



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

数据库技术及应用

陈 刚 主 编
李建义 李 利 副主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

数据库技术及应用

陈 刚 主 编

李建义 李 利 副主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书被评为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。

本书重点强调数据库原理与实践的结合,将枯燥的数据库原理用通俗的语言介绍出来,并在介绍数据库原理的同时引入 SQL Server 2000,通过这个实际的数据库管理系统(DBMS)增加原理的说明性;同时,结合 PowerBuilder 数据库开发工具和具体的应用实例详细讲述了数据库系统的开发过程。还介绍了 PowerBuilder 9.0 的组成及其语言、事件,对 PowerBuilder 的各种对象及其用途、创建和使用修改方法等内容结合“发票管理系统”进行了说明。每章均附有习题,便于读者练习。

本书可作为应用型院校、高职高专院校学生的教材和教学参考书,也可供从事数据库系统开发的人员参考。

本书电子教案可以从中国水利水电出版社网站上免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

图书在版编目(CIP)数据

数据库技术及应用 / 陈刚主编. —北京:中国水利水电出版社, 2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5084-4976-0

I. 数… II. 陈… III. 数据库系统—高等学校:技术学校—教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 144845 号

书 名	数据库技术及应用
作 者	陈 刚 主 编 李建义 李 利 副主编
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	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	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 17.5 印张 421 千字
版 次	2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	28.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

当今时代是一个信息时代，数据处理技术已经深入各个方面，而数据库技术是数据处理不可缺少的手段。从事数据处理工作的人员越来越多，对数据库技术的需求量也越来越大。

PowerBuilder 是美国 Sybase 公司的新一代数据库应用开发工具。它集面向对象技术、分布式应用技术和多媒体技术于一身，并采用可视化的开发界面，能够让程序员轻松地开发出独立的应用程序。它既可以设计传统的高性能、基于客户机/服务器体系结构的应用系统，也能够开发基于 Internet 的应用系统。PowerBuilder 9.0 是一个易于使用、可伸缩、快速集成的开发环境，它在给用户提供一个转移到下一代平台的途径的同时，使用户仍能够保护和扩展其现有的在技术和应用上的投资。多年来，用户一直赞赏 PowerBuilder 用于客户机/服务器应用开发的快捷性、简便性和先进性。现在，用户可以在熟悉的 PowerBuilder 环境中使用相同的技术来创建同样功能强大的 Web 和分布式应用。

本书是针对高职高专数据库课程的教学而编写的，参加本书编写的都是有多多年数据库课程教学和科研经验的教师，他们将多年教学中遇到的问题结合到教材的编写中，从一个实际的数据库应用系统出发，将开发过程中的各种具体实例体现在教材中，每一章节的内容都充分体现在该实例的应用中。同时，为使学生更容易掌握各种编程技巧，且针对软件的特点，编写了相应的脚本代码，开发了常用软件开发界面，达到丰富学生编程技巧的目的。编写过程中，力求文字通俗易懂，由浅入深、循序渐进地介绍数据库系统的原理和 PowerBuilder 的内容，并在每章后面附有习题，便于学生练习和掌握所学内容。通过本书的学习，不仅能达到数据库设计、数据库系统开发入门的目的，还可以结合本书实例开发出实用、高效的应用系统。本书可作为高职高专院校学生的教材和教学参考书，也可供从事数据库系统开发的人员参考。

本书由陈刚任主编，李建义、李利任副主编。第 1~7 章和第 11 章由李利编写，第 8~10 章和第 12 章由李建义编写，第 13 章由陈刚编写。参加本书编写工作的还有温翠灵、张红亮、杨丽娟、王静、刘立媛、斯庆巴拉等。在本书的编写过程中，参考了很多同行的著作，在此表示深深的谢意。

由于作者水平有限，书中错误和不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作 者

2007 年 6 月

目 录

前言

第 1 章 数据库系统概述	1
本章学习目标	1
1.1 问题的提出	1
1.1.1 数据库理论及其应用技术	1
1.1.2 数据库应用实例分析	1
1.2 基本概念	3
1.2.1 信息与数据	3
1.2.2 数据处理	3
1.3 数据库技术的发展	4
1.3.1 数据库技术发展阶段的划分	4
1.3.2 现代数据库发展阶段	7
1.4 数据库系统的组成与结构	7
1.4.1 数据库系统的组成	7
1.4.2 数据库系统的结构	8
1.5 数据模型	10
1.5.1 数据模型的概念	10
1.5.2 概念模型	11
1.5.3 层次模型	12
1.5.4 网状模型	12
1.5.5 关系模型	13
本章小结	14
习题一	14
第 2 章 关系数据库理论基础	16
本章学习目标	16
2.1 关系的基本概念	16
2.1.1 关系的数学定义	16
2.1.2 关系的性质	18
2.2 关系的完整性	19
2.2.1 键	19
2.2.2 实体完整性	20
2.2.3 参照完整性	20
2.2.4 用户定义完整性	20
2.3 关系代数	21
2.3.1 传统的集合运算	21

2.3.2 专门的关系运算	22
2.4 关系规范化	23
2.4.1 问题的提出	23
2.4.2 关系模式的规范化	25
2.4.3 关系分解的原则	26
本章小结	27
习题二	28
第3章 结构化查询语言——SQL	30
本章学习目标	30
3.1 SQL 语言基本知识	30
3.1.1 SQL 的发展史	30
3.1.2 SQL 的特点	31
3.1.3 SQL 的分类	31
3.2 实验环境 SQL Server 2000 简介	32
3.2.1 数据库	32
3.2.2 管理工具	33
3.2.3 查询分析器	35
3.3 数据定义命令	39
3.3.1 建立数据库	39
3.3.2 建立数据表	39
3.3.3 数据表的修改	41
3.3.4 数据表的删除	41
3.3.5 索引的建立与删除	41
3.4 数据查询语言	42
3.4.1 查询语句格式	42
3.4.2 单表查询	43
3.4.3 多表查询	46
3.4.4 嵌套查询	47
3.5 数据操纵语言	48
3.5.1 插入数据	48
3.5.2 删除数据	48
3.5.3 修改数据	48
3.6 视图	48
3.6.1 视图的特点	48
3.6.2 视图的建立和撤消	49
3.6.3 视图数据操作	49
3.7 数据控制	50
3.7.1 授权	50
3.7.2 回收权限	51

本章小结	51
习题三	51
第4章 数据库安全及维护	53
本章学习目标	53
4.1 数据库安全性	53
4.1.1 基本概念	53
4.1.2 安全措施的设置模型	53
4.2 数据库的完整性	55
4.2.1 基本概念	55
4.2.2 完整性约束	55
4.3 并发控制	56
4.3.1 基本概念	56
4.3.2 封锁	58
4.3.3 并发调度的串行操作和并行操作	59
4.4 数据恢复	60
4.4.1 故障的种类	60
4.4.2 转储和恢复	61
4.4.3 日志文件	62
4.4.4 用转储和日志文件恢复数据库	63
本章小结	63
习题四	63
第5章 数据库系统设计	64
本章学习目标	64
5.1 数据库设计概述	64
5.1.1 数据库系统设计内容	64
5.1.2 数据库设计特点	64
5.2 数据库设计步骤	65
5.3 数据库结构设计	65
5.3.1 需求分析	66
5.3.2 概念结构设计	67
5.3.3 逻辑结构设计	68
5.3.4 物理设计	68
5.4 应用程序设计	69
5.5 运行和维护	69
5.5.1 数据载入数据库	69
5.5.2 数据库系统试运行	70
5.5.3 数据库系统的运行和维护	70
5.6 数据库系统设计国家标准	70
本章小结	73

习题五	73
第 6 章 PowerBuilder 概述	74
本章学习目标	74
6.1 PowerBuilder 9.0 简介	74
6.1.1 跨平台开发	74
6.1.2 开放的数据库连接	75
6.1.3 面向对象的编程	75
6.1.4 事件驱动的应用程序	76
6.1.5 功能强大的编程语言与函数	76
6.1.6 强大的 Web 及分布式开发能力	77
6.2 PowerBuilder 9.0 的开发环境	77
6.3 PowerBuilder 应用系统的开发	81
6.3.1 PowerBuilder 应用系统的构成	81
6.3.2 PowerBuilder 应用系统的开发步骤	82
6.3.3 PowerBuilder 应用系统的开发举例——求解一元二次方程	82
本章小结	85
习题六	85
第 7 章 PowerScript 语言	86
本章学习目标	86
7.1 PowerScript 基本概念	86
7.1.1 标识符	86
7.1.2 保留字	87
7.1.3 代词	88
7.1.4 特殊 ASCII 字符	90
7.1.5 断行、续行和注释	91
7.2 数据类型	91
7.2.1 标准数据类型	92
7.2.2 系统对象数据类型	92
7.2.3 枚举类型	93
7.3 变量与常量	93
7.3.1 变量	93
7.3.2 常量	94
7.3.3 数组	94
7.3.4 变量的作用域	95
7.4 运算符和表达式	97
7.4.1 算术运算符	98
7.4.2 关系运算符	98
7.4.3 逻辑运算符	99
7.4.4 连接运算符	99

7.4.5	运算符的优先级	99
7.4.6	表达式	100
7.5	基本语句	100
7.5.1	赋值语句	100
7.5.2	条件控制语句	101
7.5.3	循环控制语句	103
7.5.4	其他语句	105
7.6	常用标准函数	107
7.6.1	MessageBox()函数	107
7.6.2	Open()和 Close()函数	107
7.6.3	数据类型检查函数	107
7.6.4	数据类型转换函数	108
7.6.5	Run()函数	108
7.7	自定义函数和结构	108
7.7.1	自定义函数	109
7.7.2	结构	112
7.8	嵌入式 SQL 语句	114
7.8.1	数据库连接的建立与断开	114
7.8.2	提交与回滚事务	115
7.8.3	单行检索语句 SELECT	115
7.8.4	插入语句 INSERT	116
7.8.5	删除语句 DELETE	116
7.8.6	修改语句 UPDATE	116
7.8.7	检查 SQL 语句的执行情况	117
7.8.8	游标操作（读取多行数据）	117
7.9	编写脚本	118
7.9.1	打开脚本视图区	119
7.9.2	粘贴脚本	119
7.9.3	编译脚本	121
7.10	应用程序的调试	121
7.10.1	调试窗口	122
7.10.2	断点设置	123
7.10.3	调试状态下应用程序的跟踪运行	126
本章小结		127
习题七		128
第 8 章	PowerBuilder 中的数据库及其操纵	129
8.1	创建数据库	129
8.2	创建和删除数据表	131
8.3	数据表的操纵	134

8.3.1	定义列的扩展属性	134
8.3.2	索引和主键、外部键的创建与删除	137
8.3.3	浏览和修改表结构	140
8.4	视图及其操作	141
8.4.1	创建和删除视图	141
8.4.2	表或视图语法的输出	144
8.5	表中数据的操作	144
8.5.1	数据检索	145
8.5.2	数据修改	145
8.5.3	数据的排序和过滤	145
8.5.4	数据的导入导出	147
8.6	连接数据库	147
8.6.1	通过 ODBC 接口	148
8.6.2	通过专用接口连接	153
8.7	数据库管理	155
	本章小结	160
	习题八	160
第 9 章	应用程序对象	162
	本章学习目标	162
9.1	应用程序对象概述	162
9.2	创建应用程序对象	163
9.2.1	工作区	163
9.2.2	创建应用程序对象	164
9.3	应用程序对象的属性设置	166
9.4	应用程序对象的方法和事件	168
9.4.1	应用程序对象的事件	169
9.4.2	应用程序对象的方法	170
9.5	事务对象及其应用	170
9.5.1	事务对象的概念	170
9.5.2	事务对象的属性	171
9.5.3	自定义事务对象	172
	本章小结	172
	习题九	172
第 10 章	菜单设计	173
	本章学习目标	173
10.1	创建菜单	173
10.1.1	菜单	173
10.1.2	菜单画板	175
10.1.3	创建菜单	175

10.1.4 修改菜单	178
10.2 菜单属性和事件	179
10.2.1 General 选项卡	179
10.2.2 Toolbar 选项卡	181
10.2.3 菜单事件	182
10.3 菜单的使用	183
10.3.1 窗口菜单	183
10.3.2 弹出式菜单	183
本章小结	184
习题十	184
第 11 章 窗口对象	185
本章学习目标	185
11.1 窗口	185
11.1.1 窗口的分类	185
11.1.2 窗口的创建与修改	186
11.1.3 窗口的属性	187
11.1.4 窗口的事件	189
11.1.5 窗口对象的函数	191
11.2 主窗口的设计	192
11.2.1 主窗口的设计方法	192
11.2.2 主窗口的设计实例	192
11.3 登录窗口的设计	193
11.4 窗口的控件	194
11.4.1 窗口中控件的添加与删除	194
11.4.2 调整控件及其布局	195
11.4.3 定义控件的 Tab 顺序	196
11.5 控件的使用方法	197
11.5.1 控件的命名	197
11.5.2 控件的共同属性	197
11.5.3 控件的基本类型	199
11.5.4 CommandButton	199
11.5.5 PictureBox	200
11.5.6 RadioButton	200
11.5.7 GroupBox	201
11.5.8 CheckBox	201
11.5.9 ListBox 和 ListPictureBox	201
11.5.10 SinglelineEdit	203
11.5.11 MultiLineEdit	204
11.5.12 EditMask	204

11.5.13	DropDownListBox 和 DropDownPictureListBox.....	205
11.5.14	StaticText	205
11.5.15	RichTextEdit	205
11.5.16	Tab.....	206
11.5.17	Drawing.....	208
11.5.18	DataWindow	208
11.5.19	OLE.....	209
11.5.20	HtrackBar 和 VtrackBar 控件	210
11.5.21	HprogressBar (水平进度条) 和 VprogressBar (垂直进度条) 控件.....	211
11.5.22	StaticHyperLink (静态超链) PictureHyperLink (图形超链) 控件.....	211
	本章小结	211
	习题十一	211
第 12 章	数据窗口	213
	本章学习目标	213
12.1	数据窗口	213
12.1.1	数据窗口的设计思想	213
12.1.2	数据窗口对象的创建	214
12.2	典型数据窗口设计	217
12.2.1	显示风格	217
12.2.2	数据源的定义	224
12.2.3	数据窗口对象属性	230
12.2.4	数据窗口对象上的控件.....	237
12.3	数据窗口中的数据处理.....	239
12.3.1	数据正确性检查	239
12.3.2	数据的排序、过滤、分组及去掉重复值.....	240
12.3.3	数据的导入、导出和检索.....	241
12.4	在脚本中引用数据窗口对象及数据窗口项.....	242
12.4.1	数据窗口对象的引用	242
12.4.2	数据窗口项的引用	243
12.5	数据窗口的更新控制.....	244
12.6	数据窗口的打印	246
12.6.1	打印预览	246
12.6.2	数据打印	247
12.7	统计图的使用	248
12.7.1	统计图的组成	248
12.7.2	统计图的种类	248
12.7.3	统计图属性的定义	249
12.8	数据窗口常用函数	251
12.8.1	连接事务对象的函数	251

12.8.2 滚动数据行函数	251
12.8.3 取得和设置数据项的函数.....	252
12.8.4 可编辑控件函数	252
12.8.5 与数据库有关的函数	253
本章小结	256
习题十二	256
第 13 章 发票管理项目开发.....	258
本章学习目标	258
13.1 项目整体介绍	258
13.2 数据表的设计	259
13.3 发票管理模块	261
13.3.1 发票管理模块界面构成.....	261
13.3.2 发票管理模块界面典型设计技巧.....	262
13.4 统计查询模块	265
本章小结	266
习题十三	266
参考文献	267

第 1 章 数据库系统概述

本章学习目标

数据库是计算机科学的一个重要研究领域，是专门研究数据管理的技术，从 20 世纪 60 年代末开始，经过近 40 年的发展，已成为计算机应用领域的一个重要分支。本章从数据管理技术出发，介绍数据库系统及相关名词术语。通过本章的学习，读者应掌握以下内容：

- 数据库技术的基本概念、数据库系统的组成
- 数据模型的概念及分类
- 数据库管理系统的概念

1.1 问题的提出

1.1.1 数据库理论及其应用技术

数据库理论及其应用技术是计算机学科的一个重要分支，它是在人们运用计算机进行数据处理过程中产生的一门有关数据采集、整理、存储、分类、排序、检索、维护、加工、统计和传输等一系列操作过程的知识和技术。数据库理论与技术自 20 世纪 60 年代后期在计算机科学领域崛起以来，一直随时代的发展与时俱进，不断融会计算机的最新发展技术，继承了“过程式”程序设计方法，引入了“面向对象”程序设计方法，改革了 Xbase 系列数据库软件的缺陷，提供了许多数据库应用系统开发的新技术，使数据库应用系统开发更快捷、方便、实用。

数据库技术是计算机科学中最活跃、应用最广泛的分支之一，也是近年得到广泛应用和快速发展的领域。借助数据库技术解决各个行业中的数据处理问题，提高各部门的信息化程度，是当前社会的普遍需求。因此，在工科院校普遍开设数据库技术课程，使学生掌握应用数据库解决实际问题的能力，是培养适应信息化社会人才的需要。

1.1.2 数据库应用实例分析

本书中使用发票管理系统作为教学案例，下面先对该案例作一简单介绍。

发票作为我国经济交往中基本的商事凭证，是记录经营活动的一种书面证明，是在购销商品、提供或接受服务以及从事其他经营活动中开具、收取的收付款凭证。某单位为了规范发票的管理，实现发票开具过程自动化，而提出了发票管理系统的构想。

作为计算机软件开发人员，接到用户提出的软件编写请求，首先应该与用户进行良好的沟通，由于软件设计人员不可能了解所有用户的所有专业内容，所以在软件开发之初，软件设计人员应认真听取用户的需求，反复讨论，最终彻底理解用户的真正需求。如图 1-1 所示为用

户提供的发票样本。

公司原油运杂费结算专用发票					
发货单位：华北石化分公司			2005 年 06 月 30 日		0000045
项目	单位	数量	单价	金额	备注
输油损耗	吨	280.000	3622.32	1014249.50	发货地点：
管输费	吨	80050.000	163.50	13088175.00	
储油费	吨	80050.000	1.00	80050.00	
合计人民币 (大写)				¥14,182,474.60	
业务负责人：		复核人：		开票人： 王宁军	☐ 作废

图 1-1 发票样本

发票管理系统的软件设计人员与用户的沟通过程是这样进行的。

用户：我要管理我的销售发票，软件可以开具新发票，并打印在已经由税务部门印好的发票上。

软件设计人员：需要你提供发票的样本格式，提供你的发票开具过程，提供你的发票管理制度。

用户：给设计人员发票原始样张，发票开具流程为：客户购买商品，输入收费项目（要求能够从计算机中选择），输入数量，软件自动根据收费项目得到单价，并计算出金额，转换成人民币大写。

软件设计人员：对于发票的收费项目是不是固定有一个对应的收费单价？发票开错了怎么办？数据库中是否保留错了的发票数据？

用户：发票收费项目的收费单价相对固定，但是可以调整的；发票如果开错并打印出来了，那么打印的发票作废，同时计算机中的数据也不能丢失，标记为作废。

软件设计人员：发票的安全性问题呢？发票的数据都需要进行什么样的报表输出？

用户：发票由专人开具，每张发票有一个唯一的发票号，在右上角印刷好，每张发票右下角要打印上开票人的姓名；软件可以对当前的发票按时间进行统计，并能够打印出统计表和转成 Excel 文件输出。

上面是一个用户的比较简单的应用需求，都是用户的业务描述，本书的所有内容均给予上面的需求。下面先从数据库的基本概念开始学习。

1.2 基本概念

计算机的出现，将数据处理带入了一个新的时代，数据处理的基本问题是数据的组织、存储、检索、维护及加工利用，这些正是数据库系统所要研究和解决的问题。

1.2.1 信息与数据

数据是数据库系统研究和处理的对象。数据离不开信息，它们既有联系又有区别。

1. 信息

信息是现实世界中各种事物（包括有生命的和无生命的、有形的和无形的）的存在方式、运动形态以及它们之间的相互联系等诸要素在人脑中的反映，通过人脑的抽象后形成概念。这些概念不仅被人们认识和理解，而且人们可以对它进行加工、推理和传播。

2. 数据

数据一般是指信息的一种符号化表示方法，即用一定的符号表示信息，而采用什么符号，完全是人为规定。例如，为了便于用计算机处理信息，就把信息转换为计算机能够识别的符号，即采用0和1两个符号编码来表示各种各样的信息。所以数据的概念包括两方面的含义：①数据的内容是信息；②数据的表现形式是符号。

数据在数据处理领域中涵盖的内容非常广泛，这里的“符号”不仅仅指数字、字母、文字等常见符号，还包括图形、图像、声音等多媒体数据。

3. 信息与数据的关系

信息与数据既有联系又有区别。数据是承载信息的物理符号，又称之为载体；信息是数据的内涵。二者的区别是：数据可以表示信息，但不是任何数据都能表示信息，同一数据也可以有不同的解释。正如人们常说的“如果给计算机输入的是垃圾，输出的也将是垃圾”。信息是抽象的，同一信息可以有不同的数据表示方式。例如，足球世界杯期间，同一场比赛的新闻，可以在报纸上以文字形式、在电台以声音形式、在电视上以图像形式表示。

1.2.2 数据处理

数据处理是指将数据转换成信息的过程，这一过程主要是指对所输入的数据进行加工整理，包括对数据的收集、存储、加工、分类、检索和传播等一系列活动，其根本目的就是大量的、已知的数据出发，根据事物之间的固有联系和运动规律，采用分析、推理、归纳等手段，提取出对人们有价值、有意义的信息作为某种决策的依据。

可以用下面的过程简单地表示出信息与数据之间的关系。



其中，数据是输入，而信息是输出结果。人们通常说的“信息处理”，其真正含义应该是为了产生信息而处理数据。例如，人的“出生日期”是有生以来不可改变的基本特征之一，属于原始数据，而“年龄”是当年与出生日期相减而得到的数字，具有相对性，可视为二次数据。同理，“单价”、“数量”是商品的原始数据，金额则是经过简单计算得到的结果。

在数据处理活动中, 计算过程相对比较简单, 很少涉及复杂的数学模型, 但是却有数据量大、数据之间有着复杂的逻辑联系的特点。因此数据处理任务的矛盾焦点不是计算, 而是把数据管理好。

数据管理是指数据的收集、整理、组织、存储、查询、维护和传送等各种操作, 是数据处理的基本环节, 是任何数据处理任务必有的共性部分。因此, 对数据管理应当加以突出, 集中精力开发出通用而又方便实用的软件, 把数据有效地管理起来, 以便最大限度地减轻计算机软件用户的负担。数据库技术正是瞄准这一目标逐渐完善起来的一门计算机软件技术。

1.3 数据库技术的发展

1.3.1 数据库技术发展阶段的划分

自 1946 年世界上第一台计算机诞生以来, 随着计算机硬件和软件的发展, 数据管理技术不断更新、完善, 数据库的发展经历了四个阶段, 即人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段和高级数据库阶段。

1. 人工管理阶段

(1) 人工管理阶段的背景。20 世纪 50 年代中期以前, 计算机主要应用于科学计算。当时的硬件条件是: 外存只有纸带、卡片、磁带, 还没有磁盘等直接存取的存储设备; 软件状况是: 没有管理数据的软件, 数据处理的方式采用的是批处理。

(2) 人工管理阶段的特点。

1) 数据不保存。这一时期的数据由于是面向应用程序的, 在一个程序中定义的数据, 无法被其他程序利用, 一组数据对应于一个应用程序, 应用程序与其处理的数据结合成一个整体。有时也把数据与应用程序分开, 但这只是形式上的分开, 数据的传输和使用完全取决于应用程序。

2) 应用程序管理数据。数据需要由程序自己管理, 没有软件系统专门管理数据, 所以程序的设计者不但要考虑数据的逻辑结构, 还要考虑存储结构、存取方法以及输入输出方式。如果数据的存储结构发生了变化, 程序中读取数据子程序也要相应改变。

3) 数据不能共享。由于一组数据只能对应一个程序。当多个应用程序使用相同的数据时, 必须各自定义自己的数据, 造成程序与程序之间大量的冗余数据, 也加重了程序员的负担。

(3) 人工管理阶段程序与数据的关系。人工管理阶段的程序与数据的关系如图 1-2 所示, 由图可见, 此阶段的数据置于程序内部, 并且程序和数据是一一对应的。

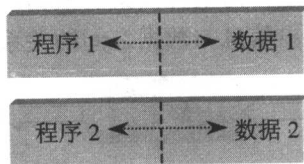


图 1-2 人工管理阶段程序与数据的关系

2. 文件系统阶段

(1) 文件系统阶段的背景。20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期, 计算机不仅用于科学计