

苏北盆地闵北地区阜宁组一、二段 火山岩的储集特征

冀国盛¹, 戴俊生¹, 马欣本², 王志云²

(1. 石油大学, 山东东营 257061; 2. 江苏油田管理局采油二厂, 江苏金湖 211600)

摘要: 苏北盆地金湖凹陷闵北地区火山岩储集空间主要有原生孔隙和次生孔隙两类, 原生孔隙包括粒间孔、晶间孔、气孔及原生节理, 是在火山岩堆积、成岩时形成的, 原生孔隙多处于孤立分布的状态, 并且又多被充填。次生孔隙包括粒内溶孔、溶蚀孔、缝、洞等, 是火山岩成岩之后, 因风化、淋滤、溶蚀及构造应力作用形成, 次生孔隙能大大改善储集性能, 尤其是构造节理, 对孤立分布的原生孔隙起到了很好的连通作用。通过对火山岩孔、渗测井曲线分析对比发现, 在剖面上, 一个岩流单元的孔、渗值由下往上呈变大的趋势; 岩流组的孔、渗变化特点与岩流单元一致或表现为这一规律的若干次重复; 研究区东西向孔、渗值变化较大, 南北向相对平稳。阜宁组一段的 VI-XI 及阜二段的 III 岩流组储集性能较好。

关键词: 火山岩; 原生孔隙; 次生孔隙; 岩流单元; 岩流组

第一作者简介: 冀国盛, 男, 41 岁, 副教授, 石油地质

中图分类号: P618.130.2⁺1 **文献标识码:** A

苏北盆地从上白垩统的泰州组至上第三系盐城群发育有多套火山岩, 可划分为泰州组火山活动旋回、阜宁组火山活动旋回、三垛-戴南组火山活动旋回以及盐城群火山活动旋回等。阜宁组火山活动旋回可进一步划分为 4 个亚旋回, 它们分别对应于阜宁组的一段、二段、三段和四段。阜宁组火山岩主要分布于阜宁组一、二段, 阜宁组三、四段仅零星分布^{*}。

闵桥地区火山活动主要表现为基性溶岩的喷溢作用, 火山岩体由多次喷溢作用堆积而成, 构成了盾形火山锥地貌^{**}。一次熔岩溢流构成的一个冷却单元称之为一个岩流单元。岩流单元的厚度变化较大, 从不足 1 m 到 12.6 m 不等。岩流组由一个或多个岩流单元组成, 代表基本同期的若干岩流单元的叠合。该区火山岩分布具有东厚西薄的楔状特点, 由东向西可划分为近火山口相带、过渡相带和远火山口相带。研究区火山岩体主要位于过渡相带和远火山口相带。

依据火山岩的岩性、电性以及岩石化学等特

征将闵北地区阜宁组一、二段火山岩地层划分为岩流单元、岩流组、亚旋回等不同的单元。一个火山活动旋回一般由若干次亚旋回组成, 一个亚旋回就代表了火山活动过程中最长的一次间断, 它可由一个或若干个岩流组构成。本次研究的层位是阜一、二段火山岩, 它们对应于阜宁组火山活动旋回中的第 I、II 亚旋回。岩流组由一个或多个岩流单元组成, 代表基本同期的若干岩流单元的叠合, 其中阜宁组二段火山岩划分出 3 个岩流组 (I、II、III), 阜宁组一段火山岩划分出 10 个岩流组 (IV 至 XIII)。

1 储集空间类型

通过岩芯描述、显微镜下的观察以及电镜扫描的观测, 发现该区火山岩储集空间有多种类型, 它们可分为原生孔隙和次生孔隙两大类^[1]。

1.1 原生孔隙

原生孔隙生成于火山岩堆积、成岩之时, 可分为原生孔隙和原生节理, 前者包括粒间孔、晶间孔、气孔等, 后者有柱状节理、层状节理之分。

气孔在该区火山岩中广泛发育, 主要发育于岩流单元的上部和底部, 其中部分气孔为后来碳酸盐、粘土等物质所充填, 形态有不规则的长条状、近椭圆或近圆状, 大小一般为 0.5 cm 左右,

* 华东石油地质局研究大队. 苏北盆地新生代玄武质岩石的分布规律及其油气聚集的关系(研究报告). 1986

** 江苏油田勘探局地质科学研究院. 金湖凹陷闵桥及邻区阜宁组火山岩分布(研究报告). 1993

收稿日期: 2001-11-02

个别孔径可达4 cm, 呈未充填或半充填, 与孔、缝相连者, 含油性好。

粒间孔为火山碎屑颗粒堆积留下的孔隙, 主要发育于火山碎屑岩中。粒间孔很少被后来物质所充填, 多与孔、缝相连, 含油性好。

晶间孔发育于火山碎屑岩中并分布于起胶结作用的自生矿物晶体之间, 如石英胶结物中的晶间孔。这一类孔隙很少被它物充填, 其含油性取决于它与洞缝是否相连。

原生节理则因熔岩冷却收缩而产生, 原生节理多分布于岩流单元中、下部, 一般为它物所充填, 含油性差。该区火山岩发育垂直于熔岩面的柱状节理和近于平行的层状节理。

1.2 次生孔隙

次生孔隙形成于火山岩成岩之后, 由风化、淋滤、溶蚀以及构造应力等作用所产生。它可分为次生溶蚀孔和次生节理两类, 前者如粒内溶孔、溶蚀孔、缝、洞等; 后者包括了构造节理、风化裂隙等。

粒内溶孔包括火山玻璃、杏仁等遭受部分淋滤溶蚀产生的溶蚀孔。该类溶孔主要分布于岩流单元中上部, 呈半充填, 与洞、缝相连, 含油性好。

溶蚀孔、缝、洞是由风化、淋滤、溶蚀作用产生或扩展的孔隙或节理缝, 主要分布于岩流单元上部和火山碎屑岩之中。它包括粒间孔溶蚀扩大形成的溶蚀孔、缝、洞以及节理充填物因淋滤、溶蚀作用产生的溶蚀缝等, 多沿构造节理带发育, 呈未-半充填, 含油性好。

构造节理以节理面平直、规律性的排列为特点与原生节理相区别, 发育广泛, 平均裂缝密度5.2条/m。岩芯中可见到高角度的雁列式张裂缝和低角度的微裂缝, 不同时期的节理相互切割, 部分节理呈未-半充填, 含油性好; 部分节理呈全-半充填, 不含油。

风化裂隙发育于岩流单元顶部, 多沿构造节理或原生节理扩展而成, 它呈上宽下窄的楔状并多为沉积物所充填, 不含油。

总之, 该区火山岩原生孔隙较发育, 但多处于孤立分散的状态, 并且又多被它物所充填; 后来发生的风化、淋滤作用以及构造作用等产生的

次生孔隙极大地改善了其储集性能, 尤其是构造节理将孤立分布的原生孔隙串联成一体, 起到了桥梁的作用。因此, 构造节理对火山岩储集性能的改善起到关键的作用。

2 孔渗变化规律

前人对闵桥地区火山岩的孔隙度、渗透率做过大量的测试工作, 指出气孔、杏仁状玄武岩、致密玄武岩的平均孔隙度分别为14.8%、6.2%。在此基础上, 本次研究通过对32口井孔、渗测井资料的分析与对比, 研究了该区火山岩孔、渗变化规律, 为油田进一步开发提供参考。

2.1 剖面

由于本区火山岩绝对渗透率测井曲线与孔隙度测井曲线存在着对应关系, 故以下仅讨论孔隙度测井曲线的变化规律。

岩流单元结构中上部气孔、杏仁状玄武岩和下部致密玄武岩结构为常见, 其代表性的孔隙度测井曲线的变化如图1A所示。孔隙度值往上呈变大之趋势, 说明上部气孔、杏仁状玄武岩的孔隙度一般比中下部致密玄武岩要大, 与样品测试的结果一致。倘若岩流单元上部遭受较强风化、淋滤作用, 其孔隙度还会进一步提高并对其下岩石的孔、渗测井曲线产生不同程度的影响。

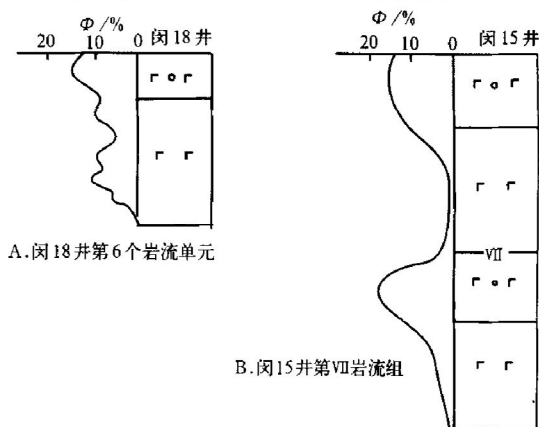


图1 单井岩流单元、岩流组孔隙度测井曲线的变化示意图

Fig. 1 Diagram showing logging curve variations of porosity for rock flow unit, rock flow group of single well

由于岩流单元内存在孔、渗往上变好的规律, 决定了由它构成的岩流组其孔、渗变化也呈现一定的规律性。由单一岩流单元构成的岩流组, 其孔、渗变化特点与岩流单元一致; 由若干个岩流单元构成的岩流组, 其孔、渗变化特点则显出

若干次重复(图1B)。但这一变化规律在风化、淋滤作用以及火山碎屑岩含量等因素的影响下会发生变化。如这一规律在闵15井阜宁组一段下部表现比较清楚,而在其顶部和阜宁组二段中则显现不清。其原因是阜宁组一段顶部第IV岩流组由于曾遭受过长期的风化、淋滤作用,其孔、渗特性已发生了明显的改善,导致其孔隙度在某一高值附近波动;而阜宁组二段岩流组孔隙度曲线变化偏离上述规律的原因主要与火山碎屑岩夹层增多,厚度变大有关。

2.2 平面

在该区火山岩岩流组进行划分与对比的基础上,通过对贯穿该区东西和南北各两条剖面进行井间岩流组孔隙度测井曲线对比,可以了解该区岩流组孔、渗变化的特点(图2,3)。从图2可

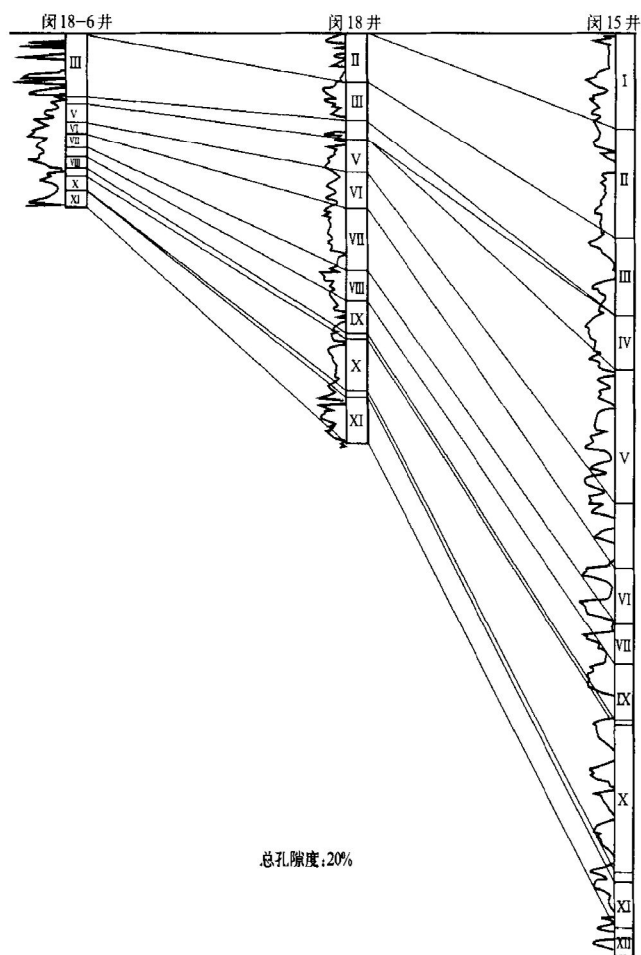


图2 东西向井间岩流组孔隙度测井曲线剖面对比图

Fig. 2 Correlation diagram indicating well log curve profiles of porosity for rock flow group between east and west well

以看出岩流组孔隙度测井曲线变化的规律由东向西逐渐模糊不清,闵18井阜宁组二段的岩流组还可见到上述的变化规律,而其下的阜宁组一段岩

流组孔隙度曲线变化特点已发生变化,主要表现为孔隙度在某一数值的附近发生变动,闵18-6井的情况与闵18井相似。造成这种情况的原因可能与岩流组中气孔,杏仁状玄武岩所占比例的增加(如阜宁组二段岩流组中气孔,杏仁状玄武岩百分含量由东部的22.8%向西增加到42%),或与岩流组顶面遭受更长时期的风化、淋滤作用,或与其厚度变薄等因素有关。总之,由东向西火山岩孔隙度变化的幅度减小,稳定性逐渐变好,而该区南北向岩流组孔隙度变化特征则具有相似性(图3),这与该方向上岩流的厚度、火山碎屑岩的含量等变化不大有关。

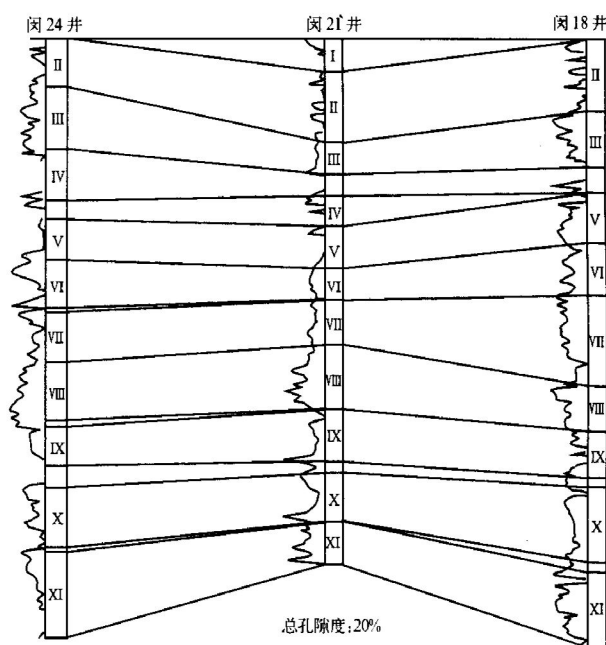


图3 南北向井间岩流组孔隙度测井曲线剖面对比图

Fig. 3 Correlation diagram indicating well log curve profiles of porosity for rock flow group between south and north well

通过岩流组孔隙度测井曲线的分析与对比,认为该区火山岩孔、渗的变化有如下规律:东西向火山岩孔、渗的变化较大,而南北向则相对平稳;阜宁组二段第II岩流组、阜宁组一段第VI至第XI岩流组的储集性能较好;该区中部火山岩为较有利的储集地段。

参考文献

- 1 陈丽华,姜再兴. 储层实验测试技术[M]. 山东东营:石油大学出版社,1994

RESERVOIR CHARACTERISTICS FOR VOLCANIC ROCKS FROM MEMBER I, II OF FUNING FORMATION IN NORTHERN MINBEI REGION IN SUBEI BASIN

Ji Guosheng¹ Dai Junsheng¹ Ma Xinben² Wang Zhiyun²

(1 University of . Petroleum , Dongying, Shandong;

2. No. 2 Oil Recovery Plant of Jiangsu Oilfield Administration Bureau, Jintu, Jiangsu)

Abstract: There are mainly two types of pores (primary and secondary) in the space of volcanic rock reservoirs in northern Mingqiao region of Jinhu depression in Subei basin. The primary pores consisting of intergranular pores, intercrystalline pores, gas pores and primary joints were formed during the accumulation of volcanic rocks and diagenesis. The distribution of the primary pores are mostly isolated and filled. The secondary pores including intra-particle dissolution pores, dissolution pores, seams and caves etc. were formed after the diagenesis of volcanic rocks caused by the effects of weathering, leaching, dissolution and structural stress. The secondary pores can improve reservoir quality greatly especially for structural joints and play very good rule in communicating isolated primary pores. The ratios of porosity and permeability of a rock flow unit in the profile are observed to have a trend of being enlarged gradually from downwards to upwards by analyzing volcanic rock porosity and well log of permeability. Variations of porosity and permeability in a rock flow group correspond to these in a rock flow unit or reveal several repetitions of the same regularity above. The ratio variations of porosity and permeability of east–west in the study area are quite big while ratio variations of south–north are relatively stable. Reservoir qualities of VII–XI rock flow group in 1st member of Funing formation and III rock flow group in 2nd member of Funing Formation are quite good.

Key words: volcanic rock; primary porosity; secondary porosity; rock flow unit; rock flow group

(上接第 288 页)

but also in sedimentary layers in the fault subsidence basins; Space of the reservoir are observed to be primary bubble pores, amygdale interior pores, secondary phenocryst solution pores, matrix dissolution pores, structural solution fissures. Pore structural assemblies are discovered to be pore structures made up of unitary fissures, phenocryst solution pores and fissure assemblies. Three stages can be divided in terms of origin namely; primary bubble pores formed in the period of overflow eruption, secondary pores originated by the process of weathering eluviation in the period of eruption intermittent and diagenesis and structure effects in the burial process. Fissures are key factors for the improvement of property of volcanic rock reservoir, diagenesis either intensified secondary pore fillings or intensified the formation of solution fissures, compaction has no an effect on the reservoir property. Relatively independent distribution of volcanic rocks in hydrocarbon source rocks make it possible for them to have exceptional advantages for the formation of reservoir, tectonic movements and deuterio weathering–erosions are main factors for controlling property of the reservoir, development of fractures controls the distribution of gas reservoir.

Key words: Songliao basin; Mesozoic; volcanic rock reservoir; gas reservoir; characteristic; controlling effect