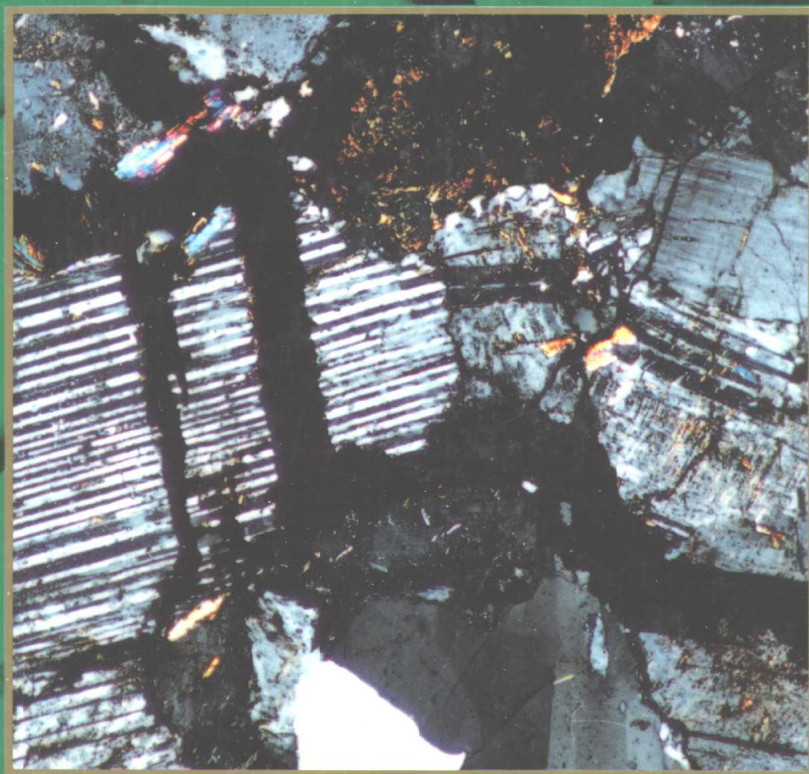


中国油气储层研究图集(卷三)

岩 浆 岩 变 质 岩

张亚范 邢志贵 杜韞华 等著

石油工业出版社



中国油气储层研究图集（卷三）

岩 浆 岩
变 质 岩

张亚范 邢志贵 杜韞华 等著

石油工业出版社

(京) 新登字 082 号

内 容 提 要

本卷汇集了到目前为止国内关于岩浆岩储层和变质岩储层的研究成果,并把重点放在揭示储层特征的图片部分。岩浆岩部分包括喷溢相火山岩储层、次火山岩储层、脉岩及浅成岩储层;变质岩部分主要是描述由混合岩和区域变质岩构成的储层。文字部分扼要地叙述了各类储层的地质特征、岩石类型、储集空间结构、储集空间结构演化以及含油性等。对各类储层的物性与含油机制也进行了探讨,内容丰富;图片部分含有岩心、偏光显微镜、扫描电镜、荧光显微镜等类型图片,具代表性、科学性和实用性。

本卷可供从事石油地质勘探、开发的储层研究人员参考,亦可作为地质、石油、煤炭等方面的教学和科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中国油气储层研究图集 卷三: 岩浆岩·变质岩 / 张亚
范等著. —北京: 石油工业出版社, 1994
ISBN 7-5021-1241-3

I. 中…

II. 张…

III. ①岩浆岩—油气藏—陆相—中国—图集②变质岩—油气藏—陆相—中国—图集

IV. ①P618.130.2-64②P588.2

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版

永昌机械彩印(蛇口)有限公司印刷

石油工业出版社发行

889×1194 毫米 16 开本 11 印张 插页 1 印 1—2000

1994 年 10 月北京第 1 版 1994 年 10 月香港第 1 次印刷

定价 180.00

《中国油气储层研究图集》编委会

主 任： 李天相

副主任： 史训知 石宝珩

委 员： 应凤祥 裘亦楠 薛叔浩 安作相

金毓荪 包 茨 吴 涛 梁生正

刘兴才 杨俊杰 王秋华 张国俊

高瑞祺 关德范 陈丽华 谭忠心

《中国油气储层研究图集》（卷三）编写组

张亚范 邢志贵 杜韞华 赵澄林 张益铄

赵炳岳 白新民 王振东 王世民 田凤艳

序 言

中国油气工业自 50 年代以来,发展蓬勃,在许多方面都取得了引人注目的辉煌成果。在油气地质领域,例如在含油气盆地类型、沉积相(微相)、沉积构造、沉积结构、成岩作用、生油层、储集层以及次生孔隙及裂隙带的形成和展布等方面都取得了大量的、有成效的高水平理论和实用成果。

从 1985 年开始,油气储层的调查研究工作被列为全国石油系统及有关院所及高校的部级攻关课题,共有 20 多个单位及 600 多位科技专家投入了协同工作。当时领导方面对工作的要求是:“要出理论、出技术、出方法;要从中国石油地质的实际出发,搞出符合中国地质特色的储层评价研究。”于 1987 年组成了编委会和编写组,由裘亦楠等 17 位专家组成了编委会,由李天相任编委会主任,史训知及石宝珩任付主任。1992 年初《图集》的五个分卷均陆续修改定稿,历时三年全部完成了这一专著。

近年来油气储层的研究越来越重要,对储层评价的要求愈来愈迫切,如对储层的类型、特点、展布与横向预测,对钻井、完井、井下作业,对注水过程中的导向与油气层保护,对低渗透层的改造,对开发过程中的动态监测,对真假油储层的判别,对特殊油层的处理,以及对提高采收率所应采用的技术措施的筛选等问题的解决方策,都是以储层为对象,以储层评价为基础的。《图集》在所有上述这些方面的工作都取得了高水平的成果。《图集》的研究是以岩石薄片和铸体薄片为基础,采用最新测试鉴定技术,以宏观与微观相结合,沉积与成岩相结合的演化变革的观点为指导,对各类储层及其内部不同沉积构造部位的沉积结构和孔隙特点的非均一性差异,以及在表生带次生孔隙和裂隙的形成与展布等各个方面进行剖析、追索和验证。工作是系统而深入的。《图集》中所用的样品是从各油田生产实践过程中所长期积累起来的第一手资料的精品中精选出来的,因而是具有广泛代表性的,其科研成果是有实用价值的,其所取得的理论是高水平的。

总之,《中国油气储层研究图集》是一套系统深入的、高水平的专著,它具有广泛的实践基础和先进的设计思想。对油气勘探、开发、储层评价和预测均有指导意义。同时也可做为工具书,供生产及科研、教学人员使用。这本《图集》的出版将对我国油气勘探和开发事业的继续前进起促进作用。

蔡连俊

序

“岗位在地下，斗争对象是油层”。长期以来，一直是石油工作者的职责，这就要求我们研究储层、认识储层、评价储层。

勘探实践表明，中国油气储层是很丰富的，也是很复杂的。目前，已发现的油气主要储集于各种类型的新生代陆相地层中，亦有部分储集于前中生代地层中。从 50 年代开始，石油工作者在研究和评价中国生油层的同时，也在研究中国储层特征。特别是近十年来，在沉积相（尤其是微相）、成岩作用、次生孔隙发育带预测等方面，都取得了一批重要成果。当前，在油气勘探、开发过程中对储层评价的要求愈来愈高，如储层横向预测，钻井、完井、井下作业、注水等过程中的油气层保护，低渗透层的改造，开发过程中的动态监测以及提高采收率方法的筛选等问题的解决，都是以储层为对象，以储层评价为基础的。

从 1985 年开始，“油气储层评价研究”被列为部级重点科研攻关课题。全国石油系统及其它有关研究院、所、高等院（校）20 多个单位，600 多个科技人员，投入了储层评价研究。根据“要出理论、出技术、出方法，要从中国实际出发，搞出中国特色来的储层评价研究”的要求，经过“七五”科技攻关，已取得了可喜的成绩。

1987 年 10 月，当时任石油工业部副部长的李天相同志提出要尽快编制一套我国油气区储层岩石学图册。并要求以具有中国特色的丰富内容，极好的图片质量，以及精美的印刷水平打入国际市场。

按照编写要求，组成了图集编委会和编写小组，于 1991 年 9 月完成了初稿，并在秦皇岛经图集编委会及专家审定之后，各分册编写小组根据编委会的意见于 1991 年底至 1992 年初集中修改定稿，前后用了三年时间完成了这项工作。

“中国油气储层研究图集”共分：

碎屑岩、碳酸盐岩、岩浆岩 变质岩、沉积构造、自生矿物 显微荧光 阴极发光五卷。

本卷基本上全面地汇集了我国岩浆岩和变质岩含油储层的资料，对岩石类型、结构类型、储集空间及演化特征和储油机制、含油性进行了较深入的研究。该卷由张亚范、邢志贵、杜韞华等负责完成。

参加“中国油气储层研究图集”编辑的共有石油系统 25 个研究院校上百名从事储层研究的研究人员。因此这一成果是集体智慧的结晶，它具有以下特点：

1. 具有中国油气储层特别是陆相储层的特色。图集以储层微观现象为主要表现形式，反映了我国陆相储层的特殊性、丰富多彩的类型、复杂的非均质性。

2. 图集集中了广大岩矿工作者几十年发现和积累的珍贵微观现象，也是各油田在生产实践过程中积累起来的大量第一性资料基础上精选出来的，它具有一定的代表性。有的是难得的珍品。承担编写的同志精心设计，踊跃贡献珍品，努力提高照片质量，这些精神及工作作风是非常可贵的。

3. 图集以岩石薄片为基础，结合岩心层理构造以及扫描电镜、阴极发光、电子探针波谱及能谱、包裹体测温、X 衍射、有机酸等分析成果，反映了近代储层实验测试先进水平。

4. 图集具有科学性、实用性，是适合石油勘探开发的图集。

该图集是一本新型图集，既体现了最新的研究成果，也具有实际应用价值，特别是在油气勘探开发、储层评价和预测方面有一定指导意义。

图集还突出了储层及储层中的自生矿物在勘探开发过程中与外来物接触发生的变化，为保护和改造油层提供了基础性的科学依据；同时也为标准化、规格化、科学化提供了样版图集；该图集也可以作为工具书供生产、科研人员使用，也可作为教材供石油、地质院校师生参考。

这套图集的编写是在李天相、史训知同志直接指导下进行的。以裘亦楠为首的储层评价研究协调领导小组进行了大量的组织协调工作，总公司科技发展局关德范同志自始至终负责图集编写的组织工作。在此仅向关心并为本图集的编辑出版付出辛勤劳动的众多领导、专家、科技工作者致以崇高的敬意和感谢！

石宝珊

前 言

岩浆岩和变质岩油气藏在世界上分布较为广泛，较早发现于 19 世纪末。随着勘探方法的日益改进，到 80 年代已发现了几十个中、小型岩浆岩和变质岩油气藏。我国渤海、大港、胜利、辽河、江苏、二连和新疆等地也发现了一批岩浆岩和变质岩油气田。

岩浆岩和变质岩油气藏一般地质条件比较复杂，储层类型多样，纵横向变化大，开发难度高，且石油地质研究薄弱；又由于这类油气藏规模一般偏小，分布零星，所以对这类油气藏的认识程度还较差，缺乏有效的研究方法和储层评价手段，特别是对从储层定性描述到定量研究，建立不同介质类型三度空间展布模式、裂隙成因及机理研究，还缺乏有效的研究方法和手段。

“七五”期间全国各油田，诸如大港、辽河、新疆、二连、胜利、江苏、渤海等又相继发现了一些这类油气藏，取得了明显的经济效益，并从岩石学、储集条件、孔隙结构和油气富集规律等方面开展了研究。综合应用地质、测井、地震等项资料取得了很大进展，引起了国内外石油地质界的瞩目。

我国目前已探明储量中约有 15% 的储量由于油气藏或储层类型比较复杂，而作为边际油田尚未动用。其中包括岩浆岩、变质岩、泥岩、低渗透等特殊类型储层。加深这类储层研究，从低产中找相对高产，从复杂中找相对简单，使这类油气藏尽快投入有效的经济开发，这也是石油地质工作者当今面临的一个难题。

本图集的编撰原则是描述、解释和预测三个步骤，即准确的第一性描述，合理的解释，进而作出较为可靠的预测。在我国油气勘探开发实践中，作为特殊储层类型的岩浆岩和变质岩油气藏已积累了一些经验和丰富的实际资料，本图集就是在中国石油天然气总公司领导直接组织安排下进行的一项总结性工作。其目的在于总结过去、展望未来，进而把我国岩浆岩和变质岩储层研究推上一个新台阶，为“增储上产”作贡献。

参加本图集编撰工作的主要人员有张亚范、邢志贵、杜韞华、赵澄林、张益铄、赵炳岳、白新民、王振东、王世民、田凤艳等，由张亚范主编。吴涛高级工程师在百忙中对本图集的编写给予了具体的指导，对文稿进行了认真审阅；赵澄林教授对文稿进行了修改、补充；姚文江、朱长山、陶永春、王培坤、翟义宾等做了大量工作。为本图集提供资料的有刘孟慧、陶洪兴、张荫本、章志英、刘圣义、乔文龙、闫凤琴等。本图集在编写过程中得到裘亦楠、安作相、陈丽华、梁生正、钱凯等的热情关怀和大力支持，参加编写和提供资料单位的领导都给予了全力支持，在此一并谢意。

目 录

第一部分 岩浆岩油气藏

1 基本特征	(3)
1.1 分布范围广	(3)
1.2 出现时代长	(3)
1.3 储集岩类型多样	(3)
2 岩性特征	(3)
2.1 岩石学特征	(3)
2.2 岩相特征	(6)
2.3 电性特征	(7)
2.4 地震反射特征	(9)
3 储集空间结构	(23)
3.1 孔隙	(23)
3.2 裂隙	(24)
4 储集空间结构演化	(73)
4.1 有利于油气储集的演化	(73)
4.2 有损于储集性能的演化	(73)
5 储油机制	(81)
5.1 次火山岩体的储油机制	(81)
5.2 喷溢相熔岩体的储油机制	(81)
6 岩石物性和含油性	(81)
6.1 次火山岩体的物性和含油性	(81)
6.2 熔岩体的物性和含油性	(82)
7 油气藏形成	(83)
7.1 火山岩潜山油气藏	(83)
7.2 断块型块状油气藏	(83)
7.3 断块型层状油气藏	(83)
7.4 构造断裂油气藏	(85)
7.5 岩性油气藏	(86)
7.6 与岩浆岩有关的油气藏	(86)
8 评价	(87)
8.1 正确认识岩浆活动在油气藏形成中的作用	(87)
8.2 岩浆岩可作为良好的油气储层	(87)
8.3 不同形态岩浆岩体形成多种圈闭类型	(87)

8.4 应采用合理的开发措施	(87)
----------------------	------

第二部分 变质岩油气藏

9 基本特征	(115)
9.1 岩石学特征	(115)
9.2 分布特征	(116)
9.3 电性特征	(116)
10 储集空间结构	(127)
11 储集空间结构演化	(139)
11.1 促成储集空间结构演化的因素	(139)
11.2 矿物演化	(139)
12 含油性	(150)
12.1 储油机制	(150)
12.2 岩性、物性、含油性	(150)
12.3 古潜山油气藏	(150)
参考文献	(165)

第一部分

岩浆岩油气藏

早在 19 世纪末 20 世纪初, 古巴、日本、阿根廷、美国和原苏联等国均先后发现了岩浆岩油气藏, 特别是油气资源贫乏的日本, 竭尽全力勘探和开发岩浆岩 (主要是火山岩类) 中的油气藏, 已初步取得了一些效果。其它国家也有所进展。80 年代以来, 我国在岩浆岩类油气藏的勘探和开发中也取得了可喜的成果。集中反映在 1987 年 10 月由中国石油学会地质委员会在辽宁旅顺召开的“全国火成岩油气藏学术讨论会”上, 宣读和发表的论文较全面地介绍了近年来中国科技人员在岩浆岩油气藏这一研究领域中的现状、水平和所取得的成果。本部分就是在这次会议基础上, 深入开展岩浆岩储层研究之后取得的新成果。

1 基本特征

与国外相比, 我国以岩浆岩为储层的油气藏, 具以下基本特征。

1.1 分布范围广

东从渤海湾盆地, 西至新疆准噶尔盆地, 南从广东的三水盆地 (广州市以西), 经中部的江苏盆地, 北至内蒙二连盆地, 在我国广大的疆域范围内, 均已发现了以岩浆岩为储层的油气藏 (图 1-1)。

1.2 出现时代长

国外以火山岩为主的岩浆岩油气藏, 出现的地质时代均较新, 以中-新生代为主, 如新疆准噶尔盆地石炭纪的火山岩油气藏。

1.3 储集岩类型多样

包括火山熔岩类、次火山岩类、浅成侵入岩类。其中中-基性熔岩和次火山岩储层占有重要地位。

目前我国已建成一定规模、并有一定储量和产量的以岩浆岩为主要储层的油气田有: 黄骅坳陷风化店和王官屯中生界次火山岩-火山岩油气田, 新疆准噶尔盆地石炭系玄武岩油田, 苏北东台坳陷闵桥地区下第三系玄武岩油田, 济阳坳陷滨南和昌潍等地下第三系玄武岩-安山岩油田, 辽河坳陷热河、于楼、黄金带、大平房、荣兴屯和油燕沟等地中、新生界玄武岩-安山岩油田, 渤海海域石臼坨 428 构造和锦州 20-2 构造中生界玄武岩-安山岩油田, 以及内蒙二连盆地阿北中生界安山岩油田等。济阳坳陷义北地区尚有由浅成侵入岩-煌斑岩类为储层的油田。

2 岩性特征

归纳我国已被发现的以岩浆岩为储层的油气藏, 其岩性、岩相、电性和地震反射等方面, 具如下特点。

2.1 岩石学特征

我国岩浆岩储层的岩石类型以熔岩为主, 最主要的是玄武岩和安山岩、次火山岩、流纹岩和脉岩类。

2.1.1 安山岩

主要呈绿灰色或灰绿色, 有的呈灰黑色。个别情况下呈砖红-紫红色, 是岩浆喷出地表与空气接触强烈氧化所致。呈微晶和玻晶交织结构, 可见辉石, 少见橄榄石。斜长石主要是中长石, 呈板状斑晶出现时, 多具环带构造。构造不均一, 位于岩流层顶底的安山岩常见气孔、杏仁构造, 气孔或杏仁大小不一, 2~10mm, 常见拉长现象, 指示流动方向; 位于岩流层中部时, 气

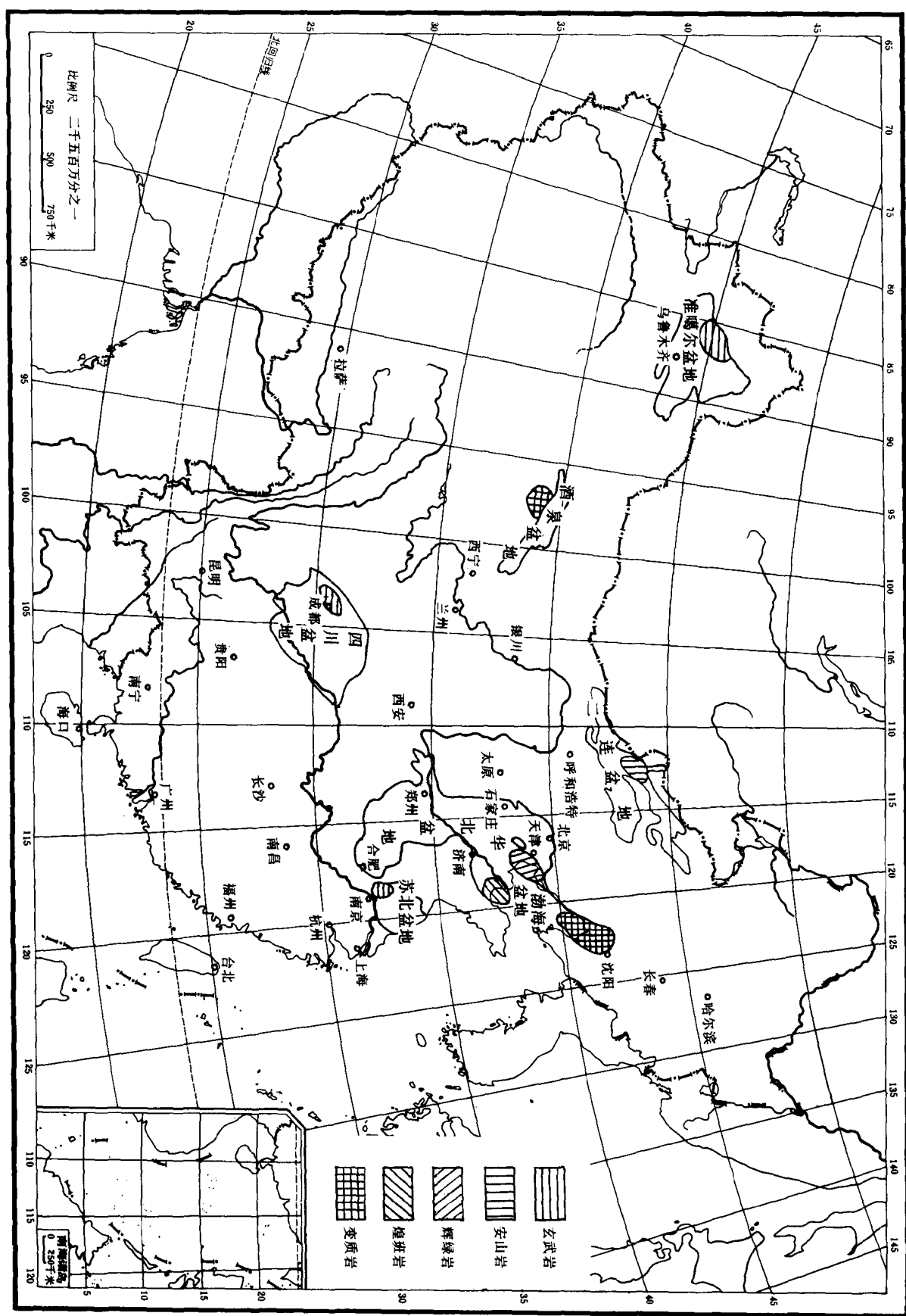


图 1-1 中国岩浆岩、变质岩油气藏分布示意图

孔、杏仁构造不发育，呈均一块状。在断裂带附近的安山岩可有发育的构造节理，离断裂带越近，裂隙密度越大。另外安山岩在冷凝过程中也可形成收缩缝。各种裂隙和孔隙中也常为碳酸盐矿物充填，导致储层的不均一性。常见的亚类是辉石安山岩、安山岩以及向中酸性岩类过渡的英安岩。

2.1.2 玄武岩

呈灰色、灰黑色，岩流层顶部常显红色。矿物成分主要是基性斜长石和辉石，其次是橄榄石和磁铁矿等，次生矿物有伊丁石、绿泥石、蛋白石和沸石等。岩石多致密坚硬，呈斑状结构。气孔-杏仁构造发育，气孔大小不一，呈圆形或椭圆形；杏仁体多为蛋白石、绿泥石、方解石或沸石矿物充填。玄武岩可发生强烈蚀变，斑晶常被碳酸盐矿物、绿泥石、皂石或黄铁矿交代，但斑晶的自形轮廓仍被保留。玄武岩中常见原生和次生孔隙，充填物有铁质薄膜、玉髓、孔隙衬边状绿泥石、断面呈三角形的犬齿状白云石及沸石类等自生矿物。陆上喷发的玄武岩常经过风化，形成风化孔隙和裂隙。另外还有发育的构造裂隙、冷凝成岩收缩裂缝等。主要亚类有：橄榄玄武岩、辉石-橄榄玄武岩、橄榄-辉石玄武岩、辉石玄武岩、玄武岩、安山玄武岩、伊丁石化玄武岩、蚀变玄武岩、气孔状玄武岩和杏仁状玄武岩等。玄武岩是我国分布最广的火山熔岩储层。

2.1.3 次火山岩

作为常见的油气储层有次安山岩和次英安岩，次火山岩是一种与火山喷发岩同源而不同相的产物，是呈侵入形式的浅成、超浅成的火山岩。

次安山岩结构上酷似安山岩，一般为无斑隐晶结构、斑状结构、球粒结构或少斑隐晶结构。较大的次火山岩体中的矿物颗粒往往变大，基质结晶程度也较好。黄骅坳陷风化店的次火山岩体是由次黑云母安山岩组成，呈灰色、浅灰色，斑状结构，斑晶为中长石，具环带构造；暗色矿物主要是黑云母，斑晶可见暗化边。气孔、杏仁构造不发育。向酸性过渡的亚类有次黑云母英安岩，其基质中出现石英，显微嵌晶结构。超浅成侵入成因的次火山岩由于隐爆作用可形成隐爆角砾岩，主要特点是显角砾状构造，角砾碎块间具可“复原性”，砾间微裂隙发育，角砾成分仍主要是次黑云母安山岩。

2.1.4 脉岩类

脉岩类属于浅成侵入岩，各大类岩浆岩一般都具有与自身成分相当的脉岩，产于岩浆岩体内部或其附近围岩中，宽度从几厘米至几十米不等，延伸可长达数公里。我国岩浆岩储层中常见的脉岩是辉绿岩，其次是煌斑岩、细晶岩、正长斑岩、花岗斑岩等。

a. 煌斑岩。未蚀变的煌斑岩为深灰色，含大量黑云母。岩石为全晶质显晶质，具煌斑结构和斑状结构。斑晶主要由自形黑云母及受蚀变的自形辉石组成，还有少量斜长石及自形角闪石。岩石常发生蚀变，呈浅色。辉石经蚀变成为皂石、绿泥石及闪石类矿物，有的辉石形成溶孔，但又常见被白云石、方解石、伊利石、自生石英及自生钾长石等次生矿物半充填-全充填。

b. 辉绿岩。暗绿或黑色，辉绿结构或次辉绿结构。主要由基性斜长石和单斜辉石组成。斜长石聚片双晶十分清晰。次要矿物有黑云母、磷灰石。辉绿岩常发生蚀变，次生矿物有绿泥石、绢云母、葡萄石等。基性斜长石和辉石均已溶解产生次生孔隙，可成为较好的储层。

c. 细晶岩。正长斑岩和花岗斑岩等长英质岩类，岩性虽较致密，但因构造裂隙发育，加上钾长石类溶解产生的次生孔隙也较发育，故仍可作为储层。

2.1.5 自碎岩类

a. 岩流自碎岩。常见类型是玄武质成分或安山质成分的自碎熔岩。自碎角砾大小不一，微裂隙十分发育，成分角砾具有“复原性”，以内蒙二连盆地和辽东湾中生界安山岩储层最典型。密

集的网状砾间裂隙虽有部分充填，但裂隙普遍较发育。

b. 隐爆自碎岩。或称侵入自碎岩，碎屑的成分基本上与附近围岩一致，包括各种火山岩、变质岩、沉积岩。碎屑呈棱角-次棱角状，有的呈枕状、球状。单一碎块可达数米，凝灰级碎屑常分散和充填于较大碎屑之间。新疆克拉玛依的自碎角砾岩储层为溶蚀孔和微裂隙含油。

2.2 岩相特征

我国岩浆岩储层具以下岩相类型及产出特征。

2.2.1 剖面上的分带性

以火山岩为重点说明之，在剖面上根据岩性的分布组合和各种岩石矿物含量所占比例，可将火山岩体划分为不同的喷发期。每个喷发期自下而上岩性变化为：火山碎屑岩（代表猛烈喷发或爆发作用），熔岩（玄武质或安山质，分别具有气孔-杏仁构造、流纹构造，或呈致密块状）。总体上来讲，近火山口部位火山碎屑岩较粗，为集块岩或火山角砾岩，且厚度较大；远火山口火山碎屑粒度变细、厚度变薄，主要为凝灰质。熔岩顶部常有一层岩流自碎角砾岩，在剖面上分布不稳定，但它是划分熔岩流顶界的标志。

火山碎屑岩占火山岩层总厚度的比例，称为爆发系数。该系数越大，喷发的猛烈程度也越大。新疆克拉玛依油田一区石炭系火山岩油藏，是三期玄武质熔岩喷发的产物。第一期爆发指数为 7.5%~14.3%，喷发强度较低，以宁静的溢流为主；第二期爆发指数为 18.5%~46.7%，爆发相与溢流相交替出现；第三期爆发指数高达 24.3%~66.2%，以爆发相为主。说明新疆克拉玛依油田石炭纪玄武质熔岩的喷发是渐次加强的。

2.2.2 平面上的岩相变化

由火山的中心部位向外，可有以下几个岩相带：

a. 火山通道相。火山通道是连接岩浆房和地表的通道，所谓岩颈是火山通道被熔岩和火山碎屑物质充填而成的地质体。熔岩组成的岩颈，自上而下粒度由细变粗，深部出现中粗粒斑状结构；由火山碎屑组成的岩颈，碎屑主要是周围火山岩的碎屑产物，少数来自基底岩石，大小悬殊，无分选。多数碎屑呈棱角状，少数有一定的磨圆，这是因为碎屑火山通道内的相对运动或被多次抛出所造成的。许多岩颈由火山碎屑岩和熔岩混合组成。火山通道相在剖面上常呈筒状，或上宽下窄的漏斗状，在垂向上无成层性，在平面上火山口常呈负地形。

b. 次火山岩相。在火山活动时，熔岩不是全部都能达到地表，一部分熔岩可能在超浅成条件下凝结，它仍具有火山岩的外貌，但又具侵入的产状。次火山岩取得的地下空间往往与一个地区发育的多向或多组断裂有关，有岩盖、岩镰、岩蘑菇、岩漏斗、岩株、岩墙和岩床等产状。次火山岩岩体成分十分单一，由接触带到中心，结构逐渐变化。岩体可以局部甚至全部呈自碎状，如果数量多时就构成侵入自碎岩。次火山岩结构上与火山岩相似，但不发育气孔-杏仁构造。次火山岩有时与火山锥上的溢流相、爆发相呈穿插关系。

c. 爆发相。主要由较粗的火山碎屑岩组成，如集块岩、火山角砾岩、角砾质凝灰岩等。它们是原地堆积的产物。其在平面上的分布特征是：靠近火山通道，火山碎屑越粗；近火山口，岩屑、晶屑比例增大；与溢流相火山熔岩在垂向剖面上交替出现，或由爆发相叠复出现，形成火山碎屑锥；粗火山碎屑岩一般不具层理构造，而异地堆积、且经过一些搬运的火山碎屑物常具层理构造。

爆发相分为近火山口亚相、中间亚相和远火山口亚相。中间过渡亚相的物性相对好些，通称火山斜坡带，是有利的油气储集带。

d. 喷溢相。岩浆溢出火山口呈带状流动，且呈面式分布，通称熔岩流或熔岩被。熔岩表面形

状多样，具清晰塑性流动构造，诸如绳状熔岩、块状熔岩等，有时可见喷气构造。块状硬壳易被下部流动的熔浆冲破，致使有碎屑熔岩流角砾岩和自碎熔岩流集块岩的形成。岩流在冷凝过程中一般形成柱状节理。

岩流在垂向上具有分带性，自上而下是：自碎角砾熔岩、上部气孔-杏仁状熔岩、中间致密块状熔岩、下部气孔杏仁状熔岩。陆相喷发的岩流，表层常见红色或紫色的氧化带。岩性分带性导致物性变化的不均一性，至使含油性的不均一。

e. 喷发沉积相。该岩相几乎存在于火山作用的全过程中，但在火山作用平静期更为发育。其岩石是火山喷发和正常沉积作用相互掺合的产物。火山碎屑物质可以在火山斜坡和火山盆地中堆积，也可降落在水盆地中与正常沉积物质组成火山碎屑沉积岩，该岩相多半位于远离火山口的地带。

2.2.3 浅成侵入岩类岩相

在岩浆岩体内部或其围岩中，常见到一些呈脉状产出的岩浆岩体，它们经常充填裂缝构成岩墙、岩脉或者岩床。宽度从几厘米到几十米不等，但延伸可达数公里。其成分与侵入母岩体成分相近的称未分脉岩，相当于各岩浆岩大类的浅成侵入岩，如辉长玢岩、辉绿玢岩、闪长玢岩、花岗斑岩和正长斑岩。在我国岩浆岩油藏中以闪长玢岩、花岗斑岩和石英斑岩类常见。另一类浅成侵入岩成分上与母岩浆差别较大，诸如暗色矿物集中的煌斑岩类和浅色矿物集中的细晶岩或伟晶岩类，为二分脉岩。它们在我国岩浆岩油藏中更常见。

2.3 电性特征

2.3.1 喷溢相玄武岩电测曲线特征

蚀变玄武岩、碎裂岩和断层角砾岩等储集岩的声波时差大，为 79 ($\mu\text{s}/\text{ft}$)、电阻率高 ($750\Omega \cdot \text{m}$)、深浅三侧向幅度差大 (约 $700\Omega \cdot \text{m}$)、密度低 ($2.39\text{g}/\text{cm}^3$)，孔隙度 5.2%~21.4%、渗透率 $0.26\sim 13.093\times 10^3\mu\text{m}^2$ 。不同岩性的孔渗特征参看表 1-1。该岩类具较好的含油性。蚀变轻微、未受动力改造的玄武岩 (图 1-2)、安山岩 (图 1-3) 和流纹岩等则显示出声波时差 ($62\mu\text{s}/\text{ft}$)、电阻率 ($230\Omega \cdot \text{m}$) 均低，三侧向幅度差小 (约 $150\Omega \cdot \text{m}$)、密度高 ($2.63\text{g}/\text{cm}^3$)，其孔隙度 (5.6%~6.9%)、渗透率 ($0.075\sim 0.077\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$) 低等特征，该岩类含油性差。

表 1-1 风化店次火山岩小型岩样测得的岩石物性数据表

井 号	孔 隙 度 (%)			渗 透 率 ($10^{-3}\mu\text{m}^2$)					
				水 平			垂 直		
	平均值	最低值	最高值	平均值	最低值	最高值	平均值	最低值	最高值
枣 51	5.6	1.9	9.5	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.05
枣 119	2.2	1.8	2.6	60.34	0.01	181			
枣 131	11.8	11.0	13.5	3.09	0.0	8.1	200.63	0.07	998
枣 59	8.59	2.18	16.5	0.05	0.02	0.13	0.08	0.02	0.31
枣 1270-2	15.2	10.6	22.2	0.44	0.04	0.90	0.43	0.16	0.69
平均值	9.04	5.50	13.76	12.79	0.02	38.03	40.24	0.06	119.81