



高职高专计算机系列教材

中国计算机学会高职高专教育学会推荐出版

数据库原理 与应用 (第二版)

靳学辉 张 力 编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高职高专计算机系列教材

数据库原理与应用

(第二版)

靳学辉 张 力 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是集原理与应用于一书的数据库教材,含基础篇、应用篇、原理篇三部分。应用篇共八章,全面介绍 FoxPro 的用户界面、函数、数据库的基本操作、程序设计、程序设计工具以及 FoxPro 的多用户功能。原理篇中的前三章介绍关系数据库的基本理论、关系的规范理论和数据库设计。最后一章简单介绍分布式数据库系统。各章均配有适量的习题。这次修编对应用篇做了重写,全面介绍 Windows 平台上的 FoxPro 应用技术。除应用篇外也对其他章节做了部分改动。

本书立足于应用,又对关系数据库原理做了较深入讨论。本书是高职高专计算机应用专业的规划教材,其特点是可读性、应用性强,精炼易于理解;主要读者是各类高等专科学校、高等职业技术学院学生,也可作为计算机应用程序开发者的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与应用/靳学辉等编. —2版. —北京:电子工业出版社,2002.1

高职高专计算机系列教材

ISBN 7-5053-7139-8

I. 数… II. 靳… III. 数据库系统—高等学校—教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 081396 号

丛 书 名: 高职高专计算机系列教材

书 名: 数据库原理与应用(第二版)

编 者: 靳学辉 张 力

责任编辑: 赵家鹏

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京东光印刷厂

装 订 者: 三河市新伟装订厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 446 千字

版 次: 2002 年 1 月第 2 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-7139-8
TP·4099

印 数: 8 000 册 定 价: 23.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的有关规定,在电子工业部教材办的组织与指导下,按照教材建设适应“三个面向”的需要和贯彻国家教委关于“以全面提高教材质量水平为中心、保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”的精神,大专计算机专业教材编审委员会与中国计算机学会教育专业委员会大专教育学会密切合作于 1986 ~ 1995 年先后完成了两轮大专计算机专业教材的编审与出版工作。共出版教材 48 种,可以较好地解决全国高等学校大专层次计算机专业教材需求问题。

为使教材内容更适应计算机科学与技术飞速发展的需要;在管理上适应国家实施“双休日”后的教学安排;在速度上适应市场经济发展形势的需要,在电子工业部教材办的指导下,大专计算机专业教材编委会、中国计算机学会大专教育学会与电子工业出版社密切合作,从 1994 年 7 月起经过两年的努力制订了 1996 ~ 2000 年大专计算机专业教材编审出版规划。

本书就是规划中配套教材之一。

这批书稿都是通过教学实践,从师生反映较好的讲义中经学校选报,编委会评选择优推荐或认真遴选主编人,进行约编的。广大编审者,编委和出版社编辑为确保教材质量和出版,做出了不懈的努力。

限于水平和经验,编审与出版的缺点和不足,望使用学校和广大师生提出批评建议。

**中国计算机学会教育委员会大专教育学会
电子工业出版社**

附:先后参加全国大专计算机教材编审工作和参加全国大专计算机教育学会学术活动的学校名单。

上海科技高等专科学校
上海第二工业大学
上海科技大学
上海机械高等专科学校
上海化工高等专科学校
复旦大学
南京大学
上海交通大学
南京航空航天大学
扬州大学工学院
济南交通专科学校
山东大学
苏州市职工大学
国营 734 厂职工大学
南京动力高等专科学校
南京机械高等专科学校
南京金陵职业大学
南京建筑工程学院
长春大学
哈尔滨工业大学
华东工学院
上海冶金高等专科学校
杭州电子工业学院
上海电视大学
吉林电气化专科学校
连云港化学矿业专科学校
电子工业部第 47 研究所职工大学
福建漳州大学
扬州工业专科学校
连云港职工大学
沈阳黄金学院
鞍钢职工工学院
天津商学院
国营 738 厂职工大学

北京广播电视大学
天津职业技术师范学院
天津市计算机研究所职工大学
山西大众机械厂职工大学
河北邯郸大学
沈阳机电专科学校
北京燕山职工大学
国营 761 厂职工大学
山西太原市太原大学
大连师范专科学校
江苏无锡江南大学
上海轻工专科学校
上海仪表职工大学
常州电子职工大学
国营 774 厂职工大学
西安电子科技大学
电子科技大学
河南新乡机械专科学校
河南洛阳大学
郑州粮食学院
江汉大学
武钢职工大学
湖北襄樊大学
郑州纺织机电专科学校
河北张家口大学
河南新乡纺织职工大学
河南新乡市平原大学
河南安阳大学
河南洛阳建材专科学校
开封大学
湖北宜昌职业大学
中南工业大学
国防科技大学
湖南大学

湖南计算机高等专科学校
中国保险管理干部学院
湖南税务高等专科学校
湖南二轻职工大学
湖南科技大学
湖南怀化师范专科学校
湘穗电脑学院
湖南纺织专科学校
湖南邵阳工业专科学校
湖南湘潭机电专科学校
湖南株洲大学
湖南岳阳大学
湖南商业专科学校
长沙大学
长沙基础大学

湖南零陵师范专科学校
湖北鄂州职业大学
湖北十堰大学
贵阳金筑大学
广东佛山大学
广东韶关大学
西北工业大学
北京理工大学
华中工学院汉口分院
烟台大学计算机系
安徽省安庆石油化工总厂职工大学
湖北沙市卫生职工医学院
化工部石家庄管理干部学院
西安市西北电业职工大学
湖南邵阳师范专科学校

前 言

本书系由中国计算机学会教育委员会、大专教育学会征稿、招标并经电子工业部计算机专业教学指导委员会确定的“九五”规划教材。

本教材由靳学辉主编,田绍槐主审。

本课程教学时数为 80 学时,其中 56 学时用于课堂教学,24 学时用于上机实践,另外安排一周课程设计的时间。

本书是集原理与应用于一书的数据库教材。通过原理篇的介绍,使读者对三种经典数据模型有所了解,重点讨论了关系模型;应用篇讨论目前最流行的数据库 FoxPro 2.5 for DOS。

参加本书初稿编写工作的有:于福鸿(第四、九章);王晓光(第六、七章);刘晓华、李晓莉(第八章);靳学辉编写其余各章并完成全书统稿、定稿工作。第九章内容在上机调试时曾得到姜俊海同志的协助;书中插图由李立解同志绘制。

作者借该书出版之际,向所有为此书做出贡献的老师們表示感谢!

本书在编写过程中,参考了有关数据库原理与应用方面的著作,使我们受益匪浅。时间紧迫,仓促成书,加之学疏才浅,难杜疏漏。恳请广大读者不吝指正。

作 者

JS895'07

第二版前言

本书的特点是可读性、应用性强,精炼,易于理解;主要读者是各类高等专科学校、高等职业技术学院学生、计算机应用技术人员。

本书出版四年多来,数据库技术有了长足的发展。作为推广数据库技术的教材应及时更新。本次对原教材的应用篇做了重写。全面介绍 Windows 平台上的 FoxPro 应用技术。除应用篇外也对其他章节做了部分改动。

本书由靳学辉任主编,张力任副主编,陈玉明任主审。

参加本书再版编写的有:张力(第二、三章),岳莉(第四、九章),王绍强(第五、六章),邹风华(第七、八章),李晓莉(第十二章),张淑艳(第十三章);靳学辉编写其余各章,并与张力共同完成全书的统编、定稿工作。

本次再版得到了电子工业出版社各级领导及编辑们的大力支持和帮助,作者借此机会向他们表示衷心的感谢!

虽经努力,但肯定会有错误,敬请读者批评指正。

作 者
2001 年 6 月

目 录

基 础 篇

第一章 数据库基础	(1)
第一节 数据管理技术的发展	(1)
第二节 数据库系统方法	(4)
第三节 现实世界的数据库描述	(8)
第四节 三种主要的数据库模型	(14)
第五节 数据库管理系统 (DBMS)	(19)
习题	(20)

应 用 篇

第二章 FoxPro 概述	(21)
第一节 关系数据库管理系统简介	(21)
第二节 FoxPro 2.5 系统简介	(22)
第三节 FoxPro 的用户界面和工作方式	(25)
第四节 FoxPro 的语言成分	(29)
习题	(37)
第三章 常用函数	(38)
第一节 数值函数	(38)
第二节 字符操作函数	(41)
第三节 日期与时间类函数	(44)
第四节 类型转换与测试类函数	(45)
第五节 数据库函数	(47)
习题	(49)
第四章 数据库的基本操作	(51)
第一节 建立数据库文件	(51)
第二节 修改数据库文件	(66)
第三节 复制数据库文件	(78)
第四节 磁盘文件操作	(83)
习题	(86)
第五章 查询与统计	(89)
第一节 排序与索引	(89)
第二节 查询命令	(94)
第三节 统计命令	(95)
第四节 多重数据库操作	(98)
习题	(115)

第六章 FoxPro 程序设计	(117)
第一节 程序文件的建立与执行	(117)
第二节 输入输出命令	(120)
第三节 程序的控制结构	(129)
第四节 过程和自定义函数	(136)
第五节 程序设计的一般方法	(143)
习题	(155)
第七章 窗口设计	(158)
第一节 窗口操作命令	(158)
第二节 建立窗口的控制对象	(163)
第三节 BROWSE 窗口设计	(166)
习题	(172)
第八章 程序设计工具	(173)
第一节 屏幕生成器	(173)
第二节 菜单生成器	(187)
第三节 报表书写器	(194)
习题	(199)
第九章 多用户功能	(200)
第一节 多用户功能简介	(200)
第二节 加锁与解锁	(201)
第三节 冲突和出错处理	(205)
习题	(208)

原 理 篇

第十章 关系数据库的基本理论	(209)
第一节 基本概念	(210)
第二节 关系数据语言	(214)
第三节 关系代数	(215)
习题	(220)
第十一章 关系的规范理论	(222)
第一节 关系中的键	(222)
第二节 函数依赖	(223)
第三节 规范化和范式	(225)
第四节 关系模式的分解	(229)
习题	(230)
第十二章 数据库设计	(232)
第一节 设计过程概述	(232)
第二节 需求分析	(234)
第三节 概念结构设计	(237)
第四节 逻辑结构设计	(240)

第五节 数据库物理设计	(246)
第六节 数据库的实施和维护	(247)
第七节 数据库保护	(249)
习题	(251)
第十三章 分布式数据库	(252)
第一节 分布式数据库概述	(252)
第二节 分布式数据库系统的基本结构	(253)
第三节 数据的分片	(254)
第四节 分布数据的查询分解及优化	(256)
第五节 分布事务管理	(258)
习题	(259)
附录 FoxPro for Windows 基本命令	(260)
参考文献	(266)

基 础 篇

第一章 数据库基础

第一节 数据管理技术的发展

数据处理是指对各种形式的数据进行收集、组织、加工、存储、抽取、传播等工作。其基本目的是从大量的、杂乱无章的甚至是难以理解的数据中抽取并推导出对于某些特定的人们来说是有价值的、有意义的数据，为进一步的活动提供决策的依据。数据管理是指对数据的组织、存储、检索和维护等工作；所以数据管理是数据处理的基本环节。早期的数据处理是用各种初级的计算工具，如算盘、手摇计算机、电动计算机等，这是手工数据处理阶段。随着 20 世纪 40 年代末电子计算机的广泛使用，特别是高效率存储设备的出现，使数据处理工作发生了革命性的改变，不仅加快了处理速度，而且扩大了数据处理的规模和范围。这时把电子计算机进行的数据处理称为电子数据处理（Electronic Data Processing），简称为 EDP。

随着计算机软件和硬件的发展，EDP 技术的发展大体上经历了三个阶段。

一、程序管理方式阶段

电子数据管理技术发展的第一阶段（大约在 1960 年以前）为程序管理方式阶段。这里的程序是指用户应用程序。用户在编制程序的同时确定自己对数据的管理原则和方式。因此，不仅要在程序中表现处理算法，还要表现对数据的管理原则；不仅要考虑数据的逻辑定义，还要考虑数据的物理特征。因而程序流程和数据结合为一个不可分割的整体。这一阶段的背景是，计算机主要用于科学计算。硬件方面的状况是外存只有磁带、卡片、纸带，没有磁盘等直接存取的存储设备；软件系统中还没有操作系统，没有管理数据的软件，数据处理方式是批处理。该阶段数据处理的主要特点是：

（1）数据不保存。

（2）数据不能独立，它是程序的组成部分，即数据和程序完全结合成一个不可分割的整体。程序员对数据的存储结构、存取方法及输入输出的格式拥有绝对的控制权，要修改数据必须修改程序。

（3）数据是面向应用的，不同应用的数据之间是相互独立、彼此无关的，即使两个不同应用涉及到相同数据，也必须各自定义，无法互相利用、互相参照。数据不仅高度冗余，而且不能共享。

二、文件系统阶段

这一阶段的背景是计算机不仅用于科学计算，还大量用于经济管理。外存储器有了磁

盘、磁鼓等直接存取的存储设备；软件系统中有了初级的操作系统，即有了专门的管理数据的软件——文件管理系统。这一阶段又可分为两个时期。

1. 初等文件系统时期

它的特点是：

- (1) 文件以顺序方式组织，适用于批处理方式。
- (2) 数据的物理结构基本上等同于数据的逻辑结构，因而数据结构的变化必然导致应用程序的修改。

- (3) 计算机的文件管理系统仅涉及数据的输入和输出。

- (4) 数据可以共享，但数据高度冗余。

2. 成熟的文件系统时期

它的主要特点是：

- (1) 文件的组织方式既可以是顺序的，也可以是随机的，因此既能适用于批处理方式，也能适用于实时处理方式。

- (2) 数据的物理结构不再等同于数据的逻辑结构，物理结构和逻辑结构之间有了简单的变换，数据和程序可以相互独立。

- (3) 计算机的文件管理系统提供了数据的存取方法。

- (4) 数据可以共享，但数据仍存在相当程度的冗余。

三、数据库系统阶段

利用数据库系统方式实现数据处理是在文件系统的基础上发展起来的最先进技术。它克服了文件系统的弱点，提供了一个完美的、高级的数据管理技术，以实现对数据集中统一的独立管理，使数据的存储和维护不受任何用户的影响。

现实世界是复杂的，反映现实世界的各类数据之间必然存在着错综复杂的联系。为反映这种复杂的数据结构，让数据资源为多种应用需要服务，并为多个用户共享，同时让用户能更方便地使用这些数据资源，在计算机科学领域中逐步形成了数据库技术这一独立分支。计算机中的数据及对数据的管理，统一由数据库系统来完成。

数据库系统的目标是：解决数据冗余问题，实现独立性，实现数据共享并解决由于数据共享而带来的数据完整性、安全性及并发控制等一系列问题。为实现这一目标，数据库的运行必须由一个软件系统来控制，这个系统软件称为数据库管理系统（Data Base Management System, DBMS）。

四、数据库技术的发展

数据库技术的萌芽从 20 世纪 60 年代中期产生，到 20 世纪 60 年代末 70 年代初出现了三个事件，标志着数据库技术日益成熟，并有了坚实的理论基础。

- (1) 1969 年 IBM 公司研制、开发数据库管理系统的商品化软件 IMS（Information Management System），IMS 的数据模型是层次结构的。

- (2) 美国数据系统语言协商会 CODASYL（Conference On Data System Language）下属的数据库任务组 DBTG（Data Base Task Group）对数据库方法进行系统的研究、讨论。于 20

世纪 60 年代末到 70 年代初提出了若干报告，称为 DBTG 报告。DBTG 报告确定并建立了数据库系统的许多概念、方法和技术。DBTG 所提议的方法是基于网状结构的，它是数据库网状模型的基础和典型代表。

(3) 1970 年 IBM 公司 San Jose 研究实验室的研究员 E.F.Codd 发表了题为“大型共享数据库数据的关系模型”论文，提出了数据库的关系模型，开创了数据库关系方法和关系数据理论的研究，为数据库技术奠定了理论基础。由于 E.F.Codd 的杰出工作，他于 1981 年获得了 ACM 图灵奖。

20 世纪 70 年代，数据库技术有了很大发展。

首先，数据库方法，特别是 DBTG 方法和思想应用于各种计算机系统，出现了许多商品化数据库系统。它们大都是基于网状模型和层次模型的。

其次，这些商用系统的运行使数据库技术日益广泛地应用到企业管理、交通运输、情报检索、军事指挥、政府管理和辅助决策等各个方面，深入到人类生产和生活的各个领域。数据库技术成为实现和优化信息系统的基本技术。

第三，关系方法的理论研究和软件系统的研制取得了很大成果。IBM 公司 San Jose 研究实验室在 IBM 370 系列机上研究关系数据库实验系统 System R 获得成功（1974 年～1979 年）。1981 年 IBM 公司又宣布了具有 System R 全部特征的新的数据库软件产品 SQL / DS 问世。与此同时，美国加州大学柏克利分校也研制了 INGRES 关系数据库实验系统，并紧接着出现了商用 INGRES 系统，使关系方法从实验室走向了社会。因此，在计算机领域中，有人把 20 世纪 70 年代称为数据库时代是不无道理的。20 世纪 80 年代，几乎所有的新开发的系统均是关系系统，微型机的关系数据库管理系统也越来越丰富，性能越来越好，功能越来越强，它的应用遍及各个领域。

数据库学科的研究范围是十分广泛的，可以概括为三个主要领域。

1. 数据库管理系统软件的研制

DBMS 是数据库系统的基础，研制 DBMS 的基本目标是扩大功能，提高性能和可用性，从而提高用户的生产率。研制以 DBMS 为核心的一组相互联系的软件系统已成为当前数据库软件产品的方向，这些在 DBMS 基础上运行的软件系统有：数据通信（DC）软件，表格软件（Forms），数据字典，报表书写，图形系统等。

由于数据库应用领域的不断扩大，数据库不仅广泛应用于管理，而且已开始应用到工程设计、图形图像和声音等多介质处理，自动控制和计算机辅助设计等新的应用领域。这些新的应用领域所处理的数据和管理领域中数据的格式有极大的区别，如声音、图像，我们称之为非格式化的数据。处理的要求也不同，因而研究这些新的应用领域中的数据库方法、技术是一个新的课题。它不仅涉及应用系统的设计方法，而且涉及数据库系统的模型实现技术等各种新的问题，面向对象的数据库系统、扩展的数据库系统、多介质数据库等研究方向的兴起就是基于这些新的需求和应用背景。

2. 数据库设计

在数据库管理系统的支持下，按照应用要求为某一部门或组织设计一个结构良好、使用方便、效率较高的数据库及其应用系统，这是数据库设计的主要含义。在这一领域内，主要的研究课题是数据库设计方法学和设计工具的探索。其中包括数据库设计方法、设计工具和理论的研究，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，数据库设计规范和研究等。

3. 数据库理论

数据库理论研究主要集中在关系的规范化理论，关系数据理论。近年来，随着人工智能与数据库的结构、数据库和逻辑、逻辑演绎和知识推理等的理论研究，演绎数据库、知识库系统的研制都已成为新的研究方向。

第二节 数据库系统方法

一、数据库系统的概念

数据库 (Data Base)、数据库管理系统 (DBMS) 和数据库系统 (Data Base System) 是数据库技术中常用的术语，三者之间既有区别又有联系。

1. 数据库

用简明的话描述数据库时可以把数据库定义为“存放数据的仓库”，但应说明所存放的数据是有联系的，且是按照规定数据结构来组织并有特定的人管理的。较为全面的定义是：所谓数据库就是为满足某部门各种用户的多种应用需要，在计算机系统中按照一定数据模型组织、存储和使用的互相关联的数据集合。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统是一个以统一的方式管理、维护数据库中数据的一系列软件的集合。DBMS 在操作系统的支持与控制下运行，按功能 DBMS 可分为三大部分：

(1) 语言处理部分

本部分包括数据描述语言 (Data Description Language, DDL)，用以描述数据模型，数据操纵语言 (Data Manipulation Language, DML)，是 DBMS 提供给用户的操纵数据的工具。语言处理部分通常还包括数据库控制命令解释程序。

(2) 系统运行控制部分

该部分包括系统总控程序，并发、数据安全性及数据完整性等控制程序，数据访问程序，数据通信程序。

(3) 系统维护部分

这一部分包括数据装入程序、性能监督程序、系统恢复程序、重新组织程序及系统工作日志程序等。

用户一般不能直接加工或使用数据库中的数据，而必须通过数据库管理系统。DBMS 主要功能是维持数据库系统的正常活动，接受并响应用户对数据库的一切访问要求，包括建立及删除数据库文件，检索、统计、修改和组织数据库中的数据及为用户提供对数据库的维护手段等。通过使用 DBMS，用户可以逻辑地、抽象地处理数据，不必关心这些数据在计算机中存放方式以及计算机处理数据的过程细节，把一切处理数据的具体而繁杂的工作交给 DBMS 去完成。

3. 数据库系统

数据库系统是指在计算机系统中引进数据库后的系统构成。一般由数据库、数据库管理系统、计算机软硬件以及系统人员和用户等组成。

二、数据库系统的特点

1. 数据共享

数据共享是数据库系统的目的，也是它的重要特点。一个数据库内的数据，不仅可以为同一企业或组织内部的各个部门所共享，也可以为不同组织、不同地区甚至不同国家的用户共享。各个用户可以在相同时间使用同一数据库。每个用户使用其中的一部分数据可以互相交叉和重叠。

数据共享提高了数据的利用率，又能节省存储空间，但也带来一些新问题：

(1) 安全保护。即保证数据只被合法的用户使用，防止数据被窃用或破坏。

(2) 完整保护。指维护数据的正确性与相容性（即一致性），防止因数据出错造成损失，正确性就数据的范围而言，例如，职工年龄只能取 18~60 间的整数，超出范围的数据就被认为无效。相容性系指这部分数据与另一部分的数据之间应该满足的关系。例如，某县某年份粮食总产量的数字在不同地方出现时，其内容不应该矛盾。

(3) 并发控制。当多用户对数据库并行存取时，要防止数据发生错误和混乱。例如，两位观众同时电话预订某场演出的最后一个座位时，必须等一个订好后再接受下一个订票，以免两位观众预订同一个座位。

2. 数据的结构化

所谓结构化，是就数据的整体而言的。在文件管理系统中，文件之间不存在联系，从整体上看，数据是没有结构的。而数据库中的文件则相互联系，并在整体上服从一定的结构形式。数据库具有复杂的结构，不仅是因为它拥有大量的数据，同时也因为在数据之间和文件之间存在着种种联系。一个“数量大”，一个“联系多”，决定了数据结构的复杂性。事实上，数据库不仅使用了多种传统的数据结构，而且创造了新的数据形式（如 B⁺树），丰富和发展了数据结构的内容。

3. 数据的独立性

从某种意义上讲，一个数据库管理系统存在的理由就是为了在数据组织和用户的应用之间提供某种程度的独立性。数据独立性可分为两级：

(1) 物理独立性。指不让物理结构的改变影响到逻辑结构。所谓物理结构的改变，包括外存设备、存储结构、存取方法等多种更改。如果逻辑结构不受它们更改的影响，就不需要改变应用程序。

(2) 逻辑独立性。指在数据库的逻辑结构发生变动（定义的修改、新数据类型的加入、逻辑联系的改变等）时，不影响原有程序对数据库的存取。至今为止，这一独立性还不能彻底实现。例如，若删去了某个记录类型，则用到这些数据的应用程序一定要修改。

4. 可控冗余度

在数据库中，由于数据集中使用，从理论上说可以消除冗余，但实际上出于提高检索速度等考虑，常常允许部分冗余存在。这种冗余是可以由设计者控制的，故称为“可控冗余度”。

三、数据库系统的组成与结构

1. 组成成分

一个数据库系统一般应包含四个部分：

(1) 数据库文件。一个数据库，实际上是一组相互有联系的文件集合。这些文件包括数据库文件（或称主文件）和它们的索引文件。为了提高检索速度，数据库系统大量使用索引文件。

(2) 数据库管理系统。

(3) 支持数据库系统的硬件和软件。一定的硬件和软件环境是保证数据库系统顺利工作的必要条件。图 1-1 是带有数据库的计算机系统的构成。

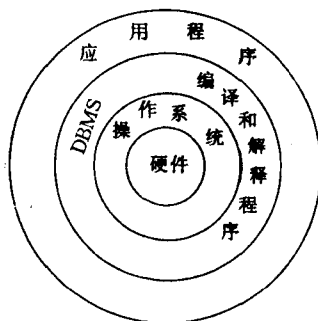


图 1-1

(4) 系统人员和用户。用户主要是指程序员和终端操作员。系统人员包括数据库管理员（Data Base Administrator, DBA）、系统设计员和系统分析员。他们是对数据库系统进行全面管理（包括对数据库的定义、使用、维护和控制）的负责人。

DBA 是数据库系统出现后产生的一个新的工作名称，一个大型的数据库系统不是一、两个人能实现得了的，常需许多人协同工作方能完成，系统建立后还须管理和维护系统的运行。因而那些懂得和掌握数据库全局并作为设计和管理数据库的骨干人员，就称为数据库管理员。他们的主要任务是：

- ① 决定数据库的信息内容。
- ② 充当数据库系统与用户的联络员。
- ③ 决定数据存储结构和访问策略。
- ④ 决定数据库的保护策略。
- ⑤ 监视系统的工作，响应系统的某些变化，改善系统的“时空”性能，提高系统的效率。

2. 数据库系统的分级结构

ANSI（美国国家标准学会）所属标准计划和要求委员会（Standards Planning And Requirements Committee, SPARC）在 1975 年公布的研究报告——Interim Report 中，把数据库分为三级：外模式（external schema）、概念模式（conceptual schema）、内模式（internal schema）。不管实际的数据库系统有多大差异，它们的基本结构大体上是一致的，都可用这一分级结构来表示。为理解方便，对应地把数据库分为用户级、概念级和物理级。其相互关系的描述见图 1-2。

用户级数据库对应于外模式，是用户看到和使用的数据库，因此也称为用户视图（view）。在许多书籍中又称为子模式，也就是用户看到并获准使用的那部分数据的逻辑结构（称局部逻辑结构）。用户根据系统给它的子模式，用询问语言或应用程序去操作数据库中的数据。

概念级数据库对应于概念模式，简称模式，是对数据库的整体逻辑描述（故称数据库