# 测井方法原理与处理解释

## 一、名词解释

1、频散：岩样电阻随测量频率提升而下降，当达到某一数值时（105Hz）时，发生急剧变化的情况为频散。

2、地层因素：饱和含水岩石电阻率Ro与岩石孔隙水的电阻率Rw的比值。

3、电阻增大系数：岩石含油时的电阻率Rt与该岩石饱和含水时电阻率Ro之比。

4、自然电位：井中由于泥浆和地层水的矿化度不同，地层压力和泥浆柱压力不同，在井壁附近由于渗透差而产生自然电场。

5、静自然电位：SSP 在相关厚的砂岩和泥岩接触面处的自然电位幅度，即产生自然电场的总电动势。

6、扩散电动势：高浓度溶液中的离子受渗透压的作用穿过渗透性隔膜Na离子迁移速率高于CI离子，最终形成接触面处的电势差，反映了井内纯砂岩井段所测量的自然电位。

7、扩散吸附电动势：泥岩层由于阳离子附加导电的作用影响，需溶液中的正离子吸附平衡从而形成的电势差，反映了泥岩井段的自然电位表现。

8、均价各向同性介质：物体中任意选择两个体积和形状完全相同的体积元，其全部的物理性质完全相同。

9、径向阶跃介质：电阻率不随纵向Z变化，而随半径R阶跃变化。

10、纵向阶跃介质：电阻率不随半径R变化，而随纵向Z阶跃变化。

11、电位电极系：不成对电极到靠近它的那个成对电极之间的距离小于成对电极间的距离。

电极距：不成对电极到靠近它的那个成对电极的距离。

12、底部梯度电极系：成对电极在不成对电极的下方的正装梯度电极系，测出的视电阻率曲线，以明显的极大值显示出高阻岩层的底界面。

13、梯度电极系的电极距：不成对电极A到记录点O 的距离

14、电极系互换原理：把电极系中的电极功能互换，并保持相对位置不变，在测量条件相同的情况下，测得的视电阻率曲线和原来的完全相同。

15、电极系的探测深度：在均匀介质中，以供电电极为中心，以某一半径为球面，如果球面内包含介质对电极系测量结果的贡献占总结果的50%时，则此半径为电极系的探测深度。

16、视电阻率：综合各种影响（井眼、侵入、围岩）条件下测出的岩层电阻率。

17、高侵与低侵：地层孔隙中原有流体电阻率较低时，被电阻较高的钻井液侵入导致侵入带电阻率升高，为增阻钻井液侵入或高侵。

18、标准测井：用相同的深度比例（1:500）及相同的横向比例，对全井段进行测井的测井组合方式。

19、传播效应：电磁波在传播过程中，其幅度会发生衰减、相位发生移动。

20、介质极化：

21、介电常数：

22、介质的磁化率：

23、抗磁物质：

24、顺磁物质

25、铁磁物质：

26、电磁波传播测井：

27、磁化率测井：

28、过套管电阻率测井：

29、感应测井硬件聚焦

30、感应测井软件聚焦：

## 二、选择与填空

1、测井技术的发展经历了 五 个阶段，分别是 模拟时代、数字时代、数控时代、成像时代、网络测井 。

2、

## 三、简答、简述

### 1、岩石电阻率主要取决于哪些因素？岩石电阻率与这些因素的关系如何？

答：岩石电阻率取决于：（1）造岩矿物成分（岩性）；（2）岩石孔隙内地层水中电解质的化学成分、浓度、温度（3）岩石孔隙度；（4）岩石的含水饱和度

### 2、影响地层水电阻率主要因素有哪些？如何影响？

答：影响因素有地层水化学成分、溶液浓度、温度

### 3、说明地层因素F的概念，Archie公式中，m、a含义如何？如何取值？

答：地层因素指的是饱和含水岩石电阻率Ro与岩石孔隙水电阻率Rw的比值。

a为岩性系数，通常取1，变化范围0.5~1.5

M为胶结指数，随岩石胶结程度不同而变化，通常取2，变化范围1.5~3

### 4、说明电阻增大率I的概念，Archie公式 中，b、n含义如何？如何取值？

答：电阻增大率I指的是岩石电阻率Rt与岩石饱和含水时电阻率Ro的比值。

b为岩性系数，通常取1，

n为饱和度指数，通常取2

### 5、什么是钻井液侵入？钻井液侵入类型有几种，如何定义？说明钻井液侵入类型对解释油、气、水层有何意义？

答：钻井液侵入是指在钻井过程中，一般井眼中的钻井液柱压力大于地层压力，在此压力差作用下钻井液滤液向渗透性地层中的渗入，并部分或全部置换原渗透层孔隙中的流体。

**钻井液侵入类型有两种：**（1）增阻侵入（高侵）：地层孔隙中原有流体电阻率较低时，被电阻较高的钻井液侵入导致侵入带电阻率升高。

（2）减阻侵入（低侵）：地层孔隙中原有流体电阻率较高时，被电阻较低的钻井液侵入导致侵入带电阻率降低。

### 6、井筒内产生自然电位的原因是什么？扩散电动势（Ed）、扩散吸附电动势（Eda）、过滤电动势（Et）产生的机理和条件是什么？

井中由于泥浆和地层水的矿化度不同，地层压力和泥浆柱压力不同，在井壁附近由于渗透差而产生电化学反应。

扩散电动势（Ed）：高浓度溶液中的离子受渗透压的作用穿过渗透性隔膜，最终形成接触面处的电势差，反映了井内纯砂岩井段所测量的自然电位。

扩散吸附电动势（Eda）：泥岩层由于阳离子附加导电的作用影响，需溶液中的正离子吸附平衡从而形成的电势差，反映了泥岩井段的自然电位表现。

过滤电动势（Et）：在岩石孔隙中的滤液带有的正离子向压力小的地层一方移动并聚集，而压力大的一端聚集较多的负离子，产生的电位差，为过滤电动势。

### 7、SP曲线的基线如何选取？为什么在砂岩储集层处SP曲线在有的井中是负异常、而在有的井中是正异常？SP曲线的基线有时会产生偏移，这种现象可做什么解释？

答：SP曲线通常以泥岩为基线，自然电位幅度通常取决于静自然电位SSP和自然电流I 的分布，SSP的大小主要取决于岩性、温度、地层水和泥浆中所含离子成分、泥浆滤液电阻率与地层水电阻率之比。自然电位I主要取决于介质的电阻率、地层厚度、井径大小。

以泥岩为基线，当地层水含盐浓度大于泥浆滤液浓度时，砂岩段自然电位呈现负异常，反之则为正异常。

剖面上泥岩性质的变化（Qv变化）时，自然电位基线会偏移。

### 8、影响SP曲线幅度的因素是什么？SP曲线的主要用途是什么？

答：曲线幅度的影响因素有地层水和钻井液滤液中的含盐浓度比值、岩性、温度（温度越高幅度越大）、地层水和钻井液滤液中的化学成分、地层电阻率、厚度以及井径扩大和侵入带的影响（改变的电势差接触面与仪器间的距离）。

SP曲线的主要用途是：（1）判断地层岩性和识别渗透层的含油、水特性、（2）估计渗透层厚度、（3）估算泥质含量（4）确定地层水电阻率。（5）判断水淹层。

### 9、简述电阻率测井中电极系的分类；

答：电极系按照成对电极和不成对电极的距离不同，可把电极系分为电位电极系和梯度电极系两大类。

电位电极系：不成对电极到靠近它的那个成对电极之间的距离小于成对电极间的距离。

梯度电极系：不成对电极到靠近它的那个成对电极之间的距离大于成对电极间的距离。

### 10、简述镜像法求解一个平面界面的电场分布的思路与原理；

答：镜像法的实质是把介质界面的影响用一个假象的电源（虚电源）代替，把电极系所处的介质看作是无线均匀介质。

根据唯一性定理，只要虚设的电源与实际电源一起所产生的电场满足给定的边界条件，所得结果就是正确。在处理过程中，真假电源始终对称于介质界面（镜像位置），故称其为“镜像法”。

### 11、简述电阻率测井中介质的分类与特点；

答：介质分类：（1）均匀各向同性介质

（2）均匀各向异性介质

（3）纵向阶跃介质

（4）径向阶跃介质

### 12、说明下列电极系的名称（梯度电极系应说明是顶部或底部），用图示标明记录点的位置，并计算出电极距值：B0.5A3.75N;N0.1M0.95A;A00.5M3.75N;M0.5A2.25B;A2.25M0.5N;N0.5M2.75A

### 13、什么是标准测井？标准测井电极系选择原则是什么？标准测井的主要用途是什么？

答：在一个区域内，为研究地质剖面的岩性、构造和层组划分，用相同的深度比例（1:500）及相同的横向比例，对全井段进行测井，这种测井组合叫标准测井。

标准测井包含用标准电极系进行的视电阻率测井、自然电位测井及井径测量。

用途是为了研究地质剖面中的岩性变化、构造形态和进行大段油层组的划分及对比工作，即研究地区的地质宏观规律。

### 14、说明微电机系的特点与分类，两种微电极系的探测深度如何？如何用微电极系视电阻率曲线识别砂岩渗透层？

答：微电极系包含微梯度和微电位，其特点是（1）电极距极小（2）贴井壁测量（3）探测深度浅。

微梯度探测深度浅，主要反映泥饼电阻率；微电位探测深度深，主要反映冲洗袋电阻率。微电机曲线在渗透层（砂岩）井段会出现幅度差。

### 15、简述三侧向、七侧向、双侧向电极系结构与基本测井原理。

答：三侧向由三个柱状电极组成，主电极A0较短，位于中间，屏蔽电极A1、A2较长，短接并对称排列在两端，电极之间用绝缘材料隔开，深三侧向会再增加两个B1、B2屏蔽电极；测量时通过调节屏蔽电极电流，是三个电极电位相等，迫使主电极电流I0径向流入地层。

七侧向：由7个体积较小的环状电极组成，以主电极为中心，电极对称排列，与三侧向相比，主电极与屏蔽电极中的增加了两对监督电极M1/M1’/M2/M2’。深七侧向在浅七侧向的基础上加了一对回流电极；测量时A1和A2屏蔽电极等电位，两对监督电极M1与M2（ ）等电位，迫使主电流水平地流入地层。

双侧向：与七侧向结构类型，不同的是在七电极系的外面再加上两个屏蔽电极A1’、A2’，且为柱状电极；测井时，主电极A0发出恒定电流I0，通过屏蔽电极A1/A1’/A2/A2’发出与I0极性相同的屏蔽电流，通过测量任一监督电极（如M1）和无穷远电极N之间的电位差来计算获得地层的视电阻率值。

### 16、简述三侧向、七侧向和双侧向测井的特点（比较电极系结构、探测深度、纵向分辨率、影响因素）

（1）电极系结构

（2）探测深度

三侧向——探测深度小，侵入影响大，深浅三侧向探测深度差异不大，判别油、气、水层效果差。原因：主电极与屏蔽电极同电位，电极系长度有限，主电流发散快。

七侧向——探测深度略高于三侧向，但高侵时，探测深度变浅。原因：采用监督电极M1

、M1’同电位来控制电流场。分布比s上升则屏流上升则屏蔽电极电位上升则探测深度增大。

双侧向——探测深度最大。原因：将屏蔽电极分成多段（两对）加长——控制各段电压——探测深度增加。

（3）纵向分辨率

三侧向——纵向分辨率高，能分辨0.4~0.5m地层。

七侧向、双侧向——纵向分辨率基本相同（0.6m左右），略低于三侧向。取决于O1、O2间距离。

（4）影响因素

三侧向——井眼、围岩影响较小，侵入影响大。

七侧向——深、浅七侧向受围岩影响程度不同（监督电极、屏蔽电极位置不同则主电流厚度不同）

双侧向——围岩、层厚对深、浅双侧向的影响相同。受井眼影响最小。

### 17、侧向测井比普通电阻率测井具有哪些优点？

答：

### 18、微侧向、邻近侧向、微球形聚焦测井主要研究什么区域的电阻率？这三种测井方法的探测深度、测井结果受泥饼影响程度有何区别？

答：（一）微侧向：探测深度很浅（80~100mm）主要反映冲洗带电阻率Rxo；受泥饼影响相对较大。

（二）邻近侧向：探测深度最深（15~25cm）主要反映冲洗带电阻率；受泥饼影响小。

（三）微球形聚焦：探测深度比微侧向深，比邻近侧向浅，受泥饼影响小。

### 19、简述裂缝产状不同时双侧向的响应特征。

答：低角度（60°以下）缝，“负差异”；、高角度（75°以上）缝，“正差异”；60°~75°裂缝，差异较小与无差异；45°裂缝时，“负差异”，且差异幅度最大。

### 20、简述砂岩地层含不同流体时双侧向的响应特征及原因。

答：油、气层：侵入带孔隙空间中的油、气部分被泥浆滤液取代，导致侵入带地层电阻率降低，在双侧向曲线上表现为“正差异”，即RLLD>RLLS。

水层：泥浆滤液电阻率一般大于地层水电阻率，深浅双侧向呈“负差异”，即RLLD<RLLS。

### 21、双侧向-微球形聚焦组合测井的主要用途是什么？

答：用不同探测深度的电阻率测井方法，进行径向电阻率测量，综合解释确定：冲洗带电阻率Rxo、侵入带电阻率Ri、原状地层电阻率Rt、侵入直径di。也可用于判别流体性质。

主要用于水基钻井液、低侵和高阻地层。

### 22、简述感应测井原理。

答：利用交流电的互感原理，使得在发射线圈T中的交流电流在接收线圈R中感应出电动势。由于发射线圈T和接收线圈R都在井内，发射线圈T必然在井周围地层中感应出涡流。而这个涡流又对接收线圈的感应电动势R发生影响，因此这个电动势与涡流的强度有关，即与地层的电导率有关。

### 23、对于感应测井仪器，什么是硬件聚焦？什么是软件聚焦？

答：硬件聚焦：传统感应测井的聚焦测量是通过硬件（复合线圈系）实现的。

软件聚焦：利用优化方法得到权系数，然后利用线圈系响应公式计算得到不同分辨率和不同探测深度的阵列感应测井曲线。

### 24、为什么在地层电阻率很高时不宜用感应测井仪器？

答：由于趋肤效应的影响，在地层电阻率很高时，其幅度衰减在真实地层中更加严重，导致侵入带和冲洗带电阻贡献增加，降低了地层电阻率的计算精度。

### 25、在感应测井中，什么是几何因子。简述几何因子的种类与含义。

答：感应测井中的视电导率指空间各个单元环的导电率加权平均值。而由Doll提出的微分几何因子g代表了其权系数，表示空间中各个单元环对视电导率的相对贡献大小。

（1）横向微分几何因子：将g对z积分，得到gz，反映线圈系的横向探测特性（井/侵入带/原状地层对视电阻率相对贡献的大小。

（2）横向积分几何因子：将gr对r积分，得到Gr，代表了半径为r的井柱以内全部介质的总相对贡献。

（3）纵向微分几何因子：将g对r积分，就可以得到纵向微分几何因子gz，反映了线圈系的纵向探测特性。决定了线圈系的纵向分辨率（发射线圈与接收线圈之间的地层贡献最大，以外的地层的贡献按1/z2的规律减小）

（4）纵向积分几何因子：将gz对z积分，得到Gz，代表了厚度有限的地层的相对贡献。

### 26、简述复合线圈系的结构与特点。

答：复合线圈系的结构：（1）由串联在一起的多个发射线圈和串联在一起的多个接收线圈组成、（2）它们分别用符号T0，T1，…TI和R0、R1、…、Rm表示。（3）它们的匝数分别是nT0，…，nTI和nR0，…，nRm表示。（4）它们的匝数T0和R0一定是最大的。

特点（以六线圈系为例）：六线圈系的径向探测深度远比主线圈对的要大；六线圈系的微分几何因子除了“高峰”，还有“深谷”；采用复合线圈系可以改进仪器的探测特性，但必须满足一定要求：（1）探测深度比主线圈深；（2）纵向分辨高；（3）无用信号趋近于0；（4）要求线圈系对其中点对称（中感应例外），发射线圈的个数=接收线圈的个数

### 27、简述阵列感应测井原理

答：传统感应测井是通过硬件聚焦即复合线圈系的方式测量的，而阵列感应测井通过一个发射线圈T和n对接收线圈Sj—Rj，利用优化方法得到权系数，然后利用线圈系响应公式计算得到不同分辨率和不同探测深度的阵列感应测井曲线。

### 28、简述阵列感应三线圈系构成与特点

答：由一个发射线圈T和n对接收线圈Sj—Rj组成，Sj和Rj串联在一起并反向缠绕。Sj也叫补偿线圈。

### 29、阵列感应测井一般测量哪些信息，其探测深度与纵向分辨率如何？

答：阵列感应测井既测实部信号（R信号），也测虚部信号（X信号）。软件聚焦处理后，同样得到3种分辨率、5种探测深度的合成曲线。其纵向分辨率分别为1英尺、2英尺和4英尺，探测深度分别为10/20/30/60/90in（径向积分）

### 30、电磁波传播测井与介电测井所测测量参数的含义、介电测井的主要用途是什么？

### 31、过套管电阻率测井与常规电阻率测井（如侧向、感应测井）的区别。

### 32、过套管电阻率测井的意义何在？过套管电阻率测井方法实现的关键技术是什么？

### 33、四臂地层倾角仪能测量哪些信息？简述其测量原理。

### 34、简述确定相关对比的参数的原则。

### 35、HDT、SHDT、SED在设计上主要有哪些特点？

### 36、相关对比法的局限性。

### 37、简述图形识别法的对比原则。

### 38、曲线元素的三种等级、五种类型是什么？

### 39、倾角矢量图常用的颜色模式有哪些？含义与作用？

### 40、矢量图在单斜构造上的显示特征是什么？为何判断和分层理倾角和构造倾角？

### 41、简述方位电阻率成像测井原理、电极系特点及测量信息。

### 42、FMI仪器的组成与功能。

### 43、FMI的极板、电极结构与特点

### 44、简述微电阻率成像测井的应用。