



油气地面工程 科技成果专辑 (2007)

《油气地面工程科技成果专辑》编委会 编



石油工业出版社

油气地面工程科技成果专辑

(2007)

《油气地面工程科技成果专辑》编委会 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本专辑每年出版一辑,由中国石油学会领导下的油气地面工程科技成果专辑编委会负责选题、组稿和终审。主要选编油气地面工程所属专业(油气集输、储运,油气水处理;长输管道,油气田化学、计量、自控、机械、设备以及防护建筑等专业)获局级二等奖以上(含二等奖),或获得国家专利及通过中国石油天然气集团公司鉴定并达到本行业领先水平的一部分科研、设计、工程建设和生产技术改造等方面的新成果。目的是推动技术创新,加强技术交流,为促进科技成果尽快转化为生产力提供一个很好的平台。

本专辑具有较强的创新性和实用性,适合广大科研、工程技术、管理人员和大专院校的师生阅读,是一本有实用价值的参考材料。

图书在版编目(CIP)数据

油气地面工程科技成果专辑. 2007/《油气地面工程科技成果
专辑》编委会编. —北京:石油工业出版社, 2008.10
ISBN 978-7-5021-6682-3

I. 油…

II. 油…

III. ①油田开发—地面工程—科技成果—汇编

②气田开发—地面工程—科技成果—汇编

IV. TE4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 106442 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

编辑部: (010) 64523586 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 20

字数: 510 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

《油气地面工程科技成果专辑》(2007) 编委会

主 任: 贾金会

常务副主任: 胡通年 王怀孝

副 主 任: 何庆华 孙 宁 刘圣志 杨育之 邢英明
王 文 李士富 杨启万 李明义 袁中立
李振家

委 员: (按姓氏笔画排序)

丁世宣 王惠敏 王召民 丰国斌 许亚丽
卢怀宝 吕俊怀 刘树义 孙晓春 江 涛
何宗平 陈茂祥 陈 娟 张新慧 张素花
张登庆 张桂霞 张可刚 张占峰 张 建
张振庭 张 宏 张维志 李 涛 李云富
李束为 杨天吉 杨祖佩 宋德琪 吴明菊
吴德兴 孟凡彬 郑 琦 郑钦祥 姚士洪
姚玉萍 赵 波 赵云山 钟喜梅 徐洪德
班兴安 郭晓明 郭野愚 郭揆常 高光第
董 旭 蒋光璞 韩景宽 颜世润 薛振奎
藏全斋

主 编: 许亚丽

副 主 编: 袁中立 薛振奎 何宗平 张登庆

前 言

《油气地面工程科技成果专辑》(以下简称“成果专辑”)自1987年创刊以来,已走过了20年的历程。编辑出版“成果专辑”的宗旨是把这些经过实践考验的、水平高的获奖科技成果,及时地介绍给各油田,结合实际条件尽快地推广应用于石油建设工程,以获取更大的经济或社会效益。因此,成果选择、内容介绍、技术评价、数据论证都要求具体和有一定深度,并经过实践证明,该成果代表了本行业当前的先进水平。

“成果专辑”出版以来,共发表科技成果论文500多篇,及时地介绍了油田三次采油、油气长输管道、油田水处理、天然气净化及轻烃回收等方面的配套技术新成果。在新技术、新工艺的推广应用和科技工作辅助决策等方面发挥了积极的作用,颇受科研、设计、技术管理部门人员的欢迎和关注。

在不断的摸索和改革中,专辑的编辑出版经受了挑战,克服了困难。它能够在坚持中求发展,应归功于各油气田、管道局、院所等单位的大力支持和中国石油学会、中国石油天然气集团公司有关部门的领导给予的关切和指导,也是编委们长期团结合作、坚持不懈努力的结果。谨向他们表示衷心的感谢!

20年来,“成果专辑”的编辑出版在促进油气田、管道地面工程新技术成果推广应用的同时,日益显示和发挥着它作为传播信息的窗口、技术交流的平台和档案资料库的积极作用。它比较及时、系统地报道和评论各单位技术创新成果,具体并有一定深度的论文为业内人士技术交流提供了有利条件。希望它会进一步推动地面工程新技术的开发与应用,获取新的更大效益。

我们将继续总结经验,展望未来。务实、奋进,应对新的挑战,进一步为各油气田、管道、公司、院校和广大读者竭诚服务,把《油气地面工程科技成果专辑》办得更具特色,更受大家欢迎,为促进研制、开发出更多的具有国内外先进水平的新成果,提升我国油气地面工程技术水平而努力!

《油气地面工程科技成果专辑》编委会

2008年5月

目 录

注采与油气集输

三元复合驱原油脱水技术研究·····	(3)
长庆气田地面集输工艺技术研究及应用·····	(10)
胜利油田含油污泥无害化处理与应用技术研究·····	(16)
新疆稠油、超稠油集输工艺优化研究与应用·····	(21)
红台油气田地面建设工艺技术研究与实践·····	(28)
榆林气田南区地面工艺技术研究及完善·····	(35)
珠海陆上终端工程设计技术·····	(42)
吐哈油田火炬放空气回收技术的研究与应用·····	(49)
仰角式游离水脱除器的研究·····	(56)
联合站含硫化物油污回收处理技术推广应用·····	(63)
华北油田冀中地区原油流向调整工艺设计·····	(71)
石南油气田地面配套工艺优化、简化技术研究·····	(74)
大港枣园油田单井原油集输界限研究与应用·····	(80)

水处理与化学剂

国内第一座超稠油污水除硅处理工程的总承包项目管理·····	(89)
河南油田下二门联合站污水处理工艺技术优化研究与应用·····	(95)
生化微生物技术在油田采出水处理中的应用研究·····	(100)
陈堡油田污水系统改造工程设计·····	(107)
低温破乳剂 HBP-02 的研究与应用·····	(113)

管道技术与建设

油气管道仿真系统开发与应用研究·····	(121)
突破水平定向钻禁区——穿越山体、卵砾石和坚硬岩石技术研究·····	(126)
沙漠地段天然气管道设计·····	(135)
忠县—武汉输气管道工程技术创新及应用·····	(142)
金属磁记忆检测软件开发及应用研究·····	(149)
高清晰度管道智能化检测系统合作研究·····	(157)
海底管道混凝土加重涂层涂敷新技术·····	(165)
海南 8 海底管道结构设计研究·····	(173)
结蜡厚度与土壤总传热系数相关性影响研究·····	(186)
建立我国的输油管道管输价格体系·····	(193)
数字化管道线路设计软件 (DPD V1.0)·····	(199)

自控仪表与设备

海洋平台桩管自动焊接设备及工艺研究·····	(207)
大型浮顶油罐设计计算应用系统·····	(216)
10 × 10 ⁴ m ³ 浮顶储罐设计与建造技术研究及应用 ·····	(222)
稠油污水深度处理工程仪表及自动控制系统设计·····	(230)
油气储罐安装焊缝等离子弧清根技术及装备研究·····	(235)

防护与安全

超稠油油田地面建设防火技术研究·····	(243)
油气管道腐蚀失效预测及安全可靠性评估·····	(248)
黄河三角洲海岸线蚀退与防护研究·····	(254)
高温、高含 CO ₂ 油气井缓蚀剂研究 ·····	(259)
宝浪油田集输管线结垢现状调查及对策研究·····	(267)
碳钢在卤水环境中的腐蚀行为研究·····	(272)

工程勘察与施工

桑南油气田地面建设工程综合勘察测量技术特点·····	(281)
普光气田天然气净化厂厂址西扩区域工程地质条件研究·····	(285)
砂卵石层泥水平衡式盾构法施工技术研究·····	(295)
顶管施工在管道穿越中的应用技术·····	(303)
夏子街—陆梁油田 110kV 输变电工程设计 ·····	(309)

注采与油气集输

三元复合驱原油脱水技术研究

赵忠山 李学军 刘 增

(大庆油田工程有限公司)

摘要: 本文结合大庆油田采油四厂三元复合驱原油脱水的现场试验情况,叙述了三元复合驱采出液脱水过程中存在的问题,并针对采出液乳化严重、脱水困难、游离水聚结、填料堵塞严重、电脱水内部构件易于吸附杂物、脱水电流升高等问题,展开了科研攻关,开发了适合于三元复合驱采出液的新型游离水脱除器,研制出了适合于三元复合驱采出液电脱水的组合电极电脱水器。一是研制了新的脱水电极;二是研制了新型布液器。根据三元复合驱采出液的电性质,重新研制了脱水供电设备,能有效抑制瞬间拉水链放电电流,电场破坏后,电场恢复快,提高脱水电场稳定性。在杏二中试验站应用过程中能满足原油脱水的要求,并在新建三元试验站中推广应用。该项目获大庆油田有限责任公司 2006 年技术创新二等奖。

关键词: 三元复合驱 采出液 脱水 游离水 电脱水

1 引言

三元复合驱是继聚合物驱技术之后的又一新的三次采油技术,主要是利用碱、表面活性剂和聚合物的协同效应,较大幅度地提高采收率。针对国产表面活性剂三元复合驱采出液脱水的研究主要包括室内试验和现场试验两个方面,室内试验的结论如下:

(1) 通过对不同表面活性剂驱油配方采出液脱水试验对比结果表明:国产表面活性剂处理难度增加;

(2) 当采出液中化学剂较高浓度时,乳状液变得比较稳定,要使油、水都达标,需停留 50min 以上。通过增加停留时间和投加新型破乳剂,可以改善油水分离的效果;

(3) 室内电脱水模拟试验表明:在一定范围内,延长处理时间、提高脱水电场强度是提高采出液脱水率、降低脱后油含水率的有效方法。

在室内试验的基础上,对杏二中三元复合驱采出液处理试验站进行了跟踪测试,试验结果表明:在采出液中只含聚合物阶段,原油脱水设备能够满足脱水的要求,但随着三元化学剂的返出,原油脱水设备出现了不适应。

本文主要针对三元复合驱采出液脱水存在的问题和所采取的对策展开论述。

2 杏二中原油脱水现场试验发现的问题

三元复合驱原油脱水现场试验主要依托大庆油田采油四厂杏二中试验站进行,杏二中试验站采用两段脱水工艺流程,即一段为游离水脱除、二段为电化学脱水。随着三元化学剂的返出,原油脱水系统出现以下问题,现有脱水设备已不能适应三元复合驱采出液原油脱水的要求。

2.1 采出液乳化严重,游离水脱除设备放水超标

在处理三元采出液时,脱水设备放水含油量在 3000mg/L 以上,给后续的污水处理带来

很大的压力。在单井采出液的静态沉降试验中发现：采出液中形成水包油型乳状液，静置沉降过程中，水中的油滴上浮，在油水界面处聚集，但不聚并，不能形成连续相，轻轻地晃动分液漏斗，油滴又分散到水相中，这说明先期开发的破乳剂不能有效破乳，需要进行破乳剂的研究开发。

2.2 游离水聚结元件堵塞严重

由于三元采出液携污能力强，采出液中悬浮固体含量高，达到 300mg/L 以上，导致游离水脱除器聚丙烯填料附着厚厚的一层泥状沉积物，堵塞严重，并且聚丙烯填料变形严重，难于清理，严重影响采出液的油水分离效果。

针对堵塞问题，需要进行适合于三元复合驱游离水脱除的聚结填料的开发。

2.3 含水油随三元化学剂含量的升高、导电性增大、脱水电流升高

试验研究表明：随三元化学剂浓度的升高，含水油导电性增大，脱水电流升高。图 1 为不同化学剂浓度的三元采出液脱水电流随加电时间的变化曲线。

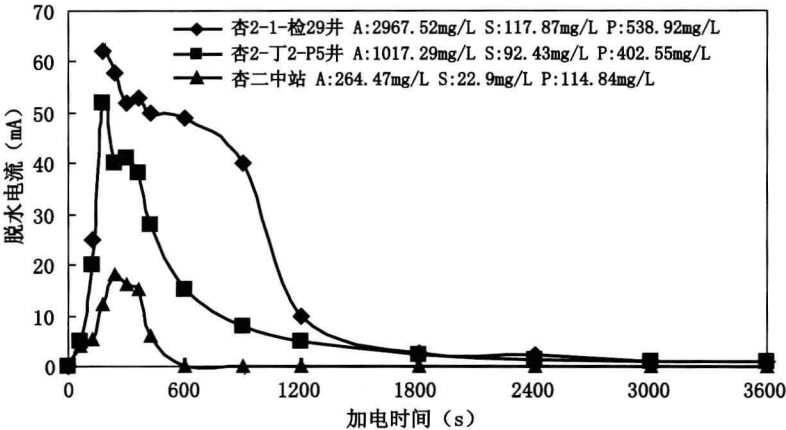


图 1 不同化学剂浓度的三元采出液脱水电流随加电时间的变化曲线
A—碱；P—聚合物；S—表面活性剂

针对三元复合驱脱水电流升高的问题，需要进行适应于三元复合驱脱水供电设备的研究。

2.4 脱水设备内部构件出现污染

油田常规电脱水器在处理三元采出液时，平挂电极板、绝缘挂板及绝缘棒上易附着厚厚的一层泥状沉积物，并且，电极钢板网孔间泥状沉积物难于清理。

从试验中可以看出：

- (1) 在电极板上附着较厚一层泥状沉积物，两层极板之间沉积物最近距离仅 20mm（正常距离应为 100mm），由于沉积物的存在，缩小了极板间距，造成电脱水器无法正常运行；
- (2) 电极钢板网孔几乎被泥状沉积物堵死，改变了原油在电极板间正常流动方式，大大减少了电极板的有效面积，从而降低了电脱水器的处理能力。

针对常规电脱水器易于淤积杂物的情况，需要进行新型电脱水器的研制和开发。

3 三元复合驱脱水技术研究进展

3.1 开发了新型的适合于三元复合驱采出液脱水的破乳剂 SP1003C

针对采出液乳化严重的问题，经过科技攻关，开发了新型的破乳剂 SP1003C，该破乳

剂具有清水和破乳功能，可以有效地使水中的油滴聚并，满足三元复合驱采出液脱水的破乳要求。

3.2 开发了新型的适合于三元复合驱的游离水脱除器

三元复合驱游离水脱除设备的研制分两个方面同时开展工作：一是在用游离水试验装置的改造；二是适合于三元复合驱聚结填料的开发。

3.2.1 在用游离水脱除试验装置改造

为了保证杏二中现场试验的正常进行，针对现有游离水填料堵塞严重的情况，对游离水脱除试验装置进行了改造。拆除了整流段和沉降段厚度分别为 600mm 和 1000mm 的聚丙烯填料，通过延长沉降时间来实现游离水的有效脱除。

在设备进液处加整流斜板，整流段的宽度为 500mm，整流板间的距离为 100mm，单片整流板的高度为 1800mm。整流板不同于聚结填料，整流板的间距比较大、不容易堵塞、易于清洗。

转油站来的采出液在游离水脱除器内经过整流段的整流后，在沉降段实现油水分离。图 2 为改造后游离水脱除试验装置结构原理图。

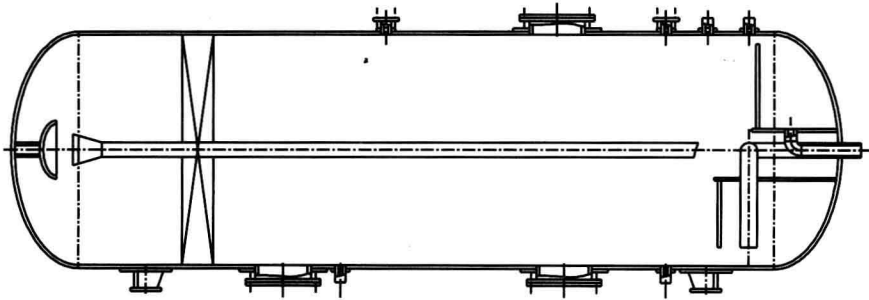


图 2 改造后游离水脱除试验装置结构原理图

游离水脱除试验装置改造完成后进行了不同沉降时间的游离水脱除试验，试验曲线见图 3。试验条件：试验区进站采出液中聚合物含量在 120mg/L 左右，表面活性剂含量 26 ~ 41mg/L，碱含量 800mg/L 左右，处理温度 40℃ 左右，破乳剂 SP1003C 30mg/L。

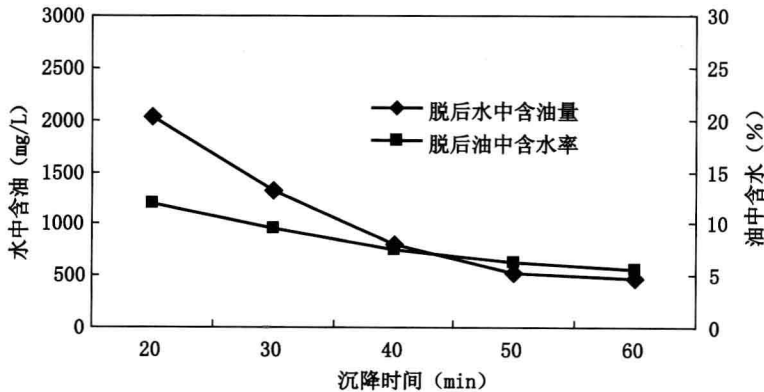


图 3 不同沉降时间的游离水脱除现场试验曲线

从图 3 可以看出：在试验区现有化学剂含量条件下，沉降 30min，处理后油中含水在 10% 左右，污水含油量低于 1500mg/L，随着沉降时间的延长，脱后的污水含油量和油中含

水进一步降低，沉降 40min，污水含油量低于 1000mg/L。

3.2.2 适合于三元复合驱聚结填料的开发

为了提高游离水脱除器的脱水效率，在现场游离水脱除试验的同时，进行了填料的筛选研究。填料的筛选的研究是本着两个原则进行的，一是有利于油中含水的降低；二是新的聚结填料便于清理。

填料的筛选研究依托小型的聚结填料试验装置进行，利用杏二中采出液进行填料的优选，确定适合三元复合驱原油脱水的聚结填料。内部安装各种形式的聚结元件。试验结果见表 1、表 2。

表 1 不安装任何填料时的油水分离测量结果

序号	总流量 (m³/h)	温度 (℃)	平均流速 (mm/s)	油中含水 (%)	水中含油 (mg/L)
1	0.8	38.9	4.630	2.37	0.0276
2	0.8	39.2	4.630	2.58	0.0289
3	0.8	38.7	4.630	2.92	0.0296
4	0.8	38.5	4.630	3.07	0.0302
5	0.8	38.1	4.630	3.35	0.0313
6	0.8	38.8	4.630	3.43	0.0319
7	0.8	39.2	4.630	3.69	0.0337
8	0.8	39.1	4.630	3.86	0.0352
9	0.8	38.6	4.630	4.01	0.0391
10	0.8	39.0	4.630	4.22	0.0430

表 2 陶瓷填料油水分离测量结果

序号	总流量 (m³/h)	温度 (℃)	平均流速 (mm/s)	油中含水 (%)	水中含油 (mg/L)
1	0.8	38.4	4.630	1.58	0.0139
2	0.8	39.6	4.630	1.96	0.0151
3	0.8	38.3	4.630	2.11	0.0167
4	0.8	38.9	4.630	2.35	0.0182
5	0.8	38.1	4.630	2.66	0.0203
6	0.8	38.7	4.630	2.67	0.0201
7	0.8	39.1	4.630	2.81	0.0226
8	0.8	39.2	4.630	3.19	0.0261
9	0.8	38.5	4.630	3.43	0.0275
10	0.8	39.4	4.630	3.67	0.0290

经过近三个月的填料筛选试验，开发了新型的适合于三元复合驱游离水脱除的管式蜂窝型陶瓷填料。该聚结填料具有以下特点：

(1) 材质为陶瓷，亲水性，可以有效地降低脱后的油中含水率，避免含水过高对后续电脱水的影响，可以有效地控制大电流对脱水电场的冲击；这与针对三元复合驱采出液处理开发的新型破乳剂的特性也是相一致的，因此选用亲水性陶瓷脱水填料与三元复合驱采出液处理的整体思路是一致的。

(2) 填料的横断面为蜂窝状，纵向为直管型，不易堵塞，易于堵塞物的清理，具有可再生性。

结合杏二中游离水试验装置改造后的试验结果和新型游离水聚结填料开发，开发了新型的游离水脱除器。新型游离水脱除器采用三组 350mm 厚度的管式蜂窝型再生陶瓷填料，抗堵塞能力强。考虑到填料的再生性，在每段聚结器的旁边设置了操作平台，便于清理填料。

3.3 开发了新型的大电流脱水供电设备

根据试验研究，现有供电设备在三元复合驱全面推广后可能难以适应生产需要，因此，开发研制了大电流脱水供电设备，包括脱水变压器和脱水控制柜。

3.3.1 新型大电流脱水变压器

新研制安全脱水变压器主要考虑以下几方面：

(1) 提高阻抗电压。随着采出液中三元化学剂含量的增加，脱水电流升高，三元复合驱脱水电流是聚合物驱脱水电流 1.2 倍以上，并且电流波动较大，脱水电流到达峰值时间延长。常用脱水供电设备长期在较大波动电流下运行时，容易造成整流硅堆烧毁，对脱水器的连续正常运行产生影响。通过分析，硅片烧毁的主要原因是：当电脱水器电极间发生击穿放电或电脱水器绝缘套管被击穿后又重复送电，硅堆流过接近短路状态的过电流。通过研究：当变压器的阻抗电压为 70% 时，其短路电流有效值约为额定电流的 2 倍，有效抑制瞬间拉水链放电电流，硅整流器额定电流为 4A，使硅整流器的保护特性与回路的过流程度、整流元件的过流能力相协调，保证了硅堆安全运行。

(2) 多种额定输出电压可供选择。大电流安全脱水变压器设计有多种电压输出，可适应三元复合驱采出液不同化学剂浓度阶段介质导电性变化，提高脱水电场稳定性。

3.3.2 大电流微机脱水控制柜研制

- (1) 提高抗干扰性；
- (2) 提高运行电流（恒流）和过流截止电流；
- (3) 保护可靠、迅速。

3.4 新型电脱水器开发研制

平挂网状电极电脱水器的优点是运行平稳，竖挂电极电脱水器的优点是极板不易附着污垢。结合平挂网状电极和竖挂电极各自的特点，提出组合电极电脱水器方案：长短相间竖挂 + 平挂组合电极。组合电极电脱水器的规格为 $\phi 3000\text{mm} \times 4024\text{mm}$ ，设计处理量为 $5\text{m}^3/\text{h}$ 。

3.4.1 新型电脱水器研制

组合电极电脱水器的电极分上、下两部分，上部采用竖挂电极，下部采用一层平挂柱状电极，竖挂电极采用两种长度电极板相间布置，长—短、短—短极板间形成强电场，长—长极板（下部）间形成次强电场，竖挂电极与平挂电极间形成弱电场，平挂电极与油

水界面形成交变预备电场，其电场强度从下至上逐步增强，乳化液的预处理空间较大，处理后原油的含水率由下至上逐步减少，保证了脱水电场的平稳运行。

3.4.2 新研发的组合电极电脱水器现场试验

试验温度 48 ~ 54℃，破乳剂为 SP1003C，破乳剂加入量为 30mg/L，油水界面控制在 0.48 ~ 0.90m 之间，处理量为 3 ~ 7m³/h，供电采用新研制的大电流脱水供电装置。图 4 为组合电极电脱水器的现场跟踪曲线。

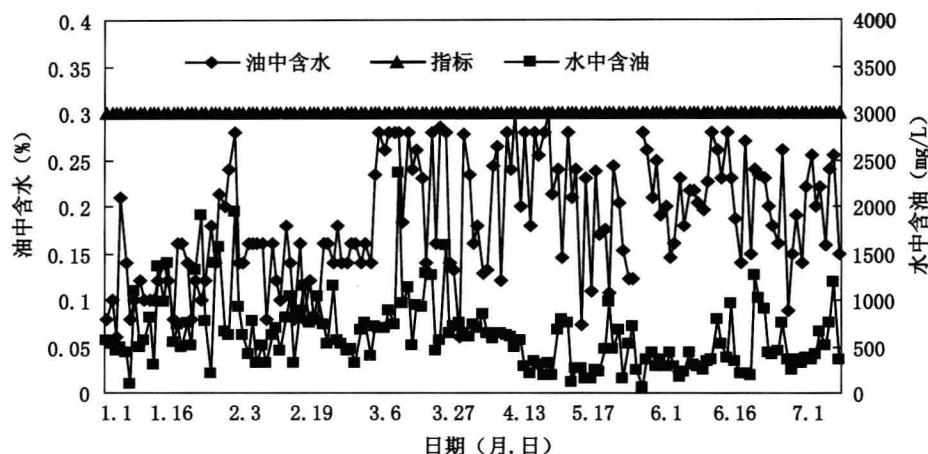


图 4 组合电极电脱水器的现场跟踪曲线

从电脱水跟踪试验可以看出：在试验区化学剂含量条件下，电脱水处理后油中含水低于 0.3%，水中含油低于 3000mg/L。

3.5 脉冲脱水供电设备研制

针对三元复合驱脱水电流过大的问题，我们在开发了大电流供电装置，满足了杏二中原油电脱水要求以后，又研制了对乳状液适应能力更强的脉冲脱水供电装置，作为大电流供电系统的保驾技术，在杏二中开展了试验并取得了成功。

3.5.1 脉冲脱水供电设备研制

新研制脉冲脱水供电设备主要考虑以下几方面：

(1) 提高脱水器运行可靠性。电脱水器运行中出现倒电场现象与乳化液含水量、电场强度（临界击穿场强）及作用时间有关。常用的脱水供电设备采用连续供电方式，当场强达到该乳化液击穿场强时就出现放电现象，继而导致倒电场现象的发生；而脉冲脱水供电设备可通过选择适当的脉宽，既达到脱水效果又可避免倒电场现象的发生，因而可保证电脱水器的平稳运行。同时也提高了电脱水器对来液含水率的适应能力。

(2) 提高脱水效率。目前大庆油田采用的电脱水供电方式有：直流、交流、交一直流复合脱水。交流脱水的机理是振荡聚结；直流脱水的机理是偶极聚结；而单向脉冲电压可分解为交流电压与直流电压的叠加，即原油中水珠既受到直流电场的偶极聚结作用，又受到交流电场的振荡破乳聚结作用，因而有利于油包水乳状液的水相聚结，可提高脱水效率。

3.5.2 脉冲脱水试验情况

试验温度 48 ~ 54℃，破乳剂为 SP1003C，破乳剂加入量为 30mg/L，油水界面控制在 0.48 ~ 0.90m 之间，处理量为 3 ~ 7m³/h，供电采用新研制的脉冲脱水供电，试验设备为组

合电极电脱水器。图 5 为脉冲供电脱水脱后油中含水和水中含油曲线。

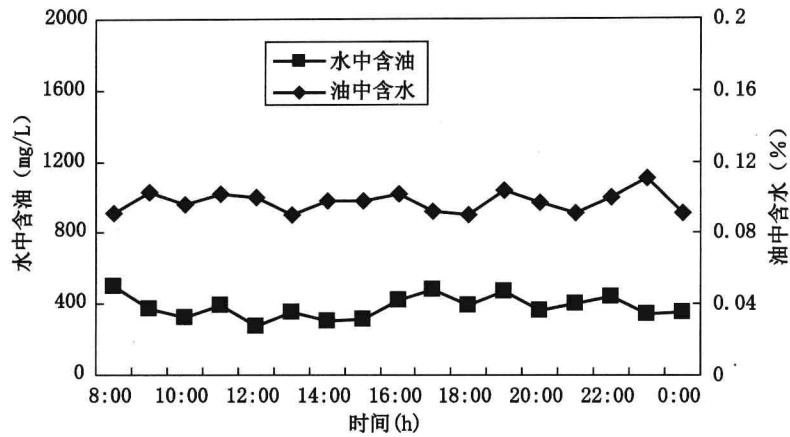


图 5 脉冲脱水供电脱后油中含水和水中含油曲线

脉冲脱水供电能够使脱后的油中含水和水中含油满足脱水指标要求，与交直流复合供电相比，脉冲脱水供电吨油电耗降低 50%，从供电原理方面，脉冲脱水供电更加有利于保持脱水电场的稳定性。

4 结论

(1) 针对现有游离水脱除器内部结构易于堵塞，改进常规游离水脱除器，优化内部结构，开发新型游离水脱除器，确定了满足三元复合驱采出液游离水脱除的适宜的工艺条件。

(2) 开发研制了适合于三元复合驱采出液电脱水的组合电极电脱水器：一是在安排电极板在电脱水器的位置时，充分考虑强、弱电场的接替性以及每一电场的空间，以适应三元复合驱采出液对脱水场强和处理时间的要求；二是设计新型布液结构，使含水油在电场中分布更加均匀，提高了电极板的利用率，从而提高了电脱水器的处理能力和脱水电场稳定性。

(3) 开发研制了大电流脱水供电设备，对油品适应性好，可有效抑制瞬间拉水链放电电流，电场破坏后，电场恢复快，提高脱水电场稳定性。

(4) 开发了对乳状液适应能力更强的脉冲脱水供电装置，使大电流供电系统具有保驾护航技术，满足原油脱水的供电要求。

长庆气田地面集输工艺技术研究及应用

林玉和 周 倩 薛 政 常志波 徐广军

(长庆科技工程有限责任公司)

摘要: 本文介绍了长庆气田从 1993 年陕 81—陕 84 井区先导性工业试验开始, 1997 年靖边气田大面积开采, 到 2004 年底靖边气田建成净化厂 3 座, 处理能力 $76 \times 10^8 \text{m}^3$ 的地面集输工艺技术研究情况。长庆气田为低渗透、低丰度、中低产、埋藏深、大面积复合连片整装气田, 为解决长庆气田的开发建设困难, 通过试验和研究, 坚持以效益为中心, 创立了具有长庆特色的靖边气田开发建设模式。该项目获中国石油天然气集团公司 2005 年科技进步二等奖。

关键词: 长庆气田 地面 集输工艺 研究 应用

1 概述

1.1 油藏特性

长庆气田位于鄂尔多斯盆地, 地跨陕、甘、宁、蒙、晋五省区, 面积约 $37 \times 10^4 \text{km}^2$ 。盆地内发育有上、下古生界两套含气层系, 资源量已达 $10.7025 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。长庆气田整体上属于埋藏深、低渗透、低丰度、中低产、大面积复合连片整装气田。

靖边气田储气层主要为奥陶系下古生界的马家沟组, 马五₁气藏, H_2S 平均含量为 691mg/m^3 , CO_2 含量在 5.3% (体积分数) 左右, 平均单井 $4.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$, 地面关井压力为 20 ~ 25MPa, 初期井口流动压力大, 为 18 ~ 22MPa, 井口温度低, 为 7 ~ 20℃。

榆林气田储气层主要为奥陶系上古生界的山西组, 山₂气藏, H_2S 平均含量为 2.39mg/m^3 , 属于微含硫, CO_2 含量在 1.7% (体积分数) 左右, 天然气品质优良, 平均单井产量 $5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$, 地面关井压力为 18 ~ 22MPa, 初期井口流动压力大, 为 16 ~ 20MPa, 井口温度低, 为 7 ~ 20℃。

1.2 地貌特征

长庆气田地处陕西省与内蒙古自治区交界地区。靖边气田的南部位于陕西安塞县、靖边县, 为黄土高原, 沟壑纵横, 地形破碎; 靖边气田北部、乌审旗、榆林气田为毛乌素沙漠南缘, 多为沙丘, 植被稀疏、环境脆弱。

1.3 地面建设难点

- (1) 单井产量低、井数多, 压力高、易形成水化物。地面建设投资比重大。
- (2) 地面自然条件恶劣, 建设施工和生产管理难度大, 成本高。
- (3) 气田所在区域属人烟稀少的边远贫穷地区, 可依托的供电、供水、道路等基础设施薄弱, 配套建设难度大。
- (4) 下古气田的天然气中含有酸性气体, H_2S 含量为 0.06%, CO_2 含量为 5.3%, 碳硫比高, 具有较强腐蚀性; 上古气层 H_2S 、 CO_2 含量少, 不需脱硫脱碳, 但含有少量轻烃必须脱出, 才能保证外输气质烃露点达到要求。
- (5) 下古气田地形狭长, 南北长 300km, 东西宽仅 40km, 集输管网很难兼顾安全和投