

# The Application of FMI for Identifying the Lithology in Volcanic Formation

**Songyi Hou**

Petro China Coalbed Methane Company Limited, Beijing  
Email: hsy871128@petrochina.com.cn

Received: Sep. 6<sup>th</sup>, 2017; accepted: Oct. 11<sup>th</sup>, 2017; published: Dec. 15<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The Permian volcanic rock in the northwest margin of Junggar Basin was used as the object of study based on FMI (Fullbore Formation Micro Imager) logging technology and combined with the data of conventional logging and coring in well drilling and as well as core calibration logging, the features of typical curves of different lithologic properties were summarized, the lithologic properties of complex volcanic rocks in the study area were effectively identified. Based on the study, a criterion is established for an integrated identification of lithology.

## Keywords

FMI (Fullbore Formation MicroImager), Lithology Identification, Volcanic, Junggar Basin

---

# FMI测井在火山岩岩性识别中的应用

侯淞译

中石油煤层气有限责任公司, 北京

作者简介: 侯淞译(1987-), 男, 助理工程师, 现主要从事勘探开发动态研究。

Email: hsy871128@petrochina.com.cn

收稿日期: 2017年09月6日; 录用日期: 2017年10月11日; 发布日期: 2017年12月15日

## 摘要

以准噶尔盆地西北缘二叠系火山岩为研究对象, 利用FMI (Fullbore Formation MicroImager)测井技术, 结合常规测井资料及钻井取心资料, 在岩心刻度测井的基础上, 总结了不同岩性的典型曲线特征, 对研究区的复杂火山岩地层岩性进行了有效划分和识别, 建立了岩性综合识别的标准。

## 关键词

FMI测井, 岩性识别, 火山岩, 准噶尔盆地

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

准噶尔盆地西北缘二叠系火山岩地层岩性复杂, 识别难度大。近年来, 先后在准噶尔盆地西北缘石炭系和二叠系发现了多个火山岩油气藏, 但是, 如何确定火山岩的岩性, 进而对火山岩储层进行有效评价, 一直是困扰勘探开发工作的一大难题。

通过录井岩屑资料确定的岩性定名存在不确定性, 岩心资料、薄片资料虽然是精确, 但又存在成本过高、工艺复杂、资料有限的缺点。常规测井资料尽管可以对岩石成分进行有效识别, 但无法获取岩石的结构信息, 很难区分成分相同的火山熔岩和火山碎屑岩。通过 FMI (Fullbore Formation MicroImager)测井资料, 可以获取地下连续的岩石电成像资料, 再进行钻井取心标定, 结合常规测井资料就可以准确地对岩性进行识别[1] [2]。

## 2. 方法原理

### 2.1. 常规测井确定岩石成分

研究区火山岩主要由火山熔岩和火山碎屑岩两大类组成。从火山岩矿物成分的差异入手[3], 对火山岩的岩石物理性质及相应的测井特征进行了研究。火山熔岩由基性到酸性可进一步划分为 4 大类岩石: 玄武岩、安山岩、英安岩、流纹岩。酸性的流纹岩中, 铀、钍、钾等放射性元素的含量最高, 而基性的玄武岩放射性元素含量最低。因此, 可以通过反映反射性强弱的自然伽马曲线对不同成分的火山岩进行

区分。受矿物成分控制，中子曲线和密度曲线对玄武岩、安山岩、英安岩、流纹岩的反应也很灵敏。因此，优选自然伽马、中子、密度等常规测井曲线可以对火山岩成分进行识别。

研究区玄武岩二氧化硅体积分数相对较低，在 48%~52% 之间，铁镁质矿物含量相对较高，表现为岩石颜色深、密度较大；安山岩二氧化硅体积分数在 52%~63% 之间，铁镁质矿物含量中等，岩石颜色较深、密度中等；英安岩二氧化硅体积分数在 63%~68% 之间，铁镁质矿物含量中等，岩石颜色较浅、密度较低；流纹岩二氧化硅体积分数最高，在 68%~77% 之间，铁镁质矿物含量很低，岩石颜色最浅、密度相对最低 [4] (图 1)。

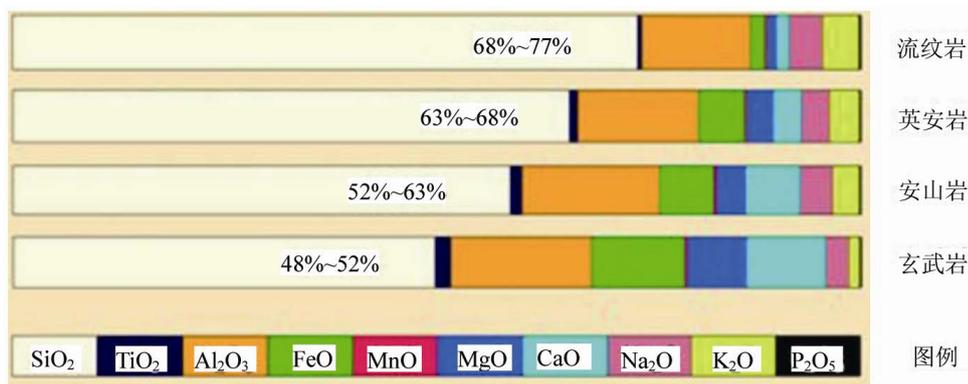


Figure 1. The composition of volcanic mineral components in the study area

图 1. 研究区火山岩矿物成分组成

但是，对于火山碎屑岩而言，其矿物成分与火山熔岩基本一致，但存在岩石结构上的差异，因此无法通过常规测井曲线进行区分，必须结合成像测井进行识别。

## 2.2. FMI 测井区分火山熔岩与火山碎屑岩

成像测井的优点是显示直观，可以清楚地反映火山碎屑岩在颗粒大小、形状、磨圆等方面的差异。火山碎屑岩与火山熔岩分别具有不同的结构和构造特征 [5] [6]。通过粒度的差异，可以识别集块结构、火山角砾结构、凝灰结构等，进而将火山碎屑岩划分为火山集块岩、火山角砾岩、凝灰岩等。同时在成像上也可以识别出熔结结构、碎屑熔结结构等，可以反映出火山岩碎屑岩成因上差异。

## 3. 火山岩岩性识别

FMI 测井是目前石油行业中应用最广泛的成像测井技术。FMI 测井仪的 8 个极板上共装有 192 个微电极，因此具有很高的纵向和横向分辨率(0.2 in)，可以清楚地反映井壁地层各种尺度的岩性、结构、构造及井壁结构微细的变化，如裂缝、层理、结核、砾石颗粒、微断层、井壁崩落等 [7]。

在岩心刻度的基础上，通过 FMI 图像的分析，同时结合常规测井曲线及岩心描述等资料，总结出了研究区不同的火山岩在 FMI 图像、岩心及常规曲线上的典型特征 [8]。

1) 玄武岩：岩心观察颜色较深，岩石中橄榄石、辉石等暗色矿物含量很高，中子孔隙度、密度相对较高，中子 - 密度镜像特征明显；FMI 图像上以块状结构为主，见气孔、溶蚀孔、杏仁构造、高阻缝等 (图 2、表 1)。

2) 安山岩：岩心观察颜色较深，岩石中橄榄石、辉石等暗色矿物较玄武岩略低，中子孔隙度、密度相对较高，中子 - 密度镜像特征较为明显；FMI 图像上流动构造较发育，见气孔、溶蚀孔、杏仁构造、枕状构造等 (图 2、表 1)。

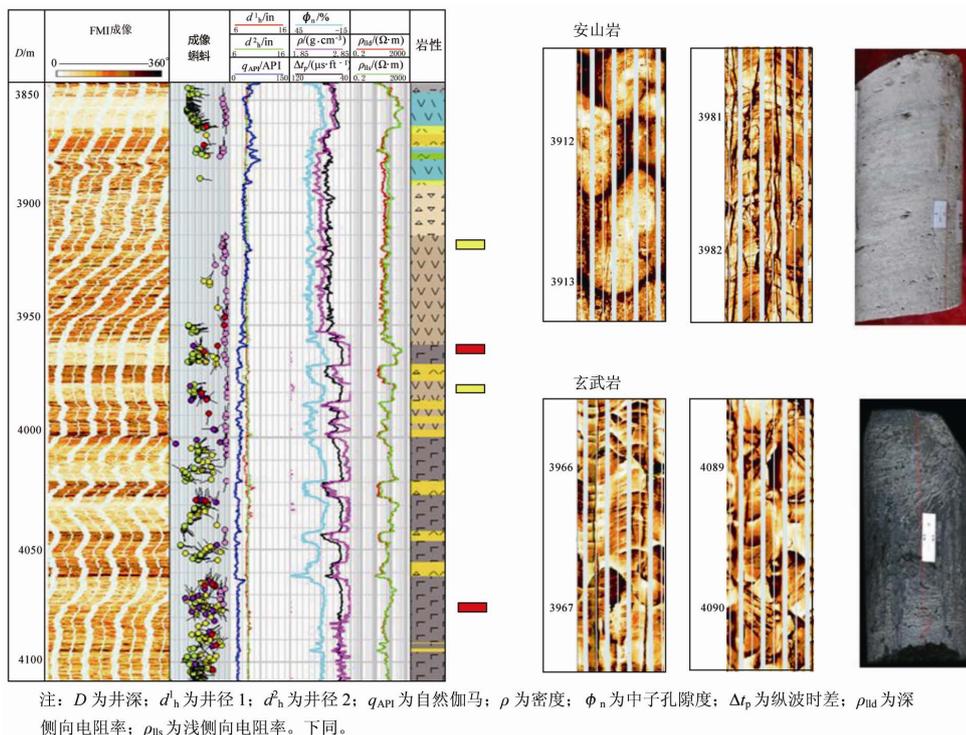


Figure 2. The feature of FMI image of andesite and basalt

图 2. 安山岩与玄武岩 FMI 图像特征

Table 1. The criterion for identifying the lithology of volcanic lava

表 1. 火山熔岩岩性划分标准

岩性	常规曲线特征	FMI 图像特征	岩心图像特征
玄武岩	自然伽马小于 30API, 中子孔隙度 13%~27%, 密度 2.62~2.85g/cm <sup>3</sup>		
块状结构为主, 见气孔、溶蚀孔、杏仁构造、高阻缝等			
安山岩	自然伽马 30~50API, 中子孔隙度 4%~27%, 密度 2.38~2.82g/cm <sup>3</sup>		
流动构造较发育, 见气孔、溶蚀孔、杏仁构造、枕状构造等			
英安岩	自然伽马 40~70API, 中子孔隙度 11%~27%, 密度 2.23~2.64g/cm <sup>3</sup>		
流动构造发育, 见气孔、溶蚀孔、变形构造等			
流纹岩	自然伽马 70~120API, 中子孔隙度 4%~22%, 密度 2.29~2.66g/cm <sup>3</sup>		
流纹构造发育, 见气孔、溶蚀孔、变形构造等			

- 3) 英安岩: 岩心观察颜色较浅, 岩石中石英、长石等浅色矿物较高, 中子孔隙度、密度较安山岩低, 中子-密度交会镜像特征较为明显; FMI 图像上流动构造发育, 见气孔、溶蚀孔、变形构造等(图 3、表 1)。
- 4) 流纹岩: 岩心观察颜色很浅, 岩石中石英、长石等浅色矿物很高, 中子孔隙度、密度相对较低, 中子-密度交会镜像特征不明显; FMI 图像上流纹构造发育, 见气孔、溶蚀孔、变形构造等(图 3、表 1)。
- 5) 火山碎屑岩: 火山碎屑岩自然伽马变化相对较大; 火山碎屑岩一般都具有一定的原生孔隙度, 部分井段还发育气孔和次生溶孔, 因此电阻率相对火山熔岩明显偏低; 岩性按照粒度大小, 由粗到细分为火山集块岩、火山角砾岩、角砾凝灰岩和凝灰岩(图 4)。

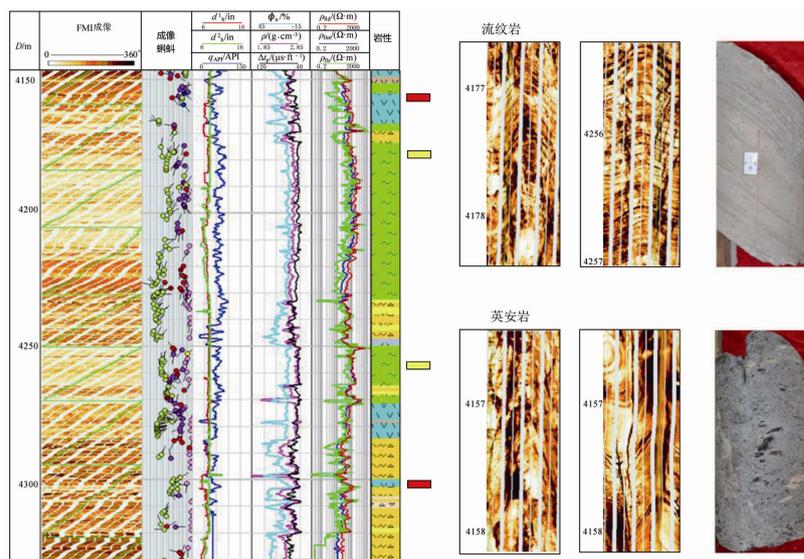


Figure 3. The feature of FMI image of rhyolite and dacite  
图 3. 流纹岩与英安岩 FMI 图像特征

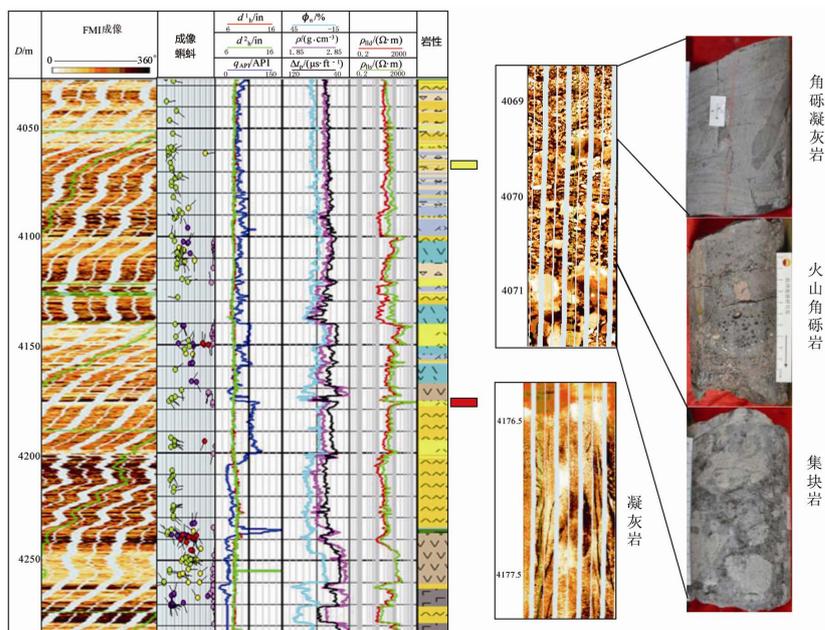


Figure 4. The feature of FMI image of volcanic clastic rocks  
图 4. 火山碎屑岩 FMI 图像特征

## 4. 结语

通过 FMI 图像特征, 结合常规测井曲线及岩心资料, 总结了不同岩性的典型特征, 对准噶尔盆地西北缘二叠系火山岩的岩性进行了有效识别和划分, 建立了岩性综合识别标准。火山碎屑岩可以通过 FMI 图像上粒度的差异进行区分; 火山熔岩可以通过 FMI 图像特征结合自然伽马、密度、中子等常规测井曲线特征进行区分。需要注意的是, 不同地区、同一地区不同层系之间, 火山岩的 FMI 图像和常规测井曲线特征均可能存在一定差异, 需通过足够的岩心分析资料对 FMI 图像特征进行刻度, 才能使识别结果更加精确。

## 参考文献 (References)

- [1] 王智, 金立新, 关强, 等. 基于 FMI 与 ECS 的火山岩储层综合评价方法[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2010, 32(5): 58-64.
- [2] 张勇, 查明, 孔玉华, 等. 地下复杂火山岩岩性测井识别方法[J]. 西安石油大学学报(自然科学版), 2012, 27(5): 21-26.
- [3] 斯伦贝谢公司. 测井解释常用岩石矿物手册[J]. 北京: 石油工业出版社, 1986.
- [4] 邱家骧. 岩浆岩岩石学[M]. 北京: 地质出版社, 1986.
- [5] 张莹, 潘保芝, 印长海, 等. 应用测井资料进行火山岩岩性识别[J]. 石油物探, 2007, 46(3): 260-262.
- [6] 覃豪, 李洪娟. 成像测井图像在火山岩岩性识别中的应用[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报), 2007, 29(3): 288-293.
- [7] 贾文玉, 田素月, 孙耀庭, 等. 成像测井技术与应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000.
- [8] 李留中, 张日供, 王波, 等. FMI 成像测井技术在三塘湖盆地的应用[J]. 吐哈油气, 2007, 12(3): 278-282.

[编辑] 龚丹

### 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)