

# 胶北下元古界变形构造初探

王沛成

(山东省地质矿产局区域地质调查队)

**提要** 本文阐述了胶北地区的下元古界荆山群、粉子山群的构造特征。依据不同轴向的褶皱的叠压关系及同位素测年等资料,将胶北下元古界的主要构造变形分为三期:

第一期:大致发生于 2375Ma,以上覆岩系由北向南作顺层剪切为特征,形成新生的顺层面理和一系列显示强烈扁平化特征的小褶皱,沿底面形成大规模的具滑脱性质的韧性剪切带。

第二期:发生于 2171Ma 左右,由 NE—SW 收缩体制的作用,形成轴向 NW 的褶皱构造。

第三期:发生于 1800Ma 左右,由于自 SE 向 NW 的推挤,早期形成轴向 NE 的叠加褶皱,晚期则形成大规模的自 SE 向 NW 推覆的韧性剪切带。

下元古界是胶北隆起区古老的结晶及褶皱变形基底,以往人们对其研究颇多。随着近年来不同比例尺区调工作的开展,其多组分的岩性组合所展现的复杂的变形构造,引起了地质工作者的极大兴趣。本文是笔者近些年在胶北工作过程中取得的粗浅认识,请指正。

## 一、概 述

胶北地区下元古界主要包括粉子山群、荆山群。荆山群自从 1986 年 11 月脱胎于粉子山群建立以来,其与(残余的)粉子山群的关系问题至今没有得以解决。主要表现在二者是上、下关系,还是横向对应两种观点。持上、下意见者主要依据荆山群的变质作用为高角闪岩相至角闪麻粒岩相,其内赋存有大量的石墨矿产,底部岩性的较大差异以及复杂的变形构造等方面都明显的不同于粉子山群,从而认为荆山群应位于粉子山群之下。持平行对比的观点者主要依据二者岩性组合的极大相似性,空间上二者未见叠压关系,均直接覆于太古代岩系之上以及同位素年龄相近似等依据,认为荆山群与粉子山群是横向关系。

从大量的野外资料综合分析,笔者认为,荆山群与粉子山群在许多方面确有较大差异,这主要是由于初期的沉积建造和后期的变质作用的不同所致,在岩性图上可以共存,

此文 1992 年 2 月收到,1992 年 9 月改回。

在地质演化的时间柱上,二者应是同时代的,其主要岩性组合的对比如表。

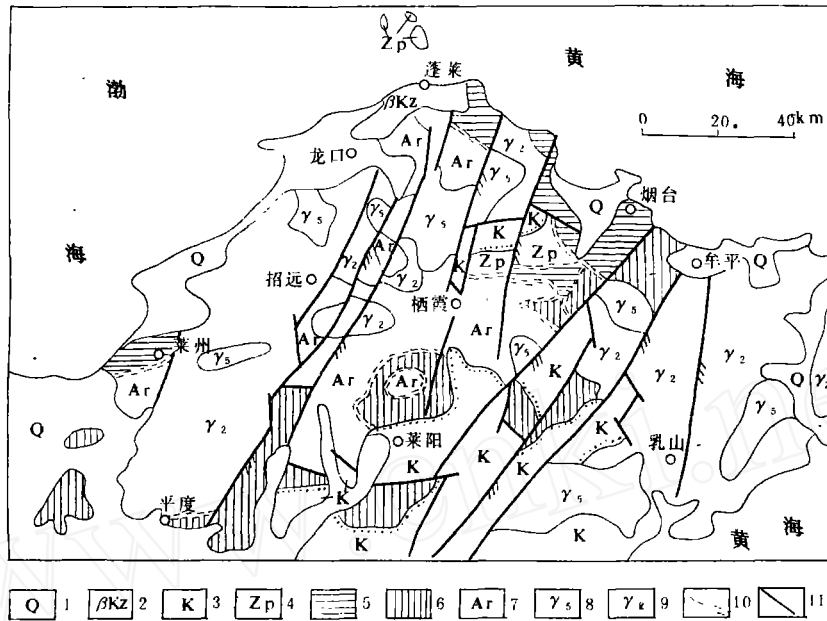


图 1 胶北地区荆山群、粉子山群分布图

1. 第四系; 2. 新生界玄武岩; 3. 白垩系; 4. 震旦系蓬莱群; 5. 下元古界粉子山群; 6. 下元古界荆山群;
7. 太古代岩系; 8. 中生代花岗岩; 9. 元古代花岗岩; 10. 韧性剪切带; 11. 断裂

粉子山群、荆山群主要岩石组合对比表

粉子山群		荆山群			
组	段	岩石组合	岩石组合	段	组
岗箭组		石榴石砂线黑云片岩、二云片岩夹透闪岩, 浅粒岩、黑云变粒岩	石榴石砂线黑云片岩夹浅粒岩、透辉岩、黑云变粒岩	2	陡崖组
巨屯组		石墨透闪岩、石墨大理岩	石墨透辉岩、石墨片麻岩	1	
张格庄组	3	大理岩	大理岩	2	野头组
	2	透闪岩、透闪变粒岩、黑云变粒岩	透辉岩、透辉变粒岩、黑云斜长片麻岩	1	
祝家乔组	1	大理岩	大理岩	2	禄格庄组
		浅粒岩、透闪岩、黑云变粒岩、石墨变粒岩、石墨透闪岩、下部石榴石砂线黑云片岩、二云片岩	石榴石砂线黑云片岩、夹浅粒岩、透辉岩、黑云变粒岩	1	

由图 1 可见,下元古界在胶北隆起尽管广泛分布,但大都不连续,多以侵入体、断层以及第四系相隔。各区段的构造线、面方位及形态差异较大。有些区段在宏观上(1:5 万地质图上能显示出的)可明显的看出早期褶皱枢纽的变位,而有些地区则只能通过线、面投

影等综合分析才能看出其多期变形的踪迹。在露头尺度上观察,可以看出四个不同世代的面理,即:层理、片理(片麻理)、流劈理、折劈理。其中,前二者多显示平行关系,是下元古界最醒目的具透入性的面状构造。小褶皱构造也相当发育,形态各异。在一些产状平缓的岩层中,却发育着一系列显示强烈扁平化特征的平卧、斜卧、钩状等小褶皱,与宏观上较宽缓的褶皱形态,显现出明显的不合谐特点。韧性剪切带有顺层剪切、推覆剪切,其方位、机制、带内岩性均有较明显区别。综合反映了下元古界这套古老的变质岩系经历了多期的在变形层次、应力场及变形体制等方面各不相同的构造形变,显示了复杂的演化特征。

## 二、褶皱构造分析

下元古界的褶皱变形,在不同地区,尽管有比较大的差异,但是通过综合分析,其规律性是比较明显的。现将几个代表性的主要出露区段:莱阳荆山、福山张格庄、牟平光山等地的褶皱构造特征分述于下:

### (一)荆山地区

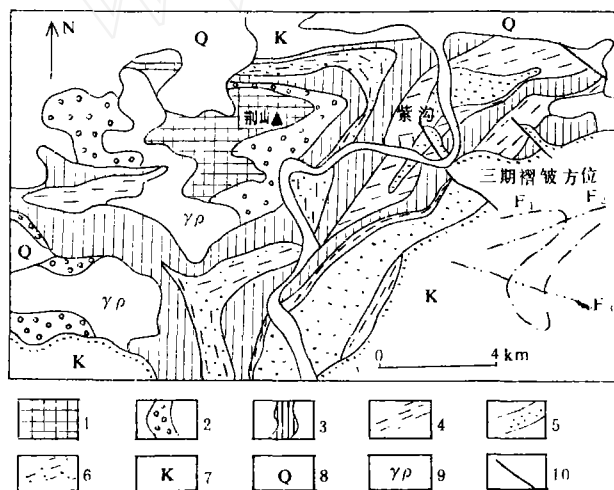


图2 莱阳荆山地区褶皱叠加干涉图

1. 禄格庄组二段; 2. 野头组一段; 3. 野头组二段; 4. 陡崖组一段;
5. 陡崖组二段; 6. 陡崖组未分; 7. 白垩系; 8. 第四系;
9. 花岗伟晶岩; 10. 断层

该地区的下元古界呈孤岛状出露于胶莱断陷盆地的东北部。发育地层为荆山群(缺失底部的禄格庄组一段),其以显示强烈而复杂的多期褶皱变形为特征(图2)。早期显示为紧闭的线型褶皱,受后期改造后,其枢纽呈现为的褶轴近直交。基本相当于J. G. Ramsay的第二类叠加干涉形式。从剖面观察,褶皱的形态早期为单斜对称,晚期则为斜方对称型。本地区除上述两期较明显的变形外,尚存在第三期褶皱构造。形态宽缓,轴向NW,在柴沟东北及西南均可以清晰的显出来。

片理极点投影(图3),显示不规则的大圆环带。枢纽产状倾向70°、倾角26°,轴面近直立。总体反映了第二期变形的斜方对称性,但明显含有晚期叠加改造的成分,致使环带弥散,对称程度降低。

反映了第二期变形的斜方对称性,但明显含有晚期叠加改造的成分,致使环带弥散,对称程度降低。

### (二)张格庄地区

该区段指出露于福山门楼以南的张格庄地区的粉子山群,呈西窄东宽的楔形展布。与上覆、下伏的蓬莱群、胶东群均为强烈的韧性剪切接触。图面结构由一个向斜(张格庄

向斜)和一个背斜组成,并具有明显的叠加特征。早期为 NW 轴向,而晚期的轴向则为 NE 轴向(图 4)。与荆山地区相似,为典型的异轴异面叠加干涉图象。

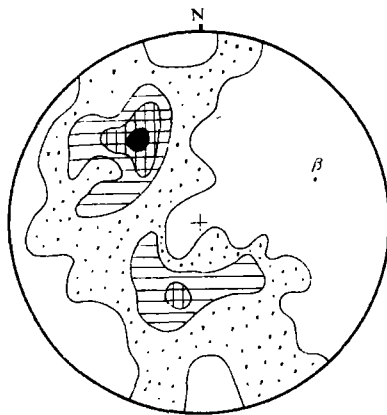


图 3 荆山地区荆山群片理极点投影  
160 点,等密线 0.3—2.2—4.1—5.9%

片理极点投影可分为两个亚区段。西段的褶皱形态紧闭,对称程度较低,但仍可显示一趋势大圆,带轴产状倾向 110°,倾角 20°。这与在该地区所测褶皱轴线理方位完全吻合(图 5a)。轴面近直立。显然,投影图中所显示的低对称(环带弥散)特点,是紧闭型褶皱枢纽波折变位的反映,代表了晚期平行轴向的挤压应力场叠加作用的存在。东段的褶皱形态比较宽缓,图面显示轴迹为 SE 向。在崂山沂沭村东被荆山群禄格庄组一段为韧性推覆剪切带所覆。作为同一褶皱的延伸,片理极点投影(图 5b)其对称程度明显高于西段,为斜方对称型。显然,这与早期较宽缓的褶皱形态在晚期变形过程中起某种控制作用有关。本段的统计学枢纽产状为倾向 120°,倾角 10°。

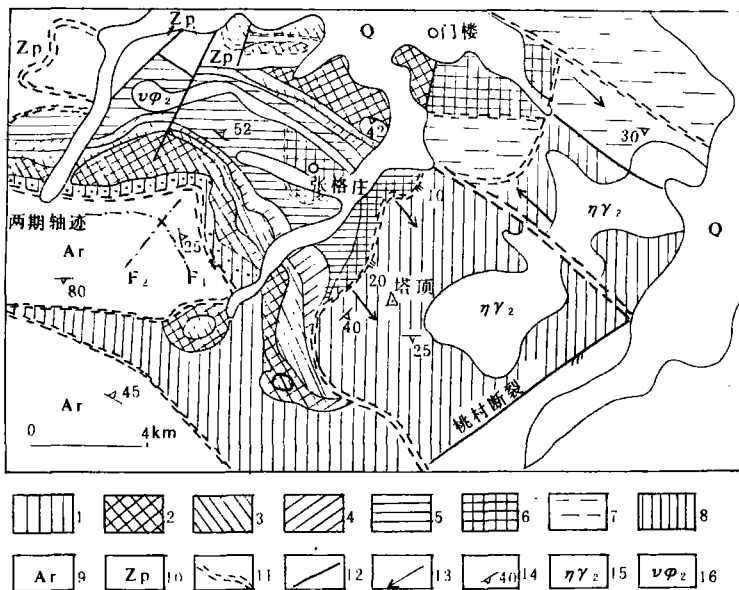


图 4 栖霞塔顶地区地质构造示意图

- 1. 祝家乔组下部片岩; 2. 祝家乔组上部; 3、4、5. 张格庄组 1、2、3 段; 6. 巨屯组; 7. 岗崮组石榴砂线黑云片岩; 8. 禄格庄组一段石榴砂线黑云片岩; 9. 太古代岩系; 10. 蓬莱群; 11. 韧性剪切带; 12. 脆性断裂; 13. 拉伸线理; 14. 片麻理产状; 15. 元古代二长花岗岩; 16. 元古代基性侵入岩

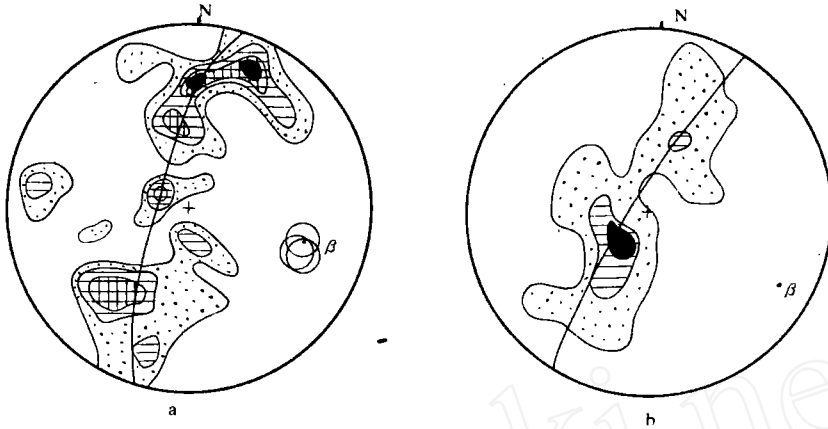


图5 福山张格庄地区粉子山群片理极点投影

(a)西段(亭口—玉皇顶亚区段)62点,等密线1.2—2.4—4—5.6%(小圆圈示褶轴投影)

(b)东段(玉皇顶—山卢亚区段)70点,等密线0.7—5—7.6%

(三)光山地区

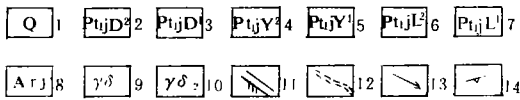
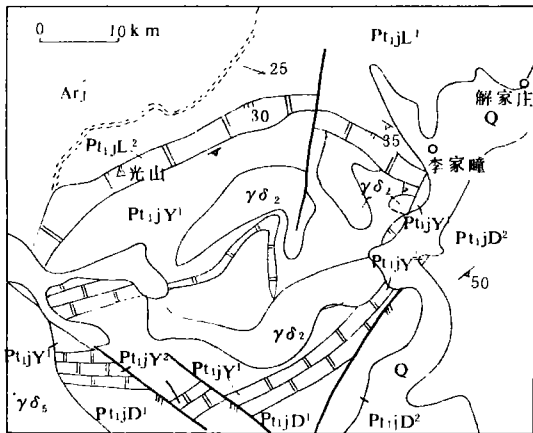


图6 牟平光山地区地质构造示意图

1. 第四系; 2. 下元古界荆山群陡崖组二段; 3. 陡崖组一段; 4. 野头组二段; 5. 野头组一段; 6. 禄格庄组二段; 7. 禄格庄组一段; 8. 太古界胶东群; 9. 中生代花岗岩闪长岩; 10. 元古代花岗岩闪长岩; 11. 断层; 12. 韧性剪切带; 13. 拉伸线理; 14. 片理、片麻理

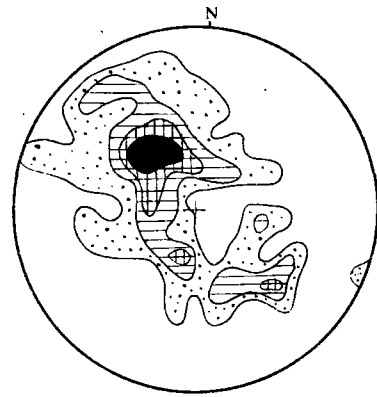


图7 光山地区荆山群片理极点投影

195点,等密线0.79—1.79—2.82—3.85%

指位于牟平光山一定国寺一带的荆山群,与下伏胶东群的接触关系为后期韧性剪切带所改造。该区地层在平面上呈椭圆形展布,长轴为NE向。其内禄格庄组一段片岩和陡崖组二段片岩仅一河之隔,有相连之势;而禄格庄组二段大理岩与野头组

二段大理岩在李家疃一带又有封闭之趋(图 6)。据该区变形特点和区域资料分析,笔者认为,这一形态应是褶皱轴近直交的两次宽缓的褶皱构造(即 NW 向与 NE 向)叠加作用所致。片理极点投影(图 7)呈三斜对称,但在二、三、四象限内有不同级别的极密,据此,仍能显示一趋势大圆,带轴大致  $45^\circ$  倾伏,代表了该区段控制性的构造线方位。

### 三、韧性剪切带

韧性剪切带作为深层次的断裂构造,在下元古界出露区广泛发育,并具有明显的“层控”性,尤其是在高铝质岩系内或与其上、下相邻的岩性界面上。按其变形机制的差异有顺层剪切和推覆剪切之分。

#### (一)顺层韧性剪切带

主要沿下元古界底面发育,空间上以不具切层性为其典型特征,是下元古界最早期的变形构造,并随后期的褶皱一同变形。工作证实,胶北下元古界与下伏岩系之间均显示为这种明显顺层韧性剪切带接触。

该类型的韧性剪切带内岩性为糜棱片岩,变晶糜棱岩。宽度变化大,由十几米至百余米。从整个变形带分析,它总体显示一种早期的动力变质而后经变质作用的强烈“愈合”。镜下多为变晶的糜棱结构。在该剪切带的上覆岩系中,发育有一系列的平卧、钩状不对称褶皱,其轴面与区域性的片麻理近于平行。据其轴面与包络面的关系,指示着上覆岩系是自北向南滑移。

据分析,这种变形机理可能有两个原因,一是在下元古界底部发育有大量的泥质岩系,其具有含水量高、易屈服的特点,为大规模的剪切滑脱作用提供了物质基础,起了润滑剂的作用。二是由于南北向收缩应力场的作用,引起下元古界重力失稳,为滑脱作用提供了力源。从而,沿不整合——也即薄弱面,形成了强烈的高应变带,掩盖了不整合面存在的真相。同时,使高铝质岩系发生大规模的流动和在剪切带之上发生强烈的横向构造置换,产生新面理,为后来大范围的褶皱变形提供了新的运动面。

应该指出的是,沿下元古界底部发育的这一顺层的韧性剪切带在许多地段被晚期的构造所叠加,显示为向不同方向顺层推覆的特征。如牟平光山一带的荆山群底部韧性剪切带显示自 SE 向 NW 推覆;而蓬莱金果山地区的粉子山群底部的韧性剪切带则显示为上覆岩系向 SSE 顺层推覆,并据其内一系列 Sc 组构的 S 面与 C 面之夹角的系统变化,计算出顺层推覆的位移量为 1196 米。这些不同方位的顺层推覆现象,反映了晚期构造应力场的多期性。

#### (二)韧性推覆剪切带

具有代表性的韧性推覆剪切带为发育于栖霞塔顶地区的荆山群禄格庄组一段与粉子山群界面上的糜棱岩带。它不同于上述的顺层推覆,而是具有明显的甚至大规模的切层性,以致于使荆山群底部的禄格庄组一段之石榴砂线黑云片岩置于粉子山群祝家乔组、张格庄组、巨屯组等不同层位之上(见图 4)。

该剪切带在平面上呈崎岖状展布,出露长 20 余公里。剪切带内岩性主要为一套糜棱化黑云片岩、糜棱片岩,其总体产状向 SE 倾斜,倾角多在  $20^\circ$ — $30^\circ$  之间,缓者不足  $10^\circ$ 。剪

切带的宽度几十米至数百米,其内发育有大量的 a 型褶皱和 Sc 组构,拉伸线理具透入性,优选方位明显。微观特点,石英呈丝带状,光轴强烈优选,代表了沿剪切面的最大拉伸( $\sigma_3$ )方向。上述特征表明了上覆岩系是自 SE 向 NW 方向推覆的,其运动学 b 轴与下伏粉子山群晚期的叠加褶皱 NE 向的轴向基本相同,显示出二者为同一应力场作用下所显现的不同变形世代、变形机制的产物。

关于该推覆剪切带的规模可能涉及到胶北下元古界顶部的石榴矽线黑云片岩的原始层位归属问题,而发生这一大规模推覆构造的缘由又可能与五荣断裂构造带的演化有着密切关系。

#### 四、下元古界变形序列、形成机制探讨

根据上述下元古界的变形特征,尤其是不同轴向的褶皱的叠加关系,结合同位素测年,在其内至少可识别出三期构造共生组合,显示了不同的变形机制(图 8)。

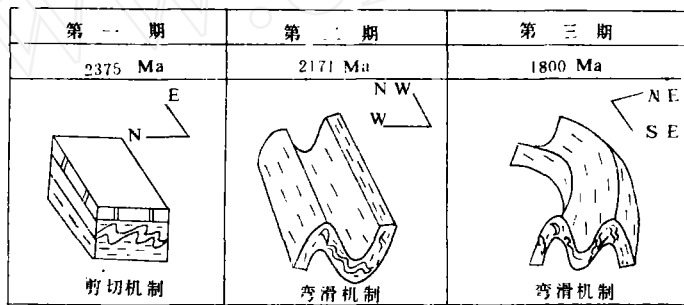


图 8 下元古界变形构造演化图解

第一期:下元古界形成后,因构造作用引起重力失稳,使下元古界内的上覆岩系发生自北向南的顺层剪切,形成了一系列层间小褶皱、新生面理和沿底面发育的滑脱剪切带这一共生组合,显示了伸展构造体制的特征。从胶北下元古界的资料综合分析,在栖霞的大庄头、莱阳旌旗山、平度明村这一 NEE 向的高级变质带,可能为该期变形的轴线,以在这一带聚集了大量的高铝质岩系并显示强烈的塑性流变为其典型特征。同时,暗示着这一带也可能为下元古界地槽沉积的轴线。

据侵入到变形后的荆山群中二长花岗岩的同位素测年为 2375Ma,可作为该期变形的上限。

第二期:在 NE—SW 收缩体制作用下,形成轴向 NW—SE 的褶皱构造。这是在下元古界以片理为运动面产生的第一次变形。同时,先期在下元古界底部发生的顺层剪切带也一同发生了褶皱变形,许多地段可以看到第一期强烈扁平化的紧闭小褶皱与本期的宏观的褶皱构造在运动学性质上明显的不合拍。总观本期变形,其褶皱形态差异较大。一般在胶北的南部,如旌旗山、南墅、明村、荆山等地形态大都比较紧闭,而这一带恰是胶北的高级变质带,主要为荆山群的发育地段。而在其北部地区,形态大都比较宽缓,主要为粉子

山群的发育区。这种差别可能与所处大地构造空间位置的差异有关,尚须进一步加以探讨。

本期变形区域上并没有形成透入性的新生面理,显示了弯滑作用为其主要变形机制。

从该期变形的轴向分析,可能与芝罘群的初次变形同步。芝罘群的同位素测年 2171Ma,可大致作为该期变形时代的记录。

第三期:在 SE 向 NW 的推挤收缩体制下,产生轴向 NE 的叠加变形。与先期区域性的褶皱轴近正交。依其变形过程中力学性质的转化又可划分为两个世代。第一世代形成轴向 NE 的叠加褶皱,但是先存褶皱的形态的差异其叠加后的干涉图象可有明显不同。当先期褶皱形态紧闭时,形成“Z”型的干涉图案(如荆山、南墅地区);而当先期褶皱为较开阔的褶皱时,则形成椭圆形的干涉形式(如光山地区)。当应力场进一步作用时,受力岩层的变形便由原来具斜方对称的弯滑机制,转化为显示单斜对称的剪切推覆机制,导致第二世代——推覆剪切带的产生。

据侵入推覆体的二长花岗岩(参见图 4)中的锆石同位素测年为 1674Ma(据赵云伦),可作为该推覆构造的上限时代。区域上可能与吕梁运动同步。

此外,在胶北下元古界中,有一组同位素测年数据浓集于 1400Ma,表明该时代曾有过较强烈的构造—热事件发生。但区域上踪迹不明显,荆山地区最晚期的轴向 NW 的宽缓褶曲能否代表该期事件,尚不清楚。

自中、晚古元古代以来,胶北虽经多次大小不同的构造事件,但对早元古代形成的这一下元古界的构造格局并未产生大的影响。

对在成文过程中与张自桓高级工程师的多次讨论中得到的教益和启示,在此深表谢意。

## 参 考 文 献

- [1] 朱志澄,1989,逆冲推覆构造,中国地质大学出版社。
- [2] 单文琅等,1987,北京西山水平分层剪切流变构造初探。地球科学—武汉地质学院学报,第二期。
- [3] 曹国权等,1990,山东胶南地体及其边界五莲—荣成断裂的构造意义。山东地质,第六卷,第一期。
- [4] 马杏垣等,1981,嵩山构造变形,地质出版社。
- [5] 刘如琦,1976,复合褶皱的赤平投影的分析方法。地质学报,第 50 卷,第一期。

**A PRELIMINARY ANALYSIS ON THE DEFORMATION  
STRUCTURE IN THE LOWER PROTEROZOIC  
ERATHM, NORTHERN JIAODONG PENISULA**

Wang Peicheng

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

**Abstract**

This paper discusses the deformation characteristics of the lower proterozoic erathem in the northern Jiaodong region. Based on the different deformation mechanisms, the superposition relations of the fdds with different directions and isotopic ages, three deformation phases can be recognized in the lower proterozoic erathem in the northern Jiaodong region: (1) The first deformation is characterized by the bedding - parallel ductile shearing of the overlying sequence from north to south and it occurred in 2375 Ma ago. (2) The second deformation occurred in 2171 Ma ago. It is characterized by the folds trending in the northwest direction. (3) The third deformation is characterized by the northeast trending superposed folds followed by a large ductile nappe shear zone and its age is probably 1800 Ma.