

B14 块对比标志层综合研究与实践

陶天池（中石油东方地球物理勘探有限责任公司辽河物探分公司，辽宁 盘锦 124010）

摘要：B14 块构造上位于陆家堡凹陷中南部的马家铺高垒带东南部，是辽河外围典型的低渗油藏。该块位于 B1 块的西北方方向，主要目的层为下白垩统九佛堂组，受岩性和构造双重控制，储层岩性以粉砂岩、不等粒砂岩、细砂岩组合为主，岩性和物性正相关明显。构造为典型的断背斜构造。该块为近岸水下扇沉积，该油藏处于扇中前缘和下扇的位置，物源方向东南。在油田开发阶段，随着精细开发要求对地质体描述的精度逐渐提高，地层对比过程中小层或者单砂体的划分尺度将同样需要体现精细。对于 B14 块这样的油田，井震结合，准确落实对比标志对开发调整方案和剩余油精细刻画具有重要意义。

关键词：B14 块；九佛堂组；地层对比

B14 块所在的陆西凹陷是在晚侏罗世海西运动晚期发育起来的中新生代断陷盆地，盆地演化主要经历初始张裂阶段（义县组）、强烈深陷阶段（九佛堂组）、稳定下沉阶段（沙海组）、回返萎缩阶段（阜新组）四个时期。本次研究的目的层主要处于盆地强烈深陷阶段的九佛堂组时期。B14 块平均海拔高度 275m 左右。主要含油层位为中生界下白垩统九佛堂组，属于中低孔—低渗透性储层，平均孔隙度为 16.8%，平均渗透率为 $23 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，泥质含量 13.6%。油藏埋深 830~1425m，是岩性—构造油藏。该块具有典型的近岸水下扇沉积特点，储层分选差、平面、纵向非均质性强，地层对比难度较大，制约着开发后期精细注水、分层开发等开发效果^[1-3]。研究人员以岩性、生物化石资料重新确定地质年代标志，综合油藏动、静态资料，以高分辨层序地层学理论指导，采用“旋回对比，标志层控制，三级分类，逐级细分”的方法，对 134 口井进行地层划分与对比；并且根据各层组、各小层的地层平面厚度分布特征验证分层对比结果的可靠性。通过描述油层组、砂岩组、小层在平面和纵向上的分布规律，落实 B14 块沉积演化规律和小层分布特点。

1 地层对比原则和方法

准确的地层划分与对比是项目地质研究工作的基础和重点，地层的合理对比与划分是油藏描述中由单井评价到多井评价的重要程序，是描述储层形态及其参数空间分布特征的基础，是油藏描述工作的出发点。地层对比是应以地震地层学、测井地质学、储层地质学理论为指导，依据“区域标准层”，选择“稳定标志层”加以控制，结合“辅助标志层”进行“等时体”反复对比，才能在一定范围内实现统一的分层，并确保分层的“等时性”。本次项目统层对比中，遵循以下几点原则：

一是地层等时性原则：等时性原则要求划分地层层序为同期沉积物，需要充分利用测井、录井、地震等资料，特别是相对连续的地震反射波阻关系清晰的地震剖面更具有等时性。二是统一性原则：在充分利用单井的岩、电特征等地质资料基础上，以精细制作合成地震记录的标定为桥梁，有效地利用了反映地层横向变化信息

的地震信息，即连井地震剖面，确保了地层对比划分的准确和可靠，达到了地震和地质层位的统一，为地质分析和地震构造层位追踪解释工作奠定了坚实的基础。三是实用原则：地层对比划分要考虑生产中的实用性和可操作性，即要保证对比分层的准确性、合理性，还要尊重前人工作的框架，保障生产中使用的延续性，满足油田勘探开发的需要。

工作中首先选取对比标准井（B14、B15 井、B9-7 井、B3-17 井等）建立岩性、电性、含油性和地层层序标准。作为标准井，一般应具备如下条件：研究层段地层齐全，没有断层，旋回特征明显，标志层岩性及电性特征典型，辅助标志层明显，具一定的取心进尺，分析化验资料齐全。然后以标准井为中心，沿顺物源、垂利物源的方向，建立全区的主骨架剖面 16 条，并建立对应的连井地震剖面，对主骨架剖面上的井利用区域标志层在完井测井曲线上划分组段，并保证地震地质层位的统一。再按沉积旋回，结合辅助标志，利用 1:200 组合测井曲线用时间单元的划分方法划分小层时间单元，确定主骨架剖面上各井相应的时间地层单元。然后各散点井与主骨架剖面上相应的井对比，确定散点井的时间地层单元，最终达到全区时间地层单元的闭合。

2 对比标志的确认

工区九佛堂组地层岩性差异明显，声波曲线基线有明显的偏移。利用声波曲线制作人工合成记录，波阻抗具有台阶状跳跃的特点。井震结合，共确定 6 个对比标志。按照对比标志的稳定程度，依级别可分出 2 个标准层、2 个标志层、2 个辅助标志层，并以此为依据进行地层对比与划分：

标准层之一为沙海组与九佛堂组界面。岩性上沙海组以深色泥岩为主，九佛堂组以砂砾岩和中细砂岩为主。沙海组自然电位曲线平直、电阻率低阻微幅；九佛堂组自然电位微幅，电阻率呈高阻。同时在地震上，界面同相轴表现为中—强振幅连续反射特征，九佛堂组顶部出现同相轴削蚀现象。

标准层之二为九上和九下的界面。岩性上九上以深灰色泥岩、细砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩为主；九下以

深灰色泥岩、凝灰质泥岩、凝灰质细砂岩为主。九上自然电位微幅，电阻率呈高阻；九下自然电位曲线平直、电阻率低阻微幅。地震上，界面同相轴表现为中-强振幅连续反射特征。

岩性、电性特征明显，易于辨认，在工区可进行追踪对比，钻遇率在 85%~95% 的岩性段。依此可确认 2 个标志层。

标志层之一：“W”泥岩段：为 I 与 II 油组之间的分界标志，分布较为稳定。岩性为灰色泥岩、粉砂质泥岩，厚度约 4m~8m；自然电位、电阻率曲线为低平直线段，时差锯齿状高值；地震上界面同相轴表现为中-强振幅连续反射特征。

标志层之二：低平泥岩段：II 与 III 油组之间的分界标志，分布稳定。岩性为深灰色泥岩、灰色细砂岩，厚度约 7m~11m；自然电位低平，电阻率低平微齿形，时差高值锯齿状；地震上界面同相轴表现为中-强振幅连续反射特征。同样在大量井对比过程中发现该地区存在两个辅助对比标志，在局部发育较连续。

辅助标志层之一：“U”型泥岩段：是 I 2 与 I 3 的分界标志。岩性为灰色泥岩、粉砂质泥岩，厚度 4m~6m；自然电位低平，电阻率锯齿状低平，感应呈“U”型，时差高值锯齿状；地震上界面同相轴表现为中-强振幅连续反射特征。

辅助标志层之二：“M”型泥岩段：是 II 10 顶部的标志。岩性为灰色泥岩，厚度 3m~5m；电阻率似笔架型或低平，感应笔架型或“M”型，时差为笔架型；地震上界面同相轴表现为中-强振幅较连续反射特征。

辅助标志层之三：“W”型泥岩段：是 III 15 底部的标志。岩性岩性为浅灰色泥岩，厚度 4m~5m；电阻率似笔架型或较低平的类似特征，感应笔架型或“W”型，时差为高阻值向低阻过渡较为明显；地震上界面同相轴表现为中-强振幅较连续反射特征。

按照以上原则和方法，在对比标志的控制下，对工区 138 口井研究的目的层段逐一进行了对比与划分，共分为 3 个油组、16 个小层。其中 I 油组对应 1~5 小层，II 油组对应 6~12 小层，III 油组对应 13~17 小层。

3 地震层位标定过程及方法

3.1 选取合适的子波试验

用相同测井声波曲线，采用不同子波制作合成记录，会得到与实际剖面匹配效果不同的合成记录。因此我们利用不同子波进行试验，先后利用雷克子波、在实际井旁地震道提取最小相位子波及零相位子波分别制作合成记录。经过大量的试验工作，认为在该区目的层段即沙海组底界、九佛堂组上段 I、II、III 油层组底界提取井旁地震道零相位子波制作的合成记录与实际井旁地震道匹配较好。利用这种方法在该区制作了符合地质特点的合成记录。

3.2 连井剖面上的层位标定

在单井合成记录标定的基础上，为了进一步检验标

定的准确性，将作过合成记录的各井在三维数据体中作连井线，检查各井是否都标定到同一层位上。如果有与层位不吻合的井，要对速度曲线进行分析或再校正，重新制作合成记录，到吻合为止。最后使合成记录标定的层位在三维数据体中都追踪到同一层面上。

另外，由于 B14 块地层在空间上速度场变化很大，所以全区用一个时深关系来进行时深变换就会有较大误差。

在本次研究中我们利用 Landmark 综合地质分层、地震解释层位、时深关系、叠加速度等多种地质、地震信息，在地震解释层位的约束下，以井点作为控制点，按区域、断层两侧位置选取 70 口井（占总井数的 50.7%）制作合成记录，保证全区时深转换的统一性和准确性，有效避免速度误差引起的构造局部畸变，提高构造图精度。

4 地质层位反射特征和等时性研究

经过上述大量工作，在三维数据体中准确的标定了沙海组底界、九佛堂组上段 I、II、III 油层组底界反射特征，这样保证了对比的等时性，同样地层对比工作为下步精细的构造解释提供坚实的基础。同时也验证对比的准确性，确定各标定的反射层在工区的主要特征如下：

沙海组底界反射特征：主要表现为中-强振幅变频反射特征。该反射品质较好，可以在全工区内进行较为可靠的追踪，层序内部以平行-亚平行为主要特征，该层序上界面局部顶超，同相轴削蚀，其他地区整一，钻井见大套暗色泥岩，为低能静水环境的产物。

九佛堂组上段 I 油组底界反射特征：反射波组为中-强振幅反射构成，连续性较好，较易追踪，该层序内部以亚平行反射为主要特征，横向局部受岩性变化影响，反射相位频繁出现同相轴扭曲及同相轴分叉合并现象；层序内部在局部地区可识别两套中频中振幅反射波组，连续性差。

九佛堂组上段 II 油组底界反射特征：反射波组为中-强振幅反射构成，连续性较好，较易追踪。内部大部分发育一套中-低频，中-低振幅反射，连续性较差。

九佛堂组上段 III 油组底界反射特征：反射波组为中-强或中-弱振幅反射构成，连续性较好，较易追踪。该层序局部以亚平行反射为主要特征，横向局部受岩性变化影响，反射相位频繁出现同相轴扭曲及同相轴分叉合并现象；局部发育楔状、透镜状地震相，钻井揭示为泥岩、砂岩、砂砾岩互层为主。

参考文献：

- [1] 赵淑俊. 包 14 块低渗透油藏干层及差油层潜力再认识 [J]. 特种油气藏, 2004(06):56-59.
- [2] 欧洲. 包 14 块裂缝性低渗透油藏深部调驱研究与应用 [J]. 中外能源, 2015(01):52-55.
- [3] 武毅. 包 14 块低渗透油藏注 CO₂ 开发效果研究 [J]. 科学技术与工程, 2011(23).