

火山岩油气藏的形成机制与分布规律研究丛书

松辽盆地北部火山岩气藏特征 与分布规律

冯子辉 印长海 冉清昌 朱映康 刘家军 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

松辽盆地北部火山岩气藏特征 与分布规律

冯子辉 印长海 冉清昌 朱映康 刘家军 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在全面认识松辽盆地北部火山岩油气成藏区域地质背景、火山岩时空分布规律、火山岩储层和成藏机理研究的基础上,结合松辽盆地北部高勘探程度区的火山岩储层及其油气藏地球物理参数和地质属性分析,优选火山岩油气藏识别与评价技术,进行不同区域地质背景下的成藏机制和主控因素分析。对比不同类型火山岩油气藏,查明它们之间的共性和特性,探讨不同类型火山岩油气藏的主控因素,建立火山岩油气藏三维数字地质模型,揭示火山岩油气藏分布规律,进而建立火山岩油气资源预测的理论体系,指导火山岩油气勘探开发,预测油气资源,从而实现勘探目标的优选。

图书在版编目(CIP)数据

松辽盆地北部火山岩气藏特征与分布规律 / 冯子辉等著. —北京: 科学出版社, 2016

(火山岩油气藏的形成机制与分布规律研究丛书)

ISBN 978-7-03-047850-4

I. ①松… II. ①冯… III. ①松辽盆地-火山岩-岩性油气藏-特征
②松辽盆地-火山岩-岩性油气藏-分布规律 IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 056253 号

责任编辑: 韦 沁 韩 鹏 / 责任校对: 鲁 素

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 王 浩

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>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 11 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016 年 11 月第一次印刷 印张: 24 1/2

字数: 581 000

定价: 268.00 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	吕延防
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

丛书序

——开拓油气勘查的新领域

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,具备成藏的有利条件。

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

前 言

在传统的油气钻（勘）探中，火山岩与其他火成岩一样，往往被认为其形成时的高温不利于油气生成而尽量避开，甚至将其视作“禁区”，排除在油气勘探的重点目标之外；即使自 19 世纪末以来的 100 多年里，世界上 100 多个国家在 300 多个盆地或区块的火山岩中发现了一些油气藏和油气田，但因其中发现的油气储量所占比例不足 1%，也未能引起足够的重视，仍被认为具有偶然性（张子枢、吴邦辉，1994；Petford and Mccaffrey, 2003, Schutter, 2003）。我国的情况亦类似，20 世纪 50 年代，在准噶尔盆地火山岩中首次发现了油气，并于 80 年代至 90 年代探明了一些储量，但未形成持续储量增长规模；火山岩油气藏的勘探潜力及分布规律没有被很好地认识到。

直到 2002 年，通过转变思想观念，大庆油田将深层火山岩作为一个目的层，有针对性的布置钻探。在松辽盆地徐家围子断陷早白垩世营城组火山岩中获得天然气重大突破，已探明天然气储量 4000 多亿 m^3 ，使之成为中国东部迄今为止最大的气田——庆深气田，展示出松辽盆地火山岩油气勘探的广阔前景（冯志强，2006；Feng, 2008；冯子辉等，2010），进而带动了全国性的火山岩油气勘探发现与突破，相继在三塘湖、塔里木、下辽河和渤海湾等盆地探明了一批火山岩油气田，使火山岩由油气勘探“禁区”变成了油气勘探的“靶区”，展现出巨大的勘探潜力（邹才能等，2008；赵文智等，2009；刘嘉麒等，2010），使火山岩成为中国陆上油气勘探的重要领域之一。

本书总结了一个世纪以来火山岩油气勘探的发展规律发现：由于火山岩油气藏成藏理论、控制因素和勘探方法的特殊性和复杂性，火山岩油气勘探一直没有保持住持续增长态势。究其缘由，关键是对火山岩油气藏的成藏运聚机理和分布规律认识不清，因而，不能有效指导火山岩油气勘探，扩大勘探成果。为此，从国家层面设立重点基础研究发展计划（973）项目，组织相关研究力量，开展“火山岩油气藏分布规律与资源预测”（2009CB219308）研究，旨在火山岩油气藏理论上取得创新成果，在火山岩油气藏分布规律方面扩大勘探成果，进而有效指导中国火山岩油气勘探，为我国油气储量增长做出贡献。本书正是作者们为此而做的努力。全书从松辽盆地火山岩气藏形成的区域地质背景入手，阐述了盆地断陷分布与火山岩形成、发育特征；立足典型气藏解剖，剖析火山岩储层发育控制因素与成藏机理；通过火山岩气藏成藏条件综合分析，详述了火山岩气藏的“四控”分布规律；在此基础上，集成火山岩气藏的综合地球物理勘探技术，运用火山岩气藏成藏过程的物理模拟和数值模拟技术，重新计算和评价了松辽盆地火山岩气藏资源潜力，为大庆油田“4000 万”吨稳产、实现大庆油田永续辉煌的战略目标，提供了资源接替的有效勘探领域。

本书编写是由国家 973 项目“火山岩油气藏分布规律与资源预测”（2009CB219308）课题参加人共同合作完成。本书的编写纲要和主要内容出冯子辉组织讨论确定，其中综

论由冯子辉执笔；第一章由冯子辉、冉清昌执笔；第二章由印长海、冉清昌执笔；第三章由印长海执笔；第四章由朱映康、邵红梅执笔；第五章由刘家军、李景坤执笔；第六章由印长海、冯子辉执笔；第七章由刘家军、冉清昌执笔；第八章由冉清昌执笔。全书由冯子辉、印长海、冉清昌等审核、统稿、定稿。

在本书的撰写过程中，得到大庆油田有限责任公司勘探开发研究院和大庆油田有限责任公司勘探事业部的大力支持，得到黄薇、门广田总地质师、杨峰平副总地质师的大力帮助和指导，王璞珺教授、柳成志教授等对书稿提出了宝贵的意见，在本书编写过程中还得到了于海山硕士的协助，在此一并致以最衷心的感谢。

由于火山(成)岩成藏条件复杂，资料众多，加之作者水平有限，本书的一些观点和不妥之处，敬请读者和同仁指正。

作 者

2015 年 6 月 22 日

目 录

丛书序

前言

第一章 绪论	1
第一节 火山岩油气藏勘探概况	1
第二节 火山岩油气藏研究技术方法	7
第三节 国内外火山岩油气藏典型实例	15
第二章 松辽盆地火山岩气藏形成地质背景	36
第一节 松辽盆地形成的区域构造背景	36
第二节 松辽盆地区域地层特征	43
第三节 徐家围子断陷深层沉积相类型及其分布特征	77
第三章 松辽盆地北部断陷分布与火山岩发育特征	90
第一节 松辽盆地北部断陷结构及分布特征	90
第二节 火山岩形成机制与分布特征	95
第四章 松辽盆地北部火山岩储层特征及控制因素	111
第一节 火山岩储层发育特征	111
第二节 火山岩储层判别及物性特征	147
第三节 火山岩储层发育的控制因素及成储机制	155
第四节 火山岩储层分布规律	166
第五章 松辽盆地北部火山岩典型气藏解剖	171
第一节 火山岩气藏特征	171
第二节 典型火山岩烃类气藏解剖	223
第三节 典型火山岩烃类开发气藏解剖	240
第四节 典型火山岩 CO ₂ 气藏解剖	256
第六章 松辽盆地北部火山岩气藏成藏与分布规律	275
第一节 火山岩气藏成藏条件	275
第二节 火山岩气藏成藏主控因素与成藏机理	311
第三节 火山岩气藏成藏与分布规律	334
第七章 火山岩气藏勘探的地球物理技术	343
第一节 火山岩成像技术	343
第二节 火山机构-岩相带地震识别技术	344
第三节 井点火山岩储层描述解释技术	349

第四节 火山岩储层地震预测技术	350
第八章 火山岩气藏成藏模拟和资源潜力认识	352
第一节 火山岩气藏成藏模拟	352
第二节 火山岩气藏资源潜力认识	372
参考文献	378

第一章 绪 论

随着能源需求的日益增长,石油与天然气的勘探、开发领域也在不断地扩展,火山岩油气藏作为油气勘探的新领域,已引起了广大石油工作者的关注。近年来,火山岩油气藏已在世界 20 多个国家 300 多个盆地或区块中发现。如日本新潟盆地吉井-东柏崎气藏、印度尼西亚 Jawa 盆地 Jatibarang 油气藏、阿根廷帕姆帕-帕拉乌卡油气藏、墨西哥富贝罗油气藏等典型的大型火山岩油气藏 (Seemann and Schere, 1984; Vernik, 1990; Hawlander, 1990; 张子枢、吴邦辉, 1994; Mitsuhata *et al.*, 1999; Kawamoto, 2001; Stephen, 2003; Dutkiewicz *et al.*, 2004; Sruoga and Rubinstein, 2007)。我国自 20 世纪 70 年代以来,先后在渤海湾盆地、准噶尔盆地、塔里木盆地、松辽盆地及苏北盆地等地发现了火山岩油气藏 (张子枢、吴邦辉, 1994; Luo *et al.*, 1999; 操应长等, 2002; 王璞珺等, 2003a; 赵海玲等, 2004; 温声明等, 2005; 潘建国等, 2007; 赵文智等, 2008; 邹才能等, 2008)。据统计,在沉积盆地中,火山岩可占到充填体积的 25%,沉积盆地火山岩易接受来自沉积岩的油气,一旦具备成藏条件,可形成大型、超大型油气田,但全球火山岩油气藏探明储量仅占总探明储量的 1% 左右,火山岩中的油气勘探具有广阔的前景 (邹才能等, 2008; 姜洪福等, 2009)。

第一节 火山岩油气藏勘探概况

一、国外火山岩油气藏勘探概况

(一) 勘探历程

自 1887 年在美国加利福尼亚州圣华金盆地首次发现火山岩储层油气以来,火山岩储层油气藏勘探已有 120 多年的历史。火山岩油气藏勘探大致包括三个阶段。

1. 早期阶段 (20 世纪 50 年代以前)

大多数火山岩油气藏都是在勘探浅层其他油藏时发现的。当时,相当一部分人认为火山岩含油气只是偶然现象,甚至认为它不会有任何经济价值,因此未进行系统研究。

2. 第二阶段 (20 世纪 50 年代初至 60 年代末)

认识到火山岩中聚集油气并非偶然现象,开始给予一定重视,并在局部地区有目

的地进行针对性勘探。1953 年委内瑞拉成功发现了拉帕斯油田,这一油田的发现标志着对火山岩油藏的认识进入一个新的阶段,开始认识到在这类岩石中聚集石油并非异常现象,从而引起重视,但对火山岩油藏的开发尚未进行深入研究。

3. 第三阶段 (20 世纪 70 年代以来)

世界范围内广泛开展了火山岩油气藏勘探。在美国、墨西哥、古巴、委内瑞拉、阿根廷、苏联、日本、印度尼西亚、越南等国家发现了多个火山岩油气藏(田),其中较为著名的是美国亚利桑那州的比瑟郝-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、阿塞拜疆的穆拉德汉雷火山岩油气藏、印度尼西亚的贾蒂巴朗玄武岩油气藏、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(邹才能等,2008)。

(二) 火山岩油气藏的分布概况

目前,全球已发现 300 余个与火山岩储层有关的油气田或油气显示,其中有探明储量的火山岩储层油气田共 169 个。如印度尼西亚的贾蒂巴朗玄武岩油气藏、日本新生代火山岩油气藏、阿塞拜疆穆拉德汉雷火山岩油气藏等(Petford and Mccaffrey, 2003),其特点是产层厚、产率高、储量大,已成为重要的勘探目标。

火山岩油气藏分布以环太平洋地区为主,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、匈牙利等国家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、摩洛哥及中非的安哥拉,均已发现火山岩油气藏。

火山岩油气藏形成的构造背景以大陆边缘盆地为主,也有陆内裂谷盆地,如北美、南美、非洲发现的火山岩油气藏,主要分布在大陆边缘盆地环境。火山岩储集层时代在新近纪、古近纪、白垩纪时发现的火山岩油气藏数量多,在侏罗纪及以前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 以上较少(邹才能等,2008)。火山岩油气藏储集层岩石类型以中基性玄武岩、安山岩为主,玄武岩油气藏分布最多,原因主要有三点:一是玄武岩在含油气盆地中分布广,二是玄武岩黏度小,熔岩易侵入沉积岩中,三是玄武岩的多次间歇喷发易形成多孔性的储集层;储集层空间以原生或次生型孔隙为主,普遍发育的各种成因裂缝对改善储集层起到了决定性作用。

(三) 火山岩油气藏规模

国外火山岩油气藏规模一般较小,但也有高产大油气田。从国外代表性火山岩油气田产量统计看,石油日产量最高者为古巴 North Cuba 盆地的 Cristales 油田,天然气日产量最高者为日本 Niigata 盆地的 Yoshii-Kashiwazaki 气田(表 1-1)。

表 1-1 国外火山岩油气田产量统计

国家	油气田名称	盆地	流体性质	产量		储集层岩性
				油/(t/d)	气/(10 ⁴ m ³ /d)	
古巴	Cristales	North Cuba	油	3 425		玄武质凝灰岩
巴西	Igarape Cuba	Amazonas	油	68 ~ 3 425		辉绿岩
越南	15-2-RD 1X	Cuu Long	油	1 370		蚀变花岗岩
阿根廷	YPF PalmarLargo	Noroeste	油, 气	550	3.4	气孔玄武岩
格鲁吉亚	Samgori		油	411		凝灰岩
美国	West Rozel	North Basin	油	296		玄武岩, 集块岩
委内瑞拉	Totumo	Maracaibo	油	288		火山岩
阿根廷	Vega Grande	Neuquen	油, 气	224	1.1	裂缝安山岩
新西兰	Kora	Taranaki	油	160		安山凝灰岩
日本	Yoshii-Kashiwazaki	Niigata	气		49.5	流纹岩
巴西	Barra Bonita	Parana	气		19.98	溢流玄武岩, 辉绿岩
澳大利亚	Scotia	Bowen-surat	气		17.8	碎裂安山岩

资料来源: 邹才能等, 2008

二、中国火山岩油气藏勘探概况

(一) 勘 探 阶 段

中国火山岩油气藏最早于 1957 年在准噶尔盆地西北缘发现, 火山岩油气藏勘探至今已历经 50 余年的历程, 大致经历了三个阶段。

(1) 偶然发现阶段 (1957 ~ 1990 年): 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 (1990 ~ 2002 年): 随着地质认识的深化和勘探技术的进步, 开始在渤海湾、准噶尔等盆地个别地区开展针对性勘探。在前期应用重、磁、电、地震等手段进行预探的基础上, 新疆油田 1993 年在陆梁隆起上钻滴西 1 井, 发现了滴西石炭系火山岩气藏; 大庆油田 2001 年在徐家围子断陷上钻徐深 1 井, 从而发现了徐深气田; 吉林油田 2001 年在长岭断陷哈尔金构造上钻探长深 1 井, 发现了长岭 1 号气田。

(3) 全面勘探阶段 (2002 年后): 在渤海湾、松辽、准噶尔、三塘湖等盆地全面开展火山岩储层油气勘探, 布置了大量的三维地震勘探, 部署了多口针对火山岩储层的预探井, 全面开展了取心、测试、测井、试气、试采等研究工作; 同时加大评价力度, 部署了多口火山岩评价井, 陆续发现了徐深、长岭 1 号、克拉美丽、牛东等一批大中型油气田, 截至 2011 年年底, 已在火山岩中探明石油地质储量 6.2×10^8 t、天然气地质储量 6502×10^8 m³。

(二) 中国火山岩油气藏的分布概况

中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, 中国在大规模油气勘探、开发中, 先后在准噶尔盆地西北缘和渤海湾盆地等 11 个盆地陆续发现了一批火山岩油气田。特别是 2000 年以来, 相继在渤海湾盆地、松辽盆地、二连盆地、准噶尔盆地、塔里木盆地、四川盆地等火山岩油气勘探中取得了重大突破 (杨辉等, 2006; 匡立春等, 2007), 发现了储量达几千万吨的火山岩油气藏 (表 1-2)。同时, 浙闽粤东部中生代火山岩分布区及东海陆架盆地中的长江凹陷、海礁凸起、钱塘凹陷和瓯江凹陷等中、新生代火山岩发育区也成为寻找油气的新领域 (林如锦、徐克定, 1995; 吕炳全等, 2003)。地质研究认为, 中国火山岩分布面积广, 总面积达 $215.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ (图 1-1), 预测有利勘探面积为 $36 \times 10^4 \text{ km}^2$, 展示了火山岩油气藏勘探领域的巨大潜力。因此, 中国含油气盆地火山岩中剩余资源丰富, 勘探潜力大, 是未来油气勘探的重要新领域 (邹才能等, 2008)。

表 1-2 中国主要油田火山岩分布

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	元古代—古近纪	元古代以侵入岩为主; 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—三叠纪	石炭纪主要在盆地边缘发育基本性岩, 二叠纪发育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、百口泉检 188 断块

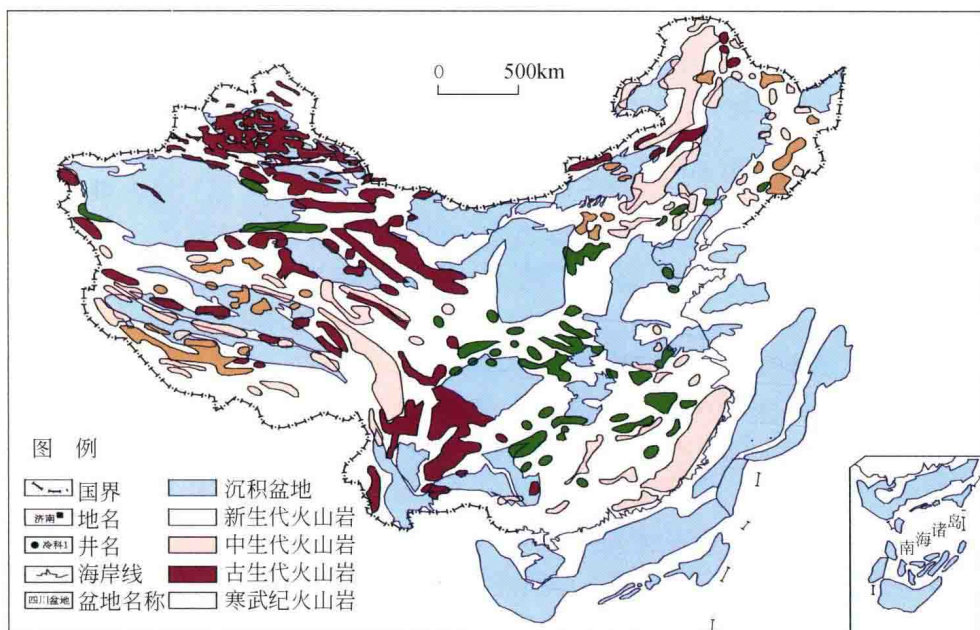


图 1-1 中国陆上火山岩分布图

中国火山岩发育有石炭系—二叠系、侏罗系—白垩系和古近系三套火山岩，主要形成于陆内裂谷和岛弧环境；以沿断裂的中心式、复合式喷发为主，主要形成层火山，爆发相和喷溢相较发育，火山岩体一般为中小型，成群成带大面积展布；成岩环境有陆上和水下两种喷发环境，水下喷发—沉积组合最为有利。中国东部沉积盆地内火山岩以中酸性为主，西部以中基性为主。

从中国已发现的火山岩油气藏基本地质情况看，火山岩油气藏可以划分为四种类型：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。从这四类油气藏分布状况来看，以第一类（基岩风化壳型）最多，其余三类均少。

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，典型的如新疆石西石炭系、一区石炭系、六中区石炭系、八区佳木河组等，三塘湖盆地石炭系火山岩、滨南古近系火山岩都属于典型的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，其油气分布主要受构造作用的控制，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^①,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集层。

4. 沉积岩中火山喷发岩型油气藏

该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。内蒙古的阿北安山岩油气藏即属此类油气藏。

(三) 中国火山岩油气藏主要勘探特点

与国外火山岩油气藏勘探现状相比,中国的火山岩油气藏勘探主要有以下三个特点。

第一,中国现已把火山岩储层油气作为重要领域进行勘探。20世纪80~90年代,中国相继在准噶尔、渤海湾、苏北等盆地发现了一些火山岩储层油气田,如准噶尔盆地西北缘火山岩油田、二连盆地阿北火山岩油田、渤海湾盆地黄骅拗陷风化店中生界火山岩油田和枣北沙三段火山岩油田、济阳拗陷商741火山岩油田等。进入21世纪以来,中国加强了火山岩储层油气勘探,相继在渤海湾盆地辽河东部凹陷、松辽盆地深层、准噶尔盆地、三塘湖盆地发现了规模油气聚集,特别是松辽盆地北部徐深1井突破,全面带动了火山岩储层油气大规模勘探,使其成为目前重要勘探领域之一。

第二,不同时代、不同类型盆地各类火山岩均可形成火山岩储层油气田。中国已发现的火山岩储层油气田,东部主要发育在中、新生界,岩石类型以中酸性火山岩为主;西部主要发育在古生界,岩石类型以中基性火山岩为主。火山岩储层油气田主要发育在大陆裂谷盆地环境,如渤海湾、松辽等盆地,但在前陆盆地、岛弧型海陆过渡相盆地中也普遍发育,如准噶尔盆地西北缘、陆东盆地和三塘湖盆地。在油气聚集类型和规模上,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,

^① 1mD=10⁻³D=0.986923×10⁻¹⁵m²,毫达西。

如松辽深层的徐深气田；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气田等。

第三，火山岩地震储集层预测、大型压裂等勘探开发配套技术不断完善，初步形成了针对火山岩储层油气的技术系列，即火山岩储层油气预测四步法：①火山岩区域预测，以高精度重磁电与三维地震为主；②火山岩目标识别；③火山岩储集层预测；④火山岩流体预测（邹才能等，2008）。

（四）中国火山岩油气藏勘探趋势

火山岩油气储层勘探出现了六个新的发展趋势：①地区上，东部从渤海湾盆地向松辽盆地发展，西部准噶尔、三塘湖等盆地由点到面快速发展；②勘探层位上，由东部中、新生界向西部上古生界发展；③勘探深度上，由中浅层向中深层发展；④勘探部位，由构造高部位向斜坡和凹陷发展；⑤岩性岩相类型，由单一型向多类型，由近火山口向远火山口发展；⑥油藏聚集类型，由构造、岩性型向岩性、地层型发展（邹才能等，2008）。

中国未来的火山岩储层油气勘探主要针对原生型火山岩岩性、风化壳地层型两类油气聚集，立足松辽盆地深层、准噶尔盆地石炭系，构建两大火山岩气区；深化三塘湖盆地、渤海湾盆地火山岩勘探，形成亿吨级储量规模区；积极探索吐哈盆地及新疆北部外围石炭系盆地、四川盆地、塔里木盆地、鄂尔多斯盆地等火山岩新领域，力争实现新突破。

第二节 火山岩油气藏研究技术方法

一、国外火山岩油气藏研究技术方法

国外火山岩油气藏的勘探已有 100 多年的历史，但已发现的火山岩油气藏规模多数较小，火山岩油气藏勘探技术主要有地质方法、成像、摄影地质和卫星图像、地表油气苗观察、地球化学方法、重磁技术、地震技术、大地电磁方法、地质建模、测井分析等。

（一）地质方法、成像、地表油气苗观察

1. 地表成像

火山岩具有区域构造变形的特征，因此成像能反映深部构造。日本新潟盆地的许多油气田都是通过地表成像发现的，而该地区较厚的火山岩覆盖区致使地球物理勘探技术应用效果不好。局部的火山相关构造也可以通过成像识别，如得克萨斯“蛇纹岩塞”油田中最大的 Lytton Springs 油田，地表有易识别的隆起，显然是火山之上的压实