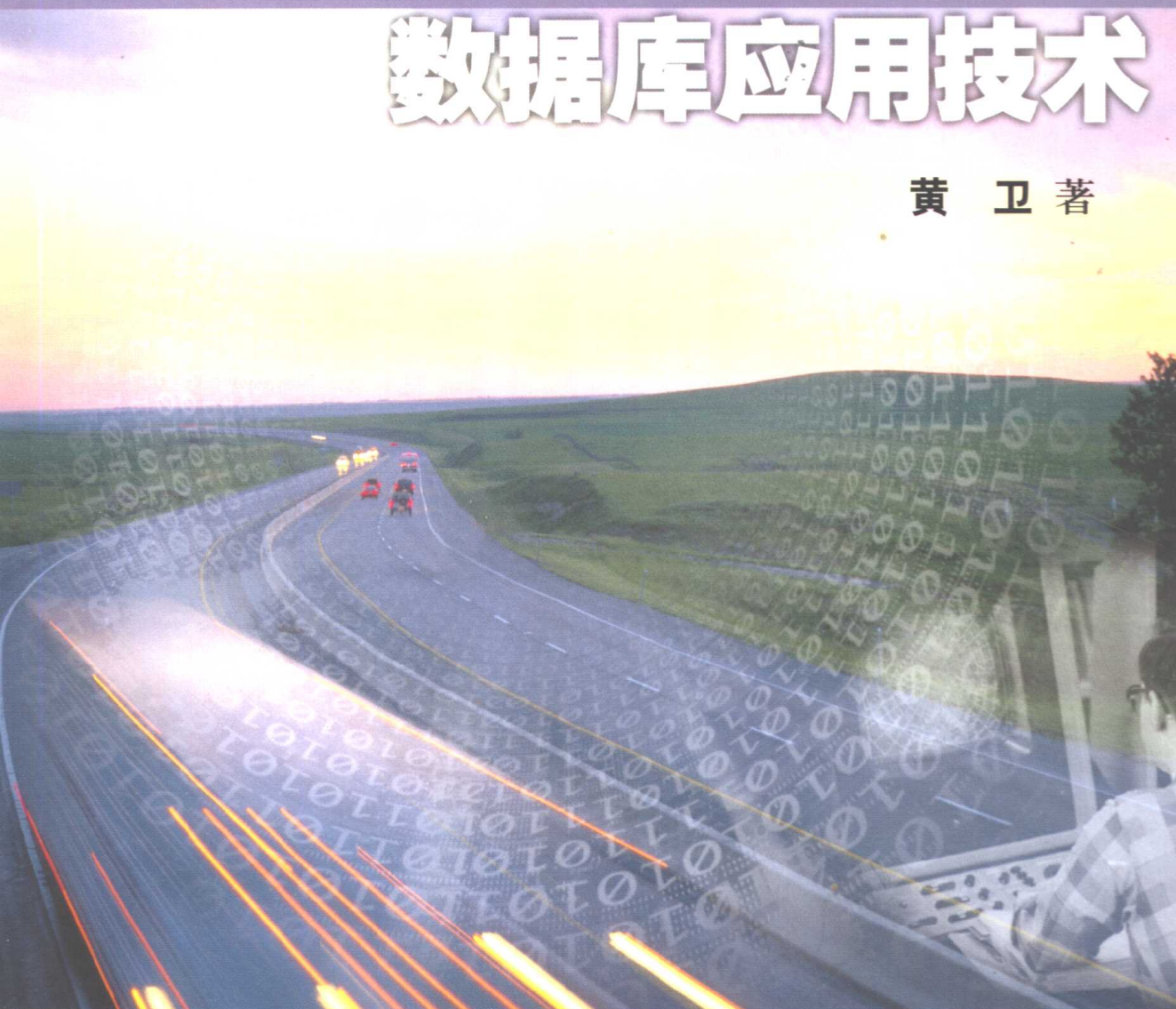


# 高速公路

## 数据库应用技术

黄 卫 著



科学出版社

# 高速公路数据库应用技术

黄 卫 著

科 学 出 版 社

2 0 0 2

## 内 容 简 介

本书是以理论研究和工程实践为背景,根据数据库技术在高速公路工程建设及其现代化管理应用中的成功经验编写而成。全书共分六章。第一至三章简要地介绍了数据库应用技术的基本概念、基本理论、方法与实施技术,以及应用中的有关问题,并对高速公路工程中常用的数据库,诸如关系数据库、分布式数据库和多媒体数据库等作了较详细的介绍。第四至六章详细介绍了高速公路工程建设管理数据库、高速公路路面管理信息系统数据库、高速公路现代化管理中的车辆通行费收费系统数据库的工程设计、实施和运行维护。

本书是国内第一部关于高速公路数据库应用技术的著作,结构合理、概念清晰、理论联系实际、工程实用性强,便于组织教学或自学,可作为土木工程、道路交通工程、交通信息工程与控制专业及相关专业的教材,也可供从事高速公路工程建设及其现代化应用管理的工程技术人员学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

高速公路数据库应用技术/黄卫著. —北京:科学出版社,2002

ISBN 7-03-010398-X

I. 高… II. 黄… III. 数据库系统-计算机应用-高速公路-道路工程  
IV. U412.36-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 026442 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002年6月第 一 版 开本:720×1000 B5

2002年6月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1—3 000 字数:312 000

定价:26.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

# 前 言

在现代运输的铁路、公路、水运、航运和管道五种方式中,目前我国公路运输约占全国客、货运输总量的一半以上。近十多年来,我国高速公路的发展很快,2001年全国高速公路的通车里程已达 19 000 公里,高速公路总里程跃居世界第二位,从而大大改善了公路路网结构,缓解了交通拥挤状况,提高了公路运输效益和服务水平,促进了工业、农业、商业、旅游业的发展,推动了沿线产业结构调整,加快了中小城镇的发展。随着西部大开发伟大战略的实施,我国将进入一个高等级公路建设的新时期。

在当今信息化的社会里,作为高新技术之一的数据库应用技术已成为高速公路信息资源利用和高速公路建设及其现代化管理不可缺少的重要工具。如何运用高新技术,运用好有限的资金,加快速度、高质量地建设高等级公路和管理现代高速公路,以及如何运用高新技术来提高道路的通行能力,并达到高效、安全、舒适的目的等等,是摆在广大交通科技工作者面前一个亟待解决的大课题。

在我国,数据库应用技术在高速公路工程建设和现代化管理中的研究和应用开展得比较迟。多年来,东南大学智能运输系统研究中心一直从事智能运输系统、高速公路路网、道桥工程建设及其现代化管理的研究和应用,先后完成了诸如沪宁高速公路养护管理系统等数十项科研项目,取得了一批研究成果,在高速公路数据库应用技术和工程应用方面积累了一些经验。在此基础上,作者编写了《高速公路数据库应用技术》一书,希望本书的出版发行能弥补数据库技术在这一领域研究应用中的不足,推动和促进高速公路工程建设和现代化管理事业的发展。

本书以大量的工程科研项目为背景,通过多年理论研究和工程实践,总结、提炼出数据库技术在高速公路工程建设及其现代化管理中的成功经验。全书共分六章。第一、二、三章概要地介绍高速公路数据库应用技术的基本概念以及工程数据库设计理论、方法和实现,同时还介绍工程数据库应用中必须注意的有关问题。对于高速公路工程建设及其现代化管理中常用的数据库,如关系数据库、分布式数据库及多媒体数据库等进行了详细介绍。第四、五、六章均以工程应用为背景,介绍数据库工程设计及其应用。第四章详细介绍高速公路建设管理数据库设计,以 ECMCAS 研究开发背景、依据及其总体结构与功能为起点,以 ECMCAS 基础数据库、进度数据库、质量管理数据库为核心,详细介绍工程数据库的设计、实施及应用维护。第五章系统地介绍高速公路路面管理信息系统数据库工程设计,侧重介绍高速公路路面管理的核心内容,并以高速公路路面养护管理为例,详细介绍其数据

库工程设计的原理、方法及工程实施。第六章以收费中心数据库、收费站数据库、车道收费数据库为核心,深入介绍高速公路现代化管理中的车辆通行费收费系统工程数据库设计;同时以宁高高速公路为实例,介绍数据库在收费管理系统中的应用。

本书主要由黄卫教授编著。参加编写的还有程刚、余彦翔、郭建华、石子石、吉祖勤、高朝晖等。邵裕森教授协助黄卫教授做了统稿工作。

在本书的编写过程中,采用了陈里得、朱荣军、杨立峰等同志提供的高速公路数据库应用技术的相关资料,同时还参考了其他一些资料,在此一并表示谢意。

著 者

2002年2月

# 目 录

## 前言

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| <b>第一章 概述</b> .....                           | <b>1</b>   |
| 第一节 数据库与数据库系统 .....                           | 1          |
| 第二节 数据库的数据语言 .....                            | 14         |
| 第三节 数据库应用技术 .....                             | 16         |
| 第四节 数据库技术在道路交通工程中的应用 .....                    | 56         |
| <b>第二章 高速公路工程数据库设计</b> .....                  | <b>58</b>  |
| 第一节 概述 .....                                  | 58         |
| 第二节 高速公路工程数据库设计 .....                         | 62         |
| 第三节 高速公路工程数据库的建立与维护 .....                     | 81         |
| 第四节 高速公路工程数据库设计实例 .....                       | 83         |
| <b>第三章 高速公路工程数据库的数据保护</b> .....               | <b>101</b> |
| 第一节 数据库数据的安全性 .....                           | 101        |
| 第二节 数据库数据的完整性 .....                           | 104        |
| 第三节 数据库的并发控制 .....                            | 107        |
| 第四节 数据库的恢复 .....                              | 113        |
| <b>第四章 高速公路建设管理(ECMCAS)工程数据库设计</b> .....      | <b>115</b> |
| 第一节 概述 .....                                  | 115        |
| 第二节 ECMCAS 工程数据库设计 .....                      | 122        |
| 第三节 ECMCAS 工程数据库的实施与维护 .....                  | 149        |
| <b>第五章 高速公路路面管理信息系统数据库(EPMISDB)工程设计</b> ..... | <b>159</b> |
| 第一节 管理信息系统简介 .....                            | 159        |
| 第二节 路面管理系统概述 .....                            | 165        |
| 第三节 高速公路路面管理的核心内容 .....                       | 168        |
| 第四节 高速公路路面养护管理数据库系统的工程设计 .....                | 172        |
| <b>第六章 高速公路车辆通行费收费系统工程数据库设计</b> .....         | <b>208</b> |
| 第一节 高速公路收费站收费管理系统概述 .....                     | 208        |
| 第二节 高速公路车辆通行费收费系统工程数据库设计 .....                | 218        |
| 第三节 高速公路收费系统工程数据库实例分析 .....                   | 236        |

# 第一章 概 述

## 第一节 数据库与数据库系统

### 一、数据

所谓数据,一般指用符号记录下来的可加以鉴别的信息。所谓“符号”不仅指文字、数字、字母及其他特殊的字符,而且包括声音、图像、图形等媒体数据。数据是人们在日常生活中经常碰到的,例如根据中国公路网新闻中心 2001 年 4 月 2 日提供的消息,我国已修建高速公路 18 000 公里,跃居世界第三位。这个 18 000 公里是一个数字,它表示目前我国高速公路的建设通车里程情况,这是一个信息。可见,信息是用数字来表示的,但是,并不是任何数据都能表示信息。如一个大学生的记录描述为:何王,219920,男,1980,北京,东大交通学院,1999。这个描述若不加解释,人们很难明白是什么意思,但知其意的人稍作解释,即可使大家知其意思,即何王是一位大学生,学号为 219920,男性,1980 年出生,北京人,1999 年考入东南大学交通学院。所以只有通过人们的解释、归纳、分析、综合处理,数据才能成为有用的信息。数据是对事物进行描述的一种形式,是信息存在的一种形式,是符号的集合。所以信息是更基本的、直接反映现实的概念。

### 二、数据模型

在现实世界中的事物是相互联系的,描述实体的数据也是相互联系的。数据模型是用来表示实体和实体之间关系的模型。数据模型规定了数据在数据库中存储的格式,是实现 DBMS(数据库管理系统)的基础。数据模型通常由数据结构、数据操纵和完整性约束三部分组成。数据模型是设计数据库的基础。在高速公路及其现代化运营管理中,主要的数据模型有:层次数据模型、网状数据模型和关系数据模型、E-R 模型等。(在工程应用中最常用的是关系数据模型、E-R 模型。)

#### 1. 结构式数据模型

结构式数据模型包括层次数据模型、网状数据模型和关系数据模型。

##### (1) 层次数据模型

层次数据模型是数据库系统中应用最早的一种数据模型。其数据结构是树型的。反映实体间一对一(1:1)与一对多(1:m)的联系。在层次模型中,根结点处在最上层,其他结点都有上一级结点作为其双亲结点,这些结点称为其双亲结点的

子女结点,同一双亲结点的子女结点称为兄弟结点。双亲结点到子女结点之间表示了实体间的一对多的联系。如图 1-1 所示,图中结点 1、2、3、4、5、6 表示实体,连线表示两个实体之间的关系。图中 1 为根结点,只有根结点无双亲;4、5、6 为叶结点(即为没有子女的结点),2、3 为兄弟结点(即同一双亲的子女结点),这些结点仅有一个双亲。所谓双亲子女关系是层次数据模型中最基本的数据关系。

### (2) 网状数据模型

网状数据模型是用一种网状结构来表示实体及其相互之间联系的一种模型。网状数据模型可以有一个以上的结点无双亲,另外,至少有一个结点有多于一个的双亲。如图 1-2 所示为网状模型。图 1-2(a)中,结点 3 有 1 与 2 两个双亲结点,3 与 1、2 之间的联系分别为 1-3 和 2-3。图 1-2(b)中,设 1 代表工人,2 代表机器,结点 1 与 2 之间可有两个(或两个以上)的联系。

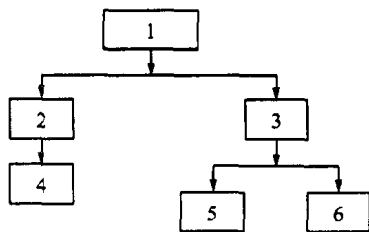


图 1-1 层次模型

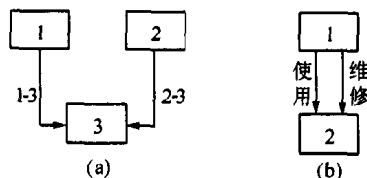


图 1-2 网状模型

以上这两种数据模型又可称为格式化数据模型,它们可用有向图来表示。常用于商品化的系统。

### (3) 关系数据模型

关系数据模型是用一组表来表示数据及其相互之间联系的模型。亦有人称关系数据模型是用表格数据来表示实体及其相互之间联系的模型。在高速公路交通工程中,关系数据模型是三种数据模型中最常用的一种数据模型。计算机厂商新推出的数据库管理系统几乎都支持关系模型。

在上述层次模型和网状模型中,文件中的数据及其相互之间的联系是用指针来实现的。而关系数据模型则不用指针,实体本身的数据及其相互之间的联系都表示在关系(即二维表)中。

下面说明一下关系模型的有关术语。关系模型由一些相应的表格组成。通常将每一张表称为一个关系,表的名称称为关系名。表中的每一行称为关系中的一个元组,每一列称为关系中的一个属性(数据项)。属性取值范围称为域。对关系进行描述的表达式称为关系模式。表 1-1 ~ 表 1-4 为某高速公路收费站半自动收费系统的收费关系数据库。







表 1-3 ×××省××高速公路主线收费站——收费员收入月报表

| 月份:      |  | 收费员号:  |      | 日期:  |         | 时间:   |      | 页数:   |          |         |         |     |    |     |              |    |
|----------|--|--------|------|------|---------|-------|------|-------|----------|---------|---------|-----|----|-----|--------------|----|
| 日期       |  | 交通量(辆) |      |      |         | 金额(元) |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
|          |  | 缴费车辆   | 免费车辆 | 非法通过 | 合计      | 清帐收入  | 系统现金 | 差 额   | 交 行 IC 卡 | 系统 IC 卡 | 差 额     | 磁 卡 |    | 合 计 | 无钱车          |    |
| 1        |  | 2      | 3    | 4    | 5=2+3+4 | 6     | 7    | 8=6-7 | 9        | 10      | 11=9-10 | 预付款 | 12 | 13  | 14=6+9+12+13 | 15 |
| 01/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 02/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 03/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 04/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 05/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 06/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 07/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 08/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 09/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 10/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 11/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 12/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 13/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 14/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 15/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |
| 16/MM/YY |  |        |      |      |         |       |      |       |          |         |         |     |    |     |              |    |





关系模型的特点:

①可表示多对多的联系。

②描述的一致性。所谓描述的一致性,即无论是实体或者是实体之间的联系均统一用关系来描述。

③关系模型结构简单。由于关系是规范化的,即不允许表中有表(每一个元组分量必须是不可分割的数据项),所以使关系模型的结构简单,操作方便。

关系数据模型是由表格形式来描述的,因此具有形象、直观、应用方便等特点。同时还具有功能丰富、允许表达式对关系数据进行各种查询的高级语言,对用户要求低等特点,因此深受使用者的欢迎。

## 2. 语义数据模型

语义数据模型包括 E-R 模型、函数数据模型等。下面简要介绍数据库设计人员广泛采用的 E-R 模型。实体-联系模型,即 E-R 模型(Entity-Relationship Model)是数据库设计过程中的概念模型设计的有效工具,有些书中称其为 E-R 方法。

E-R 模型属于概念模型,在数据库设计过程中,在进行系统分析之后逻辑设计之前进行概念模型设计是很重要的。这样不仅数据库设计步骤清楚,同时使设计人员和用户间的共同语言增强了。另外,E-R 模型不必考虑数据结构、具体的数据值,以及存取路径及其效率等问题,所以得到了数据库设计人员的广泛采用。

### (1) E-R 模型的基本组成环节

E-R 模型由三个抽象概念环节组成。

#### 1) 实体

实体是指现实世界中存在的对象或客观事物。它可以是物亦可以是人,可以是抽象的概念,亦可以是客观存在的事物。诸如校长、学生、工厂、工人等均为客观存在的实体。实体集是具有共性实体的集合。它有型与值之分。实体通常是在 E-R 模型中用方框来表示的,并写上实体的名字。如图 1-3(a)所示。

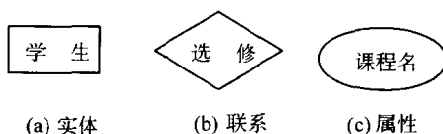


图 1-3 E-R 模型的基本环节

#### 2) 联系

联系是指实体与实体间存在的关系。诸如校长与学校之间存在领导的关系,学生与课程之间存在选修的关系等。“联系”有型与值之分。联系集是指同一类型的“联系”所组成的集。在 E-R 模型图中实体之间的联系用菱形框表示,并在框内

标出“联系名”如图 1-3(b)所示。

“联系”有一对一或 1:1 联系,如校长与学校;有一对多或 1:  $m$  联系,如校长与教师;及多对多或  $m:n$  联系,如学生与课程等,如图 1-4 所示。

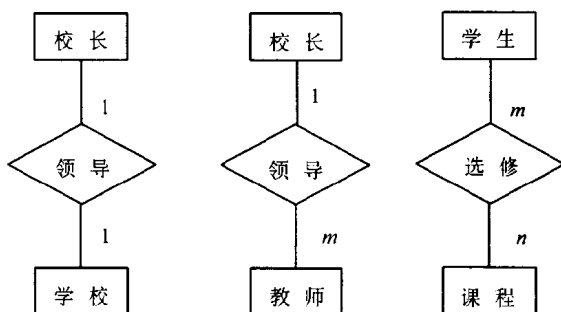


图 1-4 实体之间的联系

### 3) 属性

属性是说明联系或实体某方面特性的描述,在 E-R 模型图中用椭圆形框表示,并在框内标出属性名,如图 1-3(c)所示。

属性也有型与值之分。一个相同的实体应具有相同的属性。如学生实体的属性可有学号、姓名、性别、年龄。联系应根据具体情况决定,它可以有属性,也可以无属性,图 1-5 所示为实体与联系的属性图。图中各框之间的连线表示彼此之间的从属关系及联系。

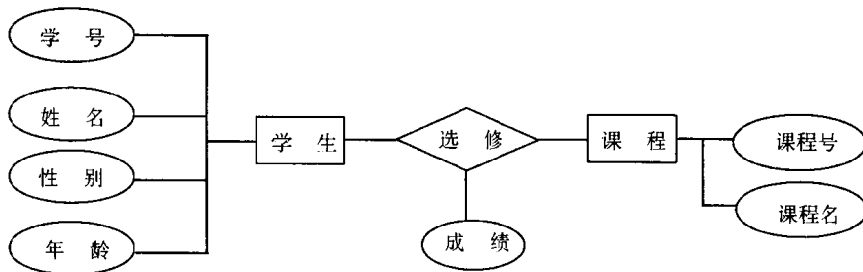


图 1-5 实体与联系的属性图

应该指出,上述三个抽象的概念各有不同的含义与区分。但均是相对的,三者的划分不是绝对的。对于某一个具体的对象,是作为实体,还是作为联系或属性,则要取决于用户要求与应用背景。

### (2) 建立 E-R 模型

对于一个复杂的高速公路路网工程应用系统,系统分析员首先应详细了解用户对系统的目标要求、路网结构组成,画出有关数据流程图,然后运用 E-R 方法建

立 E-R 模型。为此,先建立系统各组成部分的局部 E-R 模型,再建立总体的 E-R 模型。有关工程实例在第四、五章有关章节内容中详细阐述。

### 1)建立各组成部分的局部 E-R 模型

在对工程应用系统进行分析的基础上,建立构成系统的各个部分的局部 E-R 模型。同时应根据用户实际需求检查每一项使用。

### 2)建立总体 E-R 模型

根据各个局部 E-R 模型进行综合,最后得到总体 E-R 模型。

需要指出,在进行模型综合时,各个不同的局部 E-R 模型的实体间可以添加新的联系和属性。另外,各个局部 E-R 模型之间的相同实体,应合并成一个实体。

当一个高速公路路网工程应用系统总体 E-R 模型建成后,即可结合数据库系统建立其数据模型。

## 三、数据库与工程数据库

### 1. 数据库

#### (1) 概述

数据库(有人称之为数据库系统),是一个涉及很广泛很复杂的系统。简单地说,数据库是数据以一定的组织方式存储在计算机中,并按照某种规则进行相互联系的结构化的相关数据的集合。它可以被多个用户共享。由于数据共享,所以可以减少数据冗余。

图 1-6 为一个数据库的示意图,A、B、C 为用户 A、B 与程序 C 所需要的数据,图中重叠部分为共享数据。数据库管理系统为管理数据库的程序。在市场上销售的有各种各样的数据库管理系统。

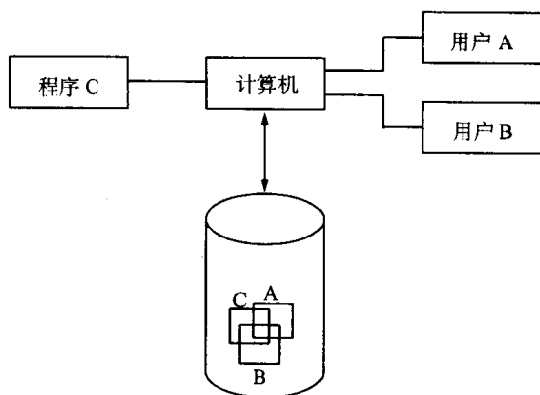


图 1-6 数据库示意图



随着数据库应用技术的快速发展,数据库已广泛应用于各个领域。根据数据库的应用领域不同,有商用数据库、实时数据库、工程数据库、集成型工程数据库等称呼。

## (2) 数据库系统的组成与分类

### 1) 数据库系统的组成

一个数据库系统主要由数据、硬件、软件(DBMS)与用户四部分组成,如图 1-7 所示。

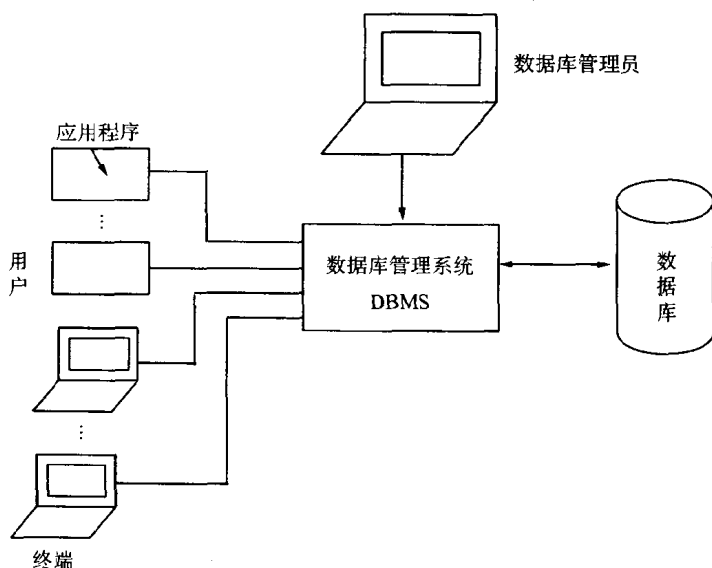


图 1-7 数据库系统示意图

- **数据** 在数据库中的数据一般应具有完整性和共享性。数据的完整性是指把数据库想像成由几个不同独立数据文件的一个统一体,同时这些文件中应全部或部分排除任何冗余,不然,会破坏数据的完整性。数据的共享性是指数据库中单独的每一部分的数据可以被多个用户在相同时间里存取相同的数据,可同时被几个用户共享。

- **硬件** 硬件是数据库的物质基础,包括辅助存储器、磁头、磁盘,I/O 设备及其通道等。

- **软件** 软件主要是指数据库管理系统(Database Management System—DBMS)。DBMS 是数据库系统的核心。对于用户来讲,数据库的各种功能是通过 DBMS 来实现的。DBMS 通常具有提供用户接口,数据目录管理、并发控制机制、功能恢复、查询处理、控制用户访问权限、完整性约束(即数据在语义上的约束)等功能。