



普通高等教育“十三五”精品规划教材

Access

数据库应用教程

主 编 王华金 李 伟 吴华荣



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

普通高等教育“十三五”精品规划教材

Access 数据库应用教程

主编 王华金 李伟 吴华荣



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书以“学生成绩管理”系统(数据库)为案例,从建立 Access 2010 空白(空)数据库开始,逐步建立数据库中的表、查询、窗体、报表、宏和模块等对象,并围绕“学生成绩管理”系统介绍 Access 2010 的主要功能及操作方法。

本书共分 9 章,第 1~8 章的内容依次为数据库技术基础、Access 2010 与数据库表操作、查询、SQL、窗体、报表、宏、模块与 VBA 编程基础,第 1~8 章均配有丰富的测试题;第 9 章是实验指导,以“图书借阅管理”系统为案例,针对知识点设置了若干个实验任务。

本书内容基本涵盖了“全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计考试大纲”最新版的要求,可以作为高等院校非计算机专业的有关数据库应用基础课程的教材,也可作为“全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计”科目考试的参考书,还可以作为各层次读者自学 Access 数据库技术的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

Access 数据库应用教程 / 王华金,李伟,吴华荣主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2019.8
ISBN 978-7-5606-5400-3

I. ① A… II. ① 王… ② 李… ③ 吴 III. ① 关系数据库系统—高等学校—教材
IV. ① TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 153106 号

策划编辑 刘小莉

责任编辑 王 斌 雷鸿俊

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安日报社印务中心

版 次 2019 年 8 月第 1 版 2019 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 18.5

字 数 438 千字

定 价 43.00 元

ISBN 978-7-5606-5400-3 / TP

XDUP 5702001-1

如有印装问题可调换

前 言

数据库应用是目前信息技术最广泛的应用领域之一，随着计算机技术的迅速发展，数据库技术的应用范围不断扩大，已经和人们的日常工作与生活密切相关。为了适应数据库技术的广泛应用，提高大学生的数据库应用水平，目前许多高校都开设了有关数据库应用的课程，甚至还作为全校的非计算机专业学生的公共必修课程。

本书以“学生成绩管理”系统为案例，从建立 Access 2010 空白数据库开始，逐步建立数据库中的表、查询、窗体、报表、宏和模块等对象，并围绕“学生成绩管理”系统介绍 Access 2010 的主要功能及操作方法。本书以简明易懂、深入浅出、可操作性强的原则编排内容，并设置了大量的教学案例，极大地方便了学生的学习，使其能够在较短的时间内掌握相关知识。

本书第 1~8 章均配有丰富的测试题，可以帮助学生巩固和加深对所学知识的理解和掌握。第 9 章“实验指导”部分以“图书借阅管理”系统为案例，为前 8 章的知识内容设置了若干个实验任务，每个实验任务都有明确的实验目的和具体的实验内容，针对较难的知识点给出了实验操作提示与步骤；学生可以通过实验环节来提高数据库的实际操作能力。

本书的编写人员都是多年从事高校数据库应用技术教学和计算机等级考试培训的优秀一线教师，具有扎实的理论基础和丰富的教学经验。其中，本书的第 1~5 章、第 8 章由王华金编写，第 6~7 章由吴华荣编写，第 9 章由王华金与吴华荣共同编写，各自负责自己编写章节的实验内容；李伟对全书的策划与编写提供了大量的指导和帮助，尤其是第 4 章和第 8 章的内容；全书由王华金统稿。

本书通俗易懂、结构合理、图文并茂，以丰富的实例演示了创建数据库各种对象的基本知识和方法；同时，书中的习题和实验均符合考试大纲的要求。建议课程的授课学时数（含实验）为 48~64。选择 48 学时的教师可重点讲授第 1~6 章，第 7 章略讲，第 8 章可指导学生自学，第 9 章安排学生

实践操作练习。

为了帮助教师使用本书作为教材进行教学工作，我们提供了完整的教学辅导课件，包括各章的电子教案（PPT文档）、书中的实例数据库、实验的答案数据库以及测试题参考答案等，需要者可从西安电子科技大学出版社网站（<http://www.xduph.com>）免费下载。

本书的编写过程中，获得了胡春安、杨书新及蔡虔等领导及同事们的指导和帮助，同时也得到了西安电子科技大学出版社的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢；同时对编写过程中参考的教材作者一并致谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请同行及广大读者批评指正。

编者

2019年3月

目 录

第 1 章 数据库技术基础.....	1	2.3.2 使用设计器创建表.....	48
1.1 数据库系统概述.....	1	2.3.3 定义主键与修改表结构.....	49
1.1.1 数据管理技术的起源.....	1	2.3.4 字段的属性设置.....	53
1.1.2 数据库与数据库管理系统.....	4	2.3.5 表记录的输入与编辑.....	56
1.1.3 数据库系统.....	5	2.4 创建索引与表间关系.....	60
1.2 数据库系统结构.....	7	2.4.1 创建索引.....	60
1.2.1 数据库系统的内部结构.....	7	2.4.2 创建表间关系.....	62
1.2.2 数据库系统的外部结构.....	9	2.5 表的基本操作.....	66
1.3 数据模型.....	10	2.5.1 表的外观设置.....	66
1.3.1 概念数据模型.....	10	2.5.2 表的复制、删除和重命名.....	68
1.3.2 逻辑数据模型.....	11	2.5.3 数据的导入与导出.....	68
1.4 关系数据库.....	12	2.6 表的高级操作.....	71
1.4.1 关系的基本概念.....	13	2.6.1 记录定位.....	71
1.4.2 关系运算.....	15	2.6.2 记录排序.....	72
1.4.3 关系规范化.....	16	2.6.3 记录筛选.....	74
1.5 关系数据库管理系统.....	17	单元测试 2.....	77
1.5.1 关系数据库管理系统的功能.....	17	第 3 章 查询.....	89
1.5.2 常用的关系数据库管理系统.....	17	3.1 查询概述.....	89
1.6 数据库技术新进展.....	17	3.1.1 查询的定义与功能.....	89
1.7 数据库设计.....	21	3.1.2 查询分类.....	90
1.8 “学生成绩管理”数据库设计.....	22	3.1.3 查询视图.....	91
单元测试 1.....	25	3.2 选择查询.....	93
第 2 章 Access 2010 与数据库表操作.....	35	3.2.1 创建查询.....	93
2.1 Access 2010 概述.....	35	3.2.2 运行查询.....	102
2.1.1 Access 2010 的特点.....	35	3.2.3 修改查询.....	103
2.1.2 Access 2010 的启动与退出.....	36	3.3 查询条件设置.....	103
2.1.3 Access 2010 窗口的组成.....	37	3.4 设置查询的计算.....	108
2.1.4 Access 2010 的数据库对象.....	37	3.4.1 查询中的计算功能.....	108
2.1.5 Access 2010 数据库的视图模式.....	41	3.4.2 总计查询.....	108
2.2 创建数据库.....	41	3.4.3 分组总计查询.....	110
2.2.1 创建空数据库.....	42	3.4.4 计算字段.....	111
2.2.2 利用模板创建 Web 数据库.....	43	3.5 交叉表查询.....	112
2.2.3 数据库的基本操作.....	44	3.5.1 交叉表查询的概念.....	112
2.3 创建数据表.....	45	3.5.2 使用查询向导创建交叉表查询.....	113
2.3.1 数据表的基本概念.....	46	3.5.3 使用设计视图创建交叉表查询.....	114

3.6 参数查询.....	116	5.3.1 窗体的设计视图.....	166
3.6.1 单参数查询.....	116	5.3.2 属性表.....	167
3.6.2 多参数查询.....	117	5.3.3 控件的类型与功能.....	168
3.7 操作查询.....	118	5.3.4 控件的基本操作.....	171
3.7.1 生成表查询.....	119	5.3.5 控件的事件与事件过程.....	173
3.7.2 追加查询.....	120	5.3.6 常用控件的功能.....	174
3.7.3 更新查询.....	121	5.3.7 综合示例.....	176
3.7.4 删除查询.....	122	5.4 控制窗体的设计与创建.....	182
3.8 SQL 查询.....	124	5.4.1 创建切换窗体.....	182
单元测试 3.....	125	5.4.2 创建导航窗体.....	186
第 4 章 SQL	130	5.4.3 创建启动窗体.....	188
4.1 概述.....	130	单元测试 5.....	189
4.1.1 SQL 的组成.....	130	第 6 章 报表	195
4.1.2 SQL 的特点.....	131	6.1 概述.....	195
4.1.3 在 Access 2010 中使用 SQL.....	132	6.1.1 报表的基本概念.....	195
4.2 数据定义.....	133	6.1.2 报表设计区.....	198
4.2.1 创建、修改与删除表.....	133	6.2 创建报表.....	199
4.2.2 创建与删除索引.....	136	6.2.1 用“报表”工具创建报表.....	199
4.3 数据查询.....	137	6.2.2 用“空报表”工具创建报表.....	200
4.3.1 单表查询.....	138	6.2.3 用“报表向导”创建报表.....	201
4.3.2 多表查询.....	139	6.2.4 用“报表设计”工具创建报表.....	203
4.3.3 联合查询与子查询.....	140	6.2.5 用“标签”工具创建报表.....	205
4.4 视图.....	141	6.2.6 创建图表报表.....	206
4.5 数据操作.....	142	6.3 编辑报表.....	207
4.5.1 插入数据.....	142	6.3.1 添加背景图案.....	207
4.5.2 修改数据.....	143	6.3.2 在报表中添加日期、时间和页码.....	207
4.5.3 删除数据.....	143	6.3.3 显示或隐藏报表页眉、页脚和 页面页眉、页脚.....	208
单元测试 4.....	144	6.3.4 绘制线条和矩形.....	209
第 5 章 窗体	148	6.3.5 报表记录的排序与分组.....	210
5.1 窗体概述.....	148	6.3.6 报表的计算.....	211
5.1.1 窗体的功能与类型.....	149	6.4 报表的打印与导出.....	212
5.1.2 窗体的视图.....	149	6.4.1 打印报表.....	212
5.1.3 窗体的类型.....	151	6.4.2 导出报表.....	213
5.1.4 窗体的组成.....	153	单元测试 6.....	214
5.2 创建窗体.....	154	第 7 章 宏	216
5.2.1 创建窗体的方法.....	154	7.1 概述.....	216
5.2.2 自动创建窗体.....	155	7.1.1 宏的概念.....	216
5.2.3 使用窗体向导创建窗体.....	161	7.1.2 常用宏操作.....	217
5.3 使用设计视图创建窗体.....	166		

7.1.3 宏的设计视图	219	8.3 VBA 流程控制语句	243
7.2 建立宏	223	8.3.1 顺序结构	243
7.2.1 创建子宏	223	8.3.2 选择结构	244
7.2.2 创建条件宏	224	8.3.3 循环结构	249
7.2.3 创建 AutoKeys 宏	224	8.4 过程调用和参数传递	251
7.2.4 创建 AutoExec 宏	224	8.4.1 过程调用	251
7.2.5 构建数据宏	225	8.4.2 参数传递	252
7.3 通过事件触发宏	226	8.5 面向对象程序设计基础	254
7.3.1 事件	226	8.5.1 对象和属性	254
7.3.2 事件属性	226	8.5.2 事件和方法	255
7.3.3 消息	227	8.5.3 DoCmd 对象	258
7.4 宏的运行与调试	227	8.6 VBA 程序调试	258
7.4.1 运行宏	227	8.6.1 错误类型	258
7.4.2 调试宏	228	8.6.2 程序调试	259
单元测试 7	229	单元测试 8	260
第 8 章 模块与 VBA 编程基础	231	第 9 章 实验指导	267
8.1 模块基本概念	231	实验 1 “图书借阅管理”系统的分析与设计	267
8.1.1 模块的分类	232	实验 2 创建 Access 数据库和数据表	270
8.1.2 VBA 的编程环境	233	实验 3 查询	274
8.2 VBA 编程基础	235	实验 4 SQL 查询	276
8.2.1 编码规则	235	实验 5 窗体	278
8.2.2 数据类型	236	实验 6 报表	281
8.2.3 常量、变量与数组	238	实验 7 宏	283
8.2.4 常用标准函数	239	实验 8 模块与 VBA 编程基础	285
8.2.5 运算符与表达式	241	参考文献	288

第1章 数据库技术基础

在当今“互联网+”及人工智能快速推进的移动互联网时代，数据已经成为所有行业各个领域的重要资源。数据库技术作为计算机科学的重要分支之一，能够帮助人们有效地进行数据管理，它已成为计算机信息系统和计算机应用系统的基础和核心，也是人们储存数据、管理信息、共享资源的最先进和最常用的技术。因此，掌握数据库技术是全面认识计算机系统的重要环节，也成为当前信息化时代的必备技能。

本章将介绍数据库系统的基本概念、数据模型、数据库的体系结构、数据库系统设计、常用的关系型数据库以及数据库技术的新动态。通过本章的学习，可以较为全面地了解数据库的基础知识，为后续章节的学习打下扎实的基础。

1.1 数据库系统概述

1.1.1 数据管理技术的起源

数据(Data)是反映客观事物属性的记录，也是信息的载体；对客观事物属性的记录需要用一定的符号来表达。因此可以说，数据是现实世界中实体(或客体)在计算机系统内的符号表示，也是信息的具体表现形式。数据分为数值型和非数值型两大类，数值型数据有整数和实数两种形式；非数值型数据有文字、图形、图像、音频、视频及动画等形式。

信息(Information)是对客观世界中各种事物的运动状态和变化的反映，也是客观事物之间相互联系和相互作用的表征，表现的是客观事物运动状态和变化的实质内容。简单地说，信息是经过加工的数据，或者说，信息是数据处理的结果。

总之，数据与信息密切联系又有区别，数据是信息的表现形式，信息是加工处理后有用的数据。

自计算机被发明以来，人类社会经历了信息网络时代，数据处理的速度及规模的需求远远超出了过去人工或者机械方式的能力范围，计算机以其快速准确的计算能力和海量的数据存储能力在数据处理领域得到了广泛的应用。但是数据库技术并不是最早的数据管理技术，总体来说，数据管理技术的发展经历了人工管理、文件系统管理和数据库系统管理这3个发展阶段。

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，当时外存的状况是只有纸带、卡片、磁带等设备，并没有磁盘等直接存取的存储设备；而计算机系统软件的状况是没有操作系统，也没有管理数据的软件，在这样的情况下的数据管理方式为人工管理。

人工管理数据具有如下特点：

(1) 数据不被保存。由于当时计算机主要用于科学计算，一般不需要将数据进行长期保存，只是在计算某一课题时将数据输入，用完就删除。

(2) 应用程序管理数据。数据需要由应用程序自己管理，没有相应的软件系统负责数据的管理工作，应用程序中不仅要规定数据的逻辑结构，而且要设计物理结构，包括存储结构、存取方法、输入方式等，因此程序员负担很重。

(3) 数据不能共享。数据是面向应用的，一组数据只能对应一个程序。当多个应用程序涉及某些相同的数据时，由于必须各自定义，无法相互利用和参照，因此程序与程序之间有大量的冗余数据。

(4) 数量不具有独立性。数据的逻辑结构或物理结构改变后，必须对应用程序做相应的修改，这就进一步加重了程序员的负担。

在人工管理阶段，程序与数据之间的一一对应关系如图 1-1 所示。

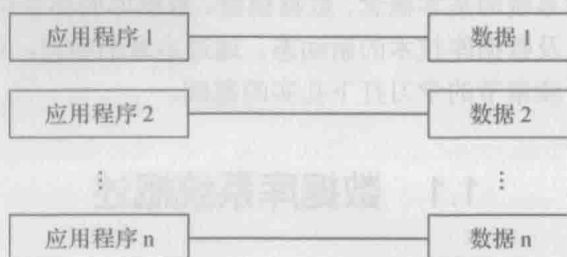


图 1-1 人工管理阶段程序与数据的关系

2. 文件系统管理阶段

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期，这时已经有了磁盘、磁鼓等直接存储设备；而在计算机系统方面，不同类型的操作系统的出现极大地增强了计算机系统的功能。操作系统中用来进行数据管理的部分是文件系统，这时可以把相关的数据组成一个文件存放在计算机中，在需要的时候只要提供文件名，计算机就能从文件系统中找到所要的文件，把文件中存储的数据提供给用户进行处理。但是，由于这时数据的组织仍然是面向程序的，所以，存在大量的数据冗余，无法有效地进行数据共享。

文件系统管理具有如下特点：

(1) 数据可以长期保存。数据可以长期储存在计算机中并被反复使用。

(2) 由文件系统管理数据。文件系统把数据组织成内部有结构的记录，实现一种“按文件名访问，按记录进行存取”的管理技术。

文件系统管理使应用程序与数据之间有了初步的独立性，程序员不必过多地考虑数据存储的物理细节。数据在存储上的不同不会影响程序的处理逻辑。如果数据的存储结构发生变化，应用程序的改变很小，节省了程序的维护工作量。但是，文件系统管理仍然存在以下缺点：

(1) 数据共享性差，冗余度大。在文件系统中，一个(或一组)文件基本上对应一个应用(程序)，即文件是面向应用的。当不同的应用(程序)使用部分相同的数据时，也必须建立各自的文件，而不能共享相同的数据。因此，数据的冗余度大，浪费存储空间。同时，由于相同数据的重复存储、各自管理，容易造成数据的不一致性，给数据的修改和维护带来了困难。

(2) 数据独立性差。文件系统中的文件是为某一特定应用服务的，文件的逻辑结构对

该应用来说是优化的,因此相对现有的数据再增加一些新的应用会很困难,系统不容易扩充。一旦数据的逻辑结构发生变化,就必须修改应用程序,修改文件结构的定义,因此数据与程序之间仍然缺乏独立性。

在文件系统管理阶段,程序与数据的关系如图 1-2 所示。

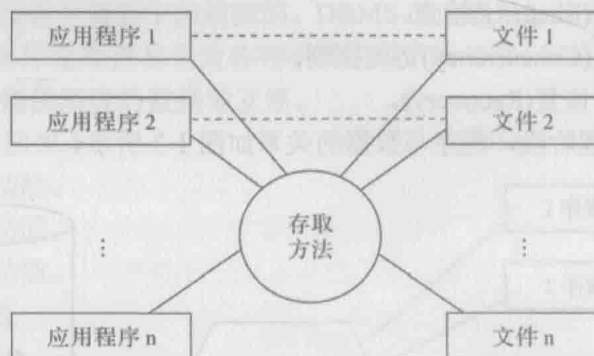


图 1-2 文件系统管理阶段程序与数据的关系

3. 数据库系统管理阶段

20 世纪 60 年代后期,计算机用于管理的规模越来越大,应用越来越广泛,数据量急剧增长,同时多种应用、多种语言互相覆盖的共享数据集合的要求也越来越强烈。这时已有大容量磁盘,硬件价格下降,软件价格则上升,为编制和维护系统软件及应用程序所需的成本相对增加。在这种背景下,以文件系统管理作为数据管理手段已经不能满足应用的需求。于是为解决多用户、多应用共享数据的需求,使数据为尽可能多的应用服务,数据库技术便应运而生,出现了统一管理数据的专用软件系统——数据库管理系统(Database Management System, DBMS)。

用数据库系统来管理数据比文件系统具有明显的优点,从文件系统管理阶段到数据库系统管理阶段,标志着数据管理技术的飞跃。

数据库系统管理具有如下特点:

(1) 数据结构化。数据库系统实现了数据的整体结构化,这是数据库的最主要的特征之一。这里所说的“整体”结构化,是指在数据库中的数据不再仅针对某个应用,而是面向全组织;而且不仅数据内部是结构化的,更是整体结构化,数据之间有联系。

(2) 数据的共享性高,冗余度低,易扩充。因为数据是面向整体的,所以数据可以被多个用户、多个应用程序共享使用,可以大大减少数据冗余,节约存储空间,避免数据之间的不相容性与不一致性。

(3) 数据独立性高。数据独立性包括数据的物理独立性和逻辑独立性。物理独立性是指数据在磁盘上的数据库中如何存储是由 DBMS 管理的,用户程序不需要了解,应用程序要处理的只是数据的逻辑结构,这样一来,当数据的物理存储结构改变时,用户的程序不用改变。逻辑独立性是指用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的。也就是说,数据的逻辑结构改变了,用户程序也可以不改变。

数据与程序的独立,把数据的定义从程序中分离出去,加上存取数据由 DBMS 负责提供,从而简化了应用程序的编制,大大减少了应用程序的维护量和修改量。

(4) 数据由 DBMS 统一管理和控制。数据库系统中的数据由 DBMS 来进行统一的控制和管理, 所有应用程序对数据的访问都要交给 DBMS 来完成。

DBMS 主要提供以下控制功能:

- ① 数据的安全性(Security)保护。
- ② 数据的完整性(Integrity)检查。
- ③ 数据库的并发(Concurrency)访问控制。
- ④ 数据库的故障恢复(Recovery)。

在数据库系统管理阶段, 程序与数据的关系如图 1-3 所示。

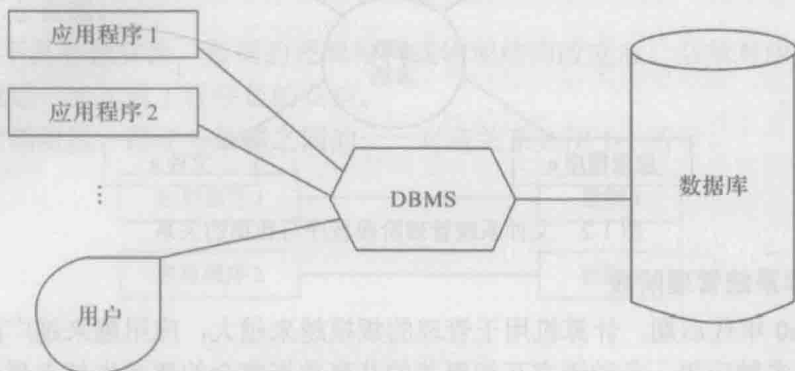


图 1-3 数据库系统管理阶段程序与数据的关系

综上所述, 数据库管理技术的发展过程, 实际上也是应用程序与数据逐步分离的过程, 在人工管理阶段, 程序和数据不分家, 而在数据库系统管理阶段, 程序和数据具有了高度的独立性。

1.1.2 数据库与数据库管理系统

数据库系统自出现以来已经深入到人类社会活动的各个领域, 接下来我们介绍数据库系统中的两个重要术语: 数据库(Database, DB)和数据库管理系统(DBMS)。

数据库和数据库管理系统是密切相关的两个基本概念, 可以先这样简单地理解: 数据库是指存放数据的文件, 而数据库管理系统是用来管理和控制数据库文件的专门系统软件。

1. 数据库

数据库是存放数据的“仓库”。这个“仓库”是在计算机的存储设备上, 而且数据是按照一定的数据模型组织并存放在外存上的一组相关数据集合, 通常这些数据是面向一个组织、企业或部门的。

严格来说, 数据库是长期存储在计算机内、有组织的、大量的、可共享的数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储, 具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性, 并可为各种用户共享。简单来说, 数据库数据具有永久存储、有组织和可共享这 3 个基本特点。

2. 数据库管理系统

在建立了数据库之后, 接下来的问题就是如何科学地组织和存储数据、如何高效地获取

和维护数据。完成这个任务的是一个系统软件——数据库管理系统(DBMS)。DBMS是指数据库系统中对数据进行管理的软件系统，它是数据库系统的核心组成部分，数据库系统的一切操作(如查询、更新及各种控制)都是通过它来进行的。

如果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的。DBMS的主要目标是使数据作为一种可管理的资源来处理。DBMS应使数据易于为各种不同的用户所共享，应该能增进数据的安全性、完整性及可用性，并提供高度的数据独立性。

DBMS的主要功能如下：

- (1) 数据的定义功能。
- (2) 数据的操纵功能。
- (3) 数据的控制功能。
- (4) 其他一些功能。

1.1.3 数据库系统

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，一般由数据库、数据库管理系统(及其开发工具)、应用系统和数据库管理员构成。应当指出的是，数据库的建立、使用和维护等工作只靠一个DBMS是远远不够的，还要有专门的人员来完成，这些人被称为数据库管理员(Database Administrator, DBA)。

在一般不引起混淆的情况下，人们常常把数据库系统简称为数据库。数据库系统的组成如图1-4所示。

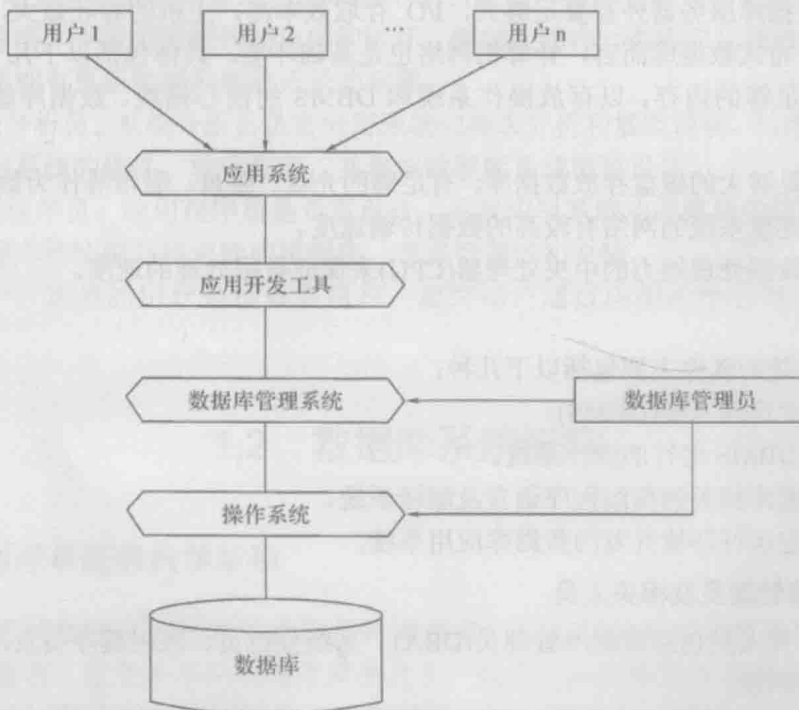


图 1-4 数据库系统的组成

数据库系统在计算机系统中的地位如图 1-5 所示。以下是数据库系统的主要组成部分。

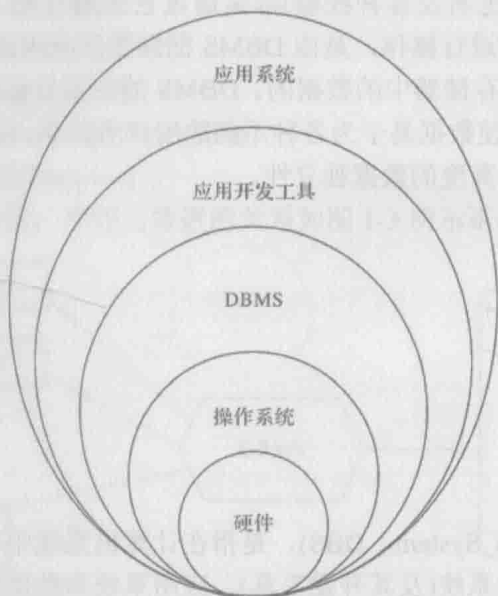


图 1-5 数据库系统在计算机系统中的地位

1. 硬件系统及数据库

硬件系统主要是指计算机各个组成部分。鉴于数据库应用系统的需求，特别要求数据库主机或者数据库服务器外存要足够大，I/O 存取效率高，主机的吞吐量大，作业处理能力强。对于分布式数据库而言，计算机网络也是基础环境。具体包括以下几个方面：

(1) 要有足够的内存，以存放操作系统和 DBMS 的核心模块、数据库缓冲区和应用程序。

(2) 要有足够大的磁盘存放数据库，有足够的光盘、磁盘、磁带等作为数据备份介质。

(3) 要求连接系统的网络有较高的数据传输速度。

(4) 要有较强处理能力的中央处理器(CPU)来保证数据处理的速度。

2. 软件

数据库系统的软件主要包括以下几种：

(1) 数据库管理系统(DBMS)。

(2) 支持 DBMS 运行的操作系统。

(3) 与数据库相关的高级程序语言及编译系统。

(4) 为特定运行环境开发的数据库应用系统。

3. 数据库管理员及相关人员

数据库有关人员包括数据库管理员(DBA)、系统分析员、应用程序员及用户，下面介绍他们各自的职责。

(1) 数据库管理员(DBA)。数据库管理员负责管理和监控数据库系统，负责为用户解决应用中出现的系统问题；DBA 的核心目标是保证数据库管理系统的稳定性、安全性、完

整性和高性能。为了保证数据库高效正常地运行,大型数据库系统都设有专人负责数据库系统的管理和维护。其主要职责有以下几个方面:

① 设计数据库设计,包括字段、表和关键字段;资源在辅助存储设备上是怎样使用的;怎样增加和删除文件及记录;怎样发现和补救损失。

② 监控数据库的警告日志,定期做备份并删除;监控数据库的日常会话情况;碎片、剩余空间的监控,及时了解表空间的扩展情况以及剩余空间分布情况;监视对象的修改;定期列出所有变化的对象安装和升级数据库服务器(如 Oracle、Microsoft SQL server),以及应用程序工具;设计数据库系统存储方案,并制定未来的存储需求计划;制定数据库备份计划,灾难出现时对数据库信息进行恢复;维护适当介质上的存档或备份数据。

③ 备份。对数据库的备份监控和管理数据库的备份至关重要,对数据库的备份策略要根据实际要求进行更改,对数据的日常备份情况进行监控。

④ 修改密码。规范数据库用户的管理,定期对管理员等重要用户密码进行修改。对于每一个项目,应该建立一个用户。DBA 应该和相应的项目管理人员或者是程序员沟通,确定怎样建立相应的数据库底层模型,最后由 DBA 统一管理、建立和维护。任何数据库对象的更改,应该由 DBA 根据需求来操作。

⑤ SQL 语句,即 SQL 语句的书写规范的要求。一个 SQL 语句,如果写得不理想,对数据库的影响是很大的。所以,每一个程序员或相应的工作人员在编写相应的 SQL 语句时,应该严格按照 SQL 语句书写规范,最后要有 DBA 检查才可以正式运行。

⑥ 最终用户服务和协调。数据库管理员规定用户访问权限和为不同用户分配资源。如果不同用户之间互相抵触,数据库管理员应该能够协调用户以最优化安排。

⑦ 数据库安全。数据库管理员能够为不同的数据库管理系统用户规定不同的访问权限,以保护数据库不被未经授权的访问和破坏。例如,允许一类用户只能检索数据,而另一类用户可能拥有更新数据和删除记录的权限。

(2) 系统分析员。系统分析员负责应用系统的需求分析和规范说明,与用户及 DBA 相互配合,确定系统的硬件、软件配置,并参与数据库系统概要设计。

(3) 应用程序员。应用程序员是负责设计、开发应用系统功能模块的软件编程人员,他们根据数据库结构编写特定的应用程序,并进行调试和安装。

(4) 用户。这里的用户是指最终用户,最终用户通过应用程序的用户接口使用数据库。

1.2 数据库系统结构

1.2.1 数据库系统的内部结构

虽然实际的数据库系统软件的产品种类很多,它们支持不同的数据模型,使用不同的数据库语言,建立在不同的操作系统之上,但是,从数据库管理系统的角度来看,它们的体系结构都具有相同的特征,即数据库系统内部采用三级模式及两级映射。三级模式分别是外模式、概念模式与内模式;两级映射则分别是外模式到概念模式的映

射以及概念模式到内模式的映射。这三级模式与两级映射构成了数据库系统内部的体系结构，如图 1-6 所示。

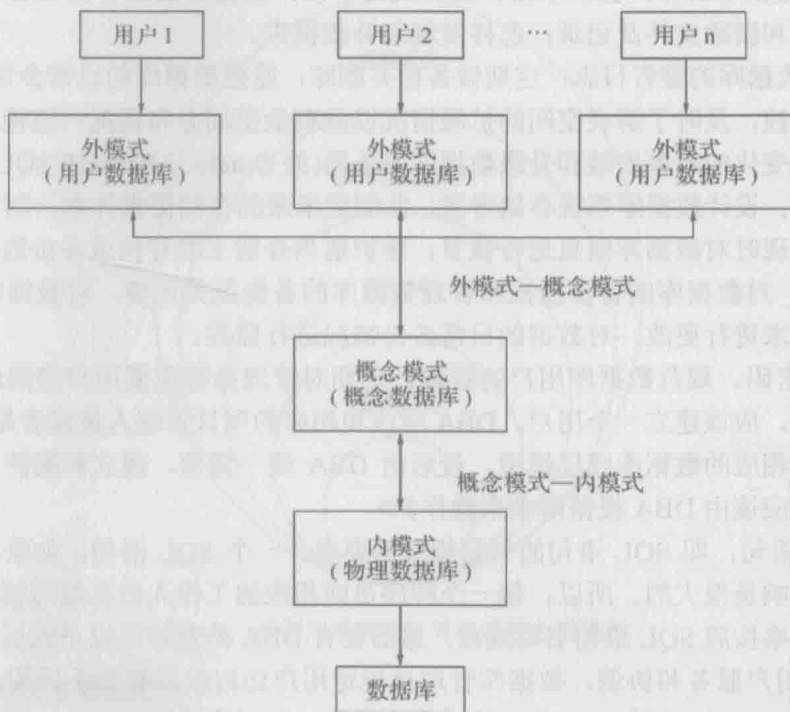


图 1-6 三级模式、两级映射的关系图

1. 数据库系统的三级模式

数据模式是数据库系统中数据结构的一种表示形式，它具有不同的层次与结构。

(1) 概念模式。该模式是数据库系统中全局数据逻辑结构的描述，是全体用户(应用)的公共数据视图。此种描述是一种抽象的描述，不涉及具体的硬件和软件环境。概念模式主要描述数据的概念记录类型以及它们之间的关系，还包括一些数据之间的语义约束，对它的描述可用 DBMS 中的数据定义语言(Data Definition Language, DDL)来定义。

(2) 外模式。该模式也称为子模式(Sub Schema)或用户模式(User's Schema)。它是用户的数据视图，也就是用户所见到的数据模式，由概念模式推导而出。概念模式给出了系统全局的数据描述，而外模式则给出每个用户的局部数据描述。一个概念模式可以有若干个外模式，每个用户只关心与它有关的模式，这样可以屏蔽大量无关信息，有利于数据保护。在一般的 DBMS 中，都提供相关的外模式描述语言(外模式 DDL)。

(3) 内模式(Internal Schema)。内模式又称为物理模式(Physical Schema)。它给出了数据库物理存储结构与物理存取方法，如数据存储的文件结构、索引、集簇及散列等存取方式与存取路径。内模式对一般用户是透明的，但它的设计直接影响数据库的性能。

数据模式给出了数据库的数据框架结构，数据是数据库中真正的实体，但这些数据必须按框架所描述的结构组织。以概念模式为框架所组成的数据库称为概念数据库。以外模式为框架所组成的数据库称为用户数据库。以内模式为框架所组成的数据库称为物理数据

库。在这三种数据库中，只有物理数据库是真实存在于计算机外存中的，其他两种数据库并不真正存在于计算机中，而是通过两种映射由物理数据库映射而成。

模式的三个级别层次反映了模式的三个不同环境以及它们的不同要求。其中，内模式处于最底层，它反映了数据在计算机物理结构中的实际存储形式；概念模式处于中层，它反映了设计者的数据全局要求；而外模式处于最外层，它反映了用户对数据的要求。

2. 数据库系统的两级映射

数据库系统的三级模式是对数据的三个级别的抽象，它把数据的具体物理实现留给物理模式，使用户与全局设计者不必关心数据库的具体实现与物理背景；同时，它通过两级映射建立了模式间的联系与转换，使得概念模式与外模式虽然并不具备物理存在，但是也能通过映射获得实体。此外，两级映射也保证了数据库系统中数据的独立性，即数据的物理组织改变与逻辑概念级的改变相互独立，使得只需调整映射方式而不必改变用户模式。

(1) 外模式到概念模式的映射。概念模式是一个全局模式，而外模式是用户的局部模式。在一个概念模式中可以定义多个外模式，而每个外模式是概念的一个基本视图。外模式到概念模式的映射给出了外模式与概念模式的对应关系，这种映射一般也是由 DBMS 来实现的。

(2) 概念模式到内模式的映射。该映射给出了概念模式中数据的全局逻辑结构到数据的物理存储结构之间的对应关系，此种映射一般由 DBMS 实现。

1.2.2 数据库系统的外部结构

从最终用户角度来看，数据库系统的结构分为单用户结构、主从式结构、分布式结构、客户端/服务器结构(C/S 结构)和浏览器/服务器(B/S 结构)。数据库系统的结构有很多，但是目前主流的数据库系统结构是 C/S 结构和 B/S 结构，而且很多实际系统是二者相结合的。

主从式数据库系统中的主机和分布式数据库系统中的每个节点都是一个通用计算机，既执行 DBMS 功能，又执行应用程序。随着工作站功能的增强和广泛使用，人们开始把 DBMS 功能和应用分开。网络中某些节点上的计算机专门执行 DBMS 功能，称为数据库服务器，简称服务器，其他节点上的计算机安装 DBMS 外围应用开发工具，支持用户的应用，称为客户机，这就是客户端/服务器(Client/Server)结构，简称为 C/S 结构。

在客户端/服务器结构中，客户端的用户请求被传送到数据库服务器，数据库服务器进行处理后，只将结果返回给用户(而不是整个数据)，从而显著地减少了网络数据的传输量，提高了系统的性能、吞吐量和负载能力。

随着互联网的快速发展，移动办公和分布式应用越来越普及，而 C/S 结构的缺点就逐渐暴露出来了，因此出现了浏览器/服务器结构(B/S 结构)。在浏览器/服务器结构下，用户工作界面通过浏览器来实现，极少部分的事务逻辑在前端浏览器(Browser)实现，但是主要事务逻辑在服务器(Server)端实现。这种模式统一了客户端，将系统功能实现的核心部分集中到服务器上，简化了系统的开发、维护和使用。客户机上只要安装一个浏览器，浏览器通过 Web Server 与数据库进行数据交互。这样就大大简化了客户端的载荷，减轻了系统维护与升级的成本和工作量，降低了用户的总体成本。