

胶南-威海造山带研究进展及重要地质问题讨论

王来明¹, 宋明春², 王沛成²

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省第四地质矿产勘查院, 山东 潍坊 261021)

摘要:胶南-威海造山带基底主要由新元古代变质花岗岩组成, 另有少量变质表壳岩、浅变质碎屑岩、基性-超基性岩及榴辉岩。变质花岗岩可分为同造山花岗岩及后造山花岗岩。造山带之上曾经有过古生代盖层, 造山带中侵入有三叠纪闪长岩及花岗岩体。在榴辉岩及其围岩中发现了许多高压、超高压变质矿物; 确认高压、超高压变质作用分早期的超高压榴辉岩相变质作用和晚期的高压绿片岩相变质作用; 变质地层、超镁铁质岩及部分片麻岩等围岩与榴辉岩经历了相同的超高压变质作用, 大部分花岗质片麻岩是在超高压变质作用发生后或发生过程中侵入榴辉岩中的。苏鲁造山带是一条以韧性剪切带为格架, 穹窿构造、褶皱构造相伴随的“无山”的造山带; 造山带可分为南、北二部分, 北带主体属于华北板块南缘带, 而南带主体则属于扬子板块北缘带。南、北带的界线大致与连云港-嘉山断裂及近岸断裂一致。造山带南界与响水-淮阴断裂一致, 北界位于五莲-王台-朱吴-牟平一线, 西侧被郯庐断裂带切割。

关键词: 变质花岗岩; 古生代盖层; 构造单元; 胶南-威海造山带

中图分类号: P542⁺.1; P542⁺.4 **文献标识码:** A

胶南-威海造山带(板块结合带)由于含有世界罕见的大规模超高压变质岩而倍受世人关注, 国内外地质工作者对该造山带的区域地质特征、地层序列、岩浆岩组合、变质作用演化、构造格架等进行了全面研究, 尤其对超高压变质岩的矿物学、岩石学、同位素年代学、微量元素与同位素地球化学、变质作用的 P-T 轨迹、超高压变质岩形成的构造环境与折返机制及其地球动力学等进行了深入研究。这些研究无疑大大提高了该区的研究水平, 同时也提出了许多有争议的问题。本文在概述胶南-威海造山带(简称胶南造山带, 下同)研究进展的基础上, 对关键性地质问题进行评价和讨论。

1 变质地体主体是变质地层还是变质花岗岩

20世纪80年代末以前, 人们普遍认为胶南-威海地区变质基底主要由变质地层组成, 并分别称之为泰山群、胶东群、胶南群及东海群, 而且认为这些地层具有普遍的混合岩化现象, 部分形成混合花岗岩。近年来, 通过区调工作人们逐渐认识到原来划

为地层的花岗质片麻岩、混合岩、混合花岗岩等均为变质花岗岩类。但对变质花岗岩的分布范围及花岗质片麻岩是不是花岗岩存在较大争议, 有人认为该区变质基底90%以上为花岗岩, 有人将许多花岗质片麻岩划为变质地层^[1,2]。

正、负片麻岩的正确识别一直是中深变质岩区工作的难点, 胶南造山带区的花岗质片麻岩经历了复杂的变质变形改造作用, 原岩的结构构造特点多已很难识别。一些花岗质片麻岩具有明显的次生层状构造, 这一点很象地层; 然而这些片麻岩岩性又很单调, 往往在数千米的剖面上除了由于变形显示的粒度变化及含有一定量的条带状包体外, 岩性特征变化很少, 这一点又具岩浆岩特点。过去人们多将其恢复为火山岩, 近年来, 通过区域地质调查, 发现了许多残留的侵入接触关系, 因此认识到这些片麻岩有许多原岩是花岗岩。

1.1 变质花岗岩

变质花岗岩共分为四大类型: 对应以花岗闪长质片麻岩、石榴白云绿帘二长花岗质片麻岩、黑云二

*收稿日期: 2002-04-01; 修订日期: 2002-06-08; 编辑: 王先起

作者简介: 王来明(1952-), 男, 山东寿光人, 教授级高级工程师, 从事区域地质调查及地质矿产勘查管理工作。

长花岗质片麻岩及含磁铁二长花岗质片麻岩为主的荣成超单元,以片麻状含角闪二长花岗岩为主的月季山超单元,以片麻状正长花岗岩及含霓石碱长花岗岩为主的铁山超单元,以淡色二长花岗岩为主的玲珑超单元。前二者构成同造山花岗岩,同位素年龄 700~900Ma。荣成超单元以高铝、硅为特点,岩石中普遍含白云母、石榴子石,常含榴辉岩,为 S 型花岗岩类,其中常发育次生层状构造、韧性剪切带及剪切褶皱,对其成因争议最大,有人将其中变质变形改造的细粒部分划为地层^[3]。月季山超单元以低硅、富镁铁为特点,岩石中普遍含角闪石,常含微粒闪长质包体,为 I 型花岗岩类。铁山超单元与玲珑超单元构成后造山花岗岩,同位素年龄 600~700Ma。铁山超单元以贫钙、富碱、少水为特征,为 A 型花岗岩类^[4],岩石中常含碱性矿物及榴辉岩包体。玲珑超单元以富硅为特点,岩石成分变化范围窄,暗色矿物含量少,包体少,为 S 型花岗岩。最近在荣成一带发现了少量英云闪长岩,可能是板块俯冲阶段花岗岩的残余。

1.2 变质地层

变质地层主要可分为两部分:一部分是由变粒岩、大理岩、黑云片岩、石英岩为主组成,含少量高铝片岩、斜长角闪岩的变质表壳岩系(胶东岩群、荆山群);另一部分是由变质(含砾)石英砂岩、千枚岩、白云母石英岩、二云片岩组成的浅变质岩系(册河石岩组)。胶东岩群形成于新太古代,为变质基性火山岩类。荆山群形成于古元古代,具孔兹岩系的岩石组合特点。册河石岩组分布范围很小,岩层中发育鲍玛层序,为重力流沉积,岩层与下伏变质花岗岩类呈构造接触,为异地滑覆体,形成于震旦纪。除册河石岩组外,其他地层均呈包体状产于变质花岗岩岩体中。

2 有没有寒武纪—三叠纪地质事件

胶南造山带及胶北隆起区以发育大量前寒武纪及白垩纪—第四纪地质体为特点,长期以来人们普遍认为缺失寒武纪—三叠纪地质事件。然而近年来在对超高压变质岩为主的岩石进行的同位素年代学研究中,逐渐发现了一些加里东期和印支期年龄数据,加之构造学和地层学方面研究的进展,人们已经

在重新考虑这一问题。

2.1 是否有古生代盖层

胶南造山带及胶北隆起区至今未发现确切的古生代沉积盖层,但已发现一些有意义的信息。郭振一(1985年)根据莱阳群下部灰岩砾石中发现石炭—二叠纪古生物化石组合,首先提出在胶南隆起上曾存在厚度约 9~10km 的震旦纪—古生代盖层,并认为上述生物化石属南方型。山东地矿局地质八队及长春地院在区内南部莱阳群灰岩夹层中采集到疑源类微古化石^[5],这些化石主要出现于古生代,它们应是苏鲁造山带之上古生代地层中化石再沉积的产物。最近填图也发现在胶莱盆地南缘莱阳群中有较多灰岩砾石。许多人基于苏鲁造山带上的构造研究、高压变质岩石研究、同位素测年和区域构造分析,推测在苏鲁造山带上可能存在过古生代的沉积盖层^[6,7]。

胶北蓬莱群千枚岩全岩 Rb-Sr 年龄为 417 ± 41 Ma。杨志坚等^[8]曾认为在蓬莱群中发现了腕足类古生物化石,因此认为蓬莱群形成于泥盆纪。后来山东地勘局经过专题研究认为,所谓的“腕足”类化石实际是由黄铁矿结核形成的假化石,故仍然坚持蓬莱群形成于震旦纪^[9]。但同位素年龄数据说明蓬莱群遭受了古生代地质事件的改造。

综上所述,认为胶南造山带中曾存在过古生代盖层,在古生代胶南造山带大多数地区可能被古生代沉积物覆盖。

2.2 加里东期和印支期侵入岩是否存在

中国地质大学(北京)在填图中曾在胶南塔山店子片麻状细粒花岗岩中取得过 514Ma(锆石 U-Pb 法等时线下交点)的同位素年龄,因此认为存在加里东期侵入岩。但由于该年龄的等时线仅有三个点构成,且下交点附近的 2 个点几乎重叠,因此其可靠性不高,山东区调工作者多认为该岩体形成于震旦纪。

比较可靠的印支期侵入岩有柳林庄超单元闪长岩系列侵入岩、文登超单元二长花岗岩系列侵入岩及宁津所超单元正长岩系列侵入岩。柳林庄超单元具 I 型花岗岩特点,锆石 U-Pb 法和 Pb-Pb 法同位素年龄主要在 200~226Ma 之间,过去曾将其划为新元古代岩体。文登超单元具 S 型花岗岩特点,锆石 U-Pb 法同位素年龄值有 227Ma, 210Ma, 黑云母 K

- Ar 法年龄为 237.23Ma,过去曾将其划为燕山期岩体。宁津所超单元具 I 型花岗岩特点,全岩 Rb - Sr 法同位素年龄为 $220 \pm 21\text{Ma}$,锆石 U - Pb 法同位素年龄有 $205 \pm 4\text{Ma}$, $212 \pm 8\text{Ma}$, $218 \pm 8\text{Ma}$,过去也曾将其划为燕山期岩体。

3 是不是“蛇绿岩”

胶南造山带中分布有许多大小不等的超镁铁质—镁铁质岩体,大致可分为 7 条较密集的岩体带,分别是蒿泊带、大疃带、老黄山带、海阳所带、五莲—王台带、梭罗树带及洙边带。笔者等曾在 1:20 万文登、威海幅区调报告中提出海阳所超镁铁质—镁铁质岩体是“肢解”的蛇绿岩类;王仁民等^[10]认为海阳所—威海一带的超镁铁质—镁铁质岩体及相伴的石英岩类共同构成了一条 NNE 向的蛇绿岩套;李曙光等(1992 年)认为青岛仰口的蛇纹岩、含石榴石斜长角闪岩、长石石英岩及石英岩构成了岛弧型榴辉岩相蛇绿混杂岩;倪志耀等^[11]认为文登泽库石英岩为蛇绿岩的端员组分,并称之为变质硅质岩。

对这一问题的认识争议较大。山东省部分区调工作者^[12]认为,海阳所超镁铁质岩的化学成分富铁、钙贫镁、铝,其 m/f 值为 0.92 ~ 5.44,属铁质超镁铁岩,与含镁高的蛇绿岩中的超镁铁岩截然不同。Yang J 等人认为苏鲁地区的一些橄榄岩体代表了“消减带之上的地幔”或“残留的地幔”。Jahn 等人(1995 年)认为梭罗树超镁铁质岩是构造过程中侵入地壳的大陆岩石圈地幔俘虏体。赵大升等(1993 年)认为梭罗树辉橄岩代表了大陆下岩石圈地幔的残片。

值得注意的是,个别镁铁质岩的 REE 丰度低, LREE 亏损,具明显正铀异常,与蛇绿岩的辉长岩相似,显示了蛇绿岩存在的迹象,并且笔者等在填图中新发现了斜长花岗岩。因此蛇绿岩存在的可能性较大,今后应加强这方面的研究。

4 高压、超高压岩石研究尚存歧见

高压、超高压岩石研究是胶南造山带研究中最活跃、也是取得进展最大、揭示的问题最多的领域。对高压、超高压岩石的研究始终是进展伴随着争议。近年来在高压、超高压变质岩的岩石学、

变质作用演化等方面取得了公认的巨大进展,但是对超高压岩石的岩理学或机制的研究存在很大争议,甚至对一些基本事实的认定(如榴辉岩的形成时代)也存在较大争议。从柏林等(1999 年)曾对大别山—苏鲁超高压变质带研究的进展进行过概述和评论,总结出前人研究过程中有争议的 5 个焦点问题,即榴辉岩是“就地的”还是“外来的”?大陆地壳究竟能俯冲至多大深度?超高压变质作用中有流体吗?对超高压变质岩形成的大地构造背景尚存歧见,表现在对诸如是否存在“蛇绿岩”,超高压变质作用发生的时代,造山带下面是否有一古老的地幔楔等问题的争论;对超高压变质岩的折返过程与机制仍无一致的认识。这里仅对胶南造山带榴辉岩的形成时代及成因(“就地的”还是“外来的”)进行讨论。

4.1 关于榴辉岩的形成时代

关于榴辉岩相变质作用发生的时代,尽管许多研究者认为是三叠纪,但对是否存在多期高压、超高压变质作用仍在争论,甚至是否有三叠纪超高压变质作用也有不少人提出怀疑。目前鲁东榴辉岩中已获得了较多的同位素年龄数据,这些年龄值大小相差甚远,导致关于榴辉岩的形成年龄争议颇多。从已有同位素资料分析,鲁东榴辉岩的年龄值有两个集中的阶段,分别是 613 ~ 900Ma 及 207 ~ 329Ma。山东地质工作者普遍认为榴辉岩形成于前寒武纪,多数人认为形成于晋宁期,少数人认为形成于四堡期;而在鲁东地区进行科研工作的许多专家则认为榴辉岩主要形成于印支期,江博明博士于 1996 年来山东考察时根据他作的同位素年代学研究,断定榴辉岩形成于印支期。

基础地质研究支持榴辉岩形成于前寒武纪的证据是显而易见的:野外产状证实榴辉岩被中生代和新元古代侵入岩所包裹并切穿;榴辉岩经历了多阶段复杂的变质变形作用,这在鲁东地区震旦纪以后的地质体中是见不到的,只有前寒武纪地质体的变质变形才能与之比拟。宋明春等(2000 年)总结了有助于说明榴辉岩形成时代的 5 条地质依据,并认为鲁东榴辉岩绝对形成于印支期之前。

越来越多的证据表明,胶南造山带存在多期高压、超高压变质作用。胶南造山带中普遍存在高压成因的 3T 型多硅白云母, $\text{Si} = 3.283 \sim 3.55$ 。榴辉岩

的岩相学研究表明,大多数白云母形成于榴辉岩相峰期变质之后,说明榴辉岩相峰期变质后存在另一期高压变质作用。苏尚国等研究诸城榴辉岩围岩变质作用压力条件是 $0.73 \sim 1.60$ GPa,明显低于榴辉岩的变质压力。据此可认为存在榴辉岩相与高压绿片岩相2期高压变质作用。于津海等(2001年)研究苏北高压变质带的变质温、压条件是 $320 \sim 550$ 和 $0.55 \sim 1.2$ GPa,认为高压变质作用与其北侧的超高压变质作用不是同时发生的,而是与超高压变质体的退变质作用同时发生于印支期。

总之,胶南造山带至少存在2期高压、超高压变质作用。超高压榴辉岩相变质作用,变质条件是温度约 867 、压力 $2.5 \sim 3.5$ GPa,可能形成于晋宁期;高压绿片岩相变质作用,变质条件是温度 $450 \sim 510$ 、压力 $0.7 \sim 0.85$ GPa,可能形成于印支期。高压变质带叠加于超高压变质带之上,平面上二者相间分布。

4.2 榴辉岩是“就地的”还是“外来的”

研究榴辉岩与围岩的构造关系对于说明诸如榴辉岩是“就地的”还是“外来的”,榴辉岩的形成时代及榴辉岩的折返机制等问题具有重要意义。胶南造山带榴辉岩有三类直接接触的围岩:第一类为花岗质片麻岩(变质花岗岩),榴辉岩一般呈透镜状、似层状包于花岗质片麻岩中,其边部往往有薄的角闪质或云母质退变边,局部可见到花岗质片麻岩对榴辉岩有侵入穿切现象,二者为突变接触。花岗质片麻岩属荣成超单元和铁山超单元,与榴辉岩直接接触处的花岗质片麻岩往往变为白云钠长片麻岩、黝帘白云石英片岩或含石榴绿帘白云钠长片麻岩等。第二类为变质地层,榴辉岩一般呈似层状、团块状、肠状、透镜状与含石墨变粒岩及大理岩相伴产出,榴辉岩与围岩呈突变接触。第三类为基性、超基性岩,榴辉岩呈透镜状产出,与围岩呈渐变或突变接触。

高压、超高压变质矿物镁十字石、柯石英及金刚石的发现是榴辉岩研究的重大进展。金刚石最早由山东地矿局地质七队在20世纪70年代寻找金刚石原生矿时,在临沭一带的重砂中发现,由于当时严格保密未作报道。90年代初山东区调队在进行榴辉岩专题研究时,在荣成滕家等地的薄片发现了金刚石。近期由于大陆科学钻探的开钻,以许志琴院士为首的科学群体对东海及邻区进行了详细研究,

在预先导孔中发现了金刚石。早期的研究者鉴于榴辉岩与围岩变质程度的巨大差异,认为榴辉岩是构造挤入围岩中的,称为冷侵位。后来人们逐渐在榴辉岩的围岩中发现了超高压变质矿物和矿物组合,开始认识到榴辉岩与围岩具有“就地”关系。Kato等人(1997年)在含榴辉岩的大理岩中识别出现已成为方解石的文石假象,估算其峰期变质温、压条件是 $610 \sim 660$ 和 $2.5 \sim 3.5$ GPa。Ye Kai等人(1996年)在大理岩中识别出高Al-P-F榴石+纯黝帘石+含硬玉组分的透辉石这一榴辉岩相矿物组合。Ye Kai等人(1997年)则在变质钙硅酸岩中发现了钙铝榴石+金红石组合,表明其受过超高压变质作用。Ye Kai等人(2000年)还在诸城桃行榴辉岩围岩一片麻岩中找到了柯石英。

山东区调工作者在对胶南造山带进行填图过程中,详细研究了榴辉岩与各类围岩的接触关系,没有发现榴辉岩构造挤入围岩的迹象,却发现了一些正片麻岩侵入榴辉岩的现象,因此认为榴辉岩主要是“原地的”,榴辉岩与其围岩——超镁铁质岩、变质地层及部分片麻岩,经历过共同的超高压变质作用,榴辉岩在这些岩层中原先呈层状或条带状,是构造变形将其改造成透镜状;而大部分花岗质片麻岩是榴辉岩形成后或榴辉岩形成过程中侵入的,岩浆浮力作用裹挟榴辉岩上升是榴辉岩折返的重要机制之一。

5 构造格局、构造单元划分及大地构造属性、造山带边界问题

5.1 构造格局

长期以来人们一直认为胶南造山带是以多期褶皱为主的构造变形区,近年来的地质填图查明,该造山带实际是以韧性剪切带为格架,穹窿构造、褶皱构造相伴随,形成了网结状构造、帚状构造格局。由于后期强烈的抬升及剥蚀形成了“无山”造山带的地貌景观,显示出造山带“根”部复杂的构造变形特征。

韧性变形带可分为挤压型、逆冲型、走滑型及正滑型等类型,韧性变形构造岩从深层次至浅层次均较发育,张希道(1994年)、宋明春等人(1997年)通过对构造岩的研究已总结出了韧性变形过程中“动态重结晶矿物的粒度规律”及“长石的转化规律”。

胶南造山带基底构造线的展布总体呈现四个

“帚”状构造形态,第一个“帚”状构造位于威海断隆,以乳山海阳所为中心向N,NEE撒开;第二个“帚”状构造位于胶南隆起北部,以胶南王台为中心向S,SWW撒开;第三个“帚”状构造位于胶南隆起中部,以日照丝山为中心向S,SWW撒开;第四个“帚”状构造位于胶南隆起南部,以日照岚山头为中心向S,SWW撒开。

5.2 构造单元划分

根据地理位置,胶南造山带可划分为三段:东北段指即墨—牟平以东地区,即威海断隆;中段指胶南—日照—莒南—东海地区,即胶南隆起;西南段在苏北的连云港—灌云—清江一带,即连云港断隆。

按照地质构造特征的差异,胶南造山带可分为南、北两部分:北带包括威海断隆和胶南隆起,基底岩系主要由新元古代变质花岗岩类、元古宙基性、超基性岩片及新太古代—古元古代表壳岩组合组成,韧性变形构造复杂,榴辉岩广泛发育;南带即连云港断隆,基底岩系主要由中、新元古代浅变质火山沉积岩系组成,变形相对较弱。北带是超高压变质带,南带是高压变质带。

5.3 属扬子板块还是华北板块

胶南造山带的大地构造属性也是争议较大的问题之一。刘若新等(1989年)称其为构造混杂岩带。曹国权(1990年)称其为胶南地体,认为是与周围构造单元均不相连的独立地体。马杏垣(1989年)指出它是秦岭造山带的东延部分,夹持于华北板块与扬子板块之间。目前较一致的认识是:胶南造山带是华北板块与扬子板块之间的碰撞造山带,是一个独立的大地构造单元。关于胶南造山带的大地构造背景,目前尚存不同认识,大致可分为三种意见:一种认为它主体属扬子板块;另一种认为它主体属华北板块;第三种认为它属华北板块与扬子板块之间的微板块。

笔者认为胶南造山带南、北两部分在地球物理、构造变形及物质组成等方面均存在较大差异。北带的物质组成(尤其是表壳岩系)、构造变形等与胶北隆起具有一定的连续性,因此该带主体可能属于华北板块南缘带,而南带则主体可能属于扬子板块北缘带。南、北带的界线大致与连云港—嘉山断裂及近岸断裂一致。

5.4 造山带的边界在哪里

胶南造山带南界与响水—淮阴断裂一致,西侧被郯庐断裂切割,但对其北界位置有较大争议,曹国权(1990年)提出五(莲)—荣(成)断裂是胶南地体的北界,顾德林等^[3]认为华北地台和胶南隆起间真正分界线应在五莲—荣成断裂以北地区;王来明等人(1994年)认为该界限应划在米山断裂附近;林钧堂(1993年)提出应以桃村—山相家断裂为界;张成基等(1997年)认为应划在五莲—王台—荆山—莱山一线;翟明国(1999年)推测超高压变质带与华北陆块的界限不是简单的断裂,而是一条复杂的变质—岩浆带,该带以牟平断裂和米山断裂为界,由复式花岗岩体和岩脉以及不同尺度的变质岩透镜体和岩片组成,具构造混杂的特点,称之为昆嵛山边界杂岩带。王沛成等(1995年)提出应以牟平—即墨断裂为界及造山带应划分内带、外带的看法。

王沛成等最近在进行1:25万区调时,在玉林店“走廊状”分布的荣成超单元花岗片麻岩带中发现了榴辉岩,并在其西侧发现了一条带状分布的中基性岩墙群,结合其它证据,认为胶南造山带北界东北段的位置应在桃村断裂与牟平—即墨(朱吴)断裂之间的朱吴—牟平一线,大致相当于牟平—即墨(朱吴)断裂的西侧。

6 结论

胶南造山带基底主要由新元古代变质花岗岩组成,另有少量变质表壳岩、浅变质碎屑岩、基性—超基性岩及榴辉岩。造山带之上曾经有过古生代盖层。其中侵入有完好的三叠纪闪长岩及花岗岩体。该带中蛇绿岩存在的可能性较大。高压、超高压变质研究方面的最重要进展是在榴辉岩及其围岩中发现了许多高压、超高压变质矿物;认识到高压、超高压变质作用至少分为二期,即早期的超高压榴辉岩相变质作用及晚期的高压绿片岩相变质作用;榴辉岩对于其围岩来说主要是“原地的”,变质地层、超镁铁质岩及部分片麻岩等围岩与榴辉岩经历过相同的超高压变质作用,大部分花岗质片麻岩是在超高压变质作用发生后或发生过程中侵入榴辉岩中的。胶南造山带是一条以韧性剪切带为格架,穹隆构造、褶皱构造相伴随的“无山”的造山带。造山带可分为

南、北二部分,北带主体属于华北板块南缘带,而南带主体则属于扬子板块北缘带。南、北带的界线大致与连云港-嘉山断裂及近岸断裂一致。造山带南界与响水-淮阴断裂一致,北界位于五莲-王台-朱吴-牟平一线,西侧被郯庐断裂切割。

参考文献:

- [1] 张增奇,刘明渭,宋志勇,等. 山东省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996,38-78.
- [2] 许志琴,张建新,徐惠芬,等. 中国主要大陆山链韧性剪切带及动力学[M]. 北京:地质出版社,1997,185-200.
- [3] 顾德林,张长厚,陈建强,等. 胶南隆起北部地质构造特征及演化[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996,1-30.
- [4] 刘建文,于兆安,王来明. 山东省崮山头地区发现晚元古代 A 型花岗岩[J]. 中国区域地质,1998,17(3):331-333.
- [5] 刘占声. 郯庐断裂带中段地质[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1995,65-69.
- [6] 周春平. 苏北-胶南地体构造初探[J]. 地震地质,1989,11(1):60-64.
- [7] 马杏垣. 江苏响水至内蒙满都拉地学断面南北两段的地质观察[J]. 地球科学,1989,14(1):1-7.
- [8] 杨志坚. 胶东地块研究取得新进展[J]. 中国区域地质,1992,11(1):43-50.
- [9] 牛保祥,刘书才,刘怀书. 栖霞地区蓬莱群的时代属震旦纪[J]. 山东地质,1996,12(1):63-68.
- [10] 王仁民,安家桐,赖兴运. 胶东蛇绿岩套的发现及其地质意义[J]. 岩石学报,1995,11(增刊):211-227.
- [11] 倪志耀,王仁民. 胶东元古宙变质硅质岩的地球化学及成因[J]. 矿物岩石,2001,21(1):59-66.
- [12] 方长青. 乳山海阳所地区超镁铁岩的主要特征[J]. 山东地质,1997,13(2):1-9.

Study Development on Jiaonan - Weihai Tectonic Belt and Discussion of Some Important Geological Problems

WANG Lai - ming¹, SONG Ming - chun², WANG Pei - cheng²

(1. Shandong Geological Survey Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. No. 4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weifang 261021, China)

Abstract: The basements of Jiaonan - Weihai tectonic belt are mainly composed of Neo - proterozoic granites, including little amount of metamorphic supracrustal rocks, epimetamorphic clastic rocks, basic - superbasic rocks and eclogites. Metamorphic granites can be divided into syrogonic granites and after orogenic granites. Palaeozoic roof rocks are once occurred on orogenic belt, and Triassic diorites and granites are intruded in it also. Whether ophiolite and its country rocks occurred or not still need do more work to proof. Sulu tectonic belt is a "no mountain" tectonic belt, accompanying with domal structure and fold structure, and a ductile shear belt is its framework; tectonic belt can be divided into north and south part, north part belongs to south edge of Huabei platform, while south part belongs to north edge of Yangtz platform. The boundary of south and north part is conformity with Lianyungang - Jiashan fault and offshore fault. South boundary of tectonic belt is conformity with Xiangshui - Huaiyin fault, while north part locates in Wulian - Wangtai - Zhuwu - Mouping, and west part are cut by Tanlu fault.

Key words: Metamorphic granites; Proterozoic coverings; structure unit; Jiaonan - Weihai tectonic belt