

# 曙光油田

## 开发技术文集

主编 王贤沪



NEUPRESS

东北大学出版社

© 王贤沪 2002

图书在版编目 (CIP) 数据

曙光油田开发技术文集 / 王贤沪主编. — 沈阳 : 东北大学出版社, 2002.10  
ISBN 7-81054-817-4

I. 曙… II. 王… III. 曙光油田—油田开发—文集 IV. TE3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 074904 号

---

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: //www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳农业大学印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm×228mm

印 张: 22.625

字 数: 565 千字

出版时间: 2002 年 10 月第 1 版

印刷时间: 2002 年 10 月第 1 次印刷

责任编辑: 李军生 孟 颖

封面设计: 唐敏智

责任出版: 杨华宁

---

定 价: 88.00 元

曙光采油厂位于辽河下游，盘锦市西北部，拥有中国石油天然气股份公司辽河油田分公司开发最早、最大的油田——曙光油田。

曙光油田构造上位于辽河断陷西部凹陷西斜坡中段，含油面积  $184.46\text{km}^2$ ，地质储量  $39662 \times 10^4\text{t}$ ，全油田标定可采储量  $6955 \times 10^4\text{t}$ ，采收率 23.3%，是一个稠油产量占 2/3 的复杂断块油田。共有油水/汽井 2892 口（其中油井 2539 口，注水/汽井 353 口），累计生产原油  $5395.5 \times 10^4\text{t}$ ，地质储量采出程度 18.2%，可采储量采出程度 78.5%，稀油区块累计注水  $7440.9 \times 10^4\text{t}$ ，累计注采比 0.89。目前稀油共投产油井 680 口，开井 457 口，日产油 1706t，计划年产  $58 \times 10^4\text{t}$ ；稠油共投产油井 1859 口，开井 1375 口，日产油 4726t，计划年产  $175 \times 10^4\text{t}$ ，其中特稠油共投产油井 2416 口，开井 182 口，日产油 1963t，计划年产  $70 \times 10^4\text{t}$ 。

曙光油田 1973 年开始钻探，1975 年 4 月杜 7 井首获高产油气流，至今已开发 28 年。按照开采特点、储量投入及建产能情况，开发历程大体上可划分为大规模储量投入开发建设的上产阶段（1975～1989 年），以主力区块开发调整为主的稳产阶段（1990～1997 年）和递减阶段（1998 年以后）。

在长期的勘探开发实践中，广大科技人员始终把科技放在第一位，坚持走科研与生产相结合的道路，同时密切关注国内外最新的科研成果和技术，不断攻克油田生产中遇到的各种难题。目前，曙光油田已形成了适应其自身特点的勘探、开发方法，系列开采及油气集输工艺，特别是针对复杂断块实施滚动勘探和开发、稠油油藏的开发等都取得了丰硕的成果，有些领域已处于国内领先水平。这些技术对曙光油田的发展起到了重要作用，对今后油田的开发建设具有深远的指导意义。

当前,曙光油田开发已进入递减阶段,主要面临以下勘探开发矛盾:一是可供投入开发的后备储量严重不足,稳产基础薄弱;二是稀油主力区块已进入“双高”递减阶段,非主力区块受自身条件限制,开发效果一直难以改善;三是稠油蒸汽吞吐进入高周期生产阶段,开发方式转换未取得突破性进展;四是老区调整井部署难度大,续建产能余地很小;五是高效规模措施单一,而且选井难度加大,增产效果也逐年下降;六是低产、低能井逐年增多,油水井况越来越差,严重制约油田开发水平和经济效益的提高。特别是在“十五”期间,曙光采油厂还面临稠油产量比例进一步加大的问题,超稠油产量将由占全厂产量的20%上升至45%,给生产运行、成本控制带来更大的压力。所有这些问题都亟待认真解决,并得出切合实际的解决方案。

总结过去才能更好地把握明天,这本论文集对曙光油田30年来的开发历程以及若干重大开发建设工程实践进行了认真回顾,总结了成功的经验,并对制约油田今后发展的因素进行了深入探讨,是长期从事油田开发工作的有关领导、专家及科技工作者的心血和汗水的结晶。我们恳切希望,这本论文集的出版能为曙光油田今后的勘探开发提供有益的经验,也能为国内外同行提供有益的借鉴和参考。

由于编者水平所限,加之时间仓促,纯漏之处,敬请读者指正。

编 者

2002年8月14日

## 目 录

## 综 合

|                                |                         |    |
|--------------------------------|-------------------------|----|
| 曙光油田开发历程与“十五”开发规划·····         | 王贤沪, 许国民                | 1  |
| 依靠科技进步, 促进曙光油田长期稳定发展           |                         |    |
| ——曙光采油厂科技工作回眸与展望·····          | 王贤沪, 张义祥                | 10 |
| 与时俱进, 开拓创新, 大力推行作业区管理改革新思路     |                         |    |
| ——辽河油田分公司曙光采油厂劳动组织改革之成功经验····· | 王贤沪                     | 16 |
| 知职工情、答职工疑、解职工难、聚职工心            |                         |    |
| ——运用现代管理方法增强思想政治工作的针对性和实效性     |                         |    |
| ·····                          | 王贤沪, 闫海, 赵雪波            | 24 |
| 稠油采输过程的能量分析及综合节能技术研究           |                         |    |
| ·····                          | 张义祥, 张洪江, 张喜瑞, 张守军, 项新耀 | 30 |

## 采油地质

|                                |                         |     |
|--------------------------------|-------------------------|-----|
| 曙光油田稠油开发效果评价及下步开发对策·····       | 许国民, 王卫东                | 38  |
| 曙光油田杜 18 块疏松稀油油藏地质特征研究·····    | 田淑芳, 张鸿文, 盖帅            | 45  |
| 精细地质研究, 提高曙 1-6-12 块开发水平·····  | 白婷春, 高忠敏, 刘永华, 鲁光       | 51  |
| 曙光油田杜 212 断块储层非均质特征研究·····     | 张鸿文, 田淑芳                | 58  |
| 杜 66 块蒸汽吞吐开采效果评价及转换开采方式探讨····· | 王卫东, 王 静, 宋福军           | 63  |
| 杜 239 块大凌河油层剩余油分布数值模拟研究·····   | 李凤华                     | 73  |
| 杜 239 断块大凌河油层汽驱先导试验评析·····     | 魏建江, 王瑞英, 乔小平           | 79  |
| 杜 66 块杜家台油层蒸汽段塞驱优化研究·····      | 祁 凯                     | 85  |
| 曙一区超稠油热力采油汽窜问题及其对策研究           |                         |     |
| ·····                          | 王志超, 周明升, 辛福义, 孙绍彬, 张华萍 | 89  |
| 注水为主 吞吐为辅                      |                         |     |
| ——曙 1-6-12 块高效开发方式探索·····      | 董旭昊, 李凤华, 鲁 歌, 宋必轩, 高晓丽 | 92  |
| 曙三区砂岩油藏防砂经验与效果评价·····          | 滕立勇, 张庆洪, 徐 梅, 孙振茂      | 98  |
| 曙二区大凌河油藏开发中的几点认识·····          | 尹洪凯, 丁少军                | 104 |
| 曙 1-7-5 块大凌河油层块状稠油油藏蒸汽驱开发效果    |                         |     |
| ·····                          | 董旭昊, 金殿辉, 王志超, 辛福义      | 110 |
| 曙二区“双高”开发阶段实现稳油控水的做法及评价        |                         |     |
| ·····                          | 沈起昌, 李可宁, 丁少军, 邓德涛, 盖 帅 | 118 |
| 曙光油田杜 66 块烟道气-水交替驱数模研究·····    | 李凤华, 祁 凯, 刘奇鹿           | 125 |
| 杜 80 兴隆台超稠油蒸汽化学吞吐试验效果评价·····   | 孟凡勤, 董光盛, 王志超, 金殿辉      | 129 |
| 杜 84 块馆陶超稠油储量动用程度研究·····       | 李川华, 汤宜明                | 133 |

|                                    |                    |     |
|------------------------------------|--------------------|-----|
| 动态监测技术在杜 66 块的应用 .....             | 李 智, 王 静, 谢长江, 麻鹏宇 | 141 |
| 曙古 1 油藏主要开发做法及效果评价 .....           | 孙振茂                | 146 |
| 杜 66 块杜家台薄互层状稠油油藏储量动用程度研究及评价 ..... | 汤宜明, 李可宁, 闫瑞生      | 152 |
| 杜 212 块大凌河油层生产矛盾分析及开发实践 .....      | 王玉玲                | 158 |
| 曙光油田稀油开发效果评价及主要开发做法 .....          | 许国民, 丁少军, 刘奇鹿      | 164 |
| 特、超稠油油藏蒸汽吞吐参数的简易预测方法 .....         | 许国民                | 171 |

## 采油工艺

### 曙 22 块东部二元复合驱方案设计阶段效果评价

|                               |                         |     |
|-------------------------------|-------------------------|-----|
| .....                         | 张义祥, 沈文敏, 张庆红, 王淑娟      | 180 |
| 机械高压油层水平钻孔工艺在曙光油田的应用 .....    | 张义祥, 张金燕, 孙喜宏, 徐则双      | 186 |
| 油层深部爆燃解堵技术的研究与应用 .....        | 剧世锋, 王玉龙, 盛 军           | 189 |
| 减载器在曙光低渗油藏深抽工艺中的应用 .....      | 张喜瑞, 张 春, 曲淑贞, 柏 林, 王海全 | 193 |
| 注氮气提高稠油油藏开发效果工艺技术 .....       | 吴 非, 宋广杰, 刘艳华, 匡青生      | 196 |
| 投球选注技术的研究及在曙光油田的初步应用 .....    | 张喜瑞, 刘 恒, 吴 非, 滕立勇      | 203 |
| 曙光油田稀油分层注水配套工艺技术研究与应用 .....   | 付 强, 张喜瑞, 葛玉龙, 张庆洪      | 207 |
| 自洁式负压解堵工艺技术 .....             | 管九洲, 肖丽宇, 邓连山, 李晓艳, 王 强 | 210 |
| 稠油油层解堵处理剂的研制与应用 .....         | 南晓敏, 沈文敏, 王淑娟           | 215 |
| 压裂防砂工艺技术研究与应用 .....           | 南晓敏, 王明菊, 王 瑛           | 218 |
| 稠油开采注汽过程能量转换分析模型及评价准则 .....   | 张义祥, 张守军, 王志国, 张洪江, 马一太 | 221 |
| 注水网节能增注新技术研究及应用 .....         | 徐遵义, 叶伟民                | 227 |
| 一种简单的抽油杆柱设计方法 .....           | 杨成全, 李 刚, 朱淑玲           | 232 |
| 原油预脱水新工艺在曙四联的应用 .....         | 董武成                     | 236 |
| 热化学乳液型清防蜡剂研究 .....            | 张庆洪                     | 243 |
| 稠油空心杆掺水降粘技术研究 .....           | 张鸿文                     | 249 |
| 曙光油田杜 210 块油井吞吐后期防砂方式探索 ..... | 雒红梅, 徐 浩                | 254 |
| 氮气置换技术在油田地面建设工程中的应用 .....     | 李振江                     | 260 |
| 曙光油田超稠油井深井泵的选择与应用 .....       | 李卫忠                     | 263 |
| 改进的特、超稠油系统开发工艺技术 .....        | 王贤沪, 杨春喜                | 268 |

## 计算机应用

|                          |                        |     |
|--------------------------|------------------------|-----|
| 局域网技术的维护 .....           | 毕明超, 孙亚利, 仲伟仁, 刘军, 黄慧鹏 | 276 |
| 动态 SQL 在作业管理系统中的应用 ..... | 孙 蕾                    | 281 |

## 网站建设技术在“曙光采油厂网站”中的应用

|                             |                         |     |
|-----------------------------|-------------------------|-----|
| .....                       | 黄慧鹏, 王卫东, 仲伟仁, 吴 卓, 刘 军 | 286 |
| 自动化办公系统在生产管理中的应用.....       | 刘 军, 毕明超, 吴 卓, 黄慧鹏      | 292 |
| 利用 JAVA 编程, 建立生产曲线 WEB 发布系统 |                         |     |
| .....                       | 吴 卓, 杨利霞, 孙亚利, 仲伟仁      | 296 |
| 曙光油田生产数据库服务系统的设计与应用.....    | 仲伟仁, 韩双降, 孙亚利           | 302 |
| 综合日报管理信息系统的开发与应用.....       | 杨利霞, 孙亚利, 仲伟仁, 吴 江      | 308 |
| 集输系统生产自动化探讨.....            | 董武成, 孙丽丽, 侯兆河, 祁 彪, 董武旭 | 312 |
| 气-汽发生器引燃系统的应用与研究.....       | 李吉贵, 杜 涛, 盖 轶, 辛福义, 郝身进 | 318 |

## 经营管理

|                         |                         |     |
|-------------------------|-------------------------|-----|
| 曙光油田节能降耗主要做法与成果.....    | 张洪江, 薛银皎, 滕立勇           | 323 |
| 探索井筒降粘新技术, 实现超稠油经济开采    |                         |     |
| .....                   | 王云松, 杨成全, 黄金昆, 孙建平, 鞠东平 | 329 |
| 班组核算在“扁平式”管理体制下的应用..... | 朱喜嘉, 翟卫东, 祝宝祥, 贾 绣      | 334 |
| 浅谈企业领导人员离任审计.....       | 何 南                     | 339 |
| 加强市场管理, 提高经济效益.....     | 孟繁玉                     | 343 |
| 浅谈新形势下采油厂的经营承包工作.....   | 刘广河, 王文道, 阎艳华           | 347 |
| 加强职工培训教育, 提高队伍整体素质..... | 金殿辉, 赵文英, 高晓丽           | 351 |

# 曙光油田开发历程与“十五”开发规划

王贤泸, 许国民

(辽河油田分公司曙光采油厂, 辽宁 盘锦 124109)

**摘 要** 曙光油田于 1975 年正式投入开发建设, 至今已经过近三十年的开发历程, 在新世纪之初, 油田面临着资源接替紧张、勘探开发难度加大的不利局面。在对以往开发历程进行回顾的基础上, 通过客观分析油田面临的开发形势, 探讨油田今后可持续发展的潜力和工作方向。

**关键词** 开发历程; “十五”规划; 效果评价; 曙光油田

## 1 前 言

曙光油田位于辽河盆地西部凹陷西斜坡中段, 辖区面积  $200\text{km}^2$ , 自上而下发育有馆陶、兴隆台、热河台、大凌河、莲花、杜家台、古潜山等七套含油层系, 现已探明含油面积  $182.5\text{km}^2$ , 地质储量  $39662 \times 10^4\text{t}$ , 已有 37 个开发单元投入开发, 动用含油面积  $129.94\text{km}^2$ , 动用地质储量  $29850 \times 10^4\text{t}$ 。其中稠油共 22 个开发单元, 主要集中在曙一区, 多采用蒸汽吞吐方式开发; 稀油共 15 个开发单元, 主要集中在曙二、三、四区, 普遍采用注水方式开发, 只有个别新区(曙 28、曙 66 井区等)利用天然能量常规开采。

## 2 开发历程

曙光油田 1973 年开始钻探, 1975 年杜 7 井首获高产油气流, 同期投入开发建设, 至今已有 28 年。自开发以来基本每两年就有新的储量投入开发动用。1975~1978 年首先有杜家台油层(曙二、三、四区)投入开发建设, 1979~1985 年又相继投入灰岩潜山油藏(曙古潜山)、浊积体块状底水油藏(曙 1-6-12 块)、低渗透油藏(曙二区东杜家台、曙二区大凌河、莲花)以及部分常规注水稠油油藏等特殊类型油藏。随着蒸汽吞吐试验首先在曙 175 块取得成功之后, 从 1985 年起, 杜 80、杜 66、杜 48、曙一区古潜山等热采稠油油藏相继投入开发, 油田产量规模显著扩大, 1989 年油田年产量突破  $270 \times 10^4\text{t}$ 。1990~1997 年通过对主力区块的不断调整, 实现了年产量在  $270 \times 10^4\text{t}$  以上, 相对稳产了 8 年, 并随着杜 212 块大凌河油层的投产, 油田年产量于 1992 年达到历史最高峰  $292.2 \times 10^4\text{t}$ 。进入 1998 年以来, 油田面临严重的后备资源不足, 同时老区经过长期开发, 各种矛盾也变得极为突出, 油田进入递减阶段, 年产量逐步由 1998 年的  $260 \times 10^4\text{t}$  降至 2001 年的  $237.8 \times 10^4\text{t}$ 。这期间, 为实现产量接替, 加大了辖区内超稠油难采储量的研究与配套工艺试验力度, 相继在杜 84、杜 80 等区块获得成功, 2000 年超稠油产量达到  $19.2 \times 10^4\text{t}$ , 2001 年上升到  $59.8 \times 10^4\text{t}$ 。

到 2002 年 3 月, 全油田已投产油井 2515 口, 开井 1890 口, 日产油水平 6455t, 综合含水 73.8%, 采油速度 0.79%, 采出程度 18.27%, 可采储量采出程度 78.4%。全油田投产注水井 322 口, 开井 154 口, 日注水平 9347m<sup>3</sup>, 月注采比 0.73, 累积注采比 0.89。



### 3 开发形势

随着勘探开发进程的不断深入,“九五”期间稀油主力区块相继进入“双高”开发期,稠油多数区块开始进入高周期生产,油田产量开始递减并逐步加大。虽然通过新区超稠油的开发在一定程度上弥补了老区递减,使油田产量基本稳定在  $233 \times 10^4 \text{t}$  以上,但油田总体开发形势比较严峻。具体表现在以下几个方面。

#### 3.1 油田勘探程度高,储采关系逐渐失衡

曙光油田辖区面积小,勘探程度高,预测远景资源量基本已转化为探明储量。可供进一步勘探的目标主要是一些较小的复合式圈闭、岩性圈闭及特殊岩性油气藏,寻找到整装优质储量的机会几乎没有。近年来曙光低潜山勘探有一定发现,但进一步进行产能建设的余地很小。因此油田资源投入与产出不平衡的矛盾不断加剧,“九五”时期与“八五”时期相比,剩余储采比由 9.2 降到 6.8,储采平衡系数由 0.82 降到 0.48,储采关系已严重失衡,油田稳产基础逐渐变差。

#### 3.2 老区进入递减阶段,产量递减速度较快

曙光油田 1989 年年产油突破  $270 \times 10^4 \text{t}$ ,到 1997 年连续 9a 产油稳定在  $270 \times 10^4 \text{t}$  以上。“九五”以来,随着稀油进入“双高”开发期和热采稠油进入高周期生产,原油产量逐步递减。自 1998 年开始,油田年产油由 1997 年的  $272.2 \times 10^4 \text{t}$  下降到 2001 年的  $237.8 \times 10^4 \text{t}$ ,下降了  $34.4 \times 10^4 \text{t}$ ,平均年递减  $8.6 \times 10^4 \text{t}$ 。其中稀油年产油由  $89.8 \times 10^4 \text{t}$  下降到  $64.4 \times 10^4 \text{t}$ ,下降了  $25.4 \times 10^4 \text{t}$ ,平均年递减  $6.4 \times 10^4 \text{t}$ ;稠油老区年产由  $181 \times 10^4 \text{t}$  下降到  $113.6 \times 10^4 \text{t}$ ,下降了  $67.4 \times 10^4 \text{t}$ ,平均年递减达到  $16.9 \times 10^4 \text{t}$ ;超稠油年产由  $1.4 \times 10^4 \text{t}$  上升到  $59.8 \times 10^4 \text{t}$ ,增加了  $58.4 \times 10^4 \text{t}$ 。形成了稀油、普通稠油及超稠油各占 1/3 的生产格局。

#### 3.3 产能建设规模逐渐萎缩,单井产油量逐渐下降

“八五”期间平均每年投产新井 188 口,年建成产能  $37.5 \times 10^4 \text{t}$ ,年产油  $29.72 \times 10^4 \text{t}$ ,平均单井年产油 1581t;“九五”期间平均每年投产新井 126 口,年建成产能  $22.5 \times 10^4 \text{t}$ ,年产油  $17.24 \times 10^4 \text{t}$ ,平均单井年产油只有 1368t。与“八五”期间对比,井数平均每年减少 62 口,年产油下降  $12.48 \times 10^4 \text{t}$ ,单井年产油下降 213t。目前老区稀油区块井距只有 200~250m,油层发育的主力断块已加密到 120~150m。稠油多数主力区块(如杜 66、杜 84、杜 48、杜 239、杜 210 等)井距为 100~141m,局部井区只有 70~100m。加上地下水关系越来越复杂,剩余油高度分散,老区布井难度越来越大,投产井数逐年减少,生产效果越来越差。2001 年油田共投产新井 129 口,扣除新区超稠油 96 口,老区新井只有 33 口,平均单井年产油只有 1273t。今后几年老区产能建设规模将进一步萎缩,每年投产新井不足 15 口,年建成产能不足  $2 \times 10^4 \text{t}$ 。

#### 3.4 油田生产规模不断扩大,生产成本逐年提高

(1) 油田生产井数不断增多,低产低效井比例逐年加大。到 2001 年底,全油田油水井总数达到 2927 口,较“八五”末期增加 574 口。其中油井 2539 口,增加 531 口。随着开发的不断深入,低产低效井比例逐年加大,“九五”期间日产油量小于 2t 的井由 931 口增到了

1480 口, 所占比例由 46.3% 上升到 58.3%。

(2) 油品结构发生重大变化, 超稠油生产形成规模。曙光油田稠油产量“八五”末期为  $192.9 \times 10^4 \text{t}$ , 占全油田产量的 69.3%; 2001 年为  $173.4 \times 10^4 \text{t}$ , 占油田产量的 73%, 其中超稠油产量达到了  $59.8 \times 10^4 \text{t}$ , 占全油田产量的 25.6%, 占稠油产量的 34.5%。预计 2002 年超稠油产量将突破  $70 \times 10^4 \text{t}$ , 而且超稠油的比例还将进一步扩大。

(3) 措施工作量逐年上升, 措施效果逐年变差。为弥补老井产量递减, 近几年油田措施工作量大幅度上升。“九五”期间全油田平均每年实施措施 1551 井次, 较“八五”期间每年增加 502 井次, 措施产量由  $45.5 \times 10^4 \text{t}$  上升到了  $54.8 \times 10^4 \text{t}$ , 占油田总产量的近 1/4, 平均单井措施年增油却由 587t 下降到了 372t, 下降了近 1/3, 2001 年只有 318t。措施手段也更加复杂, 大修、侧钻等高投入措施工作量所占比例逐步增加。

由于上述原因, 油田生产成本逐年提高, 由“八五”末期的 563.1 元/t 增加到“九五”末期的 735.92 元/t, 且随着油田开发的不断深入和超稠油生产规模的进一步扩大, 生产成本仍将处于上升趋势, 油田产量规模与油田实施低成本战略的矛盾将不断加剧。

## 4 油田开发效果评价及潜力分析

### 4.1 稀油油藏

#### 4.1.1 开发特征

曙光稀油主要包括曙二、三、四区杜家台、曙二区大凌河及莲花、曙古潜山和杜古潜山等 15 个开发单元, 产量占全厂的 26.5%。“九五”期间, 稀油油藏主要表现为以下开发特点。

(1) 年产油在“九五”末出现较大幅度递减。稀油随动用储量的不断增加, 年产油在 1987 年达到历史最高峰  $166.8 \times 10^4 \text{t}$ , 此后以每年  $11.5 \times 10^4 \text{t}$  的速度递减, 到“八五”末下降到  $85.5 \times 10^4 \text{t}$ , 并在此水平相对稳产 3 年。到 2001 年年产油下降到  $64.4 \times 10^4 \text{t}$ , 3 年内年产油下降  $23 \times 10^4 \text{t}$ , 平均年递减  $7.7 \times 10^4 \text{t}$ 。造成产油量下降的主要原因是油藏采出程度高, 含水上升加快。到 2001 年, 稀油可采储量采出程度已达到 74.7%, 综合含水 80.8%, 较 1998 年上升 9.2%, 阶段含水上升率高达 5.8%。

(2) 油藏水驱效果未得到明显改善。“九五”后期, 稀油油藏综合含水迅速上升, 油藏水驱效果有变差的趋势。地下存水率由“八五”末的 0.611 持续下降到了 0.533。

(3) 油藏水驱动用程度较高。随着油藏注采井网的不断调整、完善及注水工作的不断细化、深入, 油藏水驱动用程度逐步提高。到“九五”末, 主力区块储量动用程度已达到 60% 以上。其中曙二区水驱动用程度最高, 近年来吸水剖面资料统计, 吸水厚度占射开总厚度的 73.6%, 但纵向动用差异大。其中厚度较大、渗透性较好的杜 I<sub>3~5</sub>、杜 II<sub>1~4</sub>、II<sub>8~11</sub> 等主力油层水淹程度较高, 而杜 I<sub>6~9</sub>、杜 II<sub>5~7</sub> 等差油层水淹程度低、动用程度较差。据曙检 1 井取心资料及综合解释结果反映, 杜 I<sub>3~5</sub>、II<sub>8~11</sub> 等油层为强水洗, 其采收率已接近最终采收率。

(4) 主力区块地层压力保持较高水平。曙二区、曙三区、曙四区等稀油主力区块目前地层压力分别为 13.06, 13.2, 11.42MPa, 除曙二区外, 都高于饱和压力。特别是曙三区, 目前地层压力较油藏原始地层压力仅下降了 1.33MPa, 目前含水只有 73.3%, 从理论上讲, 应是实施强采提液, 实现油藏上产稳产的最佳时期。

#### 4.1.2 潜力分析

(1) 处于“双高”期开发区块含水上升速度快, 控制含水上升速度成为区块稳产的主要潜力。曙二区等区块虽已进入“双高”开发中后期, 主力层水淹较严重, 油藏含水上升快。但非主力油层, 特别是一些薄差层动用相对较差。沉积上, 分流河道及河口砂坝的油层动用程度高, 而分流间及前缘薄层砂, 动用程度较低。在油藏构造高部位、注采系统不完善的局部井区(如 2-8-04、杜 3 块等)、断块边角地区、分流河道边部等, 仍是剩余油相对富集区域。因此, 控制油藏含水上升速度, 提高二、三类储层的动用程度, 是油藏开发的主要潜力。一是不断完善注采井网, 调整注水井点, 改变液流方向。对每一区块、每一井组进行认真分析研究, 通过增加注水井点, 改变注水方向, 提高油层平面水驱动用程度。如对杜 20、曙 2-6-6 等强水淹区块, 有目的地进行注采井别调整, 改变液流方向, 扩大油藏平面注水波及范围。二是细化注水, 多级分注。不断完善水井分注工艺及配套测试技术, 使水井分注向多级化转化, 真正实现稀油高含水油藏分层注水、分层采油的要求, 充分发挥一些相对低渗薄层的潜力, 提高油层纵向动用程度。三是转变注水方式, 开展多种形式的不稳定注水。在曙 2-6-6、曙 4-7-14 等几个高含水区块, 继续开展周期注水、脉冲注水等多种不稳定注水现场试验, 提高油藏水驱效率及注水波及体积。四是搞好油藏注采结构的调整。一方面对曙 2-6-6 等高含水开发单元要加大封层堵水、分层采油工作力度, 限制高产液层的产水量。对曙 2-8-04 等油层动用较差的开发单元要利用大泵、电泵等实施强采, 提高低含水区块、井区的产液量。同时对注水井要开展大孔道堵水、调剖等工作, 加大动态调配水及水井调注、测试工作, 实现油藏有效注水、有效提液, 控制“双高”开发期油藏含水上升速度。

(2) 中、低采出程度区块水驱效果差, 提高注水波及体积、改善水驱效果成为区块稳产潜力。齐家、二区大凌河及莲花等复杂断块油藏, 注采井网适应性差, 注采井网不完善, 目前采出程度不到 10%, 而采油速度皆低于 0.3%。今后要加大这些区块水井投注工作, 可采取沿油层发育的长轴方向实施注水、或在局部井区开展不规则点状注水, 改善水驱效果。

(3) 出砂区块停产井多, 防砂、治砂, 改善平面矛盾是主要潜力。曙三区出砂严重, 停产停注井多, 是制约油藏注水开发的主要问题。一是在油藏相对剩余油富集、井网不完善区域布打调整井、油(水)井更新井, 完善注采井网; 二是利用大修、侧钻等多种手段加大长停井复产力度, 增加油藏平面出油井点; 三是推广应用压裂防砂、气举采油、射流泵、携砂泵等新工艺、新技术, 实施有效的防砂治砂措施, 提高油水井利用率, 提高油藏产液量。

(4) 天然能量开发区块压力下降快, 实现注水开发是其产潜力。对于曙 66 井区杜家台油层等天然能量开发区块, 要进一步落实油藏的构造特征、砂体展布及沉积相带分布规律, 制定综合开发与调整方案, 加大注水工作力度, 完善油藏注采井网, 逐步实施注水开发。

(5) 低渗低速块储量动用程度低, 实施油层改造, 提高采油速度是今后工作潜力。杜 124、曙二区东等低渗低速块, 今后要继续推广应用磁流体系、玻璃钢杆、小排量电泵等多种配套采油工艺, 搞好油井的深抽提液及三抽配套工作; 利用常规酸化、低频声波等采油工艺和压裂措施, 搞好油层的解堵和综合改造工作; 继续开展杜 124 井区注清水试验, 争取实现该块沿油层主砂体方向的全面水驱开发。

#### 4.2 稠油油藏

曙光稠油发现于 20 世纪 70 年代后期, 80 年代初有曙 1612 等常规稠油区块投入开发, 自 1983 年蒸汽吞吐成功后, 先后有曙 175、杜 84、杜 66、杜 48、杜 212 等热采稠油油藏投

入开发, 1993 年产量达到历史最高峰  $194.8 \times 10^4 \text{t}$ , “九五”末产量逐步降至  $159.8 \times 10^4 \text{t}$ , 2001 年随着超稠油大规模投入开发, 产量上升到  $173.4 \times 10^4 \text{t}$ , 年末日产油 4726t, 占全油田的 73.5%。虽然产量有所恢复, 但这是超稠油大规模建产能的结果, 而占稠油 60% 左右的热采稠油老区大部分主力区块已进入开发中后期, 暴露问题较多, 开发形势不容乐观。

#### 4.2.1 常规稠油

曙光常规稠油共有曙 1-6-12 大凌河油藏、杜 85 杜家台等 5 个开发单元, 到 2001 年底日产油 391t。“九五”期间, 通过对曙 1612 等主力断块实施加密调整与综合治理, 年产油由“八五”末的  $10.6 \times 10^4 \text{t}$  上升到 2001 年的  $16.2 \times 10^4 \text{t}$ 。

由于常规稠油现处于稳产阶段, 因此, 如何延长其相对稳产期是今后挖潜的主要工作方向。从目前掌握的情况看, 主力区块杜 85 块油层动用差, 仍有一定加密调整潜力; 曙 1-6-12 块根据“九五”期间勘探成果, 仍有一定扩边潜力, 同时由于断块“九五”期间实施了二次加密调整, 新井投入多, 可补层也相对较多, 且注采井网也不够完善(注采井数比 1:6), 因此今后可进一步完善油藏注采系统, 以注水为主、局部吞吐引效为辅, 加大油井调补层等措施工作力度, 加强油藏综合治理与挖潜。

#### 4.2.2 超稠油

截至 2001 年底, 曙光超稠油共有油井 216 口, 开井 182 口, 日产液 3770t, 日产油 1963t, 日产量占稠油产量的 42%, 年产油  $59.8 \times 10^4 \text{t}$ , 年油汽比 0.59。目前仍处于产能建设期, 是油田“十五”后三年主要产能接替区域。现主要开发单元为杜 84 馆陶和杜 84 兴隆台, 存在井间汽窜、油层出砂等问题。油井平均吞吐周期 4~5 周期, 具有初期产量高、产能递减快等特点(见表 1, 表 2)。

表 1 杜 84 馆陶油层周期生产规律

| 周期 | 统计井数/口 | 注汽量/t | 注汽强度/(t/m) | 生产天数/d | 采油量/t | 油汽比  | 回采水率/% |
|----|--------|-------|------------|--------|-------|------|--------|
| 1  | 109    | 1801  | 62         | 47     | 764   | 0.42 | 28     |
| 2  | 107    | 1786  | 62         | 84     | 1458  | 0.82 | 59     |
| 3  | 103    | 1807  | 62         | 117    | 1762  | 0.97 | 74     |
| 4  | 69     | 1938  | 67         | 128    | 1807  | 0.93 | 91     |
| 5  | 23     | 2035  | 69         | 129    | 1647  | 0.81 | 74     |
| 6  | 10     | 1775  | 67         | 69     | 801   | 0.45 | 64     |

表 2 杜 84 兴隆台油层周期生产规律

| 周期 | 统计井数/口 | 注汽量/t | 注汽强度/(t/m) | 生产天数/d | 采油量/t | 油汽比  | 回采水率/% |
|----|--------|-------|------------|--------|-------|------|--------|
| 1  | 45     | 1693  | 68         | 42     | 608   | 0.36 | 25     |
| 2  | 45     | 1845  | 74         | 60     | 990   | 0.54 | 37     |
| 3  | 42     | 1868  | 76         | 92     | 1465  | 0.78 | 53     |
| 4  | 35     | 1911  | 77         | 123    | 1577  | 0.82 | 76     |
| 5  | 13     | 1939  | 83         | 116    | 1394  | 0.72 | 62     |

由于油品性质的特殊性, 决定了超稠油特殊的开采工艺和开发特点, 因此注汽参数优化和配套工艺进步是今后的重要潜力。一要加强地质研究, 及时做好开发评价, 探索不同周期合理的注汽强度和注汽量, 改善吞吐效果。二要加强对外交流与合作, 引进新技术, 不断丰富开发理论和完善开采工艺, 为提高油藏采收率, 降低开发成本提供技术储备。

#### 4.2.3 热采稠油

##### 4.2.3.1 开发特征

热采老区“九五”期间已逐步进入吞吐开发后期, 近年来产量递减较大, 年产油由“八五”末的  $182.4 \times 10^4 \text{t}$  下降到目前的  $97.4 \times 10^4 \text{t}$ , 下降了  $85 \times 10^4 \text{t}$ , 平均年产油递减  $14.2 \times 10^4 \text{t}$ 。目前油井平均吞吐周期为 7.9 周期, 年油汽比只有 0.44。到 2001 年底, 日产油

2372t, 占稠油日产的 50%。

“九五”以来热采稠油表现为以下开发特点。

(1) 地下亏空严重, 地层压力已降到很低水平。目前采出程度已达到 16.8%, 可采储量采出程度已达到 83.04%, 地层亏空严重, 主力区块平均地层压力只有 1~3MPa, 已降至原始地层压力的 20%~30%。

(2) 油井逐渐进入高周期生产, 周期产油量逐渐下降。热采稠油老区经过多年开发, 目前 6 周期以上井已达 1111 口, 占总井数的 72.2%, 其中 8 周期以上井有 605 口, 占总井数的 39.3%。杜 66、杜 212、杜 48 等主力区块 80% 以上的油井周期均在 6 周期以上, 油井周期采油量及油汽比等指标都有较大幅度下降 (见表 3)。

表 3 曙采热采稠油 2001 年与 1995 年热采效果对比

| 区 块   | 1995 年 |        |      | 2001 年 |        |      |
|-------|--------|--------|------|--------|--------|------|
|       | 周 期    | 周期采油/t | 油汽比  | 周期     | 周期采油/t | 油汽比  |
| 杜 66  | 4.2    | 1501   | 0.71 | 8.2    | 779    | 0.36 |
| 杜 48  | 5.8    | 1308   | 0.62 | 8.4    | 559    | 0.27 |
| 杜 84  | 2.8    | 1588   | 0.79 | 6.2    | 925    | 0.46 |
| 杜 239 | 4.2    | 3552   | 1.40 | 7.6    | 1018   | 0.42 |
| 杜 210 | 4.0    | 2038   | 0.96 | 7.4    | 1023   | 0.42 |
| 热采稠油  | 4.4    | 1858   | 0.85 | 7.9    | 873    | 0.40 |

(3) 油井井况逐渐变差, 低产低效井增多。截至 2001 年 12 月, 投产油井 1540 口, 开井 1108 口, 周期油汽比低于 0.3 的有 435 口, 占开井数的 39.3%。对采油厂而言, 这些井已没有继续吞吐价值。目前所开的 1108 口井中, 日产油在 2t 以下的井达 725 口, 占开井数的 65.4%。而且随着时间的延长, 井况越来越差。目前共有 296 口油井发现套管变形、损坏, 井下落物等, 占投产井的 19.2%, 其中有 46 口井无法正常生产而被迫关井, 有 250 口井目前仍在带病生产。较为严重的杜 239 块目前投产油井 91 口, 井下有问题油井共达 42 口 (含套管变形及井下落物), 占总井数的 46.1%, 其中套坏井 26 口, 占总井数的 29%。

#### 4.2.3.2 热采老区潜力分析

(1) 转换开发方式的潜力。曙光油田自“八五”以来, 先后在曙 1-7-5 块、杜 66 等区块进行了蒸汽驱、热水驱等多种转驱试验, 均取得了一定的效果, 但由于转驱后油汽比一般在 0.3 以下, 经济效益差而未能完全按设计要求进行到底。按原开发方案设计杜 239、杜 66 等稠油主力区块, 都应转入蒸汽驱。目前杜 239 块已完成转驱方案, 转驱后可提高采收率 10%。数模研究结果证明, 杜 66 块若进行热水驱, 可提高采收率 6.4%。

(2) 提高储量动用程度的潜力。据油藏动态监测资料、新井 C/O 测井、调整井及侧钻井等资料综合评价, 热采稠油老区储量动用程度为 60%~70%。因此, 如何在吞吐中后期进一步提高油藏储量动用程度, 是目前开采方式下的主要潜力。可通过细化注汽工作, 优选注汽层段, 大力开展选注选采、氮气助排等提高油层纵向动用程度; 通过大修、侧钻等手段开展长停井复产, 提高油层平面储量动用程度。

(3) 层系互换的潜力。曙光油田纵向上发育多套含油层系, 老区生产层位间的调整有较大潜力。在加强油藏研究的基础上, 在不破坏现有开发井网的前提下, 利用长停井进行封层上返、调层补孔、加深侧钻等手段进行层间挖潜。另外杜 66 块等分上、下两套层系开发的油藏, 在难以进行开发方式转换的局部井区, 进行层系互换, 或补孔合采、分采, 仍有一定

潜力。

(4) 改善吞吐效果的潜力。虽然热采老区已进入吞吐开发中后期,但目前周期油汽比在 0.3 以上可继续吞吐的油井仍有 673 口,这部分井通过提高注汽质量,优选注汽参数,实施分注分采,改善吞吐效果,仍有一定潜力。另外随着技术进步,一些低效益井,采取配套工艺措施后进行阶段性恢复注汽也有一定潜力。

## 5 油田“十五”开发规划

### 5.1 实现油田“十五”稳定发展的可行性

油田要实现持续稳定发展,必须保持一定的规模产量和规模效益,从上述分析可以看出,曙光油田勘探开发虽然面临着严峻的形势,但也具有一定的潜力和发展的基础。

#### 5.1.1 已动用储量

目前已动用的  $29850 \times 10^4 \text{t}$  地质储量中,现阶段标定可采储量  $6955 \times 10^4 \text{t}$ ,采收率为 23.3%,目前可采储量采出程度为 78.5%。虽然采出程度较高,但近年来监测资料表明,两套主力开发层系(杜家台油层和大凌河油层,储量  $23103 \times 10^4 \text{t}$ ,占 77.4%),无论是杜家台油层还是大凌河油层,纵向上大约有占厚度的三分之一油层动用较好,三分之一动用较差,另三分之一根本没有动用。因此依靠科技进步,通过细分注水、选层注汽、转换开发方式、推广开采工艺新技术,储量动用程度将会不断得到改善,油田采收率有进一步提高的余地。

#### 5.1.2 未动用储量

目前我厂共有探明未动用储量  $9812 \times 10^4 \text{t}$ ,其中“十五”后三年内井位比较落实,可实现产能接替的储量有  $2913 \times 10^4 \text{t}$ ,主要集中在超稠油杜 84、杜 80 兴隆台。其中杜 84 兴隆台油层上报地质储量  $1986 \times 10^4 \text{t}$ ,按开发方案共布井 348 口,已完钻及 2002 年待钻井计 94 口,剩余井位 254 口;杜 80 兴隆台油层上报地质储量  $927 \times 10^4 \text{t}$ ,按开发方案共布井 40 口,已完钻及 2002 年待钻井计 14 口,剩余井位 26 口。另外随着对油藏认识的不断深入和超稠油开采工艺的日趋成熟,杜 813 兴隆台和杜 212 兴隆台等整装超稠油区块也有望实现规模开发。

#### 5.1.3 待探明储量

虽然目前勘探形势严峻,但仍具有一定潜力:

一是平面上曙一区兴隆台油层储量连片。近年来,通过不断试油试采,曙光辖区内已相继实现了杜 80、杜 813 兴隆台控制储量升级,杜 212 块和杜 84 块之间的空白区域(曙 127454 兴隆台)预计  $2254 \times 10^4 \text{t}$  地质储量待上报探明,今年已实施一口老井(曙 1-25-452 井)上返试采,初期日产油 23.7t,含水 20%,由于泵漏,生产两周后关井待注。从生产效果看,该块具备一定产能,今后可通过加强滚动试采,逐步实现其规模动用,达到开发上储量连片。

二是纵向上老区内部找新层。曙光油田纵向上共发育七套含油层系,勘探目标多,挖掘老区新层具有一定潜力,近年来通过邻井对比、调整井加深兼探等手段,取得一定经验和成果,因此,今后只要加强三老资料复查力度,充分发挥井网较密、完钻井较多的优势,深化地质研究,每年仍会取得一定收获。

## 5.2 2003~2005 年规划部署

通过以上分析,油田虽然具有一定可持续发展的物质基础和资源潜力,但是应该看到机遇与挑战并存,今后一段时期油田勘探开发将表现出以下新的特点:一是勘探目标日趋复杂化,勘探领域将以寻找中低潜山和老区新层为主,“三老”资料复查将成为勘探增储的工作重点。二是超稠油逐渐成为油田生产的主力,由于其生产周期短且生产成本低,伴随而来的套坏、出砂、汽窜等一系列问题将成为综合治理工作的重点。三是老区现有开发方式仍是今后一段时期内油田开发的主体技术,接替技术尚不成熟,只能继续立足试验,覆盖储量有限,大部分的资源仍将处于没有接替技术的境地。因此要实现油田可持续发展,必须进行大量艰苦细致的工作,而保持“十五”后三年开发形势的稳定尤为重要。

### 5.2.1 滚动勘探

针对曙光采油厂勘探程度高的矛盾,“十五”后三年勘探的工作重点应放在“三老”资料复查上,通过加强基础地质工作,在老区深挖细找,力争有所发现,实现老区内部找新层以及局部扩边增储。现已确定了曙二区大凌河、杜 301 井区及杜 65-杜 77 井区杜家台、曙 1-30-054 井区大凌河、曙一区潜山外围、杜 212 西部馆陶等 6 个重点勘探目标区域,预计部署探井 17 口,新增储量  $310 \times 10^4 \text{t}$ 。

### 5.2.2 难采储量试油试采

重点落实杜 813、杜 212 以及曙 127454 块超稠油油层分布状况和产能规模,为“十五”后三年产能建设做准备,2002 年在杜 813 块实施 2 口井杜 820 和杜 208 井,落实杜 813 块南部和中部产能情况,在曙 1-27-454 块实施 1 口井曙 1-25-452 井,落实该块南部产能情况。“十五”后三年试采主要工作区域为杜 212 块及曙 1-27-454 块兴隆台油层 2 个区块,地质储量  $4153 \times 10^4 \text{t}$ ,力争通过试采,逐步实现对其开发动用。

### 5.2.3 产能建设

“十五”期间产能建设的方向是加快新区,同时兼顾老区。2003~2005 年规划新井 360 口,进尺  $38.98 \times 10^4 \text{m}$ ,平均每年 120 口,年产油  $20 \times 10^4 \text{t}$ 。其中新区 315 口(全部为超稠油),进尺  $30.16 \times 10^4 \text{m}$ ,平均每年 105 口,平均年产油  $17.8 \times 10^4 \text{t}$ ;老区 45 口,进尺  $8.82 \times 10^4 \text{m}$ ,平均每年 15 口,年产油  $2.2 \times 10^4 \text{t}$ 。

### 5.2.4 老区综合治理

(1) 以注水工作为中心,搞好稀油区块综合治理。一是抓好“双高”区块“稳油控水”工作。通过调整注水结构、产液结构、措施结构,提高注入水波及状况;通过完善注采井网,细分注水,改善注水效果,控制含水上升速度;搞好“三采”技术储备,在曙 266 块、曙 4714 块开展三次采油适应性研究,为开发方式转换奠定基础。二是抓好曙三区、曙四区防砂治砂工作。开展压裂防砂、气举携砂以及射流泵排砂等技术研究和现场试验,实施以排为主,防、排、管相结合的现场管理模式和携砂提液生产方式,在此基础上开展细分注水、恢复停产井、完善注采井网等工作,打牢稳产基础,改善开发效果。三是抓好低速块提高采油速度工作。首先围绕油田注水,大力开展转注、增注、水井酸化解堵等工作,使已注上水的区块注好水,靠天然能量开发有条件注水的区块逐步注上水,同时大力开展压裂、解堵等油层改造和小泵深抽工作,努力提高采油速度,改善开发效果。

(2) 以改善吞吐效果为中心,搞好稠油区块综合治理。由于蒸汽吞吐仍将是今后热采稠

油开发主体技术,因此立足蒸汽吞吐要抓好以下工作:通过优选注汽井号,优化注汽参数、加强侧钻、大修、补孔、加强注汽管理等工作改善开发效果,延缓老井递减;大力开展选注选采、暂堵、调剖、氮气隔热助排等措施,发挥中低渗透层潜力,节约注汽量,提高储量动用程度,改善高轮次吞吐效果;进一步开展提高吞吐阶段采收率研究工作,筛选适合油藏特点的驱替剂和驱替方式,探索不适合蒸汽驱油藏的提高采收率接替技术。

(3)继续恢复长停井,实施老区挖潜。要以经济效益为中心,根据油井潜力,本着先易后难的原则,利用侧钻、大修、补孔、吞吐、捞油等手段,继续大力开展长停井复产工程,最大限度地挖掘油井潜力。

#### 5.2.5 稠油开发方式转换研究和现场试验

一是开展超稠油热化学吞吐技术的应用与推广。在杜 80 兴隆台成功经验的基础上,继续扩大应用范围,以期逐步达到减少或取消掺稀油生产、取消井下电热器以及最终实现超稠油的采输一体化,为今后超稠油更加经济有效开发创造条件。二是开展杜 239 块开发方式转换试验,目前正开展转驱研究与方案编制,初步确定先对下层系进行先期转驱试验,根据试验情况适时外扩,并逐步对上层系实施转驱,实现杜 239 块全面转驱生产。三是抓好杜 66 块下层系周期注热水试验,针对杜 66 块下层系原油粘度相对较低的特点,目前正在下层系曙 1-45-31 井组开展试验,如果试验进展顺利,取得成型经验,有望在下层系扩大规模,为薄互层油藏开发方式转换开辟新的途径。

#### 5.2.6 油藏动态监测和油藏基础研究

“十五”后三年油藏动态监测方面要加大吸汽剖面、吸水剖面、产液剖面监测力度,保证重点资料及时到位;提高资料录取准确率和利用率;搞好新技术的推广与应用,同时做好跟踪、监督和检查,协调生产和监测上的矛盾,保质保量地完成监测任务。

同时积极开展地质研究工作,做好技术储备。一是开展特殊岩性储层油气藏成藏地质综合研究,为寻找曙光地区特殊岩性油气藏提供技术储备。二是对杜 813 兴隆台、曙 127454 兴隆台、杜 212 兴隆台等区块,开展综合地质研究及试采效果评价,为产能接替做好技术储备。三是开展热采稠油老区高周期开发对策研究,为开发方式转换提供技术储备。四是在稀油主力区块开展剩余油分布规律研究,为开发调整做好技术储备。五是开展动态监测新技术的研究与推广,为老区挖潜提供科学依据。



# 依靠科技进步, 实现曙光油田长期稳定发展

## ——曙光采油厂科技工作回眸与展望

王贤沪, 张义祥

(辽河油田分公司曙光采油厂, 辽宁 盘锦 124109)

**摘 要** 曙光油田以稠油生产为主, 投入开发 28 年来, 依靠科技进步实现了油田长期稳定发展, 1987~1998 年连续 12 年产量稳定在  $250 \times 10^4 \text{t}$  以上。通过总结曙光油田的开发历程及科技工作取得的成绩, 明确了“十五”后三年的工作目标和方向。

**关键词** 油气勘探; 油田开发; 采油工艺; 科技进步; 曙光油田

### 1 引 言

曙光油田 1973 年开始钻探, 1975 年 4 月在杜 7 井获高产工业油气流, 至今已有 28 年, 原油产量由油田开发初期的  $10 \times 10^4 \text{t}$  左右, 发展到 1992 年的最高峰  $292 \times 10^4 \text{t}$ , 2001 年完成产量  $237.8 \times 10^4 \text{t}$ 。从 1987~1998 年连续 12 年稳产在  $250 \times 10^4 \text{t}$  以上。曙光油田 28 年来, 累积生产原油  $5300 \times 10^4 \text{t}$ , 上缴原油商品量  $5000 \times 10^4 \text{t}$ 。

### 2 科技工作取得的成绩

曙光采油厂二十多年来的发展是一部油田科技发展巨著中的重要一章。在此过程中, 曙光采油厂科技进步工作始终贯彻执行“科学技术是第一生产力, 科技工作必须面向经济建设”的基本方针, 积极实施“科技兴油”战略, 坚持以经济效益为中心, 以增加油气储量和产量、节能降耗、控制成本增长为重点, 在勘探开发及采油工艺技术方面, 取得了显著的成效。依靠科技进步, 确保了原油年产量稳定在  $230 \times 10^4 \text{t}$ , 特别是“九五”期间, 随着油田经营管理体制改革的不断深化, 对油田的科技改革也进行了积极的探索与尝试, 并逐步形成了适应油田实际生产的运行机制。围绕增储上产, 提高效益这个中心, 开展科技攻关和引进技术等手段, 有力地推动了油田勘探开发工作的进程, 促进了生产建设的不断发展。

在勘探方面, 开展了圈闭评价、储层预测及老区勘探的综合勘探技术, 深化开展了以非构造岩性油气藏超覆圈闭及其复合圈闭为主的隐蔽油气藏和以火山岩为代表的特殊油气藏的识别技术研究, 充分利用储层预测新技术、三维可视化解释技术, 在地质认识上有了新的突破, 获得了新发现: 在曙光深层低潜山地区控制、探明了可观的地质储量; 通过滚动勘探, 老区不断有新的发现, 利用老资料精查细找、扩边挖潜, 发现了一批新的油气富集区块。

在开发方面, 已基本形成了一整套适用于复杂特殊油气田的开发方法, 尤其是在稠油、超稠油的开发上有所突破: 如在稠油储层变化、稠油剩余油分布、提高稠油纵向动用程度等方面研究上, 达到了国内领先水平; 在超稠油开发领域, 形成了从地质研究、方案设计、现场开采工艺到超稠油利用的配套工艺方法, 使曙一区超稠油形成了一定的生产能力, 成功地开发了超稠油。在稠油开发研究方面, 尤其是在稠油转化开发方式方面, 如气-汽段塞驱、