

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

Access 数据库 教程 (2010 版)

DataBase System and Access
Applications

■ 苏林萍 主编

■ 谢萍 单波 金花 副主编

- 内容全面、结构合理
- 概念清晰、循序渐进
- 案例引导、实用性强



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

Access 数据库 教程 (2010 版)

DataBase System and Access
Applications

■ 苏林萍 主编

■ 谢萍 单波 金花 副主编



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

Access数据库教程 : 2010版 / 苏林萍主编. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2014.2
21世纪高等教育计算机规划教材
ISBN 978-7-115-33632-3

I. ①A… II. ①苏… III. ①关系数据库系统—数据库管理系统—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第317483号

内 容 提 要

本书通过“学生成绩管理”数据库案例,从建立 Access 2010 空数据库开始,逐步建立数据库中的表、查询、窗体、报表、宏、模块等各种对象,并围绕“学生成绩管理”数据库案例介绍 Access 2010 的主要功能。每章配有丰富的实验和习题,可以巩固和加深对所学知识的掌握和理解,提高读者的动手能力。

本书涵盖“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“数据库应用技术”课程的教材,也可以作为“全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计”科目考试的参考教材,还可以作为读者自学数据库技术的参考书。

-
- ◆ 主 编 苏林萍
副 主 编 谢 萍 单 波 金 花
责任编辑 武恩玉
责任印制 彭志环 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18 2014 年 2 月第 1 版
字数: 472 千字 2014 年 2 月北京第 1 次印刷
-

定价: 39.80 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

前 言

数据库技术是计算机最广泛的应用领域之一，随着计算机的迅速发展，数据库技术的应用范围在不断扩大。为了适应数据库技术的广泛应用，提高学生的数据库应用水平，目前许多高校将“数据库应用技术”课程作为全校的非计算机专业学生的公共课程。

本书以“学生成绩管理”数据库为例，从建立 Access 2010 数据库开始，逐步建立数据库中的各种对象，围绕“学生成绩管理”数据库案例介绍 Access 2010 的主要功能。书中包含了大量的教学实例可以供教师和学生使用。每章包含丰富的习题供学生练习，可以巩固和加深对所学知识的理解和掌握。针对不同的章节设置了多个实验，全书共有 18 个实验，每个实验都有明确的实验目的和具体的实验要求，针对较难的实验给出了实验操作提示。学生可以通过实验来提高数据库的应用能力。

教育部考试中心组织的“全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计”自 2013 年下半年开始使用 Access 2010 版本，本书内容涵盖“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，书中的习题和实验符合考试大纲的要求。

本书的参考学时为 64 学时，建议采用理论和实验并行的教学模式。理论教学 32 学时，实验 32 学时，各章教学学时和实验学时分配如下表：

章	教学学时数	实验学时数
第 1 章 数据库基础	2	
第 2 章 Access 2010 数据库的设计与创建	2	2
第 3 章 表	4	6
第 4 章 查询	6	6
第 5 章 窗体	4	4
第 6 章 报表	2	2
第 7 章 宏	2	2
第 8 章 模块与 VBA 程序设计	6	6
第 9 章 VBA 的数据库编程	2	2
第 10 章 图书管理系统综合实例	2	2

本书的编写人员都是多年从事高校数据库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，第 1 章、第 2 章、第 3 章由谢萍编写，第 4 章、第 5 章由单波编写，第 6 章、第 7 章由金花编写，第 8 章、第 9 章、第 10 章由苏林萍编写。全书由苏林萍统稿。

本书可以作为高等院校非计算机专业的“数据库应用技术”课程的教材，也可以作为参加“全国计算机等级考试（二级 Access 数据库程序设计）”科目考试的考生的参考教材，还可以作为读者自学数据库技术的参考书。

为了帮助教师使用本书进行教学工作，编者准备了教学课件，包括各章的电子教案（PPT 文档）、书中的实例数据库等，需要者可从人民邮电出版社教学服务与资源网（<http://www.ptpedu.com.cn>）免费下载。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 10 月

目 录

第 1 章 数据库基础..... 1

- 1.1 信息、数据与数据处理..... 1
- 1.2 数据管理技术的发展..... 1
- 1.3 数据库系统的组成..... 4
- 1.4 数据库系统的特点..... 5
- 1.5 数据库系统的内部体系结构..... 5
- 1.6 数据模型..... 6
 - 1.6.1 数据模型中的相关概念..... 6
 - 1.6.2 数据模型分类..... 7
- 1.7 关系数据库..... 9
 - 1.7.1 关系模型的基本术语..... 9
 - 1.7.2 关系的性质..... 10
 - 1.7.3 关系完整性约束..... 10
 - 1.7.4 关系规范化..... 11
 - 1.7.5 关系运算..... 11
- 1.8 数据库设计步骤..... 14
- 习题..... 15

第 2 章 Access 2010 数据库的设计与创建..... 18

- 2.1 Access 2010 的工作环境..... 18
- 2.2 Access 数据库设计..... 19
 - 2.2.1 Access 数据库设计步骤..... 20
 - 2.2.2 “学生成绩管理”数据库设计实例..... 20
- 2.3 Access 2010 数据库的创建..... 22
- 2.4 Access 2010 数据库的对象..... 24
- 2.5 Access 2010 数据库的视图模式..... 27
 - 2.5.1 设计视图..... 27
 - 2.5.2 数据表视图..... 28
 - 2.5.3 数据透视表视图..... 28
 - 2.5.4 数据透视图视图..... 28
 - 2.5.5 SQL 视图..... 29

- 2.6 Access 2010 数据库的操作..... 29
 - 2.6.1 打开和关闭数据库..... 29
 - 2.6.2 压缩和修复数据库..... 30
 - 2.6.3 设置数据库打开密码..... 31
 - 2.6.4 备份数据库..... 31
 - 2.6.5 生成 ACCDE 文件..... 33
- 习题..... 33

第 3 章 表..... 35

- 3.1 表结构的设计..... 35
 - 3.1.1 字段名称的命名规定..... 35
 - 3.1.2 字段的数据类型..... 36
 - 3.1.3 “学生成绩管理”数据库中各表结构设计实例..... 38
- 3.2 创建表..... 39
 - 3.2.1 使用数据表视图创建表..... 39
 - 3.2.2 使用设计视图创建表..... 41
 - 3.2.3 设置表的主键..... 42
 - 3.2.4 修改表的结构..... 43
 - 3.2.5 设置字段的属性..... 43
- 3.3 表数据的录入..... 46
- 3.4 建立表之间的关联关系..... 49
- 3.5 表的基本操作..... 52
 - 3.5.1 打开和关闭表..... 52
 - 3.5.2 记录的定位..... 52
 - 3.5.3 记录的操作..... 54
 - 3.5.4 记录的排序..... 55
 - 3.5.5 记录的筛选..... 56
 - 3.5.6 表的外观设置..... 59
 - 3.5.7 表的复制、删除和重命名..... 62
- 3.6 表的导入、导出和链接..... 63
 - 3.6.1 表的导入..... 63
 - 3.6.2 表的导出..... 65
 - 3.6.3 表的链接..... 66

习题	67	5.1.1 窗体的功能	109
第 4 章 查询	70	5.1.2 窗体的视图	110
4.1 查询概述	70	5.1.3 窗体的类型	110
4.1.1 查询的类型	70	5.1.4 窗体的创建方法	111
4.1.2 查询的创建方法	71	5.2 创建窗体	111
4.2 选择查询	73	5.2.1 自动创建窗体	112
4.2.1 使用查询向导创建选择查询	73	5.2.2 使用窗体向导创建窗体	114
4.2.2 使用设计视图创建选择查询	75	5.3 使用设计视图创建窗体	116
4.3 查询的运行和修改	76	5.3.1 窗体的设计视图	116
4.3.1 查询的运行	76	5.3.2 属性表	117
4.3.2 查询的修改	76	5.3.3 事件与事件过程	119
4.4 设置查询条件	78	5.3.4 控件	119
4.4.1 表达式与表达式生成器	78	5.3.5 控件的基本操作	121
4.4.2 在设计网格中设置查询条件	82	5.3.6 常用控件的使用	123
4.5 设置查询的计算	83	5.3.7 窗体的设计	131
4.5.1 预定义计算	84	习题	135
4.5.2 自定义计算	86	第 6 章 报表	138
4.6 交叉表查询	87	6.1 报表概述	138
4.6.1 使用向导创建交叉表查询	88	6.1.1 报表的组成	138
4.6.2 使用设计视图创建交叉表 查询	89	6.1.2 报表的视图类型	139
4.7 参数查询	90	6.1.3 报表的类型	139
4.7.1 单参数查询	90	6.2 报表的创建	139
4.7.2 多参数查询	91	6.2.1 使用“报表”按钮创建报表	140
4.8 操作查询	92	6.2.2 使用“空报表”按钮创建 报表	140
4.8.1 生成表查询	92	6.2.3 使用“报表向导”创建报表	141
4.8.2 追加查询	93	6.2.4 使用“报表设计”创建报表	143
4.8.3 更新查询	94	6.2.5 创建图表报表	146
4.8.4 删除查询	94	6.2.6 创建标签报表	148
4.9 SQL 查询	95	6.3 报表的编辑	149
4.9.1 SELECT 语句	95	6.3.1 报表中记录的排序与分组	149
4.9.2 INSERT 语句	100	6.3.2 报表中计算控件的使用	152
4.9.3 UPDATE 语句	101	6.3.3 报表中添加日期时间和页码	153
4.9.4 DELETE 语句	102	6.4 报表的打印与导出	155
4.9.5 SQL 特定查询	102	6.4.1 打印报表	155
习题	105	6.4.2 导出报表	157
第 5 章 窗体	109	习题	157
5.1 窗体概述	109		

第 7 章 宏 160

7.1 宏概述 160

7.1.1 宏的概念 160

7.1.2 宏的类型 161

7.1.3 宏设计视图 161

7.2 创建宏 162

7.2.1 创建操作序列的独立宏 162

7.2.2 创建宏组 163

7.2.3 创建含有 If 块的独立宏 164

7.2.4 创建嵌入宏 166

7.2.5 创建数据宏 167

7.3 编辑宏 169

7.4 宏的运行与调试 170

7.4.1 宏的运行 170

7.4.2 宏的调试 171

习题 171

第 8 章 模块与 VBA 程序设计 173

8.1 模块概述 173

8.1.1 模块的分类 173

8.1.2 模块的组成 173

8.1.3 一个简单的 VBA 窗体模块 示例 174

8.2 VBA 程序设计概述 175

8.2.1 对象和对象名 175

8.2.2 对象的属性 176

8.2.3 对象的方法 177

8.2.4 对象的事件和事件过程 177

8.2.5 DoCmd 对象 179

8.3 VBA 程序开发环境 179

8.3.1 打开 VBE 编程窗口 179

8.3.2 VBE 窗口的组成 179

8.3.3 在 VBE 中编写代码 181

8.4 VBA 程序基础 181

8.4.1 数据类型 182

8.4.2 常量 182

8.4.3 变量 183

8.4.4 数组 184

8.4.5 运算符 186

8.4.6 函数 188

8.4.7 表达式 190

8.5 VBA 程序语句 191

8.5.1 语句的书写规则 191

8.5.2 声明语句 191

8.5.3 赋值语句 192

8.5.4 注释语句 192

8.5.5 输入输出语句 192

8.6 VBA 程序的控制结构 195

8.6.1 顺序结构 195

8.6.2 选择结构 196

8.6.3 循环结构 204

8.7 VBA 自定义过程的创建和调用 211

8.7.1 子过程声明和调用 212

8.7.2 函数声明和调用 214

8.7.3 变量作用域 215

8.8 VBA 程序调试 217

8.8.1 错误类型 217

8.8.2 程序调试 217

习题 219

第 9 章 VBA 的数据库编程 223

9.1 数据访问接口 223

9.2 数据访问对象 ADO 223

9.2.1 ADO 对象 223

9.2.2 访问记录集中的数据 225

9.3 数据访问对象 DAO 227

9.3.1 DAO 对象的声明和赋值 227

9.3.2 DAO 对象 228

习题 230

第 10 章 图书管理系统综合实例 232

10.1 系统需求分析和结构设计 232

10.1.1 需求分析 232

10.1.2 概念结构设计 233

10.1.3 逻辑结构设计 233

10.2 创建数据库和表 234

10.2.1 创建数据库 234

10.2.2 创建表 234

10.3 创建查询 236

10.3.1	使用查询向导创建查询	236
10.3.2	使用查询设计创建查询	236
10.3.3	创建参数查询	239
10.4	创建窗体	240
10.4.1	使用窗体向导创建窗体	240
10.4.2	使用窗体设计创建窗体	240
10.5	创建界面窗体	242
10.6	设置系统打开界面	244

附录 A 上机实验 246

第 2 章	Access 2010 数据库的设计与 创建实验	246
实验 1	认识 Access 2010 数据库	246
实验 2	Access 2010 数据库的基本 操作	247
第 3 章	表实验	247
实验 1	数据库及表的创建	247
实验 2	创建表之间的关联关系	248
实验 3	表的操作	249
实验 4	表的导入和导出	249
第 4 章	查询实验	250
实验 1	选择查询实验	250
实验 2	参数查询、交叉表查询、操 作查询实验	251
实验 3	SQL 查询实验	252
第 5 章	窗体实验	254
实验 1	使用窗体向导创建窗体、自 动创建窗体	254
实验 2	在设计视图中创建窗体	256
第 6 章	报表实验	258

第 7 章	宏实验	261
第 8 章	模块与 VBA 程序设计实验	262
实验 1	顺序结构程序设计实验	262
实验 2	选择结构程序设计实验	262
实验 3	循环结构程序设计实验	263
实验 4	函数的创建和调用实验	263
第 9 章	VBA 的数据库编程实验	264

附录 B 模拟试卷 265

Access 2010 数据库程序设计模拟试卷 (A)	265
Access2010 数据库程序设计模拟试卷 (B)	271

附录 C 习题及模拟试卷参考答案 276

第 1 章	习题参考答案	276
第 2 章	习题参考答案	276
第 3 章	习题参考答案	276
第 4 章	习题参考答案	277
第 5 章	习题参考答案	277
第 6 章	习题参考答案	277
第 7 章	习题参考答案	277
第 8 章	习题参考答案	277
第 9 章	习题参考答案	278
Access 2010 数据库程序设计模拟试卷 (A)	参考答案	278
Access 2010 数据库程序设计模拟试卷 (B)	参考答案	278

参考文献 279

第 1 章

数据库基础

从最初的人工管理到当今的各种数据库系统,计算机的数据管理方式发生了翻天覆地的变化。数据库技术作为数据管理的有效手段,极大地促进了计算机应用的发展。目前,许多单位的业务开展都离不开数据库系统,如学校的教务管理、银行业务、证券市场业务、飞机票火车票订票业务、超市业务、电子商务等。

本章主要介绍数据库、数据库系统、数据模型、关系运算等基础理论知识。

1.1 信息、数据与数据处理

信息是现实世界在人们头脑中的反应。它以文字、数据、符号、图像、声音等形式记录下来,进行传递和处理,为人类的生产、建设、管理等提供依据。

数据是指那些可以被计算机接受,并能够被计算机处理的符号。数据的格式往往和具体的计算机系统有关。

数据是信息的载体,信息是数据的内涵。数据只有经过解释才有意义,成为信息。例如,“长城”、“45”只是单纯的数据,没有具体意义,而“长城的门票是 45 元”就是一条有意义的信息;此外,“长城汽车本季度销售量达到 45 万辆”也是一条有意义的信息。

数据处理就是把数据加工处理成为信息的过程,它包括对数据的采集、整理、存储、检索、加工和传输等过程。数据处理的目的是从繁杂的数据中获取所需的信息,作为指挥生产、优化管理的决策依据。数据处理的核心问题就是数据管理。

1.2 数据管理技术的发展

自从世界上第一台电子数字计算机诞生以来,数据管理技术经历了人工管理、文件系统和数据库系统 3 个阶段。

1. 人工管理阶段

在 20 世纪 50 年代中期以前,受到当时计算机软硬件技术的限制,计算机主要用于科学计算。硬件的外部存储设备只有磁带、卡片和纸带;软件方面还没有操作系统,更没有进行数据管理的软件。在这个阶段,计算机没有数据管理功能,程序员将程序和数据编写在一起,每个程序都有属于自己的一组数据,程序之间数据不能共享,即便是几个程序处理同一批数据,也必须重复输

人, 数据冗余度很大。人工管理阶段应用程序与数据的关系如图 1-1 所示。

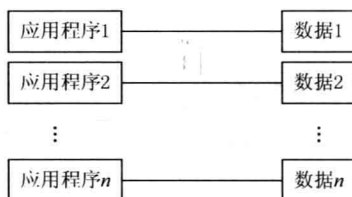


图 1-1 人工管理阶段应用程序与数据的关系

例如, 要求分别编写程序求出 10 个数的最大值和最小值。采用人工管理方式的 C 语言程序如图 1-2 所示。

```
/*程序 1: 求 10 个数的最大值*/
#include<stdio.h>
main()
{
    int i, max;
    int a[10]={23, 45, 79, 12, 31, 98, 38, 56, 81, 92};
    max=a[0];
    for(i=1; i<10; i++)
        if(max<a[i])    max=a[i];
    printf("最大值为%d", max);
}
```

```
/*程序 2: 求 10 个数的最小值*/
#include<stdio.h>
main()
{
    int i, min;
    int a[10]={23, 45, 79, 12, 31, 98, 38, 56, 81, 92};
    min=a[0];
    for(i=1; i<10; i++)
        if(min>a[i])    min=a[i];
    printf("最小值为%d", min);
}
```

图 1-2 人工管理阶段应用程序与数据处理程序示例

从这个例子可以看出, 在人工管理阶段, 程序和数据是不可分割的整体。每个程序都有自己的数据, 而且数据不独立, 完全依赖于程序, 根本无法实现数据共享, 冗余度极大。

2. 文件系统阶段

到了 20 世纪 60 年代中期, 计算机不仅用于科学计算, 还大量用于信息处理。硬件上已经有了可直接存取的存储设备(如磁盘), 软件上出现了操作系统。在这个阶段, 数据以文件形式存储在外存上, 由操作系统中的文件系统统一管理, 按名存取。这就使得程序与数据可以分离, 程序与数据之间有了一定的独立性。不同应用程序可以共享一组数据, 实现了数据以文件为单位的共享, 文件系统阶段应用程序与数据的关系如图 1-3 所示。

例如, 同样是分别编写程序求出 10 个数的最大值和最小值。采用文件系统管理, 可以将这 10 个数存放在一个文本文件(如 data.txt)中, 在 Windows 的附件程序记事本中可以编辑文本文件, 如图 1-4 所示。然后, 由应用程序从该文件中获得数据, 实现数据共享。具体的 C 语言程序如图 1-5 所示。此外, 如果想继续求出另外 10 个数的最大值或最小值, 不需改变程序, 只需修改文本文件中的数据即可, 使得程序与数据具有一定的独立性。

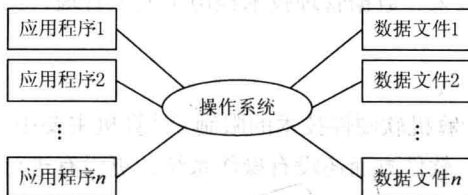


图 1-3 文件系统阶段应用程序与数据的关系

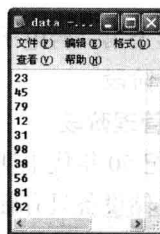


图 1-4 data.txt 文本文件

/*程序 3: 求文件中 10 个数的最大值*/

```
#include<stdio.h>
#include<limits.h>
main()
{
    int i, x, max=INT_MIN;
    FILE *fp;
    fp=fopen("e:\data.txt", "r");    /*打开文件*/
    for(i=0;i<10;i++)
    {
        fscanf(fp, "%d", &x);
        if(max<x)    max=x;
    }
    printf("最大值为%d", max);
    fclose(fp);    /*关闭文件*/
}
```

/*程序 4: 求文件中 10 个数的最小值*/

```
#include<stdio.h>
#include<limits.h>
main()
{
    int i, x, min=INT_MAX;
    FILE *fp;
    fp=fopen("e:\data.txt", "r");    /*打开文件*/
    for(i=0;i<10;i++)
    {
        fscanf(fp, "%d", &x);
        if(min>x)    min=x;
    }
    printf("最小值为%d", min);
    fclose(fp);    /*关闭文件*/
}
```

图 1-5 文件系统阶段应用程序与数据处理程序示例

从这个例子可以看出,在文件系统阶段,数据可以长期保存,由文件系统统一管理。但由于文件中只保存了数据,并未存储数据的结构信息,导致读取文件数据的操作必须在程序中实现,从而使程序与数据之间的独立性仍然有局限性,数据不能完全脱离程序。

3. 数据库系统阶段

到了 20 世纪 60 年代后期,随着计算机应用的日益广泛,数据管理的规模越来越大,为了解决数据的独立性问题,实现数据的统一管理,达到数据共享的目的,数据库技术应运而生,使数据管理进入了数据库系统阶段。数据库系统阶段应用程序与数据的关系通过数据库管理系统实现,如图 1-6 所示。数据库系统提供了对数据更高级、更有效的管理,使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。

例如,同样是求 10 个数的最大值和最小值。采用数据库系统方式实现时,可以将这 10 个数存放在 Access 数据库的一个 data 表(见图 1-7)中,然后通过 Access 数据库管理系统提供的标准化的查询语句就能够得出结果。

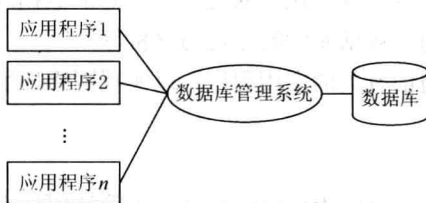


图 1-6 数据库系统管理阶段应用程序与数据的关系

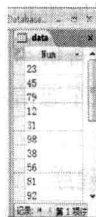


图 1-7 数据库表中的数据

求最大值的标准化查询语句为:

Select Max (Num) From data

求最小值的标准化查询语句为:

Select Min (Num) From data

从这个例子可以看出,在数据库系统阶段,数据库中不仅保存了数据,还保存了数据表的结构信息(如 Num),程序中可以不用考虑数据的存取问题,具体的工作由数据库管理系统完成。只有数据库系统阶段,数据才真正实现了独立和共享。

随着数据库技术的发展和科学技术的不断进步,各个行业领域对数据库技术提出了更多的需求,除了传统的数据库系统(层次数据库系统、网状数据库系统和关系数据库系统)之外,还出现了分布

式数据库系统、并行数据库系统、面向对象数据库系统、多媒体数据库系统等多种数据库系统。

1.3 数据库系统的组成

数据库系统 (DataBase System, DBS) 是指引入数据库技术后的计算机系统。数据库系统实际上是一个集合体, 除了计算机硬件系统和操作系统外, 还包括数据库、数据库管理系统、应用程序、相关人员等组成, 如图 1-8 所示。

1. 数据库

数据库 (DataBase, DB) 是按照一定方式组织起来的有联系、可共享的数据集合。数据库中的数据按照一定的数据模型进行组织、描述和存储, 能够被多个用户共享, 并独立于应用程序。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是数据库系统的核心软件, 是在操作系统的支持下工作, 为用户提供使用数据库的界面。DBMS 的基本功能如下。

(1) 数据定义功能。DBMS 提供了数据定义语言 (Data Description Language, DDL) 供用户定义数据库的结构、数据之间的联系等。

(2) 数据操纵功能。DBMS 提供了数据操纵语言 (Data Manipulation Language, DML) 来完成用户对数据库提出的各种要求, 以实现数据库的插入、修改、删除、检索等基本操作。

(3) 数据库运行控制功能。DBMS 提供了数据控制语言 (Data Control Language, DCL) 来实现对数据库的并发控制、安全性检查、完整性约束等功能。

(4) 数据库维护功能。DBMS 提供了一些实用程序, 用于对已经建立好的数据库进行维护, 包括数据库的备份与恢复、数据库的重组与重构、数据库性能监视与分析等。

(5) 数据库通信功能。DBMS 还提供了与通信有关的实用程序, 以实现网络环境下的数据通信功能。

3. 应用程序

应用程序是指利用各种开发工具开发的满足特定应用环境的程序。不管使用什么数据库管理系统和开发工具, 应用程序的运行模式主要分为两种: 客户机/服务器 (C/S) 模式和浏览器/服务器 (B/S) 模式。

腾讯 QQ 软件、股票系统等都是 C/S 模式。在客户机上需要安装专门的应用程序, 后台的数据库主要完成数据的管理工作。用来开发客户端应用程序的开发工具很多, 如 Visual Basic、Visual C++、Delphi 等。

Internet 上的网络购物系统、火车票订票系统等都是 B/S 模式。在客户机上只需要安装浏览器 (如 Internet Explorer), 通过浏览器进行访问。但在 B/S 模式下需要开发 Web 应用程序, Web 应用程序的开发技术主要有 ASP、PHP、JSP、ASP.NET 等。

4. 相关人员

相关人员主要有数据库管理员、应用程序开发人员、最终用户 3 类。

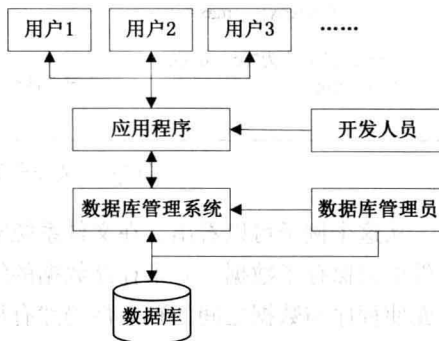


图 1-8 数据库系统的组成

- 数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA) 负责确定数据库的存储结构和存取策略, 定义数据库的安全性要求和完整性约束条件, 监控数据库的使用和运行。
- 应用程序开发人员负责应用程序的需求分析, 数据库概要设计, 编写访问数据库的应用程序。
- 最终用户通过应用程序的接口或数据库查询语言访问数据库。

1.4 数据库系统的特点

数据库系统具有数据结构化、共享性高且冗余度低、独立性高、数据统一管理等特点。

1. 数据结构化

数据库系统实现了整体数据的结构化, 数据按一定的结构形式存储在数据库中, 而且数据之间是有联系的。数据库中的数据不再仅针对某个应用, 而是面向整体。

2. 数据共享性高且冗余度低

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, 因此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

数据独立性是指数据和应用程序之间的独立性。把数据的定义从程序中分离出去, 并且数据的存取由 DBMS 来负责, 使开发人员可以把精力放在应用程序的编写上, 从而大大减少应用程序的维护和修改。数据独立性包括逻辑独立性和物理独立性。

逻辑独立性是指用户的应用程序与数据的总体逻辑结构是相互独立的, 即当数据的总体逻辑结构改变时, 只要局部逻辑结构不变, 那么应用程序就可以不变。例如, 增加新的数据项、增加或删除数据之间的联系, 都不必修改原有的应用程序。

物理独立性是指当数据的物理存储结构改变时, 数据的逻辑结构不会改变, 从而应用程序也不必改变。例如, 当改变数据库的存储位置时 (存到另一个磁盘上), 不必修改原有的应用程序。

4. 数据由 DBMS 统一管理和控制

DBMS 负责数据的安全性控制、数据的完整性检查、数据库的并发访问控制、数据库的故障恢复等功能。

1.5 数据库系统的内部体系结构

数据库系统的内部体系结构是三级模式和二级映射结构, 如图 1-9 所示。三级模式分别是外模式、概念模式和内模式, 二级映射分别是外模式到概念模式的映射和概念模式到内模式的映射。

1. 数据库系统的三级模式

(1) 外模式。外模式也称为子模式或用户模式, 它是数据库用户 (包括应用程序开发人员和最终用户) 能够看见和使用的局部数据逻辑结构的描述, 是与某一应用程序相关的数据的逻辑表示。针对不同的用户需求, 一个概念模式可以有若干个外模式。

(2) 概念模式。概念模式也称为逻辑模式, 它是数据库中全局数据逻辑结构的描述, 是所有用户 (或应用程序) 的公共数据视图。它不涉及具体的硬件环境与平台, 也与具体的软件环境无关。

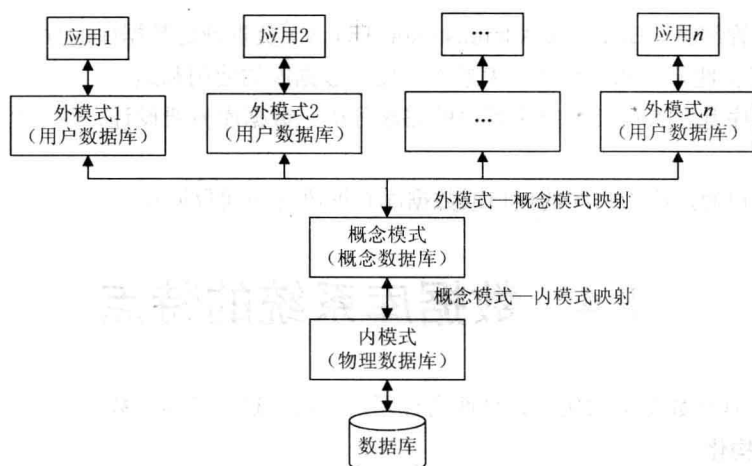


图 1-9 数据库系统的内部体系结构

(3) 内模式。内模式又称为存储模式或物理模式，它是对数据库物理结构和存储方法的描述，是数据在存储介质上的保存方式。内模式对一般用户是透明的，通常不需要关心内模式的具体实现细节，但它的设计会直接影响到数据库的性能。

数据库系统的三级模式反映了 3 个不同的环境及要求，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；概念模式处于中间层，它反映了设计者的数据全局逻辑要求；而外模式处于最外层，它反映了用户对数据的要求。一个数据库只有一个内模式，但可以有多个外模式。

2. 数据库系统的二级映射

(1) 外模式到概念模式的映射。外模式到概念模式的映射定义了外模式与概念模式之间的对应关系。外模式是用户的局部模式，而概念模式是全局模式。当概念模式发生改变时，由数据库管理员负责改变相应的映射关系，从而使外模式保持不变，也就没有必要修改应用程序，保证了数据的逻辑独立性。

(2) 概念模式到内模式的映射。概念模式到内模式的映射定义了数据的全局逻辑结构与物理存储结构间的对应关系。当数据库的存储结构发生改变时，由数据库管理员负责改变相应的映射关系，可以使概念模式保持不变，从而保证了数据的物理独立性。

1.6 数据模型

数据模型描述的是数据库中数据的组织形式，是设计数据库系统的核心。

1.6.1 数据模型中的相关概念

1. 实体

客观存在并可相互区别的事物称为实体。实体可以是具体的人、事、物，也可以是抽象的概念或联系。例如，一个学生、一名教师、一门课程、一本书、一场比赛等。

2. 属性

描述实体的特性称为属性。一个实体可以由若干个属性来刻画，如一个学生实体有学号、姓

名、性别、出生日期、班级等方面的属性。属性的具体取值称为属性值。例如，某一个男学生实体的“性别”属性的属性值应是“男”。

3. 实体集

同类型实体的集合称为实体集。例如，对于“学生”实体来说，全体学生就是一个实体集；对于“课程”实体来说，学校开设的所有课程也是一个实体集。

4. 实体之间的联系

实体之间的联系是指两个不同实体集之间的联系。实体集 A 与实体集 B 之间的联系可分为 3 种类型。

(1) 一对一联系 (1:1)。实体集 A 中的一个实体最多与实体集 B 中的一个实体相对应，反之亦然，则称实体集 A 与实体集 B 之间是一对一联系。例如，一个班级只有一位班长，而一个班长也只能管理一个班级，所以班级和班长两个实体集是一对一联系。

(2) 一对多联系 (1:n)。对于实体集 A 中的一个实体，实体集 B 中有多个实体与之对应；反之，对于实体集 B 中的每一个实体，实体集 A 中最多只有一个实体与之对应，则称实体集 A 与实体集 B 之间是一对多联系。例如，一个班级有多个学生，而一个学生只能属于一个班级，所以班级和学生两个实体集是一对多联系。

(3) 多对多联系 (m:n)。对于实体集 A 中的每一个实体，实体集 B 中有多个实体与之对应；反之，对于实体集 B 中的每一个实体，实体集 A 中也有多个实体与之对应，则称实体集 A 与实体集 B 之间是多对多联系。例如，一个学生可以选修多门课程，而一门课程可以被多名学生选修，所以学生和课程两个实体集是多对多联系。

5. E-R 图

E-R (Entity-Relationship, 实体-联系) 方法是最广泛使用的数据库设计方法，该方法使用 E-R 图来描述现实世界中实体及实体之间的联系。E-R 图使用 3 种图形来描述实体、属性和联系，如图 1-10 所示。

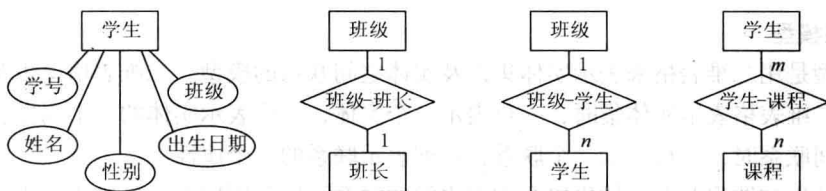


图 1-10 E-R 图示例

(1) 实体：用矩形表示，矩形内写上实体的名称。

(2) 属性：用椭圆表示，椭圆内写明属性名，并用连线将其与对应的实体连接起来。

(3) 联系：用菱形表示，菱形内写明联系名，并用连线分别与有关的实体连接起来，同时标注上联系的类型。

1.6.2 数据模型分类

目前常用的数据模型有 3 种：层次模型、网状模型和关系模型。

1. 层次模型

按照层次结构的形式组织数据的数据模型，用树形结构表示实体之间的联系，具有如下两个

特点:

- (1) 有且仅有一个根结点 (没有双亲的结点);
- (2) 除根结点之外的其他结点有且只有一个双亲结点。

层次模型只能反映实体间的一对多的联系, 具有层次清晰、构造简单、处理方便等优点, 但不能表示含有多对多联系的复杂结构。图 1-11 所示为院系数据库的层次结构, 树根为院系, 每一个院系都有自己的教师、学生以及开设的课程。

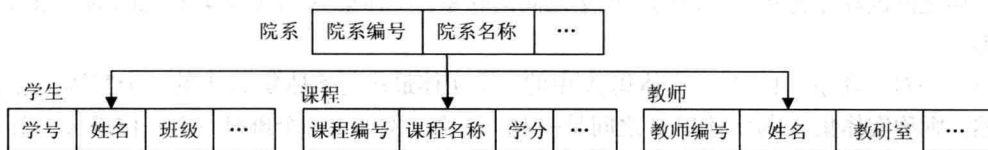


图 1-11 层次模型示例

2. 网状模型

按照网状结构组织数据的数据模型, 易于实现实体间多对多的联系, 具有如下两个特点:

- (1) 允许一个以上的结点没有双亲结点;
- (2) 一个结点可以有多个双亲结点。

网状模型能更好地描述现实世界, 但结构复杂, 用户不容易掌握。图 1-12 所示为教师、学生、课程 3 个实体之间的联系。由于教师要讲授课程, 而学生要学习课程, 所以教师和学生都与课程有联系。

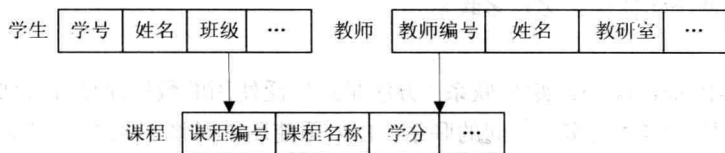


图 1-12 网状模型示例

3. 关系模型

关系模型是用二维表格来表示实体集以及实体之间联系的模型。二维表格由表头和若干行数据组成。用二维表格表示实体集时, 一行表示一个实体, 一列表示实体的一个属性; 用二维表格表示实体之间联系时, 一行表示一个联系, 一列表示联系的一个属性。

例如, 学生和课程两个实体集以及它们之间的联系可以分别用 3 个二维表格表示, 用关系模式表示如下。

- 学生实体集: 学生表 (学号, 姓名, 性别, 出生日期, 班级, 照片, ...)
- 课程实体集: 课程表 (课程编号, 课程名称, 学时, 学分, 开课状态)
- 学生-课程的联系: 选课成绩表 (学号, 课程编号, 成绩, 学年, 学期)

表 1-1 所示为课程实体集的部分课程信息, 表中一行表示一门课程, 一列对应一个属性。其他实体集和联系的详细信息将在后续章节中详细介绍。

表 1-1

课程表

课程编号	课程名称	学 时	学 分	开课状态
00600611	数据库应用	56	3.5	True
00600610	大学英语 1 级	64	4	False