

文章编号: 1009-6248(2002)03-0090-04

不同润湿性砂岩孔隙度与 含油饱和度的定量关系

吕成远¹, 张金功²

(1. 胜利石油管理局地质科学研究院, 山东 东营 257015;

2. 西北大学地质系, 陕西 西安 710069)

摘 要: 通过实验的方法, 测定了济阳拗陷、东濮拗陷及吐哈盆地 1 172 个含油砂岩样品的润湿性、孔隙度以及最大含油饱和度。对这些数据的统计分析表明, 不同润湿性砂岩孔隙度与最大含油饱和度大致存在线性定量关系。

关键词: 砂岩; 润湿性; 孔隙度; 含油饱和度

中图分类号: TE122.2⁺3 **文献标识码:** A

含油饱和度是计算砂岩油藏石油储量的重要参数, 也是进行油气运移聚集定量模拟及进行石油资源量计算的重要参数。目前, 确定含油饱和度的方法有岩心直接测定、测井资料解释、毛细管压力计算等许多方法。这些方法的限制条件较多, 实验室内测定岩心含油饱和度的方法较可靠, 但要获得保持地下原始状态的岩心, 则十分困难; 用测井资料解释和毛细管压力计算获得的含油饱和度往往有较大的误差。

笔者通过实验的方法, 研究了济阳拗陷、东濮拗陷及吐哈盆地绝大部分油气田 1 172 个含油砂岩样品的润湿性、孔隙度以及最大含油饱和度, 并分析了不同润湿性砂岩孔隙度与最大含油饱和度之间的定量关系。

1 实验方法

采用的实验方法是: 首先测定含油砂岩的润湿性, 然后测定其孔隙度, 最后进行油驱水实验, 测定砂岩在不出水时的含油饱和度(最大含油饱和度), 具体方法如下。

1.1 砂岩润湿性的测定

砂岩润湿性测定采用胜利石油管理局地质科学研究院企业标准 Q/SDY-1999 所制定的方法和流程。测试所用的主要仪器有 KR-2000C 型高速离心机、天平、吸入仪、保温箱。测试

收稿日期: 2002-03-06; 修回日期: 2002-07-06

基金项目: 中国石油天然气总公司“九五”重点科技攻关项目(9600007-04-01)部分内容

作者简介: 吕成远(1963-), 男, 山东青州人, 高级工程师, 现为中国科学院地质地球物理研究所博士生, 任胜利石油管理局地质科学研究院副总工程师, 从事储量计算、石油地质分析测试等工作。

流程包括取样、样品准备、离心油驱、自吸水排油、离心水驱油、自吸油排水、离心油驱水、数据处理、润湿性判别、实验报告编写等多个环节。

1.2 砂岩孔隙度测定及最大含油饱和度测定

把测完润湿性的砂岩再次进行洗油、烘干, 然后按照中国石油行业标准 SY/T 6339-1998 所制定的有关测定油气相对渗透率的实施细则进行测定砂岩孔隙度、进行油驱水实验, 并测定岩心不出水时的含油饱和度。所用的主要仪器设备有美国岩心公司制造的油气相对渗透率仪。测定流程包括岩样烘干、抽空饱和地层水, 并求取砂岩孔隙体积及孔隙度, 进行油驱水实验直至不出水, 计算最大含油饱和度等几个环节。

2 实验结果

所进行的 1 172 个砂岩样品实验中, 有水湿砂岩样品 803 个, 油湿样品 120 个, 中性样品 249 个, 砂岩孔隙度在 9.07%~ 42.5% 之间, 最大含油饱和度在 6.8%~ 91.4% 之间(表 1)。

表 1 润湿性、孔隙度及最大含油饱和度定量关系实验基本数据表

Tab. 1 Fundamental data of wettability, porosity and maximum oil saturation experiments

润湿性	水湿	油湿	中性	总数
样品数	803	120	249	1 172
孔隙度(%)	9.07~ 42.5	11.25~ 36.83	11.95~ 38.63	9.07~ 42.5
最大含油饱和度(%)	6.8~ 87.84	35.1~ 91.4	48.7~ 85.8	6.8~ 91.4

据上述实验数据, 在算术坐标中分别作出水湿、油湿及中性砂岩孔隙度与最大含油饱和度关系散点图, 并进行了回归统计分析。结果表明, 水湿、中性及油湿砂岩的孔隙度越大, 其含油饱和度也相应越大(图 1, 2, 3), 二者大致存在线性关系, 其关系方程分别为:

水湿: $Y = 0.4252X + 54.435$ (1)

中性: $Y = 0.3019X + 62.953$ (2)

油湿: $Y = 0.3629X + 64.271$ (3)

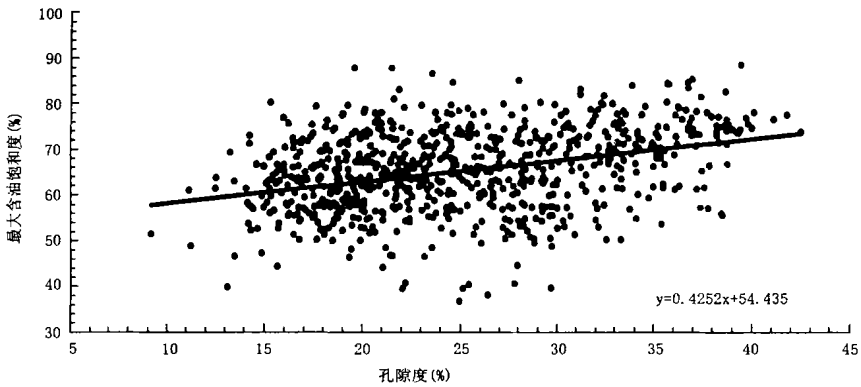


图 1 水湿砂岩孔隙度与最大含油饱和度关系

Fig. 1 Relation between porosity and maximum oil saturation of water-wetting sandstone

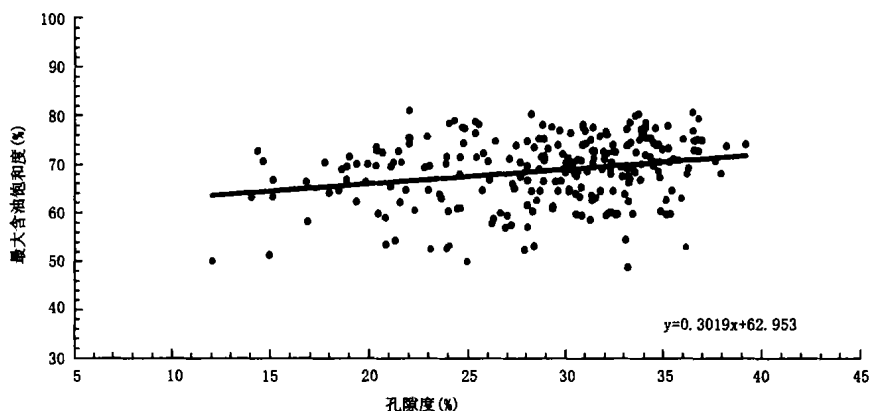


图2 中性砂岩孔隙度与最大含油饱和度的关系

Fig. 2 Relation between porosity and maximum oil saturation of neutral sandstone

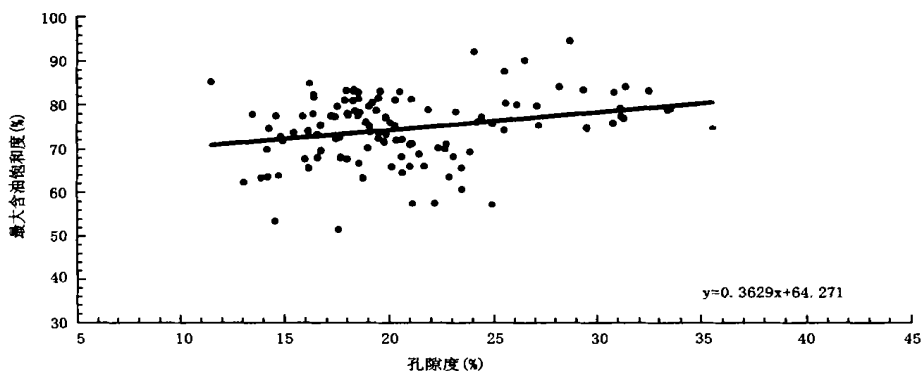


图3 油湿砂岩孔隙度与最大含油饱和度的关系

Fig. 3 Relation between porosity and maximum saturation of oil-wetting sandstone

式中 Y 为最大含油饱和度(%), X 为孔隙度%。

另外, 从回归趋势上看(图4), 假若孔隙度值一定, 那么, 油湿砂岩的含油饱和度要大于中性砂岩, 中性砂岩的要大于水湿砂岩。

3 结果分析

从所选取的含油砂岩的分布来看, 由于涵盖了济阳拗陷、吐哈盆地及东濮拗陷的几乎所有油气田, 具有一定的普遍性。

从获得的实验数据可以看出, 砂岩饱和度与砂岩润湿性及孔隙度有密切的关系。对于一定孔隙度的砂岩, 油湿砂岩的含油饱和度一般要大于中性砂岩及水湿砂岩。从这个角度分析, 在进行石油储量计算特别是盆地模拟进行资源量计算时, 要充分考虑储油砂岩的润湿性对含油

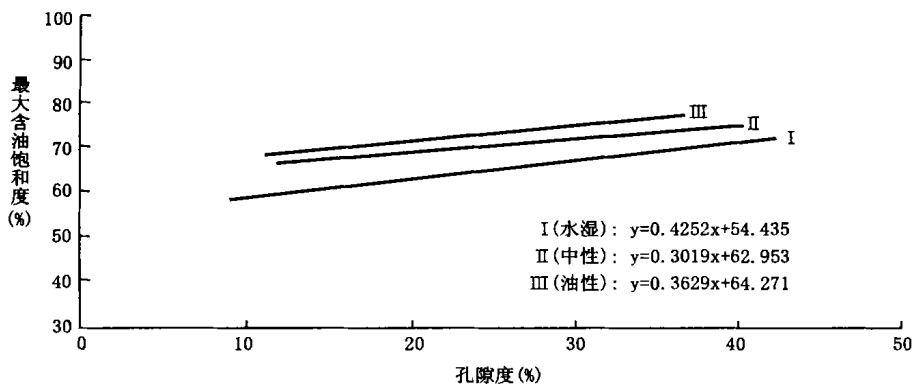


图4 不同润湿性砂岩孔隙度与含油饱和度的关系

Fig. 4 Relation between porosity and maximum oil saturation of sandstone with different wettabilities

饱和度的影响。

假若砂岩润湿性一定,那么,砂岩孔隙度越大,所达到的含油饱和度就相应越大,而且孔隙度与含油饱和度大致存在良好的线性关系。由于砂岩孔隙度是比较容易获得的参数,因而在石油储量计算和石油运聚量计算中,可以根据砂岩孔隙度和最大含油饱和度的定量关系来选取含油饱和度的大小。

参考文献:

- [1]杨通佑,等.石油及天然气储量计算方法[M].北京:石油工业出版社,1991.
- [2]王捷,等.油气生成运移聚集模型研究[M].北京:石油工业出版社,1999.

Quantitive relationship between porosity and oil saturation of sandstones with different wettabilities

LU Cheng-yuan¹, ZHANG Jin-gong²

(1. Shengli Petroleum Administration Bureau, Shandong Dongying, 257015, China;

2. Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China)

Abstract: Wettability, porosity and maximum oil saturation of 1 172 sandstone samples from oilfields of Jiyang seg, Dongpu seg and Tuha basins are determined by laboratory analysis. The data show that maximum oil saturation of sandstones is directly proportional to their porosity.

Key words: sandstone; wettability; porosity; oil saturation