

研究生教学用书

教育部学位管理与研究生教育司推荐

油气成藏定量模拟

*Quantitative Modeling of
Hydrocarbon Accumulation*

庞雄奇 邱楠生 姜振学 等编著



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

研究生教学用书

教育部学位管理与研究生教育司推荐

油气成藏定量模拟

Quantitative Modeling of Hydrocarbon Accumulation

庞雄奇 邱楠生 姜振学 等编著

Edited by Pang Xiongqi, Qiu Nansheng and Jiang Zhenxue

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是在北京市 2002 年研究生精品教材建设项目《地质过程定量模拟》的基础上修订而成的,它是我国第一部有关油气成藏定量模拟研究方面的教科书。全书共两大部分十一章。第一部分为沉积盆地地质作用模拟,包括盆地形成与演化、沉积与充填、成岩作用与流压计算、热流变化与古地温恢复等;第二部分为油气成藏过程与模拟,包括油气生成与排运、油气储集与封盖,以及油气聚集与成藏等。

本书是为高等学校和科研院所的研究生们编著的教科书,同时,也可作为从事地质与勘探,尤其是油气地质与勘探的广大科技工作者的科研参考书。

图书在版编目(CIP)数据

油气成藏定量模拟/庞雄奇等编著.

北京:石油工业出版社,2005.8

研究生教学用书.教育部学位管理与研究生教育司推荐

ISBN 7-5021-5089-7

I. 油…

II. 庞…

III. 油气藏-形成-定量分析-研究生-教学参考资料

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 049044 号

油气成藏定量模拟

庞雄奇 邱楠生 姜振学等编著

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

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:23.25

字数:590 千字 印数:1—2000 册

定价:35.00 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

序

当我翻阅庞雄奇教授等编著的《油气成藏定量模拟》这一教科书手稿时，心中十分激动。感到这是一部有利于提高我们油气地质理论研究水平和使地质勘探事业更快更好发展的优秀教科书。

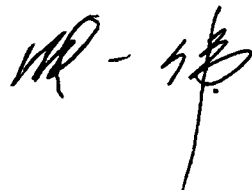
自 1830 年赖伊尔出版第一部《地质学原理》以来已有 170 多年的历史。地质学这一人类文明中最古老的传统学科，以其对我们周围丰富多彩的岩石及其存在样式的直接考证为基础，吸引了大批优秀人才献身这个学科。在由不同圈层所组成的地球表层，地层像一本教科书一样，记录着地球的发展、盆地的形成、沉积和古地理变迁、油气等矿产的产生。当时，地质学是以观察、描述、归纳的定性方法回答问题的，主要用“锤子、罗盘和放大镜”来研究地球，它在分析、讨论和总结地质问题的研究中，常用“可能、大概、差不多”这样的词语，因而，地质学被戏称为“不科学的科学”。

20 世纪中叶以来，随着生产力和经济的发展，地质学家已经不满足于这种定性的描述，现代数学、高性能计算机及计算技术和信息科学的飞跃发展给了地质学向半定量、定量发展的可能性，地质家们苦学了不少数学，数学家们也开始涉足地质，中国学者在盆地形成史、变形史、沉降史、热变化史、压实排烃史和资源评价等方面提出了很多有创新性的研究方法和模拟技术。这些成果不仅给当前的学科发展和生产建设带来了重大效益，也为编写《油气成藏定量模拟》教科书奠定了基础。地质学的任务可归纳为密切结合的两个方面：一个方面是认识地球及其各种作用；另一个方面是利用地球资源发展经济，改善地球环境。前者为基础研究，后者为应用研究。随着科技飞跃式发展，地质学基础研究与天文学、火山学、数学及深部勘探的结合，已经到了一个新的发展阶段。宇宙中的众多星体显示了地球的去、现在和将来。地球的表层资源经过 19 与 20 两个世纪的“残酷”开发，我们面临的是一些难找的、难采的、深层的矿产资源和资源环境的破坏，上述两个方面的发展都需要深入认识自然的发展规律，这就需要数学量化的帮助。量化不仅能够定量地描述问题，而且还能揭示规律，预测变化。但是，也必须指出，由于地质学具有的独特的理科背景，我们对它的认识是逐渐完成的。因此，地质学定量研究的问题是一个长期的渐进过程，要避免为了定量而强行定量。否则会适得其反，误入歧途。

由庞雄奇教授等编著、陈发景教授主审以及其他多位学者联合编著出版的《油气成藏定量模拟》一书体现了国内外在这一研究领域内老中青三代联手奋斗、产学研三方面结合共同开拓新的精神风貌。他们各自在油气成藏定量模拟研究领域内的立足点、研究特色和工作思路都有不同之处。但他们的联手合作、取长补短，既弥补了各自的不足，又丰富和完善了教科书的研究内容。

我衷心希望，我们未来事业的继承者们一定要发奋努力，了解和掌握好数学、信息科学和计算机技术，立足于理解和掌握已有的传统的地质理论和研究方法（包括锤子、罗盘和放大镜的使用），又能熟悉和应用油气成藏定量模拟研究的方法和技术，在揭示油气成藏特征、主控因素和发现新的成矿机理与分布规律诸方面做出新的更大贡献。《油气成藏定量模拟》在阐述原理和方法时由浅入深、循序渐进，是一部适合高等学校和科研院所师生授课专用的

教科书。该书汇集了国内外盆地定量分析、油气成藏定量模拟以及相关软件研制 and 开发方面的新成果，它的出版对于启发和指导从事这一领域研究工作的广大科技人员有着重要的参考意义和学术价值。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '明伟' (Ming Wei), with a long vertical stroke extending downwards.

2002 年 10 月 30 日

Foreword

When I read the manuscript of the textbook of Quantitative Modeling of Hydrocarbon Accumulation compiled by Prof. Pang Xiongqi, I was very exciting. This textbook is an excellent textbook favorable to the enhancement of the geological theory and the development of the geological exploration cause in China.

There have been more than 170 years history for geology since publication of the first "Principle of Geology" by Laiyier in 1830. This subject, one of the oldest traditional ones in human beings' civilization, has attracted plenty of scientists to work hard and make great contribution to it, which is on the basis of the direct observation and textual research of various rocks around us and their occurrence styles. In the earth surface layer which consists of different beds, the processes of earth evolution, formation of basins, changes of sedimentation and paleo-geography, and origination of minerals such as oil and gas were recorded in strata, therefore, the strata is like a textbook. At that time, geological problems were qualitatively solved by observation, description and inducing, and researches on the earth by people were carried out by using hammer, compass and magnifier. In geological analysis, discussion and summing-up, people often used words such as "perhaps", "probably", "possibly", and so on, so geology was called as "unscientific science".

Since the middle of the 20th century, with the development of productive forces and economy, geologists have not been satisfied with the qualitative description, and the rapid advances in modern mathematics, high performance computer and computing technology, and information science have made semi-quantitative and quantitative studies on geology become possible. Geologists have studied hard and have learnt a lot about mathematics, and mathematicians have also started to undertake the researches on geology. Up to date, the Chinese scholars have put forward many new research methods and modeling techniques in the study of basin formation history, deformation history, subsidence history, thermal evolution history, compaction and hydrocarbon expulsion history, and resources evaluation. The above-mentioned achievements not only have resulted in great benefits in the present science advance and economy development, but also have established the foundation for compiling the textbook of Quantitative Modeling of Hydrocarbon Accumulation. The tasks of geology can be induced into the two closely related aspects: one is understanding the earth and various geological actions; another is to make use of natural resources to develop economy and improve earth environment. The former belongs to basic research and the latter to application research. With advance of science and technology by leaps and bounds, the basic research of geology has reached a new developing stage by combination with astronomy, volcanology, mathematics and earth deep exploration. The numerous celestial bodies in the universe indicate the past, the present and the future of our earth. After the "brutal" development of

earth surface layer resources in the 19th and 20th centuries, now we face the two problems. One is that the rest mineral resources are in the deep part of the earth crust, which are difficult to explore and develop, and another is the damage to resources environments cause by resources development and production. Solutions to the above problems need further knowing the natural laws in detail, and this requires aids from mathematic quantification. Quantification method can help people not only to describe phenomena quantitatively, but also to bring to light the objective laws and to predict the changing patterns. However, it is necessary to point out that geology has special scientific backgrounds, and recognition of the geological phenomena and processes is to be completed only gradually. Therefore, the quantitative study of geology is a long - term evolutionary process. That is, a radical quantitative study must be avoided, otherwise, it will lead to just the opposite and lead us onto a wrong path.

The publication of this textbook, *Quantitative Modeling of Hydrocarbon Accumulation*, compiled by Prof. Pang Xiongqi (as chief compiler) and Prof. Qiu Nansheng and Dr. Jiang Zhenxue, et al. (as co - compilers), reviewed by Prof. Chen Fajing, embodies the spirit of scientific cooperation in the same field among three generations of older, middle age and younger scientists of China and overseas, and also reflects the creativity of combination of teaching, research and scientific development to open up new academic field. The authors here have differences in research interesting, distinguishing feature and research thought in the quantitative modeling of geologic processes, and the cooperation between them has realized learning from each other to make up deficiencies, as well as enriching and completing the contents of the textbook.

I wholeheartedly hope the successors of our geological cause must work hard to learn and master mathematics, information science and computer technique, being able both to understand the existing geological theories and methodology (including the use of hammer, compass and magnifier), and to apply the methods and techniques of quantitative modeling of geologic process to make greater contributions in the study on the geologic process characteristics and major controlling factors and in the investigations of mineralization mechanism and distributional patterns. *Quantitative Modeling of Hydrocarbon Accumulation* is a textbook suitable to teachers and students in universities and research institutes, which sets forth principles and methods step by step from the easy to the difficult. Original achievements of basin quantitative analysis and quantitative modeling of hydrocarbon geologic process and related simulation software study and development in China and over the world were collected in this textbook. Thus, the publication of the book is of significance and high academic value in inspiring and directing scientific workers working in this research field.

By Prof. Zhang Yiwei

On 30th Oct. , 2002

前 言

随着数学、现代电信科学以及计算机技术的发展,油气成藏研究开始了从定性向定量的转变历程。地质、数学和计算机技术的结合不仅产生了具有独立工作内容和研究方法的“油气成藏定量模拟”这一边缘学科,而且带动了以研制、开发和销售商品化的盆地模拟软件谋取利润的高新产业的兴起和发展。

油气成藏定量模拟作为一门新兴的边缘学科自 1978 年诞生之日起就受到了社会的关注,除了越来越多的学者加入到以创新方法和技术为己任的科研队伍外,一些实业家也开始涉足了这一具有广泛发展前景的产业,大学的教授们也开始将有关的知识作为一门课程在本科生和研究生中讲授。

在我国,最先将油气成藏定量模拟(盆地模拟)作为本科生和研究生课程开设的是大庆石油学院勘探系(1993),讲授这一课程采用的教材是我国在这一领域内出版的第一部编著《石油地质过程定量研究概论》(李泰明编著,石油大学出版社,1989)和第一部专著《含油气盆地地史、热史、生排烃史数值模拟研究与烃源岩定量评价》(庞雄奇、陈章明、陈发景著,地质出版社,1993)。继此之后,石油大学、中国地质大学、江汉石油学院、北京大学等也先后以不同的形式开设了这一课程。在此情况下,编著适合于教师 and 同学们学习和实践的教科书也就成了一个十分迫切的任务。2002 年通过申报和评审,北京市有关部门决定将《地质过程定量模拟》作为高等教育中研究生精品教材项目加以建设并在资金上予以资助。正在这部书稿编辑印刷时,它也通过了国务院学位委员会学科组的评审,并被推荐为全国研究生教学用书。遵照专家的意见,我们将书名变更为《油气成藏定量模拟》,并对章节做了重新安排。无疑,出版这部教材对于规范油气成藏定量模拟课程的教学内容、推进地质学与数学和计算机技术的结合、培养更多适合现代地质勘探的合格人才,提高工作效率有着十分重大而深远的意义。

《油气成藏定量模拟》是石油地质学与数学和计算机技术相结合的硕果。自 1830 年赖伊尔出版第一部《地质学原理》以来已有 170 多年历史。这一人类文明史中最古老的传统学科以其对事物的直接观察、实地考证而受到人们的青睐和崇敬。当英国学者达尔文展示出在不同地史时期同一类生物演化所留下的化石证据时,很少有人再对进化论提出质疑。地球自身好像一部教科书,随着千百年来人类不断的翻读和查阅,一个又一个的奥秘被揭示出来。当地球自身的“文字”内容充填着人类大脑并被反反复复榨干挤尽时,地质学的发展似乎走到了尽头。观察描述和归纳不能满足地质科学研究的需要,在现代电子技术和统计模拟方法产生之前,经典的数学无法应用到资料繁多、数据海量的复杂的地质问题的研究之中去。地质学在这一时期被戏称为“不科学的科学”。它在分析、讨论和总结问题时仍停留在“可能、大概、也许是,未必、恐怕、差不多”这种模糊表述的水平上。

《油气成藏定量模拟》汇集了几十年来国内外学者,尤其是我国学者在油气成藏定量模拟研究领域内所取得的创新成果。中国地质大学(北京)的陈发景教授和中国科学院汪集旸院士是我国地学界较早开展盆地定量分析的老一代地质学家。长期以来,他们一直从事前陆盆地、裂谷盆地和克拉通盆地的形成机理、演化过程和热流变化诸方面的模拟研究,在盆地

形成史、沉降史、热变史及压实排烃史诸方面提出了许多有创见性的研究方法和模拟技术,获得的成果和积累的教学经验为编著出版这部教科书发挥了重要作用。中国石油勘探开发研究院的石广仁教授级高级工程师既是一位精通数学的地质家,又是一位善于将现代电子技术用于解决复杂地质问题并将其转换成商品化软件产品的实业家。他所领导的盆地模拟小组研制开发的有关软件在我国第一轮和第二轮油气资源评价中得到了广泛应用,目前已在国内销售 90 多套,部分软件卖到了国外。目前,中国石油天然气股份有限公司正在进行的第三轮资源评价仍将他们研发的软件作为主要的技术手段予以推广。世界著名的、目前占据市场份额最大的美国盆地模拟软件开发公司 PRA (Platte River Associates, Inc) 的参与和合作使得本书的内容更加丰富,突现出这部教材的重要性及其在未来人才培养中的指导作用。本书还汇集了国内外其他学者在这一领域内取得的有关油气成藏定量模拟研究的优秀成果。

“油气成藏定量模拟”研究代表着地质学的发展方向,这本教科书的出版预示着将培养出更多和更高层次的人才,以及这一学科更快更大的发展。“油气成藏定量模拟”研究工作的开展既可以实现传统的地质学研究方法的变革,使其从定性研究向着定量研究的方向发展,又可以提高工作效益,使人们从繁琐的重复劳动中解放出来。除此之外,“油气成藏定量模拟”研究的另一个更强大的功能是能揭示出海量资料下面所掩盖着的地质作用机理和规律,使人们认识问题的能力和深度在这一高新技术的支撑下得到加强。可以预料,随着“油气成藏定量模拟”研究工作的不断普及和深入,人类对地球奥秘的认识将会越来越多,越来越快。数字地球原是地质学家们对未来地质理论与地质勘探事业的崇高理想。读完这部书稿后,我们有理由相信,随着“油气成藏定量模拟”技术的发展和电信技术的提高,这一理想能够变为现实。

编著《油气成藏定量模拟》教材的基本指导思想是阐明数学和计算机技术在地质学中的应用的方法、原理和技术路线。

全书共分两部分十一章。第一章绪论概述《油气成藏定量模拟》课程的性质与任务、研究的基本内容与工作特点、发展简史与趋向以及从事这一领域的工作或学习时需要注意的问题。本章由中国石油大学(北京)庞雄奇教授负责完成。

第一部分为沉积盆地地质作用模拟,由第二章至第五章组成。它较为系统地介绍了地质过程定量模拟的方法、原理和工作流程,涉及的内容主要与沉积盆地有关,可以近似地将其理解为盆地定量分析。第二章盆地形成与演化模拟由汪新文副教授、方祖康教授、庞雄奇教授和周海燕博士负责完成;第三章盆地压实成岩模拟由傅广教授与庞雄奇教授负责完成;第四章盆地构造演化模拟由汪新文副教授、方祖康教授、姜振学副教授和庞雄奇教授负责完成;第五章盆地热流演化与古地温场恢复由邱楠生教授负责完成。

第二部分油气成藏过程与模拟,由第六章至第十一章组成。它详细阐述了含油气盆地油气生成、排出、运移、聚集等过程的特征及其定量模拟的方法、原理和应用实例。第六章油气生成特征与模拟和第七章油气排运特征与模拟由庞雄奇教授和宫广胜博士负责完成;第八章油气储集条件与评价由孟元林教授和李胜利博士负责完成;第九章盖层封油气能力定量模拟和第十章油气运移作用定量模拟由姜振学副教授和庞雄奇教授负责完成;第十一章油气成藏特征与模拟由庞雄奇教授和周海燕博士负责完成。

全书最后由庞雄奇、邱楠生和姜振学统稿和修订,陈发景教授主审。

多年来,我们一直期待编著和出版这方面的教材,希望它的问世不仅有益于高等学校和研究院所高层次人才的培养,更希望它能对我国油气成藏的定量研究起到积极的推动作用,

使地质学这一门历史悠久但又被人们戏称为“不科学的科学”在现代科学与技术的进步中焕发青春和活力，为我国地质理论研究和矿产资源勘探作出新的更大的贡献。限于我们目前的水平，书中错漏和不足难免，希望同行专家和学者批评指正，以便再版时能有一个更大的提高。

中国石油大学总校校长、中国石油大学矿产普查与勘探全国重点学科学术带头人、博士生导师张一伟教授为本书作序并提出了宝贵的修改意见。盆地与油藏研究中心办公室曾旋等为本书出版在绘图、打字和编排诸方面付出了辛劳。此外，我们的工作还得到了方方面面，尤其是各有关院校从事油气成藏定量模拟研究和教学的教师的关注，他们为编著和出版这部教材提供了宝贵的资料并提出了许多宝贵的建设性意见。在此，我们向上述专家和学者表示深深的谢意，期盼他们在教材的使用中提出更多更好的修正意见。

庞雄奇

2003年10月30日

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 油气成藏定量模拟的性质和任务	(1)
第二节 油气成藏定量模拟研究的基本内容	(2)
一、盆地形成和演化	(2)
二、油气生排与储盖	(2)
三、油气运聚与成藏	(2)
四、油气保存与破坏	(2)
第三节 油气成藏定量模拟研究工作的特点	(2)
一、综合利用各种地质资料	(3)
二、定量求解地质问题	(3)
三、自动给出结果	(3)
四、快速完成任务	(3)
第四节 油气成藏定量模拟的方法和技术	(3)
一、统计模拟和成因模拟	(3)
二、正演模拟和反演模拟	(4)
三、油气成藏定量模拟技术路线	(6)
第五节 油气成藏定量模拟发展简史与趋向	(7)
一、1978 年前的方法准备阶段	(7)
二、1978 年至 1990 年间的软件研发探索阶段	(7)
三、1990 年后的商品化产业发展阶段	(8)
四、油气成藏定量模拟研究在我国的兴起和发展	(8)
五、油气成藏定量模拟研究现状及发展趋向	(9)
第六节 油气成藏定量模拟研究需要注意的问题	(10)
一、积累和扩展知识面	(10)
二、掌握基本原理和方法步骤	(10)
三、定量化结果定性化解释	(10)
小结	(11)
复习思考题	(11)
第二章 盆地形成与演化模拟	(12)
第一节 沉积盆地的分类	(12)
第二节 沉积盆地形成与演化模拟	(16)
一、伸展(裂谷)盆地的形成与演化模拟	(16)
二、前陆盆地的形成与演化模拟	(18)
第三节 盆地沉积与充填过程模拟	(23)

一、沉积盆地充填过程模拟的研究内容和研究意义	(23)
二、模拟所用的参数	(25)
三、模拟模型	(25)
四、盆地充填过程模拟步骤	(38)
五、盆地沉积充填过程定量模拟实例	(39)
小结	(49)
复习思考题	(50)
第三章 盆地压实成岩与流压变化	(51)
第一节 沉降史模拟	(51)
一、沉降史研究的方法	(51)
二、沉降史分析的基本模型	(53)
三、沉降史模拟计算机程序设计	(56)
第二节 地层压实作用及其基本模型	(58)
一、正常压实模型	(58)
二、复杂岩性压实模型	(58)
第三节 地层古厚度恢复	(59)
一、压实模拟实验法	(59)
二、正演模拟法	(60)
三、回剥模拟法	(60)
四、物质平衡法	(61)
第四节 压实作用与砂泥含量变化	(64)
一、砂泥含量的基本概念	(64)
二、影响地层、岩石砂泥含量变化的因素	(65)
三、地史过程中岩石砂泥含量恢复计算	(67)
四、埋深压实过程中砂泥含量的变化	(67)
五、研究地史过程中砂泥含量变化的地质意义	(68)
第五节 流压变化	(69)
一、粘土矿物转化与脱水计算	(69)
二、欠压实作用与剩余流体压力模拟	(71)
三、实际例子	(78)
小结	(79)
复习思考题	(79)
第四章 盆地构造演化模拟	(81)
第一节 构造应力场特征与模拟	(81)
一、构造应力场的特征	(81)
二、构造应力场的研究方法	(82)
三、构造应力场的数值模拟及实例	(86)
第二节 盆内构造变形作用与平衡剖面恢复	(92)

一、平衡剖面技术的基本原理	(92)
二、平衡剖面应用的基本方法	(93)
三、计算机模拟及实例	(96)
第三节 地层被剥蚀作用及其定量模拟	(101)
一、地层剥蚀面的基本特征	(101)
二、地层被剥蚀时间的确定	(103)
三、地层剥蚀量恢复方法	(106)
小结	(117)
复习思考题	(117)
第五章 盆地热流演化与古地温场恢复	(119)
第一节 盆地热体制和热结构	(119)
一、大地热流和低温场研究的基本概念	(119)
二、热传递的基本方式	(122)
三、地温资料与解释	(124)
四、深部地温研究方法	(124)
第二节 盆地热流与地温场控制因素	(127)
一、地温分布的主控因素	(127)
二、地温分布的影响因素	(128)
第三节 盆地热历史恢复方法	(129)
一、有机质成熟度温标	(129)
二、粘土矿物和自生矿物的组合关系	(136)
三、包裹体测温	(138)
四、磷灰石裂变径迹	(139)
第四节 盆地演化动力学特征及其地温场变化史模拟	(144)
一、Mckenzie 拉张模型	(144)
二、Falvey 统一混合模型	(146)
三、动力学与古温标联合反演模型	(146)
四、其它模型	(147)
小结	(147)
复习思考题	(147)
第六章 油气生成特征与模拟	(149)
第一节 与生烃史模拟研究有关的概念	(149)
一、烃源岩及其分布发育	(149)
二、有机母质	(149)
三、有机母质丰度	(150)
四、有机母质类型	(151)
五、有机母质转化程度	(153)
六、有机母质转化生烃特征与表示方法	(158)

第二节 实验模拟法研究生烃量	(160)
一、实验原理	(160)
二、实验装置与条件	(160)
三、有关参数计算	(161)
四、应用实例	(162)
五、问题讨论	(163)
第三节 热化学动力学法模拟计算烃源岩生烃量	(165)
一、概念模型	(165)
二、数学模型	(165)
三、海拉尔盆地源岩产烃量热化学动力学模拟计算	(166)
四、问题讨论	(167)
第四节 物质平衡法模拟计算有机母质转化产烃量	(168)
一、乌斯宾斯基物质平衡方程与煤成气产率计算	(168)
二、有机母质转化产油气量物质平衡优化模拟计算	(169)
三、结果与方法讨论	(175)
小结	(176)
复习思考题	(176)
第七章 油气排运特征与模拟	(177)
第一节 排烃研究的概念术语与表征方法	(177)
一、排烃临界条件	(177)
二、排烃量	(179)
三、排烃效率	(180)
四、排烃速率	(180)
五、排烃饱和度(排烃率)	(181)
第二节 排烃量研究常用的方法及其局限性	(181)
一、据残留烃量计算排烃量	(181)
二、据残留烃饱和度计算排烃量	(181)
三、据生烃量计算排烃量	(182)
四、据生、留烃量相减法计算烃源岩排烃量	(182)
五、多相渗流理论计算排烃量	(183)
六、其它方法	(183)
第三节 排烃门限理论与排油气过程特征模拟	(183)
一、排烃门限的基本概念与表征方法	(183)
二、排烃门限控油气作用与排油气过程定量模拟	(185)
三、烃源岩排油气阶段划分及其地质模式	(193)
四、烃源岩品质综合定量评价	(194)
五、烃源岩层属性综合定量评价	(198)
小结	(201)

复习思考题	(202)
第八章 油气储集条件与评价	(203)
第一节 碎屑岩成岩作用数值模拟及其应用	(203)
一、单项成岩作用的过程模拟	(203)
二、成岩作用过程综合模拟	(206)
三、次生孔隙发育带预测	(212)
第二节 储集层建模与定量评价	(215)
一、储集层建模方法与原理	(215)
二、储集层建模量化理论	(217)
三、储集层建模类型及方法分类	(219)
四、储集层建模的主要应用	(220)
小结	(225)
复习思考题	(226)
第九章 盖层封油气能力定量模拟	(227)
第一节 盖层的概念及分类	(227)
一、盖层的概念	(227)
二、盖层的分类	(227)
第二节 盖层封油气机理	(228)
一、物性封闭	(228)
二、压力封闭	(229)
三、浓度封闭	(230)
四、几种特殊盖层封闭作用	(231)
第三节 影响盖层发育的地质因素	(232)
一、沉积环境对盖层形成的控制作用	(232)
二、成岩作用对盖层封闭性发育的控制作用	(233)
三、构造活动对盖层封闭性的破坏作用	(234)
第四节 盖层封油气性定量评价理论与模型	(235)
一、盖层排替压力评价模型	(235)
二、盖层封闭的相对性评价模型	(236)
三、特殊情况下盖层封闭性评价模型	(237)
四、实际地质条件下盖层封闭能力模拟校正	(238)
五、盖层封闭性综合定量评价 (CRI) 模型	(238)
第五节 盖层封闭的有效性研究	(246)
一、盖层物性封闭能力有效性研究	(246)
二、盖层压力封闭的有效性研究	(249)
三、盖层烃浓度封闭的有效性研究	(251)
第六节 松辽盆地滨北地区盖层封油气性定量评价	(254)
一、利用地震速度谱资料计算地震层砂泥含量等参数	(254)

二、利用地震资料定量评价地震层封闭油气能力·····	(255)
小结·····	(258)
复习思考题·····	(259)
第十章 油气运移作用定量模拟 ·····	(260)
第一节 油气运移研究概述·····	(260)
一、基本概念·····	(260)
二、初次运移机理·····	(260)
三、二次运移机理·····	(262)
第二节 流体势场特征与油气运移模拟·····	(266)
一、流体势的概念及其地质意义·····	(266)
二、流体势计算参数的选取及计算·····	(273)
三、油气二次运移量分配方法探讨·····	(274)
四、流体势在油气运移研究中的应用实例·····	(277)
第三节 多相渗流机理与油气运移模拟·····	(279)
一、油气运聚聚集地质模型·····	(279)
二、多相渗流的数学模型及解法·····	(280)
三、多相渗流机理在油气运移研究中的应用·····	(282)
四、应用实例·····	(282)
第四节 油气优势通道运移及其定量模拟·····	(283)
一、油气优势通道运移的基本概念·····	(284)
二、油气优势通道运移存在的地质、地球化学证据·····	(284)
三、油气优势通道运移的基本模式·····	(288)
四、油气运移通道控烃特征物理模拟实验研究·····	(290)
五、油气运移优势通道数值模拟研究与应用·····	(297)
小结·····	(299)
复习思考题·····	(299)
第十一章 油气成藏特征与模拟 ·····	(301)
第一节 油气成藏体系的基本概念及其划分方法·····	(301)
一、油气成藏体系基本概念·····	(301)
二、油气成藏体系与有关概念的区别和联系·····	(301)
三、油气成藏体系的结构及其分类·····	(303)
四、油气成藏体系划分方法·····	(304)
第二节 油气成藏体系定量评价概念模型·····	(306)
一、油气成藏门限与物质平衡方程·····	(306)
二、油气成藏门限控油气作用·····	(308)
三、油气成藏体系定量评价方法原理·····	(310)
第三节 油气运聚成藏过程中损耗烃量模拟计算·····	(311)
一、储集层滞留烃量·····	(311)

二、盖前排失烃量·····	(312)
三、运移损耗烃量·····	(312)
四、构造破坏烃量·····	(313)
五、无价值聚集烃量·····	(318)
第四节 满加尔凹陷油气成藏体系定量评价·····	(318)
一、研究区基本地质条件与成藏体系划分·····	(318)
二、各油气成藏体系生排烃量研究·····	(319)
三、各油气成藏体系损耗烃研究·····	(319)
四、各油气成藏体系定量评价与有利勘探区预测·····	(322)
第五节 油气成藏体系定量评价结果可靠性分析·····	(324)
一、可靠性分析方法原理和模型·····	(325)
二、可靠性分析实例·····	(327)
小结·····	(330)
复习思考题·····	(330)
参考文献·····	(331)