

高等学校“十三五”规划教材

Visual FoxPro 程序设计

Visual FoxPro CHENGXU SHEJI

宁爱军 满春雷 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校“十三五”规划教材

Visual FoxPro 程序设计

宁爱军 满春雷 主 编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



内 容 简 介

本书以 Visual FoxPro 9.0 为环境,讲述数据库系统基础知识、Visual FoxPro 语言基础、表的基本操作、数据库操作、查询和视图、程序设计、表单与控件、表单与数据库编程、报表、菜单、应用程序的开发与发布。除第 1 章外,各章后均配有详尽的习题和实验,并提供网络学习资源。

全书内容组织合理,叙述充分,例题丰富,由浅入深,通俗易懂,可读性强;注重培养学生数据库设计和操作能力;注重培养读者分析问题和算法设计的能力,以及可视化程序设计能力。本书适合作为大学生 Visual FoxPro 数据库程序设计的教材,也可以作为 Visual FoxPro 开发的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 程序设计 / 宁爱军, 满春雷主编. —
北京: 中国铁道出版社, 2016. 2
高等学校“十三五”规划教材
ISBN 978-7-113-21118-9

I. ①V… II. ①宁… ②满… 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(2015)第 317055 号

书 名: Visual FoxPro 程序设计
作 者: 宁爱军 满春雷 主编

策 划: 魏 娜
责任编辑: 贾 星 王 惠
封面设计: 刘 颖
封面制作: 白 雪
责任校对: 汤淑梅
责任印制: 李 佳

读者热线: (010) 63550836

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: [http:// www.51eds.com](http://www.51eds.com)

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

版 次: 2016 年 2 月第 1 版

2016 年 2 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1 092 mm 1/16 印张: 18.75 字数: 453 千

书 号: ISBN 978-7-113-21118-9

定 价: 39.50 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 51873659



前

言



Visual FoxPro 是可视化的数据库管理和应用程序开发平台,它使用可视化的方法建立和管理数据库、表、查询、视图、表单、报表、菜单等;不仅支持过程化的程序设计,也支持面向对象的程序设计;能高效、快捷地开发应用软件。Visual FoxPro 适宜作为初学者学习数据库设计和程序设计的数据库管理系统和语言。

本书以 Visual FoxPro 9.0 为环境,共分为 11 章,分别讲述数据库系统基础知识、Visual FoxPro 语言基础、表的基本操作、数据库操作、查询和视图、程序设计、表单与控件、数据库与表单编程、报表、菜单、应用程序的开发与发布。除第 1 章外,各章后配有详尽的习题和实验。

选用本书作为教材,可以根据授课学时情况适当取舍教学内容。教学建议如下:

(1) 如果学时充分,建议系统学习全部内容。如果学时较少,建议以第 1~10 章为教学重点。

(2) 第 6 章应该按照分析问题、算法设计、程序设计和程序调试的过程授课,重视流程图的绘制,注意培养学生分析问题、解决问题的能力。

(3) 学生应该认真完成课后习题,认真完成实验指导要求的实验内容。

(4) 各章的学习资源、习题参考答案可以在“本章资源”二维码指向的网址下载。

(5) 标有(★)的内容暂时可不作为学习重点,在需要的时候再返回学习。

全书内容组织合理,叙述充分,例题丰富,由浅入深,通俗易懂,可读性强;注重培养学生数据库设计和操作能力;通过分析问题、设计算法、编写和调试程序,培养读者分析问题和算法设计的能力,以及可视化程序设计能力。本书适合作为大学生 Visual FoxPro 数据库程序设计的教材,也可以作为 Visual FoxPro 开发的参考书。

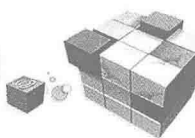
本书的作者都是长期从事软件开发和大学程序设计课程教学的一线教师,具有丰富的软件开发和教学经验。本书由宁爱军和满春雷任主编,负责全书的总体策划、统稿和定稿。第 1、2 章由满春雷编写,第 3、4、5 章由王淑敬编写,第 6、7、8 章由宁爱军编写,第 9、10、11 章由李伟编写。窦若菲、张睿、胡香娟、林琳负责资料的搜集和整理、文稿校对等工作。本书在编写过程中参考了有关书籍和文献,谨向原作者致谢。

本书的成稿是作者多年软件开发和教学经验的总结,但是由于水平有限,书中难免存在不足之处,恳请专家和读者批评指正。联系信箱:ningaijun@sina.com。

编 者

2015 年 10 月

目 录



第 1 章 数据库系统概述	1
1.1 数据库系统简介	1
1.1.1 数据、信息、数据处理、数据管理	1
1.1.2 数据管理发展的 3 个阶段	2
1.1.3 新型数据库系统	4
1.2 数据库体系结构	4
1.3 数据模型与关系数据库	5
1.3.1 概念模型	6
1.3.2 数据模型	7
1.3.3 关系数据库	8
1.4 Visual FoxPro 概述	11
1.4.1 Visual FoxPro 的发展历史、特点和功能	11
1.4.2 Visual FoxPro 的安装、启动和退出	12
1.4.3 Visual FoxPro 的开发环境	13
习题	16
第 2 章 Visual FoxPro 语言基础	18
2.1 Visual FoxPro 命令及其规则	18
2.2 数据类型及其常量	20
2.3 变量	25
2.3.1 变量的概念、分类与命名规则	25
2.3.2 内存变量的基本操作	26
2.3.3 数组	29
2.4 运算符与表达式	31
2.4.1 算术运算符与表达式	31
2.4.2 字符串运算符与表达式	32
2.4.3 日期时间表达式	32
2.4.4 关系运算符与表达式	33
2.4.5 逻辑运算符与表达式	35
2.5 常用函数	37
2.5.1 数值函数	37
2.5.2 字符串函数	40



2.5.3	日期时间函数	43
2.5.4	转换函数	45
2.5.5	测试函数	47
习题		50
实验		56
第3章 表的基本操作		61
3.1	基本概念	61
3.2	表的创建	64
3.2.1	创建表结构	64
3.2.2	输入表记录	66
3.3	在工作区中打开及关闭表	67
3.3.1	打开表	67
3.3.2	关闭表	68
3.3.3	工作区	68
3.4	表结构的操作	68
3.4.1	显示表结构	68
3.4.2	修改表结构	69
3.4.3	复制表结构	70
3.5	表记录的操作	71
3.5.1	记录指针	71
3.5.2	浏览表记录	72
3.5.3	增加表记录	74
3.5.4	修改表记录	76
3.5.5	表记录与数组之间的数据传送	76
3.5.6	删除表记录	77
3.6	表文件操作	79
3.7	排序	80
3.8	索引	80
3.8.1	索引分类和索引文件	81
3.8.2	建立索引	82
3.8.3	索引文件的使用	84
3.9	查询	86
3.9.1	顺序查找命令 (LOCATE)	86
3.9.2	在索引文件中的查询	86
3.10	统计	88
习题		90
实验		93



第 4 章 数据库操作	99
4.1 数据库的创建和使用	99
4.1.1 数据库的创建	99
4.1.2 数据库的使用	101
4.2 数据库中的表	104
4.2.1 创建数据库表	104
4.2.2 向数据库中添加自由表	105
4.2.3 数据库表的其他操作	106
4.3 表之间的关系	108
4.4 数据完整性	109
4.4.1 数据完整性概念	109
4.4.2 设置域完整性	110
4.4.3 设置参照完整性	111
4.5 SQL	113
4.5.1 SQL 特点	113
4.5.2 SQL 命令	114
习题	116
实验	119
第 5 章 查询和视图	122
5.1 查询	122
5.1.1 创建查询	122
5.1.2 使用查询	129
5.2 SQL-SELECT 命令	131
5.2.1 单表查询	131
5.2.2 多表查询	136
5.2.3 查询结果处理	137
5.3 视图	139
5.3.1 创建视图	140
5.3.2 视图的维护与使用	146
习题	147
实验	152
第 6 章 程序设计	155
6.1 程序	155
6.1.1 程序和算法	155
6.1.2 程序编写和运行	156



6.2 常用命令和语句	158
6.2.1 数据输入	158
6.2.2 数据输出	159
6.2.3 格式化输入和输出	160
6.2.4 注释语句	162
6.2.5 环境设置语句	162
6.3 顺序结构程序设计	162
6.4 程序调试	165
6.4.1 程序错误	165
6.4.2 程序调试语句	166
6.4.3 调试器	166
6.5 选择结构程序设计	167
6.5.1 IF 命令	167
6.5.2 多分支语句	172
6.6 循环结构程序设计	173
6.6.1 DO WHILE 循环语句	173
6.6.2 FOR 语句	179
6.6.3 SCAN 语句	179
6.6.4 循环的嵌套	180
6.7 模块化程序设计	181
6.7.1 子程序文件	181
6.7.2 过程	182
6.7.3 自定义函数	185
6.7.4 变量的作用域	186
习题	188
实验	194
 第 7 章 表单与控件	 197
7.1 类和对象	197
7.1.1 类和对象的概念	197
7.1.2 Visual FoxPro 的类和对象	198
7.2 表单	200
7.3 基本控件	203
7.3.1 命令按钮 Command	203
7.3.2 标签 Label	205
7.3.3 文本框 TextBox	205
7.3.4 编辑框 EditBox	207
7.3.5 单选按钮组 OptionGroup	207
7.3.6 复选框 CheckBox	208

7.3.7	列表框 ListBox.....	209
7.3.8	组合框 ComboBox.....	211
7.4	其他控件.....	212
7.4.1	图像控件.....	212
7.4.2	OLE 绑定控件.....	213
7.4.3	计时器控件 Timer.....	213
7.4.4	微调按钮 Spinner.....	214
7.4.5	命令按钮组 CommandGroup.....	215
7.4.6	页框 PageFrame.....	216
习题		218
实验		221
第 8 章	表单与数据库编程.....	224
8.1	表单设计器.....	224
8.2	向导创建数据表单.....	228
8.3	快速表单.....	231
8.4	表格控件 Grid.....	232
习题		235
实验		236
第 9 章	报表.....	240
9.1	报表向导.....	240
9.1.1	单一报表.....	241
9.1.2	创建一对多报表.....	243
9.2	快速报表.....	245
9.3	报表设计.....	247
9.4	分组报表.....	253
9.5	多栏报表.....	254
习题		256
实验		257
第 10 章	菜单.....	261
10.1	菜单概述.....	261
10.2	下拉菜单.....	263
10.3	快捷菜单.....	268
10.4	顶层表单加载菜单.....	270
习题		272



实验	273
第 11 章 应用程序的开发与发布	277
11.1 数据库应用程序开发的一般步骤	277
11.2 主程序编写与设置	278
11.3 连编应用程序	281
11.3.1 管理项目管理器中的文件	281
11.3.2 设置项目信息	282
11.3.3 连编项目	282
11.3.4 运行应用程序	284
11.4 应用程序向导	284
11.5 应用程序的发布	285
习题	285
实验	286
附录 A 各章学习资源地址	288
参考文献	290

数据库系统概述 <<<

第 1 章



数据库技术是信息社会进行数据处理的基础技术之一，它简单、易学、易用，广泛应用于社会生活的各个领域。数据库技术主要研究如何科学地组织和存储数据，高效地获取和处理数据，为用户提供及时、准确的信息，以满足用户的各种需要。Visual FoxPro 是微型计算机上的数据库管理系统，它采用可视化、面向对象的程序设计方法开发应用系统，简化了开发过程，开发成本低，简单易学，操作方便。



本章资源

在学习使用 Visual FoxPro 开发数据库应用系统之前，还需要先掌握数据库系统的基础理论知识。本章介绍数据库的基本概念、数据库系统的产生与发展、关系数据库的基础知识和 Visual FoxPro 9.0 的系统环境。



1.1 数据库系统简介

1.1.1 数据、信息、数据处理、数据管理

1. 数据

数据是指存储在某种媒体上能够被识别的物理符号序列，用于描述信息。数据包括数值型数据和非数值型数据。数值型数据以数字表示信息。非数值型数据以符号及其组合来表示信息，如文本、图形、图像、声音、视频等。

2. 信息

信息是客观世界事物的存在方式与运动状态的综合，用于反映客观世界的状态。数据和信息既相互联系又相互区别。信息是数据的内涵，是对数据的语义解释；而数据则是信息的具体表现形式，是信息的符号表示或载体。

3. 数据处理

数据处理是指将数据转换成信息的过程，其基本操作包括数据的收集、整理、存储、加工、分类、维护、排序、检索和传输等。数据处理的目的是从大量的原始数据中抽取和推导出有价值的信息，以作为行为和决策的依据。

4. 数据管理

数据管理是指对数据的分类、组织、编码、存储、查询和维护等操作，是数据处理的中心环节。数据管理技术的优劣直接影响数据处理的效率。人们研制出通用高效又方便使



用的管理软件，高效地管理数据。数据库技术正是按此目标研究、发展并完善起来的。

1.1.2 数据管理发展的 3 个阶段

在应用需求的不断推动下，随着计算机硬件、软件技术的发展，数据管理技术经历了人工管理、文件系统和数据库系统 3 个阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前是人工管理阶段。此阶段计算机主要用于科学计算。在硬件方面，外部存储器只有磁带、卡片和纸带等，还没有磁盘等直接存取的存储设备。在软件方面，还没有操作系统和数据管理软件。人工管理阶段的应用程序和数据之间的关系如图 1-1 所示。



图 1-1 人工管理阶段应用程序和数据之间的关系

人工管理阶段的数据管理具有如下特点：

(1) 数据不能长期保存。用户把应用程序和数据一起输入内存，应用程序对数据进行处理、输出结果。任务完成后，数据随着应用程序一起从内存被释放。

(2) 没有专用的数据管理软件。数据由应用程序自己管理，每个应用程序不仅要规定数据的逻辑结构，而且要设计物理结构，包括数据的存储结构、存取方法和输入方式等，因此，程序员的负担很重。

(3) 数据不共享。数据是面向程序的，一组数据只对应一个程序，数据不能由多个应用程序共享。多个应用程序即使涉及某些相同的数据，也必须各自定义，因此，程序之间有大量的冗余数据。

(4) 数据与程序不具有独立性。程序依赖于数据，如果数据的类型、格式或输入/输出方式等逻辑结构或物理结构发生变化，必须修改应用程序。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期，为文件系统阶段。在该阶段，计算机应用范围逐步扩大，不仅用于科学计算，还大量用于信息管理。在硬件方面，已有了磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备；在软件方面，出现了高级语言和操作系统，操作系统中有了专门的数据管理软件，一般称为文件系统。在文件系统阶段，应用程序和数据之间的关系如图 1-2 所示。

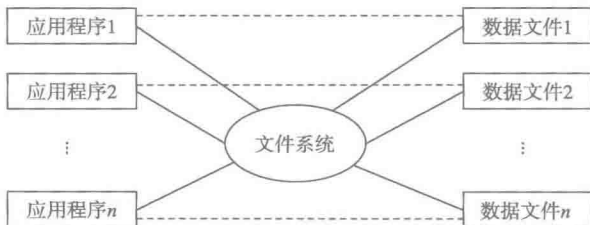


图 1-2 文件系统阶段应用程序和数据之间的关系

文件系统阶段的数据管理具有如下特点：

(1) 数据以文件的形式长期保存。数据以文件的组织方式，保存在计算机的存储设备上，可以被多次使用。应用程序可以对文件进行查询、修改和增删等操作。



(2) 由文件系统管理数据。文件系统进行数据的存取,实现“按文件名访问,按记录存取”。应用程序按照文件名存取文件,不关心数据的物理存储(存储位置、存储结构等)细节,从而提高了应用程序的开发效率。

(3) 程序与数据之间有一定独立性。应用程序和数据之间具有“设备独立性”,即当改变存储设备时,不必改变应用程序。程序员也不必过多考虑数据存储的物理细节,而将精力集中于算法设计上,从而大大减少了维护程序的工作量。

与人工管理阶段相比,文件系统阶段对数据的管理有了很大的进步,但仍存在一定缺陷:

(1) 数据共享性差,冗余度大,易造成数据不一致。各数据文件之间没有有机联系,一个文件基本对应一个应用程序,文件仍然是面向应用的。当不同应用程序所使用的数据具有共同部分时,也必须分别建立自己的数据文件,数据不能共享。同时,由于相同数据的重复存储、各自管理,不但浪费磁盘空间,同时也容易造成数据的不一致。

(2) 数据独立性差。在文件系统阶段,尽管程序与数据之间有一定的独立性,但是这种独立性主要是指设备独立性,还未能彻底体现用户观点下的数据逻辑结构独立于数据外部存储器的物理结构。一旦改变数据的逻辑结构,仍然必须修改相应的应用程序。而当应用程序发生变化时,也必须相应地修改文件的数据结构。

3. 数据库系统阶段

从20世纪60年代后期开始,为数据库系统阶段。此阶段,计算机广泛用于数据管理,数据量急剧增加,文件系统无法适应开发应用系统的需要。与此同时,硬件方面出现了大容量、快速存取的磁盘,计算机存取大量数据成为可能。

在应用程序和数据库之间,通过数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)来管理数据,数据仍然以文件的形式存储。与文件系统不同,数据库管理系统把所有应用程序使用的数据汇集在一起,并以记录为单位存储起来,便于应用程序查询和使用。在数据库系统阶段,应用程序和数据之间的关系如图1-3所示。

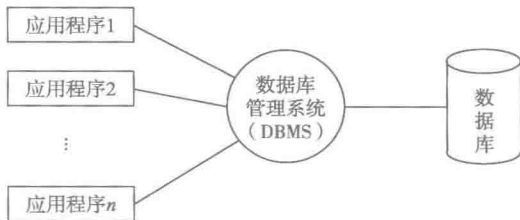


图 1-3 数据库系统阶段应用程序和数据之间的关系

与人工管理和文件系统相比,数据库系统阶段的数据管理具有如下特点:

(1) 数据结构化。数据结构化是数据库与文件系统的根本区别。文件系统文件之间不存在联系,从总体上看,其数据是没有结构的。在数据库系统中,将各种应用的数据按一定的结构形式(即数据模型)组织到一个结构化的数据库中,数据库中的数据不再仅仅针对某个应用,而是面向整个应用系统,不仅数据内部是结构化的,整体也是结构化的。数据模型不仅描述了数据本身,也描述了数据间的联系。

(2) 数据共享性高,冗余度低。数据库系统从整体角度看待和描述数据,所有用户的数据都包含在数据库中。不同用户、不同应用可以同时存取数据库中的数据,每个用户或应用只使用数据库中的一部分数据,同一数据可供多个用户或应用共享,从而减少了不必要的数据冗余,节省了存储空间,避免了数据之间的不相容性和不一致性。

(3) 数据独立性高。数据独立性把数据的定义从程序中分离出去,数据的存取由数据



库管理系统负责,从而简化了应用程序的编制,大大降低了应用程序的维护工作负担。

(4) 有统一的数据控制功能。数据库由数据库管理系统来统一管理,并提供 4 个方面的数据控制功能:并发性控制、完整性控制、安全性控制、可恢复性控制。并发性控制允许多个用户同时操作数据库中的数据;完整性控制保证数据的正确性;安全性控制可以防止非法用户存取数据;可恢复性控制是系统出现故障时,可将数据恢复到最近某个时刻的正确状态。

1.1.3 新型数据库系统

自 20 世纪 80 年代中期以来,数据库技术与其他领域的技术相结合,出现了数据库的许多新分支。例如,与网络技术相结合出现了网络数据库,与分布式处理技术相结合出现了分布式数据库,与面向对象技术相结合出现了面向对象数据库,与人工智能技术相结合出现了知识库、主动数据库,与并行处理技术相结合出现了并行数据库,与多媒体技术相结合出现了多媒体数据库。此外,针对不同应用领域出现了工程数据库、实时数据库、空间数据库、地理数据库、统计数据库、时态数据库等多种数据库及相关技术。



1.2 数据库体系结构

1. 数据库

数据库(DataBase, DB)是指长期存储在计算机内、有组织的、统一管理的相关数据的集合。它不仅描述事物的数据本身,还包括相关事物之间的联系。数据库可以直观地理解为存放数据的仓库,只不过这个仓库是在计算机的存储设备上,而且数据是按一定格式存放的。数据库具有以下几个基本特征:

- (1) 数据按一定的数据模型组织、描述和存储。
- (2) 可以为各种用户共享。
- (3) 冗余度较小。
- (4) 数据独立性较高。
- (5) 易扩展。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统是用于建立、使用、管理和维护数据库的系统软件,是数据库系统的核心组成部分。数据库系统中各类用户对数据库的操作请求,都由数据库管理系统来完成。它运行在操作系统上,将数据独立于具体的应用程序、单独组织起来,成为各种应用程序的共享资源。目前,广泛使用的大型数据库管理系统有 Oracle、Sybase、SQL Server、DB2 等,中小型数据库管理系统有 Visual FoxPro、Access、MySQL 等。

数据库管理系统具有以下主要功能:

- (1) 数据定义功能:通过数据定义语言(DDL),定义数据库的数据对象,如数据库、表、索引等。
- (2) 数据操纵功能:通过数据操纵语言(DML),实现对数据库数据的基本操作,如查询、插入、删除、修改等。
- (3) 数据库的控制和管理功能:实现对数据库的控制和管理,确保数据正确有效和数据库系统的正常运行,是数据库管理系统的核心功能,主要包括数据的并发性控制、完整



性控制、安全性控制和数据库的恢复。

(4) 数据库的建立和维护功能: 数据库的建立包括数据库初始数据的输入、转换等; 数据库的维护包括数据库的转储、恢复、重组织与重构造、性能监视与分析等。这些功能通常由数据库管理系统的一些实用程序完成。

3. 数据库系统

数据库系统 (DataBase System, DBS) 是指带有数据库并利用数据库技术进行数据管理的计算机系统。它是在计算机系统中引入了数据库技术后的系统, 实现了有组织地、动态地存储大量相关数据, 提供了数据处理和共享的便利手段。

数据库系统通常由 5 部分组成: 硬件系统、数据库、数据库管理系统、应用系统、数据库管理员和用户。一般在不引起混淆的情况下, 经常把数据库系统简称为数据库。数据库系统的结构如图 1-4 所示。

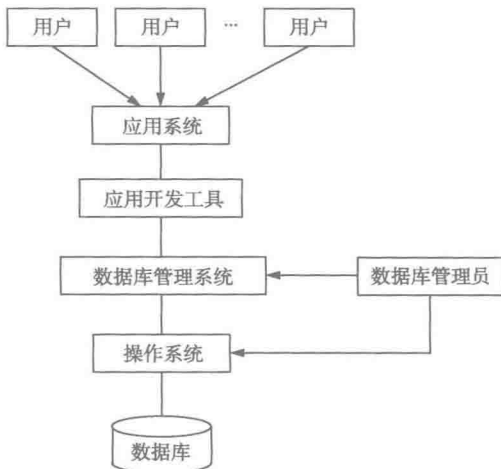


图 1-4 数据库系统结构图

4. 数据库系统中的软件

数据库系统中的软件主要包括以下几类:

- (1) 数据库管理系统: 用于数据库的建立、使用和维护等。
- (2) 操作系统: 支持数据库管理系统的运行。
- (3) 应用系统: 以数据库为基础开发的、面向某一实际应用的软件系统, 如人事管理系统、财务管理系统、商品进销存管理系统、图书管理系统等。
- (4) 应用开发工具: 用于开发应用系统的实用工具, 如 Delphi、VB、ASP、JSP、PHP 等, 而 Visual FoxPro 可作为数据库管理系统也可以作为开发工具。

5. 用户

数据库系统中的用户主要包括以下几类:

- (1) 终端用户: 通过应用系统使用数据库的各级管理人员及工程技术人员, 一般为非计算机专业人员。他们直接使用应用系统中已编制好的应用程序间接使用数据库。
- (2) 应用程序员: 使用应用开发工具开发应用系统的软件设计人员, 负责为用户设计和编制应用程序, 并进行调试和安装。
- (3) 数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA): 专门负责设计、建立、管理和维护数据库的技术人员或团队。DBA 熟悉计算机的软硬件系统, 具有较全面的数据处理知识, 熟悉本单位的业务、数据及流程。DBA 不仅要有较高的技术水平, 还应具备了解和阐明管理要求的能力。



1.3 数据模型与关系数据库

数据库中存储和管理的数据都是来源于现实世界的客观事物, 计算机不能直接处理这些具体事物, 为此, 人们必须把具体事物转换成计算机能处理的数据。这个转换过程分两



步：先将现实世界抽象为信息世界，建立概念模型；再将信息世界转换为计算机世界，建立数据模型。

1.3.1 概念模型

现实世界中的事物及联系经过分析、归纳、抽象，形成信息世界。在信息世界中，为直观地反映事物及其联系而建立起来的模型称为概念模型。它是按用户的观点对信息建立的模型，不依赖于具体计算机系统，主要用于数据库的设计。

目前常用实体-联系模型表示概念模型。

1. 实体

客观存在并且可以相互区别的事物称为实体。实体可以是具体的人、事、物，如一名学生、一本书、一门课程等；也可以是事件，如学生的一次选课、一场比赛、一次借书等。

2. 实体的属性

实体所具有的某一特性称为属性。如学生实体有学号、姓名、性别、出生日期、专业等多个属性。属性包括属性名和属性值，如学号、姓名、性别、出生日期、专业等为属性名，（13011103，许志华，男，06/12/1995，机械工程）为某个学生实体的属性值。

3. 实体型

用实体名及其属性名来抽象描述同一类实体，称为实体型。例如，学生（学号，姓名，性别，出生日期，专业）就是一个实体型，它描述的是学生这一类实体。

4. 实体集

同类型实体的集合称为实体集。例如，全体学生就是一个实体集，而（13011103，许志华，男，06/12/1995，机械工程）是这个实体集中的一个实体。

实体集和实体型的区别在于：实体集是同一类实体的集合，而实体型是同一类实体的抽象描述。

5. 实体间的联系

实体间的联系通常是指两个实体集之间的联系，联系有以下 3 种类型：

（1）一对一联系（1:1）

如果对于实体集 A 中的每一个实体，在实体集 B 中至多有一个实体与之联系，反之亦然，则称实体集 A 与实体集 B 具有一对一联系，记为 1:1。

例如：在学校，一个班级只有一个班长，而一个班长只能在一个班级任职，则班级和班长之间具有一对一的联系。

（2）一对多联系（1:n）

如果对于实体集 A 中的每一个实体，在实体集 B 中有 n 个实体（ $n \geq 0$ ）与之联系，反之，对于实体集 B 中的每一个实体，实体集 A 中至多只有一个实体与之联系，则称实体集 A 与实体集 B 有一对多联系，记为 1:n。

例如：一个班级有多个学生，而每个学生只在一个班级中学习，则班级与学生之间具有一对多的联系。

（3）多对多联系（m:n）

如果对于实体集 A 中的每一个实体，在实体集 B 中有 n 个实体（ $n \geq 0$ ）与之联系，反

之,对于实体集 B 中的每一个实体,在实体集 A 中有 m 个实体 ($m \geq 0$) 与之联系,则称实体集 A 与实体集 B 具有多对多联系,记为 $m:n$ 。

例如:一门课程同时有多个学生选修,而一个学生也可以同时选修多门课程,则课程与学生之间具有多对多的联系。

在实际应用中,通常将多对多联系转换为几个一对多联系。

除了两个实体集之间的联系,一个实体集内的实体与实体之间也可以有上述 3 种联系。此外,一个实体内部也有联系,实体内部的联系通常是指组成实体的各属性之间的联系。

6. E-R 图

概念模型的表示方法有很多,其中最常用的是实体-联系方法,该方法用 E-R (Entity-Relationship) 图来描述概念模型。E-R 图中包含实体、属性和联系,它们的表示方法如下:

- (1) 实体:用矩形框表示,框内写明实体名。
- (2) 属性:用椭圆形框表示,框内写明属性名,并用无向边将其与对应实体连接起来。
- (3) 联系:用菱形框表示,框内写明联系名,并用无向边分别与有关实体连接起来,同时在无向边旁标注联系的类型 ($1:1$, $1:n$ 或 $m:n$)。

学生与课程之间的联系用 E-R 图表示如图 1-5 所示。图 1-5 只是一个简单的举例,而一个实际应用系统的完整 E-R 图,要比图 1-5 复杂得多,包括系统中所有的实体、实体所有的属性和实体间所有的联系。

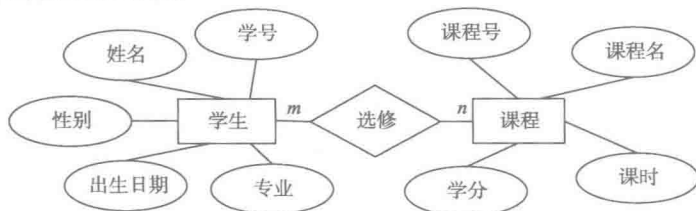


图 1-5 学生与课程联系的 E-R 图

1.3.2 数据模型

现实世界抽象为信息世界并建立概念模型后,还需进行第二次抽象,转换为计算机世界,并建立数据模型。

数据模型是数据库管理系统用来表示实体及实体间联系的方法。与概念模型不同,数据模型是按计算机系统的观点建立的模型,主要用于数据库的实现。数据模型是数据库的框架,是数据库的基础,任何一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。

常用的数据模型有层次模型、网状模型和关系模型 3 种,与之对应的数据库类型有层次数据库、网状数据库和关系数据库。层次模型和网状模型统称为非关系模型,在 20 世纪 70 至 80 年代初期较为流行,现在最常用的是关系模型。

1. 层次模型

用树形结构表示实体及其联系的模型称为层次模型,如图 1-6 所示,其中的实体称为结点,实体间的联系用结点间的连线(有向边)表示。

层次模型是最早出现的数据模型,现实世界中许多事物之间的联系本来就是一种层次