

文章编号: 1001-6112(1999)04-0324-04

# 火成岩油气藏分类初探

肖尚斌 姜在兴 操应长 邱隆伟

(石油大学石油资源科学系, 山东东营 257062)

**摘要:** 本文在对渤海湾盆地新生代火成岩分布、已发现火成岩油气藏特征研究的基础上, 根据构造演化、火成岩分布、岩浆活动的特点, 将盆地新生代岩浆活动史划分为两大旋回, 并将火成岩油气藏分为抬升淋滤型、埋藏溶蚀型、构造裂缝型、火山碎屑岩型、火成岩体侧向遮挡型、接触变质型和超覆披覆型等 7 类。在此基础上, 结合实例详细探讨了各类油气藏在地层剖面中所处的位置以及其岩性特点、储层物性特征等。

**关键词:** 火成岩; 油气藏; 分类; 渤海湾盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

目前, 对于火成岩及相关油气藏的分类尚无完整、系统的分类方案。随着油气勘探开发工作的进行和开发程度的提高, 越来越多的火成岩及相关油气藏被揭示, 因此迫切需要对火成岩油气藏进行系统分类。

## 1 分类要求

未受改造的玄武岩虽然原生气孔发育, 但其气孔大多是相互分离的, 所以渗透性差。辉绿岩受到构造运动和溶蚀溶解等的改造, 同样能成为好的储层。火成岩的形成和分布集中受构造因素(包括断裂分布和活动状况、古地貌等)的控制, 火成岩体形成之后还受到断裂活动、构造抬升、风化剥蚀、蚀变溶蚀等一系列事件的影响, 所以分类必须能够体现构造成因和构造位置。由于能作为储层的火成岩其储集物性(特别是渗透性)大多经受了次生改造, 这其中裂缝起着重要的作用。而裂缝的发育既与构造活动的性质有关, 又与火成岩体所处的构造位置相关。我们认为, 火成岩及其相关油气藏的分类应能综合反映构造成因、构造位置、储集空间的性质和类型等特点, 同时能够为勘探提供指导意义。

基于上述分类要求, 为了便于阐述, 本文先简要介绍笔者对渤海湾盆地岩浆旋回的划分, 然后介绍

我们的分类方案。

## 2 划分岩浆旋回的依据

### 2.1 构造演化

对于不同的大地构造环境, 岩浆的化学成分、性质等也各不相同; 盆地的构造演化反映着岩浆的活动规律。渤海湾裂谷盆地在新生代的构造演化经历了早第三纪的断陷和晚第三纪的拗陷两个发展阶段。前者以断裂发育为特征, 盆地内部发育极不均衡; 后者表现为盆地相对稳定的整体沉降。早、晚第三纪间的东营运动在盆地内形成了广泛的区域性角度不整合。

### 2.2 岩浆活动强度和方式

岩浆活动的结果表现为在每一旋回的早期火成岩分布广泛, 面积和厚度大, 以裂隙式喷发为主; 而晚期岩浆活动变弱, 表现为以中心式喷发占优势, 火山岩分布相对局限、厚度薄。

由于构造演化和发展的复杂性, 导致了旋回内部岩浆活动的多期性。每一期岩浆活动的演化同样表现为由强变弱的趋势。早期除了溢流相玄武岩和次火山岩相辉绿岩外, 还具喷发相的火山角砾岩和凝灰岩; 晚期岩浆作用减弱, 表现为次火山相相对发育, 其次为溢流相, 而少见火山碎屑岩。

收稿日期: 1998-11-02; 修订日期: 1999-08-10.

基金项目: 本文为中国石油天然气集团公司“九五”科技攻关项目“渤海湾盆地第三系火成岩油气藏研究”(970206-02-01-08)的部分成果。

作者简介: 肖尚斌(1970-), 男, 湖北钟祥人, 硕士, 讲师, 主要从事储层地质学与油藏描述的教学与科研工作。

## 2.3 岩浆旋回划分

基于上述要求,以盆地的构造演化、火成岩分布、岩浆活动特点分析为基础,我们将本区新生代岩浆活动史划分为两大旋回:早第三纪华北 I 幕旋回和晚第三纪-第四纪华北 II 幕旋回。第一旋回岩浆活动孔店组和房身泡组时期在全盆地范围内表现都很突出,为第三纪以断裂为主的构造活动最强烈的时期,大断裂的剧烈活动造成了沿其呈裂隙式喷发而广泛分布的火成岩;旋回晚期随着断裂由整体活动性变为局部性,岩浆活动逐渐演变为以中心式喷发和侵入为主。由于构造活动的迁移性,第二旋回岩浆活动以黄骅坳陷和辽河坳陷(以及渤中坳陷)为特征:馆陶组岩浆以裂隙式喷发为主,火成岩大面积分布;明化镇组火成岩分布反映中心式活动的特点,分布零星。

由于渤海湾盆地在早第三纪的构造演化发生了两次较大的抬升,在盆地内形成了两个区域性的不整合,它们是:沙四与沙三、沙二与沙一。同时考虑到岩浆活动的性质和分布等,将第一旋回(华北 I 幕)划分为 3 期:孔店(房身泡)-沙四、沙三-沙二及沙一-东营。同样将第二旋回(华北 II 幕)划分为晚第三纪和第四纪两期。旋回内部各期的早、晚岩浆活动形式有所不同,主要表现为早期岩浆能量大、活动剧烈,以喷发作用为主,岩石类型上除溢流相玄武岩外还具火山碎屑岩;晚期岩浆活动较弱,以侵入作用为主,少见火山碎屑岩相。

## 3 火成岩油气藏分类研究

笔者结合渤海湾盆地的构造演化、岩浆演化及已发现油气藏的特点,提出了如下的分类方案。

### 3.1 抬升淋滤型

该类油气藏构造上位于不整合面之下,处于各构造旋回及岩浆旋回期的晚期。渤海湾盆地在第三纪的演化经过了三次区域性的抬升,即华北运动 I 幕(沙三末期)、济阳幕(沙二末期)和华北运动 II 幕(东营末期)<sup>[1]</sup>。三次区域性的抬升造成了盆地内地层的剥蚀以及不整合的广泛存在,以后两期表现更为明显和强烈、剥蚀量更大。由于地表情况下火成岩不稳定,容易发生溶解和溶蚀作用,特别是对原生孔隙和裂缝发育者,火成岩的物性可得到较大程度的改善,形成好的储层。受地貌、岩性等条件的影响,火成岩的剥蚀作用可形成不同规模的地貌,如起伏不大的残丘或规模较大的古潜山(图 1)。

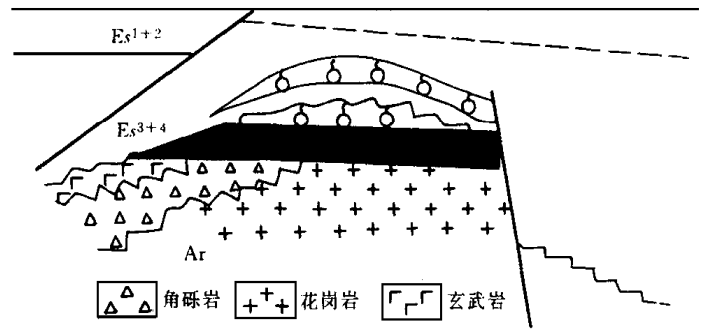


图 1 辽河坳陷兴隆台古潜山油藏

Fig. 1 Oil buried hill reservoir in the Xinglongtai of the Liaohe Depression

盆地内此种形式的油气藏中,火成岩主要为溢流相的玄武岩。根据火成岩体所处的产状和构造位置,又可划分出两类:一类是陆上喷发的玄武岩因风化、淋滤等作用,物性得到改善而形成的储层;另一类是早期火成岩为断层所切割,处于断层上升盘的火成岩遭受风化作用(抬升幅度大者也可使下降盘遭受风化)而形成的火成岩储集层。

### 3.2 埋藏溶蚀型

该类油气藏位于各构造旋回及岩浆旋回期的内部,上下远离不整合面。此种类型油气藏的形成大多与断层有关,原因是:与断裂作用相伴随的裂缝既增加了储集空间,又使得如玄武岩所具有的原始孔隙相互连通;④断层的活动使得大气淡水变得较为活跃,加快和加深了火成岩的溶解溶蚀程度;④断层可作为油气运移的通道。

该类油气藏的储集空间为孔隙-裂缝型。孔隙主要是各种溶蚀空间;裂缝有多种成因,越靠近断层裂缝越发育。

夏 38 井区辉绿岩体侵入到  $Es^3$  地层中,南高北低,相差达 600m(图 2)。储集空间为各种溶蚀空间和发育的裂缝,溶蚀作用可能与辉绿岩体的产状及

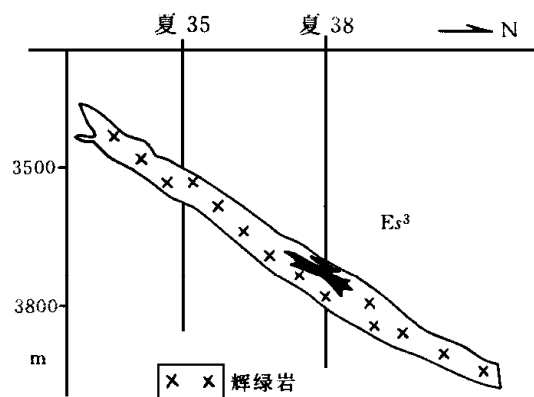


图 2 夏 38 井区油藏地质剖面图

Fig. 2 Geological profiles of the reservoir in Xia-38 well district

表 1 夏 38 井火成岩试油成果  
Table 1 Testing results of Xia-38  
igneous rock reservoir

辉绿岩段 (m)	试油井段 (m)	方式	日产量(m <sup>3</sup> )		
			油	气	水
3822~3878	3822~3854	酸压	16.0	0	0
		油嘴	20.0	0	0
	3849~3854	酸后抽	7.47	0	1.2

形态有关。该井区仅有夏 38 井试油, 试油成果如下(表 1)。

### 3.3 构造裂缝型

此种类型的油气藏位于断裂带的附近或为断层所贯穿, 以构造裂缝为主要的储集空间, 此处不包括储层为火山碎屑岩的类型。油气藏大多为统一的油气水系统, 储层物性好, 地层压力高, 多为高产油气藏。

惠民凹陷商 74-1 块沙三段油藏属此类型(图 3)。火成岩体发育于沙三段生油岩之中。油源充足、封堵条件优越, 加上裂缝(高角度缝、垂直缝及水平缝)发育(个别井段见溶、气孔的存在)且多数未被充填, 是该火成岩体成藏的主要条件。沙三中段火成岩井段 3349.5~3475.8m, 厚 137m, 解释油层 53.5m/3 层。射开 3413~3424m, 11m/层, 日产油 71t, 水 0.1t, 累计产油 894t。

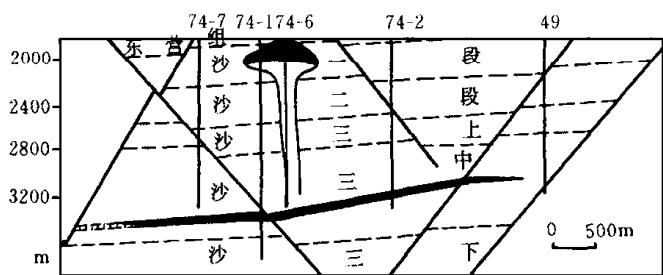


图 3 商 74-7—商 49 井油藏剖面图

Fig. 3 Geological profiles of the reservoir in Shang 74-7—Shang 49 wells

### 3.4 火山碎屑岩型

该类油气藏位于各构造旋回的初期, 为岩浆作用强烈、火山喷发的产物, 主要包括火山碎屑角砾岩、凝灰岩。当岩浆流速快、能量高时, 携带粗岩屑、大块溶浆团冲出火山口形成火山碎屑角砾岩; 反之, 当岩浆能量相对较弱时, 主要为细的火山碎屑物质喷发, 构成凝灰岩, 横向上与玄武岩相邻。

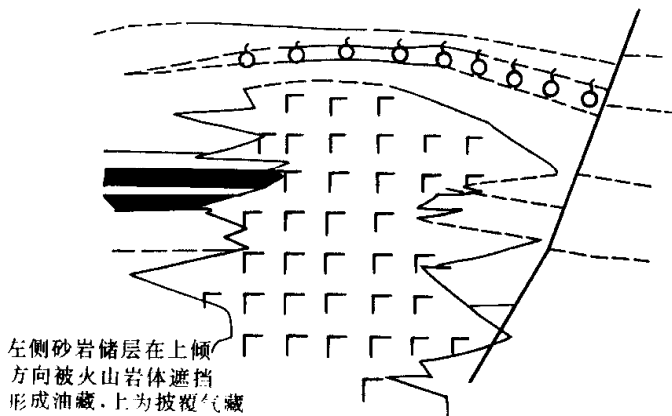
火山角砾岩反映了高能的岩浆喷发作用, 包括火山弹在内的各种形状和大小的火山碎屑富含大量的原生孔缝, 如气孔、晶内缝、收缩缝等。

惠民凹陷商 74-1 井沙一段油藏(图 3)属此类型, 储集空间以原生孔隙和溶孔为主。斯伦贝谢电测火成岩井段 1960~2020m, 厚 60m, 解释油层 58.6 m/3 层。

凝灰岩因岩性细而原生孔隙不发育、物性较差, 因而以凝灰岩作为储层的油气藏往往发育在断裂带附近, 储集空间主要为构造成因的裂缝及次生的孔缝, 包括岩断裂带大气淡水淋滤作用及其它成岩溶解溶蚀作用形成的溶孔和裂缝的进一步被加宽。南堡凹陷北 12x1 井油藏属此类型。

### 3.5 火成岩体侧向遮挡型

该类油气藏位于火成岩体的一侧。火成岩可以是玄武岩, 也可以是辉绿岩。若是玄武岩, 则形成砂岩的上倾尖灭(图 4); 对辉绿岩来说, 则形成刺穿接触遮挡。作为侧向遮挡的火成岩体, 其形成应在盆地内主要的油气排除及运移期之前。



左侧砂岩储层在上倾方向被火山岩体遮挡形成油藏, 上为披覆气藏

图 4 辽河拗陷红 5 井火山岩侧向遮挡油藏及披覆气藏

Fig. 4 Lateral-screening oil reservoir and draping gas reservoir of volcanic rocks in the Hong-5 well of the Liaohe Depression

### 3.6 接触变质型

与侵入岩体直接接触的上下地层在高温作用下发生变质形成该类油气藏。根据油气藏储层性质的不同, 又可分为两类: 火成岩-板岩复合储层油气藏和板岩储层油气藏。

当岩浆侵入到泥岩地层时围岩发生烘烤变质, 形成一定宽度的烘烤变质带。因变质程度的不同, 可形成斑点板岩和变质泥岩。高温烘烤使泥岩失水形成收缩缝, 加上侵入体的上隆作用, 构成了网状裂缝系统。廊固凹陷中岔口安 40 井油藏(图 5)就属板岩

油藏,其试油成果见下表(表2)。

曹家务油藏以斑点板岩和裂缝发育的火成岩作为共同储层,属火成岩-板岩复合储层油气藏。岩心观察表明,辉绿岩中裂缝与板岩微裂缝相互沟通,构成了统一的储集系统。曹5井于3616.1~3673.1m射开55.5m/3层,酸化前日产油0.37t,气0.57m<sup>3</sup>;二次酸化后,日产油18.3t,气59,170m<sup>3</sup>。

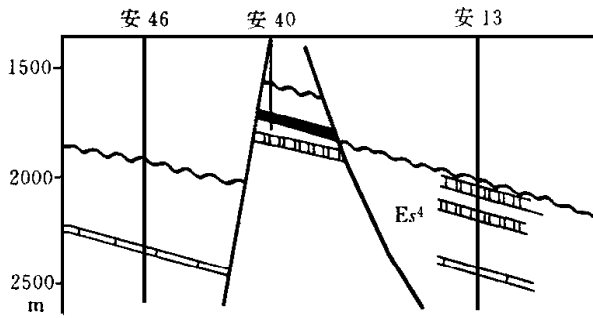


图5 冀中坳陷中岔口安40井辉绿岩接触变质岩油藏

Fig. 5 Contact-metamorphic reservoir of diabase in the An-40 well, Zhongchakou of the Jizhong Depression

表2 安40井试油成果表

Table 2 Testing results of An-40 well

井段(m)	射开厚度 (m/层)	日产量			累计 产油(t)
		油(t)	气(m <sup>3</sup> )	水(m <sup>3</sup> )	
1742.0~1753.4	11.4	5.77	0	0	28.42
1723.0~1733.4	10.4	9.28	0	0	45.01

### 3.7 超覆披覆型

在该类油气藏中,因岩浆喷发作用而形成的火成岩构成局部范围的隆起,或先期的火成岩剥蚀残余形成残丘,后期的正常碎屑沉积披覆、超覆其上而形成同沉积背斜,背斜的顶部沉积物物性好于翼部或形成砂体尖灭(图4)

在上述7种与火成岩相关的油气藏中,抬升淋滤型和构造裂缝型的物性相对较好,油气藏规模大、压力高,内部往往具统一的油气水系统。但抬升淋滤型较少见,故而认为构造裂缝型(包括以裂缝作为主要储集空间的火山碎屑岩型)是勘探的优选目标。埋藏溶蚀型较为常见,但作为储层的火成岩体物性变化大,而且油气水系统往往不统一,给勘探和开发工作带来困难。其它几种类型的油气藏则要少见些。

## 4 结论

本文结合渤海湾盆地的构造特征、岩浆演化,已发现火成岩油气藏的性质和特点等,提出了一个初步的、较为系统的分类方案,以期对研究和勘探工作提供帮助。

### 参考文献:

- [1] 漆家福,张一伟,陆克政. 渤海湾盆地新生代裂陷盆地的伸展模式及其动力学过程[J]. 石油实验地质, 1995, (4): 316~322.

# A PRELIMINARY APPROACH TO THE CLASSIFICATION OF OIL AND GAS RESERVOIRS IN IGNEOUS ROCKS

XIAO Shang-bin, JIANG Zai-xing, CAO Ying-chang, QIU Long-wei

(Department of Petroleum Resource Sciences, University of Petroleum, Dongying, Shandong 257062, China)

**Abstract:** Based on the study of characteristics for the Cenozoic igneous rock distribution and discovered oil and gas reservoirs in igneous rocks in the Bohaiwan Basin and according to the analysis of features for tectonic evolution, igneous rock distribution and magmatic activity in this paper, the history of the Cenozoic magmatic activity in the basin is divided into two cycles, and the oil and gas reservoirs in igneous rocks are classified as uplifting-leaching, burying-dissolution, tectonic fracture, pyroclastic rock, igneous rock body lateral-screening, contact-metamorphic and overlapping-draping seven types. On this basis, the location in stratigraphic sections, lithological features and physical property characteristics of each type oil and gas reservoirs are discussed in detail combined with examples.

**Key words:** igneous rocks; oil and gas reservoirs; classification; the Bohaiwan Basin