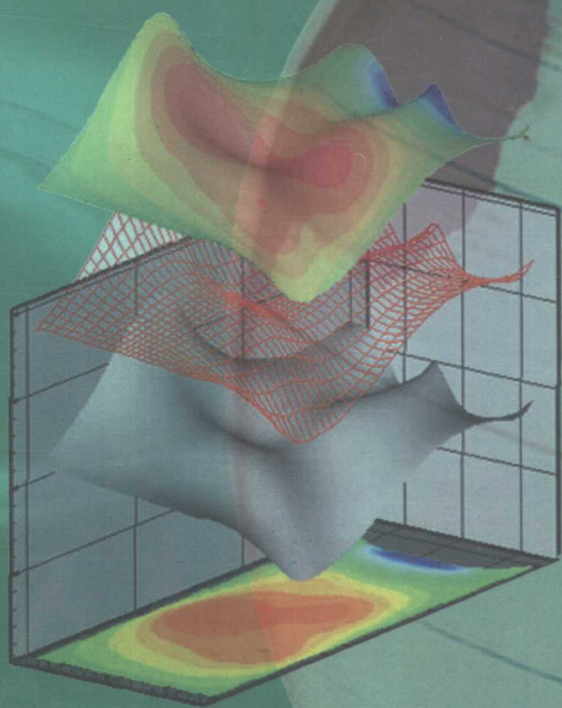


地质录井方法与技术

主编 张殿强 李联玮



石油工业出版社

地质录井方法与技术

主 编 张殿强 李联玮

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是为总结和推广录井新技术,培训现场技术骨干,使录井工作更好地适应新时期油气勘探开发实际需要而编写的。全书共分为五章,主要介绍了钻井地质设计、常规地质录井、综合录井、录井新方法、完井地质总结等录井关键技术内容,具有一定的综合性和较好的实用性。

本书可作为中级录井技术人员的培训教材,也可供相关专业技术人员参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

地质录井方法与技术/张殿强,李联玮主编.

北京:石油工业出版社,2001.9

ISBN 7-5021-3535-9

I. 地…

Ⅱ. ①张…②李…

Ⅲ. 录井-技术

IV. TE242.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 067713 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油大学印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 9 印张 1 插页 242 千字 印 1-1000

2001 年 9 月北京第 1 版 2001 年 9 月山东第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3535-9/TE·2609

定价: 20.00 元

《地质录井方法与技术》编委会

主 任：张殿强

副主任：李联玮

成 员：巫正礼 王福海 冯广华 张学涛

刘其春 刘志勤 张立新 王志战

许小琼 邓美寅 王 印 孙丕善

郭伟华 黄志林 李玉华

主 编：张殿强 李联玮

序

从石油工业诞生的那天起,录井技术就诞生了。我国录井技术的发展经历了十分漫长的历程,从划方钻杆、记钻时,捞砂样恢复地层剖面,到气测仪配合记钻时,用百分比法恢复地层剖面,初步判断油气层。近10多年又发展到应用综合录井仪实时采集各项资料,用计算机技术建立剖面,识别油气层。若以孙建初先生在玉门油矿开展工作算起,历时60余年。近10余年录井技术的发展,已突破了原有的概念。以前,一提到录井工作,通常指的是岩屑、岩心录井(气测仪也很少),技术手段比较单一。自1985~1986年大规模引进综合录井仪以来,录井技术发生了较大变化。时至今日,综合录井技术、气测录井技术、地化录井技术、定量荧光分析技术等陆续加入录井行业,形成了多种方法组成的新型录井技术系列。录井技术已发展成为综合应用地质理论、电子技术、计算机技术、通讯技术、地球化学技术等多学科、多技术领域的边缘综合技术,其发展取得了令人信服的成绩,在油田的勘探开发过程中发挥了重要作用。录井技术已成为石油勘探开发中一项不可替代的专门技术,录井工作人员是油气层的第一发现者。

录井工作所获得的资料是地质综合研究和各种室内分析的基础和依据。录井资料是第一性的资料,无论什么先进的新技术或传统技术的应用,如储层横向追踪、油藏描述、测井约束反演、层序地层学研究、含油系统研究等,都必须以探井录井资料为依据。

录井工作者是勘探部署的现场实践者。地质录井工作具

有瞬时性、及时性、不可逆转性和不可弥补性的特点。要真实地录取地质资料、准确地描述地质现象、及时地反馈录井信息,就需要工作人员忠于职守、乐于奉献,工作中严肃认真、一丝不苟、敢于探索,紧紧抓住油气显示的任何蛛丝马迹,发现钻遇的每一个油气层,继而发现一个油气田。录井工作者责任重大,一口井的命运往往就掌握在他们手中,必须齐全准确地录取多种地质资料信息,不能遗漏和歪曲,更不能臆造,并要去伪存真地认真分析,做出实事求是的判断。显然,只有一支高素质的录井技术队伍才能做到这一点。

石油工业发展的历史已证明,油气勘探的理论进步和技术发展,对油气储量和产量的不断增长起到了极为重要的作用,其中录井技术所起的作用也是不可低估的。

中国油气资源是丰富的,含油气盆地的地质结构也极其复杂。伴随着油气勘探的进程,勘探难度日益加大,出现的一系列亟待解决的技术难题需要我们去解决。结合勘探工作的需要和录井技术的发展,造就一批既懂油气勘探理论、又能熟练掌握现代录井技术的高素质科技人才,为油气勘探提供更优质的服务成为当务之急。

本书以现代综合录井技术为基础,着重讲述录井技术的理论、方法、应用,有较强的实用性,是现场录井人员培训的一本系统教材。希望《地质录井方法与技术》一书的出版,有助于提高录井技术人员的专业水平及实践能力,为油田的持续发展做出更卓越的贡献。

潘元林

2001年5月

前 言

地质录井工作是油气勘探开发不可或缺的基本手段。自石油工业诞生的那时起,地质录井工作在油气勘探开发中一直起着极为重要的作用。地质录井资料是油气勘探开发过程中各种地质研究的基础资料,是其他资料无法比拟的。正因为如此,地质录井技术的发展无论什么时候都不能忽视。当前,油气勘探开发进入新的时期,随着勘探程度的加深,勘探难度越来越大,东部地区勘探重点转向寻找特殊油气藏和隐蔽性油气藏,地质录井技术正面临良好的发展机遇和极大的挑战。能否得到发展,很大程度上取决于成熟技术的推广应用和新技术的开发,取决于录井队伍的专业化技术水平。编写《地质录井方法与技术》一书,就是为了满足广大地质录井工作者提高技能、更好地适应当前工作的需要。我们希望它能够成为地质录井工作者的良师益友。全书共分为五章,依次是钻井地质设计、常规地质录井、综合录井、录井新方法、完井地质总结,分别由上述领域的专业技术骨干、科研人员和有关专家编写。其内容既有理论知识,又有实际应用事例,具有很强的实用性,能够满足广大技术人员实际工作的需要。

本书适合于已有一定实际工作经验,但对地质录井缺乏系统知识的技术人员学习使用。兼顾了原为地质专业、测井专业、电子专业毕业,后从事录井工作的技术人员的需要,可作为录井中级技术人员的培训教材,也可供其他相关专业人员学习参考。

本书由张殿强、李联玮担任主编,参加编写人员的具体分工是:绪论由王福海编写,第一章由冯广华编写,第二章由张

学涛编写,第三章由刘其春、罗平编写,第四章由刘志勤、张立新、王志战、许小琼编写,第五章由邓美寅编写,全书由巫正礼统稿、审核。王印、孙丕善、郭伟华、李玉华也参加了具体编写工作。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2001年3月

目 录

绪论	(1)
第一章 地质设计	(5)
第一节 井位设计	(5)
一、井别分类及井号命名	(5)
二、油气探井井位设计	(8)
三、开发井井位设计	(13)
四、井位落实	(15)
第二节 钻井地质设计	(16)
一、钻井地质设计的主要内容	(16)
二、钻井地质设计主要工作	(17)
思考题	(25)
第二章 常规地质录井	(26)
第一节 钻时录井	(26)
一、井深和方入的计算	(26)
二、钻时的记录	(27)
三、影响钻时变化的因素	(27)
四、钻时曲线的绘制	(28)
五、钻时曲线的应用	(28)
第二节 岩心录井	(30)
一、取心原则和取心层位的确定	(30)
二、取心工具和取心方式	(31)
三、取心前的准备工作	(31)
四、取心过程中应注意的事项	(32)
五、岩心出筒、丈量 and 整理	(33)
六、岩心描述	(35)
七、岩心采样和岩心保管	(51)

八、岩心录井草图的编绘	(52)
九、岩心录井在油气田勘探开发中的作用	(52)
第三节 岩屑录井	(54)
一、岩屑迟到时间的测定	(54)
二、岩屑取样及整理	(56)
三、岩屑描述	(57)
四、岩屑录井草图的编绘	(61)
五、岩屑录井的影响因素	(61)
六、岩屑录井资料的应用	(64)
第四节 钻井液录井	(65)
一、钻井液的功能	(65)
二、钻井液录井原则和要求	(66)
三、钻井液的性能要求	(66)
四、钻井液录井资料的收集	(68)
五、钻井中影响钻井液性能的地质因素	(73)
六、钻井液录井资料的应用	(74)
第五节 荧光录井	(74)
一、荧光录井的原理	(74)
二、荧光录井的准备工作	(75)
三、荧光录井的工作方法	(75)
四、荧光录井的应用	(77)
第六节 井壁取心	(78)
一、确定井壁取心的原则	(78)
二、跟踪取心	(78)
三、岩心出筒	(79)
四、井壁取心的描述和整理	(79)
五、井壁取心的应用	(80)
第七节 其他录井资料的收集	(80)
一、地质观察记录的填写	(80)
二、在钻进过程中有关几种特殊情况资料的收集	(82)

思考题	(89)
第三章 综合录井原理及资料应用	(90)
第一节 综合录井仪的工作流程及录井项目	(90)
一、基本概念	(91)
二、综合录井仪工作流程	(92)
三、综合录井仪的录井项目	(92)
思考题	(96)
第二节 综合录井参数及检测原理	(96)
一、气体检测	(96)
二、深度测量系统	(103)
三、立管压力及套管压力传感器	(105)
四、转盘扭矩传感器	(106)
五、泵冲速传感器	(106)
六、转盘转速传感器	(107)
七、钻井液密度传感器	(107)
八、钻井液温度传感器	(108)
九、钻井液电阻(导)率传感器	(109)
十、钻井液体积传感器	(111)
思考题	(111)
第三节 联机系统工作原理及资料处理	(112)
一、联机系统硬件结构及主要功能	(112)
二、联机系统主要软件功能	(113)
三、资料处理	(122)
思考题	(124)
第四节 气测录井资料解释与应用	(124)
一、基本概念	(124)
二、气测录井的影响因素	(127)
三、气测资料的整理与标准化	(129)
四、气测资料解释方法	(132)
五、油气水综合解释	(137)

思考题·····	(137)
第五节 随钻地层压力检测·····	(138)
一、基本概念·····	(138)
二、异常地层压力的成因·····	(146)
三、随钻地层压力的检测工作程序·····	(153)
四、 d 指数地层压力检测法·····	(156)
五、Sigma 录井·····	(164)
六、其他随钻地层压力评价方法·····	(170)
思考题·····	(178)
第六节 实时钻井监控·····	(179)
一、实时钻井监控原理·····	(179)
二、实时钻井监控方法·····	(188)
思考题·····	(189)
第四章 录井新方法·····	(190)
第一节 岩石热解地球化学录井·····	(190)
一、岩石热解地化录井仪器结构及分析原理·····	(190)
二、岩石热解地化录井储层评价·····	(194)
三、岩石热解地化录井烃源岩(生油岩)评价·····	(205)
思考题·····	(209)
第二节 罐顶气轻烃录井·····	(209)
一、罐顶气轻烃录井原理·····	(209)
二、罐顶气轻烃录井方法·····	(210)
三、罐顶气轻烃录井资料在储层评价中的应用·····	(213)
思考题·····	(225)
第三节 PK 录井技术·····	(226)
一、PK 仪的基本原理·····	(226)
二、PK 仪分析参数的意义及计算公式·····	(227)
三、SK-2P01 型 PK 仪的基本结构及操作流程·····	(229)
四、资料校正及应用分析·····	(231)
思考题·····	(235)

第四节 定量荧光录井·····	(236)
一、仪器工作原理·····	(236)
二、操作流程及特点·····	(239)
三、评价油气层的基本原理和方法·····	(240)
四、QFT 定量荧光仪的应用·····	(240)
思考题·····	(242)
第五章 完井地质总结·····	(243)
第一节 录井资料的整理·····	(243)
一、岩心录井综合图的编制·····	(243)
二、岩屑录井综合图的编制·····	(249)
三、油、气、水层的综合解释·····	(256)
四、填写附表·····	(262)
第二节 完井地质总结报告的编写·····	(265)
一、前言·····	(265)
二、地层·····	(265)
三、构造概况·····	(266)
四、油气水层评价·····	(266)
五、生、储、盖层评价·····	(266)
六、油气藏分析描述·····	(267)
七、结论与建议·····	(267)
第三节 单井评价·····	(267)
一、单井评价的意义·····	(267)
二、单井评价的基本任务·····	(268)
三、具体做法·····	(269)
思考题·····	(271)

绪 论

一、地质录井的任务和作用

地质录井工作的主要内容包括井位的测定和单井地质设计、资料的采集和收集、资料的整理解释、完井地质总结。各项资料的采集和收集是地质录井工作的重要组成部分,它是在钻井过程中,应用专用设备、工具和相应的工作方法,依据技术标准取全、取准直接的和间接的反映地下地质情况和施工情况的各项资料、数据的工作。地质录井需取全取准 12 类 93 项基础资料和数据。

地质录井的基本任务是取全取准各项资料、数据,为油气田的勘探和开发提供可靠的第一性资料。同测井、测试工作一样,地质录井是油气勘探开发系列技术的组成部分,在各自的业务领域为油气勘探开发发挥着重要作用。目前,随着录井技术的不断进步,地质录井的业务不断拓展,除了传统的建立地层柱状剖面和发现油气层外,还肩负着评价油气层和保护油气层的任务。地质录井已从勘探家的“耳目”,逐渐上升为勘探家的“有力助手”,现已成为勘探家的重要参谋,在勘探开发中起着越来越重要的不可替代的作用。

二、地质录井方法及其特点

地质录井方法按其发展阶段和技术特点可分为常规地质录井、气测和综合录井、新方法录井三大类。

常规地质录井主要包括:岩屑、岩心、钻井液录井等,主要是靠人工的方法,其特点是简便易行,应用普遍,应用时间早。它具有获取第一性实物资料的优势,一直发挥着重要的作用。

气测和综合录井主要包括:随钻检测全烃、组分、非烃、工程录井等。其特点是实现了仪器连续自动检测与记录,实现了录取资料的量化,参数多,有专门的解释方法和软件,油气层的发现和评价自成系

统。现已成为录井工作的主体。

新方法录井目前主要包括：岩石热解地化录井、罐顶气轻烃录井、PK 录井、定量荧光等录井新方法。均属实验室移植技术的推广应用，灵敏度高，定量化，获取的资料不仅用于发现和评价油气层，还可用于生、储、盖层的研究评价。

地质录井主要是通过岩心、岩屑、气测和综合录井等录井方法获取直接反映地下情况和施工情况的多项资料，其显著的特点是第一性资料真实可靠，信息量大，便于综合应用。同时由于录井工作是随钻采集资料，随钻进行评价，具有获取地下信息及时、分析解释快捷的特点，是发现和评价油气层最及时的手段，是任何其他的油气探测方法都望尘莫及的。这便于勘探家们根据录井的情况及时作出决策，以便有效地指导进一步的钻探和勘探工作。

三、地质录井技术的发展历史

录井技术起源于野外地质考察，是伴随着钻井技术的发展而发展起来的，具有悠久的历史。早在 900 多年前的宋代，录井技术已初具萌芽。在四川自流井地区天然气井的钻探中，用一种底部有阀的竹筒下井提携泥浆和岩屑，有专职人员负责鉴别岩屑岩性、划分地层，并且每口井都建立“岩口簿”。各井的“岩口簿”对岩层和标准层有统一的命名，通过“岩口簿”建立早期的地质剖面。

解放初期，我国只有常规的地质录井方法，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。

当代录井技术是随着石油工业的发展在近几十年逐渐发展起来的。

岩心录井方面：1961 年大庆首创了投砂整泵单筒式取心，1963 年玉门研制成功了水力切割式双筒取心工具，1964 年四川研制成功了双筒悬挂式取心，对岩心录井技术的发展起到了推进作用。目前的岩心录井根据不同的地质目的已发展为普通取心、油基泥浆专筒取心、长筒取心、密闭取心、冰冻取心、井壁取心等多种方法。

岩屑录井方法:20 世纪 50 年代,岩屑录井主要用于观察,综合利用差。到了 60 年代,胜利油田对岩屑录井作了大的改进和完善,探索出了一套取全取准岩屑资料的系统方法,随之在全国推广,目前仍在应用。

气测录井是从 20 世纪 60 年代中期开始逐渐推广应用的。最初是半自动气测仪,资料录取间断式,手工记录,仅能录取全烃、重烃、钻时三项参数,综合解释水平很低;到了 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;到 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;1993 年,开始推广应用数字色谱气测仪,新仪器增设了联机现场处理系统,提高了气测录井的定量采集能力。

20 世纪 70 年代末,国际上出现了 TDC(综合录井)装置,从 80 年代中期起,我国开始引进综合录井仪并在少量探井上使用;到 90 年代初,我国开始研制综合录井仪并投入实际使用。它除了具备先进的气测仪功能外,可随钻录取地质、泥浆和工程参数,可进行地层压力检测,优化钻井参数,对指导钻井和保护油气层起着有力的作用。

四、地质录井技术的发展趋势

1. 扩大服务领域、多项技术综合发展

拓宽发展思路,扩大服务领域,实现录井技术综合发展,是录井技术发展的必然趋势。录井技术已由单一的常规录井,发展到综合录井,以及地化录井、定量荧光录井、轻烃分析录井、PK 录井,这些技术都有其自身的特点,相互补充可使录井技术更能充分地发挥作用。今后的录井发展方向,应以提高勘探开发综合效益为宗旨,向现场全方位服务延伸、向井下延伸;着眼于油气层识别、评价的及时性和准确性;着眼于提高钻井时效,开展更多项目的技术服务,推动录井技术的发展。

2. 录井资料正由定性向定量化发展

定量脱气器的应用对综合录井技术的发展产生了积极作用,而定量荧光分析仪、地化录井仪的应用,为油气层的解释提供了更翔实可靠

的第一性资料。录井领域的其他项资料,如岩屑录井、岩心录井中含油级别、滴水试验、加酸试验、槽面显示等都要做工作。实施定量化的过程,必将促进技术的发展。定量化的直接结果,将更准确反映地下地质情况,显著提高资料的可对比性,提高油气层的发现率和解释精度,同时,为计算机技术在录井过程中的广泛应用奠定了基础。

3. 数据资料的远程数字化传输是实现录井技术现代化的必由之路

目前,有的油田已在个别井上实施了数据资料的现代化传输,技术管理人员可通过网络及时了解现场实施情况,进行决策、管理、指挥、协调,所带来的经济效益是明显的。数据资料远程网络传输将会推动录井技术的快速发展。

4. 突破油气层评价技术将带动录井技术整体水平的提高

钻井的目的是产出油、气,录井的目的是发现油气层,评价油气层,因而油气层评价工作十分重要。录井工作者始终工作在现场,对油气显示资料了如指掌。新一代录井仪计算机功能强大,对资料的存储、处理已能满足评价需要,因此,国内录井行业正大力开展这项工作,已取得一定成效。但因为起步较晚,还需要做大量工作,才能达到较完善的程度。开展油气层评价,对原始资料质量有很高的要求,对仪器的稳定性、精确度、软件功能提出了更高的要求,这必将带动录井技术水平的提高。

5. 实现同步发展是录井技术发展的重要途径

由于勘探开发的客观需要,近几年钻井技术发展很快,录井技术发展相对落后,如水平井、开窗井、欠平衡钻井以及 PDC 钻头的使用,使录井技术不太适应。因此,今后录井技术的发展,必须与钻井技术的发展同步,才能做到在任何钻井条件下都能满足勘探开发的需要,才能增强录井技术的生命力。