

403

TB-38  
236

普通高等教育材料成形及控制工程专业改革教材

# 计算机网络与数据库 技术及其工业应用

张宜生 张乐福 梁书云 编

李渊明 主审



A0955389



机械工业出版社

本书内容分为两部分,第一章至第七章是理论基础,重在计算机网络与数据库先进实用技术的原理阐述。第八章至第十二章着重在制造业的应用,帮助学生建立企业级网络设计方案(文件服务器结构,客户/服务器体系结构,浏览器/服务器体系结构,应用服务器解决方案);企业管理信息系统应用(先进企业管理模型、生产管理、销售管理、决策支持系统);基于网络的CAD/CAPP/CAQ/PDM的应用技术方案。在网络数据库的应用实例上,强调SQL语言标准和基于ODBC、JDBC及中间件的应用。

本书作为材料成形及控制工程专业教材,也可作为非计算机专业应用课程的教材,还可供有关工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络与数据库技术及其工业应用 / 张宜生等编. —北京:机械工业出版社, 2001.6

ISBN 7-111-08969-3

I. 计... II. 张... III. ①计算机网络—高等学校—教材②计算机网络—应用—工业技术—高等学校—教材③数据库—高等学校—教材④数据库—应用—工业技术—高等学校—教材 IV. TB-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第030610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:王霄飞

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001年6月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·7.375印张·273千字

0 001—4 000册

定价:19.00元

本书内容如有更改或与实际操作不符,恕不另行通知

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

# 普通高等教育材料成形及控制工程专业

## 改革教材编审委员会

**主编单位：**华中科技大学

**策划单位：**华中科技大学      机械工业出版社

**顾问：**杨叔子    院士

周    济    院士

崔    崑    院士

**参编单位：**西北工业大学

武汉理工大学

武汉大学

吉    林    大    学

重庆工业大学

太原理工大学

湖北工学院

华南理工大学

太原重型机械学院

武汉科技大学

大连理工大学

上海交通大学

湖北汽车工业学院

武汉凯奇公司

机械科学研究院武汉材料保护研究所

**审稿单位：**武汉大学

东    南    大    学

武汉理工大学

山    东    大    学

合肥工业大学

中国科学院计算所

西安交通大学

浙    江    大    学

福州大学

(排名不分先后)

## 序

我国社会主义现代化建设浪潮不断高涨，高等教育与教学改革不断深入发展，长江后浪推前浪。

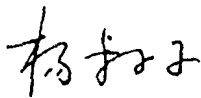
培养基础宽、素质高、能力强、适应面广，具有创新能力的人才，教材建设是一大关键。新的专业目录颁布以来，经过摸索的探讨，对一些改革力度大的专业组建和教材建设，各高校的观点和看法逐渐趋于大同。在这个基础上，编写一套适合于普通高等教育“材料成形与控制工程”专业系列改革教材是适时的，也是非常必要的。

该系列教材，内容合理而先进，充分体现了专业重心下移，看重于专业的基础性、共性课程的设置。而反映铸、锻、焊专业方向性的课程，绝大部分作为选修课程设置。其主要特点，一是系列教材覆盖面宽，不仅覆盖了 4 个老专业近 40 门专业教材的内容，而且还延伸到材料热加工的 latest 技术及发展的前沿；二是内容精练，选材新颖，结构合理，12 门教材平均每门不足 30 万字，仅为 4 个老专业教材篇幅的  $1/4 \sim 1/5$ ，且近一半的内容选自近 10 余年来的科研成果、国内外文献和国外原版教材；三是 12 门专业主干教材中，有 4 门是与计算机和信息技术相结合的教材，突出了计算机和信息技术的学习与应用。

我相信，通过这套专业系列教材的学习，可使材料成形与控制工程专业的学生较为充分掌握系统的专业基础与共性知识，在先进的材料加工新技术和发展趋势方面较了解乃至有所掌握，在计算机应用和外语水平方面能形成优势，这有利于培养较高的综合素质和较强的创新能力。

当然，任何事情不能一蹴而就。这套专业系列教材也有待在教学实践中不断修改与完善。好的开始等于成切的一半。我祝愿在著者与读者的共同努力下，这套教材有一个更为美好的明天，谨此为序。

中科院院士



2000 年 8 月

## 前 言

为了适应国家教育改革形势的发展,根据教育部最新颁布的新的专业目录,全国大部分工科院校已将原热加工专业的铸造、焊接、锻压、热处理四个专业合并为材料成形及控制工程大专业。1998年12月,教育部热加工专业教学指导委员会在哈尔滨召开年会,探讨了专业改造和教材建设的问题。

推行专业改革,为社会培养综合素质高,知识结构全面的栋梁之材,在很大程度上取决于教材建设。教育部颁布新的专业目录已两年多,经过这一阶段的摸索和探讨,对材料成形及控制工程专业的改造和教材建设,各高校观点和方法逐渐趋于大同,在这个基础上,编写一套普通高等教育材料成形及控制工程专业系列教改教材是适时的。为此,机械工业出版社教材编辑室成立了以华中科技大学为牵头单位的系列教改教材编审委员会,共同组织编写材料成形及控制工程专业系列教材。

《计算机网络与数据库技术及其工业应用》就是上述系列教材之一,在简明地阐述网络数据库新技术的基本原理、基本开发方法和制造业应用领域的行业特征的基础上,着重计算机网络数据库技术的工业应用教学。本教材也可用于其它非计算机专业的计算机应用课程教学,以及工程技术人员参考。

教材内容分为两部分,第一章至第七章是理论基础,重在先进实用技术的原理阐述。第八章至第十二章着重在制造业的应用,帮助学生建立企业级网络设计方案(文件服务器结构,客户/服务器体系结构,浏览器/服务器体系结构,应用服务器解决方案);企业管理信息系统应用(先进企业管理模型、生产管理、销售管理、决策支持系统);基于网络的CAD/CAPP/CAQ/PDM的应用技术方案。在网络数据库的应用实例上,强调SQL语言标准和基于ODBC、JDBC及中间件的应用。

为了使学生能更深入地理解教材中的重要内容,更好的获得该项技术的应用基础,本书除讲解其中的概念、方法外,还通过简明的实例分析,以进一步加深学生们对计算机网络和数据库技术的认识。书中所涉及的软件工具及参考资料,可以从<http://www.e-mold.com.cn>网站的相关栏目中找到更为详尽的介绍。

本书共分十二章,第一章至第七章、第八章第一节及第十章由张乐福编写,第九章由梁书云编写;第七章第四节、第八章第二节、第十一至第十二章由张宜生编写。

该教材的讲授为 32~36 学时。全书由张宜生和梁书云统编及修改，由中科院软件研究所李渊明主审。

鉴于作者水平所限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

张宜生

# 目 录

## 序 前言

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 第一章 计算机网络的组成 .....                  | 1  |
| 第一节 网络的物理组成 .....                   | 2  |
| 一、主机/服务器 .....                      | 2  |
| 二、终端/工作站 .....                      | 2  |
| 三、网络终端外围设备 .....                    | 2  |
| 四、网络设备 .....                        | 2  |
| 第二节 网络软件 .....                      | 7  |
| 第二章 OSI 网络模型和网络协议 .....             | 9  |
| 第一节 OSI 网络模型 .....                  | 9  |
| 一、概述 .....                          | 9  |
| 二、分层次的网络互连模型 .....                  | 9  |
| 三、系统之间的通信 .....                     | 11 |
| 第二节 网络协议 .....                      | 13 |
| 一、TCP/IP 简介 .....                   | 13 |
| 二、其它协议 .....                        | 18 |
| 第三章 局域网与互联网 .....                   | 23 |
| 第一节 局域网及其扩展 .....                   | 23 |
| 一、局域网模型 .....                       | 23 |
| 二、协议标准简介 .....                      | 25 |
| 第二节 广域网络及 Internet 网络<br>互联技术 ..... | 27 |
| 一、广域网络技术 .....                      | 27 |
| 二、Internet 网络互联 .....               | 29 |
| 第四章 数据库概论 .....                     | 31 |
| 第一节 数据库系统 .....                     | 31 |
| 一、什么是数据库系统 .....                    | 31 |
| 二、数据库中的若干概念 .....                   | 34 |
| 三、数据库系统的功能 .....                    | 36 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第二节 数据库技术发展的新方向 .....          | 36 |
| 一、分布式数据库技术 .....               | 36 |
| 二、面向对象的数据库技术 .....             | 38 |
| 三、数据仓库技术 .....                 | 40 |
| 第五章 关系型数据库应用系统的分析<br>与设计 ..... | 41 |
| 第一节 数据库系统的三级体系结构 .....         | 41 |
| 第二节 关系型数据库理论 .....             | 41 |
| 一、关系模型 .....                   | 41 |
| 二、关系 .....                     | 42 |
| 第三节 E-R 模型 .....               | 43 |
| 一、概述 .....                     | 43 |
| 二、E-R 图 .....                  | 43 |
| 三、E-R 模型的转换 .....              | 43 |
| 第四节 数据库设计方法概述 .....            | 43 |
| 第五节 需求分析 .....                 | 45 |
| 一、确定数据库范围 .....                | 45 |
| 二、应用过程分析 .....                 | 45 |
| 三、数据的收集与分析 .....               | 46 |
| 第六节 概念设计 .....                 | 47 |
| 一、局部信息结构设计 .....               | 48 |
| 二、全局信息结构设计 .....               | 48 |
| 第七节 实现设计 .....                 | 50 |
| 一、实现设计的步骤 .....                | 50 |
| 二、模型转换 .....                   | 50 |
| 第八节 物理设计 .....                 | 51 |
| 一、建立索引 .....                   | 51 |
| 二、建立聚集 .....                   | 51 |
| 第九节 实施与维护 .....                | 51 |

|                        |    |                       |     |
|------------------------|----|-----------------------|-----|
| 一、数据库建立 .....          | 52 | 一、文件服务器结构 .....       | 84  |
| 二、应用程序设计 .....         | 52 | 二、客户/服务器体系结构 .....    | 85  |
| 三、数据库试运行 .....         | 52 | 三、浏览器/服务器体系结构 .....   | 86  |
| 四、运行与维护 .....          | 53 | 第二节 应用服务器技术与服务器       |     |
| 第十节 关系规范化 .....        | 53 | 集群技术 .....            | 87  |
| 一、函数依赖 .....           | 54 | 一、网络应用服务器 .....       | 87  |
| 二、关键字 .....            | 55 | 二、应用服务器的体系结构、         |     |
| 三、关系规范化过程 .....        | 55 | 现状与发展 .....           | 87  |
| 四、关系分解的正确性 .....       | 59 | 三、企业服务器集群解决方案 .....   | 89  |
| 五、关系规范化理论的应用 .....     | 59 | 四、应用服务器的优势 .....      | 90  |
| 第六章 SQL 语言 .....       | 60 | 五、应用服务器技术的发展 .....    | 94  |
| 一、SQL 标准的基本概念和         |    | 第九章 企业管理信息系统 .....    | 95  |
| 特点 .....               | 60 | 第一节 企业资源计划 .....      | 95  |
| 二、数据定义 .....           | 60 | 一、企业物流和信息流 .....      | 95  |
| 三、数据操纵 .....           | 62 | 二、管理信息系统 .....        | 96  |
| 四、数据安全性与完整性控制 .....    | 64 | 三、生产管理信息系统 .....      | 96  |
| 五、嵌入式 SQL 语言 .....     | 66 | 四、财务管理信息系统 .....      | 98  |
| 第七章 开放数据连接 .....       | 69 | 五、人力资源管理系统 .....      | 100 |
| 第一节 技术背景 .....         | 69 | 六、经营计划与决策支持系统 .....   | 100 |
| 第二节 ODBC 原理与应用 .....   | 70 | 七、制造资源计划系统 .....      | 103 |
| 一、ODBC 概述 .....        | 70 | 八、企业计划系统 .....        | 104 |
| 二、ODBC 一致层 .....       | 71 | 九、物料需求计划 .....        | 105 |
| 三、ODBC 函数和命令集 .....    | 71 | 十、能力需求计划 .....        | 106 |
| 第三节 JDBC 原理与应用 .....   | 72 | 十一、库存管理 .....         | 107 |
| 一、概述 .....             | 72 | 十二、车间作业管理 .....       | 109 |
| 二、JDBC 的工作原理 .....     | 73 | 十三、产品成本管理 .....       | 110 |
| 三、安全模型 .....           | 74 | 第二节 企业资源管理系统 .....    | 110 |
| 四、JDBC-ODBC 桥 .....    | 74 | 一、资源管理系统 (ERP 的       |     |
| 五、JDBC 实现 .....        | 74 | 开发原则) .....           | 110 |
| 第四节 数据库中间件 .....       | 80 | 二、ERP 系统的设计思想 .....   | 110 |
| 一、网络操作系统 NOS 中间件 ..... | 80 | 三、ERP 系统的运行原理 .....   | 111 |
| 二、网络传输协议中间件 .....      | 80 | 四、ERP 系统的主要功能 .....   | 113 |
| 三、SQL 中间件 .....        | 81 | 五、ERP 系统今后的发展 .....   | 116 |
| 四、中间件的应用 .....         | 83 | 第三节 ERP 系统与网络连接 ..... | 116 |
| 第八章 企业级网络设计方案 .....    | 84 | 一、ERP 应用结构与联网 .....   | 117 |
| 第一节 企业级网络的体系结构 .....   | 84 | 二、扩展新的应用 .....        | 119 |

## 第十章 电子商务与基于 Internet 的材料

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 选择 .....                     | 120 |
| 第一节 电子商务的兴起 .....            | 120 |
| 一、基本概念 .....                 | 120 |
| 二、电子商务的发展 .....              | 120 |
| 三、电子商务模式 .....               | 121 |
| 四、电子商务需要的环境和条件 .....         | 121 |
| 第二节 典型的电子商务解决方案 .....        | 122 |
| 一、电子商务公共信息平台 .....           | 122 |
| 二、SAP 的协同电子商务 .....          | 123 |
| 三、Oracle 公司的电子商务解决方案 .....   | 124 |
| 第三节 企业在产品设计和生产过程中的选材问题 ..... | 125 |
| 一、产品设计过程与选材 .....            | 125 |
| 二、材过程所需要的材料科学数据 .....        | 126 |
| 三、材料科学数据库与选材系统总体结构 .....     | 126 |
| 四、材料加工与应用数据服务 .....          | 127 |
| 第四节 材料选择与电子商务系统 .....        | 127 |
| 一、材料选择与电子商务 .....            | 127 |
| 二、材料产品数据库系统的设计 .....         | 128 |
| 三、材料选择方案 .....               | 128 |
| 四、网上订货 .....                 | 128 |

## 第十一章 网络数据库技术在先进制造

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 系统中的应用 .....                | 129 |
| 第一节 CAD 应用的网络环境 .....       | 129 |
| 一、基于网络的 CAD 系统 .....        | 129 |
| 二、网络用户接口 .....              | 131 |
| 三、互操作接口技术 .....             | 133 |
| 第二节 在 CAPP 工艺设计系统中的应用 ..... | 136 |
| 一、计算机辅助工艺设计系统 .....         | 136 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 二、交互式 CAPP 系统 .....             | 137 |
| 三、派生式 CAPP 系统 .....             | 140 |
| 四、创成式 CAPP 系统 .....             | 141 |
| 五、混合式 CAPP 系统 .....             | 146 |
| 六、CAPP 数据库 .....                | 148 |
| 第三节 在产品数据管理系统中的应用 .....         | 150 |
| 一、PDM 能为企业解决哪些问题 .....          | 151 |
| 二、PDM 系统的原理 .....               | 153 |
| 三、PDM 系统的开发运行平台 .....           | 155 |
| 四、几种典型 PDM 系统产品简介 .....         | 157 |
| 五、PDM 系统的基本功能 .....             | 159 |
| 六、PDM 系统集成的接口 .....             | 163 |
| 七、PDM 的企业建模 .....               | 167 |
| 八、PDM 的实施 .....                 | 169 |
| 第四节 在 CAQIS 计算机辅助质量系统中的应用 ..... | 170 |
| 一、自动化的质量系统对企业的战略作用 .....        | 170 |
| 二、计算机辅助质量系统结构 .....             | 171 |
| 三、计算机辅助质量系统的网络数据库 .....         | 176 |
| 第五节 CIMS 中的数据集成技术 .....         | 178 |
| 一、CIMS 中的信息集成的需求和特点 .....       | 178 |
| 二、数据集成的目标 .....                 | 181 |
| 三、现有共享数据的存储机制 .....             | 185 |
| 四、分布式环境下的数据分布技术 .....           | 188 |
| 五、分布环境下的多库集成 .....              | 191 |
| 六、工程数据管理 .....                  | 200 |

## 第十二章 数据仓库及挖掘技术的应用 .....

|                |     |
|----------------|-----|
| 第一节 数据仓库 ..... | 204 |
|----------------|-----|

|                      |     |                       |     |
|----------------------|-----|-----------------------|-----|
| 一、数据仓库的概念 .....      | 204 | 第三节 数据仓库与企业信息门户 ..... | 213 |
| 二、数据仓库的结构 .....      | 204 | 一、数据仓库使企业有了统一         |     |
| 三、数据集市 .....         | 205 | 的数据视角 .....           | 214 |
| 四、数据仓库的开发流程 .....    | 206 | 二、企业信息门户提供了一个         |     |
| 五、基于数据仓库的决策支持        |     | 统一的应用界面 .....         | 215 |
| 系统 .....             | 207 | 三、数据挖掘技术的发展 .....     | 216 |
| 六、数据仓库支持决策的作用        |     | 四、全文检索及其应用 .....      | 217 |
| 及其局限性 .....          | 207 | 第四节 数据挖掘工具及其选择 .....  | 221 |
| 第二节 数据挖掘技术及其应用 ..... | 208 | 一、数据挖掘工具 .....        | 221 |
| 一、数据库中的知识发现 .....    | 208 | 二、数据挖掘工具的选择 .....     | 223 |
| 二、数据挖掘分类器的应用 .....   | 211 | 参考文献 .....            | 225 |

# 第一章 计算机网络的组成

计算机网络的主要功能就是数据共享和服务。在网络上实现这些功能，必须有各种物理设备、信号传输媒体和软件作为保障。其中物理设备包括主机/服务器、工作站/终端、网络设备、网络终端外围设备等。软件包括网络操作系统、应用服务软件等。一个典型的网络如图 1-1 所示。图中包含了多种连接方式、传输媒体和网络硬件设备等。

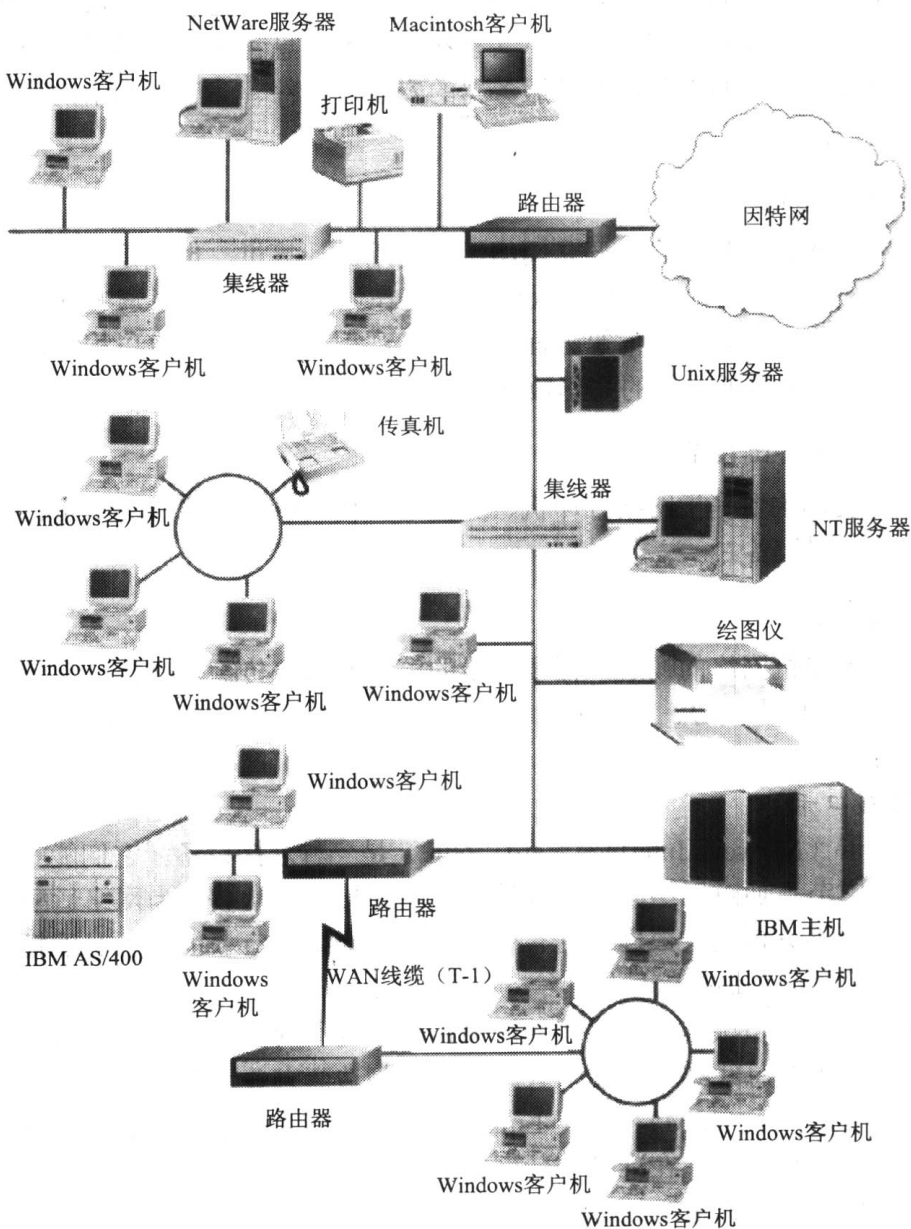


图 1-1 一个典型的复杂网络

## 第一节 网络的物理组成

### 一、主机/服务器

要构成计算机网络，作为网络服务器的计算机是必不可少的组成部分。根据其用途、容量、处理速度、规模不同，被称为主机或者服务器，虽然叫法不同，但所指的设备都是一样的。计算机主机或者服务器主要担负着共享信息的存储、网络软件服务、数据库服务、网络管理等多项任务。所以服务器就是为公众提供服务的计算机设备。尤其是在目前网络飞速发展和软件技术不断提高的情况下，服务器更是扮演着极其重要的角色，没有服务器就难以形成一个高效的信息共享和安全的信息管理网络体系。服务器在大多数的情况下是自动运行的设备，除了服务器的安装、软件、信息、网络的管理之外不需要更多的人工干预。

### 二、终端/工作站

计算机终端或者工作站，主要是网络用户使用的计算机，也就是网络客户机，目前PC机占了上网工作站的绝大部分。人们使用工作站的主要任务是通过计算机和网络实现自己学习、工作、娱乐、通信等方面的目的。利用工作站上网可以根据用户权限调阅共享信息，使用服务器所提供的共享数据服务等。

### 三、网络终端外围设备

网络外围设备主要是指网络打印机、光盘塔、传真机、磁带机等负责打印、存储、通信等服务的外围设备。

### 四、网络设备

为了保证计算机网络的畅通，需要大量的电子设备来传输、交换数字信号，其中包括网络接口卡（简称网卡）、集线器、数据信号传输媒体、中继器、网桥、路由器、网关和交换机等。

#### 1. 网络接口卡

网络接口卡（Network Interface Card, NIC）是一种连接设备。它们能够使工作站、服务器或者其它节点通过网络介质收发数据。网络接口卡常被称为网络适配器，因为它们只传输信号而不分析高层数据。在有些情况下，网络接口卡也可以对承载的数据做基本的解释，而不是简单地把信号传递给CPU。

网络接口卡的类型根据它所依赖的网络传输系统不同而不同，还与网络传输速率、连接器接口以及主板总线结构有关。有时，也与制造商有关。常见的网络接口卡制造商包括：3Com、Adeptec、IBM、Intel、Linksys、Olicom、SMC和Western Digital等。

对于一台计算机来说，在准备安装网络接口卡之前，必须了解计算机的总线结构。总线的能力是由它的数据通道的宽度（用位表示）和数据传输速率（用MHz表示）来表示的。总线的数据通道宽度等于其在任何时候都能够并行传输的数据的位数。数据通

道的宽度从早期的 8 位、16 位、32 位一直发展到现在的 64 位。随着总线数据通道宽度的增加，与总线相连的部件的速度也随着提高。目前常见的总线结构有如下几种：

(1) ISA 工业标准结构 80 年代早期开发出来的总线结构，最初仅为 8 位，后来扩展到了 16 位。

(2) MCA 微通道结构 IBM 在 1987 年为个人计算机而开发的 32 位总线。后来被 EISA 和 PCI 取代。

(3) EISA 扩展的工业标准结构 一种兼容 ISA 设备的 32 位总线，速度比 ISA 总线要快，目前已经很少见了。

(4) PCI 外围设备互联 一种 32 位或者 64 位的总线结构，目前已经成为个人计算机上标准的总线。

(5) PCMCIA 个人计算机卡 在 90 年代早期为便携电脑开发出来的，用于连接外围设备的接口。

常见的网络接口卡与传输介质的连接接口形式有：

(1) BNC：连接同轴电缆；

(2) RJ45：连接双绞线；

(3) AUI：连接网络收发器；

(4) FC：连接光纤；

(5) RJ11：连接调制解调器电话线。

当选择网络接口卡时，应该考虑计算机的总线结构、网络介质、连接器类型、传输速度、网络模型以及操作系统的要求。同时考虑一些影响网络运行速度的网卡特性，如表 1-1 所示。

表 1-1 网卡的特性

| 网卡的特性       | 功 能                              | 优 点                      |
|-------------|----------------------------------|--------------------------|
| 自动选择速度      | 能使网卡自动检测并适应网络的运行速率和模式            | 可以帮助配置系统                 |
| 网卡上带有 CPU   | 一些需要利用计算机的 CPU 才能进行的数据处理可由网卡自己完成 | 提高网络的运行质量                |
| 直接访问存储器 DMA | 使网卡可以直接与计算机的内存进行数据传输             | 提高网络的运行质量                |
| 诊断用的发光二极管   | 指示数据传输的堵塞状态和连接状态，有时指示数据传输速度      | 可以帮助排除问题                 |
| 双通道         | 一个插槽可以同时高效地支持两块网卡                | 提高网络的运行质量                |
| 负载平衡        | 网卡的处理器可以决定何时切换内部板卡的数据传输          | 可提高数据传输任务比较重的网络性能，适用于服务器 |
| 提前发送和接收     | 网卡的处理器可以在接收到整个数据包之前就开始处理数据       | 提高网络的运行质量                |
| 管理能力 (SNMP) | 通过安装相应的应用程序，网卡可以自我监视并自动排除故障      | 能够在问题刚刚出现的时候就发现它         |
| 管理电源的能力     | 网卡参与计算机的电源管理                     | 增加节能效果                   |
| RAM 缓存      | 网卡带有内存，可以提高数据缓存空间                | 提高网络的运行质量                |

## 2. 中继器

中继器是一种放大模拟量或数字信号的网络连接设备。它没有必要解释所要传输的信号，只是转发信号。

## 3. 集线器

最开始，集线器只是一个多端口的中继器。它有一个端口与主干网相连，并有多端口连接一组工作站。后来发展成为支持网络拓扑结构，如总线、环形和混合型，实现局域网络中各个工作站或者服务器的互通，然后再通过高速共享的通信线路连接到其它网络或者主机服务器上。集线器分为独立型和可堆叠型，典型的可堆叠集线器如图 1-2 所示。集线器主要实现的是信号转发，一般没有数据处理能力。但随着技术的进步，集线器也具有了数据处理能力和网络管理能力，成为“智能集线器”，这种集线器一般能够支持各种不同的传输介质和数据传输速率。

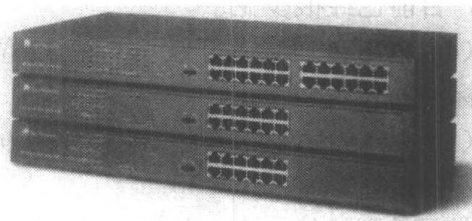


图 1-2 集线器（可堆叠）示意图

## 4. 数据信号传输媒体

(1) 铜缆 常规计算机网络使用导线作为连接计算机的主要介质，其中大多使用铜缆，因为其较低的电阻能使电信号传递得更远。

为减少干扰，网络通常使用二种基本连线：双绞线（twisted pair）和同轴电缆（coaxial cable）。双绞线和同轴电缆的示意图如图 1-3 所示。

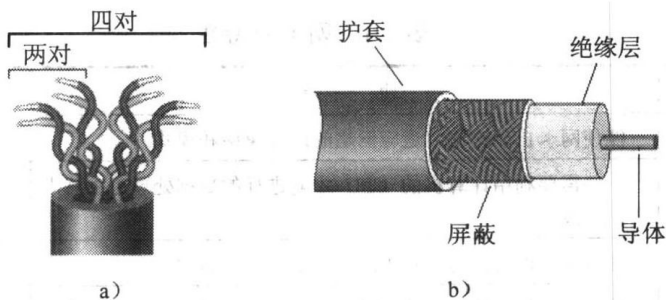


图 1-3 网络连线示意图

a) 同轴电缆 b) 示意图

对于双绞线来说，一对导线绞在一起就改变了其电气特性，并使其能用于网络。首先，绞在一起限制了电磁能量的发射，并有助于防止双绞线中的电流发射能量干扰其他导线。其次，绞在一起也使双绞线本身不易被电磁场所干扰，有助于防止其它导线中的信号干扰这两根导线。

网络中使用的第二种导线是同轴电缆，和有线电视所用的电缆一样。同轴电缆较双绞线有更好的抗干扰作用。与双绞线绞在一起以限制干扰不同，同轴电缆金属屏蔽层对抗干扰起到了关键作用。

为了提高双绞线的抗干扰能力，也可以在双绞线的外层塑套内使用屏蔽层，有屏蔽层的双绞线叫做屏蔽双绞线（shielded twisted pair）。

（2）光纤 计算机网络也使用光纤（Optical Fiber）来传输数据信号。光缆的结构如图 1-4 所示。

光纤较导线有五大优点。首先，因为传输的形式是光，所以光纤既不会引起电磁干扰也不会被干扰。其次，因为玻璃纤维反射率很高，所以光纤传输信号的距离比导线所能传输的距离要远得多。第三，因为较之电信号，光有更短的波长，容量大，可以在单位时间内传输比导线更多的信息。第四，与电流总是需要二根导线形成回路不同，光仅需一根光纤即可从一台计算机传输数据到另一台计算机。第五，光纤重量轻，与同样容量的金属导线相比，大大降低施工工程的难度。

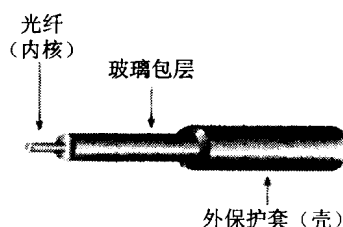


图 1-4 光缆结构示意图

尽管光纤有不少优点，但它也确有其不足之处。首先，光纤的安装需要专门设备以保证光纤的端面平整以便光能透过。其次，当一根光纤在护套中断裂（如被弯成直角），要确定其位置是非常困难的。第三，修复断裂光纤也很困难，需要专门的设备连接两根光纤以确保光能透过结合部。

（3）无线电波 除了用于无线电广播、电视节目以及手提电话的个人通信，无线电波也可用于传输计算机数据。一个使用无线电波通信的网络经常被非正式地称为是运行在射频（radio frequency，RF）上的，并且其传输也被称为 RF 传输。与使用导线或光纤的网络不同，使用 RF 传输的网络并不要求在计算机之间有直接的物理连接。作为替代，每个计算机都带有一个天线，经过它发送和接收 RF。

（4）卫星 虽然无线电波传输并不沿地球表面弯曲，但 RF 技术可以和卫星相结合以提供长距离通信。卫星带有一个无线电接收器和发送器，在大洋一边的一个地面站发送信号至卫星，卫星将信号转发至大洋另一边的地面站。因为在轨道上放置一颗卫星是极其昂贵的，一颗卫星通常包含很多个彼此相互独立的转发器（一般为六到十二个），每个转发器使用不同的无线电频道以保证多个通信能同时进行。此外，由于单个卫星频道还可共享使用，因此它能为许多客户提供服务。

（5）微波 超出无线电和电视所用的频率范围的微波也能用于传播信息，许多长途电话公司使用微波传输电话通信。一些大公司也安装了微波通信系统作为公司网络的一部分。

虽然微波就是频率较高的无线电波，但它们的性质并不相同。与无线电波向各个方向传播不同，微波传输集中于某个方向，可以防止他人截取信号。另外，微波比用 RF 传输能承载更多的信息。但是，微波不能穿透金属结构。微波传输在发送和接收器之间存在无障碍的通道时工作得很好，因此，绝大多数微波装置都设有高于周围建筑物和植被的高塔，并且其发送器都直接朝向对方高塔上的接收器。

(6) 红外线 红外线一般局限于一个很小的区域(例如,在一个房间内),通常要求发送器直接指向接收器。红外硬件与采用其它机制的设备比较相对便宜,且不需要天线。计算机网络可以使用红外技术进行数据通信,因此对便携计算机尤为方便。

(7) 激光 我们已经提到了通过光纤可把光用于通信中。此外,光也能用于在空中传输数据。和微波通信系统相似,采用光的通信连接通常由两个站点组成,每个站点都拥有发送和接收器,设备安装在一个固定的位置,经常在一个高塔上,并且相互对齐,以便一个站点的发送器将光束直接传输至另一站点的接收器。发送器使用激光器(laser)产生光束,因为激光能在很长距离内保持聚焦。

和微波传输相似,激光器发出的光束走的也是直线,并且不能被遮挡。另外,激光光束不能穿透植物以及雨、雪、雾等多种气候条件,因此激光传输的应用受到限制。

## 5. 网桥

网桥与中继器类似,它具有单个的输入端口和输出端口。它与中继器不同之处在于它能够解析它所收发的数据,并根据指导把数据传送到目的地。它能够读取目标地址信息,并决定是否向其它网段转发数据包。如果数据包的目标地址和源地址位于同一个网段,就可以把它过滤掉。当计算机节点通过网桥传输数据时,网桥就会根据已知的地址和它们在网络中的位置建立过滤数据库,并根据它来决定是转发数据包还是把它过滤掉,如图 1-5 所示。

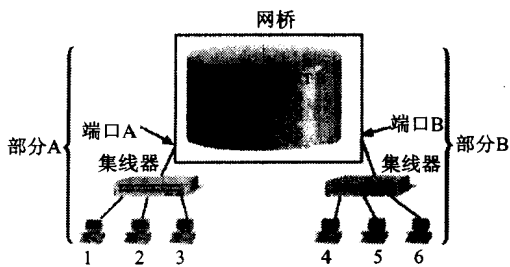


图 1-5 网桥与过滤数据库示意图

独立式网桥在 20 世纪 80~90 年代比较流行,但随着先进的交换技术和路由技术的发展,网桥技术已经落伍,现在很难再见到网桥作为独立的设备了。

## 6. 路由器

路由器是一种多端口设备,它可以连接不同传输速率并运行于各种环境的局域网和广域网,也可以采用不同的协议。路由器是局域网连接广域网的一种最佳的选择。路由器的优势在于它的智能性,它不仅能够跟踪网络的某一个节点,还能和交换机一样,选择出两个节点之间最近、最快的传输途径,因此它成为大型局域网和广域网中功能强大而且非常重要的设备。路由器内部带有自己的处理器、内存、电源以及为各种不同类型的网络连接而准备的输入输出插座,同时还具有设备管理接口,使用起来非常灵活、方便。

## 7. 网关

网关不能完全归为一种网络硬件。概括性的说,它应该是能够连接不同网络的软件和硬件的结合产品。特别之处在于,它们可以使用不同的格式、通信协议或者结构连接两个不同的系统。网关实际上通过重新封装信息以使它们能被另一个系统读取。从物理的位置来说,网关可以设置在服务器、微型或者大型机上。由于网关具有强大的功能而

且大多数时候都和应用有关，它们比路由器的价格要贵一些。另外，由于网关的传输更复杂，它们传输数据的速率要比网桥或者路由器低一些，有可能造成网络堵塞的可能。然而，在某些场合，只有网关能够胜任工作。

## 8. 交换机

近年以来，随着网络连接设备硬件技术的提高，已经很难把集线器、交换机、路由器和网桥之间的界限划分的很清楚了，交换机就是这些技术结合的产物。

交换机这种设备可以把一个网络从逻辑上划分为几个相对独立的网段，交换机的所有端口都共享同一公共背板带宽，每一个端口都扮演一个网桥的作用，而且每一个连接到交换机上的设备都可以享有它们自己的专用信道。也就是说，交换机把每一个共享信道分成几个信道。所以，近年来主干网络上纷纷采用交换机来替代网络上的路由器。这样做的好处是：首先，由于交换机使各台设备的数据传输相互独立，所以使用交换机通常是比较安全的。其次，交换机为每台潜在的设备都提供了独立的信道。这样做的结果就是，在传输大量数据和对时间延迟要求比较严格的信号时，如话音和视频数据，能够全面发挥网络能力。图 1-6 是一个典型的局域网络交换机。

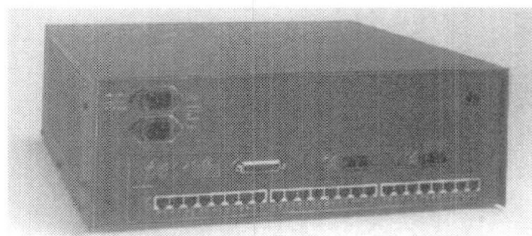


图 1-6 典型的局域网交换机示意图

当然，交换机也有缺点，当连续传输大量数据的时候，它也是不堪重负的，在这种情况下，交换机可能会丢失数据。

## 第二节 网络软件

在信息发达的时代，不管设备再精良，没有软件是不可想象的。网络运行的是否高效、安全，网络服务是否高质量，都与网络软件有关。网络上运行的软件包括网络操作系统、网络管理以及网络服务应用软件等。

网络操作系统目前比较常见的有 Unix（其中包括多个公司开发的多个不同的版本）、Windows（Windows NT, Windows 2000）、Novell Netware、Linux 等。Unix 操作系统一般运行在大型的服务器和工作站上。Windows 是目前最普及的网络操作系统，主要运行在小型的服务器和个人计算机上。Novell Netware 在五年以前是非常流行的网络操作系统，对于局域网的普及和发展起了重要的作用，目前逐渐被 Windows NT 和 Linux 所取代。Linux 作为开源代码的免费操作系统在全世界风靡一时，大有与 Unix 和 Windows 一比高低的态势，目前有很多服务器和客户机也采用了 Linux 操作系统，但是由于 Linux 的完善程度不够高，同时在其平台上运行的应用软件不如 Windows 和 Unix 上的丰富，其推广仍然受到一定的限制。

网络管理软件主要负责对网络的监控和优化，同时担负着身份认证和安全控制等重