



Cisco 专业技术丛书



Cisco

交换式

网络互连

Cisco Switched Internetworks

(美) Chris Lewis 著
前导工作室 译



机械工业出版社
China Machine Press



McGraw-Hill

Cisco专业技术丛书

Cisco交换式网络互连

2.18.86
(美) Chris Lewis 著
前导工作室 译



机械工业出版社
China Machine Press

3525/16

本书作为《Cisco TCP/IP Routing Professional Reference》(《Cisco TCP/IP路由管理专业参考》,机械工业出版社出版)一书的姊妹篇,重点介绍交换式技术、Cisco公司的各种交换式产品及其在构建交换式网络互连时的作用和注意事项。作为专业的工程指导书籍,作者的介绍条理清晰,从基础的交换理论、交换式的虚拟局域网,到ATM网络及广域网交换、工作组交换机的配置,最后到大规模交换式网络的实现,一章紧接一章,使读者能够充分了解交换式技术的来龙去脉及其优点,并为构建交换式网络提出了很多指导性的意见。

本书适合从事网络工程工作的工程师,以及对Cisco产品和交换式技术感兴趣的读者阅读。

Chris Lewis: Cisco Switched Internetworks.

Original edition copyright © 1999 by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Chinese edition copyright © 2000 by China Machine Press. All rights reserved.

本书中文简体字版由美国麦格劳-希尔公司授权机械工业出版社独家出版,未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有,侵权必究。

本书版权登记号:图字:01-1999-3466

图书在版编目(CIP)数据

Cisco 交换式网络互连 / (美)刘易斯(Lewis, C.)著;前导工作室译.-北京:机械工业出版社,2000.1

(Cisco专业技术丛书)

书名原文: Cisco Switched Internetworks

ISBN 7-111-07683-4

I. C… II. ①刘… ②前… III. 计算机网络-路由选择 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第53207号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:李云静

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年1月第1版·2000年4月第2次印刷

787mm×1092mm 1/16·15.5印张

印数:7 001-10 000册

定价:33.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换

译者序

网络技术是当前计算机技术发展最为迅速的一个领域，各公司和单位都在倾注全力发展其内部网络。国内，政府上网工程正在有条不紊地进行。毫无疑问，Cisco公司是网络领域的巨人，Cisco公司的网络产品占据了Internet上约2/3的市场。

在当前的各种组网模式中，交换式网络是潮流和发展方向，交换式网络所带来的安全性、性能改善以及廉价的开销已经获得了网络界的普遍认同。

本书全面覆盖了传统的路由式网络，以及它们在Cisco设备上的实现，但重点集中在现有网络基础上使用交换技术时的实际实现问题和所需的设备配置。作者并没有在书中对标准文档进行简单的重复。相反，为了让读者对这些新技术工作的理论有一个实际理解，书中全面介绍了如何使用Cisco设备实现这些技术的途径。

为了保持全书的系统性，作者首先回顾了中继器、桥、路由器和交换机，以及交换以太网的基本概念：冲突域和广播域。然后，讨论了VLAN主干的操作，以及VTP、VMPS和STP优化等特性，ATM上传输IP数据、ATM UNI和NNI的工作，包括帧访问FUNI和DXI提供的基于信元的服务，以及在ATM中如何使用标记交换。另外，还介绍了在2916XL平台上创建和管理VLAN，及其硬件和软件的优化。最后，介绍了5000和5500系列交换机的硬件模块和软件配置，以及支持ATM网络的Cisco设备的配置，特别是路由器AIP和NPM卡和LightStream 1010交换机的配置。

本书由前导工作室组织翻译、录入、排版和校对。译者虽然在网络领域工作了好几年，但由于书中涉及到Cisco公司很多专用的术语和器件，有些翻译恐怕不妥，如有翻译不当之处，恳请读者批评指正。

前导工作室

1999年10月

前 言

本书是《Cisco TCP/IP路由管理专业参考》(机械工业出版社出版)的后续书籍。本书内容覆盖了路由式网络,以及它们在Cisco设备上的实现。使用本书介绍的概念,读者可以构造一个基于IP的网络,该网络能提供绝大多数的网络服务。

网络世界的一个规则是:变化。我们可以发现,交换式网络填补了路由式网络世界,有时还替代了路由式网络。路由式网络的可靠性、可扩展性解决方案在代价上与传统网络不匹配时,用户可能就想知道交换式网络将提供其他一些什么样的好处。另外,读者在这个领域有了多年的经验后,试图在自己的网络上实现该技术前,就会认识到对该技术存在的问题有清楚认识的重要性。总之,在动手前要权衡轻重。

本书的内容集中在现有网络基础上使用交换技术时的实际实现问题和所需的设备配置。本书不是对标准文档的简单重复。相反,它会使读者对这些新技术工作的理论有一个实际的理解,同时还介绍了用Cisco设备如何实现这些技术。本书假定读者对OSI七层模型的头四层,即物理层、数据链路层、网络层和传输层,以及IP寻址和子网屏蔽已经有了一个清晰的理解。如果读者在路由式网络实现上的经验还不足,那么建议您先阅读《Cisco TCP/IP路由管理专业参考》。

本书的内容包括:

第1章提供本书其余部分主题所需的相应背景知识。它回顾了中继器、桥(网桥)、路由器和交换机,有经验的网络工程师可以跳过本章。本章解释了第2、3、4层交换的概念,并讨论了每一种网络设备是如何处理的,以及在某些情况下,报文流过它时如何更改报文内容。本章还介绍了交换式以太网的基本概念:冲突域和广播域。

第2章介绍了以太网和令牌环网环境下LAN交换的理论背景。本章讨论了VLAN主干的操作,以及VTP、VMPS和STP优化等特性。还讨论了CGMP和PIM在多播利用中的重要作用,另外还介绍了千兆位以太网。

第3章阐述了WAN交换技术,特别是作为IP协议的一种传输层的ATM。我们讨论了ATM上传输IP数据,如RFC 1577(CIOA)、LANE以及MPOA使用时的NHRP;还讨论了ATM UNI和NNI的工作,包括帧访问FUNI和DXI提供的基于信元的服务,以及在ATM中如何使用标记交换(即现在的MPLS标准)。

第4章阐述在Cisco设备中是如何实现这些技术的,它首先介绍了交换机的命令行接口,在2916XL平台上创建和管理VLAN,接着还介绍了它的硬件和软件的优化。另外,本章还介绍了通过MC3810设备在IP上实现声音服务,MC3810可以把声音交换到现有的IP链接上;讨论了各种MC3810的实现方法,包括使用该平台仿真PBX和PBX结线(tie line)。

第5章阐述了5000和5500系列交换机的硬件模块和软件配置。介绍了支持多VLAN、VTP、VMPS、路由交换模块、主干选项和主管通道的一些特殊例子。

第6章阐明了支持ATM网络的Cisco设备的配置,特别是路由器AIP和NPM卡和LightStream 1010交换机的配置。还介绍了SVC和PVC操作的配置,给出了CIOA、PPP、IISP、

PNNI、LANE、MPOA和服务实现类型的完整例子。

第7章讨论了交换式网络的实现问题，把网络设计看作是网络操作的正在进行的一部分。本章集中介绍了不同设备在整个设计中如何影响通信流和构造报文。在本章中，我们还给出了一个可以用于大多数交换式网络实现的设计图，讨论了一个单位如何把它移植到目前正在使用的基于路由器的传统网络。

目 录

译者序

前言

第1章 交换技术简介1

1.1 目的1

1.2 网络设备1

1.2.1 中继器1

1.2.2 桥的工作1

1.2.3 路由器操作4

1.2.4 交换机5

1.3 交换机的概念6

1.3.1 第2层交换6

1.3.2 第3层交换9

1.3.3 第4层交换9

1.3.4 集成交换机与路由器9

1.3.5 路由器交换模式11

1.4 ATM简介12

1.4.1 ATM中的A代表异步12

1.4.2 ATM信元13

1.4.3 ATM复用15

1.4.4 ATM通信参考模型17

1.4.5 ATM适配层18

1.4.6 Cisco支持的ATM接口18

1.5 小结20

第2章 交换式VLAN21

2.1 目的21

2.2 VLAN环境21

2.2.1 多VLAN以太网交换机21

2.2.2 全双工以太网22

2.2.3 交换式令牌环网23

2.3 VLAN主干27

2.3.1 ISL27

2.3.2 VLAN主干协议29

2.3.3 VLAN成员策略服务器30

2.4 FDDI VLAN31

2.4.1 封装和转换桥31

2.4.2 APaRT和fddicheck31

2.4.3 802.10 VLAN标记32

2.5 优化生成树34

2.5.1 优化定时器34

2.5.2 根桥和接口优先级35

2.5.3 STP上行快速组36

2.6 Fast Ether Channel37

2.6.1 Fast EtherChannel的概念37

2.6.2 设计Fast EtherChannel网络38

2.7 千兆位以太网39

2.7.1 千兆位以太网基础39

2.7.2 千兆位以太网标准40

2.7.3 开发千兆位以太网41

2.8 CGMP和多播41

2.8.1 多播基础41

2.8.2 CGMP的解决方法44

2.9 小结45

第3章 ATM操作和WAN交换47

3.1 目的47

3.2 介绍UNI信令47

3.2.1 UNI信令过程48

3.2.2 ATM地址52

3.3 ATM路由和NNI信令52

3.3.1 构造ATM层次53

3.3.2 PNNI信令56

3.3.3 ATM和帧中继58

3.3.4 帧中继到ATM可连性问题59

3.3.5 基于帧的UNI(FUNI)和DXI60

3.4 ATM与IP集成61

3.4.1 在ATM上集成IP(IOA)的

问题概述62

3.4.2 CIOA62

3.4.3 NHRP——下一站解析协议63

3.5 LANE	65	4.9.8 为ATM配置MC3810	112
3.5.1 LANE术语	65	4.9.9 为帧中继配置MC3810	114
3.5.2 LANE通信概述	65	4.9.10 MC3810互连功能	116
3.6 MPOA	68	4.9.11 时钟同步问题	117
3.7 关于RFC 1483的一句话	70	4.9.12 一个完整的MC3810配置	120
3.8 标记交换	70	4.10 小结	126
3.8.1 标记交换单元	71	第5章 实现大规模交换式局域网	128
3.8.2 标记分配	72	5.1 介绍	128
3.8.3 标记交换例子	72	5.2 Catalyst 5000和5500硬件	128
3.8.4 ATM核中的标记交换	74	5.2.1 Catalyst 5K模块	128
3.9 小结	75	5.2.2 Catalyst 5K内部	131
第4章 配置工作组交换机	76	5.3 Catalyst 5K初始化配置	134
4.1 介绍	76	5.3.1 使用5K CLI进行软件升级	134
4.2 把2900XL系列交换机联入用户 网络中	76	5.3.2 配置主管模块	136
4.2.1 与交换机的物理连接	76	5.3.3 缺省配置的含义	138
4.2.2 通过Web接口连接	80	5.4 配置以太网模块	145
4.3 2916XL硬件特性	81	5.4.1 创建多个VLAN	145
4.4 修改配置	83	5.4.2 VTP和VLAN配置	147
4.4.1 2916XL的初始位置	83	5.4.3 创建VLAN主干	149
4.4.2 增加配置物理	84	5.4.4 Catalyst 5K交换机上的VMPS	152
4.4.3 只连一个工作站的具体配置	86	5.4.5 定制5K以太网配置	154
4.4.4 其他端口特征	88	5.5 RSM对VLAN的支持	162
4.4.5 生成树配置	91	5.5.1 RSM的基础知识	162
4.5 VLAN分配和VLAN间通信	91	5.5.2 RSM引导过程	164
4.5.1 在交换机间扩展VLAN	91	5.5.3 配置文件管理	165
4.5.2 2916XL上多个VLAN	92	5.6 Catalyst 5K令牌环实现	165
4.6 用生成的端口进行LAN分析	97	5.6.1 令牌环的基本配置	165
4.7 保存和访问配置	97	5.6.2 定制令牌环的配置	167
4.8 一个典型的基本配置	98	5.6.3 令牌环RSM工作	168
4.9 恢复口令	100	5.6.4 为TR-BRF路由配置RSM	168
4.9.1 在IP上进行工作组声音通信	101	5.6.5 令牌环ISL	169
4.9.2 MC3810连接器	101	5.7 Catalyst 5K FDDI	171
4.9.3 MC3810典型应用	103	5.8 Catalyst 5K交换机上的ATM工作	173
4.9.4 声音拨号端(Voice Dial Peer) 概念	104	5.8.1 设计实现计划	173
4.9.5 一个简单的MC3810拨号端应用	105	5.8.2 Catalyst 5K ATM LANE的 基本配置	174
4.9.6 PBX到MC3810通信	109	5.8.3 lane有用的show命令	176
4.9.7 声音端口配置	110	5.8.4 建立直接PVC	177
		5.9 小结	178

第6章 实现ATM交换	179	6.9.2 LANE的配置任务	202
6.1 引言	179	6.9.3 LANE部件冗余	203
6.2 Cisco路由器ATM处理器概述	179	6.10 LANE2.0和LS1010的MPOA	204
6.2.1 7xxx路由器的AIP	179	6.10.1 LANE2.0版本简介	204
6.2.2 ATM NPM	180	6.10.2 MPOA操作	205
6.2.3 电路仿真服务	180	6.10.3 MPOA的客户方配置	206
6.3 基本ATM处理器配置	181	6.10.4 MPOA服务器的配置	207
6.3.1 ATM速率队列	181	6.11 LS1010 应用	208
6.3.2 在路由器接口配置一个 静态PVC	182	6.11.1 实现缺省的LS1010配置	208
6.3.3 在路由器接口配置SVC操作	184	6.11.2 拥塞和流量控制	210
6.4 在ATM 路由器接口(RFC 1577) 上配置典型IP Over ATM	185	6.12 小结	214
6.4.1 启动ATM ARP服务器进程	185	第7章 实现交换式网络	216
6.4.2 带反向ARP的PVC操作	186	7.1 引言	216
6.4.3 网络配置示例	186	7.2 网络实现的目标	216
6.4.4 有用的Show和Debug命令	188	7.2.1 可扩展性	217
6.5 在ATM路由器接口配置PPP服务	189	7.2.2 冗余性	218
6.6 LS1010简介	190	7.2.3 服务类型	222
6.7 基本的LS1010配置	190	7.2.4 安全性	224
6.7.1 自动配置ATM地址	191	7.3 一般交换式网络设计	225
6.7.2 有效连接的类型	192	7.3.1 一个典型的路由器网络	225
6.7.3 简单的IP配置	195	7.3.2 交换式网络蓝图	226
6.7.4 时钟考虑	196	7.4 集成三种层次设备的两种 可选方案	231
6.7.5 ATM 路由	198	7.5 重新设计交换式网络的路由	232
6.8 LS1010的IISP和PNNI	198	7.6 重新设计Acme的路由式网络	233
6.8.1 静态IISP路由	198	7.7 核心层	234
6.8.2 配置PNNI	200	7.7.1 访问层交换机	235
6.9 在LS1010上配置LANE	201	7.7.2 概述	235
6.9.1 LANE操作小结	201	7.8 小结	236

第1章 交换技术简介

1.1 目的

本章介绍诸如中继器(Repeater)、桥(Bridge, 或称网桥)、路由器(Router)、交换机(Switch)等网络设备, 以及第2、3、4层交换的概念, 重点理解不同设备如何改变流量、报文、性能以及网络代价。本章出现的概念是以后各章节的基础。本章除介绍了异步传输模式(ATM)外, 还对多数通用的ATM术语进行了解释。

1.2 网络设备

网络就是将信息报文从发送方以尽可能快的方式、最少的代价传到接收方。为此, 使用了各种寻址机制, 实现了处理不同网络介质、条件和出错情况的协议。简单地说, OSI七层模型中, 最底层的设备是最快、最便宜的, 而OSI模型中的设备层次越高, 其代价也越昂贵, 而且处理相同流量所需要的中央处理单元(CPU)更多。简而言之, 中继器是一种物理层设备(OSI的第一层设备), 它只处理构成数据帧的“1”、“0”电平信号。因此, 价格比较便宜, 而一个应用层的防火墙(一般为OSI栈的高几层)会仔细检查每个帧“1”、“0”的含义。因此, 防火墙比中继器要昂贵得多。

设备代价增加和速度减慢是它对收到的报文进行信息处理复杂度的反应。让我们回顾一下各种主要网络设备对接收到的报文进行的处理, 以及由此对操作速度和设备代价的影响。

1.2.1 中继器

正如其名, 中继器仅仅对它所接收的信息进行重复。中继器通过重新产生电信号将信号传输距离扩大到给定的范围。正因为如此, 中继器不是我们感兴趣的网络设备, 它是OSI的第一层设备, 除电平外, 它什么也不能理解。它对其所中继的网络信息中的“1”、“0”电信号一无所知。

1.2.2 桥的工作

80年代中期, 桥是多段局域网(LAN)间协作的主要途径。然而, 这已成历史。交换机是一种非常类似的设备, 目前在LAN中非常流行, 稍后我们将讨论它。在读者考虑使用交换机时, 我们建议您同时也把现在仍在使用的许多桥的不足考虑在内, 这并不是说交换机比桥差, 而仅仅是因为选择差的交换机以及不正确地使用交换机都会带来桥过去存在的相同问题。

好, 让我们再看看桥。多数通用桥是透明桥(Transparent Bridge), 之所以称之为“透明”的, 是因为它可以放在网络中, 而不改变任何通过它的报文中的介质访问控制(media access control, MAC)地址。首先, 这是对MAC地址(故名思义, 标识发送和接收数据帧设备的源和目的地址)的一种干扰。一个网络设备纯粹工作在OSI第2层是一件奇怪的事情(很多地方概念上相互矛盾)。第2层设备仅仅理解物理地址, 在以太网LAN中, 即为熟悉的6字节MAC地址。

源MAC地址用于标识发送报文到LAN的机器。然而，透明桥与路由器不同，它并不改变任何流过报文的MAC地址，这就使得报文经过桥从一个网段传到另一网段，这样目的设备接收该报文后，就能够判定发送该报文的源站点的MAC地址。

桥的基本工作就是接收、存储、转发报文到与其相连接的LAN上。桥对于扩展简单的LAN很有用，即将流量限制在所需的网段内。桥“学习”哪台工作站的MAC地址在哪条LAN电缆上，根据保留在桥内的与接口相关的MAC地址表，可以将报文转发或阻塞。让我们看看在一个简单的多LAN环境下，桥是如何工作的(如图1-1所示)。

首先必须说明的是，不管是什么样的第三层协议，如IP(Internet Protocol, 网际协议)、IPX (Internet Packet Exchange, 网际分组交换)，LAN1和LAN2都有相同的网络号。透明桥的操作过程如下：

- 侦听每个接口上的每个报文。
- 对其收到的每个报文，保留它的源MAC地址及其来自的接口。这就是站缓冲区(station cache)。
- 查看MAC头中的目的域，如果在站缓冲区中找不到该地址，就将该报文转发到除接收该报文接口外的所有其他接口。如果在缓冲区中能够找到该MAC地址，就将报文只转发到与目的地址相关的接口上。如果目的地址和源地址在同一桥接口上，则丢弃该报文，否则会导致多个重复报文。
- 在站缓冲区中保留每个表项所存在的时间。如果一个源地址对应的表项没有接收到报文的时间超过了一定时间就删除该表项。这就能保证一台工作站从一个网段移到另一个网段后，桥在一段时间后会将其位置删除。

使用上述方法，假设图1-1中的工作站A、B、C和D相互通信，桥就会产生一个站缓冲区使工作站A、B与接口1相对应，C、D和接口2相对应。这就潜在地减轻了网络拥塞。所有源和目的为LAN1的流量不会流到LAN2上，相反也一样。实现两个网段后，除减低了各网段的流量外，还产生了两个冲突域。这就意味着，一个网段内的冲突不会影响到另一个网段。

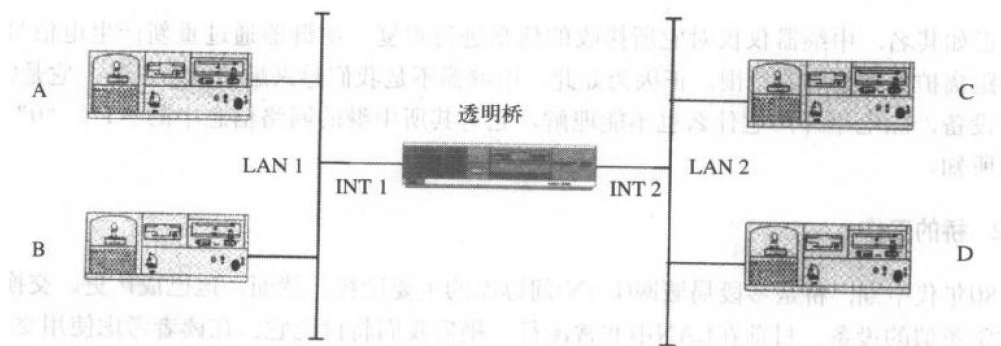


图1-1 透明桥操作

除在两个网段中有多条路径的LAN拓扑外，这种桥方式都能很好地工作。我们知道，网段间存在多路径时，由于某些原因出现某一路径失效时，它对于维持可通性非常有好处。让我们来看看一个简单的透明桥在图1-2所示的LAN环境下是如何工作的。

假定网络正在启动，桥A和B的站缓冲区为空。当LAN1上的工作站X发送一个报文时，桥A、B都会收到该报文，并将它插入队列中，以便传到LAN2上(注意工作站X位于LAN1上)。A和B之

间总有一个首先将报文传到LAN2上,为了讨论方便,假定桥A先转发。这样,桥B就会在LAN2上收到工作站X的报文,这就产生了问题:桥B就会认为工作站X是在LAN2上,进而将报文转发到LAN1上,然后桥A又将它转发到LAN2上;这就产生了一个非常坏的环路。

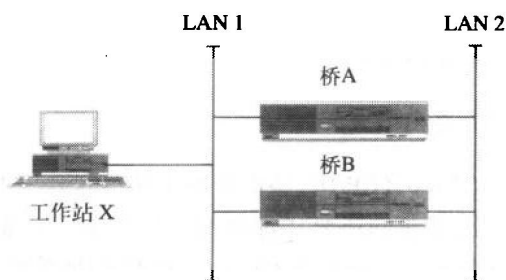


图1-2 LAN间有多条桥接路径的网络

上述问题的产生是因为桥不改变MAC地址,而且将它的LAN接口设置成“混杂模式”,这样就可接收与每个接口相连的LAN上传输的所有报文。为了保证桥在上述情况下也能工作,桥的提供者实现了一种生成树协议

(Span Tree Protocol)。该协议本质上就是标识一条无环路径,并临时屏蔽桥接口来保证无环拓扑。如果有一个连接失败了,生成树就重新计算一条新的无环路径,并改变临时屏蔽的接口。下面简要介绍生成树的工作过程。

生成树

桥动态地进行生成树操作,在每个桥上选择一个可用LAN接口的子集。所选子集使得任何两个LAN间的路径无环。这就避免了图1-2讨论中有关的重复报文问题。一个支持生成树的桥在发出桥协议数据单元(BPDU)的同时,还收听其他桥的BPDU。BPDU配置包含了使所有桥都能执行如下动作的足够信息:

- 选择一个桥作为生成树的“根”。
- 每个桥计算从根到它自己的最短路径。
- 对于每个网段,指定一个作为与根最靠近的桥,由该桥处理所有从该网段到根的通信,该桥为大家都知道的“指定桥”。

• 让每个桥选择一个接口作为它的根接口,使它成为到根桥的最佳路径。

• 允许每个桥标识根接口——LAN所连指定桥的所有其他接口(当然它们也包含在生成树中)。

这就构成了一个从根桥到所有LAN网段的树结构。报文可以在生成树中的接口上转发和接收。从不在生成树中的接口上接收到的报文将被丢弃。报文不应该传到不在生成树内的接口上。

这种设置提高了有多个桥的LAN的可操作性,因为在连接失败时拓扑可以自动恢复。然而,所有被生成树封锁的接口对带宽无疑损失巨大,因为这些带宽本可以用来传输流量的。在稍后的交换式网络中,我们将讨论如何使用这些闲置带宽。现在,我们只知道即插即用设备不需要任何配置,生成树就能发挥其作用。

概念上,生成树就是让第2层桥执行第3层设备实际要做的功能,如定向网段间的流量。因此,生成树和学习桥(learning bridge)对于多个小LAN(多达数千个节点)是非常有用的,因为减少了网段内的拥塞,并且网络可以从连接故障中恢复。第2层桥的失败之处在于它对广播的处理。第2层桥总是将广播转发到生成树内的所有接口上,因而在网络中人们没有机会控制广播。此外,生成树的可配置性也不如路由信息协议(Routing Information Protocol, RIP)、内部网关路由协议(Interior Gateway Routing Protocol, IGRP)和其他允许用户减少路由更新的路由协议,这就使得生成树不适合于扩展到更大的网络中去。

第3层网络使用层次地址来减少更新路由表(等价于桥的站缓冲区)和路由更新(等价于BPDU)。第2层交换机虽然也依赖于生成树,但它用虚拟LAN(VLAN)来管理广播域。VLAN

的实现,使得可以为交换机上的接口分配优先权,因此不同的生成树(每个VLAN一个)实例会阻塞不同的接口。其优点是可以使用物理网络上的所有连接。在详细介绍该技术前,让我们先看看路由器。

1.2.3 路由器操作

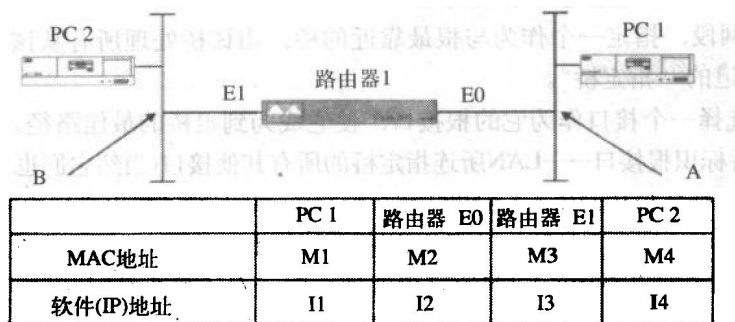
《Cisco TCP/IP 路由管理专业参考》一书非常详细地介绍了路由器的工作,但为了完整起见,这里我们还要详细介绍。路由器与桥相比,在检查和修改报文内容方面做的工作更多。这就是为什么路由器对软件、内存和处理能力要求很高的原因。路由器基本上完成如下工作:

- 记录第3层(在此即IP或IPX类型的协议)网络号,并把报文从源地址路由到目的网络的最佳通路上。在路由器中,这是通过路由表(routing table)实现的,它的更新既可以是自动的(如RIP、IGRP和OSPF(Open Shortest Path First, 开放式最短路径优先)),也可以是手工静态更新。

- 当路由器要将报文发送到目的主机时,由于ARP表与目的IP地址(或其他第3层协议)相关,这样使用ARP表就可获得特定主机的第2层地址,

- 每次报文到达路由器以及转发到其他网段时,路由器就改变第2层的信息,如图1-3所示。

- 路由器将查看第2层(MAC)地址、第3层(IP、IPX或其他网络协议)地址,还可能第4层地址。第4层端口可以看作在主机上运行的不同应用程序的地址。例如,如果工作站需要建立一个telnet会话,它就将第4层目的端口设为23,众所周知,该端口是主机接收telnet会话请求的端口。FTP、rlogin和其他应用程序使用不同的端口号接收请求。



从PC1发往PC2的报文在A点看上去很像下面的样子:

目的MAC地址	源MAC地址	目的IP地址	源IP地址	数据
M2	M1	I4	I1	1001001

从PC1发往PC2的报文在B点看上去很像下面的样子:

目的MAC地址	源MAC地址	目的IP地址	源IP地址	数据
M4	M3	I4	I1	1001001

注意,报文在互连网络传输时,源和目的IP地址保持不变

图1-3 报文在网络互连上传输时如何使用MAC地址

图1-4显示了各层网络软件对接收到的上层信息进行封装的情况。这种封装包含了该层自己使用的地址信息。第2层增加MAC地址，第3层增加协议地址(如IP地址)，在第4层增加端口号。所有传统路由器的功能都是在通用硬件上用软件实现的。这样硬件执行软件指令的负载会随路由器处理的流量增多而急剧增加，这也就是某些生产商用硬件实现路由器功能的原因所在。

注意：“硬件实现”和“软件实现”在概念上容易混淆。因为有时对软件描述就是作各种判断，而硬件就是客观存在的设备。硬件实现意味着软件功能实现在专用硬件内部，由它来优化执行功能。当前，专用设备即为专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)。

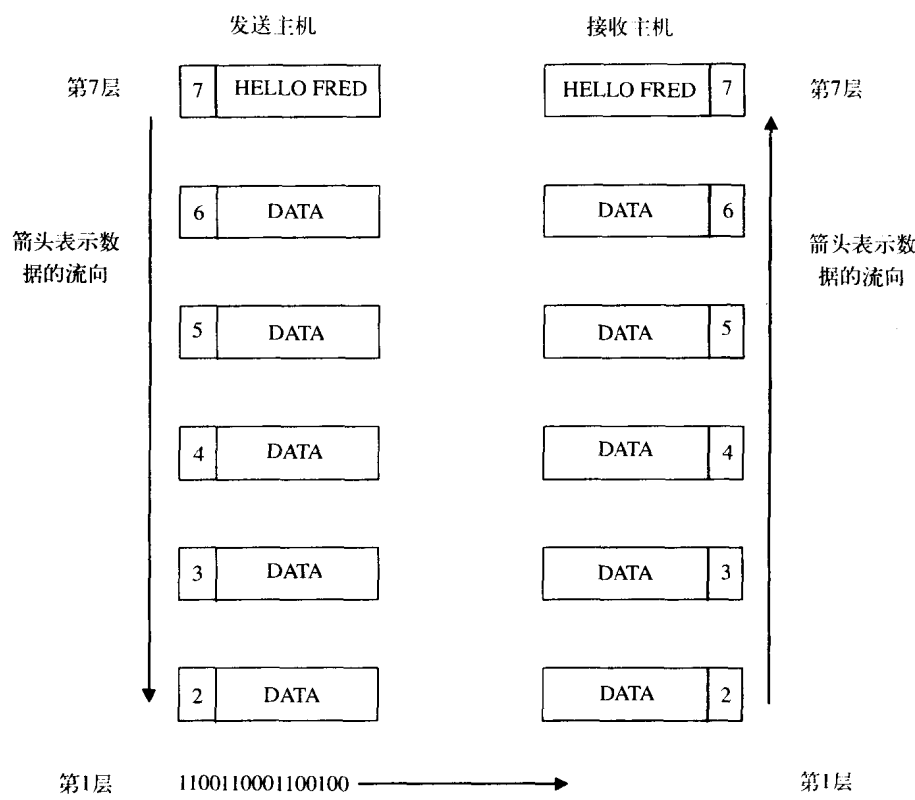


图1-4 OSI模型层间的封装

软件路由器在相同负载下执行桥的等价功能，需要更强的处理能力，原因是在报文通过一个接口转发前需要在IP地址表中查询IP、在地址解析协议表(Address Resolution Protocol, ARP)中查询MAC地址。当然，现在多数网络中，都会使用某种路由协议，如RIP、OSPF，这就增加了路由器的处理负担。即使一个路由器的路由协议在许多方面与桥的生成树等价，它对处理能力的需求也要比生成树高。

1.2.4 交换机

这是本书讨论当前使用的各种交换技术的主要话题。我们在讨论一个没有定义VLAN的简单LAN交换机时，要解释它为什么不是桥是非常困难的。一个简单的LAN交换机创建一个站缓冲区，运行生成树协议，并且在报文流经时不使用第3层网络协议信息或改变MAC地址。

这与透明桥是相同的。在推出产品时，某些生产商只是简单地声称它的交换机比桥快，其实这只不过是将软件功能用专用硬件实现而不是用通用硬件实现罢了。笔者认为这主要还是出于市场的考虑。当今这个年代，生产商不可能再卖桥了。一个更好的定义是LAN交换机提供了实现VLAN的能力，这是桥永远做不到的。如果读者选择了没有VLAN的交换机，那么实际上所实现的只不过是一个桥接网络。因此，需要记住它们存在的问题。

为了介绍起见，交换机是一种在网段间转发报文的、将功能集成在专用硬件内的、从而查表最快的网络设备。除这些一般结论外，我们必须考虑我们要用什么样的交换类型，这是下一节的话题。

1.3 交换机的概念

交换机最初是作为第2层设备引入的，工作方式基本上与桥相同。然而，生产商一旦看到专用硬件的优点后，就开始生产第3、第4层交换机。在很多方面，这些差异正在成为人为差异，因为各层设备间的工作边界越来越模糊。我们前面说过，第2层交换机实际上是通过支持VLAN，与桥区分出来，但是我们也要看到为了支持VLAN，就需要某些路由功能。这样，很多交换机就在内部提供一个简单的路由设备，使它具有第3层的某些功能。另一方面，路由器生产商看到交换机有利可图，就会在它们的路由设备中增加交换机特性。硅交换(silicon switching)和标记交换(tag switching)是我们在本节后面要简要介绍的Cisco特征，这些内容将在稍后的章节中作更详细的介绍。

将来，管理这些设备的关键是要深刻理解在网络中设备是如何转发报文的，而不管它称为交换机、路由器、还是其他的名称。有了这些论述后，必须承认这种分类更容易解释设备是如何工作的。因此下面几小节中，我们要分别单独考虑第2、3、4层的功能。

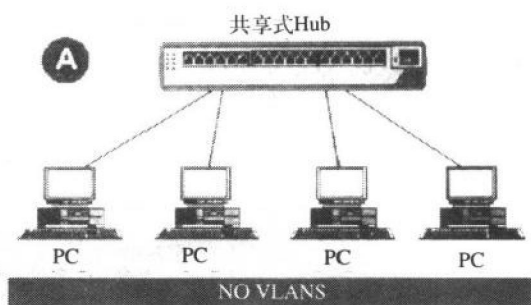
1.3.1 第2层交换

第2层交换机面市得益于用硬件实现的第2层桥，这种早期设备有第2层桥的相同优点和缺点，即引入了多个冲突域，同时将冲突限制在单个广播域内。冲突和广播域的说明如图1-5所示。

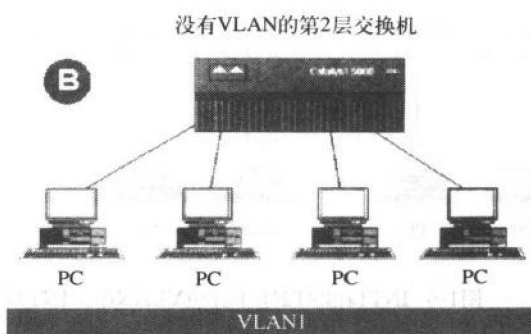
Hub不管与之相连的工作站是否需要报文，它总是将所有报文转发到所有端口上。虽然，交换机只是将报文发送给需要数据的工作站，但它仍会把广播发送到各个端口。有了VLAN后，广播就只是发送到广播源的VLAN端口。

简单的第2层交换机与第2层桥的区别在于它一般采用3种报文转发模式之一。而第2层桥只采用存储-转发模式(Store-and-forward mode)，这就意味着必需将整个报文接收下来，读出源和目的MAC地址，执行循环冗余校验(cyclic redundancy check, CRC)，然后在报文转发到任何其他网段前进行过滤。毫无疑问，这增加了网络时延。交换机使用的其他两种模式是cut-through和frag-free。在cut-through模式中，交换机检查目的MAC地址，然后立即将报文转发出去，极大地减少了延时(又称时延，延迟)。Frag-free模式是介乎两者之间的一种模式，交换机在转发报文前只接收目的MAC地址，而不接收整个数据帧，也不进行全部的CRC校验。其目的是，标识在网络上因冲突产生的碎帧，从而使交换机在进行没有必要的转发前丢弃这类碎帧。

在共享式Hub中，所有工作站共享同一个冲突域和广播域



交换机的每一个端口拥有其自己的冲突域，但所有的PC仍处于同一个广播域中



实现了VLAN之后，交换机的每一个接口拥有其自己的冲突域，在这个交换机中，两个VLAN分别为两个广播域

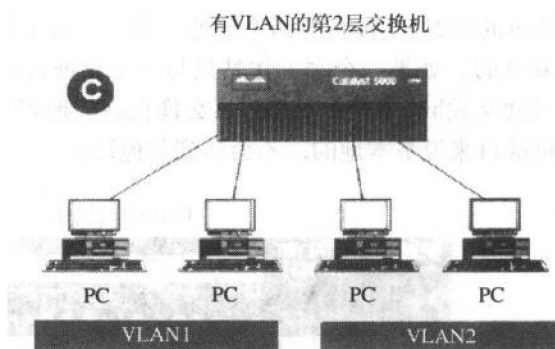


图1-5 冲突域和广播域

我们还提到桥和交换机的另一个区别是虚拟LAN，即VLAN。VLAN的存在实际上是帮助网上移动、添加和改变站点。在典型的LAN中，30%~40%的用户一年内会移动位置，这就需要大量地改变电缆。有了VLAN后，就不再需要移动用户的电缆了，用户可以从一个VLAN移到在交换机配置中的另一个VLAN上。而在此之前，用户需要把他在LAN中的网络电缆移到另一个LAN中，同时还要把它们从一个路由器接口移动到另一个路由器接口上。Cisco的VLAN实现了将一个接口对应一个VLAN，虽然，很多其他产商的策略是：通过MAC地址，将工作站分配到VLAN中。在笔者看来，Cisco使用的接口分配方式是最好的。图1-6说明它在物理概念上的情况。注意分配到VLAN上的接口用颜色标了出来，这已经成为了网络上标识不同VLAN的标准方法。

图1-7展示了其他生产商的硬件分配VLAN的方法。同一交换机接口上有不同颜色的VLAN，这种方法在报文是从各个PC机发出来的情况下非常好，缺点是，除3个VLAN(红、

绿、蓝)外的其他地方发出任何广播(或组播)都会导致广播到达接口1网段,从而使网段内的所有PC产生中断,而不管它们所属的VLAN。这首先就对VLAN的优点产生了某些负面影响。多色端口实际上只在主干情况下有用,这是后面要讲述的内容。

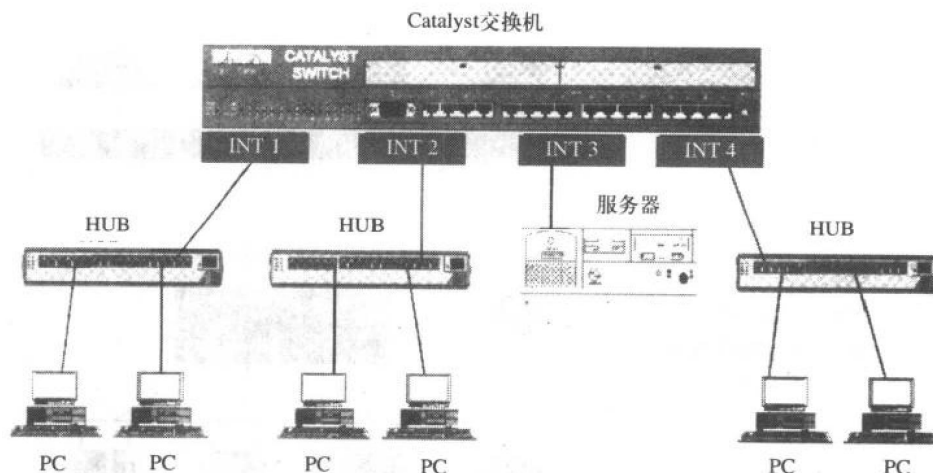


图1-6 INT1和INT2处于红色VLAN中, INT3和INT4位于蓝色VLAN中。

该网络有四个冲突域和两个广播域

总之,简单的第2层交换机有两个好处:第一,每个端口可使用整个以太网带宽,这是以每个接口为基础的。如果一个端工作站只与一个交换机接口相连,那么它就可使用整个以太网带宽,这与共享式hub完全相反(第2层交换机高效地将可用带宽分给所有端工作站)。第二,冲突对交换机端口来说是本地的,不会传到其他端口。

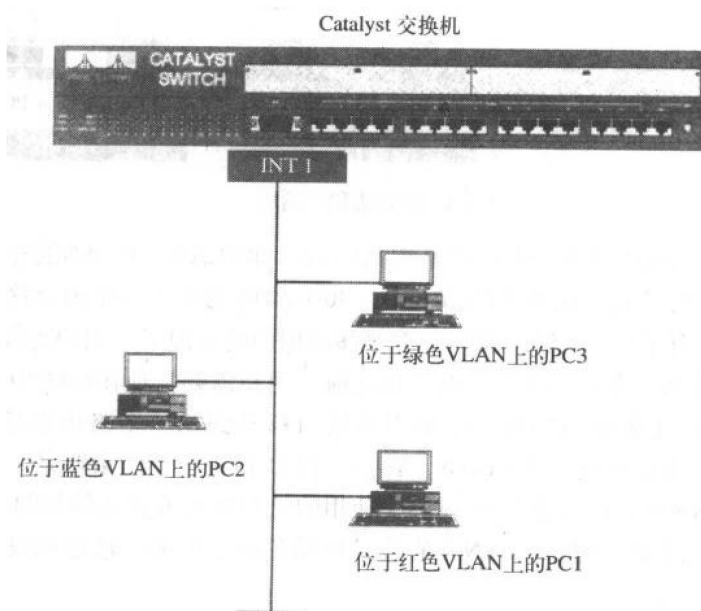


图1-7 交换机上的多色端口