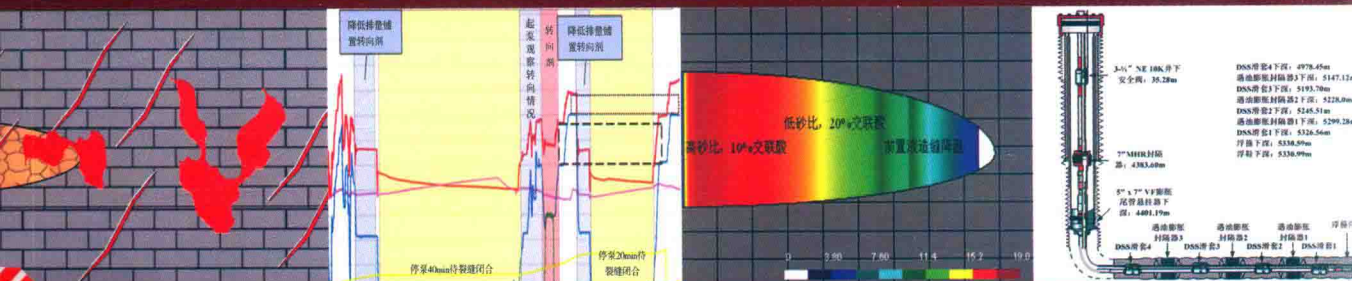




超深缝洞型碳酸盐岩油气藏 完井与储层改造技术

CHAOSHEN FENGDONGXING TANSUANYANYAN YOUQICANG WANJING YU CHUCENG GAIZAO JISHU

张福祥 李元斌 杨向同 季晓红 等著



塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书(卷十二)

超深缝洞型碳酸盐岩油气藏 完井与储层改造技术

张福祥 李元斌 杨向同 季晓红 等著



石油工业出版社

内 容 提 要

本书总结了“十二五”期间塔里木盆地超深缝洞型碳酸盐岩油气藏完井与储层改造所面临的工程难题及先进技术,包括塔里木盆地碳酸盐岩的储层特征、完井配套技术、储层改造工艺技术及各项配套技术等内容,既有方法理论的介绍,又有实践经验的总结。

本书可供石油勘探开发领域管理人员、从事完井与储层改造的技术人员和大专院校相关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

超深缝洞型碳酸盐岩油气藏完井与储层改造技术/
张福祥等著. —北京:石油工业出版社,2017.7

(塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书)

ISBN 978-7-5183-1803-2

I. ①超… II. ①张… III. ①碳酸盐岩-油气藏-完井-研究 ②碳酸盐岩-油气藏-储集层-油层改造-研究
IV. ①TE257 ②P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第032121号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号楼 100011)

网 址:www.petropub.com

编辑部:(010)64523710 图书营销中心:(010)64523633

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2017年7月第1版 2017年7月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:20.5

字数:510千字

定价:185.00元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

《塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书》

编 委 会

主 任：王招明

副 主 任：田 军 江同文

编 委：（以姓氏笔画为序）

王振彪 王清华 龙 平 杨向同

杨海军 肖又军 肖承文 汪如军

宋周成 张福祥 胥志雄 梁向豪

廖 涛 滕学清

《超深缝洞型碳酸盐岩油气藏 完井与储层改造技术》

编 写 组

组 长：张福祥

副 组 长：李元斌 杨向同 季晓红 刘洪涛

编写人员：（以姓氏笔画为序）

马红英 王 磊 白晓飞 任登峰

刘会锋 刘虹瑜 刘 辉 李彦召

李 强 何剑锋 张 伟 张雪松

周建平 周鹏遥 单 锋 练以峰

赵密锋 耿海龙 郭俊杰 郭锐锋

黄世财 黄龙藏 曹政兵 谢 宇

序

位于中国西北部的塔里木盆地是一个超深、复杂的叠合盆地,发育了多套烃源岩及优质储盖组合,具备形成大型油气田得天独厚的石油地质条件,但地下情况复杂,需要勘探开发工作锲而不舍,攻坚克难,不断战胜挫折,不断解放思想,才能逐步取得重大的胜利。因此,塔里木盆地既像一个带刺的玫瑰,又似光辉熠熠的聚宝盆镶嵌在祖国的西部边陲。

在盆地北部库车地区 3500~4000 米的中浅层,经历多次勘探失败与突破,克拉 2 大气田的发现创造了塔里木油气勘探开发的辉煌,促成了西气东输工程,惠及沿途 10 省(自治区、直辖市)亿万人民,推动了我国 21 世纪天然气工业的快速发展。

塔里木盆地是西气东输的源头,是“新疆大庆”建设的主战场,是稳疆固边的前沿阵地,塔里木盆地的油气勘探开发是我国发展西部战略的主体工程,塔里木盆地的油气勘探开发备受中国乃至世界瞩目。

塔里木盆地的最大特点是油气层埋藏超深,库车、塔北及塔中主力油气层埋深一般大于 6000 米,目前发现的油气藏,最深的气藏是克深 9 气藏,已探明天然气地质储量 548 亿立方米,气藏埋深 7600 米。克深 902 井完钻深度 8038 米,在 7813~7870 米储层,6 毫米油嘴日产天然气 45 万立方米。最深的油藏是富源 1 井,储层为缝洞型碳酸盐岩,井深 7712 米,日产轻质油 86 吨,天然气 2.89 万立方米。

“十二五”期间,塔里木油田最大进展是超深领域油气勘探开发的进展。这期间塔里木油田坚持库车、塔北、塔中三大阵地战,解放思想,创新思路,集中了全国的深井钻机,2015 年油田超过 7000 米的深井钻机达到 132 台,投入工作量大,大于 6000 米的超深井逐年增多,2014—2015 年大于 6000 米的超深井达到 92%(2014 年、2015 年大于 6000 米的探井分别完钻 53 口、39 口),在超深碎屑岩、碳酸盐岩两大领域实现重大突破:6000 米以深发现探明了比克拉 2 大三倍的克深万亿立方米大气田;发现开发了哈拉哈塘奥陶系碳酸盐岩大油田,已经控制含油面积大于 4000 平方千米;发现了塔中奥陶系碳酸盐岩大型凝析气田(探明天然气地质储量近 4000 亿立方米,凝析油储量 2 亿吨);并在寒武系盐下、东部奥陶系碳酸盐岩实现了战略突破。这些成果的取得,夯实了西气东输的战略资源,为塔里木油田的发展奠定了坚实的基础。

近十年来,通过国家重大科技攻关示范工程的实施,特别是 2010 年中国石油天然气集团公司实施塔里木重大科技专项以来,实现了超深碎屑岩、碳酸盐岩两大领域油气地质理论的创新,形成了超深领域的油气勘探开发技术系列,同时该领域已经成为我国乃至全球油气勘探开发的重要接替领域。在这个承前启后的时间节点上,塔里木油田的科研工作者系统总结了超

深领域的理论与技术成果,形成了这套《塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书》,这对进一步指导塔里木油田超深领域的油气勘探开发和前陆盆地、海相克拉通、复合盆地的油气勘探开发都有重要的意义。

作为曾经参与塔里木石油会战的老石油人,我为塔里木油田取得的成绩感到由衷的骄傲和欣慰,也为塔里木油田走向新的成就而深信不疑。

《塔里木油田超深油气勘探开发理论与技术丛书》全面系统总结了近十年来,特别是“十二五”期间取得的勘探开发成果、超深领域石油地质理论技术的创新成果和勘探开发实践认识。丛书共 15 卷,涵盖了库车前陆盆地超深油气地质理论与勘探实践、前陆冲断带超深复杂构造山地地震勘探技术、前陆冲断带超深复杂地层钻井技术、前陆冲断带超深裂缝性砂岩气藏测井评价技术、前陆冲断带超深高温高压砂岩气藏完井与储层改造技术、超深高温高压裂缝性砂岩气藏开发机理与应用、牙哈凝析气田循环注气开发实践及开发规律、超深缝洞型海相碳酸盐岩油气地质理论与勘探实践、超深海相碳酸盐岩地震勘探与缝洞雕刻技术、超深缝洞型碳酸盐岩钻井技术、超深缝洞型碳酸盐岩油气藏测井评价技术、超深缝洞型碳酸盐岩油气藏完井与储层改造技术、超深缝洞型海相碳酸盐岩油气藏开发技术、超深滨海相砂岩油藏开发实践与提高采收率技术、超深复杂油气藏录井技术等。这些成果的取得是 27 年来塔里木石油工作者在荒凉沙漠上辛勤奉献的智慧结晶,是近十年来塔里木油田勘探开发成果的集中体现,是塔里木石油人打造“百年塔里木”和“十三五”时期建设 3000 万吨大油气田目标的技术保障和有效的智力支撑。

读完全书,掩卷沉思。深深地感到这套丛书是科研与生产紧密结合的成果,既是塔里木油田近期勘探开发成果的总结,又是超深碎屑岩、碳酸盐岩两大领域石油地质理论与技术的总结,也是塔里木油田多年来勘探开发实践的总结。书中有克深万亿立方米大气田、哈拉哈塘大油田、塔中大型凝析气田的勘探开发成果;有新理论、新技术、新方法;有战例、有经验、有启示。当前,塔里木盆地的油气勘探开发正如火如荼,超深领域的油气勘探开发理论与技术创新日新月异,我期待塔里木油田在新阶段的勘探开发、理论技术创新中取得更加重要的成果,也希望这套丛书既能够成为从事塔里木盆地勘探开发科研、生产、管理工作者的工具书,也能够作为广大从事油气勘探开发科研、生产、管理人员的参考材料,还能被选为石油、地质大中专院校学生的参考书,为各条战线上的石油人提供有益的信息。

邱中星
2016年12月。

前 言

塔里木盆地碳酸盐岩油气资源量丰富,油资源量达 46 亿吨,气资源量大于 $10000 \times 10^8 \text{ m}^3$,约占盆地总资源量的 38%。碳酸盐岩油气勘探已成为塔里木油田勘探的主战场。目前重点攻关目标为塔中、轮古、哈拉哈塘、英买四大区块,其中轮古和塔中区块主要为凝析油气藏,哈拉哈塘和英买区块为油藏。

塔里木盆地碳酸盐岩储层地质条件复杂,埋藏深(5000~8000 米)、温度高(130~180 摄氏度)、基质孔隙度渗透率差(平均孔隙度小于 3%,平均渗透率小于 0.1 毫达西)、流体性质复杂(高含硫化氢 15~615 克每立方米、天然气中普遍含 CO_2)、超深缝洞展布规律性差,这样复杂的储层条件导致试油完井周期长、成本高、井控风险大,酸压改造液体性能要求高,建产风险大,稳产难度大。

塔里木油田针对碳酸盐岩油气藏高效勘探开发中的瓶颈技术问题,以中国石油天然气股份有限公司科技重大专项 2010E—2109“碳酸盐岩安全、快速、高效钻完井技术”为依托,以塔中、哈拉哈塘、轮古、英买四个区块为主要研究对象,以安全完井、提速提效和提高单井产量为目的,从试油完井管柱配置优化、井控技术、改造液体技术、改造工艺技术等方面进行了针对性研究与现场试验,研制了高性能套管完井封隔器、水平井分段改造关键工具、井控装备等,形成了超深高含硫碳酸盐岩储层试油完井井控技术及装备配套、多功能完井一体化管柱和工艺、全通径分段酸压技术、“套管封隔器+滑套”分段改造技术、大型物理模拟(简称大型物模)实验评价技术、完井管柱低成本防护技术、适度改造技术等系列技术,解决了困扰碳酸盐岩油气藏勘探开发的相关问题。

“十二五”期末碳酸盐岩油气藏年产能达到 250 万吨,相比于“十一五”期末的 100 万吨实现了年产翻番。由于技术上的巨大进步,实现了试油、完井、储层改造全过程的有控状态,缩短了试油完井周期,降低了费用,完井改造增产效果明显,实现了碳酸盐岩储层的高效开发,为国内其他油田完井改造技术发展提供了重要参考。

本书的编写工作由中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司统一组织编写。第一章由刘洪涛、刘豈瑜、刘辉、周建平、王磊等执笔;第二章由刘会锋、刘豈瑜、张雪松、马红英、李强等执笔;第三章由白晓飞、周鹏遥、郭锐锋、赵密锋、耿海龙、李彦召、张伟等执笔;第四章由李元斌、季晓红、冯觉勇、任登峰等执笔,第五章由刘洪涛、练以峰、黄龙藏、单峰、郭俊杰、曹政兵、谢宇等执笔。全书由刘洪涛、刘会锋负责统稿工作,由张福祥、李元斌、杨向同、季晓红负责审稿工作。

本书编写过程中得到中国石油天然气集团公司川庆钻探公司、中国石油勘探开发研究院廊坊分院、西南石油大学等多家单位的支持与帮助,杨川东等专家对书稿提出了具体修改意见。值此书正式出版之际,谨向他们表示衷心的感谢!

目 录

第一章 塔里木盆地碳酸盐岩储层分布与地质特征	(1)
第一节 储层分布	(1)
第二节 储层地质特征	(3)
第二章 完井与储层改造技术现状、成果及发展趋势	(13)
第一节 完井技术现状与难点	(13)
第二节 储层改造技术现状与难点	(15)
第三节 取得的成果及技术发展趋势	(18)
第三章 超深缝洞型碳酸盐岩完井技术	(20)
第一节 完井管柱优化配置技术	(20)
第二节 完井管柱选材与低成本防护技术	(43)
第三节 深层易喷易漏储层试油井控技术	(71)
第四节 缝洞型碳酸盐岩储层试井技术	(86)
第五节 试油(气)安全评估技术	(113)
第四章 直井适度改造技术	(138)
第一节 缝洞型碳酸盐岩储层类型及改造对策	(139)
第二节 储层改造液体体系	(140)
第三节 碳酸盐岩酸压大型物模实验室技术	(172)
第四节 直井适度改造技术思路及类型	(195)
第五节 现场应用	(227)
第五章 水平井分段酸压技术	(251)
第一节 水平井分段酸压技术需求	(251)
第二节 封隔器滑套分段酸压技术	(260)
第三节 水力喷射分段酸压技术	(264)
第四节 全通径分段酸压技术	(272)
第五节 水平井分段酸压技术的应用	(282)
结束语	(314)
参考文献	(315)

第一章 塔里木盆地碳酸盐岩储层分布与地质特征

塔里木盆地碳酸盐岩储层分布广泛,分布层系多,其中,寒武—奥陶系碳酸盐岩石油资源量占盆地总量的 38%,碳酸盐岩的油气勘探已成为塔里木油田勘探的主战场。但塔里木盆地碳酸盐岩储层具有独特的储层地质特征,这成为决定完井与储层改造技术选择与优化的基本条件。

第一节 储层分布

塔里木盆地碳酸盐岩分布面积 $24 \times 10^4 \text{ km}^2$ (周新源等,2012),有利勘探面积 $14 \times 10^4 \text{ km}^2$,主要有利区域为塔北隆起、塔中隆起和麦盖提斜坡,塔中、塔北、塔东、巴楚四大隆起区及斜坡和临近凹陷富集碳酸盐岩油气资源量达 $46 \times 10^8 \text{ t}$,其中塔中、塔北两大富油区带三维地震连片面积共 $1.7 \times 10^4 \text{ km}^2$,油气资源量均超过 $12 \times 10^8 \text{ t}$ (图 1-1)。

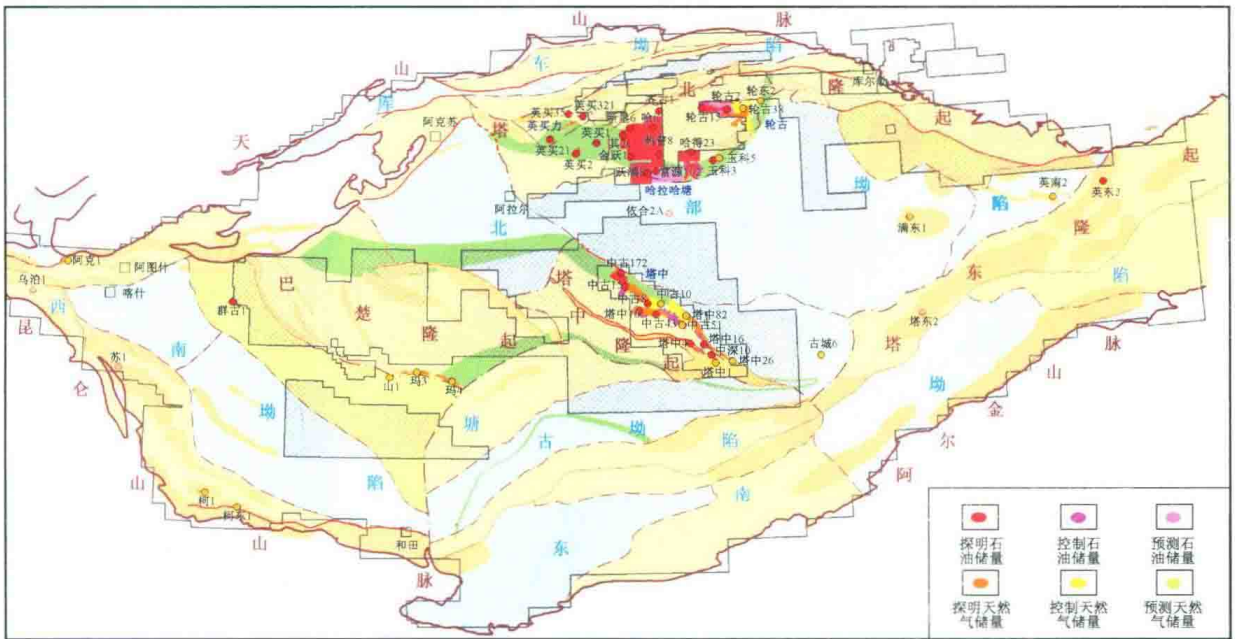


图 1-1 塔里木盆地碳酸盐岩分布图

纵向上碳酸盐岩分布在震旦系—寒武系—奥陶系,沉积厚度近 3000m (杨宁等,2006)。油气沿古隆起、斜坡分布,大台地、多期岩溶作用控制了多层系规模层间岩溶储层大面积发育 (杜金虎等,2011),形成大型碳酸盐岩富油气区带,油气资源潜力巨大,其中塔北、塔中岩溶储层在古隆起斜坡叠合复合,形成大面积分布储层;轮古潜山和塔中鹰山组油气沿不整合面分布,形成大面积准层状油气田;塔中 I 号坡折带油气沿坡折带礁滩体分布,形成大型条带状油气田,其他众多“小油藏”沿不整合面准层状分布,形成碳酸盐岩“大油田” (图 1-2)。

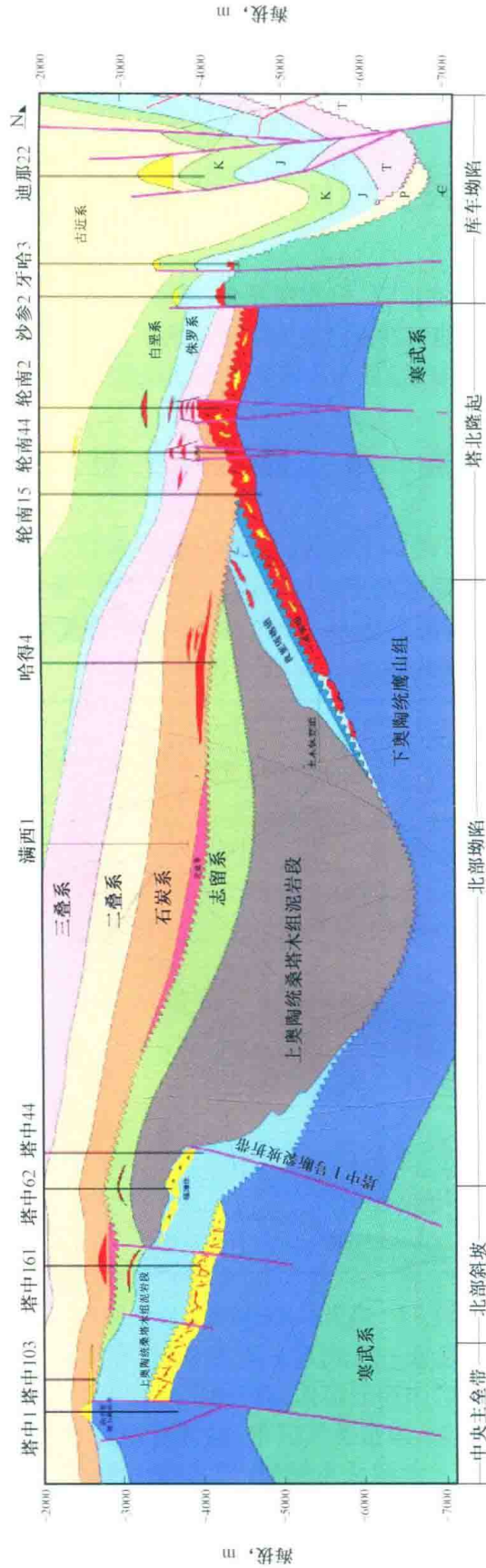


图1-2 塔里木盆地南北向油藏剖面图

第二节 储层地质特征

前期勘探认识表明,塔里木盆地碳酸盐岩主要包括4种储层类型,不同储层类型其储集空间、储层物性特征表现不同。

(1)以石炭系泥岩为盖层的奥陶系潜山风化壳型。

以轮西、轮东及塔河油田为代表,储集空间以溶孔溶洞为主,裂缝为辅,基质孔隙度小。

(2)以白垩系卡普沙良组泥岩为盖层的寒武系潜山风化壳型。

以牙哈和英买力为代表,储层均质性较强、储集空间为溶孔溶洞加裂缝。

(3)以上奥陶统泥岩作盖层以中下奥陶统颗粒灰岩作储层。

以塔中I号断裂坡折带为代表,礁滩相灰岩基质孔发育,受深埋岩溶作用有利于溶蚀孔洞的形成。储层处于有利的高能相带,层位稳定,相对均质性强,储集空间以蜂窝状溶孔为主,基质孔洞发育、相对均质,具备高产稳产的条件。

(4)以中上奥陶统泥岩作盖层以中下奥陶统灰岩作储层。

以轮东和英买2为代表,储层条件较差,以裂缝和基质孔为主。

以上四种碳酸盐岩油气藏储层有一定的区别,但更多的是具有共性。本小节以塔北隆起、塔中古隆起两大油气富集区简要阐述碳酸盐岩储层特征,其中塔北隆起主要包括轮南古隆起、牙哈—英买力低凸起和哈拉哈塘潜山三大区域;塔中古隆起划分为塔中1号、塔中10号、塔中5号及中央断垒等6个次级构造带,经过探索发现塔中北斜坡下奥陶统岩溶斜坡带呈现整体连片含油气特征,逐步奠定塔中I号坡折带整体含油的认识。

一、轮南古隆起储层地质特征

轮南古隆起是一个大型复式油气聚集区,轮古油田奥陶系整体处在轮南古隆起构造的顶部,整体表现为一大型背斜构造。2002年以来,轮古油田进入勘探开发一体化阶段,先后探明轮古15、LG100-12、轮古2、LG9-40、轮古7等5个储量区块,探明石油地质储量 1×10^8 t以上(图1-3)。

1. 储集空间特征

轮南古隆起储层储集空间主要为裂缝—溶洞(孔)型,以岩溶作用形成的溶孔、溶洞作为主要储集空间,裂缝为油气运移的主要通道,尤其是大型溶洞是重要的油气聚储场所。轮古油田奥陶系整体处在轮南古隆起构造的顶部,储层对比分析表明轮古油田奥陶系储层在表层岩溶带、垂直渗流带和径流岩溶带均比较发育,储层类型多为I类储层间夹II类储层,以洞穴型、裂缝孔洞型储层为主。储层整体特征表现为非均质性强,井间横向连续性差。纵向上岩溶分带明显,整体上发育三套储层,分别位于三个岩溶带中。表层岩溶带储层普遍发育,可对比性好,常发育小型洞穴,半充填—未充填为主;垂直渗流带储层也比较发育,但是不同井间储层发育差异较大,可对比性较差;径流岩溶带井间可对比性较好,常发育大型洞穴,但岩溶沟谷部位易充填。

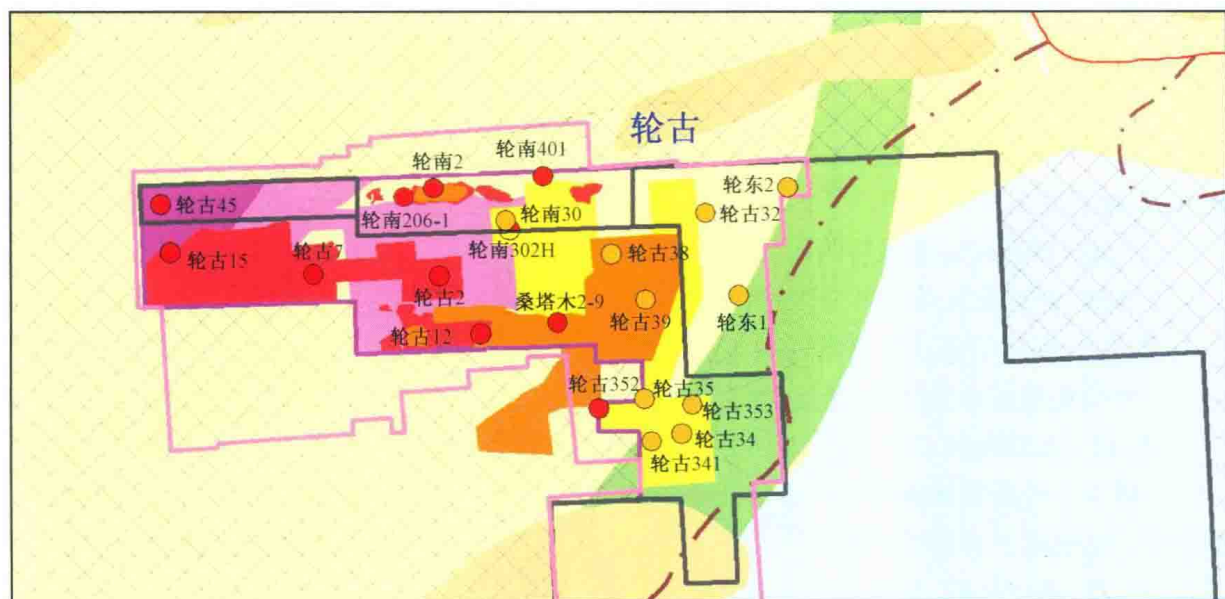


图 1-3 轮古油田规划方案区域构造位置图

2. 储层岩石类型特征

轮古油田奥陶系储层主要发育在中下奥陶统一间房组和鹰山组,在沉积、构造、岩溶改造作用下形成了准层状储集体。轮古油田鹰山组储层段岩石类型主要为亮晶砂屑灰岩、亮晶砂砾屑灰岩、含生屑亮晶砂屑灰岩、泥晶砂屑灰岩、含生屑砂屑泥晶灰岩、泥晶灰岩、含硅质结核灰岩、角砾状灰岩和云质灰岩等,溶洞及裂缝中充填或沉积有泥岩和粉砂岩及方解石胶结物。根据轮古7、轮南1、轮南101、轮南11、LN1-H1等10口井鹰一段171块岩心薄片、铸体薄片资料统计,亮晶砂屑灰岩占60.3%、泥晶灰岩占24.5%、生屑灰岩占3.3%,其他占11.9%。上述统计表明鹰山组储集层以亮晶砂屑灰岩为主,泥晶灰岩中也有储层分布。一间房组储层段岩石类型以颗粒灰岩为主,占83%,其他岩石类型含量较少(图1-4)。

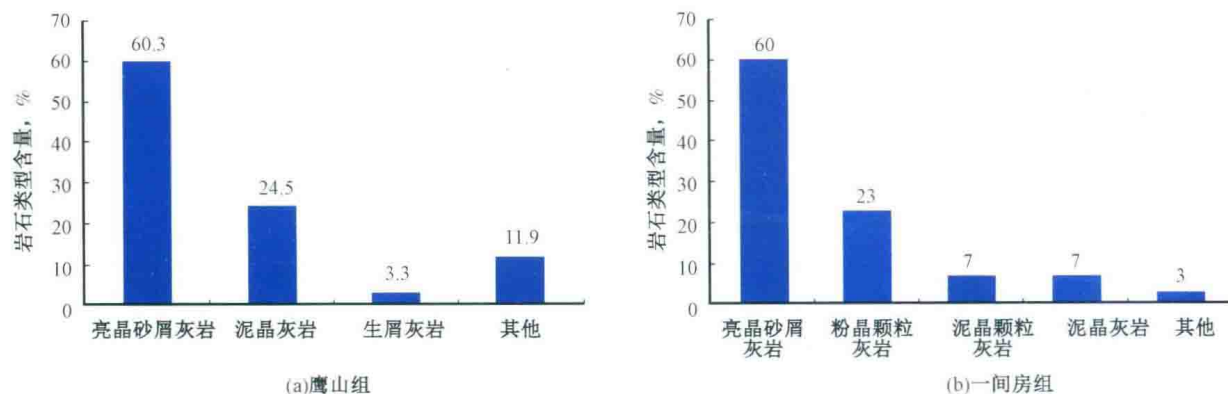


图 1-4 轮古油田奥陶系鹰山组、一间房组岩石类型频率分布直方图

3. 储层物性特征

根据轮古油田36口井岩心物性资料统计,奥陶系鹰山组基质孔隙不太发育。2864个样

品的孔隙度分布范围 0.07% ~ 15.5% , 平均为 1.27% ; 其中孔隙度小于 1.8% 占 86.28% , 孔隙度 1.8% ~ 4.5% 占 12.12% , 孔隙度大于 4.5% 占 1.61% (图 1-5)。2242 个样品渗透率分布范围 0.0013 ~ 390mD, 平均为 1.19mD; 其中渗透率小于 0.1mD 占 65.57% , 渗透率在 0.1 ~ 1mD 占 26.32% , 渗透率大于 1mD 占 8.12% (图 1-5)。

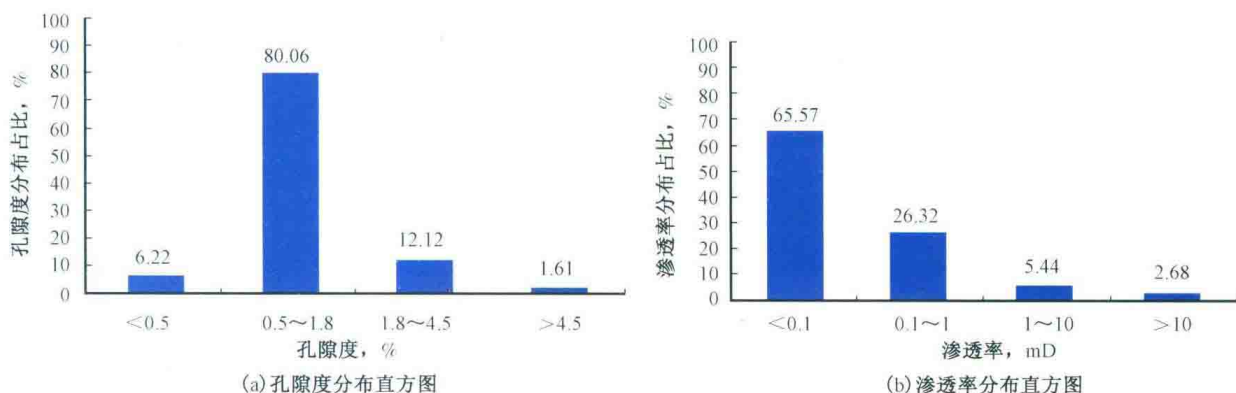


图 1-5 轮古油田奥陶系岩心实测孔隙度、渗透率分布直方图

由于碳酸盐岩储层非均质性极强, 缝洞发育并段取心收获率低, 岩心破碎, 难以开展岩心物性分析。因此, 上述岩心基质孔、渗特征不能反映储层的整体物性特征, 储层物性评价主要依据测井资料。对轮古油田鹰山组灰岩储层发育段的测井解释有效孔洞孔隙度、裂缝孔隙度、渗透率进行统计, 统计结果表明: 有效孔隙度分布范围 0.1% ~ 100% , 平均有效孔隙度为 3.45% , 孔隙度主要介于 0.5% ~ 4.5% , 占总分析样品数的 71.86% ; 渗透率分布范围 0.001 ~ 3956.37mD, 平均渗透率为 21.7mD, 基质渗透率主要介于 0.1 ~ 10mD, 占总分析样品数的 67.27% (图 1-6)。测井解释结果表明, 整体上轮古油田奥陶系溶蚀缝洞发育, 储层物性较好。

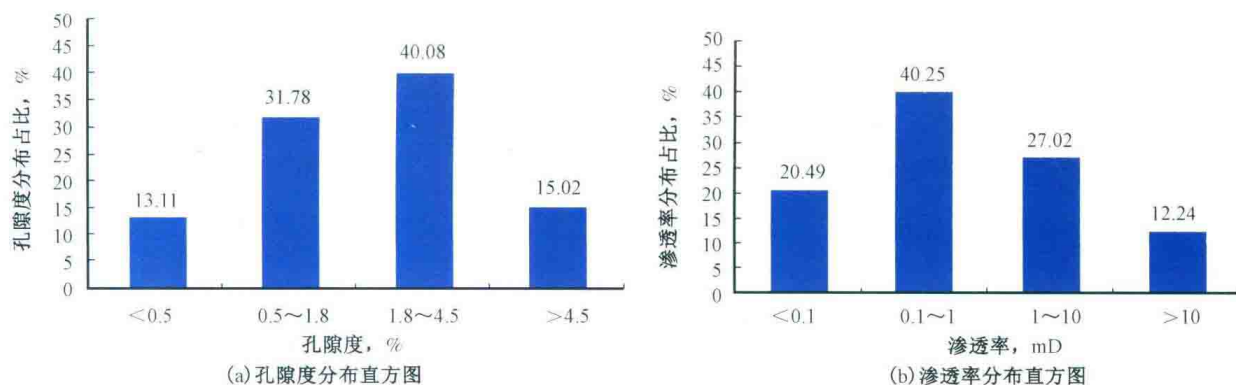


图 1-6 轮古油田奥陶系测井解释孔隙度、渗透率分布直方图

二、塔中 I 号气田储层地质特征

2004 年塔中 I 号坡折带东部上奥陶统良里塔格组获得重大突破后, 加速了勘探评价步骤, 经过不断探索, 下奥陶统勘探也取得重要突破, 发现塔中北斜坡下奥陶统岩溶斜坡带呈现整体连片含油气特征, 奠定塔中 I 号坡折带整体含油的认知。塔中 I 号气田位于塔中低凸起北斜坡带的塔中 I 号断裂坡折带上(图 1-7)。

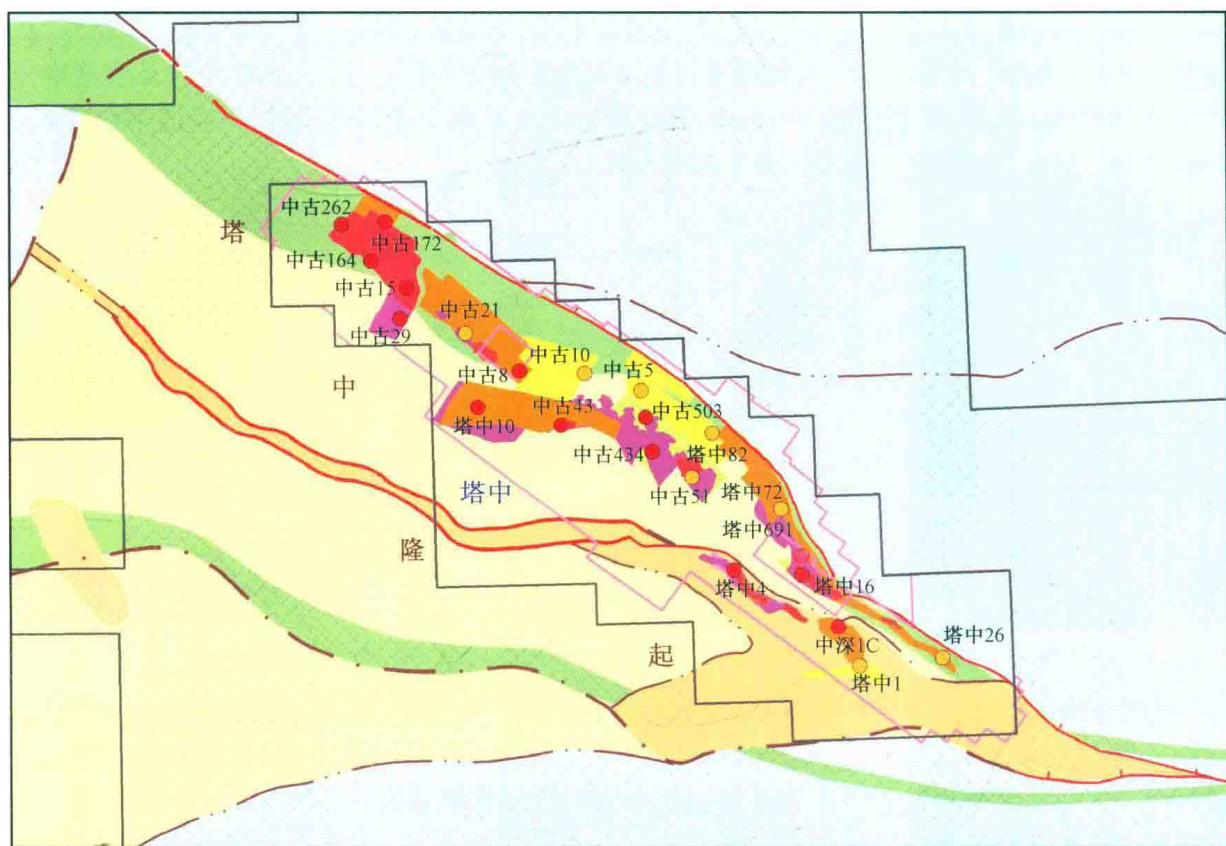


图 1-7 塔中 I 号气田构造位置示意图

1. 储层空间特征

塔中奥陶系碳酸盐岩储层的孔隙类型以构造缝和溶蚀孔、洞、缝等次生孔隙为主,储渗空间几何形态多样,大小悬殊,分布不均,储集空间类型主要有孔、洞、缝三大类。从钻遇和前期储层研究揭示的缝洞储渗单元来看,有单一裂缝发育体、洞穴储集体以及缝洞复合储集体储渗单元。平面上这些有效储集体多沿古断裂或局部构造应力发育带分布;纵向上缝、洞发育体相互叠加。缝洞储渗单元规模大小主要取决于缝、洞的发育程度和二者在纵横向的组合连通关系、连通个数的多少。根据行业标准对塔中 I 号气田开发试验区碳酸盐岩储集空间进行孔、洞、缝级别的划分见表 1-1。其中宏观储集空间以溶洞、溶孔、裂缝为主,微观储集空间以粒内溶孔、粒间溶孔、晶间溶孔、微裂缝为主。

表 1-1 碳酸盐岩孔、洞、缝级别划分表

孔		洞		缝	
类型	孔径,mm	类型	洞径,mm	类型	缝宽,mm
大孔	0.5~2	巨洞	≥1000	巨缝	≥100
中孔	0.25~0.5	大洞	100~1000	大缝	10~100
小孔	0.01~0.25	中洞	20~100	中缝	1~10
微孔	<0.01	小洞	2~20	小缝	0.1~1
				微缝	<0.1

具体来讲,塔中 I 号坡折带开发实验区储层特征宏观上表现为:大型洞穴及缝洞系统局部发育,钻井放空少见,仅以钻井液漏失为主。

微观上储层特征表现为以下特点。

(1)孔隙以次生孔隙为主,类型以粒内溶孔、铸模孔、粒间溶孔为主。

(2)孔洞直径的范围 2~15mm,主要分布在 2~10mm 区间内。塔中 62 井区、82 井区小型溶蚀孔洞发育。

(3)裂缝类型以斜交缝、垂直缝为主。缝宽范围 0.1~10mm,主要集中在 0.1~3mm。诱导缝走向以北东—南西为主,垂直于 I 号断裂;高导缝走向以北东—南西为主,平行于最大主应力方向或低角度相交,局部受小断层影响有变化。

2. 储层物性特征

塔中 I 号坡折带储层的渗透性较差,渗透率主要集中在 0.01~0.1mD 之间,一般需要进行储层改造才能高产。有效储集空间为孔、洞,溶洞在测井上多有响应,常见录井漏失及放空现象。油气分布不受构造控制,底水不活跃,为准层状油藏。

由塔中 I 号气田 25 块次岩心实测物性数据统计可知(图 1-8),基质孔隙度大多小于 1.8%,占 70.1%,在 1.8%~4.5% 之间的占 25%,大于 4.5% 的占 4.9%,孔隙度大于 1.8% 的共占了 29.9%;渗透率小于 0.01mD 的占 3.3%,0.01~3mD 占 84.76%,大于 3mD 的占 11.94%,渗透率大于 0.01mD 的共占 96.7%。

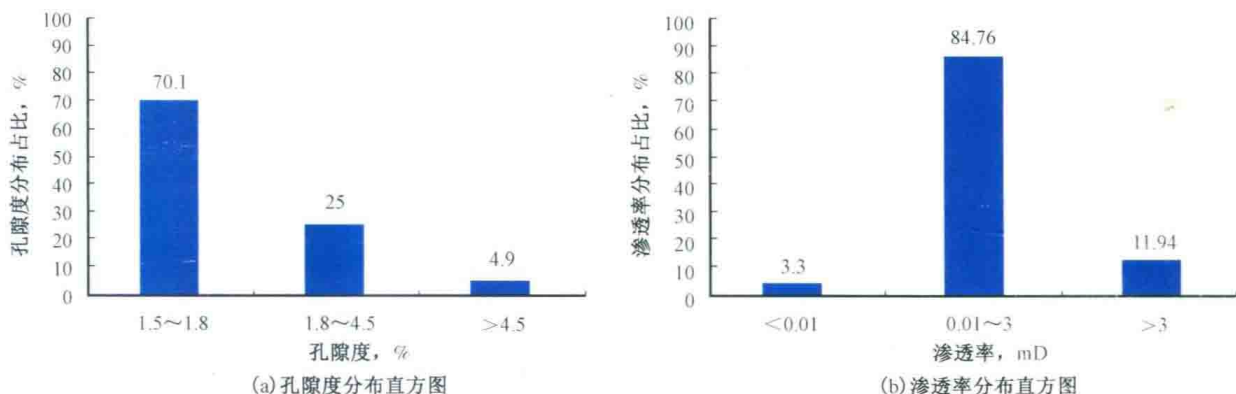


图 1-8 塔中 I 号气田西部 II 区鹰山组实测孔隙度、渗透率分布直方图

塔中 I 号气田的测井解释物性数据统计表明,测井解释孔隙度小于 1.8% 范围内的占 6.38%,大于 1.8% 的占 93.62%;裂缝孔隙度以小于 0.04% 为主,占 70.56%;测井解释渗透率以大于 0.01mD 为主,占 96.55%。鹰一下亚段测井解释孔隙度 3.12%~5.26%,鹰二段测井解释孔隙度 1.96%~2.33%。

三、牙哈—英买力低凸起储层地质特征

牙哈—英买力低凸起位于塔里木盆地塔北隆起西部的英买力低凸起和轮台断隆中段(牙哈断裂带),是塔北隆起上的主要油气富集区(刘玉魁等,2005;张年春等,2010),英买力—牙哈地区目前发现的油气藏可以分为 2 大类:内幕型和潜山型。内幕型油气藏有英买 2 号油气藏;潜山型油气藏有英买 7 号油气藏、英买 32 号油气藏、牙哈 5 号油气藏及牙哈 7 号油气藏,其中英买 32 号油气藏和牙哈 5 号油气藏、牙哈 7 号油气藏为寒武系白云岩潜山油藏(图 1-9)。

