

文章编号: 1009-3850(2000)03-0037-07

华北地块南部晚古生代—三叠纪盆山耦合关系

陈世悦

(石油大学资源系, 山东 东营 257062)

摘要: 华北地块南部的晚古生代至中生代初期发育有多种类型的沉积盆地, 其形成演化直接受控于秦岭造山带的主造山作用过程。泥盆纪—石炭纪是秦岭与华北地块的点接触碰撞时期, 古秦岭洋和二郎坪弧后盆地同期逐步消亡, 演化为陆壳基础上的残余海盆地及残余弧后盆地。二叠纪为面接触碰撞阶段, 豫西小秦岭段首先隆升, 成为向北的物源区。在商丹—北淮阳主缝合带及其弧后残余盆地消亡的同时, 华北地块南部形成盆地, 并成为早二叠世华北陆表海的沉积中心。秦岭与华北地块全面碰撞发生于三叠纪, 在造山变质变形广泛活动的背景下, 华北地块则形成了统一的大型拗陷型盆地。

关键词: 盆地; 造山带; 盆山耦合关系; 秦岭; 华北

中图分类号: P 534. 4

文献标识码: A

The basin-range coupling in southern North China block during the Late Palaeozoic to Triassic

CHEN Shi-yue

University of Petroleum, Dongying 257062, Shandong, China

Abstract: A variety of sedimentary basins are developed in southern North China block during the Late Palaeozoic to Triassic. The formation and evolution of the basins are directly controlled by major orogenic processes in the Qinling orogenic belt. According to the orogenic intensity and basin-range coupling, three phases may be recognized for the collisional orogenic processes. The initial point collision occurred in the Devonian and Carboniferous, during which the Palaeo-Qinling Ocean and Erlangping back-arc basin were simultaneously consumed, and then evolved into their respective remnant oceanic basin and remnant back-arc basin grounded upon the continental crust. The

收稿日期: 1999-11-22

基金项目: 博士后科学基金资助项目; 石油大学博士基金资助项目

plane collision took place during the Permian, when the northern Qinling began to be uplifted as a northerly source of siliciclastic sediments. Afterwards, the basinal area was initiated in southern North China block in response to the consumption of the Shangdan-North Huaiyang suture zone and remnant island-arc basins, and is believed to be a depocentre of the North China epeiric sea during the Early Permian. The final complete collision of Qinling and North China block took place during the Triassic, resulting in the formation of a large-sized depressed lake basin within the North China block against a background of the extensive metamorphism and deformation of the orogenic belt and collision-related granitic magmatism in the Qinling area.

Key words: basin; orogenic belt; basin-range coupling; Qinling; North China

1 引言

当代地球科学界都把大陆动力学研究视为建立新地球观的突破口, 并已成为地球科学的前沿研究领域^[1]。造山带和盆地是大陆岩石圈最基本的两大构造单元, 它们在统一的构造框架和动力学体制下形成和演化, 是深部与浅部物质迁移转化的具体表现, 其间存在密切的耦合关系。造山带既是古盆地的充填区, 由盆地发展转化而成, 又是其邻近地区新生盆地的物源区, 对盆地的形成演化、沉积建造类型以及煤层和油气藏的形成与改造都具有重大控制作用。80年代以来, 关于造山过程与盆地演化之间成因关系的研究获得了很快的发展^[2], 最近一些学者对弧后盆地及弧后前陆盆地与造山带的构造关系提出了较为系统的认识^[3,4], 也有人认为地幔物质横向流动和重力均衡是盆山系统形成的主要因素^[5]。

华北地块是我国最大的一个稳定地块, 古生代和中新生代沉积建造内蕴藏有丰富的煤炭和油气资源, 是国民经济建设的重要能源基地。华北地块南部在古生代和中生代初期发育了多种类型的沉积盆地, 且盆地的形成和发展直接受控于秦岭造山带的演化过程, 其中北秦岭又是秦岭造山带中的关键地区。从古板块构造的角度来看, 北秦岭是华北古板块南部的大陆边缘活动带; 而从大陆地质的角度来看, 北秦岭与华北地块南部又是造山带与盆地的关系, 因此华北地块南部及北秦岭地区是研究盆山系统耦合关系较为理想的地区。

2 秦岭造山带的前造山作用

秦岭造山带自新元古代开始, 在裂谷与小洋盆间并存的大陆裂谷构造体制基础上, 由于深部地幔发生运动型式和动力学演化, 区内小块体分别发生有序拼合, 最后集中沿商丹-北淮阳带拉开, 形成统一的古秦岭-大别洋及其南北两侧的扬子地块和华北板块, 进入以侧向运动和侧向加积增生为主的板块构造演化阶段^[6]。大量地质和地球化学研究结果表明, 震旦纪至早古生代早期, 古秦岭-大别洋处于板块构造扩张期, 扩张距离达 1400 ~ 2000 km 以上^[7,8]。从中奥陶世开始进入板块的俯冲收敛期, 扬子板块俯冲于华北板块之下, 由此导致华北板块的抬升, 同时在华北板块南缘形成二郎坪弧后盆地。至泥盆纪, 两板块的前锋开始接触, 进入碰撞造山作用阶段。

3 盆山耦合关系

从泥盆纪开始, 扬子板块与华北板块的陆壳前锋开始接触, 秦岭造山带进入主造山作用阶段。由于受古特提斯构造域扩张作用的影响, 不仅在秦岭造山带南侧形成新的勉略有限洋盆, 而且延缓了沿商丹—北淮阳带进行的碰撞造山过程, 使其一直持续到中晚三叠世, 伴随着古特提斯洋的关闭, 最后发生强烈的变质变形和花岗岩浆活动, 造山带全面隆升。在这一漫长的碰撞造山过程中, 根据造山作用的强度及盆山耦合关系, 将其分为点接触、面接触和全面碰撞造山 3 个阶段。

3.1 点接触碰撞阶段

中晚泥盆世—石炭纪是秦岭造山过程的点接触碰撞阶段。由于古板块边界呈不规则状, 当两板块相互接近时, 陆块前锋的突出部位首先对接碰撞, 随着碰撞作用的逐渐加剧, 突出边界之间地区演化为残余海盆地(图 1)。根据商丹—北淮阳带泥盆纪—石炭纪地层分布、丹凤蛇绿岩特征, 构造变形及岩浆活动的特点判断, 沿主缝合带首先发生对接碰撞的地区是商南—镇平一线及桐柏地区, 其次是宁陕沙沟—柞水营盘一线, 太白南侧可能也是点接触碰撞的地段, 这些地段目前是商丹带中变形最强、地壳收缩幅度最大、缺失丹凤蛇绿岩和弧前沉积楔形体的地区, 且商丹俯冲带北侧的岛弧基底秦岭杂岩直接逆冲在南侧的刘岭群、信阳群南湾组等被动陆缘前端沉积之上, 并在平面上表现出巨大的构造交切关系。

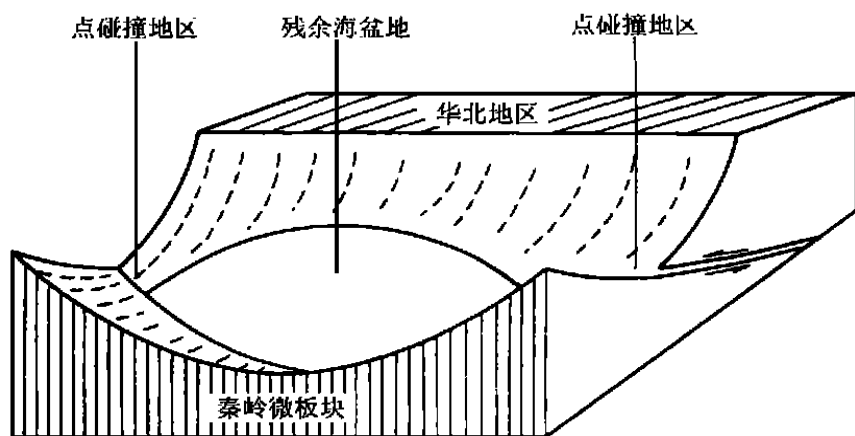


图 1 秦岭造山带点接触碰撞过程示意图

Fig 1 Schematic diagram showing the point collision of the Qinling orogenic belt and North China block

商丹—北淮阳主缝合带在中晚泥盆世—石炭纪沿点碰撞之间的地区发育多个彼此孤立的小型残余海盆地, 这些小型盆地内堆积了类似磨拉石的碎屑岩系或含煤岩系, 如凤县核桃坝地区、周至黑河地区及商州地区的二峪河组 and 北淮阳东段的梅山群, 梅山群既具有来自南侧含扬子型早古生代石的砾石, 又含有只在华北地区出现的生物分子, 表明形成于南北混源的环境^[9]。这种小型残余海盆地的消亡是随着点碰撞作用的加剧从商南—镇平一线逐步向

两侧推移,例如商南—镇平—桐柏一线不仅缺失石炭系,中上泥盆统刘岭群的出露范围也很窄。从该区向东、西两侧依次发育泥盆纪—石炭纪沉积,且愈向两侧层位愈高。向西在商州黑山地区只发育下石炭统,周至黑河地区发育下中石炭统,至凤县核桃坝地区仅发育中上石炭统。在北淮阳带,西部信阳至光山以南的白雀园一线发育中上泥盆统南湾组,向东至商城—金寨一线出露石炭系梅山群。应当说明的是梅山群时间跨度较长,下部花园墙组可能包括了晚泥盆世沉积,而其上部的双石头组可能有早二叠世沉积。由于秦岭板块和华北板块分别呈顺时针和逆时针方向旋转,在商南—镇平—铜柏一线以东地区叠加有旋转扩张作用,致使西部盆地结束较早(石炭纪末),而东部的残余海盆地可能延至早二叠世,这一过程可称为反向剪刀状闭合。

受商丹主缝合带点接触碰撞作用的控制,其北侧二郎坪弧后盆地也同期开始弧-陆碰撞,演化为陆壳基础上的残余弧后盆地。该盆地于泥盆纪—石炭纪发育有深水复理石相及浅水陆棚相至滨岸相沉积,其中包括豫西北秦岭地区的柿树园组和小寨组,陕西周至西洛峪—户县崂峪、首阳山及庚岭—卢氏官坡一带发育甘峪组和粉笔沟组。柿树园组经裴放(1992)研究^[10],认为其形成时代为泥盆石炭纪,与小寨组相当,甘峪组和粉笔沟组则可能代表了泥盆纪沉积。北秦岭的石炭系为草凉驿群,主要出露于凤县草滩沟、罗钵巷、太白上房店、黄牛河、东山梁及周至柳叶河等地,总体表现为一套粗碎屑含煤建造。关于草凉驿群的沉积环境,前人多认为是河流沼泽相沉积,但笔者依据岩性和沉积构造特征认为可能为小型弧后前陆盆地沉积,反映了弧-陆碰撞后碎屑物质搬运不远和快速堆积的特点。沉积物主要来自南侧的秦岭岛弧或古老基底杂岩,其形成环境主要为扇三角洲体系。

总之,点接触碰撞是盆山转换的初期阶段,华北地块南部呈现残余海盆-岛弧隆升带残余弧后盆地(小型弧后前陆盆地)-构造高地这种盆岭相间的构造古地理格局,且其中盆地部分不断萎缩,至石炭纪末,华北地块南缘的残余海盆地和残余弧后盆地基本消亡,仅在北淮阳东段还维持有部分残余海盆地,而造山带则逐步形成。

3.2 面接触碰撞阶段

石炭纪末—二叠纪初,秦岭造山带进入面接触碰撞阶段,其主要标志为北秦岭构造带有较大幅度的隆升,而其北侧相邻地区则演化为沉积盆地,并成为华北二叠纪陆表海盆地的沉积拗陷中心。也就是说,华北地块发生了北升南降的“翘板式”构造运动,沉积中心由晚石炭世位于华北大部的太原—唐古—唐山一线向南迁移至华北南部的关州—商丘—徐州一线以南地区,使华北地块南部的二叠纪地层超覆在下伏寒武系—奥陶系之上,海水由两淮地区向华北腹地侵入,这一构造古地理格局和克拉通盆地结构的重大改变与秦岭造山带碰撞造山作用的进一步加剧密切相关,也与华北地块南北两侧造山作用在时间上的先后差异有关。

华北地块与西伯利亚板块的全面碰撞造山作用发生在晚泥盆世—早石炭世,随着挤压应力从板缘向板内逐步传递,不仅在板块北缘活动带形成了海西期兴蒙造山带,使早古生代弧-陆碰撞形成的燕山加里东期阴山造山带进一步隆升,成为南北两侧盆地的物源,而且也使华北地块北部挤压拗陷,形成沉积盆地。晚石炭世的华北盆地具有北陡南缓,沉积中心偏向北部的特点,呈现类似前陆盆地的特征,但又不是典型的前陆盆地,总体仍为受限的陆表海盆地。从盆地结构的不对称性可以看出,形成华北晚石炭世盆地的挤压应力主要来自北

侧板间的挤压碰撞,而与南侧商丹-北淮阳带的挤压作用关系不大。但从石炭纪末—二叠纪初开始,华北地块及南北陆缘的应力状态发生了重大变化,沿商丹-北淮阳带由点接触转入面接触碰撞阶段,挤压应力迅速增加,并逐步向板内传递。在挤压应力作用下,不仅使北秦岭构造带隆升,遭受剥蚀,成为新的物源区,同时在其北侧相邻地区产生挤压拗陷,形成沉积中心,成为二叠纪华北陆表海盆地中沉积作用最活跃的地区。

在面接触碰撞阶段,尤其是早中二叠世,西部北秦岭段和东部北淮阳段具有明显不同的造山响应,西部隆升成山,向其北侧供应碎屑物质的能力不断增强,而东部则维持残余海盆地至水下隆起,直至晚二叠世才隆升成山,向北侧供给碎屑物质(图2)。

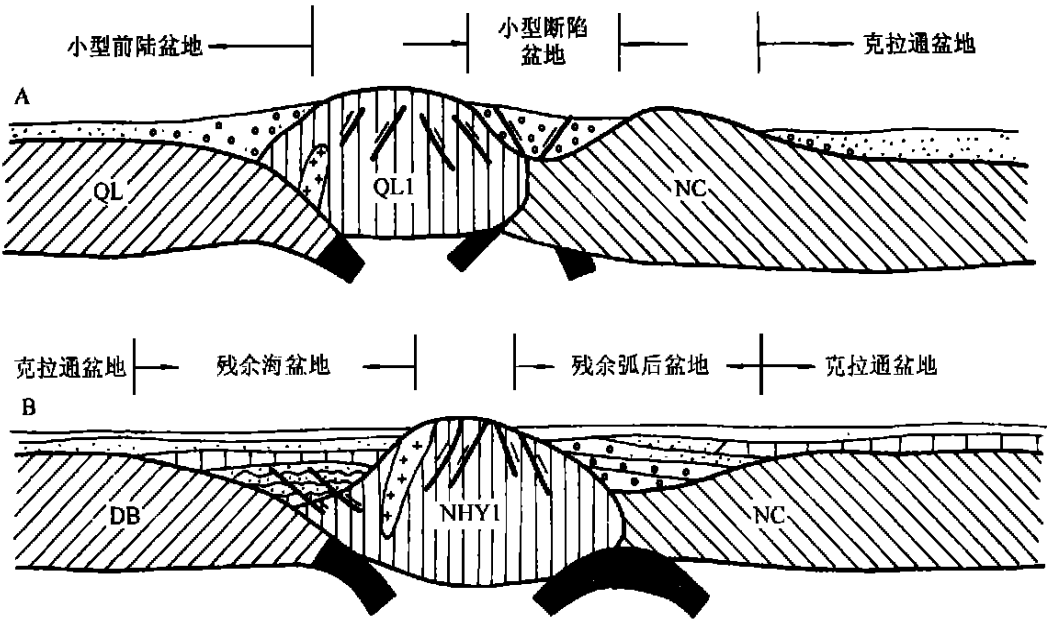


图2 华北地块南缘面接触碰撞阶段盆山耦合关系示意图

A 东秦岭-渭北剖面; B 北淮阳-淮南剖面; QL 秦岭地块 NC 华北地块; DB 大别地块; QLI 秦岭岛弧; NHYI 北淮阳岛弧

Fig. 2 Diagrammatic illustration showing the basin-range coupling on the southern margin of the North China block during the plane collision

A= East Qinling- North Weinan section; B= North Huaiyang- Huainan section. QL= Qinling block; NC= North China block; DB= Dabie block; QLI= Qinling island arc; NHYI= North Huaiyang island arc

从早二叠世开始,原来沿商丹带发育的残余海盆地全面封闭,并在挤压作用下发育逆冲推覆构造,使华北地块南缘仰冲在秦岭地块上,于其前缘形成小型前陆盆地。二郎坪残余弧后盆地也同期消亡,开始发育商洲-夏馆及洛南-溁川逆冲推覆构造,并形成小型山间盆地,接受石盒子组和石干峰组陆相磨拉石堆积(图2A)。北淮阳带则与此不尽相同,早二叠世仍然维持范围较大的残余海盆地(图2B),因为华北早二叠世陆表海的海侵来源于该带,加之从确山—淮南一线显示为面状海侵以及缺少中粗粒碎屑沉积物,表明该带并未隆升。至中二叠世以后北淮阳及其北侧的这种盆地格局才逐步消失,随着碰撞挤压作用的加剧而隆升成

山,与北秦岭一起成为华北陆相湖泊盆地南侧稳定的物源区。从谓北及平顶山-两淮地区石千峰组均发育海相夹层可知,东西部的湖泊盆地仍然间歇性与海沟通,属陆源近海湖盆,反映出北秦岭-北淮阳构造带的隆升幅度不大,可能是一种低矮山地的古地理景观。

总之,华北地块南部二叠纪的盆山格局主要表现为北秦岭-北淮阳构造带逐渐隆升成山,其北侧相邻地区形成沉积盆地,且盆地向华北地块腹地发育,盆地逐渐由早二叠世的陆表海演化为晚二叠世的陆缘近海湖盆。除此以外,在北秦岭构造带南缘发育有小型前陆盆地,其内部发育小型山间盆地。北秦岭-北淮阳带总体呈现低矮山地的古地貌景观。

3.3 全面碰撞造山阶段

中生代早期的三叠纪(印支期)是秦岭全面碰撞造山的关键时期,随着秦岭南侧勉略有限小洋盆的关闭,扬子地块与秦岭地块连为一体并向北移动,产生强大的推挤应力作用于商丹-北淮阳带,加剧了该带的全面碰撞造山隆升(图3)。

早中三叠世,北秦岭-北淮阳构造带在全面碰撞作用下,其北侧华北地块继续发育成为统一的湖泊盆地,接受河流-湖泊相沉积,从华北地块南部中下三叠统碎屑物质粒度不粗、仅在豫西局部地区发育细砾岩来看,北秦岭-北淮阳的隆升速率仍然不大,山体隆升与盆地沉降之间保持着相对平衡,沉积作用维持着有效的补偿沉积状态,总体显示碎屑物质供给稳定、湖盆沉降幅度较大、盆地两侧相对对称的盆地格局,沉积中心位于华北中部的祁县-临清-济南一线。另外在北秦岭北侧可能还有一个局部性的沉积中心,位于铜川-济源一线。至晚三叠世,由于华北地块北部抬升范围不断向南扩展以及南侧秦岭-大别地块在两大板块强烈夹击作用下全面隆升成山,致使华北晚三叠世盆地显著向南迁移,盆地范围向南可能扩大到北秦岭的二郎坪弧后盆地区,如周至柳叶河、商州东-官坡、卢氏双槐、朱阳关、南召留山-马市坪一线分布的上三叠统可能就是华北晚三叠世统一大型拗陷盆地南缘的残留部分。这一时期的碎屑物质主要来自南秦岭及北秦岭南缘。

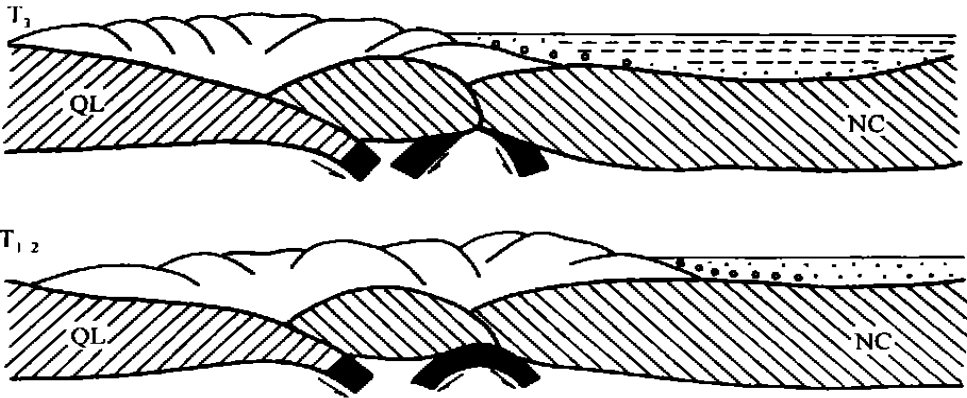


图3 华北地块南缘全面碰撞造山阶段盆山耦合关系示意图

Fig.3 Diagrammatic illustration showing the basin-range coupling on the southern margin of the North China block during the complete collision (see Fig.2 for the explanation of the symbols)

总之,印支运动是秦岭造山带全面碰撞、变质变形、隆升成山的阶段。中三叠世末期秦

岭地块全面隆升,致使古生代至早中三叠世的沉积盖层遭受统一变形。北秦岭-北淮阳主缝合带北侧,继续发育大型内陆湖泊盆地,不仅盆地中心不断向南迁移,且盆地范围也向南扩大,至晚三叠世已扩展至北秦岭二郎坪弧后盆地区。碎屑物质主要来自南秦岭及北秦岭南缘。这一时期造山带隆升和盆地沉降基本平衡,保持了补偿沉积状态。

4 结论

(1)华北地块南部晚古生代至中生代初期发育有多种类型的沉积盆地,其形成演化是秦岭造山带不同阶段碰撞造山作用的直接响应,其间具有密切的耦合关系。

(2)在点接触碰撞造山阶段($D_{2-3}-C$),沿商丹-北淮阳主缝合带及其弧后地区发育残余海和残余弧后盆地;面接触碰撞造山阶段(P)残余盆地消亡,华北地块南部挤压拗陷,形成陆表海及陆缘近海湖盆;全面碰撞造山阶段(T)秦岭造山带持续隆升,沿华北地块南部发育大型拗陷湖盆,且随造山作用加剧,盆地中心和沉积范围向南迁移。

参考文献:

- [1] 肖庆辉,李晓波,贾跃明.当前造山带研究中值得重视的若干前沿问题[J].地学前缘,1995,2(1):43—50.
- [2] SINCLAIR H D, COAKLEY B J, ALLEN P A and Watts A B. Simulation of foreland basin stratigraphy using a diffusion model of mountain belt uplift and erosion; an example from the central Alps, Switzerland (J). Tectonics, 1991, 10(3): 599—620.
- [3] CHRISTIAN J B and REBECCA J D. Tectonic controls on deposition of Middle Jurassic strata in a retroarc foreland basin, Utah-Idaho trough, western interior, United States [J]. Tectonics, 1995, 14(4): 962—978.
- [4] CHI-YUE HUANG, YUAN P B, SHENG-RONG SONG et al. Tectonics of short-lived intra-arc basins in the arc-continent collision terrane of the Coastal Range, Eastern Taiwan [J]. Tectonics, 1995, 14(1): 19—38.
- [5] 白文吉,胡旭,杨经绥等.山系的形成与板块碰撞无关[J].地质论评,1993,39(2):111—117.
- [6] 张国伟,张宗清,董云朋.秦岭造山带主要构造岩石地层单元的构造性质及其大地构造意义[J].岩石学报,1995,11(2):101—114.
- [7] 吴汉宇,常承法,刘椿等.古地磁资料探讨华北和华南块体运动及对秦岭造山带构造演化的影响[J].地质科学,1990,(3):201—214.
- [8] 刘育燕,杨巍然,森永速男等.华北陆块、秦岭地块和扬子陆块构造演化的古地磁证据[J].地质科技情报,1993,12(4):16—21.
- [9] 王仁农,王恽,欧阳舒.大别山北麓石炭系研究新进展[J].地层学杂志,1994,18(1):17—23.
- [10] 裴放.河南南召发现泥盆纪—石炭纪孢子化石[J].中国区域地质,1992,(1):95.