

岩石力学技术在渤海油田气层识别工作中的应用

欧阳帅玉 张 璋 彭 硕 (中海油田服务股份有限公司油田技术事业部, 天津 300459)

摘 要: 渤海油田中浅层勘探层系以新近系明下段、馆陶组为主的上组合地层为主, 新近系地层以河流相、浅水三角洲沉积为主, 含油砂层多, 剖面上呈多套砂泥岩互层, 部分区块地层横向连续性差, 非均质性强。受岩性、层厚、泥质含量、孔隙结构与含烃丰度的影响, 常规三孔隙度测井曲线在低对比度气层响应特征不明显, 给流体识别工作带来了不确定性。本文总结了天然气储层的测井响应特征、岩石力学参数的物理意义与计算方法, 并应用岩石力学参数对低对比度气层进行了有效识别, 取得了良好的应用效果。

关键词: 岩石力学; 气层识别; 低对比度; 渤海油田; 解释

石油需求的缺口日益增大, 各油田迫切要求加快天然气藏的勘探和开发, 以满足国家经济发展的需要^[1,2]。天然气勘探的中心问题是如何了解储层的真实情况, 进行储层评价。而储层评价的关键之一就是如何得到准确的地层参数以及含流体性质。由于中国的地质情况复杂, 天然气的大规模勘探开发起步较晚, 到目前还没有形成有效的系统的天然气测井评价技术^[2,3]。目前常用的气层识别的方法, 主要是利用含气储层在含氢指数、密度和纵横波速度等岩石物理特征上与油、水层存在的明显差异, 采用中子、密度和声波等三孔隙度测井资料进行综合识别。在常规砂泥岩、均值中高厚度气层中, 利用三孔隙度测井交会能够取得较好的识别效果^[3,4]。

渤海湾盆地位于我国华北陆块东部, 油气资源丰富, 曾发现了孤岛、埕岛、北大港、蓬莱 19-3、渤中 25-1 等多个亿吨级大型油气田^[1]。渤海油田中浅层勘探层系以新近系明下段、馆陶组为主的上组合地层为主, 新近系地层是渤海湾盆地沉积沉降中心, 以河流相、浅水三角洲沉积为主, 含油砂层多, 剖面上呈多套砂泥岩互层, 部分区块地层横向连续性差, 非均质性强。受岩性、层厚、泥质含量、孔隙结构与含烃丰度的影响, 常规三孔隙度测井曲线气层响应特征不明显, 给流体识别工作带来了不确定性。近年来, 随着阵列声波测井技术的不断完善, 基于岩石力学参数的气层识别技术已得到广泛应用, 在渤海油田气层识别工作中取得了良好的应用效果。

1 天然气储层测井响应特征

由于天然气的存在, 电阻率、纵波时差、密度与中子曲线受含气影响呈典型气层特征^[2]:

①气层的电阻率明显高于围岩与典型水层, 与相同条件下油层电阻率相近, 一般是典型水层的 3-5 倍;

②气层的纵波时差曲线呈现周波跳跃或纵波时差增大的现象;

③由于天然气的含氢指数与体积密度比水小得多, 另外挖掘效应的影响也增强了这种效果, 因此中子孔隙度曲线在气层上呈现低值;

④气层的密度测井值比油层和水层都小;

⑤中子、密度曲线在合理刻度的前提下, 会出现典型“镜像”特征, 呈现明显包络特征。

2 岩石力学参数理论基础

岩石力学特性参数包括岩石力学泊松比、杨氏模量、剪切模量、体积模量、纵横波波速比、体积压缩系数等。

这些参数可以通过两种方法确定, 一种方法是用钻井所得的岩心, 在实验室内模拟岩石在地下所处的环境(温度、围压、孔隙压力)进行实测。另一种方法是利用测井曲线进行反算。由于测井资料充足, 且可以得到连续的计算剖面, 一直是测井解释人员积极探索努力的方向, 目前已经取得了一些可以应用的成熟方法^[4]。

常用岩石力学参数与物理意义如下:

①纵横波波速比(SCRAP): 横波时差与纵波时差之比, 无量纲;

②泊松比(POIS): 材料变形时横向缩短和纵向伸长的比值, 无量纲:

$$POIS = [0.5 * (SCRAP) - 1] / [(SCRAP) - 1] \quad (1)$$

③剪切模量(SMOD): 产生单位角应变时相应的剪切应力的数值, 其数值大小表示在剪切胁强作用下, 弹性体发生剪切变形的难易程度。其量纲和应力相同:

$$SMOD = (1.34 * 10^4) * DEN / (DTS) \quad (2)$$

上式中, DEN 为地层密度; DST 为地层横波时差;

④杨氏弹性模量(YMOD): 弹性体发生单位线应变时在弹性体内产生的应力大小, 其值大小表示弹性体或弹性材料在外力作用下变形的难易程度。其量纲和应力相同:

$$YMOD = 2 * SMOD * (1 + POIS) \quad (3)$$

⑤体积模量(BMOD): 定义为弹性体受均匀静压力时, 所加静压力和体应变的比值:

$$BMOD = (1.34 * 10^4) * DEN / (DTC) - (4 * SMOD / 3) \quad (4)$$

上式中, DTC 为地层纵波时差。

⑥体积压缩系数(CMPR): 体积模量的倒数。当孔隙度含有天然气时, 纵波速度降低, 但对横波速度影响很小, 因此在岩石孔隙度一定的情况下, 随含气饱和度的增大, 纵横波速度比降低, 进而引起岩石泊松比降低。天然气与石油相比有较大的可压缩性, 对声波速度的影响与压力、温度关系密切, 储层含气岩石空间模量比含油水时体积模量要小, 体积压缩系数会增大。综合应用泊松比与体积压缩系数可对气层进行有效的识别。

3 应用实例

JZ-A 井 1447.0-1452.0m、1545.0-1550.0m、1606.0-1611.0m 三段气测异常幅度较高, 无荧光, 深电阻率 RD 测量值明显高于 1611.0-1614.5m 段典型水层, 中子密度在三段“镜像”特征明显, 岩石力学参数泊松比与体积压缩系数交会面积较大, 经取样验证为典型气层。1474.0-1476.0m、1479.0-1481.0m 两层“镜像”特(下转第 161 页)

化工工艺全过程的能源消耗,化工企业就要对机器自身进行改造。首先,就是阀门的改造,采用现代科学技术对阀门做出常规的调整。保证机器内部部件之间保持长期的动态平衡。将化工工艺的过程进行信息化处理,利用现代科学技术设备,对其全过程进行监视,实时监管化工工艺过程中,每一个环节所产生的数据。不断优化升级机器的数据内容,在总监控室实时观察动态数据图,更新企业内部数据库。对数据进行分析总结,进而在不断的进行更新节能降耗的技术,一直走在行业前端。对废水、废气进行回收再利用,其实对化工工艺中一些废水、废气的二次利用可以使对节能降耗产生积极作用,同时也减少了废气、废水的排放数量,进而对环境保护也产生了影响。

3 结束语

近几年,随着可持续发展战略的提出,化工企业对自身管理要求也在不断提高,节能降耗技术的应用在化工企业发展的过程中占据了重要地位。无论是管理方法,还是

(上接第 159 页)使用过程中对生态环境的破坏。由于这些技术在实际应用中具有优越性,因此它们已逐渐成为整个化学研究领域非常受欢迎的研究主题。针对我国的现状,由于实际使用过程中的一系列特征,生物降解技术已被广泛使用。同时,已经开发了许多类型的可降解聚合物材料。其中包括一些合成的高有机聚合物材料和天然有机聚合物材料。这种技术在实际使用过程中非常普遍,已经开发了包括淀粉和聚氨基酸在内的一系列高分子材料,对于实施我国的环境保护政策非常有用。

4.2 开发无毒的高分子合成材料

人们生产聚合物材料时,通常会选择无害且对环境无害的原材料。在化工产品的实际生产过程中,通过使用某些目标催化剂可以得到一些高分子材料,某些高分子材料的转化率高达 100%。从上面的解释中,不难发现这与传统的生产模式有很大的不同。这种生产方式是直接避免在整个生产过程中使用对人体和环境有害的化学催化剂。

(上接第 158 页)征较明显,电阻率受层厚与泥质影响导致测量值有所降低,岩石力学参数交会特征明显,解释为气层。1524.0—1545.0m 段伽马值相比典型气层提升明显,受泥质含量增加影响导致该段电阻率测量值降低,中子密度交会程度相比典型气层有所减少,岩石力学参数在该段仍有明显交会特征,综合解释为气层。

3KL-F 井中 1019.0—1025.0m 段深电阻率值相比下部含油水层有所提升,密度中子“镜像”特征较明显,纵波时差值相比水层提升明显,综合解释为气层。下部 1021.7—1022.7m 段薄层伽马值中高,密度中子略有交会,纵波时差见一定程度提升,深电阻率较上部气层明显降低,储层含油气性存疑,故应用岩石力学参数泊松比与体积压缩系数进行气层识别,可见该段岩石力学参数交会特征明显,呈典型气层特征,综合分析将该层解释为气层。经此例验证,岩石力学参数在薄气层识别工作中取得了较为良好的应用效果,该技术具备广阔的应用前景。

4 小结

①常规三孔隙度测井曲线受岩性、层厚、泥质含量、

技术策略,都是节能降耗技术的应用中不可缺少的一部分。化工企业也应积极配合节能降耗工作的开展,携手创建和谐绿色的家园,推动可持续发展战略的实施,打造一个蓝天白云的生态环境。

参考文献:

- [1] 王波,苏兴山.节能降耗技术在化工工艺中应用[J].化工管理,2014(09).
- [2] 王冬,李冠男.化工工艺节能降耗的必要性及相关技术研究[J].科学中国人,2015(02).
- [3] 张卫东.关于化工工艺节能降耗的技术分析[J].科技创新与应用,2014(01).
- [4] 许爱辉.化工工艺中常见的节能降耗技术措施分析[J].化工管理,2015(04).
- [5] 王润涛,武杏荣.节能降耗技术在化工工艺中应用[J].化学工程与装备,2015(03).

5 结束语

改革开放以来,中国经济发展迅速。但是,在开发过程中,环境问题变得越来越突出,诸如酸雾,烟雾和温室效应等极端天气事件严重影响了人们的日常生活。因此,为了实现经济和生态环境的可持续发展,该国提出了节能减排的绿色发展战略。聚合物合成材料广泛用于工业生产。高分子合成材料合成与应用的绿色策略。

参考文献:

- [1] 戈明亮.高分子材料探寻绿色发展之路[J].中国化工报,2020(09).
- [2] 罗水鹏.绿色高分子材料的研究进展[J].广东化工,2019(01).
- [3] 石璞,戈明亮.高分子材料的绿色可持续发展[J].化工新型材料,2020(07).
- [4] 徐僖.高分子材料科学研究动向及发展展望[J].新材料产业,2003(03).

孔隙结构与含烃丰度的影响,在气层识别工作中存在一定的不确定性,应用岩石力学参数泊松比与体积压缩系数交会可对低对比度气层进行有效识别;

②该技术已广泛应用于渤海油田气藏勘探开发,具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 刘培.渤海湾盆地新近系油气富集特征及成藏模式[D].青岛:中国石油大学(华东),2013.
- [2] 楚泽涵,张莹.天然气测井评价[J].测井技术信息,1999,12(3):85-86.
- [3] 肖慈珣,肖崇礼,栗英姿,等.天然气储层产能的测井评价与预测[J].石油与天然气地质,1999(04):279-282+289.
- [4] 楼一珊,金业权.岩石力学与石油工程[M].北京:石油工业出版社,2006.

作者简介:

欧阳帅玉(1984-),男,黑龙江友谊人,本科,工程师,主要从事海上油气田测井作业管理及综合研究方面的工作。