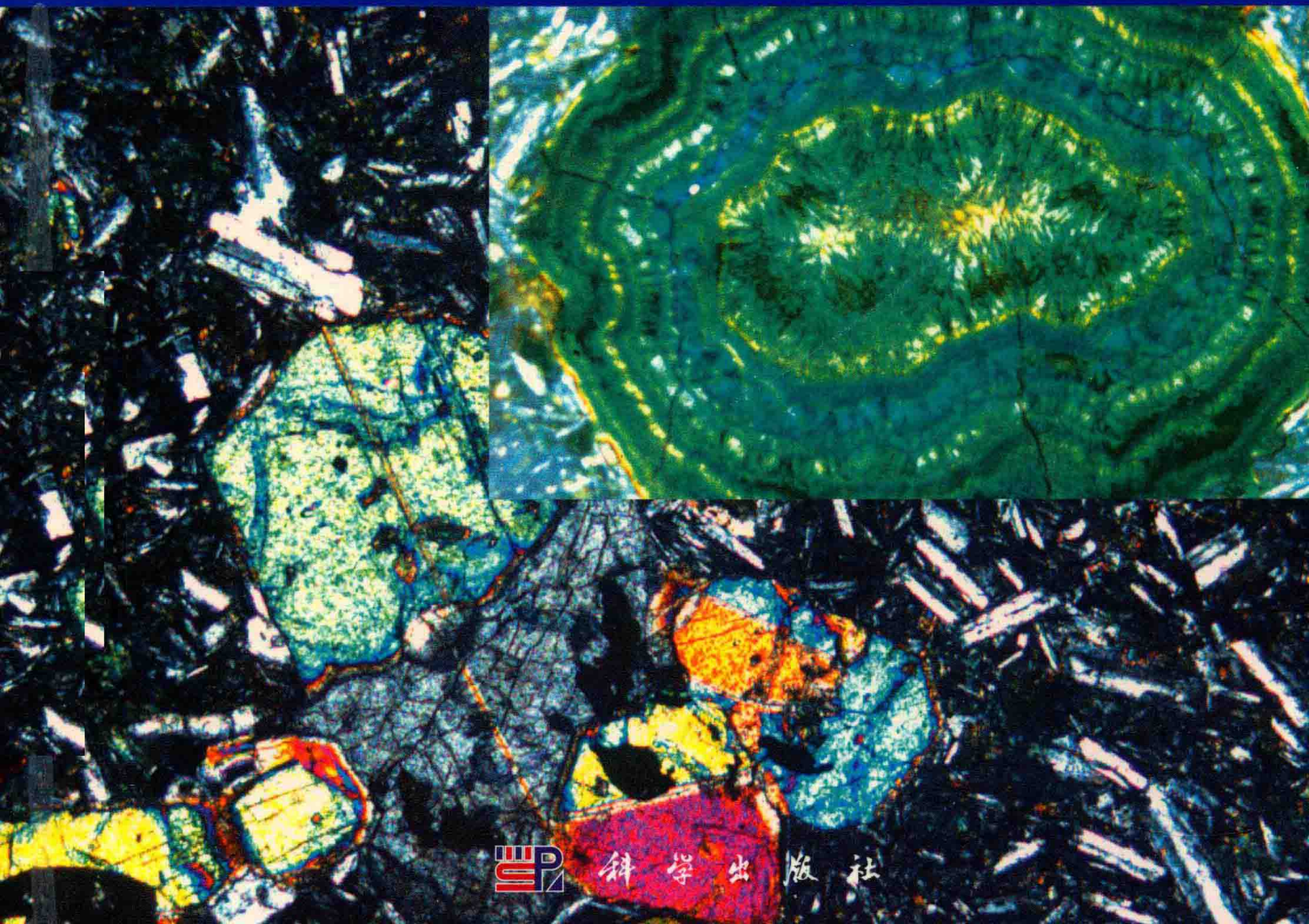


火山岩油气藏的形成机制与分布规律研究丛书

火山岩 油气储层图册

朱如凯 毛治国 李 峰 王京红 郭宏莉 等 著



科学出版社

火山岩油气藏的形成机制与分布规律研究丛书

火山岩 油气储层图册

朱如凯 毛治国 李峰 王京红 郭宏莉等 著

科学出版社

北京

内容简介

本书在收集大量火山岩油气储层资料的基础上,介绍了国内外火山岩油气勘探历程、特点与储层研究现状,汇集了我国火山岩储层在储层岩性、储集空间、成岩作用及演化、形成控制因素等方面的最新研究成果。本书以说明叙述为主,文字简明扼要,重点放在揭示储层特征的图片部分。图片部分含岩心、偏光显微镜、扫描电镜等类型,内容丰富,具有较强的代表性、科学性和实用性。

本书可供从事油气地质勘探、开发研究人员及相关院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

火山岩油气储层图册 / 朱如凯等著. —北京: 科学出版社, 2016.3
(火山岩油气藏的形成机制与分布规律研究丛书)
ISBN 978-7-03-047922-8

I. ①火… II. ①朱… III. ①火山岩—岩性油气藏—储集层—图集 IV. ①P618.130.2-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第060289号

责任编辑: 韦 沁 韩 鹏 / 责任校对: 陈玉凤
责任印制: 张 倩 / 书籍设计: 美光制版有限公司

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码: 100717
<http://www.sciencep.com>

北京利丰雅高长城印刷有限公司 印刷

北京美光设计制版有限公司 制版

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年3月第 一 版 开本: 787*1092 1/16

2016年3月第一次印刷 印张: 17 1/4

字数: 256 000

定价: 358.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《火山岩油气藏的形成机制与分布规律研究丛书》

编辑委员会

编辑顾问委员会

主 任：贾承造 王玉华

委 员：(以姓氏笔画为序)

王成善	王铁冠	贝 丰	吕边防
李幼铭	李廷栋	肖序常	邹才能
沙金庚	罗治斌	金成志	庞雄奇
赵文智	赵志魁	萧德铭	潘 懋
戴金星			

编辑委员会

主 任：冯志强 刘嘉麒

委 员：(以姓氏笔画为序)

王璞珺	卢双舫	冉清昌	印长海
包 丽	冯子辉	师永民	朱如凯
刘 财	孙晓猛	李成立	李江海
李红娟	李建忠	吴晓智	陈树民
陈振岩	陈福坤	邵红梅	单玄龙
姜传金	梁世君	梁江平	童 英

主 编：冯志强 陈树民

2001年以来,大庆油田有限责任公司在松辽盆地北部徐家围子凹陷深层火山岩勘探中获得高产工业气流,发现了徐深大气田,由此,打破了火山岩(火成岩)是油气勘探禁区的传统理念,揭开了在火山岩中寻找油气藏的序幕,进而在松辽、渤海湾、准噶尔、三塘湖等盆地火山岩的油气勘探中相继获得重大突破,发现一批火山岩型的油气田,展示出盆地火山岩作为油气新的储集体的巨大潜力。

从全球范围内看,盆地是油气藏的主要聚集地,那里不仅沉积了巨厚的沉积岩,也往往充斥着大量的火山岩,尤其在盆地发育早期(或深层),火山岩在盆地充填物中所占的比例明显增加。相对常规沉积岩而言,火山岩具有物性受埋深影响小的优点,在盆地深层其成储条件通常好于常规沉积岩,因此可以作为盆地深层勘探的重要储集类型。同时,盆地早期发育的火山岩多与快速沉降的烃源岩共生,组成有效的生储盖组合,具备成藏的有力条件。

但是,作为一个新的重要的勘探领域,火山岩油气藏的成藏理论和勘探路线与沉积岩石油地质理论及勘探路线有很大不同,有些还不够成熟,甚至处于启蒙阶段。缺乏理论指导和技术创新是制约火山岩油气勘探开发快速发展的主要瓶颈。为此,2009年,国家科技部及时设立国家重点基础研究发展计划(973)项目“火山岩油气藏的形成机制与分布规律”,把握住历史机遇,及时凝炼火山岩油气成藏的科学问题,实现理论和技术创新,这对于占领国际火山岩油气地质理论的制高点,实现火山岩油气勘探更广泛的突破,保障国家能源安全具有重要意义。大庆油田作为项目牵头单位,联合中国科学院地质与地球物理研究所、吉林大学、北京大学、中国石油天然气勘探研究院和东北石油大学等单位的专业人员,组成以冯志强、陈树民为代表的强有力的研究团队,历时五年,通过大量的野外地质调查、油田现场生产钻井资料采集和深入的测试、分析、模拟、研究,取得了一批重要的理论成果和创新认识,基本建立了火山岩油气藏成藏理论和与之配套的勘探、评价技术,拓展了火山岩油气田的勘探领域,指明火山岩油气藏的寻找方向,为开拓我国油气勘探新领域和新途径做出了重要贡献:

一是针对火山岩油气富集区的地质背景和控制因素科学问题，提出了岛弧盆地和裂谷盆地是形成火山岩油气藏的有利地质环境，明确了寻找火山岩油气藏的盆地类型；二是针对火山岩储层展布规律和成储机制的科学问题，提出了不同类型、不同时代的火山岩均有可能形成局部优质和大面积分布的致密有效储层的新认识，大大拓展了火山岩油气富集空间和发育规模，对进一步挖掘火山岩勘探潜力有重要指导意义；三是针对火山岩油气藏地球物理响应的科学问题，开展了系统的地震岩石物理规律研究，形成了火山岩重磁宏观预测、火山岩油气藏目标地震识别、火山岩油气藏测井评价和火山岩储层微观评价 4 个技术系列，有效地指导了产业部门的勘探生产实践，发现了一批油气田和远景区。

“火山岩油气藏的形成机制与分布规律”项目，是国内第一个由基层企业牵头的国家重大基础研究项目，通过各参加单位的共同努力，不仅取得一批创新性的理论和技术成果，还建立了一支以企业牵头，“产、学、研、用”相结合的创新团队，在国际火山岩油气领域形成先行优势。这种研究模式对于今后我国重大基础研究项目组织实施具有重要借鉴意义。

《火山岩油气藏的形成机制与分布规律研究丛书》的出版，系统反映了该项目的研究成果，对火山岩油气成藏理论和勘探方法进行了系统的阐述，对推动我国以火山活动为主线的油气地质理论和实践的发展，乃至能源领域的科技创新均具有重要的指导意义。



2015 年 4 月

火山岩广泛分布于国内外的多个含油气盆地中，是油气重要的储集岩类之一，并可形成火山岩油气藏。从 1887 年在美国加利福尼亚州的 San Juan 盆地首次发现火山岩油气藏以来，人类已历经了 120 余年的勘探历程。目前，在世界范围内已发现 300 余个火山岩油气藏或油气显示，几乎遍布各大洲。但大多数火山岩油气藏规模不大，储量很小。

中国火山岩油气藏于 1957 年首次在准噶尔盆地西北缘发现，至今已历经 50 余年。目前，已在渤海湾、松辽、准噶尔、二连、三塘湖等 11 个含油气盆地发现了火山岩油气藏，探明石油地质储量数亿吨，探明天然气地质储量数千亿立方米，形成了以东部松辽盆地深层、西部新疆北部两大火山岩油气区。已发现的火山岩油气藏，在地质时代上，东部主要发育在中、新生代，西部主要发育在晚古生代；在火山岩类型上，东部总体以中酸性为主，西部总体以中基性为主，但所有类型火山岩都有可能构成油气藏的储层；在油气藏类型和规模上，东部以岩性型为主，可叠合连片分布，形成大面积分布的大型油气田，如松辽深层徐家围子断陷的徐深气田、长岭断陷的长深气田；西部以地层型为主，可形成大型整装油气田，如准噶尔盆地克拉美丽大气田、西北缘大油田，三塘湖盆地牛东大油田等。

本书是在“国家重点基础研究发展计划”项目（2009CB219300）“火山岩油气藏的形成机制与分布规律”和国家科技重大专项“岩性地层油气藏成藏规律、关键技术及目标评价”（2011ZX05001）研究成果的基础上，组织编写的火山岩油气藏系列丛书之一。本书在收集大量火山岩油气储层资料基础上，介绍了国内外火山岩油气勘探历程、特点与储层研究现状，汇集了我国火山岩储层在储层岩性、储集空间、成岩作用及演化、形成控制因素等方面的最新研究成果，文字扼要说明叙述，重点放在揭示储层特征图片部分。图片部分含岩心、偏光显微镜、扫描电镜等类型，内容丰富，具代表性、科学性和实用性。

本书共 6 章，近 8 万字，图片 517 张。第一章绪论，简要介绍了国内外火山岩油气勘探历程、特点以及储层研究现状、中国沉积盆地火山岩储层特征。

第二章火山岩储层岩石类型及成分结构、构造特征，详细介绍和描述了我国火山岩储层发育的玄武岩、安山岩、英安岩、流纹岩、粗面岩等熔岩类与集块岩、火山角砾岩、凝灰岩、熔结火山碎屑岩等火山碎屑岩类的成分、结构及构造特征。

第三章火山岩储层储集空间类型及特征，重点描述了火山岩储层的孔、洞、缝形状、大小、连通情况、储集类型等。

第四章火山岩储层成岩作用及演化特征，阐述了火山岩储层的不同成岩作用类型的成因、特征及其不同成岩阶段成岩作用对储层的影响，并就松辽盆地营城组火山岩的喷发-埋藏、新疆北部地区石炭-二叠系火山岩的喷发-风化-埋藏的成岩序列与孔隙演化进行了对比。

第五章火山岩储集空间形成控制因素，探讨了火山岩储层原生和次生储集空间形成的控制因素。原生储集空间主要受岩性、岩相和火山机构控制；次生储集空间主要受风化淋滤、地层流体、构造等因素控制。

本书由朱如凯、毛治国、李峰、王京红、郭宏莉等编写完成，朱如凯、李峰负责统稿、校审。

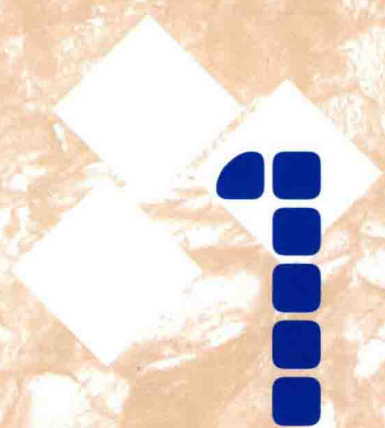
本书编写过程中，得到了中国石油勘探开发研究院领导、专家的大力支持和指导，以及“火山岩油气藏的形成机制与分布规律”（2009CB219300）项目组专家和同仁多方支持和帮助，大庆油田有限责任公司、新疆油田分公司、吐哈油田分公司、塔里木油田分公司、大港油田分公司、西南油气田分公司、吉林油田分公司、辽河油田分公司提供了大量的岩心资料数据，书中引用和摘录了一些学者的著作、文献等相关内容，在此一并表示衷心的感谢。

鉴于作者水平有限，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

C O N T E N T S 目录

第一章 绪论	1
第一节 火山岩油气勘探历程与特点	2
一、国外火山岩油气勘探历程与特点	2
二、国内火山岩油气勘探历程与特点	5
第二节 中国沉积盆地火山岩与油气勘探	9
一、中国沉积盆地火山岩	10
二、中国东西部火山岩储层特征对比	18
三、火山岩油气聚集规律	18
第三节 火山岩储层研究现状	27
一、火山岩研究现状	27
二、火山岩储层研究现状	27
第二章 火山岩储层岩石类型及成分结构、构造特征	29
第一节 火山岩熔岩类	30
一、基性岩：玄武岩类	30
二、中性岩：安山岩类、粗面岩类	30
三、酸性岩：英安岩类、流纹岩类	31
第二节 火山碎屑岩类	31
一、普通火山碎屑岩类：集块岩、火山角砾岩、凝灰岩等	31
二、熔结火山碎屑岩类：熔结凝灰岩等	32
三、火山碎屑熔岩类：集块熔岩、角砾熔岩等	32
四、火山沉积碎屑岩类：沉凝灰岩、凝灰质砂岩等	32
第三节 次火山岩和脉岩类	33
一、辉绿岩	33
二、花岗岩	33
第三章 火山岩储层储集空间类型及特征	94
第一节 火山岩储层储集空间类型	95
第二节 火山岩储集空间特征	118
一、原生储集空间特征	118

二、次生储集空间特征	129
三、裂缝特征	139
第三节 不同岩性火山岩储集空间特征	152
第四章 火山岩储层成岩作用及演化特征	157
第一节 火山岩储层成岩作用类型	158
一、爆裂破碎作用	158
二、结晶分异作用	158
三、冷凝固结作用	158
四、风化淋滤作用	158
五、构造作用	159
六、充填胶结作用	162
七、溶蚀作用	177
八、交代蚀变作用	179
九、脱玻化作用	190
第二节 火山岩储层成岩阶段划分	190
一、冷却固结成岩阶段	191
二、后生改造阶段	191
第三节 火山岩储层成岩及孔隙演化特征	194
一、松辽盆地营城组火山岩的喷发-埋藏成岩序列	194
二、新疆北部地区石炭-二叠系火山岩的喷发-风化-埋藏成岩序列	199
第五章 火山岩储集空间形成控制因素	203
第一节 原生储集空间形成控制因素	204
第二节 次生储集空间形成控制因素	209
第六章 火山岩储层评价	227
第一节 火山岩储层评价分类标准	228
第二节 火山岩储层评价技术与方法	228
第三节 火山岩有利储层评价与分布	230
参考文献	247



绪论

火山岩广泛分布于国内外的多个含油气盆地中，是各类沉积盆地充填系列的重要组成部分。在盆地发育早期，火山岩体积不但较大，而且多与快速沉降的烃源岩相共生，对油气勘探意义重大。喷发形成的火山岩一般发育较好的孔隙，有利于油气运移和聚集，而熔岩对油气藏能起到很好的封存和保护作用。火山活动中高温的岩浆、热液与烃源岩长期直接接触，一方面，火山岩异常热效应加速了有机质热演化，使其在短期内经历异常高温而成熟或过成熟；另一方面，有机质早熟可以使油气早期充填火山岩储层，抑制其他矿物充填，从而有利于原生储集空间的保存。在烃源岩成熟阶段，与火山岩相邻的暗色泥岩会产生大量的有机酸性水，沿层间断裂、裂缝渗入火山岩，发生溶蚀作用，产生溶蚀孔、缝，改善火山岩储集性能。在后期埋藏阶段，相对常规沉积岩而言，火山岩具有物性受埋深影响小的优点；在盆地深层，其成储条件通常好于常规沉积岩，可以作为盆地深层勘探的重要目的层。

第一节 火山岩油气勘探历程与特点

一、国外火山岩油气勘探历程与特点

火山岩是油气的重要储集岩类之一，并可形成火山岩油气藏。从 1887 年在美国加利福尼亚州的 San Juan 盆地首次发现火山岩油气藏以来（Lewis，1932），已历经 120 余年的勘探历程，目前在世界范围内发现了 300 余个火山岩油气藏或油气显示（图 1-1），其中有探明储量的火山岩油气藏共 169 个，油气显示 65 个，油苗 102 个，几乎遍布各大洲。但大多数火山岩油气藏规模不大，储量很小。

1. 国外火山岩油气藏勘探与研究阶段划分

（1）第一阶段（20 世纪 50 年代以前）。大多数火山岩油气藏都是在勘探其他浅层油藏时偶然发现的，人们认为它不会有任何经济价值，因此未进行评价研究。

（2）第二阶段（20 世纪 50 年代初至 20 世纪 60 年代末）。人们开始认识

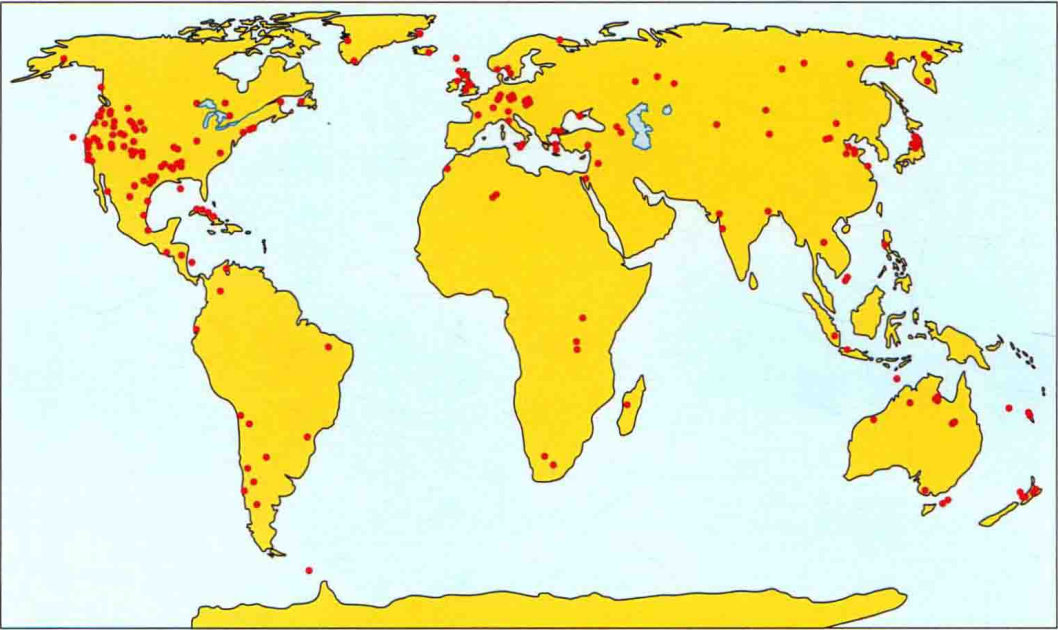


图 1-1 全球与火成岩有关的油气分布（据 Schutter，2003，修改）
油气藏 169 个，油气显示 65 个，油苗 102 个

到在火山岩中聚集石油并非异常现象，从而引起了一定的重视，在局部地区有目的的进行了火山岩油气藏的勘探。1953年，委内瑞拉发现了拉帕斯油田，其最高单井产量达到 $1828\text{m}^3/\text{d}$ ，这是世界上第一个有目的的勘探并获得成功的火山岩油田。这一发现标志着对火山岩油藏的认识进入了一个新的阶段。

(3) 第三阶段(20世纪70年代至今)。随着一些火山岩油田的不断发现以及对其地质、开发特征的深入研究，世界范围内广泛开展了火山岩油气藏的勘探。在美国、墨西哥、古巴、委内瑞拉、阿根廷、苏联、日本、印度尼西亚、越南等国家已发现了多个火山岩油气藏(田)，其中较为著名的有美国亚利桑那州的比聂郝-比肯亚火山岩油气藏，格鲁吉亚的萨姆戈里-帕塔尔祖里凝灰岩油藏，阿塞拜疆的穆拉哈雷喷发岩(安山岩、玄武岩)油藏，印度尼西亚贾蒂巴朗安山岩油藏，日本的吉井-东柏崎流纹岩油气藏，越南南部浅海区的花岗岩白虎油气藏等。

2. 国外火山岩油气藏勘探研究特点

(1) 国外火山岩油气藏勘探、研究程度总体较低。勘探虽然历史很长，发现了众多油气藏，也有大油、气田，但多为偶然发现或局部勘探，未作为主要领域进行全面勘探和深入研究，因此火山岩油气藏勘探程度总体较低，发现的油气藏总体也较少，目前全球火山岩油气藏探明的油气储量仅占总量的1%左右。同时火山岩油气藏研究程度也很低。

(2) 国外火山岩油气藏储层以中新世为主，时代较新，以中基性火山岩为主，主要分布在被动大陆边缘。从已发现的火山岩油气藏储层时代统计，新近系、古近系、白垩系发现的火山岩油气藏数量多，而侏罗系及以前的地层中发现的火山岩油气藏较少。勘探深度一般从几百米到2000m左右，3000m以下发现较少。

从已发现的火山岩油气藏分布看，环太平洋是火山岩油气藏分布的主要地区。从北美的美国、墨西哥、古巴到南美的委内瑞拉、巴西、阿根廷，再到亚洲的中国、日本、印度尼西亚，总体呈环带状展布；其次是中亚地区，目前在格鲁吉亚、阿塞拜疆、乌克兰、俄罗斯、罗马尼亚、前南斯拉夫、匈牙利等国家都发现了火山岩油气藏。非洲大陆周缘也发现了一些火山岩油气藏，如北非的埃及、利比亚、摩洛哥到中非的安哥拉，均已发现火山岩油气藏。

从火山岩油气藏是处的含油气盆地构造背景分析，以被动大陆边缘为主，也有陆内裂谷盆地。如北美、南美、非洲发现的火山岩油气藏，主要分布在被动大陆边缘环境。

从火山岩油气藏储层岩石类型分析，以中基性玄武岩、安山岩为主；储集层空间以原生或次生孔隙型为主，但普遍发育各种成因的裂缝对改善储层起到了决定性作用。

（3）火山岩油气藏规模一般较小，也有大油田、大气田，可高产。通过对已有公开文献的调研，国外火山岩油气藏规模一般较小，但也有大油田、大气田，火山岩油气藏可高产。

表 1-1 列举了国外较大的 11 个火山岩油气田的储量规模，可采储量均在 2000 万吨油当量以上。其中最大油田为印度尼西亚爪哇西北部（NW Java）盆地的 Jatibarang 油气田，石油可采储量为 1.64 亿吨，最大气田为澳大利亚 Browse 盆地的 Scott Reef 油气田，天然气可采储量 3877 亿立方米。表 1-2 统计了国外 12 个火山岩油气田产量，其中最高石油日产量为北古巴盆地的 Cristales 油田，石油日产量高达 3425 吨；气最高日产量为日本 Niigata 盆地 Yoshii-Kashiwazaki 气田，天然气日产量高达 50 万立方米。

表 1-1 全球火山岩大气田储量统计表

国家	油气田	盆地	流体性质	储量	储层岩性
澳大利亚	Scott Reef	Browse	气	3877 亿立方米， 1795 万吨	溢流玄武岩
印度尼西亚	Jatibarang	NW Java	油，气	1.64 亿吨， 764 亿立方米	玄武岩， 凝灰岩
纳米比亚	Kudu	Orange	气	849 亿立方米	玄武岩
巴西	Urucu area	Solimoes	油，气	1685 万吨， 330 亿立方米	辉绿岩岩床
刚果	Lake Kivu	—	气	498 亿立方米	—
美国	Richland	Monroe Uplift	气	399 亿立方米	凝灰岩
阿尔及利亚	Ben Khalala	Triassic/Oued Mya	油	大于 3400 万吨	玄武岩
阿尔及利亚	HaoudBerkaoui	Triassic/Oued Mya	油	大于 3400 万吨	玄武岩
俄罗斯	Yaraktin	Markovo- Angara Arch	油	2877 万吨	玄武岩， 辉绿岩
格鲁吉亚	Samgori	—	油	> 2260 万吨	凝灰岩
意大利	Ragusa	Ibleo	油	2192 万吨	辉长岩岩床

表 1-2 全球火山岩油气田产量统计表

国家	油气田名称	盆地	流体性质	产量	储层岩性
古巴	Cristales	North Cuba	油	3425 吨 / 天	玄武质凝灰岩
巴西	Igarape Cuia	Amazonas	油	68~3425 吨 / 天	辉绿岩
越南	15-2-RD 1X	Cuu Long	油	1370 吨 / 天	蚀变花岗岩
阿根廷	YPF Palmar Largo	Noroeste	油, 气	550 吨 / 天 3.4 万平方米 / 天	气孔玄武岩
格鲁吉亚	Samgori		油	411 吨 / 天	凝灰岩
美国	West Rozel	North Basin	油	296 吨 / 天	玄武岩, 集块岩
委内瑞拉	Totumo	Maracaibo	油	288 吨 / 天	火山岩
阿根廷	Vega Grande	Neuquen	油, 气	224 吨 / 天 1.1 万平方米 / 天	裂缝安山岩
新西兰	Kora	Taranaki	油	160 吨 / 天	安山凝灰岩
日本	Yoshii-Kashiwazaki	Niigata	气	49.5 万平方米 / 天	流纹岩
巴西	Barra Bonita	Parana	气	19.98 万平方米 / 天	溢流玄武岩, 辉绿岩
澳大利亚	Scotia	Bowen-Surat	气	17.8 万平方米 / 天	碎裂安山岩

二、国内火山岩油气勘探历程与特点

1. 勘探历程

中国火山岩油气藏于 1957 年首次在准噶尔盆地西北缘发现, 已历经 50 余年, 目前已在渤海湾、松辽、准噶尔、二连、三塘湖等 11 个含油气盆地发现了火山岩油气藏 (表 1-3)。从中国火山岩油气勘探历程分析, 大约经历了三个阶段。即偶然发现阶段、局部勘探阶段和全面勘探阶段。而每一个勘探阶段的进展均与认识程度的提高和勘探技术的进步密不可分。

表 1-3 中国主要火山岩油气藏统计表

盆地	次级构造单元	地层时代	油气藏	岩性	孔隙度 /%	渗透率 /mD*
松辽盆地	徐家围子断陷	营城组 K _{1y}	气藏	流纹岩为主，夹有玄武岩、火山角砾岩	1.9~10.8	0.01~0.87
	齐家-古龙凹陷	青山口组 K	气藏	中酸性火山角砾岩、凝灰岩	22.1	136
	长岭断陷	火石岭组 J _{3h}	气藏	安山岩为主	5.47~10	0.55~22.0
海拉尔盆地		兴安岭群 J _{3x}	油藏	火山碎屑岩、流纹斑岩、粗面岩、凝灰岩、安山岩、玄武岩	13.68	6.6
		布达特群 T _{3b}	油藏	蚀变中基性火山岩	5.0	0.03
二连盆地		兴安岭群 J _{3x}	油藏	玄武岩、安山岩	3.57~12.7	1~214
渤海湾盆地	东营凹陷	馆陶组 N _{1g}	油气藏	橄榄玄武岩	25	80
		沙一段 E _{3s} ¹	油气藏	玄武岩、安山玄武岩、火山角砾岩	25.5	7.4
	惠民凹陷	馆陶组 N _{1g}	油气藏	橄榄玄武岩	25	80
		沙三段 E _{2s} ³	油气藏	橄榄玄武岩	10.1	13.2
	黄骅拗陷	东营组沙 E _{3d}	油藏	玄武岩、安山玄武岩	10	1~10
	沾化凹陷	沙一段 E _{3s} ¹	油气藏	玄武质火山岩	气泡含量 40%~70%、0.03~0.1mm	
		沙四段 E _{2s} ⁴	油气藏	玄武岩、安山玄武岩、火山角砾岩	25.2	18.7
	辽河东部凹陷	沙三段 E _{2s} ³	油藏	玄武岩、安山玄武岩	20.3~24.9	1~16
	淮北凹陷	孔店组 E _{1-2k}	油气藏	玄武岩、凝灰岩	20.8	90
	冀中拗陷	芦沟桥组 K		火山角砾岩、凝灰质砂砾岩	6 口井见油斑或原油	
		辛庄组 J		安山岩、凝灰岩、玄武岩、角砾岩	2 口井见油斑及荧光	

续表

盆地	次级构造单元	地层时代	油气藏	岩性	孔隙度/%	渗透率/mD*
江汉盆地	江陵凹陷	新沟咀组 E ₂ x 荆沙组 E ₂ j	油藏	灰黑、灰绿色 玄武岩	18~22.6	3.7~8.4
苏北盆地	高邮凹陷	盐成群 N ₁ y	油气藏	灰黑、灰绿色 玄武岩	20	37
		三垛组 E ₃ s	油气藏	玄武岩	22	19
银根盆地		苏红图组 K ₁ s	油气藏	玄武岩、安山岩、 火山角砾岩、 凝灰岩	17.9	111
四川盆地		二叠系 P ₂		玄武岩	5.9~20	
三塘湖盆地		条湖组 P ₂ t 卡拉岗组 C ₂ k 哈尔加乌组 C ₂ h	油藏	玄武岩、安山岩、 沉凝灰岩	2.7~13.3	0.01~17
准噶尔盆地		二叠系 P 石 炭系 C	气藏	玄武岩、安山岩、 凝灰岩、火山 角砾岩	4.2~16.8	0.03~153
塔里木盆地		二叠系 P		英安岩、玄武岩、 火山角砾岩、 凝灰岩	0.8~19.4	0.01~10.5

*1mD=10⁻³mm²。

1) 偶然发现阶段

该阶段大致从 20 世纪 50 年代至 1980 年, 火山岩油气藏的偶然发现主要集中在准噶尔盆地西北缘和渤海湾盆地辽河、济阳等拗陷。

2) 局部勘探阶段

该阶段大致从 1980 年开始, 直至 2002 年之前, 随着地质认识的不断提高和勘探技术的不断进步, 在渤海湾和准噶尔等盆地个别地区进行了有目的的针对性勘探。

3) 全面勘探阶段

2002 年以来, 随着对火山岩油气藏勘探领域认识的提高和勘探技术的进步,