



# 中 国 石油勘探开发 百科全书

刘宝和 主编



## 勘探卷

石油工业出版社

### 图书在版编目 (CIP) 数据

中国石油勘探开发百科全书·勘探卷 / 刘宝和主编.  
北京: 石油工业出版社, 2008.11  
ISBN 978-7-5021-6806-3

- I . 中…
- II . 刘…
- III . ①油气勘探 - 百科全书  
②油田开发 - 百科全书
- IV . P618.130.8-61 TE34-61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 169405 号

### 中国石油勘探开发百科全书·勘探卷

Zhongguo Shiyou Kantan Kaifa Baikequanshu-Kantanjuan

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](http://www.petropub.com.cn)

编辑部: (010) 64523542 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

2008 年 11 月第 1 版 2008 年 11 月第 1 次印刷

889×1194 毫米 开本: 16 印张: 73.25

字数: 2200 千字 印数: 1—5000 册

定价: 430.00 元 (全套四卷定价: 1280.00 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

## 《中国石油勘探开发百科全书》总编委会

主任：刘宝和

常务副主任：沈平平 魏宜清

副主任：贾承造 赵政璋 袁士义 刘希俭 白泽生 吴奇  
赵文智 李秀生 傅诚德 李文阳 丁树柏

委员：(按姓氏笔画排列)

马纪 马双才 马家骥 王元基 王秀明 石宝珩  
冉新权 田克勤 刘洪 齐志斌 吕鸣岗 余金海  
吴国干 张玮 张镇 张卫国 张水昌 张绍礼  
李建民 李秉智 宋新民 汪廷璋 杨承志 邹才能  
陈宪侃 单文文 周虬 周家尧 孟慕尧 岳登台  
金志俊 咸玥瑛 姜文达 禹长安 胡永乐 胡素云  
赵俭成 赵瑞平 秦积舜 钱凯 顾家裕 高瑞祺  
章卫兵 蒋其垠 谢荣院 潘兴国

主编：刘宝和

常务副主编：沈平平 魏宜清

副主编：冉新权 张卫国 孟慕尧 高瑞祺 潘兴国 单文文

## 《中国石油勘探开发百科全书》学术委员会

主任：邱中建

委员：(按姓氏笔画排列)

王铁冠 王德民 田在艺 李庆忠 李德生 李鹤林  
苏义脑 沈忠厚 罗平亚 胡见义 郭尚平 袁士义  
贾承造 顾心怿 康玉柱 韩大匡 童晓光 翟光明  
戴金星

秘书长：沈平平

副秘书长：傅诚德

## 《中国石油勘探开发百科全书·勘探卷》编委会

主 编：贾承造

常务副主编：高瑞祺

副 主 编：赵政璋 赵文智 周家尧

委 员：(按姓氏笔画排列)

马 纪 王焕弟 刘德来 吕鸣岗 吴国干 张 玮  
张水昌 张国珍 杜金虎 汪廷璋 沈成喜 邹才能  
周 虬 姚慧君 姜乃煌 胡素云 赵化昆 赵瑞平  
钱 凯 顾家裕 谭忠心

## 《中国石油勘探开发百科全书·勘探卷》审稿人

(按姓氏笔画排列)

王 强 王先彬 王宝仁 王培荣 王德发 邓胜徽 田克勤 石广仁  
关春林 刘本培 刘济民 吕鸣岗 汤良杰 宋建国 宋健敏 应凤祥  
张大江 张水昌 张光亚 李汉林 李光文 汪廷璋 沈成喜 邹才能  
陈元千 陈发景 陈秀儒 周 虬 罗延钟 姜乃煌 胡文宝 胡素云  
赵化昆 赵瑞平 夏祥瑞 徐志川 徐树宝 姚慧君 柴玉璞 钱 凯  
钱荣钧 顾家裕 常承永 戚厚发 梁狄刚 梁秀文 曾庆全 程克明  
熊 翥 薛良清 薛叔浩



## 序

中国是世界上发现和利用石油、天然气最早的国家之一，但中国石油工业的崛起是在中华人民共和国成立之后。在中国共产党的领导下，新中国一代又一代石油人，发扬爱国、创业、求实、奉献的精神，在草原、戈壁、沼泽、海洋拼搏奋斗，取得了一个又一个辉煌胜利。石油工业从 1949 年新中国成立之初的年产原油 7 万吨（不含人造油），发展到 2006 年的年产原油 18367.6 万吨、年产天然气 585.5 亿立方米，跨入世界主要产油国的行列。

石油工业的发展，离不开石油科学技术的进步。新中国石油工业的发展史，也是石油科学技术不断更新和发展的历史。广大石油科技工作者和石油员工，勤奋学习、勇于实践、积极探索，中国石油科技水平迅速提高，在油气勘探开发理论与实践和石油利用等诸多方面，总体上处于世界先进行列，不少领域具有中国特色。

适时地总结我国在石油勘探、开发和工程技术等方面的知识、技术、经验和理论成果，使之传之久远，这对加强石油员工队伍建设，提高石油科技文化水平，促进石油工业的新发展是非常必要的。《中国石油勘探开发百科全书》在近 900 名石油专家、学者和科技工作者的辛勤努力下，以百科全书条目形式，比较全面、系统、科学地总结了石油工业在勘探开发方面的知识、技术和理论，具有很强的权威性和广泛的实用性。它的编纂出版，填补了我国此类出版物的空白，加强了石油科技文化基础建设，是一项标志性石油出版工程，很有意义，值得庆贺。

当前我国正进入全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新的发展阶段，新形势、新任务对石油工业提出新的更高的要求。我们要高举中国特色社会主义伟大旗帜，深入贯彻落实科学发展观，继续实施科技兴油，进一步发扬优良传统，不断提高石油员工队伍的综合素质，坚定信心，奋发图强，奉献能源，构建和谐，谱写中国石油工业的新篇章。

马富才

2008 年 10 月



## 前言

百科全书常被人们视为一个国家、一个行业、一个地区科技文化发展的标志，一个时代的丰碑。石油工业是知识密集、人才荟萃的行业。进入 21 世纪，石油的战略地位更显重要，石油与社会及广大人民的生活更加密切。以百科条目形式，全面汇集石油及其相关学科知识，系统总结中国在石油勘探、开发和工程方面的理论、技术、经验和成果，不仅非常必要，而且十分紧迫。为适应新时期石油工业的新发展，加强石油科技文化基础建设，石油行业需要石油百科全书；为促进石油科学知识的普及与推广，帮助了解石油、熟悉石油，广大读者盼望石油百科全书；为填补中国石油百科类出版物的空白，也为专业百科全书家族增添新的重要成员，出版界期待石油百科全书的问世。

2002 年下半年，中国石油天然气股份有限公司副总裁刘宝和、中国石油天然气股份有限公司副总裁兼中国石油勘探开发研究院院长沈平平、石油工业出版社社长魏宣清和副社长张卫国等同志，在广泛调研、认真分析的基础上提出了编纂《中国石油勘探开发百科全书》（以下简称《全书》）的建议，此事很快得到许多领导和石油专家们的大力支持。中国石油天然气集团公司副总经理郑虎对此项工作高度重视，并在石油工业出版社关于编纂出版《全书》的专题报告上做了“认真组织实施”的重要批示。2002 年 12 月，《全书》编委会第一次全体会议在北京召开，标志着《全书》编纂工作全面展开。

《全书》编纂工作一开始，编委会就明确提出要努力把《全书》建设成一项标志性石油出版工程，编纂成一部高水平、传之久远的大型石油工具书。2006 年，石油工业出版社社长白泽生表示要举全社之力，把《全书》打造成精品。参加《全书》框架设计、条目撰写和审稿工作的近 900 名石油专家、学者和科技工作者大多数是第一次从事这项工作，大家克服了许多困难，在实践中不断加深对百科全书的认识，努力提高编纂质量。特别是许多老专家在撰写释文和审阅条目时，认真推敲，反复修改，精益求精。有的专家为使撰写的条目释文内容准确全面，多次到相关图书馆查找资料；有的专家虽然年事已高，仍认真钻研百科知识，工作一丝不苟，力求撰写出高质量的条目释文；有的专家在病床上还挂念着《全书》条目释文的撰写；有的专家出国探亲时还带着《全书》初稿不时修改。

中国科学院、中国工程院石油勘探、开发和工程方面的院士们，对《全书》工作给予了热忱支持和大力帮助。中国工程院院士邱中建担任了《全书》学术委员会主任，20 位两院院士担任了《全书》学术委员会委员。他们不仅认真审查《全书》的重要条目，把握好重要的学术问题，有的还亲自参加卷首文章和重要条目的撰写，有力

地促进了《全书》的编纂质量和学术水平的提高。

为了使《全书》的撰写、审稿和编辑工作能按统一标准规范进行，在条目框架设计时，《全书》编辑部就组织编印了《全书·撰写须知》，以后又适时编印了《全书·审稿须知》和《全书·编写体例实施细则》。在《全书》框架设计、条目释文撰写、审稿和编辑加工等每一个重要阶段的开始，都请百科全书专家讲座，帮助释疑解惑。针对编纂工作中遇到的难点和重点，《全书》和各卷编委会都及时召开了形式多样的研讨会，解决问题，讲求实效。《全书》编委会还定期召开例会，及时交流情况，认真分析问题，扎实推进工作。

经过近 900 名石油专家、学者、科技人员和责任编辑近 6 年的辛勤劳动、通力合作，最终顺利完成了《全书》的编纂工作。《全书》分综合卷、勘探卷、开发卷、工程卷四卷，总计约 6000 条条目，630 万字，2200 幅图表。《全书》涵盖了石油勘探、开发和工程方面的知识，全面总结了在这些领域具有中国特色的理论、技术、经验和成果，具有系统性、科学性和权威性。综合卷有 11 个分支和附录，共 791 条条目，约 130 万字。分支为一般术语、油气勘探管理、油气田开发管理、油气田勘探与生产业务发展管理、石油科技与教育、信息技术、质量安全环保、石油经济评价、中国石油勘探开发史、中国石油机构、石油人物；附录一是中国石油勘探开发重大科技成果，附录二是中国石油勘探开发大事年表。勘探卷包括油气勘探综述、相关地质基础学科、石油地质理论基础与研究及石油勘探工程技术四大部分 23 个分支，共 2349 条条目，约 220 万字。分支为石油天然气勘探，地层与古生物、沉积与古地理、层序地层和数学地质，石油地质学、油气地球化学、油气储盖层地质、油气构造地质、油气成藏地质、石油地质实验和石油地质综合研究，石油地质调查、遥感地质、石油地球化学勘探、石油地球物理勘探、重力勘探、磁力勘探、电法勘探、石油放射性勘探、地震勘探、石油钻探和石油勘探测量。开发卷有 8 个分支，共 1304 条条目，约 150 万字。分支为石油开发地质学、油层物理学、渗流力学、油藏工程、提高石油采收率、中国主要油气田开发类型、典型油气田开发实例和煤层气开发。工程卷有 10 个分支，共 1450 条条目，约 126 万字。分支有石油钻井工程、完井工程、测井工程、试井工程、试油工程、采油工程、采气工程、井下作业、储层改造和油气田地面工程。

《全书》编纂工作始终得到了中国石油天然气集团公司各有关部门、中国石油勘探开发研究院和石油工业出版社等单位的鼎力支持和热情帮助，在此表示诚挚的感谢！《全书》内容涉及广泛，参加人数众多，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

《中国石油勘探开发百科全书》总编委会

2008 年 10 月





## 凡 例

1 本书是中国石油勘探开发方面的专业百科全书，分综合卷、勘探卷、开发卷、工程卷四卷，各卷既相互联系，又独立成卷。各卷由条目、附录和索引组成。总计约630万字。

2 条目是本书主体，是供读者查阅的基本单元，本书条目选自石油勘探、开发、工程、管理中的常用科学技术术语和词组。其中，综合卷791条条目，勘探卷2349条条目，开发卷1304条条目，工程卷1450条条目。

3 条目按照学科知识体系分类排列，正文后附有全部条目的汉语拼音索引和汉字笔画索引。

4 条目一般由条目标题（简称条头）、与条头对应的英文或其他拉丁字母文字、条目释文、相应的插图和表格以及作者署名组成。条头上方加注汉语拼音，但不标注声调；有的释文之后列有推荐书目。

5 条目的内容涉及其他条目，或与其他条目互为补充，则用“参见”方式，被参见条目在释文中出现时用棕色楷体字显示，如“应用石油地质学及相关学科理论知识”；未在其中出现时，则加括注，如“……利用试油（见试油工程）”。条目释文的一段内容同其他条目密切相关，设段末参见。整个释文同其他条目密切相关，设条末参见。

6 条目释文可根据需要，设置层次标题，最多分两级，用不同字体字号区别。

7 本书所用数字，执行国家标准 GB/T 15835—1995《出版物上数字用法的规定》。所用计量单位，采用《中华人民共和国法定计量单位》，援引史籍中统计数字所用的计量单位则仍照旧。释文中物理量单位采用符号。释文中涉及外国人名和地名时，按照译名规则译成中文，其后括注原文。

8 各卷之间的交叉条目，在不同卷中各自保留，释文侧重本专业内容。

9 本书综合卷中的石油人物分支选入的是中国科学院、中国工程院与石油勘探开发和工程专业相关院士，石油工业历任部长，中央国有石油石化企业历任主要负责人，部分从事过早期石油勘探工作的著名专家以及铁人王进喜，按照出生年月编排。

10 本书采用的资料和数据截至2005年12月，个别截至2007年。

# 油气勘探

贾承造 高瑞祺 李小地

人类对石油和天然气的勘探开发利用已经形成了一个独立的石油工业体系。石油天然气勘探(简称油气勘探)是石油工业上游业务的首要任务。它是以石油地质学及相关学科理论为指导,以地球物理、钻井及相关技术为手段,研究地壳中石油和天然气的形成与分布,根据不同的勘探对象,使用盆地评价、圈闭评价和油藏评价技术,进行石油地质综合研究,作出勘探部署决策,选择和研发先进适用的现代勘探工程技术,用现代勘探管理理念组织实施勘探项目,实现快速高效发现油气资源和储量的过程。显然,贯穿油气勘探过程中的石油地质理论发展、勘探评价技术进步和勘探工程技术研发,也已经形成了一个完整的油气勘探科学技术体系。

**油气勘探理论基础** 石油天然气的形成与分布是油气勘探的最基本问题,石油地质学家运用地质学原理及沉积学、构造地质学、地球化学和地球物理学等多学科的方法和技术,研究地壳中石油和天然气生成、运移、分布规律,研究油气藏形成的生储盖组合和生、排、运、聚、散的时空配置关系。石油地质学是地质学在油气勘探中的应用和发展,是油气勘探的理论基础。

**油气成因** 关于石油和天然气的成因,长期存在有机成因和无机成因两种观点的争论。

有机成因说认为,在地质时期分散在沉积岩中的动植物、浮游生物和低等微生物等的有机质,经复杂的物理、化学和生物化学作用形成干酪根(生油母质);在漫长的地质时间里和合适的压力环境条件下,干酪根经受不同的物理、化学和生物化学转化,形成石油和天然气。有机成因说的早期依据主要是通过通过与生物组成类比得到的,1934年首次在原油和沥青岩中检测出卟啉类化合物,第一次使原油成分和其生源物质间建立了直接的联系,从而使油气有机成因说有了可靠的依据。后来的分子生物化学的发展,在石油中检测出了更多的来源于生物体的分子生物标志物,进一步确定了石油的有机成因,并建立了原油和油源岩对比的地球化学指标。油气有机成因说分为“早期成因说”和“晚期成因说”。在晚期成因说中,根据不同生油母质来源,以及中国等相当一批陆相沉积盆地发现大型油气田的事实,又特别强调了“陆相生油”问题。所以,能用成因法评价一个勘探单元的资源量,烃源岩的质量、热成熟度和数量是最重要的评价参数。

无机成因说认为,石油是在地球历史过程中,在高温高压条件下,地球深部的氢和碳发生化学反应,合成了石油和天然气。人们列举了自然界中存在大量碳和氢,在实验室可以用碳和氢合成石油和天然气,石油和天然气分布在深大断裂附近,火山喷发物中含有甲烷等气体,甚至陨石中也发现了有机质等证据,来证实无机成因说。

**油气运移和聚集** 石油天然气是流体矿床。烃源岩中生成的油气是处于分散状态的,只有从烃源岩中排出,并在储层中聚集形成油气藏,才能作为油气勘探的目标。

石油和天然气从烃源岩中排出并进入储层的过程称为油气的初次运移。初次运移的油气进入储层以后，到形成油气藏的一切运移都称之为二次运移。并不是烃源岩中生成的所有油气都能排出；也不是所有进入储层的油气都能聚集，形成油气藏。生油岩生成的大量石油和天然气，只有其中一小部分聚集形成油气藏，大部分仍然留在生油岩中，或者在二次运移中逸散损失。衡量评价勘探目标的排聚效率，是通过运聚参数来确定的。

石油和天然气聚集的基本单元是圈闭。圈闭是地质历史过程中由构造运动和沉积作用形成的、能进行油气聚集的场所。根据成因类型可分为构造圈闭、地层圈闭、岩性圈闭和混合圈闭。聚集了石油和天然气的圈闭称之为油气藏，油气藏是石油勘探的对象。

生储盖组合与油气藏 具有一定的储集空间（包括孔隙、缝洞），能够聚集油、气、水等流体的岩层称之为储层。油气储层可以根据沉积相、岩石类型及储层物性进行分类。如按岩石类型划分为砂岩储层、碳酸盐岩储层、火山岩储层、泥岩裂缝储层和煤层储层等；按储层物性分为高孔高渗储层和低孔低渗储层等。储层的分布都有一定的规律，如礁和颗粒碳酸盐岩储层一般分布在海相盆地的台地边缘和斜坡的上部，碎屑岩储层一般形成于冲积扇、河流—三角洲及浅海沉积的有利相带，火成岩及变质岩储层的优质储层段一般形成于风化壳和构造裂缝带等。

盖层是位于储层之上或侧畔，能阻止油气渗漏或减缓油气逸散的岩层。根据岩性盖层可划分为盐类盖层、泥岩盖层、页岩盖层、致密火山碎屑岩盖层及其他岩层。一般盐类岩层较好，泥岩次之，都可作区域性盖层和大油气田的盖层。

在地层剖面中，紧密相邻的包括储层和盖层，以及相距不远的生油层构成一个有规律的组合即为生储盖组合。有利的生储盖组合意指生油层中生成的丰富油气能及时地运移到良好储层中，同时盖层的质量和厚度又能保证运移至储层中的油气不会逸散。油气勘探的实践证明，生油层、储层、盖层的有效匹配，是形成丰富的油气聚集，特别是形成巨大油气藏必不可少的条件之一。

在单一圈闭中的石油天然气聚集就是油气藏。油气藏的形成是生、储、盖、圈、运、保等多种地质要素综合作用的结果。根据圈闭形态可分为构造油气藏、地层油气藏、岩性油气藏和复合油气藏等；根据油气流体相态可分为气藏、油藏、油气藏和凝析气藏等。油气藏是油气勘探和开发以及油气储量计算的基本单元。

油气藏分布规律 油气藏分布规律是指不同地质历史阶段，一个盆地或一个含油气系统中油气藏的空间展布特征。油气藏的分布受盆地构造格局、生储盖特征等因素控制。在裂谷盆地中，裂谷期的油气藏主要分布在中央潜山背斜构造带，其次是陡坡带和缓坡带；坳陷期的油气藏主要分布在中央隆起带和环坳陷的周边地区。在前陆盆地中，油气藏主要分布在前陆逆冲构造带和前陆隆起区，前陆斜坡上也发育地层、岩性油气藏。在坳陷型盆地中，油气藏分布在中央隆起区和坳陷周边大型三角洲前沿区。在叠合盆地中，不同盆地类型仍然遵循各自的油气藏分布规律，但晚期盆地对早期盆地中油气藏的分布有改造和破坏作用。

油气勘探综合评价方法 石油地质综合研究是以各种勘探技术手段获得的信息资料为基础，

研究地质体内部油气的生成、运移与聚集过程，预测油气资源潜力与分布，优选盆地和区带，评价圈闭和油气藏。在油气勘探中的地质综合评价方法主要包括盆地评价、区带评价、圈闭评价和油气藏评价，评价结果为油气勘探提供有利益地、区带和目标。

**盆地评价** 区域勘探阶段的评价，为勘探决策和部署以及制定近期计划和中长远规划提供依据。盆地评价是在石油地质理论指导下，研究盆地的地层、构造、沉积等地质特征和生、储、盖、圈、运、保等石油地质条件，通过与成熟盆地（或坳陷、凹陷）的类比和定量模拟，确定盆地的含油气远景，优选有利的坳陷和区带，指出勘探方向，提出区域地震勘探部署意见和区域探井钻探计划。

**区带评价** 在盆地评价的基础上，对有利油气聚集的构造带和非构造区带进行石油地质综合研究。主要研究生储盖组合的空间展布和类型、含油气区带的划分与评价、圈闭的发育与构成、圈闭的有效性等，其目的是优选钻探目标——有利含油气圈闭，实现预探目标。

**圈闭评价** 在圈闭预探阶段，以圈闭为对象进行的评价研究。圈闭评价是在盆地评价优选出的有利含油气区带内，综合应用勘探技术获得的多种信息资料，研究含油气区带的地质特征和油气成藏规律，进行圈闭识别、圈闭优选和圈闭描述与工业制图，进而指导预探井钻探，以达到发现油气、控制储量规模目的，实现预探突破。

**油气藏评价** 油气藏评价是在圈闭评价钻探中发现含油气圈闭后，充分利用勘探开发各种技术手段以及所获得的多种信息资料，对圈闭形态、储层特征、流体性质、温度压力系统等油气藏特征进行系统研究，指导油气藏评价钻探，查明油气藏，探明储量，了解油气产能和开采技术条件，进行油气田开发可行性评价。

**勘探决策系统与规划部署** 石油地质研究的最终结果，就是指导正确的勘探决策和科学的规划部署。针对不同勘探阶段，设计合理的勘探程序和使用先进适用的勘探技术手段，组织多学科、多工种技术的协同作战，以期商业性地探索含油气远景、快速高效地发现油气藏，经济高效地探明、控制油气储量。

**油气勘探工程技术** 勘探工程技术在油气勘探中占据十分重要的地位。人们探索地下油气分布规律、寻找有利圈闭、发现商业油气流、探明油气储量，都需要通过各种勘探工程技术获得大量的信息资料，经过数据处理解释等评价手段和方法，实现勘探目的。油气勘探技术主要包括石油地球物理勘探技术、石油钻探技术、石油测录井等井筒技术、石油测试技术和遥感技术等。

**石油地球物理勘探** 石油地球物理勘探是基于地球物理学和石油地质学理论，采用相应的地球物理仪器及装备在地球表面（包括陆地和海洋表面），或者在空中及井中测量和了解地下地层的物理性质（弹性、电性、磁性、密度、放射性等）以及圈闭含油气性。地球物理勘探可分为地震勘探、电法勘探、重力勘探、磁力勘探及放射性勘探。重磁电法勘探技术多用于区域勘探阶段，提供盆地结构、构造和地层的基本信息。高精度磁电法勘探技术也开始用于详探阶段。地震勘探运用于油气勘探开发的全过程中，除了能提供盆地结构、构造和地层的基本信息外，更能描述地下油气圈闭形态、判断地层岩性和含油气性。地球物理勘探是油气勘探中使用最广泛的勘探技术

方法。因此在一个新的地区被列为勘探对象时，总是最先使用石油物探方法，所以它被誉为勘探家的眼睛和油气勘探的先行官。在油气勘探的各个勘探阶段，石油物探均能发挥重要作用。

**钻井与井筒技术** 在石油野外地质调查及石油地质综合研究的基础上，以发现和探明油气藏、了解地下油气富集规律、提供勘探开发所需要的地质资料为目的，而开展的钻井、录井、测井和试油等工程作业，是油气勘探的主要组成部分和直接发现油气的方法。通过钻井取心和岩屑录井，可以直接得到勘探地区地下地层分布、烃源岩、储层和盖层的信息，也可以直接看到油气显示，确定含油气层段。许多著名油气田都是通过取心和岩屑的油气显示而发现的。大庆油田就是松基3井发现白垩系取心饱含油，经过测试提前发现的。任丘油田则是从大量岩屑中找到十几颗含油岩屑发现的。而对没有取心和岩屑录井的井段，测井是了解全井段的生储盖条件和含油气性的一个重要手段。所有取心、岩屑和测井所确定的油气层，都要通过地层测试来证实。地层测试直接确定油气藏的含油气性、产能特征和经济性。

**中国油气勘探** 中国的油气勘探经历了曲折的历程，伴随着石油地质理论的发展和勘探技术的进步，中国石油工业取得了丰硕成果。

**中国油气勘探简史** 中国是发现石油和天然气最早的国家之一，史书记载中首先见于公元32—92年东汉历史学家班固所著《汉书》，在该书《地理志》中载有“高奴（陕西延长县一带）有洧水（延河支流）可燃”。汉代劳动人民就在四川凿井开采天然气，并用于制盐。900多年前，中国著名学者沈括（1031—1095）就首创石油一词，并作出“石油至多，生于地中无穷”的科学论断。中国近代石油天然气工业进展缓慢，仅在陕西延长、新疆独山子、甘肃玉门和台湾出磺坑等处发现了4个小油田，在四川、台湾两地发现了7个小气田，1949年原油产量仅为 $12 \times 10^4$ t（含人造油）。

新中国诞生后，大力发展石油天然气勘探事业，开始在酒泉、四川、鄂尔多斯、塔里木、柴达木和准噶尔等西部盆地进行了大规模油气勘探。1955年在准噶尔盆地发现了克拉玛依油田，在柴达木盆地发现了油泉子、油砂山等油田，1956年在酒泉盆地发现了鸭儿峡油田，1958年在柴达木盆地发现了冷湖油田，在四川盆地发现了龙女寺、蓬莱镇、南充等油田。到1958年底，在西部的准噶尔、塔里木、柴达木、四川及酒泉等盆地共发现了20多个油气田。1959年底全国原油产量达到 $275 \times 10^4$ t。

从1955年开始探索东部地区盆地的含油气性，20世纪50年代末油气勘探战略东移。1959年9月23日在松辽盆地发现了特大型的大庆油田，我国基本上实现了原油自给，彻底甩掉了“中国贫油”的帽子。1963年在天津发现了北大港油田，黄骅油区获得突破；1964年在山东发现了胜坨油田，胜利济阳油区获得突破；1965年全国石油产量达到了 $1076 \times 10^4$ t。其后，又相继在辽河、濮阳、江汉、苏北和南阳油区获得发现，海上油气勘探也取得突破。1973年全国原油产量突破 $5000 \times 10^4$ t，1978年石油产量达到 $1.04 \times 10^8$ t。

20世纪80年代中后期又重新开始勘探西部地区，先后在塔里木盆地、吐哈盆地、焉耆盆地和三塘湖盆地取得突破，西部油气勘探迎来新的春天。与此同时，海上油气勘探对外合作取得突

破，在渤海发现了绥中 36-1 大油田，南海、东海油气勘探也全面展开，全国浅海和海域油气勘探进入快速发展时期。从 90 年代开始，天然气勘探也向全国扩展，1989 年发现了鄂尔多斯盆地靖边大气田，1998 年发现了塔里木盆地克拉 2 大气田，2000 年全国天然气产量达到  $78 \times 10^8 \text{m}^3$ 。进入新世纪，石油公司普遍加大了勘探投入，相继发现了塔河一轮南油田、西峰油田、南堡油田等大油田和石油聚集带，发现了苏里格、子洲、普光等大型天然气田和天然气聚集带，全国勘探进入油气共同大发展的时代。

**中国石油地质特征** 中国有沉积岩厚度大于 1000m 的中—新生代沉积盆地 424 个，总面积为  $527 \times 10^4 \text{km}^2$ 。根据新一轮全国油气资源评价结果，石油远景资源量为  $1086 \times 10^8 \text{t}$ ，天然气远景资源量为  $56 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。到 2005 年底，全国剩余石油远景资源  $830 \times 10^8 \text{t}$ ，剩余天然气远景资源  $51 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。就整体而言，全国油气勘探还处于低—中等勘探阶段。展望未来，无论从资源潜力、勘探技术进步还是近期发展趋势看，都具有许多持续发展的有利条件。

中国大陆板块主要由华北、塔里木和扬子三个克拉通组成，处于西伯利亚板块、印度板块与太平洋板块之间，经历了长期、复杂的发育演化过程，形成典型的小克拉通、大造山带和具明显非均一性的构造格局。在此基础上发育起来的含油气盆地以叠合盆地为主，以多旋回演化为特征，具有垂向多套烃源岩、横向多烃源灶、时间上多期生烃的烃源岩分布与演化，陆相沉积相带变化快、储层品质变化大、形成的油气藏类型多、油气水分布复杂，高效油气藏形成的主控因素复杂、大面积低品位资源勘探潜力大、目的层埋深大、勘探技术要求高、勘探难度大的特点。中国东部盆地油气的富集以复杂小断块和隐蔽油气藏、火成岩砾岩特殊储层以及大面积低渗透岩性油气藏为主。西部盆地新构造运动强烈，石油地质条件十分复杂。勘探对象以前陆盆地高陡构造、叠合盆地中下部组合的海相碳酸盐岩油气藏为主。70% 以上的油气资源分布在高原、山地、沙漠、黄土塬和海洋覆盖地区，勘探开发技术要求高，工作难度大。

**中国石油地质理论发展和勘探技术系列** 回顾中国现代石油工业和油气勘探的发展历程，每一次大的发展，都伴随着石油地质基础理论认识的突破和新理论的产生，逐步形成了具有中国特色的石油地质理论和自主创新的勘探技术系列。

20 世纪 50 年代末，在松辽盆地发现大庆油田以后，原油产量达到几千万吨，伴随的是陆相石油地质理论的发展，陆相生油和源控论指导了中国众多的陆相沉积盆地的油气勘探，并且取得了重大勘探成果。70 年代原油产量达到  $1 \times 10^8 \text{t}$  的时候，伴随的是断陷盆地复式油气聚集带理论的发展，富油气凹陷和精细勘探的概念和方法带来了新的储量增长高峰，老油区的勘探又焕发了青春。进入 21 世纪，中国石油工业进入一个新的发展时期，油气勘探迎来了新的春天。勘探领域不断扩大，岩性地层油气藏勘探、前陆盆地油气藏勘探、叠合盆地中下部组合海相油气藏勘探和火山岩油气藏勘探，以及天然气和非常规油气藏勘探等不断深化，必将推动新的石油地质理论和勘探技术的形成和发展，实现油气勘探的大发现、大突破，形成石油储量增长的新高峰和天然气储量的持续快速增长。

由于中国地质条件的复杂性和勘探工程施工的地表条件的特殊性，通过长期的探索和实践，

中国在油气勘探工程技术的发展上，坚持了引进消化创新、集成配套创新和自主研发创新的路线，突出先进适用，积极推广应用新技术、新工艺和新方法，针对不同的勘探地区和勘探对象，培育形成了配套的勘探技术系列。如以地震为主的地球物理勘探技术系列，包括地震采集处理解释一体化技术，大连片叠前时间偏移工业制图技术，针对复杂勘探对象的叠前深度偏移技术及叠前储层反演技术，重磁电震联合反演技术等。以钻井为中心的井筒技术系列，包括突出保护油气层的欠平衡钻井技术、复杂地表大位移井技术、水平井技术等，以及测录井技术和油气测试井技术。

中国油气勘探成果 经过 50 多年的勘探，截至 2005 年底，中国已经在 21 个盆地中发现油田 612 个，累计探明石油地质储量  $256 \times 10^8 \text{t}$ ，石油年产量达到  $1.8 \times 10^8 \text{t}$ ；已经发现天然气田 223 个，累计探明天然气地质储量  $4.95 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，天然气年产量达到  $499.5 \times 10^8 \text{m}^3$ 。中国石油天然气储量和产量持续增长，目前已经成为世界第六大石油生产国。

## 《中国石油勘探开发百科全书》编辑出版人员

总策划: 白泽生

策划: 张卫国 张 镇

编辑组:

组 长 周家尧

副组长 马 纪 咸玥瑛 章卫兵

责任编辑 综合卷 何 莉

勘探卷 谭忠心 王焕弟 马 纪

开发卷 贾 迎 咸玥瑛

工程卷 方代焯 章卫兵

编 辑 庞奇伟 崔淑红 李 中 胡宇芳 马新福 王金凤

马海峰 金平阳 郭建强

封面设计: 赛维钰

封底篆刻: 白 光

责任校对: 李 黎 黄京萍 王 颜 王 群 陈 丽

印前审读: 孔秀兰 周家尧 邓传彩 蒋文贞 牛 瑄 张卫国

章卫兵 方代焯 咸玥瑛 杨仕平 张 镇 鲜德清

孙培国 郭建强 李 丰

版式设计: 李 欣 孙晋平 章 虹 袁雪芹

责任排版: 张晓军

监 印: 段 玲 张红军





## 目 录

序	
前言	
凡例	
油气勘探	1
条目分类目录	1
正文	1
附录	1068
条目汉语拼音索引	1078
条目汉字笔画索引	1099