

中国金矿成矿地质条件、主要矿床类型、成矿区划和找矿方向
研究报告 附件三

秦岭地区板块构造与金矿化

王 传 泰

冶金工业部天津地质研究院二室

金矿成矿区划组

1989.10

秦岭地区板块构造与金矿化

王 传 泰

(冶金工业部天津地质研究院)

秦岭地区为分隔我国南北两大地质构造单元的东西向狭长地带,长达一千公里以上,西与祁连山相连,向东被郯庐断裂所截。据大量地质资料^[1]表明,本区岩石经历了迭加变形及变质作用,有大量晚海西期和印支期花岗岩体侵入,并被一系列东西向直立断裂所切割。近十年来,冯益民(1980年)^[2]、苏进旺(1981年)^[3]、林潜龙(1983年)^[4]、岳铮生(1986)^[5]、杨森楠(1988年)^[6]、王永敏(1988年)^[8]等人曾用板块构造理论来阐述秦岭地区某一地段(西秦岭、东秦岭、大别山)的大地构造问题。但由于区内地质历史复杂,某些变质地层时代归属尚未被肯定,加之前人的研究范围受地段的局限,及各自对某些地质资料占有程度和认识的不同,秦岭地区的板块构造格架及板块演化模式、南北板块的闭合时限等问题,至今还没有取得一致意见。

本文研究的目的在于:作者通过阅读大量文献,综合前人的工作成果,采用板块构造理论及其最新研究成果——“地体”概念对秦岭地区板块构造格架、演化模式及南北板块闭合问题作初步探讨;并在此基础上,结合作者编绘的“1/50万”秦岭地区金矿分布与成矿预测图^[9](1986年)和对小秦岭、熊耳山等地区的金矿地质调查,进一步分析秦岭地区的板块构造与金矿化的关系;对秦岭地区的金矿找矿方向作些探讨。

从下面三个方面进行论述:

- 一、秦岭地区板块构造格架及演化模式
- 二、秦岭地区板块构造与金矿化的关系
- 三、秦岭地区金矿找矿方向

一、秦岭地区板块构造格架及演化模式

(一)、板块构造格架划分:

据前人的工作^[1]表明,秦岭地区出露的地层从北到南有逐渐变新的趋势,并被一系列近东西向的断裂所分隔,这些特征充分反映了地壳运动,古生物演化、岩浆活动、变质作用和地球物理特征的差异,即:大地构造背景的不同。

1、洛南—栾川地区

包括宝鸡—洛南—栾川—确山—固始断裂以北的骊山、小秦岭、崤山、熊耳山、鲁山等地区。有太古界太华群(Rb-Sr等时年龄 $2380 \pm 131\text{Ma}$,西北有色地质所王相,1986年)结晶基底出露,发育中上元古界熊耳群(西洋河群)火山岩、汝阳群、洛南群(官道口群),栾川群及陶湾群盖层,并有古生界、中生界“台型”沉积。

汝阳群出露在熊耳群火山岩带北侧,北西向延展,其岩性为砂砾岩、砾岩、石英砂岩、砂岩页岩互层、白云岩,下部夹安山玢岩层,安山玢岩的Rb-Sr全岩等时年龄 1267Ma ^[10]。其沉积类型属弧后盆地型浅海陆源碎屑—碳酸盐岩。

熊耳火山岩出露在华山—熊耳山—确山一线,总体呈北西向带状分布,其岩性为安山

玢岩，下伏地层为太古界太华群结晶基底。火山岩的 Rb-Sr 全岩等时年龄 1675Ma (中科院地质所, 1977 年)、1710Ma (林潜龙, 1983 年), 属中元古代早期产物。

熊耳群火山岩的岩石组合为 CA+A 即以钙碱系列为主 (80%), 有少量碱性系列 (图 1)。岩石类型以安山岩为主 (60%)。岩系具有从玄武安山岩+碱性玄武岩→安山岩+安粗岩→英安岩→流纹岩的演化趋势。

熊耳群岩石化学成分特征, 如表 1。

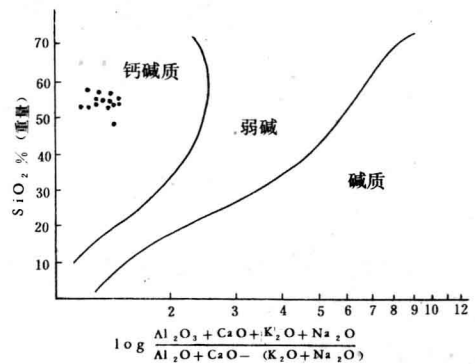


图1 A·R-SiO₂ 图解
(据: 豫地调 1 队岳钟生, 1986 年)

表 1 熊耳群火山岩化学成分

含量% 成分 岩性(样数)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	备注
玄武岩(32)	50.75	1.12	15.26	3.87	7.61	0.153	5.23	5.20	3.42	2.13	豫区测队 阎中英, 1985 年
玄武安山岩(199)	55.25	1.23	14.33	4.26	6.23	0.140	4.03	4.34	3.14	2.83	
安山岩(47)	62.50	1.17	12.75	3.88	5.37	0.120	1.92	2.40	2.67	3.23	
安山岩(平均)	59.59	0.77	17.31	3.33	3.13	0.18	2.75	5.80	3.58	2.04	戴里
安英岩 英安流纹岩(70)	67.77	0.74	12.19	3.75	3.14	0.084	0.76	1.27	2.36	5.30	豫区测队 阎中英, 1985 年
流纹岩(30)	73.37	0.45	11.65	3.14	1.98	0.029	0.44	0.50	1.47	5.38	
流纹岩(平均)	72.80	0.33	13.49	1.45	0.88	0.08	0.38	1.20	3.38	4.46	岩石学资料

从表 1 可看出:

①SiO₂ (中基性系列平均 56.11%, 酸性系列平均 70.57%) 低于同类岩石含量, 说明火山物质原岩基性成分高。

②FeO①高, 岩石显示富铁质, 说明熊耳火山岩喷发过程中有外来铁质 (围岩中的铁) 加入。

③Al₂O₃ 及 CaO 均低于戴里值。

④K₂O 高于戴里值, Na₂O 低于戴里值, 且 K₂O>Na₂O, 说明有陆壳物质混入。

据唐尚文 (1983 年) 研究, 熊耳群火山岩在 FeO^{*}/MgO 对 SiO₂、FeO^{*}、TiO₂ 变异图解上属于岛弧型火山岩 (图 2)。

①FeO^{*} 为全铁, 即: FeO^{*} = FeO+0.9Fe₂O₃

据贾承造 (1986 年) 两个稀土样和岳铮生 (1987 年) 5 年稀土样研究, 属于轻稀土型 (图 3), 铕无亏损, $\Sigma Ce / \Sigma Zr$ 值大, 可能原始岩浆来源于上地幔, 并有大量壳源物质加入。

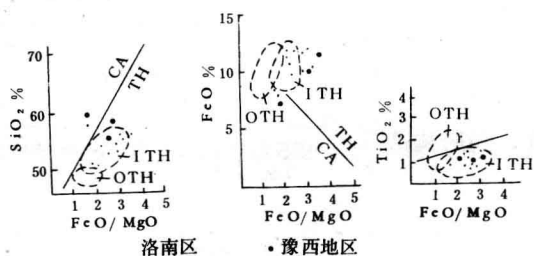


图2 熊耳群火山岩岩石化学特征

(据: 陕西地质综合队唐尚文资料, 1983 年)

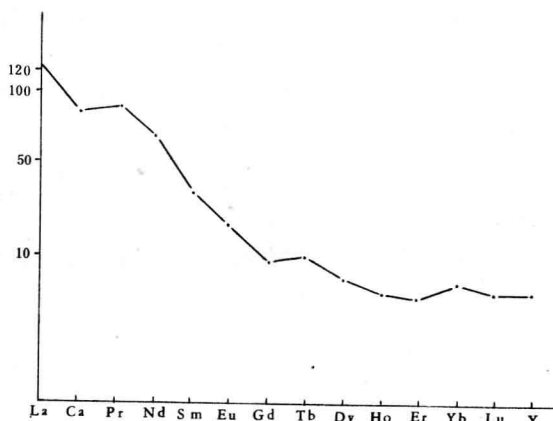


图3 熊耳群火山岩 REE 配分型式

(据: 河南地调 1 队岳铮生 5 个安山岩样平均, 1987 年)

锶同位素初始比值 Sr^{87} / Sr^{86} 高, 0.712 (中科院地质所, 1987 年), 0.7125 (张海山, 1983 年), 都说明有陆壳物质加入。因此, 熊耳群属于产生在安第斯型活动大陆边缘上的安山岩系 (Pt_2)。

洛南群, 栾川群及陶湾群出露在熊耳山火山岩带南侧, 北以洛南群与熊耳群不整合接触界线为界, 南以洛南-栾川断裂为界。洛南群为含砾石英砂岩、燧石条带白云岩、泥质白云岩、白云岩, 下部碎屑岩中夹层状中基性火山岩, 与上复地层栾川群整合接触。栾川群为变质砂岩、炭质千枚岩、石英岩、云母大理岩、夹炭质大理岩及石煤层。陶湾群为条带状石英白云质大理岩、大理岩、石英岩、绿泥钠长片岩、绢云片岩, 南侧被断层切割。其沉积类型及沉积相属于火山弧前盆地型三角洲-滨海和浅海相陆源碎屑-碳酸盐建造。

2、北秦岭地区

在宝鸡-洛南-栾川-固始断裂以南, 康县-宁陕-山阳-桐柏断裂以北的北秦岭地区出露地层为宽坪群、二郎坪群、“秦岭群”、“信阳群”。

(1) 宽坪群

宽坪群出露在宝鸡-洛南-栾川断裂以南, 南以瓦穴子-明巷断裂与秦岭群及二郎坪群为界。呈近东西狭长带状, 宽 10-20 公里, 向西延到宝鸡一带, 被 r_5^1 侵吞; 东延至确山一带, 被新生界覆盖。

宽坪群为一套巨厚的绿色片岩、斜长角闪岩、云母石英片岩夹大理岩, 向上过渡为硅质碳酸盐岩 (远海碎屑沉积)。角闪质岩石的全岩 K-Ar 年龄 1504、1404、1307Ma (豫区测队 1981 年)。发育一系列向北倾斜的迭瓦状构造 (向北陡倾斜的平行逆断层, 图 4)。在北宽坪一带, 可见混杂堆积 (图 5)。

宽坪群斜长角闪片岩的岩石化学特征, 从表 2 可以看出 TiO_2 含量中等, K_2O 低, P_2O_5 、CaO 值高, 可以与大洋拉斑玄武岩对比。 FeO^* / MgO 对 SiO_2 、 FeO^* 、 TiO_2 变

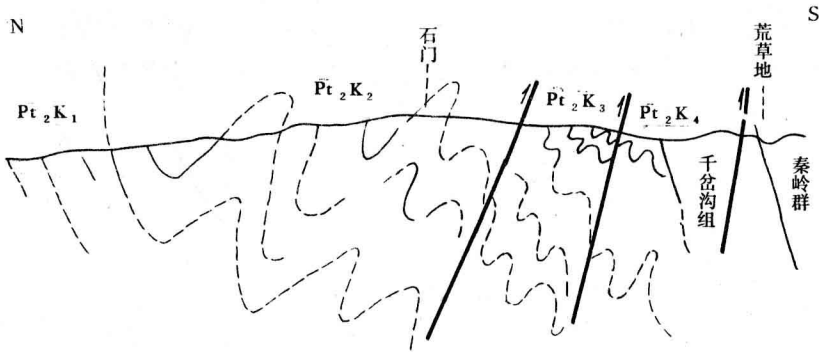


图4 卢县石门宽坪古俯冲杂岩构造片理形成的复杂背、向形构造
(据南京大学贾承造资料, 1986年)

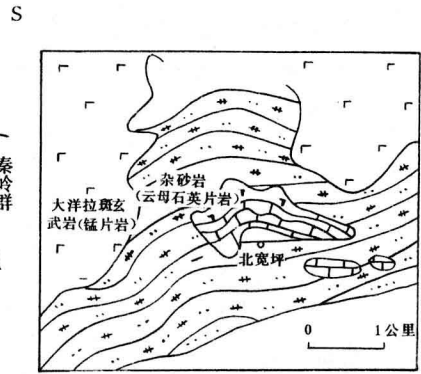


图5 陕西商县北宽坪一带地质略图
(据: 南京大学贾承造资料, 1986年)

异图解, 原岩为大洋拉斑玄武岩 (图 6)。P₂O₅-TiO₂ 变异图解也反映宽坪群绿片岩原岩为大洋拉斑玄武岩 (图 7)。

表 2 宽坪群绿片岩化学成分特征

含量(%) 岩性	成分	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	备 注
宽坪群绿片岩		47.25	1.59	13.30	4.17	7.75	0.19	7.16	10.46	2.05	0.68	0.20	据: 岳锦生 1986 年
宽坪群绿片岩(44)		48.04	1.42	13.53	3.97	8.27	0.19	7.31	10.17	2.32	0.52	0.14	贾承造, 1985 年
大洋拉斑玄武岩		49.80	1.80	15.20	2.40	8.00	0.17	8.30	10.80	2.60	0.24	0.21	Hydliman, 1972 年

微量元素样品分析, 离子半径大的亲石元素含量与大洋拉斑玄武岩相似 (如表 3 所示)。

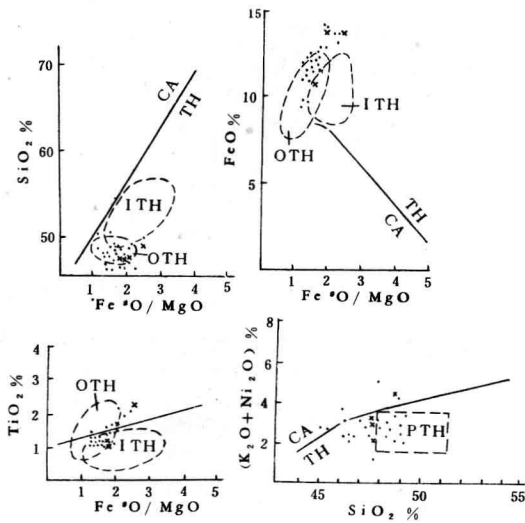
表 3 宽坪群绿片岩微量元素特征(ppm)

成分 岩石	K	Rb	Ti	Ba	La	Yb	Sr	Ni	Cr	Co	Zr	K / Ba	K / Rb	Rb / Sr	La / Yb	
宽坪群绿片岩(4)	1800	7	7500	131.6	9.8	3.3	151	67	125.5	43.2	608	13.7	257	0.046	2.96	南京大学贾承造, 1986 年
大洋拉斑玄武岩	1162	1	900	11	3.9	4.0	135	100	300	32	85	105	1162	0.007	1.0	Condie, 1976 年

稀土元素配分, 属平坦型 (图 8), 但ΣCe / Σy 值和 La / yb 值小, 具有大洋拉斑玄武岩特征, 属洋壳物质。

云母石英片岩岩石化学成分恢复其原岩, B.E.利克 al-alk 图解 (图 9), 属于杂砂

岩；F.J.佩蒂庄的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3\text{--Na}_2/\text{K}_2\text{O}$ 图解（图 10），也属于杂砂岩。根据 A.W.Crook（1974 年）的杂砂岩化学成分与大地构造背景的关系，宽坪群杂砂岩属于产生在安第斯型活动大陆边缘环境的杂砂岩（表 4）。



·宽坪地区 × 眉户地区
图6 宽坪群变火山岩岩石化学特征图
(据：陕西地质综合队唐尚文资料，1983年)

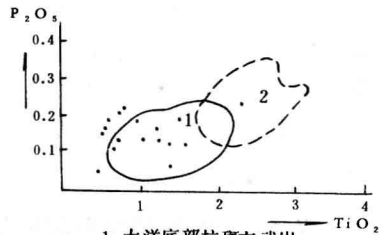


图7 1.大洋底部拉斑玄武岩
2.大洋岛屿拉斑玄武岩
(据：豫地调1队岳铮生资料，1986年)

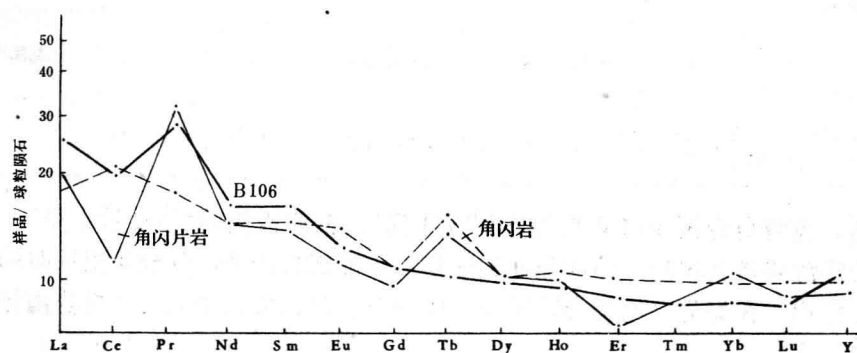


图8 宽坪古俯冲杂岩绿片岩REE配分型式
(据：南京大学贾承造，豫地调1队岳铮生资料作图)

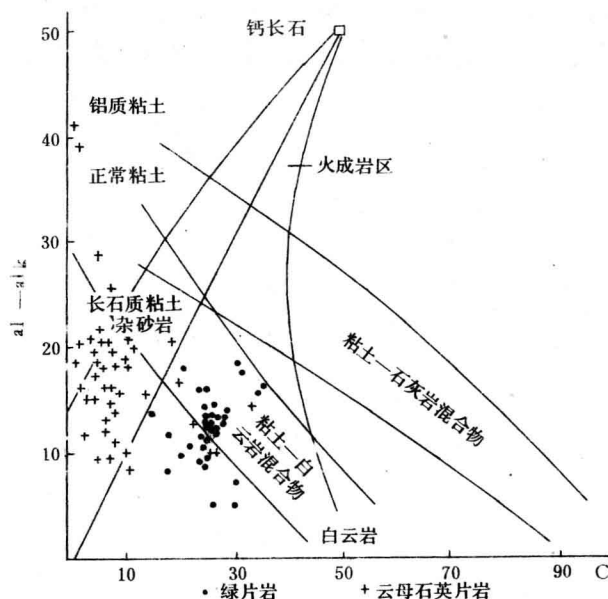


图9 (a1—alk)—C图

(据：南京大学贾承造资料，1986)

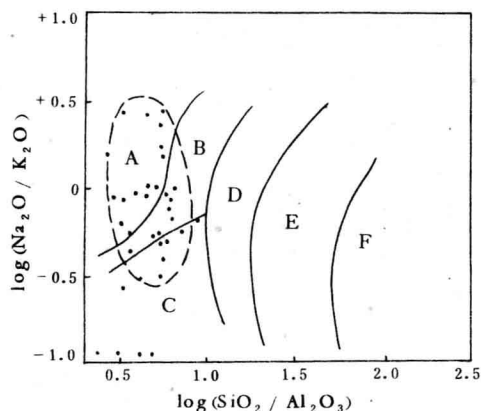


图10 $\log(\text{Na}_2\text{O} / \text{K}_2\text{O}) - \log(\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3)$ 图

(据南京大学贾承造资料，1986年)

A—杂砂岩 B—岩屑砂岩 C—长石砂岩 D—亚长石砂岩
E—亚岩屑砂岩 F—石英砂岩

表4 宽坪群杂砂岩化学成分与大地构造环境分类比较表

岩石类型	成分 含量(%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	构造环境
富含石英杂砂岩 (澳大利亚塔斯曼 24 样, Crook,1974 年)		88.82	0.39	5.88	0.39	7.35	0.02	0.83	0.39	0.69	1.18	0.09	大西洋型大陆边缘
中等石英含量杂砂岩 美国弗兰西斯科 21 样, Crook,1974 年)		70.10	0.50	14.00	1.20	3.10	0.10	2.30	2.50	3.70	1.80	0.10	安第斯型大陆边缘
贫石英杂砂岩 (澳大利亚英格兰 10 样, Crook,1974 年)		57.36	1.17	16.53	1.74	7.60	0.17	3.90	5.28	5.05	0.70	0.24	岛弧海沟
宽坪群云母石英片岩 (48 样,南京大学贾承造,1986 年)		70.37	0.60	12.12	1.51	3.42	0.10	2.04	2.02	2.30	2.84	0.18	

以上表明，宽坪群应属于洋底喷发产物（洋壳），俯冲板块的“传动带作用”，使得洋壳及其上面的远海碎屑沉积物，随洋壳一起向华北古陆板块俯冲，受板块俯冲时的构造刮削作用和挤压作用，在海沟（俯冲带）形成古俯冲杂岩带，成为华北古陆板块南缘的中上元古代增生带。

(2) 二郎坪群和秦岭群

二郎坪群位于瓦穴子—明巷断裂与朱阳关—信阳断裂之间，东部被郯庐断裂所截；西部延伸到陕西蟒岭地区。

二郎坪群下部为一套具有枕状构造的基性火山熔岩（富 Na 质细碧角斑岩系）夹深海

沉积物（含放射虫硅质岩）；上部为浅海相碳酸盐岩沉积。这种由海底基性火山喷发岩—放射虫硅质岩—碳酸盐岩组成的沉积建造，属于典型蛇绿岩套堆积（残留洋壳）。表明具有逐步封闭的残洋沉积特征。

据唐尚文（1983 年）对二郎坪群枕状基性熔岩夹层硅质岩所含放射虫化石及其同位素年龄的研究，属于早古生代沉积建造。

基性火山熔岩岩石化学特征，在 P_2O_5 - TiO_2 变异图解上（图 11）。反映二郎坪群属于大洋底部拉斑玄武岩。 FeO^*/MgO 对 FeO^* 、 SiO_2 变异图解（图 12），反映原岩一部分具有大洋拉斑玄武岩特征，个别具有岛弧玄武岩特征，部分具有钙碱火山岩特征。说明二郎坪群可能是靠近大陆边缘处的大洋壳破裂环境下的海底火山喷发沉积。

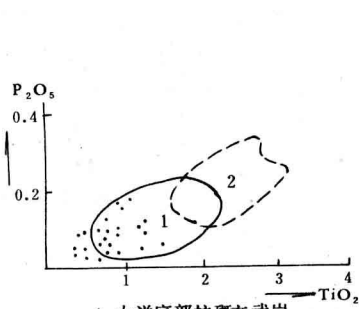


图 11 1. 大洋底部拉斑玄武岩
2. 大洋岛屿拉斑玄武岩
(据：豫地调 1 队岳铮生资料，1986 年)

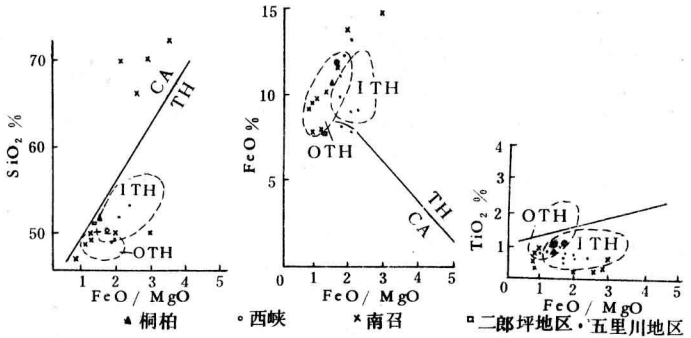


图 12 二郎坪群火山岩岩石化学特征图
(据：陕西地质综合队唐尚文、河南地科所林替龙资料，1983 年)

值得注意的是在朱阳关、军马河一带，有宽坪群（前人称“南陶湾群”）出露^[16]，呈窄长带状，说明宽坪群形成后曾被拉张分裂。

以上表明二郎坪群属于加里东期的大陆边缘扩张盆地沉积建造。

秦岭群北以固关—滂峪—朱阳关—大河—信阳断裂与二郎坪群为界，南以唐藏—板房子—沙沟街—丹凤—镇平—商城断裂与信阳群为界，呈北西—南东向带状展布，西部延伸到天水以西，东部在信阳一带被新生界覆盖。

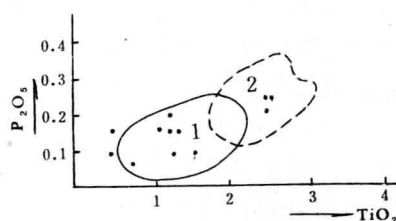
秦岭群下部为强烈变质及混合岩化变基性火山岩、碎屑岩；上部为一套碳酸盐岩建造。秦岭群中有大量花岗伟晶岩脉出现；大量花岗岩及变质岩 K-Ar 年龄 2-4 亿年（卢氏龙泉坪片麻岩黑云母年龄 434Ma，成都地院秦岭组，1972 年）。大量 2-4 亿年的花岗岩及变质伟晶岩脉的出现，显示地壳厚度较大，在晚加里东期为一隆起区。

从秦岭群下部火山岩系的岩石化学特征图解 P_2O_5 - TiO_2 变异图（图 13）上可以看出，属大洋底部拉斑玄武岩，个别属于大洋岛屿拉斑玄武岩。在 FeO^*/MgO 对 SiO_2 、 FeO^* 、 TiO_2 的变异图解上（图 14），可以看出绝大多数样品投影点落入大洋拉斑玄武岩区，部分落入岛弧拉斑玄武岩区，并多集中于 OTH-ITH 之间。表明秦岭群具有大洋底部拉斑玄武岩和大洋岛屿拉斑玄武岩的双重特征，属于从大洋岛屿基础上发育的未成熟岛弧。

(3) 信阳群

信阳群出露在唐藏—丹凤—镇平—商城断裂与康县—宁陕—山阳—桐柏—磨子潭断裂之间，呈狭长条状分布。信阳群属一套浅变质的复理石建造，粒序层理发育，岩性单一—稳

定, 岩石组合为砂质岩 (砂岩、粉砂岩、砂质泥岩) 和钙质硅酸盐岩 (钙质砂岩、砂质碳盐岩); 在不同地段, 随变质程度不同, 岩石组合有所不同 (在东部安徽地区, 称“佛子岭群”; 在西部陕南地区, 称“D₂₋₃ 刘岭组”; 在甘南地区, 称“西汉水群”等)。岩石 K-Ar 年龄 228-350Ma; Rb-Sr 全岩等时年龄 355Ma; 产珊瑚、腕足类化石 (林德超, 1988 年)。



1. 大洋底部拉斑玄武岩
2. 大洋岛屿拉斑玄武岩
图 13
(据: 豫地调 1 队岳铮生资料, 1986 年)

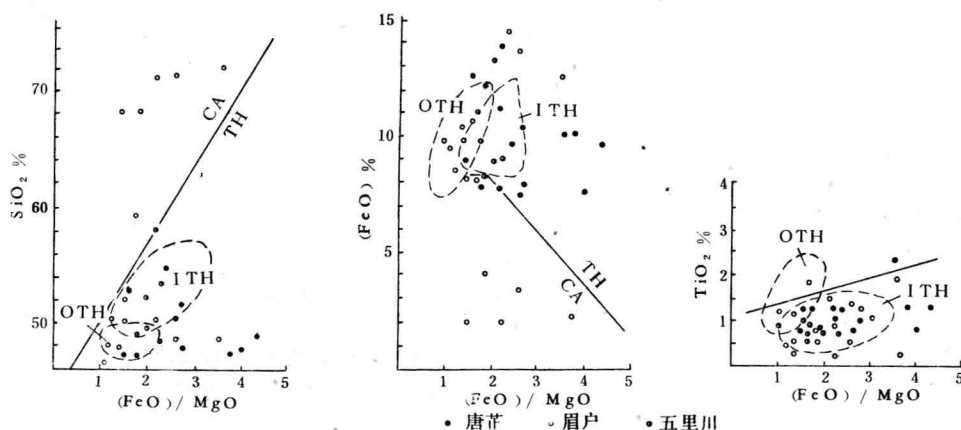


图 14 凤县唐庄—卢氏五里川秦岭系火山岩化学成分相关图

(据: 陕西地质局综合队唐尚文, 1982 年)

据叶大年 (1979 年) 在大别山北麓信阳群中发现 3T 型多硅白云母及 C 类榴辉岩; 王鸿贞 (1982) 年⁽¹⁸⁾ 在山阳—商阳发现兰闪片岩及混杂堆积; 李春昱 (1978)⁽²⁹⁾ 在甘南夏河—岷县一带发现混杂堆积; 杜建国 (1988)⁽²⁰⁾ 在大别山北麓磨子潭—晓天断裂北侧的佛子岭群中发现动力变质带。因此, 信阳群本身应属于一个低温高压变质带。即: 海西期末华北古板块与扬子古板块碰合, 信阳群系华北古板块与扬子古板块之间秦岭古洋残余盆地形成的褶皱带。

3、南秦岭地区

在城口—襄樊断裂以北、山阳—西峡—应山断裂以南的南秦岭地区, 出露有武当群、洞河群及应山群地层。

武当群 (郧西群) 为变质石英角闪岩, 被晋宁期基性岩脉侵入。属扬子地台基底。

洞河群和应山群^①为黑色千枚岩、板岩、硅质岩夹灰岩、白云岩, 属早古生界, 具有“台型盖层沉积”的特征, 属于早古生代陆表海沉积。上部缺失 D-T 地层。

4、大别山地区

大别山地区主要为大别群。

① * 湖北地质八队发现有早古生代动物化石

大别群由一套高角闪岩相变质杂岩所组成，厚度巨大，20000 米以上。原岩恢复较困难，据岩石化学特征图解（图 15、16），其原岩属于以中基性火山岩为主夹少量陆源碎屑岩及碳酸盐岩的火山-沉积建造。年龄 2080Ma（锆石 u-Pb 法，陈志强，1979 年）。

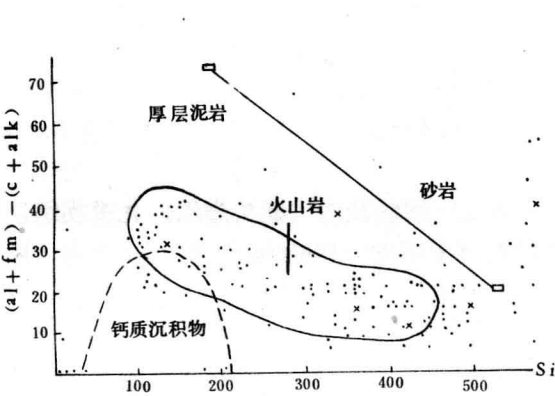


图 15 西蒙南的 $[(aI + fm) - (c + alk)] - Si$ 图解
(据：大别山地区 1 / 20 万区测资料投影)

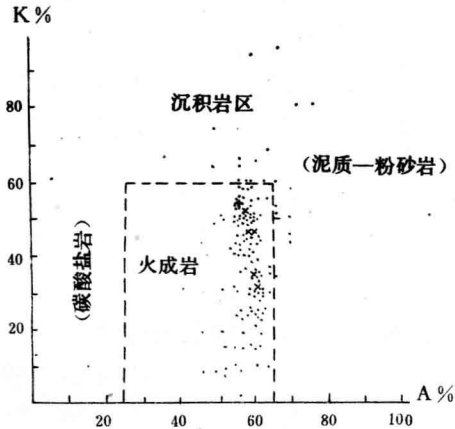


图 16 周世泰的 K-A 图解
(据：大别山地区 1 / 20 万区测资料投影)

在 1 / 50 万布格重力图（图 17）上，大别群表现为圈闭性的重力低；莫霍面较周围地区深 4-6 公里。航磁 ΔT 平面图上为正磁异常区，区别于其南北两侧的负磁异常区。说明大别群具有自己的大地构造特征。

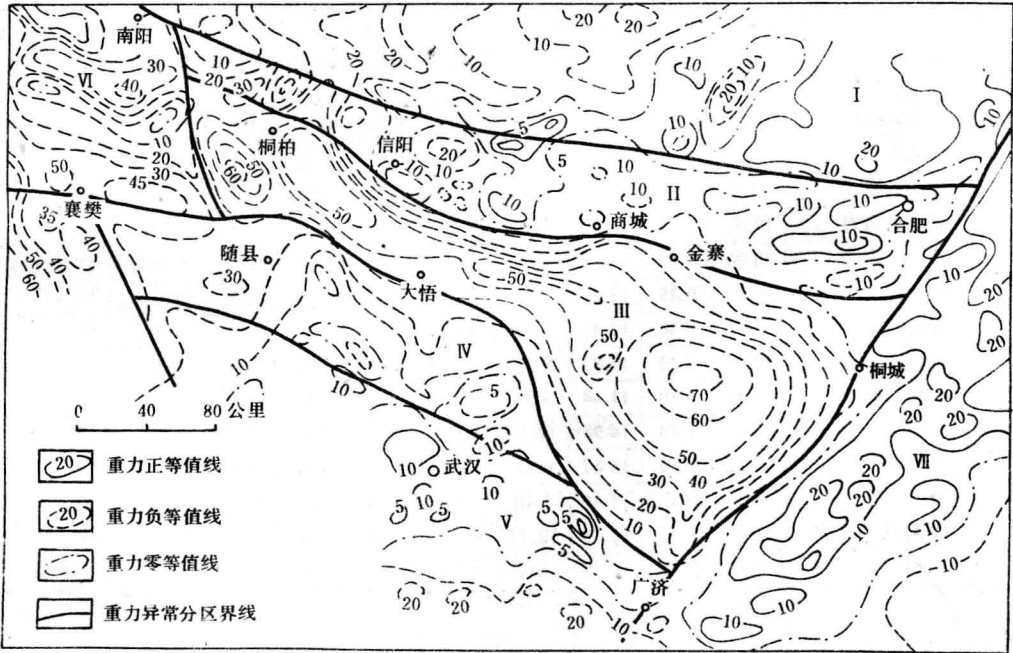


图 17 大别山地区布格重力异常分区图
(据杨森楠，1987 年)

I—淮北重力高区 II—淮南北正负重力异常变化带 III—桐柏山~大别山重力低带 IV—南淮阳正负重力异常变化带 V—江汉重力高区 VI—南阳负重力异常区 VII—庐枞重力高带

最近的大别山 1/5 万区调工作⁽¹⁷⁾，在大悟-浠水断裂北侧麻城市东南鲤鱼寨一带的大别群中，发现了“变质英云闪长岩体”，经研究属 I 型花岗岩，Rb-Sr 全岩等时年龄 $858 \pm 137\text{Ma}$ ， $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ 值 0.70290 ± 0.0356 ，属晋宁期产物，只不过是后来遭受了变质作用。此外，大悟-浠水断裂北缘还具有蛇绿岩带及兰闪石片岩带⁽⁶⁾。

5、碧口地区

出露地层为碧口群。下部为沉积-火山岩建造，上部为复理石建造。上下呈过渡关系①。与周围不同时代地层为断层接触，仅在四川平武一带可见下志留统（含 Favosites, SP.）超复。

碧口群上部复理石建造，主要为变质碎屑岩-碳酸盐岩（断头崖组；九道拐组；望天坪组），含 Kussiella 和 Conophyton 等迭层石（王明加，1980 年。）Rb-Sr 全岩（断头崖组）年龄为 651Ma，（秦克令，1983 年）；超基性侵入体 K-Ar 全岩年龄 590Ma，（贺水清，1979），属中上元古界。

下部沉积-火山岩建造以细碧-角斑岩系海底火山岩为主，夹少许炭质，硅铁质沉积夹层，未见底，厚度在 18000 米以上（甘肃文县摩天岭）。火山岩 Rb-Sr 全岩等时年龄 $592 \pm 32\text{Ma}$ ，（赵统，1981 年）；硅质夹层 Rb-Sr 全岩等时年龄 1744Ma，（孙树浩，1989 年），属中上元古界。

火山岩的岩石化学特征：如表 5。其 A-F-M 关系图（图 18）， P_2O_5 - TiO_2 变异图（图 19）均反映碧口群下部火山岩系属于大洋（岛）拉斑玄武岩，为洋壳物质。说明碧口群地层是在古老的残留洋壳基础上形成的。

表 5 碧口群火山岩岩石化学成分

含量(%) 成分		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	据陕西地质四队张之平资料，1980 年
火山岩												
第四 旋回	变质角斑岩	66.16	0.37	13.38	4.15	1.05	0.09	0.41	3.81	5.50	1.18	
	角斑岩	60.37	0.64	16.26	6.37	2.05	0.04	1.04	2.57	9.00	0.25	
	细碧岩	54.29	0.28	12.99	3.86	5.14	0.18	2.47	7.49	3.28	1.18	
第三 旋回	石英角斑岩	75.00	0.31	11.76	3.10	0.22	0.03	0.07	0.98	5.50	1.78	
	石英角斑岩	76.00	0.27	11.15	2.49	0.37	0.03	0.30	1.13	4.08	1.55	
	英安岩	64.03	0.25	13.43	2.17	3.27	0.05	1.27	5.71	2.93	1.10	
	细碧岩	55.41	0.56	14.45	3.92	4.49	0.19	2.26	6.04	3.58	1.80	
	细碧岩	40.05	1.22	15.87	9.23	3.40	0.45	3.31	8.88	6.00	0.10	
第二 旋回	石英角斑岩	67.38	0.30	11.44	3.58	0.86	0.22	0.16	0.45	6.40	0.25	
	细碧岩	43.18	1.28	14.98	12.75	3.31	0.23	2.26	8.58	4.10	0.17	
	细碧岩	44.12	1.50	15.67	6.25	4.60	0.50	3.34	5.37	5.95	0.69	
第一 旋回	流纹斑岩	64.20	(未报)	13.46	4.40	0.58	0.16	0.76	0.94	4.90	1.85	
	阳起绿帘片岩	33.93	2.02	15.75	12.73	4.04	0.30	6.90	10.39	3.10	0.42	
	绿泥阳起片岩	35.13	2.26	15.78	13.65	4.50	0.43	5.65	10.01	3.80	0.21	

值得注意的是在青川-勉县断裂北缘碧口群火山岩中有兰闪石片岩（兰闪石-绿泥石-

① * 陕西区测队贺水清(1979)认为属不整和

绿帘石组合)带及其伴生的片理化、糜棱岩化带(左朝国, 1982年), 反映了有高压低温变质带存在即: 有古板块俯冲带的存在。

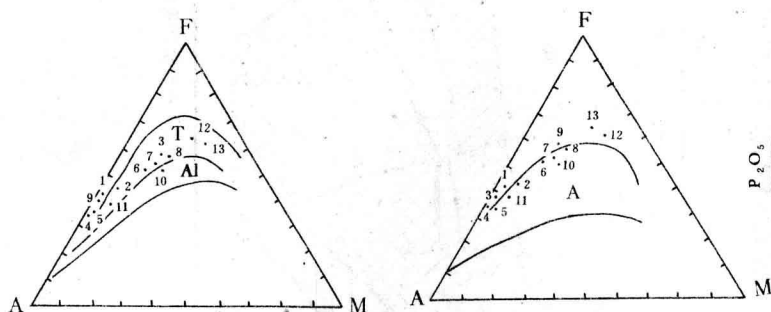


图18 A—F—M关系图

(据: 陕西地质四队张之平资料投图)

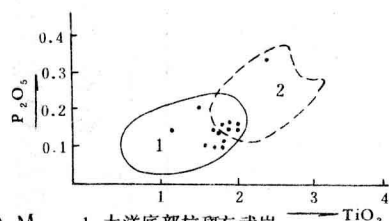


图19 P_2O_5 — TiO_2 图解

(据: 天津地研院孙树浩资料投图 1989)

碧口群具有自己的特殊地质特征, 上部碳酸盐岩建造中有沉积型磷矿、菱铁矿、锰矿化, 白云质灰岩含迭层石, 区别于仅有一条断裂之隔的扬子古陆板块震旦系。下部细碧-角斑岩中有磁铁矿石英岩铁矿(如: 庄房里), 黄铁矿型铜矿, 区别于扬子古陆板块基底。碧口群变质程度较浅, 为绿片岩相。因此, 碧口群不是扬子古陆板块基底, 而是一个古老的外来块体。

根据秦岭地区出露地层的上述特征以及它们之间相互的空间分布关系, 可将秦岭地区的板块构造格架自北而南划分五个构造单元(图 20):

I 华北古陆板块南缘带:

I₁ 涇池-汝阳中元古代火山弧后盆地(pt_2)

I₂ 熊耳中元古代陆缘火山弧 (pt_2)

I₃ 洛南-栾川中元古代弧前盆地 (pt_2)

II 华北古陆板块南缘增生带

II₁ 宽坪-南召元古代增生带

II₂ 唐藏-二郎坪早古生代增生带

II₃ 凤县-山阳晚古生代增生带

III 大别地体(Ar_2 - Pt_1)

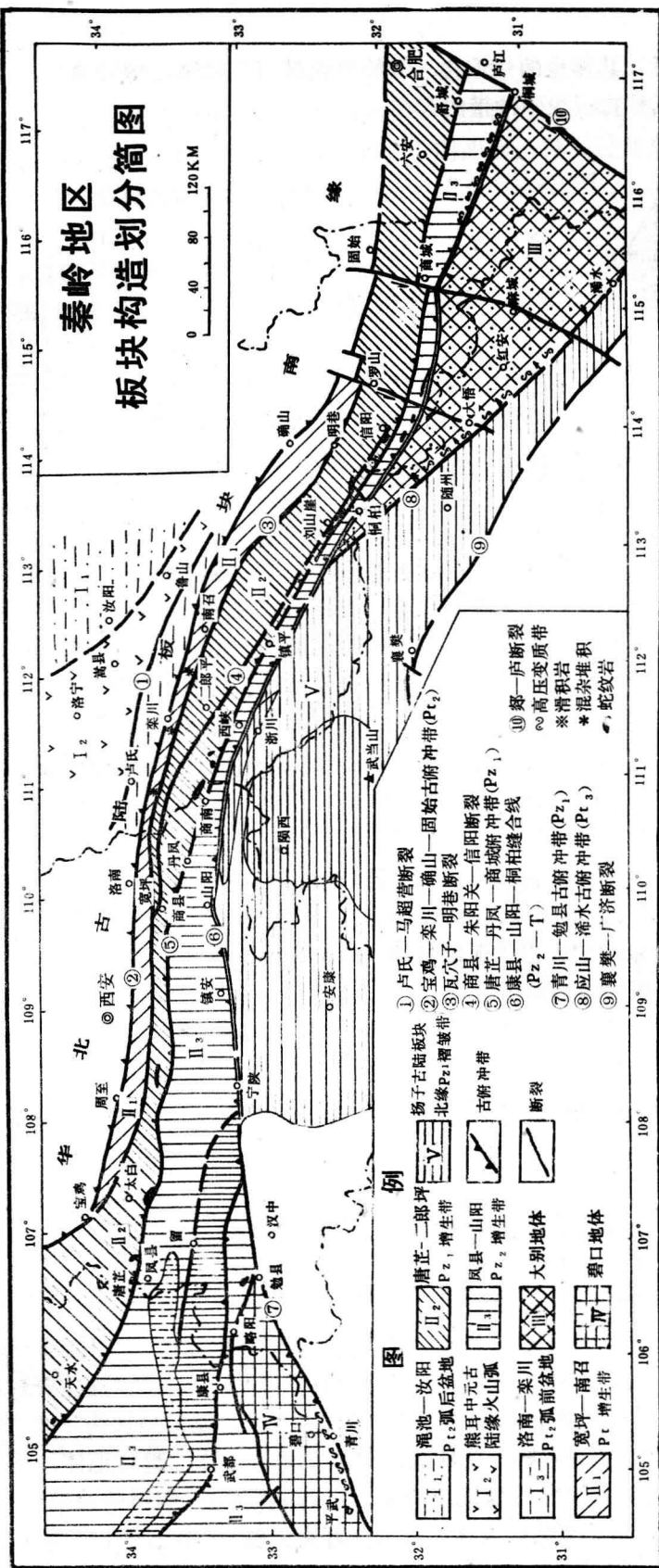
IV 碧口地体(Pt_{2-3})

V 扬子古陆板块北缘安康-应山早古生代褶皱带

(二)、秦岭地区板块构造演化:

1、前寒武纪的秦岭

前已述及在华北古陆板块南缘带(洛南-栾川断裂北侧), 出露有一套中元古界火山岩建造-熊耳群, 属于产在安第斯型活动大陆边缘的安山岩系。这些资料揭示, 秦岭地区的板块构造地质历史开始于中元古代即: 早元古代末, 秦岭地区为华北古陆板块南面的一古海洋环境-秦岭古洋(板块), 在其南部漂移着大别地体, 碧口地体。中元古早期(中岳期), 秦岭古洋板块向华北古陆板块俯冲(宝鸡-铁炉子-栾川俯冲带), 在华北古陆板块南缘形成安第斯型活动大陆边缘火山弧(熊耳火山弧)。中元古代晚期(武陵期), 秦岭古



(根据中国科学院1973年版地质图集修改、编绘)

洋板块继续向北俯冲，在仰冲大陆板块（华北古陆板块）前缘形成宽坪杂岩带。此时熊耳火山喷发接近尾声；在未夷平的火山弧前和火山弧后盆地中分别沉积了洛南群和汝阳群。晚元古代（晋宁期），秦岭古洋板块继续向北（宽坪杂岩带）俯冲，仰冲板块前缘发生拉张作用（产生马超营断裂），使得弧前盆地发生断陷，接受了栾川群、陶湾群沉积（图21）。秦岭古洋板块在向北俯冲过程中，在“均衡补偿作用”下沿瓦穴子-明巷一线发生弯曲、拉张、折断，元古代末期沿瓦穴子-明巷断裂发生新的俯冲，宽坪杂岩带被褶皱上升成陆，增生在华北古陆板块边缘（图22）。

与此同时，在秦岭古洋板块南面“固结”形成了一个新的古大陆板块——杨子古陆板块。杨子古陆板块受南部板块的挤压向北移动，并在向北漂移过程中于晋宁期“拼贴”了大别地体。

杨子古陆板块的形成，改变了秦岭地区的古构造环境，东西秦岭出现了差异（图23）。

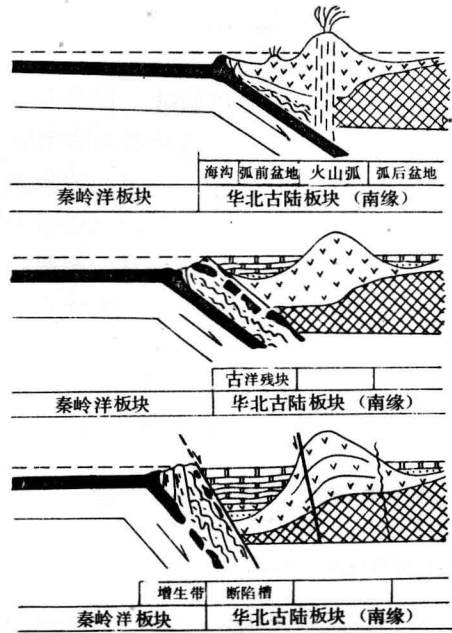


图21 秦岭地区An 板块演化

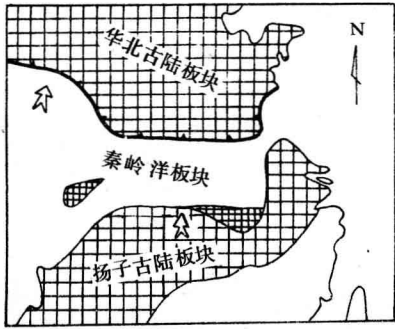


图23 元古代末秦岭地区地质构造环境

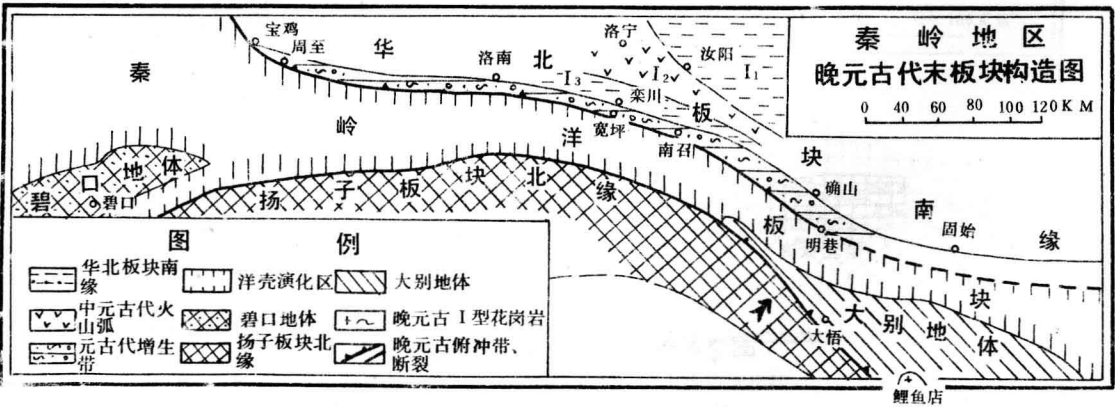


图22

西秦岭地区仍处于海底扩张, 属特提斯古洋的一部分; 东秦岭地区已停止海底扩张, 形成了南侧缘有被动大陆(杨子古陆)边缘和北侧缘有活动大陆(华北古陆)边缘(具有俯冲带)而趋于衰亡的残留海盆——“地中海”型地槽环境。

2、早古生代的秦岭

在东秦岭地区, 加里东早期的板块演化继承了晚元古代末的俯冲作用。秦岭古洋板块在向北俯冲过程中, 沿唐藏-丹凤-信阳一线发生弯曲、折断, 随后沿唐藏-丹凤-信阳断裂发生新的俯冲作用, 形成“秦岭地轴”岛弧系。

随着秦岭古洋壳的不断俯冲, 华北古陆板块前缘下方物质不断增多, 产生底劈作用, 上部地壳沿安坪-二郎坪-刘山崖-光山一线发生破裂, 海底火山喷发, 沉积二郎坪群。早古生代末秦岭古洋板块沿唐藏-丹凤-信阳断裂又向北俯冲, 使其边缘扩张盆地沉积的二郎坪群和组成“秦岭地轴”岛弧的秦岭群依次被褶皱成陆增生合并和华北古陆板块南缘, 形成增生带, 华北陆块向南扩大(图 24d, 图 25)。

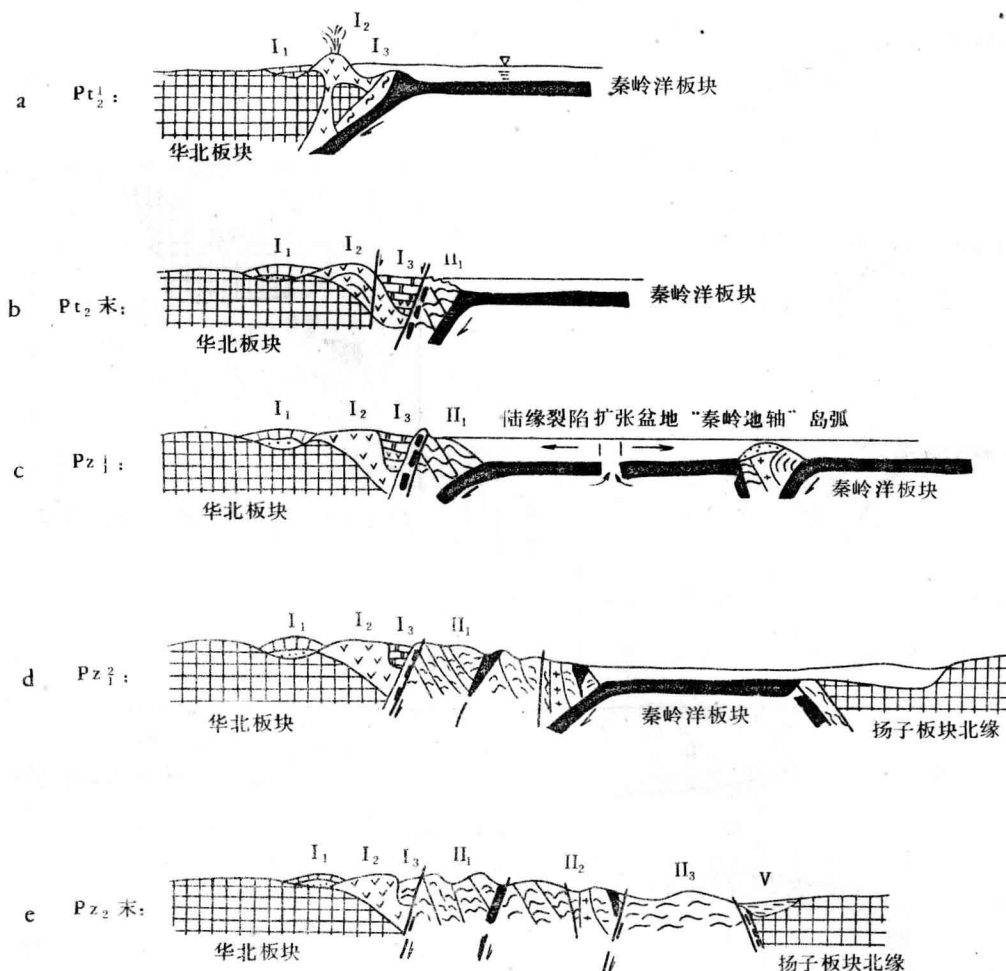
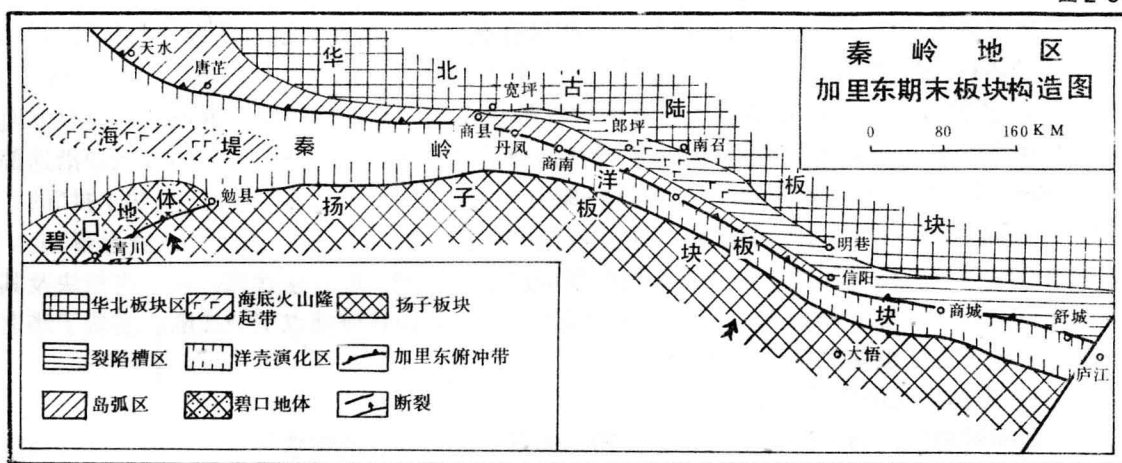


图 24 东秦岭地区板块演化模式图

I_1 : 淝池—汝阳中元古火山弧后盆地 I_2 : 熊耳中元古陆缘火山弧 I_3 : 洛南—栾川弧前盆地 II_1 : 宽坪—南召元古代增生带 II_2 : 唐藏—二郎坪早古生代增生带 II_3 : 凤县—山阳晚古生代增生带

图 2 5

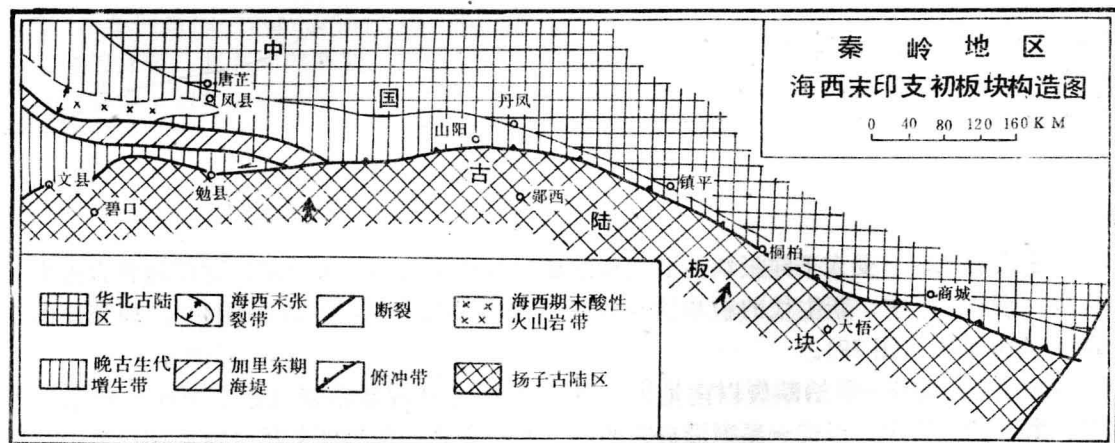


在西秦岭，北部地区同东秦岭的演化一样，秦岭古洋板块向华北古陆板块俯冲过程中，祁连海域逐渐褶皱上升成陆。在“均衡补偿”作用下，秦岭古洋板块沿临夏-武山-唐藏一线弯曲、折断。志留纪末（晚加里东期末），秦岭古洋板块沿临夏-武山-唐藏断裂发生新的俯冲。南部地区，扬子古陆板块向北漂移过程中，在早加里东期末（奥陶纪末）拼贴碧口地体。在强烈挤压作用下古海洋板块变得不稳定，沿迭部-武都-白水江一带海底火山喷发形成火山岛链。之后，在这些岛链周围接受了晚期深海-半深海的以内源碎屑为主的沉积建造（白龙江群），构成海堤式的海底隆起带。隆起带两侧水下孕育着深大断裂的发生，为新的古板块俯冲带的形成提供了条件。

3、晚古生代的秦岭

在东秦岭，华北、扬子古陆板块相对靠近，形成晚古生代残留海盆，接受刘岭群（ D_{2-3} ）沉积。早海西期末（ D_3 ），由于秦岭古洋板块不断向北消减耗尽，南北两大陆板块发生碰撞、缝合①，形成统一的中国大陆板块（图 24-c、图 26）

图 2 6

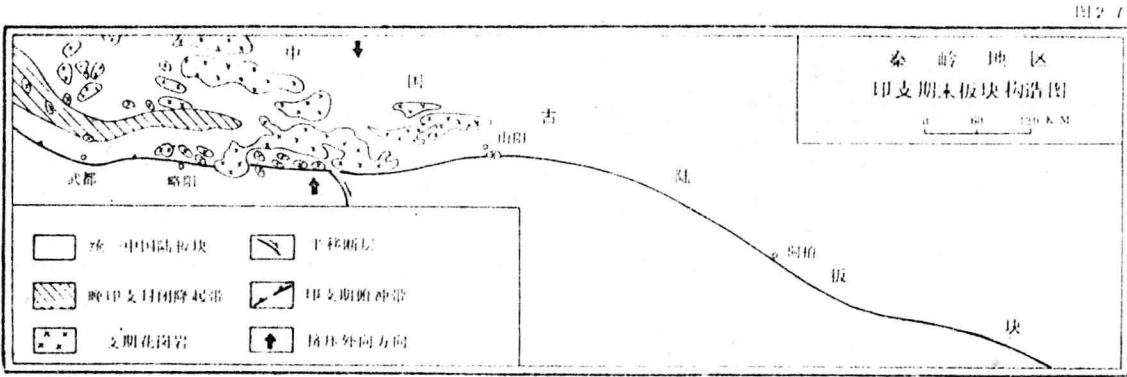


①许志琴1986年测得刘岭群褶皱年龄 $314 \pm 6\text{Ma}$

在西秦岭地区，祁连海域志留纪末被褶皱隆起之后，夹在祁连古陆板块与迭部-武都“加里东期海堤式隆起带”之间的西秦岭海域，晚古生代处于陆缘海盆环境⁽³⁾⁽¹⁸⁾，接受了D-T陆源复理石式沉积建造。随着秦岭古洋板块不断向北俯冲消减，西秦岭海盆自北而南被逐渐褶皱上升成陆，沉积中心不断向西南侧迁移。晚古生代末，秦岭古洋板块沿迭部-武都一线折断，形成新的俯冲。在碌曲-岷县-成县-留凤关一带，形成“地热上拱”的拉张状态^①，产生临潭-成县裂陷带，接受后期的沉积（T）。“加里东期海堤式隆起带”南侧的西秦岭海域为海槽环境，接受了晚古生界碳酸盐岩沉积。晚古生代末，扬子古板块及其北缘拼贴的碧口地体不断向北挤压，使得康县-略阳长条状海槽也褶皱成陆，实现了华北古陆与扬子古陆板块对接（缝合）。

4、新生代的秦岭

西秦岭地区，在三迭纪初（早印支期）继承了晚古生代的构造环境，在晚古生代裂陷槽内接受了复理石型沉积建造。三迭纪末，南侧的特提斯洋板块（甘孜-松潘古洋板块）⁽²⁾沿迭部-武都一线发生新的俯冲。在古特提斯洋板块强大的俯冲作用（向北侧）挤压下（晚印支运动），临潭-岷县-成县裂陷槽被压垮关闭，整个西秦岭地区变为陆块。在白水江-宁陕一带，由于受扬子古陆板块再次向北俯冲挤压的作用，形成了巨大的混合岩化花岗岩带（217-184Ma）（图27）。从燕山期开始（侏罗纪）西秦岭地区开始转变为内陆块断活动（特提斯洋板块消减或印度板块的挤压作用等影响），对古老板块构造体系进行改造—“A型俯冲”。



东秦岭地区，受太平洋板块向欧亚板块俯冲及扬子古陆板块继续向北挤压联合应力场作用（图28），中、新生代的板块演化也转变为内陆块断活动，“A型俯冲”，即强烈的构造—岩浆事件（图29）。

在洛南-栾川-固始断裂以南地区，主要表现为对古老断裂（近东西向）的张性改造。由于拉张作用，形成一系列沿近东西向大断裂发育的线型断陷槽或断续的小型山间沉

①宕昌东北侧的路院、马连川等地有晚海西期中酸性喷出岩⁽³⁾