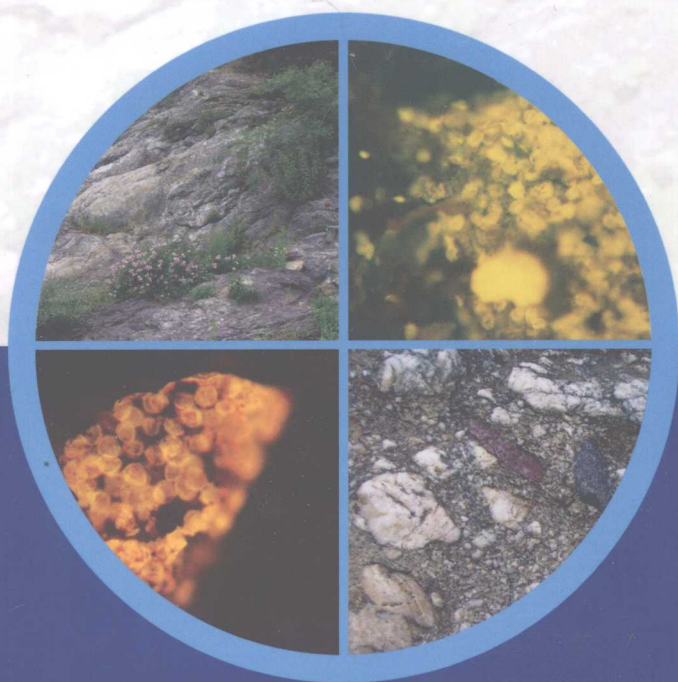


鄂尔多斯盆地三叠纪延长组沉积期 湖盆边界与底形及事件沉积研究

ORDOS PENDI SANDIEJI YANCHANGZU CHENJIQI

HUPEN BIANJIE YU DIXING JI SHIJIAN CHENJI YANJIU

◎ 杨华 田景春 王峰 夏青松 著



地 质 出 版 社

鄂尔多斯盆地三叠纪延长组沉积期 湖盆边界与底形及事件沉积研究

杨华 田景春 王峰 夏青松 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书从华北板块的大局出发,系统深入地研究了鄂尔多斯盆地三叠纪延长组沉积期湖盆边界、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。

图书在版编目(CIP)数据

鄂尔多斯盆地三叠纪延长组沉积期湖盆边界与底形及
事件沉积研究 / 杨华等著. —北京:地质出版社, 2009.1
ISBN 978-7-116-05920-7

I. 鄂… II. 杨… III. 鄂尔多斯盆地—三叠纪—湖盆—
沉积—研究 IV. P548.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 195463 号

责任编辑:刘亚军 夏军宝

责任校对:李 玫

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: 北京地大彩印厂

开 本: 787mm × 1092mm^{1/16}

印 张: 10.25

字 数: 245 千字

版 次: 2009 年 1 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-05920-7

(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

鄂尔多斯盆地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发育齐全、研究最早的地层剖面,也是盆地最早获得油气发现的地层,因而多年来一直是地质界特别是石油界研究的重点目的层。在半个多世纪的油气勘探实践中,先后有长庆油田、地矿部第三普查大队、西北大学、成都理工大学、中国科学院地质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、沉积体系和储层特征做了大量的研究工作,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。从勘探的实践看,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,随着隐蔽油气藏勘探理论的引入,在西峰发现了规模巨大的油田,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。但是,要想真正地挖掘延长组的油气潜力,在盆地中找到勘探和开发的新领域、新目标,毫无疑问,就必须确定出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,搞清延长湖泊在不同时期隆坳分布的古地貌背景。只有这样,才能全方位、大范围的开拓新的勘探地域及层位,为盆地提供大规模储量的后备区块和勘探目标。

同时,随着研究程度的不断深入,在鄂尔多斯盆地三叠系延长组发现多种事件沉积,包括浊流事件沉积、火山事件沉积、地震事件沉积等。探讨各种事件沉积特征及其形成的构造背景和相互关系已经成为事件沉积学的一项重要研究内容。其中浊流在半深湖—深湖中形成的浊积岩可作为石油的储层。因此,开展鄂尔多斯盆地三叠系延长组事件沉积研究不仅具有基础地质意义,而且还具有巨大的经济意义。

近年来,作者对鄂尔多斯盆地三叠系延长组地层划分、沉积体系、层序地层学和储层沉积学开展了系统深入的研究,并取得了一系列的研究成果。他们撰写的《鄂尔多斯盆地三叠纪延长组沉积期湖盆边界与底形及事件沉积研究》一书,从华北板块的大局出发,系统深入的研究了鄂尔多斯盆地中生代三叠纪延长组沉积期湖盆边界、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。这一研究成果对于推动我国古湖泊学研究将起到重要的促进作用。

本书条理清晰、论据充分、资料丰富。尤其是在湖盆边界、浊流事件和地震事件沉积等方面都有新的创见,具有重要的理论价值和实际意义。在该书出版之际,谨祝他们在中国古湖泊学研究中取得更大成绩,并希望该成果能尽快应用到我国陆相湖盆研究中,以尽早起到指导作用。

中国科学院院士 刘宝训

2008年11月16日

目次

序	
绪言	1
一、研究意义	1
二、事件沉积研究现状	2
三、研究思路	6
四、主要研究内容	6
第一章 区域地质概况	8
第一节 盆地构造演化特征	8
一、前中生代鄂尔多斯盆地构造背景	10
二、中生代鄂尔多斯盆地发育阶段	11
三、中、新生代鄂尔多斯盆地改造阶段	13
第二节 盆地区域构造单元划分	13
第三节 地层划分与对比	14
一、下三叠统	14
二、中三叠统	14
三、上三叠统	15
第二章 湖盆边界确定及物源分析	21
第一节 鄂尔多斯盆地周缘古陆特征	21
一、北缘、西北缘古陆	21
二、南缘、西南缘古陆	22
第二节 三叠系延长组盆地边界的确定	23
一、盆地边界的确定方法	23
二、盆地北缘沉积边界	24
三、盆地西北沉积边界	25
四、盆地西部沉积边界	34
五、盆地西南沉积边界	40
六、盆地南部沉积边界	43
七、盆地东部沉积边界	44
第三节 物源分析	52
一、古水流方向分析	52
二、碎屑组分及岩屑分布特征	54

三、利用重矿物特征分析物源特点	56
四、砂岩组分阴极发光特征	58
五、稀土元素分布规律及物源分析	61
第四节 源区构造背景	68
第三章 湖盆底形恢复研究	71
第一节 湖岸线的确定	71
第二节 三角洲前缘坡折线的确定	74
一、地层厚度等值线方法	74
二、沉积微相组合法	75
三、高分辨率层序地层学方法	79
第三节 湖盆底形的恢复	84
一、地层厚度校正	84
二、古水深校正	86
三、湖盆底形恢复	88
第四章 湖盆浊流事件沉积研究	90
第一节 典型剖面分析	91
一、铜川金锁关炭沟剖面	91
二、深湖浊积岩的底面构造	93
三、庙湾剖面	94
第二节 典型单井分析	96
第三节 沉积构造特征	98
第四节 浊积岩类型	100
一、薄层浊积岩	100
二、中层浊积岩	101
三、厚层浊积岩	102
第五节 浊积岩的微观特征	102
一、岩性特征	102
二、粒度特征	102
第六节 浊流沉积的测井相特征	105
第七节 浊流沉积亚相划分及特征	107
第八节 浊积岩的垂向序列	108
第九节 浊积岩的平面展布	111
第十节 延长组长3段—长8段浊流类型	114
一、湖泊浊流类型	114
二、研究区浊流类型	117
第十一节 浊积岩的形成机制及控制因素分析	118
一、外界的触发机制	118
二、充足的物源供给	122

三、古斜坡地形	122
第十二节 沉积模式	122
第十三节 关于深湖块状砂岩和单一递变粒序砂岩成因的讨论	123
第五章 湖盆地震事件沉积研究	128
第一节 震积岩的识别标志	128
一、软沉积物变形构造类型及特征	128
二、液化构造	128
第二节 三叠系延长组震积岩分布	132
第三节 液化构造主要类型与特征	132
第四节 原地震积岩岩石类型	137
第五节 震积岩垂向序列特征	137
第六节 震积岩特征与地震强度的关系	139
第七节 讨论：地震驱动与斜坡滑塌形成的变形构造区别	140
第八节 地质意义	142
第六章 结 论	145
参考文献	147

绪 言

一、研究意义

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,先后有长庆油田、地矿部第三普查大队、西北大学、成都理工大学、中科院地质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、沉积体系和储层特征做了大量的研究工作,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。从勘探的实践看,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,随着隐蔽油气藏勘探理论的引入,在西峰发现了规模巨大的油田,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的古地貌形态(湖盆底形)有着密切的联系。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。目前,三叠系的油源问题已基本解决。但是,对原型盆地的沉积边界、湖泊沉积范围、延长组的层序划分、沉积体系的发育特征与空间配置关系、岩性油藏的富集规律及主控因素等缺乏整体统一的认识。如何正确恢复盆地原始古地理面貌,是什么样的机制影响和控制沉积格局,怎样确定入湖三角洲的分布范围,湖盆底部古地貌形态轮廓(湖盆底形)、不同时期的湖岸线、三角洲前缘坡折线、砂岩层顶面起伏线等,这些因素严重制约着三叠系延长组的油气勘探。

因此,要想真正挖掘延长组的油气潜力,在盆地中找到勘探和开发的新领域、新目标,毫无疑问,就必须确定出晚三叠世原型盆地的沉积边界、物源方向,建立全盆地延长组统一的地层格架,搞清延长湖泊在不同时期隆坳分布的古地貌背景。只有这样,才能全方位、大范围的开拓新的勘探地域及和层位,为盆地提供大规模储量的后备区块和勘探目标。

鄂尔多斯盆地三叠系延长组发育多种事件沉积,有浊流事件沉积、火山事件沉积、地震事件沉积等。各种事件沉积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,这些大大小小的构造事件不可避免

地影响了沉积作用。因而,探讨构造事件与沉积作用的相互关系已经成为事件沉积学的一项重要研究内容。其中浊流在半深湖-深湖中形成的浊积岩可作为石油的储层。因此,开展鄂尔多斯盆地三叠系延长组事件沉积研究不仅具有基础地质意义,而且还具有巨大的经济意义。

近年来的油气勘探表明,与西南部三角洲共生的浊积岩同样蕴藏着丰富的油气资源。尤其是最近几年来,伴随着油气勘探的深入,对岩性油藏形成机制、分布模式的认识及勘探方法的研究进一步深入,产生了一批重要成果,指导了三角洲岩性油藏的勘探,不断有新的发现。但同时也存在一些失利,其中很多情况下是砂体的预测存在误差。随着勘探程度的不断提高,很多岩性油气藏已经进入定量评价阶段,而对半深湖-深湖中的浊积岩的形成机制、分布规律的认识,目前仍停留在定性分析阶段,预测模式也需要不断修正和深化。

震积岩是沉积岩沉积期间发生构造运动引发地震活动的产物。目前,在国内还没有拗陷湖盆震积岩研究的报道。所以,对鄂尔多斯盆地延长组开展震积岩研究可以丰富中国震积岩的内容,同时可以为浊积岩的形成机理提供有力证据;还可以在更小的时间尺度内讨论秦岭造山作用对延长组事件沉积的影响。

为此,针对鄂尔多斯盆地延长组的浊积岩,研究其沉积特征,探讨其诱发机制和影响因素、分布规律,建立合理的沉积模式,以便进一步指导油气勘探。同时研究震积岩在岩心上的识别标志,建立拗陷湖盆震积岩的震积序列,识别不同地震强度在软沉积物构造上的不同特征,探讨震积岩的地质意义。

二、事件沉积研究现状

20世纪80年代初期,关于稀罕事件(rare events)的研究已经风靡地质学各个领域,沉积学领域也不例外。在此之前,沉积学家受均变论哲学的支配,过多地注意了沉积物(层)的韵律性和旋回性。稀罕事件的研究带来了新思想,扩大了沉积学家的视野。事件沉积物虽然比较稀少,但易于在地层中识别,它们是在各种地质事件中形成的沉积物,一般包含了侵蚀和沉积两种作用留下的沉积构造,虽然它们的形成频率不高,但却常被保存下来。

1983年,地质学家许靖华以“现实主义灾变论”为题,发表了她的国际沉积学家协会理事长离任致词。他指出:“稀罕事件之所以罕见,并不在于它们的性质,而在于其规模之大。它们庞大的规律必然会完全改变事情的面貌或引起灾变,而大的灾变必然将其记录遗留在沉积物中。因此沉积学家必须接受现实主义的灾变论作为研究哲学。”

迄今为止,事件沉积学尚未形成一门独立的沉积学分支学科,这一方面是由于它刚刚问世不久,另一方面也由于它更注重新哲学观的运用,并试图渗入到沉积学各个分支,以期对已有的沉积学知识进行补充和改造。在第15届和第17届国际沉积学大会上,事件沉积已是会议的一大主题,震积岩、浊流等事件沉积已成为国外研究的热点,我国在这方面的沉积学机理研究还很欠缺。下面分别介绍浊积岩和震积岩在国内外研究现状

和相关进展,重点介绍湖相浊积岩的研究现状和进展。

(一) 浊积岩

1. 国外研究现状和进展

国外对深水浊流的研究可以追溯到19世纪80年代,近50年来,国外学者对浊流的沉积机理、浊积扇及非扇沉积模式、沉积构造等方面的研究取得了多方面的进展,具体将在第二章详细介绍。

2. 国内研究现状和进展

我国20世纪60年代中期才引进浊流理论,而实际研究工作是从70年代才开始,较国外晚了近20年,而且这期间李继亮等(1978)公开发表过浊积岩方面的论文。从20世纪70年代末至80年代初开始,掀起了浊流研究的热潮。80年代初,孙顺才等对云南抚仙湖开展了现代湖泊浊流研究(孙顺才等,1981);1983年召开的全国浊流沉积学术会议使这一研究达到了高潮(孙枢,1984);1986年,中国石油学会石油地质委员会组织翻译并出版了《国外浊积岩和扇三角洲研究》一书。随后,借鉴国外沉积物重力流理论,在国内开展了包括浊流在内的多种类型重力流沉积特征的研究。不同的学者根据其研究区的资料,先后提出各种地方性或区域性的重力流沉积模式(何起祥,1984;赵澄林,1984;赖婉琦,1984;李文厚,2001),同时也非常重视碳酸盐岩重力流沉积及沉积模式的研究(洪庆玉,1992)。此外,对重力流含矿性的研究也取得了一定的进展。自20世纪50年代早期许靖华等发现浊积砂体可成为油气的重要储层之后,以浊积砂体作为油气储层在世界各地陆续被发现,使浊积砂体成为继三角洲之后又一找油的重要领域,我国许多学者先后在辽河油田、渤海湾盆地等许多地方发现了与重力流有关的油气藏(刘孟慧等,1984;蔺毓秀,1986;姜在兴等,1988)。90年代以来,我国对浊流沉积的研究主要体现在对其内部的层序结构、物源方向及沉积盆地水深的研究方面,有的学者还从储油物性、生储盖组合的空间演化与构造的关系来对深水浊积扇进行研究(吴崇筠,1992;郭成贤,2000;李小梅,2005)。

在实验模拟方面也取得了一些重要成果。2002年,张春生、刘忠保等用实验模拟了涌流型浊流的形成和发展,对涌流型浊流及底流型浊流的动量方程进行了比较,发现涌流型浊流不仅从其前部卷吸水体,同时从其顶面卷吸水体。2004年,鄢继华、陈世悦等通过室内水槽实验模拟了三角洲前缘滑塌浊积岩的形成过程,总结出四种滑塌浊积岩类型,即无触发机制的天然重力滑塌、地震诱发作用产生的滑塌、波浪作用产生的滑塌和与底形相关的砂岩透镜体。李趁义等(2005)以东营凹陷东营三角洲为原型,通过水槽实验模拟了无外界触发机制的天然滑塌浊积岩以及地震和波浪作用下滑塌浊积岩的形成过程。

由此可见,30多年来,浊流沉积的研究已经成为我国沉积学一个非常重要、非常活跃的研究领域。

3. 湖相浊积岩的研究现状和进展

虽然浊流的概念的建立最初是从湖泊开始的,但是国外对湖相浊积岩的研究程度远

不如海相浊积岩。如Forel (1885) 对瑞士日内瓦湖浊流的观察; Over和Edware (1938) 曾描述过科罗拉多河进入Mead湖所形成的浊流, 现在常把湖泊沉积作为测量沉积作用的场所。这大概是因为国外认为湖相沉积相对较少、矿产也相对较少的缘故。

在中国, 石油主要产于中、新生代的陆相湖盆, 在湖盆的中心存在大量的浊积岩储层, 已肯定为浊积岩油藏的有: 辽河裂谷西部凹陷下第三系沙河街组(阎火, 1984; 柳成志, 1999), 东营凹陷下第三系沙河街组(侯明才等, 2002; 严进荣, 2002; 王金铎, 2003; 尹太举等, 2006), 惠民凹陷下第三系沙河街组(张勇, 2001; 赵密福等, 2001), 东濮凹陷下第三系(魏魁生, 1989; 赖伟庆, 1996), 库车坳陷上三叠统(李文厚, 1997), 二连盆地地下白垩统(崔周旗等, 2005; 蔺连第等, 2005), 苏北盆地高邮凹陷古近系戴南组(张喜林等, 2005), 酒泉盆地地下白垩统(冉波, 2006), 北部湾盆地福山凹陷流沙港组(刘丽军等, 2003)等。

鄂尔多斯盆地南部三叠系延长组长7为最大湖泛期, 长8、长6时期三角洲建设性发育, 三角洲向湖推进速度快, 物源供给充足, 为三角洲前积砂体二次搬运及形成各类浊积体提供了有利条件。鄂尔多斯盆地晚三叠世发育了大量的浊积岩, 文应初(1983)、洪庆玉(1992)、李桢(1993)、梅志超(1994)、李文厚(2001)等人相继在鄂尔多斯盆地东缘和西缘发现浊积岩。这些浊积岩体呈扇形或成带分布在三角洲砂体前方, 叠合连片, 形成了储量可观的岩性油藏, 如分布在庆阳、合水、固城、安置农场地区的浊积岩。对于这种湖泊深水环境中的浊积岩, 有人称之为三角洲前缘滑塌浊积岩, 有人采用湖底扇(sublacustrine fan)这一名称, 以反映我国中—新生代沉积中湖相水下扇发育的特色(赵澄林, 1984)。虽然鄂尔多斯盆地南部上三叠统延长组发育的浊积岩已被公认(文应初, 1983; 洪庆玉, 1992; 梅志超1994; 何自新, 2003; 付金华, 2005), 但大多论述及评价盆地某一区域的浊积岩特征, 全面深入的研究较少。

(二) 震积岩

1. 国外研究现状和进展

在地层中具有古地震事件记录的岩层称为震积岩。1969年, Seilacher认为美国加州地区中新世具有递变断裂的蒙特里页岩是由断层活动发生地震而引起的, 并首先提出震积岩(seismites)一词。此后, 地震活动作为沉积过程中的一种动力, 逐渐引起重视。1984年, Seilacher在对比了现代和古代震积成因的沉积物之后, 提出了微褶纹理、断裂递变层、均一层作为震积岩的标志性沉积构造, 从而为震积岩的研究奠定了基础。

之后, 许多学者都对地震活动引起的沉积物变形构造及其形成机理进行了系统研究(Sim, 1973; Lucchi, 1980; Kastens & Cita, 1981; Field et al., 1982; Seilacher, 1984; Cita, 1984; Spalleta & Vail, 1984; Mutti et al., 1984), 对比远古和现代震积成因的沉积物, 相继提出一些震积岩的识别标志和垂向序列, 确定了震积岩的沉积、构造和垂向相变特征, 针对不同层位、不同时代和不同地区地震活动引起沉积物变形构造及成因机制等进行系统性研究(Rakesh Mohindra & Bagati, 1996; Bhattacharya & Sandip, 1998; Plaziat & Ahmamou, 1997, 1998; PedroAlfaro et al., 1999; Vanneste et al., 1999;

Moretti, 2000; Shiki et al., 2000; Kullberg et al., 2001; Leroy et al., 2002; Helen, Jewell et al., 2004; Patrick, McLaughlin et al., 2004)。近几十年来,软沉积物变形构造成为确定古地震是否发育的关键标志(Allen, 1986)。识别史前沉积物和地史时期古地震的发生并评估其地震振动效果已经成为一门新型的独立学科——古地震学(Serva & Slemmons, 1995; Yeats et al., 1997)。

近年来,人们通过对震积岩的研究,确定了多种地震驱动的软沉积物变形构造类型,并详细描述了其特征(Potter & Pettijohn, 1963; Davernport & Ringrose, 1983; Rast & Moshier, 1990; Schumacher, 1992; Pope et al., 1997; Rossetti, 2000)。研究者在基于对软沉积物变形构造形成的动力学条件研究基础上,提出了一些软沉积物变形构造分类的基本原则和方案(Lowe, 1976; Guiraud & Plaziat, 1993)。同时,研究者们还把软沉积物变形构造研究应用到了不同的岩石类型里面。在继续完善陆相沉积地震响应模式(Lowe, 1975; Davernport & Ringrose, 1983; Obermeier et al., 1990, 1996; Guiraud & Plaziat, 1993; Moretti, 2000; Rodriguez-Pascua et al., 2000)的同时,人们逐渐开展了对海相沉积地震软沉积物变形发育规律的研究(Lowe, 1976; Rast & Moshier, 1990; Marco & Agnon, 1995; Pope et al., 1997; Rossetti, 2000; Zhang et al., 2006),并逐渐把地震事件研究从裂谷盆地扩展到其他各类盆地中,研究对象也从近、现代扩展到各个地质历史时期岩层,甚至扩展到前寒武纪地层(Obermeier et al., 1990; Guiraud & Plaziat, 1993; Vanneste et al., & Tuttle et al., 2002; Jewell & Etensohn, 2004)。

2. 国内研究现状和进展

我国对震积岩的研究始于1988年,十几年来,我国许多地质学家在野外区域地质调查中,相继发现了不同类型的震积岩,总结了震裂岩、震褶岩、震塌岩等地震事件沉积的不同岩相类型,为震积岩及地震灾难事件的进一步研究奠定了良好的基础(朱海之等, 1979; 杨景春等, 1982; 冯先岳, 1982; 王尔康等, 1986; 宋天锐等, 1988; 梁定益等, 1991, 1994; 吴贤涛等, 1992; 乔秀夫, 1994, 1995, 1997, 2001, 2002; 孙晓猛等, 1995; 郭建华等, 1999; 赵澄林, 2001; 杜远生等, 2001; 田洪水, 2003, 2006; 张传恒等, 2006; 武振杰, 2006)。

我国对震积岩研究的成果主要体现在:①对海相震积作用和震积岩的研究:涉及了华北元古宙—古生代、西南三江地区古生代、云南中元古代等,其中以20世纪90年代初期由乔秀夫等在华北地台东部震旦系建立的碳酸盐震动液化序列为代表。②对陆相湖盆震积作用和震积岩的研究:涉及了四川峨眉晚侏罗世、酒西盆地早白垩世、济阳凹陷古近纪等,其中以吴贤涛等(1992)在研究四川峨眉晚侏罗世湖泊沉积时,建立的碎屑岩原地系统的地震液化序列为代表。

但是,在岩心的研究当中,关于震积岩的报道还不多见。陈世悦等(2003)、袁静(2004)、付文利等(2004)、杨剑萍等(2004)及路慎强(2006)等针对中国东部渤海湾盆地济阳凹陷古近系岩心中碎屑岩、震积岩的发现,进行震积岩特征研究,建立了相

应的碎屑岩地震序列,开创了由古生代海相地层向东部新生代陆相断陷湖盆碎屑震积岩研究转移的新时代,具有一定的石油地质学意义。

值得注意的是,不同学者对震积岩存在不同的看法,主要分歧来自对寒武系及前寒武系的具肠状结构微亮晶碳酸盐岩。如孟祥化(2002)认为中国寒武系的大林子组蠕虫状碳酸盐岩是MT构造灰岩,是渗流构造成因。乔秀夫(2002)认为大林子组蠕虫状碳酸盐岩是地震液化泄水成因,不是“渗流管”构造,是震积岩。孟祥化(2004)指出不能把白齿碳酸盐岩与震积岩联系在一起,他提出了六条理由证明白齿构造不是震积岩,认为白齿构造发育的大地构造背景是稳定克拉通盆地,而不是活动构造区。白齿构造的成因与稳定克拉通浅缓坡沉积体系相关。目前,对此类碳酸盐岩的成因还无最后定论。

三、研究思路

在前人研究工作的基础上,通过野外剖面观测、岩心的精细描述、结合钻井资料和测试分析资料,通过盆地边界确定和物源分析,从全盆的视角研究延长期湖盆的沉积格局及充填演化,在此基础上,对三叠系延长组盆地浊积岩的沉积构造特征,浊积岩的形态、结构、沉积物组成与粒度及砂体展布规律等开展深入研究。同时在沉积学、地震地质学、工程地质学等理论的指导下,对震积岩的特征进行研究,特别是对湖泊软沉积物的一些特殊沉积构造进行形成机理解释,总结其分布规律和控制因素,探讨秦岭造山带对事件沉积的影响。所采用的技术路线如图1所示。



图1 本研究采用的技术路线

四、主要研究内容

本文从全盆角度出发,考虑大华北沉积地质背景,在盆地周边露头 and 盆内钻井岩心的观察的基础上,通过构造、沉积、层序等分析方法,对延长组的沉积边界范围及湖盆底形特征进行了研究。同时,在系统总结浊流研究历史和最新进展的基础上,系统研究

了鄂尔多斯盆地南部延长组长6~长8油积岩的特征,对油积岩主控因素和诱发机制进行深入研究,探讨了油积岩的分布规律,建立了合理的油积岩沉积模式。同时对震积岩的特征进行详细研究,建立了鄂尔多斯盆地延长组震积岩垂向序列,讨论了震积岩的地质意义。具体研究内容如下:

(1) 湖盆边界确定。运用构造分析、地层对比、边缘相带分析、地震解释等资料,全面地对鄂尔多斯盆地三叠纪延长组沉积期湖盆边界进行了研究,分析和确定了盆地延长期的构造背景和沉积边界。

(2) 物源分析。综合运用碎屑颗粒类型及特征、石英阴极发光、重矿物组合、古水流方向、稀土元素分配模式等物源分析方法,对盆地延长组进行了物源分析,确定出湖盆的物源位置、母源岩性质。

(3) 湖盆底形恢复研究。综合运用沉积学及高分辨率层序地层学方法确定湖盆的“湖岸线”和“坡折带”,对湖盆延长期湖盆底部古地貌进行恢复,建立相应的数字高程模型,进行三维可视化分析。

(4) 油积岩特征研究。对油积岩的沉积构造特征、岩石类型及粒度特征、形成机理与控制因素分布规律及沉积模式进行分析,提出延长组长6~长8油积岩不发育完整的鲍玛序列,多以单一递变粒级砂岩为特征,同时提出深湖中无任何层理构造的厚层块状砂岩为砂质碎屑流成因,并建立了鄂尔多斯盆地三叠系延长组油积岩的沉积模式。

(5) 震积岩特征研究。通过对震积岩的识别标志、软沉积物的沉积构造特征、震积岩类型与分布、震积岩类型、垂向序列特征进行研究,首次在延长组湖相地层中发现震积岩,并对其特征进行研究,特别是对湖泊软沉积物的一些特殊构造进行了精细解释;建立了坳陷湖盆的震积岩垂向序列模式。同时探讨了该震积岩的地质意义,认为该震积岩的发现为盆地构造演化提供了动力学解释,表明晚三叠世随着秦岭、南祁连海槽的封闭,南北向逆冲带发生强烈活动,是本区延长组震积作用的直接诱发因素。同时该震积岩的发现,为盆地南部延长组长6~长8发育的大规模油积岩的外界触发机制是由地震活动引起的提供了有力证据。该震积岩的发现可以在更小的时间尺度内恢复盆地边界断裂的强烈活动性,对研究延长期的构造演化具有重要的科学意义。

本书为集体劳动的成果,是作者在多年来对鄂尔多斯盆地三叠系延长组沉积、层序、储层等方面研究成果的基础上完成的。前言、第一章及结论由杨华、田景春执笔;第二章由田景春、王峰执笔;第三章由王峰、陈蓉执笔;第四章由田景春、夏青松执笔;第五章由夏青松、田景春执笔。所有图件由王峰、夏青松、陈蓉清绘。最后的编纂和定稿工作由杨华、田景春完成。

本研究成果自始至终得到了中石油长庆油田分公司、勘探部、研究院等单位领导、同仁的大力支持和帮助。在此,谨向上述单位和有关同仁表示衷心的感谢。同时,在研究过程中参阅了大量前人研究成果。在此,对众多前人的辛勤劳动表示诚挚的谢意。

第一章 区域地质概况

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。盆地外围邻近二大冲积平原,即西边的银川平原、南边的渭河平原和北边的河套平原,地形平坦,交通便利(图1-1)。

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、内蒙古五省区,总面积约33万km²,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25万km²。盆地处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)。

第一节 盆地构造演化特征

鄂尔多斯盆地的形成和演化与华北板块的构造发展息息相关,它的构造属性本质上是华北板块的一部分。鄂尔多斯盆地的形成和发展是华北板块与古亚洲洋、古太平洋、古祁连洋、古秦岭及特提斯洋相互作用的结果。

盆地的基底形成于太古宙—古元古代,结晶基底的形成演化经历了迁西、阜平、五台及吕梁—中条四次主要的构造运动,使基底岩石经历了复杂的变质作用、混合岩化作用及变形作用。其中在古太古代为古陆核雏形形成时期,形成以基性、中基性到中酸性火山岩及富铝粘土岩为主的、逐步形成和加厚的原始硅铝壳;而新太古代的构造特征则是以硅铝壳加厚固结及陆地面积增加为特点。经过太古宙末的阜平运动,陆壳普遍褶皱上升,鄂尔多斯古陆核得以形成(牟泽辉等,2000);古元古代的吕梁运动标志着华北地台基底演化阶段的结束。

基底之上的沉积盖层发育时代较全,仅缺失志留系、泥盆系及下石炭统,沉积岩平均厚度为5000m,主要为中新元古界、下古生界的海相碳酸盐岩层以及上古生界、中、新生界的滨海相及陆相碎屑岩沉积。根据盆地不同发展阶段的地球动力学背景、地质构造层和沉积古地理环境,将鄂尔多斯盆地演化分成以下几个阶段。

