

地层倾角测井在大牛地气田水平井区的应用

周功才^{1,2} 赵永刚² 李功强² 李永杰²

1.中国地质大学(武汉) 2.中国石化集团华北石油局测井公司

周功才等.地层倾角测井在大牛地气田水平井区的应用.天然气工业,2010,30(6):39-41.

摘要 应用地层倾角测井得到的地层倾角及其倾斜方位角来研究和解决相关地质问题对油气田的勘探开发具有重要意义。对大牛地气田大12-66水平井区地层倾角测井资料开展了沉积环境分析、最大地应力判断、裂缝识别,结合临井资料进行了多井对比分析,确定了水平井区内上、下古生界的不整合面。研究表明:下古生界碳酸盐岩和上古生界的太原组、盒二段、盒三段裂缝、微裂缝较发育,最大水平主地应力方向为北东—南西向;细分了太二段和山二段砂体的沉积微相,预测太二₂层砂体的加厚方向为北东方向,山二₁层砂体的加厚方向为北西方向,山二₂层砂体的加厚方向为南东方向。研究成果为水平井布井、井眼轨迹设计提供了所需的地质信息。

关键词 大牛地气田 地层倾角 水平井 沉积微相 地应力 裂缝(岩石) 应用

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2010.06.010

1 地层倾角测井资料地质分析

地层倾角测井是一种能直观反映单井剖面地质构造的测井方法,通过相关对比等方法处理得到的倾角矢量图(图1),可以了解目的油气藏砂体的地层产状特征、砂体展布及古水流和物源方向、判断地应力方向、识别裂缝等^[1-7]。

典型倾角模式	可能解释	
0° 10° 20° 30° 40°	构造的	地层的
红模式	断层拖曳褶皱翼(同心的)	河道或海槽充填沉积下落在原先存在的构造上
绿模式	倾斜块体中的构造倾角褶皱翼(对称的)	板状交错层理
蓝模式	断层拖曳褶皱(同心的)	板状交错层理、不整合面(风化壳)、进积砂坝、远礁岩屑
乱模式	断层带裂缝段	无或扭曲水平层理(生物造降、重结晶结构、滑塌、成岩作用变形)
随机倾角		块状结构、无水平层理或极粗粒的
无倾角(白模式)	构造倾斜	水平层理中等到差
绿模式	构造倾斜	低能量沉积水平层理好

图1 地层倾角模式及与其相关的地质异常示意图

1.1 研究区地质特征

大牛地气田位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡的北部,

现今构造面貌为一区域性西倾大单斜,坡降7~10 m/km,在极其平缓的构造背景上发育有两个方向的小幅度褶皱,以北东向为主,北西向为后期叠加的褶皱^[8]。大12-27、大61-16、大61-17等3口井距离较近,便于进行砂体追踪和地层对比,现以其为例进行地层倾角测井资料的地质分析。

1.2 构造解释

3口井从整体上看,倾角处理井段地层构造较简单,只有少数的褶皱与不整合,上石炭统太原组和下二叠统山西组还是有一定的差别,能够区分;特别是上、下古生界的风化壳不整合面,在构造倾角图上可以很明显地看出,上古生界构造倾角变化较小,整体在3°左右,从中石炭统本溪组的风化面其倾角开始明显变化,下古生界的碳酸盐岩倾角整体数值变大,倾角矢量点少且乱,一致性变差,地层产状不易确定。

1.3 沉积微相解释

3口井所测地层倾角井段为奥陶系、石炭系和二叠系。据笔者近年来的研究,区域沉积环境是从太原组的滨浅海相到山西组的海陆过渡相,最后是上二叠统石盒子组的河流相。从倾角资料看,这3口井的二叠系大部分沉积倾角在10°以内,以低等能量沉积环境为主,石炭系地层大部分沉积倾角在10°~20°之间,以中等能量沉积环境为主。

判断古水流方向,主要采用的是蓝色模式法和矢量方位频率图法。在砂岩体中,蓝色模式的矢量方向一般都指示古水流方向;矢量方位频率图中主峰的方向反映作用营力的个数,峰的方向指示古水流方向,而峰的离散反映水流方向的变化范围(图 2)。

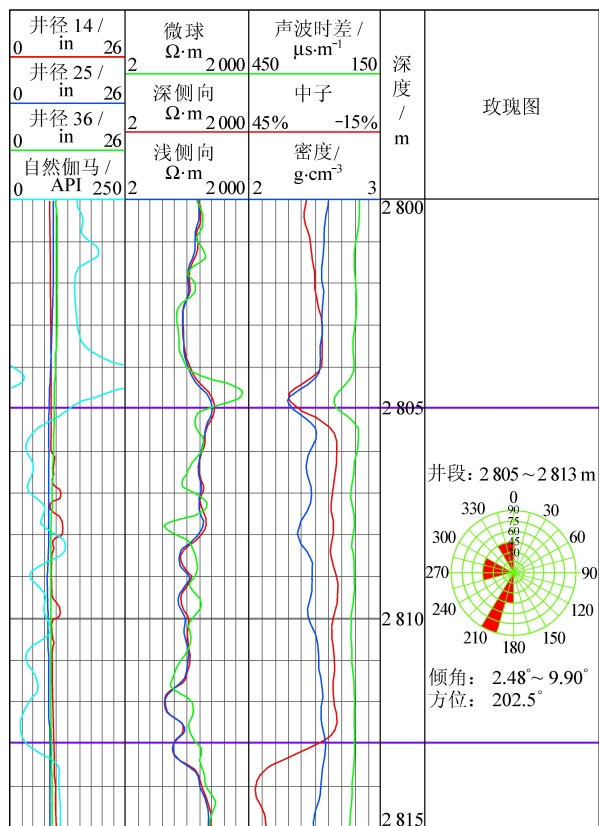


图 2 大 61-17 井沉积相分析图
(注:1 in=25.4 mm,下同)

在 3 口井的沉积分析中,利用这种两种方法,得到了不同目的层砂体的水流方向,同时预测了砂体延伸方向和加厚方向。

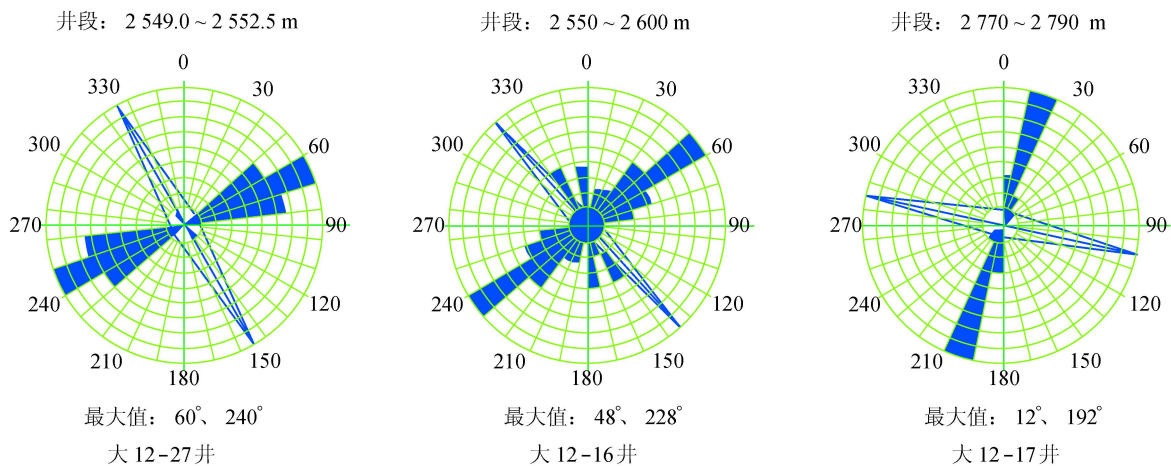


图 3 3 口井最大地应力方向玫瑰图

1.4 判断地应力方向

3 口井测量井段内椭圆井眼现象不太明显,地应力较均衡,在不同时期构造形成过程中略有变化,确定的主应力方向为北东—南西向(图 3)。

1.5 识别裂缝

利用地层倾角测井识别裂缝效果较好,电导率异常检测(DCA)求出由各极板与相邻两个极板的电导率的最小正差异,把这个最小正差异叠加在该极板的方位曲线上,作为判断裂缝的标志。DCA 成果图直接显示出裂缝的方位,排除了由地层层理等引起的电导率异常,突出了与裂缝相关的电导率异常。

3 口井的奥陶系马五段裂缝都较发育(图 4),有的井在太二段、山二段、盒一段、盒二段、盒三段的微裂缝有不同程度的发育。

2 地层倾角测井资料区域分析

选取了区域内水平井主目的层太二段和山二段主砂体,追踪了砂体的延伸方向和加厚方向,为在周围区块施工水平井做了前期的基础工作。大 66-68—大 61-17—大 23 井的太二段进行连井对比,发现太二₂层砂体沿北东向南西方向逐渐变薄,预测太二₂层砂体的加厚方向可能为北东方向;山二段砂体有多套砂体沉积,根据 3 口井的倾角资料,重点追踪了山二₁层、山二₂层两套砂体,由大 61-16—大 61-9—大 61-17—大 66-33 井的山二段进行连井对比,发现山二₁层砂体沿北西向南东向逐渐变薄,山二₂层砂体沿南东向北西向逐渐变薄的趋势,预测山二₁层砂体的加厚方向为北西方向,山二₂层砂体的加厚方向为南东方向。

3 结论

1)地层倾角的构造分析发现上、古生界的不整

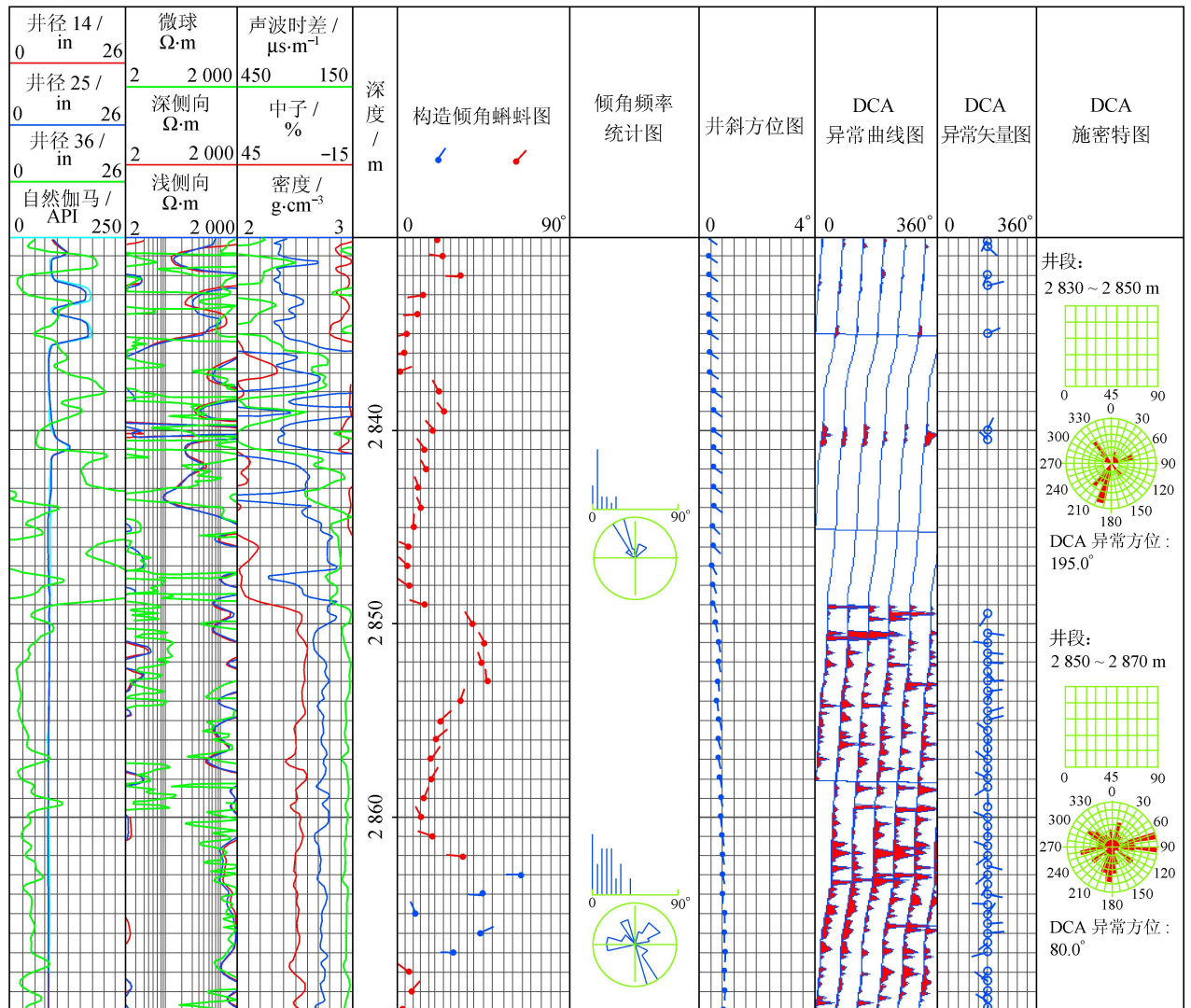


图4 大12-27井马五段裂缝发育DCA图

合面在区域上分布明显。

2)3口井的地应力方向为北东—南西向。

3)由地层倾角的裂缝发育DCA图可知,下古生界碳酸盐岩裂缝普遍较发育,上古生界的太原组、盒二段和盒三段裂缝或微裂缝较发育。

4)通过多井储层沉积微相研究,预测太二₂层砂体的加厚方向可能为北东方向,山二₁层砂体的加厚方向为北西方向,山二₂层砂体的加厚方向南东方向,同时密集的地层倾角资料可以为水平井布井、井眼轨迹设计提供需要的地质信息。

参 考 文 献

[1] 苏静,范翔宇,刘跃辉,等.地层倾角测井的地质应用研究[J].国外测井技术,2009,171(6):12-15.
 [2] 李军,王贵文.高分辨率倾角测井在砂岩储层中的应用[J].测井技术,1995,19(5):352-357.

[3] 李国永,徐怀民,刘太勋,等.地层倾角沉积构造与层序界面识别[J].西南石油大学学报,2008,30(6):62-66.
 [4] 王卫红,姜在兴,操应长,等.测井曲线识别层序边界的方法探讨[J].西南石油学院学报,2003,25(3):1-4.
 [5] 王宏语,樊太亮,赵为永,等.碳酸盐岩测井层序识别方法研究——以塔中隆起卡1地区奥陶系为例[J].地学前缘,2008,15(2):51-58.
 [6] 房文静,范宜仁,邓少贵,等.测井多尺度分析方法用于准层序自动划分研究[J].地球物理学进展,2007,22(6):1809-1814.
 [7] SERRA O.测井解释基础与数据采集[M].谭廷栋,廖名书,郝志兴,等,译.北京:石油工业出版社,1992.
 [8] 王道富,朱义吾,李忠兴.鄂尔多斯盆地低渗透油气田开发技术[M].北京:石油工业出版社,2003:216-217.

(收稿日期 2010-02-21 编辑 韩晓渝)