

特殊油气储层

赵澄林 刘孟慧 胡爱梅 涂强 等著

石油工业出版社

北京)

0.2

7

内 容 提 要

本书总结了“七五”、“八五”以来有关岩浆岩、变质岩、风化壳、煤系和砾岩具有特殊储集性能岩类储层的岩性、岩相、成岩、储集空间、含油气性及油气藏等方面特征。结合我国石油地质特点，从地质、地震、测井、测试和分析化验等多方面进行综合研究和评价。通过大量油气田实例较系统地阐明了上述各种岩类储层的形成、演化和分布规律，并针对不同勘探开发阶段提出了一些经济技术指标，可供借鉴。

本书供从事现场实际工作的科技人员使用，也可作为科研院所和大专院校有关专业的参考书和教学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

特殊油气储层/赵澄林等著.

北京:石油工业出版社,1997.2

ISBN 7-5021-1815-2

I. 特…

II. 赵…

III. 储集层

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 19148 号

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印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 13¼ 印张 325 千字 印 1—1500

1997 年 2 月北京第 1 版 1997 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-1815-2/TE·1536

定价: 19.50 元

前 言

鉴于教学、生产和科研的实际需要，特将十几年来我们所承担和完成的国家级、部级、高校博士学科点专项科研基金资助课题中的有关特殊岩类油气储层研究成果汇集在一起^{①~⑭}，作为专题著作印刷出版，希望本书的出版能对石油工业的发展起一些作用。

全书共分五篇。第一篇岩浆岩油气储层，由概述，储层特征、评价和分类，成藏模式三章组成。本篇较全面地概述了我国已发现的 20 多个以岩浆岩，特别是火山岩为储层的油气藏的岩性、岩相、储集条件、成藏模式、油气聚集和分布的一般规律。首次明确地提出火山岩岩相带中的过渡相带（或中距离火山斜坡相带）是含油气的最有利相带的观点。所总结出的正确认识岩浆活动在油气藏形成中的作用，岩浆岩可作为良好的油气储层，接近生油岩（区），是形成岩浆岩油气藏的必要条件，以及油气藏类型受岩浆岩体形态及断层体系的控制等结论性认识对指导油气勘探具有重要参考价值。

第二篇变质岩油气储层，由概述，储层特征、评价和分类，以及变质岩古潜山油气藏三章组成。本篇以少数有代表性的变质岩，特别是深变质岩为储层的古潜山油气藏为例，概述了岩性、岩相、储集条件、油气藏类型、油气聚集和分布的一般规律。总结出我国东部变质岩油气藏具有构造断裂带控制的优质储层，储层具有极大的非均质性，有利储集空间是构造裂缝—溶蚀孔隙型和“新生古储”等基本特征。并明确指出我国变质岩古潜山风化壳油气藏仍具十分良好的勘探前景。

第三篇风化壳油气储层，包括概述和分布，碎屑岩风化壳储层，碳酸盐岩风化壳古岩溶及油气储层和火山岩风化壳储层。从岩性、岩相、储集条件及风化壳的形成和分布等方面总结了碳酸盐岩、碎屑岩和火山岩风化壳油气储层。陕甘宁盆地中部奥陶系碳酸盐岩风化壳储层是沉积、成岩和构造综合作用的结果。白云岩—蒸发岩岩性组合经大气淡水淋滤作用是形成有利孔隙发育带的基础，由 6 种成岩相和 4 种储集类型组成。东濮凹陷中—新生代碎屑岩风化壳油气藏和渤海海域 JZ20—2 火山岩风化壳凝析气藏的储集层独具特色，均已获工业油流。

第四篇煤系碎屑岩油气储层，由概述、储层沉积特征、成岩特征、储层特征及其形成机理四章组成。石炭—二叠系和侏罗系是我国主要煤系地层，初步统计在我国 16 个较大气田

①吐哈—敦煌诸盆地煤系碎屑岩储层形成机理研究（高校博士学科点专项基金资助项目）。

②东濮凹陷下第三系碎屑岩天然气储层沉积学（高等学校博士学科点专项基金资助项目）。

③我国天然气储层类型特征、控制因素及评价（国家三级课题，85-102-02-04）。

④东部深层天然气储层成气成岩史及有利孔隙带预测（国家四级课题，85-102-02-04-02）。

⑤风化壳及湖相碳酸盐岩天然气储层（国家四级课题，85-102-02-04-02）。

⑥特殊储层（火成岩、变质岩、泥岩）储集空间及其形成机理研究（部级三级课题，85-103-07-07）。

⑦吐哈盆地鄯勒油田中侏罗统致密储层性质和开发机理研究（吐哈会战指挥部委托项目）。

⑧西北侏罗系敦煌盆地群野外石油地质综合研究（总公司新区勘探事业部委托项目）。

⑨内蒙二连盆地中生代储层沉积学、地质模型及评价（华北石油管理局委托项目）。

⑩辽东湾下第三系碎屑岩微相、成岩作用及对物性影响和勘探方向研究（渤海石油公司委托项目）。

⑪酒东盆地营尔凹陷储层特征及评价（玉门石油管理局委托项目）。

中，有8个大气田的气源岩与煤系有关，煤系中的砂岩、粉砂岩和砾岩可作为储层。本篇是结合西北地区的敦煌、北山和吐哈盆地侏罗系地层的岩性、沉积相、成岩作用、储层特征的研究成果综合编写而成，重点阐明了侏罗系煤系地层中油气储层的形成机理和分布规律。

第五篇砾岩油气储层，由概述，油气储层类型、特征及评价两章组成。在概述中，从概念和分布、成因类型及特征、岩性和储集性能、储集条件和含油气性两方面概括地总结了砾岩油气储层的基本特征。进而重点剖析了内蒙二连盆地蒙古林油田及新疆克拉玛依油田的洪（冲）积相砾岩和渤海湾盆地东濮、胜利和辽河等油田浊积相砾岩储集的类型、特征及评价。从中可以看出砾岩储层与砂岩储层相比有许多特殊之处，深入研究，有助于指导油气勘探。

本书第一篇由刘孟慧、赵澄林、胡爱梅编写，第二篇由赵澄林、刘孟慧、涂强编写，第三篇由胡爱梅、赵澄林、刘孟慧编写，第四篇由涂强、赵澄林、季汉成编写，第五篇由赵澄林、胡爱梅、季汉成编写。全书由赵澄林、刘孟慧统编和审核。

参加前期不同课题研究工作的还有姜在兴、王留奇、王志欣、纪友亮、杨丛笑、寿建峰、石玉章、钱崢、姜培海、李玉梅、周劲松、翁庆萍、朱毅秀、吴洪峰、韩春元、马晓昌、时建民、王鹏。

衷心感谢中国石油天然气总公司科技发展局、北京石油勘探开发科学研究院、石油大学，以及中原、华北、胜利、大港、辽河、渤海、长庆、江汉、江苏、四川和克拉玛依等油田领导、所属各职能部门和广大科技人员对我们科研工作的指导和支持。

十分感谢中国石油天然气总公司中国油气储层研究领导小组裘亦楠、应凤祥、薛叔浩、陈丽华，以及郑浚茂、张鹏飞、王英华和朱国华等专家教授对我们科研工作和出版专著关心和帮助。

限于水平，不当之处，敬请读者指正。

赵澄林

石油大学

沉积学（含：古地理学）博士学科点

1996.3.30

目 录

第一篇 岩浆岩油气储层

第一章	概述	(1)
第一节	概念和分布.....	(1)
第二节	岩石学和岩相特征.....	(5)
第三节	岩浆岩电性和地震反射特征	(19)
第四节	物性和含油气性	(23)
第二章	岩浆岩油气储层特征、评价和分类	(29)
第一节	储集条件和控制因素	(29)
第二节	岩浆岩储层特征、评价和分类	(32)
第三章	岩浆岩成藏模型	(37)
第一节	火山岩潜山油气藏	(37)
第二节	断块型块状油气藏	(38)
第三节	断块型层状油气藏	(41)
第四节	构造断裂及岩性油气藏	(44)
结 论	.....	(45)
参考文献	.....	(46)

第二篇 变质岩油气储层

第四章	概述	(48)
第一节	变质岩储层的概念和分布	(48)
第二节	变质岩储层的岩性特征	(49)
第三节	变质岩储层的含油性	(53)
第四节	变质岩储层的电性特征	(54)
第五章	变质岩储层特征、评价及分类	(57)
第一节	变质岩储层储集条件及其控制因素	(57)
第二节	变质岩储层特征、评价和分类	(62)
第六章	变质岩古潜山油气藏	(66)
第一节	变质岩古潜山油藏分类	(66)
第二节	变质岩古潜山油藏实例	(66)
结 论	.....	(70)
参考文献	.....	(71)

第三篇 风化壳油气储层

第七章	概述	(72)
------------	-----------------	------

第一节	概念和分布	(72)
第二节	碎屑岩风化壳油气储层	(77)
第三节	碳酸盐岩风化壳油气储层	(81)
第四节	火山岩风化壳油气储层	(96)
结 论		(102)
参考文献		(103)

第四篇 煤系碎屑岩油气储层

第八章	概述	(105)
第一节	概念和分布	(105)
第二节	岩性特征	(107)
第九章	煤系储层沉积特征	(110)
第一节	煤系形成的主要沉积环境及特征	(110)
第二节	煤系储层的地震反射特征	(121)
第十章	煤系储层成岩特征	(127)
第十一章	煤系储层特征及其形成机理	(141)
第一节	孔隙类型及特征	(141)
第二节	孔隙组合及其分布特征	(143)
第三节	煤系储层孔隙形成机理	(144)
第四节	储层储集性能	(148)
结 论		(150)
参考文献		(150)

第五篇 砾岩油气储层

第十二章	概述	(153)
第一节	概念和分布	(153)
第二节	砾岩成因类型及特征	(154)
第三节	砾岩岩性与储集性能	(157)
第四节	砾岩储集条件和含油气性	(165)
第十三章	砾岩油气储层类型、特征及评价	(171)
第一节	概述	(171)
第二节	洪(冲)积相砾岩油气储层	(171)
第三节	浊积相砾岩油气储层	(183)
参考文献		(202)

Contents

Preface

PART I Hydrocarbon reservoirs of magmatic rock

Chapter 1	Introduction	(1)
Section 1	Concept and distribution	(1)
Section 2	Petrology and lithofacies	(5)
Section 3	Electrical and seismic reflection features	(19)
Section 4	Physical properties and oil - bearing features	(23)
Chapter 2	Characteristics, evaluation and classification of reservoirs of magmatic rock	(29)
Section 1	Reservoir properties and controlling factors	(29)
Section 2	Characteristics, evaluation and classification	(32)
Chapter 3	Pool - forming models	(37)
Section 1	Buried hill pool of volcanic rock	(37)
Section 2	Fault block pool	(38)
Section 3	Fault layered pool	(41)
Section 4	Faulted pool and lithologic pool	(44)
Conclusions	.....	(45)
References	.....	(46)

PART II Hydrocarbon reservoirs of metamorphic rock

Chapter 4	Introduction	(48)
Section 1	Concept and distribution	(48)
Section 2	Petrology	(49)
Section 3	Oil - bearing features	(53)
Section 4	Electrical features	(54)
Chapter 5	Characteristics, evaluation and classification of reservoirs of metamorphic rock	(57)
Section 1	Reservoir property and controlling factors	(57)
Section 2	Characteristics, evaluation and classification	(62)
Chapter 6	Burial hill pool of metamorphic rock	(66)
Section 1	Classification	(66)
Section 2	Examples of buried hill pool of metamorphic rock	(66)
Conclusions	.....	(70)
References	.....	(71)

PART III Hydrocarbon reservoirs of weathering crust

Chapter 7	Introduction	(72)
-----------	--------------------	------

Section 1	Concept and distribution	(72)
Section 2	Weathering crustreservoir of clastic rock	(77)
Section 3	Weathering crustreservoir of cabonate rock	(81)
Section 4	Weathering crustreservoir of magmatic rock	(96)
Conclusions		(102)
References		(103)

PART IV Clastic reservoirs in coal – bearing strata

Chapter 8	Introduction	(105)
Section 1	Concept and distribution	(105)
Section 2	Petrologic features	(107)
Chapter 9	Sedimentary features of reservoirs in coal – bearing strata	(110)
Section 1	Main coal – forming sedimentary environments and their features	(110)
Section 2	Seismic reflection features of reservoirs in coal – bearing strata	(121)
Chapter 10	Diagenesis in coal – bearing strata	(127)
Chapter 11	Reservoir characteristics and forming mechanism in coal – bearing strata	(141)
Section 1	Pore types and features	(141)
Section 2	Pore assemblages and their distribution	(143)
Section 3	Forming mechanism of pores in coal – bearing strata	(144)
Section 4	Reservoir capacity	(148)
Conclusions		(150)
References		(150)

PART V Hydrocarbon reservoirs of conglomerate

Chapter 12	Introduction	(153)
Section 1	Concept and distribution	(153)
Section 2	Genetic types and features	(154)
Section 3	Petrology and reservoir properties	(157)
Section 4	Physical and petroliferous properties	(165)
Chapter 13	Types, characteristics and evaluation of conglomerate reservoirs	(171)
Section 1	Introduction	(171)
Section 2	Conglomerate reservoirs of alluvial facies	(171)
Section 3	Conglomerate reservoirs of turbidite facies	(183)
References		(202)

第一篇 岩浆岩油气储层

第一章 概 述

早在 19 世纪末 20 世纪初, 古巴、日本、阿根廷、美国和前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^{①②}, 到 1980 年已陆续发现几十个中小型火山岩油气藏, 现将国外主要岩浆岩油气藏列于表 1—1, 国外岩浆岩油气藏主要特征归纳如下:

(1) 岩浆岩油气藏类型大部分受火山岩岩体的控制。

(2) 岩浆岩油气藏的分布主要受基底褶皱强度及基底断裂的控制。

(3) 岩浆岩油气藏储集层特别复杂, 不仅原生孔、缝因冷却部位差异而变化, 另外还受后期间歇喷发作用以及热液蚀变的影响。

(4) 岩浆岩油气藏一般夹于生油岩中。

一般岩浆岩油气藏埋藏浅, 常在 1000~2000m 之间, 产能属中小型, 且以气田为多, 产能下降较快。

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进展, 近十几年来, 我国各大油田均不同程度地在岩浆岩储层中采得油气, 为岩浆岩油气储层的进一步研究提供了大量基础资料, 在“发展西部、稳定东部”和“增储上产”中加强岩浆岩油气藏研究具有重要现实意义。

第一节 概念和分布

岩浆岩油气储层是指油气聚集区以各类火山熔岩、中浅成侵入岩以及相伴生的火山碎屑岩和火山碎屑沉积岩类为主的储集体。

归纳起来, 我国以岩浆岩为储集体的油气藏的分布有四个特征。

一、跨越的地质时代长

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。而我国虽以中—新生代分布最广, 但尚可追溯到古生代, 如新疆准噶尔盆地石炭系玄武岩油气田和四川西南部周公山二叠系玄武岩气田, 我国主要油气藏特征如表 1—2 所示。

二、分布范围广

我国从南到北、自东向西的广大疆域范围, 均已发现了以岩浆岩为储层的油气藏。东从

① 北京国际石油会议报告集, 日本的火山活动及其油气形成模式, 1980

② 国际石油参考资料, 火山岩及火山碎屑岩油气田, 1983

表 1-1 国外主要岩浆岩油气藏特征

国家	油气藏名称	发现年代	油、气层							油或气 相对密度 g/cm ³	单井日产 m ³	累计产量 m ³	油(气)藏 面积 km ²	备注
			层位	岩类	深度 m	厚度 m	孔隙度 %	渗透率 × 10 ⁻³ μm ²	受裂缝 控制					
日本	见附	1958	上第三系	斜长流纹角砾岩、英安熔岩	1515~1695 1570~2020	100	20~25	10~42	0.8498 (油)	10 (油)	1620×10 ³	3		
	富士川	1964	上第三系	安山集块岩	2180~2370	57	15~18		0.648 (气)	8.9×10 ⁴ (气)	223 (油) 100×10 ⁶ (气)	2		
	古井一东柏崎	1968	上第三系	斜长流纹熔岩 凝灰质角砾岩	2310~2720	111	9~32	150		50×10 ⁴ (气)	1584 (油) 6577×10 ⁶	28		
	片贝	1960	上第三系	安山集块岩	750~1200	139	17~25	1		50×10 ⁴ (气)	866×10 ⁶	2		
	南长岗	1978	上第三系	流纹角砾岩	几百	10~20	1~20			20×10 ⁴ (气)				
印度尼西亚	贾蒂巴朗	1969	下第三系	安山岩、凝灰角砾岩	2000	15~60	6~10	受裂缝控制	0.92 (油)	35	680.3×10 ⁴	30	有 60 口生产井	
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	100			0.9~0.92	最高 80	12×10 ⁴	0.25		
	古那包	1968	白垩系	火山角砾岩	800~950	150			0.98	150~700	4.9×10 ⁴	0.4		
墨西哥	富贝罗	1907	下第三系	辉长岩						9.0	36.7×10 ⁴		1955 年放弃	
阿根廷	赛罗—阿基特兰	1928	白垩~第三系	安山岩—安山角砾岩	120~600	75			0.98	10			共钻 13 口井	
	图平加托		白垩~第三系	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										

续表

国家	油气藏名称	发现年代	油、气层							油或气 相对密度	单井日产 m ³	累计产量 m ³	油(气)藏 面积 km ²	备注
			层位	岩类	深度 m	厚度 m	孔隙度 %	渗透率 10 ⁻³ μm ²						
美 国	得克萨斯 利顿泉	1925	白垩系	蛇纹岩	330~420	平均4.5			0.835	1~685	143×10 ⁴	5.6	现有井180口 井产6280m ³	
	雅斯特	1928	白垩系	蛇纹岩	400~500	平均4.5			0.893	1~274	16×10 ⁴	0.35	钻井32口	
	沿岸平原	1915~ 1974	白垩系	橄榄玄武岩等										共发现29个 油气藏,1974年 有12个投入生产
	亚利桑那 丹比凯亚	1969	第三系	正长岩、粗面岩	850~1350	18~49	5~17	0.01~ 25	0.8017	103	55×10 ⁴	6.0		
前 苏 联	内华达 特拉普—斯 普林	1976	第三系	凝灰岩	2000						126×10 ⁴	8.0		
	格鲁吉亚 萨姆戈里—帕塔 尔祖利	1974~ 1982	第三系	凝灰岩	2500~2700		0.1~ 14	0.1~ 0.01		150~350				
	阿塞拜疆 穆拉德 汉雷	1971	白垩~第 三系	凝灰角砾岩 安山岩	2950~4900	100	平均 20.2	0~2.3	0.880~0.893 (油)	12~64			最高达500t/日	
加 纳	乌克兰 外喀尔 巴阡	1982	上第三系	流纹—英安凝灰 岩	1580	300~500	6~13	0.01~3	0.7303(气)	13.75×10 ⁴				
	博森泰气田	1982	第四系	落坎角砾岩	500	125	15~21					15	可采气	

渤海湾盆地，西至新疆准噶尔盆地，南从广东的三水盆地，经中部的苏北盆地、江汉盆地，北达内蒙二连盆地。这些广泛分布的岩浆岩为进一步深入开展此类特殊储层的研究奠定了基础。

表 1—2 国内主要岩浆岩油气藏特征

层位		分布地区		火成岩面积 km ²	分布最大厚度 m	岩性	含油气性
下第三系	E ₂₋₃ ^s	东营凹陷	滨 338 块	20	124	灰绿色安山玄武质熔岩和角砾岩组合	有 5 口井日 产百吨以上
	E ₁₋₂ ^{k-s}	昌潍凹陷	灶府油田		1200	玄武岩、橄榄玄武岩、伊丁玄武岩、气孔杏仁玄武岩、安山岩及安山玄武岩	
	E ₁ ^{n-z}	苏北闵桥地区	闵北、闵中断块区	110	300	玄武岩、杏仁状玄武岩、自碎屑角砾岩	闵 7 井获高 产油层
	E ₁₋₂	江汉盆地	江陵沙市—八岭山、金家场	1566.3	304.8	拉斑玄武岩、玄武质集块熔岩、次玄武岩	
白垩系	K		通海口、云应、龙赛湖	781.7	110.0		
侏罗—白垩系	J—K	渤海湾盆地	黄骅、济阳、辽河			玄武岩、安山岩、粗面岩、少量英安岩、霏细岩和珍珠岩	
二叠系	P	四川盆地	周公山	11.5		玄武岩	周公山 1 井 日产 25.61 × 10 ⁴ m ³ 气
C	石炭系	准噶尔盆地西北缘	克拉玛依油田一区			碎屑蚀变玄武岩类、火山角砾岩类、玄武岩类、凝灰岩类	1808、1809 井日产油分别 为 53.2 和 30.6t

三、储集类型多样

因岩浆成分、喷溢方式及分布场所（陆上、水下）不同，储集岩可划分为多种类型，从油气聚集的数量来看，喷出相远多于侵入相，其中中—基性熔岩和次火山岩储层占有重要地位。

四、经济效益明显

目前我国已建成一定规模、具一定储量和产量、以火山岩为主要储层的油气田，如东营凹陷滨南油田滨 338 区块，其下第三系火山岩油气藏于 1983 年发现，1985 年投入开发，开发面积 2.4km²，当年产油 23.9 × 10⁴t。29 口试油井中有 5 口日产百吨以上，这是我国东部投入开发的第一个高产火山岩油气藏；1989 年 7 月，苏北盆地金湖凹陷闵桥地区闵 7 井在火山岩中首次获得日产 33.8t 的工业油流，从此该区以火山岩作为主要目的层系的滚动勘探与开发工作全面展开，在 25 口探井中，滚动开发井 22 口，发现了十余个断鼻、断块火山岩油藏，探明含油面积 7.8km²，探明石油地质储量 657 × 10⁴t。该区截止 1993 年底，从火山岩油气藏中已累计采出原油 24.45 × 10⁴t。另外，川西南周公山 1 井在二叠系玄武岩中首获

工业气流, 日产 $25.61 \times 10^4 \text{m}^3$ 。该构造圈闭面积 11.5km^2 , 控制储量 $103.6 \times 10^3 \text{m}^3$ 。这是西南地区特殊储层勘探的重大突破, 具有重要意义。研究认为该玄武岩非常规气藏的气源主要来自上二叠统煤系, 天然气系有机成因, 为煤系高成熟晚期热解气, 勘探工作尚在进行之中。1996年, 又传佳音, 大港油田在河北沧县枣园北部枣35井、枣78井下第三系沙河街组沙三段分别打出日产原油158t和368t的高产井, 本区沙三段岩浆岩已拿到 $600 \times 10^4 \text{t}$ 的控制储量, 预计可形成一个 $1000 \times 10^4 \text{t}$ 级规模的油田。此外在渤海湾及其渤海海域的黄骅、济阳、辽河、石臼坨428构造、锦州20—2构造和内蒙二连盆地阿北孚地区 and 新疆准噶尔盆地均不同程度地开采了油气, 岩浆岩油气勘探领域方兴未艾。

第二节 岩石学和岩相特征

本文采用的岩石类型均按管守锐、赵澄林编《岩浆岩及变质岩简明教程》所制定的分类原则和分类方法进行命名。归纳我国已发现的以岩浆岩为储集层的油气藏, 其岩石学和岩相特征如下。

一、岩石学特征

1. 岩石类型

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, 其次是英安岩、粗面岩、流纹岩和少量次火山岩及脉岩类, 相伴生的是火山碎屑沉积岩类。

1) 玄武岩类

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, 呈斑状微晶或细晶结构。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, 表现为假晶状。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低干涉色的沸石类等自生矿物。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缝、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, 如苏北金湖凹陷卞闵杨地区在古新世 Ef^2 — Ef^1 沉积时期曾有多次火山喷发, 主要表现为喷溢作用。在 Ef^1 中上部发育了数层玄武岩, 在 110km^2 的面积上分布, 厚度可由几米至三百米。主要的玄武岩类型是气孔—杏仁状玄武岩和致密块状玄武岩。致密玄武岩中裂缝较少, 且仅有的缝又被方解石充填。气孔—杏仁状玄武岩常呈灰绿、灰褐色, 气孔发育但大部已被充填为杏仁体。杏仁体大小不一, 可从1mm至25mm, 形状为圆、椭圆或不规则状。有的气孔、杏仁被拉长, 显示熔岩体的流动方向。气孔—杏仁状玄武岩中可发育网状裂缝, 切穿并连通气孔及杏仁中的孔隙, 见图1—1。

2) 安山岩类

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、细晶和玻基交织结构, 少见橄榄石, 可见辉石。斜长石主要是中性斜长石, 板柱状的斜长石斑晶多具环带构造。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，指示流动状态；位于岩流层中部者，气孔、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，裂缝密度越大。另外安山岩在冷凝过程中也可形成收缩缝。各种裂缝和孔隙中也常为碳酸盐矿物所充填，导致储层的不均一性，常见的亚类是辉石安山岩、安山岩、粗安岩和粗面岩等以及向中酸性岩类过渡的英安岩等。目前，我国安山岩油气储层中所产油气仅次于玄武岩。

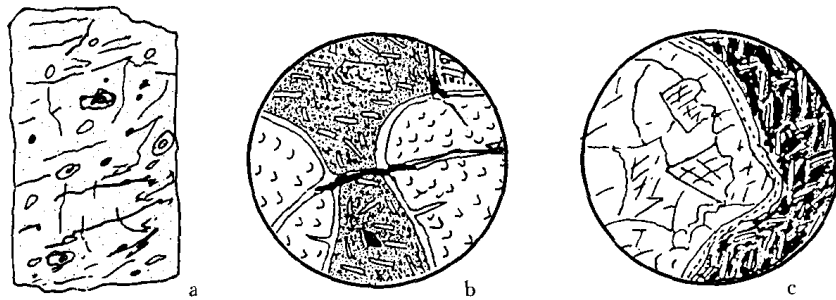


图 1-1 气孔—杏仁状玄武岩

a—岩心素描 M13 1670.2m; b—微观素描，气孔被绿泥石充填，后期由裂缝连通；
c—杏仁体由绿泥石、方解石、铁白云石、石英多期充填；M15 1755.05m 单偏光 65×

二连盆地马尼特坳陷东部阿北油田分布有安山岩，层位属下白垩统巴彦花群腾格尔组下部，呈不整合面夹于沉积岩层和火山碎屑岩层之间，是阿北的主要产油层。这里有气孔—杏仁状安山岩，也分布有致密块状安山岩。岩石多呈灰色或灰绿色，气孔—杏仁状安山岩中杏仁最大可达 30mm，小的要在镜下观察。杏仁充填物有绿泥石、方解石、玉髓、黄铁矿等。基质较细，为填间—间隐结构，蚀变强，见图 1-2。

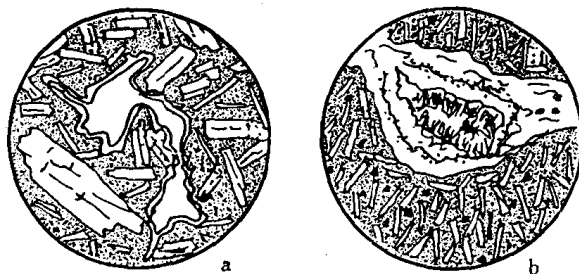


图 1-2 杏仁安山岩的结构

a—杏仁体形状不规则，绿泥石、玉髓充填；
b—杏仁体由玉髓和绿泥石交替充填

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、角闪石，斑晶的边缘可见暗化边。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，重要特点是显角砾状结构，角砾碎块间具可“复原性”，砾间微裂隙发育，角砾成分仍主要是黑云母安山岩。

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、正常斑岩、花岗斑岩等。

(1) 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，还可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或全充填。

(2) 辉绿岩。暗绿或灰色，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。

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

5) 自碎岩类

(1) 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，同成分角砾具有“复原性”，以内蒙二连盆地和辽东湾中生界安山岩储层中最典型。密集的网状砾间裂隙虽有部分充填，但裂隙普遍较发育。

二连盆地阿北安山岩中分布有岩流自碎角砾状安山岩。岩石灰绿、灰褐或深灰色，由大小不一的角砾组成岩石。角砾大小在1~100mm，更细小的组分作填隙物。角砾杂乱堆积，无定向性。填隙物中还有化学沉淀组分方解石、燧石、绿泥石等，见图1—3。

苏北金湖凹陷闵桥地区熔岩中见有岩流自碎角砾状玄武岩。在闵15、闵13井的岩心中见岩石呈灰绿色至深灰色。其中砾石大小不一、棱角分明，成分单一（玄武质），排列略显“复原性”。砾石间除泥状细粒充填物外，见有方解石、石英、方沸石等化学沉淀物充填，见图1—4。

(2) 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、侵入岩、变质岩、沉积岩。碎屑呈棱角一次棱角状，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。

6) 火山碎屑岩类

主要见于陆地喷发岩体系中，从火山口向外依次分布有火山集块岩、火山角砾岩和凝灰岩。其分布范围可达几十平方公里。角砾和集块间的孔缝是良好的储集空间，细小火山尘及其泥化产物影响储集物性。我国以安山质和流纹质火山碎屑岩类储层常见。

火山碎屑沉积岩类是介于火山碎屑岩和正常碎屑岩之间的过渡类型。其中细火山碎屑占10%~40%，可形成于陆上、水下或过渡环境。内蒙二连和辽东湾中生界见有含生物碎屑的



图1—3 岩流自碎角砾状安山岩

a—角砾间石英充填；b—角砾为安山质组分；

阿100 686.15m 702.20m 单偏光 65×

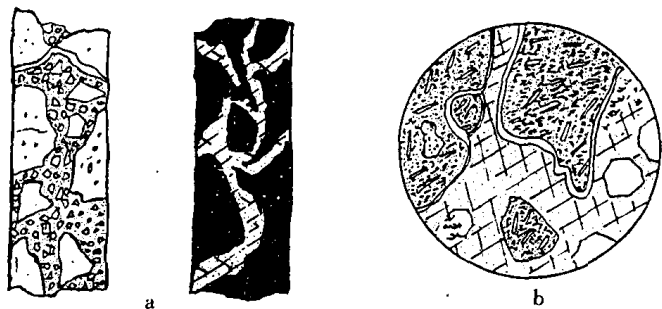


图 1—4 岩流自碎角砾状玄武岩
a—岩心素描图 M15 1672.3m, M13 1633.5m;
b—M13 1626.81m 单偏光 65×

火山碎屑沉积岩，其中生物溶孔和晶屑溶孔发育，储集性能好。图 1—5 所表现的是火山碎屑岩的组构特征。

2. 熔岩结构

火山熔岩一般具斑状结构，因此所见多数熔岩的结构特征是由斑晶和基质的结构特点决定的。在岩浆喷出地表之前，地下深处相对处于高温高压状态，挥发组分不易逸散，使某些组分能缓慢地充分结晶，形成较大较自形的斑晶。当岩浆沿着某些构造部位向地壳浅部运

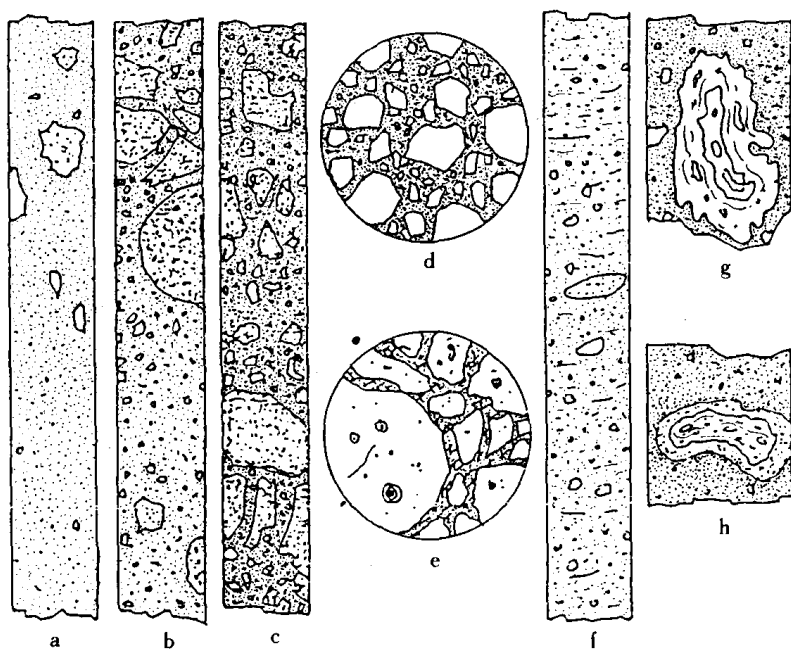


图 1—5 二连阿北油田火山碎屑岩的组构特征
a—火山角砾凝灰岩，阿 110 井，7—37/ (85—7)；b—火山角砾岩，阿 110，7—77/ (85—7)；c—火山角砾岩，阿 7，45/ (34—4)；
d、e—火山角砾岩，阿 7，18—2/2，21—6/9；f—水下改造火山角砾岩隐见片理，阿 7，3—35/ (48—3)；g、h—火山角砾岩中的火山弹，显塑性变形，阿 110 井，7—48/85，7—42/85

移直至喷出地表时，压力突然降低，挥发组分很快散失，氧逸度提高，温度瞬时上升，条件的变化，对熔岩的结晶作用产生了明显的影响，一方面使早期形成的斑晶受到熔蚀、暗化的改造。另一方面剩余岩浆急速冷却，内部组分来不及结晶，形成玻璃质；或者由于产生的结晶中心过多，而结晶成显微晶粒的基质结构。因此，在观察、鉴定与研究滨 338 块火山岩时，我们对斑晶结构和基质结构给予了足够的重视。现将所观察到的火山熔岩的结构特征描述如下：

(1) 少斑结构：岩石中斑晶数量较少，镜下观察仅占岩石总面积的 5%~10%，这是由

于岩浆在深部停滞时间很短或没有适当的结晶条件，在喷出之前只有少量斑晶携带出来；或者由于结晶出的斑晶很快下沉到岩浆的底部，使上部岩浆喷出地表形成的熔岩中斑晶数量显得稀少。

(2) 聚斑结构：岩浆在运动过程中，使同种成分的斑晶聚集成堆，形成聚斑结构。这是由于同种成分沿着某结晶中心，进一步吸引早已结晶出的斑晶所致。

(3) 玻晶交织结构：在玻璃基质中，稀疏而杂乱地分布着数量不多的斜长石针状或柱状微晶。同时，基质中也常分布着一些磁铁矿尘点状颗粒。它表明熔浆酸度不高，粘度不大，均匀冷却而无一定流动方向。

(4) 交织结构：特点是斜长石微晶呈针状，彼此密集排列并具有一定的方向性，在斜长石微晶空隙中分布有暗色矿物、玻璃质或脱玻化的产物，它与玻晶交织结构的区别是微晶的含量多于玻璃质。

(5) 间隐结构（又称填间结构）：在斜长石板条状微晶多角形空隙中，充填有玻璃或其脱玻化产物、绿泥石、沸石等，有时有少量粒状矿物辉石、磁铁矿等。

(6) 间粒结构：又称粗玄结构或粗晶含长结构。在相对较大的斜长石板条状微晶的多角形空隙中，充填着数粒细小辉石、橄榄石、磁铁矿颗粒。斜长石排列方向可以杂乱，也可以近于平行或呈放射状，此结构为玄武岩所特有。与辉绿结构区别在于斜长石多呈微晶状，而且其空隙中充填的不是单个辉石颗粒，而是若干个辉石、磁铁矿等小颗粒。间粒结构形成于挥发组分大量逸失、冷却较快的条件下，间粒结构的形成过程并非都是斜长石先结晶组成多角形空隙，然后才是晚结晶的铁镁矿物充填其中；也可能是另一种情况，即铁镁矿物结晶出后，才开始有斜长石结晶，且表现为半自形的板条状，自形程度较差的铁镁矿物被嵌在其中。所以，严格说来，间粒结构是指斜长石和铁镁矿物的空间关系而不是指它们结晶的早晚。

(7) 微晶结构：在岩石的基质中，斜长石微晶呈板条状，含量极多，排列无序，孔隙中分布少量的玻璃质（较玻晶交织结构中的玻璃质要少得多）。

(8) 拉玄结构：长板状交错分布的斜长石微晶搭成格架，在格架中分布着细小辉石集合体、金属矿物及基性火山玻璃，此种结构称为拉玄结构。是间粒结构与间隐结构的过渡类型。其结晶特点是比间粒结构结晶程度差，比间隐结构结晶程度高。

3. 火山熔岩的构造

由于岩浆成分、粘度、结晶中心、蒸汽压力、降温快慢、熔浆均匀程度、熔浆的挥发组分多少以及流动方向、流动能力等因素，均可导致熔岩的构造多样化。但由于只能观察岩心柱，在滨 338 块火山储集岩中，仅见气孔构造和杏仁构造。

1) 气孔构造

在熔岩中，由于岩浆喷出地表冷凝时压力突然降低，气体从中逸出，形成形态不一、大小不等的孔洞，称为气孔构造。所见气孔大小在 2~30mm 之间，形态为圆形、椭圆形、拉长形等。气孔在熔岩中有规律分布。顶部由于挥发组分多，气孔数量亦多，常为圆形、椭圆形；底部由于熔岩流重力、流动摩擦等影响，气孔常呈拉长状，长轴近于平行熔岩层流面。气孔有时呈现倾斜或弯曲方向，与岩流底部起伏面相一致。

在岩层裂隙与角砾较多的部位，气孔也多。气孔在熔岩层中常有分层、分带聚集的现象，表现为气孔大小密集程度的差别。

2) 杏仁构造