

文章编号: 1001—1749(2003)01—0075—03

# 任意面积储量计算方法研究

刘吉余<sup>1</sup>, 许洪东<sup>2</sup>, 王长生<sup>2</sup>, 刘洪涛<sup>2</sup>, 冯和玉<sup>3</sup>

(1. 大庆石油学院, 黑龙江 大庆 163318;

2. 大庆油田有限责任公司 第七采油厂, 黑龙江 大庆 163517;

3. 大庆油田有限责任公司 第一采油厂, 黑龙江 大庆 163111)

**摘要:** 这里介绍了一种任意面积储量计算方法, 该方法的核心技术是充分利用现有的石油勘探、开发数据库资料, 由计算机来自动确定任意含油面积, 进而通过容积法来计算石油储量。该方法解决了用求积仪来求取面积时的大量手工操作, 在储量计算过程中自动化程度高, 具有方便、灵活、实用的特点。

**关键词:** 任意面积; 储量; 容积法; 数据库; 计算方法

**中图分类号:** TE15 **文献标识码:** A

## METHODS OF PETROLEUM RESERVES CALCULATION FOR ARBITRARY AREA

L U Jiyu<sup>1</sup>, XU Hong-dong<sup>2</sup>, WANG Chang-sheng<sup>2</sup>, L U Hong-tao<sup>2</sup>, FENG He-yu<sup>3</sup>

(1. Daqing Petroleum Institute, Daqing, Heilongjiang 163318, China;

2. The seventh production factory, Daqing oilfield limited company, Daqing Heilongjiang 163517, China;

3. The first production factory, Daqing oilfield limited company, Daqing Heilongjiang 163001, China)

**Abstract:** This paper provides one method for petroleum reserves calculation about arbitrary area. The key technology of the method is using database of the exploration and development to establish arbitrary area by computer and then calculate petroleum reserves with the volumetric method. This method decreased a great deal of the handcraft with integrator. The method has the characteristics of automations, conveniences and utilities.

**Key words:** arbitrary area; petroleum reserves; volumetric method; database; calculation method

## 0 前言

石油、天然气储量是石油和天然气在地下的蕴藏量, 它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、天然气储量计算的准确与否至关重要。

为提供可靠的石油、天然气储量, 不但要对油气田的地下地质规律有充分正确的认识, 还应获取大量

的、齐全的油、气储量计算参数,而且还要从油、气田的具体地质条件出发,选择适合该油、气田实际情况的储量计算方法<sup>[1]</sup>。

油气储量计算的方法有很多<sup>[1,2]</sup>,容积法是利用油田静态资料计算储量的一种方法。它适用于各种类型的油气藏,对不同勘探开发阶段、不同圈闭类型、不同储集类型和不同驱动方式的油藏均可适用。从油田勘探的初期开始,就可以根据静态资料利用容积法计算地质储量,到开发的中后期仍可利用容积法计算剩余地质储量,它延用的时间长,是国内外储量计算中应用最广泛的一种方法。

## 1 容积法储量计算原理及存在的问题

容积法计算储量的实质是计算地下岩石孔隙空间内原油的体积,然后用地面体积单位或重量单位表示。其计算公式为:

$$N = 100 \cdot A \cdot h \cdot \varphi \cdot S_o \cdot \rho_o / B_{oi} \quad (1)$$

式中  $N$  为原油地质储量  $10^4 \text{ t}$ ;  $A$  为含油面积  $\text{km}^2$ ;  $h$  为平均有效厚度  $\text{m}$ ;  $\varphi$  为平均有效孔隙度%;  $S_o$  为平均含油饱和度%;  $\rho_o$  为平均地面脱气原油密度  $\text{t/m}^3$ ;  $B_{oi}$  为平均地层原油体积系数,无因次。

当含油饱和度为原始含油饱和度时,所计算的地质储量为原始地质储量;当含油饱和度为目前(剩余油)含油饱和度时,所计算的储量为目前(剩余)地质储量。

在计算储量时,首先要划分计算单元、确定含油面积、有效厚度、有效孔隙度、含油饱和度等参数。从容积法计算储量的公式(1)可以看出,影响储量计算的因素有含油面积、油层有效厚度、有效孔隙度、含油饱和度、地面原油密度、原油体积系数等。用容积法计算储量的可靠程度,取决于上述影响因素的数量和质量。

对于同一油层采用容积法计算储量时,往往采取平均的办法<sup>[1,2]</sup>,将储量计算参数进行平均。但由于油层的有效厚度、有效孔隙度和含油饱和度等参数受沉积环境的影响较大,不同相带的有效厚度、有效孔隙度和含油饱和度等参数是不同的,此时采用平均的方法计算储量,将不可避免地出现误差。尤其是到了开发中后期,需要对储量进行精细计算,以了解不同沉积微相、不同类型砂体的储量,为加密挖潜提供依据。为此,有人提出用“相带容积法”来对储量进行精细计算<sup>[3]</sup>。在储量计算过程中,油层的有效厚度、有效孔隙度、含油饱和度等参数可调用油田勘探、开发数据库资料,但含油面积的确定则需要用求积仪来手工来确定,尤其是用求积仪来确定不同微相、不同类型砂体的含油面积时,不仅工作量大,自动化程度不高,而且容易出现误差,计算精度受到一定的限制。为此,作者在本文中提出了任意面积储量计算方法,通过调用油田勘探、开发数据库资料,由计算机来实现任意含油面积的自动确定,进而用容积法来计算储量。

## 2 确定任意含油面积方法及软件开发

### 2.1 确定任意含油面积方法

确定任意含油面积,实际上就是确定任意形状的面积。对于面积的求取,可以采用积分的方法,但确定“任意形状”的面积,需要知道“任意形状”的函数形式。为此,作者采用将任意面积分割成有限多个矩阵的方法来逼近任意形状的面积,如图1所示。

根据井位坐标,将研究区等分成  $N$  个小矩形,每个矩形的面积为:

$$S = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_{\text{grid}}} \cdot \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{Y_{\text{grid}}} \quad (2)$$

式中  $S$  为小矩形的面积;  $X_{\max}$ 、 $X_{\min}$  分别为研究区横坐标的最大值和最小值;  $Y_{\max}$ 、 $Y_{\min}$  分别为研究区纵坐标的最大值和最小值;  $X_{\text{grid}}$ 、 $Y_{\text{grid}}$  分别为研究区横、纵

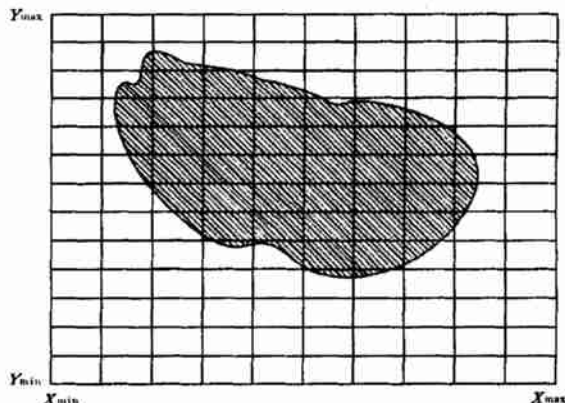


图1 确定任意形状面积示意图

Fig 1 The sketch map of the establishing arbitrary area

标等分的网格数。

当  $S$  足够小, 即  $X_{grid}$ 、 $Y_{grid}$  足够大时, 任意形状内的小矩形的面积之和即可近似地看成是任意形状的面积。

$X_{grid}$ 、 $Y_{grid}$  实际上是比例因子, 其值大小决定了求取任意形状面积的精度。当  $X_{grid}$ 、 $Y_{grid}$  越大时, 求取任意形状面积的精度越高; 当  $X_{grid}$ 、 $Y_{grid}$  越小时, 求取任意形状面积的精度越小。在实际应用过程中, 应根据具体的地质条件选取合适的  $X_{grid}$ 、 $Y_{grid}$ 。

设任意形状内有  $n$  个小矩形, 则任意形状的面积  $S_a$  为:

$$S_a = n \cdot S = n \cdot \frac{X_{max} - X_{min}}{X_{grid}} \cdot \frac{Y_{max} - Y_{min}}{Y_{grid}} \quad (3)$$

只要将任意形状面积的颜色与周围(底图)颜色区别开来(图3), 并根据矩形网格节点的坐标, 即可确定任意形状内小矩形的个数。同时, 根据井位坐标, 在任意形状内确定有多少口井, 都是哪些井, 以便参与储量计算。

## 2.2 任意面积储量计算软件开发

根据容积法计算储量和确定任意形状面积原理, 我们编制了任意面积储量计算软件, 该软件在 Windows 98 环境下, 采用 Delphi 5.0 开发, 软件流程及界面如图2、图3所示。

任意面积储量计算软件开发完成后, 在大庆某油田进行了应用, 对该油田不同层位、不同类型的砂体分别进行了储量计算, 取得了良好的应用效果, 并已应用于生产上进行储量计算, 为加密挖潜、提高采收率, 提供了地质和储量上的依据。

## 3 结束语

任意面积储量计算软件充分利用现有的静态数据库资料, 用计算机来自动确定含油面积, 不仅解决了用求积仪计算含油面积时的大量手工操作, 而且误差小、计算精度显著提高。尤其适合确定不同类型砂体的含油面积和不同类型砂体的储量计算, 这将大大提高储集层横向变化较大的陆相油田储量精细计算的精度和自动化程度。

## 参考文献:

- [1] 黎文清, 李世安. 油气田开发地质基础(第二版)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.
- [2] 吴元燕, 陈碧珏. 油矿地质学(第二版)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996.
- [3] 国景星, 戴启德, 徐炜. 储量精细计算方法探讨[J]. 油气地质与采收率, 2001, 8(3): 31.

作者简介: 刘吉余(1961—), 男, 博士, 副教授, 主要从事石油开发地质、油气资源定量化方面的研究。

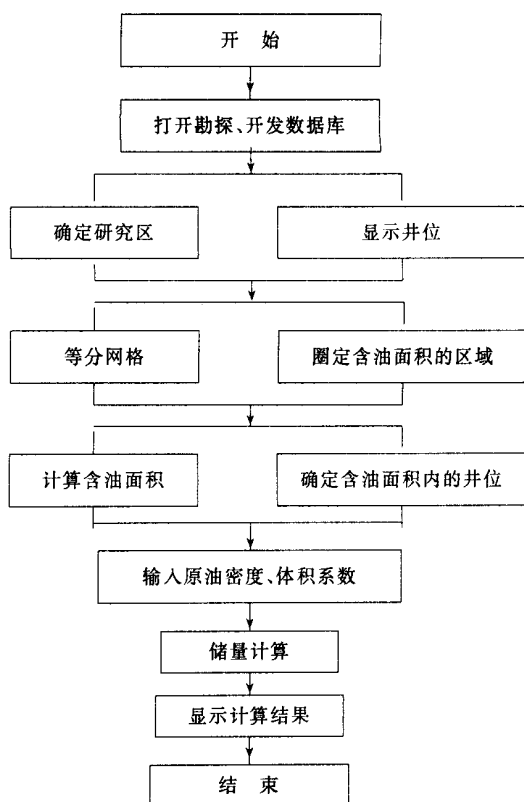


图2 任意面积储量计算软件流程图

Fig. 2 The flow process diagram of the petroleum reserves calculation for arbitrary area

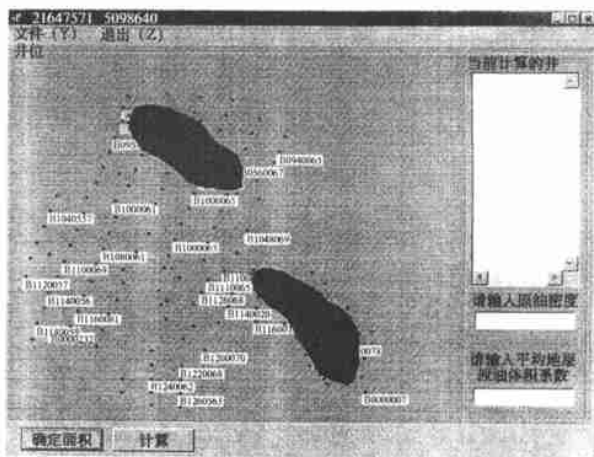


图3 任意面积储量计算软件界面

Fig. 3 The operation interface of the petroleum reserves calculation for arbitrary area