

# 油气田生命周期和 战术战略接替

张 抗 著

地质出版社

# 油 气 田 生 命 周 期 和 战术战略接替

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

## 内 容 简 介

油气田和油气区的生产发展历程类似于生物的生命周期,一般由迅速上升、高产稳产、快速下降和衰减消亡 4 个阶段构成。要想延长其生命,必须采取增产措施和储量补充等战术性手段。对于一个国家和油气区来说,还要用不断开辟新区、新领域,开拓非常规油气资源的战略接替方法,来保障油气的长期稳产或/和增产。

本书共分四章。第一章论述从单井、简单开发方式到复杂油气田的开发,并讨论了其生产发展历程中各阶段的划分和主要特点;第二章论述了油气田生产的战术接替;第三章以中国、前苏联和美国作为实例论述了油气生产的战略接替,讨论了常规与非常规油气的接替问题;第四章从战术战略接替角度研究了我国油气发展问题,对 21 世纪最初 20 年的储量、产量变化趋势作了预测,提出了勘探开发对策建议。

全书附表 137 个,插图 128 幅,主要实例来自国内油气田勘探开发的实践。本书可供油气勘探开发、能源和经济规划工作者及有关专业大专院校师生参阅。

## 图书在版编目(CIP)数据

油气田生命周期和战术战略接替/张抗著. -北京:地质出版社,2000. 11  
ISBN 7-116-03058-1

I. 油… II. 张… III. ①油田开发-生命周期管理-研究②气田开发-生命周期管理-研究 IV. TE3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 17044 号

## 地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:高 菁 郁秀荣 高林宇

责任校对:田建茹

\*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:476000

2000 年 11 月北京第一版·2000 年 11 月北京第一次印刷

印数:1—800 册 定价:45.00 元

ISBN 7-116-03058-1

P·2114

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

# 序 一

著名石油地质学家张抗先生,长期从事石油、天然气的普查、勘探、开发和战略研究。《油气田的生命周期和战术战略接替》一书是他最新一部著作。该书以中国油气田开发的实例为主,参考国外大量资料,引用生物学中生命周期的概念,动态分析油气田的开发过程,研究油气田兴衰交替的发展规律。指出:油气田和油气区也有其孕育、生长、强壮、衰老到死亡的过程,历经了上升、稳产、下降、消亡四个发展阶段。强调在战术接替中要注意现有储量的有效利用和新储量的补充;在开发中要实现驱动方式、开发制度、不同井下措施和开采工艺间的接替。在战略接替中,要注意不同油气区、陆上与海上、国内与国外、石油与天然气、常规与非常规油气间的接替;在开发过程中,要准确判断油气田开发所处的阶段,注意不同阶段间的合理衔接和交替。在对中国油气资源进行具体分析时,作者明确指出,既要看到中国油气资源的巨大潜力和发展前景,又要看到按国土的平均值低于世界平均值。这种从事实出发得出科学结论的实事求是的治学作风,是应该大力提倡和发扬的。

从全球构造观点看,作者对中国油气资源的总体认识是符合实际的。世界上的主要油气区,如中东、西西伯利亚、墨西哥湾等,均是海相油气区,含油气层系比较稳定,构造也比较简单。而中国则是全球构造中最复杂的一个区域,劳亚洋(古亚洲洋是其东段)、特提斯—古太平洋、印度洋—太平洋三大全球性动力体系及与之相关的古亚洲、特提斯、环太平洋三大构造域在该区的交切、叠加、复合,使中国地质构造显示出极为复杂的面貌。中国的油气勘查和开发工作者正是在这种极其复杂的地质条件下进行油气勘探和开发的。

中国广大地区,在震旦纪一早、中三叠世海相沉积阶段,虽然也曾有过重要

的油气生成和聚集过程,但由于三大动力体系的转换、叠加,多旋回构造作用的改造、破坏,除鄂尔多斯、四川、塔里木以及苏北—南黄海等相对稳定又被中、新生代沉积覆盖的地区之外,保存下来的、有经济价值的油气藏十分有限。这正是中国南方碳酸盐岩分布区油气勘查久攻不克的根本原因。中国大陆的石油天然气主要集聚、保存在陆相中、新生代陆裂谷盆地,多旋回叠合盆地和被中、新生代沉积覆盖的古生代海相沉积区(如四川、鄂尔多斯、塔里木等),已成为一个有目共睹的事实。这也是我国含油气盆地地质特征的真实反映。陆相生油论、大型沉积盆地多层系、多期次生、储油论的创立以及在东亚这种极为复杂的大地构造条件下找到经济价值巨大的油气田,是世界科学史上的创举,是中国油气勘查工作者对世界油气勘探和开发的卓越贡献。因此,我完全赞成这样的意见:我国石油天然气工业要立足中国实际,从全球战略出发,合理利用国内、外两种资源,实现可持续发展。

中国科学院院士

任纪舜

## 序 二

我很高兴地向读者推荐张抗同志的新著——《油气田的生命周期和战术战略接替》。

浏览全书感到新著有许多新意。

首先,将生物学的概念引入油气田的勘探开发中,以细胞—器官—生物体—生物群的思路来类比研究油气层—油气藏—油气田—油气区。进而研究油气田和油气区兴衰的生命过程,生命阶段的划分和各阶段的特点,生命曲线类型及我国的典型实例。

从油气田的生命历程看,书的作者提出了油气发展的两条思路:第一个是如何延长老油田、老油气区的生命,这就要不断发现新的储量并通过合理和科学的开发提高已发现储量的采收率,这个过程就是油气田生产的战术接替。第二个是不断实现油气生产的战略接替,它包括油气区(或盆地和盆地群)的接替,陆、海的接替,油气的接替,常规与非常规油气的接替等。战略接替安排的合理是保障我国油气生产长期稳产和增产的根本性措施。

该书的特点之一是从生命历程和现状的研究出发,对各油气区和我国 21 世纪初的油气发展做了不同程度的预测。在此基础上研究了石油和天然气发展战略问题,提出了油气发展的区域战略和天然气分阶段跳跃式发展的认识。这种战略问题的研究基于中国的油气地质和经济发展的国情,对我国油气和经济的发展有重要的作用。

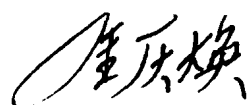
张抗同志的这一专著的另一特点是实际资料丰富且其中大部分来自我国油气勘探开发实践。从书的图、表、目录可以看出:138 个表中的 78%,128 幅插图中的 79%来自于国内资料。这些以中国为主的丰富资料不仅能更贴切地反

映中国的实际情况,从而使其分类、预测、战术和战略接替研究更能符合我国的特点,也使读者们倍感亲切并易于理解。能做到这一点,反映了作者在中国油气勘探开发中的长期实践和认识的积累。

我与张抗同志有着较长期的接触,他精力充沛、思维敏捷、富于创新、求实勤奋,是一位享有盛名、年富力强的优秀石油地质学家。到目前为止,他已公开发表了论文 100 余篇,并有了 4 部独立完成的专著。这些都是他独立思考、勤奋钻研的结晶,尤为可贵的是,其大部分著作都是在业余时间完成的。他工作时间的精力用在原地矿部石油系统(后称中国新星石油公司)的勘探规划部署研究上,正是这种立足油气勘探的实践成了他成长的肥沃土壤,加上他以自己的心血浇灌终于使一颗幼苗长成大树,在业务上取得了丰厚的成果。

谨在此祝愿张抗同志取得更多的成果,希望看到一批又一批优秀的地质学家、油气专家发表自己的论著,为我国的油气和地质事业贡献出力量。

中国工程院院士





### 作者简介

张抗, 生于1940年, 山东费县人, 教授级高级工程师。

1957~1963年就读于北京大学地质地理系构造地质专业, 1978~1981年在中国科学院研究生院师从张文佑教授, 攻读大地构造学并获理学硕士学位。先后在地质部第三普查勘探大队、中国科学院地质研究所、地矿部石油地质研究所、中国新星石油公司规划研究院、中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院工作。曾任区域评价与综合规划研究室主任, 研究院总工, 技术咨询委员会副主任。曾获中国科学院重大科技成果一等奖、地矿部科技成果二等奖三次、三等奖五次。发表论文100余篇, 著作6部, 其中独著的有《鄂尔多斯断块构造和资源》、《黄土地沧桑》、《断块开合与油气勘探》享受政府特殊津贴。

# 目 录

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 第一章 油气田的生命周期 .....        | (1)  |
| 第一节 从油气层到油气区 .....        | (3)  |
| 一、油气层和油气藏 .....           | (3)  |
| (一)油气储存的基本单元 .....        | (3)  |
| (二)油气藏 .....              | (4)  |
| 二、油气田 .....               | (5)  |
| (一)油气田的概念 .....           | (5)  |
| (二)实用中油气田概念的变通 .....      | (6)  |
| 三、含油气盆地和油气区 .....         | (10) |
| (一)油气聚集带和聚集区 .....        | (10) |
| (二)含油气盆地 .....            | (16) |
| (三)油气区 .....              | (21) |
| 第二节 单井和单一开发方式的生命周期 .....  | (23) |
| 一、单井的生命周期 .....           | (23) |
| (一)油气井的放喷 .....           | (23) |
| (二)单一驱动方式下油气井的生产 .....    | (24) |
| (三)多种驱动方式下油气井的生产 .....    | (27) |
| 二、单一生产方式下油气田的生命周期 .....   | (30) |
| (一)油气田与油气井生产周期的异同 .....   | (30) |
| (二)单一驱动或开采方式下油田的生产 .....  | (30) |
| 第三节 油气田生命阶段的划分和曲线类型 ..... | (35) |
| 一、油气田生命阶段的划分 .....        | (35) |
| (一)油田生命阶段的不同划分依据 .....    | (36) |
| (二)不同的分段方案和拟采用的阶段划分 ..... | (38) |
| 二、油气田产量曲线的类型 .....        | (42) |
| (一)巴伊舍夫划分的曲线类型 .....      | (42) |
| (二)油气田生产曲线的变异类型 .....     | (42) |
| (三)影响曲线类型及变异型式的主要因素 ..... | (50) |
| 第四节 油气田生命各阶段的主要特征 .....   | (52) |
| 一、几个油田开发历程的实例 .....       | (52) |
| (一)松辽盆地大、中型多层砂岩油田 .....   | (52) |
| (二)鄂尔多斯盆地西部中、小型油田 .....   | (56) |
| (三)渤海湾盆地断块油田 .....        | (60) |
| (四)渤海湾盆地常规稠油油田 .....      | (66) |
| 二、油气田生命历程中主要性质的变化 .....   | (70) |

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| (一)产量及其相关参数 .....                 | (70)         |
| (二)含水率及相关参数 .....                 | (73)         |
| (三)天然气的产出及相关参数 .....              | (74)         |
| (四)油层和原油性质 .....                  | (76)         |
| (五)储层性质 .....                     | (78)         |
| 结    语 .....                      | (78)         |
| 参考文献 .....                        | (79)         |
| <b>第二章 油气生产的战术接替 .....</b>        | <b>(81)</b>  |
| <b>第一节 驱动方式的接替 .....</b>          | <b>(83)</b>  |
| 一、自然能量驱动 .....                    | (83)         |
| (一)气田开采要充分利用自然能量 .....            | (83)         |
| (二)油田开采要针对不同情况尽量利用自然能量 .....      | (89)         |
| 二、人工补充能量开采 .....                  | (94)         |
| 三、自喷转机抽 .....                     | (97)         |
| <b>第二节 多次采油及井网调整 .....</b>        | <b>(99)</b>  |
| 一、注水采油 .....                      | (99)         |
| (一)合注合采的局限性 .....                 | (99)         |
| (二)分层注水的基础是对储层的深入研究 .....         | (100)        |
| (三)分层注采 .....                     | (102)        |
| (四)注采压力系统和注采结构的调整 .....           | (106)        |
| (五)注水水质及添加剂的使用 .....              | (106)        |
| 二、注气采油 .....                      | (107)        |
| (一)注烃气采油 .....                    | (107)        |
| (二)注二氧化碳气采油 .....                 | (108)        |
| (三)注氮气采油 .....                    | (108)        |
| (四)注空气采油 .....                    | (108)        |
| 三、井网调整和井下增产措施 .....               | (109)        |
| (一)基础井网和多次加密调整 .....              | (109)        |
| (二)井下增产措施 .....                   | (110)        |
| 四、多次采油 .....                      | (111)        |
| (一)三次采油 .....                     | (111)        |
| (二)四次采油 .....                     | (114)        |
| <b>第三节 油气田开发中的储量动用和储量增加 .....</b> | <b>(114)</b> |
| 一、储量动用的阶段性 .....                  | (114)        |
| (一)大油田分批动用储量 .....                | (115)        |
| (二)一般首先动用主力层系主力区块的储量 .....        | (117)        |
| (三)存在一批难动用储量 .....                | (118)        |
| 二、油气田开发过程中的储量变化 .....             | (121)        |
| (一)对储量认识的深化 .....                 | (121)        |
| (二)滚动勘探开发 .....                   | (124)        |
| (三)补充勘探 .....                     | (127)        |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| (四)表外储量 .....              | (129) |
| 第四节 油气田生产接替中的制约因素 .....    | (129) |
| 一、油气田生命的两点论 .....          | (129) |
| (一)油气田的生命潜力 .....          | (129) |
| (二)油气田最终要衰亡 .....          | (130) |
| 二、经济和技术条件对油气田生命的制约 .....   | (134) |
| (一)井网加密程度的制约 .....         | (134) |
| (二)老井措施实施的制约 .....         | (135) |
| (三)油、气井(田)的经济极限 .....      | (135) |
| 结    语 .....               | (137) |
| 参考文献 .....                 | (138) |
| 第三章 油气生产的战略接替 .....        | (139) |
| 第一节 油气区的生命周期 .....         | (141) |
| 一、中国几个盆地油气勘探开发过程及其启示 ..... | (141) |
| (一)松辽盆地 .....              | (141) |
| (二)渤海湾盆地冀中坳陷 .....         | (148) |
| (三)四川盆地 .....              | (152) |
| 二、油气区的生命历程分析 .....         | (158) |
| (一)油气区发育中地区和领域的接替 .....    | (158) |
| (二)油气区的生命阶段 .....          | (163) |
| 第二节 油、气生产的战略接替实例分析 .....   | (169) |
| 一、中国石油面临产区的战略接替 .....      | (169) |
| (一)50年代石油发展的两项战略决策 .....   | (169) |
| (二)中国东部老油区的总体状况 .....      | (173) |
| (三)东部油区急待战略接替 .....        | (175) |
| 二、前苏联油气生产的战略接替 .....       | (176) |
| (一)高加索油气区的历史作用 .....       | (176) |
| (二)战火中诞生的第二巴库 .....        | (178) |
| (三)西西伯利亚把前苏联油气工业推向顶峰 ..... | (181) |
| (四)近期石油产区战略接替动向 .....      | (183) |
| (五)产区战略接替中的天然气 .....       | (184) |
| 三、美国油气生产中的战略接替 .....       | (189) |
| (一)美国本土油气勘探的总体趋势 .....     | (189) |
| (二)美国油气生产不同层次上的战略接替 .....  | (193) |
| 第三节 油、气资源的战略接替 .....       | (203) |
| 一、从石油时代到天然气时代 .....        | (203) |
| (一)天然气的剩余可采储量超过了石油 .....   | (203) |
| (二)天然气产量的油当量值日趋接近石油 .....  | (204) |
| (三)天然气的可采资源量大于石油 .....     | (204) |
| (四)“天然气时代”的到来 .....        | (205) |
| 二、从常规到非常规油、气资源 .....       | (206) |

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| (一)非常规石油资源·····                  | (207) |
| (二)非常规天然气资源·····                 | (213) |
| (三)烃类资源的巨大潜力·····                | (223) |
| 结    语·····                      | (229) |
| 参考文献·····                        | (229) |
| <b>第四章 从战术战略接替讨论中国油气发展</b> ····· | (233) |
| <b>第一节 中国油气形势分析</b> ·····        | (235) |
| 一、石油生产现状和对 21 世纪初的预测·····        | (235) |
| (一)东部老油区处于稳产阶段后期·····            | (236) |
| (二)西北和海上产量的增加使全国产量缓慢上升·····      | (238) |
| (三)1998~1999 年石油生产形势的分析·····     | (239) |
| (四)21 世纪初中国石油产量的变化趋势·····        | (240) |
| 二、天然气生产现状和对下世纪的预测·····           | (242) |
| (一)天然气储量快速增长,产量增长滞后·····         | (242) |
| (二)中国天然气资源的地区分布·····             | (244) |
| (三)对天然气储量的预测·····                | (245) |
| (四)对天然气产量的预测·····                | (248) |
| <b>第二节 中国石油勘探开发战略</b> ·····      | (250) |
| 一、挖掘老油区的潜力·····                  | (251) |
| (一)稳产阶段后期强化开发的战术接替·····          | (251) |
| (二)重视储量的补充增加·····                | (252) |
| 二、西北区是陆上首选的战略接替区·····            | (254) |
| (一)开拓西北区的困难简析·····               | (254) |
| (二)战略接替选区认识上的变化·····             | (255) |
| (三)在全国稳产方案中对西北区的期望·····          | (256) |
| 三、大陆架在战略接替中的作用·····              | (257) |
| (一)完成大陆架的油气普查勘探,全面评价海区·····      | (257) |
| (二)针对制约海上勘探开发的重要因素采取综合措施·····    | (259) |
| (三)延续已开发油田的经济生命·····             | (262) |
| (四)海上石油战略接替前景讨论·····             | (264) |
| 四、潜在的石油后备产区·····                 | (266) |
| (一)西藏高原·····                     | (266) |
| (二)大陆坡和南海中、南部海域·····             | (267) |
| <b>第三节 中国天然气发展战略</b> ·····       | (269) |
| 一、对中国天然气认识的两点论·····              | (269) |
| (一)中国天然气资源有巨大潜力·····             | (269) |
| (二)中国天然气发展存在不少困难·····            | (270) |
| 二、天然气勘探开发的区域战略·····              | (272) |
| (一)开阔思路,挖掘东部的潜力·····             | (272) |
| (二)海气上岸,补充东部用气·····              | (276) |
| (三)中部气区的建设是发展的重点·····            | (277) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| (四)西北是天然气的战略后备区 .....    | (279) |
| 三、天然气发展战略中两个问题的讨论 .....  | (281) |
| (一)上、下游一体化分阶段跳跃式发展 ..... | (281) |
| (二)合理利用国内外两种资源 .....     | (284) |
| 结    语 .....             | (285) |
| 参考文献 .....               | (286) |
| 后    记 .....             | (289) |

# Contents

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Chapter 1 Life period of oil and gas fields .....</b>                          | <b>(1)</b> |
| 1.1 From layers to province of oil and gas .....                                  | (3)        |
| 1.1.1 Oil and gas layers and pools .....                                          | (3)        |
| 1.1.1.1 Fundamental unit of oil and gas reservoir .....                           | (3)        |
| 1.1.1.2 Oil and gas pools .....                                                   | (4)        |
| 1.1.2 Oil and gas fields .....                                                    | (5)        |
| 1.1.2.1 The concept of oil and gas fields .....                                   | (5)        |
| 1.1.2.2 The adaptation in the application of oil and gas fields .....             | (6)        |
| 1.1.3 Oil and gas-bearing basins and province .....                               | (10)       |
| 1.1.3.1 The zones and provinces of oil and gas accumulation .....                 | (10)       |
| 1.1.3.2 Oil and gas-bearing basins .....                                          | (16)       |
| 1.1.3.3 Oil and gas province .....                                                | (21)       |
| 1.2 The life period of individual well and simple development scheme .....        | (23)       |
| 1.2.1 The life period of individual well .....                                    | (23)       |
| 1.2.1.1 The ejection of oil and gas wells .....                                   | (23)       |
| 1.2.1.2 The production of oil and gas wells under simple driving type .....       | (24)       |
| 1.2.1.3 The production of oil and gas wells under multiform driving type .....    | (27)       |
| 1.2.2 The life period of oil and gas fields under simple production pattern ..... | (30)       |
| 1.2.2.1 The difference between periods of production wells and fields .....       | (30)       |
| 1.2.2.2 The production under simple driving or development type .....             | (30)       |
| 1.3 The life stages of oil and gas fields and their curve types .....             | (35)       |
| 1.3.1 The classification of life stages in oil and gas fields .....               | (35)       |
| 1.3.1.1 The classification basis of life stages in oil and gas fields .....       | (36)       |
| 1.3.1.2 Different classified stages and accepting classification .....            | (38)       |
| 1.3.2 The types of production curves in oil and gas fields .....                  | (42)       |
| 1.3.2.1 The types of curves in Baixef classification .....                        | (42)       |
| 1.3.2.2 The variation types of production curves in oil and gas fields .....      | (42)       |
| 1.3.2.3 The main factors affecting the types of curves and variation .....        | (50)       |
| 1.4 The main features of life period in every stage of oil and gas fields .....   | (52)       |
| 1.4.1 The examples of development in several oil and gas fields .....             | (52)       |
| 1.4.1.1 Mega-meso multi layers sandstone oil fields in Songliao basin .....       | (52)       |
| 1.4.1.2 Meso-Micro oil fields in the western Ordos basin .....                    | (56)       |
| 1.4.1.3 Faulted block oil fields in Bohai Bay basin .....                         | (60)       |
| 1.4.1.4 The routine heavy oil fields in Bohai Bay basin .....                     | (66)       |
| 1.4.2 The main changes of life process in oil and gas fields .....                | (70)       |

|                  |                                                                                      |             |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. 4. 2. 1       | The production and relative parameters .....                                         | (70)        |
| 1. 4. 2. 2       | Water content and relative parameters .....                                          | (73)        |
| 1. 4. 2. 3       | The production of natural gas and relative parameters .....                          | (74)        |
| 1. 4. 2. 4       | Oil layers and the properties of crude oils .....                                    | (76)        |
| 1. 4. 2. 5       | The reservoir feature .....                                                          | (78)        |
| Conclusion       | .....                                                                                | (78)        |
| References       | .....                                                                                | (79)        |
| <b>Chapter 2</b> | <b>The tactics replacement of oil and gas production .....</b>                       | <b>(81)</b> |
| 2. 1             | The replacement of driving patterns .....                                            | (83)        |
| 2. 1. 1          | Driving with natural energy .....                                                    | (83)        |
| 2. 1. 1. 1       | The application of natural energy in the production of gas fields .....              | (83)        |
| 2. 1. 1. 2       | The application of natural energy in the production of oil and fields .....          | (89)        |
| 2. 1. 2          | The production with artificial supplement energy .....                               | (94)        |
| 2. 1. 3          | From self-ejection to well pumping .....                                             | (97)        |
| 2. 2             | Multiproduction and well pattern regulation .....                                    | (99)        |
| 2. 2. 1          | Production oil with ejecting water .....                                             | (99)        |
| 2. 2. 1. 1       | The shortage of commingled water injection and development .....                     | (99)        |
| 2. 2. 1. 2       | The further research of reservoir; The basis of injecting water layer by layer ..... | (100)       |
| 2. 2. 1. 3       | The production of injection layer by layer .....                                     | (102)       |
| 2. 2. 1. 4       | The regulation of pressure system and tecture with injecting production .....        | (106)       |
| 2. 2. 1. 5       | The application of the properties of injection water and addition agent .....        | (106)       |
| 2. 2. 2          | The production with injection gas .....                                              | (107)       |
| 2. 2. 2. 1       | The production with injection hydrocarbon .....                                      | (107)       |
| 2. 2. 2. 2       | The production with injection carbon dioxide .....                                   | (108)       |
| 2. 2. 2. 3       | The production with injection nitrogen .....                                         | (108)       |
| 2. 2. 2. 4       | The production with injection air .....                                              | (108)       |
| 2. 2. 3          | The regulation of well pattern and well stimulation .....                            | (109)       |
| 2. 2. 3. 1       | Fundemental well pattern and multi-densing regulation .....                          | (109)       |
| 2. 2. 3. 2       | Well stimulation .....                                                               | (110)       |
| 2. 2. 4          | Multi production .....                                                               | (111)       |
| 2. 2. 4. 1       | Third production .....                                                               | (111)       |
| 2. 2. 4. 2       | Fouth production .....                                                               | (114)       |
| 2. 3             | The usage and increase of reserve in the development of oil and gas fields .....     | (114)       |
| 2. 3. 1          | The stages of reserve usage .....                                                    | (114)       |
| 2. 3. 1. 1       | The reserve usage of giant fields by stages .....                                    | (115)       |
| 2. 3. 1. 2       | The first reserve usage of main lagers and blocks .....                              | (117)       |
| 2. 3. 1. 3       | The reserve of the difficult usage .....                                             | (118)       |
| 2. 3. 2          | The change of reserves in the process of development of oil and<br>gas fields .....  | (121)       |
| 2. 3. 2. 1       | The further understanding of reserves .....                                          | (121)       |
| 2. 3. 2. 2       | Progressive exploration and development .....                                        | (124)       |

|                  |                                                                                                     |              |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2. 3. 2. 3       | Supplement exploration .....                                                                        | (127)        |
| 2. 3. 2. 4       | Untabulated reserves .....                                                                          | (129)        |
| 2. 4             | The controlling factors in the replacement of oil and gas production .....                          | (129)        |
| 2. 4. 1          | Two aspects doctrine of life in oil and gas fields .....                                            | (129)        |
| 2. 4. 1. 1       | The life potential of oil and gas fields .....                                                      | (129)        |
| 2. 4. 1. 2       | The exhaustion of oil and gas fields .....                                                          | (130)        |
| 2. 4. 2          | The controlling of economy and technology in the life of oil and<br>gas fields .....                | (134)        |
| 2. 4. 2. 1       | The controlling of well patterns .....                                                              | (134)        |
| 2. 4. 2. 2       | The controlling of measures in old wells .....                                                      | (135)        |
| 2. 4. 2. 3       | The economical limit of oil and gas fields .....                                                    | (135)        |
| Conclusion       | .....                                                                                               | (137)        |
| References       | .....                                                                                               | (138)        |
| <b>Chapter 3</b> | <b>The strategy replacement of oil and gas production .....</b>                                     | <b>(139)</b> |
| 3. 1             | The life period of oil and gas province .....                                                       | (141)        |
| 3. 1. 1          | The process and enlightenment of oil and gas exploration and development<br>in several basins ..... | (141)        |
| 3. 1. 1. 1       | Songliao basin .....                                                                                | (141)        |
| 3. 1. 1. 2       | Jizhong depression in Bohai Bay basin .....                                                         | (148)        |
| 3. 1. 1. 3       | Sichuan basin .....                                                                                 | (152)        |
| 3. 1. 2          | The analysis of life process in oil and gas province .....                                          | (158)        |
| 3. 1. 2. 1       | The replacement of regions and realms in oil and gas province .....                                 | (158)        |
| 3. 1. 2. 2       | The life stages of oil and gas province .....                                                       | (163)        |
| 3. 2             | The analysis for the examples of strategy replacement in oil<br>and gas production .....            | (169)        |
| 3. 2. 1          | The strategy replacement of the production regions in China .....                                   | (169)        |
| 3. 2. 1. 1       | The two strategies of petroleum development in the 1950', .....                                     | (169)        |
| 3. 2. 1. 2       | The overall situation of old oil fields in East China .....                                         | (173)        |
| 3. 2. 1. 3       | The urgent replacement of oil provinces in East China .....                                         | (175)        |
| 3. 2. 2          | The strategy replacement of oil and gas production in pre-USSR .....                                | (176)        |
| 3. 2. 2. 1       | The role of petroleum province in Kavkaz .....                                                      | (176)        |
| 3. 2. 2. 2       | The Second Baku born in the war .....                                                               | (178)        |
| 3. 2. 2. 3       | Siberia put the oil and gas industry in pre-USSR to the summit .....                                | (181)        |
| 3. 2. 2. 4       | The tendency of strategy replacement for the petroleum production<br>in the near future .....       | (183)        |
| 3. 2. 2. 5       | The natural gas of strategy replacement in production province .....                                | (184)        |
| 3. 2. 3          | The strategy replacement of oil and gas production in USA .....                                     | (189)        |
| 3. 2. 3. 1       | The overall tendency of petroleum exploration in USA .....                                          | (189)        |
| 3. 2. 3. 2       | The strategy replacement of petroleum production of different levels in USA .....                   | (193)        |
| 3. 3             | The strategy replacement in oil and gas resources .....                                             | (203)        |
| 3. 3. 1          | From oil age to gas age .....                                                                       | (203)        |

|            |                                                                      |       |
|------------|----------------------------------------------------------------------|-------|
| 3.3.1.1    | The residual recovery reserves of gas exceed those of oil .....      | (203) |
| 3.3.1.2    | Oil valent weight value of gas production close to that of oil ..... | (204) |
| 3.3.1.3    | Recovery resources of gas exceed that of oil .....                   | (204) |
| 3.3.1.4    | The coming of gas age .....                                          | (205) |
| 3.3.2      | The oil and gas resources from convention to unconvention .....      | (206) |
| 3.3.2.1    | Unconventional oil resources .....                                   | (207) |
| 3.3.2.2    | Unconventional gas resources .....                                   | (213) |
| 3.3.2.3    | The tremendous tendency of hydrocarbon resources .....               | (223) |
| Conclusion | .....                                                                | (229) |
| References | .....                                                                | (229) |

## **Chapter 4 The discussion of oil and gas development in Chian from the replacement of tactics and strategy .....**

|         |                                                                                                                   |       |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4.1     | The analysis of the oil and gas situation in China .....                                                          | (235) |
| 4.1.1   | The present situation of petroleum production and the prediction for 21st century .....                           | (235) |
| 4.1.1.1 | Eastern old fields in the late period of stable production stage .....                                            | (236) |
| 4.1.1.2 | Chronic increase of production in China by increasing west and offshore production .....                          | (238) |
| 4.1.1.3 | The analysis of petroleum production between 1998 and 1999 .....                                                  | (239) |
| 4.1.1.4 | The tendency of petroleum production in China at the begining of 21st century .....                               | (240) |
| 4.1.2   | The present situation of gas production and the prediction of 21st century .....                                  | (242) |
| 4.1.2.1 | The rapid increase of gas reserves and the chronic increase of production .....                                   | (242) |
| 4.1.2.2 | The region distribution of gas reserves in China .....                                                            | (244) |
| 4.1.2.3 | The prediction of gas reserves .....                                                                              | (245) |
| 4.1.2.4 | The prediction of gas production .....                                                                            | (248) |
| 4.2     | The strategy of petroleum exploration and development .....                                                       | (250) |
| 4.2.1   | The development of potential for old oil province .....                                                           | (251) |
| 4.2.1.1 | The tactics replacement through enhanced technology in the later stage of stable production .....                 | (251) |
| 4.2.1.2 | The increase of reserve supplement .....                                                                          | (252) |
| 4.2.2   | The first area of strategy replacement-Northwest China .....                                                      | (254) |
| 4.2.2.1 | The discussion for the difficulties of oil development in the Northwest China .....                               | (254) |
| 4.2.2.2 | The understanding of the provinces in strategy replacement .....                                                  | (255) |
| 4.2.2.3 | The hope for the Northwest China in the schemes of stable production .....                                        | (256) |
| 4.2.3   | The role of continental shelf in the strategy replacement .....                                                   | (257) |
| 4.2.3.1 | The accomplishment of reconnaissance and exploration in continental shelf and the evaluation offshore areas ..... | (257) |
| 4.2.3.2 | The main factors controlling the exploration of offshore areas and taken comprehensive measures .....             | (259) |