

● 石油科学进展15B

[法]O.塞拉

测井资料地质解释



石油工业出版社

PETROLEUM INDUSTRY PRESS

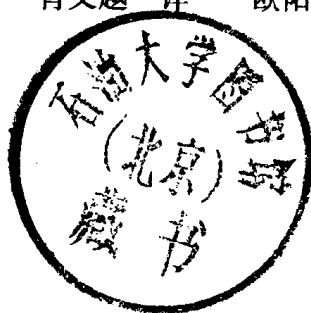
登录号	087308
分类号	P631
种次号	049

石油科学进展 15B

测井资料地质解释

〔法〕O. 塞拉

肖义越 译 欧阳健 校



5426/07



200407283

石油工业出版社

(京) 新登字 082 号

内 容 提 要

本书全面而系统地介绍了用不同测井资料,特别是地层倾角测井资料进行地质解释的理论基础和技术方法。全书共分十五章,主要内容包括:利用测井信息研究岩石成分、结构、沉积构造、沉积相和序列、沉积环境和成岩作用;关于地层压实作用的研究以及储集层类型、特征及其参数的确定方法。此外,还介绍了如何用测井资料检测裂缝带、描述四度空间的地层、进行区域性多井地层和沉积相对比等。

本书所选取的素材既经典又新颖,代表了当前测井地质应用的技术水平。本书的独特之处是:第一,较全面地介绍了测井地质学的基本概念;第二,扼要地介绍了测井地质应用的最新计算机程序,这是其它测井图书中较为少见的。

本书可作为测井资料分析人员、大专院校有关专业师生以及科研人员的参考用书,也可作为非测井专业人员了解测井地质学的用书。

DIAGRAPHIES DIFFÉRÉES

Bases de l'interprétation

Tome 2 Interprétation

des données diagraphiques

O. Serra

Elf-Aquitaine 1985

*

石油科学进展 15B

测井资料地质解释

[法] O. 塞拉

肖义越 译 欧阳健 校

*

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本:46³/₄ 印张 1184 千字 印 1—1,500

1992 年 1 月北京第 1 版 1992 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-0744-4/TE·703

定价: 29.00 元

卷 首 语

当这卷著作完成的时候，本卷作者才感到一种宽慰。

这种宽慰是因为对于这样一部著作，正如大家可以料到的，不论在涉猎资料的范围方面，在选择测井实例及解释方面，还是为了清晰、准确和正确地表达其含义而反复推敲、几易文稿方面，或者在最后审阅方面，都需要耗费大量的工时。

但是，这种宽慰伴随着一定的不满足和一点忧虑。

某种不满足是因为不断取得的进展，甚至在发表某些实例或者表达意图之前就显得有点过时。因此迫使我们继续跟踪这种进展。而这一部著作编写需要的时间也使这项任务复杂化，这是因为撰述章节的定期改写不得不首先既考虑在资料获得上，又考虑在其处理或者在其解释上的时间进程。

最后，伴随而来的忧虑就在于这一部著作把不同测井与地质学相结合起来的新颖之处引起的经常性的不安，这种不安促使我在每一章开头加上基本地质概念的回顾，当然以简洁的方式表达，不过我想，对非地质工作者来说是可以理解的和能够看得懂的。对于地质工作者来说，如果愿意的话，可以跳过这些回顾并转到测井方面。因为无论是地质工作者还是非地质工作者，他们毕竟知道对这些概念和对仪器所记录的这些物理参数的性质如何进行思考，从而确定测井资料与地质的关系。因此，所有这一切都归结到如何获得所提取的这类地质信息的测井证据。有些读者可能会提醒我建立的这些章节太多或者不够。对于专家来说，书中有些内容甚至可能是初浅的。在这里我说我的目的不在于做为百科全书，而在于把一系列基础地质知识汇编到一起，在许多基础著作中选择我认为最能说明我的意思的图、图表或表，这样就会使读者免得去参考这些经常不易直接得到的资料。我想，这会激起其中某些读者鼓起勇气读这部著作的愿望。为此，我们在每章结尾部分将见到一张丰富的参考文献一览表。

O. 塞拉

目 录

第1章 引言	(1)
1. 1. 地质信息的来源	(2)
1. 2. 钻井分类	(6)
1. 3. 不同测井的设计要求	(7)
第2章 关于成分的信息 (岩石描述)	(9)
2. 1. 岩石的三大类型	(9)
2. 2. 岩石的相对丰度	(11)
2. 3. 岩石成分的表达	(12)
2. 4. 岩石的分类	(20)
2. 5. 根据测井确定岩石成分	(27)
2. 6. 测井资料的准备	(30)
2. 7. 岩石的测井分类	(30)
2. 8. 未蚀变火成岩的解释	(33)
2. 9. 化学沉积岩的解释: 蒸发岩	(40)
2. 10. 根据不同测井探测和研究有机岩	(57)
2. 11. 变质岩的解释	(64)
2. 12. 岩性的自动确定 (LITHO 程序)	(66)
参考文献	(72)
第3章 关于结构的信息 (岩石的描述)	(76)
3. 1. 岩石学概念的回顾	(76)
3. 2. 陆源碎屑岩的结构	(77)
3. 3. 碳酸盐岩的结构	(83)
3. 4. 根据不同测井获得的结构信息	(87)
参考文献	(105)
第4章 关于沉积构造的信息 (沉积岩的形成)	(108)
4. 1. 一般概念的回顾	(108)
4. 2. 由不同测井揭示沉积构造	(111)
4. 3. 由倾角测井提供的构造和结构信息	(112)
4. 4. 倾角测井的自动分析	(137)
4. 5. 倾角测井的沉积学解释	(142)
参考文献	(149)
第5章 关于相和序列的信息 (岩石的描述)	(152)
5. 1. 一般概念的回顾	(152)
5. 2. 使用不同测井图的捷径	(153)
5. 3. 测井相分析	(158)

5. 4. 根据测井信息分析序列	(181)
5. 5. 测井相和序列分析的应用	(183)
参考文献	(188)
第 6 章 关于沉积环境的信息 (沉积岩的形成)	(190)
6. 1. 冰川环境	(197)
6. 2. 山麓冲积环境	(202)
6. 3. 风成沙丘环境	(209)
6. 4. 交织网状河流环境	(221)
6. 5. 曲流网状河流环境	(233)
6. 6. 三角洲环境	(240)
6. 7. 碎屑台地环境	(272)
6. 8. 碳酸盐岩台地环境	(291)
6. 9. 油积环境	(306)
6. 10. “深”水蒸发环境	(323)
参考文献	(331)
第 7 章 关于成岩作用的信息 (沉积物和岩石的转变)	(349)
7. 1. 定义及一般概念的回顾	(349)
7. 2. 成岩作用研究的必要性	(362)
7. 3. 根据不同测井方法识别成岩作用的变化	(362)
参考文献	(377)
第 8 章 压实作用的研究	(380)
8. 1. 定义	(380)
8. 2. 砂岩的压实作用	(383)
8. 3. 根据测井资料研究砂岩的压实作用	(388)
8. 4. 粘土的压实作用	(388)
8. 5. 粘土压实作用的主要阶段—压实作用的模型	(390)
8. 6. 压实作用的机理	(392)
8. 7. Hubbert 和 Rubey (1959) 定律	(394)
8. 8. 压实作用的影响	(396)
8. 9. 时间的影响	(402)
8. 10. 压实作用“异常”	(403)
8. 11. 根据不同测井研究压实作用	(405)
8. 12. 压实作用剖面的解释: 应用	(411)
参考文献	(423)
第 9 章 储集层研究 (岩石物理特征的描述: 静态特性)	(429)
9. 1. 引言	(429)
9. 2. 目的	(429)
9. 3. 资料的准备	(431)
9. 4. 储集层带位置的确定	(431)
9. 5. 原始流体特征	(431)

9. 6. 储集层分类	(432)
9. 7. 根据不同测井确定储集层类型	(448)
9. 8. 不同测井的定量解释	(458)
9. 9. 一般和基本参数的确定	(458)
9. 10. 确定每个电层或者解读层位特有的测井测量值	(481)
参考文献	(522)
第 10 章 储集层研究 (岩石物理特征的描述: 动态特性)	(528)
10. 1. 目的	(528)
10. 2. 渗透率的确定	(528)
√ 10. 3. 根据测井资料估算渗透率	(533)
10. 4. 用地层检测仪 (RFT) 测量渗透率	(539)
√ 10. 5. 压力测量	(546)
参考文献	(547)
第 11 章 地层信息 (岩层结构)	(550)
11. 1. 相对年代的测定	(550)
11. 2. 副地层单位的定义	(550)
11. 3. 确定地层现象	(550)
11. 4. 确定地质现象	(564)
参考文献	(570)
第 12 章 关于构造的信息 (岩层变形)	(572)
12. 1. 引言	(572)
12. 2. 一般概念的回顾	(574)
12. 3. 根据倾角测井确定构造要素	(588)
12. 4. 根据倾角测井分析构造的方法	(588)
12. 5. 解释	(610)
12. 6. 球面投影的其它应用	(612)
12. 7. 倾角测量的统计处理	(613)
12. 8. 解释剖面	(618)
参考文献	(620)
第 13 章 裂缝性地层的研究	(622)
13. 1. 概论	(622)
13. 2. 裂缝对不同测井仪器的影响	(623)
13. 3. 根据不同测井方法探测裂缝带	(641)
13. 4. 裂缝带评价	(648)
参考文献	(653)
第 14 章 测井的地球物理应用	(657)
14. 1. 引言	(657)
14. 2. 声波测井的校准	(657)
14. 3. 密度测井的校正	(663)
14. 4. 地震图的建立	(666)

14. 5. 地震图与地震道的比较	(667)
14. 6. 垂直地震剖面的解释	(669)
参考文献	(669)
第 15 章 地层的时空描述	(671)
15. 1. 引言	(671)
15. 2. 目的	(671)
15. 3. 区域性研究	(671)
15. 4. 一个油田的研究	(690)
参考文献	(698)
附录	(701)
名词索引	(722)
石油测井中常用的许用单位与非许用单位换算表	(739)

第1章 引言

当今我们的世界不断需要资源和能源，因此应该始终不渝竭尽全力地勘探和研究，以便寻找和开发这些资源和能源。而且与其相信运气倒不如请求地质学的帮助则更好些。

上述研究定义为“研究组成地球的岩石和地球已经经历过的变化或者我们今天还继续经历的变化”。

这种研究，即使当它具有基础研究的特点，也还是可以用来更好地认识我们的地球在什么样的影响下形成、变化、变革；什么样的规律支配岩石形成、分布、变化、变形；什么样的规律控制具有经济价值的资源富集。因此，这才是我们所希望的以较少的代价研究人类急需的矿产资源或能源的指南。

因此，地质工作（表1-1）包括：

表1-1 沉积岩分析的一般方法

1. 观察和描述沉积体	2. 与详细研究过的实际模型和古代模型比较	3. 解 释	4. 预 测
成分 结构 颜色	岩 性	相	沉积环境 和古地理
化石 沉积构造	古生物 古水流		
厚 度 侧向延伸	几何形态		
垂向演变 侧向演变	与相邻沉积体的关系	序列 韵律 旋回	矿产资源的 位置 储量 延伸
单斜构造 褶皱 裂缝，缝合线 断 层	大地构造特 征和应力	构造	

1) 尽可能仔细、全面而客观地观察和描述岩石及地质现象。

2) 通过把观察到的结果与现代层系或者现象（实际模型）观察到的结果进行比较，或

者通过与重建的模型或实验室内所作的试验结果的比较，以及通过与详细研究过的和完全了解过的古代地层观察到的结果的比较（1788 年，Hutton 的古代模型和现实主义或者均变论理论的应用）来解释这些观察结果。

在沉积岩研究的情况中，这种解释必然导致重建地理和气候图以及岩石在那些地方在什么样条件下形成，根据这种重建，地质学家将试图：

- 3) 预测矿产资源有利富集带。
- 4) 确定其延伸。
- 5) 根据这些天然矿产资源在岩石中的含量估算评价其储量。

1. 1. 地质信息的来源

为了进行这些学习和这种研究，地质学家采用三种信息来源。

1. 1. 1. 天然或者人工露头：采石场、沟渠、隧道、矿山

比如，在某种类型的研究中，这种来源仍然构成地质信息的基本来源；在另外一些类型的研究中（石油、煤、地热），逐渐被探测或者被地面地球物理或钻井资料所取代。

这是因为不仅在石油研究方面，而且同样在地下资源方面越来越使用测井技术的缘故，在水、煤、铀，或者金属矿产和在地热研究方面越来越使用测井技术的缘故。因此，越往深部研究，露头——作为一种信息来源，越是很少被应用，因为根据露头进行的推断可靠性差。而且，深部研究的地质复杂性将会增加（地层圈闭，渗透性挡阻，构造大小……）。

由此可见，目前涉及对沉积盆地（特别是深部盆地）的地质认识，基本上是由地球物理和测井信息所提供的。

1. 1. 2. 地面地球物理

地面地球物理的重要性是显而易见的。通常，它能够获得地下二维和三维的影象。这是地下极其重要的勘探工具，因为它直接提供一些信息，不仅有岩层的形状和分布的信息，而且还有岩层的性质、岩层的岩石物理性质，甚至岩层的流体含量（地震相，发亮的点或者“亮点”……）。

但是，由这些信息解释所得出的假设必须经过测井证实。这就是为什么当建立在测井测量基础上的地球物理资料转换成地质资料时，这种转换就相当容易，而且又更可靠的缘故。因此必须把前者与后者对比和比较。换句话说不同测井沟通了地球物理学和地质学之间的关系。

它们不仅使我们有可能以一种准确的方法将时间资料转换成深度资料，而且将有关信号振幅和频率转换成沉积学或者岩石物理学资料（相、孔隙度、流体……），以及最终经济上的资料。

实际上，在对地层密度和声波旅行时间测量的结果进行校正和校准以后，能够确定每个地层界面的声波阻抗和反射系数。根据这些资料可以建立反射系数测井。这种反射系数测井构成基础资料，可用来建立与实际地震剖面相对比的理论地震剖面或者 GEOGRAM^①，能够进行实际地震剖面的深度转换，并能够建立这种转换的软件包。

另外，在一口井中获得的垂直地震剖面（VSP），一方面能够提供在具有强反射性能

①斯伦贝谢商标。

(硬石膏、石盐、致密白云岩)或具有强烈衰减性能地层(低压实粘土)下面的岩层,或者是井底以下的岩层;另一方面能够消去多次波,使得地震剖面容易解释。

1. 1. 3. 钻井

由钻井获得的资料有两种:

1) 与岩石样品有关的资料(全径岩芯或者借助于子弹式取芯器采取的岩芯、岩屑),以及与流体样品有关的资料;

2) 与在钻井中进行的地球物理测量有关的资料,因此主要是与各种测井有关的资料。

如果为全径岩芯,而且在测量时岩芯是连续的,那么就构成一种质量好的样品,能够提供大部分资料。然而遗憾的是,同时由于经济和技术的缘故,特别是在某些钻井条件下或者在某些类型的地层中取芯是一种相当罕见的工序。因此,只有保留钻井岩屑作为岩石样品,或者保留借助于钻机钢绳放入井下的子弹式取芯器采取的井壁岩芯(CLAB)^①作为岩石样品。

我们多少知道由于岩屑被钻井液混合,由于散落物的影响,以及由于某些组分(粉砂、盐)的损失,或者甚至由于循环的总损失,根据唯一的岩屑从组分和厚度方面正确地重建岩性柱状剖面有时可能很难。另外,缩小这种类型的岩石样品尺寸大小,一般不会因此而影响对整块样品所作的整个观察和分析,并由此获得全部研究信息。

从此,地质学家可能发现或完全放弃,或者丧失具有代表性的和质量好的样品。子弹式井壁取芯可以部分地弥补这种不足,然而由于其尺寸小,不可能不影响其精度。因此,所有观察或者测量一般在较大的样品上进行。

这就是为什么由探测所获得的第2种类型的信息——测井信息随着仪器质量的提高及多样化,以及相应解释方法的不断改进而逐渐变得越来越重要的缘故。今天人们已意识到,要想仅通过一口钻井进行石油研究是不行的:任何人在其研究时,必须利用多种测井记录,并且一般在深入地研究这些测井记录以及在井场上或者办公室内借助于适当的程序进行研究之后才能做出继续钻井、进行测井、下套管或者放弃的决定。

在石油科学进展 15A 中我们曾经研究过不同仪器的原理而且分析过影响每种仪器测量的地质参数。表 1-2 试图建立影响每种仪器的三种主要地质参数对仪器响应的谱系,而流体影响同样在仪器响应上有所表示,因为流体从岩石中不可分离,而且,根据其性质,它们有时可能对仪器响应具有非常大的影响。

我们完全有理由可以由此得出这样的结论,不同的测井可以连续“拍照”,或者“拍摄”被钻穿的地层。

它们提供我把它们称之为光谱的一种影像,当然是特殊和不完全的,而且实际上连续的,至少永久的,客观的和定量化的一种影像。我们很容易理解当测井参数的数目和种类越多这种光谱影像就越清楚。

因此,我们有理由这么说,不同测井建立一种“笔录”。它们是岩石的“标志”,因为它们表达岩石存在的性质。

实际上,它们所测量的钻穿地层的物理特征,一方面来自可以推断其沉积和表征环境以及定义成因相(表 1-3)的物理、化学和生物(因此还有地理和气候)条件;而另一方面来自这些地层在其地质历史时期所经历过的演变。

^①CLAB=子弹式井壁取芯器。

表 1-2 地质参数与不同测井响应比较的重要性
(据 Serra & Abbott, 1980, 稍加修改)

测井类型	成 分	结 构	沉积构造	流 体
电阻率 ^①	**	***	**	***
SP	*	**	***	***
EPT (传播时间)	**	*	*	***
EPT (衰减)	**	*	*	***
GR	**	*	*	*
NGS	***	*	*	*
CNL	**	**	*	**
FDC. LDT (ρ_b)	***	**	*	***
LDT (P_e)	***	*	*	*
TDT (Σ)	**	**	*	***
BHC (Δt)	**	***	*	**
BHC (衰减)	*	**	**	***
GST	***	**	*	***
HDT 或 SHDT	*	**	***	*
CAL	*	**	*	*
HRT	**	***	***	*

①以下测井类型名称，由于都是缩写符号，故不再译出，读者可参看书后附录。——译者

然而，由不同测井测量得到的资料所推断出来的矿物成分、结构、沉积构造和流体性质并不是唯一可得到的信息。石油科学进展 15A 表 34 给出直接或者间接测量的大致完整的一张表，我们可以由此表提取。其分析很清楚，可以隐约看到不同测井的应用领域。这些可以回顾如下。

1) 岩石的描述：岩石学

①矿物成分或者元素；

②结构；

③沉积构造；

④古水流。

2) 储集层静态和动态的研究

①岩石物理特征（孔隙度、渗透率等）；

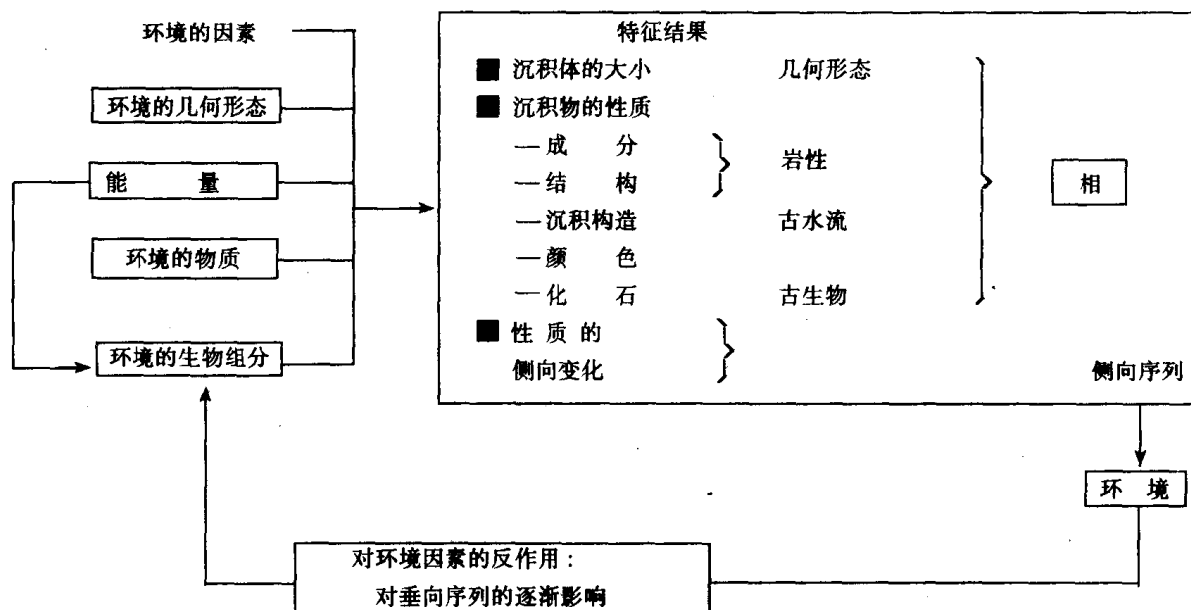
②流体含量的性质和量（孔隙度，饱和度）：最初和在某些时候一口井开采的时间；

③流体的动态：地层的压力、流体的流动性、饱和度随着开采时间的演变及储集层的模型建立。

3) 岩石的形成：沉积学

- ①测井相分析;
- ②序列分析;
- ③沉积体几何形态的重建: 相对比;
- ④沉积环境。

表 1-3 相、序列和环境之间的关系 (据Krumbein & Sloss, 1963)



4) 岩石的转变: 岩化作用

- ①成岩作用现象;
- ②压实作用。

5) 层系结构: 地层学

- ①其顺序的研究: 相对年龄测定;
- ②间断的意义;
- ③不整合的探测;
- ④地层对比。

6) 层系的变形: 大地构造或者地质构造

- ①构造和区域倾角的确定;
- ②褶皱的探测和研究;
- ③裂缝的探测和评价。

7) 在地质综合分析时不同测井的作用和重要性: 剖面、图件、方块图……。

8) 地球物理的应用

9) 应用于地热研究

10) 其他应用: 水、铀、煤等的研究; 天然气或者油气流体的储集等。

在检查这种列举时, 我们发觉测井的应用大大地超过储集层研究的范围。油藏和采油的工程师不再只解释测井资料。而且地质学家和地球物理学家也效法油藏和采油方面的工程师。

我们同样可以讲, 如果不同测井由于其飞跃发展特别是推动石油研究, 那么其它领域同

样意识到其意义。就是这样我们越来越用在煤、铀、钾、金属矿产的研究方面，而且同样用在天然气的储集，用在含水层的研究以及用在地热研究方面。

因此，这就是该卷中所涉及到的不同测井在这些不同领域中的应用和解释。

1. 2. 钻井分类

钻井的存在决定不同测井的存在，应用者同样应该知道测井记录的数目和类型，或者换句话说，测井的设计要求，一方面将严格地取决于钻井的种类，以及设计它的目的和假定应该提供的信息，另一方面将严格地取决于井眼的特征（垂直或者偏斜、钻头直径等）和钻井液，后者的选择还应该考虑所研究的信息和测井仪器测量的可能性。

在石油研究时，我们习惯上根据其主要的目的把钻井分成四大类。这种类型的分类很容易推广到其它学科。

1. 2. 1. 探井或野猫探井

这类钻井一般起双重作用：

1) “治安法官”的作用：实际上，钻井往往能够确认或者撤销事先对地层层系、相的类型、大地构造格局，以及包括象油气、煤、钾、铀、可饮用的水或者热水这样一些矿产资源可能层位的存在（或者不存在）所提出的假设。

2) 信息供给者的作用：它提供矿物学、古生物学、沉积学、地球物理学、地球化学、水文地质学资料等所需要的最好的区域地质知识。

为了有效地达到钻井的目的，因此，我们一般不吝啬“斤斤计较”的方法。因此我们不仅根据好的岩石和流体样品（岩屑、岩芯、试验）确保严格的地质监督，而且同样考虑到尽可能完整的不同测井系列，一方面回答钻井提出的地质和经济问题，另一方面填补取样上的空白。

1. 2. 2. 评价井

它基本上是用来扩大新的发现。而且它同样将会检验根据探井所提出新假设的正确性。最后，它将补充前一种钻井获取的不足的信息；提供相的侧向演变和岩层的岩石物理性质更精确的概念。因此，一般来说它受到了与前一种钻井一样的地质和钻井的监督。

1. 2. 3. 开发井或生产井

其主要目的是能够开采已发现的矿体，然而，如果油田或者矿田的地质复杂，那么规定钻井的地质目的仍然重要得多，而且地质和测井监督的设计要求遵循这些目的。

另外，在石油研究时，在这种类型的钻井中，我们将要求储集层中含油气饱和度随时间演变。这就会造成某些测井周期性的记录（例如 TDT^①）。

这种饱和度随时间演变的知识能够更好地指导或者监督一个油田的勘探以及改善油气排出（补充钻孔，插入井，第二次或者第三次回收方法……）。

1. 2. 4. 注入井

其功用是流体（水、天然气、溶液……）注入地下地层，或者以便保持岩层的压力和改善排出，以及油气回收，或者便于在地热勘探时使水再循环和再加热，或者最后便于储存天然气或残渣。

①斯仑贝谢商标。

为了专门知道什么地方该注入流体，现代地质学家的知识始终是重要的。这就意味着保持地质监督，因此这就意味着记录最低限度的测井系列。

1. 3. 不同测井的设计要求

因此，这类钻井一定使测井资料的每个可能用户（地质学家、地球物理学家、钻井工、油藏或者采油工程师满意。事前所期望的信息，取决于这类钻井仪器的选择，以及不同的测井设计要求，而且还取决于泥浆的设计要求，因为，根据后者的性质，某些参数，完全有必要解释，因为决定能记录还是不能记录。

测井设计取决于每个人的要求。这就是为什么通常最好由所有用户确定的原因。

然而，除了这个以外，同样应该知道不同测井的选择，还应该考虑一定数目的参数和后面一一列举的限制：

- 1) 钻井的性质：近似垂直的或者偏斜的；
- 2) 钻孔的直径；
- 3) 钻井的流体性质：空气、水或者泥浆、石油、泡沫；
- 4) 泥浆的性质：盐度、密度、粘度、游离水……重晶石、钾盐；
- 5) 在整个钻井期间指望的温度和压力；
- 6) 指望的地层类型。固结较差的，纯的，具有裂缝的；
- 7) 假定的盐度和地层中现有流体的侵蚀性：饱和盐水、淡水或者变化不定的盐度；天然气（ CO_2 、 H_2S ）、富含硫化物的石油。

尤其应该知道：

8) 象侧向测井、球形聚焦测井、微电极测井、微侧向测井、邻近侧向测井●以及具有高分辨率的倾角测井 HDT●或 SHDT 这样一些发送侧向电流的电极仪器不能在油基泥浆中进行测量。

9) 声速仪器不能在直径太大的钻孔或者具有空气或者泡沫的钻孔中直接测量；

10) 借助于岩性与密度（LDT●）仪器进行的光电俘获截面测量受含重晶石的泥浆影响很大；

11) 甚至这种泥浆同样将影响自然伽马能谱（NGS●）的测量；

12) 含有钾盐的泥浆将影响岩石自然伽马放射性测量或者岩石内钾含量的测定。

在确定测井设计要求以前，因此每个用户应该完全熟悉测井设计要求（井眼直径、套管及采用的泥浆类型）和测井仪器的规格及使用限制。后者，实际上是由对温度敏感的或者对在强压力下可能出现的流体渗透或者还对其侵蚀性（ H_2S ……）敏感的组件（晶体管、印刷电路等等）构成的。

设备公司一般给出每种仪器的使用限制（直径、温度、压力、记录速度……）。因此不得不参阅（参看石油科学进展 15A 附录 1 和第 2 章的表 6）。同样具备针对“不利的”环境（温度、压力、流体、偏斜……）设计的一些仪器，当我们处于类似的情况下就得需要这些仪器。

最后，在确定测井设计要求时，同样应该考虑能按照同一斜井记录大量测井资料的仪器

●斯伦贝谢商标。

组合的可能性。这个具有减少钻井固定时间以及节省钱的优点。使用由斯伦贝谢提出的新的电缆通信系统 (CCS^①)，今后所有仪器都是其中的组合。

不过应该知道，我们还是失去覆盖在相当于井底和测量点之间距离间隔的信息。因此，在组合的仪器中，这段距离对于组合中部位很高的仪器更加重要。在某些情况下，信息的损失可能达到 30m。这就必然会构成一系列不利条件，因此，不管成本多高，分开记录可能更好些。

同样应该知道，在组合仪器时，整个记录速度应该调整到最缓慢的仪器所需要的记录速度。完全相反，对测量值服从统计变化的核仪器来说，这种调整必定很方便。

如果当时我们认为有机会解释测井资料，那末可以考虑几个步骤：

- 1) 在记录期间或者紧接记录以后，即在井深的同一位置上，最后迫使作出迅速的決定；
- 2) 以后，更深入的研究或者不具有重要特点的研究，必须取决于勘探的延续；
- 3) 只考虑在一口井钻探以后一个油田、租赁地、地区、盆地的综合研究的时间。

然而，不管在什么时间解释测井资料，都应该以同样的方法和用同样的思路来解释岩石样品的分析结果。实际上，应该把测井资料考虑为地质资料，并把同样的原理和方法应用于测井资料。所有测井解释本身是一种地质解释，不管我们是否意识到。

因此，不得不象我们观察、描述、分析、解释所有地质对象那样地去观察、描述、分析、解释测井“对象”。这就是我们将在下面力图说明和证实的。

然而，同样应该知道不同测井的定性解释不仅建立在所提供的资料准确、全面而详细分析的基础上，而且建立在对仪器原理知识的精通以及可靠的地质概念的基础上。不仅应该懂得如何进行物理参数的测量，而且应该知道它相当于什么样的地质事实。

假如我们不知道砂岩可能含长石、云母和重矿物，而且更是不知道这些名词的含义，则说明我们从来没有研究这些矿物的概念，而且更没有想到这些矿物的存在可能增加岩石的视密度，以及更没有想到这些矿物氢—中子指数及其放射性可以说明这种砂岩为粘土质砂岩。

测井解释同样包括测井参数向地质资料的转换。这需要一部好的地质名词字典或者完全懂两种专业语言的解释。

实际上，为了确定不同测井是否能够在一开始就提供关于矿物成分或元素、结构、沉积构造或者大地构造、相及地层的信息，应该预先定义包含这些地质名词在内的这种（或专用）名词。

这仅仅是当我们有可能确定这些地质参数以什么样的幅度影响仪器的响应，以及通过仪器的响应经过反向推理追溯这些地质参数。

这是为了便于地质学家尽快地掌握第一册已经构思和叙述过的测井知识，以及为了给非地质的测井学家或者地球物理学家提供基础地质知识，而且对于不同测井的全面而有效的解释来说，这是完全需要的，因此该册每章开始扼要回顾一下基本的地质概念。

①斯伦贝谢商标。

第2章 关于成分的信息 (岩石描述)

岩石性质及其成分是地质学家试图确定的基本信息。根据它可以确定岩石的名称。这也是研究不同测井首要关心的事。因此, 试图根据测井资料重建垂直岩性剖面。

这种重建应当致力于确定:

1) 根据测井仪器识别每个电层 (électrobanc) 或者电序列 (électroséquence)● 的视厚度和真厚度;

2) 每个电层或者电序列的岩石类型和矿物成分。

为了使得这种重建达到最大的可靠性, 解释者 (或测井分析者) 应该在尽可能的范围内一方面掌握所谓不同测井最完整的规则, 以及在钻探过程中可能取的岩屑和岩芯的好的描述; 另一方面掌握基本的概念, 才有可能使得解释者对问题有一个确切的看法, 这样必须根据测井资料和隐含进行解析, 对于定量解释来说, 无论是手工的还是自动的, 这一解析必须具有一个模型选择的标准。

实际上这是大家看起来很明显的事, 我们不可能用同一种方法以及用同一种模型解释一种侵入岩和典型的花岗岩, 以及由石英、长石、高岭石、伊利石、蒙脱石混合组成的泥质砂岩这样的沉积岩。另外, 考虑到与记录的测井资料有关的、可供随便使用的资料数目, 通常是有限的, 我们不可能总是同时确定现存矿物的性质及其百分比, 特别是当成分复杂的时候。因此, 应该更经常地求助于补充的信息 (岩屑的研究、岩芯的分析、区域地质知识…), 为了建立矿物模型, 不必再确定岩石内存在的每种假定矿物的百分比。

毫无疑问, 对非地质学家来说, 在开始讨论根据测井确定岩石类型及其成分问题以前, 回顾几种岩石学的概念是有益的。

2. 1. 岩石的三大类型

根据对岩石的观察, 地质学家按照其形成的模式将岩石分为三大类。

2. 1. 1. 火成岩或侵入岩

它们来自呈熔融状态的所谓岩浆体的凝固。而且, 随着这种凝固在深部或者在地表进行, 人们获得具有粗结构的岩石 (缓慢的结晶作用); 或反之, 人们获得具有极细结构的岩石 (快速的结晶作用) 和相同的玻璃状岩石。

第一种类型命名为深成岩 (或侵入火成岩), 第二种类型命名为火山岩 (或喷出火成岩)。

实际上, 深成岩一点也没有孔隙特征, 其晶体紧密地呈叠瓦状排列。如若把它与储集层特征比较的话, 深成岩体的蚀变作用和破裂, 有时会有利于孔隙度和渗透率的发育。

相反, 火山岩可能是多孔隙的, 而且甚至有时候孔隙极发育, 而且孔隙通常并不相互连

●在地质名词前加的这个前缀électro—, 是为了避免这个词与地质名词相混淆, 并且指源出于测井的词。这并不意味着它只适用于唯一的电测井。