

基于 MapObjects的油藏动态分析系统

范海军 姚 军

(中国石油大学石油工程学院 山东 东营 257061)

摘 要 开发了一个基于 MapObjects的油藏动态分析系统,通过对整个应用框架的详细设计,在油藏地质和油藏工程之间建立了一种新的联系桥梁,使得地质研究成果能够直接为油藏动态分析服务。以矢量化的小层平面图为基础,通过调用勘探开发数据库中的生产数据,实现属性数据和空间数据的对接。在平面图的基础上以专题图的方式,实现了常规油藏动态分析功能,通过集成油藏和单井的动静态数据,实现了油藏动态分析、空间查询和油藏工程计算的统一,为油藏现场的动态分析工作提供了一个崭新的应用平台。

关键词 油藏;动态分析;GIS;MapObjects控件

0 引 言

为了规范油田开发生产管理、提高油气生产监控管理和油气田动态分析研究水平、提高油气生产优化决策水平,用信息技术全面提升油气生产管理手段,油田生产单位迫切需要一种先进的油藏管理和动态分析软件,为从事油气藏动态分析的技术人员和油气田生产管理的管理人员提供一个辅助管理工具,从而提高生产运行效率。目前市场上多数的油藏分析和计算软件,均通过在列表中选择单元或单井的方式进行相应的查询、分析、计算、预测,并以各种曲线和表格显示结果数据的方式。这种方式已经不能满足现场人员的工作要求,主要是油田动态和油藏静态没有很好的联系,动态分析结果缺乏地质信息或地面信息,如井位图等。而带有底图的平面动态显示分析系统对油藏工程师来说是十分重要的,目前现场这部分工作仍然主要依靠技术人员手工完成,油藏工程师每隔一定时间都要在地质图的基础上绘制油藏平面生产现状图、水淹图等,耗费了大量的时间和精力。

为了更好地进行油藏动态分析,必须在油藏动态分析的过程中充分利用现有的地质研究成果,把各种现有的电子格式或图纸格式的地质研究成果,如构造井位图、小层平面图、沉积相带图、综合柱状图等导入到油藏动态分析软件中,以“图形驱动”的方式进行油藏动态分析,在具有地质信息的底图上直观地进行油藏动态分析,以二维平面图或三维空间图(如DEM)的方式显示油藏动态研究成果,这对于现场人员来说具有十分重大的意义。

通过调研发现 PEoffice 软件的 wellmap 模块可以从 PE 数据库中下载数据,方便地生成井位图和各类油藏参数的等值线图。但是 wellmap 中的井位图仍然比较简单,不能全面反映出断层、尖灭线、油水边界等地质信息,也不能以图层化管理的方式实现各种地面地下信息的任意组合。

因此开发“可视化油藏动态分析系统”,在一个与地质信息相结合的可视化平台上进行油藏动态分析研究,为油藏动态分析提供极大的便利,将从根本上提高现场技术人员的工作效率,把油藏工程分析软件提升到一个新的水平,并为数字油田和数字油藏的

建设提供一个有力的支持。

1 地理信息系统与油藏开发管理

随着技术的进步,油田开发数据库系统的不断完善,以及油田开发管理综合化的需求,迫切需要一种能够与生产数据库紧密结合、充分利用地质研究的成果、以实际油藏和油井的地理位置为基础、真实再现油藏的各种综合信息、方便快捷的油藏动态分析和管理系统。而日益发展的地理信息系统则通过统一的地理坐标,真正能够把地质和油藏工程联系起来,实现地质研究成果和油藏动态分析共享统一的平台。

另外随着数字油田建设的发展,提出了“数字油藏”的概念,通过 GIS 技术将地面地理信息与地下油藏地质信息在同一应用平台上有机地结合起来,实现了信息的可视化,并将它们放到地图上来进行综合分析,使得采油生产单位利用它不仅可以精确的确定油气井的位置,还可以在一张地图上了解到所有有关生产井的产量及其变化趋势、工作状况以及在油井管理、维护状况等方面的信息,用于准确的预测产量、管理生产,为油田开发的优化决策提供了直观、动态的信息服务。

地理信息系统 (Geographical Information System, 简称 GIS) 是涉及信息学、遥感学、测量学、地图学、地理学、资源学和计算机科学等学科的一门新兴边缘学科,是建立在统一地理坐标基础上的空间信息系统,利用地学模型来分析空间数据,对地理环境与自然资源信息进行管理,并对其动态变化进行预测和预报。

在地理信息系统与油田开发管理的结合方面,已经有了一些初步的探索,但是还没有十分完善的系统的产品。陈伟指出“适合油田开发生产管理的 GIS 应用系统架构应该包括:基于地质统计学方法的地质建模为核心、三维图形表示为手段、GIS 工具为多层次信息集成平台,扩展目前 GIS 系统欠缺的三维空间描述与分析能力”^[1]。目前三维 GIS 正处在研究阶段,并没有成熟的三维 GIS 产品,所以采用三维 GIS 来管理油藏动态并不现实。汤军实现了一个基于 GIS 的采油厂静态信息管理系统,在其系统中提出“将地面地理信息与地下地质信息在同一应用平台上有机地结合起来,并进行深层次的专业问题上的分析研究”^[2],但在其系统中并没有结合油藏动态的深入应用研究。

利用 GIS 技术进行油藏管理的目的是“利用 GIS 技术将地理信息与油田开发数据结合,以地图为载体进行查询、统计和分析,为油田开发管理进行规划、判

断和决策提供科学依据”^[3]。如果要真正开发这样一个系统,从 GIS 的基本功能进行开发几乎是不可能的,也是没有必要的,因此采用组件式 GIS 进行二次开发,是一个十分可行的方向,本文采用在 GIS 领域应用最为广泛的组件式 GIS 软件 MapObjects 开发了一个以动态分析为核心的油藏综合分析管理系统。

2 MapObjects 简介

MapObjects (MO) 是由全球最大的 GIS 厂商——美国环境系统研究所 (ESRI) 推出的基于 COM 的 GIS 组件,其优点是可以无缝地嵌入到其它的软件中,由于强大的功能,MapObjects 在 GIS 应用领域得到了广泛的应用。它由一个称为 Map 的 ActiveX 控件 (OCX) 和大约 45 个自动化对象组成,能够与其他图形、多媒体、数据库开发技术组成完全独立的综合性应用软件,是基于前端应用业务的良好地图开发环境。

MapObjects 认为一个综合性的地图由多个图层构成,图层数据来源广泛,既可以是 GIS 矢量图层,也可以是 CAD 图层,甚至影像数据。矢量图层内部统一用记录集来表达,最常见的矢量数据文件是 Shape 文件,MapObjects 也是可以通过 ESRI 的专用数据库引擎连接的专用数据库。对于 GIS 和 CAD 的矢量图层,其内部统一用记录集 (Recordset) 来表达,如图 1 所示。

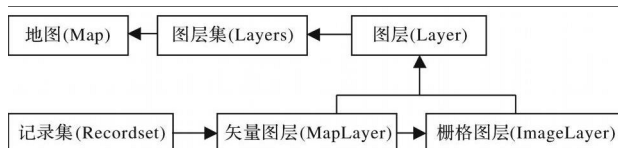


图 1 MapObjects 数据结构

从 MO 所提供的功能接口来看,常用的地图功能基本都能实现:(1)创建新的 Shape 文件;(2)更新属性或图形数据;(3)绘制点、线、椭圆、矩形和多边形等图形地图要素;(4)绘制描述性的文本注记;(5)地图点击查询、空间查询、相对位置查询、SQL 条件查询等;(6)空间统计;(7)地图缩放和漫游;(8)丰富的绘图方式,如按值润色、分类显示、产生含各类图表的专题地图;(9)属性自动标注;(10)显示航空和卫星遥感影像;(11)动态显示实时或顺时数据;(12)地址匹配;(13)投影变换。

应用 MapObjects 开发油藏动态分析系统,并不需要用到上述所有功能,除了空间系统所应具有的基本的缩放漫游功能之外,最为重要的功能应该是统计查询和专题图制作,其中数据源中属性数据应该是油

田开发数据中的生产数据,需要根据井号编写数据接口,而空间数据应该来源于现有的矢量化的小层平面图等地质图形,这些图形可以在其他地质软件系统中生成,然后由 MapObjects调入即可。另外也可以添加一些简单的图形编辑功能,如单井位置等。所以整个系统需要从系统的功能要求出发进行整体设计,然后根据整体设计进行二次开发。

3 系统总体设计

3.1 系统目标

本系统拟以 MapObjects为核心,在统一的平台上对油藏油水井信息、断层信息、油层边界及水淹分布图统一管理,并借助在科学绘图领域应用最为广泛的 TeeChart控件和 Surfer8.0对油藏动态信息进行交互的显示和管理。

3.2 系统组成

在比较成熟的油藏工程综合分析软件基础上,通过引入图形化的用户界面,在 MapObjects组件、MO图例组件等控件基础上,结合其他工程组件开发一套可视的油藏动态分析系统。系统的图层管理、图层编辑以及矢量数据的调用和显示由 MapObjects来显示,开发曲线等曲线图借助 TeeChart显示,等值图由 Surfer8.0生成并在 MapObjects中作为栅格图层显示。

3.3 数据源

本系统以油藏油藏动态分析为核心,在油藏平面图的基础上集成油藏和单井信息查询、动态分析等功能。利用 MapObjects的图层管理功能,对不同数据源进行组织,所用到的油田开发数据包括:油藏基本数据、储层性质数据、流体性质数据、开发方案数据表、采油井月数据、油藏动态数据、相渗曲线数据、毛管压力数据。通过编写数据接口实现与空间数据的对接。文 1指出,油田开发涉及到多种信息来源,可以划分为三大类:属性类信息,如:油井的生产数据、设备监控数据、井深剖面数据等;空间类信息,如二维地图类信息,油田地理分布、地面管网与站场分布、电力供应网络与设备分布等;空间属性类信息主要是连续参数分布类信息,包括储层的井间剖面结构、层位分布、油藏体的三维结构和参数分布。作为一个以油藏动态分析为主的系统,本系统只涵盖了油藏工程师所关系的动静态数据,并没有把地面管线和设备分布等数据添加进来,这可以在以后的升级版本中加以扩展。而

油藏空间数据则以二维平面数据为主,一是因为 MapObjects还不能处理三维数据体;二是油藏三维数据的获取和存储还存在一定困难,而目前油田现场的油藏动态分析仍然以平面分析为主。

3.4 系统开发逻辑结构图

根据功能分析和数据来源,设计系统的总体结构如图 2所示。

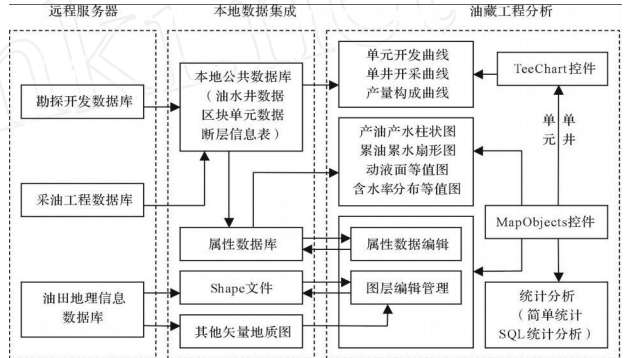


图 2 系统开发逻辑结构图

4 系统的功能

本系统利用油田开发数据库和已转化的 GIS交换格式的图形,在 MapObjects平台上实现对油藏信息管理、查询、编辑及综合分析。该系统主要功能有:

(1) 图层编辑功能

利用 MapObjects的内建的属性、事件和方法,除了实现一般的地图放大、缩小、漫游和图层管理之外,还实现了井点、断层线、地层边界和油水富集区编辑功能。

(2) 数据维护

从数据库服务器筛选所需的数据保存至本地数据库,并在地图中对包括油水井信息在内的属性数据库进行维护,完成其添加、修改和更新的功能。

(3) 综合查询

综合查询包括空间查询和属性查询两种方式。空间查询是根据图形的空间位置查找对应的专业属性,这可通过在地图中用鼠标点击实体对象来完成,也可通过 SQL语言完成。属性查询则根据专业属性字段构成的数学表达式或逻辑表达式,查找对应的空间实体。

(4) 专题图制作

依据 MapObjects和油水井空间位置和属性数据,绘制各种开发指标的专题图,如产油量产水量柱状图、累油累水量扇形图、含水率等值图、动液面等

值图等,等值图的生成借助 Surfer8.0,通过借助 Surfer 中的地质统计功能,将离散的井点数据生产各种所需的等值图,并在 MapObjects 中作为栅格图形显示。

(5) 空间分析

借助 MapObjects 的空间分析功能可以实现在其他软件系统中很难实现的统计分析功能,如:“一口油井周围 500 m 内有多少口与之连通的注水井?”,“距离一条断层 100 米以内,含水小于 50% 的油井”,通过这些分析配合其他油藏研究,对判断油藏的地质特性发掘油藏的开发潜力有巨大的帮助。

(6) 油藏工程分析计算

本系统可提供一种图形驱动方式,实现各种油藏工程计算。用户可在油藏平面分布图和井位图上,以一种更加直观的方式,通过鼠标直接在在平面图上选择需要计算的对象,调用各种油藏工程计算模块,如物性参数计算、递减曲线分析、水驱曲线分析和开发指标的预测等。

5 系统的实现和工程应用

在开发系统的过程中,将组件式 GIS 软件 MapObjects 2 作为一个 ActiveX 控件集成到可视化开发语言 Visual Basic 6.0 中,应用组件 MapObjects 2 的方法、属性、事件来实现与应用程序的交互。而编程的大部分甚至全部工作都用 Visual Basic 来完成,从而在一个可视化的界面来实现系统的大部分功能(见图 3)。

6 结束语

(1) 基于 MapObjects 开发了一个油藏动态分析

(上接第 14 页)势面拟合法可成功地预测碳酸盐岩气藏区域,可行性强,可用于指导探井、开发井的布井及碳酸盐岩储层裂缝发育区的预测。

(2) 裂缝发育程度与主曲率值的高低呈正相关关系,面曲率值大于临界曲率值(0.111 km⁻¹)的区域构造裂缝相对发育。

(3) 在差分计算过程中,断层及网格间距对计算结果影响较大,因此在实际计算过程中,应注意网格间距的选取和断层的分块处理。

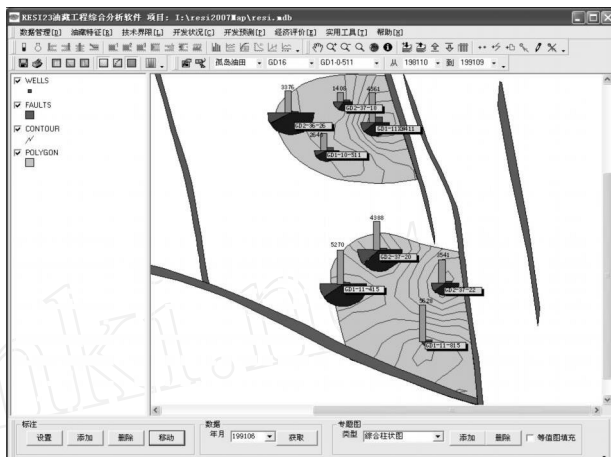


图 3 系统主界面

系统,可以以地图方式实现油藏基本的动态分析功能,在统一的平台上集成了油藏工程分析功能,为油藏工程师的日常分析提供了极大的方便,目前该软件以达到了推广应用阶段。

(2) 在三维油藏数据体上进行油藏生产动态展示和开发分析是一个诱人的方向,但是目前无论油藏描述和油藏数值模拟所生产的三维栅格数据体,由于数据量巨大,目前尚未有实用三维 GIS 与之结合进行常规的动态分析,所以需要深入研究适合油藏动态分析的三维数据空间表达方式和相应的三维可视化技术。

参考文献

- [1] 陈伟,李允,黎明,赵刚,地理信息系统与油田开发管理[J],西南石油学院学报,第 23 卷第 1 期,Vol 23, No 1, 2001 年 2 月,34 - 35
- [2] 汤军,采油厂静态信息 GIS 综合管理系统设计与实现[J],江汉石油学院学报,2004 年 9 月第 26 卷第 3 期,55 - 56
- [3] 吴信荣,基于 GIS 的油田管理信息系统的研制[J],江汉石油学院学报,2004 年 6 月第 26 卷第 2 期,151 - 152

参考文献

- [1] 王棣等,地震裂缝描述应用方法调研[R],胜利油田计算中心技术报告集,1999: 15217
- [2] 杨威,魏国齐,王清华等,和田河气田奥陶系碳酸盐岩储层特征及建设性成岩作用[J],天然气地球科学,2003,14(3): 1911
- [3] 武站国,张凤敏,孙广伯等,千米桥潜山碳酸盐岩凝析气藏储层评价方法[J],天然气地球科学,2003,14(4): 26722701
- [4] 陈维桓,微分几何初步[M],北京:北京大学出版社,1990
- [5] 李志勇,曾佐勋,罗文强,裂缝预测主曲率法的新探索[J],石油勘探与开发,2003,30(6): 83285

ABSTRACTS

THE WELL LOGGING METROLOGICAL MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM BASED ON B/S/ Shi Yuanhui, Ge Hua, Hao Yufen, et al., Well Logging Company of Jiangnan Petroleum Administration, Sinopec, CAP, 2008, 16(3): 3 - 5

The paper formulates the general development situation of metrology software at home and abroad. It also gives a detail introduction about the primary functions, technical characteristics, operation environment and application effect of JL - 100 Metrology Management Software, which is developed by Jiangnan Well Logging Company, based on B/S structure. It will provide helpful technical reference for the company, other relative units in the oilfield and hobbyists to study metrological management information.

Key words: Key words: metrological management; B/S structure; JL - 100 software; application

EXTRACTION OF THE 3D SEISMIC MESH PARAMETERS AND APPLICATION/ Zhang Wenshu, Li Shulan, Wang Hongyi, Research Institute of Xinjiang Oilfield Company, CAP, 2008, 16(3): 6 - 7

The inaccuracy of some 3d seismic mesh parameters can influence seismic interpretation going smoothly. The paper gives out an effective solution to extract the 3d seismic mesh parameters from the practical post-stack data object.

Key words: 3d seismic mesh; mesh parameter; parameter extraction

DISCUSSION ON THE VIRTUAL DRILLING FIELD BASED ON VRML/ Zhang Huisen, Training Center of CNPC Changqing Oilfield Company, CAP, 2008, 16(3): 8 - 11

Virtual reality technology has wide prospect in petroleum drilling industry for its lifelike simulation effect and favorable interaction. The paper introduces the technical path and discusses the critical technology of virtual drilling, and vision and behaviour modeling. It analyses system structure of VRML and application of interaction, and also has a full view of the virtual drilling application.

Key words: virtual reality; VRML; vision modeling; behaviour modeling

APPLICATION OF CURVATURE OF FACE - TREND SURFACE FITTING METHOD IN FRACTURE PREDICTION/ Cao Runrong, Liu Zongyan, CAP, 2008, 16(3): 12 - 14

The paper formulates the theoretical principle and prerequisite of principal curvature method used in fracture prediction, derivation of the computing formula for principal curvature value of the structure plane on the basis of differential geometry principle, determination method of the critical value for buckling which is necessary in fracture formation and computational model. The method is used in WY—ZD system gas reservoir to predict the fracture development condition. The result fits the production and geologic features in the work area well. It shows that the principal curvature method has feasibility and rationality in fracture distribution prediction in the reservoir.

Key words: curvature of face method; tectonic fissure; prediction

THE RESERVOIR DYNAMIC ANALYSIS SYSTEM BASED ON MAP OBJECTS/ Fan Haijun, Yao Jun, Petroleum Engineering School, China University of Petroleum, CAP, 2008, 16(3): 15 - 18

In this paper, the author presents the reservoir dynamic analysis system based on MapObjects, aiming to build a link between reservoir geology and reservoir engineering through detailed design of the framework. The raster data comes from statra map of the reservoir which can be in Shape Files of ESR I or can be converted to RESI format. The production data come from the oilfield production database. The integrated software based on MapObjects has been developed, including conventional reservoir analysis and query functions, providing a new work platform for reservoir engineers.

Key words: reservoir; dynamic analysis; GIS; MapObjects control

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE VISCOUS OIL ACQUISITION SYSTEM BASED ON PCEDM/ Zhao Qiusheng, Liaohe Oilfield Development Management Department, CAP, 2008, 16(3): 22 - 24

Liaohe oilfield is a primary unit to develop viscous oil. In order to make delicate analysis and evaluation to the source data and make standardization, acquisition unitization and management standardization, CNPC set up the project team and established engineering management data model——PCEDM model. Liaohe oilfield was selected to be the experimental unit and developed the viscous oil acquisition system. The paper gives analysis and study about the system from production flow of thermal recovery for viscous oil, pattern design, software development and application. It also introduces the application and effect in Liaohe oilfield.

Key words: PCEDM; viscous oil acquisition; development application

A BILEVEL PROGRAMMING MODEL ABOUT THE OILFIELD OUTPUT STRUCTURE AND ITS APPLICATION/ Zhao Xiaoyan, Yu Wei, Foundation Medical School of North Sichuan Medical College, CAP, 2008, 16(3): 25 - 27

The incidence relation between each development index and the influencing factors in the oil production plant is