

新召东地区盒1段储层有效厚度下限标准研究

李彦华 (中国石化华北油气分公司勘探开发研究院, 河南 郑州 450006)

武杏芝 (郑州市质量技术监督检验测试中心, 河南 郑州 450000)

摘要: 新召东地区盒1段岩性以岩屑石英砂岩、岩屑砂岩为主, 粒度以砂砾岩、中-粗粒砂岩为主。盒1段储层孔隙类型主要为粒间余孔、粒间溶孔为主, 同时发育少量微裂缝。通过对新召东地区盒1段储层岩性、物性、电性和含气性特征研究, 建立了储层孔隙度、渗透率和含气饱和度解释模型, 结合新召东盒1段试气资料确定了有效储层下限标准。

关键词: 杭锦旗; 新召东; 储层; 有效厚度; 盒1段

新召东地区位于杭锦旗区带西南部, 构造位置处于鄂尔多斯盆地北部伊陕斜坡北部, 三眼井断裂南部。目前新召西地区钻遇二叠系下石盒子组盒1段, 山西组山2段、山1段3套气层, 其中下石盒子组盒1段和山西组山2段是主要勘探开发目的层系。新召东地区位于伊陕斜坡北部, 整体上表现为构造平缓的单斜。地层呈东高西低的西倾平缓单斜, 含气面积内多条小断层, 断距小, 延伸距离短, 局部发育低幅度构造, 构造幅度小于20m。下石盒子期由于北部阴山物源区快速隆升, 陆源碎屑物质供给极为充足, 主要发育冲积平原辫状河沉积相。辫状河沉积表现为河道较直、河床不固定、心滩发育。

1 测井解释模型的建立

1.1 孔隙度计算方法

通过研究发现新召东地区盒1段储层声波时差与岩心分析孔隙度之间具有较好相关关系, 随着孔隙度的增大, 声波时也增大。利用岩心分析的孔隙度与对应的声波时差值作交汇图, 并进行回归分析, 建立了测井孔隙度解释模型(图1)。声波时差(Δt)与岩心孔隙度(Φ)的关系式为:

$$\Phi = 0.2038 \Delta t - 39.718, R^2 = 0.7413$$

将经过深度归位校正的岩心孔隙度与测井解释的孔隙度进行对比验证(图2)可见, 盒1段绝对误差小于8%的样品占总样品数的90%以上, 平均相对误差5.73%, 相对误差呈正态分布。测井解释孔隙度的误差符合要求, 可以用于非取心井储层的孔隙度定量解释。

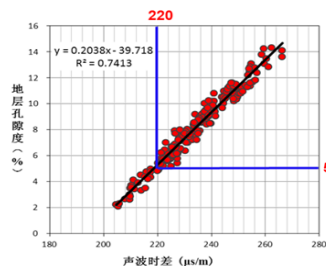


图1 盒1段储层测井孔隙度解释方法

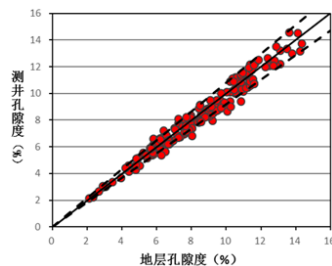


图2 孔隙度测井解释模型检验

1.2 渗透率计算方法

在地层条件下, 上覆岩层的压力作用使目标层位的岩石体积及其中渗透率都有缩小。为了恢复地层条件下的渗透率, 对新召东区带的岩心样品作地层压力下渗透率测定, 实验压力达到35MPa。

通过盒1段岩心地面条件下常规空气渗透率($K_{\text{地面}}$)与地层条件渗透率($K_{\text{地层}}$)关系, 得关系式:

$$K_{\text{地层}} = 0.6625K_{\text{地面}} + 0.0719, R^2 = 0.9761$$

在大量岩心物性分析资料基础上, 砂岩储层渗透率与孔隙度一般具有相关性, 基于这一思路, 对于盒1段储层岩心分析孔隙度与对应的样品渗透率进行交会, 建立了二者的指数拟合公式:

$$K = 0.0673e^{0.2132\Phi}, R^2 = 0.6201$$

其中, K , 渗透率(毫达西); Φ , 孔隙度(%)。

1.3 含气饱和度计算方法

测井解释含气饱和度采用阿尔奇公式计算:

$$S_w = \frac{abR_w}{\phi^m R_t^n}$$

式中 S_w : 原始含水饱和度; Φ : 地层孔隙度; f : R_w : 地层水电阻率, 欧姆·m; a 、 b : 与地层岩性有关的参数, 由岩电实验获得; m : 地层胶结指数, 由岩电实验获得; n : 饱和度指数, 由岩电实验获得。

通过对盒1段岩心样品进行岩电关系试验, 获得了有关的地层因素指数和饱和度指数参数:

$$F = 1.1128/\Phi^{-1.8290}, I = 1.0225/S_w^{-1.9830}$$

地层因素指数 m , 饱和度指数 n 和系数 a 、 b 分别为:

$$m = 1.8290, n = 1.9830, a = 1.1128, b = 1.0225.$$

2 有效厚度下限标准

2.1 物性下限标准

物性下限的确定主要是利用统计分析法。对于盒1段砂岩, 统计分析了锦30井区207个样品的物性分析数据, 孔隙度(Φ)与渗透率(K)呈指数相关关系:

$$K = 0.0673e^{0.2132\Phi}, R^2 = 0.6201$$

锦30井区盒1段砂岩孔隙度主要分布区间5.0%~15%。当取孔隙度5.0%作为下限, 丢失的储集能力为5.9%, 样品丢失率12.1%。盒1段砂岩渗透率主要分布区间0.20毫达西~1.5毫达西。当取0.20毫达西作为渗透率的下限, 丢失的渗透能力为5.7%, 样品丢失率15.0%。综合上述, 并参考东胜气田已提交探明储量孔渗下限标准, 确定了盒1段有效厚度物性标准, 采用5.0%作为孔隙度下限, 0.2毫达西作为有效渗透率下限是合理的。

2.2 电性下限标准

盒1段气层呈箱型低自然伽马, 在30API~75API; 自然电位负异常显著特征; 电阻率曲线上, 深、浅侧向电阻

率存在幅度差,砂岩电阻率高于相邻泥岩电阻率;声波时差表现出高值,一般在 $218 \mu\text{s/m} \sim 260 \mu\text{s/m}$;同时中子和密度都有所降低。在含气性较好的储层中,三条孔隙度测井曲线组合具有较明显的气层“挖掘”效应。新召东地区盒1段储层声波时差与电阻率是识别气层主要敏感参数,本次研究结合试气结果绘制盒1段储层声波时差与电阻率交汇图版(图3)。最终确定了盒1段储层的电性下限标准,声波时差大于等于 $220 \mu\text{s/m}$,电阻率大于等于 $13 \Omega \cdot \text{m}$ 。

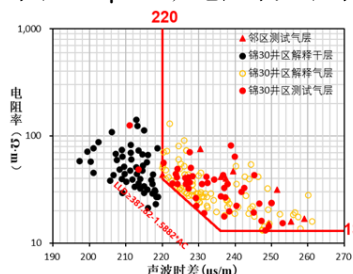


图3 盒1段储层声波时差与电阻率交汇图

2.3 储层有效厚度下限标准

综合以上研究成果,确定了杭锦旗新召东地区盒1段储层的下限标准(表1)。

表1 新召东地区盒1段储层有效厚度下限标准

层位	岩性	孔隙度(%)	渗透率(mD)	声波时差($\mu\text{s/m}$)	电阻率($\Omega \cdot \text{m}$)	含气饱和度(%)	泥质含量(%)
盒1	中-粗粒砂岩	5	0.20	220	13	50	15

3 结论

通过对新召东地区盒1段储层钻井、测井、岩心和试

气资料的综合研究,首先建立了研究区盒1段储层物性及含气性的测井解释模型,从而为非取心段储层的测井解释提供了重要依据;其次通过对薄片鉴定资料的分析,明确了目的层岩性岩性以岩屑石英砂岩、岩屑砂岩为主,粒度以砂砾岩、中-粗粒砂岩为主,盒1段储层孔隙类型以粒间余孔、粒间溶孔为主。最终确定了新召东盒1段储层物性下限标准,即孔隙度大于5%,渗透率大于0.20毫达西;采用交汇图版法,确定电阻率 $13 \Omega \cdot \text{m}$ 、声波时差为 $220 \mu\text{s/m}$ 为有效储层电性下限标准。通过本次研究为新召地区盒1段勘探开发提供了重要的指导依据。

参考文献:

- [1] Q/SH 0585-2014 石油天然气预测储量计算细则[S]. 北京:中国石油化工集团公司,2014.
- [2] 任婷,漆万珍,曹红霞,等.鄂尔多斯盆地延长东区上古生界储层“四性”关系研究[J].非常规油气,2015,2(6):22-30.
- [3] 刘溪,李文厚,韩伟.华庆地区长6储层四性关系及有效厚度下限研究[J].西北地质,2010,43(1):124-129.
- [4] DZ/T0217-2005.石油天然气储量计算规范[S].北京:中华人民共和国国土资源部,2005.
- [5] 岳绍飞,刘杰,马丽娜等.福山凹陷流沙港组三段储层四性关系及有效厚度下限标准[J].油气地质与采收率,2011,20(4):42-45.
- [6] 黎菁,杨勇,王少飞等.苏里格气田东区致密砂岩储层物性下限值的确定[J].特种油气藏,2011,18(6):52-56.

(上接第233页)良好机械性能适用于单管。碳纳米管(尤其是单壁碳纳米管)总是被范德华力相互吸引而形成束。由于管之间的相对滑动,管束的机械性能远低于单个管的机械性能。因此,如何利用碳纳米管的优异机械性能来最终制备人们想要的超细纤维还需研究。

同时,越来越多的研究集中在使用碳纳米管作为增强材料并将其添加到其他材料中来创建性能优异的复合材料。实际上,除了优异的机械性能外,碳纳米管还具有许多其他性能,例如耐疲劳性,抗蠕变性,材料尺寸稳定性,导电性和耐腐蚀性。

4 石墨烯

2004年,石墨烯材料首次从自己的天然原料石墨中被完全分离发现出来。在二维或三维空间中顺序排列的原子 sp^2 杂化碳气体原子由一个单层的杂化碳原子分层结构和各部件分层组成,具有较大的空间距离域键,厚度仅约通常为 0.335nm 。石墨烯材料是用于组合和应用构成各种不同尺寸的新型碳纤维材料。

单片石墨烯超高技术的优越性能可以直接传达到各种宏观建筑构件,例如石墨烯纤维和石墨烯空气凝胶。石墨烯纤维因其具有良好的机械动力学性能,电化学性能及其导热特点,可以被广泛应用在各种导电纺丝织物,储能,散热等工业领域。石墨烯气凝胶是一种通过堆叠和加工压制而成的石墨烯纳米薄膜而经加工制造出来的独特三维结构材料,不但它们都具有良好的石墨烯电学和机械动力学的性能,而且因为它们的多个空隙所以具有较低的气凝胶

密度和机械动力学特性。在物理、工程和科学技术中,它被认为是一种新兴技术,并被广泛地应用于材料、能源存储与转换以及传感器等方面。

石墨烯由苯环和乙炔键两部分组成,是一种具有大量分子内部孔洞的二维材料。石墨烯材料是一种新型的膜质碳纤维柔性复合材料,它在化学工业上一直具有很强的技术应用发展潜力,其独特的膜质 sp 和 p 或 sp^2 电子带隙结构都可以使这种石墨烯材料具有自己的特殊膜质电子带隙,显示了目前还没有找到的石墨烯碳纤维复合材料。近年来,许多科学家和研究小组就将石墨烯技术应用于太阳能电池,锂离子电池,电化学传感器和催化剂等领域进行了一系列的前沿探索和研究,取得了令人满意的发现。

5 结论

本文从结构化学专业课程的基础性教学内容角度入手,介绍了本学科的范围。通过介绍碳的同素异形体结构,性能和应用,充分证明了结构和内部关系。很好地实现了教育的目标,激发了学生的自主性和学习兴趣,拓宽了他们的眼界和视野,并且极大地提高了他们的整体综合能力。

参考文献:

- [1] 任莉君,王晓玲,田靖靖.结构化学中碳的纳米材料内容拓展[J].教育教学论坛,2020:102-104.

作者简介:

陆曼琳(2000-),女,汉族,籍贯:江苏省泰州市靖江市新桥镇孝化村,学历:本科在读。研究方向(专业):材料化学。