

鄂尔多斯盆地晚三叠世 沉积地质与油藏分布规律

杨 华 陈洪德 付金华 著



科学出版社

鄂尔多斯盆地晚三叠世 沉积地质与油藏分布规律

杨 华 陈洪德 付金华 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是在科研项目研究成果基础上提炼、集成、深化而成的,是近百位从事鄂尔多斯盆地晚三叠世沉积与油气地质人员近十年成果的结晶。本书着眼于鄂尔多斯晚三叠世盆地延长组岩性油气藏勘探,介绍了该地层油气勘探的理论思想与技术方法;主要内容包括鄂尔多斯盆地基本地质概况、晚三叠世地层划分对比、层序地层格架及特征、沉积体系及地球动力学、古地理特征及演化、湖盆及事件沉积、层序地层格架与生储盖组合、油气藏形成条件与油藏特征及含油系统与油藏分布规律等。

本书体现了地质与物探、理论与实践的有机结合,可供地质学、地层学、古地理学、油气勘探等专业的研究人员和高等院校相关专业的师生阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

鄂尔多斯盆地晚三叠世沉积地质与油藏分布规律/杨华,陈洪德,付金华著. —北京:科学出版社,2012

ISBN 978-7-03-034393-2

I. ①鄂… II. ①杨…②陈…③付… III. ①鄂尔多斯盆地—晚三叠世—沉积构造—研究②鄂尔多斯盆地—晚三叠世—油藏—分布规律—研究
IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 103056 号

责任编辑:彭胜潮/责任校对:包志虹

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

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>

北京佳信达欣艺术印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 6 月第 一 版 开本:889×1194 1/16

2012 年 6 月第一次印刷 印张:21 3/4

字数:603 000

定价:128.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

近 30 年来,国民经济建设和资源开发大大促进油气地质学和沉积地质学的发展。其中,以沉积地质学、油气地质学为基础理论,以油气勘探开发应用为目的,沉积地质学与油气地质学密切结合、互相渗透的边缘学科——油气沉积地质学正在形成和发展,并广泛应用于油气勘探与开发实践。油气沉积地质学主要研究油气源层、储层、盖层的沉积环境,成岩作用和与沉积成岩有关的油气圈闭的形成、预测和评价。杨华等著《鄂尔多斯盆地晚三叠世沉积地质与油藏分布规律》是油气沉积地质学的重要组成部分,也是近年来油气地质学中进展最突出、广大油气地质与沉积地质学家所关注的热点研究课题之一。

鄂尔多斯盆地显生宙沉积巨厚,是一个多旋回叠合的克拉通盆地,蕴藏有丰富的煤炭、石油和天然气等资源。盆地内三叠系延长组是我国陆相三叠系地层中研究最早、发育齐全的地层剖面,也是盆地最早获得油气发现的地层,因而多年来一直是勘探开发的主要目的层。在半个多世纪的勘探实践中,先后有中国石油天然气集团公司长庆油田、地质矿产部第三普查大队、中国石油化工集团公司华北分公司、西北大学、成都理工大学、中国科学院地质与地球物理研究所等多家单位的众多科研人员对鄂尔多斯盆地的形成演化、地层系统、沉积体系、储层特征和油气分布做了大量研究工作,对盆地的认识形成了丰富的理论体系,同时也积累了可靠的实践经验。从勘探实践看,20 世纪 70 年代,勘探重点集中在西缘断褶带长 8、长 10 油层组;进入 80 年代,随着对全盆地的系统研究,在三角洲沉积理论的指导下,相继发现了安塞、志靖、靖安等亿吨级油田;近年来,随着隐蔽油气勘探理论的引入,在西峰发现规模巨大的油田,在姬塬、白豹、合水等地也初步形成探明储量超亿吨的资源,展现出非常广阔的勘探前景,盆地的找油思路也逐渐由构造油藏向岩性油藏转变。

岩性油藏作为隐蔽油藏的一种主要类型,成藏规律与原型盆地沉积格局和湖盆底部古地貌形态(湖盆底形)有着密切联系。油藏储集砂体的纵向发育规律受沉积基准面及其影响下的可容纳空间的控制,而平面展布规律则受到盆地古构造格局、边界条件、古地理格局、古水流体系等因素制约。为了进一步挖掘延长组的油气潜力,作者对盆地晚三叠世地层发育、构造演化、层序地层、沉积体系、古地理、湖盆事件沉积、油藏形成条件和分布规律等进行了深入研究,并取得了一系列重要研究成果。

《鄂尔多斯盆地晚三叠世沉积地质与油藏分布规律》一书着眼于鄂尔多斯晚三叠世盆地延长组岩性油气藏勘探,介绍鄂尔多斯晚三叠世盆地延长组油气勘探的理论思想与技术方法;并从鄂尔多斯晚三叠世大型内陆湖盆沉积演化入手,从沉积学、层序地层学、古地理学、储层砂体精细描述以及岩性地层油藏成藏特征、油藏分布规律等方面进行综合分析和理论总结。该书既有技术方法的介绍,又有勘探观念和思路的展示;既包括地质学的内容,又包括找油的哲学思想;体现了地质与物探、理论与实践的有机结合。该书是一部迄今研究鄂尔多斯盆地晚三叠世延长组沉积与油气方面最深入、系统的论著。

杨华教授级高工长期从事鄂尔多斯盆地油气地质勘探与研究工作，曾发表过许多油气与沉积地质方面的论著，是鄂尔多斯盆地油气勘探的突出贡献者。

该书的出版将对鄂尔多斯盆地晚三叠世延长组油气藏的深化勘探和我国其他可类比盆地的岩性地层油气藏勘探发挥积极作用，对推动我国陆上油气勘探进一步向纵深发展和我国石油勘探实践与理论的发展将做出贡献。

值此专著问世之际，特为序，表示祝贺。

中国科学院院士

刘宝君

2011年10月

前 言

鄂尔多斯盆地是我国中部中、新生代大型内陆拗陷沉积盆地。它发育于北部和东部的中朝准地台与西部和西南部的秦岭祁连加里东地槽褶皱系及其过渡带基础之上,横跨陕、甘、宁、内蒙古、晋五省(自治区),总面积 37 万 km²。鄂尔多斯盆地是基于两种不同性质的构造单元上形成发展起来的,因而盆地构造特征既有盆地内部表现地台基底稳定性的一面,又有盆地边缘表现过渡带基底活动性的一面。构造单元上可分为伊盟隆起、伊陕斜坡、天环拗陷、晋西挠褶带、渭北隆起、西缘冲断带。其中陕北斜坡面积巨大,构成盆地三叠系油气勘探的主体区域。

1907 年鄂尔多斯盆地第一口油井——延长 1 井于延长组获低产油流(1.5 t/d),这口井的出油标志着中国近代石油工业的诞生。1907 年至今,百年来经过几代找油人在“半盆黄土半盆沙”的极端困难条件下,经历艰难曲折的漫长道路,尤其是近半个世纪的拼搏,于 20 世纪 70 年代发现了由 40 多个小型油田组成的延安组油田群,80~90 年代相继在延长组发现安塞、志靖、靖安等亿吨级岩性油田,近年又在西峰和姬塬发现探明储量超亿吨的资源。据 2005 年新一轮全国油气资源评价资料,鄂尔多斯盆地以延长组为主的石油远景资源量达 88.00 亿 t,探明储量 15.91 亿 t,探明可采储量 2.84 亿 t,2011 年原油年产量超过 2000 万 t,成为我国主要大型油田之一,展现出鄂尔多斯盆地中生界非常广阔的勘探前景。

鄂尔多斯盆地延长组油气勘探在几代找油人和众多勘探家的努力下已经取得举世瞩目的突破性进展,获得丰硕的油气勘探成果,并总结出宏观找油、中生界隐蔽油气成藏、河流-三角洲成藏和中生界石油滚动勘探开发、“三低”油田低投入开发等理论和相关技术。但是总的来说,延长组的石油资源探明率仅为 20%,储采比较低,还有很大的剩余储量有待发掘。近几年,一些石油地质学家和沉积地质学家对鄂尔多斯盆地中生界的区域构造、地层、沉积相、古地理、层序地层和储层特征等做了大量研究工作,积累了丰富的成果资料。但是,要想真正挖掘延长组的油气潜力,在盆地找到延长组勘探、开发的新领域和新目标,毫无疑问,还必须在已有认识和成果基础上继续对延长组储集砂体和隐蔽圈闭的赋存规律加以精雕细刻;进一步确定晚三叠世原型盆地的沉积边界和物源方向,建立全盆地延长组统一的地层格架,搞清延长期湖泊在不同时期隆拗分布的古地貌背景,精细刻划延长组各油组砂层的岩相古地理,深化对延长组基础地质、沉积地质和油气分布的整体性、差异性和规律性认识。只有这样,才能全方位、大范围地开拓新的勘探地域及层位,为盆地中生代油气勘探提供更多的储量后备区块和勘探目标。

过去的成就与成功是一个良好的开端,延长组岩性油藏勘探理论还需不断完善。为了达到对延长组基础地质、沉积地质及油气分布整体性、差异性和规律性的深化认识,研究中着重应用以下基础理论和先进技术:

(1) 层序地层学。它是划分、对比和分析沉积岩层的一种理论和方法,提供人们更精确地

对比地质时代、再造古地理,并在钻前预测储集层、生油层和封盖层,对勘探、开发地层和岩性圈闭型油气藏尤为有效。它既是地质学领域中出现的一种新理论,也是一种油气勘探的新方法。前人已对鄂尔多斯盆地延长组层序地层做过许多研究,我们将厘定层序地层格架,着重加强与层序生储盖组合配置关系的应用性研究。

(2) 事件沉积学。事件沉积学是从“灾变论”复活发展而成的边缘学科。鄂尔多斯盆地三叠系延长组发育多种事件沉积,包括浊流事件、火山事件及地震事件等。各种事件可作为沉积期构造变动的证据。构造活动是长期持续、缓慢的,但它又表现为一系列能量不同的构造事件,这些构造事件不可避免地影响沉积作用。探讨构造事件与沉积作用的相互关系是事件沉积学的重要内容,其中浊流在半深湖-深湖中形成浊积岩可作为油气储集层。因此,延长期事件沉积的研究不仅具有基础地质意义,还具有重要的经济价值。

(3) 古地理学研究。古地理学是研究和描述某一地史时期地球表面的自然地理,包括物源区和沉积区的分布特征等。前人曾做过一些关于盆地延长组古地理的研究,我们将在前人资料基础上在物源区性质分析、湖盆古地理恢复(包括湖盆边界、湖盆底形、湖盆介质性质)等方面做进一步深入的分析与研究,为延长组砂体的精细展布规律提供科学依据。

(4) 沉积充填地球动力学。前人对沉积层序、沉积体系发育的动力学机制有过一定的探索(李思田,2000;陈洪德等,2004)。我们认为陆相盆地中沉积充填的形成变化主要由内动力和外动力两种机制形成。内动力主要为构造动力(包括挤压应力、拉张应力、剪切应力),外动力包括气候动力和充填动力。据盆地沉积充填地球动力学原理,我们将对延长组沉积层序、沉积体系和古地理特征及它们的演化分别进行细化控制因素的地球动力学分析研究。

(5) 油气成藏理论。油气成藏理论是油气地质学的核心,内容十分丰富,包括油气运移、聚集、“三场”(地温、地压、地应力)与油气藏形成关系、油气藏类型及油气分布等。

这里主要应用含油系统原理,结合盆地延长组油气产出特征,从含油系统观点对延长组油气分布规律加以研究。根据含油系统概念和划分原则,即重视已知油气藏,也重视成熟烃源岩、优质储集岩和有效封盖岩的思路。在具体划分时,首先在剖面上划分生储盖组合,然后在平面上进行生储盖叠合,最后确定含油系统区域展布图和含油系统事件图,并进行含油性预测与评价。

通过研究在理论与实践方面取得以下主要成果:

(1) 鄂尔多斯盆地的构造发展史研究表明,晚三叠世鄂尔多斯盆地的北缘和东缘,在继承早、中三叠世稳定的克拉通盆地古构造面貌基础上,经印支早期运动,差异性升降更加明显:北缘形成北高南低并向南倾斜幅度较大的斜坡;东缘在华北板块东部受太平洋板块向北西西向俯冲和联合古陆解体时欧亚板块顺时针旋转所产生的近南北向左行剪切应力下,华北东部逐渐挤压隆起,使晚三叠世沉积边界相对于晚古生代一早、中三叠世大华北盆地向西移至太行山东侧一带,形成东高西低向西南倾斜的古斜坡。

(2) 通过层序地层研究,将上三叠统延长组划分为1个二级层序、4个三级层序;鄂尔多斯盆地延长组地层层序主要受构造与气候因素控制,两次最大湖泛面与湖侵伴生,为盆地造就了两个生烃潜力巨大的烃源岩;提出盆地内存在的两种层序地层模式,即以盆地东北部为代表的缓坡带模式和以盆地西南部发育较为经典的陡坡带模式。

(3) 沉积相研究表明,晚三叠世大型内陆湖盆三角洲的发育构成盆地沉积的最重要特色。按照受控的构造与补给条件,三角洲可大致分三类:①自北-北东向湖进积的大型缓坡正常三角洲,横向多个三角洲体联合发育构成规模巨大的复合三角洲沉积体系;②自南西向湖进积的大型陡坡辫状三角洲,垂向上多河道砂体叠置,横向上由多个辫状三角洲体联合发育,构成盆地西南部规模巨大的复合辫状三角洲沉积体系;③来源于西侧与南侧的扇三角洲,由于处于构造活动边缘带,辫状平原扇直接前积入湖,其沉积物常伴有重力流色彩,横向上由多个短轴粗粒扇体围绕陡坡带组成裙状扇三角洲体系。上述各类三角洲不同时期继承发育,占据盆地大部分空间,构成以三角洲为主的特征性沉积格架。

(4) 沉积体系演化研究。晚三叠世鄂尔多斯盆地不同时期(长10、长9、长8、长7、长6、长4+5、长3、长2、长1)岩相古地理与演变直接受制于盆地构造演化。长10期盆地处于发育初期,湖盆局限于拗陷中心,周缘(尤其西缘)多为巨厚的冲积河流平原沉积,内缘大中型三角洲已经开始发育,至长9期湖盆沉陷速度加大,西南陡东北缓的不对称湖盆明显确立,湖岸线迅速向外推移,三角洲受到抑制或退缩;长8期盆地西南部处于大型陡坡复合型辫状三角洲主建时期,而西侧与南侧扇三角洲也同时发育,大体同时东北部大型缓坡复合型三角洲也开始发育;长7期随断裂活动加剧,盆地整体下沉剧烈,湖盆发育达鼎盛期,退积型三角洲和浊积扇发育;长6期盆地东北部处于大型缓坡复合型三角洲主建设期,与其西南部大型陡坡复合辫状三角洲继承性发育形成南北对峙格局,中部深湖区则明显成为两大型三角洲前缘滑塌浊积扇发育区;至长4+5期在保持前期沉积格局基础上,湖侵三角洲明显萎缩;长3期随着盆地基底不断抬升,湖盆逐渐淤积缩小,继承性三角洲常驱向湖盆内进积,长2期还保持着不同方向的大、中型三角洲发育;至长1期随着湖盆大面积平原化、沼泽化,最后结束了晚三叠世鄂尔多斯大型内陆湖盆的沉积演化历史。

(5) 盆地古地理。晚三叠世内陆盆地的沉积边界远超出现今鄂尔多斯盆地延长组残留的范围:北缘为阴山隆起;西南缘及南缘可达祁连-秦岭隆起北侧;向东可分布到晋豫冀地区,大致界线位于大同一五台-石家庄-邯郸-济宁一线,在该线以东以北地区,地势较高,以隆升剥蚀为主;其沉积西界与六盘山地区及其西的晚三叠世沉积区相通,因此可认为晚三叠世盆地的原型,虽不能与包括早、中三叠世内的晚古生代大华北盆地相比,但它也是远远超出现今鄂尔多斯盆地范围,并且盆地在中宁、固原之间向西开口延伸;在东南角铜川一带沿三门峡-郑州一线向东开口延伸。

(6) 鄂尔多斯盆地中生代三叠纪延长期湖盆边界、底形及事件沉积研究:从华北板块的大局出发系统深入地研究鄂尔多斯盆地中生代三叠纪延长期湖盆边界、底形以及在湖盆沉积演化过程中所发生的浊流事件和地震事件所产生的事件沉积特征及其成因,对推动我国古湖泊学研究将起到重要的促进作用。

(7) 从层序地层格架与生储盖组合的观点出发,根据最佳的生、储、盖组合来预测有利相带,并在层序界面附近寻找地层油气藏。在最大洪泛面附近容易形成岩性上倾尖灭油气藏和岩性透镜体油气藏,低位体系域期间形成的各类扇体是形成地层岩性圈闭的有利目标。

(8) 鄂尔多斯盆地延长组油气藏形成地质条件严格遵循“源控成藏”特点,安塞、志靖、延安以及西峰、庆阳等油藏发育区围绕着盆地长7主力烃源岩分布;大型复合三角洲沉积砂体

为油藏的形成提供了良好的储集场所；生储盖组合的叠加发育有利于油气的运移聚集；相带的变化有利于岩性油藏的形成；延长组油气藏具有源内成藏特点。上倾方向砂岩尖灭岩性油藏、成岩圈闭(次生圈闭)油藏、上倾岩性尖灭与次生成岩复合圈闭油藏、构造(差异压实)-岩性油藏、砂岩透镜体岩性油藏是鄂尔多斯盆地延长组中发育的主要油藏类型。

(9) 延长组油藏分布规律：油藏主要围绕最大生烃灶分布；延长组三角洲是油气聚集的主要场所；裂缝是油气纵向运移的主要通道；低幅鼻褶是油气富集的关键因素。

(10) 据含油系统观点，延长组可分为上、中、下三个含油系统：①下部为长7生、长8、长9和长10储，长7盖含油系统(包括源下长7+长8和源内长7_下+长7_上两个子系统)；②中部为长7生、长6储，长4+5盖含油系统(包括源上长7+长8，源上长7+长6和源内长7_下+长7_上三个子系统)；③上部为长7及长4+5生、长3、长2储盖含油系统。三个含油系统及其子系统在不同地层的含油性存在明显的差异性。

(11) 综合利用钻井岩心、测井、地震资料，更新对鄂尔多斯盆地晚三叠世湖盆演化及沉积体系的认识；开展以高精度层序地层学为主要技术方法的沉积体系及岩相演化特征研究，确定其沉积体系，寻找有利油气储集的岩相带发育部位及其空间展布，进而总结鄂尔多斯盆地晚三叠世湖盆的岩相、有利储集砂体与烃源岩、油气的富集与成藏规律，指出地层岩性油气圈闭形成与发育分布的有利地区，为下一步的勘探与开发目标提供重要的科学根据和可靠的基础地质成果。

本专著是中石油长庆油田地质勘探家在众多前人几十年来艰苦奋斗、勇于实践、发现油田、研究油田沉积地质和油气分布规律的基础上，承前启后、不断总结的研究成果。

本专著是在近年来鄂尔多斯盆地延长组沉积地质、油气分布规律等许多国家、集团公司和油田不同层次研究项目基础上，应用最新基础地质学、沉积地质学、油气地质学、地球物理、地球化学等新理论、新技术，结合鄂尔多斯盆地延长组油气勘探实践编写而成，是长庆油田、成都理工大学和相关生产、科研、院校科技人员共同劳动的结晶。

参加编写和研究工作的人员有长庆油田杨华、付金华等和成都理工大学陈洪德等。

本专著在编写过程中，得到中石油长庆油田、成都理工大学有关领导和专家的关心、支持和帮助。

本专著编辑过程中承蒙国土资源部成都地质矿产研究所丘东洲研究员的悉心指导和大力帮助，并提出宝贵意见，在此表示感谢。此外，还要特别感谢刘宝珺院士在百忙中审阅本专著并为之作序。

在此对以上单位和个人以及本书所引用参考文献的作者一并表示衷心感谢。

鄂尔多斯盆地延长组油气由于以隐蔽油藏为主，储集砂体变化大，物性差，勘探难度大，勘探技术也有待完善，书中认识定有局限和不当之处，恳请读者赐教。

目 录

序

前言

第一章 盆地基本地质概况	1
第一节 地层划分对比	2
一、下三叠统	2
二、中三叠统	3
三、上三叠统	3
第二节 盆地构造演化	8
一、前中生代盆地构造背景	9
二、中生代盆地演化特征	10
三、中生代盆地改造阶段	14
第三节 盆地构造单元划分	14
第四节 盆地区域构造基本属性	16
第二章 层序地层格架及特征	19
第一节 陆相层序地层研究现状	19
第二节 区域层序地层格架	21
一、盆地层序划分标志与层序地层格架	21
二、盆地层序地层基本特征	29
三、盆地层序地层模式	37
第三节 高分辨层序地层特征	39
一、高分辨层序地层学原理与特点	40
二、延长组长 10—长 9 油层组基准面旋回	45
三、延长组长 8—长 7 油层组基准面旋回	47
四、延长组长 6—长 4+5 油层组基准面旋回	49
五、延长组长 3—长 1 油层组基准面旋回	51
第四节 层序充填的动力学机制及模式	52
一、陆相层序充填动力学基本原理	52
二、盆地西南部延长组层序充填动力学特点与模式	56
第三章 沉积体系及地球动力背景	65
第一节 沉积体系及其成因相类型	65
一、冲积扇沉积体系及其成因相类型	67

二、河流沉积体系及其成因相类型	68
三、扇三角洲沉积体系及其成因相类型	72
四、辫状河三角洲沉积体系及其成因相类型	74
五、曲流河三角洲沉积体系及其成因相类型	76
六、湖泊沉积体系及其成因相类型	81
七、风暴沉积序列与特征	85
八、浊积沉积体系及其成因相类型	86
第二节 大型三角洲构成湖盆内主要沉积体系	89
一、湖盆三角洲的类型及构造背景	89
二、不同类型三角洲沉积体系发育条件和沉积特征	90
三、湖盆大型三角洲发育为浊流沉积提供雄厚的物源	91
第三节 湖盆长 6 厚层砂体成因分析	92
一、长 6 厚层砂体特征	92
二、长 6 厚层砂体形成的控制因素	94
第四节 沉积演化特征及地球动力背景	99
一、沉积演化特征	99
二、地球动力背景对沉积充填的控制	105
第四章 古地理特征及演化	116
第一节 陆源区分析	116
一、湖盆周边陆源区确定	116
二、陆源区构造背景	118
三、物源分析	119
第二节 湖盆古地理分析	133
一、湖盆边界确定	133
二、湖盆古纬度确定	153
三、湖盆水介质物理-化学条件分析	154
四、湖盆底形恢复	164
第三节 盆地延长组不同时期古地理景观	180
一、延长组长 10 岩相古地理	180
二、延长组长 9 岩相古地理	182
三、延长组长 8 岩相古地理	182
四、延长组长 7 岩相古地理	186
五、延长组长 6 岩相古地理	186
六、延长组长 4+5 岩相古地理	190
七、延长组长 3 岩相古地理	192
八、延长组长 2 岩相古地理	193
九、延长组长 1 岩相古地理	196

第四节 盆地古地理演化控制因素	196
一、延长期古构造背景对古地理的控制	196
二、延长期同生构造对古地理的控制	198
第五章 湖盆事件沉积研究	201
第一节 浊流事件	201
一、浊积岩的形成机制及基本类型	202
二、浊积岩的基本特征	209
三、沉积序列及其展布特征	215
四、相与模式	221
五、实例分析与问题讨论	224
第二节 地震事件	233
一、震积岩识别标志	233
二、震积岩分布与类型	241
三、震积岩垂向序列特征	242
四、问题讨论	244
五、地质意义	247
第三节 火山事件	248
一、概述	248
二、成因类型	248
第六章 沉积层序充填演化过程的成藏效应	250
第一节 层序地层格架与生储盖岩分布	250
一、基准面旋回与烃源岩	250
二、基准面旋回与储集岩	253
三、基准面旋回与封盖岩	257
第二节 层序地层格架与生储盖组合类型及分布规律	257
一、层序地层与生储盖组合类型	257
二、层序地层与生储盖分布规律	259
第三节 沉积体系与生储盖岩及岩性圈闭	260
一、沉积体系对烃源岩形成分布的控制作用	260
二、沉积体系对储集岩形成分布的控制作用	261
三、沉积体系对封盖岩形成分布的控制作用	262
四、沉积体系与岩性圈闭的形成	263
第四节 不同岩相古地理单元成藏的差异性	263
第七章 油藏形成条件与油藏特征	265
第一节 油藏形成地质条件	265
一、丰富的烃源岩为油藏的形成提供了大量的物质基础	265

二、大型复合三角洲沉积砂体为油藏的形成提供了良好的储集场所	269
三、生储盖组合的叠加发育有利于油气的运移聚集	270
四、相带的变化是岩性油藏形成的重要条件	273
五、延长组油气具有近源、运移方向恒定的特点	273
六、延长组油气藏具有源内成藏特点	276
第二节 油藏类型与特征	276
一、上倾方向砂岩尖灭岩性油藏	276
二、成岩圈闭(次生圈闭)油藏	277
三、上倾岩性尖灭与次生成岩复合圈闭油藏	277
四、构造(差异压实)-岩性油藏	277
五、砂岩透镜体岩性油藏	278
六、延长组典型油藏解剖	278
第三节 油藏控制因素	283
一、优质烃源岩控制了延长组大型岩性油藏的分布	283
二、三角洲前缘和重力流沉积控制了有利储集体的展布	287
三、相对高渗区控制了石油高产富集区的分布	289
四、过剩压力(差低值)区为油气运聚的有利地区	298
第八章 含油系统与油藏分布规律	303
第一节 含油系统	303
一、概述	303
二、延长组油气系统分析	307
第二节 油藏分布规律	316
第三节 勘探有利区带预测	318
参考文献	323

第一章 盆地基本地质概况

鄂尔多斯盆地是我国陆上第二大沉积盆地及重要的能源基地，矿产资源十分丰富。盆地周边分布着一系列的山脉，山脉海拔一般在 2000m 左右。盆地内部相对较低，一般海拔 800～1400m。盆地内部大致以长城为界，北部为干旱沙漠、草原区，著名的有毛乌素沙漠、库布齐沙漠等；南部为半干旱黄土高原区，黄土广布，地形复杂。盆地外围邻近几大冲积平原，即西边的银川平原、南边的渭河平原和北边的河套平原，地势平坦，交通便利(图 1-1)。

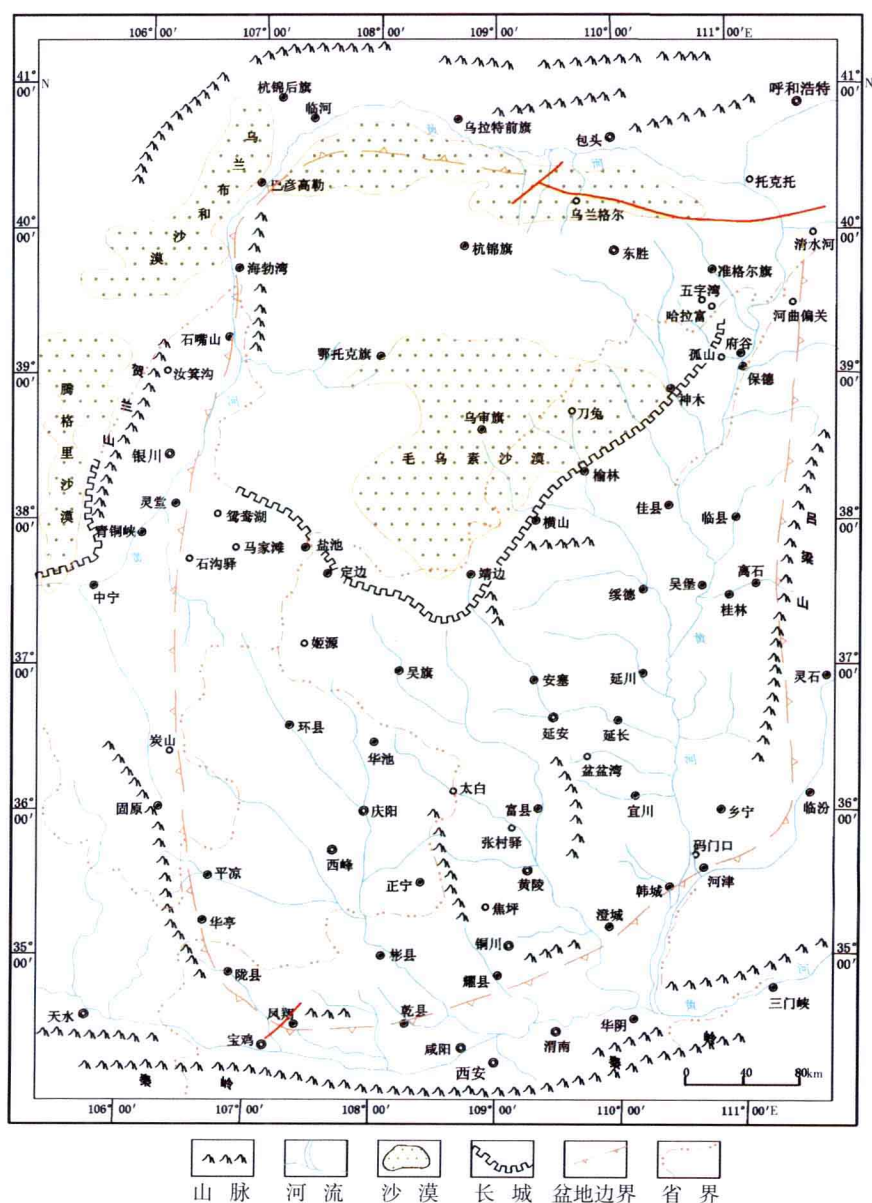


图 1-1 鄂尔多斯盆地地质概况

盆地北起阴山，南至秦岭，西至六盘山，东达吕梁山，横跨陕、甘、晋、宁、内蒙古五省（自治区），总面积约 $37 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，除周边河套盆地、六盘山盆地、渭河盆地、银川盆地等外围盆地外，盆地本部面积 $25 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地位于华北克拉通中西部，属华北克拉通的次一级构造单元，是一个整体稳定沉降、拗陷迁移、扭动明显的大型多旋回克拉通盆地(图 1-2)。

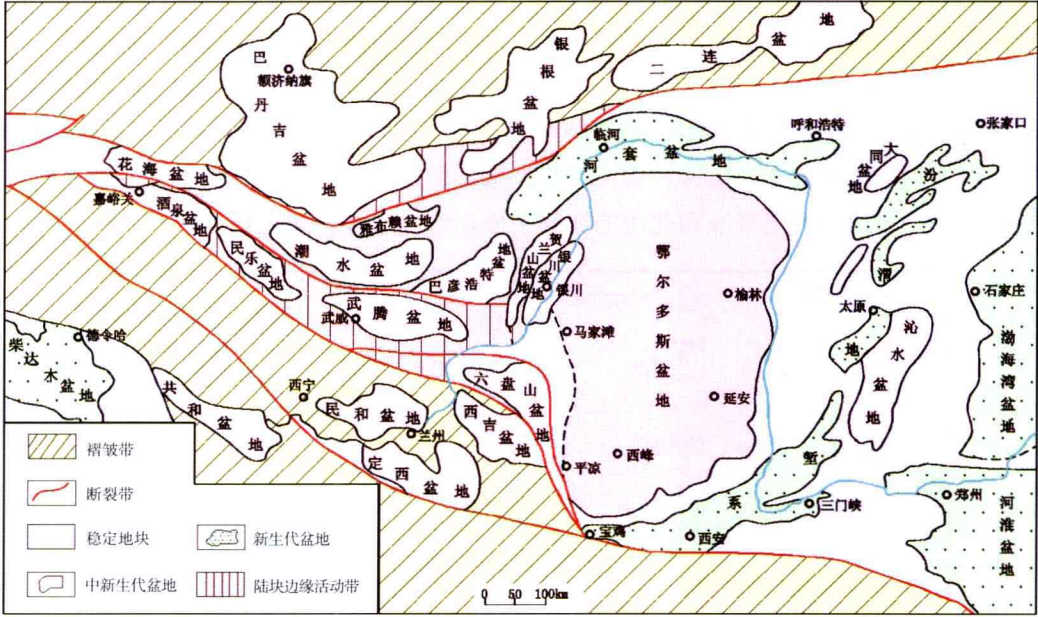


图 1-2 中国北方中部新生代沉积盆地分布及构造背景图
(刘池洋, 2005)

第一节 地层划分对比

鄂尔多斯盆地及周边地区三叠纪地层比较发育，主要由下三叠统刘家沟组、和尚沟组，中三叠统纸坊组及上三叠统延长组组成。

一、下三叠统

刘家沟组：由以灰白色、灰紫色、棕红色为主的粉砂岩、细砂岩及砾岩组成，大部分为干旱气候条件下河流相沉积。此外，在岐山县、麟游县、彬县等地还出现海相层位，产有双壳类、腕足类、蛇尾纲等海相化石。刘家沟组厚 350~380m，与下伏二叠系假整合接触。标准剖面在山西宁武孙家沟。

和尚沟组：由紫红色、棕红色泥岩夹紫红色粉砂岩、砂岩及含砾砂岩等组成，具湖相沉积特征。产脊椎动物、双壳类及孢粉等化石，厚 110~124m，与下伏刘家沟组整合接触。

二、中 三 叠 统

纸坊组：地层分上、下两个岩性段，下段由灰绿、黄绿色厚层、块状中细粒砂岩与紫红、暗紫色及紫灰色粉砂质泥岩与粉砂岩互层夹多层砾岩组成；上段由暗紫红、灰绿色泥岩夹紫灰色粉砂岩及细砂岩组成，是一种干热气候条件下的河、湖相沉积。纸坊组地层厚度变化大，南厚北薄，北部厚 200~400m，南部厚 650~1046.7m，地层与下伏和尚沟组连续沉积，整合接触。纸坊组在鄂尔多斯盆地及周缘盆地中分布很普遍，在陕北府谷、神木等地含有著名的肯氏兽动物群，鄂尔多斯盆地纸坊组可与山西、河南等地二马营组以及定西盆地丁家窑组进行对比，其时代属于中三叠世晚期。而祁连山肃南—景泰地区三叠系西大沟群为一跨统的地层单元，其中下部地层相当于早三叠世刘家沟组与和尚沟组，上部地层则相当于中三叠世纸坊组沉积。

三、上 三 叠 统

鄂尔多斯盆地及周边地区的延长组，六盘山盆地的窑山组，定西盆地及河西走廊东部南营儿群，山西沁水盆地延长组，以及河南济源盆地及伊川地区油房庄组、椿树腰组与谭庄组为同期沉积，均属于上三叠统沉积(表 1-1)。

表 1-1 鄂尔多斯盆地及周边地区中生界地层划分对比简表

地 层 单 位		鄂 尔 多 斯 盆 地 及 周 边 地 区						构造运动	年 龄 /Ma B. P.
系	统	贺兰山 (银川盆地)	定西盆地	六盘山盆地	鄂尔多斯盆地	山西沁水盆地	河南济源盆地		
上覆地层 (E)		寺口子组 (角度不整合)	寺口子组 (角度不整合)	寺口子组 (角度不整合)	清水营组 (角度不整合)	门里组	高峪组	喜马拉雅运动 I	65
白 垩 系	上统					助马堡组	秋扒组 (角度不整合)	燕山运动 IV	97
	下统	庙水湖组 柳沟门组	河口群	六盘山群 (角度不整合)	志丹群 (角度不整合)	左云组 中庄铺群 (平行不整合)	大营组	燕山运动 III	135
侏 罗 系	上统	芬芳河组	苦水峡组		芬芳河组	东岭台群 (平行不整合)	未分	燕山运动 II	154
	中统	安定组 直罗组 延安组	王家山组 龙凤山组	石砚子组 (平行不整合)	安定组 直罗组 延安组	天池河组 云港组 大同组	马凹组	燕山运动 I	175
	下统		大西沟组		富县组	永定庄组	义马组	印支运动 II	203
	上统	延长组	南营儿群	窑山组	延长组	延长组	谭庄组 椿树腰组 油房庄组	印支运动 I	230
三 叠 系	中统	纸坊组	丁家窑组		纸坊组	二马营组	二马营组		240
	下统	和尚沟组	鲁沟组	西大沟群	和尚沟组	和尚沟组	和尚沟组		240
	下统	刘家沟组			刘家沟组	刘家沟组	刘家沟组		250
下伏地层 (P)		石千峰组 (P ₃)	窑沟组 (P ₂ Y)	窑沟组 (P ₂ Y)	石千峰组 (P ₃)	孙家沟组 (P ₃)	孙家沟组 (P ₃)		

1. 鄂尔多斯盆地延长组

鄂尔多斯盆地上三叠统延长组是我国陆相三叠系地层中出露最好、研究最早、发育比较齐全的层型剖面(李克勤, 1982; 宋国初, 1993; 李文厚, 1999), 是鄂尔多斯盆地内陆湖盆形成

后的第一套生储油岩系，也是研究区主要的勘探开发目的层系。

对于鄂尔多斯盆地延长组的研究，从 20 世纪初 Clark 等开始至今的半个多世纪，广大地质工作者做了大量的工作，先后提出多种地层划分方案(表 1-2)，延长组地层也曾几度更名，最早曾被 Clark 等(1916)定为陕西层下部的延长带，王竹泉和潘钟祥(1934)研究了延长地区后建立“延长层”并归为晚三叠世。1974 年，长庆油田采用“延长组”这一名称，认为延长组地层属于晚三叠世，包括铜川组、胡家村组、永坪组、瓦窑堡组，为一套完整陆相河流-三角洲-湖泊沉积体系，根据岩性特征划分为五段，自下而上依次为长石砂岩带(T_3y^1)、油页岩带(T_3y^2)、含油带(T_3y^3)、块状砂岩带(T_3y^4)、瓦窑堡煤系(T_3y^5)。同时为了满足油气勘探生产和科研工作不断深入的需要，根据岩性组合、沉积构造、生物组合和测井曲线特征以及生、储、盖组合特点，将 5 个岩性段又进一步划分为 10 个油层组；1980 年中国地质科学院地质研究所将甘克文(1959)划分的“延长统”改称为“延长组”，仍细分为 5 段，由于上下植物组合不同，将相当于第一、第二段中下部植物组合命名为铜川组，时代属于中三叠世晚期，将第三段至第五段上植物组合命名为延长组，时代属晚三叠世。1983 年，陕西地层表以及 1976 年“西北中生代地层会议”的意见，恢复延长群，自下而上进一步划分为 4 个组；1997 年，全国地层多重划分对比研究认为，铜川组是以生物和年代为界的地层单位，应予以停用，仍用延长组，延长组时代应为中三叠世晚期一晚三叠世。正层型剖面为延长县胡家村至张家滩南庄的“延河剖面”。目前，大多数地质工作者认为延长组时代属于晚三叠世。

表 1-2 鄂尔多斯盆地三叠系延长组地层划分沿革表

潘钟祥 (1934)		谢庆辉 (1954)		甘克文 (1959)		第三石油 普查大队 (1963)		第三石油 普查大队 (1974)		中国科学院 地质研究所 (1980)		陕西地层表 (1983)		陕西省区域 地质志 (1989)		陕西省 岩石地层 (1998)		中国地层典 三叠系 (2000)		长庆油田			
下 侏 罗 纪	瓦 窑 堡 煤 系	上 三 叠 统 延 长 组	T_3^w (瓦窑堡煤系)	上	T_3y^5 (第五段)	上	T_3y^5	上	$T_3y^{5^{1-5}}$	上 三 叠 统	延 长 组	上段 (c)	延 群	瓦窑堡组 (T_3)	延 群	瓦窑堡组 (T_3)	延 群	瓦窑堡组 (T_3)	延 群	瓦窑堡组 (T_3)	上	T_3y^5	长1
上 三 叠 纪	T_3y^4 (黄铁矿结 核砂岩带)		T_3y^4		T_3y^4		中 段 (b)		永坪组 (T_3^1)		永坪组 (T_3^1)	永坪组 (T_3^{1-2})		三 叠 统		T_3y^4		长2		长3			
	T_3y^3 (油层带)		T_3y^3		T_3y^3		下段 (a)		胡家村组 (T_3^2)		胡家村组 (T_3^2)	延长群 (T_3^1)		延 长 组		T_3y^3		长4-5		长6		长7	
	T_3y^2 (黑页岩带)		T_3y^2		$T_3y^{2^{1-2}}$		中 三 叠 统		铜川组 T_2^1		铜川组 (T_2^2)					铜川组 (T_2^2)		T_3y^2		长8		长9	
	T_3y^1 (长石砂岩带)		T_3y^1		T_3y^1		下段 (a)		T_3y^1									长10					

由于地台基底不均衡升降运动的发展，盆地南部长期处于持续拗陷，至晚三叠世，已发展成为一个平缓大型的内陆湖盆。在湖盆的演化过程中，延长组发育了一套由湖进至湖退的沉积层系。大约以北纬 38°为界，盆地北部为一套冲积平原相沉积，沉积物粒度粗，沉积厚度小(100~600m)，盆地南部则主要发育一套河湖三角洲沉积，沉积物粒度相对较细、厚度大(1000~1400m)。根据沉积旋回及岩性组合特征，自上而下划分为五段 10 个油层组(表 1-3)。