

问题讨论

北秦岭褶皱山系地质构造带的划分

肖 思 云

(陕西区域地质调查队, 陕西武功县)

本文将北秦岭褶皱山系自北而南划分为三个构造带: (1) 早中元古代北秦岭大陆裂谷带 (以宽坪群分布范围为主体); (2) 元古代中间古陆块 (秦岭群的分布范围内); (3) 早古生代北秦岭南麓山前增生带。根据岩石组合、岩石化学及变质变形特点, 进一步论述这三带的地质特征及其演化。

祁连-秦岭-大别山褶皱山系是华北和华南两大构造单元的接合地带。北秦岭位于黄柏塬、凤镇和山阳一线以北; 在铁炉子、栾川和方城一线以南。该区主要发育元古界秦岭群和宽坪群一套深变质岩系和古生界一套浅变质岩系。其构造分带及构造演化一直是地质工作者探索的重要问题之一。

1961年黄汲清的1:300万中国大地构造图中, 将该区的唐藏-沙沟街-商南断裂之北划为秦岭地轴。1980年陕西区调队在陕西1:50万地质图中, 将秦岭地轴划为北秦岭加里东褶皱带, 其南至黄柏塬-山阳断裂带划为礼县-柞水华力西褶皱带。

近年来, 笔者对北秦岭深变质岩系研究后, 将北秦岭褶皱山系由北而南划为北秦岭大陆裂谷带、秦岭中间古陆块和北秦岭南麓山前增生带 (图1)。上述三带均属华北大陆南缘发展增生的范畴。

一、北秦岭大陆裂谷带

这是一个西窄东宽的构造带。其北以铁炉-栾川断裂为界, 其南以商县-夏馆断裂为界。西经陇宝盆地进入北祁连; 东经南阳盆地入桐柏山北麓, 直至北淮阳地带。

北秦岭大陆裂谷带主要分布下-中元古界宽坪群及下古生界变质岩系。根据宽坪群及下古生界的岩石组合、岩石化学成分, 变质变形作用, 又将此带分别划为两个不同特征的构造带。

1. 早-中元古代大陆裂谷带与宽坪群的形成

宽坪群分布在皇台-瓦穴子断裂以北, 与南侧下古生界主要呈断层接触, 个别地点呈平行不整合接触。陕西区调队的“宽坪群”专题组采自洛南马河黑云母石英片岩中的三个单矿物锆石U-Pb年龄分别为1974.3Ma, 1741.5Ma和1681Ma (北京铀矿地质研究所, 1983)。故将其时代确定为早-中元古代。

宽坪群变质岩分为角闪质岩类、长英质岩类和大理岩类。其下部长英质岩类的化学成分, 在A. Simonen (1953) 的 $(al+fm)-(alk+c)$; Si 图解、Ю. А. Балашов (1972) 的 $(Al+Fe+Ti)-(Ca+Mg)$ 图解及周世秦 (1977) 的K-A图解中, 投点范围主要在砂泥质物区或沉积岩区的泥质粉砂岩亚区。在A. Н. Неелов (1974) 的 $(Al_2O_3+TiO_2)-(SiO_2+K_2O)-\Sigma$ 图解中, 主要投入长石砂岩区, 部分投入泥砂岩及寒带和温带的陆相粘土亚区。这些岩石在宽坪群下部广有

本文1985年12月收到, 1987年5月改回, 王毅编辑。

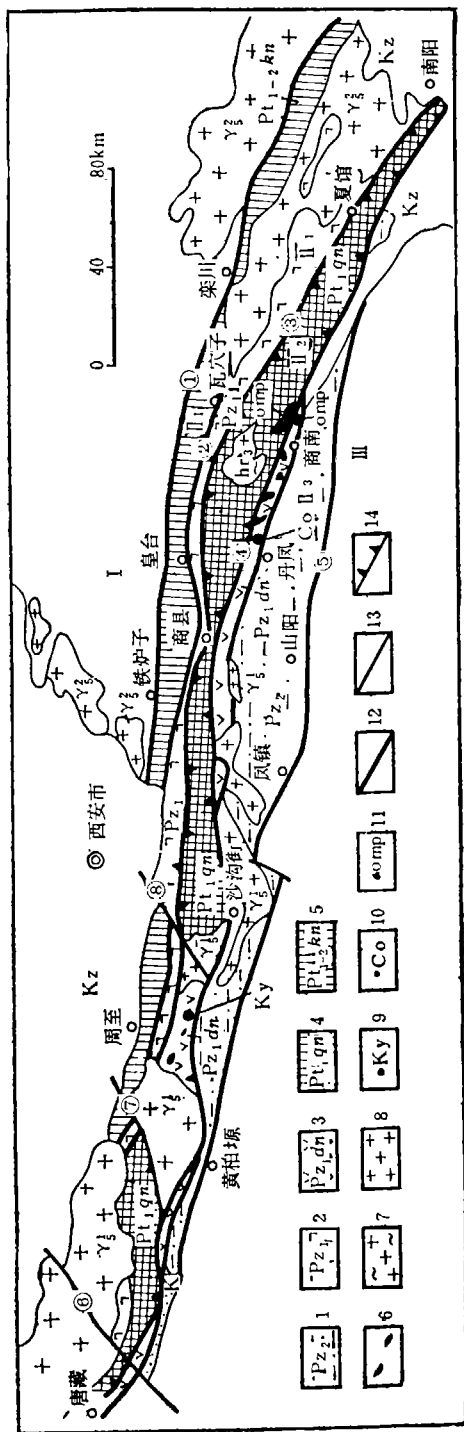


图 1 北秦岭褶皱山系地质构造略图
Fig. 1 Sketch map showing the geological structure of the Northern Qinling folded mountain system

K₂—新生界; K—白垩系; 1—上古生界; 2—下古生界; 3—南部下古生界丹凤群; 4—下元古界秦岭群; 5—下、中元古界宽坪群; 6—超基性岩; 7—混合花岗岩 (hγ₂); 8—花岗岩 (γ₂燕山期); 9—蓝晶石产出位置; 10—刚玉产出位置; 11—绿辉石产出位置; 12—主断裂带; 13—一般断裂带; 14—消减带和方向; ①—铁炉子—秦川断裂; ②—皇台—瓦穴子断裂; ③—商县—夏馆断裂; ④—唐藏—商南断裂; ⑤—黄柏塬—山阳断裂; ⑥—罗汉寺断裂; ⑦—太白岩体北西缘断裂; ⑧—大坪峪断裂; I—华北大地台; II—北秦岭褶皱带; III—南秦岭褶皱带

分布, 应是大陆裂谷初期接受沉积物的特征。

宽坪群中部正变质角闪质岩类的化学成分在 Ю. А. Балащов (1972) 的 (Al+Fe+Ti)-(Ca+Mg) 图解中, 主要投入基性岩区 (II), 少数投入超基性岩变种区 (III); 在 Macdonald (1968) 的 (Na₂O+K₂O): SiO₂ 图解及 M. L. Jensen (1976) 的角闪质岩类亚碱性火山岩阳离子分类图解中, 分别投入亚碱性岩亚区及富铁拉斑玄武岩区; 在 Akiho Miyashiro (1975) 的 Na₂O/K₂O-(Na₂O+K₂O) 图解及其它一些图解中, 主要投入深海、洋脊或洋底拉斑玄武岩区, 少数或个别落入岛弧和洋岛玄武岩区范围。超镁铁质岩在 A. J. Naldrett (1977) 的 MaO-CaO-Al₂O₃ 图解中, 投点与南非及苏联的科马提岩接近。据十一条 Rb-Sr 等时线的 Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ 的初始值在 0.70338—0.72084 范围占九个, 其余两个低于 0.70101。这些资料反映属洋壳岩石的特征。

宽坪群上部的大理岩类分布较为广泛。其中分布在洛南谢湾及南召水晶河一带的大理岩具叠层石构造, 厚度巨大, 是属于边缘海的沉积。

由宽坪群的研究成果表明, 在早元古代末至中元古代初, 华北地台南缘由于地壳南北向拉张变薄形成地堑式裂谷, 接受了碎屑物质夹火山岩物质沉积, 开始了大陆裂谷初期阶段; 中元古代大陆裂开, 宽坪群中、下部出现巨厚的碱性玄武岩、玄武岩、拉斑玄武岩及超镁铁质岩石, 这标志大陆裂谷进入大洋盆时期; 中元古代末至晚元古代初, 大洋盆向南北逐渐扩大, 使大陆裂谷发展成为古边缘海, 接受了碳酸盐的沉积。

2. 早古生代沉积增生带

本带位于皇台-瓦穴子断裂以南, 商县-夏馆断裂以北。呈西窄东宽的楔形。下古生界草滩沟群、斜峪关群、云架山群下部 (即安坪组, 干江河组和月牙沟组)、胆矾窑群及二郎坪群为一套基性火山岩系, 东西分布不连续。草滩沟群产丰富的腕足类化石, 在七十年代将其划归于奥陶纪。斜峪关群在铜峪两个方铅矿的模式年龄为 477Ma 和 382Ma, 而黄铁矿 Pb—Pb 模式年龄为 402Ma¹⁾。云架山群下部在庾家河汗沟口大理岩中产海百合茎 *Cyclonelycia* sp. (园园茎未定种) 和在洛南灵官庙老虎沟采到群体四射珊瑚。云架山群下部的月牙沟组 (Pz_{1y}) 与云架山群上部的粉笔组 (Pz_{2f}) 为平行或微角度不整合关系, 云架山群在蟒岭地区与上三叠统主要是断层接触²⁾。胆矾窑群在卢氏官坡采到珊瑚 (?) *Syringopora* sp., *Tabulata* (床板珊瑚) 和园园茎海百合化石 (未定种) 以及腕足类及长身贝碎片, 胆矾窑群与蟒岭地区云架山群安坪组 (Pz_{1a}) 在走向上相连, 卢氏汤河剖面胆矾窑群与上三叠统为不整合关系³⁾。二郎坪群在西峡之北的硅质岩中产放射虫, 即 *Liosphaeridae* in det (壳球虫), *Stylosphaeridae* in det (柱球虫), 海绵骨针 (单射、三射硅质骨针)⁴⁾。因而以上各群均属早古生代的地层。

下古生界为一套细碧角斑岩系。变质较浅, 原生构造多有保留, 如岩枕、杏仁、气孔等。超基性岩、基性杂岩墙、枕状玄武岩及含放射虫硅质岩广有分布。其中蟒岭地区徐家沟基性杂岩墙的蛇纹岩、橄榄辉石岩、紫苏辉石岩、辉长岩和闪长岩等, 它们彼此包含、犬牙交错、相互为过渡关系, 具岛弧蛇绿岩的岩石组合特征。火山岩类的化学成分在 Akiho Miyashiro (1974) 的 K₂O 对 SiO₂ 变异图及其它一些变异图和关系图解中, 绝大多数投入岛弧区; 在 J. A. Pearce (1975) 的 Ti—Zr 图解及 Ti—Cr 图解中, 主要投入岛弧拉斑玄武岩区, 少数落入大洋或洋底玄武岩区。分布于铜峪的斜峪关群火山岩 Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ 初始值为 0.70585 和 0.70678, 与蛇绿岩套中堆积杂岩的 Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ 值基本一致¹⁾。二郎坪群和云架山群火山岩中的 20 个硫同位素样 δs³⁴ 接近于零, 变化范围为

1) 宋子季, 1985, 陕西眉县—蓝田间宽坪群的解体与斜峪关群的建立。陕西省地矿局地质科学技术交流论文编汇。

2) 陕西省地矿局, 1984, 陕西省地质志。

3) 河南省第四地质队, 1980, 卢氏官坡—五里川地区 1:5 万区测普查报告。

4) 张思纯、唐尚文, 1983, 北秦岭早古生代放射虫硅质岩的发现与板块构造。陕西地质, 第一卷, 第二期。

-6.1—2.3%, S^{32}/S^{34} 变化于22.169%—22.358%之间, 平均值与铁陨石, 硫铁陨石接近, 表明火山岩可能来自上地幔。

下古生界变质作用表明, 由北而南依次出现黑云母带—镁铝榴石带—十字石带—蓝晶石带以及相应的低绿片岩相、高绿片岩相和低角闪岩相。据中压型蓝晶石矿物出现及14个白云母 bo 值变化于 8.9×10^{-10} — $9 \times 10^{-10}m$ 范围, 平均值为 $9 \times 10^{-10}m$, 属中高压变质带。

综合上述资料, 北秦岭早古生代增生带具岛弧蛇绿岩岩石组合特征。它反映了在早古生代时期, 由于北秦岭裂谷带后期发展成为边缘海, 在南部正极向消减作用的影响下, 边缘海逐渐萎缩导致海盆地的洋底岩石圈破裂, 产生了沿商县—夏馆断裂分布的早古生代岛弧蛇绿岩。

二、秦岭中间古陆块

这是一个凸面向北的古陆块, 其北以商县—夏馆断裂为界, 其南以唐藏—沙沟街—商南断裂为界。向西越过陇宝盆地与祁连山中间隆起相接; 向东可能跨越南阳盆地, 经桐柏山与大别山古陆块相连。

秦岭中间古陆块主要由秦岭群深变质岩石组成。近年来, 河南省区调队在西峡大理岩中, 采得牙形石化石, 说明秦岭群中还有一部分是古生代的地层。近期, 陕西省区调队完成的“陕西秦岭群划分及含矿性研究”专题成果中, 做了U-Pb法、Rb-Sr法及K-Ar法等一系列样品的同位素年龄测定工作, 取得了一批较丰富的年龄资料。其中, 采自太白上黑湾秦岭群第一岩段(Pt_2qn^1)的混合岩全岩Rb-Sr等时年龄为1018Ma (西北冶金地质勘探公司地质研究所测定, 1981); 太白山店坊秦岭群第三岩段(Pt_2qn^3)八个样品的全岩Rb-Sr等时年龄为1445Ma (北京铀矿地质研究所测定, 1982); 丹凤县涌峪秦岭群第三岩段九个样品全岩Rb-Sr等时年龄分别为1145Ma和1205Ma (北京地质局实验室测定, 1982)。专题组在深入研究样品地质背景下, 考虑同源同期将太白山店坊及沪家塬八个最佳样品作全岩Rb-Sr等时处理, 得一条等时年龄为 $1715.8 \pm 231.9Ma$, Sr^{87}/Sr^{86} 的初始值为0.7007, 相关系数为0.951。笔者认为, 上述年龄均为吕梁运动形成的地层变质年龄, 秦岭群的时代有可能是早元古代, 甚至其下部可能还有晚太古代的地层。

秦岭群的片岩类、片麻岩类、长英质粒岩类及斜长角闪岩类等, 除少数保留了变余砂状结构等原生结构外, 大多数未保留原生构造。据78个岩石化学样, 在A. Simonen (1953) 的(al+fm)-(c+alk): Si图解, 周世泰(1977)的K-A等图解中, 普遍落入沉积岩区, 少数落入火山岩区或基性火山岩区。其原岩主要为一套陆源碎屑岩及碳酸盐岩组合, 属陆壳性质。

秦岭群变质作用的研究表明, 古陆块由西向东, 由南向北依次出现黑云母—锰铝榴石带—十字石—红柱石带—铁铝榴石—硅线石带—硅线石—钾长石带的渐进变质矿物带序列, 以及相应的高绿片岩相—低角闪岩相—低角闪岩相—高角闪岩相系列。据低压型红柱石矿物的广泛出现, 划为高温低压相系。变质相带以加里东期混合花岗岩为中心, 呈热穹窿或热背斜的环带状分布, 即由外向内, 变质相带由低到高的升温过程, 至混合花岗岩中心冷却固结的降温阶段。依据变质相带主要与加里东期混合花岗岩密切相关, 以及获得较多的早古生代同位素年龄资料为依据, 秦岭群高温低压变质带主要形成于早古生代。

秦岭群以大陆深成岩浆活动为主, 缺少火山活动的产物。早古生代混合花岗岩占绝对优势, 以浅色(斜长石)混合花岗岩为主, 呈大小不一的穹窿产出。晚古生代为红色(钾长石)混合花岗岩, 呈脉状或线状穿插早古生代混合花岗岩穹窿。中生代早期花岗岩主要岩石类型有二长花岗岩、石英闪长岩、花岗闪长岩及混合花岗岩等, 呈不规则长轴状产出。此外, 晚元古代有枣园混合花岗岩。这些花岗岩浆的发生发展与秦岭群南侧俯冲消减带上的热流体上升有关, 以混合花岗岩为中心, 形成环带状变质相带的热穹窿和热背斜构造是最大的特征。自早古生代以来, 岩浆活

动由秦岭群向北和向南逐渐减弱,时代越来越新的趋势。红色钾化混合岩化作用也有向南和向北逐渐减弱的特点。

综合上述,秦岭群是秦岭中间古陆块的主要组成部分,是经历了多期变质变形和混合岩化作用而发展成为古褶皱带。

三、北秦岭南麓山前增生带

这是一个东西窄,中间宽的构造带。其北以唐藏-沙沟街-商南断裂为界,其南以黄柏塬-凤镇-山阳断裂为界。西延陇宝盆地南缘,东潜没于南阳盆地之下。又可划为早古生代丹凤群岛弧蛇绿岩增生带和晚古生代沉积层楔带。

1. 早古生代丹凤群岛弧蛇绿岩增生带

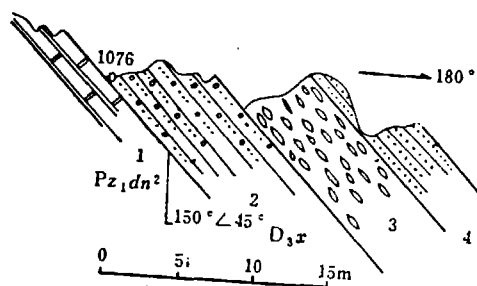


图2 周至沙梁子丹凤群第二岩段与上泥盆统下东沟组(D_3x)平行不整合关系素描

Fig. 2 Sketch showing the parallel unconformity between the second member of the Danfeng Group and the Upper Devonian Xiadonggou Formation (D_3x) in Shaliangzi, Zhouzhi
1—大理岩; 2—含砾砂岩; 3—砾岩; 4—石英砂岩

丹凤群具有岛弧蛇绿岩的岩石组合特征。分布于唐藏-沙沟街-商南断裂带中,其北主要以断裂与秦岭群接触,局部地点存在直接的平行不整合关系¹⁾;其南与中、上泥盆统刘岭群以断裂接触,但在周至沙梁子见到平行不整合关系(图2)。在周至黑河友谊桥丹凤群上部火山岩夹微晶灰岩中采得海百合茎园园茎*Cyclocyclicus*化石(据陕西省第八地质队资料)。陕西省区调队在商县州里铺混合岩中获得锆石U-Pb模式年龄为397 Ma,在商县牛槽沟的小篾沟混合岩中获得锆石U-Pb模式年龄为398 Ma²⁾。其时代属于早古生代。

丹凤群为一套浅变质基性火山岩系。局部保留有岩枕、火山角砾及水下侵蚀面等原生构造。

主要组成岩石有超基性岩、基性杂岩墙、枕状玄武岩、细碧岩、角斑岩及硅质岩等。岩石组合具岛弧蛇绿岩的特征。

丹凤群基性火山岩的化学成分在都城秋穗(1974)的FeO/MgO对Si图解及其它一些图解中,主要投入拉斑玄武岩区或岛弧拉斑玄武岩区和岛弧火山岩区,少数落入钙碱性系列或钙碱性玄武岩区。在J.A.Pearce(1973)的Ti对Zr变异图中,主要投入岛弧低钾拉斑玄武岩区,个别投入洋底拉斑玄武岩区。在A.Miyashiro的($Na_2O + K_2O$)对 SiO_2 图解中,投点与弗兰西斯科(Ⅲ类)蛇绿岩带相似。

丹凤群的变质作用研究表明,由西向东,依次出现绢云母-绿泥石带-黑云母-铁铝榴石带-铁铝榴石-蓝晶石带的渐进变质矿物带序列,及相应的低绿片岩相-高绿片岩相-低角闪岩相系列。中压型蓝晶石矿物主要出现周至黑河一带,刚玉矿物出现丹凤资峪,榴闪岩及绿辉石出现于商南一带,高压型硬玉矿物出现于南阳城外独山^[2],由西向东为压力逐渐增高的特征。属低中温中高压相系。

根据上述丹凤群的岩石组合具岛弧蛇绿岩的特点,变质作用形成为低、中温,中、高压变质带,与秦岭中间古陆块的秦岭群的高温低压变质带具双变带的性质,因而沿唐藏-沙沟街-商南断

1) 肖思云, 1985, 论秦岭群的解体与丹凤群的建立。陕西省地矿局地质科学技术交流会汇编。

2) 陕西省地矿局区域地质调查队, 1984, 陕西秦岭群划分及含矿性研究。科研报告。

裂存在一个向北俯冲的消减带。

2. 晚古生代的沉积层楔

组成沉积层楔的刘岭群, 其南界为黄柏塬-凤镇-山阳断裂, 其北与下古生界丹凤群以断裂为界。平面分布保留了两头窄中间宽的扇形特点。刘岭群东延为信阳群, 笔者认为南阳盆地以西的信阳群与刘岭群可以对比, 应为同一时代的产物。据陕西省区调队泥盆系专题研究, 刘岭群分为下部中泥盆统(包括牛耳川组、池沟组及青石垭组)和上部上泥盆统下东沟组。

中泥盆统主要由粘土岩、碎区岩及碳酸盐岩组成。在山阳王庄以南中泥盆统池沟组产通孔珊瑚(未定种) *Thamnopora* sp., 宁强冷水沟中泥盆统牛耳川组灰岩中产分珊瑚和切珊瑚未定种 *Disphyllum* sp. 和 *Tennophyllum* sp., 在凤县以北中泥盆统青石垭组产腕足、珊瑚和层孔虫, 最大厚度在10000m以上。在岩相古地理图上为砂岩-页岩和页岩-砂岩区。具斜层理、不对称波痕, 以及局部有冲刷痕和在个别地方形成滑塌砾岩等特征。古地理环境为浅海斜坡相沉积, 其物质来源于秦岭中间古陆块。

上泥盆统下东沟组零星分布, 出露最大累计厚度4078m左右。主要为一套砂板岩夹碳酸盐岩。在山阳胡家沟产海百合茎 *Pentagonocyclus* sp., *Cyclocyclus* sp., 在山阳寨子沟产腕足; 在太白鲁家崖产亚鳞木(未定种) *Sublepidodendron* sp., 由于其平行不整合于丹凤群岛弧蛇绿岩之上(见图2), 标志着在晚泥盆世时, 沿唐藏-沙沟街-商南断裂的正极向俯冲消减作用的速度减缓或停止^[3]。

以上丹凤群岛弧蛇绿岩及中泥盆统沉积层楔, 以及上泥盆的沉积同为北秦岭南缘山前增生带的产物。

四、几点认识

1. 秦岭中间古陆块的秦岭群, 可能在早元古代是华北大陆南缘的一部分。由于北秦岭大陆裂谷的发生发展及宽坪群形成后, 秦岭群迁移至现在秦岭主峰的位置。

2. 根据蛇绿岩的分布并形成的中高压变质带与秦岭群高温低压变质带的空间分布关系, 认为沿唐藏-沙沟街-商南断裂存在一个倾向北的俯冲消减带; 沿商县-夏馆断裂存在一个向南俯冲的消减带。

3. 根据秦岭群的变质相带由西向东逐渐增温的特点及丹凤群岛弧蛇绿岩由西向东标型压力矿物依次增高, 至南阳独山出现硬玉高压矿物的特点, 认为西部俯冲幅度小, 速度慢; 东部俯冲速度快、幅度大。

4. 北秦岭褶皱山系是华北大陆南缘经历了拉张增生和消减闭合而发展起来的褶皱造山带。在晚古生代时期华北大陆南缘增生位置至黄柏塬-凤镇-山阳断裂一线。

本文引用了陕西省区调队专题研究成果, 文中的英文摘要由西安地质学院樊双虎讲师完成, 敬表谢意。

参考文献

- [1] 金铁春, 1984, 板块构造学基础。第131—135页, 上海科学技术出版社。
- [2] 李春昱, 刘仰文, 朱宝清, 冯益民, 吴汉泉, 1978, 秦岭及祁连构造发展史。国际交流地质学术论文集(1), 区域构造、地质力学, 第182页, 地质出版社。
- [3] William R. Dickinson等著(罗正华、刘铅铨译校), 1982, 板块构造与沉积作用。第2—6页, 地质出版社。

THE CHARACTERISTICS OF TECTONIC BELTS OF THE NORTHERN QINLING FOLDED MOUNTAIN SYSTEM

Xiao Siyun

(Regional Survey Party, Shanxi Bureau of Geology)

Abstract

The Northern Qinling runs between the Tielouzi-Luanchuan fault and the Huangbaiyuan-Fengzheng-Shanyang fault. It is the juncture of two major tectonic units, the North China and South China tectonic units. The Northern Qinling folded mountain system may be divided into three tectonic belts; from north to south they are the early middle Proterozoic Northern Qinling continental rift (within the range of the Kuanping Group), the Proterozoic Qinling median paleocontinental block (within the range of the Qinling Group) and the early Paleozoic southern piedmont accretion belt of the Northern Qinling (with the range of the Danfeng Group and Liuling Group).

According to the rock associations, petrochemistry, metamorphism and deformation, the author further discusses the geological characteristics and evolution of the three abovementioned tectonic belts.