



21世纪高等院校计算机科学与技术系列教材

主编 钱雪忠 黄学光 刘肃平

数据库原理 及应用



SHUJUKU YUANLI JI YINGYONG



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

数据库原理及应用

钱雪忠 黄学光 刘肃平 主编

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书突出重点地介绍了数据库系统的基本概念、基本原理和基本设计方法,同时基于 SQL Server 2000 介绍了数据库原理的应用。本书力求对传统的数据库理论和应用进行精炼。保留实用的部分,使其更为通俗易懂,更为简明与实用。

全书共有 7 章,主要内容包括:数据库系统概述、关系数据理论、SQL 语言、关系数据库设计理论、数据安全保护、数据库设计和 SQL Server 2000 数据库管理系统等。

本书内容循序渐进、深入浅出,每章都给出了较多的实例,各章后有适量的习题,以便于读者练习与巩固所学知识。

本书可作为计算机各专业及信息类、电子类等相关专业的本科、专科“数据库原理及应用”类课程的教材,同时也可以供参加自学考试人员、数据库应用系统开发设计人员、工程技术人员及其他相关人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理及应用/钱雪忠,黄学光,刘肃平主编. —北京:北京邮电大学出版社,2005
ISBN 7-5635-1077-X

I. 数... II. ①钱...②黄...③刘... III. 数据库系统 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 084840 号

出 版 者:北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路 10 号) 邮编:100876

发行部电话:(010)62282185 62283578(传真)

电子信箱:publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京通州皇家印刷厂印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:17

字 数:418 千字

印 数:3001—6000 册

版 次:2005 年 8 月第 1 版 2006 年 1 月第 2 次印刷

ISBN 7-5635-1077-X/TP·188

定价:29.00 元

·如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系·

21 世纪高等院校计算机科学与技术系列教材

编 委 会

主 任：金怡濂

委 员：（按姓氏笔划排名）

王士同 王明严 刘 弘

朱其亮 何炎祥 汪厚祥

金 海 徐 涛 潘振宽

序

计算机科学技术是科学性与工程性并重的一门学科。它的迅猛发展除了源于微电子学等相关学科的发展外,更主要源于其应用需求的广泛性不断增长,它已渗透到人类社会的各个领域,成为经济发展的倍增器,科学文化与社会进步的催化剂。计算机与通信的融合和全球联网,更显示出它无可限量的发展前景。任何一个领域的发展都离不开计算机已成为无可否认的事实。应用是计算机科学技术发展的动力、源泉和归宿,而计算机科学技术又不断为应用提供先进的方法、设备与环境。

近年来,计算机科学技术的发展不仅极大地促进了整个科学技术的发展,而且明显地推进了经济信息化和社会信息化的进程。计算机科学技术对一个国家在政治、经济、科技、文化、国防等方面的催化作用和强化作用都具有难以估量的意义。计算机知识与能力已成为21世纪人才素质的基本要求之一,因此,计算机科学技术的教育在世界各国都备受重视,我国政府和教育部门对计算机科学技术的教育及人才培养也非常重视。为了适应社会发展对计算机科学技术人才的强烈要求,各高校均在着力培养基础扎实、知识面广、综合素质高、实践能力强、富有创新精神,且具有较强的科学技术运用、推广、转化能力的高层次人才。

由北京邮电大学出版社联合北京邮电大学、武汉大学、华中理工大学及山东、江苏等多所高校的计算机专业教学负责人组成的“21世纪高等院校计算机科学与技术系列教材编委会”按照《中国计算机科学与技术学科教程2002》的要求组织编写的系列教材,体现了近年计算机学科的新理论、新技术。内容涵盖计算机专业学生所应掌握的相关知识,并根据目前计算机科学技术的发展趋势与实际应用相结合,能够满足目前高校计算机专业教学的需要,也可作为计算机专业人员的自学参考材料。

本系列教材作者均为多年从事教学、科研的一线教师,有着丰富的教学和科研实践经验,所编写的这套教材具有结构严谨、内容丰富、理论与实际结合紧密的特点,是他们的教学经验和科研成果的结晶。

计算机科学技术日新月异,所以教材也要不断推陈出新,我希望本系列教材能为我国高校计算机专业教育做出新的贡献。

中国工程院院士

金怡廉

前 言

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一,也是应用最广的技术之一,它已成为计算机信息系统与应用系统的核心技术和重要基础。

随着计算机技术飞速发展及其应用领域的扩大,特别是计算机网络和 Internet 的发展,基于计算机网络和数据库技术的信息管理系统、应用系统得到了飞速的发展。当前,计算机的计算模式已由单用户→主从式或主机/终端式结构→C/S 结构→B/S 结构,而发展到了 Web 服务与网格计算时代,然而数据库及其技术一直是它们的后台与基础,并在发展中不断赋予新的能力。目前,数据库技术已成为社会各行各业进行数据管理的必备技能。数据库技术相关的基本知识和基本技能必然是计算机及相关专业的必学内容。

“数据库原理及应用”课程就是为使学生全面掌握数据库技术而开设的专业基础课程。它现已是计算机各专业、信息类、电子类专业等的必修课程。该课程的主要目的是使学生在较好掌握数据库系统原理的基础上,能理论联系实际,较全面透彻掌握数据库应用技术。本书追求的目标也真是如此。

本书内容循序渐进、深入浅出、抓住要点、精选内容。

本书围绕数据库系统的基本原理与应用技术两个核心点展开。全书内容安排成 7 章,第 1 章较集中介绍了数据库系统的基本概念、基本知识与基本原理,内容包括数据库系统概述、数据模型、数据库系统结构、数据库系统的组成、数据库技术的研究领域及其发展等;第 2 章借助数学的方法,较深刻透彻地介绍了关系数据库理论,内容有关系模型、关系数据结构及形式化定义、关系的完整性、关系代数、关系演算等;第 3 章介绍了实用的关系数据库操作语言 SQL,内容有 SQL 语言的基本概念与特点,SQL 语言的数据定义、数据查询、数据更新、数据控制、视图等功能介绍及嵌入式 SQL 语言应用初步;第 4 章是关于数据库设计理论方面的内容,主要介绍了规范化问题的提出、规范化、数据依赖的公理系统等;第 5 章是关于数据库统一管理与控制方面的内容,主要介绍了数据库的

安全性、完整性控制、并发控制与封锁、数据库的恢复等;第6章介绍数据库设计方面的概念与开发设计过程,包括数据库设计概述及规范化数据库开发设计六步骤等;第7章以 SQL Server 2000 实用数据库系统为背景,介绍了数据库系统的操作与应用技能,内容包括 SQL Server 2000 的简介,企业管理器、查询分析器的初步使用,数据库、数据表的管理与操作,SQL Server 2000 的数据完整性控制、视图使用、数据库备份和还原,SQL Server 程序设计初步等。可见本书内容精炼、核心与实用,内容适合数据库原理及应用类课程教学需要。

本书每章除基本知识外,还有章节要点、小结、适量的练习题等,以配合对知识点的掌握。讲授时可根据学生、专业、课时等情况对内容适当取舍,带有“*”的章节内容是取舍的首选对象。本套教材提供了演示稿,见随书光盘。实验教学请使用本书配套实验指导书——《数据库原理及应用实验指导》(钱雪忠主编,北京邮电大学出版社出版)。

本书可作为计算机各专业及信息类、电子类专业等的数据库相关课程教材,同时也可以供参加自学考试人员、数据库应用系统开发设计人员、工程技术人员及其他相关人员参阅。

本书由钱雪忠、黄学光、刘肃平主编,参编人员有钱雪忠、黄学光、刘肃平、陶向东、王萌、李芳、王芳、王施媛、欧阳煊、宁冬梅、万露。另外,杨波、钟文峰、刘福道、耿瑞峰、王建峰等参与了校稿工作。编写中得到江南大学信息工程学院数据库课程组教师们的大力协助与支持,使编者获益良多,谨此表示衷心的感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免有错误、疏漏和欠妥之处,敬请广大读者与同行专家批评指正。联系方式 E-mail: xzqian@sytu.edu.cn

钱雪忠于江南大学蠡湖新校区

2005 年 7 月

目 录

第1章 绪论

本章要点·····	1
1.1 数据库系统概述·····	1
1.1.1 数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统·····	1
1.1.2 数据管理技术的产生和发展·····	3
1.1.3 数据库系统的特点·····	6
1.2 数据模型·····	9
1.2.1 数据模型的组成要素·····	10
1.2.2 概念模型·····	11
1.2.3 层次模型概述·····	14
1.2.4 网状模型·····	17
1.2.5 关系模型·····	19
1.3 数据库系统结构·····	22
1.3.1 数据库系统的三级模式结构·····	22
1.3.2 数据库的二级映象功能与数据独立性·····	24
1.3.3 数据库管理系统的工作过程·····	24
1.4 数据库系统的组成·····	25
1.5 数据库技术的研究领域及其发展*·····	27
1.5.1 数据库技术的研究领域·····	27
1.5.2 数据库技术的发展·····	28
小结·····	30
习题·····	31

第2章 关系数据库

本章要点·····	33
2.1 关系模型·····	33
2.2 关系数据结构及形式化定义·····	34
2.2.1 关系·····	35
2.2.2 关系模式·····	37
2.2.3 关系数据库·····	37





2.3 关系的完整性	38
2.4 关系代数	39
2.4.1 传统的集合运算	40
2.4.2 专门的关系运算	42
2.5 关系演算	47
2.5.1 元组关系演算语言 ALPHA	47
2.5.2 域关系演算语言 QBE*	52
小结	57
习题	57

第3章 关系数据库标准语言 SQL

本章要点	60
3.1 SQL 语言的基本概念与特点	60
3.1.1 语言的发展及标准化	60
3.1.2 SQL 语言的基本概念	61
3.1.3 SQL 语言的主要特点	61
3.2 SQL 数据定义	62
3.2.1 字段数据类型	62
3.2.2 创建、修改和删除数据表	65
3.2.3 设计、创建和维护索引	68
3.3 SQL 数据查询	69
3.3.1 SELECT 命令的格式及其含义	69
3.3.2 SELECT 子句的基本使用	70
3.3.3 WHERE 子句的基本使用	72
3.3.4 常用库函数及统计汇总查询	76
3.3.5 分组查询	76
3.3.6 查询的排序	77
3.3.7 连接查询	78
3.3.8 合并查询	80
3.3.9 嵌套查询	80
3.3.10 存储查询结果到表中	85
3.4 SQL 数据更新	86
3.4.1 插入数据	86
3.4.2 修改数据	87
3.4.3 删除数据	87
3.5 视图	88
3.5.1 定义和删除视图	88



3.5.2 查询视图	89
3.5.3 更新视图	90
3.6 SQL 数据控制	90
3.6.1 权限与角色	90
3.6.2 系统权限与角色的授予与收回	91
3.6.3 对象权限与角色的授予与收回	91
3.7 嵌入式 SQL 语言*	92
3.7.1 嵌入式 SQL 简介	92
3.7.2 嵌入式 SQL 要解决的 3 个问题	92
3.7.3 第四代数据库应用开发工具或高级语言中 SQL 的使用	97
小结	101
习题	101

第 4 章 关系数据库设计理论

本章要点	105
4.1 问题的提出	105
4.1.1 规范化理论概述	105
4.1.2 不合理的关系模式存在的问题	106
4.2 规范化	108
4.2.1 函数依赖	108
4.2.2 码	110
4.2.3 范式	112
4.2.4 第一范式	112
4.2.5 第二范式	113
4.2.6 第三范式	114
4.2.7 BC 范式	116
4.2.8 多值依赖与 4NF	117
4.2.9 规范化小结	121
4.3 数据依赖的公理系统*	121
小结	125
习题	125

第 5 章 数据库安全保护*

本章要点	128
5.1 数据库的安全性	128
5.1.1 数据库安全性概述	128
5.1.2 安全性控制的一般方法	129





5.1.3 安全性控制的其他方法	133
5.1.4 SQL Server 2000 安全性概述	134
5.2 完整性控制	135
5.2.1 数据库完整性概述	135
5.2.2 完整性规则的组成	135
5.2.3 完整性约束条件的分类	137
5.2.4 SQL Server 2000 完整性概述	138
5.3 并发控制与封锁	139
5.3.1 数据库并发性概述	139
5.3.2 事务的基本概念	139
5.3.3 并发操作与数据的不一致性	140
5.3.4 封锁及其产生问题的解决	142
5.3.5 SQL Server 2000 的并发控制机制	147
5.4 数据库的恢复	149
5.4.1 数据库恢复概述	149
5.4.2 数据库恢复的基本原理及其实现技术	149
5.4.3 数据库的故障及其恢复策略	151
5.4.4 SQL Server 2000 的备份和还原机制	153
小结	154
习题	154

第6章 数据库设计

本章要点	157
6.1 数据库设计概述	157
6.1.1 数据库设计的任务、内容和特点	157
6.1.2 数据库设计方法简述	158
6.1.3 数据库设计的步骤	159
6.2 系统需求分析	162
6.2.1 需求分析的任务	162
6.2.2 需求分析的方法	163
6.3 概念结构设计	165
6.3.1 概念结构设计的必要性	165
6.3.2 概念模型设计的特点	166
6.3.3 概念结构的设计方法和步骤	166
6.4 逻辑结构设计	173
6.4.1 逻辑结构设计的任务和步骤	173
6.4.2 初始化关系模式设计	173



6.4.3 关系模式的规范化	174
6.4.4 关系模式的评价与改进	175
6.5 数据库物理设计	176
6.5.1 确定物理结构	176
6.5.2 评价物理结构	177
6.6 数据库实施	177
6.6.1 建立实际数据库结构	177
6.6.2 装入数据	177
6.6.3 编制与调试应用程序	178
6.6.4 数据库试运行	178
6.6.5 整理文档	178
6.7 数据库运行和维护	178
6.7.1 数据库的安全性、完整性	179
6.7.2 监视并改善数据库性能	179
6.7.3 数据库的重组和重构造	179
小结	179
习题	180

第7章 SQL Server 2000 数据库管理系统

本章要点	183
7.1 SQL Server 2000 的简介	183
7.1.1 SQL Server 2000 的新特性	184
7.1.2 SQL Server 2000 的主要组件	185
7.2 企业管理器	187
7.3 查询分析器	188
7.4 管理数据库	189
7.4.1 系统数据库	189
7.4.2 实例数据库	190
7.4.3 创建数据库	190
7.4.4 查看数据库信息	191
7.4.5 更改数据库	192
7.4.6 删除数据库	193
7.4.7 压缩数据库	193
7.5 管理数据表	195
7.5.1 用企业管理器创建数据表	195
7.5.2 修改表	196
7.5.3 查看表	197





7.5.4 用企业管理器删除表	199
7.5.5 对表建立索引	199
7.6 用企业管理器管理数据	205
7.6.1 添加数据	205
7.6.2 删除数据	205
7.6.3 修改数据	206
7.7 数据完整性	206
7.7.1 数据完整性概述	206
7.7.2 规则	206
7.7.3 默认	211
7.8 数据查询	213
7.9 视图	214
7.9.1 创建视图	214
7.9.2 管理视图	216
7.10 备份和还原	218
7.10.1 备份和还原概述	218
7.10.2 创建备份和还原	220
7.10.3 数据库备份	222
7.10.4 还原数据库	223
7.10.5 备份和还原系统数据库	224
7.11 SQL Server 程序设计初步 *	226
7.11.1 Transact-SQL 简介	226
7.11.2 存储过程应用初步	240
7.11.3 触发器应用初步	247
小结	252
习题	252
参考文献	255



第 1 章 绪 论

本章要点

本章从数据库基本概念与知识出发,依次介绍了数据库系统的特点、数据模型的三要素及其常见数据模型、数据库系统的内部体系结构等重要概念与知识。本章的另一重点是围绕 DBMS 介绍其功能、组成与操作,还提到了数据库技术的研究点及其发展变化情况。

1.1 数据库系统概述

数据库技术自从 20 世纪 60 年代中期产生以来,无论是理论还是应用方面都已变得相当重要和成熟,成为计算机科学的重要分支。数据库技术是计算机领域发展最快的学科之一,也是应用很广、实用性很强的一门技术。目前,数据库技术已从第一代的网状、层次数据库系统,第二代的关系数据库系统,发展到以面向对象模型为主要特征的第三代数据库系统。

随着计算机技术飞速发展及其应用领域的扩大,特别是计算机网络和 Internet 的发展,基于计算机网络和数据库技术的信息管理系统、各类应用系统得到了突飞猛进地发展。如事务处理系统(TPS)、地理信息系统(GIS)、联机分析系统(OLAP)、决策支持系统(DSS)、企业资源规划(ERP)、客户关系管理(CRM)、数据仓库(DW)和数据挖掘(DM)等系统都是以数据库技术作为其重要的支撑。可以说,只要有计算机的地方,就在使用着数据库技术。因此,数据库技术的基本知识和基本技能正在成为信息社会人们的必备知识。

1.1.1 数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统

数据(Data),数据库(DB, DataBase),数据库管理系统(DBMS, DataBase Management System),数据库系统(DBS, DataBase System)是与数据库技术密切相关的 4 个基本概念,是我们首先要认识的。

1. 数据

(1) 数据的定义

数据是用来记录信息的可识别的符号,是信息的具体表现形式。

(2) 数据的表现形式

数据是数据库中存储的基本对象。数据在大多数人的第一印象就是数字。其实数字





只是其中一种最简单的表现形式,是数据的一种传统和狭义的理解。按广义的理解来说,数据的种类有很多,如文字、图形、图像、声音、视频、语言以及学校学生的档案管理等等,都可以转化为计算机可以识别的标识,并以数字化后的二进制形式存入计算机。

为了了解世界,交流信息,人们需要描述各种事物。在日常生活中直接用自然语言描述。在计算机中,为了存储和处理这些事物,就要抽出对这些事物感兴趣的特征组成一个记录来描述。例如:在学生档案中,如果人们最感兴趣的是学生的姓名、性别、年龄、出生年月,那么可以这样来描述:(赵一,女,23,1982.05)。

(3) 数据与信息的联系

上面表示的学生记录就是一个数据。对于此记录来说,要表示特定的含义,必须对它给予解释说明,数据解释的含义称为数据的语义(即信息),数据与其语义是不可分的。可以这样认为:数据是信息的符号表示或载体,信息则是数据的内涵,是对数据的语义解释。

再如:“小明今年 12 岁了。”,数据“12”被赋予了特定的语义“岁”,它才具有表达年龄信息的功能。

2. 数据库

数据库,从字面意思来说就是存放数据的仓库。具体而言就是长期存放在计算机内的有组织的可共享的数据集合,可供多用户共享,数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和储存,具有尽可能小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性。

数据库具有两个比较突出的特点:

- 把在特定的环境中与某应用程序相关的数据及其联系集中在一起,并按照一定的结构形式进行存储,即集成性;
- 数据库中的数据能被多个应用程序的用户所使用,即共享性。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统是数据库系统的核心组成部分,是对数据进行管理的大型系统软件,用户在数据库系统中的一些操作,如数据定义、数据操纵、数据查询和数据控制,都是由数据库管理系统来实现的。

数据库管理系统主要包括以下几个功能:

(1) 数据定义

DBMS 提供数据定义语言(DDL, Data Definition Language),用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象(包括表、视图、索引、存储过程等)进行定义,定义相关的数据库系统的结构和有关的约束条件。

(2) 数据操纵

DBMS 提供数据操纵语言(DML, Data Manipulation Language),通过 DML 操纵数据实现对数据库的一些基本操作,如查询、插入、删除和修改等等。其中,国际标准数据库操作语言——SQL 语言,就是 DML 的一种。

(3) 数据库的运行管理

这一功能是数据库管理系统的核心所在。DBMS 通过对数据库在建立、运用和维护时



提供统一管理和控制,以保证数据安全、正确、有效地正常运行。DBMS 主要通过数据的安全性控制、完整性控制、多用户应用环境的并发性控制和数据库数据的系统备份与恢复四个方面来实现对数据库的统一控制功能。

(4) 数据库的建立和维护功能

数据库的建立和维护功能包括数据库初始数据的输入、转换功能、数据库的转储、恢复功能、重组织功能和性能监视、分析功能等。

4. 数据库系统

数据库系统是指在计算机系统中引入数据库后的系统,主要有数据库(及相关硬件)、数据库管理系统及开发工具、应用系统、数据库管理员和用户这几部分。其中,在数据库的建立、使用和维护的过程要有专门的人员来完成,这些人就被称为数据库管理员(DBA, DataBase Administrator)。

数据库系统可以用图 1.1 表示。数据库系统在整个计算机系统中的地位如图 1.2 所示。

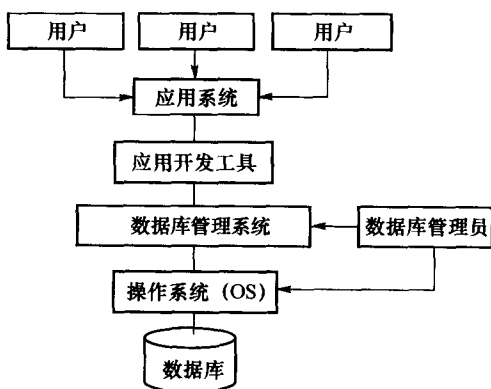


图 1.1 数据库系统

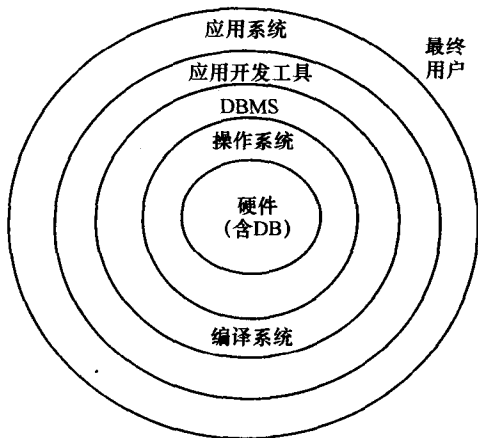


图 1.2 数据库在计算机系统中的地位

1.1.2 数据管理技术的产生和发展

谈数据管理技术,先要讲到数据处理,所谓数据处理是指对各种数据进行收集、存储、加工和传播的一系列活动的总和。数据管理则是数据处理的中心问题,为此,数据管理是指对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护的管理活动总称。就用计算机来管理数据而言,数据管理是指数据在计算机内的一系列活动的总和。

随着计算机技术的发展,特别是在计算机硬件、软件与网络技术发展的前提下,人们的数据处理要求不断提高,在此情况下,数据管理技术也随之不断改进。人们借助计算机来进行数据管理虽是近五十多年的事,然而数据管理技术已经历了人工管理、文件系统及数据库系统 3 个发展阶段。这 3 个阶段的特点及其比较如表 1.1 所示。

表 1.1 数据管理 3 个阶段的比较

比较项目		人工管理阶段	文件系统阶段	数据库系统阶段
背景	应用背景	科学计算	科学计算、管理	大规模管理
	硬件背景	无直接存取存储设备	磁盘、磁鼓	大容量磁盘
	软件背景	没有操作系统	有文件系统	有数据库管理系统
	处理方式	批处理	联机实时处理、批处理	联机实时处理、分布处理、批处理
特点	数据的管理者	用户(程序员)	文件系统	数据库管理系统
	数据面向的对象	某一应用程序	某一应用	现实世界
	数据的共享程度	无共享,冗余度极大	共享性差,冗余度大	共享性高,冗余度小
	数据的独立性	不独立,完全依赖于程序	独立性差	具有高度的物理独立性和一定的逻辑独立性
	数据的结构化	无结构	记录内有结构、整体无结构	整体结构化,用数据模型描述
	数据控制能力	应用程序自己控制	应用程序自己控制	由数据库管理系统提供数据安全性、完整性、并发控制和恢复能力

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。硬件设施方面:外存只有纸带、卡片、磁带,没有磁盘等直接存取设备;软件方面:没有操作系统和管理数据的软件;数据处理方式是批处理。

人工管理数据具有以下几个特点:

(1) 数据不保存

由于当时计算机主要用于科学计算,数据保存上并不做特别的要求,只是在计算某一个课题时将数据输入,用完就退出,对数据不作保存,有时对系统软件也是这样。

(2) 应用程序管理数据

数据没有专门的软件进行管理,需要应用程序自己进行管理,应用程序中要规定数据的逻辑结构和设计物理结构(包括存储结构、存取方法、输入/输出方式等)。因此程序员负担很重。

1) 数据不共享

数据是面向应用的,一组数据只能对应一个程序。如果多个应用程序涉及某些相同的数据,则由于必须各自进行定义,无法进行数据的参照,因此程序间有大量的冗余数据。

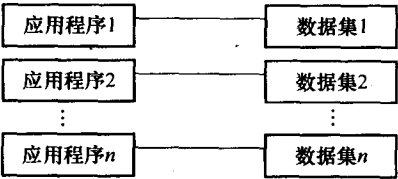


图 1.3 人工管理阶段应用程序与数据之间的对应关系

2) 数据不具有独立性

数据的独立性包括数据的逻辑独立性和数据的物理独立性。当数据的逻辑结构或物理结构发生变化时,必须对应用程序做相应的修改。

在人工管理阶段,程序与数据之间的对应关系可用图 1.3 表示。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期,计算机已大量用于数据的管理。硬件方面:有了磁盘、磁鼓等直接存取存储设备;软件方面:操作系统

