

ORDOS WANSANDIESHI PENDI
CHENJI CENGXU YU YOUQI CHENG CANG

鄂尔多斯晚三叠世盆地 沉积层序与油气成藏

杨 华 傅 强 付金华 著

地 质 出 版 社

鄂尔多斯晚三叠世盆地 沉积层序与油气成藏

杨 华 傅 强 付金华 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书主要包括鄂尔多斯晚三叠世大型内陆湖盆的形成及特征、层序地层学分析、沉积体系及其成因相、储层砂体鉴别标志与内部构成、沉积物源及岩相古地理时空演化、石油成藏地质条件等内容。

本书可供从事盆地研究、油气勘探科研、生产技术人员和高校研究生、本科生参考。

图书在版编目(CIP)数据

鄂尔多斯晚三叠世盆地沉积层序与油气成藏 / 杨华, 傅强, 付金华著. —北京: 地质出版社, 2007. 9
ISBN 978-7-116-05490-5

I. 鄂... II. ①杨...②傅...③付... III. ①鄂尔多斯盆地—晚三叠世—沉积结构—研究②鄂尔多斯盆地—晚三叠世—油气藏—形成—研究 IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 145810 号

组稿编辑: 刘亚军

责任编辑: 杨永强 祁向雷

责任校对: 王素荣

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话: (010)82324508 (邮购部); (010)82324578 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@ gph.com.cn

传 真: (010)82310759

印 刷: 北京印刷学院实习工厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 11.25

字 数: 268 千字

版 次: 2007 年 9 月北京第 1 版 · 第 1 次印刷

定 价: 30.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-05490-5

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

序

随着勘探程度的不断加深,我们所面临的勘探对象的地面、地下条件会越来越复杂,剩余油气资源的隐蔽性越来越强,勘探开发的难度越来越大。大量勘探实践证明,近几年在我国新发现的油气探明储量中,岩性地层油气藏所占比例已经超过55%。显示出岩性地层油气藏已经成为当前油气勘探最现实、最具潜力、最具有普遍性的一个新领域。

令人欣慰的是,面对日益复杂的勘探对象,通过近几年的不断探索,我们已经逐步探索出一系列行之有效的勘探工作思路和方法技术。鄂尔多斯盆地晚三叠世延长组油气勘探在众多勘探家们的努力下,在近10年来取得了丰硕的成果。先后发现了以安塞、靖边、西峰、姬塬等油田为代表的一大批岩性地层油气藏,总结出了“六大技术理论”——宏观找油理论、中生界隐蔽油气藏的成藏理论、古生界岩溶古地貌-河流三角洲成藏的理论、中生界石油滚动勘探开发理论、鄂尔多斯盆地深盆气理论、“三低”油田低投入的经济开发理论。上述相关的技术理论又极大地促进了鄂尔多斯盆地晚三叠世延长组油气藏的勘探实践。

《鄂尔多斯晚三叠世盆地沉积层序与油气成藏》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,介绍了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。该专著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、储层砂体精细描述以及岩性地层油气藏成藏特征等方面进行了综合分析 with 理论总结。本书既有基础的地质理论,又有岩性地层油气藏成藏特征的勘探经验总结;既有技术方法的介绍,又有勘探观念和思路的展示;既包含了地质学的内容,又包括了找油的哲学思想。实现了地质和物探、理论与实践的有机结合。

本书的出版,将对鄂尔多斯盆地晚三叠世延长组油气藏的勘探以及我国其他可类比盆地的岩性地层油气藏勘探实践发挥积极的作用,推动我国陆上油气藏勘探进一步向纵深发展,为中国石油勘探工作与理论发展作出贡献。

中国科学院院士 刘哈泥

2007年9月

前 言

鄂尔多斯盆地是位于我国中东部中、新生代的大型拗陷内陆沉积盆地，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，横跨陕西、甘肃、宁夏、内蒙古、山西5个省（区），面积约 $37 \times 10^4 \text{km}^2$ 。由于鄂尔多斯盆地是在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。构造单元上可分为鄂尔多斯隆起、陕北斜坡、天环拗陷、晋西挠褶带、天环向斜、渭北隆起、西缘冲断带。其中陕北斜坡面积巨大，构成了盆地以三叠系油气勘探的主体区域。

鄂尔多斯盆地内中生界厚度大、分布广。主要生、储岩系为晚三叠世延长组，其中长7段、长（4+5）段发育大套暗色泥质岩，属较稳定的较深湖沉积，而长6段、长8段发育以砂岩为主的储层。此外，长9段、长2段在局部地区具有一定的烃源岩发育。

随着鄂尔多斯盆地数十年的勘探与开发，已经发现并开发的油田显示，地层和岩性圈闭是构成上三叠统延长组油气成藏的主体。随着勘探的不断深入，在陕北斜坡晚三叠世延长组地层原先认为发育深湖的区域，经过钻探也产出高产油流，显示出盆地中寻找岩性油气藏尚具有较大的潜力。随着层序地层学特别是高分辨率层序地层学的发展，隐蔽油气藏的勘探进入了一个崭新的阶段，以寻找有利储层为目标的高精度层序地层学与传统的沉积相及沉积体系研究相结合，成为鄂尔多斯盆地预测隐蔽油气藏，发现新的油气储量的重要途径。受岩相与地层控制的岩性地层油气藏，成为鄂尔多斯盆地在晚三叠世延长组地层中进行油气勘探最现实、最有潜力、最具有普遍性的新领域。

从层序地层学的观点出发，层序格架中，可以根据最佳的生、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，在最大洪泛面附近则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。

在不同的沉积体系、相带的物性特征、侧向变化情况中，发育在湖盆

中的三角洲沉积体系最有利于岩性地层油气藏的发育,其中三角洲前缘的水下分流河道、河口坝等又是其中的“甜点”。陆相沉积多水系与频繁的湖盆振荡,导致湖水大面积收缩与扩张,使砂体与烃源岩不仅间互,而且大面积接触,从而使得各类储层有最大的机会成藏。

鄂尔多斯盆地的构造发展史表明: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的基础上,经印支早期运动,差异性升降更加明显,其北缘则形成了北高南低并向南倾斜幅度较大的斜坡,东缘由于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—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。

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—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,因此可认为原型晚三叠世盆地,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。

在确定沉积边界的基础上,将上三叠统延长组划分为1个二级层序、5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,2次最大湖泛面与湖侵伴生,为盆地造就了2个生烃潜力巨大的烃源岩;盆地内存在两种层序地层模式,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。

沉积相研究表明:晚三叠世大型内陆湖盆三角洲的发育,构成了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3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瓣状三角洲,垂向上多河道砂体叠置,横向上由多个瓣状三角洲体联合发育,构成盆地西南部规模巨大的复合瓣状三角洲沉积体系;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。

沉积体系及其演化方面:晚三叠世鄂尔多斯盆地不同时期(长10期、长9期、长8期、长7期、长6期、长(4+5)期、长3期、长2期、长1期)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;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时期,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三角洲前缘滑塌浊积扇发育区;长(4+5)期,在保持前期沉积格局基础上,随着湖侵加强,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,继承性三角洲长驱向湖盆内进积;长2期,尚保持着不同方向的大、中型三角洲发育;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。

鄂尔多斯盆地延长组油气藏严格遵循“源控成藏”特点,安塞、志丹—靖边、延安以及西峰、庆阳等油藏发育区围绕着盆地长7段、长(4+5)段等主力烃源岩分布;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。

利用钻井岩心、测井、地震资料,更新了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,找寻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提供重要的科学根据和可靠的基础地质成果。

本书是对鄂尔多斯盆地晚三叠世湖盆沉积体系与沉积相研究的一次总结与提高，为我国大型内陆湖盆三角洲沉积体系与湖盆沉积演化研究提供范例，“抛砖引玉”，期待国内有识之士共同推动陆相湖盆沉积相与沉积体系演化研究在油气勘探中的应用。

本书的内容体现着同济大学张国栋教授的学术思想。张国栋教授长期在鄂尔多斯盆地进行认真细致的研究工作，对延长组湖盆演化的研究做出了卓越的贡献。同时，感谢中国石油长庆油田分公司勘探开发研究院的大力支持。

作者

2007年8月

目 次

前 言

1 鄂尔多斯晚三叠世内陆盆地的形成与湖盆特征	(1)
1.1 盆地形成前构造演化历史	(1)
1.2 晚三叠世盆地形成的构造背景	(2)
1.3 晚三叠世盆地的结构与属性	(4)
1.4 鄂尔多斯盆地湖盆特征	(6)
1.4.1 晚三叠世湖盆古纬度变迁及其恢复	(6)
1.4.2 鄂尔多斯盆地晚三叠世长6期与长8期湖盆沉积边界	(8)
1.5 湖盆水深的古生物地层标志	(11)
1.5.1 古生物实体对古水深的判断	(11)
1.5.2 生物相带划分及其代表的古水深	(13)
1.5.3 遗迹化石对古水深的判断	(15)
1.6 古湖盆水体盐度的判别	(18)
1.6.1 微量元素分析古湖泊水体古盐度	(18)
1.6.2 碳氧稳定同位素法分析古湖泊水体盐度	(19)
2 鄂尔多斯晚三叠世盆地地区层序地层学研究	(21)
2.1 陆相层序地层学应用与研究	(21)
2.1.1 当前层序地层学理论与学派	(21)
2.1.2 陆相层序地层发育的主要特点	(21)
2.1.3 层序地层学在陆相沉积中的应用	(23)
2.2 晚三叠世盆地层序划分标志与层序地层框架	(23)
2.2.1 层序级别的划分	(23)
2.2.2 层序边界的识别	(24)
2.3 鄂尔多斯晚三叠世盆地层序地层的基本特征	(31)
2.3.1 湖盆水文地质条件分析	(31)
2.3.2 湖平面升降和体系域类型	(34)
2.3.3 层序与准层序组	(37)
2.4 鄂尔多斯晚三叠世盆地层序地层模式	(40)
2.4.1 湖盆边缘缓坡带层序地层模式	(40)
2.4.2 盆地边缘陡坡带层序地层模式	(41)
3 鄂尔多斯盆地延长组高分辨率层序地层学研究	(44)
3.1 高分辨率层序地层学原理与特点	(44)
3.1.1 高分辨率旋回层序地层原理	(44)

3.1.2	基准面旋回层序划分	(44)
3.1.3	沉积基准面旋回	(45)
3.1.4	可容纳空间与沉积物的体积分配	(47)
3.1.5	相分异作用	(49)
3.2	长10段—长9段油层组基准面旋回分析	(49)
3.2.1	长10段—长9段油层组基准面旋回划分	(49)
3.2.2	长10段—长9段油层组基准面旋回特点	(50)
3.3	长8段—长7段油层组基准面旋回分析	(52)
3.3.1	长8段—长7段油层组基准面旋回划分	(52)
3.3.2	长8段—长7段油层组基准面旋回的特点	(52)
3.4	长6段—长(4+5)段油层组基准面旋回分析	(54)
3.4.1	长6段—长(4+5)段油层组基准面旋回划分	(54)
3.4.2	长6段—长(4+5)段油层组基准面旋回的特点	(54)
3.5	长3段—长1段油层组基准面旋回分析	(56)
3.5.1	长3段—长1段油层组基准面旋回划分	(56)
3.5.2	长3段—长1段油层组基准面旋回的特点	(58)
3.6	沉积基准面旋回变化与充填模式	(58)
4	鄂尔多斯晚三叠世盆地沉积体系及成因相类型	(60)
4.1	沉积体系及其成因相类型	(60)
4.1.1	冲积扇沉积体系及其成因类型	(62)
4.1.2	河流沉积体系及其成因类型	(63)
4.1.3	扇三角洲沉积体系及其成因相类型	(67)
4.1.4	辫状河三角洲沉积体系及其成因相类型	(69)
4.1.5	曲流河三角洲沉积体系及其成因相类型	(71)
4.1.6	湖泊沉积体系及其成因相类型	(76)
4.1.7	湖泊沉积体系中各亚相沉积特征	(78)
4.1.8	滨浅湖滩(坝)沉积序列与特征	(79)
4.1.9	风暴沉积序列与特征	(80)
4.1.10	浊积沉积体系及其成因相类型	(81)
4.2	大型三角洲构成湖盆内主要沉积体系	(84)
4.2.1	晚三叠世湖盆三角洲的类型及构造背景	(84)
4.2.2	不同类型三角洲沉积体系发育条件和沉积特征	(85)
4.2.3	湖盆大型三角洲发育为浊流沉积提供雄厚的物源	(87)
5	不同成因储层砂体鉴别标志与内部构成	(88)
5.1	不同成因类型储层砂体鉴别标志	(88)
5.1.1	砂体生成与发育模式的研究	(88)

5.1.2	砂体垂向序列的研究	(89)
5.1.3	不同砂体粒度参数的研究	(93)
5.1.4	测井相的分析	(99)
5.1.5	运用米兰柯维奇旋回分析方法测定各类砂体沉积速率	(99)
5.2	储层砂体内部构成单元分析	(102)
5.2.1	储层岩石相划分依据与原则	(102)
5.2.2	储层岩石相划分及意义	(103)
6	鄂尔多斯晚三叠世盆地沉积物源及岩相古地理时空演化	(109)
6.1	鄂尔多斯盆地延长组沉积物源分析	(109)
6.1.1	盆地外周隆起区可能提供物源的基岩类型特征	(109)
6.1.2	盆地周缘露头区延长组砂岩古流向的测定	(116)
6.1.3	盆内延长组砂岩组分特征与源区母岩类型的推断	(116)
6.1.4	盆内延长组砂岩重矿物组合与源区母岩类型的推断	(123)
6.2	晚三叠世湖盆延长组不同时期岩相古地理特征与演化	(128)
6.2.1	长10期岩相古地理	(128)
6.2.2	长9期岩相古地理	(129)
6.2.3	长8期岩相古地理	(129)
6.2.4	长7期岩相古地理	(134)
6.2.5	长6期岩相古地理	(134)
6.2.6	长(4+5)期岩相古地理	(137)
6.2.7	长3期岩相古地理	(139)
6.2.8	长2期岩相古地理	(140)
6.2.9	长1期岩相古地理	(142)
7	鄂尔多斯盆地三叠系延长组石油成藏地质条件	(143)
7.1	延长组油藏形成地质条件	(143)
7.1.1	丰富的烃源岩为油藏的形成提供了大量的物质基础	(143)
7.1.2	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	(147)
7.1.3	生、储、盖组合的叠加发育有利于油气的运移聚集	(148)
7.1.4	相带的变化是岩性油藏形成的重要条件	(151)
7.1.5	延长组油气具有近源、运移方向恒定的特点	(151)
7.1.6	延长组油气藏具有源内成藏特点	(154)
7.2	延长组油藏类型及特征	(154)
7.2.1	上倾方向砂岩尖灭岩性油藏	(154)
7.2.2	成岩圈闭(次生圈闭)油藏	(155)
7.2.3	上倾岩性尖灭与次生成岩复合圈闭油藏	(155)
7.2.4	构造(差异压实)-岩性油藏	(156)

7.2.5 砂岩透镜体岩性油藏	(157)
7.3 延长组典型油藏解剖	(157)
7.3.1 安塞油田	(157)
7.3.2 下寺湾油田	(158)
7.3.3 华池-城壕油田	(159)
7.3.4 西峰油田	(160)
7.4 延长组油藏分布规律	(161)
7.4.1 延长组油藏主要围绕最大生烃灶分布	(162)
7.4.2 延长组三角洲砂体是油气聚集的主要场所	(162)
7.4.3 裂缝是油气纵向运移的重要通道	(162)
7.4.4 低幅鼻褶是油气富集的关键因素	(163)
参考文献	(164)

1 鄂尔多斯晚三叠世内陆盆地的形成与湖盆特征

盆地是指岩石圈表面在三度空间内能容纳沉积物堆积和叠置的场所或凹地,其边界被各种不同性质的构造活动带和自然障壁所限的古地理单元。所以沉积盆地代表发生了沉积作用的那些空间,它是不同地质时期地壳变动的结果,而盆地中的充填物则受海(湖)平面制约。

1.1 盆地形成前构造演化历史

鄂尔多斯盆地在晚三叠内陆盆地形成前,伴随华北板块一起经历了结晶基底的形成与演化,和早古生代与晚古生代的地质构造演化。结晶基底的形成经历了3次造盾期,第一造盾期为太古宙原始陆核的形成。按板块构造的观点,可能有一个小陆核聚集阶段,这一聚集过程可以通过地体碰撞形式加以实现,也不排除小规模陆核俯冲带的出现,新太古代以来的绿岩带即处于这种陆核周边,推测以绿岩带为代表的活动带就是小陆核的焊接带,最终形成了包括华北、阿拉善、秦岭等地块在内的统一原始古陆(张兆忠,1980;何自新等,2003)。第二造盾期为古元古代陆壳的裂解与拼合,该时期使太古宙形成的统一原始古陆又复破裂,构造体制出现不同性质的活动带同刚性地块并存的构造格局,在鄂尔多斯地块内部及周边发育了活动大陆边缘增生带,并导致克拉通的垂向加厚和刚度增强,经过吕梁运动,从而结束了第二造盾期,并最终形成了鄂尔多斯克拉通的结晶基底(马杏垣等,1979;何自新等,2003)。第三造盾期为中新元古代的裂陷充填,由于前期形成的统一陆壳厚度薄,地温梯度高,刚性强度弱和固结程度低,因而局部的克拉通化仍在进行,特别是受秦岭、祁连、兴蒙海槽的开裂、扩张影响,在陆壳较薄的克拉通陆地边缘地带,以地热慢点为三叉点,普遍发生断块破裂与陷落,相继发生系列拗拉槽,如贺兰拗拉槽、晋陕拗拉槽、晋豫拗拉槽和白云鄂博-渣尔泰拗拉槽等,标志着已形成的刚性地块在其边缘复活开裂、充填的新局面,经新元古代晋宁运动使包括鄂尔多斯在内的华北板块进一步褶皱、固结,起到第三期造盾作用(王同和,1986;王揖等,1987)。

早古生代华北板块进入了克拉通盆地稳定发育时期,在多幕快速海进和缓慢海退演化过程中,沉积了一套全区稳定可追踪、对比的寒武系—奥陶系海相碳酸盐岩夹碎屑岩沉积。华北板块南缘面临一个古海洋。据古地磁资料,那是一个比较宽广的海洋,并不像今天这样的格局,即南缘为秦岭造山带,再往南为扬子地块,而秦岭地区在造山前为一宽度有限的海槽,因为寒武—奥陶纪时华北与扬子两块体还分别位于古纬度的南纬 36.42° 至北纬 3.95° 之间与北纬 4.00° 至北纬 8.28° 之间(吴汉宁等,1990)。地块北部以内蒙古陆与兴蒙加里东海槽相隔,西以青铜—固原断裂为界与祁连海槽相邻,而西北侧仍为继承性活动的“再生”贺兰拗拉槽。当时包括鄂尔多斯在内的华北板块是一个北高南低,面向大洋、具有宽广大陆架的盆地,其盆地边缘活动经历了寒武—早奥陶世被动大陆边缘,中奥陶世—晚奥陶世活动大陆边缘两期构造发育阶段(陈刚等,1994)。特别是加里东末期形成的沉积间断与奥

陶系顶部侵蚀岩溶古地貌,对盆内古生界天然气聚集与分布起着定位或重要控制作用。

晚古生代,包括鄂尔多斯在内的华北板块,由于其南北两侧早古生代末的弧-陆碰撞,褶皱山链阻隔了区内与外海的联系,而逐渐进入了陆内盆地或内克拉通盆地。早古生代是南北横亘于鄂尔多斯盆地中央的古隆起不仅阻隔了太原组沉积前秦祁海与华北海连通并导致沉积上的东、西分异格局,还对早二叠地层的岩性、岩相及其厚度变化等起着一定的控制作用,进而这种格局将渐被南北沉积分异的新格局取代,特别是在鄂尔多斯隆起发育一组叠加在上述南北构造之上的东西向微隆构造,其活动对山西组—石千峰组北高南低及岩相南北分带有明显控制作用;与此同时贺兰裂谷在石炭纪与早二叠世又复活,促使其复活的原因可能来自北祁连加里东褶皱带形成时的向北推挤作用,该作用先使其抬升,进而使原裂谷两侧断裂纵张复活,并在后期沉积物重荷下再次下沉(赵重远等,1993;何自新等,2003)。

早、中三叠世鄂尔多斯盆地是华北大型内陆盆地的组成部分,它继承了二叠世近东西向的构造格局和稳定的沉积特点,所不同的是沉降速率有所加快。

1.2 晚三叠世盆地形成的构造背景

盆地的形成、发展和消亡与构造旋回同步,对于不同时期的构造旋回来说,盆地的类型和演化过程亦有所不同。晚三叠世鄂尔多斯盆地是印支构造旋回的产物。印支运动使华北板块进入全球构造的新阶段,也是华北板块地壳运动史上的一个重大转折,具有划时代的重要意义。

印支期开始,华北板块受到不同方向、不同级别板块的作用,特别是南侧古特提斯的闭合和新特提斯的开启,扬子板块的推掩及印度板块的碰撞,东侧太平洋板块的形成、滑移和俯冲,即朱夏(1990)指出的“两条峰线作用”,加上北侧西伯利亚板块限制性挤压,华北板块处于三面受挤压的构造环境中,盆地的发育主要受大陆地壳缩合变形的控制,成为板内盆地。具体说,在晚海西—印支期,包括盆地在内的华北板块南缘,受古特提斯海扩张影响,夹于扬子板块与华北板块之间的原始秦岭洋发生第三次会聚作用,前两次会聚分别发生在晋宁期和加里东期(奥陶纪开始俯冲),这次会聚($P-T_2-J_1$)为主造山期,系由点、面接触碰撞演变为全面碰撞,并将最终隆升成山,奠定了秦岭造山带基本构造格架(图1.1),它是由两个强烈变形的古大陆边缘及古秦岭洋中的地块拼合成的,其中商丹断裂带既是俯冲碰撞的主缝合带之一,又是南北秦岭构造带分界线,碰撞对接封闭了残余的秦岭海槽之后并未平静下来,继之发生中生代强烈陆内隆升及其相邻地块相向陆内俯冲作用,并导致南北边缘大陆块相向发生大规模逆冲推掩。在推掩最强烈时期(T_3-J_1)在秦岭造山带北侧外缘与其南侧外缘形成前陆盆地(如四川龙门山前)(张国伟等,2001)。这类盆地可能就是殷鸿福等(1992,1996)根据北秦岭外缘现今零星残存的某些上三叠统沉积所恢复的统一陆相盆地。只是新生代以来的走滑改造和印支—早燕山期大规模的推掩,使其较难恢复,但据秦岭造山带转变部分,即晚三叠世鄂尔多斯盆地西南缘残留巨厚的砾岩沉积,和其沉积中心轴向偏南,并与处于挤压状态的秦岭造山带相连看,应有耦合关系,鄂尔多斯盆地南部应属前陆盆地(刘和甫,2001)。

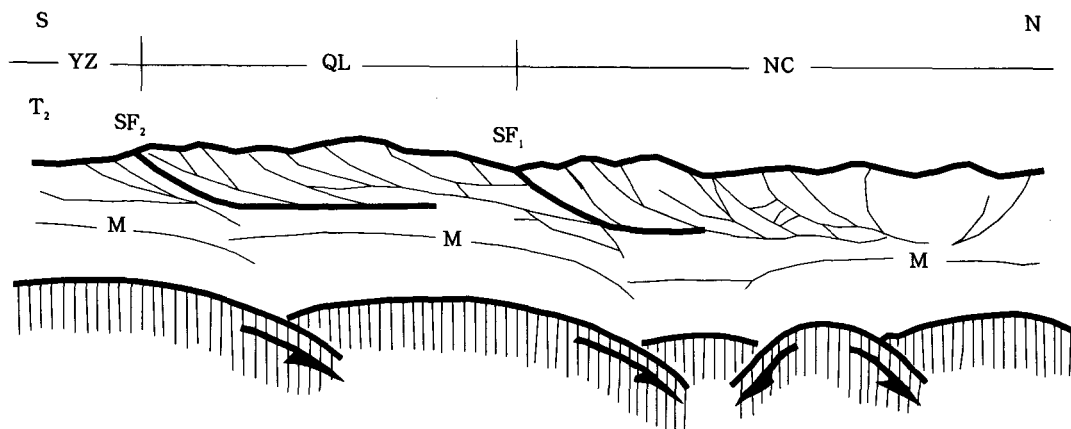


图 1.1 秦岭造山带主造山期板块最后俯冲碰撞基本构造格架

(据张国伟等, 2001)

NC. 华北板块; YZ. 扬子板块; QL. 秦岭微板块; M. Moho 面; SF₁. 商丹缝合带; SF₂. 勉略缝合带

大体同步, 华北板块西缘、西南缘, 打破前期的相对平静状态, 在贺兰山之汝箕沟以及从那里向南的石沟驿和安口窑形成一条近南北向的沉降带, 在上述几个沉降中心地区沉积了上三叠统以砾岩为主的粗碎屑岩厚达3000多m, 而同期沉积在鄂尔多斯盆地区厚约千米, 这个沉降带预示其西侧有一个自印支期开始形成的A型俯冲逆掩构造带(甘克文, 1983), 其力量的来源则为当时南秦岭盆地在三叠纪时又再次拉张, 它通过巴颜喀拉三角区与古特提斯洋相接, 西秦岭三叠纪留凤关群浊积岩与巴颜喀拉群浊积岩组成统一的沉积域, 导致古特提斯海与秦祁裂谷沟通并向北、北北东方向扩张与俯冲, 产生的推挤作用的结果, 即逆掩构造带南端则主要受特提斯海向北东推挤形成近南北向的右形剪切应力, 北端受阿拉善地块向东推挤, 两者使西缘逆冲带隆起, 并构成盆地西部边界, 出现构造砾岩相带, 并伴有前陆盆地形成, 这已有不少文献从不同侧面曾有过论述(赵重远, 1983, 1993; 柯保嘉, 1988; 郭忠铭等, 1989; 靳久强, 1990; 李思田等, 1996; 陈刚, 1999)。与此同时, 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的基础上, 经印支早期运动, 差异性升降更加明显, 其北缘则形成了北高南低并向南倾斜幅度较大的斜坡, 东缘由于华北板块东部受太平洋板块向北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。

晚三叠世末, 即印支运动晚期, 随着古特提斯海最终挤压造山、褶皱关闭, 在亚洲西南部形成世界上规模最宏大的印支造山链, 并由此产生向北东向的挤压应力, 导致扬子地块向北位移并与华北地块最终全面碰撞、对接, 从而形成秦岭—大别山—加里东—印支复合造山带。在其东侧, 扬子地块沿郯庐断裂带左旋平移并形成五莲—荣成印支造山带(王同和, 1986)。在华北地块北部, 由于西伯利亚板块的向南挤压, 形成了中亚—蒙古大型逆冲推覆构造(郑亚东, 1991)。在此影响下, 华北地块东部隆起西部坳陷的古构造格局逐渐形成,

亦标志着东部陆缘构造受古太平洋板块与东亚大陆之间的相互作用和相互影响的增强。此时，位于华北地块西部的晚三叠世鄂尔多斯盆地变形主要表现在盆地不均一抬升，地层遭受大面积剥蚀以及与上覆地层的角度不整合，尤其是在其顶面形成的沟谷纵横、残丘起伏、阶地层叠的古地貌景观，成为地质构造演化史中最为醒目的一幕。

1.3 晚三叠世盆地的结构与属性

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—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以西的晚三叠世沉积区相通，因此可认为原型晚三叠世盆地，虽不能与包括早、中三叠世内的晚古生代大华北盆地相比，但它远远超出现今鄂尔多斯盆地范围（图 1.2）。

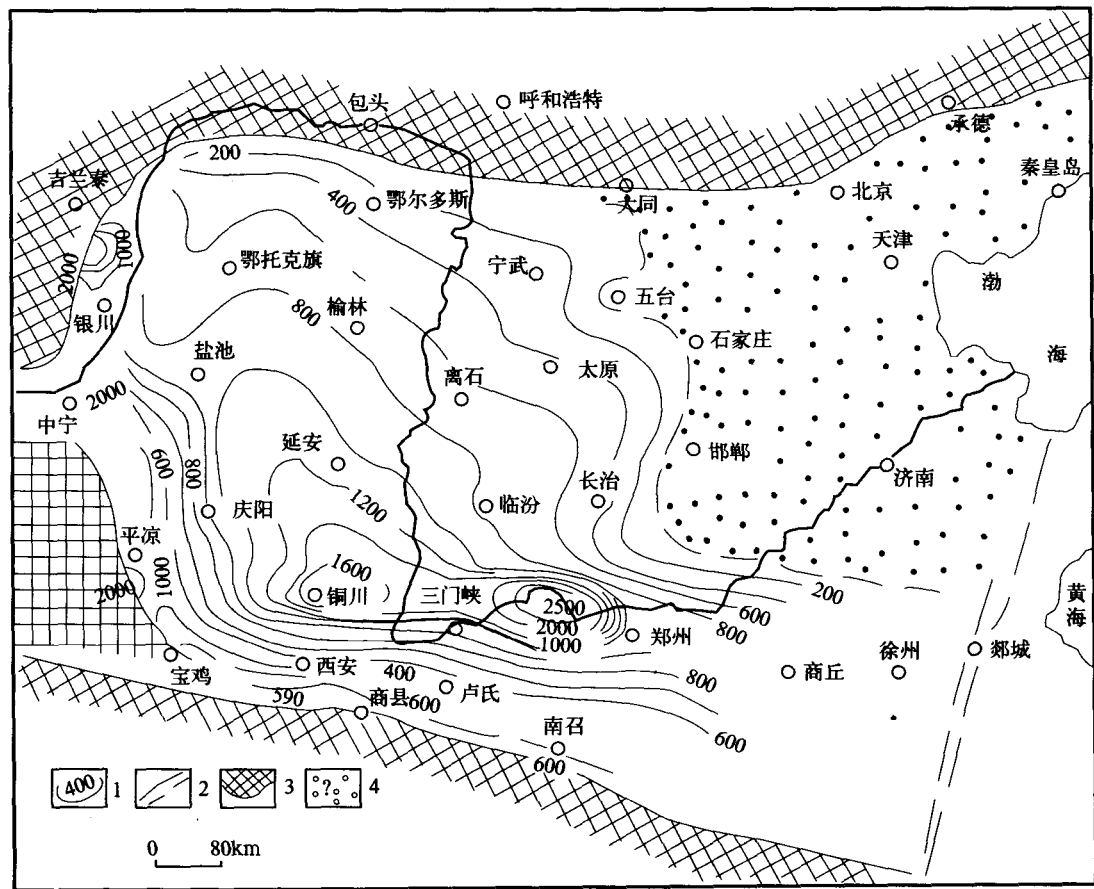


图 1.2 晚三叠世延长组沉积等厚线图

(据朱夏等, 1990)

1.等厚线 (m); 2.断裂; 3.古陆; 4.资料不清地区

盆地的结构从整体来看,具有北高南低,沉积厚度北薄南厚,沉积物岩性北粗南细的特点;坳陷中心偏向南部,大致位于铜川—三门峡—济源—郑州一带。但是盆地结构也具复杂性一面,如在鄂尔多斯盆地晚三叠世残留厚度图上的所见(图1.3),除具向东开口,北翼宽缓、南翼较陡的广阔的北西—南东向吴起—铜川坳陷结构外,盆地内东西分异也较明显,从

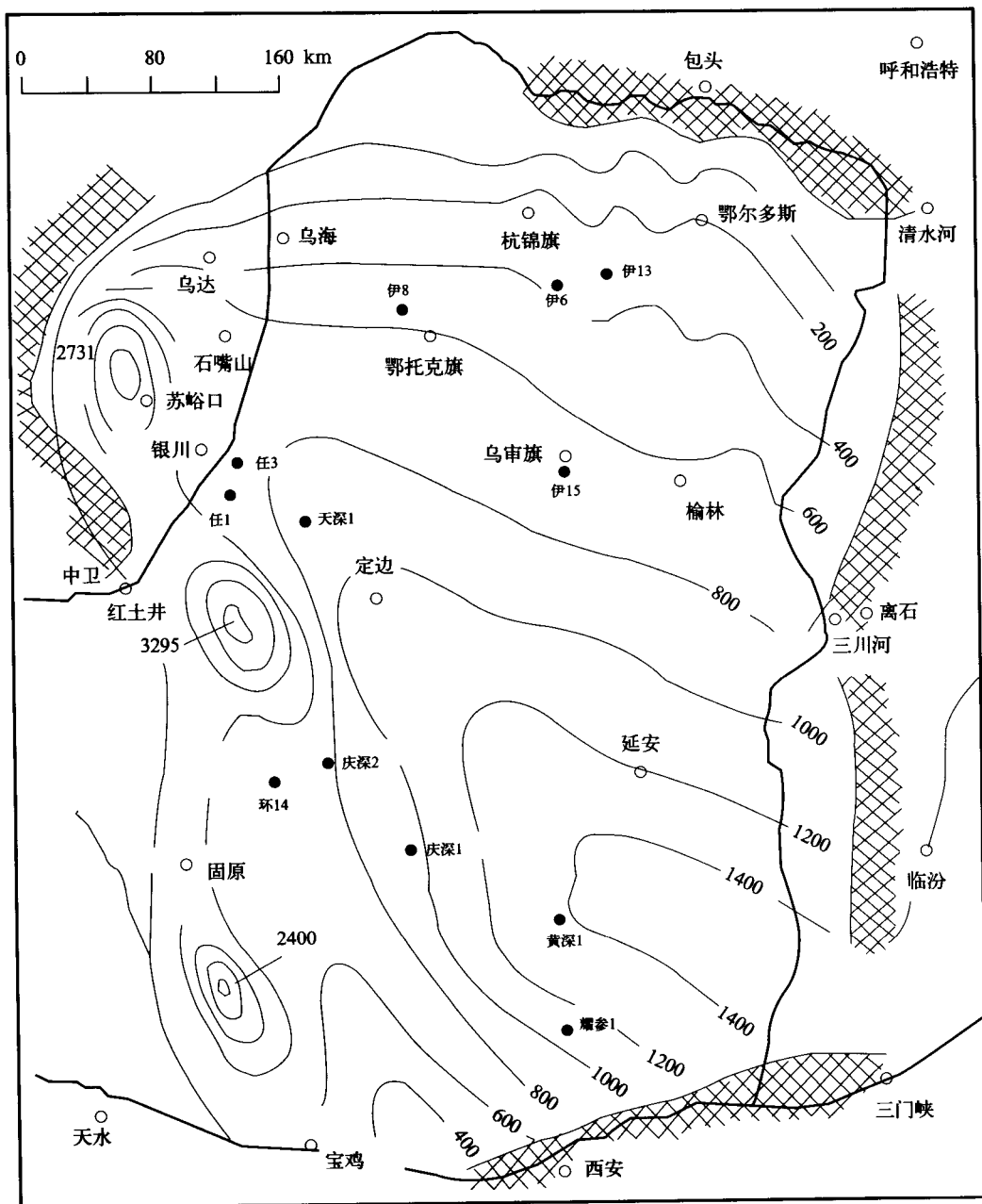


图 1.3 鄂尔多斯盆地上三叠统延长组等厚线图
(据石油地质志)(厚度等值线: m)