高职高专规划教材

# 数据库原理与技术操作教程

本书编委会 编

西北工业大学出版社

**【内容提要】** 本书是高职高专计算机系列规划教材。主要介绍数据库的基础知识、关系数据库系统、数据库设计基础，同时对 Visual FoxPro 6.0 参考作了详细的介绍，每章后附有小结以及练习题。最后本书还附有每章所讲内容进行上机操作的实训练习和附录。这将会使读者在学习数据库时更加得心应手，做到学以致用。

本书不仅适合高职高专学生使用，也可作为高等院校计算机教材，还可供中职中专学生使用。

**图书在版编目（CIP）数据**

数据库原理与技术操作教程/《数据库原理与技术操作教程》编委会编．—西安：西北工业大学出版社，2003.11

ISBN 7-5612-1683-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 075357 号

**出版发行**：西北工业大学出版社

**通信地址**：西安市友谊西路 127 号 邮编：710072 电话：029-8493844

**网　　址**：www.nwpup.com

**印 刷 者**：兴平市印刷厂

**开　　本**：787 mm×1 092 mm 1/16

**印　　张**：20.5

**字　　数**：550 千字

**版　　次**：2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

**定　　价**：25.00 元

# 前　言

只有培养出大量高素质的劳动者，才能把我国的人数优势转化为人才优势，提高全民族的竞争力。因此，我国近年来十分重视高等职业教育，把高等职业教育作为高等教育的重要组成部分，并以法律的形式加以约束与保证。目前，高等职业教育已进入了蓬勃发展时期，驶入了高速发展的快车道。

高等职业教育有其自身的特点。正如教育部“面向 21 世纪教育振兴行动计划”所指出的那样，“高等职业教育必须面向地区经济建设和社会发展，适应就业市场的实际需要，培养生产、管理、服务第一线需要的实用人才，真正办出特色。”因此，不能把高等职业教育压缩在大学短短的几年时间内，必须按照高等职业教育的自身规律组织教学体系。为此，我们根据高等职业教育的特点及社会对教材的普遍需求，组织高等学校有丰富教学经验的老师，编写了这套高职高专计算机课程系列教材。

本系列教材充分考虑了高等职业教育的培养目标、教学现状和发展方向，在编写中突出了实用性。本系列教材重点讲述目前在信息技术行业实践中不可缺少的知识，并结合具体实际应用加以详细介绍。大量具体操作步骤、众多实践应用技巧与可操作性很强的实例保证了本系列教材的实用性。

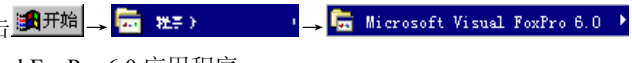
我们在编写本系列教材大纲的过程中，广泛收集了高等职业学校的教学计划，对多个省、市高等职业教育的实际情况进行了调研并经过反复讨论和修改，使编写的大纲能最大限度地符合我国高等职业教育的要求，切合高等职业教育的实际情况。

在选择作者时，我们特意挑选了在高等职业教育一线的优秀骨干教师。他们熟悉高等职业教育的教学实际状况，并有多年的教学经验。其中许多是“双师型”教师，既是教授、副教授，同时又是高级工程师、认证高级设计师。他们既有扎实的理论知识、很强的实践能力，同时又有较为丰富的写作经验及较好的编写水平。

本系列教材是高等职业学院、高等技术学院、高等专科学院的计算机教材，适用于信息技术的相关专业，如计算机应用、计算机网络、信息管理、电子商务、计算机科学技术、会计电算化等，也可供有关职高学校选作教材。对于那些要提高自己应用技能或参加一些资格考试的读者来说，本系列教材也不失为一套较好的参考书。

【体例说明】本书中加注了编者在学习和实践过程中所总结出的经验，如注意、提示、技巧等。书中均采用图标方式，即提示： 注意： 技巧：。

【本书约定】本书中在描述执行步骤中使用到了“右箭头”→，表示执行菜单的下一步。

如：单击命令，启动 Visual FoxPro 6.0 应用程序。

本书由《数据库原理与技术操作教程》编委会编写，编委会主任为刘春华，编委会成员为张德辉、仇民田。

由于水平有限，不足之处在所难免。恳请广大读者批评指正。

本书编委会

# 目　录


## 第一章　数据库技术基础 1

### 第一节　数据库管理技术 1
一、信息、数据、数据库 1
二、数据库管理技术发展的三个阶段 2
三、数据库管理系统（DBMS） 5
四、数据库技术的发展及研究方向 6

### 第二节　数据描述 8
一、信息存在的三个阶段 8
二、实体间的联系 10

### 第三节　数据模型 11
一、数据模型的定义 11
二、三种常用的数据模型 12

### 第四节　数据库系统的体系结构 15
一、数据库系统的模式结构 15
二、数据库的系统结构 16

### 本章小结 17

### 习题一 18

## 第二章　关系数据库系统 21

### 第一节　关系数据模型概述 21

### 第二节　关系代数及其运算 23
一、关系代数的几种基本运算 23
二、关系代数的专门集合运算 25
三、关系代数运算的应用实例 27

### 第三节　关系数据库语言 SQL 28
一、SQL 语言简介 28
二、SQL 语言的特点 29
三、SQL 语言的数据定义 30
四、数据查询 36
五、数据更新 43
六、数据控制 46
七、嵌入式 SQL 48

### 本章小结 53

### 习题二 53

第三章　数据库设计基础 56
第一节　数据库设计概述 56
第二节　数据库设计的过程 57
一、需求分析 59
二、概念结构设计 60
三、逻辑结构设计 63
四、数据库物理结构设计 65
第三节　数据字典 66
第四节　数据库的实现和维护 67
一、数据库的实现 67
二、其他设计 67
三、运行与维护 68
第五节　数据库系统应用实例 68
一、系统简介 68
二、系统分析和设计 68
三、系统实施 71
第六节　数据库设计的几种方法 73
一、E-R 设计方法 73
二、IDEF 设计方法 74
三、ORM 设计方法 77
本章小结 78
习题三 78
第四章　Visual FoxPro 6.0 简介 81
第一节　Visual FoxPro 6.0 的特点 81
第二节　Visual FoxPro 6.0 启动与退出 82
第三节　Visual FoxPro 6.0 的用户界面 83
一、系统菜单 83
二、工具栏 88
三、命令窗口 88
四、状态栏 88
第四节　Visual FoxPro 6.0 的文件类型 88
第五节　Visual FoxPro 6.0 的性能指标 89
本章小结 91
习题四 91

第五章　数据与数据运算 92

第一节　数据类型 92
第二节　常量与变量 94
一、常量 94
二、变量 94
三、内存变量赋值命令 95
第三节　表达式 96
一、运算符 96
二、表达式 99
第四节　常用函数 100
一、字符及字符串处理函数 100
二、数学运算函数 101
三、转换函数 102
四、日期函数 104
五、测试函数 104
六、键值函数 107
七、数组函数 108
八、其他函数 109
本章小结 111
习题五 111

第六章　数据库与表 112

第一节　Visual FoxPro 6.0 项目管理器 112
一、建立项目 112
二、项目管理器 113
第二节　创建数据库 114
一、Visual FoxPro 中数据库的概念 114
二、数据库的创建 115
三、数据字典 116
第三节　创建表 116
一、表的基本概念 116
二、创建表的准备 118
三、创建表的步骤 118
四、向表中输入记录 121
第四节　打开数据库与表 122
一、打开、修改和关闭数据库 122

二、打开表和关闭表 123
第五节　显示和修改表结构 124
第六节　显示和修改表中的记录 125
一、“浏览”窗口和浏览命令 125
二、定位记录 127
三、显示记录 127
四、追加记录 128
五、修改记录 130
六、删除记录 130
第七节　表的索引 132
一、索引的概念 132
二、索引类型 132
三、建立索引 133
四、索引的应用 134
第八节　表之间的关系 135
一、创建表间的永久关系 135
二、建立参照完整性 136
本章小结 137
习题六 137
第七章　视图与查询 139
第一节　创建本地视图 139
一、视图设计器 139
二、编程方式创建本地视图 146
第二节　创建远程视图 147
一、创建命名连接 147
二、创建远程视图 148
第三节　用视图更新数据 149
一、指定更新字段 149
二、控制更新冲突 150
三、控制更新方法 150
第四节　定制和使用视图 151
一、控制字段显示和数据输入 151
二、在视图中添加表达式 151
三、创建参数化视图 152
四、使用视图 153
第五节　SELECT-SQL 语句 154

一、SELECT 语句格式 ..... 154
二、WHERE 子句 ..... 155
三、GROUP BY 子句和 HAVING 子句 ..... 155
四、ORDER BY 子句 ..... 155
五、INTO 子句 ..... 156
第六节　创建和运行查询 ..... 156
一、创建查询 ..... 156
二、运行查询 ..... 157
本章小结 ..... 158
习题七 ..... 158
第八章　面向对象的程序设计基础 ..... 160
第一节　面向对象程序设计概述 ..... 160
第二节　Visual FoxPro 中的对象与类 ..... 160
一、对象的定义 ..... 160
二、对象的特性 ..... 161
三、类 ..... 161
四、类与对象的关系 ..... 162
五、Visual FoxPro 中的基类 ..... 165
第三节　Visual FoxPro 中对象的属性、方法和事件 ..... 166
一、对象的属性 ..... 166
二、方法 ..... 167
三、事件 ..... 168
第四节　创建类 ..... 169
一、用类设计器创建类 ..... 169
二、以编程方式定义类 ..... 169
三、定义子类 ..... 170
四、使用“类设计器” ..... 171
五、类成员属性 ..... 171
六、向容器添加控件 ..... 173
第五节　类在程序设计中的使用 ..... 174
一、使用类库 ..... 174
二、修改库中的类定义 ..... 175
三、从类库中删除类定义 ..... 175
四、类复制 ..... 175
本章小结 ..... 176
习题八 ..... 176

第九章　表单设计 ..... 177

第一节　创建表单 ..... 177

一、表单向导 ..... 177

二、表单设计器 ..... 182

三、“表单设计器”工具栏 ..... 183

四、“表单控件”工具栏 ..... 184

第二节　设置数据环境 ..... 184

一、打开数据环境设计器 ..... 184

二、常用数据环境属性 ..... 184

三、向数据环境设计器添加、移去表或视图 ..... 185

四、数据环境设计器中关系的设置与编辑 ..... 185

第三节　表单的属性窗口 ..... 186

第四节　基本表单设计 ..... 187

第五节　表单的保存与运行 ..... 191

一、表单的保存 ..... 191

二、表单的运行 ..... 191

第六节　常用控件 ..... 191

一、标签 ..... 191

二、文本框 ..... 192

三、编辑框 ..... 194

四、命令按钮和命令按钮组 ..... 194

五、选项按钮组 ..... 196

六、复选框 ..... 198

七、列表框和组合框 ..... 198

八、表格 ..... 200

九、微调控件 ..... 203

十、其他常用控件 ..... 204

第七节　表单中的事件过程 ..... 205

一、表单中常用对象 ..... 205

二、表单中的事件 ..... 206

本章小结 ..... 207

习题九 ..... 207

第十章　报表和标签 ..... 208

第一节　报表向导 ..... 208

一、创建报表 ..... 208

二、创建一对多报表 212
第二节　报表设计器 216
一、报表设计器的带区 216
二、快速报表 217
三、报表设计器的数据环境 218
四、报表控件 220
五、数据分组 224
六、定义报表变量 226
第三节　标　签 228
本章小结 232
习题十 232
第十一章　菜单与工具栏设计 233
第一节　下拉式菜单设计 233
一、菜单生成的基本步骤 233
二、快速菜单命令 235
三、菜单设计器窗口 236
四、“显示”菜单的命令 238
第二节　弹出式菜单设计 241
一、用菜单设计器设计快捷菜单 241
二、用菜单命令为弹出式菜单编程 243
第三节　工具栏设计 247
一、工具栏的定制 247
二、创建工具栏 248
三、定义工具栏类 249
四、为表单集添加自定义工具栏 251
本章小结 253
习题十一 253
第十二章　应用程序的连编与发布 255
第一节　调试器 255
一、调试器的设置 255
二、调试器的使用 256
第二节　应用程序的连编 260
一、设置主文件 261
二、连编应用程序 262
第三节　应用程序的发布 264

本章小结 ..... 269
习题十二 ..... 269

第十三章　通讯簿管理系统的开发 ..... 270

一、案例设计的目的和意义 ..... 270
二、案例设计的功能 ..... 270
三、数据库及数据表的设计 ..... 270
四、表单的制作方法 ..... 274

实　训 ..... 289

实训 1　数据库技术基础 ..... 289
实训 2　关系数据库系统 ..... 289
实训 3　数据库设计基础 ..... 290
实训 4　Visual FoxPro 6.0 简介 ..... 291
实训 5　数据与数据运算 ..... 293
实训 6　数据库与表 ..... 293
实训 7　视图与查询 ..... 296
实训 8　面向对象的程序设计基础 ..... 296
实训 9　表单设计 ..... 297
实训 10　报表和标签 ..... 299
实训 11　菜单与工具栏设计 ..... 300
实训 12　应用程序的连编与发布 ..... 300

附　录 ..... 301

附录 1　常用命令及功能 ..... 301
附录 2　常用函数及功能 ..... 308

# 第一章　数据库技术基础

数据库（DataBase，DB）技术是计算机软件领域的一个重要分支，产生于 20 世纪 60 年代，它的出现使得计算机应用渗透到工农业生产、商业、行政管理、科学研究、工程技术以及国防军事等各个领域。80 年代微型机的出现，在多数微机上配置了数据库管理系统，使得数据库技术得到了更广泛的应用和普及。现在已发展成为以数据库管理系统（DataBase Management System，DBMS）为核心、内容丰富、领域宽广的一门新学科，带动了一个巨大的软件产业。它包括 DBMS 产品相关的各种工具以及应用系统的解决方案。

本章首先介绍了一些数据库的基本概念，回顾了数据库管理技术的三个发展阶段，最后介绍数据库中的其他内容。学习本章后，读者应了解数据库发展的三个阶段及其各阶段的主要特点，掌握数据库中的基本概念，重点掌握实体、属性定义和实体型之间的联系类型及特点，了解数据模型的特点及区别，为数据库技术后面的学习打下基础。

本章主要内容:

- 数据库管理技术
- 数据描述
- 数据模型
- 数据库系统的体系结构

## 第一节　数据库管理技术

在系统介绍数据库的基本概念之前，先介绍一下信息、数据和数据库。

### 一、信息、数据、数据库

#### 1．信息

众所周知，现在已进入了信息社会。那么到底什么是信息呢？信息与自然界中存在的其他物质一样，也是一种资源。信息伴随物质而存在，并随物质的变化而变化，物质是信息的基础，信息是物质的描述。那么信息与数据又有什么关系呢？我们先来看一个例子，一台电冰箱就是客观存在的物质，从它得到的诸如使用寿命长、省电等描述就是关于这台冰箱的信息。然而这样的信息给人的感觉非常模糊，不能给人以准确而深刻的印象。如果将上述信息用具体的数据来描述；这台冰箱的使用寿命至少为 30 年，每小时的耗电量仅为 0.68 kW。这样一来，这条信息给人的印象就非常深刻了。由此可见，信息和数据有一定的区别。但真正有用的信息往往是通过数据来体现的，所以有时很难将信息与数据分开。信息处理与数据处理常常是指同一个概念，计算机之间交换数据也可以说成是交换信息。

#### 2．数据

数据是数据库中存储的基本对象。数据在大多数人脑中的第一反映就是数字。其实数字只是最简

单的一种数据，是数据的一种传统和狭义的理解。广义的理解，数据的种类很多，文字、图形、图像、声音、学生的档案记录、货物的运输情况等，这些都是数据。

可以对数据作如下定义：描述事物的符号记录称为数据。描述事务的符号可以是数字，也可以是文字、图形、图像、声音、语言等，数据有多种表现形式，它们都可以经过数字化后存入计算机。

为了了解世界，交流信息，人们需要描述这些事物。在日常生活中可以直接使用自然语言（如汉语）描述。在计算机中，为了存储和处理这些事物，就要抽出对这些事物感兴趣的特征组成一个记录来描述。例如：在学生档案中，如果人们最感兴趣的是学生的姓名、性别、年龄、出生年月、籍贯、所在系别、入学时间，那么可以这样描述：

（王东，男，21，1976，浙江，计算机系，1994）

因此这里的学生记录就是数据。对于上面这条学生记录，了解其含义的人会得到如下信息：王东是个大学生，1976 年出生，男，浙江人，1994 年考入计算机系；而不了解其语义的人则无法理解其含义。可见，数据的形式还不能完全表达其内容，需要经过解释。所以数据和关于数据的解释是不可分的，数据的解释是指对数据含义的说明，数据的含义称为数据的语义，数据与其语义是不可分的。

### 3．数据库

自然界中的信息千差万别，来源、种类、数量和用途也是千变万化。原始信息（数据）有些可直接被应用，而有些则需要经过一定的分类、加工和处理，才能变得更加有用，得到更加广泛和充分的应用。随着人类文明（包括物质文明与精神文明）的不断进步，人类社会对数据处理的要求也越来越高。由于计算机硬件技术的迅速发展，处理器运算速度的大幅度提高，存储器（包括内存和外存）的容量也迅速增强。计算机软件技术也相应提高很快，其中数据处理技术以惊人的速度发展着，从而使得计算机的绝大部分应用不是数值计算方面，而是在数据处理方面。尤其在进入信息时代以后，数据方面的应用价值和意义是无法估量的。数据处理经过低级的手工管理阶段，文件系统阶段，发展到高级的数据库系统阶段，尤其是数据库技术与网络通信技术的结合，使数据处理能力达到了前所未有的水平。它对于社会各领域中管理信息系统的建立提供了极为有力的软件技术支持。

数据库就是一个可共享的数据集合，用于满足各种不同信息需求，并且在集合中的数据彼此之间又有着相互联系。人们收集并抽取出一个应用所需要的大量数据之后，应将其保存起来以供进一步加工处理，进一步抽取有用信息。在科学技术飞速发展的今天，人们的视野越来越广，数据量急剧增加。过去人们把数据存放在文件柜里，现在人们借助计算机和数据库技术科学地保存和管理大量的复杂数据，以便能方便而充分的利用这些宝贵的信息资源。

数据库，顾名思义，是存放数据的仓库。只不过这个仓库是在计算机存储设备上，而且数据是按一定的格式存放的，即是长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。

数据库有两个重要特性：

（1）数据结构化。结构化实质将原本不同性质的数据文件经过符合逻辑的编组，从而达到减少冗余，简化、方便数据访问的目的。

（2）数据共享。共享是所有具有访问权限的用户均可访问相同的数据，然而却可以应用于不同的目的。

## 二、数据库管理技术发展的三个阶段

数据库管理技术是对数据的分类、组织、编码、存储、检索和维护的技术。数据库管理技术的发

展是和计算机技术及其应用的发展联系在一起的，经历了如下三个阶段：人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段。这三个阶段的背景、特点及其比较如表 1.1 所示。

**表 1.1　数据库管理三个阶段的比较**

| | | 人工管理阶段 | 文件系统阶段 | 数据库系统阶段 |
|---|---|---|---|---|
| 背景 | 应用背景 | 科学计算 | 科学计算、管理 | 大规模管理 |
| | 硬件背景 | 无直接存取存储设备 | 磁盘、磁鼓 | 大容量磁盘 |
| | 软件背景 | 没有操作系统 | 有文件系统 | 有数据库管理系统 |
| | 处理方式 | 批处理 | 联机实时处理、批处理 | 联机实时处理、分布处理、批处理 |
| 特点 | 数据的管理者 | 用户（程序员） | 文件系统 | 数据库管理系统 |
| | 数据面向的对象 | 某一应用程序 | 某一应用 | 现实世界 |
| | 数据的共享性 | 无共享，冗余度极大 | 共享性差，冗余度大 | 共享性高，冗余度小 |
| | 数据的独立性 | 不独立，完全依赖于程序 | 独立性差 | 具有高度的物理独立性和一定的逻辑独立性 |
| | 数据的结构化 | 无结构 | 记录内有结构、整体无结构 | 整体结构化，用数据模型描述 |
| | 数据控制能力 | 应用程序自己控制 | 应用程序自己控制 | 有数据库管理系统提供数据安全性、完整性、并发控制和恢复能力 |

### 1．人工管理阶段（20 世纪 50 年代中期以前）

这一阶段计算机主要用于科学计算。当时的硬件和软件都比较落后，硬件方面状况是：外存只有纸带、卡片、磁带，没有磁盘等直接存取的存储设备；软件方面则没有操作系统，没有管理数据的软件；数据处理方式是批处理。

人工管理数据具有如下特点：

（1）数据不保存。由于当时计算机主要用于科学计算，一般不需要将数据长期保存，只是在计算某一课题时再将数据输入，用完就撤走。不仅对用户数据如此处置，对系统软件有时也是这样。

（2）应用程序管理数据。数据需要由应用程序自己管理，没有相应的软件系统负责数据的管理工作。应用程序中不仅要规定数据的逻辑结构，而且要设计物理结构，包括存储结构、存取方法、输入方式等。因此程序员的负担很重。

（3）数据不共享。数据是面向应用的，一组数据只能对应一个程序。当多个应用程序涉及某些相同的数据时，由于必须各自定义，无法互相利用、互相参照，因此程序与程序之间存在大量的冗余数据。

（4）数据不具有独立性。数据的逻辑结构或物理结构发生变化后，必须对应用程序作相应的修改，这就进一步加重了程序员的负担。

在人工管理阶段，程序与数据之间的一一对应关系如图 1.1.1 所示。

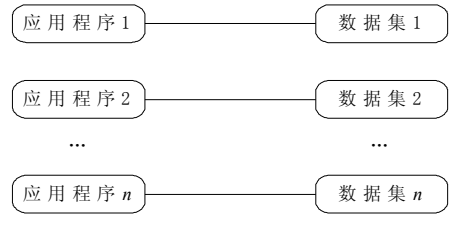



图 1.1.1　人工管理应用程序与数据之间的对应关系

### 2．文件系统阶段（20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期）

这一阶段计算机硬件和软件都得到了发展。计算机不仅应用于科学计算，还大量用于管理。这时硬件方面已经有了磁盘、磁鼓等直接存取存储设备。在软件方面，操作系统中已经有了专门的数据管理软件，一般称为文件系统。处理方式上不仅有了文件批处理，而且能够联机实时处理。

文件系统管理数据具有如下特点：

（1）数据可以长期保存。由于计算机大量用于数据处理，数据需要长期保留在外存上反复处理，即经常对文件进行查询、修改、插入和删除等操作。

（2）文件系统管理数据。由于有软件进行数据管理，程序与数据之间由软件提供存取方法进行转换，有共同的数据查询修改的管理模块。文件的逻辑结构与存储结构由系统进行转换，使程序与数据有了一定的独立性。这样程序员可以集中精力于算法，而不必过多地考虑物理细节。并且，数据在存储上的改变不一定反映在程序上，这又可以大大节省维护程序的工作量。但是，文件系统管理数据还存在以下缺点。

（3）数据共享性差，数据冗余度大。文件系统中文件基本上对应于某个应用程序，也就是说，数据还是面向应用的。当不同的应用程序所需要的数据有部分相同时，也必须建立各自的文件，而不能共享相同的数据，因此，数据冗余度大，浪费存储空间，并且由于相同数据的重复存储和各自管理，给数据的修改和维护带来了困难，容易造成数据的不一致性。

（4）数据独立性差。文件系统中文件是为某一特定应用服务的。文件的逻辑结构对该应用程序来说是优化的。因此，要想对现有的数据再增加一些新的应用是很困难的，系统不容易扩充。一旦数据的逻辑结构改变，必须修改应用程序，修改文件结构的定义。而应用程序的改变，如应用程序所使用的高级语言的变化等，也将影响文件的数据结构的改变。数据和程序之间缺乏独立性，不能反映现实世界事物之间的内在关系。在文件系统阶段，应用程序与数据的关系如图 1.1.2 所示。

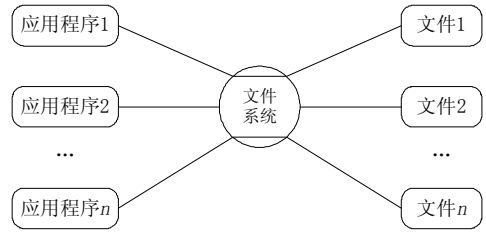



图 1.1.2　文件系统阶段应用程序与数据之间的关系

### 3．数据库系统阶段（20 世纪 60 年代后）

这一时期数据库管理的规模日趋增大，数据量急剧增加，文件管理系统已经不能适应要求，数据库管理技术为用户提供了更广泛的数据共享和更高的数据独立性，进一步减少了数据的冗余度，并为用户提供了更为方便的操作使用接口。

数据库系统对数据的管理方式与文件管理系统不同，它把所有应用程序中使用的数据汇集起来，以记录为单位存储，在数据库管理系统（DBMS）的监督和管理下使用，因此数据库中的数据是集成的，每个用户享用其中的一部分。在数据库系统中应用程序与数据之间的关系如图 1.1.3 所示。

我们以一个学院管理系统为例。该系统为学校各个部门提供必要的信息。例如为领导部门提供各系的基本情况；为教务部门提供各系开设的课程情况；为人事部门提供有关教师的人事材料；为工资部门提供教师的工资情况等。因此必须按照各部门的要求综合设计和组织数据。

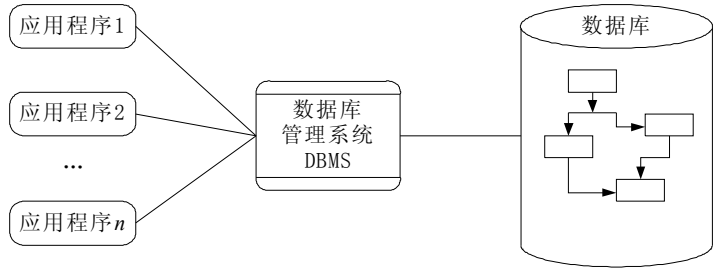



图 1.1.3　数据库管理阶段程序和数据之间的关系

各个部门取用数据集合中的一个子集，如表 1.2 所示。

**表 1.2　各部门调用的数据记录**

| 部　门 | 系记录 | 教研室记录 | 教师记录 | 奖惩记录 | 工资记录 | 课程记录 | 开课记录 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 领　导 | √ | √ | √ | | | | |
| 教　务 | √ | √ | | | | √ | √ |
| 财　务 | √ | √ | √ | | √ | | |
| 人　事 | √ | √ | √ | √ | | | |

注：表中√表示该子系统调用的信息。

从图 1.1.4 中可以看出，数据库系统中对数据的描述不光要描述数据本身，还要描述各数据记录之间的联系，这也是数据库管理系统和传统的文件系统的根本区别。

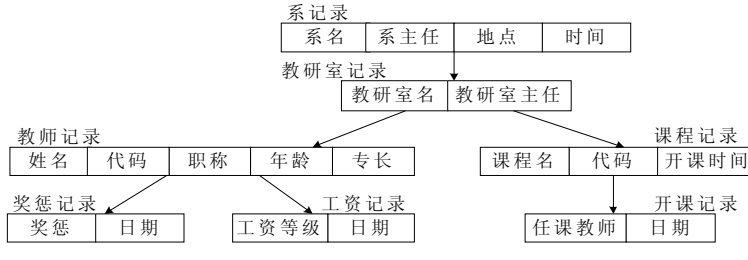



图 1.1.4　学院管理系统

## 三、数据库管理系统（DBMS）

数据库系统中用于全面管理数据的计算机软件就是数据库管理系统 DBMS（DataBase Management System）。

一个数据库管理系统就是一个通用软件系统，它管理数据库，提供组织、访问和控制等方面的工具。所谓“通用”是指 DBMS 独立于单个的应用，因而可被任何需要访问数据库的用户使用。

DBMS 是数据库的核心软件，是数据处理技术各种先进思想的汇集。主要功能有以下几个方面。

### 1．数据的存储、获取和修改

一个数据库可被许多用户共享。因此，DBMS 必须提供多个用户视图，允许用户方便、有效地存储、获取和修改他们的数据。

### 2．数据字典

数据字典是一个组织相关数据的所有信息储藏所。数据字典通常应用数据库完整性定义，安全保密定义，存取路径的定义等。DBMS 必须维护一个用户可访问的数据字典，这一服务可由 DBMS 自身的一个子集提供，或由一个独立的软件包提供。

### 3．安全机制

数据库中的数据必须受到保护，免遭由于意外或误用而引起的破坏。DBMS 的安全机制用于控制数据的访问（如用户口令、身份标识、用户级别、存取权限等），并且定义允许用户执行什么样的操作（如只读或可读可写等）。

### 4．数据完整性

数据完整性就是数据的正确性、真实性、客观性。一旦数据失真，其完整性就受到了破坏。DBMS 必须提供工具协助用户维护他们的数据完整性。在 DBMS 及其软件接口中可设计多种编辑检查和完整性约束。

### 5．并发控制

由于一个数据库是由多个用户共享的，两个或更多的用户可以同时试图访问相同数据。如果两个用户并发地试图修改同一个数据记录，就有可能产生错误结果，因为两个事务处理会相互干扰。DBMS 中必须有防护措施来避免或克服这种干扰。

DBMS 实现并发控制的基本方法是将被操作的数据进行封锁，封锁单位的大小将会影响到并行度的高低。封锁的单位越大，开销越小，但并行度就越低；反之封锁的单位越小，开销越大，但并行度就越高。因此，在决定封锁单位的大小时，应考虑到开销和并行度这两个方面的因素。

### 6．故障恢复

数据库恢复是 DBMS 的重要任务之一。由各种各样的系统失效造成的数据库损坏或丢失是不可避免的，其原因是多方面的，例如：用户操作失误，硬件出错，不正确或不合法的数据，程序出错，以及其他原因。由于数据库在现代管理系统中有着举足轻重的地位，DBMS 必须提供机制，能够在数据库丢失或损坏之后迅速而准确地恢复数据库。

在 DBMS 下，它提供了什么样的恢复工具呢？

（1）建立副本，提供整个数据库的周期性副本拷贝。

（2）建立日志，提供用于日后审查的有关事务处理和数据库变更的依据。

（3）设置检查点，DBMS 定期挂起所有处理，并使数据库的文件和日志同步。

（4）恢复或重新启动工具，DBMS 将数据库恢复到一个正确的状态，并重新开始处理事务。

## 四、数据库技术的发展及研究方向

### 1．数据库技术的现状

数据库技术从产生到现在不过 30 多年，但它的迅速发展极大地推动了计算机在人类社会各领域中的应用，已成为不可替代的计算机支柱系统之一。

计算机技术从初期只能适应最简单的一些单一应用，发展到现在与其他高级技术如人工智能、分布式计算、网络通信等结合，形成了具有综合处理能力的数据库系统。例如，专家数据库系统、工程