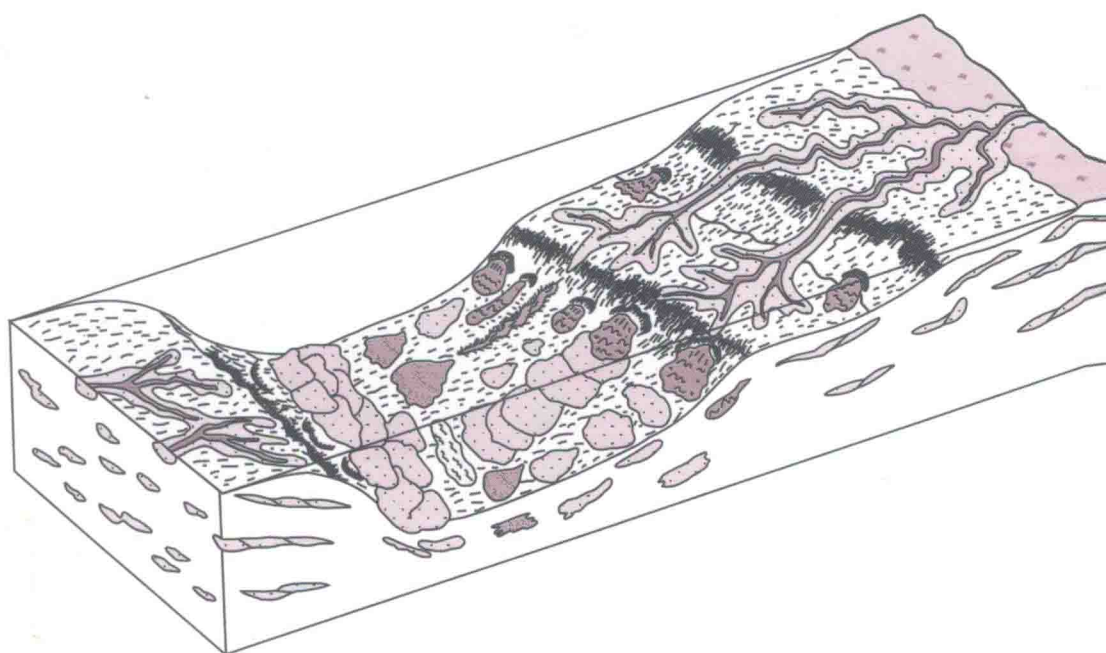


鄂尔多斯盆地

延长组若干石油地质问题分析

刘化清 李相博 陈启林 著
完颜容 郭彦如 廖建波



科学出版社

鄂尔多斯盆地延长组 若干石油地质问题分析

刘化清 李相博 陈启林 著
完颜容 郭彦如 廖建波



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书避免了过去“就盆地来研究盆地”的老思路,以全新视角讨论了延长组沉积时期鄂尔多斯原型盆地分布、盆地构造属性及后期改造、盆地层序划分、湖盆底形及其对沉积的控制作用、天环拗陷形成与演化、延长组下组合成藏规律等困扰盆地中生界石油勘探的诸多地质问题,取得了一系列创新地质认识。

本书可供从事盆地石油地质研究的学者、研究生及高年级本科生参考。

图书在版编目(CIP)数据

鄂尔多斯盆地延长组若干石油地质问题分析 / 刘化清等著. —北京: 科学出版社, 2013. 3

ISBN 978-7-03-036204-9

I. ①鄂… II. ①刘… III. ①鄂尔多斯盆地-石油天然气地质-研究
IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 303747 号

责任编辑: 王 运 韩 鹏 朱海燕 / 责任校对: 张怡君

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 东方人华

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 3 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2013 年 3 月第一次印刷 印张: 11 1/4

字数: 213 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

鄂尔多斯盆地是我国陆上最重要的含油气盆地之一，但因其地下岩层致密，被称为“磨刀石”，石油与天然气勘探开发难度极大。进入新世纪，长庆油田石油地质勘探工作者不断解放思想，提出了“三个重新认识”（即“重新认识鄂尔多斯盆地，重新认识长庆低渗透，重新认识我们自己”）的工作方针，使长庆油田迎来了思想上的大解放，带来了油气勘探开发的不断突破。其中，石油勘探形成了安塞之后有靖安，靖安之后有西峰，西峰之后有姬塬，姬塬之后有白豹、合水等储量超亿吨的资源梯队，新增石油探明储量连续多年以超过亿吨级的幅度快速攀升。2011年底，长庆油田油气产量已突破4000万吨油当量，成为名副其实的“西部大庆”。

作者有幸参加了新世纪以来长庆油田大发展的全过程。从2001年开始介入鄂尔多斯盆地中生界石油勘探研究工作，先后以中国石油天然气股份有限公司油气预探、勘探前期评价及长庆油田委托研究的30多个项目为依托，围绕制约盆地石油勘探的一系列地质问题进行了大量实际工作，取得了较大进展，较好地促进了鄂尔多斯盆地的石油勘探开发进程。具体讲，我们在鄂尔多斯盆地的石油地质研究可划分为3个阶段。

（1）开好头、起好步阶段（2001～2003年）。针对早期勘探程度较低、延长组区域地质研究相对薄弱的情况，与长庆油田研究院的同事一道对全盆地延长组沉积体系进行了系统成图，取得了两项地质认识：一是查明了不同时期沉积体系展布特征及其演化规律，明确了长8—长1段发育3套成藏组合；二是对整个油区沉积相和砂体展布特征进行了系统研究，认为盆地东北部长6期三角洲沉积体系向南延伸距离大，砂体横向叠置连片，西南部长8期发育辫状河三角洲沉积，砂体以条带状呈北东-南西向展布。这些认识在盆地油气勘探部署当中发挥了积极作用。同时，通过该轮研究工作，大家体会到，必须避免过去“就盆地来研究盆地”的老思路，必须跳出现今盆地的框架，进行原型盆地恢复，才有可能进一步解决盆地石油勘探和生产中面临的诸如勘探新区拓展等关键地质问题。

（2）注重基础、整体研究阶段（2004～2006年）。从区域构造、沉积等基础地质研究入手，对延长组沉积时期鄂尔多斯盆地原始沉积边界、物源方向、沉积

体系类型与展布进行了恢复。并结合后期构造运动，坚持整体与动态基本研究原则，预测了有利勘探领域或区带。该轮研究扩大了延长组有效勘探面积，为西北沉积体系的勘探与发现提供了依据。更重要的是，通过该轮研究，开阔了视野，为我们跟踪世界前缘，再次深入分析现今盆地地质问题奠定了基础。

(3) 贴近生产、深入研究阶段(2007~2009年)。瞄准勘探与生产中的热点、难点问题，综合利用野外地质露头、钻井资料及地震资料进行深入分析，取得了诸多原创性认识。例如，认为延长组的传统分层存在穿时性、长6—长7期湖盆中心存在大规模块体搬运沉积体系及砂质碎屑流含油砂体新类型、长8₁期盆地以“浅水湖泊三角洲”沉积为特色、长10—长9期湖盆从“泄水盆地”逐步演变为“汇水盆地”。此外，还提出了“天环拗陷最早形成于晚侏罗世，后期逐渐向东迁移至现今位置，前后累计迁移距离约30km”的新观点。所有这些认识必将为鄂尔多斯盆地中生界石油勘探部署提供较好的理论支持。

本书就是对上述三个阶段特别是后两个阶段地质研究成果的总结与提升，整理出版的目的在于“抛砖引玉”，真心期待国内同行积极参与，共同推动鄂尔多斯盆地的石油地质勘探研究工作，为建设“西部大庆油田”做出积极贡献，同时也希望能对国内其他盆地的油气勘探开发研究工作提供借鉴。

致 谢

特别感谢中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司及长庆油田分公司的项目与经费支持，正是他们的长期支持，才给我们提供了从事鄂尔多斯盆地石油研究的大舞台！

十年来，我们的研究工作还得到了许多领导、专家学者的大力支持，正是他们严谨的治学态度、务实的学术风范与敏锐的超前思维以及他们一次次的批评与鼓励才促使了我们认识的不断深入，也才有了这本书的诞生。他们是：中国石油天然气股份有限公司贾承造院士、赵政璋教授、赵文智教授、杜金虎教授、刘德来教授等；长庆油田分公司杨华教授、何自新教授、付锁堂教授、付金华教授、窦伟坦教授以及席胜利、张文正、蔺宏斌、喻建、刘显阳、蔺昉晓、罗安湘、毛明录、邓秀芹、魏新善、袁效奇、南郡祥、贺静、张雪峰、李士祥、李元昊、惠潇等；中国科学院兰州地质研究所王多云研究员、段毅研究员、王琪研究员、周世新研究员、吉利民研究员、李树同副研究员等；西北大学李文厚教授、刘池洋教授；西安石油大学杨友运教授；长安大学李荣西教授；甘肃省地质矿产局左国朝教授等；中国石油勘探开发研究院邹才能教授、顾家裕教授、王新民教授、魏国齐教授、陈孟晋博士、赵应成教授、卫平生教授、袁剑英教授等。

先后参加过本书研究工作的还有中国石油勘探开发研究院西北分院的魏立花、林卫东、白云来、郑希民、李天顺、王宏波、冯明、黄军平、房乃珍、王菁、龙礼文、郭维华、程玉红、马玉虎、房世平等，以及长庆油田分公司勘探开发研究院的凌升阶、王璟、郭正权、杜金良、杨亚娟、刘联群等，在此一并向他们表示衷心的感谢！同时感谢张景廉教授及薛莲花教授对本书文稿的细心核对和提出的宝贵意见。

目 录

前言

致谢

第 1 章 晚三叠世鄂尔多斯原型盆地的边界	1
1.1 原型盆地的概念	1
1.2 上三叠统地层划分与对比	2
1.3 晚三叠世原型盆地边界	3
1.3.1 盆地西北部沉积边界	3
1.3.2 盆地西南部沉积边界	5
1.3.3 盆地西部沉积边界	6
1.3.4 盆地北部沉积边界	9
1.3.5 盆地东部与南部沉积边界	10
1.4 晚三叠世物源体系与沉积格局	12
1.4.1 物源体系	12
1.4.2 沉积格局	15
第 2 章 晚三叠世盆地构造属性及盆地后期改造	19
2.1 晚三叠世盆地发育的区域构造背景	20
2.1.1 板块构造动力学环境	20
2.1.2 晚三叠世火山活动与动力学环境	20
2.2 晚三叠世盆地构造属性	22
2.2.1 盆地主体具克拉通拗陷盆地性质	23
2.2.2 盆地南(西南)缘具前陆盆地性质	24
2.2.3 盆地西北缘具裂谷盆地性质	24
2.2.4 盆地构造性质的地球动力学模式	26
2.3 几个问题的讨论	27
2.3.1 盆地西部前陆盆地问题	27
2.3.2 银川盆地构造演化问题	30
2.3.3 崆峒山上三叠统砾岩成因问题	30

2.4	晚三叠世原型盆地改造与残留地层保存	31
2.4.1	盆地改造作用	31
2.4.2	晚三叠世残留地层保存状况	33
第3章	延长组层序地层划分及传统分层的穿时性	35
3.1	延长组层序地层学研究思路	36
3.2	延长组层序地层格架的研究方法体系	37
3.2.1	露头剖面	37
3.2.2	湖平面变化	39
3.2.3	小波变换	41
3.2.4	测井曲线	43
3.2.5	地震解释	44
3.3	延长组层序划分结果及传统分层的穿时性	46
3.3.1	层序划分结果	46
3.3.2	传统分层的穿时性	46
3.4	延长组层序格架对油气分布的控制	48
3.4.1	T_3ySQ3 低位域 (长 8_1) 成藏	50
3.4.2	T_3ySQ4 低位域 (长 6_3 —长 6_1) 油气成藏	50
第4章	延长组湖盆沉积坡折带特征及其对砂体与油气的控制作用	52
4.1	延长组坡折带识别与特征	53
4.1.1	坡折带识别方法	53
4.1.2	延长组坡折带时空分布特征	55
4.2	坡折带对砂体的控制作用	57
4.2.1	对砂体成因类型的控制	57
4.2.2	对砂体厚度变化的控制	57
4.2.3	对砂体平面展布形态的控制	58
4.2.4	对砂体物性的控制	59
4.3	坡折带对油气分布的控制作用	59
第5章	延长期沉积中心迁移演化及其沉积响应	62
5.1	湖盆沉积中心迁移演化规律	62
5.1.1	向西迁移演化的证据	62
5.1.2	向南迁移演化的证据	73
5.2	湖盆迁移演化的沉积响应	77
5.2.1	向西迁移的沉积响应	77

5.2.2	向南迁移的沉积响应	79
5.3	湖盆迁移演化的地球动力学背景	80
5.4	湖盆迁移与油气成藏的关系	82
第6章	长8油层组浅水湖泊三角洲沉积特征	84
6.1	浅水湖泊三角洲研究现状及概念厘定	84
6.2	长8浅水湖泊三角洲主要特征	86
6.2.1	古地理环境特征	86
6.2.2	沉积相特征	93
6.2.3	沉积模式	97
第7章	延长组深水沉积中的块体搬运作用及砂质碎屑流分布	99
7.1	砂质碎屑流理论的精华与缺陷	100
7.1.1	砂质碎屑流理论的精华	100
7.1.2	砂质碎屑流理论的问题与缺陷	103
7.2	湖盆中心地区长6沉积物重力流沉积特征	104
7.2.1	沉积背景	104
7.2.2	延长组长6层段沉积物重力流类型及成因解释	104
7.2.3	延长组深水重力流沉积空间分布模式	111
第8章	天环拗陷迁移演化与拗陷西翼油气成藏	113
8.1	天环拗陷形成演化历史分析	115
8.1.1	地震剖面“层拉平”分析	116
8.1.2	“平衡剖面恢复”分析	117
8.1.3	拗陷轴部向东迁移的动力来源	119
8.2	天环拗陷核部向东迁移对油气成藏的影响	120
第9章	中生界低幅度构造成因类型及其对油气分布的控制作用	122
9.1	低幅度构造空间分布	122
9.2	低幅度构造成因机制分析	125
9.2.1	延长组内的大型鼻状隆起成因分析	125
9.2.2	局部低幅度隆起构造成因分析	127
9.3	低幅度构造与油气分布的关系	131
9.3.1	东斜坡低幅度构造与油藏分布	131
9.3.2	西斜坡低幅度构造与油气成藏	134
第10章	延长组下组合油气来源与成藏模式	136
10.1	样品采集与分析	137

10.2	油气来源分析	138
10.2.1	长9原油来源	138
10.2.2	陕北地区长10原油来源	140
10.3	成藏期次分析	144
10.3.1	长9油藏成藏期次	144
10.3.2	陕北地区长10油藏成藏期次	149
10.4	成藏主控因素分析	150
10.4.1	姬塬地区长9油气成藏	150
10.4.2	陇东地区长9油气成藏	150
10.4.3	陕北地区长10油气成藏	153
10.5	成藏组合与模式探讨	153
参考文献		155

第 1 章 晚三叠世鄂尔多斯原型盆地的边界

鄂尔多斯盆地是我国陆上最重要的含油气盆地之一，对中国的油气工业起着十分重要的作用。随着鄂尔多斯盆地中生界石油勘探的不断深入和勘探范围的扩展，现有的石油勘探领域已不能满足油气储量增长的需求，必须寻找新的勘探领域和勘探接替区带。走出现今盆地的框架，从“原型盆地”的概念出发，从盆地演化的角度了解中生代盆地的构造特征、沉积背景和沉积体系的分布，进而对中生代时的“大鄂尔多斯盆地”的有利含油砂体展布进行预测，指出石油有利勘探区带及勘探部署方向，是目前乃至今后一段时间内鄂尔多斯盆地石油勘探和生产急需解决的问题。

1.1 原型盆地的概念

原型盆地是指“受单一动力机制所产生的盆地沉降类型和结构实体”（张渝昌，1997）。原型沉积盆地在后期构造运动中受到改造而成现今残留盆地。为了对沉积盆地的含油气性作出客观的评价，必须进行原型盆地恢复。在此研究基础上，确定现今残留盆地在原始盆地（特别是发育鼎盛时期的原始盆地）的构造部位及沉积环境，与（主）生油洼陷的空间关系，进而评估现今残留盆地改造前后的成藏条件和资源规模（刘池洋、杨兴科，2000）。

现有资料表明，鄂尔多斯盆地及周边地区上三叠统比较发育，在盆地西部的六盘山盆地、河西走廊与北祁连地区以及盆地东部的晋南、豫西及东秦岭地区都有分布，且有些地区的上三叠统与盆地内部在岩性、岩相上相似，也具有一定生烃潜力。那么，在晚三叠世沉积时，上述地区与鄂尔多斯盆地是什么关系，究竟是一个统一的盆地，还是若干个相对独立的盆地？虽然个别学者很早注意到晚三叠世在华北地区存在超大型盆地（刘绍龙，1986），但总体而言，对这一问题的研究较肤浅，目前还没有取得共识。本节将围绕该问题，首先从鄂尔多斯及周缘地区晚三叠世地层的分布出发，在系统总结前人资料的基础上，结合多年野外调研实践，进行系统的晚三叠世原型盆地恢复工作。

1.2 上三叠统地层划分与对比

鄂尔多斯盆地及周边地区上三叠统划分主要参考了《甘肃省区域地质志》、《宁夏回族自治区区域地质志》、《内蒙古自治区区域地质志》、《山西省区域地质志》、《陕西省区域地质志》及《河南省区域地质志》，地层分区、划分方案及对比见表 1.1。

表 1.1 鄂尔多斯盆地及周边地区上三叠统划分对比表

统	河西走廊地区	六盘山地区	鄂尔多斯盆地		山西境内	河南济源	东秦岭
上三叠统	南营儿群	窑山组	延长组	长 1	延长组	谭庄组	上三叠统 (未细分)
				长 2		椿树腰组	
				长 3			
				长 4+5			
				长 6			
				长 7			
				长 8	铜川组	油坊庄组	
				长 9			
				长 10			

需要说明的是，关于中三叠统与上三叠统的地层界线一直存在争议。一种观点认为鄂尔多斯盆地的延长组为晚三叠世沉积；另一种观点认为“张家滩页岩”及其下部地层时代属于中三叠世，该页岩层之上地层时代属于晚三叠世。近年来，邓秀芹（2009a）提出延长组“张家滩页岩”之下的粗碎屑岩建造（即长 8—长 10 油层组）属于中三叠统，“张家滩页岩”及其以上地层为上三叠统。陈安清等（2011）通过对延长组事件沉积的研究也得出相同的认识。在河南豫西地区，大多数学者将油坊庄组划为中三叠世沉积，其上的椿树腰组与谭庄组划为晚三叠世沉积（彭兆蒙、吴智平，2006；齐永安等，2007），少数学者认为油坊庄组与鄂尔多斯盆地延长组下部长 8—长 10 油层组相当，属于晚三叠世沉积（周新科等，2005），也有少数学者虽然将油坊庄组划为中三叠世沉积，但根据其所含植物群组合面貌，认为与陕北铜川组相当（薛松鹤，1988）。作者在大量野外调查的基础上，并参考了前人的研究资料，发现河南豫西地区油坊庄组岩性特征和沉积旋回与鄂尔多斯盆地延长组长 8—长 10 油层组或铜川组有一定相似性，应该是

同一地质历史时期的产物，其时代划归中三叠世晚期较为合理。鉴于目前对延长组的时代归属并没有形成广泛共识，为了尊重油气勘探部门多年来形成的地层划分习惯，本书仍然将其时代归为晚三叠世。

依据上述地层对比方案，上三叠统在鄂尔多斯盆地及周边地区发育广泛，只是在不同地区其组段命名存在差异，如六盘山地区窑山组、河西走廊地区南营儿群、山西境内的延长组与铜川组以及河南济源的油坊庄组、椿树腰组与谭庄组等均与鄂尔多斯盆地延长组为同期沉积。

1.3 晚三叠世原型盆地边界

虽然鄂尔多斯盆地与周缘晚三叠世地层存在诸多相似性，但仍难以确定晚三叠世在华北地区存在超大型盆地。下文将以野外露头（图 1.1）、地震资料等为基础，通过相带分布、地层接触关系以及物源区分析与古水流方向的测量，对晚三叠世原型盆地边界进行恢复。

1.3.1 盆地西北部沉积边界

延长组沉积时期盆地西北部沉积边界为阿拉善台隆东边缘的贺兰山西缘断裂带，有以下证据。

1. 贺兰山西缘断裂带东西两侧的地层分布、构造演化特征差异明显

贺兰山西缘断裂带西侧的阿拉善台隆主体为华北板块西北部新元古代—早侏罗世的长期隆起区。阿拉善台隆主体部位中、晚侏罗世地层与中元古界阿拉善群呈角度不整合接触，之间缺失新元古界、古生界及三叠系，也不发育早侏罗世及中侏罗世早期地层。震旦系和石炭系仅在阿拉善台隆边部发育，向其主体部位超覆，表明该陆块为长期隆起的刚性地质体。巴彦浩特盆地与鄂尔多斯盆地西缘邻接，发育寒武系、奥陶系海相灰岩、碎屑岩和石炭系海陆交互相砂、泥岩互层夹煤层的沉积，总厚度为 1100m，向北超覆、变薄或尖灭于阿拉善台隆主体之上；中侏罗统直罗组或上侏罗统芬芳河组不整合覆盖于石炭系不同层位之上，缺失二叠系、三叠系和下侏罗统，表明该盆地在印支—燕山运动早期隆起剥蚀，于燕山中期才沉降接受中侏罗世沉积。而贺兰山西缘断裂带东侧的鄂尔多斯盆地发育中、上三叠统纸坊组和延长组（宁夏回族自治区地质矿产局，1989；内蒙古自治区地质矿产局，1991）。贺兰山西缘断裂带无疑控制着其两侧不同构造单元的剥蚀与沉积作用。

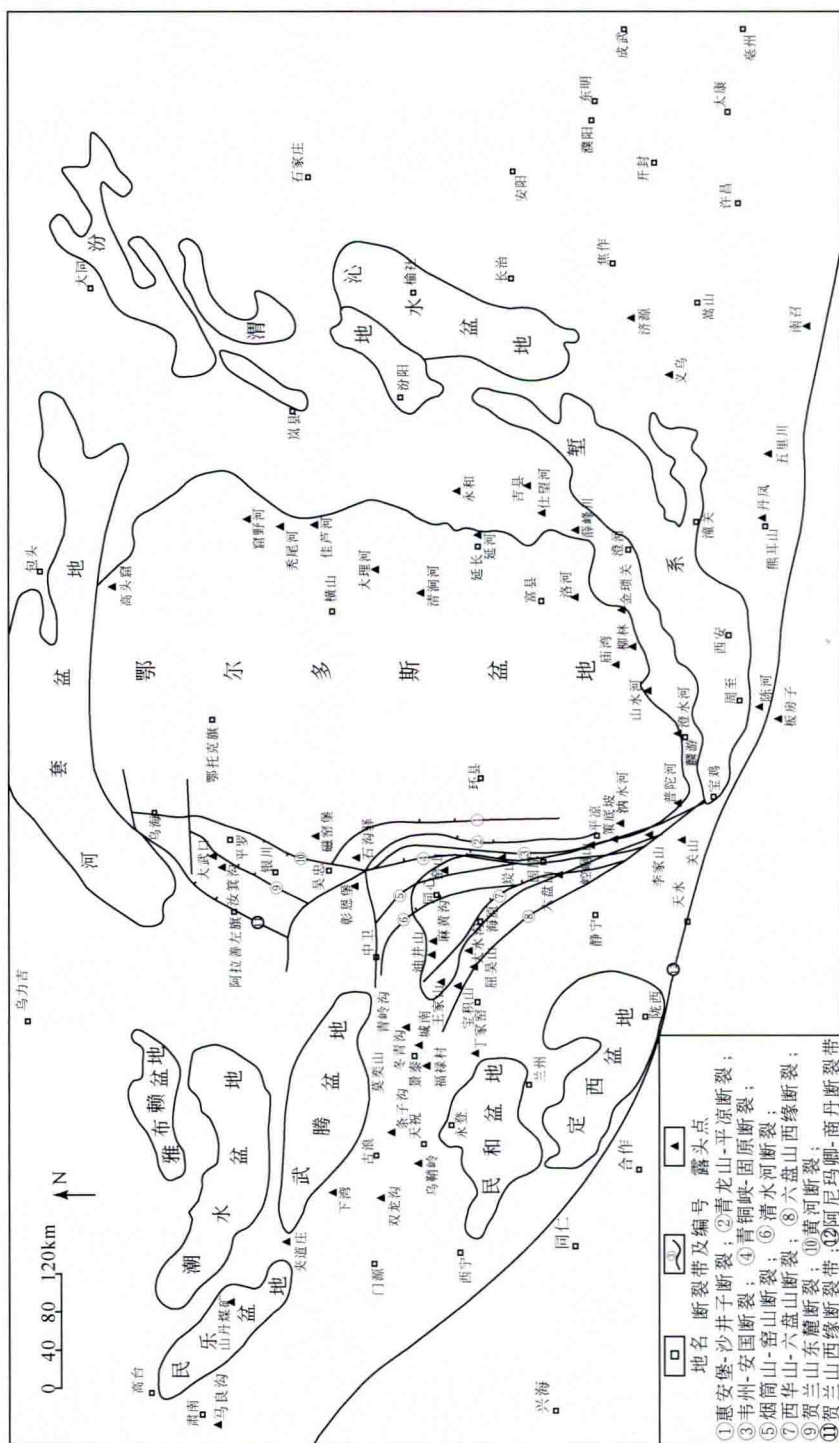


图 1.1 鄂尔多斯及周缘地区晚三叠世地层露头分布

2. 贺兰山西缘断裂带以东延长组底部发育紫红色混杂堆积砾岩、含砾砂岩等盆地边缘相沉积

延长组底部砾岩主要分布于贺兰山的汝箕沟、白炭炭沟、水磨沟及香池子沟等地。在白炭炭沟，其厚度为 21m，底砾岩之上为厚层含砾粗砂岩；香池子沟底砾岩由扇根、扇中及扇端亚相沉积组成；汝箕沟剖面底砾岩厚 4~6m，砾石占全部砾岩的 65% 以上。延长组底部这套作为标志层的砾岩与纸坊组假整合接触（杨俊杰，2002），表明贺兰山西缘断裂带是延长组沉积期的边界断裂。

3. 晚三叠世贺兰沉积区与盆地相通

构造解释成果表明，现今的银川盆地在晚三叠世为沉积区（图 1.2），三叠系延长组和侏罗系延安组厚度向西逐渐减薄，重矿物与古水流分析结果也反映了贺兰沉积区与盐定地区的连通。汝箕沟-石沟驿-盐定地区延长组重矿物属同一组合，沿此方向不稳定矿物逐渐减少，而稳定矿物逐渐增加，表现为绿帘石和石榴子石含量较高，显示同一沉积体系的横向变化特征。根据古水流测量结果，汝箕沟延长组沉积期水流大致由北向南流动，在磁窑堡转向南东，经马家滩流向定边地区。

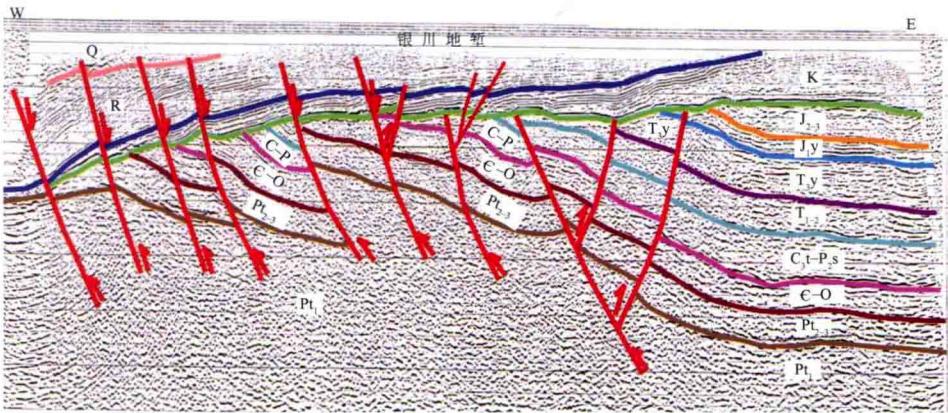


图 1.2 陶乐地区 01695 地震解释剖面图（东方地球物理公司，2003，内部资料）

1.3.2 盆地西南部沉积边界

盆地西南部深大断裂发育，其中六盘山西缘大断裂为晚三叠世的沉积边界，有以下证据。

1. 六盘山西缘断裂带南北两侧构造单元（秦祁加里东褶皱带、鄂尔多斯地块）的发展史截然不同

早古生代，秦祁地区处于海槽活动期，而鄂尔多斯地块处于克拉通盆地发展阶段。晚古生代，秦祁地区进入造山发展阶段，在经历岛弧和弧后盆地演化之后，形成了秦祁褶皱带；鄂尔多斯地块在志留纪、泥盆纪至早石炭世整体抬升，遭受剥蚀，于中、晚石炭世开始接受陆表海沉积（宁夏回族自治区地质矿产局，1989）。印支期至燕山期，秦祁褶皱带强烈隆升，形成冲断带；而鄂尔多斯地块则进入陆相盆地发育期，为陆相油田形成及造煤的重要阶段。

2. 西吉盆地在古生代—中生代早期为隆起区（陇西古陆），缺乏延长组沉积

西吉盆地属于秦祁加里东褶皱带，在早古生代—中生代早期为隆升区（陇西古陆），直到中、新生代才形成断陷盆地，接受沉积。相邻的定西盆地榆中凹陷无三叠系，仅在北部的靖远凹陷北缘见三叠系。

3. 六盘山西缘断裂带东侧发育盆地边缘相沉积

延长组底砾岩见于平凉的崆峒山、麻武后沟及策底坡等地，岩性为棕褐色、灰褐色砾岩、细砾岩、含砂砾岩及含砾粗砂岩等（刘化清等，2006），在崆峒山最发育，出露点多，显示清楚。在太统山、崆峒山，该套底砾岩厚 2886m，具有冲积扇特点，岩层中夹有泥石流与河流沉积，古水流方位为 72° ；在平凉的水平子-麻川，底砾岩厚 1188m，为分流河道砂坝、泛滥平原与河道滞留交互沉积；在策底坡，底砾岩为河流相夹边滩相。上述地区砾岩的广泛发育，代表延长组沉积期盆地边缘相沉积。

1.3.3 盆地西部沉积边界

晚三叠世盆地西部边界争论较多。部分学者认为“南北古陆梁”是延长组沉积时盆地西部边界（汤锡元等，1992；杨俊杰，2002）。作者研究后认为，晚三叠世湖盆向西远超出今盆地范围，与河西走廊晚三叠世盆地相通，其直接证据表现在以下几个方面。

1. 炭山、窑山等“古陆梁”地区存在晚三叠世湖相沉积

在鄂尔多斯盆地西缘，以往普遍认为只发育侏罗系而无晚三叠世沉积，故俗

称“古陆梁”，但最近十多年来，在该区的炭山、窑山、上流水等野外露头剖面及六盘山盆地盘探3井中陆续发现了晚三叠世的化石资料（邓胜徽、历大亮，1998；傅智雁、袁效奇，1998），反映该区广泛发育晚三叠世沉积。

根据前人所获得的化石资料及本书作者的系统野外调查，认为该地区原中生代早期煤系地层实际上是由两套不同时代、不同沉积特征的地层组成的，其下部窑山组（ T_3y ）为一套河湖及沼泽相含煤岩系，在盘探3井其厚度大于706m（未穿），主要为三角洲平原、前缘和湖相沉积；在炭山地区见3~5m油页岩（有机碳含量13.89%）（图1.3a），含鱼化石碎片及叶肢介化石，可能属于深湖相沉积，可与鄂尔多斯盆地延长组对比。其上部石砚子组（ J_2sh ）是一套河流三角洲相粗碎屑沉积，基本不含煤，局部夹煤线，其时代为中侏罗世，可与鄂尔多斯盆地延安组对比。窑山组的广泛分布不但否定了晚三叠世“古陆梁”的存在，而且说明原古陆梁地区可能为一局部沉降中心。

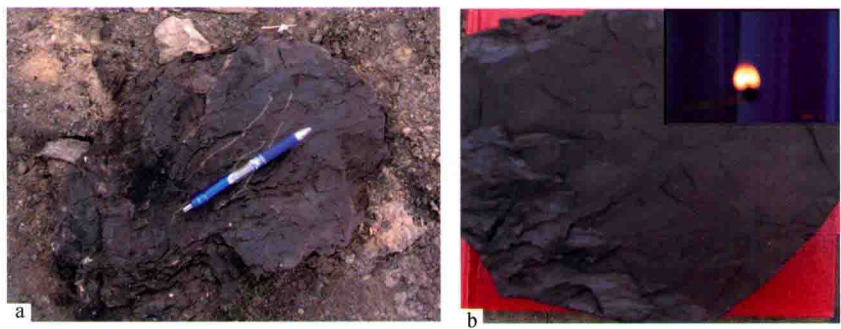


图 1.3 鄂尔多斯西缘-河西走廊地区上三叠统油页岩露头照片
a. 炭山地区油页岩；b. 武威双龙沟油页岩及其燃烧现象

2. 河西走廊地区普遍发育晚三叠世的沉积

与延长组同期的南营儿群在河西走廊及邻区分布广泛，如靖远县屈吴山北坡、宝积山、王家山煤矿以及武威条子沟、双龙沟与景泰冬青沟等地均有大面积出露。其中武威条子沟与双龙沟一带沉积厚度在1500~2500m，并发育厚度为2m左右的油页岩（图1.3b），长庆油田张文正认为该油页岩为腐泥煤，代表湖沼沉积环境，可能指示又一局部沉积沉降中心。

3. 地震资料显示六盘山盆地与鄂尔多斯盆地之间有延长组分布

炭山以南的多条地震测线显示，在六盘山盆地与鄂尔多斯盆地之间可见 T_1