

鄂尔多斯盆地中部下中侏罗统 沉积体系和层序地层

李宝芳 李 祯 林畅松 等著
温显端 付泽明 周慧堂

地质出版社

鄂尔多斯盆地中部下中侏罗统 沉积体系和层序地层

李宝芳 李 楨 林畅松 著
温显端 付泽明 周慧堂

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

(京) 新登字 085 号

内 容 简 介

本书以沉积学、层序地层学和盆地分析的理论为指导,在野外大量露头观察及实测剖面资料的基础上,并结合钻井资料,系统论述了鄂尔多斯盆地中侏罗统沉积体系和层序地层特征,重塑了古环境,分析了成煤模式和油气远景,探讨了克拉通盆地陆相沉积层序地层的特征和构造和潮水面升降变化对沉积的控制。

本书为陆相沉积学研究的新成果,实际材料丰富,有大量附图、照片和写实断面,可供大专院校、科研单位和生产单位从事沉积学研究及煤油气的地质勘探人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

鄂尔多斯盆地中部下中侏罗统沉积体系和层序地层 / 李宝芳等著. — 北京: 地质出版社, 1995.7

ISBN 7-116-01920-0

I. 鄂... II. 李... III. ①沉积矿床—鄂尔多斯盆地—中侏罗世 ②层状构造—鄂尔多斯盆地—中侏罗世 IV. ①P611.2 ②P583

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 10279 号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑: 牟相欣

中国地质大学轻印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092 ¹/₁₆ 印张: 4.875 铜版页: 62 页 字数: 213000

1995 年 7 月北京第一版 * 1995 年 7 月北京第一次印刷

印数: 1-400 册 定价: 14.00 元

ISBN 7-116-01920-0

P · 1489

前 言

鄂尔多斯盆地是我国东部中生代能源矿产最丰富、保存最完整的一个巨大的沉积盆地。自 60 年代以来,地质部第三石油普查勘探大队和成都地质学院,陕西、内蒙古、宁夏地矿局,陕西、甘肃、宁夏煤田地质公司及长庆油田等单位分别在盆地内的不同地区先后进行了地质勘探和研究工作,证实鄂尔多斯盆地赋存着储量巨大的低灰、低硫、高热量的优质煤种和石油、天然气矿产。1986 年,地矿部科技司决定组织队伍开展“七五”科技攻关项目“鄂尔多斯盆地煤聚积规律及其与油气成因联系”的研究。项目负责人为杨起院士和李思田教授。本课题组承担了其中的一个二级课题,即“鄂尔多斯盆地(中北部)早、中侏罗世煤系、煤层形成环境及其对煤质的影响”。原计划选择北起榆林、南至延安和西经吴旗、姬源以至宁夏东部的两条剖面,研究下、中侏罗统沉积相、沉积体系类型和沉积环境对煤层、煤质的影响,研究期限为五年(1986—1990)。1987 年 5 月,地矿部科技司召开的课题负责人协调会决定将本课题组的研究范围限定在北起大理河、南至甘泉之间的东西向条带内。由于区内有聚煤作用发育的地区还不足研究区总面积的一半,而且在东部露头区没有可采煤层分布,西部煤层发育区又无岩芯或煤芯保存,因此,给煤层形成和对煤质影响的研究带来了困难。从本区揭露的地质规律和研究成果的侧重点和意义来看,对沉积体系、沉积相构成和地层层序的分析及沉积环境演化的研究超过了对聚煤特征的研究。因此,将课题研究题目作了变动,改为“鄂尔多斯盆地下、中侏罗统沉积体系的研究”,并得到部科技司和总项目负责人的同意。在此基础上,于 1986—1989 年夏季开展了野外工作及室内岩矿鉴定分析和综合编图工作;1990 年 6 月提交了研究报告。

课题组由李宝芳、李祯共同负责。大理河、延水河、西川河、安崖野外地表剖面实测由李祯、付泽明、周慧堂带领研究生葛道凯、徐勇为、吴朝东等完成,并由周慧堂整理成图;钻孔资料由周慧堂、徐勇为、吴朝东负责搜集;岩矿鉴定、粘土分析、压汞等由吴朝东送样,温显端、付泽明负责鉴定整理出了成果;李宝芳、林畅松观察了野外地质剖面并参加了洛河剖面的实测。野外照片由李宝芳、李祯、林畅松和周慧堂拍摄,显微镜下照片由温显端拍摄。写实断面由林畅松、周慧堂绘制。沉积断面和平面图由李宝芳、林畅松、李祯编绘。

报告编写主要由李宝芳、李祯、林畅松、温显端、付泽明、周慧堂等共同讨论完成,周慧堂并编出了图版及其说明的初稿。研究生王天顺、郑清文参加了部分野外工作,杨韧义参加了部分室内工作。

报告完成后于 1990 年 7 月由地矿部科技司组织部级评审会,经由何镜宇教授为主审的专家评审组评审通过,课题组根据评审组的意见作了修改补充,最后完成了正式报告并归档。

本书是在正式报告的基础上,结合层序地层学研究的新进展,由李宝芳、李祯、林畅松和温显端再次作了修改和补充,并由杨起院士和李思田教授审定后交付出版的。

课题组非常感谢陕西第八地质队，特别是李智民、赵金科工程师等给予的大力支持和帮助。他们不但提供了资料和车辆，还帮助选择了野外地表实测剖面，指点了地层分段和标志层层位，共同观察了无定河剖面 and 榆林地区岩芯。感谢李思田、杨士恭教授和地矿部科技司孙培基高级工程师等到现场共同讨论。感谢杨士恭教授在进行区域对比方面给予的帮助，孙善平教授对火山碎屑岩鉴定方面给予的指导和帮助，甘肃、宁夏课题组的金松桥高级工程师和张涛高级工程师等无私地提供了资料，大部分图件由本校绘图室赵玉栋、曹玉梅等工程师清绘；报告送审稿由孙媛婷打印，书稿由廖泳萍录入、排版，在此一并致以衷心谢意。

目 录

前 言	
绪 论	1
第一章 区域地质背景与侏罗纪地层	5
第一节 区域地质背景	5
第二节 侏罗纪地层划分及发育概况	11
第二章 富县组、延安组含煤岩系和岩相类型	13
第一节 富县组、延安组含煤岩系	13
第二节 岩相类型和特征	23
第三章 冲积沉积体系	27
第一节 冲积扇沉积体系	27
第二节 河流沉积体系	29
第四章 湖泊-湖三角洲沉积体系	42
第一节 湖泊-湖三角洲沉积体系的确立依据和意义	42
第二节 湖泊-湖三角洲体系中的沉积相	43
第三节 本区湖泊-湖三角洲体系的特征	72
第五章 层序地层和环境演化	74
第一节 层序地层单元划分	74
第二节 层序地层特征	78
第三节 沉积环境和垂向演化	87
第六章 煤沉积模式	97
第一节 河流煤沉积模式	97
第二节 湖泊-湖三角洲煤沉积模式	97
第三节 煤层分布规律与预测	105
第七章 砂岩的岩矿特征和储集性	106
第一节 砂岩的物质组分与岩石类型	106
第二节 砂岩的储集特点及评价	116
第八章 对内陆湖盆层序地层和沉积体系研究的新认识	124
第一节 对鄂尔多斯下、中侏罗统内陆盆地层序地层分析的新认识	124
第二节 对富县组、延安组沉积体系研究的新认识	128
参考文献	131
英文摘要	134

Contents

Preface

Introduction	1
Chapter 1 Regional Geology and the Jurassic Stratigraphy	5
1.1 Regional geology	5
1.2 Jurassic stratigraphy	11
Chapter 2 Lithofacies Types of the Fuxian and Yanan Formation	13
2.1 Coal Measures of the Fuxian and Yanan formation	13
2.2 Lithofacies types and its characteristics	23
Chapter 3 Alluvial Depositional Systems	27
3.1 Alluvial fan depositional systems	27
3.2 Fluvial depositional systems	29
Chapter 4 Lacustrine—Lacustrine Delta Depositional Systems	42
4.1 Reason and significance of the terminology of lacustrine—lacustrine delta	42
4.2 Depositional facies of the lacustrine—lacustrine delta	43
4.3 Characteristics of the lacustrine—lacustrine delta depositional systems	72
Chapter 5 Sequence Stratigraphy and Evolution of Depositional Environments	74
5.1 Division of sequence stratigraphy	74
5.2 Sequence stratigraphy characteristics	78
5.3 Depositional environments and verticle evolution	87
Chapter 6 Coal Depositional Models	97
6.1 Fluvial coal depositional models	97
6.2 Lacustrine—Lacustrine delta coal depositional models	97
6.3 Coal beds distribution and prediction	105
Chapter 7 Characteristics of Sandstone Minerology and Reservoir Property	106
7.1 Characteristics of sandstone minerology and lithotypes	106
7.2 Sandstone reservoir property and assessment	116
Chapter 8 Views on the Research of Sequence Stratigraphy and Depositional Systems of the Terrestrial Lacustrine Basin	124
8.1 Views on the sequence stratigraphy of the lower and middle Jurassic, Ordos Basin	124
8.2 Views on the depositional systems of the Fuxian and Yanan formation	128
References	131
Abstract	134

绪 论

一、研究内容、目的和意义

研究区位于鄂尔多斯巨型盆地的中部，工作范围以陕北为主。编图范围本应在西起定边、华池，东至大理河、甘泉的方圆 200km 范围内，但为了与邻区接图和便于鄂尔多斯盆地的汇总工作，更好地揭露自煤层发育区向无煤区过渡的情况，特将编图范围扩大，使之与周围邻区部分重叠，成为现在西起盐池、环县，东至无定河、富县方圆 240km 的范围（图 0-1）。编图面积达 57600km²。

本研究区范围虽大，但大部分地区缺乏可采煤层，钻孔分布不均匀，（某些地区又过于稀疏），资料年代较老；北、西、南三面相邻的内蒙古、陕西、宁夏、甘肃由不同单位进行勘探和研究，地层划分和煤层编号均不一致，造成横向对比的困难。选择本区开展研究工作，固然是考虑到本区属于整个鄂尔多斯中生代煤盆地总体研究不可缺少的一部分，更重要的是意欲探求从煤层发育区向无煤区过渡的环境解释，圈定煤层边界线，以及与油气储存潜力的联系。

在鄂尔多斯盆地中，除东部露头区被剥蚀外，北、西、南缘均有数层优质巨厚煤层发育，但向本区逐渐变薄尖灭。本区东南部素以地处中侏罗世鄂尔多斯大型湖盆深水区著称。课题组意欲通过对区内下、中侏罗统沉积相和沉积体系的研究，揭露煤层发育和变薄的范围、方向和环境；区分不同时期湖泊的水上、水下环境的沉积标志和界限，重点研究湖盆水下亚环境的沉积标志；鉴别出盆地中部的沉积体系；摸清物源供给方向和在早、中侏罗世的地质发展历史中盆地中部的环境演化过程；查明湖三角洲充填层序、厚度及旋回数；探求鄂尔多斯湖盆整体由形成至消亡过程中湖泊的类型、面积大小、水深、古气候、湖侵、湖退和洪水事件，以及与煤层和油、气矿产的储存关系等重要问题。上述研究对了解鄂尔多斯盆地总体的沉积格架、充填演化过程以及沉积模式的建立具有十分重要的意义。从理论意义来看，湖盆沉积体系特征和层序地层是当前湖泊沉积学的热点问题，很值得研究。本区湖泊水下分流河道沉积十分发育，与湖三角洲平原陆上分流河道沉积有明显区别，具备深入研究的条件。湖泊淤浅过程与多源河道的注入进积及湖湾决口充填关系十分密切，河湖演化和湖水升降期次在层序地层剖面上有所响应。依赖于大面积的露头和集体的智慧，通过研究已取得进展。从经济意义来看，圈定找煤边界，在杂基含量相对较多的水下分流河道砂岩内寻找孔渗性相对较好的砂岩储层，也是本课题研究的目的之一。无疑，这对今后能源矿产预测也很有意义。

二、研究思路、方法和技术手段

Frazier (1974) 通过对美国南部海湾盆地第四系沉积体系三维空间沉积体的研究，提出了在海或湖盆充填中辨认成因地层单元的概念模式。模式的建立遵循以下四个原则：①陆源碎屑是由水盆地以外搬运进来的。②碎屑物的输入和沉积作用不是连续发生的，是沉积期和非沉积期交替重复，并在某一特定时期内沉积物集中沉积在一定地区的；各单元

之间存在着时间间断。③由间断或时间界面所代表的时间间隔在横向上有变化,但全区至少有一个广泛存在的时间界面。④每个沉积事件与其上覆下伏地层之间是有间隔的,向盆地进积充填的进积相形成向盆地方向增厚的楔状体;同时发生的垂向加积相盖在进积相形成的平台之上,并向陆地方向增厚;最后海侵或湖侵相因盆地沉降、沉积物减少而盖在沉积单元之上。因此,每个沉积事件的结果构成一个基本的垂向层序,包括初始的进积相,同生的垂向加积相和最终的海侵相三部分。一系列沉积事件重叠,形成一个大的成因地层单元,叫做一个沉积幕(depositional episode)。每个沉积幕形成于基底水平或构造相对稳定时期,由海侵事件和间断面所限定。因此,海侵相和间断面是对比的标志,被视为成因地层单元的界面。对盆地充填中沉积构成单元(depositional architecture)的分析解释,包括确定沉积幕、间断界面的分布和性质、所含层理的样式、骨架砂几何形态等,是辨认沉积体系和相组成的基础。W.E.Galloway等(1983)在Frazier概念模式的基础上将成因地层分析方法成功地应用在海湾盆地找油勘探中,并在《陆源碎屑沉积体系》著作中作了总结。目前,由于地震地层学的发展和隐伏区勘探日益占重要地位,美国Exxon石油公司提出的层序地层分析方法已倍受重视。强调海泛面的层序地层学方法在湖泊沉积学领域内的应用,尚处于探索阶段,课题组在本项研究工作中作了初步尝试,并得到了比较满意的结果。

研究区除东部有露头外,下、中侏罗统大部分处于掩伏状态,只有钻孔测井曲线可供研究。课题组采用层序地层分析的理论和方法,强调了沉积层序分析、沉积体三维空间形态和相互之间的几何关系以及层序界面的研究。在对层序内的沉积体系的研究中,特别注重了对砂岩沉积格架和煤体厚度变化及空间分布的研究,同时注意了过程沉积学和比较沉积学的研究,通过对沉积过程的了解,探索相应产生的沉积相模式。沉积环境和沉积相分析,首先从地表剖面露头的详细观察描述入手,侧重对能说明沉积作用过程的岩石类型、沉积构造、动植物化石生态和保存情况、湖泛面、暴露面等的研究,从而确定沉积相。再根据沉积相的垂向层序和三维空间几何形态,识别沉积体系。

对掩盖区的研究,主要根据是测井曲线类型及其地质解释,可能条件下借鉴于对有限岩心的观察描述及其与测井曲线的对比。综合编图的目的是为了揭露沉积体的三维几何形态。首先,通过对地表露头古水流方向的实际测量,找出了本区主要沉积走向和倾向(在本区西部沉积倾向为从北西指向南东,北部沉积倾向为从北指向南);然后,编制了篱笆式的沿沉积走向或倾向的沉积断面图(见图0-1),并进行了横向对比。

对延安组层序地层单元划分的原则是以不整合面为界,对下切谷内充填河流沉积体系内的准层序以河道充填相粗碎屑沉积底部的冲刷面为界;对湖泊—湖三角洲体系内的准层序以代表湖泛的暗色泥岩底面为界。每个湖相垂直层序包括三个相:进积相、垂向加积相和湖泛相。进积相包括前三三角洲湖相泥岩和湖三角洲前缘砂质沉积;垂向加积相包括湖三角洲平原相;湖泛相由于沉积时碎屑物来源少,属于Frazier所指的沉积间断期,以湖相泥岩为代表,采用湖相泥岩的底面与其下伏的湖三角洲平原泥炭层沉积(煤层)顶面为界,这样更便于横向对比。根据以上原则将本区中侏罗统延安组划分为五个层序地层单元(即五个段),并以 5^{-1} 、 4^{-2} 、 3^{-1} 、 2^{-2} 等四个较稳定的煤层顶板为界,以进行全盆地的分析对比。对主要沉积相构成单元,在野外详细观察描述的基础上进行了沉积断面写实素描,展示相的内部沉积构造和结构特征。根据地表剖面相分析和垂向层序的观察,延安组

五个层序地层单元共包括冲积和湖泊—湖三角洲两类沉积体系，它们由 14 个基本的河流或湖泊—湖三角洲垂向层序组成。作者用图表说明了其横向变化，并与深部掩盖区钻井资料进行了对比，对全区钻井柱状均作了层序地层划分，同时按五个沉积期分别编制了地层厚度图、砂岩和煤层厚度图、砂泥岩比值图和含砂率图；还根据主要沉积相的空间配置编制了古沉积环境图。

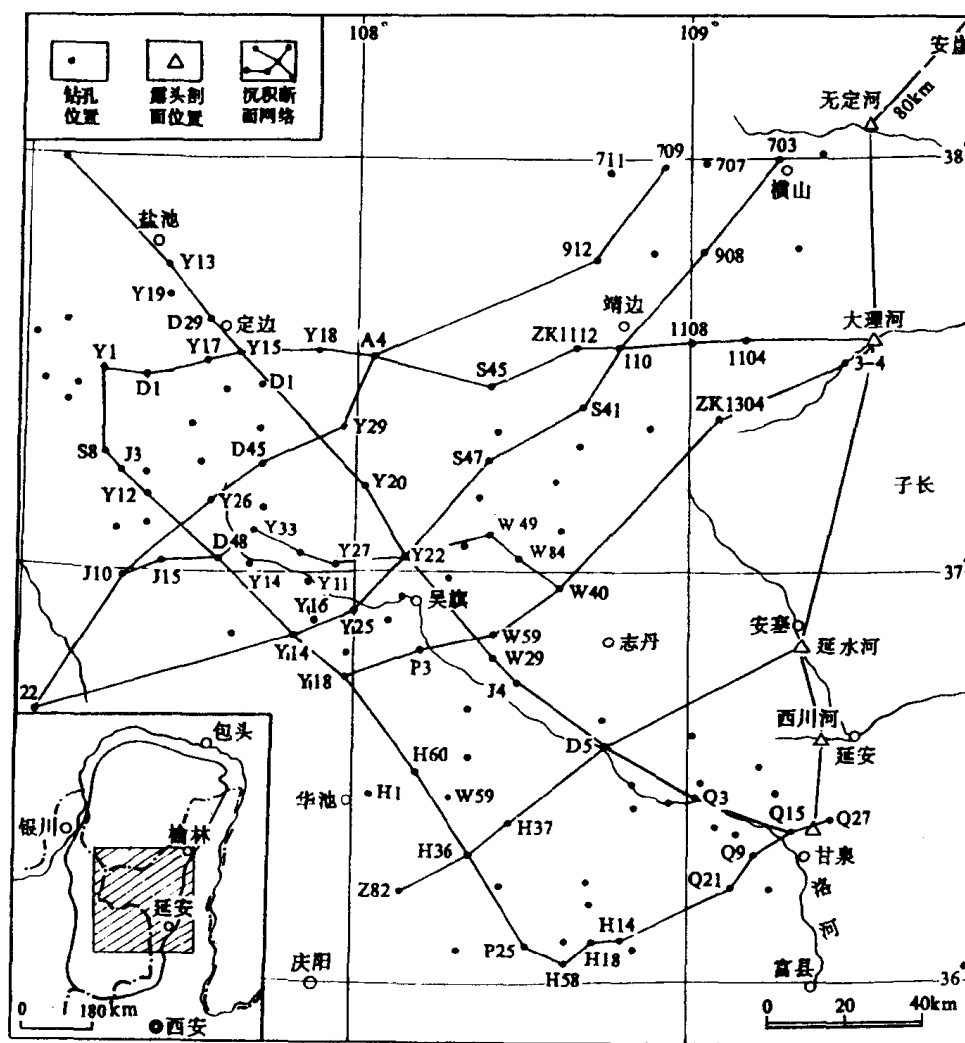


图 0-1 研究区范围和实际材料图

室内实验室工作，侧重砂岩的岩矿鉴定，配合部分岩样的阴极发光、孔渗测量和粘土岩的 X 光衍射分析，基本搞清了岩石的物质成分和分类、砂岩孔渗特征、成岩作用阶段，并对源区岩石组合特征作了初步分析探讨。

三、完成的实际工作量和主要成果

经过四年的研究工作，野外踏勘路线 180km，实测了大理河、延水河、西川河、洛河等 1: 200 岩性、岩相柱状剖面五条，总长 25km，地层总厚 2580m，对岩石的各项成因标志作了详细观察描述并测量了古流向；观察了无定河剖面 and 邻区钻孔岩芯，对 15 个钻孔岩芯进行了描述，搜集了 140 个井的钻孔资料，照相 1000 余张，分析测井曲线 100

余条, 绘制沉积断面素描写实图 19 个, 编制地层层序和沉积相剖面图 5 张, 沉积断面图 9 张, 各段地层厚度图、砂岩厚度图、含砂率图、砂泥岩比值图、煤层厚度图等 25 张; 测试分析岩矿鉴定各种样品 90 余个; 最后完成了书面报告一份, 共分八章、9 万余字, 附图 45 张, 附表 9 个, 图版 21 幅。

主要成果包括下列内容:

1. 分析了鄂尔多斯中生代煤盆地形成发展和演化的地质背景、盆地的大地构造类型和聚煤期构造演化阶段的性质, 发现了延安组与下伏富县组沉积间断的存在等。

2. 在富县组和延安组中辨认出并描述了 25 种岩相类型和 30 种沉积相构成单元。它们归属为冲积和湖泊、湖泊—湖三角洲两类沉积体系。分析了上述各种沉积相 (特别是湖泊和湖三角洲平原的水下沉积相) 的沉积作用过程及所代表的水动力条件。

3. 根据对鄂尔多斯盆地北部延安组层序地层单元的划分方案 (据李思田、杨士恭等), 将本区延安组亦划分为五个基本的层序地层单元 (即准层序组, 简称为段), 以便对整个盆地延安组进行对比。

4. 分别查明了延安组五个沉积期的沉积环境和演化, 以及沉积体系的空间配置关系, 探讨了控制环境演化的构造和气候因素。

5. 根据湖三角洲沉积向上变粗的垂向层序的厚度和湖三角洲水下分流河道砂岩最大层系厚度值, 推算了中侏罗世鄂尔多斯湖盆中心区和水下分流河道分布区的覆水深度, 分析了当时湖心区的覆水面积和湖泊持续发育的时期。

6. 分析了鄂尔多斯早、中侏罗世湖盆的性质、类型和古气候演变。

7. 通过砂岩的岩矿鉴定和物源分析, 基本搞清了不同沉积期物源的变化和陆源剥蚀区的岩石组合, 特别是延安组第三段砂岩中火山岩岩屑和晶屑及少量玻屑的存在, 指明延安组沉积中期物源区存在同期火山喷发事件, 为全区对比提供了重要的依据。

8. 讨论了延安组沉积期充填于湖盆中的多源河流沉积负载的性质和河流入湖的射流方式, 以及湖三角洲的形状和特征; 还分析了湖湾被决口水道和决口扇充填淤浅的过程及与聚煤作用的关系。

9. 辨认和描述了河流和湖泊—湖三角洲两种不同的聚煤沉积模式, 对比了聚煤特征差异, 论证了煤层尖灭线可作为湖岸线和区别湖三角洲水上和水下三角洲沉积相的界限。

10. 研究了砂岩的孔隙度和孔隙类型, 提出了寻找油气聚集目的层的具体意见。

第一章 区域地质背景与侏罗纪地层

第一节 区域地质背景

鄂尔多斯盆地位于中国东西部交接部位，地貌为西高东低的黄土高原。地表径流切蚀发育，其中黄河支流延水河、无定河、清涧河和洛河等深切黄土高原，沿河谷两岸地层倾角平缓（ $<10^\circ$ ）的中生界三叠系和侏罗系基岩大面积裸露，为在本区深入开展宏观沉积学的研究提供了极为有利的条件。

一、盆地的形成与演化

鄂尔多斯盆地，是西伯利亚—蒙古大陆板块和华北—塔里木大陆陆缘区在海西晚期对接拼合之后至印支运动早期，才从中国北部大陆及陆缘构造域中分化出来，为一重力负荷补偿作用形成的大型坳陷盆地（王鸿祯等，1985年）。在这之前，鄂尔多斯盆地作为华北古陆解体的一部分经历了复杂的形成演化过程。由构成盆地基底的太古宙和古元古代深变质结晶岩系可以看出，鄂尔多斯盆地经历了陆核形成和华北原地台形成的阶段。吕梁运动之后，在中元古代期间，随着华北陆台的形成和相邻洋壳（尤其是秦岭洋壳）对华北古大陆的俯冲作用，在地台周缘的裂谷系中发育了巨厚的长城系、蓟县系等浅海碎屑岩和深海碳酸盐沉积，而华北地台包括鄂尔多斯在内的大部分地区为古陆，在盆地的边缘地区的长城系、蓟县系沉积很薄。新元古代后期，经过晋宁运动而到加里东阶段，华北地台进入内部分异时期。早古生代早期（ $\text{C}-\text{O}_2$ ）在盆地西缘部分表现出拗拉槽和边缘裂陷槽的盆地机制特点而形成巨厚的深水相和斜坡带的泥质、硅质碳酸盐等沉积，在鄂尔多斯盆地内部为稳定沉降，接受了一套滨海相含磷碎屑岩和浅海碳酸盐沉积。中奥陶世，地台两侧受相邻板块俯冲对接，使华北地台隆起，直到中石炭世才再度下沉（王鸿祯，1985），使地台上缺失志留纪一下石炭统沉积。到了海西期，华北地台与西伯利亚—蒙古大陆板块对接拼合，使华北（包括鄂尔多斯）成为北部相对隆起向南倾斜的克拉通盆地。随着地势逐渐夷平和准平原化，盆地受到广泛海侵，形成了晚古生代石炭二叠系滨浅海含煤碎屑沉积，并连续发育了早、中三叠世的内陆开阔盆地型碎屑沉积。

从海西晚期进入印支期，由于古太平洋洋壳与东亚大陆之间相互作用增强，中国大陆开始出现东西分异的特点。来自华北盆地西缘和南缘的强烈逆冲、挤压和加载，形成了六盘—贺兰以东的挠曲盆地（flexural basin）或准前陆盆地，使中三叠世晚期到晚三叠世在鄂尔多斯盆地形成以华亭—石沟驿—平凉为沉积中心（厚2700—3300m）的内陆碎屑（局部含煤）沉积。随着华北地台进一步出现东隆西拗的分异，太行山以东地区抬升成为高地，鄂尔多斯地区完全与海域隔开并从华北地台中分异出来，形成轴向为南北向的矩形的鄂尔多斯盆地。

到印支晚期，随着扬子、羌塘板块向北拼合，以及太平洋板块和东亚板块继续联合作

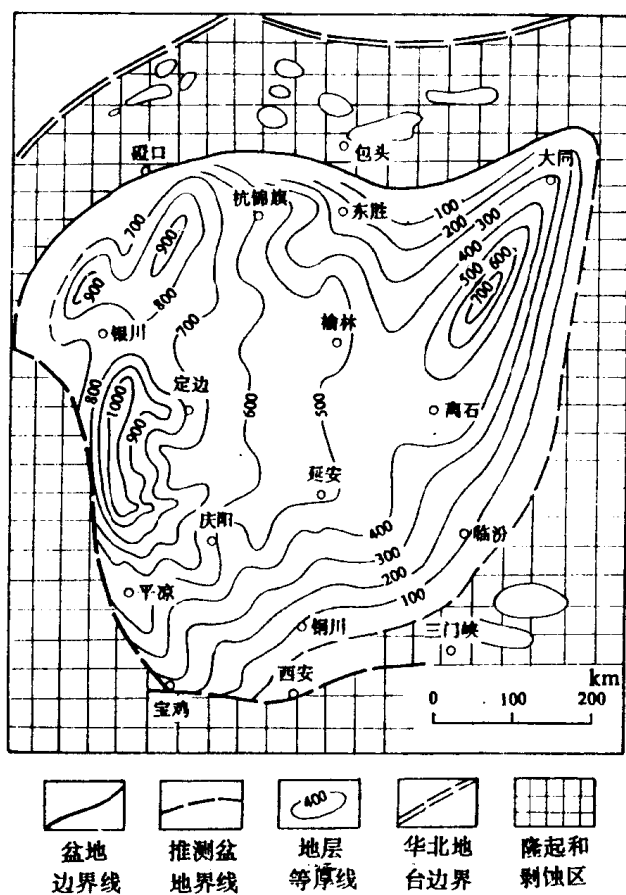


图 1-1 鄂尔多斯盆地中侏罗统厚度图
(据杨士恭等, 1992)

用, 鄂尔多斯盆地发生区域性整体抬升, 使三叠系沉积部分遭受剥蚀。到早侏罗世中期, 鄂尔多斯盆地进入挠曲盆地发育的间歇期, 重新开始幅度较小的沉降, 接受贺兰山—六盘山、古阴山和古秦岭剥蚀区的碎屑物质充填, 形成本区富县组湖相、河流相和残坡积相沉积。由于盆地基底处于稳定沉降, 盆地内经过富县组填平补齐, 地势变为平坦, 中侏罗世盆地开始广泛发育了一套河流、湖泊、湖泊三角洲沉积, 形成了分布面积广、厚度一般为 200—300m 的一套含煤岩系。由于从晚三叠世到侏罗纪以来盆地西部不断抬升, 盆地沉降轴不断向东推移, 沉积中心向东和东南迁移。除中侏罗世早期末, 鄂尔多斯盆地曾一度上升, 经过短期沉积间断之后部分地区沉降形成一套河谷低地环境和干旱—半干旱内陆湖泊环境的碎屑沉积外, 从整体来说下、中侏罗统厚度在盆地内变化幅度不大, 仅在西部出现较厚的地层 (图 1-1)。

到晚侏罗世—早白垩世, 由于燕山运动, 盆地西侧阿拉善地块等向东推挤逆冲, 鄂尔多斯盆地再次转化为前陆式挠曲盆地的机制, 贺兰—六盘再次隆起, 在其东侧形成前缘粗碎屑沉积 (沉积中心在盆地西南, 厚度可达 3000m)。由于盆地东缘继续上隆拱起, 盆地范围明显缩小, 盆内大部分地区缺失上侏罗统沉积, 仅在沉降中心部位有晚侏罗世的山麓相砾岩沉积。到早白垩世晚期, 鄂尔多斯盆地全面隆起形成了晋陕高地。最后, 在新生代喜马拉雅期, 鄂尔多斯盆地受到西部阿拉善地块进一步强烈推挤 (孙国凡等, 1983) 及太平洋板块向西对挤的联合作用, 盆地经过上新世短暂的再次沉降之后进一步隆起, 周缘形成多个地堑型断陷盆地, 标志着鄂尔多斯盆地的最后解体和消亡。

二、盆地构造

从盆地的形成和演化特点可以看出, 鄂尔多斯盆地是发育于稳定克拉通之上的叠合盆地, 由于它在后期经历了古生代地台稳定拗陷阶段及晚三叠世类前陆盆地机制的挠曲盆地阶段等, 所以盆地构造在不同阶段有着不同的特点: 盆地形成初期呈向西倾斜的箕状拗陷; 而后到盆地发展期 (侏罗—白垩纪) 盆地为南北向矩形波状拗陷, 拗陷幅度稳定, 差异性小, 呈极平坦 (1° — 3°) 向西倾斜的开阔盘状向斜, 后期构造微弱, 盆内构造简单

(图 1-2)。根据长庆油田和第三石油普查勘探大队的大量工作，鄂尔多斯盆地分为 11 个二级构造单元，作为本课题研究区主要涉及的又是构成盆地主体部分的“陕北斜坡”二级构造单元（图 1-3）中，除有零星的鼻状构造外，从航磁和重力资料等所反映的基底构造沿榆林—吴旗—环县和离石—延安有两条北东向的断裂，向北纬 38° 附近和向南庆阳一线与东西向构造相叠加。另外还发育了一组北西向的断裂。盆地周缘断裂系统，多为南北走向的逆冲断裂。南北两缘以隆起构造为主，伴有断裂构造。中生代盆地内岩浆活动不发育。构造的格局和不同时期的活动特点，对鄂尔多斯盆地中生代沉积面貌、煤聚集作用和物源供应特点都有重要影响。

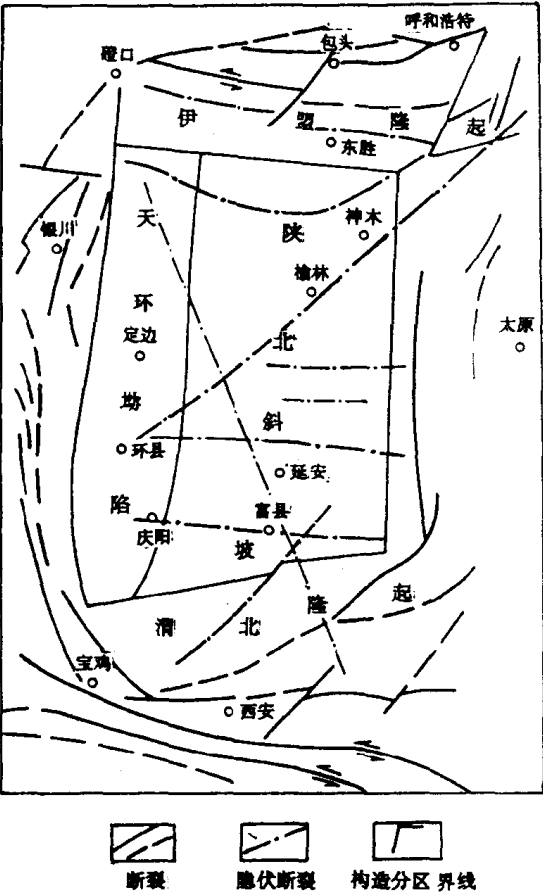


图 1-2 鄂尔多斯盆地区域构造略图
(据杨士恭等, 1992, 简化)

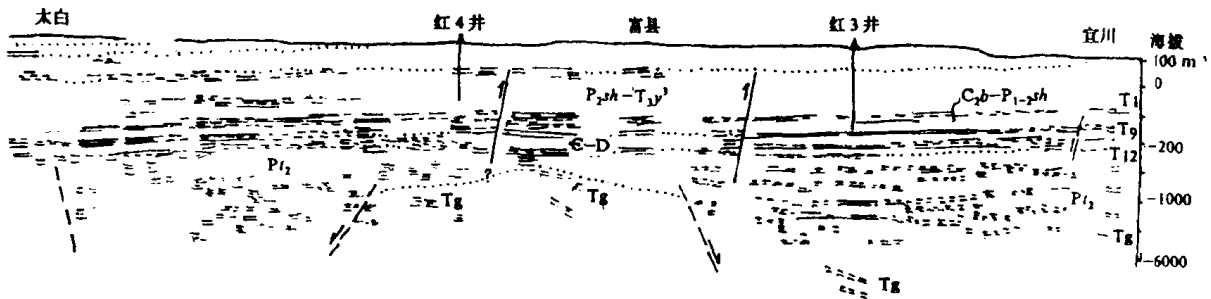


图 1-3 太白—宜川地震剖面图
(据长庆油田石油会战指挥部资料)

三、盆地地层发育特点

总括盆地的地层发育特点与华北地台一致，基底为前震旦亚界的一套老变质岩系，其上为上元古界和早古生代寒武系和下、中奥陶统，为一套碳酸盐岩系。中石炭世起又开始接受沉积，发育了石炭、二叠纪海陆交替相含煤地层和厚度很大的中生代地层（三叠系、侏罗系和白垩系）。最上部为新生代地层，覆于老的地层之上。各时代地层及主要特点见表 1-1。

表 1-1 鄂尔多斯盆地地层发育简表

界	地 层				厚度 (m)	岩 性 简 述	分 布
	系	统	组	代 号			
新 生 界		全新统		Q ₄	5—60	风成黄土、沙及泥炭，河谷中为沙粘土、沙	黄土原区、毛乌素沙漠等
	第四系	更新统	马兰组 萨拉乌苏组 离石组 午城组 三门组	Q ₃	5—>100	黄土状亚砂土、粉砂、细粉砂、黄土、砂砾及粘土	全区发育
中 生 界	第三系	上第三系	保德组	N ₂ ^b	<10—70	棕红色粘土岩、砂质粘土，底部有砂砾岩	彬县、定边、榆林、府谷等
		下第三系	清水营组	E ₃ q	<10—25	红色砂岩夹棕红色粘土及石膏透镜体	定边、灵武
	白垩系	下统	泾川组	K ₁ j	<10—170	桔红、浅红色泥岩、砂质泥岩、泥灰岩及含砾砂岩	千阳、陇县、东胜、盐池等
			罗汉洞组	K ₁ lh	106—233	棕红色长石砂岩、粉砂岩、灰紫色泥岩、粉砂岩夹灰白色细砂岩	陇县、旬邑、黄陵等
			环河—华池组	K ₁ h— K ₁ hc	320—530	紫红、灰绿色长石砂岩夹泥质粉砂岩、泥岩及少量沉凝灰岩	吴旗、志丹、千阳、定边等
			洛河组	K ₁ l	130—348	紫红色粗至中粒砂岩、砂砾岩夹粉砂岩	志丹、榆林、神木
			宜君组	K ₁ y	0—65	杂色砾岩夹砂岩、泥岩	黄陵、千阳
	侏罗系	上统	芬芳河组	J ₃ f	127—1147	红色巨厚层砾岩、紫灰色砂岩	盆地西南缘、千阳芬芳河
		中统	安定组	J ₂ a	52—160	紫红色、灰黄色泥岩、粉砂岩、砂岩夹泥灰岩	榆林、安塞、直罗等
			直罗组	J ₂ z	82—670	黄绿色长石砂岩、粉砂岩、泥岩、底部见含砾粗砂岩及石英砂岩	横山、富县、榆林等
		下统	延安组	J ₂ y ³ J ₂ y ¹	200—310 (个别地区>700)	灰白色中、细粒砂岩、粉砂岩为主，夹泥岩及少量含砾粗砂岩、泥灰岩透镜体，一般含煤10—20余层	全盆发育
			富县组	J ₁ f	<10—140	紫红等杂色含砾砂岩、粉砂岩、石英砂岩，局部夹泥灰岩、油页岩及煤线	富县、彬县、府谷、神木等

续表

界	地 层				厚度 (m)	岩 性 简 述	分 布
	系	统	组	代 号			
中生界	三叠系	上统	瓦窑堡组	T _{3w}	186—412	灰色、黄绿色厚层砂岩、粉砂岩夹煤及煤线，局部含可采煤层	宜君、富县、子长
			永坪组	T _{3y}	140—200	灰绿色夹灰白色厚层砂岩，夹灰色泥岩、粉砂岩	子洲、延川、黄陵等
			胡家村组	T _{3h}	57	灰绿、紫红色砂岩与粉砂岩互层，夹煤线和黑色泥岩	府谷、吴堡、铜川
			铜川组	T _{3l}	447—1010	上部灰绿、紫红砂岩、粉砂岩夹黑色泥岩、油页岩及火山岩，下部灰绿、肉红色砂岩、粉砂岩夹泥岩、炭质泥岩	铜川、泾县、窟野河
		中统	二马营组	T _{2e}	395—867	灰绿、紫红色泥岩、粉砂岩夹砂岩	府谷、吴堡、铜川等
		下统	和尚沟组	T _{1h}	42—183	棕、紫色含钙质结核泥岩、粉砂岩、细砂岩	全盆发育，出露于府谷、铜川等
			刘家沟组	T _{1l}	160—408	灰白、紫红色砂岩，暗紫色泥岩、粉砂岩	府谷、吴堡、渭北
古生界	二叠系	上统	石千峰组	P _{2sh}	200—285	紫灰色砂岩与紫红色粉砂质泥岩互层，夹泥灰岩和钙质结核层	全区发育，出露于府谷、渭北等
			上石盒子组	P _{2s}	200—300	暗紫红、紫灰色泥质岩为主，夹灰绿色长石砂岩和岩屑砂岩，底部见厚层含砾粗砂岩	盆地南缘、府谷
		下统	下石盒子组	P _{1x}	20—30	上部黄绿色砂岩泥岩互层夹煤线，顶部杂色粉砂岩，下部以灰绿色含砾粗砂岩为主夹砂岩、泥岩	府谷、兴县、韩城
			山西组	P _{1s}	30—40	灰白色砂岩与黑色、灰绿色泥岩、粉砂岩互层，含可采煤4—5层，最大厚度为10余米	府谷、兴县、准格尔等地
	石炭系	上统	太原组	C _{3l}	80—380	灰白色砂岩、黑色泥岩粉砂岩互层，夹生物碎屑灰岩、白云岩，含煤4—10层	全区发育，见于东、西缘
		中统	羊虎沟组	C _{2y}	54—563	灰白色砂岩、黑色泥岩粉砂岩互层，夹生物碎屑灰岩、煤层和煤线	盆地西缘贺兰山一带
			靖远组 或 本溪组	C _{2j} 或 C _{2b}	26—472 或 15—58	灰黑色泥岩、灰白色石英砂岩夹生物碎屑灰岩，煤线/黑色泥岩，灰白色石英砂岩夹煤线，下部为铝土岩，山西式铁矿	盆地西缘贺兰山一带/盆地东缘
		中统	马家沟组	O _{2m}	300—500	灰色、深灰色灰岩、白云岩、泥灰岩夹薄层泥岩	全盆发育，出露于盆缘
	寒武系			Є	200—600	深灰色灰岩，浅灰白色、浅肉红色石英砂岩、含砾砂岩	全盆发育，出露于东、西缘
元—太古宙	震旦系			Zn	> 1000	上部以硅质灰岩、白云质灰岩为主，下部以碎屑岩为主夹泥岩及铁矿层	盆地西缘、渭北等地
	前震旦系			AnZ	> 1000	上部为浅海碎屑岩和深海碳酸盐岩，下部为片麻岩、变粒岩、片岩、大理岩等	盆地基底出露于贺兰山等地区

第二节 侏罗纪地层划分及发育概况

侏罗纪地层在盆地中广泛发育，尽管部分地区由于基底隆起或顶部遭受冲刷（或剥蚀）变薄和地层发育不全，但全盆地都有侏罗纪地层分布，并在盆地东北缘的东胜、神木及东缘的延安、甘泉等地都有大面积连续出露，在盆地西缘和西南缘的汝箕沟、磁窑堡、华亭及彬县等地也有断续的露头分布。从整个盆地看侏罗纪与下伏的上三叠统延长组呈区域微角度不整合接触关系，其上与下白垩统志丹群为角度不整合和微角度不整合接触关系。

一、侏罗纪地层的划分

对于鄂尔多斯盆地侏罗纪地层的研究，从二、三十年代王竹泉等人开始至今的半个多世纪，广大的地质工作者作了许多工作，先后提出了多种地层划分方案，如表 1-2 所示。本文所采用的是作者参加的地矿部“七五”重点科技项目“鄂尔多斯盆地煤聚积规律及其与油气的成因联系”统一规定的方案，该方案是卢宗盛等人依据该课题组●几年来的工作，以及吸取了 80 年代以来进行煤、油气地质勘探工作和生物地层工作取得的最新成果提出的（表 1-2）。

表 1-2 鄂尔多斯盆地侏罗系划分沿革表

潘钟祥 (1934)		李德生 (1951)		地质部第三石油 普查勘探大队 (1974)			陕西省 1:50 万 地质图说明书 (1980)			陕北榆神府区 普查找煤报告 (1982)			本 文								
保安系 (K)				白垩系			白垩系			白垩系			白垩系	K ₁	洛河组						
上侏罗统	安定层	上侏罗统	安定层	中统 J ₂	安定组		中统 J ₂	安定组		中统 J ₂	安定组		上统 J ₂	芬芳河组							
					直罗组			直罗组			直罗组			安定组							
下侏罗统	瓦窑堡煤系	延安系	直罗组	侏罗系	中统 J ₂	直罗组		侏罗系	中统 J ₂	直罗组		侏罗系	中统 J ₂	直罗组							
			枣园层			第五段 第四段 第三段 第二段 第一段	中 — 下统 J ₁₋₂			延安群	中 — 下统 J ₁₋₂			延安组	枣园段 宝塔山段	中 — 下统 J ₁₋₂	延安组	第四段 第三段 第二段 第一段	中统 J ₂	延安组	第五段 第四段 第三段 第二段 第一段
		延安砂岩																			
		富县组																			
		三叠系		三叠系			三叠系			三叠系					三叠系						

●李恩田等，鄂尔多斯盆地东北缘延安组聚煤沉积体系，1990。