

新编

# SQL

@ SQL SERVER 2000

@ SERVER 2000

# Server 2000

## 数据库实用教程

廖疆星 张艳钗 肖金秀 编著

冶金工业出版社

# 新编 SQL Server 2000 数据库 实用教程

廖疆星 张艳钗 肖金秀 编著

北 京

北 京 反 社



## 内容简介

SQL Server 2000 是 Microsoft 公司最新推出的关系型数据库管理系统, 本书全面、系统地介绍了 SQL Server 2000 数据库系统管理方法及其应用程序开发技术。本书共分 13 章, 分别介绍了 SQL Server 2000 的安装和配置、服务器管理、数据库设计、安全性管理以及 SQL Server 在 Web 上的应用等内容。

本书结构合理, 论述准确, 内容详实, 步骤清晰, 而且在编写的过程中始终以“生产管理信息系统”为主线贯穿全书, 除此之外在每章后面均附有小结和习题以便对所学内容进一步巩固。

本书适用于 SQL Server 数据库系统管理人员、应用程序开发人员以及电子商务网站设计人员, 同时也可作为大、中专院校的计算机专业教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

新编 SQL Server 2000 数据库实用教程 / 廖疆星等  
编著. —北京: 冶金工业出版社, 2002.2  
ISBN 7-5024-2963-8

I. 新... II. 廖... III. 关系数据库—数据库管理系统, SQL Server 2000—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 097523 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 戈 兰

广东出版技校彩印厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2002 年 2 月第 1 版, 2002 年 2 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 18.25 印张; 418 千字; 282 页; 1-1900 册

28.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

# 前 言

随着经济全球化的发展,信息成为商家之间竞争的决定因素,而网络是在竞争中获胜的有力工具。在风起云涌的网络化浪潮中,数据库以其强大的信息操作和管理能力悄然步入网络世界,并成为网络应用扩展和高速信息表达的有力途径。

在新技术、新思想、新理论、新方法不断出现的情况下,微软公司最新推出了新的关系数据库管理系统 SQL Server 2000。SQL Server 2000 同时也是一种网络数据库管理系统,其主要任务是存储数据、管理数据和提供数据,以满足客户端连接和存取数据的需要,SQL Server 2000 主要具有以下特点:

- 1) 真正的客户机/服务器体系结构。
  - 2) 图形化用户界面,使系统管理工具更加直观简单。
  - 3) 丰富的编程接口工具,为用户进行程序设计提供了更大的选择余地。
  - 4) 与 Windows NT 有机集成,多线程体系结构设计,提高了系统对用户并发访问的响应速度。
  - 5) 对 Web 技术的支持,使用户能够很容易的将数据库中的数据发布到 Web 页面上。
- 因为上述的这些特点,所以 SQL Server 2000 数据库管理系统被越来越多的用户所使用。

本书结构合理,内容全面,具体结构如下:

第 1 章为数据库系统简介,主要包括数据库概述、数据库系统的发展历史、数据库系统的模型和结构以及数据库管理系统等内容。

第 2 章为 SQL Server 2000 简介,主要包括 SQL Server 语言介绍、SQL Server 语言特点、SQL Server 和 Internet、SQL Server 2000 的安装以及 SQL Server 2000 的功能等内容。

第 3 章介绍了 SQL Server 管理工具集,主要包括服务器管理、查询分析器、性能监视器、企业管理器以及联机丛书等内容。

第 4 章介绍了数据库的创建与管理,主要包括数据库的设计、创建和管理、设置数据选项、修改、删除、压缩数据库、备份和恢复数据库以及发布内容和订阅数据库等内容。

第 5 章介绍数据库表的创建和管理,主要包括表的基础知识、表的创建、使用关键字和约束以及数据表的操作等内容。

第 6 章介绍了查询设计,主要包括 SELECT 语句查询、使用 FROM 子句指定数据源、WHERE 子句的使用、使用 GROUP BY 分组统计、使用 COMPUTE 和 COMPUTE BY 子句以及子查询等内容。

第 7 章介绍触发器和数据的操作,主要包括触发器概述、使用 INSERT 添加新数据、使用 UPDATE 修改数据、用 DELETE 语句删除无用数据、数据的导入/导出等内容。

第 8 章介绍索引,主要包括索引概述、索引类型、创建索引、删除索引以及全文索引等内容。

第 9 章介绍视图管理,主要包括视图概述、建立视图、修改视图、删除视图以及视图的应用等内容。

第 10 章介绍了 SQL Server 2000 的开发与实务,主要包括 SQL Server 2000 开发的基础

知识、流程控制语句、使用函数、运算符、存储过程以及游标的使用等内容。

第 11 章介绍了有关 ODBC 数据库的应用程序，主要包括 ODBC 简介、ODBC 层次结构、ODBC 数据源管理以及 ODBC 应用程序结构等内容。

第 12 章介绍了安全管理，主要包括安全访问控制、登录标识管理、角色管理、数据库用户管理以及权限设置等内容。

第 13 章介绍了在 Internet 上发布 SQL Server 2000 数据库，主要包括使用 Web 助手向导生成 HTML 文件、在 FrontPage 中生成数据网页以及有关 XML 支持等内容。

本书不仅介绍了 SQL Server 2000 的基础知识，还汇集了 SQL Server 2000 中一些鲜为人知的方法和技巧，包括很多新思想、新知识，是关于 SQL Server 2000 较为系统的参考书。本书适用于数据库系统管理、应用程序开发人员以及网站设计人员，同时也可以作为大、中专院校的计算机专业教材。

由于编者水平有限，加上时间仓促，书中疏漏之处在所难免，欢迎广大读者提出宝贵意见。

编 者

2001 年 11 月

# 目 录

<b>第 1 章 数据库系统简介</b> .....	1	2.5 SQL Server 2000 功能 .....	19
1.1 数据库概述 .....	1	2.5.1 SQL Server 2000 的新增功能 .....	19
1.2 数据库系统的发展历史 .....	1	2.5.2 SQL Server 2000 主要特征 .....	21
1.2.1 人工管理阶段 .....	1	2.6 小结 .....	23
1.2.2 文件系统阶段 .....	2	习题二 .....	23
1.2.3 数据库系统阶段 .....	3	一、基础题 .....	23
1.3 数据库系统的模型和结构 .....	4	二、上机操作 .....	23
1.3.1 层次模型 .....	4	<b>第 3 章 SQL Server 管理工具集</b> .....	24
1.3.2 网状模型 .....	5	3.1 服务器管理 .....	24
1.3.3 关系模型 .....	5	3.1.1 注册服务器 .....	24
1.4 数据库管理系统 .....	6	3.1.2 系统启动 .....	25
1.4.1 数据库管理系统的功能 .....	6	3.1.3 使用企业管理器创建 连接服务器 .....	27
1.4.2 数据库应用系统 .....	7	3.1.4 远程服务器管理 .....	28
1.5 小结 .....	7	3.1.5 指定系统管理员密码 .....	28
习题一 .....	8	3.2 查询分析器 .....	28
一、基础题 .....	8	3.3 性能监视器 .....	29
二、上机操作 .....	8	3.4 企业管理器 .....	30
<b>第 2 章 SQL Server 2000 简介</b> .....	9	3.5 联机丛书 .....	30
2.1 SQL Server 语言介绍 .....	9	3.6 服务器网络实用工具 .....	31
2.2 SQL Server 语言特点 .....	9	3.7 导入和导出数据 .....	31
2.3 SQL Server 和 Internet .....	10	3.8 客户端网络实用工具 .....	31
2.4 SQL Server 2000 的安装 .....	11	3.9 小结 .....	32
2.4.1 准备安装 SQL Server 2000 .....	11	习题三 .....	32
2.4.2 安装 SQL Server 2000 的 硬件要求 .....	11	一、基础题 .....	32
2.4.3 操作系统的要求 .....	12	二、上机操作 .....	32
2.4.4 Internet 要求 .....	12	<b>第 4 章 数据库的创建与管理</b> .....	33
2.4.5 网络软件要求 .....	13	4.1 数据库的设计基础 .....	33
2.4.6 支持的客户端 .....	13	4.1.1 使用关系模型 .....	33
2.4.7 在 Windows 2000 Server 中 安装 .....	13	4.1.2 E-R 图 .....	33
2.4.8 安装 English Query .....	17	4.1.3 关键字 .....	34
2.4.9 安装 Analysis Services (安装程序) .....	17	4.1.4 集成约束 .....	34
2.4.10 版本升级 .....	17	4.1.5 数据库完整性 .....	36
2.4.11 复制和升级 .....	18	4.1.6 标准化 .....	36
2.4.12 卸载 SQL Server 2000 .....	18	4.1.7 数据库设计规划 .....	37
		4.2 数据库的创建与管理 .....	39
		4.2.1 “生产管理信息系统”简介 .....	39

# 目 录

4.2.2 使用企业管理器创建数据库.....	40	5.2 表的创建.....	66
4.2.3 使用向导创建数据库.....	42	5.2.1 使用企业管理器创建表.....	66
4.2.4 使用 Transact-SQL 语句 创建数据库.....	44	5.2.2 使用 CREATE TABLE 语句 创建表.....	74
4.3 设置数据选项.....	46	5.3 使用关键字和约束.....	74
4.3.1 使用 sp_dboption 设置 数据库选项.....	46	5.3.1 NULL (空值约束).....	75
4.3.2 使用企业管理器设置 数据库选项.....	46	5.3.2 PRIMARY KEY (主键约束).....	75
4.4 修改数据库.....	47	5.3.3 FOREIGN KEY (外键约束).....	76
4.4.1 使用企业管理器修改数据库.....	47	5.3.4 UNIQUE (惟一约束).....	78
4.4.2 使用 ALTER DATABASE 语句 修改数据库结构.....	48	5.3.5 CHECK (检查约束).....	79
4.5 删除数据库.....	50	5.3.6 DEFAULT (默认约束).....	80
4.5.1 使用企业管理器删除数据库.....	50	5.4 数据表的操作.....	80
4.5.2 使用 DROP DATABASE 语句 删除数据库.....	50	5.4.1 表的修改.....	80
4.6 压缩数据库.....	51	5.4.2 表的删除.....	82
4.7 备份和恢复数据库.....	51	5.5 小结.....	82
4.7.1 使用企业管理器备份数据库.....	51	习题五.....	82
4.7.2 使用企业管理器恢复数据库.....	52	一、基础题.....	82
4.7.3 使用查询分析器进行备份.....	53	二、上机操作.....	83
4.7.4 使用查询分析器恢复数据库.....	53	<b>第 6 章 查询设计.....</b>	<b>84</b>
4.8 发布内容和订阅数据库.....	54	6.1 SELECT 语句查询.....	84
4.8.1 复制模型.....	54	6.1.1 SELECT 语句的语法结构.....	84
4.8.2 使用向导配置发布和分发.....	55	6.1.2 SELECT 语句的执行方式.....	84
4.9 小结.....	57	6.1.3 使用 SELECT 子句选取 字段和记录.....	86
习题四.....	57	6.2 使用 FROM 子句指定数据源.....	88
一、基础题.....	57	6.2.1 使用内部连接组合两个表中的 记录.....	88
二、上机操作.....	58	6.2.2 使用外部连接组合两个表中的 记录.....	88
<b>第 5 章 数据库表的创建和管理.....</b>	<b>61</b>	6.3 使用 WHERE 子句.....	89
5.1 表的基础知识.....	61	6.3.1 WHERE 子句的语法格式.....	89
5.1.1 表的定义.....	61	6.3.2 比较运算符.....	89
5.1.2 列名.....	61	6.3.3 范围运算符.....	90
5.1.3 数据类型.....	62	6.3.4 模式匹配符.....	90
5.1.4 长度.....	65	6.3.5 列表运算符.....	90
5.1.5 精度和等级.....	65	6.3.6 空值运算符.....	91
5.1.6 空值和缺省值.....	65	6.3.7 逻辑运算符.....	91
		6.4 使用 GROUP BY 分组统计.....	96

# 目 录

6.4.1 GROUP BY 语法格式 .....	96	7.4.3 使用 TRUNCATE TABLE 语句 删除表中的所有记录 .....	161
6.4.2 根据分组字段进行汇总计算 .....	97	7.5 数据的导入/导出 .....	161
6.4.3 使用 HAVING 子句 .....	98	7.5.1 导入数据 .....	161
6.5 使用 COMPUTE 和 COMPUTE BY 子句 .....	98	7.5.2 导出数据 .....	164
6.5.1 使用 COMPUTE 子句 .....	98	7.6 小结 .....	167
6.5.2 使用 COMPUTE BY 子句 .....	99	习题七 .....	167
6.6 使用 ORDER BY 子句连接 .....	100	一、基础题 .....	167
6.6.1 ORDER BY 子句语法格式 .....	100	二、上机操作 .....	168
6.6.2 使用 TOP 子句与 ORDER BY 子句连用 .....	101	<b>第 8 章 索引 .....</b>	<b>169</b>
6.7 联合查询 .....	116	8.1 索引概述 .....	169
6.8 子查询 .....	117	8.2 索引类型 .....	169
6.8.1 [NOT] IN 子查询 .....	118	8.2.1 惟一索引 .....	169
6.8.2 [NOT] EXISTS 子查询 .....	118	8.2.2 簇索引 .....	169
6.8.3 比较子查询 .....	119	8.2.3 非簇索引 .....	170
6.9 使用集合函数 .....	120	8.3 创建索引 .....	170
6.9.1 SUM 函数计算字段的累加和 .....	120	8.3.1 系统自动创建索引 .....	170
6.9.2 使用 AVG 函数 .....	120	8.3.2 使用向导创建索引 .....	172
6.9.3 使用 COUNT 函数 .....	121	8.3.3 使用企业管理器创建索引 .....	174
6.9.4 使用 MAX、MIN 函数 .....	122	8.3.4 使用 CREATE INDEX 语句 创建索引 .....	175
6.10 创建查询结果表 .....	122	8.4 删除索引 .....	176
6.11 小结 .....	146	8.4.1 使用企业管理器删除索引 .....	176
习题六 .....	147	8.4.2 使用 DROP INDEX 语句 删除索引 .....	177
一、基础题 .....	147	8.5 全文索引 .....	177
二、上机操作 .....	147	8.5.1 启动 Microsoft Server 服务器 .....	177
<b>第 7 章 触发器和数据的操作 .....</b>	<b>148</b>	8.5.2 建立全文目录 .....	178
7.1 触发器概述 .....	148	8.5.3 建立全文索引 .....	180
7.2 使用 INSERT 语句添加新数据 .....	148	8.6 小结 .....	183
7.2.1 使用 INSERT 语句插入记录 .....	149	习题八 .....	183
7.2.2 使用 INSERT...SELECT 语句 添加新记录 .....	150	一、基础题 .....	183
7.3 使用 UPDATE 语句修改数据 .....	154	二、上机操作 .....	183
7.4 删除无用数据 .....	160	<b>第 9 章 视图管理 .....</b>	<b>184</b>
7.4.1 用 DELETE 语句删除 指定的记录 .....	160	9.1 视图概述 .....	184
7.4.2 使用 FROM 子句扩展 DELETE 语句 .....	160	9.2 建立视图 .....	184
		9.2.1 使用向导创建视图 .....	184



# 目 录

9.2.2 使用企业管理器建立视图 .....	186	10.4 运算符 .....	208
9.2.3 使用 CREATE VIEW 语句 建立视图 .....	188	10.4.1 算术运算符 .....	208
9.3 修改视图 .....	190	10.4.2 赋值运算符 .....	208
9.3.1 使用企业管理器修改视图 .....	190	10.4.3 位运算符 .....	209
9.3.2 使用 ALTER VIEW 语句 修改视图 .....	191	10.4.4 比较运算符 .....	209
9.4 删除视图 .....	192	10.4.5 逻辑运算符 .....	210
9.4.1 使用企业管理器删除 .....	192	10.4.6 字符串串联运算符 .....	211
9.4.2 使用 DROP VIEW 语句删除 .....	193	10.4.7 一元运算符 .....	211
9.5 视图的应用 .....	193	10.4.8 运算符的优先顺序 .....	211
9.5.1 通过视图检索数据 .....	193	10.5 存储过程 .....	212
9.5.2 通过视图修改数据 .....	193	10.5.1 使用向导创建存储过程 .....	212
9.6 小结 .....	194	10.5.2 使用企业管理器创建 存储过程 .....	213
习题九 .....	195	10.5.3 使用 CREATE PROCEDURE 语句建立存储过程 .....	214
一、基础题 .....	195	10.5.4 存储过程调用 .....	216
二、上机操作 .....	195	10.5.5 删除存储过程 .....	217
<b>第 10 章 SQL Server 2000 的开发与实务 .. 196</b>		10.6 批、事务和锁 .....	218
10.1 基础知识 .....	196	10.6.1 批 .....	218
10.1.1 Transact_SQL 语句中的语法 格式约定 .....	196	10.6.2 事务 .....	218
10.1.2 使用批处理 .....	196	10.6.3 锁 .....	219
10.1.3 检查执行结果 .....	198	10.7 使用游标 .....	221
10.2 流程控制语句 .....	198	10.7.1 游标类别 .....	221
10.2.1 BEGIN...END 语句 .....	199	10.7.2 游标声明 .....	222
10.2.2 IF...ELSE 语句 .....	199	10.7.3 游标函数 .....	222
10.2.3 GOTO 语句 .....	200	10.7.4 关闭 .....	224
10.2.4 WHILE、BREAK、CONTINUE 语句 .....	200	10.7.5 释放游标 .....	225
10.2.5 WAITFOR 语句 .....	201	10.8 小结 .....	225
10.2.6 RETURN 语句 .....	202	习题十 .....	225
10.2.7 CASE 表达式 .....	202	一、基础题 .....	225
10.3 使用函数 .....	203	二、上机操作 .....	226
10.3.1 系统函数 .....	203	<b>第 11 章 ODBC 数据库应用程序 .....</b>	<b>227</b>
10.3.2 日期函数 .....	204	11.1 ODBC 简介 .....	227
10.3.3 字符串函数 .....	205	11.2 ODBC 层次结构 .....	227
10.3.4 数学函数 .....	206	11.3 ODBC 数据源管理 .....	227
10.3.5 集合函数 .....	207	11.3.1 数据库驱动程序 .....	228
		11.3.2 添加 ODBC 数据源 .....	229
		11.3.3 处理 ODBC 错误 .....	233

# 目 录

11.3.4 删除 ODBC 数据源 .....	237	12.5 权限设置 .....	262
11.4 ODBC 应用程序结构 .....	238	12.5.1 权限种类 .....	262
11.5 小结 .....	239	12.5.2 使用管理工具设置权限 .....	263
习题十一 .....	239	12.5.3 使用 Transact-SQL 语句 设置权限 .....	265
一、基础题 .....	239	12.6 小结 .....	266
二、上机操作 .....	240	习题十二 .....	266
<b>第 12 章 安全管理 .....</b>	<b>241</b>	一、基础题 .....	266
12.1 安全访问控制 .....	241	二、上机操作 .....	267
12.1.1 用户安全账户认证 .....	241	<b>第 13 章 在 Internet 上发布 SQL Server</b>	
12.1.2 授权许可确认 .....	243	<b>2000 数据库 .....</b>	<b>268</b>
12.2 登录标识管理 .....	244	13.1 使用 Web 助手向导生成 HTML 文件 .....	268
12.2.1 系统内置的 Windows NT 登录账户 .....	244	13.2 使用 FrontPage 生成数据网页 .....	271
12.2.2 添加登录账户 .....	245	13.2.1 建立 ASP 运行环境 .....	272
12.2.3 修改登录标识 .....	249	13.2.2 保存和浏览 ASP 文件 .....	273
12.2.4 删除 SQL Server 登录标识 .....	250	13.2.3 在网页中添加 SQL Server 数据 .....	274
12.3 角色管理 .....	251	13.3 XML 支持 .....	280
12.3.1 固定角色 .....	251	13.4 小结 .....	280
12.3.2 用户自定义角色 .....	253	习题十三 .....	281
12.3.3 删除用户定义的数据库角色 .....	254	一、基础题 .....	281
12.3.4 在服务器角色中添加成员 .....	255	二、上机操作 .....	281
12.3.5 在数据库角色中添加成员 .....	256	<b>本书参考文献 .....</b>	<b>282</b>
12.4 数据库用户管理 .....	258		
12.4.1 添加用户账户 .....	259		
12.4.2 修改用户账户 .....	260		
12.4.3 删除用户账户 .....	261		

# 第1章 数据库系统简介

## 本章要点:

本章主要介绍了数据库概述、数据库系统的发展历史、数据库系统的模型和结构以及数据库管理系统。

## 1.1 数据库概述

数据库从最初的数据文件的简单集合发展到今天的大型数据库管理系统,已成为我们日常生活中不可缺少的组成部分。如果不借助数据库的帮助,许多简单的工作将变得冗长乏味,甚至难以实现。尤其是银行、医院和图书馆这样的大型组织更加依靠数据库系统实现其正常的运作。再看互联网上,从搜索引擎到在线商场,从网上聊天到邮件列表,都离不开数据库。

数据库(Database,简称DB)技术是计算机软件的一个重要分支,产生于20世纪60年代末。1969年美国IBM公司推出了层次模型的IMS数据库系统,1969年10月,提出COBOL语言的美国CODASYL组织的数据库任务组(DBTG)发表了网状数据库系统的标准文本,1970年美国IBM公司的高级研究员E.F.Codd提出了关系模型。这三件事奠定了数据库系统的基础。

20世纪70年代、80年代,数据库技术在理论上和实践中得到飞速发展,逐步完善,并不断向更高层次发展。

## 1.2 数据库系统的发展历史

20世纪60年代以前,计算机主要用于科学计算,进入60年代以后,随着社会的飞速发展出现了巨大的信息流和与之相关联的宏大的数据流,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来对这些数据进行收集、存储、加工、检索、分类、统计和传输等,这就是数据库技术产生的历史背景。

数据库技术的发展大致经过以下三个阶段。

### 1.2.1 人工管理阶段

这一阶段(20世纪50年代以前)计算机应用的背景是:计算机主要用于科学计算,从硬件上看,外存只有磁带、卡片、纸带,没有磁盘等直接存取的存储设备;从软件上看,没有操作系统,没有管理数据的软件,数据处理的方式是批处理。

这个时期数据管理的特点是:

1) 数据不保存。因为计算机主要应用于科学计算,一般不需要将数据长期保存。只是在计算某一课题时将数据输入,用完就撤走,不仅对用户数据这样处理,有时对系统软件也是这样。

2) 没有专用的软件对数据进行管理。程序员不仅要规定数据的逻辑结构, 而且还要在程序中设计物理结构, 包括存储结构, 存取方法, 输入输出方式等。因此程序中存取数据的子程序随着存储的改变而改变。即数据与程序不具有独立性, 这样不仅程序员必须花费许多精力在数据的物理布置上, 而且数据在存储上有一点改变, 就必须修改程序。

3) 只有程序 (Program) 概念, 没有文件 (File) 概念。数据的组织方式必须由程序员自行设计。

4) 一组数据对应一个程序, 数据是面向应用的。即使两个应用程序涉及某些相同的数据, 也必须各自定义, 无法互相利用, 互相参照。所以程序和程序之间有大量重复的数据。

以上特点可用图形来表示, 如图 1-1 所示。

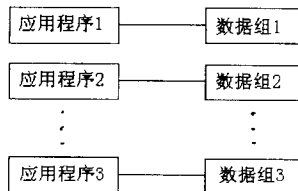


图 1-1

### 1.2.2 文件系统阶段

人工管理阶段的数据管理有许多缺点, 如: 数据独立性差, 应用程序依赖于物理组织; 由于数据的组织是根据用户的要求设计, 不同用户之间有许多共同的数据, 而分别保存在各个文件中, 造成很高的数据冗余度, 给数据的维护带来许多困难。

而在文件系统阶段, 对上述问题有了较大的改进, 从处理方式上讲不仅有了文件批处理, 而且能够联机实时处理。

这一阶段 (20 世纪 60 年代后期) 的数据管理形成了如下几个特点:

1) 因为计算机大量用于数据处理, 数据需要长期保留在外存上反复处理, 即经常需要对文件进行查询、修改、插入和删除等操作。

2) 有了软件进行数据管理, 程序和数据之间有软件提供存取方法进行转换, 有共同的数据查询修改的管理模块。文件的逻辑结构与存储结构由系统进行转换, 使程序与数据有了一定的独立性。这样程序员可以集中精力于算法, 而不必过多地考虑物理细节。并且, 数据在存储上的改变不一定需要改变程序, 大大节省维护程序的工作量。

3) 文件组织已多样化。有索引文件、链接文件和直接存取文件等。文件之间是独立的, 联系要通过程序去构造。

4) 数据不再属于某个特定的程序, 可以重复使用。但程序仍然基于特定的物理结构和存取方法, 因此数据结构与程序之间的依赖关系并未根本改变。

5) 上述特点比人工管理阶段有很大的改进, 但随着数据量的急剧增加, 数据管理规模的扩大。

文件系统显露出三个缺点:

① 数据冗余度 (Redundancy) 大。这是由于文件之间缺乏联系, 造成每个应用程序都

有对应的文件，有可能同样的数据在多个文件中重复存储。

② 数据不一致性。这是由数据冗余造成的，稍不谨慎，就可能造成同样的数据在不同的文件中不一样。

③ 数据和程序缺乏独立性。文件系统中文件是为某一特定应用服务的。文件的逻辑结构对该应用程序来说是优化的。因此，要想对现有的数据再增加一些新的应用是很困难的，系统不容易扩充。一旦数据的逻辑结构改变，就必须修改应用程序，修改文件结构的定义。而应用程序的改变，如应用程序所使用的高级语言的变化等，也将影响文件的数据结构的改变。数据和程序缺乏独立性。

这个时期程序与数据的关系如图 1-2 所示。

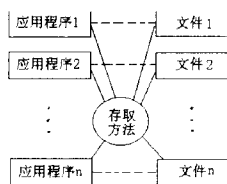


图 1-2

### 1.2.3 数据库系统阶段

这一阶段（至目前）计算机应用越来越广泛，数据量急剧增长，而且数据的共享要求越来越高。这时，有了大容量的磁盘，联机实时处理要求更多了，并开始提出和考虑分布处理。

另外，软件价格开始上升，硬件价格下降，使编制和维护系统软件及应用程序所需的成本相对增加。在这种情况下，为了解决多用户、多应用共享数据的需求，使数据为尽可能多的应用服务，出现了数据库这样的数据管理技术。

数据库系统的特点如下：

1) 采用复杂的数据模型（结构）。数据模型不仅描述数据本身的特点，还要描述数据之间的联系。这种联系通过存取路径实现。通过所有存取路径表示自然的数据联系是数据库与传统文件的根本区别。这样数据不再面向特定的某个或多个应用，而是面向整个应用系统。数据冗余明显减少，实现了数据共享。

2) 有较高的数据独立性。数据的物理结构与逻辑结构间差别可以很大。用户以简单的逻辑结构操作数据而无需考虑数据的物理结构。数据库的结构分成用户的逻辑结构、整体逻辑结构、物理结构三级。用户的数据和外存中的数据之间转换由数据管理系统实现。在物理结构改变时，尽量不影响整体逻辑结构、用户的逻辑结构以及应用程序，这就是物理数据独立性。在整体逻辑结构改变时，尽量不影响用户的逻辑结构以及应用程序，这是逻辑数据独立性。

3) 数据库系统为用户提供了方便的用户接口，用户可使用查询语言或简单的终端命令操作数据库，也可以用程序方式操作数据库。

4) 数据库管理系统提供以下四个方面的数据控制功能：

① 数据完整性。保证数据库始终包含正确的数据。用户可以设计一些完整性规则以

确保数据值的正确性。

② 数据安全性。保证数据的安全和机密，防止数据丢失或被窃取。

③ 数据库的并发控制。避免并发程序之间的相互干扰，防止数据库被破坏，杜绝给用户提不正确的数据。

④ 数据库的恢复。在数据库被破坏或数据不可靠时，系统有能力把数据库恢复到最近某时刻的正确状态。

这一阶段程序和数据的关系如图 1-3 所示。

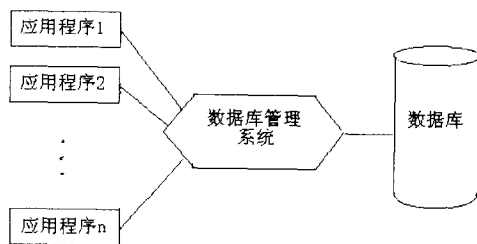


图 1-3

综上所述，可以说数据库是个通用的综合性的数据集合，它可以供各种用户共享且具有最小的冗余度和较高的数据与程序的独立性。

由于多种程序并发地使用数据库，为了能有效、及时地处理数据，并提供安全性和完整性，必须有一个软件系统在建立、运用和维护时对数据库进行统一控制，这种软件系统称为数据库管理系统。

### 1.3 数据库系统的模型和结构

数据库中的数据是高度结构化的，也就是说，数据库不仅要考虑记录内的各数据项之间的关系，还要考虑记录与记录之间的关联。

数据模型主要是指描述这种联系的数据结构形式，在数据库的开发过程中主要有下面 3 种数据模型，分别是层次模型、网状模型和关系模型，其中层次模型和网状模型统称为非关系模型，在数据库发展的历史中曾经占据很重要的地位，但现在基本上被关系模型所替代了。

#### 1.3.1 层次模型

层次模型是以记录型为结点构成的树，它把客观问题抽象为一个严格的自上而下的层次关系，在层次模型中，只存在一对多的实体关系，每个结点表示一个记录类型，结点之间的连线表示记录类型之间的联系，这种联系只能是父子关系。层次模型的另一显著特点是，任何一个给定的记录值只有按其路径查看时，才能显出它的全部意义，没有一个子女记录值能够脱离双亲记录值而独立存在着，因此层次模型具有以下特点：

1) 有且仅有一个根结点无双亲。

2) 其他结点有且仅有一个双亲，该模型具有层次分明、结构清晰等优点，它适用于描述客观存在的事物中有主次之分的结构关系，如图 1-4 所示生产管理系统就是一个典型

的层次模型。

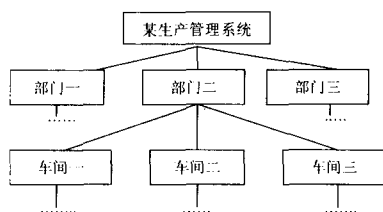


图 1-4

### 1.3.2 网状模型

网状模型数据结构是一种比层次模型数据结构更普遍的模式，它去掉了层次模型的两个限制，它允许多个结点没有双亲结点，允许结点有多个双亲结点，此外它还允许结点之间有多种联系。

因此网状模型数据结构可以更直接的描述现实世界，图 1-5 所示的 4 种零件是由 3 个不同厂家供应，就是一个典型的网状模型。

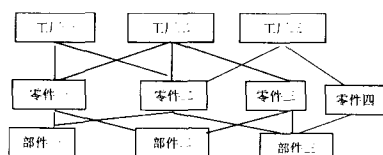


图 1-5

### 1.3.3 关系模型

关系数据库所基于的数据模型称为关系模型，是用二维表格结构表示实体类型，关键码表示实体间联系的数据模型。

在关系模型中，字段称为属性（Attribute），字段值称为属性值，记录类型称为关系模式，记录称为元组（Tuple），元组的集合称为关系（Relation）或实例（Instance）。有时，会直接称呼表格的元组为行，属性为列。在一个关系中，能惟一标识元组的属性集称为关系的候选键，其中，被选用的候选键称为关系的主键。

二维表格是指各种数据以不同表格方式存储，各表格之间以关键字段相关联，构成一定的关系。关系模型既能反映属性之间的一对一关系，又能反映属性之间的一对多关系，还能反映属性之间的多对多关系，典型的关系模型如表 1-1 所示，表格中存储一些人事信息。

表 1-1 关系模型例子

姓名	性别	年龄	所在部门	年薪
张三	男	24	市场部	500000
李四	男	25	技术部	1000000
王五	男	18	技术部	100000

对于一个关系，应具备以下特点：

- 1) 不允许有两行记录完全相同（即表格中没有完全相同的记录）。
- 2) 用户不需考虑行序和列序。
- 3) 每一个属性值是基本的、不可分裂的。

为了维护数据库中数据与现实世界的一致性，关系数据库的插入、删除和修改操作必须遵循下述三类完整性规则：

1) 实体完整性规则。要求关系中元组的主键值不能是空值。

2) 引用完整性规则（reference integrity rule）。要求不能引用不存在的记录。

3) 用户定义的完整性规则。这是针对某一具体数据的约束条件，由实际应用环境决定。反映某一具体应用所涉及的数据必须满足的语义要求。关系模型必须提供定义和检验这类完整性的机制，以使用统一、系统的方法处理它们，不应由应用程序行使用这一功能。

## 1.4 数据库管理系统

数据库系统（DBS）是一个由外模式、概念模式以及内模式组成的多级系统结构，它为我们提供了一种把与我们的工作和生活紧密相关的信息集合在一起的方法，它还提供了在某个集中的地方存储和维护这些信息的方法。数据库系统主要由三大部分组成：数据库管理系统（DBMS：它是专门负责组织和管理数据信息的程序）、数据库应用系统（它使我们能够获取、显示和更新由 DBMS 存储的数据）、数据库（按一定结构组织在一起的相关数据的集合）。

### 1.4.1 数据库管理系统的功能

数据库管理系统（DBMS）是用于描述、管理和维护数据库的程序系统，是数据库系统的核心组成部分。它建立在操作系统（OS）的基础上，对数据库进行统一的管理和控制。

它是 DBS 的核心组成部分。DBS 中所有与数据库打交道的操作，包括建库、查询、更新及各种数据控制，都是通过 DBMS 进行的。

用户要对数据库进行操作，是由 DBMS 把操作从应用程序带到外部级、概念级，再导向内部级，进而操纵存储器中的数据。一个 DBMS 的主要目标是把数据作为可管理的资源来处理。DBMS 应使数据易于为各种不同用户共享，应该增进数据的安全性、完整性和可用性，并提供高度的数据独立性。

DBMS 的主要功能包括以下四个方面：

#### 1. 数据库的定义功能

DBMS 提供数据定义语言（DDL）定义数据库的结构，包括外模式、概念模式、内模式及其相互之间的映像，定义数据的完整性约束、保密限制等条件。因此在 DBMS 中包括 DDL 的编译程序。

#### 2. 数据库存取功能

DBMS 提供数据操纵语言（Data Manipulation Language，简称 DML）实现对数据库数据的基本操作：检索、插入、修改和删除。DML 有两类：一类是嵌入主语言中的，如嵌入 COBOL、FORTRAN、C 等高级语言中。这类 DML 语言本身不能独立使用，因此称为宿主



型的。另一类是交互式命令语句，它们语法简单，可以独立使用，所以称为自主型或自含型的。DBMS 中必须包括 DML 的编译程序或解释程序。

### 3. 数据库运行控制功能

DBMS 对数据库的控制主要从四个方面实现：数据库的恢复、数据完整性控制、多用户环境下的并发控制和数据安全性控制。因此 DBMS 中应该包括这四个子系统。

1) 数据库恢复。在数据库被破坏，或数据变得不正确时，系统有能力把数据库恢复到最近某个正确的状态。

2) 数据完整性控制。保持进入数据库中的数据语言的正确性和有效性，防止任何对数据造成错误的操作。

3) 并发控制。多个用户同时对数据库操作可能会破坏数据的正确性；或数据库存储了错误的数据库，或用户读了不正确的数据库。并发控制机构能防止上述情况发生，正确处理多用户、多任务环境下的并发操作。

4) 数据安全性控制。作用是防止未被授权的用户蓄谋或无意存取数据库中的数据。

### 4. 数据库的维护功能

包括数据库的初始数据载入、转换功能、存储功能、数据库的改组，以及性能监视分析功能等。

DBMS 的功能随不同的系统而有所差异，通常大型系统功能较强、较全，小型系统功能较弱。

## 1.4.2 数据库应用系统

DBMS 中存储了大量的数据信息，其目的是为用户提供数据信息服务，而数据库应用程序的作用正是与 DBMS 进行通信，并访问 DBMS 中的数据，它是 DBMS 实现其对外提供数据信息服务这一目的的惟一途径。

数据库应用系统是一个允许用户插入、修改、删除并报告数据库中的数据的计算机程序。

数据库应用系统在传统上是由程序员用一种或多种通用或专用的程序设计语言编写的，但是近年来出现了多种数据库应用系统的开发工具，特别是面向用户的开发工具大大简化了使用 DBMS 的过程，并且不需要专门的编程知识。

当然，到底用什么样的语言来开发，要根据各人的爱好和实际需要而定，并不能一概而论。

## 1.5 小结

数据库技术是计算机软件的一个重要分支，从 IBM 公司推出了层次模型的 IMS 数据库系统，到美国 CODASYL 组织的数据库任务组 (DBTG) 发表的网状数据库系统的标准文本，再到美国 IBM 公司的高级研究员 E.F.Codd 提出的关系模型。这三件事奠定了数据库系统的基础。

20 世纪 70 年代、80 年代，数据库技术在理论上和实践中得到飞速发展，逐步完善，并不断向更高层次发展。