

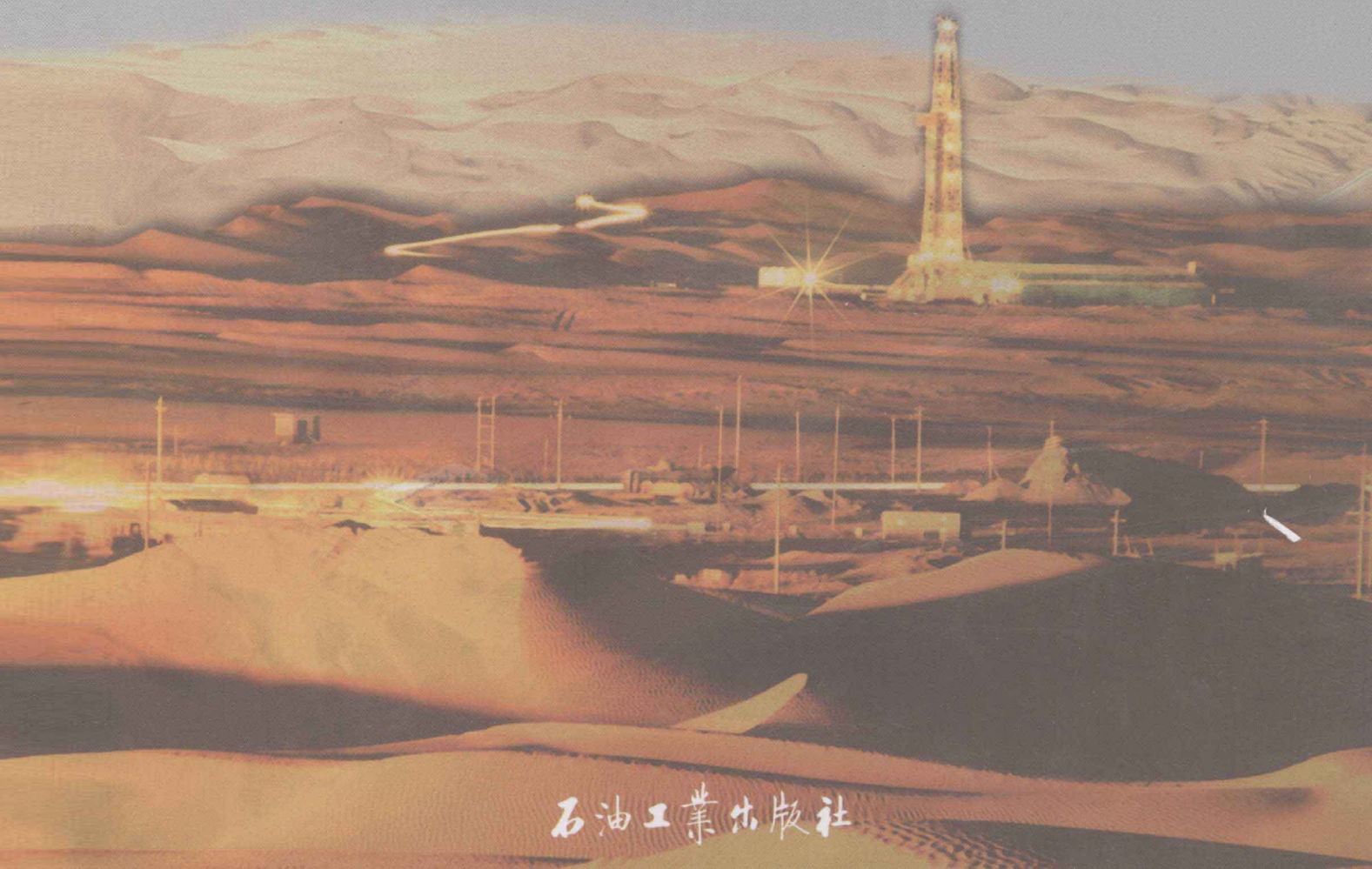


塔里木油田开发事业部成立15周年

科技论文集

何君 主编

周建东 韩易龙 副主编



石油工业出版社

塔里木油田开发事业部 成立 15 周年科技论文集

何 君 主 编
周建东 韩易龙 副主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书精选的 247 篇优秀成果论文是塔里木油田油气开发战线上广大技术骨干 15 年来在科研与生产实践中形成的技术创新成果, 内容涉及油气藏工程、采油工程、地面工程、井下作业工程、钻井工程等专业的理论创新和技术进展。

本书可供从事油田开发的技术人员、石油院校师生及研究人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

塔里木油田开发事业部成立 15 周年科技论文集 / 何君主编.
北京: 石油工业出版社, 2007.12
ISBN 978-7-5021-6343-3

- I. 塔…
- II. 何…
- III. 油田开发-文集
- IV. TE3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 178467 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.com.cn
发行部: (010) 64523620
经 销: 全国新华书店
印 刷: 保定彩虹印刷有限公司

2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷
889×1194 毫米 开本: 1/16 印张: 66
字数: 1900 千字 印数: 1—1500 册

定价: 260.00 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

《塔里木油田开发事业部成立 15 周年科技论文集》

编 委 会

主 编：何 君

副主编：周建东 韩易龙

编 委：高运宗 宋周成 魏云峰 冷 松

李志强 汤 益 赵丽宏

前 言

本书的出版是塔里木油田开发事业部油气开发建设里程中一件值得庆贺的大事。该书从科技创新和技术进步的角度，记录和反映了15年来塔里木油田开发建设的创业历程和油田开发成果，同时也展示了开发员工的科技风貌和攻关精神，因而本书的编辑出版是一件非常有意义的事。

塔里木盆地是我国油气资源量大于 $100 \times 10^8 \text{t}$ 的三大盆地之一，也是我国石油工业发展的战略接替地区。塔里木油田地处塔里木盆地，地面环境极其恶劣，油气成藏地质条件极端复杂。伴随着1990年轮南油田的投产，一场旨在实现油气资源战略接替的跨世纪石油会战开始了，而自1992年8月轮南作业区的正式成立，则标志着开发事业部作为中国石油塔里木油田公司油气生产的主体单位，迄今已整整走过了15年的历程。特殊的地面和地下条件，给油气田开发带来了一系列的世界级难题。15年来，开发事业部在中国石油塔里木油田公司的正确领导和大力支持下，按照“边勘探边开发、以油养油、滚动发展”的原则，从塔里木特殊的地质条件出发，以经济效益为中心，以技术创新为动力实施油田开发，积极探索并形成了一整套油气田开发管理模式。充分发挥“两新两高”新体制的优势，积极实施科技兴油战略，结合油田开发的实际，逐步建立了开放型的科技创新体系。开发战线广大员工在浩茫的沙海，以无私无畏的开拓精神和艰苦奋斗的创业精神，针对塔里木油田深层、超深层复杂油藏特点和不同开发阶段所面临的主要矛盾，在国内外无成熟经验可以借鉴的情况下，克服了许多国家级乃至世界级难题的挑战，在油气开发技术领域不断取得突破，形成了许多国内领先、国际先进的技术系列，造就了塔里木开发事业的辉煌成就。1996年9月实现原油日产上万吨，标志着油田进入规模化生产阶段；2002年塔里木油田全年原油产量突破 $500 \times 10^4 \text{t}$ ，成为全国陆上第六大油田。目前开发事业部已有12个油田、4个凝析气田投入正式开发，生产基地从1992年的1个增加到目前的5个，建成年产 $600 \times 10^4 \text{t}$ 的能力，累计生产原油 $6293 \times 10^4 \text{t}$ ；原油产量从1992年的 $88.8 \times 10^4 \text{t}$ ，上升到2006年的 $505 \times 10^4 \text{t}$ ，平均每年递增 $28 \times 10^4 \text{t}$ ，塔里木油田成为同期全国产量增长最快的油田。

油气开发进程不断加快，塔里木油气开发的今天已呈现出加快发展的大好局面，而这一切都得益于技术进步和科技创新。可以说塔里木油田开发的15年，就是科技进步的15年，就是开发事业跨越发展的15年。15年来，广大开发员工加大科技攻关，攻克了一系列国家级、世界级难题，克服了井深、目的层系多、地面条件恶劣、地下情况复杂的困难，在超深水平井钻井、采油技术方面取得突破，通过应用，很好地解

决了塔里木超薄、特殊油气藏的高效开发难题，实现了稀井高产的目标；克服了主力油田逐步进入中高含水期，物质基础薄弱、递减快的困难，在深层、超深层砂岩油藏中高含水期动态管理及稳产技术、深层、超深层薄油层开发技术、防腐防垢防砂技术、堵水工艺技术、水平井应用技术、深井稠油开采工艺技术、凝析气田开采工艺配套技术等一系列技术上不断取得突破，形成了一整套具有塔里木特色并广泛应用于油气田开发建设的钻井工程、油藏工程、采油工艺和地面工程多项配套技术系列，共取得了105项部级和局级科研成果，为全国深层、超深层复杂油藏的开发管理积累了宝贵的经验，为塔里木的跨越发展作出了显著的贡献。这些本书都将充分反映，并值得我们共同珍视。

在塔里木油田开发事业部成立15周年到来之际，本书的出版发行，在记载历史的同时，也将进一步激励和鼓舞更多的开发员工，进一步发扬“爱国、创业、求实、奉献”的精神，恪守“诚信、创新、求实、奉献”的理念，团结一心，顽强拼搏，为塔里木石油开发事业的发展作出更大的贡献。同时我们相信，该书的出版必将进一步鼓舞开发战线的广大技术人员，在油气田开发进程中开拓创新，用智慧和汗水不断促进油气开发领域的技术进步。

2007年7月

目 录

油气藏工程

底水驱动油藏水平井临界产量公式及其变化规律研究	范子菲	林志芳	(3)					
边水驱油藏水平井产能公式研究	范子菲	林志芳	(10)					
底水驱动油藏水平井井网产能公式	范子菲	林志芳	(15)					
高含水期油田开发的方法系统	林志芳	俞启泰	彭鹏商	张子贤	王寿平	(22)		
油藏渗透率纵向非均质分布对水驱采收率的影响	周熙迪	俞启泰	林志芳	(28)				
渗透率间断与变产量的拟表皮系数的研究	王新海	周国隆	(33)					
超深凝析气井试井方法研究	周国隆	王克仁	胡永乐	杨继辉	雷胜林	(37)		
神经网络专家系统在试井解释中的应用	成绥民	李 论	孙志林	李汝勇	(42)			
各种温度单位的换算方法	张泽华	(45)						
异常高压气藏开发特征的解析研究	邓远忠	王家宏	郭尚平	王振彪	(52)			
塔里木油田轮古西奥陶系稠油开采	刘国华	何 君	楼文钦	杨新华	刘 峰	栾翠红	(57)	
一种深层水平井测静压的实用方法	杨继辉	陈 竹	俞金保	郭来春	张延星	欧如学	(63)	
牙哈高压凝析气井试井研究	刘同振	郭来春	卞俊学	李福泉	张 鹏	(66)		
电潜泵生产井压力监测的新方法	曾锡康	(69)						
同位素示踪在油田注水调整中的应用								
..... 吴 迪 韩易龙 范颂文 于志楠 王 海 王 刚 马雪洋 高 媛	张培信	(72)						
水平井生产测井技术应用	韩易龙	吴 迪	王 海	蒋仁裕	赵丽宏	王建国	童智钧	(75)
注水对水平井生产动态的影响研究	任今明	韩易龙	周代余	宋军正	何中凯	侯春生	(81)	
注产气剖面高压密闭测试技术在塔里木油田的应用								
..... 谭增驹 王成荣 宋 君 韩易龙 王 海	刘志敏	(85)						
关于地层温度取值的探讨	雷胜林	张永灵	田新建	(90)				
塔里木油田井筒效应特例分析	田新建	张永灵	郭来春	雷胜林	(93)			
异常高压气藏岩石变形特征及其对开发的影响——以克拉2气田为例								
..... 朱中谦 王振彪 李汝勇 张 强 王开国	(97)							
复合双渗封闭储层压力分布求解分析	吴 迪	黄炳光	李顺初	伍轶鸣	王怒涛	(102)		
毛细管测压装置在塔里木油田的应用	张 权	李循迹	卞俊学	李福泉	殷爱军	(108)		
超深高压凝析气井酸化增注及效果评价	陈文龙	吴年宏	艾国生	(111)				
水平井在凝析气田开发中的应用及效果评价								
..... 陈文龙 吴 迪 尹显林 张明益 邹应勇 向文刚	(114)							
动态监测技术在塔里木盆地牙哈凝析气田的应用								
..... 陈文龙 吴 迪 吴年宏 张明益 王敏瑞 伍藏原	(118)							
埋地钢管外防腐层腐蚀检测方法及应用	金小军	董训长	张 扬	(124)				
高压旋转射流与化学剂联合解堵技术及应用								
..... 王志强 南庆义 王海军 肖 云 田莹月 牟泽盛	(127)							

塔里木油田开关井工作制度初探	郭来春	田新建	张永灵	雷胜林	(131)			
段塞流产量计算方法探讨	郜国喜	李 勇	张 伟	余新启	(136)			
牙哈凝析气藏水平井优化设计及开发跟踪研究	尹显林	焦文东	张永灵	李建明	赵小军	彭 洋 (140)		
岩石压缩系数对油藏动态储量计算结果的影响		李传亮	王双才	周涌沂	(144)			
利用试井数据确定凝析气藏气水界面位置		伍藏原	陈文龙	(148)				
塔里木盆地轮南奥陶系古潜山油气成藏与分布	刘静江	刘慧荣	谭 琳	张春莲	(152)			
大宛齐油田油气藏类型及其分布规律研究	杨宪彰	车朝山	杨世刚	赵丹阳	(159)			
超深超薄砂岩油藏双台阶水平井开发技术	王 陶	董志刚	钟世成	陈文龙	牟泽盛	廖建华	李 洪	陈利平 (163)
双台阶水平井在塔里木哈得油田的应用及效果评价	荣 宁	吴 迪	韩易龙	陈文龙	张 波	杜 涛 (165)		
砂岩油藏水平井停喷时间预测及应用	王 陶	陈 军	王怒涛	阳建平	韩易龙 (168)			
介质变形和长期导流裂缝性气藏压裂产能模拟研究		李勇明	罗 剑	郭建春	赵金洲 (172)			
嵌入式人工裂缝实时监测技术研究与应用	韩易龙	马文婕	于志楠	黄 倩	田俊艳	李怀东 (175)		
DPT 技术在电泵井测试中的应用	马文婕	韩易龙	黄 倩	李怀东 (181)				
有限厚度地层中水平缝滤失计算模型研究	李勇明	罗 剑	郭建春	赵金洲 (184)				
单井注气吞吐技术在柯克亚凝析气田的应用	魏云峰	刘同振	王新裕	牟伟军	崔陶峰 (188)			
试井分析在油藏综合评价中的应用	李树松	段永刚	陈 伟	陈 坚	刘成林	黄明祯	张 娜 (191)	
一种直观评价断层封堵不均一性的图解方法	房新娜	苏永进	徐明军	刘 东 (195)				
微地震监测资料在水平井开发底部注水油藏中的运用	任今明	王双才	钟家维	宋军正	田俊艳 (198)			
塔里木盆地塔中地区奥陶系特大型岩性油气藏成藏条件及勘探潜力	赵宗举	李宇平	吴兴宁	陈学时	俞 广	贺训云	王双才 (202)	
带凝析气顶块状底水油藏注水效果评价	任今明	周代余	吴 迪	刘明赐	王春生	陈文龙 (210)		
利用静温梯度变化规律快速准确查找套损段	王 陶	陈 军	荣 宁	王 景	于治水	叶 翔 (213)		
用生产数据计算油藏相对渗透率曲线	王怒涛	陈 浩	王 陶	苑艳普 (218)				
塔里木盆地碳酸盐岩测试水性质	刘静江	于志楠	黄 倩	刘慧荣 (222)				
YH106 井压力恢复资料分析	白秋燕	田新建	周 波	唐儒森	吴 健 (225)			
微地震监测水驱前缘技术在哈得双台阶水平井的应用效果评价	荣 宁	吴 迪	韩易龙	陈文龙	王 陶	张 波	廖建华 (228)	
水平井不同完井方式产能预测的数值模拟研究	宋海敬	肖 云	苏云河	喻高明 (232)				
水驱前缘监测新技术在东河油田的应用	于志楠	韩易龙	马文婕	苟柱银	刘慧荣	黄 倩	褚玉环 (236)	
水力压裂试井评价方法研究进展	马文婕	魏林军	李 兵	施立志 (241)				

TZ402CⅢ油组带凝析气顶的砂岩底水油藏开发特征和稳油控水措施

- 任今明 吴迪 刘明赐 阳广龙 罗慎超 尚成震 (244)
- 水平井短时间关井静压确定方法研究
..... 王陶 王双才 乔书校 于志楠 朱元琴 张波 白秋燕 聂丽珍 蒋世予 (248)
- 对国内录井软件的改进建议 魏跃峰 王双才 张妍 赵新先 (253)
- 水平及微倾斜管内油气水三相流流型特性
..... 刘文红 郭烈锦 程开河 韩新利 赵新伟 杨龙 (256)
- 塔里木油田水平井高效开发技术 相建民 (262)
- 轮南油田轮 2 井区三叠系Ⅱ、Ⅲ油组不同开发方式研究
..... 喻高明 凌建军 蒋明煊 昌伦杰 廖新凡 (270)

采油、井下作业、地面工程

- 新型输送管材在塔里木油田的应用 胡峻 董训长 杨建文 宁长春 (277)
- 世界连续油管机组应用日趋广泛 杨长祜 (279)
- 纤维对玻璃钢管性能的影响研究 邱超 张玉芳 邓永容 (282)
- LN209 井油管沉积物下方腐蚀行为 张学元 邱超 陈卓元 王凤平 杜元龙 (287)
- “地面地下一体化”是油田自动化的发展方向 杨长祜 (291)
- 沙漠井场干粉砂场地基础施工中的浸水量计算 韩晓雷 王益清 于好泳 (293)
- 克乌复线管道腐蚀缺陷检测数据综合统计分析
..... 白真权 赵新伟 罗金恒 路民旭 邱超 李建平 井一平 孙建刚 (297)
- N80 钢的 CO₂ 腐蚀行为试验研究
..... 赵国仙 严密林 白真权 路民旭 冯耀荣 邱超 李建平 (301)
- 改性玻璃钢内衬复合管在油田批量应用 杨长祜 (304)
- 高压高产气田完井采气工艺技术研究——以克拉 2 气田开采配套工艺技术的
推荐方案为例 刘明球 周天鹏 敬祖佑 王春生 吴云才 (306)
- 水平井、分支井采油工艺现状分析与展望 郑俊德 杨长祜 (312)
- 挤水泥堵水技术在 LN2-25-15 井的应用 刘建勋 陈竹 钟家维 党永彬 (317)
- 7in 可取式双封采油管柱技术的应用与完善 何君 罗海全 陈竹 钟家维 (321)
- 镁粉切割技术在电泵管柱解卡作业井中的应用
..... 何君 陈竹 罗海全 汪德刚 王朝顺 (324)
- 腐蚀落井油管的打捞方法探讨 陈竹 宋中华 钟家维 陈平 党永彬 (326)
- 塔中水平 4 井水平段落鱼打捞技术及应用 陈竹 (330)
- 数值模拟法预测单井初始产量及其应用
..... 郑力会 张延星 杨锡亮 刘夏荣 刘贵昌 蔡明 王新海 (333)
- 高能复合射孔工艺在轮南 61 井的应用 钟家维 陈竹 (336)
- 一种套管头的现场修复方法
..... 胡玉明 陈竹 胡学明 郭宝玉 江莉莉 李翌 李怀仲 谢宇 钟家维 (337)
- 制氮新技术在塔里木低压深井作业中的应用 陈竹 罗海全 高琬 杨国洪 (340)
- 提高塔里木油田井下作业效果效益的途径 张延星 殷泽新 (343)
- 塔里木油田水平井酸化工艺技术研究及应用 常泽亮 袁学芳 陆伟 陈竹 (348)
- 连续钢带抽油机及超长冲程抽油泵的现状与发展 李飞 李宁 董怀荣 刘广栋 (352)

高温高压复合弹切割打捞在塔里木油井的应用	樊文生	张毅	齐兆乾	(355)							
喷漏塌卡状态下的压井与堵漏工艺技术应用	张延星	唐军	许华宝	兰霞	魏强	陆爱华	邵青山	(356)			
利用酸化压裂施工曲线分析判断碳酸岩储层特征	冯广庆	张毅	林昌敏	谢宇	陈华中	(361)					
水平深井砂埋油管的连续套铣结合尾部打捞技术	黄民战	张毅	金作军	(365)							
塔里木油田腐蚀现状与防护	相建民	刘建勋	李建平	高运宗	孙军	胡峻	董训长	牟泽胜	党永彬	韩易龙	(367)
PCS 柱塞举升系统在轮南 8 井中的应用	周建东	孙军	沈建新	李文彬	(373)						
牙哈采油树腐蚀检查分析及对策	李循迹	周建东	何君	(380)							
轮南油田液化气联合装置的技术改造	李志铭	杨子海	唐晓东	孙刚	(383)						
管道内腐蚀检测新技术和新方法	钟家维	沈建新	贺志刚	喻西崇	(387)						
新型输送管材在塔里木油田的应用	胡峻	董训长	杨建文	宁长春	(392)						
注水井恒流定量注水工艺的理论与实践	高运宗	胡峻	何光智	李万喜	王延辉	(394)					
HD20/205 型恒流定量水嘴在油田注水上的应用	杨勇	孙军	谭杰祥	(397)							
轮南油田油套管腐蚀机理研究及控制方案初探	高运宗	董训长	陈薇	陆伟	赵顶	金瑞萍	(401)				
塔里木油田污水处理技术探讨	高运宗	李光银	单全生	尹思华	蒋余巍	陆伟	(410)				
塔里木油田双台阶水平井吸水剖面测试试验	高运宗	陈薇	蒋余巍	赵丽宏	钟家维	(424)					
新型深井阳极技术在塔里木油田的应用	高运宗	董训长	蒋余巍	杨建文	金瑞萍	(430)					
气体推进成缝技术在塔里木油田深井、超深井中的应用	高运宗	钟家维	党永彬	张毅	(438)						
浅谈吉拉克凝析气田集输工艺技术	尹显林	伍文锋	张永灵	马文婕	李建明	彭洋	(448)				
国内外管道泄漏检测技术研究进展	付道明	孙军	贺志刚	喻西崇	(450)						
塑料软管内衬管道修复技术	董训长	杨建文	孟波	李青	刘高仑	(454)					
双台阶水平井注水工艺技术在塔里木哈得薄砂层油藏的应用	高运宗	(456)									
JY 型聚油布水器的研制及其在东河塘油田的应用	何新兴	杨建文	孟波	孙军	(465)						
预测腐蚀管道剩余强度的新方法	付道明	孙军	贺志刚	岑广远	(467)						
井口原因导致注水井压力恢复测试异常分析	韩红梅	邱军	马全天	翟营莉	王玉	(476)					
牙哈凝析气集中处理系统运行分析	伍藏原	张明益	邹应勇	陈文龙	(479)						
油田污水处理悬浮物控制与隔氧技术实践	杨建文	陈文	董训长	李青	滕小利	(483)					
哈得 4 油田地面集油管道清蜡措施及应用	李振禄	(486)									
YH23-1-18 气井采油树立管失效分析	陈志昕	梁翠红	谢明政	张明益	胡龙滴	沈建新	(488)				
超声波测定固相沉积点研究	张伟	郭平	谯英	陈一健	吕江毅	鹿克峰	(492)				
丛式井区域性阴极保护试验与研究	王卫金	李凤全	郭岫岩	张强	(495)						
油气田开发中的三相不分离计量技术	晁宏洲	祁顺仁	周明基	袁征	(498)						
超稠油掺稀油采出液脱水工艺技术	谢明政	姜文钦	蒋余巍	董训长	(502)						

用浮盘隔氧装置控制供水供热系统氧腐蚀	蒋余巍	陈 薇	何新兴	何光智	(504)		
含硫稠油射流泵采油工艺				谢明政	(506)		
一种新的化学生热体系在油井清蜡中的应用	潘昭才	李颖川	阳广龙	孙红海	肖 云	任广金 (509)	
称重式计量装置在塔里木油田的应用	田柏生	赵丽宏	李新疆	李 青	刘 武	吴剑鸣 (511)	
OZI 在油田地面工程中的应用	王春生	任今明	石增利	苟联社		(516)	
中压变频器在潜油电泵井的应用	付道明	孙 军	王克松	黄瑞祥	王光辉	李文兵 (518)	
塔里木油田地面工艺防腐技术	蒋余巍	赵 顶	陈 薇	朱家欢	刘百春	(521)	
轮南油田气举优化技术应用			孙 军	高运宗	潘昭才	(525)	
塔里木轮南潜山灰岩油藏堵水试验评价与认识	王 玉	赵 顶	徐东启	邱 军	徐广革	冯德成 (531)	
箱房型密闭加药装置的模块化设计与应用	蒋余巍	赵丽宏	陈 薇	赵 顶		(537)	
液体微流量计量方法研究	邵东亮	朱金堂	孔 伟			(540)	
蒸馏法原油水含量测定中的几个问题	晁宏洲	祁顺仁	周明基	袁 征		(543)	
变频调速技术在油田中的应用	晁宏洲	祁顺仁	周明基	袁 征		(547)	
有机涂层在高温高压腐蚀环境下防结垢和防结蜡性能测试	姜春花	金瑞萍	蒋余巍	陈 薇	王献昉	(551)	
双台阶水平井吸水剖面测试试验	谢明政	陆 伟	李华泉	李 青	聂敬忠	孙 军 (555)	
轮南输油主泵采用变频调速驱动的可行性分析	刘图征	邹永胜	晁宏洲	王宏超		(557)	
FS-Ⅲ型高温高压动态腐蚀仪设计	邵东亮	朱金堂	李海凤	孔 伟		(561)	
化学生热清蜡体系试验及其矿场应用	潘昭才	黄时祯	任广今	肖 云	张晓波	(564)	
塔里木、塔河油田腐蚀现状及案例分析	吴建鸣	汤天遑	陈 微	陈 芳	潘志明	(567)	
防腐及保温管道补口涂层与聚乙烯防腐层搭接处的表面处理技术研究			陈守平	莫 荣	吴 迪	(572)	
哈得 4 联合站技术改造			陈 雪	马国光	谢剑飞	(576)	
LNG 长输管道输送技术研究			陈 雷	马国光	谢剑飞	(579)	
抽油井井口气锁原因分析及解决办法	任今明	高运宗	沈建新	孔 伟	杨春林	朱家欢	袁 伟 (583)

钻 井 工 程

超深水平井螺杆防断裂	孙吉军	白登相	陈朝富	戴 清	燕京友	(587)		
随钻测井 LWD 在塔里木油田复杂开发井中的应用	高进发	孙吉军	汪德刚	陈朝富	戴 清	(589)		
羊塔克地区超深井巨厚盐层固井水泥浆技术研究与应用	彭晓刚	孙吉军	吴宏波	戴 清		(597)		
PDC 钻头在电泵井复杂打捞作业中的应用	何 君	陈 竹	欧如学	秦世勇	俞金保	(609)		
塔里木 KS101 超深井套管开窗侧钻技术	盛 勇	何 君	李 宁	宁爱民	李晓青	(614)		
有机盐钻井液在塔里木东河油田 DH1-8-C 井的应用	周建东	李再钧	邹盛礼	瞿凌敏	姚少全	张民立	唐怀联	何宝石 (618)

游车大钩断裂原因分析及预防措施

- 骆发前 吕拴录 李鹤林 周 杰 白登相 孙吉军 (621)
- 塔里木盆地克依构造带固井研究与实践 郑力会 乐法国 宋周成 (625)
- 低密度水泥浆在塔里木油田深井、超深井中的应用
..... 宋周成 秦宏德 乐法国 刘夏荣 李延伟 段永贤 (629)
- 塔里木深井长裸眼扩眼技术 胥志雄 仲文旭 盛 勇 (632)
- 调查半径与地层损害表皮系数的关系 王新海 谢又新 张延星 杨锡亮 (636)
- 大井径长裸眼跨隔中途测试实例分析 欧如学 王朝顺 杨国洪 李天楷 (639)
- 超深水平井钻井技术在塔里木 DH1-H2 井的应用 王 琦 孙海芳 付新宾 贺兆顺 (641)
- 一种新的深井套管磨损计算方法 余 磊 宋周成 张来斌 樊建春 (646)
- 塔里木油田超深双台阶水平井钻井技术 孙吉军 李 宁 彭晓刚 段永贤 白登相 (650)
- 正电胶磺化混油聚合物钻井液在长裸眼水平井中的应用
..... 张民立 周建东 王志军 李再钧 唐怀联 曹志远 李长江 肖占峰 (655)
- 对常规注水泥温度场预测方法的评价
..... 尹 成 何世明 徐壁华 宋周成 迟 军 孙吉军 (659)
- 气测录井定量快速色谱分析技术 宋庆彬 汪德刚 陈玉新 甄 建 (664)
- PowerV 垂直钻井技术在克拉 2 气田的应用 王春生 魏善国 殷泽新 (669)
- 塔里木东河油田超深水平井钻井技术 荣海波 杨锡亮 (675)
- 塔里木油田台盆区长裸眼、长封固段固井技术
..... 段永贤 秦宏德 孙吉军 乐法国 彭晓刚 彭建英 (680)
- HD17C 深侧钻中曲率半径水平井钻井技术 杨锡亮 王秀平 (684)
- 哈德油田水平井固井工艺技术 李建成 吴洪波 孙吉军 彭晓刚 (688)
- 东河 1-H3 超深阶梯水平井钻井实践 李 宁 王 琦 盛 勇 (692)
- 异常高压气藏岩石应力敏感性实验与模型研究 杨胜来 王小强 汪德刚 蒋利平 (696)
- 超深阶梯式水平井钻井液技术 李再钧 任凤君 马光阳 (700)
- 深井、超深井套管磨损监测方法研究及应用 于会媛 张来斌 樊建春 宋周成 (703)
- 液动旋冲接头冲击功测试方法研究 郭 清 王克雄 盛 勇 (710)
- 数值模拟法研究压力敏感地层井底压力响应特征 王新海 郭立波 谢又新 李再钧 (714)
- N80LCSG 套管上、卸扣试验研究 吕拴录 常泽亮 吴富强 蒋余巍 魏林军 唐 飞 (717)
- 哈得逊油田套管破裂防治技术 黄民战 廖建华 (721)
- 三种套管接头抗压缩性能研究 林 凯 吕国志 白登相 王建军 (723)
- 风险树分析在钻井工程事故中的应用 刘 刚 贾国玉 杨锡亮 (726)
- 哈得 1-H1 阶梯水平井钻井实践 杨成新 孙海芳 张民立 郑力会 袁晓山 (729)
- 哈得四油田深井薄油层阶梯水平井钻井 杨成新 王 琦 袁晓山 郑力会 刘贵昌 (733)
- 哈得四油田薄砂层油藏阶梯水平井钻井配套技术研究与应用
..... 袁晓山 李 飞 杨成新 白登相 盛 勇 (738)

天然气、安全、信息

- 水醇烃体系相平衡模拟及其应用 何 君 胡大鹏 (755)
- 高含 H₂S 油井试采生产的安全对策
..... 孟国维 徐宏新 李志扬 李新疆 李 青 王杏丽 贾卫军 (760)

沙漠公路交通安全特性	艾力·斯木吐拉	李 鑫	董春光	(762)
轮南油田液化气联合装置的技术改造	李志铭	杨子海	唐晓东	孙 刚 (768)
轮南油田 400 万吨原油稳定装置增设脱盐系统的技术改造	蒋小兰	冯 茜	彭志刚	卜继勇 (773)
精馏塔分离块动态数学模型			戴 波	李光银 (776)
塔里木油田伴生气综合利用对策	袁自光	周 春	段玉明	(781)
轮南油田天然气处理联合装置生产工艺的优化	彭志刚	冯 茜	蒋小兰	肖 珂 (787)
SUPCON JX-300X 控制系统在轮南联合站 400 万吨原油稳定中的应用	孟 波	徐宏新	孙 军	徐银燕 刘 武 吉万成 (792)
天然气预处理和液化工艺技术的研究进展	付道明	孙 军	贺志刚	岑广远 喻西崇 (796)
天然气中硫化氢含量的测定及安全防护			晁宏洲	柯庆军 (802)
三元复合驱采出液脱水技术研究	孙东方	李学军	王金龙	李志铭 (806)
微膨胀床渣油加氢处理反应器的研究	王仙体	李文儒	翁惠新	刘继端 祁顺仁 马全天 (810)
基于 Legato 的 Oracle 数据库的磁带库自动备份	张振华	黄天生	陈晓右	(815)
塔里木油田公司开发事业部自动化系统现状及评价	靳呈松	刘启利	吉万成	(819)
Oracle 数据库优化设计			陈晓右	(824)
Disksuite 在 SUN 服务器磁盘管理中的应用实践	张振华	黄天生	史乃胜	(828)
开发事业部门户设计与建设	张振华	王彦南	刘春荣	(832)
SUPCON JX-300X 控制系统在轮南 400 万吨原油稳定处理装置中的应用	靳呈松	刘启利	吉万成	(837)
MACS SmartPro 系统在东河油田的应用	董志君	吴向臣		(841)
计算机安全论述	李建江	刘春容		(848)
PB 数据管道功能在油田开发数据库中的应用	王 钊	陈晓右	哈撒古丽	(851)
塔里木油田开发数据库建设与应用	王 钊	陈晓右	唐志刚	(855)
在 Sun Solaris 操作系统下 Oracle 数据库的自动启动和关闭	黄天生	陈晓右	张振华	(860)
通用图像处理工具的设计	黄 倩	于志楠	刘春容	(863)
摩托罗拉 MOSCAD 系统在塔里木桑吉气田的应用	陈广明	祁顺仁	任 涛	(868)
LP-2 系列 RTU 在哈得油田控制通信网络中的应用	董志君	齐国江		(873)
连续气举工艺设计软件的开发及应用	杨 勇	阳建平	孙 军	(877)
应用于输油管线的远程故障诊断系统	张利军	王朝晖	张来斌	燕 林 刘绍东 胡启良 (879)
OPC 技术在油田联合站集散控制系统中的应用	刘宪英	刘启利		(883)
JX300X DCS 与多种控制系统的通信			齐国江	(887)
采油生产系统多相流动计算软件开发	杨锡亮	娄渊明	王永远	(892)
注水井调剖软件在轮南油田的应用	宋海敬	肖 云	苏云河	(897)
自动化工业控制系统在塔里木油田开发生产过程中的研究与应用	伍文峰	董志君	靳呈松	(901)
恒压变频供水装置在哈得油田的应用研究	董志君	薛红兵		(908)
AIX5.3 系统下建立 profpt 服务器及管理	黄天生	刘春荣		(913)
企业信息门户中 WSS 站点的建设与应用	唐志刚	王 钊	黄天生	(918)

提高原料气空冷器冬季运行的安全性	陈新伟	(921)
油田井下作业 HSE 管理创新做法初探		
..... 张延星 刘同振 曾德文 王朝顺 林昌敏 盛树彬 秦德友		(924)
从燃烧特性探讨工业动火的安全技术	成福田 陈新伟 巴 特	(927)
天然气处理装置火灾爆炸事故危险性分析与评价	李 祥 成福田 陈新伟	(930)
企业事故共性原因分析与预防系统	李 祥 成福田 陈新伟	(936)
安全文化建设在塔中油田的探索与实践	成福田 王 瑞 李 祥 祁小兵	(941)
关于遏制违章行为的探索	成福田 熊大贵 陈新伟 巴 特	(946)

综 合 管 理

摘取西气东输气田开发技术上的王冠	刘元兵 曾 旺	(953)
贯彻“两新两高”方针做好干部培养和人才使用工作	宋日新 高贵斌 张树国	(956)
采用“油公司”管理体制组织塔里木石油会战	王益清	(960)
塔里木油田低成本发展的做法及认识	孙龙德 刘建勋 吴 迪 刘怀斌 蔡建国	(963)
坚持油田开发工作方针 全面提高开发运行质量	赵文博	(971)
培育科学精神与人文精神相结合的企业文化	赵文博	(972)
双赢战略联盟在勘探开发中的实践	何 君 姜渊明	(973)
油田钻井液封闭式管理研究与实践	何 君 姜渊明 杜小勇	(977)
塔里木——中国陆上一流油田	刘建勋 周建东 简 新 刘绪秋	(979)
勘探开发一体化项目管理中 HSE 运行模式实践	何 君 姜渊明 苑胜利	(982)
对油田实施勘探开发一体化的几点思考	姜渊明 何 君 栾翠红 刘 峰	(985)
论油田勘探开发项目管理中的文化建设	何 君 姜渊明 栾翠红 陈 勇	(988)
以管理标准为中心 推动石油企业标准化工作不断向前发展	张存军 张志辉 徐宏新	(991)
塔里木油田井下作业“五指标”管理初探	张延星 刘建勋	(995)
油田勘探开发项目管理人员激励及出路	何 君 姜渊明 栾翠红	(999)
哈得作业区的“降本八式”	冷 松 杨 明 孙红江	(1002)
略论油田物资供应系统的改革与创新	黄 琨 冷 松	(1005)
加强石油勘探开发项目合同管理的几点思考	张延星	(1008)
塔里木油田井下作业新型经营管理模式实践与探索		
..... 姜渊明 张延星 陈 勇 曾德文 续丽欣		(1012)
完井油管下入冲砂阀的设想	蒋荣敏 赵小军 李玉林 曾永清 尹显林	(1015)
认识油气勘探工程特性 加强油气勘探工程管理	姜渊明 张兰兴	(1017)
突出“三重”，保证“三效”，切实抓好石油企业效能监察工作	简 新	(1020)
思想政治工作的针对性和灵活性	常秀骏	(1024)
全方位开展青年岗位竞赛 努力培养一批跨世纪人才	王永杰	(1026)
“三全”管理铺就高效发展路——新疆塔里木油田开发建设成就显著	张 媛	(1031)
以“三个代表”为指导，发挥团组织作用，强化提高企业青工职业素质		
..... 刘淑华 魏林军		(1034)
思想政治工作应注重“情”与“理”	翟庆华	(1039)

油气藏工程

底水驱动油藏水平井临界产量 公式及其变化规律研究

范子菲 林志芳

摘要：本文主要得出了底水驱动油藏中水平井临界产量公式和定量地确定该公式随时间的变化规律。首先，从物质平衡原理出发，导出底水驱动油藏的含油高度、含水高度随时间的变化关系，并用近似方法确定波及系数。其次，从力的平衡原理出发，得出水平井水脊的临界稳定条件。最后，应用镜像法和 Muskat 的无穷大地层中一排井的基本公式得出一排水平井位于底水驱动油藏顶部的临界产量公式，并且应用前两部分的公式来计算水平井在不同开发时间的临界产量，从而实现定量地表示出水平井临界产量随着开采时间的增加而呈现递减趋势的变化规律。

关键词：底水驱 含油高度 稳定 临界值 产量 递减 水平井

一、引言

应用水平井开发底水油藏的最大特点是能够有效地减缓水锥锥进趋势和延长油井的见水时间。这是由于水平井生产井段长，与油层接触面积大，和直井在相同产量下生产时，水平井要求的生产压差小，在供油区范围内，水平井压力梯度呈线性变化，而垂直井的压力梯度呈对数线性变化，在垂直井和水平井以相同产量生产时，垂直井周围的压力梯度高，因而在相同油藏条件下，水平井的临界产量大于直井的临界产量。但无论是水平井还是垂直井，在临界产量以上开发，就会使底水锥进加快，最后底水突入井中，造成油、水同产，降低油井产量，最终导致油层的采收率降低。在目前的有关文献中，Chaperon 和 Giger 分别提出气顶和底水油藏的临界产量计算公式；Kuchuk 等人假设油藏有一个恒压和一个封闭边界，利用余弦变换的方法，导出了水平方向无限延伸一口井的产能公式；Ryszard Suprunwicz 等人导出了水平方向和垂直方向无限延伸油藏中一排井的产能公式；范子菲也导出了底水驱动油藏水平井单井的产能公式，在推导过程中，考虑了油藏顶部封闭边界、恒压边界、油层各向异性及水平井在油层中位置等因素对水平井势分布的影响。事实上，水平井的临界产量随油藏含油高度的减小而不断减小，因此本文从物质平衡原理出发和 Muskat 的无穷大地层单排井的基本公式出发，导出底水驱油藏一排水平井的临界产量公式，在考虑油层各向异性的基础上，定量地确定出水平井临界产量的变化规律，这对延长油井无水采油期，提高油井的无水采收率具有较大的现实意义。

二、油藏含油高度变化公式的导出

在用水水平井开发底水驱动油藏过程中，随着从油藏中采出越来越多的原油，底水会不断上升。图 1 为一排水平井中水平井单元剖面图，由物质平衡原理就可得出油藏含油高度和含水高度变化规律的表达式：

$$h_w = H_w + H_o \frac{N_p}{NE\eta} \quad (1)$$

$$h_o = H_o \left(1 - \frac{N_p}{NE\eta} \right) \quad (2)$$