



第五届全国沉积学大会

论|文|选|集

第五届全国沉积学大会学术委员会
中国石油天然气集团公司油气储层重点实验室

编

石油工业出版社

第五届全国沉积学大会 论文选集

第五届全国沉积学大会学术委员会
中国石油天然气集团公司油气储层重点实验室 编

石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

第五届全国沉积学大会论文选集/第五届全国沉积学大会学术委员会,
中国石油天然气集团公司油气储层重点实验室编.

北京: 石油工业出版社, 2013. 10

ISBN 978 - 7 - 5021 - 9810 - 7

I. 第…

II. ①第…②中…

III. 沉积学 - 文集

IV. P512. 2 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 235072 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 保定彩虹印刷有限公司

2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本: 1/16 印张: 53.25

字数: 1363 千字

定价: 180.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

前 言

沉积学是研究沉积物与沉积介质之间的关系，以及沉积物质运动规律的科学。通过盆地内沉积记录，不仅可再现沉积、成矿过程，而且还可再现环境演变过程。沉积学的发展历程与环境、资源、生命活动等息息相关。中国沉积学历经半个世纪的发展，创新发展了以陆相湖盆沉积学、油气储层沉积学、陆相层序地层学，以及矿床沉积学等为特色的理论体系，为世界沉积学的发展做出了重大贡献。

1979 年，中国矿物岩石地球化学学会沉积学分会、中国地质学会沉积专业委员会成立，并于 1979 年 11 月在北京召开了我国第一次全国沉积学和有机地球化学学术会议。2001 年 10 月在武汉召开了第二届沉积学大会；2005 年 9 月在成都召开了第三届全国沉积学大会；2009 年 10 月在青岛召开了第四届全国沉积学大会。

每一届全国沉积学大会的召开，在中国沉积学发展历程中均具有里程碑式的意义。第一届全国沉积学大会全面显示了我国沉积学工作者自新中国成立以来所取得的成就；第二届全国沉积学大会以“沉积学与资源环境”为中心议题；第三届全国沉积学大会以“沉积学与社会发展”为主题；第四届全国沉积学大会以“当代中国沉积学：海陆并重，古今结合”为主题。各届沉积学大会充分展示了不同阶段我国沉积学研究取得的重大成果及在产业部门发挥的重要作用，讨论了沉积学的发展战略，促进了中国沉积学与国际沉积学研究的全面接轨。

近年来，中国沉积学进入到了一个新的创新发展阶段。高分辨率地震技术与高精度分析测试手段的发展，促进了多学科、多方法、多技术的融合，在产业部门也发挥了日益突出的促进作用。为全面检阅四年来沉积学研究的最新进展和成果，总结我国沉积学理论的发展和实践经验，定于 2013 年 10 月 16 日—22 日在浙江省杭州市召开第五届全国沉积学大会。大会将围绕“沉积学创新与能源”这一主题，以地球系统的科学观为指导思想，以比较沉积学作为主要的方法学基础，讨论资源沉积学、环境沉积学、应用沉积学、实验沉积学和理论

沉积学中的关键科学问题，追踪国际前沿，展望我国沉积学的未来，探索沉积地球科学更好地为社会经济可持续发展服务的有效途径，为世界地球科学发展作出应有的贡献。

自第五届全国沉积学大会第一号会议通知发出以来，得到了全国不同行业沉积学工作者的热烈响应和大力支持，备受各界关注，国际沉积学会（IAS）也将派代表参加本次盛会。来自生产、科研、高校等有关部门的老一辈沉积学家及一大批中青年沉积学家踊跃投稿。

本次大会共收到会议摘要 500 多篇、论文 150 多篇，内容涉及碎屑沉积体与沉积层序、碳酸盐岩与蒸发岩、沉积大地构造学、沉积盆地分析与模拟、古生物学和沉积、沉积岩石学、矿物学与沉积地球化学、海洋地质与沉积学、环境与应用沉积学、古气候、古地理与古海洋（湖沼）、沉积储层与常规油气资源、沉积学与非常规油气资源、沉积学与非油气资源、沉积储层研究新技术、新方法等各个方面。

本届大会指导委员会、学术委员会和组织委员会已向《沉积学报》、《海相油气地质》等刊物推荐优秀论文，以专刊形式出版发行；同时，组织编辑出版了《第五届全国沉积学大会论文选集》，供大家交流学习。

第五届全国沉积学大会学术委员会
中国石油天然气集团公司油气储层重点实验室

2013. 9. 28

目 录

第一部分 基础理论篇

大型坳陷湖泊沉积响应及充填过程——以鄂尔多斯盆地上三叠统延长组

为例 郭彦如 付金华 姚泾利 等 (3)

川东北地区飞仙关组鲕滩白云岩储层成岩过程中的孔隙

演化 王瑞华 谭钦银 牟传龙 等 (14)

四川盆地北部二叠—三叠系沉积相与沉积演化 赵永庆 熊治富 刘雁婷 等 (21)

鄂尔多斯盆地晚三叠世长 8 期沉积环境分析 齐亚林 邓秀芹 程党性等 (37)

鄂尔多斯盆地侏罗系延安组沉积特征及沉积相演化 赵彦德 黄锦绣 左 静 等 (47)

鄂北什股壕地区下石盒子组沉积微相及展布特征 李 蓉 田景春 张 翔 (59)

准噶尔盆地南缘侏罗系沉积体系特征——以阜康断裂带

为例 德勒恰提 谭 强 叶尔波拉提 等 (73)

准噶尔盆地西北缘二叠系风城组白云岩成因的岩石学和矿物学证据

..... 鲁新川 张顺存 史基安 等 (82)

徐家围子断陷营城组粗碎屑沉积体物源分析 印长海 杨步增 陆加敏 等 (91)

高频层序格架下古地貌对砂体分布的控制作用——以杏西油田青山口组二、三段

为例 王志超 刘 豪 赵春晨 等 (97)

方正断陷古近系沉积充填特征与储层配置关系研究 王世辉 金 玮 马文娟 (105)

松辽盆地北部西部下白垩统青山口组重力流沉积：证据来自地震

属性识别与钻井岩心 王 超 张 顺 付秀丽 等 (113)

辽河西部凹陷雷家地区沙三段层序地层及沉积相研究 白东昆 (126)

沙三中亚段沉积期东营三角洲—滑塌浊积体系预测模型

研究 毕明威 陈世悦 刘惠民 等 (133)

梨树断陷营城组扇三角洲沉积特征研究 蔡来星 操应长 周 磊 等 (145)

欢喜岭油田南部沙一、二段沉积相特征及演化规律 李德华 林 海 (154)

四扣—邵家地区沙四上亚段湖相碳酸盐岩沉积模式 徐宁宁 邱隆伟 杨勇强 (160)

水下碎屑流沉积进展与研究动态 鲜本忠 安思奇 施文华 (170)

呼和湖凹陷南屯组高分辨层序特征与沉积体系分析 杨 旭 (178)

断陷湖盆深水重力流水道的识别标志及沉积模式——以歧口凹陷歧南斜坡

沙一段为例 张 晶 刘化清 李双文 等 (186)

东营凹陷西部沙三段—沙四段泥页岩沉积微相研究 张 顺 陈世悦 张 跃 等 (194)

频繁超剥地区层序地层及对沉积特征的控制作用——以草桥北部地区沙四上亚段—

东营组为例 张 阳 邱隆伟 张晓丹 等 (204)

湖相碳酸盐岩储层类型与发育规律 徐 洋 寿建峰 王艳青 等 (214)

咸化湖盆缓坡带碳酸盐岩滩坝特征及沉积模式——以东营凹陷古近系沙四上亚段
为例 杨勇强 邱隆伟 (222)

铁匠炉斜坡带沙河街组层序格架下的沉积相研究 解宝国 (231)

白音昆地凹陷下白垩统层序地层和沉积相分析..... 刘海艳 韩宏伟 毛俊莉 等 (237)

阿尔凹陷腾一段扇三角洲沉积储层特征研究..... 王宏霞 吴健平 江 涛 等 (245)

柴北缘九龙山地区碳酸盐胶结物特征及意义..... 孙国强 张永庶 司 丹 等 (257)

咸化湖盆斜坡背景下的高分辨率层序地层特征——以柴达木盆地七个泉—红柳泉地区
下干柴沟组为例..... 杨 平 张晓宝 余水生 等 (266)

珠江口盆地白云北坡珠江组层序充填样式及其对储层发育的控制
..... 朱 锐 杜家元 秦成岗 等 (276)

东沙隆起西南缘珠海组—珠江组沉积环境—古气候重建 李小平 (285)

福山凹陷永安—白莲地区流沙港组储层特征 马丽娜 田 杨 潘松圻 (293)

欧亚咸海全新世晚期沉积演化历史研究
..... 德勒恰提·加娜塔依 William M Last 金 璐 (305)

苏浙皖地区二叠纪几种硅质岩的成因探讨..... 姚 旭 周瑶琪 李 素 等 (310)

山东省灵山岛莱阳群地层中地震形成的水下裂缝特征及意义
..... 王安东 周瑶琪 张振凯 等 (317)

郑州地区全新世湖沼沉积环境以及对中原古人类文化
发展的意义..... 李永飞 于 革 李春海 等 (328)

川东北元坝地区生物礁滩型储层发育机理..... 赫云兰 付孝悦 周明辉 等 (343)

敞流沉积环境中“浅水三角洲前缘砂体体系”研究
..... 张新涛 周心怀 李建平等 (352)

火山岩风化壳储层裂缝发育特征及形成控因 王京红 朱如凯 毛治国 (365)

Bongor 盆地北部斜坡 P 组沉积体系综合研究 袁志云 梁巧峰 肖坤叶 等 (374)

鄂尔多斯高原近 15 ka B. P. 以来的环境演化 蒋复初 王书兵 傅建利 等 (380)

新石灰岩分类方案 金振奎 (388)

塔中—古城地区早—中奥陶世碳酸盐岩斜坡相的发现及意义
..... 屈海洲 王振宇 周成刚 等 (397)

川西北二叠—三叠系界线地层微生物岩基本特征及意义
..... 唐 浩 谭秀成 肖劲东 等 (405)

断陷盆地典型砂体类型及特征分析——以海—塔盆地中部断陷带南屯组为例
..... 吴海波 李军辉 刘 赫 等 (414)

阿姆河盆地卡洛夫—牛津阶碳酸盐岩储层特征及控制因素分析
..... 郑荣才 王 强 崔 瑾 等 (425)

高邮凹陷永安地区断陷湖盆早期戴一段浅水三角洲沉积 朱兆群 程 平 (437)

地下砂岩侵入体形态特征及侵入圈闭..... 杨 波 张昌民 李少华 等 (446)

文昌 9 区珠海组低渗储层“甜点”控制因素 尤 丽 张迎朝 李 才 等 (471)

第二部分 技术方法篇

白云石晶体中 Ca、Mg 含量的测定与计算方法 黄志诚 杨守业 (481)

白云石成因研究新方法——白云石晶体结构分析·····	张 杰	寿建峰	张天付 等	(486)
有机酸—白云岩埋藏溶蚀过程与效应的模拟实验·····	余 敏	沈安江	寿建峰 等	(498)
低可容空间三角洲沉积层序与有利砂体预测·····	余 烨	张昌民	李少华 等	(512)
大庆升平油田葡萄花油层葡 I 油组储层单砂体研究方法 ·····	贾珍臻	林承焰	徐 慧 等	(523)
地震沉积学在东风港油田沙三段浊积扇储层识别中的应用 ·····	栗宝娟	董春梅		(531)
四川盆地川中须家河组须五段河道砂体地震沉积学精细刻画 ·····	周川阔	罗 忠	刘庆松 等	(537)
基于多期基准面旋回变化浅水三角洲砂分散体系的地质地球物理响应 ——以松辽盆地杏西重点地区姚家组为例·····	赵春晨	刘 豪	剧永涛 等	(546)
济阳拗陷馆陶组米氏旋回层识别及其沉积学分析·····	余继峰	付文钊	李 卿 等	(556)
基于岩石结构数计算的白云岩岩相地震识别技术·····	常少英	李 昌	周进高等	(565)
咸化湖盆三角洲沉积模拟实验研究·····	苟迎春	曹正林	张小军 等	(572)
准噶尔盆地与油气作用相关的砂岩型铀矿化模式 ·····	黄志新	何中波		(579)

第三部分 成果应用篇

西沙海域沉积演化特征与大油气田勘探方向·····	姚根顺	吕福亮	王 彬 等	(593)
朝长地区扶杨油层沉积特征与油气成藏规律研究 ·····	舒 萍	徐庆龙	杨双玲	(598)
松辽盆地北部姚二、三段河流—三角洲砂体类型及其对油藏控制作用 ·····	孙海雷	白忠峰	李 杰 等	(607)
储层泛碱交代作用及剩余资源勘探预测意义探讨 ——以海拉尔—塔木察格盆地为例 ·····	孙先达	李宜强		(616)
长垣辫状河砂体内部构型及剩余油控制因素研究 ·····	白振强	吴胜和		(624)
曲流河点坝侧积层模拟及水驱驱替效率分析·····	李 君	李少华	李若竹 等	(633)
鄂尔多斯盆地延长组长 7 致密油储层微观孔隙特征研究 ·····	尤 源	牛小兵	冯胜斌 等	(639)
准噶尔盆地玛北地区三叠系百口泉组致密储层成因分析 ·····	张顺存	史基安	张 磊 等	(647)
龙门山前中三叠统雷口坡组储集条件 ·····	罗啸泉	张 涛		(656)
川中资阳地区须家河组地层划分与油气关系 ·····		曾小英		(662)
柴达木盆地石炭泥页岩发育特征及生烃潜力·····	钟建华	刘圣鑫	牛永斌 等	(673)
柴北缘冷湖四号下侏罗统低孔低渗储层特征及成因分析 ·····	贾艳艳	邢学军	孙国强 等	(684)
塔里木盆地侏罗系陆相泥页岩孔隙成因类型及微观特征 ·····	高小跃	刘洛夫	肖 飞 等	(693)
塔里木盆地顺 9 井区柯坪塔格组砂岩成因分析及勘探意义 ·····	陈元壮	吴 疆	杨素举 等	(703)
辽河拗陷牛居—长滩地区致密油气勘探前景分析·····	李 军	王建飞	张 钢 等	(711)
东濮凹陷前梨园南部层序格架及岩性圈闭预测模型·····	朱金富	郝加良	陈发亮 等	(720)
渤海重力异常“分水岭”对油田分布的指示 ·····	闫仕娟	杜德文	朱志伟 等	(734)

复式箕状断陷湖盆的沉积充填特征及其对油气的控制作用	陈建阳 霍立峰 顾 斐 (741)
北部湾盆地北部坳陷始新世构造—沉积特征及其油气勘探指导意义	黄建军 (750)
柴达木盆地北缘古近系—新近系沉积体系演化模式与油气分布	邹妞妞 张顺存 龙国辉 等 (756)
陆表海盆地层序古地理与聚煤作用	鲁 静 邵龙义 (767)
辽西中新元古界烃源岩发育环境及其生烃能力	毛俊莉 (781)
渤海湾盆地地下古生界海相烃源岩生烃潜力	孙维凤 宋 岩 鞠 玮 等 (788)
赣东北下古生界页岩气藏成藏条件及勘探潜力分析	王 冉 桑树勋 赵立鹏 等 (796)
沁水盆地南部高阶煤储层裂隙方解石脉发育及其煤层气开发意义	刘世奇 桑树勋 李梦溪 等 (805)
准噶尔盆地陆东地区巴塔玛依内山组火山喷发时空序列及其石油地质意义	张生银 柳双权 张顺存 等 (813)
准噶尔盆地陆东—五彩湾地区石炭系火山岩油气藏成藏主控因素研究	柳双权 史基安 张顺存 等 (822)
天山北缘中生代构造演化与砂岩型铀成矿作用的关系	吴亚平 刘章月 耿英英 (830)
新疆吐鲁番市八仙口地区沉积体系及铀成矿关系	尚高峰 乔海明 宋 哲 等 (836)

第一部分 基础理论篇

大型坳陷湖泊沉积响应及充填过程

——以鄂尔多斯盆地上三叠统延长组为例

郭彦如¹ 付金华² 姚泾利³ 李相博¹ 刘显阳³

(1. 中国石油勘探开发研究院; 2. 中国石油长庆油田公司;

3. 中国石油长庆油田勘探开发研究院)

摘要: 坳陷盆地沉积充填过程受盆地周边山系构造活动的控制, 经历了从初期—鼎盛期—衰退期的演变过程。研究表明, 盆地发育的早期和晚期, 在气候干燥、湖盆底形平缓、物质供应量小的条件下, 湖盆水体不发育, 沉积类型充填主要以冲积河流沉积体系、浅水湖泊辫状河三角洲沉积体系、滨浅湖沉积体系为主。在浅水湖泊三角洲沉积体系中, 三角洲平原发育, 前缘不发育。但由于前缘分流河道和河口坝粒度粗、物性好等特点, 成为常规石油聚集的有利场所。盆地发育的中期为鼎盛时期, 由于受构造活动加剧、气候变得潮湿、物源供应充分等因素的影响, 沉积类型充填主要以冲积河流沉积体系、深水湖泊曲流河三角洲沉积体系、半深湖—深湖重力流沉积体系为主, 沉积响应应具有明显的旋回性、粒度较细、成分成熟度和结构成熟度都较高等特点。湖盆底形分异明显。鄂尔多斯盆地西南部盆地底形坡度陡, 具有近物源、流程短、快速堆积的特点。盆地北部盆地底形坡度缓, 具有远物源、长流程、沉积速率慢等特点。浅水坡折和深水坡折的发育演化, 控制了西南部陡坡带和东北部缓坡带沉积物的充填过程, 使其在时间和空间上, 具有西南部从冲积扇→辫状河三角洲→滑塌浊积扇的演化特征和充填模式, 东北部从冲积扇→曲流河→曲流河三角洲→砂质碎屑流沉积→滑塌浊积扇的演化特征和充填模式。浅水湖泊三角洲前缘、深水湖泊三角洲前缘—重力流沉积, 具有近油源、生储盖组合呈“三明治”结构等特点, 是常规石油和非常规石油聚集的有利场所。

关键词: 坳陷湖泊 浅水湖泊三角洲 深水湖泊三角洲 重力流沉积 沉积充填模式 延长组 鄂尔多斯盆地

坳陷湖泊沉积是中国陆相盆地中最为重要的含油气盆地, 不同的沉积响应形成不同类型的油气聚集, 三角洲体系是常规石油的聚集场所, 而湖泊中心重力流沉积和细粒湖相沉积成为非常规油气形成的主要场所。研究坳陷湖泊沉积响应及充填过程对于预测常规油气和非常规油气有重要的现实意义。

鄂尔多斯盆地晚三叠世延长组湖盆是一个东缓西陡的不对称坳陷盆地。延长组主要油气资源分布在湖岸线以下的缓坡带和湖盆中心。该缓坡带地势平坦、水体浅、分布面积广, 携带大量泥沙的河水密度大于湖水的密度, 入湖后仍保持较高的流速沿平坦的湖底向前流动很远, 从而形成广阔的三角洲前缘沉积, 而湖盆中心形成大面积分布的厚层重力流沉积。从鄂尔多斯盆地三叠系延长组的石油地质特征看, 70%的已探明储量分布在湖泊三角洲前缘砂体中。近期勘探表明, 70%的非常规石油资源分布于湖盆中心致密的重力流沉积及油页岩中。

纵观国内坳陷湖盆研究成果, 研究最多最成熟的都集中在松辽盆地^[1-3]。近年来, 对鄂

鄂尔多斯盆地中生界拗陷湖盆的研究不断深化^[4-14]。但是，以层序地层格架为基础的沉积响应与充填模式研究程度较低。本文试图通过拗陷湖盆发育演化的特点，建立不同演化阶段的沉积响应与充填模式。

1 主要沉积充填类型

拗陷湖盆的沉积充填类型丰富，包括与冲积河流沉积体系、三角洲沉积体系、湖泊沉积体系相关的沉积相类型。与油气密切相关的主要沉积充填类型主要有以下三种。

1.1 辫状河三角洲相

湖盆发育早期和湖盆深陷后收缩期，季节性洪流所携带的碎屑物质于浅水湖泊入湖处或正常湖盆陡坡处入湖堆积形成，这类沉积体受河流一波浪作用改造较大。在盆地西南部坡度较陡一侧入湖处形成辫状河三角洲。入湖砂体呈扇状、朵状。岩性以砂砾岩为主，夹泥岩、砂岩。各种层理具向上变粗的反旋回特征。测井曲线为漏斗形、箱形或钟形（图1）。二维地震振幅与连续性较好，具有不明显的前积结构，向盆地边缘过渡为冲积扇充填。主要发育在盆地西部、西南部和南部延长组各段地层中。

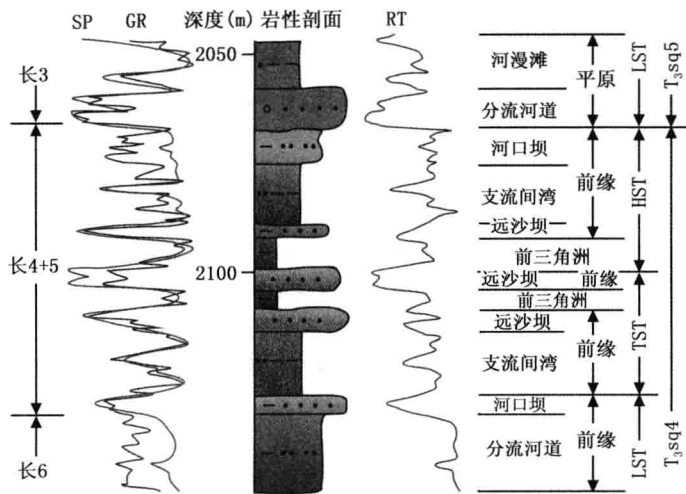


图1 镇24井辫状河三角洲相沉积结构

1.2 曲流河三角洲相

在盆地东北部坡度较缓一侧，古地形较为平坦，远离东北部物源，发育长流程曲流河，靠近湖泊的东北部缓坡带被东北曲流河三角洲所充填。位于河流与湖水汇合处，砂体形态呈朵状，河口坝与水下分流河道发育。岩性以细砂岩为主，由下而上砂岩层逐渐增多增厚，粒度变粗。沉积构造主要为波状层理、流水沙纹层理、变形层理。测井曲线主要呈箱形—钟形—漏斗形，外形为宽缓席状，内部具斜交前积结构，以及呈复合状。主要发育在东北地区延长组各段地层中（图2）。

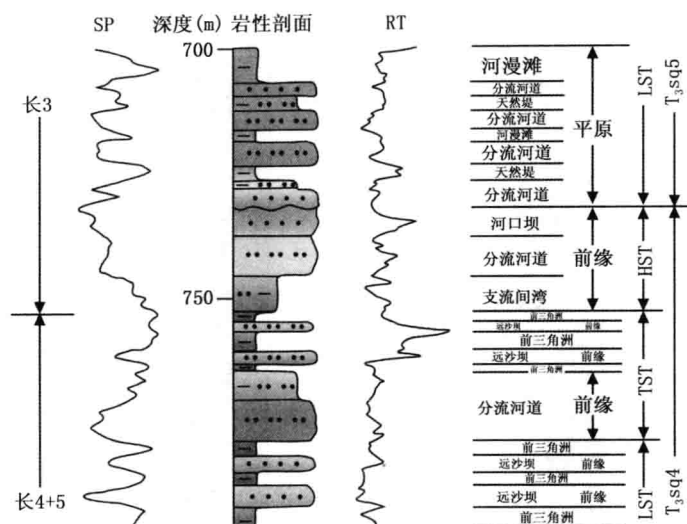


图2 塞77井曲流河三角洲相沉积结构

1.3 深湖重力流沉积

在湖盆最大深陷期形成，一种为分布于陡坡之下的深湖浊积扇^[8,10]（图3），一种为三角洲前缘滑塌浊积岩、砂质碎屑流^[11,13]（图4）。

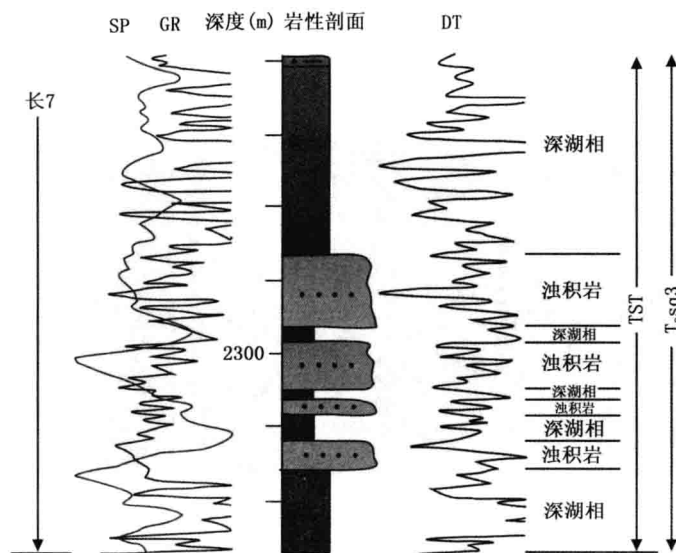


图3 白247井浊积扇沉积特征

深水浊积扇形成于湖盆西南部陡坡带之下的坳陷槽中。季节性洪水期，来自多方向物源的大量粗碎屑物沿着陡坡主河流方向入湖，形成高密度流，沿湖盆最低洼的坳陷槽运动，形成轴向浊流扇或沟道浊流扇。扇体走向与洼槽一致，形态受陡坡产状控制，扇体前方或侧翼被深水区烃源岩包围。岩性主要为深湖泥岩夹砂砾岩层。具下粗上细的正旋回，可见不完整

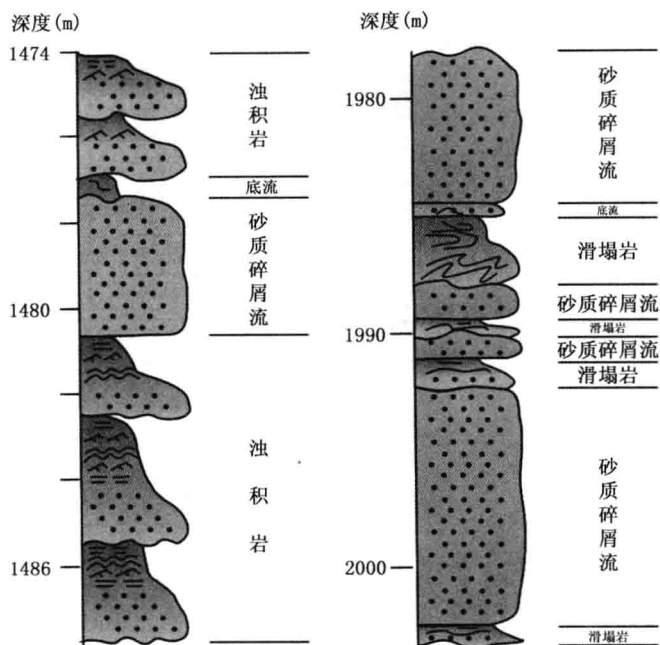


图4 延长组砂质碎屑流、浊积岩及滑塌岩常见组合样式

或完整的鲍马层序（图3、图5A）。湖盆扩大时，扇体沿岸线后退或叠加在水下扇体上。测井曲线为振幅箱形、齿化钟形或指形。地震反射外形为反楔形或丘形，内部为断续波状，无明显前积结构或外形为短楔形，内部为杂乱结构。该类沉积体系主要发育在 $T_3sq3LST$ （长 8_1 ）、 $T_3sq3TST$ （长7）和 $T_3sq3HST$ （长 6_3 ），是深陷期的重力流沉积系列。

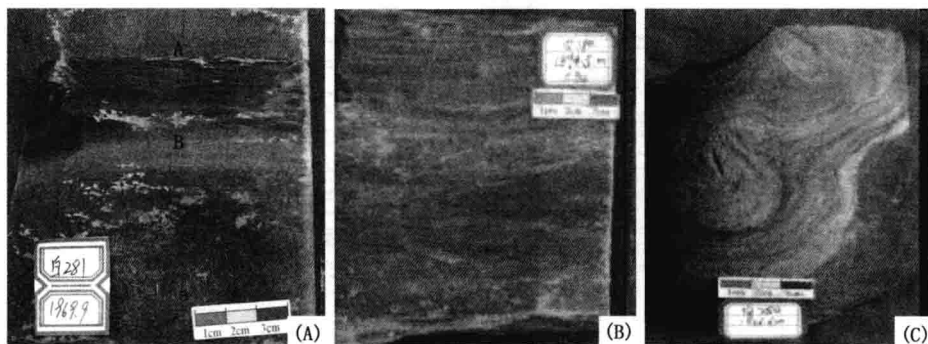


图5 延长组浊积岩、砂质碎屑流及滑塌岩

(A) 白281井，1969.9m，长 6^3 ，鲍马序列；(B) 白210，1894.5m，长 6^3 ，砂质碎屑流沉积；
(C) 白280，1906.6m，长4+5，滑塌岩

近年来，引入 Shanmugam^[15-22] 关于砂质碎屑流的概念，解释了湖盆中心沿东北部深水坡折之下缓坡分布的厚层块状砂岩的成因类型^[11]。在东北缓坡带深水坡折之下，沉积物堆积到一定程度时，重力、地震和洪水等作用触发前缘沉积物滑塌，再次搬运形成滑塌沉积。其靠近滑塌根部的部位砂体厚，含油性好，主要发育砂质碎屑流成因的块状砂岩与含泥砾块

状砂岩；靠近盆地平原的地区则多是浊流和底流形成的薄层砂体，不具备储集能力；两者结合的部位则有可能发育各种类型的砂体。因此，可以划分为三个带：滑塌根部、中间部位和盆地平原。由于砂质碎屑流流体密度大，运移的距离较近，主要集中于滑塌的根部，也就是深水坡折以下的地区，在这些地区的单井剖面上可以看到大量块状砂岩与含泥砾砂岩形成的互层，在盆地平原部位水动力较为安静的区域形成浊积岩，并与底流形成的沙纹层理形成互层（图4、图5B、C）。白豹地区的砂质碎屑流沉积砂体具有纵向延伸不远、横向叠置连片的特点（图6C）。该类沉积体系主要发育在 $T_3sq3TST$ （长7）和 $T_3sq3TST$ （长6₃），也属于深陷期的重力流沉积系列。

2 沉积演化及沉积响应

晚三叠世延长期受印支运动影响，鄂尔多斯盆地遭受了有史以来的重大变革。盆地自晚三叠世以来进入了大型内陆差异沉积盆地的形成和发展时期，发育了完整和典型的陆相碎屑岩沉积体系。上三叠统延长组是在鄂尔多斯盆地拗陷持续发展和稳定沉降过程中堆积的以河流—湖泊相为特征的陆源碎屑岩系，该岩系客观地记录了这个大型淡水湖盆从发生、发展到消亡的演化历史。在鄂尔多斯晚三叠世湖盆形成过程中，发生在中生代湖盆发育鼎盛时期，与油气藏形成具有最直接关系，它又可分为3个发育期。

2.1 浅水湖泊发育期 [$T_3sq1 - T_3sq3LST$ （长10—长8）]

该时期鄂尔多斯盆地已具雏形，长轴呈北西—南东向伸展，中心区域为滨浅湖亚相，在湖盆的东西两岸发育着三角洲前缘亚相，向外推则演变为三角洲平原亚相及冲积平原。该期由于地形高差较大，物源供屑能力足，尤其是主力物源的东西两岸，沉积以粗碎屑为主，厚100~300m，而且在不同地区差异较大；并且，砂体分布范围广，在盆地的边缘规模较大。

T_3sq1 （长10）沉积时期，气候干旱，水位下降快，湖面大规模收缩，浅水三角洲向前推进过程中表现为进积式特征。由于湖面季节性、周期性的频繁波动，三角洲朵状体表面长期处于浅水，河流、湖浪、冲刷—回流和沿岸流对表面沉积物的改造作用较弱，三角洲分流河道进积距离较远，三角洲外形以朵状体为主。沉降中心靠近盆地的中南部地区，砂体分布范围广，物源主要来自西南和东北方向，东南方向和西北方向发育有规模较小的三角洲。西南方向进积的三角洲规模相对东北方向三角洲较大。三角洲具有大平原小前缘的沉积特征。在水进体系域沉积时，季节性浅水湖泊范围有所扩大。总体反映了一次湖进到湖退的沉积变化。

T_3sq2 （长9—长8₂）在层序1的基础上进入第二期湖进到湖退的沉积旋回，沉积格局变化不大，气候由干旱逐渐演变为潮湿气候，第二期湖进形成的浅水湖泊范围进一步扩大，形成盆地内中生界第一套优质烃源岩。高位体系域沉积期三角洲前缘范围有所增大（图6A）。

$T_3sq3LST$ （长8₁）沉积开始，沉积期开始第三期湖进—湖退沉积期的湖侵期，湖盆水体不断加深，湖泊面积大范围扩展，而湖泊底形仍然平缓，沉积面貌仍继承了长9的沉积格局。主要分布在盆地的南半部。浅湖亚相呈环带状围绕深湖亚相发育，由于湖盆西南岸陡峭，东北岸相对平缓，因而滨浅湖亚湖主要发育在湖盆北部。东北曲流河三角洲向南西方向延伸远；西南部、南部辫状河三角洲成收缩状态（图6B）。

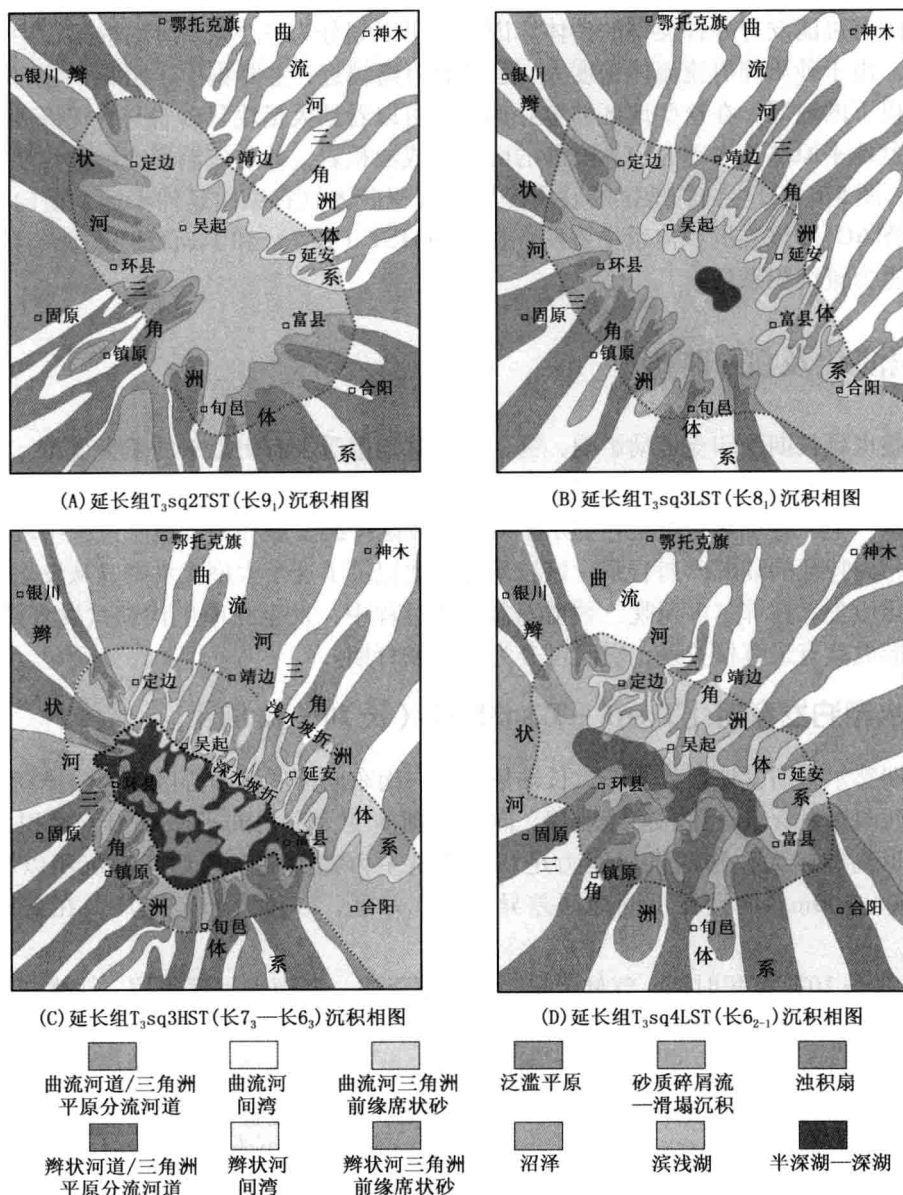


图6 鄂尔多斯盆地上三叠统延长组主要体系域沉积相图

2.2 深水湖泊鼎盛期 [$T_3sq3TST$ — T_3sq4 (长 7 —长 $4+5$)]

$T_3sq3TST$ (长 7) 沉积期开始, 湖盆发育进入鼎盛时期, 也是中生界最大的湖侵期。气候潮湿, 湖盆急剧扩张, 由于区域构造应力由西南向东北方向挤压应力的突然加强, 湖盆底形发生差异升降, 形成两个坡折^[12]。第一个坡折为浅水坡折, 在湖岸线附近, 坡折之下湖盆底形坡度平缓, 沉积了三角洲前缘; 第二个坡折为深水坡折, 出现在前三三角洲分布区, 湖盆底形突然变陡, 湖盆水体不断加深, 导致高位期三角洲前缘进积砂体越过深水坡折时形成滑塌沉积和砂质碎屑流沉积, 在湖盆中心半深湖—深湖环境, 形成重力流沉积体系。盆地西部和西南部因强烈沉陷, 辫状河入湖后即成为辫状河三角洲。而盆地北部、东北部和东部浅