



国家重点基础研究发展计划

中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测丛书

金之钧 王清晨 主编

# 叠合盆地层序地层与构造古地理

## ——以塔里木盆地为例

林畅松 于炳松 刘景彦 等著



科学出版社

中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测丛书

金之钧 王清晨 主编

# 叠合盆地层序地层与构造古地理

## ——以塔里木盆地为例

林畅松 于炳松 刘景彦 等 著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书从构造多期活动的叠合盆地分析的角度出发,介绍了层序地层学与构造古地理研究的理论和方法,系统论述了塔里木盆地层序地层序列与构造古地理演化的基本特征及其对油气勘探的启示。

本书可供从事沉积地质学、石油地质学及盆地分析等研究的科技工作者和大、专院校师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

叠合盆地层序地层与构造古地理——以塔里木盆地为例/林畅松,于炳松,刘景彦等著. —北京:科学出版社,2011

(中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测丛书/金之钧,王清晨主编)

ISBN 978-7-03-030758-3

I. 叠… II. ①林…②于…③刘… III. ①塔里木盆地-叠加褶皱-层序地层学②塔里木盆地-叠加褶皱-古地理学 IV. ①P535.245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 064636 号

责任编辑:谢洪源 沈晓晶/责任校对:包志虹

责任印制:钱玉芬/封面设计:王浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销



\*

2011年5月第一版 开本:787×1092 1/16

2011年5月第一次印刷 印张:24 3/4

印数:1—1 200 字数:551 000

定价:160.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 《中国典型叠合盆地油气形成富集 与分布预测丛书》编辑委员会

## 编辑顾问委员会

主 任：刘光鼎 翟光明

委 员：（以姓氏笔画为序）

马宗晋	王乃举	王铁冠
贝 丰	方朝亮	朱日祥
李任伟	李思田	汪集旻
张一伟	范蔚茗	罗治斌
傅家谟	戴金星	

## 编辑委员会

主 任：金之钧 王清晨

委 员：（以姓氏笔画为序）

王良书	吕修祥	刘树根
汤良杰	纪友亮	李 忠
杨长春	张水昌	陈践发
林畅松	罗晓容	庞雄奇
郑天愉	赵俊猛	钟宁宁
耿安松	贾承造	顾家裕
彭平安		

主 编：金之钧 王清晨

《叠合盆地层序地层与构造古地理  
——以塔里木盆地为例》  
参加编写人员名单

林畅松 于炳松 刘景彦

吴朝东 陈建强 肖建新

丁孝忠

# 丛书序一

随着国民经济建设的迅速发展,1993年国内油气资源开始供不应求,进口原油3000万t,中国再次成为石油净进口国。这一缺口在继续扩大,到2010年将达到1.2亿t以上。面对这种严峻的形势,我们的对策是什么?

半个世纪以来,中国石油天然气工业从小到大,得到高速的发展,这一巨大成就主要是在新生代陆相碎屑岩沉积盆地中取得的。应当看到,自元古宙晚期以来,中国大陆由大海分割开来的数个块体(如华北、扬子和塔里木)逐渐扩大而发育成为相对稳定的台地,并在古生代末海水退出后形成中国大陆的雏形。在海水退出之前,块体之间的海底形成碳酸盐岩台地,具有比河湖优越得多的生油条件和广阔得多的容纳空间。因此,中国在中、古生代甚至中、新元古代的海相碳酸盐岩地区还应该存在丰富的石油和天然气资源。

国家重点基础研究发展规划项目“中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测”(编号:G19990433)正是抓住了这一关键,提出了在“叠合盆地”中寻找油气勘探战略接替区的理念。他们把中国大陆上“经历了多期构造变革、由多个原型盆地经多方位叠加复合而形成的、具有复杂结构的盆地”称为叠合盆地,把叠合盆地油气形成富集与分布规律作为急需解决的重大科学问题,并以叠合盆地形成演化过程与成烃-成藏过程为主线开展了研究。五年来,该项目进行了野外施工、考察,室内分析、化验和模拟实验,完成了巨大工作量,获得了丰富的第一手资料,全面完成了研究计划,实现了项目的预期目标。

该项目发展和完善了用于叠合盆地油气分析与预测的四项技术,建立了确定碳酸盐岩烃源岩有机质丰度下限的新标准,最终取得了五项创新性成果,对我国早古生代碳酸盐岩层系含气远景评价提供了理论依据和分析技术,在油气勘探中具有良好的推广前景和指导意义,并据之初步遴选了我国油气战略远景区;发展和完善了叠合盆地油气形成与分布理论,具有重要的科学价值,其总体研究水平居国际先进行列。

值得指出的是,该项目的两位首席科学家金之钧教授和王清晨研究员自始至终发挥了学术带头人的作用,并在项目组织和管理中同心同德、密切合作,为该项目的成功实施付出了艰苦的卓有成效的努力。

这套丛书的出版是对该项目研究成果的一个比较全面的总结,希望此丛书所阐述的叠合盆地油气形成分布理论与分析预测技术在我国叠合盆地的油气勘探实践中发挥更大的作用。值此丛书出版之际我再次呼吁,一定要高度重视前新生代海相残留盆地,这是中国油气勘探二次创业的主要方向。最近探明的轮南-塔河大油田和普光大气田都是典型的前新生代海相层系油气田,显示出我国前新生代海相层系具有良好的勘探前景和巨

大的潜力。

任重而道远，我们当努力探索！

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long vertical stroke extending downwards.

2006. 9. 25

## 丛书序二

油气短缺已成为制约我国国民经济持续稳定发展的瓶颈。研究表明,我国剩余油气资源 80% 以上都集中在叠合盆地内。叠合盆地的共性可概括为:“多期成盆、多期改造、多套烃源岩、多次生排烃、多期运聚散”,其地质过程和油气成藏动力学过程十分复杂。正因如此,尽管我国剩余油气资源潜力大,但勘探难度也大。

金之钧教授和王清晨研究员两位首席科学家敏锐洞察到具有中国地域特色的叠合盆地的特殊性,依托中国石油天然气集团公司和中国科学院,成功组织实施了“中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测”国家“973”计划项目。该项目针对叠合盆地的特殊性,凝练出三个科学问题作为主攻方向,即:①关键构造变革时期的盆山耦合关系与叠合盆地的形成和改造;②多套烃源岩的发育环境与生排烃机理和效率;③多期油气聚散的过程、机理与油气的形成演化规律。围绕这些科学问题,该项目选择塔里木和渤海湾两个叠合盆地作为重点研究地区,以叠合盆地形成演化过程与成烃-成藏过程为主线统领各项研究工作。

经过项目首席科学家、专家组、顾问组以及 100 多名项目组成员 5 年共同努力,项目顺利通过了国家科技部组织的专家组的验收,并获得优秀评价。其创新性成果集中体现在以下 5 个方面:

(1) 库车盆地-天山中、新生代盆-山耦合与油气成藏:揭示出库车盆地-天山盆山系统的深部结构为塔里木板块向北俯冲,浅部变形受重力扩展机制控制的新认识,建立了盆地内部褶皱带挤压环境下盐相关构造变形的地质模型,阐明了东西向构造分段性控制着烃源岩形成与分布规律,建立了储层与盖层的分布受盐相关构造控制的油气预测模型。

(2) 叠合盆地碳酸盐岩烃源岩分级评价及优质烃源岩分布预测模型:首次基于大规模试验和数值模拟,明确提出碳酸盐岩作为烃源岩的有机质丰度下限为  $TOC=0.5\%$ ,建立了碳酸盐岩油、气源岩分级评价方法和指标体系,提出了中国叠合盆地海相烃源岩的四种分布预测模式和两种非烃源岩发育模式。

(3) 典型叠合盆地油气成藏机理与成藏模式研究:强调有机-无机、深部流体-浅部流体相互作用,论证了深部流体活动以物质交换与能量交换两种形式参与了油气成藏过程,建立了活塞式、指进式和优势路径式三种油气运移模式,并提出了幕式与事件型流体流动两种驱动机制和五种成藏模式。

(4) 塔里木盆地多期混源油气判识与分布预测:发展了多期油气成藏定年技术,建立了油气成藏期综合判识方法体系,提出轮南可动油主要来自中上奥陶统的新认识,厘定了克拉 2 气藏精细成藏过程,指出了叠合不整合对古岩溶的控制作用,并指出生物礁应成为塔里木盆地勘探新领域。


(5) 渤海湾盆地构造演化与隐蔽油气藏分布预测:提出了深部隐藏油气藏成因类型和探测技术,建立了以叠前高精度成像为主体的地震资料精细处理技术和以边缘检测为



主体的裂隙储层地球物理探测技术，建立了以成藏体系为单元的油气聚散定量模型，提出了以门限控烃理论为基础的隐蔽油气资源评价新方法，并成功地应用到油气勘探实践。

尤其难能可贵的是在项目执行过程中，金之钧教授和王清晨研究员两位首席科学家和项目组研究人员在解决叠合盆地油气形成富集重大基础理论问题的同时，立足国家重大需求、紧密结合生产实践，为全国新一轮油气资源评价提供了极有价值的参数；发展和完善了叠合盆地构造解析与层序地层学分析方法与技术、叠合盆地油气成藏定年方法与技术、叠合盆地油气资源评价方法与技术、叠合盆地深部油储地球物理预测方法与技术；积极参与油田的勘探部署讨论，为油田增储上产做出了积极贡献。

本丛书的出版是对该项目的系统总结，相信对我国叠合盆地的研究及油气勘探都将发挥积极作用。同时还展示了一支从事盆地分析和油气成藏研究的优秀科研团队的成长历程和科研活力，我为这样一批中青年科学家的快速成长感到由衷地高兴。基于我国的地域特色，叠合盆地油气成藏理论研究和勘探实践将会面临更加艰难的探索过程，而其中的海相碳酸盐岩的研究和勘探则更难。衷心希望这个优秀的科研团队能在我国海相碳酸盐岩层系原型盆地恢复、构造改造、动力学过程及其油气成藏效应、油气分布规律研究方面能有新的建树。



2006.9.28

# 丛书前言

石油天然气既是国际竞争的重要战略资源，又是每一国家经济发展不可缺少的能源和自然资源。尽管我国油气产量连年增长，但已不能满足经济快速发展的需求，从1993年开始，我国已经成为石油净进口国。日益增大的油气供需缺口将制约国民经济的持续发展，寻找油气勘探战略接替区已成当务之急。

我国油气资源非常丰富，但勘探难度越来越大，根本原因在于含油气盆地的结构特殊，在国际上被称为“中国型盆地”。我国含油气盆地多属“叠合盆地”，在长期演化过程中经历过多次构造变革，具有“三层楼”结构，烃源岩种类多，油气经历了多期运移、聚集乃至破坏的过程，油气藏的分布状态复杂；而我国陆上油气资源的80%赋存在叠合盆地中。因此，叠合盆地油气形成富集与分布规律成为急需解决的重大科学问题。

正是在这一背景下，国家科学技术部启动了国家重点基础研究发展规划项目“中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测”（编号：G19990433）。本项目由中国科学院刘光鼎院士、中国石油天然气集团公司翟光明院士、中国地质大学王鸿祯教授、石油大学金之钧教授和中国科学院地质与地球物理研究所王清晨研究员建议，并由金之钧和王清晨任项目首席科学家。

1999年在项目论证时，我们提出，我国陆相油气地质理论、世界海相油气地质理论都不能解决我国叠合盆地油气勘探中碰到的独特的油气地质问题。为解决结构复杂的叠合盆地中油气形成富集理论与分布预测问题，必须遵循油气形成的自然规律，从含油气盆地形成（成盆）、沉积有机质向烃类物质转化（成烃）、油气生成后的运移-聚集-保存（成藏）等三方面进行研究。我们从油气勘探实践面临的问题中凝练出三个科学问题，作为本项目的主攻方向，即：①关键构造变革时期的盆山耦合关系与盆地结构的形成和改造；②多套烃源岩的发育环境与生排烃机理和效率；③多期油气聚散的过程、机理与复杂含油气系统的形成演化规律。围绕上述科学问题，本项目选择塔里木和渤海湾两个既有复杂叠合盆地共性，又有构造演化个性的盆地，以盆地形成演化过程与成烃-成藏过程为主线，开展了关键构造变革时期盆山耦合与叠合盆地形成机制，叠合盆地的构造-层序系统分析与反演建模，叠合盆地多套烃源岩的发育环境与生排烃机理，叠合盆地油气聚散过程与成藏环境，叠合盆地含油气系统演化与油气远景预测等五方面的研究。

项目下设11个研究课题：01课题“中国典型叠合盆地的深部三维结构”属基础观测，调查典型叠合盆地的深部三维结构，为其他相关课题的研究打基础。02，03，04及05课题将围绕成盆动力学问题进行研究。其中02课题“中国典型叠合盆地深部热体制转换与热史反演”，进行盆地热流与古地温研究；03课题“中国典型叠合盆地关键构造变革时期的盆山耦合与深部过程”，进行盆山系统动力学研究；04课题“中国典型叠合盆地层序地层分析与构造古地理-岩相古地理再造”，进行构造古地理和油气生储盖层

分布规律研究；05 课题“中国典型叠合盆地应力场分析与构造变形三维解析”，进行盆地构造变形研究。06 和 07 课题将围绕成烃问题进行研究。其中 06 课题“中国典型叠合盆地优质烃源岩发育环境及控制因素”，侧重优质烃源岩生成环境和富集规律的研究；07 课题“中国典型叠合盆地碳酸盐岩烃源岩生排烃机理与排烃门限及效率”，侧重碳酸盐岩生排烃机理研究和生排烃门限与效率的定量研究。08, 09, 10, 11 课题将围绕成藏动力学问题进行研究。其中 08 课题“中国典型叠合盆地油气成藏期年代学研究”，进行成藏期年代学研究；09 课题“中国典型叠合盆地深部热流体与盆地流体相互作用及成藏效应”，进行盆地深部流体的成藏效应研究；10 课题“中国典型叠合盆地油气聚散机理及定量模拟”，进行油气运聚散过程的定量化研究；11 课题“中国典型叠合盆地深部油储形成机理、分布模式与分布预测方法”，进行盆地深部储层形成机理与地球物理识别的联合研究。参加研究工作的单位主要有石油大学、中国科学院地质与地球物理研究所、中国科学院广州地球化学研究所、南京大学、中国地质大学、中国科学院兰州地质研究所、中国石油勘探开发研究院、成都理工大学、中国地震局地质研究所、大庆石油学院、西北大学等大学和科研院所。

五年来，通过首席科学家、项目专家组、咨询组、课题负责人和骨干研究人员的同心协力，各课题已经全面完成了计划和任务，并初步形成了一个兼顾基础科学问题和国家目标的石油天然气研究基地，一批中青年科学家在“973”项目提供的广阔天地中得到锻炼，迅速成长。

本丛书所反映的是项目各课题的部分创新性成果，将分册出版，在各课题研究成果的基础上，全面集成《中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测丛书》在理论、方法和技术体系上的创新，并反映各课题在我国西部围绕塔里木盆地、天山、阿尔金山开展的地震勘测剖面和相关盆山动力学研究成果；围绕库车盆地与天山开展的盆山地质、地球化学及其动力学研究成果；围绕塔里木盆地开展的层序地层学研究成果；围绕塔里木盆地开展盐构造、叠合不整合与古应力场等的构造解析研究成果；围绕优质烃源岩发育环境及控制因素开展的地质、地球化学研究成果；围绕碳酸盐岩烃源岩生排烃机理与排烃门限及效率开展的研究成果；围绕油气成藏期年代学开展的地球化学研究成果；围绕深部热流体及成藏效应开展的研究成果；围绕油气聚散机理及定量模拟开展的研究成果；围绕深部油储形成机理与分布预测开展的地质与地球物理研究成果。

我们相信，本丛书的出版将会促进我国在叠合盆地进行油气勘探的实践与理论水平，丰富世界油气勘探理论宝库。

金之钧 王清晨

2006. 8. 15

# 本书序一

我十分高兴地概略阅读了《叠合盆地层序地层与构造古地理——以塔里木盆地为例》专著的书稿。这是专著作者们承担国家重点基础研究发展规划项目“中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测”04 课题研究的主要成果的总结，同时还包含了作者们近年来在这一领域的研究成果。作者们基于大量的野外和地震、测井等资料的综合分析，把层序地层与盆地的构造古地理演化以及油气形成背景的研究紧密结合，基本阐明了塔里木盆地的地域特征，取得了令人瞩目的研究成果。

专著共九章，第一章作者们充分结合多年来的研究范例，介绍了层序地层学、古构造及古地理分析的思路和方法。第二章是一个概述，总结了作者在塔里木盆地层序地层和构造古地理研究方面取得的主要认识。第三至第五章分别介绍了塔里木盆地北缘库车前陆拗陷的层序地层、沉积体系及构造古地理演化的基本特征，揭示了中、新生代陆内前陆拗陷沉积充填演化对前陆构造作用的响应过程及生、储、盖发育模式。第六章介绍了塔里木盆地北缘中、新生代海侵方面的研究成果。第七、第八章论述了塔里木盆地早古生代碳酸盐岩系的层序地层格架和沉积相构成特征以及生、储、盖在层序格架中的分布样式，探讨了海平面变化对层序发育的控制作用。第九章介绍了沉积层序模拟的技术方法和模拟结果分析。专著应是课题组全体成员多年合作的重要成果。

我国诸多规模较大的沉积盆地，均经历过多期的重要构造变革，具有复杂的盆地地质结构和油气聚集过程，一向称为“多旋回盆地”或“叠合盆地”。塔里木盆地是我国西部规模最大的一个典型的叠合盆地，其油气资源量丰富、勘探程度较低，应是我国西部最重要的油气资源战略接替基地。该盆地经历过多期构造变革，基底构造分异显著、构造古地理几经变迁、周边构造背景复杂，为建立盆地等时地层格架和进行古地理再造带来了较大的困难。专著作者们多年来一直致力于盆地的研究，通过典型的解剖，系统地揭示了叠合盆地的层序地层特征，再造了重要原型盆地发育期的构造古地理，确定了不同原盆地层序发育的主控因素，建立了重要层序内的生、储、盖层的发育和分布模式，形成了一套适用于叠合盆地层序地层和古地理的分析方法，取得了在理论上和指导油气勘探实践上都是十分重要的研究成果。这些成果将为叠合盆地或相似盆地的研究和油气勘探起到重要的示范和启迪作用。我谨在此表示祝贺和敬佩。

地球历史中各种地质作用及其物质记录都具有一定的重复现象，我曾概括称为地球的节律。在经过多期重要构造变革的盆地或叠合盆地中，节律现象更为突出。层序地层学的理论发展为研究地球的节律提供了一套系统的分析方法。但构造演化史复杂的叠合盆地层序地层学的研究，仍然面临一系列复杂的难题。核心问题之一是时空关系及其相互响应的控制因素。我曾试图提出不同级别的等时地层层序及其大致时限，并选定一个类全球性的层序级别（三级）建立其层序特征，揭示其古构造发展，并以此为据，通过与较高级别、较长时限阶段的对照研究，逐步建立陆台（地台区）的等时格局（框架）的古地理变迁过程。这就是我在地球史研究中把沉积地质学和构造古地理学相互结合和

紧密联系的两个重要方面。我感到高兴的是：叠合盆地的层序地层与构造古地理的结合分析，在我国沉积地质和油气勘探研究中已经成为一个重要领域。专著的作者们重视了叠合盆地构造、沉积多旋回演化这一特性，通过盆地大量地震、钻井等地下地质和野外剖面资料的综合分析，采用了地质、地球物理、地球化学及定量分析模拟等多学科交叉的研究方法，建立了塔里木盆地层序地层系列与多期原盆地发育演化的成因关系，并在已建立的等时地层格架中研究了盆地的古构造、古地理及油气成藏规律，特别是探讨了盆地不同演化阶段层序发育的主控因素，对中、新生代陆相盆地和古生代碳酸盐岩的层序地层格架及其油气成藏模式等都有涉及理论性的认识。特别是构造坡折带概念的界定和发展已经在油气勘探中取得了应用实效。这些都是作者们多方面的创新性成果，值得祝贺。

值得欣慰的是当前我国油气事业的管理、组织者已经明确认识到基础研究的重要意义。上述理论性成果就是专著作者在较为宽松的条件下，经过艰苦的实践取得的。我十分期望，在我国油气事业中，对基础研究的支持更为重视，条件更为宽松。这样的投入更会在较长时期内得到丰厚的回报。

最后，我感到专著的出版将对我国叠合盆地层序地层与构造古地理这一学科领域的研究起到重要的促进作用，将对我国油气勘探起到重要的参考作用。我竭诚向有关读者推荐这一专著，并再一次对作者们表示敬佩和祝贺。

王鸿祯

2009年于北京

## 本书序二

专著《叠合盆地层序地层与构造古地理——以塔里木盆地为例》是林畅松教授等作者承担国家“973”项目“中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测”04课题的主要研究成果的总结，同时包含了在此领域近年来的后续研究进展。数年前开始我就一直有机会关注这一课题的研究进展状况。因此，我在阅读《叠合盆地层序地层与构造古地理——以塔里木盆地为例》的书稿时，对作者取得了这项既具有理论创新，又有重要应用价值的研究成果倍感亲切和欣喜，并表示衷心的祝贺。

塔里木盆地是我国规模最大的一个含油气盆地，油气资源丰富、勘探程度较低，是我国油气资源战略接替最重要的基地之一。该盆地从震旦至新生代经历了漫长的地质演化史和多期重要的构造变革，盆地的构造古地理和周边构造背景等均发生过重大的变化，并具有多期成藏和调整、改造的独特的油气聚集过程，是一个典型的叠合盆地。对构造多期活动的大型叠合盆地开展系统的层序地层学研究和构造古地理再造，无疑是一项十分艰巨的研究任务。层序地层学理论从兴起至今已经过了近30年的发展历程，形成了相对完善的理论体系。但对于构造活动盆地的层序地层学研究，仍然是当前国际上的热点和难点领域。对于我国西部经历多期构造变革的大型叠合盆地的层序地层学研究，更是具有挑战性。作者依据大量的野外露头和地震、测井、岩心等资料，采用多学科结合的分析技术，系统地揭示建立了塔里木盆地层序地层系列和多期原型盆地的层序地层格架，探讨了多级别层序发育的主控因素，在等时的层序地层格架中研究了古构造、古地理的演化及其对油气聚集的控制作用，形成了一套适用于叠合盆地层序地层和古地理的分析方法，取得了令人瞩目的创新成果。这项成果不仅对塔里木盆地的进一步研究和油气勘探具有重要的参考价值，而且为我国诸多构造活动盆地或叠合盆地的研究也提供了一种典型的示范。成果突出表现在下列几个方面：

(1) 通过大量横跨盆地的构造-层序格架大剖面的综合解释和追踪，结合重点剖面、区带上的精细解剖，建立了叠合盆地的层序地层序列与多期原型盆地形成演化的成因联系。指出追踪重要的构造不整合面或古构造运动面，是建立大型叠合盆地等时地层格架的关键。这些界面上、下的古构造、古地理乃至古气候等往往发育突变。盆内重要油气藏的形成、调整改造或重新配置与形成这些界面的盆地变革过程密切相关。研究重要不整合面上、下构造古地理的变革是一个今后值得十分重视的重要课题。

(2) 在大型叠合盆地中，多级次的沉积层序的发育和分布、沉积体系域的分布和构成特征等必然受到不同原型盆地的地球动力学背景和构造古地理演化的控制，与多期次的构造作用、古气候、海/湖平面及沉积物供给变化等多因素的相互作用有关。作者结合地质与计算机动态模拟分析，揭示出中、新生代库车拗陷高级别层序（一、二级）发育演化与盆地构造沉降等密切相关，并建立了前陆盆地构造作用的层序地层响应模式及动态模型；低级别的高频层序的发育，则主要受湖平面或气候和物源条件变化的控制。这项成果丰富了陆内前陆盆地的层序地层学理论。所建立的层序地层模式，特别是重点

含油气层段的高精度层序地层模式，得到了勘探部门的采用，为区内的油气勘探提供了指导。另外，在有关中、新生代的海侵事件的研究也取得重要进展，证实了中、新生代在研究区存在多次海侵事件。

(3) 碳酸盐岩系的层序地层学一直是国际沉积和石油地质界高度关注的领域。在我国，海相碳酸盐岩的层序地层和沉积学的研究较为滞后。随着海相碳酸盐岩油气勘探在我国不断获得重大突破，这一领域的研究将越来越受到广泛的重视。该专著作者通过详细的露头剖面、钻井和地震剖面追踪对比研究，建立了塔里木盆地寒武系—奥陶系的层序地层格架，提出了多种碳酸盐岩层序的沉积构成模式，揭示了主要烃源岩和储、盖层在层序格架中的分布，并通过与我国三大地台区的层序格架和海平面变化对比，阐明了全球海平面变化和区域性构造、沉积物及气候等因素对层序发育的影响。

(4) 在构造古地理研究方面的进展突出地表现在揭示盆地隆拗格局变化及其对古地理演化制约作用的研究上。大型叠合盆地的一个显著的地域特征是发育多期古隆起和古斜坡带。这些大型的古隆起、古拗陷带的形成分布决定着盆地的古构造、古地理的总体特征，控制着盆内主要油气聚集带、特别是地层圈闭油气藏的形成和分布。作者通过地震剖面结合钻井的综合分析和编图，再造了重要原盆地发育期的隆拗格局和古地理的总体展布。特别是提出了古构造地貌的分析方法，揭示了重要区带古隆起地貌对沉积相发育分布的控制作用。另外，专著结合了最新的研究进展，提出了叠合盆地古隆起-古斜坡的古构造地貌和不整合分布样式对油气聚集的重要性。这是一个具有开创性的领域，可望在今后取得更重要的创新成果。

在该专著中作者探索和实践了把层序地层和沉积体系的研究与盆地整体演化分析相结合，特别是与盆地古构造分析相结合的研究思路，在沉积学和盆地分析领域有重要意义。综上所述，该专著的成果是层序地层学理论引入我国后所取得的一项紧密结合我国地域特色的优秀成果。该专著的出版，无疑将对我国叠合盆地的层序地层学研究和理论发展起到重要的促进作用，对叠合盆地的油气勘探也具有重要的参考价值。在理论和方法学上也值得广大相关领域的读者参阅。



2009. 8

# 本书前言

我国诸多规模较大的沉积盆地均经历过多次的构造变革和古地理变迁，发育多个区域性不整合面，显示出极其复杂的地质结构。我国学者很早就注意到这种盆地的叠合结构特征及其独特的油气聚集过程，并称之为多旋回盆地、复合盆地或叠合盆地等（田在艺，1981，1996；朱夏，1983；胡见义等，1993；张恺等，1989）。国际上较早已注意到这种盆地的叠合特征（Conybeare, 1979），曾将中国西部这类盆地称为“中国型盆地”（Bally and Snelson, 1980）。叠合盆地复杂的构造-地层格架和沉积充填结构，受控于不断演化的原型盆地的地球动力学背景，与多期次的构造作用、古气候、海平面及沉积物供给变化等多因素的相互作用有关。综合多学科分析方法建立沉积盆地的等时地层格架，揭示盆地沉积充填的三维层序结构及其对盆地动力学过程的响应关系，是阐明叠合盆地演化并揭示油气资源形成分布规律的前提和基础，也是近二三十年来国内外一直广泛关注的前沿研究领域。

层序地层学理论的发展被认为是带来了地质认识观和思维方法上的一次革命，开辟了探索地球历史的一个新阶段（Vail et al., 1991；Catuneanu, 2006）。建立等时的地层格架和再造重要盆地演化阶段的构造古地理是取得油气勘探重要突破的前提和基础。层序地层学的理论从兴起至今，已经历近三十年的发展历程，形成了相对完善的理论体系。但构造活动复杂盆地的层序地层学研究仍然是沉积地质及相关学科十分关注的领域。对于构造活动复杂、具有漫长演化历史的叠合盆地开展系统性的层序地层学研究，更是一个富有挑战性的课题。叠合盆地的研究，在一定意义上是把由多个区域性不整合面所分隔的多套被称为“原型盆地”的沉积充填看作一个整体来加以分析。它们形成的地球动力学背景和盆地的性质等存在明显的不同。构造的活动性、物源区与沉积区的不断变迁、海或湖平面的复杂变化，形成了叠合盆地独特的、复杂的构造-层序地层格架和沉积充填结构。在大型的叠合盆地中，基底构造的分异、隆拗格局的变革及周边板块构造背景的差异和影响等造成盆内不同构造带在沉积环境变迁、古构造地貌等方面存在显著的差异或演化的非同步性，这对盆地等时地层格架的建立和进行古地理再造带来了极大的困难，对盆内生、储、盖层的追踪对比和油气藏的分布预测造成很大的障碍。

本课题的研究任务正是针对如何建立经历过多次构造变革的叠合盆地的层序地层格架，进而再造盆地的构造古地理，揭示层序格架中生、储、盖形成分布的主控因素而设立的。基于大量的地质、地球物理资料和前人丰富的研究成果，本课题组经过了前、后近十年的研究，以塔里木、渤海湾等大型叠合盆地为例，注重了对构造作用等控制层序发育主控因素的探讨，形成了适合于构造活动盆地或叠合盆地层序地层分析和构造古地理再造的理论和方法，为叠合盆地分析和油气勘探提供了理论依据和分析工具。

本专著是国家重点基础研究发展规划项目“中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测”中04课题“中国典型叠合盆地层序地层分析与构造古地理再造”（项目编号：G1999043304）的主要研究成果，还包括了在此期间同时进行的国家自然科学基金项目



“塔里木盆地北缘中、新生代古海洋、古气候的沉积记录及构造地层分析”（项目编号：40372056）等项目的研究成果，以及后续的“中国西部典型叠合盆地隆拗格局形成演化与岩性地层圈闭发育模式”（项目编号：2006CB202302）等项目研究的部分进展。“中国典型叠合盆地层序地层分析与构造古地理再造”课题在首席科学家金之钧教授、王清晨教授的统一规划和指导下，按项目设计要求以塔里木盆地为重点开展工作，同时结合渤海湾等盆地进行了对比研究。项目验收专家组于2004年10月对课题进行了评审验收，认为课题以大量露头、地下资料的综合分析为基础，应用层序地层学、沉积学、盆地分析与计算机模拟等手段，研究了叠合盆地的层序地层格架和主控因素，再造了重要演化阶段的构造古地理，揭示了层序格架中的生、储、盖发育模式，成果特色显著，具有创新性，对总项目《中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测》的完成作出了重要贡献。评审组指出，课题在建立陆内前陆拗陷层序格架和前陆挠曲过程的层序地层响应、碳酸盐岩层序地层格架中烃源岩和储层的分布模式、中、新生代海侵等方面取得了创新性成果，同意验收并给予了优秀评价。

塔里木盆地是我国规模最大、含有丰富油气资源的大型叠合盆地。在全球构造格局中，塔里木盆地处于新特提斯构造域中冈瓦纳大陆边缘和前陆的一个全球性的巨型油气聚集带（Klemme et al., 1991）。沿该带分布有波斯湾、中东等油气聚集区。塔里木盆地的油气资源丰富，勘探潜力巨大。但多期的构造变革和古地理变迁以及多个区域性不整合面的剥蚀作用，导致盆内生、储、盖发育和分布规律极其复杂。盆内油气聚集的基本特点不同于我国东部和中部盆地，与世界同类型含油气盆地也有显著的差异。塔里木盆地发育历史长，尤其是不同构造演化旋回的原型盆地叠合和改造，形成了独特的盆地结构和成藏过程。与加里东、海西—印支、燕山和喜马拉雅等构造旋回和原盆地的形成演化相对应，构建了早古生代碳酸盐岩系、晚古生代海陆交互相、中、新生代陆相为主的三套生、储、盖组合体系和复杂的油气成藏系统。盆地内古生界海相油气的勘探，特别是台盆区海相碳酸盐岩系的油气勘探是近一二十年来盆内油气勘探和盆地研究高度关注的热点领域之一。盆内轮南—塔河、塔中等大型海相碳酸盐岩油气田的发现预示了古生代碳酸盐岩油气勘探的巨大前景。但是，与世界海相或碳酸盐岩油气盆地相比，塔里木盆地古生代油气聚集具有年代老、构造复杂、经历多期成藏调整等地域特色，油气藏的形成和分布规律复杂。如何建立早古生代碳酸盐岩盆地的层序地层格架，进而再造不同沉积期的隆拗格局和古地理，揭示等时层序地层格架中的生、储、盖发育样式，是盆内油气勘探取得新突破所亟待解决的重大基础问题。

经历晚海西期的构造变革后，塔里木盆地基本结束了海相沉积历史，从中生代进入陆内拗陷和前陆拗陷的发展阶段，形成了天山山前的库车和昆仑山山前的塔西南等陆内前陆边缘拗陷，盆地中部成为大面积的低隆起区。库车拗陷位于塔里木盆地的西北缘，其形成与南天山向南逆冲产生的挠曲沉降有关。库车拗陷整体呈北东东向展布，南北宽约50km，东西长逾500km，面积近30 000km<sup>2</sup>，是塔里木盆地油气勘探最早取得重大突破、油气探明储量巨大的地区。塔里木盆地大型的克拉2气田就位于拗陷的中北部，是我国开发西部中“西气东输”工程的主要资源基地。目前，盆山耦合过程及其沉积响应研究仍然是国际地球科学的前沿领域之一。众所周知，前陆背景中强烈的构造挤压、断裂作用，使恢复原盆地的形态和地层的对比关系极度困难。中国西部大