

中国海相油气勘探理论 技术与实践

牟书令等编著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书系统总结了我国(石化)海相油气勘探的历史、特点和经验,有针对性地强调和升华了我国海相油气勘探的理论和科学技术方法。全书共分5章,简要论述了我国海相油气勘探的战略意义,对比了我国海相碳酸盐岩层系与陆相层系成藏的差异性,以及我国海相层系油气成藏的特殊性;系统论述了我国海相地层的发育特点,沉积物聚集与分布规律,生、储、盖层的发育分布特点,总结了我国海相油气成藏的特征及分布规律;从我国海相油气勘探的特殊需求出发,较系统地介绍了目前我国海相油气勘探形成的一系列科学技术方法,包括地震勘探技术、地球化学技术、微生物技术、钻井技术、测井评价技术、储层保护与改造技术,以及相关的重力、磁法、电法等综合勘探技术;总结了近年来我国海相油气勘探取得的成功经验和启示;针对海相油气勘探面临的主要问题,提出了相应的对策与措施,制定了海相碳酸盐岩油气勘探理论与技术创新的攻关方向。

本书可作为高等院校相关专业及培训的教学参考书,也可供从事石油天然气地质工作的科研、生产人员,以及有关专业大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国海相油气勘探理论与科学技术 / 牟书令等编著.

—北京:地质出版社,2009.2

ISBN 978-7-116-05988-7

I. 中… II. 牟… III. 海相—油气田—油气勘探—研究—中国

IV. P618.130.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第025083号

ZHONGGUO HAIXIANG YOUQI KANTAN LILUN JISHU YU SHIJIAN

责任编辑:祁向雷 郁秀荣

责任校对:田建茹

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

咨询电话:(010) 82324508(邮购部);(010) 82324577(编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京地大彩印厂

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:48

字 数:1408千字

印 数:1—3300册

版 次:2009年2月北京第1版·第1次印刷

审图号:GS(2009)320号

定 价:168.00元

书 号:ISBN 978-7-116-05988-7

ISBN 978-7-116-05988-7



9 787116 059887 >

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

中国海相油气勘探理论 技术与实践

编 委 会

主 编 牟书令

副主编 金之钧 刘家铎

编 委 钱 基 陈洪德 曾义金 张哨楠 曾文冲
贺振华 翟晓先 周 文 郝蜀民 王绪本
郭彤楼 侯建国 伊向艺 蔡立国 李国蓉
杨贵祥 沈忠民 刘修善 罗小平 赵克斌
刘文均 管路平 丘东洲 刘建立 熊友明
章平澜 林壬子 田海芹 何发岐 张明利

序

石油被称为“工业的血液”。中国陆相油气资源为我国国民经济的发展发挥了支柱性作用，作出了历史性的贡献。中国地质学家创立的陆相生油理论，也对地学发展作出了历史性的贡献。在世界范围内，海相油气领域是一个十分重要的领域，主要油气储量、产量是在海相地层中发生的。我国也存在着广阔的海相地层，其沉积面积大于 455 万平方公里，主要分布在华北、扬子、塔里木及青藏等地区。近年来发现的塔河特大型油田、普光特大型气田表明，我国前新生代海相碳酸盐岩层系具有良好的勘探前景和巨大的资源潜力。

当前我国石油和天然气的生产规模远远不能满足国民经济建设和社会发展的需要，油气资源后备储量和后备基地严重不足。自 1993 年我国成为石油净进口国起，年进口量急剧上升，石油天然气已成为影响我国社会经济可持续发展的“瓶颈”。寻找新的后备基地，增加油气储量，提高油气供应对国民经济的保障程度，是油气勘探开发工作者光荣而艰巨的任务。党和国家十分关注油气工业的发展，当东部陆相盆地的油气储量和产量难以大幅度增加时，国家提出了“稳定东部，发展西部”的战略方针，相应地在一系列方针政策、科技攻关安排组织上，都投入了相当的力量。近几年的情况表明，广大石油工作者身体力行地贯彻执行了中央的方针政策。随着对海相油气理论认识的深化，科学技术的进步，海相领域的新发现、新成果越来越多，越来越大，展示了一个良好的发展前景。

在总结和回顾我们在海相油气领域进行的探索时，我们也清醒地认识到，与国外诸多优越的油气发现相比，我国的海相碳酸盐岩存在许多不利因素，其中有形成时间早、地层时代老，海相烃源岩经历了长期演化和复杂的生烃过程，热演化程度高，勘探目的层埋藏深等特点。在油气藏形成机理方面，我们又遇到了多期构造活动的叠加导致的多期生烃过程，油气输导体系与运聚机理以及油气多期成藏与保存机理方面等一系列基础问题有待研究解决。近几年的探索也表明，要实现中国海相油气的发展突破，不能照搬国外的现成经验，也不能照抄我国陆相油气的全部做法，必须立足于中国地质的现实，解放思想，创新思路，探索有中国特色的海相油气勘探路子，以形成适应中国海相碳酸盐岩油气勘探的理论与方法技术。

中国石化重组以来，在“稳定东部，发展西部，准备南方，开拓海外”的油气资源战略的指导下，除了继续东部老区的深入探索，加快西部新区的油气勘探，包括塔里木

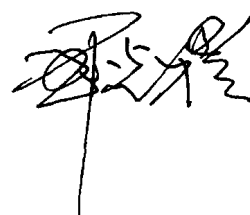
盆地台盆区海相层系的勘探外，又系统地开展了南方扬子地台海相碳酸盐岩地区的油气勘探的科技攻关。从理论、方法技术上进行了一系列探索，在继承和创新海相油气勘探理论、发展和创新石油工程技术等方面都取得了长足的进步，为塔河奥陶系岩溶型特大油田、普光碳酸盐岩大气田的发现提供了理论与技术保障。这些探索和实践，使我们不仅看到了海相油气勘探领域中的不利因素，也使我们看到了中国海相油气独特的优势，一系列的重大发现使我们对海相油气勘探领域充满了信心。

牟书令等同志编著的《中国海相油气勘探理论与实践》一书，是中国石化近几年在海相油气勘探领域所进行的探索的阶段性总结。通过对典型油气田勘探案例的解剖，使我们看到海相碳酸盐岩油气勘探，正在逐步揭开它神秘的面纱，一些新的思路、新的理论，以及相应配套的工艺技术正在逐步走向成熟之中，这对我们从已知探索走向未知，从局部走向全局，进而揭示我国海相油气勘探新领域无疑将是有启示性作用的。

发展油气工业、解决能源“瓶颈”是中国科技工作者的夙愿，且一直在为之奋斗。我国老一辈地质学家创立了陆相生油的地质理论，实现了东部大庆油田等一系列重要油气田的发现，使我国成为世界上重要的产油国之一。几年奋斗的成果表明，只要我们认真贯彻科学发展观的基本要求，坚定信心，解放思想，依靠科技，开拓进取，中国当代地质工作者也一定能在海相油气勘探领域作出应有的贡献。我们一定能逐步建立和完善海相碳酸盐岩油气地质理论，形成配套的海相油气勘探开发技术系列，实现我国石油工业的“二次创业”和油气资源的战略接替，为我国经济和社会发展作出新的贡献。

几年来，我一直十分关注并参与了中国石化海相油气领域的有关工作，对他们的进步我感到由衷的高兴；对他们遇到的挑战和困难，我也希望各专业的同仁们能全力予以支持。在此，谨祝贺《中国海相油气勘探理论与实践》一书的出版，也预祝他们取得新的成绩。

中国科学院院士



2008年3月20日

前 言

众所周知，中华民族是利用石油天然气历史最悠久的民族之一。公元前 53 年至公元 18 年，西汉杨雄所著《蜀王本记》中就有：“临邛有火井，深六十余丈”的记载（邱中建等，《中国油气勘探》第二卷，1999）。尽管如此，在 20 世纪初叶，“中国贫油论”的帽子还是一时扣在了中国人民的头上，而这顶帽子又似乎给某些洋人指示了封锁、侵略中国的目标。为了甩掉这顶帽子，老一辈地质学家根据我国的具体石油地质条件，艰苦探索，终于在 20 世纪 40 年代创立了陆相生油理论和陆相油气勘探理论，并在此后的几十年里，成功地指导着中国陆相油气的勘探，使我国在陆相油气勘探领域立足于世界前列。

夫云天下大事，潮流荡荡兮适之者存。自 20 世纪石油成为世界第一大能源以来，石油和天然气的供需状况直接影响着一个国家的经济发展、社会稳定和国防安全。就中国而言，尽管油气产量连年增长，但远不能满足国民经济快速发展的需求。同时，随着陆相老油田勘探开发程度的提高，勘探开发的难度也在不断加大，成本上升，特别是后备储备资源突显不足。自 1993 年我国又成为石油净进口国以来，年进口量急剧上升，2007 年进口原油已达 1.63 亿吨，油气已成为制约我国国民经济可持续发展的主要瓶颈之一。为此，党中央、国务院将油气资源列为影响我国经济社会可持续发展的三大战略资源之一。在十六届五中全会上，胡锦涛总书记再次强调“要把节约能源和保障能源供应作为一项重大的战略任务抓紧抓好”。2003 年，温家宝总理两次主持会议，专题讨论我国油气资源可持续发展战略问题。温家宝总理指出“石油和天然气是重要的战略资源，也是关系我国能源安全的核心问题”。

2006 年春节，温家宝总理到中国石化油田企业调研时针对油气资源问题指示：中国油气资源战略要“稳定东部、加快西部、准备南部、突破海上、加强国内、开拓国外”。中国石化遵照党中央、国务院及温家宝总理的指示，抓住机遇，积极行动，科学运作，始终把油气勘探开发放在首位，努力打造中国石化上游板块，实现油气资源可持续发展。1998 年重组后初期的中国石化的勘探空间十分有限，主要油田（胜利、中原、河南、江苏、江汉）勘探登记区块分布在中新生代陆相盆地内，随着油气勘探开发程度的不断提高，东部老油田的油气产量呈现出明显的递减趋势。中国石化集团公司党组敏锐地觉察到，制约今后长远发展的一大“瓶颈”就是油气资源不足；寻找新的资源接替阵地对满足国家需求、对集团公司的生存发展都具有重大的战略意义。作为国有特大型能源企业，中国石化必须站在维护国家能源安全的战略高度，在做好陆相精细勘探的同时，必须进行新

领域的探索，尽快在油气资源接替方面获得突破。同时大家也清醒地认识到，中国地质情况表明，除陆相油气勘探领域之外，还存在着海相油气勘探领域。尽管勘探实践证明我国海相油气资源潜力大，但是，由于中国海相地质情况极为复杂，理论和技术还有若干重大问题没有得到解决，勘探程度低，勘探难度、勘探风险也很大，机遇与挑战共存。在这种情况下，中国石化集团自重组以来历届党组始终把海相层系作为油气资源接替的重要领域，制定实施了从“十五”“稳定东部、发展西部、准备南方、开拓海域”到“十一五”“东部硬稳定，西部快发展，天然气大发展”的油气资源战略，全面开展海相油气勘探工作。

1999年初，中国石化成立了南方海相油气勘探项目经理部，全面开展南方海相分布区的油气勘探。2000年中国新星石油公司整体并入中国石化，给中国石化输入了新鲜血液。与此同时，中国石化抓住国家西部大开发优惠政策的时机，迅速扩大了海相勘探的空间。2001年成立西部新区油气勘探指挥部，全面推进西部塔里木盆地、准噶尔盆地及其他中小盆地的油气勘探，加快勘探开发塔河油田。2002年成立南方勘探开发分公司，进一步加强南方海相油气勘探，同时，在系统内外多位专家的共同建议下，实现了勘探由云贵高原向上扬子地区的战略转移。2003年普光1井在长兴组—飞仙关组礁滩相储层中发现高产天然气流，发现了迄今为止四川盆地海相最大的天然气田。以塔河油田、普光气田的勘探开发为标志，中国石化海相油气勘探进入一个新阶段。实践表明，中国海相油气勘探是一个充满前景、值得探索的领域。海相勘探从“不得不为到已有所为，从势在必为到大有可为”。

我们十分感谢风雨同舟时期，相关领导、专家、学者们，各有关一线生产单位的同事们，以及各有关院校、科研院所的同仁对我们探索工作的关心与支持。特别是中国科学院院士刘光鼎先生，他在2001年8月向国务院提出了关于中国海相油气勘探二次创业的提议。时任国务院副总理的温家宝同志在刘光鼎院士的建议上批示：“要重视油气资源战略勘查工作，争取在前新生代海相碳酸盐岩地层中有新的突破。”这一批示坚定了各有关石油公司，特别是中国石化集团公司海相勘探的信心，加快部署了海相油气勘探领域的研究和勘探步伐。

在海相油气勘探领域的探索中，我们不仅发现了塔河油田、普光气田这样一批大油气田，而且还在理论与技术和人才培养方面取得了长足的进展。

在海相油气理论方面，我们认识到海相油气理论与陆相油气理论有很大区别，中国海相油气理论与国外海相油气理论也有很大不同，而中国大地构造演化特征决定了中国海相层系石油地质的基本特征。

1. 海相油气地质与陆相油气地质的区别

(1) 东部陆相断陷盆地沉积或沉降中心就是生烃中心，而海相层系生烃中心往往并

不是沉积或沉降中心。

(2)东部陆相以陆源碎屑岩储层为主,而海相以碳酸盐岩储层为主,储集类型多样。除早期受沉积环境控制外,后期成岩演化作用对碳酸盐岩储集体的改造强烈,储层非均质性强,储集空间类型多样,孔、洞、缝及其复合体常形成优质的连通储集体,流体运动往往并不服从达西定律。

(3)中国陆相断陷盆地多为单旋回盆地,而海相多为叠合一改造盆地。

(4)陆相保存环境与海相层系保存环境存在明显的差异。

2. 中国海相油气地质与国外海相油气地质的区别

(1)国外海相碳酸盐岩层系油气田的烃源岩主要是侏罗纪以来发育的高有机碳含量的页岩,烃源岩的热演化程度相对较低,多数盆地主力烃源岩仍处于成熟阶段至过成熟阶段,烃源岩成熟期相对较晚也是这些特大储量含油气盆地的另一个重要特征。而我国海相碳酸盐岩层系形成时间早、地层时代老,烃源岩经历了长期演化和复杂的生烃过程,热演化程度高。

(2)国外海相碳酸盐岩储层主要是白垩纪以来发育的灰岩和古生代的白云岩,海相碳酸盐岩油气田的储层以白云岩和岩溶/裂缝储层为主要类型,含油气储层多集中分布在2000~3500米深度带。而我国碳酸盐岩储层的时代主要为古生代,储层类型及发育特征与国外对比有些差异,但其储层分布仍类似于世界碳酸盐岩储层的主要分布规律。另外,我国海相碳酸盐岩储层往往由于后期陆相沉积盆地的叠加导致埋藏较深,往往大于5000米的深度,储层识别与分布预测难度大。

(3)国外海相碳酸盐岩层系盖层岩性以细粒碎屑岩为主,次为蒸发岩和致密碳酸盐岩;最好的盖层是盐岩,然后依次是硬石膏、页岩、石灰岩和白云岩。盖层厚度一般在100米左右,较厚者达200米,较薄者只有15米。这些高品质的区域性盖层对源自相对古老的烃源岩的油气聚集成藏起到了较为重要的作用。而中国海相碳酸盐岩层系的封盖层条件,总体上要复杂得多。从塔里木盆地和南方地区普遍分布的古油藏来看,保存条件是中国海相碳酸盐岩层系成藏的关键因素。

3. 中国大地构造演化特征决定了中国海相层系石油地质的基本特征

中国古生代海相沉积盆地经历了多期(加里东期、海西期—印支期、燕山期、喜马拉雅期)构造运动的改造,现今多已成为残留盆地。原有多类型的沉积盆地经隆升、剥蚀,遭受了强烈的改造,多期构造活动导致油气多期成藏与改造。

中国大陆东西分带、南北分块的特点,是两种板块运动机制作用的结果,表现为古生代—印支运动期间,盆地沉积充填、生物群面貌及油气形成演化受大洋旋回的俯冲—

碰撞造山带形成过程的控制。海相沉积在发育与保存程度上由北向南层位逐渐变新、完整。而燕山期以来的盆地演化表现为陆内断陷与陆内造山东西分带的特点，并对古生代盆地产生明显的改造。

因此，盆地的油气前景应是“先天条件”与“后天因素”综合作用的结果，尤其是“后天因素”影响了油气的聚集与散失。所以，在这类高演化度、高复杂性的叠合盆地油气勘探中，不应忽略油气是一种流动的液态、气态矿藏，在平衡被打破之后，可再次发生运移与聚集，达到新的平衡与成藏。必须重视后期构造运动的影响程度，以构造演化为主线，进一步评价盆地改造的有效性、多元烃源的有效性、保存环境的有效性、成藏体系的有效性。

中国海相碳酸盐岩分布地区地形、地貌条件变化大，地下构造受多期变形叠加而复杂多变，特别是受多层次滑脱面影响，导致变形具有层次性与分带性。因此，对碳酸盐岩储层、圈闭进行识别、解释评价是提高海相碳酸盐岩层系油气勘探成功的一个关键。

在油气勘探技术方面，我们初步形成了三大技术系列：适合碳酸盐岩裸露区、山前复杂构造带的地震成像技术；碳酸盐岩层系缝洞及礁滩储层地震预测技术；针对碳酸盐岩层系钻井遇到的“喷、漏、卡、塌、斜、硬、毒”等世界罕见难题，组织开展技术攻关和技术集成，形成了包括非常规系列井身结构、防斜打直技术、快速钻井技术、深井小间隙固井技术等在内的一整套钻井技术系列。碳酸盐岩层系储层保护与改造技术为塔河油田、普光气田等大中型油气田的发现提供了技术保障。

经过多年的探索，大家认识到：

(1)坚持勘探是大油气田发现的必要条件。地质工作者要解放思想，勇于实践，大胆探索，求真务实，通过“坚持不懈、锲而不舍、百折不挠”的工作，才会在前人认为不会发现大油气田的地方发现大油气田，在认为已经找不到储量的地方找到新的储量。

(2)理论创新与技术进步是海相大油气田发现的重要基础。要解决中国海相油气勘探开发方面的难题，发现更多、更大的油气田，必须在扎实的科学理论创新上下功夫，必须把多期成藏的地质规律、油气富集规律搞清楚，集中目标，提高勘探效率，就可以尽早、尽快地发现类似于塔河油田、普光气田这样的特大型油气田。要保持中国石化在海相油气勘探领域的持续稳定发展，必须强化理论与工程技术攻关，形成具有特色的勘探技术，为海相领域油气勘探的进一步发展打下坚实的基础。

(3)组织管理创新是海相大油气田勘探开发突破的根本保障。中国海相碳酸盐岩层系油气勘探，没有适用的勘探理论与现成的工程技术，勘探难度大，风险高，给海相油气勘探开发管理带来了难题，既不能套用国外海相油气勘探开发管理模式，也不能完全沿用我国东部陆相油气勘探开发管理的经验。我们在总结前段探索的经验和不足中，逐步形成了集理论创新、技术攻关、优势团队组合于一体的集成管理理念，提出并实施了

“集团化决策、项目化管理、市场化运作、社会化支撑”的管理模式，在中国石化的油气勘探开发工程管理中得到普遍应用，取得了明显效果。

(4)发现大油气田是增储上产、降本增效的关键。塔河油田奥陶系岩溶型特大油田自1997年发现以来，8年间储量、产量分别增长了12倍和6倍，塔河油田探明储量成本、吨油生产成本远低于东部老油区，实现了塔河油田勘探开发的快速发展。“十五”期间，中国石化由于塔河油田、普光气田、大牛地气田的发现，不仅为中国石化石油、天然气储、产量的快速增长奠定了基础，而且储量发现成本低于全国平均水平。

(5)海相层系是油气资源战略接替的重要领域。据统计，我国海相沉积总面积大于455万平方公里，其中，陆上海相盆地28个，面积330万平方公里，海域海相盆地22个，面积125万平方公里。全国海相油气资源为359亿吨（油当量），其中原油135亿吨，天然气22.4万亿立方米，探明程度均不及10%。海相碳酸盐岩层系分布面积大，油气资源丰富，勘探程度低，勘探潜力大。

中国石化海相碳酸盐岩层系油气勘探历程表明：①海相油气勘探应对陆相以“源控论”为基础的学说加以完善和发展，因海相油气藏“多元生烃”的油气不一定直接来源于烃源岩，还可能来自早期的油气藏甚至是“曾溶于水的”或“分散的”源，需要继续探索一条适合海相油气勘探的新路；②要加强4个有效性的综合配套研究，即有效烃源（岩）、有效储层、有效保存及有效成藏组合；③必须重视技术工艺，地质是基础，技术工艺是保证，管理出效益、出成果；④要加强综合勘探，体现团队、整体、集成、统一的勘探理念。对中国海相油气勘探要解放思想、大胆探索、求真务实、综合集成。解放思想就是要对海相成藏的物质基础和资源，树立坚定的信心，要认识到不仅有传统意义上的烃源（岩），也可能存在“草根族”微生物烃源（岩）；大胆探索，就是既要大胆探索理论又要探索技术，但要注意普遍技术与特殊技术的问题，要抓住主要矛盾，解决核心（技术）问题；求真务实，就是要重视基础研究，及时总结经验，提高勘探效益；综合集成，就是要做到生产与科研相结合、地质与工程相结合、理论与技术相结合、攻关与管理相结合，培养有综合能力的勘探队伍。

综上所述，我们认为有必要对海相油气勘探理论、技术和实践进行梳理和总结，以期进一步推动我国海相油气勘探，进一步推动海相油气科技进步，进一步推动海相油气勘探队伍建设，这就是编写本书的初衷和指导思想。

本书由5章构成：第1章简要论述了中国海相油气勘探的战略意义，回顾了勘探历史，对比了中国海相碳酸盐岩层系与陆相层系成藏的差异性，并与国外海相碳酸盐岩发育的重点盆地成藏特点进行了类比，阐明了中国海相层系油气成藏的特殊性；第2章在讨论中国海相地层发育特点、沉积物质聚集与分布规律、区域大地构造背景和沉积盆地分布演化特点的基础上，论述了生、储、盖层的发育分布特点，并通过对典型油气田的系统

解剖，总结了中海相油气成藏的特征及分布规律；第3章从中海相油气勘探的特殊需求出发，较系统地介绍了目前海相油气勘探形成的一系列技术方法，包括地震勘探技术、地球化学技术、微生物技术、钻井技术、测井评价技术、储层保护与改造技术，以及相关的重力、磁法、电法等综合勘探技术；第4章则提出了中国石化系统对海相油气勘探的规划部署和组织实施意见，通过对川东北普光气田、塔里木盆地塔河油田及鄂尔多斯盆地大牛地气田发现历程的典型描述，简要总结了近年来海相油气勘探取得的成功经验与启示；第5章针对海相油气勘探面临的主要理论与技术问题，提出了相应的对策与措施，制定了海相碳酸盐岩油气勘探理论与技术创新的攻关方向，同时按照海相油气勘探的工作思路与部署原则，在3个层次部署开展工作，即战略展开川东北地区、塔北地区；战略突破川西深层海相层系、塔中地区、川东下组合、江汉平原下组合；战略准备镇巴地区、下扬子地区、江南雪峰西缘、华北东北深层、西部石炭系—二叠系、青藏等地区。

为本书作出贡献的单位和专家学者很多，本书是集体智慧的结晶。本书编著者在成都和北京5次召开会议，对编写原则、学术思想、基本内容、提纲、第一稿、第二稿、第三稿进行了深入讨论，并多次提出修改意见。本书的具体分工是：第1章由蔡立国、金之钧执笔；第2章之2.1、2.2、2.3由陈洪德、刘文均、丘东洲执笔，2.4由沈忠民、罗小平执笔，2.5由张哨楠、李国蓉执笔，2.6由蔡立国、章平澜执笔，2.7由周文执笔；第3章之3.1由管路平执笔，3.2由贺振华等执笔，3.3由曾义金、刘修善、刘建立执笔，3.4由曾文冲执笔，3.5由赵克斌执笔，3.6由伊向艺执笔，3.7由王绪本、林壬子等执笔；第4章之4.1、4.5由牟书令、侯建国执笔，4.2由郭彤楼等执笔，4.3由翟晓先等执笔，4.4由郝蜀民等执笔；第5章由牟书令、钱基、侯建国执笔。

全书的统稿工作由牟书令、金之钧、刘家铎、陈洪德等同志负责。蔡立国、田海芹、张传林、侯建国、陈孔全等同志也参加了部分工作。

中海相油气勘探前景非常广阔，通过本书的编写和出版，我们希望能吸引更多的地质、石油地质工作者与勘探技术人员投入到海相油气勘探这一伟大而艰巨的事业中来，并为他们提供可资借鉴的经验与教训，为中海相油气勘探事业的健康快速发展、为中国海相油气勘探取得新的更大突破，作出我们应尽的努力和贡献。

本书在编写过程中得到了诸多单位、领导和同行的大力支持，谨在此表示我们衷心的感谢！

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 海相碳酸盐岩研究现状与战略意义	(3)
1.1.1 海相碳酸盐岩层系的重要地位	(4)
1.1.2 中国石化进行海相碳酸盐岩层系油气勘探的选择	(6)
1.2 中国海相油气勘探历史回顾	(7)
1.2.1 塔里木盆地海相油气勘探历程	(7)
1.2.2 南方海相领域油气勘探历程	(15)
1.3 中国海相层系油气成藏的特殊性	(16)
1.3.1 国内外海相碳酸盐岩油气成藏的相似性与差异性	(16)
1.3.2 中国海相盆地与陆相盆地对比分析	(39)
1.3.3 中国海相盆地的特殊性问题	(42)
第 2 章 中国海相油气勘探理论基础	(49)
2.1 中国海相地层区划及其发育特征	(51)
2.1.1 中国海相地层区划及其基本特征	(51)
2.1.2 中国海相地层的分布特征及其规律性和差异性	(55)
2.1.3 中国海相地层的层序地层格架	(58)
2.2 中国海相沉积特征	(59)
2.2.1 中国海相沉积体系特征	(60)
2.2.2 中国海相岩相古地理特征及演化规律	(87)
2.2.3 与油气形成有关的海相沉积物质聚集特征与分布规律	(108)
2.3 海相地层形成的大地构造背景和沉积盆地演化	(116)
2.3.1 中国板块构造格架和构造单元划分	(116)
2.3.2 沉积盆地类型、特征、演化及其叠合关系	(141)

2.4	中国海相层系烃源岩特征	(170)
2.4.1	中国海相烃源岩概述	(170)
2.4.2	中国海相烃源岩发育的沉积环境与控制因素	(171)
2.4.3	中国海相碳酸盐岩的评价标准与评价体系	(176)
2.4.4	中国海相烃源岩地球化学特征	(188)
2.5	中国海相层系储层特征	(221)
2.5.1	中国海相碳酸盐岩储层特征	(221)
2.5.2	中国海相碎屑岩储层特征	(272)
2.6	中国海相层系盖层特征	(284)
2.6.1	盖层在油气成藏过程中的作用	(284)
2.6.2	油气封盖层研究与评价	(285)
2.6.3	对油气封盖层的评价	(299)
2.6.4	中国南方海相层系盖层发育与展布	(306)
2.6.5	塔里木盆地海相层系盖层分布	(319)
2.7	中国海相层系油气成藏特征与分布规律	(328)
2.7.1	典型油气藏解剖	(328)
2.7.2	天然气分布规律	(364)
第 3 章 中国海相油气勘探技术方法		(379)
3.1	中国海相油气勘探技术的特殊需求	(381)
3.1.1	地球物理勘探技术	(381)
3.1.2	钻探工程技术	(384)
3.1.3	测井工程技术	(385)
3.1.4	储层改造技术	(385)
3.2	海相层系地震勘探技术	(386)
3.2.1	海相层系地震勘探概述	(386)
3.2.2	海相层系地震资料的采集技术	(389)
3.2.3	地震资料处理	(406)
3.2.4	地震资料的解释技术	(433)
3.2.5	碳酸盐岩储层的地震识别和预测	(455)
3.2.6	展望	(473)

3.3	海相层系油气勘探钻井技术	(473)
3.3.1	海相层系地质特点及钻井工程技术难点	(473)
3.3.2	钻井工程优化设计技术	(475)
3.3.3	高陡构造防斜打快技术	(479)
3.3.4	欠平衡钻井技术	(482)
3.3.5	巨厚盐膏层钻井技术	(486)
3.3.6	海相复杂层系钻井液技术	(491)
3.3.7	复杂地质条件固井技术	(497)
3.4	海相层系油气勘探测井评价技术	(509)
3.4.1	海相层系油气勘探测井面临的技术问题	(509)
3.4.2	海相层系油气勘探测井系列的优化	(517)
3.4.3	海相油气储层测井评价技术	(523)
3.4.4	海相层系测井地质与工程应用技术	(541)
3.5	储层保护技术	(549)
3.5.1	海相碳酸盐岩储层损害的室内评价及损害机理	(549)
3.5.2	海相碳酸盐岩储层完井过程中的保护油气层技术实践	(555)
3.6	海相油气储层改造技术	(560)
3.6.1	海相油气储层酸化及酸压技术原理	(561)
3.6.2	海相油气储层压裂技术原理	(569)
3.6.3	海相碳酸盐岩储层主要改造工艺及增产技术后评估	(580)
3.6.4	海相碳酸盐岩储层改造新工艺技术发展趋势	(588)
3.7	海相油气勘探中其他方法技术	(591)
3.7.1	碳酸盐岩油气重磁电勘探技术	(591)
3.7.2	海相油气地球化学勘探技术及其应用	(617)
3.7.3	微生物勘探技术	(631)
第 4 章	海相油气勘探实践	(651)
4.1	中国石化海相油气勘探规划部署与组织实施	(653)
4.2	川东北地区普光大型气田的发现与勘探实践	(654)
4.2.1	普光气田概况	(654)

4.2.2	普光气田的发现与勘探实践	(657)
4.2.3	普光气田成藏机理	(660)
4.2.4	川东北地区天然气勘探的快速拓展	(672)
4.3	西北地区海相油气勘探实践与塔河油田的快速增储上产	(674)
4.3.1	塔河油田的勘探历程	(674)
4.3.2	成藏地质特征	(677)
4.3.3	勘探实践与认识	(679)
4.3.4	勘探经验	(683)
4.3.5	前景展望与攻关方向	(685)
4.4	鄂尔多斯盆地上古生界海陆过渡沉积体系勘探实践与大牛地气田的发现	(686)
4.4.1	大牛地气田发现过程	(688)
4.4.2	大牛地气田石炭系—二叠系海陆过渡沉积体系成藏模式	(692)
4.4.3	大牛地气田勘探配套技术	(698)
4.5	中国海相油气勘探的几点启示	(706)
4.5.1	坚持勘探是大油气田发现的必要条件	(707)
4.5.2	组织管理创新是海相大油气田突破的根本保障	(707)
4.5.3	理论创新与技术进步是海相大油气田发现的重要基础	(708)
4.5.4	发现大油气田是增储上产、降本增效的关键	(710)
4.5.5	海相层系是资源战略接替的重要领域	(711)
第 5 章	中国海相油气勘探前景与展望	(713)
5.1	海相烃源岩研究新进展	(715)
5.2	中国海相油气勘探理论技术的继承与创新	(717)
5.2.1	海相油气勘探进一步发展的理论与技术难题	(720)
5.2.2	海相油气地质理论继承与创新	(724)
5.2.3	中国海相油气勘探工程技术的继承与创新	(725)
5.3	中国石化海相油气勘探战略规划与前景展望	(728)
	参考文献	(730)

第 1 章 概 论

