

C
1
Administration and Application of
Resource Assessment Database

油气资源评价数据库 构建、管理及应用

谢红兵 陈晓林 易庆 著
马忠 郭秋麟 陈宁生



石油工业出版社

油气资源评价数据库 构建、管理及应用

谢红兵 陈晓林 易庆 著
马忠 郭秋麟 陈宁生

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是中国石油第四次油气资源评价项目的研究成果。阐述了油气资源评价数据库的基本概念、主流技术进展以及相关数据库系统研发和建设现状；介绍了油气资源评价数据库系统的设计思路、技术方案和架构体系及其软件平台与功能并进行了应用示例。

本书可供石油地质科研人员和石油地质院校师生参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

油气资源评价数据库构建、管理及应用 / 谢红兵等著. —— 北京: 石油工业出版社, 2017.9

ISBN 978-7-5183-1863-6

I. ①油… II. ①谢… III. ①油气资源评价-数据库系统-研究 IV. ①TE155

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 075711 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com

编辑部: (010) 64523544

图书营销中心: (010) 64523633

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限责任公司

2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

889×1194 毫米 开本: 1/16 印张: 10.75

字数: 220 千字

定价: 88.00 元

(如发现印装质量问题, 我社图书营销中心负责调换)

版权所有, 翻印必究

前 言

油气资源评价数据库是各国政府部门开展大数据研究，制定油气战略的基础，也是各油公司开展动态资源评价，制定油气勘探开发规划部署的重要资源。构建基于先进的计算机和网络技术的油气资源评价数据库，科学管理数据资源，对提高数据利用率、减少重复工作和科研成本、高效开展资源评价具有重要意义。

目前国内外定期或不定期组织的油气资源评价工作大多由通用的油气勘探开发数据库或专门的油气资源评价数据库作为支撑。过去几十年，美国等西方国家组织开展过多轮次的全国性油气资源评价。中国油气资源评价工作起步比西方国家晚，大规模开展油气资源评价工作始于20世纪80年代初。在“六五”期间，石油工业部和地质矿产部各自组织专家开展了第一次全国油气资源评价。之后，分别于20世纪90年代初和21世纪初开展过第二次和第三次全国油气资源评价，积累了一定的数据。随后，国土资源部组织了新一轮全国油气资源评价，数据库建设得到了重视。目前，中国石油已完成全球第一次和国内第四次油气资源评价，数据库、信息库建设已列为重要研究任务。

随着油气资源评价工作的深入，新的数据类型——非常规油气资源评价数据的出现，使油气资源评价专有数据越来越丰富，基础数据越来越充实。因此，构建我国油气资源评价专有数据库就显得非常必要，科学管理数据库，有效利用数据资源已成为油气资源评价的头等任务。

笔者有幸参与过第三次和全国新一轮两次重要的全国油气资源评价，积累了一定的工作经验；并负责中国石油第四次油气资源评价的数据库研究工作，了解近年最新发展现状和研究成果。为了能够对今后的油气资源动态评价提供参考，在研究团队的共同努力下，完成了本书的编写。本书包含以下内容：

- (1) 数据库基本概念、主流技术进展，油气资源评价相关数据库系统研发和建设现状；
- (2) 油气资源评价工作对数据库的基本技术要求、数据库的建设目标和主要功能需求；
- (3) 油气资源评价相关数据、图形标准体系；
- (4) 油气资源评价数据库系统的设计思路、原则、技术选型；
- (5) 油气资源评价数据库的数据模型与结构设计；

- (6) 图形库结构设计、对象设计与技术方案；
- (7) 系统架构体系、功能设计；
- (8) 油气资源评价数据库软件平台与功能介绍；
- (9) 油气资源评价数据库资源建设与应用示例。

参与本书研究和编写工作的人员有中国石油勘探开发研究院的谢红兵高级工程师、郭秋麟教授、陈宁生高级工程师、易庆高级工程师、马忠工程师，以及中国石油大学（北京）的陈晓林、孟燕龙、孙杰等数据库技术专家。本书第一章由谢红兵、陈晓林编写；第二章、第五章由陈晓林编写；第三章、第四章由谢红兵编写；第六章由陈晓林、易庆、马忠编写；第七章由马忠、陈宁生编写；第八章由谢红兵、易庆、郭秋麟编写。全书由谢红兵、郭秋麟和陈宁生统稿。本书在编写过程中得到中国石油勘探开发研究院油气资源规划研究所、中国石油第四次油气资源评价项目组及中国石油大学（北京）的支持，吴晓智高级工程师、郑民高级工程师、郑曼高级工程师、陈晓明工程师、高日丽工程师、胡俊文工程师、王伟洪教授等均给予了无私帮助，笔者在此表示衷心的感谢。

需要特别说明的是，笔者在中国石油大学（北京）博士后科研工作期间完成本书编写工作，博士后工作站的老师、同事对我的学习和工作给予无私的帮助，在此一并表示感谢。

由于笔者水平有限，书中不足与不妥之处，敬请读者指正。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 国内外油气资源评价相关数据库研究现状	1
一、国内外数据库技术现状	1
二、国外油气资源评价数据库系统现状	7
三、国内油气资源评价数据库系统现状	8
第二节 油气资源评价对数据库的基本需求	14
一、资源评价成果发布需求	14
二、资源评价系统应用需求	15
三、资源评价参数管理需求	15
四、参数基础数据管理和参数研究需求	15
第三节 油气资源评价数据库的建设目标	15
一、数据库、图形库能够用于所有参数的研究与处理	15
二、能够满足整个资源评价系统所需数据、图形的管理	16
三、满足资源评价成果展示的需求	16
四、建立标准的资源评价图形资源	16
五、与其他资源的共享	16
六、完全兼容并且继承三次资源评价数据库	16
第二章 油气资源评价数据体系与图形体系	17
第一节 数据体系	17
一、分类方式	17
二、分类结果	18
三、数据管理方案	19
第二节 图形体系	21
一、分类方式	21
二、分类结果	22
三、图形数据管理方案	23

第三章 系统总体设计与技术选型	24
第一节 设计原则与思路	24
一、软件系统设计遵循的原则	24
二、数据库设计遵循的原则	25
三、系统总体设计思路	26
四、技术思路	27
五、资源评价数据库、图形库设计思路	28
第二节 技术选型	28
一、GIS 平台软件选型	28
二、数据库软件平台选型	29
三、技术依据	30
第三节 平台设计与开发运行环境	30
一、平台设计	30
二、硬件环境	30
三、软件环境	31
第四章 油气资源评价数据库技术方案	33
第一节 数据库结构设计	33
一、系统库	33
二、基础库	33
三、参数库	35
四、成果库	35
第二节 对象类型	36
第三节 对象物理设计	37
第四节 对象关系	39
第五节 编码方案	41
一、国家编码	41
二、盆地编码	42
三、区带编码	42
四、计算单元编码	42
五、刻度区编码	42
六、资源量序列编码	43
七、枚举/索引编码	43

第六节	数据库管理方法	43
一、	基础数据库管理方法	43
二、	参数数据库管理方法	44
三、	成果数据库管理方法	44
第五章	油气资源评价图形库技术方案	45
第一节	图形库结构设计	45
一、	数据图层	45
二、	图件数据库	46
三、	图形描述数据库	47
第二节	图形库对象设计	47
一、	图形库对象实体划分	47
二、	图形库元数据对象设计	48
第三节	图形库应用模型	51
第四节	图形数据规范设计	53
一、	图形数据结构	53
二、	兼容图形格式要求	53
第六章	油气资源评价数据库管理系统设计	54
第一节	系统架构体系设计	54
一、	系统体系结构	54
二、	系统逻辑结构	55
三、	系统拓扑结构	56
四、	系统部署设计	57
五、	系统流程设计	57
六、	界面设计	58
第二节	功能设计	60
一、	数据管理	60
二、	GIS 模块	62
三、	成果管理模块	70
四、	图形管理模块	70
五、	数据接口模块	70
六、	系统管理模块	70
第三节	系统安全性	71

一、操作系统的安全性	71
二、数据库的安全性	72
三、系统的安全性设计	74
四、系统的保密性设计	75
第七章 数据库系统软件平台	76
第一节 系统运行环境	76
一、服务器端环境	76
二、客户端环境	76
第二节 系统功能模块	77
一、GIS 导航模块	77
二、评价专题模块	82
三、数据管理模块	87
四、查询检索模块	100
五、专题成果模块	102
六、成果资料管理模块	102
七、系统管理模块	107
八、三轮资评查询模块	109
第三节 对评价方法的功能支持	112
第八章 油气资源评价数据库资源建设与应用	114
第一节 数据库资源建设规范	114
一、数据库建设总体要求	114
二、填写规范	114
三、最低数据填写要求	115
四、图形资源建设内容与规范	115
第二节 数据库建设流程	116
第三节 数据库在资源评价中的应用实例	117
一、刻度区数据资源建设	118
二、盆地评价数据资源建设	138
三、区带评价数据资源建设	149
四、非常规评价区数据资源建设	155
五、评价单元数据资源建设	155
参考文献	164

第一章 绪 论

本章简要介绍数据库基本概念、主流技术进展、油气资源评价相关数据库系统研发和建设现状，重点描述了国内资源评价工作中已研发的数据库平台和已建设的数据库。同时，指出了油气资源评价工作对数据库的基本技术要求、数据库的建设目标和主要功能需求。

第一节 国内外油气资源评价 相关数据库研究现状

一、国内外数据库技术现状

1. 数据库发展概述

数据库的概念首次出现于 20 世纪 60 年代，其后，数据库的发展经历了以下三个阶段。

1) 层次数据库

1969 年 IBM 公司研制了基于层次模型数据库管理系统(IMS, Information Management System), 并作为商品化软件投入市场。IMS 作为层次型数据库管理系统的代表, 标志着数据库及相关技术的诞生, 具有重要意义。在数据库系统出现以前, 各个应用拥有自己的专用数据, 通常存放在专用文件中, 这些数据与其他文件中的数据有大量重复。数据库的重要贡献就是将应用系统中的所有数据独立于各个应用而由数据库管理信息系统(DBMS)统一管理, 实现了数据资源的整体管理。IMS 的推出, 使得数据库概念得到了普及, 也使人们认识到数据的价值和统一管理的必要性。

2) 网状数据库

20 世纪 70 年代初, 网状数据模型替代层次数据模型。由于 IMS 是将数据组织成层次的形式来管理, 有很大的局限性。为了克服这种局限性, 美国数据系统语言协会(CODASYL, Conference on Data System Language) 下属的数据库任务组(DBTG, Data

Base Task Group) 对数据库的方法和技术进行了系统研究, 并提出了著名的 DBTG 报告。该报告确定并建立了数据库系统的许多基本概念、方法和技术, 报告成为网状数据模型的典型技术代表, 它奠定了数据库发展的基础, 并有着深远的影响。网状模型是基于图来组织数据的, 对数据的访问和操作需要遍历数据链来完成。但是这种有效的实现方式对系统使用者提出了很高的要求, 因此阻碍了系统的推广应用。

3) 关系数据库

1970 年 IBM 公司的 E. F. Codd 发表了著名的基于关系模型的数据库技术论文《大型共享数据库数据的关系模型》, 并获得 1981 年 ACM (Association for Computing Machinery, 美国计算机协会) 图灵奖, 标志着关系型数据库模型的诞生。由于关系模型的简单易理解及其所具有的坚实理论基础, 整个 20 世纪 70 年代和 80 年代的前半期, 数据库界集中围绕关系数据库 (DBMS) 进行了大量的研究和开发工作, 对关系数据库概念的实用化投入了大量的精力。

关系模型提出后, 由于其突出的优点, 迅速被商用数据库系统所采用。据统计, 20 世纪 70 年代以来新发展的 DBMS 产品中, 近 90% 是采用关系数据模型, 其中涌现了许多性能良好的商品化关系数据库管理信息系统 (RDBMS), 如 Oracle, DB2, Sybase, Informix, SQL Server 等。

传统的数据库技术 (层次、网状、关系) 在管理结构简单、格式化、较稳定的数据中, 已取得了很大的成功, 其技术也日趋成熟。然而, 随着现代应用的激增, 传统的数据库技术已很难满足各方面的复杂需求, 数据库技术与网络技术、人工智能技术、面向对象设计技术、并行计算技术、多媒体技术等结合, 已成为当前数据库技术发展的主要特征, 并由此产生了许多面向现代应用的新型数据库, 如实时数据库、面向对象数据库、主动数据库、并行数据库、移动数据库、空间数据库等。

2. 数据库的研究现状

1) 数据库模型的研究

数据库模型的研究在数据库理论研究中占据重要地位。自 20 世纪 80 年代以来, 关系系统逐渐代替网状系统和层次系统而占领了市场。由于关系模型具有严格的数学基础, 概念清晰简单, 非过程化程度高, 数据独立性强, 对数据库的理论和实践产生了很大的影响, 成为最为流行的数据库模型, 在很多应用领域发挥着巨大的作用。

但是, 关系模型不能用一张表模型表示出复杂对象的语义, 它不擅长于数据类型较多、较复杂的领域。随着科学技术的进步和数据技术的发展, 数据库应用领域不断扩大, 已从传统的商务数据处理扩展到许多新的应用领域, 从而对数据库技术提出了许多新的要求。在这种情形下, 数据库技术以及关系数据库技术如何发展就成为数据库界所关注的最大热点。

与此同时，面向对象中的封装、继承、对象标识等概念备受人们的重视，用对象可以自然、直观地表达工程领域的复杂结构对象，用封装操作可以增强数据处理能力。这样，人们开始尝试以面向对象概念为基本出发点来研究和建立数据库系统，导致了在数据库系统中全面引入对象概念的面向对象数据库（OODB）的产生。

面向对象数据库的定义如下：面向对象数据库=面向对象+数据库功能。

面向对象的数据模型标准正在拟订中，1989年在东京举行的第一次关于推理和面向对象数据库的国际会议上发表了一篇《面向对象数据库的声明》，第一次定义了面向对象数据库管理系统所应实现的功能如下：（1）支持复杂对象；（2）支持对象标识；（3）允许对象封装；（4）支持类型或类；（5）支持继承；（6）避免过早绑定；（7）计算性完整；（8）可扩充；（9）能记住数据位置；（10）能管理非常大型的数据库；（11）接收并发用户；（12）能从软硬件失效中恢复；（13）用简单的方法支持数据查询。前8条是OODB的主要特征，后5条是传统DBMS的主要特征。

面向对象数据库技术还不够成熟。由于它是一种新方法，缺少具有坚实理论基础的通用数据模型，而且对开发人员素质要求比较高，所以成功实例也较少。现在，面向对象数据库已经受到挑战，对手是一种经过扩展的关系数据库模型，它支持大多数OODB所支持的功能，而谁将占领市场只能由时间来判断了。由于关系数据库在大多数信息开发组中仍占有主导地位，因此它应该在同OODB的竞争中处于有利地位。

2) 数据库标准的研究

数据库语言（SQL，Structured Query Language）是数据库与应用的重要接口，是操作数据库的重要工具，它的研究与标准化对数据库软件产品技术的发展和数据库的应用具有很大的推动作用。早在20世纪80年代中期，Oracle和Sybase公司就发布了第一个基于DOS平台的以SQL为查询引擎的商品化关系型数据库管理系统，而Microsoft公司则迅速地以SQL技术作为其数据库产品SQL Server的基石。由于该类型产品功能强大，简单易用，不仅支持客户端，而且支持局域网主机数据库开发，具有极大的伸缩性，所以得到迅速推广。

1989年4月，提出了具有完整性增强特征的SQL，被称为SQL89。1992年11月又公布了SQL的新标准，即SQL92。同时公布了开放数据接口（ODBC，Open Database Connectivity），ODBC提供了一个公共的应用程序接口，应用程序通过它可以链接到任何数据库系统。几年后，一个相似的数据接口（JDBC，Java Database Connectivity）问世，通过该接口SQL语句可以被嵌套到Java程序中去。

1999年发布SQL3标准（SQL99）。SQL3标准将能处理对象数据库中复杂对象，这意味着SQL3将包含综合细化的等级、多重继承性、用户定义数据类型、触发器、支持知识系统、周期查询表示等。此外，它还必须支持面向对象编程，抽象数据类型和

方法，继承性、多态性、封装性等。数据库语言（SQL）的完善和标准化，标志着数据库技术的进步和成熟。

3) 数据库工具及设计方法的研究

数据库技术是指建立在数据库基础之上的软件开发与系统设计方法、手段等。早期的数据库软件开发由专门的数据库语言如 dBase, FoxBase 等支持，功能单一、界面粗糙；随着可视化（Visual）语言的出现与迅速发展，数据库操作功能已融入各高级语言之中，是否提供强大、方便、快捷的数据库开发和管理功能已成为衡量程序设计语言是否功能完善的重要指标之一。这些功能包括支持数据库设计和应用系统开发，也包括数据库系统运行、维护等。其特点可归纳为：支持特定数据库管理系统的应用程序开发；提供统一界面的应用程序接口；支持可视化图形用户界面；支持面向对象的程序设计；支持系统的开放性；支持汉化；支持多种数据库链接等。

数据库设计的主要任务是在 DBMS 的支持下，按照应用的要求，为某一部门或组织设计一个结构合理、使用方便、效率较高的数据库及其应用系统。数据库设计在数据库技术的研究中占据重要地位，设计的成功与否直接关系到整个数据库系统的开发。其中主要的研究方向是数据库设计方法学和设计工具，包括数据库设计方法、设计工具和设计理论的研究，数据模型和数据建模的研究，计算机辅助数据库设计方法及其软件系统的研究，数据库设计规范和标准的研究等。

关系模型有严格的数学理论基础，并且可以向别的数据模型转换，关系数据库的规范化理论已经成为数据库设计的坚实基础。同时，由于数据库的概念已经由简单独立的数据表扩展到若干个数据表、规则、视图、存储过程、触发器等组成的一个有机相关的系统，数据库服务器也实现了分布式操作，可以实现复制、订阅、发布等一系列复杂操作，所以数据库系统的设计已成为一个复杂完整的体系。

4) 数据库联机分析处理技术

数据库联机分析处理技术（On Line Analytical Processing, OLAP）以超大规模数据库（VLDB）或数据仓库为基础对数据进行多维化和预综合分析，构建面向分析的多维数据模型，再使用多维分析方法从多个不同角度对多维数据进行分析比较，找出它们之间的内在联系。OLAP 使分析活动从方法驱动转向了数据驱动，分析方法和数据结构实现了分离。

3. 数据库技术最新研究进展

近年来计算机软硬件技术特别是硬件技术的发展为新一代数据库技术的发展奠定了物质技术基础，尤为引人注目的是光纤和高速传输网、大规模并行处理技术、人工智能和逻辑程序设计、面向对象的程序设计、开放系统和标准化以及多媒体技术的发展和推广，这些新技术与数据库的广泛应用相结合，形成了当代数据库的几个有代表

性的新方向，与传统的数据库相比，主要在体系结构、技术融合、应用领域等方面发生变化，下面从这几个方面对新的数据库技术作一介绍。

1) 并行数据库

目前，数据库规模越来越大，数据库的查询也越来越复杂，传统的数据库系统已经难以满足不断增长的应用要求，并行数据库系统能为数据库系统提供高性能。

并行数据库系统研究的关键问题是并行数据库的物理设计方法和它的查询优化。物理设计核心问题是：如何把一个关系划分为多个子集合并分布到多个处理节点上，使得在查询处理中系统的并行性得到充分发挥。数据划分对并行数据库系统的性能具有很大的影响，主要有三类方法：一维数据划分、多维数据划分和传统物理存储结构的并行化。一维数据划分就是根据关系的一个属性的值来划分整个关系，主要有 Round-Robin, Hash, Range, Hybrid-Range 划分方法，但一维数据划分方法不能有效地支持在非划分属性上具有选择谓词的查询，多维数据划分则支持这种查询，主要有 CMD, BERD, MAGIC 多维数据划分方法。关系模型和关系数据库系统的非过程性查询语言为其并行实现提供了条件，关系查询特别适于并行处理，关系查询具有三种并行性，即数据操作间的流水线并行性、数据操作间的独立并行性和单数据操作内的并行性，可根据不同的并行性进行查询优化。

支持并行数据库系统的并行计算机结构主要有四种：

(1) 完全共享结构 (SE)。处理机共享主存储器和磁盘，它们之间用高速通信网络连接。

(2) 共享主存储器结构 (B)。多处理机共享主存储器，每个处理机具有独立的磁盘存储器，典型的系统有 IBM/370 多处理机系统、VAX 多处理机等。

(3) 共享磁盘结构 (SD)。处理机共享所有磁盘存储器，每个处理机有独立的主存，直接访问共享磁盘上的数据，它在工作负载平衡和系统可用性方面有优势，但加锁必须是全局的，开销很大。由于每个处理器都可在缓冲池里有一份数据的副本，要通过处理器间快速通信和专门硬件来进行控制以保证数据的一致性。另外系统的可扩充性不好，增加处理机会造成性能的下降。

(4) 无共享结构 (SN)。在这种结构中，没有任何共享硬件资源，处理机之间的通信由高速通信网络实现。SN 结构是支持并行数据库系统的最好并行结构，因为它通过最小化共享资源使得由资源竞争带来的系统干扰最小化，并且具有高可扩充性，处理机个数可扩展到数百甚至上千个而不增加处理机间的干扰。另外在复杂数据库查询处理和联机事务处理过程中可获得接近线性的加速。还有一个优点就是特别适合于 Client-Server 方式，Oracle7 在 MPP 结构的 nCube 机上实现的并行服务器就采用了这种方式。

要注意的是,简单地将多个处理器合在一起并不能形成一个并行数据库系统,并行数据库系统应达到易于安装、运行、备份、恢复、诊断错误、增加应用、进行数据库设计、服务和维护,就像在一个系统上一样。

2) 网络数据库

随着网络技术的迅速发展,Web正在逐渐成为全球性的自主分布式计算环境。Web上的多数站点都具有丰富的数据资源。网络数据库,也称在线数据库,是基于Internet和Intranet的数据库技术,其主要目的在于使用Web浏览器界面存取数据库内容。数据异构问题是影响Web数据源集成的最大障碍。Web数据源的异构问题主要包括三个方面:第一方面是模式异构,表现为不同数据源具有不同的存在形式;第二方面是数据异构问题,表现为不同数据源具有不同的数据类型;第三方面是语义异构问题,表现为相同的数据形式表示不同的语义或同一个语义由不同形式的数据表示。

一些厂商(如Informix等公司)已开始扩展DBMS的数据类型,凡Web上有的数据类型都作为DBMS的内部数据类型。Web页面、HTML、URL、图形图像都存储在同一个集成式数据库中。处理Web数据的机制(如HTML和库中数据的互换、页面显示、对Web用户广播数据库中的数据等)都将成为DBMS的内部功能。

当前我国的网络数据库建设呈现以下趋势:

(1) 网络数据库建设参与者多元化,这一现象成为我国当前网络数据库在规模上飞速发展的重要推动力。

(2) 网络信息市场及其巨大潜力催生出我国首批大型网络数据库生产商,数据库生产企业品牌意识增强,以网络为生存空间的大型信息服务系统正在形成。

(3) 网络数据库的学科、专业布局趋于合理,数据库品种在内容分布上的集中化与产品的差异化、细分化现象并存。

3) 智能数据库

智能数据库是刚发展起来的新兴领域,其许多相关问题仍未解决,有关专家认为一个智能数据库至少应同时具备演绎能力和主动能力,即把演绎数据库和主动数据库的基本特征集成在一个系统之中,所以智能数据库应具有下列特点:

(1) 提供表达各种形式的应用知识的手段;

(2) 像专家系统一样为用户提供解释;

(3) 主动规则,恰当地为快速变化做出反应;

(4) 更普遍、更灵活地实现完整性控制、安全性控制、导出数据处理、报警等。

4. 数据库技术的发展趋势

纵观数据库技术发展的历史及其现状,总结出今后发展的基本趋势。

(1) 新一代数据库在功能上将有以智能化为特征的特点:

① 数据库表示对象的复杂化。它能表示各种复杂的对象（加空间数据、时态数据、多介质数据、超级文本），特别是能够表示规则、知识。

② 数据库将不断向更高级的智能化方向发展，它将对人类提出的问题给出接近自然语言的智能回答。

③ 具有某种特定功能的基于知识的专用数据库（类似于专家系统数据库）也将在光盘存储器及其他高速光电器件的支持下得到较快的发展。

(2) 新一代数据库在体系结构上将有下列突出特点：

① 从信息处理范围来看，强调与 Internet 或 Intranet 链接。

② 分布式/并行处理的数据库计算机系统将占有优势。

③ 数据库的结构将具有灵活性和可扩充性，DBMS 将提供标准化的工具箱，灵活地按用户需要配置、增加和更新数据库系统的功能。

(3) 新一代数据库的性能将从多方面得到改善，彻底改变由于数据库功能的复杂化而导致的低效率。改善性能的主要因素是：

① 建立新一代数据库自身的完整的体系结构，从而简化信息处理的层次和方法。

② 递归查询算法的进一步优化（诸如程序等价性、传递闭包计算等对查询优化有重要价值），各类查询语言语义的深入研究。

③ 集成电路性能的进一步提高及新型高效计算机元器件的研制，光盘存储器的大量使用，以及由此而来的存储结构和存取策略的更新。

(4) 人工智能技术、面向对象的程序设计方法与传统的数据库技术的有机结合将导致数据库新的形式化的理论体系的确立。

(5) DBMS 的开放性 & 用户接口的友好性将成为新一代数据库的又一突出特点。

(6) 数据库设计方法的智优化和数据库设计中对软件工程新技术的运用将使数据库设计向自动化方向迈进。

二、国外油气资源评价数据库系统现状

1. 石油企业油气数据库系统的应用

目前，石油企业油气数据库系统的开发应用已成为石油公司降低成本、减少决策失误、提高工作效率及勘探成功率的有力手段。美国、加拿大、澳大利亚、挪威等国石油公司的石油勘探开发生产和研究工作，都有数据库作支撑。国外石油、石化公司在以数据库为基础的信息技术方面的投资每年超过 400 亿美元，占全球石油、石化营业额的 2%。全球前 30 名石油、石化公司的信息技术投入都在 2.54 亿~20 亿美元/年之间。

挪威石油企业将数据应用提高到经营的高度，采取“数据库策略”进行数据的管

理与经营。1992年，挪威国家石油管理局（NPD）和挪威三家石油公司（Statoil, Norsk Hydro, Saga Petroleum）共同发起创建国家统一的石油数据银行，各公司采集到的数据存入石油数据银行，在5年保密期满后如不再做工作就将成为公共资料，为更多的公司所共享，达到资源充分利用的目的。

美孚（Mobil）公司1993年开始建立数据管理系统，逐步实现数据共享、降低成本并优化决策。

瑞士石油咨询公司与世界6家大石油公司合作于1990年，共同研究开发出石油勘探开发数据库系统——IRIS21，主要用于管理和分析世界各国石油工业上游的各类数据和信息，包括勘探、开发和生产等方面的数据。利用这一系统，可为用户提供各国家和地区油气钻井、招标合同、地质地球物理勘探、盆地、油气田、开发、生产等方面的数据信息和统计分析。

2. 美国联邦地质调查局油气资源评价数据库

美国联邦地质调查局（USGS）2000年首次完成了全球范围内的油气资源评价。这项评价工作是采用地理信息系统（GIS）平台和专门的油气资源评价软件进行的，所依靠的数据库为世界两大石油数据库，即瑞士石油咨询公司的Petroconsultants（1996）数据库和美国Dwight公司NRG Associates, Inc.（1995a, 1995b）数据库。前者提供北美以外的数据，而后者提供北美地区的数据。采用GIS主要进行所评价的各大地区的地质图、盆地分析图、主要含油气盆地的含油气系统图等的编制工作；并通过GIS调用世界两大石油数据库资料，将它们的属性输入相应的GIS数据库，来进行主要盆地的油气资源评价研究。

美国联邦地质调查局所进行的资源评价以勘探发现的油气储量等信息为依据，通过地质分析和数理统计，对未发现的油气资源量等进行预测，其预测强调对研究区的综合石油地质分析。主要用含油气系统、圈闭群评价方法整体研究油气成藏体系和油气分布规律。然后根据勘探历程分析所发现的油气藏（包括数量和储量大小）是否符合该区的油气地质规律，选择适当的数学方法进行有效的计算和预测。

强大的数据库支持和GIS的充分应用是美国联邦地质调查局完成全球资源评价工作的基础，但数据库、GIS和评价方法还没有实现集成。

调研结果表明，国外政府部门及油公司的油气资源评价主要是在现有油气管理数据库和通用GIS的基础上，通过评价软件完成评价工作，使现有资源得到充分利用。其油气资源数据库的数据积累通过相当长的时间才达到目前的规模。

三、国内油气资源评价数据库系统现状

1. 石油企业油气数据库系统的应用

我国油气勘探开发领域是最早引进数据库技术的领域之一。20世纪80年代初期，