



21 世纪高职高专规划教材

计算机系列

网络数据库

陈国震 主编
吴 菁 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>



21 世纪高职高专规划教材·计算机系列

网络数据库

陈国震 主编

吴 菁 编著

清华大学出版社

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书系统地介绍了网络数据库的基本理论和实际应用。全书共 11 章。主要介绍网络数据库的基本概念及开发方法和工作内容,重点讲述了 SQL 语言,包括 SQL Server 2000 数据库和表的设计、SQL Server 2000 数据查询和 Access 2000 数据库等知识;介绍网络数据库环境设置 IIS、PWS、开放数据库互联 (ODBC) 技术。第 10 章详细介绍了网页设计与数据库连接技术,包括 VBScript 技术、ASP 技术、XML 技术,并且通过第 11 章的实验教学和案例分析,使读者能够从实际应用的角度进一步巩固所学知识,为运用计算机网络从事经济商务活动,应用、维护和开发网站打下坚实的基础。

本书以实用为目的,内容丰富,直观易懂,针对性强,可作为高等职业技术学院、高等专科学校和成人高校的网络数据库教材,同时适合做网络数据库应用和开发人员的参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

(本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。)

图书在版编目 (CIP) 数据

网络数据库 / 陈国震主编; 吴普编著. —北京: 清华大学出版社; 北京交通大学出版社, 2005.3

(21 世纪高职高专规划教材·计算机系列)

ISBN 7-81082-490-2

I. 网… II. ①陈… ②吴… III. 关系数据库-数据库管理系统-高等学校: 技术学校-教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 002351 号

责任编辑: 谭文芳

出版者: 清华大学出版社 邮编: 100084 电话: 010-62776969

北京交通大学出版社 邮编: 100044 电话: 010-51686414

印刷者: 北京东光印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 17.5 字数: 448 千字

版 次: 2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-81082-490-2/TP·172

印 数: 1~5000 册 定价: 24.00 元

21 世纪高职高专规划教材·计算机系列

编审委员会成员名单

主任委员 李兰友 边奠英

副主任委员 周学毛 崔世钢 王学彬 丁桂芝 赵 伟
韩瑞功 汪志达

委 员 (按姓名笔画排序)

马 辉	万志平	万振凯	王永平	王建明
尤晓晔	丰继林	尹绍宏	左文忠	叶 华
叶 伟	叶建波	付晓光	付慧生	冯平安
江 中	佟立本	刘 炜	刘建民	刘 晶
曲建民	孙培民	邢素萍	华铨平	吕新平
陈国震	陈小东	陈月波	李长明	李 可
李志奎	李 琳	李源生	李群明	李静东
邱希春	沈才梁	宋维堂	汪 繁	吴学毅
张文明	张权范	张宝忠	张家超	张 琦
金忠伟	林长春	林文信	罗春红	苗长云
竺士蒙	周智仁	孟德欣	柏万里	宫国顺
柳 炜	钮 静	胡敬佩	姚 策	赵英杰
高福成	贾建军	徐建俊	殷兆麟	唐 健
黄 斌	章春军	曹豫莪	程 琪	韩广峰
韩其睿	韩 劼	裘旭光	童爱红	谢 婷
曾瑶辉	管致锦	熊锡义	潘玫玫	薛永三
操静涛	鞠洪尧			

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高技术应用型专门人才，所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能，因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要，在教育部的指导下，我们在全国范围内组织并成立了“21 世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”（以下简称“教材研究与编审委员会”）。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院，其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量，“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21 世纪高职高专规划教材编审委员会”（以下简称“教材编审委员会”）成员和征集教材，并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选，对列选教材进行审定。

目前，“教材研究与编审委员会”计划用 2~3 年的时间出版各类高职高专教材 200 种，范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写，其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材编写按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构，力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向；反映当前教学的新内容，突出基础理论知识的应用和实践技能的培养；适应“实践的要求和岗位的需要”，不依照“学科”体系，即贴近岗位群，淡化学科；在兼顾理论和实践内容的同时，避免“全”而“深”的面面俱到，基础理论以应用为目的，以必要、够用为度；尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法，以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外，为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性，我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来，推荐“教材编审委员会”成员和有特色、有创新的教材。同时，希望将教学实践中的意见与建议及时反馈给我们，以便对已出版的教材不断修订、完善，不断提高教材质量，完善教材体系，为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版，适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

21 世纪高职高专教育教材研究与编审委员会
2004 年 3 月

前 言

人类社会信息化进程的一个重大变化就是 Internet 的出现。自从 Internet 出现以后,其蓬勃发展的速度是以往的任何事业都比不上的,因为它具备了很多其他产业都没有的优点,而其中最重要的一点就是快速。基于这个理由,社会上每一种产业都想把一部分的工作通过计算机与互联网来完成。例如,企业想利用网络来传递公文的签署,商店想利用网络来经营商品,银行想利用网络来进行交易,而这些理想的完成,需要依靠网络数据库(Web DB)。为此,我们组织编写了本书。

本书的重点在于讲述网络数据库技术的基本组成部分和实现方式,力图覆盖网络数据库的技术和非技术层面。编者本着从易到难,循序渐进,理论与实践并重的原则,做到概念清楚,深入浅出,面向实际应用,适用于教学。另外,内容选材上,还注意尽量反映网络数据库的新技术、新方法,以使学生对数据库领域的前沿动态能有初步的了解。

全书共 11 章。主要介绍以下内容。

(1) 网络数据库的基本概念、开发方法和工作内容,以及 SQL Server 2000、Access 数据库程序设计。

(2) 网络数据库环境设置 IIS、PWS、开放数据库互联(OBDC)技术。

(3) 网页设计与数据库连接技术,包括 VBScript 技术、ASP 技术、XML 技术。

(4) 通过实验操作和案例分析,介绍网络数据库技术在实际中的应用。

本书由陈国震老师主编。其中第 1 章至第 9 章由陈国震编写,第 10 章和第 11 章由吴菁编写,最后由陈国震负责统稿审定。

本书运用了作者长期以来积累的科研成果和技术经验,同时也参考了国内外有关的书籍和资料及大量的网站信息,在书本的末尾以参考文献的形式列出,对相关的作者和机构表示诚挚的谢意。

由于编者时间和水平限制,在编写中,疏漏之处难免,敬请广大读者批评指正。若有疑问,请发 E-mail 至: chengz888@nbip.net。

编 者
2005 年 1 月

目 录

第 1 章 数据库概述	1
1.1 数据、数据库、数据库系统和管理系统	1
1.2 数据管理的发展和研究范围	1
1.2.1 数据管理的发展	1
1.2.2 数据库的研究范围	2
1.3 数据模型	3
1.3.1 数据及数据联系的描述	3
1.3.2 层次模型	7
1.3.3 网状模型	8
1.3.4 关系模型	8
1.3.5 三种数据模型的比较	9
1.4 数据库系统的结构	10
1.4.1 数据库系统的组成	10
1.4.2 数据库管理系统	11
1.5 数据库的保护	11
1.5.1 安全性控制	12
1.5.2 完整性约束	13
1.5.3 并发控制	15
1.6 数据库技术新进展	16
1.6.1 分布式数据库	16
1.6.2 面向对象的数据库系统	17
1.6.3 多媒体数据库	17
1.6.4 网络数据库	18
1.7 客户-服务器技术	19
1.7.1 客户-服务器的结构	19
1.7.2 客户-服务器系统的组成	21
1.7.3 三层结构的客户-服务器结构	21
1.7.4 客户-服务器结构的数据库系统的实现技术	23
小结	24
习题	24
第 2 章 关系模型	26
2.1 关系模型的数据结构	26
2.2 并、交、差和笛卡尔积四种传统的集合运算	28
2.3 专门的关系运算	29
2.4 关系的实体完整性规则和参照完整性规则	33

2.5 关系系统的定义和分类	34
小结	35
习题	35
第3章 数据库设计基础	36
3.1 存储异常问题	36
3.2 函数依赖和多值依赖	37
3.3 关系范式	39
小结	42
习题	42
第4章 SQL 语言	44
4.1 SQL 语言	44
4.1.1 SQL 语言的特点	44
4.1.2 数据定义	45
4.2 数据查询	46
4.3 数据更新	46
4.4 数据控制	47
4.5 视图	48
小结	50
习题	50
第5章 SQL Server 2000 概述	51
5.1 SQL Server 2000 简介	51
5.2 SQL Server 2000 特点	52
5.3 SQL Server 2000 的环境需求	53
5.3.1 硬件要求	54
5.3.2 软件要求	54
5.4 SQL Server 2000 的安装版本	55
5.5 SQL Server 2000 的安装步骤	56
5.6 SQL Server 2000 的系统数据库	61
5.6.1 SQL Server 2000 系统数据库简介	61
5.6.2 SQL Server 2000 系统表简介	61
5.6.3 SQL Server 2000 的系统数据库	61
5.6.4 SQL Server 2000 系统存储过程简介	62
5.6.5 Transact-SQL 语言简介	62
5.7 SQL Server 2000 常用工具	62
5.7.1 概述	62
5.7.2 SQL Server 服务管理器	62
5.7.3 企业管理器	62
5.7.4 查询分析器	63
5.7.5 服务器网络实用工具	67

5.7.6 客户端网络实用工具	67
5.7.7 导入和导出数据	67
5.7.8 联机帮助文档	67
小结	68
习题	68
第 6 章 SQL Server 2000 数据库和表的设计	69
6.1 数据库的基本结构	69
6.2 数据库的创建、查看、修改及删除	71
6.2.1 创建数据库	71
6.2.2 使用企业管理器显示数据库信息	73
6.2.3 用 T-SQL 语句查看数据库信息	74
6.2.4 企业管理器修改数据库	77
6.2.5 使用 SQL 语句修改数据库	78
6.2.6 删除数据库	81
6.3 SQL Server 2000 的系统数据类型	82
6.3.1 数值型数据	82
6.3.2 字符数据类型	83
6.3.3 日期/时间数据类型	84
6.3.4 货币数据类型	84
6.3.5 二进制数据类型	85
6.3.6 双字节数据类型	85
6.3.7 图像、文本数据的使用	86
6.3.8 用户自定义数据类型及使用	87
6.4 表的结构	88
6.4.1 表的创建	88
6.4.2 显示表结构	91
6.4.3 修改表	93
6.4.4 删除表	95
6.5 数据的添加、查看、修改及删除	97
6.5.1 添加数据	97
6.5.2 修改数据	98
6.5.3 删除数据	100
小结	102
习题	102
第 7 章 SQL Server 2000 的数据查询	104
7.1 表数据的查询	104
7.1.1 SELECT 语句	104
7.1.2 WHERE 子句的使用	110
7.1.3 LIKE 子句	114

7.1.4	统计函数	117
7.1.5	数据的排序	119
7.1.6	分类	122
7.2	多表数据的连接查询	124
7.3	子查询的建立和使用	129
7.4	视图的创建、修改和删除	134
7.4.1	视图的概念	134
7.4.2	创建视图	134
7.4.3	更新视图	140
7.4.4	删除视图	141
小结		142
习题		142
第 8 章	Access 数据库	145
8.1	概述	145
8.1.1	Access 数据库软件简介	145
8.1.2	示例数据库说明	146
8.2	数据库	147
8.2.1	设计数据库	147
8.2.2	创建 Access 数据库	147
8.2.3	Access 数据库的基本组件	148
8.3	表	150
8.3.1	创建表	150
8.3.2	编辑表结构	157
8.3.3	记录的输入和编辑	158
8.3.4	记录的高级操作	161
8.3.5	定义表之间的关系	164
8.4	查询	169
8.4.1	创建选择查询	169
8.4.2	创建 SQL 查询	172
小结		172
习题		172
第 9 章	网络数据库环境	174
9.1	网页服务器 IIS	174
9.2	网页服务器 PWS	178
9.3	ODBC	180
9.3.1	ODBC 的基本原理	180
9.3.2	数据源与 Web 的 ODBC 连接	182
小结		184
习题		184

第 10 章 网页设计与数据库连接技术 185

10.1 VBScript 脚本语言 185

10.1.1 VBScript 代码的基本格式 186

10.1.2 VBScript 基础 187

10.1.3 VBScript 的语法结构 189

10.1.4 VBScript 过程 193

10.1.5 VBScript 函数 195

10.2 ASP 技术 199

10.2.1 ASP 的特点 199

10.2.2 ASP 的功能 200

10.2.3 ASP 的工作原理 200

10.2.4 ASP 集成开发环境 201

10.2.5 ASP 文件组成 201

10.2.6 ASP 对象 201

10.2.7 ADO 对象 213

10.3 XML 基础 227

10.3.1 XML 简介 228

10.3.2 XML 文件的结构 230

10.3.3 XML 文档对象模型 234

10.3.4 XML DOM 在 ASP 中的应用 236

10.3.5 XML 与 SQL Server 2000 238

小结 244

习题 245

第 11 章 数据库在网络中的应用实例 246

11.1 网络数据库选择及设计准则 246

11.2 实例：网上设备管理系统 248

11.3 实例：网上书店 263

小结 267

参考文献 268

第1章 数据库概述

本章要点:

- ☑ 概念模型的表示方法
 - ☑ 数据库技术的发展过程与研究领域
 - ☑ 数据库系统的模式结构与体系结构
-

1.1 数据、数据库、数据库系统和管理系统

数据、数据库、数据库系统和数据库管理系统是4个密切相关的基本概念。

1. 数据

数据(Data)指描述事物的符号记录。文字、图形、图像、声音、学生的档案记录、货物的运输情况等都是数据。

2. 数据库

数据库(DataBase, DB)指长期存储在计算机内有组织的、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。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)指位于用户与操作系统之间的数据管理软件。数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制。数据库管理系统使用户能方便地定义数据和操纵数据,并能够保证数据的安全性、完整性,以及多用户对数据的并发使用和发生故障后的系统恢复。

4. 数据库系统

数据库系统(DataBase System, DBS)指在计算机系统中引入数据库后构成的系统,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。

1.2 数据管理的发展和研究范围

1.2.1 数据管理的发展

数据管理是指如何对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护,是数据处理的中心问题。数据管理经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个阶段。

1. 人工管理阶段

在 20 世纪 50 年代中期以前, 计算机主要用于科学计算。当时的硬件状况是: 外存只有纸带、卡片、磁带, 没有磁盘等直接存取的存储设备。软件状况是: 没有操作系统, 没有管理数据的软件; 数据处理方式是批处理。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期, 计算机的应用范围逐渐扩大, 计算机不仅用于科学计算, 而且还大量用于管理。这时硬件上已有了磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备; 在软件方面, 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; 处理方式上不仅有了文件批处理, 而且能够联机实时处理。

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期以来, 计算机用于管理的规模更为庞大, 应用越来越广泛, 数据量急剧增长, 同时也对多种应用、多种语言互相覆盖地共享数据集合的要求越来越强烈。这时硬件有大容量磁盘, 硬件价格下降, 软件价格上升, 为编制和维护系统软件及应用程序所需的成本相对增加。在处理方式上, 联机实时处理要求更多, 并开始提出和考虑分布处理。在这种背景下, 以文件系统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, 出现了数据库技术和统一管理数据的专门软件系统——数据库管理系统。

数据库技术从 20 世纪 60 年代中期产生到现在, 其发展速度之快, 使用范围之广是其他技术所不及的。60 年代末出现了第一代数据库——网状数据库、层次数据库, 70 年代出现了第二代数据库——关系数据库 (Relational DataBase, RDB)。目前关系数据库系统已逐渐淘汰, 网状数据库和层次数据库, 成为当今最流行的商用数据库系统。

1.2.2 数据库的研究范围

当前, 数据库研究的范围有以下三个领域。

1. 数据库管理系统软件的研制

数据库管理系统 (DBMS) 是数据库系统的基础。DBMS 的研制包括研制 DBMS 本身及以 DBMS 为核心的一组相互联系的软件系统。研制的目标是扩大功能、提高性能和提高用户的生产率。

2. 数据库设计

数据库设计的主要任务是在 DBMS 的支持下, 按照应用的要求, 为某一部门或组织设计一个结构合理、使用方便、效率较高的数据库及其应用系统。其中主要的研究方向包括数据库设计方法、设计工具和设计理论的研究, 数据模型和数据建模的研究, 计算机辅助数据库设计方法及其软件系统的研究, 数据库设计规范和标准的研究等。

3. 数据库理论

数据库理论的研究主要集中于关系的规范化理论、关系数据理论等。近年来, 随着人工智能与数据库理论的结合及并行计算机的发展, 数据库逻辑演绎和知识推理、并行算法等理论研究, 以及演绎数据库系统、知识库系统和数据仓库的研制都已成为新的研究方向。

1.3 数据模型

数据库存储的是数据，这些数据反映了现实世界中具有意义、有价值的信息，数据库不仅反映数据本身的内容，而且也反映数据之间的联系。数据模型就是用来抽象表示、处理现实世界的数据和信息的工具，它是数据库中用于提供信息表示和操作手段的形式框架，也是将现实世界转换为数据世界的桥梁。有关数据模型的基本概念是数据库理论的基础。在介绍几种数据模型之前，先介绍与其相关的一些概念。

1.3.1 数据及数据联系的描述

从人们对现实生活中事物特性的认识到计算机数据库里的具体表示要经历三个领域，即现实世界、概念世界和机器世界。有时也将概念世界称为信息世界，将机器世界称为存储世界或数据世界。

1. 现实世界

现实世界是指存在于人脑之外的客观世界。现实世界是客观存在的，人们管理的对象存在于现实世界之中。在现实世界里，事物及事物之间存在着联系，这种联系也是客观存在的。例如，职工和部门，职工在部门中就职；图书和读者，读者借阅图书；教师、学生、课程，教师为学生授课，学生选修课程并取得成绩；货物和客户，客户订货；等等。如果管理的对象较多或者比较特殊，事物之间的联系就可能较为复杂。

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复制，而要经过选择、命名、分类等抽象过程产生概念模型。概念模型是现实世界到机器世界必然经过的中间层次。建立概念模型涉及下面几个术语。

(1) 实体 (entity)

我们把客观存在并可相互区别的事物称为实体。实体可以是实际事物，也可以是抽象事件，还可以是事物之间的联系。比如，一个职工、一个部门属于实际事物；一次订货、借阅若干本图书、一场考试则是比较抽象的事件。

同一类实体的集合称为实体集。例如，全体学生的集合、全体职工的集合、全馆图书等。属性的集合表征一种实体的类型，称为实体型，如可以用学号、姓名、年龄、性别、平均成绩等属性来表征学生这一实体型。实体型“学生”表示全体学生的概念，并不具体指某个学生。以后在不致引起混淆的情况下，我们说实体即是指实体型而言。

(2) 属性 (attribute)

属性是用来描述实体的某一方面特性的。例如，职工实体用若干属性（职工号、姓名、性别、出生日期、职称）来描述。属性的具体取值称为属性值，用以描述一个具体实体。如，属性组合（0986、张洋、男、01 / 06 / 53、教授）在教师花名册中就表征了一个具体的人。又如，图书实体用属性（总编号、分类号、书名、作者、单价）来描述，则属性值（0462009、TP311、数据库基础、卢为、11.50）则具体代表了一本书。

(3) 域

属性的取值范围。例如，年龄的域为大于 15 小于 35 的整数，性别的域为（男，女）。

(4) 实体标识符

如果某个属性或属性组合的值能够唯一地标识出实体集中的每一个实体, 则可以选择该属性或属性组合作为实体标识符。上例中的“职工号”可以作为实体标识符, 由于可能有重名者存在, “姓名”就不宜作实体标识符。

(5) 联系 (relationship)

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。例如, 相同职称的有很多人, 但一个职工当前只有一种职称。另一种是实体之间的联系, 如, 一位读者可以借阅若干本图书; 同一本书可以相继被几个读者借阅。

3. 机器世界

信息经过加工编码进入机器世界, 机器世界的处理对象是数据。机器世界常用到以下几个概念。

(1) 字段 (field)

相应于属性的数据称为字段, 或者叫数据项, 又叫数据元素或初等项。

(2) 记录 (record)

相应于每一实体的数据称为记录。

(3) 文件

相应于实体集的数据称为文件, 它是同类记录的集合。

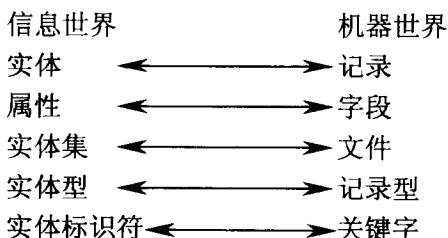
(4) 记录型

相应于实体的数据称为记录型。

(5) 关键字

相应于实体标识符的数据称为关键字, 关键字又称为码。

上述概念的对应关系如下:



实体、属性、记录、字段均有型与值之分。例如, 职工是一个实体型, 林玫、王芮则是实体值。属性中的性别、年龄是属性型, 而男、女, 23、30 则分别为性别、年龄的属性值。

4. E-R 模型

数据库设计工作比较复杂, 它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次到位。P. P. S. Chen 于 1976 年提出了实体的联系方法。这种方法简单、实用, 所以得到了非常普遍的应用, 也是目前描述概念模型最常用的方法。它所使用的工具为 E-R (Entity-Relation) 图。E-R 图所描述的现实世界的信息结构称为组织模式或企业模式, 同时把这种描述结果称为 E-R 模型。E-R 模型可以进一步转换为任何一种 DBMS 所支持的数据模型。E-R 图有如下三要素。

④ 实体 (型): 用矩形框表示, 框内标注实体名称。

☞ 属性：用椭圆形表示，并用连线与实体连接起来。如果属性较多，为使图形更加简明，有时也将实体与其相应的属性另外单独用列表表示。

☞ 实体之间的联系：用菱形框表示，框内标注联系名称，并用连线将菱形框分别与有关实体相连，并在连线上注明联系类型。

实体间的联系类型是指一个实体型所表示集合中的每一个实体与另一个实体型中多少个实体存在联系，并非指一个矩形框通过菱形框与另外几个矩形框画连线。

如图 1-1 所示就是“班级”概念模型的 E-R 图。

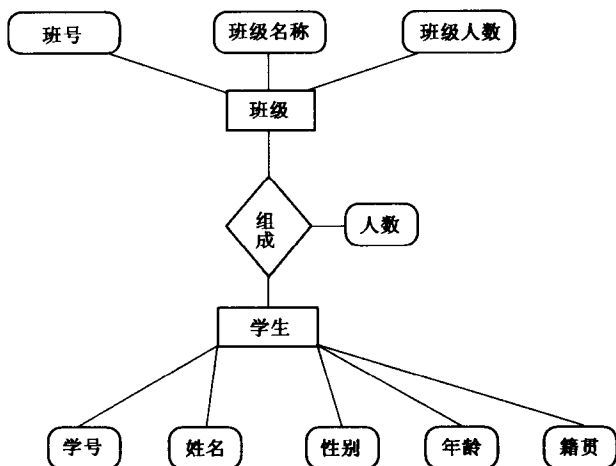


图 1-1 班级的 E-R 图

实体间的联系虽然复杂，但都可以分解为少数几个实体间的联系，最基本的是两个实体间的联系。联系抽象化后可归结为以下三种类型。

(1) 一对一联系 (1:1)

设 A、B 为两个实体集。若 A 中的每个实体至多和 B 中的一个实体有联系，反过来 B 中的每个实体至多和 A 中的一个实体有联系，称 A 和 B 是 1:1 联系。例如，一个公司只有一个总经理，同时一个总经理不能在其他公司兼任。注意“至多”一词的含义，1:1 联系不一定都是一一对应的关系。图 1-2 所示为一对一的联系。

(2) 一对多联系 (1:n)

如果 A 中的每个实体可以和 B 中的几个实体有联系，而 B 中的每个实体至多和 A 中的一个实体有联系，那么 A 对 B 属于 1:n 联系。这类联系比较普遍，例如，部门与职工是一对多联系，因为一个部门有多名职工，而一名职工只在一个部门就职。又如，一个学生只能属于一个班级，而一个班级有很多个学生。图 1-3 所示为一对多的联系。

一对一的联系可以看做一对多联系的一个特殊情况，即 $n=1$ 时的特例。

(3) 多对多联系 (m:n)

若 A 中的每个实体可与 B 中的多个实体有联系，反过来，B 中的每个实体也可以与 A 中的多个实体有联系，则称 A 对 B 或 B 对 A 是多对多联系 (m:n)，如图 1-4 所示。

例如，一个学生可以选修多门课程，一门课程可以由多名学生选修。学生和课程间存在多对多联系。图书与读者之间是 m:n 联系：一位读者可以借阅若干本图书，同一本书可以

连续被几个读者借阅。研究人员和科研课题之间是 $m : n$ 联系：一个人可以参加多个课题，一个课题可以由多个人参加。

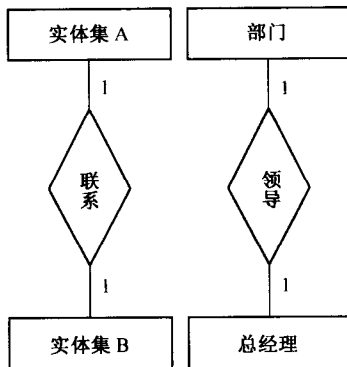


图 1-2 一对一的联系

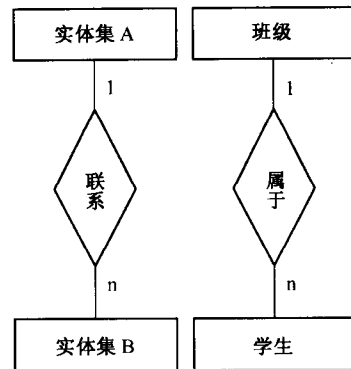


图 1-3 一对多的联系

当涉及三个实体同时发生联系时，应进行认真分析以便真实地反映现实世界。如一台机器可以由若干个工人操作，加工若干种零件，某一个工人加工某一种零件是在多台机器上完成的，因为一个零件需要多道工序，不同工序需要不同的机器才能完成。因此，机器、零件、工人三个实体之间存在着多对多的联系。

再如，一个供应商可以为若干个项目供应零部件，每个项目可以使用不同供应商的零部件，每种零部件可由不同供应商提供。因此，供应商、零部件、项目三个实体之间存在着多对多的联系，如图 1-5 所示。

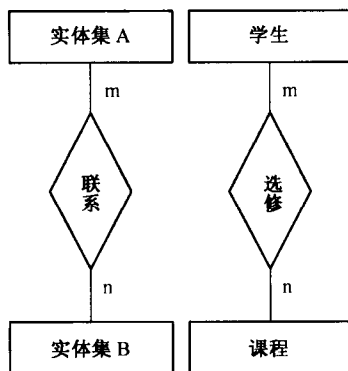


图 1-4 多对多联系

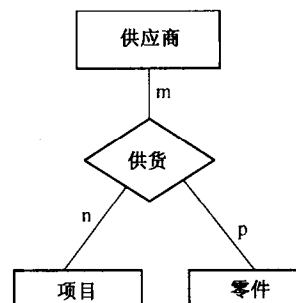


图 1-5 三个实体间的多对多联系

E-R 方法为抽象地描述现实世界提供了一种有力工具，它所表示的概念模型是各种数据模型的共同基础，进行数据库设计时必然要用到此方法。

5. 一个实例

设有如下教学环境：一个班级有若干名学生，一名学生只属于一个班级。一个学生可以选修若干门课程，每门课程可被多个学生选修。一位教师可以讲授若干门课程，一门课程只有一位教师主讲。每位教师属于一个教研室，一个教研室有若干位教师。用 E-R 图画概念模型。根据描述，画出的 E-R 图如图 1-6 所示。