

Broadview  
www.broadview.com.cn

全国计算机等级考试教程

(新大纲版)

# Visual FoxPro 数据库程序设计 (二级)

**标准、实用、严谨**

《全国计算机等级考试教程》丛书编委会 主编  
马希荣 王毓珠 张立新 夏云龙 编著

解决考什么——紧紧依据考试大纲，精讲考试重点、难点  
解决怎么考——透彻深入解析例题，整体把握考试形式  
立足笔试特点——综合历年经典试题，强化笔试自我训练



立足上机操作——附送“超级模拟软件”，真实感受上机环境



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

# 全国计算机等级考试教程

## Visual FoxPro

# 数据库程序设计（二级）

（新大纲版）

《全国计算机等级考试教程》丛书编委会 主编

马希荣 王毓珠 张立新 夏云龙 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书根据 2004 年教育部考试中心公布的《全国计算机等级考试大纲二级 (Visual FoxPro 数据库程序设计)》要求,以 Visual FoxPro 6.0 为背景,介绍了关系数据库管理系统基础理论及应用系统开发技术。为配合考生应考,本书紧扣辅导教材和考试大纲,知识点概括精练,内容循序渐进、深入浅出。每一章都给出了大量的实例,通过经典例题对重点和难点加以透彻分析、归纳总结,同时,每章后面都附有面广、量大的自测题,便于读者巩固所学知识。通过本书的学习,可以使读者轻松地学会如何使用 Visual FoxPro 进行数据管理及应用程序的开发。

本书特别适合作为全国计算机等级考试 Visual FoxPro 数据库程序设计 (二级) 的教材和参考书,也适合作为相关计算机专业课程的教材或教学辅导书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

二级 Visual FoxPro 数据库程序设计: 新大纲版 / 马希荣等编著. —北京: 电子工业出版社, 2005.1  
全国计算机等级考试教程  
ISBN 7-121-00616-2

I. 二… II. 马… III. 关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro—程序设计—水平考试—自学参考资料  
IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 125448 号

责任编辑: 毕 宁 bn@phei.com.cn

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 405 千字

印 次: 2005 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 7000 册 定价: 28.00 元 (含光盘 1 张)



凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。  
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

# 本书导读

(本导读用于说明学习顺序, 图中例子仅作为示意用)

## 内容及考核知识点

- ☑ 五种基本数据类型
- ☑ 常数的类型及其表示
- ☑ 变量的定义及初始化
- ☑ 运算符的优先级和结合性
- ☑ 表达式及其求值规则
- ☑ 数据的输入与输出

概括学习内容和知识点

学习环节

精解内容和相关知识

关注考什么

## 3.5 表达式

表达式是程序中使用最频繁、最大量出现的计算手段, 程序中要求计算机进行某种计算或运算主要是通过表达式实现的。不同的表达式进行不同的运算, 达到不同的目的。

### 3.5.1 算术表达式

算术表达式用+, -, \*, /, %, ++, --等运算符连接数值型的运算量来完成数值计算的功能。其中, %只能用于 int 型或 char 型。

#### 重点

- 算术运算符中, %只能对整型运算量施加运算。在计算两个整数的余数时, 余数的符号与被除数相同。例如,  $3\%(-2)=1$ ,  $-3\%2=-1$ ,  $3\%2=1$ ,  $-3\%(-2)=1$ 。
- 计算算术表达式的值时, 运算符的优先级和结合性十分重要。例如:  

```
int a=3;
printf("%d\n", ++a++a);
```

的输出为-1, 因为在计算表达式 $++a++a$ 时, 先进行 $++a$ 的运算, 然后再进行 $--$ 运算, 而且第一个 $a$ 被自加后将影响第二个 $a$ 的值。

#### 难点

- 在C语言中, 整数有多种类型。在类型转换时, 同一个数可能会产生不同的值。例如, unsigned a=32768 转换成 int 型时, 将变成-32768; int a=-1 转换成 unsigned 型时将变成 65535。

总结

## 考点

- 基本数据类型及其长度限制。
- 不同类型常数的书写和识别。
- 变量的定义和初始化。
- 运算符的优先级和结合性。
- 各种表达式的书写和求值。
- 赋值表达式和赋值语句的区别。
- 正确进行数据的输入和输出。

例题

## 3.8 练习题

### 一、选择题

1. 已知字母A的ASCII码为十进制的65, 下面的程序输出是\_\_\_\_\_。

```
main()
{
    char ch1, ch2;
    ch1='A'+5*3;
    ch2='A'+6*3;
    printf("%d,%c\n", ch1, ch2);
}
```

- A) 67.D B) B.C C) D.D D) 不确定的值
2. 设 int 型占 2 字节, 则 unsigned int 所能表示的数据范围是\_\_\_\_\_。
- A) 0~65535 B) -32768~32767 C) 1~65536 D) 0~32767

做练习

## 3.7 例题解析

### 一、选择题

1. C语言中允许的基本数据类型包括\_\_\_\_\_。 【答案】B

- A) 整型、实型、逻辑型  
B) 整型、实型、字符型  
C) 整型、字符型、逻辑型  
D) 整型、实型、逻辑型、字符型

2. C语言中能用八进制表示的数据类型是\_\_\_\_\_。

- A) 字符型、整型 B) 整型、实型  
C) 字符型、实型、双精度型  
D) 字符型、整型、实型、双精度型

【解析】C语言中允许的基本数据类型有五类, 即字符型 char、整型 int、浮点型 float、双精度型 double 和无度类型 void。而浮点型和双精度型都是实型, 特别地 C 语言没有逻辑型。

【答案】A

【解析】C 语言规定, 只有字符型和整型数据才能用十进制、八进制或十六进制表示, 而浮点型和双精度型数据只能用十进制表示。

模拟

笔试

掌握考试形式

典型题目分析

## 12.1 笔试模拟试卷(一)

### 12.1.1 全国计算机等级考试二级笔试试卷

基础部分和 C 语言程序设计  
(考试时间 120 分钟, 满分 100 分)

### 一、选择题

总结历年考题, 模拟笔试内容

模拟上机

## 全国计算机等级考试 考试登录

准考证号: \_\_\_\_\_  
考生姓名: \_\_\_\_\_  
身份证号: \_\_\_\_\_

运行模拟软件, 感受上机考试

备考环节

## 丛 书 编 委 会

顾问：刘瑞挺

主编：边莫英

电子工业出版社计算机图书事业部（北京博文视点资讯有限公司）

编委（以姓氏笔画为序）：

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁玄功 | 万振凯 | 于 健 | 于晓华 | 马希荣 |
| 王正明 | 王洪权 | 王温君 | 王毓珠 | 王慧芳 |
| 叶 华 | 刘 洋 | 孙华志 | 孙 锋 | 曲建民 |
| 张立新 | 张 炜 | 张海涛 | 李兰友 | 李 军 |
| 李 辉 | 李 楹 | 邵秀丽 | 陈慰国 | 范俊弟 |
| 姜丽芬 | 赵 喆 | 郝嘉林 | 夏云龙 | 高福成 |
| 梁 妍 | 韩其睿 | 鲁声清 | 潘旭华 |     |

# 出版说明

## 关于丛书

《全国计算机等级考试教程》自 2001 年首次推出以来，历经多次改版和修订，受到了广大读者的普遍欢迎，特别是得到了考生们的一致推崇。本次修订是根据 2004 年教育部考试中心颁布的《全国计算机等级考试大纲》编写而成的。

作为出版者，我们深深感到，只有真正好的作品才能“一石激起千层浪”。综观现在的等考书籍市场，鱼龙混杂，相当一部分的小出版商只顾卖书的眼前利益，利欲熏心，毫无社会责任感，出版了一大批内容质量低下，错误百出，印装粗糙，胡乱定价的等考书籍。购买这样的书籍去准备考试，结果可想而知，很多考生深受其害，以至屡战屡败。

回想我们在本套丛书历次修订出版时定下的原则——“标准、实用、严谨”，我们为付出的是无数次的挑灯夜战，与作者并肩上阵，仔细推敲，反复修改，目标是推出一套切实能为广大考生服务的等考用书。小而言之，是为考生考试过关；大而言之，考生通过优秀的书籍增长了知识，提高了自身的资质，进而可以获得更理想的工作与职位，实现更大的人生价值，这样的间接影响恐怕是无法度量的。因此，作为出版者，我们把对社会价值的理解落实在我们与考生之间坚不可摧的关系上，因为我们与考生有着同样深刻的共识，那就是：知识改变命运。

当然，我们仍然保持着奉献的激情，并坚定着一个始终不渝的追求——精益求精。

为了更好地为考生服务，经过深入调研，我们在 2004 年新大纲的基础上推出了新版系列。在这个版本中：

- 因应新大纲的内容，做了增、删、改等调整；
- 修订了部分内容，在新大纲的基础上扩充了部分相关知识，以满足目前相关专业课教学的需要；
- 综合读者反馈和自查，修改了以前历次版本中发现的错漏之处。

因此，本套丛书突出强调了以下几个特点：

1. 解决考什么——紧紧依据考试大纲，精讲考试重点、难点
  2. 解决怎么考——透彻深入解析例题，整体把握考试形式
  3. 立足笔试特点——综合历年经典试题，强化笔试自我训练
  4. 立足上机操作——提供无忧公司出品的“超级模拟软件”，真实感受上机环境
- 我们真诚希望，考生凭借本套丛书，能轻松通过考试，实现自己的目标。

## 本书的主要内容和读者对象

等级考试二级中的公共基础知识部分放在本套丛书中的《公共基础知识（二级）》一书中集中介绍，本书中只包含程序设计部分，不包含公共基础知识部分内容，但模拟试卷包含了所有部分的模拟题。

本书包括数据库系统概述，Visual FoxPro 数据库的概述和基本操作，关系数据库标准语言 SQL，Visual FoxPro 项目管理器、设计器和向导的使用，Visual FoxPro 程序设计，以及上机考试指导。本书每章都指出了重点和难点，并配有例题解析、练习题。最后一章提供了笔试和上机模拟试题。附录 A 为练习题答案。

本书适合作为全国计算机等级考试 Visual FoxPro 数据库程序设计（二级）的教材和参考书，也适合于作为相关计算机专业课程的教材或教学辅导书。

## 关于作者

本丛书编委会由长期在计算机教育和等级考试培训领域一线的专家、教授组成，他们有非常丰富的教学经验，能准确把握考试要点和难点，了解考生在学习中会遇到的诸多问题，因此全书内容的安排有非常强的针对性，读者掌握了全书的内容就一定能通过考试。

本书第 1 章、第 2 章、第 7 章和第 8 章由马希荣编写，第 3 章和第 5 章由王毓珠编写，第 4 章由张立新编写，第 6 章由夏云龙编写。此外，孙华志、梁妍、张颖、于晓华、穆艳玲、张淼、张运杰、张建群、陈立君、唐召东、杨丽娜、高翔等同志也参与了本书的资料收集和程序调试工作。全书由马希荣统稿。

## 反馈

如果在阅读和学习的过程中，读者发现有叙述不清或有疑问的地方，可与我们联系。

由于水平有限和时间仓促，书中难免存在疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。对书中内容的勘误，读者可上 [www.broadview.com.cn](http://www.broadview.com.cn) 网站进行查阅。同时，为进一步鼓励读者积极参与对本书的勘误，我们将对首先发现错误的读者或提供重大建设性意见和建议的读者，赠送纪念品。

问题及意见反馈请发往：

（100036）北京万寿路 173 信箱电子工业出版社 计算机图书事业部 收  
或通过电子邮件：

[editor@broadview.com.cn](mailto:editor@broadview.com.cn) [jsj@phei.com.cn](mailto:jsj@phei.com.cn)

电子工业出版社计算机图书事业部  
（北京博文视点资讯有限公司）

# 目 录

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 第 1 章 数据库系统概述                       | 1  |
| 1.1 数据库基本概念                         | 1  |
| 1.1.1 数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统          | 1  |
| 1.1.2 数据管理技术的发展                     | 2  |
| 1.1.3 数据库系统的发展                      | 3  |
| 1.1.4 数据库系统的组成                      | 3  |
| 1.1.5 数据库系统的特点                      | 5  |
| 1.1.6 数据库系统的结构                      | 5  |
| 1.2 数据模型                            | 7  |
| 1.2.1 层次模型                          | 7  |
| 1.2.2 网状模型                          | 8  |
| 1.2.3 关系模型                          | 9  |
| 1.3 关系数据库                           | 10 |
| 1.3.1 关系数据库的基本概念                    | 10 |
| 1.3.2 关系运算                          | 11 |
| 1.3.3 关系的完整性                        | 11 |
| 1.4 面向对象程序设计的概念                     | 12 |
| 1.4.1 对象、属性、事件和方法                   | 12 |
| 1.4.2 类、子类 and 封装                   | 13 |
| 1.5 例题解析                            | 13 |
| 1.6 练习题                             | 19 |
| 第 2 章 Visual FoxPro 系统概述            | 23 |
| 2.1 Visual FoxPro 数据库系统的特点          | 23 |
| 2.2 启动和退出 Visual FoxPro 6.0         | 24 |
| 2.2.1 启动 Visual FoxPro 6.0          | 24 |
| 2.2.2 Visual FoxPro 6.0 工作环境        | 24 |
| 2.2.3 退出 Visual FoxPro 6.0          | 25 |
| 2.3 Visual FoxPro 的可视化管理工具          | 26 |
| 2.3.1 项目管理器                         | 26 |
| 2.3.2 向导 (Wizards)                  | 26 |
| 2.3.3 设计器 (Designers)               | 27 |
| 2.3.4 生成器 (Builders)                | 28 |
| 2.3.5 Visual FoxPro 的类、对象、属性、事件及其方法 | 28 |
| 2.4 Visual FoxPro 6.0 的文件类型         | 29 |
| 2.4.1 数据库文件                         | 29 |

|       |                               |    |
|-------|-------------------------------|----|
| 2.4.2 | 文档文件                          | 29 |
| 2.4.3 | 程序文件                          | 30 |
| 2.5   | VFP 的工作方式及 VFP 程序的建立、编辑和运行    | 31 |
| 2.5.1 | Visual FoxPro 6.0 的工作方式       | 31 |
| 2.5.2 | Visual FoxPro 6.0 程序的建立、编辑和运行 | 32 |
| 2.6   | 常量、变量和数组                      | 33 |
| 2.6.1 | 常量                            | 33 |
| 2.6.2 | 变量                            | 33 |
| 2.6.3 | 数组                            | 35 |
| 2.7   | 表达式与运算符                       | 36 |
| 2.7.1 | 数值表达式                         | 36 |
| 2.7.2 | 字符表达式                         | 36 |
| 2.7.3 | 日期表达式                         | 36 |
| 2.7.4 | 关系表达式                         | 36 |
| 2.7.5 | 逻辑表达式                         | 37 |
| 2.8   | 常用函数及应用                       | 37 |
| 2.8.1 | 数值型函数                         | 38 |
| 2.8.2 | 字符型函数                         | 38 |
| 2.8.3 | 日期函数                          | 40 |
| 2.8.4 | 转换函数                          | 40 |
| 2.8.5 | 测试函数                          | 42 |
| 2.9   | 例题解析                          | 43 |
| 2.10  | 练习题                           | 50 |
| 第 3 章 | Visual FoxPro 数据库的基本操作        | 55 |
| 3.1   | 数据库的建立与使用                     | 55 |
| 3.1.1 | 数据库相关概念                       | 55 |
| 3.1.2 | 建立数据库                         | 55 |
| 3.1.3 | 使用数据库                         | 57 |
| 3.2   | 数据库表的建立与基本操作                  | 59 |
| 3.2.1 | 表结构的建立与修改                     | 59 |
| 3.2.2 | 表记录的浏览与维护                     | 62 |
| 3.2.3 | 设定字段级规则和记录级规则                 | 65 |
| 3.2.4 | 表的索引                          | 67 |
| 3.2.5 | 自由表的操作                        | 70 |
| 3.3   | 多表操作                          | 71 |
| 3.3.1 | 选择工作区                         | 71 |
| 3.3.2 | 建立表间关系                        | 72 |
| 3.4   | 建立视图与数据查询                     | 76 |
| 3.4.1 | 查询                            | 76 |
| 3.4.2 | 视图                            | 82 |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 3.4.3 查询与视图的区别 .....             | 84         |
| 3.5 例题解析 .....                   | 85         |
| 3.6 练习题 .....                    | 90         |
| <b>第4章 关系数据库标准语言 SQL</b> .....   | <b>96</b>  |
| 4.1 SQL 的数据定义功能 .....            | 96         |
| 4.1.1 表的定义 (CREATE TABLE) .....  | 96         |
| 4.1.2 表结构的修改 (ALTER TABLE) ..... | 98         |
| 4.1.3 表的删除 (DROP TABLE) .....    | 99         |
| 4.2 SQL 的数据修改功能 .....            | 99         |
| 4.2.1 删除 (DELETE) .....          | 100        |
| 4.2.2 插入 (INSERT) .....          | 100        |
| 4.2.3 更新 (UPDATE) .....          | 101        |
| 4.3 SQL 的数据查询功能 .....            | 101        |
| 4.3.1 简单查询 .....                 | 103        |
| 4.3.2 嵌套查询 .....                 | 104        |
| 4.3.3 联接查询 .....                 | 105        |
| 4.3.4 分组与计算查询 .....              | 108        |
| 4.3.5 集合的并运算 .....               | 109        |
| 4.4 SQL SELECT 的几个选项 .....       | 110        |
| 4.4.1 排序 .....                   | 110        |
| 4.4.2 显示部分结果 .....               | 110        |
| 4.4.3 将查询结果存放到数组中 .....          | 111        |
| 4.4.4 将查询结果存放到临时文件中 .....        | 111        |
| 4.4.5 将查询结果存放到永久表中 .....         | 111        |
| 4.4.6 将查询结果存放到文本文件中 .....        | 111        |
| 4.4.7 将查询结果直接输出到打印机 .....        | 111        |
| 4.5 例题解析 .....                   | 111        |
| 4.6 练习题 .....                    | 128        |
| <b>第5章 项目管理器、设计器和向导的使用</b> ..... | <b>131</b> |
| 5.1 项目管理器的功能及使用 .....            | 131        |
| 5.1.1 项目管理器的功能 .....             | 131        |
| 5.1.2 项目管理器的使用 .....             | 131        |
| 5.2 表单设计器的功能和使用 .....            | 136        |
| 5.2.1 表单设计器的功能 .....             | 136        |
| 5.2.2 表单设计器的使用 .....             | 137        |
| 5.3 菜单设计器的功能和使用 .....            | 140        |
| 5.3.1 菜单设计器的功能 .....             | 140        |
| 5.3.2 菜单设计器的使用 .....             | 141        |
| 5.4 报表设计器的功能和使用 .....            | 145        |
| 5.4.1 报表设计器的功能和内容 .....          | 145        |

|              |                                 |            |
|--------------|---------------------------------|------------|
| 5.4.2        | 报表设计器的使用 .....                  | 146        |
| 5.5          | 应用程序向导的功能和使用 .....              | 151        |
| 5.5.1        | 应用程序向导的功能 .....                 | 151        |
| 5.5.2        | 应用程序向导的使用 .....                 | 151        |
| 5.6          | 例题解析 .....                      | 155        |
| 5.7          | 练习题 .....                       | 161        |
| <b>第 6 章</b> | <b>Visual FoxPro 程序设计 .....</b> | <b>167</b> |
| 6.1          | 程序文件的创建与运行 .....                | 167        |
| 6.1.1        | 程序文件的创建与运行 .....                | 167        |
| 6.1.2        | 简单的交互式输入输出命令 .....              | 169        |
| 6.1.3        | 应用程序的调试与执行 .....                | 172        |
| 6.2          | 结构化程序设计 .....                   | 174        |
| 6.2.1        | 顺序结构程序设计 .....                  | 175        |
| 6.2.2        | 选择结构程序设计 .....                  | 175        |
| 6.2.3        | 循环结构程序设计 .....                  | 177        |
| 6.3          | 过程与过程调用 .....                   | 181        |
| 6.3.1        | 子程序的设计与调用 .....                 | 181        |
| 6.3.2        | 过程与过程文件 .....                   | 183        |
| 6.3.3        | 作用域 .....                       | 183        |
| 6.4          | 程序设计实例 .....                    | 185        |
| 6.4.1        | 程序设计的过程 .....                   | 185        |
| 6.4.2        | 设计实例 .....                      | 185        |
| 6.4.3        | 使程序更可靠 .....                    | 189        |
| 6.4.4        | 使用过程与函数 .....                   | 190        |
| 6.5          | 例题解析 .....                      | 191        |
| 6.6          | 练习题 .....                       | 207        |
| <b>第 7 章</b> | <b>上机考试环境 .....</b>             | <b>216</b> |
| 7.1          | 上机考试说明 .....                    | 216        |
| 7.2          | 上机考试系统介绍 .....                  | 216        |
| 7.2.1        | 上机考试环境介绍 .....                  | 216        |
| 7.2.2        | 登录步骤 .....                      | 217        |
| 7.2.3        | 查看考题与答题 .....                   | 218        |
| 7.2.4        | 考后交卷过程 .....                    | 220        |
| 7.3          | 考题查阅窗口介绍 .....                  | 221        |
| 7.3.1        | 基本操作题 .....                     | 221        |
| 7.3.2        | 简单应用题 .....                     | 221        |
| 7.3.3        | 综合应用题 .....                     | 222        |
| 7.4          | 例题解析 .....                      | 222        |
| 7.4.1        | 基本操作题 .....                     | 222        |
| 7.4.2        | 简单应用题 .....                     | 229        |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 7.4.3 综合应用题.....                    | 232        |
| 7.5 练习题.....                        | 234        |
| <b>第 8 章 模拟考试题</b> .....            | <b>237</b> |
| 8.1 笔试模拟试卷（Visual FoxPro 程序设计）..... | 237        |
| 8.2 上机考试模拟试卷.....                   | 246        |
| <b>附录 A 练习题答案</b> .....             | <b>249</b> |

# 第 1 章 数据库系统概述

## 内容及考核知识点

- ☒ 数据库基本概念：数据库、数据模型和数据库管理系统
- ☒ 关系数据库基本概念：关系模型、关系模式、关系、元组、属性、域、主关键字和外部关键字
- ☒ 关系运算：选择、投影和连接
- ☒ 数据的一致性和完整性：实体完整性、域完整性和参照完整性
- ☒ 面向对象程序设计概念：类、对象、属性、事件和方法

## 1.1 数据库基本概念

信息在现代社会中起着越来越重要的作用，信息资源的开发和利用水平已成为衡量一个国家综合国力的重要标志。在计算机应用领域中，数据处理是其主要方面。数据库技术就是作为数据处理中的一门技术而发展起来的。

数据处理是指对各种形式的数据进行收集、存储、加工和传播的一系列活动的总和。其目的之一是从大量的、原始的数据中抽取并推导出对人们有价值的信息，以作为行动和决策的依据；二是为了借助计算机科学地保存和管理复杂的、大量的数据，以使人们能够方便而充分地利用这些信息资源。

数据库技术所研究的问题就是如何科学地组织和存储数据，如何高效地获取和处理数据。近年来，数据库技术和计算机网络技术的相互渗透、相互促进，已成为当今计算机领域发展迅速、应用广泛的两大领域。数据库技术不仅应用于事务处理，并且进一步应用到情报检索、人工智能、专家系统、计算机辅助设计等领域。

### 1.1.1 数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统

#### 1. 数据

数据是指存储在某一种媒体上能被识别的物理符号。数据的概念包括两个方面：其一是描述事物特性的数据内容；其二是存储在某一种媒体上的数据形式。由于描述事物特性必须借助一定的符号，这些符号就是数据形式。数据形式可以是多种多样的，例如，某人的出生日期是“1989 年 5 月 23 日”，当然也可以将该形式改写为“05/23/89”，但其含义并没有改变。

数据的概念在数据处理领域已经大大地拓宽了。数据不仅仅指数字、字母、文字和其他特殊字符组成的文本形式的数据，而且还包括图形、图像、动画、影像、声音等多媒体数据。

#### 2. 数据库

数据库可以看成是长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。

数据库可以直观地理解为存放数据的仓库，只不过这个仓库是在计算机的大容量存储器上，例如，硬盘就是一种最常见的计算机大容量存储设备；而且数据必须按一定的格式存放，因为它不仅需要存放，而且还要便于查找。

### 3. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DataBase Management System, 简称 DBMS) 是位于用户与操作系统之间的完成数据管理的系统软件。它的主要功能包括以下几个方面。

#### (1) 数据定义功能

提供“数据定义语言”(DDL), 用户通过它可以方便地对数据库中的相关内容进行定义。例如, 对数据库、表、索引进行定义。

#### (2) 数据操作功能

提供“数据操作语言”(DML), 支持用户对数据库中的数据进行查询、更新(包括增、删、改)等操作。

#### (3) 数据库运行控制功能

包括并发控制(即处理多个用户同时使用某些数据时可能产生的问题)、安全性检查、完整性约束条件的检查和执行、数据库恢复以及数据库的内部维护(例如, 索引的自动维护), 这是 DBMS 的核心部分, 所有数据库的操作都要在这些控制程序的统一管理下进行。

#### (4) 数据库的建立和维护功能

数据库的建立和维护功能包括数据库初始数据的输入、转换功能, 数据库的转储、恢复功能, 数据库的重新组织功能和性能监视、分析功能等。

### 4. 数据库系统

数据库系统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、数据库管理员和用户构成。

数据库的建立、使用、维护等工作只靠一个数据库管理系统(DBMS)远远不够, 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, 简称 DBA)。

## 1.1.2 数据管理技术的发展

计算机对数据的管理是指为数据的组织、分类、编码、存储、检索和维护提供操作手段。

与其他技术的发展一样, 计算机数据管理也经历了由低级到高级的发展过程。计算机数据管理随着计算机硬件、软件技术和计算机应用范围的发展而不断发展, 大致经历了如下三个阶段: 人工管理、文件系统和数据库系统三个阶段。

### 1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代以前, 计算机主要用于数值计算。从当时的硬件看, 外存只有纸带、卡片、磁带, 没有直接存取设备; 从软件看(实际上, 当时还未形成软件的整体概念), 没有操作系统及管理数据的软件; 从数据看, 数据量小, 数据无结构, 由用户直接管理, 且数据间缺乏逻辑组织, 数据依赖于特定的应用程序, 缺乏独立性。

### 2. 文件系统阶段

在 20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期, 硬件方面已有了磁盘、磁鼓等直接存取存储设备; 软件方面, 操作系统中已经有了专门的数据管理软件, 一般称为文件系统。

文件系统把数据组织成相互独立的数据文件, 用户可以对文件进行增、删、改的操作。文件系统实现了记录内的结构性, 但整体无结构。程序和数据之间由文件系统提供存取方法来转换, 从而使应用程序与数据之间有了一定的独立性。其数据面向特定的应用程序, 因此

数据共享性、独立性差，且冗余度大，管理和维护的代价也很大。

### 3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期，计算机性能得到提高，出现了大容量磁盘。在此基础上，出现了数据库这样的数据管理技术。数据库的特点是数据不再只针对某一特定应用，而是面向全组织，具有整体的结构性，共享性高，因此冗余度小，具有一定的程序与数据间的独立性，并且实现了对数据进行统一的控制。

从文件系统到数据库系统，标志着数据管理技术质的飞跃。20 世纪 80 年代后，不仅在大、中型机上实现并应用了数据库管理系统，在微型计算机上也配置了经过简化的数据库管理系统（例如，Visual FoxPro 等），从而使数据库技术得到广泛的应用和普及。

#### 1.1.3 数据库系统的发展

第一代数据库系统又称非关系型数据库系统，其中包括“层次”与“网状”两种类型。这一代数据库系统采用“记录”为基本的数据结构。在不同的“记录型”之间，允许存在相互联系。无论层次模型或网状模型，一次查询只能访问数据库中的一个记录，存取效率不高。对于具有复杂联系的系统，还需用户详细描述对数据的访问路径（存取路径）。

第二代数据库系统又称关系型数据库系统（RDBS）。它采用了人们习惯使用的二维表格作为基本的数据结构（关系模型），通过公共的关键字段来实现不同二维表之间的数据联系。RDBS 允许一次查询仅用一条命令或语句来访问整个“关系”；通过多表联合操作，还能在有联系的多个二维表之间实现“关联”查询。关系模型简单明了、理论严谨，容易理解，使用起来方便，因此受到普遍欢迎。

第三代数据库系统又称对象关系数据库系统（ORDBS）。将数据库技术与面向对象技术相结合，是第三代数据库系统的基础。第三代数据库系统除应包含第二代数据库系统的功能外，应能支持类、继承、函数 / 方法等丰富的对象机制，还应支持正文、图像、声音等新的数据类型，并能提供高度集成的、可支持客户 / 服务器应用的用户接口。这种数据库系统目前还处在发展的过程中，在技术上和应用上都还有许多工作要做，但已经显示出光明的发展前景。

#### 1.1.4 数据库系统的组成

数据库系统由四部分组成：硬件系统、系统软件（包括操作系统和数据库管理系统）、数据库应用系统和各类人员（包括数据库管理员、系统分析员、数据库设计人员、应用程序员和最终用户）。

##### 1. 硬件系统

整个数据库系统对硬件资源提出了较高的要求，这些要求主要包括：

- ① 有足够大的内存来存放操作系统、DBMS 的核心模块、数据缓冲区和应用程序；
- ② 有足够大的直接存取设备存放数据（例如，磁盘），有足够的其他存储设备来进行数据备份；
- ③ 有较高的数据传输能力，以提高数据传送率。

## 2. 系统软件

系统软件主要包括操作系统、数据库管理系统、与数据库接口的高级语言及其编译系统和以 DBMS 为核心的应用开发工具。

操作系统是计算机系统必不可少的系统软件，也是支持 DBMS 运行必不可少的系统软件。

数据库管理系统是数据库系统不可或缺的系统软件，它提供数据库的建立、使用和维护功能。

一般来讲，数据库管理系统的数据处理能力较弱，所以需要与数据库接口的高级语言及其编译系统，以便于开发应用程序。

以 DBMS 为核心的应用开发工具是系统为应用开发人员和最终用户提供的高效率、多功能的应用生成器、第四代语言等各种软件工具。例如，报表设计器、表单设计器等。它们为数据库系统的开发和应用提供了有力的支持。当前，开发工具已成为数据库软件的有机组成部分。

## 3. 数据库应用系统

数据库应用系统是为特定应用开发的数据库应用软件。数据库应用系统是对数据库中的数据进行处理和加工的软件，它面向特定应用。例如，基于数据库的各种管理软件：管理信息系统、决策支持系统、办公自动化等都属于数据库应用系统。

## 4. 各类人员

参与分析、设计、管理、维护和使用数据库的人员均是数据库系统的组成部分，这些人员分别对应的是数据库管理员、系统分析员、应用程序员和最终用户。

### (1) 数据库管理员

数据库是整个企业或组织的数据资源，因此企业或组织应设立专门的数据资源管理机构来管理数据库，数据库管理员则是这个机构的一组人员，其职责包括：

- 决定数据库的数据内容和结构；
- 决定数据库的存储结构和存取策略；
- 定义数据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；
- 数据库的改进和重组。

当最终用户的需求增加和改变时，还要对数据库进行较大的改造，包括修改部分设计，实现对数据库中数据的重新组织和加工。

### (2) 系统分析员

系统分析员是数据库系统建设期的主要参与人员，负责应用系统的需求分析和规范说明，要和最终用户相结合，确定系统的基本功能，数据库结构和应用程序的设计，以及软硬件的配置，并组织整个系统的开发。所以系统分析员是具有各领域业务和计算机知识的专家，在很大程度上影响数据库系统的性能。

### (3) 应用程序员

应用程序员根据系统的功能需求负责设计和编写应用系统的程序模块，并参与对程序模块的测试。

### (4) 最终用户

数据库系统的最终用户是有不同层次的，不同层次的用户其需求的信息以及获得信息的方式也是不同的。一般可将最终用户分为操作层、管理层和决策层，他们通过应用系统的用

户界面使用数据库。

### 1.1.5 数据库系统的特点

#### 1. 数据结构化

数据库系统实现整体数据的结构化，是数据库的主要特征之一，也是数据库系统与文件系统的本质区别。

#### 2. 数据的共享性高，冗余度低，易扩充

数据库系统中，数据不再面向某个应用而是面向整个系统，因此数据可以被多个用户、多个应用共享使用。数据共享可以减少数据冗余，节约存储空间，数据共享还能够避免数据之间的不相容性与不一致性，同时还易于扩充。

#### 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。

物理独立性是指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中数据是相互独立的。数据在磁盘上的数据库中怎样存储是由 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，这样当数据的物理存储改变时，应用程序不用改变。

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，用户程序也可以不变。

数据独立性是由 DBMS 的二级映像功能来保证的。

#### 4. 数据由 DBMS 统一管理和控制

数据库的共享是并发的共享，即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同一数据。为此，DBMS 必须提供以下几方面的数据控制功能。

##### (1) 数据的安全性保护

数据的安全性是指保护数据以防止不合法的使用所造成的数据泄露和损坏。每个用户只能按被授权方式对数据进行使用和处理。

##### (2) 数据的完整性检查

数据的完整性检查，是对数据的正确性、有效性和相容性进行检查。

##### (3) 并发控制

当多个并发用户进程同时存取或修改数据库时，可能会发生相互干扰而得到错误的结果或使数据库的完整性遭到破坏，因此必须对多用户的并发操作加以控制和协调。

### 1.1.6 数据库系统的结构

考察数据库系统的结构可以有多种不同的层次或不同的角度。从数据库管理系统角度看，数据库系统通常采用三级模式结构：模式、外模式和内模式，这是数据库管理系统内部的系统结构。

从数据库最终用户角度看，数据库系统的结构分为集中式结构、分布式结构、客户/服务器结构和并行结构。这是数据库系统外部的体系结构。