文章编号:1009-2722(2003)09-0031-04

地质储量精细计算方法研究

刘吉余[1],隋新光[1,2],于润涛[1,2],刘国涛[2]
(1 大庆石油学院,大庆 163318;2 大庆油田有限责任公司第一采油厂,大庆 163001)

摘 要:石油、天然气地质储量是指导油气田勘探、开发,确定投资规模的重要依据。随着高含水期油田开发工作的不断深入,为了解决储采失衡的矛盾,我们提出根据三角网法确定单井控制面积,继而计算单井不同类型砂体地质储量,解决了目前采用的"单井控制面积=区块总面积/区块总井数"和"厚度碾平"算法所产生的误差,使地质储量计算更加合理,从而实现了对沉积单元和具体类型砂体进行地质储量精细计算的要求。

关键词:地质储量;沉积单元;砂体类型;三角网;容积法;面积
中图分类号:P618.09 **文献标识码**:A

石油、天然气储量是石油和天然气在地下的蕴藏量,是油、气田勘探开发成果的综合反映。无论是勘探阶段还是开发阶段,油气储量一直是石油工作者追寻的主要目标,是油气田勘探、开发过程中的一项极为重要的工作任务。油气储量是指导油气田勘探、开发,确定投资规模的重要依据。因此,石油、天然气地质储量计算的准确与否至关重要。

随着高含水期油田开发工作的不断深入,为了解决储采失衡的矛盾,对地质储量的计算要求精细到沉积单元和具体类型的砂体。为此,我们开展了储量精细计算方法研究,探讨在细分沉积单元后,根据具体的砂体类型进行地质储量精细计算。

1 目前储量计算方法及存在的问题

1.1 目前储量计算方法

油气地质储量计算的方法很多[1,2],但目前仍采用容积法计算地质储量。分沉积单元和具体的砂体类型进行地质储量计算,其计算公式为:

$$N = A h \omega_0 \qquad (1)$$

式中,N—地质储量,10^4t;A—含油面积,km^2;H—砂岩厚度或有效厚度,m;ω_0—单储系数,10^4 t/ km^2m。

在计算地质储量过程中,厚度按表内(又细分河道和非河道以及不同的厚度等级)和表外砂体(Ⅰ类表外和Ⅱ类表外以及渐变和独立)分别计算储量;单储系数由取心井资料确定。而在面积计算过程中,则采用如下方法:

(1) 按不同沉积单元实际圈闭砂体面积考虑,扣除尖灭区。

(2) 在同类砂体基础上进一步圈闭不同厚度等级的含油面积。

在实际计算过程中,首先求出区块内单井控制面积,其计算方法为:

单井控制面积=区块总面积/区块总井数

然后确定每种砂体的含油面积,其计算方法为:

每种砂体的含油面积=每种砂体的含油面积占有井数×单井控制面积

基金项目:黑龙江自然科学基金资助项目(A01-13).
收稿日期:2003-04-22
作者简介:刘吉余(1961—),男,博士,副教授,主要从事石油开发地质学的教学和科研工作.

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

1.2 目前储量计算方法存在的问题

上述地质储量的计算原理和方法是正确的,但实际上由于目前的井点分布是不均匀规则的,在局部地区井点密度大,井点密集,如同井场的井;有的地方井点密度小,井点稀疏。采用上述"单井控制面积法"来计算地质储量,势必造成"井点相对密集的地方,面积大,计算的地质储量多;井点相对稀疏的地方,面积小,计算的地质储量少"的问题,尤其是同井场的井,会引起较大的误差。

另外,由于每口井的砂体类型不同,各种砂体类型并不是全区块每口井都存在,采用上述方法(目前称为"厚度碾平方法")来确定单井控制面积会造成某一类型的砂体面积相应减小,而另一种类型的砂体面积则有可能增加。采取这种大的平均方法,必然造成单井控制面积的误差,从而引起地质储量计算的误差,尤其是当进行地质储量精细计算时,这种误差会更大。而且,采用这种"厚度碾平"方法计算的地质储量,只是一个大的平均值,并不能反映储量在全区的分布特征。

2 储量精细计算方法研究

2.1 方法原理

采用容积法按沉积单元和具体类型的砂体计算地质储量,若不考虑单储系数和厚度的话,其关键是如何求取单井控制的实际面积大小。

为使单井控制面积更加合理,我们认为单井控制面积应与井点的疏密程度有关,在井点密集的地方,单井控制的面积小,而在井点稀疏的地方,单井控制的面积大。按照这一原理,我们采用三角网法来确定单井控制的面积。

所谓三角网就是用互不相交的直线段把所有的数据点(井点)连接起来并使它们构成一系列三角形。

2.2 三角网建立步骤

三角网建立方法很多,归纳起来有分割—归并法、三角网生长法两种普遍采用的主流算法[3-6],我们采用基于三角网生长算法的边扩展法来建立三角网,其步骤如下:

(1) 确定起始三角形

从点集中任取一点 A,然后从其他点中搜索出距其最近的点 B 作为起始三角形的第 2 个点,再从附近的点中寻找三角形的第 3 个定点 C_i,选取规则是使角 C_i 为其中最大的角(图 1)。其中角 C_i 用余弦定理计算:

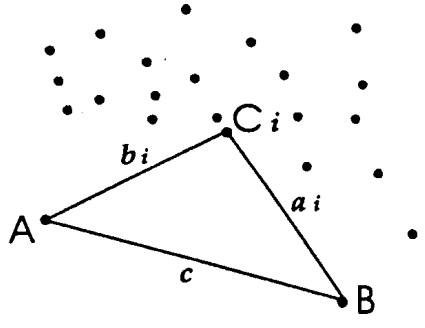


图 1 余弦值判别法示意图(据徐青等[6]修改)

Fig. 1 Discriminant method using cosine values (modified from XU Qing et al.[6])

$$\cos \angle C_i = \frac{a_i^2 + b_i^2 - c^2}{2 a_i b_i} \qquad (2)$$

式中,$a_i = BC_i$; $b_i = AC_i$; $c = AB$。

(2) 扩展起始三角形

由起始三角形的三边依次往外扩展,将点集内所有的离散点构成三角网,直到所有建立的三角形的边都扩展过为止。

用最大角选取原则,确保所建立的三角形没有交叉;同时每建立一个三角形,在保存之前,要先判断其是否是已经建立的三角形,从而确保在建立三角网中无重复的三角形。

2.3 单井控制面积

根据井位坐标建立三角网后,将每个三角形中点连线所划分的区域连接起来就是单井控制面积(图 2)。实际上,单井控制面积是由任

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

意个四边形(视该井点处连接的三角形个数而定)的面积之和,而每个四边形则是一个三角形中点连线所划分的区域,其面积为:

$$Ai = \sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d) - abcd\cos^2\alpha} \quad (3)$$

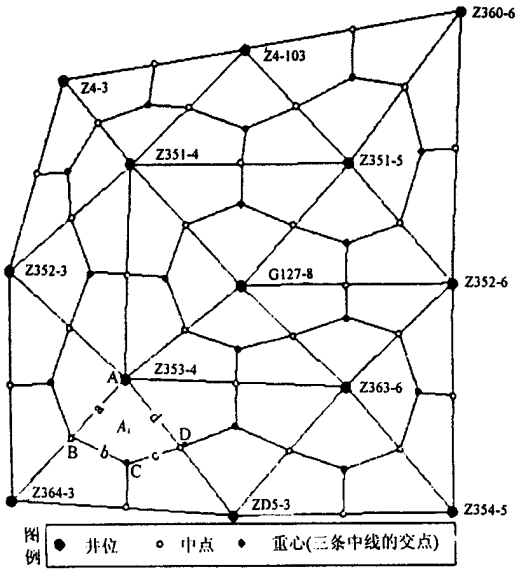


图 2　三角网建立及求取单井控制面积示意图

Fig. 2　Using the triangulation method to calculate a single-well-controlling area

式中,Ai 为一个四边形的面积;a、b、c、d 分别为四边形的边长;$\angle A$、$\angle B$、$\angle C$、$\angle D$ 分别为四边形的四个角。

$$p = \frac{1}{2}(a + b + c + d) \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{1}{2}(\angle A + \angle C) = \frac{1}{2}(\angle B + \angle D) \quad (5)$$

则单井控制面积为:

$$A = \sum_{i=1}^{n} A_i \quad (6)$$

式中,A 为单井控制面积;A_i 为一个四边形的面积;n 为某一井点处三角形的个数。

2.4　储量计算

单井面积求出后,根据单井某一沉积单元的砂体类型和单储系数,采用容积法计算出单井内该沉积单元不同类型的砂体储量,最后累加得出全区所有井该沉积单元不同类型砂体的储量。

3　储量精细计算方法的实际应用

我们利用储量精细计算方法在大庆萨尔图油田某区块 S + P Ⅱ组进行了应用。该区块 S + P Ⅱ组在垂向上共分为 51 个沉积单元,平面上可划分为主河道、废弃河道、决口水道、河间砂(天然堤、决口扇、河漫滩)、河间淤泥、水下分流河道、前缘相表内席状砂、前缘相表外席状砂等沉积微相,发育有低弯曲分流河道砂体、枝状三角洲内前缘相砂体、过渡状三角洲内前缘相砂体、坨状三角洲内前缘相砂体、稳定外前缘相席状砂体、不稳定外前缘相席状砂体。

我们共选择了 S Ⅰ$4+5_1$、S Ⅱ8_1、S Ⅲ10_1、P Ⅲ10_1 共 4 个沉积单元进行了储量计算(新方法)。同时,为了便于比较,用目前储量计算方法(老方法)对这 4 个沉积单元进行了计算,结果如表 1 所示。

从表 1 可以看出新、老方法储量计算结果的差异。S Ⅰ$4+5_1$ 沉积单元,储量增加了 1.649 万 t;S Ⅱ8_1 沉积单元,储量增加了 14.197 万 t;S Ⅲ10_1 沉积单元减少了 8.509 万 t;P Ⅲ10_1 沉积单元减少了 15.127 万 t。由于新、老方法计算的同一类型砂体面积不同,因而造成地质储量产生较大的误差。

由于新方法计算的是单井控制面积,继而计算单井不同类型砂体地质储量。因此,对于同一沉积单元,如果绘制储量分布等值线图,从储量分布图上可以明显看出储量分布变化特征。而老方法计算的是同类型砂体平均储量,不能反映储量的变化特征。

4　结论及建议

(1) 采用三角网法确定单井控制面积,使单井控制面积更加合理,解决了目前采用的"单井控制面积 = 区块总面积/区块总井数"和"厚度碾平"算法所产生的误差,使储量计算更加合

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

表 1 新老方法计算地质储量结果对比表

Table 1. Comparison of geologic reserves calculated using old and new methods

沉积单元	项目	计算方法	河道砂体	非河道砂体	I类表外	II类表外	合 计
S I_{4+5_1}	面积(km^2)	新	0.161	4.653	3.998	1.438	10.25
		老	0.180	4.608	3.834	4.374	12.996
	储量(10^4t)	新	3.608	35.877	8.668	11.049	59.202
		老	4.032	35.061	8.041	10.419	57.553
S II_{8_1}	面积(km^2)	新	6.346	4.623	9.313	2.545	22.827
		老	6.102	4.770	9.468	5.112	25.452
	储量(10^4t)	新	236.850	57.396	26.604	15.493	336.343
		老	221.805	58.892	26.94	14.509	322.146
S III_{10_1}	面积(km^2)	新	1.157	2.130	2.937	0.992	7.216
		老	1.368	2.376	3.456	3.006	10.206
	储量(10^4t)	新	33.693	22.478	8.031	9.332	73.534
		老	40.316	24.168	9.504	8.055	82.043
P III_{10_1}	面积(km^2)	新	0.776	7.078	10.218	3.791	21.863
		老	0.918	7.596	11.034	8.964	28.512
	储量(10^4t)	新	24.558	68.069	45.012	31.705	169.344
		老	28.483	73.427	46.853	35.708	184.471

理。

(2) 储量精细计算方法利用油田开发静态数据库资料,可以计算出单井不同类型砂体地质储量,实现了对沉积单元和具体类型砂体进行地质储量精细计算的要求。

(3) 建议应用储量精细计算方法来计算油田高含水期地质储量,以反映储量的真实情况,为油田挖潜、提高采收率提供可靠的储量依据。

参考文献:

[1] 黎文清,李世安,主编. 油气田开发地质基础(第二版)[M]. 北京:石油工业出版社,1993. 379—394.

[2] 吴元燕,陈碧珏,主编. 油矿地质学(第二版)[M]. 北京:石油工业出版社,1996. 275—326.

[3] 武晓波. Delaunay 三角网的生成算法研究[J]. 测绘学报,1999,28(1):28—35.

[4] Lee D T, Schachter B J. Two algorithms for constructing a delaunay triangulation[J]. Int. J. of Computer and Information Sciences, 1980, 9(3): 162—168.

[5] MzCaullagh M T, Ross C G. Delaunay triangulation of a random data set for iirarthmic mapping[J]. The Cartographic Journal, 1980, (17): 93—99.

[6] 徐 青,常 歌,杨 力. 基于自适应分块的 TIN 三角网建立方法[J]. 中国图像图形学报,2000,5(6).

更 正

本刊 2003 年第 7 期"海平面变化及其海岸响应"一文第 2 页左栏倒数第 3 行"末次间冰期的最温暖期(5c)"应为(5e),倒数第 12 行"(氧同位素 5c、5b、5a)"应为 5e、5c、5a;第 6 页中的图 4 其上、下图应分别标注(a)、(b)。特此更正,致歉。

(本刊)

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

From the first evidence of microbial activity in the subsurface realm of oceanic sediments provided by DSDP in 1970s to convincing the widespread presence of a deep sub-seafloor biosphere presented by ODP until 1990s, this largely undocumented deep biosphere has been one of the most important discoveries for scientific ocean drilling in recent years. Moreover, it is schemed out that IODP be initiated from Oct. 1, 2003, which will promote the cross-link of geosciences and biology as well as other correlative subjects.

Key words: deep biosphere; DSDP; ODP; IODP

POOLING CONDITIONS AND CONTROLLING FACTORS OF GAS POOLS IN YANCHENG FORMATION OF SUBEI BASIN

ZHU Hou-qin, ZHU Yu, ZHENG Kai-fu
(Institute of Geosciences, Jiangsu Oil Company, SINOPEC, Yangzhou 225009, China), 2003, 19 (9) :22-26

There is a great gas resource in Subei basin, represented by the Zhouzhuang and Xiqiao gas fields. The buried depth of the gas is shallow (< 1 000 m). The authors discuss about the pooling conditions and controlling factors of the gas systematically. Through the study, Yancheng Formation can't generate hydrocarbon, but the reservoirs, caprocks and source rocks are in good condition. The hydrocarbon migrates upward along faults and accumulates in traps in the Formation. The gas pools are controlled by four factors, that is, source rock, fault, caprock and the intensity of gas generation.

Key words: gas reservoir; pooling condition; controlling factor; Yancheng Formation

INFLUENCE OF CYCLIC COMPONENT ON RE-SCALED RANGE

ZHOU Hou-yun
(Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China), 2003, 19(9) :27-30

Although recently re-scaled range analysis (R/S analysis) has been increasingly used in paleo-climatic and paleo-environmental researches, the influence of cyclic component on the analysis is seldom discussed in these researches. However, with forcing mechanism of global paleo-climate and paleo-environment by the Earth orbit and solar activity, cyclic component is often discovered in many proxies of paleo-climate and paleo-environment. Cyclic component, which clearly displays long run dependence, exerts an important effect on re-scaled range analysis of time series. Two examples are given in order to show this effect more clearly. It is suggested that in paleo-climatic and paleo-environmental researches, any conclusion based on the analysis of proxies should be used carefully if no influence of cyclic component is considered.

Key words: R/S analysis; cyclic component; influence

METHOD OF FINE CALCULATION OF GEOLOGIC RESERVES

LIU Ji-yu[1], SUI Xin-guang[1,2], YU Run-tao[1,2], LIU Guo-tao[2]
(1 Daqing Petroleum Institute, Daqing 163318, China; 2 The First Production Factory, Daqing Oilfield Limited Company, Daqing 163001, China), 2003, 19 (9) :31-34

Geologic reserves are an important factor to decide oil and gas exploration and exploitation as well as investment sum. With the development work of high water-cut oilfield going deep, and in order to solve the problem of the detuning of reserves and mining, the authors suggest a triangulation method to determine the area controlled under one single well and to calculate geologic reserves in various types of sand bodies in the well. Unlike the traditional calculation methods "controlling area by a single well = total area of the block/total well number in the block" and "thickness average", our suggested method has less errors, and thus give more reasonable geologic reserves.

Key words: geologic reserves; sedimentary unit; sand types; triangulation; area

© 1995-2006 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.