

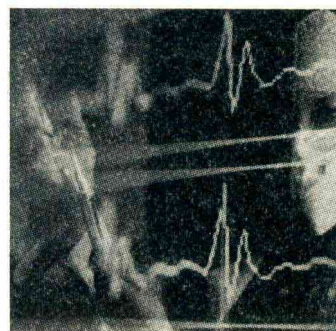
数据库技术与 医学应用



主 编 雷国华 胡西厚
副主编 薛 慧 徐 静
杨春波 刘海青

中国石油大学出版社

数据库技术与医学应用



主 编 雷国华 胡西厚
副主编 薛 慧 徐 静
杨春波 刘海青

编 者（按姓氏笔画排序）：

王玉凤	王金才	王希杰	王德臣	刘海青
邢慧丽	李龙森	李秀敏	杨春波	胡西厚
徐 静	谢 芬	雷国华	薛 慧	魏 飞

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数据库技术与医学应用/雷国华, 胡西厚主编. —
东营: 中国石油大学出版社, 2012. 8
ISBN 978-7-5636-3789-8

I. ①数… II. ①雷… ②胡… III. ①数据库系统—
应用—医学—高等学校—教材 IV. ①R319

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 178256 号

数据库技术与医学应用

主 编: 雷国华 胡西厚
责任编辑: 魏 瑾

出 版 者: 中国石油大学出版社 (山东 东营, 邮编 257061)
网 址: <http://www.uppbook.com.cn>
电子邮箱: weicbs@163.com
印 刷 者: 山东省东营市新华印刷厂
发 行 者: 中国石油大学出版社 (电话 0546-8391810)
开 本: 185 mm×260 mm 印张: 19 字数: 487 千字
版 次: 2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
定 价: 34.80 元

版权所有, 翻印必究。举报电话: 0546-8391810

本书封面覆有带中国石油大学出版社标志的激光防伪膜。

本书封面贴有带中国石油大学出版社标志的激光防伪标签, 无标签者不得销售。

前言

Preface

数据库技术自 20 世纪 60 年代产生至今得到了迅猛的发展, 目前已成为现代计算机信息系统及应用系统的核心技术。数据库的建设规模和数据库系统的应用水平是衡量一个国家或单位信息化程度的重要标志之一, 数据库应用技术已成为高校各专业学生应具备的重要技能之一。

2009 年 4 月, 中共中央、国务院颁布了《关于深化医药卫生体制改革的意见》, 明确提出, 建立实用共享的医药卫生信息系统是支撑深化医药卫生体制改革“四梁八柱”的“八柱”之一, 卫生部“十二五”规划中确定了我国卫生信息化建设路线图, 即“3521 工程”。在可预期时间内, 政府将投入巨资开展国家级和地方级的以电子病历和电子健康档案数据共享为核心的区域性卫生信息化建设, 医学信息系统将被广泛应用, 这将使各级医疗卫生机构对同时具备医学、信息技术及管理知识的复合型人才的需求日趋旺盛, 也使医务工作人员和医学类专业学生面临巨大的机遇和挑战。“数据库技术与应用”类课程作为一门重要的技术类基础课程, 对提高医学及相关专业学生的信息系统使用能力起着非常关键的作用。

本书根据编者数十年来从事数据库技术教学和数据库应用开发所积累的丰富经验编写而成, 秉承拓宽基础、注重应用、提高能力的原则, 以关系数据库的理论、方法和技术为重点, 以简单易学的 Visual FoxPro 作为平台, 强调数据库技术的医学应用, 注重数据库综合性知识和数据库技术应用能力的培养。

本书共分 3 篇: 第 1 篇为数据库技术基础, 主要介绍数据库技术的基本概念、数据库设计方法、数据管理系统和数据挖掘等内容; 第 2 篇为医学信息系统概述, 概述了医学信息系统的主要组成、应用和医学信息决策; 第 3 篇为 Visual FoxPro 程序设计基础, 主要介绍了 Visual FoxPro 系统的基础知识、数据库管理的操作、SQL 的概念、查询和视图的使用、面向过程与面向对象的程序设计方法、应用程序的开发与发布等。

全书由雷国华、胡西厚统稿, 雷国华组编。第 1 篇由薛慧组编, 其中第 1 章由王玉凤具体编写, 第 2 章由雷国华具体编写, 第 3 章和第 4 章由薛慧具体编写; 第 2 篇由刘海青组编, 刘海青、邢慧丽具体编写; 第 3 篇由雷国华、徐静组编, 其中第 1 章由邢慧丽具体编写, 第 2 章由谢芬具体编写, 第 3 章和第 4 章由雷国华具体编写, 第 5 章由杨春波具体编写, 第 6 章由徐静具体编写, 第 7 章由李龙森具体编写。雷国华、徐静、薛慧对全书进行了审校。本书所有的应用实例内容

均由王德臣、魏飞进行了上机测试。

本书可作为医药类高等学校数据库技术课程的教材，也可供参加全国计算机等级考试“二级 Visual FoxPro 程序设计”的考生学习使用，同时也适合医务人员学习参考。

目前，计算机科学与技术日新月异，计算机在医学中的应用也在不断发展，又由于时间仓促和编者水平有限，书中难免存在不足、谬误和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 9 月

目录

Contents

第1篇 数据库技术基础

第1章 数据库技术概述	3
1.1 数据库技术的基本概念	3
1.1.1 数据库技术的概念	3
1.1.2 信息技术概述	4
1.1.3 数据库技术的特点	4
1.1.4 数据库系统的内部结构体系	5
1.2 数据库技术的产生与发展	6
1.2.1 数据库技术的发展阶段	6
1.2.2 数据库系统的发展阶段	6
1.2.3 数据库技术的发展趋势	8
1.3 数据库系统访问技术	8
1.3.1 开放数据库连接 (ODBC)	8
1.3.2 对象链接和嵌入数据库 (OLE DB)	9
1.3.3 动态数据对象 (ADO)	9
1.4 网络数据库系统编程技术	9
1.4.1 通用网关接口 (CGI)	9
1.4.2 动态服务器页面 (ASP)	9
1.4.3 Java 服务器页面 (JSP)	10
第2章 数据库设计	11
2.1 数据库设计概述	11
2.1.1 数据库设计的任务	11
2.1.2 数据库设计的阶段	11
2.2 数据模型	12
2.2.1 数据模型的基本概念	12
2.2.2 E-R 模型	12

2.2.3 层次模型	14
2.2.4 网状模型	15
2.2.5 关系模型	16
2.3 关系数据库	17
2.3.1 关系数据库的基本概念	17
2.3.2 关系运算	18
2.3.3 关系完整性	19
2.4 数据库设计步骤	21
2.4.1 需求分析	21
2.4.2 概念设计	22
2.4.3 逻辑设计	24
2.4.4 物理设计	24

第3章 数据库管理系统概述	26
3.1 数据库管理系统的组成和功能	26
3.1.1 数据库管理系统的组成	26
3.1.2 数据库管理系统的功能	27
3.1.3 数据库管理系统的层次结构	27
3.2 数据库管理系统的现状和发展趋势	28
3.2.1 主流数据库管理系统的发展现状	28
3.2.2 常用数据库管理系统	29
3.2.3 数据库管理系统的发展趋势	30
3.2.4 数据库管理系统的选择原则	31

第4章 数据挖掘技术与医学应用	33
-----------------------	----

4.1 数据挖掘技术概述.....	33	与安全机制.....	61
4.1.1 数据挖掘技术的产生与发展..	33	2.3.4 电子病历系统.....	62
4.1.2 数据挖掘的定义.....	34	2.4 医学影像信息处理系统.....	65
4.1.3 数据挖掘的医学应用.....	36	2.4.1 PACS 基础.....	65
4.2 医学数据挖掘.....	37	2.4.2 PACS 的构成.....	67
4.2.1 医学数据挖掘概述.....	37	2.4.3 HIS 中放射信息系统的作用与 组建.....	70
4.2.2 医学数据挖掘的特点.....	37	2.4.4 PACS 的相关标准.....	72
4.2.3 医学数据挖掘的关键技术.....	38	2.5 医学实验室信息系统.....	75
4.2.4 医学数据挖掘方法.....	38	2.5.1 LIS 的发展趋势.....	75
		2.5.2 LIS 的主要功能与工作流程...77	
		2.5.3 PIVA 配液中心介绍.....	80
		2.6 公共卫生信息系统.....	81
		2.6.1 公共卫生服务的信息化需求	81
		2.6.2 公共卫生信息系统概述.....	82
第 2 篇 医学信息系统概述		第 3 章 决策支持系统概述.....	85
第 1 章 信息与医学信息.....	43	3.1 决策与决策支持概述.....	85
1.1 信息和信息系统的基本概念.....	43	3.1.1 决策的分类.....	85
1.1.1 信息概述.....	43	3.1.2 决策步骤.....	85
1.1.2 信息系统概述.....	45	3.1.3 决策支持系统的发展过程.....	86
1.1.3 信息系统的分类.....	47	3.1.4 决策支持系统的基本结构.....	87
1.2 医学信息概论.....	48	3.1.5 决策支持系统的特征.....	87
1.2.1 信息科学与医学信息学.....	48	3.1.6 智能决策支持系统.....	87
1.2.2 计算机应用的系统观.....	49	3.2 医学决策支持系统.....	88
1.2.3 医学信息系统的数据来源和 标准.....	50	3.2.1 医学决策支持系统概述.....	88
第 2 章 医学信息系统基础.....	52	3.2.2 医学决策支持系统案例.....	88
2.1 我国卫生信息化建设的进程.....	52	3.2.3 ILIAD 简介.....	89
2.1.1 医院信息化的现状与进展.....	52	第 3 篇 Visual FoxPro 程序设计基础	
2.1.2 公共卫生系统信息化与建设 和谐健康社会.....	53	第 1 章 Visual Foxpro 基础.....	93
2.1.3 卫生信息化对培养医学专业 人才 IT 知识结构的要求.....	56	1.1 Visual FoxPro 6.0 系统初步.....	93
2.2 医院信息系统概述.....	56	1.1.1 Visual FoxPro 6.0 的功能和 性能指标.....	93
2.2.1 医院信息系统的概念.....	56	1.1.2 Visual FoxPro 6.0 的安装与 启动.....	95
2.2.2 医院信息系统五大组成部分及 简述.....	57	1.1.3 Visual FoxPro 6.0 的用户界面	96
2.3 电子病历与电子病历系统.....	58		
2.3.1 电子病历的概念、结构及主要 技术.....	58		
2.3.2 电子病历信息的标准化、分类 和编码.....	59		
2.3.3 电子病历使用中应注意的事项			

1.1.4 Visual FoxPro 6.0 项目管理器	100	3.3.4 集合查询（集合并运算）	170
1.1.5 Visual FoxPro 6.0 的配置	102	3.3.5 设定输出目标	171
1.2 数据存储与处理	103	3.3.6 其他常用子句	172
1.2.1 数据存储容器	103	3.4 数据更新功能	172
1.2.2 数据处理	108	3.4.1 插入数据	172
习 题	119	3.4.2 修改数据	173
第 2 章 数据操作	120	3.4.3 删除数据	174
2.1 数据库管理	120	习 题	174
2.1.1 数据库的相关概念	120	第 4 章 结构化程序设计	176
2.1.2 数据库的设计步骤和过程	121	4.1 结构化程序设计概述	176
2.1.3 数据库的基本操作	123	4.1.1 结构化程序设计的原则	176
2.2 数据表操作	126	4.1.2 结构化程序设计的基本结构	176
2.2.1 创建数据表	127	4.1.3 结构化程序设计风格	177
2.2.2 打开与关闭数据表	133	4.1.4 结构化程序设计的特点	178
2.2.3 浏览数据表	134	4.2 Visual FoxPro 的程序与程序文件	178
2.2.4 数据表记录的操作	136	4.2.1 程序的基本概念	178
2.2.5 表的索引	141	4.2.2 程序文件的建立与运行	179
2.3 多表操作	145	4.3 基本的输入输出命令	180
2.3.1 工作区的使用	146	4.3.1 输入命令	180
2.3.2 数据库中永久关系的建立与参照完整性设置	147	4.3.2 输出命令	182
2.3.3 建立表之间的临时关系	149	4.4 程序的基本结构	182
2.3.4 数据表的物理联接	150	4.4.1 顺序结构程序设计	182
习 题	151	4.4.2 选择结构程序设计	183
第 3 章 关系数据库标准语言——SQL	152	4.4.3 循环结构程序设计	188
3.1 SQL 概述	152	4.4.4 综合示例	194
3.1.1 SQL 语言的特点	152	4.5 子程序及其调用	196
3.1.2 SQL 语言的功能	154	4.5.1 子程序的调用及形式参数的定义	197
3.1.3 SQL 语言的相关概念	154	4.5.2 过程、过程文件和过程调用	197
3.2 数据定义功能	154	4.5.3 返回主程序语句	200
3.2.1 表的定义	154	4.5.4 变量的作用域	201
3.2.2 修改基本表的结构	156	4.6 程序调试	203
3.2.3 基本表的删除	158	4.6.1 程序调试的基本概念	203
3.3 数据查询功能	158	4.6.2 程序调试方法	204
3.3.1 简单的单表查询	158	4.6.3 Visual FoxPro 程序调试器	204
3.3.2 联接查询	163	习 题	209
3.3.3 嵌套查询	166		

第5章 视图与查询	211	6.3.4 生成菜单程序	268
5.1 创建和使用视图	211	6.3.5 运行菜单程序	269
5.1.1 创建视图	211	6.3.6 快捷菜单设计	269
5.1.2 使用视图	220	6.3.7 为表单添加下拉式菜单	269
5.2 创建和使用查询	222	6.3.8 系统菜单的启用、废止和 设置	270
5.2.1 创建查询	223	6.4 报表设计	270
5.2.2 使用查询	227	6.4.1 创建报表	271
5.2.3 创建交叉表	229	6.4.2 报表的操作	277
5.2.4 查询与视图的比较	233	习 题	279
习 题	233	第7章 应用程序开发	280
第6章 面向对象的可视化程序设计	234	7.1 应用程序开发的基本步骤	280
6.1 面向对象程序设计	234	7.2 主程序设计	282
6.1.1 面向对象程序设计的相关 概念	234	7.2.1 初始化环境	282
6.1.2 类的创建	236	7.2.2 显示初始的用户界面	283
6.1.3 对象的设计	239	7.2.3 控制事件循环	283
6.1.4 对象设计实例	241	7.2.4 恢复原始的开发环境	283
6.2 表单设计	245	7.2.5 设置主程序为主文件	283
6.2.1 表单设计的相关概念	245	7.3 连编应用程序	284
6.2.2 创建表单	246	7.3.1 设置文件的排除与包含	284
6.2.3 向表单中添加控件	247	7.3.2 连编项目	284
6.2.4 设置数据环境	249	7.3.3 连编应用程序	285
6.2.5 表单的保存与修改	250	7.3.4 连编其他选项	286
6.2.6 设置表单及控件的属性	251	7.3.5 运行应用程序	287
6.2.7 编辑事件和方法代码	258	7.4 应用程序生成器	287
6.2.8 表单的运行和添加	259	7.4.1 使用应用程序向导	287
6.2.9 创建表单的其他方法	260	7.4.2 应用程序生成器	288
6.3 菜单设计	262	习 题	293
6.3.1 菜单的规划与设计	262	参考文献	295
6.3.2 创建菜单	263		
6.3.3 菜单项任务的指定	267		

第 1 篇

数据库技术基础

第1章 数据库技术概述

数据库技术是现代信息科学与技术的重要组成部分,是计算机数据处理与信息管理的核心。数据库技术研究和解决计算机信息处理过程中如何有效组织和存储大量数据的问题,能够在数据库系统中减少数据存储冗余,实现数据共享,保障数据安全以及高效地检索数据和处理数据。

随着计算机技术与网络通信技术的发展,数据库技术已成为信息社会中对大量数据进行组织与管理的重要技术手段,是网络信息化管理系统的基础。本章主要介绍数据库技术的应用与发展、关系模型的基本概念、关系数据库的设计理论及数据库设计方法等内容,是学习和掌握现代数据库技术的基础。

从20世纪60年代末期开始到现在,数据库技术已经发展了40多年。在这40多年的历程中,人们在数据库技术的理论研究和系统开发上都取得了辉煌的成就,而且已经开始对新一代数据库系统进行深入研究。数据库系统已经成为现代计算机系统的重要组成部分。

1.1 数据库技术的基本概念

1.1.1 数据库技术的概念

数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统是与数据库技术密切相关的四个基本概念。

1. 数据

数据(Data)是数据库中存储的基本对象。数据的种类很多,文字、图形、图像、声音、病人的病案记录、学生档案记录等都是数据。数据可定义为描述事物的符号记录,符号可以是数字、文字、图形、图像、声音等多种形式。

2. 数据库

数据库(Database, DB)是以一定的组织方式存储在一起的相关数据的集合,它以最优的方式为一个或多个应用服务。在数据库中,数据的存储独立于使用它的程序;对数据的输入、输出和修改均能按一种公用的和可控制的方法进行;数据被结构化,为今后的应用研究提供基础。由于数据被集中进行管理,就像仓库中的货物一样,用户需要什么数据就去库中提取,所以这样的数据系统被形象地称为“数据库”。

3. 数据库管理系统

了解了数据和数据库的概念以后,下一个要解决的问题就是数据的组织和存储以及获取与维护。要解决这个问题,需要使用的系统软件为数据库管理系统(Database Management System, DBMS),它是处理数据库存取和进行各种管理控制的软件系统,是数据库系统的中心枢纽。用户对数据库进行的各种操作——数据库的建立、使用和维护,都是在DBMS的统一管理和

控制下进行的。因为有了 DBMS 负责处理数据库和用户程序间的接口, 所以用户不必注重数据的逻辑和物理表达细节, 只需注意数据的内容就可以了。Visual Foxpro 便是这样的数据库管理系统。

数据库管理系统通常由三部分组成:

(1) 数据描述语言及其翻译程序。

数据库的数据描述语言包括模式描述语言、子模式描述语言和数据存储描述语言, 主要用来定义用户数据库的逻辑结构, 描述物理数据库的结构。

(2) 数据操纵语言及其翻译程序。

数据操纵语言及其翻译程序主要完成对数据库的基本操作: 检索、插入、删除、修改等。我们建立数据库的主要目的就是为通过这些操作来存取相关信息。

(3) 数据库管理控制程序。

对数据库的所有操作都是在数据库管理控制程序的统一管理下进行的, 它包括系统主控程序、存取控制程序、并发控制程序和数据库服务程序等。

数据库管理系统是数据库系统的一个重要组成部分。

4. 数据库系统

数据库系统(Database System, DBS)是指计算机系统引入数据库之后组成的系统, 是用来组织和存取大量数据的管理系统。它是由数据库、数据库管理系统及其开发工具、应用系统和有关人员(数据库管理员、应用设计人员以及最终用户)组成的具有高度组织性的总体。

1.1.2 信息技术概述

信息技术(Information Technology, IT)是当今使用频率最高的名词之一, 随着计算机技术在工业、农业以及日常生活中的广泛应用, 它已经被越来越多的个人和企业作为赶超世界潮流的标志之一。而数据库技术则是信息技术的一个重要支撑。没有数据库技术, 人们在浩瀚的信息世界中将显得手足无措。

数据库技术是计算机科学技术的一个重要分支。从 20 世纪 50 年代中期开始, 计算机应用的领域逐渐从科学研究部门扩展到企业管理及政府行政部门, 人们对数据处理的要求也越来越高。1968 年诞生了世界上第一个商品化的信息管理系统 IMS(Information Management System), 从此, 数据库技术得到了迅猛发展。在互联网日益被人们接受的今天, Internet 又使数据库技术、知识、技能的重要性得到了充分的放大。现在, 数据库已经成为信息管理、办公自动化、计算机辅助设计等应用的主要软件工具之一, 帮助人们处理各种各样的信息数据。

1.1.3 数据库技术的特点

数据库系统管理数据的方式与文件系统相比有许多不同。它的主要特点有以下几个方面:

(1) 数据共享性高。

数据库中的数据可以供多个用户使用, 在同一时刻不同的用户可以同时存取数据而互不影响, 大大提高了数据的利用率。

(2) 数据独立性高。

应用程序不再同物理存储器上的具体文件对应, 每个用户所使用的数据有其自身的逻辑结构。数据独立性表现在物理独立性和逻辑独立性两个方面。它给数据库的使用、调整、维护和扩充带来了方便, 提高了数据库应用系统的稳定性, 减轻了程序员的负担。

(3) 减少数据冗余。

数据库系统管理下的数据不再是面向应用,而是面向系统。数据集中管理,统一进行组织、定义和存储,避免了不必要的冗余,因而也避免了数据的不一致性。

(4) 数据的结构化。

数据库系统中的数据是相互关联的,这种关联不仅表现在记录内部,更重要的是记录类型之间的相互联系。整个数据库是以一定的形式构成的。

(5) 统一的数据保护功能。

多个用户共享数据资源,需要解决数据的安全性、一致性和并发控制问题。为使数据安全、可靠,系统对用户使用数据有严格的检查程序,对非法用户将拒绝其进入数据库,同时还可以规定密码和用户权限;为保证数据的一致性,需要考虑数据的参照完整性;另外,不同用户同时使用数据库,可能造成数据的更新冲突,数据库系统的并发控制功能可以避免这种冲突,保证数据的正确性。

此外,系统还提供其他的数据保护措施,如数据的有效性检查、故障恢复等来保证数据的正确性。

1.1.4 数据库系统的内部结构体系

数据库系统的内部具有三级模式与二级映射。

1. 数据库系统的三级模式

数据模式是数据库系统中数据结构的一种表示形式,它具有以下不同的层次与结构方式:

(1) 概念模式。

概念模式是数据库系统中全局数据逻辑结构的描述,是全体用户的公共数据视图。概念模式主要描述数据的概念记录类型以及它们之间的关系,还包括一些数据间的语义约束。

(2) 外模式。

外模式又称子模式或用户模式,是用户的数据视图,即用户见到的数据模式。

概念模式给出系统全局的数据描述,而外模式则给出每个用户的局部数据描述。

(3) 内模式。

内模式又称物理模式,它给出数据库的物理存储结构与物理存取方法,如数据存储的文件结构、索引、集簇及 Hash 等存取方式与存取路径,内模式的物理性主要体现在操作系统及文件级上。

内模式对一般的用户是透明的,但它的设计直接影响到数据库系统的性能。

数据模式的三个级别层次反映了模式的三个不同环境以及它们的不同要求,其中,内模式处于最底层,它反映数据在计算机物理结构中的实际存储形式;概念模式在中层,它反映了设计者的数据全局逻辑要求;外模式处于最外层,通过两种映射由物理数据库映射而成,它反映用户对数据的要求。

2. 数据库系统的二级映射

数据库系统的三级模式是数据在三个级别上的抽象,它把数据的具体物理实现留给物理模式,使得全局设计者不必关心数据库的具体实现与物理背景。通过二级映射建立模式间的联系与转换,使得概念模式与外模式虽然并不物理存在,但也能通过映射获得实体。同时,二级映射也保证了数据库系统中数据的独立性。

三级模式间的二级映射:

(1) 概念模式到内模式的映射：该映射给出概念模式中数据的全局逻辑结构到数据的物理存储结构间的对应关系。

(2) 外模式到概念模式的映射：该映射给出了外模式与概念模式之间的对应关系。

1.2 数据库技术的产生与发展

1.2.1 数据库技术的发展阶段

数据管理技术随着计算机技术的发展而不断地得到发展，大致经历了三个发展阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前，是计算机用于数据处理的初级阶段。在该阶段，应用程序中除了要规定数据的逻辑结构外，还要考虑数据在计算机中如何存储和组织，并为数据分配空间、决定存取方法。应用程序完全依赖于数据，数据结构的改变、数据存取的物理地址或存储设备的变化，都会要求修改相应的应用程序。它的特点是数据不保存，应用程序管理数据，数据不共享，数据不具有独立性，应用程序和数据一一对应，数据和处理它的应用程序混为一个整体。

2. 文件系统管理阶段

20 世纪 50 年代中期到 60 年代中期，计算机软件方面出现了操作系统，在操作系统中有专门的数据管理软件，一般称为文件系统，使数据的管理有了较大的改进。数据被组织在文件中，可以按名字引用，应用程序通过文件管理系统与数据文件发生联系，数据的物理结构和逻辑结构间实现了转换，从而提高了数据的物理独立性。在文件系统中，还提供多种文件组织形式，如顺序文件组织、索引文件组织和直接存取文件组织等。

在这一阶段，用文件管理数据的优点是数据可以长期保存、由文件系统管理数据等，但仍存在一些缺点，包括数据的共享性差、冗余度大、独立性差等。

3. 数据库系统管理阶段

20 世纪 60 年代后期以来，计算机用于管理的规模越来越大，应用越来越广泛，数据量急剧增大，多种应用、多种语言互相覆盖地共享数据的要求越来越强，文件系统处理数据存在着诸多不足，此时大容量和快速存取的磁盘设备开始进入市场，给数据库系统的研究提供了良好的物质基础。

1.2.2 数据库系统的发展阶段

数据模型是数据库技术的核心和基础，因此，对数据库系统发展阶段的划分应该以数据模型的发展演变作为主要依据和标志。按照数据模型的发展演变过程，数据库技术从开始到现在的短短 30 年中，主要经历了三个发展阶段：第一代是层次和网状数据库系统，第二代是关系数据库系统，第三代是以面向对象数据模型为主要特征的数据库系统。数据库技术与网络通信技术、人工智能技术、面向对象程序设计技术、并行计算技术等相互渗透、有机结合，成为当代数据库技术发展的重要特征。数据库技术的发展历史如图 1-1-1 所示。

1. 第一代数据库系统

第一代数据库系统是 20 世纪 70 年代研制的层次和网状数据库系统。层次数据库系统的典型代表是 1969 年 IBM 公司研制出的层次模型数据库管理系统 IMS。20 世纪 60 年代末 70 年

代初,美国数据库系统语言协会 CODASL (Conference on Data System Language) 下属的数据库任务组 DBTG (Database Task Group) 提出了若干报告,被称为 DBTG 报告。DBTG 报告确定并建立了网状数据库系统的许多概念、方法和技术,是网状数据库的典型代表。在 DBTG 思想和方法的指引下,数据库系统的实现技术不断成熟,开发了许多商品化的数据库系统,它们都是基于层次模型和网状模型的。可以说,层次数据库是数据库系统的先驱,而网状数据库则是数据库概念、方法、技术的奠基者。

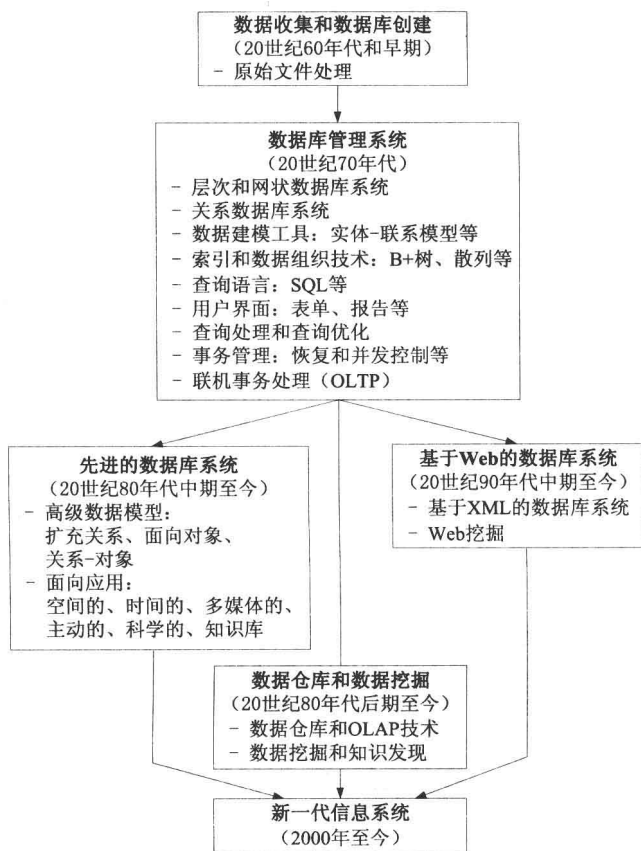


图 1-1-1 数据库技术的发展历史

2. 第二代数据库系统

第二代数据库系统是关系数据库系统。1970年,IBM公司的San Jose研究试验室的研究员 Edgar F. Codd 发表了题为《大型共享数据库数据的关系模型》的论文,提出了关系数据模型,开创了关系数据库方法和关系数据库理论,为关系数据库技术奠定了理论基础。1981年 Edgar F. Codd 被授予 ACM 图灵奖,以表彰他在关系数据库研究方面的杰出贡献。

20世纪70年代是关系数据库理论研究和原型开发的时代,其中以IBM公司的San Jose研究试验室开发的System R和Berkeley大学研制的Ingres为典型代表。大量的理论成果和实践经验终于使关系数据库从实验室走向了社会,因此,人们把20世纪70年代称为数据库时代。

20世纪80年代几乎所有新开发的系统均是关系型的,其中涌现出了许多性能优良的商品化关系数据库管理系统,如DB2、Ingres、Oracle、Informix、Sybase等。这些商用数据库系统的应用使数据库技术日益广泛地应用到企业管理、情报检索、辅助决策等方面,成为实现和优

化信息系统的基本技术。

3. 第三代数据库系统

从 20 世纪 80 年代以来,数据库技术在商业上的巨大成功刺激了其他领域对数据库技术需求的迅速增长,这些新的领域为数据库应用开辟了新的天地,并在应用中提出了一些新的数据管理的需求,推动了数据库技术的研究与发展。

1990 年高级 DBMS (Database Management System) 功能委员会发表了《第三代数据库系统宣言》,提出了第三代数据库管理系统应具有的三个基本特征:

- (1) 应支持数据管理、对象管理和知识管理。
- (2) 必须保持或继承第二代数据库系统的技术。
- (3) 必须对其他系统开放。

面向对象数据模型是第三代数据库系统的主要特征之一,数据库技术与多学科技术的有机结合也是第三代数据库技术的一个重要特征。分布式数据库、并行数据库、工程数据库、演绎数据库、知识库、多媒体库、模糊数据库等都是这方面的实例。

1.2.3 数据库技术的发展趋势

近年来,随着计算机应用领域的不断拓展和应用需求的不断多样化,时间序列、多媒体数据、Internet 等复杂数据的大量涌现,对数据库的应用提出了新的需求,许多领域要求数据库具有面向对象的功能,人们开始发现关系数据库存在许多限制和不足,这就推动了数据库技术新一轮研究的开展,于是面向对象的数据库系统应运而生。数据库研究引入新的数据处理技术的方法有两种:一是改造和扩充关系数据库,以适应新的应用需求;二是改用新的数据模型,如面向对象的数据模型、基于逻辑的数据模型等。目前,这两方面都已取得很大的进展,例如:Oracle、IBM、Sybase 等公司已在传统的关系数据库上融入了面向对象的功能,称之为对象-关系数据库。人们正期待着一个以面向对象为主要特征的数据库时代的到来。

1.3 数据库系统访问技术

目前访问数据库服务器的主流标准接口主要有 ODBC、OLE DB 和 ADO。下面分别对这三种接口进行概要介绍。

1.3.1 开放数据库连接 (ODBC)

开放数据库连接 (Open Database Connectivity, ODBC) 是由 Microsoft 公司定义的一种数据库访问标准。使用 ODBC 应用程序不仅可以访问存储在本地计算机桌面型数据库中的数据,还可以访问异构平台上的数据库,例如可以访问 SQL Server、Oracle、Informix 或 DB2 构建的数据库等。ODBC 是一种重要的访问数据库的应用程序编程接口 (Application Programming Interface, API), 基于标准的 SQL 语句,它的核心就是 SQL 语句,因此,为了通过 ODBC 访问数据库服务器,数据库服务器必须支持 SQL 语句。

ODBC 通过一组标准的函数 (ODBC API) 调用来实现数据库的访问,但程序员不必理解这些 ODBC API 就可以轻松地开发基于 ODBC 的客户机/服务器应用程序,这是因为在很多流行的程序开发语言中,如 Visual Basic、PowerBuilder、Visual C++ 等,都提供了封装 ODBC 各