

■ 准噶尔盆地勘探理论与实践系列丛书 ■

准噶尔盆地 碎屑岩岩性油气藏 地震识别技术及应用

娄 兵 罗 勇 毛海波 唐建华 李生杰 程志国 等/著



Seismic Identification of Clastic
Lithologic Hydrocarbon Reservoir: The Method and
Application in Junggar Basin



科学出版社

准噶尔盆地勘探理论与实践系列丛书

准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏 地震识别技术及应用

Seismic Identification of Clastic Lithologic
Hydrocarbon Reservoir: The Method and Application
in Junggar Basin

娄 兵 罗 勇 毛海波 唐建华 李生杰 程志国 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书对准噶尔盆地岩性油气藏勘探中的地震识别技术进行了系统介绍,特别对地震目标处理技术的方法原理、实现步骤及应用效果进行了详细描述,全面论述了利用储层岩石物理技术、地震反演及烃类检测技术进行岩性油气藏识别的方法,并介绍了独具特色的储层岩石物理分析系统与叠前地震反演系统;并翔实地展示了三个典型岩性油气藏地震识别研究实例,以便读者在了解技术应用的同时对准噶尔盆地的岩性油气藏有更直观的认识。

本书可供从事石油勘探,特别是石油物探应用研究和关注我国西部油气勘探的科研人员,以及大专院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏地震识别技术及应用=Seismic Identification of Clastic Lithologic Hydrocarbon Reservoir: The Method and Application in Junggar Basin/娄兵等著. —北京:科学出版社,2016

(准噶尔盆地勘探理论与实践系列丛书)

ISBN 978-7-03-049152-7

I. ①准… II. ①娄… III. ①准噶尔盆地-碎屑岩-岩性油气藏-地震识别 IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 143549 号

责任编辑:万群霞 张立群 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:张 倩 / 封面设计:无极书装

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 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016 年 7 月第一次印刷 印张:18 1/4

字数:428 000

定价:188.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

本书作者名单

娄 兵 罗 勇 毛海波

唐建华 李生杰 程志国

朱 明 蒋 立 郑鸿明

宋 永

准噶尔盆地位于我国西部,行政区划属新疆维吾尔自治区(简称新疆)。盆地西北为准噶尔界山,东北为阿尔泰山,南部为北天山,是一个略呈三角形的封闭式内陆盆地,东西长 700km,南北宽 370km,面积为 13 万 km^2 。盆地腹部为古尔班通古特沙漠,面积占盆地总面积的 36.9%。

1955 年 10 月 29 日,克拉玛依黑油山 1 号井喷出高产油气流,宣告了克拉玛依油田的诞生,从此揭开了新疆石油工业发展的序幕。1958 年 7 月 25 日,世界上唯一一座以油田命名的城市——克拉玛依市诞生了。1960 年,克拉玛依油田原油产量达到 166 万 t,占当年全国原油产量的 40%,成为新中国成立后发现的第一个大油田。2002 年原油年产量突破 1000 万 t,成为中国西部第一个千万吨级大油田。

准噶尔盆地蕴藏丰富的油气资源。油气总资源量为 107 亿 t,是我国陆上油气资源超过 100 亿 t 的四大含油气盆地之一。虽然经过半个多世纪的勘探开发,但截至 2012 年年底,石油探明程度仅为 26.26%,天然气探明程度仅为 8.51%,均处于含油气盆地油气勘探阶段的早中期,预示着准噶尔盆地具有巨大的油气资源和勘探开发潜力。

准噶尔盆地是一个具有复合叠加特征的大型含油气盆地。盆地自晚古生代至第四纪经历了海西、印支、燕山、喜马拉雅等构造运动。其中,晚海西期是盆地拗隆构造格局形成、演化的时期,印支-燕山运动进一步叠加和改造,喜马拉雅运动重点作用于盆地南缘。多旋回的构造发展在盆地中造成多期活动、类型多样的构造组合。

准噶尔盆地沉积总厚度可达 15000m。石炭系一二叠系被认为是由海相到陆相的过渡地层,中、新生界则属于纯陆相沉积。盆地发育了石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系和古近系六套烃源岩,分布于盆地不同的凹陷,它们为准噶尔盆地奠定了丰富的油气资源物质基础。

纵观准噶尔盆地整个勘探历程,储量增长的高峰大致可分为准噶尔西北缘深化勘探阶段(20 世纪 70~80 年代)、准噶尔东部快速发现阶段(20 世纪 80~90 年代)、准噶尔腹部高效勘探阶段(20 世纪 90 年代至 21 世纪初期)、准噶尔西北缘滚动勘探阶段(21 世纪初期至今)。不难看出,勘探方向和目标的转移反映了地质认识的不断深化和勘探技术的日臻成熟。

正是由于几代石油地质工作者的不懈努力和执着追求,使准噶尔盆地在经历了半个多世纪的勘探开发后,仍显示出勃勃生机,油气储量和产量连续 29 年稳中有升,为我国石油工业发展做出了积极贡献。

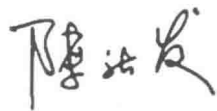
在充分肯定和乐观评价准噶尔盆地油气资源和勘探开发前景的同时,必须清醒地看到,由于准噶尔盆地石油地质条件的复杂性和特殊性,随着勘探程度的不断提高,勘探目

标多呈“低、深、隐、难”特点,勘探难度不断加大,勘探效益逐年下降。巨大的剩余油气资源分布和赋存于何处,是目前盆地油气勘探研究的热点和焦点。

由中国石油新疆油田分公司(以下简称新疆油田分公司)组织编写的《准噶尔盆地勘探理论与实践系列丛书》在历经近两年时间的努力终于面世。这是由油田自己的科技人员编写出版的第一套专著类丛书,这充分表明我们不仅在半个多世纪的勘探开发实践中取得了一系列重大的成果,积累了丰富的经验,而且在准噶尔盆地油气勘探开发理论和技术总结方面有了长足的进步,理论和实践的结合必将更好地推动准噶尔盆地勘探开发事业的进步。

该系列专著汇集了几代石油勘探开发科技工作者的成果和智慧,也彰显了当代年轻地质工作者的厚积薄发和聪明才智。希望今后能有更多高水平的、反映准噶尔盆地特色的地质理论专著出版。

“路漫漫其修远兮,吾将上下而求索”。希望从事准噶尔盆地油气勘探开发的科技工作者勤于耕耘、勇于创新、精于钻研、甘于奉献,为“十二五”新疆油田的加快发展和“新疆大庆”的战略实施做出新的更大的贡献。



新疆油田分公司总经理

2012年11月

前言

准噶尔盆地位于我国新疆北部,面积为 13 万 km^2 ,油气总资源量为 107 亿 t,是我国陆上油气资源当量超过 100 亿 t 的四大含油气盆地之一。自 1936 年独山子油田发现以来,准噶尔盆地经过七十多年的油气勘探,共计发现 28 个油气田、400 多个油气藏,截至 2015 年油、气的探明程度仅为 28% 和 8%,预示着巨大的资源潜力。经过盆地早期寻找大型显形构造圈闭阶段之后,从 20 世纪 90 年代至今,勘探重点转入岩性勘探阶段。

20 世纪 90 年代,随着准噶尔盆地油气勘探研究的逐渐深入,人们逐步认识到西北缘克拉玛依油田二叠系油藏的分布受扇体控制,岩性对油气藏起着重要的控制作用,从而开始了针对隐蔽扇体岩性油气藏的勘探,勘探重点由断裂带转入主断裂下盘的斜坡区。在此阶段的勘探地区主要为西北缘玛湖西斜坡区和阜东斜坡区,勘探的目的层主要为二叠系—三叠系。岩性圈闭的主要沉积相类型为陡坡沉积环境下的扇三角洲、冲积扇和水下扇。

进入 21 世纪,随着准噶尔盆地腹部沙漠区和东、西两大斜坡区勘探程度的不断提高,沙漠区高分辨率三维地震的应用和资料分辨率、保真度的攻关,以及岩性油气藏地震勘探技术取得重大进展,缓坡型三角洲前缘水下分流河道砂体和辫状河、曲流河道砂体及滨浅湖滩坝砂体形成的岩性圈闭日益成为重要的勘探目标,准噶尔盆地缓坡型岩性油气藏勘探连续取得了一系列重大突破和重大进展。2002~2003 年,准噶尔盆地腹部沙漠区陆梁隆起夏盐凸起斜坡区发现和探明了石南 21 井区中侏罗统头屯河组岩性油气藏,探明油气地质储量 3623 万 t;2004~2005 年,夏盐凸起斜坡区又发现和探明了石南 31 井区白垩系清水河组岩性油气藏探明油气地质储量 1781 万 t;2009 年,车 89 井、车 95 井在新近系沙湾组滨浅湖滩坝砂体岩性油气藏获得高产工业油流,取得了岩性油气藏勘探新的突破;2010 年,阜康凹陷东斜坡(阜东斜坡)侏罗统头屯河组河道砂岩性油气藏勘探取得重大突破,阜东 2 井、阜东 5 井等多口井获得高产工业油气流,提交控制储量 9108 万 t。“十二五”中后期,在西北缘玛湖斜坡区进一步打开了三叠系百口泉组百里油气的新局面。

这些成就的取得无不与岩性油气藏地震识别技术的进步息息相关。新疆油田物探研究人员针对准噶尔盆地独特的地表和地质条件,坚持不懈地开展物探技术的应用创新与攻关。准噶尔盆地地表大部分被沙漠、戈壁砾石覆盖,地震资料信噪比、分辨率较低。地震资料普遍存在道集剩余时差大、渐变的表层结构产生的散射面波严重影响 AVO (amplitude variation with offset) 特征、叠前偏移道集信噪比低、表层高频吸收严重导致原始资料分辨率低等问题。这些问题严重制约着岩性目标的地震识别。面对这些难题,研究人员迎难而上,研究开发了模型道时变校正、三维迭代叠加、振幅随偏移距变化校正、井控振幅恢复、改进矢量法分解压噪、同态子波反褶积、Gabor 变换谱均衡、时频域有色谱

校正等一系列技术方法,部分解决了准噶尔盆地地震资料信噪比、分辨率普遍较低、相对振幅保持不佳的问题,为叠前地震识别岩性油气藏奠定了资料基础。在近十年的勘探实践中,形成了碎屑储层岩石物理建模系列技术、测井岩石物理分析技术、储层岩石物理参数模拟及岩石物理量板分析等特色技术。针对准噶尔盆地地震资料的特点,建立了相对保幅的分角度数据体处理流程;对子波提取、初始模型建立的各个环节进行了深入研究,明确了影响这些环节的关键因素,在反演的各个环节采用多种手段进行质量监控,研制了叠前地震反演处理系统。这些技术为准噶尔盆地岩性油气藏勘探发挥了重要作用。

全书展示了新疆油田分公司物探工作者这些年来地球物理技术方法创新和应用的部分成果,该书对岩性地层油气藏勘探所涉及的重要技术的理论基础、应用方法及实例进行了详细介绍,所述方法丰富了岩性地层油气藏地震勘探技术。

本书第1章由娄兵、罗勇主笔;第2章由毛海波、蒋立、罗勇、郑鸿明主笔;第3章由李生杰主笔;第4章由李生杰、唐建华主笔;第5章由程志国、唐建华主笔;第6章由毛海波、朱明、娄兵、唐建华、宋勇、程志国主笔;第7章由娄兵、罗勇主笔。此外,王在民、赖仲康、陈俊湘、邹玉萍、王贤、谭佳对重点技术的研究应用发挥了重要作用,陈扬、夏惠平、罗兴平、欧阳敏、丁艺、周清华等做了部分文字与资料收集工作。李生杰、毛海波、程志国、唐建华对全书进行了统稿和审核,毛海波对全书进行了最终统稿和审定。

本书是集体研究成果的总结,是一大批科研人员多年辛勤工作的结晶,编写过程中参考了大量文献资料,在此深表谢意!相关科研人员给予了大量的帮助,不能一一列举,特此致歉!

限于准噶尔盆地岩性油气藏勘探的复杂性和研究总结的局限性,书中认识难免存在不足,敬请读者批评指正。

作者

2016年1月

目 录

序

前言

第 1 章 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏地震识别技术概论	1
1.1 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏勘探现状	1
1.1.1 准噶尔盆地基本油气地质特征	1
1.1.2 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏勘探概况	1
1.1.3 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏地质特点	3
1.2 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏主要勘探方法和技术	6
1.2.1 岩性油气藏勘探思路	6
1.2.2 岩性油气藏主要勘探方法	7
1.3 准噶尔盆地岩性油气勘探成果与难点	10
1.3.1 准噶尔盆地岩性油气藏勘探成果	10
1.3.2 准噶尔盆地岩性油气藏地震勘探难点与对策	11
第 2 章 岩性油气藏地震目标处理技术	14
2.1 高精度时差校正	14
2.1.1 模型道时变校正	14
2.1.2 高精度三维地震迭代叠加方法	18
2.1.3 高精度动校正	24
2.1.4 各向异性叠前时间偏移方法	25
2.2 井控叠前道集振幅恢复	27
2.2.1 振幅随偏移距变化校正处理	28
2.2.2 井控振幅恢复技术	30
2.3 叠前道集提高信噪比处理	34
2.3.1 AVO 拟合提高信噪比处理	34
2.3.2 改进矢量分解压噪方法	36
2.4 叠前道集高分辨率处理	38
2.4.1 同态子波反褶积方法	40
2.4.2 Gabor 变换谱均衡方法	46
2.4.3 时频域有色谱校正方法	49
2.5 岩性油气藏目标处理实例	53
2.5.1 莫 3 井区三维工区应用效果	53

2.5.2	陆南6井东三维地区应用效果	54
第3章	储层岩石物理分析技术	63
3.1	岩石物理分析理论基础	63
3.1.1	岩石物理理论发展概述	63
3.1.2	边界理论	64
3.1.3	等效介质理论模型	65
3.1.4	颗粒接触理论模型	69
3.1.5	孔弹性模型	72
3.2	储层岩石物理参数模型建立	76
3.2.1	岩石基本特征与本构关系	76
3.2.2	碎屑岩储层弹性参数影响分析	76
3.2.3	碎屑岩岩石物理模型建立	83
3.3	测井资料的岩石物理分析	84
3.3.1	测井数据分析与岩石物理诊断	84
3.3.2	测井曲线标准化处理	87
3.3.3	横波测井速度预测	92
3.4	岩石物理量板建立与应用	100
3.4.1	碎屑岩储层岩石物理量板	100
3.4.2	岩石物理解释量板建立流程	102
第4章	地震反演及烃类检测方法	105
4.1	地震反演技术概述	105
4.1.1	地震反演技术发展概况	105
4.1.2	地震反演主要方法	106
4.2	地震反演理论基础	107
4.2.1	反演问题分类	109
4.2.2	线性反演问题的解决方法	110
4.2.3	约束解的方法	112
4.2.4	非线性问题的最优化	113
4.3	地震反演技术应用	115
4.3.1	地震资料品质分析	115
4.3.2	地震子波对反演结果影响	116
4.3.3	低频模型建立及其作用	117
4.3.4	地震反演方法选择	118
4.4	地震 AVO 烃类检测方法	134
4.4.1	叠前 AVO 理论基础	135
4.4.2	AVO 正演计算	139
4.4.3	叠前 AVO 反演	139
4.4.4	AVO 属性分析	140

第 5 章 储层地震预测软件平台	143
5.1 储层岩石物理分析系统	143
5.1.1 平台概述	144
5.1.2 系统框架与技术思路	145
5.1.3 储层岩石物理分析系统主要功能及界面设计	147
5.1.4 应用实例	151
5.2 叠前地震反演系统	169
5.2.1 系统概况	169
5.2.2 系统框架与技术思路	170
5.2.3 主要功能及界面设计	171
5.2.4 应用实例	186
第 6 章 准噶尔盆地岩性油气藏勘探实例	187
6.1 准噶尔盆地腹部石南 31 井岩性油气藏勘探	187
6.1.1 区域地质特征	188
6.1.2 岩性油气藏识别关键技术与方法	198
6.1.3 岩性圈闭识别效果	213
6.2 准噶尔盆地西北缘车排子地区沙湾组岩性油气藏勘探	214
6.2.1 油气勘探概况	214
6.2.2 区域地质概况	216
6.2.3 层序地层格架特征	217
6.2.4 储层沉积特征	218
6.2.5 储层特征	223
6.2.6 储层地震预测	229
6.2.7 岩性圈闭识别	234
6.2.8 车峰 13 井油藏发现	235
6.3 准噶尔盆地阜东地区岩性油气藏勘探	238
6.3.1 阜东地区勘探概况	238
6.3.2 区域地质特征	239
6.3.3 储层特征	248
6.3.4 阜东斜坡区岩性目标勘探	254
6.3.5 岩性油气藏勘探效果	268
第 7 章 准噶尔盆地岩性油气藏勘探技术展望	270
参考文献	273

准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏 地震识别技术概论

第 1 章

1.1 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏勘探现状

1.1.1 准噶尔盆地基本油气地质特征

准噶尔盆地位于新疆北部,夹持于天山、阿尔泰山之间,东、西为准噶尔界山,平面形态呈南宽北窄的三角形,总面积约 13 万 km^2 。它是在准噶尔地块基础上发育起来的大型叠合盆地,经历了晚石炭世-中三叠世前陆盆地阶段、晚三叠世-白垩纪拗陷盆地阶段与新生代再生前陆盆地阶段的演化历史,最大沉积厚度达 15000m。由于多旋回、多期次构造运动,准噶尔盆地在长期的地质历史时期,发育多套烃源岩、多套含油气系统、多套生储盖组合和多个油气富集带,具有满盆含油、全层系多层组含油的特征,是油气资源非常丰富的大型沉积盆地。

盆地发育有 5 套烃源岩层系,即二叠系(下二叠统风城组、中二叠统下乌尔禾组、平地泉组、红雁池组与芦草沟组)、三叠系(上三叠统白碱滩组)、侏罗系(中下侏罗统八道湾组、三工河组、西山窑组)、白垩系(下白垩统吐谷鲁群)、古近系和新近系(古近系安集海河组)。其中二叠系与侏罗系为盆地最重要的烃源岩,其生排烃量与聚集量占全盆地的 90% 以上。

盆地古近系和新近系-基底石炭系均能成为有效储层,具有全层系多层组含油气特点。储层岩石类型包括:火山岩(玄武岩、安山岩、流纹岩、凝灰岩、火山角砾岩)、碳酸盐岩(泥质白云岩、白云质泥岩)、碎屑岩(砾岩、砂砾岩、粗砂岩、中砂岩、细砂岩、粉砂岩),储层孔隙类型有:孔隙型、裂缝型、孔隙-裂缝双重介质型。准噶尔盆地多期构造震荡运动,多套烃源岩发育,多期生烃,多期成藏,形成多套生储盖组合,以上三叠统白碱滩组泥岩与下白垩统吐谷鲁群泥岩区域盖层为界,可以划分出下(下二叠统风城组、中二叠统下乌尔禾组生烃、石炭系、二叠系、三叠系储集、上三叠统白碱滩组泥岩封盖)、中(中下侏罗统八道湾组、三工河组、西山窑组含煤岩系生烃,侏罗系、白垩系储集,下白垩统吐谷鲁群泥岩封盖)、上(古近系安集海河组生烃,上白垩统、古近系、新近系中新统储集,中新统塔西河组泥岩封盖)3 大套生储盖组合。

以二叠系烃源岩沉积时构造格局为基础,盆地构造单元可以划分为 6 个一级构造构造单元、44 个二级构造单元(图 1.1)。

1.1.2 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏勘探概况

准噶尔盆地是中国最富集的含油气盆地之一,这有赖于其得天独厚的优越的油气地质条件。自 1936 年独山子油田发现以来,准噶尔盆地经过七十多年的油气勘探,共计发



图 1.1 准噶尔盆地构造单元划分图

现 28 个油气田 400 多个油气藏,截至 2012 年年底,准噶尔盆地累计探明石油地质储量 22.80 亿 t,探明天然气地质储量 1972.71 亿 m³。准噶尔盆地已探明油气田包括克拉玛依、齐古、百口泉、乌尔禾、风城、夏子街、红山嘴、车排子、火烧山、北三台、三台、甘河、彩南、玛北、石西、小拐、五彩湾、石南、沙南、呼图壁、莫北、陆梁、莫索湾、克拉美丽、滴水泉、玛河、昌吉等油气田(图 1.2)。

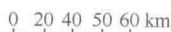


图 1.2 准噶尔盆地油气勘探成果图

准噶尔盆地已发现并探明的 28 个油气田中,玛北油田、石南油田、沙南油田、沙北油田以典型的碎屑岩岩性油气藏为主,克拉美丽气田以石炭系火山岩岩性油气藏为主,均为典型的岩性油气田,其余 23 个油气田则以构造油气藏或构造-岩性复合油气藏为主,岩性因素对于油气成藏也具有非常重要的控制作用。准噶尔盆地探明石油地质储量主要分布在西北缘(占 70%)和腹部(占 21%),控制石油地质储量主要分布在西北缘、腹部和准东。

20 世纪 50~80 年代末,是准噶尔盆地油气勘探的早期阶段,勘探目标主要为大型显形构造圈闭,油气勘探区也主要集中在盆地西北缘逆掩断裂带、帐北断褶带、陆梁隆起、南缘等地区,发现了克拉玛依、百口泉、红山嘴、夏子街、车排子、三台、火烧山等一批构造控油的油气田,逐步查明克-乌(克拉玛依-乌尔禾)和帐北(沙帐北部)两个大型油气聚集带。

20 世纪 90 年代,随着准噶尔盆地油气勘探研究的逐渐深入,人们逐步认识到岩性对油气藏起着重要的控制作用,油气勘探目标从早期寻找大型显形构造圈闭为主开始转向岩性地层与构造油气藏并重,油气勘探理论取得发展。在此期间,新疆油田分公司启动了岩性地层油气藏勘探系统工程,准噶尔盆地岩性地层油气藏勘探迈出了实质性步伐。在“摸清家底、坚定信心、明确方向、转变观念”的指导思想下,进行了岩性地层油气藏勘探基础研究和地质技术攻关,岩性地层油气藏勘探理论和成果取得重要进展。

进入 21 世纪,随着准噶尔盆地腹部沙漠区和东、西两大斜坡区勘探程度的不断提高和沙漠区高分辨率三维地震应用和资料分辨率、保真度的攻关及岩性油气藏地震勘探技术取得重大进展,缓坡型三角洲前缘水下分流河道砂体和辫状河、曲流河河道砂体及滨浅湖滩坝砂体形成的岩性圈闭日益成为重要的勘探目标,准噶尔盆地缓坡型岩性油气藏勘探连续取得一系列重大突破和重大进展。在准噶尔盆地腹部沙漠区陆梁隆起夏盐凸起斜坡区先后发现石南 21 井区和石南 31 井区岩性油气藏;2010 年在阜康凹陷东斜坡(阜东斜坡)侏罗统头屯河组发现阜东 2 井、阜东 5 井河道砂岩性油气藏。在“立足富拗陷、构造配岩性”的勘探思路下,相继发现陆南侏罗系构造-岩性油气藏及滴西 12 井白垩系呼图壁河组构造-岩性油气藏等一批岩性地层油气藏。近年来,玛湖凹陷岩性地层油气藏勘探获得突破,准噶尔盆地岩性地层油气勘探成效显著。

1.1.3 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏地质特点

1. 平面分布广,主要分布于大型隆起、凹陷的斜坡带和大型断裂(带)下盘区

现有勘探成果表明,准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏具有平面分布广的特点,这与盆地多源、多灶、多期成藏和盆地长期沉降、多物源、多沉积体系、岩性圈闭发育的大型叠合盆地油气地质特征密切相关(庞雄奇,2010)。盆地西北缘、腹部、东部均发现有不同成因类型的碎屑岩岩性油气藏,并有局部集中发育的特征。西北缘以断阶带和斜坡区陡坡型扇体岩性油气藏为主(邵雨等,2011),盆地腹部沙漠区和东、西两大斜坡区以缓坡型水道岩性圈闭和油气藏发育为主。从区域构造背景分析,准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏发育主要分布在盆地演化各个时期大型隆起和凹陷的斜坡带、大型断裂(带)下盘区,后者是陡坡型扇体岩性圈闭发育和岩性油气藏形成的有利区域。

2. 时代分布广,碎屑岩岩性油气藏全层系、多层组发育

准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏具有全层系、多层组发育、时代分布广的特点,盆地二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、古近系及新近系六套盖层系列及 13 个层组均发现有岩性油气藏(表 1.1),其中,二叠系、三叠系、侏罗系和白垩系是岩性油气藏发育的主要层段。盆地演化早期阶段沉积的二叠系、三叠系地层中,以陡坡型扇体岩性油气藏为主;盆地演化中期阶段及后期,以缓坡型三角洲水道、河流和滨湖滩坝砂体岩性油气藏为主。

表 1.1 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏发育层段及成因相类型

地层系统			沉积相	岩性圈闭成因	典型岩性油气藏
系	统	组			
新近系		独山子组 N ₂ d	冲积扇		
		塔西河组 N ₁ t	半深湖		
		沙湾组	滨浅湖	滨浅湖滩坝砂体	车 89 井、车 95 井区 N ₁ s 油藏
古近系		安集海河组 E ₂₋₃ a	滨浅湖-半深湖	滨浅湖滩坝砂体	卡 6 井—卡 003 井区油藏
		紫泥泉子组 E ₁₋₂ z	冲积扇、三角洲		卡 001—卡 003 井区油藏
白垩系	上统	东沟组	河流		
	下统	连木沁组 K ₁ l	滨浅湖		
		胜金口组 K ₁ s	滨浅湖		
		呼图壁河组 K ₁ h	滨浅湖-三角洲	三角洲前缘水下分流河道砂体	石南 24 井 K ₁ h 油藏
		清水河组 K ₁ q	湖泊、三角洲	三角洲前缘水下分流河道砂体	石南 31 井区
侏罗系	中统	头屯河组	河流、三角洲	水下分流河道、曲流河河道砂体	石南 21 井区、阜东 5 井区 J ₂ t 油藏
	下统	西山窑组 J ₂ x	河流、三角洲		彩 43 井区 J ₂ x 油气藏
		三工河组 J ₁ s	湖泊、三角洲	三角洲前缘水下分流河道砂体	拐 19 井、拐 20 井区 J ₁ s 油藏
		八道湾组	河流、三角洲		
三叠系	中统	白碱滩组 T ₃ b	深湖、半深湖		
	中统	克拉玛依组	冲积扇、扇三角洲	分流水道	
	中统	百口泉组 T ₁ b	冲积扇、扇三角洲	分流水道	玛 2 井区 T ₁ b 油藏
二叠系	上统	上乌尔禾组 P ₃ w	扇三角洲	分流水道	克 75、克 79、克 82 井区 P ₃ w 油气藏、沙丘 5 井区 P ₃ w 油气藏
	中统	下乌尔禾组 P ₂ w	水下扇	分流水道	玛 2 井区 P ₂ w 油藏
		夏子街组 P ₂ x	扇三角洲	分流水道	530 井区 P ₂ x 油藏
	下统	风城组	半深湖		
		佳木河组 P ₁ j	火山岩、冲积扇	冲积扇分流水道	拐 3、新光 1 井区 P ₁ j 气藏

3. 岩性油气藏及储层成因类型多样

准噶尔盆地已发现的碎屑岩岩性油气藏及储层成因类型多样,可大致划分为两大类:一类是陡坡型岩性油气藏;一类是缓坡型岩性油气藏。陡坡型岩性油气藏发育于近物源和各类扇体有关的储层和岩性圈闭中,包括冲积扇、水下扇、扇三角洲、浊积扇等扇面水道成因的各类岩性圈闭和岩性油气藏。缓坡型岩性油气藏发育于缓坡型三角洲、河流、滨浅湖滩坝砂体有关的储层和岩性圈闭中。两类岩性油气藏在储层成因、储层岩性、物性、含油性及储层非均质性等方面差别显著。前者以砂砾岩储层为主,储层厚度较大,低孔低渗,物性较差,非均质性较强,后者储层以中细砂岩为主,物性较好,储层厚度以中—薄层为主。

4. 储层砂体展布变化大,储层性能与光相密切相关

准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏中,不论是何种储层成因类型,砂体展布均受沉积体系和沉积相控制,储层分布及厚度变化很大,储层物性及含油气性与沉积相带密切相关。特别是缓坡型岩性油气藏,储层分布及厚度变化大的特征更为突出,给岩性油气藏勘探带来极大的困难和挑战(图 1.3、图 1.4)。

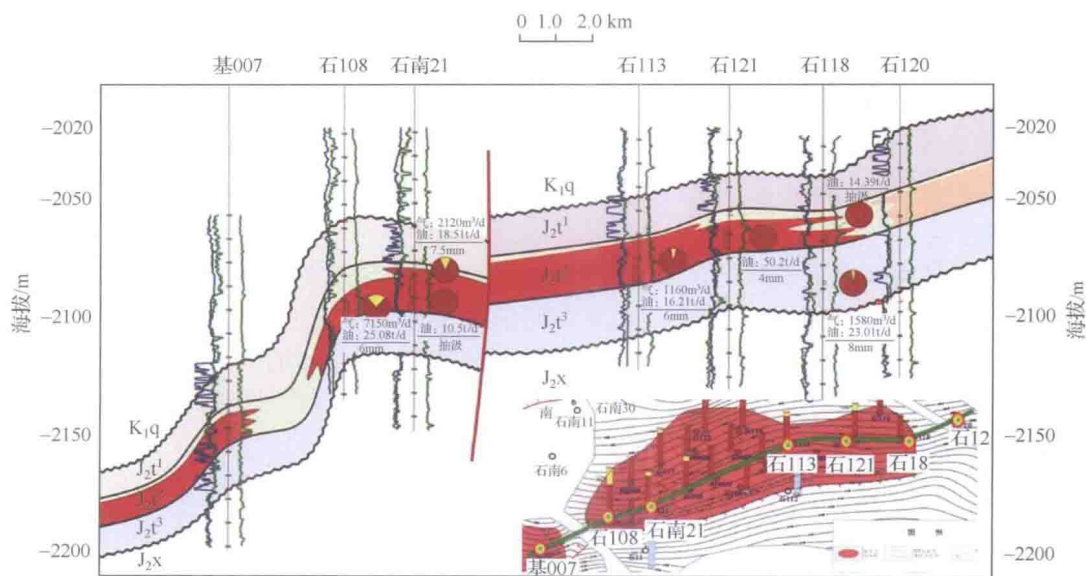


图 1.3 石南 21 井区基 007—石 120 井侏罗系头屯河组储层结构及油藏剖面图

石南 21 井区侏罗系头屯河组是典型的岩性油气藏,该油气藏主力油层是头屯河组头二段,砂体成因类型为三角洲前缘水下分支河道,主体呈北东向展布,上倾方向受分流间湾泥质岩遮挡,构成岩性圈闭。油气藏储层岩性为中细砂岩,厚度为 3~25m,储层分布及厚度变化非常大(图 1.3),石 108 井和基 007 井均发育头屯河组头二段油层,油层厚度约 10m,二井平面距离为 3km。但油气勘探开发资料表明,石 108 井、基 007 井油气层段分属于石南 21 井区和石南 4 井区两个油气藏,砂体分隔明显,井间砂体岩性及厚度变化大。

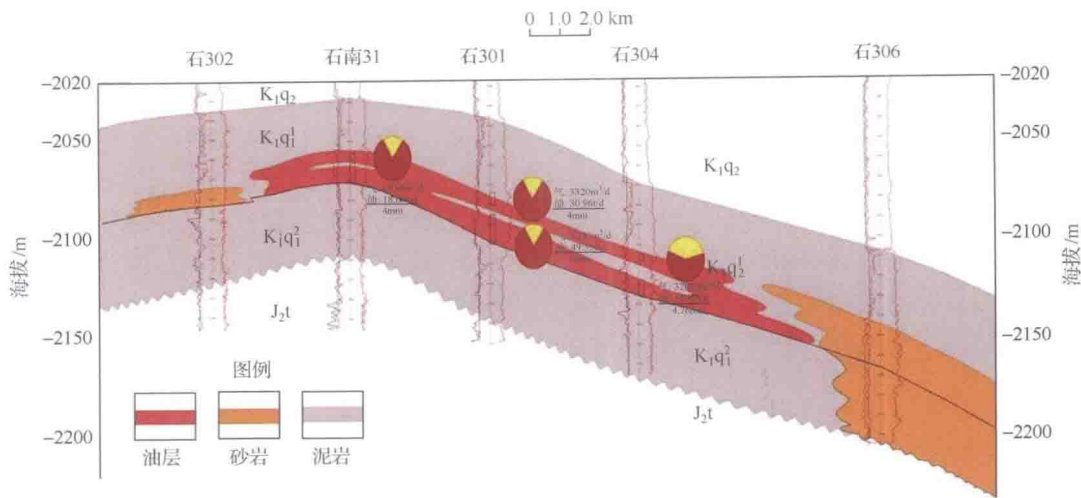


图 1.4 石南 31 井区石 302—石南 31—石 306 井白垩系清水河组油层剖面图

5. 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏明显受断裂输导体系控制

准噶尔盆地侏罗系、白垩系与二叠系、三叠系分别发育了拗陷湖盆稳定边缘缓坡型沉积和前陆断陷(具逆断层边界)湖盆不稳定边缘陡坡型沉积两种典型的沉积模式。在二叠系、三叠系陡坡型相模式中,成带的冲积扇、扇三角洲、水下扇等沉积相及其叠置成为主要的油气储集体,岩石类型以粗碎屑的砾岩和砂砾岩为主,油气以垂向运聚为主要特征。西北缘克拉玛依、百口泉、小拐、玛北、乌尔禾油田,准东沙南油田等油气田的形成均与断层密切相关。

盆地侏罗系和白垩系具有由北向南缓倾的沉积背景,发育缓坡型沉积。河湖相和三角洲相(如侏罗系三角洲前缘)砂体是良好的储集单元,岩石类型以相对细粒的砂岩为主。盆地腹部莫索湾、莫北、石西浅层、石南、陆梁等油田都发育这类储集体。其油气主要来源于深层二叠系,古生新储(深源浅聚)的特点决定了断裂在岩性油气藏成藏中扮演着重要的角色,断裂是浅层目的层油气运移的最重要通道。

1.2 准噶尔盆地碎屑岩岩性油气藏主要勘探方法和技术

1.2.1 岩性油气藏勘探思路

岩性油气藏具有隐蔽性强、识别困难、勘探难度大等特点,以构造为目标的勘探技术不适宜于岩性油气藏勘探(贾承造等,2008)。随着高精度三维地震技术、层序地层学方法与地震反演技术的发展,岩性油气藏的勘探具备了精确预测和描述的工作基础。

在世界范围内,岩性油气藏勘探历程经历了以地面地质和偶然因素发现油气藏、井孔地层评价发现油气藏,到层序地层研究与地震储层预测技术相结合发现岩性油气藏(邹才能等,2009)。地质和地球物理理论与技术创新发展是推动岩性油气藏勘探的主要动力,