



普通高等教育“十二五”规划教材

Visual FoxPro 程序设计基础教程

主 编 李宏图
副主编 吴绍兵 杜 锦 董加强
主 审 曾志峰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十二五”规划教材

Visual FoxPro 程序设计基础教程

主 编 李宏图

副主编 吴绍兵 杜 锦 董加强

主 审 曾志峰



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以 Visual FoxPro 6.0 软件为应用背景,介绍了关系数据库管理系统的基础理论及系统开发技术。本书共分 12 章,主要内容包括:数据库基本知识, Visual FoxPro 6.0 系统概述, Visual FoxPro 的数据与表达式,数据表的基本操作,数据表的排序与索引,数据库和表间关系, SQL 语言、查询与视图,程序设计基础,表单设计,菜单设计,报表设计,开发实例——学生学籍管理系统的设计。

本书在详细介绍 Visual FoxPro 6.0 的同时,力求通俗易懂、深入浅出。内容安排上循序渐进、结合实际,强调学生动手能力的培养。为方便教学,各章均提供精心设计的丰富例题、习题,并附有参考答案。

本书可作为普通高等院校各专业计算机公共课的教材,还可作为计算机等级考试培训教材,也适合作为计算机爱好者学习 Visual FoxPro 程序设计的自学用书。

图书在版编目 (C I P) 数据

Visual FoxPro 程序设计基础教程 / 李宏图主编. --
北京:中国水利水电出版社, 2013. 1
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-0494-3

I. ①V… II. ①李… III. ①关系数据库系统—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第315761号

策划编辑:寇文杰 责任编辑:李 炎 加工编辑:孙 丹 封面设计:李 佳

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 Visual FoxPro 程序设计基础教程
作 者	主 编 李宏图 副主编 吴绍兵 杜 锦 董加强 主 审 曾志峰
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 21.25 印张 530 千字
版 次	2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—2500 册
定 价	38.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

数据处理和信息管理是计算机最广泛的应用领域，而数据库技术则是当今在该领域中采用的主要技术手段。

Visual FoxPro (简称 VFP) 是微软公司推出的运行于 Windows 98/2000/XP 和 Windows NT 操作系统平台的 32 位数据库应用与开发系统。它是当前 PC 机上广泛流行的数据库管理系统软件，具有强大的功能、完备而丰富的工具、友好的用户界面和良好的兼容性，使得对大量数据的存储、组织、应用和维护等工作变得简单易行。VFP 提供了一个集成化的开发环境，支持面向对象的和可视化的程序设计技术，并拥有功能强大的可视化设计工具，同时支持 ActiveX 及客户机/服务器技术，这些特点为帮助用户快速开发功能全面的数据库应用程序创造了良好的条件。

本书根据高等学校非计算机专业计算机基础教学的最新大纲组织编写，主要内容如下：

第 1~3 章介绍数据库和数据库管理系统的基本概念、VFP 的环境界面和常用开发工具，以及 VFP 的各种数据元素和各种数据类型的基础知识。

第 4、5 章介绍数据表和排序与索引的基本操作，包括数据表的建立，数据记录的输入与修改、统计与汇总、物理排序与逻辑排序，以及从单个或多个数据表中查询和检索所需数据等。

第 6 章介绍数据库和表间关系的建立与操作，包括数据库的建立、维护与使用，表间关系的建立，数据字典的设置等。

第 7 章介绍结构化查询语言 SQL 和查询与视图的基本知识、使用方法和功能特点。另外还介绍了网络环境下的多用户数据库访问技术。

第 8 章介绍传统的面向过程的程序设计方法，在阐述顺序、分支、循环等基本程序结构及相应流程控制语句的同时，介绍了模块化程序设计思想。

第 9~11 章介绍了面向对象程序设计的概念及方法，着重介绍了利用 VFP 提供的各种设计器可视化地设计表单、菜单和报表的方法和步骤。

第 12 章通过一个开发实例介绍设计一个数据库应用系统的各个步骤，以帮助读者掌握实际的基于数据库的应用程序开发技术。

本书由云南警官学院信息网络安全学院组织编写完成。参编者是长期从事大学计算机相关专业教学的一线教师，他们不仅教学经验丰富，而且对当代大学生的现状比较熟悉，在编写过程中，充分考虑到不同学生的特点和需求，各章均在阐述基本概念和要点的同时，通过相应的范例来进一步地说明问题以加深读者的理解。其教学内容的组织编排凝聚了编者多年来的教学经验和成果。为便于读者学习，各章后均附有丰富的习题，并在书后给出了参考答案。另外还组织编写了与本书配套使用的实验指导教程，供读者作为上机练习时的操作指导。

本书由李宏图任主编，吴绍兵、杜锦、董加强任副主编，曾志峰任主审。其中，第 1~7 章由李宏图编写；第 8 章和第 12 章由吴绍兵编写；第 9 章由魏哲和杜锦共同编写；第 10~11

章由杜锦编写。全书由李宏图老师负责统稿，董加强老师参与了编写大纲的讨论及资料的整理等工作，由曾志峰老师审定。

在编写本书的过程中，参考了大量相关文献，并得到了云南警官学院有关老师以及中国水利水电出版社万水分社的大力支持和帮助，在此表示由衷的感谢！

由于作者水平有限，书中的不足及疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2012年10月

目 录

前言	
第1章 数据库基本知识	1
1.1 数据、信息和数据处理	1
1.2 数据管理技术的发展	1
1.2.1 人工管理阶段	2
1.2.2 文件管理阶段	2
1.2.3 数据库系统阶段	2
1.3 数据库技术基本概念	3
1.3.1 数据库	3
1.3.2 数据库管理系统	3
1.3.3 数据库应用系统	4
1.3.4 数据库系统	4
1.4 数据模型	4
1.4.1 现实世界的描述	5
1.4.2 实体模型(概念模型)	6
1.4.3 数据模型的三要素	7
1.4.4 常用的数据模型	7
1.5 关系数据库基础知识	9
1.5.1 关系的基本术语	9
1.5.2 关系的组成与性质	10
1.5.3 关系的操作	10
1.5.4 关系的完整性	11
1.5.5 关系的规范化	12
1.6 小结	13
习题1	13
第2章 Visual FoxPro 6.0 系统概述	16
2.1 Visual FoxPro 的发展、特点、性能指标及文件类型	16
2.1.1 Visual FoxPro 的发展	16
2.1.2 Visual FoxPro 6.0 的特点	16
2.1.3 Visual FoxPro 6.0 的主要性能指标	17
2.1.4 Visual FoxPro 6.0 的文件类型	18
2.2 Visual FoxPro 6.0 安装与使用	18
2.2.1 Visual FoxPro 6.0 的安装环境	18
2.2.2 Visual FoxPro 6.0 的启动与退出	19
2.2.3 引例	19
2.2.4 Visual FoxPro 6.0 的主界面	22
2.3 Visual FoxPro 的工作方式和命令结构	23
2.3.1 Visual FoxPro 的工作方式	23
2.3.2 Visual FoxPro 的命令语法规则	24
2.4 Visual FoxPro 的编程工具	25
2.4.1 设计器	25
2.4.2 向导	26
2.4.3 生成器	27
2.5 项目管理器	27
2.5.1 项目的创建、打开与关闭	28
2.5.2 项目管理器的界面组成	29
2.5.3 项目管理器的使用	30
2.5.4 运用项目管理器开发应用程序	31
2.6 Visual FoxPro 6.0 系统环境设置	31
2.6.1 使用“选项”对话框进行系统环境设置	31
2.6.2 使用命令进行系统环境设置	33
2.7 小结	34
习题2	34
第3章 Visual FoxPro 的数据与表达式	37
3.1 数据类型	37
3.2 常量	38
3.2.1 数值型常量	38
3.2.2 字符型常量	38
3.2.3 逻辑型常量	38
3.2.4 货币型常量	38
3.2.5 日期型常量	38
3.2.6 日期时间型常量	38
3.3 变量	38
3.3.1 内存变量	39
3.3.2 数组变量	41

3.3.3 字段变量	42	4.5.1 工作区的概念	79
3.3.4 系统变量	43	4.5.2 工作区的选择及当前工作区的转换	80
3.4 表达式	43	4.5.3 工作区的使用规则	80
3.4.1 运算符	43	4.5.4 数据工作期的概念	80
3.4.2 数值表达式	43	4.5.5 工作区操作示例	81
3.4.3 字符表达式	44	4.6 表结构和数据的复制	82
3.4.4 关系表达式	44	4.6.1 复制任何类型的文件	82
3.4.5 逻辑表达式	45	4.6.2 复制表文件	82
3.4.6 日期与日期时间表达式	46	4.6.3 复制表的结构	83
3.5 常用函数	46	4.7 数据表与数组之间的数据交换	83
3.5.1 数值处理函数	47	4.7.1 将当前记录复制到数组	84
3.5.2 字符处理函数	47	4.7.2 将数组或内存变量的数据复制到 当前记录	84
3.5.3 日期和时间函数	49	4.8 数据表的过滤	86
3.5.4 数据类型转换函数	50	4.8.1 记录过滤	86
3.5.5 与数据表操作及测试有关的函数	51	4.8.2 字段过滤	87
3.5.6 其他测试函数	52	4.9 小结	88
3.5.7 其他函数	53	习题 4	89
3.6 小结	54	第 5 章 数据表的排序与索引	91
习题 3	55	5.1 数据表的物理排序	91
第 4 章 数据表的基本操作	58	5.2 索引	92
4.1 表的建立	58	5.2.1 索引的概念	92
4.1.1 确定表的结构	59	5.2.2 索引文件的类型	92
4.1.2 建立表结构	61	5.2.3 索引关键字的类型	92
4.1.3 输入记录	64	5.3 建立索引	93
4.1.4 将已有数据添加到记录中	67	5.3.1 用菜单建立索引	93
4.2 表的打开与关闭	69	5.3.2 用命令建立索引	94
4.2.1 打开表的操作	69	5.4 索引的使用	95
4.2.2 关闭表的操作	70	5.4.1 打开索引文件	95
4.3 表结构的修改	70	5.4.2 设置主控索引	95
4.3.1 用菜单方式打开表设计器 修改表结构	70	5.4.3 删除索引	96
4.3.2 用命令方式打开表设计器 修改表结构	71	5.4.4 索引的更新	96
4.3.3 用命令显示当前表的结构	71	5.5 索引查询	96
4.4 表记录的维护	72	5.5.1 FIND 命令	96
4.4.1 记录的定位操作	72	5.5.2 SEEK 命令	97
4.4.2 编辑与修改记录内容	74	5.6 记录的统计与计算	97
4.4.3 删除记录	77	5.6.1 计数命令	97
4.5 使用多个工作区	79	5.6.2 求和命令	98
		5.6.3 求平均值命令	98

5.6.4 分类汇总命令	98	7.5 查询设计器	135
习题 5	99	7.5.1 查询设计器的应用	135
第 6 章 数据库、表间关系	101	7.5.2 输出查询结果	139
6.1 数据库的建立与操作	101	7.5.3 运行查询的方法	140
6.1.1 数据库的建立	101	7.6 视图的创建与使用	141
6.1.2 数据库的打开	102	7.6.1 视图的概念	141
6.1.3 数据库的关闭	103	7.6.2 视图设计器	142
6.2 数据库的修改与删除	103	7.6.3 视图设计	143
6.2.1 数据库的修改	103	7.6.4 远程视图	148
6.2.2 删除数据库	104	7.6.5 视图的使用	150
6.3 数据库对表的管理	104	7.6.6 视图操作的 SQL 语句	150
6.3.1 数据库中新建表和添加自由表	105	7.6.7 视图与查询、视图与表的比较	150
6.3.2 数据库表的移出与删除	106	7.7 基于视图的表单设计	151
6.4 数据字典	107	7.7.1 创建“成绩”表单	151
6.4.1 字段属性的设置	108	7.7.2 操作“成绩”表单	153
6.4.2 字段有效性	109	7.8 小结	154
6.4.3 表属性设置	110	习题 7	155
6.5 表间关系	112	第 8 章 程序设计基础	158
6.5.1 表间关系的相关知识	112	8.1 问题求解与算法描述	158
6.5.2 永久关系的操作	112	8.1.1 问题求解	158
6.5.3 参照完整性	113	8.1.2 算法	160
6.5.4 表间的临时关系——表间的关联	115	8.1.3 算法描述	161
6.6 小结	119	8.2 程序设计基础知识	163
习题 6	119	8.2.1 程序设计的一般步骤	163
第 7 章 SQL 语言、查询与视图	122	8.2.2 创建/修改程序文件的方法	163
7.1 结构化查询语言 SQL	122	8.2.3 执行程序文件的命令	164
7.1.1 SQL 语言的特点	122	8.2.4 程序文件的书写规则	164
7.1.2 数据定义语言	123	8.2.5 程序设计辅助命令	164
7.1.3 数据操纵语言	125	8.2.6 基本的输入/输出命令	166
7.2 SELECT 查询语句	126	8.3 顺序结构程序设计	167
7.2.1 基本查询语句	127	8.4 分支结构程序设计	167
7.2.2 带条件查询语句	128	8.4.1 简单分支结构	167
7.2.3 嵌套查询语句	130	8.4.2 多分支条件语句	170
7.2.4 联接查询语句	130	8.5 循环结构程序设计	171
7.3 查询结果的输出语句	133	8.5.1 循环程序结构	171
7.3.1 排序输出子句	133	8.5.2 循环程序的嵌套	177
7.3.2 分组统计与筛选子句	133	8.6 子程序及其调用	178
7.3.3 查询结果的输出定向子句	134	8.6.1 子程序的概念及其使用	178
7.4 SELECT 完整语句格式	134	8.6.2 程序中的变量及其作用域	179

8.7 过程和自定义函数	182	10.1.3 利用菜单设计器创建菜单	232
8.7.1 过程及过程文件	182	10.2 下拉菜单设计	234
8.7.2 自定义函数	184	10.2.1 创建下拉菜单	234
8.8 小结	187	10.2.2 将下拉菜单应用到顶层表单	236
习题 8	187	10.3 快捷菜单设计	238
第 9 章 表单设计	194	10.4 小结	240
9.1 面向对象程序设计	194	习题 10	241
9.1.1 基本概念	194	第 11 章 报表设计	243
9.1.2 Visual FoxPro 中对象的操作	195	11.1 报表设计概述	243
9.2 Visual FoxPro 基类简介	196	11.1.1 报表设计的主要步骤	243
9.2.1 基类	196	11.1.2 常用的报表布局	243
9.2.2 容器类和控件类	197	11.2 利用向导创建报表	244
9.3 表单设计	198	11.2.1 创建单一报表	244
9.3.1 表单向导	198	11.2.2 创建一对多报表	246
9.3.2 表单设计器	204	11.3 报表设计器	248
9.3.3 设置数据环境	208	11.3.1 启动报表设计器	249
9.3.4 控件的操作与布局	208	11.3.2 报表菜单	249
9.3.5 表单属性设置	209	11.3.3 报表设计器工具栏	251
9.3.6 表单常用的事件和方法	209	11.4 报表设计器创建报表实例	252
9.4 表单编程常用控件和容器	210	11.4.1 报表的带区	252
9.4.1 标签控件 (Label)	210	11.4.2 添加标签控件	253
9.4.2 文本框控件 (Text)	211	11.4.3 设置域控件格式	254
9.4.3 命令按钮控件 (Command)	214	11.4.4 调整控件	254
9.4.4 命令按钮组控件 (CommandGroup)	216	11.4.5 插入页码和当前日期	255
9.4.5 编辑框控件 (Edit)	217	11.5 数据分组	257
9.4.6 复选框控件 (Check)	217	11.5.1 添加单个数据分组	258
9.4.7 选项按钮组控件 (OptionGroup)	219	11.5.2 添加多个数据分组	259
9.4.8 计时器控件 (Timer)	220	11.5.3 更改分组设置	259
9.4.9 列表框控件 (List)	221	11.6 预览和打印报表	259
9.4.10 组合框控件 (Combo)	224	11.6.1 用命令打印或预览报表	261
9.4.11 表格控件 (Column)	225	11.6.2 报表的打印控制	261
9.4.12 页框控件 (PageFrame)	227	11.6.3 报表的输出	261
9.4.13 综合应用	228	11.7 小结	261
9.5 小结	229	习题 11	262
习题 9	229	第 12 章 开发实例——学生学籍管理	
第 10 章 菜单设计	231	系统的设计	263
10.1 菜单设计概述	231	12.1 系统设计	263
10.1.1 菜单设计的基本过程	231	12.1.1 设计思想	263
10.1.2 菜单系统的规划	231	12.1.2 系统功能分析	263

12.1.3 系统功能模块设计	264	12.4.2 将文件加入到项目中	289
12.2 数据库设计	264	12.4.3 为项目建立应用程序	289
12.2.1 数据表的结构	264	12.5 应用程序向导和应用程序生成器	292
12.2.2 数据库的建立	265	12.5.1 使用应用程序向导	292
12.2.3 数据库完整性的实现	266	12.5.2 应用程序生成器	293
12.3 各功能模块的设计	268	12.6 小结	295
12.3.1 口令验证登录模块设计	268	习题 12	295
12.3.2 主窗口模块设计	270	习题参考答案	296
12.3.3 日常管理模块设计	272	附录一 Visual FoxPro 6.0 常用函数一览表	302
12.3.4 毕业管理模块设计	278	附录二 Visual FoxPro 6.0 常用命令一览表	314
12.3.5 查询模块设计	280	附录三 Visual FoxPro 6.0 对象常用的属性、 事件与方法	326
12.3.6 用户管理模块设计	283	参考文献	328
12.4 编译应用程序	288		
12.4.1 构造应用程序框架	288		

第1章 数据库基本知识

信息化社会用计算机进行数据处理已成为日常工作的内容。大量信息的存储和处理离不开计算机和数据库技术。基于计算机的数据库系统不仅已成为办公自动化系统和信息系统的核心,而且正与计算机网络技术结合起来,成为电子商务、电子政务及其他各种信息处理系统的核心。

本章主要介绍数据库、数据库管理系统和数据库系统的一些基本知识,为后续章节的学习打下基础。

1.1 数据、信息和数据处理

1. 数据 (Data)

数据是记录客观事物及其活动的抽象符号体系,是描述或表达信息的物理形式。在计算机领域,数据是指能存储在计算机系统的存储介质上并能被计算机识别的物理符号。凡能为计算机所接受和处理的物理形式,例如字符、数字、图形、图像、声音等,都可称之为数据。数据是信息的载体,信息是用数据来表示和记录的。数据可分为数值型数据(如产量、价格、成绩等)和非数值型数据(如人名、日期、文章、声音、图形、图像等)。数据可以被收集、存储、处理(如加工、分类、计算等)、传播和使用。

2. 信息 (Information)

信息是指数据经过加工处理后所得到的有价值的知识。信息无时不有,无处不在,客观存在于人类社会的各个领域,而且不断地变化着。我们需要不断地获取信息、加工信息和运用信息,为社会的各个领域服务。从计算机应用的角度,我们通常将信息看成是人们进行各种活动所需要获取的知识。

信息与数据既有联系又有区别,数据反映了信息,而信息又依靠数据来表达。因此可以说信息是数据的内涵,而数据是信息的载体,是人们认识信息的一种媒体。在许多地方,信息和数据并不是截然分开的。

3. 数据处理 (Data processing)

数据处理是指将数据转为有用信息的过程。从广义上讲,处理包括对数据的收集、存储、加工、分类、计算、检索、传输等一系列处理活动。数据处理的目的是从大量的现有数据中,根据事物之间的联系,通过分析归纳、演绎推导等手段,得到所需要的有价值的信息。

1.2 数据管理技术的发展

数据处理的核心问题是数据管理。数据管理指的是对数据进行组织、编码、分类、存储、检索与维护等操作。随着计算机硬件技术和软件技术的发展和进步,计算机数据管理的水平不断提高,管理方式也发生了很大的变化。发展到现在,数据管理经历了人工管理、文件管理和数据库系统(Data Base System, DBS)三个阶段。

1.2.1 人工管理阶段

人工管理阶段起始于 20 世纪 50 年代。当时计算机的存储设备没有磁盘，数据只能存放于卡片和纸带上。在软件方面，也没有专门的管理数据的文件，数据由计算数据的程序携带。

在人工管理阶段，数据的管理存在的主要问题是：

(1) 数据不能独立，编写的程序是针对程序中携带的数据，当数据修改时，程序也得修改。而程序修改后，数据的格式，类型也得变化以适应处理其程序。

(2) 数据不能长期保存，数据被包含在程序中。程序运行结束后，数据和程序一起从内存中释放。

(3) 没有对数据管理的软件，即当时还没有开发专门进行数据管理的软件。人工管理阶段不仅要设计数据的处理方法，而且还要说明数据在存储器的存储地址。应用程序和数据是一一对应的，各程序之间的数据不能相互传递，数据不能重复使用。

(4) 一组数据对应于一个程序，一个程序中的数据不能被其他程序利用，数据不能共享，从而导致程序与程序之间有大量重复的数据存在。

1.2.2 文件管理阶段

在 20 世纪 60 年代，计算机软、硬件技术得到快速发展，硬件有了磁盘、磁鼓等大容量且能长期保存数据的存储设备，软件有了操作系统。操作系统中有专门的文件系统用于管理外部存储器上的数据文件，数据与程序分开且能长期保存。

文件管理阶段可以把有关的数据组织成一个文件，这种数据文件可以脱离程序而独立存储在外存储器上，由一个专门的文件管理系统对其进行管理。与早期人工管理阶段相比，文件管理的效率和数量都有很大提高，但仍存在以下问题：

(1) 数据没有完全独立：虽然数据和程序分开，但所设计的数据是针对某一特定程序，所以无论是修改数据文件或程序文件，都要相互影响。

(2) 存在数据冗余：文件系统中的数据没有合理、规范的结构，使得数据的共享性极差，哪怕是不同程序使用部分相同的数据，数据结构也有一点不同，都要创建各自的数据文件，造成数据的重复存储。

(3) 数据不能集中管理：文件系统中的数据文件没有集中的管理机制，数据的安全性和完整性都不能保障。各数据之间、数据文件之间缺乏联系，给数据处理造成不便。

1.2.3 数据库系统阶段

由于文件系统管理数据的缺陷，迫切需要新的数据管理方式。人们逐步开发了以统一管理和共享数据为主要特征的数据库系统。早在 20 世纪 60 年代末，美国 IBM 公司就成功地研制出第一个商品化的数据库系统 IMS (Information Management System)。发展至今，涌现出许多性能良好的商品化数据处理软件，其中著名的数据库管理系统软件有 Visual FoxPro、Access、Oracle、Informix、Sybase、Microsoft SQL Server、DB2 等。社会科技的进步促进了数据库技术的发展，与此同时，数据库技术的发展又推动了计算机应用领域的扩大和深入。

数据库系统是将所有的数据集中到一个数据库中，形成一个数据中心，实行统一规划、集中管理，用户通过数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 来使用数据库中的数据。

数据库系统具有以下主要特点：

(1) 实现了数据的结构化：在数据库中采用了特定的数据模型组织数据。数据库系统把数据存储于有一定结构的数据库文件中，实现了数据的独立和集中管理，克服了人工管理和文件系统管理的缺陷，大大方便了用户的使用，提高了数据管理的效率。

(2) 实现了数据的共享：数据库中的数据能为多个用户服务。

(3) 实现了数据的独立：用户的应用程序与数据的逻辑结构及数据的物理存储方式无关。

(4) 实现了数据的统一控制：数据库系统提供了各种控制功能，保证了数据的并发控制、安全性和完整性。数据库作为多个用户和应用程序的共享资源，允许多个用户同时访问。并发控制可以防止多用户并发访问数据时产生的数据不一致性。安全性可以防止非法用户存取数据，完整性可以保证数据的正确性和有效性。

在数据库系统阶段，应用程序和数据完全独立，应用程序对数据管理和访问更加灵活，一个数据库可以为多个应用程序共享，使得程序的编制和效率大大提高，减少了数据的冗余度，实现了数据资源共享，提高了数据的完整性、一致性及数据的管理效率。

1.3 数据库技术基本概念

在系统地介绍数据库之前，首先要正确理解几个数据库技术中常用的术语和基本概念。

1.3.1 数据库

数据库 (DataBase, DB) 是指按一定的组织形式存储在一起的相互关联的数据集合。实际上，数据库就是一个存放大量业务数据的场所，其中的数据具有特定的组织结构。所谓“组织结构”，是指数据库中的数据不是分散的、孤立的，而是按照某种数据模型组织起来的，不仅数据记录内的数据之间是彼此相关的，数据记录之间在结构上也是有机地联系在一起的。

1.3.2 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是一种负责数据库的定义、建立、操纵、管理、维护的软件系统，是数据库系统的核心部分。

数据库管理系统是在操作系统的支持下进行工作的，它实现了对数据库资源进行统一管理和控制，使数据结构和数据存储具有一定的规范性，提高数据库应用的简明性和方便性。DBMS 为用户管理数据提供了一整套命令，利用这些命令可以实现对数据库的各种操作，如数据结构的定义，数据的输入、输出、编辑、删除、更新、统计、浏览等。

数据库管理系统通常由以下几个部分组成：

(1) 数据定义语言 (Data Definition Language, DDL) 及其编译和解释程序：主要是用于定义数据库的结构。

(2) 数据操纵语言 (Data Manipulation Language, DML) 或查询语言：提供了对数据库中的数据存取、检索、统计、修改、删除、输入、输出等基本操作。

(3) 数据库运行管理和控制例行程序，是数据库管理系统的核心部分：用于数据的安全性控制、完整性控制、并发控制、通信控制、数据存取、数据库转储、数据库初始装入、数据库恢复、数据库的内部维护等，这些操作都是在该程序控制和统一管理下进行的。

(4) 数据字典 (Data Dictionary, DD)：提供了对数据库数据描述的集中管理规则，是有

关数据的信息的收集、维护和发布的机制。它是存储元数据（即记录关于数据的信息）的一个表。大体上说，数据字典提供了关于数据元素、元素组（记录或片断）、记录组（文件或数据库）信息的定义和使用机制，以及这些实体之间的联系。

1.3.3 数据库应用系统

数据库应用系统（DataBase Application System, DBAS）是在 DBMS 支持下，应用数据库系统资源，面向某一实际应用而开发的具体应用程序软件系统，如学籍管理系统、人事管理系统等。

根据实际问题开发出来的数据库应用软件，通常是由数据库和应用程序组成。

由于数据库的数据要供不同的应用程序共享，因此在设计应用程序前，首先要对数据库进行设计，数据库的设计是以“关系规范化”理论为指导，按照实际应用的报表数据，首先定义数据的结构，包括逻辑结构和物理结构，然后输入数据形成数据库。开发应用程序也可采用“功能分析，总体设计，模块设计，编码调试”的步骤实现。

1.3.4 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后的系统构成，是一个具有管理数据库功能的计算机软硬件综合系统。具体地说，它主要包括计算机硬件、操作系统、数据库、数据库管理系统和建立在该数据库之上的相关软件、数据库管理员和用户等组成部分。数据库系统具有数据的结构化、共享性、独立性、可控冗余度、安全性、完整性和并发控制等特点。

（1）硬件系统：是数据库系统的物理支持，包括主机、键盘、显示器、外存储器、输入/输出设备等。

（2）软件系统：包括系统软件和应用软件。系统软件包括支持数据库管理系统运行的操作系统（如 Windows）和数据库管理系统（如 Visual FoxPro）；应用软件是指在数据库管理系统基础上，用户根据实际问题自行开发的应用程序。

（3）数据库：是数据库系统的管理对象，为用户提供数据的信息源。

（4）数据库管理员：是负责管理和控制数据库系统的主要维护管理人员。

（5）用户：是数据库的使用者，他们利用数据库管理系统软件提供的命令，访问数据库并进行各种操作。用户包括专业用户和最终用户。专业用户即程序员，是负责开发应用系统程序的设计人员；最终用户是对数据库进行查询或通过数据库应用系统提供的界面使用的数据库人员。

1.4 数据模型

模型是现实世界特征的模拟和抽象。人们对于模型特别是具体模型，一般都不陌生。一张地图、一组建筑设计沙盘、一架精致的航模飞机等都是具体的模型。这些模型使人一眼望去就会联想到真实生活中的事物。在现实世界中，人们将对研究对象的抽象化、形式化的描述过程称为模型。

在数据库设计中有两种模型：概念模型和数据模型。现实世界的事物反映到人的大脑中来，人们把这些事物首先抽象为一种既不依赖于具体的计算机系统，又不受 DBMS 所左右的

概念模型，然后再把概念模型转换为计算机上 DBMS 所支持的数据模型。

数据模型 (Data Model) 是指数据库的组织形式，它决定了数据库中数据之间联系的表达方式，即把在计算机中表示客观事物及其联系的数据和结构称为数据模型。

人们在数据库用数据模型这个工具来表示和处理现实世界中的数据和信息。数据库是一个具有一定数据结构的数据集合，这个结构是根据现实世界中事物之间的联系来确定的。在数据库系统中，不仅要存储和管理数据本身，还要保存和处理数据之间的联系，这个数据之间的联系也就是实体之间的联系，反映在数据上则是记录之间的联系。

1.4.1 现实世界的描述

信息管理工作的对象是现实生活中的客观事物。描述具体事物的信息经过整理、归类 and 进行规范化后，才能数据化并送入计算机的数据库中保存。这一过程经历了三个领域。也就是说，数据从现实世界到计算机数据库里的具体表示要经历三个阶段，即现实世界、信息世界（概念世界）和数据世界（计算机世界）。这三个阶段的关系如图 1.1 所示。

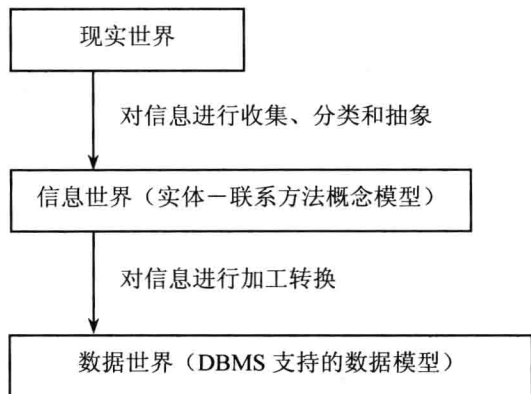


图 1.1 数据处理的 3 个阶段

1. 现实世界

现实世界是存在于人们头脑之外的客观世界，现实世界中的事物可以分成“对象”和“性质”两大类。在这一阶段要对现实世界的信息进行收集、分类，并将其抽象描述成信息世界的描述形式，然后再将这个描述转换成计算机世界中的数据描述。

2. 信息世界

信息世界是现实世界在人们大脑中的反映，现实世界的客观事物在信息世界中称为实体，实体是彼此可以明确识别的对象。实体可以分成“对象”与“属性”两大类，如人、工厂、学校等属于对象；而属性是客观事物中性质的抽象描述，如描述对象“人”的属性有姓名、性别、年龄、民族等诸方面的特征。这一阶段的数据处理在数据库的设计过程中也称为概念设计，需要采用“实体-联系方法” (Entity-Relationship Approach, E-R 方法) 对客观事物进行抽象表示，形成概念模型。

3. 数据世界

数据世界是信息世界的实体模型数据化。这一阶段的数据处理是在信息世界对客观事物

的描述基础上做进一步抽象,使用的方法为数据模型的方法,这一阶段的数据处理在数据库的设计过程中也称为**逻辑设计**,构建出适合于设计数据库的**数据模型**。

1.4.2 实体模型(概念模型)

实体模型指的是,在信息世界中用来记载现实世界的客观事物在人大脑中反映的文字和符号。实体模型用以表示实体与实体之间联系。它用来抽象、表示和处理现实世界中的数据和信息。

实体模型描述事物的基本术语有下列 7 种。

1. 实体

客观存在并可以相互区别的事物称为实体。如一个学生、一门课等。

2. 属性

实体所具有的某一特性称为属性。如一个学生实体可由学号、姓名、成绩等属性组成。

3. 域

属性的取值范围称为域。如学生的一门课成绩取值为 0~100 之间。

4. 实体型

是对实体的型的描述,若干个属性名所组成的集合表示一个实体的类型称为实体型。如学生实体描述为:学生(学号,姓名,年龄)。

5. 实体值

是实体实例、属性值的集合。如学生孙勇的实体值是:040251、孙勇、19。

6. 实体集

同型实体的集合称为实体集。如全班的所有学生实体就是一个实体集。

7. 实体联系

建立实体模型的目的是要找出实体间的联系,基本联系可分为三种。

(1) 一对一联系。

实体集 A 中的一个实体与实体集 B 中的一个实体至多有一个实体相对应,反之亦然,则称实体集 A 与实体集 B 有一对一联系,记为 1:1。如旅客与车票之间是一对一联系。

(2) 一对多联系。

实体集 A 中的一个实体与实体集 B 中的 N 个实体相对应,反之实体集 B 中的一个实体至多与实体集 A 中的一个实体相对应,则称实体集 A 与实体集 B 有一对多联系,记为 1:N。如一个学校的班级与学生之间是一对多联系。

(3) 多对多联系。

实体集 A 中的一个实体与实体集 B 中的 N 个实体相对应,反之实体集 B 中的一个实体与实体集 A 中的 M 个实体相对应,则称实体集 A 与实体集 B 有多对多联系,记为 M:N。如一个学校设置的课程与学生之间是多对多联系。

8. 概念模型(实体模型)

数据库设计中的一个重要阶段称为概念设计阶段,其任务就是建立实体模型。在建立实体模型中,实体要逐一命名以示区别,并描述期间的各种联系。

使用图形方式来描述实体之间的联系称为实体—联系方法(E-R 方法)。基本图形元素如图 1.2 所示。图 1.3 是用 E-R 方法描述学校教学管理中选学系统的 E-R 图。

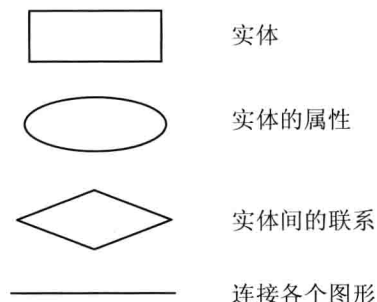


图 1.2 E-R 方法的图形元素

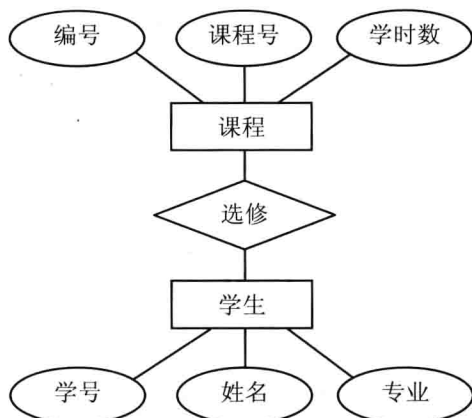


图 1.3 学生选课系统的 E-R 结构

1.4.3 数据模型的三要素

数据模型通常由数据结构、数据操作和完整性约束三个要素组成。

1. 数据结构——所研究的对象类型的集合，它用来描述系统的集合结构，规定了数据模型的静态特性，描述数据的类型、内容、性质和数据之间的相互关系。如某学校的学生管理系统中，学生有学号、姓名、性别、出生日期等多种属性，每种属性在计算机中表示为不同类型的数据。在数据库系统中，通常按照数据结构的类型来命名数据模型。

2. 数据操作——用于描述数据模型的动态特性。数据操作是指对数据库中各种对象（型）的实例（值）允许执行的操作的集合，包括操作语言及有关的操作规则。数据库中主要的操作有查询和更新（包括插入、删除和修改）两大类。

3. 完整性约束——是指保证数据正确性的一组规则的集合。这些规则定义了给定数据模型中数据及其联系所具有的制约和依存规则，以保证数据库中数据的正确性、有效性和相容性。例如，人的性别只能取“男”或“女”两个值中的一个；将学生的某门课程的成绩限定在 0~100 之间等。

1.4.4 常用的数据模型

数据模型的设计方法决定着数据库的设计方法，每一种数据库管理系统都是基于某种数据模型的，在建立数据库之前，必须首先确定选用何种类型的数据模型，即确定采用什么类型的数据库管理系统。

在几十年的数据库发展中，出现了四种重要的数据模型：层次模型（Hierarchical Model）、网状模型（Network Model）、关系模型（Relational Model）和关系对象模型（R-O Model）。

1. 层次模型

层次数据模型是数据系统最早使用的一种，它的数据结构是树型结构，树的结点是实体，树的枝是联系。树中有一个唯一的结点向上没有联系，这个结点称为根；有若干结点向下没有任何联系，称为叶；其余结点向上只有一个联系，而向下可以有多个联系，称为中间结点。层次模型的特征是：

- (1) 有且仅有一个结点没有父结点，它就是根结点。
- (2) 其他结点有且仅有一个父结点。