

东秦岭南带沉积盆地演化 及多金属成矿条件

徐 强 刘宝珺 许效松
杨志华 翟刚毅 著



西南交通大学出版社

东秦岭南带沉积盆地演化 及多金属成矿条件

徐 强 刘宝珺 许效松
杨志华 翟刚毅 著

西南交通大学出版社

(川) 新登字 018 号

内 容 简 介

把沉积环境、沉积作用特征、沉积盆地分析和地质构造、板块构造演化密切结合起来,并重视沉积盆地演化过程中全球性重大地质事件的记录,而且把盆地中矿产等有用元素的发展演化作为盆地演化中的一个重要部分,也就是通过造山带的沉积记录来分析造山带的形成和演化的详细过程。这就是我们提出的造山带沉积学基本思路。

本专著重点介绍了这一方法和思路在东秦岭造山带的实际应用。全面、系统地阐明了东秦岭造山带的沉积组成和古地理演化、盆地的形成演化和造山带的关系,模拟研究了盆地动力演化和早三叠世受米兰柯维奇旋回影响的碳酸盐台地沉积作用过程、盆地演化中的成矿作用。

本专著资料丰富、论述清晰、图文并茂、立论严谨、逻辑性强,可供造山带沉积学、造山带动力研究等方面的院校师生、沉积地质学家和野外地质科技人员参考。

东秦岭南带沉积盆地演化 及多金属成矿条件

徐 强 刘宝瑞 许效松
杨志华 翟刚毅 著

西南交通大学出版社出版发行

(成都 九里堤)

四川大学印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 7.125

字数: 170 千字 印数: 1—800 册

1994 年 9 月第 1 版 1994 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-81022-726-2/P·019

定价: 8.00 元

序

东秦岭造山带是中国板块构造的重要组成部分，此造山带的形成和演化及沉积地质学研究，不仅在国内而且在国际上也引人注目。我们曾在台地区进行过长期的沉积地质学的研究，很少涉及造山带的沉积盆地分析研究。从 80 年代以来，我们多次到过秦岭地区，被组成这个造山带的特殊沉积物所吸引。它的巨厚的沉积、复杂的相变、强烈的后期构造变动给我们留下了深刻的印象，特别是从紫阳到柞水横穿东秦岭南带，时代从震旦纪到三叠纪的造山带楔形沉积体，完整地记录了东秦岭造山带的形成和演化史。

感谢地质行业科学基金给予的资助，我们与陕西综合地质队进行了友好而愉快的合作，做了横穿东秦岭南带沉积学主剖面科学考察和多金属矿产关系的分析。对于这—个世界著名的造山带进行造山带沉积盆地分析，放眼于全球地质作用，以达到把造山带中沉积盆地演化与板块构造、全球海平面变化、物源供给、盆地的构造沉降以及天外事件影响等结合起来，企图从更深、更广阔的角度来探讨东秦岭造山带形成和演化。

随着板块学说的崛起，地质学家们对大陆边缘沉积学的兴趣与日俱增，特别是近几年来大陆动力学研究的提出，造山带沉积学的概念也逐渐明确。对秦岭造山带沉积盆地所进行的三年的分析和探索，获得了较全面的系统的沉积地质学研究成果。本专著的主要研究为：①造山带的沉积物组成格架；②造山带的层序地质格架和海平面变化；③造山带的沉积盆地性质和演化及动力成因；④造山带中重要地质旋回；⑤把矿产看作为造山带沉积盆地演化中的地质表现，根据“统一地质场”观点，分析其特点和形成规律；⑥综合分析全球和地球内外因素对盆地演化、全球海平面变化记录、物源供给、盆地构造沉降的重大影响。

本专著在以下三方面有其特色：

1. 国内外同行曾在克拉通区进行沉积学和古地理研究，获得许多重要进展，但对于造山带的分析研究，开展工作较少。本专著将沉积作用、沉积环境、沉积盆地演化与构造形变特征及板块构造演化密切结合起来，并考虑到全球重要地质事件，进一步结合岩浆活动与变质作用，分析中也引用了地球物理与地球化学资料，对造山带盆地的分析有所进展，甚属可贵。

2. 著作建立了东秦岭造山带的层序地层格架，获得若干新认识，并将“统一地质场”理论运用于造山带沉积过程中的成矿研究，从而对东秦岭研究区的沉积地壳组成结构和演

化以及成矿作用有了深刻认识。

3. 专著研究了东秦岭南带从震旦纪到三叠纪的沉积过程，在沉积盆地分析计算机模拟及旋回地层学研究方面很富特色。作者结合地球物理资料与构造、热力事件，首次提出东秦岭南带从裂谷盆地演化为被动大陆边缘、挤压盆地、前陆盆地，最后成为残留盆地的一系列演化模式，研究思路新颖，合理使用了国外新近的分析研究手段，从而使本专著在研究力度和深度上均能达到较高的水平。

值本书付梓之际，特为序。

刘宝珺

1994. 7. 26

前 言

1990年至1992年,成都地矿所和陕西地矿局综合队共同完成了东秦岭南带紫阳到柞水的沉积学主剖面的观察和研究,填补了本区沉积岩石学和沉积地质学的空白,为揭示秦岭造山带的形成和演化提供了科学依据。

东秦岭南带在元古代至三叠纪漫长的地质历史中经历了多旋回构造作用,但它始终保持大陆边缘环境。本带晋宁期为山弧型边缘,加里东期是具边缘裂谷系的被动大陆边缘,晚期挤压隆升,泥盆纪为走滑前陆盆地,石炭纪到中三叠世为板内盆地,以后陆内造山。对这类世界罕见、独特的大陆边缘进行研究,结合板块活动历史进行构造探索,不仅可以揭示秦岭复合造山带复杂演化的面貌,而且可为发展大陆边缘沉积地质学提供转换大陆边缘沉积盆地研究实例。多旋回复合沉积盆地在秦岭造山带沉积地壳中非常发育,这些盆地是成矿有利空间,研究其成矿条件可提供在长期发展的深大沉积盆地中寻找大型、超大型矿床的新思路。把沉积学研究方法引入造山带,对造山带1:50000沉积岩填图工作有着重要的指导意义,同时也将对大陆边缘区第三代岩相古地理图编制具有推动作用。

在学术思想上,该项研究把沉积作用特征、沉积环境、沉积盆地分析和地质构造、板块构造演化密切结合起来,并特别重视沉积过程中全球性重大地质事件的记录;同时根据秦岭造山带中矿产形成的多旋回特征,重视沉积盆地演化过程中矿产有用元素在盆地中分布及变化规律;在研究过程中,还保持与全球沉积地质计划(GSGP)研究内容同步,进行了东秦岭南带沉积地壳中的层序地层划分和对比格架的研究,对重大地质旋回作用进行探索,把沉积盆地演化与板块构造、全球海平面变化、物源供给、盆地的构造沉降以及天外事件影响联系起来,从更深更广阔角度来探讨东秦岭造山带的形成和演化,从一个侧面为中国板块构造学研究提供了新思路和新方法。

我国秦岭造山带的演化和沉积地质学研究,不仅在国内而且在国际上也为世人所瞩目,秦岭造山带以漫长的多旋回造山历程区别于世界著名的造山带,其造山方式很难用流行的俯冲或碰撞单一模式来表述,组成这个造山带的主要物质——沉积岩更为特殊,特别是东秦岭南带它以较稳定、长期发展不同于环太平洋、阿尔卑斯和科迪勒拉等世界经典造山带中沉积物组成和特征,说明秦岭造山带有独特的沉积过程和演化。当今世界上经典造山带中沉积和沉积地质学都作了相当详细的研究,特别是大陆边缘沉积学日益重视,因为大陆边缘沉积特征及其演化记录了造山带的形成、演化和消亡。通过横穿东秦岭南带从震旦系到三叠系剖面沉积标志的识别来认识沉积环境变化和沉积盆地性质及演化,查明其中多金属元素与沉积环境关系及其这些矿产在各种不同沉积盆地中分布和富集规律,同时进一步

结合岩浆活动、变质作用、地球物理和地球化学、古地磁资料，探索东秦岭造山带的板块运动演化过程。

《东秦岭南带沉积盆地演化及多金属成矿条件》研究内容主要是①东秦岭南带从震旦系到三叠系的沉积作用过程、沉积环境展布和变化、沉积盆地性质及其内部结构、层序配置和发展演化、沉积过程中重大地质事件；②从沉积作用、成岩后生变化、沉积盆地演化结合现代成矿理论，分析区内有代表性矿床的时控性、层控性和盆控性，探讨矿床的形成和沉积盆地演化的规律和特征，直接找矿和为找矿服务；③随着全球沉积地质计划在全球的推广和展开，在研究内容和技术方法上，增加秦岭造山带层序地层学以及沉积盆地动力学探索等沉积地质学前缘学科的内容，这样从更深入和更广阔的角度进行沉积盆地分析。

研究项目由刘宝珪教授负责。刘宝珪教授和许效松研究员多次赴秦岭进行野外地质工作、指导，并把国际最新的层序地层学研究带到科研和生产第一线。项目日常工作由徐强负责。参加项目的有徐强、许效松、朱晓镇（成都地矿所）、翟刚毅（陕西地矿局科技处）、杨志华、谢晓波、冯明仲（陕西地矿局综合队）。野外工作主要在刘宝珪教授指导、杨志华高级工程师组织和协调下，由徐强、翟刚毅、谢晓波、冯明仲完成。本研究报告是在刘宝珪教授主持下编写的，前言由刘宝珪、杨志华执笔；第一、二、三、四章由徐强、翟刚毅、许效松执笔，第五章由翟刚毅、徐强执笔，结语由刘宝珪、杨志华执笔。薄片和大部分化学测试分析是在陕西地矿局综合研究队磨制和完成，沉积盆地三维制图和三维动态模拟分析研究由成都飞机公司特种设备处徐三林帮助完成，旋回地层学数据快速富里叶变换处理由成都地矿所微机室邓昌蓉协助完成，图件由成都地矿所绘图室吴剑清绘。

项目研究工作由地质行业基金会、成都地矿所科技处直接领导，项目自始至终受到项目顾问尚瑞均总工程师的关怀，陕西地矿局科技处、地矿处、综合队给予了支持和帮助。西北大学张国伟教授、孟庆任博士，陕西地矿局区调队陈家义、曹建科，西安地院樊双虎讲师，陕西地矿局综合队王根宝、王永和、王伯颖等在资料、野外工作、生活方面给予了大力帮助，在此向他们表示真诚的谢意。

目 录

前 言

第一章 东秦岭南带沉积组成及特征	(1)
第一节 震旦纪—志留纪沉积组成及特征	(2)
第二节 泥盆纪—三叠纪沉积组成及特征	(19)
第二章 层序地层格架	(37)
第一节 层序地层学研究现状和基本要点	(37)
第二节 震旦纪层序地层格架	(40)
第三节 寒武纪—奥陶纪被动大陆边缘层序	(41)
第四节 志留纪陆源碎屑层序	(48)
第五节 泥盆纪走滑—前陆盆地层序地层	(50)
第六节 石炭纪—三叠纪残留盆地层序地层格架	(54)
第三章 东秦岭南带沉积盆地分析	(57)
第一节 沉积盆地演化与板块构造	(57)
第二节 震旦纪裂谷盆地	(58)
第三节 寒武纪—奥陶纪被动大陆边缘	(60)
第四节 志留纪挤压盆地沉积性质和特征	(65)
第五节 泥盆纪—中石炭世走滑前陆盆地特征及演化	(66)
第六节 石炭纪—三叠纪残留盆地	(70)
第四章 沉积盆地计算机模拟分析及旋回地层特征	(72)
第一节 从早寒武世快速热沉降、中寒武世成熟被动大陆边缘到泥盆纪前陆盆地计算机模拟	(72)
第二节 早三叠世受米兰柯维奇旋回影响的碳酸盐台地沉积	(79)
第五章 沉积盆地演化中的成矿作用	(86)
第一节 主要矿产分布	(86)
第二节 泥盆纪主要多金属矿床成矿地质条件	(89)
第三节 含矿建造及含矿层序	(96)
第四节 构造热事件、盆地演化与成矿	(99)
第五节 控矿条件分析与找矿方向	(101)
结 语	(103)
参考文献	(104)

第一章 东秦岭南带沉积组成及特征

关于秦岭造山带的研究,可以追溯到本世纪 20 年代,当时翁文灏认为它是燕山褶皱带,40 年代黄汲清把它当作华力西褶皱带,60 年代姜春发等指出它是印支褶皱带,70 年代以来,李春昱开始运用板块构造观点研究秦岭造山带,从而开创了地质研究的新阶段。虽然对秦岭造山带构造划分和演化有许多不同观点,但是大多数学者同意秦岭造山带内部可以划分为三个构造带:华北板块南缘构造带、北秦岭构造带和南秦岭构造带(图 1-1)。三个

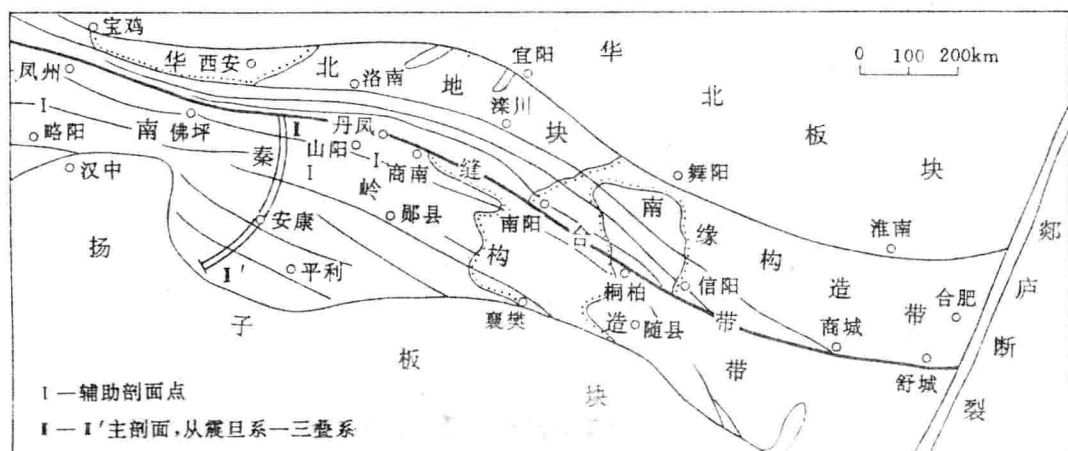


图 1-1 东秦岭造山带主要构造单元 (据张伟国, 1991)

构造带分别被洛南断裂和商丹断裂相隔,其中商丹断裂带被认为是华北板块与扬子板块之间的板块缝合带。组成东秦岭南带的沉积地层发育完善,通过对它的分析研究,可以比较客观、全面地探索重建东秦岭造山带形成和演化的真实过程(表 1-1)。

50 年代初开始的现代沉积学研究,将现代沉积、古代岩石和实验结合起来,从那时起,出现了浊积岩、碳酸盐岩和沉积构造的水力学解释等多方面的突破性进展。50 年代到 80 年代中期,随着地学革命——板块构造研究的蓬勃开展,板块构造和沉积作用相结合的盆地分析领域日趋成熟,达到可以综合地学各科以解决特殊问题的境地 (Klein, 1987)。目前研究更多的是用沉积、板块构造、火山岩、地球化学、水文资料和全球事件资料来对比分析沉积盆地演化过程的地球动力学。在沉积盆地分析时要注重盆地的形成、充填盆地沉积物的性质及其在沉积期间和沉积期后的作用,以及由地球动力驱动过程所控制的特殊事件发生时间的研究。80 年代中期以后,随着地球科学观念重大变革时代的来临,全球性概念——把地球作为宇宙中的一个点,地球的演化和沉积地壳的形成是太空、外太空与地球自身演化和相互作用的结果,现实主义的灾变观念,全球沉积地质计划的提出和实施等一系列新现象、新概念正在突破板块构造学说创立时的某些理论框架。因此,沉积地质学和岩相古地理也走出岩石学、沉积环境研究范围,通过沉积物来认识沉积盆地性质,恢复沉积盆

地在地壳形成演化中和地质体之间是如何发展演化,同时揭示在盆地中所发生的沉积作用、成矿作用的控制因素和机制。这些概念、观点的更新,使沉积地质学的研究从大洋走上大陆,从克拉通走进高度变形的大陆造山带。这样,板块的、区域的沉积盆地分析进一步扩展和深入到全球的沉积地壳性质和特征研究。在第28届地质大会上,沉积地壳研究是大会十四个主要专题之一,沉积地壳当前研究的内容具综合性、全球性,不仅涉及沉积学、地层学和大地构造,而且涉及地球化学、地球物理、古生物学和地热学,总的趋势是在分支学科研究继续深化的同时,多学科、跨学科综合研究得到大力加强,全球性问题受到极大重视(孙枢、刘宝珺等,1991)。项目以沉积盆地分析为手段,探讨东秦岭南带沉积地壳的增生、扩大、稳定及其与沉积盆地间的关系;另一方面又把沉积地壳看成是造山带内的构造演化、沉积演化以及重大地质事件和各种元素活动相互作用的结果和记录。

第一节 震旦纪—志留纪沉积组成及特征

一、东秦岭南带沉积地壳基底形成和基本特征

沉积地壳的基底对在其上发展的沉积地壳有重大影响。东秦岭南带的基底地壳在长期的地质演化中与扬子板块有密切的关系,属于扬子板块北部大陆边缘区。

原始扬子陆块可能形成于前1700Ma早元古代陆块,由川中地块、滇中地块、黄陵地块等组成,它在地质历史多次构造作用下,经历了复杂的裂解和拼合过程,形成褶皱带和大陆边缘增生带。随着扬子地块的雏形产生,太古代地层发生变形,形成以轴向NWW穹窿状为主的构造形式,并伴以区域性构造热事件产生低压相系的区域动力热流变质,及以钠交代为主的混合岩化,陆核增大,地壳开始增厚(陕西地质志,1989)。扬子地块北缘自南向北形成的火山碎屑-沉积组合(崆岭群、杨坡群)组成了地块核心部的基底,反映出扬子地块不断向北发展增生过程。

从1700Ma到800Ma,特别是在晋宁时期,扬子地块北缘为陆缘弧带,它与扬子地块西缘的龙门山-康滇陆缘弧带相连。陆缘弧的轴部为大量花岗岩基所侵占。花岗岩浆活动的同时伴有强烈的火山喷发。火山岩可以明显地分成两个带:轴带以陆相钙碱性中酸性火山岩为主,以扬子北缘的铁船山组和通术梁群为代表;外带为海相火山岩区,基性、中性和酸性各类岩石均有发育,但以中酸性岩类为主,同时以火山碎屑岩为主体,可以武当群、磨口群和张八岭群为代表。这些可能反映出扬子地块与华北地块之间有一次会聚历程。

武当群属于火山岩和沉积岩系大致各半的火山-沉积岩系,沉积岩以广泛发育的浊积岩层为特征;火山岩主要为钙碱性岩系,且基性岩类的成份较为复杂,由岛弧低钾拉斑玄武岩、深海拉斑玄武岩和碱性橄榄玄武岩等组成,尚存在少量粗安岩系^①、基性、超基性岩侵入。武当群的组合特征反映了岩浆弧外侧到弧前盆地构造环境。铁船山组火山岩与安第斯型火山岩相似,则进一步说明该岩浆弧带属于安第斯型陆缘弧带(潘杏南,1990)。

扬子陆块与华北陆块之间的这次会聚是不彻底的,这反映在弧前地区震旦系与下伏地

^① 王寿琼, 1989, 武当地区晚前寒武纪变质火山岩地层地球化学特征及形成环境初探。

层的接触关系主要表现为平行不整合超覆，角度不整合仅局部出现。角度不整合见于陆缘弧轴部及其后缘地带，远离后缘地带又逐渐变为平行不整合。

二、震旦纪时沉积组成及特点

东秦岭南带的震旦纪沉积地壳，各地发育程度不一，地层划分也有差异，其中徽县到旬阳一带震旦系上统可划分出陡山沱组和灯影组下、中段层位；下统由海相火山岩组成，下部以酸性火山岩为主，上部为中基性火山岩，二者呈平行不整合接触，而相应划分为郧西群和耀岭河群。高滩—兵房街一带的震旦系属于造山带与扬子板块过渡区沉积，只能依岩性特征分为上、下两统。紫阳—平利一带上震旦统也不易进一步划分（表 1—1）。

（一）下震旦统沉积地壳

从区域资料分析，震旦系沉积物不整合于前震旦系基底之上。

1. 郧西群

分布于商南赵川、安康牛山及平利等地的穹窿状复式背斜轴部，因在湖北郧西县一带发育而命名（陕西区调队，1961）。郧西群在研究区内出露不全，均未见底，为一套海相酸性熔岩及火山岩碎屑岩的层状火山岩系，上部有少量泥质岩，含碳泥岩及砂岩透镜体等沉积夹层，浅灰—灰绿为主，安康大河口、恒口一带具滨岸沉积特征。

从陕西区调 505 分队（1981）测制的安康牛山地区剖面分析，郧西群在岩相、厚度变化等方面具有以下特征：

（1）从郧西群中正常沉积的含碳粉砂质千板岩、板岩及灰岩透镜体看，反映出应属海相火山喷发产物，岩性特征为火山碎屑岩及熔岩交替出现组成七个韵律。从不同的岩相特征分析，大致划分七个喷发期，但各期之间并无较厚的和比较稳定的正常沉积岩相隔，故喷发具有连续性，并显示出由火山碎屑岩到熔岩的韵律。

（2）纵向上的每一岩性段（韵律层）一般表现为由粗火山碎屑岩（集块岩或火山角砾岩、角砾凝灰岩）到细火山碎屑岩（凝灰岩，局部夹沉凝灰岩）再到熔岩的完整序列，即反映由爆发逐渐转化为宁静溢流的过程。

（3）由第一到第三韵律下部岩组的火山碎屑岩之碎屑粒度以中等—细粒为主，第四到第五韵律以粗碎屑为主，第六韵律又以中等—细粒碎屑岩为主，第七韵律又以粗屑为主。这种变化特征，反映出郧西群火山喷发由比较弱—强—比较弱—强的过程，最终以强烈爆发为主而告终。

（4）熔岩特征在纵向上具有由石英角斑岩、角斑岩或粗面岩—角斑岩或石英角斑岩—流纹岩或粗面岩的变化特征，反映出本区郧西群熔浆是由富钠—富钾—富钠—富钾的振荡式演化。

（5）从火山碎屑在平面上分布来分析，火山碎屑岩北部较粗，向南逐渐变细，说明喷发中心主要在北部。

（6）本区郧西群厚度变化，在剖面上表现为从下向上为薄—厚的趋势，反映出郧西群随着火山喷发延续时间的增长，其喷发物堆积厚度渐增（主要是火山碎屑岩）；横向上总体反映出北东厚，而南西薄。这些大面积的火山角砾岩（部分火山集块岩）及较多的次细碧岩，具有近火山口的特征。

区域上，郧西群的岩相、厚度变化较大，安康牛山地区以酸碱性火山碎屑岩和火山熔

岩为主,从喷发相到正常沉积均有分布,并出现相当规模的近火山口粗碎屑岩相,预示这里为火山活动中心部位;商南赵川一带以细的酸性火山碎屑岩和火山熔岩为主,夹较多的火山碎屑和正常沉积岩,并出现粗火山碎屑岩,预示这里存在另一个火山活动中心;安康牛山以南的平利地区,以火山碎屑沉积岩及正常沉积岩为主,处于远离火山活动中心的海盆沉积环境(陕西地质志,1989)。

2. 耀岭河群

耀岭河群与郧西群相依分布,但其范围略有扩大,主要由一套中基性火山熔岩和火山碎屑岩组成,间夹酸性火山碎屑岩和熔岩,部分地区夹有正常沉积灰岩、碳质千枚岩,属海相火山喷发-沉积产物。总厚度 320—2000m。因在商南耀岭河一带发育而命名。

从陕西区调队 505 分队(1981)测制的安康牛山地区剖面分析,这个地区耀岭河群在岩相、厚度变化等方面的特征有:

(1) 耀岭河群与郧西群有迥然不同的富钠基性火山岩喷发,据其中所夹的绢云母片岩等特点分析,应属浅海海底喷发的层状富钠基性火山岩系,包括火山碎屑岩及熔岩,二者交替出现,构成由火山碎屑岩—熔岩的次一级韵律。由于火山喷发过程中的不均一性,使不同地段(区)剖面中出现的次一级韵律的多少有所不同,一般包括 3—10 个次一级韵律。各韵律之间为整合接触,说明火山喷发基本上是连续的。从本剖面分析,其喷发方式初期始于爆发,继之宁静溢流,中期以强烈爆发为主,晚期以宁静溢流而告终。

(2) 熔岩无论在纵向和横向上都比较稳定,枕状构造不发育,而气孔或杏仁构造较多,并且多分布在熔岩的顶部和底部。火山碎屑岩在纵、横向上变化强烈,一般从下向上由粗粒火山角砾岩变为角砾凝灰岩,再到凝灰岩为主,由北向南火山碎屑粒度由粗到细。

(3) 整个耀岭河群厚度在横向上变化由北向南逐渐变薄,从厚度及火山碎屑岩在平面上变化特征,反映出喷发强度北东边强西南边弱,火山活动中心可能处于牛山地区北东部。

商南赵川及耀岭河一带,以绿色片岩(绿帘绿泥阳起片岩、绿泥钠长片岩等)为主,夹大理岩及磁铁石英岩,厚度>1828m,由东往西火山活动由强变弱,岩石的基度减低,厚度变薄,表明火山活动中心在鄂陕豫交界一带。

紫阳洞河至平利一带,耀岭河群绕平利复背斜分布,自西往东由变质细碧岩为主过渡为绢云钠长石英片岩或绿泥钠长石英片岩,横向上由北向南熔岩减少,火山碎屑岩和沉积岩增多,说明本区距离火山活动中心较远。

3. 下震旦统未分

分布于高滩-兵房街小区,沿饶丰—麻柳坝—钟宝断裂北或东侧呈线状延伸。

从实测的紫阳麻柳坝震旦系剖面(图 1—2),并对比陕西地质志(1989)、1:200000 地质图(紫阳幅,安康幅修编,1988 内部资料),本剖面厚约 2000 多米,上岩性段为灰绿岩屑长石石英砂岩、灰绿砂岩夹粉砂板岩,含少量砂砾岩,顶部为浅灰绢云母钠长片岩,厚约 300m;中岩性段为块状灰绿含砾岩屑砂岩夹紫红色粉砂质板岩、含砾岩屑长石石英砂岩,夹少量灰绿板岩,厚度约 2000m。整套岩石呈块状,层面难于分辨,有两种基色调:灰绿和灰紫,常分段相间出现。所含砾石大小差异,一般 2—5cm,大者可达 40cm 以上,较明显呈漂砾状,分选性差,大小混杂,无方向性,磨圆度相差悬殊,有浑圆状,也有棱角状,其中以次棱角状者多数。砾石成分复杂,有花岗岩、玄武质细碧岩质、闪长岩质、安山凝灰质、脉石英、岩屑砂岩质、板岩成分等,但以岩浆岩砾石占优势,胶结物主要为绿泥石

地层系统			柱状图	厚度 (m)	沉 积 特 征	沉积环境
系	统	组				
志留系	中统	五峰河组			灰绿色板岩、粉砂质板岩、底部夹长石、石英砂岩、主要发育沙纹层理	陆棚 外陆棚
		陡山沟组			厚—薄层长石石英粉砂岩，细砂岩夹板岩，底部为1—2m的砾岩，发育浊积岩结构构造，具有复杂向上和侧向变细变粗旋迴，古流向为42°—335°	大陆斜坡—盆地 浊积岩 向上变细 向上变粗
	下统	斑鸠关组			粉砂板岩，沙纹层理，向上变粗变厚，中扇含碳板岩，粉砂板岩	浊流斜坡—盆地
		芭蕉口组		15	黑色粉砂质板岩硅质板岩、长石岩屑砂岩、发育槽模、包卷、粒序小型沙纹层理	斜坡—盆地
奥陶系	上统	权河口组		263	黑灰色条纹板岩顶部粗面长石石英砂岩发育粒序，冲刷面、小型沙纹层理、槽模等	盆地 大陆坡
	中、下统	高桥组		1050	上部绿灰板岩、含钙板岩夹灰岩薄层。下部含碳板岩、底部硅质板岩，局部见构造角砾岩，拉断灰岩串珠	大陆坡 外陆棚
		八仙组		557	厚、巨含粉砂角砾灰岩，角砾成分为同层组分，棱角状、杂乱排列	大陆斜坡 上部滑塌
寒武系	中统	八挂庙组		329	深灰厚层含粉砂泥灰岩，条纹发育，夹细粉晶灰岩生物碎屑灰岩，黄铁矿风化呈串珠状外貌	外陆棚
		毛坝关组		1929	厚层含粉砂泥灰岩，条纹构造发育，偶见小型板状斜层理和沙纹层理、小型的透镜状泄水、滑动包卷构造	大陆斜坡—外陆棚或陆隆区
	下统	箭竹坝组		548	深灰薄—中层泥质条带粉晶灰岩、粉屑灰岩、偶夹炭质板岩，沙纹层理、小型斜层理	悬浮快速沉积 外陆棚坡、上翻洋流等积岩
		鲁家坪组		670	碳质板岩、钙质板岩硅质岩及毒重石，重晶石矿含磷质结核，黄铁矿，条纹构造，小型沙纹层理，黑色硅质岩薄层夹硅质碳质板岩，厚层硅质条带粉晶灰岩	
震旦系	上统			202	灰色厚层细晶白云岩夹白云质磷块岩，顶部夹硅质灰岩薄层及硅质岩，水平层理	深水缓坡深海
	下统			2400	上部含砾岩屑砂岩夹岩屑砂岩，砾石成分复杂，有浑圆、有棱角状、局部发育含流砾板岩，地层为巨厚块状可见侵蚀面，粒序层理，夹几套紫红板岩 下部灰色板岩，含粉砂板岩，条纹构造	浅海冰水—重力流

图 1-2 紫阳高滩地区下古生代沉积柱状剖面图

和粘土矿物，颗粒比较细，呈鳞片状，含量约 45%。根据上述岩性特征，以及粒度分析资料，说明该段具快速沉积之特点，结合区域局部发育不十分典型的含漂砾板岩，板岩中有纹层构造、粒序层理及侵蚀面构造，认为这套沉积属浅海冰水-重力流沉积；下岩性段为灰绿含粉砂板岩，因受断裂影响，仅出露 72.8m。

在商南县—山阳县一带的陡山沱组之下和耀岭河群之上有一套 100—300m 厚的晶屑凝灰岩、凝灰质砂岩、凝灰质千枚岩及凝灰质砂砾岩，夹千枚岩及少量钙质板岩、大理岩、白云质灰岩等，底部普遍有一层凝灰质砂砾岩或砾岩。紫阳-平利小区的下震旦统也与商南—山阳一带类似，主要为浅海火山碎屑沉积。

综合上述，可以看出下震旦统沉积地壳特征为：活动性大，大量的火山活动形成了在拉张背景条件下的郧西和耀岭河群火山岩和火山碎屑岩系，显示出相当典型的裂谷带特征，特别是早震旦

世耀岭河群火山岩以基性火山岩为主，属碱性玄武岩系，在戈蒂尼-里特曼图解上它们落入 A 区（图 1—3）。此外还存在少量的碱性和酸性火山岩，与其组成双模式火山岩套，同时还有强碱性岩类侵入。而在近扬子地块

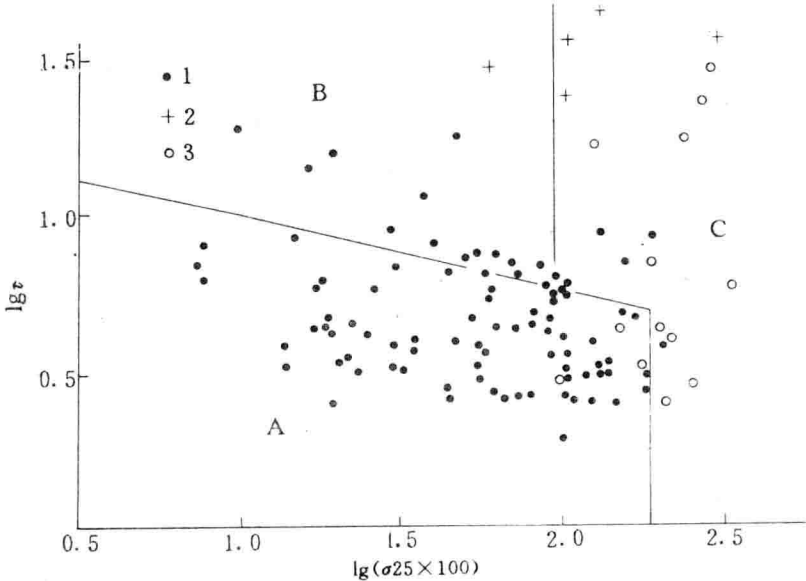


图 1—3 耀岭河群火山岩 $\lg \sigma - \lg (\sigma_{25} \times 100)$ 图解（王寿琼，1989）
1—细碧岩；2—流纹岩；3—角斑岩

北部边缘区则发育火山、冰川在浅海区的交融重力流——快速沉积。

(二) 上震旦统沉积

上震旦统沉积地壳在区域上位于山阳—商南一带，可以分为陡山沱组和灯影组，但在紫阳—安康一带则不能细分，仅仅大致对比。

1. 陡山沱期沉积特征

主要由陆源碎屑岩、泥质岩及碳酸盐组成。与早震旦世相比，这时期沉积地壳由不稳定向稳定转化，但在沉积上区域差异较大，还有较弱的火山活动，总体反映出海侵的过程。

在山阳—商南一带，陡山沱组下部为含火山碎屑砂岩、泥砂质灰岩、凝灰岩、凝灰质千枚岩，底部含砾，与耀岭河群平行不整合。例如山阳中村剖面（图 1—4），下部主要为凝灰质砂岩及凝灰质千枚岩，底部为 10—20m 的含砾凝灰质砂岩，其中有蚀变煌斑岩脉贯穿；上部为泥板岩夹白云质灰岩、灰岩、千枚岩。区域上，岩性、厚度有一定变化，在商南厚度 61—181m，山阳一带厚度 227m，镇安一带厚度急剧减少（47—50m），火山凝灰质成分

地层系统			柱状图	厚度 (m)	沉 积 特 征	沉积环境
系	统	组				
泥盆系					西岔河砾岩平行不整合于上	河流冲积扇
志留系	上统				上段:含燧石砾深灰—黑灰石英砂岩,粉砂岩、板岩 下段:绿灰中厚层粉砂岩夹长石石英粉砂岩,CD层序的外扇、局部发育小型滑塌和变形构造	陆棚 斜坡—盆地
	下统			1314	泥质岩夹藻层灰岩及硅质岩水平层理,沙纹层理褐灰中厚层细粒石英砂岩,底部有不稳定砾岩,低角度板状层理	斜坡 外陆棚 内陆棚 海滩
奥陶系	上统	两岔口组		1945	绢云母千板岩,板岩为主,以含黄铁矿泥质白云岩—方解绢云千枚岩—灰岩或白云岩组成多个沉积韵律	开阔台地
	下统	吊床河组		311	深灰中—厚层白云质灰岩,砂屑白云质灰岩夹泥质白云岩灰色碎裂微晶灰岩(构造角砾岩)	开阔台地
		水田河组		682	含燧石条带中—厚层微晶—粉屑白云岩,多见角砾或砾屑,发育数套风暴作用产物,具有底流作用特征	局限台地 潮上带 局限台地
寒武系	上统	蜈蚣堰组		494	泥晶白云岩和粉屑白云岩,发育沙纹小型板状斜层理,淡水交代花纹及干裂,每一个旋回几米	潮上带 ↑ 局限台地
	中统	岳家坪组		233	一套灰色中—中厚层白云岩,其间有数层紫红色泥质白云岩,沙纹,泥裂,小型板状斜层理	潮上带 局限台地
	下统	水沟口组		196	深灰微晶白云岩,从沙纹层理大型板状斜层理细屑浊积岩到30—40m碎屑流,黑页岩,磷结核、透闪石石墨	缓坡 大陆斜坡 次深海
震旦系	上统	灯影组		598	隐晶白云岩,藻白云岩、砂屑白云岩、顶部角砾白云岩(溶蚀)中厚—巨厚溶蚀花纹状白云岩夹微晶白云岩,藻白云岩;中厚层白云岩夹角砾岩,条带构造	潮坪 潮上带 局限台地
		陡山沱组		145	上段:绢云母千枚岩夹细晶灰岩,灰质白云岩 下段:灰色中—薄层砂岩夹千枚岩,凝灰质砾岩	陆棚
	下统	耀岭河群		339	上段:千枚状凝灰岩,绿帘阳起钠片岩,千枚岩 中段:中基性火山熔岩、含集块变质杏仁安山岩 下段:中酸性熔岩、变质杏仁状中酸性熔岩、千枚岩	浅海—次深海

图 1—4 山阳中村地区古生代沉积柱状剖面图

在山阳以东就基本消失(图1—5)。

2. 灯影期沉积特征

灯影组与陡山沱组为连续沉积,分布范围较陡山沱组广。在陡山沱组缺失地区,灯影组直接超覆在耀岭河群之上,如商南的汪家店地区,主要岩性为白云岩及少量灰岩、砂页岩。

在商南的汪家店地区,灯影组可以分为三段:下段是桔黄—浅灰、杂色角砾状粗晶白云岩(大理岩化白云岩)、褐黄色厚层—巨厚层泥质粗晶白云岩、糖粒状白云岩,厚度159—350m;中段是浅灰—灰白厚层泥晶—微晶—隐晶白云岩,藻类不发育,厚度160—275m;上段为灰—浅灰厚层泥晶、具虫蚀状白云岩及浅灰厚层状藻白云岩,厚度253—339m,发育藻纹层、帐篷构造、板状、槽状斜层理及沙纹层理。藻纹层从小型微波状的纹层到近椭圆的纹层。虫蚀状的花纹主要是由于暴露溶蚀作用产生,这种虫蚀状结构在边部为一黑色有机质薄泥膜,中部为亮晶、结晶白云石,花纹的形态有长条状、椭圆环状、栉壳状、蠕虫状。典型的沉积序列为潮间—潮上沉积序列,除此之外还发育中能浅滩沉积序列,剖面测量参数为:

- 1) 灰色中层状细晶—微晶白云岩,45cm。
- 2) 灰色—深灰色泥晶—微晶白云岩,发育虫蚀花纹,不规则地分布于岩石中,47cm。
- 3) 深灰色微晶—泥晶方解石,65cm。
- 4) 深灰—灰色粉屑白云岩,上部发育板状斜层理、潮汐束状体,44cm。束状砂细层或砂体厚度在0.6—1.3cm中变化,参数为1.3—1—0.6—0.5—0.4—1—1—0.9cm,基本上由8个潮汐束状体组成一个旋回,区域为全日潮区。
- 5) 灰色粉—砂屑白云岩,发育良好的中型板状斜层理,前积层角度比较小,26cm。
- 6) 深灰粉—砂屑白云岩,发育中型板状交错层理,板状层理中的前积层比较缓,前积层厚度在0.5—1cm之间变化。这种前积层的厚度变化可能与潮汐的干扰有关,27cm。
- 7) 灰色粉—砂屑白云岩,有小型潮汐层理、中型波状层理,波高3cm,波长25cm,此层厚度40cm。
- 8) 浅灰粉—砂屑白云岩,上部有中型板状斜层理,前积层较缓,97cm。
- 9) 灰色泥晶灰岩,发育虫蚀状花纹构造,2—3m。

上述沉积物具有明显的潮滩沉积特征。

在山阳的范家店一带,灯影组也由三段组成:下岩性段主要为灰色中厚层—巨厚层白云岩,发育条带构造,厚度260m;中岩性段为灰色—深灰厚层藻白云岩、虫蚀状白云岩,其中发育柱状叠层石,基部8—9cm,顶部在30cm内膨胀成15cm以上。发育大量的溶蚀状花纹,总体上由若干个潮坪到潮上带的旋回组成,厚度330m±;上岩性段总厚38m±,下部约30m是浅灰中—厚层藻纹层白云岩、砂屑白云岩,发育良好的藻层纹构造、条带构造、沙纹层理和大型板状斜层理,中部向上为约2.5m的藻白云岩,具有密集生长的柱状、枝状叠层石,发育原地抗浪构造。藻类主要呈柱状,大小一般4—6cm(最宽10cm),高14cm,藻的上部分枝,密集生长,具明显的抗浪构造特征,为藻点礁。藻纹层0.3cm—0.5cm,柱状叠层石属于*Tungussia*式分叉(轮生状分叉)。再向上部为3—5m厚的潮上带皮壳状蠕虫状白云岩、喀斯特溶解角砾岩,孔隙中发育渗流粉砂,氧化后呈粉红色,角砾大小不规则,从几厘米到30cm,次圆、次棱角状者多。上部皮壳状(蠕虫状)白云岩,皮壳边厚度0.5cm,花纹形状有圆形、椭圆形、不规则状,具暴露特征,大小3—5cm。震旦纪灯影组与寒武纪

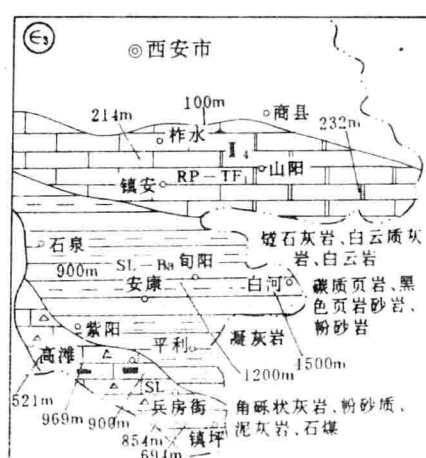
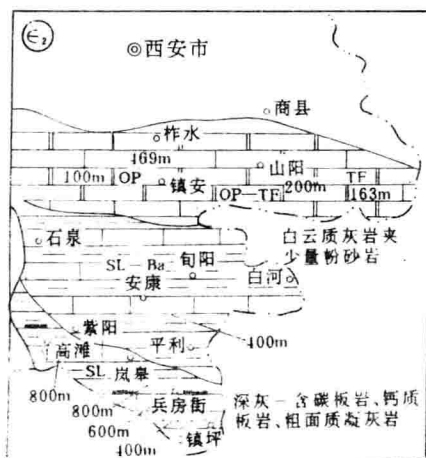
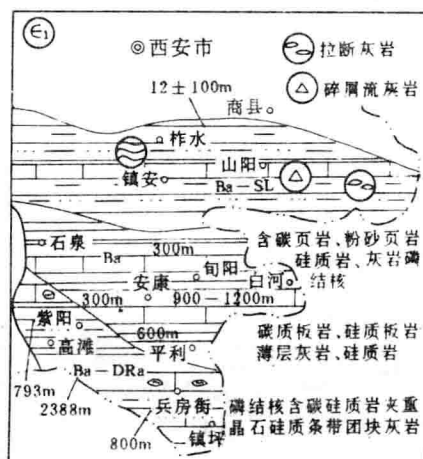
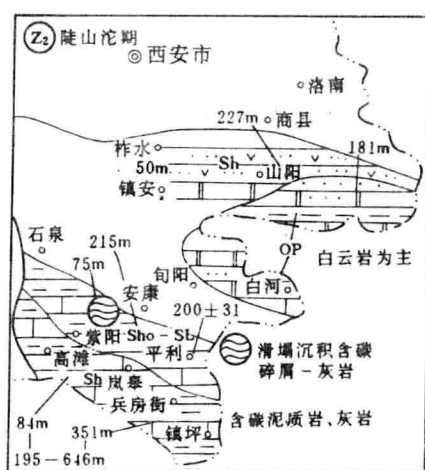
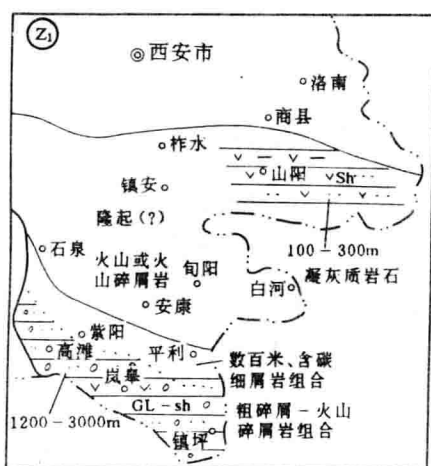


图 1-5 东秦岭南带震旦纪—三叠纪岩相古地理图

Sh—陆棚；GL-Sh—冰重力流；OP—开阔台地；Sho-SL—外陆棚 斜坡；

RP-TF—局限台地潮坪；DRa—深水缓坡；Ba-SL—斜坡-盆地；Ba—深水盆地