

# 鲁东碰撞带的初步研究<sup>1)</sup>

王来明

(山东地矿局区域地质调查队)

**提要** 鲁东碰撞带是秦岭—大别碰撞带的东延部分,它由元古宇变质地层混杂堆积体、花岗质片麻岩、榴辉岩、超镁铁质岩、镁铁质岩、麻粒岩及韧性剪切带组成。碰撞带内存在一对平行展布的高压变质带—内部为榴辉岩带,边部为麻粒岩带。碰撞带形成于8.5亿年左右,3.2—3.5Ma和2.05—2.13Ma分别发生强烈活动,形成大规模推覆构造和走滑性韧性剪切构造。

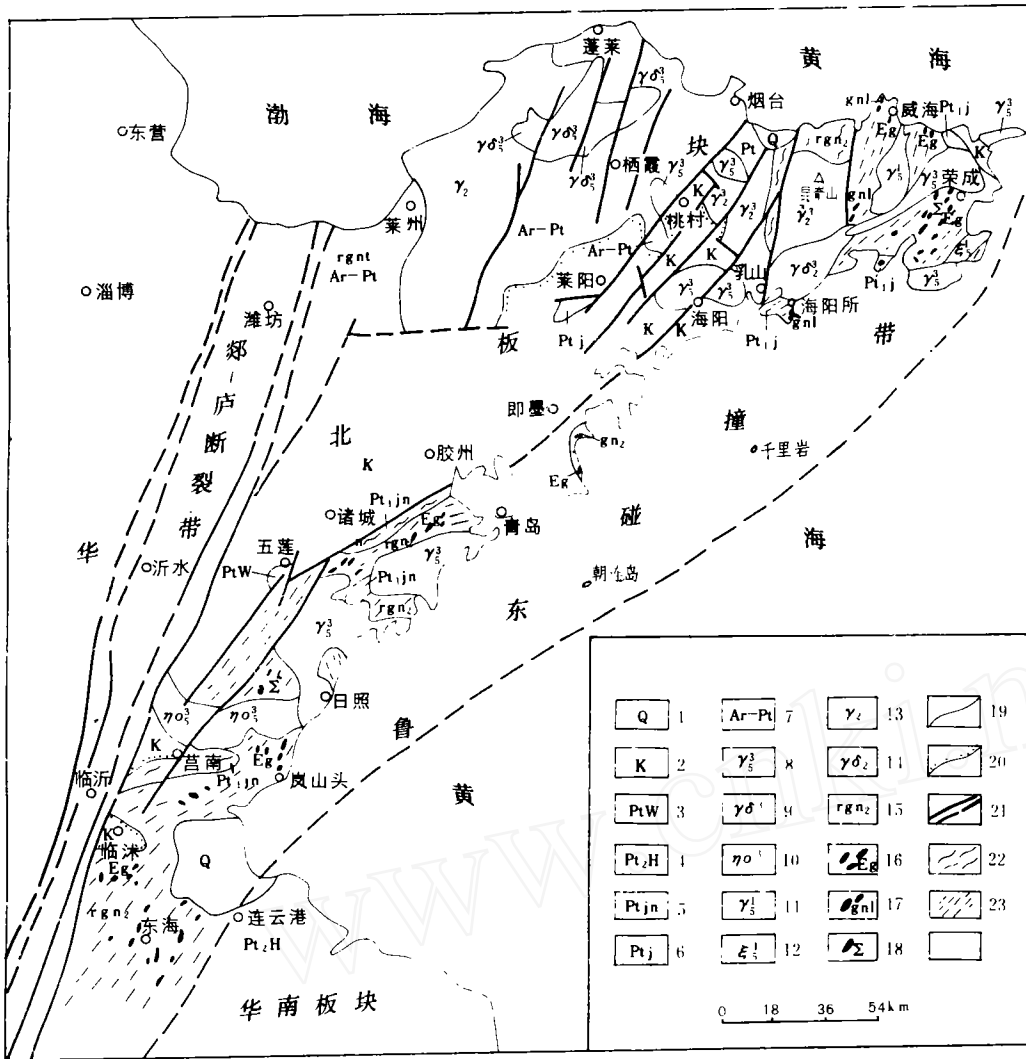
## 一、前言

鲁东碰撞带是华南、华北板块碰撞带的北东段组成部分,即秦岭—大别碰撞带的东延部分,有的称之为秦岭—大别—苏北—胶南构造混杂岩带或高压变质带。由郯庐断裂将其错断向北平移。它南起山东临沭县石门,经莒南、日照、诸城南部、胶南、青岛仰口、乳山县海阳所、文登南部、荣成、威海,向北进入黄海,全长600km/余。总体呈北东向沿海岸带展布,在北东段荣成—威海地区变为北北东或近南北向。陆地出露宽度20—50km,北西边界为五莲—青岛断裂—垛崮山、昆嵛山花岗岩带,南东边界位于海州湾—黄海之中的千里岩岛一带。该带在莒南、荣成、文登等地被印支期文登花岗岩和中生代燕山期花岗岩切割。见图。

就整个华南、华北碰撞带而言,秦岭、大别地区研究较早,也较深入,而鲁东地区的研究刚刚起步。1985年王致本首先提出胶南—大别隆起为扬子与华北板块碰撞接合带<sup>[1]</sup>,1989年刘若新提出了苏北—胶南构造混杂岩<sup>[3]</sup>,1990年曹国权对该带进行了论述,认为大别变质区与胶南—苏北变质岩区都是分界构造堆积体,可能是华北克拉通边缘活动带<sup>[2]</sup>。

自1988年始,我们在胶东地区采用新的地质理论和填图方法开展1:20万区域地质调查和鲁东榴辉岩专题研究,取得一些新的认识和进展。其一,原普遍认为榴辉岩带或碰撞带向东延伸到荣成而入海,工作发现它由荣成向北延伸到威海而入海;其二,在榴辉岩带的北西侧(外侧)发现一条高压麻粒岩带,它与榴辉岩带平行展布,二者相距5—10km。

1) 本文1993年9月收到,1994年1月改回。



鲁东碰撞带地质图

1. 第四系 2. 白垩系 3. 元古界五莲群 4. 中元古界海洲群 5. 元古界胶南群 6. 元古界荆山群  
 7. 太古-元古界变质基底 8. 燕山期花岗岩 9. 燕山期花岗闪长岩 10. 燕山期石英二长岩 11. 印支期花岗岩 12. 印支期正长岩 13. 新元古代花岗岩 14. 新元古代花岗闪长岩 15. 元古代花岗质片麻岩  
 16. 榴辉岩 17. 麻粒岩 18. 超镁铁质岩 19. 地质界线 20. 不整合界线 21. 断裂及推测断裂  
 22. 片麻理 23. 韧性变形带

以上发现对该碰撞带的研究提供了新的而有价值的资料,是近几年来该构造带研究的一大新进展。

## 二、碰撞带的基本特征

该碰撞带组成十分复杂,主体由花岗质片麻岩和元古宙变质地层混杂堆积体以及榴辉岩、超镁铁质岩、镁铁质岩、麻粒岩和大量韧性剪切带组成,即由造山带根部岩石(花岗质片麻岩)、表壳岩混杂残片及深源岩块组成。其中榴辉岩(含超镁铁质、镁铁质岩)、麻粒岩各自成带。

### (一)变质地层混杂堆积体

带内变质地层均呈残片状零星分布。大者 $10\text{km}^2$ 余,一般 $0.2\text{—}3\text{km}^2$ 。有上太古界大山沟组(原胶南群大山沟组),下元古界胶南群(包括江苏东海群)、荆山群、粉子山群(含原五莲群)及中元古界海州群。其北东段主要荆山群,南西段主要为胶南群和海州群,少量大山沟组和粉子山群(原五莲群),在乳山县海阳所地区和荣成南部地区荆山群和胶南群混杂出现。

1. 上太古界大山沟组。分布于莒南县东南部和日照南部,面积仅数平方公里。岩性为浅粒岩、角闪黑云变粒岩、黑云变粒岩、斜长角闪岩为主,夹少量角闪片岩、大理岩。原岩为陆源碎屑岩夹基性火山岩建造。锆石 U—Pb 同位素年龄为 $24.3\text{—}26.18\text{Ma}$ ,为晚太古代的产物。

2. 胶南群。主要为邱官庄组、于家岭组和少量龙古岩组,其主要岩性有黑云斜长片麻岩、变粒岩、浅粒岩、黑云片岩、斜长角闪岩、大理岩、石英岩等。原岩为碎屑岩—泥质岩—碳酸盐岩建造。变质作用为低角闪岩相。同位素地质年龄在 $21\text{Ma}$ 左右,属早元古代。

3. 荆山群。为陡崖组、野头组和部分禄格庄组。主要岩性为黑云斜长片麻岩、黑云变粒岩、石榴砂线黑云片岩、石墨片麻岩、石墨变粒岩、透辉石英岩、大理岩、透辉岩、透闪阳起片岩等。原岩为泥质碎屑岩—碳酸盐岩建造夹火山岩建造。变质作用保存的主要为角闪岩相,个别地方为角闪麻粒岩相。同位素地质年龄 $19\text{—}21\text{Ma}$ 。

4. 海州群。主要岩性为白云石英片岩、薄层石英岩、蓝晶石英岩、蓝晶白云石英片岩、白云大理岩、磷灰岩夹少量角闪片岩。原岩为含火山物质的碎屑岩。变质作用为低绿片岩相到高绿片岩相。 $\text{Rb—Sr}$ 同位素等时线年龄为 $929\text{Ma}$ 。

上述变质地层均呈残片或包体分布于花岗质片麻岩中,它们是由于构造碰撞作用混杂堆积在一起,并经历了强烈的构造改造,混杂无序。其展布与区域构造线方向一致。它们普遍遭受了不同程度的糜棱岩化作用。

### (二)花岗质片麻岩

花岗质片麻岩是构成碰撞带的主体岩石。岩石类型有花岗闪长质片麻岩、条带状二长花岗质片麻岩和二长花岗质片麻岩及少量石英闪长质片麻岩。其展布方向与碰撞带一致。该岩石为壳源重熔型花岗质岩石,其内部尚存有大量未改造彻底的变质岩包体,这些包体从数千 $\text{m}^2$ 到不足 $1\text{m}^2$ ,主要有角闪质岩石。花岗质片麻岩呈北东向沿构造带发育,规模较大,一般在数十 $\text{km}^2$ 到数百 $\text{km}^2$ ,其与胶南群和荆山群有的为侵入接触关系,有的为渐变过渡关系。在威海的槐云村和松郭家及荣成中窑等地均见其明显侵入斜长角闪岩、黑云片岩及透辉岩中。岩石遭受了不同程度的韧性剪切变形作用。它是由于板块碰撞地

壳增厚而其下部岩石重熔改造所形成的,在剪切机制下就位的,是碰撞带的同构造期产物。它代表了碰撞带的形成时代,该岩石锆石 U—Pb 同位素年龄为 7.5—8.5Ma。

### (三)榴辉岩(含超镁铁质岩、镁铁质岩)带

榴辉岩及与其伴生的超镁铁质岩、镁铁质岩沿碰撞带广泛展布,往往成群成带出现。由西南到东北主要见于临沭石门,莒南三界首,日照岚山头、梭罗树,诸城桃园,胶南王台,青岛仰口,文登侯家,荣成邱家、大疃、滕家,威海崮山、刘公岛等地。

榴辉岩规模悬殊较大,大者长 300—500m,宽百余米,小者长数十厘米,宽数厘米。一般长数十米,宽数米。多呈透镜状、扁豆状出现,部分为似层状。其展布方向与围岩片理、片麻理方向一致,其经历了较强的变质变形作用,显条带状、条纹状构造或片麻状构造。规模较大的榴辉岩中发育有紧闭褶皱、肠状褶皱及中常褶皱。榴辉岩的直接围岩为花岗质片麻岩,次为大理岩、石英岩及超镁铁质岩和镁铁质岩。榴辉岩与围岩关系清楚,为突变接触。

榴辉岩的矿物组成为:石榴石 30—60%;绿辉石 40—70%,多退变为透辉石;少量金红石、蓝晶石、石英。部分榴辉岩中含有柯石英和微粒金刚石。其形成温压条件是:温度一般在 900℃—1100℃,高者达 1200℃,低者 700℃;压力一般在 3GPa 左右。岩石类型属科尔曼的 A 类和 B 类,其成因类型以幔成为主,部分为壳成。岩石化学成分特征与其伴生的镁铁质、超镁铁质岩石一致,多显示为大洋中脊辉长岩、玄武岩及蛇绿岩套的镁铁质堆积岩的组成特点。

超镁铁质和镁铁质岩主要有橄榄岩、辉橄榄岩、角闪石岩、辉石岩、辉长岩及斜长角闪岩。这些岩石也多集中出现,被花岗质片麻岩所包围。

### (四)麻粒岩带

麻粒岩带由麻粒岩、麻粒岩相岩和与其伴生的镁铁质岩组成,其出露宽度约 1km 左右,位于碰撞带的东段西北侧青岛仰口—乳山海阳所—文登泽头—威海田村一线。麻粒岩及麻粒岩相岩石主要出露于元古界荆山群变质地层中,一般呈小的透镜体出现,成群分布,长数米到十余米,宽 1—3m。展布方向与变质地层走向一致。各处麻粒岩及麻粒岩相岩石的基本特征和温压条件大致相同。威海地区麻粒岩及麻粒岩相岩石产于透辉石英岩、透辉石岩中,呈透镜状产出,规模较小,岩石为石榴单辉麻粒岩和石榴二辉麻粒岩,其温压条件为  $T=728^{\circ}\text{C}$ ,  $P=1.12\text{GPa}$ 。文登泽头麻粒岩及麻粒岩相岩石产于荆山群石墨黑云斜长片麻岩中,呈较大的透镜状产出,岩性为石榴透辉麻粒岩,矿物组合为透辉石+石榴石+斜长石+角闪石,温压条件为  $T=733^{\circ}\text{C}$ ,  $P=1.22\text{GPa}$ ,属中压麻粒岩。乳山海阳所麻粒岩及麻粒岩相岩石围岩为斜长角闪岩,呈大小不等的透镜体产出。岩石为石榴透辉麻粒岩和紫苏辉石石榴石岩。矿物组合为斜长石+石榴石+透辉石+石英,温压条件为  $T=770^{\circ}\text{C}$ ,  $P=1.25\text{GPa}$ 。青岛仰口麻粒岩温压条件为  $T=800-810^{\circ}\text{C}$ ,压力大致为 9GPa,属下地壳麻粒岩相成岩环境(马宝林等,1992,岩石学报)。

### (五)韧性变形(剪切)带

碰撞带内韧性剪切带极为发育,构成北东向展布的巨大的韧性构造集中带。它主要发育于花岗质片麻岩和元古界变质地层中,被印支期文登超单元花岗岩和燕山期伟德山超单元花岗岩切割。该带是由多条不同的韧性剪切带构成,单条韧性剪切带规模一般宽

2—5km,长十余公里,小者宽数米到数十米,长百余米,大者宽10余公里,长数十公里。这些韧性剪切带是多期次不用构造层次条件下形成的。可以肯定的至少有两期,即早期的中深部构造相韧性剪切带和晚期浅部构造相韧性剪切带。中深部构造相韧性剪切带规模较大,具有弥漫性特点。由糜棱片麻岩、变晶糜棱岩、花岗糜棱岩组成,为长石变形相,面理南东倾,倾角20—60°,线理倾向120—140°,为倾向线理或小角度斜向线理。运动学显示由南东向北西推覆。估算剪切位移量60km左右。浅部构造相韧性剪切带规模一般较小,宽一般数米到数十米,长数百米到数千米。由二云石英片岩,白云石英片岩、石英白云片岩组成,面理倾向较中深部构造相偏小,一般在90—110°,而倾角则较中深部构造相偏大,一般在70—80°。其线理为水平或近水平,即走向线理。运动学研究为左行走滑型韧性剪切带。它发育于中深部构造相韧性剪切带之中,使早期岩石变形。以上说明碰撞带内至少有二次较强烈的活动。

#### (六)变质带

碰撞带发育三条变质带。第一条为碰撞带南缘的蓝片岩带,即低温高压变质带,它分布于苏北的灌云一带,向北东入海。第二条为碰撞带内部的榴辉岩带,即超高温高压带,它由苏北的东海—山东临沭石门、莒南三界首、日照、诸城南部分、胶南—青岛仰口—文登南部,荣成至威海而入海,宽20—40余公里。第三条分布于碰撞带北缘的高压麻粒岩带,仅见于碰撞带北东段的青岛仰口—乳山海阳所—文登藏格庄—威海,宽一般在1—2km。另外,在莱西—栖霞一带还分布有一条低压麻粒岩带。

上述三条变质带的形成都是华南、华北板块碰撞作用的结果,这三条带有规律分布反映了该碰撞带的特点。

### 三、形成与演化

目前在该带上获得了较多的同位素地质年龄资料(见表1)。这些年龄样分别采自不同的地质体。从所获得年龄资料看,大山沟组年龄为26Ma左右,是晚太古代的产物,为混杂地层堆积中最老的地层残留。胶南群、荆山群的年龄在19—22Ma,为早元古代。海州群的年龄为9.29Ma,为中元古代的产物。花岗质片麻岩的年龄集中于7.2—8.8Ma,该年龄为花岗质片麻岩的形成年龄。花岗质片麻岩沿构造带广泛发育,构成碰撞带的主体,是华南华北板块碰撞地壳增厚下部岩石重熔,在韧性剪切机制下就位的,所以它的年龄可代表碰撞带对接的年龄。榴辉岩的年龄集中于2.2—3.2Ma,该年龄均为Sm—Nd一致线年龄,它所反映的可能是榴辉岩构造侵位年龄或后期变质年龄,即碰撞带形成之后经历的一次强烈活动年龄。最近王来明、宋彪等用锆石U—Pb法测得榴辉岩年龄为7.32—7.74Ma,该年龄可能反映其形成年龄。糜棱岩的年龄为2.05—21.3Ma,这些年龄为糜棱岩中钾长石和角闪石的年龄,代表了糜棱岩的形成年龄,这些糜棱岩是碰撞带最后一次强烈活动形成的,它被印支期花岗岩切割,而印支期花岗岩则没有遭受糜棱岩化,所以此年龄代表了碰撞带最后一次强烈活动时期。

表 1 同位素地质年龄一览表

层位或地质体	采样地点及岩性	测定方法	年龄(Ma)	资料来源
上太古界 大山沟组	黄南县双山字 大山沟组斜长角闪岩	锆石 U-Pb	2618.8	山东区调队,1988
下元古界 胶南群	莒南县王家道村峪 邱官庄组黑云变粒岩	锆石 U-Th-Pb	2182	山东区调队,1982
	赣榆县石桥 邱官庄组黑云变粒岩	锆石 U-Th-Pb	1901	山东区调队,1982
	日照市三庄 大山沟组斜长角闪岩	Rb-Sr 等时线	1600	劳秋元,1980
	诸城市前桃山 龙古岩组黑云变粒岩	锆石 U-Pb	2125	中国地质大学(北京),1991
	诸城市千秋岭 邱官庄组黑云变粒岩	锆石 U-Pb	1921	中国地质大学(北京),1991
下元古界 荆山群	乳山县南北山 野头组角闪变粒岩	锆石 U-Pb	2012	山东区调队,1992
片麻岩 或 变形 花岗 质岩 石	莒南县刘莲坡白云斜长片麻岩	锆石 U-Pb	888	山东区调队,1988
	莒南县扶兰官庄黑云钾长片麻岩	锆石 U-Pb	854	山东区调队,1988
	莒南县扶兰官庄东白云钾长片麻岩	锆石 U-Pb	841	山东区调队,1988
	莒南县陈石门条痕状黑云斜长片麻岩	锆石 U-Pb	806	山东区调队,1988
	莒南县鸡山花岗岩	锆石 U-Pb	671	山东区调队,1988
	日照市土山黑云斜长片麻岩	Rb-Sr 等时线	615	山东区调队,1982
	日照市甄家沟角闪黑云斜长片麻岩	锆石 U-Pb	896	山东区调队,1988
	日照土山片麻岩	锆石 U-Th-Pb	234	山东区调队,1982
	胶南月季山钾长花岗岩	锆石 U-Pb	802	山东区调队,1982
	诸城雀家沟白云二长片麻岩	锆石 U-Pb	537	山东区调队,1982
	诸城报子岭二云二长花岗岩	锆石 U-Pb	784	中国地质大学(北京)1991
	诸城磊石山片麻状角闪二长花岗岩	锆石 U-Pb	605	中国地质大学(北京)1991
	诸城花沟片麻状黑云二长花岗岩	锆石 U-Pb	818	中国地质大学(北京)1991
	诸城塔山店子弱片麻状细粒二长花岗岩	锆石 U-Pb	514	中国地质大学(北京)1991
	胶南陡楼片麻状细粒二长花岗岩	锆石 U-Pb	881	山东区调队,1992
胶南龙崔山弱片麻状中粒二长花岗岩	锆石 U-Pb	804	山东区调队,1992	

续表

层位或地质体	采样地点及岩性	测定方法	年龄(Ma)	资料来源
片麻岩或变形花岗岩	文登市高村黑云斜长片麻岩	K-Ar	1080	山东 805 队, 1968
	文登大时家黑云斜长片麻岩	锆石 U-Pb	752	山东区调队, 1992
	文登集东汤家黑云二长片麻岩	锆石 U-Pb	787	山东区调队, 1992
	威海市老集黑云斜长片麻岩	锆石 U-Pb	682	山东区调队, 1992
	荣成市滕家黑云斜长片麻岩	锆石 U-Pb	797	山东区调队, 1992
榴辉岩	荣成滕家—孔家店榴辉岩	Sm-Nd 等时线	329	徐金方, 1988
	荣成大疃迟家店	Sm-Nd 等时线	232	丛柏林
	荣成滕家	Sm-Nd 等时线	128	山东区调队, 1991
	诸城崔家沟	Sm-Nd 等时线	222	山东区调队, 1991
	日照梭罗树榴辉岩中多硅白云母	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	721	山东区调队, 1987
	日照梭罗树	K-Ar	827	杨惠南, 1987
	日照马家沟	Sm-Nd 等时线	207	丛柏林, 1989
	日照埡口	Sm-Nd 等时线	220	丛柏林, 1989
	莒南沐边	Sm-Nd 等时线	265	杨建军, 1990
	苏北东海	Sm-Nd 等时线	326	杨建军, 1990
糜棱岩	威海东糜棱斜长角闪岩	角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	213	陈文寄, 1992
	乳山海阳所糜棱斜长角闪岩	角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	208	陈文寄, 1992
	乳山千里岩岛糜棱岩	K-Ar	205	海岛调查, 1982
	乳山海阳所糜棱斜长角闪岩	钾长石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	119	陈文寄, 1992
	日照丝山花岗质糜棱岩	角闪石、钾长石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	121—123	陈文寄, 1992
	苏北东海牛山花岗质糜棱岩	钾长石 $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 黑云母 $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 角闪石 $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$	203 204 220	陈文寄, 1992

综上所述,碰撞带形成于 8.0Ma 左右,广泛发育的花岗质片麻岩是初次碰撞的产物,是在构造作用下就位的,它代表了华南、华北板块的初次碰撞对接。构造带外侧的崑崙山、垛崙山花岗岩是碰撞后期重熔岩浆作用形成的铅过饱和贫角闪石 S 型花岗岩,它的年龄约 7Ma。2.2—3.2Ma 是碰撞对接之后一次强烈的活动时间,此次产生大规模韧性剪切推覆构造,榴辉岩在韧性剪切作用下逐步上移到达地壳浅部。2.05—2.13Ma 反映了碰撞带最后一次强烈活动时间,此次受太平洋板块的影响形成北东向—北北东向左行走滑性韧性剪切构造。之后,碰撞带活动结束转入环太平洋板块活动阶段。

#### 四、结 论

鲁东碰撞带是秦岭—大别构造碰撞带的东延部分,郟庐断裂将其错断向北平移。碰撞带由混杂地层堆积体、花岗质片麻岩、榴辉岩、超镁铁质岩、麻粒岩和糜棱岩组成,其中发育有二个平行展布的高压带,即内部榴辉岩带和边部麻粒岩带。宏观地质特征和同位素年龄资料表明其形成于晚元古代,并在晚古生代和中生代分别发生过强烈活动。印支—燕山期花岗岩沿碰撞带侵位并将其焊接。

碰撞带是一个榴辉岩发育带,榴辉岩含有较丰富的金红石,因此也是一个榴辉岩型金红石成矿带。

该带不仅具有重要的大地构造意义,也具有十分重要的经济意义。

本文成文过程中得到曹国权、张成基、张天祯先生的热情指导,张成基先生二次审阅了初稿并提出了宝贵的修改补充意见,在此深表谢意。

#### 参 考 文 献

- 〔1〕 王致本,姜宏伟,1985,胶南隆起变质地层划分及大地构造演化初步探讨。山东地质,第一卷,第一期。
- 〔2〕 曹国权,王致本、张成基,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。第六卷,第一期。
- 〔3〕 刘若新等,1989,苏北—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,第一期。
- 〔4〕 曹国权,1990,试论胶南地体,山东地质,第六卷,第二期。
- 〔5〕 徐金方、乔广生、郑文深,1988,山东荣成榴辉岩的 Sm—Nd 同位素地质年龄,山东地质,第四卷,第一期。
- 〔6〕 韩宗珠、张自桓、王来明,1991,山东榴辉岩同位素年龄及其构造意义,地质科技通报,1991 年第 10 期。
- 〔7〕 陈文寄等,1992,苏北—胶南构造混杂岩带冷却历史的多重扩散域 $^{40}\text{Ar}$ — $^{39}\text{Ar}$  热年代学研究,岩石学报,第八卷,第 1 期。
- 〔8〕 王仁民等,变质岩石学,地质出版社,1989。

## PRELIMINARY STUDY ON THE EASTERN SHANDONG COLLISION ZONE

Wang Laiming

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

### Abstract

The eastern Shandong collision zone is an eastern extension of the Qinling—Dabie collision zone between the Sino—Korean and Yangtze cratons, which consists of the Proterozoic metamorphic melange accumulation, granitic gneisses, eclogites, ultramafic rocks, mafic rocks, granulites and ductile—shear zones. There is a pair of parallel high—pressure meta—morphic belts with in the collision zone in which the eclogite belt is distributed inside the zone and the granulite belt on the margin. The collision zone was formed at ca. 850Ma ago and later experienced strong movements at 300Ma and 200Ma ago respectively.