



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材

计算机网络技术专业

局域网技术

张蒲生 主编

免费提供

教学相关资料



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材

计算机网络技术专业

局域网技术

张蒲生 主编



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

局域网技术 / 张蒲生主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.9

高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材. 普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-115-16169-7

I. 局... II. 张... III. 局部网络—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 061926 号

内 容 提 要

本书以局域网的实际案例为基础, 介绍局域网技术的基本知识和基本技能。

本书共分 9 章, 主要内容包括局域网技术基础、组建交换式局域网、组建工作组模式的局域网、组建域模式的局域网、配置服务器管理局域网、局域网接入 Internet、虚拟局域网和无线局域网构建与设置及局域网的互连技术。

本书在内容编排上深入浅出、循序渐进、图文并茂, 相应的实训内容能使读者快速地掌握组建局域网的技术技能。本书的读者对象为高职高专院校中计算机相关专业的学生。也可供相关人员自学或参考使用。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材

计算机网络技术专业

局域网技术

◆ 主 编 张蒲生

责任编辑 赵慧君

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

人民邮电出版社内蒙古印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18.75

字数: 457 千字

印数: 1—3 000 册

2007 年 9 月第 1 版

2007 年 9 月内蒙古第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16169-7/TP

定价: 27.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

高职高专计算机技能型紧缺人才培养

规划教材编委会

主 任 武马群

副 主 任 王泰峰 徐民鹰 王晓丹

编 委 (以姓氏笔画为序)

马 伟	安志远	向 伟	刘 兵	吴卫祖	吴宏雷
余明辉	张晓蕾	张基宏	贺 平	柳 青	赵英杰
施晓秋	姜 锐	耿 壮	郭 勇	曹 炜	蒋方纯
潘春燕					

丛书出版前言

目前,人才问题是制约我国软件产业发展的关键。为加大软件人才培养力度和提高软件人才培养质量,教育部继在2003年确定北京信息职业技术学院等35所高职院校试办示范性软件职业技术学院后,又同时根据《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》(教职成[2003]5号)的要求,组织制定了《两年制高等职业教育计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》。示范性软件职业技术学院与计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养工作,均要求在较短的时间内培养出符合企业需要、具有核心技能的软件技术人才,因此,对目前高等职业教育的办学模式和人才培养方案等做较大的改进和全新的探索已经成为学校的当务之急。

据此,我们认为做一套符合上述一系列要求的切合学校实际的教学方案尤为重要。遵照教育部提出的以就业为导向,高等职业教育从专业本位向职业岗位和就业为本转变的指导思想,根据目前高等职业教育院校日益重视学生将来的就业岗位,注重培养毕业生的职业能力的现状,我们联合北京信息职业技术学院等几十所高职院校和普拉内特计算机技术(北京)有限公司、福建星网锐捷网络有限公司、北京索浪计算机有限公司等软件企业共同组建了计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养教学方案研究小组(以下简称研究小组)。研究小组对承担计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养培训工作的79所院校的专业设置情况做了细致的调研,并调查了几十所高职院校计算机相关专业的学生就业情况以及目前软件企业的人才市场需求状况,确定首批开发目前在高职院校开设比较普遍的计算机软件技术、计算机网络技术、计算机多媒体技术和计算机应用技术等4个专业方向的教学方案。

同时,为贯彻教育部提出的要与软件企业合作开展计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养培训工作的精神,使高等职业教育培养出的软件技术人才符合企业的需求,研究小组与许多软件企业的专家们进行了反复研讨,了解到目前高职院校的毕业生的实际动手能力和综合应用知识方面较弱,他们和企业需求的软件人才有着较大的差距,到企业后不能很快独当一面,企业需要投入一定的成本和时间进行项目培训。针对这种情况,研究小组在教学方案中增加了“综合项目实训”模块,以求强化学生的实际动手能力和综合应用前期所学知识的能力,探索将企业的岗前培训内容前移到学校的教学中的实验之路,以此增强毕业生的就业竞争力。

在上述工作的基础上,研究小组于2004年多次组织召开了包括企业专家、教育专家、学校任课教师在内的各种研讨会和方案论证会,对各个专业按照“岗位群→核心技能→知识点→课程设置→各课程应掌握的技能→各教材的内容”一步步进行了认真的分析和研讨:

- 列出各专业的岗位群及核心技能。针对教育部提出的以就业为导向,根据目前高职高专院校日益关心学生将来的就业岗位的现状,在前期大量调研的基础上,首先提炼各个专业的岗位群。如对某专业的岗位群进行研究时,首先罗列此专业的各个岗位,以便能正确了解

每个岗位的职业能力,再根据职业能力进行有意义的合并,形成各个专业的岗位群,再对每个岗位群总结和归纳出其核心技能。

● 根据岗位群及核心技能做出教学方案。在岗位群及核心技能明确的前提下,列出此岗位应该掌握的知识点,再依据这些知识点推出应该学习的课程、学时数、课程之间的联系、开课顺序并进行必要的整合,最终形成一套科学完整的教学方案。

为配合学校对技能型紧缺人才的培养工作,在研究小组开发上述4个专业的教学方案的基础上,我们组织编写了这套包含计算机软件技术、计算机网络技术、计算机多媒体技术及计算机应用技术等4个专业的教材。本套教材具有以下特点:

● 注重专业整体策划的内涵。对各专业系列教材按照“岗位群→核心技能→知识点→课程设置→各课程应掌握的技能→各教材的内容”的思路组织开发教材。

● 按照“理论够用为度”的原则,对各个专业的基础课进行了按需重新整合。

● 各专业教材突出了实训的比例,注重案例教学。每本教材都配备了实验、实训的内容,部分专业的教材配备了综合项目实训,使学生通过模拟具体的软件开发项目了解软件企业的运行环境,体验软件的规范化、标准化、专业化和规模化的开发流程。

为了方便教学,我们免费为选用本套教材的老师提供部分专业的整体教学方案及教学相关资料。

● 所有教材的电子教案。

● 部分教材的习题答案。

● 部分教材中实例制作过程中用到的素材。

● 部分教材中实例的制作效果以及一些源程序代码。

本套教材以各个专业的岗位群为出发点,注重专业整体策划,试图通过对系列教材的整体构架,探索一条培养技能型紧缺人才的有效途径。

经过近两年的艰苦探索和工作,本套教材终于正式出版了,我们衷心希望,各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正,提出修改意见,也热切盼望从事高等职业教育的教师以及软件企业的技术专家和我们联系,共同探讨计算机应用与软件技术专业的教学方案和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

编 者 的 话

本书集局域网技术的基础知识和实训操作为一体,按照“背景描述→需求分析→解决方案→知识原理→应用技术→实训操作”的梯次进行组织。

本书源于作者多年的局域网课程教学经验以及对局域网实训课程的探索,充分反映出作者独树一帜的见解。其主要特色如下。

- 教材采用案例驱动,通过某商贸公司办公局域网的组建案例,深入浅出地逐层剖析局域网使用、组建、配置、管理的技术技能。

- 教材根据高职院校的教学路线,章节内容突出“学以致用”,通过“边学边练、学中求练、练中求学,学练结合”实现“学得会,用得上”。

- 教材以组建局域网工作流程为线索来规划和组织内容,介绍当前业界较为流行的局域网技术方案,摒弃了过时的技术方案的说明和网络设备的介绍。

- 教材概述了局域网技术需要用到的基本知识,同时又紧紧地抓住实训操作这一关键环节。学生通过教材所提供的实训项目,能够顺利地进行局域网技术实践与训练,掌握网络设备连接与服务器安装配置,以及运用组网技术构建、维护和管理局域网。

- 教材具有涵盖局域网课程配套的实训,并针对每个实训项目具体说明了实训设备、实训环境、实训过程等方面的内容,教师可以根据先行课程和后续课程有选择地进行实训安排。

- 教材中相关实训对实训环境的要求比较低,采用常见的设备和软件即可完成,便于实施。考虑到局域网的实训环境具有投资大、效率低、可操作性差等诸多缺点,编者推荐大家使用 VMware 公司的虚拟仿真软件 VMware Workstation 5.0,以及 Boson 公司推出的 Cisco 路由器/交换机模拟程序 Boson NetSim for CCNP 6.0 来构建一个虚拟的实训网络环境。

在本书编写成稿的过程中,编者得到了所在学院和计算机系领导及同事的帮助和支持。其中石硕、叶廷东、姚世东老师提供了部分资料并审阅了部分章节内容,肖洪生和黄柳老师提供了很多建设性意见并参与了一些编写工作,张爱丽和吴建宙老师参加了书稿的校对工作,苏运霖教授为本书提出了宝贵的建议。在此向他们的辛勤劳动表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏与错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 4 月

目 录

第 1 章 局域网基础	1
1.1 局域网概述	1
1.2 局域网的主要硬件	9
1.3 局域网的组建形式	21
本章小结	29
习题	29
第 2 章 组建交换式局域网	31
2.1 交换技术基础	31
2.2 交换机的连接与使用	41
2.3 交换机的基本配置	46
本章小结	58
习题	58
第 3 章 组建工作组模式的局域网	60
3.1 网络操作系统概述	60
3.2 Windows Server 2003 的安装与配置	66
3.3 组建工作组模式局域网	74
本章小结	89
习题	89
第 4 章 组建域模式的局域网	91
4.1 活动目录的基本知识	91
4.2 域管理与服务配置	98
4.3 活动目录的服务管理	110
本章小结	119
习题	119
第 5 章 配置服务器管理局域网	121
5.1 配置局域网服务器概述	121
5.2 配置 DNS 服务器实现域名解析	126
5.3 配置 DHCP 服务器自动分配 IP 地址	136
5.4 配置 Web 服务器实施信息发布	142

5.5	配置 FTP 服务器进行文件传输	151
	本章小结	159
	习题	159
第 6 章	局域网接入 Internet	161
6.1	局域网接入 Internet 概述	161
6.2	使用连接共享将局域网接入 Internet	169
6.3	使用代理服务器将局域网接入 Internet	176
6.4	通过路由器将局域网接入 Internet	186
	本章小结	190
	习题	191
第 7 章	虚拟局域网	193
7.1	虚拟局域网的概述	193
7.2	虚拟局域网的实现技术	201
7.3	虚拟局域网的应用	208
	本章小结	225
	习题	225
第 8 章	无线局域网构建及设置	227
8.1	无线局域网概述	227
8.2	无线局域网通信协议	232
8.3	无线局域网的组建	236
8.4	无线局域网的配置	242
	本章小结	251
	习题	251
第 9 章	局域网的互连技术	253
9.1	使用路由器互连局域网	253
9.2	Windows Server 2003 软路由实现两个网段的互连	266
9.3	虚拟专用网	275
	本章小结	287
	习题	287
	参考文献	290

第 1 章

局域网基础

本章学习任务

- 掌握局域网的定义、特点、分类、体系结构及通信协议。
- 了解局域网的硬件构成，学习服务器、传输介质、网卡、交换机和路由器的连接方法。
- 理解局域网的组建形式。

本章知识要点

- 局域网的体系结构和通信协议，以及介质访问控制法。
- 局域网硬件设备中的计算机（服务器和 workstation）、传输介质、网卡、交换机及路由器。
- 以太网、快速以太网、吉比特以太网、10 吉比特以太网的结构、功能和差异。

本章学前要求

- 对计算机网络的概念有一定的了解，或者已经学习过计算机网络技术基础课程。
- 已经掌握了网络基础知识，对网络系统组成与应用有一定程度的了解和认识。
- 已经具有计算机基本操作能力，掌握了计算机组装与调试的基本操作。

1.1 局域网概述

如今，许多企业因为日常办公或经营业务需要构建内部局域网。但是，因为经费短缺等问题，构建局域网的工作任务多由本单位计算机管理人员承担。

假设我们接受了构建局域网系统的任务，我们需要做的工作是：使用一种符合当前国内外网络发展趋势的组网技术，采用传输介质和网络互连设备（交换机和路由器）将计算机（服务器和 workstation）连接起来。

为此，我们必须学习局域网组建方法和操作技术，熟悉各种网络硬件、软件的性能指标，来处理局域网组建过程中出现的各种技术问题。在本章中，我们将学习局域网的定义、特点、分类、体系结构、通信协议、实现技术等，并通过局域网硬件的介绍来学习传输介质、网卡、服务器、交换机和路由器的原理及简单使用，来了解和掌握局域网的连接形式。

1.1.1 局域网的定义和特性

1. 局域网的定义和组成

美国 IEEE 标准委员会定义局域网为“局域网中的通信被限制在中等规模的地理范围内,例如一幢办公楼、一座工厂或一所学校,能够使用具有中等或较高数据速率的物理信道,且具有较低的误码率;局域网络是专用的,由单一组织机构所使用。”该定义中含有如下几个要点。

(1) 局域网支持多对多的通信,即连在局域网中任何一个设备都能与网上的任何其他设备直接进行通信。

(2) 局域网中的“设备”是广义的,它包括在传输介质上的任何设备,如计算机、终端、各种数据通信和信号转换设备等。

(3) 局域网地域范围是适中的,通常在 10km 之内。

(4) 局域网是通过物理信道通信的,常用介质有同轴电缆、双绞线和光纤等。

(5) 局域网的信道以适中的数据速率传输信息。

局域网最基本的目的是为连接在网上的所有计算机和其他设备之间提供一条传输速率较高、误码率较低、价格较低廉的通信信道,从而实现相互通信及资源共享。

一个局域网的基本组成主要包括网络服务器、网络工作站、网络适配器、集线器或交换机、路由器以及传输介质等。在网络操作系统和特定的网络软件支持下,这些网络设备能完成相互通信及资源共享的功能。

2. 局域网的分类

局域网通常占地空间小、网络规模小、组建网络经费少,常用于办公室、学校计算机机房、游戏厅、网吧,甚至家庭中的两台以上计算机也可以组成局域网。

(1) 办公网

办公局域网的主要作用是实施网络通信和共享网络资源。组成局域网以后,我们可以共享文件、打印机、扫描仪等办公设备,还可以用同一台 ASDL Modem 上网,共享 Internet 的信息资源。

(2) 游戏网

用于游戏厅的局域网主要功能是玩连网游戏。安装在计算机硬盘上的游戏远远不能满足众多游戏爱好者的要求,大多数的游戏厅安装网络服务器,服务器的硬盘既可以安装很多的游戏,又支持其他计算机的连网,可谓一举两得。

(3) 计算机机房

计算机机房的局域网,可以使学生的计算机与教师的计算机连接起来进行互相通信,在局域网内部传送和交换信息。例如,教师课堂演示教学过程,学生提交课程作业,学生访问教师的共享文件夹内容,通过共享文件夹获取教学资料。

(4) 网吧

经营型网吧可以通过局域网互连,通过一条 DDN 专线上网,上网速度快,但是费用较高。

以上这些局域网可以按照拓扑结构分为总线型、树型、环型和星型。按照其使用的传输介质分为有线局域网和无线局域网。有线局域网中传输介质包括双绞线、同轴电缆和光纤,而无线局域网指用红外、微波作为传输介质的局域网。从协议角度分,局域网主要有以太网和令牌环网。有时,习惯上经常根据局域网使用的操作系统来区分,如 Linux 网、Novell 网、Windows 网等。总之,对局域网的分类,我们只能从某一个角度看,从硬件角度来看,包

括拓扑结构和传输介质；从软件角度来看，包括协议和操作系统。

1.1.2 局域网体系结构

计算机网络技术可分为局域网技术与广域网技术两大方面，两者之间有明显的区别。

ISO/OSI 参考模型是广域网的体系结构，其中包含局域网的功能层次。局域网与广域网相比，有两个主要技术特点：第一，局域网中不存在数据交换，不用选择路径，因而不需要 OSI 模型的网络层及其以上功能层，只有 OSI 模型中的低两层，即物理层与数据链路层；第二，在局域网中，可用带有物理地址的数据帧传送数据，降低寻址、地址转换等方面的工作量。

在局域网中，数据链路层不但要完成其最基本的数据成帧、差错控制、流量控制、链路管理 4 个方面的功能，还要针对不同的网络拓扑结构、传输介质采用不同的媒体访问控制方法及通信协议，这是局域网中最具个性的重要方面。所以，数据链路层在局域网参考模型中细分为两个子层：逻辑链路控制子层 (Logic Link Control, LLC) 和介质访问控制子层 (Media Access Control, MAC)。

1. 物理层

局域网参考模型中物理层和 ISO/OSI 参考模型中物理层的功能一样，主要处理物理链路上发送、传递和接收非结构化的比特流，包括对带宽的频道分配和对基带的信号调制，建立、维持、撤销物理链路等，并要实现电气、机械、功能和规程 4 大特性的匹配。该层规定了所使用的信号编码、传输介质、拓扑结构和传输速率。例如，信号编码采用曼彻斯特编码；传输介质多为双绞线、同轴电缆和光缆；拓扑结构多采用总线型、星型、树型和环型；传输速率主要为 10Mbit/s、100Mbit/s、1 000Mbit/s、10 000Mbit/s 等。

2. 逻辑链路控制子层

逻辑链路控制子层向高层提供一个或多个逻辑接口，或称为服务访问点 (Service Access Point, SAP)，它具有帧接收和发送功能。发送时将要发送的数据加上地址和循环冗余校验 CRC 字段等构成 LLC 帧；接收时把帧拆封，执行地址识别和 CRC 校验功能，并具有帧顺序、差错控制和流量控制等功能。该子层还包括某些网络层功能，如数据报、虚电路和多路复用。LLC 子层提供了两种链路服务：一是无连接 LLC (类型 1)，二是面向连接 LLC (类型 2)。无连接 LLC 是一种数据报服务，信息帧在 LLC 实体间进行交换时，无需在对等层之间事先建立逻辑链路，对这种 LLC 帧既不确认，也无任何流量控制和差错恢复，支持点对点、多点和广播通信。面向连接 LLC 提供服务访问点之间的虚电路服务。在任何信息帧交换前，在一对 LLC 实体间必须建立逻辑链路，在数据传输过程中，信息帧依次发送，并提供差错恢复和流量控制功能。

3. 介质访问控制子层

介质访问控制子层的主要功能是控制对传输介质的访问，负责管理多个源链路和目的链路。IEEE 802 标准制定了几种媒体访问控制方法，同一个 LLC 子层能与其中任何一种介质访问方法 (如 CSMA/CD、Token Ring、Token Bus 等) 接口。

MAC 实现对不同拓扑结构、不同传输介质的访问控制。IEEE 802.3、802.4、802.5、……系列标准就是针对不同类型的局域网而制定的。

在图 1-1 中，最上层的网络层是由于网络互连而引入的，不是一个完整的层次。网络层下面、LLC 子层之上对外的 “()” 表示网络应用实体，即用户与网络的接口，网络对用户提供的服务可以同时支持多个进程。各层之间的 “()” 为层次之间的接口，称为 SAP，从上到

下的 SAP 分别称为逻辑层服务访问点 (Logical SAP, LSAP)、媒体层服务访问点 (Medium SAP, MSAP) 和物理层服务访问点 (Physical SAP, PSAP)。

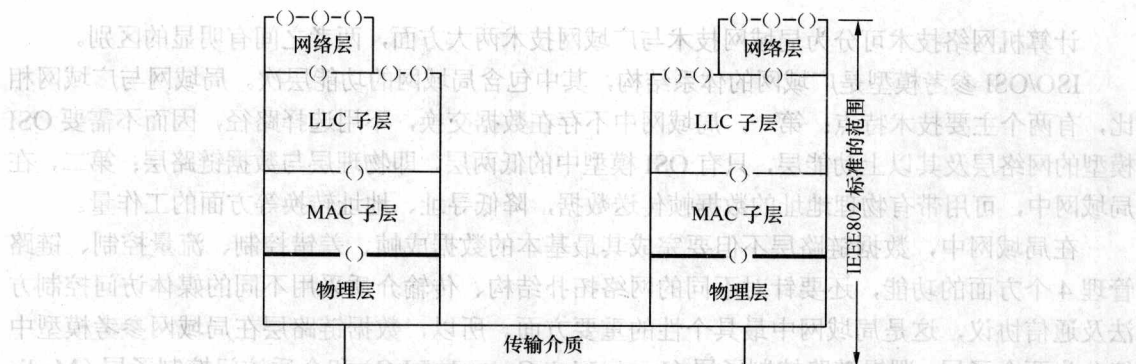


图 1-1 局域网的参考模型

局域网的高层标准尚待定义，目前由具体的网络操作系统实现。

1.1.3 IEEE 802 参考模型与协议

国际上许多标准化组织都积极致力于网络的标准化工作，以降低网络产品成本，适应各种型号和不同生产厂家的计算机组建网络的要求，并使网络产品间有更好的兼容性。开展网络标准化工作的机构主要有美国电气与电子工程师学会 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 802 委员会；欧洲计算机制造厂商协会 (European Computer Manufacturers Association, ECMA)；美国国家标准局 (National Bureau of Standards, NBS)；美国电子工业协会 (Electronic Industries Association, EIA)；美国国家标准化协会 (American National Standards Institute, ANSI)。

1. IEEE 802 参考模型

1980 年 2 月，IEEE 成立了局域网标准委员会，专门从事局域网标准化工作，并制定了 IEEE 802 标准，IEEE 802 标准所描述的局域网参考模型与 OSI 参考模型的关系如图 1-2 所示。

IEEE 802.X 标准的内容就是这些具体应用的技术规范。



图 1-2 IEEE 802 参考模型与 OSI 参考模型的关系

2. IEEE 802 标准

标准就是 ISO 802.3 标准。

遵循 IEEE 802 标准的产品包括网卡、桥接器、路由器以及其他一些用来建立局域网的组件。

IEEE 802 标准主要包括以下几种。

IEEE 802.1 标准定义了局域网体系结构、网络互连以及网络管理与性能测试。

IEEE 802.2 标准定义了逻辑链路控制子层功能与服务。

IEEE 802.3 标准定义了 CSMA/CD 总线介质访问控制子层与物理层规范。

IEEE 802.4 标准定义了令牌总线介质访问控制子层与物理层规范。

IEEE 802.5 标准定义了令牌环介质访问控制子层与物理层规范。

IEEE 802.5 标准定义了令牌环介质访问控制子层与物理层规范。

IEEE 802.6 标准定义了城域网介质访问控制子层与物理层规范。

IEEE 802.7 标准定义了宽带网络技术。

IEEE 802.8 标准定义了光纤传输技术。

IEEE 802.9 标准定义了综合语音与数据局域网 (IVD-LAN) 技术。

IEEE 802.10 标准定义了可互操作的局域网安全性规范 (SILS)。

IEEE 802.11 标准定义了无线局域网技术。

IEEE 802 标准之间的关系如图 1-3 所示。

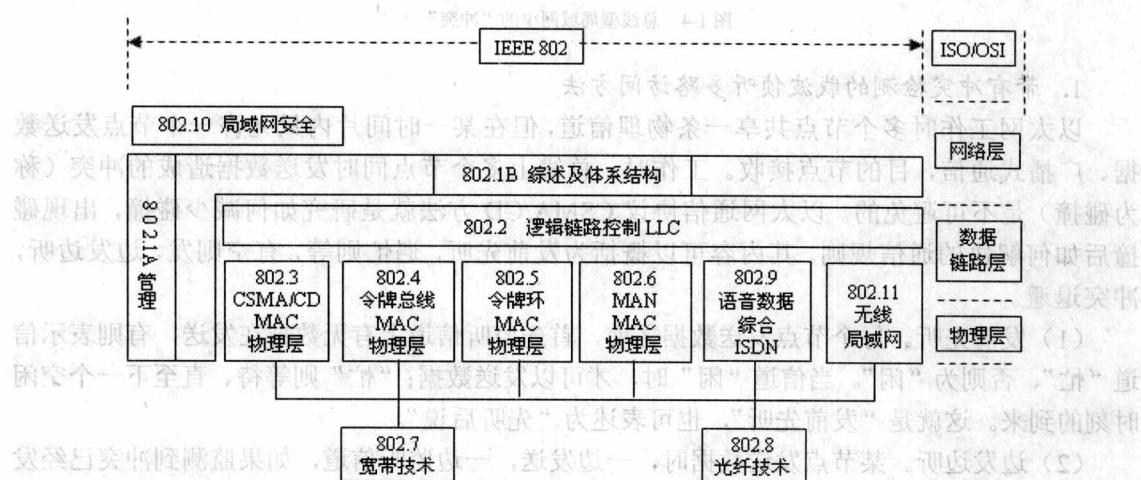


图 1-3 IEEE 802 系统标准之间的关系

1.1.4 介质访问及其控制方法

IEEE 802 委员会对局域网的各种技术都进行了标准制定,其中 IEEE 802.3 标准最为流行。

IEEE 802.3 标准采用的是载波侦听多路访问/冲突检测 (Carrier Sense Multiple Access/Collision

Detection, CSMA/CD) 技术。目前, 以太网都采用 CSMA/CD 策略进行介质访问。CSMA/CD

具有方法简单、网络管理方便等优点，特别适合于中小型局域网。但该技术也有缺点，那就

是网络用户比较少时性能较好,当用户较多时,冲突机会增加,网络速度变慢。但是,这个问题已经得到解决。

总线型局域网中所有的节点都通过网卡直接连接到一条作为公共传输介质的总线上,总线可以是同轴电缆、双绞线或者光纤。总线上任何一个节点发出的信息都沿着总线传输,而其他节点都能接收到该信息,但在同一时间内,只允许一个节点发送数据。由于总线作为公共传输介质为多个节点共享,就有可能出现同一时刻有两个或两个以上节点利用总线发送数据的情况,因此会出现“冲突”,如图 1-4 所示。在“共享介质”的总线型拓扑结构的局域网中,必须解决多个节点访问总线的介质访问控制问题。为了实现对多节点使用共享介质发送和接收数据的控制,人们提出了很多种介质访问控制方法。目前被普遍采用并形成国际标准的介质访问控制方法主要有带有冲突检测的载波侦听多路访问(CSMA/CD)方法、令牌总线(Token Bus)方法与令牌环(Token Ring)方法。

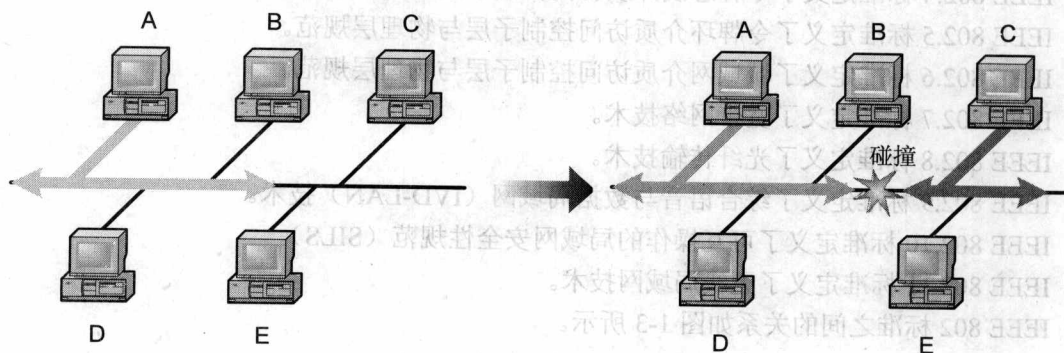


图 1-4 总线型局域网中的“冲突”

1. 带有冲突检测的载波侦听多路访问方法

以太网工作时多个节点共享一条物理信道,但在某一时间片内只允许一个节点发送数据、广播式通信,目的节点接收。工作时,总线上多个节点同时发送数据造成的冲突(称为碰撞)是不可避免的。以太网通信协议 CSMA/CD 方法就是研究如何减少碰撞,出现碰撞后如何解决的通信规则。其内容可以概括为发前先听,遇忙则等,有空则发,边发边听,冲突退避。

(1) 发前先听。每个节点发送数据之前,首先监听信道上有无数据在发送,有则表示信道“忙”、否则为“闲”。当信道“闲”时,才可以发送数据;“忙”则等待、直至下一个空闲时刻的到来。这就是“发前先听”,也可表述为“先听后说”。

(2) 边发边听。某节点发送数据时,一边发送,一边监听信道,如果监测到冲突已经发生,立即停止发送数据,这时再发数据已毫无意义了,停发数据后立即向总线上发送一串很短的特殊代码(阻塞码),通知总线上各站,冲突已经发生、全体暂停,信道尽可能快地恢复空闲。这种措施称为“冲突一致性增强。”

(3) 冲突退避。总线式网络工作时,各节点竞争占用信道,冲突必定存在,对冲突的数据帧,是立即重发还是等待一段时间后再发送,由退避算法决定。其基本思想就是发生冲突的数据帧等待几个时间片后再发送,冲突次数越多,平均等待时间越长,发送的概率越小,达到预先限定的冲突次数后,放弃本帧数据的发送。

CSMA/CD 通俗地说就是先听后说，边发边听。载波侦听是减少冲突的主要技术。各节点向总线发送信包之前，先检测总线上是否有信包在传送，即检测总线上是否有载波信号。若总线空闲，没有载波信号，则可以直接发送；当总线忙时，则需延续，等待空闲时再进行发送，发送前仍要进行侦听。若未发现冲突则发送成功，计算机会返回到侦听信道状态。每台计算机一次只允许发送一个包，所有计算机在试图再一次发送数据之前，必须在最近一次发送后等待。由于侦听是在信号发送前进行的，所以称为“发前先听”，利用这种方式可以使效率提高 80%。同时在发送中侦听，使多个节点都随时侦听信道，发现碰撞或信息干扰立刻终止发送，这样缩短了碰撞时间的延续，进一步提高了传输效率。

由于任何节点都没有可预约的发送时间，发送是随机的，并且，以太网中不存在集中控制的节点，所有节点都平等地争用发送时间。

如图 1-5 所示，以太网卡发送数据时，网卡首先侦听介质上是否有载波（载波由电压指示），如果有，则认为其他站点正在传送信息，继续侦听通信介质。一旦通信介质在一定时间段内（称为帧间缝隙 IFG=9.6μs）是安静的，即没有被其他站点占用，则开始进行帧数据发送，同时继续侦听通信介质，以检测冲突。在发送数据期间，如果检测到冲突，则立即停止该次发送，并向通信介质发送一个“阻塞”信号，告知其他站点已经发生冲突，从而丢弃那些可能一直在接收的受到损坏的帧数据，并等待一段随机时间。再进行新的发送。如果重传多次后（大于 16 次）仍发生冲突，就放弃发送。

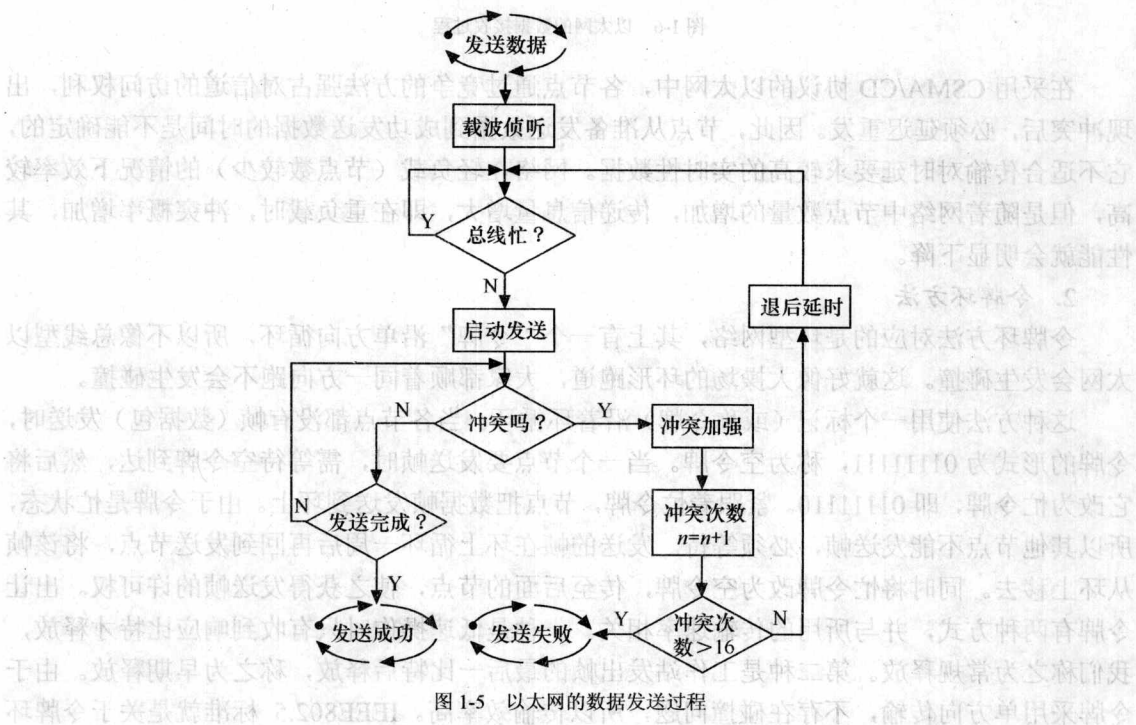


图 1-5 以太网的数据发送过程

接收数据时，网卡浏览通信介质上传输的每个帧，如果其长度小于 64 字节，则认为是冲突碎片。如果接收到的帧不是冲突碎片且目的地址是本地地址，则对帧进行完整性校验，如果帧长度大于 1518 字节（称为超长帧，可能由错误的驱动程序或干扰造成）或未能通过 CRC 校验，则认为该帧发生了畸变。通过校验的帧被认为是有效的，网卡将它接收下来进行本地

处理。图 1-6 所示为以太网的数据接收过程。

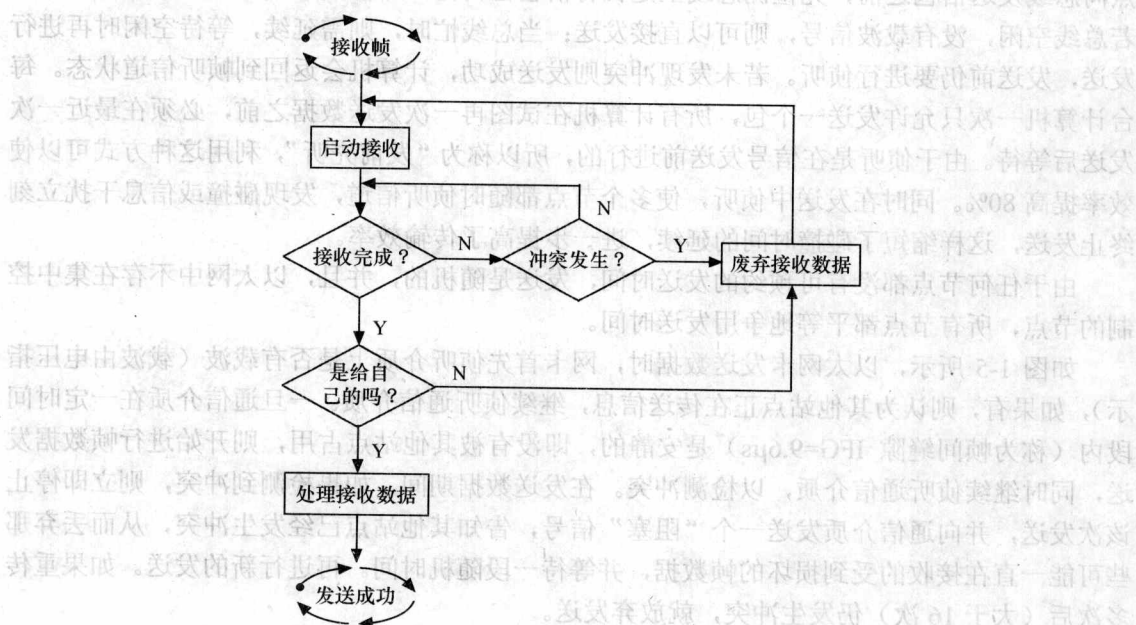


图 1-6 以太网的数据接收过程

在采用 CSMA/CD 协议的以太网中，各节点通过竞争的方法强占对信道的访问权利，出现冲突后，必须延迟重发。因此，节点从准备发送数据到成功发送数据的时间是不能确定的，它不适合传输对时延要求较高的实时性数据。网络在轻负载（节点数较少）的情况下效率较高，但是随着网络中节点数量的增加，传递信息量增大，即在重负载时，冲突概率增加，其性能就会明显下降。

2. 令牌环方法

令牌环方法对应的是环型网络，其上有一个“令牌”沿单方向循环，所以不像总线型以太网会发生碰撞。这就好像大操场的环形跑道，大家都顺着同一方向跑不会发生碰撞。

这种方法使用一个标记（或称令牌）沿着环循环。当各节点都没有帧（数据包）发送时，令牌的形式为 01111111，称为空令牌。当一个节点要发送帧时，需等待空令牌到达，然后将它改为忙令牌，即 01111110。紧跟着忙令牌，节点把数据帧发送到环上。由于令牌是忙状态，所以其他节点不能发送帧，必须等待。发送的帧在环上循环一周后再回到发送节点，将该帧从环上移去。同时将忙令牌改为空令牌，传至后面的节点，使之获得发送帧的许可权。出令牌有两种方式，并与所用的传输速率相关。一种是低速操作时只有收到响应比特才释放，我们称之为常规释放。第二种是工作站发出帧的最后一比特后释放，称之为早期释放。由于令牌采用单方向传输，不存在碰撞问题，所以传输效率高。IEEE802.5 标准就是关于令牌环网介质访问控制方法的详细规定。

3. 令牌总线方法

令牌总线方法对应的是逻辑环网，是将数据发送权按类似物理环路顺序形成闭合环路，而数据帧的传送仍在两节点间进行，环路中令牌的传送按虚线逻辑环路传送。当一个节点要