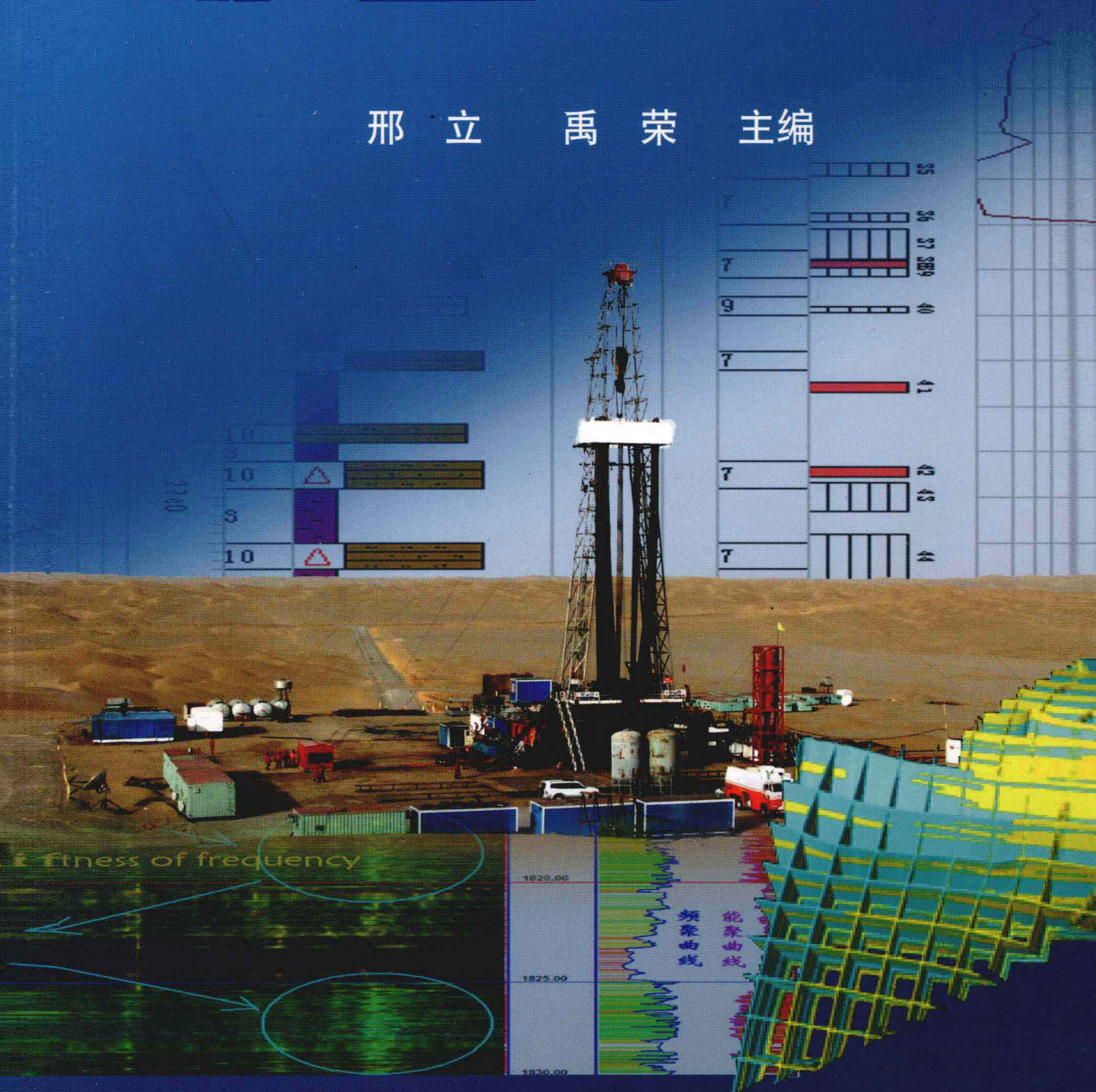


综合录井

邢立 禹荣 主编



石油工业出版社

综合录井

邢立禹荣 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了综合录井的作用、发展历史和发展趋势；从气测解释、工程监测与异常预报、地层压力监测和评价以及井斜数据处理 4 个方面阐述了综合录井资料的应用；介绍了综合录井仪的作业规范和设备维护。

本书内容丰富，逻辑清晰，对于从事录井技术研究的科研人员和高等院校相关专业的师生具有一定的参考价值。

图书在版编目（CIP）数据

综合录井/邢立，禹荣主编.

北京：石油工业出版社，2011.12

ISBN 978-7-5021-8771-2

I. 综…

II. ①邢…②禹…

III. 录井—研究

IV. TE242.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 222054 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

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

2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本：1/16 印张：10.75

字数：267 千字

定价：45.00 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

《综合录井》编委会

主 编：邢 立 禹 荣

副主编：倪 振 张 伟 孙中昌

编 委（以姓氏笔画为序）：

王晓阳	孔 雷	卢德华	刘 方	李 新	李江陵	李富强
杨凌照	吴雪锋	张德安	陈 强	陈亚西	周方荣	赵电波
袁国瞰	倪初明	龚伟丽	彭 文	景锁吉	蒲国强	

序

自 20 世纪 80 年代中期我国引进首批综合录井仪以来，录井技术内涵不断得到丰富，外延得以伸展，逐步形成了适应不同钻井井型、不同钻井工艺的录井技术系列，在油气勘探开发中发挥着不可替代的作用。与钻井、测井、物探等专业相比，综合录井专业可参考和借鉴的技术书籍还是相对匮乏的。

作者针对录井专业，结合工作实际，精心组织、编写了《综合录井》一书。该书介绍了综合录井仪的组成，综合录井的作用、发展历史和发展趋势，详细阐述了综合录井资料的应用、综合录井新技术、综合录井仪的作业规范和设备维护方法。该书的出版对录井行业具有十分重要的意义，对于从事录井现场工作的技术和管理人员具有重要的指导作用，对广大石油勘探科研人员了解和掌握综合录井新技术具有良好的借鉴作用，对于从事录井研究与开发的科研人员 and 高等院校相关专业的师生具有重要的参考价值。

值此《综合录井》出版之际，我衷心地感谢参与该书编写工作的人员。让我们共同努力，使中国石油的录井工作更加辉煌！

中国石油勘探与生产分公司副总经理

A handwritten signature in black ink, consisting of two characters: '吴' (Wu) and '奇' (Qi), written in a cursive style.

2011 年 12 月

前 言

综合录井是一项石油钻探中的随钻检测技术，是集电子技术、通信技术、计算机技术、应用物理、化学、数学、石油地质、石油工程、信息工程及控制理论于一体的综合技术，是钻探现场的信息中心。它对石油钻探进行实时监控与处理并提供解释及决策依据。

综合录井技术经过了几十年的发展，在仪器设备研发、数据采集与处理、资料解释等方面都取得了十分显著和丰硕的成果。

本书共分 5 章，第一章介绍综合录井的作用、发展历史和发展趋势；第二章阐述综合录井仪的组成，介绍仪器房、气体分析系统、工程数据采集系统、计算机软硬件和地质评价辅助设备；第三章从气测解释、工程监测与异常预报、地层压力监测和评价以及井斜数据处理 4 个方面介绍综合录井资料的应用；第四章介绍综合录井的新技术，包括录井数据远程传输技术、地质导向与定向井技术、钻具振动检测技术和 H_2S 早期预警技术；第五章介绍综合录井仪的作业规范和设备维护，包括设备安装与调试规范、不同录井作业期间应注意的问题、设备的日常巡检以及设备的常见故障与维护。本书不仅可以作为录井现场工作人员、录井行业技术人员的培训读本，也可作为相关专业大中专学生教材。

在本书的编写过程中，得到了上海科油石油仪器制造有限公司、中国石化中原石油勘探局地质录井处、中国石油天然气集团公司华北石油管理局录井公司、中国石油集团渤海钻探工程有限公司第二录井公司、中国电波传播研究所、中国石油集团西部钻探工程有限公司克拉玛依录井工程公司和大庆油田有限责任公司地质录井分公司的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于本书涉及内容较多，加之作者水平有限，如有不妥之处，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 综合录井的作用	1
第二节 综合录井的发展历史	3
第三节 综合录井技术的发展趋势	5
第二章 综合录井仪	7
第一节 综合录井仪的组成	7
第二节 仪器房	8
第三节 气体分析系统	15
第四节 工程数据采集	43
第五节 计算机系统	70
第六节 地质评价辅助设备	82
第三章 综合录井资料应用	92
第一节 气测解释	92
第二节 工程监测与异常预报	98
第三节 地层压力监测和评价	110
第四节 井斜数据处理	115
第四章 综合录井新技术	119
第一节 录井数据远程传输	119
第二节 地质导向技术应用与定向随钻地质分析	124
第三节 钻具振动检测系统	140
第四节 H ₂ S 早期预警系统	146
第五章 综合录井仪作业规范与设备维护	149
第一节 设备安装与调试规范	149
第二节 不同录井作业期间应注意的问题	151
第三节 设备的日常巡检	151
第四节 设备的常见故障与维护	153
参考文献	161

第一章 绪 论

第一节 综合录井的作用

综合录井是一项石油钻探中的随钻检测技术,早期它是现场钻探作业者的耳目,后来逐渐成为现场施工人员的有力助手,现在已成为地质和钻井技术人员必不可少的现场决策工具。

现代综合录井是一项集电子技术、通信技术、计算机技术、应用物理、化学、数学、石油地质、石油工程、信息工程及控制论于一体的多学科的综合技术,是钻探现场的信息中心。它对石油钻探进行实时监控与处理,并提供解释及决策依据的重要手段。它打破了学科专业界限,随着相关学科专业的引入,综合录井技术所具备的传感仪表、计算机和网络通信等现代信息技术的三大属性,使其在石油勘探开发中的地位大大提高,主要用于钻井工程服务、地质服务和辅助决策等相关应用领域。

一、钻井工程服务

1. 钻井实时监控

在钻进中,综合录井实时采集诸如钻时、钻压、悬重、立管压力、转盘扭矩、转速、钻井液性能等大量参数,并计算出地层压力系数、钻井液水力学等参数。利用计算机系统实时进行实时屏幕显示、曲线记录。根据作业公司的施工设计,指导和监督井队按设计施工。如发现异常变化则及时判断,分析原因,提供工程事故预报,以使施工单位超前及时采取相应措施,减少井下事故的发生,达到安全钻井、快速钻井的目的。多年来,录井服务队伍准确地预报了大量的诸如钻头磨损、钻具刺漏、井涌、井漏、遇卡、遇阻等事故预兆,避免了巨额经济损失,受到了各钻井施工单位的欢迎。

2. 优选参数钻井,提高机械钻速

实现科学钻井,除了与勘探的正确部署有关外,优选参数钻井是提高钻井速度、加快勘探步伐的一项非常重要的技术。选择合理的钻井参数、钻井液性能、水力参数,可以提高钻井机械钻速。钻井中钻压、转速、排量这3个因素是提高机械钻速的关键因素。以前选择合理的钻井参数,是由人工按各自的经验进行的,而今与综合录井技术配套的计算机软件可根据钻头使用情况结合地层岩性特征,实时地进行钻井参数的优选设计,指导施工作业,可以有效地提高钻井速度,缩短钻井周期,节省钻井费用,实现了科学打井的目的,加快了勘探进程。

3. 地层压力监测

钻井施工的安全、油气层的保护均与地层压力有关。要实现安全钻井和油气层保护,关键在于合理地设计和选用钻井液性能参数,其中最主要的参数是钻井液密度。

钻井过程中钻井液密度的大小是由所钻遇的地层岩性及地层压力所决定的,也就是说,要实现钻井安全,油层不被伤害和压死,就必须要实现钻井过程中的井筒液柱压力与地层孔隙压力的动态平衡。要实现这个目的,关键在于在施工过程中进行实时的地层压力

监测,根据地层压力变化情况,及时调整钻井液性能,这就是综合录井在勘探中的又一个重要作用。

4. 利用随钻测井技术为定向井、水平井施工服务

先进的综合录井仪中配备有 MWD (随钻测量) 或 LWD (随钻录井)。而综合录井仪系统亦配置有接收、处理 MWD 或 LWD 信息的接口和软件。利用它可以为定向井、水平井的施工提供监测服务,并利用地质导向软件指导定向作业,保证定向井施工成功中靶目的油气层。

二、地质服务

1. 利用综合录井开展地层评价

地层评价是地质勘探的一项基础工作,包括岩性的确定、地层划分、构造分析、沉积环境分析、岩相古地理分析及以单井评价为基础进行区域对比等内容。

在勘探过程中,利用综合录井收集的大量资料可以有效地进行随钻地层评价。综合录井使用 MWD、LWD 获取的电阻率、自然伽马、中子孔隙度、岩石密度等资料,配合岩屑、岩心、井壁取心,泥(页)岩密度、碳酸盐含量等资料,参考钻时、转盘扭矩等参数变化可以进行单井的分析和评价。利用综合录井计算机系统的多井对比软件可以进行区域内多口邻井的对比。随钻进行小区域的地层对比,建立区域构造剖面,据此进行随钻分析、提出设计修改建议、预报目的层、卡准取心层位和古潜山风化壳、确定完钻井深等工作。

2. 油气水层评价

油气资源评价是勘探活动中最主要的工作之一。油气资源评价的好坏直接关系到勘探效果。资源评价搞得好,有利于提高勘探的成功率和效益,减少探井钻探口数,有助于加快勘探的步伐,从而具有很大的经济效益和社会效益。

综合录井配套的各种技术和仪器设备在现场可以提供从单井油气层的发现、解释到储层的分析、评价,生油层的生油资源评价等一整套手段和方法,在钻探现场及时、准确地进行油气资源评价。

1) 及时、准确地发现油气层

发现油气层是资源评价的基础。综合录井技术使用了多种方法来检测、发现钻井中油气显示,在一般的岩屑录井、岩心录井、荧光录井的基础上,综合录井使用气测录井,包括定量脱气分析、岩屑残碳分析、VMS 真空蒸馏脱气分析、岩石热解分析、定量荧光分析等方法能及时、准确地发现油气显示。现代综合录井中快速色谱仪组分分析周期从 C_1 到 C_5 仅需 30s,大大缩短了气体分析时间,有利于薄层、微弱油气层的发现。由于使用了 QFT (Quantitative Fluorescence Technique) 荧光定量分析技术和 QGM (Quantitative Gas Measurement) 定量脱气分析技术使油气层的检测由定性检测发展到定量检测,大大提高了油气层的发现率和解释精度。

除了上述方法外,综合录井还采集有钻井液、电阻率、温度、流量、钻井液池体积等参数,可以作为辅助手段发现油气显示。

2) 油气水层解释

利用综合录井技术不仅可以快速、准确地发现油气显示,而且还可以利用自身的手段进行油气层的综合解释,大大提高了现场资料的运用效果。

综合录井使用岩屑(岩心)含油显示描述、荧光观察、热解色谱、钻井液性能变化情

况与气测解释的皮克斯勒法、三角形法、比值法、烃湿度法，对油气显示层进行综合解释，在实际生产中取得了很好的效果。

3) 储集层评价

综合录井在钻井施工现场利用岩屑、岩心描述（包括视孔隙度、粒度、圆度、分选、胶结类型、胶结物、结构、构造等参数的描述）对储集层的储集空间、油气运移通道等储集条件进行分析，充分利用核磁共振仪测量孔隙度、渗透率、含油饱和度，利用地化录井仪测量总有机碳、残余碳、氢指数、降解潜率、重烃指数、总烃含量等参数确定储集层类型和含油级别，估算产能，现场计算单层油气地质储量。

4) 生油层评价

生油层评价实际是生油资源评价。综合录井使用热解色谱地化录井仪测量残余碳，总有机碳、氢指数，降解潜率、总烃含量、残余碳加氢生成油量等参数，进行生油层的有机质类型、成熟度、有机质丰度、生油气量、排烃量及生油潜力等参数的分析计算，总体评价生油资源。

5) 单井油气资源综合评价

利用综合录井解释评价系统对所钻井的油气层、生油层进行统计分析，在上述4项工作基础上，对该井做单井综合油气资源评价，为用户提供单井油气资源综合评价报告。在此基础上，可以利用多井对比软件进行横向区域油气资源评价，寻找有利的勘探目标，直接指导勘探部署。由于评价报告来源于现场，故其所具有的及时性、准确性可大大加快勘探步伐，提高探井成功率，节省勘探费用。

三、辅助决策

计算机技术的高速发展为综合录井技术增添了强有力的技术支持，为油气勘探提供了更为广泛的服务。利用数据终端网为地质师、钻井工程师、司钻、监督及作业公司代表提供了远程终端，并配备有丰富的应用程序。不同用户可以根据自身的需要从中心数据库中提取数据进行处理、分析、指导钻井施工、地层评价和油气资源评价。同时将获得的各种评价报告利用远传设备传回基地。

目前由于服务观念的改变，综合录井从原来的只为甲方提供服务成果，发展为向作业公司提供软件工作平台，方便石油公司和作业公司进行施工评价。如法国 Geoservices 公司开发的 Geotop 软件和美国的 Baker Hughes Inteq 公司开发的 Drillbyte，就为甲方设计了岩心、储层评价、油藏描述、井控、钻井时效分析、地层压力评价以及地震、测井应用、区域对比等软件，甲方利用这些软件可以进行各种研究工作。

第二节 综合录井的发展历史

综合录井的发展源于地质录井和钻井液录井。地质录井的发展从钻探石油的第一天起就开始了，而钻井液录井则始于 20 世纪 30 年代美国 Baroid 公司首次研制的气测录井仪的使用，由此构成了综合录井发展的雏形。从 20 世纪 30 年代到 70 年代初，有了方钻杆钻时、地层剖面、初步判断油气层的方法等综合录井技术。70 年代中期之后，国外将计算机引入综合录井仪用于实时处理地质与工程数据，录井技术有了质的飞跃。到 20 世纪末，综合录井技术已发展成为包括常规地质录井、钻井液录井、气测录井、地球化学录井、钻井

工程监测录井和随钻测量 (MWD、LWD) 为一体的现代化综合性录井技术, 基本上实现了从信号采集、处理、存储、传输到解释自动化, 实现了油气钻探过程的全面监控。

西方国家在 20 世纪 50 年代初已经开发出第一代面板式综合录井仪。70—80 年代初期, 法、英、美等国将计算机技术引入综合录井领域, 制造出第二代脱机式综合录井仪。随着电子技术和计算机技术的高速发展, 20 世纪 80 年代中期西方国家又推出第三代联机式综合录井仪, 其中具有代表性的有我国于 1984 年引进的法国 Geoservices 公司生产的 TDC 综合录井仪。20 世纪后期以来, 西方国家又推出第四代无二次仪表、基于 WINDOWS 环境的联网式综合录井仪, 其中以 Geoservice 公司生产的 Geo5000、Geo6000、AIS 系列、Geonext, 美国国际录井公司生产的 DLS, 贝克休斯生产的 Advantage, 加拿大生产的 Datalog 等最具有代表性。近几年来, 又发展了 MWD、LWD 及快速色谱技术。

我国在 20 世纪 50 年代以前主要是手工方式录井, 这个时期称为“地质录井”阶段。1953 年引入荧光录井, 1955 年从苏联引进半自动气测仪, 从此开始了使用仪器的历史。1957 年钻井液检测技术引入录井范畴。1964 年研制出全自动气测仪, 1974 年发展为 SQC-701 型气测仪, 我们把这个漫长过程称之为“气测录井”阶段。20 世纪 80 年代初期开始引进, 80 年代中后期开始研制国产综合录井仪, 包括上海石油仪器厂于 1988 年推出的 SDL-1 地质录井仪、SQC882 气测录井仪, 中国电子科技集团公司第二十二所于 1991 年推出的 SLZ-1 综合录井仪。我们把这个时期称之为“综合录井”阶段。2000 年以来, 我国的综合录井仪研发进入了快速发展时期, 国内生产厂商也加快了产品升级步伐, 研发出相当于国外生产的第四代的综合录井仪, 其中包括上海科油石油仪器制造有限公司生产的 WellStar、中国电波传播研究所生产的 ACE 智能录井系统、上海神开石油化工装备股份有限公司生产的 CMS 型综合录井仪。这些仪器设备在油气层解释评价技术上做了有效工作, 并在与 MWD、LWD 技术结合上有所尝试, 我们把现阶段称之为“评价录井”阶段。

一、国内录井设备的特点和优势

- (1) 普遍采用总线技术, 方便了录井设备的安装, 传感器扩充、维护等;
- (2) 配置了智能快速色谱, 线性好, 精度高, 体积小, 操作简便;
- (3) 录井操作简单, 录取资料符合国内习惯;
- (4) 新思路和新技术不断得到应用: 如硫化氢预警系统、钻具振动分析系统、工程预警系统等。
- (5) 定向—录井一体化技术的应用: 节约了成本, 打破了地质录井和定向钻井单项技术的局限性, 较好地体现了一体化的优势, 更有利于水平井的施工, 而这也将成为综合录井仪一个新的发展方向。

二、国内录井装备存在的不足

- (1) 仪器稳定性不够, 故障率较高;
- (2) 参数采集定量化程度不够;
- (3) 数据接口标准不统一, 数据共享差;
- (4) 数据存储格式、查询及兼容方面设计不合理, 造成数据查询修改不易操作、速度慢;
- (5) 软件设计国际适应性不够, 后台处理软件功能相对不足。

第三节 综合录井技术的发展趋势

综合录井技术在近几年发展很快,形成了实时录井、监测、处理、传输、评价服务及决策一体化系统的录井技术。毫无疑问,这项技术还在不断的发展之中。

一、录井参数向量化方向发展

随着综合录井技术的发展,原来未量化的录井项目或参数,通过新的方法和手段已能量化。如定量荧光分析技术(QFT)、定量脱气分析技术(QGM)等。由于数据采集实现了量化,已经量化的参数变得更加灵敏、准确,更趋于准确反应地下客观情况,提高了油气层的发现率和解释精度。

二、录井检测方法多样化

在常规综合录井内容基础上,新类型的检测仪器和检测项目不断增加,为现场评价提供了新的方法。

(1) Geoservices 公司研制的自动连续检测进出口钻井液滤液矿化度分析仪,可以测量钻井液中钾、钠、钙和氯离子的含量,为判断井下地层流体性质提供了新的检测方法。

(2) Schlumberger 公司利用 4 个红外分光光度计检测气体组分,将原来气体组分的色谱分析变为光谱分析,变原来的周期性分析检测为连续分析检测。

(3) 引入核磁共振仪器,在录井现场对岩心、岩屑进行孔隙度、渗透率分析,进行生、储、盖层的物性测量和评价。

(4) 酸解烃法进行油气层评价。把岩石在真空状态下加热加酸处理,破坏其颗粒表面吸附力,使被吸附的烃类物质释放出来,并加以收集分析、鉴定和计算,进行油层评价。

(5) 定量荧光技术投入现场使用。常规荧光仪虽然已有近 60 年的历史了,但其局限性显而易见:原油荧光主要在紫外线范围内,肉眼只能识别其中一小部分,凝析油、轻质油及中质油的大部分不在肉眼识别范围内;荧光描述主从性很大,其准确性在很大程度上取决于现场人员的经验。鉴于此,德士古公司经过 8 年潜心研究,开发定量荧光检测仪(QFT)并获得成功。

随着新技术的不断发展和录井相关理论的丰富,更多的技术和方法将融入到综合录井技术中,逐步完善综合录井的评价和解释体系。

三、录井资料的采集向地层延伸

(1) MWD、LWD 技术的发展为及时监测井下情况、获得真正代表地层的信息、进行随钻地层评价提供了手段。

(2) 快速色谱系统及井下钻井液气体检测法(声波干扰法)的出现又使气测井突破了迟到时间的束缚,在钻开储集层的同时,进行气体检测,能更加及时地获得气体参数。

(3) 钻具振动分析技术引入录井领域。在钻井过程中,钻具振动与钻柱及其组成部分的动力学特性有关。早在 20 世纪 60 年代,国际上就开始钻具振动问题的研究,并开发出各种检测仪器和解释技术,用来指导安全钻井,可有效地防止钻具事故和钻井工程意外的发生。

四、资料处理智能化

录井资料处理解释计算机系统，既是现场资料信息数据的监控采集系统，又是可共享的数据管理系统。

五、钻井作业决策向现场化和远程化发展

计算机技术和信息技术的应用，使综合录井已经成为了钻井作业现场的数据评价和决策中心；伴随网络技术的发展，综合录井仪将逐步成为钻井作业现场的信息中心，涵盖了钻井、测井、录井、随钻测量、中途测试和完井作业等信息，这些信息能在钻井作业现场和决策者基地之间透明传输，实现远程监控和决策；快速解释和综合评价技术的应用，使决策人员能够及时调整作业部署，节省作业成本。功能强大完备的综合录井仪使作业决策趋于现场化和远程化。

第二章 综合录井仪

为了推动录井技术的不断发展,更好地满足国内或国际使用方的要求,目前生产的综合录井仪,都采用了以下设计新技术。

硬件冗余设计:在设计综合录井仪时,充分考虑到各种器件和设备可能的失效方式,避免极限使用条件。一方面对重要的器件和设备进行备份,避免因关键器件和设备失效而造成的整机功能失效。另一方面设计多个备份的硬件和软件通道,以便随时进行替换或增加新的录井参数。

无差别化设计:在设计综合录井仪时,将能够统一的设备或器件、软件尽量统一,所有的计算机类型和性能完全一致,并采用零配置,计算机中运行的软件完全一致和兼容,同时利用网络进行拓扑连接,软件采用网格计算技术,使得每台计算机既可以单独完成录井任务,又可以与其他计算机同时分担录井任务。在所有计算机全部失效之前都不会影响到基本的录井功能,并且网络上的其他计算机可以随时接替失效计算机的工作,这样可最大限度地保证录井仪的正常运转。

利用网络技术和专用软件,技术人员可在基地操控钻井现场的录井仪,帮助现场人员寻找软件故障和设置录井参数,以最快的速度恢复因软件造成的问题。把现场图像和声音通过网络发送给基地的硬件维修技术人员,这样基地的硬件维修技术人员就可通过收到的图像指导现场人员进行设备检修。

充分利用网络功能,在基地组建数据监控办公室,通过综合录井仪的数据远传功能将各重点井的数据显示在办公室,由专家进行监视和判断,使有限的专家处理更多井的信息,相当于一个专家同时在几口井上值班。引入数据源概念,并根据网络情况建立镜像服务器,各录井系统都可以将邻井数据或镜像服务器的其他数据作为自己的数据来源,在实时录井中,可以充分利用已钻井的数据和正在施工中的邻井数据,得到实时共享。

将现场的工程异常预报进行数字化、自动化、智能化处理,实现异常预报计算机自动判断、自动报警。从而使异常预报更及时、更准确、更全面,避免在现场因操作员的经验不足而出现漏报误报。

为了应付各种复杂的录井要求,通过自定义函数功能,仪器操作人员可以将硬件通道采集来的信号或已经存在的几个参数用自己定义的一套数学函数处理后进行显示、存储、输出和打印,从而保证在任何复杂的录井环境中,综合录井仪都能完成录井任务。理论上输出数据的多少只受软件通道数的限制。

第一节 综合录井仪的组成

综合录井仪是由一系列的硬件和软件系统组成的,主要由以下几个部分构成:仪器房、传感器系统、信号接口系统、气体分析系统、计算机系统(内含相应软件系统)及地质设备等。图 2-1 为典型的综合录井仪结构框图。

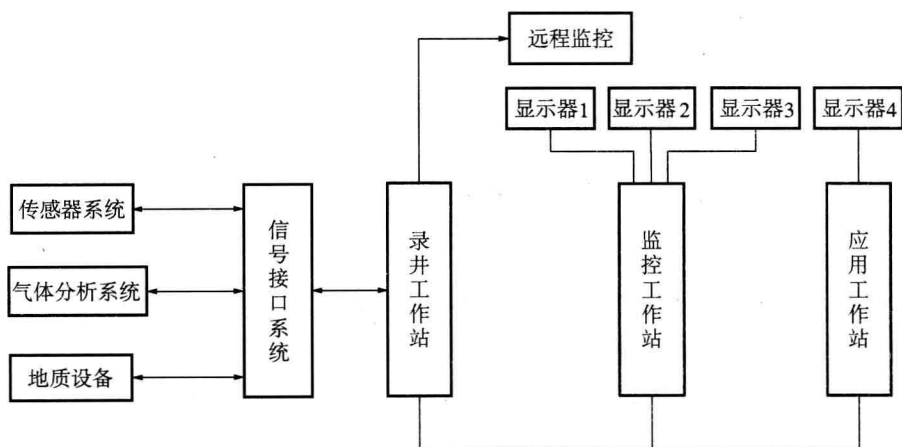


图 2-1 综合录井仪结构框图

第二节 仪 器 房

一、房体设计

综合录井仪器房都被设计成类似集装箱的形状，实际上，在石油钻井现场，包括综合录井仪在内的大部分仪器和设备，都是采用集装箱式的设计。这是在综合考虑了以下几个方面的因素和要求后的最优选择。

运输方面，录井仪器房绝大部分是通过汽车、火车和船舶进行运输，仪器房的设计必须适应上述运输方式的要求，所以集装箱，特别是标准集装箱的外形规格最能适应各种距离的运输要求。从生产加工看，集装箱的产业线是比较成熟的，其规模效应使得仪器房的制造成本和时效性方面最具优势。仪器房在钻井现场的摆放，除了在海洋平台等少数区域对仪器房大小有上限外，大多数情况下限制不多。内部仪器放置以及操作空间，一般会追求宽敞、舒适、操作维护方便。

综合录井仪器房的规格最常见的都符合下列尺寸：长度为 6~9m，宽度为 2.4~2.6m，高度为 2.4~2.9m。四周外墙板通常用 1.6~4mm 的波纹形钢板；顶板常用 1.6~4mm 平钢板或瓦楞型钢板；底板常用 3~6mm 钢板，也有底板设计双层的；大部分仪器房箱体的下方都有底撬，也称滑轨，在陆地上起到防水垫高的作用，也是便于在陆地上短距离拖拽使用，底撬一般都长于箱体长度，这有助于在运输和吊装时防止仪器房发生直接碰撞，底撬的高度在 200mm 左右，装底撬后的总高度也不超过 2.9m。

内部装潢材料必须要选用防火或阻燃材料，比较常见的是中密度防火板。装潢板与钢板之间常用保温材料填满，用以隔热，避免冷凝水的产生。

同集装箱类似，为吊装方便和安全，箱体的外框 8 条边线都设计成支撑梁的结构。支撑梁的上部 4 个角都被安装吊装环或孔。

二、布局与配置

综合录井仪器房的布局必须考虑设备放置和操作员的工作方便，通常可分为储藏区、

设备区和操作区。

设备区与操作区都属于仪器房“内部”，两区域并不严格区分，除了安装设备以外的区域都是操作员可以活动的地方。在仪器房设计的时候会考虑几个比较固定的操作位，一般应至少设置 2~3 个操作位，供数据工程师、地质工程师、仪器大班同时使用。某些情况下，仪器大班与数据工程师是同一个人，在国内很多地方，地质工程师的正常操作台是在其他仪器房，所以也有仪器房设置 2 个操作位。除了正常操作位，还应该考虑仪器检修、现场监督交流、临时堆放物品等活动所需的合理空间。

储藏区一般在仪器房顶端，单独开门，严格讲属于仪器房“外部”。

仪器房还必须至少有大门一扇、逃生门或逃生窗一扇、观察窗一扇，另外防爆仪器房的大门里面还至少要有缓冲区和内门一扇。在石油钻井现场，录井仪器房的大门通常摆放成大致对着钻台方向，至少有一个观察窗也对着钻台方向，逃生门或窗不能与大门在同一面，以与大门在完全相反的方向为最理想。

仪器房布局并无统一标准，国内外各生产厂家的不同型号的仪器也都不一样，因此在不违背原则的前提下，设计时可采用各种不同的布局。

仪器房内通常要配置可调节室内温度的空调或（和）取暖设备。还有供紧急照明使用的应急照明设备，如（防爆）应急灯、UPS 负载的照明灯等。

仪器的大部分设备比如气体分析装置、计算机系统、电源系统等都放置在仪器房内，还有操作台、文件柜等家具也必然在室内，因此，仪器房室内的布局需要全面考虑。机柜是用于仪器内部主要功能部件集中安装的机架，其宽度基本上都采用标准的 555mm，高度和深度以不同的安装要求而采用不同的设计。安装于机柜的设备大多使用导轨与机柜连接，并在一定条件下可利用导轨实现抽拉，便于维修；面板的宽度必须符合机柜宽度的限制，高度一般都采用 1U（1U 等于 44.45mm）的整数倍的设计。一台仪器可以有高低不同的多个机柜，机柜的选择与安装位置大体上决定了整个仪器房布局的风格。

三、电源系统

综合录井仪的电源系统包括供电、配电、变压器、UPS（不中断电源系统）、接地保护等五部分组成。

1. 供电

仪器供电都采用三相交流电，有三相四线输入（居多）和三相三线输入，电源电压在国内通常是 380V（线电压，下面无特别标注都指线电压）、50Hz，国外也有 220V、440V、60Hz 等不同的供电方式，电源系统可根据不同的需要进行设计，现在多数仪器都可以兼容多种电源情况。综合录井仪在钻井现场大多使用钻井队发电机供电，极少数情况下用自备发电机或工业电网供电。一台完整的综合录井仪的供电功率一般在 20kW 左右。

2. 配电

配电包括电源保护和分配。电源保护通常有过压、欠压、断相、过载等常见要求，也有零线带电、相序等特殊保护。由于综合录井仪在工作现场的电源条件比较差，为保持供电的总体稳定，保护的门限设置比较低，这就要求仪器用电设备的电源适用性比较强。电源保护也可以包括电源指示，如电压、频率、电流等。电源分配要考虑三相负载的平衡，UPS、空调、取暖器等大功率设备应单独控制，以保证安全。大多数仪器都用断路器实现分路控制和保护。

3. 变压器

电源隔离变压器的功能如下所述：

- (1) 可以适应不同电压的供电系统，比如在国外会碰到的 220V 或 440V；
- (2) 可以在一定程度上抑制从电源输入端进来的不稳定或破坏性因素，比如电源谐波等，从而达到保护仪器的作用；
- (3) 将电源输入与输出完全隔离，仪器设备内部用电与现场供电线路在电气上没有直接连接，可以起到保护人员的作用。

4. UPS（不中断电源系统）

UPS（Uninterruptible Power System）是不中断电源系统，在综合录井仪中主要发挥两个作用。

- (1) 在停电时提供后备电源供应，保证仪器连续正常运转；
- (2) 将现场比较恶劣的电源输入转换为更稳定（稳定的电压和频率）的输出。

按照录井现场的要求，UPS 应该是在线式的，当现场电源中断时，它们可以不中断地保持稳定输出，这种电源输出需要能维持录井仪重要设备正常工作一段时间，比如 15min 以上。

5. 接地保护

综合录井仪是集成化的用电设备，为保证用电安全，使用前必须可靠接地。在拖撬壳体外部至少有 1 个接地端子，通电前应先用接地线（黄绿线）将端子与大地可靠连接，如果与大地接触使用的是接地棒，应保证接地棒本身的可靠接地，比如在干燥地区需经常浇水。仪器房内（拖撬壳体内）也应有接地端子，通过配电线路连接到用电设备。如果整个钻井现场的电力系统实行的是保护接零的连接方式，仪器房外壳也应保护接零，与整体大系统保持共同安全。

四、正压防爆系统

1. 防爆概念

爆炸的产生必须要同时满足 3 个必要条件：点火所需能量、空气或氧气、达到爆炸极限，也就是达到一定浓度的可燃性气体或粉尘。

防爆就是指防止爆炸的产生，因此防爆的方法也要从 3 个必要条件来考虑，限制了其中任意一个必要条件，就限制了爆炸的产生。

通常从下述 3 个方面着手对易燃易爆场合进行处理：预防或最大限度地降低易燃物质泄漏的可能性；不用或尽量少用易产生电火花的电气元件；采取充氮气之类的方法维持惰性状态。

常用防爆型式及标准代号：

本质安全型 i——限制点火源的能量（安全程度最高，适用范围最广）。

隔爆型 d——隔离存在的点火源（安全程度较高，适用范围较广）。

增安型 e——采取措施提高安全程度（安全程度较低，适用范围较少）。

正压型 p——防止危险气体进入（安全程度较高，适用范围较广）。

无火花型 n——不会点燃周围爆炸性混合物，不会发生有点燃作用的故障（安全程度较低，适用范围较小）。

以危险程度不同可以对区域进行划分。防爆领域所说的危险区域是指爆炸性气体环境