

# Application of Elemental Logging Technology in Archean Buried Hill Reservoirs of Liaohe Oilfield

Yuping Song

Logging Company of Great Wall Drilling Engineering Co., Ltd., CNPC, Panjin Liaoning  
Email: skyabcdefg@163.com

Received: May. 30<sup>th</sup>, 2017; accepted: Jun. 7<sup>th</sup>, 2017; published: Oct. 15<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The discovery of reservoirs in Archean metamorphic rock buried hill was a major breakthrough in the exploration of Liaohe depression. In recent years of exploration, many metamorphic buried hill reservoirs have been found, but with the ongoing exploration and development, finding the replacement reserves was increasingly difficult, which was a bottleneck restricting the development of the area. The reason was that the weathering crust of Archean buried hill was difficult to be identified, and the lithology of inner structure of buried hill was complex, which induced an insufficient understanding on the forming mechanism of buried hill reservoirs. By using the elemental logging technology and analysis of the geological data of Xing-Ma Archean buried hill, important breakthrough is made on the identification of the buried hill surface, recognition of weathering crust in buried hill, and understanding on the lithology inside the buried hill, therefore the accuracy of recognition of weathering crust is improved.

## Keywords

Archean Buried Hill, Element Logging Technology, Identification of Buried Hill, Weathering Crust Recognition, Lithology Identification inside the Buried Hill

---

# 元素录井技术在辽河太古宇潜山油藏中的应用

宋雨平

中国石油集团长城钻探工程有限公司录井公司, 辽宁 盘锦

作者简介: 宋雨平(1985-), 男, 工程师, 现从事岩石化学综合分析与解释工作。

Email: skyabcdefg@163.com

收稿日期: 2017年5月30日; 录用日期: 2017年6月7日; 发布日期: 2017年10月15日

## 摘要

太古宇变质岩潜山内幕油藏的发现是辽河拗陷勘探的重大突破, 在近几年辽河勘探的实践中, 发现了多个变质岩潜山内幕油藏, 但是随着勘探开发程度的不断深入, 储量及产量接替成为制约该区发展的瓶颈。其原因是太古宇潜山风化壳难以识别、潜山内幕岩性复杂, 导致对潜山油藏成藏机理的认识不足。通过运用元素录井技术, 对兴-马太古宇潜山地质资料的分析, 在潜山面的卡取、潜山风化壳的识别、潜山内幕岩性的认识上取得重要突破, 进而提高了潜山风化壳的识别准确率, 丰富了潜山内幕油气藏成藏的认识。

## 关键词

太古宇潜山, 元素录井技术, 潜山面卡取, 风化壳识别, 内幕岩性识别

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

兴-马潜山带位于辽河拗陷西部凹陷中段, 西接盘山洼陷, 东临冷家断阶带, 南靠清水洼陷, 北部为陈家洼陷, 油气源充足, 成藏条件十分优越[1] [2] [3] [4]。该工区位于兴隆台油田下部的基岩隆起带之上, 具有中生界和太古宇潜山“双层山”结构。中生界岩性以火山岩、砂砾岩和角砾岩为主, 中生界混合花岗岩质角砾岩与太古宇潜山混合花岗岩区分困难。太古宇潜山岩性为变质岩和侵入岩, 不同类型岩性对油气分布控制明显, 具有典型的内幕油气藏特点[5]。综合运用元素录井技术, 在太古宇潜山面的卡取、潜山风化壳的识别、潜山内幕岩性的认识上取得重要突破, 从而为钻井安全提供了保证, 提高了对潜山内幕油气藏的认识, 为该区的进一步勘探开发提供了很好的作用。

## 2. 元素录井技术应用

### 2.1. 潜山面的卡取

兴-马潜山带中生界地层多发育混合花岗岩质角砾岩, 与太古宇混合花岗岩成分、结构相似[6], 常规地质方法难以判别。通过对兴-马地区 15 口井元素数据的分析, 当地层由中生界进入太古宇时, Si、K、Ca、Fe、S 等元素的组合出现变化(表 1), 依据这些元素的变化及比值可以准确卡取太古宇潜山面。

**Table 1.** The elemental data of Xing-Ma Archean buried hill surface

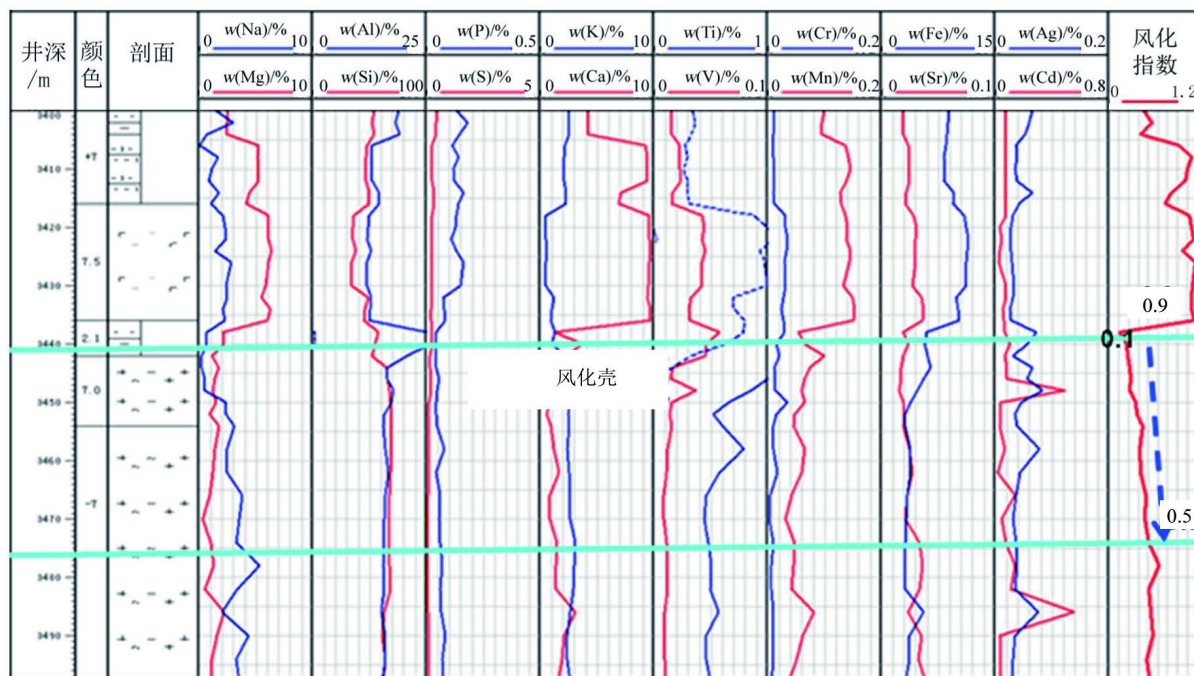
**表 1.** 兴古太古宇潜山面元素数据表

井号	层位	w(Si)/%	w(K)/%	w(Fe)/%	w(Ca)/%	w(Mg)/%	w(S)/%
兴古××28	中生界	59.7	2.8	4.6	5.6	1.4	1.5
	太古宇	64.3	3.5	2.4	3.2	0.5	0.1
兴古××24	中生界	59.7	2.7	4.0	4.1	1.7	0.5
	太古宇	64.0	3.5	2.9	1.5	1.3	0.2

### 2.2. 潜山风化壳的识别

太古宇潜山风化壳具有孔洞发育，储层物性好的特点。潜山风化壳的准确识别对潜山内幕油气藏的认识具有非常重要的作用。运用元素录井技术，通过分析风化指数可以准确判断太古宇潜山风化壳。风化指数为风化作用强度的一个地球化学指标，比值越小，风化作用越强烈。

在地质历史时期，太古宇地层直接暴露地表遭受风化淋滤作用。从浅到深，风化作用逐渐减弱并过渡到母岩[6] (图 1)。通过对兴 - 马潜山 15 口井风化壳的识别与统计，风化壳的风化指数多在 0.1~0.5 之间，未风化段风化指数基本都在 0.6 以上。因此，通过风化指数可以对风化壳进行识别。



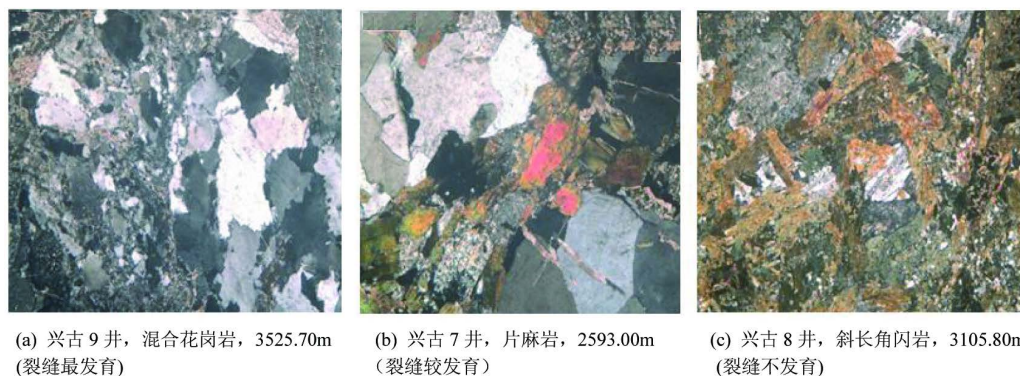
**Figure 1.** The result of elemental logging in Well Sheng xx

**图 1.** 胜××井元素录井成果图

### 2.3. 潜山内幕岩性的识别

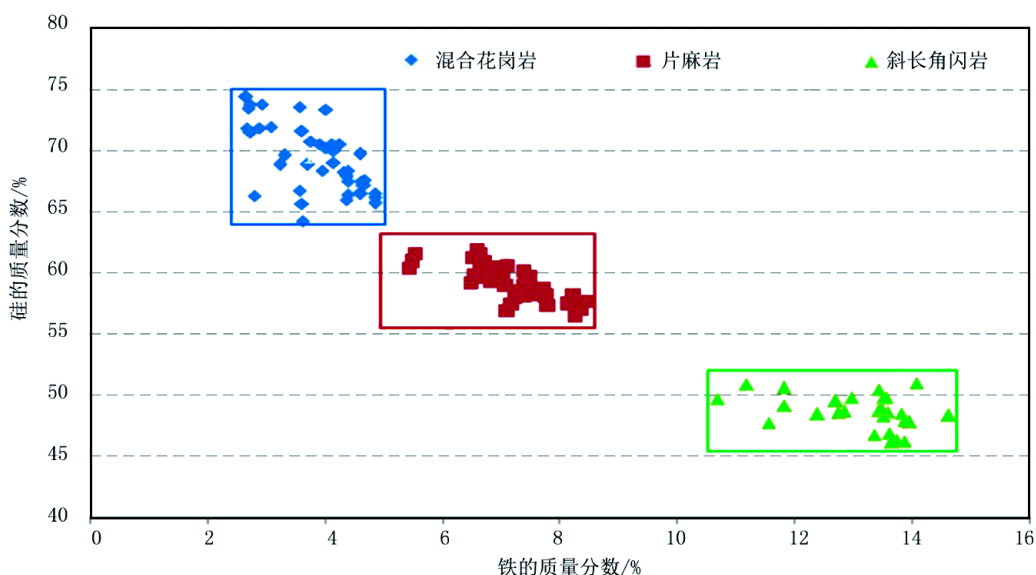
兴 - 马地区太古宇潜山主要发育混合花岗岩、片麻岩、斜长角闪岩 3 种变质岩，以及中性岩、基性岩 2 种侵入岩。不同岩性，脆性不同，裂缝发育程度也不相同。其中，以石英、长石等浅色矿物为主的、质量分数较高的岩石易破碎，裂缝十分发育；而以角闪石和黑云母的暗色矿物为主的，质量分数较高的岩石不易破碎，裂缝不发育。因此，在 3 种变质岩中，混合花岗岩裂缝最发育，片麻岩裂缝较发育，斜

长角闪岩最不发育(图 2)。在 2 种侵入岩中,中性侵入体裂缝较发育,基性侵入体不发育。通过元素录井技术,可以准确识别潜山内幕岩性,进而对岩性在油藏中的控制作用有了更清楚的认识。对潜山内幕多期油藏的认识和潜山的整体评价起到十分重要的作用。



**Figure 2.** The data of core slices with different lithological properties from the Xinglongtai buried hill  
**图 2.** 兴隆台潜山不同类型岩性岩心薄片资料

兴 - 马潜山主要发育混合花岗岩、片麻岩、斜长角闪岩,其矿物组成表现为浅色矿物逐渐减少,暗色矿物逐渐增加。因此,利用 Si 和 Fe 的交会图,可以将这 3 种岩性区别开来(图 3)。混合花岗岩 Si 质量分数范围介于 64.26%~74.39%, Fe 质量分数范围介于 2.65%~4.84%,具有高硅低铁的特征;片麻岩 Si 质量分数范围介于 56.43%~61.83%, Fe 质量分数范围介于 5.44%~8.43%,具有硅值中等、铁值中等的特征;斜长角闪岩 Si 质量分数范围介于 46.15%~51.01%, Fe 质量分数范围介于 10.67%~14.61%,具有硅值低铁值高的特征。侵入体主要以中性和基性为主,中性侵入体为闪长岩,基性侵入体为煌斑岩。根据岩浆岩分类:通过 Si 和 Fe 的质量分数可以加以区分。闪长岩具有 Si 质量分数介于 54.71%~59.32%, Fe 质量分数介于 5.00%~7.75%的特征。煌斑岩 Si 质量分数范围介于 50.74%~54.53%, Fe 质量分数范围介于 11.07%~14.16%,具有硅值低铁值高的特征。



**Figure 3.** The interpretation chart board of Si-Fe element  
**图 3.** Si-Fe 元素解释图版



元素录井技术在兴-马潜山推广应用 15 口井, 潜山面卡取准确率 100%, 风化壳识别准确度 100%, 成功地识别出潜山内幕的复杂岩性, 保证了钻井安全, 并加深了潜山内幕油气藏的认识。以兴古 7××井为例。兴古 7××井是以太古宇潜山为目的层的生产井, 该井利用元素录井技术准确卡取了太古宇潜山面, 识别了潜山风化壳, 并对潜山内幕岩性进行了准确的识别, 为潜山内幕油气藏进行了定性的评价。当地层由中生界进入太古宇时, 岩性由角砾岩变为混合花岗岩, 其元素数据表现为: Si 质量分数由 60.5% 升至 63.5%, K 质量分数由 2.8% 升至 3.3%, Fe 质量分数由 4.8% 降至 2.8%, Ca 质量分数由 4.1% 降至 2.3%, Mg 质量分数由 1.8% 降至 1.0%, S 质量分数由 0.6% 降至 0.2%, 通过元素数据的变化判定为太古宇潜山面。

在钻至井深 4296 m 时, Si 质量分数由 60.5% 升至 63.5%, K 质量分数由 2.8% 升至 3.3%, Fe 质量分数由 4.8% 降至 2.8%, Ca 质量分数由 4.1% 降至 2.3%, Mg 质量分数由 1.8% 降至 1.0%, S 质量分数由 0.6% 降至 0.2%, 风化指数由 0.58 逐渐增大, 到井深 4364 m 时, 风化指数趋于稳定。综合判定井段 4296~4364 m 为风化壳(图 4)。

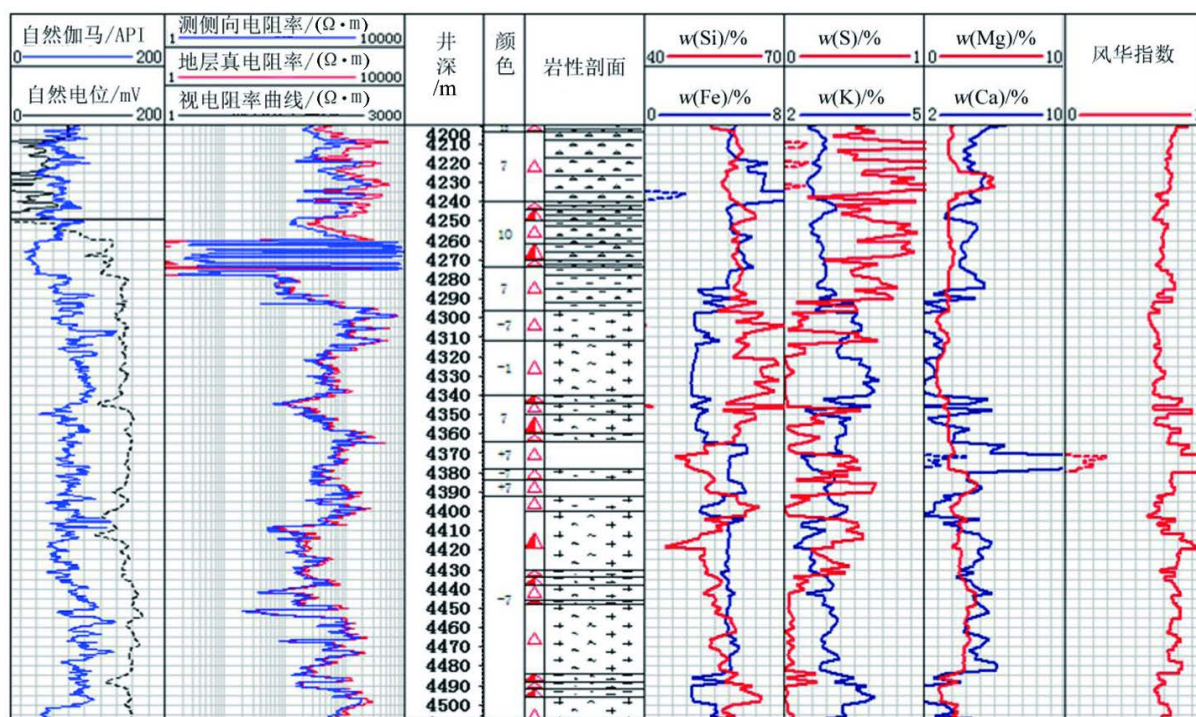


Figure 4. The result of elemental logging in Well Xing'gu 7 xx

图 4. 兴古 7××井元素录井成果图

在钻至井深 4515 m 时, Si 质量分数由 58% 降至 52%, K 质量分数由 1.5% 升至 1.0%, Fe 质量分数由 4.8% 升至 6.4%, Ca 质量分数由 3.5% 升至 4.0%, Mg 质量分数由 3.1% 升至 3.8%。综合判定井段 4515~4668 m 为闪长岩。

### 3. 结论

通过对兴-马太古宇潜山的研究, 综合运用元素录井技术, 成功地实现了太古宇潜山面的卡取、潜山风化壳的识别和潜山内幕复杂岩性的识别。为钻井过程提供了可靠的地质资料, 保证了钻井安全。同时通过识别潜山内幕复杂岩性, 为潜山内幕多期油气藏分析提供了较全的地质资料。通过以上研究可以

较好地解决当前潜山开发中的难题，为潜山整体评价和勘探开发提供重要资料。

### 参考文献 (References)

- [1] 窦立荣, 魏小东, 王景春, 等. 乍得 Bongor 盆地花岗质基岩潜山储层特征[J]. 石油学报, 2015, 36(8): 897-905.
- [2] 谢文彦, 孟卫工, 张占文, 等. 辽河坳陷潜山内幕多期裂缝油藏成藏模式[J]. 石油勘探与开发, 2006, 33(6): 649-652.
- [3] 李晓光, 刘宝鸿, 蔡国刚, 等. 辽河坳陷变质岩潜山内幕油藏成因分析[J]. 特种油气藏, 2009, 16(4): 61-64.
- [4] 孟卫工, 陈振岩, 张斌, 等. 辽河坳陷火成岩油气藏勘探关键技术[J]. 中国石油勘探, 2015, 20(3): 45-57.
- [5] 张宇. 岩性对兴隆台变质岩潜山内幕油藏的控制作用[J]. 特种油气藏, 2016, 23(4): 64-68.
- [6] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989.

[编辑] 帅群

**Hans** 汉斯

#### 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](mailto:jogt@hanspub.org)