

# 水驱油田高含水期 稳产措施宏观决策方法

■ 陈月明 著

中国石油大学出版社

# 水驱油田高含水期 稳产措施宏观决策方法

陈月明 著

中国石油大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

水驱油田高含水期稳产措施宏观决策方法/陈月明著.  
东营:中国石油大学出版社,2006.7  
ISBN 7-5636-2260-8

I. 水… II. 陈… III. 油田注水-油田开发  
IV. TE357.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 077384 号

书 名: 水驱油田高含水期稳产措施宏观决策方法  
作 者: 陈月明 著

---

责任编辑: 周洁韶(电话 0546-8396214)

---

出版者: 中国石油大学出版社(山东 东营, 邮编 257061)  
网 址: <http://www.uppbook.com.cn>  
电子信箱: [uppbook@mail.hdpu.edu.cn](mailto:uppbook@mail.hdpu.edu.cn)  
排 版 者: 中国石油大学出版社排版中心  
印 刷 者: 青岛星球印刷有限公司  
发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546-8392563)  
开 本: 180×235 印张: 17.5 字数: 360 千字  
版 次: 2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷  
定 价: 46.00 元

## 内 容 提 要

本书系统地总结了近十年来关于水驱油田稳产措施宏观决策方法,包括油藏开发过程中非均质性变化,剩余油分布的油藏工程研究方法,调剖措施油藏适应性分析及优化决策,稳产措施的宏观决策和单井配置。全书贯彻理论结合实际,使读者能根据油田开发现状灵活应用。

本书可作为油田开发的工程技术人员、科研人员使用,也可作为石油大专院校师生的参考书。

## 前言

## Preface

我国东部油田,由于陆相碎屑岩沉积的地质特点,层间和平面上的非均质,在注水开发过程中,必然引起注入水在纵向上和平面沿高渗透层的突进和舌进现象,使油井过早见水和见水后含水上升速度过快,从而使产量降低,因此,当油井达到高含水期( $60\% < \text{含水率} < 90\%$ )和特高含水期( $\text{含水率} \geq 90\%$ )后,油层中尚存在大量剩余油,油田开发工作还需要在高含水期和特高含水期进行。为了弥补产量递减,必须采取一定数量的改善水驱油效果的措施,也称为改善二次采油技术或区块综合治理技术。中国石油天然气总公司称为控水稳油技术,大庆油田称为稳油控水技术。作者从20世纪80年代后期开始,就致力于改善水驱油效果的油藏工程研究,包括示踪剂监测注入水的水流方向和解释高渗层的性质,区块整体调剖的优化决策技术,剩余油分布的油藏工程研究以及稳产措施的宏观决策与单井配置等。这些研究成果在油田应用后取得了较好的效果。

为了更好的总结科研成果,作者以近年来所做的科研项目为蓝本,编写了以下五章:第一章为措施综述,简要介绍了措施的内涵和历年来主要油田措施的效果统计;第二章是以中石化重点科技项目“王场油田水驱储层参数变化机理与规律研究”为蓝本,介绍了油藏的非均质性质及其在开发过程中的变化;第三章是以中石化胜利油田有限公司重点科技项目“特高含水期细分韵律层剩余油定量描述技术研究”为蓝本,介绍了剩余油分布的油藏工程研究方法;第四章是以中石化胜利油田有限公司的重点科技项目“调剖措施油藏适应性分析和整体调剖优化决策研究”为蓝本,介绍了调剖措施的效果评价、油藏适应性分析、效果预测和优化决策;第五章是以中石油大港油田分公司的科研项目“提高最终采收率采油工艺技术配套方法研究”、中石油“九五”重点科技攻关项目“厚油层挖潜配套技术”、中石化胜利油田有限公司重点科技项目“胜坨油田坨七断块沙二<sub>1-3</sub>油藏工程研究”以及中石化胜利油田科技项目“东辛油区断块油藏工艺措施的适应性评价及优化配置”为蓝本,介绍了稳产措施的宏观决策模型和四个典型实例。

本书的出版得到中国石油大学(华东)“211工程”学术著作基金的资助。编写人员如下:本书第一章由陈月明执笔,第二章由尤启东执笔,第三章由杜庆军执笔,第四章由雷占祥执笔,第五章由袁士宝执笔,全书由陈月明统稿。中石化副总工程师何生厚教授级高级工程师对全书进行了审阅,并提出了许多宝贵意见。油田的工程技术人员为本书提供了有关的油田区块资料,此外在本书编写过程中作出重要贡献的博士、硕士生有侯健、范海军、尤启东、杜庆军、徐耀东、袁士宝、雷占祥、张顺康、盖英杰、

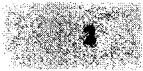
水驱油田高含水期稳产措施宏观决策方法

冯其红、李淑霞、孙燕军、张雷等,在此表示衷心感谢。

由于水平有限,书中难免有不当之处,望同行专家及科技工作者批评指正。

陈月明

2006-06-06



## 目 录

## Contents

<b>第一章 措施综述</b> .....	(1)
<b>第一节 各种措施的内涵</b> .....	(1)
一、维护油水井正常生产的措施 .....	(1)
二、改善平面上开发效果的措施 .....	(3)
三、改善纵向上开发效果的措施 .....	(3)
四、提高单井产量的措施 .....	(4)
<b>第二节 我国主要油田历年措施工作量统计</b> .....	(5)
一、措施工作量统计 .....	(5)
二、平面和层系调整工作量 .....	(7)
三、压裂、酸化措施工作量 .....	(10)
四、新井工作量 .....	(12)
<b>第三节 措施效果统计</b> .....	(12)
一、全国老井措施效果统计 .....	(12)
二、典型油区老井措施效果统计 .....	(13)
<b>参考文献</b> .....	(13)
<b>第二章 油藏非均质性及其在油田开发过程中的变化</b> .....	(14)
<b>第一节 陆相沉积油藏的地质特点</b> .....	(14)
一、陆相沉积与海相沉积的区别 .....	(14)
二、陆相油气藏形成和分布特点 .....	(15)
三、沉积相 .....	(16)
四、非均质性的定量表征参数 .....	(21)
<b>第二节 陆相油藏储层非均质性特点</b> .....	(23)
一、层间非均质性特点 .....	(24)
二、单一油层平面和纵向非均质性特点 .....	(25)
三、孔间非均质性 .....	(31)
<b>第三节 储层非均质性描述方法</b> .....	(38)
一、经验公式法 .....	(38)
二、统计学方法 .....	(39)
<b>第四节 开发过程中非均质性变化</b> .....	(50)
一、宏观研究方法 .....	(50)
二、微观研究方法 .....	(53)

三、变化过程描述 .....	(67)
参考文献 .....	(87)
<b>第三章 韵律层剩余油分布特点研究 .....</b>	<b>(89)</b>
第一节 剩余油宏观分布规律及控制因素 .....	(89)
一、储层渗透率的韵律性 .....	(90)
二、剩余油宏观分布模式 .....	(92)
三、剩余油分布影响因素分析 .....	(94)
第二节 剩余油分布的地质规律 .....	(95)
一、沉积微相展布对剩余油分布的影响 .....	(95)
二、油藏不同部位对剩余油分布的影响 .....	(98)
三、有效厚度对剩余油分布的影响 .....	(99)
四、渗透率对剩余油分布的影响 .....	(100)
第三节 剩余油分布的动态规律 .....	(101)
一、注、采系统对剩余油分布的影响 .....	(101)
二、井网密度对剩余油分布的影响 .....	(104)
三、累积开发动态参数对剩余油的影响 .....	(107)
第四节 韵律层中剩余油分布的模糊综合评判方法 .....	(112)
一、模糊综合评判方法简介 .....	(112)
二、剩余油定量描述的模糊综合评价方法 .....	(115)
三、胜二区 $7_4 \sim 8_1$ 单元剩余油模糊综合评判 .....	(121)
第五节 隔夹层对剩余油分布的影响 .....	(124)
一、夹层分布模式 .....	(124)
二、隔夹层分布对剩余油分布的影响 .....	(125)
三、不同隔夹层条件对注水开发效果的影响 .....	(128)
参考文献 .....	(133)
<b>第四章 调剖措施油藏适应性分析及整体调剖优化决策研究 .....</b>	<b>(134)</b>
第一节 调剖措施效果评价方法研究 .....	(137)
一、调剖措施效果单因素评价方法研究 .....	(137)
二、调剖措施效果模糊综合评价方法 .....	(146)
三、调剖措施效果评价实例 .....	(151)
四、临盘油区总体调剖措施效果评价分析 .....	(158)
第二节 调剖措施适应性分析 .....	(160)
一、油藏参数对调剖措施效果的影响 .....	(160)
二、开发参数对调剖措施效果的影响 .....	(167)
三、调剖参数对调剖措施效果的影响 .....	(172)
第三节 调剖措施效果预测 .....	(178)



## 目 录

一、基于油藏数值模拟的调剖措施效果预测模型 .....	(178)
二、基于统计学习理论的调剖措施效果预测模型 .....	(182)
第四节 区块整体调剖的优化决策 .....	(188)
一、调剖井筛选指标体系的建立 .....	(189)
二、多因素模糊综合选井决策方法 .....	(193)
三、实例分析 .....	(194)
参考文献 .....	(206)
<b>第五章 稳产措施的宏观决策与单井配置</b> .....	<b>(208)</b>
第一节 稳产措施确定性规划模型及解法 .....	(211)
一、线性规划模型 .....	(211)
二、目标规划模型 .....	(213)
第二节 油田措施不确定性规划模型及解法 .....	(214)
一、目标规划模型 .....	(215)
二、多目标随机规划模型 .....	(215)
三、油田稳产随机规划模型解法 .....	(216)
第三节 稳产措施的单井配置方法 .....	(219)
一、措施筛选标准 .....	(219)
二、措施单井配置的模糊决策优化方法 .....	(221)
第四节 稳产措施宏观规划与单井配置实例 .....	(225)
一、稳产措施确定性目标规划在官 104 区块的应用 .....	(225)
二、稳产措施不确定性目标规划模型在晋 45 断块的应用 .....	(235)
三、稳产措施不确定性目标动态规划模型在坨七断块的应用 .....	(239)
四、稳产措施不确定性多目标动态规划模型在营 8 断块的应用 .....	(243)
第五节 开发经济评价 .....	(253)
一、油田开发经济评价的阶段性的 .....	(253)
二、石油经济产量的计算方法 .....	(255)
三、油田开发初期的石油经济产量计算实例 .....	(260)
第六节 措施宏观配置一体化软件 .....	(262)
参考文献 .....	(270)

# 第一章

## 措施综述

油田开发过程中,特别是油田进入开发中后期,为了维护油井正常生产和改善开发效果,提高油井产量和油田采收率,必须投入大量人力、物力、财力来保证以下各种措施的实现:

① 维护油水井正常生产所采取的措施,包括检泵、冲砂、防砂、打捞、套管修复、侧钻等。

② 改善平面的开发效果,使注入水沿平面均匀推进,包括打调整井、加密井、水平井、改变注采井别等。

③ 改善纵向上的开发效果,使注入水沿各小层或厚油层内各韵律层均匀推进,包括调剖、堵水、补孔改层、转抽、换大泵、下电动潜油泵(或水力活塞泵)、周期注水等。

④ 提高单井产量,同时也改善了平面上和纵向上的开发效果,包括酸化、压裂等。

中国石油天然气总公司在 20 世纪 80~90 年代提出了控水稳油,大庆油田称为稳油控水,其内容都是要通过各种调整措施来提高产量、降低含水,也就是要提高采收率,为了优化投资结构,提高回报效益,使油田生产进入良性循环,降低吨油生产成本,达到石油产量利润化的目的。

本章主要介绍各种措施的内涵,我国主要油田历年措施工作量和措施效果。

### 第一节 各种措施的内涵

为了进一步优化措施在改善开发效果中的作用,本节主要介绍上述四大类措施的意义及其作用。

#### 一、维护油水井正常生产的措施

##### 1. 检泵

检泵就是将抽油杆和抽油泵从井内起到地面上来,检查抽油杆和抽油泵的完好

程度。对于管式泵需同时起出油管。

检泵又分为计划检泵和躺井检泵；按预定周期或生产到一定时间进行检泵或加深泵挂、换泵等作业措施称为计划检泵。抽油井在正常生产过程中或者未到计划检泵日期，由于井下泵的部件损坏或抽油杆断裂等造成停产而被迫进行的检泵，称为躺井检泵。

两次检泵的时间间隔称为检泵周期。检泵周期的长短与油井工作状况、抽油杆和泵的质量有关。

由于我国主要是使用抽油井生产，因此检泵是最经常和大量的工作。延长检泵周期和提高检泵质量对降低原油生产成本和稳定油井生产起着至关重要的作用。

### 2. 冲砂

冲砂就是用高速流动的液体将井底的砂粒冲开，并利用上返的液流将冲开的砂粒带到地面上来。

冲砂方式分为正冲砂、反冲砂和正反冲砂三种。正冲砂的特点是液流冲砂力大，容易冲散坚实的砂堵，但由于混砂液上返速度慢，因此携砂能力弱。反冲砂的特点是冲砂液速度慢，冲砂力弱，但由于混砂液上返速度快，因此携砂能力强。正反冲砂的特点是利用正冲砂冲开砂堵，然后利用反冲砂携砂能力强，达到好的冲砂效果，但正反冲砂要及时倒换闸门。

冲砂液体需要一定粘度，以保证有良好的携砂能力，但要控制一定的密度，这样就不至于污染油层，同时又不能让油井发生井喷。

冲砂是疏松砂岩油藏维护油井生产的经常性工作。它要从油井产量（或注水井注入量）和油套压来判断是否需要冲砂。

### 3. 防砂

为防止疏松砂岩油层出砂，特别是稠油油藏，在油井投入生产以前，均要采取有效措施防止出砂，称为防砂。

防砂方法包括机械防砂、化学防砂和砾石预充填防砂等。机械防砂是下入一定的滤砂管来阻挡油层砂流入井内，目前应用较成熟的滤砂管有金属棉滤砂管、双层预充填绕丝筛管、陶瓷滤砂管、割缝衬管等。化学防砂是用化学剂把疏松砂岩的颗粒胶结起来，形成一定强度和渗透率的人工井壁，达到防止油层出砂的目的。常见的化学防砂有：树脂固砂、人工井壁固砂、有机物固砂、原油固砂等。砾石预充填防砂是将选定的缝隙尺寸的绕丝筛管下入油层部位，然后在筛管和套管的环形空间充填与地层砂相匹配的砾石，形成一个阻挡地层砂的屏障。

### 4. 打捞

凡掉入井内的落物，包括管类、绳类、封隔器以及工具等，它们将会影响油井生产，必须进行打捞作业。凡是不需要动用转盘倒扣、套铣、磨铣等工艺的作业，称为简单打捞。否则称为复杂打捞。

必须精心组织、精心施工才能顺利完成打捞作业。

### 5. 套管修复

对套管变形、套管错断和套管破裂进行修复,称为套管修复。由于地应力、轴向应力的变化,套管外挤压力大于套管内压力等因素的影响,造成套管一处或多处的缩径、挤扁和轴向弯曲变形,称为套管变形。

若套管轴向已发生了断裂,而其水平方向也发生了位移,称为套管断错。

若套管在轴向上发生了破孔或缝洞的现象,称为套管破裂。

套管修复分套管整形、套管修补和套管更换。

随着我国各油田注水开发时间越来越长,套管修复工作越来越多。一方面要研究套管损坏原因以尽量避免损坏,另一方面要研究新工艺来提高修复质量。

### 6. 侧钻

侧钻就是在油水井某一特定深度固定一个斜向器,利用其斜面造斜和导斜作用,用铣锥在套管侧面开窗,从窗口钻出新井眼,然后下尾管固井的一整套工艺技术。

## 二、改善平面上开发效果的措施

油田开发调整与提高原油采收率是油田开发中后期改善开发效果的重要措施。油田开发调整的主要内容为井间、层系和注采系统调整。提高原油采收率包括改善二次采油和三次采油。通过一系列技术措施,增加水驱储量的控制程度,水驱储量的动用程度,从而提高可采储量的采出程度和最终采收率。

其主要措施有:

(1) 打调整井 根据完善注采井网、层系重组等调整方案需要打的井,称为调整井。

(2) 打加密井 根据加大井网密度方案所需要打的井,称为加密井。

(3) 打水平井 水平井是新油田开发、老油田挖潜提高采收率的重要技术。20世纪90年代以来,我国已形成了水平井筛选方法以及深层砂砾岩和浅层稠油水平井开采技术、低渗透油藏和裂缝性油藏水平井开采技术。

(4) 改变注采井别 将注水井改为采油井,或者将采油井改为注水井,以改变液流方向,提高采收率,称为改变注采井别。

## 三、改善纵向上开发效果的措施

### 1. 调剖

调剖是指采用机械或化学方法,限制或降低注水井高渗透层(段)的吸水能力,提高低渗透层(段)的吸水能力,以达到改善注水井吸水剖面,提高水驱波及体积,达到改善水驱效果的目的。

随着科学技术进步,调剖技术有以下几方面的发展:

- ① 从调剖区域来看,从单井、井组发展到区块,从层间发展到层内。
- ② 从调剖深度来看,从井底附近到近井地带,发展到远井地带。

③ 从调剖剂来看,从单一调剖剂、多种调剖剂,发展到调驱剂。

④ 从调剖决策来看,从定性发展到半定量,再发展到多种决策技术(PI、RE、RS),决策内容包括区块决策,调剖井决策,调剖剂和施工参数决策等。

目前已形成了调剖措施效果评价,调剖措施适应性分析,调剖效果预测和区块整体调剖的一体化决策系统。

### 2. 堵水

堵水是指采用机械或化学方法,限制或降低生产井出水层(段)的产水能力,以发挥含油层(段)的产油能力,降低含水,提高原油产量。

机械堵水:使用封隔器及其配套的控制工具来封堵油井高含水层,阻止水流入井的方法。

化学堵水:利用堵水管柱或生产管柱,将化学堵剂注入出水层段,堵剂在地层孔隙中反应凝固或膨胀后形成物理堵塞,降低地层渗透率,从而达到堵水的目的。

根据化学堵剂的作用和机理不同,可以分为选择性堵水和非选择性堵水。

### 3. 补孔改层

为了提高水驱储量控制和动用程度,在水驱开发过程中需要进行层系和井网重组,因此对尚未射开的油层进行射孔,称为补孔改层。

为了提高补孔改层的质量,要把射孔当作一项系统工程来考虑,要优选射孔的深度、孔径、密度和相位角,保证油流畅流入井,同时要保证射孔位置的准确性和减少压井液对油层的污染。

### 4. 老井转抽

在水驱油田开发过程中,由于油层压力降低或含水增加,使得油井不能自喷,必须及时转为人工举升,一般为有杆泵采油,以完成油田开发方案所需的日产油量。

### 5. 老井换大泵或下大泵

注水开发后期,含水率在60%~90%(称为高含水期)或大于90%(称为特高含水期),为了保持一定的日产油量,需要将小泵径的有杆泵换成大泵径或换为电潜泵。

### 6. 周期注水

周期注水也称为不稳定注水,间歇注水和脉冲注水等,它周期性地改变注入量或关井,在油层中造成不稳定压力场。当注入量减少或停注时,高渗透层压力降低,而当低渗透层压力高于高渗透层压力时,中低渗透层出油从而提高了波及系数改善了产液剖面。

周期注水的效果取决于开始时间、周期长短及波动幅度等。此外还与储层的弹性大小有关。

## 四、提高单井产量的措施

对于低渗油藏和碳酸盐岩油藏,为了使油流顺利入井,一般要采用压裂或酸化投产。因此压裂或酸化不仅是一种增产措施,而且还是一种有效的投产措施。

### 1. 水力压裂

它是利用地面高压泵组,将高粘液体以超过地层吸收能力的排量注入井中,在井底憋起高压,当此压力大于井壁附近的地应力和地层岩石的抗张强度时,便在井底附近地层产生裂缝,继续注入带有支撑剂的携砂液,裂缝向前延伸并填以支撑剂,关井后在井底附近地层内形成具有一定几何尺寸和高导流能力的填砂裂缝,达到提高产量的目的。

近年来在压裂液、支撑剂、压裂设备和井下工具、压裂设计上有很大的进步,使特低渗透油藏得以有效开发。

### 2. 酸化

它是利用酸液对岩石胶结物或地层孔隙、裂缝内堵塞物等的溶解和溶蚀作用,恢复或提高地层孔隙和裂缝的渗透性。

按照酸化工艺不同,可分为酸洗、基质酸化和酸化压裂三种。

酸洗是将少量酸液注入井筒内,清除井筒孔眼中酸溶性颗粒,并疏通射孔孔眼。

基质酸化是在低于岩石破裂压力下将酸液注入地层,依靠酸液的溶蚀作用恢复或提高井筒附近较大范围内油层的渗透性。

酸化压裂是在高于岩石破裂压力下将酸液注入地层,形成裂缝,通过酸液对裂缝物质的不均匀溶蚀形成高导流能力的裂缝。

近年来在酸液、酸化机理、酸化设计等方面有了长足的进步,使碳酸盐岩油藏得到有效的开发。

## 第二节 我国主要油田历年措施工作量统计

为了维护油田正常生产,确保生产任务的完成,同时根据油田开发中暴露出来的问题,需要对油田开发层系、井网、注采系统进行调整,因而每年需要大量的工作量。通过对 1993—1997 年的措施资料进行了统计,得到了全国以及主要油区的宏观资料,并做了一个规律性的统计。

### 一、措施工作量统计

#### 1. 全国油井措施工作量(见表 1-2-1)

经统计,全国平均油井措施井总井次占油井总井数的比例如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 全国油井措施工作量

时间/年	油井总数/口	措施井总井次/次	总井次/油井总数/(%)
1993	53 961	24 790	45.94
1994	57 395	23 833	41.55
1995	61 880	25 389	41.03

## 水驱油田高含水期稳产措施宏观决策方法

续表 1-2-1

时间/年	油井总数/口	措施井总井次/次	总井次/油井总数/(%)
1996	66 374	26 633	40.13
1997	71 952	27 945	38.84

### 2. 典型油区老井措施工作量(见表 1-2-2)

表 1-2-2 典型油区老井措施工作量

油区	项目	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
大庆	油井总数/口	15 130	16 678	18 108	19 384	20 708
	措施井总井次/次	2 021	2 444	2 563	2 464	2 203
	总井次/油井总数/(%)	13.36	14.65	14.15	12.71	10.64
华北	油井总数/口	1 384	1 824	1 896	2 089	2 247
	措施井总井次/次	467	606	558	735	764
	总井次/油井总数/(%)	33.74	33.22	29.43	35.18	34.00
辽河	油井总数/口	4 609	5 214	5 921	7 167	8 003
	措施井总井次/次	4 038	4 606	5 413	6 129	6 177
	总井次/油井总数/(%)	87.61	88.34	91.42	85.52	77.18
胜利	油井总数/口	8 536	9 099	9 856	10 336	10 768
	措施井总井次/次	6 955	5 391	4 132	4 301	4 002
	总井次/油井总数/(%)	81.48	59.25	41.92	41.61	37.17
新疆	油井总数/口	5 213	5 345	5 632	6 003	6 206
	措施井总井次/次	3 362	2 989	3 138	3 245	3 088
	总井次/油井总数/(%)	64.49	55.92	55.72	54.06	49.76
长庆	油井总数/口	1 188	1 189	1 359	1 768	2 169
	措施井总井次/次	359	320	502	537	548
	总井次/油井总数/(%)	30.22	26.91	36.94	30.37	25.27

### 3. 各油区平均措施工作量(见表 1-2-3)

表 1-2-3 各油区平均措施工作量

油区	平均措施工作量/(%)
大庆	13
华北	33
辽河	86
胜利	52
新疆	55
长庆	30

## 二、平面和层系调整工作量

### 1. 老井补孔改层(见表 1-2-4)

表 1-2-4 老井补孔改层工作量

油区	项目	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
全国	总井次	4 120	4 508	4 337	5 232	5 828
	累积有效井次	2 848	3 295	3 311	4 045	4 621
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	7 810	8 940	9 377	10 983	12 179
大庆	总井次	31	77	155	172	200
	累积有效井次	26	68	125	136	167
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	158	468	731	920	2 271
华北	总井次	104	141	159	215	199
	累积有效井次	86	113	136	184	167
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	338	370	375	625	440
辽河	总井次	585	958	1 074	1 352	1 301
	累积有效井次	425	713	752	1 035	1 074
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	1 454	2 381	2 036	2 837	2 727
胜利	总井次	1 542	1 480	1 233	1 357	1 186
	累积有效井次	903	946	896	966	834
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	3 063	2 895	3 040	3 107	2 758
新疆	总井次	106	121	97	152	163
	累积有效井次	97	84	90	121	132
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	203	205	323	392	380
长庆	总井次	12	28	23	44	60
	累积有效井次	11	26	22	38	53
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	57	28	14	98	133

### 2. 老井转抽(见表 1-2-5)

表 1-2-5 老井转抽工作量

油区	项目	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
全国	总井次	813	555	616	602	567
	累积有效井次	482	343	398	429	406
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	1 363	1 292	1 136	1 353	1 058



## 水驱油田高含水期稳产措施宏观决策方法

续表 1-2-5

油区	项目	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年
大庆	总井次	40	31	15	24	6
	累积有效井次	39	28	11	22	6
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	325	321	38	96	40
华北	总井次	19	14	14	31	17
	累积有效井次	14	9	12	22	16
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	92	50	45	158	69
辽河	总井次	32	17	18	27	23
	累积有效井次	21	11	9	14	15
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	51	46	1	27	16
胜利	总井次	291	176	130	136	119
	累积有效井次	124	68	57	68	59
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	163	221	146	128	159
新疆	总井次	211	148	253	163	161
	累积有效井次	165	112	165	139	127
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	265	389	506	407	200
长庆	总井次	—	—	—	—	—
	累积有效井次	—	—	—	—	—
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	—	—	—	—	—

I 8

### 3. 老井换大泵(见表 1-2-6)

表 1-2-6 老井换大泵工作量

油区	项目	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年
全国	总井次	2 370	1 724	1 451	1 483	1 421
	累积有效井次	1 523	1 202	1 087	1 139	1 087
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	4 026	2 890	2 677	2 586	2 857
大庆	总井次	674	674	564	504	533
	累积有效井次	528	493	421	373	381
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	2 106	1 892	1 750	1 417	1 691
华北	总井次	63	47	66	153	130
	累积有效井次	45	34	53	130	110
	平均日增产/(t·d <sup>-1</sup> )	132	34	132	257	231