

doi: 10.6053/j.issn.1001-1412.2015.02.016

# 库车坳陷迪那2气田精细地层对比及应用

吴永平, 郑广全, 冉丽君, 孟学敏, 陈宝新

(中石油塔里木油田分公司勘探开发研究院, 新疆 库尔勒 841000)

**摘要:** 文章针对迪那气田存在的平面非均质性强、气藏层间动用程度不清等难题,在前人研究基础上,参考区域地层资料,采用“旋回对比、分级控制、井震结合”的油层对比方法,对迪那气田古近系苏维依组和库姆格列木群进行精细地层对比。气层组的划分主要依据稳定分布的一级标志层,砂层组的划分依据二级标志层及沉积旋回特征,小层的划分依据沉积旋回及岩性变化特征。迪那气田古近系含气层系共划分为2个气层组,8个砂层组和38个小层。结合地震资料,识别出了过井断层11条,有效地解决了过井断层识别难的问题。

**关键词:** 迪那气田;古近系;地层对比划分;沉积旋回;新疆

**中图分类号:** TE122.24 **文献标识码:** A

## 0 引言

自从上个世纪60年代在大庆油田的开发中采用单油层划分与对比方法以来,小层对比就成为油气田开发中一项非常重要的工作<sup>[1-2]</sup>。只有建立气田范围内的统一分层,才能弄清气层纵向动用效果、识别过井微小断层及气水关系,同时为地质模型的建立及合理开发技术政策的制定奠定基础。经过多年的开发实践,小层对比技术越来越趋于成熟,先后有专家提出了“旋回对比、分级控制”<sup>[3-4]</sup>、“古土壤、切片及等高程对比”,“流动单元划分与对比”,“地震测井结合、分块分级对比”<sup>[5-6]</sup>等方法。

迪那气田自2005年投入开发以来,一直应用勘探阶段的系、统、组、段的岩石地层划分与对比方案,至今尚未建立完善的包括含气层系、气层组、砂层组、小层等单元的开发阶段地层对比方案。本文将应用“旋回对比、分级控制、井震结合”方法建立迪那气田的小层划分与对比方案,以期为沉积微相划分、储层非均质性研究、裂缝研究,以及地质建模提供地层格架依据。

## 1 小层划分对比方案

地层划分对比的主要目的是为沉积相研究和储层特征研究提供工作单元和对比格架,同时在地层对比中识别出井上的断层<sup>[7]</sup>。因此,做好精细地层对比,对油气田的开发具有重要的意义。迪那2气田古近系在勘探阶段分为苏维依组和库姆格列木群2个层组、6个层段,总体划分级别较粗,已不能满足当前油气开发阶段地层划分的精度要求。因此,本次研究在原有地质分层的基础上,基于岩心资料、测/录井资料、三维地震资料的反复对比,最终确定小层划分对比方案。此方案将古近系含气层系划分为2个气层组、8个砂层组和38个小层。以迪那201井为例,地层划分对比方案如图1所示。

## 2 小层对比方法与原则

针对迪那气田地层分布稳定、岩相横向变化较小、钻井间距较大等特征,采用“旋回对比、分级控

收稿日期: 2014-04-03; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 国家重大专项(编号:2011ZX05015-002)资助。

作者简介: 吴永平(1979—),男,高级工程师,博士,主要从事石油天然气综合地质研究及裂缝建模研究。通信地址:新疆巴音郭楞蒙古自治州库尔勒市123信箱,中石油塔里木油田分公司勘探开发研究院;邮政编码:841000;E-mail:wuyup-tlm@petrochina.com.cn

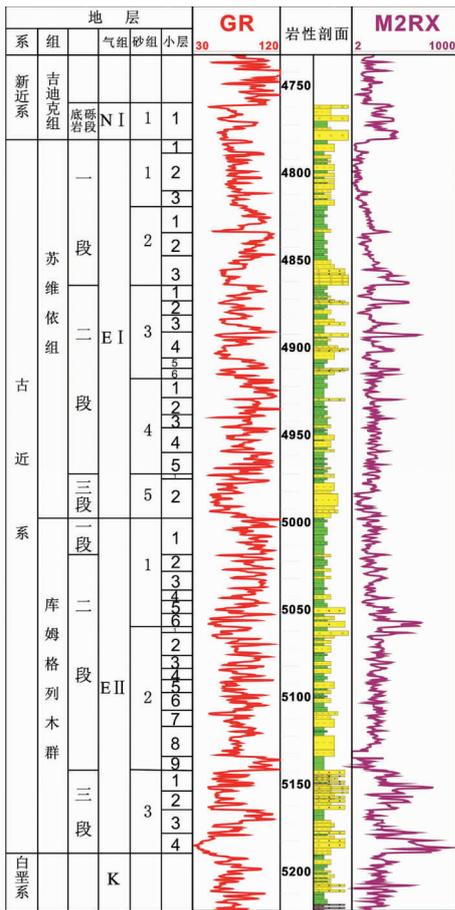


图 1 迪那 201 井地层划分对比与沉积相图

Fig. 1 Column of well 201 in Dina gas field showing stratigraphic division and correlation and sedimentary facies

对比以及岩性对比。其中,标志层对比主要划分气层组和砂层组,沉积旋回对比方法按旋回级别不同可划分气层组、砂层组和小层,岩性对比主要用于划分小层。

2.1 标志层对比

钻井资料揭示古近系自下而上发育多套稳定的泥岩,这些泥岩可以作为地层划分与对比的标志层。按这些标志层的级别可以用来划分气层组和砂层组,其中一级标志层划分气层组,二级标志层可以划分砂层组。

迪那地区古近系 E II 气组顶部 E II<sub>1</sub><sup>1</sup> 小层相当于库姆格列木群第一砂组,是全区稳定分布的泥岩标志层(图 2)。该小层厚度约为 20~30 m,偶夹粉砂岩。总体上,该小层具有自下而上粉砂质含量增大的趋势,呈现出向上变粗的反旋回特征。东部地区的迪那 11 井粉砂质含量增多,变为粉砂岩与泥岩互层的特征。由于该泥岩层厚度较大,全区稳定分布,是一个一级标志层,将它作为划分气层组的界线。以此一级标志层 E II<sub>1</sub><sup>1</sup> 将古近系划分为 2 个气层组 E I 和 E II,分别相当于苏维依组和库姆格列木群。

除了上述的 E II<sub>1</sub><sup>1</sup> 小层为一个一级标志层外,研究区还有多个二级标志层。如 E I<sub>4</sub><sup>5</sup> 小层,相当于原苏二段底部泥岩。该泥岩层厚约 7~20 m,研究区中 70% 以上的钻井上稳定分布。该标志层在 DN<sub>1</sub><sup>1</sup> 井、DN202 井为泥岩层,而在 DN205H 和 DN27 井该标志层相变为泥岩夹粉砂岩, DN204 井、DN2-14 井则相变为粉砂岩与泥岩互层,该二级标志层是 E I<sub>4</sub> 砂组与 E I<sub>5</sub> 砂组的分界层。另外,二级标志层如 E II<sub>2</sub><sup>9</sup> 小层、E I<sub>3</sub><sup>1</sup> 小层等也是相对稳定

制、井震结合”的地层对比方法,划分的地层单元包括气层组、砂层组、小层。具体的地层划分对比方法和原则包括 3 个方面,分别是标志层对比、沉积旋回

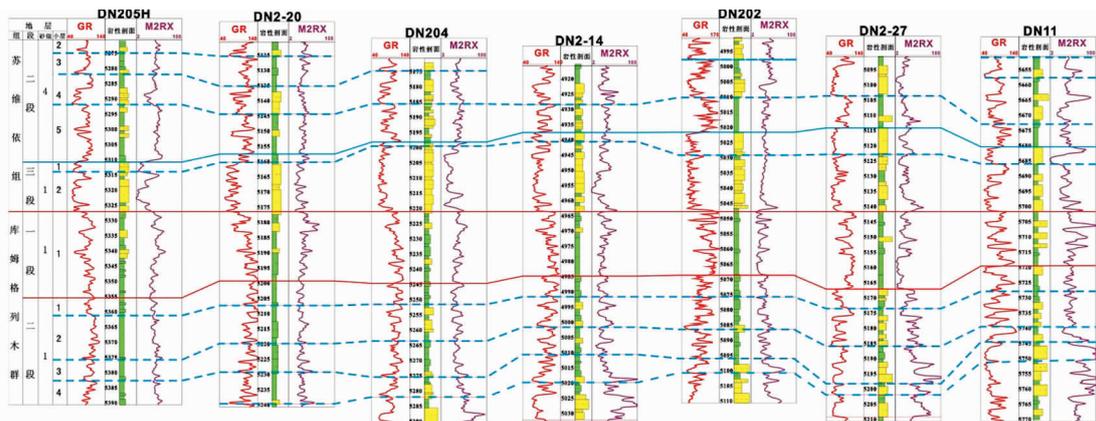


图 2 迪那地区古近系一级标志层(E II<sub>1</sub><sup>1</sup>)特征剖面图

Fig. 2 Characteristic section of the 1st marker bed (E II<sub>1</sub><sup>1</sup>) of paleogene in Dina area

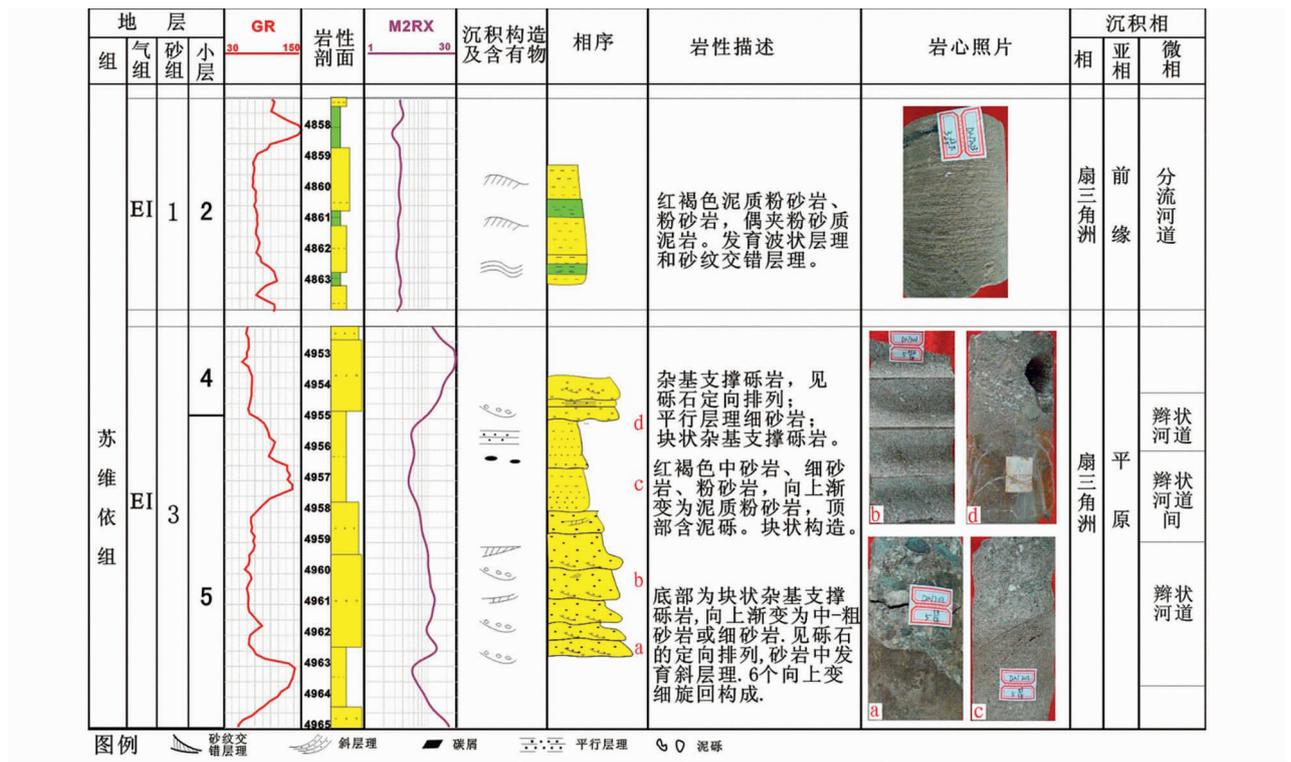


图 3 迪那地区 DN202 井古近系岩心相序列图

Fig. 3 Sedimentary facies series of drill core from well DN202 in Dina area

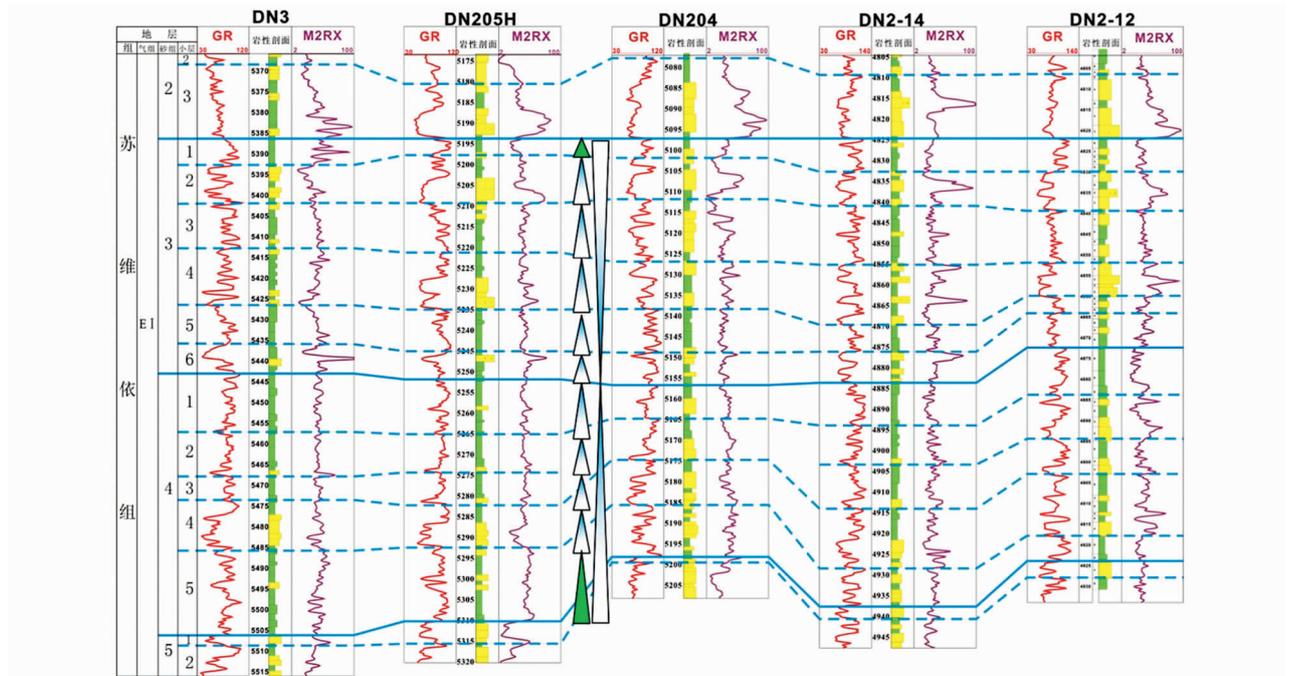


图 4 迪那地区古近系 EI<sub>3</sub>—EI<sub>4</sub> 砂层组沉积旋回特征

Fig. 4 Sedimentary cyclic characteristics of sand formation EI<sub>3</sub>—EI<sub>4</sub> of Palaeogene in Dina area

泥岩段，其特征在此不再赘述。

## 2.2 沉积旋回对比

沉积旋回也是地层划分对比中的重要手段。不

同级别的沉积旋回可以划分不同级别的地层单元，如三级旋回或四级旋回多用于划分小层或单层，而二级旋回可用于划分砂层组或气层组，而一级沉积

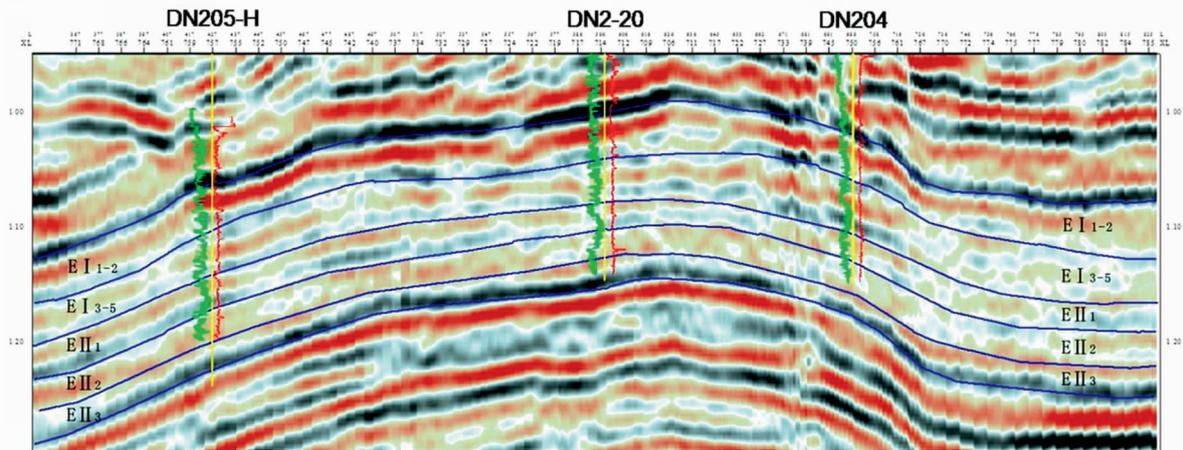


图5 迪那地区古近系井震结合地层对比剖面

Fig. 5 Combined drilling-seismic profile of Palaeogene in Dina area

旋回则可划分含油层系<sup>[8]</sup>。

图3为DN202井古近系岩心相序列及其沉积相,可见DN202井古近系的沉积单元多以正旋回为主,沉积相为扇三角洲前缘的分流河道沉积。以图3中的E I<sub>3</sub><sup>4</sup>小层和E I<sub>3</sub><sup>5</sup>小层为例来说明沉积旋回特征:在DN202井取心井段4 953.3—4 962.4 m范围,所取岩心中获取了一个完整的正旋回。底部为块状杂基支撑砾岩(图3照片a),向上渐变为粗-中砂岩或细砂岩(图3照片b,图3照片c,图3照片d),见砾石的定向排列,砂岩中发育斜层理;由6个向上变细的正旋回构成。上部单元红褐色中砂岩、细砂岩、粉砂岩,向上渐变为泥质粉砂岩,顶部含泥砾,砂岩具块状构造;由2个向上变细旋回构成。下部的由6个旋回构成的粗粒沉积与上部的2个旋回构成的细粒沉积一起组成一个完整的向上变细旋回。

图4是迪那地区古近系E I气层组3砂组和4砂组的沉积旋回特征。由图可见,E I<sub>3</sub>砂组为一个向上变粗的反旋回,E I<sub>4</sub>砂组是一个向上变细的正旋回,二者共同构成一个完整的二级旋回,每个半旋回相当于一个砂层组。下部砂层组E I<sub>4</sub>由中-细砂岩、粉砂岩和泥岩组成,向上砂岩含量降低,泥岩含量增多。该砂层组由5个向上变细的正旋回构成,每个正旋回相当于一个小层;上部砂层组E I<sub>3</sub>由砾岩、含砾砂岩、砂岩、粉砂岩和泥岩构成,向上砂岩含量增多泥岩含量降低,可以进一步划分为6个小层,第几个小层都是向上变细的正旋回。无论是E I<sub>3</sub>砂组还是E I<sub>4</sub>砂组,均有自东向西泥岩含量增多砂岩含量降低的特点。显示出沉积环境由扇三角洲前缘

过渡为湖相沉积。

### 2.3 井震结合对比

地震信息具有覆盖面广,可提供无井区及井间地质信息优势,因而成为油藏描述及地层划分与对比中不可缺少的技术<sup>[9]</sup>。地震解释对比的基本假设是地震反射产生于等时的地层沉积面<sup>[10]</sup>。因此,地震反射同相轴可以控制测井曲线对比。迪那气田储层段地层发育稳定,井间的地层对比有必要应用地震资料约束。通过井震结合利用测井资料纵向上的高分辨率优势和地震资料横向上的优势对气层组和砂层组进行识别及划分对比(图5)。

## 3 精细对比识别过井断层

随着迪那气田开发的不断深入,微细断层的精细刻画、单井见水风险评价等方面的研究显得尤为重要,迪那气田受南北两条逆冲推覆断层控制,其构造两翼派生逆断层,构造高部位由于张性应力作用派生部分正断层。由于受到地震资料品质的限制,断距小于40 m的断层很难通过地震手段进行刻画。因此井旁的小断层需通过精细的小层对比来进行精细刻画,一般来讲,若某些砂层组或小层的厚度与邻井差异较大,便考虑是否有断层的存在。

以DN2-5井为例(图6)。DN2-5井的E I<sub>2</sub>砂组厚度明显减薄,与相邻的DN2-6井和DN2-2井的沉积旋回特征相比,缺失E I<sub>2</sub><sup>3</sup>小层和E I<sub>2</sub><sup>2</sup>小层以及E I<sub>2</sub><sup>1</sup>小层的下部,总计厚约35 m。在过DN2-5井的地震剖面上可以看到较明显的断层。通过迪那

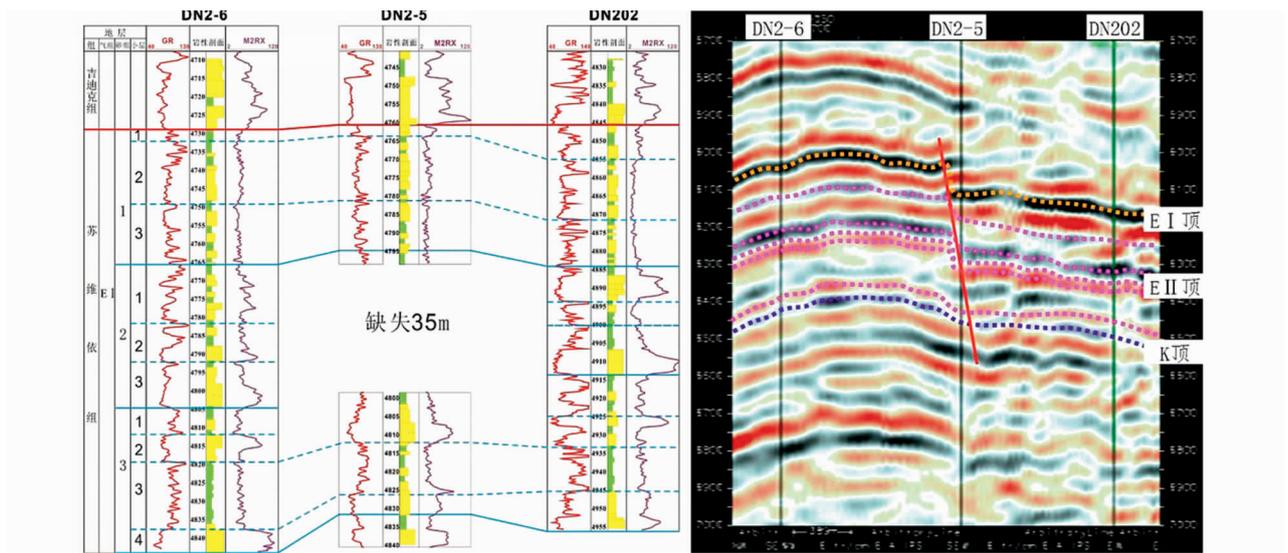


图 6 DN2-5 井 E I<sub>2</sub> 砂组断层地层与断层特征

Fig. 6 Characteristics of the faulted strata and fault in sand formation E I<sub>2</sub> of well DN2-5

气田古近系地层精细对比研究并结合地震剖面对比,在迪那气田古近系 9 口已完钻井共识别出了 11 条断层,断层的断距 9~35 m,其中有 6 条断层在地震剖面上能够清晰识别。

#### 4 认识

(1)针对迪那气田古近系的岩性和地层厚度较稳定发育、横向上可对比性强的特点,采用“旋回对比,分级控制,井震结合”的地层精细对比方法,将迪那气田古近系含气层系划分为 2 个气层组,8 个砂层组和 38 个小层。

(2)通过对迪那 2 气田每口单井的小层精细划分与对比,并结合地震剖面对比,在迪那气田古近系 9 口已完钻井共识别出 11 条过井断层,为类似气田开展精细地层对比研究工作提供了工作方法和技术模式。

#### 参考文献:

- [1] 王光付, 战春光, 刘显太, 等. 精细地层对比技术在油藏挖潜中的应用[J]. 石油勘探与开发, 2000, 27(12): 56 - 57.
- [2] 邓媛, 王海军, 洪荆晶, 等. 姬塬油田铁边城区延长组长 2 油层组地层精细划分与对比[J]. 中国西部科技, 2011, 10(5): 10 - 11.
- [3] 裘怿楠, 陈子琪. 油藏描述[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996: 66 - 87.
- [4] 王志章, 石占中. 现代油藏描述技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999: 235 - 239.
- [5] 孔祥宇, 于继崇, 李树峰. 复杂断块老油田精细地层对比综合方法的提出与应用[J]. 岩性油气藏, 2009, 21(1): 120 - 124.
- [6] 朱强, 毕彩芹. 陆相地层精细对比方法及应注意的问题[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(3): 27 - 30.
- [7] 陈立官. 油气田地下地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1983.
- [8] 穆龙新, 裘怿楠. 不同开发阶段的油藏描述[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999: 1 - 6.
- [9] 贾爱林, 肖敬修. 油藏评价阶段建立地质模型的技术与方法[M]. 北京: 石油工业出版社, 2002: 58 - 68.
- [10] Bob A, Hardage R A, Levey V, et al. 3-D Seismic imaging and interpretation of fluviially deposited thin bed reservoirs [J]. AAPG Studies in Geology, 42: 27 - 33.

## Fine stratigraphic classification and correlation of Paleogene reservoir in Dina 2 gas field, Kuche depression

WU Yongping, ZHENG Guangquan, RAN Lijun, MENG Xuemin, CHEN Baoxin

*(Exploration & Development Research Institute of Tarim Oilfield Company, Petrochina, Korla 841000, Xingjiang, China)*

**Abstract:** Complex Horizontal heterogeneity and unclear reservoir producing level are two of the problems in Dina gas field. On the basis of an adequate understanding of previous research the characteristics of the regional stratigraphic, the reservoir comparison methods “cycle comparison, step control, combination of well drilling and seismic” were used to carry out detailed comparative study on Paleocene Suweiyi Formation and Kumugeliemu group. The division of gas-bearing formation was mainly based on the stably distributed primary marker bed, and the division of sand formation was based on secondary marker bed together with the characteristics of sedimentation cycle, and the division of subzone is based on characteristics of sedimentation cycle and lithological change. Following the presented stratigraphic division and comparison principle, the gas bearing reservoir of Paleocene in Dina oil field were divided into 2 gas formations, 8 sand formations and 38 subzones. And by combination of seismic data, 11 cross-well faults were identified, so the difficulty to identification of cross-well faults was effectively handled, and this also set the foundation of policy making of reasonable development techniques.

**Key Words:** Dina oil field; paleogene; stratigraphic division and correlation; sedimentation cycle; xingjiang