

doi:10.3799/dqkx.2010.062

# 基于 GIS 的数字油田基础平台

何贞铭<sup>1</sup>, 吴信才<sup>2</sup>, 何幼斌<sup>1</sup>, 刘学锋<sup>1</sup>

1. 长江大学地球科学学院, 湖北荆州 434023

2. 中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074

**摘要:** 目前的地理信息系统 (geographic information system, GIS) 基础平台不能够很好地适应数字油田工作的开展, 迫切需要结合油田的实际业务开发面向油田应用的专业基础平台。开展了多元油田数据的统一存储、多级海量油田数据分布式管理、专业应用模型与 GIS 基础平台集成、协同研究工作平台等关键技术研究; 在此基础上提出基于搭建思想构建数字油田基础平台的技术思路, 为有效突破 GIS 在石油行业的应用瓶颈提供了解决方案。结果表明, 该平台的研究与开发对于扩大 GIS 应用领域也将有着现实意义。

**关键词:** 数字油田; 关键技术; 地理信息系统; 基础平台; 框架。

中图分类号: TP311.1

文章编号: 1000-2383(2010)03-0490-05

收稿日期: 2010-01-15

## Fundamental Platform of Digital Oilfield Based on GIS

HE Zhen-ming<sup>1</sup>, WU Xin-cai<sup>2</sup>, HE You-bin<sup>1</sup>, LIU Xue-feng<sup>1</sup>

1. Faculty of Earth Sciences, Yangtze University, Jingzhou 434023, China

2. Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

**Abstract:** The current geographic information system (GIS) fundamental platform can not provide efficient support for digitalizing oilfield. It is necessary to build an oil-application-oriented fundamental platform. This paper carries out the key technology research, such as management of unified storage of multi-type oilfield data, multiple level magnanimity distributed oilfield data, integration of application model and GIS platform, construction of the cooperation work platform. A framework of digital oilfield fundamental platform is proposed. It offers a breakthrough GIS applications in petroleum industry. The research and development of the fundamental platform also extends GIS applications.

**Key words:** digital oilfield; key technology; geographic information system (GIS); fundamental platform; framework.

## 0 引言

数字油田是一个以数字地球为技术导向、以油田实体为对象、以地理空间坐标为依据, 具有多分辨率、海量数据和多种数据融合, 可用多媒体和虚拟技术进行多维表达, 具有空间化、数字化、网络化、智能化和可视化特征的技术系统 (何生厚和韦中亚, 2002)。随着“数字油田”新的石油行业信息化理念被普遍接受, 全球各大石油企业纷纷制定了以“数字化”为核心的建设规划和实施方案, 石油行业信息化建设将在原有基础上取得巨大进步, 生产、科研、经

营以及员工生活环境等全面数字化的新时代即将到来。但油气勘探开发是一项专业性很强的工作, 只有通过对其应用需求更深入、更细致的了解, 建立各类业务分析模型, 才能应用地理信息系统 (geographic information system, GIS) 更科学地进行三维空间、油气藏的评价与预测等研究。开展基于 GIS 的数字油田基础平台研究和开发工作, 将突破 GIS 在石油行业的应用瓶颈, 提升 GIS 基础平台功能和性能, 提高 GIS 在石油行业中的应用水平, 为油田信息化建设加速发展提供技术支撑; 该平台的研究与开发对于扩大 GIS 应用领域有着积极意义。

## 1 国内外发展现状

国际上各大石油公司已经充分认识和体验到信息技术全面应用的作用,为了提高工作效率、降低生产和管理成本、面向全球及时做出生产经营决策,提高精细和综合地质研究的水平,进而提高企业经济效益和增强企业竞争力,他们非常重视信息系统和数据库建设,不断地提升企业信息化建设的水平,实现企业流程再造,变革企业运作方式,向数字油田(或数字化油气公司)迈进(Barrell,2000)。

首先,国际各大石油公司,如 Shell、Schlumberger、BPAMOCO 等,建立了与公司相适应的高速计算机网络传输平台,信息化基础设施已经比较完善,内部的勘探开发研究和生产、销售、技术服务等生产经营管理活动都运行在统一、稳定的网络上。不仅日常生产和管理信息通过网络传输,大量的地质数据也已经在网络上接收和处理,从而提高了工作效率,降低了运营成本。

其次,利用数据银行等数据管理与应用技术,国际上大部分油气公司实现了以集中的方式对勘探开发的原始数据和成果数据类信息进行统一的管理,为专业技术人员决策分析、科学研究和生产管理人士的决策提供全面的信息支持。

另外,在信息管理方面,各油气公司均实现了规范化、系统化和网络化,能够为各层次的管理人员提供及时、全面的信息服务。但管理的方式各具特色,有的公司以成本为核心管理生产信息,有的以产量为核心管理生产信息;有的建立了基于数据库的生产信息管理系统,有的采用 Excel 等简单表格的方式管理、使用和共享生产信息。

目前数字油田的发展趋势总结如下:

(1)信息技术与石油专业应用结合日益紧密。随着油气勘探开发难度的日益加大,信息技术已经成为解决勘探技术瓶颈、提高油田开发水平的必备支援,这大大促进了信息技术与勘探开发业务的紧密结合。

(2)数据建设得到空前重视。数据不断积累,数据的价值将逐步增加,基于历史数据的挖掘、分析和预测将为油气田未来的开发决策与调整等提供最有力的依据。数据管理中心建设已被提到了各油田信息化建设的日程上来。

(3)基于统一应用平台搭建应用系统已被提上日程。目前困扰油田信息化建设的主要问题之一就

是统一应用平台的建立,特别是勘探开发一体化应用平台是其中的难点。在数据层面的集成和整合将大大降低应用系统集成的难度和工作量,这将降低应用系统集成的成本。

(4)标准建设将得到加强。数据库标准、软件开发标准、工作流程标准等将陆续形成。

## 2 数字油田基础平台研究

### 2.1 主要研究内容

在油田的勘探、开发和管理等每个环节都产生大量的数据,为了提高数据管理水平和应用效率,必须建立统一的数据管理体系;同时,油田各个生产、研究与经营领域需要强大的信息技术平台的支持。这些需求越来越迫切,越来越复杂,越来越苛刻,只有利用先进技术(计算机、网络、GIS)建设全面数字化的油田才是最终的解决之道。

GIS 在油田中的应用经历了专题制图、数据管理、信息发布及综合管理决策等阶段(刘学锋等,2003),但 GIS 要想在油田信息化方面发挥更大作用,还需要开展一些关键技术研究,针对油田的应用实际,对 GIS 基础平台的现有功能进行扩展和提升。

(1)面向服务的体系架构研究。面向服务的体系架构(service oriented architecture, SOA)是一种粗粒度、松耦合服务架构,在这种架构下,软件制造者可将他们研制的软件功能以“服务”形式提供出来,各功能之间是相互独立的,以一种称为“松耦合”的协议机制来组合。在 SOA 架构下,系统易于扩展,能够适应不断变化的客户与市场需求,使开发者可将更多的精力转移到专业服务提供上(吴信才和吴亮,2006)。石油行业中存在许多异构的系统,只有基于 SOA 才能较方便地实现异构系统集成,充分发挥已有系统的功能。

(2)专用模型建设与集成研究。GIS 在一些行业中的应用未能深入开展,一方面是 GIS 技术本身的原因,另一方面是应用者对行业了解不够深入、没有建立起专用模型造成的。系统的模型将由两部分组成,一部分是 GIS 通用模型,另一部分是面向油田具体应用的专用模型。在油田研究工作中,已积累了大量的业务应用模型,需要 GIS 专家与行业领域专家密切配合,才能将其设计为面向服务的应用组件,从而方便地与 GIS 基础平台集成。

(3) 相关标准的研究和运用. 目前在石油行业已有《石油工业信息分类编码导则》(SY/T 5785-1999)、《油田开发数据库表结构》(SY/T 6184-2000)、《石油工业数据库设计规范》(SY/T 6227-2005)等标准, 但对于如何实现多业务系统集成和应用还没有成型的标准. 需要进一步对由国际上一些石油公司与相关组织制定的开放石油软件集成技术标准(POSC)的适用性进行探讨, 研究确定数字油田系统建设的标准体系, 为油田应用系统的建设和数据的共享奠定技术基础. 该系列标准具体包括基础计算机标准、Epicentre 数据模型规范、数据存取与交换规范、数据交换格式规范、E&P 用户界面风格指南、应用程序间的通信(IAC)和石油工业计算机图形元文件规范 7 个标准, 覆盖了整个石油勘探与开发应用软件开发、集成、数据存取与交换等的各个环节.

(4) 油田数据中心建设机制研究. 油田数据中心应以提供生产、科研、管理、决策数据的收集、处理、服务为基本内容; 提供油田数据加载、存储、更新、交换及共享等管理功能, 实现各级数据中心之间数据的自动更新; 采用分布式数据库形式, 异地备份, 分级管理等技术手段, 确保油田信息化的数据的安全、合理的管理.

(5) 基于“搭建”技术构建应用系统研究. 用“搭建”的方式构建应用系统是当今应用软件发展的大趋势(吴信才, 2009). 应基于国产 GIS 基础平台, 开发数字油田应用系统搭建平台, 形成油田信息化建设统一的技术框架和运行环境; 在基于组件和面向服务的开发模式下, 动态建立应用模型, 实现应用系统的快速搭建和灵活调整.

## 2.2 需解决的技术难点

(1) 多元(源)油田数据的统一存储技术. 油田数据涉及文本、图象等多种类型, 尤其是大量的地震勘探数据的存储一直是困扰油田工作者的难题, 如何利用 GIS 和商业数据库实现统一存储还需要进一步研究解决.

(2) 多级海量油田数据分布式管理技术. 探讨解决油田数据物理上分布、使用相对集中的管理模式; 通过对服务器之间数据一致性和有效性的维护技术、油田数据增量发布、增量复制、双向复制、异构数据交换等技术的研究, 实现不同级别应用方便、快捷地调用相关数据.

(3) 与现有应用系统互联互通技术. 油田专业应用领域已存在测井解释、地震解释等多种专业系统,

基于 GIS 也已开发了不少应用系统, 如何实现与现有系统对接, 充分利用现有研究成果, 还需要根据实际情况综合考虑, 分别采用数据集成、功能集成等集成方式.

(4) 协同研究工作平台技术. 把地质学家对油田研究的知识、经验及方法进行收集、整理和积累并进行数字化, 建立一个综合协同工作平台, 并提供三维可视化/虚拟现实的展现能力, 提高研究人员和管理人员对整个研究区的各个地质层面的认识水平, 实现对勘探开发业务和管理的综合决策.

## 3 数字油田基础平台初步设计

在对国内外有关“数字油田”发展现状和技术方法进行全面分析和研究的基础上, 建立了基于 GIS 软件平台构建数字油田的基本框架结构, 具体从数据服务层、业务逻辑层和用户服务层 3 个方面来考虑平台设计工作, 图 1 表明了这种设计模式的实现思想.

数据服务层提供有专门的数据库维护工具, 对各个数据库的数据进行统一的管理. 业务逻辑层通过业务逻辑控制、业务分析处理并结合业务组件来保证数据服务层与用户服务层的协同工作. 用户服务层体现为用户界面, 这一层主要是用来最大限度降低用户服务层的数据处理工作, 专注于用户的交互功能.

该技术方案打破了针对某一领域需求独立建设单位应用系统的系统设计模式, 把独立的业务应用及其数据库建立和集成到一个可管理的环境中, 从

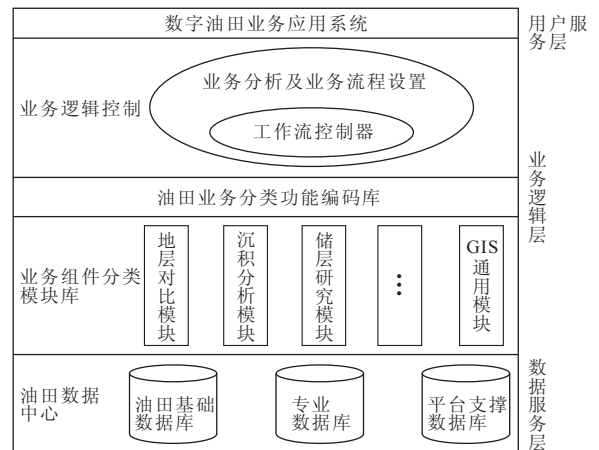


图 1 数字油田基础平台体系架构

Fig. 1 The architecture of digital oilfield fundamental platform

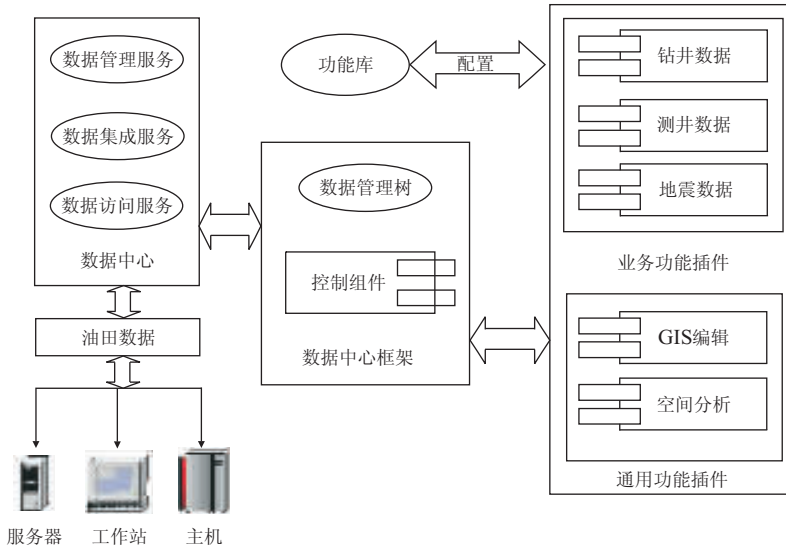


图 2 数据中心管理工具框架示意

Fig. 2 The frame sketch map of data centre management tools

而实现一体化、集成化油田信息化应用。在这种体系架构下开发的系统牢固可靠,真正做到数据、功能全共享。

(1)数据中心管理工具设计。传统的数据中心管理工具是一个针对不同专题进行管理的互相独立的软件集,针对这样的需要而设计的系统不能够很好地与其他专题数据或其他系统相互访问,形成了以相关业务为核心的“信息孤岛”。

随着油田信息化的发展,油田部门由于业务管理的要求,迫切需要在多种专题数据良好处理基础上,实现对多专题数据的统一管理。采用动态插件技术实现多专题数据的统一管理,可解决多专题数据共享访问问题。通过将各个专题业务封装为功能插件,数据中心综合框架作为插件的容器(图 2),数据中心框架提供符合数据访问标准的访问方式,以及灵活的数据管理框架,将数据表现与操作联系起来。当选中某个专题图件,根据其类型就可以激活相应的专题,系统此时会利用插件技术自动将此专题业

务的专用界面融合入当前界面,与这个业务无关的功能会自动卸载出窗口,而且所有功能操作风格统一,实现了功能强大与操作简约的完美结合。

(2)数字油田基础平台的技术框架。数字油田基础软件平台具体应分为数字油田搭建平台和数字油田运行平台。其中,数字油田搭建平台用于直接构建数字油田各应用系统,数字油田运行平台是数字油田管理信息系统的支撑环境。基于搭建平台,通过配置系统的资源信息、业务规则和空间及非空间数据的操作定义,完成人员定制、业务定制、数据管理与维护、模板定制和辅助办公定制操作,快速搭建起各项业务应用,并建立起数字油田支撑数据库;通过数字油田运行平台对数字油田支撑数据库的解释和调用,形成各个业务应用系统,如图 3 所示。

该平台能够形成系统建设统一的技术框架和运行环境,在面向服务的开发模式下,动态建立应用模型,实现应用系统的快速搭建和灵活调整,可以让各级用户把精力最大限度地投入到业务系统的业务需求分析,在最短时间内建立符合自身管理特点的应用系统。

在不断完善 GIS 数据管理和应用服务功能的基础上,开发出具有自主知识产权的、集成多类油田信息资料的数据管理、采用搭建方式构建应用系统的数字油田基础平台,为数字油田的各类应用系统的开发提供技术支撑(图 4),进而实现油田地质研究、油气集输管理、自动化监控、经营管理等的数字化和智能化管理。

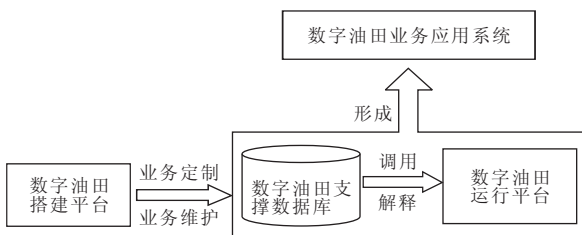


图 3 数字油田基础软件平台示意

Fig. 3 The sketch map of digital oilfield fundamental software platform

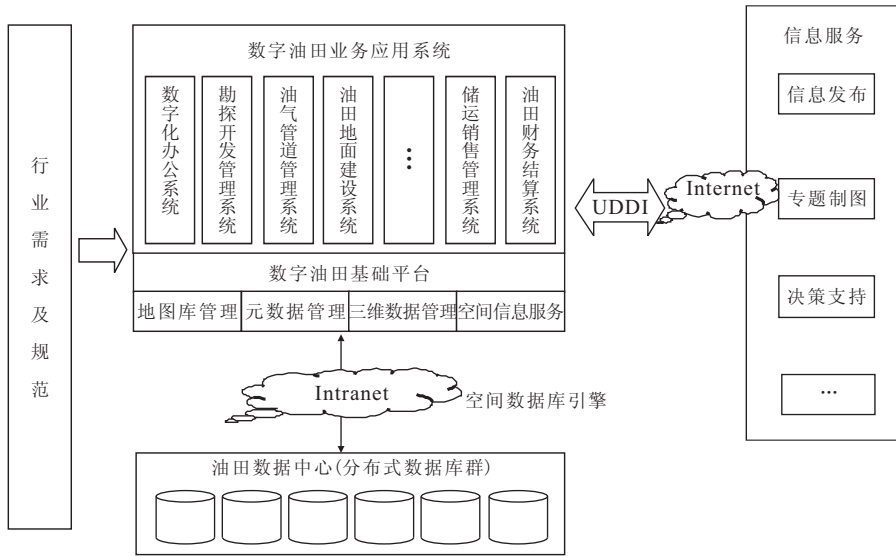


图 4 基于基础平台的数字油田框架

Fig. 4 The framework of digital oilfield based on fundamental platform

## 4 结论及应用前景

目前我国大多数油田已陆续开始启动数字油田工作,缺乏合适的技术平台在一定程度上制约了信息化工作的推进.采用 SOA 架构技术,基于数字油田基础平台来开展应用系统建设,可使得应用软件系统有着良好的可扩展架构,便于油田信息化工作的统一规划、分步实施,应用系统可以成熟一个上一个,逐渐实现全油田的信息化.该平台可在各集团公司、油田分公司、采油厂的信息化建设中发挥作用,具有广阔的应用前景.下一步还可将盆地模拟、储层建模、地质统计方面的数学手段和方法嵌入到 GIS 的空间分析模块中,扩展 GIS 的空间分析功能,形成具有领域特色的 GIS 基础平台,使 GIS 在油气勘探开发和管理工作中发挥更大的作用.

## References

- Barrell, K. A., 2000. Conducting a field study with GIS: port Hudson field, Tuscaloosa trend, East Baton Rouge Parish, Louisiana. In: Coburn, T. C., Yarus, J. M., eds., *Geographic information systems in petroleum exploration and development*. *AAPG Computer Applications in Geology*, 4: 187–194.
- He, S. H., Wei, Z. Y., 2002. The theory and practice on digital oil field. *Geography and Territorial Research*, 18 (2): 5–7 (in Chinese with English abstract).
- Liu, X. F., Meng, L. K., Gong, W. P., et al., 2003. Application of geographic information system (GIS) to the ex-

ploration and development of oil and gas. *Geospatial Information*, 1(2): 12–16 (in Chinese with English abstract).

- Wu, X. C., 2009. Datacenter integration development technology: the next generation GIS architecture and development model. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 34(3): 540–546 (in Chinese with English abstract).
- Wu, X. C., Wu, L., 2006. Service-oriented distributed spatial information supporting system. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5): 585–589 (in Chinese with English abstract).

## 附中文参考文献

- 何生厚, 韦中亚, 2002. “数字油田”的理论与实践. *地理学与国土研究*, 18(2): 5–7.
- 刘学锋, 孟令奎, 龚文平, 等, 2003. 地理信息系统(GIS)在油气勘探开发中的应用. *地理空间信息*, 1(2): 12–16.
- 吴信才, 2009. 数据中心集成开发技术: 新一代 GIS 架构技术与开发模式. *地球科学——中国地质大学学报*, 34(3): 540–546.
- 吴信才, 吴亮, 2006. 面向服务的分布式空间信息支撑平台. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(5): 585–589.