



面向“十二五”高职高专规划教材·计算机系列

数据库原理及应用

■ 万年红 主编

■ 张焰林 曹小春 骆正茂 副主编

清华大学出版社 · 北京交通大学出版社



面向“十二五”高职高专规划教材·计算机系列

数据库原理及应用

万年红 主 编

张焰林 曹小春 骆正茂 副主编

清华大学出版社

北京交通大学出版社

·北京·

内 容 简 介

全书共分 12 章,全面系统地讲述数据库技术的基本原理和应用,并以 Visual Basic 作为前端设计工具,以 Access 2007、SQL Server 2005 作为数据库平台介绍数据库应用系统开发技术。主要内容包括:数据库系统概述;关系数据库;关系数据库规范化理论;关系数据标准语言——SQL;数据库设计;Access 2007 数据库;SQL Server 2005 数据库系统;创建和使用 SQL Server 2005 数据库;数据备份与恢复;Visual Basic 与 Access 数据库;Visual Basic 与 SQL Server 2005 数据库;ASP.NET 和 XML 数据库开发技术。最后以附录形式给出了一个数据库应用系统设计过程。

本书可作为高职院校计算机专业、信息管理及相关专业的教材,还可作为软件设计与开发等信息处理领域技术人员的参考书。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理及应用/万年红主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2011.2
(面向“十二五”高职高专规划教材·计算机系列)

ISBN 978-7-5121-0488-4

I. ①数… II. ①万… III. ①数据库系统-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 014280 号

责任编辑:谭文芳 特邀编辑:尹红

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:18.5 字数:470 千字

版 次:2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0488-4/TP·634

印 数:1~4 000 册 定价:31.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

当今社会，是信息的社会，以信息处理为核心的信息技术突飞猛进的发展，为数据库技术提供了前所未有的发展机遇。《数据库原理及应用》作为计算机及相关专业的一门专业基础课，主要讲解数据库技术的基本原理和应用，将数据库技术基本理论与实际相结合，培养学生独立开发数据库应用系统的能力，为今后从事数据库应用系统开发和应用打下基础。

本书主要内容如下。

第1章是数据库系统概述部分，主要介绍信息、数据、数据处理与数据管理，数据库技术的产生、发展，数据库系统的组成，数据库系统的模式结构，数据库管理系统，数据模型，数据库系统的发展，数据库技术相关的研究等内容。

第2章介绍关系数据库，主要讲解关系模型的数据结构及其形式化定义、关系的键与关系的完整性、关系代数、关系演算等方面的知识。

第3章讲解关系数据库规范化理论，介绍函数依赖的定义、函数依赖与属性关系、Armstrong 公理、闭包及其计算、范式和规范化、关系模式的分解等内容。

第4章讲解关系数据库标准语言——SQL，主要介绍数据定义语言、数据操纵语言、数据查询语言等内容。

第5章讲解数据库设计，主要介绍需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计、物理结构设计，以及数据库的实施和维护等方面的知识。

第6章介绍 Access 2007 数据库，讲解数据库的设计与维护方法，包括介绍 Access 2007 的界面组成和对象，数据库的创建、格式转换和备份，表的创建和编辑，记录的增加、修改与删除，创建表间的关系，查询的创建等方面内容。

第7章讲解 SQL Server 2005 数据库系统，主要介绍 SQL Server 2005 的各种版本、组成部分、主要组件及分类，系统需求、安装与配置，SQL Server 2005 的工具和实用程序，SQL Server 2005 程序设计基础等内容。

第8章是创建和使用 SQL Server 2005 数据库部分，主要讲解数据库对象，实例数据库、数据库的存储结构、事务处理、数据锁定、游标使用等，并介绍数据库创建与配置、修改与删除方法。

第9章介绍数据备份与恢复，包括备份设备、选择数据库恢复类型、数据库备份和恢复过程等内容。

第10章讲解 Visual Basic 与 Access 数据库，主要介绍数据访问对象模型，B/S、C/S 数据库应用程序结构，ADO、ADO.NET 等数据库访问技术，重点介绍 ADO Data、DataCombo、DataGrid 等常用的数据访问控件，以及 TreeView、ListView 等常用的高级用户界面控件；最后介绍 Visual Basic 6.0 与 Access 数据库的连接方法。

第11章讲解 Visual Basic 与 SQL Server 2005 数据库，主要介绍 Connection 对象、Recordset 对象、Field 对象、Command 对象的用法。

第12章是ASP.NET和XML数据库开发技术部分,主要包括ASP及.NET简介、XML简介,ASP.NET对XML的修改、删除、新增等操作,用ASP连接与操纵SQL Server 2005数据库的方法,ASP.NET的发布和调试。

附录部分是工学结合模式的综合数据库应用系统开发实例,巩固前述知识内容。

本书从高职高专生源的文化基础、学习接受能力、自学能力的实际情况出发,总体编写思路如下:由浅入深、循序渐进地介绍各个知识点,使读者可以充分利用Access 2007、SQL Server 2005平台深刻理解数据库技术的原理,达到理论和实践紧密结合的目的;强调逻辑性,合理调整整体层次结构及布局,使之符合人的思维,行云流水,通俗易懂;思路集中,章节衔接,知识连贯成系统,使学生学习思路集中、快速进入学习状态,减少教师工作量的同时又能提高教学效果,培养学习后续课程的兴趣;提供适量练习题、上机实验题和重难点突出、内容较完整的课件,从各种不同的侧面帮助学生了解和掌握所学知识点,便于学生训练和上机实习;最后以附录形式列举1个工学结合模式的实践教学案例的开发过程。

因此,本书特别适合高职高专计算机及相关专业学生学习,同时也可作为软件开发人员的参考书。

本书由浙江东方职业技术学院万年红主编并负责统稿,温州职业技术学院张焰林、温州广播电视大学曹小春、浙江东方职业技术学院骆正茂分别作为副主编编写了部分内容。各章编者分别如下:

万年红编写第1章、第2章、第5章;张焰林编写第3章、第8章、第9章;曹小春编写第6章、第7章、第12章;骆正茂编写第10章、第11章、附录部分;徐兴雷、曹小春合编第4章。

浙江东方职业技术学院王旺迪、邱清辉参与了本书的校对工作,本书在编写过程中得到了北京交通大学出版社谭文芳编辑的大力支持和重要指导,在此一并表示感谢。

本书所涉及的部分参考内容,均在本书最后以参考文献形式列出,在此对文献作者或提供者表示感谢。

限于编者水平和时间匆忙,书中不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2010年12月于温州

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 信息、数据及管理	1
1.1.1 数据与信息	1
1.1.2 数据处理与数据管理	2
1.2 数据库技术的产生与发展	2
1.3 数据库系统的组成	5
1.4 数据库管理系统	6
1.4.1 DBMS 的重要功能	6
1.4.2 DBMS 的组成	7
1.5 数据模型	8
1.5.1 数据模型的定义及其分类	8
1.5.2 数据模型的组成要素	9
1.5.3 常见的数据模型	10
1.6 数据库系统的模式结构	18
1.6.1 三级模式结构	18
1.6.2 数据库系统的二级模式映像	20
1.7 数据库系统的发展	21
1.7.1 第一代数据库系统	21
1.7.2 第二代数据库系统	21
1.7.3 第三代数据库系统	22
1.8 数据库技术的相关研究与数据库系统	22
1.8.1 数据库技术的相关研究	22
1.8.2 相关的数据库系统	23
小结	24
习题	25
第 2 章 关系数据库	28
2.1 关系模型的数据结构及形式化定义	28
2.1.1 关系的形式化定义	28
2.1.2 关系的性质	30
2.1.3 关系模式	31
2.1.4 关系数据库与关系数据库模式	32
2.2 关系的键与关系的完整性	32
2.2.1 候选键、主关系键与外部关系键	32

2.2.2	关系的完整性	33
2.3	关系运算	34
2.3.1	关系代数及其运算符	35
2.3.2	关系演算	39
	小结	41
	习题	42
第3章	关系数据库规范化理论	45
3.1	问题的提出	45
3.2	函数依赖	47
3.2.1	函数依赖的定义	47
3.2.2	函数依赖与属性关系	48
3.2.3	Armstrong 公理	48
3.2.4	闭包及其计算	49
3.3	范式和规范化	50
3.3.1	范式	50
3.3.2	范式的判定条件与规范化	51
3.4	关系模式的分解	52
3.4.1	模式分解中存在的问题	52
3.4.2	无损分解的定义和性质	53
3.4.3	无损分解的测试方法	53
3.4.4	保持函数依赖的分解	54
	小结	54
	习题	54
第4章	关系数据库标准语言——SQL	56
4.1	SQL 的基本概念、特点、发展及标准化	56
4.1.1	SQL 的基本概念	56
4.1.2	SQL 的特点	56
4.1.3	SQL 发展及标准化	57
4.1.4	数据库实例	58
4.2	数据定义语言	58
4.2.1	基本表的定义、删除与修改	58
4.2.2	索引的建立与删除	59
4.3	数据操纵语言	60
4.3.1	INSERT 语句	60
4.3.2	UPDATE 语句	61
4.3.3	DELETE 语句	61
4.4	数据查询语言	61
4.4.1	投影查询	62
4.4.2	选择查询	62

101	4.4.3	排序查询	63
501	4.4.4	使用聚合函数	64
501	4.4.5	表的连接查询	64
001	4.4.6	子查询与相关子查询	65
801	4.4.7	带 EXISTS 测试的子查询	66
601	4.4.8	空值及其处理	66
701		小结	67
801		习题	67
	第 5 章	数据库设计	69
011	5.1	数据库设计概述	69
111	5.2	需求分析	70
911	5.2.1	需求分析的任务	70
021	5.2.2	需求分析的步骤	70
221	5.2.3	需求分析的方法	71
821	5.3	概念结构设计	71
121	5.3.1	设计局部 E-R 模式	72
521	5.3.2	合并局部 E-R 模式	72
621	5.3.3	总体概念 E-R 模型设计	72
221	5.4	逻辑结构设计	73
621	5.5	物理结构设计	74
721	5.6	数据库的实施和维护	75
721		小结	76
921		习题	76
	第 6 章	Access 2007 数据库	78
221	6.1	Access 2007 简介	78
721	6.1.1	Access 2007 的开始使用界面	78
821	6.1.2	Access 2007 的工作界面	79
021	6.1.3	Access 2007 中的对象	84
121	6.2	数据库的设计与维护	85
121	6.2.1	数据库的创建	85
621	6.2.2	数据库的打开	87
621	6.2.3	数据库格式的转换	88
721	6.2.4	数据库的备份	90
821	6.3	创建和编辑数据表	90
821	6.3.1	创建数据表	91
921	6.3.2	编辑数据表	94
021	6.4	创建表间的关系	96
021	6.5	创建查询	98
021	6.5.1	使用向导创建查询	99

60	6.5.2 在设计视图中创建查询	101
60	小结	102
60	习题	102
	第7章 SQL Server 2005 数据库系统	106
60	7.1 SQL Server 2005 系统简介	106
60	7.1.1 SQL Server 的发展历史	106
60	7.1.2 SQL Server 2005 的各种版本	107
60	7.2 环境需求	108
60	7.2.1 硬件和软件需求	108
60	7.2.2 Internet 和网络需求	110
60	7.3 SQL Server 2005 的安装	111
60	7.4 SQL Server 2005 的工具和实用程序	119
60	7.4.1 SQL Server Management Studio	120
60	7.4.2 SQL Server Business Intelligence Development Studio	128
60	7.4.3 SQL Server Profiler	128
60	7.4.4 数据库引擎优化顾问	131
60	7.4.5 Reporting Services 配置	132
60	7.4.6 SQL Server Configuration Manager	133
60	7.4.7 SQL Server 错误和使用情况报告	135
60	7.4.8 SQL Server 外围应用配置器	135
60	7.5 SQL Server 2005 程序设计基础	137
60	7.5.1 标识符与注释	137
60	7.5.2 数据类型	139
60	7.5.3 变量	142
60	7.5.4 运算符	143
60	7.5.5 函数	145
60	7.5.6 批处理	148
60	7.5.7 控制流语句	149
60	小结	154
60	习题	154
	第8章 创建和使用 SQL Server 2005 数据库	156
60	8.1 数据库对象	156
60	8.2 SQL Server 2005 系统数据库	157
60	8.3 SQL Server 2005 数据库的存储结构	158
60	8.3.1 文件和文件组	158
60	8.3.2 数据库的存储结构	159
60	8.3.3 事务日志	159
60	8.4 创建数据库	159
60	8.4.1 使用 SQL Server Management Studio 创建数据库	160

8.4.2	使用 Transact-SQL 创建数据库	163
8.5	配置数据库	165
8.5.1	查看数据库信息	165
8.5.2	添加和删除数据文件、日志文件	167
8.5.3	添加和删除数据文件组	169
8.5.4	数据库选项设置	170
8.5.5	数据库重命名	171
8.6	删除数据库	172
8.6.1	使用 Microsoft SQL Server Management Studio 删除数据库	172
8.6.2	使用 Transact-SQL 删除数据库	173
8.7	事务处理	174
8.7.1	事务概念	174
8.7.2	事务分类	175
8.7.3	事务操作	175
8.8	数据的锁定	176
8.8.1	SQL Server 2005 中的锁定	176
8.8.2	锁对象	177
8.8.3	控制锁	177
8.9	使用游标	178
8.9.1	游标的概念	178
8.9.2	游标的使用	178
8.9.3	游标示例	180
	小结	180
	习题	180
第9章	数据备份与恢复	182
9.1	数据备份与恢复概述	182
9.1.1	数据库备份与恢复概念	182
9.1.2	备份类型	182
9.1.3	恢复类型	184
9.2	备份设备	184
9.2.1	创建数据库备份设备	184
9.2.2	删除数据库备份设备	185
9.3	数据库备份	186
9.3.1	使用对象资源管理器备份数据库	186
9.3.2	使用 Transact-SQL 备份数据库	188
9.4	数据库恢复	189
9.4.1	使用对象资源管理器还原数据库	189
9.4.2	使用 Transact-SQL 还原数据库	190
	小结	190

习题	190
第 10 章 Visual Basic 与 Access 数据库	192
10.1 Visual Basic 数据库访问概述	192
10.1.1 数据访问对象模型	192
10.1.2 数据库应用程序结构	193
10.2 数据库访问技术	194
10.2.1 ODBC 和数据源	194
10.2.2 OLE DB	194
10.2.3 ADO 对象	195
10.2.4 ADO.NET	195
10.3 常用的数据访问控件	196
10.3.1 ADO Data 控件	196
10.3.2 DataCombo 控件	198
10.3.3 DataGrid 控件	201
10.4 常用的高级用户界面控件	205
10.4.1 图像列表控件	205
10.4.2 TreeView 控件	207
10.4.3 ListView 控件	210
10.5 在 Visual Basic 6.0 中连接 Access 2007 数据库	212
10.5.1 利用 ODBC 连接数据库	212
10.5.2 利用 ADO 连接数据库	215
小结	217
习题	217
第 11 章 Visual Basic 与 SQL Server 2005 数据库	223
11.1 概述	223
11.2 Connection 对象	224
11.2.1 使用 Connection 对象的操作	224
11.2.2 ADO 连接数据库的方式	224
11.2.3 Connection 对象的属性	226
11.2.4 Connection 对象的方法	226
11.2.5 Connection 对象的事件	228
11.3 Recordset 对象	229
11.3.1 ADO 的游标类型	229
11.3.2 使用 Recordset 对象的操作	230
11.3.3 Recordset 对象的属性	240
11.3.4 Recordset 对象的方法	241
11.3.5 Recordset 对象的事件	245
11.4 Field 对象	245
11.4.1 Field 对象的操作	245

11.4.2	Field 对象的属性	245
11.4.3	Field 对象的方法	247
11.4.4	Fields 集合	247
11.5	Command 对象	247
11.5.1	Command 对象的操作	247
11.5.2	Command 对象的属性	250
11.5.3	Command 对象的方法	251
11.5.4	Parameters 集合和 Parameter 对象	252
小结	.....	252
习题	.....	252
第 12 章	ASP.NET 和 XML 数据库开发技术	256
12.1	ASP 及 ASP.NET 简介	256
12.2	XML 简介	257
12.2.1	XML 发展简史	257
12.2.2	XML 文档结构	257
12.2.3	XML 命名规则	261
12.3	ASP.NET 对 XML 的操作	261
12.4	ASP.NET 与 SQL Server 数据库的连接	263
12.4.1	ADO.NET 简介	263
12.4.2	ASP.NET 中的连接数据示例	264
12.5	ASP.NET 的发布和调试	264
12.5.1	配置 Web 服务器	264
12.5.2	部署 .NET Framework	267
小结	.....	267
习题	.....	267
附录 A	教务管理系统的开发	269
A.1	系统需求分析	269
A.2	功能模块	269
A.3	后台数据库规划	269
A.4	前台界面设计	270
A.5	后台数据库的连接	272
A.6	前台界面操作事件	272
参考文献	.....	281

第1章 概述

本章要点:

- ☑ 信息、数据、数据管理
- ☑ 数据库技术的产生、发展
- ☑ 数据库系统的组成、数据库管理系统
- ☑ 数据模型、模式结构及 E-R 模型
- ☑ 数据库技术与其他相关技术的结合

1.1 信息、数据及管理

1.1.1 数据与信息

1. 数据

数据 (Data) 是用来描述与记录现实世界中客观事物的性质、状态及其相互关系的可以鉴别的物理符号或媒体。计算机及信息系统中所说的数据, 有别于数学中所说的数值, 它具有诸如数字、文字、图形、图像、表格、图表、声音、动画、视频等多种表现形式。即数据以数字、文字、图形、图像、表格、图表、声音、动画、视频及其他特殊符号等多种媒体形式的物理符号来表示, 这些物理符号最后都要通过数字化过程才能被计算机识别、储存和处理。

2. 信息

信息 (Information) 是反映现实世界中客观事物运动变化、能够被人们普遍接收和理解、对人们的决策和行为有用的各种消息、情报、指令、信号等资源的总称。简单地说, 信息其实就是经过加工并对接收者的行为有现实或潜在影响的数据。信息是对现实世界中客观事物的存在方式或运动状态的反映, 是以数字、文字、图形、图像、表格、图表、声音、动画、视频等媒体方式及其他特殊符号所表现出来的实际内容。信息具有可感知、可存储、可加工、可传递、可再生、客观性、价值性、共享性、扩散性、传输性、时效性、等级性及不完全性等基本属性, 是人类社会赖以生存的、具有社会属性的资源。

3. 信息与数据的关系

信息和数据是两个既有联系又有区别、同时又不可分割的概念。数据是信息的符号表示, 是表达和传播信息的载体, 是信息存在的一种形式; 信息是数据的内涵, 是以数字、文字、图形、图像、表格、图表、声音、动画、视频等媒体方式及其他特殊符号所表现出来的实际内容, 是数据的语义解释。

(1) 数据是具有诸如数字、文字、图形、图像、表格、图表、声音、动画、视频等多种表现形式的物理符号；信息必须以数据的形式表征，只有通过合理加工处理后具有价值的数据才能是有用的信息。

(2) 数据可以用各种不同的形式表示；信息不会随数据形式的不同而改变。

(3) 对数据进行加工处理，还可得到新数据，新数据经过完整合理地解释或加工后往往又可以得到更新的信息。

1.1.2 数据处理与数据管理

1. 数据处理

数据处理是指对各种形式的数据进行收集、表示、筛选分析、储存、加工与再加工、传输和利用等活动的总称。

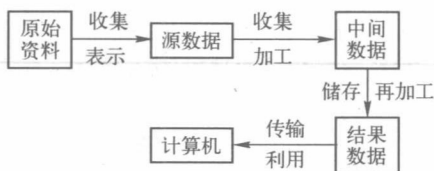


图 1-1 数据处理示意图

人们将一些原始的、无序的、难以理解的原始资料以载体形式表示成源数据，然后对这些源数据进行完整合理地分析与处理，从中抽取或推导出对某些特定人群有意义的中间数据，并最终得到有价值的结果信息，作为某种决策行为的依据或用于新的推导。数据处理示意图如图 1-1 所示。

2. 数据管理

信息是人类社会赖以生存的、具有社会属性和价值的资源，为了保持或提高信息的价值，保证信息的及时性、准确性、完整性和可靠性，需要对信息和数据进行科学的管理。数据管理是一个利用计算机软硬件技术对数据进行有效地收集、表示、筛选分析、储存、加工与再加工处理、传输和应用的过程，是数据处理的核心问题。

随着信息技术的发展，信息和数据管理的实用技术——数据库技术应运而生。基于数据库技术的数据管理包括数据收集、分类、组织、编码、存储、检索、传输和维护等环节和基本操作，目的在于充分有效地发挥数据和信息的作用。

1.2 数据库技术的产生与发展

对数据进行有效管理的关键是组织数据的结构。利用数据库技术所建立的数据结构，充分地描述了各数据之间的内在联系，保证了数据的独立性、安全性与完整性，提高了数据共享的程度及数据管理效率。数据库技术的发展过程是一个由低级到高级、由简单到逐步完善的过程，随着计算机技术的发展，数据库技术大致经过了人工管理阶段、文件系统管理阶段和数据库系统阶段这 3 个发展阶段。

1. 人工管理阶段

人工管理阶段出现在 20 世纪 50 年代中期以前。在该阶段，数据库技术主要用于工程科学计算，数据作为程序的组成部分不能独立存在，计算机系统中没有磁盘、磁鼓等存储器，只有卡片、纸带、磁带等外部存储器。除了汇编语言外，不提供操作系统、高级语言和专门

的数据管理软件对数据进行管理，数据基本上是由程序员在程序中进行批处理的，不存在联机处理方式。

人工管理阶段具有如下特点。

(1) 不必保存数据
在人工管理阶段，中间数据不必保存，这是因为计算机主要用于工程科学计算，不严格要求保存数据。

(2) 自行管理数据

在人工管理阶段，系统不提供相应的专用软件，而是由应用程序自行管理数据，管理数据的工作任务由应用程序来完成。因此，每个应用程序中都要包括数据的存储结构、存取方法、输入方式和安排数据的物理存储等。

(3) 不共享数据

在人工管理阶段，多个应用程序可以涉及或利用某些相同的数据，但数据是面向应用程序的，一组数据只能对应一个应用程序，多组数据必须各自定义，数据不具备共享性。

(4) 无独立数据

在人工管理阶段，不存在独立性的数据，各数据之间在各自单独定义的同时，相互之间也存在着某些联系，因此在系统的各应用程序之间可能会产生一些有关联的冗余数据，程序依赖于这些存在着联系的数据。当系统运行时，如果数据类型、格式、输入输出方式等发生变化，必须对应用程序做出相应的修改。

2. 文件系统管理阶段

文件系统管理阶段出现在 20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期。在文件系统管理阶段，计算机不但用在工程科学计算方面，而且大量用在信息管理方面。数据可以以文件的形式长期保存在计算机的磁盘、磁鼓等直接硬件存储器中，大量的数据存储、检索和维护成为当时的紧迫需求。计算机高级语言编程和操作系统的文件管理系统，以及专门的管理数据软件提供了对数据的输入和输出操作接口，进而提供数据存取方法。和人工管理阶段不同的是，该阶段的数据处理既可以通过批处理，也可以通过联机处理方式来进行。

文件系统管理阶段具有如下特点。

(1) 数据可以长期保存

文件系统管理阶段的数据可以以文件形式长期保存在存储器上（可以不必明确数据的物理位置），文件系统可以对数据进行存取管理。即用户可以利用操作系统的文件管理系统通过文件名随时查询、修改、增加和删除文件。

(2) 文件形式多样化

在文件系统管理阶段，文件形式呈现多样化趋势，主要的文件类型有顺序文件、倒排文件、链接文件、索引文件、直接存取文件等，但文件之间是独立的，文件之间几乎不存在共享性，数据共享性差。而用户既可以以顺序访问方式访问文件，也可以以随机访问方式访问文件，文件之间的关联需要在程序中通过相关操作方法来构造。因此，在文件系统管理阶段，数据的存储和查找更加方便。

(3) 存在具有一定独立性的数据

不仅文件之间是独立的，应用程序与数据之间也具有一定的独立性。这是因为用户通过文件系统的存取方法转换数据，但这种数据独立程度比较低。因此当数据存储发生变化时，

未必影响到应用程序的运行。

文件系统管理阶段存在的根本缺陷如下。

(1) 数据冗余度大

因为各数据文件之间缺乏有机的联系，数据共享程度低，导致每一个应用程序实际上只对应一个数据文件或者说每个数据文件都有可能对应多个应用程序，数据有可能在多个文件中被重复存储。冗余度 (Redundancy) 大多是由于文件之间缺乏联系造成的。

(2) 数据独立程度低

文件系统虽然提供了数据存取方法，使得用户可以实现改变修改某些存储设备而不必修改应用程序的任务，但是这种文件管理系统还不能彻底体现数据逻辑结构独立于数据的要求，数据和程序之间仍然相互依赖，即一旦修改数据的逻辑结构，必须修改相应的应用程序；反之亦然。因此，数据独立 (Independence) 程度低。

(3) 数据一致性差

用户在进行数据更新操作时，由于相同数据存在被重复存储、单独管理的问题，经常容易造成与产生同样的数据在不同的文件中存储不一致的现象。实际上，这些被存储或操作的数据的不一致性 (Inconsistency) 现象往往是由数据冗余现象造成的。

3. 数据库系统阶段

数据库系统阶段始于 20 世纪 60 年代末，标志是 1969 年层次数据库系统 (IBM IMS 产品) 和 DBTG 系统 (CODASYL 网状数据库系统) 的发布，以及 70 年代初 E. F. Codd 一系列奠定关系数据库理论基础的论文的发表。

在数据库系统阶段，磁盘技术取得了重大进展，大容量、快速存取的磁盘陆续进入市场，性价比有了很大提高，数据量急剧增加，计算机应用于管理的程度高，规模更加庞大，这就为数据库系统的实现提供了物质保障。在软件方面，为解决多用户多任务应用程序共享数据的问题，市场上出现了专业的管理数据的软件，即数据库管理系统，其数据结构独立于使用数据的应用程序，并统一控制数据的增加、删除、修改、更新和查询操作。在数据库系统阶段，数据库为多个用户和应用程序所共享，对数据的存取往往是并发的，可以同时存取数据库中的同一个数据。用户、应用程序、数据库和数据库管理系统四者关系如图 1-2 所示。

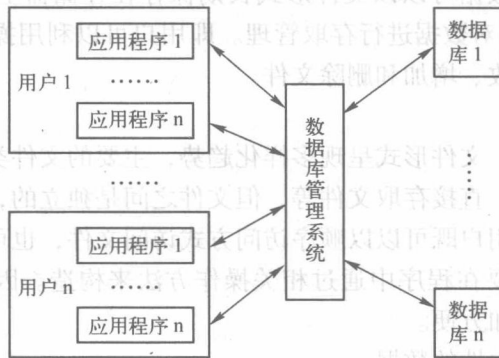


图 1-2 数据库系统阶段数据处理示意图

数据库技术的数据库系统阶段具有如下总体特点：数据结构化程度高；数据共享程度高、冗余度少；数据独立程度高；数据由数据库管理系统统一管理和控制。

数据库系统可以提供如下的数据控制功能。

(1) 数据的安全性

安全性 (Security) 是指防止数据非法使用或错误使用, 防止数据被非法窃取或错误丢失, 避免造成数据泄密或破坏, 从而保证数据的安全。

(2) 数据的完整性

完整性 (Integrity) 是指设计一些完整性规则以保证数据库始终包含正确性、有效性和相容性的合法数据, 并检验数据值之间的关联。例如, 严格区分字母大小写, 数据类型严格要求一致, 数字严格区分文本及其他特殊字符, 严格规定数据的取值范围。

(3) 数据的并发性控制

并发性 (Concurrency) 是指多用户同时存取数据库时避免并发程序之间的相互干扰, 防止数据库数据泄密或破坏, 杜绝非法数据被提供给用户。

(4) 数据库恢复

数据库恢复 (Recovery) 是指数据库被破坏或数据混乱时具有把数据恢复到正确状态的功能。

从文件系统管理阶段发展到数据库系统阶段是数据处理领域的一个巨大进步。在文件系统管理阶段, 把系统功能设计置于主导地位, 用户着重点往往是程序设计, 数据只是起着程序设计的一些辅助作用; 而在数据库系统阶段, 结构设计作为系统首要的问题, 数据逐渐占据了系统的核心位置, 而利用到这些数据的应用程序设计则处于辅助地位。

1.3 数据库系统的组成

数据库系统一般由数据库及运行支持软硬件、数据库管理系统、应用程序及相关各类人员等部分组成。

1. 数据库

数据库是一个为某特定组织的多个用户多个应用程序服务、冗余度尽可能小、使之相互关联的被存储起来的结构化数据的集合或数据结构, 通常表现为物理数据库。

2. 硬件

硬件是指计算机硬件, 这是数据库系统赖以存在的物理基础。例如, 高频 CPU、容量足够大的内存和海量硬盘等计算机硬件设备。

3. 软件

软件包括数据库管理系统、支持数据库管理系统运行的计算机操作系统、与数据库接口的高级语言、服务程序、编译程序和通信软件等基本软件和数据库应用程序开发工具。

4. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是数据库系统中专门用于数据管理的软件。以某种数据库管理系统作为后台支持系统, 以某种高级语言作为前台开发工具, 可以开发出功能强大的数据库应用程序。