

Touch the Petroleum

石油科普系列丛书

走进石油

主 编 傅诚德
副主编 张家茂
李希文

3

在井下看油气藏 ——石油地球物理测井

尚作源 楚泽涵 黄隆基 冯启宁 等编著



石油工业出版社

Touch the Petroleum

石油科普系列丛书

走进石油

3

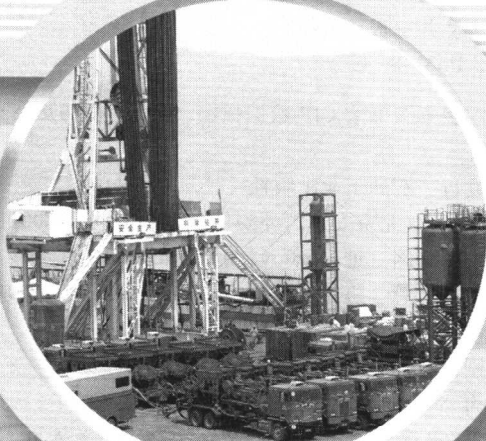
主 编 傅诚德

副主编 张家茂

李希文

在井下看油气藏 ——石油地球物理测井

尚作源 楚泽涵 黄隆基 冯启宁 等编著



石油工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

在井下看油气藏——石油地球物理测井 / 尚作源等编著.
北京: 石油工业出版社, 2006. 5
石油科普系列丛书, 3. 走进石油 / 傅诚德主编
ISBN 7-5021-4870-1

- I. 在…
- II. ①尚…②冯…③楚…
- III. 测井—普及读物
- IV. P631.8-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 076852 号

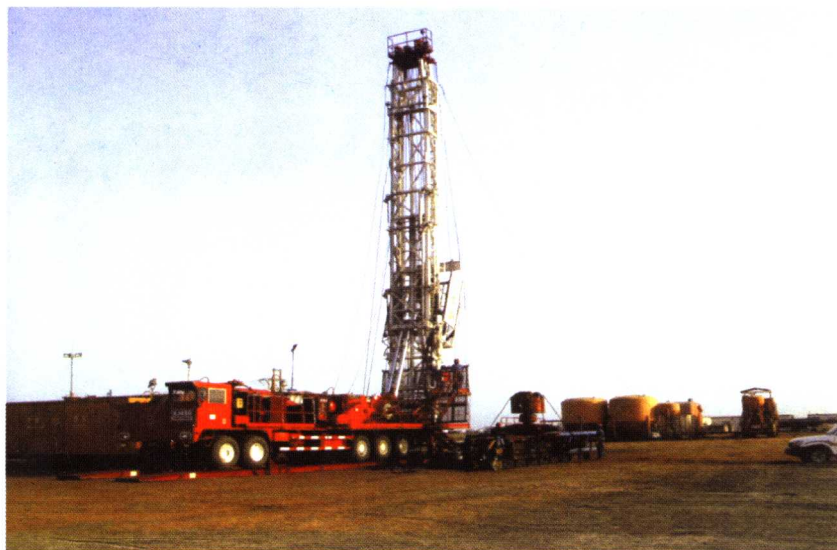
出版发行: 石油工业出版社
(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)
网 址: www.petropub.com.cn
总 机: (010) 64262233 发行部: (010) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷
850×1168 毫米 开本: 1/32 印张: 4.5 插页: 2
字数: 107 千字 印数: 1—5000 册

定价: 14.00 元 (全十册定价: 150.00 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



深井测试作业



测井工作现场



ERA2000 成像测井系统



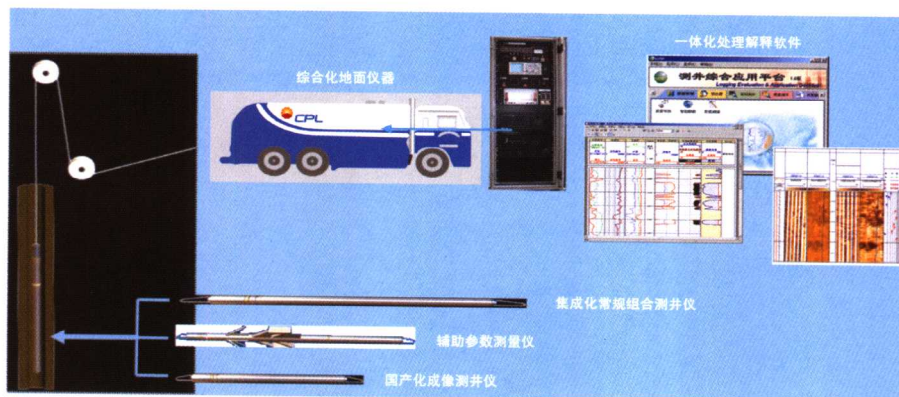
整装待发的测井车



测井公司岩石物理实验室



空板
接线控制面板
空板
采集面板
井下供电面板
工控机
绘图仪
收纸盒
模拟电缆
UPS 电源
空板



EILog-5 成套测井装备



测试火炬



成像测井设备的应用



新一代 DLS “数控测井地面系统”

序 一

当今世界，科学技术是综合国力竞争的决定性因素。解决我国经济社会发展的突出问题，根本要靠科技进步和创新。科学的灵魂在创新，科技的活力在改革，发展的根本在人才。一部科学发展史，就是一部创新思维不断迸发、优秀人才不断涌现的历史。石油工业的崛起与发展，同样也是理论与技术不断创新、优秀人才不断涌现的历史。科学的发展和技术的创新，只有被公众掌握，才能变成巨大的生产力，才能加快科技成果向现实生产力的转化。因此，科学普及工作在宣传科学知识、培养人才，特别是培养青少年方面，有着十分重要的地位和作用。

科学普及特别是石油知识的科学普及工作，是我多年来特别关注的事情，中国石油学会科普教育委员会和石油工业出版社共同组织编撰的石油科普系列丛书——《走进石油》的正式出版发行，是一件令人十分高兴的事。这套丛书从石油勘探、开发、储运到炼制与化工，涵盖了石油工业上游、下游全过程，而且还包括了石油经济、环境保护。像这样比较全面系统地向社会普及石油知识，是以前从未有过的。这是推动石油工业发展的一件大事。

石油工业是国民经济的重要支柱。当今社会，石油工业的发展关系到国民经济的发展，关系到国家的安全，而且与人们的生活息息相关。社会各行各业都十分关注石油工业，希望更多地了解石油知识。我很高兴地看到，这套丛书基本满足了社会对石油知识的需求，它不是向读者讲述石油专业性很强的理论和具体技术，而是向读者普及石油科学知识，普及科学思想、科学方法和科学精神，让社会了解石油，关注石油工业，支持石油工业的发展。

我深信《走进石油》会受到社会各界的欢迎。

中国科学院院士

中国工程院院士

侯祥麟

2005年10月

序 二

我从事石油地质工作几十年了，在与社会上其他行业的交往中，经常有人问我许多与石油有关的知识，现在越来越多的人更加关注石油工业的发展状况，这是因为石油与天然气的储量和产量直接与各行各业发展、与人民生活紧密相关。深埋于地下的石油和天然气，对许多人来讲还是一个奥秘。它们作为流体矿藏，在地下是怎样生成的？在茫茫草原、戈壁荒滩、漫漫黄沙以及波涛汹涌的海水之下，石油工作者又是用什么地质理论和技术发现和找到它们的？又是用什么特殊的技术方法把它们从地下开采出来的？石油工业使用了哪些高新技术，有什么特殊法宝？很多人都非常想了解这些既奥妙又有趣的知识。作为石油工作者，向社会普及石油科学知识、科学思想、科学方法、科学精神，是我们义不容辞的责任。

石油科普系列丛书——《走进石油》的出版，对曾经多年担任中国石油学会科普教育委员会主任的我来说，更是感到由衷的高兴。我衷心地祝贺她的问世。

中国石油工业的发展历史，是一部艰难的创业史，同时也是一部科技创新与发展的历史。经过几十年的努力，我们创立了有中国特色的陆相石油地质理论和油田开发理

论，研发了一整套勘探开发的先进技术，有不少处于世界领先地位。正是这些新理论和新技术，使我们相继发现了大庆、胜利等东部大油田；正是理论和技术不断地发展和创新，使我们在新疆、陕甘宁和中国海上又相继发现了一批大油气田。

石油科学是一个开放的平台，它不仅需要石油工作者的努力，还需要众多学科的协同发展与创新。石油工业是一个综合性很强的行业，只有让更多的人了解石油，才会得到社会更多的支持与帮助，只有广泛吸纳人才和智慧，才能使石油资源得到更合理的开发和利用，从而促进石油工业更大的发展。

中国科学院院士

田在艺

2005年10月

编者的话

石油，顾名思义，就是石头里产出来的油。石头里真的会产油吗？实际上，就像煤、铁、铜、金等矿藏一样，石油也是一种产于地壳中的矿藏，无非它是以一种流体形态赋存于地下。世界上第一个提出“石油”这一科学命名的人是我国北宋科学家沈括（1031—1095），他在其名著《梦溪笔谈》中写道：“鄜（音富）延（今陕北一带）境内有石油，旧说高奴出脂水，即此也。”他还曾预言“此物后必大行于世”。国外直至1556年才由德国人乔治·拜耳首先提出石油（Petroleum）一词，在拉丁文中，Petro指岩石，Oleum指油脂，合在一起，即石中之油。这比沈括晚了500多年。

石油，无论是作为燃料，还是以它为原料制成的千万种产品，几乎渗透到人类社会的所有领域，改变着人们的生活，大到政治格局、经济结构，小到人们的衣、食、住、行等日常生活。汽车、火车、飞机、轮船上的发动机所用的燃料动力，人们日常所用的塑料、橡胶制品，身上穿的衣帽鞋袜等等，只要你注意观察，几乎都与石油息息相关。所以，有人把石油比作“工业的血液”，称石油为“黑色的金子”。当今世界，石油愈来愈受到人们的关注，上至国家首脑，下到普通百姓，都不例外。据统计，上世纪后半叶

发生的局部战争大多与石油有关。人们在电影中看到的激烈打斗是为争夺珠宝，而国际巨头们争夺的不是珠宝而是石油。

我国虽然是发现和利用石油最早的国家之一，但是石油工业真正的发展却是新中国成立以后的事。1949年我国石油年产量仅仅12万吨，经过半个多世纪的奋斗，2005年年产量已经达到1亿8千多万吨。尽管如此，当前国内的石油产量还不能满足国民经济和人民生活的需要。中国既是一个位居世界第五的产油大国，同时也是排名世界前列的石油消费大国。现在，我国三分之一的石油依靠进口，随着国民经济的迅速发展，石油的需求还会不断增长。

石油工业的发展，不仅对我国国民经济、国防现代化有重要意义，而且与全面建设小康社会以及人民生活紧密相关。因而越来越多的人希望更多地了解有关石油与天然气的知识。

多年来，一提起中国的石油工业，不少人就会想到电视、电影里的钻井架、采油树、磕头机以及石油工人艰苦奋斗的形象，但对其科学精神、科学技术却了解甚少。实际上，石油工作者不仅是具有拼搏精神的创业者，还是一支掌握高新技术、具有科学精神、高素质的产业大军。中国的石油行业是全国最大的计算机用户之一，是信息技术、自动化技术以及各类新材料使用最广泛的高新技术密集行业，是应用高新技术推动传统行业、实现跨越式发展的一个新兴行业。石油工业是一个庞大的技术密集的系统工程。但有时，在新闻报道中出现的一些有关石油行业名词术语，

比如，石油资源量、石油地质储量、可采储量等等，人们往往不甚了解。因而，面向社会普及石油知识非常重要，也很必要。为此，中国石油学会科普教育委员会和石油工业出版社共同组织了上百名专家学者，编写了这套石油科普系列丛书——《走进石油》。

这套丛书基本上涵盖了石油工业的全过程，包括石油地质、石油地球物理勘探、石油地球物理测井、石油钻井、石油开发、石油开采、石油储存与运输、石油炼制与化工、石油经济及石油环境保护等 10 个分册。尽可能用通俗的语言、生动的比喻，深入浅出地讲述石油知识，力求科学性、知识性、趣味性和通俗性的统一。目的是让人们了解石油的科学知识，比如石油天然气是怎样生成的，石油是怎样找到的，怎样开采出来的，又是怎样输送的，石油如何加工以及产品的用途，石油与经济、石油与战争、石油与环境的关系等等。在编写过程中，我们这些多年从事石油专业的科技工作者也是倾尽全力，努力做到面向读者，换位思考，精心取材，反复修改，图文并茂，尽可能地把编写本书的着眼点放到向读者普及石油科学知识，普及科学思想、科学方法和科学精神上来，而不去过多地讲述专业性很强的石油理论或具体技术，以求让关注石油工业的社会各界人士走进石油，了解石油，迈入石油世界的大门。

这套石油科普系列丛书最初的编写设想，是 2000 年 8 月中国石油天然气集团公司原科技发展部主任傅诚德代表中国石油学会科普教育委员会在宜昌召开的年会上提出的。2001 年 5 月，由中国石油学会科普教育委员会与石油

工业出版社在南京共同组织召开了编写丛书的第一次研讨会，制定了编写大纲与编写要求，确定了丛书的主编、副主编和 10 个分册的编写组长。丛书主编由中国石油学会第五届科普教育委员会主任、丛书的发起人傅诚德教授担任，副主编由原石油工业出版社社长兼总编辑张家茂教授、副总编辑李希文教授担任，日常编纂工作由李希文、张绍琪、马纪、马新福负责协调。丛书主编、副主编负责丛书的总体策划，确定体例、风格与结构，撰写示范案例，并根据编写要求和进度调整和遴选分册编写人员，会同分册作者制定编写题纲，参与分册修改和审定，直至最后完稿。此后经过六次丛书审稿和十多次分册审稿，到 2004 年 12 月各分册的稿件基本达到了设计要求。

在本套石油科普系列丛书的编写、出版过程中，得到了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、中国石油学会以及中国石油勘探开发研究院、中国石油大学、胜利油田、大港油田、中国石油集团东方地球物理勘探公司、中国石油天然气管道局、中国石油集团工程技术研究院等单位的领导和一百多名专家、教授、学者的大力支持。特别应当提到的是，中国科学院、中国工程院两院院士、中国石油学会名誉理事长、原石油工业部副部长侯祥麟院士和中国科学院院士、原石油勘探开发研究院副院长、中国石油学会第一届科普教育委员会主任田在艺院士在本套丛书的编写过程中自始至终给予了热心的关心与支持，并为丛书作序。在此，对所有关心和支持《走进石油》编写出版的领导、教授、专家深表感谢。

在本套丛书的策划、编写和审稿过程中，中国石油学会科普教育委员会李俊英、鲍新建、霍建，石油工业出版社张卫国副社长、张镇总编辑、周家尧副总编辑、鲜德清主任、李俊军主任以及中国石油大学楚泽涵教授也做了大量工作，在此一并表示感谢。

社会希望了解石油，石油工业需要社会的支持。希望我们精心组织编写的石油科普系列丛书——《走进石油》能为广大读者了解石油工业提供帮助，也希望能为我国石油工业的发展贡献一份力量。

前 言

尊敬的读者，欢迎您走进石油王国，与我们一起漫游这个神秘的领域。石油和天然气深埋于几千米的地下，人们无法走到地下深处去了解它们，只有通过各种科学的探测方法，才能了解地下油气藏的全貌。

在勘探和开采石油的过程中，要钻勘探井和开发井，这些井的深度少则上千米，多达数千米。井下是高温高压的恶劣环境，因此要用专门的探测仪器放到井下，测量地层的各种物理性质，即进行地球物理测井（简称测井），从井下取得各种信息，用以研究油气藏的分布范围和空间形态，确定地下的油气储量及其开发方案。

本书全面介绍在石油井中探测油气层的各种测井方法。构成地层的不同岩石和矿物具有不同的电磁特性，测量地层电磁特性的方法称为电法测井：如电阻率测井、感应测井、自然电位测井等。声波在地层中的传播速度和衰减程度不同，研究地层中声波传播特性的方法是声波测井，如声速测井和声波幅度测井。地层中的岩石是由不同的矿物成分构成，它们的自然放射性也不一样，如果用伽马源或中子源照射地层时会产生不同的核反应，研究地层核物理性质的方法称为核测井（放射性测井）：如自然伽马能