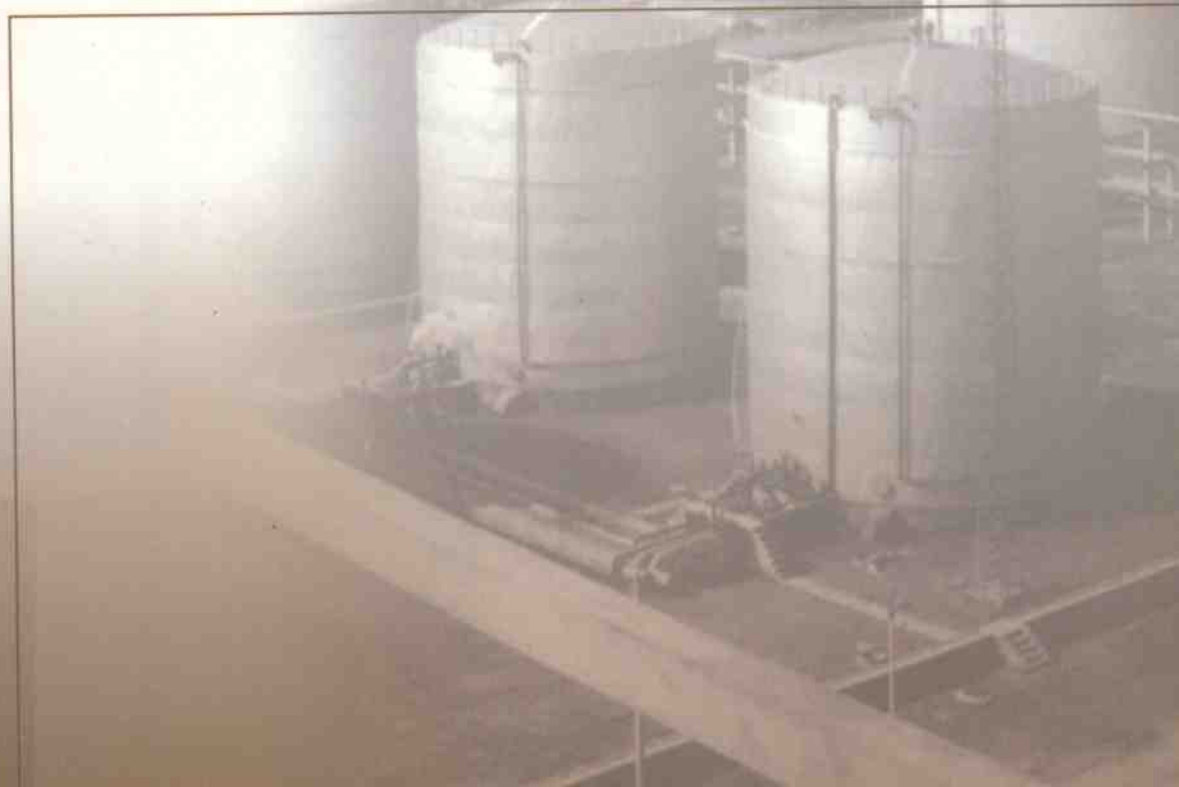


中国石油勘探与生产 工程技术座谈会报告集

2003

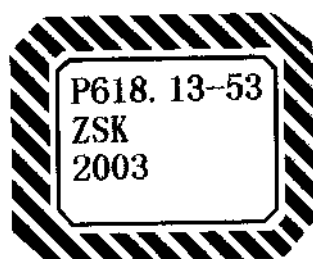
地面工程

石油工业出版社



中国石油勘探与生产 工程技术座谈会报告集 (2003)

地面工程



石油工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国石油勘探与生产工程技术座谈会报告集(2003):地面工程/
中国石油天然气集团公司,中国石油天然气股份有限公司编.
北京:石油工业出版社,2004.5
ISBN 7-5021-4545-1

I. 中…

II. ①中… ②中…

III. ①石油工程-学术会议-文集

②油田开发-地面工程-学术会议-文集

IV. TE-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 126119 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.cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂印刷

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

787 毫米×1092 毫米 开本:1/16 印张:17.75

字数:450 千字 印数:1—1500 册

定价:60.00 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

《中国石油勘探与生产工程技术座谈会报告集》(2003)

编 委 会

主 任:刘宝和

副主任:刘振武 胡文瑞

委 员:(按姓氏笔画为序)

冉新权 孙 宁 孙为群 刘圣志 刘希俭 吴 奇
吴国干 张 镇 赵政璋

编 审 组

组 长:冉新权

副组长:刘德来 赵 明 韩 红

成 员:(按姓氏笔画为序)

物 探:王喜双 李建军 赵邦六 阎世信 曾 忠

测 井:刘国强 李国欣 陆大卫 金 鼎 欧阳健 周灿灿
赵培华 姜文达

钻 井:毛蕴才 刘玉石 陈 光 陈祖锡 汪海阁 余金海
林 建 杨光胜 郑新权 胡世杰 唐雪平

采油(气):弓 麟 王连刚 闫熙照 张仲宏 张绍礼 杨能宇
魏顶民

地面工程:王怀孝 李 丰 李建民 汤 林 苏春梅 张可刚
张效羽 孟宪杰

编 辑 组

组 长:闫熙照

副组长:李 丰 王宇芬

成 员:(按姓氏笔画为序)

方代煊 付 红 郑吉妹 赵冬梅 高 迎 鲁海汝

序

中国石油天然气集团有限公司在 2003 年工作会上,提出了建设具有国际竞争力的跨国企业集团的奋斗目标,明确了集团公司及股份公司“十五”后三年的主要工作任务。近年来,我们坚持“油气并举”,发展主营业务,加大先进适用勘探开发工程技术的应用力度,不断有新的突破,油气勘探开发形势良好。专业化工程技术服务队伍持续重组,提高了服务质量,增强了市场竞争力。针对各种复杂的勘探对象和各种复杂油气藏,依托重点项目,组织了一系列勘探与生产工程技术攻关,初步形成了油气勘探开发配套工程技术,在开辟油气勘探领域、保障地质目标实现、提高勘探开发效益等方面,发挥了十分重要的作用。与油气勘探开发地质和油气藏开采技术进步同步发展的是,工程技术进步正在日益为实现集团公司建设具有国际竞争力的跨国企业集团做出新的贡献。

虽然工程技术进步对油气勘探开发做出了重大贡献,但还应该清醒地看到,随着勘探程度的逐步提高和重点勘探区域向西转移以及油气藏类型日趋复杂,工程技术面临着许多挑战,要克服技术瓶颈,满足油气勘探开发在新形势下的需要,任务还相当艰巨。我们还需要解放思想,提高认识,团结协作,共同推动油气勘探开发配套的工程技术进步。

2003 年 7 月 8 日到 11 日,中国石油勘探与生产工程技术座谈会在北京召开。这次会议是中国石油天然气集团公司重组以来,召开的级别最高、规模最大、涉及工程技术专业最全的一次工程技术研讨盛会。

在这次会议上,各单位以文字、图片、实物展览等多种形式,充分展示了近年来在勘探开发工程技术方面所取得的丰硕成果。这些成果,涉及各个专业领域,内容丰富,各具特色,有些在国内领先,有些具有国际先进水平。各单位交流的成功经验和做法,实用性和针对性强,特别是油公司与技术服务公司携手合作,共同推进工程技术进步方面的一些典型经验,很有参考和借鉴意义。

为了更好地推广应用这次会议总结出来的成熟主导技术,推动工程技术进步,会议组织者对这次工程技术会议上介绍的研究成果、生产技术和管理经验等方面的报告精选精编,汇集出版这套《中国石油勘探与生产工程技术座谈会报告集》(2003),按专业分为物探、钻井、测井、采油(气)和地面工程五个分册,以便于各级管理人员、工程技术人员和现场操作人员在总结和交流勘探开发工程技术攻关成果和经验的基础上,分析和了解勘探开发工程技术的应用现状、存在问题和未来几年勘探开发对工程技术的需求;了解各专业技术服务公司工程技术能力与水平和发展方向;了解和分析国际、国内勘探开发工程技术与发展趋势,进而根据需求分析与预测,研讨下一步勘探与生产工程技术发展方向以及分工与合作。希望本报告集的出版,能进一步促进中国石油勘探开发与工程技术领域之间的相互了解和协作,共同推进新技术的应用。

A handwritten signature in black ink, reading '吴罗文' (Wu Luwen). The signature is stylized and fluid, with the characters connected together.

2004 年 1 月

目 录

中油股份油气田地面工程技术需求及发展方向分析	刘圣志 (1)
油气田地面集输处理技术现状及发展	迟尚忠 刘华印 (16)
加强科学研究 突破关键技术 促进油气田建设科技进步 孙铁民 李 冰 卢绮敏 朱纪宪 庄建远 (25)	
大庆油田地面系统现状与技术发展方向	宋承毅 张宝良 (35)
辽河油田地面工程现状与技术需求	武俊宪 (50)
加大核心技术与开发力度 不断提升油田地面建设工程技术水平 郭野愚 李明辉 (62)	
大港油田地面工程技术面临的问题与发展思路 邵定波 田春生 项 勇 严国民 李 新 张 英 (86)	
复杂断块油田地面注采、集输技术及新进展	刘维吉 (92)
四川盆地天然气地面集输工艺技术的发展及其方向	李鹭光 邢 龙 姜 力 (100)
四川气田地面工程技术及新进展	(112)
长庆油气田地面工艺技术需求及发展方向	关丹庆 赵雷亮 (121)
长庆低渗透油气田地面工程技术	杨世海 李 静 郭 和 刘 炜 (132)
油气田地面注采及污水处理新技术与新装备	马卫国 何 策 (146)
以技术为先导 以效益为中心 共同提高吉林油田地面工程新水平 翁玉武 孙锐艳 (160)	
油田集输管网运行安全和风险管理技术 赵新伟 白真权 赵国仙 杨 龙 (165)	
防腐、保温与滩海工程技术	袁中立 (174)
新疆油田地面工程技术状况及发展方向 孙晓岗 姚玉萍 朱泽民 冉蜀勇 王金泰 (185)	
塔里木油田地面工程发展状况与面临的问题 胥勳元 班兴安 刘世景 刘培凌 汪祥余 (201)	
华北油田地面工程技术分析与发展方向	马庆坤 刘义敏 李继述 (211)
吉林油田地面工程系统现状及主要工作方向	李 和 刘 冰 (221)
吐哈油田地面生产系统调整改造技术路线与对策 李 军 陈致清 韦 娟 黄 玲 (233)	
冀东油田地面工程技术现状及发展方向	
..... 陈仁保 王长军 贺庭昭 李义娟 常仁光 (237)	
简化地面流程 适应油田开发需求	刘战君 邓天文 魏永平 袁 波 袁久安 (253)
青海油田地面建设现状及发展方向	潘存宏 (262)

中油股份油气田地面工程技术 需求及发展方向分析

刘圣志

(中国石油勘探与生产分公司)

在简要总结油气田地面工程技术所取得的成就基础上,详细分析了中油股份油气田地面工程技术面临的挑战、应采取的主要对策,进而系统提出了今后 3~5 年油气田地面工程技术的发展方向。

一、油气田地面工程技术取得了很大发展

40 多年来,地面工程技术基本适应了油气田开发的需要。无论是整装大油田,还是小断块油田、稠油超稠油油田、低渗透油田;无论是平原、沙漠、沼泽,还是丘陵、山区;无论是低压气田还是高压气田;无论是低含硫气田还是高含硫气田等,地面工程技术都基本满足了生产的要求。地面工程系统的技术人员按照不同类型油气田的需要,积极探索,大胆实践,形成了整装油田注水开发地面工艺、小断块油田地面工艺、低渗透油田地面工艺、稠油热采地面工艺、聚合物驱地面工艺等多种具有我国特色的工艺技术模式。可以说,每一时期油气田开发生产的重大发展都伴随着新工艺、新技术的突破和应用。

到目前为止,中国石油系统共建成采油井 79371 口,计量站 6239 座,接转站 1270 座,原油处理联合站 197 座,原油稳定装置 55 套,天然气处理装置 81 套。原油一段脱水能力 $272 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;伴生气处理能力 $2226 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;原油稳定能力 $8920 \times 10^4 \text{ t/a}$;建成注水注汽井 25618 口、配水配汽间 3890 座、注水站 508 座,含油污水处理站 325 座,具有注水能力 $350 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,污水处理能力 $329 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。地面系统的技术水平和管理水平显著提高,为保证原油天然气生产任务的完成发挥了重要作用。

“九五”以来,特别是上市后,突出经济效益、节省投资、降低成本的要求日益迫切,油气集输及处理各项技术得到进一步发展,很多先进工艺技术获得大规模的推广应用。归纳起来,主要有以下几个方面。

1. 形成了一批具有我国特色的地面工艺技术模式

1) 整装油田注水开发地面工艺模式

整装油田一般面积大、产量高,按照“简化前头,完善后头,三脱三回收,出四种合格产品”的要求,一般配套建设计量站、原油处理站(包括油气分离、脱水、稳定)、天然气处理站、污水处理站、注水站、输油泵站和变电站等,这种地面工艺技术的特点是功能齐全、系统配套、建设规范。

2)复杂小断块油田开发地面工艺模式

小断块油田一般面积小,滚动开发。因地制宜,设置简易的地面设施,如采用“单井罐拉油”、“几口井集中进罐拉油”以及“捞油”等方式,充分依托已有的原油处理系统。对于油井相对集中且距老系统较近的小断块,也可将原油管输到老系统。对于孤立的小断块,则采用以多功能小型储油罐和高效加热炉为主体的“多井拉油装置”、“小型储油脱水沉降罐”、“小型含油污水处理器”及“短流程注水装置”。这种地面工艺技术的特点是设施简易、装置小、流程短。

3)低渗透油田开发地面工艺模式

低渗透油田一般单井产量低,注水水质要求高,地面流程必须简化。安塞油田的“单、短、简、小、串”很有代表性:“单”是单管集输和单干管注水;“短”是二级布站短流程;“简”是简化计量和处理流程;“小”是小设备、小装置;“串”是油井之间、阀组之间、计量站之间及注水阀组之间用串联流程。

对于低渗透、低产、低丰度油田,利用相邻井串接,形成环状集油流程,最终接入计量站或集油阀组。对于串接三四口井的小环,采用暂时关井的办法,进行单井计量。对于多井串接,则应用软件法或功图法量油,或者用活动计量装置进行单井计量。环状串接集油流程简化了集油管线,节省了大量投资,取消了井口加热炉,生产上安全可靠。

4)稠油热采地面工艺模式

稠油热采地面系统在节省投资、减少能耗、提高蒸汽干度上做文章。新疆采用了“集中供热、单管注汽采油、小管伴热掺汽、小站计量接转、大站集中处理”的地面工艺技术。辽河油田采用了“分散供热、掺稀油降粘”的工艺技术,使稠油油田得以有效开发。

5)聚合物驱地面工艺模式

在引进、消化和吸收国外先进经验的基础上,通过不断的改进和创新,以聚合物配制站和注入站为主体(包括分散、熟化、升压和自控系统)的聚合物配注工艺技术得到推广应用。配制时,聚合物干粉在充分分散的状态下与水湿润后进入熟化罐,完全溶解制成母液外输。注入时,母液经注入泵升压,与注水站来水在混合器中稀释后注入井内。

6)沙漠油田开发地面工艺模式

沙漠地区自然环境恶劣,无社会依托,运距远,投资大,从而对地面工艺技术是一个挑战。到目前为止,一共开发建设了塔里木的塔中4油田、塔中16油田、哈得4油田和新疆的彩南、石西、陆梁、莫北等七个沙漠油田。

(1)在集输工艺上,采用了一级、一级半、二级布站多种方式灵活运用、优化布站和单管密闭集输流程、油气混输工艺技术,方便了管理,降低了投资。

(2)在处理工艺上,采用了多种高效设备,实现了能量的梯级利用,简化了工艺,减少了占地面积。

(3)塔中4油田一轮南输油管道实现了未稳定原油和轻烃密闭混输技术,达到了沙漠油田“简化前头、完善后头”的总体布局原则。

(4)自动化功能强,实现了管理人员在控制中心对油田生产过程进行监视和控制,适应了沙漠油田开发建设新体制的要求。

2. 油气集输技术稳步发展

1)原油密闭集输技术

(1)大力推广应用密闭集输技术,油气损耗从2%降为0.5%。

(2)主要技术得到了完善。一是在接转站采用承压密闭缓冲罐,二是在联合站采用压力容

器脱水,三是增加原油稳定装置。

(3)发展了套管气和大罐气的回收利用技术。

2)高含水期不加热集油技术

充分利用老油田高含水期采出液流变特性的改变,研究合适的化学药剂并在工艺上进行改进,实现常温集输,节能降耗。目前,大庆、新疆、华北、冀东等油田的常温集输都已初具规模,取得了很好的效益。

3)简化集油技术

一级或一级半布站技术、加密井简化集油技术等得到发展。配套的技术有:不分离计量技术、功图法软件量油技术、高效防蜡剂研制与应用等。

4)稠油、超稠油集输技术

(1)辽河曙一区超稠油采用集肤效应、热水伴随、电流加热等措施,使粘度高达 $(18 \sim 20) \times 10^4 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 的原油改罐车拉运为管线输送,在技术上是一个重大突破,吨油成本节省 20 元左右。

(2)开发配套了稠油输送泵、高效热管炉、稠油三相分离器等一系列高效设备,保证了集输工艺技术的有效应用。

5)管线修复技术

(1)HDPE 管穿插修复旧管道技术得到应用,报废管道重新焕发生命。

(2)新疆石西油田 3 座计量站到集中处理站的集输干线修复利用,减少投资 600 万元。

6)油气混输技术

经过“九五”攻关,形成了将原油、溶解气、地层水混相输送和凝析油气混相输送的一整套技术。在大港、华北、吐哈、塔里木、青海等油田初步应用后,降低了井口回压,保证了集输系统的密闭。

7)三次采油地面工程技术

(1)以配制站和注入站为主体的聚合物配注工艺技术得到推广应用。

(2)近几年来又发展了大排量柱塞泵配以变频调速,取消母液配置罐,实现一泵多注等技术。

(3)注聚合物设备国产化率达到 95% 以上,注聚合物系统的粘度保留率达到 90% 以上。

8)天然气集输工艺技术

(1)高压集输、集中注醇、多井加热、干气输送等技术的大面积应用,井口高低压截断阀、清管阀等设备的使用,提高了天然气集输的技术水平。

(2)天然气集输干线部分采用国产 L360 抗硫双面埋弧螺旋管,不但降低了造价,也促进了国产化。

3. 气处理技术全面进步

1)原油热化学脱水技术

先进脱水设备的研制、高效化学药剂的筛选以及加药位置的选择等关键技术得到进一步完善。这些技术投资少、成本低、连续运行、检修方便,得到广泛应用。

2)原油电脱水技术

(1)改进电流控制,稳定了脱水电流。

(2)改平挂电极为竖挂电极,提高了处理量。

(3)研制出了交直流复合脱水设备,适应了油田高含水期的需要。

3)高效分离及多功能处理技术

(1) 高效三相分离器得到广泛使用, 设备的处理能力提高 3~5 倍。

(2) 多功能处理器, 节约投资 20%~30%, 脱水温度下降 8~10℃, 使三段脱水简化为二段脱水。

4) 原油脱水技术

(1) 新疆稠油脱水实现无泵流程, 优化了脱水工艺, 降低了运行成本。

(2) 筛选并研制了适合稠油油品性质的破乳剂和反向破乳剂, 使净化油含水达到 0.5% 以下, 污水含油达到 400×10^{-6} 以下。

5) 聚合物驱原油脱水技术

(1) 开发了高效填料游离水脱除器、新型电脱水器。

(2) 针对生产过程中的问题, 研制了新型破乳剂、油溶性破乳剂、硫化物捕捉剂等新型药剂。

6) 原油稳定技术

根据不同情况, 分别采用负压闪蒸、正压闪蒸、微正压闪蒸、分馏等多种方式, 达到原油稳定并回收部分轻烃资源。

7) 油田伴生气处理技术

(1) 主要是浅冷处理技术的应用、深冷处理技术的推广、小型橇装轻烃回收装置的发展。

(2) 采用 DHX 工艺技术(增加轻组分分馏塔), 增加了 C_3 的收率。

8) 天然气净化技术

(1) 橇装三甘醇脱水装置广泛应用, 建设速度快, 投资省, 管理方便。

(2) 多种脱硫方法的应用, 如醇胺法、砒胺法、干法等, 以及克劳斯延伸类硫磺回收技术的引进, 使净化和硫磺回收技术达到了一个新的高度, 基本满足了国内绝大多数气田的开发。

9) 天然气凝液处理技术

(1) 充分地利用地层能量, 采用高压注醇、J-T 阀节流制冷, 工艺简单、耗能少。

(2) 凝析油采用多级闪蒸、微正压分馏稳定工艺, 能量得到梯级利用。

在牙哈凝析气田的开发中, 地面工艺技术获得了突破。该气田地层压力高, 形成水化物温度高, 工艺参数多且相关性强, 具有易渗、易漏、易燃、易爆的高度危险性, 对地面工艺技术要求很高。地面工艺采用了井口节流、高压常温输送、多级分离、52MPa 活塞式燃气驱动压缩机、超高压循环注气等一整套先进技术, 为气田的高效益开发做出了贡献。

10) 采出水处理技术

(1) 大港油田采用悬浮、附着厌氧—好氧生物处理工艺, 实现含油污水 COD 达标排放。

(2) 新疆油田采用水质改性技术, 辽河油田突破了污水处理中的六项技术(即: 先除油、后除悬浮物; 射流气浮; 化学除硅; 动态膜精细过滤; 离子软化; 压滤除泥等技术), 使稠油污水深度处理后进热采锅炉试验获得成功。

(3) 长庆油田采用大孔径筛板塔为核心的单塔精馏工艺, 研制出独具特点的气田含甲醇污水处理技术。

4. 辅助配套工程技术成效显著

1) 自动化监控技术

(1) 新疆彩南油田自动化技术从地面系统扩展到油田开发生产的全过程, 把油藏动态资料与地面检测结合起来。

(2) 西南大天池气田、长庆靖边气田的自动化技术, 减少了生产管理人员, 提高了管理水

平,确保了气田安全、高效运行。

2)防腐保温技术

总体上防腐保温技术不断完善,材料及施工质量不断提高,降低了造价。在外防腐方面,长庆的气田集气管线首次广泛采用环氧粉末静电喷涂技术;在内防腐方面,天然气推动涂管塞进行挤涂法在青海天然气集输管道中成功应用。

3)节能降耗技术

(1)根据三元流理论对泵进行改造,降低泵管压差,仿真优化运行,自动巡控等,使注水的单耗降低。

(2)实施 DSM 节电技术,推广应用高低压无功补偿、变频调速技术、节能控制箱、高效加热炉、相变加热炉、节能型加热火嘴等节能降耗技术,取得较好效果。部分油田在产液量逐年增长的情况下,油田综合能耗一直变化不大,为低成本运行做出了贡献。

5.地理信息系统得到初步应用

地理信息系统,可通过计算机网络提供数字化的基础地理信息、基本地形图信息、工程测量成果信息、控制测量成果信息、工程地质勘察资料等信息服务。

地面建设信息系统在大庆得到初步应用,可提供大庆油田地面建设方面的原油集输、油田伴生气和天然气、注水、给排水、污水处理、电力、通讯、道路、消防、土地、机修、化工、矿建等 13 个专业系统的数据输入、图形分层、数据查询、图形查询、绘图输出、统计处理、制表输出、文档输出、方案输出、方案布局、多媒体表达、数据维护、网上信息发布等信息服务,由系统管理、数据输入、统计报表、能力核实、辅助规划、多媒体表达等六个功能模块。

该系统可为油田勘察、规划、设计等各专业及油田管理部门提供数字化的基本地形图资料、工程测量成果资料、控制测量成果资料、工程地质勘察资料以及基础地理信息等信息服务,可以缩短规划方案的编制周期,提高规划方案的准确性、科学性,减少人工工时,降低规划方案编制工作成本,可为油田各部门提供可共享的数字化地形图、各种专题图、地面建设现状数据、统计分析数据和专业系统图等图形和属性信息。

二、油气田地面工程技术面临的问题与挑战

近年来,随着上游业务的进一步发展,特别是油气开采对象发生较大的变化,对油气田地面工程技术提出了一些新的要求。在老油气田地面系统改造、新油气田开发建设及勘探开发一体化上都面临着一些技术上的挑战,尤其是要依靠工程技术的进步来控制工程造价、延长设施的使用寿命、保持较低的运行成本,这是我们地面工程系统的历史责任。

1.地面工程建设的难度和投资在加大

近年来石油探明储量品位低,增加了地面工程建设的难度。可以说,近期可开发的资源主要是“深、低、小、边、稠、海”油田以及特高含硫、含 CO_2 的气田,地面工程相关的技术配套等问题尚未完全解决;许多油田地处偏远,无社会依托,地形复杂,加大了地面工程建设的难度。例如,大庆外围油田,未动用的葡萄花油层丰度特低,平均每平方千米只有 $20 \times 10^4 \text{ t}$ 左右;扶杨油层渗透率特低,平均在 $(1 \sim 1.5) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 左右,为注水开发的技术极限。稠油特别是深井稠油,滩海油藏特别是辽河滩海稠油,复杂断块、裂缝性难采油藏,其储量品位下降,开发难度增大,使地面工程技术面临较大难题。

“八五”以来,每百万吨原油($10 \times 10^8 \text{ m}^3$ 天然气)产能建设的投资在增加,地面系统的投资

在加大。每百万吨原油产能建设的投资相对增加了3~5亿元,甚至8亿元。如何通过工艺技术的发展,简化地面工艺流程,降低投资、提高效益,建成“简单实用、科学合理、方便操作”的油气田集输工艺流程,是摆在广大地面工程技术人员面前的重要任务。

2. 老油气田调整改造和维护工程量不断加大

随着开发年限的延长,许多油气田的地面骨架工程已进入了更新维护期,老油气田改造投资有加大的趋势。主要表现在:

(1) 设备陈旧老化,使能耗高、效益低、油气成本高的矛盾越来越突出。

到目前为止,仅油气处理使用在15年以上的设备,机泵类设备788台,约占6.3%;加热炉1484套,约占12.2%;非标设备1140套,约占12.8%。这些设备中大部分效率较低,如脱水器由于使用时间较长,容器内各层极板、绝缘棒、悬挂板等附件腐蚀损坏严重,有的极板和网架塌落,致使电场控制不稳定,原油脱水后含水超标。早期安装的加热炉和热水炉,大部分为方箱炉,燃料油消耗较高,分离器没有加高效填料,炉效一般在70%以下。在今后的5年内将有大约40%的加热炉、容器、机泵的使用年限超过15年,维护、更新改造的工作量将逐年增长。例如,到2005年,大庆油田将有9条输油干线负荷率在50%左右。电脱水部分平均负荷率为42%。负荷率低于50%的站有45座。老油田的油气处理、原油稳定装置的负荷率也将进一步下降。

(2) 管道腐蚀严重,穿孔、漏油事故频繁发生,严重危害生产安全和影响原油产量。

各油气田管道腐蚀严重。按输送介质分,一般输水管道腐蚀较输油管道严重;含水油管道较净化油管道严重;净化油管道较干气管道严重。按管径大小分,管径159mm以下的管道腐蚀穿孔明显多于大口径管道,比较集中在单井到计量站、计量站到接转站的管道上。地下管道的腐蚀程度比地上管道的腐蚀程度严重。地下水位较高和低洼区域的管道腐蚀十分严重。到目前为止,各种集油、集气、注水管线超过使用年限的约占20%,腐蚀穿孔、漏油跑气现象比较严重。

(3) 地面处理系统的负荷率呈现不平衡发展趋势。

随着老油田开采的不断深入,有些油田的原油产量虽然在减少,但采液量却在上升,这导致了集输和处理系统的严重不平衡;油处理及输送系统的能力过剩、小马拉大车,而未脱水原油系统和污水处理系统却能力不足,这给整个地面系统的平稳运行带来了很多问题。有些油田的区域性不平衡十分突出,要做到整体优化运行,必须在较大范围内进行区域间的系统调整改造;由于老油气田要在基本正常生产的条件下进行调整改造,这种跨区块的大系统调整是非常复杂的。

(4) 多年来地面系统调整改造投入不足、欠账较多,使安全生产、降低成本的矛盾日益突出。

3. 三次采油规模的扩大,给地面工程提出了新的课题

(1) 聚合物驱范围扩大,原有的水驱地面系统适应性变差。

水驱系统的各种站见聚后,提出了这些见聚站的处理效果如何、适应的浓度是多少等课题;特别是含油采出水深度处理站含聚合物后,处理工艺是否适应,对低渗透油层是否有伤害,都要进行专门的研究。对这些有了较清楚的认识后,需要重新考虑地面两套系统是分还是合。这些课题的研究对于充分利用两套系统的剩余能力、提高系统效率、降低投入有着重要的意义。

(2) 聚合物的品种、相对分子质量、注入速度的变化以及区块的接替、层系的上返,使地面

系统存在着大面积改造的问题。

(3)清污水的复配,注聚阶段结束后清污水的回注,后续水驱及上返的并存,采出水含聚合物的浓度、种类的变化等,都使地面系统面临新的技术问题。

(4)三元复合驱、泡沫复合驱等三次采油新技术亟待开发。

这些开采方法,配制工艺复杂,配制设备多,占地面积大,控制点多,工程投资大,采出液对已建地面设施影响大,处理工艺尚不成熟。

据目前工业实验结果表明,三元复合驱、泡沫复合驱的地面系统的技术复杂,建设工作量大,如果大面积使用,还将面临一些技术问题,而且投资较大。

4. 采出水的处理和利用问题日趋严峻

油气田采出水尽管是油气生产的附加产物,但却占用了油气生产过程大量的人力、财力和物力,还带来了一系列的环境问题。随着股份公司各油气田开发时间的延续,采出水的问题日趋严峻,主要有以下几个方面:

(1)油气田采出水总量不断增大。

目前,油田综合含水率已达到 83% 左右,日产采出水 $140 \times 10^4 \text{ m}^3$ 左右(合每年 $5.11 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右)。今后一段时间内总量还会逐步增加。

(2)国家对环境保护的要求日益严格。采出水处理的难度和排放标准在不断提高,油田采出水的处理达标及回用已引起了各方面的密切关注。

(3)采出水资源化利用的要求也越来越高,无法回注的采出水面临着深度处理并资源化利用的要求。

这部分工作的技术复杂、投入大,经济适用的技术尚待开发。例如,稠油采出水回用锅炉和外排目前尽管已经做了不少工作,但要大面积推广、达到经济适用的水平,还需要大量的研究工作。

(4)在油田开发过程中,各种添加剂的品种和数量不断增加,尤其是注聚合物采油,使采出水处理难度不断增大。

从钻井、固井开始,酸化压裂、解堵调剖、酸碱盐、有机物全加进去,成分不定,随时变化,十分复杂;采油工艺根据需要,井筒内加杀菌剂、缓蚀剂、防垢剂等;到达地面后,为了破乳脱水、防腐防垢,又加入破乳剂、缓蚀剂、防垢剂、降粘剂等。最后矛盾都集中在采出水处理上,而采出水处理工程的固定工艺流程不可能适应这些情况和变化,于是就造成了处理后的水质变化,难以稳定达标。

(5)一些特殊性质的采出水处理难度大。

例如,低渗透油田注水水质难以达标;高矿化度、高含盐采出水的处理十分困难;低温采出水的处理难度加大等等。

(6)污泥的处理尚无好的办法。

综上所述,在今后的一定时间里,油气田开发生产中将需要相当大的精力和资金用在采出水处理和利用上。

5. 勘探开发一体化给地面工程系统提出了更高的要求

勘探开发一体化是简化开发程序,加快油气田建设的重大举措。但是:

(1)由于油气藏评价工作尚未进行完毕,对油气藏的认识尚不十分清楚,开发方案尚不完整,这时要进行整体的地面工程建设具有相当大的难度。

(2)许多技术参数不确定,在这样的条件下确定出的地面工程方案是难以保证其合理性

的。

(3)地面系统的工程建设,方方面面都受到国家相关法令、政策的限制,有十分严格的基本建设程序。

如何优质、高效地建设适应勘探开发一体化的地面工艺流程,降低投资,减少风险,保障生产,力争做到“早建不浪费,晚建不重复”,是需要我们花大力气认真研究的。

6. 气田建设地面工程技术难度大、投资高

近年开发的有些气田 H_2S 、 CO_2 含量高,为高酸性天然气,如川东北飞仙关鲹滩气藏,其 H_2S 含量为 8.78%~17.0%, CO_2 含量为 3.27%~10.41%。详细参数如表 1 所示。

表 1 罗家寨、渡口河酸性气体含量统计表

序号	井号	产气层位	H_2S 含量(g/m^3)	CO_2 含量(g/m^3)
1	坡 1 井	飞仙关	203	90.96
2	坡 2 井	飞仙关	207.53	115.33
3	坡 4 井	飞仙关	203.84	148.713
4	罗家 1 井	飞仙关	150.014	204.53
5	罗家 2 井	飞仙关	125.53	106.88
6	罗家 4 井	飞仙关	98.599	100.79
7	罗家 5 井	飞仙关	196.574	175.451
8	罗家 6 井	飞仙关	118.55	120.01
9	渡 1 井	飞仙关	231.925	127.02
10	渡 2 井	飞仙关	232.312	64.46
11	渡 3 井	飞仙关	244.05	162.157
12	渡 4 井	飞仙关	140.3	98.926
13	渡 5 井	飞仙关	523.633	125.94
14	金珠 1 井	飞仙关	92.298	29.275

高酸性天然气具有很强的腐蚀性,其水合物形成温度较高,含有更多的水蒸气,可能析出元素硫,有强烈的刺激性气味并有剧毒。也就是说,在高酸性气田开发的集输工艺流程中,对防腐、保温和安全等方面有更高的要求,需要更严格的技术标准和防范措施。为此,需要对管线、设备材质的防腐性能、管线的焊接工艺技术、设备、压力容器制作工艺技术等进行研究,确保天然气输送管道、集输站场的安全生产运行。另外,高酸性气田地层水矿化度很高,集输过程中污水处理难度也很大。在高酸性天然气净化方面,还缺乏设计、制造、生产实践方面的经验,需借鉴国外先进技术并进行发展和完善。

有些气田为凝析气田,其流体类型复杂,凝析油含蜡量高、凝点高、水合物生成温度高,这些性质决定了其地面工艺的复杂性。部分气田,如长庆气田,具有高碳硫比, H_2S 含量一般小于 0.1%, CO_2 含量一般大于 5.0%, CO_2 与 H_2S 的比值高达 90~190。不仅要深度脱除 H_2S ,而且要大量脱除 CO_2 才能达到 II 类气质标准,在设计上缺乏经验。另外,高碳硫比的含硫天然气的腐蚀机理不同于单纯含硫的天然气,其腐蚀性更大,在选择溶液、设备和管材等方面也缺乏设计、生产的实际经验。

在天然气脱硫方面,工厂设计的优化、脱硫溶液与催化剂的选用、高效节能设备的大型化

及应用、工厂污水达标处理等问题都急需解决。

在天然气脱水方面,由于气质条件较差,运行时间较长,换热设备腐蚀较为严重。

7. 油气田管线、设备的防腐保温仍是一大难题

防腐保温技术一直是油田生产管理十分关注的技术难题,它主要面临的问题如下:

(1)防腐材料和结构不适应一些特殊情况。

(2)泡夹管绝大多数采用含氟泡沫,没有大口径的泡夹管生产工艺技术,补口质量不好,缺乏成熟的大修技术。

(3)污水罐、清水罐的部分内防腐层使用3~5年便出现鼓泡、开裂、脱落。

(4)热损失大。

如某稠油油田热采中所耗油、气、电按热值计算,占原油产量的12%左右。蒸汽产输系统能量利用率仅为51.5%,产、输、注蒸汽管线(290~360℃)保温仍使用岩棉、玻璃棉、硅酸铝纤维毡或管壳,安装后使用一年左右即出现保温层下坠、结构破坏现象,散热损失严重超标,平均达 345W/m^2 ,超标近1倍,2年左右即需要更换维修。

(5)区域性阴极保护技术的应用不够规范,还存在阳极地床接地电阻过大。

(6)非金属管道施工与验收标准不统一、不规范,施工工艺落后,阻碍了非金属管线的大面积应用。

8. 油气集输管道检测评价技术需要推广

目前我们对管道的检测主要是以外检测为主,在检测的全面性、准确性、指导维修等方面与漏磁检测相比,具有明显的局限性。

检测器必须具有高度的可靠性,以适应管道内十分恶劣的工作条件。如管道内部常有一些台阶(如壁厚变化)、管壁凹陷、管径变化、三通和其他障碍(弯头、环焊缝等),由于地形变化,有时检测器还会运行在陡坡和竖直管道时处于直上直下的状态,这些因素会引起检测器的停顿或速度不均匀。因此,对检测器在粗糙管壁运行的平稳性,感测元件的耐磨、耐腐蚀性,检测器的密封、减振、防爆性能,及数据记录系统都提出了更高的要求。在检测器的整体结构、细节处理、数据的存储记录、数据的解读分析等诸多环节,与国外公司相比都还存在着较大差距。

三、应采取的主要对策

针对这些问题和技术需求,我们应采取的主要对策有以下几点。

1. 做好两个结合,使地面工程技术在油气田开发建设中发挥更大作用

油气田开发是一个完整的系统工程,油气藏地质研究、钻采工艺、地面工程是不可分割的有机组成部分。只有协调一致,才能取得最好地整体效益。

首先做好地上地下相结合。在开发建设项目的前期技术准备中,地面工艺技术的研究和优化必须以地质方案为基础。在老油田调整中,地面设施的“抽稀”和“关、停、并、转、减”中,也必须以地质研究为基础,以产液量的变化和处理介质的性质为依据。

其次是做好研究项目与开发生产建设项目的结合,将课题的研究贯穿到相应的建设项目中,一则可以解决部分研究经费问题,二则可以使研究项目内容落到实处,尽快应用到生产实际中去。

2. 进一步认识地面工程系统在油气田开发中的作用和地位

地面工程系统是油气田开发生产的重要组成部分,油气田开发的技术水平及其经济效益,

必须在地面工程系统完成后才能集中体现出来,开发生产中的许多指标及参数也必须通过地面系统才能得以实现。因此,地面工程建设和管理水平的高低,直接影响着油气开发技术水平的高低和油气田开发的经济效益。在油气田开发生产中,地面系统的工作占了非常大的比例。例如,今年第一批计划中,油气产能建设总投资为 227.6 亿元,地面建设投资为 76.2 亿元,占 33.5%;另外还有老油气田系统调整改造投资 20.8 亿元。油气操作成本中,有相当大的比例是通过地面系统消耗掉的。所以,优质高效地做好地面系统建设与管理的工作,是提高油气田开发效益的重要因素之一,应引起各方面的高度重视。

3. 进一步完善地面工程系统科研、生产的管理体系

地面工程系统要更有效地推动科技进步,就必须建立健全管理体系,完善运行机制。要加强地面工程管理的力量,从组织机构、人员上加以落实。有些单位根据自身的实际情况已先后成立了地面建设和管理的职能处室,起到了很好的作用。

4. 做好地面工程技术研究、推广的系统规划

地面工程系统每一项技术,都应按推广应用、技术研究、技术储备和引进来规划安排。推广应用的项目应尽快见到成效;技术研究和技术储备的项目要落实到内容、经费、承担单位和人员,要有预期的效益和完成的时间;引进的项目要少而精,是我们暂时难以解决的急需技术。

同时,要将地面工程科技攻关的总体规划与生产建设项目的需求有机结合,进行统一规划,以生产需求确定科技攻关课题,及时将科研成果用于生产当中。

5. 充分发挥集团公司勘察设计研究单位的作用

中国石油的 13 个油田,目前除大庆、吐哈设计院在股份分公司内,其余设计院都不隶属于股份分公司。应进一步发挥他们的能力,在做好有关生产项目地面工程方案、设计的同时,也应加大地面工程技术的研究力度。

6. 充分发挥施工技术、装备的作用

地面工程技术的发展离不开先进的施工技术和装备,特别是沙漠、山区、盐湖、沼泽、滩海等恶劣环境油气田,特稠、高含硫等特殊介质油气田的开发,更是离不开先进、高效的施工技术和设备。因此,要依靠集团公司整体优势,发展施工技术和装备,推动地面工程技术的进步,提高开发效益。

四、今后 3~5 年地面工程技术发展方向

针对目前油气田开发地面工程技术中暴露出来的主要问题,要积极推广先进、成熟、适用的配套技术,提高目前地面工艺技术的适应性,充分挖掘现有地面工程技术和设施的潜力;尽快开展急需技术的研究、解除制约生产的瓶颈问题;加大技术攻关力度,发展一些带有前瞻性的工艺技术,做好技术储备;适当引进国外先进技术及高效设备。在此基础上,结合今后一个时期的地面工程重点战场,大力发展九种典型地面建设工程模式,将油气田地面工程技术水平整体推向前进。

1. 大力推广成熟有效的工艺技术

1) 推广简化的油气集输技术

(1) 低产、低渗油田优化布站和简化集油技术。

(2) 原油密闭集输技术。

(3) 加密井简化集油技术。