

# CCNA

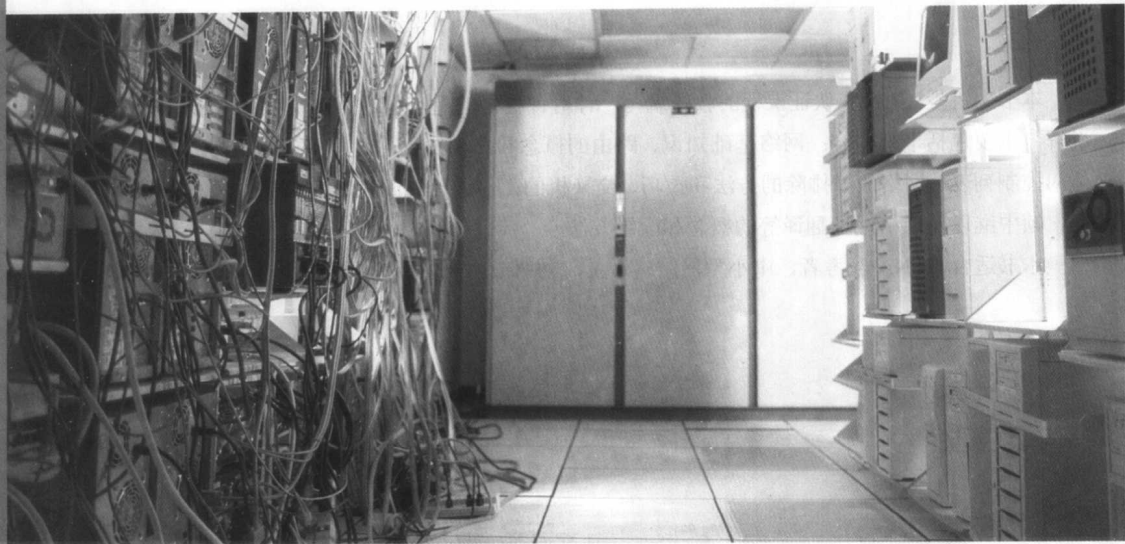
(考试号 640-801)

## 学习指南

---

张国清 李涤非 编著

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



# CCNA

(考试号 640-801)

## 学习指南

张国清 李涤非 编著

MJS113/18  
人民邮电出版社

## 图书在版编目 ( C I P ) 数据

CCNA (考试号 640-801) 学习指南 / 张国清李涤非编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004.4  
ISBN 7-115-12195-8

I. C... II. ①张... ②李... III. 计算机网络—工程技术人员—资格考核—自学参考资料 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 023673 号

### 内容提要

本书由讲授 CCNA 认证课程的教师编写, 针对课程中的重点、难点以及考试的新变化, 做了较细致的讲解。主要包括下列内容: 网络基础知识、路由的概念和路由协议的工作原理、Cisco 路由器的配置方法、访问控制列表、网络故障排除的方法和技巧、交换机的工作原理与配置、广域网技术 (包括 ISDN 和 PPP 验证、帧中继以及网络地址翻译等的概念和配置方法)。

本书适合 CCNA 应考者、中小型网络管理员、网络技术人员阅读, 也可作为相关技术培训班的教材。

### CCNA (考试号 640 — 801) 学习指南

- ◆ 编 著 张国清 李涤非  
责任编辑 刘 浩
- ◆ 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>  
读者热线 010-67132692  
北京汉魂图文设计有限公司制作  
北京鸿佳印刷厂印刷  
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 20.25  
字数: 487 千字 2004 年 4 月第 1 版  
印数: 1-5 000 册 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN7-115-12195-8/TP · 3921

定价: 28.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

# 前 言

CCNA 是思科公司的一个基础认证, 主要面向中小型网络的管理人员。随着网络技术的不断发展, 新的技术和应用层出不穷, 为了适应这种发展和变化, 思科公司在 2002 年更新了 CCNA 考试, 将以前 CCNP 中的部分内容加入进来, 并删去一些基础内容。虽然考试内容的难度有所增加, 但是培训时间并没有延长, 5 天的培训显得非常紧张。本书可以弥补课堂培训中的不足, 让读者更好地领会考试的精髓。

在内容安排上, 作者力求把理论和实践结合起来, 让读者不仅能学习到理论知识, 还能掌握如何操作一些设备, 实现相应的功能。本书还对 CCNA 中涉及的疑难点做了深入剖析。另外, 本书还可以帮助参加培训的人员掌握知识重点、要点, 帮助需要取得 CCNA 证书的人员准备考试, 也可以作为工程技术人员的参考资料。

本书的前 3 章是网络基础知识部分。这些内容在 5 天的培训中几乎不再涉及, 但它们对学习后面的知识却是非常重要的, 所以本书也把它加入进来。如果这部分知识已经熟练掌握, 读者可以略过这一部分。

第 4 章讲述路由器的组成及操作命令界面。

第 5 章是路由工作原理, 分别介绍距离矢量和链路状态协议的工作过程及特点, 它是后面配置路由协议的基础。

第 6、8、9 章分别介绍 RIPv1、RIPv2、IGRP、OSPF 和 EIGRP 路由协议的工作过程和配置方法。这三章是本书的重点。

第 7 章介绍访问控制列表, 它提供了对路由过程实施控制的方法。

第 10 章是有关排错方面的内容, 介绍排错的方法论和排除网络故障方面的一些经验, 这是新版 CCNA 考试中新增的内容。

第 11 章介绍局域网交换技术。旧版 CCNA 考试中, 这部分知识只涉及一些原理性的内容, 不涉及交换机的配置; 新版 CCNA 考试增加了对交换机配置的要求, 因此在这一章节中加强了与配置相关的内容。

第 12 章是广域网部分。新版 CCNA 考试中新增了 ISDN 的 PRI 和 NAT (网络地址翻译) 等内容, 本章对其作了详细的介绍。

本书覆盖了新版 CCNA 考试的全部内容, 作者建议按照章节顺序阅读, 每一章又有其相对的独立性, 因此读者也可根据自己的实际情况有针对性地阅读特定章节。

由于作者的水平有限, 错误与不足之处在所难免, 欢迎读者批评指正, 可发 E\_mail 至 [ridge1@sina.com](mailto:ridge1@sina.com)。

编者

2004 年 4 月

# 目 录

第 1 章 OSI 参考模型 .....	1
1.1 国际标准化组织 (ISO) 和开放系统互连 (OSI) .....	1
1.2 OSI 参考模型 .....	2
1.2.1 物理层 .....	2
1.2.2 数据链路层 .....	4
1.2.3 网络层 .....	5
1.2.4 OSI 的其他层 .....	6
1.3 数据封装与 OSI 参考模型 .....	7
1.4 本章小结 .....	8
第 2 章 以太网 .....	9
2.1 以太网的历史 .....	9
2.2 DIX 与 IEEE 802.3 .....	10
2.3 以太网原理 .....	11
2.3.1 以太网工作机制 .....	11
2.3.2 碰撞域的范围限制 .....	14
2.3.3 迟冲突 .....	16
2.4 以太网的帧格式 .....	16
2.4.1 以太网帧的组成部分 .....	17
2.4.2 以太网最小帧长度 .....	19
2.5 10Mbit/s 以太网的家族成员 .....	19
2.6 快速以太网 .....	20
2.6.1 快速以太网的特点 .....	20
2.6.2 快速以太网的家族成员 .....	21
2.6.3 自动协商 .....	22
2.7 吉比特以太网 .....	23
2.7.1 吉比特以太网简介 .....	23
2.7.2 1000Mbit/s 以太网的家族成员 .....	25
2.8 以太网中的集线器 .....	25
2.9 以太网双绞线的连线顺序 .....	27
2.10 本章小结 .....	28
第 3 章 TCP/IP .....	29
3.1 TCP/IP 的历史 .....	29
3.2 TCP/IP 体系结构 .....	29
3.3 IP 协议 .....	31
3.3.1 IP 数据报的格式 .....	31
3.3.2 IP 地址 .....	33
3.3.3 IP 地址的子网划分 .....	36

3.4	ARP (Address Resolution Protocol) 协议	40
3.4.1	同一网段的 ARP	40
3.4.2	不同网段的 ARP	41
3.5	反向地址解析协议	42
3.6	TCP/IP 的传输层协议	42
3.6.1	传输控制协议	43
3.6.2	用户数据报协议	46
3.7	TCP/IP 协议栈的应用层协议	46
3.8	本章小结	47
第 4 章	路由器	48
4.1	路由器的硬件构成	48
4.2	路由器的软件	50
4.3	路由器基本配置	50
4.3.1	路由器的启动过程	50
4.3.2	路由器的配置模式	52
4.3.3	基本维护指令	53
4.3.4	config-register 与加载 IOS	67
4.4	本章小结	69
第 5 章	路由基础	70
5.1	路由基本概念	70
5.1.1	静态路由	72
5.1.2	动态路由	72
5.1.3	自治系统	73
5.1.4	路由协议	74
5.1.5	路由协议分类	74
5.1.6	路由度量	75
5.2	路由协议运行原理	78
5.2.1	距离向量型路由协议	78
5.2.2	链路状态型路由协议	83
5.3	本章小结	86
第 6 章	距离向量型路由协议的配置	87
6.1	RIP 协议的配置	87
6.1.1	配置 RIPv1 协议	87
6.1.2	检查 RIP 的运行	88
6.1.3	选择性通告路由	94
6.2	IGRP 协议的配置	96
6.2.1	IGRP 度量值的计算	96
6.2.2	配置 IGRP 路由协议	97
6.2.3	检查 IGRP 的运行	98
6.3	管理距离	101

6.4	静态路由 .....	102
6.4.1	配置静态路由 .....	102
6.4.2	默认路由 .....	102
6.4.3	重分布静态路由 .....	104
6.5	有类路由协议和无类路由协议 .....	109
6.5.1	有类路由协议 .....	109
6.5.2	无类路由协议 .....	111
6.6	RIPv2 .....	112
6.6.1	配置及检查 RIPv2 .....	112
6.6.2	RIPv2 的路由（归纳）总结 .....	114
6.6.3	RIPv2 路由的验证更新 .....	115
6.7	本章小结 .....	117
第 7 章	访问控制列表 .....	118
7.1	访问控制列表概述 .....	118
7.2	访问控制列表的执行 .....	119
7.3	访问控制列表的分类和通配符掩码 .....	120
7.3.1	ACL 的分类 .....	120
7.3.2	通配符掩码（Wildcard Mask） .....	121
7.4	配置访问控制列表 .....	123
7.4.1	标准访问控制列表 .....	123
7.4.2	控制 Telnet 会话 .....	126
7.4.3	扩展访问控制列表 .....	126
7.4.4	命名的访问控制列表 .....	130
7.5	ACL 指南 .....	132
7.6	管理 ACL .....	133
7.7	本章小结 .....	134
第 8 章	单区域环境下的 OSPF .....	135
8.1	OSPF 特性综述 .....	135
8.2	OSPF 术语 .....	135
8.3	广播型多路访问拓扑下的 OSPF 运行 .....	137
8.3.1	数据报结构 .....	138
8.3.2	Hello 数据包 .....	138
8.3.3	选举指定路由器（DR）和备用指定路由器（BDR） .....	139
8.3.4	OSPF 的启动过程 .....	141
8.3.5	路由信息的维护 .....	142
8.4	点到点拓扑中的 OSPF 运行 .....	143
8.5	在广播型多路访问网络上配置 OSPF .....	144
8.5.1	启动 OSPF 协议 .....	144
8.5.2	检查 OSPF 的运行 .....	145
8.5.3	自定义 OSPF 参数 .....	160

8.5.4 默认路由 .....	161
8.5.5 OSPF 的认证 (Authentication) .....	163
8.6 在点到点链路上配置 OSPF .....	166
8.7 本章小结 .....	168
第 9 章 EIGRP 路由协议 .....	169
9.1 EIGRP 的特点 .....	169
9.2 EIGRP 和 IGRP .....	169
9.3 EIGRP 协议使用的数据包 .....	170
9.4 EIGRP 协议的运行过程 .....	170
9.5 扩散更新算法 .....	171
9.5.1 EIGRP 术语 .....	171
9.5.2 DUAL 的运行过程 .....	173
9.6 配置 EIGRP .....	176
9.7 检查 EIGRP 运行的命令 .....	178
9.8 路由总结 .....	183
9.8.1 自动总结 .....	183
9.8.2 手工总结 .....	186
9.8.3 路由总结时的考虑 .....	187
9.9 EIGRP 和 IGRP 混合运行 .....	189
9.10 不等值路径负载均衡 .....	196
9.11 本章小结 .....	197
第 10 章 路由排错 .....	198
10.1 排错方法及流程 .....	198
10.1.1 排错方法 .....	198
10.1.2 排错流程 .....	199
10.2 诊断命令 .....	199
10.2.1 ICMP 协议 .....	200
10.2.2 ping .....	201
10.2.3 traceroute .....	207
10.2.4 ARP .....	210
10.3 RIP 协议排错 .....	211
10.3.1 路由表中缺少路由: 物理层或数据链路层故障 .....	211
10.3.2 路由表中缺少路由: network 语句没有或错误 .....	212
10.3.3 路由表中缺少路由: 子网不连续 .....	213
10.3.4 路由表中缺少路由: 版本不一致 .....	214
10.3.5 路由表中缺少路由: 认证口令不一致 .....	216
10.4 IGRP 协议排错 .....	217
10.4.1 物理层或数据链路层故障 .....	217
10.4.2 路由表缺少路由: AS 号不匹配 .....	218
10.4.3 路由表中缺少路由: ACL 阻塞 .....	219



10.4.4 没有收到缺省路由 .....	220
10.5 OSPF 协议排错 .....	222
10.5.1 无法形成邻居: 地址错误 .....	222
10.5.2 无法形成邻居: network 错误 .....	223
10.5.3 无法形成邻居: 区域 ID 不同 .....	224
10.5.4 无法形成邻居: 验证类型不匹配 .....	225
10.5.5 无法形成邻居关系: hello/dead 间隔不匹配 .....	226
10.5.6 没有通告缺省路由 .....	227
10.6 EIGRP 协议排错 .....	228
10.6.1 没有成为邻居: 地址错误 .....	229
10.6.2 没有成为邻居: AS 号不匹配 .....	230
10.6.3 没有形成邻居: K 值不匹配 .....	231
10.6.4 丢失路由: 自动总结或手工总结 .....	232
10.7 本章小结 .....	234
第 11 章 交换机及交换技术 .....	235
11.1 交换式局域网和共享式局域网 .....	235
11.2 基本交换原理 .....	236
11.3 生成树协议 .....	237
11.3.1 环路及其危害性 .....	237
11.3.2 生成树协议原理 .....	238
11.3.3 STP 执行过程 .....	239
11.3.4 STP 实现方式 .....	240
11.3.5 转发延迟 .....	241
11.3.6 快速生成树协议 .....	241
11.4 VLAN .....	245
11.4.1 VLAN 概览 .....	246
11.4.2 VLAN 的分类 .....	246
11.4.3 VLAN 的标记技术 .....	246
11.5 VTP .....	248
11.5.1 VTP 操作模式 .....	248
11.5.2 VTP 操作 .....	248
11.6 跨 VLAN 通信 .....	249
11.6.1 外部路由方法 .....	249
11.6.2 内部路由方法 .....	250
11.7 Catalyst 1900/2820 系列交换机配置 .....	250
11.7.1 基本操作命令 .....	250
11.7.2 STP 操作 .....	252
11.7.3 配置 VLAN .....	254
11.7.4 配置 VTP .....	255
11.8 Catalyst 2900XL/3500XL 系列交换机配置 .....	256

11.8.1	基本操作.....	256
11.8.2	STP 操作.....	257
11.8.3	配置 VLAN .....	258
11.8.4	配置 VTP .....	260
11.9	Catalyst 2950/3550 系列交换机配置 .....	262
11.9.1	基本操作.....	262
11.9.2	STP 操作.....	264
11.9.3	配置 VLAN .....	266
11.9.4	配置 VTP .....	268
11.10	设置 VLAN 间路由 .....	269
11.10.1	外部路由方式 .....	269
11.10.2	内部路由方式 .....	270
11.11	本章小结.....	271
第 12 章	广域网接入技术 .....	272
12.1	广域网 .....	272
12.1.1	概览 .....	272
12.1.2	广域网服务类型 .....	272
12.2	点到点协议 .....	273
12.2.1	PPP 的分层结构.....	274
12.2.2	PPP 的帧格式.....	274
12.2.3	PPP 建立链路的过程.....	275
12.2.4	PPP 认证.....	276
12.3	ISDN .....	282
12.3.1	ISDN 设备 .....	283
12.3.2	ISDN 服务 .....	283
12.3.3	DDR .....	284
12.3.4	检测 ISDN .....	293
12.3.5	PRI 的配置 .....	295
12.4	帧中继 .....	297
12.4.1	帧中继的运行 .....	298
12.4.2	帧中继术语 .....	298
12.4.3	地址映射 .....	299
12.4.4	子接口 .....	300
12.4.5	帧中继的配置 .....	301
12.5	NAT.....	306
12.5.1	NAT 术语定义.....	307
12.5.2	配置 NAT.....	308
12.6	本章小结 .....	311

# 第 1 章 OSI 参考模型

中国有句古语说：没有规矩不成方圆。说的是凡事都得有个共同遵循的规则，否则就会产生混乱。OSI 参考模型就是计算机网络所遵循的“规矩”，用以指导计算机网络的研发、组建和使用。OSI 参考模型是由国际标准化组织制定的。

## 1.1 国际标准化组织（ISO）和开放系统互连（OSI）

国际化标准的制定始于电气技术行业，由成立于 1906 年的 IEC（International Electrotechnical Commission）制订。1946 年，来自 25 个国家的代表聚会伦敦，决定成立一个新的国际化组织，其目标是“推动国际间工业标准的协调和统一”。这个新的组织就是国际标准化组织（ISO, International Organization for Standardization），于 1947 年 2 月 23 号开始正式运作。

国际标准化组织是一个非政府组织机构，是世界上最大的制定标准的实体，现今由世界上 140 多个国家的标准化组织机构组成。尽管国际标准化组织主要制订技术方面的标准，但它对经济和社会方面的标准化制定也有重要的影响。

不同的语言对国际标准化组织的名称有不同的缩写方法，该机构决定使用希腊语单词“isos”，该词在希腊语中是平等的意思（Equal），把这个词的前三个字符 i、s、o 作为该组织的缩写。

国际标准就是 ISO 成员体间的一个协定。成员体可以原封不动地使用原始的协定，也可以与本国的标准结合使用。国际标准由 ISO 的技术委员会（TC, Technical Committees）和下属委员会（SC, Subcommittees）通过以下 6 个步骤来制定：

- (1) 提议阶段（Proposal Stage）；
- (2) 准备阶段（Preparatory Stage）；
- (3) 审议阶段（Committee Stage）；
- (4) 质询阶段（Enquiry Stage）；
- (5) 批准阶段（Approval Stage）；
- (6) 公布阶段（Publication Stage）。

所有的协议最少每隔 5 年重新评议一次，以决定它是否继续使用、改版或者取消。

最初，计算机网络的研究是分散进行的，并没有一个统一的组织机构或者实体来统一协调此事。一般情况下，各大著名公司（如 IBM、DEC 公司等）都按照自己的想法去研究和实现。这样就会产生一个潜在的问题——各种网络之间不兼容，因此它们之间的通信会出现问题。随着计算机网络在数量上的增加和范围上的扩大，20 世纪 70 年代末期，这些公司开始体会到了这个难题：由于网络规范的不同，它们之间的信息交换变得不可能。为了解决这个问题，ISO 研究了 DEC NET、SNA、TCP/IP 等协议，于 1984 年发布了一套描述性的网络模

型——开放系统互连参考模型 (OSI, Open System Interconnection Reference Model), 为生产商们提供了一个大家共同遵守的标准。该标准最大程度上解决了不同网络间的兼容性和互操作性问题。该参考模型非常详细地描述了网络应该具有的功能模块和它们的互连方法, 成为当今最主要的参考标准。

## 1.2 OSI 参考模型

OSI 参考模型 (如图 1-1 所示) 是一个纯理论分析模型, 也就是说 OSI 参考模型本身并不是一个具体协议的真实分层, 也没有任何一个具体的协议栈具有完整的 7 个功能分层。虽然我们使用的协议没有严格按照 OSI 分层, 但仍然使用 OSI 的理论来指导我们的工作, 尤其在研究和教学方面。

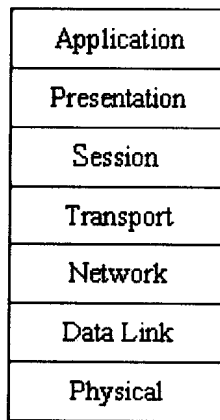


图 1-1 OSI 参考模型

OSI 参考模型分为 7 层 (Layer), 从下到上依次是: 第一层, 物理层; 第二层, 数据链路层; 第三层, 网络层; 第四层, 传输层; 第五层, 会话层; 第六层, 表示层; 第七层, 应用层。

分层的一个目的是降低协议的复杂程度。不难想象, 把一个复杂的事物分解成若干个部分去分析就会简单得多。分层也有利于加速协议的发展和优化, 更好地体现开放性, 如可以对某一层做优化修改而不影响其他层的功能。

层是根据功能来划分的。如果功能相同或相近就把它们划分在同一层上; 如果不同, 就要分层。不同的层所完成的工作不同。层与层之间并不是孤立的, 它们的关系是下层为上层服务。

我们常用的协议, 例如 TCP/IP、802.3 等, 和 OSI 参考模型的对比如图 1-2 所示。

为了对 OSI 有个完整而又清晰的了解, 本章后面的内容将分别讨论各层的定义和功能。

### 1.2.1 物理层

物理层主要定义物理和电气规范。组网使用的电缆, 如双绞线、光纤等, 属于物理层的范畴, 如图 1-3 所示。

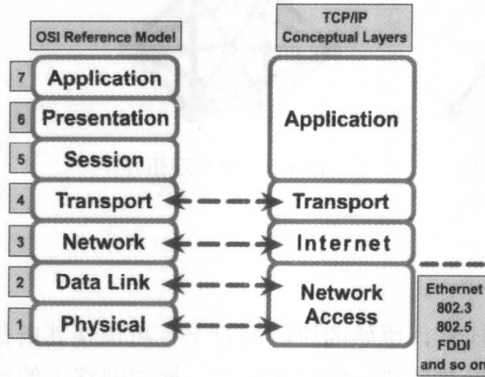


图 1-2 TCP/IP 及其他规范与 OSI 的对应

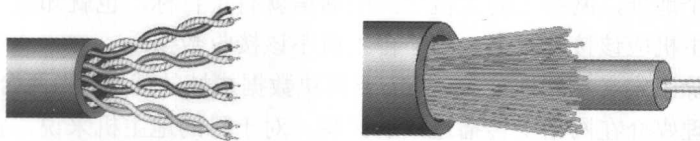


图 1-3 双绞线和光纤

物理层主要涉及比特的传输。使用什么样的电流、电脉冲、光或者是电磁场来代表逻辑的二进制信息呢？由于在数据通信中用二进制组合来表示字符，所以用什么样的脉冲信号来表示数字“0”和“1”，对于各种通信场合下保证通信的可靠性和经济性是十分重要的。把用直流信号表示“0”和“1”的信号形式叫做码型。将二进制数转换成电或光信号的方式称为编码。从理论上讲，任意的二进制码的组合方式都可以形成数据传输代码。

常用的网络中，10BASE-T 使用曼彻斯特编码，令牌环网络使用差分曼彻斯特编码，100BASE-TX 使用 MLT-3 编码，1000BASE-T 使用 PAM-5 编码。

物理层还包括网络接口卡、网络连接和网络的物理拓扑结构。物理拓扑结构描述了网络的物理布局。图 1-4~图 1-10 所示描述了常见的物理拓扑结构。

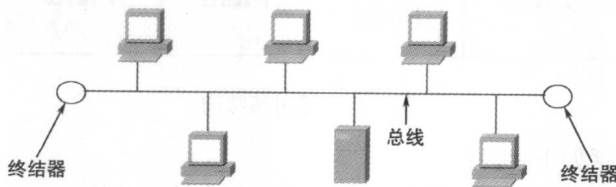


图 1-4 总线拓扑

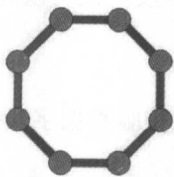


图 1-5 环形拓扑

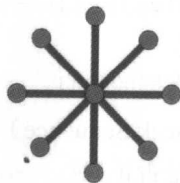


图 1-6 星形拓扑

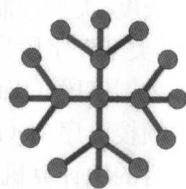


图 1-7 扩展星形

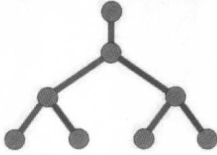


图 1-8 树形拓扑

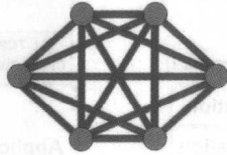


图 1-9 全互连拓扑

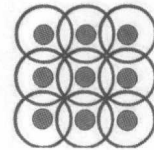


图 1-10 蜂窝状拓扑

## 1.2.2 数据链路层

物理层处理的对象是比特，原始的比特流对于主机识别其所代表的信息的实际意义是没有什么帮助的。数据链路层要解决一些现实问题，比如网络上的计算机如何被定位，也就是寻址的问题等。数据链路层建议应该为网络上的主机定义一个可以标志它的地址。制造网卡时就在网卡里烧结了一个编号，称为物理地址。计算机安装了网卡，网卡的编号就代表了这台主机。有了这个地址，网络上的主机之间的通信就有了目标，也就知道了数据从哪里来到哪里去，哪一台主机应该接收数据，哪一台主机不该接收数据。

数据链路层除了定义物理地址外，还需要解决数据成帧的问题。当两台主机进行通信时，一台主机通过物理媒介在网络上传播连续的比特。对于目的地主机来说，它必须知道什么时候应该开始接收，什么时候接收应该结束；哪些是有用的比特，哪些是无用的比特；哪些是有效信息，哪些是无效信息；等等。比如前面讲过的地址，代表主机地址的比特在源主机发送出的比特流中。对于网络上的其他主机来说，为了确定该数据是否是给自己的，必须比较表示目的地址的那些比特。

正因为如此，所以数据链路层需要把一系列连续的比特流封装成一系列称为帧（frame）的数据段。该数据段具有一定的数据结构，每部分都有特定的含义，如图 1-11 所示，这样主机就能够知道其代表的含义了。成帧（framing）是第二层的重要功能；数据成了帧，原本没有实际意义的比特就有了含义。

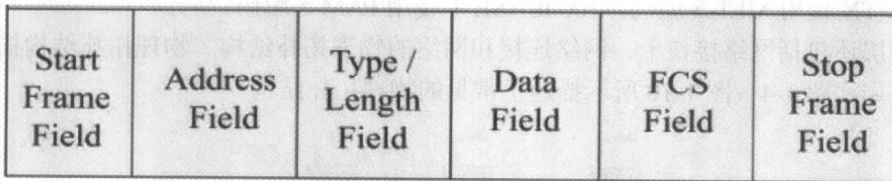


图 1-11 通用帧结构

完整的帧应该包括如下字段：

- ◆ 帧起始字段（Start Frame Field）——表示一个帧的开始；
- ◆ 地址字段（Address Field）——源计算机物理地址及目的地计算机物理地址；
- ◆ 长度/类型控制字段（Length/Type Field）——帧“长度”字段，说明帧的确切长度，“类型”字段指出第三层协议。
- ◆ 数据字段（Data Field）——高层的信息；
- ◆ 帧校验序列（FCS, Frame Check Sequence）字段——用以校验数据字段，可以帮助目的地计算机判断收到的帧是否正确；
- ◆ 帧结束字段（Stop Frame Field）——表示帧的结束。



提示：

成帧是第二层的重要功能。每个帧都包含不同含义的多个字段。

在数据传输过程中由于各种原因难免会造成数据破坏。数据链路层定义使用帧校验序列的方法使目标主机判断接收到的数据是否在传输过程中被破坏了。图 1-11 中的 FCS 字段就是用作此目的的。发送端主机对发送的数据采用某种校验算法进行计算，把计算的值写入 FCS 字段。目标主机收到数据后采用同样方法进行校验，然后和预先写入的值比较，如果相同，表明数据在传输过程中没有被破坏；如果不同则表明被破坏了。常用的计算帧校验序列的方式有 3 种：

- ◆ 循环冗余校验 (CRC)；
- ◆ 奇偶校验；
- ◆ 校验和。

对于被破坏了的数据，目标主机请求对方重传。重传体现了数据链路层为数据传输提供可靠性的功能。除此之外，数据链路层还提供数据的流量控制，使通信双方的会话顺利、可靠地进行。

数据链路层定义的第 3 个功能是媒介访问控制方法 (Media Access Control Method)。媒介访问控制方法定义的是网络上的计算机如何获得物理通道的使用权，只有获得使用权计算机才可以向网络上发送数据。从计算机组网来看，网络中的计算机是共享同一个物理传输通道的，如果没有一定的方法管理计算机使用该传输通道，势必造成数据碰撞，最终是哪一台设备也不能通信。媒介访问控制方法可以分为 3 类。

- ◆ 竞争方式 (也称为争用方式，如 CSMA/CD)。这种方式没有确定性，抢到通道就使用，抢不到就不用 (详细过程请参阅第 2 章)。
- ◆ 令牌传递方式 (如 Token Passing)。这种方式有确定性，即拥有令牌的使用通道。
- ◆ 轮询方式。这种方式也有确定性，网络上的设备被轮流询问，优先级高的设备拥有使用通道的优先权。



提示：

媒介访问控制方法定义的是网络上的计算机如何获得网线的使用权，只有获得使用权计算机才可以向网络上发送数据。

### 1.2.3 网络层

网络层可以看作是一座桥梁，这座桥梁把不同规范的网络连通起来。这座桥梁上传递的是网络层的数据，也就是说把网络层的数据作为不同网络间交换的数据单元来传递。当数据到达目标网络时再转换成特定网络规定的帧格式。如图 1-12 所示，两种不同规范的网络互连，一种是以太网，一种是令牌环网络，它们在 Internet 上交换的是网络层数据，比如 IP 数据包，当它们接收到数据，需要往自己网络内部传输时，路由器就将数据包转换成它们识别的以太数据帧或者令牌帧。

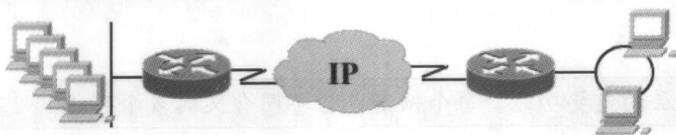


图 1-12 IP 作为通用的交换数据

网络层有两个重要的功能，分别是定义逻辑地址和为数据传输提供路由，也就是确定路径。

(1) 网络层定义的逻辑地址具有层次结构（物理地址是平面结构的）。逻辑地址分为两部分，一部分代表网络；一部分代表该网络中的节点，代表一个主机。当需要查找某台主机时，先找到该主机所在的网络，再找到该网络中代表该主机的节点即可。这样，可以极大地方便管理网络中的计算机。

逻辑地址有多种，不同的协议集有不同的逻辑地址，例如，202.208.111.28 是 IP 地址，202.208.111 代表网络，28 是该网络上的一个节点（有关 IP 地址的细节请参阅第 3 章）。

(2) 网络层的另外一个重要功能是路由选择，也就是为被转发的数据找一条到达目的地的最佳路径。完成此项功能需要两方面的信息：一个是所有已知的路由信息——路由表，另一个是被转发数据携带的网络层逻辑地址。路由器是完成这项功能的设备。当路由器从它的某个接口收到数据后，读取数据中携带的逻辑地址，然后查阅路由表，做出如何转发该数据的决定（请参阅第 5 章）。



**提示：**

网络层是不同底层技术的网络之间通信的桥梁。

## 1.2.4 OSI 的其他层

前面讨论了最下面的 3 层，下面讨论其他几层，这些层与操作系统和应用程序关系密切。

(1) 传输层的主要功能是提供端到端的可靠传输，第一次对上层传送来的数据进行分段，使得信息适合被传输。传输层还负责区分上层不同的应用服务（详细内容请参阅 TCP/IP 部分）。

(2) 会话层在应用程序间建立会话、管理会话、终止会话。这包括初始化、停止以及重新同步两台会话的主机。

(3) 表示层负责将数据转换成接收端设备可以了解的格式。一个很简单的例子，两个不同语言体系的人要交谈，惟一方法就是找一个人帮他们翻译。表示层就是网络通信设备的翻译员。它主要提供 3 种功能，分别为：

- ◆ 翻译数据格式；
- ◆ 数据加密；
- ◆ 数据压缩。

应用层不对其他的 OSI 层提供服务，但是对位于 OSI 模型范围以外的应用程序提供服务。此外，应用层也使用网络应用程序（如 WWW、E-mail、FTP、Telnet）为 OSI 模型的其余各层提供一个直接的接口，或利用单独的应用程序，如文书处理器、表达管理器（Presentation



Managers)、网络重定向器 (Network Redirector) 提供一个间接的接口。

具体的协议集在实现时往往把上四层与操作系统一起实现，它们的功能主要在主机上完成，所以把它们称为主机层或者系统层，把下面 3 层称为网络传输层，如图 1-13 所示，因为它们主要负责数据的传递。

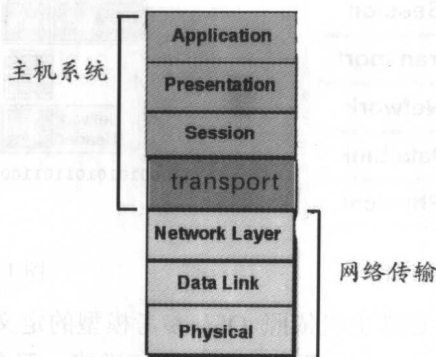


图 1-13 主机相关的层和数据传输相关的层

OSI 参考模型不仅定义了各层应该实现的功能，还定义了如何处理在网络中传输的数据，例如封装数据。

### 1.3 数据封装与 OSI 参考模型

运输货物时需要对货物进行包装，一方面起到保护的作用，另一方面告诉承运方如何处理，比如要在包装箱外面写上地址，告诉承运方货物到达的目的地。当收货人收到货物后，需要打开包装才能拿到货物。

数据的传输也类似于货物的运输。为了使数据能够被顺利、正确地传送到目的地，也需要对数据进行包装，称为数据的封装 (encapsulation)。在发送端，数据的封装是按照 OSI 参考模型自上而下层层封装的，每层都会添加一些特定的控制数据传输的信息，称为报头。下层把上层传递下来的整个内容——包含数据和报头，看作自己的数据再次封装。因为每一层所完成的任务不同，所以每层加入的信息都不相同，这也正是为什么要进行多层封装的原因。如图 1-14 所示，图中的第四层并不是没有报头，实际上每个数据段都有独立的报头，只是想突出说明第四层的分段作用。

在接收端，主机要想知道对方传输来的真实信息，需要自下而上地层层解封装，如图 1-15 所示。我们把特定层次上的包含数据和报头的数据单元称为协议数据单元 (PDU, Protocol Data Unit)，并给它们命名。传输层以上的叫信息，由于在传输层对数据进行了分段，所以这里的 PDU 叫做“段” (segment)，网络层的 PDU 叫包 (packet)，数据链路层的 PDU 叫帧 (frame)，物理层的 PDU 叫比特 (bit)。