

东秦岭丹凤群秦岭群宽坪群关系新探

李靠社 白胜利 蔡振龙

(陕西省第十三地质队区调分队)

摘要 东秦岭泥盆系分布区以北依次排列着丹凤群、秦岭群、宽坪群三套变质地层, 之间被两条区域性大断裂所隔开。这三套地层沉积后均经历了三次强烈的褶皱、三次区域变质及三次韧性剪切, 参考测年结果, 提出了它们都是早元古代沉积的新认识。根据三套地层的沉积、岩性及地球化学特点, 判定宽坪群为弧后大陆斜坡堆积, 秦岭群与丹凤群为火山岛弧堆积, 均属华北板块的前缘。

东秦岭泥盆系分布区以北、自南向北依次出露了丹凤群、秦岭群和宽坪群三套变质地层, 它们之间分别为杨斜断裂、商县断裂所分隔(图1)。三群的时代隶属及对比关系, 地质界认识分歧颇大(表1)。本文根据近年来应用多期变质变形理论, 构造—地层填图新方法在该区调查所得的资料, 提出了三群同期异相的新认识。

表1 三群地层划分沿革表

Table 1 Historical review of the stratigraphic division of the three groups

赵亚曾 ⁽¹⁾ 黄汲清 1931		东秦岭地质图 ⁽²⁾ 1967		陕西地层表 ⁽³⁾ 1977		长春地院 秦岭队 1979		陕西地层表 1983		陕西地质志 ⁽⁴⁾ 1984		肖思云等 ⁽⁵⁾ 1988		本文	
		商县西	商县东												
旧寒武前纪	秦 岭 系	古 生 界	陶湾组	寒 武 系	秦 岭 群	下 震 旦 亚 界	宽 坪 群	震旦亚界长城系	陶湾组	中 元 古 界	蓟 县 系	秦 岭 群	古生界	下古生界	丹 凤 群
			宽坪组						斜峪关群				丹凤群		
	下元古界	陶湾组	太古界	震旦亚界长城系	陶湾组	下元古或太古界	秦 岭 群	前奥陶系	秦 岭 群	古 界	长 城 系	宽 坪 群	中元古界中下元古界	秦 岭 群	宽 坪 群
									宽坪组				宽坪群	宽坪群	

1 丹凤群与秦岭群是同一套地层

1.1 丹凤群地质特征

丹凤群为一套绿片岩相—角闪岩相的变质火山岩系, 主要由角闪片岩、斜长角闪岩、绿泥斜长

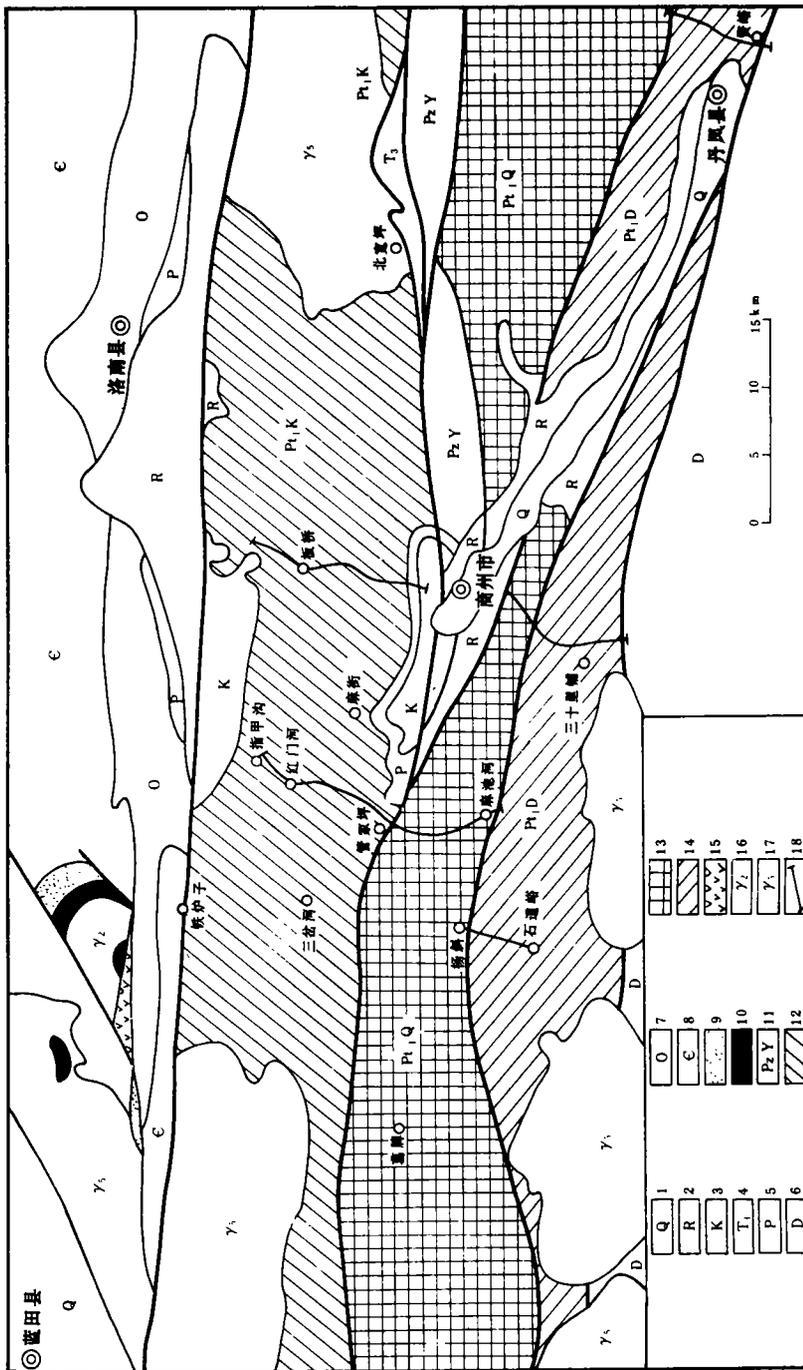


图 1 区域地质简图(据陕西西区调队 1988 年资料修改)

Fig. 1 Regional geological sketch map

1、2—新生代;3、4—中生界;5、6—上古生界;7、8—下古生界;9—铁铜沟组(Pt₁);10—太华群(Ar);11—云架山群(P₂);12—宽坪群;13—秦岭群;14—丹凤群;15—熊耳群;16—元古代花岗岩;17—燕山期花岗岩;18—研究路线

片岩等组成。其中常见杏仁构造、枕状构造,夹有较多的黑云变粒岩、角闪变粒岩及云英片岩,并含少量石英岩、大理岩。原岩为岛弧玄武岩建造,包括凝灰质碎屑岩建造^{[5][6]}。

丹凤群变质不均匀,总体由东向西增强。丹凤城东为绿片岩相,向西至汇峪为低角闪岩相^[5],更西到三十里铺一带则为高角闪岩相,且出现大量部分熔融现象:低熔长英质组分从基性火山岩中分熔出来,以不均匀角闪斜长片麻岩面貌与源岩斜长角闪岩呈渐变关系。

目前地质图上标绘的丹凤群,其实不少是各种具侵入关系的片麻岩。如杨斜镇南的丹凤群,就是由早期角闪斜长片麻岩、中期细粒角闪二长片麻岩和晚期肉红色二长片麻岩所组成。其中常见各种包体,有的包体尚有杏仁、枕状构造保留。它们之间先后侵入关系野外能直接目击。

丹凤群经历了三次强烈褶皱,早期层理褶皱(α_1)以后的片理褶皱(α_2)^[7]在露头上经常可见。第三次(α_3)褶皱,可从分熔出来片麻岩的糜棱岩糜棱面理褶皱所反映,还可以由侵入片麻岩的两期片麻理所证实。

丹凤群第一次韧性剪切作用由顺层理 S_0 糜棱岩化所显示;第二次韧性剪切作用由重熔片麻岩糜棱岩化所显示;第三次由侵入片麻岩再次糜棱岩化所显示。第一、二次糜棱岩化可从岩石中石英拔丝、长石眼球化、暗色矿物线理所体现,反映韧性作用层次较深;第三次显示了长石碎裂化、暗色矿物绿泥石化,反映韧性作用层次变浅。

丹凤群的三次区域变质作用,由 α_1 层理转折端角闪石平行褶皱轴面而与层理斜交显示;第二次变质作用由地层片理 S_1 的褶皱转折端找到新生角闪石、黑云母代表的 S_2 所显示;第三次变质作用可从第一期褶皱后侵入的片麻岩中晚期片理 S_3 ——黑云母、角闪石所反映。

1.2 秦岭群的地质特征

秦岭群地层由上部斜长角闪岩,中部角闪变粒岩、黑云变粒岩夹斜长角闪岩,下部斜长角闪岩夹石英岩、大理岩三个岩性组构成。斜长角闪岩中尚有杏仁构造、枕状构造保留,石英岩的变余砂状结构明显,大理岩具沉积条带。原岩属(基性)火山—碎屑建造。

秦岭群变质普遍达角闪岩相,平面上呈南浅北深的趋势。部分熔融现象从南部开始,麻池河北可见枕状熔岩由于枕芯酸性程度高、熔点低而熔成中粗粒片麻岩,枕边基性程度高而仍为角闪片岩。到中部角闪变粒岩已全熔成角闪斜长片麻岩。

秦岭群经历三次强烈褶皱。露头尺度可见 $\alpha_1 + \alpha_2$ 的重褶图象;还可见伟晶岩切割 α_2 褶皱,自身又构成 α_3 褶皱。剖面上,管家坪村同一层大理岩在500m之内重复出现四次,显示了三次 α 褶皱迭加的特点。

早期糜棱岩化作用,使角闪石线状定向,大理岩边部出现石墨化,变质分异的石英脉构成鞘褶皱。片麻岩中石英拔丝、长石透镜化是第二次糜棱岩化的产物。片麻岩中晚期糜棱化的面理斜切早期糜棱面理是第三次糜棱岩化的依据。该群三期 α 褶皱转折端的轴面片理,代表了三次区域变质作用,第一、二期属角闪岩相,晚期属绿片岩相。与丹凤群相同,早期角闪斜长片麻岩、中期黑云二长片麻岩和晚期浅色二长片麻岩的侵入,代表了秦岭群三次深成侵入活动。

1.3 丹凤群与秦岭群的关系

两群地层的岩石面貌、沉积特征无明显差异,深部的部分熔融作用、变质程度也近于一致,仅秦岭群所夹的大理岩和石英岩多于丹凤群。它们的化学特征反映大理岩属白云岩、白云质灰岩变成;石英岩属杂砂岩变成;火山岩均属拉斑玄武岩。两者成岩后地质作用经历一致。因此,两者实系一套地层,仅因杨斜断裂的分割,使它们分布地域有南北之差,才人为地被当作两套地层。

现有丹凤群同位素测年数值较少,可能是把它们当作更年轻地层的缘故。从表2可以看出,由于测试对象选择不当(缺地层)、测试方法差异(少锆石U/Pb),导致丹凤群至今未获和秦岭群一样的

表 2 三群同位素年龄一览表
Table 2 Isotope ages of the three groups

层位	采样地点	样品地质意义	测区对象	测区方法	年龄值 (Ma)	测点数	误差	初始比	测试者	日期	资料来源	
丹 风 群	丹 风	侵入丹凤群第一岩段(陕西西峡队, 1985)寒园片麻状混合岩	黑云母	K-Ar	619—645						南京大学 (1989)	
	商南富水	富水杂岩(基性—超基性岩)	全岩	Rb-Sr	761±81 561±61						安三元 (1985)	
	卢县榜峪		全岩	Rb-Sr	704						张国伟 (1988)	
	丹凤资峪	块状变拉斑玄武岩	全岩	Rb-Sr	448±42				地矿部岩测所			
	商州垃圾庙	基性侵入岩	全岩	Sm-Nd	403±17				美国 M. I. T.			
	商州三十里铺		片麻状混合花岗岩	锆石	U-Pb	397	1					陕西西峡队
			眼球状混合岩	角闪石	K-Ar	398	1					国营 224 队
			斜长角闪岩(?)	角闪石	K-Ar	397	3					肖恩云 (1988)
	秦 岭 群	第三岩性段	西段(太白)	斜长石英片岩、黑云石英片岩、斜长角闪岩	全岩	1445±143	8	0.96	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 0.706	北京铀研所	1982	
			东段(丹凤)	黑云斜长片麻岩、混合岩、黑云斜长片岩	全岩	1205	9	0.974	0.698	北京地质局实验室	1982	
第二岩性段		东段(丹凤)	混合片麻岩、混合岩	白云母 钾长石 黑云母	$\text{K}^{40}\text{-Ar}^{40}$	1164	4	0.99				王荣华 (1987)
		东段(丹凤)	混合片麻岩	锆石	U-Pb 一致曲线	439	4	0.9985				肖恩云 (1988)
第一岩性段		西段(太白)	大理岩夹层——斜长角闪岩	全岩	381	4	0.9960	0.7165	中科院地研所	1981		
		东段(丹凤)	石墨大理岩中石英片岩、斜长角闪岩、变粒岩	全岩	476	5	0.9968	0.7055	云南地研所	1981		
河 南 西 部		西峡蛇尾	混合岩、混合片麻岩	全岩	Rb-Sr	1018±62	8	0.9945	0.7159	西冶地研所	1981	
		西峡	黑云斜长片麻岩	锆石	U-Pb	2226						地矿部 地质研究所 地质所地层 地质所地层 课题组 (1990)
		西峡蛇尾	秦岭群下部斜长角闪岩	全岩	Sm-Nd	1987						
		蛇尾板厂	黑云斜长片麻岩	锆石	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2172 891						
	洛南马河	黑云石英片岩	全岩	Th-Pb	2290 1878							
	洛南马河	黑云斜长片麻岩	锆石	U-Pb	2131						游振东 (1989)	
	洛南马河	黑云石英片岩	黑云母	$\text{K}^{40}\text{-Ar}^{40}$	1872							
	洛南马河	绿片岩	全岩	Pb-Pb	1730 1704 (参考)							
汤峪	斜长角闪岩	角闪石	K-Ar	1516							张维吉 (1988) 王荣华 (1987)	

早元古代测年数值,大部分数值都属加里东期。这点只能说明与秦岭群一样,丹凤群亦遭受晚期加里东期运动的影响。因此,现有资料不能确定丹凤群一定比秦岭群更年轻。

丹凤群至今未见确切的不整合在秦岭群之上的接触关系。平面图上两者几乎全为断层接触。我们核查了丹凤城东资峪周家塬不整合点,该处仅见当作秦岭群的花岗片麻岩侵入丹凤群枕状熔岩中,并可见丹凤群的斜长角闪岩作为捕虏体产于片麻岩中。

2 宽坪群是秦岭群沉积相变的产物

2.1 宽坪群地质特征

宽坪群是一套以泥砂质为主的浅变质地层。下部为青灰色—暗灰色条带状绢英片岩夹少量大理岩;中部为绢英片岩夹薄层不纯大理岩和少量石英岩,绢英片岩常见石墨化;上部为灰绿色条带状凝灰岩夹数层厚层大理岩,顺走向由凝灰岩可变成基性熔岩。大理岩中产叠层石 *Colonnella*, *Kussiella*, *Pilbalia* 等(徐朝雷鉴定)。

宽坪群早期受 α_1 褶皱,中间经 β_2 褶皱,早、晚片理在同一块标本上处处可见。晚期褶皱南、北不同:南部为不具片理的 γ_3 褶皱,中部红门河一带为具选择性片理的 β_3 褶皱,北部指甲沟一带突变为 α_3 平行褶皱。早中两次区域变质均属绿片岩相,晚期北部出现高绿片岩相的石榴子石和不定向斑状黑云母。

宽坪群早期韧性剪切作用为平行 α_1 轴面的糜棱面理(M_1),它导致不纯大理岩在应力作用下析出碳质;中期为平行 β_2 褶皱轴的糜棱面理(M_2),它斜切早期糜棱面理;晚期为陡立东西向的韧性剪切带,在糜棱面上,石墨富集成石墨片岩条带,斜切了未糜棱岩化的绢英片岩。宽坪群的迭加褶皱在地质图上亦有明显的反映,一系列大理岩组成的勾状体、封闭体的出现,就是早晚两期褶皱迭加的结果(图2)。宽坪群变质浅、岩浆侵入活动弱,仅有少量英云闪长岩小岩株及变辉绿岩床、辉绿岩墙分布。

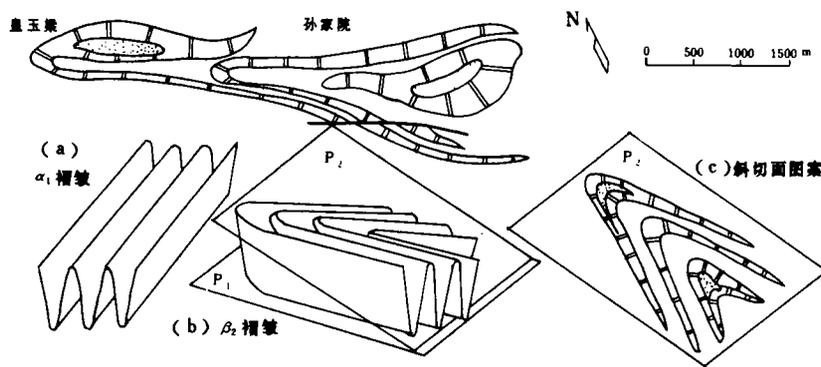


图2 孙家院一带地质图构造图解

Fig. 2 Structural interpretation of the geological map in the vicinity of Sunjiayuan

2.2 宽坪群与秦岭群的等时性讨论

秦岭群以火山岩为主,夹少量沉积岩,宽坪群则相反,两者地层外貌相差悬殊。但宽坪群的火山

岩亦具杏仁、枕状构造,化学成份与秦岭群相当,均为拉斑玄武岩。差别仅在于秦岭群 MgO 低、K₂O 偏高(欧阳建平等,1990)。两群杂砂岩的化学成分和稀土特点十分接近,寓示着二者可能具统一的蚀源区。

区内测年数据宽坪群大于秦岭群(表2),到豫西则恰好相反。经肖思云等(1988)按同区同原岩样品重新组合处理,秦岭群也获得1.7~1.8Ga 的 Rb-Sr 年龄。这就证明秦岭群年龄与宽坪群年龄基本一致,都反映在早元古宙就经受区域变质。

3 三群的沉积构造环境

3.1 杨斜断裂、商县断裂对三群的影响

野外观察看到这两条区域性大断裂具一致的地质特征:早期形成宽数百米到上千米的糜棱岩带,稍后有钾质二长片麻岩、伟晶岩、长英岩的贯入,随后伴随着脆性碎裂活动有基性岩墙侵入,最后顺断裂带局部都发育成新构造断裂谷。这些特征虽反映早期断裂具地壳较深层次的意义,但既无辉绿岩、超基性岩活动,又无榴辉岩、蓝闪片岩等高压岩类出现,更不见外来岩块卷入,表明它们不是板块间碰撞带的产物。

三群岩层倾向上的不均匀性,为我们提供了恢复韧性剪切之前三群地层相互关系的途径。若将野外可目击的变质程度差异分为由低到高递增的四个档次,即绿片岩相为 A,角闪岩相为 B,开始部分熔融为 C,片麻杂岩带为 D;并将三十里铺剖面、杨斜镇南剖面接成 I 区(南部),麻池河剖面为 II 区(中部),红门河剖面为 III 区(北部),按南北方向依次串编起来,最后以变质档次替代剖面岩层(图3a),则此图展示了 I 区为热向斜,II、III 区段均呈现南部变质浅北部变质深的热单斜。而杨斜、商县断裂都界于南盘变质深、北盘变质浅的交界位置。进一步假设区域变质的热源来自地幔垂向传导,则变质界面近于水平。各区段的位置应如图3b 所示,只要将三个区段依逆时针方向旋转(图3c),即可获得串编剖面的效果。

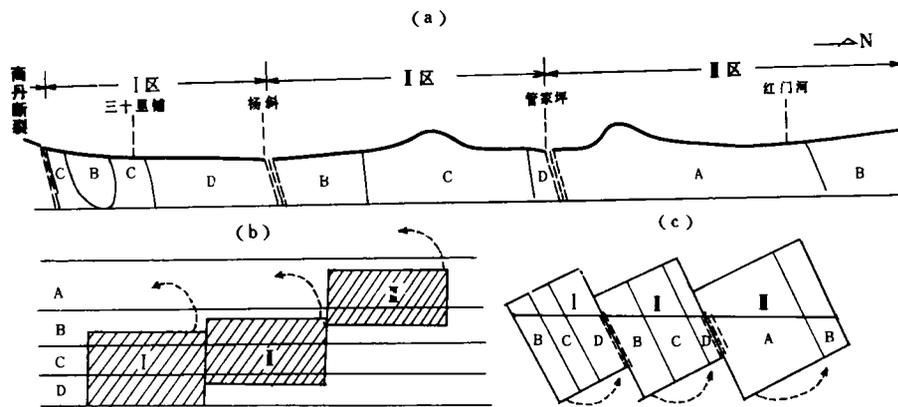


图3 杨斜断裂、商县断裂对三群变质带的影响示意图

Fig. 3 Influence of the Yangxie fault and Shangxian fault on the metamorphic belts of the three groups

由此可见杨斜、商县两断裂是在三套地层区域变质后才发生的,它只改变了变质岩层所处的位置和姿态,而不对三群地层的生成起控制作用。

3.2 三群沉积构造位置分析

宽坪群地层韵律发育,厚度巨大,以暗色碎屑岩为主,未见沉积时暴露构造。小韵律常见不完整的鲍马序列(a-b,c-d组合为主)。所以可认为它是大陆斜坡的浊流堆积。丹凤群与秦岭群沉积夹层少,不易分析沉积环境,但从三群碎屑岩的化学成份上,可看出两者具有大陆岛弧特征,宽坪群则具弧后盆地型特点。宽坪群火山岩据谢千里(1990)研究,亦具弧后盆地构造环境,而秦岭群、(丹凤群)则呈岛弧环境。再考虑三群岩比(表3),沉积岩所占的比例由宽坪群向秦岭群、丹凤群急剧地减少,亦寓示距剥蚀区愈来愈远;相反火山岩比例向南急剧递增,正体现了南部两个群的火山岛弧特征。

将讨论视野扩大到秦岭北坡的铁铜沟组和更北的中条群,并以地层发育齐全的嵩山群取代铁铜沟组,求出这五群的岩比(表3),略作抽象概括后,即可绘制出沉积构造剖面(图4)。此图展示了北端为碳酸盐型潮坪沉积环境(中条群),向南为潮坪边缘砂坝沉积(嵩山群),更南为弧后大陆斜坡堆积(宽坪群),最南出现火山岛弧,它由向陆侧的秦岭群和向洋侧的丹凤群联合组成。

表3 各群地层岩比表

Table 3 Ratios of rocks of various groups

地层单元	地层总厚(m)	粗碎屑岩		泥质岩+粉砂岩		大理岩		基性熔岩		凝灰岩		统计资料来源
		厚度	岩比(%)	厚度	岩比(%)	厚度	岩比(%)	厚度	岩比(%)	厚度	岩比(%)	
中条群	6600	2600	39	2100	32	1900	29	0		0		山西区域地质志(1990)
嵩山群	2000	1500	75	450	22.5	50	2.5	0		0		马杏垣(1987)
宽坪群	4172	20	<1	2732	65	780	19	360	9	280	7	张维占等(1988)
秦岭群	3200	45	1.4	640	20	30	0.9	1175	36.7	1310	41	肖思云等(1988)
丹凤群	1470	24	1.6	141	9.6	2	0.01	790	54	515	35	肖思云等(1988)

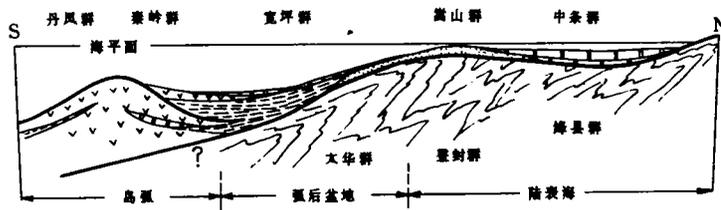


图4 中条群-丹凤群沉积构造环境联合示意剖面

Fig. 4 Combined diagrammatic section of depositional-tectonic environments of the Zhongtiao-Danfeng Groups

经上论述,可知华北、华南海板的边缘应该在丹凤群以南寻找。丹凤群以南前泥盆系变质岩群——陡岭群的碎屑岩资料,表明它与华北四群有明显的差异,即 SiO₂低、ΣERR 低和 Na₂O 高,反映了洋壳性质基底的特征,与北四群反映陆壳基底的特点格格不入。寓示陡岭群已属华南体系,加之陕西商南—山阳出现的蓝闪片岩带^[13],更增加了南北板块碰撞带的特色。因工作所限,未对颇有

争议的陶湾群做野外工作,对丹凤群也未取得形成时期的年龄资料。三群同期异相认识的提出,或许会对同道有所启示,并引起更热烈的讨论。向指导野外工作的徐朝雷高级工程师致以谢意。

4 参考文献

- [1] 赵亚曾、黄汲清,1931,秦岭及四川之地质研究。《地质专报》甲种(9)。
- [2] 陕西区域地质调查队,1967,1:50万东秦岭地质图及说明书。
- [3] 陕西省区域地层表编写组,1977,西北地区区域地层表(陕西省分册)。地质出版社。
- [4] 陕西省地质矿产局,1989,陕西省区域地质志,地质出版社。
- [5] 肖思云、张维吉、宋子季,1988,北秦岭变质地层。西安交通大学出版社。
- [6] 张国伟等,1988,秦岭造山带的形成及其演化。西北大学出版社。
- [7] 徐朝雷,1990,中浅变质岩区填图方法——五台山区构造—地层法填图研究。山西科学教育出版社。
- [8] 张本仁等,1990,秦巴区域地球化学文集。中国地质大学出版社。
- [9] 刘国惠、张寿广,1990,秦岭—大巴山地质论文集(一):变质地质。北京科学技术出版社。
- [10] 山西地质志编写组,1990,山西省区域地质志,地质出版社。
- [11] 马杏垣等,1987,中国前寒武纪构造格架及研究方法。地质出版社。
- [12] 高洪学等,1989,中元古界宽坪群岩石化学及微量元素特征。陕西地质,Vol. 7, No. 1。
- [13] 高洪学等,1990,陕西区域变质基本特征。陕西地质,Vol. 8, No. 1。

NEW SPECULATION ON THE RELATIONSHIPS AMONG THE DANFENG GROUP, QINLING GROUP AND KUANPING GROUP IN THE EASTERN QINLING MOUNTAINS

Li Kaoshe, Bai Shengli and Cai Zhenlong

Abstract

North of the Devonian System in the eastern Qinling Mountains, are successively arranged three metamorphic suites, the Danfeng Group, Qinling Group and Kuanping Group, which are separated by two regional major faults. After deposition, the three groups underwent three phases of strong folding, regional metamorphism and ductile shear. By referring to the results of age determination, the authors propose a new idea that they were all deposited in the Early Proterozoic. According to the sedimentary, lithological and geochemical characteristics of the three groups, it is considered that the Kuanping Group is backarc continental slope deposits, while the Qinling and Danfeng Groups are volcanic island arc deposits, all the three belonging to the front of the North China plate.