

高职高专计算机类规划教材

数据库技术

黄 平 主 编

万雅静 副主编



机械工业出版社
China Machine Press

高职高专计算机类规划教材

数 据 库 技 术

主 编 黄 平

副主编 万雅静

参 编 (以姓氏笔画为序)

关 智

杨立坤

李丕瑾

主 审 甘 玲



机 械 工 业 出 版 社

本书首先介绍数据库基本原理；然后，以 VFP6.0 为典型，介绍数据库设计的具体步骤与可视化程序设计方法；最后，通过一个具体实例来描述用 VFP6.0 开发一个实际应用系统的过程与方法，力求提高综合运用数据库技术进行应用系统开发的能力。作为拓展，本书还简单介绍了 Access 2000 与 Oracle 8 数据库的概念、组成与特点。

该书内容丰富，理论与实际相结合，实用性强，每章均配有习题。适用于高职高专、远程教育及成人教育、本科非计算机专业、各类培训班作为数据库技术与可视化程序设计教材，也可供计算机应用人员自学或参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库技术/黄平主编. —北京：机械工业出版社，2002.1

高职高专计算机类规划教材

ISBN 7-111-09553-7

I. 数... II. 黄... III. 数据库系统—高等学校：技术学校—教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 079958 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：王小东

封面设计：姚 毅 责任印制：付方敏

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·8 印张·309 千字

0 001—5000 册

定价：21.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

前 言

随着信息社会与计算机网络技术的发展，数据库技术作为计算机科学的重要分支，其地位正变得日益重要、应用更加广泛。当前，几乎所有的应用系统都涉及到数据库，以数据库方式存储并管理数据。

要想很好发挥数据库技术的作用，尤其是使用数据库管理系统进行应用系统设计，必须全面地掌握数据库技术。包括数据库系统的基本原理和数据库管理系统的应用，前者是后者的理论指南，后者是前者的实践过程，两者缺一不可。

本书共分 14 章，大体可分为 3 个部分。首先，介绍数据库系统基本原理，包括数据库系统的组成、关系模型与关系运算、关系规范化、数据库设计等；然后，以目前较为流行的关系数据库系统开发工具 VFP6.0 为典型，较为全面地介绍数据的设计与可视化程序设计方法，并通过一个具体实例来描述应用系统的开发过程；最后，简单介绍了 Access 2000 与 Oracle 8 数据库的概念、组成和特点，并对数据库技术的未来提出了展望。

本书由广东农工商职业技术学院黄平主编并统稿，万雅静任副主编，重庆工业职业技术学院甘玲主审。其中，第 1、2 章由杨立坤编写，第 3、4、11、12、13 章和附录由黄平编写，第 5、6、7 章由万雅静编写，第 8、9、10 章由关智编写，第 14 章由李丕瑾编写。本书编写期间得到符坚教授、陈立丰副教授的大力支持，谨此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中错漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

2001 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 数据库系统导论 1

1.1 数据与数据管理 1

1.1.1 信息与数据 1

1.1.2 数据处理 1

1.1.3 计算机数据管理的发展 2

1.2 数据库系统 4

1.2.1 数据库系统的组成 4

1.2.2 DBMS 的主要功能 5

1.3 数据库的保护 5

1.4 数据模型 6

1.4.1 三个世界 6

1.4.2 概念模型与 E-R 图 7

1.4.3 数据模型简介 9

习题一 9

第 2 章 关系数据模型 10

2.1 关系模型 10

2.1.1 二维表 10

2.1.2 关系术语 11

2.1.3 关系模型的特点 11

2.2 关系运算 12

2.2.1 选择运算 12

2.2.2 投影运算 13

2.2.3 连接运算 13

2.2.4 外关键字 15

习题二 15

第 3 章 关系规范化基础 17

3.1 规范化问题 17

3.1.1 讨论范围 17

3.1.2 存储异常问题 18

3.2 函数依赖 19

3.2.1 属性间的联系 19

3.2.2 函数依赖 22

3.2.3 关键字 24

3.3 关系的范式 25

3.3.1 第一范式 25

3.3.2 第二范式 26

3.3.3 第三范式 27

3.3.4 BCNF 28

3.3.5 规范化小结 29

习题三 30

第 4 章 数据库设计 32

4.1 需求分析 32

4.1.1 数据库应用系统的特点 32

4.1.2 数据库设计步骤 32

4.1.3 需求分析 33

4.2 概念结构设计 35

4.2.1 设计局部 E-R 图 36

4.2.2 综合成初步 E-R 图 36

4.2.3 初步 E-R 图的优化 38

4.3 逻辑结构设计 39

4.3.1 导出初始关系模式 39

4.3.2 规范化处理 41

4.3.3 模式评价与修正 41

4.4 物理设计与实施 42

4.4.1 物理结构设计	42	5.7.1 在表单上画一个控件 ...	68
4.4.2 数据库实施	43	5.7.2 控件的编辑	68
习题四	44	5.7.3 布局工具栏	69
第 5 章 VFP 编程基础与工具	45	习题五	69
5.1 VFP 编程基础	45	第 6 章 VFP 程序设计	70
5.1.1 数据和数据类型	45	6.1 基本语句	70
5.1.2 常量与变量	47	6.1.1 赋值语句	70
5.1.3 运算符、表达式与 函数	48	6.1.2 语句的续行与注释	70
5.1.4 控件与对象	50	6.1.3 程序暂停与结束语句 ...	71
5.1.5 对象的属性、事件与 方法	51	6.2 输入/输出	72
5.2 项目管理器	52	6.2.1 使用标签、文本框 和编辑框	72
5.2.1 项目管理器的基本 操作	52	6.2.2 形状、容器控件与 对话框	74
5.2.2 定制“项目管理器” ...	54	6.3 分支结构	75
5.2.3 项目管理器中的 命令按钮	56	6.3.1 分支结构语句	75
5.3 向导与工具栏简介	57	6.3.2 使用控件实现 选择控制	77
5.3.1 向导	57	6.4 循环结构	83
5.3.2 工具栏	58	6.4.1 循环结构语句	83
5.4 生成器与设计器	60	6.4.2 使用控件实现循环 结构	84
5.4.1 生成器	60	习题六	86
5.4.2 设计器	60	第 7 章 创建表和索引	88
5.5 表单设计器	61	7.1 数据库和表	88
5.5.1 打开表单设计器	61	7.2 创建表	88
5.5.2 表单设计器工具栏	62	7.2.1 表设计器的使用	88
5.5.3 表单控件工具栏	63	7.2.2 表向导的使用	90
5.5.4 属性窗口与代码窗口 ...	64	7.3 查看和修改表	93
5.6 VFP 编程的步骤	65	7.3.1 查看表内容	93
5.6.1 添加控件与设置属性 ...	65	7.3.2 编辑字段、添加新 记录	94
5.6.2 编写代码与运行表单 ...	66	7.3.3 删除记录、调整浏览 窗口	95
5.6.3 修改表单	66		
5.7 定制控件	68		

7.3.4 修改表结构	96	9.2.1 创建本地视图	132
7.4 定制表	96	9.2.2 控制字段显示和数据 输入	132
7.4.1 字段筛选	96	9.2.3 创建远程视图	134
7.4.2 数据过滤	97	9.3 SQL 简介	136
7.5 索引	97	习题九	139
习题七	98		
第 8 章 创建数据库	100	第 10 章 多表表单和报表设计	140
8.1 规划数据库的结构	100	10.1 多表表单	140
8.1.1 规划数据库的步骤	100	10.1.1 使用一对多表单 向导	140
8.1.2 数据库设计校验	100	10.1.2 修改表单	144
8.2 创建数据库和索引	101	10.2 建立报表	144
8.2.1 数据库的创建	101	10.2.1 报表布局的规划	145
8.2.2 创建索引	105	10.2.2 创建和定制报表	145
8.3 输入数据与建立表之间 的关系	105	10.2.3 设置报表页与打印 控制	147
8.3.1 输入数据	105	10.3 建立多表报表	149
8.3.2 建立表之间的关系	105	10.3.1 使用一对多报表 向导	149
8.4 设置字段属性	113	10.3.2 添加表到报表的 数据环境中	150
8.4.1 字段属性的设置	114	10.3.3 设置报表顺序与 添加分组	150
8.4.2 设置有效性规则和 说明	115	10.3.4 添加报表细节信息 与部分和	152
8.4.3 设置字段掩码和显示 格式	116	习题十	160
8.5 设置表属性与参照 完整性	117		
8.5.1 设置表属性	117	第 11 章 面向对象编程	161
8.5.2 维护参照完整性	118	11.1 对象和类	161
习题八	121	11.1.1 对象	161
第 9 章 数据查找与更新	122	11.1.2 类	162
9.1 查询的设计和使用	122	11.2 VFP 中的基类	163
9.1.1 用查询向导与查询 设计器建立查询	122	11.2.1 容器类	164
9.1.2 运行和定制查询	124	11.2.2 控件类	165
9.2 视图的创建和数据更新	131	11.3 类的设计	165

11.3.1 类设计的考虑	165	第 12 章 菜单与工具栏的创建	190
11.3.2 创建新类	166	12.1 菜单系统的规划	190
11.3.3 添加属性与方法	166	12.2 菜单设计器与快速菜单	190
11.3.4 类库文件	169	12.2.1 菜单设计器	190
11.3.5 类的注册	169	12.2.2 快速菜单	191
11.3.6 使用类库	171	12.3 定制菜单	192
11.3.7 修改类定义、创建 子类	171	12.3.1 插入新菜单与创建 菜单项	192
11.4 使用对象	171	12.3.2 创建多级子菜单与 菜单项分组	193
11.4.1 容器层次中对象的 引用	172	12.3.3 设置访问键与 快捷键	195
11.4.2 调用方法	174	12.3.4 禁用菜单项与显示 状态栏信息	196
11.4.3 对事件的响应	174	12.3.5 给菜单或菜单项 指定任务	196
11.5 通过编程定义类	174	12.4 创建快捷菜单与工具栏	199
11.5.1 DEFINE CLASS 命令	174	12.4.1 创建快捷菜单	199
11.5.2 向容器类中加入 对象	176	12.4.2 创建工具栏	199
11.5.3 指派方法和事件 代码	176	习题十二	200
11.5.4 使用域变换运算符 引用方法	177	第 13 章 应用系统开发过程与 实例	201
11.5.5 防止基类代码被 执行	177	13.1 应用系统开发的基本 过程	201
11.5.6 创建成员数组与 对象数组	178	13.1.1 应用系统开发的 一般过程	201
11.6 表单的管理	180	13.1.2 用 VFP 开发应用 系统的基本步骤	201
11.6.1 数据环境	180	13.2 VFP 应用程序的基本 结构	202
11.6.2 单文档与多文档 界面	181	13.2.1 应用程序的主文件	202
11.6.3 创建表单集	183	13.2.2 应用程序主表单	204
11.6.4 表单的运行	184	13.2.3 应用程序的建立与 测试	204
11.6.5 表单管理	185		
11.6.6 用户定义工具栏	185		
习题十一	188		

VIII

13.3 应用系统开发实例	204	14.1.3 Access 2000 的应用...	220
13.3.1 需求分析	204	14.2 Oracle 8 简介.....	227
13.3.2 数据库设计	207	14.2.1 Oracle 8 的组成	227
13.3.3 应用程序设计	210	14.2.2 Oracle 8 的特点	228
习题十三	216	14.2.3 Oracle 8 的基本功能...	229
第 14 章 其他数据库简介	217	14.3 数据库技术展望	230
14.1 Access 2000 简介	217	习题十四	231
14.1.1 Access 2000 的组成...	217	附录 VFP6.0 命令概要	233
14.1.2 Access 2000 的特点...	219	参考文献	246

第 1 章 数据库系统导论

当前人类社会正处于信息时代，知识以惊人的速度增长。面对纷繁复杂的大量信息，如何对其进行有效的管理和利用是人类社会面临的重大课题。数据库技术正是为了适应信息社会的需要而发展起来的一门综合性数据管理技术。

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代末，随后得到了迅速地发展。其应用领域不断扩大，已经由最初的一般性事务处理发展到情报检索、人工智能、计算机辅助设计等各个领域。尤其是 Internet 的出现以及多种信息技术的交汇，给数据库技术的应用提供了更广阔的空间，从而促进了数据库技术的快速发展，数据库的地位也与日俱增。

随着计算机应用的普及，数据库技术已成为人们进行数据处理不可缺少的工具。因此，了解数据库系统的基本原理，掌握数据库设计的基础理论将有助于人们更好地利用数据库技术，提高工作和生活的信息化水平以适应信息社会的要求。

1.1 数据与数据管理

1.1.1 信息与数据

在信息化社会里，人们在各种活动中都会产生大量的信息。一般认为，信息是人们对客观世界的直接描述，并且可以在人与人之间进行传递的知识。物质的存在伴随着信息存在，物质的变化引起信息的变化。

人们在交流和使用信息过程中，需要对信息进行加工和处理。随着计算机的产生和计算机技术的迅速发展，使得大量的信息得以保存和处理。这些信息在用计算机处理时，必须用各种符号来表示，这些符号及其组合就是数据。

所以说，数据是表示信息的一种符号。数据反映信息，信息依赖数据表达。

1.1.2 数据处理

所谓数据处理是指将数据转换成信息的过程。包括对数据进行收集、组织、加工、储存、抽取、传播等工作；而数据管理是指对数据的组织、存储、检索和维护等工作，所以数据管理是数据处理的中心内容。我们可以用下面

的式子简单地表示出信息、数据与数据处理之间的关系：

$$\text{信息} = \text{数据} + \text{处理}$$

1.1.3 计算机数据管理的发展

随着计算机技术的发展，计算机数据管理经历了由低级到高级的发展过程。主要围绕提高数据独立性、降低数据的冗余度、数据共享、数据的安全性和完整性等方面进行改进，让用户能方便地管理和运用数据资源。下面将计算机数据管理的主要发展阶段作一个简单介绍，即人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段和分布式数据库系统阶段。

1. 人工管理阶段

人工管理阶段是指计算机诞生的初期(20 世纪 50 年代后期之前)，这个时期的计算机主要用于科学计算。从硬件看，没有磁盘等存储设备；软件方面，没有操作系统和管理数据的软件，数据处理方式是批处理。这个时期数据管理的特点是：

(1) 数据不保存 由于这时计算机主要用于科学计算，一般不需要将数据长期保存。

(2) 没有对数据进行管理的软件 程序员不仅要规定数据的逻辑结构，而且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，给程序设计人员带来了极大的负担。

(3) 数据与程序不具有独立性 数据是面向应用的，即使两个程序用到相同的数据，也必须各自定义、各自组织，数据无法共享，因而导致大量的重复数据，并且一旦数据发生变化，所有相关程序都要进行修改，如图 1-1 所示。

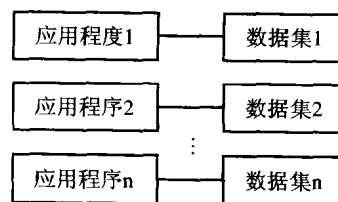


图1-1 人工管理阶段数据与程序关

2. 文件系统阶段

文件系统阶段是指计算机不仅用于科学计算，而且开始大量用于管理中的数据处理工作阶段(20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期)。硬件方面，有了磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备；软件方面，操作系统中已经有了专门用于管理数据的软件，称为文件系统。在处理方式上，不仅有了文件批处理，而且有了联机实时处理。这个时期数据管理的特点是：

(1) 数据需要长期保留在外存储器当中供反复使用 由于计算机大量用于数据处理，经常对文件进行查询、修改、插入、删除等操作，所以数据需要长期保留，便于反复操作。

(2) 程序和数据之间有了一定的独立性 操作系统提供了文件管理功

能和访问文件的存取方法，程序和数据之间有了数据存取的接口，程序可以通过文件名和数据打交道，而不必寻找数据的物理位置。至此，数据有了物理结构和逻辑结构的区别，但此时程序和数据之间的独立性不够充分。

(3) 文件的形式已经多样化 由于已经有了直接存取的存储设备，文件也就不再局限于顺序文件，还有了索引文件、链表文件等。因此，对文件的访问可以是顺序访问，也可以是直接访问。

(4) 数据的存取基本上以记录为单位（如图1-2所示）。

由图可以看出，数据和程序之间虽然具有了一定的独立性，但还不够充分，每个文件仍然对应于一个应用程序，数据和程序相互依赖。一旦改变数据的逻辑结构，相应的应用程序也必须修改。并且各个程序之间不能共享相同的数据，造成数据冗余度大，并容易产生数据的不一致性。

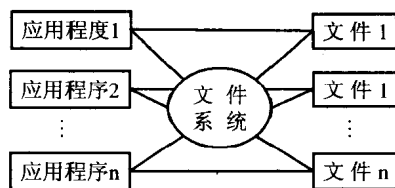


图1-2 文件系统阶段程序和数据之间的关系

3. 数据库系统阶段

数据库系统阶段是从20世纪60年代后期开始的。在这个阶段计算机的应用更加广泛，数据量剧增，共享要求更高；软件价格上升，硬件价格相对下降，文件系统的管理方法已无法适应开发应用系统的需要。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，发展了数据库技术，从而出现了数据库系统。数据库中的数据不再是面向某个应用程序而是面向整个应用的，如图1-3所示。

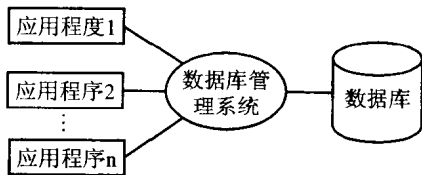


图1-3 数据库系统阶段数据与程序的关系

数据库系统的主要特点：

(1) 实现了数据共享，减少了数据冗余 在数据库系统中，对数据的定义和描述已经由应用程序中分离出来，通过数据库管理系统 DBMS (Data Base Management System) 统一管理，从而保证了数据和程序的相对独立性。这样，数据可以供用户共享，实现最小冗余度，并能更好地保证数据的安全性和完整性。

(2) 采用特定的数据模型 将数据按照一定的数据模型组织起来，形成数据库，并由 DBMS 统一管理，便于用户操作使用。

(3) 具有统一的数据控制功能 数据库作为多个用户和应用程序的共

享资源，对数据的存取往往是并发的，DBMS 提供了并发控制功能、数据的安全性控制功能和数据的完整性控制功能。

4. 分布式数据库系统阶段

20 世纪 70 年代之前，数据库系统多数是集中式的。网络技术的发展为数据库提供了越来越好的运行环境，使数据库系统从集中式发展到分布式，从主机-终端结构发展到客户/服务器结构。

分布式数据库系统是数据库技术和网络技术相结合的产物。它是一个逻辑上统一，地域上分布的数据集合，是计算机网络环境中各个结点局部数据库的逻辑集合，同时受分布式数据库管理系统的控制和管理，其结构如图 1-4 所示。

其主要特点是：

(1) 局部自主 每个结点有自己的数据库管理系统，可以独立地处理本地的事务，而各个结点之间可以互相访问，有效地配合处理复杂事务。如银行的通存通兑及划汇业务、保险业跨地区处理、国际洲际民航定票业务的受理、连锁商店的管理、军事情报系统、决策指挥系统等等。

(2) 较强的可靠性 个别结点或通信链路发生故障的情况下，不会导致整个系统的破坏。

(3) 适当的数据冗余 数据可以在不同结点上留有副本，系统根据距离选择用户最近的副本数据进行操作，以减少通信代价增加系统的可靠性。

(4) 灵活方便 分散了工作负荷，缓解了单机容量的压力，数据可以存储在临近的结点上，比集中式数据库节省查找时间。

(5) 易于扩展 分布式数据库系统扩大规模要比集中式系统更加方便、灵活与经济。

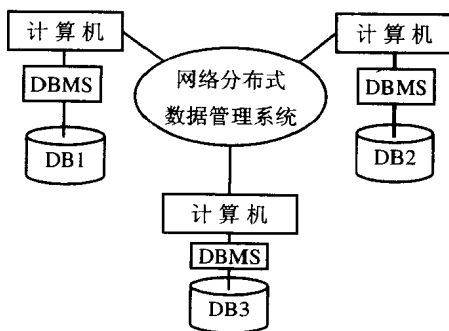


图 1-4 分布式数据库系统

1.2 数据库系统

1.2.1 数据库系统的组成

数据库系统是指引进数据库技术后的计算机系统。它包括了：a. 以数据为主体的数据库和管理数据库的软件系统，即数据库管理系统；b. 支持数据库系统的计算机硬件系统和操作系统；c. 数据库管理员和用户等。整

个数据库系统的层次结构关系如图 1-5 所示。



图1-5 数据库系统的层次结构关系

其中，数据库等资源存储在外存储器上；数据库管理系统是为数据库的建立、使用和维护而配备的软件；操作系统是数据库管理系统与硬件的接口；用户通过数据库应用系统在逐层系统的支持下使用数据库；数据库管理员（Data Base Administrator）负责对整个系统的管理工作。一般情况下，对于微机数据库系统，高级用户就是 DBA，要求懂得数据库的基本原理，充分掌握 DBMS 的性能，有较强的程序设计和维护能力。

1.2.2 DBMS 的主要功能

DBMS 是数据库系统的核心软件，其主要目标是使数据成为方便用户使用的资源，易于为各类用户所共享，并增进数据的安全性、完整性和可用性。它建立在操作系统的基础之上，对数据库进行统一的管理和控制。具体来说，DBMS 提供以下几大功能：

1. 数据库的定义

提供数据定义语言 DDL（Data Description Language）或操作命令，以便对各级数据模式进行具体描述。

2. 数据操纵

提供数据操纵语言 DML（Data Manipulation Language），以便用户对数据库中数据进行追加、插入、修改、删除、查询等操作。

3. 数据运行控制

为便于多个用户共享数据库中的数据资源，DBMS 提供数据库的并发操作控制、数据的安全性和完整性控制功能。

4. 数据字典

数据字典 DD（Data Dictionary）中存放着对实际数据库各级模式所作的定义，即对数据库结构的描述。DD 提供了对数据库数据描述的集中管理手段，并通过查阅数据字典实现对数据库的使用和操作。

1.3 数据库的保护

数据库的保护是指数据库系统在运行时，数据库管理系统要对数据库进

行监控，以确保整个系统的正常工作，避免数据意外丢失，防止产生不完整的数据等。数据库保护分为完整性控制、并发控制、安全性控制、数据库恢复四个方面。

1. 数据的完整性控制

数据的完整性是指数据的正确性和相容性。数据是否具备完整性关系到数据是否真实地反映现实世界。因此，维护数据的完整性是非常重要的。例如，表示人的性别只能是“男”或“女”；表示人的年龄只能是一定范围内的整数等。完整性措施用来防止不合语义的数据。

为了维护数据的完整性，DBMS 提供一种机制来检查数据库中的数据，以保证数据库中数据的正确性、准确性和有效性，这种机制称为完整性控制。

2. 并发控制

数据库系统的突出优点就是提供数据共享，减少数据冗余，而用户对数据的存取可能是并发进行的，因此 DBMS 必须对多用户的并发操作加以控制、协调，以保证数据的正确性。

3. 数据的安全性控制

数据的安全性控制是指对数据库采取的一种保护措施，以防止非法用户使用数据库造成数据泄露或人为破坏。如采用用户标识和鉴定、分级授权、数据加密等措施。

4. 数据恢复

尽管采取一定的保护措施来增强数据库系统的安全性和数据完整性，系统在运行期间仍难免发生故障，如意外停电、硬件故障、软件失效等，导致数据被破坏、丢失或数据错误，造成重大损失，因此 DBMS 提供恢复数据库的功能，使系统有能力将数据库恢复到故障前的某个状态。

1.4 数据模型

把客观存在的事物以数据的形式存储到计算机中，通常需经历对现实世界中事物的认识、概念化到计算机数据库里的具体表示等抽象过程，即现实世界-概念世界-计算机世界三个领域。

1.4.1 三个世界

1. 现实世界

人们管理的对象存在于现实世界之中。现实世界的事物之间存在着联系，这种联系是由事物本身的性质所决定的。例如，企业中有部门和职员，

职员在某部门就职；商场里有售货员、商品和顾客，售货员销售商品给顾客等。管理的对象越多，事物之间的联系就越复杂。

2. 概念世界

概念世界是现实世界在人们头脑中的反映，是对客观事物及其联系的一种抽象描述。它不是现实世界的简单映像，而要经过选择、命名、分类等抽象过程而产生概念模型。建立概念模型涉及到下面几个名词：

(1) 实体 把客观存在且相互区别的事物称为实体。实体既可以是实际事物，也可以是抽象事件。如，一个职员、一个部门是实际事物；一次商品销售、职员就职于某个部门则是较抽象的事件。

(2) 属性 描述实体的特性称为属性。例如，职工实体用若干属性（职工编号、姓名、性别、出生日期、职称、部门、职务）来描述。属性的具体取值称为属性值，用以刻画一个具体实体。如属性值的组合（0001、李明、男、08/10/1968、工程师、工艺科、科长）就刻画了一个具体的职工。

(3) 关键字 如果某个属性或几个属性组合的值能够唯一的标识出实体集中的每一个实体，就可以选作关键字。上例中“职工编号”可作为关键字，由于可能有重名的职工存在，“姓名”不宜作关键字。

(4) 联系 实体集之间的对应关系称为联系，它反映现实世界事物之间的相互关联。联系分为两种，一种是实体内部各属性之间的联系，如光的波长与颜色之间存在联系；另一种是实体之间的联系，如教师与学生两个实体之间就存在着教学联系。

3. 计算机世界

存入计算机系统里的数据是将概念世界中的事物数据化的结果。为了准确地反映事物本身及事物之间的各种联系，数据库中的数据必须有一定的结构，这种结构用数据模型来表示。数据模型将概念世界中的实体、实体之间的联系进一步抽象成便于计算机处理的形式。

1.4.2 概念模型与 E-R 图

实体联系模型（简称 E-R 图）是描述概念世界，建立概念模型的实用工具。数据库设计工作比较复杂，将现实世界的数据库组织成符合具体数据库管理系统所采取的数据模型，一般情况下不可能一步到位。P.P.S.Chen 于 1976 年提出形象的实体—联系方法。通过绘制 E-R 图可以描述组织模式，如一个企业的整体数据关联模式。它可以进一步转换为任何一种 DBMS 所支持的数据模型。E-R 图包括三个要素：

- 实体：用矩形框表示，框内标明实体名称。
- 属性：用椭圆形表示，并用连线与实体连接起来。

● 实体之间的联系：用菱形框表示，框内标明联系名称，并用连线将菱形框分别与有关实体相连，且在连线上标明联系类型。

例如，教师实体的属性有：编号、姓名、系别、教研室名等。其 E-R 图如图 1-6 所示。



图1-6 实体与属性

实体与实体间的联系可归结为三种类型：

1. 一对一联系

设 A、B 为两个实体集。若实体集 A 中的每一个实体至多和 B 中的一个实体有联系，反之，B 中的每个实体至多和 A 中的一个实体有联系，则称 A 对 B 或 B 对 A 是 1:1 联系。例如，民航售票系统中，乘客实体集中的一位乘客只能拥有一张机票，而机票实体集中，一张机票也只能对应一位乘客，这样，乘客实体与机票实体构成了一对一联系。

2. 一对多联系

若实体集 A 中的每一个实体可以和实体集 B 中的几个实体有联系，而实体集 B 中的每一个实体至多和实体集 A 中一个实体有联系，则称实体集 A 对 B 是 1:n 联系。例如，一个学校的系与学生之间是一对多联系，一个系可以有多名学生，而一个学生只能在一个系注册。

3. 多对多联系

若实体集 A 中的每一个实体都可与 B 中的多个实体有联系，反之，对于实体集 B 中的每一个实体也可与 A 中的多个实体有联系，则 A 对 B 或 B 对 A 是 m:n 联系。例如，在单位中，一个职工可以参加多个项目的工作，一个项目有多个职工参加，则职工与项目之间是多对多联系。

下面我们通过一个简单的例子来说明如何用 E-R 图来描述概念模型。

用 E-R 图来表示一个单位进货的概念模型。在这个系统中涉及的实体有：

- 1) 仓库：属性有仓库号、面积、电话号码。
- 2) 零件：属性有零件号、名称、规格、单价、描述。
- 3) 供应商：属性有供应商号、姓名、地址、电话号码、帐号。

实体之间有如下联系：

一个仓库可以放多种零件，一种零件可以存放在多个仓库中。

一个供应商可以提供多种零件，一种零件只能由一个供应商提供。

其 E-R 图如图 1-7 所示。