

牛嘉玉 侯启军 祝永军 等著
姚逢昌 廖前进 刘蕴华

岩性和地层油气藏 地质与勘探

YANXING HE DICENG
YOUQICANG
DIZHI
YU
KANTAN

石油工业出版社

岩性和地层油气藏地质与勘探

牛嘉玉 侯启军 祝永军 等著
姚逢昌 廖前进 刘蕴华

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以松辽盆地和渤海湾盆地为例,较为系统地论述了我国陆相断陷和坳陷湖盆岩性和地层油气藏形成与分布的地质理论,建立了一套老油区岩性和地层油气藏勘探的有效技术与方法系列,制定了相应的勘探评价流程与规范。同时,分析了研究区勘探实施和应用的效果。

本书可供从事非构造油气藏勘探和评价研究的科技工作者和高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

岩性和地层油气藏地质与勘探 / 牛嘉玉等著.
北京:石油工业出版社,2007.5
ISBN 978-7-5021-6021-0

I. 岩…

II. 牛…

III. ①岩性油气藏—油气勘探

②岩性油气藏—石油天然气地质

IV. P618.130.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 045712 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.cn

发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:22.5

字数:576千字 印数:1—1000册

定价:80.00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

最早从 19 世纪 80 年代提出非构造因素也可形成圈闭以来，人们对由岩性和地层不整合等非构造要素为主控制的圈闭油气藏认识越来越深入和全面。世界含油气盆地的勘探实践均表明：人类在任何含油气盆地的勘探活动中，首先关注的必然是容易发现和识别的构造型油气藏。但随着人们对其地质规律和油气富集规律认识的加深和新技术、新方法的不断发展，岩性尖灭线、地层超覆线和不整合面等不易识别的非构造圈闭控制要素变得更容易识别，识别的可靠性和准确性也逐步提高。换句话说，较隐蔽的岩性和地层圈闭油气藏类型，在盆地勘探的中、后期，日益受到人们的关注和重视，也是盆地油气勘探发展过程的必然。在我国东部油区，油气勘探程度和认识程度相对比较高，具备深入和系统研究与大规模开展岩性和地层油气藏勘探的成熟条件。“十五”期间，把“我国东部松辽及渤海湾盆地复杂隐蔽的油气藏或岩性地层圈闭油气藏的地质评价和关键技术研究”作为重点攻关项目具有很重要的意义，为我国东部油区实现储量和产量上的稳定和增长提供了强有力的理论指导和技术支持。同时，所取得的岩性地层圈闭油气藏地质理论认识和勘探经验在中、西部油区也可得到借鉴、应用与参考。

整体来看，该论著发展和完善了我国陆相断陷和坳陷湖盆岩性油气藏形成与分布的地质理论。在砂岩岩性圈闭油气藏研究方面，提出了断陷湖盆“沟道”和“断坡”对有利于岩性圈闭发育砂体的明显共同控制作用，以及坳陷湖盆浅水期“河道”和深水期“岸线”和“缓坡”对有利砂体的主控作用等方面的新认识，明确了陆相湖盆各演化阶段有利砂体的类型与展布规律，为确定陆相断陷和坳陷砂岩岩性圈闭油气藏有利勘探区带奠定了理论基础。在深部潜山地层不整合圈闭油气藏研究方面，依据潜山形成时期和成因等方面特征，对潜山进行了综合分类后，提出了潜山内幕储集体储集物性的好坏是潜山油气藏油气富集的基本条件，而供油窗口与通道的存在是潜山油气藏成藏的必要条件。并且，认为不同潜山类型当中，燕山期形成的块状碳酸盐岩地貌潜山，在喜马拉雅期又具良好供油窗口或通道的潜山最为有利。在火山岩岩性圈闭油气藏研究方面，主要以辽河坳陷为例，对火山岩岩石、岩相类型以及火山岩体岩相构成模式进行了系统论述，提出与烃源岩同期发育的火山岩体最易成藏，以及构造作用与岩相、岩性共同控制了火成岩体的油气富集和高产等观点。在技术方法系列的建立和研发方面，针对岩性地层油气藏识别和预测等方面的难点，系统建立了包含陆相层序地层学、地球物理识别、有利储层质量评价和构造应力场裂缝发育带预测等方面的一整套适合老油区岩性地层油气藏勘探的有效技术和方法。通过勘探实践的应用，取得了显著的成效，也凸显了该套技术和方法系列的先进性、有效性和实用性。

总之，本书具有较高的理论和技术水平，并有多方面的理论和技术创新，在岩性和地层圈闭油气藏形成、分布以及识别预测技术等方面丰富了我国陆相石油地质理论，对我国

非构造油气藏的勘探将起到进一步的指导与推动作用。

中国工程院院士：

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters, likely '胡见时' (Hu Jianshi).

2006 年 7 月 16 日

前 言

在人类油气勘探活动经历了两个多世纪的今天，随着油气资源的不断消耗和新技术、新方法不断发展，由岩性和不整合等非构造要素为主控制的油气藏类型正日益受到人们的关注。因为它们在人类的勘察活动中，一直具有较强的隐蔽性，不易被发现。这也就意味着它们的勘探潜力很大。当前，关于此类油气藏的术语或称呼较多，例如非构造油气藏、隐蔽油气藏和岩性地层油气藏等。但从经典石油地质学油气藏圈闭成因分类来看，上述三种术语均主要包含传统分类中的岩性油气藏、地层不整合油气藏和混合型油气藏三大类。笔者认为：不能抛开经典石油地质学油气藏圈闭成因类型，来对上述的各个术语加以随意引申和扩展。在理论研究层面上，均要回归到岩性油气藏、地层不整合油气藏和混合型油气藏等三大类型上来。“非构造油气藏”术语突出强调了此类油气藏不受易于识别的背斜和断层等明显构造要素的控制。“隐蔽油气藏”术语突出强调了此类油气藏在已有技术水平下识别和描述的难度。“岩性地层油气藏”术语则突出强调了此类油气藏主要受岩性和地层两方面要素的控制。

本书论述的内容主要源自于国家“十五”重点攻关项目中前三年的“松辽盆地及渤海湾盆地北部复杂隐蔽油气藏地质评价和关键技术研究”以及后两年的“中国东部岩性油气藏地质评价和关键技术研究”课题的研究成果。研究工作由中国石油勘探开发研究院牵头组织，大庆油田有限责任公司、辽河油田分公司、大港油田分公司、冀东油田分公司、中国石油大学及大庆石油学院等院校共同承担完成。在国家科技部、中国石油天然气集团公司和中国石油天然气股份公司相关单位领导的关心、指导和统一协调下，课题组全体人员经过刻苦攻关和努力实践，研究工作取得了一系列突破性进展。针对松辽和渤海湾盆地各类沉积体系砂体，与勘探生产紧密结合，展开了全面、系统的研究工作。进一步发展和完善了我国陆相断陷和坳陷湖盆岩性油气藏形成与分布的地质理论，建立了一套适合老油区岩性地层油气藏勘探，以陆相层序地层学、有利储层评价和地震储层反演为核心的有效技术和方法系列，并制定了相应的油气勘探评价流程与规范。

通过五年多的科技攻关与勘探实践，研究区勘探成果和效益显著，已在大庆、辽河、大港和冀东等探区取得了许多的重要成果与重大突破，共发现三级储量约 16 亿吨。同时，所取得的岩性地层油气藏地质理论认识和勘探经验在中、西部油区已初步得到了借鉴和应用，效果良好。这也正是本书编著的主要目的。针对书中存在的不足之处。敬请广大同仁指正！

本书由牛嘉玉、侯启军、祝永军、姚逢昌、廖前进、刘蕴华统编。各章节主要作者如下：

前言：牛嘉玉、侯启军、祝永军、姚逢昌、廖前进、刘蕴华；

第一章：牛嘉玉、李秋芬；

第二章：牛嘉玉、吴贤顺、王雅峰、王始波、冯有良、蒋凌志、李秋芬；

第三章：牛嘉玉、吴小洲；

第四章：牛嘉玉、祝永军、陈振岩；

第五章第一节：牛嘉玉、王明明、吴贤顺；

第二节：牛嘉玉、吴贤顺、纪有亮、冯有良、鲁卫华；

第三节：姚逢昌、甘立灯、戴晓峰；

第四节：孟元林、肖丽华、蒋凌志；

第五节：徐杰、陈国光、高祥林、屈春燕、周永胜、张流、陈献臣；

第六章：侯启军、冯志强、吴河勇、林铁峰、王始波、王雅峰、杨玉峰等；

第七章：祝永军、谢文彦、陈振岩、蔡国钢、苗振、刘宝鸿、回雪峰、孙卉、单俊峰等；

第八章：廖前进、肖敦清、韦阿娟、郝立华等；

第九章：刘蕴华、曹中宏、杨晓利等。

在本书的编著和项目成果的研究过程中，一直得到了中国石油天然气股份公司副总裁贾承造院士、中国石油天然气集团公司科技发展部刘振武主任、中国石油天然气股份公司科技部方朝亮和罗治斌副总经理，中国石油勘探开发研究院赵文智院长，以及胡见义院士、高瑞祺教授、譙汉生教授、吴铁生教授等领导和专家的大力支持和关心。此外，研究区各油田公司的领导也给予了全力的支持和帮助。在此，课题组全体科技人员向他们表示最真挚的谢意。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 国内外研究与认识概况	1
第二节 岩性与地层等非构造油气藏的类型与特征	3
第二章 砂岩岩性油气藏地质特征	6
第一节 沉积体系与砂体特征	6
第二节 陆相湖盆地层层序、砂体发育及展布特征	17
第三节 陆相湖盆有利砂体发育特征与模式	29
第四节 陆相湖盆岩性圈闭成藏与展布特征	33
第三章 潜山油气藏地质特征	44
第一节 潜山的形成时期	44
第二节 潜山储集体的分类与特征	47
第三节 潜山分布规律	48
第四节 潜山油气藏的成藏条件与展布	49
第四章 火山岩岩性油气藏地质特征	55
第一节 火山岩类型	55
第二节 火山岩储层储集空间	55
第三节 火山岩岩相类型及岩相模式	57
第四节 火成岩体的分布规律	60
第五节 火成岩体成藏条件	61
第五章 岩性地层油气藏识别技术与方法	65
第一节 评价研究流程与核心技术	65
第二节 层序地层学岩性圈闭预测方法	71
第三节 岩性地层油气藏地震识别与预测技术	93
第四节 有利储层评价和预测	143
第五节 油田构造应力场与裂缝发育带预测方法	183
第六章 大庆探区勘探评价研究实例与实施效果	207
第一节 岩性油气藏形成的石油地质背景	207
第二节 岩性油藏成藏条件分析	213
第三节 薄互层砂体岩性圈闭识别技术与方法	225
第四节 勘探实施效果	238
第七章 辽河探区勘探评价研究实例与实施效果	242
第一节 砂岩岩性油气藏成藏条件	242
第二节 潜山油气藏成藏条件	246

第三节	火成岩油气成藏条件	248
第四节	评价流程与关键技术和方法	252
第五节	勘探实施效果	271
第八章	大港探区勘探评价研究与实施效果	275
第一节	概述	275
第二节	岩性油气藏成藏条件	275
第三节	岩性油气藏识别和预测评价流程与关键技术	295
第四节	勘探实施效果	317
第九章	冀东探区勘探评价研究实例与实施效果	321
第一节	概述	321
第二节	岩性油气藏地质特征	321
第三节	岩性圈闭识别技术的应用与评价步骤	343
第四节	勘探实施效果	347
参考文献		349

第一章 绪 论

第一节 国内外研究与认识概况

一、国外岩性与地层油气藏或圈闭的研究与认识

在人类早期的油气勘探活动中,构造圈闭油气藏作为最明显的易于识别的勘探目标,成为勘探家们主攻的对象,并不断获得硕果。但随着勘探活动的不断进行,人们开始意识到所能发现的构造圈闭愈来愈少。早在1880年,J.F. Carlil就已提出,并认为非构造因素也可形成圈闭。1934年W.B. Wilson在油藏分类中,提出存在由于岩石物性变化而形成的油气藏类型。“地层岩性^①圈闭”一词是由A.I. 莱复生在1936年首次提出,将其定义为在捕集油的圈闭当中,地层岩性上的变化是其主要控制因素。在与构造圈闭的区别上,他指出地层岩性型圈闭形成的主要因素包括孔隙型储层或砂岩的楔状上倾尖灭、横向上由砂岩向页岩或石灰岩的相变、上隆、削截和超覆等地层层序上的类似变化等。然而,到20世纪60年代,面临美国本土寻找构造圈闭难度愈来愈大的紧迫勘探形势,A.I. 莱复生在1966年AAPG油气杂志上撰文指出:“尽管大部分勘探活动已在构造圈闭上展开,但许多大的油气藏却赋存于非构造圈闭中。构造圈闭很明显,首先会被发现。而我们现在面临的勘探形势是构造圈闭似乎很有限,余下的更难于发现,这意味着勘探将面临着更模糊和更隐蔽的圈闭对象。因此,除继续寻找纯构造圈闭外,我们应更加注意与地层岩性变化以及与水动力和流体相关的圈闭类型”。

M.T. Halbouty 1981年在AAPG年会上宣读了“勘探家积极寻找隐蔽圈闭的时代已经来临”一文。他指出:“尽管A.I. 莱复生先生在1936年就已提出地层岩性圈闭,但并未马上对地质家的思维方式产生革命性影响,可他着实让我们更好地理解地层岩性型油气藏的本质。然而,不幸的是在勘探实践中没有得到较多的运用。大部分已发现的大型地层岩性型油气藏不是被无意发现的,就是由不正确的地质推理发现的”。他进一步指出:“隐蔽圈闭特征与明显圈闭的区别是基于现有的勘探方法和思维方式来讲的,隐蔽圈闭特征均是不明显的”。并在文中将隐蔽圈闭划分为三种类型:一是地层岩性型,即由在给定地层内储集岩性质横向上的变化而形成的圈闭类型;二是古地貌型,即由地表(陆上或水下)的形态变化而构成的圈闭类型,如古潜山、生物礁、障壁滩和水下深切谷均可归为古地貌圈闭;三是不整合型圈闭。1982年M.T. Halbouty又主编了AAPG第32卷专题报告《积极寻找隐蔽圈闭》一书。

从上述国外非构造油气藏(或圈闭)术语的提出和论述来看,是基于已有勘探技术方法所能发现的明显的较大构造圈闭愈来愈少、寻找难度愈来愈大而提出的,目的在于提醒勘探家们应转变传统的寻找构造圈闭的勘探思维方式,研发有效的勘探技术方法,积极寻

^① 在西方学者的定义和分类中“地层”(Stratigraphy)包含“岩性”,若直译,应为“地层”。但考虑到我国石油地质界习惯上将“地层”和“岩性”分离开来,从而译成“地层岩性”。

找和描述清晰所赋存的传统上不易识别和发现的非构造圈闭,即地层不整合圈闭、岩性圈闭以及混合型圈闭等。

二、我国对非构造油气藏、隐蔽油气藏和岩性地层油气藏的研究和认识

几乎与国际同步,我国地质界对非构造油气藏也在不断探索和实践。1983年,由中国石油学会和黑龙江省石油学会联合主办,在江苏无锡召开了第一次“全国隐蔽油气藏学术研讨会”,并出版了《中国隐蔽油气藏勘探论文集》。朱夏在会上发表了“对隐蔽油气圈闭的浅见”一文。他在文中指出:“按我的理解,隐蔽圈闭的提出,虽然着重于地层、岩性、古地貌等非构造圈闭,但并不排斥某些构造圈闭。圈闭是否隐蔽,取决于它们本身的形式和成因类型……。某些构造圈闭,就人们现有的知识水平来说,并不难以认识。而某些构造圈闭,则由于不同原因,也并不都是显而易见的”。同时,他又进一步指出:“……有必要对 A.I. 莱复生先生在十年前的观点加以宣扬和扩展”。从而,我国对隐蔽油气藏的理解和定义,构成了两种观点:一种认为“隐蔽油气藏”在涵义上等同于“非构造圈闭油气藏”,直接沿袭和引用了莱复生的初始定义;另一种以朱夏为代表,认为隐蔽油气藏,除非构造油气藏外,还应包含某些类型的构造油气藏。即,将“隐蔽油气藏”定义为在现有勘探方法与技术水平的条件下,较难识别和描述的油气藏圈闭成因类型。

1986年由胡见义等编著了《非构造油气藏》一书。该书从中国陆相湖盆的地质特征出发,系统论述了各类非构造圈闭油气藏的形成与富集规律等地质特征,提出了控制岩性圈闭、地层圈闭和混合型圈闭形成的基本要素可归纳为三条线和三个面的相互有机配置。三条线包括岩性尖灭线、地层超覆线和构造等高线,三个面是指储集体的三个遮挡面,即地层不整合面、顶底板面和断层面。上述6个基本要素分别有机组合,就可形成不同类型的地层岩性圈闭形式,并着重指出:“由于非构造油气藏形成条件及其配置关系的多样化和形态的不规则性,它们的存在和分布具有很大的隐蔽性,增加了勘探的难度”。并将隐蔽油气藏与非构造油气藏等同起来。1996年,山东省石油学会和胜利油田联合主办,在青岛市召开了第二次“隐蔽油气藏勘探学术研讨会”,并由潘元林总地质师主编和出版了《中国隐蔽油气藏》论文集。2003年由石油大学牵头组织召开了第三次“隐蔽油气藏国际会议”,也出版了相应的论文集。中国石油天然气股份公司贾承造院士提出了“岩性地层油气藏”,系指由于岩性和地层等因素的变化而形成的一系列油气藏类型。2004年,李丕龙等依托国家“十五”重点攻关课题“济阳拗陷复杂隐蔽油气藏地质评价和勘探开发关键技术研究”,出版了以济阳拗陷为例的《陆相断陷盆地隐蔽油气藏形成》一书,较为系统地论述了断陷湖盆岩性油气藏和地层超覆油气藏的成藏特征与分布规律,提出了“断坡控砂”和“相势偶合控油”等观点。

自2001年承担国家“十五”重大科技攻关课题以来,笔通过中国石油勘探开发研究院、大庆、辽河、大港、冀东等油田以及石油大学和大庆石油学院秦皇岛分院等院校的合作,深入、系统地探讨了以松辽盆地为例的拗陷湖盆和以渤海湾盆地为例的断陷湖盆典型地层与岩性油气藏(主要包括砂岩岩性油气藏、潜山内幕油气藏和火山岩岩性油气藏等)的形成与展布规律。针对陆相湖盆的地质特征,提出了断陷湖盆“沟坡富砂”、拗陷湖盆“岸坡富砂”、“相成岩控储”、“多因素配置富油”等岩性油气藏形成与富集高产的观点。近年来,松辽盆地和渤海湾盆地北部地层与岩性油气藏的勘探已取得了非常显著的成果。

第二节 岩性与地层等非构造油气藏的类型与特征

在油气藏分类方面,地层与岩性等非构造油气藏的次一级分类方案较多,一直未形成较为统一的意见。对地层与岩性油气藏进行较为科学合理的圈闭成因分类将更有利于指导该类油气藏的勘探。前苏联的多位学者在 20 世纪 50 年代也开展了大量的探讨与实践。在油藏圈闭成因分类方面,与美国学者有所不同,更加突出岩性因素(砂岩上倾尖灭、砂岩透镜体等),专门划分出岩性圈闭大类。而美国分类中的地层圈闭则包含了砂岩上倾尖灭和透镜体等类型。我国老一代石油地质学家,早已有若干圈闭成因分类方案和论述(张万选,张厚福,1981;杨万里,1984;胡见义等,1986),他们结合陆相沉积盆地物源近、岩性岩相变化快等特点,均突出“岩性”控制因素,将岩性圈闭定为与地层和构造同级的一大类。地层圈闭大类仅包含与不整合面相关的各种圈闭类型,这一点明显区别于西方学者的划分方案。例如,胡见义院士等(1986)在《非构造油气藏》一书中,对非构造油气藏进行了较为系统和科学的圈闭成因分类,将非构造油气藏分为四大类型:地层油气藏、岩性油气藏、混合型油气藏和水动力油气藏。本书在前人的分类基础上,建议仅划分出岩性、地层不整合和复合型油气藏三大类,将水动力油气藏类型归入复合型油气藏大类。因为水动力是在构造因素的配置下,才能对油气聚集产生控制。本书称之为“构造—水动力油气藏”。同时,对各大类所包含的亚类也作了一定的调整和整合,试图更便于隐蔽油气藏在理论上的应用性。国、内外具代表性的非构造油气藏圈闭成因类型划分方案对比见表 1-1。本书提出的各种非构造油气藏亚类特征如下。

一、岩性油气藏

系指在沉积和成岩作用下,使地层在岩性、岩相和岩石储集物性等方面发生突变,储集岩体被相对不渗透层(面)所包裹或侧向遮挡而构成的圈闭,捕集了油气后所形成的油气藏类型。

1. 岩性上倾尖灭油气藏

储集体沿上倾方向发生尖灭或岩性侧变,并被非渗透层所包围,形成可遮挡与聚集油气的圈闭。储集体可由砂岩、砾岩、碳酸盐岩和火山岩等构成。

2. 透镜状岩性油气藏

各种透镜状、条带状或不规则状渗透性储集体四周被非渗透层所包围而形成的油气藏,多为自生自储的原生性油气藏。储集体可由三角洲前缘砂体、滨岸滩坝砂体、条带状河道砂体以及深水浊积砂体等构成。

3. 生物礁块油气藏

生物礁储集岩体被非渗透层包围或侧向遮挡而形成的油气藏。

4. 成岩封闭油气藏

系指在成岩和后生作用过程中,发生压实、胶结、硅化、沉淀、结晶、重结晶、交代和溶解等现象,使岩石储集物性发生突变,造成物性封闭而形成的油气藏。例如,在鄂尔多斯盆地的志靖和安塞油田,由于浊沸石溶蚀程度上的明显差异,三叠系砂岩储层储集物性发生突变,油气分布明显受成岩后生作用的控制。

5. 特殊岩性体裂缝油气藏

特殊岩性体包括陆相盆地中发育的碳酸盐岩、泥岩和火山岩等。在构造和成岩后生作

表 1-1 非构造油气藏分类方案对比表

非构造油气藏分类方案对比表											
A.L. 莱父生 (1936)				M.T. 哈尔伯蒂 (1982)		A.R. 阿列克辛 (1971)		胡见义等 (1986)		本书	
地层岩性油气藏	原生地层油气藏	透镜体	隐蔽油气藏	地层岩性油气藏	沉积油气藏	岩性油气藏	岩性圈闭油气藏	储层上倾尖灭 (或岩性侧变) 油气藏	岩性油气藏	岩性上倾尖灭油气藏	
		岩相变化						古河道砂岩油气藏			
		鞋带状砂体		透镜状岩性油气藏				透视镜状岩性油气藏			
		礁体		生物礁块油气藏				生物礁块油气藏			
	次生地层油气藏 (削截、剥蚀、溶解、胶结、裂缝)		不整合油气藏		地层圈闭油气藏	地层油气藏	地层圈闭油气藏	裂缝、层间缝油气藏	地层不整合遮挡油气藏	地层不整合遮挡油气藏	特殊岩性体油气藏 (泥岩、碳酸盐岩、火山岩等)
地层超覆油气藏								地层超覆油气藏			
地层不整合“基岩” (或古潜山) 油气藏								古潜山风化淋滤油气藏			
古潜山基岩内幕油气藏								古潜山基岩内幕油气藏			
复合油气藏				构造 地层	混合圈闭油气藏	构造 地层	地层 断层油气藏	复合型油气藏	复合型油气藏	断层 地层油气藏	
							构造—岩性油气藏			构造—岩性油气藏	
							断层—岩性油气藏			断层—岩性油气藏	
水动力油气藏				岩性 地层		岩性 地层	地层 岩性油气藏	水动力圈闭油气藏	水动力圈闭油气藏	构造 水动力油气藏	
							地层 岩性油气藏			地层 岩性油气藏	

用下,岩体内部发育了以裂缝为主的储油空间。油气分布主要受裂缝系统和岩相的共同控制。

二、地层不整合油气藏

该类油气藏与地层不整合面密切相关。系指储集岩体沿地层不整合面或侵蚀面被非渗透层遮挡所形成的油气藏。据所构成的圈闭与不整合面所处的相对位置、产状、遮挡条件,可进一步划分为以下四个亚类:不整合面上的地层超覆油气藏、不整合面以下的地层不整合遮挡油气藏与地层不整合以下的古潜山风化淋滤油气藏以及古潜山基岩内幕油气藏。

1. 地层超覆油气藏

当海水或湖水向盆地边缘斜坡或隆起翼部水进时,在不整合面上形成了逐层超覆的旋回沉积,旋回底部的年轻储层不整合地超覆在时代较老的非渗透岩层上。而储层本身又被连续沉积的非渗透层覆盖,从而形成地层超覆油气藏(胡见义等,1986)。

2. 地层不整合遮挡油气藏

斜坡边缘或古隆起带储层遭受不同程度剥蚀后,被非渗透岩层不整合覆盖而封闭形成不整合遮挡圈闭。在平面上不整合线与储层顶部构造等高线相交切。

3. 古潜山风化淋滤油气藏

系指由于不整合面起伏而构成的基岩古地貌形态,多呈残丘或断块山形状。其上发育的侵蚀、风化淋滤带被不渗透地层覆盖而形成的圈闭,通常称之为古潜山。其圈闭主要受不整合面、断层和非渗透层等三个因素控制,储层可由遭受了风化淋滤的碳酸盐岩、变质岩、花岗岩、火山岩和碎屑岩等构成。油气藏形态以块状为主,如冀中的任丘油田。

4. 古潜山基岩内幕油气藏

系指发育在盆地基底不整合面之下的基岩内幕各类圈闭油气藏类型。与古潜山风化淋滤油气藏的最大区别在于其储集岩体不是风化淋滤带,而是分布于具裂缝带、断层遮挡和逆牵引构造的内幕储层中。油气藏形态以层状为主,如大民屯潜山内幕油气藏。

三、复合型油气藏

系指受两种以上地质遮挡因素控制所构成的圈闭中形成的油气藏。如构造、岩性尖灭、断层、地层不整合和水动力等诸因素相配合而形成的构造—岩性圈闭、断层—岩性圈闭、断层—地层圈闭、岩性—地层圈闭以及构造—水动力圈闭等。

以下各章节中,将围绕砂岩岩性油气藏(包括相关的复合性油气藏)、地层不整合之下的潜山油气藏和火山岩岩性油气藏等主要非构造油气藏类型论述其地质特征和油气富集规律。

第二章 砂岩岩性油气藏地质特征

第一节 沉积体系与砂体特征

陆相湖盆一般四面环山,陆源碎屑物质供应充足,并多以砂、砾为主。因此,湖盆内砂、砾岩体十分发育,类型繁多。在湖泊各亚相带,即从湖盆边缘到湖盆中心都有砂、砾岩体分布。砂体类型与特征明显受控于沉积体系与相带特征。同时,由于其所处湖底地形、水深、离物源远近、物源区母岩性质、形成时的水动力条件以及形成机制等方面的差别,各种砂体的形态、大小、岩性以及物性都有很大差异。因此,按照沉积体系特征进行砂、砾岩体分类,既能反映砂、砾岩体形成的水动力条件和形成机制,也利于预测盆地内部各类砂体的分布位置及含油性。陆相湖盆根据其形成时的古构造环境可以分为断陷型湖盆和坳陷型湖盆。在勘探工作中,不同类型的湖盆可以划分出不同的结构带。断陷湖盆一般划分为缓坡带、陡坡带和深陷带,坳陷湖盆一般划分为缓坡带和深陷带。缓坡带主要发育扇三角洲、河流三角洲和滩坝三类砂体,河流三角洲砂体又可分为曲流河三角洲砂体和辫状河三角洲砂体。陡坡带主要发育扇三角洲、近岸水下冲积扇和近岸水下浊积扇,当后两者无法区分时,常统称为近岸水下扇。深陷带主要发育滑塌浊积扇和远岸水下浊积扇,当两者无法区分时,常统称为湖底扇(图2-1、图2-2)。

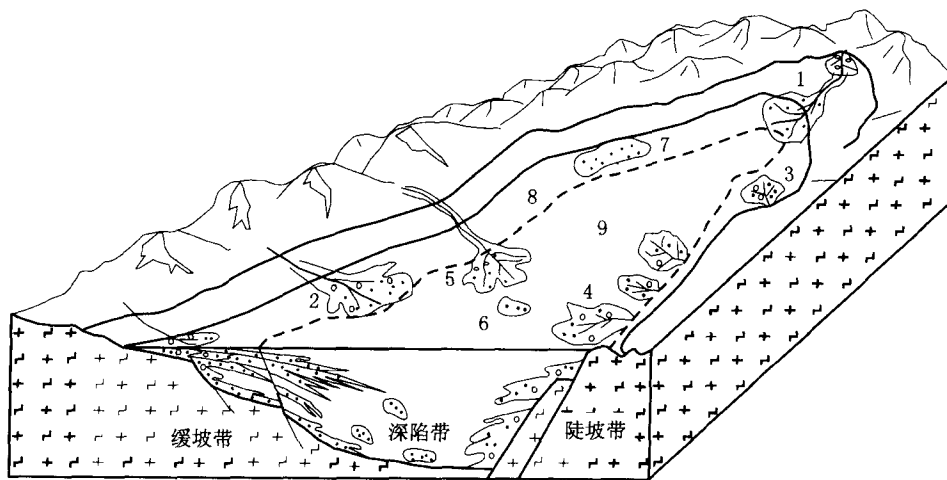


图2-1 断陷湖盆结构带划分及砂、砾岩体类型图

1—三角洲; 2—扇三角洲; 3—近岸水下冲积扇; 4—近岸水下浊积扇; 5—远岸水下浊积扇;
6—滑塌浊积体; 7—滩坝砂体; 8—浅湖区; 9—深湖区

一、河流三角洲

河流三角洲是指在岸上平原区河流流入湖泊的浅水缓坡处沉积物堆积下来,形成平面上向湖心突出的、似三角型、剖面上呈透镜体的沉积体。河流三角洲的位置正处于河流入

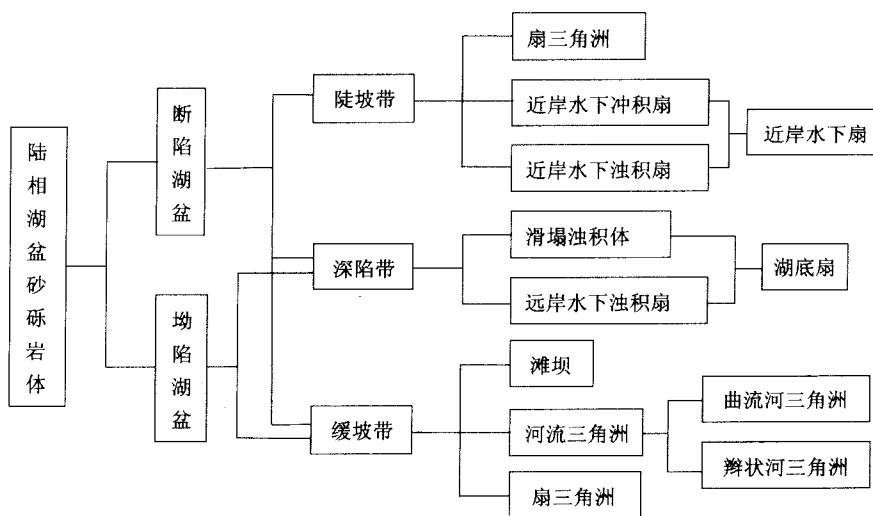


图 2-2 湖盆砂、砾岩体分类图

湖地区，从岸上河流下游第一个分流点开始，经岸上三角洲平原带，向前穿越滨浅湖地带，前临深湖区，背靠宽缓的河流冲积平原。三角洲形成过程中，河流作用居于主导地位，沉积岩岩性以砂岩、粉砂岩为主，尤其在断陷湖盆中常发育的近源三角洲，沉积物更粗。依据形成三角洲的河流成因类型，可将河流三角洲分为辫状河和曲流河两种类型。辫状河三角洲是由辫状河携带沉积物直接入湖形成的沉积体。这类三角洲广泛分布于断陷盆地缓坡带以及坳陷盆地短轴方向的斜坡带，形成与湖泊平行的靠近深水区的广阔砂带，它可以是单旋回的，也可以是多旋回的。曲流河三角洲源远流长的曲流河携带大量的碎屑物直接入湖在河口形成的沉积体。曲流河三角洲主要分布在断陷或坳陷湖盆的长轴方向；一般坡度较缓，延伸较远、厚度较大，常具有多旋回的特点。如辽河凹陷在东营组沉积期北升南降，普遍发育来自北部的轴向三角洲（如兴隆台—马圈子三角洲）；东营凹陷来自北部的三角洲以及松辽盆地北部规模宏大的三角洲都属于曲流河三角洲（图 2-3）。

河流三角洲最典型的特征是在平面上和纵向上都有的三带结构特征：在平面上，从斜坡到湖中心，一般依次发育三角洲平原、三角洲前缘和前三三角洲沉积；在纵向上为反旋回，从下到上依次为前三三角洲、三角洲前缘和三角洲平原。但有时候在不同的位置，纵向序列不一定发育完全，有可能只有其中的两带出现。

三角洲平原是三角洲的水上部分，从河流大量分叉开始为三角洲平原亚相与河流相的分界，以湖平面为三角洲平原亚相与三角洲前缘亚相的分界。该亚相主要发育分流河道和河漫滩沉积。岩性以砂岩、粉砂岩为主，含少量砾石及泥砾，砂层底部多见冲刷面（图 2-4）。河漫滩地区常发育碳质页岩和煤层。砂层内部发育斜层理、交错层理、波纹层理及平行层理等，并常发育垂直层面的虫孔及植物根系。三角洲平原在测井曲线上主要表现为钟形，底部呈突变关系。

三角洲前缘位于三角洲平原的前方至波基面以上的滨浅水地带，向湖方向上沿三角洲平原亚相成环带状分布。从河口向湖心方向可出现水下分流河道、河口坝和前缘席状砂，以水下分流河道和河口坝最为发育。三角洲前缘在测井曲线上表现为自下而上呈现漏斗形—

箱形组合。

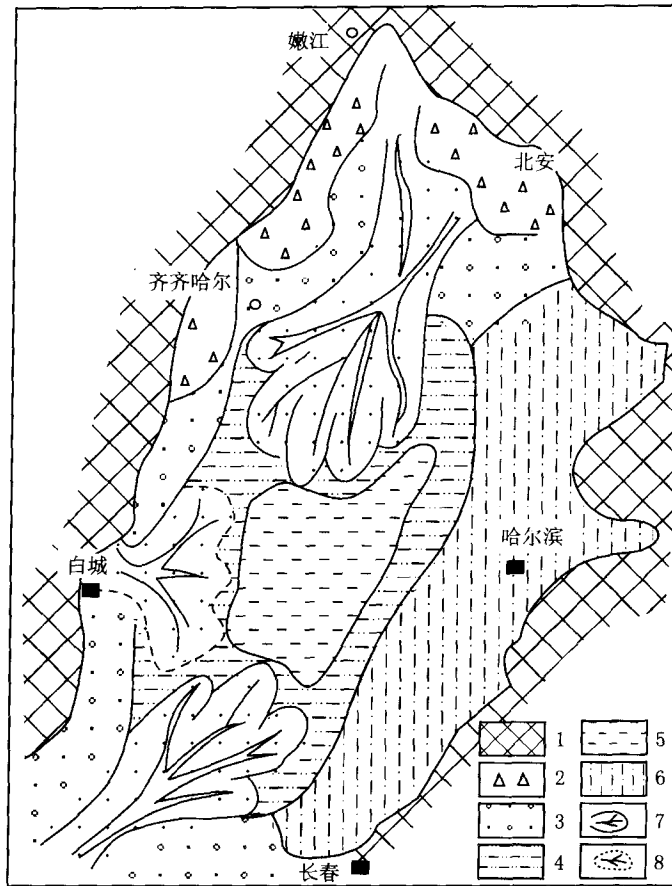


图 2-3 松辽盆地姚二、姚三段沉积相图

1—隆起区；2—洪积相；3—河流泛滥平原相；4—浅湖相；5—深湖相；
6—淤积相；7—三角洲砂体；8—扇三角洲砂体

水下分流河道是三角洲平原上分流河道的水下延伸部分。岩性以砂质粉砂岩为主，呈狭窄的条带状，垂直岸线分布，剖面上呈顶平底凸的透镜体。岩性剖面多为多层正韵律砂层叠合形成的叠合砂体，周围泥岩为浅灰、灰绿至暗紫色。常见交错层理、流水波纹层理以及冲刷充填构造。自然电位曲线为漏斗形或齿化箱形等（图 2-5）。

河口坝位于分流河口处，一般由粉细砂组成，顶部可出现少量粗砂和细砾以及生物碎屑薄层。常呈反韵律，向上变粗。常见交错层理、波状层理、透镜状层理、脉状层理和水平层理。虫孔和生物扰动构造发育，含菱铁矿条带或结核。自然电位曲线呈齿化箱形或漏斗形。

前三角洲位于三角洲前缘的前方，处于盆地的较深水区，暗色泥岩为主夹薄层粉砂岩。该亚相沉积构造不发育，常见由粉砂显现的水平纹层和透镜状层理。常见介形类、藻类、鱼类化石以及植物根系碎屑、树叶、树干等。前三角洲亚相在测井曲线上主要表现为微齿状。