

计算机与信息技术专业应用教材

Visual FoxPro 程序设计

李春葆 编著



清华大学出版社

► 计算机与信息技术专业应用教材

Visual FoxPro 程序设计

李春葆 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是 VFP 基础编程教材。书中通过大量实例,系统、全面地介绍了 VFP 的使用方法和数据库系统开发技术。本书作者长期从事数据库系统的开发并有丰富的教学经验。

全书共 18 章,全面介绍了数据库基础知识, VFP 系统集成环境的设置及语言基础,数据表的建立和操作方法,各类索引创建方法,数据库的建立和数据词典的应用,面向对象的编程方法,表单的设计技巧,菜单和报表的设计方法,应用程序编译和发布过程等。书中有大量例题,每章后都有练习题,并附有答案,另外给出了 10 个上机实验题和练习题的参考答案。

本书结构合理、条理清楚,既可作为参加全国计算机等级考试(二级)应试者的教材,又可作为各类院校相关专业及其他培训班的 VFP 程序设计教学用书,对于计算机应用人员和计算机爱好者也是一本实用的自学参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计/李春葆编著. —北京:清华大学出版社,2005.1

计算机与信息技术专业应用教材

ISBN 7-302-10027-6

I. V… II. 李… III. 关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro—程序设计—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 124664 号

出 版 者:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

客户服务:010-62776969

组稿编辑:夏非彼

文稿编辑:陈洁

封面设计:付剑飞

版式设计:科海

印 刷 者:北京市耀华印刷有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:25.5 字数:620 千字

版 次:2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-10027-6/TP·6885

印 数:1~5000

定 价:35.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010) 82896445

丛 书 序

为适应信息社会高速发展的需求，目前全国各类高等院校都在进行计算机教学的全方位改革，目的是规划出一整套面向计算机与信息技术专业、具有中国高校计算机教育特色的课程计划和教材体系，本丛书就是在这背景下应运而生的。我们组织了由全国高校计算机专业的专家教授组成的“计算机与信息技术专业应用教材”课题研究组，通过对计算机和信息技术专业全方位的研讨，并结合我国当前的实际情况，编写了这套系统性、科学性和实践性都很强的丛书。

丛书特色

☑ 先进性：力求介绍最新的技术和方法

先进性和时代性是教材的生命，计算机与信息技术专业的教学具有更新快、内容多的特点，本丛书在体例安排和实际讲述过程中都力求介绍最新的技术和方法，并注重拓宽学生的知识面，激发他们学习的热情和创新的欲望。

☑ 理论与实践并重：阐明基础理论，强调实践应用

理论是实践的基础，实践是理论的升华；不能有效指导实践的理论是空头理论，没有理论指导的实践是盲目的实践。对于时代呼唤的信息化人才而言，二者缺一不可。本丛书以知识点为主线，穿插演示性案例于理论讲解之中，使枯燥的理论变得更易于理解、易于接受；此外，还在每一章的末尾提供大量的实习题和综合练习题，目的是提高学生综合利用所学知识解决实际问题的能力。

☑ 易教易学：创新体例，合理布局，通俗易懂

本丛书结构清晰，内容系统详实，布局合理，体例较好；力求把握各门课程的核心，通俗易懂，便于教学的展开，也便于学生学习。

丛书组成

首批推出的计算机与信息技术专业应用教材涵盖计算机基础、程序设计和数据库三大领域，共 16 本：

- 操作系统
- 计算机系统结构
- 数据结构与算法教程
- Java 语言程序设计
- Access 程序设计
- C 程序设计教程（基于 Visual C++ 平台）
- C 程序设计教程学习与上机指导（基于 Visual C++ 平台）
- C++ 程序设计教程
- C++ 程序设计教程学习与上机指导
- Visual FoxPro 程序设计
- Visual Basic 程序设计
- SQL Server 2000 关系数据库教程
- SQL Server 2000 关系数据库教程学习与上机指导
- 数据库原理与应用——基于 Access
- 数据库原理与应用——基于 Visual FoxPro
- 数据库原理与应用——基于 SQL Server 2000

丛书编委会

主任委员：李春葆

副主任委员：苏光奎 朱福喜

委员：尹为民 尹朝庆 李春葆 伍春香

朱福喜 苏光奎 胡新启 徐爱萍

曾平 曾慧

编者寄语

如果说科学技术的飞速发展是 21 世纪的一个重要特征的话，那么教学改革将是 21 世纪教育工作不变的主题。要紧跟教学改革，不断创新，真正编写出满足新形势下教学需求的教材，还需要我们不断地努力实践、探索和完善。本丛书虽然经过细致的编写与校订，仍难免有疏漏和不足，需要不断地补充、修订和完善。我们热情欢迎使用本丛书的教师、学生和读者朋友提出宝贵意见和建议，使之更臻成熟。

本丛书作者的电子邮件：licb@public.wh.hb.cn

本丛书出版者的电子邮件：feedback@khp.com.cn

2004 年 12 月

前 言

Visual FoxPro 6.0 (简称 VFP) 是微软公司推出的关系数据库管理系统, 它是一种典型的第四代计算机语言, 是一种非过程语言。VFP 全面支持可视化编程和面向对象的编程。

可视化编程是 20 世纪 90 年代出现的一种全新的程序设计方法。采用 VFP 可视化编程技术, 用户用鼠标就可以快速、简捷地创建数据库应用程序, 极大地提高了编程效率。

面向对象的编程具有继承性、封装性和多态性等特点。VFP 面向对象的编程使用类、子类和事件等相关概念, 不仅提高了代码的可重用性, 而且使程序的逻辑结构更加清晰、程序更加可靠和易于维护。

另外, VFP 提供了向导、生成器和设计器等三种工具, 为快速高效地完成应用程序开发提供了强有力的支持。

本书以 VFP 程序设计为主题, 突出 VFP 的特点, 强调它的使用与开发方法。把数据库技术、可视化编程的方法、语言学习与实际应用作为一个统一整体来介绍, 全书提供了大量的实例, 通过这些简明扼要的例子, 读者对 VFP 的理解会更具体、更深入, 更便于上机实践。

本书分为 18 章。第 1 章介绍数据库基础知识, 第 2 章介绍 VFP 系统初步, 第 3 章介绍 VFP 语言基础, 第 4 章介绍建立自由表的过程, 第 5 章介绍建立索引的方法, 第 6 章介绍表的各种操作方法, 第 7 章介绍 SELECT-SQL 查询命令, 第 8 章介绍建立和操作数据库的方法, 第 9 章介绍使用数据词典的方法, 第 10 章介绍建立查询与视图的过程, 第 11 章介绍 VFP 程序设计基础, 第 12 章介绍创建表单和表单集的方法, 第 13 章介绍内部控件的使用技术, 第 14 章介绍面向对象的程序设计, 第 15 章介绍菜单设计方法, 第 16 章介绍报表设计方法, 第 17 章介绍编译、调试应用程序的过程, 第 18 章介绍如何发布应用程序及相关内容。每章后都给出一定数量的练习题。最后有两个附录, 附录 A 给出了 10 个上机实验题及实验设计, 附录 B 给出全书练习题的参考答案。

本书在写法上注重由浅入深, 循序渐进, 通俗易懂, 适合自学。书中提供了大量例题, 有助于读者理解概念、巩固知识、掌握要点、攻克难点。

本书既可作为参加全国计算机等级考试(二级)应试者的教材, 又可作为各类院校相关专业及其他培训班的 VFP 程序设计教学用书, 对于计算机应用人员和计算机爱好者也是一本实用的自学参考书。

由于编者水平所限, 难免出现不足之处, 敬请广大读者指正。编者的 E-Mail 为: licb@public.wh.hb.cn。

编者

2004 年 10 月

目 录

第 1 章 数据库基础知识	1	第 2 章 VFP 系统初步	19
1.1 信息、数据与数据处理	1	2.1 VFP 的特点	19
1.1.1 数据与信息	1	2.2 VFP 系统的启动和退出	21
1.1.2 数据处理	1	2.2.1 启动 VFP 系统	21
1.2 计算机数据管理的三个阶段	2	2.2.2 退出 VFP 系统	22
1.2.1 人工管理阶段	2	2.3 VFP 系统界面	22
1.2.2 文件系统阶段	2	2.3.1 菜单	22
1.2.3 数据库系统阶段	3	2.3.2 窗口	23
1.3 什么是数据库系统	3	2.3.3 对话框	24
1.3.1 数据	4	2.4 VFP 系统菜单	24
1.3.2 用户	4	2.4.1 “文件”菜单	25
1.3.3 软件	5	2.4.2 “编辑”菜单	26
1.3.4 硬件	5	2.4.3 “显示”菜单	26
1.4 数据库管理系统	5	2.4.4 “格式”菜单	26
1.4.1 DBMS 的主要功能	5	2.4.5 “工具”菜单	27
1.4.2 DBMS 的组成	6	2.4.6 “程序”菜单	27
1.5 数据模型	6	2.4.7 “窗口”菜单	28
1.5.1 概念模型	6	2.4.8 “帮助”菜单	28
1.5.2 常用的数据模型	8	2.5 定制 VFP 开发环境	28
1.6 关系数据库	9	2.5.1 设置环境和管理临时文件	28
1.6.1 基本术语	9	2.5.2 配置 VFP 工具栏	32
1.6.2 关系运算	11	练习题 2	34
1.6.3 规范化设计理念和办法	11	第 3 章 VFP 语言基础	36
1.7 数据库设计	13	3.1 数据类型	36
1.7.1 需求分析	13	3.1.1 字符型	36
1.7.2 概念结构设计	14	3.1.2 货币型	36
1.7.3 逻辑结构设计	14	3.1.3 数值型	37
1.7.4 物理结构设计	16	3.1.4 单精度浮点型	37
1.7.5 数据库实施	16	3.1.5 日期型	37
1.7.6 数据库运行维护	16	3.1.6 日期时间型	37
练习题 1	17	3.1.7 双精度浮点型	37
		3.1.8 整型	38

3.1.9 逻辑型	38	4.5 重命名表	62
3.1.10 备注型	38	4.6 建立样本表	63
3.1.11 通用型	38	练习 4	65
3.1.12 字符型 (二进制)	38	第 5 章 索引	69
3.1.13 备注型 (二进制)	38	5.1 索引类型和索引文件类型	69
3.2 数据存储容器	39	5.1.1 索引类型	69
3.2.1 常量	39	5.1.2 索引文件类型	70
3.2.2 变量	40	5.2 建立索引文件	71
3.2.3 数组	44	5.2.1 建立结构复合索引文件	71
3.2.4 字段	45	5.2.2 建立独立复合索引文件	73
3.2.5 记录	45	5.2.3 建立独立索引文件	74
3.2.6 对象	45	5.3 索引文件的引用	74
3.3 运算符	46	5.3.1 结构复合索引文件的引用	74
3.3.1 算术运算符	46	5.3.2 独立复合索引文件的引用	76
3.3.2 字符运算符	46	5.3.3 独立索引文件的引用	77
3.3.3 日期运算符	46	5.4 索引文件的维护	78
3.3.4 逻辑运算符	47	5.4.1 结构复合索引文件的维护	78
3.3.5 关系运算符	47	5.4.2 独立复合索引文件的维护	78
3.3.6 类与对象运算符	48	5.4.3 独立索引文件的维护	80
3.4 表达式	48	5.5 索引标识的删除	80
3.4.1 算术表达式	48	5.5.1 删除结构复合索引文件中的 索引标识	80
3.4.2 字符表达式	48	5.5.2 删除独立复合索引文件中的 索引标识	81
3.4.3 日期表达式	49	5.5.3 删除独立索引文件	81
3.4.4 关系表达式	49	练习 5	82
3.4.5 逻辑表达式	49	第 6 章 表的操作	84
3.4.6 名称表达式	49	6.1 打开表	84
3.4.7 宏替换表达式	50	6.1.1 USE 命令	84
3.5 VFP 命令结构	50	6.1.2 使用多个表	85
练习 3	51	6.2 输入记录	88
第 4 章 建立表	55	6.2.1 全屏幕编辑	88
4.1 建立表结构	55	6.2.2 使用命令	90
4.1.1 交互建立表结构	55	6.3 修改记录	93
4.1.2 使用 SQL 命令建立表结构	56	6.3.1 全屏幕编辑	93
4.2 修改表结构	57	6.3.2 使用命令	93
4.2.1 交互修改表结构	57	6.4 删除记录	94
4.2.2 使用 SQL 命令修改表结构	58	6.4.1 逻辑删除记录	94
4.3 删除表	60		
4.4 复制表	61		

6.4.2 物理删除记录	96	9.1.2 设置表的注释	138
6.5 查找记录	97	9.2 设置长字段名、标题和注释	139
6.5.1 记录的定位	97	9.2.1 设置长字段名	139
6.5.2 顺序查找	98	9.2.2 设置字段注释	140
6.5.3 记录过滤	99	9.2.3 设置字段的标题	140
6.5.4 索引查找	100	9.3 字段默认值	141
6.6 数据统计	101	9.3.1 设置字段默认值	141
6.6.1 计数命令	101	9.3.2 利用默认值来加快数据的输入	141
6.6.2 求和命令	102	9.3.3 允许的默认值	142
6.6.3 求平均值命令	102	9.3.4 何时使用默认值	142
6.6.4 分类汇总命令	103	9.4 建立和删除表间的关系	142
练习题 6	103	9.4.1 建立表间的永久关系	142
第 7 章 SELECT-SQL 查询	109	9.4.2 删除表间的永久关系	143
7.1 SELECT-SQL 语句格式	109	9.4.3 建立表之间的临时关系	144
7.2 投影查询	111	9.5 设置字段级和记录级有效性规则	145
7.3 选择查询	112	9.5.1 何时实施约束	145
7.4 对查询结果进行排序	114	9.5.2 设置字段级有效性规则	146
7.5 使用聚合函数	115	9.5.3 何时检查字段级规则	148
7.6 表的连接查询	116	9.5.4 设置记录级有效性规则	148
7.7 子查询	119	9.5.5 何时检查记录级规则	149
7.8 查询结果的合并	121	9.5.6 从数据库中移去具有关联 规则的表	149
练习题 7	122	9.6 生成参照完整性	149
第 8 章 建立和操作数据库	127	9.7 存储过程	151
8.1 自由表和数据库	127	9.7.1 建立存储过程	151
8.2 建立数据库文件	127	9.7.2 将存储过程添加到数据库中	152
8.3 数据库的操作	128	9.7.3 查看数据库中存储过程的名字	153
8.3.1 打开数据库	128	9.8 设置触发器	153
8.3.2 向数据库中添加表	130	9.8.1 建立触发器	153
8.3.3 显示数据库中的表	131	9.8.2 移去或删除触发器	154
8.3.4 从数据库中移去表	131	9.8.3 修改触发器	155
8.3.5 引用多个数据库	132	练习题 9	155
8.3.6 关闭数据库	133	第 10 章 查询与视图	157
8.3.7 删除数据库	133	10.1 建立查询	157
8.3.8 查看和修改数据库结构	133	10.1.1 打开查询设计器	157
练习题 8	135	10.1.2 选取要查询的数据文件	158
第 9 章 使用数据词典	137	10.1.3 设置查询设计器的各种条件 与属性	159
9.1 设置长表名和表的注释	137		
9.1.1 设置长表名	137		

10.2 建立视图	167	12.3.2 复制和删除表单控件	216
10.2.1 使用视图设计器创建视图	167	12.3.3 对齐控件	216
10.2.2 使用命令创建和修改视图	173	12.3.4 调整控件的位置	216
10.3 使用视图	174	12.3.5 设置控件的 Tab 键次序	217
10.3.1 打开视图	174	12.3.6 预定义常量	218
10.3.2 在视图中更新多个表	174	12.4 表单管理	218
10.4 重命名视图	175	12.4.1 隐藏表单	219
10.5 删除视图	175	12.4.2 传递参数	219
练习题 10	175	12.4.3 从表单返回值	219
第 11 章 VFP 程序设计基础	177	12.4.4 关闭活动表单	219
11.1 程序文件	177	12.4.5 运行时属性的设置	220
11.1.1 程序的概念	177	12.5 保存和运行表单	221
11.1.2 程序文件的建立与执行	177	12.5.1 保存表单	221
11.1.3 不同工作方式下的环境设置	179	12.5.2 运行表单	221
11.1.4 输入输出命令	183	12.6 创建表单集	221
11.2 程序控制结构	185	练习题 12	222
11.2.1 顺序结构	186	第 13 章 内部控件	225
11.2.2 分支结构	186	13.1 标签控件	225
11.2.3 循环结构	188	13.2 文本框控件	226
11.3 函数和过程	190	13.3 编辑框控件	228
11.3.1 VFP 标准函数	190	13.4 命令按钮控件	229
11.3.2 自定义函数	194	13.5 命令组控件	233
11.3.3 过程	196	13.6 选项组控件	235
11.3.4 参数传递过程	198	13.7 复选框控件	237
练习题 11	200	13.8 列表框控件	239
第 12 章 表单和表单集	206	13.9 组合框控件	243
12.1 创建表单	206	13.10 微调	245
12.1.1 表单类型	206	13.11 图像控件	246
12.1.2 用表单设计器创建表单	207	13.12 表格控件	247
12.2 定制表单	209	13.13 计时器控件	250
12.2.1 使用表单设计器工具栏	209	13.14 页框控件	252
12.2.2 设置数据环境	210	13.15 线条控件	253
12.2.3 向表单中添加控件	212	13.16 形状控件	254
12.2.4 添加新的属性与方法到表单中	214	13.17 容器控件	256
12.2.5 定义表单的操作行为	214	13.18 OLE 控件	257
12.2.6 编辑事件和方法代码	215	练习题 13	259
12.3 修改表单	215	第 14 章 面向对象的程序设计	263
12.3.1 选择、移动和缩放控件	216	14.1 对象和类	263

14.1.1 对象	263	15.3 创建和运行菜单	300
14.1.2 类	264	15.4 将菜单添加到顶层表单中	301
14.2 VFP 类层次	266	15.5 设计菜单示例	301
14.2.1 容器类	266	练习题 15	305
14.2.2 控件类	267	第 16 章 报表设计	306
14.3 类的设计	267	16.1 报表设计器	306
14.3.1 类设计的考虑	267	16.1.1 启动报表设计器	306
14.3.2 类库文件	267	16.1.2 报表设计工具栏	307
14.3.3 创建新类	268	16.1.3 报表控件工具栏	307
14.3.4 添加类属性与方法	271	16.2 设计报表布局	308
14.3.5 类的注册	272	16.2.1 设置报表页面	308
14.3.6 调用父类中的方法	273	16.2.2 设置报表数据环境	309
14.3.7 修改类的定义	273	16.2.3 数据位置的规划	309
14.3.8 子类的定义	273	16.3 插入报表控件	310
14.3.9 从类中派生对象	273	16.3.1 添加字段	310
14.3.10 类的设计和应用实例	274	16.3.2 添加标签	311
14.4 对象的操作	280	16.3.3 添加图形	311
14.4.1 容器层次中对象的引用	280	16.3.4 添加图片	311
14.4.2 设置属性值	280	16.4 数据分组	312
14.4.3 调用方法	281	16.4.1 添加单个组	313
14.4.4 对事件的响应	281	16.4.2 添加多个数据分组	313
14.5 通过编程定义类	282	16.4.3 修改组带区	313
14.5.1 保护和隐藏类成员	286	16.4.4 删除组带区	314
14.5.2 将对象加入容器类中	286	16.4.5 修改分组次序	314
14.5.3 设计方法和事件代码	286	16.5 修改页面布局	314
14.5.4 防止执行基类中的代码	287	16.5.1 修改带区	314
14.5.5 成员数组	287	16.5.2 精确设置带区高度	314
14.5.6 对象数组	287	16.5.3 选择和移动控件	314
14.5.7 编程实例	288	16.5.4 复制和删除控件	315
14.6 VFP 事件	290	16.5.5 调整控件的大小	315
14.6.1 VFP 核心事件	290	16.5.6 控件的对齐设置	315
14.6.2 容器与对象事件	291	16.5.7 网格线设置	315
14.6.3 事件触发顺序	291	16.6 对打印进行控制	316
14.7 小结	293	16.6.1 打印具有可变长度值的控件	316
练习题 14	293	16.6.2 设置控件的打印选项	317
第 15 章 菜单设计	297	16.7 运行报表	318
15.1 启动菜单设计器	297	练习题 16	319
15.2 菜单设计器的组成	298		

第 17 章 编译、调试应用程序 321

- 17.1 构造应用程序的过程 321
 - 17.1.1 构造应用程序框架 321
 - 17.1.2 将文件加入到项目中 325
 - 17.1.3 引用可修改的文件 326
 - 17.1.4 为一个项目建立应用程序 327
- 17.2 应用程序的编译和调试 329
 - 17.2.1 常见的错误类型 329
 - 17.2.2 常用的调试技术 330
 - 17.2.3 使用“调试器”进行调试 330
- 17.3 处理“运行时”的错误 334
- 练习题 17 337

第 18 章 发布应用程序 338

- 18.1 发布过程 338
- 18.2 准备要发布的应用程序 338
 - 18.2.1 选择连编类型 339
 - 18.2.2 考虑硬件、内存和网络问题 339
 - 18.2.3 确保程序在运行时能够
 正确运行 339
 - 18.2.4 在应用程序中包含资源 340
 - 18.2.5 删除受限制的 VFP 功能
 和文件 342
- 18.3 定制要发布的应用程序 342
 - 18.3.1 保护并文档化源代码 343
 - 18.3.2 调用错误处理和终止系统
 运行例程 343
 - 18.3.3 给应用程序添加帮助信息 344
 - 18.3.4 修改应用程序的外观 344
 - 18.3.5 备份源代码 345
 - 18.3.6 生成应用程序 345
- 18.4 准备制作发布磁盘 345
 - 18.4.1 创建发布目录 346
 - 18.4.2 创建发布磁盘 346
- 18.5 发布过程 346
 - 18.5.1 发布树 347

- 18.5.2 使用安装向导 347

- 练习题 18 349

附录 A 上机实验题 350

- 上机实验 1: 建立和使用自由表 350
- 上机实验 2: 建立和使用索引 353
- 上机实验 3: 表操作 356
- 上机实验 4: SELECT-SQL 查询 358
- 上机实验 5: 数据库表操作 360
- 上机实验 6: VFP 程序设计 362
- 上机实验 7: 创建表单 365
- 上机实验 8: 面向对象程序设计 368
- 上机实验 9: 应用系统设计 373
- 上机实验 10: 应用程序编译和发布 378

附录 B 练习题参考答案 380

- 练习题 1 参考答案 380
- 练习题 2 参考答案 381
- 练习题 3 参考答案 381
- 练习题 4 参考答案 382
- 练习题 5 参考答案 383
- 练习题 6 参考答案 384
- 练习题 7 参考答案 386
- 练习题 8 参考答案 387
- 练习题 9 参考答案 387
- 练习题 10 参考答案 388
- 练习题 11 参考答案 388
- 练习题 12 参考答案 391
- 练习题 13 参考答案 392
- 练习题 14 参考答案 392
- 练习题 15 参考答案 393
- 练习题 16 参考答案 394
- 练习题 17 参考答案 394
- 练习题 18 参考答案 394

参考文献 395

第 1 章

数据库基础知识

目前数据处理成为计算机应用的主要方面。数据处理的中心问题是数据管理。数据库系统技术是数据管理技术发展的最新研究成果。在本章中,主要介绍数据管理技术的发展、数据模型和数据库系统的基本概念等,为后面各章的学习打下基础。

1.1 信息、数据与数据处理

用计算机对数据进行处理的应用系统称为计算机信息系统。信息系统是“一个由人、计算机等组成的能进行信息的收集、传递、存储、加工、维护、分析、计划、控制、决策和使用的系统”。信息系统的核心是数据库。

1.1.1 数据与信息

“信息”是指现实世界事物存在方式或运动状态的反映。具体地说,信息是一种已经被加工为特定形式的数据,这种数据形式对接收者来说是有意义的,而且对当前和将来的决策具有明显的或实际的价值。

信息有如下一些重要特征:

- 信息传递需要物质载体,信息的获取和传递要消耗能量。
- 信息是可以感知的。不同的信息源有不同的感知方式(如感觉器官、仪器或传感器)。
- 信息是可以存储、压缩、加工、传递、共享、扩散、再生和增值的。

“数据”是将现实世界中的各种信息记录下来的、可以识别的符号,是信息的载体,是信息的具体表示形式。可用多种不同的数据形式来表示一种同样的信息,而信息不随它的数据形式不同而改变。数据的表现形式多种多样,不仅有我们熟知的数字和文字,还可以有图形、图像、声音等形式。

数据与信息是密切关联的,信息是各种数据所包括的意义,数据则是载荷信息的物理符号。因此,在许多场合下,对它们不做严格的区分,可互换使用。例如通常说的“信息处理”与“数据处理”等就具有同义性。

1.1.2 数据处理

数据处理是指将数据转换成信息的过程,如对数据的收集、存储、传播、检索、分类、

加工或计算、打印各类报表或输出各种需要的图形。在数据处理的一系列活动中，数据收集、存储、传播、检索、分类等操作是基本环节，这些基本环节统称为数据管理。

1.2 计算机数据管理的三个阶段

计算机数据管理经历了人工管理、文件系统和数据库系统等三个阶段。

1.2.1 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前，计算机主要用于科学计算。在这一阶段，计算机除硬件外，没有管理数据的软件。使用计算机对数据进行管理时，设计人员除考虑应用程序、数据的逻辑定义和组织外，还必须考虑数据在存储设备内的存储方式和地址。其特点如下：

- 数据不保存。因为计算机主要用于科学计算，不要求保存数据。每次计算机先将程序和数据输入主存，计算结束后，将结果输出，计算机不保存程序和数据。
- 编写程序时要安排数据的物理存储。程序员编写应用程序时，还要安排数据的物理存储。程序和数据混为一体，一旦数据的物理存储改变，必须要重新编程，程序员的工作量大，繁琐，程序难以维护。
- 数据面向程序。每个程序都有属于自己的一组数据，程序与数据相互结合成为一体，互相依赖。各程序之间的数据不能共享，因此数据就会重复存储（冗余度大）。

1.2.2 文件系统阶段

在 20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期，计算机外存已有了磁鼓、磁盘等存储设备，软件有了操作系统。人们在操作系统的支持下，设计开发了一种专门管理数据的计算机软件，称之为文件系统。这时，计算机不仅用于科学计算，也已大量用于数据处理，其特点如下：

- 数据以文件的形式长期保存。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置，即经常对其进行查询、修改、插入和删除等操作。因此，在文件系统中，按一定的规则将数据组织为一个文件，存放在外存储器中长期保存。
- 数据的物理结构与逻辑结构有了区别，但较简单。程序员只需用文件名与数据打交道，不必关心数据的物理位置，可由文件系统提供的读写方法去读 / 写数据。
- 文件形式多样化。为了方便数据的存储和查找，人们研究了许多文件类型，如索引文件、链接文件、顺序文件和倒排文件等。数据的存取基本上是以记录为单位的。
- 程序与数据之间有一定的独立性。应用程序通过文件系统对数据文件中的数据进行存取和加工，因此，处理数据时，程序员不必过多地考虑数据的物理存储的细节，文件系统充当应用程序和数据之间的一种接口，这样可使应用程序和数据都具有一定的独立性。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，这可以大大节省维护程序的工作量。

尽管文件系统有上述优点，但是，这些数据在数据文件中只是简单地存放，文件中的

数据没有结构，文件之间并没有有机的联系，仍不能表示复杂的数据结构；数据的存放仍依赖于应用程序的使用方法，基本上是一个数据文件对应于一个或几个应用程序；数据面向应用，独立性较差，仍然出现数据重复存储，冗余度大，一致性差（同一数据在不同文件中的值不一样）等问题。

1.2.3 数据库系统阶段

从20世纪60年代末期开始，随着计算机技术的发展，数据管理的规模越来越大，数据量急剧增加，数据共享的要求越来越高。这时磁盘技术取得了重大进展，为数据库技术的发展提供了物质条件。人们研制出了一种新的、先进的数据管理方法，即数据库系统。数据库系统克服了以前所有数据管理方式的缺点，试图提供一种完美的、更高效的数据管理方式。数据库系统管理方式具有如下特点：

- 数据共享。这是数据库系统区别于文件系统的最大特点之一，也是数据库系统技术先进性的重要体现。共享是指多用户、多种应用程序、多种语言互相覆盖地共享数据集合。
- 面向全组织的数据结构化。数据库系统不再像文件系统那样从属于特定的应用，而是面向整个组织来组织数据，常常是按照某种数据模型，将整个组织的全部数据组织成为一个结构化的数据整体。它不仅描述了数据本身的特性，而且也描述了数据与数据之间的种种联系，这使数据库能够描述复杂的数据结构。全组织的数据结构化，有利于实现数据共享。
- 数据独立性。数据库技术的重要特征就是数据独立于应用程序而存在，数据与程序相互独立，互不依赖，不因一方的改变而改变另一方。这大大简化了应用程序的设计与维护的工作量。
- 可控数据冗余度。数据共享、结构化和数据独立性的优点使数据存储不必重复，不仅可以节省存储空间，而且从根本上保证了数据的一致性，这又是有别于文件系统的重要特征。从理论上讲，数据存储完全不必重复，即冗余度为零，但有时为了提高检索速度，常有意安排若干冗余，这种冗余由用户控制，称为可控冗余度。可控冗余要求任何一个冗余的改变都能自动地对其余冗余加以改变。
- 统一数据控制功能。数据库是系统中各用户的共享资源，因而计算机的共享一般是并发的，即多个用户同时使用数据库。因此，系统必须提供数据安全性控制、数据完整性控制、并发控制和数据恢复等数据控制功能。

1.3 什么是数据库系统

数据库系统，从根本上说不过是计算机化的记录保持系统，也就是说，它的总目的是存储和产生所需要的有用信息。这些有用的信息可以是使用该系统的个人或组织的有意义的任何事情，换句话说，是对某个人或组织辅助决策过程中不可少的事情。一个数据库系统要包括四个主要部分：数据（库）、用户、软件、硬件。下面简要介绍。

1.3.1 数据

数据是数据库系统中集中存储的一批数据的集合。它是数据库系统的工作对象。

为了把输入、输出或中间数据加以区别，我们常把数据库数据称为“存储数据”或“工作数据”或“操作数据”。它们是某特定应用环境中进行管理和决策所必需的信息。

特定的应用环境，可以指一个公司，或一个银行，或一所医院，或一所学校等各种各样的应用环境。在这些应用环境中，各种不同的应用可通过访问其数据库，获得必要的信息，以辅助进行决策，决策完成后，再将决策结果存储在数据库中。

特别需要指出，数据库中的存储数据是“集成的”和“共享的”。

所谓“集成”，是指把某特定应用环境中的各种应用相关的数据及其数据之间的联系（联系也是一种数据）全部地集中地并按照一定的结构形式进行存储，或者说，把数据库看成为若干单个性质的数据文件的联合和统一的数据整体，并且在文件之间局部或全部消除了冗余。这使数据库系统具有整体数据结构化和数据冗余小的特点。

所谓“共享”，是指数据库中的一块块数据可为多个不同的用户所共享，即多个不同的用户，使用多种不同的语言，为了不同的应用目的，而同时存取数据库，甚至同时存取同一块数据。共享实际上是基于数据库是“集成”的这一事实的结果。

1.3.2 用户

存在一组使用数据库的用户，即指存储、维护和检索数据的各类请求。数据库系统中主要有三类用户：终端用户、应用程序员和数据库管理员。

- 终端用户：是指从计算机联机终端存取数据库的人员，也可称为联机用户。这类用户使用数据库系统提供的终端命令语言或者表格语言或者菜单驱动等交互式对话方式来存取数据库中的数据。终端用户一般是不精通计算机和程序设计的各级管理人员或工程技术人员或各类科研人员。终端用户有时也称为最终用户。
- 应用程序员：是指负责设计和编制应用程序的人员。这类用户通过设计和编写“使用及维护”数据库的应用程序来存取和维护数据库。这类用户通常使用 VFP、PB 或 Oracle 等数据库语言来设计和编写应用程序，以对数据库进行存取操作。应用程序员也称为系统开发员。
- 数据库管理员或称为 DBA：是指全面负责数据库系统的“管理、维护和正常使用的”人员。它可以是一个人或一组人。特别对于大型数据库系统，DBA 极为重要，常设置有 DBA 办公室，应用程序员是 DBA 手下的工作人员。担任数据库管理员，不仅要具有较高的技术专长，而且还要具备较深的资历，并具有了解和阐明管理要求的能力。DBA 的主要职责有：参与数据库设计的全过程，与用户、应用程序员、系统分析员紧密结合，设计数据库的结构和内容；决定数据库的存储与存取策略，使数据的存储空间利用率和存取效率均较优；定义数据的安全性和完整性；监督控制数据库的使用和运行，及时处理运行程序中出现的問題；改进和重新构造数据库系统等。

1.3.3 软件

软件是指负责数据库存取、维护和管理软件系统，通常叫做数据库管理系统（Data Base Management System，简称 DBMS）。数据库系统各类用户对数据库的各种操作请求，都是由 DBMS 来完成的，它是数据库系统的核心软件。DBMS 提供一种超出硬件层之上的对数据库的观察的功能，并支持用较高的观点来表达用户的操作，使数据库用户不受硬件层细节的影响。DBMS 是在操作系统（OS）支持下工作的。

1.3.4 硬件

硬件是指存储数据库和运行数据库管理系统（包括操作系统）的硬件资源。它包括物理存储数据库的磁盘、磁鼓、磁带或其他外存储器及其附属设备、控制器、I/O 通道、内存、CPU 及其他外部设备等。

1.4 数据库管理系统

在文件系统中，用户对其所使用的数据文件的物理组织和存储细节全要进行安排和处理，这给用户带来很大不便。而数据库系统的目标之一就是要解决这个问题。数据库系统把对“存储数据”的管理、维护和使用的复杂性都转嫁给数据库管理系统（DBMS）身上。因此，DBMS 是一种非常复杂的、综合性的、在数据库系统对数据进行管理的大型系统软件，它是数据库系统的核心组成部分，在操作系统（OS）支持下工作。在确保数据“安全可靠”的同时，DBMS 大大提高了用户使用“数据”的简明性和方便性，用户在数据库系统中的一切操作，包括数据定义、查询、更新及各种控制，都是通过 DBMS 进行。

1.4.1 DBMS 的主要功能

DBMS 不仅具有面向用户的功能，而且也具有面向系统的功能。目前，DBMS 由于缺乏统一的标准，它们的性能、功能等许多方面随系统而异。一般情况下，大型系统功能较全较强，小型系统功能较弱。同一类系统，性能也是有差异的。通常，DBMS 的主要功能包括以下五个方面：

- 数据库定义功能。DBMS 提供相应数据定义语言来定义数据库结构，它们是刻画数据库的框架，并被保存在数据字典中。数据字典是 DBMS 存取和管理数据的基本依据。
- 数据存取功能。DBMS 提供数据操纵语言实现对数据库数据的基本存取操作：检索、插入、修改和删除。
- 数据库运行管理功能。DBMS 提供数据控制功能，即数据的安全性、完整性和并发控制等对数据库运行进行有效地控制和管理，以确保数据库数据正确有效和数据库系统的有效运行。
- 数据库的建立和维护功能。包括数据库初始数据的装入，数据库的转储、恢复、重组，系统性能监视、分析等功能。这些功能大都由 DBMS 的实用程序来完成。
- 数据通信功能。DBMS 提供处理数据的传输，实现用户程序与 DBMS 之间的通信。