"十三五"国家重点图书出版规划

中国石油科技进展丛书（2006—2015年）

石油地球物理测井

PETROLEUM WELL-LOGGING

主　编：汤天知
副主编：李　宁　陈文辉

石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

中国石油科技进展丛书（2006—2015 年）

石油地球物理测井

主　编：汤天知

副主编：李　宁　陈文辉

中国地质大学（武汉）图书馆 藏書

石油工业出版社

内 容 提 要

本书着重反映中国石油“十一五”“十二五”期间测井领域取得的新进展。内容包括测井新方法新技术、测井成套装备及配套工具工艺、测井处理解释软件、射孔新技术、测井数据处理及解释评价技术等。

本书适合石油测井技术人员及大专院校相关专业师生参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

石油地球物理测井 / 汤天知主编 . — 北京 ：石油工业出版社，2019. 1

（中国石油科技进展丛书 . 2006—2015 年）

ISBN 978-7-5183-3002-7

Ⅰ. ①石… Ⅱ. ①汤… Ⅲ. ①油气测井 Ⅳ. ①P631. 8

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 299509 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

编辑部：（010）64523736 图书营销中心：（010）64523633

经 销：全国新华书店

印 刷：北京中石油彩色印刷有限责任公司

2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本：1/16 印张：20. 5

字数：500 千字

定价：160. 00 元

（如发现印装质量问题，我社图书营销中心负责调换）

版权所有，翻印必究

《中国石油科技进展丛书（2006—2015年）》

编　委　会

主　任： 王宜林

副主任： 焦方正　喻宝才　孙龙德

主　编： 孙龙德

副主编： 匡立春　袁士义　隋　军　何盛宝　张卫国

编　委：（按姓氏笔画排序）

于建宁　马德胜　王　峰　王卫国　王立昕　王红庄
王雪松　王渝明　石　林　伍贤柱　刘　合　闫伦江
汤　林　汤天知　李　峰　李忠兴　李建忠　李雪辉
吴向红　邹才能　闵希华　宋少光　宋新民　张　玮
张　研　张　镇　张子鹏　张光亚　张志伟　陈和平
陈健峰　范子菲　范向红　罗　凯　金　鼎　周灿灿
周英操　周家尧　郑俊章　赵文智　钟太贤　姚根顺
贾爱林　钱锦华　徐英俊　凌心强　黄维和　章卫兵
程杰成　傅国友　温声明　谢正凯　雷　群　蔺爱国
撒利明　潘校华　穆龙新

专　家　组

成　员： 刘振武　童晓光　高瑞祺　沈平平　苏义脑　孙　宁
高德利　王贤清　傅诚德　徐春明　黄新生　陆大卫
钱荣钧　邱中建　胡见义　吴　奇　顾家裕　孟纯绪
罗治斌　钟树德　接铭训

《石油地球物理测井》编写组

主　　编： 汤天知

副 主 编： 李　宁　陈文辉

编写人员：（按姓氏笔画排序）

于　江　万　磊　万金彬　马修刚　王　炜　王才志
王生战　王克文　王宏建　王树声　王贵清　王晓冬
王爱新　王朝晖　左兴龙　白　彦　白庆杰　白松涛
冯　周　成志刚　朱　军　朱万里　朱涵斌　朱新楷
任国辉　刘　杰　刘　越　刘　鹏　刘付火　刘兴斌
刘英明　刘国权　刘忠华　刘昱晟　刘湘政　衣贵涛
江松元　杜瑞芳　李　留　李　新　李　霞　李戈理
李长喜　李文博　李玉霞　李伟忠　李传伟　李安宗
李妍僖　李奔驰　李国军　李梦春　李潮流　杨登波
肖　宏　何羽飞　何绪新　余卫东　余春昊　宋　森
宋青山　张　娟　张加举　张年英　张伟民　张维山
陈　涛　陈　斌　陈　鹏　陈江浩　陈建波　陈思嘉
陈章龙　武宏亮　林德强　罗　翔　罗少成　罗宏伟
岳爱忠　周　军　周灿灿　郑长建　赵建斌　胡金海
柯式镇　段先斐　侯学理　俞　军　施俊成　姜黎明
贺　飞　贺秋利　秦民君　耿尊博　贾占军　原　野
柴细元　党　峰　倪路桥　徐志国　徐晓伟　郭　鹏
席　辉　唐　凯　黄　金　黄　科　黄玉华　曹景致
康利伟　梁小兵　隋朝明　董拥军　程　刚　曾花秀
蔡　山　蔡志明　熊焱春　樊　琦　樊云峰　潘良根

需要全本请访问 www.ertongbook.com

序

习近平总书记指出，创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑，要瞄准世界科技前沿，拓展实施国家重大科技项目，突出关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新，建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系，加快建设创新型国家。

中国石油认真学习贯彻习近平总书记关于科技创新的一系列重要论述，把创新作为高质量发展的第一驱动力，围绕建设世界一流综合性国际能源公司的战略目标，坚持国家“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的科技工作指导方针，贯彻公司“业务主导、自主创新、强化激励、开放共享”的科技发展理念，全力实施“优势领域持续保持领先、赶超领域跨越式提升、储备领域占领技术制高点”的科技创新三大工程。

“十一五”以来，尤其是“十二五”期间，中国石油坚持“主营业务战略驱动、发展目标导向、顶层设计”的科技工作思路，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为抓手，取得一大批标志性成果，一批新技术实现规模化应用，一批超前储备技术获重要进展，创新能力大幅提升。为了全面系统总结这一时期中国石油在国家和公司层面形成的重大科研创新成果，强化成果的传承、宣传和推广，我们组织编写了《中国石油科技进展丛书（2006—2015年）》（以下简称《丛书》）。

《丛书》是中国石油重大科技成果的集中展示。近些年来，世界能源市场特别是油气市场供需格局发生了深刻变革，企业间围绕资源、市场、技术的竞争日趋激烈。油气资源勘探开发领域不断向低渗透、深层、海洋、非常规扩展，炼油加工资源劣质化、多元化趋势明显，化工新材料、新产品需求持续增长。国际社会更加关注气候变化，各国对生态环境保护、节能减排等方面的监管日益严格，对能源生产和消费的绿色清洁要求不断提高。面对新形势新挑战，能源企业必须将科技创新作为发展战略支点，持续提升自主创新能力，加

快构筑竞争新优势。“十一五”以来，中国石油突破了一批制约主营业务发展的关键技术，多项重要技术与产品填补空白，多项重大装备与软件满足国内外生产急需。截至2015年底，共获得国家科技奖励30项、获得授权专利17813项。《丛书》全面系统地梳理了中国石油“十一五”“十二五”期间各专业领域基础研究、技术开发、技术应用中取得的主要创新性成果，总结了中国石油科技创新的成功经验。

《丛书》是中国石油科技发展辉煌历史的高度凝练。中国石油的发展史，就是一部创业创新的历史。建国初期，我国石油工业基础十分薄弱，20世纪50年代以来，随着陆相生油理论和勘探技术的突破，成功发现和开发建设了大庆油田，使我国一举甩掉贫油的帽子；此后随着海相碳酸盐岩、岩性地层理论的创新发展和开发技术的进步，又陆续发现和建成了一批大中型油气田。在炼油化工方面，“五朵金花”炼化技术的开发成功打破了国外技术封锁，相继建成了一个又一个炼化企业，实现了炼化业务的不断发展壮大。重组改制后特别是“十二五”以来，我们将“创新”纳入公司总体发展战略，着力强化创新引领，这是中国石油在深入贯彻落实中央精神、系统总结“十二五”发展经验基础上、根据形势变化和公司发展需要作出的重要战略决策，意义重大而深远。《丛书》从石油地质、物探、测井、钻完井、采油、油气藏工程、提高采收率、地面工程、井下作业、油气储运、石油炼制、石油化工、安全环保、海外油气勘探开发和非常规油气勘探开发等15个方面，记述了中国石油艰难曲折的理论创新、科技进步、推广应用的历史。它的出版真实反映了一个时期中国石油科技工作者百折不挠、顽强拼搏、敢于创新的科学精神，弘扬了中国石油科技人员秉承“我为祖国献石油”的核心价值观和“三老四严”的工作作风。

《丛书》是广大科技工作者的交流平台。创新驱动的实质是人才驱动，人才是创新的第一资源。中国石油拥有21名院士、3万多名科研人员和1.6万名信息技术人员，星光璀璨，人文荟萃、成果斐然。这是我们宝贵的人才资源。我们始终致力于抓好人才培养、引进、使用三个关键环节，打造一支数量充足、结构合理、素质优良的创新型人才队伍。《丛书》的出版搭建了一个展示交流的有形化平台，丰富了中国石油科技知识共享体系，对于科技管理人员系统掌握科技发展情况，做出科学规划和决策具有重要参考价值。同时，便于

科研工作者全面把握本领域技术进展现状，准确了解学科前沿技术，明确学科发展方向，更好地指导生产与科研工作，对于提高中国石油科技创新的整体水平，加强科技成果宣传和推广，也具有十分重要的意义。

掩卷沉思，深感创新艰难、良作难得。《丛书》的编写出版是一项规模宏大的科技创新历史编纂工程，参与编写的单位有 60 多家，参加编写的科技人员有 1000 多人，参加审稿的专家学者有 200 多人次。自编写工作启动以来，中国石油党组对这项浩大的出版工程始终非常重视和关注。我高兴地看到，两年来，在各编写单位的精心组织下，在广大科研人员的辛勤付出下，《丛书》得以高质量出版。在此，我真诚地感谢所有参与《丛书》组织、研究、编写、出版工作的广大科技工作者和参编人员，真切地希望这套《丛书》能成为广大科技管理人员和科研工作者的案头必备图书，为中国石油整体科技创新水平的提升发挥应有的作用。我们要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引，认真贯彻落实党中央、国务院的决策部署，坚定信心、改革攻坚，以奋发有为的精神状态、卓有成效的创新成果，不断开创中国石油稳健发展新局面，高质量建设世界一流综合性国际能源公司，为国家推动能源革命和全面建成小康社会作出新贡献。

2018 年 12 月

丛书前言

石油工业的发展史，就是一部科技创新史。“十一五”以来尤其是“十二五”期间，中国石油进一步加大理论创新和各类新技术、新材料的研发与应用，科技贡献率进一步提高，引领和推动了可持续跨越发展。

十余年来，中国石油以国家科技发展规划为统领，坚持国家“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的科技工作指导方针，贯彻公司“主营业务战略驱动、发展目标导向、顶层设计”的科技工作思路，实施“优势领域持续保持领先、赶超领域跨越式提升、储备领域占领技术制高点”科技创新三大工程；以国家重大专项为龙头，以公司重大科技专项为核心，以重大现场试验为抓手，按照“超前储备、技术攻关、试验配套与推广”三个层次，紧紧围绕建设世界一流综合性国际能源公司目标，组织开展了50个重大科技项目，取得一批重大成果和重要突破。

形成40项标志性成果。（1）勘探开发领域：创新发展了深层古老碳酸盐岩、冲断带深层天然气、高原咸化湖盆等地质理论与勘探配套技术，特高含水油田提高采收率技术，低渗透/特低渗透油气田勘探开发理论与配套技术，稠油/超稠油蒸汽驱开采等核心技术，全球资源评价、被动裂谷盆地石油地质理论及勘探、大型碳酸盐岩油气田开发等核心技术。（2）炼油化工领域：创新发展了清洁汽柴油生产、劣质重油加工和环烷基稠油深加工、炼化主体系列催化剂、高附加值聚烯烃和橡胶新产品等技术，千万吨级炼厂、百万吨级乙烯、大氮肥等成套技术。（3）油气储运领域：研发了高钢级大口径天然气管道建设和管网集中调控运行技术、大功率电驱和燃驱压缩机组等16大类国产化管道装备，大型天然气液化工艺和20万立方米低温储罐建设技术。（4）工程技术与装备领域：研发了G3i大型地震仪等核心装备，“两宽一高”地震勘探技术，快速与成像测井装备、大型复杂储层测井处理解释一体化软件等，8000米超深井钻机及9000米四单根立柱钻机等重大装备。（5）安全环保与节能节水领域：

研发了 CO_2 驱油与埋存、钻井液不落地、炼化能量系统优化、烟气脱硫脱硝、挥发性有机物综合管控等核心技术。（6）非常规油气与新能源领域：创新发展了致密油气成藏地质理论，致密气田规模效益开发模式，中低煤阶煤层气勘探理论和开采技术，页岩气勘探开发关键工艺与工具等。

取得 15 项重要进展。（1）上游领域：连续型油气聚集理论和含油气盆地全过程模拟技术创新发展，非常规资源评价与有效动用配套技术初步成型，纳米智能驱油二氧化硅载体制备方法研发形成，稠油火驱技术攻关和试验获得重大突破，井下油水分离同井注采技术系统可靠性、稳定性进一步提高；（2）下游领域：自主研发的新一代炼化催化材料及绿色制备技术、苯甲醇烷基化和甲醇制烯烃芳烃等碳一化工新技术等。

这些创新成果，有力支撑了中国石油的生产经营和各项业务快速发展。为了全面系统反映中国石油 2006—2015 年科技发展和创新成果，总结成功经验，提高整体水平，加强科技成果宣传推广、传承和传播，中国石油决定组织编写《中国石油科技进展丛书（2006—2015 年）》（以下简称《丛书》）。

《丛书》编写工作在编委会统一组织下实施。中国石油集团董事长王宜林担任编委会主任。参与编写的单位有 60 多家，参加编写的科技人员 1000 多人，参加审稿的专家学者 200 多人次。《丛书》各分册编写由相关行政单位牵头，集合学术带头人、知名专家和有学术影响的技术人员组成编写团队。《丛书》编写始终坚持：一是突出站位高度，从石油工业战略发展出发，体现中国石油的最新成果；二是突出组织领导，各单位高度重视，每个分册成立编写组，确保组织架构落实有效；三是突出编写水平，集中一大批高水平专家，基本代表各个专业领域的最高水平；四是突出《丛书》质量，各分册完成初稿后，由编写单位和科技管理部共同推荐审稿专家对稿件审查把关，确保书稿质量。

《丛书》全面系统反映中国石油 2006—2015 年取得的标志性重大科技创新成果，重点突出“十二五”，兼顾“十一五”，以科技计划为基础，以重大研究项目和攻关项目为重点内容。丛书各分册既有重点成果，又形成相对完整的知识体系，具有以下显著特点：一是继承性。《丛书》是《中国石油“十五”科技进展丛书》的延续和发展，凸显中国石油一以贯之的科技发展脉络。二是完整性。《丛书》涵盖中国石油所有科技领域进展，全面反映科技创新成果。三是标志性。《丛书》在综合记述各领域科技发展成果基础上，突出中国石油领

先、高端、前沿的标志性重大科技成果，是核心竞争力的集中展示。四是创新性。《丛书》全面梳理中国石油自主创新科技成果，总结成功经验，有助于提高科技创新整体水平。五是前瞻性。《丛书》设置专门章节对世界石油科技中长期发展做出基本预测，有助于石油工业管理者和科技工作者全面了解产业前沿、把握发展机遇。

《丛书》将中国石油技术体系按15个领域进行成果梳理、凝练提升、系统总结，以领域进展和重点专著两个层次的组合模式组织出版，形成专有技术集成和知识共享体系。其中，领域进展图书，综述各领域的科技进展与展望，对技术领域进行全覆盖，包括石油地质、物探、测井、钻完井、采油、油气藏工程、提高采收率、地面工程、井下作业、油气储运、石油炼制、石油化工、安全环保节能、海外油气勘探开发和非常规油气勘探开发等15个领域。31部重点专著图书反映了各领域的重大标志性成果，突出专业深度和学术水平。

《丛书》的组织编写和出版工作任务量浩大，自2016年启动以来，得到了中国石油天然气集团公司党组的高度重视。王宜林董事长对《丛书》出版做了重要批示。在两年多的时间里，编委会组织各分册编写人员，在科研和生产任务十分紧张的情况下，高质量高标准完成了《丛书》的编写工作。在集团公司科技管理部的统一安排下，各分册编写组在完成分册稿件的编写后，进行了多轮次的内部和外部专家审稿，最终达到出版要求。石油工业出版社组织一流的编辑出版力量，将《丛书》打造成精品图书。值此《丛书》出版之际，对所有参与这项工作的院士、专家、科研人员、科技管理人员及出版工作者的辛勤工作表示衷心感谢。

人类总是在不断地创新、总结和进步。这套丛书是对中国石油2006—2015年主要科技创新活动的集中总结和凝练。也由于时间、人力和能力等方面原因，还有许多进展和成果不可能充分全面地吸收到《丛书》中来。我们期盼有更多的科技创新成果不断地出版发行，期望《丛书》对石油行业的同行们起到借鉴学习作用，希望广大科技工作者多提宝贵意见，使中国石油今后的科技创新工作得到更好的总结提升。



2018年12月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

前 言

为全面总结中国石油测井“十一五”“十二五”期间技术与装备取得的新进展，反映中国石油测井行业十年的技术研发进展及工作所取得的主要成果，以便更好地推动石油测井技术持续进步，为勘探开发提供优质服务，特组织编写本书。近年来，“深、低、海、非”勘探开发及老区挖潜需求日益迫切，随着油气勘探开发领域的不断深入，对测井技术与装备提出了新的更高的要求。面对日益复杂的地质工程难题，2006—2015 年，中国石油测井在国家重大专项和中国石油科技专项的大力支持下，以测井成套装备与软件研发为重点，重大现场试验为抓手，在新技术新方法、核心装备与软件、现场试验与集成配套三个方面，突破了一批关键瓶颈技术，形成以 EILog 快速与成像测井成套装备和 CIFLog 一体化测井软件为代表的一批具有自主知识产权的测井技术与装备，结束了先进测井装备主要依赖进口的历史，实现了测井产业升级。

本书系统反映了中国石油在 2006—2015 年十年间测井技术与装备取得的标志性重大科技创新成果。全书共分绪论、技术成果介绍和技术展望三大部分。第一章为绪论，主要介绍了我国测井技术与装备的总体进展概况；第二章至第六章为本书正文部分，分别从测井新方法新技术、测井成套装备及配套工艺、测井处理解释软件、射孔新技术、测井数据处理与解释评价技术等方面，系统介绍了我国测井技术与装备最新进展情况，各技术成果主要从技术原理（装备构成）、技术特点（装备功能）、创新点、应用情况等四方面进行了主要描述；第七章为技术展望，介绍了未来测井技术发展与展望。本书可帮助石油测井工作者了解测井技术与装备新的技术进展，也可作为石油测井培训教材，以及相关院校的教学参考用书。

本书由汤天知、李宁、陈文辉等组织编著，第一章由汤天知、金鼎、陈文辉、林茂山等撰写；第二章由余春昊、岳爱忠、李新等撰写；第三章由陈文辉、陈涛、白庆杰、王宏建、柴细元、朱军、胡金海、蔡志明等撰写；第四章由李

宁、周军、刘英明、李伟忠、李国军、林德强等撰写；第五章由任国辉、唐凯、罗宏伟、黄金、陈建波、郭鹏、杨登波等撰写；第六章由周灿灿、万金彬、周军、李戈理、李长喜、武宏亮、成志刚等撰写；第七章由汤天知、金鼎、陈文辉、万磊等撰写。陆大卫、王敬农、鞠晓东、撒利明、金鼎等专家对全书进行了审核和修订，并提出了宝贵的修改意见，万磊对书稿进行了格式编排和校对。在此，对审稿人所付出的辛勤劳动表示衷心的感谢，同时对为本书编写提供帮助的人员表示诚挚的谢意。

尽管目标是将本书打造成精品，但由于笔者水平有限，书中存在的不足和问题，敬请广大读者批评指正。

目 录

第一章 绪论 …… 1

第二章 测井新方法新技术 …… 5

第一节 测井新方法及探测器 …… 5

第二节 岩石物理实验技术 …… 26

参考文献 …… 39

第三章 测井成套装备及配套工艺 …… 41

第一节 EILog 快速与成像测井系统 …… 41

第二节 LEAP800 测井系统 …… 87

第三节 特色电缆测井仪器 …… 101

第四节 三维成像测井系列 …… 111

第五节 随钻测井系统 …… 122

第六节 生产测井装备 …… 139

第七节 水平井测井工具与工艺 …… 163

参考文献 …… 170

第四章 测井处理解释软件 …… 173

第一节 一体化网络测井处理解释平台 CIFLog …… 173

第二节 LEAD 测井数据资源应用平台 …… 189

第三节 测井远程控制与实时传输系统 …… 198

参考文献 …… 201

第五章 射孔新技术 …… 203

第一节 深穿透射孔弹 …… 203

第二节 电缆分簇射孔技术 …… 208

第三节 多级脉冲射孔技术 …… 221

第四节　定面与定向射孔技术 …… 226
第五节　8000m 超深井射孔技术 …… 231
参考文献 …… 235
第六章　测井数据处理及解释评价技术 …… 237
第一节　成像测井精细处理技术 …… 237
第二节　基于均质化地层电磁场论的含水饱和度和油气含量计算方法 …… 257
第三节　低孔低渗储层测井评价技术 …… 262
第四节　非均质复杂缝洞储层测井评价技术 …… 271
第五节　致密油气储层测井评价技术 …… 285
第六节　煤层气储层测井评价技术 …… 296
参考文献 …… 306
第七章　测井技术发展与展望 …… 310

第一章 绪 论

通过“十一五”“十二五”的持续攻关，中国石油测井技术与装备水平得到了质的飞跃，以 EILog 快速与成像测井成套装备和 CIFLog 一体化测井软件为代表的一批具有自主知识产权的测井技术与装备规模应用，推动了测井产业转型升级，从根本上改变了我国测井先进装备长期依赖进口的局面，大大缩短了与国外先进技术的差距并形成特色。在长庆、塔里木、大庆、西南等油气田的增储和稳产上产中发挥了重要作用，有效支撑了油气勘探开发，同时走向海外，增强了国际竞争力。

“十一五”以来，中国石油测井坚持主营业务驱动，重点开展了测井装备、应用软件和解释评价等关键技术攻关，首次实现了单项测井技术向测井成套装备产业化的跨越，成像测井技术向国产化的跨越，解释技术和软件向综合化、一体化和网络化的跨越，以 EILog 快速与成像测井系统为代表的国产测井装备研制取得重大进展，开始产业化规模应用。

截至“十二五”末，中国石油测井开发出裸眼井电缆测井、随钻测井、套管井电缆测井、射孔技术、解释评价技术和一体化软件等系列产品，形成了 4 套重大工程技术与装备、2 套一体化核心软件和 4 项重大核心配套技术（表 1-1）。同时，2 项技术荣获国家战略性创新产品和重点新产品称号（表 1-2），20 项技术成为中国石油自主创新产品（表 1-3）。

表 1-1 “十二五”测井业务取得的主要科技成果表

类别	名称	主要成效
重大工程技术与装备（4 套）	快速测井系列	以 15m 一串测、LEAP800 为主的快速测井装备使国产装备替代率达 80%以上
	成像测井系列	“三电二声一核磁”成像测井全面国产化，达到国际先进水平，节约引进成本
	随钻测井系列	形成伽马、电阻率、孔隙度三参数随钻测井系统和随钻电阻率成像测井，实现从无到有突破
	高含水低产液动态监测系列	动态监测、剩余油评价、套损检测系列配套和性能提升，基本解决高含水测量精度低、低产液测量下限不够等问题
一体化核心软件（2 套）	以多井资料处理解释为核心的 CIFLog2. 0	属地化应用效果显著，达到国际先进水平，节约引进成本
	基于数据库的 LEAD4. 0	实现与 EILog 快速与成像测井成套装备无缝配套，支持测井全过程，已录入 11 万井次测井资料，助力提速提效
重大核心配套技术（4 项）	复杂碎屑岩测井综合评价技术	形成的低孔渗油藏测井快速识别与定量解释技术、薄互层测井评价等技术，为长庆、大庆、新疆、青海等油田重点探井的发现和落实储量发挥了重要作用
	缝洞型碳酸盐岩测井评价技术	形成的碳酸盐岩缝洞定量雕刻、电成像孔隙分布比储层识别、有效性评价等技术，在西南、塔里木等油田重点探区识别率由 50%提高到 78%。
	复杂油气藏射孔器及工艺技术	形成的 1500mm 超深穿透射孔器、分簇射孔等技术达到国际先进水平，服务增储上产
	复杂井况测井工艺技术	形成的过钻具测井系统、复杂井况施工工具等配套工艺技术使单井平均作业时效缩短近 20 个小时

表 1-2　2项技术荣获国家战略性新产品和重点新产品称号

荣誉称号	技术名称
国家战略性创新产品	阵列侧向成像测井仪 HAL6505
国家重点新产品	多极子阵列声波测井仪 MPAL6620

表 1-3　20项技术成为中国石油自主创新产品

序号	技术名称	序号	技术名称
1	多极子阵列声波测井仪	11	NetLog 测井协同工作平台
2	阵列侧向测井仪	12	中国石油新一代测井软件 CIFLog
3	钻进式井壁取心器	13	水淹层测井解释系统
4	LEAP800 测井系统	14	核磁共振测井资料处理系统
5	猎鹰（KCLOG）套管井成像测井系统	15	碳酸盐岩储层测井资料综合处理评价系统
6	生产测井组合仪	16	电缆地层测试器测井资料处理系统
7	XCRL 过套管电阻率测井仪	17	连续管测井机
8	脉冲中子氧活化测井仪	18	“先锋”超深穿透射孔器
9	小直径碳氧比能谱测井仪	19	200℃/175MPa 超深穿透射孔器
10	油井套管应力检测仪	20	全自动校深数控射孔仪

“十一五”“十二五”形成的测井技术与装备在我国石油勘探开发中应用效果显著。在测井装备方面，EILog 快速与成像测井成套装备成为中国石油主力测井装备，成像测井仪器全面国产化，结束了先进测井装备主要依赖进口的历史，实现了测井产业升级；随钻测井关键技术与装备研制取得重大进展，实现从无到有的突破，使我国成为全球极少数掌握岩性、饱和度和孔隙度地层评价随钻测井技术的国家；围绕油田需求，开发出多种特色测井仪器，应用效果显著。具体而言，测井装备取得了以下方面的成效。

（1）快速与成像测井装备：EILog 快速与成像测井成套装备推广应用 223 套，下井仪器 10000 余支，节约引进投资 40 多亿元。完成测井 42230 口，解释油气层 40 万多层，油气层综合解释符合率由 87.01%提高到 93.87%，节约引进费用 50 亿元，实现仪器制造产值 50 亿元，有力支撑了油气田增储上产。国产成像测井仪器进一步完善配套，性能功能显著提升，综合应用成像测井技术，保障了油气增储上产。如针对长庆特低渗—致密油气，形成综合应用成像测井精确计算孔隙度、饱和度和渗透率的特色技术，将探井解释符合率从 78.3%提高到 85.2%，为长庆油田上产 5000×10^4t 提供了强有力的技术保障。针对塔里木油田深层碳酸盐岩油气，成功实现了从井壁到径向 30m 成像测井，准确识别构造特征和流体性质，该技术处于国际领先水平，极大提升了测井在油气勘探中的地位与作用。针对青海油田复杂碎屑岩油气，综合应用成像测井精细评价储层孔隙结构和流体性质，准确划分有效储层，增加了油层厚度，游园沟地区 N_1 油层厚度由原先 10 余米提高到 50 余米，为青海油田产能建设部署提供技术支撑。15m“一串测”快速测井技术现场应用效果显著，一次下井可取全常规测井资料，助力提速提效。“一串测”快速测井仪器系列突破了电路单元和探测器集成、承压结构设计等关键技术，组合长度由 24m 缩短到 12.8m，一次下井取全取准常规测井资料，提高了时效，降低了作业风险。采用阵列感应测井仪器替

需要全本请访问 www.ertongbook.com