



高等院校规划教材
计算机科学与技术系列

数据库原理与应用 (SQL Server 2005)

主 编 廖瑞华
副主编 洪 伟 杨 梅
参 编 张燕丽 胡 英 许 亮



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等院校规划教材·计算机科学与技术系列

数据库原理与应用

(SQL Server 2005)

主 编 廖瑞华
副主编 洪 伟 杨 梅
参 编 张燕丽 胡 英 许 亮



机械工业出版社

本书用通俗的语言将抽象的数据库系统原理具体化,结合目前最流行的数据库管理系统——SQL Server 2005 讲述了数据库的基本理论与应用。全书共 11 章,主要内容包括绪论、数据模型、关系数据库、SQL Server 2005 数据库基础、关系数据库标准语言 SQL、存储过程和触发器、安全性管理、数据库保护、关系模式规范化、数据库设计和 Visual Basic .NET 数据库编程实例——教务管理系统等,附录部分还给出了实验指导等内容。书中还包括大量的实例及习题,并配有丰富的实验项目。书中实例采用积件的方式围绕一个完整的数据库管理系统——教务管理系统来设计,这也是本书区别于其他数据库教材的一个重要特色。

本书配有电子教案,可从机械工业出版社网站上免费下载,网址为 www.cmpedu.com。

本书既可作为一般本科院校或高职高专计算机以及非计算机专业数据库课程的教材,也可作为数据库方面的培训用书,还可作为数据库开发人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与应用:SQL Server 2005/廖瑞华主编. —北京:机械工业出版社, 2010. 2

(高等院校规划教材·计算机科学与技术系列)

ISBN 978-7-111-29685-0

I. 数… II. 廖… III. 关系数据库-数据库管理系统, SQL Server 2005-高等学校-教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 019325 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:唐德凯

责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·18 印张·446 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-29685-0

定价:31.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

出版说明

计算机技术的发展极大地促进了现代科学技术的发展，明显地加快了社会发展的进程。因此，各国都非常重视计算机教育。

近年来，随着我国信息化建设的全面推进和高等教育的蓬勃发展，高等院校的计算机教育模式也在不断改革，计算机学科的课程体系和教学内容趋于更加科学和合理，计算机教材建设逐渐成熟。在“十五”期间，机械工业出版社组织出版了大量计算机教材，包括“21世纪高等院校计算机教材系列”、“21世纪重点大学规划教材”、“高等院校计算机科学与技术‘十五’规划教材”、“21世纪高等院校应用型规划教材”等，均取得了可喜成果，其中多个品种的教材被评为国家级、省部级的精品教材。

为了进一步满足计算机教育的需求，机械工业出版社策划开发了“高等院校规划教材”。这套教材是在总结我社以往计算机教材出版经验的基础上策划的，同时借鉴了其他出版社同类教材的优点，对我社已有的计算机教材资源进行整合，旨在大幅提高教材质量。我们邀请多所高校的计算机专家、教师及教务部门针对此次计算机教材建设进行了充分的研讨，达成了许多共识，并由此形成了“高等院校规划教材”的体系架构与编写原则，以保证本套教材与各高等院校的办学层次、学科设置和人才培养模式等相匹配，满足其计算机教学的需要。

本套教材包括计算机科学与技术、软件工程、网络工程、信息管理与信息系统、计算机应用技术以及计算机基础教育等教材系列。其中，计算机科学与技术系列、软件工程系列、网络工程系列和信息管理与信息系统系列是针对高校相应专业方向的课程设置而组织编写的，体系完整，讲解透彻；计算机应用技术系列是针对计算机应用类课程而组织编写的，着重培养学生利用计算机技术解决实际问题的能力；计算机基础教育系列是为大学公共基础课层面的计算机基础教学而设计的，采用通俗易懂的方法讲解计算机的基础理论、常用技术及应用。

本套教材的内容源自致力于教学与科研一线的骨干教师与资深专家的实践经验和研究成果，融合了先进的教学理念，涵盖了计算机领域的核心理论和最新的应用技术，真正在教材体系、内容和方法上做到了创新。而且本套教材根据实际需要配有电子教案、实验指导或多媒体光盘等教学资源，实现了教材的“立体化”建设。本套教材将随着计算机技术的进步和计算机应用领域的扩展而及时改版，并及时吸纳新兴课程和特色课程的教材。我们将努力把这套教材打造成为国家级或省部级精品教材，为高等院校的计算机教育提供更好的服务。

对于本套教材的组织出版工作，希望计算机教育界的专家和老师能提出宝贵的意见和建议。衷心感谢计算机教育工作者和广大读者的支持与帮助！

机械工业出版社

前 言

数据库技术是计算机学科中极其重要的组成部分。一直以来,各种应用广泛的信息系统,包括国家经济信息系统、企业管理信息系统、事务型管理信息系统、行政机关办公型管理信息系统和专业型管理信息系统等,都需要数据库技术的支持。同时,数据库原理与技术也是当前高等院校计算机及相关专业必修的核心课程之一。

面对市场上琳琅满目的数据库相关教材,读者要选择一本合适的教材却并不容易,原因主要有两点:一方面是有的数据库教材过分强调理论,读者在艰难的学习中好不容易理解了相关理论,却不能将理论付诸于实践;另一方面是有的数据库教材过分强调应用,学生通过对教材的学习基本上能够开发一个小型的数据库应用系统,但只知其然而不知其所以然。以上两方面的问题都源于数据库技术理论与实践教学的严重脱节。

为了解决上述问题,编者根据近二十年的“数据库原理”、“SQL Server 与应用”、“数据库原理与应用”等课程的教学经验及其立项课题研究成果,坚持以理论与实践相结合的原则,在注重理论性、系统性、科学性的同时,兼顾培养学生的自主创新学习能力,编写了本书,旨在帮助读者通过目前最流行的数据库管理系统——SQL Server 2005 的学习掌握数据库技术的基本原理,并能够利用目前被广泛应用的开发工具——Visual Basic . NET 2005 开发一个实用的管理信息系统。

本书是湖南省教育厅 2008 年教学改革研究立项项目——“大学计算机应用基础”课程教学改革的研究与实践(湘教通[2008]263 号)的研究成果。

本书由廖瑞华任主编,洪伟、杨梅任副主编,张燕丽、胡英、许亮参与了本书的部分编写工作,全书由廖瑞华统稿并定稿。王杰文教授对本书的结构提出了宝贵的意见和建议。姜华、黄悦、李俊英、朱珏钰、王玉辉、张卓林、曾玢石、李卫东、喻华和鲁智辉等同志对本书 PPT 的制作、程序实例的运行与调试、习题的演算等做了大量的工作,在此一并表示谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 信息、数据与数据处理	1
1.2 数据管理技术的发展	2
1.2.1 人工管理阶段	2
1.2.2 文件系统阶段	3
1.2.3 数据库系统阶段	4
1.3 数据库系统的组成	5
1.4 数据库技术的研究领域	7
1.5 本章小结	10
1.6 习题	10
第 2 章 数据模型	11
2.1 数据模型概述	11
2.1.1 数据描述的三种范畴	11
2.1.2 两类抽象层次的数据模型	12
2.2 概念模型与 E-R 方法	13
2.2.1 概念模型的基本概念	13
2.2.2 实体-联系模型	15
2.3 结构数据模型	16
2.3.1 数据模型的三要素	16
2.3.2 非关系模型	17
2.3.3 关系模型	19
2.4 数据库系统的模式结构	20
2.4.1 数据库系统模式的概念	21
2.4.2 数据库系统的三级模式结构	22
2.4.3 数据库的二级映像与数据独立性	22
2.5 本章小结	23
2.6 习题	23
第 3 章 关系数据库	26
3.1 关系数据模型	26
3.1.1 关系数据模型的数据结构和基本术语	27
3.1.2 关系的形式定义	28
3.1.3 关系的性质	29
3.1.4 关系模式	29

3.2	关系模型的完整性约束	30
3.2.1	实体完整性规则	30
3.2.2	参照完整性规则	31
3.2.3	用户定义完整性	31
3.3	关系代数	32
3.3.1	关系代数的五种操作	32
3.3.2	关系代数的其他操作	34
3.4	本章小结	36
3.5	习题	36
第4章	SQL Server 2005 数据库基础	38
4.1	SQL Server 2005 简介	38
4.2	SQL Server 服务器的启动、暂停和停止	39
4.3	SQL Server Management Studio 简介	41
4.3.1	对象资源管理器	41
4.3.2	查询编辑器	41
4.4	注册服务器	42
4.5	SQL Server 数据库的创建与维护	44
4.5.1	SQL Server 数据库的组成	44
4.5.2	系统数据库	45
4.5.3	创建数据库	45
4.5.4	修改数据库	51
4.5.5	删除数据库	53
4.5.6	数据库的重命名	53
4.6	Transact-SQL 程序设计基础	54
4.6.1	SQL 与 Transact-SQL	54
4.6.2	SQL Server 标识符	55
4.6.3	数据类型	56
4.6.4	常量、变量和运算符	58
4.6.5	函数	61
4.6.6	程序注释语句	63
4.6.7	批处理	63
4.6.8	流程控制语句	64
4.7	本章小结	68
4.8	习题	69
第5章	关系数据库标准语言 SQL	70
5.1	SQL 的三级模式结构	70
5.2	数据定义功能	71
5.2.1	基本表的定义	71
5.2.2	修改表结构	72

5.2.3	删除表	73
5.2.4	建立与删除索引	73
5.3	数据查询功能	74
5.3.1	查询语句的基本结构	75
5.3.2	单表查询	76
5.3.3	多表连接查询	81
5.3.4	嵌套查询	85
5.3.5	集合查询	88
5.4	数据操纵功能	89
5.4.1	插入数据	89
5.4.2	修改数据	90
5.4.3	删除数据	91
5.5	视图	92
5.5.1	视图的概念	92
5.5.2	定义视图	92
5.5.3	删除视图	94
5.5.4	查询视图	95
5.5.5	更新视图	95
5.5.6	视图的作用	96
5.6	数据控制	97
5.6.1	数据控制简介	97
5.6.2	授权	98
5.6.3	收回权限	99
5.7	本章小结	100
5.8	习题	100
第6章	存储过程和触发器	104
6.1	存储过程	104
6.1.1	存储过程的基本概念	104
6.1.2	创建存储过程	105
6.1.3	执行存储过程	110
6.1.4	存储过程的返回值和状态信息	111
6.1.5	存储过程的修改和删除	113
6.2	触发器	114
6.2.1	触发器的概念	114
6.2.2	触发器的功能	114
6.2.3	触发器的分类	115
6.2.4	Inserted 表和 deleted 表	115
6.2.5	操作触发器的注意事项	116
6.2.6	创建触发器	116

6.2.7 DML 触发器	121
6.2.8 DDL 触发器	125
6.3 本章小结	127
6.4 习题	127
第7章 安全性管理	128
7.1 SQL Server 的安全机制	128
7.1.1 操作系统级的安全性	128
7.1.2 SQL Server 级的安全性	129
7.1.3 数据库级的安全性	129
7.2 登录和用户	130
7.2.1 登录身份验证模式及其设置	130
7.2.2 创建登录	132
7.2.3 创建用户	135
7.3 权限管理	137
7.3.1 服务器权限	137
7.3.2 数据库对象权限	137
7.3.3 数据库权限	141
7.4 角色管理	143
7.4.1 固定服务器角色	143
7.4.2 数据库角色	146
7.5 本章小结	148
7.6 习题	148
第8章 数据库保护	149
8.1 事务	149
8.1.1 事务的概念	149
8.1.2 事务的性质	149
8.1.3 事务调度	151
8.1.4 SQL Server 的事务处理	151
8.2 并发控制	153
8.2.1 并发控制概述	153
8.2.2 封锁	156
8.2.3 封锁协议	156
8.2.4 活锁和死锁	158
8.2.5 并发调度的可串行性	159
8.2.6 两段锁协议	161
8.2.7 封锁的粒度	162
8.2.8 SQL Server 的并发控制	164
8.3 数据库恢复技术	166
8.3.1 恢复的实现技术	167

8.3.2 具有检查点的恢复技术	168
8.3.3 SQL Server 的备份与恢复	170
8.4 本章小结	179
8.5 习题	180
第9章 关系模式规范化	181
9.1 问题的提出	181
9.2 函数依赖的基本概念	183
9.2.1 函数依赖	183
9.2.2 一些术语和符号	183
9.3 规范化	185
9.3.1 第一范式	185
9.3.2 第二范式	186
9.3.3 第三范式	187
9.3.4 BCNF 范式	188
9.3.5 多值依赖与第四范式	189
9.3.6 各范式间的关系	193
9.4 本章小结	193
9.5 习题	194
第10章 数据库设计	196
10.1 数据库设计概述	196
10.1.1 数据库设计的特点	196
10.1.2 数据库设计方法	197
10.1.3 数据库设计的基本步骤	198
10.2 数据库规划	198
10.3 需求分析	199
10.3.1 需求分析的任务	199
10.3.2 调查	199
10.3.3 结构化分析方法	200
10.4 概念结构设计	203
10.4.1 概念结构设计的策略与步骤	203
10.4.2 采用 E-R 方法的概念结构设计	203
10.5 逻辑结构设计	207
10.5.1 E-R 模型向关系数据模型的转换	207
10.5.2 关系模型的优化	210
10.5.3 设计外模式	211
10.6 物理结构设计	211
10.6.1 物理设计的内容与方法	211
10.6.2 关系模式存取方法选择	212
10.6.3 确定数据库的存储结构	213

10.6.4 物理设计的评价	214
10.7 数据库行为设计	214
10.7.1 功能需求分析	214
10.7.2 功能设计	214
10.7.3 事务设计	215
10.8 数据库的实施和维护	216
10.8.1 数据库的实施	216
10.8.2 数据库的运行和维护	217
10.9 本章小结	218
10.10 习题	218
第11章 Visual Basic .NET 数据库编程实例——教务管理系统	220
11.1 Visual Basic .NET 介绍	220
11.1.1 Microsoft Visual Studio 2005 集成开发环境	220
11.1.2 Visual Studio 2005 IDE 的用户界面元素	222
11.2 利用 ADO .NET 进行数据库开发	223
11.2.1 ADO .NET 概述	223
11.2.2 ADO .NET 对象模型	224
11.3 教务管理系统的实现	227
11.3.1 创建数据库及数据表	227
11.3.2 系统框架示意图	231
11.3.3 业务方法类的实现	231
11.3.4 系统登录模块的设计与实现	248
11.3.5 基础数据管理模块的设计与实现	251
11.3.6 教师选课以及成绩管理模块的设计与实现	264
11.3.7 学生选课以及成绩查询模块的设计与实现	268
11.4 本章小结	270
附录	271
附录 A 实验指导	271
实验一 SQL Server2005 服务器与数据库管理	271
实验二 表的建立与维护	271
实验三 数据查询	273
实验四 创建和使用视图	273
实验五 存储过程的创建和使用	274
实验六 触发器的创建和使用	274
实验七 SQL Server 的数据库恢复技术	274
实验八 SQL Server 的安全性管理	275
实验九 数据库系统开发	275
附录 B SQL Server 2005 服务器注册常见问题及其解决办法	276
参考文献	278

第1章 绪 论

数据库技术已成为计算机领域中最重要技术之一，是软件学科的一个独立的分支。对于计算机应用和开发人员来说，了解数据库系统的基本原理，掌握数据库设计的基础理论，熟悉数据库管理系统的特点，才能开发出健壮的数据库应用系统。

本章要点：

1. 数据库系统的相关概念
2. 数据管理技术的发展阶段
3. 数据库技术的研究领域

1.1 信息、数据与数据处理

自20世纪40年代电子计算机问世以来，人们将十进制数转换为计算机能够存储和处理的二进制数，随后将文字编码成位串形式，将图形、图像、声音等多媒体信息数字化。到目前为止，几乎所有信息都可以表示成计算机能识别的字符串和位串，为信息的迅速传播和处理提供了便利。现在的社会已成为信息化的社会。

1. 信息

信息（Information）是对现实世界中各种事物的存在方式、运动状态或事物间联系形式的反映的综合。例如，“友谊商城的电器在五一期间打8折”，这是一条有关商品打折的信息；“师范学院需要招聘两名计算机教师”，这是一条有关招聘的信息；“孩子们正在操场玩游戏”，这是有关活动的信息；“李浩的数据库原理成绩为85”，这是一条学生与某门课程相关联的成绩信息。信息是可以被感知和存储的，并且可以被加工、传递和再生。

2. 数据

描述事物的符号记录称为数据（Data）。也可以说，数据是用来记录信息的可识别的符号，它是信息的具体表现形式，是数据库中存储的基本对象。数据不只是简单的数字，还包括文字、图形、图像、声音、物体的运动状态等。数据都可经数字化后存入计算机。

同样的信息可以用不同的数据方式来描述。例如，可以用自然语言来描述这样一条有关学生的信息：“孙浩，男，1983年12月4日出生，2003年入学，学号为200302303055，专业号为S0001，居住地为雨花区星星花园1栋201室”。为了能在计算机中方便地存储和处理学生信息，可以用这样一条记录来描述上述的学生信息：“（200302303055，孙浩，1983-12-04，2003，S0001，雨花区星星花园1栋201室）”。

综上所述，数据是信息的符号表示，或称载体；信息是数据的内涵，是数据的语义解释。数据的含义称为数据的语义，数据与其语义是不可分的。例如，对于数据“2003”，如果不和学生信息联系起来，还可以解释为2003个学生、2003元人民币，等等。值得注意的

是，信息和数据这两个概念有时可以不加区别地使用。例如，信息处理也可以说成是数据处理。

3. 数据处理

数据处理是将数据转换成信息的过程，包括对数据的收集、存储、加工、检索、传输等一系列活动，其目的是从大量的原始数据中抽取和推导出有价值的信息。数据处理的目的是借助计算机科学地保存和管理复杂的大量的数据，以使用户能方便而充分地利用这些宝贵的信息资源。

可以用一个等式来简单地表示信息、数据与数据处理之间的关系： $信息 = 数据 + 数据处理$ 。

1.2 数据管理技术的发展

数据管理就是对数据的组织、存储、检索和维护等工作，它是数据处理的核心。数据管理技术的发展同计算机硬件、软件和计算机应用的领域及范围有着密切关系，它是对数据的分类、组织、编码、存储、检索和维护的技术，经历了人工管理、文件系统和数据库系统这三个发展阶段。

1.2.1 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前是人工管理阶段。这一阶段，计算机主要用于科学计算。这期间，在硬件方面，外存只有卡片、纸带，没有磁带等用来直接存取的存储设备；在软件方面，既没有操作系统，也没有管理数据的软件；数据处理方式为批处理。

在人工管理阶段，数据管理有如下几个特点。

1. 数据不保存

当时计算机主要用于科学计算，在计算时将数据输入，计算完毕将数据输出，一般不需要将数据长期保存。

2. 应用程序管理数据

由于没有软件对数据进行管理，程序员不仅要定义数据的逻辑结构，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。程序中存取数据的子程序随着存储结构的改变而改变，因此数据与程序不具有独立性，程序员必须花费大量的精力用于数据的物理布局上，所以程序员的负担很重。

3. 数据不共享

数据是面向应用的，一组数据对应一个程序，即使两个程序涉及的数据是相同的，也必须各自的应用程序中进行定义，因此程序与程序之间有大量冗余的数据。

4. 数据不具有独立性

数据的逻辑结构或物理结构发生变化后，必须对相应的应用程序加以修改，程序员的负担加重。

人工管理阶段应用程序与数据的关系如图 1-1 所示。

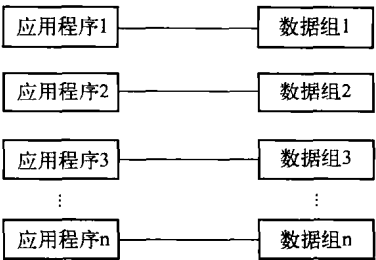


图 1-1 人工管理阶段应用程序与数据的关系

1.2.2 文件系统阶段

从 20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期是文件系统阶段。这一阶段，计算机除了用于科学计算，还大量用于管理。这期间出现了磁盘、磁鼓等能对数据进行直接存取的设备；出现了操作系统，同时有了专门进行数据管理的软件，一般称为文件系统。在处理方式上有了批处理，还增加了联机实时处理方式。

在文件系统阶段，数据管理有如下几个特点。

1. 数据可以长期保存在外存储设备上

由于计算机需要对数据进行反复的查询、修改、增加和删除等处理，数据有必要长期存储在外部存储设备上。

2. 由文件系统管理数据

数据放在相互独立的数据文件中，由文件系统统一管理。应用程序通过文件系统对存放在文件中的数据进行操作（查询、修改、增加、删除）。也就是说，应用程序已经不再直接管理数据，而由文件系统按照一定的存取方法对程序和数据进行转换，文件的逻辑结构与存储结构由文件系统进行转换，应用程序和数据之间有了一定的独立性。程序员可以将更多的精力集中在算法上，而不必过多地考虑物理细节。

3. 数据共享性差，冗余度大

在文件系统中，文件是面向应用的，即一个文件和一个应用程序一一对应，这样，如果两个应用程序用到的数据有部分相同，相同的数据也要分布在两个不同的文件中，这就不便于数据的共享，同时增加了数据的冗余度，浪费了存储空间，并且由于相同的数据重复存储、各自管理，给数据的修改带来了困难，容易造成数据的不一致性。

4. 数据独立性差

文件系统中的数据文件依赖于应用程序的存在而存在，应用程序的改变（包括应用程序采用不同的语言编写）必须要重建数据文件。同样，编写文件管理的程序是很复杂的，如果把这样的程序用于实际数据文件的管理就会更复杂，这时候程序是为特定的文件而写的，也许还是高效的，但它的最大缺点是与文件本身太密切、相关性太强。如果发现文件的组织不合适，比如，由于采用顺序文件响应速度太慢了，想把它改成索引文件结构或倒排文件结构，这将不仅仅是文件本身的事情，与之相关的应用程序都必须要进行彻底的修改。这对一个规模稍大的系统来说，是非常困难的事情，所需要的程序开发和维护的工作量也是难以承受的。更重要的是，随着时间的推移，整个系统可能会混乱不堪。因此，在文件系统中，数据与程序之间仍缺乏独立性。在文件系统阶段，应用程序与数据之间的关系如图 1-2 所示。

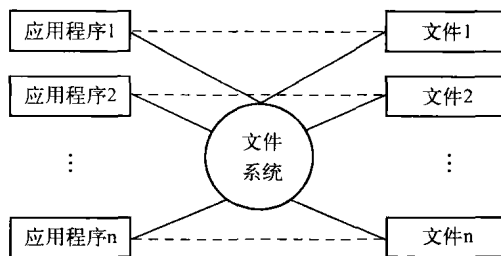


图 1-2 文件系统阶段应用程序与数据的关系

例如，学校教务处、财务处及医院建立的文件中都有学生资料，如家庭住址、联系电话等，这便是数据冗余，如果某个学生退学，就要修改三个部门文件中的数据，否则会导致同一数据在三个部门的不一致。产生上述问题的原因是这三个部门的文件中的数据没有联系。

1.2.3 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期，计算机的软硬件得到了进一步的发展，已出现了容量大、存取速度快的磁盘，需要管理的数据量急剧增加，数据管理技术得到了很大提高。1968 年，美国 IBM 公司成功开发了世界上第一个数据库管理系统 IMS，标志着数据管理技术进入了数据库系统阶段。数据库系统克服了文件系统的缺陷，应用程序与存储的数据分离开来，提供了对数据更有效的管理。

数据库系统阶段的数据管理方式有以下几个特点。

1. 数据结构化

在数据库系统中，数据按一定的模式组织与存储，这就称为数据的结构化。结构化的数据能反映数据间的内在联系。由于数据库是从全部应用的全局考虑并集成数据结构，因此数据库中的数据已不再只是面向个别应用，而是面向整个系统，各个不同应用所需数据只是整个全局数据的局部子集。

2. 数据的共享性高，冗余度低，易扩充

数据共享是数据库技术先进性的重要体现。数据库的数据共享主要体现在：第一，数据库中的数据可供多个应用使用；第二，可以开发新的应用而不增加新的数据。数据共享可以减少数据冗余，节省存储空间，同时可以在现有数据的基础上开发新的应用，所以整个应用系统易于扩充。

3. 数据独立性高

数据库系统中的数据文件是面向数据的，而与具体的应用程序无关。在数据库系统中，数据具有很高的独立性。

数据的独立性包括数据的物理独立性和数据的逻辑独立性。

数据的物理独立性是指应用程序与存储在磁盘上的数据库中的数据是相互独立的。这是因为数据在磁盘上的存储由数据库管理系统统一管理，应用程序只是处理数据的逻辑结构，即使数据的物理存储结构发生了变化，应用程序也不用改变。

数据的逻辑独立性是指应用程序涉及的数据只是系统全局数据的局部子集，即使全局数据发生了改变，局部数据和应用程序也不用改变。

数据的逻辑独立性和物理独立性的具体实现细节将在第 2 章给出。

4. 数据由数据库管理系统统一控制

在数据库系统中，多个用户可以同时存取数据库中的数据，甚至可以同时存取数据库中的同一个数据，即数据库的共享是并发的。数据库管理系统对数据的控制主要体现在：第一，对数据的安全性进行保护；第二，对数据的完整性进行检查；第三，数据的并发控制；第四，数据库的恢复。具体内容参见本书后面的相关章节。

数据库系统阶段应用程序与数据的关系如图 1-3 所示。

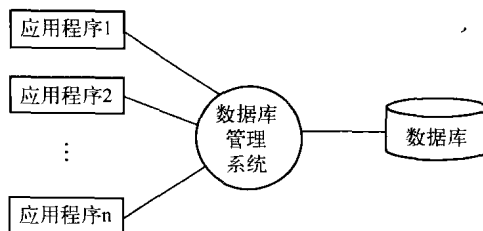


图 1-3 数据库系统阶段应用程序与数据的关系

1.3 数据库系统的组成

数据库系统（DataBase System, DBS）是指在计算机系统中引入数据库后的系统构成。一般由数据库、数据库管理系统（及其开发工具）、应用系统、数据库管理人员和用户组成。通常将数据库系统简称为数据库，其组成如图 1-4 所示。

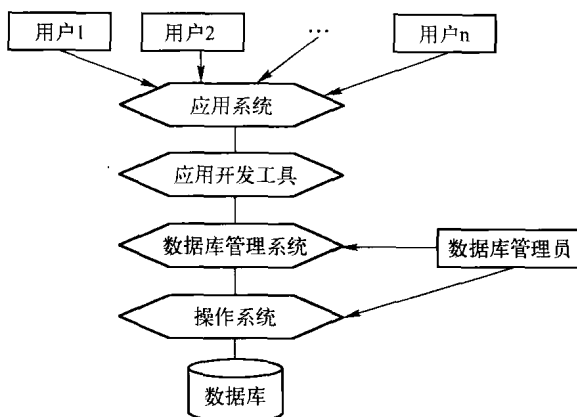


图 1-4 数据库系统的组成

1. 数据库

无论是什么数据，都可以经过数字化后存入计算机。将数据按一定的数据模型组织起来，使其具有较小的冗余度、较高的独立性和易扩展性，并可为一定范围内的各种用户共享，这种数据的集合称为数据库（DataBase, DB）。简而言之，数据库是长期存储在计算机内的有组织的、可共享的数据集合。数据库不仅要反映数据本身的内容，还要反映数据之间的联系。有关数据模型的概念将在第 2 章介绍。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统（DataBase Management System, DBMS）是指负责数据库存取、维护和管理系统软件。它的基本功能包括数据定义、数据操作、数据库的运行管理和数据库的建立、维护。

（1）数据库定义功能

DBMS 提供数据定义语言（Data Definition Language, DDL），用户通过 DDL 可以方便地对数据库中的数据对象进行定义，包括数据结构、数据的完整性约束条件和访问控制条

件等。

(2) 数据存取功能

DBMS 提供数据操作语言 (Data Manipulation Language, DML) 实现对数据库的操作, 基本操作包括查询、插入、删除和修改。

(3) 数据库的组织、存储和管理

数据库中物理存在的数据包括两部分: 一部分是元数据, 即描述数据的数据, 主要是指数据库的三级模式, 即外模式、模式、内模式 (具体详见第 2 章), 它们构成数据字典 (Data Dictionary, DD) 的主体, DD 由 DBMS 管理、使用; 另一部分是原始数据, 它们构成物理存在的数据库, DBMS 一般提供多种文件组织方式, 供数据库设计人员选用。数据一旦按某种组织方式装入数据库, 其后对它的查询和更新就都由 DBMS 的专门程序完成。

(4) 数据库运行管理

如前所述, 数据库方法的最大优势在于允许多个用户并发地访问数据库, 充分实现共享。相应地, DBMS 必须提供并发控制机制、访问控制机制和数据完整性约束机制, 从而避免多个读写操作并发执行可能引起的冲突、数据失密或安全性、完整性被破坏等一系列问题。

(5) 数据库的建立和维护

DBMS 一般都要保存工作日志、运行记录等用于恢复数据, 一旦出现故障, 使用这些历史和维护信息可将数据库恢复到一致状态。此外, 当数据库性能下降, 或系统软硬件设备变化时也能重新组织或更新数据库。

(6) 通信功能和数据转换功能

DBMS 具有与操作系统的联机处理、分时处理、远程作业输入的相应接口, 具有与网络中其他软件的通信功能。此外, DBMS 还具有与其他 DBMS 或文件系统的数据库转换功能。

数据库管理系统是数据库系统的核心组成部分。

3. 硬件平台

数据库系统对硬件平台的要求是: 计算机要有足够大的内存和外存以及较高的通道能力以保证数据库系统能正常运行。

4. 软件平台

数据库系统的软件主要包括数据库管理系统、操作系统、具有与数据库接口的高级语言及其编译系统、以数据库管理系统为核心的应用开发工具和数据库应用系统。其中操作系统是支持 DBMS 运行的系统, 没有合适的操作系统, DBMS 无法正常运转。例如, 本书重点讨论的 SQL Server 2005 数据库管理系统的企业版就需要有 Windows 服务器版本的支持。常见的数据库管理系统有 SQL Server 2005、Oracle 等, 常见的应用开发语言和工具包括 C++、Java、Visual Basic .NET 和 Delphi 等, 通过这些工具, 应用程序开发人员能够开发出合乎用户需求的应用系统。数据库应用系统就是应用程序员开发的软件, 比如教务管理系统、旅游管理系统等。

5. 人员

开发、管理和使用数据库系统的人员主要包括: 数据库管理员、系统分析员和数据库设计人员、应用程序员和最终用户。

(1) 数据库管理员

数据库管理员 (Database Administrator, DBA) 是指从事数据库管理工作的人员。DBA