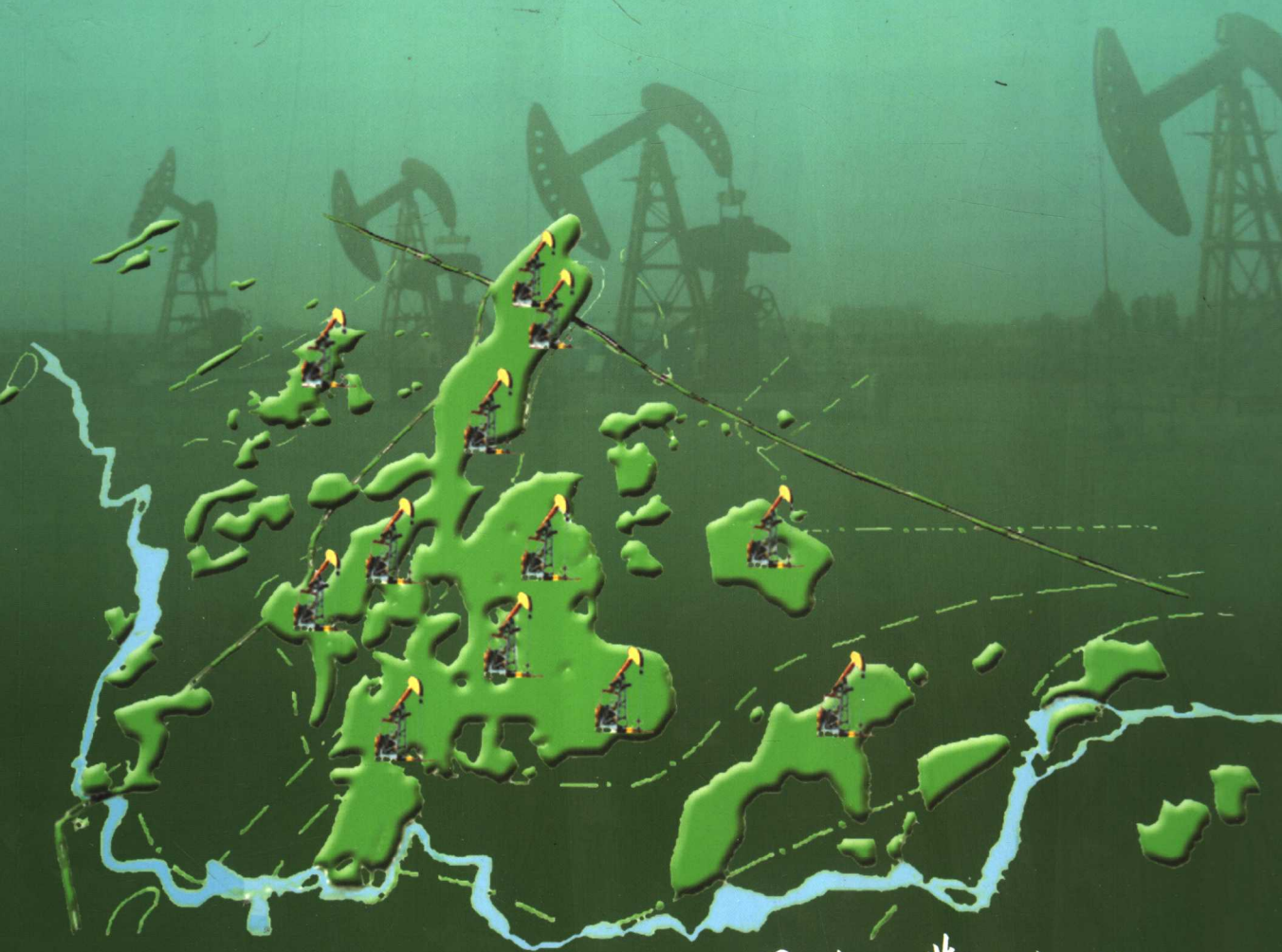


大庆油田提高采收率研究与实践

巢华庆 主编



石油工业出版社

大庆油田提高采收率研究与实践

巢华庆 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

大庆油田 40 多年来,针对不同开发阶段的特点和需要,自始至终将提高采收率贯穿于油田开发全过程。该书分 4 篇共 14 章,全面详细地论述了大庆油田为提高采收率所实施的具体措施和技术,以及取得的实际效果。通过从早期内部注水到同井分层注水开采,从层系细分加密到井网二次加密,从稳油控水到三次采油,不断适时地调整挖潜措施,保证了大庆油田长期高效稳定地开发。

该书可供从事油田开发工作的管理和科研人员,以及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

大庆油田提高采收率研究与实践/巢华庆主编.

北京:石油工业出版社,2006.3

ISBN 7-5021-5227-X

I. 大…

II. 巢…

III. 采收率(油气开采)-研究-大庆市

IV. TE357

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 108636 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

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

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:29

字数:746 千字 印数:1—1500 册

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

《大庆油田提高采收率研究与实践》

编委会

主任：巢华庆

副主任：郭万奎 廖广志 隋新光 闫亚茹 吕晓光

编委：牛金刚 杨振宇 刘春林 韩培慧 兰立凤 刘颖萍

刘冰 姚玉明 苗厚纯 刘国涛 邓庆军 孙品月

李永刚 隋凤芝 吕静 刘义坤 宋考平 裴占松

参加编写人员

第一篇 基础篇

第一章：张永庆 刘国涛 窦洪武

第二章：闫亚茹

第二篇 水驱开发篇

第一章：孙品月 赵亮 常玮

第二章：刘春林 裴占松

第三章：李永刚

第四章：刘端奇

第五章：梁东林 钱深华 张国忠

第六章：兰丽凤

第三篇 三次采油篇

第一章：牛金刚 陈鹏 邵振波 王冬梅

孙刚 李颖

第二章：杨林 么世春

第三章：乐建君

第四章：韩培慧 么世春

第四篇 展望篇

第一章：刘义坤 刘云龙

第二章：刘义坤 宋考平

序

自 19 世纪初形成工业化石油开采产业以来,随着全球石油勘探开发程度的逐步加深和经济发展对石油需求的不断增大,地下剩余石油可采储量正在日趋减少。如何充分利用不可再生的有限石油资源,努力提高探明地质储量的采收率,已成为世界各国油田开发工作者日益关注的焦点。

中华人民共和国成立后,相继发现并开发了一系列新油区和新油田,使全国陆上(除台湾省以外)石油探明地质储量从 1949 年的 $3 \times 10^8 \text{t}$ 左右快速增长到 2000 年的 $198.9 \times 10^8 \text{t}$,同期年产原油从 $12 \times 10^4 \text{t}$ 猛增到 $14382 \times 10^4 \text{t}$,跃居世界第五石油生产大国。20 世纪中国石油工业实现历史性的跨越式发展,为社会主义现代化建设注入了源源不断的强大动力。特别是改革开放以来,由于国民经济长期保持高速稳定增长,到 2001 年,我国石油年消费量已近 $2 \times 10^8 \text{t}$,成为仅次于美国和日本的世界第三大石油消费国。为适应石油消费量急剧攀升的需要,从 1993 年开始,我国从原油净出口国转变为净进口国,2004 年原油进口量已达 $1.2 \times 10^8 \text{t}$ 以上。长期大量进口原油不仅要花费巨额外汇资金,而且将严重制约国家的能源安全。因此,千方百计地稳定和提高我国原油总产量,确保国民经济实现可持续发展,既是 21 世纪我国石油工业压倒一切的头等大事,更是广大油田开发工作者共同肩负的历史责任。

从 20 世纪末我国石油勘探开发情况看,在全国陆上(除台湾省以外)评估的石油资源总量中,仅有五分之一左右的地质储量被发现;而在已经动用的 $149.58 \times 10^8 \text{t}$ 探明地质储量中,累计标定的可采储量只有 $50.12 \times 10^8 \text{t}$,平均采收率仅为 33.5%。这表明目前我国油田总体开采水平还比较低,挖掘石油资源潜力的空间还比较大。如果将现有平均采收率提高 1 个百分点,就意味着新增可采储量 $14958 \times 10^4 \text{t}$ 。由此不难看出,21 世纪要稳定和提高我国原油总产量,必须在大力发现新的石油资源的同时,进一步提高已探明地质储量的采收率,尽可能地已从开发油田中采出更多的石油。大庆油田 44 年开发实践证明,这是一条符合我国国情和“油”情的稳定发展之路。

20 世纪 60 年代,当大庆长垣主力油田被基本探明并逐步投入全面开发后,一方面对长垣外围地区开展了新的勘探开发,另一方面对长垣各类储层不断进行再研究再认识。经过长期坚持不懈地努力,不仅在长垣外围先后发现了一批新的油藏,而且在长垣油田相继证实高台子油层和表外储层均具有工业开采价值,从而使大庆油田探明石油地质储量有了大幅度增长。与此同时,针对陆相非均质多油层的地质开发特点,通过实施一系列重大开发调整措施,进而使探明地质储量的动用程度和采收率均得到了明显提高,累计新增可采储量近 $10 \times 10^8 \text{t}$,为大庆油田实现 16 年高速上产和 27 年 $5000 \times 10^4 \text{t}$ 以上稳产,提供了可靠的资源保障。

大庆油田在提高采收率方面做了大量卓有成效的工作,归纳起来,主要有以下四个特

点:

(1) 坚持把提高采收率作为油田开发的不变主题。早在大庆油田开发初期,就编制实施了以提高最终采收率为核心目标的第一个油田开发方案。44年来,大庆油田把提高采收率贯穿于油田开发全过程,针对不同开发阶段的特点和需要,制定并实施了相应的开发方针、政策和措施,从早期内部注水到同井分层开采,从层系细分加密到井网二次加密,从稳油控水到三次采油,所有这些都是以提高采收率为出发点和落脚点的。可以说,大庆油田的开发过程就是提高采收率的过程,就是探索大型陆相砂岩油田长期高效稳定开发的过程。

(2) 坚持以实事求是的科学态度搞清油田储量资源状况。由于科学如实地搞清地下石油资源状况是提高油田采收率的基本前提,而一个油田的探明地质储量特别是可采储量,既是在一定经济和技术条件下获得的,又将随经济和技术的发展而不断变化。因此,人们对储量资源的认识不可能一次完成,提高采收率的研究与实践更不可能一劳永逸。大庆油田开发44年来,坚持以实事求是的科学态度搞清油田储量状况,力戒粗估冒算,力求留有余地,尽可能地把提高采收率真正落实到实处。大庆喇嘛甸、萨尔图、杏树岗油田在1962年、1978年、1985年进行的全面储量计算、储量升级和储量复算中,立足于大量齐全准确的第一性资料,并依据当时的经济和技术发展水平,对主要储量计算参数取值进行了必要修正完善,同时还根据油田开发动态资料,每年都要对可采储量进行一次核定。通过长期反复实践,使人们对储量状况的认识一次比一次接近实际,从而为提高油田采收率提供了坚实的资源基础。

(3) 坚持反复研究认识各类储层的水淹特征。由于大庆油田各类储层的非均质性十分严重,致使注水开发后的地下油、水运动状况非常复杂。为了提高油田采收率,必须在不断加强油田地质研究的基础上,反复研究认识各类储层的水淹特征,努力搞清剩余油的分布状况,以便为制定调整挖潜措施提供科学依据。大庆油田自20世纪60年代注水开发以后,针对不同开发阶段的需要,在相继开展提高采收率室内机理试验研究的同时,累计钻取心井2462口,钻取岩心 $27.93 \times 10^4 \text{m}$ (其中密闭取心井109口,钻取岩心23378m),为直观分析研究各类储层的水淹特征提供了第一性资料,并依据大量分层动态测试和水淹层测井资料,对不同地区各类储层的水淹特征进行长期跟踪研究。这是大庆油田制定和实施一系列开发调整措施的重要基础,也是提高油田采收率能够取得较好实际效果的基本原因。

(4) 坚持依靠科技创新提高油田采收率。提高采收率是一项庞大的动态系统工程,油田地质特征、宏观经济环境、开发技术水平和经营管理体制等都是其重要的制约因素。对一个具体的油田来说,在其他条件一定的情况下,开发技术水平是影响采收率的决定性因素。44年来,大庆油田把依靠科技创新作为提高采收率的不竭动力,坚持科研工作面向油田开发生产,坚持自主创新与学习引进相结合,坚持实行科研、生产、推广一体化,较好地发挥了科学技术在提高油田采收率中的关键作用。

20世纪60年代,大庆油田研究采用“早期内部注水、保持压力开采”,使油田采收率由弹性溶解气驱的15%左右提高到30%以上。之后,又提出并实施了注水开发优化调整的原则方法,发展形成同井分层开采与井网分层调整相结合的综合调整技术,以及薄互层开采

技术，达到当今世界已开采油层的极限，可使水驱采收率达到 40% 以上。20 世纪 90 年代中期，为进一步提高油田采收率，通过发展应用聚合物驱三次采油技术，加快油田驱替方式调整，可使油田采收率在水驱的基础上再提高 10 个百分点左右而达到 50% 以上。“九五”以来，着眼于 21 世纪可持续发展需要，重点开展了三元复合驱、二元驱、三次采油与三次加密相结合、微生物采油、热力采油以及提高外围难采储量动用程度的试验研究，力争在特高含水期进一步提高油田采收率，再创大型陆相油田开发新水平。

大庆油田提高采收率研究与实践，是 20 世纪大庆油田成功开发的基础。科学地总结分析这一历史进程，对进一步提高我国油田开发总体水平，谋求 21 世纪可持续发展，是一件很有意义的事情。希望本书的出版发行，能为有关专家和广大油田开发工作者提供一定的参考借鉴，并望批评指正。随着我国经济实力的不断增强和科学技术的发展创新，必将进一步提高现有的油田采收率，以更加充分地利用宝贵的石油资源，为 21 世纪我国经济和社会发展做出应有的贡献。

毕军陵

2005 年初于大庆

目 录

第一篇 基础篇

第一章 油田基本特征	(3)
第一节 油田地质概况	(3)
第二节 储层沉积特征	(16)
第三节 油田储量构成	(52)
第二章 油田开发历程及井网演变	(63)
第一节 油田经历的主要开发阶段	(63)
第二节 油田开发层系、井网的演变	(68)

第二篇 水驱开发篇

第一章 开发准备期采收率研究与实践	(81)
第一节 萨尔图油田中部开辟生产试验区	(81)
第二节 西三断块天然能量开采试验	(85)
第三节 萨尔图油田开发方案中采收率的研究	(88)
第二章 注水提高水驱采收率研究与实践	(93)
第一节 水驱油效率实验研究	(93)
第二节 小井距单层注水提高采收率开发试验	(102)
第三节 基础井网早期注水条件下提高采收率实践	(106)
第三章 井网加密提高采收率研究与实践	(123)
第一节 采收率与井网密度的关系	(123)
第二节 喇、萨、杏油田井网加密的做法	(135)
第三节 喇、萨、杏油田井网加密的效果	(146)
第四章 水动力学方法提高水驱采收率研究与实践	(152)
第一节 同井分层注水	(152)
第二节 注采系统调整	(157)
第三节 周期注水	(170)
第五章 高含水期综合措施提高水驱采收率研究与实践	(180)
第一节 “稳油控水”的做法和效果	(180)
第二节 油、水井压裂的做法和效果	(185)

第三节 采油井堵水对提高采收率的效果·····	(189)
第六章 注水开发阶段采收率评价方法研究及应用·····	(194)
第一节 理论方法·····	(194)
第二节 水淹层密闭取心检查井法·····	(202)
第三节 水驱特征曲线法·····	(205)
第四节 递减曲线法·····	(210)
第五节 经验方法·····	(212)

第三篇 三次采油篇

第一章 聚合物驱油提高采收率研究与实践·····	(227)
第一节 聚合物驱油室内实验研究与认识·····	(227)
第二节 聚合物驱油矿场试验研究与认识·····	(248)
第三节 聚合物驱工业化应用与认识·····	(279)
第四节 低浓度交联聚合物调驱技术研究·····	(301)
第五节 污水配注聚合物驱探索研究·····	(313)
第二章 复合驱油提高采收率研究与试验·····	(326)
第一节 三元复合驱油室内实验研究与认识·····	(326)
第二节 三元复合驱油矿场试验研究与认识·····	(337)
第三节 泡沫复合驱提高采收率试验研究·····	(340)
第三章 微生物提高采收率试验研究·····	(352)
第一节 微生物采油的方法和原理·····	(352)
第二节 微生物采油用的主要菌种·····	(353)
第三节 微生物采油菌种的筛选和评价方法·····	(355)
第四节 微生物发酵生产工艺和注入工艺·····	(358)
第五节 微生物采油的现场应用效果·····	(360)
第四章 注气提高采收率试验研究·····	(377)
第一节 注气基本理论分析·····	(377)
第二节 二氧化碳提高采收率试验研究·····	(379)
第三节 水气交替注入提高采收率试验研究·····	(393)

第四篇 展 望 篇

第一章 提高采收率技术研究现状及发展方向·····	(423)
第一节 水驱提高采收率技术研究现状及发展方向·····	(423)
第二节 聚合物驱提高采收率技术研究现状及发展方向·····	(427)

第三节 复合驱提高采收率技术研究现状及发展方向..... (433)

第四节 注气混相驱和非混相驱提高采收率技术研究现状及发展方向..... (436)

第五节 微生物驱提高采收率技术研究现状及发展方向..... (437)

第二章 各种提高采收率技术前景评价..... (439)

第一节 水驱油技术前景评价..... (439)

第二节 聚合物驱油技术前景评价..... (442)

第三节 三元复合驱技术前景评价..... (444)

第四节 微生物采油技术前景评价..... (446)

第五节 注气驱油技术前景评价..... (448)

附录 大庆油田（喇、萨、杏）历年开发数据表..... (451)

第一篇 基础篇

第一章 油田基本特征

第一节 油田地质概况

一、区域地质背景

大庆油田位于松辽盆地中央坳陷长垣背斜构造带上(图 1-1-1), 处于盆地生油和储油最有利的地带。该盆地是一个大型的中、新生代沉积盆地, 面积约 $26 \times 10^4 \text{ km}^2$, 沉积地层厚度 5000~6000m, 全盆地分为 7 个一级构造单元: 中央坳陷区、西部斜坡区、东南隆起区、东北隆起区、北部倾没区、西南隆起区和开鲁坳陷区。

盆地基底分别由大兴安岭华里西晚期褶皱带和吉黑华里西晚期褶皱带汇合而成。经历三叠纪和侏罗纪早期提升剥蚀后,侏罗纪晚期在以断裂为主的构造运动作用下,产生了众多的断陷、地垒和断阶带。进入早白垩世松辽盆地沉降作用不断增强,使早期出现的分割性小断陷扩大沟通,形成统一的松辽盆地大型沉积拗陷。至晚白垩世和第三纪,由于淤积充填而使盆地沉降速度明显减缓,拗陷渐趋萎缩。

下白垩统泉头组至嫩江组沉积时期,松辽盆地沉降发育鼎盛,沿着盆地长轴方向发育的中央坳陷带,是湖盆持续沉降的中心,沉积厚度可达 4000m 左右。湖区周围发育了 5 个河流—三角洲沉积体系,其中以北部沉积体系规模最大,由北而南插入中央坳陷带,其前端直达湖盆中央,分布面积近 20000 km²。在平面上北部沉积体系的前缘东西两侧均为生油坳陷,其中西侧齐家—古龙凹陷是长期发育的深坳陷,是青山口组至嫩江组的沉降中心,生油岩层厚度达

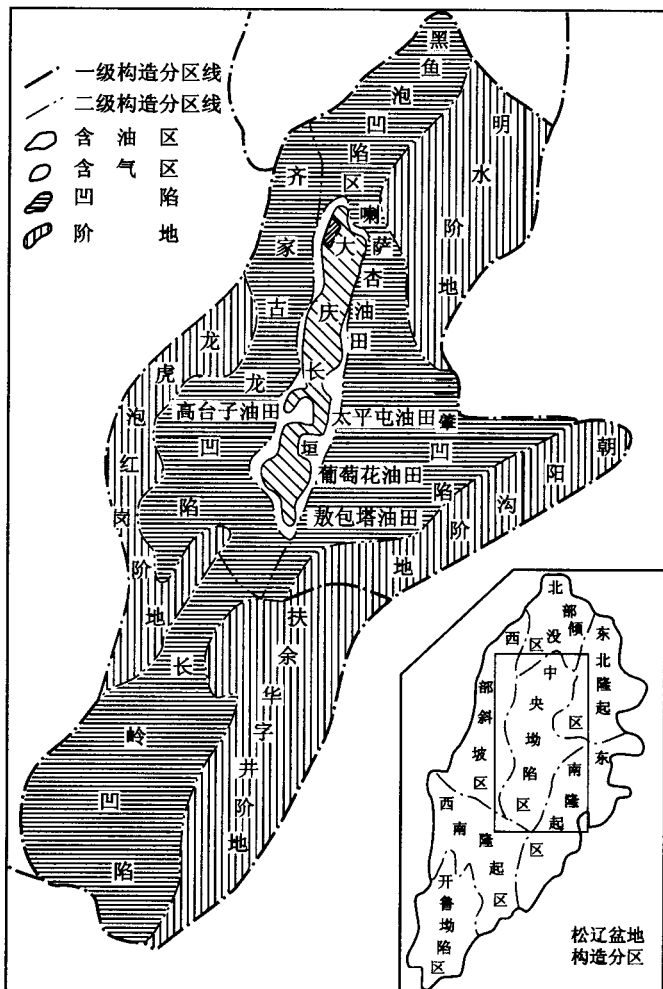


图 1-1-1 大庆油田区域位置图

500~700m, 其中有机碳含量小于2%, 总烃含量大于0.15%, 属优质生油岩。垂向上在青二、青三段和姚家组储集层的上下均为生油岩, 上部为嫩一、嫩二段生油岩, 厚度200~300m, 下部为青山口组生油岩, 厚度在100m以上, 形成良好的生油层、储集层和盖层的组合关系, 加上良好的构造圈闭条件, 聚集了极其丰富的石油和天然气, 形成了长垣上的大庆油田。

二、构造

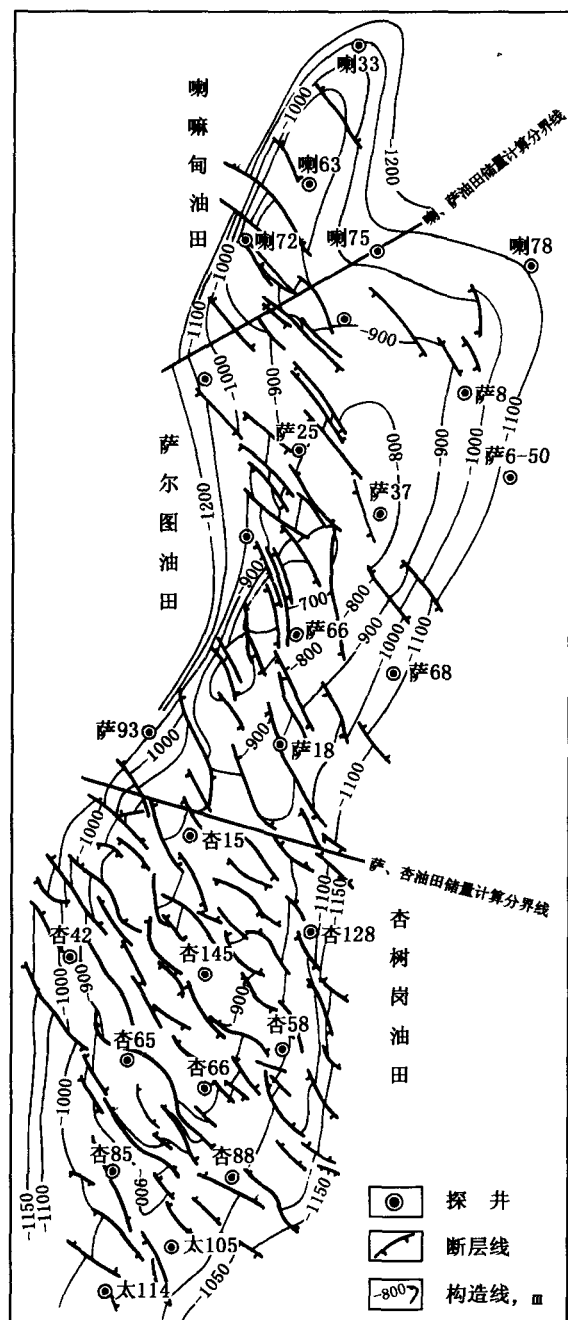
大庆长垣是松辽盆地中央拗陷区中的一个大型背斜构造带。

在侏罗纪, 大庆长垣部位为古龙凹陷的东部斜坡, 在下白垩统登娄库组沉积时, 萨尔图构造位于盆地中部西倾的斜坡上, 而葡萄花构造位于古隆起与凹陷的交接地带。在泉头组—姚家组沉积时, 大庆长垣处于盆地大型沉积拗陷东侧的平缓斜坡上, 嫩江组沉积时, 喇嘛甸、萨尔图、杏树岗、葡萄花等处有局部小隆起, 开始具有大庆长垣的雏形, 到嫩江组沉积末期, 松辽盆地经历了一次构造运动, 使大庆长垣隆起基本定型, 并产生了很多断裂。明水组沉积末期的构造运动使长垣更加发育和完善, 形成近似现在的构造形态。

大庆长垣由喇嘛甸、萨尔图、杏树岗、太平屯、高台子、葡萄花、敖包塔7个背斜构造组成, 各构造之间以鞍部相接。整个长垣呈反“S”型展布(图1-1-2、图1-1-3)。

从葡I油层组顶面构造图看, 整个长垣轴向近北北东向, 南北长约145km, 东西宽6~30km, 具有北窄南宽的特点。长垣北部构造两翼, 西陡东缓, 长垣南部构造两翼, 东陡西缓, 而长垣中部两翼倾角相近。7个构造中以萨尔图构造高点海拔最高, 其余依次为葡萄花、杏树岗、喇嘛甸、敖包塔和太平屯。−1025m构造等高线为长垣的统一圈闭线, 闭合面积为2500km², 闭合高度为392.8m, 各构造的圈闭线不一致。

喇嘛甸构造位于大庆长垣北部, 南与萨尔图构造以鞍部相连, 为北北东向短轴



背斜。构造西翼倾角 $18^{\circ} \sim 22^{\circ}$ ，东翼倾角约 6° ，构造北端以 $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 向东北方向倾没。构造高点海拔 -787.6m （喇 5-283 井），构造闭合高度 87.4m ，以 -875m 构造线闭合，闭合面积为 29.6km^2 。

萨尔图构造南与杏树岗构造以鞍部相接，为北东向不对称短轴背斜构造。构造西翼倾角 $3^{\circ} \sim 23^{\circ}$ ，东翼倾角 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 。萨尔图构造北部较宽，最宽处为 8.4km ，构造南部较窄为 4km ，构造高点海拔 -632.2m （南 2-4-丙 27 井），构造闭合高度 242.8m ，以 -875m 构造线圈闭，闭合面积为 147.5km^2 。

杏树岗构造为南北向的短轴背斜。构造南部较宽约 8km ，北部较窄为 1.8km ，构造平缓，西翼倾角 $4^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，东翼倾角 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 。构造高点海拔 -780.6m （杏 3-1-122 井），以 -875m 构造线圈闭，闭合高度 94.4m ，闭合面积为 80.8km^2 。

太平屯构造是杏树岗构造向南的倾没部分。西与高台子构造相接壤，西南与葡萄花构造相接，东与宋方屯构造相邻。构造轴向近南北向，长轴 29km ，短轴 8km 。构造两翼比较平缓，倾角约 $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 。构造北部隆起幅度为 110.9m ，南部为 43.0m ，在太 184 井和太 18 井与太 19 井之间为一个不明显的鞍部。以太 204 井断层为界，以北为太平屯构造北部，以南为太平屯构造南部。以 -1025m 构造线闭合，闭合面积为 173.1km^2 。

高台子构造是一个两翼基本对称的穹隆背斜。构造轴向为北东 22° ，长轴 8.5km ，短轴 4.18km 。构造两翼比较平缓，约 $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 。由于断层切割，在高 44-新 31 井、高 48-27 井、高 52-21 井附近形成三个局部高点。以 -1000m 构造线闭合，闭合高度 67.1m ，闭合面积为 27km^2 。

葡萄花构造为一个短轴背斜构造，以葡 168 井、葡 179 井以南大断层为界分为葡北与葡南两个部分。葡北轴向北东 25° ，长轴 22km ，短轴 12.5km ，构造两翼倾角较小，一般为 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，北端为 2° ，以 -1025m 构造线闭合，闭合高度 307.1m ，闭合面积为 225.0km^2 。葡

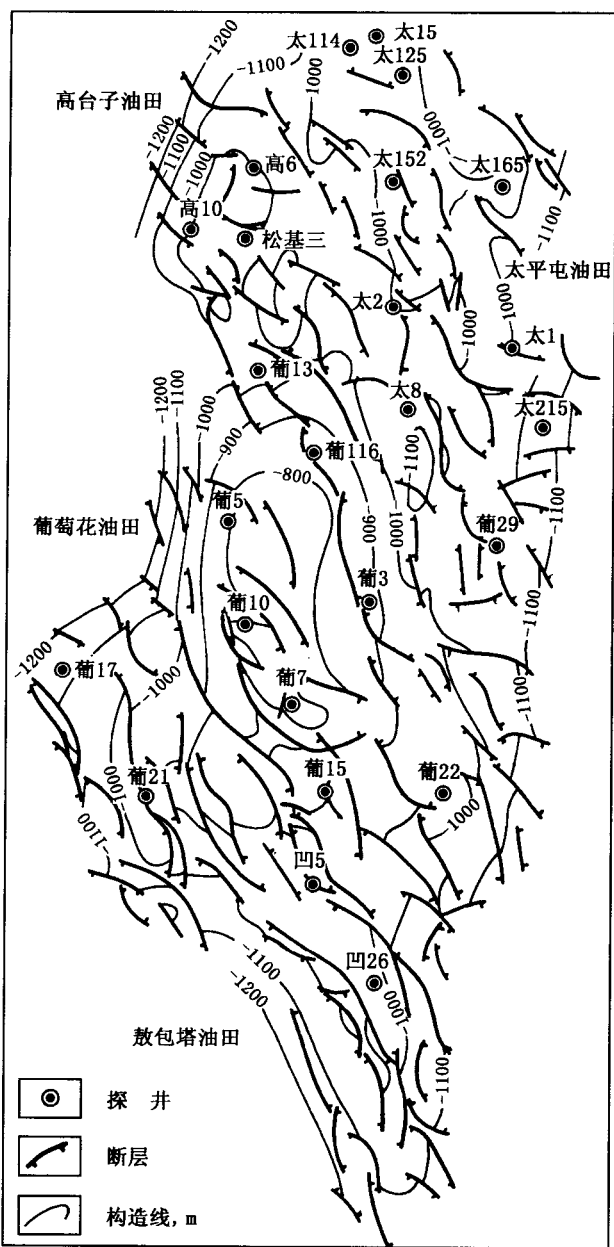


图 1-1-3 大庆长垣南部构造图

南构造高点海拔为 -781.3m, 闭合高度 244.0m, 闭合面积为 270km²。

敖包塔构造是葡萄花构造向南延伸倾没部分, 构造平缓。以上构造要素见表 1-1-1。

表 1-1-1 大庆长垣各构造要素表

构造名称	轴 向	轴长, km		倾角, °		构造高点		最深闭合等高线, m	构造闭合高度, m	闭合面积 km ²
		长轴	短轴	西翼	东翼	井号	海拔, m			
喇嘛甸	北东 18°	11.8	2.86	18~22	6	喇 5-283	-787.6	-876	87.4	29.6
萨尔图	北东 30°— 北东 13°	26.1	7.36	3~23	3~5	南 2-4-丙 27	-632.2	-875	242.8	147.5
杏树岗	北东 15°— 北东 28°	20.4	7.33	4~5	2~3	杏 3-1-122	-780.6	-875	94.4	80.8
太平屯	北部 355°	29.0	8.0	4	3	太 20-37	-914.1	-1025	110.9	173.1
	南部 北北东 12°			2	3	太 96-65	-982.0	-1025	43.0	
高台子	北东 22°	8.5	4.1	3~4	3~4	高 44-新 31	-932.9	-1000	67.1	27.0
葡萄花	北部 北东 25°	22.0	12.5	5	3	葡 144	-717.9	-1025	307.1	225
	南部 南北 345°	EW15.0	23.0	2~4	1~2	葡 194	-781.3	-1025	244.0	270
敖包塔	345°			4	1					

大庆长垣断层发育, 遍布整个长垣, 在含油面积内共有断层 493 条。喇嘛甸油田断层以北西向的正断层为主, 多分布在构造西部和构造轴部。萨尔图油田断层情况与喇嘛甸油田相似。杏树岗油田断层分布较均匀。而太平屯油田的断层多分布在构造轴部。高台子油田的断层具有同生断层性质, 生长指数为 1.1 左右。由于同生断层的逆牵引作用, 下降盘一侧形成一个逆牵引幅度近 20m、水平距离 400m、以 -985m 构造线圈闭的滚动背斜。葡萄花油田断层呈带状分布, 形成许多地堑与地垒相间的断块, 并成阶梯状降低, 构造翼部也有同生断层存在, 下降盘形成滚动背斜。敖包塔油田断层情况与葡萄花油田相似。

大庆长垣断层的产生与构造运动密切相关。嫩江组沉积末期, 在南北向直扭应力的作用下, 与北北东向局部构造形成的同时, 产生了北北西和北西向的张性或扭性正断层。后来直扭应力增大, 同时大庆长垣又受逆时针旋扭应力作用, 因而形成了一些走向与构造轴向逐渐偏移相吻合的断层。这种成因形成的断层具有明显的方向性和分带性。

大庆油田的断层概括起来有以下特点:

- (1) 大庆长垣的断层均为正断层, 长垣南部出现同生断层。
- (2) 萨尔图构造以北地区断层多分布在构造轴部及陡翼, 杏树岗构造以南地区断层分布较均匀。
- (3) 断层走向以北西、北西西、北北西为主, 近东西向次之, 偶见北东向及其他方向。
- (4) 断层倾向主要分为两组, 一组为北东, 另一组为南西, 但也有南东、北西、东、西倾向的情况。
- (5) 断层倾角不大, 一般在 40°~60°之间, 断层面形态较规则, 断面呈直线型、弧型、坐椅型等。
- (6) 断距变化较大, 从几米到 100m, 一般为 20~40m。断距中间大、两端小。

(7) 断层在平面上延伸不大,一般为1~3km,最大10km。分布规则,多呈带状。但葡萄花构造,尤其是葡南、敖包塔构造,断层纵横交错,多呈“人”、“Y”、“X”型组合,把构造切割成很多断块。

(8) 从油田开发实践中可以看出,断距在20m以上的断层,在注水开发中一般起封闭作用。

各油田的断层要素见表1-1-2。

表1-1-2 大庆长垣各油田断层要素表

油 田	断层性质	断层走向	断层条数, 条	延伸长度, km			倾角, °			断距, m		
				最长	最短	一般	最大	最小	一般	最大	最小	一般
喇嘛甸	正断层	北西	67	6.6	0.3	1~2	71	46	50	157.0	4	10~20
萨尔图	正断层	北西	134	7.7	0.2	1~2.5	74	41	55	142.0	3	20~40
杏树岗	正断层	北西	133	9.0	0.3	2~3	76	40	55	90.0	3	20~30
太平屯	北部 正断层	北西、北北西	22	4.0	0.3	2~3	75	30	45	81.0	3.5	10~20
	南部 正断层	北北西	13	6.0	1.4	2~3	80	30	45	60.0		20~30
高台子	正断层	北西、北西西	25	5.0	0.5	2~3			50	80.5	2.5	20~40
葡北	正断层	北西	43	10.8	0.5	2~4	63	42	50	77.0	10	20~40
葡南—敖包塔	正断层	北北西	56	13.0	0.9	3~5	60	32	50	65.0	3	30~50

萨尔图、葡萄花、高台子油层都存在构造裂缝,尤其是在长垣南部较发育。一般可分为张性裂缝和剪切裂缝两种。张性裂缝的特点是垂直岩层面,上宽下窄,呈楔状消失,裂面不平滑,无擦痕。剪切裂缝的特点是与岩层面斜交,裂缝间多数有次生充填物,主要为上覆岩石,亦有方解石、菱铁矿等。有些裂缝无充填物,可见氧化油迹,说明这些裂缝曾经是油气运移的通道。另外,还存在着微裂缝,在正常注水压力下,这些裂缝无明显影响,但随着注水压力的提高,微裂缝的作用越来越明显,油层吸水能力可成倍增长,极少数井可引起爆性水淹。

黑帝庙油层构造属短轴背斜,长轴约44.6km,短轴约19.8km,闭合面积672.2km²,闭合高度309.5m。断层将构造分成南、北两大块,并使构造复杂化,形成许多构造断块。葡浅12区块位于背斜南部,为一窄条状地垒构造。构造上有30多条正断层,断层走向多为北、北西向,延伸长度一般为3~5km,断距一般约30~70m,倾角45°~55°左右。

扶余、扬大城子油层在大庆长垣区域内属于一个背斜构造带,萨9区块、太3区块、高1区块、高12区块都属于被断层复杂化的短轴背斜构造,闭合面积7~100km²不等,断层发育,断层多呈北西向,延伸长度一般为2~5km,断距为30~70m。

三、油藏类型及驱动能量

(一) 油藏类型

大庆油田控制油气聚集的主要因素是构造圈闭,油田南部岩性、断层等因素对油气聚集也起到一定的作用,从而形成了构造油气藏和各种复合油气藏。大庆油田油藏特征如下:

(1) 大庆油田为一完整的二级构造带,有统一的构造圈闭线。大庆长垣北部三个油田的