

# 湖北北部

周高忠 J.G.Liou 刘源骏等著

高压、超高压  
变质带

献给第30届国际地质大会

中国地质大学出版社

# 湖北北部高压、超高压变质带

周高志 J. G. Liou 刘源骏 等著

中国湖北省地质矿产局

美国斯坦福大学

美国圣巴巴拉加州大学

中国地质大学出版社

## 著作摘要

本专著运用碰撞造山带理论、变质地质学原理和大量实际资料,首先揭示了湖北北部高压、超高压变质带的形成大地构造背景;然后在全面、系统论述湖北北部高压、超高压变质带区域地质、岩石学、矿物学、地球化学、变质地质学和同位素年代学的基础上,对其构造演化、形成时代、成因机制、含矿性和存在问题进行了详细的讨论。著作中展示的许多新资料、新发现、新认识和在此基础上总结出来的造山带演化规律、 $P-T-t$  轨迹、成因模式和成矿作用,不仅明显地反映了三叠纪碰撞造山过程和后续演化的变质作用特征及其与构造演化的关系,而且还提出了金红石等矿产资源的找矿方向。

### 图书在版编目(CIP)数据

湖北北部高压、超高压变质带/周高谔等著. —武汉:中国地质大学出版社,1996.7  
ISBN 7-5625-1091-1

I. 湖…

II. 周…

III. 高压变质带-超高压变质带-湖北省北部  
N. P588.3

---

出版发行 中国地质大学出版社(武汉市·喻家山·邮政编码 430074)

责任编辑 吴巧生 责任编辑 熊华珍 版面设计 黄建利

印刷 武汉测绘院地图印刷厂

经销 湖北省新华书店

---

开本 880×1230 1/16 印张 15.375 字数 500千字 图版 6  
1996年7月第1版 1996年7月第1次印刷 印数 1—300册  
定价:30.00元

---

---

---

# 前 言

---

---

以蓝片岩、榴辉岩为代表的高压、超高压变质岩石,是地壳组成中稀少而又形成于特殊构造环境的区域变质岩,其地质意义不仅超越了变质岩石学、变质地质学范畴,而且在构造学领域中也占有重要的地位,长期以来深受地质学家、岩石学家、矿物学家、构造地质学家们的高度重视,其研究至今仍然是地质学领域的热门课题。

湖北北部(鄂北)高压、超高压变质带以富含蓝片岩、高压榴辉岩、超高压榴辉岩为特征,并具有由南向北渐次呈带状分布的有序型空间结构。自80年代开始,围绕蓝片岩和榴辉岩的地质科研工作不断进行,在获得大量实际资料的同时,也取得了丰硕的研究成果。为了引进国外先进地质理论和利用国外先进测试技术来提高本地区的研究程度,1989年至1993年由湖北省地质矿产局与美国斯坦福大学地球科学院(School of Earth Sciences of Stanford University)、美国圣巴巴拉加州大学地球科学系(Department of Geological Sciences of UCSB)合作,共同开展题为“鄂北蓝片岩-榴辉岩带地质特征及其含矿性”的专题研究。

该项目的项目负责人为刘源骏[湖北省地质矿产局(简称湖北地矿局)总工程师、教授级高级工程师]、W. G. Ernst(斯坦福大学地球科学院院长、美国科学院院士);项目执行负责人周高洁(湖北地矿局高级工程师)、J. G. Liou(斯坦福大学教授);研究成员有:张宏泰、熊保成、韩宁荣、田永富、曹沂(湖北省地矿局);E. A. Eide、张之孟、王小民、张儒媛、刘军(斯坦福大学);G. R. Tilton、L. Ames(加州大学)。项目按计划进行,提交的最终研究成果为“鄂北蓝片岩-榴辉岩带地质特征及其含矿性”专题研究报告。该报告于1994年7月函请沈琪韩(中国科学院院士)、肖序常(中国科学院院士)、孙大中(中国科学院院士)、常印佛(中国科学院院士)、游根东(博士生导师、教授)、杨巍然(博士生导师、教授)、丛柏林(研究员)、周国瑞(教授)、李均权(教授级高级工程师)、罗铭久(教授级高级工程师)、戴锡瑞(高级工程师)等专家评审鉴定。评审意见一致认为该报告是一份具有高水平 and 实用价值的优秀论著,达到了国际同类研究成果的先进水平,建议作必要修改后,尽快出版。

本著作是在“鄂北蓝片岩-榴辉岩带地质特征及其含矿性研究”专题报告的基础上,根据评审意见由周高洁、J. G. Liou、刘源骏和张宏泰反复修改后完成的。全书共分十二章,系统地运用现代地质学原理和碰撞造山理论,对鄂北高压、超高压变质带的区域地质背景、蓝片岩、高压榴辉岩、超高压榴辉岩及其共生岩石的岩石学、矿物学、地球化学特征,高压、超高压变质作用及 $P-T-t$ 轨迹,同位素地质年代学,构造成因模式和含矿性进行了较深入、较全面的研究和总结,其中不乏许多新观点、新思路和新认识,这对提高本地区乃至秦岭-大别造山带的研究程度和解决诸如造山带的性质、形成时代、构造演化等许多重大地质问题都具有重要的意义。

此外,专著出版工作由周高洁负责,韩宁荣协助;英文摘要由J. G. Liou、刘源骏编写;前言和图表由田永富译成英文,刘源骏校核。

本专著虽然是中美双方研究成员共同努力的结果,但从专题立项、计划实施、直至著作的出版始终都得到了地质矿产部陈洲其副部长、地质矿产部国际合作司伏祥华处长、蒋仕金处长,湖北省地质矿产局李均权副局长、江涛处长、戴锡瑞高级工程师,湖北省区域地质调查所鞠涛所长、金经炜副总工程师、

王熙铭高级工程师,美国斯坦福大学 R. G. Coleman 院士、S. A. Graham 教授,美国圣巴巴拉加州大学 M. Fuller 教授、C. A. Hopson 教授、温建平博士;内华达大学矿业学院许良基教授以及上述评审员的大力支持和帮助,在此一并致以诚挚的感谢。

本专题研究经费由湖北省地质矿产局、斯坦福大学 Stanford China Industrial Affiliates 和美国科学基金会的项目 NSFEAR、NSFTNT 提供。

作者

1996.5

## PREFACE

Blueschist and eclogite, which are rare in the crust, were formed under special conditions of high-ultrahigh pressure. Their studies of metamorphic geology, petrology, mineralogy and geochemistry can provide us crucial information for us to understand the structural evolution of orogen. And they are also of some metallogenic speciality. So they attracted a lot of attention from more and more geologists.

Located between the Yangtze and Sino-Korean cratons, the high and ultrahigh pressure metamorphic belts of blueschist and eclogite in Northern Hubei are large scale and preserved well. The systematic studies of these rocks can not only deepen and complete our understanding of orogen and its evolution, but also give us typical cases of high-ultrahigh pressure metamorphism and some systematic data in petrology, mineralogy and geochemistry. Meanwhile, the metallogenic mechanism may be better understood and the ore-prospecting areas may be delineated through analyzing the element migration and concentration in metamorphism. Thus the regional economy may benefit and develop healthily.

In order to get the new theories and advanced experimental testing and analyzing technique in the world, we collaborate with the School of Earth Sciences of Stanford University and The Department of Geological Sciences of University of California at Santa Barbara (UCSB) in the United States of America and make a research entitled "*The Blueschist-Eclogite Belts in Northern Hubei and their Ore Potentiality*". Its main tasks are to advance the studies of blueschist-eclogite belts in Northern Hubei, set up the *P-T-t* path, clarify its tectonic setting and evolution, establish a genetic model, analyze ore-controlling mechanism of metamorphic ore deposits, pick out prospecting area and compare with other high-ultrahigh pressure belts at home and abroad.

The project agreement which covered from September of 1989 to December of 1993 was signed in Wuhan of Hubei Province in September of 1989. This research was headed by Prof. Yuanjun Liu, Chief Engineer in Hubei Bureau of Geology and Mineral Resources (HBGMR) and Prof. W. G. Ernst, Dean of the School of Earth Sciences in Stanford University. The executive directors are Senior Engineer Gaozhi Zhou in HBGMR, and Prof. J. G. Liou in Stanford University. The research group include: Hongtai Zhang, Baocheng Xiong, Shourong Han Yongfu Tian and Y. Zeng in HBGMR; and Edmond Z. Chang, Xiaomin Wang, E. Eide, Ruyuan Chang, Jun Liu in Stanford University and Prof. G. R. Tilton and L. Ames in UCSB.

The project goes smoothly in accordance with the agreement, design and supplementary articles. The studying area is more than 50 000 km<sup>2</sup> from Wudang Mountain through Tongbai Mountain to Dabie Mountain. The field work were taken in 1990 and 1991 and samples were collected and analyzed at the same time. It took about 100 days for the field work. That we have analyzed is more than 700 thin sections (among which 300 sections analyzed in China and 400 in USA); about 70 petrochemical samples (50 analyzed in China and 20 in USA); samples for monomineral chemical analysis about 300 (70 done by China University of Geosciences at Wuhan and 230 by the American coordinators); all 20 samples for microelements analysis done by the American side; 40 samples for REE total analysis done by the Central Laboratory in HBGMR; 19 samples for isotopic dating (14 samples through <sup>39</sup>Ar/<sup>10</sup>Ar method done in Stanford, 5 samples through U/Pb zircon Dating at UCSB). In addition, some special minerals such as diamond and coesite were identified through Raman spectrometry in China.

During May to July of 1992, we summed up our findings and questions, made a plan for our next

step of work and discussed the outline of this report in Stanford and UCSB. The last field trip was arranged in September of 1993 to answer some questions found during the above-mentioned discussion. By July of 1994, the report was finished and published in June of 1995 after the final revision and supplement according to reviewers' suggestions.

This paper, based on the project research report, was revised finally by Mr. Gaozhi Zhou, Mr. J. G. Liou, Mr. Yuanjun Liu and Mr. Hongtai Zhang. There are 12 chapters in it which contains the major contents, latest data, new achievements and ideas in the project report.

Acknowledgements: We thank Prof. Yaxian Guan, Ph. D. Xiaochun Liu and Mr. Baoliang Liu for generously providing us data of X-ray diffraction, infrared spectrometry and Mossbauer spectrometry in Chapter Five. From the very beginning, our work was guided and assisted by Zhouqi Chen, Xianghua Qiu and Shijin Jiang in the China Ministry of Geology and Mineral Resources, and Tao Jiang, Tao Ju and Jingwei Jin in HBGM. In the U. S. side, we thank Prof. R. G. Coleman and Prof. S. A. Graham in Stanford University; Prof. M. Fuller, Prof. C. A. Hopson and Ph. D. Jianping Wen in UCSB; and Prof. Liang Chi Hsu in Mackay School of Mines of University of Nevada. In addition, We thanks member of the Chinese academy of sciences; Y. F. Chang, Q. H. Shen, X. C. Xia, D. Z. Sun and Professor Z. D. You, W. R. Yang, B. L. Cong, G. F. Zhou, M. J. Lwo, J. Q. Li, X. R. Dai for their going over the manuscript and their valuable suggestion, and here in acknowledgment of their help.

The research was supported in part by the U. S National Science Foundation grants EAR90-1849/Tilton, EAR 92-04563/Liou and INT 92-22238/Liou and Stanford China Industrial Affiliates Program.

# 目 录

<b>第一章 秦岭-大别造山带</b> .....	周高志 J. G. Liou 刘源骏 张宏泰	(1)
一、概述 .....		(1)
二、构造变质单元的划分 .....		(3)
三、主要断裂构造带的性质与特征 .....		(9)
四、秦岭-大别造山带的构造演化 .....		(11)
<b>第二章 地球物理场及深部构造</b> .....	张宏泰 田永富 刘源骏 曾沂	(14)
一、区域岩石物理性质 .....		(14)
二、区域磁场 .....		(15)
三、区域重力场 .....		(18)
四、地质-地球物理剖面 .....		(20)
五、深部构造 .....		(24)
六、几点认识 .....		(27)
<b>第三章 鄂北高压变质带</b> .....	周高志 韩守荣 熊保成 曾沂	(28)
一、地层对比和形成时代 .....		(28)
二、岩石组合与原岩建造性质 .....		(30)
三、岩石学特征 .....		(32)
四、区域构造 .....		(36)
五、变质基性、超基性岩 .....		(38)
六、区域变质作用 .....		(41)
<b>第四章 大别变质杂岩</b> .....	周高志 J. G. Liou 田永富 L. Ames	(42)
一、同位素年龄资料 .....		(42)
二、区域地质构造 .....		(43)
三、岩石组合 .....		(45)
四、区域变质作用 .....		(50)
<b>第五章 鄂北蓝片岩</b> .....	周高志 E. Eide 韩守荣 刘军	(53)
一、鄂北蓝片岩的时空分布 .....		(53)
二、蓝片岩的岩石学特征 .....		(54)
三、蓝片岩的矿物学研究 .....		(59)
四、岩石地球化学特征 .....		(70)
<b>第六章 高压榴辉岩</b> .....	熊保成 周高志 E. Eide 刘源骏	(82)
一、时空分布与地质产出特征 .....		(82)
二、岩石学特征 .....		(84)
三、矿物化学成分 .....		(87)
四、岩石地球化学特征 .....		(96)
<b>第七章 超高压榴辉岩</b> .....	王小民 周高志 J. G. Liou L. Ames	(105)



一、区域地质分布 .....	(105)
二、地质产状及其与围岩的关系 .....	(106)
三、榴辉岩类型及岩石学特征 .....	(107)
四、矿物学特征 .....	(109)
五、地球化学性质 .....	(115)
<b>第八章 高压变质作用</b> .....	周高志 J. G. Liou E. Eide 田永富 (124)
一、概述 .....	(124)
二、不同构造环境下的高压变质作用 .....	(125)
三、鄂北高压变质作用的区域地质背景 .....	(127)
四、鄂北高压变质带的变质相与相系 .....	(128)
五、鄂北高压变质作用的 $P-T$ 条件 .....	(131)
六、 $P-T-t$ 轨迹与构造演化 .....	(135)
<b>第九章 超高压变质作用</b> .....	J. G. Liou 张儒媛 W. G. Ernst 周高志 (139)
一、超高压变质作用的定义和 $P-T$ 范围 .....	(139)
二、超高压变质地体的全球分布 .....	(141)
三、超高压变质作用的矿物学标志 .....	(143)
四、超高压变质作用的有关岩石学问题 .....	(147)
五、大别变质杂岩的超高压变质作用和 $P-T-t$ 途径 .....	(149)
<b>第十章 同位素地质年代学</b> .....	熊保成 周高志 E. Eide L. Ames G. R. Tilton (156)
一、关于高压、超高压变质时代的原有认识 .....	(156)
二、对原有同位素年龄数据的统计和分析 .....	(157)
三、本课题的同位素年龄测试数据 .....	(159)
四、高压、超高压变质作用形成时代讨论 .....	(164)
<b>第十一章 鄂北高压、超高压变质作用的成因构造模式</b> .....	张之梦 J. G. Liou W. G. Ernst (167)
一、基本地质事实 .....	(167)
二、对已有成因构造模式的介绍与评论 .....	(170)
三、高压、超高压变质作用的成因构造模式 .....	(174)
四、关于本章成因构造模式的讨论 .....	(178)
<b>第十二章 高压、超高压变质与成矿作用</b> .....	刘源骏 韩守荣 张宏泰 曾沂 (181)
一、金红石矿床 .....	(181)
二、蓝石棉矿床 .....	(195)
三、蓝晶石-砂线石矿床 .....	(200)
四、宝石矿产 .....	(204)
<b>结束语</b> .....	刘源骏 周高志 J. G. Liou (210)
<b>矿物代号</b> .....	(214)
<b>主要参考文献</b> .....	(216)
<b>英文摘要</b> .....	(223)
<b>图 版</b> .....	(237)

## CONTENTS

<b>Chapter One Qinling-Dabie Orogen</b> .....	G. Z. Zhou, J. G. Liou, Y. J. Liu, H. T. Zhang	(1)
1. Introduction .....		(1)
2. Structural-Metamorphic Units .....		(3)
3. Main Fault Zones .....		(9)
4. Structural Evolution of Qinling-Dabie Orogen .....		(11)
<b>Chapter Two Geophysical Field and Deep Structures</b> .....		
.....	H. T. Zhang, Y. F. Tian, Y. J. Liu, Y. Zeng	(14)
1. Regional Petrophysical Properties .....		(14)
2. Regional Magnetic Field .....		(15)
3. Regional Gravitational Field .....		(18)
4. Geological-Geophysical Profile .....		(20)
5. Deep Structures .....		(24)
6. some Recognition .....		(27)
<b>Chapter Three High-Pressure Metamorphic Belts in Northern Hubei</b> .....		
.....	G. Z. Zhou, S. R. Han, B. C. Xiong, Y. Zeng	(28)
1. Stratigraphic Correlation and the Formation Age .....		(28)
2. Rock Assemblage and Protolith Properties .....		(30)
3. Petrological Characteristics .....		(32)
4. Regional Structures .....		(36)
5. Metamafic and Meta-ultramafic Rocks .....		(38)
6. Regional Metamorphism .....		(41)
<b>Chapter Four Dabie Metamorphic Complex</b> .....	G. Z. Zhou, J. G. Liou, Y. F. Tian, L. Ames	(42)
1. Isotopic Ages .....		(42)
2. Regional Structures .....		(43)
3. Rock Association .....		(45)
4. Regional Metamorphism .....		(50)
<b>Chapter Five Blueschist in Northern Hubei</b> .....	G. Z. Zhou, E. Eide, S. R. Han, J. Liu	(53)
1. Distribution of Blueschist in Northern Hubei .....		(53)
2. Petrological Characteristics of Blueschist in Northern Hubei .....		(54)
3. Mineralogy of the Blueschist .....		(59)
4. Lithogeochemical Characteristics .....		(70)
<b>Chapter Six High-Pressure Eclogite</b> .....	B. C. Xiong, G. Z. Zhou, E. Eide, Y. J. Liu	(82)
1. Distribution and Occurrence .....		(82)
2. Petrology .....		(84)
3. Mineral Components .....		(87)
4. Lithogeochemical Characteristics .....		(96)
<b>Chapter Seven Ultrahigh-Pressure Eclogite</b> .....		
.....	X. M. Wang, G. Z. Zhou, J. G. Liou, L. Ames	(105)
1. Distribution .....		(105)
2. Occurrence and Its Relations with Country Rocks .....		(106)

3. The Types and Petrological Characteristics .....	(107)
4. Mineralogical Characteristics .....	(109)
5. Geochemical Properties .....	(115)
<b>Chapter Eight High-Pressure Metamorphism(HPM)</b> .....	
..... G. Z. Zhou, J. G. Liou, E. Eide, Y. F. Tian	(124)
1. Introduction .....	(124)
2. HPM in Different Structural Environments .....	(125)
3. Regional Geological Setting for HPM in Northern Hubei .....	(127)
4. Metamorphic Facies and Facies Series of HPM in Northern Hubei .....	(128)
5. $P$ - $T$ Conditions for HPM in Northern Hubei .....	(131)
6. $P$ - $T$ - $t$ Path and Structural Evolution .....	(135)
<b>Chapter Nine Ultrahigh-Pressure Metamorphism(UPM)</b> .....	
..... J. G. Liou, R. Y. Zhang, W. G. Ernst, G. Z. Zhou	(139)
1. The Definition and $P$ - $T$ Conditions .....	(139)
2. The Distribution of UPM Terranes in the World .....	(141)
3. Characteristic Minerals for UPM .....	(143)
4. Some Rocks related with UPM .....	(147)
5. UPM of Dabie Complex and its $P$ - $T$ - $t$ Path .....	(149)
<b>Chapter Ten Isotopic Geochronology</b> .....	
..... B. C. Xiong, G. Z. Zhou, E. Eide, L. Ames, G. R. Tilton	(156)
1. Previous Ideas about the Age of HPM and UPM .....	(156)
2. Statistics of the Available Isotopic Ages .....	(157)
3. Isotopic Ages Acquired in Our Study .....	(159)
4. Discussion .....	(164)
<b>Chapter Eleven Genetic Model for HPM and UPM in Northern Hubei</b> .....	
..... E. Z. Zhang, J. G. Liou, W. G. Ernst	(167)
1. Geological Setting .....	(167)
2. Review of Current Models .....	(170)
3. Our Model .....	(174)
4. Discussion .....	(178)
<b>Chapter Twelve HPM-UPM and Their Ore Deposits in Northern Hubei</b> .....	
..... Y. J. Liu, S. R. Han, H. T. Zhang, Y. Zeng	(181)
1. Rutile Deposit .....	(181)
2. Blue Asbestos Deposit .....	(195)
3. Cyanite-Sillimanite Deposit(CSD) .....	(200)
4. Gemstones in Northern Hubei .....	(204)
<b>Conclusion</b> .....	Y. J. Liu, G. Z. Zhou, J. G. Liou (210)
<b>Mineral Code</b> .....	(214)
<b>References</b> .....	(216)
<b>Abstract</b> .....	(223)
<b>Plates</b> .....	(237)

## 秦岭-大别造山带

作为板块俯冲、碰撞对接带标志的蓝片岩、榴辉岩等高压变质岩石,有规律地出现在秦岭-大别造山带内部绝非偶然,而是反映该造山带曾经处于一个特殊的大地构造环境和经历过一次强大的构造变质事件,其地质意义显然已超过了变质岩石学范畴,构造地质学、变质地质学及地球动力学的意义变得更为突出和更为重要。

### 一、概 述

夹持在中朝、扬子克拉通之间,呈近东西向绵延约 2000km 的秦岭-大别造山带,是一条以深大断裂为边界,经长时期、多旋回构造演化之后,最终于三叠纪时期形成、中生代相继有大规模构造-岩浆活动的巨型碰撞造山带。中生代时期,这个造山带的东端被郯庐断裂切割,并平移至皖中、苏北和鲁东地区,其内同样富含蓝片岩、榴辉岩而显示它们原来应属于秦岭-大别造山带的一个组成部分(图 1-1)。由于所处大地构造位置特殊,秦岭-大别造山带的各种地质特征均与中朝、扬子克拉通之间存在着明显的差异,使之成为中国中、东部地区地质构造、地球物理、地球化学、成矿作用乃至自然地理分野的一道长垣,倍受中、外地质学家的高度重视。然而长期以来,由于地质构造的复杂性以及整体研究程度不够深入,对其间存在的一些重大地质问题还有着各种不同的认识,直到“七五”期间(1986—1990)秦巴地质科研重点攻关后才得到进一步的深化,并在获得大量实际资料和综合研究的基础上,建立了多种构造演化模式。其中:

任纪舜、陈廷恩等(1990)从多旋回构造演化观点出发,认为秦岭-大别造山带不是单旋回的俯冲造山或碰撞造山,而是多旋回的复合造山,他们在划分成武陵、扬子、兴凯、加里东、华力西、印支、燕山等八个构造旋回的同时,特别强调中朝、扬子两大陆块在逆掩-叠覆造山过程中,秦岭古生代地槽于印支期全面褶皱,至燕山期完成全部造山过程。多旋回逆掩-叠覆是秦岭-大别造山带形成过程中的最重要构造特征。

杨巍然、杨森楠(1989)\*运用“开合律”的学术思想,将秦岭-大别造山带划分为若干个演化阶段,他们明确指出,中晚元古代阶段为板块体制,前震旦纪岩石圈大开大合,形成俯冲-碰撞造山带;古生代阶段为陆间裂谷系,震旦纪—三叠纪岩石圈小开小合,形成断裂造山带;中生代阶段为岩石圈顺层开合,发育热隆起-滑脱拆离-推覆构造体制,中生代时期以断块构造为特征。在其演化过程中,强调存在于造山带内部的高压变质作用,与中晚元古代时期的岩石圈大开大合而引起的俯冲-碰撞作用有关。

张国伟、周鼎武等(1989)则从地壳组成和演化的角度出发,初步认为秦岭-大别造山带在造山过程中,先后经历了元古宙裂谷系内硅铝造山作用(A 型俯冲)和以现代板块体制为基本特征的古生代—早

\* 杨巍然、杨森楠等,1989,东秦岭-大巴山造山带构造演化(送审稿)。

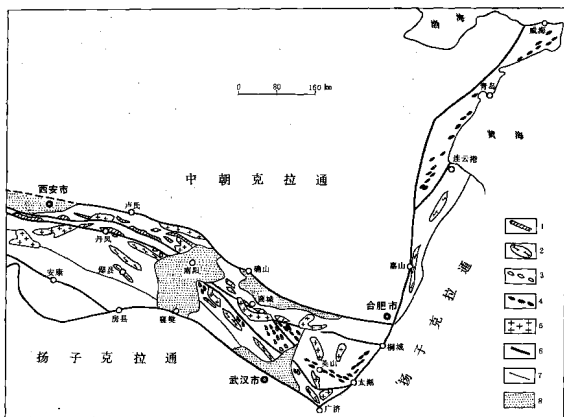


图 1-1 秦岭-大别造山带构造及高压、超高压变质岩空间展布示意图

Fig. 1-1 The spatial distribution of HP-UHP metamorphic rocks and Qinling-Dabie orogenic tectonics

1. “蛇绿岩”; 2. 蓝片岩; 3. 高压榴辉岩; 4. 超高压榴辉岩; 5. 花岗岩; 6. 边界断层; 7. 一般断层; 8. 覆盖层

中生代陆内碰撞造山作用(B型俯冲),以及中生代以断块、平移逆冲推覆为主要运动型式的强烈板内构造变形作用,并认为商南-丹凤断裂带地质体是造山带中原华北与扬子两大板块俯冲碰撞的主缝合带。

与此同时,还有许多其他学科的研究者,如张本仁等(地球化学)、周国藩等(地球物理)、游振东等(变质地质学)、林金录等(古地磁)、张宗清等(同位素地质年代学)、徐忠贵等(蛇绿岩)、周正国等(地层岩相学)、糜作文等(区域构造学)也先后在 1988—1991 年期间对秦岭-大别造山带的地壳组成、变形变质、形成时代、构造演化作了精辟的论述。

上述研究成果虽然都有自己的理论依据和配套的实际资料,但意见分歧仍然很大,难以对秦岭-大别造山带的大地构造环境和地壳演化特征得出较为统一的认识。

现有资料表明:在秦岭-大别造山带内部(包括苏鲁),存在着一条显著的高压-超高压变质带,这条高压-超高压变质带由蓝片岩、高压榴辉岩和超高压榴辉岩及其它的共生岩石组成,并具有由南向北渐次呈带状展布的空间结构。其中,蓝片岩带,西起陕、甘、川边境,向东经商南、鄂北、皖中,进入苏北地区,以富含青铝闪石、镁钠闪石为特征;高压榴辉岩带,西起陕西丹凤,向东经河南西峡和湖北枣阳、应山、红安、大悟,止于安徽宿松。其中,以湖北红安-大悟地区最为发育;超高压榴辉岩带,西起河南新县,向东经湖北英山及安徽太湖、潜山、岳西,向苏北、胶东延伸,部分榴辉岩及围岩含蓝晶石、柯石英(或柯石英假象),并在安徽太湖、潜山一带榴辉岩中有时含微粒金刚石,在湖北英山地区榴辉岩中已发现多处有“金刚石”印痕。上述蓝片岩带、高压榴辉岩带、超高压榴辉岩带,由南向北渐次展布,反映变质温度、压

力由南向北渐次增长,埋藏深度(或俯冲深度)由南向北渐次增大,高压、超高压变质作用并存,其间存在一个由蓝片岩相、高压榴辉岩相和超高压榴辉岩相组成的高压、超高压变质相系,而在折返过程中,则可能存在一个相对应的绿片岩相-绿帘角闪岩相-角闪岩相退化变质相系。

分布于湖北省北部及其邻区的高压-超高压变质带出现在秦岭-大别造山带内部,无疑是一次重大构造变质事件的产物,我们的野外地质、岩石学、矿物学 and 同位素地质年代学工作,不仅可以确定蓝片岩、榴辉岩形成时的热动力学条件和绘制出它们的  $P-T-t$  轨迹,而且还深信它们的形成与三叠纪时期的陆-陆碰撞造山作用有关,并固定在下插板块之上,然后又以构造岩片的方式从不同深度上升到地表,使之成为研究秦岭-大别造山带大地构造环境、深部构造、地缝合线位置和地球动力学条件的重要依据和窗口。

## 二、构造变质单元的划分

与任纪舜(1990)、张国伟(1988)、杨巍然(1989)等地质学家的划分方案不同,我们认为秦岭、桐柏、大别变质杂岩的各种地质特征都不同于周边地质体,为此将它们独立出来,这样秦岭-大别造山带可以进一步划分成三个次级构造变质单元(图 1-2,表 1-1)。即:

北部:北秦岭-北淮阳构造变质带

中部:秦岭-桐柏-大别变质杂岩带

南部:南秦岭-南淮阳构造变质带

### (一)中朝地台(克拉通)

中朝地台位于秦岭-大别造山带北侧,宝鸡-确山-肥东断裂为其南部边界,结晶基底是中国固结最早的克拉通地块。据任纪舜等(1983;1990)资料,最初陆核可能形成于 3000Ma 之前,至 2500Ma(阜平运动)陆核进一步扩大,主体部分于 2000Ma(五台运动)基本固结,中条运动(1700Ma)之后转化为地台型沉积,基底之上被中晚元古代、古生代沉积盖层覆盖。但志留纪-泥盆纪无沉积记录,石炭纪-二叠纪为滨海、陆相含煤建造,晚三叠世以后进入大陆边缘演化阶段,有大规模燕山期中酸性岩浆侵入和火山活动,盖层发生强烈褶皱和断裂。总体构造格局是内部断裂发育,褶皱带围绕古陆核分布。

### (二)扬子地台(克拉通)

扬子地台形成于扬子构造旋回(1000~800Ma),内部具有双重基底、双重盖层的地壳组成特征。其中,早期“川中式”结晶基底在湖北宜昌地区的黄陵变质杂岩中有孔兹岩系,同位素年龄为 2000~2900Ma 左右。晚期“昆阳式”结晶基底,由轻微变质(绢云母-绿泥石级)的神农架群、花山群及其相应地层组成,经扬子构造旋回之后,转化为地台型沉积。其中震旦系为起始盖层,不整合于双重基底之上;寒武纪-中三叠世基本上为连续沉积,仅泥盆系与志留系呈平行不整合接触;中三叠世之后转化为陆相沉积,反映印支构造运动的影响十分明显。扬子地台盖层虽然没有变质作用发生,但构造变形较为强烈,特别是在北部台缘区(或前陆褶皱带),一系列大体呈近东向展布、向南倒转的线形褶皱和向北倾斜的叠瓦状构造较为发育,并显示其构造成因与秦岭-大别碰撞造山作用密切相关。

### (三)秦岭-大别造山带

秦岭-大别造山带的各种地质特征明显不同于中朝、扬子地台,其内部相互呈断层接触的三个次级构造变质单元之间,也存在极大的差异性。

#### 1. 北秦岭-北淮阳构造变质带

北秦岭-北淮阳构造变质带夹持在中朝地台与秦岭-桐柏-大别变质杂岩带之间,相互呈断层接触(图 1-2)。该构造变质带主要由中晚元古代和古生代变质岩系组成,地质构造极为复杂,花岗质岩石丰富,经强烈压缩和走滑断裂切割之后,线形分布特征明显,现今露出最大宽度约 60km 左右。

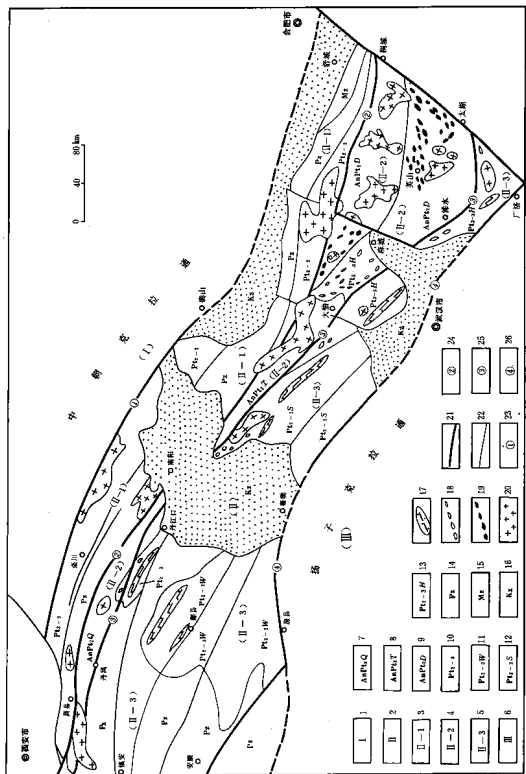


图 1-2 秦岭-大别造山带构造单元划分及其地质构造略图

Fig. 1-2 Schematic map showing the division of Qinling-Dabie orogenic structural units and geological structures

1. 中朝地台(克拉通); 2. 秦岭-大别造山带; 3. 北秦岭-北淮阳构造变质带; 4. 秦岭-桐柏-大别变质杂岩带; 5. 南秦岭-南淮阳构造变质带; 6. 扬子地台(克拉通);  
 7. 前中元古代豫皖苏; 8. 前中元古代桐柏群; 9. 前中元古代大别群; 10. 中晚元古界; 11. 武当群; 12. 随县群; 13. 红安群; 14. 古生界; 15. 中生界;  
 16. 新生界; 17. 重晶石; 18. 高压榴辉岩; 19. 超高压榴辉岩; 20. 花岗岩; 21. 边原群; 22. 一般新层; 23. 宝凤; 24. 马山; 25. 鄂东断裂; 26. 商县-桐柏-桐城断裂; 27. 高要-丹凤桐城新线-大悟-冷水断裂; 28. 城口-襄樊-广济断裂

表 1-1 秦岭-大别造山带主要地层单元特征与对比表

Table 1-1 Characteristics and correlation of main stratigraphic units in Qinling-Dabie orogen

中朝地台 南 缘		秦岭-大别造山带			扬子地台 北 缘
		北秦岭-北淮阳构造变质带	秦岭-桐柏-大别 变质杂岩带	南秦岭-南淮阳构造变质带	
中生代		内陆火山沉积、燕山期花岗岩		燕山期花岗岩	内陆火山沉积、燕山期花岗岩
早 中 生 代	中三叠世   泥盆纪	浅海相、海陆交互相碎屑沉积岩, 扬山群、梅山群(C)含煤层, (低)绿片岩相变质。	海西一印支期花岗岩	海相碳酸盐岩、碎屑岩, 轻微变质—基本不变质。	扬子 地台型沉 积盖层, 未 变质。
	志留纪   寒武纪	二部坪群、云架山群、大河群、丹凤群, 火山沉积岩系, 有蛇绿岩残留, 绿片岩相-(低)角闪岩相变质(中压型)。 陶湾群: 细碎屑岩、碳酸盐岩、(低)绿片岩相变质。	加里东期花岗岩	细碎屑岩、碳酸盐岩, 轻微变质(绢云母-绿帘石级)。 随(县)南、北大巴山地区基性火山岩发育, (低)绿片岩相变质。	
晚 元 古 代	震旦纪  志留系一泥盆系缺失, 未变质	华北地台型沉积盖层, 志留系一泥盆系缺失, 未变质	晚元古代花岗岩	上震旦统: 碳酸盐岩、泥砂质沉积岩、蓝闪绿片岩相变质(高压), 含蓝片岩。 耀岭河群: 基性火山岩建造, 蓝闪绿片岩相变质(高压), 含蓝片岩。	花山 群: 砾岩、砂岩、板岩、基性火山岩。
	寒白口纪	宽坪群、棠川群、信阳群、佛子岭群: 以碎屑沉积岩为主, 间有碳酸盐岩、基性火山岩, 绿片岩相-(低)角闪岩相变质(中压型)。信阳群、佛子岭群有可能为古生界。		碧口群、西乡群、武当群、随县群、红安群、张八岭群, 双横式火山沉积岩建造, 碧口群有蛇绿岩, 红安群有辉绿岩, 普遍有蓝片岩、蓝闪绿片岩相-绿帘角闪岩相变质(高压型)。	
中元古代	蓟县纪 长城纪				
前中元古代		太华群、登封群等, 中高级变质, 不同时代的花岗岩发育, 地台北部有孔兹岩。	大别群、桐柏群、秦岭群, 中高级变质, 大别群有榴辉岩, 桐柏群有孔兹岩。	崆岭群、康定群等: 中高级变质, 崆岭群有孔兹岩和不同时代的花岗岩发育。	

## 1) 中晚元古代变质岩系

中晚元古代变质岩系在北秦岭地区主要由宽坪群、棠川群组成, 相应的地层单元在北淮阳地区为信阳群、佛子岭群。其中:

宽坪群是最重要的地层单元, 是一套下部含基性火山岩和少量酸性火山岩的陆源碎屑岩-碳酸盐岩建造(林德超, 1990), 据丛日祥、刘国惠(1990)、张寿广(1990)研究, 宽坪群可能形成于弧后盆地, 至少经历了晚元古期区域动力热流变质作用, 加里东—早华力西期低温动力变质作用和燕山期热变质作用的改造。其中: 晚元古期为绿片岩相-绿帘角闪岩相-低角闪岩相变质, 局部含蓝晶石、十字石, 可能为中压相系。相应的构造变形以向北倾斜的区域性同斜褶皱和透入式结晶片理为特征, 变形变质具有多期性。万渝生等(1990)认为其下部变质基性火山岩具有大洋拉斑玄武岩成分特点, 产生于地幔亏损源区; 而王仁民等(1990)通过对桐柏山北部地区的宽坪群变质基性火山岩物质成分研究之后, 认为是一套大陆拉



斑玄武岩,完全可以排除洋壳存在的可能性。

栾川群位于宽坪群北侧,二者呈断层接触,有时超覆于中朝地台结晶基底太华群之上(屠森,1984),总体是一套上部为钾质火山岩,中、下部为含碳质浅海相碎屑岩-碳酸盐岩建造的火山-沉积岩系,其间变质作用以绿片岩相为主体,变形作用以倒转、平卧褶皱为特征。

佛子岭群位于大别变质杂岩北侧,相互呈断层接触,经绿片岩相-绿帘角闪岩相改造之后,形成一套变质砂岩、石墨片岩、云英片岩、云母片岩组合,内部构造变形强烈,其上被石炭系(梅山群)呈不整合覆盖(安徽区调队,1987)。佛子岭群向西延伸至河南信阳地区称信阳群,主要是一套云英片岩、黑云斜长片麻岩夹斜长角闪岩、大理岩组合,有时含蓝晶石,其上被石炭系(扬山群)呈不整合覆盖,构造变形强烈,变质作用以绿帘角闪岩-低角闪岩相为特征(河南区调队,1984)。但马宝林\*曾在佛子岭群发现过硬柱石、绿纤石、透辉石质绿辉石、黑硬绿泥石、文石等变质矿物,并认为佛子岭群、信阳群形成于低温高压环境,与其南侧的大别变质杂岩组成双变带。

北秦岭-北淮阳中晚元古代表变质岩系曾做过大量的同位素年龄测定,其中部分年龄值在600~1100Ma之间,另一部分则为350~460Ma左右,此外还有一些印支期、燕山期年龄值。对于这批年龄值的真实含义目前还有不同的解释,但多数研究者都把它们当成多期次变形变质的重要依据。至于佛子岭群、信阳群曾报导发现过头足类、腕足类化石,在一些文章和图中已将其置于古生代。

## 2) 古生代—早中生代变质岩系

本套变质岩系主要分布于中晚元古代表变质岩系南侧,沿着商县-桐柏-桐城断裂带呈近东西向断续延伸,其中早古生代变质岩系由陶湾群、二郎坪群及其相应变质地层组成,晚古生代—早中生代变质岩系发育不全,分布零星。

陶湾群的原岩是一套细碎屑岩-碳酸盐岩建造,内含三叶虫、介形虫等生物碎片(胡德祥等,1989),其上被二叠系呈不整合覆盖,同位素年龄为400~480Ma,地层时代大体相当于寒武纪-志留纪(张维吉,1988)。岩层经绿片岩相改造之后,形成一套千枚岩、碳质千枚岩、变质砂岩、大理岩组合,并伴有一系列紧密线形褶皱。

二郎坪群及其相应的地层单元漳滩沟群、云架山群、丹凤穹群、大河群分布于秦岭-桐柏变质杂岩北侧,呈狭长带状延伸400多公里,主要为一套火山-沉积岩系。其中火山岩类以基性熔岩为主,有超基性岩、放射虫硅质岩伴生,经王润三、杨巍然、张国维、王仁民等(1986—1990)分别研究,认为是残存的古蛇绿岩,反映早古生代时期曾一度出现过大洋地壳环境,其上被含腹足类、腕足类和珊瑚化石的碳酸盐岩、碎屑岩等沉积岩系覆盖。

此外,在秦岭变质杂岩南侧的商丹断裂带上,也有类似二郎坪群的古蛇绿岩,在那里称之为丹凤群。孙勇等(1988)将前者(二郎坪群蛇绿岩)称为北带,后者(丹凤群蛇绿岩)称为南带,其中南带蛇绿岩主要由镁铁质和超镁铁质岩石组成,可见枕状岩流和席状岩墙,相伴的沉积岩层具有复理石特征。

二郎坪群、丹凤群均有一批用不同方法测定的年龄值,为350~480Ma左右,且有古生物化石佐证,将其形成时代归宿于早古生代并没有太多的争议。但杨巍然(1989)、李曙光(1989)等认为丹凤群中的超镁铁质岩石(即松树沟超基性岩)并不属于丹凤群,而是更古老的残留洋壳。安三元(1985)在其中发现的榴辉(闪)岩,李曙光(1989)用Sm-Nd法定年为 $983 \pm 140$ Ma左右。此外二郎坪群蛇绿岩还有数个600~1000Ma的Rb-Sr、Sm-Nd、U-Pb法定定的年龄,刘国惠等(1993)认为其形成时代并不简单,有可能解体为两个部分,其中下部基性-超基性岩可能形成于晚元古代,而上部之沉积岩系则形成于早古生代,二者是后来的构造作用拼接在一起的。

二郎坪群、丹凤群及其相应地层单元均遭受以绿片岩相为主的区域变质作用改造,部分地区可达绿帘角闪岩相和低角闪岩相,有时含蓝晶石。相应的构造变形作用强烈而又复杂,它们是在不同构造环境下形成、以不同构造方式就位的蛇绿岩混杂带(张国伟等,1988),空间上具有显著的线形分布特征,并与区域构造线方位保持良好的 consistency。

\* 马宝林, 1986, 大别山东段双变带特征及其大地构造意义。