

网络交换实验教学研究

徐志伟 倪洁

哈尔滨工业大学电子与信息工程学院

[摘要]网络交换技术对于计算机专业和通信专业都是重要的研究内容,网络交换技术涉及的研究领域也比较多,主要包括线路交换技术、报文交换技术和分组交换技术。网络交换技术是理论和实践紧密结合的,并且发展非常快的一种技术。相关实验的科学合理设计对学生深入理解理论知识是非常必要的。本文结合具体的实验项目对网络交换实验进行教学研究。

[关键词]网络交换; 实验教学研究; VLAN

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.09.1655

一、前言

网络交换技术理论和实践性都很强,各种技术在具体应用上都要有相应的网络设备来承载,不同公司的网络设备在设计上都有着不同的硬件系统和软件系统,例如中兴通讯、华为和思科的路由器和交换机的产品就比较多。本文主要以中兴通讯公司的网络交换设备为例,对网络交换实验进行教学研究。中兴通讯公司网络交换设备的功能比较多,既可以完成基本的网络交换功能的同时也可以完成更复杂的网络交换功能,例如VLAN的配置、IPV6的配置、OSPFv3的配置和BGP4+的配置等。本文主要以VLAN的配置为例进行网络交换实验的教学研究。

二、VLAN项目实验教学研究

(一) VLAN技术

1. 概念。虚拟局域网(Virtual LAN, VLAN)是建立在交换式局域网的基础上,将网络资源或网络用户按照一定的原则进行划分,把一个物理上的网络划分为多个小的逻辑网络,每个逻辑局域网(VLAN)形成各自的广播域。VLAN的用户或节点可以根据功能、部门、应用等因素划分,而无需考虑节点所处的物理位置。

2. 虚拟局域网的交换技术。端口交换:通过手工把端口配置到一个或多个通过背板连接的共享HUB上,形成若干个独立的由端口组合的共享介质段,由端口连接的用户被分配到其中的某一段上。

帧交换:在一个端口上接收到的帧可以正确地转发到输出端口,对于广播帧,可以转发到交换机的所有端口。在寻找路径和转发时,帧不会受到破坏。

信元交换:信元交换允许用户加入多个VLAN,一条物理线上可进行多个逻辑连接。

3. 虚拟局域网的成员资格划分。端口组成员资格:通过交换机端口组来定义VLAN的成员资格。通过端口组定义的VLAN不允许多个VLAN中包含同一物理段(或交换机端口)。主要限制是当用户从一个端口移动到另一个端口的时候,网络管理员必须重新设置VLAN的成员资格。

MAC层地址成员资格:因为MAC层地址是固化在网卡中的,所以基于MAC地址的VLAN能使工作站移到网络中另一个不同的物理位置,并使其自动保留其VLAN成员资格。缺点是要求所有用户最初至少被配置到一个VLAN中。由于在一个交换机端口中共同存在着多个不同的VLAN成员,所以在共享介质环境中(例如以太网)实施基于MAC地址的VLAN时,网络性能会明显下降。

网络层地址成员资格:根据网络协议类型(如果支持多种协议)或网络层地址来确定VLAN成员资格。尽管这些VLAN基于第3层信息,但其并不具有“路由”功能,也不同于网络层路由。优点是能够分开网络协议类型;用户无须重设每个工作站的网络地址就能够物理地移动它们,极大地方便了TCP/IP用户;不必再向每个帧添加VLAN成员资格信息,从而减少了传输开销。缺点是使用第3层信息定义VLAN的交换机通常比使用第2层信息定义的交换机工作速度要慢;定义在第3层的VLAN在处理诸如NetBIOS和DEC-LAT之类的不可寻径协议时,尤为困难。

IP多播组实现VLAN:当一个IP分组用多播方式进行发送时,会发往一个地址,这个地址是有明确定义的一组动态建立的IP地址的代理。每个工作站都能通过响应相应的广播通告来加入特定的IP多播组,这种广播通知标志着对应的IP多播组的存在。这种成员资格不是永久的,只是在一定的时间里有效。这种由IP多播组定义的VLAN的动态特性使其具有高度的灵活性和应用敏感性。由IP多播组定义的VLAN还能够“跨过”路由器和广域网连接。

(二) VLAN 配置实验

1. 实验目的。了解交换机的基本知识、交换机的基本原理和VLAN的配置原理及数据转发。掌握ZXR10 3928交换机产品VLAN的配置和应用。

2. 实验内容。

A. 创建单个VLAN的命令: `vlan {<vlan-id>|<vlan-name>}`

B. 批量创建VLAN的命令: `vlan <vlan-list> [name <vlan-name>]`

C. 设置 VLAN 的别名: name <vlan-name>。VLAN 别名用于区分各个 VLAN, 可以是小组名称、部门、地区等。缺省情况下, VLAN 的别名为“VLAN”+VLAN ID, 其中 VLAN ID 部分为 4 位数字, 不足 4 位用 0 补足, 如 ID 为 4 的 VLAN 别名缺省为 VLAN0004。

D. 设置以太网端口的 VLAN 链路类型: switchport mode {access|trunk|hybrid}。

ZXR10 3900/3200 以太网端口的 VLAN 链路类型有三种: Access 模式、Trunk 模式和 Hybrid 模式, 默认为 Access 模式。Access 模式的端口只能属于一个 VLAN, 端口不能打标签 (untagged), 一般为连接计算机的端口。Trunk 模式的端口可以属于多个 VLAN, 端口必须打标签 (tagged), 可以接收和发送多个 VLAN 的报文, 一般作为交换机之间连接的 Trunk 端口。Hybrid 模式的端口可以属于多个 VLAN, 是否打标签由用户自由指定, 可以接收和发送多个 VLAN 报文, 可以用于交换机之间的连接, 也可以连接用户计算机。Hybrid 端口和 Trunk 端口的不同之处在于: Hybrid 端口可以发送带标签或无标签的帧, 而 Trunk 端口一般只在发送缺省 VLAN 的报文时不打标签。

E. 把以太网端口加入指定 VLAN: Access 端口只能加入 1 个 VLAN, Trunk 端口和 Hybrid 端口可以加入多个 VLAN 中。

switchport access vlan {<vlan-id>|<vlan-name>}, 把 Access 端口加入指定 VLAN。

switchport trunk vlan <vlan-list>, 把 Trunk 端口加入指定 VLAN。

switchport hybrid vlan <vlan-list> [tag|untag], 把 Hybrid 端口加入指定 VLAN。

由于命令较多, 以下功能的命令就不一一给出了, 如果需要可以查看相关产品手册。

F. 设置以太网端口的 native VLAN (PVID): Access 端口只属于 1 个 VLAN, 所以它的 native VLAN 就是它所在的 VLAN, 不用设置。Trunk 端口和 Hybrid 端口属于多个 VLAN, 需要设置 native VLAN。如果设置了端口的 native VLAN, 当端口接收到不带 VLAN 标签的帧时, 则将该帧转发到属于这个 native VLAN 的端口。默认情况下 Trunk 端口和 Hybrid 端口的 native VLAN 为 VLAN 1。

G. 批量添加 VLAN 成员端口: switchport pvid 对所有类型的端口 (Access、Trunk、Hybrid) 都有效, 运行本配置后所有选定端口的 PVID 都变成指定 VLAN 的 VLAN ID。

switchport tag 对 Trunk、Hybrid 端口有效。switchport untag 对 Hybrid 端口有效。

H. 设置端口的 VLAN 过滤: 启用入口过滤后, 如果端口接收到的帧所属 VLAN 的成员集合中并不包含该入口端口, 则该帧将被丢弃。默认情况下 VLAN 入口过滤是关闭的。

I. 端口帧类型过滤: 配置端口可接收的帧类型, 可以选择接收所有的帧 (包括 untagged 帧和 tagged 帧) 或者只接收 tagged 帧。默认情况下接收所有的帧。

J. 创建 VLAN 三层接口: 要创建 VLAN 三层接口, 首先必须创建此 VLAN。

K. 打开/关闭 VLAN 三层接口: 打开/关闭 VLAN 三层接口只是打开/关闭 VLAN 的三层转发功能, 对属于该 VLAN 的成员端口没有影响。缺省情况下, 当 VLAN 接口下所有以太网端口状态为 down 时, VLAN 接口状态为 down; 当 VLAN 接口下有一个或多个以太网端口处于 up 状态时, VLAN 接口状态为 up。可以强制关闭处于 up 状态的 VLAN 接口。

L. VLAN 的维护与诊断: 为了方便 VLAN 的维护与诊断, ZXR10 3900/3200 提供了相关查看命令。利用该命令可以查看所有 VLAN、指定 ID 的 VLAN、指定名称的 VLAN 的信息, 还可以分别查看端口模式为 Access、Trunk、Hybrid 的 VLAN 信息。

M. PVLAN 配置: PVLAN 将 VLAN 中的端口分为两类: 与用户相连的端口为隔离端口 (Isolate Port), 上行与路由器相连的端口为混合端口 (Promiscuous Port)。隔离端口只能与混合端口通信, 相互之间不能通信。这样就将同一个 VLAN 下的端口隔离开来, 用户只能与自己的默认网关通信, 网络的安全性得到保障。ZXR10 3900/3200 支持 20 个 PVLAN 组, 每一组可以任意选择端口互相隔离, 每组只支持 1 个端口作为上行端口。

参考文献:

[1] 李欣, 贾雅琼, 俞斌. 基于中兴 ZXR10 系列 3950 交换机的 VLAN 配置和链路聚合研究 [J]. 中国宽带, 2021 年 11 期, P87-88.

[2] 李秋菊. 数据通信课程中虚拟局域网实验设计 [J]. 软件, 2021 年 5 期, P94-95, 115.

作者简介:

徐志伟 (1973 年 11 月—), 男, 汉族, 黑龙江省哈尔滨市, 研究生, 高级工程师, 研究方向: 计算机网络, 数据通信, 移动通信, 物联网。

倪洁 (1983 年 11 月—), 女, 汉族, 黑龙江省哈尔滨市, 研究生, 高级工程师, 研究方向: 数据通信, 卫星通信。