

高等院校计算机教育系列教材

PowerBuilder 程序设计基础

李茜 主编
谢维成 陈永强 曾传华 编著

- ◆ 知识—介绍全面、叙述详尽、浅显易懂
- ◆ 示例—典型丰富、前后贯通、操作性强
- ◆ 结构—围绕主题、构思严谨、层层深入



清华大学出版社

高等院校计算机教育系列教材

PowerBuilder 程序设计基础

李 茜 主编
谢维成 陈永强 曾传华 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

PowerBuilder 是 Sybase 公司推出的可视化数据库集成开发工具, 它的功能强大, 便于用户进行数据库应用程序的开发和维护, 是现今数据库应用程序开发的主流产品。本书共分为 10 章, 围绕数据库应用程序的开发过程, 分别介绍了数据库的基础知识、PowerBuilder 的相关概念、应用程序对象、应用窗口的设计、数据库的创建和管理、PowerScript 编程语言、数据窗口的设计、菜单的设计、应用程序的调试和发布, 最后用一个完整多文档界面的数据库应用程序实例将上述内容进行串讲。

本书难易适中、示例丰富、条理清晰, 且操作性极强, 适合准备学习 PowerBuilder 编程的各层次工程技术人员以及大中专院校的师生阅读。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术, 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

PowerBuilder 程序设计基础/李茜主编; 谢维成, 陈永强, 曾传华编著. —北京: 清华大学出版社, 2005.7
(高等院校计算机教育系列教材)
ISBN 7-302-11067-0

I .P… II .①李…②谢…③陈…④曾… III.数据库系统—软件工具, PowerBuilder—程序设计
IV.TP311.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 050983 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: 彭欣

文稿编辑: 郭智杰

封面设计: 陈刘源

排版人员: 原丽丽

印装者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 26 字数: 616 千字

版 次: 2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11067-0/TP·7329

印 数: 1~4000

定 价: 34.00 元

前 言

PowerBuilder 是 Sybase 公司推出的应用系统前端数据库开发工具，具有功能强大、使用方便等特点，为用户提供了一个十分完善的开发环境，是软件编程人员理想的开发工具。利用 PowerBuilder，用户可以轻松地开发出各种大型数据库应用系统。

在 20 世纪 90 年代初期，随着网络技术和数据库管理系统的发展，C/S(客户/服务器)体系结构的应用软件在中小企业中越来越流行。现在随着 Internet 的普及和企业贸易范围的扩大，B/S(浏览器/服务器)体系结构的应用软件的开发逐渐成为当前的热门。使用 PowerBuilder 开发平台不仅能方便快捷地制作出功能强大的 C/S 模式应用软件，而且还能将 C/S 模式的应用程序直接移植到 B/S 体系结构或者直接开发 B/S 应用软件。

PowerBuilder 主要具有如下优点：

- 完全图形化的开发界面，而且各工作画笔的布局灵活，功能区划分合理，再结合强大的菜单、快捷工具栏和右键菜单，使开发操作变得非常便捷。
- 提供数据库支持，PowerBuilder 应用程序可以快捷地创建与现今各种流行数据库的连接。
- 向用户提供了功能十分强大的数据窗口，使面向数据的操作(查询、编辑、添加、删除、更新等)变得非常容易，而且通过数据窗口也能快捷地创建各种复杂的图形化的商业统计报表。
- 支持用户对象的开发，并且允许以继承方式创建对象，保证了编程工作的连续性、共享性和高效性。
- 支持团队共同开发，更加适合于大型商业软件的开发工作。
- 提供应用程序创建模板和 PFC 开发，可以快速地开发程序原型，更适合商业软件开发的需要。
- 支持分布式开发和 B/S 应用系统的开发，便于制作基于网络的应用软件。

所以有志于学习数据库应用软件开发 的读者，PowerBuilder 是一个较佳的选择。

本书内容

本书作为 PowerBuilder 程序设计的基础教程，虽然没有向广大读者尽述 PowerBuilder 种种功能，但对使用 PowerBuilder 开发基本的数据库应用程序都作了详细介绍，并且给出了大量的示例进行实际操作说明，本书最后还以一个完整的多文档界面数据库应用程序实例——学生成绩管理系统，向大家详细介绍了 PowerBuilder 开发应用的相关步骤和具体实现方法。本书共分为 10 章，具体内容如下：

第 1 章 数据库应用的基础知识：主要介绍数据库以及应用程序的一些相关概念和知识，为读者学习数据库应用程序的开发作准备。

第 2 章 PowerBuilder 概述：主要是对 PowerBuilder 及其集成开发环境作一个全面的介绍，让读者对 PowerBuilder 有一个整体的认识。

第3章 应用程序对象：使用 PowerBuilder 开发应用程序的第一步就是创建应用程序对象。本章主要介绍应用程序对象的相关知识和创建方法。

第4章 窗口设计：窗口是 Windows 应用程序与用户交互操作的主要界面。本章主要结合实例介绍 PowerBuilder 中的窗口类型、属性、事件、函数和用法，常用窗口控件的属性、事件、函数和用法。

第5章 数据库管理：数据库是数据库应用程序的核心。本章主要通过实例介绍 ASAnywhere 数据库的创建、连接和管理方法。

第6章 PowerScript 编程：主要介绍 PowerScript 编程语言的特点、标识符、变量类型、操作符、语法、语句、函数等内容，以及 PowerScript 的脚本编写工具。

第7章 数据窗口：数据窗口是开发 PowerBuilder 应用程序的关键，它决定了应用程序的数据操作界面和方式，直接影响着应用程序功能和执行性能。本章主要介绍数据窗口的相关知识，并结合实例讲解其用途和用法。

第8章 菜单设计：菜单用于操控整个应用系统，是应用系统的灵魂。本章介绍菜单以及与菜单配套使用的工具栏的创建方法。

第9章 多文档(MDI)界面应用程序综合实例：本章在介绍多文档界面应用程序特点的基础上，以学生成绩管理系统为例，详细介绍了 PowerBuilder 开发数据库应用程序的各个环节和相应的实现方法，同时将本书其他各章节所介绍的内容在此串讲。

第10章 应用程序的调试和发布：应用程序的调试可能是初学者在开发应用程序的过程中最难掌握的一个环节。本章首先介绍 PowerBuilder 的调试工具和具体使用方法，然后通过实例介绍为应用程序创建可执行文件的方法，以及发布应用程序时需要提供的 PowerBuilder 运行时库。

附录 A：对本书示例中所使用过的函数进行介绍。

附录 B：给出了数据窗口对象中列对象的属性说明。

附录 C：列出了全书所有示例。

本书难易适中、示例丰富、条理清晰，且操作性极强，特别适合 PowerBuilder 的初学者阅读，当然书中的一些编程思想和编程技巧对具有一定 PowerBuilder 编程知识的读者也会有所帮助。只要大家能够认真阅读本书并按书中示例的要求进行实际操作，相信大家一定会对 PowerBuilder 的编程思想和实现方法有一个比较全面的了解和认识，这一点读者完全可以通过独立完成本书每章所给出的相关习题来进行验证。

阅读指导

本书是以 PowerBuilder 9.0 为基础进行编写的，所以在阅读本书之前，请读者先在计算机上安装 PowerBuilder 9.0 开发软件(至少需要安装 PowerBuilder 9.0——支持应用程序开发和 Adaptive Server AnyWhere 8.0——支持数据库开发)。

本书在介绍相关理论知识的同时，一般都配有对应的操作示例，这些示例都是在笔者的计算机中调试通过的(笔者计算机的基本配置为：P4、256MB 内存、Windows 2000 Professional 操作系统)。

学习本书示例时，一种方法是：完全按照书中所述步骤进行操作，虽然麻烦一些，慢一些，但最终的收获必然会多一些，体会深一些，这种方法建议 PowerBuilder 的初学者采

用。另一种方法是：直接在 PowerBuilder 中运行随书所附的示例源程序，观察相关结果，必要时打开源程序，阅读分析相关语句(关键语句都加上了相应的注释)，这种方法建议具有一定 PowerBuilder 编程基础的读者采用，它可以帮助读者提高阅读速度。

本书每章后都有一些习题，这些习题与章节内容结合相当紧密，希望读者能够在学习过程中独立进行练习，以加深对所学知识的理解。注意，如果读者能够坚持完成每章后与“图书管理系统”相关的习题，那么在完成本书学习的同时，将完成一个实际数据库应用程序——图书管理系统的开发。


示例说明


本书示例主要分成两个 PowerBuilder 工作组，分别存放于 myApp.rar 和 Student.rar 两个压缩文件中，前者包括第 3 章~第 8 章的所有示例，后者包括第 9 章和第 10 章的示例。读者可从 www.wenyuan.com.cn 网站下载这两个文件。


下载到这两个文件后，请先将它们进行解压(压缩文件中已经包含了应用目录)，然后便可在 PowerBuilder 中打开相应的工作组文件进行使用。如果需要使用数据库，请按本书“5.2 PowerBuilder 的数据库接口”一节中所述内容先在 PowerBuilder 中为数据库建立连接关系。

符号说明

本书正文中主要使用了三种提示符，具体含义如下：

 **技巧：** 在编程过程中可以使用的简便方法或技巧。

 **注意：** 在编程过程中需要特别注意的内容。

 **提示：** 在编程过程中对需要注意的内容的提示。

作者简介

本书由西华大学李茜担任主编，谢维成、陈永强、曾传华担任副主编，王孝平、郑海春、陈胜强、陈春蓉、宋玉忠、陈子春、刘鹏惠、罗大文、李明伍和吉家锋等参加了本书的编写工作，具体分工如下：本书第 7 章主要由李茜负责编写；第 9、10 章主要由谢维成负责编写；第 4 章主要由陈永强负责编写；第 1、2、5 章主要由曾传华负责编写；第 6、8 章主要由王孝平负责编写，第 3 章、附录及第 7 章实例部分主要由郑海春负责编写。编著者都是长期从事数据库及应用程序的开发工作，有着丰富的实践经验和科研经验。希望本书的出版，对广大数据库爱好者，特别是想学习 PowerBuilder 编程的设计和管理者起到一定的帮助作用。本书配有大量示例和相关习题，适合作为教材使用。

书中部分截图由于排版原因，在尺寸上进行过编辑，可能与实际界面有所区别。限于自身水平，我们全体参编人员虽然已尽心尽力，书中错误和疏漏之处仍在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 数据库应用的基础知识 1	
1.1 为什么需要数据库技术..... 1	
1.2 数据库的演变..... 2	
1.3 数据库基本概念..... 3	
1.3.1 数据..... 3	
1.3.2 数据库..... 3	
1.3.3 数据库管理系统..... 4	
1.3.4 数据库系统..... 4	
1.4 数据库系统模型..... 5	
1.4.1 层次模型..... 5	
1.4.2 网状模型..... 6	
1.4.3 关系模型..... 7	
1.5 数据库管理系统..... 9	
1.6 Codd 十二条法则..... 10	
1.7 数据库的范式..... 11	
1.7.1 数据依赖..... 12	
1.7.2 关系模式的操作异常..... 12	
1.7.3 范式..... 13	
1.8 EAR 方法..... 17	
1.8.1 EAR 图..... 17	
1.8.2 EAR 方法向关系数据库 转换..... 18	
1.9 本章小结..... 19	
1.10 习题..... 19	
第 2 章 PowerBuilder 概述 20	
2.1 PowerBuilder 简介..... 20	
2.1.1 PowerBuilder 的基本特性..... 20	
2.1.2 PowerBuilder 的基本概念..... 21	
2.2 PowerBuilder 的新特性..... 22	
2.2.1 新的用户界面与开发方法..... 22	
2.2.2 增强的网络功能..... 23	
2.2.3 数据库连接特性..... 24	
2.2.4 其他新特性..... 24	
2.3 PowerBuilder 的开发环境..... 25	
2.3.1 开发工具和开发环境..... 26	
2.3.2 常用画笔..... 26	
2.3.3 常用对话框..... 31	
2.3.4 联机帮助..... 33	
2.4 应用程序的基本开发过程..... 34	
2.5 本章小结..... 35	
2.6 习题..... 36	
第 3 章 应用程序对象 37	
3.1 创建应用程序对象..... 37	
3.1.1 应用程序对象基本概念..... 37	
3.1.2 应用库..... 38	
3.1.3 创建应用程序对象实例..... 38	
3.1.4 Workspace 视图..... 41	
3.2 应用程序画笔..... 42	
3.2.1 启动应用程序画笔..... 42	
3.2.2 画笔的视图..... 42	
3.2.3 画笔的工具栏..... 42	
3.3 应用程序对象的属性..... 43	
3.3.1 General 选项卡..... 43	
3.3.2 Toolbar 选项卡..... 43	
3.3.3 Additional 属性..... 45	
3.3.4 应用程序对象属性设置实例... 45	
3.4 应用程序对象的事件..... 46	
3.4.1 Open(打开)事件..... 46	
3.4.2 Close(关闭)事件..... 48	
3.4.3 Idle(空闲)事件..... 49	
3.4.4 SystemError(系统出错) 事件..... 49	
3.4.5 ConnectBegin(连接开始) 事件..... 49	

3.4.6 ConnectEnd(连接结束) 事件	50	4.7 习题	119
3.5 事务对象的概念与属性	50	第 5 章 数据库管理	121
3.5.1 事务对象的概念	50	5.1 使用 Sybase Central 创建 和管理数据库	121
3.5.2 使用自定义事务对象	51	5.1.1 创建 ASA 数据库	121
3.5.3 事务对象的属性	52	5.1.2 删除 ASA 数据库	126
3.6 本章小结	53	5.1.3 连接 ASA 数据库	127
3.7 习题	53	5.1.4 断开已经连接的 ASA 数据库	128
第 4 章 窗口设计	54	5.1.5 关于其他的操作	129
4.1 创建窗口	54	5.2 PowerBuilder 的数据库接口	129
4.1.1 窗口的创建	54	5.2.1 ODBC 接口概述	129
4.1.2 窗口的类型	60	5.2.2 配置 ODBC 数据源	130
4.1.3 窗口的属性	62	5.2.3 连接到 ODBC 数据库	132
4.1.4 窗口的事件	65	5.3 数据库画笔	135
4.1.5 窗口的函数	67	5.3.1 数据库画笔的工具栏	135
4.1.6 与窗口相关的函数	70	5.3.2 数据库画笔的工作区	136
4.2 窗口控件的基本操作	71	5.4 表的基本操作	136
4.2.1 添加控件	71	5.4.1 创建表	137
4.2.2 选择控件	72	5.4.2 修改表	138
4.2.3 复制控件	73	5.4.3 删除表	139
4.2.4 删除控件	74	5.4.4 为成绩信息库创建其他表	139
4.2.5 布局控件	75	5.5 表的高级操作	141
4.2.6 设置控件的 Tab 键次序	79	5.5.1 设置主键	141
4.3 窗口控件的属性、事件和函数	80	5.5.2 设置外键	142
4.3.1 窗口控件	81	5.5.3 表的关系图	143
4.3.2 窗口控件的公共属性	82	5.5.4 建立索引	144
4.3.3 窗口控件的公共事件	84	5.5.5 设置表的属性	144
4.3.4 窗口控件的公共函数	84	5.5.6 设置列的扩展属性	145
4.4 常用窗口控件的使用	87	5.6 视图操作	146
4.4.1 按钮控件的使用	87	5.6.1 创建视图	146
4.4.2 编辑控件的使用	88	5.6.2 删除视图	147
4.4.3 显示输出控件的使用	93	5.7 数据操作	148
4.4.4 选择操作控件的使用	94	5.7.1 插入记录	148
4.4.5 进程控件的使用	108	5.7.2 删除记录	149
4.5 消息对话框	113	5.7.3 浏览和修改记录	150
4.5.1 MessageBox() 函数详解	114	5.7.4 为其他表输入数据记录	150
4.5.2 MessageBox() 函数的使用	114	5.7.5 使用视图浏览数据	153
4.6 本章小结	118		

5.7.6	编写和执行 SQL 语句.....	153	6.6.3	循环语句.....	181
5.7.7	保存与读入 SQL 语句.....	155	6.6.4	其他常用语句.....	184
5.8	本章小结.....	156	6.7	嵌入式 SQL 语句.....	185
5.9	习题.....	157	6.7.1	事务管理语句.....	186
第 6 章	PowerScript 编程.....	158	6.7.2	基本 SQL 语句.....	187
6.1	语言基础.....	158	6.7.3	游标的使用.....	189
6.1.1	续行与断行.....	158	6.8	创建自定义函数和结构.....	191
6.1.2	注释.....	159	6.8.1	创建全局函数.....	191
6.1.3	标识符.....	159	6.8.2	创建对象函数.....	192
6.1.4	特殊 ASCII 码字符.....	160	6.8.3	创建全局结构.....	193
6.1.5	代词.....	161	6.8.4	创建对象结构.....	193
6.1.6	对象、属性、函数和 事件的引用方法.....	162	6.9	编写脚本.....	193
6.1.7	保留字.....	163	6.9.1	粘贴函数.....	194
6.2	数据类型.....	163	6.9.2	粘贴 SQL 语句.....	195
6.2.1	标准数据类型.....	163	6.9.3	粘贴 PowerScript 语句.....	195
6.2.2	Any 数据类型.....	166	6.10	本章小结.....	195
6.2.3	系统对象数据类型.....	167	6.11	习题.....	196
6.2.4	枚举类型.....	167	第 7 章	数据窗口.....	198
6.2.5	空值(NULL).....	168	7.1	数据窗口对象.....	198
6.3	说明语句及变量作用域.....	169	7.1.1	数据窗口的数据源.....	198
6.3.1	变量说明.....	169	7.1.2	数据窗口的显示风格.....	201
6.3.2	数组说明.....	170	7.1.3	创建数据窗口对象.....	203
6.3.3	常量说明.....	170	7.2	数据窗口画笔.....	205
6.3.4	变量的作用域.....	171	7.2.1	数据窗口画笔的组成.....	205
6.4	操作符.....	173	7.2.2	画笔工具栏的说明.....	206
6.4.1	算术操作符.....	173	7.2.3	画笔工作区的说明.....	207
6.4.2	关系操作符.....	173	7.3	设计数据窗口对象.....	210
6.4.3	逻辑操作符.....	174	7.3.1	数据窗口对象的 整体布局.....	210
6.4.4	连接操作符.....	174	7.3.2	控制列对象的 显示与编辑.....	212
6.4.5	操作符的优先级.....	175	7.3.3	控制数据行.....	223
6.5	创建与释放对象实例.....	176	7.3.4	增强数据窗口对象的 功能.....	231
6.5.1	创建对象实例.....	176	7.4	使用数据窗口控件.....	239
6.5.2	释放对象实例.....	177	7.4.1	使用数据窗口控件的 一般步骤.....	240
6.5.3	收集废弃对象.....	177	7.4.2	应用程序与数据库的	
6.6	基本语句.....	177			
6.6.1	赋值语句.....	177			
6.6.2	条件语句.....	179			

连接	242	7.10 习题	298
7.4.3 检索数据	244	第 8 章 菜单设计	300
7.4.4 动态链接数据窗口对象	246	8.1 菜单的概述	300
7.4.5 更新数据库	249	8.1.1 菜单的类型	300
7.5 操控数据窗口	250	8.1.2 菜单的组成	301
7.5.1 数据窗口的缓冲区	250	8.1.3 菜单的状态	302
7.5.2 编辑状态标志	252	8.2 菜单的创建	303
7.5.3 编辑控件	253	8.2.1 菜单画笔	303
7.5.4 校验接收数据	255	8.2.2 创建新菜单	304
7.5.5 数据窗口控件的属性	255	8.2.3 菜单的属性	306
7.5.6 数据窗口控件的 常用事件	256	8.2.4 定义菜单项的快捷键	308
7.5.7 数据窗口控件的 常用函数	257	8.2.5 创建菜单的工具栏	308
7.5.8 出错处理及日志	259	8.2.6 创建继承菜单	311
7.6 数据窗口的高级用法	262	8.3 菜单的使用	312
7.6.1 数据窗口属性的 直接访问方法	262	8.3.1 在窗口中关联菜单	312
7.6.2 数据窗口画笔表达式的 使用	264	8.3.2 编写菜单事件代码	313
7.6.3 数据的直接访问方法	267	8.3.3 运行测试	314
7.6.4 使用动态数据窗口	269	8.3.4 解决运行中的问题	314
7.7 数据窗口综合设计实例	273	8.4 弹出式菜单的使用	316
7.7.1 修改应用程序对象	274	8.4.1 弹出窗口上的菜单	316
7.7.2 对窗口进行整体布局	274	8.4.2 弹出其他菜单	316
7.7.3 实现浏览功能	275	8.5 本章小结	317
7.7.4 实现编辑功能	277	8.6 习题	318
7.7.5 实现校验功能	279	第 9 章 多文档(MDI)界面应用程序 综合实例	319
7.7.6 实现防止误操作的功能	281	9.1 多文档界面应用程序	319
7.7.7 实现查找功能	284	9.1.1 多文档界面窗口的设计	320
7.7.8 实现数据分类载入功能	287	9.1.2 在多文档界面窗口中 打开子窗口	320
7.7.9 实现处理错误的功能	294	9.1.3 多文档界面应用程序中的 工作窗口	321
7.8 数据存储对象	295	9.1.4 多文档界面应用程序的 菜单	322
7.8.1 数据存储对象的属性	296	9.1.5 单文档界面窗口的设计	323
7.8.2 数据存储对象的 事件和函数	296	9.2 “学生成绩管理系统”的 系统分析	323
7.8.3 数据存储对象的 使用方法	296	9.2.1 设计任务和需求分析	323
7.9 本章小结	297	9.2.2 模块划分	324

9.2.3 实施步骤	326	9.9.3 创建启动窗口	352
9.2.4 实施说明	327	9.9.4 系统的其他设置	355
9.3 为系统创建数据库	327	9.10 本章小结	359
9.3.1 创建系统文件夹	327	9.11 习题	360
9.3.2 创建系统数据库	327	第 10 章 应用程序的调试与发布	361
9.4 为系统创建应用程序对象	329	10.1 调试画笔	361
9.4.1 创建工作组	329	10.1.1 进入调试画笔的方法	362
9.4.2 创建应用程序对象	329	10.1.2 调试画笔的组成	362
9.5 为系统创建数据窗口对象	330	10.2 应用程序的调试方法	363
9.6 为系统创建管理窗口	330	10.2.1 程序调试的一般步骤	363
9.6.1 创建祖先窗口	331	10.2.2 断点设置方法	363
9.6.2 在祖先窗口中添加 功能函数	331	10.2.3 特殊断点设置方法	364
9.6.3 编写祖先窗口的 其他代码	335	10.2.4 应用程序的调试示例	365
9.6.4 创建管理窗口	336	10.2.5 其他调试方法	367
9.7 为系统创建主窗口	337	10.3 生成可执行文件	367
9.7.1 创建系统标志窗口	337	10.3.1 创建可执行文件的 一般步骤	367
9.7.2 创建系统主窗口	338	10.3.2 创建可执行文件的 相关问题	372
9.8 为系统创建菜单	339	10.3.3 创建带动态库的 可执行文件示例	374
9.8.1 创建菜单项	339	10.4 应用程序的发布	375
9.8.2 添加菜单功能函数	341	10.5 本章小结	375
9.8.3 为菜单功能函数 编写代码	341	10.6 习题	376
9.8.4 为菜单项编写代码	344	附录 A 本书示例中所用函数说明	377
9.8.5 将菜单与窗口进行关联	348	附录 B 数据窗口列对象的属性	391
9.9 为系统创建其他窗口	349	附录 C 全书示例索引	397
9.9.1 创建关于窗口	350		
9.9.2 创建登录窗口	350		

第 1 章 数据库应用的基础知识

数据库系统是逐步发展的，而关系数据库是现在使用较多的数据库。对于关系数据库应该掌握的内容有很多，其中以下几点应该重点掌握：关系数据库系统的概念；关系数据库系统的模型和结构；Codd 十二条法则；关系数据库的规范化；EAR 方法等等。

本章学习重点：

- 关系数据库系统的概念
- 关系数据库系统的模型和结构
- Codd 十二条法则
- 关系数据库的规范化
- EAR 方法

1.1 为什么需要数据库技术

人类社会正在进入信息化的社会，人们在政治、经济、文化教育等各个领域都将产生大量的信息，这些信息需要加工和处理，需要交流和应用。例如，一项商务活动必须跟踪客户、订单、产品库存以及员工信息。此外，相关业务信息的分析有助于增强一个公司的竞争力。例如，销售分析可利用当前的销售数据来预测未来的信息，并可能会有助于提高所有商务收益率。

在当前这个高技术时代，绝大多数信息都由计算机管理，因为利用计算机容易组织、存储，而且计算机还能提取有价值的信息，实现从数据到信息到价值的提升。功能强大的计算机和网络的激增已经使所有商务(或大或小)能快速、安全地将信息传送到需要访问它的人员之处。

客观世界各种信息在计算机上都以数据的形式存在，计算机完成各种任务的过程其实就是对数据进行加工和处理的过程。随着人们对客观世界认识的深入，数据的容量越来越大，结构越来越复杂，如何对海量数据进行有效的分类、组织、存储、检索和维护已成为计算机技术领域研究的重要课题，数据库技术正是为了解决这一课题而提出的。

随着 Internet 的飞速发展，数据库技术也越来越广泛地应用在企业各个方面。无论是浏览器应用，企业级的 MIS(management information system)乃至 ERP(enterprise resource planning)，还是最新的网格(Grid)技术，越是大的应用，数据库的作用越明显。可以说离开了数据库就不可能有一个信息化的社会。所以说，我们大家都需要数据库。

1.2 数据库的演变

20 世纪 60 年代以前, 计算机主要用于科学计算。进入 20 世纪 60 年代以后, 出现了巨大的信息流和相伴随的宏大的数据流, 为了适应和满足社会发展的需要, 必须采用新的技术和手段, 对这些数据进行收集、存储、加工、检索、统计和传输等。社会需求是最大的推动力, 数据库技术就是为满足数据管理任务而产生的。

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代末。首先使用“DataBase”一词的是美国系统发展公司, 它在为美国海军基地研制数据时最先使用“数据库”一词。

1968 年, IBM 公司在数据库管理系统方面率先研制成功了集成数据存储系统, 它可以多个程序共享数据库。

1969 年 10 月, CODASYL 数据库研制者提出了网状模型数据库系统规范报告 DBTG, 是数据库系统走向规范化和标准化的标志。

1970 年 IBM 公司 San Jose 研究所的 E.F.Codd 在美国计算机学会会刊《Communication of the ACM》上发表的题为“A Relation Model of Data for Shared Data Bank”的论文, 开创了数据库系统的新纪元。这三件事情奠定了数据库技术的基础。

之后, E. F. Codd 连续发表了多篇论文, 成功地奠定了关系数据库理论的基石。由于他的杰出贡献, 1981 年, E. F. Codd 获得了计算机科学的最高奖——ACM 图灵奖。

1971 年美国数据库系统语言协会在正式发表的 DBTG 报告中, 提出了三级抽象模式, 即对应用程序所需的一部分数据结构描述的外模式, 对整个客体系统数据结构描述的概念模式, 对数据存储结构描述的内模式, 解决了数据独立性的问题。

20 世纪 70 年代末, 关系方法的理论研究和软件的研制均取得了很大的成果, IBM 公司的 San Jose 实验室在 IBM 370 系列机上研制的关系数据库实验系统 System R 获得成功。1981 年, IBM 公司又宣布了具有 System R 全部特征的新的数据库软件产品 SQL/DS 问世。

与 System R 同期, 美国加州大学伯克利分校也研制了 Ingress 关系数据库实验系统, 并由 Ingress 公司发展成为 Ingress 数据库产品。

1976 年美籍华人陈平山提出了数据库逻辑设计的实际联系方法。1978 年新奥尔良发表了 DBDWD 报告, 他把数据库系统的设计过程分为 4 个阶段: 需求分析、信息分析与定义、逻辑设计和物理设计。1980 年, J. D. Unman 所著的《数据库系统原理》一书正式出版。

1984 年 David Marer 所著的《关系数据库理论》一书, 标志着关系数据库在理论上的成熟。

在关系数据库管理系统(RDBMS)产生之前, 层次(IMS)和网状(IDMS)模式是常见的。在这些模式之前, 使用平面文件(操作系统文件不一定是平面)来建立数据库, 并且使用第三代语言(3GL)访问例程。实际上一些专用系统仍然是按照这种方式建立的, 只是进行了修改或没有变化。在大型机和微机中依然存在许多这样的遗留数据库。CODASYL(数据系统语言协会)是数据库任务组(Data Base Task Group, DBTG)创建的一种数据库标准, 这是一种基于 COBOL 的网络数据库标准, 而 IDMS 是一个厂商的实现。但是, 从 20 世纪 70 年代起, RDBMS 已经逐渐地控制了市场, 如 Oracle、Sybase、Informix 和 Ingress。

最近, 面向对象(Object-Oriented, OO)的数据库管理系统(DBMS)已经成为最为突出的数据库管理系统, 并找到了许多合适的应用环境, 如 CAM/CAD、工程、多媒体等等。面向对象 DBMS 适于在这些领域中应用, 因为在一个几乎非事务性的环境中, 它们具有控制复型数据类型实力。由于竞争, RDBMS 厂商为了提供包括文本、音频、图像和视频数据类型的面向对象/多媒体性能, 已经制造了商业可用的通用服务器。Oracle 的 Universal Server 就是一个例子。另外, 用户定义的数据类型或可扩展类型, 已经被扩大或增加到核心数据库服务器中, Oracle 9i 就提供了这样的性能。类似这样的 RDBMS 产品被认为是混合的, 然而它们明显比以前的 RDBMS 更具有主流性。

1.3 数据库基本概念

数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统是数据库密切相关的四个基本概念, 而且是非常容易混淆的四个概念。

1.3.1 数据

为了了解世界、研究世界和交流情况, 人们需要描述各种事物。用自然语言来描述虽然很直接, 但一些事物用它来描述太繁琐, 也不便于形式化。为此, 人们常常只描述那些感兴趣的事物的特征或属性, 作为事物的描述。

例如, 一个大学生可用如下的记录来描述: <张文, 610330370, 男, 1982, 安徽, 计算机系, 2000>。这样的记录, 一般人可能不解其意, 但是知道这个记录含义的人, 可以从得知张文是个大学生, 学号为 610330370, 1982 年出生, 安徽人, 2000 年考入计算机系。这种对事物描述的符号记录称为数据。数据有一定的格式, 例如在上例中, 姓名栏最多允许 8 个汉字, 性别栏只允许 1 个汉字, …… , 这些格式的规定是数据的语法; 而数据的含义是数据的语义。人们通过解释、推论、归纳、分析、综合等方法, 从数据所获得的有意义的内容成为信息。因此, 数据是信息存在的一种形式, 只有通过解释或处理才能成为有用的信息。

1.3.2 数据库

数据库(DataBase, 简称 DB), 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。

人们收集并抽取一个应用所需的大量数据之后, 应将其保存起来, 以供进一步加工处理, 进一步抽取。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, 人们把数据以文件的形式存放在文件柜里, 现在, 人们借助计算机和数据库技术科学地存放和管理大量的数据, 以便能方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。

所谓数据库, 就是长期存储在计算机内的、有组织的、可供共享的数据集合。数据库中数据按一定的数据模型组织、描述和存储, 具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩张性, 并可为各种用户共享。

1.3.3 数据库管理系统

了解了数据和数据库的概念，下一个问题就是如何科学地组织和存储数据，如何高效地获取和维护数据。完成这个任务的是一个系统软件——数据库管理系统(DataBase Management System, 简称 DBMS)。数据库管理系统就是一个管理数据库的软件，它充当所有数据的知识库，并对它的存储、安全、一致性、并发操作、恢复和访问负责。

DBMS 有一个数据词典(有时成为系统目录)，其中存储着它拥有的每个事物的数据，例如名字、结构、位置和类型，这种关于数据的数据也被称为元数据(metadata)。在一条数据的生存周期里(从它的创建到删除)，这条数据的逻辑和物理信息都被记录在数据词典中。数据库系统管理员(Data Base Administrator, DBA)应该熟悉 DBMS 的数据词典；在数据库的整个生命周期内，数据词典为他或她服务。

数据库管理系统的主要功能包括以下几个方面：

1. 数据库的定义

DBMS 提供了数据定义语言(Data Definition Language, 简称 DDL)，用户通过它可以方便的对数据库以及数据库中的数据对象进行定义。

2. 数据操纵

DBMS 还提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, 简称 DML)，用户可以使用 DML 操纵数据实现对数据库的基本操作，如查询、插入、删除和修改等。

3. 数据库的运行管理

数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制，以保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。

4. 数据库的建立和维护

包括数据库初始数据的输入、转换，数据库的转储、恢复，数据库的重组、性能监测和性能分析。这些功能通常是由一些实用程序完成的。

数据库管理系统是数据库系统的一个重要组成部分。

1.3.4 数据库系统

数据库系统(Data Base System, 简称 DBS)的简单结构如图 1.1 所示。

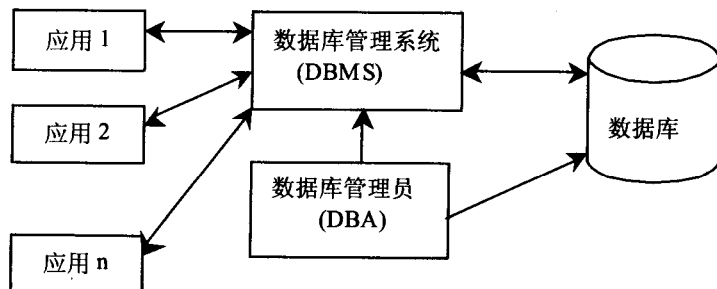


图 1.1 数据库系统

图中的数据是数据的汇集,它们以一定的组织形式存于存储介质上,一般是磁盘。数据库管理系统(DBMS)是管理数据库的软件,它能实现数据库系统的各种功能。图中的应用是指以数据库为基础的各种应用程序,应用程序必须通过 DBMS 访问数据库。数据库既然是共享的,就需要有人进行数据库的规划、设计、协调、维护和管理工作,负责这些工作的人员或集体成为数据库管理员(Data Base Administrator,简称 DBA)。应用程序、数据库管理系统(及其开发工具)、数据库和数据库管理员构成数据库系统。数据库系统有时也简称数据库。

1.4 数据库系统模型

模型是现实世界的模拟和抽象。数据模型(Data Model)也是一种模型,它是现实世界数据特征的抽象。数据模型是数据库系统中的一个关键概念,是实体与实体之间的一个轮廓视图,是数据库系统用以提供信息表示和操作手段的形式框架。

数据库中的数据是高度结构化的,即数据库不仅要考虑记录内的数据项的联系,还要考虑记录之间的联系。

下面对数据库模型进行介绍。

在数据库发展史上,最有影响的数据库模型通常有以下四种:

- (1) 层次模型(Hierarchical Model),用树型结构描述实体及其联系。
- (2) 网状模型(Network Model),用网状结构描述实体及其联系。
- (3) 关系模型(Relation Model),用二维表结构描述实体及其联系。
- (4) 数据独立存取模型,将数据表现为四级模型,即实体集模型、串模型、编码模型、物理设备模型。

层次模型和网状模型又称为格式化模型,这类模型的数据结构可用图来描述。实体用记录型来表示,一个记录型对应一个结点,记录型之间的联系对应于结点之间的连接弧。对应于树型图的数据模型为层次模型,对应于网状图的数据模型为网状模型。关系模型为非格式化模型。在关系模型中,使用单一的二维表结构表示实体与实体之间的关系。下面详细介绍三种常用模型。

1.4.1 层次模型

层次模型是以记录型数据为结点构成的树,是一个以记录型数据为结点的有根的定向树或者森林。

层次模型把客观问题抽象为一个严格的自上而下的层次关系。树的结构由结点和连线组成,结点用来表示实体,连线用来表示实体与实体之间的关系。客观世界存在的这种关系只能是 1:N 关系,树的最高位置只有一个称为根的结点。每一个结点的上方结点是该结点的父结点,该结点的下方是该结点的子结点。没有子结点的结点称为叶。

在数据库中定义满足下面两个条件的基本层次联系的集合为层次模型:

- (1) 有且仅有一个根结点,无父结点。

(2) 其他结点有且仅有一个父结点。

【例 1.1】 层次模型示例：图 1.2 所示的学校管理制度就是一个典型的层次模型。

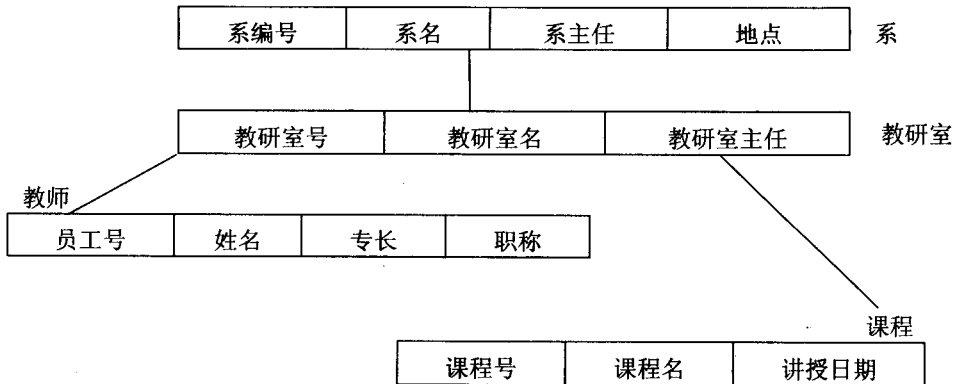


图 1.2 层次模型示意图

1. 层次模型的优点

(1) 层次模型本身比较简单。

(2) 对于实体间联系是固定的，而预定定义好的应用系统，采用层次模型来实现，其性能优于关系模型，不低于网状模型。

(3) 层次模型提供了良好的完整性支持。

2. 层次模型的缺点

(1) 现实世界中很多联系是非层次性的，如多对多联系、一个结点具有多个双亲等，层次模型表示这类联系的方法是很笨拙的，只能通过引入冗余数据(容易产生不一致性)或创建非自然的数据组织(引入虚拟结点)来解决。

(2) 对插入和删除操作的限制比较多。

(3) 查询子结点必须通过双亲结点。

(4) 由于结构严密，层次命令趋于程序化。

可见用层次模型对具有一对多的层次关系的实体描述非常自然、直观，容易理解。这是层次数据库的突出优点。

1.4.2 网状模型

网状模型能很好地反映客观世界中较为复杂的事物之间的联系，网状模型是以记录型为结点的网络。网状模型的基本特征是一个父结点允许有多个子结点，一个子结点也可以有多个父结点。

在数据库中，把满足以下两个条件的基本层次联系的集合称为网状模型：

(1) 有一个以上结点无父结点。

(2) 至少有一个结点有多于一个的父结点。

网状模型反映实体间复杂关系的表达能力比较强，也就是说，它既能表达实体间的纵