

# 松辽盆地莺山断陷火山岩地震 反射特征及分布规律

刘为付<sup>1</sup>, 孙立新<sup>2</sup>, 刘双龙<sup>2</sup>

(1. 大庆石油学院, 黑龙江 安达 151400; 2. 大庆石油管理局 试油试采公司, 黑龙江 大庆 163412)

**摘要:** 莺山断陷侏罗系火山岩中发现商业气流, 使深层火山岩成为松辽盆地又一个油气勘探目的层。在钻井少的情况下寻找火山岩储气层, 利用地震信息预测火山岩分布就成了唯一有效的途径。利用地震资料结合钻井地质可对火山岩的分布进行研究。通过火山岩在地震上的反射特征, 可预测火山岩的分布范围和厚度; 通过钻井地质揭示的地层, 可研究火山岩的分布规律。由此, 可搞清火山岩的形成及分布。这对松辽盆地莺山断陷侏罗系火山岩储气层的研究具有十分重要的意义。

**关键词:** 地震反射特征; 分布规律; 火山岩; 侏罗系; 莺山断陷; 松辽盆地

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

莺山断陷为松辽盆地东南隆起区的一个次级凹陷。目前, 在该区有数口井在侏罗系火山岩中获商业气流, 这表明侏罗系火山岩中聚集天然气资源, 从而使深层火山岩成为松辽盆地又一个勘探目地层。由于目前对该区火山岩储气层的研究程度较低, 认识程度较差, 对火山岩的分布还不十分清楚。例如, 原来设计的双深 10 井, 目的是要了解暗色泥岩及其生烃情况, 结果没有钻到了暗色泥岩, 却钻到火山岩。要寻找莺山断陷的火山岩气藏, 火山岩的分布及预测是前题。在钻井少的情况下, 利用地震信息进行火山岩分布预测便成了唯一有效的途径。这对降低深层火山岩的勘探风险、提高钻探成功率、寻找新的含气区及增加天然气的控制储量都具有十分重要的意义。

莺山断陷侏罗系火山岩具有良好的储气条件<sup>[1]</sup>。中生代断陷内发育较好的烃源岩, 烃源岩中有机质已达成熟和高成熟。断陷内区域盖层十分发育, 并且早期断裂发育。多种因素有机配合, 为断陷内形成气藏提供了有利条件。由此可见, 断陷中的侏罗系火山岩具有较好的天然气勘探前景。

## 1 火山喷发作用

莺山断陷有 6 口井钻遇侏罗系火山岩(表 1), 岩性以中、酸性为主, 属两大类: 火山熔岩和火山碎屑岩。其中火山熔岩有中性安山岩、中及酸性英安岩和酸性流纹岩, 火山碎屑岩有火山角砾岩和凝灰岩。由于中、酸性熔岩粘度较大, 流动性差, 通常呈短而厚的岩流层<sup>[2]</sup>。如双深 10 井距北部的庄深 1 井 12km, 距西部的三深 1 井 16km。双深 10 井在火石岭组钻遇安山岩 464m, 而庄深 1 井钻遇同一层位的安山岩 17m, 三深 1 井钻遇安山岩 48m; 双深 10 井在营城组钻遇流纹岩 157m, 而三深 1 井钻遇同一层位的沉积岩。再如庄深 1 井距东北部的双 14 井 10km。庄深 1 井在营城组钻遇流纹岩 134m, 双 14 井在同一层位钻遇流纹岩 37m。另外, 距双 14 井 10km 的双 16 井钻遇的地层均为沉积岩, 没有火山岩。可见, 中、酸性熔岩流动距离短, 在短距离内凝结成层, 形成的熔岩厚度大。

酸性岩浆含挥发成分较多, 喷发时常常比较强

表1 莺山断陷钻遇火山岩类型和厚度

Table 1 Thickness and types of drilled volcanic rocks in the Yingshan Fault Depression

井号	深度 /m	凝灰岩 /m	火山角砾岩 /m	流纹岩 /m	英安岩 /m	安山岩 /m	火山岩 /m
五深1井	2 048~ 2 287	105		38			143
双14井	2 135~ 2 335	4		37		3	44
庄深1井	2 090~ 3 132	353	153	134	82	17	739
三深1井	2 689~ 3 500					48	48
双深10井	2 509~ 3 500	119	22	309		464	914
双11井	1 393~ 2 305	343		487			830

烈,多为爆发式喷发<sup>[3]</sup>,因而形成的火山碎屑岩比火山熔岩分布范围广。如庄深1井距五深1井12km。在营城组地层中庄深1井钻遇火山岩厚度为317m,其中火山熔岩134m,火山碎屑岩183m;而五深1井在同一层位钻遇火山岩厚度为143m,其中火山熔岩38m,火山碎屑岩105m。可见爆发式喷发的火山碎屑岩比火山熔岩分布范围广,覆盖面积大。但火山碎屑岩在各井中的厚度变化较大,如庄深1井中凝灰岩最薄不足1m,最厚可达100多米。这说明火山喷发具有多期性,每期喷发的规模、大小不一,差异较大。

## 2 火山喷发旋回

钻井揭示的火山岩和沉积岩的地层接触关系表明,莺山断陷火山活动始于晚侏罗世火石岭组,结束于营城组。按火山活动规律和沉积地层组合关系<sup>[4]</sup>,本区火山岩划分为3个旋回,各旋回火山岩分布呈现一定的规律性:下部旋回以中性火山岩为主,中部旋回以中、酸性火山岩为主,上部旋回以酸性火山岩为主。庄深1井和双深10井三个旋回发育较全,其它井三个旋回不完整,仅出现一个或两个旋回。

下部旋回由安山岩和安山质火山碎屑岩组成,相当于晚侏罗世火石岭组地层,分布在双深10井、庄深1井和三深1井圈定的范围内。双深10井安山岩厚度较大,单层厚度最大可达200m;三深1井厚度较小,火山岩与砂砾岩互层;庄深1井安山岩与安山质火山碎屑岩互层,安山岩单层厚度最大可达50m。下部旋回以喷溢相为主。庄深1井和双深10井一带是火山活动的中心,火山岩厚度大。下部旋

回火山岩分布面积不大,旋回顶部是一套砂砾岩沉积。

中部旋回由中、酸性熔岩和火山碎屑岩组成,相当于晚侏罗世沙河子组地层,仅分布在庄深1井和双深10井圈定的范围内。庄深1井由火山角砾岩和凝灰岩频繁互层组成。火山角砾岩单层厚度一般为3~20m,最厚可达50m;凝灰岩单层厚度一般为1~10m,最厚可达20m。双深10井由中、酸性熔岩和火山碎屑岩交替互层组成。熔岩厚度一般为5~30m,最厚可达80m;火山碎屑岩厚度一般为5~20m,最厚可达40m。中部旋回以火山爆发相为主。庄深1井是火山喷发中心,双深10井中部上段也曾是火山喷发中心。中部旋回分布面积较小,旋回顶部为暗色泥岩沉积,比较稳定,易于对比。

上部旋回由流纹岩和火山碎屑岩组成,相当于晚侏罗世营城组地层,分布在五深1井、双14井、庄深1井、双深10井和双11井圈定的范围内。双11井上部旋回火山岩厚度达830m,由流纹岩和凝灰岩互层组成;双深10井上部旋回下段以流纹岩为主,中、上段为流纹岩和火山碎屑岩互层;庄深1井上部旋回下段为流纹岩,中、上段为火山碎屑岩;五深1井仅发育上部旋回,上段为厚层凝灰岩;双14井发育上部旋回,中段为流纹岩与砂砾岩,呈薄互层。由此可见,上部旋回火山岩分布范围广,面积大,以喷溢相和火山沉积相为主。其中五深1井和双14井为火山沉积相,庄深1井、双深10井和双11井为火山喷溢相。上部旋回火山活动中心由庄深1井逐渐向南迁移至双11井,形成双11井火山岩厚度较大的格局。上部旋回顶部沉积早白垩世登娄库组地层,结束了本区的火山活动。

从上述可见,莺山断陷火山岩分布在3个旋回

中差异较大。从北至南庄深 1 井、双深 10 井和双 11 井是火山岩分布带; 东北部双 14 井以沉积岩为主, 仅在营城组上部地层夹有薄层火山岩, 至双 16 井为沉积岩; 西北部五深 1 井在营城组上部地层有凝灰岩, 在凝灰岩之上沉积了凝灰质砂砾岩; 西部的三深 1 井仅在火石岭组下部地层出现火山岩, 沙河子组和营城组均为沉积岩; 东部双 11 井在火石岭组和沙河子组为沉积岩, 营城组为大套酸性火山岩。从火山岩与沉积岩的层序可以看出, 火山活动始于火石岭组时期, 结束于营城组时期。经过侏罗纪末期至白垩纪的沉积间断, 火山岩经风化剥蚀后被白垩系沉积地层覆盖, 但也有少量残留火山锥被白垩系地层披盖, 形成继承性构造高点。双 11 井 T<sub>4</sub> 和 T<sub>3</sub> 层是区内构造高点, 可推测为残留火山体。

### 3 火山岩地震反射特征

火山岩在地层中的分布虽然多种多样, 如层状、丘状、不规则状等, 但是它们与围岩有较大的物性差别, 在层面上产生较强的反射振幅, 火山岩内部具强反射, 易成亮点, 与深度关系不大。除火山岩地震反射特征有别于围岩外, 火山岩层速度也是一个重要标志。火山岩层速度比沉积岩层速度高。火山岩层速度为 4 250~ 5 400m/s, 沉积岩层速度为 3 400~ 4 500m/s, 差值为 550~ 2 000m/s。但不同井火山

岩层速度不同, 即使同一口井火山岩层速度也不相同。如双 11 井层速度介于 4 400~ 5 000m/s 之间, 而双深 10 井层速度介于 4 200~ 5 900m/s 之间, 差值较大。火山岩与围岩及火山岩内部层速度差异在地震剖面上表现出自身的形态, 反射振幅强, 顶面反射清楚。虽然本区火山岩经侏罗纪末期风化剥蚀, 多数火山岩被蚀平, 但少数仍残留火山体, 地震剖面上呈现出丘形反射。

火山喷发物堆积方式受环境影响由近火山口到远火山口分别为火山角砾岩、熔岩及凝灰岩。火山岩地震反射连续性受其影响, 在一定范围内表现出连续反射或不连续反射。大范围内火山岩岩性单一, 表现为连续反射; 岩性变化快, 单一岩性范围小, 表现为断续反射。

火山喷发物堆积在不同的地势条件下, 地震反射结构呈现不同形态。当火山岩在平坦地形堆积时, 地震反射结构呈平行层状; 当火山熔岩在具有高差地形流动时, 多期熔岩叠合在一起, 地震反射结构呈斜交或前积结构; 当火山熔岩在具有波状起伏的地形流动时, 地震反射结构呈波状; 当火山碎屑岩快速堆积时, 地震反射结构呈乱岗状。因此, 本区的地震反射结构呈现出多样性。

上述的火山岩地震反射特征在本区各井剖面中表现明显。图 1 是庄深 1 井和双深 10 井火山岩的地震反射特征。表 2 归纳了火山岩和沉积岩的地震

表 2 莺山断陷侏罗系火山岩及沉积岩地震反射特征  
Table 2 Seismic reflection features of the Jurassic volcanic and sedimentary rocks in the Yingshan Fault Depression

岩系	火山岩	沉积岩
外部形态	丘状、弧形	席状、板状
内部结构	杂乱、蠕虫状、乱岗状、继续波状、不规则状, 强反射, 低频率	成层性好, 有规律, 连续、中、高频率
顶、底面特征	顶面呈强振幅, 中、高连续, 强能量包络特征, 与沉积岩分界面清楚; 底面呈中、弱振幅, 中、低连续, 中、弱能量包络特征	顶、底界面平直, 不具包络特征
分布规律	受基底大断裂控制, 近断裂处厚度大, 向西侧变薄、尖灭, 与大断裂展布一致	受古地形控制, 大面积分布, 厚度变化不明显

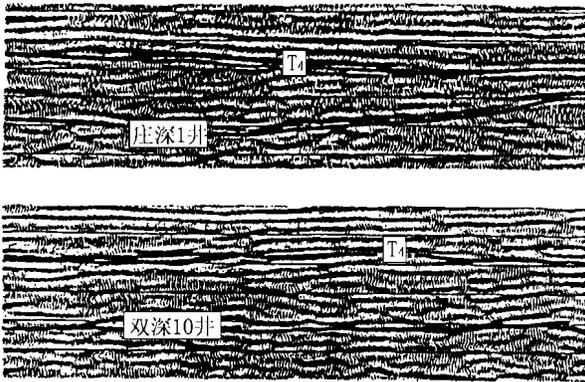


图 1 庄深 1 井及双深 10 井区火山岩反射特征  
Fig. 1 Reflection features of volcanic rocks in Zhuangshen-1 and Shuangshen-10 well fields

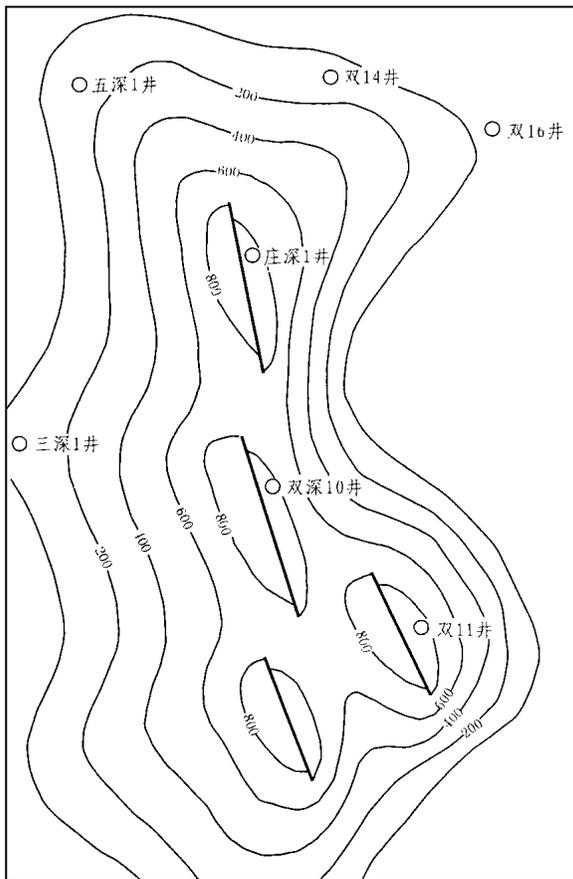


图 2 侏罗系火山岩预测图  
Fig. 2 Predicted picture of the Jurassic volcanic rocks in the Yingshan Fault Depression

## 4 火山岩分布预测

根据上述结论, 利用地震资料并结合钻井揭示的火山岩地层情况, 可进行火山岩分布预测。基本思想是: 应用火山岩与沉积岩在地震反射特征上的差异和地震信息上的不同特点, 以各井的地震剖面重点解剖火山岩在地震剖面上的形态, 识别火山岩在地震剖面上的特征, 作为预测无井区火山岩的分布依据。预测结果见图 2。

由图 2 可知, 莺山断陷火山岩分布受断裂控制呈北西向展布, 分带性明显。断裂发育区的庄深 1 井、双深 10 井及双 11 井一线火山岩厚度大, 向两侧火山岩厚度变薄、尖灭。断裂发育区火山岩厚度均在 800m 以上; 断裂不发育区, 如双 14 井火山岩厚度不足百米。远离断裂区的双 16 井仅有沉积岩, 未见火山岩。由此可见, 断裂控制火山岩分布。

## 5 结语

火山喷发具有同期性、阶段性, 形成的岩性、结构及物性具有复杂多变性。火山岩在地震反射上表现为强振幅, 断续或连续内部反射, 波状、杂乱及亚平行结构; 顶面反射呈强振幅, 丘状或亚平行结构, 波阻抗差明显。利用火山岩地震反射特征结合钻井地质揭示的火山岩情况, 可有效地对火山岩分布进行预测。莺山断陷火山岩分布受断裂控制。近断裂火山岩厚度大, 向两侧火山岩厚度递减, 规律性明显。火山活动在时空上由北向南迁移, 岩性由中性向酸性逐渐过渡, 表现出明显的分带性。

### 参考文献:

[1] 刘为付, 刘双龙, 等. 莺山断陷侏罗系火山岩储层特征[J]. 大庆石油地质与开发, 1999, (4): 9- 11.  
[2] 王德滋, 周新民. 火山岩岩石学[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 10- 25.  
[3] 李石, 王彤. 火山岩[M]. 北京: 地质出版社, 1981. 52- 55.  
[4] 邱家骧, 陶奎元, 等. 火山岩[M]. 北京: 地质出版社, 1996. 10- 19.

反射特征。从表 2 可见, 火山岩与沉积岩的地震反射特征具有明显区别: 火山岩强振幅反射, 反射频率低, 不连续、不稳定; 沉积岩中、弱振幅反射, 反射频率高, 连续、稳定。

(下转第 286 页)

氨氮含量逐渐降低。此时若对现场采集的油田水样立即用 1:1H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 进行酸化,使 pH 值在 2 以下,水中的 NH<sub>3</sub> 与 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 中的 H<sup>+</sup> 结合变成 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>,易跑掉的 NH<sub>3</sub> 就以离子状态(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) 在溶液中被固定下来,因而氨氮不会丢失。

### 3 结论

油田水中氨氮的取样,在现场直接取原样密封是行不通的,必须对原样在现场用 1:1H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 先进

行酸化,使其 pH 值小于 2,带回实验室马上进行测定。若不能马上进行测定,可将酸化样存放于 2~5℃条件下(冰箱内贮存室即可)。否则所测氨氮值偏低,不可信。

参考文献:

- [1] 日本分析化学会北海道分会. 孙铁珩, 陈铨荣, 等译. 水的分析 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1979. 236.
- [2] 地质矿产部水文地质工程地质研究所. 水的分析 [M]. 北京: 地质出版社, 1990. 44.

## COMPARISON OF ANALYTICAL RESULTS FOR TWO SAMPLING METHODS OF NITROGEN IN AMMONIA FROM OIL FIELD WATER

ZHAO Feng-san

(Department of Geology, Beijing University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** The data of nitrogen in ammonia from oil field water are very different by different sampling methods. If samples was preprocessed by 1:1H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, the analytical results were much higher than the value of samples without preprocessing.

**Key words:** oil field water; sampling method; nitrogen in ammonia

(上接第 259 页)

## SEISMIC REFLECTION FEATURES AND DISTRIBUTION LAW OF VOLCANIC ROCKS IN THE YINGSHAN FAULT DEPRESSION OF THE SONGLIAO BASIN

LIU Wei-fu<sup>1</sup>, SUN Li-xin<sup>2</sup>, LIU Shuang-long<sup>2</sup>

(1. Daqing Petroleum College, Anda, Heilongjiang 151400, China;

2. Well Testing Company, Daqing Bureau of Petroleum Administration, Daqing, Heilongjiang 163412, China)

**Abstract:** Commercial gas stream has been discovered in the Jurassic volcanic rocks of the Yingshan Fault Depression. Deep volcanic rocks then become another target stratum for hydrocarbon exploration in the Songliao Basin. To predict the distribution of volcanic rocks by seismic information is an only effective way to find out gas reservoirs in volcanic rocks when with few drilling wells. By use of seismic data and combined with the geology of drilling wells, the distribution of volcanic rocks can be studied. The distributive range and thickness of volcanic rocks can be predicted by their seismic reflection features, and the distributive law can be analysed by strata whose geology is revealed through well drilling. Therefore the formation and distribution of volcanic rocks can be understood. This has very important significance for the gas reservoir research of the Jurassic volcanic rocks in the Yingshan Fault Depression of the Songliao Basin.

**Key words:** seismic reflection features; distributive law; volcanic rocks; the Jurassic; the Yingshan Fault Depression; the Songliao Basin