Visual FoxPro 数据库与网络应用

冯庆煜　编著

电子科技大学出版社

图书在版编目（CIP）数据

Visual FoxPro 数据库与网络应用/冯庆煜编著.
成都：电子科技大学出版社，2006.9
ISBN 7－81114－237－6

Ⅰ.V… Ⅱ.冯 … Ⅲ.关系数据库－数据库管理系统，Visual FoxPro Ⅳ.TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 093231 号

Visual FoxPro 数据库与网络应用

冯庆煜 编著

出　　版：电子科技大学出版社 （成都建设北路二段四号，邮编：610054）
责任编辑：罗 雅
发　　行：新华书店经销
印　　刷：成都金龙印务有限责任公司
开　　本：787mm×1092mm 1/16 **印张**：18.125 **字数**：441 千字
版　　次：2006 年 9 月第一版
印　　次：2006 年 9 月第一次印刷
书　　号：ISBN 7－81114－237－6/TP・76
定　　价：28.50 元

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误，请寄回印刷厂调换。

前　言

计算机是 20 世纪最重大的科学技术发明之一，现在已广泛地应用于人类社会的各个领域，在物质生产和精神文明建设中产生了巨大的经济效益和社会效益，计算机科学技术水平已经成为衡量一个国家科学技术现代化的一个重要指标。

计算机是一种能快速而高效地完成信息处理的数字化电子设备，它能按照人们编写的程序对原始输入数据进行加工处理、存储或传送，以便获得所期望的输出信息，从而利用这些信息来为经济社会发展服务。

本书从应用的角度出发，结合编者多年的教学实践和科研经验，由浅入深、循序渐进地介绍了网络和数据库的基础知识，数据库的基本操作，查询和视图，结构化查询语言 SQL，结构化程序设计，Visual FoxPro 面向对象程序设计，菜单设计和报表设计及大量的 Visual Faxpro 与网络综合性应用技巧实例等内容。书中配有丰富的例题，以适应学习、参考、应用实践需要。本书可作为普通高等院校计算机专业和非计算机专业学生教学参考用书，也可作为非计算机专业方向的研究生研修用书，还可以作为科研人员研究 Visual FoxPro 数据库与网络综合应用的参考书。

序　言

一本将 Visual FoxPro 和网络的综合应用集成为一体的书并不多见。本书通过大量实例穿插在理论中，详细介绍了使用 Visual FoxPro 6.0 进行数据库开发的方法、技巧和网络应用，可使读者深入了解网络和 Visual FoxPro 6.0 的功能。本书组织结构新颖，内容编排合理独特，所选实例功能完善，难度较大，接近实际应用。书中提供的 25 个典型实例具有相关性，即后面的实例是在前面实例的基础上进行操作的，尤其是本书第九章最后一个实例，以一个实际的 Visual FoxPro 6.0 应用项目要求和实际的开发过程来安排内容，提供给读者一次零距离接触实际项目开发的机会，其内容包括 Visual FoxPro6.0 的集成开发环境及其新增功能、数据库应用程序开发、网络应用和数据共享等。第十章内容则真正体现出 Visual FoxPro 6.0 数据库和网络的综合应用，这是作者从十年教学和科研中总结出来的精华，对于哪怕是一个小的应用项目都通过大量实践进行印证，其中大多数应用项目作者已经在《计算机应用》等刊物上正式发表。

本书具有很好的实用价值，可供有一定数据库基础的读者学习。通过对本书的阅读和使用，读者一定会在数据库和网络的深入应用等方面得到扎实的训练并获益。

西南财经大学经济信息工程学院
副院长，教授
匡　松
2006 年 9 月

目 录

第一章 计算机网络基础 1
1.1 计算机网络概述 1
1.1.1 计算机网络的定义 1
1.1.2 计算机网络的发展历史 1
1.1.3 计算机网络的分类 2
1.1.4 计算机网络的拓扑结构 3
1.1.5 计算机网络的主要功能 4
1.2 计算机通信 5
1.2.1 计算机通信的概念 5
1.2.2 模拟数据通信和数字数据通信 5
1.2.3 线路复用技术 5
1.2.4 数据交换技术 6
1.3 计算机网络的硬软件系统简介 7
1.3.1 网络硬件系统 7
1.3.2 网络软件系统 10
1.4 计算机网络的体系结构 12
1.4.1 ISO/OSI 参考模型 13
1.4.2 TCP/IP 参考模型与协议 14
1.5 Internet 基础 15
1.5.1 什么是 Internet 15
1.5.2 Internet 的发展 16
1.5.3 Internat 提供的主要服务 17
1.5.4 IP 地址与域名 18
1.6 网络配置和安装 21
1.6.1 网络适配器的安装 22
1.6.2 安装 TCP/IP 协议 22
1.6.3 连接 Internet 25
1.7 局域网的应用 27
1.7.1 共享设置 27
1.7.2 访问局域网 29
第二章 数据库概述 30
2.1 数据管理技术的发展 30

2.1.1 人工管理阶段（20 世纪 50 年代中期以前）.....30
2.1.2 文件系统阶段（20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期）.....30
2.1.3 数据库系统阶段（20 世纪 60 年代末期以后）.....30
2.2 数据及数据模型.....31
2.2.1 数据描述的 3 个领域.....31
2.2.2 数据模型.....32
2.3 数据库系统的组成.....36
2.3.1 软件部分.....36
2.3.2 硬件部分.....37
2.3.3 数据库管理员（DBA）.....37
第三章 关系型数据库理论.....38
3.1 关系及关系代数.....38
3.1.1 关系及关系模型.....38
3.1.2 关系代数.....42
3.2 表的基本操作.....49
3.2.1 表的创建.....49
3.2.2 表的打开和关闭.....53
3.2.3 表结构的修改.....53
3.2.4 表的记录定位和显示.....54
3.2.5 表结构和数据的复制.....57
3.2.6 表数据的修改.....58
3.2.7 表的过滤.....64
3.3 数组和表之间的数据交换.....65
3.3.1 单记录和数组之间的数据交换.....66
3.3.2 多记录和数组之间的数据交换.....67
第四章 数据库的创建与管理.....69
4.1 数据库的创建.....69
4.1.1 用数据库设计器创建数据库容器.....69
4.1.2 在命令窗口中用命令建立数据库.....70
4.1.3 在项目中添加数据库.....71
4.2 打开、修改和关闭数据库.....71
4.2.1 打开数据库.....71
4.2.2 修改数据库.....73
4.2.3 关闭数据库.....74
4.3 数据库对表的管理.....74

4.3.1 在数据库中创建新表.....74
4.3.2 向数据库中添加表.....75
4.3.3 删除数据库表.....75
4.3.4 修改表结构.....76
4.3.5 浏览数据库表.....76
4.3.6 浏览数据库文件.....76
4.4 数据字典.....77
4.4.1 字段属性.....77
4.4.2 记录规则.....79
4.4.3 永久关系.....80
4.4.4 设置参照完整性.....82
4.5 视图.....83
4.5.1 视图的概念.....83
4.5.2 视图的创建.....83
4.5.3 视图的应用.....87
4.6 关系型数据库标准语言 SQL.....88
4.6.1 SQL 概述.....88
4.6.2 数据的定义.....90
4.6.3 数据操纵.....94
4.6.4 数据控制.....102

第五章 程序设计基础.....105

5.1 程序文件.....105
5.1.1 程序设计的方法及原则.....105
5.1.2 Visual FoxPro 的语法与规则.....109
5.2 程序文件的建立、编辑与运行.....110
5.2.1 程序文件的建立和编辑.....110
5.2.2 程序文件的运行.....112
5.3 程序中的常用命令.....112
5.3.1 输入命令.....112
5.3.2 输出命令.....115
5.3.3 其他程序运行命令.....118
5.3.4 系统设置命令.....119
5.4 程序的基本结构.....120
5.4.1 顺序结构.....120
5.4.2 分支结构.....121
5.4.3 循环结构.....125

5.5 数组应用.....129
5.6 子程序、过程与自定义函数.....133
5.6.1 子程序.....133
5.6.2 内存变量的作用域和参数传递.....136
5.6.3 过程文件.....139
5.6.4 自定义函数.....141
5.7 程序的调试.....143
5.7.1 调试程序.....143
5.7.2 调试器.....144

第六章 面向对象的程序设计.....148

6.1 面向对象程序设计概念.....148
6.1.1 基本概念.....150
6.1.2 面向对象程序设计的基本方法.....152
6.2 Visual FoxPro 中的类.....152
6.3 对象的操作.....155
6.3.1 引用容器类对象.....155
6.3.2 设置对象的属性值.....156
6.3.3 调用方法.....156
6.3.4 添加新属性和新方法.....156
6.4 用户自定类.....157
6.4.1 使用类设计器创建类.....157
6.4.2 编程方式使用类.....159

第七章 表单设计.....161

7.1 表单设计基础.....161
7.1.1 表单简介.....161
7.1.2 表单向导.....165
7.1.3 表单设计器.....168
7.2 表单常用控件.....174
7.2.1 控件的基本操作.....174
7.2.2 标签控件.....174
7.2.3 文本框控件.....176
7.2.4 命令按钮控件.....178
7.2.5 常用表单控件应用.....180
7.3 表单其他控件.....182
7.3.1 选项按钮组.....182

7.3.2 复选框.....183
7.3.3 编辑框.....184
7.3.4 列表框.....185
7.3.5 组合框.....187
7.3.6 微调按钮.....188
7.3.7 计时器.....189
7.3.8 图像.....190
7.3.9 表格.....191
7.3.10 页框.....194
7.3.11 命令按钮组.....195
7.3.12 ActiveX 控件和 ActiveX 绑定控件.....199
7.3.13 表单集.....201
7.3.14 表单控件的综合应用.....202

第八章 报表设计与应用.....211

8.1 报表设计基础.....211
8.1.1 Visual FoxPro 6.0 的创建报表方式.....211
8.1.2 报表设计器界面.....211
8.1.3 报表的常规布局.....213
8.2 创建简单报表.....215
8.2.1 报表向导.....215
8.2.2 快速报表.....218
8.3 用报表设计器设计报表.....219
8.3.1 启动报表设计器.....219
8.3.2 设置报表的数据环境.....220
8.3.3 报表的布局调整.....227
8.3.4 报表的数据分组.....228
8.4 报表的打印输出.....229
8.4.1 使用菜单输出报表.....229
8.4.2 编写程序命令输出报表.....230
8.5 报表的其他数据源.....230
8.5.1 报表与视图.....230
8.5.2 报表与 SQL 查询.....231

第九章 菜单设计与 Visual FoxPro 应用系统的集成.....232

9.1 菜单系统.....232
9.1.1 菜单系统的基本结构.....232

9.1.2 菜单系统的规划与建立 233
9.1.3 下拉菜单的设计 234
9.1.4 将系统菜单引入用户菜单 239
9.1.5 报表的控件设计 240
9.1.6 菜单的初始化 241
9.1.7 快捷菜单的设计 241
9.2 应用系统主程序的设计 242
9.2.1 应用系统启动主程序的设计 242
9.2.2 项目集成 243
9.2.3 应用程序的发布 245
第十章 Visual FoxPro 与网络应用技巧 247
10.1 Visual FoxPro 系统设置优化 247
10.2 关系数据库设计的优化技术 249
10.3 SQLServer 数据库性能的优化 251
10.4 Visual FoxPro 中特殊符号的输入 254
10.5 Visual FoxPro 应用程序多媒体徽标的实现 256
10.5.1 问题的提出 256
10.5.2 基本处理思想 256
10.5.3 具体实现方法 257
10.6 Visual FoxPro 智能感应的二次开发 259
10.7 FoxPro 中的多媒体技术应用 262
10.8 程序实现 DBF 到 HTML 格式的文件转换 265
10.9 多表条件查询的 Visual FoxPro 编程 268
10.10 Visual FoxPro 网络编程注意的问题 272
10.11 基于 ASP 的网上作业系统 275

第一章　计算机网络基础

计算机网络是计算机技术与通讯技术密切结合的产物，不仅是计算机应用的一个重要领域，更是扩大与提高各项计算机技术应用的载体。特别是利用计算机网络构筑成的信息高速公路，为各个国家的大量数据处理和人类的信息交流提供了全方位的服务，也从根本上改变着我们的生活和工作。可以说，计算机网络是人类文明史上的一个重要里程碑。

1.1　计算机网络概述

1.1.1　计算机网络的定义

计算机网络就是把分布在不同地理区域的计算机与专门的外部设备用通信线路互联起来的复合系统，从而使众多的计算机可以方便地互相传递信息、共享硬件、软件、数据信息等资源，使计算机的功能更加强大。

1.1.2　计算机网络的发展历史

计算机网络的发展大致可以分为 3 个阶段：面向终端的计算机通信系统、具有通信功能的多机系统和计算机网络。

1．面向终端的计算机通信系统

面向终端的计算机通信系统也称为具有通信功能的批处理系统，它由一台计算机与若干远程终端通过通信线路按点到点方式直接相连，进行远程数据通信。20 世纪 50 年代初期，美国麻省理工学院（MST）为美国空军设计的半自动化地面防空系统（SAGE），就是将远距离的雷达和其他测量控制设备的信息，通过通信线路汇集到一台主计算机（Host）上进行处理，这种简单的“终端—通信线路—计算机”通信系统，被认为是计算机技术和通信技术结合的先驱。

2．具有通信功能的多机系统

面向终端的计算机通信系统的主计算机既要管理数据通信，又要对数据进行加工处理，负担很重，而每条通信线路的使用率也很低。为了减轻主计算机的负担，提高其利用率，在主计算机前设置了一个通信控制处理机（CCP—Communication Control Processor） 或称之为前端处理机（FEP—Front End Processor）的设备，专门负责与终端的通信工作，使主计算机有更多的时间进行信息的处理。除此以外，在终端比较集中的地区设置线路集中器，通过低速线路连接若干终端，再用高速线路把集中器和主计算机的通信控制处理机连接在一起。集中器负责汇总来自多个终端的信息通过高速线路发往主机，并且接收主机发往终端的信息，再转送给目的终端。当时的通信控制处理机（CCP）和线路集中器常采用小型机来完成通信处理、信息压缩和代码转换等功能。

3．计算机网络

20 世纪 70 年代以后，随着计算机技术与通信技术的密切结合和高度发展，以及价廉物美的个人计算机的问世，使得拥有多台计算机的企业和部门希望在这些计算机之间不仅仅能够通信，而且能够共享资源。因此，通信网络从仅具有通信功能的网络系统，发展为通过各种通信手段把分布在各地的众多的各种计算机系统有机地连接在一起，以共享资源为目的，组成一个规模更大、功能更强、可靠性更高的、由网络操作系统管理的、遵循国际标准化网络体系结构的计算机网络。

美国国防部高级研究计划署在 20 世纪 60 年代后期建立的 ARPANET（ARPA—Advanced Research Projects Agency）就是典型的计算机通信网络。它的许多研究成果为现代计算机网络的发展奠定了基础。ARPANET 于 1990 年 6 月停止运行，被因特网（Internet）取而代之，完成了它的历史使命。

1.1.3 计算机网络的分类

计算机网络的分类可按多种方法进行：按照分布地理范围的大小分类，按照网络的用途分类，按照网络所隶属的机构或团体分类，按照采用的传输媒体或管理技术分类等等。一般按照网络规模的大小分类，可以分为局域网、城域网和广域网 3 种类型。

1．局域网（LAN—Local Area Network）

局域网的地理分布范围在几千米以内，一般局域网络建立在某个机构所属的一个建筑群内，或大学的校园内，也可以是办公室或实验室几台计算机连成的小型局域网络。局域网连接这些用户的微型计算机及其网络上作为资源共享的设备（如打印机等）进行信息交换，另外通过路由器和广域网或城域网相连接实现信息的远程访问和通信。LAN 是当前计算机网络发展中最活跃的分支。局域网有别于其他类型网络的特点是：

- 局域网的覆盖范围有限。
- 数据传输率高，一般在 10～100Mbps，现在的高速 LAN 的数据传输率（bps）可达到千兆，信息传输的过程中延迟小、差错率低。另外局域网易于安装，便于维护。
- 局域网的拓扑结构一般采用广播式信道的总线形、树形和环形。

2．城域网（MAN—Metropolitan Area Network）

城域网采用类似于 LAN 的技术，但规模比 LAN 大，地理分布范围为 10～100km（介于 LAN 和 WAN 之间），一般覆盖一个城市或地区。

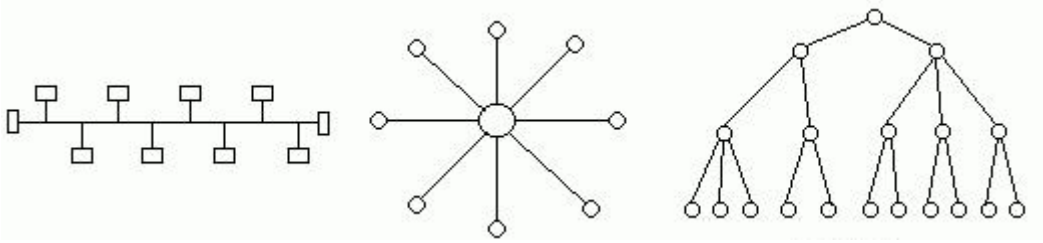
3．广域网（WAN—Wide Area network）

广域网的覆盖范围很广，可以是一个国家或一个洲际网络，其规模十分庞大而复杂。它的传输媒体由专门负责公共数据通信的机构提供。它的特点可以归纳为：

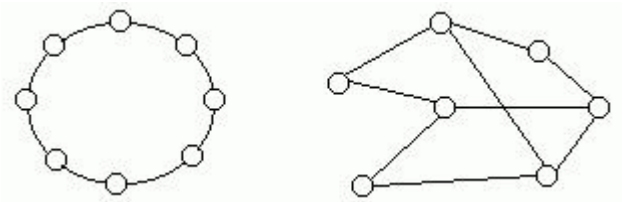
- 覆盖范围广，可以形成全球性网络，如 Internet 网。
- 数据传输速率低，一般在 1.2kbps～15.44Mbps 之间，误码率较高，纠错处理相对复杂。
- 通信线路一般使用电信部门的公用线路或专线，如公用电话网（PSTN）、综合业务网（ISDN）、DDN、ADSL 等。

1.1.4　计算机网络的拓扑结构

计算机网络的拓扑结构，是指网络中的通信线路和节点间的几何排序，并用以表示网络的整体结构外貌，同时也反映了各组成模块之间的结构关系。它影响着整个网络的设计、功能、可靠性、通信费用等方面，是研究计算机网络的主要环节之一。拓扑结构有很多种，主要有环形、星形、树形、总线形、网状和任意形等。如图 1-1 所示。



（a）总线形　　（b）星形　　（c）树形



（d）环型　　（e）网状形

图 1-1　计算机网络拓扑结构

1．星形拓扑结构

星形结构由一中心节点和一些与它相连的从节点组成。主节点可与从节点直接通信，而从节点之间必须经中心节点转接才能通信。星形结构一般有两类，一类是中心主节点为一功能很强的计算机，它具有数据处理和转接双重功能，为存储转发方式，转接会产生时间延迟。另一类是转接中心仅起各从节点的连通作用，例如 CBX 系统或集线器转接系统。

星形结构的优点是：维护管理容易；重新配置灵活；故障隔离和检测容易；网络延迟时间较短。但其网络共享能力较差，通信线路利用率低，中心节点负荷太重。

2．总线形拓扑结构

总线结构采用公共总线作为传输介质，各节点都通过相应的硬件接口直接连向总线，信号沿介质进行广播式传送。由于总线拓扑共享无源总线，执行介质访问控制协议，采用竞争方式传递信息，故在重负荷下效率明显降低；若总线的某一接头接触不良时会影响到网络通信，使整个网络瘫痪。

总线形的特点是：结构简单、灵活，非常便于扩充；可靠性高，网络响应速度快；设备量少，价格低，安装使用方便；共享资源能力强，极便于广播工作，即一个节点发送，所有节点都可接收，但其故障诊断和隔离比较困难。

3．环形拓扑结构

环形结构为一封闭环形，各节点通过中继器连入网内，各中继器间由点到点链路首尾连接，信息单向沿环路逐点传送。

环形网的特点是：信息在网络中沿固定方向流动，两个节点间仅有唯一通路，大大简化了路径选择的控制，某个节点发生故障时，可以自动旁路，可靠性较高；由于信息是串行穿过多个节点环路接口，当节点过多时，影响传输速率，使网络响应时间变长。但当网络确定时，其延时固定，且由于环路封闭故扩充不方便。

4．树形拓扑结构

树形结构是从总线结构演变过来的，形状像一棵倒置的树，顶端有一个带分支的根，每个分支还可延伸出子分支。当节点发送时，根接收信号，然后再重新广播发送到全网。其特点是综合了总线形与星形的优缺点。

5．网状拓扑结构

网状又称为分布式结构，其无严格的布点规定和构形，节点之间有多条线路可供选择。当某一线路或节点故障时不会影响整个网络的工作，具有较高的可靠性，而且资源共享方便。由于各个节点通常和另外多个节点相连，故各个节点都应具有选路和流控制的功能，所以网络管理软件比较复杂，硬件成本较高。

6．任意形拓扑结构

由于卫星和微波通信是采用无线电波传输的，因此就无所谓网络的构形，也可以看成是一种任意形和无约束的网状结构。

1.1.5 计算机网络的主要功能

计算机网络的主要功能有以下 4 个方面：

1．数据交换和通信

计算机网络中的计算机之间或计算机与终端之间，可以快速可靠地相互传递数据、程序或文件。例如：电子邮件（E-mail）可以使相隔万里的异地用户快速准确地相互通信；电子数据交换（EDI）可以实现在商业部门（如海关、银行等）或公司之间进行订单、发票、单据等商业文件安全准确的交换；文件传输服务（FTP）可以实现文件的实时传递，为用户复制和查找文件提供了有力的工具。

2．资源共享

充分利用计算机网络中提供的资源（包括硬件、软件和数据）是计算机网络组网的目标之一。计算机的许多资源是十分昂贵的，不可能为每个用户所拥有。例如，进行复杂运算的巨型计算机、海量存储器、高速激光打印机、大型绘图仪和一些特殊的外设等，另外还有大型数据库和大型软件等。这些昂贵的资源都可以为计算机网络上的用户所共享。资源共享既可以使用户减少投资，又可以提高这些计算机资源的利用率。

3．提高系统的可靠性

在一些用于计算机实时控制和要求高可靠性的场合，通过计算机网络实现备份技术可以提高计算机系统的可靠性。当某一台计算机出现故障时，可以立即由计算机网络中的另一台计算机来代替其完成所承担的任务。例如：空中交通管理、工业自动化生产线、军事防御系统、电力供应系统等都可以通过计算机网络设置备用或替换的计算机系统，以保证实时性管

理和不间断运行系统的安全性和可靠性。

4．分布式网络处理和均衡负荷

对于大型的任务或当网络中某台计算机的任务负荷太重时，可将任务分散到网络中的各台计算机上进行，或由网络中比较空闲的计算机分担负荷，这样既可以处理大型的任务，使得一台计算机不会负担过重，又提高了计算机的可用性，起到了分布式处理和均衡负荷的作用。

1.2　计算机通信

1.2.1　计算机通信的概念

计算机网络是通信技术和计算机技术结合的产物，而通信技术本身的发展也和计算机技术的应用有着密切的联系。数据通信就是以信息处理技术和计算机技术为基础的通信方式，它为计算机网络的应用和发展提供了技术支持和可靠的通信环境。数据通信技术现已形成一门独立的学科，它主要研究数字信号的传输、交换和处理等有关的理论及实现技术。

1.2.2　模拟数据通信和数字数据通信

模拟数据是数据的值是连续的，例如：声音和电视图像就是一种连续改变的波形。数字数据是数据的值是离散的，例如：文本信息和整数。

通信系统中，利用电信号可以把数据从一个点传到另一个点。电信号也有模拟信号和数字信号两种。如电磁波就是模拟信号，电脉冲就是数字信号。利用数字信号来传播数据最主要的优点是价格低廉，而且很少受噪音的干扰。其缺点是数字信号比模拟信号易衰减。

模拟数据和数字数据都可以用模拟信号或数字信号来传输。数字数据如果使用模拟信号来传输，必须通过调制解调，即将数字数据转换成模拟信号传输。调制解调器（Modem）就是这样一种设备，它通过一个载波信号把一串二进制（双值）电压脉冲转换为模拟信号，所产生的信号占有以此种载波频率为中心的某一频谱，并且能在适合于此种载波的介质上传播。大多数通用的调制解调器都用音频频谱来表示数字数据，因此能使数字数据在普通的音频电话线上传播。在线路的另一端，调制解调器把载波信号解调为原来的数字数据。

与调制解调器完成的操作相类似，模拟数据也可以用数字信号来表示。对于声音数据完成这种功能的是编码译码器（Codec）。编码译码器接收一个直接表示声音数据的模拟信号，然后用二进制位流近似地表示这个信号。在线路的另一端，二进制位流被重新构造为模拟数据。数字数据也可以直接用两种电平来表示，即用二进制形式表示。然而，为了改变其传播特性，常对二进制数据进行编码。

对于远程通信，数字信号的发送不像模拟信号的发送那样用途广泛和实用。然而，无论在价格方面还是在质量方面，数字传输都比模拟传输优越，因此，远程通信系统正在把声音数据和数字数据逐步转变为数字传输。

1.2.3　线路复用技术

在数据通信中总是希望花费较少的投资和成本而传输更多的信息。为了节约开支，有效地利用传输线路，常采用各种技术在一条物理信道上同时传输多路信号，这种技术称为多路

复用技术。常用的多路复用技术有：频分多路复用技术和时分多路复用技术。

1．频分多路复用技术

一般传输媒体的可用带宽超过了信号所需要的带宽。频分多路复用（FDM—Frequency Division Multiplexing）就是利用了传输媒体的这种特性，将传输媒体的带宽划分为若干条占有较小带宽的子信道，而对要传输的每一路信号以不同的载波频率进行调制，使各个载波的频率完全独立，即各路信号的带宽互不重叠，再将经过调制的各路信号送到相应的子信道上，这样就可以在一条通信线路上传输多路信号。

2．时分多路复用技术

时分多路复用（TDM—Time Division Multiplexing）是把时间化分成若干个时间片（时隙），每个用户轮流分得一时间片，在其占用的时间片内，该用户可使用信道的全部带宽。时间片的一个周期称为一帧。

时分多路复用根据时间片的划分方案可分为两种：同步时分多路复用和统计时分多路复用。同步时分多路复用是指划分给用户的时间片是预先分配好、固定不变的；统计时分多路复用（也称为异步 TDM）允许动态地分配时间片。

1.2.4 数据交换技术

在计算机网络的通信系统中，通信的双方并不都是通过传输电缆直接连接进行数据的通信，常常需要通过网络上的中间节点的转接将数据从源节点发送到目的节点，从而完成数据的通信，所以数据交换技术又称为数据转接。在数据传输的过程中，这些中间节点的目的是提供一个交换设备，用这个交换设备将数据从一个节点转发到另一个节点，最后到达目的地。这种中间节点转发信息的技术就是数据交换技术，它通常有 3 种交换方式：线路交换、报文交换和报文分组交换。

线路交换（circuit switching）方式就是在信息交换时，通信双方之间由一系列线路组成一条专用的物理链路。电话系统就是最普通的线路交换的例子：当你打电话拨号以后，就由电话系统的一些交换设备在你和受话方之间建立起一条临时的电话线路，等到通话结束后，则释放这条线路。

线路交换的特点是：在传输数据时通信双方之间有一个实际的物理连接，这种连接是由若干个节点间的一系列线路来实现的；在建立连接时需要一定的时间，而一旦建立连接后，传输数据不再有传输延迟。线路交换方式适合于传输实时和大量的数据，但线路的利用率不高。对于线路交换方式的通信过程，可以包括 3 个基本步骤，即建立线路、传输数据和拆除线路。

报文交换（message switching）是与线路交换完全不同的一种数据交换方式，它不要求在通信双方之间建立专用线路，而是将等待发送的信息组织成一个个带有地址和一些控制信息的数据包——报文（message），将这些报文送到网络上，通过中间节点（也称交换节点）的传递，直至到达目的地。

报文交换采用存储转发原理进行数据的交换。发送方将组织好的报文发送到邻近的中间节点，中间节点收到报文后将其存放到本地的存储器中，然后根据此节点中的路径选择表来选择一条最佳线路将存储的报文发送到通向目的地的下一个节点。若中间节点的出口线路处

于忙状态，则要等待直到线路空闲方可发送，这样经过多次的存储、转发，最后到达目的节点。报文交换中选择路径主要依靠节点中的路径选择表，所以报文的传输路径是动态形成的。报文交换的报文长度一般都比较大，每个交换节点要有足够大的存储空间（一般是硬盘）用以缓冲收到的报文。由于交换节点可能收到所连接线路上各方向的报文，因此要对这些报文进行排队并寻找发送路径，这样就带来了传输时间上的延迟。

报文交换主要的优点是：通信时不需要建立专用的线路，另外报文在传输时可分时共享一条节点到节点的链路，从而提高了线路的利用率。报文交换的缺点是不能进行实时和交互式的通信，并且有时因节点收到过多数据而无空间存储或不能及时转发时会导致丢弃报文，而且发出的报文不按顺序到达目的地。

报文分组交换（packet switching）方式与报文交换方式十分相似，所不同的是报文分组交换是将大的报文分成较小的数据单位（长度一般为几百到几千字节），作为独立的存储转发的数据单位，称其为报文分组（packet，简称分组）。一般在传输信息之前，发送端首先要对信息进行打包，即将传输的报文分解为若干个报文分组，并且加上有关的分组编号、地址和控制信息，然后将这些分组送到网络上按照存储转发原理传输到目的地，在接收端再将接收到的分组按照原来的顺序进行排序，重新组装成原来完整的报文。

报文分组交换的优点是：由于分组的长度较短，在交换节点无需大的存储器，并且可以提高网络传输效率；当一个分组在传递过程中出错时，重发此分组要比重发整个报文所花费的时间短得多。

报文分组交换的缺点是：打包以及在目的节点重新组装报文所用的时间会增加传输延迟，另外，每个分组所包含的分组编号、地址等控制信息相对于报文交换来说增加了传输的开销。

1.3　计算机网络的硬软件系统简介

计算机网络从物理上看由计算机网络硬件系统、数据通信系统以及网络软件系统组成。计算机网络硬件系统是网络的基本构件，它提供各种网络硬件资源；数据通信系统是连接网络基本模块的桥梁，它提供各种连接技术和数据交换技术；网络软件系统则是网络的组织管理者，它利用网络的硬软件资源来提供各种网络服务。下面我们将简要介绍计算机网络的硬件和软件系统。

1.3.1　网络硬件系统

网络硬件系统是指构成网络系统的物理设备，包括：计算机系统、终端设备以及通信传输设备等。这些设备按其功能以及在网络中的作用可分为：

1．服务器

计算机网络中的服务器，是指对连接于网络上的计算机及其利用者，提供某种服务的机器。网络服务器是网络上的一个特殊节点，是网络中心。目前流行的各种微机局域网络其访问控制方式均是集中控制型，其控制核心部件即网络服务器，一般是由一个高档微机或一个以大容量硬盘为主的专用服务器担任。微机局域网操作系统也都是运行在网络服务器上，通