

The Recognition and Practice of Buried Hill Models in Jinzhou South Oilfield

Jianli Wang^{1,2}

¹Tianjin Branch of CNOOC Ltd., Tianjin

²School of Geosciences, China University of Petroleum Huadong, Qingdao Shandong

Email: wangjl9@cnooc.com

Received: Aug. 13th, 2017; accepted: Sep. 13th, 2017; published: Oct. 15th, 2017

Abstract

In Jinzhou South Oilfield of Bohai Bay Basin, there were developed Archean buried hill reservoir, and fractures on the top of buried hill, to identify the buried hill interface accurately and efficiently was the key factor to achieve the purpose of reservoir development, reduce the risk and cost of engineering operations. The conventional recognition method of buried hill interface was based on abnormal changes of engineering parameters for geological circulation, the bottom hole lithology was obtained to determine whether the buried hill should be entered. However, the engineering parameters were multi-solvable, and they often take many cycles for identifying the buried hill interface accurately, which caused the long interval, risk and high cost of the operation; Based on the predecessors' studies, through the study and analysis of the Archean buried hill in Jinzhou South Oilfield, four types of buried hill models were summarized, and their characters were analyzed from the aspects of tectonics, lithology, engineering parameters and logging. The structural characteristics of the well-location are analyzed before the drilling to determine the type of the buried hill model, and then according to the engineering parameters of the buried hill model to perform a geological cycle. Eventually based on the typical lithology to determine whether enter the buried hill or not; the idea of four types of buried hill models are successfully applied in Jinzhou South block, the success rate of catching hill is 100 percent, the number of circulation is reduced from 5 times to 2 times on average, and the prospect of popularization and application is better.

Keywords

Buried Hill Models, Buried Hill Interface, Jinzhou South Oilfield, Mud Logging, Logging

锦州南油田进潜山模型认识和实践

王建立^{1,2}

¹中海石油(中国)有限公司天津分公司, 天津

²中国石油大学(华东)地球科学与技术学院, 山东 青岛

作者简介: 王建立(1981-), 男, 硕士生, 工程师, 主要从事地质监督方面的工作。

Email: wangjl9@cnooc.com

收稿日期: 2017年8月13日; 录用日期: 2017年9月13日; 发布日期: 2017年10月15日

摘要

渤海湾盆地锦州南油田发育太古界潜山油藏, 潜山顶部裂缝发育, 准确高效地识别潜山界面是实现油藏开发目的、降低工程作业风险和成本的关键因素。常规潜山界面识别方法是根据工程参数异常变化进行地质循环, 落实井底岩性, 以确定是否进潜山, 但工程参数存在多解性, 往往要多次循环才能准确识别潜山界面, 导致作业周期长、风险大和成本高等问题。在前人研究的基础上, 通过对锦州南油田太古界潜山整体研究分析, 总结出了4类进潜山模型, 并从构造、岩性、工程参数、测井4个方面分析了其特征, 先钻前分析作业井位的构造特征, 初步判断进潜山模型类型, 再根据该进潜山模型下的工程参数特征进行地质循环, 最终以典型岩性确定是否进潜山。基于4类进潜山模型识别潜山界面的思路在锦州南区块得到成功应用, 卡山成功率达100%, 循环次数由平均5次降低到2次, 具有较好的推广应用前景。

关键词

进潜山模型, 潜山界面, 锦州南油田, 录井, 测井

Copyright © 2017 by author, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

锦州南太古界潜山油气田位于渤海辽东湾海域辽西低凸起中北段(图 1), 岩性以混合花岗岩为主, 是目前全国发现的储量大、产量高的混合花岗岩潜山复合轻质油藏[1]。受控于前中新生代的古地貌及构造应力作用下, 潜山顶部裂缝极为发育[2], 且潜山界面上、下存在 2 套压力系统, 进潜山后易发生井漏、地层坍塌等井下事故。因此, 准确高效地识别潜山界面是实现油藏开发目的、降低工程作业风险和成本的关键因素。随着录井技术的发展, 在利用工程参数和岩性肉眼观察等传统识别潜山界面方法的基础上[3], 井场薄片鉴定技术、碳酸盐岩含量测定技术、元素录井技术等能快速识别潜山界面具有较好的效果[4]。但在锦州南区块开发时, 录井手段主要是传统方法, 即在工程参数出现异常时进行地质过肉眼和镜下观察落实井下岩性, 确定是否进潜山。但工程参数受井轨迹、钻井液性能、钻具组合等因素的影响具有多解性, 在实际工作中往往要进行多次地质循环才能准确识别潜山界面, 卡层时效低, 在增加成本的同时, 也增加了作业风险。根据锦州南油田总结出的 4 类进潜山模型, 并根据其特征来识别潜山界面, 提高了作业效率, 降低了作业风险, 具有良好的应用效果。

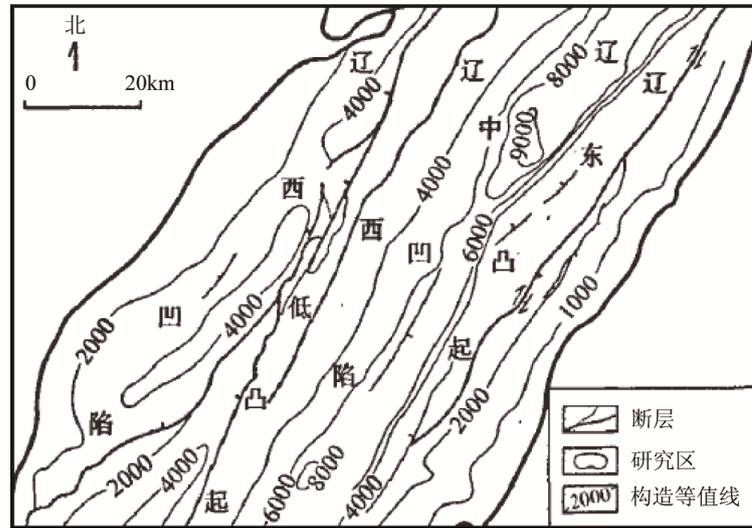


Figure 1. The location of Jinzhou South gas field [5]
图 1. 锦州南油气田区域位置[5]

2. 进潜山模型

潜山上覆岩性受潜山构造形态、物源方向及沉积环境等多种地质因素的影响，进潜山岩性组合特征具有明显的差异性[6]。距离潜山界面越近，录测响应特征对潜山界面识别帮助越大，潜山界面识别效率就越高。锦州南油田地震识别精度为 10~15 m，笔者所建立的 4 类进潜山模型是在立足地震认识的基础上，选取潜山上覆 20 m 之内的岩性组合为分析对象，归纳提炼出来了以上覆岩性组合为依据的 4 类进潜山模型，即 I 类、II 类、III 类、IV 类(图 2)。

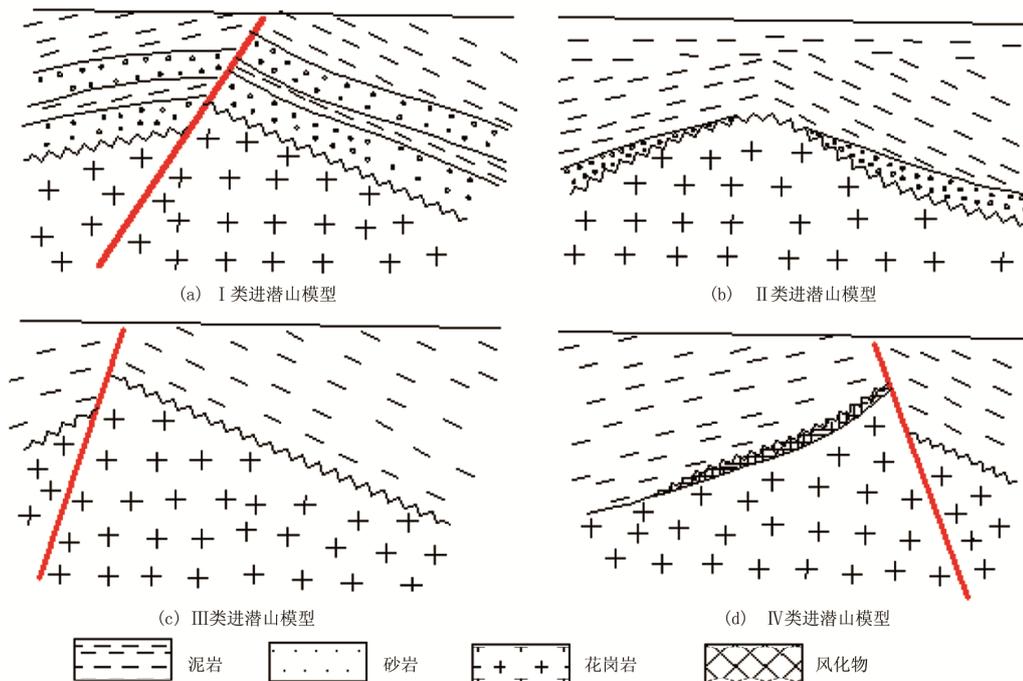


Figure 2. Four types of buried hill model of Jinzhou South Archean Erathem
图 2. 锦州南油田太古界 4 类进潜山模型

3. 构造特征

构造特征控制着潜山上覆地层沉积，是决定潜山上覆岩性组合特征的关键因素，同时构造控制着潜山顶部岩性风化程度、保存、可容空间大小[7]等。构造特征主要反映在构造形态起伏上，即潜山界面的倾角，根据对锦州南油田潜山界面综合分析，总结出进潜山模型对应的构造类型、倾角大小特征等(表 1)。

Table 1. The tectonic characteristics of 4 types of buried hill models in Archean Erathem of Jinzhou South Oilfield
表 1. 锦州南油田太古界进潜山模型构造特征

| 类型 | 构造类型 | 倾角大小/(°) |
|-------|-----------|----------|
| I 类 | 缓坡型 | 12~15 |
| II 类 | 断块拗陷型 | 8~10 |
| III 类 | 陡坡型/陡坡断块型 | 20~36 |
| IV 类 | 陡坡型 | >30 |

构造特征主要是预测潜山上覆岩性组合类型，无法预测进潜山界面的深度，当地层倾角不在上述范围内时，单纯地通过构造特征难以准确预测其所属进潜山模型，在现场作业时，需要参考其他录测手段准确识别潜山界面。

4. 录井特征

4.1. 工程参数响应特征

工程参数录井是综合录井的一部分，其参数的变化可间接地指示岩性的变化，也是现场监测地层岩性变化的第一手资料[8]。笔者选取了 4 个直接参数(钻时、扭矩、钻压、转速)和衍生参数 Dc 指数来进行分析(图 3)。

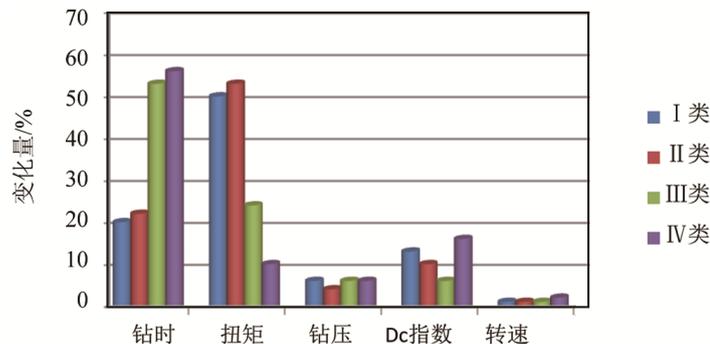


Figure 3. The parameter variation of 4 types buried hill models
图 3. 4 类进潜山模型参数变化量

从图 3 中可以看出，锦州南油田进潜山界面前后，钻压、转速和 Dc 指数响应特征均不明显，在实际工作中可以忽略，而钻时和扭矩变化明显，是判断地质循环的主要参数。钻时变化幅度小、扭矩变化量大时，可能是 I 类和 II 类，而无论从钻时变化幅度还是扭矩变化幅度上看，II 类都比 I 类变化大；钻时变化幅度大、扭矩变化中等时为 III 类；钻时变化幅度大、扭矩变化小时为 IV 类。无论是哪种进潜山模型，通过钻时和扭矩变化相结合，可以准确识别潜山界面，同时将钻时和扭矩的变化幅度与进潜山模型相结合，可以剔除工程参数假异常，从而提高潜山界面识别效率。虽然工程参数特征响应相对明显，但它是间接的录井手段，判定是否进潜山还需要根据岩屑实物来最终确定。

4.2. 岩性特征

岩屑是反映地下岩性最直接、最真实的资料，也是判定是否进潜山的根本。笔者从岩石类型、颜色、分选和荧光面积[9]方面总结出了 4 种进潜山模型特征，根据不同的岩性特征可准确识别潜山界面(表 2、图 4)。

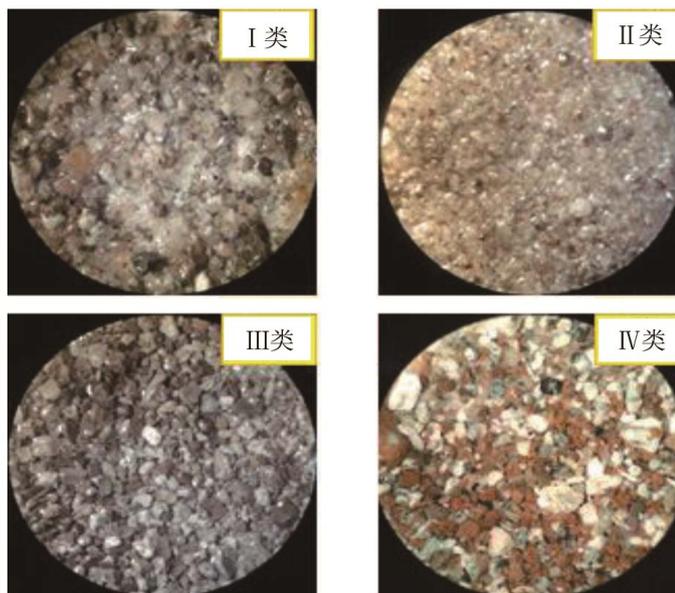


Figure 4. The microscopic photos of overlying Lithology of the buried hill
图 4. 潜山上覆岩性镜下照片

Table 2. The characteristics of buried hill and overlying lithology in Archean Erathem of Jinzhou South oilfield
表 2. 锦州南油田太古界潜山及上覆岩性特征

| 类型 | 岩性类型 | 颜色 | 分选 | 荧光面积/% |
|-------|-------|---------|----|--------|
| I 类 | 砂泥岩互层 | 灰色/浅灰色 | 差 | 5~20 |
| II 类 | 砂岩 | 浅灰色 | 好 | 10~30 |
| III 类 | 泥岩 | 褐灰色/红褐色 | 无 | 无 |
| IV 类 | 风化物 | 灰白色 | 差 | 5 |
| 潜山 | 花岗岩 | 杂色 | 差 | 5~10 |

从荧光面积上很难区分 I 类、II 类、IV 类，但是从岩性类型、颜色、分选上可以较好地区分其进潜山类型。岩性从砂泥岩互层变成花岗岩、颜色从灰色或浅灰色变成杂色为 I 类；岩性从砂岩变成花岗岩、颜色从浅灰色变成杂色，分选由好变成差为 II 类；岩石类型从泥岩变成花岗岩，颜色从褐灰色或者红褐色变成杂色，荧光从无到有，可判断为 III 类。岩性从灰白色风化物变成杂色花岗岩为 IV 类。

5. 测井特征

测井是利用岩层的电学、声学、放射性等地球物理特性来反映岩层的地质特性，不同的岩性特征、物性特征、含油气特征在测井曲线的响应特征也不同，通过对比分析 4 类进潜山模型的测井曲线形成了各模型下的典型测井特征(图 5)，有利于快速确定进潜山类型。

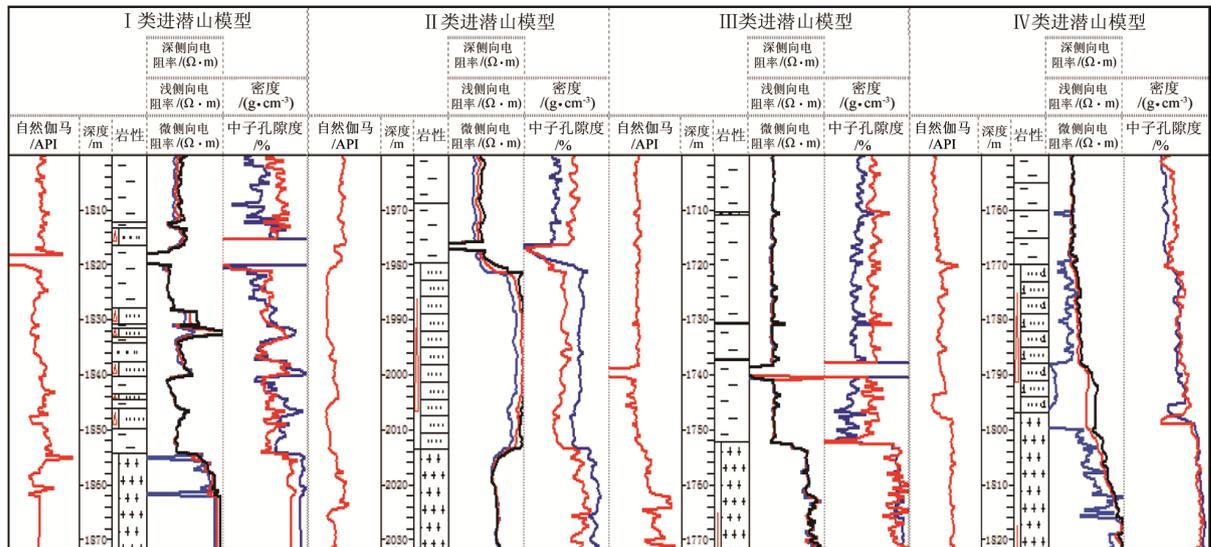


Figure 5. The logging response characters of 4 types of buried hill models
 图 5. 4 类进潜山模型测井响应特征

I 类进潜山模型各测井曲线进潜山前呈现“互层式”变化；II 类进潜山前电阻率曲线呈现“箱形”特征，中子孔隙度曲线整体呈现“台阶式变化”；III 类进潜山模型，各测井曲线呈现“跳跃式”变化；IV 类进潜山模型，各测井曲线呈现“台阶式”变化。

从物性特征上看，I 类和 II 类进潜山模型具有良好的孔隙度、渗透性，是油气储集的有力空间，流体性质以差油层、油层为主；IV 类进潜山本体风化后，裂缝相对发育，较潜山孔隙度发育，也是油气储集的有力空间(表 3)。通过测井各曲线的不同相应特征可准确地对 4 类进潜山模型进行有效识别，同时根据各进潜山模型物性特征的分析，可对油气是否具有开采价值提供依据。

Table 3. The physical property of buried hill and overlying lithology in Archean Erathem of Jinzhou South Oilfield
 表 3. 锦州南油田太古界潜山及上覆岩性物性特征

| 类型 | 孔隙度/% | 渗透性/mD | 含烃饱和度/% | 测井解释 |
|-------|-----------|-----------|---------|--------|
| I 类 | 13.9~21.8 | 205~1410 | 50~70 | 油层/差油层 |
| II 类 | 18.2~24.4 | 1800~3133 | 66~78 | 油层 |
| III 类 | / | / | / | / |
| IV 类 | 8.2~12.3 | / | / | 油层 |
| 花岗岩 | 4.1~9.2 | / | / | 油层 |

通过对 4 类进潜山模型的构造特征、参数特征、岩性特征、电性特征、物性特征分析及认识，形成了各模型下的典型识别特征(表 4)，对潜山界面的高效、准确卡取提供了依据。

Table 4. The typical recognition features of 4 types of buried hill models
 表 4. 4 类进潜山模型典型识别特征

| 类型 | 构造倾角/(°) | 典型参数 | 典型岩性 | 测井特征 |
|-----|----------|-------|------|--------|
| I | 12~15 | 扭矩 | 火成岩块 | 互层式变化 |
| II | 8~10 | 扭矩 | 灰质砂岩 | 电阻率呈箱形 |
| III | 20~36 | 钻时、扭矩 | 泥岩 | 跳跃式增大 |
| IV | >30 | 钻时 | 高岭土 | 台阶式增大 |

6. 应用效果

通过对 4 类进潜山模型的研究,在明确各模型下的构造、参数、岩性、测井响应特征后,钻前再研究所钻目标井的构造位置来确定进潜山模型,作业过程中重点关注参数变化进行有目的的地质循环,落实井底返出岩性,钻后及时与测井曲线对比验证,完善进潜山模型。根据上述思路在锦州南油田 6 口井的潜山界面识别中应用,与 4 口常规潜山界面识别进行对比(表 5),应用效果明显,地质循环次数由 5 次降至 2 次,进潜山深度控制在 3 m 以内,识别潜山界面成功率 100%。

Table 5. The comparison of interfacial identification of 10 wells in Jinzhou South oilfield
表 5. 锦州南油田 10 口井潜山界面识别对比

| 井名 | 进潜山模型 | 循环次数 | | 循环时间/min | 进潜山深度/m |
|----------|-------|------|------|----------|---------|
| | | 常规方法 | 模型方法 | | |
| JZ25-X1 | III | 4 | | 168 | 3 |
| JZ25-X2 | I | 6 | | 228 | 2 |
| JZ25-X3 | II | 7 | | 287 | 1 |
| JZ25-X4 | IV | 3 | | 96 | 2 |
| JZ25-X5 | II | | 2 | 102 | 1 |
| JZ25-X6 | III | | 2 | 96 | 2 |
| JZ25-X7 | I | | 2 | 68 | 2 |
| JZ25-X8 | III | | 2 | 86 | 2 |
| JZ25-X9 | III | | 3 | 123 | 3 |
| JZ25-X10 | I | | 1 | 38 | 2 |

7. 结语

潜山油气藏产能高、风险高,现场识别潜山界面是安全高效勘探开发潜山油气藏的关键。4 类进潜山模型是基于勘探开发已获取了大量实钻资料的基础上,利用计算机优势挖掘大数据,为识别潜山界面提出了新的思路,并通过总结构造、录井、测井特征,在锦州南油田成功应用,潜山界面识别率 100%,地质循环次数由 5 次降低到 2 次,取得了较好的效果。锦州南油田太古宇潜山界面的高效识别不仅实现了油藏开发目的,同时降低了工程作业风险及成本,具有较强的推广价值。

参考文献 (References)

- [1] 薛永安,邓运华,余宏忠.渤海海域近期油气勘探进展与创新认识[J].中国石油勘探,2008,13(4):1-8.
- [2] 孙永状,吴时国.古潜山构造裂缝与储层裂缝预测[M].武汉:中国地质大学出版社,2005:4-5.
- [3] 周金堂,刘小超,吴福邹,等.塔河油田潜山录井技术[J].录井工程,2006,17(2):1-4.
- [4] 阚留杰,毛敏,陈伟,等.渤海油田潜山界面识别录井技术及其组合[J].录井工程,2016,27(3),79-83.
- [5] 史浩,周心怀,孙书滨,等.渤海 JZS 潜山油藏储层发育特征研究[J].石油地质与工程,2008,22(3):26-32.
- [6] 华北石油勘探开发设计研究院.潜山油气藏[M].北京:石油工业出版社,2009:157-161.
- [7] 赵伟,邱隆伟,陈妍.陆相断陷湖盆可容空间控制因素探讨[J].断块油气田,2007,14(5):5-8.
- [8] 刘金华.工程参数录井在钻井工程中的应用[J].断块油气田,2003,10(5):87-88.
- [9] 王守君,刘振江,谭忠健,等.勘探监督手册(地质分册)[M].北京:石油工业出版社,2013:92-115.

[编辑] 邓磊

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2471-7185，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：jogt@hanspub.org