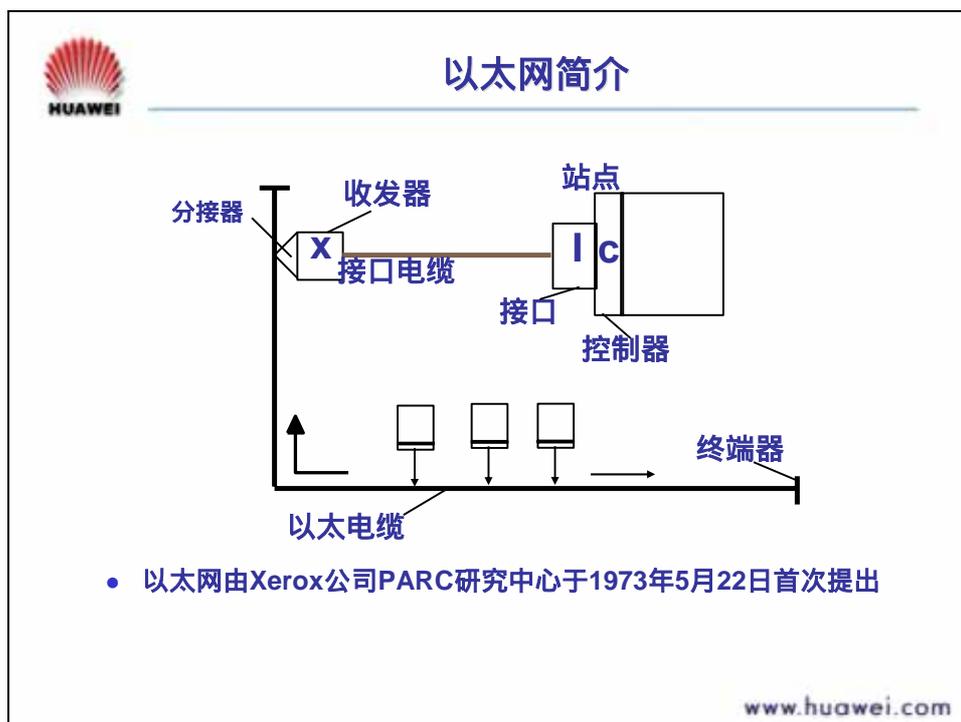


## 4.1 以太网基础



以太网系统的真正开端是在夏威夷岛上建造的用于无线电通信的 ALOHA 系统。对于采用广播信道的网络而言，最为关键的一个设计问题就是如何给各个站点分配信道的使用权。ALOHA 是夏威夷大学的 Norman Abramson 和他的伙伴们发明的一种全新的动态信道分配方法，其基本思想很简单：用户只要有数据要发送，就让他们发送。由于广播的反馈性，发送方只要侦听信道就可以知道发出的数据是否被破坏，如果被破坏，发送方等待一段随机的时间再重发数据。区别于传统的静态信道访问方法如 TDM (Time Division Multiplexing)、FDM (Frequency Division Multiplexing)，ALOHA 可以很好的处理数据通信的突发性，提高信道的利用率。后来，为了尽量减少冲突的发生，在 ALOHA 的基础上出现了很多的动态信道分配方法。其中在 ALOHA 基础上加入了载波监听的 CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 是最重要也是应用最为广泛的一种改进。第一个 CSMA/CD 系统是由 Xerox PARC 建造的一个 2.94Mb/s 的系统。这也是第一个被称为以太网 (Ethernet) 的系统。

1CSMA/CD 规定了一个想传输数据的节点必须执行如下步骤：

- 1、监视信道直到其空闲。
- 2、传输数据，并监视信道看是否有冲突发生。

3、如果检测到冲突发生，停止传输，发出一个冲突产生信号，再等待一个随机的时间，再回到第一步。这个随机的时间依如下规则选择：如果数据包冲突了  $n$  ( $n < 16$ ) 次，则此节点以相同的可能性从  $0, 1, \dots, 2^n - 1$  中随机选一个数  $K$ ，然后等待  $K * 512$  比特时间（例如：在 10Mbps 以太网中，1 比特时间 =  $10^{-7}$  秒），如果  $n > 15$ ，则放弃发送。

Xerox 的以太网极其成功，于是它和 DEC，Intel 共同起草了一份 10Mb/s 的以太网标准，这个标准称为 DIX（DEC、Intel、Xerox）。这个标准就是 IEEE 802.3 的基础。

### 4.1.1 802.3 的电缆



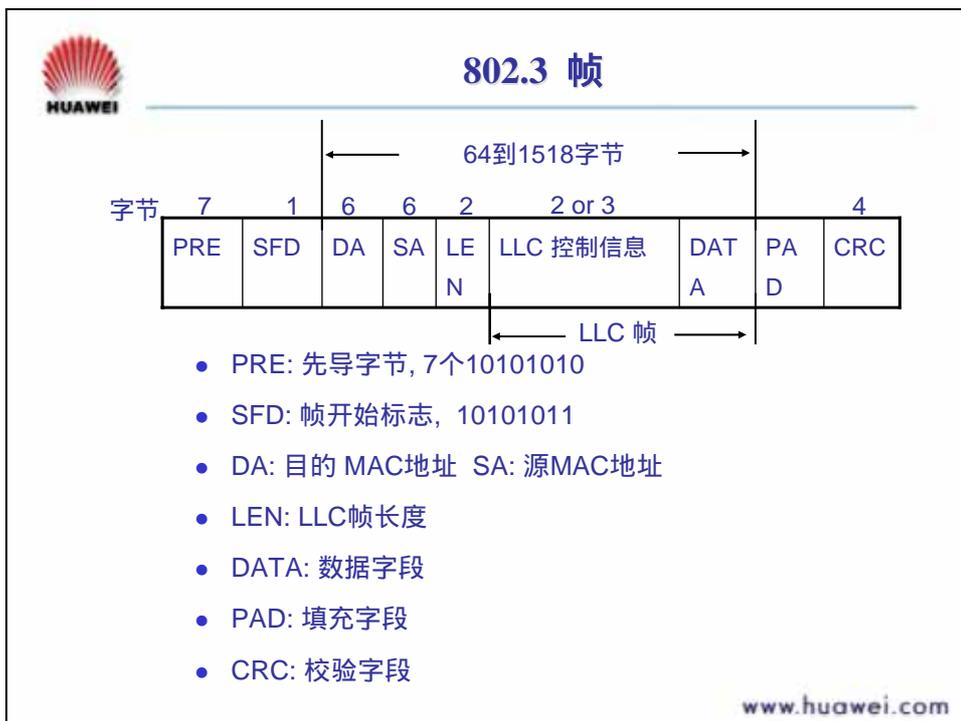
## 802.3 线缆

Name	电缆	最大区间长度
10BASE-5	粗同轴电缆	500m
10BASE-2	细同轴电缆	200m
10BASE-T	双绞线	100m
10BASE-F	光纤	2000m

www.huawei.com

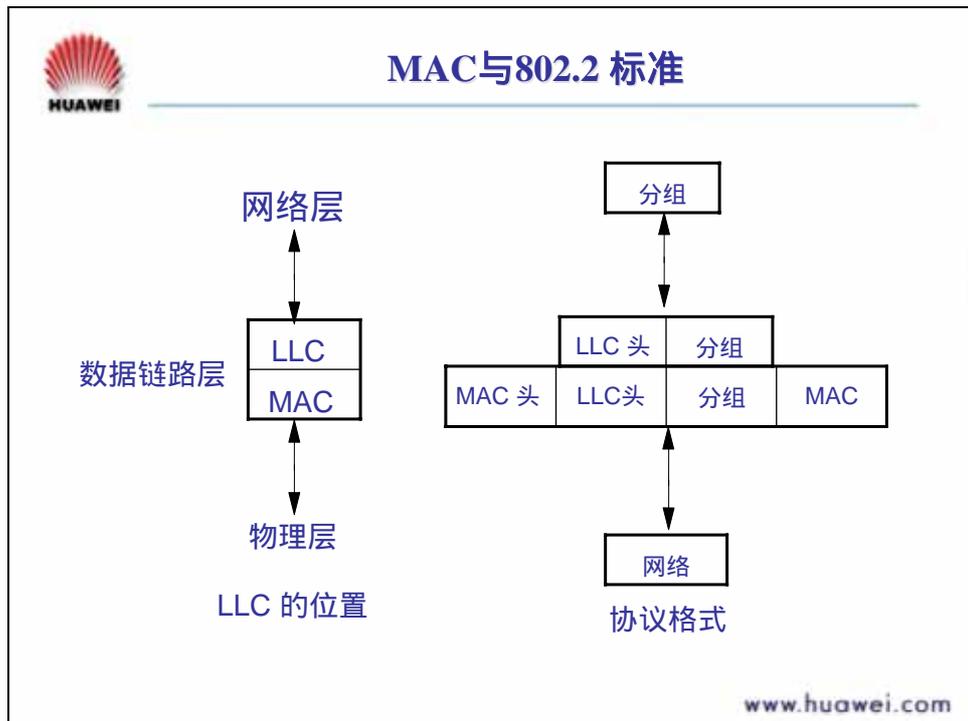
以太网使用的物理介质主要有：粗同轴电缆、细同轴电缆、3类双绞线、5类双绞线、光缆。表中列出了10M以太网使用的线缆特性。10BASE-T可以使用3类双绞线（即普通电话线），及其易于维护的特点实际上已使其成为10M以太网的主流解决方案。802.3的每个版本都有一个区间最大长度。为了使网络范围更大，可以使用中继器（Repeater）连接多根电缆，中继器是一个物理层设备，起信号放大作用，对于上层而言，认识不到中继器的存在。可以在网络中使用多个中继器和电缆段，但是为了减少因延时太大而无法监听到线路忙而造成的冲突，802.3规定两个收发器间不得超过2.5km，任意两个收发器间的路径上不得有4个以上的中继器。

### 4.1.2 802.3 的 MAC 子层协议



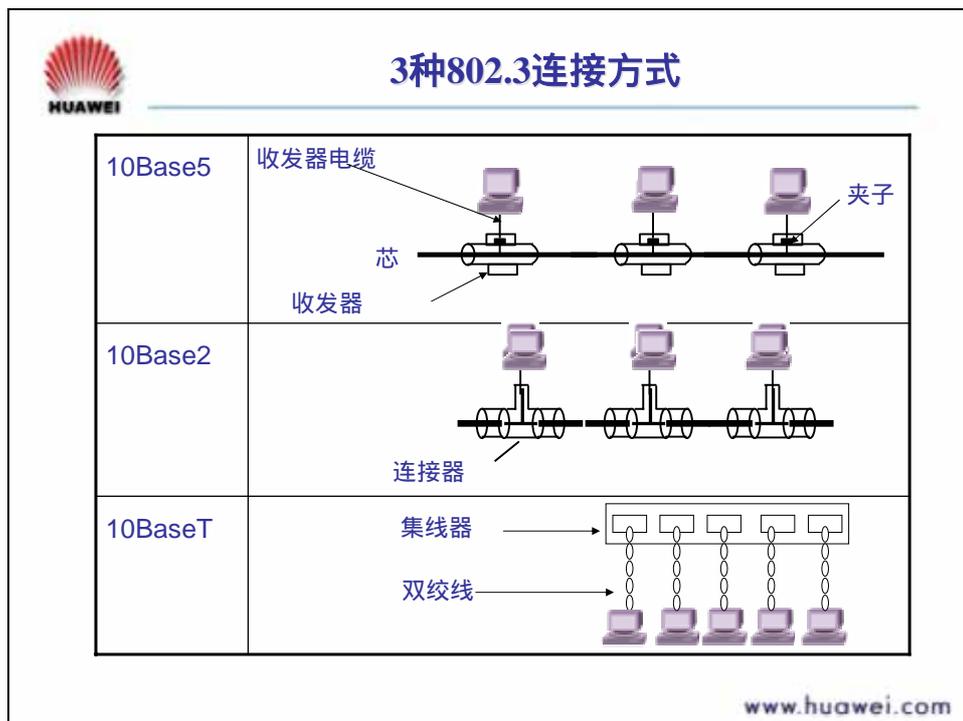
在实际物理信道上传输的只是电压信号（+0.85V 或 -0.85V）的序列，为了在没有外部参考时钟的情况下，接收方能够正确定位比特的开始与结束，802.3 10Base 采用可以自同步的信号编码方法：Manchester 编码或差分 Manchester 编码。802.3 帧的 7 个先导字节的 Manchester 编码会产生 10MHz，持续 5.6 微秒的方波，这个信号会使收发双方的时钟同步很容易，随后的 SFD（10101011）用来指示一帧的开始。在 802.3MAC 帧中，有两个 MAC 地址字段：目的 MAC 地址和源 MAC 地址，都是 6 个字节。802.3 帧中的 Len 字段指示了它所承载的 LLC 帧的长度，前面提到的 DIX 标准的 MAC 帧结构和 802.3 的 MAC 帧结构唯一区别就在于这个字段。在 DIX 标准中，这个字段叫做 Type 字段，用于指示 MAC 层的上层协议，这意味着 DIX 标准的 MAC 帧可以承载非 IEEE 802.2 规定的 LLC 帧，而 IEEE802.3 只能承载 IEEE802.2 LLC 帧。LLC 数据后面的 PAD 字段用于填充帧以保证帧长度至少是 64 字节，规定最短帧长度的目的是为了保证在监听到冲突之前就已经发送完数据的情形不可能发生。IEEE 802.3MAC 帧最后一个字段是校验和字段，用于发现传输中发生的错误。

### 4.1.3 IEEE 802.2 标准：逻辑链路控制（LLC）



IEEE 除了定义了 802.3 以太网 MAC 标准外，还定义了多种 802.4（令牌总线网）、802.5（令牌环网）、802.6（分布队列双路总线）等局域网 MAC 标准，IEEE 定义了 IEEE 802.2（逻辑链路控制：LLC）隐藏了各种 802 网络之间的差别，向网络层提供了一个统一的格式和接口，这些格式、接口和协议完全基于 OSI。LLC 构成了数据链路层的上半层，MAC 构成了数据链路层的下半层。LLC 提供了三种服务：不可靠的数据报服务、有确认的数据报服务和可靠的面向连接的服务。对于有确认的数据报和面向连接的服务，数据帧中包含了源地址、目的地址、序列号以及其他的一些位。对于不可靠的数据报服务，省略了序列号和确认号。

### 4.1.4 常用以太网连接方法



传统的 10Base5 和 10Base2 都采用直观的总线拓扑式的连接方式：用一根电缆将各台主机的网络接口板连接到一根长长的电缆上，其中 10Base5 用一个收发器牢牢的夹在电缆上，10Base2 则用一个无源的 BNC T 型接头连接到电缆上。最为方便的则是 10Base-T 方式，各台主机都用一对双绞线连接到一个称为集线器的中心设备上。传统的共享式集线器也可以被看成一根长长的电缆，即一根共享总线。由于这种方式定位故障和增减设备都比较容易，用集线器连接的方式早已成为主流的解决方案。事实上，现在的一些集线器产品除了有传统的双绞线接口外，还有可能有其他介质的接口。

#### 4.1.5 快速以太网简介

 <b>802.3u 标准</b>			
名称	线缆	最大段长	优点
<b>100Base-T4</b>	双绞线	100m	使用3类线
<b>100Base-Tx</b>	双绞线	100m	100Mbps 全双工
<b>100Base-F</b>	光纤	2000m	100Mbps 全双工

www.huawei.com

现实世界对于带宽的需求推动了 IEEE 802.3 委员会于 1992 年制定了快速以太网标准 802.3u。其中使用 3 类线的方案是 100Base-T4，需要使用 4 对 3 类双绞线，其中一对线连向集线器，一对从集线器引出，另外两对可以根据不同通信方向切换。为了达到所需要的带宽，没有采用 Manchester 编码，在线路上传输的是 3 元编码信号：即一个时钟周期内线路上信号可能有 0、1、2 三种状态。这样，在 3 对双绞线向同一个方向发送的情况下，每个时钟周期就有 27 种可能的信号，这样每个时钟周期就可以传输 4bit 而且还有冗余。由于 100Base-T4 采用的时钟频率是 25MHz（注意，容易计算：10Base-T 的时钟频率是 20MHz），所以获得了每秒就可以传输 100M 数据性能和一个 33.3Mb/s 的保留信道。

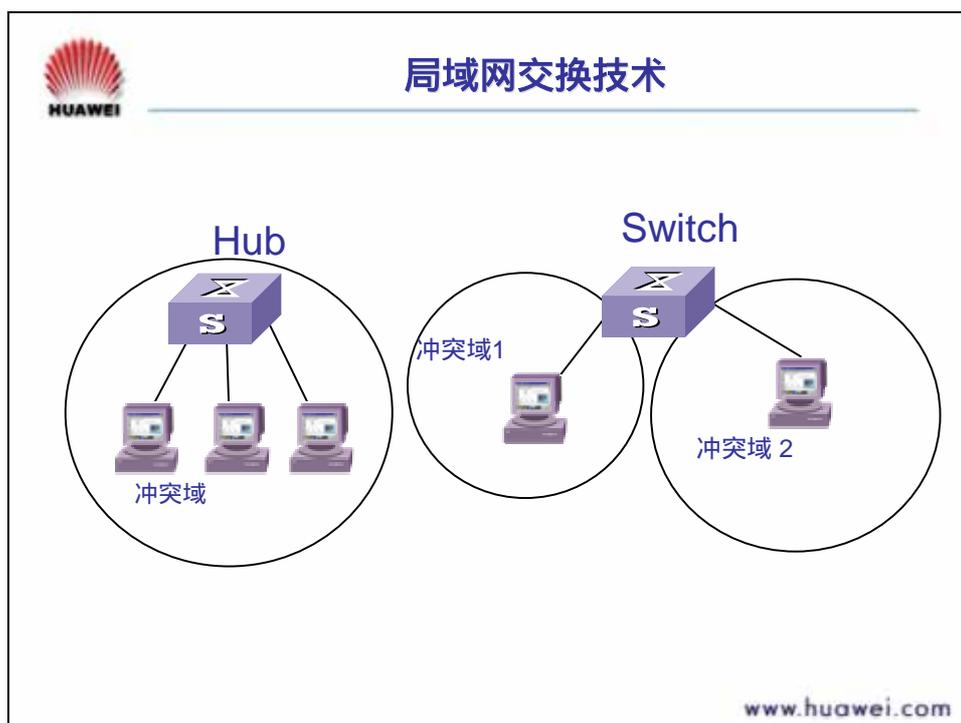
100Base-Tx 使用两对性能很好的 5 类双绞线，采用的时钟频率是 125MHz。这两对双绞线中一对连向集线器，另一对从集线器引出。采用的编码方法是：每 5 个时钟周期为一组，每组传送 4bit 数据。这样，100Base-Tx 就获得了一个两个方向都是 100Mb/s 的全双工信道。

100Base-Fx 使用了 1 对多模光纤，每束光纤都可以用于两个方向，每个方向上都可以达到 100Mb/s 的传输速率。而且最大传输距离可达 2km。

值得注意的是：100Base-T4 和 100Base-Tx 可以使用交换式或共享式的集线器连接。但是 100Base-Fx 电缆相对于以太网冲突算法显得太长，所以必须采用带缓存的交换式集线器连接方法。

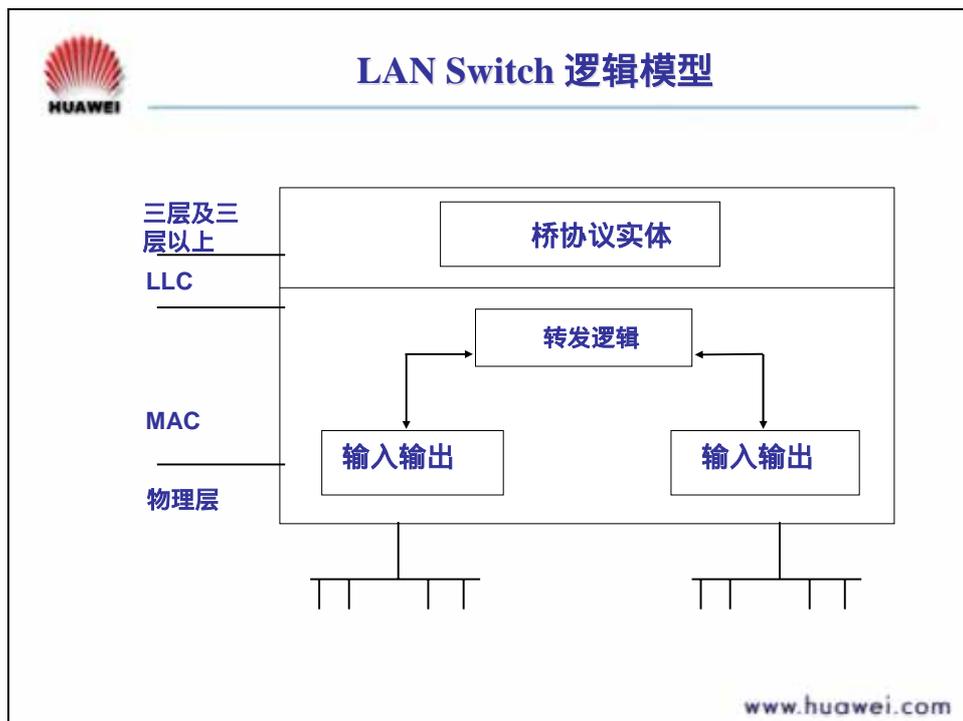
以太网技术的进步几乎是无止境的，1997 年 IEEE 制定的 802.3z 定义了千兆以太网标准进一步满足了疯狂增长的带宽需求。千兆以太网使用和其他以太网标准相同的帧格式。物理层的设计光纤是首选介质，但是，也存在使用多根双绞线的解决方案。

## 4.1 交换技术



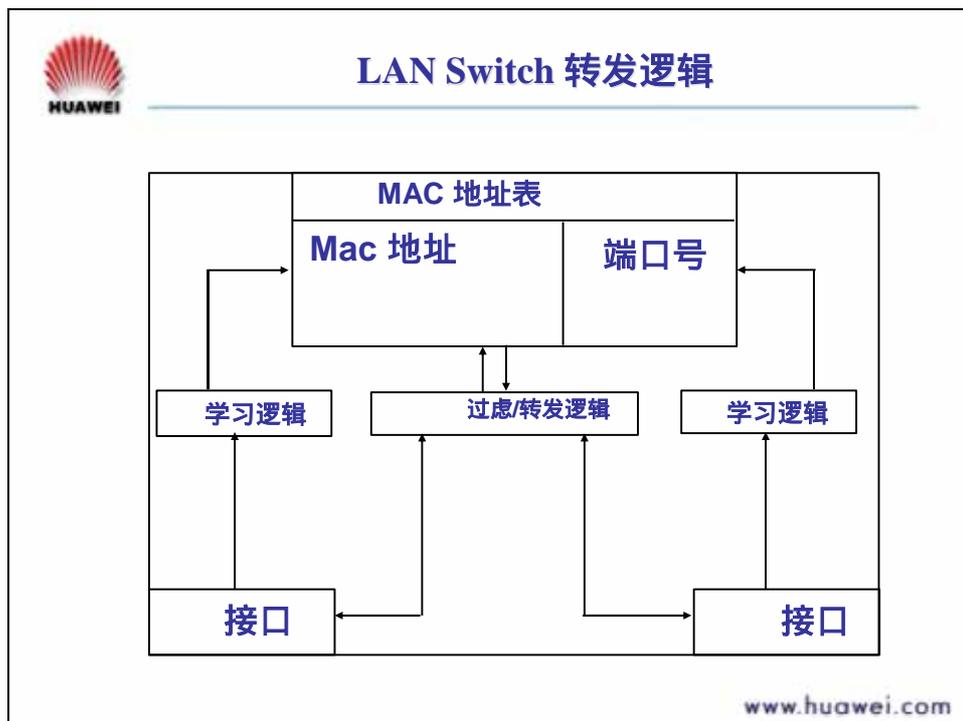
传统的基于共享式集线器的局域网中所有站点都处于同一个“冲突域”中，这里的“冲突域”是指 CSMA/CD 算法中每个站点所监听的网络范围。处于同一个冲突域中的站点在任意时刻只能有一个站点占用信道，这意味着传统以太网的带宽是被各个站点在统计意义上均分的，这决定了传统形式的以太网不具有可伸缩性。对于这个问题一个解决方案是提高网络可供利用的总带宽，就是将当前的 10M 以太网系统升级为 100M 乃至更高级别的以太网系统。另外一种不同的思路受到传统的电路交换技术的启示——让正在通信的双方拥有一条不受干扰的独立信道，我们称之为局域网交换技术。局域网交换技术的核心设备称之为局域网交换机（Lan Switch），当一个站点想发送一 802.3 帧时，他就向交换机发送一标准帧，交换机通过检查帧头的目的地址并将此帧通过高速背板总线从连接目的站点的端口发出。高速背板总线的设计及带宽可以保证同时通信的若干对站点互不影响。交换式局域网的优势是显然的，更加奇妙的是种种好处的获得对于终端用户是透明的，例如在一个用户长期忍受  $10/n$ （ $n$  为站点数目）M 带宽的 10BaseT 局域网中，只要将网络集线器换成交换机，其他一切不变，然后每个用户占用的带宽就是（几乎是）真正的 10M 了。

## 4.2 局域网交换机 (Lan Switch)



交换式以太网的核心设备就是以太网交换机。我们认为在逻辑上所有的交换机都由两部分组成：数据转发逻辑部分和输入/输出接口部分。输入/输出接口部分用于连接网络中其他设备，并经过他们和其他设备通信。数据转发逻辑部分则负责把数据转发到正确的地方。由于各种网络物理上的多样性，不同种类的交换机的输入输出接口部分可能变化很大。但是，所有交换机的数据转发逻辑部分却都是按照 IEEE 802.1D 标准设计的。IEEE 802.1D 的名字叫做透明桥接协议，这个标准是用于定义透明网桥的。有许多关于网桥和交换机的争议。本质上，他们是一种设备，都是按照 IEEE 802.1D 标准设计的局域网连接设备，他们最本质的区别在于交换机比网桥更强大：端口更多、处理能力更强、具有一些新特性。事实上，你完全可以认为交换机是网桥的新名字。

### 4.3 交换机的转发逻辑



交换机的数据转发逻辑由 IEEE 801.1D 透明桥接协议所定义，其关键特性在于其实现对于网络中其他设备而言是透明的。一般的交换机的数据转发逻辑由如下四个部分组成：过滤/转发逻辑部分、学习逻辑、接口、MAC 地址表。

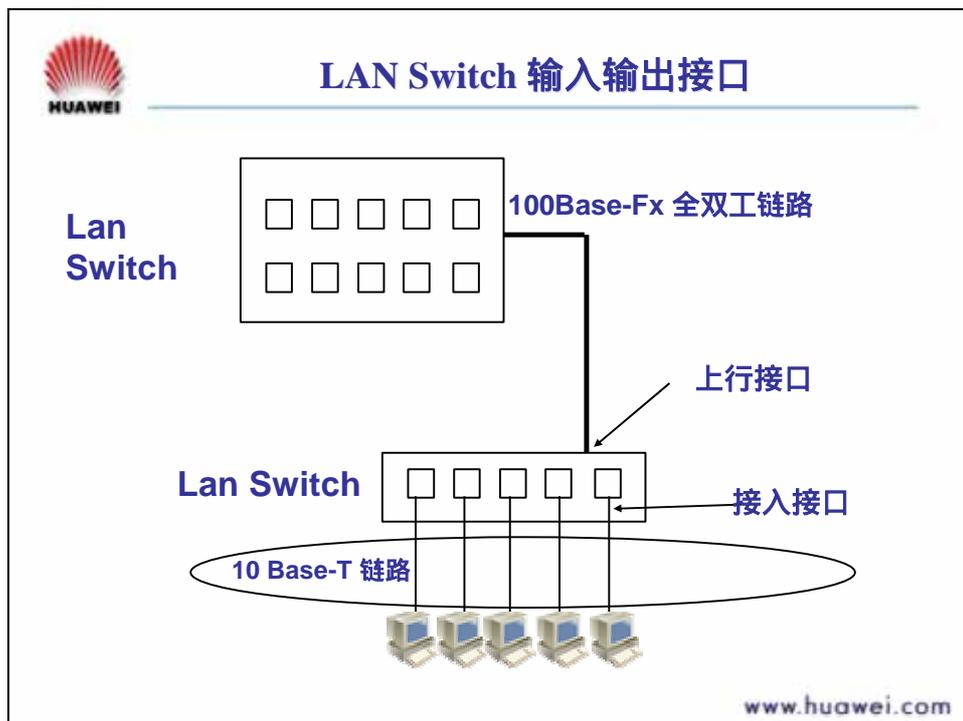
过滤/转发逻辑部分决定了对于交换机所接收到数据帧的处理方式。当交换机收到一单播帧时，过滤/转发逻辑部分查找交换机内部的一张由两元组（MAC 地址，端口号）组成的表格——MAC 地址表，如果该数据帧的目的地址在 MAC 地址表内，而且在 MAC 地址表内和该数据帧的目的地址相匹配的端口号不同于本交换机接收到该数据帧的端口的端口号，则将该数据帧从 MAC 地址表内和该数据帧的目的地址相匹配的端口号所指示的端口发出；如果该数据帧的目的地址在 MAC 地址表内，但是在 MAC 地址表内和该数据帧的目的地址相匹配的端口号就是本交换机接收到该数据帧的端口的端口号，则丢弃该数据帧；如果该数据帧的目的地址不在 MAC 地址表内，则将此数据帧从除了接收到该帧的端口之外的所有端口发出。当交换机收到一广播帧时，过滤/转发逻辑直接将此数据帧从除了接收到该帧的端口之外的所有端口发出。

学习逻辑的功能是动态维护 MAC 地址表。当交换机刚刚初始化以后，MAC 地址表是空的，当交换机从它的某个端口接收到某个数据帧时，学习逻辑检查帧的源地址，如果不在 MAC 地址表中，就把这个源地址和收到这帧的端口的端口号加入到 MAC 地址表中；如果此数据帧的源地址在 MAC 地址表中，则依某种算法更新相应表目的生存期。

这里的接口部分是连接物理接口的逻辑接口，在这部分实现所有的一层和二层功能。

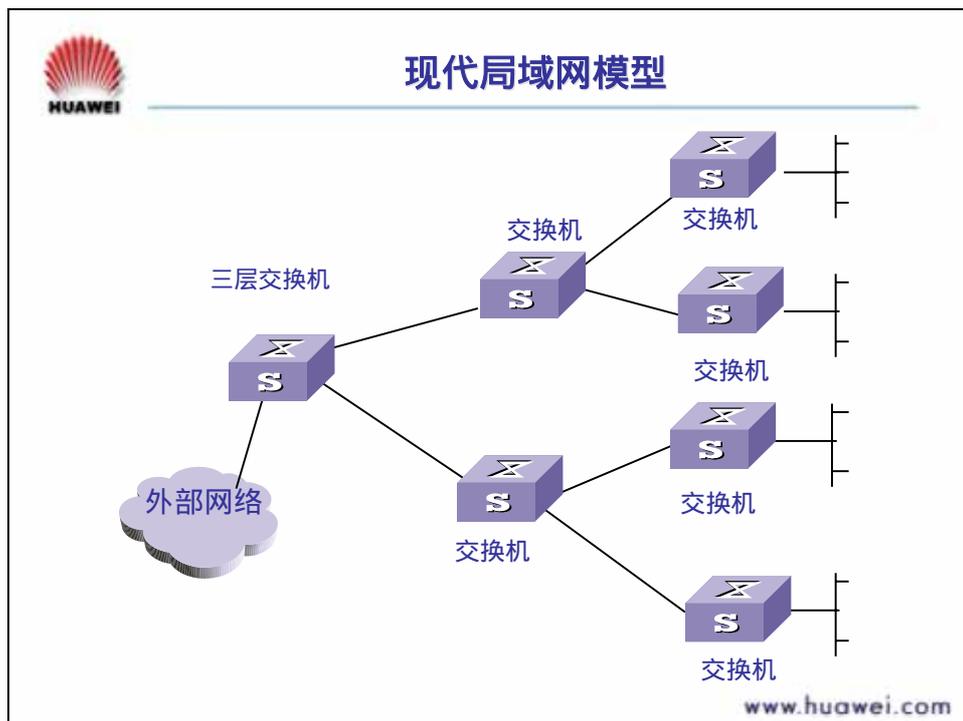
正如前面部分所看到的，MAC 地址表是交换机实现灵活的数据帧流向控制的基础，它的结构包括一些站点的 MAC 地址和从这些站点最新收到报文的端口的端口号以及相应表项的年龄等其他一些信息。MAC 地址表实际上是定义交换机性能的一个重要参数，因为 MAC 地址表的大小在很大程度上决定了局域网中可接入网络设备的数量。

### 4.4 交换机的输入/输出接口



802.1d 的设计目的是为了规范互连各种二层网络的透明桥设备，这就决定了交换机接口的种类会非常丰富。尽管交换机接口在物理上具有多样性，但我们还是可以从逻辑上把接口分为两种：接入接口和上行接口。接入接口用于连接端系统，接入接口必须采用和端系统相同的技术，事实上，交换机的大多数接口都处于接入接口的角色。上行接口用于连接其他交换机，因此，上行接口可能会要求拥有承载其他接口流量的总和，自然的，上行接口应具有更高的性能。一般而言，当你构建一个大型交换网络时，核心的交换机可能具有多个上行接口，而边缘的交换机可能只有一个上行接口以把端用户流量接入网络。

### 4.5 用交换机构建局域网



交换机已经成为局域网主要的组成部分，它能占据这个位置的主要原因是交换机可以智能的、高速的发送数据包。以往连接终端用户的主要设备是集线器，交换机对于集线器的主要优势在于提供的可用带宽高，而且从集线器升级到交换机对终端用户完全透明。作为连接各共享网段的设备交换机比传统的中继器更具有智能特性。经典的连接各个以太网的解决方案还包括用路由器互连各个以太网，在这里，交换机至少有两个优势：交换机转发能力比路由器强大，要构建高性能局域网，传统的路由器的数据转发能力不堪重负；第二个原因在于交换机的数据转发实现是透明的，根本无须端用户做任何特定配置。不过正如我们以后会看到的，路由器也拥有有普通交换机无法实现但是又是构建高性能大型局域网必须的关键特性-----路由功能，这促使各大厂家推出一个全新的综合路由器和交换机功能的新产品——三层交换机。

当前流行的一个大型局域网模型如胶片所示，用各种级别的交换机构建一些中等规模的网络，再用一个大型的三层交换机互连各个网络并由此接入外部网络。

我们在以后的章节中将会看到交换机更多的特性，从而提供交换机成为局域网主流设备的更多理由。

## 4.6 华为 Quidway S3026 以太网交换机原理及配置



Quidway S3026 系列以太网交换机是华为公司自主开发的 L2 层以太网交换机，提供线速的二层交换功能。Quidway 系列其他交换产品拥有更加强大的交换能力，其中包括具有当今世界领先水平的 S8016 等产品。我们将以 S3026 为例阐述常见交换机实用技术。

Quidway<sup>(R)</sup> S3026 前面板如胶片所示，图中左边为 24 个 100BASE-TX 以太网端口，其中上下各 12 个。为了满足与 10M 以太网兼容，S3026 的以太网端口还具有自适应功能，可以根据对端接口协商使用 10M 或 100M，半双工还是全双工模式。右边为 1 个 Console 口，供交换机的配置和维护使用。S3026 以太网交换机的接口类型既可以是 MDI-X 接口也可以是 MDI 接口，所以无论连接的是介质相关（MDI）类设备（如 PC 机）还是介质相关交叉（MDI-X）类设备都可以使用普通网线或是交叉网线，交换机会自动识别对端设备类型和连接线缆而改变本端接口类型。

## 4.7 Quidway S3026 配置基础



Quidway<sup>(R)</sup> S3026 交换机可以通过 Console 口或在 TCP/IP 网络上通过 Telnet 进行配置。要通过 TCP/IP 网络进行配置，必须先通过串口配置好 IP 地址，子网掩码等参数。我们以 Console 口配置为例来讲述建立配置连接的过程。

将交换机正面的 Console 口通过配置线连接到 PC 的串口上（仅以 COM1 为例），打开“超级终端”程序，创建新的连接并作如下配置。

波特率： 9600

数据位： 8

奇偶校验： 没有

停止位： 1

流控制： 没有

连接后，即进入 S3026 的用户视图。S3026 交换机使用命令行模式进行配置和维护，为了安全和配置方便，它有如下一些配置视图，分别介绍如下：

用户视图：开机直接进入普通用户模式，在该模式下我们只能查询交换机的一些基础信息，如版本号（display version）。

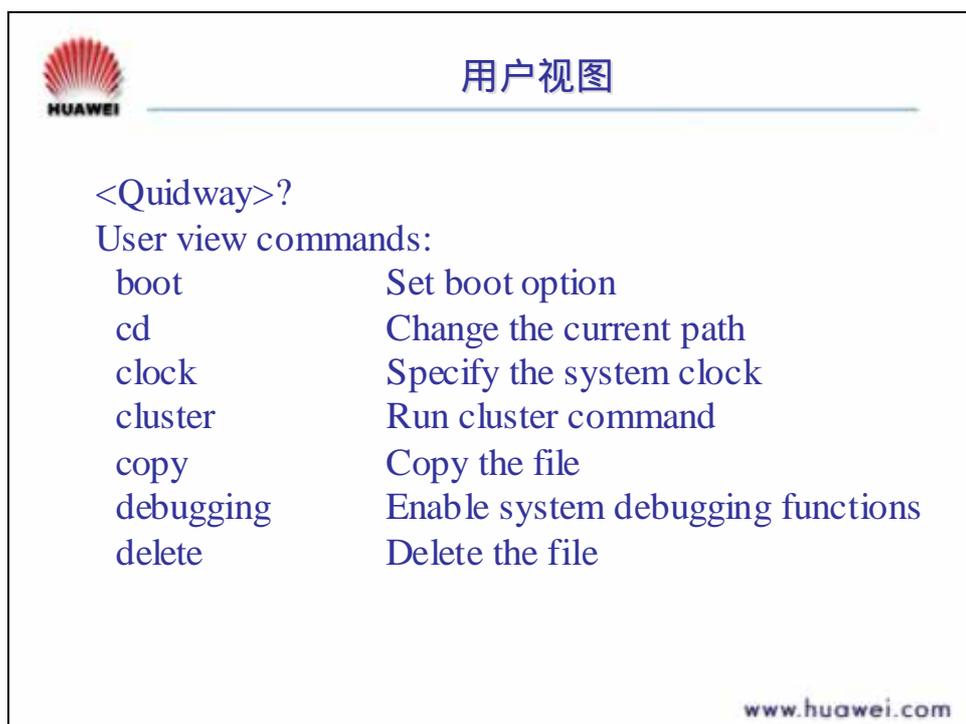
系统视图：在用户视图下只能进行最简单的查询和测试，而在系统视图下我们可以进一步的查看交换机的配置信息和调试信息以及进入具体的配置模式进行参数配置等等。

以太网端口视图：各个接口的属性有一定的差别，这就使我们不得不单独为接口配置参数，这些参数的配置都是在接口配置视图下完成的。

---

VLAN 配置视图：在交换机上划分 VLAN 后，要为每个 VLAN 配置相关参数，这些参数都是在 VLAN 配置视图下完成的。

## 4.8 Quidway S3026 用户视图



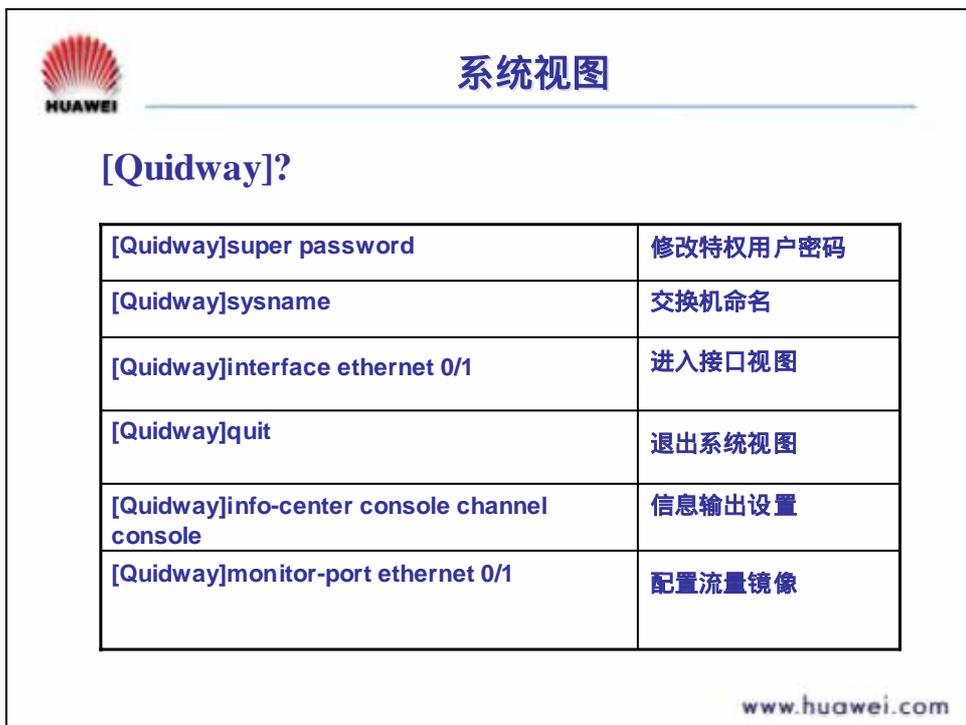
交换机启动完成后，根据提示敲入回车键，系统自动进入到用户视图界面。在用户视图下，只能完成最基本的操作和查询，不能进行任何参数配置。在这里有几条常见的命令会经常使用，我们给以介绍。

在用户视图下，如果想要对交换机进行配置，则必须执行 `system-view` 命令进入系统视图。

在用户视图下，还常常使用的有 `ping` 命令，用于测试主机和网络是否可达。

在用户视图下，与 `ping` 命令相似的另一命令是 `tracert`，该命令不仅完成 `ping` 命令的功能，还详细记录数据包经过了哪些网段。

## 4.9 Quidway S3026 系统视图



The screenshot shows the Huawei system view interface. At the top left is the Huawei logo. The title '系统视图' (System View) is centered at the top. Below the title, the prompt '[Quidway]?' is displayed. A table lists several commands and their corresponding actions:

[Quidway]super password	修改特权用户密码
[Quidway]sysname	交换机命名
[Quidway]interface ethernet 0/1	进入接口视图
[Quidway]quit	退出系统视图
[Quidway]info-center console channel console	信息输出设置
[Quidway]monitor-port ethernet 0/1	配置流量镜像

The URL [www.huawei.com](http://www.huawei.com) is visible in the bottom right corner of the screenshot.

在系统视图下就可以进行一些实际的配置工作了，在这里先介绍几条简单的命令，更多的命令将在后面的原理及配置中介绍。

我们在配置交换机时，为了方便记忆常常需要给交换机取名，Quidway 系列交换机提供了 Sysname 命令来为交换机取名。

在系统视图下，输入命令 Interface [port\_num] ( port\_num=interface\_type interface\_number | interface\_name ) 可以进入接口视图进行接口属性配置。

### 4.10 Quidway S3026 端口配置



## 配置接口

---

- [Quidway-Ethernet0/1]?

[Quidway-Ethernet0/1]duplex {half   full   auto}	配置端口双工工作状态
[Quidway-Ethernet0/1]speed {10   100   auto}	配置端口工作速率
[Quidway-Ethernet0/1]flow-control	配置端口流控
[Quidway-Ethernet0/1] mdi {across auto normal}	配置端口MDI/MDIX状态
[Quidway-Ethernet0/1] shutdown/undo shutdown	关闭/重启接口

www.huawei.com

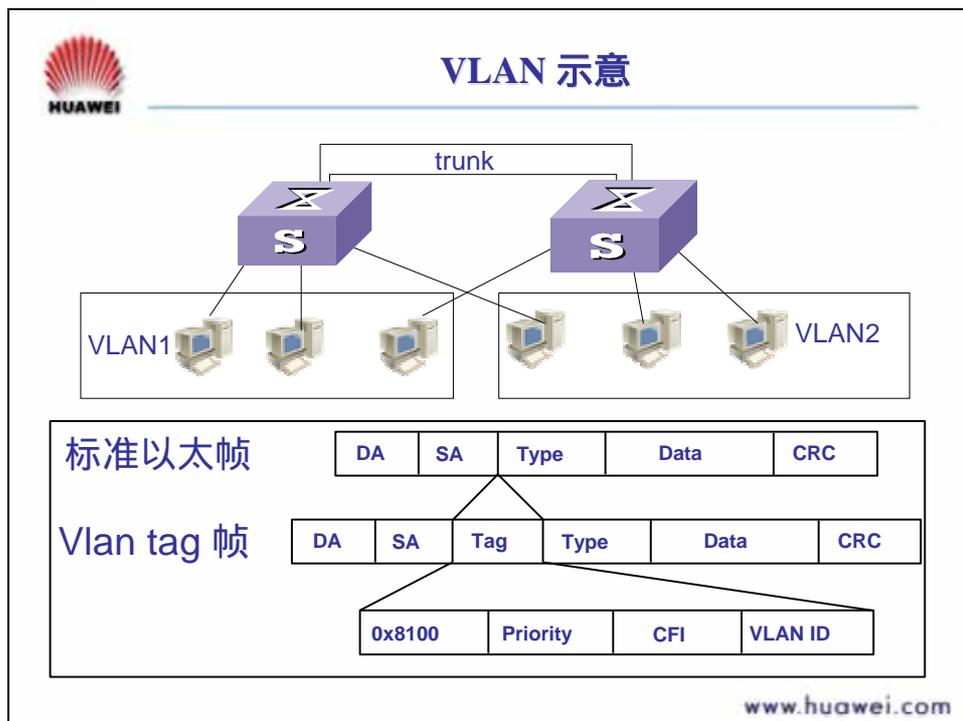
快速以太网接口支持 10Mbit/s、100Mbit/s 两种速率，可以根据需要对其设置，而千兆以太网接口只支持 1000Mbit/s 速率，不能配置。请在以太网接口视图下配置接口速率。缺省情况下，接口的速率为 auto（自协商状态）。

S3026 的以太网接口的双工模式有全双工、半双工和自协商三种状态，缺省情况下，接口的双工状态为 auto（自协商状态），我们也可以根据需要在接口视图下进行配置。

以太网接口的网线有普通网线和交叉网线两种，分别用于不同类型接口之间和相同类型接口之间的互联。缺省情况下，S3026 交换机可以自动识别网线类型而改变接口状态完成设备间互联（auto 状态），我们也可以手工指定接口类型为 MDI 还是 MDI-X，请在接口视图下进行配置。

S3026 的以太网接口还支持流量控制，流量控制可以防止在出现阻塞的情况下丢帧。我们可以根据需要来开启还是关闭端口流控，请在接口视图下进行配置，系统缺省为关闭（Disable）流控。

### 4.11 VLAN 简介



VLAN (Virtual Local Area Network) 出现之前，由于由局域网中任意一个站点发出的广播报文会被整个局域网内所有站点接收到（这时我们称整个局域网属于同一个广播域），但是大多数情况下，这些广播报文并不需要让局域网每个站点都知道（例如：ARP 报文），事实上，这样既浪费了大量带宽，又不利于安全。对于这个问题的传统解决方案是用路由器对网络进行分段（我们称这种方法为：用路由器分割广播域，因为路由器不会转发二层广播报文），但是转发机制几乎全部由软件实现的路由器在性能上就成了整个网络的瓶颈，高性能的路由器是存在的，但是价格上也许不符合一个局域网所有者的财政规划。VLAN 出现之后，人们可以通过 VLAN 为网络分段，属于不同 VLAN 的各个网段属于不同的广播域（一个 VLAN 就是一个传统意义上的局域网——这正是 VLAN 之所以叫 VLAN 的缘故），各个网段可以共用同一套网络设备，节约了网络硬件的开销，同时在迁移中所需的工作量也大幅度降低了，从而降低了联网成本。

IEEE 802.1Q 是新的虚拟局域网标准，它统一了各个厂商的 VLAN 实现方案，使不同厂商的设备可以同时在一个网络中使用，各自的 VLAN 设置可以被其他设备所识别，符合 IEEE 802.1Q 标准的交换机可以和其他交换机互通。IEEE 802.1Q 标准定义了一种新的帧格式，它在标准的以太网帧的源地址后面加入了一个 Tag Header。Tag Header 中最重要的一个字段是 VLAN ID，指示这一帧所属 VLAN。

必须注意的是，将网络分成多个 VLAN 最终目的不是为了隔离各个网络，只是为了提高网络的性能和安全性，最终还是需要通过路由机制将各个 VLAN 互连起来，但是这并不意味着又回到刚才的低性能，在仔细流量分析基础上进行

合理规划和使用诸如三层交换机之类的新设备是可以构造一个大型高性能局域网的。

## 4.12 Quidway S3026 VLAN 配置

 <span style="float: right;"><b>VLAN基本配置</b></span>	
[Quidway]vlan 3	创建/删除一个VLAN/进入VLAN配置模式
[Quidway]undo vlan 3	
[Quidway-vlan3]port ethernet 0/1 to ethernet 0/4	给VLAN增加/删除以太网接口
[Quidway-Ethernet0/2]port access vlan 3	将接口加入到指定VLAN
[Quidway-Ethernet0/2]port link-type {trunk access hybrid}	设置接口工作模式
[Quidway-Ethernet0/2]port trunk permit vlan {D All}	设置允许trunk端口通过指定VLAN的数据帧
[Quidway-Ethernet0/2]port trunk pvid vlan 3	设置trunk端口的PVID

www.huawei.com

Quidway S3026 实现了符合 IEEE 802.1Q 的基于端口的 VLAN，配置 VLAN 时，首先需要在系统视图下创建 VLAN，如果已经创建，则可以直接进入 VLAN 视图，进行 VLAN 配置。缺省情况下，系统将所有端口都加入到一个缺省的 VLAN 中，该 VLAN 的 ID 为 1。在 Quidway S3026 交换机上，VLAN 1 既不能被创建也不能被删除。

当需要为 VLAN 增加某些以太网端口或删除 VLAN 的某些以太网端口时，可以在 VLAN 视图下使用 port 命令。port\_num 为单个以太网端口，表示方法为 port\_num={interface\_type interface\_number | interface\_name}，interface\_type 在 S3026 中只有 Ethernet 和 GigabitEthernet。interface\_number 采用槽位编号/端口编号的格式，对于 Ethernet，槽号只能为 0，端口号范围 1~24；对于 GigabitEthernet，槽号取值 1 或 2，端口号只能为 1。interface\_name 即端口类型 + 端口编号。注意：关键字 to 之后的端口号要大于等于 to 之前的端口号，并且要求前后端口类型相同，包含的端口都必须已经存在。<1-10>表示可以重复输入 port\_num 的次数，最小为 1，最大为 10。还需要注意输入的接口中不能包含 Trunk 类型的接口。

除了上一命令外，还可以在接口视图下使用 port access vlan vlan\_id 命令将本接口加入到指定 VLAN。

交换机的端口分为三种工作模式。一种是 Access 模式，该模式下的端口不支持 802.1q 帧的传送，用于接入那些不支持 802.1q 帧的网络设备（如 PC）。另一种是 Trunk 模式，该模式下的端口支持 802.1q 帧的传送，主要用于交换机与交换机之间的互联，以便交换机识别该数据帧属于哪一个 VLAN。Hybrid 模式的端口可以属于多个 VLAN，可以接收和发送多个 VLAN 的报文，可以用于交换机

之间连接，也可以用于连接用户的计算机。Hybrid 端口和 Trunk 端口的不同之处在于 Hybrid 端口可以允许多个 VLAN 的报文发送时不打标签，而 Trunk 端口只允许缺省 VLAN 的报文发送时不打标签。缺省情况下，端口工作在 Access 模式，在接口视图下使用 `port link-type trunk` 命令可以将接口改为 Trunk 模式。同样使用 `port link-type access` 命令可以恢复端口的工作模式。默认情况 Trunk 端口只允许 VLAN 1 的数据帧通过，要使其允许通过其它 VLAN 的数据帧，我们可以在接口视图下使用 `port trunk permit vlan vlan_id` 命令来实现，此处 `vlan_id` 可以是一个 vlan 也可以是编号连续的一组 vlan。

如果 Trunk 端口上收到了非 802.1q 帧时，交换机会给该帧加上 802.1q 的标志字段，该标志字段中的 VLAN ID 就是该端口的 PVID，请在接口视图下使用 `port trunk pvid vlan vlan-id` 命令来配置端口的 PVID。

## 4.13 Quidway S3026 的端口聚合



### 配置端口聚合

- 配置端口聚合
  - link-aggregation *port\_num1* to *port\_num2* {ingress | both}
  - [Quidway] link-aggregation ethernet 0/7 to ethernet 0/10 ingress
- 清除端口聚合
  - undo link-aggregation {*master\_port\_num* | all}
  - [Quidway]undo link-aggregation ethernet 0/7

www.huawei.com

端口聚合，也称为端口汇聚或端口干路，是将多个端口聚合在一起，实现对出/入流量在各成员端口间进行分担的一种技术，解决上行链路的瓶颈问题，完成所有接入端口流量总和的传输。如果需要，两个扩展模块可以汇聚成一个负荷分担组。组内的端口号必须连续，但对起始端口无特殊要求。

请在系统视图下进行配置。其中命令参数含义如下：

Port\_num1：端口聚合组的起始端口号；

port\_num2：端口聚合组的结束端口号；

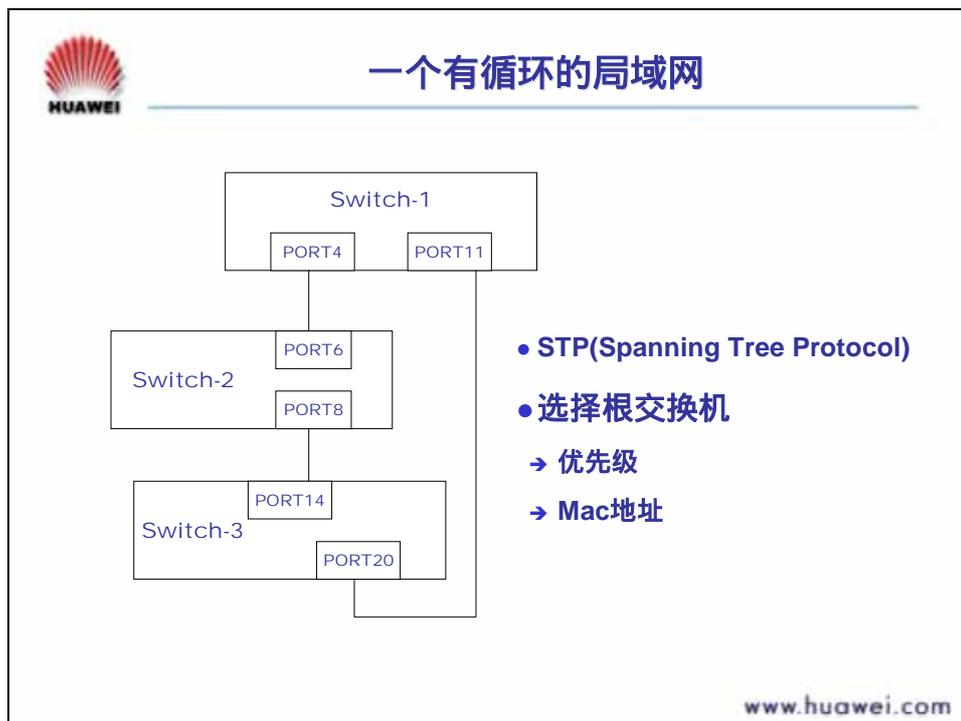
ingress：接口入负荷分担方式；

both：接口出入负荷分担方式；

master\_port\_num：接口聚合的主接口号，即聚合组中接口号最小的以太网物理接口；

all：删除所有聚合端口。

## 4.14 STP 原理简介



传统的局域网交换机制不能忍受网络中环路的存在，我们以胶片中的组网图为例来说明这个问题。

如果 Switch-1 收到一个广播帧，下面的过程（1）~（6）会被反复执行：

- （1）Switch-1 向 Port 4 转发广播帧；
- （2）Switch-2 通过 Port 6 收到广播帧；
- （3）Switch-2 向 Port 8 转发广播帧；
- （4）Switch-3 通过 Port 14 收到广播帧；
- （5）Switch-3 向 Port 20 转发广播帧；
- （6）Switch-1 通过 Port 11 再次收到原来的广播帧，从（1）开始重复以上过程。

结果就是网络会被这一帧及无穷的副本淹没，这种现象被称为广播风暴。

Spanning Tree Protocol (STP) 是 802.1D 网桥协议的一部分，标准的 STP 实现可以消除网络循环连接带来的网络广播风暴。STP 的基本思想就是以网络中的交换机为节点生成一棵转发树，大家都知道树是没有环路的，这样所有的数据都只在这棵树所指示的路径上传输，这样就不会产生广播风暴了。

这棵树的根是一个称为根桥的交换机，根据设置不同，不同的交换机会被选为根桥，但任意时刻只能有一个根桥。由根桥开始，逐级形成一棵树，根桥定时发送配置报文，非根桥接收配置报文并转发，如果某台交换机能够从两个以上的端口接收到配置报文，则说明从该交换机到根有不只一条路径，便构成了循环回路，此时交换机根据端口的配置选出一个端口并把其他的端口阻塞，消除

循环。当某个端口长时间不能接收到配置报文的时候，交换机认为端口的配置超时，网络拓扑可能已经改变，此时重新计算网络拓扑，重新生成一棵树。

需要注意的是，STP 算法的开销非常大，如果在一个确信没有环路和错误存在的网络中完全没有必要启用 STP 算法。但是要注意在网络中设置环路并不一定是错误的举措，为了备份我们可能只能这么做，如果启用了 STP，当某环路中正在使用的一条链路 Down 掉了，STP 会自动启用另一条以前被阻塞掉的链路。

局域网在形成生成树时，有比较详细可靠的规则，在这里简单介绍一下相关概念和理论。如需要详细了解生成树原理请学习华为认证高级网络工程师 HCSE 交换培训教材。

本交换机的优先级（0~65535，数值越小优先级越高）：网络中优先级最高的交换机将被选为根桥，优先级相等时，MAC 地址最小的交换机是根桥；

握手时间间隔：根桥向外发送配置报文的时间间隔（1~10，单位：秒）；

最长有效时间：端口配置的有效时间（6~40，单位：秒），如果非根桥端口超过这个时间限度仍收不到配置报文，则非根桥认为端口超时；

转发时间：端口状态转换时间（4~30，单位：秒），为了防止交换机在 STP 还没有能够生成一棵正确的转发树时，交换机就开始转发数据，所以 STP 定义了这个时间，以保证端口在转发数据时能使用正确的转发树；

端口的路径值（1~65535）：决定帧在该端口上的传输代价，数值越大代价越高，当交换机通过几个端口都能够连接到根桥的时候，交换机将决定保留哪一个端口，并把其他端口阻塞，此时交换机计算从每个端口到达根桥所经过的所有连接的传输代价值之和，得到的最小代价的端口将被保留，其他端口被阻塞；

端口优先级（0~255，数值越小优先级越高）：当交换机通过几个端口都能够连接到根桥的时候，交换机将首先通过根路径值决定保留哪一个端口，并把其他端口阻塞。如果各端口的根路径值相等，则比较各端口所连接的对端交换机端口的优先级，优先级最高的被保留，其余端口被阻塞。优先级相同时比较端口号，端口号小的端口被认为优先级较高。

#### 4.15 Quidway S3026 STP 的基本配置



### STP基本配置

- 开启/关闭生成树功能
  - stp {enable | disable}
  - [Quidway] stp enable
- [Quidway-Ethernet0/3]stp disable
- 缺省情况下，交换机的生成树功能是关闭的

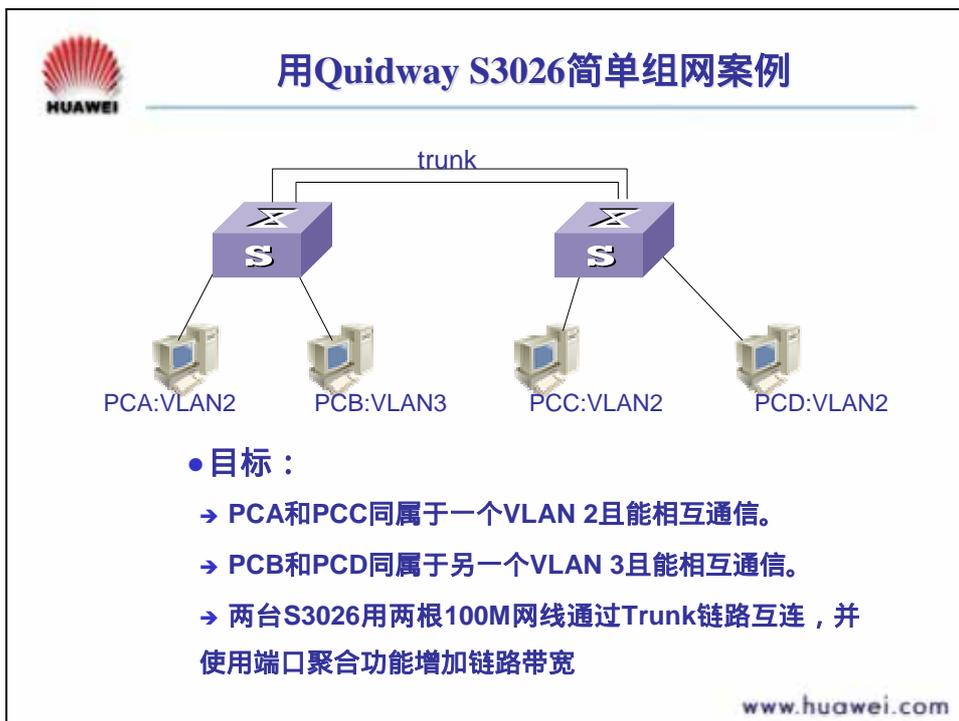
www.huawei.com

在一个需要环路存在的局域网中，要保证该局域网正常工作，我们必须采取一些措施，最常用的措施就是前面介绍的生成树技术。在 Quidway S3026 交换机上运行生成树功能很简单，只需要在系统视图下使用 stp enable 即可，缺省情况下是 Disble 状态，即没有生成树功能。

在系统视图下，打开生成树功能后，交换机的所有端口都默认参与生成树计算。如果用户可以确定某些端口连接的网络不存在回路，则可以在接口视图下使用 stp disable 命令关闭该接口的生成树功能。

如果就这样让交换机自动生成一颗生成树往往达不到生成树的最佳效果。我们可以修改交换机的一些特性参数（如优先级）来改变生成树的结构，提高生成树的性能。相关配置请参考华为认证 HCSE 培训教材或用户配置手册。

## 4.16 Quidway S3026 组网案例



实现胶片中的任务很简单，具体的配置如下：

首先在 SwitchA 上设置 Port1 属于 VLAN2，port2 属于 VLAN3。配置命令如下：

```
[SwitchA]vlan 2
[SwitchA-vlan2]port ethernet 0/1
[SwitchA-vlan2]vlan 3
[SwitchA-vlan3]port ethernet 0/2
```

接着在 SwitchB 上设置 Port1 属于 VLAN2，Port2 属于 VLAN3，其配置与 SwitchA 相同。

然后设置端口，SwitchA 和 SwitchB 各自的 Port23、Port24 工作在 Trunk 方式下，并允许端口通过 VLAN2，3 的数据帧，这四个端口设置完全一样，其它皆采用默认设置。配置命令如下（SwitchB 的配置与 SwitchA 相同）：

```
[SwitchA-Ethernet0/23]speed 100
[SwitchA-Ethernet0/23]duplex full
[SwitchA-Ethernet0/23]port link-type trunk
[SwitchA-Ethernet0/23]port trunk permit vlan 2 to 3
[SwitchA-Ethernet0/24]speed 100
[SwitchA-Ethernet0/24]duplex full
[SwitchA-Ethernet0/24]port link-type trunk
[SwitchA-Ethernet0/24]port trunk permit vlan 2 to 3
```

最后在系统视图下配置端口聚合，配置命令如下：

---

[SwitchA]link-aggregation ethernet 0/23 to ethernet 0/24 both

设置各个主机的 IP 地址，就可以测试各台主机之间的互通性了。

在实际配置过程中，在没有配置 Trunk 之前，关闭生成树功能，就可以感觉到广播风暴的威力，然后打开生成树功能，广播风暴消失，从而体会 STP 的作用。

