南群榴辉岩围岩高压变质作用特征. 现代地质, 第 8 卷, 第 1 期.
- [15] 王来明等, 1995, 鲁东榴辉岩基本特征. 山东地质, 第 11 卷, 第 2 期.
- [16] 徐金芳等, 1988, 山东荣成榴辉岩类的 Sm-Nd 同位素地质年龄. 山东地质, 第 4 卷, 第 1 期.
- [17] 叶凯等, 1992, 山东荣成大瞳榴辉岩成因岩石学研究. 岩石学报, 第 12 卷, 第 1 期.
- [18] 杨建军, 1991, 苏鲁榴辉岩及有关超基性岩. 地质出版社.
- [19] 王来明等, 1994, 山东榴辉岩的生成时代. 科学通报, 第 19 期.
- [20] 李曙光等, 1993, 青岛榴辉岩及胶南群片麻岩的锆石 U-Pb 年龄——胶南群中晋宁期岩浆事件的证据. 科学通报, 第 19 期.
- [21] 刘若新等, 1995, 大别山碧溪岭石榴橄榄岩—榴辉岩体的原岩性质及同位素年代学的启示. 岩石学报, 第 15 卷, 第 3 期.
- [22] 王试光等, 1995, 苏北榴辉岩稀土元素地球化学及其成因讨论. 地质论评, 第 41 卷, 第 3 期.
- [23] 张希道等, 1994, 鲁东南莒南地区深层次构造岩的变形相及变形的温压条件分析. 岩石学报, 第 15 卷, 第 1 期.
- [24] 马宝林等, 1992, 华北板块边缘深地壳构造岩的基本特征和变形环境. 岩石学报, 第 12 卷, 第 1 期.
- [25] 王致本, 1985, 胶南隆起变质地层的划分对比及大地构造演化初步探讨. 山东地质, 第 1 卷, 第 1 期.
- [26] 曹国权等, 1990, 山东胶南地体及其边界断裂五莲—荣成断裂的构造意义. 山东地质, 第 6 卷, 第 1 期.
- [27] 曹国权, 1990, 试论“胶南地体”. 山东地质, 第 6 卷, 第 2 期.
- [28] 林钧堂, 1993, 鲁东构造单元的划分及其边界问题. 中国区域地质, 第 2 期.
- [29] 王沛成, 1995, 关于秦岭造山带最东段: 胶南—荣成碰撞带边界划分的看法. 地震地质, 第 17 卷, 第 2 期.
- [30] 杨巍然, 1987, 东秦岭“开”“合”史. 地球科学, 第 5 期.

MAIN ACHIEVEMENT AND PROGRESS OF THE BASIC GEOLOGICAL RESEARCH OVER LAST TEN YEARS IN EASTERN SHANDONG REGION

Wang Peicheng and An Yuhong

*(The Regional Geological Survey Brigade, Shandong Bureau of
Geology and Mineral Resources)*

Abstract

Over the last ten years, a new round of regional geological surveys (remapping with revision) in the scales of 1 : 200,000 and 1 : 50,000 have been carried out and completed successively in eastern Shandong, with the surveys of 1 : 50,000 covering more than 60 percent of the total area. Meanwhile, a research programmes and summary of achievements have been conducted as well, Due to the wide applications of new theories, new methods and new techniques in the surveys, the level of basic geological research has been raised considerably, and the quality of the geological maps also improved a lot. On the basis of these new achievements, the authors make a summary of the main developments in the basic geological research in eastern Shandong region over recent ten years.

The contents include the division of the Precambrian metamorphosed strata and of the Mesozoic continental strata, the deformed and metamorphosed granitic gneisses, the Linglong composite batholith, the regional deformed structures and the collision zone in eastern Shandong, etc.