

21世纪 计算机基础教育系列教材

谭浩强 主编

Visual FoxPro 6.0 教程

■ 索 梅 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



21 世纪计算机基础教育系列教材

谭浩强 主编

Visual FoxPro 6.0 教程

索 梅 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 Visual FoxPro 为背景介绍了数据库系统的概念、使用、管理和开发。内容包括:数据库基础知识; Visual FoxPro 数据库的建立与使用,数据库设计,关系数据库标准语言 SQL,查询和视图;利用 Visual FoxPro 进行数据库应用系统开发的基本技术,如界面设计(表单和控件)、菜单和工具栏、报表和标签设计、建立应用程序; Visual FoxPro 的面向对象程序设计及类的使用等。

本书可以作为高校非计算机专业数据库课程或相关专业数据库应用系统开发工具类课程的教材,还可以作为 Visual FoxPro 的培训教材,也可供广大数据库应用系统开发人员阅读参考。

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

Visual FoxPro 6.0 教程/索梅编著. —北京:电子工业出版社,2002.1

(21 世纪计算机基础教育系列教材)

ISBN 7-5053-7042-1

I. V… II. 索… III. 关系数据库—数据库管理系 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 068627 号

丛 书 名: 21 世纪计算机基础教育系列教材

主 编: 谭浩强

书 名: Visual FoxPro 6.0 教程

编 著 者: 索 梅

责任编辑: 应月燕 刘海艳

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

装 订 者: 三河市路通装订厂

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: 15.75 字数: 400 千字

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

书 号: ISBN 7-5053-7042-1
TP·4037

印 数: 8 000 册 定价: 20.00 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

《21 世纪计算机基础教育系列教材》序

21 世纪是信息时代,是科学技术高速发展的时代。计算机技术与网络技术的结合,使人类的生产方式、生活方式和思维方式发生了深刻的变化。在新世纪中,计算机知识已成为当代人类文化的一个重要组成部分了。我们要将计算机知识和应用向一切有文化的人普及。

高等学校承担着为社会培养高层次人才的任务,大学生毕业后应当成为我国各个领域中的计算机应用人才,成为向全社会推广计算机应用的积极分子。在大学里应当把计算机教育放在十分重要的位置。

我国高校的计算机基础教育起步于 20 世纪 80 年代初。20 年来从无到有地迅速发展,从理工科专业发展到所有专业,从最初只开设一门语言课到按三个层次设置课程,学时也从三四十小时增加到一二百小时。计算机基础教育已经先后上了几个台阶,现在又需要上一个新的台阶。在新世纪初,我们要求提高大学生应用计算机的能力,以适应科学技术和经济发展的需要。

我们在这里所说的计算机基础教育,是指面对全体大学生的计算机教育,而非计算机专业和计算机专业中的计算机教育的特点有很大的区别。无论学生基础、培养目标、教学要求、教学内容、教学方法和教材,都和计算机专业有很大的不同。绝不可简单地照搬计算机专业的模式,否则必事倍功半。计算机基础教育实际上是计算机应用的教育,应当以应用为目的,以应用为出发点。

计算机不仅是一种工具,也是一种文化,工具是可选的,文化却是必备的。对学生来说,它还是全面素质教育的一个重要部分,通过学习计算机知识能激发学生对先进科学技术的向往,启发学生对新知识的学习热情,培养学生的创新意识,提高学生的自学能力,锻炼学生动手实践的能力。多年来的实践证明,对计算机感兴趣的学生,绝大多数都是兴趣广泛、思想活跃、善于思考、自学能力较强、喜欢动手实践的。他们绝不是只会死背书本的书呆子。

我们必须认真分析非计算机专业的特点,根据教学上的需要与可能,制定出恰当的教学要求,使学生在有限的时间内能学到最多的有用的知识。全国高等院校计算机基础教育研究会曾提出了在计算机基础教育中应当正确处理的 10 个关系,即:(1)理论与应用的关系,(2)深度与广度的关系,(3)当前与发展的关系,(4)硬件与软件的关系,(5)追踪先进水平与教学相对稳定的关系,(6)课内与课外的关系,(7)课程设置与统一考试的关系,(8)计算机课程与其他课程的关系,(9)要求学生动手能力强与当前设备不足的矛盾,(10)计算机技术发展迅速与师资现状的矛盾。在教学实践中,许多学校都创造了丰富的经验。

在非计算机专业的教学中,首先需要解决的问题是:准确定位,合理取舍教学内容。我们必须分清楚:哪些内容是需要,哪些内容是不需要的;哪些内容是目前暂时可以不学而留待以后学的,哪些内容是目前不必学而以后也不必学的;哪些内容是主要的,哪些是次要的。绝不可眉毛胡子一把抓,不加分析、不问主次,使学生感到难以入门。

在教学方法和教材的编写上,要善于用通俗易懂的方法和语言说明复杂难懂的概念。传统的教学三部曲是:提出概念—解释概念—举例说明。我在多年教学实践中对于计算机应用课程总结了新的三部曲:提出问题—介绍解决问题的方法—归纳出必要的概念和结论。从具

体到抽象,从实际到理论,从个别到一般。这是符合人们的认识规律的。实践证明,这样做已取得了很好的效果。

为了推动高校的计算机基础教育,我在 1996 年主编了《计算机教育丛书》,由电子工业出版社出版。编写这套丛书的指导思想是 20 个字:“内容新颖、实用性强、概念清晰、通俗易懂、层次配套”(也可简单地概括为:“新颖、实用、清晰、通俗、配套”)。先后出版的近 20 种供大学非计算机专业使用的教材,受到高校广大师生的欢迎,几年内发行达 75 万册,大家认为它定位准确、程度适当、内容丰富、通俗易懂,便于自学。

在进入 21 世纪之际,我们根据新时期的要求,按照上面所述的指导思想,重新进行规划,对原有的教材进行了筛选,淘汰了部分内容已过时的教材,同时根据计算机技术和高校计算机基础教育的发展组织了一些新教材,并对原有教材进行了修订和补充,以实现推陈出新、不断提高。

我们遴选了具有丰富教学经验的高校老师编写这套教材。在这套系列教材中,我们提供了多种课程的教材供各校选用,其中包括必修课和选修课。不同专业、不同层次的学校都可以从中选到合适的教材,我们还将根据发展不断推出新的教材。

本系列教材是由浩强创作室策划、组织和编写的。参加工作的有:谭浩强、史济民、薛淑斌、吴功宜、边奠英、徐士良、赵鸿德、李盘林、孟宪福、张基温、宋国新、徐安东、毛汉书、李风霞、许向荣、周晓玉、张玲、刘星、秦建中、王兴玲等。电子工业出版社对本丛书的出版给予了大力的支持,使得本丛书得以顺利出版。

由于我们的水平和经验有限,加以计算机科学技术发展很快,本丛书肯定会有不少缺点和不足,诚恳地希望专家和读者不吝指正,我们将继续努力工作,使本丛书能尽量满足读者的要求。

全国高等院校计算机基础教育研究会会长
《21 世纪计算机基础教育系列教材》主编

谭浩强
2001 年 7 月 1 日

前 言

Visual FoxPro 是 Microsoft 公司推出的关系数据库管理系统及面向对象和可视化的数据库应用系统开发工具。与早期的 FoxBase 或 FoxPro 相比,它引入了面向对象程序设计的思想,可以进行面向对象和可视化的程序设计,无论是从数据库的概念、使用和管理,还是从数据库应用系统的开发、速度、能力和灵活性等方面,都是早期的软件无法比拟的。

Visual FoxPro 具有功能强大、直观易用、工具完善而又丰富、友好的用户界面和完备的兼容性等特点。它提供的向导(Wizards)、设计器(Designer)、生成器(Builder)工具使得对数据库的设计和管理变得十分容易。

本书以 Visual FoxPro 为背景介绍了数据库系统的概念、使用、管理和开发。

全书分为 11 章,其中第 1 章和第 2 章为基础部分,主要介绍数据库基础知识和与 Visual FoxPro 有关的基本概念;第 3 章到第 6 章从数据库管理和使用的角度介绍 Visual FoxPro,包括 Visual FoxPro 数据库的建立与使用、数据库设计、关系数据库标准语言 SQL、查询和视图等内容;第 7 章到第 10 章从数据库应用系统开发的角度介绍 Visual FoxPro,包括界面设计(表单和控件)、菜单和工具栏设计、报表和标签设计、建立应用程序等内容;第 11 章介绍了 Visual FoxPro 的面向对象程序设计及类的使用等内容。

由于 Visual FoxPro 包含的内容非常庞杂,无法在一本 30 多万字的教科书中面面俱到,因此,在编写本书时尽量将基本的概念、核心的技术、必须的技能包含进来。而对 Visual FoxPro 全面地掌握和提高,还需要读者进一步参阅其他 Visual FoxPro 的技术书籍。笔者希望通过此书,使读者能够真正理解数据库,了解数据库设计的基本步骤,掌握数据库应用系统的基本开发方法,具有利用 Visual FoxPro 建立、开发数据库应用系统的基本能力。

由于时间仓促和水平有限,书中疏漏之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

作 者

2001 年 6 月

目 录

第 1 章 数据库基础	(1)
1.1 什么是数据库	(1)
1.1.1 相互关联的数据的集合	(1)
1.1.2 用综合的方法组织数据	(1)
1.1.3 低冗余与数据共享	(1)
1.1.4 数据具有较高的独立性	(2)
1.1.5 保证数据的安全、可靠	(2)
1.1.6 最大限度地保证数据的正确性	(2)
1.1.7 数据可以并发使用并能同时保证数据的一致性	(2)
1.2 数据库管理系统和数据库系统	(2)
1.2.1 数据库管理系统	(3)
1.2.2 数据库系统	(3)
1.3 数据库的过去、现在和未来	(3)
1.3.1 人工管理阶段	(4)
1.3.2 文件系统阶段	(4)
1.3.3 数据库系统阶段及其发展过程	(5)
1.3.4 数据库技术的广泛应用领域	(6)
1.4 数据模型	(7)
1.4.1 信息结构与实体之间的联系	(7)
1.4.2 概念数据模型	(8)
1.4.3 传统的三大数据模型	(12)
1.5 关系代数	(15)
1.5.1 传统的集合运算	(15)
1.5.2 专门的关系运算	(16)
习题一	(18)
第 2 章 Visual FoxPro 基础	(19)
2.1 Visual FoxPro 是数据库管理系统	(19)
2.2 Visual FoxPro 是数据库应用系统开发工具	(19)
2.3 Visual FoxPro 和 MSDN 的安装	(19)
2.3.1 Visual FoxPro 的运行环境、安装和启动	(20)
2.3.2 MSDN 的安装	(21)
2.4 Visual FoxPro 开发环境介绍	(22)
2.5 Visual FoxPro 的项目管理器	(23)
2.5.1 激活项目管理器	(23)
2.5.2 项目管理器窗口	(24)
2.5.3 项目管理器的使用	(27)
2.6 命令窗口	(29)

2.7 数据类型	(29)
2.8 Visual FoxPro 程序设计基础	(33)
2.8.1 常量和变量	(33)
2.8.2 运算符和表达式	(36)
2.8.3 常用函数	(39)
2.8.4 程序文件的建立和执行	(42)
习题二	(46)
第3章 Visual FoxPro 数据库	(47)
3.1 Visual FoxPro 数据库及其基本操作	(47)
3.1.1 建立数据库	(47)
3.1.2 使用数据库	(48)
3.1.3 修改数据库	(50)
3.1.4 删除数据库	(51)
3.2 表及其操作	(52)
3.2.1 在数据库中建立表	(52)
3.2.2 修改表结构	(55)
3.2.3 索引	(56)
3.2.4 数据完整性	(59)
3.2.5 自由表	(62)
3.2.6 表的操作	(65)
3.2.7 多个表的同时使用	(69)
3.2.8 排序	(71)
习题三	(72)
第4章 设计一个好的数据库	(73)
4.1 正确理解联系	(73)
4.2 设计一个好的表	(74)
4.2.1 操作异常现象	(74)
4.2.2 规范化	(74)
4.3 数据库的设计	(77)
习题四	(78)
第5章 关系数据库标准语言 SQL	(79)
5.1 SQL 概述	(79)
5.2 查询功能	(80)
5.2.1 简单查询	(81)
5.2.2 连接查询	(83)
5.2.3 嵌套查询	(83)
5.2.4 几个特殊运算符	(84)
5.2.5 排序	(86)
5.2.6 分组与计算查询	(87)
5.2.7 利用空值查询	(89)
5.2.8 别名与自连接查询	(89)
5.2.9 内外层互相关嵌套查询	(90)

5.2.10 超连接查询	(91)
5.2.11 集合的并运算	(93)
5.2.12 Visual FoxPro SQL SELECT 的几个特殊选项	(94)
5.2.13 几点遗憾	(95)
5.3 操作功能	(98)
5.3.1 插入	(98)
5.3.2 更新	(100)
5.3.3 删除	(100)
5.4 定义功能	(100)
5.4.1 表的定义	(100)
5.4.2 表的删除	(103)
5.4.3 表结构的修改	(103)
5.4.4 视图的定义	(105)
习题五	(107)
第 6 章 查询与视图	(109)
6.1 查询	(109)
6.1.1 查询的概念	(109)
6.1.2 建立查询	(109)
6.1.3 使用查询	(113)
6.2 视图	(115)
6.2.1 视图的概念	(115)
6.2.2 建立视图	(115)
6.2.3 视图与数据更新	(117)
6.2.4 使用视图	(118)
习题六	(119)
第 7 章 表单与控件	(120)
7.1 可视化和面向对象开发方法	(120)
7.1.1 可视化和面向对象开发方法的基本概念	(120)
7.1.2 控件、属性与事件	(121)
7.2 表单及其应用	(122)
7.2.1 建立表单	(122)
7.2.2 关于数据环境	(123)
7.2.3 用可视化方法建立第一个应用	(124)
7.2.4 设计表单的基本方法	(125)
7.2.5 单文档界面与多文档界面	(129)
7.3 界面设计与控件	(131)
7.3.1 标签控件	(131)
7.3.2 文本框控件	(131)
7.3.3 编辑框控件	(133)
7.3.4 命令按钮控件	(134)
7.3.5 命令按钮组控件	(134)
7.3.6 选项按钮控件	(136)
7.3.7 复选框控件	(137)

7.3.8 列表框控件	(138)
7.3.9 组合框和下拉列表框控件	(143)
7.3.10 微调控件	(144)
7.3.11 表格控件	(145)
7.3.12 图像控件	(148)
7.3.13 计时器控件	(148)
7.3.14 页框控件	(150)
习题七	(151)
第8章 菜单和工具栏	(152)
8.1 建立菜单	(152)
8.1.1 规划菜单系统	(152)
8.1.2 创建菜单系统	(153)
8.1.3 建立菜单的命令	(157)
8.1.4 快捷菜单	(160)
8.2 设计工具栏	(160)
8.2.1 建立工具栏	(160)
8.2.2 将工具栏添加到表单集	(162)
8.2.3 定义工具栏的操作	(162)
8.2.4 协调菜单和工具栏	(163)
习题八	(164)
第9章 报表与标签	(166)
9.1 建立报表	(166)
9.1.1 快速报表	(166)
9.1.2 报表向导	(167)
9.2 使用报表设计器	(171)
9.2.1 报表设计器中的带区	(171)
9.2.2 修改布局	(171)
9.2.3 增添控件	(173)
9.3 按布局分组数据	(173)
9.3.1 添加分组	(174)
9.3.2 编辑组标头和组注脚带区	(174)
9.4 报表的预览和打印	(176)
9.4.1 预览报表	(176)
9.4.2 打印报表	(177)
9.5 标签的建立和使用	(178)
习题九	(180)
第10章 建立应用程序	(181)
10.1 Visual FoxPro 应用程序的典型结构	(181)
10.1.1 设置应用程序的起始点	(181)
10.1.2 初始化环境	(182)
10.1.3 显示初始的用户界面	(182)
10.1.4 控制事件循环	(182)

10.2 添加文件到项目中	(183)
10.3 连编应用程序	(183)
10.3.1 测试项目	(184)
10.3.2 生成应用程序	(184)
10.3.3 生成可执行文件	(185)
10.3.4 生成动态链接库	(185)
10.4 生成可发布的应用程序	(185)
10.4.1 发布应用程序的步骤	(185)
10.4.2 准备要发布的应用程序	(186)
10.4.3 定制要发布的应用程序	(188)
10.4.4 创建发布磁盘	(190)
习题十	(191)
第 11 章 面向对象程序设计	(192)
11.1 Visual FoxPro 中的对象	(192)
11.1.1 对象的定义	(192)
11.1.2 类与对象	(192)
11.1.3 Visual FoxPro 中的对象、事件和方法	(193)
11.2 Visual FoxPro 中的类	(194)
11.2.1 容器类	(194)
11.2.2 控件类	(195)
11.2.3 赋予应用程序统一的外观和风格	(195)
11.2.4 Visual FoxPro 的基类	(195)
11.2.5 扩展 Visual FoxPro 基类	(196)
11.3 创建类和使用类	(197)
11.3.1 基本操作	(197)
11.3.2 使用类设计器	(198)
11.3.3 将类添加到表单中	(203)
11.3.4 覆盖默认属性设置	(203)
11.3.5 调用父类方法程序代码	(203)
11.3.6 类和容器的层次结构	(204)
11.3.7 设置属性	(205)
11.3.8 调用方法程序	(206)
11.3.9 响应事件	(206)
11.4 以编程方式定义类	(206)
11.4.1 保护和隐藏类成员	(207)
11.4.2 由类创建对象	(207)
11.4.3 在容器类中添加对象	(208)
11.4.4 指派方法程序代码和事件代码	(208)
11.4.5 创建对象的引用	(216)
11.4.6 创建成员数组	(217)
11.4.7 创建对象数组	(218)
11.4.8 使用对象存储数据	(218)
11.4.9 集成对象和数据	(219)

习题十一	(219)
附录	(220)
附录 A Visual FoxPro 6.0 常见事件	(220)
附录 B Visual FoxPro 6.0 常用方法	(228)
附录 C 文件扩展名与文件类型	(237)

第 1 章 数据库基础

数据库是数据管理的工具。数据管理经历了从手工管理阶段、文件管理阶段到数据库管理阶段的变迁。数据库技术自产生以来便为广大用户所接受,并获得了广泛的应用。无论是学生,还是对广大计算机用户,数据库都已不再陌生。

1.1 什么是数据库

数据库,顾名思义就是存放数据的仓库,这种想当然的理解是不准确的。数据库对应的英文单词是 **DataBase**,如果直译则是数据基地;数据仓库则另有其词——**DataWarehouse**。事实上数据库和数据仓库也不是同义词,数据仓库是在数据库技术的基础上发展起来的又一新的应用领域,是为辅助决策支持提供数据服务的技术。

由于近 20 年 **dBASE**, **FoxBase** 和 **FoxPro** 的应用非常普及,也有不少计算机用户认为 **dBASE**, **FoxBase** 和 **FoxPro** 就是数据库,这当然也是一种错误的理解, **dBASE**, **FoxBase** 和 **FoxPro** 是管理数据库的软件,而不是数据库。

那么什么是数据库呢?虽然数据库不像数学定律那样有严格的定义,但仍然有公认的基本特征:数据库是相互关联的数据的集合。下面一段话全面概括了数据库应该具备的一些特征,我们也可以把它作为数据库的定义。

数据库是相互关联的数据的集合,它用综合的方法组织数据,具有较小的数据冗余,可供多个用户共享,具有较高的数据独立性,具有安全控制机制,能够保证数据的安全、可靠,允许并发地使用数据库,能有效、及时地处理数据,并能保证数据的一致性和完整性。

1.1.1 相互关联的数据的集合

数据库中的数据不是孤立的,数据与数据之间是相互关联的。也就是说,在数据库中不仅要能够表示数据本身,还要能够表示数据与数据之间的联系。

比如在学籍管理中,有学生和课程两类数据,在数据库中除了要存放这两类数据之外,还要存放哪些学生选修了哪些课程或哪些课程由哪些学生选修这样的信息,这就反映了学生数据和课程数据之间的联系。

1.1.2 用综合的方法组织数据

数据库能够根据不同的需要按不同的方法组织数据,比如可以有顺序组织方法、索引组织方法等。

1.1.3 低冗余与数据共享

由于在数据库技术之前,数据文件都是独立的,所以任何数据文件都必须含有满足某一应用的全部数据。比如,人事部门有一个职工文件,教育部门也有一个职工文件,人事部门的职工文件的记录格式是:

职工基本情况	有关人事管理的数据
--------	-----------

教育部门的职工文件的记录格式是：

职工基本情况	有关教育培训的数据
--------	-----------

这样在两个部门的职工文件中都有“职工基本情况”的数据，也就是说这一部分数据是重复存储的，如果还有第三个、第四个部门也有类似的职工文件，那么重复存储所造成的空间浪费是很大的。在数据库中，可以共享类似“职工基本情况”这样的共用数据，从而降低数据的冗余度。

1.1.4 数据具有较高的独立性

数据独立性是指数据的组织和存储方法与应用程序互不依赖、彼此独立的特性。在数据库技术之前，数据文件的组织方式和应用程序是密切相关的，当改变数据结构时相应的应用程序也必须随之修改，这样就大大增加了应用程序的开发代价和维护代价。数据库技术却可以使数据的组织和存储方法与应用程序互不依赖，从而大大降低应用程序的开发和维护代价。

1.1.5 保证数据的安全、可靠

数据库技术要能够保证数据库中的数据是安全、可靠的。数据库要有一套安全机制，以便可以有效地防止数据库中的数据被非法使用或非法修改；数据库还要有一套完整的备份和恢复机制，以便保证当数据遭到破坏时（软件或硬件故障引起的），能立刻将数据完全恢复，从而保证系统能够连续、可靠地运行。

1.1.6 最大限度地保证数据的正确性

保证数据正确的特性在数据库中称为数据完整性。在数据库中，可以通过建立一些约束条件保证数据库中的数据是正确的。比如，某学生的年龄是 20 岁，当误输入为 2 岁或 200 岁时，数据库能够主动拒绝这类错误。

1.1.7 数据可以并发使用并能同时保证数据的一致性

数据库中的数据是共享的，并且允许多个用户同时使用相同的数据，这就要求数据库能够协调一致，保证各个用户之间对数据的操作不发生矛盾和冲突，即在多个用户同时使用数据库时，能够保证数据的一致性和正确性。

以上概括介绍了数据库的主要特性或特征，在后续的章节中会作出更详细的解释，会介绍 Visual FoxPro 在这些方面的功能，使读者能够明确一些为什么……什么是……如何做……等方面的问题，从而真正理解数据库、掌握 Visual FoxPro 的应用技术等。

1.2 数据库管理系统和数据库系统

数据库、数据库管理系统和数据库系统三个不同的概念。

1.2.1 数据库管理系统

上一节提到的数据库的各种功能和特性，并不是数据库中的数据固有的，它是靠管理或支持数据库的系统软件——数据库管理系统（DataBase Management System，简称 DBMS）提供的。一个完备的数据库管理系统应该具备上一节提到的各种功能，它的任务就是对数据资源进行管理，并且使之能为多个用户共享，同时还能保证数据的安全性、可靠性、完整性、一致性，还要保证数据的高度独立性。

具体来说，一个数据库管理系统应该具备如下功能。

1) 数据库定义功能：可以定义数据库的结构和数据库的存储结构，可以定义数据库中数据之间的联系，可以定义数据的完整性约束条件和保证完整性的触发机制等。

2) 数据库操纵功能：可以完成对数据库中数据的操纵，可以装入、删除、修改数据，可以重新组织数据库的存储结构，可以完成数据库的备份和恢复等操作。

3) 数据库查询功能：可以以各种方式提供灵活的查询功能，使用户可以方便地使用数据库中的数据。

4) 数据库控制功能：可以完成对数据库的安全性控制、完整性控制、多用户环境下的并发控制等各方面的控制。

5) 数据库通讯功能：在分布式数据库或提供网络操作功能的数据库中还必须提供数据库的通讯功能。

1.2.2 数据库系统

前面介绍了数据库的各种特征和管理数据库的系统软件 DBMS，那么什么是数据库系统呢？

简单地说，数据库系统就是基于数据库的计算机应用系统。这样一个系统除了包括：

- 以数据为主体的数据库。
- 管理数据库的系统软件 DBMS。

还包括：

- 支持数据库系统的计算机硬件环境和操作系统环境。
- 管理和使用数据库系统的人，特别是负责设计、维护数据库的技术人员——数据库管理员。
- 方便使用和管理系统的各种技术说明书和使用说明书。

至此可以看出，数据库、数据库管理系统和数据库系统三个不同的概念，数据库强调的是数据，数据库管理系统是系统软件，而数据库系统强调的是系统。

1.3 数据库的过去、现在和未来

数据库的核心任务是数据管理，它包括数据的分类、组织、编码、存储、检索和维护等。但并不是一开始就有数据库技术，在计算机诞生的初期，计算机主要用于科学计算，虽然此时同样有数据管理的问题，但这时的数据管理是以人工的方式进行的，后来发展到文件系统，再后来才是数据库。也就是说，数据管理经历了人工管理阶段、文件系统阶段和数据库系统阶段。

1.3.1 人工管理阶段

人工管理阶段是指计算机诞生的初期（20 世纪 50 年代中期以前）。这个时期的计算机技术，从硬件看还没有磁盘这样的可直接存取的存储设备，从软件看没有操作系统，更没有管理数据的软件。所以这个时期数据管理的特点是：

1) 数据不保存。因为计算机主要用于科学计算，一般也不需要长期保存数据，只是在完成某一个计算或课题时才将数据输入，然后不仅原始数据不保存，计算结果也不保存。

2) 还没有文件的概念。这个时期的数据组织必须由每个程序的程序员自行组织和安排。

3) 一组数据对应一个程序。每组数据只对应一个应用，即便两个程序用到相同的数据，也必须各自定义、各自组织，数据无法共享、无法相互利用和互相参照。因此，程序和程序之间有大量的数据重复。

4) 没有形成完整的数据管理的概念。由于以上几个特点及没有对数据进行管理的软件系统，所以这个时期的每个程序都要包括数据存取方法、输入/输出方法和数据组织方法等。因为程序是直接面向存储结构的，所以存储结构的任何一点修改，都会导致程序的修改，程序与数据不具有独立性。

人工管理阶段的特点可用图 1-1 表示。

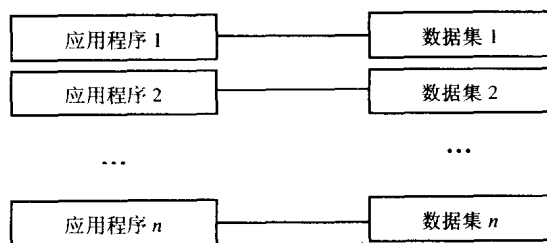


图 1-1 人工管理阶段的特点

1.3.2 文件系统阶段

文件系统阶段是指 20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期这一阶段。从那时起，计算机不仅大量用于科学计算，也开始大量用于信息管理。像磁盘这样的直接存取存储设备已经出现，在软件方面有了操作系统和高级语言，也有了专门用于数据管理的软件——即文件系统（或操作系统的文件管理部分）。这个阶段的数据管理有以下一些特点：

1) 数据可以长期保存在磁盘上，也可以反复使用，即可以经常对文件进行查询、修改、插入和删除等操作。

2) 操作系统提供了文件管理功能和访问文件的存取方法，程序和数据之间有了数据存取的接口，程序开始通过文件名和数据打交道，可以不再关心数据的物理存放位置。因此，这时也有了数据的物理结构和数据的逻辑结构的区别。程序和数据之间有了一定的独立性。

3) 文件的形式已经多样化。由于有了磁盘这样的直接存取存储设备，文件不再局限于顺序文件，有了索引文件、链表文件等。因而，对文件的访问可以是顺序访问，也可以是直接访问。但文件之间是独立的，它们之间的联系要通过程序去构造，文件的共享性还比较差。

4) 有了存储文件以后，数据就不再仅仅属于某个特定的程序，而可以由多个程序反复使用。但文件结构的设计仍然是基于特定的用途，程序仍然是基于特定的物理结构和存取方

法编制的。因此，数据的存储结构和程序之间的依赖关系并未根本改变。

5) 数据的存取基本上以记录为单位。

图 1-2 示意了文件阶段的特点及程序和数据之间的关系。

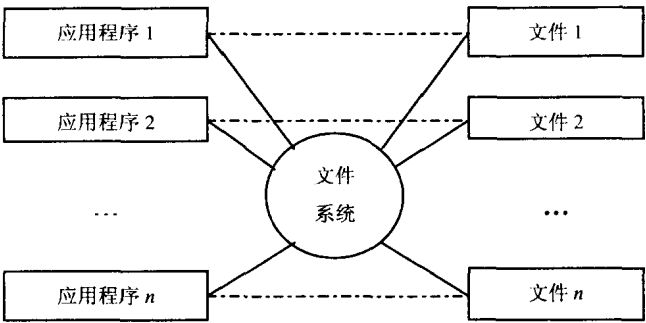


图1-2 文件阶段的特点

虽然文件系统比人工管理有了长足的进步，但是文件系统所能提供的存取方法和数据管理仅仅是初级水平。无论如何，文件系统阶段是数据管理技术发展中的一个重要阶段，在这个阶段中得到充分发展的各种数据结构和算法等，都大大丰富了计算机科学，今天的数据库技术也正是在文件系统的基础上发展起来的。

现在，站在数据库的观点上反观文件系统，可以看出文件系统有以下几方面明显的缺陷：

- 1) 数据冗余大。这是因为每个文件都是为特定的用途设计的，因此会造成同样的数据在多个文件中重复存储。
- 2) 数据不一致性。这往往是由数据冗余造成的，更新时，稍不谨慎就会造成同一数据在不同文件中的不一致。
- 3) 程序和数据之间的独立性差。应用程序依赖于文件的存储结构，使得若修改文件的存储结构，则必须修改程序。
- 4) 数据联系弱。文件与文件之间是独立的，文件之间的联系必须通过程序来构造。因此，文件系统是一个不具有弹性的、无结构的数据集合，不能反映现实世界事物之间的联系。

1.3.3 数据库系统阶段及其发展过程

数据库系统阶段从 20 世纪 60 年代后期开始，数据库技术的诞生既有计算机技术的发展做依托，又有数据管理的需求做动力。数据库的数据不再是面向某个应用或某个程序，而是面向整个企业（组织）或整个应用的，图 1-3 示意了这种特点。

关于数据库的特点及优点，我们在本章的第一节已经做了比较详细的叙述，这里不再重复。

数据库技术的诞生可以以 20 世纪 60 年代末和 70 年代初的三个事件做标志，它们是：

- 1) 1968 年研制成功、1969 年形成产品的美国 IBM 公司的数据库管理系统 IMS（Information Management System）的问世，该系统支持的是层次数据模型。
- 2) 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（DataBase Task Group）对数据库方法进行了系统地研究，在 20 世纪 60 年代末和 70 年代初发表了若干个报告（称为 DBTG 报告），该报告建立了数据库技术的很