

# SOLARIS 环境下油藏模拟管理系统的实现

岳光来 马远乐 李宝琰 林爱仇 (清华大学核能技术研究院 100084)

**摘要:**本文简要介绍了国内外著名的油藏模拟管理平台 and 软件,介绍了在 SUN 工作站 Solaris 环境下开发油藏模拟管理系统软件的经验,结合所承担的国家 863 项目,对其研究思路、研制方法、开发工具进行了探讨和总结。

**关键词:**SUN 工作站 Solaris 环境 油藏模拟管理系统 软件开发

## 一、油藏模拟管理平台 and 软件

为研制油藏开发管理系统,参考了如下国内外知名油藏管理平台 and 软件。

### 1. Tigress 石油勘探开发集成化软件

Tigress 软件是 PGS 公司和 IBM 公司联合 AMOCO 等油公司研制的一个建立在统一数据平台上的石油勘探开发集成化软件。它的数据平台是世界石油工业范围内第一个参照 POSC 标准建立起来的商业化软件,采用现代化数据管理的概念,具有理想的数据模型、数据存取功能、数据管理功能、数据加载工具以及和第三方软件相接的连接器等,与 PSP 集成平台的构思也十分接近,而且与应用软件的衔接采用了 API 层作为过渡。

### 2. SSI 公司的 WorkBench 管理平台软件

SSI 公司的 WorkBench 是一个综合性应用软件工作平台,有四个模块:(1)油藏描述;(2)试井分析;(3)生产数据分析;(4)油藏模拟:配有 SimBestII 黑油模型, THERM 热采模型和 COMP 组分模型。该平台还配有三维图形显示模块。

### 3. ECLIPSE 油藏数值模拟软件

ECLIPSE 有 100、200、300 与 400 四个产品,主要由各模块通过不同的组合产生。ECLIPSE100 是全隐式三维三相黑油模型,带有凝析气田模拟选项,可以在三维油田模拟中考虑锥进现象,使用块中心和角点技术;可考虑毛管压力和相对渗透率曲线和滞后现象,可考虑双孔双渗,可考虑示踪剂跟踪,是一个功能齐全的黑油模型。ECLIPSE200 外加 LGR/GC(网格局部加密和粗化模块)、Wellbore Friction 等 13 个功能模块。ECLIPSE300 是一个全组分模型,并带双孔双渗模型。ECLIPSE400 在 300 的基础上增加局部网格加密和流动边界处理等功能。

4. 北京石油勘探开发科学研究院桓冠仁教授主持开发的“多功能软件”应用比较广泛,其最成功的应用例子

是塔中 4 油田的凝析油计算。

5. 清华大学核能技术设计研究院马远乐教授主持开发的“热采数值模拟软件”得到了广泛的应用。它是一个主要用于注蒸汽采油的三维三相多组分软件,可以模拟单井吞吐、注蒸汽、热水驱等生产过程,也可以用于注蒸汽后期改注冷水的生产过程,同时还可以用于注二氧化碳和注天然气等非热采开发方式。

## 二、油藏开发模拟管理系统软件的实现

### 1. 研究内容

油藏开发模拟管理系统软件的研究内容很广,包括前、后处理和主模型一体化结构设计,输入输出数据标准制定,三维地质建模技术等方面,主要包括:(1)油藏模型的输入、输出格式标准化;(2)初始化界面设计;(3)主模型研制;(4)后处理界面研制;(5)网格生成模块研制;(6)主模型与界面程序的连接;(7)现有数模软件的符合 POSC 标准的改造;(8)微机新技术的开发及其在数模中的应用。

### 2. 基本步骤

研制油藏开发模拟管理系统软件的基本步骤:(1)研制标准的输入、输出数据格式;(2)按标准输入、输出格式改造现有的初始化和主模块计算程序;(3)设计一体化的管理平台人机界面;(4)完成人机界面程序和计算程序同数据库和数据文件的链接;(5)调试,修改直至满足软件设计的要求。

### 3. 人机界面的实现

人机界面的研制是整个软件研制中重要的一部分,工作量大,并要求界面统一,符合 POSC 界面规范,故应在统一设计的基础上,用统一的方法开发完成。采用 SUN Solaris 2. X 提供的可视化工具 SPARCworks/Visual 开发完成。Visual 是一个专门开发图形界面的工具,它

建立在 Motif 库基础上,用它开发的人机界面完全符合 POSC 规范。用 Visual 工具开发一体化人机界面,效率高,风格统一,易于维护,易于移植。其开发过程为:(1)设计出主界面及各级子界面和各部分的形状、色彩、字符和图标等。(2)用 Visual 工具按设计在计算机屏幕上将界面拉(drag)出来。(3)赋资源:色彩、字符、图像、尺寸等。(4)加上链接(Link);显示(Show)、隐藏(Hide)、使有效(Enable)、使无效(Disable);(5)注册回调函数:对各种事件作出响应;(6)产生代码:C(或 C++)、UIL,头文件,资源文件,像素图等;(7)编译、链接、运行;(8)总体调试,实际数据验算,并适时推出商品化软件。

4. 软件开发要解决的问题

油藏管理系统软件开发中的难点是软件的集成,主要体现在各部分之间的数据通信和不同机型之间功能模块的相互调用。

(1)遵循国际标准。数值模拟管理系统的软件研制要面向市场,符合国际标准,特别是在数据传输中要遵循 POSC 标准,采用 Epicentre 中心数据模型,处理好前后处理与 ADI 函数的链接。

(2)使用数据库。与 Oracle 数据库链接可直接使用油藏勘探过程中所建立的数据库,大大节省油藏数值模拟中准备数据的时间,提高油藏模拟的效率,使油藏模拟变成一件轻松愉快的事情。

(3)解决前后处理中的数据处理、图形显示,特别是等值图中的断层处理。

(4)充分采用最新计算机硬件软件技术。解决油藏模拟结果中三维动态图形的生成与输出。

(5)界面汉化。利用 Cxterm,生成汉字,界面汉化。具体方法步骤另文刊发。

三、软件开发的总体设计

1. 软件功能

油藏数值模拟软件开发一般包括黑油模型、热采模型、组分模型、化学驱模型等。前面统一前处理,后面统一后处理,并给出一个公共接口,与黑油模型、多层二维二项及热采等主模块衔接;后处理图形有曲线图、色块图、等值图、草帽图、剖面图、立体图及表格等(要考虑断层);充分利用数据库中的数据。制成一个综合的有机的管理软件平台,而不仅仅是分散的程序,勘探开发数据要能共享,可以相互传递。

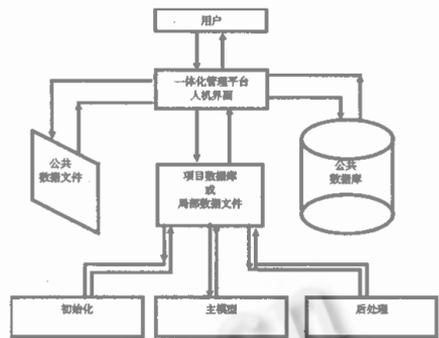


图 2 油藏数模一体化管理平台软件结构

2. 软件结构

油藏管理系统的软件结构为用户、人机界面、数值模拟的主模块(黑油、多层二维二相、热采等模块)、数据库或格式统一的数据文件。用户只与人机界面打交道,所有的联系都通过人机界面来完成。人机界面主要包括:(1)主界面模块:可完成人机交互处理功能;(2)数据操作前处理模块:管理系统所涉及的数据,包括数据输入、输出、增加、删除、处理和保存,内部数据管理,数据图形显示模块等;(3)数值模拟运行模块;(4)模拟结果后处理模块:可显示数据、图形、表格等。

3. 软件开发环境

油藏模拟管理系统软件的开发遵循石油天然气总公司统一的石油软件平台(PSP)的软件开发标准。具体要求如下:



图 1

硬件环境:基于 SUN 工作站和 SGI 图形工作站。

操作系统:在 SUN Solaris2.X 系统或在 SGI IRIS5.3 以上版本的系统上运行。

网络传输:遵循 TCP/IP 网络协议。

用户界面:管理平台应建立在 X Window 和 OSF/Motif 窗口系统。可采用 SUN SPARCWorks/Visual 编程环境,它是基于 OSF/Motif 在多种环境下的一个可视化图形界面设计开发工具。

图形开发:用 Xlib 和 Open GL 绘图,图形输出采用 PostScript。

编程语言:采用 C(或 C++),主模型计算程序采用 FORTRAN 编写。

数据库的数学模型:采用 POSC 标准中的 Epicentre 中心数据模型。

数据库管理系统:采用 Oracle 关系型数据管理系统。

## 四、生成界面汉字源代码(本刊略)

### 主要参考文献

- [1] 张朝琛,面向 21 世纪的集成化油藏经营,世界石油工业,1997,4(11).
- [2] Rafi Al - Hussainy, Neil Humphreys: "Reservoir Management: Principles and Practices", SPE30144 presented in Journal of Petroleum Technology, December 1996:1129~1135.
- [3] Robert Gochnour, J. : "Integrating Data for the Reservoir Engineer", SPE 36758 presented in Journal of Petroleum Technology, June 1996:486~492

(来稿时间:1998 年 7 月)