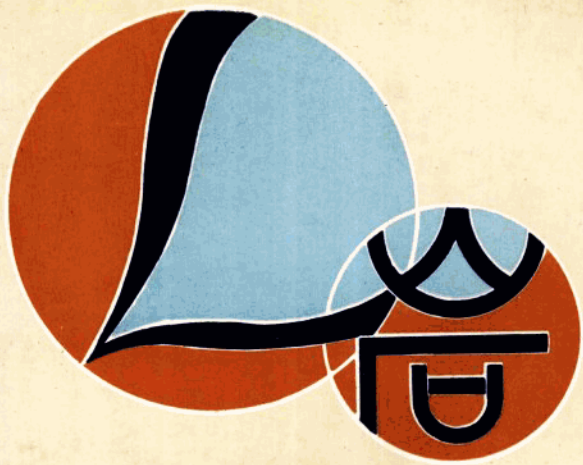


# 中国 大陆 构造

## 论 文 集

国科联岩石圈委员会中国全国委员会  
中国地质学会构造专业委员会  
中国地质学

中国地质大学  
出版社



## 前 言

大陆岩石圈是地球岩石圈的重要组成部分,它比大洋岩石圈有更为复杂的岩石组成、结构构造、动力过程和演化历史。在几十乃至几百公里不同深度的层圈里,出现多层次的构造拆离;在不均匀的陆壳体里,由不同的动力作用形成千姿百态的构造样式;在漫长的时间里,经历了多期构造-热事件。80年代期间,大陆岩石圈构造研究已取得多方面的突破,但还有许多重大课题需要人们不断地进行探索。

我国是个幅员辽阔的国家,她东临太平洋,西依欧亚大陆,夹持在西伯利亚板块、印度板块和太平洋板块之间,它们相互间的构造作用,使中国大陆构造十分复杂,发育多层次、多类型、多尺度的构造变形,为我们研究大陆构造提供了得天独厚的广阔天地。我国广大的地质工作者在长期的实践中不仅积累了丰富的实际资料,开拓了矿产资源前景,提高了抗灾、防灾能力,而且,在大陆岩石圈构造理论研究上也提出许多有卓见的论述。

为了开展学术交流,促进广泛合作,把大陆岩石圈构造的研究推向更高的水平,由中国地质学会构造专业委员会、国科联岩石圈委员会中国全国委员会、国家自然科学基金会、湖北省地质学会、湖北省石油学会和中国地质大学共同发起并主办了“大陆构造和成矿作用讨论会”,讨论会于1989年11月20—27日在中国地质大学(武汉)举行,会议收到论文摘要262篇,出席代表198人,讨论会分造山带和区域构造、沉积盆地和能源资源、断裂构造和控矿作用、地球物理和深部构造等专题进行了学术交流,从这次讨论会交流的学术论文可以看出,我们许多研究课题站在国际构造学的前沿,如陆内造山带构造变形动力学、推覆构造、伸展构造、变质核杂岩、碳酸盐岩中的韧性剪切变形、地球物理场的深部构造分析以及地球化学的构造环境研究,说明我国大陆岩石圈构造的研究具有相当高的水平和巨大的潜力。

为了更好地交流和推广这次讨论会的成果,会议主席马杏垣教授提出组织出版学术论文集的建议,会议主席团采用无记名投票的方式遴选了论文,此外各专题分会还推荐了一部分论文,共有19篇论文收入论文集,取名《中国大陆构造论文集》。以马杏垣教授为首的编委会组织了论文集的审编和出版工作。夏元祁和肖军等同志也参加了部分工作。责任编辑卢淑英同志以认真负责的精神对文图进行了初审、详审。最后,谨向积极支持、热情关心论文集出版的同志们表示诚挚的谢意,也望广大读者对论文集不足之处惠予指教。

《中国大陆构造论文集》编委

1991年4月

## 目 录

|                                                |                                                     |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 大陆构造的若干基本问题(代序)·····                           | 朱志澄 杨森楠 马杏垣 ( 1 )                                   |
| 东秦岭造山带南翼的构造格局及其演化·····                         | 柴育成 吴正文 ( 5 )                                       |
| 大别造山带与周口断拗陷盆地·····                             | 张国伟 周鼎武 于在平 ( 14 )                                  |
| 松潘-甘孜造山带的变形构造体制·····                           | 许志琴 侯立玮 王大可 王宗秀 ( 25 )                              |
| 东天山造山带构造演化特征·····                              | 叶尚夫 马瑞士 郭令智 ( 35 )                                  |
| 兴蒙造山带的后期构造特征·····                              | 邵济安 唐克东 ( 43 )                                      |
| 萍乐拗陷带南昌-宜丰逆冲推覆系及其与武功山前滑覆推覆系的对接关系<br>·····      | 朱志澄 樊光明 ( 51 )                                      |
| 福建省推覆构造的形成和演化·····                             | 陶建华 ( 63 )                                          |
| 下扬子区印支运动金子期伸展构造的发现及其重要意义·····                  | 罗庆坤 姜大志 ( 74 )                                      |
| 广东吴川-四会断裂构造综合体·····                            | 段嘉瑞 何绍勋 张曾荣 ( 85 )                                  |
| 方解石岩石(大理岩)的剪切变形实验: 显微构造、组构特征及流变学意义<br>·····    | 周 翊 ( 96 )                                          |
| 嵩山地区的软沉积变形构造及其地质意义·····                        | 韩书杰 ( 109 )                                         |
| 山西裂谷系的构造活动特征及其形成机制·····                        | 徐锡伟 邓起东 马杏垣 ( 120 )                                 |
| 中国西部含油气盆地的地质特征·····                            | 李德生 姚永耘 陈蟒蛟 ( 132 )                                 |
| 中国中、新生代含油气盆地的扭动构造和构造样式的叠加·····                 | 王赞培 严俊君 ( 144 )                                     |
| 秦岭造山带及其邻区大陆地壳的发展、演化与成矿作用——区域元素丰度的研<br>究成果····· | 高 山 张本仁 骆庭川 李泽九 谢千里<br>谷晓明 张宏飞 欧阳建平 汪东坡 高长林 ( 156 ) |
| 新生代中国东部大陆岩石圈的伸展与减薄·····                        | 邓晋福 赵海玲 罗照华 ( 165 )                                 |
| 秦岭造山带地壳结构和深部构造的基本特征·····                       | 周国藩 杨森楠 ( 173 )                                     |
| 青、川地区大地电磁测深剖面及岩石圈构造特征·····                     | 杨森楠 王家映<br>张胜业 纪克诚 罗新民 ( 181 )                      |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                   |                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Basic Problems of Continental Tectonics.....                                                                                                                                      | Zhu Zhicheng Yang Sennan Ma Xingyuan ( 1 )        |
| Structural Framework and Tectonic Evolution of the Southern Wing of the Qinling Orogen .....                                                                                      | Chai Yucheng Wu Zhengwen ( 5 )                    |
| The Dabie Orogenic Belt and the Zhoukou Fault-Downward Basin.....                                                                                                                 | Zhang Gouwei Zhou Dingwu Yu Zaiping ( 14 )        |
| The Deformation Structure System of the Songpan-Garzê Orogenic Belt .....                                                                                                         | Xu Zhiqin Hou Liwei Wang Dake Wang Zongxiu ( 25 ) |
| The Tectonic Evolution Characteristics of the East Tianshan Orogen .....                                                                                                          | Ye Shangfu Ma Ruishi Guo Lingzhi ( 35 )           |
| Tectonic Features of the Hinggan-Mongolian Orogen in Late period.....                                                                                                             | Shao Jian Tang Kedong ( 43 )                      |
| On Nanchang-Yifeng Thrust-nappe System of Pingle Depression Zone and It's Relationship with the Gliding Nappe-Thrust Nappe System in the North Side of Wugong Shan Mountains..... | Zhu Zhicheng Fan Guangming ( 51 )                 |
| On Forming and Evolution of Nappe Structure in Fujian Province .....                                                                                                              | Tao Jianhua ( 63 )                                |
| Recognition and Significance of the Extensional Tectonics in the Jinzi Epoch of the Indosinian Orogeny in the Lower Yangtze Region, China.....                                    | Luo Qingkun Jiang Dazhi ( 74 )                    |
| Wuchuan-Sihui Fractal Structure Assemblage, Guangdong.....                                                                                                                        | Duan Jiarui He shaoxun Zhang Zengrong ( 85 )      |
| Shear Deformation Experiments on Calcite Rocks (Marble): Microstructure, Microfabric and Rheology.....                                                                            | Zhou Yi ( 96 )                                    |
| Soft-Sediment Deformation Structures in the Songshan Mountains.....                                                                                                               | Han Shujie ( 109 )                                |

|                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| The Neotectonics of the Shanxi Rift System in North China and its Formation Mechanism .....                                             | Xu Xiwei Den Qidong Ma Xingyuan (120)                                                                                                      |
| The Geological Characteristics of Petroliferous Basins in Northwestern China.....                                                       | Li Desheng Yao Yongyun Chen Mangjiao (132)                                                                                                 |
| The Expression of Wrench Structure and Superimposition of Structural Styles in Mezo-Cenozoic Oil-bearing Basins in China.....           | Wang Xiepei Yan Junjun (144)                                                                                                               |
| Crustal Evolution and Metallogenesis of the Qinling Orogenic Belt and its Adjacent Areas, As Revealed by Element Abundance Studies..... | Gao Shan Zhang Benren<br>Luo Tingchuan Li Zejiu Xie Qianli<br>Gu Xiaoming Zhang Hongfei Ouyang Jianping<br>Wang Dongpo Gao Changling (156) |
| Lithospheric Extension and Thinning of East China Continent in Cenozoic.....                                                            | Deng Jinfu Zhao Hailing Luo Zhaohua (165)                                                                                                  |
| Basic Characteristics of Crustal Architecture and Deep Structure in the Qinling Orogen .....                                            | Zhou Guofan Yang Sennan (173)                                                                                                              |
| The Profile Section of Telluric Electromagnitis Sounding and Features of Lithosphere Structure in Qinghai and Sichuan Regions .....     | Yang Sennan Wang Jiaying Zhang Shengye<br>Ji Kecheng Luo Xinmin (181)                                                                      |

# 大陆构造的若干基本问题

## (代序)

朱志澄 杨森楠

(中国地质大学·武汉, 430074)

马杏垣

(国家地震局地震研究所·100029)

80年代,继国际动力学计划之后,国科联岩石圈委员会提出了国际岩石圈计划,大陆岩石圈性质、构造、动力学的研究在其中占有重要地位,是当代固体地球科学的主要目标。围绕这一目标,在国际上开展了一系列重大课题的研究。在此期间,我国大陆岩石圈构造研究也取得了重大进展,如青藏高原隆起原因的研究,中国东部地幔上隆与表壳伸展构造的研究,中国及邻近海域岩石圈动力学的研究,秦岭造山带和兴蒙造山带的研究,以及中国含油气盆地形成和发展的研究等,此外,还实施了宏伟的全球地学断面计划,勘测了贯穿全国主要构造单元的11条地学断面。这些研究成果大大地提高了我国大陆构造的研究水平,丰富了我们对于大陆岩石圈的认识,已发表的研究成果引起了国际地学界的广泛关注,其中部分成果也反映在本文集中。

板块构造学说是当代构造学的奠基石,它一方面揭示了全球构造的实质,另一方面带给人们以全新的构造观,就是从准静态的地球模式转变为动态地球观,这应作为我们分析认识构造及其形成和发展的基本观点。

板块构造与大陆构造之差别决定于大洋岩石圈和大陆岩石圈的差异,这方面已有大量文献作了充分的记述。概括之有以下几点:(1)大洋岩石圈年青,而大陆岩石圈则包含和记录了自太古宙至新生代的全部组成和发展历程;(2)大洋岩石圈或大洋壳变形简单,主要变形集中于板块和亚板块的边缘,作为现代构造活动标志的地震均集中于上述地带,而大陆岩石圈或大陆壳变形复杂而且分散弥漫的,地震是广泛散布的,虽然也有相对的集中;(3)大洋岩石圈与大陆岩石圈在结构、厚度、纯度等方面截然不同,前者成一刚性整体,只有一个最大强度带(20—60km),而大陆岩石圈有两个最大强度带,两带之间的下地壳可能是马克斯韦尔弹性层,几乎没有地震。所以大陆岩石圈曾有人形象地比作三明治式结构。正是这些差别造成了板块作用的差异,如漂浮的大陆不能或很难俯冲,在大洋中没有壮观的造山带,由于大陆下壳的流变性而易于产生深层滑脱拆离。

正是以上种种,80年代国际岩石圈计划把大陆及其边缘作为研究前沿和解决全球构造的基点。

大陆上展现于人们面前的各类构造基本上出于岩石圈最上部或占地壳约1/3的上

地壳。而上地壳构造发生、发展的基本原因在于深部,因此,深部构造的研究已成为当前岩石圈计划和大陆构造研究的重要组成,其中上地壳与地幔之间的下地壳又成为这方面研究的纽带。因为下地壳的结构、组成、性质的研究对认识地壳和岩石圈的结构、构造、深层作用、地震孕育和发生、以及岩石圈动力学是至关重要的。当前积极组织 and 正在实施的COCORP、BIRPS等深部探测、超深钻、全球地学大断面(GGT)均与此目的密切相关。当然,我们的视野不能限于下地壳和岩石圈,还要深入地幔下部。有资料证明,大洋构造和大陆构造的影响深度可能分别为200km和400km。反映我国地形三大阶梯和不同厚度变化的深部因素是地下400—500km深处的密度的不均一性,反映我国大陆板块构造的深部因素主要是300km以上软流圈中物质的不均一性。现在通过地震层析摄影已对地幔的不均一性以致对流活动有了一定的认识。预计随着新技术的应用和多学科的协作,将逐步揭开地球深部的奥秘。那末表壳构造的起因以及与其直接相关的岩石圈动力学将会基本查明。

值得提出的是Lev Zonenshan(1990)给国际构造委员会一封信中提出的预见。他指出:非常可能在不远的将来,甚至在最近就要发生一场新的科学革命,这就要求认识全球动力学,要研究:什么是地球演化的原因?什么是地幔对流的真正型式?换言之,什么是板块构造的驱动机制?地幔的真正结构怎样?如果地幔以两层(或多层?)对流或者从核幔边界到岩石圈底部之间的全地幔对流,那末地幔是如何分层的?核—幔之间发生怎样的相互作用?对流型式与上升地幔柱之间存在什么关系?……,科学的意向正在转移到地球的深部不是偶然的。

表壳构造仍然是我们认识岩石圈以至全球动力学的基础和窗口。大陆岩石圈具体表现为垂向的分层性和横向的不均一性。这种分层性可通过沉积层序、构造层次和变质相序表现出来。张文佑等(1977)就曾指出岩石圈中存在着不同层次、不同规模的层间滑动断层,并可以从震源的层状分布上得到证明。80年代以来,人们通过岩石构造物理的研究识别出顺层韧性剪切构造、固态流变构造和大型伸展剥离构造,并认识到它们在地壳分层性中的构造意义。地震测深和大地电磁测深研究成果也表明,在大陆岩石圈中广泛存在低速层和高导层,由于两者往往有良好的对应关系而称之为低速-高导层,它既是地球物理均衡调节面,也是活跃的构造滑动面。

大陆岩石圈的不均一性反映在不规则的多边形结构,即由强变形带围绕着弱变形域而构成的网状结构。大陆表壳构造的这种网状结构是多级次的,巨型的表现在造山带环绕着各大陆块,微型的可以表现为糜棱岩的残斑与环带。这要求我们在构造研究中,从三维出发,具体分解各级陆块及围绕着它们的强变形带,并在分解的基础上加以组合。任何构造都是分级的,组合是有序的。所以,解析构造学应是指导我们认识和分析各级各类构造的认识论。

岩石圈表壳的各级陆块总是处在相互制约相互运动状态,正如Hill(1982)提出的“地壳脆性部分中各陆块相互运动体系的形成是大陆构造的基本作用”,从而形成了所谓“陆块构造”这个概念。陆块构造可以概括为以下三点:(1)脆性表壳被各级各类断裂,尤其是陡倾走滑断裂切割成各级块体;(2)各块体间相互滑动和旋转;(3)以滑脱面以及转换拉伸或转换挤压进行调整和平衡。

从区域应力场角度来看,引起构造变形的基本作用是拉伸、挤压、剪切及其组合。这三

种基本区域应力场控制了各级各类断裂的形成和发展,而各级各类断裂则构成各级强应变带的主控因素,因此断裂及其组合构筑了表壳构造的格架。当然这三大应力场中形成的构造并不限于断裂,还有褶皱等各类构造,甚至影响或控制沉积和火成建造。在地壳不同介质和边界条件下,在三种区域应力场及控制其发育的变形过程中,概括为七种构造变形类型,亦即马杏垣(1983、1987)曾经提出的“伸、缩、隆、陷、剪、滑、旋”。以下再稍作阐述。

在拉伸状态下形成的构造有裂谷、盆岭构造、与走滑伴生的拉分盆地、拆离断层及其上盘正断层系组成的伸展外来系,还包括基性岩墙群和区域火山岩系等。伸展构造作为一种与挤压相对应的构造作用,自80年代以来已引起人们广泛的瞩目。正如马杏垣(1983)曾经指出的“引张作用也造就了全球范围的构造现象,其规模甚至比挤压构造变动还要大”。挤压作用形成的构造中,造山带和逆冲推覆构造早已被认为是其中的重要构造单元。自70年代中晚期以来,这一认识又有新的突破,其中最主要的一点是发现逆冲推覆构造产出的广泛性,远远超出以前认为的造山带范围。世界各国和我们的实践证明,对这类构造的研究还需进一步深入下去。剪切状态下可产生区域走滑断裂系和各种旋转扭动构造,走滑断裂可出现在大陆岩石圈的各级各类构造中,在区域构造的尺度上,盆地的形成、造山带的发展和块体的滑移,走滑断裂都扮演着重要角色。

客观现象是复杂的,三种应力场和三类构造系,只是端元状态,还常常存在组合和过渡。以走滑断层而言,就有正-走滑、逆-走滑、走滑-正、走滑-逆等型式。一条大断裂在走向延伸的各个区段上产状、性质等不会是稳定不变的,并且在长期多次活动中也会发生变化。

大陆表壳构造样式虽然繁多,但它们在空间上呈有规律的展布,统一于一定形式的构造应力场,形成于一定方式的区域性构造运动。李四光(1929)最早识别出这种现象并用构造体系这一术语加以概括。构造体系强调了各种构造样式的整体性原则和构造要素之间相关性原则,它不仅把构造分析建立在一个可靠的方法上,从而开拓了大陆构造研究的广阔前景;而且可以根据构造体系所确定的应力场特征,进一步探索地壳运动方式和地球动力学问题。

以上所论述的地壳表层是脆性的、不均一的,趋向深部,随着温压环境的改变,也从脆性变为粘性,仍是不均一的。如果从全球角度和上亿年时间尺度考虑,岩石圈或大陆构造是否可以看作是性质不同的碎裂流,是否整体上服从于流变学规律,很可能我们要从流变学观点研究整个大陆构造。

和全球构造一样,岩石圈动力学是大陆构造研究的重大课题,由于地球深部不能为人们直接观察,地壳上保存的地质记录不全,历史上地质现象大多亦已消失,因而迄今为止,地球动力学问题仍然处于探索和假说阶段,这些假说多从某种力源的动力状态或动力过程出发,建立各种地球动力模式。目前,人们已认识到地球上存在着多种动力源,包括地球物理的(如热力、重力),地球化学的(如物质分异、裂变)乃至天体的(如撞击、转动惯性)动力源,它们在地球上相互包容、相互依存、相互转化。同时也认识到地球内部的不均一性,岩石圈的深部和浅部具有不同的地球物理和地球化学环境,大陆岩石圈的物质组成和结构构造也不同于海洋;大陆内部各部分又有很大的差别,各种动力源可通过不同的动力形式表现出来。因此,首先我们可望找到不同层次、不同地质体和不同块体的岩石圈动力学的模型。

造成表壳、地壳以至岩石圈构造的基本原因是什么!这是一个许多地质学家尤其是构造学家多年来竭能尽智探索的课题,答案甚多,迄无定论。考虑到地壳厚度只不过占地球半径的  $1/200$ ,地壳只是地球一个薄薄的表层,所以其原因只能向深部探寻。我们曾经对构造研究的趋势概括为“宏观更宏、微观更微”。现在看来,宏观更宏已上达天体,向下呢?可能要深达核幔。但是现实而具体的任务则应探索岩石圈动力学,在这方面我们已迈出了第一步,漫长的道路,还有待我们不畏艰险地去跋涉。

### 参考文献

- [1] 马杏垣, 1987, 前进中的构造学概述, 当代地质科学动向, 地质出版社。
- [2] 马杏垣, 1983, 解析构造学刍议, 地球科学, 第8期。
- [3] 马杏垣, 1982, 论伸展构造, 地球科学, 第8期。
- [4] 马杏垣, 1986, 中国及邻近海域岩石圈动力学图及说明书, 地质出版社。
- [5] 张文佑、钟嘉猷, 1977, 中国断裂构造体系的发展, 地质科学, 第8期。
- [6] Lee, J. S., 1929, Some characteristic structure types in eastern Asia and their bearing upon the problems of continental movements, Geol. Mag., Vol. 66, p.422-430.
- [7] Hill, P. P., 1982, Contemporary block tectonics, J. Geophysics Research, 87, p. 5433-5450.
- [8] Ronald, L. B., 1987, continental tectonics, Reviews of Geophysics, Vol. 25, No. 6, p.1293-1304.

# 东秦岭造山带南翼的构造格局 及其演化

柴育成 吴正文

(中国地质大学·北京, 100083)

**摘 要** 中、上地壳的多层次自北而南逆冲、拆离是本区构造格局的基本特征。它是整个秦岭逆冲系统的一个组成部分,是在印支褶皱带的基础上形成的推覆型造山带。逆冲系统以背驮式扩展演化,其中一条主逆掩断层的位移量高达170 km。由于后期高角度纵向断裂的切割,使燕山期推覆构造格局进一步复杂化。

区内具造山意义的构造运动有三期:晋宁运动、印支运动和燕山运动。构造发展的基本过程可概括为四个演化阶段:扬子地台基底形成阶段( $P_{12+3}$ )、古特提斯演化阶段(Z-T)、造山阶段(J)和上叠盆地发育阶段( $K_2-E$ )。

## 一、前 言

秦岭造山带在中国东部大地构造演化中占有重要地位。对其构造格局和演化史的正确认识,直接关系到能否揭示华北和扬子地台相互作用过程等重大问题;也将有助于总结出造山带的发生、发展规律,为国内、外造山带研究提供参考模式;同时对正确制订秦巴地区矿产资源开发战略具有重要的现实意义。

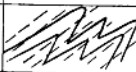
东秦岭造山带南翼是指山阳—桐柏一线以南,房县逆掩断层、襄樊—广济逆掩断层以北的地域。本文的讨论范围主要限于南襄盆地以西,山阳—竹溪—镇坪—线以东的地段(图1)。数十年来,许多单位和学者在区内作过研究工作,从不同的侧面论述了它的构造轮廓及演化特征<sup>[1][2][3][4][5]</sup>。他们的工作不仅因澄清了许多地质事实而大大提高了研究程度,而且也因提出了一些新的认识而对进一步的深入研究起到了促进作用。但是,随着研究工作的不断深入,对该区大地构造属性和演化史认识的分歧也愈趋明显。本文从活动论观点出发,运用构造学、沉积古地理学、地球化学和地球物理学等学科紧密结合的研究方法,探讨研究区的构造格局及其演化史。

## 二、地层系统及岩相建造特征

区内地层在空间上可划分为三个区:扬子区、中秦岭区和两者间的南秦岭区;在时间

上可归纳为四个构造层,自下而上为:中元古界构造层、震旦系-三叠系构造层、侏罗系构造层、上白垩统-下第三系构造层(表1)。

表1 各构造层构造变形简表  
Table 1 Deformation features of every tectonic layer

| 相应的构造运动<br>构造层                  | 晋宁运动                                                                              | 印支运动                                                                              | 燕山运动                                                                              |                                                                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 上白垩统-下第三系构造层(K <sub>2</sub> -E) |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |  |
| 侏罗系构造层(J)                       |                                                                                   |                                                                                   |  |                                                                                   |
| 震旦系-三叠系构造层(Z-T)                 |                                                                                   |  |  |                                                                                   |
| 中元古界构造层(Pt <sub>2</sub> )       |  |  |  |                                                                                   |

### 1. 中元古界构造层(Pt<sub>2</sub>)

以武当群为代表,主要由基-酸性火山岩、含火山碎屑的陆源碎屑岩等所组成。该构造层经历了三期构造变形及高绿片岩相的变质作用,形成了一套强制性构造面理普遍发育的、以各种片岩为主的浅变质岩组合。野外研究表明,原“武当群”、“两郢群”、“陡岭群”、“姚家寨组”属同一地层单位,本文将它们合并,统称为武当群。依据火山岩的物质组成,利用多种岩石化学成因图解判别,结合野外产状及岩石共生组合分析,武当群的火山岩建造属大洋拉斑玄武岩系列,形成于洋壳型岛弧的构造环境。碎屑岩类是一套韵律性很强的复理石建造,粒度概率曲线以悬浮总体为主,长石杂砂岩在布拉特(Blatt)图解中落入优地槽型沉积范围。

### 2. 震旦系-三叠系构造层(Z-T)

这一构造层可辨认出两个世代的构造变形,变质程度属绿片岩相。考虑到上、下古生界间有沉积间断面的存在,可进一步细分为两个亚构造层。属于下亚构造层底部的下震旦统的构造沉积组合有:基性火山岩组合、冰水相沉积组合、重力流砂、泥质岩组合、含火山碎屑陆源浊流沉积组合。基性火山岩组合是形成于大陆裂谷构造环境的大陆拉斑玄武岩系列。上震旦统一志留系地层,在扬子区和中秦岭区为滨浅海沉积,主要建造类型有滨浅海碎屑岩、碳酸盐建造。南秦岭区为深水、静水相沉积组合,主要建造类型有:陆源复理石建造、深水相泥晶碳酸盐-碳酸盐复理石建造、泥炭硅质岩建造、含炭泥质岩建造、泥灰岩建造。这一沉积特征所反映的古地理轮廓为两隆夹一凹。志留系火山岩的岩石化学特征指示秦岭区为一种拉张的大陆裂谷构造环境。上亚构造层(泥盆系-三叠系)的地质记录,揭示其形成时的构造背景基本保持了两隆夹一凹的古地理轮廓,但总体处于缓慢抬升阶段。

### 3. 侏罗系构造层(J)

是一套红色磨拉石建造,它经历了一期强烈的构造变形。

#### 4. 上白垩统-下第三系构造层(K<sub>2</sub>-E)

指以造山期后磨拉石建造为特征的上白垩统及第三系地层,构造变形微弱,大部分地区的岩层产状保持近水平状态。

### 三、构造格局及有关问题

一个地区的构造格局是地史上历次强烈构造变形的综合结果,然而它主要还是反映了最后一次强烈变形所形成的构造图象。秦岭造山带燕山期的逆冲、拆离造山作用几乎完全改造了以前的变形痕迹,并奠定了目前所展示的构造格局。中、上地壳自北而南逆冲、拆离是研究区构造格局的基本特征。分别以武当、房县、神农架三条逆掩断层为界,垂向上可划分为四个层次的推覆构造(图1,图2)。这些逆掩断层的断面总体北倾,但在横向和

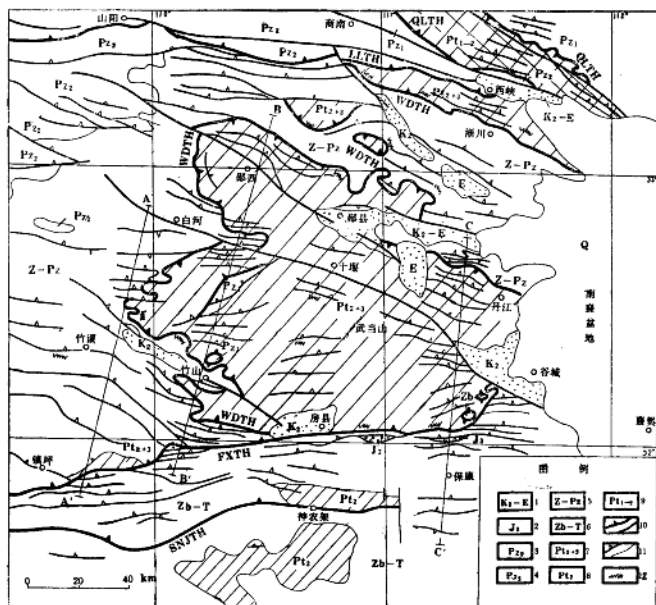


图1 东秦岭造山带南翼地质构造图

Fig. 1 The sketch tectonic map of the southern wing of the Qinling orogen

1. 上白垩统至下第三系; 2. 上侏罗统; 3. 上古生界; 4. 下古生界; 5. 震旦系及古生界; 6. 上震旦统至三叠系(扬子区); 7. 中、新元古界武当群及耀岭河群; 8. 中元古界神农架群; 9. 古、中元古界秦岭群; 10. 逆掩断层及后期纵向断裂; 11. 逆冲断层及地质界线; 12. 低温高压变质带。QLTH: 秦岭南逆掩断层; LLTH: 刘岭逆掩断层; WDTN: 武当逆掩断层; FXTH: 房县逆掩断层; SNJTH: 神农架逆掩断层

纵向上都存在着明显的波状弯曲(图2),且上部逆掩断面的曲率大于下部逆掩断层,即武当逆掩断层的几何形态最复杂。后者总体构成一大型背形和一大型向形,它的地表迹线组成了三个分带:西峡—淅川为根部带,淅川—郧县为褶皱带,郧县—房县为推覆体前缘带(图1)。该断层的几何学特征与世界著名造山带的主逆掩断层相似<sup>[6]</sup>。断层岩带宽约30—250m,主要由糜棱岩化的岩石组成。由边部至中心,断层岩可分出三个亚带:糜棱岩化亚带、初级糜棱岩亚带、糜棱岩(或超糜棱岩)亚带。需指出的是,区内的糜棱岩不具深度内涵,因为诸如卷入武当逆掩断层的侏罗系岩层也遭受了强烈的糜棱岩化。

房县逆掩断层是中层次推覆体的底界,总体构成秦岭造山带的南界,上盘由槽区震旦系及古生界地层组成,下盘是扬子区盖层。断面总体呈EW向延伸,向北倾斜,剖面上向上交汇于武当逆掩断层。两者分别构成一构造楔形体的顶、底板断层。断层带宽约50—200m,变形机制为韧性变形,断层岩属糜棱岩系列。与武当逆掩断层岩带类似,可分出三个亚带。后期叠加有脆性正断层的运动。通常为人们所强调的是后期脆性变形,而韧性变形的逆掩性质常被忽视,其实前者不具重要的构造意义。

神农架逆掩断层是下层次推覆体与原地系统的分界断裂。下盘地层变形微弱,层理近乎水平,与上盘形成强烈反差。该断层在平面呈EW向展布,断面倾向北,倾角 $25^{\circ}\pm$ 。西段呈向南突出的弧形;东端被一平移断层截切,切错点以东被一组离散的逆冲断层取代(图1)。断层带宽约8—15m,内部分带性不明显;断层岩具碎裂—糜棱特征。它的变形强度及规模远不及上述两条逆掩断层,表明它已构成了逆冲系统的前缘,是底板拆离构造的最前缘出露迹线。

在上述三条逆掩断层变形岩石中的S-C构造<sup>[7]</sup>、旋转碎斑系<sup>[8]</sup>、鞘褶皱、B型不对称褶皱、A线理等共同指示上盘自北而南运动。

武当、房县、神农架三条逆掩断层的位移距离分别是170、105和17km(表2),其中武当逆掩断层的位移量最大。它与构成兰岭—皮特蒙特推覆体的底板断层类似<sup>[9]</sup>,将前寒武系地层推掩到前陆之上。这一位移量大于100km的逆掩断层,与世界上其它造山带内著名逆掩断层相比也是名列前茅的。

研究区内逆掩断层的构造应力值与北秦岭所获数据大致相当(表3),表明它们是同一应力场作用的结果,属同期构造应力作用下的同一逆冲系统。与世界著名的逆掩断层相比,如莫因逆掩断层构造应力值是 $8.5-10\times 10^7\text{Pa}$ ,秦岭造山带是较高的,反映出逆冲作用的强烈程度及在秦岭造山带演化过程中所起的作用是不容忽视的。

区内出露的蓝闪片岩属第二类蓝闪片岩,它既不受层位控制,也无蛇绿岩相伴。鉴于它们沿武当逆掩断层产出(图1),因而认为其成因与逆冲作用密切相关。在武当逆掩断层中产出的白云母,经X光测试(表4) $b_0>9.040\text{\AA}$ ;而赋存于上、下盘中的白云母 $b_0<9.040\text{\AA}$ 。后者属中—低压相系;前者属高压范畴,在Miyashiro(1973)图解中落在蓝闪石片岩相域内。这一结果可与糜棱岩晶内位错反映的低温高压变形特征相互印证。

城口—房县断裂因构成区域性不同沉积建造的截然分界,一直被视为一条划分槽台界线的深断裂。然而,事实证明它不是一条自震旦纪以来一直存在的控制沉积作用的原始构造分界,而是形成于燕山期的逆掩断层。它把时代相同,沉积建造各异的地质体堆叠在一起。因此,真正的槽台界线是房县逆掩断层,而不是城口—房县断裂。

不同层次推覆体内发育一系列断面北倾的叠瓦状逆冲断层(图2)。它们的断层岩以

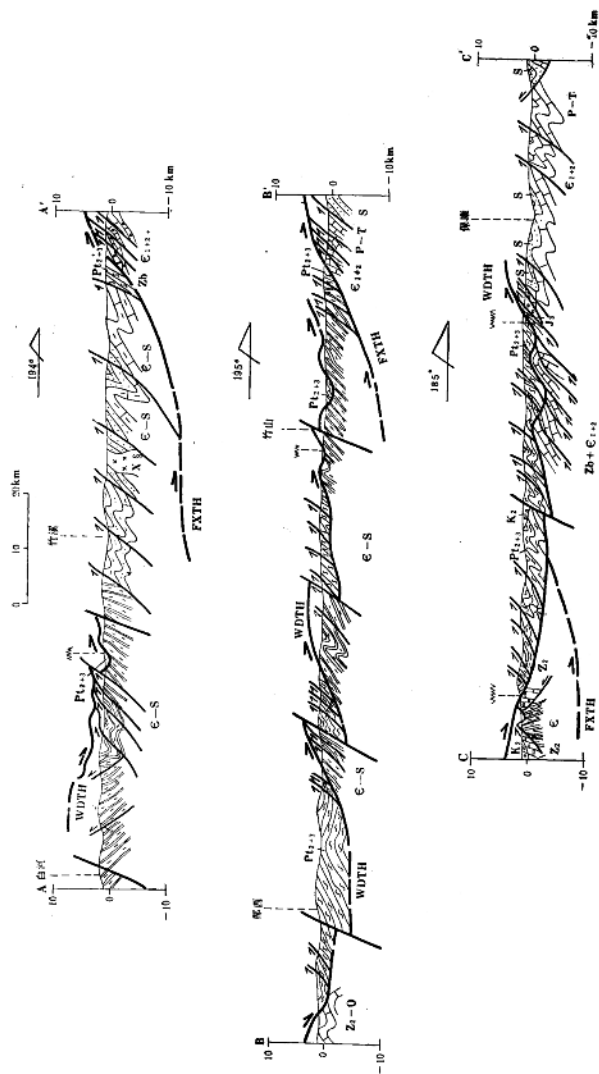


图 2 东秦岭造山带南翼构造剖面图 (剖面位置、图例见图 1)

Fig. 2 The cross-section of the southern wing of the Qinling orogen (for the location and legend see Fig. 1)

表 2 世界主要造山带逆冲推覆距离表  
Table 2 Amounts of displacement on thrusts or nappes  
in major orogens in the world

| 造 山 带 | 逆掩断层或推覆体   | 位移距离<br>(km) | 资 料 来 源              |
|-------|------------|--------------|----------------------|
| 阿巴拉契亚 | 兰岭-皮特蒙特推覆体 | 225          | Hatcher(1981)        |
|       | 南阿巴拉契亚推覆体  | 260          | Cook, et al(1979)    |
| 科迪勒拉  | 路易斯逆掩断层    | 70           | Price(1981)          |
|       | 让斗逆掩断层     | 105          | Price(1981)          |
| 喜马拉雅  | 朱姆推覆体      | 80           | Thakur(1981)         |
| 阿尔卑斯  | 萨提逆掩断层     | 20           | Pfiffner(1981)       |
|       | 侏罗山逆掩断层    | 30           | Laubscher(1981)      |
| 加里东   | 莫因逆掩断层     | 40           | Soper & Barber(1979) |
| 华力西   | 西加里西亚带逆掩断层 | 100-150      | Matte(1981)          |
| 秦 岭   | 武当逆掩断层     | 170          | 本文                   |
|       | 房县逆掩断层     | 105          | 本文                   |
|       | 神农架逆掩断层    | 17           | 本文                   |
|       | 秦岭逆掩断层     | 43           | 吴正文(1989)            |
|       | 刘岭逆掩断层     | 30           | 张长厚(1988)            |

表 3 东秦岭地区主要逆掩断层差应力值  
Table 3 Tectonic stress values of major thrusts in  
Qinling orogen

| 构造部位            | 采 样 地 点    | 差应力值( $10^3$ Pa) |        | 资 料 来 源   |
|-----------------|------------|------------------|--------|-----------|
|                 |            | 变化范围             | 平 均 值  |           |
| 秦岭逆掩断层          | 陕西商县小树沟    | 1170-2109        | 1577.0 | 柴育成(1986) |
| 秦岭逆掩断层          | 陕西丹凤黑崖     | 789.6-1295.6     | 933.6  | 邓志辉(1987) |
| 秦岭逆掩断层          | 陕西商南试马水库南  | 866.8-1352.7     | 1047.9 | 邓志辉(1987) |
| 秦岭逆掩断层          | 河南南召三间房    | 1112.5-1598.2    | 1361.2 | 黄浩(1988)  |
| 刘岭逆掩断层          | 河南西峡瓦房店    | 1304.5-1938.9    | 1665.8 | 张长厚(1988) |
| 武当逆掩断层          | 湖北竹山冷家坪    | 1017-1388        | 1120   | 本文        |
| 房县逆掩断层          | 湖北房县西南20km | 850-1100         | 972    | 本文        |
| 神农架推覆体<br>内逆冲断层 | 湖北竹山官渡南3km | 783-1207         | 939    | 本文        |

糜棱岩为主；它们向下与底板断层交汇，其构造应力值与底板逆掩断层大体相近，说明叠瓦断层系是主逆掩断层的分支系统。它们向上交汇或切割顶板断层，形成漏顶式双重推覆构造。依据逆掩断层的总体几何形态、双重推覆构造的存在及应变状态向南的衰减，可以判定逆冲系统是以背驮式扩展演化的<sup>[10]</sup>。

对秦岭地区而言，确定推覆构造格局的形成时代也就是厘定了逆冲作用的时限。鉴

表4 白云母晶格参数值

Table 4 The parameter values of muscovite crystal structure in Wudang thrust and its both walls

| 取 样 位 置  | 样 号     | $a_0$ | $b_0$ | $c_0$   | $\beta$ |
|----------|---------|-------|-------|---------|---------|
| 武当逆掩断层   | B73-1   | 5.200 | 9.043 | 19.981  | 95°46′  |
|          | B306-4  | 5.204 | 9.043 | 20.018  | 95°44′  |
|          | B70-6   | 5.208 | 9.049 | 19.972  | 95°55′  |
| 武当逆掩断层上盘 | B295-4  | 5.191 | 9.022 | 19.940  | 95°34′  |
|          | Bpp-4   | 5.205 | 9.001 | 19.9994 | 95°48′  |
| 武当逆掩断层下盘 | B293-10 | 5.191 | 8.993 | 19.957  | 95°40′  |
|          | B287-1  | 5.198 | 9.027 | 20.009  | 95°32′  |
|          | B294-3  | 5.196 | 9.019 | 19.973  | 95°44′  |

注：中国地质大学(北京)X光测定

于区内侏罗系及所有前侏罗系都卷入了逆冲推覆，而上白垩统及第三系则未受逆冲作用的影响，可以判定逆冲作用发生在侏罗纪以后，晚白垩世之前。因此，燕山运动是形成本区构造格局的主期构造运动。在秦岭造山带的388个同位素年龄值频谱图中，120-140Ma的峰值最高。这种热事件与逆冲作用的同时性，以及晚白垩世山间磨拉石盆地的存在，均标志着本区的燕山运动是一期强烈的造山运动。于是，在探索东秦岭造山带前燕山期的构造格局时，首先必须消除燕山期逆冲推覆所造成的构造效应。

两郧断裂、公路断裂、房竹断裂都以脆性变形为主，运动方式总体表现为早期上冲和晚期平移(左、右旋都有)，平移距离介于2—10km之间。这些断裂既非长期活动的深大断裂，也不是逆冲系统的组成部分，而是形成于地壳浅层次的后逆冲作用的高角度脆性断层。它们在东秦岭造山带构造演化过程中所起的作用，仅仅是破坏了该地区的推覆构造格局，并使之进一步复杂化，而对前燕山期构造的发生、发展不起任何作用。

## 四、构造演化

为了深入理解研究区的构造演化，我们建立了横穿整个秦岭造山带的地壳平衡剖面。秦岭地壳结构的基本特征是：①地壳呈多层结构，层圈性明显；②M氏面在30km深度附近平缓延伸，不存在山根；③分别在16km和10km深度处存在两个大型近水平的地壳拆离面。依据平衡剖面的复原理论<sup>[11]</sup>，通过消除燕山、印支期的变形效应，再现了秦岭古生代时期的古构造轮廓。复原结果表明，该造山带的上地壳缩短率为61%，秦岭古特提斯海域的宽度达1000km左右。

区内的构造演化可概括为四个阶段：扬子地台基底形成阶段( $Pt_{2+3}$ 、古特提斯演化阶段(Z—T)、造山阶段(J)和上叠盆地发育阶段( $K_2$ —E)。研究区具有造山意义的构造运动有三期：晋宁运动、印支运动和燕山运动，加里东运动和海西运动不具重要的构造意义。

发生在距今1000Ma±的晋宁运动把相当于武当群的一套中元古界地层(神农架群、柳林群)焊接到扬子古陆块上，形成扬子地台的统一基底，从而结束了该区洋壳型岛弧的

构造发展史,演变为陆壳。正如黄汲清所指出的,它是中国地史上一次重要的造山运动。

震旦纪早期,大规模的区域性张裂作用发生,耀岭河群的火山沉积记录了这一段发展历史。震旦纪晚期,大规模的火山作用减弱,陆源和内源沉积开始,这种沉积作用一直持续到志留纪。这一时期的古构造格局为两隆夹一凹。加里东运动在研究区是存在的,但不具造山性质。它表现为使南秦岭盆地升起,但并未引起褶皱。“北大巴山加里东褶皱带”与南秦岭印支褶皱带具有相同的变形、变质经历,沉积建造的相似性和空间上的连续性,也都表明它属于印支褶皱带的一部分。经加里东运动,两隆夹一凹的古地理轮廓并未改变,但总体进入了缓慢抬升的海退时期。

印支运动是自震旦纪以来,一次最强烈的构造运动,使秦岭海槽褶皱成山,同时导致了震旦系—三叠系构造层的强烈褶皱。但它所形成的构造格局,因被燕山期逆冲作用的破坏和迭覆,现已面目全非,以致很难勾划出总体轮廓。晚侏罗纪山间红色磨拉石盆地的存在,以及在秦岭造山带的 388 个同位素年龄值频谱图中,200—170Ma 强烈的峰值,都确凿地证明这是一期强烈的造山作用。继之是燕山期强烈的逆掩造山作用,导致地壳的强烈收缩。构造热事件与逆冲作用的时间大体一致的事实,使我们确信它是自震旦纪以来第二次波及整个东秦岭造山带的强烈造山运动。

晚白垩世—第三纪期间,研究区出现了一些陆相山间盆地,覆盖在不同构造层之上。这些红色磨拉石盆地的形成,宣告燕山期逆掩作用业已结束。纵向断裂正是这一构造阶段的产物,它们切割破坏了推覆构造格局,形成了目前所展示的构造格局。

致谢

本文系地矿部在“七五”期间所开展的“秦岭—大巴山地区重大基础地质问题研究”项目中区域构造子课题的一个组成部分。在成文过程中得到了王鸿祯教授的指导。野外工作期间,湖北地质八队姚至公总工程师、鄂西北地调所周骏华总工程师、王综合工程师和河南地调四队向春贵队长给予了全力支持。特此一并致谢。

## 参考文献

- [1] 王鸿祯等, 1982, 东秦岭古海槽两侧大陆边缘区的构造发展, 地质学报, 第56卷, 第8期。
- [2] 李春昱等, 1978, 秦岭及祁连山构造发展史, 国际交流地质学论文集(1), 地质出版社。
- [3] 任纪舜等, 1980, 中国大地构造及其演化, 科学出版社。
- [4] 杨森精, 1985, 秦岭古生代陆间裂谷系的演化, 地球科学, 第10卷, 第4期。
- [5] Mattauer, M., et al., 1985, Tectonics of the Qinling belt: build-up and evolution of eastern Asia, Nature, Vol. 317, No. 3.
- [6] Boyer, S.E. & Elliott, D., 1982, Thrust system, Bull. Am. Petrol. Geol., Vol. 66.
- [7] Lister, G.S. & A. W. Snoke, 1984, S-C mylonites, J. Struct. Geol., Vol. 6, No. 6.
- [8] Passchier, C. W. & Simpson, C., 1986, Prophyroclast systems as kinematic indicators, J. Struct. Geol., Vol. 8, No. 8.
- [9] Hatcher, Jr., R. D., 1981, Thrusts and nappes in the North American Appalachian orogen. In: Thrust and Nappe Tectonics (edited by McClay, K. R. & Price, N.J.). Spec. Publs. Geol. Soc. Lond.
- [10] Butler, R. W.H., 1983, Balanced cross-section and their implications for the deep structure of the northwest Alps, J. Struct. Geol., Vol. 5, No. 2.
- [11] De Paor, D.G., 1988, Balanced section in thrust belts, Part 1: Construction, AAPG Bull., Vol. 72, No. 1.