

矿场地球物理方法 在研究储气层方面的应用

[苏联] B. H. 达哈諾夫等著
北京石油学院矿场地球物理教研室译

中国工业出版社

本书介绍在普查和勘探气田，以及建造和使用人工地下气库时，所应用的矿场地球物理方法及其应用的某些成果。

第一部分介绍研究储气层的矿场地球物理方法和技术。

第二部分的文章综合了苏联各含气区应用矿场地球物理方法的经验。

第三部分的文章介绍了在建造和使用人工地下气库时，应用的矿场地球物理方法及成果。

本书可供石油和天然气工业的工程技术人员，科学研究人员，以及有关院校师生参考。

В. Н. Дахнов и т. д.
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОМЫСЛОВОЙ
ГЕОФИЗИКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГАЗОНОСНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ
ГОСГОПТЕХИЗДАТ, 1962

矿场地球物理方法
在研究储气层方面的应用
北京石油学院矿场地球物理教研室 译

石油工业部石油科学技术情报研究所图书编辑室编辑
(北京北郊六铺炕)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

北京市印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 850 × 1168 1/32 · 印张 9 5/16 · 插页 1 · 字数 205,000

1965年3月北京第一版·1965年3月北京第一次印刷

印数 0001—1,090 · 定价 (科六) 1.40 元

统一书号: 15165 · 3291(石油-191)

序 言

随着苏联天然气工业的发展，就要求增加钻探工作量，以便寻找新的气田，并在一些大工业中心——天然气消费城市的附近，建造人工地下贮气库。

探井的主要目的是全面准确地研究地质剖面，钻气井的基本任务是划分储气层、估价储气层的储集性能及估价天然气的储量。众所周知，在解决这些问题时，矿场地球物理方法起着主要的作用。矿场地球物理学是建立在物理学，特别是核子物理学及测量技术的最新成就的基础上。应用这些方法，就有可能广泛地采用高效率的钻井方法，在取心极少或不取心的条件下，详细而又准确地研究钻井剖面。

天然气的物理性质，为地球物理方法提供了划分含气层及详细研究地下贮气目的层的可能性。这就使我们有可能指出矿场地球物理在天然气工业上使用的两个方向：一个是研究探井和产气井，划分含气层及估价其工业价值；另一个是详细研究地下贮气用的储集层以及观察地下贮气库的开采过程。

本书的作者都是生产单位的主要工作人员及某些科学研究机关的工作人员。本书也是一本系统介绍在普查和勘探气田及检查地下贮气库的建立和开采过程时所应用的矿场地球物理方法和技术的书籍。

第一部分是“研究储气层的矿场地球物理方法和技术”，所引用的文章中，反映了在研究储气层时解决一系列地质及矿场方面问题的现状和方法。在 B. H. 达哈诺夫的文章中，分析了在研究气井地质剖面时矿场地球物理方法的可能性及今后的发展方向。在 B. B. 拉里昂诺夫的文章中，研究了井参数的变化对放射性测井结果影响的问题。众所周知，由于井参数的影响，常常给测量

結果带来极大的畸变，降低了解释結果的准确性。在Ю. В. 加卢佐、М. М. 謝沃斯基揚諾夫、М. М. 謝沃斯基揚諾夫和Н. Н. 馬里因科的文章中，論述了用中子法資料划分井剖面中含气层的問題，其中也闡明了泥浆侵入带对这种方法的影响。在Ю. В. 加卢佐的文章中，研究了根据中子伽瑪法資料定量估計儲集层含气飽和度的可能性。

在А. С. 佩斯特里科夫的“非均质碳酸盐儲集层中中子伽瑪法和电法曲綫的綜合解释”一文中，談到了极有发展前途的划分碳酸盐岩层中油、气儲集层的矿場地球物理資料綜合解释方法，而解决这类問題通常都遇到許多重大的困难。在А. Н. 阿佛里强的文章中，叙述了研究泥浆滤液侵入很深的碳酸盐岩含气层的方法。

在В. Н. 达哈諾夫的“泥质含量对儲集层电阻率及孔隙参数的影响”一文中，从理論上分析了儲集层的結構及泥质充填特点不同时，泥质成分的导电性对儲集层电阻率及孔隙参数的影响。第一部分的最后是Ю. В. 加卢佐和М. С. 波克隆諾夫的文章，这里研究了在压力条件下，即在生产井中进行放射性測井的技术。

第二部分是“苏联某些含气区应用矿場地球物理的結果”，主要介紹了苏联各含气区目前研究气井的方法和划分儲气层。确定气层厚度、孔隙率及含气飽和度时，測井結果的解释方法。这些地区包括克拉斯諾达尔边区(В. К. 波波夫和Р. Г. 若霍娃的文章)、斯塔符罗波里边区(В. Ю. 文德利什坦因和Н. И. 塔納謝維奇的文章)、伏尔加格勒州[●](А. Н. 阿佛里强，Н. В. 法尔曼諾娃的文章，А. С. 佩斯特里科夫的文章)、薩拉托夫伏尔加河流域地区(Р. В. 尤德盖維奇的文章)、謝別林卡气田(М. Г. 拉蒂紹娃，Н. В. 曼契娃和Я. Р. 莫罗佐維奇的文章)、前喀尔巴阡山气田(В. А. 謝尔宾宁，Г. П. 費多罗維奇，М. Д. 久拉克，Е. Ф. 揚努什的文章和В. А. 謝尔宾宁，Г. П. 費多罗維奇，М. Д.

● 即斯大林格勒州，以下同——編者。

久拉克, С. П. 奥列霍夫斯卡娅的文章) 和西烏茲別克斯坦 (Т. Ф. 罗瑪諾娃的文章)。

本书的第三部分綜合了在勘探、建設及开采地下貯气庫方面积累的应用矿場地球物理方法的經驗。

在 А. И. 霍林的文章中, 歸納了建設和开采地下貯气庫时, 应用矿場地球物理方法进行检查的一般規則, 并且引用了在列宁格勒附近加特欽納地区检查試注空气情况的具体結果。在 Ю. В. 加卢佐的文章中, 叙述了在建設和使用卡卢加地下貯气庫时, 地球物理的觀測結果。

在 М. М. 埃爾蘭斯基, В. И. 戈尔本諾娃和 Т. Ф. 罗瑪諾娃的文章中, 說明了应用矿場地球物理方法估計儲集层 (注气目的层) 的主要参数的特点。

在 В. А. 叶符多基莫娃和 М. М. 埃爾蘭斯基的文章中, 引述了用地球物理資料和水动力学資料估計注气层排水程度的对比結果。該部分的最后一篇是 Л. З. 波津的文章, 說明了在气田及地下貯气庫上应用微分井温仪的方法。

虽然有关矿場地球物理方法在建設和使用地下貯气庫方面的資料还不多, 但这些資料足以証明, 在检查天然气沿地层的传播方面, 矿場地球物理是一种很有效的方法。

(尙作源译)

目 录

序言

第一部分 研究含气儲集层的矿場地 球物理方法和技术

- 矿場地球物理方法研究气井剖面的目前可能性及今后的发
展途径..... 1
(B. H. 达哈諾夫)
- 井参数的变化对放射性測井結果的影响.....12
(B. B. 拉里昂諾夫)
- 泥浆滤液侵入带对应用中子伽馮法划分气层效果的影响.....28
(Ю. B. 加卢佐 M. M. 謝沃斯基揚諾夫)
- 在井剖面內划分气层时提高放射性測量工作效果的几个問
題.....36
(M. M. 謝沃斯基揚諾夫 H. H. 馬里因科)
- 关于利用中子伽馮法資料定量估計儲集层含气饱和度的可
能性.....42
(Ю. B. 加卢佐)
- 在非均质碳酸盐儲集层中中子伽馮測井曲綫和电測井曲綫
的綜合解释.....50
(A. C. 佩斯特里科夫)
- 利用电位电极系研究含气层.....63
(A. H. 阿弗里強)
- 关于泥质含量对砂岩儲集层电阻率和相对电阻的影响.....80
(B. H. 达哈諾夫)
- 在高压条件下进行放射性測井的技术.....99

(Ю. В. 加卢佐 М. С. 波克隆諾夫)

第二部分 矿場地球物理方法在苏联 某些含气区的使用結果

- 克拉斯諾达尔边区的叶伊斯克-別列贊斯卡亚含气区 矿場
地球物理測井結果的解释107
(B. K. 波波夫)
- 列宁格勒茨卡亚和斯塔罗明斯卡亚凝析气田气井产量与用
矿場地球物理資料确定的儲集层性质之間的关系130
(Л. С. 波波夫 П. Г. 若霍娃)
- 謝維罗斯塔符罗波里气田哈杜姆含气层有效厚度的确定135
(Б. Ю. 文德利什坦因 Н. И. 塔納謝維奇)
- 利用地球物理測井方法研究碳酸盐含气层 (以伏尔加格勒
州卡罗普基气田为例).....142
(А. Н. 阿弗里強 Н. В. 法尔曼諾娃)
- 在伏尔加格勒州矿区利用中子伽碼法确定油、气接触面的
經驗157
(А. С. 佩斯特里科夫)
- 矿場地球物理方法在划分和研究薩拉托夫伏尔加河流域
油、气田含气儲集层方面的应用176
(Р. В. 尤德盖維奇)
- 各向异性法在計算謝別林卡含銅砂岩层系天然气儲量中試
用結果的分析194
(М. Г. 拉德紹娃 Н. В. 曼契娃 Я. Р. 莫罗佐維奇)
- 在前喀尔巴阡地区用矿場地球物理資料寻找碳酸盐沉积层
中的儲集层及含气饱和度的估价205
(В. А. 謝尔宾宁 Г. П. 費多罗維奇 М. Д. 久拉克
Е. Ф. 揚努什)

利用矿场地球物理方法查明天然气从含气层往上覆地层窜流的情况211

(B. A. 謝尔宾宁 Г. П. 費多罗維奇 M. Д. 久拉克
E. П. 奥列霍夫斯卡娅)

关于根据放射性测井资料确定西烏茲別克斯坦油、气儲集层的含泥量問題219

(Т. Ф. 罗瑪諾娃)

第三部分 建設和使用地下貯气庫时 矿場地球物理方法的应用

建設和使用地下貯气庫时矿場地球物理工作的任务与組織...224

(A. И. 霍林)

在勘探地下貯气区时利用矿場地球物理方法研究列宁格勒州的儲集层229

(M. M. 埃爾蘭斯基 B. И. 戈爾本諾娃 Т. Ф. 羅瑪諾娃)

加特欽納地区进行試驗性注气时利用放射性测井来检查地层中空气传播的經驗241

(A. И. 霍林)

用放射性测井法检查卡卢加貯气庫建設和使用过程的結果...248

(Ю. B. 加卢佐)

建造地下貯气庫时同时利用矿場地球物理和水动力学方法来确定儲集层的含气饱和度266

(B. A. 叶符多基莫娃 M. M. 埃爾蘭斯基)

用微分井溫測量研究气井271

(Л. З. 波津)

第一部分 研究含气儲集层的 矿場地球物理方法和技术

矿場地球物理方法研究气井剖面的 目前可能性及今后的发展途徑

B. H. 达哈諾夫

为了尽可能地增大天然气儲量，不仅要寻找新的規模巨大的天然气田，而且还要在已知的天然气田中，查明所有的可能产气层。开采这些气层时，不需要花费巨大的投資。这样做，就能騰出大量的資金，以便在更复杂的地质条件下，特别是在天然气埋藏的深度比目前钻井深度还深 1—2 倍的地区中寻找天然气。

在解决天然气工业所面临的重大任务中，矿場地球物理应起很大的作用。天然气与其他的有用矿物不同，在取到地面的岩心中是几乎不能保存下来的。除此之外，大家知道，对于疏散的地层和生产层，通常取不上岩心，因此根据岩心来研究剖面的含气情况是比较困难的。在这样的条件下，只有广泛地使用地球物理及物理化学的方法，才是得到最可靠的有关剖面含气資料的唯一途徑。目前，大部分的天然气都是由深井和超深井中采取的，只有当取心最少时，钻井效率才能提高。所以，近年来这些方法显得更重要。在这种条件下，对大部分的井剖面來說，摆在矿場地球物理面前的任务不仅是要划分儲气层，而且还要尽可能准确地确定岩性特点及定出它們的地质时代。

虽然天然气与石油具有相同的儲集条件（存在于儲集层中）及某些相近的物理性质（如电性、磁性等），但是划分气层的地球物理方法不同于已經得到完善研究的划分油层的地球物理方

法。划分气层时，特别要采用一些能够区分气层及油层物理性质的方法，如中子测井、热测井及声波测井等。

在建立用矿场地球物理方法研究气井剖面的有效方法时，必须考虑到天然气藏的下列特点：

一、某些有开采价值的气藏，可能位于儲集性质較差的儲集层中，而在这样的儲集层中，是不可能得到工业性的油流的。因此，当寻找天然气层时，应特别注意划分儲集层，尤其是注意划分泥质砂层、泥质砂岩、泥质粉砂岩以及細裂縫的碳酸岩层。在这样的岩层中，一般是不可能具有高产稳定的油流的。

二、由于天然气的压缩系数比液体大得多，所以含气层的泥浆侵入深度大于油层及水层的泥浆侵入深度。在許多情况下，这种特性使区分气层和水层的工作复杂化，难于查明所研究井剖面中的含气生产层。

三、泥浆侵入岩石时，会使其物理性质发生畸变。但对含气层来说，岩石物理性质的恢复过程比油层快得多，因此，可广泛利用时间因素来划分和研究气层。

根据上述特点及含气层突出的中子性质、热学性质，特别是气体测量性质，就可以拟定最合理地划分气层及估价其工业价值的地球物理方法。

象石油一样，天然气的电阻率与地层水的电阻率相差很大。因此，根据矿场地球物理资料划分和研究气层时，电阻法仍然有很大的作用。这些方法包括有标准电测、横向测井、微电极测井及屏蔽接地电阻法等，但每种方法在綜合研究中的作用，则决定于井剖面中的岩石性质及儲集层的厚度。

在厚度較小的砂泥岩剖面中，主要是测量梯度电极系、微电极系及横向测井曲线。在这种条件下，用小电极距的电位电极系 ($AM \leq 0.5$ 米) 是为了进行剖面对比，采用大电极距的电位电极系 ($AM \geq 2$ 米) 是为了确定厚儲集层中水淹带的电阻率。而水淹带的电阻率是求准孔隙率的必要参数。

在薄夹层状的儲集层中，应广泛地利用微电极和屏蔽接地

(包括微屏蔽电极系)电阻法来确定儲集层性质。

在碳酸岩剖面中(其中常有厚度很大的儲集层),应特别注意大电极距的电位电极系、电位电极系横向测井及屏蔽接地电阻法。但是,即使在这样的条件下,也应选用微电极系,因为这种方法可以在許多情况下准确地划分儲集层。

应该指出的是:由于泥浆(或者泥浆滤液)侵入很深,侵到洞穴

性、裂縫性及喀斯特化的碳酸盐岩儲集层中时,有时只有用很大电极距的电位电极系,才能从上述地层中划分含气层。由图1的例子中可以看出,仅能用8米的电位电极系划分納繆尔建造碳酸盐岩层中巨厚的含气层,因为其他的电极系,如4米和8米的梯

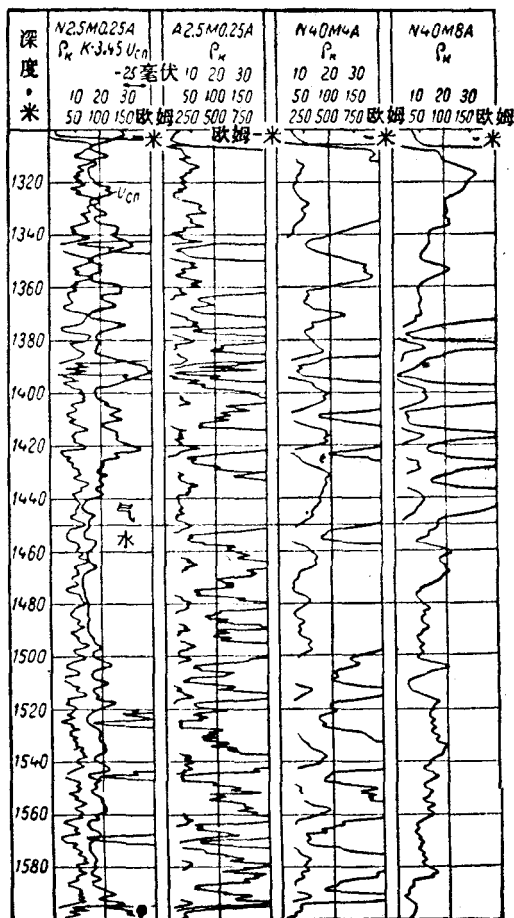


图1 在含气的碳酸盐岩儲集层中梯度电极系与电位电极系曲线的对比(井径 $d_c=7\frac{3}{4}$ "， $\rho_n=2.2$ 欧姆米)

度电极系及 4 米的电位电极系的探测深度都不够大[●]。在这种条件下，也可利用大电极距的梯度电极系（如 A 10 M 4 N 和 A 15 M 10 N）来研究含气层分布的边界。当地层厚度接近于上述梯度电极系的 MN 电极间的距离时，梯度电极系的 ρ_x 值与 ρ_n 成正比，这一点比大电极距的电位电极系优越。将上述两种梯度电极系和 4 米（或 8 米）的电位电极系综合起来也是合适的。

当划分含气目的层时，非常有效的方法是将小电极距、中等电极距及大电极距的电极系在不同时间测得的结果进行对比。根据储集层的厚度，可以采用 $AO=0.5$ 米、2 米、8 米的梯度电极系或 $AM=0.25$ 米、1.0 米、4 米的电位电极系。这种方法的实质就是在有希望的井段上进行三次测量，第一次是在刚钻完的井段上进行测量，如每钻进 100—200 米（与钻进速度有关）测一次；第二次是经过 5—10 天后进行测量；而最后一次是在下套管前进行测量。当泥浆电阻率大于地层水电阻率时，含气层的视电阻率随着时间的增长而降低；而水层的电阻率随着时间的增长而增高（图 2）。

由于含气层泥浆侵入得很深，时间因素对视电阻率及有效电阻率曲线变化的影响具有很大的特点。尽管在新探区寻找石油和天然气时，在钻井上花费巨大，此时应用 $\rho_x=f(\tau)$ 时间关系曲线的特点来查明气层和油层无疑是合适的，但遗憾的是，这种可能性都没有被利用起来。

自然电位、人工电位及自然伽偶法研究气井剖面和划分气层的应用范围与在划分油层时相同，即主要解决一般的问题——从井剖面中划分出储集层。

中子法和散射伽偶法在查明含气地层方面具有较大的可能。

气层与油层和水层按其含氢量及密度差别很大，因此，一般含气层的特点是中子伽偶和散射伽偶射线的强度较高，而在某些情况下，这些射线的能量也很高。

● 据本书 A. H. 阿弗里强“利用电位电极系研究含气层”一文。

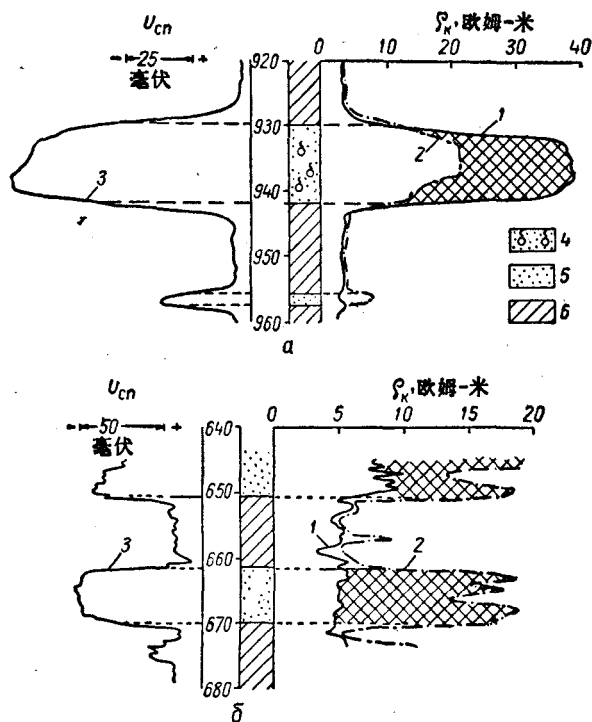


图 2 含气储集层(a)和含水储集层(b)的视电阻率曲线随时间变化的实例

1—第一次测量的 ρ_x 曲线；2—第二次测量的 ρ_x 曲线；3—自然电位曲线；4—含气砂层和砂岩；5—含水砂层和砂岩；6—泥岩

但由于中子法，特别是散射伽玛法的探测半径不大，往往不能根据同时出现的 I_{ny} 和 I_{yy} 的最大值划分出含气层。这时测得的数值主要受侵入带参数的影响。

因此，根据放射性测井资料划分含气层的主要方法应是综合研究下套管前及下套管后测得的 I_{ny} 和 I_{yy} 曲线。在钻开地层后，经过一定时间，使泥浆侵入深度达到 I_{ny} 和 I_{yy} 的探测深度后，这时进行第一次放射性测井。第二次是在固井后隔一段时间测量的，此时，井壁附近储集层的含气特性已经完全恢复了，侵入储

集层的泥浆滤液渗到了儲集层的底部。通常固井后过7—15昼夜后（时间长短与含气层的儲集性质有关）就会观察到这种现象。儲集层的孔隙截面愈小，泥质含量愈高，则这段时间就愈长。

在解释前，将在下套管前和下套管后测得的 I_{ny} 和 $I_{\gamma\gamma}$ 曲线换算成相对参数差的曲线：

$$\Delta J_{ny} = \frac{I_{ny} - I_{ny.on}^*}{I_{ny.on}^{**} - I_{ny.on}^*}$$

$$\Delta J_{\gamma\gamma} = \frac{I_{\gamma\gamma} - I_{\gamma\gamma.on}^*}{I_{\gamma\gamma.on}^{**} - I_{\gamma\gamma.on}^*}$$

式中 $I_{ny.on}^{**}$, $I_{\gamma\gamma.on}^{**}$ ①——含氢量最少的致密岩石的中子伽马射线、射线强度及散射伽马射线强度； $I_{ny.on}^*$, $I_{\gamma\gamma.on}^*$ ——含氢量最大岩石的中子伽马射线强度及散射伽马射线强度。

可取硬石膏、致密碳酸岩及火成岩（不含石膏，不含结晶水的其他矿物）作为具有 $I_{ny.on}^{**}$ 和 $I_{\gamma\gamma.on}^{**}$ ②强度的第一类岩石，通常这些岩石的地球物理特征是：a) 在梯度电极系曲线上，视电阻率高，当地层厚度大于2—3倍电极距时，其视电阻率最佳值 $\rho_{k.out}$ 等于或稍低于 $8 \left(\frac{AO}{d_c} \right)^2 \rho_p$ ，而 ρ_k 最大值接近于 $16 \left(\frac{AO}{d_c} \right)^2 \rho_p$ ；b) I_{ny} 强度高， $I_{\gamma\gamma}$ 强度低；B) 钻时高，井径与钻头直径相等。

通常选出井径大于60厘米的岩层作为第二类岩层，取该井段上岩层的放射性强度作为 $I_{ny.on}^*$ 和 $I_{\gamma\gamma.on}^*$ 的值，或者在充满泥浆的比较大的容器内进行专门的检查性测量。

含气地层的特征是，下套管前和下套管后测出的 ΔJ_{ny} 和 $\Delta J_{\gamma\gamma}$ 曲线有幅度差。此时，当下套管后测得的 ΔJ 值大于下套管前的 ΔJ 值的地层，应为含气层（图3）。

也可用绘制相对曲线的方法来解决这个问题：

$$\delta J_{ny} = \frac{(\Delta J_{ny})_k}{(\Delta J_{ny})_0}$$

① 原书中为 $I_{ny.on}$ 和 $I_{\gamma\gamma.on}$ ，可能为 $I_{ny.on}^{**}$ 和 $I_{\gamma\gamma.on}^{**}$ 之誤；

② 原书中为 $I_{ny.on}^{**}$ ，可能为 $I_{\gamma\gamma.on}^{**}$ 之誤——譯者。

或

$$\delta J_{n\gamma} = \frac{(\Delta J_{n\gamma})_k}{(\Delta J_{n\gamma})_0}$$

式中 $(\Delta J_{n\gamma})_0$ 和 $(\Delta J_{\gamma\gamma})_0$ ——未下套管时的中子伽倻射线和散射伽倻射线的相对强度； $(\Delta J_{n\gamma})_k$ 和 $(\Delta J_{\gamma\gamma})_k$ ——下套管后，中子伽倻射线和散射伽倻射线的相对强度。含气层在 $\delta J_{n\gamma}$ 和 $\delta J_{\gamma\gamma}$ 曲线上显示最大值。

应该指出的是：当进行普通的 $I_{n\gamma}$ 测量时，应尽量避免 $I_{\gamma\gamma}$ 的影响。但对含气层进行测量时，应与前者相反，因为含气层的 $\Delta J_{\gamma\gamma}$ 变化特征与 $\Delta J_{n\gamma}$ 的变化特征相同。

中子伽倻射线的能谱测量法是划分含气层与致密岩石的极有意义的方向。当岩石含有相同的矿物成分（如碳酸岩）时，含气层的中子伽倻射线强度大于致密岩石的强度，因射线通过致密岩石时，其能谱发生很大的变化。

套管外的气体会使中子伽倻射线强度发生变化，关于这种变化的特征的研究，目前正被成功地用来观察人工地下贮气库中天然气的分布情况。这种方法是莫斯科石油化学和天然气工业学院核子地球物理实验室研究出来的^①。

国外文献^①中，曾论述了用不同源距测得的 $I_{n\gamma}$ 曲线进行对

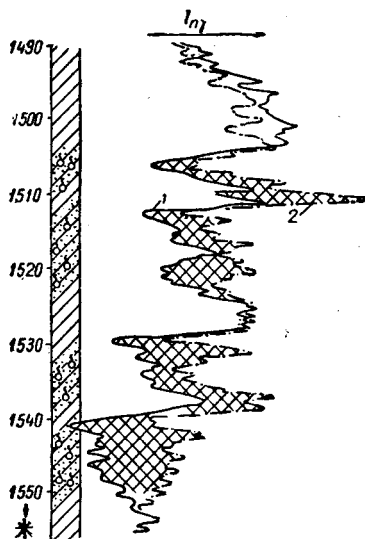


图 3 含气层中子伽倻射线强度随时间变化的实例
1— $I_{n\gamma}$ 曲线（未下套管时测出的）；2— $I_{n\gamma}$ 曲线（下套管后测出的）。据 Ю. Д. 卡楚尔资料

① 据本书 А. И. 霍林, М. М. 谢沃斯季扬诺夫, Ю. В. 加卢佐及 Н. И. 马里因科的文章。

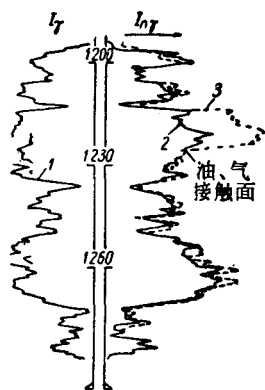


图 4 在用大源距进行测量时，
含气层中子伽偶射线强度增高的实例

1—自然伽偶曲线； 2—小源距的 $I_{n\gamma}$ 曲线； 3—大源距的 $I_{n\gamma}$ 曲线

比的方法来划分含气层的可能性。这时，对于含气地层，大源距测得的曲线异常大于小源距测得的曲线异常(图 4)。在所研究的情况下，只有当泥浆侵入深度小于和不超过中子伽偶法的探测深度时，才能得到良好的测量结果。

井温测量是研究井剖面含气情况的有效方法之一。通常，当钻开高产气层时，气体会进到井内，在气体膨胀的同时，它吸收周围的热量，使泥浆的温度降低。当岩石与泥浆难于进行热交换时，对于岩石温度高于泥浆温度的井段，泥浆温度也低。这种情况可用含气层泥浆侵入很深来说明。所以，这种含气层在井温曲线上（当井径相同时）常常显示为低的温度异常。因此在井温增量曲线上，有低的 Δt 值时，解释者应特别加以注意。对着这样的井段，应特别仔细地综合分析各种资料。在所有的探井内，如果钻井过程中没有含气显示，当井口装有防喷器时，应尽可能地降低泥浆的液面，并经过防喷管进行井温测量。在这种条件下，由于泥浆压力的降低，若在井温曲线上出现了低温异常，则这个异常能可靠地说明在异常所在的深度有含气层存在。

井温测量，特别是微分井温测量^①，已经开始有效地用来观察人工地下贮气库的注气及排气过程。当多层同时开采时，这种方法是目前唯一能够大致估价每层产气量的地球物理方法。

在一般情况下，井径曲线不能直接指出剖面的含气情况。但是在很多情况下，特别是对于碳酸岩地层，这种方法能够可靠地

① 据本书 JI. 3. 波津所著“用微分井温测量研究气井”一文。

划分儲集层，对于不同类型的儲集层，可以根据井径縮小（对渗透性好并具有粒間孔隙的儲集层）或者井径扩大（如裂縫性的碳酸盐岩，特别是喀斯特化的碳酸盐岩儲集层）来划分儲集层。

在某些情况下，对于具有粒間孔隙的儲气层，可以看到井径有明显的縮小，其縮小的程度超过类似的含水层，特别是超过含油层。造成这种情况的原因是：含气层的泥浆滤液侵入深度大于含水层，特别是大于含油层的侵入深度。此外，对于薄砂泥岩交互层的含气层，会看到由于冲刷井壁而形成的洞穴，这种洞穴的直径大于一般泥岩的井径，特别是不用水基泥浆钻井时，更会有这种情况。

声波测井是划分含气层的一种有前景的方法。含气层（特别是具有粒間孔隙的含气层）的声波传播速度比同种岩石的水层低很多。因此，当无泥浆侵入带时，可用长的声波旅行时间来划分含气层。但是在实际钻井条件下，当泥浆侵入深度很大时，声波测井应用的可能性将是有限的。

遗憾的是，直到目前为止，钻时法还没有在天然气工业的地球物理部門得到应有的应用。显然，这种方法对划分儲气层有很大的帮助。从钻时曲线上，可以清楚地划分出粗粒孔隙、粗裂縫性及喀斯特化的儲集层。在这种儲集层的情况下，其他参数的解释常常是复杂的。这时钻时曲线，将使解释人員注意更深入地考虑各种因素，特别是在不同时间测得的中子测井曲线，因为这种方法可以最准确地解决該类型儲集层的含气情况。

气测井是划分气层的基本方法之一。当对泥浆进行充分的脱气时，利用气测井可划分出大多数的含气层。气层显示高的总烃含量和較低的重烃含量，在组分分析图中，气层显示高的甲烷含量。

但应该指出的是：虽然气测井是唯一直接找气层的方法，但其解释方法仍然是有問題的。首先，对于粗裂縫和喀斯特化的孔隙較大的儲气层，在钻进过程中，会产生泥浆的預先侵入，因此对于这种儲集层，看不到高的气体含量(图5)。其次，对于一些