

油气勘探 数据管理与集成应用

孙旭东 陈历胜 周 霞 李 玲 著



电子科技大学出版社

油气勘探 数据管理与集成应用

孙旭东 陈历胜 周 霞 李 玲 著



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

油气勘探数据管理与集成应用 /孙旭东等著. -- 成都:电子科技大学出版社, 2015.4
ISBN 978-7-5647-2958-5
I. ①油… II. ①孙… III. ①油气勘探—数据管理
IV. ①P618.130.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 081457 号

油气勘探数据管理与集成应用

孙旭东 陈历胜 周霞 李玲 著

出版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦
邮编: 610051)
策划编辑: 谭炜麟
责任编辑: 谭炜麟
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 成都现代印务有限公司
成品尺寸: 145mm×210mm 印张 13 字数 338 千字
版 次: 2015 年 6 月第一版
印 次: 2015 年 6 月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-2958-5
定 价: 39.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。



前 言

胜利油田勘探开发 50 年来产生了海量的生产、成果数据与信息,这些信息是油田的宝贵资源,也是油田勘探开发可持续发展的基础。

通过多年的探索实践,胜利油田勘探数据库建设取得重大进展,数十年来的勘探资料逐步入库并形成资产化的管理。数据管理内容从早期基于简单表格的井位、分层和现场记录,逐步发展到系统的物探采集、钻井、录井、测井、测试和完井报告等成果数据的探井数据体系。除此之外的地震数据体、成果图件、圈闭、储量、矿权等信息也逐步丰富完善。数据管理手段已从架库式、单服务器的管理转变为磁盘阵列和自动带库相结合的计算机存储管理。

在勘探数据库健康发展基础上,勘探应用软件开发与专业化信息服务得以蓬勃发展。应用方面已经从早期简单报表查询,发展到现今的基于勘探形势图导航的数据全面发布、综合录井图绘制、地质与地震剖面显示、地质统计分析等系列图形化工具。业务支持范围从管理性报表发展到支持综合地质研究、圈闭评价、井位部署以及探井生产运行管理等。

在国内石油行业“数字油田”“智能油田”方兴未艾、发展迅猛的大环境下,编著者将多年来形成的数据管理技术体系和理论体系加以概括,将现有的成果加以整理,既是对长期勘探数据管理与应用的总结,也希望作为石油行业软件研发人员的指导手册,为油田勘探信息化工作人员提供参考。

本书共分为五大部分。第一部分(1~2 章)针对油田生产、科



研与管理业务流程作一简单描述,分析每个业务体系中的基本信息组成;第二部分(3~5章)针对油气勘探各类数据展开分析,针对数据及其分析方法、数据采集体系、数据管理体系等展开论述,形成完整的针对勘探业务的数据采集管理体系;第三部分(6~8章)从信息应用的角度提出几个统一基础平台的概念,包括统一的数据服务平台、统一的软件应用平台、数字盆地业务平台;第四部分(9~12章)重点针对核心业务应用方案展开论述,包括针对生产与科研管理的勘探应用集成系统,针对管理决策的勘探辅助决策系统,针对盆地与含油气系统研究的油气成藏模拟与评价系统,针对油气资源评价的圈闭与资源评价系统;第五部分(13~14章)为发展展望,针对智能勘探的架构、发展策略和创新路线,提出建设性的方法和建议。

本书著作者是长期从事油田企业勘探数据库建设与勘探应用软件研发工作的科研人员。本书的编写汇聚了胜利油田物探研究院勘探数据库室众多科研人员的心血。同时在编写过程中,得到了有关领导和专家的大力支持和指导,在此表示衷心感谢。由于作者水平有限,疏漏与不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

著 者

2015.4

内容简介

本书在胜利油田长期的数字油田建设实践基础上,针对油气勘探领域的业务流程与行业特点进行了系统整理和深入剖析,总结了油气勘探领域的数据体系与软件体系的建设框架与功能结构。

本书主要内容不仅包括针对当今数字油田理论体系的完善和提升,也针对油气勘探领域的钻录井、测井、测试、地震、分析化验、地质研究、圈闭研究等环节提出了较为丰富和全面技术设计案例和实施经验,为油田勘探信息化工作人员提供了宝贵的流程规范和技术参考。

目 录

前言 (1)

绪论 (1)

 1.1 勘探信息化建设背景 (1)

 1.2 勘探信息化建设总体框架 (3)

 1.3 勘探信息化建设内容 (4)

 1.4 本章小结 (8)

第一部分 业务分析

第 1 章 油田勘探管理流程 (9)

 1.1 油气勘探的管理现状 (9)

 1.2 当前勘探管理模式 (10)

 1.3 勘探管理工作总体流程 (12)

 1.4 勘探工作及项目管理流程 (13)

 1.5 勘探科研管理 (15)

 1.6 地震勘探管理 (16)

 1.7 探井部署与生产管理 (17)

 1.8 本章小结 (20)



第2章 油田勘探的业务体系	(21)
2.1 油气勘探的业务特点	(22)
2.2 物探部署与采集	(25)
2.3 地震资料处理	(32)
2.4 地震资料解释与研究	(34)
2.5 地质录井	(38)
2.6 测井	(54)
2.7 试油测试	(56)
2.8 分析化验	(61)
2.9 勘探综合研究	(66)
2.10 本章小结	(69)

第二部分 数据体系

第3章 油气勘探数据模型	(70)
3.1 数据模型概念及方法	(70)
3.2 勘探源头数据库模型建设	(84)
3.3 数据中心模型建设	(98)
3.4 本章小结	(108)
第4章 勘探数据采集体系建设	(110)
4.1 业务需求分析	(111)
4.2 总体软件技术架构说明	(113)
4.3 勘探数据源头采集开发平台的功能说明	(117)
4.4 勘探数据迁移系统	(118)
4.5 业务软件(子系统)功能说明	(120)
4.6 源头数据采集的相关标准与制度	(125)

4.7 本章小结	(126)
第 5 章 数据管理平台设计	(127)
5.1 建设目标	(128)
5.2 数据管理平台框架设计	(130)
5.3 功能设计	(131)
5.4 本章小结	(137)

第三部分 信息平台

第 6 章 统一的数据服务平台	(139)
6.1 基于 SOA 的信息集成服务平台架构研究	(139)
6.2 平台管理功能研发	(159)
6.3 平台专业数据服务功能研发	(179)
6.4 本章小结	(197)
第 7 章 统一的软件应用平台	(198)
7.1 可复用专业组件开发模式	(198)
7.2 油气田可复用专业组件管理环境	(209)
7.3 油气田可复用专业组件研发	(219)
7.4 本章小结	(233)
第 8 章 数字盆地业务平台	(234)
8.1 数字盆地现状与概念提出	(234)
8.2 数字盆地的建设目标	(236)
8.3 数字盆地的信息框架	(239)
8.4 本章小结	(241)



第四部分 业务应用

第 9 章 勘探应用集成系统	(243)
9.1 现有勘探应用系统分析	(246)
9.2 系统集成设计	(256)
9.3 系统功能	(262)
第 10 章 勘探辅助决策系统	(274)
10.1 探井生产过程控制技术	(274)
10.2 探井生产预警技术	(280)
10.3 探井井位部署决策技术	(286)
10.4 探井生产过程辅助决策技术	(292)
10.5 本章小结	(298)
第 11 章 油气成藏模拟与评价系统	(299)
11.1 研究背景	(299)
11.2 油气成藏过程模拟技术	(300)
11.3 本章小结	(333)
第 12 章 圈闭与资源评价	(335)
12.1 圈闭管理与评价的内容	(335)
12.2 圈闭管理体系	(339)
12.3 圈闭定性评价	(341)
12.4 圈闭定量评价	(349)
12.5 圈闭管理与评价功能需求	(361)
12.6 本章小结	(365)

第五部分 发展展望

第 13 章 智能勘探设计	(366)
13.1 国内外技术发展趋势	(366)
13.2 信息化应用现状	(368)
13.3 智能勘探总体目标、应用功能架构	(374)
13.4 智能勘探的建设效果分析	(383)
13.5 本章小结	(384)
第 14 章 油气勘探信息化发展展望	(385)
14.1 智能勘探的技术框架	(385)
14.2 智能勘探的建设策略	(388)
14.3 智能勘探的创新思维	(389)
参考文献	(391)



绪 论

1.1 勘探信息化建设背景

胜利油田勘探数据库的建设起步比较早,并且随着计算机软硬件、网络、存储设备和软科学技术的发展而不断完善。其主要发展历程大体可分为 4 个阶段。

一是探索阶段(1990 年以前)。早在 1976 年,胜利油田就开始以数据文件的形式存放勘探数据。1981 年,利用 SOCRATE 数据库存入井位数据、钻井基础、探井试油成果、测井解释成果、岩性地层分层等十几种地质数据,是石油系统最早应用数据库技术的单位之一,应用水平在国内达到领先水平。由于受当时的计算机水平限制,入库数据的种类很少,数据量很小,并只能在 PC—XT 单机环境下应用。

二是大规模建库阶段(1990—1997 年)。该阶段相继开展了勘探数据库的总体设计、建库、数据库管理、应用开发、技术培训、技术支持等工作,取得了显著的成绩。1990 年 9 月,胜利油田总体协调组经多次讨论,最终形成了具有胜利特色的数据库总体设计,并按照数据高度共享、方便管理应用的原则建立了局级总库和分库。总库负责提供技术支持和数据管理、服务,总库信息源来自分库,分库的信息包括局级信息和厂级自用信息。1992 年,引进了 DEC5240、CD4680 服务器。1993 年,完成了数据库的结构定义。1994—1997 年,重点整理录入油田成立以来以井筒数据为主的勘



探历史数据。4年间共录入了120个数据文件,录入的数据项达6610万个,其中局级文件85个,数据项4042万个。

三是自主开发应用阶段(1998—2000年)。1998年,引进SUN3000服务器及DLT自动带库(3.5T)作为勘探数据库硬件平台。同年开发了基于勘探数据库的网络版图文查询系统和勘探事业部网站信息系统。1999年,开展了地震数据存储方法研究及建库实验;图文查询系统开始推广。2000年,在勘探图文查询系统基础上开发了基于矢量图的勘探GIS2000数据库查询系统;研制的中石化勘探生产管理系统软件在各油田进行了推广;同时,中石化油田部组织各油田专家,以胜利油田为主,对原CNPC“勘探数据库逻辑结构及填写规定”作了补充完善,并组织专家组进行验收,形成了中石化勘探数据库标准——“勘探信息系统数据结构及填写规定”。

四是引进与自主开发结合及大规模应用阶段(2000年以后)。随着计算机软硬件、网络、存储设备的快速发展,使原先无法纳入数据库管理的数据可以考虑用新方法、新介质存储。为此,胜利油田引进了Schlumberger数据管理系统,整套系统能够提供野外带叠前、叠后地震数据体的近线与在线管理,能够浏览、分类查询地震项目数据,能够管理原始测井曲线和成果测井曲线,能够存储地震解释成果数据、井地质基础数据、分析化验数据等,并通过GeoWeb提供数据服务,自此胜利油田具备了海量地震数据管理能力。同时,数据库建设的发展为勘探决策支持系统奠定了坚实基础,在尽可能利用数据库中已存储的各种有用信息,充分地利用前人的研究成果基础上,综合利用数据库的各类信息,建立跨地域、跨网络、跨平台、跨数据库系统的勘探决策支持系统,为勘探决策即时提供地质、地震、钻井、测井、录井、化验、非地震等综合信息成为这一阶段的重要工作。通过勘探综合数据管理及决策支持系统在胜利油田的大规模实施应用,有效地对勘探生产管理、地质研究、地震处理、资料解释等各个层面提供准确、详尽的数据支持和应用支持,达到了分解项目风险和提高勘探效率及水平的目标。

同时,在此阶段,自主开发应用软件开始向专业应用软件延伸。借助国家重大专项平台,研发了“油气成藏过程定量模拟评价系统”,在地质研究量化模拟方面进行了探索,对深化勘探数据库专业应用具有重要意义。

目前,在数据资源建设方面,实现了生产过程数据的采集标准、采集平台、规章制度基本完备,确保了勘探数据及时、齐全、准确入库。勘探数据库内容覆盖了油田全部三维工区、二维采集工区、VSP 测井数据、三维地震(叠后)数据、二维地震(叠后)数据、探井地质录井数据、探井测井曲线数据、探井试油测试成果数据、分析化验数据、三级储量数据、储备圈闭基础及图档数据。勘探数据库为支持油田勘探生产、综合研究和管理决策发挥了重要作用。

1.2 勘探信息化建设总体框架

如图 1-1。



图 1-1 勘探信息化建设框架



数字勘探是勘探信息化的理论性总结,其目的,就是加强基础数据管理和应用建设,重点进行各研究环节成果数据的归类和整理,通过一体化应用集成工作,提供多领域研究协同工作水平和生产管理决策水平的提升,最终实现现代化地质办公室,提升油气勘探的突破能力。

勘探信息化的总体框架,是通过分层设计思想来体现,通过数据采集管理、数据发布、应用集成、业务支持等不同层次的细化和衔接,形成面向业务的总体性解决方案,其规划过程是针对业务体系的系统架构,其建设过程是自下而上的业务导向。

勘探信息化建设内容包括:

(1)勘探数据资源管理:集成综合研究、圈闭、管理成果和空间地理数据,研发更高层次的数据管理工具,改进数据全面性和质量。

(2)统一的信息服务平台:实现底层各类数据库的整合,实现基于业务的统一数据组织;实现基于组件的软件体系;基于业务分析建立统一的各类数据访问接口。

(3)勘探信息集成应用:实现用户单点访问,整合现有各类系统,形成统一系统,方便用户数据获取。

(4)业务支持体系建设。包括协同研究工作环境建设、勘探应用集成支持、油气成藏研究模拟分析、圈闭与资源评价、勘探辅助决策支持等。

(5)上述配套的流程规范和制度。

1.3 勘探信息化建设内容

1.3.1 数据资源建设规范化

依托油田数据中心建设,进一步理顺数据采集、传输(迁移)、管理、发布应用流程,处理好源头数据库、数据中心和勘探应用数据库三者之间的关系,不断提高数据的及时性、齐全性、准确性。

数据管理范围从山东探区扩展到西部新区,在新数据按现有

流程上交的同时,启动了西部新区历史数据补充工作(按油田源头数据采集标准);管理内容逐步扩展,在巩固圈闭、储量、新技术测井、地震叠后数据采集正常化的基础上,逐步将岩心图像、核磁录井、分析化验报告、地震地质解释(综合研究)成果、地震叠前资料等纳入源头采集范畴。

首先,勘探信息采集方面,在保证目前各个勘探业务数据采集的基础上,按照不断变化的实际业务生产、研究、管理的需要,继续完善现采集业务数据采集范围、采集标准,保证数据符合应用的需求。

其次,在勘探数据管理方面,要做好两个工作:

(1)做好现有数据的维护,加强数据入库的监督和质量控制。通过开发数据监督和审计功能软件、引入数据统计软件,完善数据检查制度,不断保证数据全面性、一致性。通过模型管理工具,对现有数据标准、数据模型体系进行系统管理和控制,防止出现异常和混乱。通过数据质量检查和优化工具,对现有数据存在问题进行统计分析,提升数据质量。

(2)建立勘探数据采集与服务的行政管理制度。

目前数据管理工作做得比较完善,下一步关键规范数据采集和服务的相关流程,包括针对标准和规范的执行工作,加强管理制度的落实。包括进一步明确和落实数据的上交管理制度,通过进一步强化约束制度促进数据的全面、及时提交。

再次,对数据提供服务,尤其是针对各类研究的数据支持工作(如地震解释),要建立规范的服务工作流程,对数据的全面性、数据质量,服务的响应时间以及全面的服务支持方式进行系统的界定。

1.3.2 数据服务平台建设

开展勘探信息应用集成平台的设计和研发工作,在梳理现有数据资源、用户需求和多年来数据库建设经验的基础上,按照组件式软件开发方法,尽快开发一套能够发布全部勘探数据资源并提供一系列地质研究工具的勘探信息应用平台,以此为基础,不断扩



展其功能。特别强调功能模块拆分自如、地质工具包向专业化软件看齐。

在多源异构数据整合的基础上,统一平台管理机制和数据访问发布机制,对勘探开发通用信息、大型专业软件、不同主题的油气田地质研究和自主研制专业软件进行统一的数据和功能支持。

实现单点登录的查询功能集成。解决信息查询系统分散,多用户和多点登录和多个系统并存的问题。

主要建设工作包括:建立统一用户与界面的勘探数据查询和下载门户系统首先对现有系统的分析、整合;根据勘探研究业务框架逐步确定实现内容(动态、静态、研究成果、各类报表),实现统一用户与权限体系,统一界面,统一开发模式,最终达到对用户全面的勘探信息支持。

1.3.3 数字盆地平台建设

依托数字盆地技术建立三维虚拟决策与地质分析平台。在“十一五”基本可视化展示的基础上,在展示内容和交互技术上进一步提升,建立油气成藏分析与决策支持的虚拟现实支持平台。研究重点是:油气成藏模拟成果和区域地质研究成果的多尺度集成展示,建立基于三维空间的可视化分析和决策平台。

(1)基于三维数字盆地的数据模型体系扩展。

提供更全面的勘探工程与地质信息的集成。三维空间中集成地面关键导航信息,再集成显示地震数据体、二维剖面、地质解释层位、圈闭和储量的数据,探井、开发井的井位信息、录井、测井、试油和生产信息等,实现相关信息空间展示和导航查询,将这一类相关信息纳入统一的数据管理体系中。

提供更全面的信息筛选方式和交互查询方式。通过建立更全面的导航和信息关联模式,提供三维空间中不同对象的关联查询、统计查询、分析报告生成,进一步采用三维统计图的方法显示查询结果。

(2)基于三维空间地质信息集成展示的多尺度数据组织技术。

面向三维展示的数据重组织。扩充集成展示的对象,建立地