



全国气举技术研讨会 论文集(2007)

中国石油天然气集团公司吐哈气举技术中心 编



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

全国气举技术研讨会论文集

(2007)

中国石油天然气集团公司吐哈气举技术中心 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书共收集论文 20 篇,内容包括气举技术在油田的应用、气举基础理论研究、气举工艺技术、气举产品研制、国外气举新技术及技术标准等内容,基本代表了我国气举技术最新研究与应用成果,体现了我国气举技术新工艺、新技术、新方法、新产品及其在国内外油田的应用效果,具有较高的学术水平和实用价值。

本书可供石油工程专业各级领导、工程技术人员、相关管理人员及大专院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

全国气举技术研讨会论文集(2007)/中国石油天然气集团公司
吐哈气举技术中心编. —北京:石油工业出版社,2007.9

ISBN 978-7-5021-6245-0

I. 全…

II. 中…

III. 气举采油-学术会议-中国-文集

IV. TE355.3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 135077 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

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:9.75

字数:245 千字 印数:1—1500 册

定价:30.00 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

《全国气举技术研讨会论文集(2007)》

编 委 会

主 任：刘振武

副主任：赵明方

委 员：刁 顺 张彦平 陈 辉 杨文军

《全国气举技术研讨会论文集(2007)》

编 写 组

主 编：雷 宇

成 员：王 强 李 勇 刘德基 张继峰

伍正华 牛瑞云 张建利

前 言

气举采油作为一种高效开发的人工举升方式,得到国内外油田越来越广泛的应用。我国气举技术研究与应用起步虽晚,但发展较快,形成了比较系统的气举采油技术和工具系列,基本满足了现阶段油田开发需要。但与国际领先气举技术水平相比,还存在一定差距。为了推动我国气举采油技术的更快发展,紧跟国际气举前沿技术发展动向,不断提高我国气举技术的创新能力和技术实力,为中国石油勘探开发提供强有力的技术支持,在中国石油天然气集团公司科技发展部的大力支持下,吐哈石油勘探开发指挥部组织召开了全国气举技术研讨会,目的在于系统地总结我国气举技术,为国内气举技术研究与应用服务单位搭建交流最新科技成果,实现资源共享、优势互补、共同发展的平台。

本书共收集论文 20 篇,包括气举新技术、气举技术在油田的应用、气举基础研究、气举工艺技术、气举产品研制、气举技术标准等内容,基本代表了我国气举技术的最新研究与应用成果,体现了我国气举技术新工艺、新技术、新方法、新产品及其在国内外油田的应用效果,具有较高的学术水平和实用价值。本书可供石油工程专业各级领导、工程技术人员、相关管理人员及大专院校师生参考使用。

本书的编辑出版得到了中国石油天然气集团公司科技发展部的高度重视,西南石油大学、长江大学、全国各应用气举技术的油田等相关单位的专家学者也给予了大力支持,在此谨向他们表示衷心的感谢!

本书编委会

目 录

油田应用

吐哈油田气举采油技术	雷 宇 李 勇 索美娟 雷 丽(3)
中原油田气举采油工艺技术	冯 琦(10)
气举采油技术在塔里木油田的研究与应用	张泽华 沈建新 白晓飞 刘卫东 任丽俊(17)
气举采油工艺技术在石西油田的应用	倪 斌 何 帆 丁 亮 祝万斌(25)
气举采油技术在让那若尔油田的应用	王 强 罗文银 曹祥元 劳胜华(31)
邻井气气举技术在苏丹六区油田的应用	张继峰 王振松 吴 剑 敬 魏(39)
气举排水采气技术在南翼山气田的研究与应用	王 强 陈 伟 曹祥元 张建利(46)

基础研究

多相管流计算方法对气举工艺设计影响分析	钟海全 李颖川 刘永辉(55)
单管球塞气举与球塞助喷实验研究	钟海全 李颖川 刘永辉 喻 欣(60)
连续气举动态仿真技术的应用及存在的问题	廖锐全 李 勇 刘 捷 冯建设 罗 威(69)

工艺技术

气举采油系统优化技术研究与应用	刘会琴 李颖川 廖锐全 徐志敏(83)
气举快速返排技术在增产措施中的应用	刘德基 伍正华 张继峰 陈振杰 吴俊红(89)
柱塞气举采油技术在吐哈油田的研究与试验	王振松 冯仁东 杨永利 王雨清 蒋玉双(95)

产品研发

投捞式气举工作筒的研制及应用	刘德基 温伟豪 王 良 马帅帮(107)
气举采油地面配气自控计量装置研制与应用	唐佩瑜 魏瑞玲 王咏梅(112)
橇装式小直径管排水采气作业装置的研制	曹和平 吴革生(118)

国外技术

气举采油工艺新技术	李 勇(125)
EPS 油气田整体模拟和优化软件——ReO 软件	George Stewart(128)
PIPESIM 在气举优化设计上的应用介绍	王新芳(134)

技术标准

国内外气举技术标准简介	牛瑞云(143)
-------------------	----------

油田应用

吐哈油田气举采油技术

雷 宇 李 勇 索美娟 雷 丽

(吐哈石油勘探开发指挥部工程技术研究院)

摘 要:吐哈油田气举采油技术研究始于1991年,先后承担了多项国家和中国石油天然气集团公司科研项目。历经技术引进、消化吸收、完善提高、创新发展和技术商业化5个阶段,形成了完善的7项气举采油技术系列,研究开发了具有自主知识产权的配套气举工具5大类,共48种98个规格,开发配套了6套先进的优化设计软件,建立了先进的气举采油模拟系统和气举阀特性试验室。

关键词:气举采油技术 技术系列 发展历程

气举采油技术是通过向油管内注入高压气体,降低油管内液柱密度,建立起足够的生产压差,从而把井下液体举升至地面的一种机械采油方式。由于气举采油的举升深度和排液量范围大,且对出砂、井斜、高气油比等举升限制条件具有良好的适应性,因此获得了越来越广泛的应用,成为除有杆泵之外应用最多的人工举升方式。

一、国内外气举采油技术发展概况

气举采油技术始于1864年,美国宾夕法尼亚州油田首次应用压缩空气作为工作介质开展气举采油试验,1897年,气举采油法在阿塞拜疆油田得到应用,并取得了良好的效果,逐渐推广应用到世界各地。气举采油技术经过100多年的不断发展,目前已在世界各地得到广泛应用,其中在美国、俄罗斯等国家的应用最为广泛。

20世纪80年代,我国首先在辽河和中原油田相继采用了气举采油技术,取得了良好效果。至20世纪90年代,先后在新疆的吐哈油田和塔里木轮南油田开展气举采油技术的研究及应用,随后四川威远气田将气举采油技术应用于排水采气,都取得了明显的增产效果。近年来,随着气举工艺的发展,气举技术在国内油气井投产、油水井措施、增产作业等领域得到越来越广泛的应用,部分技术和产品已经参与了国际竞争并获得成功应用。

二、吐哈油田气举采油技术发展概况

1. 技术引进阶段

1989年,在中国石油“稳定东部,发展西部”的战略指导下,新疆吐鲁番—哈密盆地发现了鄯善油田(随后成立吐哈石油勘探开发指挥部,外称吐哈油田)。鄯善油田地处戈壁,具有低压、低孔隙度、低渗透率的特征,油层埋藏约3000m,原始气油比约为 $160\text{m}^3/\text{m}^3$,油田开发方案确定了以连续气举采油接替自喷采油为主的举升方式。鉴于国内当时气体采油技术配套性不

强的现状,1991年,吐哈油田从美国引进了连续气举采油技术和11口井的完井工具,并派技术人员去国外实地考察学习,邀请美方技术人员到国内现场技术指导,使技术研究工作达到了一个高的起点,为完整掌握气举采油技术奠定了良好的基础。

2. 技术消化吸收阶段

在引进技术的现场试验中,一方面发现技术存在诸多不适应性,如完井工艺复杂,容易导致投产失败等;另一方面昂贵的进口产品也限制了该技术的工业化应用。鉴于此,吐哈油田开始开发研究自己的气举采油技术。1993年至1995年,吐哈气举采油项目的技术人员潜心研究,消化国外气举技术,开发自己的气举产品。从1995年起国产气举工具全部替代进口工具在吐哈油田应用,并能独立完成工艺设计、工具调试、完井投产服务、故障诊断等工艺环节,从而成功实现了气举采油技术的国产化。

3. 技术完善与提高阶段

1996年开始,在继鄯善油田后,丘陵油田也采用了连续气举采油方式接替,吐哈油田气举采油技术应用规模扩大,油田对技术水平要求提高。至2000年,吐哈油田气举技术人员系统总结和完善了几年来技术的各个环节,并结合国家经贸委“沙漠油田气举采油成套装置研制”项目完成了气举完井、钢丝作业等工具的设计和换代,制定了自己的企业标准,形成了规范的服务技术。吐哈气举采油技术拥有了自主知识产权。

4. 技术创新发展阶段

2001年至2006年,吐哈油田开始介入海外气举市场,液体性质和油藏类型的不同对气举技术的要求也更加丰富多样。针对这些新的要求,结合中国石油天然气集团公司“低成本气举采油技术研究与应用”项目和国家经贸委“中低渗透油田气举采油技术研究”项目,设计开发了高压气举工具和耐腐蚀气举工具,不断填补了国内气举技术系列空白。目前已形成了连续气举采油技术、邻(本)井气举采油技术、柱塞气举采油技术、气举快速返排技术、气举排水采气技术、套管气助流举升技术、钢丝作业技术等7项配套工艺技术系列,在基础研究设施方面建成了先进的气举采油模拟系统和气举阀特性试验室,配套先进的气举设计优化软件和计算机辅助绘图软件。技术的系列化和设备的现代化使吐哈油田气举技术成为国内同行中有影响的特色技术之一。

5. 技术商业化阶段

2007年,为使气举采油技术更加有效地服务于海外油气田的开发生产,拓展海外技术服务市场,实现“十一五”的海外业务目标,中国石油天然气集团公司下达了“气举采油技术商业化集成与实施研究”的指示,要求通过研究形成一套技术商业化集成工作流程和管理办法,实现技术及服务的“标准化、系列化、通用化、模块化”,增强国际市场竞争力。吐哈气举采油技术进入技术商业化阶段。

三、气举采油主要技术系列

1. 连续气举采油技术

1) 气举采油工程方案编制技术

气举采油方案编制坚持油藏工程和采油工程相结合、技术能力和经济效益相结合的原则来确定压缩机及气举工艺参数,包括注气压力、注气气量、井口回压、油管尺寸;明确气举接替

时机及分年度接替规模;进行气举气量平衡分析,确定分年度压缩机组及地面工程建设安排;提出气举采油工艺对地面工程的要求、气举井投产要求、气举井动态监测要求和后勤厂站建设和气举采油总体经济评价,最后形成气举采油工程实施方案。先后编制了鄯善油田、丘陵油田和哈萨克斯坦让那若尔油田气举采油的工程方案,实施效果证明方案具有操作性强、灵活,经济性好等特点。

2) 气举完井优化设计技术

主要优化气举井工作参数、生产管柱,为气举工具调试、气举井完井和投产作业提供依据。气举优化设计是气举井正常工作,经济高效生产的前提。图1为连续气举典型管柱示意图。

3) 气举井工况诊断技术

主要通过气举井生产测试资料来判断、分析气举井的工作状况是否合理,是否处于优化状态生产,不正常井故障原因,以便正确地排除故障,保证气举系统正常运行。地面系统故障可在地面进行查找,比较方便,井下工况诊断目前已形成以下三种故障诊断方法:油、套压力分析法;计算分析法;井筒流压、流温测量法。若三种方法结合应用,可提高故障诊断的准确度。

4) 气举优化配气技术

气举优化配气技术包括单井优化和系统优化两个方面。单井优化是在系统能够保证需气量的情况下,对单井举升效率、产液量或产油量进行优化,并通过单井气量调配、生产管柱优化等手段来实现。系统优化是在单井优化的基础上,综合考虑气量平衡,利用单井的气举特性曲线,进行气举特性曲线组的网格格式分析。以系统总气量为约束条件,以系统效率、系统产油量为目标进行优化,目的是实现整个气举系统的产量或效率最大化。目前在掌握系统优化理论研究基础上,编制了气举系统优化软件。

依据系统优化研究成果,2006年在哈萨克斯坦让那若尔油田

开展了试验,在系统气量不变的条件下新增气举井39口,系统举升效率提高了12.7%,效果明显。

5) 应用情况

在吐哈油田,连续气举技术应用已经超过10年,气举规模最大时达到60口,目前维持在40口井左右。鄯善油田单井平均增产油量21.46t/d,累计增产油量34.42万吨。丘陵油田单井平均增产油量11.6t/d。气举区采油速度达4%,实现了低渗透油田高速、高效开发。连续气举采油工具经现场应用平均寿命为3年,最长寿命超过7年,完井成本同国外技术相比平均单井节约完井费用19.3万元。

2001年,吐哈气举技术进入哈萨克斯坦让那若尔油田,帮助恢复了该油田的气举试验区的工作。截至目前,已建成气举井245口,气举井单井日产量12~196t/d,总日产量达到6101t/d,气举井日产量已接近让那若尔油田总日产量的70%。气举采油技术的成功应用保证了油田高产、高速开发,有力地配合了中国石油的海外发展战略。

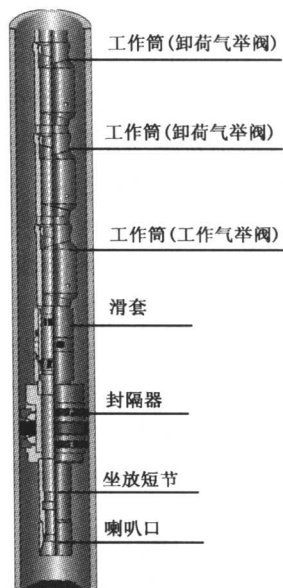


图1 连续气举采油
完井管柱示意图

2. 本、邻井气气举采油技术

1) 本井气气举技术

本井气气举采油技术是不需要外加高压气源,利用油井本身的高压气层开采其他油层,油井高压层气体通过气举阀连续不断地向油管内注入一定量的天然气,在油管内与井液充分混合形成混合流体,从而降低井液密度,达到举升采油的目的。该技术既可合理控制高含气层的产气量,又可达到采油的目的。

本井气气举采油技术在现场应用中获得了良好的效果。如温米油田的 W8-57 井,应用该技术前,油井只出气不出油,使用本井气进行气举后,产液 $22.72\text{m}^3/\text{d}$,产油 $18.15\text{t}/\text{d}$,产气 $34354\text{m}^3/\text{d}$ 。

2) 邻井气气举技术

邻井气气举是连续气举采油技术的一种特殊应用技术,该技术在具备高压气井条件的区块,采用高压气井替代高压压缩机作为气举气源进行连续气举生产,从而大幅降低气举采油的一次性投资。该技术已在哈萨克斯坦让那若尔油田应用 42 井次,投产成功率 100%,单井平均增产油量 $21.25\text{t}/\text{d}$,增产效果显著,累计节约气举地面投资 1700 万元。

3. 柱塞气举采油技术

柱塞气举采油技术是通过高压气体间歇性地推动油管内柱塞及柱塞上部井液到达地面,进行油、气井生产的一种机械采油方式,是间歇气举采油方式的一种。井下柱塞作为气液界面,在被举升液体和高压气之间起分隔作用,以减小气相和液相的滑脱损失,从而提高间歇气举及低产、低压井气举的举升效率。柱塞气举装置主要由柱塞、卡定器、缓冲器以及井口控制装置等组成(图 2)。按照气源不同,可分为外加气源柱塞气举及本井气柱塞气举两种。

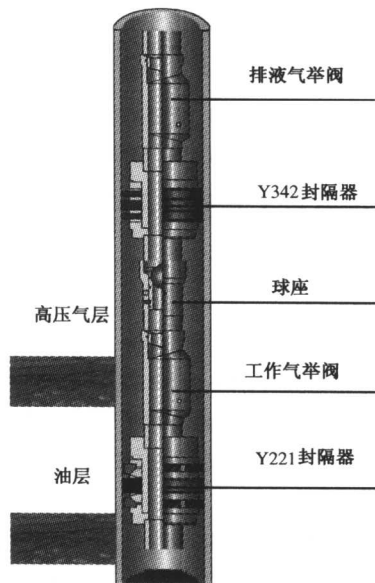


图 2 柱塞气举装置

该技术在吐哈油田气井 S7-12、气井 W2-1 和油井 Wx3-511 进行了现场试验并获得成功,其中 S7-12 井产液由 $8\text{m}^3/\text{d}$ 提高到 $16.2\text{m}^3/\text{d}$,达到了增产的目的。

4. 气举快速返排技术

气举返排技术采用气举卸荷的技术原理,充分利用注入气体膨胀能量实现井液的排出,可实现压裂、酸化、射孔后入井液的快速排出,减少油层伤害,提高低渗透油田油井措施效果。气举快速返排技术先后在吐哈、塔河、长庆、克拉玛依、玉门等油田以及哈萨克斯坦让那若尔油田等多个油田获得规模应用,累计应用 420 余井次,井口最高施工压力 107MPa ,未出现管柱串漏现象,施工成功率 100%。相对常规排液技术,缩短了排液时间 3~5d,吐哈油田压裂液返排率提高了 42%,达到了快速、彻底返排的目的,应用效果十分显著。

5. 气举排水采气技术

气举排水采气技术利用气举采油卸荷的工作原理实现排除井底积水,恢复气井采气的目的。管柱由多级偏心

工作筒和气举阀组成,适用于大量连续出水油井。该技术在青海南翼山气田进行了规模应用,目前已累计应用 12 口井,工艺成功率 100%,最大气举排水量为 $250\text{m}^3/\text{d}$ 。气井恢复自喷后,最大产气量达到 $19 \times 10^4\text{m}^3/\text{d}$,最大举升深度 2400m,排水采气效果良好。

6. 套管气助流举升技术

套管气助流举升是有杆泵—气举的一种复合举升方式(图 3),它是利用地层气能量,解决高气油比抽油井生产问题的一种新途径。该工艺的实现是在油管上安装套管气助流阀,同时关闭套管,让产出气通过助流阀注入油管来实现的。

高气油比套管气助流技术于 2004 年 8 月在吐哈温米油田 W8-21 井开展套管气助流举升试验,该井设计注气深度 900m,设计注气压力 5.5~6MPa,产液量由试验前的 $3.4\text{m}^3/\text{d}$ 上升到 $10.5\text{m}^3/\text{d}$;最大载荷由 84kN 下降到 69kN;泵效由 10.41% 上升到 32.16%。顺利实现了油井的诱喷生产,取得了较好的试验效果。

7. 钢丝作业技术

钢丝作业主要指通过钢丝绞车从油管内下入钢丝进行井下作业的一种施工方式,可用于井下测试、气举阀投捞、滑套的开关、井下落物的打捞、井下事故的处理及其他特殊作业,是降低气举生产成本及进行测试的主要配套技术手段。

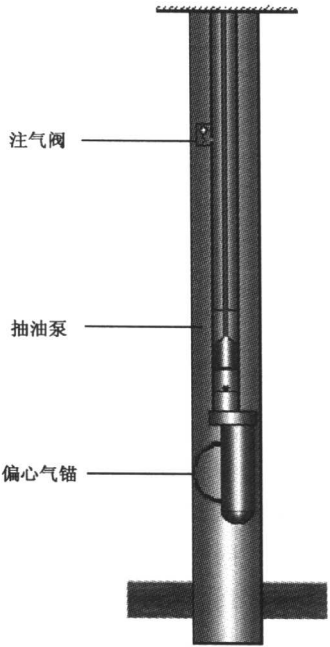


图 3 套管气助流举升管柱

四、主要产品

1. 气举工作筒

气举工作筒是用于井下安装和锁定气举阀的装置,分为投捞式和固定式两种。气举工作筒的技术规格见表 1。

表 1 气举工作筒技术规格表

序号	工具名称	规格型号	结构特征	用途
1	固定工作筒	KPX - 115	双偏心	5½in 套管压裂排液
		KPX - 119	单边焊接	套管气助流举升
		KPX - 136 KPX - 145	整体式	6⅝in 套管压裂排液及腐蚀环境
				7in 套管压裂排液及腐蚀环境
		KPX - 126 KPX - 148	多件连接	6⅝in 套管压裂排液
				7in 套管压裂排液
2	偏心工作筒	KPX - 108 KPX - 127	整体锻造	5½in 套管连续气举采油
		6⅝in 套管气举采油及腐蚀环境		
		KPX - 136	螺纹连接	6⅝in 套管气举采油及腐蚀环境

2. 气举阀

气举阀是气举井卸荷以及控制注气深度和注气量的工具,分为投捞式和固定式两种,气举阀的技术规格见表2。

表2 气举阀技术规格表

序号	工具名称	最大外径,mm	总长,mm	规格型号	用途
1	投捞式气举阀	25.4	334	KFT-25.4-A	常规油井气举完井
				KFT-25.4-B	常规油井气举完井
				KFT-25.4-C	腐蚀环境油井气举完井
				KFY-25.4	常规油井气举完井
2	固定式气举阀	25.4	260	KFG-25.4-A	常规油井气举排液
				KFG-25.4-B	腐蚀环境油井气举排液
				KFG-25.4-C	高压环境油井气举排液

3. 封隔器

目前气举管柱主要配套 Y211 机械式封隔器和 Y453 永久式封隔器。前者施工简单,承受单向压力(25MPa),使用寿命2年;后者作业相对复杂,可承受双向50MPa的压差,使用寿命5年。设计时可根据实际情况灵活选择。

4. 钢丝作业滑套

钢丝作业滑套连接在油管中的适当位置,通过钢丝作业打开或关闭套管与油管之间的通道,为油气井提供压井和洗井通道。钢丝作业滑套可以通过移位工具实现多次打开和关闭。钢丝作业滑套技术规格见表3。

表3 钢丝作业滑套技术规格表

序号	规格型号	总长,mm	移位工具类型
1	KHT-78×48	1216	KYW-58
2	KHT-95×57	1225	KYW-68
3	KHT-99×57	1177	KYW-68
4	KHT-105×57	1021	KYW-68

五、结束语

历经16年的持续攻关和完善创新,吐哈形成了成熟的连续气举,间歇气举(柱塞气举),本井气、邻井气气举,气举诱喷,气举快速返排,套管气助流举升和气井排水采气等完善的技术系列;开发了拥有独立知识产权,适应含H₂S和CO₂等腐蚀介质环境的配套气举工具;形成了与 $\phi 60.3\text{mm}$ 、 $\phi 73\text{mm}$ 和 $\phi 89\text{mm}$ 三种规格生产管柱配套的5大类48种98个规格气举工具;获得中国石油天然气集团公司、新疆维吾尔自治区成果5项,吐哈石油指挥部级成果20项,获国家专利13项。具备了气举整体解决方案、工具开发设计,全方位现场服务的专业化队伍。

配置了国内外先进的气举优化设计软件和工具设计软件;建设了完善的气举实验系统,可进行气举工具的调试、检测和试验,气举阀探针测距、流量系数和动态特性试验研究,连续气举、间歇气举模拟试验,气举阀井下投捞、钢丝作业滑套井下开关和封隔器性能等各项功能试验。依靠精湛的技术实力和良好的市场信誉,锻造出国际一流的“吐哈气举”技术品牌。服务领域已从吐哈油田推广应用到塔河、塔里木、克拉玛依、青海、玉门、长庆、冀东和中海油平湖等9个油田和哈萨克斯坦、苏丹两个国家的服务市场。

中国石油天然气集团公司吐哈气举技术中心的成立,将进一步促进吐哈油田瞄准国际前沿技术,加大技术创新力度,推动我国气举采油技术的更快发展的步伐,将不断提高我国气举技术的创新能力和技术实力,为中国石油勘探开发提供强有力的技术支持。

中原油田气举采油工艺技术

冯 琦

(中原油田分公司油气技术管理部)

摘 要:本文对中原油田气举采油的发展过程进行了回顾,对中原油田气举采油的现状进行了介绍,对中原油田在气举采油 20 余年发展过程中技术上取得的成果和管理上的做法进行了简述,并就中原油田气举采油后期拓宽气举的工艺用途进行了相关介绍。

关键词:气举采油技术 技术系列 产品

一、中原油田气举采油发展过程及现状

气举采油是人工举升方式之一,具有举升深度深、适应于高气油比井、产液量范围广、操作管理方便等特点。中原油田根据油藏的特点,从 1982 年开始研究和进行现场试验,经过 20 多年的发展,已基本形成了一套较完整的气举采油工艺技术,成为油田机械采油的一种重要方式,中原油田的气举采油大体经历了 4 个阶段:

(1)研究、试验阶段:1982 年在学习辽河油田气举采油的基础上,开展了气举采油的研究,第一口气举采油井文 10-13 井在文留油田进行现场试验,试验利用邻近高压气井的天然气作为举升气源,井下管柱安装了 4 级弹簧式气举阀,该井气举前由于水淹而停产,气举后,日产油 33t,取得了明显的效果。在此基础上,1982 年下半年从美国 CAMCO 公司引进了 22 套气举阀和调试装置一套,为气举采油工艺的推广作了技术和设备上的准备。1983 年在采油二厂利用高压气井做气源扩大了气举采油试验,先后试验了 5 口井,见到了明显的增油效果。

(2)扩大试验阶段:1984 年中原油田气举采油由单井试验向现场进行推广,全油田共建气举站 2 座,利用高压气井做气举采油的气源,投产气举采油井 12 口,全年增产原油 1.3×10^4 t。但由于高压气井的压力不稳定,注气量难以控制,制约了气举采油向规模化方向发展,1987 年 4 月在濮城油田建成气举压缩机站 1 座,从美国德莱赛兰公司引进气举压缩机 3 台,投产气举井 23 口,与抽油机相比,单井日增原油 10t 以上,见到了明显的增产效果,濮城油田增压气举采油的成功,为中原油田规模化气举采油奠定了基础。

(3)气举采油规模化生产阶段:文东油田是中原油田 20 世纪 90 年代开发的一个油田,该油田具有油藏埋藏深、井温高、气油比高的特点,1988 年在编制文东油田开发方案时,经专家论证,确定将气举采油作为该油田的主要采油方式,并由采油工艺研究院承担采油工艺方案的编制,由设计院承担地面流程的工艺设计,1990 年 4 月份文东气举压缩机站建成投产,站内装有 7 台美国库伯公司生产的 12SGT/SW64 型天然气引擎压缩机,配套建有三胺醇脱水装置一套,供压缩机引擎燃烧气的净化站一座,增压站日供天然气能力 $140 \times 10^4 \text{m}^3$,1998 年文东油田气举井数达到 140 余口,日产油量达 854t,产油量占采油一厂的四分之一。1993 年至 2006 年,