

超低渗透油藏勘探开发技术新进展

超低渗透油藏

地面工程技术

GROUND ENGINEERING TECHNOLOGY FOR ULTRA-LOW
PERMEABILITY RESERVOIRS

凌心强 朱天寿◆著

石油工业出版社

超低渗透油藏勘探开发技术新进展

超低渗透油藏地面工程技术

凌心强 朱天寿 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以鄂尔多斯盆地三叠系延长组超低渗透油藏为典型代表,全面论述了超低渗透油藏地面工程建设标准化与油田数字化应用等新技术和新理念,对超低渗透油藏地面工程新技术的论述和系统总结,开拓了油藏勘探开发新领域,创新了现代油藏管理模式,对国内外同类油藏开发及现代油田生产和管理具有重要指导意义和实用参考价值。

本书可供从事油田生产技术人员、教学和科研人员参考,也可作为石油工程专业本科生和研究生在油田地面工程方面的教材和教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

超低渗透油藏地面工程技术 / 凌心强, 朱天寿 著

北京: 石油工业出版社, 2013.11

(超低渗透油藏勘探开发技术新进展)

ISBN 978-7-5021-9761-2

I. 超…

II. ①凌…②朱…

III. 低渗透油藏-地面工程-工程技术

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 215092 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) 64523738 发行部: (010) 64523620

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

2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 17

字数: 430 千字

定价: 100.00 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

序 一

超低渗透油藏属于非常规油藏，受技术条件和开采成本制约，长期以来没有得到规模有效开发。近年来随着石油勘探和资源供需形势的巨大变化，超低渗透油藏越来越受到国际石油界的重视，国外致密油气（tight oil）的划分范围比较宽泛，国内与之对应的划分标准则涵盖了特低渗透、超低渗透和非储层三种类型。我国超低渗透油气资源分布广、储量大，在油气资源勘探和开发中占据着十分重要的地位。鄂尔多斯盆地是我国规模最大的低渗透油气资源富集区，经过几十年的潜心研究，超低渗透油藏勘探开发理论与技术取得了重大进展，并实现了工业规模开发，为国内外超低渗透油藏勘探、开发和现代油田管理提供了成功范例。鄂尔多斯盆地超低渗透油藏勘探与开发经验证明，油藏勘探开发理论研究和勘探开发新技术的应用，是指导油田勘探和开发方案部署的基础，是超低渗透油藏勘探开发成功的关键所在；观念创新、方法创新和标准化、数字化管理实践，是超低渗透油田实现低成本发展与生产方式转变的基石。本丛书是在大量理论研究和实践基础上，对超低渗透油藏勘探开发理论与技术的全面论述和系统总结，不但丰富和发展了传统的油藏形成机理，开拓了油藏勘探开发新领域，创新了现代油藏管理模式，而且对我国乃至世界其他地区超低渗透油藏勘探开发具有重要的指导意义。

本套丛书共四册，包括《超低渗透油藏勘探理论与技术》《超低渗透油藏开发理论与技术》《超低渗透油藏压裂改造技术》《超低渗透油藏地面工程技术》。系统介绍了超低渗透油藏勘探、开发、数字化管理技术和方法，包括地震勘探技术、测井技术、井网优化技术、多级加砂和多缝压裂技术、数字化关键技术、地面集输关键设备研发等，结合长庆油田超低渗透油藏具有的“三低”特点，对上述技术的内容和应用效果进行了详细论述。其中黄土塬复杂地形和地表条件下地震勘探和地球化学勘探技术、低阻油层测井识别技术的应用达到国际先进水平；根据启动压力梯度、最小可流动喉道半径确定生产压差，进行高效合理注水，结合储层物性关系，确定临界注采静压差，建立有效驱替压力系统的评价方法，精细调控注采压力系统，是地层压力保持合理水平的有益尝试；数字化增压橇、智能注水橇和远程控制电磁阀等数字化关键设备的成功研发，使集油站无人值守成为现实，使油田组织管理方式和发展方式发生根本转变。

我赞同本丛书观点，即超低渗透油藏成功的勘探和开发得益于科学管理和技术创新，思维方式的转变、管理理念的创新，催生了以标准化体系为核心的超低渗透油藏全新管理模式。如勘探开发一体化就是适合于鄂尔多斯盆地自然条件和地质条件的油藏评价创新举措，一体化的管理模式改变了以往传统的做法，加快了地质认识的步伐，缩短了建设周期，提高了勘探开发的整体效益；具有自主知识产权的多级压裂工艺和先进适用技术的集成与应用，助推了低成本发展的步伐，其产生的技术经济效益是显而易见的。

总之，本套丛书是生产和科研相结合的成果，集中反映了我国近年来在超低渗透油藏勘探开发方面的最新进展，代表了超低渗透油藏勘探开发、地面集输系统标准化设计与油田数字化建设的先进水平，也是一套国际上少有的针对性和实用性非常强的系列专著，值得我们学习和研究。我相信，这套书的出版，不仅对发展超低渗透油藏勘探开发理论研究和具有技术具有重要的启发作用，更重要的是对我国目前和今后油气勘探开发具有重要的指导意义。为此，在本套书出版之际，我谨向作者和致力于超低渗透油藏勘探开发的有识之士致以衷心的祝贺。希望你们继续努力，为鄂尔多斯盆地能源化工基地建设和我国经济社会发展做出更大的贡献。

沈忠厚

（中国工程院院士）

2011年9月

序 二

油藏地面集输工程是油田开发系统中的一项主体工程，与油藏、钻采等工程密切相关，主要包括原油的收集、处理、输送，以及辅助的（水、电、路、讯等）建设配套系统。长庆油田超低渗透油藏主要分布在鄂尔多斯盆地中部的黄土高原区，地表沟壑纵横、梁峁交错，地面雨水冲刷水土流失严重，这种复杂的建设环境给地面工程设计和油田数字化管理造成极大困扰。

油藏特征、分布规律和开发方式，直接关系到地面工程的建设规模和系统布局，面对大规模开发、快速滚动建设超低渗透油藏的实际需要，优化适应超低渗透油藏开发特点的地面工艺模式，是地面工程研究急需解决的关键问题。为此，本书创建性地提出了“标准化设计、模块化建设、数字化管理、市场化运作”建设模式，并通过超低渗透油藏的开发实践实现了工艺模式的定型化。该模式重点突出地面工程的系统性、整体性和规模性，采用数字化新技术和创新的建设模式，改变了管理机制，满足了超低渗透油藏低成本开发、大规模建设、大油田管理的需要，较好地诠释了优质、高效、超前的建设理念，是对常规建设模式的重大变革，又是对非常规建设思路的有益尝试。鄂尔多斯盆地超低渗透油藏开发经验表明：地面建设工程以其特有的规模性、系统性和经济性，决定了体系设计的优化、建设标准的规范、关键技术的创新、低成本理念在油藏地面工程建设中发挥着至关重要的作用；油藏地面工程设计理念的创新和新技术的应用，开拓了超低渗透油藏地面工程技术应用的新领域，是实现现代化油藏管理的基础；标准化设计、模块化建设、数字化管理是油藏地面工程技术的全新内容；市场化运作是实现超低渗透油田低成本发展、经济有效开发的必由之路。

《超低渗透油藏地面工程技术》一书以实践与理论相结合的方式，突出介绍了超低渗透油藏标准化设计和数字化应用新技术，诸如数字化增压橇、智能注水橇和远程控制电磁阀等数字化关键设备的研发与应用，使井站无人值守成为现实，也使油田劳动组织结构和生产经营发生了根本转变。

本书是产、学、研、用相结合的结晶，集中反映了长庆油田近年来在超低渗透油藏地面集输系统标准化设计与油田数字化管理的先进水平，本书所述的理念、模式、

创新应用与解决方案，为油藏地面工程建设提供了新思路，有利于超低渗透油藏建设水平的全面提高。尽管油田地面工程的标准化和数字化控制模式还有待进一步完善，但其创新之处和成功实践，无疑起到了抛砖引玉的作用，为丰富油藏地面工程技术理论的新内涵，并创新现代油田管理的新模式，以及超低渗透油藏低成本建设与智能化管理起到了关键的作用。

本书编写和定稿过程中得到了众多专家的热忱帮助和指导，在此一并表示感谢。

作者

2013年8月

目 录

第一章 超低渗透油藏地面建设概述	(1)
第一节 低渗透油藏的基本概念	(1)
第二节 鄂尔多斯盆地超低渗透油藏主要特征	(2)
第三节 超低渗透油藏地面工程建设的总体思路	(5)
第二章 标准化原理和方法	(8)
第一节 标准化的基本概念	(8)
第二节 标准化的基本原理	(9)
第三节 标准化的形式和方法	(10)
第三章 地面工程建设的标准化工作	(19)
第一节 标准化工作的需求	(20)
第二节 标准化建设体系的构建	(24)
第三节 标准化建设体系的主要内容	(27)
第四章 地面工艺定型化	(35)
第一节 低渗透油藏地面工艺模式发展历程	(35)
第二节 原油集输系统总体布局	(39)
第三节 原油集输工艺	(42)
第四节 原油稳定与轻烃回收	(55)
第五节 采出水处理工艺	(57)
第六节 供注水工艺	(61)
第五章 站场的标准化设计	(68)
第一节 标准化设计方法选择	(68)
第二节 工艺流程通用化	(70)
第三节 平面布局标准化	(78)
第四节 模块化设计	(84)

第五节 设备定型化设计	(92)
第六章 模块化建设	(101)
第一节 概 述	(101)
第二节 模块化建设的工艺技术要求与基本条件	(103)
第三节 模块化建设的主要做法	(105)
第四节 模块化建设现场运用效果	(129)
第七章 标准化设计、模块化建设的作用	(130)
第一节 在超低渗透油藏开发中的作用	(130)
第二节 标准化造价的意义	(132)
第八章 油田数字化管理	(134)
第一节 油田数字化	(134)
第二节 超低渗透油藏数字化管理目标与思路	(138)
第九章 油田数字化管理基础	(142)
第一节 数字化建设模式	(142)
第二节 数字化建设的三端五系统	(146)
第十章 超低渗透油藏数字化生产管理与控制平台	(154)
第一节 数字化管理平台	(154)
第二节 应用模块	(159)
第十一章 超低渗透油田数字化管理关键技术	(208)
第一节 电子巡井技术	(208)
第二节 电子值勤技术	(226)
第三节 智能化设备技术	(227)
第四节 橇装集成技术	(235)
第五节 数据共享及应用技术	(244)
第十二章 超低渗透油藏数字化应用实例	(249)
第一节 超低渗透油藏数字化管理技术的推广应用	(249)
第二节 效果评价	(252)
参考文献	(261)

第一章 超低渗透油藏地面建设概述

鄂尔多斯盆地蕴含丰富的超低渗透石油资源。超低渗透油藏和常规的特低渗透油藏相比,单井产量更低、开发难度更大,属于经济开发下限的边际油藏,也就是人们现在所讲的非常规油藏。目前,从世界石油发展趋势看,大规模开发建设超低渗透油藏是长庆油田实现跨越式发展的必然选择,对保障我国石油供给意义重大,如何实现超低渗透油藏经济有效开发是油藏地面工程建设必须解决的关键问题。为极大满足我国能源保障战略对石油产量增长的需求,实现超低渗透油藏科学、快速、规模、有效开发显得尤为重要。

长庆油田在开发建设实践中,通过优化简化、集成创新形成了“标准化设计、模块化建设、数字化管理、市场化运作”的建设管理新模式,适应了超低渗透油藏大规模建设、大油田管理的需要。

第一节 低渗透油藏的基本概念

一、我国对低渗透油田的一般划分

低渗透严格来讲,是针对储层物性特征的概念,一般是指渗透性能较低的储层,国外一般将低渗透储层称为致密性储层。

低渗透油田是一个相对的概念,不同国家和地区对其并无统一固定的划分标准和界限,通常根据储层性质和油田开发技术经济指标进行划分。随着技术的进步,中国石油界对低渗透标准的界限不断下移,从100mD,50mD逐步下降到20mD,10mD,5mD,1mD,0.5mD,0.3mD(低渗透气田0.1mD),这个演化过程充分反映出油田开发中对低渗透认识不断深入的过程,也反映出技术创新进步的发展过程,亦是一一次次油田科技进步的过程。

通常的划分标准是根据我国生产实践和理论研究,把油层平均渗透率0.1~50mD的油田统称为低渗透油田,并根据实际生产特征,依据基质岩块渗透率将低渗透油田进一步细分为三类。

(1)一般低渗透油田,油层平均渗透率为10~50mD。这类油层接近正常油层,油井初产能够达到工业油流标准,但产量太低,需采取压裂措施提高生产能力,才能取得较好的开发效果和经济效益。

(2)特低渗透油田,油层平均渗透率为1~10mD。这类油层与正常油层差别比较明显,一般束缚水饱和度增高,测井电阻率降低,正常测试达不到工业油流标准,必须采取一定规模的压裂改造和其他相应措施,才能有效地投入工业开发,例如长庆安塞油田、大庆榆树林油田、吉林新民油田等。

(3)超低渗透油田,其油层平均渗透率为0.1~1mD(通常也称为非常规油田)。这

类油层非常致密，束缚水饱和度很高，油井基本没有自然产能，在现有技术经济条件下一般不具备工业开发价值。但如果其他方面条件有利，如油层较厚、埋藏较浅、原油性质比较好等，采取有效提高油井单井产量的技术政策和低成本的开发建设措施，也可以进行工业开发，并取得一定的经济效益，如延长川口油田和长庆合水、华庆等油田。

二、长庆油田对超低渗透油藏的划分

长庆油田依据有用孔隙度、可动流体饱和度、主流喉道半径和启动压力梯度等参数，通过构造四元分类系数，建立了超低渗透油藏综合评价模型，将超低渗透油藏进一步划分为三大类，具体见表 1-1。

表 1-1 长庆油田超低渗透油藏分类标准

分 类	有用孔隙度 %	可动流体饱 和度，%	主流喉道半径 μm	启动压力梯度 MPa/m	四元分类系数	相应渗透率 mD	千米采油量 t/d
超低渗透 Ⅰ类油藏	6.7 ~ 8.0	53 ~ 65	1.2 ~ 2.5	0.05 ~ 0.3	1.5 ~ 3.5	0.5 ~ 1.0	≥ 1.0
超低渗透 Ⅱ类油藏	5.5 ~ 8.0	45 ~ 55	0.8 ~ 1.2	0.3 ~ 0.5	0 ~ 1.5	0.3 ~ 0.7	0.8 ~ 1.0
超低渗透 Ⅲ类油藏	2.7 ~ 5.5	35 ~ 47	0.25 ~ 0.8	0.5 ~ 2	-3.5 ~ 0	< 0.3	< 0.8

- (1) 超低渗透Ⅰ类油藏：相应渗透率 0.5 ~ 1.0mD，千米采油量不低于 1.0t/d。此类油藏“十五”期间已基本实现了有效开发，如长庆西峰、姬塬等油田。
- (2) 超低渗透Ⅱ类油藏：相应渗透率 0.3 ~ 0.7mD，千米采油量 0.8 ~ 1.0t/d。此类油藏为目前超低渗透油藏攻关的主要目标，目前已具备了有效开发的条件。
- (3) 超低渗透Ⅲ类油藏：相应渗透率小于 0.3mD，千米采油量小于 0.8t/d，仍需攻关研究。

第二节 鄂尔多斯盆地超低渗透油藏主要特征

一、油藏资源分布情况

鄂尔多斯盆地超低渗透油藏分布如图 1-1 所示，主要分布在盆地中南部地区，常规的低渗透油藏与非常规特低渗透油藏相间分布。

超低渗透储层以三角洲前缘相沉积为主，主要发育水下分流河道、河口坝微相，多期砂体相互叠置，大面积连片分布，含油范围大，油层分布稳定，储量规模较大。随着勘探开发的不断深入，在安塞、靖安、西峰、姬塬油田之后，华庆油田等储量超亿吨的超低渗透油田相继被发现，形成了良好的资源接替。根据储量评价，目前超低渗透油藏三级储量约占鄂尔多斯盆地三级储量的 50%；预测超低渗透油藏的潜在资源量约占总潜在资源量的 80%。

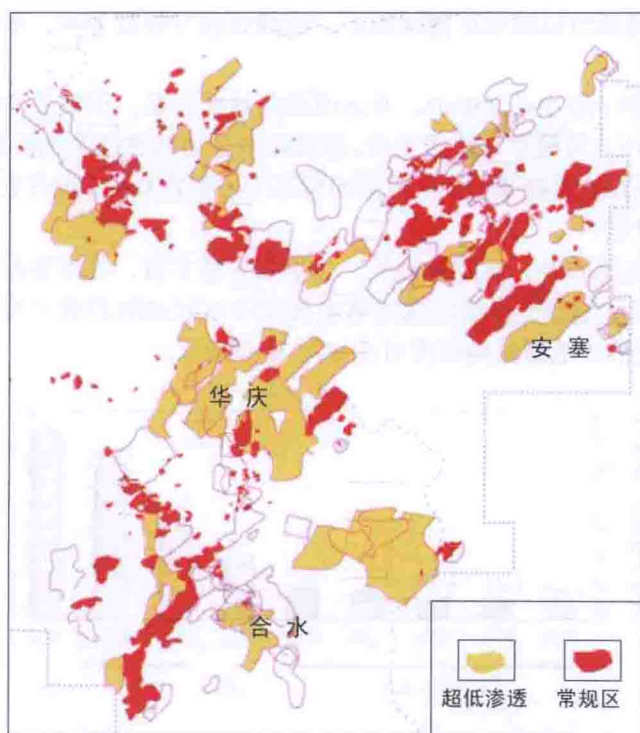


图 1-1 鄂尔多斯盆地超低渗透油藏分布示意图

二、油藏主要特征

（一）埋藏深

构成鄂尔多斯盆地中生界主体的伊陕斜坡属典型的西倾单斜构造，是油气聚集的重要场所。位于盆地中、西部的超低渗透油藏，平均井深达 2200m，盆地西部的 GY 油田三叠系延长组长 8 超低渗透储层的平均井深达 2800m。

（二）层系复杂

鄂尔多斯盆地主要发育侏罗系含油层系、三叠系含油层系、上古生界含气层系和下古生界含气层系 4 套含油气层系。每套层系由多个含油（气）层组构成，其中侏罗系有 13 个油层组，三叠系有 10 个油层组。超低渗透油藏的主力开发层位为三叠系下部油层组，目前以长 4+5、长 6 和长 8 油层为主要开发对象，并兼顾长 9 和长 10 油层，开发的层位普遍深于以往开发的层位。

（三）储层物性差

（1）超低渗透储层非常致密，以细砂岩为主，细砂组分平均比特低渗透储层高 13% 左右，粒度中值只有特低渗透储层的 84% 左右，胶结物含量比特低渗透储层高出 2%，面孔率仅为特低渗透储层的 57%，中值压力是特低渗透储层的 3 倍。与特低渗透储层相比，孔隙度差别不大，但喉道半径分布差异较大，超低渗透储层以微细喉道为主，喉道半径小于 $1.0\mu\text{m}$ 。

(2) 储层胶结物成分以酸敏矿物绿泥石、浊沸石和方解石为主，水敏矿物较少，利于水驱开发。

(3) 储层渗透率一般小于 1.0mD，非达西渗流特征明显，压敏效应强，随渗透率的降低，启动压力梯度和压力敏感系数快速上升。超前注水是超低渗透油藏开发有效的技术手段，通过超前注水及时补充地层能量，建立较高的有效压力驱替系统，油井初产高，稳产期长，有利于提高最终采收率。

(4) 地层原油性质较好，含蜡量较低，伴生气含量丰富，黏度和凝点低，易于流动。这一点也是鄂尔多斯盆地超低渗透油藏能够实现经济有效动用的重要因素。鄂尔多斯盆地超低渗透油藏与其他油田地层原油黏度对比如图 1-2 所示。

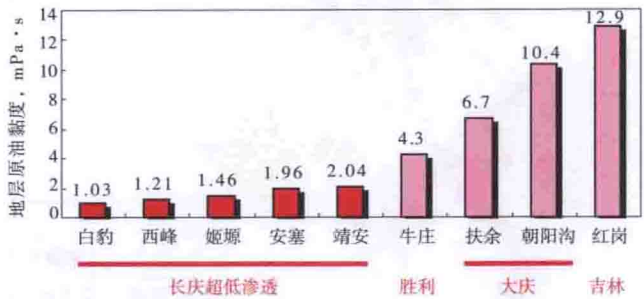


图 1-2 鄂尔多斯盆地超低渗透油藏与其他油田地层原油黏度比较

(四) 开采难度较大

(1) 油井的生产能力较低，平均配产 2t/d 左右。较目前常规产能开发区块（平均配产 4 ~ 5t/d）大幅度降低，多井低产是超低渗透油藏无法回避的现实问题。

(2) 超低渗透油藏平均递减规律如图 1-3 所示，虽初期递减大，但后期递减小，仅为 5% ~ 8%，与其他油藏对比，具有较长的稳产期，累计产油量高，投资回报周期长，综合效益较好。

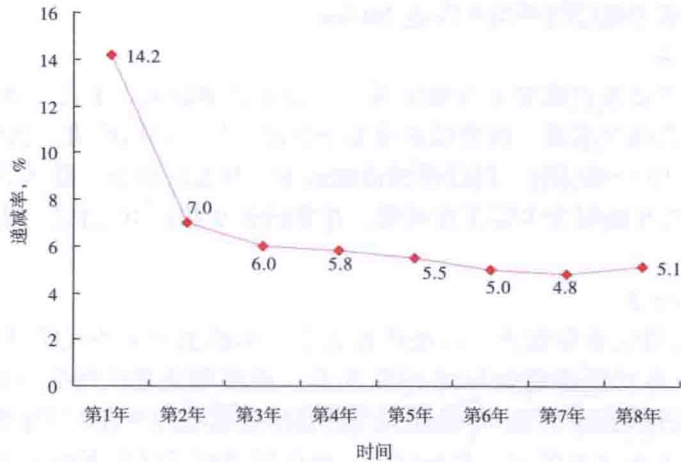


图 1-3 超低渗透油藏递减预测曲线

(3) 油井生产初期含水率较低,一般为 15%~20%,甚至不含水,且含水率上升较为缓慢,总体采出液量基本保持稳定。由于采用超前注水开发方式,个别油井初期含水量与以往相比有所上升,但通常不超过 30%。

(4) 超低渗透油藏单井注水量小,而注水系统压力普遍较高。例如,华庆油田设计最大注水压力长 6 层为 20.8MPa,长 8 层为 24MPa。

第三节 超低渗透油藏地面工程建设的总体思路

油田地面工程是油田开发系统工程中的一项主体工程,与油藏、钻井、采油等工程既相对独立又紧密联系,主要研究的是采出物的收集、处理及储运,以及与之配套的水、电、路、讯等系统和生产管理方面的建设内容。同时,也为油藏的动态分析和调整开采方案提供科学依据。

超低渗透油藏开发思路是以提高单井产量、降低投资成本为主线,针对超低渗透油藏的实际,重点突出如何降低地面建设和生产管理的成本,采用新技术、新模式、新机制,适应超低渗透油藏低成本开发、大规模建设和大油田管理的需要,它是本书要重点研究的问题。

一、超低渗透油藏地面工程建设面临的问题

优化选择适应超低渗透油藏开发特点的地面工艺模式,是保证地面工程建设的关键。综合分析,超低渗透油藏地面工艺面临如下问题:

(1) 低产量使得传统不加热集输工艺难度增大。

不加热集输是地面最简化、投资最省的工艺流程,是长庆特低渗透油藏的主要集油方式。超低渗透油藏由于产量低、含水率低,使用不加热、不保温集油管线运行难度很大。主要表现为井口回压高,停输后易凝管,同时高回压也导致伴生气无法直接进入油管,回收利用难度增大。

(2) 低产量使得站场数量增加,运行能耗增大。

超低渗透油藏单位产能的井数和相应油区面积必然导致建站点多、线长,建设成本高,与油井小产量、注水井小配注量很不适应。同时长距离的集输,集油与注水必然导致系统的能耗增大。

(3) 储层的隐蔽性对地面系统布局影响很大。

地下的油藏特征、油藏分布和开发方式,直接制约后续地面工程的建设规模和系统布局。超低渗透油藏开发是一个对地下储层逐渐认识的过程,也是对地面工程系统不断优化的过程。由于储层隐蔽性强,对地面系统具有很大的不确定性,变化大、调整多、决策难,往往出现站场负荷率偏低和站场偏离区块中心的问题。

(4) 污水处理及回注难度大。

一方面,超低渗透油藏非常致密,对注水和污水回注的水质要求更高;另一方面,污水矿化度高,一般为 40000~80000mg/L,且富含硫酸根和钙、钡、锶等离子,对工艺设备、

管阀配件等易造成结垢及腐蚀,缩短了使用寿命,影响后续的生产运行。

(5) 复杂的地面工程建设环境对设计的要求很高。

超低渗透油藏地处鄂尔多斯盆地中部的黄土高原区。地表呈沟壑纵横、梁峁交错的极其复杂的地形地貌,流水侵蚀剥离强盛,水土流失严重,滑坡、崩塌、冲沟和强湿陷性等不良地表现象分布广泛;地下水资源非常匮乏,给地面工程建设带来极大难度。地广人稀,社会资源的依托条件较差,很难满足油田大规模建设的需求。此外,复杂的外部关系给生产管理和油区综合治理等方面带来很大困难。

二、标准化设计、模块化建设、数字化管理、市场化运作

“标准化设计、模块化建设、数字化管理、市场化运作”是地面工程建设与管理的精髓。“标准化设计、模块化建设”是优质、高效、安全、超前的建设理念;“数字化管理、市场化运作”是大油田管理的新思路。

(一) 意义

标准化设计的基本思路是将“统一、规范、定型、优化”的标准化理念应用于地面工程设计中,通过统一的标准化设计文件,从设计源头把各专业、部件、环节间的相互技术关系统一起来,实现各方面的合理连接、配合与协调,使地面工程建设具有简单化、系列化、通用化的特点,适应超低渗透油藏的规模化建设。

规模化建设是以标准化设计文件为基础,将设备、管阀配件等在厂内进行规模化预制,然后在现场把预制好的各模块在站场组合装配。这样既提高了建设速度,又保证了质量。

数字化管理是将井、站场所有的设备与装置进行数字化改造处理,使所有的设备达到远程控制、数据自动采集处理、井站无人值守的目的。

市场化运作是将地面工程建设的所有内容都纳入市场化公开招标中,这样运作可以进一步降低建设成本。

(二) 主要内容

标准化设计就是根据地面设施的功能和流程,设计一套通用的、标准的、相对稳定的、适用的地面建设的指导性文件。主要内容可概括为以下几个方面:

(1) 工艺流程通用化。通过优化工艺流程,统一建设规模和工艺过程,使井场、集油站的工艺流程和设备选型基本一致,为井场和集油站的标准化设计奠定基础。

(2) 井站平面标准化。通过对井场和集油站的功能研究,在尽量减少占地和满足功能需要的基础上,对其布局进行统一规划,使每座井场和集油站的工艺装置区大小、位置统一,达到标准化设计的目的。

(3) 工艺设备定型化。对井场和集油站的设备、管阀配件统一标准、统一外形尺寸、统一技术参数;同时保证质量安全可靠、运行安全、造价低廉,为规模化采购提供依据。

(4) 设备材料国产化。把材料国产化作为降低成本的重要突破口之一。

(5) 安装、预配模块化。把每个功能分区做成独立的、标准的小型模块,各模块之间由管网连接在一起,既相互独立又相互联系,有利于设计图纸的模块组合,也给施工预制化奠定基础。

(6) 建设标准统一化。对公用配套、站场标识、安全设计、环保措施等统一建设标准,

既反映企业整体形象，又节约投资、讲求实效，达到企业与周围环境的和谐统一。

模块化建设是以场站的标准化设计文件为基础，以功能区模块为生产单元，在工厂内完成模块预制，最后将预制模块、设备在建设现场进行组合装配。模块化建设的主要目的是改善施工作业环境，提高建设质量和速度，利于均衡组织站场施工生产。达到“两适应、两提高、两降低、三有利”的效果。“两适应”即适应大规模建产的需要、适应滚动开发的需要；“两提高”即提高生产效率和提高建设质量；“两降低”即降低安全风险和综合成本；“三有利”即有利于均衡组织生产、有利于坚持以人为本、有利于 EPC 管理模式的推广。

数字化管理是在以上两项内容的基础上，将现场使用的智能化抽油机、自动化注水橇、数字化增压橇等设备采用计算机软件远程控制与数据自动采集处理，达到井站无人值守、减员增效、降低操作成本的目的。

市场化运作是将所有的工程项目与设备器材购置都纳入规范的市场进行招标运作，市场化运作使社会资源达到最佳配置，取得质量好、投资少的效果。市场化运作属于管理范畴，本书在此不予阐述。

第二章 标准化原理和方法

在“标准化设计、模块化建设、数字化管理、市场化运作”地面工程建设管理模式的运行实践中，标准化设计是“四化”模式的基础。因此，深入了解标准化原理和方法很重要。

第一节 标准化的基本概念

一、标准的定义

国家标准 GB/T 20000.1—2002《标准化工作指南 第1部分：标准化和相关活动的通用词汇》定义：“为了在一定范围内获得最佳秩序，经协商一致制定并由公认机构批准，共同使用和重复使用的一种规范性文件”^①。

《世界贸易组织贸易技术壁垒协议》规定：“标准是被公认机构批准的、非强制性的、为了通用或反复使用的目的，为产品或其加工或生产方法提供规则、指南或特性的文件”。

二、标准化的定义

国家标准 GB/T 20000.1—2002 定义：“为在一定范围内获得最佳秩序，对现实问题或潜在问题制定共同使用和重复使用的条款的活动”^{②③}。

三、标准化的作用

实践证明，标准化在社会经济发展中起着不可替代的重要作用，主要表现在以下几个方面。

（1）标准化是实现现代化大生产的必要条件。

现代化的大生产以先进的科学技术和生产的高度社会化为特征。前者表现为生产过程中速度加快、质量提高、生产的连续性和节奏性增强等科技要求；后者表现为社会分工越来越细，各部门生产之间的经济联系日益密切。这种社会化的大生产，必定要以技术上高度统一和广泛的协调为基础，而标准化正是实现这种统一与协调的手段，也是标准化的科学性和权威性的体现。

（2）标准化是实现科学管理的基础。

所谓科学管理，就是依据生产技术的发展规律和客观经济规律对企业进行管理。科学

① 标准宜以科学、技术的综合成果为基础，以促进最佳共同效益为目的。

② 上述活动主要包括编制、发布和实施标准的过程。

③ 标准化的主要作用在于为了其预期目的改进产品、过程或服务的适用性，防止贸易壁垒，并促进技术合作。