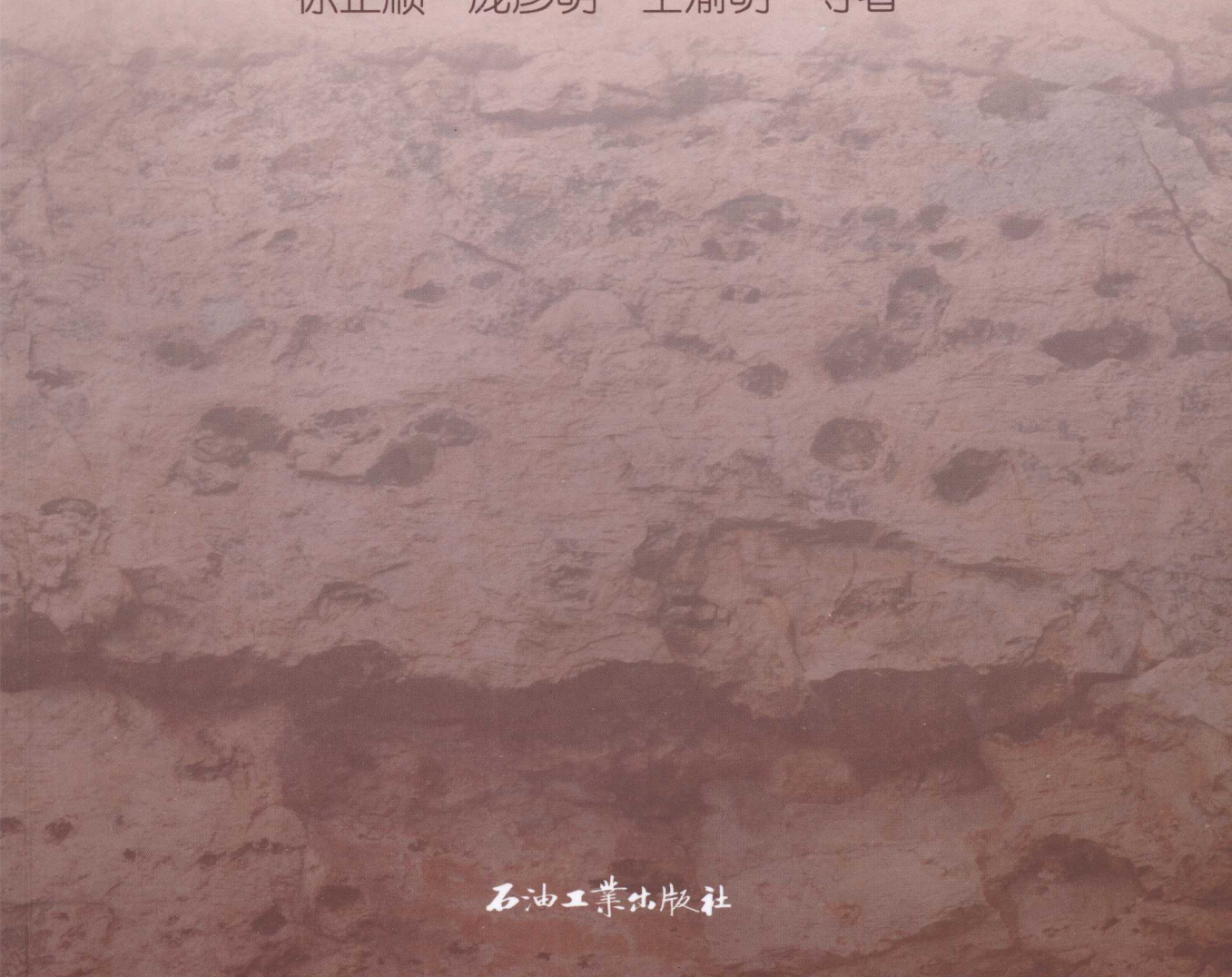




HUOSHANYAN QICANG KAIFA JISHU

火山岩气藏开发技术

——徐正顺 庞彦明 王渝明 等著——



石油工业出版社

火山岩气藏开发技术

徐正顺 庞彦明 王渝明 等著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书针对在火山岩气藏开发中遇到的问题,以大庆火山岩气藏开发为实例,系统总结了矿场经验和火山岩气藏开发技术。内容包括国内外火山岩油气藏开发现状和大庆火山岩气藏精细描述、火山岩气藏开发设计及压裂工艺等方面的技术、方法和认识,为今后火山岩油气藏开发提供了宝贵的经验和技术指导。

本书可供从事气田开发的科技人员及高等院校有关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

火山岩气藏开发技术/徐正顺,庞彦明,王渝明等著.
北京:石油工业出版社,2010.3
ISBN 978-7-5021-7610-5

I. 火……

II. ①徐…②庞…③王…

III. 火山岩-岩性油气藏-气田开发

IV. TE37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 003828 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网址:www.petropub.com.cn

发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:保定彩虹印刷有限公司

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:20.75 插页:1

字数:528 千字 印数:1—2000 册

定价:120.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

序

随着国民经济的持续稳定增长,天然气作为一种清洁能源,需求日益增加。我国天然气工业已进入快速发展阶段,近几年,在多个地区发现了储量超 1000 亿立方米的火山岩气藏。火山岩气藏开发技术作为新的领域,也越来越受到关注。

《火山岩气藏开发技术》一书针对火山岩气藏开发技术难点和气田开发实际需要,系统介绍了国内外火山岩油气藏开发现状和火山岩气藏精细描述、开发设计及压裂工艺等方面的技术、方法。

该书内容丰富。既有国内外火山岩油气藏开发情况的介绍,又有大庆火山岩气藏开发技术成果的详细介绍;既有矿场的大庆火山岩气藏开发实例,又有火山岩气藏开发的理论、方法和认识;既有火山岩气藏地质、气藏工程方面的内容,又有采气工艺方面的内容。

该书指导性较强。针对火山岩油气藏开发的特殊性和难点,以大规模火山岩露头勘测、系统的全井段取心、全直径岩心实验分析和系统的试气试采等资料为基础,开展了火山岩储层岩性岩相、微观结构、渗流规律、产能评价、开发设计、工艺措施等方面的研究,取得了一批有价值的成果,这些成果对火山岩油气藏开发具有指导作用。

《火山岩气藏开发技术》一书的出版,是一个惊喜。它是目前世界上少有的关于火山岩气藏开发技术方面的书籍,它也代表当今火山岩气藏开发技术方面的研究水平,将会对今后火山岩气藏开发提供借鉴作用,对推进火山岩气藏开发进程具有重要的意义。

希望广大石油科技工作者能够从该书中得到启示,不断提高技术水平和工作能力,为我国天然气工业的发展做出更大的贡献。



2009 年 11 月

前 言

火山岩作为一种特殊的油气储层类型越来越受到人们的关注与重视,目前国内外发现并投入开发的火山岩油气藏较少,整体研究程度较低。松辽盆地北部徐深1井火山岩储层获得高产工业气流,拉开了大庆徐深气田的勘探开发序幕。为了加快对火山岩气藏的研究认识,开展了开发评价井钻井、密井网解剖、全井段系统取心与物理实验分析、三维地震资料精细处理解释、系统的试气试采等大量的开发前期评价工作。在2005年提交探明储量的同时,完成了国内第一个火山岩气藏的初步开发方案设计,实现火山岩气藏的有效开发。

由于火山岩的发育受岩浆性质、喷发活动和模式的影响,岩性、岩相类型多变,再加上后期经历多期的构造作用阶段和成岩作用阶段,致使火山岩储层的储集空间类型、孔隙结构和裂缝发育十分复杂,储层的非均质性极强,有效储层预测十分困难,火山岩气藏渗流机理极其复杂,目前火山岩气藏的开发仍然是一项世界级的难题。几年来,在中国石油天然气股份有限公司的大力支持下,大庆油田有限责任公司与中国石油勘探开发研究院及国内各大学的专家教授开展联合攻关,系统开展了火山岩储层的精细描述、产能评价、开发技术政策、大规模压裂完井及CO₂防腐等方面的研究,初步形成了火山岩气藏开发配套技术系列。为了提高单井产能和储量动用程度,积极探索水平井开发火山岩气藏新途径,见到初步成效,积累了丰富经验。

全书共分4章。第一章是对国内外火山岩油气藏的大量调研资料进行系统总结,特别是日本南长冈气田的开发实践对火山岩气藏开发具有较好的借鉴意义。第二章以松辽盆地营城组火山岩储层为主要研究对象,内容涵盖了火山岩野外露头精细描述、层序地层划分、火山喷发模式及岩性岩相研究、裂缝描述及预测、储层的微观储集结构特征与渗流特性研究、储层综合评价及储层地质建模等多项内容,通过综合研究实例及应用,较系统地反映了近年来大庆火山岩储层研究的成果和进展。第三章主要包括火山岩气藏相态、渗流机理及火山岩气藏出水机理等开发机理研究;对产能特征及其影响因素、火山岩气藏气井试井解释方法及火山岩气藏水平井产能预测方法进行探讨;论述了徐深气田火山岩气藏水平井开发实践;以火山岩气藏典型开发区块为例进行解剖分析。第四章主要讲述了火山岩力学特性、压裂施工设计、诊断与控制及配套技术。

本书第一章由邵锐、唐亚会、单高军编写;第二章由庞彦明、舒萍、杨知胜、丁日新、陈炳峰、杨双玲、艾兴波、纪学雁、刘春生、庞智英、于海生、文瑞霞、李红娟、曲立才、徐岩、钟安宁编写;第三章由徐正顺、王渝明、邵锐、于士泉、邱红枫、高翔、毕晓明、高涛、唐亚会、曹宝军、邹慧杰、谭显春、徐庆龙、王高文、李伟、张军编写;第四章由张永平、张浩、高纯良、高飞编写。另外,王晓蔷、张晔、马秀明、屈洋、王海燕、崔坤宁、门清萍、钟琳、戴想等人做了大量基础工作。审定人:徐正顺、王渝明、庞彦明、张永平、邵锐。

本书系统总结了大庆徐深气田火山岩气藏的开发思路、方法及技术现状，并对火山岩气藏开发中存在的问题和今后研究发展趋势进行了探讨，为国内外同类气藏开发提供了一本丰富的阅读材料。但由于火山岩气藏开发在国内起步较晚，有很多方面需加深研究，特别是火山岩有效储层及裂缝预测、规模有效开发的技术经济政策等方面难题，还需进一步攻关。希望此书对火山岩气藏开发起到一定的借鉴作用，对攻克火山岩气藏开发这一世界级难题贡献一份力量，并向中华人民共和国建国 60 周年和大庆油田发现 50 周年献礼！

鉴于编者水平有限，书中难免有缺点和不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 9 月 10 日

目 录

第一章 国内外火山岩油气藏开发现状	(1)
第一节 国内外火山岩油气藏概况	(1)
一、火山岩油气藏分布概况	(1)
二、火山岩油气藏的基本特征	(8)
第二节 火山岩油气藏地质研究	(10)
一、含油气藏系统研究	(10)
二、火山岩的岩性与岩相	(13)
三、火山岩储层研究	(18)
四、火山岩的地球物理研究方法	(21)
五、火山岩储层建模方法	(31)
第三节 火山岩油气藏开发动态特征	(33)
一、开发动态特征	(33)
二、日本典型火山岩气藏开发特征	(34)
第四节 火山岩气藏开发技术政策	(38)
一、气田开发的总原则	(38)
二、开发层系划分原则	(38)
三、开发方式选择	(39)
四、产能评估方法	(39)
五、井控动态储量评价方法	(39)
六、开发井网部署	(39)
七、采气速度和稳产年限的优化	(41)
八、气藏数值模拟	(41)
参考文献	(42)
第二章 大庆火山岩气藏精细描述	(46)
第一节 野外露头精细描述	(46)
一、火山喷发方式及岩相展布规模	(46)
二、火山岩岩性、岩相序列及其平面分布特征	(55)
三、火山岩储层物性特征及其主控因素	(59)
四、火山岩储层裂缝发育特征及其主控因素	(68)
第二节 层序地层研究	(75)
一、营城组火山岩地层层序及其划分	(75)
二、火山岩储层划分标准	(80)
第三节 构造描述	(87)
一、徐家围子断陷构造演化特征	(87)
二、火山机构与构造关系	(93)

三、火山岩气藏成藏机理·····	(95)
第四节 岩相描述及预测·····	(99)
一、营城组火山岩岩石类型和特征·····	(99)
二、火山岩相划分及其相模式建立·····	(111)
三、火山岩相平面预测·····	(115)
第五节 裂缝描述及预测·····	(121)
一、火山岩储层单井裂缝描述及评价·····	(121)
二、应用地震资料开展裂缝预测技术综述·····	(129)
第六节 储层研究·····	(140)
一、火山岩岩性识别方法·····	(141)
二、火山岩储层微观孔隙结构特征·····	(148)
三、火山岩气藏储集空间特征与成岩作用研究·····	(151)
四、火山岩储层流体识别·····	(164)
五、火山岩储层综合评价·····	(171)
六、火山岩储层地震综合预测·····	(174)
第七节 地质建模研究·····	(179)
一、徐深气田火山岩气藏地质建模方法研究·····	(179)
二、火山岩气藏三维地质模型不确定性影响因素分析·····	(187)
参考文献·····	(194)
第三章 大庆火山岩气藏开发设计·····	(197)
第一节 开发机理研究·····	(197)
一、徐深气田火山岩气藏相态与渗流机理研究·····	(197)
二、徐深气田 D 区块火山岩气藏出水机理研究 ·····	(206)
第二节 产能评价研究·····	(214)
一、火山岩气藏产能特征·····	(214)
二、火山岩气藏产能评价方法·····	(219)
三、火山岩气藏动态描述·····	(237)
四、火山岩气藏产能影响因素研究·····	(241)
五、火山岩气藏水平井产能预测方法探讨·····	(245)
第三节 开发设计技术研究·····	(251)
一、徐深气田火山岩气藏水平井开发实践与认识·····	(251)
二、火山岩气藏水平井随钻地质导向研究·····	(255)
三、徐深气田火山岩气藏开发优化部署·····	(257)
第四节 火山岩气藏典型开发区块解剖·····	(264)
一、D 区块火山岩气藏开发初步认识·····	(264)
二、A 区块开发政策及密井网解剖研究 ·····	(266)
三、C 区块低渗透火山岩气藏开发早期动态特征认识·····	(271)
四、A 区块火山岩气藏动态分析 ·····	(279)
参考文献·····	(284)

第四章 大庆火山岩气藏压裂工艺·····	(287)
第一节 火山岩岩石力学特性·····	(287)
一、火山岩岩体的一般力学特性·····	(287)
二、徐中地区火山岩岩块的力学特性·····	(288)
第二节 火山岩压裂施工设计·····	(296)
一、火山岩储层压裂模型的建立·····	(296)
二、火山岩储层地应力剖面应用方法·····	(297)
三、利用测井资料 and 对比井分析确定压裂施工设计参数·····	(297)
四、产量预测·····	(298)
第三节 火山岩水力压裂压力诊断和施工控制·····	(299)
一、压力的数值拟合·····	(299)
二、提高测试压裂速度和准确性的方法·····	(301)
三、火山岩压裂延伸压力特征分类·····	(305)
四、现场井底压力变化形态的分析·····	(306)
五、火山岩压裂施工控制原则及方法·····	(307)
第四节 火山岩压裂配套技术·····	(308)
一、火山岩高温压裂液研究·····	(308)
二、深层火山岩压裂工艺管柱研究·····	(313)
第五节 深层火山岩压裂技术应用实例·····	(318)
一、火山岩压裂控制裂缝高度应用技术实例·····	(319)
二、火山岩压裂裂缝诊断技术应用实例·····	(319)
参考文献·····	(322)

第一章 国内外火山岩油气藏开发现状

第一节 国内外火山岩油气藏概况

一、火山岩油气藏分布概况

1. 国内火山岩油气藏分布

我国许多含油气盆地内部及其周边地区广泛分布着各种类型的火山岩，20 世纪 60—80 年代，我国在大规模油气勘探开发中，先后在克拉玛依、四川、渤海湾、辽河和松辽等盆地中发现一批火山岩油气藏^[1~14]；20 世纪 90 年代，在我国东部盆地发现了储量达几千万吨的火山岩油气藏，引起了人们的关注，详见表 1—1。这些油气藏多数已于 80 年代陆续投产，见表 1—2、表 1—3。

表 1—1 中国主要油田火山岩分布情况统计表

油田	主要时代	火山岩分布情况及特征	典型火山岩 油藏实例
大港	中、新生代	以粗安岩、安山岩为主，部分为辉绿岩和碱性辉长岩，发育多种裂缝和孔洞类型	风化店油田、枣 35 玄武岩油藏
胜利	中、新生代	以基性喷出岩及火山碎屑为主，岩石类型主要为玄武岩、安山岩、水下喷出的基性岩、角砾岩及凝灰岩	临盘油田 41—14 井、滨南油田 338 块
大庆	元古宙到古近纪	元古宙以侵入岩为主；古生代以中性到酸性喷发岩为主，具西老东新和中部多、两侧少的特点；中生代火山岩活动有两个高峰，一个为侏罗纪深成侵入岩，另一个为早白垩世喷发岩，具有基性、中性、酸性的序列特征	肇深 1 井火山岩风化壳油藏
吉林	海西晚期、燕山期	以花岗岩和新生代玄武岩最发育，具有先喷发后侵入，从基性到酸性再到碱性的演化规律	农安构造、伊通地堑火山岩风化壳油藏
辽河	多期喷发	以黑色、灰黑色玄武岩为主；晚侏罗世火山活动形成大量火山锥，为中性酸性火山岩夹少量玄武岩；中新世、始新世堆积了较厚的碱性玄武岩；渐新世—中新世多期次裂隙喷发碱性玄武岩	洼 609 井区、大平房地区、热河台地区、荣 76 井区
东南沿海	中生代	渤海湾盆地的北部及东部分布有火山岩储层，含油性以安山岩、安山角砾岩、安山质角砾熔岩为主，具有高孔低渗的特点	石臼坨安山岩古潜山油藏
塔里木	二叠纪	早二叠世火山活动强烈，属陆相火山喷发岩，主要分布在盆地东北部，以基性和超基性岩为主	
准噶尔	石炭纪到三叠纪	石炭纪主要在盆地边缘发育基性岩，二叠纪分布从基性到酸性的陆相喷发岩，三叠纪分布大量基性和碱性岩	克拉玛依九区多个区块、百口泉块 188 断块

从我国已发现的变质岩火山岩油气藏基本地质情况看，我国变质岩火山岩油气藏可以划

表 1-2 我国主要火山岩油气藏主要参数表

地区	油气藏名称	发现年代	油、气层						单井日产量		含油气面积 km ²	备注
			层位	岩类	深度, m	厚度, m	孔隙度, %	渗透率 mD	油, t	气, ×10 ⁴ m ³		
济阳拗陷	阳信凹陷		古近系—新近系	玄武岩 凝灰岩	1334~1955	36~40				4.8		断层—岩性圈闭
	惠民凹陷	1985	古近系—新近系	玄武岩	1860~1910	30						
			古近系—新近系	玄武岩		40				126		
			古近系—新近系	玄武岩	1928~1943	103						
冀中拗陷 廊固凹陷	埕南夏 13—14 井		古近系—新近系	玄武岩	1400~2100	800						
	曹家务气藏	1985	古近系	辉绿岩	3624~3670	18.2	14.88	8.32	18.3	5.9	30	断鼻
	卞—杨—闵构造 M7 构造	1989	古近系	玄武岩	1604~1620	37	14.5	35	35~40			断块油田, 有 0.1 km ² 至 0.5 km ² 的多个断块
东台拗陷	卞东构造	1989	古近系	玄武岩					7.8			
	S ₁ 构造	1990	古近系	玄武岩	4109		7.1~18.9	8.7				
渤中凹陷 石臼坨凹陷	429(西)油田	1979	古近系	玄武岩	2844~3201	32~57	10.2~22.8	2.1~17	300	2.6	11.2	穹状背斜
	滨南油田滨 338 断块	1982	古近系	玄武岩	1698	25	19.3	2.6	100		20	

续表

地区	油气藏名称	发现年代	油、气层						单井日产量		含油气面积 km ²	备注
			层位	岩类	深度, m	厚度, m	孔隙度, %	渗透率, mD	油, t	气, $\times 10^4$ m ³		
辽河坳陷 大民屯凹陷	东胜堡潜山	1983	太古宇	花岗岩、角闪岩	2600	50	10		100		48	东倾单面山上有4条东西向断层
	静安堡潜山		太古宇	斜长角闪岩	2736~2837				70		13	11口井有3口井产油
	曹台潜山		太古宇	花岗岩	680	333			3.1		10	5口井有4口井产油
	边台潜山		太古宇	花岗片麻岩	1700	300			60		15	断阶台、4口井有3口井产油
黄骅坳陷歧口凹陷西南	风化店	1986	上侏罗统	安山岩	2756~3168	57~216	7.3~15.5	3.6~60	50		20	14口井获工业油流
	港西、南大港羊三木		上侏罗统	安山岩								
	王官屯		古近系—新近系	玄武岩		30~40					12	
	义东		古近系—新近系	玄武岩		70					50	
辽东凹陷海域	锦州20-2构造	1988	侏罗系	火山岩	2440~2800							
四川盆地川西	周公山		上二叠统	玄武岩	2870~2883	30	3~12			25		断块背斜
准噶尔盆地西北缘	克拉玛依油田一、五、八区	19	石炭系	玄武岩	700~1000	30.9	9	9	10		32	共14个断层控制 基岩油藏, 1×10^8 t 储量

表 1-3 我国主要变质岩火山岩气藏开采情况统计表

油藏名称	投产日期 年—月	已采年限 a	设计井距 m	油井总数	注水井总数	峰值采油速度 %	平均采油速度 %	目前采油速度 %	目前采出程度 %	累计 注采比
新疆九古 3C	1981—11	15.4	500	13	4	2.04	0.77	0.23	11.9	2.34
新疆六中 C	1986—09	10.8	350	12	6	3.76	1.03	0.4	11.2	2.44
新疆七中 P1s	1985—11	11.7	500	26	9	2.19	1.24	0.3	14.5	0.26
新疆八 P1s	1991—09	5.8	400	30	17	3.01	1.41	1	8.2	1.23
新疆 403C	1985—03	9.5	450	12	3	1.34	0.36	0.01	3.4	1.54
新疆 417C	1985—02	11	500	4	未注水	5.69	0.74	0	8.1	
新疆 246C	1985—04	3	400	3	未注水	1.89	0.48	0	1.4	
新疆一区 C	1985—87	12	300	173	72	1.91	0.89	0.35	10.62	1.09
新疆 J188C	1983	15	500	29	3	2.38	0.88	0.19	13.27	0.54
新疆石西 C	1995—08	3.9	565	48	未注水	1.54	0.96	0.79	3.82	
胜利王庄 AnZ	1984—03	11.8	300	13	5	21.81	2.24	0.11	26.4	0.4
胜利滨 338E	1984	16		14	3	4.91	2.12	0.34	33.94	0.6
辽河东胜堡 Ar	1986—06	13.7	500	14	7	3.16	2.14	0.7	29.74	0.6
辽河齐家 AnZ	1980—03	18.3		19	8	1.17	0.6	0.35	10.5	0.35
内蒙阿北 K ₁	1989—03	10.8	500	31	20	2.86	1.42	0.64	15.3	0.94
内蒙哈南 Pz	1989—03	10.8	350	11	4	6.62	2.76	0.6	29.8	0.25
大港风化店 Mz	1986—08	14	350	18	7	1.54	0.5	0.05	6.95	0.69
大港枣 35 块 E	1996—03	5	500	8	1	2.88	1.2	0.52	5.97	
江苏岗桥 E	1990	11	400	27	8	1.87	0.6	0.17	6.77	
辽河黄沙坨 E	2001—04	1	300	现 38	0	1.9		1.85	2.09	0
胜利滨 674	1997—12	4	250	23	0	1.8	1.13	1.52	4.51	0

分为4种类型^[15]：基岩风化壳型油气藏、基岩断裂破碎带型油气藏、沉积岩中火山侵入岩型油气藏与沉积岩中火山喷发岩型油气藏。从这4类油气藏分布状况来看，以第一类（基岩风化壳型）最多，其余3类均少。

1) 基岩风化壳型油气藏

这类油气藏主要由于地壳抬升、盆地基岩长时期出露地表遭受风化剥蚀，形成以风化溶蚀的孔、洞、缝为主的油气藏。该类油气藏数量最多，典型的如新疆的石西石炭系、一区石炭系、六中区石炭系、八区佳木河组等，胜利的王庄变质岩、滨南古近系火山岩，辽河的东胜堡潜山、齐家潜山、兴隆台潜山，内蒙的哈南潜山，都属于基岩风化壳型油气藏。

2) 基岩断裂破碎带型油气藏

此类油气藏与基岩风化壳型油气藏不同，它是由于基岩受构造作用产生断裂破碎，形成发育的构造裂缝及次生溶蚀孔洞储油气，其油气分布主要受控于构造作用，而不像风化壳型油藏那样油气分布主要受风化作用的深度控制。属于此类油气藏的有克拉玛依的七中区佳木河组火山岩油气藏与九古3井区石炭系火山岩油气藏。七中区佳木河组油气藏为夹于克乌大断裂上、下盘之间的基岩断片，由于受构造作用产生裂缝及次生孔洞缝，油气主要分布在距顶部风化面300~800m深度范围，靠近顶部风化面以下的200m范围内基本无油气。

3) 沉积岩中火山侵入岩型油气藏

此类油气藏的典型实例为山东车镇凹陷义北油田中生代煌斑岩侵入体油气藏。储油气的煌斑岩埋深约1700m，储集性能好，最大孔隙度为25.2%，最高渗透率为30mD，均高于相邻的砂岩储层，属孔隙型储集岩。辉石和角闪石晶溶孔是主要储集空间。溶解作用是在深埋期进行的，溶剂来自生油岩流体中的有机酸。由于遭受有机酸溶蚀，使原本不具储集条件的浅成侵入岩成为有效储层。

4) 沉积岩中火山喷发岩型油气藏

这类油气藏是指在盆地盖层沉积时期，由于火山喷出活动所形成的火山岩体，在经历一系列后生改造作用（主要是火山热液作用、风化溶蚀作用、构造作用），成为有一定连通的孔、洞、缝系统的火山岩储层所形成的油气藏。它也常常有风化壳存在，但非基岩风化壳型油气藏。内蒙的阿北安山岩油藏即属此类。

2. 国外火山岩油气藏概况

国外多个含油气盆地中也广泛分布着火山岩，19世纪末就有对火山岩类油气藏的报道。通过检索发现^[16~21]，日本、印度尼西亚、古巴、墨西哥、阿根廷、加纳、美国、前苏联等地均有火山岩油气藏，主要的油气藏列于表1-4中。

从世界上发现的火山岩油气藏看，主要是基岩风化壳型油气藏居多，较著名的基岩风化壳型火成岩油藏有：委内瑞拉的拉帕斯和马拉油气田（变质岩及火成岩）、利比亚的奥季吉油田（花岗玢岩）、美国堪萨斯中央隆起上的一系列基岩油藏（石英岩及花岗岩）等。

相对而言，目前日本发现的火山岩油气藏数量较多，且大都集中在东北方向日本海沿岸的新潟、山形、北海道、秋田等地，在这些地区覆盖着较厚的古近系—新近系沉积物，形成了西南—东北分布的油气聚集。日本自1908年即在火山岩中采油，油区都分布在绿色凝灰岩地区北部的秋田盆地。1929年在绿色凝灰岩区到长岗以北生产少量天然气，当时被认为是异常情况。1958年据地震资料发现了见附油田，绿色凝灰岩就变成了重要的勘探目标之一，因它具有极好的储量和产油能力。20世纪60年代初期在长岗县附近的安山岩储层中发现了几个气田，20世纪60年代末期在柏崎东面背斜核部发现了吉井—东柏崎气田。1978年

表 1-4 国外主要火山岩油气藏统计表

国家	油气藏名称	发现年代	油气藏参数						油或气 相对密度	单井日产量 m ³	面积 km ²
			层位	岩类	深度 m	厚度 m	孔隙度 %	渗透率 mD			
日本	见附	1958	新近系	斜长流纹 角砾岩、英 安岩	1515~1695	100	20~25	10~42	0.8498 (油)	10(油)	3
					1570~2020						
	富士川	1964	新近系	安山集 块岩	2180~2310	57	15~18		0.648 (气)	8.9×10 ⁴ (气)	2
	吉井—东柏崎	1968	新近系	斜长流纹 熔岩、凝灰 角砾岩	2310~2720	111	9~32	150		50×10 ⁴ (气)	28
	片贝	1960	新近系	安山集 块岩	750~1200	139	17~25	1		50×10 ⁴ (气)	2
印度尼 西亚	南长冈	1978	新近系	流纹角 砾岩		几百	10~20	1~20		20×10 ⁴ (气)	
	贾蒂巴朗	1969	古近系	安山岩、凝 灰角砾岩	2000	15~60	6~10	受裂缝 控制	0.92(油)	35	30
古巴	哈其包尼科	1954	白垩系	凝灰岩	330~390				0.967(油)	100~120	
	南科里斯塔列斯	1966	白垩系	凝灰岩	800~1100				0.9~0.92	最高 80	0.25
	古那包	1968	白垩系	火山角 砾岩	800~950	150			0.98	150~700	0.4
墨西哥	富贝罗	1907	古近系	辉长岩					0.98	10	

续表

国家	油气藏名称	发现年代	油气藏参数						油或气 相对密度	单井日产量 m ³	面积 km ²
			层位	岩类	深度 m	厚度 m	孔隙度 %	渗透率 mD			
阿根廷	赛罗—阿基特兰	1928	白垩系—新近系	安山岩、安山角砾岩	120~600	75			0.98	10	
	图平加托		白垩系—新近系	凝灰岩	2100		20		0.839~0.8859	89	
	帕姆帕—帕拉乌卡		三叠系	流纹岩、安山岩	1450		8~11	<1			100
美国	利顿泉	1925	白垩系	蛇纹岩	330~420				0.835	1~685	5.6
	得克萨斯	1928	白垩系	蛇纹岩	400~500				0.893	1~274	0.35
	沿岸平原	1915~1974	白垩系	橄榄玄武岩等							
	亚利桑那	1969	古近系—新近系	正长岩、粗面岩	850~1350	18~49	5~17	0.01~25	0.8017	103	6
	内华达	1976	古近系—新近系	凝灰岩	2000						8
前苏联	格鲁吉亚	1974~1982	古近系—新近系	凝灰岩	2500~2750		0.1~14		150~350		
	阿塞拜疆	1971	白垩系—新近系	凝灰角砾岩、安山岩	2950~4900	100	平均 20.2	0~2.3	0.880~0.893	12~64	
	乌克兰	1982	新近系	流纹—英安凝灰岩	1980	300~500	6~13	0.01~3	0.7307(气)	13.75×10 ⁴	
	博森泰气田	1982	第四系	落块角砾岩	500	125	15~21				15

在绿色凝灰岩中发现了“南长冈一片贝”的构造气田，储层主要为流纹岩，实测气柱 800m 以上，储量比吉井—东柏崎气田还要大，是日本目前发现的最大气田。

日本火山岩储层为喷发在由前古近纪基岩组成的深海底上的中新世流纹岩。流纹岩分为熔岩、枕状角砾岩和玻璃质碎屑岩。前面两种具原生和次生孔隙空间，孔隙度为 10%~30%，渗透率为 1~150mD。在同时出现的隆起和地垒构造中也已发现了大型油、气聚集伴随着同时期的或上覆的生油岩。这种火山岩储层的特征是有有效厚度大，生产能力高，储量大，并且有些油气柱大于 800m。储集的原始孔隙空间来源于岩浆喷发时在海底的急剧冷却、破碎剥落、角砾岩化和结晶作用。次生孔隙由热液作用伴随着后来的火山活动和构造运动而产生。大裂缝发育在熔岩或枕状角砾岩中，而大洞穴常出现在玻璃碎屑岩相、熔岩相和枕状角砾岩相之中。如在吉井—东柏崎各气田和见附油田的火山岩储层中常见到大型孔隙，而在南长冈气田则常见到中小型孔隙，其总孔隙度和以上各油气田相当，微裂缝对渗透率起重要作用。

日本火山岩储层中具有以下孔隙类型及特征：(1) 多孔型，是在熔岩和枕状角砾岩相中原生的。(2) 晶间型，出现在熔岩和枕状角砾岩相，属原生孔隙，它由球粒状聚集体封闭起来而形成。(3) 似浮石结构型，主要存在于玻璃质碎屑岩和枕状角砾岩相中，属次生孔隙，有时受后来的压应力作用而变形。(4) 珍珠结构型，在玻璃质碎屑岩和枕状角砾岩的珍珠结构内部发育，它是由于热溶液的溶蚀而形成的次生孔隙。(5) 晶内型，多出现在熔岩和枕状角砾岩相，由斜长石斑晶中的解理和颗粒裂缝受到局部溶蚀后而形成，为次生孔隙，较少见，对储层影响不大。(6) 微晶间型，这是一类由熔岩和枕状角砾岩相基质中的斜长石柱晶的微晶间玻璃受溶蚀后而形成的次生孔隙。孔隙极小，相互相通，在电镜照片中可观察到 ($10\mu\text{m}$)，但总孔隙空间对孔隙度有很大影响。

上述孔隙类型构成了日本火山岩油气中的潜在储层。如见附油田孔隙度为 20%~25%，渗透率为 10~12mD，而在吉井—东柏崎各气田孔隙度、渗透率则分别为 7%~32% 和 150mD。东柏崎气田有 1 口井日产气 $50 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，南长冈气田有 1 口井日产气 $20 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。在南长冈气田所取 150m 岩心中分析了 380 块样品，已获每种岩相特征。孔隙度为 10%~20%，各种岩相没有明显差异。至于渗透率，枕状角砾岩为 5~100mD，熔岩相为 1~20mD，而玻璃质碎屑岩相则普遍小于 1mD，产能很低，这是由于玻璃碎屑高度绢云母化导致孔隙度、渗透率减小而造成的。

二、火山岩油气藏的基本特征

1. 主要地质特征^[22~26]

1) 油气藏的分布受基底深大断裂的控制

火山岩体大都分布在区域性断裂活动带、基底隆起及构造活动带上；基底深大断裂往往是火山活动的通道，因此火山岩的分布严格受深大断裂控制。

火山岩油气藏分布及形成时间特殊，火山岩油气藏分布常与构造活动有关，火山岩体大都分布在区域性断裂活动带、基底隆起及构造活动带上。由于火山岩本身不能生油（气），所以其附近必存在良好的生烃岩。在储层形成时间上大都与地质时代中的强烈构造活动期有关，国内外火山岩油气藏形成的地质时代大多数属于白垩系—新近系，也有少数形成于晚侏罗世等较老的地质时代。