



第十五届 世界石油大会论文集

第十五届世界石油大会中国组委会秘书局
中国石油天然气集团公司石油经济和信息研究中心

中国石化出版社

内 容 提 要

本论文集共收集第十五届世界石油大会宣读论文 102 篇, 以及各分组会主席亲自撰写的 18 篇各分组会讨论的总结。其内容包括勘探、开发及钻采、下游与加工技术、天然气、储量、环境和安全、商业与管理、研究、运输等方面。全书内容丰富、资料翔实、充分展示了世界石油工业各领域的研究成果和进展。

本书对于石油工业各个领域的管理人员、专家、学者、工程技术人员, 了解世界石油工业的发展状况和趋势有较高参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

第十五届世界石油大会论文集 / 第十五届世界石油大会中国组委会秘书局, 中国石油天然气集团公司石油经济和信息研究中心编. - 北京: 中国石化出版社, 2000

ISBN 7-80043-852-X/TE · 125

I .第... II .①第...②中... III.石油工程 - 国际学术会议 - 文集
IV.TE-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 05035 号

中国石化出版社出版发行
北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编: 100011 电话: (010)84271859
<http://press.sinopec.com.cn>
廊坊市印刷厂排版
廊坊市印刷厂印刷
新华书店北京发行所经销

787 × 1092 毫米 16 开本 70 印张 1766 千字 印 1-1000
2000 年 4 月第 1 版 2000 年 4 月第 1 次印刷
定价: 240.00 元 (上、下册)

序

1997年10月北京迎来了本世纪最后一次石油界的“奥林匹克”盛会——第十五届世界石油大会。世界石油大会主席凡德·米尔曾说，第十五届世界石油大会在中国召开，标志着中国的石油及石化工业、科技发展对世界石油工业作出了不可否认的贡献，也说明中国和东亚等环太平洋地区的经济重要性在提高。

来自90多个国家和地区的4000多名代表从10月12日到16日的5天里，举行了5次大会发言，召开了10次回顾与展望会议，60多位跨国公司、国家公司的总裁、各国石油界的高级管理人员和知名专家学者，在21个分组会就世界石油工业的重大问题进行了广泛而深入的交流，就石油技术、21世纪全球化、能源展望等问题进行了卓有成效的讨论。会议所展示的新理论、新方法、新技术、新观点、新思路，是一个多世纪以来石油工业经验的积累和总结。从某种意义上说，本次大会是世界石油工业的极为重要的里程碑。

在第十五届世界石油大会召开前夕，第十五届世界石油大会中国组委会秘书局曾组织部分人员翻译、突击出版了《第十五届世界石油大会文集》。这是为了使我国人数众多的与会代表更好地理解会上宣读的论文内容，有利交流。由于这些论文都是与会作者的初稿，一方面有不完善之处未经出版机构终审，另一方面时间仓促，加之出版周期又短，所以论文译文不乏纰漏之处。

1999年世界石油大会中国国家委员会收到了世界石油大会正式出版的英文版《第十五届世界石油大会论文集》，共三卷，即刻组织专家以此为准翻译、校对，正式出版中文版《第十五届世界石油大会论文集》。

经过半年多的不懈努力，正式出版的《第十五届世界石油大会论文集》（中文版），除宣读论文102篇外，还包括由各个分组会主席亲自撰写的18篇各个分组会讨论总结。

论文集的全面工作是由世界石油大会中国国家委员会和中国石油天然气集团公司石油经济和信息研究中心负责。各部分的内容由以下同志和单位负责：高泳生和中国石油天然气集团公司石油经济和信息研究中心负责论文集翻译出版的组织、协调、分组会13、19和回顾与展望5、1；曾米兰和中国石油天然气集团公司勘探开发科学研究院负责分组会1、2、5、7、8、12和回顾与展望3、6、8；周溪华和中国石油化工集团公司信息中心负责分组会3、9、11、14、15、17、20、21和回顾与展望2、4、7、9、10；贺刚和石油大学（北京）负责分组会4、6、10、16、18。在整个出版过程中，还有许多同志也默默无闻地做了大量工作，在此一并致谢。

高泳生
二〇〇〇年三月

目 录

第一区 勘探

分组会 1 综合研究及在盆地勘探中的应用

中国叠加复合盆地综合研究及其在油气勘探中的应用	(5)
澳大利亚西北大陆架含油气系统	(12)
古达米斯和伊利济盆地的构造演化和油气生成评述	(24)
以 ALBERTA、WILLISTON 和 LLANOS 盆地为例综合利用水动力学、地球化学与地热数据对油气生成、运移和聚集进行研究	(37)
综合盆地分析研究计划和管理的油气系统研究	(48)
讨论:综合研究及其在盆地勘探中的应用	(59)

分组会 7 勘探数据管理

石油工业信息管理的道路	(63)
石油技术公用软件公司(POSC)及新兴勘探开发工作的前景	(73)
国家石油资源数据的管理	(85)
油气勘探中综合数据系统的应用	(93)
关于勘探数据管理的讨论	(103)

分组会 13 油田或区域详探的新方法

荷兰东北部 ROTLIEGEND 气区勘探史例	(107)
印度尼西亚马哈坎(Mahakam)三角洲地区油气勘探技术及效率	(113)
多学科方法在建立西西伯利亚 East-Tarasovskoe 油田详细地质模型中的应用	(128)
波斯湾的勘探前景——地层圈闭	(137)
塔里木盆地北部的高精度地震勘探	(146)
讨论:油气田和区域勘探的新方法	(155)

回顾与展望 21 世纪的勘探概念	(157)
------------------------	-------

第二区 开发及钻采

分组会 2 钻井及完井工艺新进展,其中包括设备、数据采集、钻井液和工具及训练曲线处理等

新兴技术不断为加拿大西部沉积盆地提供油气远景储量	(171)
Troll 油田的开发:先进的油井技术增加了 10×10^8 bbl 原油储量	(181)
委内瑞拉老井重钻及完井	(193)
无干扰油藏管理的完井新技术	(197)
讨论:钻井和完井技术的进展	(204)

分组会 5 提高常规油采收率

石油相关岩石力学对开采砂岩储层常规石油的影响	(213)
未来的油藏优化模拟方法	(221)

微生物提高采收率方法在西西伯利亚 Vyngapour 油田先导性试验区的应用	(229)
中国陆上石油工业提高采收率技术的成就与面临的挑战	(241)
巴西国家石油公司提高采收率项目(PRAVAP)	(251)
讨论:“提高常规油采收率”讨论总结	(261)
分组会 8 重油油藏的开发和提高采收率	
世界重油资源	(267)
重油生产中的油藏机理	(285)
复合井结构,提高原油采收率和重油	(297)
委内瑞拉石油工业的高粘度输送方法	(307)
讨论	(315)
分组会 12 现有油田降低成本并最大限度提高现有油田产量的方法及其评价标准	
南中国海钻井及完井综合服务合同的成功实施	(321)
西西伯利亚 NEFTEYUGANSK 区中后期阶段石油储量开采的经验	(332)
挪威海上 Oseberg 油田降低成本与提高采收率	(339)
科威特石油公司所属各油田优化成本和最大限度提高产量的方法	(350)
回顾与展望 3 油藏数据采集及其在动态一体化油藏模型建造和更新中的作用	(361)
回顾与展望 6 评价排泄面积和油藏动态的新技术	(371)
回顾与展望 8 深水和恶劣环境中海上钻井和安装技术的新进展	(384)

第三区 下游与加工技术

分组会 3 新的及改进的燃料、润滑油和专用产品

现代的汽车发动机燃料——欧洲的观点	(401)
清洁燃烧的汽油:性能标准和技术规格	(412)
打破柴油发动机 NO _x 和颗粒排放间的联系——燃料和尾气后处理措施的潜力	(421)
21 世纪的润滑油	(432)
讨论:新的和改进的燃料、润滑油和专用产品	(442)

分组会 9 催化炼油技术的进步,为更好地管理石油产品的分布铺平道路

石油炼制催化材料的新进展	(447)
迎接柴油深度脱硫的挑战	(454)
催化重整和烷烃异构化的发展趋势	(466)
重油转化催化剂技术的进展和趋势	(476)
讨论:催化炼制技术的进展	(488)

分组会 11 石油化工

沙特石油化学工业概况	(495)
石化工业催化工艺现在与未来的挑战	(502)
在石油化学催化反应器中使用复合膜可突破热力学制约	(509)
催化剂设计中的神经网络:一种转化为科学的艺术	(517)
讨论:石油化学品	(525)

分组会 15 21 世纪广泛适用腐蚀性原油的新技术准备

石油工业用杀菌剂的选择——综述及腐蚀实验室评价	(537)
用于评估腐蚀性原油对炼油设备损害的风险性预测	(552)
原油的微生物脱硫(编注:本文未收到)	
全息干涉法在腐蚀中的应用	(563)
选择性脱除原油和天然气凝析油中的轻质硫醇和硫化氢	(569)
讨论:21 世纪广泛适用加工腐蚀性原油的新技术	(574)

分组会 17 非催化炼油技术的进步,为更好地管理石油产品铺平道路

化石燃料的生物催化脱硫	(579)
热转化——一种有效的重油加工途径	(586)
沙特阿拉伯一个联产型炼厂的配置和经济评价	(593)
加氢转化和溶剂脱蜡组合生产润滑油	(601)
讨论:非催化技术进展	(608)

分组会 20 炼油操作技术的最新及未来进展

企业全面管理——未来炼厂的信息系统	(621)
应用先进控制技术,提高中国石化总公司生产过程控制水平	(628)
使用工艺集成优化炼厂能源利用的经验	(634)
催化剂全过程管理	(639)
讨论:炼油厂生产管理技术的最新及未来进展	(647)

回顾与展望 4 炼油/石油化工企业一体化的协同效益

讨论:炼油/石油化工厂一体化——电力、合成气、渣油气化的协同效益	(656)
--	-------

第四区 天然气

分组会 4 21 世纪天然气潜力与展望——天然气的最终应用

以压缩天然气(CNG)作为环保运输燃料的试验报告	(663)
中国近海天然气的利用和展望	(670)
跨入 21 世纪天然气的最终使用(编注:本文未收到)	
天然气:今后 10 年的挑战	(676)
液化天然气(LNG)技术的新进展	(683)
讨论:二十一世纪天然气的潜力和展望——废除使用限制	(688)

分组会 10 21 世纪天然气潜力与展望——供应与运输

天然气在全球能源供应和需求中现在与未来所占的比例	(695)
21 世纪合理利用中东天然气资源的几个选择	(709)
俄罗斯的天然气工业:21 世纪的潜力和远景	(719)
世界天然气市场:前景与挑战	(731)
液化天然气在 21 世纪能源结构中的潜在份额	(740)

第五区 储量

分组会 21 供应与需求

新炼厂的选址及影响炼厂、油库和销售网点发展的障碍	(753)
东欧融入全球石油事务	(761)
世界石油供需前景分析和中国石油工业发展趋势	(768)
拉丁美洲能源前景:开放门户	(772)
天然气的长期供需展望	(778)
来自国际组织的远景展望(编注:本文未收到)	
讨论:供应及需求	(785)
回顾与展望 石油储量的分类	(790)
附录:石油储量定义	(797)

第六区 环境与安全

分组会 14 石油工业对环境的全球性义务——成就与挑战

石油工业对环境的全球性义务——成就与挑战	(807)
环境与非经济合作与发展组织国家	(816)
石油工业环境管理趋势	(821)
空气净化新方法:欧洲车用油计划——可用于全球的模型	(827)
充满信心地面对未来	(834)
讨论:石油工业对环境的全球性义务	(843)

分组会 19 勘探开发环境保护技术

西江原油溢出问题的处理方案——就地燃烧	(855)
挪威致力于深海钻井的安全性、环保性和有效性	(862)
海上油田设施拆除管理办法的现状 & 展望	(866)
油田报废的生态学和经济学	(873)
回顾与展望 2 现场污染治理技术的进展	(885)
回顾与展望 7 全球气候变化——科学基础	(895)
讨论:全球气候变化——科学基础	(908)
回顾与展望 9 设备检测及质量保证体系	(910)
回顾与展望 10 不断开发环保性能好的石油产品	(920)

第七区 商业与管理

分组会 16 影响未来石油工业发展的资金、税收及其它关键性商业问题

阿尔及利亚能源产品定价政策概述	(941)
中东欧各国在发展市场经济过程中石油下游业面临的挑战	(945)
解除管制将使日本石油工业在亚洲市场上变得更加有力	(954)
西班牙石油部门解除垄断取消管制及改组建设	(963)

全球能源市场的历史及目前趋势以及这些趋势的战略及金融意义(编注:本文未收到)	
讨论:未来的投资、税收和其它主要商业问题	(972)

第八区 研究

分组会 18 21 世纪的研究管理

欧洲石油工业的研究与发展如何面对新的挑战	(979)
壳牌集团研究与发展和商业结合的回顾	(993)
油气工业中研究与发展管理方法	(1001)
面对未来挑战的研究与开发活动的管理	(1009)
俄罗斯研究工作管理的现状、问题和展望	(1015)

第九区 运输

分组会 6 船运及管道运输

油轮贸易方式的变迁和油轮舰队老化——油轮船主和租赁商们必须面对的挑战	(1031)
澳大利亚海上溢油反应:一个政府与企业联合行动的典范	(1040)
计算机辅助技术降低原油和成品油管线运输成本	(1046)
TRANSNEFT 公司跨越 21 世纪时的经济策略	(1051)
加拿大油气管线的应力腐蚀开裂问题	(1062)

第一区

勘 探

分 组 会 1

综合研究及在盆地 勘探中的应用

中国叠加复合盆地综合研究及其在 油气勘探中的应用

胡见义 赵文智 李启明 窦立荣 郑晓东

(中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院)

摘 要

叠加复合盆地由古生界克拉通盆地叠加中新世代前陆盆地形成, 勘探技术依勘探阶段不同而变化, 效果和目标也不同。以鄂尔多斯盆地为例, 该盆地中生界早在30年代已发现油田, 而古生界在80年代通过整体综合研究才发现大气田。用遥感、区域地质研究, 基于地震剖面、MT和重磁技术了解盆地结构, 确定盆地类型及演化; 通过参数井、地震精细处理解释岩性, 确定岩相古地理, 烃源岩分布, 储层横向变化与碳酸盐岩古地貌, 划分了三个大型天然气区。通过综合研究确定了大型地层岩性圈闭, 探明天然气面积达5000 km²。

叠加复合盆地在中国分布的地质背景

中国大陆经历了漫长、复杂的地质演化。太古宙至元古代, 中国古陆为陆核和早期克拉通形成时期, 其中, 华北陆核固结稍早 (3.68×10^9 年), 塔里木 (8×10^8 年)、扬子陆块稍晚。古生代发育了一套巨厚的以海相碳酸盐岩、泥岩(塔里木、华北、扬子)以及海陆交互相煤系(华北、扬子)为烃源岩的含油气层系, 三叠纪末期, 除雅鲁藏布江以南的地区外, 中国古陆已基本形成, 进入了陆相沉积的演化阶段, 并遭受了程度不等的改造, 特别是强烈块断作用以及(或)大幅度的沉降导致的中新生代盆地的复合叠置(图1)。中国大陆东部受库

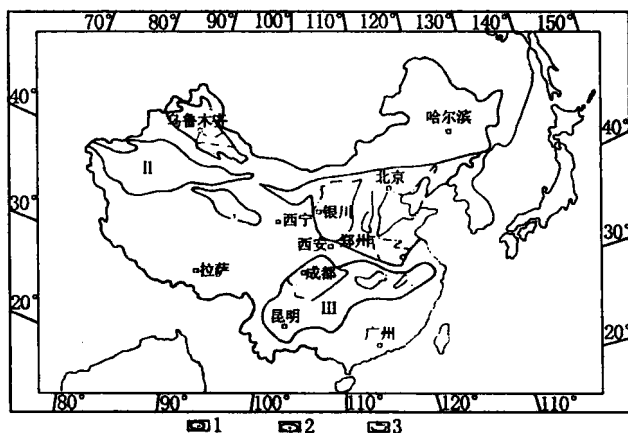


图1 中国古克拉通盆地分布图

1—古克拉通; 2—推测结晶基底; 3—古克拉通叠加盆地

I—华北; II—塔里木; III—扬子

拉-太平洋板块向欧亚板块俯冲的影响,发育一系列分隔性强的断陷湖盆。而西部受印度板块向欧亚板块的挤压,构成新特提斯构造域北岸的重要组成部分,在古生代克拉通边缘发育了一系列中生代前陆盆地,如塔里木盆地、鄂尔多斯盆地、四川盆地、准噶尔盆地等,两套不同构造层系的纵向叠置成为中国西部独具特色的地质结构景观以及现实的油气勘探领域。初步统计,这类叠加复合盆地的油气资源占中国总资源 31.4%。

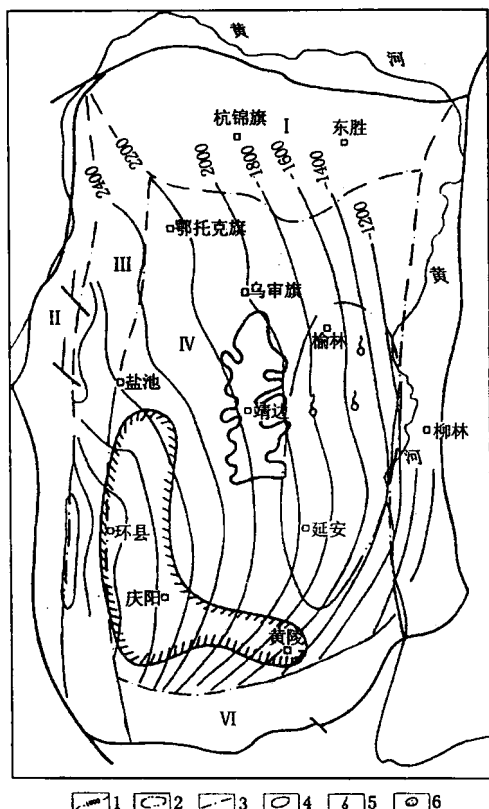


图 2 鄂尔多斯盆地古生代油气分布图

1-奥陶系顶构造线;2-奥陶纪古隆起分布范围;3-含气区;4-气田;5-气井;6-油田
I-伊盟隆起;II-西缘逆冲带;III-天环拗陷;
IV-陕北斜坡;V-晋西褶曲带;VI-渭北隆起

鄂尔多斯古克拉通叠加盆地 油气地质特点与油气分布

1. 鄂尔多斯盆地地质结构及演化

鄂尔多斯盆地处于中国陆上中部的扭性盆地带中。盆地现今构造面貌为一南北翘起、东翼缓而长、西翼短而陡的不对称向斜,面积 $37 \times 10^4 \text{ km}^2$,是一个多旋回的克拉通沉积盆地。盆地内部可分为六大构造单元:伊盟隆起、陕北斜坡、天环拗陷、晋西褶曲带、西缘逆冲构造带和渭北隆起(图 2)。盆地主体陕北斜坡南北长 400 km,东西宽 250 km,为一西侧平缓大型斜坡,平均坡降 10 m/km,以鼻状构造发育为特征。该斜坡雏形出现于侏罗纪,主要形成于早白垩世。

鄂尔多斯盆地的结晶基底为太古界和下元古界的变质岩系,其沉积盖层经历了中晚元古代坳拉谷、早古生代浅海台地、晚古生代近海平原、中生代内陆盆地和新生代隆升等演化阶段,形成了下古生界碳酸盐岩、下古生界海陆过渡相煤系及中生界内陆碎屑岩沉积三层结构,构成盆地多含油气层系的复合叠置;其中,中生界以产油为主,古生界以干气气田为特征。

2. 鄂尔多斯盆地古生代油气分布规律

鄂尔多斯盆地形成大气区的基本地质格架是一个构造平缓区、两个沉积相变带、三个复合含气区。一个平缓构造区系指陕北斜坡带;两个沉积相变带是以庆阳古隆起为界,其东下奥陶统马家沟组膏盐洼地相变为云坪相带,其西为滨海白云岩相与浅海灰岩相变带。三个含气复合区:一是盆地东部“盐上”成气组合与“盐间、盐下”成气组成的复合区;二是盆地中北部上古生界碎屑岩成气组合与下古生界碳酸盐组成气组合的复合区;三是盆地西部逆冲构造带滑脱面上、下古生界成气复合区。其中以陕北斜坡带资源量最佳。

鄂尔多斯盆地西部逆冲推覆构造带由推覆体、前缘带、后冲带、前缘外带和原地岩体五部分构成,其中前缘带、后冲带、前缘外带以及原地岩体是该区油气聚集的主要场所。前缘带是分布于推覆体前方的断褶带,该带圈闭类型丰富,已发现中生界油田。后冲带圈闭类型以背斜、半背斜为主,目的层为上古生界,已发现刘家庄气田、胜利井气田和一些见气井。

前缘外带是逆冲推覆作用的波及地区，岩层变形比较微弱，发育小型宽缓的背斜构造，该构造主要发育于天环向斜北端，钻探天池背斜的天1井于奥陶系克里摩里组获得工业性天然气流。原地岩体被覆于推覆体系之下，由下古生界组成，断裂不发育，岩层变形较弱，总体呈不对称宽缓背斜，形成冲断带三角地区深层的油气藏。

鄂尔多斯盆地陕北斜坡带是大型地层岩性复合含气区。奥陶纪严格控制了沉积相带的展布，东部子洲-镇川地区发育一条正南北向展布膏盐湖，形成纵向多套膏盐岩与碳酸盐层组合，其西相变为含膏云坪与云坪相，分布面积达 $8\sim 10\times 10^2\text{ km}^2$ 。稳定展布的细粉晶白云岩层经受古岩溶作用，具备良好的储集性能，成为本区主力储集层，而膏盐湖相则成为区域性致密封堵带。该区带天然气勘探自80年代末期取得突破以后，业已探明天然气面积 5000 km^2 ，预测有利含气面积达 $2.3\times 10^4\text{ km}^2$ ，成为中国陆上最大的天然气田。晚古生代该区进入河流三角洲相沉积环境，沉积体系南北向展布，其中，河道砂岩为主要储集体，而河道间洼地的河漫相细粒沉积则构成岩性封堵带。上古生界与古生界两套含气层系的复合叠置决定了该区良好的勘探远景。

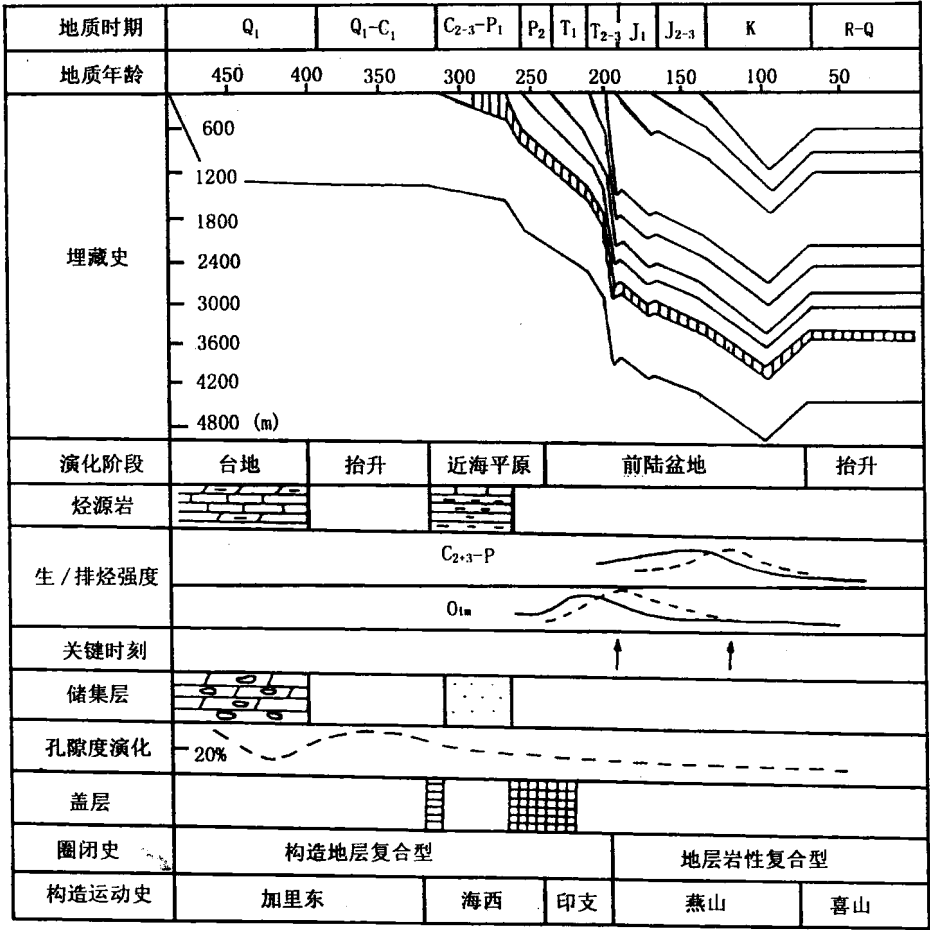


图3 鄂尔多斯盆地古生代油气系统地质事件图

3. 鄂尔多斯盆地丰富的天然气资源潜力

鄂尔多斯盆地古生界烃源岩热演化普通进入过成熟-生干气阶段，天然气总资源量达

4.2×10¹² m³，但天然气探明程度低，不足 10%，具有较大的天然气勘探潜力。

下古生界天然气资源主要分布于中央古隆起周缘，以东侧相对富集，约占全区奥陶系资源量的 1/3；而上古生界天然气资源量主要集中分布于盆地北半部，其中，斜坡带北部及盆地西缘带丰度较高。

鄂尔多斯古克拉通叠加盆地油气地质综合研究

1. 鄂尔多斯古克拉通油气系统

鄂尔多斯古克拉通发育两套烃源岩层系，即下古生界碳酸盐岩与上古生界煤系，烃源岩由于中生代前陆盆地的叠置得以持续热演化。同时古克拉通在漫长的地质演化历史中，经受了多期构造作用的改造，但构造运动性质以纵向升降为主，除西缘逆冲带外，盆地主体构造层变形微弱，断裂贫乏。特别是喜山期盆地升中有降，使得生成的油气资源得以最大限度的保存。古生代含油层系的顶部上二叠统石干峰组发育一套厚度 300~500 m 的紫红色泥岩，突破压力 19.47~21.94 MPa，成为该区区域性盖层；石炭系底部本溪组铝土质泥质层，厚 15~30 m，突破压力 7.63~11.2 MPa，构成奥陶系顶部风化壳储气层的临界盖层。稳定的构造环境以及良好的盖层条件成为鄂尔多斯古生代油气系统形成与保存的决定性因素。而烃源岩热演化及其生烃强度、圈闭的形成与变迁，以及油气保有与调整成为控制古克拉通油气成藏的重要地质事件（图 3）。

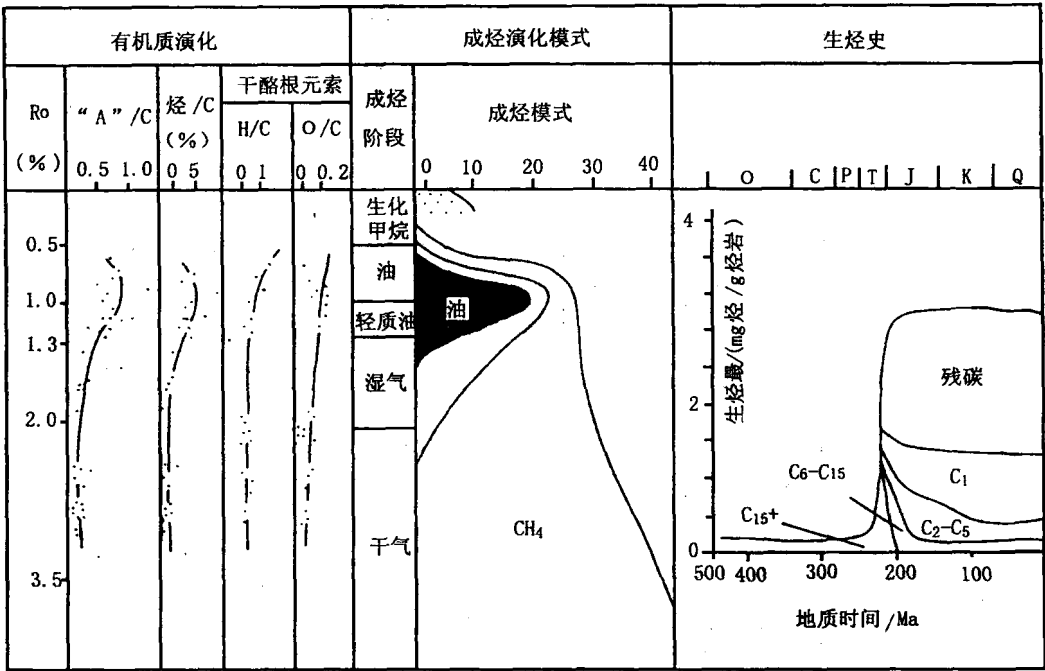


图 4 鄂尔多斯盆地古生代烃源岩热演化图

2. 古生代烃源岩特征及其演化

下奥陶统马家沟组暗色碳酸盐岩是本区主要生气源层之一，烃源岩厚度 29~672 m，平均 290 m。残留有机碳含量平均 0.18%，恢复后原始有机碳含量 0.29%。S₁ + S₂ 平均 0.22

mg/g, 以东部泻湖及其周缘的烃源岩有机质含量最高。石炭-二叠系含煤层系属广覆型的近海平原沼泽相沉积, 能作为气源岩的主要是山西组、太原组和本溪组的煤层、暗色泥岩和生物灰岩。煤层厚 10~30 m, 分布稳定, 有机质高度富集, 显微组分镜质组含量高 (65%~75%), 壳质组和无定形组分含量相对较低 (10%±), 暗色泥岩厚度 100~250 m, 有机碳含量 2%~2.5%。灰岩厚度不大 (5~20 m), 有机质丰度较高; 有机碳平均 1.0%, 氯仿沥青“A”平均 0.0735%。

中三叠世奥陶系烃源岩进入生油峰值期, 至中侏罗世末, 烃源岩有机质热演化达到高成熟湿气阶段, 已生成的油裂解成气, 并成为重要的排气期; 白垩纪末至今, 奥陶系烃源岩普遍进入过成熟生干气阶段。总之, 古生代烃源岩经历了完整的热演化全过程, 并形成了丰富的天然气资源。古生界平均生气强度达 $(2\sim5) \times 10^9 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (图 4)。

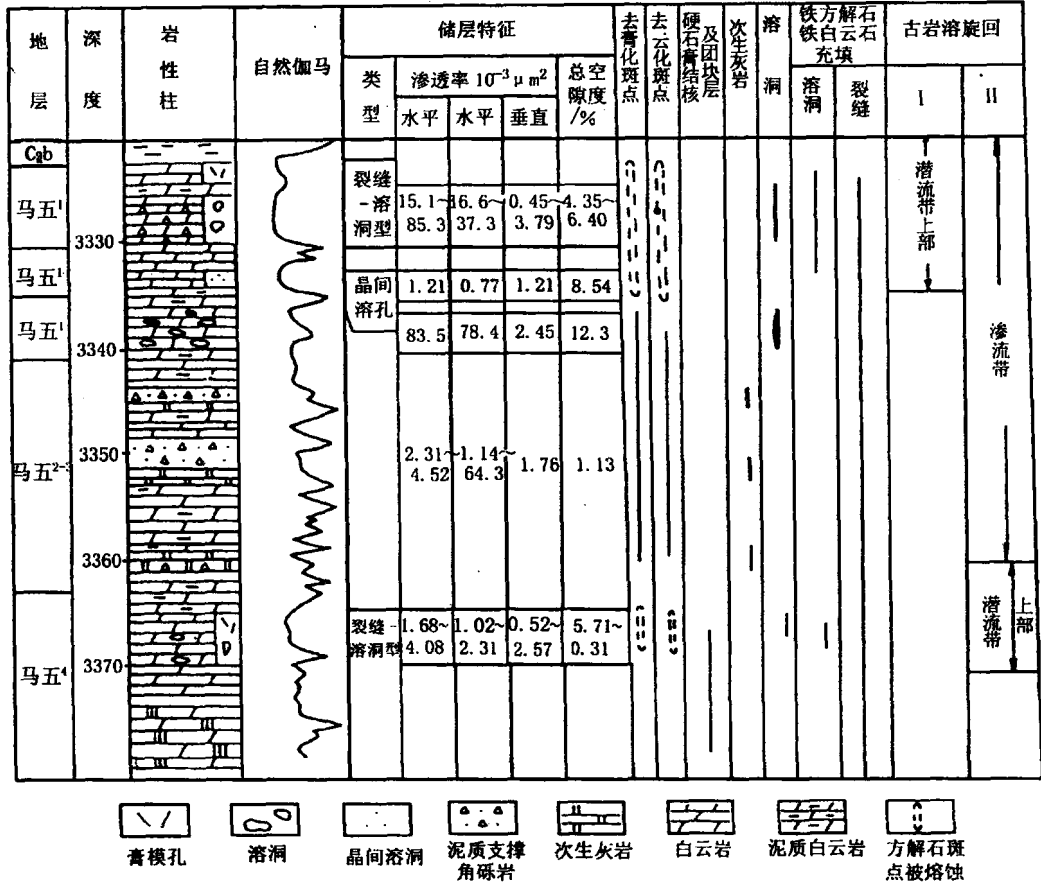


图 5 鄂尔多斯盆地中部气田古岩溶旋回与储集特征图

3. 古风化壳储集体形成与分布

古克拉通沉积层经受了长期、复杂成岩作用的强烈改造, 原始孔隙消失已尽, 而以古风化壳溶蚀孔洞以及各种成因裂缝 (构造缝、成岩缝等) 成为主要的储集空间。

鄂尔多斯盆地奥陶系碳酸盐岩基质孔隙度普遍小于 2%, 但奥陶系顶部由于遭受了近 1.5×10^8 年的风化剥蚀及淡水淋滤作用, 形成了一套具备良好储集性能的储集体, 岩溶型储集空间极其发育, 平均孔隙度 8%~10%, 高者可达 23%, 渗透率为 $0.1 \times 10^{-3} \sim 100 \times 10^{-3}$