

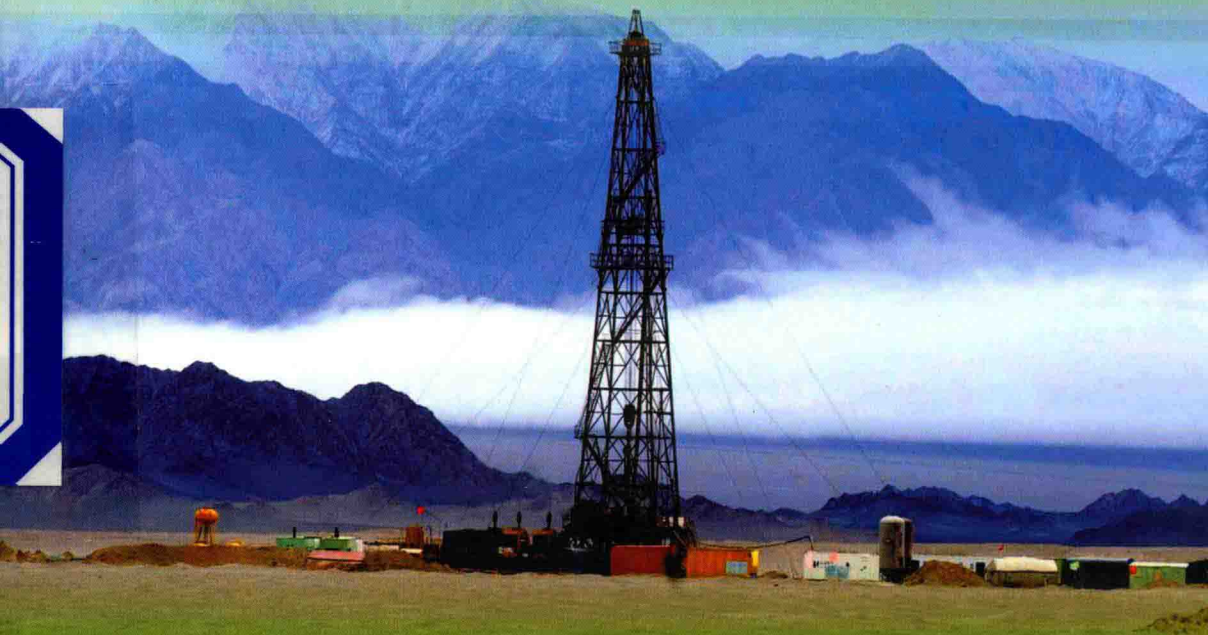


中国石油天然气集团公司统编培训教材

勘探开发业务分册

现代油藏管理

《现代油藏管理》编委会 编



石油工业出版社

中国石油天然气集团公司统编培训教材

勘探开发业务分册

现代油藏管理

《现代油藏管理》编委会 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了油藏经营管理、现代生产测井和试井技术、开发地震技术及其应用、精细油藏描述技术、现代油藏工程、现代油藏数值模拟技术、油田开发项目经济评价、现代石油公司财务知识等 8 方面内容。

本书适用于油田开发管理人员、技术人员培训，也可供油田开发科研人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代油藏管理 / 《现代油藏管理》编委会编 .
北京 : 石油工业出版社, 2013.4
(中国石油天然气集团公司统编培训教材)
ISBN 978-7-5021-9340-9

I . 现…

II . 现…

III . 油藏管理

IV . TE34

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 259177 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) 64523585 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 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

787 × 960 毫米 开本 : 1/16 印张 : 28

字数 : 480 千字

定价 : 98.00 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

《中国石油天然气集团公司统编培训教材》 编 审 委 员 会

主任委员：李万余

副主任委员：金 华 白泽生

委 员：王志刚 连建家 胡宝顺 马晓峰

卢丽平 杨大新 吴苏江 杨 果

方朝亮 王同良 刘江宁 卢 宏

周国芳 雷 平 马新华 戴 鑑

上官建新 陈健峰 秦文贵 杨时榜

何 京 张 镇

秘 书：张玉文 王子云

《现代油藏管理》编委会

主任：赵政璋

副主任：赵文智 吴奇 杜金虎 张国珍 王元基

马新华 吴国干 胡炳军 何江川

委员：(按姓氏笔画排序)

赵邦六 李松泉 郑新权 廖广志 何海清

穆剑 刘墨山 范文科 李铮 曾少华

王永祥 刘德来 王喜双 尚尔杰 任东

胡海燕 张守良 汤林 于博生 李国欣

赵刚 苏春梅 何刚 雷怀玉 吴晓敬

段红 陈莉

《现代油藏管理》编审人员

主 编：张国珍 王元基 马新华

副 主 编：李松泉 胡海燕

编写人员：(按姓氏笔画排序)

王建荣 刘兴斌 杜志敏 谷小清 张同义

周丽清 郑晓东 赵连增 姚逢昌 程林松

穆龙新

审定人员：(按姓氏笔画排序)

王正茂 王连刚 李松泉 吴洪彪 陈 莉

胡海燕 段 红 秦 强 曹 晨

序



企业发展靠人才，人才发展靠培训。当前，集团公司正处在加快转变增长方式，调整产业结构，全面建设综合性国际能源公司的关键时期。做好“发展”、“转变”、“和谐”三件大事，更深更广参与全球竞争，实现全面协调可持续，特别是海外油气作业产量“半壁江山”的目标，人才是根本。培训工作作为影响集团公司人才发展水平和实力的重要因素，肩负着艰巨而繁重的战略任务和历史使命，面临着前所未有的发展机遇。健全和完善员工培训教材体系，是加强培训基础建设，推进培训战略性和国际化转型升级的重要举措，是提升公司人力资源开发整体能力的一项重要基础工作。

集团公司始终高度重视培训教材开发等人力资源开发基础建设工作，明确提出要“由专家制定大纲、按大纲选编教材、按教材开展培训”的目标和要求。2009年以来，由人事部牵头，各部门和专业分公司参与，在分析优化公司现有部分专业培训教材、职业资格培训教材和培训课件的基础上，经反复研究论证，形成了比较系统、科学的教材编审目录、方案和编写计划，全面启动了《中国石油天然气集团公司统编培训教材》（以下简称“统编培训教材”）的开发和编审工作。“统编培训教材”以国内外知名专家学者、集团公司两级专家、现场管理技术骨干等力量为主体，充分发挥地区公司、研究院所、培训机构的作用，瞄准世界前沿及集团公司技术发展的最新进展，突出现场应用和实际操作，精心组织编写，由集团公司“统编培训教材”编审委员会审定，集团公司统一出版和发行。

根据集团公司员工队伍专业构成及业务布局，“统编培训教材”按“综合管理类、专业技术类、操作技能类、国际业务类”四类组织编写。综合管理类侧重中高级综合管理岗位员工的培训，具有石油石化管理特色的教材，以自编方式为主，行业适用或社会通用教材，可从社会选购，作为指定培训教材；专业技术类侧重中高级专业技术岗位员工的培训，是教材编审的主体，

按照《专业培训教材开发目录及编审规划》逐套编审，循序推进，计划编审300余门；操作技能类以国家制定的操作工种技能鉴定培训教材为基础，侧重主体专业（主要工种）骨干岗位的培训；国际业务类侧重海外项目中外员工的培训。

“统编培训教材”具有以下特点：

一是前瞻性。教材充分吸收各业务领域当前及今后一个时期世界前沿理论、先进技术和领先标准，以及集团公司技术发展的最新进展，并将其转化为员工培训的知识和技能要求，具有较强的前瞻性。

二是系统性。教材由“统编培训教材”编审委员会统一编制开发规划，统一确定专业目录，统一组织编写与审定，避免内容交叉重叠，具有较强的系统性、规范性和科学性。

三是实用性。教材内容侧重现场应用和实际操作，既有应用理论，又有实际案例和操作规程要求，具有较高的实用价值。

四是权威性。由集团公司总部组织各个领域的技术和管理权威，集中编写教材，体现了教材的权威性。

五是专业性。不仅教材的组织按照业务领域，根据专业目录进行开发，且教材的内容更加注重专业特色，强调各业务领域自身发展的特色技术、特色经验和做法，也是对公司各业务领域知识和经验的一次集中梳理，符合知识管理的要求和方向。

经过多方共同努力，集团公司首批39门“统编培训教材”已按计划编审出版，与各企事业单位和广大员工见面了，将成为首批集团公司统一组织开发和编审的中高级管理、技术、技能骨干人员培训的基本教材。首批“统编培训教材”的出版发行，对于完善建立起与综合性国际能源公司形象和任务相适应的系列培训教材，推进集团公司培训的标准化、国际化建设，具有划时代意义。希望各企事业单位和广大石油员工用好、用活本套教材，为持续推进人才培训工程，激发员工创新活力和创造智慧，加快建设综合性国际能源公司发挥更大作用。

《中国石油天然气集团公司统编培训教材》

编审委员会

2011年4月18日

前言



为了适应现代油藏管理技术发展的需要，培养全面发展的复合型油藏高级管理人员，及时了解国内外油田开发的新理论、新技术、新工艺，掌握油田开发项目经济评价方法和现代油藏财务知识，中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司将定期举办现代油藏经营管理高级培训班，为便于培训班学员更好地掌握培训内容，特编制了现代油藏管理高级培训班教材。

本教材内容主要包括现代油藏经营管理、现代生产测井和试井技术、开发地震技术及其应用、精细油藏描述技术、现代油藏工程、现代油藏数值模拟技术、油田开发项目经济评价、现代石油公司财务知识等8方面内容。同时，本书重点介绍了国内外油田开发新的技术，并结合油田开发和经营管理的实践，对从事油田开发的高级管理人员进行全面系统的培训，达到更新知识、提高业务能力及管理水平的目的。

本书第一章由西南石油大学杜志敏编写，第二章由大庆油田公司刘兴斌、张同意编写，第三章由中国石油勘探开发研究院姚逢昌、郑晓东编写，第四章由中国石油勘探开发研究院穆龙新、周丽清编写，第五章由中国石油大学（北京）程林松编写，第六章由中国石油勘探开发研究院古小清编写，第七章由中国石油勘探与生产分公司王建荣编写，第八章由中国石油规划总院赵连增编写。

由于笔者的水平所限，书中难免存在一些不足和缺点，诚恳欢迎大家提出宝贵意见。

目录

第一章 现代油藏管理	1
第一节 现代油藏经营管理.....	1
第二节 油藏经营人力资源管理.....	14
第三节 油藏经营技术管理及协同化.....	19
第四节 油藏经营数据管理.....	32
第五节 油藏经营管理开发进程监控与评价.....	36
第六节 油藏经营管理经济评价.....	40
第七节 油藏经营管理优化决策.....	44
附录一 油藏经营管理信息集成计算机应用系统（一）.....	54
附录二 油藏经营管理信息集成计算机应用系统（二）.....	56
附录三 油藏经营管理信息集成计算机应用系统（三）.....	57
附录四 油藏经营管理信息集成计算机应用系统（四）.....	58
附录五 油藏经营管理信息集成计算机应用系统（五）.....	60
第二章 现代生产测井、试井技术	61
第一节 注入剖面测井.....	61
第二节 产出剖面测井.....	69
第三节 套管检测和水泥环检测.....	74
第四节 地层参数测井.....	79
第五节 不稳定试井的原理和有关概念.....	81
第六节 试井资料在油田开发中的应用.....	121
第三章 复杂地质条件下储层地震预测	136
第一节 地震反演的应用与限制.....	136
第二节 侵入岩内幕高角度裂缝储层预测.....	147
第三节 侵入岩顶、底蚀变带储层研究.....	156

第四节	生物礁油藏精细描述·····	159
第五节	复杂河流相油藏描述·····	165
第四章	精细油藏描述技术的应用现状与发展趋势 ·····	172
第一节	精细油藏描述的含义和特点·····	173
第二节	精细油藏描述主要技术的应用现状·····	176
第三节	精细油藏描述的主要技术发展趋势·····	182
第五章	现代油藏工程 ·····	184
第一节	油田开发动态规律方法研究·····	184
第二节	低渗特低渗油藏开发理论探讨·····	221
第三节	稠油油藏注 CO ₂ 吞吐开采技术 ·····	235
第六章	现代油藏数值模拟技术 ·····	248
第一节	简介·····	248
第二节	数值模拟在油田开发生产中的应用·····	253
第三节	数值模拟工作的基本要求·····	257
第四节	商业化数值模拟的软件编制·····	259
第五节	地质建模介绍·····	260
第六节	冷 37 断块水平井数值模拟研究 ·····	266
第七节	牙哈凝析气藏出蜡现象的模拟·····	283
第八节	塔中四油田 402C _{III} 油组数值模拟研究 ·····	294
第九节	总结·····	320
第七章	股份公司财务基础知识及分析 ·····	337
第一节	对股份公司的认识·····	337
第二节	资本运动·····	339
第三节	对财务会计的认识·····	341
第四节	会计六要素·····	345
第五节	主要会计报表介绍·····	347
第六节	KPI 指标 ·····	372
第七节	案例分析·····	384
第八节	以 YM 油田为例分析企业的财务状况·····	404
第八章	油田开发项目经济评价方法 ·····	421
第一节	油田开发项目投资·····	421

第二节	资金筹措	422
第三节	油气生产成本费用估算	423
第四节	销售收入估算	424
第五节	销售税金及附加的估算	425
第六节	所得税	425
第七节	利润分配	426
第八节	财务评价	426
第九节	财务分析基本报表	428
第十节	不确定性与风险分析	429

第一章 现代油藏管理

第一节 现代油藏经营管理

一、油藏经营管理的概念

随着石油工业的发展，油气田开发的技术难度、投资额度和风险性程度日益增加，各石油公司越来越重视盈利率，尽量减小石油勘探开发成本，优化油气田的开采。在广泛使用新技术和新方法的同时，各石油公司积极寻求一种新的灵活的具有商业观点的管理模式，以求得最佳的经济效益，从而在激烈的全球化市场竞争中立于不败之地。近年来，“油藏经营”（Reservoir Management）已成为油田开发研究的热点。油藏经营管理模式也成为国外油公司高效开发油田的基本模式。尤其是在北美，认为油藏经营是油田开发的第三次革命。各种各样的研讨会和油藏经营实践活动已勾画出油藏经营的范围、运作方法和管理模式，并已积累了许多成功的经验。

许多学者都对“油藏经营管理”进行过描述。Thakur 把油藏经营定义为“合理地利用各种现代方法，最大限度地从油藏中获得利益或进行经济开采”；Wiggings 和 Startzman 从操作角度上将油藏经营定义为“从油藏发现至枯竭到最终废弃这一全过程中，对油藏进行识别、开发生产、监控和评价的一整套操作规程和决策”；Harderson 则认为：“油藏经营是将所获取关于油藏的知识综合成为对油田最佳经济开发的过程。”总之，所谓油藏经营管理，就是在国家政治、经济允许范围内，充分应用先进的科学技术，为开发某一油藏或油田而制定和实施油藏经营策略的进程，以寻求最佳的经营方案。它通过有效地利用各种资源（人力、技术、财力等），降低投资额度和作业费用，使油田开发获得最大利益。简而言之，就是把油藏或油田开发技术和经营管理策略

相结合，以最少的投入获得最大的回值。

油藏经营管理概念的形成与发展经历了以下几个阶段：

早在 20 世纪 70 年代后期，国外就提出了油藏经营的概念，但当时仅把油藏工程看作是油藏经营管理最主要的内容。在 70 年代到 80 年代期间，油藏经营管理开始强调地质与开发工程的协同化，它在油气田的勘探开发中发挥了重要的作用。此后随着市场竞争的加剧，油田开发的高投入、高效益和高风险使石油企业注意到油田开发利润并非与开发投资成正比关系，决策者须在不同的开发阶段做决断，获得最大投资效益，如图 1-1 所示。为了获得最大的投资效益，在强调地质和开发工程协同的基础上，必须将工程技术与经济评价相结合，由此产生了现代油藏经营管理。

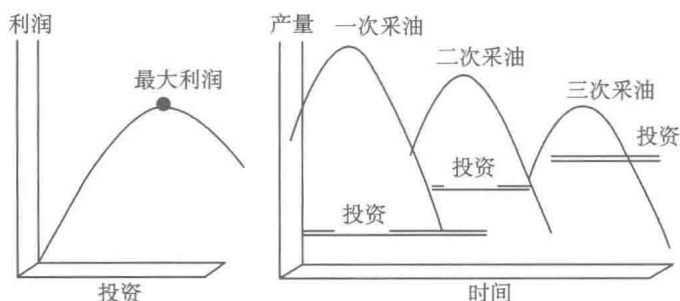


图 1-1 油藏开发投资与效益

20 世纪 80 年代期间，油藏经营管理逐步强调地质—开发工程—经济评价的协同化，既要油藏本身建立微观经济的管理体系，又要将油田开发摆在宏观经济的石油市场中，突出经营的思想。进入 90 年代，国外对油藏经营管理的概念进行了更为广泛的讨论，现代油藏经营管理的思想也逐步被人们所接受和应用。

近十多年来，信息技术和集成化油藏经营管理在石油工业中得到了迅猛发展，涌现出大批地质和开发方面的计算机软件，较以前更加快速而又全面地提供了油藏信息。如何有效集成处理众多数据信息，寻求最佳经营方式显得越来越紧迫而突出。另一方面，经过人们多年持续不断的探索与努力，一些利用现代油藏经营管理手段开发油田的成功实例在国外杂志及学术会议上开始有了广泛的报道，国内杂志上也有了相应的介绍，现代油藏经营管理也日益受到中国石油天然气集团公司及各油公司的重视。可以说，国际油价走势、缺乏大型新油田的接替而老油田仍可进一步挖潜、大量新技术方法的应用这三个因素有力地推动了现代油藏经营管理模式的形成与发展。并且，各

油田公司也更注意油田开发技术与管理之间的紧密结合,把更多的新技术应用于油藏经营管理当中,以提高对油藏特性、开发情况的认识程度,特别是对油藏信息和生产数据的准确而有效的使用。

油藏经营主张把油藏开发过程,即油藏描述、油藏工程研究、开发设计、油藏动态分析、油藏经营管理和投资效益分析视为系统工程,将油藏作为一个独立的开发、经营管理元。油藏经营强调地质和工程、工程和经济评价等多专业学科的协同化,在油藏经营管理模式下,通过一系列的决策和实践来认识、测试、开采、监控和评价油气藏。

油藏经营涉及油藏勘探开发的全过程,油藏本身特点和技术因素、社会、政治和经济环境等直接影响油藏经营的效果。

二、油藏经营管理模式

1. 油藏经营管理的目标

油藏经营管理的目标是有效地利用各种资源(人力、技术、财力),实现油气田开采的工程最优化和经济效益最优。

2. 油藏经营管理的组织形式

目前,我国各油田的机构设置仍然是一种接力赛式的运作模式,各专业人员仅局限于本部门内的工作,形成了较明显的部门工作界线,缺乏而且也不关心油田的整体开发效果,基本无法实现部门之间的交流及对整个油田的及时跟踪再认识,几乎没有考虑与管理、经济、法律和环境等机构之间的相互协作,造成了很多资源上的浪费,整体机构显得臃肿而又低效。国外油公司在旧体制下的组织形式与我国油田目前状况类似,也是按照专业组成分为相应的地质部、工程部等,其组织结构如图 1-2 所示。

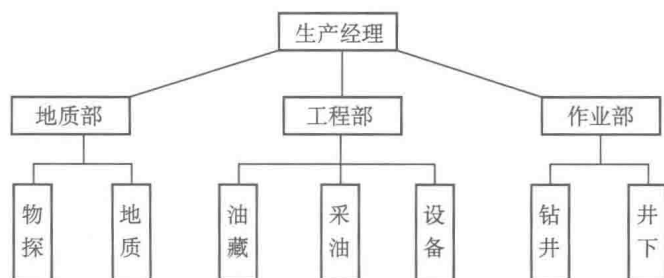


图 1-2 旧体制下的组织结构

在这种旧体制下，各专业人员仅局限于本部门内的工作，接受各专业领导管理，形成了较明显的部门工作界线。专业人员只负责自己的工作，一般不能充分地支持各种不同的职能，部门之间的横向联系往往也比较薄弱。

现代油藏经营管理采用“扁平式”组织结构取代了传统的“多层次”结构，这种方式打破了部门之间的工作界限。公司根据油田开发项目的需要，形成了由多学科多专业人员组成的油藏经营团组（Multi-disciplinary Work Team），它的组织结构如图 1-3 所示。

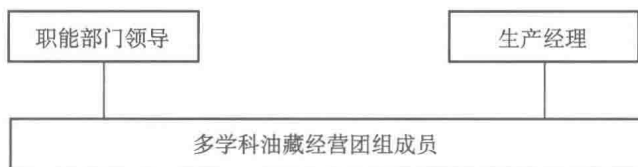


图 1-3 新体制下的组织管理结构

现代油藏经营管理由职能部门领导、生产经理和多学科协作团组构成，强调互相协调，讲究工作效率，追求最大效益，机构显得十分精简而高效。多学科协作组由一些专业人员组成，听从职能部门领导和生产经理指挥。职能部门领导主要负责对工作情况的指导和评估，生产经理负责把握团组工作研究方向和商机。

油藏经营团组的专业人员可包括：地质、油藏、采油、钻井、测井、化学工程、地面工程、经济、环保、法律等各种专业人员，如图 1-4 所示。团组成员组成由具体的油藏开发项目的不同时期确定，可根据需要而变化。团组成员对生产经理和职能部门领导负责。对于钻井、井下作业等服务性行业，根据具体任务而临时增添，任务结束后，则从团组中精简掉。这种模式并非一成不变、一刀切，而要针对具体的油藏类型、开发阶段、所解决的问题及所要达到的目标，做相应的人员调整，以突出重点。

这种组织形式强调多学科间的协同作用，加强了不同专业间的横向联系。它使不同专业人员在不同领域、不同层次上进行互补，最大程度地利用各种专业信息。油藏经营团组成员中不仅要完成自身的职能作用，同时还要对相关专业的专业工作予以协助配合，从而求得整体业绩大于局部之和的效果。这种油藏经营团组类似于公司内部的若干子公司，他们具有较大的决策经营权，同时也承担一定的经营风险。

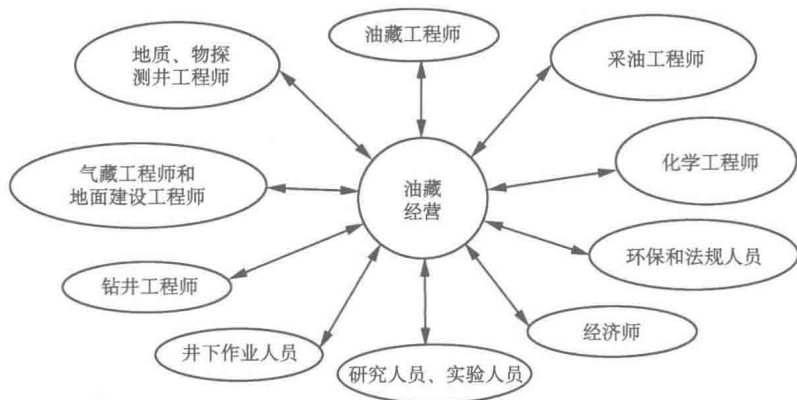


图 1-4 油藏经营团组成员组成

3. 油藏经营管理工作模式

旧体制下油公司的油藏开发工作模式如同接力赛，如图 1-5 所示。地质工程人员工作完成后将其交给油藏工程师，然后油藏工程师再交给钻井工程师、采油工程师。各专业人员仅限于参与本部门的工作，部门间的工作互不通风，缺乏交流，联系十分薄弱。这种单一进程的工作模式往往可能由于某个环节的失误而造成较差的开发效果。



图 1-5 旧体制下的工作模式

新体制下的油藏经营管理工作模式如同篮球赛，如图 1-6 所示。它将油藏作为一个独立的开发、经营管理单元，把油藏开发过程中的油藏地质描述、油藏工程研究、开发设计、油藏动态分析、油藏经营管理和投资效益分析视为系统工程。多学科专业人员共同参与油田开发的各项决策，实现地质—工程—经济—经营管理的协同化，取得最佳的油田开发经济效益。这种模式成功的关键在于团组人员的自身素质、相互间的协作及整个经营团组的组织管理性。

油藏经营管理团组的具体工作模式如下：职能部门提名组建一支针对某一具体项目的油藏经营团组，油藏经营团组一般由地质、物探、各种工程学科、地面作业、钻井和经济学等专家组成。油藏经营团组准备并提交油藏经营计划，确定工作目标，报告项目进展，向生产经理负责。由职能部门领导和生产经理评价油藏经营团组的工作情况，报告完成任务情况（时间、效率、质量），