

● 石油科学进展15A

〔法〕O.塞拉

测井解释基础与数据采集

石 油 工 业 出 版 社

PETROLEUM INDUSTRY PRESS

登录号	087300
分类号	P631.81
种次号	047

石油科学进展15A

测井解释基础与数据采集



200352992

〔法〕O. 塞拉

谭廷栋 廖明书 郝志兴 尚海筹 译



00797825

5279/04

石油工业出版社

(京)新登字082号

内 容 提 要

本书译自美国出版的“石油科学进展15A”，全书共有二十二章，论述了当今的各种测井方法、原理、刻度、数据采集及应用。它为测井数据处理及解释提供了理论基础和科学依据。

该书的主要特点是系统性强、章节分明、层次清楚，具有较高的学术水平和实用价值。本书可供从事测井工作的工程技术人员、科研人员及石油地质、物探、油田开发专业的师生和研究生参考。

本书前言、法文版序、英文版序、第一章和第二十二章由谭廷栋译；第二章至第七章由尚海筹译；第八章至第十四章由郝志兴译；第十五章至第二十一章由廖明书译。全书由廖明书统校。

Development in Petroleum Science 15A
fundamentals of well-log interpretation

1. the acquisition of logging data

O. SERRA

ELSEVIER

Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo 1984

石油科学进展15A
测井解释基础与数据采集

〔法〕O.塞拉

谭廷栋 廖明书 郝志兴 尚海筹 译

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京海淀吴海印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米16开本 37¹/₄印张 3插页 924千字 印1—2,000

1992年1月北京第1版 1992年1月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0667-7/TE·634

定价：18.95元

序 言

在对难以寻找的油气资源进行不懈的探索中，要求地质家和油藏工程师更多地施展其专业技能和发挥其独创性。为了获得新的地下资料，要求不断改进设备和技术。

本书描述了目前供地质家和油藏工程师使用的各种测井设备。这是继两本有关碳酸盐岩的书之后，由埃尔夫·阿启坦（Elf Aquitaine）公司出版的另一本书。

人们决不能过份强调钻井资料对盆地地质分析和沉积学分析的重要作用。如果不补充一些新技术（特别是测井）资料，这些钻井资料是不完整的，甚至是无用的。因为这些新技术能提供极其丰富的有关油气和岩石基础的地质资料。

作者在埃尔夫·阿启坦公司勘探部测井分析室担任经理的同时，完成了本书，这需要有相当大的热忱和决心。

作者的这些才能使他于1974年3月21日赢得了第一届马塞尔·鲁鲍尔特（Marcel Roubault）奖，奖励他“在自然资源勘探和开发、新油气藏发现的主要工作中对方法和技术以及思想和概念上取得的重要进展所作的工作”。通过他，人们可以看到一个经常在实际中得到锻炼的自然科学家、同时又是一个经过严格训练的物理学和信息学家是怎样把各方面的现代技术应用到地质分析中去的。

自从获得马塞尔·鲁鲍尔特奖之后，作者由于他作为讲师和作家的天赋，赢得了同行和大学中研究地质科学的大量读者。

这本书是几个公司富有成果的协作之作。这证实了埃尔夫·阿启坦希望与本领域同行共同研究以及培训和传播现代技术的积极政策。

通过出版这本书和以后的系列丛书，我们希望能对更好地理解寻找能量和矿物资源的地质科学及其方法和基础工作有所贡献。

我们同样希望加强同从事研究工作的“思维者”与在野外工作的“工作者”之间的联系。进步，一方面很大程度上取决于思维，另一方面取决于技术和技能，这两方面的密切协作是必要的。勘探不再是一个十分秘密的领域。在大多数工程过程中收集的资料，如果可能的话，都应让所有感兴趣的人使用，特别是那些想把这些资料用好的人。

最后，我们希望这些书的出版，能对马塞尔·鲁鲍尔特的宗旨——“地质服务于人类”有所贡献。

A. Perrodon 1978年3月于巴黎

法文版前言

油气藏的开发遵循复杂的自然定律，它与许多因素有关。

地质家的目的是理解油气聚集的过程。简单地说，对油气聚集过程理解得越透彻，发现新油气藏的机会就越多。

地质研究的领域有：岩石沉积学、构造地质学、地球化学、流体地质学、地球物理学。为了满足现代油气勘探的要求，技术变得越来越复杂。

测井在地球物理中起着特别重要的作用：

- 1) 测井提供钻井所穿过岩石的许多性质的真实和连续结果；
- 2) 测井把地面地球物理测量与地下地质联系起来；
- 3) 测井提供大量的数据，使比较精确地定量表示岩石沉积过程成为可能。

不结合测井资料而考虑储集层描述是不现实的。忽略测井资料实际上将会失掉大部分井眼内有用的资料，而这些资料是储集层描述所依据资料中的重要组成部分。

本书是由地质家构思并写出的。希望该书能使地质家（实际上还包括所有从事油气勘探和储集层开发的工程师）很好地理解测井技术及其对测井获得的有用信息在储集层描述中的评价。

本书是两册测井丛书中的第一册。主要介绍测井资料（测井仪原理、测井技术）的获取，描述岩石地质学的多种因素对测量的影响。

第二册将详细介绍测井地质解释及其应用●。

致 谢

在此我向在埃夫尔·阿启坦公司的同事C.拉格斯、L.萨尔皮斯和C.奥吉尔表示感谢，感谢他们的不断鼓励和对最初法文版本的建设性校勘；感谢G.赫威帮助准备出版的文字和图件；感谢P.佩因作的大量示意图；感谢所有那些不知名字的制图员和打字员对本书的帮助。

对斯仑贝谢公司准予采用该公司出版物的图件及原文表示感谢。

对德莱赛—阿特拉斯公司、石油工程师学会（SPE of AIME）、测井分析家协会（SPWLA）准予采用他们出版物中的大量图件也表示感谢。

最后，对斯仑贝谢技术服务公司的B.维沃特、J.皮杰、J.格特纳和L.杜帕表示感谢，感谢他们对最初法文版本的建议和校勘；感谢A.佩罗顿的不断支持和鼓励；感谢D.布格因科特对许多观点的建议；感谢H.欧特利对法文版本编辑和校对的极大帮助；感谢埃夫尔·阿启坦公司准许出版该书。

O. Serra

1978年3月于巴黎

● 本句有删节。——译者

英文版前言

根据好几个人的建议，我决定把我的法文书《测井》翻译成英文。同时，借此机会我还修改了原先的版本，校正某些未落实的错误，在某些章节增添了最新技术的资料，以改进和更新原来的内容。书评人员对最初法文版本的评论已作了考虑。

我对斯仑贝谢公司的英国同事把法文版本译成的英文版本非常满意。对彼特·韦斯特威和海德·阿博特所从事的这项艰巨工作表示感谢。他们对翻译法文版本和出版英文版本的贡献是不可磨灭的。

我还应向为最后编辑草稿作准备工作的打字员表示感谢。

我再一次向H. 奥特利对该书出版的帮助，以及埃尔夫·阿启坦的经济支助表示感谢。没有这些，这些书是不可能出版的。对斯仑贝谢公司准许采用该公司的某些资料也再次表示感谢。

O. Serra

1982年5月于新加坡

目 录

第一章 基本概念回顾	(1)
1.1. “测井”的定义.....	(1)
1.2. 测井的重要性.....	(1)
1.3. 确定岩石成分.....	(2)
1.3.1. 骨架.....	(3)
1.3.2. 泥岩——粉砂和粘土.....	(3)
1.3.3. 流体.....	(4)
1.4. 岩石的结构和构造 ^①	(10)
1.4.1. 孔隙度与电阻率之间的关系——地层因素.....	(10)
1.4.2. 饱和度与电阻率之间的关系——阿尔奇 (Archie) 公式.....	(12)
1.4.3. 泥质含量对电阻率的影响.....	(15)
1.4.4. 泥质分布的影响.....	(15)
1.4.5. 渗透率.....	(18)
1.4.6. 地层厚度和内部结构.....	(25)
1.5. 结论.....	(28)
第二章 测井技术和测量方法	(35)
2.1. 测井分类.....	(35)
2.1.1. 自然现象.....	(36)
2.1.2. 测量地层次生响应的物理性质.....	(36)
2.2. 测井测量方法特有的问题.....	(37)
2.2.1. 井眼影响和侵入问题.....	(37)
2.2.2. 井下仪器几何形状的影响.....	(40)
2.2.3. 测井速度.....	(43)
2.2.4. 恶劣环境.....	(44)
2.3. 测井装备——地面设备和井下设备.....	(46)
2.3.1. 测井车和海上测井拖撬.....	(46)
2.3.2. 电缆.....	(49)
2.3.3. 井下仪器.....	(52)
2.3.4. 记录设备.....	(53)
2.3.5. 井下仪器组合.....	(55)
2.3.6. 记忆装置.....	(55)

2.4. 测井显示	(55)
2.5. 重复性和刻度	(59)
2.6. 数据传输	(59)
第三章 电阻率测量	(64)
3.1. 引言	(64)
3.2. 非聚焦长源距测井仪	(64)
3.2.1. 测量原理	(64)
3.2.2. 电流路径	(67)
3.2.3. 测量点(深度零点)	(68)
3.2.4. 探测半径	(68)
3.2.5. 环境校正	(70)
3.2.6. 视电阻率曲线形状	(70)
3.3. 聚焦长源距测井仪	(72)
3.3.1. 感应测井(IL)	(72)
3.3.2. 侧向测井(LL)	(83)
3.3.3. 球形聚焦测井(SFL)	(89)
3.4. 非聚焦微电阻率仪器——微电极测井(ML)	(90)
3.4.1. 原理	(90)
3.4.2. 环境影响	(90)
3.4.3. 测井仪响应	(90)
3.5. 聚焦微电阻率仪器	(92)
3.5.1. 微侧向测井(MLL)	(92)
3.5.2. 微邻近测井(PL)	(93)
3.5.3. 微球形聚焦测井(MSFL)(微SFL)	(94)
3.5.4. 高分辨率地层倾角仪(HDT)	(94)
3.6. 结论	(95)
3.6.1. 影响电阻率的地质因素	(95)
3.6.2. 应用	(96)
第四章 自然电位(SP)	(100)
4.1. 动电电位的起因	(100)
4.2. 电化学电位的起因	(103)
4.2.1. 薄膜电位	(103)
4.2.2. 液体的结或扩散电位	(104)
4.2.3. 电化学电位(E_s)	(104)
4.3. 离子活度、浓度和电阻率	(105)
4.4. 静自然电位	(107)
4.5. 自然电位峰的大小和形状	(107)
4.5.1. 井径	(107)
4.5.2. 侵入深度	(107)

4.5.3.	层厚	(107)
4.5.4.	地层电阻率	(107)
4.5.5.	致密地层	(108)
4.5.6.	泥岩基线移动和漂移	(108)
4.5.7.	不规则的侵入剖面	(110)
4.5.8.	自然电位异常	(111)
4.6.	地质因素与自然电位	(113)
4.6.1.	岩石成分	(113)
4.6.2.	岩石结构	(114)
4.6.3.	温度	(114)
4.6.4.	压力	(115)
4.6.5.	沉积环境和层序的演变	(115)
4.7.	应用	(115)
第五章	核测井介绍	(117)
5.1.	定义	(117)
5.2.	记录性能	(118)
5.3.	统计起伏	(118)
5.4.	死时间	(119)
5.5.	测井速度	(120)
5.6.	层厚	(121)
5.7.	测量点	(122)
第六章	自然伽马放射性测井	(125)
6.1.	自然放射性的定义	(125)
6.2.	基本概念	(125)
6.2.1.	α 辐射	(125)
6.2.2.	β 辐射 (β^+ 或 β^-)	(127)
6.2.3.	γ 辐射	(127)
6.2.4.	放射性衰变	(128)
6.2.5.	放射性平衡	(130)
6.2.6.	放射性单位	(130)
6.3.	岩石的自然放射性的来源	(130)
6.4.	含放射性元素的矿物和岩石	(133)
6.4.1.	含钾矿物和岩石	(133)
6.4.2.	含铀矿物和岩石	(134)
6.4.3.	含钍矿物和岩石	(139)
6.4.4.	小结	(141)
6.5.	伽马射线的测量	(142)
6.5.1.	盖格—米勒计数器	(142)
6.5.2.	电离室	(142)

6.5.3. 闪烁计数器	(142)
6.5.4. 测井仪的响应	(143)
6.6. 测量点	(144)
6.7. 探测半径	(144)
6.8. 垂直分辨率	(145)
6.9. 影响伽马射线响应的因素	(145)
6.9.1. 统计起伏	(145)
6.9.2. 测井速度	(145)
6.9.3. 井眼条件	(145)
6.9.4. 层厚	(146)
6.10. 应用	(147)
6.11. 刻度	(148)
第七章 自然伽马能谱测井	(150)
7.1. 原理	(150)
7.2. 井下仪器描述	(151)
7.3. 探测器	(154)
7.4. 刻度	(156)
7.5. 探测半径	(157)
7.6. 影响测量的基本因素	(158)
7.7. 钍 (Th)、铀 (U) 和钾 (K) 含量的计算	(158)
7.8. 滤波	(158)
7.9. 应用	(160)
7.9.1. 确定岩性	(160)
7.9.2. 井间地层对比	(169)
7.9.3. 探测不整合	(169)
7.9.4. 探测裂缝与缝合线	(169)
7.9.5. 油气含量	(169)
7.9.6. 识别火成岩	(169)
7.9.7. 沉积学	(171)
7.9.8. 成岩作用	(172)
7.9.9. 估计铀含量	(173)
7.9.10. 计算阳离子交换能力	(173)
7.9.11. 放射性生垢现象	(173)
7.10. 环境及其它影响	(173)
7.10.1. 时间常数 (纵向平滑)、测井速度、死时间	(173)
7.10.2. 井眼	(173)
7.10.3. 井下仪器位置	(173)
7.10.4. 套管	(173)
7.10.5. 层厚	(173)

第八章 中子测井	(179)
8.1. 概论.....	(179)
8.2. 视含氢指数的测量(中子—伽马, 中子—超热中子及中子—热中子测井).....	(179)
8.2.1. 原理.....	(179)
8.2.2. 热中子及俘获伽马射线的空间分布.....	(183)
8.2.3. 中子测井.....	(183)
8.2.4. 中子源.....	(184)
8.2.5. 刻度和测井单位.....	(185)
8.2.6. 斯仑贝谢中子测井仪器.....	(185)
8.2.7. 探测深度.....	(186)
8.2.8. 垂直分辨率.....	(187)
8.2.9. 测量点.....	(188)
8.2.10. 影响测量的因素.....	(188)
8.2.11. 解释.....	(191)
8.2.12. 环境影响.....	(193)
8.2.13. 影响氢指数的地质因素.....	(194)
8.2.14. 应用.....	(194)
第九章 次生伽马射线能谱测井	(198)
9.1. 早期的俘获伽马射线能谱测井——氯测井.....	(198)
9.1.1. 氯测井的原理.....	(199)
9.1.2. 测量特征.....	(199)
9.1.3. 泥质补偿氯测井(SCCL).....	(201)
9.1.4. 应用.....	(202)
9.2. 现代次生伽马射线技术——非弹性及俘获能谱测量.....	(203)
9.2.1. 概论.....	(203)
9.2.2. 快中子散射.....	(203)
9.2.3. 热中子俘获.....	(205)
9.2.4. 用能谱分析储集层.....	(206)
9.2.5. 测量的谱线.....	(206)
9.2.6. 测量技术——窗口法.....	(207)
9.2.7. “加权最小二乘法”(WLS)法.....	(211)
第十章 热中子衰减时间测井	(227)
10.1. 基本原理.....	(227)
10.2. 仪器原理.....	(227)
10.2.1. 中子俘获.....	(227)
10.2.2. 中子扩散.....	(229)
10.2.3. 测量中子密度.....	(230)
10.2.4. 测量俘获截面.....	(230)

10.3.	中子源	(236)
10.4.	探测器	(237)
10.5.	源距	(237)
10.6.	单位	(237)
10.7.	刻度 (见附录5)	(237)
10.8.	测量点	(237)
10.9.	垂直分辨率	(237)
10.10.	探测深度	(238)
10.11.	影响 Σ 测量的因素	(238)
10.11.1.	骨架 (Σ_{m_s})	(238)
10.11.2.	孔隙度、流体	(240)
10.11.3.	泥岩	(242)
10.11.4.	酸化	(243)
10.12.	环境影响	(244)
10.12.1.	井眼信号及扩散	(244)
10.12.2.	仪器偏心	(245)
10.12.3.	侵入	(245)
10.12.4.	时间常数、测速、层厚和垂直分辨率	(245)
10.13.	影响 Σ 测量的地质因素	(246)
10.13.1.	岩石成分	(246)
10.13.2.	岩石结构	(246)
10.13.3.	温度	(246)
10.13.4.	压力	(247)
10.14.	孔隙度和天然气指示	(247)
10.14.1.	孔隙度	(247)
10.14.2.	用计数率指示天然气	(248)
10.15.	应用	(248)
10.15.1.	响应方程	(248)
10.15.2.	残余油饱和度	(250)
10.15.3.	地层流体	(250)
10.15.4.	老井	(250)
10.15.5.	补充应用	(250)
第十一章	地层密度测井 (伽马—伽马测井或密度测井)	(253)
11.1.	原理	(253)
11.1.1.	电子对形成	(253)
11.1.2.	康普顿散射	(253)
11.1.3.	光电效应	(253)
11.2.	吸收方程	(255)
11.3.	电子密度与体积密度间的关系	(257)

11.4.	伽马射线源	(258)
11.5.	探测器	(258)
11.6.	刻度单位	(258)
11.7.	下井仪器	(258)
11.8.	探测深度	(259)
11.9.	垂直分辨率	(260)
11.10.	测量点	(260)
11.11.	影响测井的基本因素	(260)
11.11.1.	泥质	(260)
11.11.2.	水	(260)
11.11.3.	烃	(260)
11.12.	解释	(261)
11.13.	环境影响	(262)
11.13.1.	时间常数、记录速度、死时间、层厚	(262)
11.13.2.	井眼	(262)
11.13.3.	泥饼	(263)
11.13.4.	套管	(263)
11.13.5.	侵入	(263)
11.14.	地质因素	(264)
11.14.1.	岩石成分	(264)
11.14.2.	岩石结构	(264)
11.14.3.	沉积构造	(264)
11.14.4.	温度	(264)
11.14.5.	压力	(264)
11.14.6.	沉积环境—层序演变	(264)
11.15.	应用	(264)
第十二章	平均原子序数测井 (岩性—密度方法)	(266)
12.1.	方法的物理原理	(266)
12.1.1.	光电效应	(266)
12.1.2.	光电吸收指数的定义	(267)
12.1.3.	混合物质的 P_e	(268)
12.2.	斯仑贝谢岩性—密度测井仪 (LDT)	(270)
12.3.	测量原理	(270)
12.4.	探测半径	(271)
12.5.	垂直分辨率	(271)
12.6.	测量点	(271)
12.7.	统计起伏	(271)
12.8.	影响测井的地质因素	(271)
12.9.	环境对测井的影响	(273)

12.10. 应用	(273)
12.10.1. 地层的矿物成分	(273)
12.10.2. 探测裂缝	(274)
12.10.3. 沉积学研究	(274)
第十三章 声波测井概论——基本原理	(277)
13.1. 声信号	(277)
13.1.1. 周期 (T)	(277)
13.1.2. 频率 (f)	(277)
13.1.3. 波长 (λ)	(277)
13.2. 声波	(278)
13.2.1. 压缩波或纵波 (或P波)	(278)
13.2.2. 剪切波或横波 (或S波)	(279)
13.2.3. 面波	(279)
13.3. 岩石的弹性	(280)
13.4. 声波速度	(281)
13.5. 声波的传播、反射和折射	(281)
13.6. 声阻抗	(282)
13.7. 反射系数	(282)
13.8. 波的干涉	(282)
第十四章 声速测井 (声测井)	(285)
14.1. 原理	(285)
14.2. 井眼补偿声波测井	(290)
14.3. 测量点	(292)
14.4. 探测深度	(292)
14.5. 垂直分辨率	(292)
14.6. 测量单位	(292)
14.7. 影响测量的因素	(293)
14.7.1. 骨架	(293)
14.7.2. 孔隙度和流体	(293)
14.7.3. 温度和压力	(295)
14.7.4. 结构	(295)
14.8. 解释	(297)
14.9. 环境和其他影响	(300)
14.9.1. 传播时间拓宽	(300)
14.9.2. 周波跳跃	(300)
14.9.3. 较小 Δt 的低跳	(301)
14.9.4. 井眼影响	(301)
14.9.5. 侵入影响	(301)
14.9.6. 径向裂缝影响	(303)

14.10.	传播时间积分	(303)
14.11.	声波测井的再刻度 (或叫地震测井)	(304)
14.12.	应用	(306)
14.13.	应用测井资料确定弹性参数	(308)
第十五章	声波衰减和幅度测井	(311)
15.1.	衰减的产生机理	(311)
15.1.1.	由热损耗引起的能量损失	(311)
15.1.2.	能量的再分配	(311)
15.2.	在井眼中的衰减起因	(313)
15.2.1.	裸眼井	(313)
15.2.2.	套管井	(315)
15.3.	衰减测量	(315)
15.3.1.	水泥胶结测井 (CBL)	(315)
15.3.2.	衰减指数	(319)
15.4.	在裸眼井中衰减定律的表达式	(320)
15.5.	变密度测井 (VDL)	(320)
第十六章	电磁波传播时间和衰减率测井 (EPT)	(327)
16.1.	概论	(327)
16.2.	基本概念	(327)
16.3.	测量原理	(328)
16.4.	测量技术	(329)
16.5.	探测深度	(332)
16.6.	垂直分辨率	(333)
16.7.	影响测井响应的环境因素	(333)
16.7.1.	井眼尺寸和形状	(333)
16.7.2.	流体	(333)
16.7.3.	泥饼	(333)
16.7.4.	温度	(333)
16.8.	解释	(334)
16.8.1.	能量损耗	(334)
16.8.2.	无损地层的解释	(334)
16.8.3.	有损地层的解释	(334)
16.9.	影响测井的地质参数	(335)
16.9.1.	矿物成分	(335)
16.9.2.	结构	(335)
16.9.3.	构造	(335)
16.9.4.	流体	(335)
16.10.	应用	(335)

第十七章 井径测量	(342)
17.1. 原理	(342)
17.2. 仪器	(342)
17.3. 影响井径测量的地质因素	(344)
17.4. 应用	(344)
第十八章 温度测量 (温度测井)	(345)
18.1. 温度测量方法	(347)
18.1.1. 点测	(347)
18.1.2. 连续温度测量	(349)
18.2. 应用	(350)
18.2.1. 裸眼井	(350)
18.2.2. 套管井	(351)
第十九章 地层倾角测量 (地层倾角测井)	(354)
19.1. 目的	(354)
19.2. 原理	(354)
19.3. 测量过程 (图19—2)	(354)
19.4. 地层倾角测井仪	(356)
19.4.1. 非连续地层倾角仪	(356)
19.4.2. 连续地层倾角仪	(356)
19.5. 地层倾角电阻率曲线的应用	(361)
19.5.1. 原始测井资料的描述	(361)
19.5.2. 计算地层倾角——手工方法	(362)
19.5.3. 高分辨地层倾角仪的野外磁带——HDT	(366)
19.5.4. 计算地层倾角——自动交叉对比法	(366)
19.5.5. 地层倾角计算中的图形识别法	(374)
19.6. 成果显示	(377)
19.6.1. 列表显示	(377)
19.6.2. 图形显示	(381)
19.6.3. 穿孔卡片或磁带成果显示	(385)
19.6.4. 井眼水平或垂直投影	(387)
19.6.5. GEODIP成果的特殊显示	(387)
19.7. 成果处理	(388)
19.7.1. 点群法	(388)
19.7.2. 确定构造倾角 (倾角趋势)	(394)
19.7.3. 地层倾角的扣除	(395)
19.8. 应用	(395)
19.8.1. 构造应用	(396)
19.8.2. 沉积应用	(396)
19.8.3. 地层应用	(397)

第二十章 电缆取样器	(399)
20.1. 取心器	(399)
20.2. 流体取样和压力测量	(400)
20.2.1. 地层测试器 (FT)	(400)
20.2.2. 地层间隔测试器 (FIT)	(401)
20.2.3. 重复式地层测试器 (RFT)	(404)
20.2.4. 流体取样器的应用	(406)
第二十一章 其他测量	(413)
21.1. 井下电视 (BHTV)	(413)
21.1.1. 原理	(413)
21.1.2. 仪器描述	(413)
21.1.3. 数据记录和显示	(413)
21.1.4. 影响测量的参数	(413)
21.1.5. 数据处理	(414)
21.1.6. 解释	(416)
21.1.7. 应用	(416)
21.2. 垂直地震剖面 (VSP)	(417)
21.2.1. 原理	(417)
21.2.2. 仪器描述	(417)
21.2.3. 数据记录	(417)
21.2.4. 数据处理	(417)
21.2.5. 应用	(419)
21.3. 核磁测井 (NML)	(420)
21.3.1. 提要	(420)
21.3.2. 原理	(420)
21.3.3. 仪器描述	(423)
21.3.4. 测井方法	(423)
21.3.5. 信号处理	(423)
21.3.6. 影响测井的地质因素	(423)
21.3.7. 环境因素	(426)
21.3.8. 解释及应用	(426)
第二十二章 测井在石油勘探中的地位和作用	(430)
附录1 裸眼井测井仪及其符号表	
和裸眼测井仪技术规格.....	(435)
附录2 手工计算地层倾角的数学方法	(452)
附录3 手工计算地层倾角实例	(454)
附录4 快速直观确定地层倾斜方位角的方法	(460)
附录5 测井质量控制和各种操作方法的一般性介绍	(461)
附录5A 斯仑贝谢公司普通测井刻度与重复井段测井实例	(467)