

文章编号: 1005—8893 (2005) 02—0004—03

基于 MATLAB 的石油探井最佳井位确定的新方法^{*}

费忠华¹, 徐 辉², 李 博¹

(1. 江苏工业学院 信息科学系, 江苏 常州 213016; 2. 东华理工学院 计算科学与信息管理系, 江西 抚州 344000)

摘要: 在石油勘探工程中, 由于油气田勘探区域地质环境的模糊性, 运用模糊模式识别理论, 提出了一种油气田勘探中最佳勘探点(井位)确定的数学模型。基于 MATLAB 环境下, 该模型具有计算速度快、稳定性强、分辨率高等优点。并通过实例说明其有效性和实用性, 提供了在油气田资源勘探最佳井位的一种新方法。

关键词: 模糊模式识别; MATLAB; 井位预测

中图分类号: O 29; T E1 **文献标识码:** A

当一个油气藏被发现后, 摆在人们面前的首要任务就是对该油气藏进行完整准确的描述并进行评价。确定和判别油层和水层评价是一项重要内容。由于地层地质条件十分复杂, 测量的仪器能力有限, 往往难以建立精确的油水层解释模型, 这样只好简化解释方法, 致使用常规方法判别油水层的解释结果符合率较低。采用模糊数学的方法时, 承认油水层各母体间的自然模糊界限, 用隶属函数的概念判别各对象的归类, 因而可使油、水层解释符合率大大提高。

石油探井, 一方面主要是从油源条件、储集条件、盖层条件、构造条件等方面进行比较、判断, 通过利用地震层速度、声波的时差, dc 指数、dec 指数、 Σ 录井和密度录井等方法掌握地层空隙压力分布规律。另一方面由勘探的经营目标应是在市场经济条件下勘探价值最大, 即要考虑短期的经济效益, 又要考虑长远的发展意义。为了能够有效地避免油气田勘探点(井位)确定的盲目性和不断完善油气资源勘探方法, 达到科学合理地使用有限的人力、物力和财力的目的。

因此, 本文根据石油探井过程中油气田勘探区域地质环境的模糊不确定性, 运用模糊模式识别理论, 就油气田勘探井位的预测, 建立了数学模型,

并运用 MATLAB 对该模型进行计算, 实现了最佳井位确定的一种科学计算的新方法, 使油气田勘探在探井技术上逐步走向精确化和科学化。

1 模糊识别理论概述

模式识别是一门研究机器代替人来识别事物的科学。模式是供模仿用的客体集合, 识别就是判定所给的对象应归属于哪一个客体。当模式或被识别的对象只能用模糊集合表达时, 模式识别则称为模糊模式识别。具体的模糊识别工作可分为如下 3 个步骤: ①选取模式的特征因子集合 $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, 被识别的对象表示为 $\prod_{i=1}^n X_i$ 上的向量 (x_1, x_2, \dots, x_n) , $x_i \in X_i$, $i = 1, 2, \dots, n$, 或者表示为 $\prod_{i=1}^n X_i$ 上的模糊子集; ②建立模糊模式的隶属函数 μ_A , $A \in F(\prod_{i=1}^n X_i)$; ③利用最大隶属度原则或近度原则对被识别的对象进行归属判断。本文选择最大贴适度原则。

2 数学模型的建立

利用隶属函数把已知井和待查区域电测深点的数据变换成若干个模糊集合, 已知井的模糊集合看

* 收稿日期: 2005—02—20

基金项目: 江苏工业学院科技基金资助

作者简介: 费忠华(1953—), 男, 江苏江阴人, 教授。

作模式, 记为 \underline{A} , 待查区电测深点的模糊集合作为被识别的对象, 记为 \underline{B}_j . 记 p_s 为 α_i 等于某一电极距 $AB/2$ 时的视电阻率实测值, 取隶属函数为

$$\mu(\alpha_i) = \frac{p_s - p_{smin}}{p_{smax} - p_{smin}}. \text{ 则}$$
$$\underline{A} = \sum_{i=1}^n \frac{p_s - p_{smin}}{\left[\frac{AB}{2} \right]_i} \quad (1)$$

式中 p_{si} 为 α_i 等于第 i 个测深点电极距 $\left[\frac{AB}{2} \right]_i$ 时的视电阻率实测值.

用 α_k 和 β_{jk} 分别表示模糊集合 \underline{A} 和待查区电测深点模糊集合 \underline{B}_j 的第 k ($k=1, 2, \dots, n$) 个分量. 取贴近度

$$\sigma(\underline{A}, \underline{B}_j) = 1 - \frac{1}{\sqrt{n}} \left[\sum_{k=1}^n | \alpha_k - \beta_{jk} | \right]^{1/2},$$

$j=1, 2, \dots, m$ (2)

若存在 $\sigma(\underline{A}, \underline{B}_j) = \max \{ \sigma(\underline{A}, \underline{B}_1), \sigma(\underline{A}, \underline{B}_2), \dots, \sigma(\underline{A}, \underline{B}_m) \}$, 则 \underline{B}_i 与 \underline{A} 模式相同.

3 模糊模式识别的 MATLAB 实现

```
function fuzzy01
clear
clc
m=input(' please input m: ');
n=input(' please input n: ');
PB=zeros(m,n)
for s=1:m
PB(s,:)=input(' please input PB(s,:): ');
end
for s=1:m
for i=1:n
PBsmax=max(PB(s,:));
PBsmin=min(PB(s,:));
B(s,i)=(PB(s,i)-PBsmin)/(PBsmax-PBsmin);
end
end
PA=input(' Please input PA: ');
d=zeros(m,n);
for i=1:n
PAsmax=max(PA);
PAsmin=min(PA);
```

```
A(l,i)=(PA(i)-PAsmin)/(PAsmax-PAsmin);
d(:,i)=B(:,i)-A(l,i);
end
for s=1:m
dd(s)=1-1/sqrt(n)*norm(d(s,:));
end
dd
[ max,k]=max(dd);
disp(max);
disp(k);
```

4 应用实例

新疆塔里木盆地地质条件复杂, 施工探井较多、较深, 地层压力高达 60~80 MPa, 钻井速度慢、成本高, 为了解决这个问题, 在该区域设 20 个测深点. 探测确定准确的上覆岩层压力, 进行反复探索、研究, 利用密度测井数据取上覆岩层压力的方法得出上覆岩层压力梯度随井深的变化规律, 根据钻井施工的特点用地震层速度、dc 指数、声波时差等地层孔隙压力预测地层孔隙压力分布规律. 为选择井位, 取该盆地高产油井的测深规律曲线为标准曲线, 记为标准井模式 \underline{A} . 根据盆地地质资料, 探井深度为 3 000~6 000 m, 故取极距 2 250 m, 2 960 m, 3 760 m, 4 620 m, 5 480 m, 6 350 m. 把各实测点的数据代入式 (1) 的标准井模式为

$$\underline{A} = \frac{0.450}{2\,250} + \frac{0.525}{2\,960} + \frac{0.546}{3\,760} + \frac{0.624}{4\,620} + \frac{0.329}{5\,480} + \frac{0.321}{6\,350}$$

同理可得待选点的模糊集 \underline{B}_j , 见表 1. 根据表 1 中数据, 利用式 (2) 可得到 $\sigma(\underline{A}, \underline{B}_j)$ ($j=1, 2, \dots, 20$), 见表 2. 由表 2 易知: $\sigma(\underline{A}, \underline{B}_{15}) = \max \{ \sigma(\underline{A}, \underline{B}_1), \sigma(\underline{A}, \underline{B}_2), \dots, \sigma(\underline{A}, \underline{B}_{20}) \} = 0.961\,0$ 由此判定第 15 号测深点为最佳井位, 深度在 5 000 m 左右, 井开采后日产油达到 350 t, 日产气 30 000 m³ 的高产油井.

5 结束语

近年来在石油勘探、探井, 确定最佳井位的方法是利用适合复杂地表条件的地震采集技术、高密

度超万道地震采集技术、高精度测量技术基于模型分析的双测系统设计技术、高精度保幅波动方程偏移成像技术、多次波的压制及利用各向异性研究及裂缝预测技术、地震数据中属性提取及智能解释技术等等, 由这些技术采集的数据进行处理, 数据的处理过程中利用经典数学建立数学模型来确定最佳井位。由于传统的数学方法需要花大量的时间进行计算即计算量大, 而且稳定性差以及分辨率低等缺点。

表 1 各电测深点的模糊集合元素

Table 1 The elements of the fuzzy set constructed of deep points measured by electronic device

Fuzzy set	(AB/2) /m					
	2 250	2 960	3 760	4 620	5 480	6 350
\tilde{A}	0.450	0.525	0.546	0.624	0.329	0.321
\tilde{B}_1	0.360	0.380	0.401	0.543	0.389	0.056
\tilde{B}_2	0.068	0.181	0.344	0.477	0.295	0.383
\tilde{B}_3	0.514	0.529	0.538	0.617	0.168	0.000
\tilde{B}_4	0.486	0.583	0.534	0.456	0.121	0.049
\tilde{B}_5	0.698	0.576	0.473	0.557	0.336	0.358
\tilde{B}_6	0.901	1.000	1.000	1.000	0.483	0.136
\tilde{B}_7	0.000	0.000	0.000	0.020	0.161	0.506
\tilde{B}_8	0.135	0.217	0.324	0.356	0.228	0.259
\tilde{B}_9	0.757	0.659	0.363	0.201	0.082	0.235
\tilde{B}_{10}	0.014	0.040	0.053	0.000	0.000	0.160
\tilde{B}_{11}	0.441	0.431	0.424	0.530	0.228	0.173
\tilde{B}_{12}	0.428	0.543	0.553	0.624	1.000	0.321
\tilde{B}_{13}	0.495	0.529	0.466	0.383	0.168	0.469
\tilde{B}_{14}	1.000	0.649	0.389	0.195	0.087	0.247
\tilde{B}_{15}	0.405	0.507	0.477	0.611	0.295	0.295
\tilde{B}_{16}	0.405	0.236	0.210	0.188	0.329	0.938
\tilde{B}_{17}	0.833	0.714	0.706	0.725	0.550	1.000
\tilde{B}_{18}	0.410	0.457	0.458	0.456	0.235	0.395
\tilde{B}_{19}	0.090	0.217	0.382	0.624	0.463	0.852
\tilde{B}_{20}	0.180	0.228	0.298	0.490	0.242	0.506

表 2 A 与 B_i 之间的贴近度

Table 2 The approach degree between A and B_i

Approach degree	Amount of approach degree	Approach degree	Amount of approach degree
$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_1)$	0.852 5	$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_2)$	0.764 9
$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_3)$	0.851 0	$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_4)$	0.841 7
$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_5)$	0.887 9	$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_6)$	0.627 1
$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_7)$	0.552 1	$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_8)$	0.765 7
$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_9)$	0.744 1	$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{10})$	0.554 3
$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{11})$	0.896 1	$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{12})$	0.725 8
$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{13})$	0.861 9	$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{14})$	0.686 3
$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{15})$	0.961 0	$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{16})$	0.641 9
$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{17})$	0.651 6	$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{18})$	0.903 0
$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{19})$	0.696 9	$\sigma(\tilde{A}, \tilde{B}_{20})$	0.783 1

在实例中用两种方法进行计算、对比, 表明利用模糊数学建立的数学模型在计算过程中具有分辨率高、稳定性强、计算简便的优点, 开辟了石油资源勘探的新途径。较好地将数学科学、计算机科学与石油资源管理问题有机的结合起来, 节约了人力、物力和财力, 从而有效的提高了石油资源管理的效率, 具有可观的经济效益。

参考文献:

[1] 费忠华, 徐辉. 电测深确定最佳井位的数学模型及其应用 [J]. 数学的实践与认识 2002, 32 (5): 715—717.
 [2] 路保平, 蔡雨田. 塔里木盆地深井钻井工艺技术 [J]. 探矿工程, 1996, (5): 7—9.
 [3] 郭嗣琼, 陈刚. 信息科学中的软计算方法 [M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2001.
 [4] 张志涌. 精通 MATLAB [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.
 [5] 黄键元. 模糊集及其应用 [M]. 兰州: 宁夏人民教育出版社, 1999.

New Method of Choosing the Best Site of Oil—Well by Use of MATLAB

FEI Zhong—hua¹, XU Hui², LI Bo¹

(1. Department of Information Science, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China; 2. Department of Computer Science and Information Management, East China Technical Institute, Fuzhou 344000, China)

Abstract: In the process of petroleum and gas exploration, taking the faintness of the geology environment of the exploration area into consideration, this paper makes use of the discriminating theory of fuzzy mode and puts forward a mathematic algorithm for choosing the best site (site of the oil—well) in petroleum and gas exploration. By use of the MATLAB, this algorithm has the advantages of high calculating speed, strong stability and good discrimination, etc. Real examples are given to demonstrate the validity and practicality of this algorithm, providing a new method for choosing the best site of oil—well in petroleum and gas exploration.

Key words: the discriminating theory of fuzzy mode; MATLAB; the estimate of the site of oil—well