

文章编号: 1000-0550(2007) 05-0663-08

断陷盆地沉积体系研究新思路: 从古地貌、岩性变化、水体深度到沉积体系

赖生华¹ 李晓宏²

(1. 西安石油大学 西安 710061; 2 延长石油管理局 陕西甘泉 716100)

摘要 单因素分析法与沉积体制研究方法具有不同的研究思路。前者的理论基础是沉积动力学, 主要强调与搬运和沉积过程有关的作用, 采取由点到面, 从局部到整体, 从量变到质变的研究思路。这在复杂的断陷盆地中不利于确定沉积体系的整体分布格局。后者则是基于地貌学、现代沉积考察和基准面升降, 采取从面到点, 由整体到局部, 逐渐深入的研究思路, 易于控制断陷盆地中沉积体系的整体分布规律。沉积体制研究方法的基本要求是具有丰富、反射品质较好的地震资料。其关键技术包括古地貌恢复、地震反射结构和波形特征识别。通过古地貌恢复, 结合现代沉积观察、水体深浅和岩性变化特征, 可以确定沉积相客观分布规律。通过研究某一点的地震反射结构和波形分布特征, 结合沉积结构、构造、韵律变化, 可以确定该点的沉积微相类型。利用沉积体制方法研究了沾化凹陷孤南洼陷沙三段中亚段中部沉积体系平面分布规律。自南而北前积的辫状河三角洲在该区发育前缘亚相, 分布于孤南洼陷南部斜坡区域。盆底扇主要分布于洼陷北部, 位于孤南断裂坡脚部位。此外, 浅湖近岸滩坝滑塌也可形成盆底扇复合体。该时期湖泊较浅, 主要发育浅湖亚相, 近岸滩坝及席状砂较丰富。

关键词 断陷盆地 沉积体系 单因素分析法 沉积体制研究方法 古地貌恢复 水体深度 波形特征

第一作者简介 赖生华 男 1966 年出生 博士 教授 层序地层学及储层评价 E-mail laishenghu@126.com

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

1 研究沉积体系的两种途径及哲学观

沉积体系是指相同沉积环境中所沉积的三维岩体, 因此, 沉积体系决定了储集体空间展布规律及几何形态。这对确定油气勘探区域、方向、层位以及开发过程中井网布署、调整起着至关重要的作用。在我国东部断陷盆地油区, 露头少, 断裂活动差异性, 物源变化快, 沉积相带窄且发育不全, 因此, 使得沉积体系的研究更加复杂。目前, 研究沉积体系主要是利用单因素分析法。在断陷盆地中由于其自身的复杂性和单因素分析法固有的缺陷, 使得不同学者在研究同一盆地甚至同一洼陷时, 对相同沉积体系的认识大相径庭, 与客观存在具有较大的差异。为了解决断陷盆地中沉积体系分布问题, 笔者提出用古地貌、岩性变化和水体深度表征沉积体系, 即沉积体制研究方法。

单因素分析方法的理论基础是沉积动力学, 主要强调与搬运和沉积过程有关的作用。不同沉积环境中水介质能量、pH 值 Eh 有差异, 因此, 沉积过程中必然由于物理、化学及生物分异作用而使颗粒成份、

大小、分选、磨圆及杂基和胶结物含量、类型产生有规律的变化^[1]。该方法认为, 只要将上述特征的变化规律研究清楚, 就可以确定沉积体系的变化特征。如盆底扇沉积, 颗粒成分复杂, 岩屑、矿屑丰富; 颗粒大小混杂, 分选差, 砾石棱角分明, 基本没有搬运或搬运距离较短; 阵发性沉积之后的安静环境, 使得粘土杂基大量充填碎屑颗粒之间的孔隙等等。从理论上分析, 该方法的思路是从点到面, 要求各采样点之间在沉积体系上要具有内在的成因联系。但是, 在断陷盆地中, 由于断裂差异活动, 一个凹陷甚至一个洼陷就可以成为一个独立的沉积单元。洼陷内常常具有多个相互独立的, 互不关联的沉积体系, 如沾化凹陷孤南洼陷沙三段中段中部就是如此。对于孤南洼陷, 沉积体系间相互独立, 并非所有采样点之间都有内在关系, 因此, 这种特点使得应用单因素分析法的前提条件不存立。单因素分析法的哲学思想是从局部到整体, 量变引起质变。但对于差异性活动强烈、沉积体系分布复杂且相互独立的孤南洼陷来说, 在现实的勘探生产中, 钻井数量不可能无限增加, 因此, 量的积累

只能导致量的变化而不能导致质变,局部的研究只能搞清局部小区域情况,而不能弄清整个洼陷中沉积体系的客观分布规律。在这种情况下应用单因素分析法无异于盲人摸象,这就是为什么常常导致公说公有理,婆说婆有理的局面。

从资料层面分析,单因素分析方法要求采集大量样品,进行实验室分析,这在东部露头有限、钻井数目与盆地面积相比始终较少的情况下,是不能满足研究要求的。该方法的另一局限是目前的科学发展水平和地震波分辨率还不能有效建立地震信息与碎屑颗粒微观特征之间的内在关系。

针对上述问题笔者提出用古地貌特征、岩性特征及水体深度表征沉积体系,即沉积体制(depositional regime)研究方法。该方法是基于地貌学、现代沉积考察,认为沉积时的地貌特征和基准面升降决定了沉积体系分布规律。在沉积模拟中,几何形态模拟学者^[2-7]并不试图模拟沉积盆中发生的沉积过程,而是利用平衡剖面(equilibrium)概念来定义沉积表面的形状。相互作用的沉积过程的效应称为沉积体制(depositional regime)^[8]。该定义代表了沉积过程在地质时间和空间上的动力学平衡,其最终结果是将平衡剖面夷平^[9]。例如,冲积环境中,毗邻山前的富含砾石扇形堆积物代表冲积扇或洪积扇,而远离山前的富砂、砾质带状分布低洼区则代表河流沉积。湖泊边缘形似三角形的沉积物楔形体,若是富含砂质则是正常三角洲沉积;若是富含砾质则应代表辫状河三角洲或扇三角洲复合体。盆底深部的富砂、砾质舌状体则反映存在盆底扇。

沉积体制研究方法的哲学思想是整体论,在整体控制的基础上进行逐点深入,这就有效避免了只见树木不见森林的局面。

应用该方法的基本要求是具有丰富、反射品质较好的地震资料。利用钻井资料进行古水深、剥蚀厚度、压实量校正。基于地震层位精细追踪,恢复沉积后的古地貌。进行层序地层分析,研究沉积物可容纳空间和相对湖平面升降变化特征,确定古地理环境变化规律。结合岩性平面变化特征,就可以确定沉积体系整体分布特征。在沉积体系整体分布规律的约束下,对于具体的某一点,研究其沉积结构、沉积构造、沉积韵律、岩形组合及地震反射结构、地震属性、地震波波形特征,就可以进一步确定沉积微相类型。

综上所述,沉积体制研究方法实际上就是从整体到局部,将地貌学、沉积学、层序地层学和地球物理学

有机结合的综合研究方法。

2 沉积体制研究方法中的关键技术

应用沉积体制理论研究沉积体系主要有古地貌恢复、地震反射结构及波形特征识别三个关键技术。

2.1 古地貌恢复

目前,可以利用地层残余厚度^[10-12]、沉积特征^[13]及层序地层分析恢复古地貌特征^[14-16]。此外,在反射品质较好的地震剖面上,通过对古沟谷和古坡折带的识别,也可以确定古地貌特点^[17]。

在研究孤南洼陷沙三段沉积体系时,将层序地层分析与地层厚度相结合,研究沉积结束时的古地貌面貌。该方法假设,通过研究各层序的原始沉积厚度(未压实的厚度)变化,就可以确定某一层序沉积结束时的古地貌特征。因此,在恢复绝对古地貌时,涉及到剥蚀厚度恢复、脱压实校正及古水深校正等问题。地层在沉积结束时,可能并未填满水体,而是沉积在水面以下,这就涉及到古水深校正。可以利用指示古水深的生物或岩矿进行古水深校正,在地层大致平行时,可以不进行此项校正。在区域沉积背景已知是湖泊环境时,只需研究相对古地貌特征,就可确定湖底相对起伏状况,进而确定沉积体系整体分布规律。相对古地貌与绝对古地貌的区别在于前者不需要进行古水深校正。

以沾化凹陷孤南洼陷沙三段为例,介绍古地貌恢复方法。

根据合成记录精确标定反射同相轴的地质意义,在三维地震数据体中追踪各层序界面,将层序顶、底界面地震波旅行时间相减,得到各层序现今时间厚度,即等t图。利用时-深关系,就可转换成现今厚度图。

孤南洼陷沙三段为一连续沉积过程,没有长时期的剥蚀,因此,不存在剥蚀厚度恢复问题。

由于沉积物的压实作用,现今厚度与原始沉积厚度有较大差别,因此,应进行压实校正。

1)通过速度反演得到速度数据体。利用取芯井的孔隙度分析资料及对应的声波速度资料,建立二者的关系,将速度数据转换为孔隙度数据。

2)通过研究声波速度随深度的变化规律,外推深度为零即通过原始沉积物的声波速度,确定原始沉积物孔隙度。

3)利用体积模型恢复沉积厚度,确定古地貌分布特征。

2.2 地震反射样式及沉积学意义

陆相断陷盆地的形成、演化主要受断裂控制。在断陷盆地不同发育期, 断裂活动强弱、物源供给多少、水体深浅均有变化, 因此, 形成不同的沉积体系。与之相应, 地震反射样式也发生系统变化。

Weimer将碎屑沉积的地震相划分为陆棚、陆棚边缘和前积斜坡、盆地斜坡与盆底相^[18]。赖生华根据冷家油田沙三段构造—沉积特征, 划分出斜坡、台

地和洼地 3类地震相, 包括 16种地震反射样式^[19]。根据地震反射几何外形和结构, 在孤南洼陷沙三段识别出丘状相、前积相、充填相、小丘状—透状相、乱岗相和平行相。又依据地震反射振幅强弱、连续性好坏和频率高低, 进一步划分为 18种地震反射样式。通过与钻井资料有机结合, 表明每一种地震反射样式都有比较明确的沉积学意义(表 1)。

表 1 孤南洼陷沙三段地震反射结构—沉积相响应关系

Table 1 The response relationship of seismic reflection texture and sedimentary facies of the third member of Shahejie Formation in Gunan pothole

地震相	反射样式	沉积学意义
丘状相	弱幅断续丘状反射	辫状河三角洲前缘河口滩坝
	中弱幅连续丘状反射	中扇砂坝
	中振幅连续丘状反射	远岸滩坝边缘滑动小砂体
	强幅断续丘状迁移反射	上扇
前积相	S型—斜交复合型前积反射	辫状河三角洲
	叠瓦状前积反射	辫状河三角洲前缘河口滩坝
充填相	前积充填反射	湖泊滩坝水道化
	丘状上超充填反射	上扇主河道
	中—弱振幅中连续充填反射	切割水道不同部位(水道带)
	变振幅中连续上超充填反射	大型辫状水道带
透镜状相	孤立透镜状反射	下扇沉积叶状体
	弱幅串珠状透镜状反射	中扇水道与砂坝相间分布
	弱幅复波反射	辫状河三角洲前缘分流水道与河口滩坝
乱岗相	乱岗反射	断裂破碎带, 盆底扇
	变振幅楔状乱岗反射	盆底扇
平行相	弱振幅中连续反射	半深湖~深湖泥
	中振幅席状反射	浅湖泥夹席状砂
	强振幅连续低频反射	湖泊滩坝

2.3 利用地震波波形特征研究沉积微相

沉积相对储层性质有决定性影响, 储层性质变化必然影响地震波反射特征。地震数据是地震道的有序排列, 地震道波形特征决定了地震波反射特征, 因此, 从理论上分析, 沉积相的变化势必导致地震道波形的改变, 即地震波波形与沉积相具有响应关系。地震波波形能够定量表征, 利用计算机大容量, 高速运算能力, 可以对波形分类, 因此, 自动实现沉积相划分。

可以利用视极性、平均振动路径长度、波峰振幅最大值、波谷振幅最大值、振幅峰态、振幅拐点及振幅斜率来定量描述波形特征。在研究孤南洼陷沙三段地震波波形特征时, 采取从一个采样点到另一个采样点的采样值变化, 即中心同相轴与波峰或波谷的位置和强弱来衡量地震道形状的变化。

利用自组织神经网络对实际的地震道进行训练, 通过多次迭代, 计算出每个分类对应的波形, 即形成

相模型道。模型道表征了地震信号形状的多样性, 将相模型与实际的地震道进行比较, 通过自适应试验和误差处理, 寻找二者之间的最佳相关性, 形成地震波波形分布特征图。结合钻井资料, 就可以确定不同波形特征的沉积学意义。

在孤南洼陷沙三段沉积体系研究中, 采取地震道四道抽取一道建立训练样本, 将地震波波形划分为是 15类, 迭代次数取 50~60次就可满足研究精度。

3 研究实例: 孤南洼陷沙三段中亚段中部沉积体系平面分布特征

孤南洼陷北靠孤岛凸起, 南临垦利断裂—垦东 6 断裂, 东接孤东—垦利凸起, 西边界为孤西低突起, 面积约 200 km²。沙三段中亚段中部, 该洼陷主要发育辫状河三角洲、盆底扇和浅湖沉积。

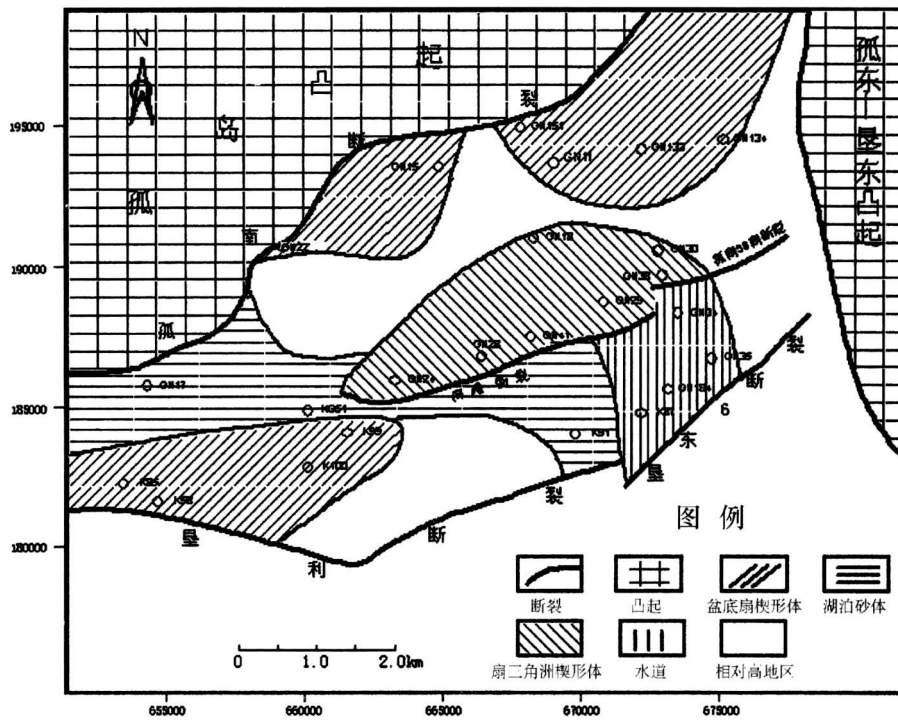


图 1 孤南洼陷沙三段中亚段中部沉积后古地貌特征

Fig 1 Post-sedimentary palaeogeomorphology feature of the middle part of middle sub-member of the third member of Shahejie Formation in Gunan pothole Zhanhua sag

该沉积期, 湖泊已扩展到全工区, 来自垦东 6 断裂上升盘的碎屑物质经过 K87 进入孤南洼陷, 不断向北前积, 形成辫状河三角洲复合体。辫状分流水道向北延伸, 至河滩断裂与 GN38 南断裂交汇处, 分叉

成二支, 分别流经 GN38 与 GN41。在断裂坡脚, 坡度突然降低, 成为大量碎屑物卸载的有利场所, 在 GN24—GN18—GN28 区域形成三角形古斜坡 (图 1)。

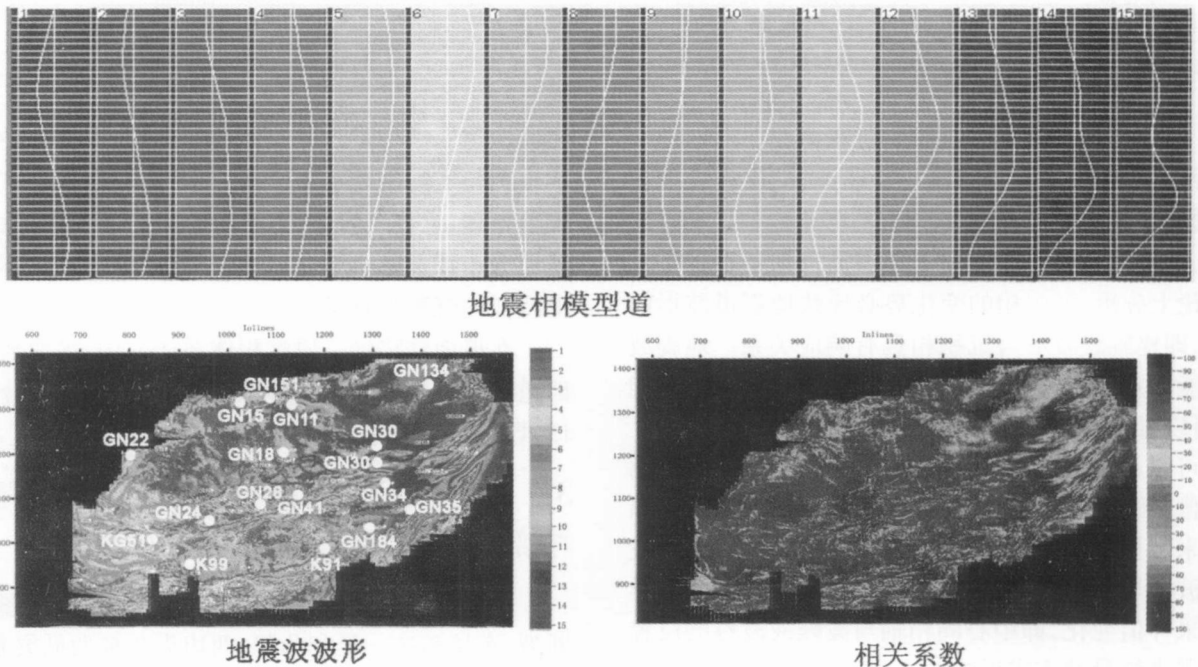


图 2 孤南洼陷沙三段中亚段中部地震波波形特征

Fig 2 Waveform feature of the middle part of middle sub-member of the third member of Shahejie Formation in Gunan pothole Zhanhua sag

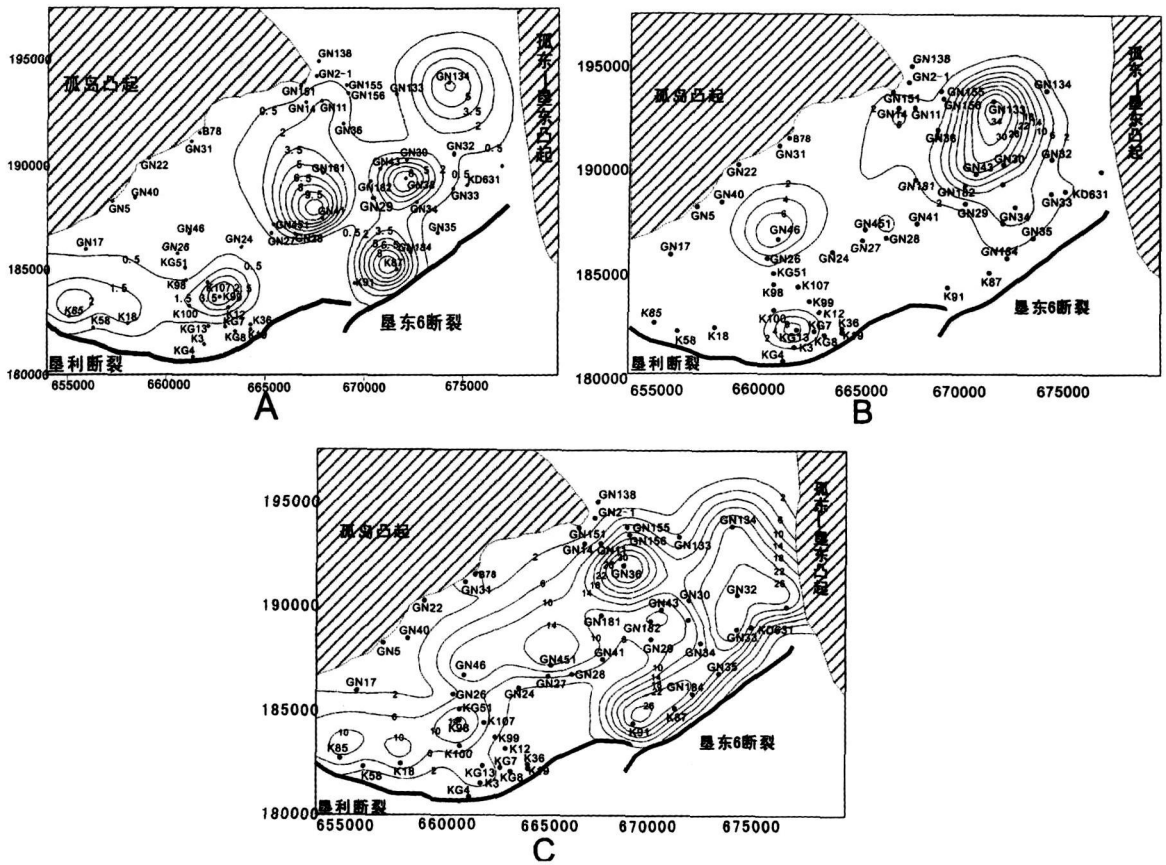


图 3 孤南洼陷沙三段中亚段中部岩性平面分布特征

A 砾岩 B 砂岩 C 粉砂岩

Fig 3 P lane distribution of lithology of the middle part of middle sub member of the third member of

Shaheje Formation in Guanpothole, Zhanhua sag

A: conglomerate B sandstone C siltstone

该辫状河三角洲复合体主要发育前缘亚相, 进一步可识别出分流水道、水道间、河口滩坝及滩坝间微相。具有明显的波形特征, 主要表现为 4~6 模型道波形呈断续线状、块状, 分布于河滩断裂与垦利断裂之间及 2~3 模型道波形构成明显的包络面 (图 2)。分流水道常具 1~2 模型道波形特征, 呈条带状分布。沉积物粒度相对较粗, 主要由细砂岩、中砂岩组成, 并常见粉砂岩、粗砂岩, 甚至细砾岩。砂质砾岩累计厚度超过 10 m, 而在 GN30 中, 细砂岩厚度可达 20 m (图 3)。在局部层段, 自下而上构成细砾岩—粗砂岩—中砂岩—粉砂岩的完整向上变细正韵律序列。水道底部砾岩主要由石英砾石组成, 分选较好, 次圆状—圆状, 颗粒支撑。细砂岩在粒度概率曲线上具二段式分布特征, 截点近 3φ, 悬浮总体占 60%。槽状交错层理、板状交错层理及波状交错层理发育。粉砂岩中常见生物扰动及塑性变形, 代表水下分流河道上

部天然堤沉积 (图 4)。

184-GN35 及 GN34 两区富含砂岩, 累计厚度达 30 m (包括粉砂岩), 具 1~2 模型道波形特征, 代表河口滩坝微相 (图 3)。自下而上由绿色泥质粉砂岩、粉砂岩、浅绿灰、灰色细砂岩组成, 形成向上变粗的反韵律沉积。粉砂岩含泥、炭屑及云母, 水平层理发育, 底部偶见湖浪作用形成的冲刷面, 其下伏泥岩见撕裂特征。细砂岩自下而上粒度变粗, 重矿物含量减少, 炭屑含量增加, 分选好, 圆状, 颗粒支撑。下部发育水平层理, 中部见槽状交错层理, 顶部主要是板状交错层理及炭质纹层所构成的浪成构造。辫状河三角洲前缘河口滩坝具三段式分布特征, 粗截点为 2φ, 细截点为 3~4φ, 说明沉积时受一定程度的波浪影响。

在测井曲线上, 辫状河三角洲复合体具漏斗状特征。地震反射样式丰富、多变, 主要可见弱幅断续丘状反射、S 型—斜交复合型前积反射、叠瓦状前积反

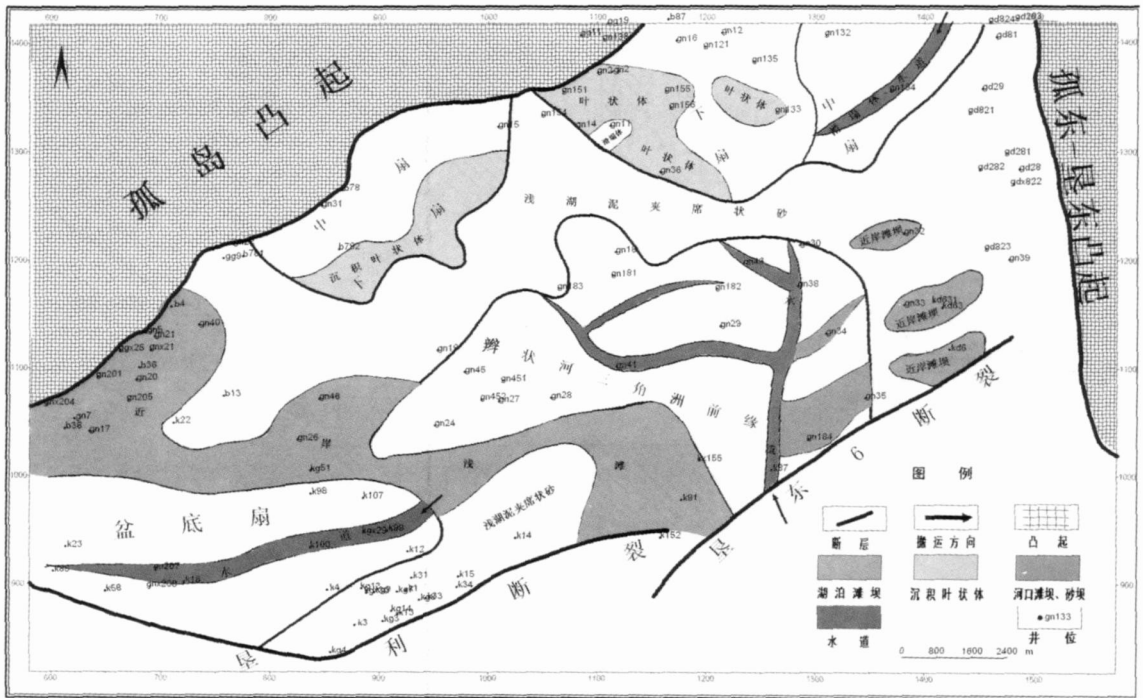


图 4 孤南洼陷沙三段中亚段中部沉积体系平面分布特征

Fig 4 Plane distribution of depositional system of the middle part of middle submember of the third member of Shahejie Formation in Gunan pothole Zhanhua sag

射、中—弱振幅中连续充填反射、变振幅中连续上超充填反射及弱幅复波反射。

孤南断裂中、东段活动断裂,位于断坡脚的 GN22—GN15及 GN151—GN134 两区域分别沉积互不相连的盆底扇,表现为古地形隆起(图 1)。1~3 模型道波形明显,呈大小不一的团块状分布。GN11、GN134 井见少量砂质砾岩,可能代表局部诱发因素形成的水下滑塌体或水道沉积。此外,近岸滩坝边缘发生滑塌,在靠近垦利断裂 K99—K58 区域也形成规模较小的盆底扇复合体。

洼陷内的盆底扇主要为中扇亚相,包括辫状水道、水道间、砂坝及砂坝间微相。中扇辫状水道充填岩性较粗,主要是杂色、浅灰色砾岩,灰白色粗砂岩、中砂岩、不等粒砂岩。河道沉积底部具明显冲刷面,起伏不平,形成冲刷充填构造。冲刷面上砾石成份复杂,主要含石英岩、火成岩和泥岩砾石。砾石分选差,多数呈次棱角状,少数圆状,杂乱堆积,颗粒支撑,呈块状。砂岩成份成熟度低,富含重矿物、长石等。主要发育板状交错层理,有时见楔状交错层理。水道间主要为绿灰色泥岩,次为灰绿色泥质粉砂岩、绿灰色粉砂岩及灰色粉砂岩。富含云母、炭屑。粉砂岩中有时发育楔状交错层理,泥岩中则平行层理发育。

中扇砂坝岩性组合主要为浅绿灰、绿灰、灰、灰白色泥质粉砂岩、细砂岩。砂岩成份成熟度较低,常见岩屑、重矿物、云母、炭屑分布。泥质含量较丰富,有时富集成条带。砂岩分选较差—较好,次棱角状—次圆状,颗粒支撑,粒度概率曲线呈二段式。层理十分发育,常呈水平层理、波状平行层理、板状交错层理。砂坝间沉积以泥岩为主,夹灰绿色泥质粉砂岩。有时灰色泥岩与褐色泥岩构成韵律层。

在钻井剖面中,盆底扇自下而上由砾岩、粉砂岩、泥岩组成。砂砾岩厚度向上变薄,泥岩出现的频率增加,总体上构成向上变细序列,测井曲线呈钟形。盆底扇地震反射结构较复杂,主要有强幅断续丘状迁移反射、中弱幅连续丘状反射、丘状上超充填反射、孤立透镜状反射、弱幅串珠状透镜状反射、乱岗反射、变振幅楔状乱岗反射。

K91—K51—GN17 一带在古地貌上为一水下平台(图 1),具 7~9 模型道波形特征(图 2),分布广泛,连续性好,主要为灰色、灰白色细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩,偶见中砂岩及少量砾岩,其中砂岩累计厚度最厚可达 30 m,称为近岸滩坝(图 3)。富含云母、重矿物及碳屑。泥质夹层频繁出现,自下而上泥质含量减少,粒度变粗,构成反韵律序列。近岸滩坝砂岩

粒度概率曲线为两段式, 跳跃次总体约占 70%。层理发育, 常见板状交错层理、低角度板状交错层理、楔状交错层理、微波状交错层理及微波状平行层理。在测井曲线上, 近岸滩坝沉积底部表现为渐变, 而顶部则显示为突变特征。电阻率向上增加, 自然电位向上降低, 呈漏斗特征。在地震剖面上, 常表现为强振幅连续低频反射。若有水道化, 则出现前积充填反射样式。滩坝边缘滑动小砂体表现为中振幅连续丘状反射。

此外, 湖泊中也发育一些零星分布、规模较小的滩坝。

其余相对低洼区为浅湖泥沉积, 具 12~15 模型道波形特征 (图 2)。岩性组合主要是灰色泥岩或泥岩与粉砂质泥岩、粉砂岩互层, 偶见紫红色泥岩条带。主要发育水平层理、波状平行层理、波状交错层理, 局部亦有塑性变性特征。具中振幅席状地震反射特征。在浅湖泥中, 有时夹有分布较稳定的浅灰色粉砂岩, 称为席状砂。

4 结论

(1) 单因素分析法与沉积体制研究方法是两种完全不同的思路。前者是由点到面, 从局部到整体的研究思路, 属于均变论思想体系。这在复杂的断陷盆地沉积体系的研究中容易造成盲人摸象的局面。后者则是采取从面到点, 由整体到局部, 逐渐深入的研究思路, 易于控制沉积体系的整体分布格局。

(2) 沉积体制研究方法中的关键技术包括古地貌恢复、地震反射结构和波形特征识别。通过古地貌恢复, 并结合现代沉积观察和岩性变化特征, 可以确定沉积相客观分布规律。通过研究某一点的地震反射结构和波形分布特征, 结合沉积结构、构造、韵律变化, 可以确定该点的沉积微相类型。

(3) 利用沉积体制方法研究了沾化凹陷孤南洼陷沙三段中亚段中部沉积体系平面分布规律。该洼陷此时期存在辫状河三角洲、盆底扇和湖泊三种沉积体系。自南而北前积的辫状河三角洲在该区发育前缘亚相, 分布于孤南洼陷南部斜坡区域。盆底扇主要分布于洼陷北部, 位于孤南断裂坡脚部位。此外, 浅湖近岸滩坝滑塌也可形成盆底扇复合体。该时期湖泊较浅, 主要发育浅湖亚相, 近岸滩坝及席状砂较丰富。

参考文献 (References)

- 冯增昭, 等. 中国沉积学. 北京: 石油工业出版社, 1994 [Feng Zeng et al. Sedimentology of China. Beijing: Petroleum Industry Press, 1994]
- Lawrence. Stratigraphic modeling of sedimentary basins (abs). AAPG Bulletin, 1987, 71: 150-167
- Heland H ansen. A simulation of continental basin margin sedimentation in response to crustal movements, eustatic sea level change and sediment accumulation rates. Mathematical Geology, 1988, 20: 121-124
- Jervey. Quantitative geological modeling of siliciclastic rock sequences and their seismic expressions. In Wilgus C K, et al., eds. Sea Level Changes: an integrated approach. Society of Economic Paleontologists and Mineralogist. Special Publication, 1988, 42: 40-50
- Lawrence. Stratigraphic simulation of sedimentary basins: concepts and calibrations. AAPG Bulletin, 1990, 74: 320-342
- Ross. Modeling base-level dynamics as a control on basin-fill geometries and facies distribution: a conceptual framework. In Cross T A, ed. Quantitative dynamic stratigraphy. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1990
- Reynolds. The role of the sediment load in sequence stratigraphy: the influence of flexural isostasy and compaction. Journal of Geophysical Research, 1991, 96: 210-215
- Thome & Swift. Sedimentation on continental margin: application of the regime concept. In Swift D J P, et al. eds. Shelf Sand and Sandstone Bodies: Geometry, Facies and Sequence Stratigraphy. International Association of Sedimentologists. Special Publication, 1991, 14: 33-47
- William C Ross. Insights from stratigraphic modeling: mud-limited versus sand-limited depositional systems. AAPG Bulletin, 1995, 79: 253-267
- 李道燧. 鄂尔多斯盆地中部古地貌与构造对气藏的控制作用. 石油勘探与开发, 1994, 21(3): 51-55 [Li Daosui. Paleogeomorphology and paleostructure controlling the gas field in the Center of Ordos Basin. Petroleum Exploration and Development, 1994, 21(3): 51-55]
- 田纳新. 塔中地区早海西期风化壳古地貌特征. 河南石油, 2004, 18(1): 130-136 [Tian Naxin. Paleogeomorphology features of Early Hercynian weathering crust in Tazhong Area. Henan Petroleum, 2004, 18(1): 130-136]
- 徐希坤. 和田古隆起海西早期古地貌恢复. 特种油气藏, 2003, 10(3): 142-148 [Xu Xikun. Haxi paleogeomorphology on Hetian paleo-high. Special Oil and Gas Reservoirs, 2003, 10(3): 142-148]
- 赵俊兴. 古地貌恢复技术方法及其研究意义. 成都理工大学学报, 2001, 28(3): 43-47 [Zhao Junxing. The way and implications of rebuilding paleogeomorphology. Journal of Chengdu University of Technology, 2001, 28(3): 43-47]
- 赵俊兴. 高分辨层序地层学方法在沉积前古地貌恢复中的应用. 成都理工大学学报 (自然科学版), 2003, 30(1): 155-160 [Zhao Junxing. The possibility of rebuilding paleogeomorphology before basin deposition by high-resolution sequence stratigraphy. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 2003, 30(1): 155-160]

- 5 王家豪. 层序地层学应用于古地貌分析. 地球科学, 2003, 28(4): 335-341 [Wang Jiahao. Sequence stratigraphy in paleogeomorphology analysis. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2003, 28(4): 335-341]
- 16 宋国奇. 应用层序地层方法恢复加里东期古地貌. 石油实验地质, 2001, 22(4): 231-237 [Song Guoqi. Sequence stratigraphy applied in the restoration of the Caledonian paleogeomorphology. Experimental Petroleum Geology, 2001, 22(4): 231-237]
- 17 徐长贵. 古地貌分析在渤海古近系储层预测中的应用. 石油勘探与开发, 2004, 31(5): 283-285 [Xu Changgui. Paleogeomorphology analysis for the Paleogene reservoir prediction in Bohai Sea area. Petroleum Exploration and Development, 2004, 31(5): 283-285]
- 18 Weimer P. Siliclastic sequence stratigraphy: recent developments and applications. Tulsa AAPG, 1979, 63: 681-705
- 19 赖生华. 辽河盆地冷家油田沙三段沉积体系. 石油实验地质, 2004, 26(5): 383-388 [Lai Shenghua. Depositional system of the third member of the Shahejie Formation in Lengjia oilfield of the Liaohai Basin. Experimental Petroleum Geology, 2004, 26(5): 383-388]

A New Approach in Studying Depositional System Within Rift-subsidence Basin from paleogeomorphology, lithologic change and water depth to depositional system

LAI Sheng-hua¹ LIXiao-hong²

(1. Petroleum University of Xí'an, Xí'an 710065; 2. Yanchang Petroleum Administration, Ganquan Shaanxi 716100)

Abstract The single factor analysis which based on sedimentary dynamic mostly emphasizes the actions relating to transportation and depositional procedure, adopting one method from point to surface, from local to whole and from quantitative change to qualitative change, and the depositional regime which is based on morphology, present sedimentation and datum up and down, adopting other gradually penetrating method from surface to point and from whole to local are different in research approach. The former is not prone to controlling the law of bulk distribution of depositional system in rift-subsidence basin, but the latter is opposite. The basic request of the method of depositional regime which includes three key technologies: palaeogeomorphology reconstruction, recognition of seismic reflection texture and waveform feature is provided with affluent and excellent seismic data. Through palaeogeomorphology reconstruction, combining the observation of present sedimentation, water depth and lithologic, the distribution law of depositional system can be ascertained. Furthermore, by researching seismic reflection texture and waveform feature, the types of sedimentary microfacies can be decided in a point. The law of plane distribution of depositional system which locates the middle part of middle submember of the 3rd member of Shahejie Formation in Gunan pothole, Zhanhua sag is studied by using the method of depositional regime. The braided river delta front subfacies located on the south slope area is developed in the braided river delta which progrades from south to north. The basin bottom fans located at the toe of Gunan fault are mostly distributed in the north pothole. Moreover, the basin bottom fan can be developed because the near-shore beach and bar in the shallow lake glides too. The shallow lake subfacies with affluent near-shore beach and bar and sand sheet is mostly developed because the water depth is shallow.

Key words rift-subsidence basin, depositional system, single factor analysis, depositional regime, palaeogeomorphology reconstruction, water depth, waveform feature