

LUJING GONGCHENG YU GUANLI

录井工程与管理

刘宗林 翟慎德 等著
慈兴华 王 印 李家贵

石油工业出版社

录井工程与管理

刘宗林 翟慎德 等著
慈兴华 王 印 李家贵

石油工业出版社

内 容 提 要

本书从地质和工程角度出发,简要介绍了目前国内录井行业的各种录井方法和录井技术体系,重点对录井工程概念、录井工程技术体系、录井资料处理与解释、录井工程的管理等进行了深入探讨,分析了目前录井工程与管理面临的挑战,前瞻性地提出了录井工程专业学科建立的设想。

本书既可以作为录井工程技术人员、管理人员和地质监督的培训教材,也可供油藏工程和地质勘探的专业技术人员、管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

录井工程与管理/刘宗林等著. —北京:石油工业出版社, 2008.5
ISBN 978-7-5021-6380-8

I. 录…

II. 刘…

III. 录井—研究

IV. TE242.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 187240 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.cn

发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 保定彩虹印刷有限公司

2008年5月第1版 2008年5月第1次印刷

787×1092毫米 开本: 1/16 印张: 15.5

字数: 390千字 印数: 1—1000册

定价: 59.90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

油田勘探开发的需求引领石油工程技术的进步与发展，石油工程技术水平的高低，决定着油田勘探开发的效果。

为适应油气勘探开发向复杂油气藏和老油田提高采收率进军的形势，作为石油工程技术之一的录井技术，通过理论创新、技术创新和管理创新，保持技术领先，管理科学，提高核心竞争能力和市场占有率，承担勘探开发中的录井责任，是录井发展的必由之路。

多年来的录井实践证明，把系统理论、信息理论、工程理论以及经济理论引入录井，从工程管理的角度分析录井，从实践中总结录井的客观规律和基本理论，从录井规律中探讨技术创新和发展方向，促进录井学科的尽早建立势在必行。无论从录井技术现状，还是从录井的发展看，录井工程的理论、技术以及管理特色的经济价值正逐步显现出来。总结录井多年的经验，结合现代科学技术和科学管理的发展，形成了《录井工程与管理》的内容。

撰写本书的愿望，一是为录井工程专业学科的建立提出作者的观点；二是为录井工程的基本模式做一些探讨；三是为录井发展提点想法。录井工程与管理的特色理论与技术还在不断地探索，并快速发展之中，相信录井工程技术像其他石油工程技术一样，能够形成自身特有的基础理论、技术体系和管理模式。希望录井同仁和关心、支持录井的专家、学者和各级管理者，为录井工程与管理的进步不断切磋、交流，共同努力促进录井的健康、持续发展。

从地质和工程角度出发，来探讨录井基本理论和管理模式，把录井技术集成与管理紧密结合是本书的特点。因此本书：在基本理论部分，定义了与录井工程相关的几个概念；在录井技术部分，则侧重了对技术流程的分析，注重流程的科学性，而录井的基础知识则进行了简化，只保留了基本原理；在管理部分，突出了录井信息化管理、随钻中的预测与决策管理、录井工程施工管理等录井特色管理。本书内容主要包括：录井工程的概念、录井工程概念的形成、录井工程技术体系、录井工程技术系列、钻井地质设计、录井工程设计、单井地质剖面建立录井技术、油气水识别录井技术、钻井工程参数录井技术、录井资料处理技术、录井资料应用技术、录井工程信息化基础、录井信息的传输技

术、录井信息数据库的建立、录井信息的应用、录井工程信息化的发展前景、现场地质预测与决策的基本方法、地质分析预测的地球物理方法、现场地质预测与决策程序、录井工程时间管理与生产运行、录井工程成本与定价管理、录井工程现场管理、人的素质与能力管理、录井工程管理国内外模式比较、录井工程质量形成过程分析、录井工程质量体系与控制方法、录井工程标准化管理、录井工程质量评价、录井工程 HSE 管理、录井工程与管理面临的挑战、录井工程与管理的发展方向、录井工程专业学科建立的设想等。

本书由刘宗林策划，主要撰写人员为刘宗林、翟慎德、慈兴华、王印、李家贵等。参加部分章节撰写并为本书提供修改意见等帮助的有巫正礼、冯广华、文爱民、王福海、邓美寅、洪太原、戴荣亮、李勇、王志战、张卫、尹林文、徐刚、李云新、杨庆宝、李洪文、滕玉明、梁斌、闫纪玲、韩婉琳、史晓红等同志。提供了原始资料的同志在此不一一列举，一同表示衷心感谢。由刘宗林、慈兴华、王印、李家贵、巫正礼完成审稿工作，全书由刘宗林统稿和定稿。

录井工程与管理的基本思路和录井学科的建立有待深入研究和进一步完善，本书有些观点只是一家之言。由于作者水平有限，错误在所难免，不妥之处敬请读者批评指正，并提出宝贵意见。

编者

2007 年 6 月

目 录

第一章 录井工程与管理概论	(1)
第一节 录井工程概念	(1)
第二节 录井工程概念的形成及其意义	(3)
第三节 录井工程技术体系	(4)
第四节 录井工程技术系列	(6)
第五节 录井工程的特点	(7)
第六节 录井工程管理基础	(8)
第七节 录井工程管理国内外模式比较	(9)
第二章 井位勘测工程技术	(11)
第一节 光电测量技术	(11)
第二节 GPS 卫星定位测量技术	(14)
第三章 录井工程设计技术	(18)
第一节 设计技术概述	(18)
第二节 钻井地质设计	(21)
第三节 录井工程设计	(23)
第四节 设计技术应用	(24)
第四章 单井地质剖面建立录井技术	(28)
第一节 岩屑录井技术	(28)
第二节 岩心录井技术	(31)
第三节 井壁取心录井技术	(33)
第四节 碳酸盐含量分析	(34)
第五节 现场岩矿分析	(35)
第六节 现场微古生物分析	(36)
第七节 地质循环录井	(37)
第五章 油气水识别录井技术	(39)
第一节 气测录井	(39)
第二节 荧光录井	(45)
第三节 岩石热解地化录井	(52)
第四节 岩石热蒸发烃色谱录井	(58)
第五节 罐顶气轻烃气相色谱录井	(65)
第六节 核磁共振录井	(67)
第七节 钻井液离子色谱分析录井	(70)
第六章 钻井工程参数录井	(74)
第一节 传感器	(74)
第二节 数据采集接口	(80)

第三节	联机系统结构及主要功能	(81)
第四节	钻井工程参数录井资料及其应用	(83)
第五节	钻井液录井	(92)
第七章	录井资料处理技术	(98)
第一节	气测资料的校正处理技术	(98)
第二节	地化录井资料校正与处理技术	(103)
第三节	井身轨迹资料处理技术	(105)
第四节	录井剖面解释归位及图件处理技术	(110)
第八章	录井资料评价技术	(113)
第一节	地层压力评价技术	(113)
第二节	油气层综合解释与评价技术	(123)
第三节	单井评价技术	(136)
第九章	录井工程信息化	(139)
第一节	概述	(139)
第二节	录井工程信息项目及内容	(141)
第三节	录井信息采集技术	(144)
第四节	录井信息的传输技术	(148)
第五节	录井信息数据库的建立及应用	(152)
第六节	录井工程信息化的应用	(155)
第十章	录井工程施工中的预测与决策	(157)
第一节	概述	(157)
第二节	随钻地质预测基本方法	(159)
第三节	随钻地质预测的地震方法	(163)
第四节	随钻地质预测与决策程序	(170)
第五节	应用实例(以某油田郑—王地区为例)	(175)
第十一章	录井工程人力资源管理	(178)
第一节	概述	(178)
第二节	录井工程人员的素质与能力	(179)
第三节	录井工程人力资源管理	(180)
第四节	录井队人力资源管理	(182)
第十二章	录井工程生产运作管理	(184)
第一节	录井生产管理概述	(184)
第二节	录井生产过程与能力	(184)
第三节	录井生产过程组织与运作管理	(186)
第十三章	录井工程现场管理	(195)
第一节	录井工程施工准备	(195)
第二节	录井工程现场作业管理	(197)
第十四章	录井工程质量管理	(200)
第一节	概述	(200)
第二节	录井工程质量形成过程分析	(200)

第三节	录井工程质量体系与质量控制方法	(212)
第四节	录井工程标准化管理	(214)
第五节	录井工程质量评价	(217)
第十五章	录井工程 HSE 管理	(219)
第一节	录井工程 HSE 管理体系要素的选择	(219)
第二节	录井工程 HSE 管理体系的建立与运行	(221)
第三节	录井工程施工 HSE 管理规范	(222)
第十六章	录井工程成本与定价管理	(228)
第一节	成本管理	(228)
第二节	录井工程定价	(230)
第三节	收入、成本、税金及收益、利润	(233)
第十七章	录井工程技术与管理发展展望	(235)
第一节	录井工程面临的挑战	(235)
第二节	录井工程技术与管理的发展方向	(236)
第三节	录井工程专业学科建立的设想	(237)
参考文献		(239)

第一章 录井工程与管理概论

第一节 录井工程概念

一、概述

石油与天然气勘探开发过程是一项复杂庞大的系统工程,在这个过程中用到了大量的石油地质技术和石油工程技术,主要有综合地质研究技术、地球物理勘探技术、钻井工程技术、测井工程技术、录井工程技术、测试工程技术、采油工程技术等等。其中的录井工程技术是石油工程技术的重要组成部分。

油气勘探主要由勘探部署和部署实施两大过程构成,在勘探部署实施过程中,录井工程是重要的一环(图1-1-1),特别是在勘探生产管理中,管理者必须依靠录井信息才能实现对整个钻探工程的管理。

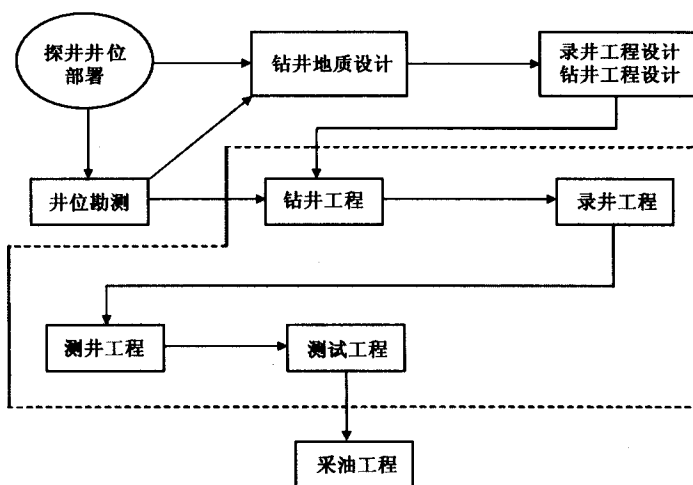


图 1-1-1 油气勘探开发中井筒技术应用流程图

虽然录井工程的提出仅仅是近几年的事,有些规律还在探讨之中,但是在实践中录井工程技术作为一种油气勘探开发的工程技术,已经形成了独立的概念、技术基础、技术结构和技术特点,并具有专用的设备和工具。

二、录井与录井工程的概念

1. 录井的概念

用地球化学、地球物理、岩矿分析等方法,观察、收集、分析、记录随钻过程中的固体、液体、气体等返出物的信息,以此建立录井剖面,发现油气显示,评价油气层,为石油

工程（投资方、钻井施工、其他施工）提供钻井信息服务的过程，称为录井。录井主要包括：岩屑录井、岩心录井、钻井工程参数录井、气测录井、岩石热解地化录井、岩石热蒸发烃色谱录井、荧光录井、罐顶气轻烃分析录井、核磁共振分析录井、离子色谱水分析录井等。在国内录井界除了以上录井项目外，广义的录井还应包括：井位勘测、钻井地质设计、录井工程设计、录井信息传输、油气层综合解释评价、单井地质综合评价等。

常规录井技术主要指：岩屑录井、岩心录井、气测录井、钻井工程参数录井、荧光录井等。录井新技术主要指：轻烃色谱分析录井、热蒸发烃色谱分析录井、核磁共振录井、离子色谱水分析、地层压力评价等。常规技术和新技术是相对的，随着录井技术的发展，新的技术方法不断引进，新技术不断完善成熟，现在的录井新技术也将成为常规技术。

2. 录井工程概念

从专业学科的角度讲，录井工程是以规模化录井工业生产为基础，以优化生产系统、提高生产率为目标，在石油地质学、地球化学、地球物理学、信息科学、电子科学等学科的基础上，多学科交叉形成的一门油气井工程学科。

从工业生产角度讲，录井工程是根据合同的要求，在钻井过程中依据钻井地质设计、录井工程设计的要求，录井施工人员采用相关录井技术，使用录井仪器设备，以合理的施工成本，完成录井施工的过程。

录井工程既包括了录井的基本理论，又包括了录井技术的集成，在实践中也是指具体的录井施工。

录井工程伴随着石油工业的产生而产生，随着石油工程技术的进步而发展。录井工程是一个相对独立的系统工程，它根据勘探开发部署方案，完成工程施工，获得的成果为勘探开发服务，现在已经形成了一套独立的技术体系，对促进录井行业发展、提高油气勘探开发整体效益起到了推动作用。

三、录井工程的任务、方法与手段

1. 录井工程的任务

在钻井过程中，从井下返出的物质有3种状态，即固态、液态和气态，录井的任务就是分析测量、观察这3种状态物质的信息。我们把钻井过程中必须及时收集、测量和观察的资料（实物）作为第一层次的录井信息，把第一层次中的物质再进一步分析化验得到的信息称为第二层次的录井信息。第一层次的录井信息必须在井场完成，第二层次的录井信息可在井场或室内完成分析。

第一层次录井信息包括：

固体：岩屑、岩心（壁心）；

液体：油的显示信息、钻井液及其滤液信息；

气体：钻井液中的气体、岩心岩屑中的气体等；

其他：工程施工参数（钻井、测井、测试、固井、完井、钻具、套管等），收集资料（井喷、井涌、井漏等）。

第二层次录井信息包括：照相扫描、热解分析、荧光分析、孔渗分析、岩矿分析、古生物分析等。

录井工程的任务就是把这两个层次的录井信息利用录井手段取全取准，并还原成井筒地质剖面。

2. 录井的方法

录井方法主要有地球化学方法（岩石热解、荧光分析、离子色谱分析等）、岩矿分析方法、地球物理分析方法（岩石核磁共振分析等）。

3. 录井的手段

录井手段主要指录井分析仪器、设备，主要包括综合录井仪、气测仪、地化录井仪、荧光录井仪、核磁录井仪、泥页岩密度仪、碳酸盐岩分析仪、色谱分析仪、水分析仪等。

第二节 录井工程概念的形成及其意义

录井是油气田勘探开发中的一门井筒技术，是油气勘探开发地质工作的重要组成部分，是石油工程技术的一个专业分支。

从地质学的角度，地质学的一个重要工作是野外地质考察、勘测，在油气勘探开发的地质工作中，钻井地质专业的工作就是石油地质的地质勘测。录井起源于钻井地质，录井工程是钻井地质工程化的表现形式，是录井发展到现阶段的必然。

我国的录井早在 900 多年前的宋代已经有之。新中国成立初期，只有常规的岩心、岩屑录井方法，但钻井技术落后，岩心录井收获率低，岩屑录井方法不完善，钻时录井则是划方钻杆记钻时，全部采用手工操作。

岩心录井方面：1961 年大庆油田首创了投砂整泵单筒式取心，1963 年玉门石油管理局研制成功了水力切割式双筒取心工具，1964 年四川石油管理局研制成功了双筒悬挂式取心，对钻井取心技术的发展起到了推进作用。目前的钻井取心，根据不同的地质目的已发展为普通取心、油基钻井液专筒取心、长筒取心、密闭取心、冷冻取心、井壁取心等多种方法。

岩屑录井方面：20 世纪 50 年代岩屑录井主要用于观察，综合利用性差。20 世纪 60 年代胜利油田对岩屑录井做了大的改进和完善，探索出了一套取全取准岩屑资料的分包捞取、分层描述的系统方法，随之在全国推广，目前仍在应用。

气测录井方面：20 世纪 60 年代中期开始逐渐推广应用气测录井，当初是半自动气测仪，资料录取间断式，手工记录，仅能录取全烃、重烃、钻时 3 项参数，综合解释水平很低。20 世纪 70 年代初期，推广应用了全自动气测仪，能自动记录，连续测量，提高了资料的连续性和准确度；70 年代中期，开始使用 701 型色谱气测仪，能鉴定和记录全烃、甲烷、乙烷、丙烷、正丁烷、异丁烷、二氧化碳、氢气等气体，提高了油气水层的分辨率和气测录井的采集能力。

20 世纪 70 年代以后录井发展大致经历了以下 3 个阶段：

第一阶段：20 世纪 80 年代中期以前，以岩屑（心）录井和气测录井为主的地质录井阶段，以井场地质为主要内容，现场地质工作需取全取准的资料共分 12 类 93 项基础资料和数据。以钻井地质为管理目标，为建立“铁柱子”、发现新油田发挥了重要作用。

第二阶段：20 世纪 80 年代中期至 90 年代中期，以综合录井仪的推广应用为标志，录井进入了一个自主发展的新阶段，形成了地质录井的自身特点，在计划经济的氛围中为油气勘探开发做出了贡献。

第三阶段：20 世纪 90 年代中期以后，特别是进入 21 世纪以后，中国市场经济的不断完善，信息化和市场化等因素大量地注入了地质录井施工。在实施甲乙双方体制管理过程中，录井企业与油公司职责逐渐分离，录井的甲方职能逐步减少，即使有些单位仍然保留了一些

甲方的工作，但也是甲方委托进行，具有经济行为。因此地质录井中地质的因素逐步改变，录井工程逐步显示其价值，录井已经成为钻井过程中综合信息采集、存储、传输、发布、处理、应用的独立施工工程。

近年来，录井工程逐渐形成了以岩屑录井、岩心录井、气测录井、钻井工程参数录井、岩石热解分析录井、荧光录井和罐顶气轻烃录井等现场录井技术为主体的录井工程采集技术体系，形成了以油气水层评价、综合地质研究、钻井地质设计、井位勘测和综合录井仪研制开发技术为主体的较为完整的配套技术体系，提高了传统录井工程技术的科技含量，拓展了技术的领域，可以较好地满足复杂条件下勘探开发的需要。它不但能够及时、准确地发现油气显示，为钻井工程和钻井过程中的油气层保护提供信息服务，而且还能够对各种特殊油气层做出正确的评价。当然，目前的录井技术尚未完全达到信息化、定量化、系统性和综合性，录井体系的建设仍然是一个长期的过程。

回顾录井的发展历史，录井的基本定义从井场地质、钻井地质，到地质录井，再到录井工程，这既是录井技术从地质技术的分离过程，也是录井从辅助地质技术到独立形成体系的发展过程。

录井工程概念的提出具有多方面的意义：一是有利于促进录井工程专业学科的形成；二是针对复杂的地下地质情况，可以推动建立录井专业技术体系；三是有利于集中各种地质分析方法和信息技术的优势，促进录井技术的进步，从而推动录井行业的发展；四是有利于借鉴国际上录井工程管理模式，推动甲乙双方管理体制的变革，形成明晰的施工作业企业之间以及录井企业与投资方之间的职责边界；五是有利于录井行业的重组改制。

不断满足油气田勘探开发的需求，是录井工程的根本任务和发展动力。录井工程与其他勘探开发工程相比，具有成本低、信息及时、第一性资料多、现场应用快等特点。因此，录井工程作为一项重要的油田施工项目，在油气勘探开发中得到了广泛应用。

第三节 录井工程技术体系

一、录井工程技术体系的提出

录井技术是随着油气田勘探开发的需求而逐步发展起来的一门井筒技术，是油气勘探开发技术的重要组成部分。录井技术经历了岩心、岩屑录井阶段，以及地质、气测、综合录井、地化录井等多项技术综合发展阶段，现在已经形成了三大核心技术系列：一是地质剖面建立录井系列；二是油气水识别与评价录井系列；三是钻井工程监控及油气层保护录井系列。这些录井系列在油气勘探开发过程中发挥了重要作用。

面对日益复杂的勘探开发对象和钻井、测井技术等相关技术的快速发展，录井技术已不能完全适应客观形势的需要。近年来，录井行业在引进国际先进技术的同时，更注重科技攻关，开发应用了一批新的录井工程技术，效果明显。目前，现代信息技术的快速发展又为录井技术注入了新的活力，录井信息化将是录井技术发展的又一个里程碑。因此，提出并建立录井工程技术体系非常必要。

二、录井工程技术体系的基本构成

录井工程技术体系不仅涵盖录井资料采集、处理、传输等技术体系，还包括设计技术体

系、录井资料应用（随钻监控、随钻评价、井筒综合评价等相关技术）技术体系。录井工程技术体系是录井技术与相关技术之间相互联系、相互作用的有机整体。

1. 设计技术体系

设计技术体系包括钻井地质设计技术、录井工程设计技术。

2. 录井工程采集技术体系

录井工程采集技术体系可分为3个子体系，即地质剖面建立技术子体系、油气水识别技术子体系、钻井工程及油气层保护信息服务技术子体系。

地质剖面建立技术子体系包括：岩屑录井、岩心录井（包括岩心扫描照相与存储）、井壁取心、碳酸盐含量分析、岩矿分析、古生物分析、地质循环录井等技术。

油气水识别技术子体系包括：岩石热解地化录井、罐顶气轻烃气相色谱分析录井、热蒸发色谱录井、荧光分析录井、气测录井、核磁共振录井、钻井液滤液水分析（离子色谱录井）等技术。

钻井工程及油气层保护信息服务技术子体系包括：钻井工程及钻井液参数录井、气测录井、随钻泥（页）岩密度分析录井等技术。

3. 井场信息传输发布综合服务技术体系

井场信息传输发布综合服务技术体系包括录井信息传输技术、存储技术、发布技术等。

4. 录井资料处理技术体系

经过多年的发展，录井工程应用了很多地球物理、地球化学、岩矿分析的方法，录取资料类型越来越多。面对复杂的地质情况，目前油气勘探开发的统一性、规范性、综合性需要录井资料必须统一进行处理和解释，形成针对录井剖面建立和油气评价的处理技术体系，发挥录井资料的综合性优势，更好地为勘探开发服务。

录井资料处理技术体系包括：岩性剖面资料现场校正、气测资料的校正处理技术、地化录井资料校正与处理、井身轨迹资料处理技术、录井剖面解释归位及图件处理技术等等。

5. 录井资料解释评价技术体系

录井资料解释评价技术体系包括油气层综合解释与评价技术、单井地层压力评价技术、单井综合地质评价技术。

三、建立现代录井工程技术体系的构想

录井资料采集的定量化、信息化是录井工程技术体系建立的关键，因此用信息技术不断提高5种能力：录井工程设计能力、录井工程施工能力、井场信息传输与发布能力、单井综合地质评价能力及录井仪器制造能力，同时重点发展定量化地层信息识别技术、油气信息识别技术、现场录井信息传输发布技术、录井信息处理应用技术等，是现代录井工程技术体系建设的核心内容。

要完成上述任务，首先录井行业的科技人员、管理人员，必须充分认识建立现代录井工程体系的重要意义和应肩负的责任，不断创新，不断开拓，整合资源，加大投入，加速发展录井工程技术。

其次，客观地分析单项录井技术的优势与不足，完善录井系列，找准发展新技术的突破口，实现地质录井技术的定量化、仪器化。

第三，要用系统论的观点分析录井工程技术体系要素，形成系统思维，全面地分析录井面临的主、客观环境，构建以勘探开发需求为中心的现代录井工程技术框架体系，完善体系

构成。

第四，以信息技术带动录井工程实现资料采集微机化、定量化，录井信息传输网络化，建立录井资料应用平台，扩大录井资料应用范围，提升录井技术在勘探开发中的地位。

第五，针对勘探开发的需要，目前仍处于弱项或缺项的录井技术，甚至是难度很大的录井技术，应开展更大规模的、多单位协作的科研攻关活动，集录井各家之长，在较短的时间内见到效果。

总之，现代录井工程技术体系建设必须动用多种资源，多专业合作，按体系建立的要求，制定录井工程技术发展的长远规划，并分步组织实施，逐步建立起现代录井工程技术体系。

通过以上分析可以看出，录井工程技术具有明显的时代特性，因此提出建立现代录井工程技术体系的概念很有必要。现代录井技术体系的内涵应该是以录井工程技术为基础，以录井信息化、定量化为目标，通过信息技术的应用，形成完整的录井信息采集、存储、传输、管理、综合应用系统，构建新的录井工程技术体系——现代录井工程技术体系。

现代录井工程技术体系不仅涵盖了录井信息的采集、传输、存储、处理解释等，还包括了设计、随钻监控、随钻评价、单井综合评价等录井信息的应用。现代录井工程技术体系既要求完善已有的录井技术，开发新的录井信息技术，也要求根据钻探状况（地下地质情况、钻探技术状况）形成新的录井系列。录井工程技术是一门多学科渗透、多项技术综合，传统与现代结合的井筒技术。可以预见，在不久的将来，通过现代录井工程技术体系的建立，钻井过程中的地质能力将大大提高，复杂地质条件和不同钻井技术下的录井能力、综合评价水平将大幅度提高。在各种复杂条件下及时、准确地建立地质剖面，发现油气显示、评价油气层，提供保护油气层所需的信息，为钻井提供及时准确的井筒信息，满足勘探开发需要，提高勘探开发效益，录井工程将做出更大贡献。

第四节 录井工程技术系列

针对不同的钻探对象，录井技术应有不同的组合，形成录井系列。根据现在面临的地下地质情况及钻井条件，录井系列应按以下分类建立：一般砂泥岩剖面录井系列；砂砾岩剖面录井系列；疏松砂岩浅气层录井技术系列；煤层气地层录井技术系列；石灰岩等裂缝性地层录井技术系列；古潜山地层录井技术系列；深井（超深井）录井技术系列；水平井录井技术系列；油基钻井液录井技术系列；高压地层录井技术系列；非烃气录井技术系列；油气层评价技术系列；单井地质评价技术系列；随钻地质预测与决策技术系列；录井信息传输技术系列等等。

这些系列都是由以下录井工程技术组成的：井位勘测技术、钻井工程参数录井技术、气测录井技术、岩屑录井技术、岩心录井技术、岩心扫描技术、地化录井技术、轻烃色谱录井技术、荧光录井技术、岩石孔渗录井技术、随钻压力检测技术、浅气层录井识别技术、煤层气录井技术、古潜山地层录井技术、深井（超深井）录井技术、水平井录井技术、油基钻井液录井技术、高压地层录井技术、非烃气录井技术、PDC 钻头钻井条件下的录井技术、欠平衡钻井条件下的录井技术、岩矿分析技术、钻井液水分析技术、微古生物分析鉴定技术、现场地质预测与决策技术、录井信息传输与资料存储技术、录井资料处理技术、地层压力评价技术、油气层综合评价技术等。

此外，钻井液录井模拟实验新技术、油气显示真伪识别技术、滑动窗口随钻岩性预测方法及技术、录井可视化技术、多井对比技术、谱图矢量化技术、开放用户接口技术、数据可视化技术、综合录井图的自动绘制技术等，是近几年发展的录井工程技术，也是录井系列的重要组成部分。

第五节 录井工程的特点

录井工程施工主要取决于4个方面，一是钻井工程，二是录井工程，三是决策管理部门（工程施工的甲方），四是地下地质情况。钻井工程是产生录井信息的根源，首先由钻井产生了录井的实物资料和工程参数信息，然后才是录井人员利用人工或录井仪器对钻井产生的实物资料及工程参数信息进行观察、描述、测量、记录等施工生产。在录井施工生产的过程中，还要根据决策管理部门的要求和地质情况，调整钻井地质设计中录井生产范围，录取不同的地质资料，以满足对钻探目的实现的需求和齐全准确录取单井地质资料的要求。地下地质情况的复杂性决定录井工程施工的项目数量、录井的施工难度等。

相对于其他石油工程，录井工程具有许多特点，除具有地质特性外（地质特性决定了具有甲方职责），还具有被动性、时效性、变化性、复杂性、不可预见性和风险性等6个方面的特点。

被动性：指录井的主要生产过程的进度是由钻井的生产进度决定的，录井生产计划的管理只是宏观的，具体录井施工过程无法实现计划管理，所以录井工程施工是被动生产。

时效性：指录井的生产性质之一是及时对钻井的钻达地质层位进行分析预测，进而建议甲方进行决策，很多生产环节没有重复性，所以时效决定了录井生产的成败，更决定了录井质量，时效是录井生产的显著特点。

变化性：指在录井生产过程中，录井施工的项目是可变的，录井生产必须根据甲方的要求和钻探情况及时调整录井项目，以满足勘探开发的需求。

复杂性：指录井对象是地下地质情况，所有的地质信息都要通过录井获得，这些信息种类多、影响因素多、信息量大，井与井之间地质情况变化大，录井施工是一项比较复杂的生产活动。复杂性还表现在录井过程多且复杂上，录井过程由几十个几乎独立的过程组成了一个完整复杂的录井大过程。特别是探井，未知的地下地质情况比较复杂，因此录井过程分析难度大，有些录井过程没有重复性，录井过程细分困难。比如，岩屑被钻头从地层中切下并被钻井液带到地面的过程虽然不是录井生产过程，应属于钻井过程，但却是岩屑的产生过程，所以仍可称为录井过程，这些过程录井人员无法进行控制。

不可预见性：指地下地质情况变化大，预测难度大，录井特别是探井录井有很多因素不可预见，录井施工过程中必须根据现场的实际情况调整生产要求，以保证录井质量。

风险性：指录井施工过程由于地质因素复杂，录井质量存在地质风险，有时录井即使应用了全部的手段，仍然存在一些难以克服的质量问题。

从以上分析可以看出，录井工程具有自身明显的特点，这也是录井工程管理工作必须掌握的。

第六节 录井工程管理基础

科技是第一生产力，管理也是生产力。录井工程是一套复杂的系统工程，录井工程的管理也涉及到企业管理的方方面面，包括战略管理、决策管理、计划与控制管理、人力资源管理、销售管理、设备管理、生产管理、财务管理、科技管理、质量管理、HSE 管理等。从录井工程施工角度看，录井工程的信息化管理、随钻地质预测与决策管理、生产管理、质量管理、HSE 管理等是录井工程管理的关键。录井工程管理主要是从录井工程特点出发，论述录井特有的生产管理、录井工程成本与定价管理、现场管理、人力资源管理、录井工程质量管理、HSE 管理等。

录井工程管理是对录井工程的进度、数量、质量、服务、交货期等进行的全面管理，利用现代管理方法和手段提升管理的水平，达到既满足甲方需求，又满足录井企业的利益。

录井工程管理有两点是非常重要的，一是管理人方面责、权、利的真正落实，二是管理流程的建立与优化。其中前者既有录井工程本身机构、岗位设置的责权利问题，又有录井工程与相关方（甲方、其他施工方）的责权利问题；后者最关键的则是录井流程建立与优化的科学性，录井工程管理流程的基础是管理循环。本书涉及到管理的章节，都是按管理循环的思路展开的。

在众多的实际管理工作中都能遇到循环，比如质量改进循环（PDCA 循环）、产品形成循环、质量形成循环、经济周期循环、会计循环、思维过程循环、事物发展规律循环等等，循环无处不在。只要是秩序的管理都要有循环才能保持，因此，循环是秩序管理的表现之一。

（1）管理循环的主、客观性。物质世界的运动形式可分为 3 种，一是有序运动，二是无序运动，三是介于两者之间的混沌运动。古代中国人发明了八卦，写出了《易经》，并用太极图的形式描绘了阴阳相互作用共同推动事物发展的运动规律，用阴阳八卦预测未知的所谓预测理论。千百年来，经过历史的“大浪淘沙”，虽然人们对八卦预测的形式与结果褒贬不一，但太极思维的方式仍然受到很多人的推崇。所以人类聪明之处就在于物质和精神的共生与共荣，物质与精神就像阴阳两极，互为作用，推动社会的进步与发展，也推动人类改造客观世界的能力不断提高，阴阳互动的循环是世界万物的基本规律。所以循环是物质世界与人类社会进步与发展的基本形式。

循环是人与自然的最佳结合状态，循环是精神与物质间相互作用的最佳轨迹，从物质世界到人类社会，循环运动应该是有序运动的基本形式。循环是管理方法赖以生存的基础。

（2）循环是时间静止的局部形式，以时间为纵坐标，循环加时间就是螺旋形式，所以螺旋运动是客观世界和人类社会的客观规律，建立螺旋式管理模式是录井工程管理的最佳选择。

在录井工程管理过程中，以循环的理论，通过建立螺旋式的管理模式，达到建立最佳的管理秩序的目标，实现管理有序循环，即为管理循环。

通过管理循环在录井工程管理过程中的应用，录井工程管理可以建立科学的管理体系，由经验管理向现代科学管理转变，实现管理的飞跃。

第七节 录井工程管理国内外模式比较

一、国内外录井工程管理模式

1. 国外录井工程的工作内容与职责

根据对国外几个大型录井企业（综合性作业公司）的调研，国外录井工程施工非常规范，甲方（业主）、监理方、乙方（录井）之间的关系明确，职责分明，油公司管理模式和作业公司管理模式衔接较好，没有职责上的异议。形成了油公司、监理公司、作业公司三者管理模式之间的有机衔接，运作模式先进，效率很高。

国外油公司（甲方）以及油公司委托人员（监理）在钻井过程中的职责主要有：①钻井地质设计、工程设计；②现场岩屑、岩心描述；③现场管理（监理）；④油气层解释与评价；⑤现场地质决策；⑥工程验收等。

乙方（录井作业公司）主要职责：依据甲方指令、监督要求和标准，进行仪器录井（主要是综合录井）、人工捞砂样（岩屑）。

2. 国内录井企业的工作内容与职责

目前，国内录井工程管理的模式很多方面仍然沿用计划经济时代的管理模式，与原来不同的，一是实施了地质监督管理体制，有些地质录井的管理职能赋予了监督人员；二是生产决策的职能归到了甲方。但是目前的管理体制中甲方、监督、乙方的责权利没有进行严格的界定，责权利不明确，影响了管理效果。

目前录井工程承担的主要职责有：①井位勘测；②钻井地质设计；③录井工程设计；④仪器录井（主要是综合录井）、人工捞砂样（岩屑），现场描述；⑤现场管理（监理）；⑥油气层解释与评价；⑦现场地质决策；⑧质量验收等。

二、国内外录井企业管理模式优势比较

比较国内外录井工程管理模式，应该说各有利弊，国外重视仪器录井，国内注重地质录井，这些情况一方面是原有的管理体制决定的，另一方面也是地下地质情况决定的。

国外对录井的称谓是 mudlogging，从广义录井讲包括测井、井下测试、SWD、LWD、MWD，而狭义录井是我们统称的录井。国外的地层多属于海相地层，相对来说地质录井比较简单，但对钻井施工过程的管理特别注重，因此需要录取与钻井工程有关的大量参数，保证安全顺利钻井，确保整体的施工效益。

而国内各大油田主要以陆相地层为主，地质情况复杂，地层多变，录井工程是以地质录井为主，录井质量的关键是地质技术人员的素质和责任心、取资料的环境和取资料的多少，加上原有体制的影响，目前油公司管理模式、监理体制、作业公司管理模式都处于不成熟时期，因而还应专门进行研究，建立有效、实用的管理模式。

三、国内录井工程现代管理模式的设想

录井工程管理模式的建立必须和与之相适应的勘探开发管理模式共同建立，也就是说录井工程管理模式（作业公司管理模式）要与油公司管理模式、勘探开发工程监理模式共同建立，共同发展，相互适应，形成共同的管理目标，实现“三赢”，携手共同为油气勘探开