

★ 标准 严谨 高效 实用 ★

2008  
考试专用

飞思考试中心  
Fecit Examination Center

# 全国计算机等级考试

## NATIONAL COMPUTER RANK EXAMINATION

# 实用应试教程

## ——四级网络工程师



卢玥俐 丁小丽 丁丽娅  
飞思教育产品研发中心

编著  
监制

### 光盘内容



#### ■三大系统

练习系统、考试系统、辅导系统，自动生成试卷、自动计时，试题评析

#### ■超量题库

全真笔试题库+全真上机题库+配书辅导题库

#### ■两大模块

笔试模块、上机模块

#### ■教学支持

提供完整电子教案、考点速记



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
http://www.phei.com.cn

TP3/434D  
:4  
2008

飞思考试中心  
Fecit Examination Center

全国计算机等级考试

# 实用应试教程

——四级网络工程师

卢玥俐 丁小丽 丁丽娅 编著  
飞思教育产品研发中心 监制

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

# 内容简介

本书紧扣最新版考试大纲，以高教版教程为基础，结合编者多年从事命题、阅卷及培训辅导的实际经验编写而成。章节主体部分是知识点的讲解，精讲重点与难点，并运用特殊标记对重要考点进行标识；讲解过程中穿插真题和典型例题，并给出详细的解析；章节末安排适量习题并提供解答。提供一章内容进行上机专题辅导。书末附有数套笔试模拟试卷及解析，供考生考前实战演练。

本书配有上机光盘，包含电子教案，方便培训班老师教学，还包含配书辅导软件，便于读者自学自测；另外，光盘中还提供数套全真上机达标试题，上机题的整个考试过程与真实考试完全相同，并特别增加了试题评析功能及考点速记，便于读者考前上机演练并掌握相关知识点，手把手引领考生过关。

本书具有标准、严谨、实用、高效、考点全面、考题典型、练习丰富等特点，非常适合相关考生使用，也可作为高等院校或培训班的教材。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。  
版权所有，侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

全国计算机等级考试实用应试教程. 四级网络工程师 / 卢玥璐, 丁小丽, 丁丽娅编著. —北京: 电子工业出版社, 2008.1

(飞思考试中心)

ISBN 978-7-121-05731-1

I. 全… II. ①卢…②丁…③丁… III. ①电子计算机—水平考试—教材②计算机网络—水平考试—自学参考资料 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 206168 号

责任编辑: 王树伟 田 蕾

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 850×1168 1/16 印张: 22.75 字数: 618.8 千字

印 次: 2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 6 000 册 定 价: 38.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

## 知己知彼 百战百胜

全国计算机等级考试是目前我国规模最大、参加人数最多的全国性计算机类水平考试，因其具有权威性、公平性和广泛性而在社会上享有良好的声誉，越来越多的单位把获得计算机等级考试证书作为人事录用、职称评定及职务晋升的标准之一。

为了给广大考生提供一套高效实用的标准应试教材，我们在广泛调研和充分论证的基础上，听取资深专家及众多考生的建议，组织编写了这套《全国计算机等级考试实用应试教程》，其目的是引导考生在短时间内快速突破过关，并为广大培训学校提供一套规范实用的应试教材。

### ◆ 丛书书目

丛书第一批推出 7 本：

- ◆ 全国计算机等级考试实用应试教程——一级 MS Office/B
- ◆ 全国计算机等级考试实用应试教程——二级 C 语言程序设计
- ◆ 全国计算机等级考试实用应试教程——二级 Visual FoxPro 程序设计
- ◆ 全国计算机等级考试实用应试教程——二级 Visual Basic 语言程序设计
- ◆ 全国计算机等级考试实用应试教程——二级公共基础知识
- ◆ 全国计算机等级考试实用应试教程——三级网络技术
- ◆ 全国计算机等级考试实用应试教程——四级网络工程师

### ◆ 丛书特色

- (1) 紧扣最新考试大纲，以高教版教程为基础，涵盖所有大纲规定考点。
- (2) 在全面覆盖考点的基础上，精讲重点与难点，深入分析例题，并提供实战训练。
- (3) 章节主体部分是知识点的讲解，讲解过程要突出重点和难点，并运用特殊标记对重要考点进行标识；讲解过程中穿插真题和典型例题，并给出详细的解析；章节末安排适量习题并提供解答。
- (4) 在正文中提供专门章节进行上机辅导。
- (5) 在正文中提供数套模拟题，供考生考前实战演练。
- (6) 配多媒体上机盘。特点如下。
  - ◆ 登录、抽题、答题、交卷等与真实上机考试完全一致，营造逼真的考试氛围。
  - ◆ 自动生成试卷、自动计时，特别增加了试题评析功能，便于考生自学与提高。
  - ◆ 在光盘中建立题库，提供“按章节”和“按题型”两种学习方式，读者既可以在学习过程中进行同步练习，还可以在考前进行题型的强化训练。
  - ◆ 提供电子教案，方便培训班老师教学。
  - ◆ 提供考点速记，提高考生学习效率。

### ◆ 读者对象

本丛书以全国计算机等级考试考生为主要读者对象，特别适合于在较短时间内取得较大收获的广大应试考生，也可作为相关考试培训班的培训教材。

## Preface

### ◆ 关于作者

丛书由一线教学及考试研究专家分工编写。作者们长期从事这方面的教学和研究工作，积累了丰富的经验，对等级考试颇有研究（其中大多数编写者多年参加真题阅卷及相关培训与辅导工作）。参与本丛书组织、指导、编写、审校和资料收集及光盘开发的人员有（以姓氏笔画为序）：丁小丽、丁丽娅、于新豹、尹静、王乃和、王军武、石竹、卢玥俪、孙虹、朱贵喜、许勇、严云洋、何光明、吴婷、张伍荣、李海、杨明、陈玉旺、陈智、陈静、周松、范远宏、姚昌顺、赵传申、赵旭晖、骆健、陶安、葛武滇、潘冬等，在此对诸位作者付出的辛勤劳动表示衷心的感谢。

### ◆ 特别致谢

在此，首先对丛书所选用的参考文献的著作者，及丛书所引用试题的出题老师和相关单位表示真诚的感谢。

感谢电子工业出版社对这套书的大力支持。

由于时间仓促，学识有限，书中不妥之处，敬请广大读者指正。

### ◆ 互动交流

读者的进步，是我们的心愿。您如果发现书中有任何疑惑之处，请与我们联系。

飞思教育产品研发中心

### 联系方式

咨询电话：(010) 68134545 88254160

电子邮件：support@fecit.com.cn

服务网址：<http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址：计算机图书、飞思、飞思教育、飞思科技、FECIT

|   |    |  |    |
|---|----|--|----|
| <b>第 1 章 网络及其系统设计</b> .....                         | 1  | 2.3.4 网络综合布线需求分析   | 44 |
| 1.1 网络的基本概念 .....                                   | 1  | 2.3.5 网络可用性与可靠性<br>需求分析 .....  | 44 |
| 1.1.1 网络的定义 .....                                   | 1  | 2.3.6 网络安全性需求分析 .....  | 44 |
| 1.1.2 网络的发展过程 .....                                 | 1  | 2.3.7 网络工程费用估计 .....   | 44 |
| 1.1.3 计算机网络的分类 .....                                | 2  | 2.4 方案设计 .....   | 44 |
| 1.1.4 计算机网络的应用 .....                                | 3  | 2.4.1 网络系统总体目标与<br>设计原则 .....  | 45 |
| 1.1.5 计算机网络的结构及其特点 .....                            | 4  | 2.4.2 网络拓扑结构设计 .....   | 45 |
| 1.2 局域网、城域网与广域网 .....                               | 5  | 2.4.3 网络结构设计 .....   | 45 |
| 1.2.1 局域网 (LAN, Local Area<br>Network) .....        | 5  | 2.4.4 路由器与交换机选择 .....  | 47 |
| 1.2.2 城域网 (MAN, Metropolitan<br>Area Network) ..... | 8  | 2.4.5 服务器的选择 .....   | 52 |
| 1.2.3 广域网 (WAN, Wide Area<br>Network) .....         | 9  | 2.4.6 网络安全设计 .....   | 57 |
| 1.3 宽带城域网的设计与管理 .....                               | 11 | 2.5 典型例题分析 .....   | 61 |
| 1.3.1 宽带城域网的结构与设计 .....                             | 11 | 2.6 过关练习与答案 .....  | 66 |
| 1.3.2 宽带城域网的管理与运营 .....                             | 14 | 2.6.1 过关练习 .....   | 66 |
| 1.3.3 宽带城域网设计方案 .....                               | 17 | 2.6.2 参考答案 .....   | 68 |
| 1.4 接入网技术 .....                                     | 20 | <b>第 3 章 IP 地址及其规划</b> .....   | 71 |
| 1.4.1 接入网技术概况 .....                                 | 20 | 3.1 IP 地址的概念 .....   | 71 |
| 1.4.2 接入技术的主要功能特点<br>与分类 .....                      | 22 | 3.1.1 IPv4 地址概念 .....  | 71 |
| 1.4.3 各种接入技术的特点 .....                               | 23 | 3.1.2 IP 地址的标准分类 .....   | 71 |
| 1.5 典型例题分析 .....                                    | 28 | 3.2 IP 地址划分技术研究与发展 .....   | 73 |
| 1.6 过关练习与答案 .....                                   | 35 | 3.2.1 划分子网的三级地址结构 .....  | 74 |
| <b>第 2 章 网络的总体规划与设计</b> .....                       | 39 | 3.2.2 CIDR (Classless Inter<br>Domain Routing, 无间断域内<br>路由) 技术 ..... | 75 |
| 2.1 中小型网络系统的基本结构 .....                              | 39 | 3.2.3 NAT (Network Address<br>Translation, 网络地址转换)<br>技术 .....       | 77 |
| 2.1.1 网络的运行环境要求 .....                               | 39 | 3.3 IP 地址规划 .....  | 80 |
| 2.1.2 网络的设施及操作系统 .....                              | 39 | 3.3.1 基本步骤与方法 .....  | 80 |
| 2.1.3 网络系统设计流程 .....                                | 40 | 3.3.2 子网地址的规划 .....  | 81 |
| 2.2 用户需求与网络应用需求调研 .....                             | 41 | 3.3.3 VLSM 地址的规划 .....   | 83 |
| 2.2.1 用户需求 .....                                    | 41 | 3.3.4 CIDR 地址规划 .....  | 84 |
| 2.2.2 网络应用需求 .....                                  | 41 | 3.3.5 内部网络专用 IP 地址规划 .....   | 85 |
| 2.3 需求分析 .....                                      | 42 | 3.3.6 IPv6 地址规划 .....  | 88 |
| 2.3.1 网络系统的节点 .....                                 | 42 | 3.4 典型例题分析 .....   | 90 |
| 2.3.2 网络应用特点 .....                                  | 43 | 3.5 过关练习与答案 .....  | 96 |
| 2.3.3 网络总体需求分析 .....                                | 44 | 3.5.1 过关练习 .....   | 96 |

# CONTENTS

|  |            |                              |            |
|--|------------|------------------------------|------------|
| 3.5.2 参考答案 .....                         | 97         | 5.6.1 过关练习 .....             | 143        |
| <b>第 4 章 网络路由设计 .....</b>                | <b>99</b>  | 5.6.2 参考答案 .....             | 145        |
| 4.1 路由选择算法 .....                         | 99         | <b>第 6 章 交换机的原理与配置 .....</b> | <b>147</b> |
| 4.1.1 路由选择的概念 .....                      | 99         | 6.1 交换机的基本概念 .....           | 147        |
| 4.1.2 路由选择算法及目标 .....                    | 100        | 6.1.1 交换机功能 .....            | 147        |
| 4.1.3 路由选择的参数 .....                      | 101        | 6.1.2 交换机的工作原理 .....         | 147        |
| 4.1.4 路由表 .....                          | 101        | 6.1.3 交换机的分类 .....           | 147        |
| 4.1.5 IP 路由选择与路由汇聚 .....                 | 102        | 6.1.4 局域网交换机 .....           | 150        |
| 4.1.6 路由选择的评价 .....                      | 103        | 6.1.5 VLAN 技术 .....          | 151        |
| 4.2 路由选择协议 .....                         | 104        | 6.1.6 生成树协议 STP .....        | 154        |
| 4.2.1 路由选择协议的概念 .....                    | 104        | 6.2 交换表 .....                | 155        |
| 4.2.2 路由选择协议的分类 .....                    | 104        | 6.2.1 交换表的内容 .....           | 155        |
| 4.2.3 内部网关协议 .....                       | 105        | 6.2.2 交换表的建立、保存与<br>维护 ..... | 156        |
| 4.2.4 外部网关协议 .....                       | 108        | 6.2.3 交换表命令的显示 .....         | 157        |
| 4.3 典型例题分析 .....                         | 110        | 6.3 交换机的交换结构 .....           | 158        |
| 4.4 过关练习与答案 .....                        | 115        | 6.3.1 软件执行交换结构 .....         | 158        |
| 4.4.1 过关练习 .....                         | 115        | 6.3.2 矩阵交换结构 .....           | 158        |
| 4.4.2 参考答案 .....                         | 117        | 6.3.3 总线交换结构 .....           | 158        |
| <b>第 5 章 局域网技术 .....</b>                 | <b>119</b> | 6.3.4 共享存储交换结构 .....         | 159        |
| 5.1 局域网的基本概念 .....                       | 119        | 6.4 交换机的交换模式 .....           | 159        |
| 5.1.1 交换式局域网 .....                       | 119        | 6.4.1 快速转发交换模式 .....         | 159        |
| 5.1.2 虚拟局域网 .....                        | 119        | 6.4.2 碎片丢弃交换模式 .....         | 160        |
| 5.1.3 OSI 参考模型 .....                     | 120        | 6.4.3 存储转发交换模式 .....         | 160        |
| 5.2 Ethernet 组网技术 .....                  | 121        | 6.5 交换机的配置 .....             | 160        |
| 5.2.1 Ethernet 的命名 .....                 | 121        | 6.5.1 配置方式 .....             | 160        |
| 5.2.2 10BASE-T 标准 Ethernet<br>组网技术 ..... | 121        | 6.5.2 配置系统信息 .....           | 166        |
| 5.2.3 快速 Ethernet 组网技术 .....             | 124        | 6.5.3 配置端口 .....             | 167        |
| 5.3 局域网设备选型 .....                        | 125        | 6.5.4 交换机 VLAN 配置 .....      | 169        |
| 5.3.1 中继器 .....                          | 125        | 6.5.5 交换机 STP 配置 .....       | 172        |
| 5.3.2 集线器 .....                          | 126        | 6.6 典型例题分析 .....             | 175        |
| 5.3.3 网桥 .....                           | 127        | 6.7 过关练习与答案 .....            | 182        |
| 5.3.4 交换机 .....                          | 129        | 6.7.1 过关练习 .....             | 182        |
| 5.4 综合布线技术 .....                         | 130        | 6.7.2 参考答案 .....             | 184        |
| 5.4.1 综合布线系统的概念 .....                    | 130        | <b>第 7 章 路由器的原理及配置 .....</b> | <b>185</b> |
| 5.4.2 综合布线技术 .....                       | 130        | 7.1 路由器的概念 .....             | 185        |
| 5.4.3 综合布线系统的<br>子系统设计 .....             | 135        | 7.1.1 基本概念 .....             | 185        |
| 5.5 典型例题分析 .....                         | 137        | 7.1.2 路由器的基本功能 .....         | 185        |
| 5.6 过关练习与答案 .....                        | 143        | 7.1.3 路由器的结构 .....           | 187        |
|  |            | 7.2 路由器的工作 .....             | 189        |

|              |                 |            |               |                    |            |
|--------------|-----------------|------------|---------------|--------------------|------------|
| 7.2.1        | 路由器的工作原理        | 189        | 8.7.2         | 参考答案               | 251        |
| 7.2.2        | 路由表             | 190        | <b>第 9 章</b>  | <b>网络服务系统的安装配置</b> | <b>253</b> |
| 7.2.3        | 路由器的工作模式        | 192        | 9.1           | 基本概念               | 253        |
| 7.3          | 路由器的配置          | 193        | 9.2           | DNS 服务器            | 253        |
| 7.3.1        | 路由器配置方式         | 193        | 9.2.1         | DNS 服务器的基本介绍       | 253        |
| 7.3.2        | 常用配置命令          | 195        | 9.2.2         | DNS 服务器的安装配置       | 254        |
| 7.3.3        | 接口配置            | 199        | 9.3           | DHCP 服务器           | 263        |
| 7.4          | 路由器静态路由配置       | 204        | 9.3.1         | DHCP 服务器的基本介绍      | 263        |
| 7.5          | 路由器动态协议配置       | 205        | 9.3.2         | DHCP 服务器的安装配置      | 264        |
| 7.5.1        | RIP 配置          | 206        | 9.4           | WWW 服务器            | 271        |
| 7.5.2        | OSPF 配置         | 207        | 9.4.1         | WWW 服务器的基本介绍       | 271        |
| 7.6          | DHCP 的功能及配置     | 210        | 9.4.2         | WWW 服务器的安装配置       | 271        |
| 7.6.1        | DHCP 的原理        | 210        | 9.5           | FTP 服务器            | 274        |
| 7.6.2        | DHCP 的配置        | 211        | 9.5.1         | FTP 服务器的基本介绍       | 274        |
| 7.7          | IP 访问控制列表的功能及配置 | 214        | 9.5.2         | FTP 服务器的安装配置       | 275        |
| 7.7.1        | 访问控制列表的作用       | 214        | 9.6           | E-mail 服务器         | 286        |
| 7.7.2        | 访问控制列表的执行过程     | 215        | 9.6.1         | E-mail 服务器的基本介绍    | 286        |
| 7.7.3        | 访问控制列表的过滤准则     | 215        | 9.6.2         | E-mail 服务器的安装配置    | 287        |
| 7.7.4        | 访问控制列表的分类       | 215        | 9.7           | 典型例题分析             | 293        |
| 7.7.5        | 访问控制列表的重要参数     | 216        | 9.8           | 过关练习与答案            | 299        |
| 7.7.6        | 访问控制列表的配置       | 216        | 9.8.1         | 过关练习               | 299        |
| 7.8          | 典型例题分析          | 220        | 9.8.2         | 参考答案               | 301        |
| 7.9          | 过关练习与答案         | 228        | <b>第 10 章</b> | <b>网络安全技术</b>      | <b>303</b> |
| 7.9.1        | 过关练习            | 228        | 10.1          | 基本概念               | 303        |
| 7.9.2        | 参考答案            | 229        | 10.1.1        | 信息安全威胁             | 303        |
| <b>第 8 章</b> | <b>无线局域网技术</b>  | <b>231</b> | 10.1.2        | 网络攻击               | 304        |
| 8.1          | 无线局域网概念         | 231        | 10.1.3        | 网络安全的基本要素          | 304        |
| 8.1.1        | 基本概念            | 231        | 10.1.4        | 计算机系统安全等级          | 305        |
| 8.1.2        | 无线局域网的工作原理      | 231        | 10.1.5        | 安全模型               | 305        |
| 8.1.3        | 无线局域网常用设备       | 231        | 10.2          | 数据备份               | 307        |
| 8.2          | 无线局域网的标准        | 232        | 10.2.1        | 数据备份模型             | 307        |
| 8.2.1        | 蓝牙标准            | 232        | 10.2.2        | 冷备份与热备份            | 307        |
| 8.2.2        | HiperLAN 标准     | 233        | 10.2.3        | 数据备份的设备            | 308        |
| 8.2.3        | IEEE 802.11 标准  | 235        | 10.2.4        | 数据备份的策略            | 309        |
| 8.3          | 无线局域网的安装技术      | 239        | 10.3          | 加密技术               | 310        |
| 8.4          | 无线局域网的组网模式      | 240        | 10.3.1        | 加密与解密              | 310        |
| 8.5          | 无线局域网的设计        | 241        | 10.3.2        | 对称密钥技术             | 311        |
| 8.6          | 典型例题分析          | 243        | 10.3.3        | 非对称密钥技术            | 312        |
| 8.7          | 过关练习与答案         | 249        | 10.4          | 防火墙                | 313        |
| 8.7.1        | 过关练习            | 249        | 10.4.1        | 防火墙的基本概念           | 313        |



# CONTENTS

|               |                       |            |             |                               |            |
|---------------|-----------------------|------------|-------------|-------------------------------|------------|
| 10.4.2        | 防火墙的基本类型 .....        | 313        | 11.2        | 网络管理模型 .....                  | 336        |
| 10.4.3        | 防火墙的结构 .....          | 315        | 11.2.1      | OSI 管理模型 .....                | 336        |
| 10.4.4        | 防火墙的安装与配置 .....       | 317        | 11.2.2      | CMIP 管理模型 .....               | 337        |
| 10.5          | 防病毒 .....             | 318        | 11.2.3      | SNMP 管理模型 .....               | 338        |
| 10.5.1        | 计算机病毒 .....           | 318        | 11.2.4      | CMIP 与 SNMP 管理模型<br>的比较 ..... | 341        |
| 10.5.2        | 网络病毒 .....            | 319        | 11.3        | ICMP 协议 .....                 | 343        |
| 10.5.3        | 网络版防病毒系统 .....        | 320        | 11.3.1      | ICMP 的基本概念 .....              | 343        |
| 10.6          | 入侵检测 .....            | 321        | 11.3.2      | ICMP 的报文格式 .....              | 343        |
| 10.6.1        | 入侵检测技术的<br>基本概念 ..... | 321        | 11.3.3      | ICMP 的功能与重要性 .....            | 343        |
| 10.6.2        | 入侵检测系统 .....          | 321        | 11.4        | 故障处理与漏洞扫描 .....               | 344        |
| 10.6.3        | 入侵防护系统 .....          | 324        | 11.4.1      | 常见网络故障 .....                  | 344        |
| 10.7          | 典型例题分析 .....          | 325        | 11.4.2      | 网络故障的检测与处理 .....              | 345        |
| 10.8          | 过关练习与答案 .....         | 331        | 11.4.3      | 漏洞扫描技术 .....                  | 346        |
| 10.8.1        | 过关练习 .....            | 331        | 11.5        | 典型例题分析 .....                  | 346        |
| 10.8.2        | 参考答案 .....            | 334        | 11.6        | 过关练习与答案 .....                 | 351        |
| <b>第 11 章</b> | <b>网络管理 .....</b>     | <b>335</b> | 11.6.1      | 过关练习 .....                    | 351        |
| 11.1          | 基本概念 .....            | 335        | 11.6.2      | 参考答案 .....                    | 353        |
| 11.1.1        | 网络管理系统 .....          | 335        | <b>参考文献</b> | .....                         | <b>355</b> |
| 11.1.2        | 网络管理的功能 .....         | 336        |             |                               |            |

# 第 1 章

## 网络及其系统设计

### 1.1 网络的基本概念

#### 1.1.1 网络的定义

计算机网络是指将地理位置不同的功能相对独立的多个计算机系统通过通信线路相互连在一起,由专门的网络操作系统进行管理,以实现资源共享的系统。

计算机网络中的计算机通常都处于不同的地理位置,被访问的主机在地理上往往是不可见的,正是由于这种空间障碍,才成为我们以组建计算机网络的方式来实现资源共享的驱动力。当这些地理位置不同的计算机组成计算机网络时,必须通过通信线路将它们互连起来。通信线路由通信介质和通信控制设备组成。为了在这些功能相对独立的计算机之间实现有效的资源共享,还必须提供具备网络软件和硬件资源管理功能的系统软件,这种系统软件就是网络操作系统。

**※重点提示:** 组建计算机网络的根本目的是为了**实现资源共享**。这里既包括计算机网络中的**硬件资源**,如磁盘空间、打印机、绘图仪等,也包括**软件资源**,如程序、数据等。

#### 1.1.2 网络的发展过程

##### 1. “终端—通信线路—计算机”阶段

20 世纪 50 年代,由于计算机资源的匮乏且放置集中,人们需要将自己的程序带到放置计算机的机房进行手工操作,这为计算机的使用带来了极大的不便。于是,人们通过通信线将计算机与终端(terminal)相连,通过终端进行数据的发送与接收。这种“终端-通信线路-计算机”的模式被称为远程联机系统,这种系统就被称为第一代计算机网络。

这种远程联机的结构特点是单主机多终端,所以从严格意义上讲,并不属于计算机网络范畴。

##### 2. “计算机—计算机网络”阶段

20 世纪 60 年代,人们开始希望使用其他计算机系统的资源,而拥有多台计算机的大企业也希望各计算机之间可以进行信息的传输与交换。于是,出现了以实现“资源共享”为目的的多计算机相互连接的形态,系统开始采用在计算机和线路之间设置通信控制处理机(CPP, Communication Control Processor)的方式来提高系统性能。

这一系统的主要特点是:以通信子网为中心,多主机多终端。1969 年在美国建成的 ARPAnet 是这一阶段的代表。在 ARPAnet 上首先实现了以资源共享为目的的不同计算机互连的网络,它是今天因特网的前身。

##### 3. 计算机网络成熟阶段

20 世纪 70 年代中期,由于 ARPAnet 的成功运用,各计算机公司开始发布各自的网络产品,同时

也公布了各自采用的网络体系结构标准，提出成套设计网络产品的概念。比如：IBM公司于1974年率先提出了“系统网络体系结构”（SNA），DEC公司于1975年公布了“分布网络体系结构”（DNA），UNIVAC公司则于1976年提出了“分布式通信网络体系结构”（DCA）。

众多不同的专用网络体系标准给不同网络间的互连带来了很大的不便，因此，国际标准化组织（ISO）于1984年颁布了“开放系统互连基本参考模型”问题的研究，这个模型即为OSI参考模型。ISO参考模型的颁布标志着计算机网络的发展步入了成熟的阶段。

#### 4. 高速的计算机网络阶段

近年来，计算机网络技术得到了迅猛的发展，尤其是光纤通信技术的发展。光纤作为一种高速率、高带宽、高可靠性的传输介质在各国的信息基础建设中逐渐被广泛使用，这为建立高速的网络辅垫了基础。千兆乃至万兆传输速率的以太网已经被越来越多地用于局域网和城域网中，而基于光纤的广域网链路的主干带宽也已达达到万兆位数量级。同时，多媒体应用在计算机网络中所占的份额越来越高，用户不仅对网络的传输带宽提出越来越高的要求，对网络的可靠性、安全性和可用性等也提出了新的要求。因此，网络管理也逐渐进入了智能化阶段，包括网络的配置管理、故障管理、计费管理、性能管理和安全管理等在内的网络管理任务都可以通过智能化程度很高的网络管理软件来实现。

※重点提示：计算机网络问世至今已经有半个世纪的时间，其间经历了四个发展阶段，即“终端—通信线路—计算机”阶段、“计算机—计算机网络”阶段、计算机网络成熟阶段与高速的计算机网络阶段。

### 1.1.3 计算机网络的分类

在计算机网络的研究中，常见的分类方法有以下几种：

#### 1. 以通信所使用的介质分类

计算机网络分为有线网络和无线网络。所谓有线网络，是指采用有形的传输介质如铜缆、光纤等组建的网络；而使用微波、红外线等无线传输介质作为通信线路的网络就属于无线网络。

#### 2. 以使用网络的对象分类

计算机网络分为公众网络和专用网络。公众网络是指开放用于为公众提供网络服务的网络，如Internet；而专用网络是指专门为特定的部门或应用而设计的网络，如医院系统的网络。

#### 3. 以网络传输技术分类

计算机网络分为广播式网络和点到点式网络。所谓广播式网络（broadcast network）是指网络中所有的计算机共享一条通信信道。广播式的网络在通信时具备两个特点，一是任何一台计算机发出的消息都能够被其他连结到这条总线上的计算机收到；二是任何时间内只允许一个节点使用信道。而在点到点网络（point-to-point network）中，由一条通信线路连结两台设备，为了能从源端到达目的端，这种网络上的数据可能需要经过一台或多台中间设备。图1-1给出了广播式网络和点到点网络的示例图。

#### 4. 以网络传输速度的高低分类

计算机网络分为低速网络和高速网络。

#### 5. 按互连规模与通信方式分类

计算机网络分为局域网、城域网和广域网。

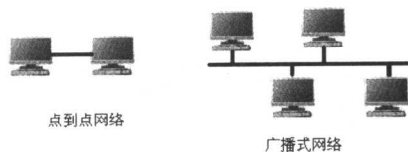


图 1-1 点对点网络与广播式网络

局域网 (LAN) 的地理范围一般为室内和校园内部。它的互连与通信方式为共享介质与分组广播, 其数据传送速率可达几十兆每秒至几百兆每秒, 误码率很小, 所以被应用在分布式数据处理和办公自动化等方面。

城域网 (MAN) 的覆盖范围一般在建筑物间与城区内部。它可由几个单位共有或共有, 互连与通信方式为共享介质和分组广播, 其数据传送速率为几兆每秒至几十兆每秒, 误码率中等, 常被用于 LAN 互联、综合视频、音频和数据业务。

广域网 (WAN) 可以覆盖范围整个国家甚至多个国家。它一般由通信运营公司所有, 其通信方式主要是共享介质与分组交换技术, 数据传输速率为几十千位每秒且误码率较大, 一般只用于远程数据传输。

**※重点提示:** 最常用的两种计算机分类方法为: (1) 按传输技术将其分为广播式网络与点对点式网络; (2) 按覆盖范围与规模将其分为局域网、城域网与广域网。

#### 1.1.4 计算机网络的应用

##### 1. 办公自动化

计算机网络能够将一个企业或机关的办公电脑及其外部设备连成网络, 可以实现在线信息共享和公文流转, 其功能包括电子签名、日程安排、会议管理、财务报销、档案管理和信息发布等, 对信息进行计算机综合处理与统计, 避免了许多单调重复的劳动。

##### 2. 企业的信息化

通过在企业中实施基于网络的管理信息系统 (MIS) 和资源制造计划 (ERP), 可以实现企业的生产、销售、管理和服务的全面信息化, 从而有效提高生产率。现在还出现了一种新型的电子贸易工具, 称为电子数据交换 (EDI, Electronic Data Interchange), 它是计算机、通信和现代管理技术相结合的产物, 它通过计算机通信网络将贸易、运输与海关等行业信息表现为国际公认的标准格式, 实现公司之间的数据交换和处理, 以完成以贸易为中心的交易过程。

##### 3. 电子银行

电子银行是基于电子商务平台和银行支付系统的网上金融服务系统。用户使用电子银行可以在网上实现银行账户资金查询、银企对账、银企转账、银行账号挂失和公共信息查询等银行业务; 还可以通过网上银行实现网上购物、网上缴费等应用。它使物物交换、倾向交换发展到了信息交换的新阶段, 为人们购物提供了不少方便。

##### 4. 远程教育

网络为我们提供了新的接受教育的渠道, 远程教育是利用 Internet 技术, 与教育资源相结合, 在计算机网络上进行的教学方式。

E-Learning 即通过 Internet 或其他数字化内容进行学习与教学的活动。它充分利用现代信息技术所提供的、具有全新沟通机制与丰富资源的学习环境, 实现一种全新的学习方式。这些学习方式将改变传统教学中教师的作用和师生之间的关系, 从而根本改变教学结构和教育本质, 可以使学生利用最好的教材与教法, 利用最好的资源, 最大限度地实现资源共享, 取得更好的教学效果。

## 5. 娱乐与消遣

网络给我们带来了新的丰富多彩的娱乐和消遣方式，如网上聊天、在线点播、新闻浏览，以及现在最流行的网络在线游戏等。

### 1.1.5 计算机网络的结构及其特点

计算机网络首先是一个通信网络，早期的计算机网络主要是广域网，它的结构是由负责数据处理的主计算机与终端，以及负责数据通信处理的通信控制处理设备与通信线路这两部分所组成。

从资源构成的角度讲，计算机网络是由硬件和软件组成的。这里的硬件包括各种主机、终端等用户端设备，以及交换机、路由器等通信控制处理设备，而软件则由各种系统程序和应用程序及大量的数据资源组成。

然而，从计算机网络的设计与实现角度看，我们更多地是从功能角度去看待计算机网络的组成，并从功能上将计算机网络逻辑划分为资源子网和通信子网。

资源子网主要包括网络中所有的主计算机、I/O 设备和终端，各种网络协议、网络软件和数据库等。资源子网负责全网的数据处理业务，向网络用户提供各种网络资源与网络服务。图 1-2 为关于资源子网与通信子网的二级子网结构。

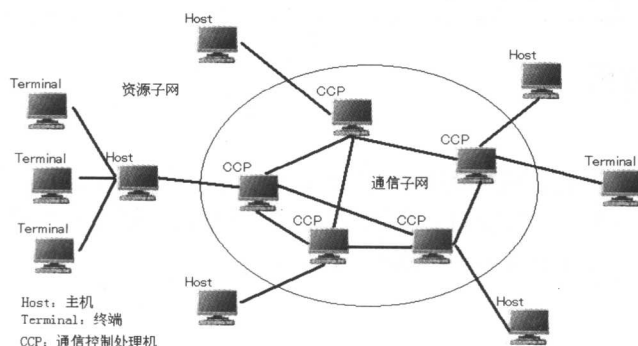


图 1-2 资源子网与通信子网的二级子网结构

主机（Host）可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微型机，它是资源子网的主要组成单元，它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机相连接。主机系统拥有各种终端用户要访问的资源，它负担着数据处理的任务。终端（Terminal）是用户进行网络操作时所使用的末端设备，它是用户访问网络的界面。终端设备的种类很多，如电传打字机、CRT 监视器加键盘，另外还有网络打印机、传真机等。在局域网中，资源子网主要由网络的服务器、工作站、共享的打印机和其他设备及相关软件所组成。在广域网中，资源子网由上网的所有主机及其外部设备组成。

通信子网主要包括通信线路（即传输介质）、网络连接设备（如网络接口设备、通信控制处理机、网桥、路由器、交换机、网关、调制解调器和卫星地面接收站等）、网络通信协议和通信控制软件等。主要负责全网的数据通信，为网络用户提供数据传输、转接、加工和转换等通信处理工作。终端设备可以直接或者通过通信控制处理机和主机相连。通信线路为通信控制处理机（CCP）与通信控制处理机之间、通信控制处理机与主机之间提供信道。通信控制处理机是一种具有通信控制功能的专用计算机，按照它的功能和用途，可以分为存储转发处理机、网络协议变换器、报文分组组装/拆卸设备等。它的功能主要包括：实现资源子网和通信子网的接口功能、对进入网络传输的数据信息提供转接功能，以及为数据提供路径选择和流量控制等功能。计算机采用多种通信线路，如电话线、双绞线、同轴电缆、光纤、无线通信及微波与卫星通信信道等。在局域网中，通信子网由网卡、线缆、集线器、中继器、网桥、路

由器、交换机等设备和相关软件组成。而在广域网中，通信子网由一些专用的通信处理机（即节点交换机）及其运行的软件、集中器等设备和连接这些节点的通信链路组成。

随着微型计算机的广泛应用及局域网技术的发展成熟，出现了光纤及高速网络技术、多媒体、智能网络，整个网络就像一个对用户透明的大的计算机系统，发展为以 Internet 为代表的互联网。大量的微型计算机都是通过局域网连入城域网，局域网与城域网、城域网和广域网、广域网与广域网的互联都通过路由器来实现。普通用户的计算机可以通过局域网方式接入地区级主干网的城域网，再通过路由器与光纤接入作为国家级或区域主干网的广域网，再由多个广域网互联形成覆盖全世界的 Internet 系统。图 1-3 为 Internet 结构示意图。

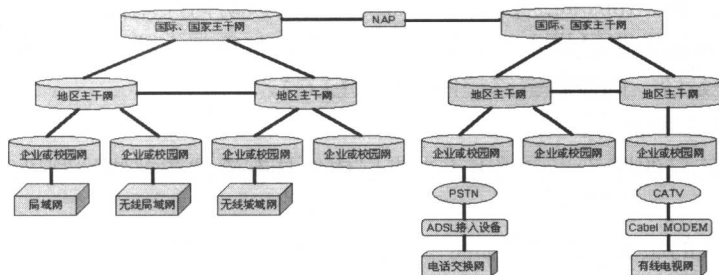


图 1-3 Internet 结构示意图

※重点提示：从计算机网络组成的角度来看，典型的计算机网络从逻辑功能上可以分为两部分：资源子网与通信子网。

## 1.2 局域网、城域网与广域网

计算机网络按覆盖地理范围划分，可以分为局域网、城域网和广域网。

### 1.2.1 局域网（LAN, Local Area Network）

局域网（LAN）是当今计算机网络技术应用与发展非常活跃的一个领域。公司、企业、政府部门及住宅小区内的计算机都在通过 LAN 连接起来，以达到资源共享，信息传递和数据通信的目的。而信息化进程的加快，更是刺激了通过 LAN 进行网络互连的需求的剧增。尽管局域网地理覆盖范围小，但这并不意味着它们必定是小型的或简单的网络。局域网可以扩展得相当大或者非常复杂，拥有成千上万用户的局域网也是很常见的事。局域网的应用范围极广，可应用于办公自动化、生产自动化、企事业单位的管理、银行业务处理、军事指挥控制和商业管理等方面。局域网的主要功能是为了实现资源共享，其次是为了更好地实现数据通信与交换以及数据的分布处理。

#### 1. LLC 与 MAC 协议

为了制定局域网的国际标准，IEEE 设置了 802 委员会，1985 年 IEEE 公布了 IEEE 802 标准的五项标准文本，同年被美国国家标准局（ANSI）采纳作为美国国家标准。后来，国际标准化组织（ISO）经过讨论，建议将 802 标准定为局域网国际标准。

IEEE 802 为局域网制定了一系列标准，主要有如下 12 种。

- （1）IEEE 802.1 局域网的概念、体系结构、网络管理和性能测量等。
- （2）IEEE 802.2 逻辑链路控制协议（LLC）。
- （3）IEEE 802.3 以太网的介质访问控制协议（CSMA/CD）及物理层技术规范。

- (4) IEEE 802.4 令牌总线网介质访问控制协议及其物理层技术规范。
- (5) IEEE 802.5 令牌环访问控制协议及相应物理层规范。
- (6) IEEE 802.6 城域网介质访问控制协议 DQDB 及其物理层技术规范。
- (7) IEEE 802.7 宽带时隙环介质访问控制方法及其物理层技术规范。
- (8) IEEE 802.8 光纤网介质访问控制方法及其物理层技术规范。
- (9) IEEE 802.9 综合语音和数据的局域网 (IVD LAN) 介质访问控制协议及其物理层技术。
- (10) IEEE 802.10 局域网安全与解密。
- (11) IEEE 802.11 描述无线局域网的介质访问控制协议及其物理层技术规范。
- (12) IEEE 802.12 100Mbps 高速以太网按需优先的介质访问控制协议定书 100VG-Any LAN。

IEEE 802 标准将数据链路层分成了两个子层：一个是与物理介质相关的部分，称为介质访问控制子层 (MAC)；另一个是统一的逻辑链路控制子层 (LLC)。

LLC 能够提供以下三种服务：

(1) 无确认、无连接的服务：它适用于当高层软件具有流控和差错控制以及连接建立和维护机制引起了不必要开销时。

(2) 面向连接方式的服务：它可用于简单设备中，如终端控制器，它自身不具有流控和差错控制，需要借助数据链路层协议时。

(3) 有确认、有连接的服务：它用于高效、可靠及传送少量的重要数据时。

根据介质访问控制的方式，可以将 MAC 分为以下三种方式：

(1) 循环式：每个站轮流得到发送机会，如果一段时间内有許多站发送数据，则该方式很有效，如果只有很少站发数据，则该方式开销太大。

(2) 预约式：将传输介质的使用时间划分为时间片，而预约管理可以是集中控制，也可以分布控制。

(3) 竞争式：不对各个工作站的发送权限进行控制，而是自由竞争，它适合于分布式控制，优点在于简单，轻负载下效率高，而重负载时效率下降得很快。

## 2. CSMA/CD 协议

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 即带冲突检测的载波侦听多路访问。它的基本原理是：每个节点都共享网络传输信道，在每个站要发送数据之前，都会检测信道是否空闲，如果空闲则发送，否则就等待；在发送出信息后，则对冲突进行检测，当发现冲突时，则取消发送。

载波侦听主要是指网络中的各个站点都具备一种对总线上所传输的信号或载波进行监测的功能，其策略是“信道空闲时，立即发送；信道忙时，继续监听”。冲突检测是指一种检测或识别冲突的机制，这是实现冲突退避的前提。CSMA/CD 中采用了边听边发的冲突方法，也就是由发送者一边发，一边自己接收回来，一旦发现结果出现不同，马上停止发送，并发出冲突信号，这时所有的站都会收到阻塞信息并等待一段时间后再重新监听。

总之，CSMA/CD 采用的是一种“有空就发”的竞争型访问策略，因而不可避免地会出现信道空闲时多个站点同时争发的现象，无法完全消除冲突，只能采取一些措施减少冲突，并对产生的冲突进行处理。因此采用这种协议的局域网环境不适合于对实时性要求较强的网络应用。

## 3. 令牌总线协议

采用令牌总线协议的网络，虽然在物理上它们还是连接在一条总线上，但是在逻辑上组成了一个首尾相连的环。通过一个称为令牌的特殊帧来控制网络的访问。获得令牌的站点，可以在规定的一段时间内，控制传输介质—总线进行发送。本站发完信息，或超过规定时间，则应将令牌传送给后继站。由于逻辑环上只有唯一的令牌沿环循环流动，且只有获得令牌者，方能发送数据，从而避免了网上碰撞。

令牌总线的主要缺点就是协议复杂,开销较大,特别是在轻负载时体现得尤为突出,它与 CSMA/CD 相比的优点在于可以进行优先级处理,没有最小帧的限制,不需要通过边收边发检测冲突,在重负载下体现了更好的性能。

#### 4. 令牌环协议

令牌环使用中继器将单个的点到点线路链接成为物理的环形结构,然后通过令牌这种特殊的控制帧来进行传输的管理。它的基本原理是:令牌在网络上依次顺序传递,当工作站要发送数据时,等待捕获一个空令牌,然后将要发送的信息附加到后面,往下一站发送,直到目标站,然后将令牌释放;如果工作站要发送数据时,经过的令牌不是空的,则等待令牌释放。

令牌环的优点是:使用点到点连接,完全数字化且自动检测和消除电缆故障;支持优先级,允许短帧,但受令牌持有时间限制,不允许任意长的帧;重负载时,吞吐量和效率较高。但其缺点是在轻负载时延迟较大。

#### 5. 以太网技术

以太网(Ethernet)是一种产生较早且使用相当广泛的局域网,由美国 Xerox(施乐)公司于 20 世纪 70 年代初期开始研究,1975 年推出了他们的第一个局域网。由于它具有结构简单、工作可靠、易于扩展等优点,因而得到了广泛的应用。1980 年美国 Xerox、DEC 与 Intel 三家公司联合提出了以太网规范,这是世界上第一个局域网的技术标准。后来的以太网国际标准 IEEE 802.3 就是参照以太网的技术标准建立的,两者基本兼容。

以太网在物理层可以使用粗同轴电缆、细同轴电缆、非屏蔽双绞线、屏蔽双绞线和光纤等多种传输介质。

在所有的局域网标准中,发展最好、应用面最广的无疑是采用 802.3 CSMA/CD 协议的“以太网”,这是由于它从共享式到交换式的发展,克服了负载提高所带来的瓶颈,其速度从最先的 10Mbps,发展到了 100Mbps(802.3u,快速以太网)、1000Mbps(802.3z,千兆位以太网)甚至是 10000Mbps(802.3ae,万兆位以太网),满足了各种不同的需求。

“交换以太网技术”系统的核心是使用交换机代替集线器。它由一个高速的背板来连接各个网口,每个网口都互不相关,处理于单独的冲突域中,就像每个网络节点分在一个子网中一样,这样就使得以太网的效率问题得到了解决。“快速以太网技术”是由标准以太网发展而来的,主要解决网络带宽在局域网应用中的瓶颈问题,其协议标准为 1995 年颁布的 IEEE 802.3u,可支持 100Mbps 的数据传输速率,并可以支持共享式与交换式两种使用环境,在交换以太网环境中可以实现全双工通信。“千兆位以太网技术”的标准在 1996 年正式公布,其协议标准为 802.3z,它是对以太网技术的再次扩展,其数据传输率为 1000Mbps,它基本保留了原有以太网的帧结构,所以向下和以太网与快速以太网完全兼容。

以太网技术的发展已经日趋成熟,在与其他局域网竞争中占尽了明显的优势。它将一个大型局域网分成多个用网桥或路由器互连的网络,使各个网络作为独立的小型局域网,减少了每个网络内部的节点数,而使得每个网络的性能得到了改善;同时,由于其将共享介质改为交换方式,导致了交换式局域网技术的发展,而交换局域网的核心设备是局域网交换机,它可以在多个端口之间同时建立多个并发连接,随之出现了两类局域网:共享式局域网(Shared LAN)与交换式局域网(Switched LAN),并在交换式局域网的基础上出现了虚拟局域网(Virtual LAN)。

#### 6. 无线局域网

1997 年,IEEE 发布了 802.11 协议,这也是在无线局域网(WLAN)领域内的第一个在国际上被广泛认可的协议。随后,802.11a、802.11b、802.11d 标准相继完成。目前正在制订的一系列标准有 802.11e、802.11f、802.11g、802.11h、802.11i 等,它推动着 WLAN 走向安全、高速、互联。



无线局域网主要可以使用红外线、扩展频谱和窄带微波技术三种通信技术。无线局域网分为两个研究方向，一是由面向数据通信的计算机局域网发展而来的，采用的是无连接协议，即 IEEE 801.11 标准；另一个是致力于面向语音蜂窝电话，采用的是基于连接的协议，即 HIPERLAN-2 标准。

目前支持无线局域网的技术标准主要有蓝牙技术、HomeRF 技术及 IEEE 802.11 系列。其中，HomeRF 主要用于家庭无线网络，其通信速度比较慢；蓝牙技术是在 1994 年爱立信为寻找蜂窝电话和 PDA 那样的辅助设备进行通信的廉价无线接口时创立的，是按 802.11 标准的补充技术来设计的。

虽然无线网络有诸多优势，但与有线网络相比，无线局域网也存在一些不足，如网络速率较慢、价格较高，数据传输的安全性有待进一步提高。因而无线局域网目前主要还是面向那些有特定需求的用户，作为对有线网络的一种补充。但也应该看到，随着无线局域网性能价格比的不断提高，其将会在未来发挥更加重要和广泛的作用。

**※重点提示：**应用是局域网技术发展真正的动力，局域网技术的发展十分迅速，目前已在企业、机关、学校和信息管理与服务领域得到了广泛的应用。

## 1.2.2 城域网 (MAN, Metropolitan Area Network)

为了能够满足更远距离的高速网络的需求，20 世纪 80 年代后期，人们在计算机网络类型的划分中以网络覆盖的地理范围为依据，提出了城域网的概念。它是在一个城市范围内所建立的计算机通信网，在技术上与 LAN 有许多相似之处。MAN 的传输媒介主要采用光缆，传输速率在 100Mbps 以上。所有联网设备均通过专用连接装置与媒介相连，只是媒介访问控制在实现方法上与 LAN 不同。

IEEE 制定了专门的城域网协议，即 IEEE 802.6——分布队列双总线 (DQDB) 协议，该协议通常使用光纤作为传输介质，每个站都连接两条总线：一条为发送总线，一条为接收总线。在发送数据时，它必须选择一根能够使接收站成为其下游站的总线。

### 1. FDDI 技术

早期城域网的首选技术是光纤环网，其典型产品是光纤分布式数据接口 FDDI。它是一个高性能的光纤令牌环网标准，该标准于 1989 年由美国国家标准局 (ANSI) 制定。FDDI 的 IEEE 协议标准为 IEEE 802.7。FDDI 以光纤为传输介质，传输速率可达 100Mbps，采用单环和双环两种拓扑结构。但为了提高网的健壮性，大多采用双环结构。每一个 FDDI 环可以连接 500 台工作站，工作站间的距离可达 2 千米，从而 FDDI 的单环网络范围可达 100 千米，若以双环结构来看则可达 200 千米。它与 IEEE 802.5 类似，也是使用令牌环协议。不过 FDDI 的环比较长，因此允许将帧附到前面帧的后面进行流动，因此也称为多帧发送。

FDDI 标准支持两类数据传输服务：一类是稳定的流式通信，适用于电路交换的 PCM 语音或 ISDN 的同步数据；另一类是突发式通信，适用于不可预计的分组交换数据。

**※重点提示：**FDDI 设计的目的是为了实现在高速、高可靠性和大范围局域网连接，它在 MAC 子层使用了 802.5 单令牌环网络介质访问控制 MAC 协议，在 LLC 子层使用 IEEE802.2 协议，能够适应城域网主干网建设的需要。

### 2. 城域网的业务特点

(1) 传输速率高：宽带城域网采用大容量的 Packet Over SDH 传输技术，为高速路由和交换提供传输保障。千兆以太网技术在宽带城域网中的广泛应用，使骨干路由器的端口能高速有效地扩展到分布层交换机，使数据传输速度达到 100Mbps、1000Mbps。