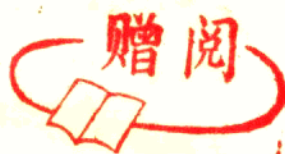


一九八六年

科学报告会论文 摘要汇编



山东石油学院资料室

山东石油学会

山东化学化工学会化学工程专业东营分组

华东石油学院

一九八六年三月

目 录

石油勘探类

关于东濮凹陷下第三系低渗透储层储集性质的探讨.....	1
东濮凹陷濮城—卫城地区沙三 ⁴ —沙四段及桥口地区沙三、沙四段	
砂体微相及成岩作用的初步研究.....	3
东濮凹陷桥口地区沙三段的风暴重力流沉积.....	5
东濮凹陷桥口地区沙三、四段的成岩作用研究.....	7
试论沉积物重力流的沉积环境.....	9
东濮凹陷白庙地区沙三段重力流沉积的几个问题.....	11
河南登封嵩山寒武系和奥陶系碳酸盐岩岩石学及其沉积环境研究.....	13
惠民凹陷下第三系和沙二段大芦家三角洲的沉积特征.....	17
论中国近海第三纪海侵及其成油规律.....	18
义和庄东部地区礁灰岩的勘探.....	20
碳酸盐生油岩油气演化模拟实验及其地质意义.....	23
最大熵谱分析中阶数的测不准性—格点滤波理论在最大熵谱分析中的应用.....	26
桩西潜山逆断层区地震解释及作图方法探讨.....	28
饶阳凹陷大王庄地区地震地层学研究.....	30
速度横向变化介质中有限合成垂直地震剖面.....	31
两种正反演问题的联合算法.....	32
一种新的界面激发、无反射模型的算法.....	33
逐次逼近解法收敛性的证明.....	34
核数控制井的一种实用数字滤波技术—自适应 $N \cdot 2M \cdot W$ 数字滤波法.....	37
快速求解电磁波测井响应—介绍 DPTLOG 程序包.....	38

石油开发类

流变地层产生套管岩压外载的计算方法.....	40
模拟地下应力状态下泥岩地层的吸水膨胀特性.....	42
三牙轮钻头喷射射流冲击井底位置确定及计算喷距的解析方法.....	43
阶梯钻头合理结构及破岩过程的研究.....	46
定向井方位控制计算尺的设计原理.....	47
弹性钻柱上两个特殊点的意义及其有关计算.....	48
自由淹没射流结构、动量特征试验研究.....	49
脉冲冲击新分析方法—平行线分割分析法.....	51
抽稠的悬点载荷计算方法.....	52
利用幂律液体压裂时水平裂缝几何尺寸的求解方法.....	55

压裂液滤失机理研究.....	57
井底油层存在污染区时现代不稳定试井分析的数值解法.....	58
石油磺酸钠胶束在增注中的应用.....	63
锆冻胶水基压裂液.....	65
钛冻胶水基压裂液.....	66
粘土处理剂的透光率指数评价法.....	67
注蒸汽井井筒压力、干度和热损失的计算.....	68

炼油、化工类

水热老化对裂化催化剂物性及再生性能影响.....	70
我国石油基础物性的研究(二)——大庆原油直馏油常压汽—液平衡 常数的测定与研究.....	72
光催化反应的研究.....	77
固体燃料化学加工新途径——空气氧化制有机酸的探索.....	79
柴油氧化.....	80
关于催化裂化吸收解吸系统能耗与操作压力关系的探讨.....	81
处理催化裂化吸收稳定装置标定数据的方法探索——动态模拟法.....	83
烃类氧化制取高级醇的研究(第一报).....	86
新疆稠油减压渣油的评价.....	88
新疆白克渣油试制100#优质道路沥青初步探讨.....	91
胜利100#沥青化学组成和使用性质考察(二).....	95
单家寺稠油——生产优质沥青产品的原料(一)道路沥青评价部分.....	100
薄膜烘箱试验对道路沥青流变特性的影响.....	103
孤岛管输油常压渣油溶剂萃取的研究.....	105
道路沥青的分子量分布与其物性指标测试关系.....	107
润滑油抗磨减摩添加剂的研究之三——取代氨基二硫甲酸酯化学结构对 抗磨减摩作用的影响.....	109
润滑油抗磨减摩添加剂的研究之四——二仲辛(或异辛)基硫磷酸铝的合成.....	116
润滑油抗磨减摩添加剂的研究之五——二仲辛基二硫代磷酸铝的性能评定.....	119
精馏塔板雾沫夹带量的荧光示踪剂测定法.....	122
F—1型浮阀塔板雾沫夹带研究.....	123
浮阀塔板的雾沫夹带不均匀分布及其对传质效率的影响.....	126
在圆筒炉中用数论方法计算直接交换面积.....	130
应用薄层层析法分析多胺聚醚破乳剂有效组分的探讨.....	131
单井化学示踪剂法测残余油饱和度.....	133
单家寺油田沙一段油层内粘土矿物水敏性研究.....	138
东濮生油岩热解生烃动力学研究及估算生油气量.....	142
我国油页岩及页岩半焦的比热.....	146
颗粒页岩半焦燃烧缩核模型的探讨.....	149
抚顺、茂名油页岩有机质脂族组分中的生物标记物(烷烃、甾烷与藓烷).....	150

石油机械类

SL3NB—1300 型 钻 井泵动特性的测试分析.....	152
半潜式平台锚链的恢复系数的分析.....	153
关于钻井泵理论计算中的几个问题.....	155
应用随机减量技术 (Randomdec) 和谱分析 (FFF) 相结合 的方法, 探测结构局部损伤的研究.....	157
不同相态机械密封的膜压系数与工作稳定性.....	160
燃煤燃气轮机车高温除尘的可行性分析.....	162
EPVC—IA型旋风管的流场分析.....	164
催化裂化一、二级旋风分离器型式的筛选试验研究.....	167
可靠性设计中统计特征值的计算.....	169
开设《设计方法学》选修课的几点体会—兼论机械类专业学生学习 《设计方法学》的必要性.....	170
关于机械零件分类编码系统的研究.....	171
平面立体隐藏线的消除.....	172
对吴氏网 (赤平极射投影) 应用的扩展.....	175
关于培养学生创新能力的实践.....	177
稠油油藏开发前期的热力问题的研究.....	180
蒸汽吞吐井油层加热半径和平均温度的计算.....	185
加热两相垂直管流的压力损失和油井的工况.....	188
牙轮钻头浮动套轴承机理及实验研究.....	191
碟形圈组合材料密封的试验研究.....	195
牙轮钻头止推轴承的改进—螺旋槽止推轴承.....	197
石油钻机绞车死端刹车块的试验研究.....	199
石油钻机编织层压制车块摩擦学特性的试验研究.....	200
摩擦学在我国油田设备使用管理与技术改造中应用的展望.....	202

计算机、自动化类

GJCS—01 型 固 井参数处理装置研制中若干问题的处理	204
热敏电阻测温系统实验研究.....	207
微机色谱数据处理定量和打印程序的编制.....	209
深井泵启停自动控制.....	212
设计兼能解耦的鲁棒调节器.....	214
微机色谱数据处理装置定性分析中若干问题的讨论.....	217
一种解耦控制器的参数优化设计.....	219
用广义最小二乘法进行直接闭环测辨的探讨.....	221
四种阶跃响应测辨方法分析与对比.....	223
固井参数微机检测装置的显示设计.....	224
用TP—801 单 板 机 实现实时控制.....	227

仿真器用催化裂化数学模型.....	230
催化仿真器信号转换器的研制.....	232
标准孔板节流装置设计计算电算程序.....	234
滤波方法在计算机过程控制中的应用.....	237
BASIC 语言辅助教学系统.....	238
Apple—II EPROM写入器的使用.....	240

社会科学类

试论社会主义全民所有制经济管理体制改革的方向.....	242
浅谈商品经济关系对按劳分配的尺度——“劳”的影响.....	245
对孙中山三大政策形成的探讨.....	248
试论台尔庄会战.....	251
国际共运史课在从干部班的实际出发、提高教学效果中的摸索.....	254
试述周恩来同志在第一次国内革命战争中的贡献.....	255
试论彭湃关于农民运动的理论与实践.....	257
“八七”会议时瞿秋白同志的作用.....	260
对蒋介石幻想的彻底破灭是张学良发动西安事变的重要原因.....	262

体育类

初谈女生篮球课教学法.....	265
高校篮球运动的发展趋势及训练方法和手段.....	267
五十五种非标准半圆式田径场的设计——各径赛起点接力区的 实地丈量数据.....	268
邢建华、徐永会的训练.....	269
普通体育课考核成绩改革的探讨.....	271
学生的兴奋性与教学效果的探讨.....	273
进一步改进提高李宏铁饼、铅球技术.....	275

关于东濮凹陷下第三系 低渗透储层储集性质的探讨

岩矿教研室

中原油田

刘孟慧 赵激林 迟元苓 寿建峰 袁政文

东濮凹陷位于渤海湾含油气区南部，为临清拗陷最南端的一个二级构造单元。早第三纪兰聊断裂的强烈活动使凹陷很快下降，形成了下第三系厚达6000—7000公尺的沉积，当前已成为我国东部重点找油找气的地区之一。

关于储层研究，从沉积学角度做工作过去多着重于研究沉积相，目的是寻找有利于油气储集的沉积相带，这项研究无疑是十分重要的。但仅此又是很不够的，因为成因和成分大体相同的砂岩，由于其成岩经历不同，可以具有完全不同的储层性质。为此，在沉积相研究的基础上必须注意成岩作用的研究，以便寻找和确定有利于孔隙发育的成岩变化带。

东濮凹陷文留、濮城、卫城、桥口、白庙等地区下第三系的砂体成岩作用各具特色。但总的变化规律是相似的。变化的总趋势是压实作用和胶结作用随埋深的加大而增强，同时渗透率则随之而降低。实际上这一规律并不是直线变化的，我们的任务就是在成岩较深的低渗透岩石中寻找有利的储层。现就东濮凹陷低渗透储层的一些性质进行探讨。

1. 实际有效的孔隙是次生孔隙

过去人们着重研究原生孔隙，特别是原生粒间孔隙。这些孔隙随着埋深的增加而减少，到3000公尺左右原生孔隙会损失90%以上。同时，随着成岩温度的增加会有大量次生孔隙发育。如文22、文61、文27等井，几乎同样在三千公尺上下的井段中出现了大量溶蚀孔隙，这一深度可称之为次生孔隙发育带，文22—36样品的薄片可见面孔率达20%。卫城地区的沙三⁴段，在2700—2980公尺深处出现了次生孔隙带，强烈的溶蚀作用使面孔率达25%。

应该注意到，次生孔隙的形成与有机质脱羧排出的酸性水有关；同时由此形成的次生孔隙又为其后生成的石油和天然气准备了有利的通道和圈闭环境。

2. 层间收缩缝是重要的油气通道

在文留地区和濮城地区的薄片中都见有大量层间收缩裂缝，它们发育在泥岩中或出现在含泥较多的粉—细砂岩中。缝在岩石中断续出现，有时可顺层成组分布。有的缝已被次生矿物充填；有的缝张开着，缝壁上可见少量次生粘土矿物或有沥青质沉淀。

华北油田萤光分析（郭舜玲）的资料指出，有效的储层必须有孔缝相通，“只基质含油裂缝不含油则不出油，基质含油裂缝也含油的才会出油”，墨西哥也有类似的资料。可见缝对于孔隙连通和油气渗流的重要作用。

文留地区南部的文222井，在3800米深处的泥岩、粉砂质泥岩，渗透率为10毫达西，是该井渗透率最高的层位。扫描电镜观察证明，该层存在大量缝洞。由于孔缝属超微型，对于

石油的渗流可能有困难,但其对天然气确实是有效的。

3. 泥质杂基对胶结充填的抑制

一般认为碎屑岩中泥质含量多是分选差的标志,泥质充填使砂岩的孔隙度降低。只有冲洗充分的纯净砂岩才具有良好的孔隙。

但对文留地区沙四段的观察表明,当胶结物和泥质总量小于35%时,若其中泥质含量大于10%,则岩石有较高的孔隙性;而当泥质少于10%时,孔隙性则较差。在这里泥质的存在实际上起着抑制化学胶结物沉淀的作用。

这种性质在濮城地区的濮63井亦明显可见,见表1。杂基含量高的层位胶结物充填的少,最终使岩石具较好的孔隙性和较高的渗透率。同时,内碎屑和长石属易溶组分,它的含量高对于发育次生孔隙也是有利的。

表1 濮城地区濮63井沙三³、三⁴段砂岩成分与物性关系

亚段及砂组	井深	内碎屑	杂基	胶结物	孔隙类型	孔隙度%	渗透率md
沙三 ³ 七、九砂组	3245~3370	6.4	12.5	9.2	粒内、粒间溶孔	13.2~17.5	3.7—31
沙三 ⁴ 四、五砂组	3491~3601	3	7.5	18.2	粒间、晶间溶孔	7.2	0.3

当然,岩石中杂基的数量是受原生条件控制的,是沉积环境的反映。以卫20井为例可以说明这一问题,见表2。

表2 卫20井电测106号层砂体微相、成岩作用与储层的关系

标志 微相	成岩作用	平均喉道 半径(μ)	孔隙结构	次生孔隙级别	岩石类型及沉积层序
重力流水道带状砂体	溶蚀作用发育	>0.8	简单	好	“AAA”序和“ABAB”叠复冲刷砂岩及BCDE序典型油积岩为主
颗粒流纯净块状砂	胶结作用发育	0.1	复杂	差	块状砂岩(相)净砂岩

重力流水道带状砂与颗粒流纯净块状砂这两种微相类型在结构上的重要差别是杂基含量不同。由此可见,实际上是沉积环境对成岩变化及孔隙性质起着控制作用。

东濮凹陷的沙三⁴及沙四段埋藏深度大,压实、胶结作用较强。但只要我们重视沉积微相和成岩作用的研究,在有利的沉积相带和构造背景上,次生孔隙和成岩裂缝发育带是可以被认识和发现的。

前后一道参加此项研究的有中原油田冯正行、李健、寿建峰、袁政文以及研究生张金亮和部分地80级、81级毕业生姜在兴、林承焰等。

东濮凹陷濮城—卫城地区沙三⁴—沙四 段及桥口地区沙三、沙四段砂体 微相及成岩作用的初步研究

岩矿教研室

赵澍林 刘孟慧 张金亮

中原油田

李健 袁政文 寿建峰

今将上述三个地区有关层段的砂体微相、成岩作用、岩电关系和储层有效厚度划分标准的初步研究成果扼述于下:

一、卫城地区重点剖析了卫20井,其位于卫城油田中部,取心深度2274.83—2985.10米,重点研究的是2690—2985米,层位沙三⁴亚段。主要由粉细砂岩、粉砂岩及白云质泥岩组成,镜下鉴定主要是岩屑质石英砂岩类,粘土矿物主要是伊利石及伊利石—蒙脱石混层矿物,具有递变层理、平行层理、槽模、沟模等油积岩沉积构造。相分析结果划分出重力流水道、水道间及远源典型油积岩三种微相类型,纵向上表现为以深水重力流水道为主的沉积层序。成岩作用特征明显,由于成岩过程中的溶蚀作用产生了大量次生孔隙,才改变了由于压实作用、胶结作用使原生孔隙不发育的不利因素。所绘埋藏深度与孔隙度变化曲线十分说明问题,井深2300—2500米,直到2700米左右,总的变化趋势是随埋深增加,孔隙度降低,最终达10%左右;而到2700米处孔隙度又骤然增加,最大达26%;然后又逐渐下降,至2890米,孔隙度又减至11—12%。2700米处孔隙度的突增系由于有机质脱羧作用产生大量酸性水对各种碳酸盐组分的溶解作用所致,大量酸性水的排出也正是大量石油生成及运移时期,故卫城地区沙三⁴时期油气富集程度优于其它地区。综合砂体微相、成岩作用史、物性、电性、试油资料,将卫城沙三⁴砂岩储层划分为三级:Ⅰ级—孔隙率25%左右、渗透率50—600md,有效厚度占46%;Ⅱ级—孔隙率15%左右,渗透率>10md,有效厚度占42%;Ⅲ级—孔隙率小于10%,渗透率小于10md,有效厚度占11%。有利的沉积相带及砂体类型,也是有利的成岩相带,同时又是有利的储集相带。

二、濮城地区,重点剖析了濮63井,井深3245—3261米,层位沙三³—沙三⁴亚段。由深灰色泥岩、油页岩、盐膏层夹粉细砂岩、粉砂岩,该套地层砂层较薄,为一水进沉积层序。按其岩性组合、结构、构造特征属于水下扇沉积,其特征类似白庙水下扇,兰聊断层的活动控制了水下扇的发育与演化,不同于白庙水下扇之处,即有明显的深切水道沉积,水道由盆地边缘延伸到濮6—33井,转而向南,沿濮城断层下降盘分布,形成北北东向的纵向深水道沉积。渤海湾周缘不少坳(凹)陷勘探结果证实,这类深水重力流水道砂体是油气富集高产区。根

据薄片观察结果、结合泥页岩中镜煤反射率,参照 V.施密特等(1975)砂岩中期成岩作用的阶段划分标准,拟定出东濮凹陷濮城地区沙三³、三⁴亚段砂岩成岩作用序列是:机械压实作用—长石及火山岩屑的高岭土化及溶蚀—石英压溶及加大—黄铁矿析出—方解石析出—陆源白云石加大—云质砂屑、云泥重结晶—铁白云石化—有机质脱羧—普遍溶蚀作用—含铁方解石析出—白云石及含铁白云石的析出和交代—孔隙获得—液态烃生成及运移。结果表明,濮63井沙三³、三⁴段储层亦以次生孔隙为主,原生孔隙残存很少。有机质脱羧排出酸性水的溶蚀作用,也是形成次生孔隙的主要机制,其类型主要是粒间溶孔、粒内溶孔及粘土杂基、云泥、灰岩中的超微溶孔。综合岩石成分、结构、孔隙结构类型、物性等项资料,将储层划分为三级:沙三³第七、九砂组(3245—3370米)为Ⅰ级,其杂基含量12%、胶结物9.2%、孔隙结构为大孔隙大喉道,储集空间为粒内及粒间溶孔为主,孔隙度13.2—17.5%,渗透率3.7—31md;沙三³第十和沙三⁴第二、三砂组(3370—3491米)为Ⅱ级,参数依次是:杂基(11.5%)、胶结物(14.6%)、中孔隙中喉道结构、粒间及粒内溶孔少量晶间孔,孔隙度(11%)、渗透率(0.57—10md);沙三⁴第四、五砂组(3491—3601米)为Ⅲ级,参数依次是:杂基(7.5%)、胶结物(18.2%)、小孔隙小喉道结构、粒间溶孔和晶间孔,孔隙度(7.2%)、渗透率(0.3md)。结合试油结果,初定濮城地区沙三³—沙三⁴亚段油层有效厚度下限为:孔隙度(11.0%)、渗透率(0.6md)、含油饱和度(51%),该参数可供储量计算中参考使用。

三、桥口地区位于黄河南,重点剖析了桥17和桥16井。桥17井位于桥口断鼻构造东南翼,构造位置低于桥16井,研究深度3392—3840米,层位沙三³—沙三⁴。储层为粉细砂岩,以高成分成熟度、低结构成熟度、富含盆内再沉积组分和高碳酸盐含量为特征。重力流和牵引流兼而有之的结构及构造特征。本次砂体微相研究的新进展,在沙三段重力流沉积体系中除了陡岸水下扇、缓岸水下扇、深水重力流水道、深洼层状和表层重力流五种类型外,在桥口地区沙三段还应增加一种风暴重力流沉积类型。所谓风暴重力流,是指因风暴浪所引起的一种重力流沉积,风暴重力流是一种水平运动和波浪振荡运动复合起来的浅水重力流,其主要相标志是丘状交错层理(hommocky cross-stratification,缩写为HCS)、浪成波纹状层理、冲刷—充填构造,以及特殊机制成因的渠模、钵模(Pot Casts)构造,壳层沉积及生物逃逸潜穴表示阵发事件。桥17井井深3392—3653米有发育的风暴重力流沉积,特别是桥16井井深3372—3739米可见典型沉积层序,暗色泥岩之上有一明显冲刷面和再沉积的泥砾,其上平行纹层粉细砂岩含有平行排列的泥砾及剥离线理,系定向回流所致,层序上部为斜波状层理粉细砂岩—丘状交错层理钙质粉细砂岩,粉细砂岩中普见包壳颗粒及方解石嵌晶胶结;再往上为另一沉积层序有明显丘状交错层理及生物逃逸潜穴。上述特征均可与海相风暴岩层序相对比。桥口地区沙三段风暴重力流可能来自马厂方向。桥口地区因试油资料少,又没油层,对储层作了相对划分:Ⅰ型,即有效层,镜下面孔率大于3.5%(化验值为10—11%),渗透率大于0.5md;Ⅱ型,即较有效层,面孔率(3.5—2%)、化验值11—8%,渗透率0.2—0.5md;Ⅲ型,即无效层,面孔率小于1%,化验值约5—8%。值得指出的是自然电位幅度低并不一定是细粒沉积岩,也并不一定是低次生孔隙带。泥质岩中的超微孔、微缝不容忽视,只要超微孔与微缝连成网络,作为气层是没问题的。

85年5月在中原油田勘探开发研究院一道观察和描述岩心的还有强启后、原道保、迟元苓及81级学生林承焰、王志欣、王志帮、王中应、谢端锦、沈国华和张锦涛等。对支持我们研究工作的中原油田勘探开发研究院领导及同志们表示衷心的感谢。

东濮凹陷桥口地区 沙三段的风暴重力流沉积

岩矿教研室

张金亮 赵激林 刘孟慧

桥口构造位于东濮凹陷中央隆起带的中部,南为马厂,东邻白庙,面积57平方公里。本区在沙三段沉积前,具有南部高北部低的特点。在黄河断层及其东侧派生的次级小断层的控制下,形成了北北东向的沉积体系。

通过岩心观测和室内资料分析,我们认为本区沙三段发育有良好的风暴重力流沉积。主要沉积特征有:(一)十分发育的准同生变形构造。主要有变形层理、碎屑脉、重荷构造、砂球砂枕构造、火焰状构造及旋涡构造等。这些构造的产生与沉积物的液化和泄水有关,反映了密度流的特点。(二)层理类型多样,主要为块状层理、平行层理、丘状交错层理、浪成交错纹理、斜波状纹理、压扁层理和透镜状层理。交错纹理的出现,是风暴流区别于浊流的重要标志。递变层理不多见。(三)冲刷—充填构造常见。这类构造有两种,一种是切入泥质沉积物的砂质充填,一种是冲蚀砂质沉积物以后形成的泥质充填。冲刷构造可以是低角度的,也可以是高角度的。在本区,代表浊流环境的槽模及其它底槽缺乏,仅见有不太特征的复合型槽。冲刷—充填构造的出现,是风暴作用的证据。(四)砂岩的顶面常见振荡波痕。顶面与泥岩间常有一间断面,代表风暴停歇的标志。间断面处常发育垂直的或倾斜的蹼状潜穴,说明水体并非很深。(五)砂岩的成份成熟度高而结构成熟度偏低。砂岩的分选性中一差,多具含斑性,层理多为粒度差异而显现。包壳颗粒多见,有的为鲕粒,有的是石英颗粒包上了一层泥灰质壳,有的核心是碳酸盐碎屑,这一组份的出现反映了水流对沉积物的筛选作用。(六)概率曲线呈两段式,反映了重力流与牵引流兼而有之的沉积特点,即风暴流沉积特点。

本区沙三段风暴岩的层序,除下部递变段水太发育外,基本上与布马浊流层序相对比,从底到顶为:平行纹层段 S_b ; 交错纹层或具有包卷纹层段 S_c ; 水平纹层段 S_a 和泥岩盖层 S_o 。象浊流一样,我们将风暴重力流沉积分为近源的和远源的。在近源风暴重力流,可分出两个微相:(1)水道充填沉积,由块状砂岩组成或具完整的似布马层序 S_{a-o} ;(2)水道间坪状沉积,相层序以 S_{b-o} 、 S_{b-c-o} 、 S_{b-a-o} 为主。由于振荡波浪的作用,水道间坪状沉积的 S_o 同样具有交错层理(丘状的或浪成的)。所谓坪状沉积,是指风暴回流以平流的形式搬运和沉积,这是有别于浊流的。远源风暴重力流沉积,缺少水道,一般由 S_{c-a} 和 S_a 组成,缺少交错层理。水平纹理和斜波状纹理常见。 S_a 中有大量饥饿波痕出现。远源风暴重力流沉积物中更常见生物扰动现象。

根据各微相特征,我们将本区桥十六、桥十七、桥十四等取心井进行了单井相分析。从桥十六井的相分析剖面上看,风暴沉积位于浊流沉积之上,水体向上变浅。桥十七井水道较

发育,比桥十七井更表现出近源性。在进行连井对比时发现,沿轴向风暴砂层的分布较稳定,各砂层间对比是可能的,风暴砂层的变化与水深的变化相关,所以可利用其判断古水深和分析盆地的古地貌特征。通过连井相分析,可以追踪风暴砂层的延伸方向,辅之以砂岩等厚图砂/泥图,可大致看出大部分砂体沿轴向分布。构造控制沉积在本区表现的较明显。断层的分割作用使砂体展布变得复杂。据单井相分析和连井对比相分析,结合古地形古构造及物源分析,我们提出了本区沙三段风暴沉积作用模式:风暴重力流的方向是从马厂到桥口,桥口—马厂之间水道较发育,以水道充填沉积和坪状沉积为主;桥口附近以坪状沉积和远端相为主,水道沉积发育在后期。本区的沉积作用除风暴重力流外,尚有油流及湖水环流的沉积作用。

在油气预测上,应考虑到风暴重力流沉积有自己的油气运移和聚集特点。桥口构造位于前梨园洼陷之西南,葛岗集生油洼陷之西北,因此桥口构造的东翼和北翼应是油气富集区。因为风暴砂层的连续性差和高基质含量以及构造对砂体的分割性,所以构造高部位并不一定是油气最富集的场所。本区沙三段埋藏深,油气受构造断块、岩性及成岩作用的强烈控制,搞清三者的关系,是在本区找到油气富集带重要一环。

本次研究工作的结果还对湖泊水动力状况提出了有益的设想。湖泊与海洋一样,同样可产生较大规模的风暴沉积。湖盆的风浪同样可产生搬运砂质沉积物的水流。本文以六级风为参考值,计算出沿长轴方向搬运砂质沉积物的坡度只需 $1-3^{\circ}$ 。实际上,大风暴产生的搬运强度要加倍。在地势还不足以达到形成油流的坡度临界角时,却早已具备了形成风暴重力流的古地形条件。可以想象,沙三段时期,东濮凹陷湖面宽广,来自于马厂的物源充分,在湖盆的长轴方向上,风的吹程长,因此受风起浪迅猛,形成很强的底流,侵蚀和搬运沉积物。风暴流的沉积作用比其它类型沉积作用更现实更可信。

本文取材于本年度研究课题。感谢中原油田地质研究院寿建峰、李健、袁政文等同志的热情帮助和强启后工程师的支持。

东濮凹陷桥口地区

沙三、四段的成岩作用研究

岩矿教研室

张金亮 刘孟慧 赵澂林

桥口地区位于东濮凹陷中央隆起带的中部，面积57平方公里，系统取心井只有两口（桥十六和桥十七）。本区沙三四段埋藏深，为致密含气层，其沉积相以风暴重力流和浊流为主。

我们以薄片研究为重点，辅之以阴极发光、扫描电镜和X-衍射等分析手段，对本区沙三四段的成岩作用获得了一些初步的认识。本区沙三四段的砂岩经历了复杂的成岩历史，压实胶结和交代作用减少或封闭了砂岩中存在的孔隙体积，某些成岩作用有助于保存残余孔隙和产生微孔隙，某些颗粒的交代作用由于交代矿物的溶解产生了次生孔隙，不稳定碎屑的蚀变产生了次生孔隙。主要成岩特征有：（一）压实作用降低了孔隙度，主要标志有柔性颗粒的塑性变形，片状矿物的弯曲，长石颗粒的错开，棱角状颗粒的紧密填集，泥质颗粒的假基化和压实定向组构的形成。（二）长石和其它不稳定碎屑及填隙物的溶解，形成了各种孔隙类型：粒内溶孔，粒间溶孔，粒缘孔，伸长状孔，特大孔及微孔等。一般被溶蚀的长石为正长石和部分斜长石。（三）自生胶结物有：（1）石英，呈两种形式出现，碎屑石英的再生加大边和自生石英小晶体。它们分布在广泛的深度内，并有从上而下加强的趋势。（2）长石，见斜长石和钾长石的次生加大，前者形成一般早于后者。（3）方解石，呈贫铁和富铁的变种出现。从砂岩中的高方解石含量及其分布特点上，可看出方解石胶结作用是在埋藏史的早期发生的。（4）白云石呈白云石及其变种铁白云石的形式出现，除充填孔隙外，常交代颗粒形成嵌晶式胶结，示较晚期的成岩事件。（5）绿泥石，以孔隙衬垫和孔隙充填的形式产出，形态多样，常具高铁含量，亦为较晚期成岩作用的产物。（6）沸石，本区有数种沸石出现，以孔隙充填的形式产出，为晚期成岩的产物，可作为地质温度计。（7）硫酸盐矿物，有石膏、硬石膏和重晶石，示晚期成岩特征。（8）其它，形状奇特的自生硅质体，胶状 TiO_2 矿物，充填孔隙。根据颗粒的结构关系和成岩作用特征，我们提出了自生胶结物的形成顺序，建立了胶结作用模式。这一顺序的形成受粘土岩中有机质的热成熟反应，粘土矿物的转化等因素控制。

为了解粘土矿物的成岩变化，借以查明其对砂岩成岩作用的影响，我们选择部分样品进行了X-衍射分析。粘土岩全岩X-衍射分析结果表明：粘土矿物成份远高于砂质，占全岩一半以上；钠长石含量较多，而钾长石与石英的比值与砂岩相差不大；黄铁矿的含量高；碳酸盐含量比砂岩中高得多。粘土矿物的X-衍射结果表明，本区矿物成份的变化与韦弗(1959)，伯特斯(1969)及豪尔和他人(1976)所报告的情况相似，显示出粘土矿物的转化随深度变化的趋势。粘土矿物的转化是砂岩胶结物成份的一个重要来源。据博尔斯(1979)，蒙脱石向伊利

石转化的反应式可写成：
$$3.93\text{K}^+ + 1.57\text{KNaCa}_2\text{Mg}_4\text{Fe}_4\text{Al}_{14}\text{Si}_{38}\text{O}_{100}(\text{OH})_{20} \cdot 10\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{K}_{5.5}\text{Mg}_2\text{Fe}_{1.5}\text{Al}_{22}\text{Si}_{35}\text{O}_{100}(\text{OH})_{20} + 1.57\text{Na}^+ + 3.14\text{Ca}^{++} + 4.28\text{Mg}^{++} + 4.78\text{Fe}^{8+} + 24.66\text{Si}^{4+} + 57\text{O}^{2-} + 11.4\text{OH}^- + 15.7\text{H}_2\text{O}$$
 形成一摩尔伊利石，就有24摩尔的 Si^{4+} 释放，因此页岩中所排出的含盐孔隙流体是二氧化硅加大胶结物的主要来源。粘土岩中生物化学改造阶段所形成的 CO_2 可与砂岩中的 Ca^{2+} （来源于钠长石化，蒙脱石/伊利石转化和页岩中的碳酸盐）结合形成早期方解石胶结物。在较大深度和较高温度下，剩余富铁蒙脱石转化为伊利石，释放出的铁和镁与方解石反应形成铁白云石。钾长石溶蚀产生的 Al_2O_3 和 SiO_2 在这一阶段也形成了绿泥石。如果蒙脱石贫铁，方解石可直转化为白云石。

泥岩中的有机质也是砂岩胶结物的重要来源（Curtis, 1978）。在埋藏的某些阶段有机组份的反应可产生酸溶液，溶蚀砂岩产生次生孔隙（Schmidt and Mac Donald, 1979）。有机质热成熟反应可提供自生矿物形成所需的物质。本区碳酸盐胶结物的沉淀和淋滤由于受有机质生烃的影响而变得复杂化。

在致密含气层中，该岩石本身就有可能由于次生孔隙的发育形成油气圈闭，即所谓的成岩圈闭，因此有必要弄清储层的组成。通过对砂岩样品的薄片鉴定资料的统计和油层物性的分析，我们认为本区沙三四段的成岩作用与沉积相是密切相关的。沉积相控制了砂岩的成份和结构，成份和结构又规定了砂岩的储集性质。由碳酸盐和石英加大胶结的部分砂岩往往是致密的，如果溶蚀孔隙不发育则成为差的储层；粘土杂基含量多的砂岩往往具有较高含量的微孔隙，可做为储气层；含有大量长石及不稳定碎屑的岩石，由于颗粒的蚀变产生次生孔隙形成好的油气储层。实际上，这就划出了三种成岩相，它们与沉积相是吻合的。以单井成岩相分析为基础，根据砂体展布形态，结合砂/泥图的变化，可在平面上绘出成岩相的分布状况。实际情况要复杂得多。

感谢胜利油田电镜室、化验室同志们的大力支持和中原油田寿建峰、李健、袁政文等同志的热情帮助。

试论沉积物重力流的沉积环境

岩矿教研室

姜在兴 赵激林 刘孟慧

随着沉积学研究的进展,新的沉积物重力流(简称重力流)沉积环境不断被认识和发现,从而说明其沉积环境是多种多样的。为此有必要对它们系统地加以研究,阐明其形成机制、沉积特征和分布规律,从而指导油气勘探。但目前国内外似乎缺乏这方面的报道。

与常用的沉积环境分类原则一样,我们也可按自然地理学对重力流的沉积环境予以分类。首先分出陆上、过渡和 underwater 环境三个类型。其次,对于各环境,可据重力流的成因和分布等划分亚环境,而每一亚环境又可细分(见表)。

下面仅对过渡环境和 underwater 环境作一简介。

一、过渡环境—扇三角洲

扇三角洲首先由 A. Holmes (1965) 提出。是指推进到稳定水体(海、湖)中的冲积扇。它一部分沉积在陆上,一部分在水中,故属过渡环境。其亚环境包括扇三角洲平原、扇三角洲前缘和前扇三角洲。它兼有三角洲、冲积扇和 underwater 扇的某些特点,但又有本质的区别。

沉积物重力流的沉积环境分类表

环 境	亚 环 境
陆 上	1. 火山碎屑 2. 坡积 3. 洪积 4. 辫状河
过 渡	1. 扇三角洲
水 下	1. 表层重力流 2. 浅水重力流—风暴流 3. 半深水重力流—①缓坡扇 ②短水道 4. 深水重力流—①火山碎屑 ②扇 ③水道

二、水下环境

指海洋或湖泊环境。根据重力流所处水体的深度,分出表层重力流、浅水重力流和深水

重力流三种亚环境。

1. 表层重力流亚环境 以纹层状粉砂岩和泥质粉砂岩为主, 具有Bouma 序列的BCDE、CDE和DE序; 薄层状, 厚度稳定, 分布广泛。

2. 浅水重力流亚环境 主要是风暴流的沉积。

由于特大飓风或海啸作用, 风暴激浪向岸大规模侵吞, 并将沿岸砂坝、砂丘等沉积搅起形成重力流; 接着是向盆地的回流, 在风暴浪底附近卸载沉积。它可以划分出三个微环境:

(1) 外陆棚 不受风暴的影响, 为纹层状泥质沉积。

(2) 中陆棚 受衰减期风暴的作用。为薄层的异地砂与较厚层的异地泥岩的互层。砂层底有侵蚀, 顶见对称波痕, 层内有递变层理和丘状交错层理。

(3) 内陆棚 以全盛期和衰退期的风暴作用为主, 持续时间长。为厚层异地砂岩与较薄层异地泥岩的交互沉积。砂岩多具不平坦的侵蚀底面, 尚见沟、槽(指向滨外); 底部为生物碎屑滞流沉积, 中、下部结构均匀, 上部为正递变砂岩, 顶部见对称波痕。

3. 半深水重力流亚环境 这类重力流发育在斜坡上(大陆坡或湖盆的缓坡上), 水体为半深水。据沉积体的平面形态, 又可分出两个类型:

(1) 缓坡扇 与深水扇类似, 只是未抵湖底, 处于半深水、弱还原环境中。

(2) 短水道 其成因类似于海底峡谷, 但没能推进到盆地平原上, 故又叫斜坡水道。其沉积物叫做斜坡砂, 呈片状分布, 厚度大, 延伸不远。

4. 深水重力流亚环境 据重力流的成因和沉积体的平面形态, 可分为如下三类:

(1) 火山碎屑重力流 在深海槽, 由于断裂不断加深, 导致大规模、频繁的火山灰流凝灰岩喷发, 并向斜坡侵位, 沿断槽形成重力流搬运, 属一种独特的海底无扇浊积。

(2) 扇 即深水扇。Walker (1978) 提出的模式既适用于海相也适用于陆相(湖相), 并得到了油气勘探的证实。扇包括两种成因类型: A. 洪水扇, B. 滑塌扇。二者在成因、沉积物的粒度、成熟度、形态及分布等方面都有区别。

(3) 水道 指不能与水下扇相配套的水道, 一般沿盆地的长轴方向延伸。包括两类:

A. 拐弯搬运水道 碎屑物质的供应主要来自短轴方向斜坡上的许多点。重力流顺斜坡流向盆地后, 由于古地貌的影响而拐弯沿长轴流动。沉积特点是: 层序不清楚, 沿长轴方向的粒度变化也不明显。

B. 长轴搬运水道 物源以盆地的长轴方向供应为主。水道是形成于断裂作用。其沉积单元包括水道、近水道漫溢沉积和远水道漫溢沉积。

重力流沉积的理想垂向层序(水退层序)自下而上为: 深水重力流+表层重力流→半深水重力流+表层重力流→浅水重力流→扇三角洲→辫状河→冲积扇→坡积。

正确掌握陆上、过渡、水下诸沉积环境中的重力流沉积体系及其岩性、岩相变化规律, 十分有助于对含油气有利砂体的预测。

东濮凹陷白庙地区 沙三段重力流沉积的几个问题

岩矿教研室

姜在兴 赵澍林

白庙位于东濮凹陷黄河以南。它背靠兰聊断层,面对东部次凹,与中央隆起带上的桥口构造隔洼相望,是一个始新世以来形成的局部构造。其中以沙三段为主含油气层系。

现已公认,本区沙三段以重力流沉积为主,发育的是水下扇,并建立了相模式。但是,重力流为什么会形成?水下扇的分布有什么规律?与储层和油气的关系是什么?这些问题似乎研究得还不够深入,故本文将予讨论。

一、重力流的形成条件 1.气候:当时本区为半干旱的气候环境,利于母岩的机械风化作用,为泥石流提供物质来源。2.母岩:母岩区一鲁西隆起的岩石组合是:结晶岩、碳酸盐岩和砂岩、泥岩。风化后很容易被洪水带走而形成泥石流。3.坡度:早第三纪沙三段是渤海湾裂谷盆地的裂陷期。本区的兰聊断层活动剧烈,导致盆地边缘地形高差悬殊。据计算当时断倾角达 25° ,远高于重力流形成的坡度下限。4.密度:在白7井中见有 $5 \times 10\text{cm}$ 大小的砂岩碎块立生于砂泥基质中,属泥石流沉积,当时密度约为 $2.4-2.7\text{g/cm}^3$ 。5.堆积速率:本区重力流沉积速率相当大。表现在两个方面:一是发生的次数频繁,二是叠复冲刷砂岩“AAA”序发育。6.水深:据岩心观察,重力流沉积物都夹在暗色泥页岩中,故水深属半深湖以下。

上述诸因素的共同作用促进了重力流的形成。

二、水下扇的层序特点

与 R.G. Walker (1978) 的水下扇标准垂向层序相比较,本区的水下扇有两个特点: 1.推进式层序发育,但都不完整。往往缺乏上部扇,特别是主水道部分。例如白7井 ES_3^2 的取心中见有两个层序,一为深湖→外扇→辫状水道组合;另为外扇→中扇平坦部分→辫状水道组合。都无上部扇。2.主水道多单独出现,表现为粗碎屑充填沉积。

三、水下扇的时空变迁 ES_3^4 为湖水加深、扩大的初期,深水多位于兰聊断层以西的远处,水下扇也在较远处发育。 ES_3-S_2 是湖水最深、面积最大的非补偿期,水下扇向后退,即靠近兰聊断层发育。如白15井处, ES_3 早期为主水道的位置,而至 ES_3^2 已成为辫状水道的末端。 ES_3^{2-1} 兰聊断层活动减弱,上盘的山地与下盘的盆地高差逐渐变小,水体范围也开始缩小;与此相应,水下扇再度向盆地方向推进。如白4井在 ES_3^2 晚期尚为中扇平坦部分,而至 ES_3^1 晚期已是水道的位置;白12井也有类似的情况。 ES_3^1 以后,广泛水退,到处是滨(浅)湖浅滩沉积。水下扇的发育也告结束。

可以看出,与沙三段湖水浅→深→浅旋回相呼应,水下扇的变迁也表现为一个旋回,即推进→后退→推进。

四、砂体展布 1.平面上呈扇形：从砂岩等厚图上可以看出，砂砾岩在靠近断层一侧最厚，为内扇粗粒沉积；向盆地逐渐变薄，为中扇砂岩和粉砂岩沉积，连成等值线呈扇形分布。因此水下扇的分布控制着砂体的展布。2.纵向上呈楔状：内扇沉积最厚，向中扇变薄，至外扇砂层尖灭。3.横向上呈透镜状：水道砂岩（如白10井）厚度大，SP曲线呈桶形，中低幅；向两侧为天然堤或阶地粉砂岩，厚度减薄，SP曲线明显齿化。利用时间单元—岩相地层对比法，扇砂体的横剖面为下凹上平的透镜体。

五、油气预测 结合构造和石油地质等因素及水下扇的变迁历史，本文还提出了有利的含油气地区和具体的井位。扇中辫状沟道砂体是含油气最有利的相带，其次是主沟道砂砾岩体及外扇断续席状砂。