

鲁东地区古元古界形成的大地构造环境探讨

李洪奎^{1,2},李逸凡³,耿科^{1,2},嵯传源^{1,2},张玉波^{1,2},梁太涛^{1,2},王峰^{1,2}

(1.山东省地质科学实验研究院, 济南 250013; 2.国土资源部金矿成矿地质过程与资源利用重点实验室, 济南 250013; 3.潍坊学院建筑与工程学院, 山东 潍坊 261061)

摘要:鲁东地区是我国古元古界典型发育地区之一,分布有荆山群和粉子山群,以产滑石矿、菱镁矿、石墨矿而举世瞩目。荆山群和粉子山群形成的大地构造环境多年来备受争议,有裂谷盆地、活动大陆边缘和俯冲增生杂岩等认识。本文在分析研究这些争议原因的基础上,试图从荆山群和粉子山群层序特征、岩石建造构造组合、变质、变形和古构造环境等因素,并考虑其在后期的发展、演化和构造变形过程中所处的古构造部位和构造改造强度差异等去探讨古元古代荆山群和粉子山群形成的大地构造环境,认为荆山群、粉子山群形成的构造环境应是古弧盆相中陆缘裂谷盆地的组成部分,相当于弧后盆地靠近大陆边缘一侧的构造背景,在古元古代晚期的造山过程中,粉子山群和荆山群等岩石地层单位均卷入了造山作用,其中荆山群发生了深俯冲作用,导致了高压麻粒岩相变质。粉子山群形成的大地构造环境属弧后盆地相,早期具有古岛弧(火山弧)或是弧后伸展的属性,而荆山群形成的大地构造环境为弧后盆地俯冲杂岩亚相。

关键词:形成环境;大地构造;增生杂岩;岛弧;弧后盆地;鲁东地区

中图分类号: P548

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2013)02-0114-10

鲁东地区是我国古元古界发育的典型地区之一,尤以盛产滑石矿、菱镁矿、石墨矿、铁矿等为特色,滑石、石墨矿床储量举世瞩目。

区内古元古代变质岩系称为荆山群和粉子山群,二者岩性组合和形成时代均较相近,同位素年龄数据集中于2484~2019 Ma^[1];但二者在形成环境、变质程度、构造变形等方面存在明显不同,因而产生了诸多不同的认识。

荆山群主要分布在平度—莱阳—牟平—一线(图1),是一套高铝片岩、变粒岩、大理岩、含石墨岩系、片麻岩、透辉岩等为主的变质岩,变质程度达到角闪岩相—麻粒岩相,并在其中发现了高压泥质麻粒岩^[2]。荆山群自下而上划分为禄格庄组、野头组、陡崖组。

粉子山群主要分布在莱州—蓬莱—福山—一线,总体位于荆山群北侧,为一套含磁铁岩系、变粒岩、高铝片岩、长石石英岩、大理岩、含石墨岩系、透闪岩等并夹菱镁矿层的复杂变质岩,变质程度为绿片岩相—角闪岩相。自下而上分为小宋组、祝家乔组、张格庄组、巨屯组和岗嵒组,其中小宋组主要分布在郯

庐断裂东侧的灰埠一带,其时代归属目前尚有不同看法,部分研究者认为可能属新太古代(据王惠初研究成果,资料待发表)。

荆山群和粉子山群形成的大地构造环境是多年来争议的焦点问题之一,本文试图从岩石建造、岩石构造组合及大地构造相的角度去探讨鲁东地区古元古界形成的大地构造环境。

1 古元古代构造环境研究现状

鲁东地区古元古代的构造背景长期以来有裂谷盆地、活动大陆边缘和俯冲增生杂岩等认识。宋明春等^[3]认为其形成于板块碰撞后拉张阶段具有三叉裂谷性质的裂陷盆地(或拗拉谷)环境或裂陷海槽,主要特点是出现大量滨—浅海相复理石沉积和部分高成熟度滨海碎屑沉积。白瑾等^[4,5]认为胶东、辽宁至吉林是一个统一的古元古代构造带,称为胶—辽—吉活动带,具活动大陆边缘的构造环境。王沛成根据岩性不同认为荆山群、粉子山群均形成于滨海相至浅海相的大陆边缘构造环境,但各地具体的环境

收稿日期:2013-03-27

资助项目:国家矿产资源潜力评价项目:山东省成矿地质背景研究(1212010813014-01)

作者简介:李洪奎(1962-),男,博士/研究员,主要从事地质矿产勘查、矿床学研究及深部勘查技术方法研究工作,E-mail:lhk126@126.com。

质变形作用改造,特别是吕梁期的韧性伸展变形作用,使其成为一套群内有序而组内无序的层状变质岩系,但与典型造山带相比,该套变质岩系即有别于造山带中的变质地层,又不同于稳定陆块上的沉积盖层。因此沿用沉积地层学方法开展工作,必然会因为所处区域改造特征不同或侧重点的差异而得出不同的结论,就是荆山群和粉子山群各组的层型剖面与各地相同层序的岩性差异也是较大的,这就在划分方案上赋予了众说纷纭的地质含义。

(2) 认识上的误区

多年来,区内的地质工作者多参照沉积地层的叠置顺序划分地层和对比,自觉不自觉的用所谓标准剖面进行区域地层对比,有时利用所谓的“厚度”、“地层的发育程度”划分对比变质变形地层。建造与改造的特征在地层划分对比中没有很好的发挥作用,忽略了变质变形造成地层的重复叠置甚至缺失,以及同岩异貌、异岩趋同等特点。有时甚至用“特征变质矿物是否出现”和所谓的“接触关系”来衡量地层的可比性,喜欢建立地层单位。同时对区内存在古元古代造山作用和深俯冲折返缺乏深入的研究,而荆山群底部与太古宙结晶基底皆为韧性构造接触,这种认识的忽略也导致了对大地构造环境的误判。

(3) 参照系不同

无论是荆山群还是粉子山群内部出现的变质、变形、地层发育程度不一致等现象,主要原因是受控当时的古构造环境,并在后期的发展、演化和构造变形过程中所处的古构造部位和构造改造强度差异所致。不同的地质时期和不同的构造环境,有着不同的原岩建造组合特点,这是认识和重塑鲁东地区古元古代活动带地质演化历史的重要物质基础,原岩建造的对比是进行中-浅变质岩系地层发育地区区域地层对比的物质基础^[20,21],构造环境对比和某些差异的深入研究才是深化地质研究的关键所在。

3 荆山群、粉子山群的建造特征

研究表明荆山群、粉子山群是一种大套地层有序,而内部变化较大的层状变质岩系,是某一特定时期内形成的岩石和岩相共生组合体,受构造环境控制并代表着沉积作用方式和沉积盆地的形成与发展特点。不同期次、不同阶段、不同大地构造部位的沉积相环境、不同沉积古地理单元、代表着活动带不同

演化阶段进程都具有各自独特的建造类型。

3.1 荆山群的建造特征

3.1.1 基本层序

前人将中深变质的荆山群按照层序地层学的方法进行划分对比,以岩石地层作为划分群组段的基本手段,自下而上划分为禄格庄组、野头组、陡崖组^[1,22],每个组又可进行二分。由于原始沉积和后期改造作用的差异,在各地发育程度不一,厚度有异。牟平祥山地区发育齐全,厚度最大,为2798 m;莱阳荆山地区缺失底部安吉村片岩段,厚度2394 m;莱西南墅地区缺失底部安吉村片岩段,顶部水桃林片岩段也剥蚀殆尽,仅剩少量残留,厚1200 m;平度明村仅发育野头组和陡崖组(顶部片岩仅剩少量残留),其厚度为1084 m;在海阳晶山地区因断层影响,地层发育不全,只有野头组和陡崖组徐村段,厚度1051 m。

从荆山群的岩石共生组合特征可以明显判别,荆山群的原岩主要为一套正常浅海相的泥质岩、碎屑岩、碳酸盐岩及钙镁硅酸盐岩^[1,22]。三个组大致代表了三个不同的沉积旋回,其中,从禄格庄组岩性组合看,基本没有火山喷发事件,反映了一种稳定的正常浅海相沉积环境。野头组的原岩除正常沉积的碎屑岩及钙镁硅酸盐岩和碳酸盐岩外,尚有大量的表征基性火山喷发的斜长角闪岩类(可能有部分变质的基性侵入体),尤其是在祥山段,其横向和纵向上的岩相快速频繁相变反映了当时处于一种地壳不稳定的水下沉积环境。陡崖组的岩性组合及其稳定延伸昭示着,该组沉积时地壳处于一种稳定状态,其中石墨的出现,表征着本地区第一次大规模出现有机质成分。

3.1.2 建造特征

建造是泛指在地壳发展的某一阶段,在特定的大地构造条件下所形成的具有成因联系的一套岩石共生组合^[23]。根据荆山群岩石建造,可分为三套岩石构造组合,即片岩-大理岩组合、变粒岩-透辉(闪)变粒岩-大理岩组合和石墨变粒岩片麻岩-石墨大理岩-片岩(孔兹岩)组合(图2)。

(1) 片岩-大理岩岩石构造组合:由两套大的岩性组合构成,下部为石榴砂线黑云片岩-砂线黑云片岩岩性组合,其内夹透辉岩、黑云变粒岩、薄层大理岩、长石石英岩等,在顶部的高铝片岩中含有石墨。上部为大理岩岩性组合,包括厚层白云石大理岩、含

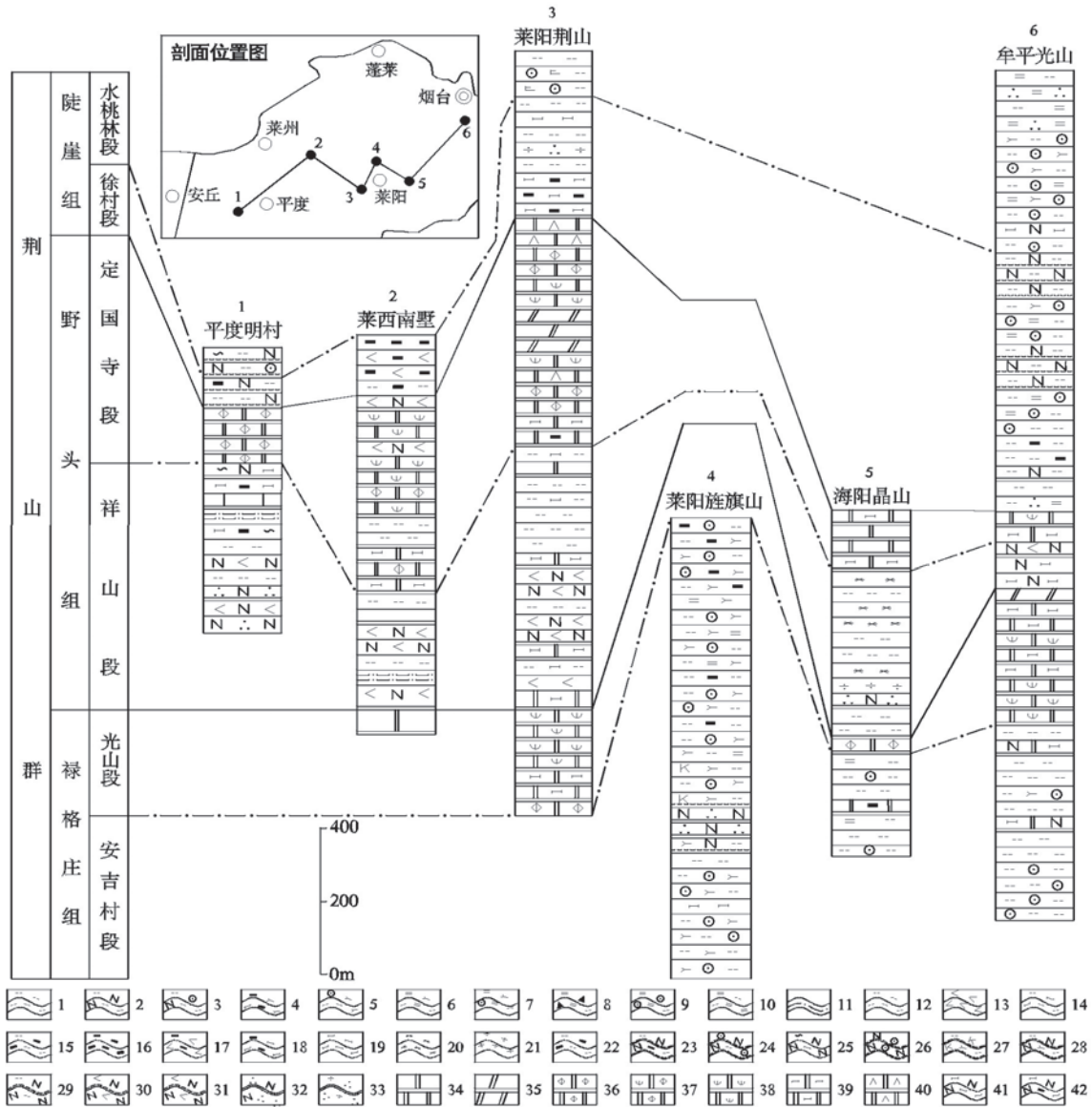


图2 荆山群不同地区岩石建造对比柱状图(据1:25万烟台幅区调)

Fig.2 Histogram comparison of petrocontribution among the different areas in the Jingshan group

1. 黑云片岩; 2. 斜长黑云片岩; 3. 蓝晶石榴黑云斜长片岩; 4. 石墨矽线黑云片岩; 5. 石墨石榴矽线黑云片岩; 6. 矽线二云片岩; 7. 矽线石榴黑云片岩; 8. 电气石二云片岩; 9. 石榴二云片岩; 10. 白云石英片岩; 11. 浅粒岩; 12. 黑云变粒岩; 13. 角闪变粒岩; 14. 透辉黑云变粒岩; 15. 石墨黑云变粒岩; 16. 石墨变粒岩; 17. 石墨角闪变粒岩; 18. 石墨透辉变粒岩; 19. 透辉变粒岩; 20. 阳起变粒岩; 21. 透闪变粒岩; 22. 石墨黑云变粒岩; 23. 石墨黑云斜长片麻岩; 24. 石墨石榴斜长片麻岩; 25. 紫苏透辉钠长变粒岩; 26. 石榴斜长片麻岩; 27. 矽线黑云钾长片麻岩; 28. 矽线黑云斜长片麻岩; 29. 黑云斜长片麻岩; 30. 角闪斜长片麻岩; 31. 斜长角闪岩; 32. 长石石英岩; 33. 透闪石英岩; 34. 大理岩; 35. 白云质大理岩; 36. 白云石大理岩; 37. 蛇纹石化白云石大理岩; 38. 蛇纹石大理岩; 39. 透辉大理岩; 40. 镁橄榄石大理岩; 41. 斜长透辉岩; 42. 石墨斜长透辉岩

金云蛇纹大理岩、厚层蛇纹石化橄榄大理岩夹透辉岩、厚层蛇纹大理岩透辉大理岩。两套岩石构造组合在不同地区厚度变化较大,但组合稳定。

(2)变粒岩-透辉(闪)变粒岩-大理岩岩石构造组合:变粒岩-透辉(闪)变粒岩岩性组合为一套变质的钙镁硅酸盐岩及碎屑岩,各地横向相变比较

大,主要岩性为黑云变粒岩、透辉岩夹斜长角闪岩、肉红色大理岩、透辉变粒岩等,可细分为黑云角闪片岩-斜长角闪岩-黑云变粒岩-透辉岩组合、透辉岩-透辉黑云变粒岩-角闪变粒岩组合(暖气片构造层)、透辉岩夹大理岩-角闪透辉岩-角闪变粒岩组合、黑云变粒岩-角闪变粒岩-斜长角闪岩-黑云透

辉变粒岩组合和方解大理岩-黑云变粒岩组合。大理岩岩性组合相对比较稳定,主要岩性为蛇纹石化大理岩、橄榄大理岩、白云石大理岩、透辉大理岩夹斜长角闪岩。

(3)石墨变粒岩片麻岩-石墨大理岩-片岩(孔兹岩)岩石构造组合:下部主要为一套含石墨的岩系,为石墨变粒岩-石墨片麻岩、石墨透辉变粒岩夹黑云变粒岩及麻粒岩、石墨透辉大理岩-石墨金云大理岩,是大型石墨矿的产出层位。上部主要为一套变质的泥质岩及部分碎屑岩,主要岩性为矽线石榴二云片岩、石榴黑云片岩夹白云石英片岩、透辉岩。

从岩石构造组合分析,下部岩性基本没有火山喷发事件,反映了一种稳定的正常浅海相沉积环境;中部的原岩除正常沉积岩外,尚有大量的表征基性火山喷发的斜长角闪岩类,反映地壳不稳定的水下沉积环境;上部岩性中石墨的出现表征大规模“C”的存在,但碳质来源是有机质还是无机成因,尚存有较大争议^[24]。该群中测得的SHRIMP U-Pb年龄为 $1956 \pm 41 \text{ Ma}$ 和 $1884 \pm 24 \text{ Ma}$ ^[25],说明其为古元古代产物。

3.2 粉子山群建造特征

3.2.1 基本层序

粉子山群自下而上划分为小宋组、祝家乔组、张格庄组、巨屯组和岗嵒组,就目前所见除岗嵒组与下伏的巨屯组为韧性剪切带接触外,其余各组之间均为整合接触。粉子山群在各地发育不一,在莱州地区发育相对比较齐全,下部岩性变化比较大,厚3151 m;蓬莱地区缺失下部的小宋组,厚2281 m;福山地区同样缺失小宋组,厚3393 m。上述三地区是粉子山群的主要分布区。在五莲地区、粉子山群发育不全,下未见底,上未见顶,仅发育小宋组、祝家乔组、张格庄组,厚1323 m。从岩性组合看,粉子山群原岩下部以碎屑岩为主,中部以碳酸盐岩为主,上部则以泥质岩系为主。

从粉子山群分布于各地的岩石组合可以看出,其原岩可以进行三分,下部是碎屑沉积岩,中部是碳酸盐岩夹钙镁硅酸盐岩,上部是泥质岩。其中在莱州地区下部的碎屑岩中发育较多的基性火山岩夹层,且碎屑岩的成熟度也比较低,主要为长石砂岩类。在莱州地区,与太古宙岩系为断裂接触。而在福山、蓬莱地区的粉子山群下部则主要为成熟度比较高的长石石英砂岩、石英砂岩,底部为泥质岩,表

明粉子山群是形成于滨海相至浅海相的大陆边缘构造环景,但各地具体的沉积环境则具有明显的差别。

3.1.2 建造特征

粉子山群岩石组合为含磁铁岩系、变粒岩、高铝片岩、长石石英岩、大理岩、含石墨岩系、透闪岩等并夹菱镁矿层的复杂变质岩,变质程度为绿片岩相-角闪岩相。可进一步分为浅粒岩-变粒岩-斜长角闪岩夹磁铁石英岩组合、黑云变粒岩-斜长角闪岩-透辉变粒岩组合、大理岩-滑镁岩组合、石墨变粒岩-石墨透辉岩组合和片岩组合(图3)。

(1)浅粒岩-变粒岩-斜长角闪岩夹磁铁石英岩组合:对应于小宋组,分布于莱州小宋、小魏家、平度灰埠等地。其岩石组合为黑云变粒岩、斜长角闪岩、浅粒岩、长石石英岩夹磁铁(石榴)石英岩、磁铁浅粒岩,偶夹大理岩,以大套均一的黑云变粒岩夹磁铁石英岩、磁铁浅粒岩等含铁岩系为特征。据岩石组合及含矿性分为三个岩性段:一段(浅粒岩段),岩性为含磁铁矿浅粒岩、黑云变粒岩夹浅粒岩和长石石英岩,顶部常具有一层透闪大理岩;二段(含铁岩系段),以黑云变粒岩、斜长角闪岩、角闪变粒岩为主夹磁铁石英岩、磁铁浅粒岩、磁铁角闪岩等含铁岩系,局部含石榴石和矽线石,磁铁矿含量高;三段(黑云变粒岩段),岩性为黑云变粒岩夹薄层斜长角闪岩、角闪变粒岩和石榴二云片岩,顶部见一层具标志层意义的金云透闪大理岩,以大套均一黑云变粒岩为特征,显示了岛弧浅滨相的特征^[8]。

随着近几年在莱州-昌邑-安丘铁矿成矿带上找矿的新突破与进展,发现与原小宋组几近平行的含磁铁透辉岩、磁铁斜长角闪岩、磁铁角闪岩组合并夹有透辉变粒岩-角闪变粒岩等,显示了岛弧的特点。

(2)黑云变粒岩-斜长角闪岩-透辉变粒岩组合:分布于栖霞庙后、蓬莱金果山、莱州粉子山及平度灰埠等地区,主要岩性为黑云变粒岩、浅粒岩,矽线黑云片岩、斜长角闪岩、透闪变粒岩等。其岩石组合在玲珑岩体东西有较大差异,其中突出表现在是否发育斜长角闪岩上,在蓬莱、福山地区,该组中不发育斜长角闪岩,但在顶部含石墨;而在平度、莱州地区,则发育较多的斜长角闪岩,无石墨成分。

(3)大理岩-滑镁岩组合:分布于福山张格庄、蓬莱金果山、莱州粉子山等地。以厚层白云石大理岩夹透闪岩、透闪片岩、黑云变粒岩组合为特征。岩性

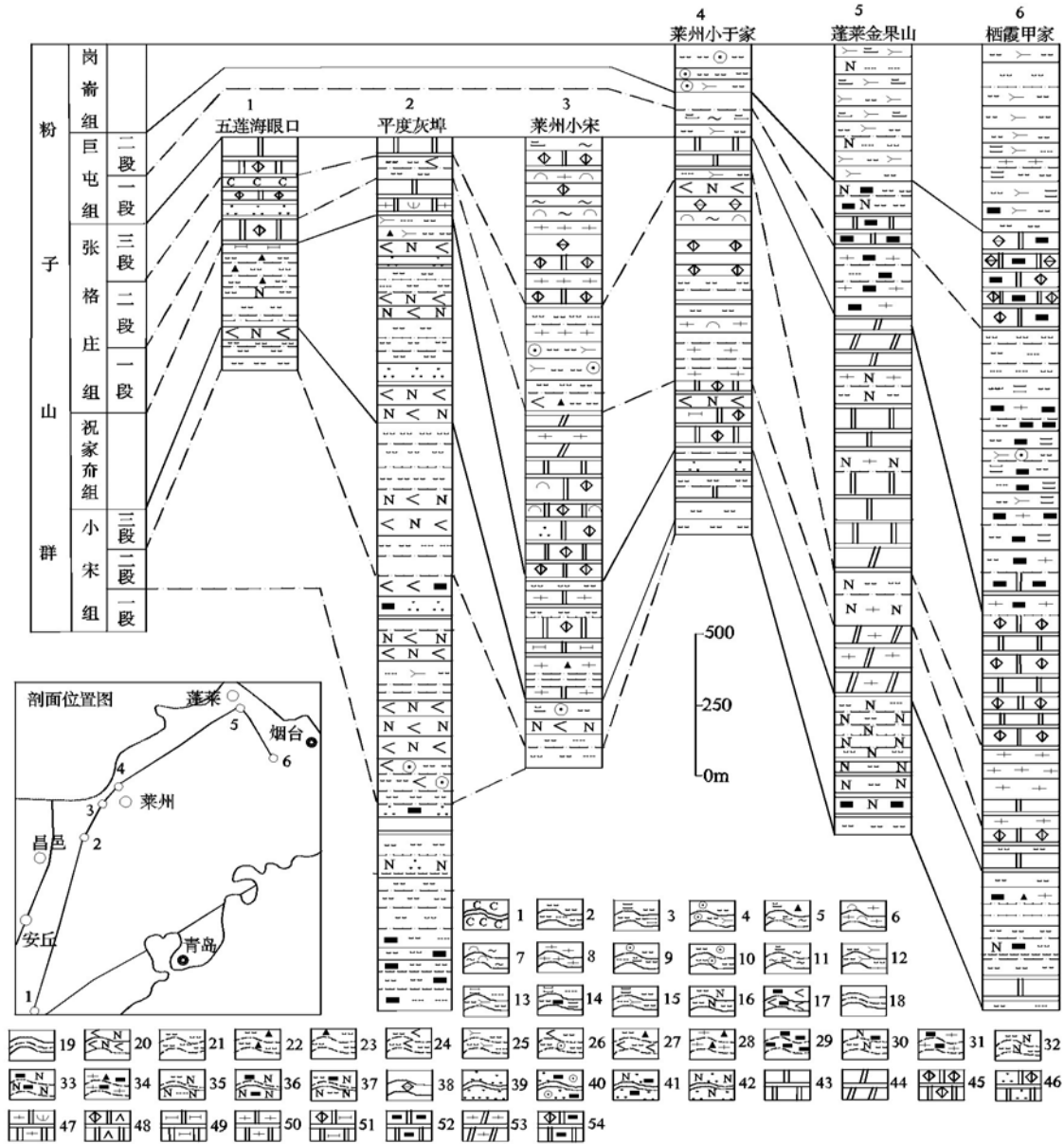


图3 粉子山群不同地区岩石建造对比柱状图(据1:25万烟台幅区调)

Fig.3 Histogram comparison of petrocontribution among the different areas in the Fenzishan group

- 1. 碳质板岩; 2. 黑云片岩; 3. 二云片岩; 4. 砂线石榴黑云片岩; 5. 电气石绢云绿泥片岩; 6. 滑石透闪片岩; 7. 滑石绿泥片岩; 8. 透闪片岩; 9. 石榴二云片岩; 10. 石榴黑云片岩; 11. 绢云绿泥片岩; 12. 砂线黑云片岩; 13. 砂线二云片岩; 14. 石墨二云片岩; 15. 砂线二云片岩; 16. 斜长黑云片岩; 17. 石墨角闪片岩; 18. 浅粒岩; 19. 磁铁浅粒岩; 20. 斜长角闪岩; 21. 黑云变粒岩; 22. 电气石黑云变粒岩; 23. 电气石黑云角闪变粒岩; 24. 角闪黑云变粒岩; 25. 砂线黑云变粒岩; 26. 石榴角闪黑云变粒岩; 27. 电气石黑云角闪变粒岩; 28. 电气石透闪变粒岩; 29. 石墨变粒岩; 30. 石墨斜长黑云变粒岩; 31v 石墨透闪变粒岩; 32. 斜长黑云变粒岩; 33. 石墨斜长变粒岩; 34. 含电气石石墨透闪变粒岩; 35. 黑云斜长片麻岩; 36. 石墨斜长片麻岩; 37. 石墨黑云斜长片麻岩; 38. 菱镁矿; 39. 石英岩; 40. 石榴磁铁石英岩; 41. 磁铁石英岩; 42. 长石石英岩; 43. 大理岩; 44. 白云质大理岩; 45. 白云石大理岩; 46v 白云石英大理岩; 47. 蛇纹石化透闪大理岩; 48. 白云滑石大理岩; 49. 透辉大理岩; 50. 透闪大理岩; 51. 白云透辉大理岩; 52. 石墨大理岩; 53. 白云质透闪大理岩; 54. 石墨白云大理岩

组合三分性十分明显,且空间上延伸稳定:一段:以白云石大理岩为主,夹层各地略有变化;二段:为一套绿色岩系(或绿色岩带),各地岩性及厚度变化较

大,主要为暗绿色透闪片岩,透闪岩、透辉岩、透闪变粒岩夹黑云变粒岩、透闪大理岩。三段:以白云石大理岩为主,常夹一层硅质大理岩,各地岩性略有差

异。在莱州产菱镁矿、滑石。

(4) 石墨变粒岩-石墨透辉岩组合: 分布于福山巨屯、蓬莱金果山及莱州粉子山等地, 主要岩性为石墨黑云变粒岩、石墨大理岩、石墨透闪透辉岩、透闪变粒岩、黑云片岩。

该套组合中所含的石墨与荆山群孔兹岩构造组合中所含石墨的差异在于: 前者隐晶质, 后者为晶质石墨, 就固定碳含量而言, 二者无根本的差异性。在矿产开发利用方面, 粉子山群中的石墨目前暂不能利用, 而荆山群中的石墨目前是山东主要的开发利用对象。

(5) 片岩组合: 分布于蓬莱、福山等地, 岩性比较单一, 主要以石榴矽线黑云片岩为主夹矽线黑云片岩、石榴黑云片岩、黑云片岩、二云片岩、透闪变粒岩、浅粒岩等, 该组与下伏巨屯组接触关系大都为韧性剪切带所改造, 部分为断层接触。

从粉子山群岩性组合分析, 主要为大理岩、黑云变粒岩、透闪岩、石墨透闪岩、浅粒岩、斜长角闪岩、磁铁石英岩、矽线黑云片岩等, 原岩底部和下部为泥砂质碎屑岩, 中部为巨厚层富镁碳酸盐岩夹钙镁质碳酸盐岩, 上部和顶部为碳质碎屑岩、泥质碎屑岩, 局部地区下部的碎屑岩中发育较多的基性火山岩夹层。整体看, 粉子山群是形成于滨海相至浅海相的大陆边缘构造环境。锆石 U-Pb 年龄集中在 1848 ~ 2478 Ma 之间^[1]。

4 古元古界形成的构造环境

华北在太古宙尚未形成统一的陆块, 发育洋盆及岛弧是其重要特点^[26]。在古元古代初期(2400 Ma), 继承了新太古代末期陆缘海、洋盆、岛弧和火山弧的构造环境, 至 1800 Ma 是古元古代多种类型构造盆地形成和最终汇聚期, 也是真正的华北陆块的最终汇聚形成期, 在陆块与陆块之间不同程度保留了俯冲-碰撞的地质记录残留, 深俯冲形成的高压麻粒岩带是其佐证^[27, 28, 29]。鲁东古元古代构造带是古造山带的地质记录, 也是华北陆块区最终统一的“会聚带”。

荆山群、粉子山群形成的构造环境应是古弧盆相中陆缘裂谷盆地的组成部分, 相当于弧后盆地靠近大陆边缘一侧的构造背景, 在古元古代晚期的造山过程中, 粉子山群和荆山群等岩石地层单位均卷入了造山作用, 其中荆山群发生了深俯冲作用, 发生

了高压麻粒岩相变质。

4.1 形成环境

弧后盆地相发育在以陆壳为基底的火山弧的凹侧, 是由于岛弧的裂离, 其后的裂谷作用和弧后扩张, 通常以裂离的岛弧细条块与大陆主体分隔而形成的盆地。近陆一侧为残余弧, 另一侧成为邻接大洋岩石圈俯冲带的前锋弧。发育的最初阶段, 弧后盆地的底部陆壳拉伸变薄, 随着海底扩张洋壳在盆地的底部深处就位。进一步拉张拓宽, 弧后盆地即转为弧后洋盆^[23]。

在盆地的不同构造部位有不同的深-浅海沉积层序和组合。火山岩组分具有钙碱性系列向拉斑玄武岩系列过渡的特征。造山带内的绝大多数蛇绿混杂带均是弧后洋盆俯冲消减形成的。当弧后洋盆在弧-弧或弧-陆碰撞中保存下来, 一边是弧缘, 或残余洋盆。在任何一种情况下, 深海沉积物都出现在盆地层序底部, 随后转化为残余弧后盆地, 并最终是以充填消亡为特征。以陆壳为基底的弧后盆地, 其沉积物为陆缘浅海型, 具有鲍马序列, 有时可含大量的火山碎屑。盆内及盆缘断层一般为同生断层, 边沉降, 边沉积, 组成与岛弧总体走向平行的堑垒线形构造沉积相带。弧后盆地沉积呈现明显的不对称性, 在靠近岛弧一侧, 火山碎屑浊流沉积占优势, 在靠近大陆一侧陆缘碎屑浊流沉积占优势。

4.2 沉积岩建造

以火山碎屑浊积岩建造为主, 为向上变浅的沉积序列。沉积物来源有双向性, 靠弧一侧以火山碎屑岩为主, 火山碎屑浊积岩和岩屑流沉积物发育; 靠陆一侧以陆源碎屑物为主。岩石组合以陆源碎屑为主, 充填序列仍具有早期复理石、晚期磨拉石的双幕式沉积特点。主要的沉积岩建造为: 陆源碎屑浊积岩组合, 碳酸盐岩浊积岩组合, 火山碎屑浊积岩组合, 火山碎屑沉积组合, 硅质泥岩-硅质岩组合, 粉砂岩-泥岩组合, 硅质灰岩组合, 泥灰岩组合, 灰岩-泥灰岩组合, 泥灰岩-白云岩组合, 灰岩-白云岩组合, 灰岩-粉砂岩-泥岩组合; 灰岩-砂岩-泥岩组合。

4.3 相环境属性

综上所述, 粉子山群大地构造相环境总体属于弧后盆地亚相(Pt_1)、而荆山群大地构造相环境属弧后盆地俯冲杂岩亚相(Pt_1), 另外在灰埠一带出露的

小宋组黑云变粒岩-含磁铁浅粒岩-磁铁石英岩建造和含磁铁透辉岩-磁铁斜长角闪岩建造性质尚不明确,可能属古岛弧(火山弧)环境或是弧后张裂早期阶段的产物(图4)。

(1)小宋古岛弧亚相:与岩石地层单位粉子山群小宋组相当,在古岛弧浅滨相环境沉积了浅粒岩、变粒岩、磁铁石英岩等,同时形成了一套含磁铁透辉岩、磁铁斜长角闪岩等火山沉积建造。

(2)粉子山群弧后盆地亚相(Pt₁):与岩石地层单位粉子山群相当,分布于莱州-蓬莱-福山等地变质单元中的一套含磁铁岩系、变粒岩、高铝片岩、长石石英岩、大理岩、含石墨岩系、透闪岩等并夹菱镁矿层的复杂变质岩,自下而上包括祝家乔组浅粒岩-黑云变粒岩、张格庄组一段厚层大理岩-白云菱镁矿、张格庄组二段钙镁硅酸盐-变粒岩、张格庄组三段厚层大理岩-滑石矿、巨屯组富铝片麻岩(孔兹岩)、岗嵒组高铝片岩-石英岩等变质建造。

(3)荆山群弧后盆地俯冲杂岩亚相(Pt₁):与荆山群地层相当,指分布于平度-莱西-牟平等地变质单元中一套高铝片岩、变粒岩、大理岩、含石墨岩系、片麻岩、透辉岩等为主的变质岩,自下而上包含禄格庄组安吉村段高铝质片岩、禄格庄组光山段厚层大理

岩、野头组祥山段黑云变粒岩-透辉岩、野头组定国寺段厚层镁质大理岩、陡崖组徐村段富铝片麻岩(孔兹岩)、陡崖组水桃林段高铝片岩等变质建造。由于存在古元古代末期的高压麻粒岩相变质^[2, 26, 27],表明发生了深俯冲作用,故将其归属为俯冲增生杂岩。

5 结论

(1)荆山群主要分布在平度-莱西-牟平一线,为一套高铝片岩、变粒岩、大理岩、含石墨岩系、片麻岩、透辉岩等为主的变质岩,变质程度达到角闪岩相-麻粒岩相,并在其中发现了高压泥质麻粒岩,自下而上划分为禄格庄组、野头组、陡崖组。粉子山群主要分布在莱州-蓬莱-福山一线,粉子山群总体位于荆山群北侧,为一套含磁铁岩系、变粒岩、高铝片岩、长石石英岩、大理岩、含石墨岩系、透闪岩等并夹菱镁矿层的复杂变质岩,变质程度为绿片岩相-角闪岩相。自下而上分为小宋组、祝家乔组、张格庄组、巨屯组和岗嵒组。

(2)荆山群、粉子山群是一种大套地层有序,而内部变化较大的层状变质岩系,而古元古代大陆汇聚时期形成的岩石建造构造组合体,受构造环境控制并代表着沉积作用方式和沉积盆地的形成与发展

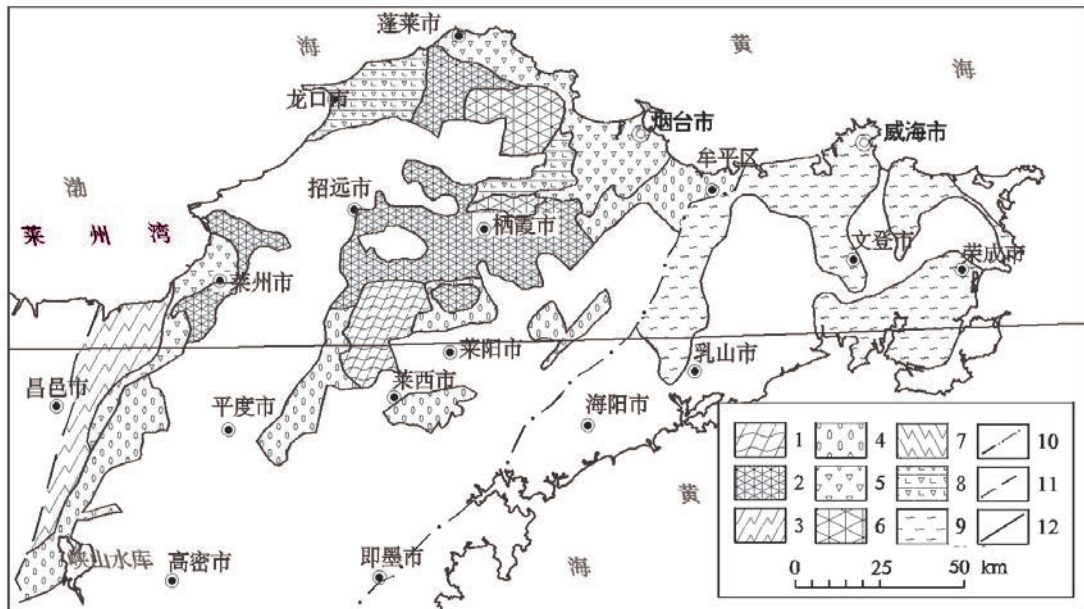


图4 鲁东地区大地构造相图(Ar-Pt₃)

Fig.4 Geological facies map of the eastern part of Shandong Province

1. 唐家庄陆核亚相(Ar₂);
2. 胶东古岛弧亚相(Ar₃);
3. 灰埠古岛弧亚相(Pt₁);
4. 荆山弧后盆地亚相(Pt₁);
5. 粉子山弧后盆地亚相(Pt₁);
6. 夏邱古岩浆弧杂岩亚相(Pt₁);
7. 芝罘古岛弧滨海亚相(Pt₁);
8. 亭口陆内裂谷亚相(Pt₃);
9. 荣成同碰撞岩浆杂岩亚相(Pt₃);
10. I级大地构造相界线;
11. II级大地构造相界线;
12. III级大地构造相界线

过程,因而具有各自独特的建造类型。

(3)荆山群、粉子山群形成的构造环境应是古弧盆相中陆缘裂谷盆地的组成部分,相当于弧后盆地靠近大陆边缘一侧的构造背景,可进一步分为小宋古岛弧(火山弧)亚相、粉子山群弧后盆地亚相和荆山群弧后盆地俯冲杂岩亚相。

(4)古元古代继承了新太古代末期陆缘海、洋盆、岛弧和火山弧的构造环境,1800 Ma是华北陆块的最终汇聚形成期,在陆块与陆块之间不同程度保留了俯冲-碰撞的地质记录残留。粉子山群和荆山群等岩石地层单位均卷入了古元古代晚期的造山作用过程,深俯冲形成的高压麻粒岩带是其佐证,荆山群发生了深俯冲作用并发生了高压麻粒岩相变质。

参考文献:

- [1]宋明春,王沛成主编.山东省区域地质[M].济南:山东省地图出版社,2003:36-51.
- [2]周喜文,魏春景,耿元生.胶北地区高压与低压泥质麻粒岩的相平衡关系与P-T演化轨迹[J].地学前缘,2007,14(1):135-143.
- [3]宋明春,徐军祥,王沛成,等.山东省大地构造格局和地质构造演化[M].北京:地质出版社,2009:35-209.
- [4]白瑾,黄学光,王惠初,等.中国前寒武纪地壳演化[M].北京:地质出版社,1996:26-139.
- [5]唐克东,王莹,何国琦,邵庆安.中国东北及邻区大陆边缘构造[J].地质学报,1995,69(1):16-30.
- [6]王沛成.论胶北地区荆山群与粉子山群之关系[J].中国区域地质,1995,14(1):1772-1792.
- [7]王沛成.胶北地区粉子山群与荆山群关系研究新知[J].地层学杂志,1995,19(1):1772-1792.
- [8]李洪奎,于学峰.山东省大地构造相研究[M].北京:地质出版社,2012:347-350,281-286.
- [9]陈荣度,王有爵.辽东吉南早元古代裂谷演化与成矿[M].北京:地质出版社,1994:6-115.
- [10]陈荣度,李显东,张福生.对辽东古元古代若干地质问题的讨论[J].中国地质,2003,30(2):23-32.
- [11]陈荣度.辽东裂谷的地质构造演化[J].中国区域地质,1990,(4):306-315,333.
- [12]酆贵先.辽东古元古代裂隙槽[J].辽宁地质学报,1984,(2):23-27.
- [13]张秋生.辽东半岛早期地壳与矿床[M].北京:地质出版社,1988:1-89.
- [14]张秋生.辽东半岛早元古宙地壳的演化[J].中国地质科学院院报,1987,(16):155-164.
- [15]姜春潮.辽吉东部前寒武纪地质[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1987:22-75.
- [16]白瑾.华北陆台北缘前寒武纪地质及铅锌成矿作用[M].北京:地质出版社,1991:28-176.
- [17]白瑾.中国太古宙与元古宙的界限何在.第三届全国地层会议论文集[M].北京:地质出版社,2000:6-9.
- [18]贺高品,叶慧文.辽东-吉南地区早元古代两种类型变质作用及其构造意义[J].岩石学报,1998,14(2):152-162.
- [19]王成文,王天武,刘永江,等.辽东古烈谷西段辽河岩群地层学研究的几个问题及进展[J].世界地质,1996,15(2):8-34.
- [20]李三忠.胶辽地块古元古代大地构造问题:历史观与活动论[J].西北地质,1997,18(3):27-35.
- [21]李守义.辽-吉古裂谷的形成演化与成矿作用[J].长春地质学院学报(冀辽吉地区早前寒武纪地质专辑),1997,12,97-113.
- [22]张增奇,刘明渭主编.山东省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1996:42-83.
- [23]叶天竺,张智勇,肖庆辉,等.成矿地质背景研究技术要求[M].北京:地质出版社,2010:4-12.
- [24]卢良兆,徐学纯,刘福来.中国北方早前寒武纪孔慈岩系[M].长春:吉林科学技术出版社,1996,195-218.
- [25]Tam PY,Zhao GC,Liu FL,Zhou XW,Sun M,Li SZ. Timing of metamorphism in the Paleoproterozoic Jiao-Liao-Ji Belt: New SHRIMP U-Pb zircon dating of granulites, gneisses and marbles of the Jiaobei massif in the North China Craton[J]. Gondwana Research, 2011; 19(1): 150.
- [26]陆松年,于海峰,李怀坤,等.中国前寒武纪重大地质问题研究[M].北京:地质出版社,2006:5-122.
- [27]李旭平,郭敬辉,赵国春,等.胶北地块古元古代钙硅酸盐岩与高压基性麻粒岩成因及其地质意义[J].岩石学报,2011,27(04):961-968.
- [28]周喜文,魏春景,耿元生,等.胶北栖霞地区泥质高压麻粒岩的发现及其地质意义[J].科学通报,2004,49(14):1424-1430.
- [29]赵国春.华北克拉通基底主要构造单元变质作用演化及其若干问题讨论[J].岩石学报,2009,25(8):1772-1792.

Tectonic Facies and Mineralization in Tianjin

WEN Xiu-ming

(Tianjin Institute of geological survey, Tianjin 300191, China)

Abstract: Under the guidance about theory of plate tectonics, the division of tectonic facies were made in Tianjin, and mineralization geologic structure environment was comprehensively summarized also. All kinds of deposits formed in the special geological process of geotectonic evolution under the specific tectonic facies environment, the mineralization and the geotectonic evolution are the close correlations. The research show that Neoproterozoic hornblende plagioclase gneiss formed in paleo-arc basins in which there is residual lenticle iron ore. In Changchengian period continental rift tectofacies contains very important non-metallic minerals such as potassium and shale. Meso-Neoproterozoic the stable epicontinental marine environment contains shale, iron, manganese, boron, cement, limestone and other minerals. In the later period of Indosinian the plate mountain building environment has the igneous complex forming phosphorus deposit. After magmatic time there are hydrothermal deposit gold, tungsten, lead, zinc and so on. The contact metasomatic deposit(skarn) has copper, molybdenum, pyrite and other metal minerals. Terrigenous clastic sediments in the Cenozoic period is rich in kerogen shale, oil and other minerals. The purpose of this work is to study the relationship between all kinds of tectonic facies unit and mineralization structural system, and mineralization type, and summarize the rule, establish tectonic facies and mineralization relationship between formation time and the combination of rock strata.

Key Words: Tianjin; tectonic facies; mineralization

Palaeoproterozoic Tectonic Setting in the Eastern Shandong Province

LI Hong-kui^{1,2}, LI Yi-fan³, GENG Ke^{1,2}, ZHUO Chuan-yuan^{1,2},

ZHANG Yu-bo^{1,2}, LIANG Tai-tao^{1,2}, WANG feng^{1,2}

(1. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Ji'nan, Shandong, 250013, China;

2. Key Laboratory of Gold Mineralization Processes and Resources Utilization, Ministry of Land and Resources, Ji'nan, Shandong, 250013, China; 3. College of Architecture and Civil Engineering, Weifang University, Weifang, Shandong, 261061, China)

Abstract: The eastern Shandong area is a typical place where the Jingshan group and Fenzishan group (JFG for short) of Palaeoproterozoic formation outcrop, and it is famous for the gigantic reserves of talc, magnesite and graphite deposit. There has been a lot of controversy over the tectonic setting of JFG, with mainly three types of controversial academic view points: rift basin, active continental margin area and subduction-accretionary complex. After synthetical analysis of the above view points, this work discusses the tectonic setting of JFG through its stratigraphic sequence, rock assemblage, deformation, metamorphism, palaeotectonic environment and the changes of structure location and intensity during its evolutionary process. The article concludes that the JFG probably formed in the back-arc basins along continental margin. Both Jingshan group and Fenzishan group are all exposed to the paleoproterozoic collisional orogeny. The former probably formed in back-arc basins environment, with the same characteristics as ancient island arc or back-arc extension. The latter probably formed in back-arc basins subduction-accretionary complex. The high-pressure metamorphic granulite facies rocks of Jingshan group probably resulted from the plate subduction and collision.

Key words: forming environment; tectonic; accretionary complex; island arc; back-arc basin; eastern Shandong