

The application of
database technology
in oil field
prospection
and development



数据库技术在油田勘探开发中的应用

熊华平 王洪礼 罗广华 (大庆勘探开发研究院 163712)

摘要: 文章以大庆油田勘探开发数据库的应用为例,对数据库设计、建设、标准化以及在勘探开发中的应用进行了介绍,并探讨了数据库与应用的集成技术。最后,展望了油田数据库应用的发展方向。

关键词: 数据库 数据模型 数据银行 数据仓库

1 油气勘探开发数据库建设

油气勘探开发的历史,首先是地质信息挖掘和利用的历史。地震、钻井、录井、测井、试油、采油等各种活动都是在获取和处理有关地下信息,而每一口开发油水井和探井的设计与施工,又都离不开这些地质信息。随着油田勘探开发活动的不断进行,产生的信息种类越来越多,数据量越来越大,这些数据信息是指导勘探开发生产的重要依据,是企业的宝贵资源,必须进行合理开发和利用。勘探开发数据库的建立,为数据的存储管理和共享使用提供了现代化的科学手段。随着油田企业网的建设,数据的管理模式由当初的集中式向分布式发展,油田勘探开发数据库以多结点形式分布在油田各采油厂、矿、勘探专业公司和科研院所等部门,并通过网络连接成一个统一整体。围绕勘探开发数据库,结合勘探开发新的应用需求,油田还相继建立了一些辅助的项目数据库、图形库等。

1.1 数据库应用的网络环境

应用Internet技术,加强信息网络建设,发掘利用信息资源,加快企业管理现代化,这是大庆油田企业发展的客观需要,也是企业提高自身竞争力、迎接国际市场挑战的发展战略。大庆企业网是一个广域网,整个网络在地理上覆盖大庆几千平方公里面积,它由油田勘探、开发、物资装备等几十个局域网通过主干网互联而成。主干网的拓扑结构是双环树型复合结构,并采用155M ATM光纤网为主。油田公司各二级单位局域网内部以100M以太网,10M以太网为主,并根据具体情况的不同,分别采用ATM光纤电缆、2M、或64Kbps专用线、电话网拨号、微波线路等不同方式接入主干网。

目前上网的计算机包括用于数据处理的大中小型计算机系统、用于数据存储和提供数据服务的网络服务器,以及用于客户端数据应用的微机。企业网将油田公司机关各部室、科研院所、勘探各专业公司、各采油厂(矿)等油田勘探开发有关部门有机联接成一体,为信息的上传下达及横向交流创造了便捷条件,为油田勘探开发数据库进一步推广应用搭建了稳定的平台。

1.2 勘探开发数据库设计

八十年代,油田开始在研究院CYBER机上应用DMS170数据库管理系统进行勘探开发科研、生产数据的管理,由于该系统是层次数据模型,模型设计难度大、管理复杂,因而在一定程度上影响了数据

库的开发应用。九十年代初,随着关系型数据库技术的发展和成熟,石油系统成立了以大庆为主要力量的数据库总体设计组,并以大庆为试点,开始了油田勘探开发关系数据库的规划设计工作。设计组在确定数据实体,建立数据字典的基础上,初步完成了关系数据模型的设计,并结合数据源与数据应用的各种可能需求,用关系数据库规范化方法,对基础模型进行了分割优化,最后完成了勘探开发数据库的逻辑结构设计。数据库的实现上选用ORACLE公司的RDBMS,并逐步完成了油田勘探开发数据由DMS170向ORACLE的迁移。ORACLE DBMS支持标准SQL语言,前端开发工具丰富,并且具有客户/服务器结构和分布式数据库管理功能,这极大地促进了勘探开发数据库的应用。随着油田勘探开发的不断深入,信息种类和应用需求都不同程度发生了变化,为了适应新的需求,大庆油田公司对原总公司数据模型进行了部分修改与完善,形成了适合大庆油田特点的勘探开发数据库模型,并在此基础上,进行了数据库的分布设计,各数据源单位都建立了数据库结点。

1.3 勘探开发数据管理

大庆勘探开发数据库包含了勘探开发活动所产生的各类原始基础数据和综合成果资料。

目前,勘探数据库管理着9个专业方面的数据,即物探类、地质录井类、测井类、测试类、分析化验类、储量类综合研究类、生产动

态类、设计类,数据项近2000项,数据信息覆盖大庆探区2300口探井自1960年以来至今的全部历史数据。数据存储总量超过100M字节。

在数据的组织上,各勘探数据来源单位(物探公司、录井公司、测井公司、试井公司、研究院等)按照《大庆油田勘探数据库文件格式》标准,采用关系数据库系统,分别建立了不同的数据库结点,各结点的数据库在逻辑上是整个油田勘探数据库的垂直分割,油田勘探部针对管理上的需要,建立了数据库中心结点,其数据主要来源(直接或派生)于各二级单位的数据库结点。在管理上,以各结点自治为主,集中管理为辅。各二级单位负责本地数据库的数据采集、加载、备份、用户的授权以及系统的运行管理等,并通过网络定期将数据传输到勘探部数据库。用户对勘探数据的使用,可访问中心数据库,也可直接访问各二级单位子库。

开发数据库目前有ORACLE数据表二百余个,包括开发静态类数据、开发动态数据、动态监测类数据、井下作业数据、方案规划数据、开发实验数据、采油管理数据、油气集输数据和储量管理数据。管理的数据包括4万多口油、水井自1960年以来的全部生产数据,数据总量超过3.0G字节。

开发数据库围绕数据源和开发数据的分级使用方式,建立了多级分布式数据库管理模式,从采油小队(主数据源)到采油矿(大队),最后到采油厂、油田开发部,分别建

有不同的专业数据库,所管理的数据是逐级抽取与汇总之结果。开发部管理油田生产管理有关的统计数据。研究院建有开发中心数据库,中心数据库除存储分析化验数据、综合研究数据外,还通过采用数据库触发器和快照等技术,集中存储和管理各采油厂的动、静态数据,作为油田规划方案研究的基础数据。纵向上,低层的基础数据源通过网络按时向高层传送数据。横向上,同层部门之间彼此可以进行数据共享。各数据源单位都有专人负责数据库的管理、使用与维护。

1.4 勘探开发数据库标准化

标准化是数据库实现数据信息的广泛共享的前提。数据库标准化工作主要涉及两方面内容,一是数据库文件结构(关系模式)标准化,二是数据信息标准化。

在数据库文件结构标准化方面,参照CNPC数据库标准,结合大庆油田勘探开发科研和生产管理的需要,重新设计了数据库结构模式,建立了适合大庆特点的企业级数据库标准。开发数据库以《大庆油田开发数据库文件格式》为标准,突出了大庆分层注水开发结合三次采油开发的特点,规定了开发数据库文件名编码、开发数据库数据项编码、数据项值编码等;勘探数据库以《大庆油田勘探数据库文件格式》标准,规定了盆地和构造单元、井号等的编码方法。

数据信息标准化包括数据定义标准化和数据的完整性约束等。在数据项编码,数据项值编码方

面,进行了信息分类与编码技术的研究,制定了一些与数据库相关的信息代码标准。其中,《大庆油田开发井号代码编写方法》标准,规定了开发数据库中大庆开发井号的代码编写方法;《大庆油田开发区块代码编写方法》标准,确定了大庆油田开发区域的划分,即大庆油田辖区内各油田、各开发区、及大区块和小区块及其编码方法。这些标准的制定,强化了数据的准确描述,推动了数据库的广泛应用与数据共享。

2 应用与数据库系统的集成

随着油田网络和石油软件的快速发展,数据库应用水平有了大幅度提高,勘探开发数据库不再单纯充当数据中心的角色,已经发展成支持各类应用的数据平台,出现了多种应用形式。

2.1 数据库的访问方式

不同的应用需求,对数据库存取访问,采用不同的方式和手段。勘探开发数据库的访问一般采用如下三种方式:

(1)通过专用和通用数据库存取软件访问。这些工具软件都是客户/服务器结构,有两段式,也有基于web的三段式结构。通过这些软件,用户可以访问网上的数据库,并可将查找结果下载到自己的本地机上。近几年,随着GIS的应用,前端采用地理底图驱动的数据存取方式用户界面非常友好,

基于勘探开发数据库,油田自行开发研制了大量勘探开发应用软件,这些软件运行在各类不同的客户机中,它们通过数据存取接口(API)直接访问勘探开发数据库中的各类数据。

(3)通过项目数据库访问。第三种形式是建立各种项目数据库,用户针对其具体应用的需要,在客户机上建立自己的项目数据库,用户的应用基于项目数据库,而项目数据库数据来源于勘探开发基础数据库。图1展示了数据库的多种应用形式。

2.2 勘探开发数据库的应用

勘探开发数据库的建立与应用,有力地提高了油田勘探开发水平,为油田稳产和高效开采发挥了重要作用。

2.2.1 勘探数据库的典型应用

(1)勘探数据库在综合地质研究中的应用。在盆地评价方面,利用勘探数据库中的探井基础数据,

测井解释数据、分析化验数据、地层分层数据等,辅以物探解释成果图,采用盆地模拟技术进行盆地模拟,开发的软件有“盆地模拟软件系统”。

在圈闭评价方面,利用勘探数据库中的圈闭评价数据、圈闭基础数据及构造单元数据等,辅以各种地质图进行圈闭评价与管理,自主开发了圈闭描述评价系统软件(TDES),应用的软件有TRAPDES圈闭评价软件。

在油藏评价方面,利用地质录井数据、试油试采数据、分析化验数据、地震数据、圈闭基础数据、测井数据等对松辽盆地北部的新站、葡西、齐家南等地区开展了多学科精细油藏描述工作,使得对松辽盆地北部和深层地质构造有了更新的认识。应用的相关软件有JASON油藏描述软件、RM储量计算软件。

(2)勘探数据库在生产管理中

的应用。目前,在油田勘探生产管理中,使用“勘探生产动态管理系统(PEDIS)”,直接利用勘探数据库中的数据,对勘探生产进行动态分析,并根据数据统计,进行勘探成果月报编制、生产动态周报编制和综合年报编制。

2.2.2 开发数据库的典型应用

(1)在精细地质研究中的应用。油藏精细地质研究在大庆油田开发工作中占有重要位置,应用开发数据库,根据所要研究的区域,快速地进行相关参数的统计、对比,绘制所需要的地质图件。主要软件有:“湖泊相油层对比软件”、“砂岩储层细分对比及断层自动解释计算机辅助系统”。

(2)在开发综合调整方案编制中的应用。在开发综合调整方案编制中,应用开发数据库全面、整体地对被调整区块进行地质及油层动用状况统计、分析,尤其是大面积的调整方案,开发数据库能够充分地发挥作用,主要软件包括湖泊(河流)相油层剖面图、油层平面分布图、水淹状况分布图、油层栅状连通图、油田开发井位图、各种开发等值图等地质图幅绘图软件、“油层综合平面图绘制软件”、“开发井位设计辅助软件”。

另外,开发数据库在油藏动态数值模拟、生产管理方面也取得了较好的应用,其中,利用开发数据库进行油藏数值模拟,仅数据前处理工作量就减少了三分之二。

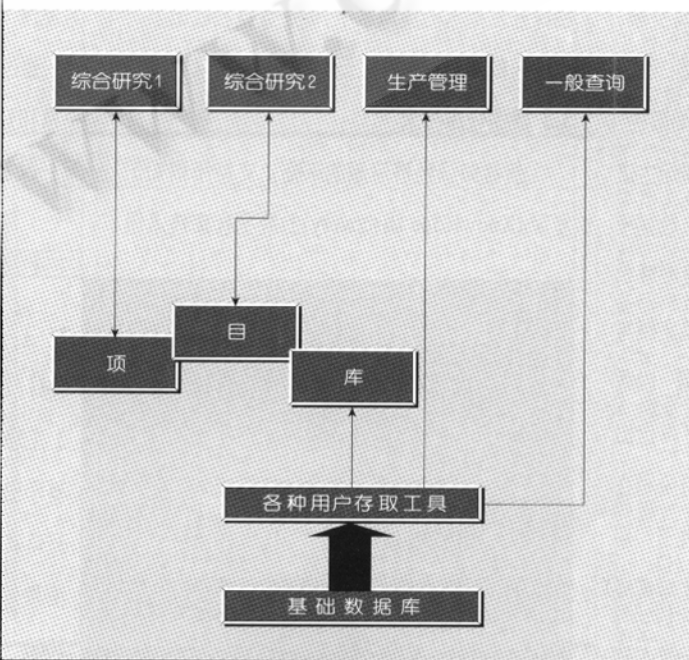


图1 勘探开发数据库的应用形式

(2) 应用软件与数据库的集成



3 数据库技术在石油行业应用展望

数据库最主要用途是支持各种石油软件的开发应用。近十几年来,基于勘探开发数据库,油田开发了不少的应用软件,这些软件在油田内的推广运行,为油田稳产和高效开采发挥了重要作用。随着股份公司的成功上市,大庆油田分公司的管理模式和运行机制都发生了很大变化,同时,随着油田的对外经济技术合作将明显增多,油田勘探开发信息的共享将由企业延伸到全球。为此,勘探开发数据管理,不论从数据范围、数据模型,还是数据管理方式等各个方面,都需要进行调整和技术更新,勘探开发数据的应用也将从数据处理型向决策辅助型转变。

3.1 数据模型标准

数据模型决定了数据的存储、使用与交换,开放、稳定的数据模型是数据共享的基础。油田目前采用的E&P数据模型存在两方面的局限性,一是缺乏非结构化数据的描述,二是与国际主流平台不能互操作。因此,要加强对POSC数据模型标准(Epicentre)的研究与消化,数据模型要实现与Epicentre的兼容,使之支持包括各类文档与图像、空间数据等多种形式的信息的存取,以适应软件应用的国际化需求,为大庆勘探开发走出国门打下技术基础。过去的几年里,股份公司在这方面已经做了大量的基础工作,在“九五”期间开展了《石油勘探开发应用软件工程化与集成技术》重点专题研究,大庆完成了其中二级子课题“油气勘探开发综合研究数据银行的建立与应

用”的研究,虽然这方面研究目前还未达到实际应用的程度,但已经为今后的工作提供了经验和

3.2 石油数据银行

油公司的价值在于它拥有的资源量,描述资源的数据则构成了油公司真正的资产。为管理数据资产(DATA ASSETS),石油数据银行技术应运而生。由于这项技术给油公司降低成本,提高生产效率,增加资料的利用率方面带来非常明显的效益,因此,近年来在国外石油工业界得到了广泛的应用。

大庆勘探开发数据银行将是一个能够管理TB级勘探开发数据的数据管理与应用支持系统。该系统基于开放式客户/服务器模式,以POSC的Epicentre数据模型作为公共数据模型,采用专业数据库、数据银行主库、项目数据库三级存储结构,除了管理原来勘探开发数据库数据之外,对大量地震磁带数据、测井数据体、图文图像、电子文档等非结构化数据也能提供有效的统一管理,在全局索引的支持下,为各类数据银行用户提供一极其方便的、基于WEB和GIS的数据存取于访问工具。大庆数据银行的建设,将进一步加强对数据源数据的质量控制,全面提高油田勘探开发数据的应用水平,促进数据在油田公司范围内的高效利用和广泛共享。

3.3 数据仓库技术

随着知识经济浪潮的来临,支持所谓知识发现(Knowledge Discovery)的数据仓库技术得

到了极大的发展。数据仓库是数据库技术、知识工程、人工智能技术、网络技术、数据挖掘技术等综合应用的产物。它是一种面向主题的、具有数据挖掘与知识获取能力,以决策支持为主的应用模式,而油田勘探开发是高风险经济活动,需要从大量空间和时间序列的历史数据中抽取有价值信息作为决策依据,所以,数据仓库技术在油田勘探开发中具有广阔的应用前景。目前,大庆油田开发数据仓库建设已经由技术研究阶段转向试点实施阶段。将人工智能、数据挖掘技术、数据库技术等紧密结合,实现数据仓库数据的自动化多级抽取、转储与转换,以支持油田开发的决策需求,用户面对的将不再是简单的数据存取操作,而是多种形式的反映油气水开发动态之知识的获取。

4 结束语

随着中国加入WTO,有效、合理地利用数据信息,降低油田勘探的风险,提高开发的效率,将是油田公司面临的又一挑战。如何标准化数据模型,提高数据的可交换性和互操作性;如何通过数据银行这一新机制,管理包括大块数据、非格式化数据的各类油田综合信息,提高数据使用的方便性、有效性和合理性;如何利用数据挖掘技术,通过大量的历史数据,发现数据之间存在的关系和知识,从而有效地支持油田勘探开发的决策。以上这些课题尚待进一步的研究。 ■

【参考文献】

- 1 王宏琳,地球物理勘探软件平台技术[M],石油工业出版社,1999。
- 2 王珊,数据库技术与联机分析处理[M],科学出版社,1999。
- 3 蒋其坤,世纪之交国外大石油、石化公司信息化的做法与启示[J],石油科技论坛,2000,1。