

沾化凹陷馆上段湖相沉积砂体特征

宁士华¹,肖斐²,束宁凯²

(1.中国石化胜利油田分公司地质科学研究院,山东东营257015;

2.中国石油大学(华东)地球科学与技术学院,山东青岛266555)

摘要:综合利用录井、测井、古生物及相关分析化验资料,并重点通过连续取心井的岩心观察,提出了沾化凹陷馆上段不仅发育河流相,还发育湖相沉积砂体的观点。研究区馆上段在沉积早期发育辫状河、曲流河等河流相沉积体系,在沉积中晚期发育浅水三角洲—浅水湖泊、滨浅湖滩坝和浅水振荡湖泊沉积体系。将湖相沉积理论及沉积模式应用于与油田生产密切相关的小层对比、寻找剩余油和油气勘探中,使小层对比更具科学性,同时拓展了勘探领域,研究区Ng1+2砂层组滩坝砂体和河道砂体与砂坪砂体是较好的勘探目标。

关键词:馆上段 湖相沉积体系 浅水振荡湖泊 沾化凹陷

中图分类号:TE111.3

文献标识码:A

文章编号:1009-9603(2013)02-0045-03

沾化凹陷的孤岛、孤东和埕东等地区新近系馆陶组(Ng)探明石油地质储量丰富^[1-4]。王永诗等研究认为沾化凹陷馆陶组普遍发育河流相沉积砂体^[5-7]。随着钻井、测井、录井和相关分析化验资料的不断积累以及沉积学理论的日益发展,王蛟提出了馆陶组应存在湖相沉积砂体的观点^[8-9]。笔者充分利用岩心、地质以及相关分析化验资料,对研究区馆上段湖相沉积特征和沉积模式进行了深入细致的研究,以期对沉积微相展布、小层对比、剩余油分布研究和油气勘探与开发提供参考。

1 沉积演化

详细观察沾化凹陷30余口取心井的岩心,通过测井、录井、地球化学、古生物和粒度等资料分析,发现馆上段不仅存在河流相沉积,还存在浅水三角洲、浅水湖泊以及滨浅湖滩坝和浅水振荡湖泊等多种湖相沉积。整个馆上段表现为曲流河—曲流河三角洲—浅水湖泊—滩坝、辫状河、浅水振荡湖泊沉积旋回(表1)。

表1 沾化凹陷馆上段沉积相类型

砂层组	原有沉积观点	沉积新论
1+2	泛滥平原	滨浅湖滩坝、浅水振荡湖泊
4和3	曲流河	浅水三角洲、浅水湖泊
6和5	辫状河	辫状河、曲流河

在馆上段沉积初期,研究区气候干热,地形平坦,河流沉积体系持续发育且范围广阔;在馆上段沉积中期,气候湿润,湖盆水体加深,整体呈现宽广湖盆的浅水湖泊形态,物源供应比较稳定,浅水三角洲沉积广泛发育;在馆上段沉积晚期,气候干燥,湖盆萎缩,物源供应严重不足,部分碎屑物质经湖水改造后,早期在全区广泛发育滨浅湖滩坝沉积,水位下降后,在物源供应匮乏、地形平坦条件下,气候成为层序地层发育的决定性因素,全区广泛发育浅水振荡湖泊沉积。

2 湖相砂体沉积特征

与典型河流相沉积砂体的砂泥二元结构不同^[10-11],沾化凹陷馆上段浅水三角洲—浅水湖泊、滨浅湖滩坝和浅水振荡湖泊等沉积相具有各自的沉积特征。

2.1 浅水三角洲—浅水湖泊

在馆上段沉积中期,研究区构造平缓且物源供应充足,浅水三角洲—浅水湖泊沉积体系主要分布在沾化凹陷北部。浅水三角洲沉积沿西南物源方向延伸,湖岸线往复于沾化凹陷北部,沉积中心位于孤北洼陷、埕北地区、桩东凹陷,渤中坳陷为更大级别的汇水中心。

浅水三角洲沉积环境的水流和波浪的能量较低,沉积物较细。砂岩主要发育微波状层理、波状

收稿日期:2013-01-17。

作者简介:宁士华,女,工程师,从事岩心分析与油田开发地质学方面的研究。联系电话:(0546)8553693,E-mail:1258858@qq.com。

交错层理和低角度交错层理。利用萨胡判别函数对粒度资料进行判别函数值计算,选择河流与浅海的判别函数来判别砂体成因是河流还是与浅海相似的浅水湖泊,判别公式为

$$Y = 0.285M_z - 8.7604\sigma_1^2 - 4.8932S_{K1} + 0.0482K_G \quad (1)$$

式中: Y 为萨胡判别函数值; M_z 为平均粒径,

ϕ ; σ_1 为标准偏差; S_{K1} 为偏度; K_G 为峰度。

河流的萨胡判别函数值小于-7.419,平均值为-10.4418;湖泊的萨胡判别函数值大于-7.419,平均值为-5.3167。

孤岛油田中22-检5井Ng3砂层组萨胡判别函数值(表2)显示,砂岩粒度的萨胡判别函数值均大于-7.419,判别为湖泊环境的水下沉积。

表2 孤岛油田中22-检5井Ng3砂层组萨胡判别函数值

小层	深度/m	C/mm	中值粒径/mm	平均粒径/ ϕ	标准偏差	偏度	峰度	分选系数	萨胡判别函数值
3	1 185.60	0.33	0.15	2.81	0.81	0.24	1.44	1.37	-6.08
	1 190.65	0.56	0.27	1.91	0.56	0.07	1.01	1.30	-2.54
5	1 210.10	0.56	0.27	1.93	0.62	0.14	1.14	1.31	-3.43
	1 206.05	0.56	0.25	2.02	0.78	0.22	1.30	0.37	-5.74

浅水湖泊受气候影响较大,滨浅湖环境经常暴露水面从而形成氧化色,浅湖区以灰色泥岩发育为特征,垂向上呈现“灰夹红”的特点,反映湖水较浅、湖盆宽缓、水平面波动影响大,以及氧化、还原环境交替的特征。泥岩中形成的近水平状生物扰动及全区分布的螺化石层是浅水湖泊还原环境存在的有力证据。

孤岛地区浅水三角洲沉积特征显著:在物源供给稳定的情况下,浅水三角洲沉积速度较快,三角洲沉积体系总体表现为加积特征。三角洲平原、前缘亚相的分流河道和下水分流河道砂体发育,形成了延伸很远的骨架砂体。

2.2 滨浅湖滩坝

滨浅湖滩坝主要发育于Ng1+2砂层组沉积早期,该时期湖平面较高,水体能量较大,物源供应虽不充足但相对稳定,在河流作用较弱而湖浪作用相对较强的情况下,形成较为广泛的滩坝砂体,表现为2期全区席片状展布、具典型湖相复合旋回的薄层粉—细砂岩。

滩坝沉积可划分为底部暗色泥岩、滩坝侧缘、坝顶和浅水泥岩4种沉积微相。坝顶微相的沉积水动力最强,岩性以粉砂岩、细砂岩为主,厚度较大,结构、成分成熟度高,以平行层理和沙纹交错层理最常见,砂体孔渗条件非常好,是优良的储层。滩坝砂体的复合旋回特征鲜明:以反映较深水条件下形成的沉积产物开始,构成相序的底部;中部沉积旋回水动力较强,以粉—细砂岩沉积为主;以反映浅水沼泽环境的沉积产物结束,构成相序的顶部;表现为复合粒序,下部为反粒序,上部为正粒序。

2.3 浅水振荡湖泊

在馆陶组沉积晚期,沾化凹陷已接近平原,地形平缓开阔、构造梯度小,凹陷内沉降较为均一。孤北洼陷和孤东地区等较深的低洼区内湖泊水体相对稳定,不同于凹陷范围整体情况。在气候湿润期,西南部物源充足的水源补给使湖水由稳定水体区漫溢,在平缓开阔且稍有下凹的周边地区铺开,于孤岛、孤南等地区形成广泛的浅水振荡湖泊沉积区。此时的湖泊覆水面积可能增至稳定水体的数倍,间歇性河流携带泥砂注入平缓的浅水振荡湖泊区,由于湖水浅、水体能量小,水道砂坝延伸比较远,泥砂受潮浪改造作用而发生分异沉积,形成近枯水线的砂坪、混合坪沉积以及近最大洪水线的泥坪沉积。

3 湖相砂体沉积认识的应用

明确了研究区馆上段湖相砂体沉积特征后,可以明确馆上段各砂层组对应的层序所代表的地质含义。其中,Ng1+2砂层组底部化石层和“高感”泥岩层对应最大湖泛面,使得对比标准层更具理论和现实意义。Ng4砂层组2小层和Ng3砂层组底部均对应一个较大的湖泛面,为湖相泥岩沉积,测井曲线响应良好,可作为对比标志层。由于小层沉积旋回特征明显,因此小层对比工作更具科学性。

在河流相沉积储层中,剩余油富集于河流“二元结构”上部及河道边缘相。而剩余油在浅水三角洲储层富集方式具有鲜明特征:河道砂体(包括主河道、水下河道、决口河道砂体等)垂向上呈正粒序

旋回,砂体顶部渗透率低,河道凹岸及远离注采主流线区的河道砂体边部,水体未波及,剩余油富集;前缘席状砂体为水下分流河道砂体间的较薄层砂体,成层性好,分布范围较广,连通性和渗透性较好,底部由分流河道砂体连通,内部具备稳定夹层,注入水由水道突进,剩余油富集。

原有观点认为研究区馆上段发育辫状河—曲流河—泛滥平原沉积旋回,勘探的主要目标为寻找河道砂体^[12],而湖泊沉积模式拓展了勘探领域;在Ng3砂层组沉积时期,浅水三角洲前缘水下分流河道—席状砂沉积组合砂体发育,湖泛面浅水湖相泥岩广泛发育,形成较好的储、盖组合;在Ng1+2砂层组沉积初期滩坝砂体发育,在全区呈席状、片状展布,坝顶、坝侧缘砂体物性较好。在Ng1+2砂层组浅水振荡湖泊沉积时期,洪水期砂体呈片状、条带状展布,水道砂坝与砂坪砂体较为发育。

4 结论

沾化凹陷馆上段不仅存在河流相沉积,还存在浅水三角洲—浅水湖泊、滨浅湖滩坝和浅水振荡湖泊等湖相沉积类型。湖相沉积认识的明确,使得层序对比不再受河流相沉积观点的束缚,小层对比工作更具科学性。同时,湖泊沉积模式拓展了勘探领域。研究区Ng3砂层组浅水三角洲前缘水下分流河道—席状砂沉积组合砂体发育,与湖泛面浅水湖相泥岩形成较好的储、盖组合。Ng1+2砂层组滩坝沉积的坝顶、坝侧缘砂体物性较好,两者可作为优选

目标;而Ng1+2砂层组浅水振荡湖泊沉积的水道砂坝与砂坪砂体是较好的勘探目标。

参考文献:

- [1] 张善文,王永诗,石砥石,等.网毯式油气成藏体系——以济阳拗陷新近系为例[J].石油勘探与开发,2003,30(1):1-10.
- [2] 方旭庆,蒋有录,石砥石.济阳拗陷沾化地区断裂特征及其与成藏要素和油气分布的关系[J].油气地质与采收率,2012,19(2):1-4.
- [3] 宋国奇.成藏理论研究中的系统论——从“含油气系统”谈起[J].石油与天然气地质,2003,24(2):111-115.
- [4] 吕希学.沾化凹陷仓储层的孔隙度和埋深对油气运聚的影响[J].油气地质与采收率,2011,18(6):6-8,13.
- [5] 王永诗,张善文,曾溅辉,等.沾化凹陷上第三系油气成藏机理及勘探实践[J].油气地质与采收率,2001,8(6):32-34.
- [6] 李维锋,高振中,彭德堂,等.塔里木盆地晚第三纪拗陷型氧化宽浅盐湖沉积特征及模式[J].江汉石油学院学报,1996,18(2):31-35.
- [7] 黄超,陈清华,刘磊.济阳拗陷西部馆陶组浅水辫状河三角洲沉积[J].油气地质与采收率,2008,15(3):26-28.
- [8] 王蛟.山东沾化凹陷孤岛油田馆上段浅水湖泊沉积[J].吉林大学学报:地球科学版,2007,37(3):500-505.
- [9] 王蛟.山东孤岛油田馆陶组沉积晚期浅水振荡湖泊沉积[J].沉积学报,2007,25(1):82-89.
- [10] 郭长春,李阳.建筑结构对河流相储层的控制作用——以孤岛油田七区西馆陶组上段为例[J].油气地质与采收率,2007,14(2):31-34.
- [11] 王代流.河流相沉积油藏聚合物驱油开发效果的影响因素[J].油气地质与采收率,2009,16(1):62-65,68.
- [12] 李双应,李忠,王忠诚,等.胜利油区孤岛油田馆上段沉积模式研究[J].沉积学报,2001,19(3):386-393.

编辑 经雅丽

欢迎广大科技人员踊跃投稿