

- 交换机工作原理
- 交换机架构分析
- 交换机网络管理协议
- 交换机配置与使用
- 交换机选购策略
- 交换机测试技术与方法

交换机

JIAOHUANJI JI QI
YINGYONGJISHU 及其应用技术

黎连业
王 安
向东明 编著



清华大学出版社

交换机及其应用技术

黎连业 王 安 向东明 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从交换机与交换机技术开始,较为详细地介绍了什么是交换机,交换机的核心技术,交换机技术有哪些内容,怎样使用交换机,怎样使用网管型交换机,为什么要重视交换机技术等。以引导网络工程技术人员学习使用交换机,并逐步提高应用交换机与交换机技术的水平。

本书由浅入深,引导读者了解交换机与交换机技术和交换机设置,并进而建立自己的交换机网络系统。本书叙述清楚、通俗易懂,可供从事网络工程技术的人员学习或参考,也可作为计算机网络集成培训、大专院校计算机专业的教材。

版权所有，翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

交换机及其应用技术/黎连业, 王安, 向东明编著. —北京: 清华大学出版社, 2004

ISBN 7-302-08798-9

I. 交… II. ①黎… ②王… ③向… III. 计算机网络—信息交换机, IV. TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 054592 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

http://www.tup.com.cn 邮 编: 100084

社总机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

组稿编辑：胡伟卷

文稿编辑：刘金喜

封面设计：天福彩文

版式设计：康 博

印 装 者：北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本: 185 × 260 印张: 19 字数: 439 千字

版次: 2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-08798-9/TP · 6243

印 数：1 ~ 4000

定 价：30.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或 (010)62795704。

前 言

随着计算机网络技术的发展和因特网的广泛普及,组建网络系统越来越离不开交换机。本书从交换机与交换机技术开始,较为详细地介绍了什么是交换机,交换机的核心技术,交换机技术有哪些内容,怎样使用交换机,为什么要重视交换机技术等。以引导网络工程技术人员学习使用交换机技术。

为什么要使用交换机?这是要回答的问题,因为交换机是一种行之有效的网络设备,组建网络时离不开它。为引导用户使用交换机,并逐步提高应用交换机与交换机技术的水平,中科院计算技术研究所(二部)网络研究开发中心培训部组织编写了本书,供网络工程技术人员学习参考,同时,也可供网络管理人员、大专院校计算机专业的师生和计算机网络用户阅读参考。

本书的内容由 12 章组成,它们是:交换机概述,交换机的架构分析,交换机的网管与网络管理协议,网管型以太网交换机,骨干级以太网交换机,网管型千兆以太网交换机,Star-M20 系列模块,组播,关于第 2、3、4、7 层交换的问题,交换机的测试技术与方法,选择交换机的策略和交换机的有关问题。

本书是在中科院计算技术研究所(二部)网络研究开发中心举办的网络系统培训班和实达网络大学北京分院教材的基础上,参考许多技术资料编写而成的。本书引用实达公司的技术资料是征得实达公司培训经理高爱红女士同意的,也引用了思科、华为、3Com、Intel 等公司馈赠的技术白皮书,在此表示感谢!

本书由黎连业、王安、番禺职业技术学院的向东明执笔写作,期间得到了原中科院计算技术研究所网络研究开发中心的领导和同行的热情支持与帮助,李淑春、黎娜、王月冬、张维、单银根、陈建华、王兆康、王长富对本书稿提出了许多修改意见并整理了部分稿件。王刚、刘春阳、滕华、梁艳、刘占全、张静、张洪波、张黎明、顾寿筠等同志为本书的写作提供了许多方便,对上述同志一并表示感谢!

由于作者水平有限,加之创作时间仓促,书中难免会存在错误和不当之处,欢迎广大读者批评、指正。

作 者

目 录

第 1 章 交换机概述	1
1.1 交换机技术产生的背景	1
1.1.1 对于网络过载的认识	1
1.1.2 为什么要使用交换机	1
1.1.3 交换技术的争论焦点	3
1.1.4 交换技术的优点	5
1.2 交换机的特性	5
1.3 交换机的工作原理	7
1.4 交换机的工作模式	10
1.5 交换机的体系结构	11
1.6 如何评定交换机的性能	12
1.6.1 怎样了解交换机的性能	13
1.6.2 数字的内在因素	13
1.7 三种交换技术	14
1.8 局域网交换机的种类	15
1.9 交换机应用中几个值得注意的问题	17
第 2 章 交换机的架构分析	19
2.1 机架式交换机	19
2.1.1 机架式交换机简述	19
2.1.2 术语	20
2.1.3 机架式交换机的性能应考虑的因素	26
2.2 固定配置式带与不带扩展槽交换机	28
第 3 章 交换机的网管与网络管理协议	30
3.1 非网管与网管型交换机	30
3.2 简单网络管理协议(SNMP)	30
3.2.1 管理信息的结构(SMI)	30
3.2.2 管理信息库(MIB)	32
3.2.3 简单网络管理协议(SNMP)简介	35
3.2.4 SNMP 规范的主要内容	41
3.3 远程监控仪(RMON)	45

第4章 网管型以太网交换机	49
4.1 网管型以太网交换机产品概述	49
4.1.1 产品简介	49
4.1.2 S1924F+交换机的特性和规格说明	49
4.2 硬件安装指南	51
4.2.1 交换机部件	51
4.2.2 安装	53
4.2.3 交换机的连接	54
4.2.4 注意事项	54
4.3 交换机的配置与使用	55
4.3.1 工作模式	55
4.3.2 端口配置	55
4.3.3 VLAN	57
4.3.4 Trunk	60
4.3.5 优先级	61
4.3.6 IGMP Snooping	62
4.3.7 DHCP 功能	63
4.3.8 交换机文件更新	63
4.4 SNMP 客户端软件使用	64
4.4.1 S-Manager 软件描述	64
4.4.2 软件安装	64
4.4.3 管理界面及操作方法	71
4.4.4 Mib-Browser	83
4.4.5 Rmon View	87
4.5 Telnet/带外管理实际使用	91
4.5.1 概述	91
4.5.2 Telnet/带外连接方法和登录过程	91
4.5.3 Telnet/带外的管理界面及操作方法	92
4.5.4 Telnet/带外管理的其他注意事项	120
4.6 基于 Web 的管理——WBM	120
4.6.1 S1924F+ Web Server 概述	120
4.6.2 S1924F+ Web Server 连接	120
4.6.3 S1924F+ Web Server 的管理界面及操作方法	121
4.6.4 Web 管理的其他注意事项	139
4.6.5 S1924F+应用设置方案	139

第 5 章 骨干级以太网交换机	142
5.1 M2851 模块安装指南	142
5.1.1 模块说明	142
5.1.2 模块安装	142
5.1.3 注意事项	142
5.2 交换机的配置与使用	143
5.2.1 工作模式	143
5.2.2 模块信息	143
5.2.3 端口配置	143
5.2.4 VLAN	147
5.2.5 优先级	150
5.2.6 IGMP Snooping	151
5.2.7 DHCP 功能	152
5.3 Telnet/带外管理实际使用	152
5.3.1 概述	152
5.3.2 Telnet/带外连接方法和登录过程	153
5.3.3 Telnet/带外的管理界面及操作方法	153
第 6 章 网管型千兆以太网交换机	179
6.1 概述	179
6.1.1 产品简介	179
6.1.2 S1926G 交换机的特性和规格说明	179
6.2 硬件安装指南	181
6.2.1 交换机部件	181
6.2.2 安装	184
6.2.3 交换机的连接	184
6.2.4 注意事项	185
6.3 交换机的配置与使用	186
6.3.1 工作模式	186
6.3.2 端口配置	186
6.3.3 VLAN	188
6.3.4 Trunk	189
6.3.5 优先级	191
6.3.6 IGMP Snooping	191
6.3.7 DHCP 功能	192
6.3.8 交换机文件更新	192
6.4 SNMP 客户端软件使用	193
6.5 Telnet/带外管理实际使用	193

6.5.1	Telnet/带外连接方法和登录过程	193
6.5.2	Telnet/带外的管理界面及操作方法	194
6.5.3	IGMP Snooping + Tag VLAN + L2 Trunk 工作模式下的菜单设置	197
6.6	基于 Web 的管理——WBM	198
6.6.1	S1926G Web Server 概述	198
6.6.2	S1926G Web Server 连接	198
6.6.3	S1926G Web Server 的管理界面及操作方法	198
6.7	S1926G 应用设置示例	199
第 7 章	Star-M20 系列模块	202
7.1	堆叠模块——M2031	202
7.1.1	堆叠模块的特性	202
7.1.2	适用机型	203
7.2	1000Base-SX 千兆光纤模块——M2021S	203
7.2.1	1000Base-SX 光纤模块的特性	203
7.2.2	LED 指示灯描述	204
7.2.3	适用机型	204
7.3	1000Base-LX 千兆光纤模块——M2021L	204
7.3.1	1000Base-LX 光纤模块的特性	205
7.3.2	LED 指示灯描述	205
7.3.3	适用机型	205
7.4	1000Base-T 千兆模块——M2021T	205
7.4.1	1000Base-T 千兆模块的特性	206
7.4.2	LED 指示灯描述	206
7.5	三层交换模块——M2040	206
第 8 章	组播	208
8.1	组播概述	208
8.2	组播技术	208
8.2.1	组播体系结构	208
8.2.2	组播地址	209
8.2.3	二层交换环境中组管理的实现	210
8.2.4	域内组播路由协议	213
8.2.5	域间组播路由协议	215
8.3	组播业务组网方案	217
8.3.1	单域网络组播组网	217
8.3.2	多域网络组播组网	218

第 9 章 关于第 2、3、4、7 层交换的问题	220
9.1 基于 LAN 第 2 层交换	220
9.2 第 3 层交换技术	222
9.3 第 4 层交换技术	229
9.4 第 7 层交换技术	233
第 10 章 交换机的测试技术与方法	234
10.1 10/100Mbps 交换机的测试技术与方法	234
10.1.1 物理特性测试	234
10.1.2 功能特性测试	237
10.1.3 性能测试	241
10.1.4 管理性测试	249
10.1.5 可靠性、服务质量及其他测试	252
10.2 1000Mbps 交换机的测试技术与方法	255
10.2.1 千兆交换机性能测试指标	255
10.2.2 千兆交换机测试使用的工具	256
10.2.3 千兆骨干交换机的测试技术与方法	257
10.2.4 千兆接入交换	260
10.3 第 2 层千兆交换机的测试要素	264
10.3.1 2 层千兆交换机的测试内容	264
10.3.2 物理特性测试	264
10.3.3 性能测试	265
10.3.4 功能特性测试	266
10.3.5 管理方式	267
10.3.6 协议支持	267
10.4 第 3 层千兆交换机的测试要素	268
10.5 第 4 层千兆交换机的测试要素	270
10.5.1 4 层千兆交换机的功能测试	270
10.5.2 4 层千兆交换机的性能测试	271
10.6 测试平台	273
第 11 章 选择交换机的有关策略	274
11.1 选择千兆交换机的原则	274
11.2 选择交换机时需要注意的事项	274
11.3 怎样选择交换机	277
11.4 判断千兆交换机性能好坏的主要因素	278
11.5 千兆交换机如何分类	281
11.6 交换机技术的发展趋势	282

第 12 章 交换机的有关问题	284
12.1 智能交换机问题	284
12.2 交换机堆叠系统的连接方式	284
12.3 软交换技术	286
12.4 千兆交换有哪些连接模式	291
12.5 交换机性价比基准测试	292

第 1 章 交换机概述

1.1 交换机技术产生的背景

1.1.1 对于网络过载的认识

是什么引起网络拥挤呢？一般来说，只有少量不易确定的因素会引起网络流量的增加，从而使带宽不足：

- 往网络中增加了用户、文件服务器、应用服务器和网络外设。
- 安装了用作客户机/服务器的高性能 PC 机。
- 使用了带宽占用量很大的网络应用程序，如电子邮件和其他与信息有关的工作组软件、分布式数据库以及多媒体。
- 提供 Internet 访问，包括 Web 服务器和浏览器。
- 将多个 LAN 汇入到一个共享 LAN 中。

这些因素无论是单独的还是组合起来都会奏效，使得 10Mbps 以太网的带宽使用率达到 40% 以上(如同共享 LAN 上的带宽使用状况)并引起拥塞。

解决 LAN 拥塞的传统方法是采用全新的技术，如 FDDI 或 ATM，或使用网桥和路由器以降低网络之间的通信量。第 1 种方法代价很高，因为它不仅涉及购买和安装新设备，还会增加停机时间和培训费用。第 2 种方法从设备、安装时间和性能调整角度来看代价也是比较高的。此外，只有当网段间的流量很小时，路由器和网桥才能发挥较好的作用。能否找出一种更有效的技术？那就是交换机了。

1.1.2 为什么要使用交换机

传统的局域网技术是基于共享访问方式的，如 Ethernet、Token Ring、FDDI 等。在这种传统网络中常常会遇到带宽不足或带宽瓶颈问题，特别是在使用最广的 Ethernet 中，随着网络节点的增加，由于介质访问采用竞争方式 CSMA/CD，发生冲突后，延迟时间成指数增加，这时情况会急剧恶化。在局域网交换技术产生以前，通常采用网桥或路由进行网段的划分与隔离，这虽然在某种程度上会改善带宽问题，但这样一方面会增加设备的投资和维护费用，另一方面效果并不很明显且缺乏灵活性。为了便于叙述，我们从以下方面来讨论。

1. 传统网络结构的限制

网络技术发展至今,无论在网络节点(即 Node,通常指 PC 机或工作站)之间还是在网络之间,若要进行通信,首先要通过源站点发送广播来寻找目的站点。这说明了广播在网络上存在的必要性。但是对于网络和网络节点而言,它们又不需要太多的广播。原因有 3 个方面:

- 从网络节点的角度来看,太多的广播会使 PC 机或工作站的性能下降,因为当其网络端口接收到每个广播包时,它们的 CPU 必须要停下正在进行的工作,去处理接到的每个广播包,看一看是否是自己应接收的数据包。
- 从网络的角度来看,广播太多必然使网络的有效带宽利用率下降。
- 广播多到一定程度,就有可能造成广播风暴,导致网络瘫痪,无法工作。

另外,如果是采用多种网络协议(如 IP、IPX、AppleTalk 等)构成的网络,对于使用 IP 协议的网络或节点来讲,它们根本就不需要接收 IPX 或是 AppleTalk 的广播,实际上又不得不接受,反之亦然。可以说,多种网络协议的广播包在网络上的广播又是一种非常无奈的现象。

谈到传统的网络结构,必然就要涉及两种网络互连设备:桥接器和路由器。桥接器是一种局域网互连设备,其特点是构造比较简单、处理速度快。但是,由于它与网络协议无关,因此也就无法对来自不同网段的广播,尤其是不同协议的广播进行分类。正是由于这一点,当桥接结构随着网络规模不断扩大时,就非常容易造成大量的网络上的广播,甚至使网络无法正常工作。路由器是智能化程度高、功能强且十分复杂的网络设备,除了实现网络互连的功能外,对网络的安全和稳定起着非常重要的作用;可是在其优点的背后,又有其处理速度太慢,容易造成网络瓶颈的缺点。因此,路由器在很大程度上又限制了用户的应用需求。为什么会是这样?让我们了解一下桥接器和路由器的功能以及它们的工作过程。

2. 桥接器的功能及其工作过程

(1) 桥接器的功能

桥接器是 OSI 七层网络模型中第 2 层的设备。用它可以将两个或更多独立的、共享式的网段连接起来,以形成一个更大的 LAN(通常称为“扩展的 LAN”)。桥接器根据数据包的第 2 层地址信息过滤和转发数据包,以实现 LAN 之间的互连和信息的传递。其主要功能是:

- 分割网段。
- 过滤同一端口的数据包,转发跨越不同网段的数据。
- 从某种意义上讲,现在的交换机就是桥接技术。

(2) 桥接器的工作过程

桥接器接收并检查所有流经它的帧信息。它的工作过程可分为下述几种情况。

- 如果帧具有一组目的 MAC 地址,桥接器将该帧传送至它连接的所有数据链路(接收该帧的数据链路除外),换句话说,这实际上是向“扩展的 LAN”发送了一次多路广播,其所有链路上的站点都能见到该帧。
- 若帧有一个单独的目的 MAC 地址,桥接器则要查阅其 MAC 地址表,如果地址表中有该地址,且目的站点和源站点同处一个 LAN 上时,则桥接器不起桥接功能,而是将该帧过滤掉,不让它在其他链路转发。
- 如果桥接器在自己的地址表内查到了这个目的 MAC 地址,且目的站点和源站点不在相同的 LAN 上时,则确定到达该目的站点的数据链路后,将此帧传送到其选择的数据链路上。
- 若该帧的地址不在桥接器的地址表中,则桥接器对该帧的处理与前述的第一种相同,即向所有链路上的站点发广播。

(3) 桥接器对网络造成的问题

根据前面的简单介绍,对桥接器可以归纳以下几点:

- 桥接器基于 MAC 地址实现 LAN 之间的互连和信息的传送,其优点是网络操作简单、速度快且与 OSI 其他层的协议无关。另外,由于没有路由功能,桥接器属简单的网络设备,易于维护且价格低廉。
- 桥接器无法实现流量控制,尤其对一个规模较大的网络而言,广播包从一个 LAN 传送到另一个 LAN,常会引起大量的多路广播,造成网络效率下降,最严重的会导致广播风暴,使整个网络瘫痪。
- 当桥接器构成环状网时,会产生广播包和不知道目的地址的数据包的循环问题。为此,IEEE 对桥接器制定了 802.1d 标准,即生成树算法,以此来保证经过桥接的两个站点在进行通信时只有一条数据链路,由此产生的问题是,通过生成树算法后,由多个桥接结构组成的网状网变成了一个树状的网络,但实际使用的只有惟一的、未必是最佳的数据链路。
- 在某种情况下,因桥接器丢失帧,使得网络不稳定、不可靠。

1.1.3 交换技术的争论焦点

综上所述,传统的网络结构对用户应用所造成的限制正是交换技术所要解决的关键问题。在交换网络中,尤其是大规模的交换网络,没有路由功能是不可想象的。这正是各个厂商在交换技术领域激烈纷争的焦点,即如何解决交换网络战略与技术策略。暂且不去评说这些战略与技术策略,还是从用户的角度去看问题,了解用户在想什么、要什么。

1. 用户需要什么样的交换网络

如今,随着网络规模的不断扩大和应用需求的不断提高,特别是多媒体技术和产品的普及应用,使得网络传输图形、图像、声音以及多媒体视频信息的需求日益增长,用户不仅需要高带宽的交换网络,而且还要求:

- 可以灵活地对网络进行增加、移动和改变
- 网络设备应具有即插即用的灵活性
- 对网络广播流量的控制
- 对多协议的支持
- 网络运行要有安全保障
- 操作不依赖局域网技术和拓扑结构
- 提供向新技术过渡的方法
- 完全兼容现有的网关、集线器、桥接器、路由器和交换机(LAN 交换机和 ATM 交换机)

归纳起来可以用一句话表示：交换网络能帮助用户提高网络性能并简化网络的操作和管理。

2. 争论的焦点

如何实现用户需要的交换网络？是选择使用以太网、令牌环，还是快速以太网？是采用 FDDI，还是 ATM？这些都不是，用户的注意力不应被某些导向或是倾向所左右。重要的是，用户花时间、花精力去研究分析，从根本上彻底解决如何构造今天的网络。是沿用传统的网络结构模式，以路由器为核心去构造和发展网络(即使采用了交换设备和虚拟局域网技术)；还是打破过去的传统，构造新的网络模式？进一步讲，在构造交换的网络时，是否要保留路由器？路由器保留在什么位置？如果不要路由器，而是通过路由功能取代路由器是否可行？如果可行，路由功能又怎样设置？是集中式的，还是分布式的？

显而易见，争论的焦点又回到了路由器上。为了说明这个问题，我们首先看一对数字的比较结果。目前，市场上最高档路由器的最大处理能力为每秒 25 万个包，而最高档交换机的最大处理能力为每秒 1000 万个包，二者竟然相差 40 倍。速度问题说明了交换机的重要性。

如果从网络界大牌厂家有关“网络发展战略与技术策略”的宣言来看，他们都没有能够回避这一现实的问题，我们可以看看几家大公司的观点和策略。答案恐怕就不言自明了。

- 3Com: 制定了 TranscendVN，即虚拟连网实施策略。它主要包括 VLAN 和其他建立虚拟网络的技术及特征，如网络多媒体技术、分布式网络监控和分析以及网络管理。它可运用在 3Com 的骨干交换机、集线器、工作组交换机、路由器、适配器和连网管理应用上。
- Bay Networks: 以 BaySIS 绘制了交换式互连网络的未来。
- Cabletron: 设计了新里程，即“虚拟企业互连网络迈进的策略架构”。其核心思想是要带领用户从现有以路由器为基础的网络，迈向以分包交换、信元交换技术为基础，面向连接的虚拟网络环境。
- Cisco 制定了 CiscoFusion 交换型网间网的蓝图。Cisco 认为：“现在网间网的智能集中在路由器中。随着交换型网间网的出现，智能将分散到整个网络之中。

因此,一个成功的交换型网间网解决方案,必须将网络中每个部分的路由器和交换机的优点结合起来,同时还能提供一条介质共享连网到交换型网间网的灵活的发展途径。CiscoFusion 体系结构特别推出了多层 LAN 交换机,它将当前路由器所有的路由计算功能从第 3 层交换中分离出来,从而实现分布式路由体系结构。

- Digital 推出了 enVISON 体系结构,用以构造企业的虚拟智能网络。enVISON 集 LAN 技术、分布式路由和高速交换为中心并基于政策管理为一体,可为用户创建灵活的、满足需求的虚拟智能交换网络。
- IBM 公布了建立在 ATM 策略之上,提供以交换为中心的网络,即虚拟交换网络策略(简称 SVN)。IBM 称 SVN 是建立和管理以交换为中心的网络的模型,是从基于路由器和主机的系统转向交换式网络的革命。

从上述所列出的 6 家主要观点中不难看出:交换技术与虚拟网络或虚拟局域网有着内在的必然联系,可以这样说,交换技术是构造虚拟网络或虚拟局域网的物质基础。

使用交换技术是必然的趋势。

1.1.4 交换技术的优点

像网桥一样,交换机将大型的网络划分成比较小的网段,从而将某一工作小组同其他工作小组在本地的流量隔离开来,提高了总体带宽。网桥和交换机的本质区别在于后者的特点是通常具有两个以上的端口支持多个独立的数据流,具有较高的吞吐量。另外,同基于硬件的传输设备(如 Intel 的 Express Switching Hub,即 Express 交换集线机)集为一体的交换机,其包处理速度比网桥利用软件实现的该功能的速度快得多。

交换机还可以同共享集线器,如 Intel Express 100BASE-T Stackable Hub,即可叠放式集线器一起使用,以打破快速以太网中的距离障碍。使用 UTP(100BASE-TX),可使连接距离达 320m。使用多模光纤,交换机对交换机的连接可长达 2km,而使用单模光纤则可长达 20km。快速以太网集线器同交换机结合起来带来的好处是每个用户的成本降低了,同时又使网段保持每个快速以太网的交换端口拥有 48~144 个用户。

1.2 交换机的特性

对于交换机的特性,我们将讨论如下几点:

(1) 静态和动态交换机

静态交换机只提供基本功能,可将多个端口分组集中到同一网段中,使得组中任一端口都可被路由到同组的其他端口。将组中的所有成员都连接到一个简单的集线器上,也可以达到同样的效果,而且成本更低,也更为可靠。

比较而言,动态交换机在每次传输时都要标明站点的端口地址,这样,每指定传给一个站点的包都只被接到相应的端口上,而不影响其他端口的带宽。如果一个工作站改变了地点,交换机可以动态地将包的发送做相应的设置。

(2) 发送机制及其对延迟的影响

交换机可以使用3种包发送技术:直通(cut-through)、修改过的直通(摸底 cut-through)和存储转发(store-and-forward)。所采用的机制将对延迟产生影响。延迟就是指包到达时刻与实际数据传输之间的时间间隔。如果要使用无窗口(unwindowed)协议(例如 Netware 3.0 使用的协议)来传输大量的数据,或要在网络上大范围使用实时的视频或音频应用程序,延迟时间则是应首先关注的环境因素。

(3) 直通交换

为缩小延迟时间,直通交换机在接受整个包之前就开始向指定的端口传输封包。而存储转发交换机要等到接收到全部包后才进行传输。这样,直通交换机的延迟时间就小于存储转发交换机的延迟时间。

如果严格地遵从缩小延迟时间的规则,会使直通交换机存在一个缺点,即无法查错。例如,直通交换机不能查出 runt 包、冲突包和带有 CRC 错误的包。交换机在检查了目标地址后就开始发送接收到的信息。另一方面,修改后的直通交换机的延迟规则稍有宽松,可以将包保存在一个缓冲器中,待排除了 runt 存在的可能性后再进行传输。runt 是由以太网 CSMA/CD 协议造成的,是最常见的出错包。如果将 runt 发送到相关的网段上,会耗尽所有的带宽。通常,交换机要等到 64 个字节到达后再进行传输。延迟传输是为了确保所有的 runt 都被检测出来,并被过滤掉。

修改后直通交换机可以与所连接的网段保持合理的低延迟连接,并减少因发送出错帧数据而造成的带宽消耗。但是,随着网络上流量的增加,直通交换机的优势在逐渐减少。这是由于,在频繁装卸的情况下,为了等待使用一个繁忙的输出端口,包必须被存放在缓冲器中。

(4) 存储转发交换

如果要保持网络的有效性和稳定性,存储转发交换是最好的选择。存储转发交换机可以提供优秀的包检查功能,例如 CRC 纠错、runt 包过滤器和冲突包过滤器。

如前所述,存储转发交换机将输入的帧保存在内部缓冲器中,直到全部帧数据都到达后,再进行传输。但是,延迟传输的结果是造成交换机的延迟时间等于一个包的传输时间,而在预测执行效果时,这段时间往往需要被考虑在内。

(5) 为什么存储转发和快速以太网是最好的选择

Intel 的 Express Switching Hubs 收到包,传输过程就开始了,所以没有附加的延迟时间。当包完整地到达,并且检测 CRC 包,该包就被直接传送到目标地址。

支持不同速度端口的交换机必须使用存储转发机制,否则,不能保持快速端口和慢速端口之间的步调一致。由于 100Mbps 的以太网比 10Mbps 以太网的速度快 10 倍,封包长度产生的延迟时间被降至最低。

(6) 对流控制的需求

重量高效交换机的一个关键的标准就是看该交换机是否能够以最高速度来进行包

的背对背传输,同时,保持低延迟,并保证无包丢失。包丢失是一个重要的考虑因素,这是因为,按照网络协议的规定,每丢失一个封包就意味着有数秒钟的延迟,这对传输操作的影响是巨大的。

为了理解各种不同的设备地址的带宽是如何拥塞的,可以设想,要向其中传输包的地址是一个繁忙的目标端口,该端口的繁忙程度已达到了饱和。在 Novell VLM 和使用 TCP/IP 的滑动窗协议等环境中,这是经常发生的(例如,在安装 Novell 时访问 Internet)。

传统的网桥、路由器和交换机是通过依赖大量昂贵的缓冲器保存不能被传输的包来处理这种情况的。但最后,如果目标网段过于拥挤,而不能控制其流量,那么输入的数据会溢出缓冲器,迫使设备丢失过多的包。传输节点的 NIC 传输层软件可以检测丢失的包,但这通常需要使用一个非常昂贵的暂停机制。并且,包的重新生成和重新排列会增加传输节点的内务开销。

能够完成流控制的交换机可以更积极、更有效地处理拥挤的情况。当一个节点发现其内部缓冲器几乎被占满时,流控制功能可以让交换机将冲突通知给源节点,冲突也称为“堵塞”模式。发送节点将整个中断解释为冲突,并进入标准的 backoff 状态。随后,当交换机将其内部缓冲器清除干净时,再指挥发送节点的 NTC 从它的硬件缓冲器中重新传输包。

(7) 高速端口

由于网络对高带宽的依赖正日益增加,网络设计者需要能够支持继续升级和扩展的交换机。高速端口也因此成为交换机设计中要考虑的一个关键因素。

为保证与现有的网络和未来技术的发展相兼容,就必须遵从高速工业标准,如 IEEE 标准。一种设计优秀的交换机还应具有可支持多种端口的灵活性,例如 100BASE-TX 和 100BASE-FX。

(8) 全双工以太网

全双工以太网是一个事实上的标准,用以实现无冲突地同时发送和接收以太网封包,这是仅在交换环境下才有可能实现的技术。采用全双工端口的交换机可以用于构造更高速的连接。

例如,一个全双工点对点 100Mbps 服务器连接的理论带宽可达 100Mbps。但数据传输率的增长一般来说可能小于两倍。而且全双工服务器连接还必须支持在客户端口上的流控制,以防止在使用高峰期间,因流量不能被服务器接受而造成的包丢失。

当传输延迟将距离限制在 100m 之内时,全双工以太网还可以延长网络的长度。

1.3 交换机的工作原理

将局域网分成若干个网段,然后用网桥将网段连接起来的本质是将冲突域变小,从而增大局域网的吞吐量。交换机可以说是这种思想的进一步发展,将局域网的冲突进一步变小。交换机的每一个端口都可以视为一个冲突域,图 1-1 显示了交换机的工作原理。