

# 泥浆录井中的气测法和萤光法

(法) C. 苏希士, Ch. 柏叶

## 序 言

泥浆录井可以用最短的时间标定生产层，于是再进行特定的工作来进一步了解它。泥浆录井是在泥浆中直接揭示出烃类气体和原油的，它的基本特点是并不妨碍钻进的正常进行。

反过来，这一方法不能预测所揭露的层位的重要性，而是给出许多有关的参数，迄今为止，还未能建立起油气显示与该层位生产能力之间的关系。

这一方法在现场上使用了二十多年后，由于现代化分析方法的引入而得到了新的发展。

我们用各种装备（红外，气相色谱，连续测定的萤光计）在实验室内和在现场上进行了系统的试验。因为这些进展仅仅是近二三年的事情，它鼓舞了我们提出这一报告。

## 储集层在测量参数上的显示

一般说在钻进过程中，根据钻速的显著增加可以推测岩层的空隙比率。但它不能知道在所推断的储油层中流体的性质，这就需要有直接揭示油气显示的方法。

如果建造中含有烃类，它一开始就会进入泥浆系统，当泥浆回升到地表，通过泥浆中气体的膨胀，它立刻释放出来。它的数量实际上

取决于许多因素，其中最重要的是地层的压力、泥浆循环的速度和“喷出效应”，它们本身又是岩石物性和泥浆性质的函数。在泥浆回升的时候，泥浆中流体的散逸首先取决于岩石的渗透率。

因为在正常大气压力下，泥浆实际上处于减压状态，其带上的流体（油气）大部分是回到泥浆体系中来的。

因此需要解决的第一个问题是在循环的流体中测定烃类气体和原油，然后再抽提出残留在岩层中的烃类。

当前来说，唯有泥浆脱气是连续记录的。

## 泥浆中气体含量的测定和记录

首要的课题是脱气的流程以及在钻进过程中按实际的钻进速度仅仅检出有利显示的连续方法。

经典方法的评述：

泥浆是由装在泥浆回流出口处的一个装置（在真空下搅拌）而连续脱气的；回收的气体流向检定器，通过烃气在铂丝（热丝）上的燃烧而检定出来（用热导池的比较少），然后信号被连续记录下来。

这种脱气方法有不少缺点：

1. 所处理的泥浆流速通常不稳定。

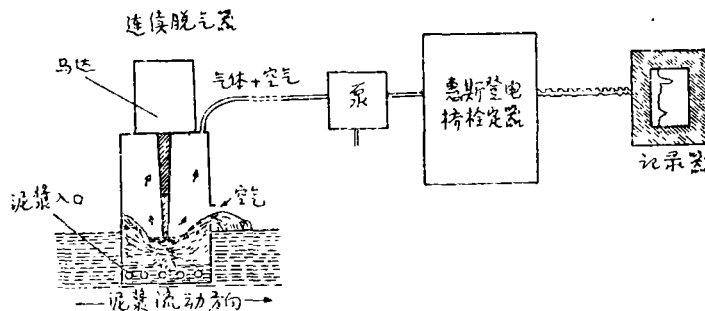


图1 泥浆气体的测量和记录

2. 所测得的烃类在数量上没有代表性(吸附在岩层上的气体没有回收回来, 流过的气体很少或没有释放出来); 在质量上也没有代表性(气体的蒸汽压越大, 分子量越高, 回收越是困难)。

3. 脱气的效率随泥浆性质而变化(尤其是随泥浆的粘度、比重和温度而变化)。

惠斯登电桥检定器是大家熟知的, 尽管有了许多无可否认的改进(记录简便了, 牢固, 费用低, 维修容易), 但是有许多明显的不方便的地方:

1. 没有特效性(烃类的信号重叠在一起, 不能分离重烃, 含油的泥浆难以检出, 其他气体尤其是  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  也能引起信号)。

2. 铂丝有毒化的危险(例如  $\text{H}_2\text{S}$ )。

3. 高含量时反映不真实。正确记录的范围一般是甲烷在空气中的含量从 0.5% 到 7% 之间(体积百分比)。含量高时, 需要用空气稀释。

4. 由于热丝活度的变化, 标定的浓度易于变化, 特别在高含量的场合下。

5. 灵敏度不高(空气中甲烷含量必须在 0.1—0.2% 以上), 要提高灵敏度, 就只能降低稳定性, 这将导致热丝的迅速损坏。

需要解决的问题:

连续检出的方法应当改进为:

1) 要有特效性, 以便区别不同的烃类并与其他的气体分别开。

2) 灵敏度要高。

3) 能定量, 一方面是泥浆的完全脱气, 一方面是测定仪器的信号要与气体的数量保持确定的比例关系。

4) 要使解释比较容易一些。

下面我们来考察一些现代化的技术

脱气: 现有的各种“现场”脱气器都不是很完善的。经过各种试验, 我们暂时还是用法国石油研究所的真空脱气器, 它是用空气来搅动泥浆的。它在开始前必须先调整好, 并定期地维修, 但是看来还是最有效的仪器, 能够知道

所处理的泥浆容积和气体混合物(空气+烃类)的容积, 便于估算。

脱气并不总是完全的, 只回收了泥浆中的自由气体; 真正有效的脱气应当还能够抽提出液相中的气体和吸附在岩层上的气体。

应当采用最有力的方法(例如, 准备用超声波)。最新的技术之一是注入蒸汽, 这在本公司已做了, 但只适用于间断脱气。

有效的连续脱气器还有待于设计。

检定: 美国和苏联都曾试验过用质谱, 气相色谱和红外来检定。就目前而论, 只是后面二种方法在工业中被采用了。

我们在实验室中和在现场上考察了这二种方法运用的可能性, 主要的体会综合在表 1 和表 2 中。(见下页)

(a) 气相色谱分析器: 现场用的气相色谱是一种通用的型号, 但具下列特点: 气体的进样是自动的; 在检定出轻的气体之后, 整个较重的烃类气体是通过载气的逆相回流而分析出来的。我们用的是 PHD 气相色谱仪。

(b) 红外分析器: 我们用的仪器是选择接收型红外分析器 ONERA (预先按甲烷进行调整)(图 2)。

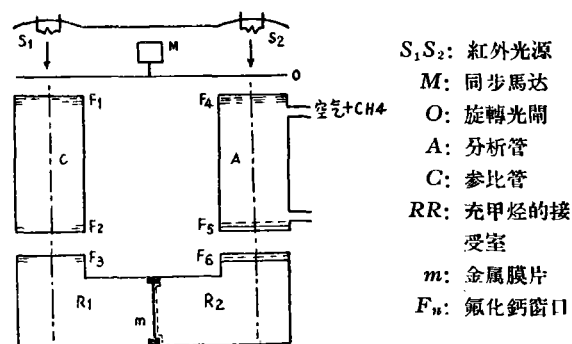


图 2 ONERA 分析器简图

它的基本特性是:

- 1) 具选择性, 只对烃类有反映, 对其他气体 ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2$ ……) 等不反映。
- 2) 灵敏度高, 为 10 ppm 左右。
- 3) 可以连续运转
- 4) 可以高度自动化

气体在不同测定器上的反映

表1

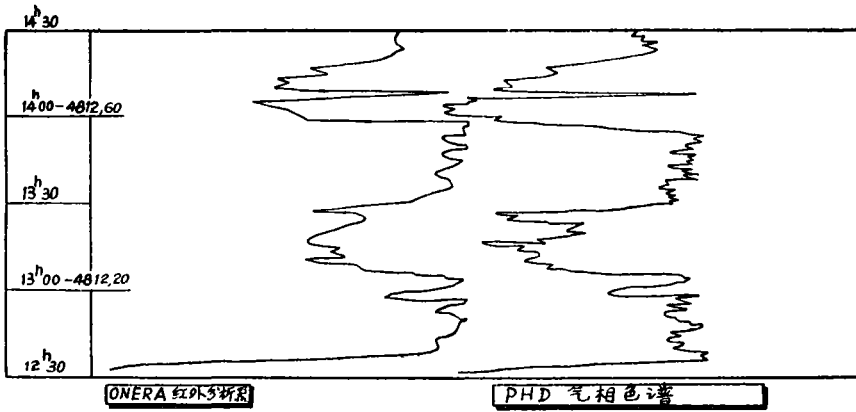
测定器类型	烟类的反映				非烟气体的反映					
	检出限 (甲烷在空气中%)	甲烷	乙烷以上	观察	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO	观察
电桥式检定器	0.04 到 0.06	+	+	不适于高含量。 可以区分甲烷和乙烷以上的同系物(但在现场上很难实现)。	+	0	-	(×)	+	
热导池检定器	0.2	+	-	高含量时,信号依然可靠。 可以自动化。 对于同系物,效率降低。 不能区分甲烷和乙烷以上同系物。	+	0	-	-	-	所有的气体都与混入的空气具有不同的热导性能。
红外分析器	0.01 到 0.02	+	+	高含量时,信号依然可靠。 可以适当自动化。 对同系物效率更高。 不能区分甲烷及其同系物;烷烃的吸收带可以恢复。	0	0	0	0	0	单一的物体没有吸收光谱。 H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub> , CO 的红外谱带与甲烷不同。
气相色谱仪	0.01	+	+	是定性定量分析烟类的理想仪器。						对 CO <sub>2</sub> 和 H <sub>2</sub> S 等可以区分开来。

+ 正信号; - 负信号; 0 没有影响; (×) 使热丝中毒。

各种测定器优缺点的比较

表2

检定器类型	优点	缺点
电桥式检定器	牢固。 维修简单。 连续分析。 灵敏度中等。	对烟类无特效性。 热丝很快就坏掉(气体浓度太高以及毒化)。 高含量时需要稀释。 明显地不稳定。 理论上可以区别甲烷乙烷,但实际上很难做到。 流速常常需要调节。
热导池检定器	牢固,体积小。 连续分析。 可以自动化。 流速不受限制。 信号可靠。	对烟类无特效性。 无法区别甲烷及其同系物。 灵敏度不高。
红外分析器	对烟类具特效性。 连续分析。 牢固。 可以自动化。 流速不受限制。 灵敏度高而准确。 信号可靠。	无法区别甲烷及其同系物。 标定和起始调节较难。
气相色谱仪	是定性定量测定烟类完备的仪器。 牢固。 很灵敏。 信号可靠。	分析不连续(每一次分析是1½到5分钟)。 必须配技术员。 较难标定未知峰。 价格较高。



← 图3 红外与气相色谱的比较

↓ 图4 红外与电桥式检定器的比较

这里用二个例子来说明仪器的性能。

1) 图3是ONERA红外分析器和PHD气相色谱仪所记录的甲烷峰的比较; 所测定的气体中含甲烷97—98%, 乙烷以上<1%, CO<sub>2</sub>1—2%。

2) 图4是ONERA红外分析器与惠斯登电桥检定器平行作记录的比较。ONERA的信号说明在气体中伴有少量的盐水。在“试验”之后, 继续钻进, ONERA更显示了优越性。

### 泥浆的荧光录井

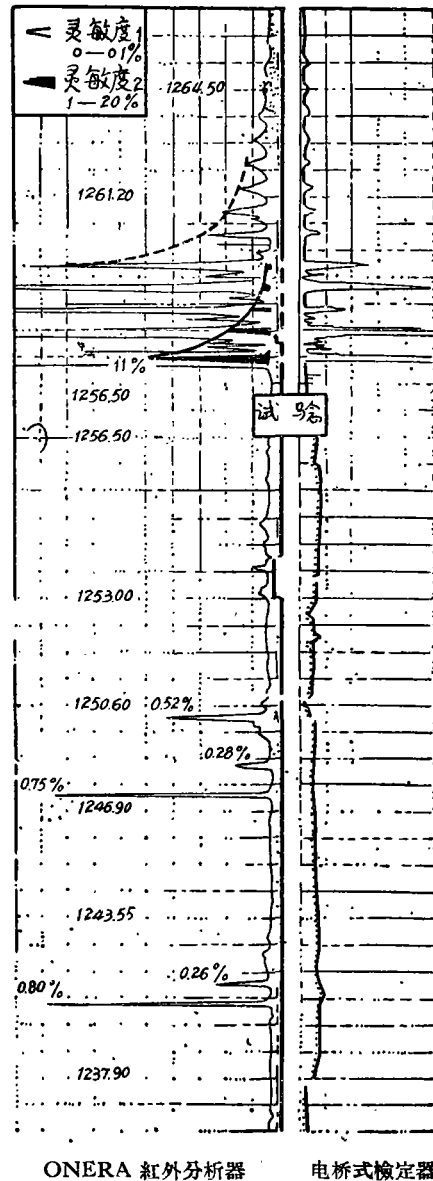
它是在泥浆中直接估价原油的方法, 将流体样品置于紫外光下观察荧光的颜色和强度。

这一方法应当进一步改善, 它有许多困难:

- 1) 当穿过油浸层位时, 带回地表的原油数量很少, 只有泥浆的百万分之几。
- 2) 不同的原油具有不同的荧光色泽和强度(它在很大程度上取决于原油的比重)。
- 3) 矿物, 泥浆原料, 润滑脂会干扰荧光。
- 4) 在回流中的变质(荧光色调与强度起变化, 尤其是由于原油被粘土所吸附。)
- 5) 测定还不是连续的。

这种方法测得的结果是定性的, 不完全的。是否能检出原油显示基本上取决于操作者和他的水平。定量是困难的。

为了试图改进这一状况, 我们制作了荧光连续记录器, 直接测量荧光的强度。通过实验室和现场的许多试验, 说明泥浆的大量荧光测



ONERA 红外分析仪

电桥式检定器

定是有重要意义的。

萤光连续记录器参见图5。有二盏高压汞灯，干涉滤光片的波长是3100Å，接收滤光片是为了滤掉紫外激发光的，萤光通过光电倍增管转变为信号而记录下来。

整个仪器除掉记录部分外，全装在一个防水的箱子里。

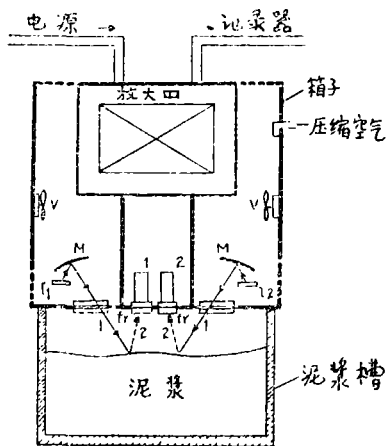


图5 萤光连续记录器简图

- $l_1, l_2$ : 高压汞灯
- M: 聚光镜
- $F_{6m}$ : 干涉滤光片
- $fr$ : 接收滤光片
- $PM_1, PM_2$ : 光电倍增管
- V: 电风扇
- 1: 激发光
- 2: 受激发光

图6是这个仪器工作的一个实例。第一个萤光带C出现在复盖于疏松的储集层上面的砂泥质盖层。穿过D段储油层，到E段泥浆有漏失现象。在到达F之前，更换了钻具，调整了泥浆。到了F后，出现油迹，并使泥浆水变为油水乳浊液。萤光录井显示了整个过程。

### 在岩屑中研究油气的踪迹

砂质泥岩和泥质砂岩岩屑中的气体是相当多的。这或许是由于钻进很快，具孔隙的岩屑处在泥浆的包围之中，它限制了气体的散逸。

这一现象对于检定岩屑中的原油也有价值；岩屑中原油的散逸应该更受周围泥浆的制

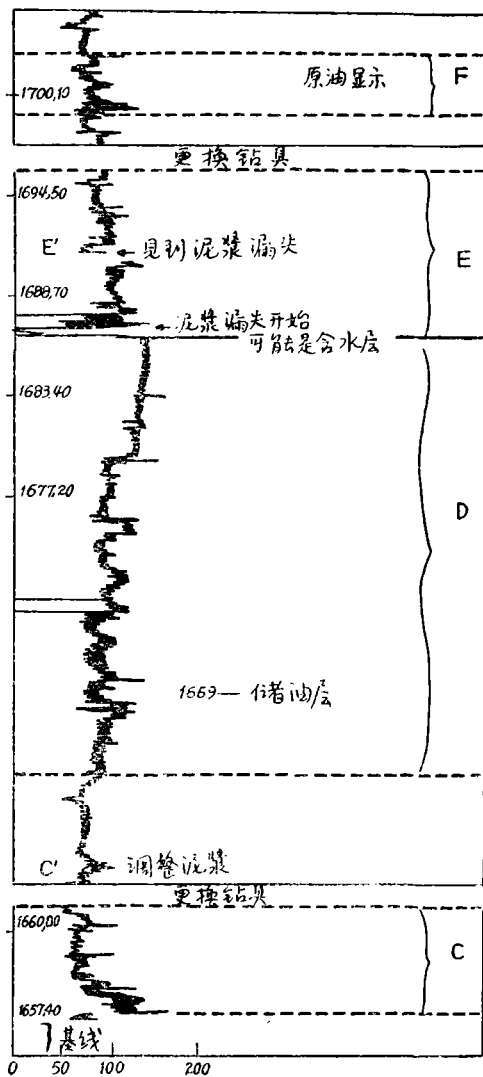


图6 泥浆的萤光连续录井

约。

我们认为即使不连续地测定岩屑也是不应忽视的。它与气测井，萤光录井组成一个系统。值得提醒的是在泥浆出口处收集的样品应该按照其原有状态进行测定。

### 结 论

气测井、萤光录井和岩屑研究在普查勘探工作中特别适用，分析方法已更加有效。野外实验室应更新其装备，采用现代化的技术。

(张义纲摘译自“有机地球化学进展”一书。)