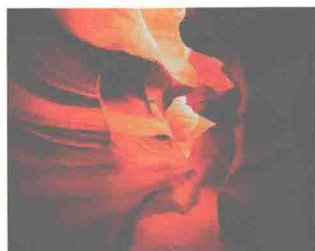




● 第三届中国石油地质年会学术委员会 编

第三届中国石油地质年会论文集



DI3JIE ZHONGGUO SHIYOU DIZHI NIANHUI LUNWENJI

2009 北京

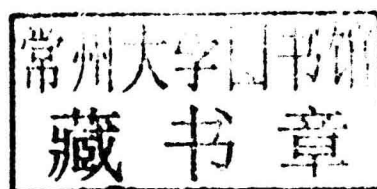


石油工业出版社

第三届中国石油地质年会 论文集

2009 北京

第三届中国石油地质年会学术委员会 编



石油工业出版社

内 容 提 要

本论文集精选出第三届中国石油地质年会征集的论文近 60 篇,内容涵盖了近年来国内外油气勘探新成果,天然气勘探新进展与非常规油气勘探新成果,岩性地层油气藏与新区新领域勘探以及油气勘探新理论、新认识和新技术等四个大的方面。本书的出版将使各相关单位能够相互交流,促进我国石油勘探的理论创新与技术进步。

本书可作为石油地质工作者及大专院校相关师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

第三届中国石油地质年会论文集/第三届中国石油地质年会学术委员会编.
北京:石油工业出版社,2010.5

ISBN 978-7-5021-7776-8

I. 第…

II. 第…

III. 石油天然气地质-学术会议-文集

IV. P618.130.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 078626 号

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

编辑部:(010)64523543 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷

889×1194 毫米 开本:1/16 印张:23.25

字数:720 千字 印数:1—2000 册

定价:128.00 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

前言

由中国石油学会石油地质专业委员会和中国地质学会石油地质专业委员会主办,中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司、中国中化集团公司四大公司协办,中国海洋石油总公司承办的第三届中国石油地质年会于2009年6月23—25日在北京成功举行,会议得到了与会的各级领导、院士、专家高度的评价,认为是历次会议中最成功的一次。

会议期间共有来自中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司、中国中化集团公司、国土资源部、中国科学院、中国石油大学、西北大学、中国地质大学等多家单位的500多名代表出席了会议。其中有15位代表参加了大会发言,106位代表参加了小组讨论。会议重点由来自四大石油公司的代表介绍了我国油气资源的勘探状况和各油公司的勘探新进展;各分组讨论会则来自不同领域的专家学者介绍了相关领域研究取得的成果和进展,总的来讲可分为国内外油气勘探新成果,天然气勘探新进展与非常规油气勘探新成果,岩性地层油气藏与新区新领域勘探以及油气勘探新理论、新认识和新技术四个大的方面。

1 国外油气勘探新成果十分突出

经过近年来的不断努力,国外的油气勘探获得了突飞猛进的发展。继苏丹等大油气田之后又有许多新的发现。例如,在哈萨克斯坦的PK探区,目前年作业生产能力达到 $1000 \times 10^4 \text{t}$,使南图尔盖盆地增加权益石油产量600多万吨;近年来,通过引入国内成熟的勘探技术,在复杂潜山领域、老油田滚动勘探、新区勘探及非构造油气藏勘探等领域均获得突破,为今后的进一步发展奠定了基础。在乍得Bongor盆地,发现一个亿吨级正常—轻质原油整装油田,是乍得境内近二十年来最大的油田。在土库曼斯坦阿姆河右岸地区,经研究认为上侏罗统生物礁地层资源量大,可作为中亚向我国供气的主要气源区之一,预计2012年向我国供气 $130 \times 10^8 \text{m}^3$ 。在滨里海地区,通过针对性的解决盐下构造识别和碳酸盐岩储层预测问题,制定了首先突破中部斜坡带的勘探思路,从而发现了亿吨级储量规模的大油田,该油田的发现是哈萨克斯坦自独立以来最大的陆上发现。南苏门答腊地区Bangko盆地之前只有一口井发现非商业油流,在成藏组合研究的基础上,对区块内成藏条件进行分析,优选多个圈闭进行钻探,相继发现了Gamgang、Piano、W. Piano、Suling、Kenong五个油田。在突尼斯Pelagian盆地,通过海上边际油田各成藏要素和匹配关系的全面评价,得到对该区勘探前景的客观认识,实现了经济高效勘探开发。在阿联酋UAQ海上气田,通过精细的地质研究,成功地进行了边际气田的开发。在也门10区块,通过基岩裂缝的成因机制研究及空间变化规律预测,使该区基岩裂缝油藏勘探开发获得了成功。另外,在苏门答腊等盆地,通过加强岩性地层圈闭评价技术集成与应用,发现了一批河道、扇体、潜山、超覆、不整合等各类岩性地层油气藏。

此外,对世界其他主要含油气区的石油地质条件、规律等获得了更加深入的认识。例如在特提斯带,研究认为板块活动强度通过三个方面影响油气的聚集和富集程度:对含油气盆地后期保存改造的影响、对背斜圈闭的控制以及对油气运移条件的影响。基于这三个要素,探讨了特提斯带中段油气富集、东段匮乏、西段相对富集的原因。在南美安第斯山前陆盆地,研究认为优质成熟的烃源岩控制了油气的富集、主造山期形成的构造最有利于捕获油气、优质储层和断裂构成了油气运移的输导网络、构造破坏和水洗作用是斜坡带稠油油藏形成的主要原因。在非洲,北非克拉通边缘拗陷盆地的烃源岩发育和保存较好,海西运动形成的不整合面运移通道和构造—地层圈闭有利于油气的聚集;北非裂谷盆地的上

白垩统海相烃源岩生烃潜力大,后期构造活动弱,油气保存完好;西非含盐被动大陆边缘盆地和三角洲盆地发育巨厚的高品质烃源岩和塑性地层,上覆有大型水系提供充足的物源,上覆沉积物厚,有利于烃源岩成熟、油气保存和同生断层及变形构造圈闭的形成。另外,对于一些盆地级别的勘探领域也进行了研究,如西非下刚果盆地,研究认为勘探平面上应重点关注深水区,纵向上深水区以盐上勘探层系为主,浅水区以盐下勘探层系为主。

在勘探实践活动中,对于一些地质前缘问题也进行了探讨。例如在尼日利亚深水储层研究方面,通过对深水区的钻井、地震等资料精细分析,认为研究区储层类型属于深水环境下的海底扇沉积体系(或水道化浊积体),由贯穿整个扇体的水道充填沉积、扇体末端的朵叶体以及灾变性流体在水道弯曲处形成的决口扇构成。

2 国内石油勘探成果明显

近年来国内石油勘探也是成绩颇丰,西部、中部、东部及海域勘探均有闪光之处。

在中部,鄂尔多斯盆地中生界石油勘探在深化沉积特征研究的基础上,明确了陕北地区为曲流河三角洲沉积,横向上砂体复合连片;盆地西南为辫状河三角洲沉积,分流河道主砂体带延伸较远,在陕北找到了 $10 \times 10^8 \text{t}$ 储量的大型复合含油区,在陇东地区发现了超亿吨的西峰整装大油田。通过开展湖盆演化和坡折带研究,提出了长 4 + 5 沉积期湖侵背景下发育三角洲沉积砂体及长 6 沉积期湖盆中部仍发育厚层砂岩储集体的新认识,并获得重大发现。

在西部,对塔里木盆地已发现的碳酸盐岩油气藏的成藏机理和分布特征进行深入解剖,初步总结了塔里木盆地台盆区碳酸盐岩油气富集规律,在此理论指导下已经获得了较大新发现;在准噶尔盆地乌夏断裂带,通过系统分析二叠系油气成藏的主控因素,将乌夏断裂带二叠系油气成藏组合分为源内成藏组合(下部成藏组合、中部成藏组合)和源外成藏组合(上部成藏组合),由于受构造运动影响,各油气成藏组合具有不同的油气成藏特征,老区勘探获得新进展。

在东部,研究认为辽河油田变质岩潜山油气分布主要受断裂及其裂缝体系控制,裂缝发育受构造活动和优势岩性双重因素控制;辽河拗陷基底具有断裂和裂缝发育的构造背景,变质岩潜山存在多种岩性组合;潜山侧向供油窗口是内幕成藏的关键。在冀中拗陷饶阳凹陷,经过深入分析潜山领域勘探潜力,对不同类型的关键控油因素进行了重点研究,利用二次采集的高品质三维资料,创新认识。以上两区都实现了潜山勘探的新突破。

在海域,经研究认为黄河口凹陷为富生烃凹陷,油气成藏特点为近源垂向运移为主,主要成藏时间为 5.1Ma 以后。主力油层明显受层序控制,主要分布于最大湖泛面之下,成藏模式可归纳为“近源晚期成藏”。近年来在此理论指导下发现了一批中浅层中型油气田,形成了渤南南部油气发现的新高潮。北部湾盆地采用“复式连片为指导,构造、储层、运聚分析综合确定勘探区带,统筹考虑资料录取与成本控制,不同地质特点采用不同的滚动勘探方法”的思路,在涠西南凹陷 2 号带及涠西南凸起倾末端发现了复式连片大中型油气田。在珠江口盆地,根据低阻油藏构造幅度低、储层隐蔽的特点,总结出了一套发现、评价低阻油藏的技术方法。

3 天然气勘探处于高峰期

3.1 常规天然气

近年来常规天然气勘探取得重大进展,例如:

在南海北部深水区,面对世界深水盆地油气勘探的前缘领域“非典型被动大陆边缘盆地”陆坡领域,初步攻克了世界级难题“深水区崎岖海底地震资料采集、处理、解释一体化技术”等技术瓶颈,基本揭示了南海北部边缘陆坡深水区特殊油气地质条件,实现了该区勘探方向、勘探领域和勘探目标三个重大转变,勘探配套技术研究也取得了显著进展,并获得了天然气的重大发现,明晰了勘探方向。荔湾3-1构造预探和评价井都取得了重大成功,预测深水区天然气资源潜力超过万亿立方米。

在鄂尔多斯盆地,通过建立石河子期高建设型河流—三角洲沉积模式,确立了盆地北部米脂、榆林、苏里格、石嘴山四大河流—三角洲沉积体系,落实了以苏里格为代表的大型整装含气有利区。在沉积微相、古生物、地球化学研究的基础上,提出“山西组山2石英砂岩体为海相成因”的新认识,扩大了榆林气田含气范围,探明了子洲气田,发现了高桥含气有利区。不断深化前石炭纪岩溶古地貌研究,提出了靖边岩溶古潜台主体部位向东延伸的重要认识,实现了靖边气田的东扩。

在川东北,通过总结上古生界—中古生界油气成藏控制因素,以成藏主控因素为分类依据,划分该区上古生界—中古生界海相成藏系统中的5种成藏主控因素类型,并对各类型典型气藏成藏主控因素和勘探潜力进行分析,优选出构造礁滩型、礁滩型为该区最重要的成藏主控因素,并据此提出了川东北天然气勘探方向。

松辽盆地、准噶尔盆地火山岩层系天然气勘探持续推进,储量不断上升。

3.2 煤层气

近年来煤层气研究可谓方兴未艾,本次年会便有很多煤层气方面的报告,对煤层气的成藏机理、有利区带预测、资源前景等多个方面进行了研究。例如:

有报告认为,煤层气藏定义乃至勘探开发方式与常规天然气藏有着很大的差异。煤层气是在压力作用下,以吸附的方式赋存于微孔极为发育的煤双重孔隙—裂隙介质中,以“近似流体”形式存在。煤层气藏是在压力作用下“圈闭”着一定数量气体的煤岩体。并通过研究认为,鄂尔多斯盆地、沁水盆地、准噶尔盆地为煤层气勘探的重点盆地。

也有报告系统总结了我国煤层气高产富集规律,同时根据煤层气井开采效果和特征进行了系统分类,并针对中国煤层气地质条件分析了煤层气勘探开发的适用技术,包括二维地震 AVO 对煤层气富集区预测技术、多分支水平井钻井技术等。

4 岩性地层油气藏勘探进展加快

越来越多的勘探实践证明,岩性地层油气藏已经成为一个非常重要的勘探领域。本次大会多篇报告述及岩性地层油气藏勘探。通过这些报告可以看到,缓坡带仍然是该领域关注的重点。例如在鄂尔多斯盆地上古生界,缓坡大型河流—三角洲沉积体形成了大面积分布的岩性油气藏,目前已经发现了榆林、乌审旗、苏里格、子洲、神木等6个千亿立方米大型气田,形成苏里格、神木—米脂两个万亿立方米含气区,叠合含气面积超过 $3 \times 10^4 \text{ km}^2$,累计探明、基本探明储量达到 $2.7 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。在冀中凹陷,经研究认为缓坡带具备充足的油气资源条件,地层岩性油气藏是缓坡带的主要油气藏类型,且具有较强的勘探潜力,并提出“满坡含油”的勘探理念。

在其他领域的岩性地层圈闭勘探也获得成功。例如松辽盆地,吉林油田在西南物源带主体部位发现 $3 \times 10^8 \text{ t}$ 级岩性油气藏后,继续拓展岩性圈闭勘探领域,在三角洲外前缘滑塌浊积体岩性圈闭钻探获得日产超百立方米高产油流;在三角洲内前缘带岩性圈闭部署5口探井,试油均获得高产油流,发现了高效开发区;在透镜状河道砂岩岩性圈闭部署的乾151井获得日产超百立方米高产油流,展示出巨大的勘探前景。

对于岩性圈闭的控制因素,不同的报告基于不同地区的勘探实践提出了不同的看法。大庆油田在松辽盆地的岩性圈闭勘探中认识到,任何岩性圈闭的形成都要不同程度的受到构造因素的影响。渤海海域在实践中通过油田研究、地震地质相结合、将今论古等多个角度摸索出物源—时间—空间三因素动态控砂模式,很好地指导了渤海的岩性油气藏勘探,并取得了很好的勘探效益。在准噶尔盆地腹部,经过对侏罗系和白垩系缓坡环境下的河流、三角洲水道砂体岩性圈闭进行研究,认为沉积体系的时空分布控制了岩性圈闭的发育与分布,砂体的成因类型、构成和叠置样式控制了岩性油藏的规模和油气水分布;构造背景控制了岩性油气藏的平面分布,岩性圈闭的最终成藏取决于油源断裂的存在与否。

5 非常规资源勘探领域实现了零的突破

5.1 天然气水合物

被动大陆边缘是水合物发育的有利地区。一般来讲,粗粒沉积有利于水合物的形成和富集,然而中国地质调查局在南海北部深水盆地细粒沉积物中首次钻探发现十分富集的天然气水合物,第一次取得了天然气水合物样品。研究认为这种细粒天然气水合物系统中水合物的富集过程有着十分特殊的因素:(1)大面积丰富的含甲烷流体的参与;(2)在水合物稳定带中细粒沉积物的成核和生长过程中,断裂构造的发育有重要的作用;(3)大型海底滑坡导致了地层中超压流体活动和构造裂缝的发育,从而促进了水合物的富集。

到目前为止,我国天然气水合物的研究主要有以下几个方面的进展:(1)成功钻探并取得了天然气水合物实物样品;(2)在南海发现冷泉碳酸盐岩,并发现了其中的石化微生物;(3)成功进行甲烷水合物实验;(4)对水合物进行了成因分类;(5)对底辟构造、海底麻坑与水合物的关系进行了初步研究;(6)在海洋水合物地震勘探技术方面取得了一定进展;(7)初步预测我国南海西沙海槽、东沙陆坡、台湾西南陆坡、南沙海槽及冲绳海槽等可能存在天然气水合物。

5.2 油砂

我国油砂资源主要分布于西部地区,集中在准噶尔、塔里木、柴达木、鄂尔多斯、松辽、四川、羌塘等盆地;油砂主要产自中、新生界,少部分产自海相古生界。油砂分布范围较广,但总体含油率较低、品质一般、埋藏较深、所处地理环境较差。已经发现的油砂带的成矿期主要有两期:燕山期和喜马拉雅期,其中后者是重要的油砂成矿期。有利的成矿带主要有盆地山前带、盆地大型隆起带、盆地斜坡带以及残留盆地。油砂成藏模式主要有原生运移型、抬升改造型和次生运移型三种。

6 勘探理论、技术更加完善

随着勘探实践,勘探理论、技术也不断取得进展。通过本次大会的报告可以看到,近来在隐蔽油气藏勘探、基岩裂缝型油气藏勘探、盐下构造识别、碳酸盐岩储层预测、火山岩油气藏勘探以及深水油气田勘探等多个方面形成了技术系列。

在隐蔽油气藏勘探方面,如哈萨克斯坦 PK 探区,在缓坡三角洲、陡坡三角洲前缘、河道和冲积扇体中发现的岩性油气藏以及围绕复杂基岩潜山发现的地层油气藏目前已经成为 PK 探区储量增长的主要方向,并迎来 20 世纪 80 年代以来该盆地的第二次储量增长期。

基岩裂缝油气藏研究方面,如也门 10 区块,通过成像测井、高精度三维地震、构造力学分析、三维裂

缝建模、近平衡钻井等一系列技术的组合应用,实现了该区基岩裂缝油气藏勘探的成功。

盐下构造识别方面,如滨里海地区,通过模型正演分析、叠前深度偏移、古构造恢复等一系列技术,实现了盐下构造精度的不断提高,并提高了钻探成功率。

碳酸盐岩储层预测方面,如滨里海地区,基于层序地层、沉积相研究、借助地球物理技术,成功圈定了石炭系有利储层发育区。

火山岩研究方面,本次会议多篇文章均有涉及。中国火山岩储层油气藏勘探历经 50 年,先后在准噶尔盆地西北缘和渤海湾盆地等 11 个盆地发现了一批油气田。特别是 2000 年以来,在松辽盆地深层、准噶尔盆地陆东地区以及三塘湖盆地火山岩油气勘探相继获得重大发现。

深水勘探方面,在南海北部深水区的勘探实践活动中,熟悉乃至逐渐掌握了深水区崎岖海底地震资料采集、处理、解释技术、深水区长电缆地震采集技术、深水区少井—无井情况下碎屑岩储层预测技术、深水区天然气检测技术、深水井场调查、深水钻井油气保护与快速识别技术等多项技术。通过这些技术的成功应用,使得南海北部深水区万亿立方米大气区初见端倪。

地球物理技术的发展是地质研究不断走向深入的保障。本次大会涉及了很多该方面的内容。例如井周成像测井方法、有机碳测井评价方法、深水区崎岖海底地震资料处理技术、多分量地震联合反演技术、叠前储层反演技术等。另外,还有定量油气运聚模拟技术、断层侧向封堵分析技术、精确定年技术等。这些技术的发展,都对石油地质研究起到了推动作用。

总之,本次会议取得的成果是丰富的,报告内容是先进的、前沿的,部分研究工作具有前瞻性,研究水平代表了当前我国的最高水平! 为了进一步促进交流,促进勘探,大会组织机构决定出版论文集。由于篇幅所限,还有许多优秀文章未能列选,敬请谅解,对于所有入选和没有入选的论文作者的辛勤劳动和学术贡献表示衷心的感谢!

中国石油学会石油地质专业委员会
中国地质学会石油地质专业委员会

2009 年 9 月

第三届中国石油地质年会会议组织机构

指导委员会

主任:翟光明

委员(按姓氏笔画排序):

马宗晋 王志刚 童晓光 刘光鼎 孙 枢 牟书令 李干生
李德生 邱中建 周守为 胡见义 茹 克 康玉柱 龚再升
傅成玉 戴金星

组织委员会

主任:朱伟林

副主任(按姓氏笔画排序):

方朝亮 刘一峰 张永刚 李 阳 杜金虎 陈 伟 耿文志

委员(按姓氏笔画排序):

王 霞 王国力 邢 公 许卫平 米立军 孙红军 孙冬胜
邹才能 武文来 秦 都

学术委员会

主任:贾承造

副主任(按姓氏笔画排序):

马永生 邓运华 庞雄奇 金之钧 赵文智 周海民 蔡希源

委员(按姓氏笔画排序):

王新民 汤 磊 李景明 郑和荣 张水昌 张功成 张湘宁
胡素云 崔早云 戴少武

秘书组

组长:武文来

副组长(按姓氏笔画排序):

于学伶 王 霞 尚建国 俞红兵

成员(按姓氏笔画排序):

王安锦 王国力 王红军 刘立明 许卫平 孙冬胜 陈 辉
贺洪钟 蒲庆蓉

目 录

第一部分 总 论

我国石油天然气勘探的成果与前景	贾承造(3)
苏丹迈卢特盆地富油气凹陷成藏规律与勘探实践	童晓光 史卜庆 张 宏 苏永地 马陆琴 庞文珠 杨保东 李章明(6)
近年来中国近海油气勘探的特点及方向	朱伟林(15)
中国石油上市以来勘探开发成果及面临的挑战和发起对策	赵政璋(19)
中国石化油气勘探新进展	蔡希源(20)
陆上近期油气地质与勘探理论新进展及意义	赵文智(22)
深层碳酸盐岩油气勘探新进展	马永生(24)
“连续型”油气藏的基本内涵、地质特征与评价方法	邹才能 陶士振 袁选俊 朱如凯(26)

第二部分 国内外油气勘探新成果

南海北部深水区盆地油气地质成藏理论、勘探技术及天然气重大突破	朱伟林 米立军 张功成 杨少坤 王振峰 何 敏(31)
鄂尔多斯盆地油气勘探新进展	杨 华 付金华 姚涇利 刘显阳 刘新社 惠 满(37)
南海北部西区油气勘探新进展与前景展望	王振峰 谢玉洪 张迎朝(44)
辽河拗陷变质岩潜山内幕油藏成因探讨	李晓光 蔡国钢 刘宝鸿(48)
南海北部湾盆地涠西南凹陷滚动勘探思路与技术	刘明全 杨希冰 邓志勇 杨小晏 邹明生(55)
渤海南部黄河口凹陷油气勘探实践与成果	彭文绪 孙和风 张如才 余宏忠 张新涛(60)
冀中拗陷饶阳凹陷潜山油藏潜力分析及勘探新进展	王 红 杜维良 阎宝义 马红岩 纪中云 韩 慧 刘立新 刘淑贞(69)
郑庐走滑断裂带活动特征与油气成藏的关系	邓津辉 周心怀 魏 刚 孙书滨 王 刚(77)
PK 探区隐蔽油气藏勘探实践与进展	徐志强 郑俊章 张明军 田作基 孔令洪 尹 微 盛晓峰 郭建军(83)
乍得 Bongor 盆地石油地质特征与勘探进展	窦立荣 肖坤叶 胡 勇 宋红日 程顶胜 王 鹏 梁巧锋 杜业波(93)
阿姆河右岸地区气田勘探新进展	吴 蕾 徐树宝 刘合年(102)
滨里海盆地中区块盐下碳酸盐岩勘探技术与实践	王燕琨 黄先雄 潘校华 金树堂 王 震 李学著 罗 曼(109)
南苏门答腊盆地油气富集规律及中石油区块勘探成果	杨福忠 薛良清 王武和 马海珍(119)
佩拉杰盆地石油地质特征及勘探实践	田世存 年静波 李世荣 汤 磊(125)
阿联酋 UAQ 海上气田开发井地质实践	张 申 李世荣 郭 莉(135)
也门 10 区块基岩裂缝油气藏勘探开发技术	黄 龙 田秀霞 汤 磊(144)

中油海外成熟探区岩性地层油气藏勘探潜力

..... 郑俊章 潘校华 万仑坤 杨福忠 张明军 李 志 欧阳华(153)

Rio Muni 盆地上白垩统浊积体系及有利储集相带评价

..... 陈全红 姜培海 胡孝林 刘桂和 喻英梅 强芳青 赵 阳 张英德 李 斐(163)

第三部分 天然气勘探新进展与非常规油气勘探新成果

珠江口盆地番禺低隆起天然气成藏条件分析 施和生 秦成岗 张忠涛 轩义华(173)

川东北海相天然气成藏主控因素类型及勘探方向 朱 彤 冯动军 龙胜祥(180)

川西洛带遂宁组岩性气藏成藏条件分析 罗啸泉 卜 洵(185)

中国煤层气勘探重点区带 李景明 巢海燕 李小军(191)

中国煤层气富集规律及勘探适用技术的实践 赵庆波 陈 刚(200)

中国油砂资源分布特征及成矿地质条件探讨 何 宏 包书景(207)

第四部分 岩性地层油气藏与新区新领域勘探

富油气凹陷缓坡带岩性地层油藏模式及勘探实践 田建章 李先平(215)

鄂尔多斯盆地延长组超低渗透储层致密史与油藏成藏史的关系研究

..... 付金华 邓秀芹 刘显阳 刘新社 李士祥(221)

准噶尔盆地腹部缓坡型岩性地层油气藏成藏控制因素分析

..... 唐 勇 孔玉华 赵克斌 斯春松(227)

论构造因素对岩性油气藏形成的影响 林景晔 孙先达 吴海波 黄 薇 夏 丹(232)

陆相断陷湖盆三因素动态控砂模式及其应用

..... 赖维成 周心怀 李建平 滕玉波 宋章强 加东辉(239)

地球物理评价技术在东方 1-1 气田储层非均质性研究中的应用

..... 谢玉洪 陈志宏 陈殿远(245)

南沙海域中生界油气勘探新认识 刘宝明(252)

第五部分 油气勘探新理论、新认识和新技术

有机碳测井评价方法及其在辽河西部凹陷的应用

..... 王 萍 刘洛夫 王伟力 郭永强 钟宁宁 姜振学(259)

松辽盆地南部长岭断陷烃源岩特征与油源分析

..... 金晓辉 闫相宾 李丽娜 马晓娟 朱战军 赵春满(268)

非确定性地层模型条件下的断层封堵定量评价

..... 贺 清 仝志刚 于 水 杨树春 郝建荣(273)

井周成像测井在渤海油田地质油藏综合研究中的应用

..... 徐锦绣 吕洪志 曹树春 张占女(279)

塔河油田油气成藏过程定量化研究探讨 毛小平 林宗明 吕海涛(285)

盐湖盆地生油洼陷内油气运移路径的预测模型 吴东胜 何幼斌(293)

基于 GIS 与含油气系统的油气资源评价方法研究 刘世翔 薛林福(300)

南海北部深水区构造演化及其凹陷结构特征 张功成 钟 锴(309)

陆相断陷湖盆可容空间转换与油气 杨伟利 王 毅 姜在兴 孙 钰(316)

南海北部陆坡深水水道的地球物理识别及演化	袁圣强	姚根顺	吴时国	付彦辉(323)			
南堡凹陷古近纪同沉积断裂作用对沉积充填的控制	姜 华	王 华	林正良	方欣欣	朱正茂	赵淑娥	任贵媛(330)
利用多分量地震联合反演预测煤田瓦斯突出	尹军杰	芦 俊	王 赞	石 瑛(338)			
红外光学气测录井技术研究与应用	余明军	陶国强	韩学岩	李胜利(344)			
张扭断裂体系分析	徐建永(353)						

第一部分

总 论

我国石油天然气勘探的成果与前景

贾承造

(中国石油学会)

我国石油天然气勘探开发工业在逐渐迈向高峰期的同时,也因我国经济的飞速发展而面临着越来越严峻的对外依存度问题。近年来我国持续增加了对石油天然气的勘探开发投资和工作量,国内油气勘探生产得以持续稳定地发展。截至 2008 年底,全国石油探明地质储量 $286.85 \times 10^8 \text{t}$,探明可采储量 $78.38 \times 10^8 \text{t}$,已累计采出量 $49.98 \times 10^8 \text{t}$,剩余可采储量 $28.40 \times 10^8 \text{t}$;全国天然气探明地质储量 $6.4715 \times 10^{12} \text{m}^3$,探明可采储量 $3.9548 \times 10^{12} \text{m}^3$,已累计采出量 $0.6402 \times 10^{12} \text{m}^3$,剩余可采储量 $3.3146 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。相比来看,石油剩余可采储量仅占探明可采储量的 36.23%,而天然气则达到了 83.81%。2008 年底我国石油产量 $1.89 \times 10^8 \text{t}$,天然气产量 $761 \times 10^8 \text{t}$,产量分别居全球第五位和第九位。我国 2008 年石油 $3.86 \times 10^8 \text{t}$ 与天然气 $807 \times 10^{12} \text{m}^3$ 的消费量使我国在石油和天然气方面的对外依存度分别达到了 51% 和 6%。

在加强国内油气勘探的同时,我国能源企业如中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司、中国海洋石油总公司、中国中化集团公司等积极开拓海外勘探开发领域,目前中国石油在海外的作业范围遍及 4 大洲 26 个国家和地区,共有 71 个在产项目,如土库曼斯坦阿姆河项目、苏丹 3/7 区项目、乍得 Bongor 等。海外勘探开发领域 2008 年新增石油可采储量 $6550 \times 10^4 \text{t}$,年产原油 $6220 \times 10^4 \text{t}$ (其中权益油 $3050 \times 10^4 \text{t}$),年产天然气 $67.3 \times 10^8 \text{m}^3$ (其中权益气 $46.6 \times 10^8 \text{m}^3$)。通过积极开展海外油气勘探业务,有力地提升了我国在国际能源市场的地位,大幅度提高了我国的能源安全水平。我国海外油气战略的主要思想是:主攻非洲、拓展中亚—俄罗斯、做大南美、推进亚太、积极介入中东。

我国石油天然气工业的发展与能源安全的保障,依赖于 2007—2009 年国内各石油企业在勘探开发领域的重大成果,其中预探阶段有 10 个重大发现,评价阶段有 13 个重大进展。

2007—2009 年我国的预探工作取得了 10 项重大发现:(1)准噶尔盆地、三塘湖盆地石炭系火山岩油气藏;(2)塔里木盆地台盆区奥陶系鹰山组碳酸盐岩油气藏;(3)四川盆地长兴组—飞仙关组碳酸盐岩气藏;(4)四川盆地川中地区须家河组气藏;(5)渤海湾盆地冀东—大港滩海古近—新近系油气藏;(6)南海北部深水荔湾 3-1 气藏;(7)蒙古国塔木察格盆地白垩系油气藏;(8)滨里海盐下石炭系希望油田;(9)伊朗 3 区 Babahabib 油田;(10)乍得 Bongor 盆地亿吨级高产油气区。上述 10 个重大预探发现为积极拓展勘探领域起到了重要作用。

同时,评价勘探取得了 13 项重大进展:(1)准噶尔盆地西北缘;(2)塔里木盆地塔河—轮南奥陶系碳酸盐岩;(3)塔里木盆地库车场陷大北气田;(4)四川盆地普光、大湾气田;(5)松辽南部白垩统火山岩气藏;(6)鄂尔多斯盆地苏里格气田;(7)鄂尔多斯盆地华庆油田;(8)渤海辽东湾古近—新近系油田;(9)胜利油田古近—新近系油藏;(10)山西沁水盆地煤层气;(11)哈萨克斯坦南图尔盖盆地岩性地层油气藏勘探;(12)土库曼斯坦阿姆河右岸盐下生物礁勘探;(13)苏丹 3/7 区新发现 AdarS—Dawir 含油构造带。上述 13 项重大评价勘探进展进一步夯实了我国油田建设的储量基础。

近年来提出的四大勘探领域,即岩性地层、前陆盆地、叠合盆地中下部组合以及成熟盆地精细勘探,对我国的油气勘探工作起到了很大的指导和推动作用,我国近年来的主要勘探成果也主要集中在这四大领域。油气勘探成果的取得得益于勘探理论与技术进步,同时对理论与技术的进步也起到了促进作用。概括来讲,近年来我国的油气勘探领域取得了6项石油地质理论进展与4项勘探技术进步。

石油地质理论进展:(1)岩性地层油气藏理论取得重大进展,并已指导该领域勘探使其成为我国陆上油气增储上产的主体;(2)碳酸盐岩储层与成藏理论使我国海相碳酸盐岩勘探形成新的场面;(3)火山岩储层与成藏理论正指导我国火山岩储层分布区油气勘探打开新的局面;(4)边缘海盆地地质特征与油气富集规律也指导我国边缘海油气勘探逐渐走向深水;(5)前陆盆地油气勘探理论扩大了该领域勘探局面,同时发展了盐构造解析与断层相关褶皱理论;(6)油气成藏与油气地球化学理论的发展指导了低渗透岩性地层油气藏成藏机理研究与高成熟烃源岩潜力评价、松辽 CO_2 无机成因气的形成与富集规律、连续油气藏理论、煤层气地质规律等。

油气勘探技术进步:(1)地震技术进步,包括大面积高精度三维地震技术、整体部署与整体连片处理技术、高密度地震技术、多波多分量技术;(2)钻井技术进步,包括深井钻井技术、水平井技术、欠平衡钻井技术;(3)测井技术进步,包括火山岩测井技术系列进步、MDT 快速识别与评价技术、低孔低渗油气藏核磁共振评价技术;(4)海洋工程技术得到了全面发展,目前中国海洋石油装备建造和浅海油田开发技术已日趋成熟,基本掌握了浅海勘探、开发和生产所需各项工程技术。其中,浮式生产储油装置(FP-SO)的制造和应用、边际油田集群开发技术已达国际先进水平。

综上所述,我国石油天然气工业在理论与技术方面都取得了巨大的进步,勘探开发领域也取得了可喜的成果。当前石油工业所面对的就是要认清当前形势,并准确预测国内外勘探趋势,积极开拓新区新领域,积极引领技术进步推动油气勘探。

我国石油常规可采资源量 $200 \times 10^8 \text{t}$,待发现可采资源量 $121.6 \times 10^8 \text{t}$,占到61%;天然气常规可采资源量 $22 \times 10^{12} \text{m}^3$,待发现可采资源量 $18.1 \times 10^{12} \text{m}^3$,占到82%。在国内常规勘探领域来看,加强油气勘探仍然有较雄厚的资源基础,如果考虑非常规资源,发展潜力会更大。20世纪90年代以来,全国石油年产量总体呈现稳定增长的态势,年均增长1.8%,2008年石油产量 $1.89 \times 10^8 \text{t}$ 。统计显示我国石油产量已进入高峰期,若将高峰平台控制在 $(1.8 \sim 2.0) \times 10^8 \text{t}$,则这一目标有可能保持到2050年前后。我国天然气发展比石油晚约30年,目前正处于大发展期,预计2030年前后天然气年产量有望达到 $2500 \times 10^8 \text{m}^3$,按标准油当量,将超过石油产量。目前国内的勘探趋势主要集中在低渗透(致密)储层、深层、成熟盆地精细勘探、海洋、非常规五个领域。

(1)低渗透(致密)储层领域。大面积、低渗透岩性地层油气藏已成为储量增长的主体,2000年以来,累计探明石油地质储量 $38.5 \times 10^8 \text{t}$ 、天然气 $3.08 \times 10^{12} \text{m}^3$,发展潜力很大,是我国未来发展的立足之本。

(2)深层领域。深层油气勘探以碳酸盐岩和火山岩等特殊类型储层为主,前期对深层勘探投入较少,认识水平与勘探程度相对较低,未来油气勘探前景广阔,我国陆上海相碳酸盐岩正处于大油气田发现高峰期,勘探潜力很大,火山岩勘探由点到面不断突破,逐渐成为未来重要的勘探领域。

(3)成熟盆地精细勘探。该领域仍有较大潜力,我国剩余石油可采资源相对集中,主要分布在松辽、渤海湾等八个大型含油气盆地中,是未来石油储量增长的主要领域,其中老区扩展勘探是未来增储的重点之一,通过实施“二次开发”提高采收率也可增加可采储量。

(4)海洋勘探领域。中国海域油气勘探正处于大发现阶段,深水勘探前景广阔,南海海域约有 $43 \times 10^8 \text{t}$ 的石油可采资源潜力,是未来勘探的重点地区。

(5)非常规领域。我国非常规油气资源的勘探开发尚处探索之中,非常规油气资源丰富,是常规油气的重要补充。

新区新领域油气勘探前景广阔,是实现资源战略接替的重要领域,这些领域包括渤海湾盆地沙河街组(沙二、三段)天然气、南方古生界碳酸盐岩与页岩气,塔里木盆地寒武系与震旦系、四川盆地震旦系与下古生界、鄂尔多斯盆地地下古生界、羌塘盆地已发现 100 多处油气显示点和一个古油藏,显示了良好的勘探潜力。

地球物理、钻井、测井、测试等勘探技术的进步为勘探发展提供了重要保障,主要表现在三个方面:(1)使勘探领域扩大,油气资源总量不断增长;(2)推动新领域的突破和油气勘探大发现;(3)提高了采收率,增加了油气可采储量。未来我国要在进一步加大油气勘探力度的基础上,加强勘探关键技术的攻关研究,为油气勘探工作发展提供有效的技术支持。

全球剩余油气资源丰富,天然气处于快速发展阶段,新地区新类型的油气勘探开发活动方兴未艾。我国石油企业应该抓住历史机遇,积极介入海外油气资源的勘探开发,分享全球油气资源,为有效保障国内长期能源安全做出应有贡献。