

引用格式: Wang Xinyi, Cao Yingchang, Wang Yanzhong, *et al.* Identification on Sand Body petrofacies Type of Dongying Depression Niuzhuang Sag Three Zhongya Section Slump Gravity Flow and Its Logging[J]. Journal of Gansu Sciences, 2018, 30(4): 24-32. [王心悻, 操应长, 王艳忠, 等. 东营凹陷牛庄洼陷沙三中亚段滑塌重力流砂体岩相类型及其测井识别[J]. 甘肃科学学报, 2018, 30(4): 24-32.]
doi: 10.16468/j.cnki.issn1004-0366.2018.04.005.

东营凹陷牛庄洼陷沙三中亚段滑塌重力流砂体岩相类型及其测井识别

王心悻, 操应长, 王艳忠, 张青青

(中国石油大学(华东)地球科学与技术学院, 山东 青岛 266580)

摘要 为解决东营凹陷牛庄西南地区沙三中亚段重力流砂体的空间分布, 综合运用岩心、录井、测井资料及分析测试资料, 对研究区重力流砂体的沉积特征和岩相类型进行研究。结果表明研究区主要发育3种沉积砂体, 并划分出6种岩相类型: 块状层理砂岩相、富碎屑砂岩相、平行层理砂岩相、变形构造粘土砂岩相、韵律层理粘土砂岩相和泥岩相。在此基础上, 根据自然伽马(GR)、电阻率(RILD)、声波时差(AC)、地层密度(DEN)、补偿中子(CNL)测井曲线特征, 采用Fisher判别法, 建立了岩相类型的定量判别函数, 并结合测井参数交汇图版, 标定了单井岩相类型, 对各岩相进行了测井识别, 总结出研究区重力流砂体岩相的分布规律: 沉积近端以砂质碎屑流沉积为主, 中厚层块状层理砂岩相垂向上多与富碎屑砂岩相共生, 伴随少量的变形构造粘土砂岩相。沉积远端以薄层低密度浊流沉积为主, 发育韵律层理粘土砂岩相。

关键词 东营凹陷; 沙三中亚段; 重力流; 岩相类型; 测井识别

中图分类号: O343.6 文献标志码: A 文章编号: 1004-0366(2018)04-0024-09

近年来, 随着重力流沉积研究发展, 在我国鄂尔多斯盆地延长组^[1-3]、渤海湾盆地沙河街组、东营组^[4-7]以及松辽盆地青山组、嫩江组^[8-9]均发现大量湖湘重力流砂体, 并蕴含着丰富的油气资源, 深水重力流沉积也逐渐成为油气勘探的重点。重力流沉积作用类型多样, 分类方案从最早Dott^[10]提出的流变学或支撑机制的分类, 发展到现在以Shanmugam为代表^[11-14]基于流变学和沉积物搬运机制提出了砂质碎屑流概念, 根据形成过程划分为滑动、滑塌、碎屑流和浊流4种类型, 已被我国广大学者接受并应用。重力流岩相可以反应沉积物沉积过程的物质组成, 以及沉积体形成时的流体特征、搬运方式及沉积作用机理等信息^[15-17]。目前对重力流沉积的沉积特征研究较为成熟, 但不少探井取心较少, 不能有效的反映重力流砂体的空间分布, 需要借助测井识别的

方法对重力流砂体分布进行研究。因此, 以东营凹陷牛庄洼陷沙三中亚段重力流砂体为研究对象, 在岩心观察的基础上, 对重力流砂体进行沉积特征描述, 并划分岩相类型, 进一步开展了岩相测井识别的研究, 从而总结重力流砂体岩相的分布规律, 能够为砂体预测提供更加可靠的依据。

1 地质概况

牛庄洼陷位是渤海湾盆地的济阳拗陷的东营凹陷南部的次级洼陷(见图1), 北连接着东辛油田、现河庄油田, 西边从梁家楼油田东侧开始, 东可以到广利油田, 南、北两面受断裂控制, 北面以北东走向、西北倾的现河断层为界与中央隆起带毗邻, 南陈官庄王家岗断阶带为界, 南部斜坡连接, 形成一个南北界受东西向断裂所控制的似菱形沉积单元, 洼陷长40 km,

收稿日期: 2018-01-18; 修回日期: 2018-03-26

基金项目: 国家重大科技专项(2016ZX05006-007)

作者简介: 王心悻(1992-), 男, 山东东营人, 硕士研究生, 研究方向为沉积学及油气储层地质学。E-mail: 405713244@qq.com

通信作者: 操应长, E-mail: 405713244@qq.com

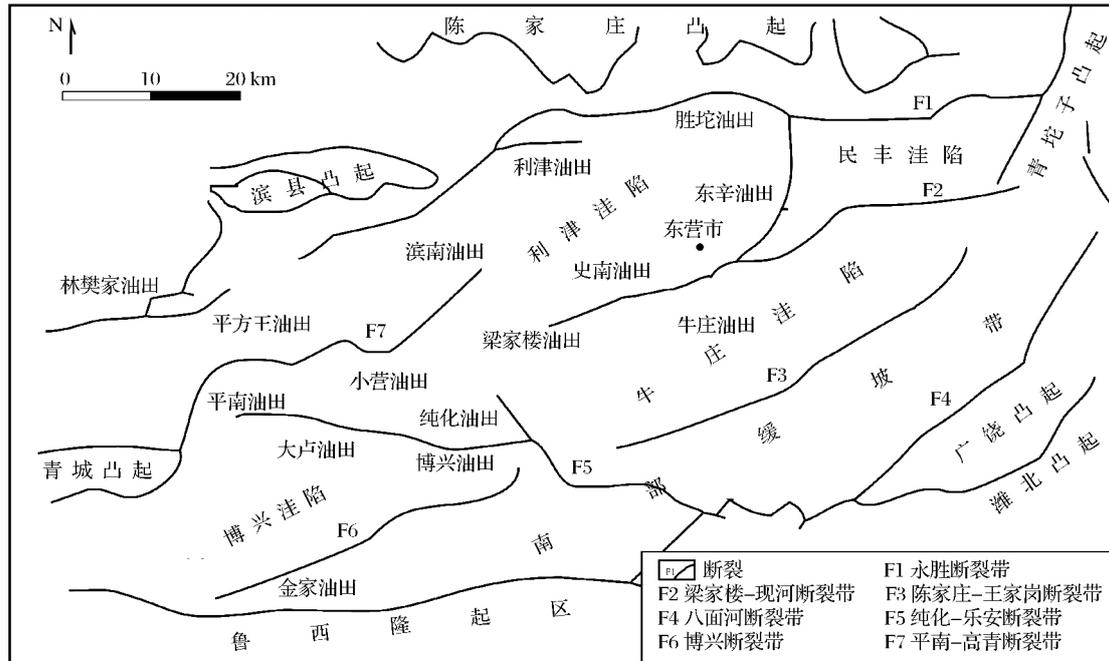


图 1 牛庄洼陷区域构造位置

Fig.1 Structure location plan of Niuzhuang depression section

南北宽 15 km,面积约 600 km²[18-19]。

沙三中亚段沉积时期,构造活动强烈,水体不断加深,形成半深湖-深湖沉积环境,同时物源供给充足,三角洲不断向凹陷中心进积,尚未完全固结的沉积物在断裂活动,在自身重力以及水动力等条件的影下,发生破裂滑塌再沉积作用沿着斜坡下滑,形成滑动、滑塌、碎屑流和浊流深水重力流沉积[20]。

2 岩相类型

通过对牛庄洼陷 20 余口取芯井的观察描述,总结出研究区主要发育的沉积构造有层理构造、同生变形构造、泥砾、泥岩撕裂屑和砂质团块等。在明确工区主要发育的沉积构造类型及其特征的基础上,首先按泥质含量的多少将岩相整体划分为 3 大类:砂岩、粘土砂岩和泥岩[24];其次按照沉积构造类型岩相进一步细分为 6 种岩相:块状层理砂岩相、富碎屑砂岩相、平行层理砂岩相、变形构造粘土砂岩相、韵律层理粘土砂岩相和泥岩相(见图 2)。这 6 种岩相在重力流砂体中最为发育,能代表滑动、滑塌、碎屑流、浊流等沉积作用,是不可缺少的岩相类型,且它们的测井响应特征具有明显差异,有利于提高测井识别的准确性。

块状层理砂岩相是工区发育最广的一类重力流

岩相,岩性主要为中细砂,泥质含量低,沉积层内结构均一,不具有任何的显纹层构造,整体呈块状,分选中等,磨圆为次棱角-次圆状,厚度一般较厚,多 > 0.5 m。沙三中亚段沉积期构造活动强烈,沉积物整体呈块状搬运沿斜坡滑落至半深湖或深湖区所形成,属砂质碎屑流沉积。富碎屑砂岩相整体呈块状,以中细砂为主,内部含泥岩撕裂屑或泥砾,泥岩撕裂屑分长条状和不规则状 2 种,以深灰色为主,常出现在相序中部或顶部;泥砾磨圆较好,可见深灰色、土黄色、棕褐色等泥砾。厚度一般 0.2~1.5 m。由于临近沉积物垮塌,泥质沉积物混入砂体中,发生再搬运,砂质沉积物的抗剪强度大于泥质沉积物,泥质沉积物易被拉断形成撕裂屑,属砂质碎屑流沉积。平行层理砂岩相主要由细砂组成,炭质层也常显平行层理,分选、磨圆较好,泥质含量低,单层厚度为 0.1~0.3 m。当浊流中大和重的颗粒沉降后,浊流密度变小,浊流的底床载荷搬运形成平行层理。

变形构造粘土砂岩相以泥质粉砂岩为主,沉积物发生强烈变形,厚度一般 0.1~2.0 m。由于沉积物是在重力的作用下发生滑塌形成的,最明显的特征是泥砂混杂并具有明显同生变形构造,沉积物的液化作用,层间流动引起原生层理的弯曲;下伏泥岩层变形强烈,被压入上覆砂层形成重荷模构造等,属

滑塌沉积。韵律层理粘土砂岩相为粉砂岩与深灰色泥岩的互层交错出现,砂岩和泥岩的单层厚度均较薄,为0.1~0.3 m,由于多期浊流沉积末期频繁叠置,导致砂、泥互层出现,属浊流沉积。

泥岩相厚度较厚,可见灰色、棕褐色、灰黑色,以深灰色泥岩为主,整体呈层状或块状,厚度为0.1~10 m,形成于湖底缺氧的还原环境,为浊流、深湖-半深湖沉积的产物。

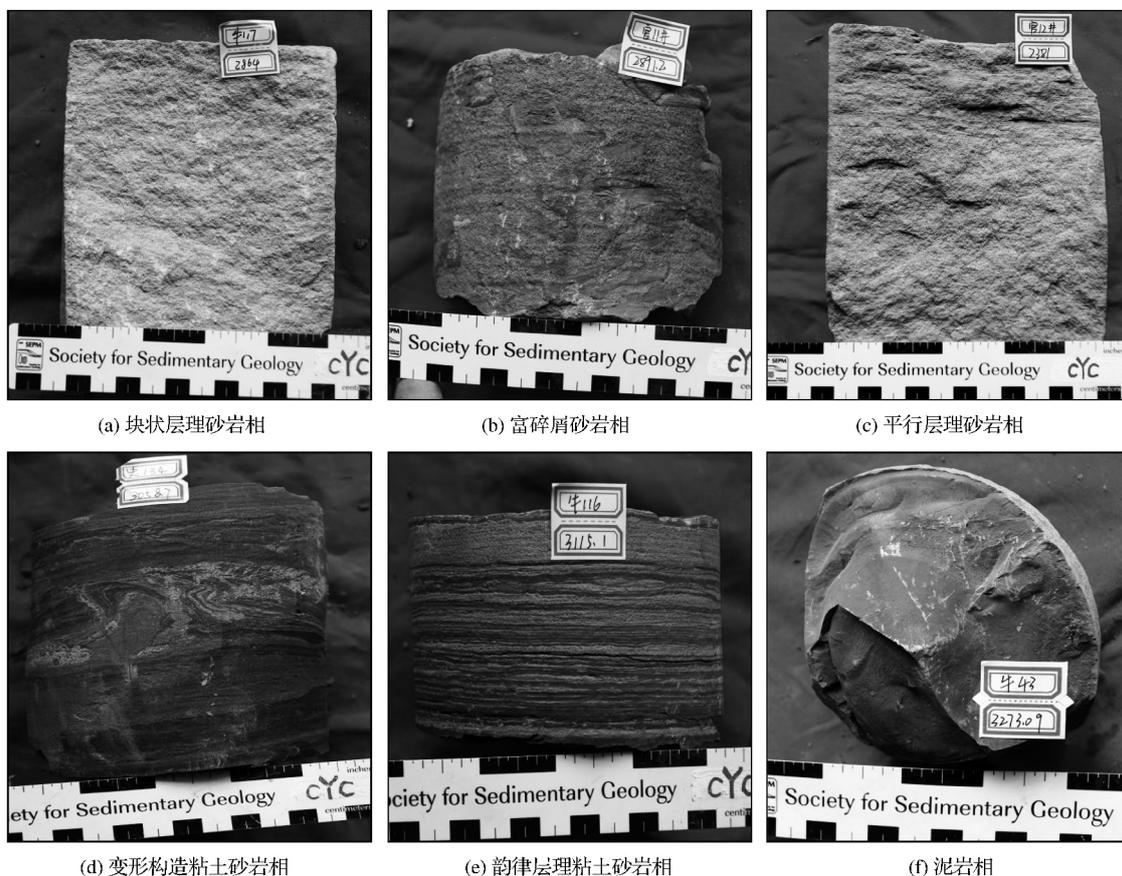


图2 牛庄凹陷沙三中亚段重力流砂体岩相类型

Fig.2 Gravity flow sand body petrofacies type of Niuzhuang depression sand three Zhongya section

3 测井识别

在岩相划分的基础上,综合利用测井资料、录井资料,对研究区的重力流岩相进行测井识别。测井数据其信息量大、分辨率高、连续性好,是应用最为广泛的资料。自然伽马(GR)、电阻率(RILD)、声波时差(AC)、地层密度(DEN)、补偿中子(CNL)测井均能较好地反映岩性^[21],但每条曲线单独识别岩性均具有较大不确定性,需多曲线综合判识岩性。研究优选出反应敏感的常规测井曲线,利用判别分析和交会图法对常规测井曲线量化处理^[22-23],实现重力流砂体岩相类型的测井识别。

3.1 测井曲线预处理

同一口井中,不同测井系列获得的测井资料之间必会存在偏移误差。为消除这种误差,在进行测

井识别之前,需要对测井曲线进行预处理。

(1) 深度校正 为了使各条测井曲线深度对应同一深度的地层来消除深度误差,一般情况下选择GR曲线,其纵向分辨率高、特征明显,让其作为标准曲线,通过统计其他曲线的值确定其他测井曲线相对于标准曲线需要移动多少距离。

(2) 岩心归位 除了岩心的观察、描述本身要求必须准确外,岩心深度还需要与测井深度之间有精确的对应关系。只有建立了岩心深度和测井曲线深度之间精确的匹配关系,才有可能建立精确的测井识别公式。岩心深度和测井曲线之间的深度测量系统不同,岩心归位工作不可或缺。因此在岩心录井图的基础上,将岩性的变化与测井曲线的变化趋势进行对比,确定岩心深度与测井深度之间的误差,调整岩心深度,使其与测井深度一致,以消除两者之

间的深度误差。

(3) 测井资料标准化 在长期的勘探与开发中,不同的井测井数据很难保证是用相同类型的仪器,所以各井测井数据之间一定存在误差。因此,必须对研究区域内的测井曲线进行标准化处理。

选择官 117 为关键井,因为官 117 井测井条件非常好、测井深度到达预计深度,取心收获率高、保存完好,而且具有较齐全的测井系列。选择厚层泥岩为标准层作为全研究区域的统一的刻度标准,使标准化校正后的各井相同的测井曲线在标准层上的数值与关键井上标准层数值一致,从而校正由于非地层因素引起的测井数据的差异,实现标准化的目的。

在确定关键井及标准层的基础上,作出关键井官 117 的各类测井数据的直方图(见图 3)和全区其他井标准层的各类测井数据的直方图,以牛 117 为例(见图 4)。

将每口井标准层的各类测井数据峰值与标准井进行对比,如果峰值分布范围一样,则表明这口井的测井数据不需要校正;如峰值有明显不同,则表示该井的测井曲线数值存在误差。此时,该井标准层各

类测井数据峰值与关键井标准层各类测井数据峰值之差,即为该井测井曲线校正量(见表 1)。

测井资料标准化之后,对比不同岩相的测井曲线特征(见图 5)。6 种岩相类型的测井响应特征具有明显差异,块状层理砂岩相表现为低自然伽马、中低电阻率、中等声波时差、中等地层密度、中等补偿中子,表现出“二低三中等”的测井响应特征;富碎屑砂岩相表现为低自然伽马、中等电阻率、低声波时差、高地层密度、低补偿中子,表现出“一高三低一中等”的测井响应特征;平行层理砂岩相表现为低自然伽马、低电阻率、中等声波时差,高地层密度,中等补偿中子,表现出“一高二低二中等”的测井响应特征;变形构造粘土砂岩相表现为高自然伽马、低电阻率、中等声波时差、低地层密度、高补偿中子,表现出“二高二低一中等”的测井响应特征;韵律层理粘土砂岩相表现为高自然伽马、低电阻率、中等声波时差、中等地层密度、高补偿中子,表现出“二高一低二中等”的测井响应特征;泥岩相表现为高自然伽马、低电阻率、高声波时差、高地层密度、高补偿中子,表现出“四高一低”的测井响应特征。

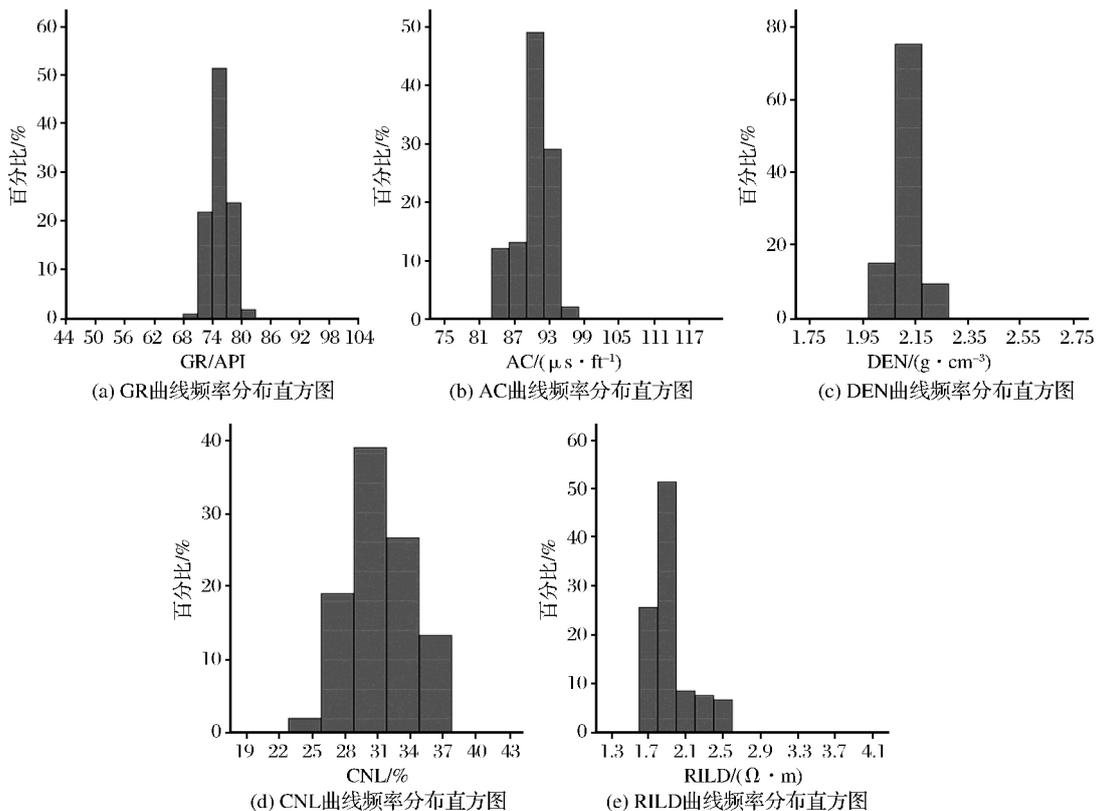


图 3 官 117 标准层各测井曲线分布直方图

Fig.3 Guan 117 marker bed every well log distribution column diagram

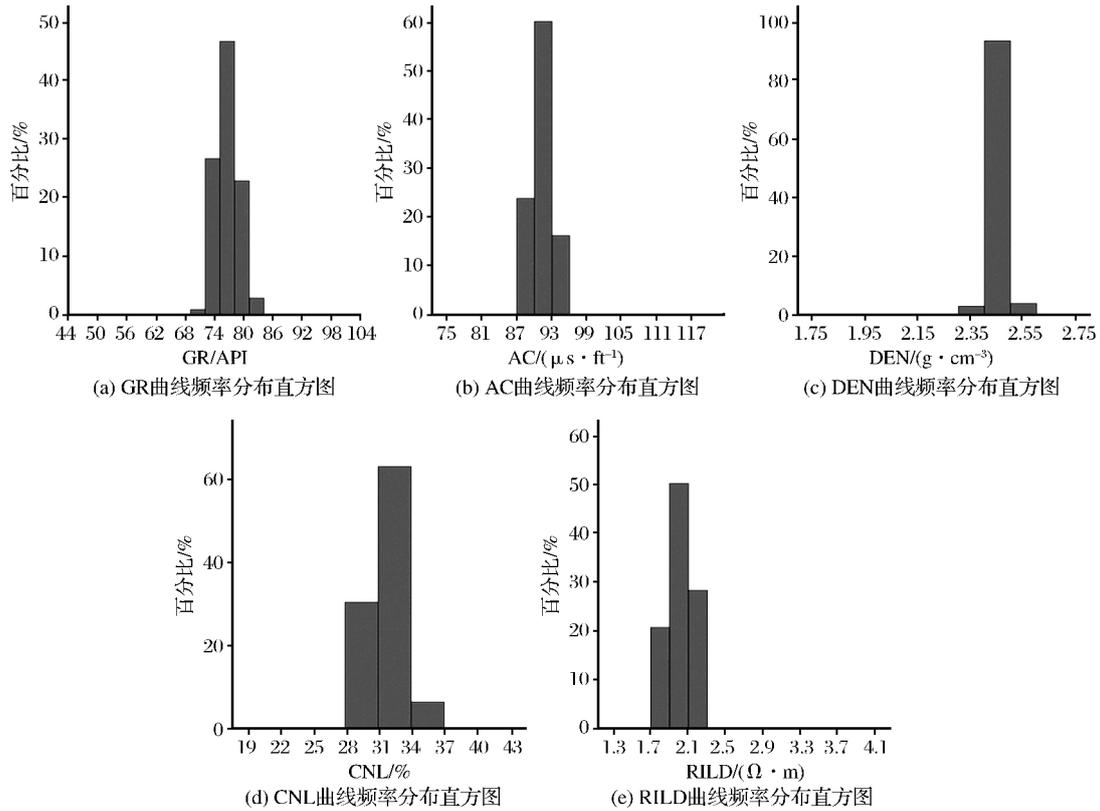


图4 牛117标准层各测井曲线分布直方图

Fig.4 Niu 117 marker bed every well log distribution column diagram

表1 各井标准层曲线峰值及校正量

Table 1 Peak and correcting value of every well index bed curve

井号	GR(API)	AC/($\mu\text{s} \cdot \text{ft}^{-1}$)	RILD/($\Omega \cdot \text{m}$)	DEN/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	CNL/%
官117	75-77	85-87	2.8-3.0	2.48-2.53	22-25
官10	91-93(-16)	84-86(+1)	2.5-2.7(+0.3)	2.47-2.52(+0.01)	23-26(-1)
官11	72-74(+3)	92-94(-7)	2.5-2.7(+0.3)	2.46-2.51(+0.02)	30-33(-8)
牛100	89-91(-14)	86-88(-1)	2.8-3.0(+0)	2.32-2.37(+0.16)	25-28(-3)
牛104	76-78(-1)	83-85(+2)	3.1-3.3(-0.3)	2.25-2.3(+0.23)	26-29(-4)
牛105	76-78(-1)	81-83(+4)	2.4-2.6(+0.4)	2.38-2.43(+0.1)	25-28(-3)
牛106	64-66(+11)	87-89(-2)	2.7-2.9(+0.1)	2.23-2.28(+0.25)	33-36(-11)
牛107	77-79(-2)	95-97(-10)	3.6-3.8(-0.8)	2.35-2.4(+0.13)	33-36(-11)
牛108	67-69(+8)	100-102(-15)	2.2-2.4(+0.6)	2.38-2.43(+0.1)	31-34(-9)
牛110	81-83(-6)	83-85(+2)	3.4-3.6(-0.6)	2.48-2.53(+0)	28-31(-6)
牛116	80-82(-5)	82-84(+3)	4.1-4.3(-1.3)	2.25-2.3(+0.23)	25-28(-3)
牛117	74-76(+1)	90-92(-5)	2.1-2.3(+0.7)	2.44-2.49(+0.04)	30-33(-8)
史130	81-83(-6)	79-81(+6)	4.8-5.0(-2)	2.31-2.36(+0.17)	20-23(+2)
史133	98-100(-23)	93-95(-8)	2.5-2.7(+0.3)	2.35-2.4(+0.13)	29-32(-7)
史134	90-92(-15)	82-84(+3)	3.5-3.7(-0.7)	2.27-2.32(+0.21)	22-25(0)

3.2 岩相测井识别

以不同岩相类型的测井响应特征的差异为基础,采用定性与定量相结合的手段,进行岩相类型的识别。在岩心观察确定岩相的基础上,共选取牛庄

深水重力流砂岩465个样品点,确定其岩相类型,利用上述常规测井方法对不同岩相的测井响应特征进行判别,借助SPSS软件对研究区的6种岩相类型进行Fisher典型判别分析并建立了6类岩相的线

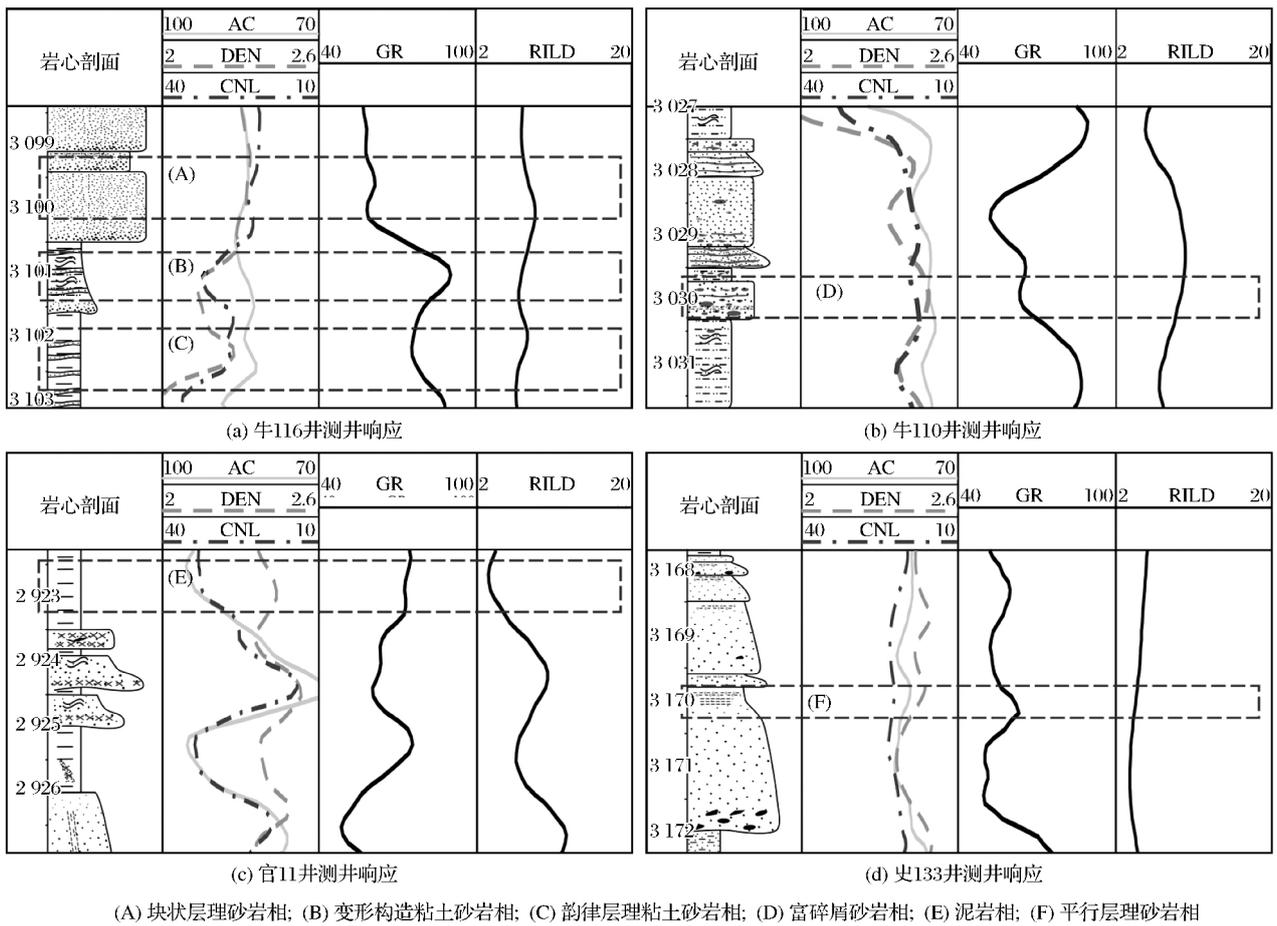


图 5 各岩相测井曲线特征

Fig.5 Logging characteristic of every petrofacies

性多元判别函数,即

$$Y_1 = 1.125GR - 0.230RILD + 2.591AC + 148.896DEN + 1.340CNL - 323.629, \quad (1)$$

$$Y_2 = 1.592GR - 0.593RILD + 2.604AC + 150.427DEN + 1.411CNL - 351.066, \quad (2)$$

$$Y_3 = 2.192GR - 1.008RILD + 2.233AC + 155.589DEN + 1.646CNL - 374.173, \quad (3)$$

$$Y_4 = 2.153GR - 0.923RILD + 2.457AC + 151.325DEN + 1.508CNL - 376.033, \quad (4)$$

$$Y_5 = 2.510GR - 1.081RILD + 2.212AC + 151.661DEN + 1.497CNL - 382.716, \quad (5)$$

$$Y_6 = 2.665GR - 1.365RILD + 2.492AC + 152.435DEN + 1.675CNL - 421.303, \quad (6)$$

式中: Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 、 Y_5 、 Y_6 分别代表各类型岩相的 Fisher 判别函数值。将未知样品点的测井数据带入上述判别函数,根据判别后验概率值最大这一规则,所得函数值最大的判别公式对应的岩相类型即为该样品点的岩相类型。

Fisher 定量判别结果表明,此函数对泥岩相、块状层理砂岩相、富碎屑砂岩相、变形构造粘土砂岩相的回判符合率较好,分别为 98.7%、85.7%、88.6% 及 86.1%;对平行层理砂岩相和韵律层理粘土砂岩相的回判符合率较低,分别为 75% 及 73.9% (上述数据由 SPSS 软件分析所得)。为了提高识别正确率,对识别率较低的岩相类型进行交会识别(见图 6)。GR-DEN 交会图对平行层理砂岩相与韵律层理粘土砂岩相具有良好的识别效果;利用 CNL-RILD 交会图对韵律层理粘土砂岩相与泥岩相的识别效果良好。

3.3 测井识别结果

利用判别函数并结合交会图,对研究区的每口井进行测井识别,绘制出单井岩相剖面图。结合岩心观察及描述对识别结果进行检验。以牛 42 井、牛 116 井及牛 107 井为例(见图 7),选取牛 42 井 3 264~3 266 m、3 278~3 280 m,牛 116 井 3 100~3 102 m、3 116~3 118 m,牛 107 井 3 032~3 034 m 共 5 个深

度段进行检验。牛42井3264~3266 m测井识别结果为富碎屑砂岩相,岩心显示为含泥砾的中细砂岩;3278~3280 m测井识别结果为泥岩相,岩心显示为灰色泥岩。牛116井3100~3102 m测井识别结果为块状层理砂岩相,岩心显示为块状层理细砂

岩;3116~3118 m测井识别结果为韵律层理粘土砂岩相,岩心显示韵律层理泥质粉砂岩。牛107井3032~3034 m测井识别结果为变形构造粘土砂岩相和平行层理砂岩相,岩心显示为变形构造泥质粉砂岩和平行层理粉细砂岩。

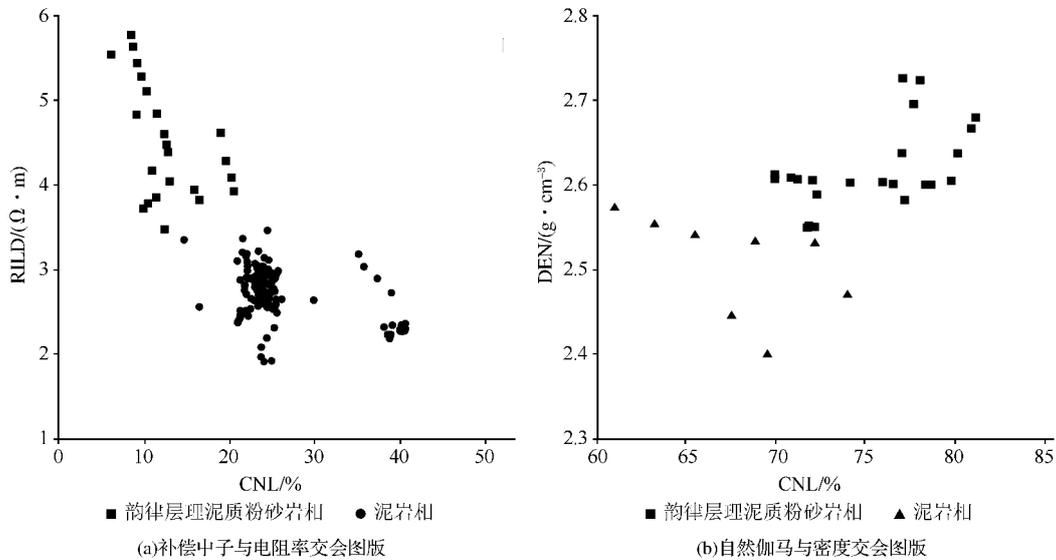


图6 不同类型岩相测井参数交会

Fig.6 Crossplot of logging parameter of different petrofacies

岩相	井号	识别结果检验					
		识别结果	岩心描述	岩心照片	识别结果	岩心描述	岩心照片
块状层理砂岩相	牛42	3262			3278		
		3264			3280		
富碎屑砂岩相		3266			3280		
平行层理砂岩相	牛116	3100			3116		
变形构造粘土砂岩相	牛107	3102			3118		
		3104			3120		
韵律层理粘土砂岩相	牛107	3034			3034		
泥岩相		3036			3036		

图7 测井识别结果检验

Fig.7 Check result of logging identification

4 重力流砂体岩相分布规律

对重力流砂体岩相在平面上的分布进行研究,沿物源供给方向牛108-牛104-牛105-牛106-牛107的连井剖面中(图8),对这5口井进行了测井识别,牛108井岩相类型以块状层理砂岩相为主,牛104井、牛105井以块状层理砂岩相和富碎屑砂岩相为

主,牛106井多发于平行层理砂岩相,牛107井以韵律层理粘土砂岩相为主。沿着沉积物搬运方向,重力流沉积类型发生有序演化,在沉积近端以块状砂质碎屑流沉积在垂向上的叠加为主,表现为块状砂岩相与富碎屑砂岩相共生,伴随少量的滑动滑塌变形沉积及薄层浊流沉积,常发育平行层理砂岩相,整体形成厚度相对较大的砂体,是有利砂体发育的主

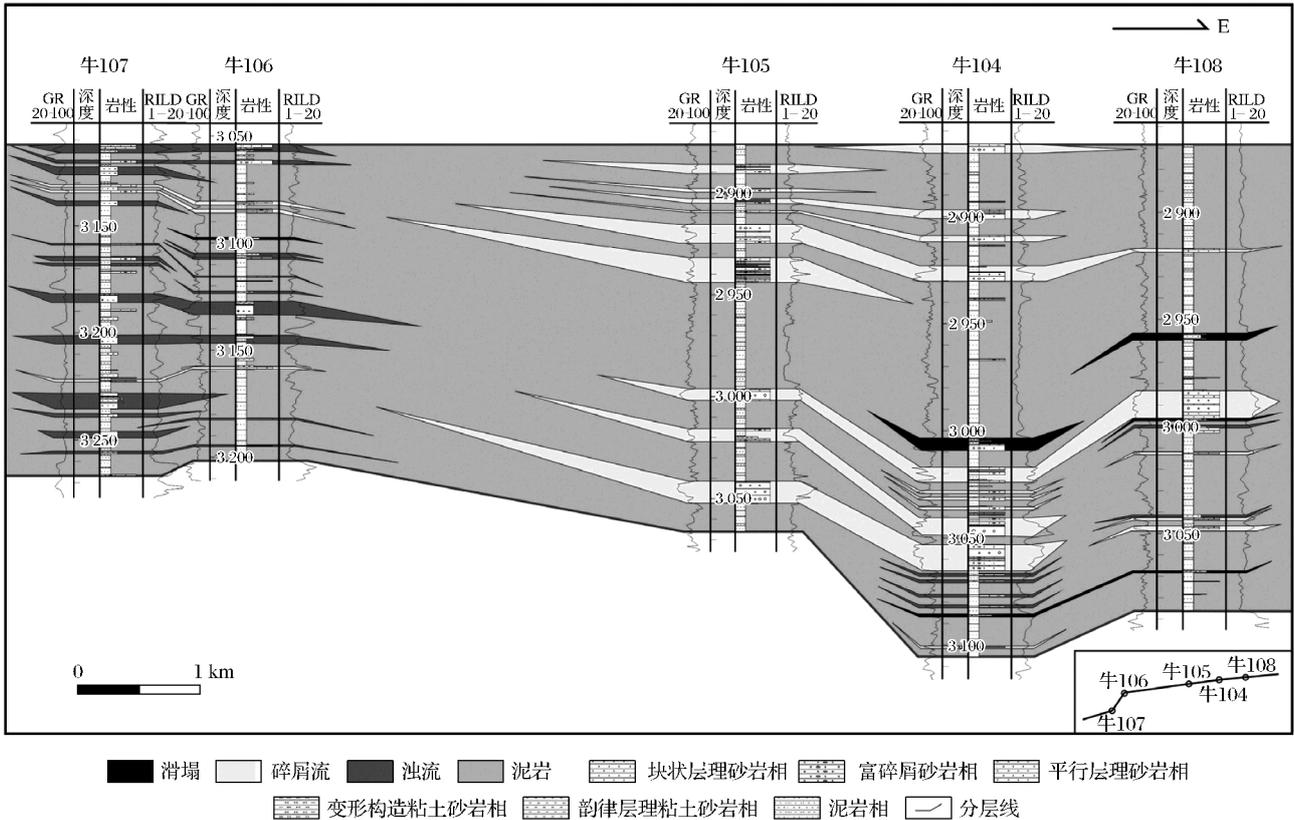


图 8 牛庄地区牛 108-牛 104-牛 105-牛 106-牛 107 重力流类型连井剖面图

Fig.8 Niuzhuang area Niu108-Niu 104-Niu 105-Niu 106-Niu 107 gravity flow type well tie profile map

要区域。随着沉积搬运距离的增加,高浓度砂质碎屑流伴随着环境水体的卷入发生流体的转化,由相对高浓度的砂质碎屑流向低浓度的浊流转化,在沉积远端以薄层低密度浊流沉积为主,低密度浊流沉积形成大面积分布的薄层砂岩与泥岩互层沉积结构,为韵律层理粘土砂岩相,是非常规油气发育的有利场所。运用测井识别可以有效的识别重力流砂体岩相,能够为有利砂体预测提供更加可靠的依据。

5 结论

(1) 东营凹陷沙三中亚段重力流砂体划分为 6 种岩相类型:块状层理砂岩相、富碎屑砂岩相、平行层理砂岩相、变形构造粘土砂岩相、韵律层理粘土砂岩相和泥岩相。包含了重力驱动事件中滑动-滑塌、碎屑流、浊流沉积作用。对 6 种岩相运用 Fisher 判别法建立判别方程,识别正确率较好。

(2) 对牛庄洼陷沙三中亚段典型井段岩相类型识别的基础上,分析了重力流砂体岩相平面分布规律。沉积近端以砂质碎屑流沉积为主,发育大量厚层块状层理砂岩相,多与富碎屑砂岩相共生;沉积远端滑塌砂体比例有减小趋势,浊流沉积比例增加,形

成大面积分布的薄层砂岩与泥岩互层沉积的韵律层理粘土砂岩相,是非常规油气发育的有利场所。

参考文献:

- [1] 李相博,刘化清,完颜容,等.鄂尔多斯盆地三叠系延长组砂质碎屑流储集体的首次发现[J].岩性油气藏,2009,21(4):19-21.
- [2] 李相博,陈启林,刘化清,等.鄂尔多斯盆地延长组 3 种沉积物重力流及其含油性[J].岩性油气藏,2010,22(3):16-21.
- [3] 廖纪佳,朱筱敏,邓秀芹,等.鄂尔多斯盆地陇东地区延长组重力流沉积特征及其模式[J].地质前缘,2013,20(2):29-39.
- [4] 侯明才,田景春,陈洪德,等.东营凹陷牛庄洼陷沙三中段浊积扇特征研究[J].成都理工学院学报,2002,29(5):506-510.
- [5] 鲜本忠,万锦峰,姜在兴,等.断陷湖盆洼陷带重力流沉积特征与模式:以南堡凹陷东部东营组为例[J].地质前缘,2012,19(1):121-135.
- [6] 鲜本忠,万锦峰,董艳蕾,等.湖相深水块状砂岩特征、成因及发育模式:以南堡凹陷东营组为例[J].岩石学报,2013,29(9):3287-3299.
- [7] 宋明水,向奎,张宇,等.泥质重力流沉积研究进展及其页岩油气地质意义:以东营凹陷古近系沙河街组三段为例[J].沉积学报,2017,35(4):740-751.
- [8] 冯志强,张顺,解习农,等.松辽盆地嫩江组大型陆相拗陷湖盆湖底水道的发现及其石油地质意义[J].地质学报,2006,80(8):1226-12321240.

- [9] 赵宁,黄江琴,李栋明,等.远源缓坡型薄层细粒油积岩沉积规律:以松南西斜坡大布苏地区青一段地层为例[J].沉积学报,2013,31(2):291-301.
- [10] Dott R H J. Dynamics of Subaqueous Gravity Depositional Processes[J]. Aapg Bulletin, 1963, 47(1-7): 104-128.
- [11] Shanmugam G. 50 Years of the Turbidite Paradigm (1950s—1999s); Deep-Water Processes and Facies Models: A Critical Perspective [J]. Marine and Petroleum Geology, 2000, 17(2): 285-342.
- [12] Shanmugam G. Deep-Water Processes and Facies Models: Implications for Sandstone Petroleum Reservoirs[M]. Handbook of Petroleum Exploration and Production, Volume 5, Amsterdam: Elsevier, 2006.
- [13] Shanmugam G. 深水砂体成因研究新进展[J]. 石油勘探与开发, 2013, 40(3): 294-301.
- [14] 李相博,卫平生,刘化清,等.浅谈沉积物重力流分类与深水沉积模式[J].地质论评,2013,59(4):607-614.
- [15] 袁静,梁绘媛,梁兵,等.湖相重力流沉积特征及发育模式:以苏北盆地高邮凹陷深凹带戴南组为例[J].石油学报,2016,37(3):348-359.
- [16] 操应长,张青青,王艳忠,等.东营凹陷沙三中亚段三角洲前缘滑塌型重力流岩相类型及其分布特征[J].沉积与特提斯地质,2017,37(1):9-17.
- [17] 吕奇奇,罗顺社,付金华,等.湖泊深水重力流沉积露头精细解剖:以鄂尔多斯盆地瑶曲剖面长7油层组为例[J].地质学报,2017,91(3):617-628.
- [18] 漆滨汶,林春明,邱桂强,等.山东省牛庄洼陷古近系沙河街组沙三中亚段储集层成岩作用研究[J].沉积学报,2007,25(1):99-109.
- [19] 蔡李梅.东营凹陷牛庄洼陷沙三中亚段砂岩透镜体油藏成藏动力学过程分析[D].武汉:中国地质大学,2009.
- [20] 陈世悦,毕明威,刘惠民,等.沙三中亚期东营三角洲—滑塌油积体系预测模型研究[J].沉积学报,2014,32(5):921-929.
- [21] 石玉江,肖亮,毛志强,等.低渗透砂岩储层成岩相测井识别方法及其地质意义:以鄂尔多斯盆地姬源地区长8段储层为例[J].石油学报,2011,32(5):820-828.
- [22] 操应长,葱克来,赵贤正,等.廊固凹陷沙四上亚段储层成岩相及其测井识别[J].中南大学学报:自然科学版,2015,46(11):4183-4194.
- [23] 操应长,杜亮慧,王艳忠,等.准噶尔盆地中部I区块三工河组储层沉积成岩综合相及其测井识别[J].天然气地球科学,2015,26(6):1016-1027.

Identification on Sand Bodypetrofacies Type of Dongying Depression Niuzhuang Sag Three Zhongya Section Slump Gravity Flow and Its Logging

Wang Xinyi, Cao Yingchang, Wang Yanzhong, Zhang Qingqing
(School of Geosciences, China University of Petroleum, Qingdao 266580, China)

Abstract For solving the space distribution of gravity flow sand body in Three Zhongya section, Southwest, Niuzhuang, Dongying, we studied sedimentary characteristics and petrofacies type of gravity flow sand body with core, logging, logging information and analyzed information. The result shows that there are 3 sedimentation sand body in the researched area, 6 petrofacies types are ensured which are massive bedding sandstone facies, rich clastic sand facies, parallel bedding sandstone facies, deformed structural clay sand facies, rhythmic bedding clay sandstone facies and mudstone facies. Therefore, according to natural gamma (GR), resistivity (RILD), acoustic transit time (AC), formation density (DEN) and compensated neutron (CNL) logging curves characteristics, quantitative discriminant function of petrofacies type was built by Fisher, furthermore, with logging parameter joining plate, identify logging of every petrofacies type and summarize distribution rule of gravity flow petrofacies as follows. Sedimentary near end is dominated by sand clastic flow deposition, the middle thick bedded sandstone facies is usually associated with rich clastic sandstone in the vertical direction, accompanied by a small amount of deformation tectonic clay sand facies. The sedimentary distal area is mainly composed of thin low-density turbidity current deposition, and develops the rhythmic bedding clay sandstone.

Key words Dongying depression; Sand three Zhongya section; Gravity flow; Petrofacies type; Logging identification