

第 3 章 常用网络接口与线缆

3.1 培训目标

华为 3Com

培训目标

学习完本章内容，您应该能够：

- 了解一般的网络结构
- 常见局域网接口类型和基本特性
- 常见广域网接口类型和基本特性
- 常见的光接口类型和基本特性



2

VRP (Versatile Routing Platform, 通用路由平台, 华为自主开发的网际操作系统) 支持路由器上的物理接口和逻辑接口这两类接口。

物理接口就是真实存在的、有对应器件支持的接口, 如以太网接口、同/异步串口等。物理接口又分为两种, 一种是 LAN (局域网) 接口, 主要是指以太网接口, 路由器可以通过它与本地局域网中的网络设备交换数据; 另一种是 WAN (广域网) 接口, 包括同/异步串口、异步串口、CE1/PRI 接口、ISDN BRI 接口等, 路由器可以通过它们与外部网络中的网络设备交换数据。

罗杰接口是指能够实现数据交换功能但物理上不存在、需要通过配置建立的接口, 包括 Dialer (拨号) 接口、子接口、备份中心逻辑通道以及虚拟接口模板等。关于逻辑接口的配置和维护将在相应的章节予以介绍。

本章将围绕 Quidway 系列路由器讨论各种常见网络物理接口与线缆的相关内容, 包括常见的接口规范、线缆的类型以及其一般机械特性、电器特性、传输特性以及使用注意事项等等。

3.2 局域网接口及线缆

3.2.1 常见局域网类型



局域网 (Local Area Network) 简称 LAN, 一般覆盖的范围较小, 通常是处于同一建筑, 同一所大学或方圆几公里以内的专用网络。

LAN 有多种拓扑结构, 一般多数网络使用以下两种:

总线型网络: 突出的例子就是以太网和令牌总线网。这种网络中, 任意时刻都只有一台机器是主站并可进行发送, 其他机器则不能发送。当两台或更多机器都想发送信息时, 就需要一种仲裁机制来解决冲突, 这种机制可以是集中式的, 也可以是分布式的。不同的网络使用的机制和实现方法不尽相同。

环网: 突出的例子就是 IBM 令牌环网。其基本原理是: 当环启动时, 一个空令牌沿环信息流方向转圈, 欲发信站接收到此空令牌后, 将它变为忙令牌 (将令牌包中的令牌位置 1) 即可将信息包尾随在忙令牌后面进行发送。目的站接收到信息包后将它拷贝并传送给站主机。当原信息包和忙令牌绕环一周返回发送站后, 发送站则将它们删除, 并向环中插入一新的空令牌, 以继续重复上述过程。在高负荷时, 环网可以保证较高的效率。

另外，目前正迅速发展的交换式 LAN 采用了星型拓扑结构。

3.2.2 以太网的类型

以太网的类型



- 10M 以太网（标准以太网）
- 100M 以太网（快速以太网）
- 1000M 以太网（千兆以太网）
- 10000M以太网（万兆以太网）

5

以太网是一种基于总线型拓扑结构的网络，使用分布式仲裁机制来解决冲突。速度主要有 10Mbps、100Mbps 和 1000Mbps 三种。

IEEE 802.3 主要确定了以太网各项标准及规范。

以太网上的计算机任何时候都可以发送信息，但发送之前都需先检测网络是否空闲，即“侦听”，如果某时刻有两个或者更多的分组发生冲突，则检测到冲突，欲发送数据的计算机就都需等待一段时间，即“回退”，各个计算机的回退时间随机产生，一般情况下都不相同。回退时间过后各计算机再次试图发送。这就是以太网技术必须提到的 CSMA/CD（载波侦听多路访问/冲突检测）机制。

显然，随着同一网络上的计算机数目的增加，以太网的效率会降低。同时，随着电缆长度值的增大，在帧长度不变的条件下以太网的效率也会降低。

3.2.3 10M 以太网

10M以太网接口



- 10Base-T
 - 使用最广泛的局域网标准之一
 - 使用双绞线作为物理传输介质
- 10Base5
 - 曾经广泛应用于主干局域网
 - 使用粗同轴电缆作为物理传输介质
- 10Base2
 - 使用细同轴电缆作为物理传输介质

6

10Mbps 以太网即标准以太网，由 IEEE 802.3 定义，同一公共通信信道上的所有用户共享这个带宽，这个公共信道称为总线。在交换式 LAN 中，每个交换式端口都是一个以太网总线，采用星型拓扑结构。这种连接方式下将有可能提供全双工的连接，此时，将提供 20Mbps 的总带宽。根据 IEEE 802.3 的规定，10M 以太网目前广泛使用的线缆有：10Base-T 双绞线、10Base5 粗同轴电缆以及 10Base2 细同轴电缆。10Base5 粗同轴电缆采用插入式分接头，工作速率为 10Mb/s，采用基带信号。对于使用粗缆的以太网，每个干线段的长度不超过 500 米，可以用中继器连接两个干线段，以扩充主干电缆的长度。每个以太网中最多可以使用四个中继器，连接五段干线段电缆。

10Base2 细同轴电缆接头采用工业标准的 BNC 连接器组成 T 型插座，使用灵活可靠性高，价格也较便宜。对于使用细缆的以太网，每个干线段的长度不能超过 200 米，可以用中继器连接两个干线段，以扩充主干电缆的长度。每个以太网中最多可以使用四个中继器，连接五个干线段电缆。

10Base-T 是目前使用最为广泛的一种以太网电缆标准。它具有一个显著优势就是易于扩展，维护简单，价格低廉，一个集线器加上几根 10Base-T 电缆，就能构成一个实用的小型局域网（当然还得有计算机），10Base-T 的缺点是：电缆的最大有效传输距离是距集线器

设备连接方式

华为 3COM

	主机	路由器	交换机普通口	交换机级连口	交换机光口
主机	cross	cross	normal	N/A	SC/ST
路由器	cross	cross	normal	N/A	SC/ST
交换机普通口	normal	normal	cross	Normal	N/A
交换机级连口	N/A	N/A	Normal	N/A	N/A
交换机光口	SC/ST	SC/ST	N/A	N/A	SC/ST

9

各种设备需要使用具体的线缆连接起来。目前应用于各种网络设备的接口可能使用双绞线接口或光纤接口。双绞线和光纤接口之间不能直接相连，必须使用光电转换设备。同种线缆连接情况下各种网络设备的连接方式可以参考上表。

3.2.4 快速以太网

100M以太网接口



- 100Base-TX
 - 物理介质采用5类以上双绞线
 - 传输距离最多100米
- 100Base-FX
 - 物理介质采用单模光纤，传输距离可达10公里
 - 物理介质采用多模光纤，传输距离最多2000米
- 快速以太网由IEEE 802.3u标准定义

10

快速以太网由 IEEE 802.3u 标准定义，基本与标准以太网相同，但速度比标准以太网快十倍。快速以太网的速度是通过提高时钟频率和使用不同的编码方式获得的。其传输方案最常用的便是 100Base-T，100Base-T 又包括 100Base-TX 和 100Base-T4，100Base-T4 是一种3类双绞线方案，不支持全双工，目前最广泛使用的都是 100Base-TX，此方案需使用 5 类以上双绞线，时钟信号处理速率高 125MHz。本书以后内容中提到的快速以太网双绞线方案在不进行特殊说明的情况下均指 100Base-TX 方案。

100Base-FX 使用一对多模或者单模光纤，使用多模光纤的时候，计算机到集线器之间的距离最大可到两公里，使用单模光纤时最大可达十公里。

快速以太网还提供全双工通信，总带宽达到200Mbps。全双工快速以太网仅在使用光纤或某些双绞线介质的点对点链路有效，因为每个带宽为100Mbps的信道都需要独立的线来支持。

快速以太网有自动协商的功能，能够自动适应电缆两端最高可用的通信速率，能方便的与 10M 以太网连接通信。

3.2.5 千兆以太网

1000M以太网接口



- 1000Base-T
 - 物理介质采用5类以上双绞线，传输距离最多100米
- 1000Base-F
 - 物理介质采用多模光纤，传输距离最多500米
- IEEE 802.3z和802.3ab

11

千兆以太网保留了传统以太网的大部分简单特征，以 1000Mbps/2000Mbps 的带宽提供半双工/全双工通信。千兆以太网对电缆的长度的要求更为严格，多模光纤的长度至多为 500 米，5 类双绞线为 100 米。

IEEE 802.3z 标准定义了千兆以太网，IEEE 802.3ab 标准专门定义了双绞线上的千兆以太网规范，两者都是 802.3 标准的补充。

由于高速数据速率定时的限制，在同一冲突域中，千兆以太网不允许中继器的互连。

千兆以太网有自动协商的功能，但仅限于协商半双工或全双工流量控制，确定是否支持控制帧，不能与低速以太网之间协商速率。

3.2.6 万兆以太网

10000M以太网接口



- 10GBaseCX4
 - 4对同轴电缆，传输距离15米
- 10GBase-S
 - 多模光纤，50/62.5um光纤，使用波长为850nm，传输距离300米
- 10GBase-L
 - 单模光纤，50/62.5um光纤，使用波长为1310nm，传输距离10km
- 10GBase-E
 - 单模光纤，9um光纤，使用波长为1550nm，传输距离40km
- IEEE 802.3ae和802.3ak

12

随着网络应用的越来越多，带宽的消耗也成倍增长。对于城域网和大型校园网来说，千兆数量级已满足不了核心设备间的互联带宽需求了。万兆以太网技术的出现，可解决这一问题。万兆以太网可以部署在核心层之间，以及核心层与汇聚层之间的链路上。

万兆以太网包括以下两种技术标准：

- 802.3ae 万兆以太网标准（基于光线）
- 802.3ak 万兆以太网标准（基于电缆）

802.3ae 支持如下技术标准：

- 10GBase-S
- 10GBase-L
- 10GBase-E

802.3ak 支持如下技术标准：

- 10GBase-CX4
- 10GBase-T

10GBase-CX4 使用 4 对同轴电缆进行连接，距离为 15 米。

10GBase-T 使用双绞线。

3.3 广域网接口与线缆

3.3.1 广域网的类型

WAN



- 窄带广域网
 - PSTN: Public Switched Telephone Network, 公共交换电话网
 - ISDN: Integrated Services Digital Network, 综合业务数字网
 - DDN: Digital Data Network, 数字数据网
 - FR: Frame Relay, 帧中继
 - X.25: 公用分组交换网
- 宽带广域网
 - ATM: 异步传输模式
 - SDH: 同步数字系列

14

广域网 (Wide Area Network) 是一种跨越大的地域的网络。目前有多种公共广域网络。一般我们的网络会通过服务商提供的具体业务连接到广域网络上。

按其提供业务的带宽的不同，可简单的分为窄带广域网和宽带广域网两大类。

现有的窄带公共网络包括 PSTN 公共交换电话网、ISDN 综合数字业务网、DDN、X.25 网、帧中继 (Frame Relay) 网等。

PSTN 可能是我们接触最多的公共窄带网络，目前主要提供电话和传真业务，通过调制解调器可以完成一些有限的数据传输业务。

ISDN 综合业务数字网将在本章后面小节专门介绍。

DDN 即数字数据网，是一种广泛使用的基于点对点连接的窄带公共数据网络。

X. 25 网是一种国际通用的标准广域网，基于分组交换技术，内置的差错纠正、流量控制和丢包重传机制，使之具有高度的可靠性，适于长途噪声线路。X. 25 网络刚被引入时，其最大速率仅为有限的 64Kbps，使之可提供的业务非常有限。1992 年，ITU-T 更新了 X. 25 标准，其传输速度可高达 2Mbps。X. 25 网络在传输数据时，沿途每个节点都要重组包，使得数据的吞吐率很低，包时延较大。X. 25 显然不适于传输质量好的信道。

Frame Relay 帧中继是一种应用很广的服务，采用 E1 电路，速率可从 64K 到 2M，速率较快，它减少了差错检测，充分利用了如今广域网连接中比较简洁的信令。中间节点的延迟比 X. 25 网小得多。帧中继的帧长度可变，可以方便的适应 LAN 中的任何包或帧，提供了对用户透明性。帧中继容易受到网络拥塞的影响，对于时间敏感的实时通信没有特殊的保障措施，当线路受到噪声干扰时，将引起包的丢弃。

现在的宽带网络一般有 ATM 和 SDH 两种。

ATM 即异步传输模式，为在交换式 WAN 或 LAN 骨干网以及高速传输数据提供了通用的通信机制，它同时支持多种数据类型（话音、视频、文本等）。与传统 WAN 不同，ATM 是一种面向连接的技术，在开始通信之前，将首先建立端到端的连接。ATM 最突出的优势之一，就是支持 QoS (Quality of Service) 。

SDH 是目前应用最广的光传输网络，带宽高，抗干扰性强，可扩展性较强。

在具体的网络连接上一般服务商将线缆布放到用户处，用户将该线缆与一个调制设备（普通调制解调器、DTU 或基带调制解调器）相连，然后我们的网络边缘设备（一般为路由器）再与调制设备相连。但有些线路路由器内部设有内置的设备，可以直接连接服务商布放的线缆，如 E1/ATM 等。

3.3.2 异步串口与同步串口

异步 & 同步串口



- 异步串口
 - 两种异步串口：异步串口分为设置成异步方式的同/异步串口和专用异步串口
 - 异步串口可以设为专线方式和拨号方式，常用的是拨号方式
- 同步串口
 - 可以工作在DTE和DCE两种方式
 - 可以外接多种类型电缆
 - 支持多种链路层协议
 - 支持IP和IPX网络层协议
 - `display interface serial`命令可显示同步端口的信息

15

广域网按照线路类型来分有 X.25 网、帧中继网、ATM 网、ISDN 网等类型。路由器因此也相应地有同/异步串口、ATM 接口、ISDN BRI 接口、cE1/PRI 接口等等。

目前 VRP 支持的中低端路由器的 WAN 接口包括异步串口、同步串口、ISDN BRI 接口及 cE1/PRI 接口。

VRP 中有两种异步串口，一种是将同/异步串口设置为工作在异步方式，接口名称为 **Serial**；另外一种为专用异步串口，接口名称为 **Async**。

异步串口可以设为专线方式和拨号方式。在应用中更常用的是拨号方式，异步串口外接 **Modem** 或 **ISDN TA (Terminal Adapter, 终端适配器)** 时可以作为拨号接口使用，封装链路层协议 **SLIP** 或 **PPP**，支持 **IP** 和 **IPX** 等网络协议。

同步串口特性：

可以工作在 **DTE** 和 **DCE** 两种方式，一般情况下，路由器的同步串口工作在 **DTE** 方式，接受 **DCE** 设备提供的时钟。

同步串口可以外接多种类型电缆，如 **V.24** 和 **V.35** 等。VRP 可以自动检测同步串口外接

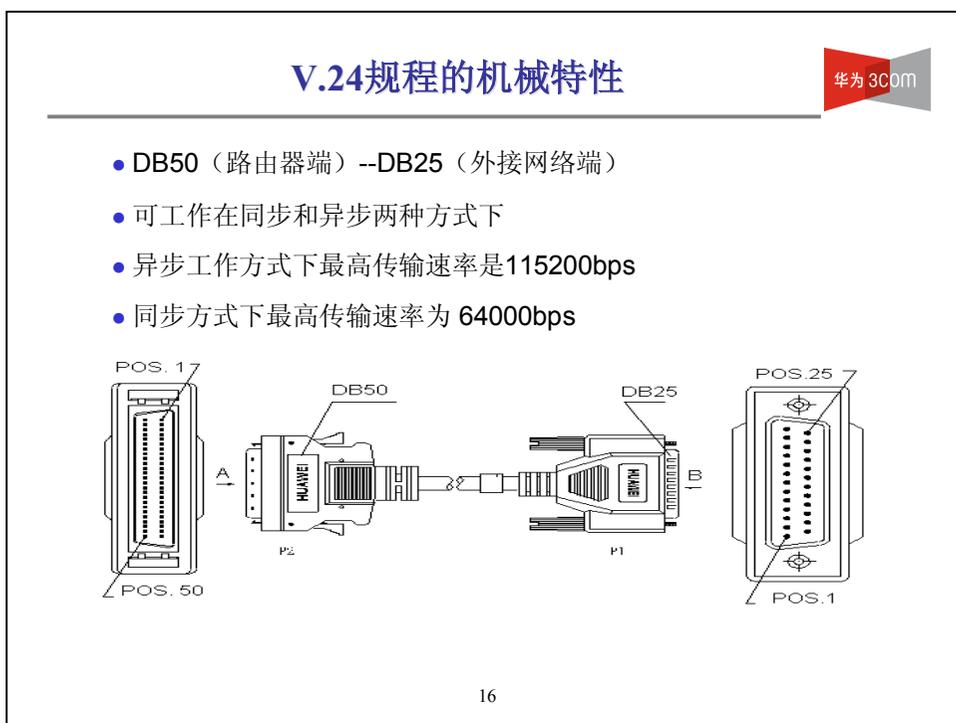
电缆类型，并完成电气特性的选择，一般情况下，无需手工配置。

同步串口支持的链路层协议包括 PPP、帧中继、LAPB 和 X. 25 等。

支持 IP 和 IPX 网络层协议。

可以通过执行 `show interface serial` 命令查看同步串口的当前外接电缆类型以及工作方式（DTE/DCE）等信息，关于该命令的使用在后续课程中间有详细介绍。

V. 24 接口规程



V. 24 接口规程的介绍中，将以 Quidway 系列路由器的常用接口为例从机械特性、电气特性、常用控制信号、传输速率、传输距离和接口电缆六个方面来讲解。这几个方面也是其它规程所关心的重要内容之一。

机械规程包括对接口的物理管脚数目、排列定义以及标准尺寸等方面的定义。

Quidway 系列路由器使用 V. 24 接口电缆外观如图所示，路由器端为 DB50 专用插头，外接端是标准 DB25 接头，符合 EIA-RS-232 接口标准，电缆可以工作在同步和异步两种方式下，所以既可以与普通的模拟 Modem、ISDN 终端适配器等以拨号方式进行异步连接，也可以连接基带 Modem 进行同步连接。异步工作方式下，封装链路层协议 PPP，支持网络层协议 IP 和

IPX，最高传输速率是 115200bps，同步方式下，可以封装 X.25、帧中继、PPP、HDLC、SLIP 和 LAPB 等链路层协议，支持 IP 和 IPX，而最高传输速率仅为 64000bps。

通信的双方相对而言，路由器属于 DTE 侧设备，各种 Modem、ISDN 终端适配器等则属于 DCE 设备。

V.24电气特性、传输速率和距离



- 在路由器中使用V.24的有WAN、AUX、8AS、Console
- 符合标准的RS-232电平：±12V
- 传输速率和距离

波特率 (bps)	最大传输距离 (米)
2400	60
4800	60
9600	30
19200	30
38400	20
64000	20
115200	10

17

V.24 规程所规定的接口的电气特性需符合 EIA- RS-232 电气标准，其电平定义如下：

在 TxD 和 RxD 数据上：

逻辑 1 (MARK) = -3 ~ -15 伏；

逻辑 0 (SPACE) = +3 ~ +15 伏；

在 RTS、CTS、DSR、DTR 和 DCD 等控制线上：

信号有效 (接通、ON 状态、正电压) = +3 ~ +15 伏；

信号无效 (断开、OFF 状态、负电压) = -3 ~ -15 伏；

一个明显的区别，RS-232 电平标准使用了较 TTL 电平高得多的电压值，在收发数据引脚上使用了负逻辑。

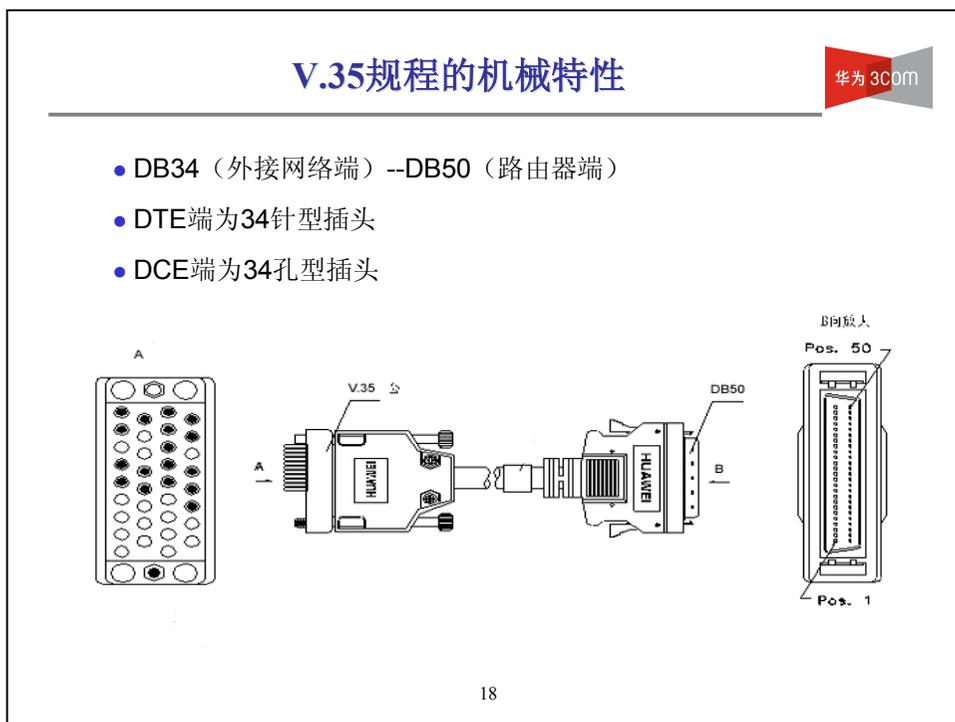
V. 24 电缆在同步工作方式下的最大传输速率为：**64000bps**；异步工作方式下，最大传输速率为 **115200bps**。

以上图示为 IEEE（电气与电子工程师协会）提供的 V. 24 电缆异步方式下以各种波特率传输数据的标准传输距离，实际情况中，由于使用环境的差别，其传输距离的极限将不尽相同，实际测试表明，本表所给出的数据略偏保守。

符合 V. 24 规程的接口及电缆在通信、计算机系统中使用的非常广泛，从计算机串口到路由器的广域网口，都有它的身影。在路由器上，主要出现在以下几种接口电缆之中：

- WAN 广域网接口
- AUX 备份接口
- 8AS 八异步串行接口
- Console 控制台接口

3.3.3 V. 35 接口规程



V. 35 接口规程的介绍中，同样的将以 Quidway 系列路由器的常用接口为例，从其机械特性、电气特性、常用控制信号、传输速率、传输距离和接口电缆六个方面来讲解。

V. 35 电缆的接口特性严格遵照 EIA/TIA-V. 35 标准。路由器端为 DB50 接头，外接网络端为 34 针接头，也分 DCE 和 DTE 两种，对应的 DCE 侧为插座（34 孔），DTE 侧为插头（34

针)。V.35 电缆一般只用于同步方式传输数据，可以在接口封装 X.25、帧中继、PPP、SLIP、LAPB 等链路层协议，支持网络层协议 IP 和 IPX。V.35 电缆通常用于路由器与基带 Modem 的连接之中，此方式下，与使用 V.24 电缆相同，路由器总是处在 DTE 侧。

本图所示为 DTE 电缆示意，DCE 电缆示意图略。

V.35电气特性、传输速率和距离



- 控制信号遵从标准RS-232电平标准：±12V
- 数据与时钟遵从V.35电平标准：±0.5V
- 同步方式下最大传输速率是：2048000 bps
- EIA/TIA-V.35 电缆的速率和传输距离

波特率 (bps)	最大传输距离 (米)
2400	1250
4800	625
9600	312
19200	156
38400	78
56000	60
64000	50
2048000	30

19

V.35 规程定义了 V.35 电缆接口的电气特性。就电平标准而言，V.35 接口同时符合 EIA-RS-232 电平和 V.35 电平标准。在 V.35 电缆接口上，不同功能定义的引脚的电气特性是不一样的，其中，控制信号电平符合 RS-232 电平，数据与时钟电平则符合 V.35 电平。

一般认为，V.35 电平的标准电压使用±0.5 伏，RS-232 电平的电压使用±12V，对重要的但相对速率要求不是很高的控制信号使用幅值更高更不易出错的电平，对要求速率第一的数据等采用幅值低得多的电平，这是 V.35 接口规程考虑网络的速率和稳健性时的一个巧妙而折衷的办法。

V.35 电缆传输（同步方式下）的公认最高速率是 2048000bps（2Mbps）。

与 V.24 规程不同，V.35 电缆的最高传输速率主要受限于广泛的使用习惯，虽然从理论上 V.35 电缆速率可以超过 2M 到 4M 或者更高，但就目前来说，没有网络运营商在 V.35 接口上提供这种带宽的服务。

以上图示为 IEEE 提供的 V. 35 电缆在同步工作方式下以各种波特率传输数据的标准传输距离，实际情况中，由于使用环境的差别，其传输距离的极限将不尽相同，实际测试表明，本表所给出的数据略偏保守。

以下是 V. 24 及 V. 35 规程中几个常见然而重要的控制信号的说明：

DTR (Data terminal ready, 数据终端准备好)

DSR (Data Set Ready 数据准备好)

主要用于传输设备之间的协商信息。

DCD (Data Carrier Detect 数据载体检测)

用于设备检测当前的链路状态。

RTS (request to send 请求发送)

CTS (clear to send 清除发送)

这些都是非常重要的数据流控信号，在很多接口规程中都可以看到。

无论是在 V. 24 还是 V. 35 接口规程中，这些控制信号对应的引脚都遵从 RS-232 电平标准。

3.3.4 ISDN BRI 接口

ISDN BRI接口



- BRI 接口：2B+D
 - U口 使用两芯的RJ-11或者RJ-45连接器
 - S/T口 使用四芯的RJ-45连接器
- PRI接口在Quidway R系列路由器上以CE1/PRI接口的形式出现



20

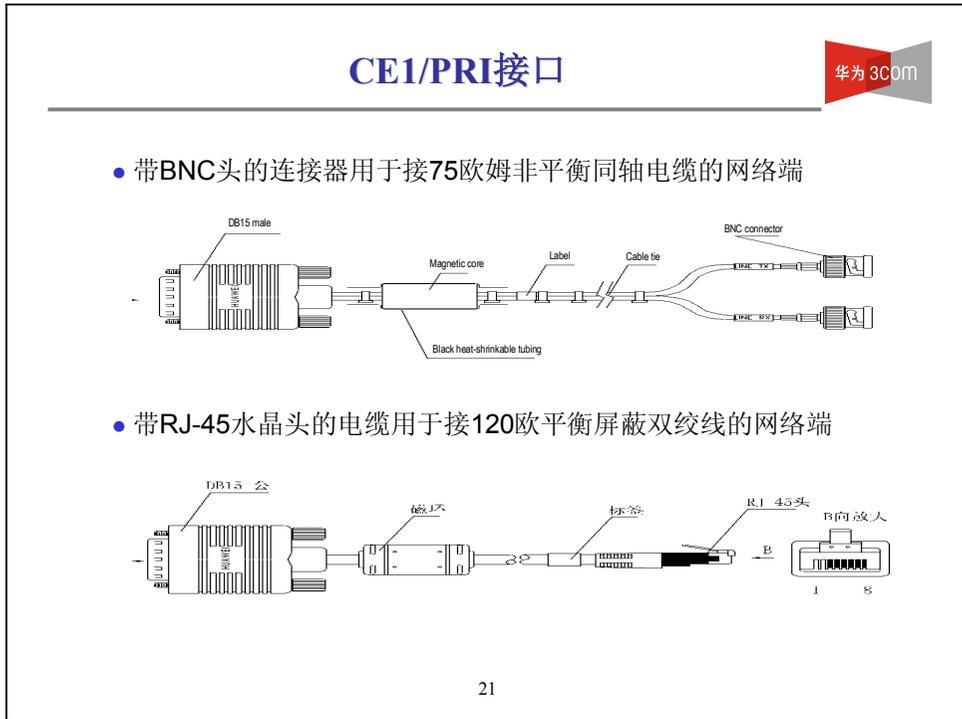
综合业务数字网（Integrated Services Digital Network，简称 ISDN）是自 70 年代发展起来的一种新兴技术。提供从终端用户到终端用户的全数字服务，实现了语音、数据、图形、视频等综合业务的一个全数字化传递方式。

Quidway R1600 系列路由器各提供了一个 BRI 接口，相当于内置了一个 ISDN 终端适配器，可以方便的通过 ISDN 专线与远端进行通信，也可以作为一个桥梁将一个局域网接入到 Internet。Quidway R1600 系列路由器中包括 Quidway R1603 S/T 接口路由器和 Quidway R1604 U 接口路由器，分别适应不同电信网络的规范。连接时，S/T 口的 R1603 路由器需通过一个 NT1 再与 ISDN 线相连，U 口的 R1604 则可以直接连接 ISDN 线路使用。BRI 接口（S/T）也使用 RJ-45 水晶头连接器，但实际只使用了其中的四芯，U 口的 R1604 可不通过 NT1，直接与两芯的 ISDN 用户线相连。

BRI 接口规程定制的带宽为 2B+D，B 通道的速率为 64Kbps，D 通道的速率为 16Kbps。ISDN BRI 接口缺省封装链路层协议为 PPP，支持 IP 和 IPX 等网络层协议。

Quidway R4000 系列路由器（其他中高端路由器可以选配）提供了一个 CE1/PRI 接口，下面将对这种接口进行介绍。

3.3.5 CE1/PRI 接口



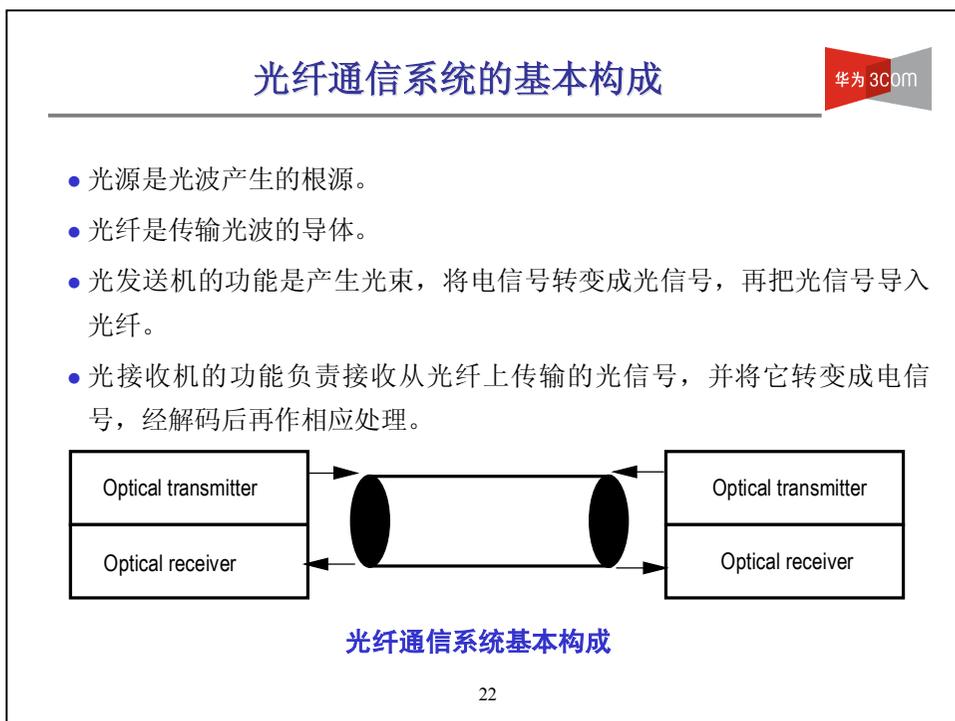
CE1/PRI 接口在华为 Quidway 系列路由器中一般可见于 R4001 或各种中高端路由器的接口配置中。从 CE1/PRI 接口的这个名字就不难推断，该接口可以承载 CE1 和 PRI 这两种不同接口规程的数据传输任务。

对应于 CE1 封装，大多数用于与 DDN 节点机的连接，最多可以支持同时划分为 31 个 64K 的逻辑接口，用于 DDN 连接，当然，按照实际需要，也可以通过捆绑多个时隙作为一个接口使用（channel-group）的方法，这样可以灵活的配置每条连接的带宽（必然是 64K 的整数倍）。可以使用的时隙范围为 1~31，时隙 0 用于系统同步，不能用于数据传输。每一个逻辑接口特性均与同步串口相同，支持 PPP、帧中继、LAPB 和 X.25 等链路层协议，支持 IP 和 IPX 等网络层协议。

对应于 PRI 封装，主要用于作为 ISDN 用户的接入服务，PRI 接口最多可以同时接入 30 位 ISDN 单 B 用户，或者 15 位双 B 用户。与 R2509 或 R2511 对应，R4001 可以作为一个经济的小型数字用户接入服务器使用。

3.4 光纤、光缆

3.4.1 光纤通信系统组成

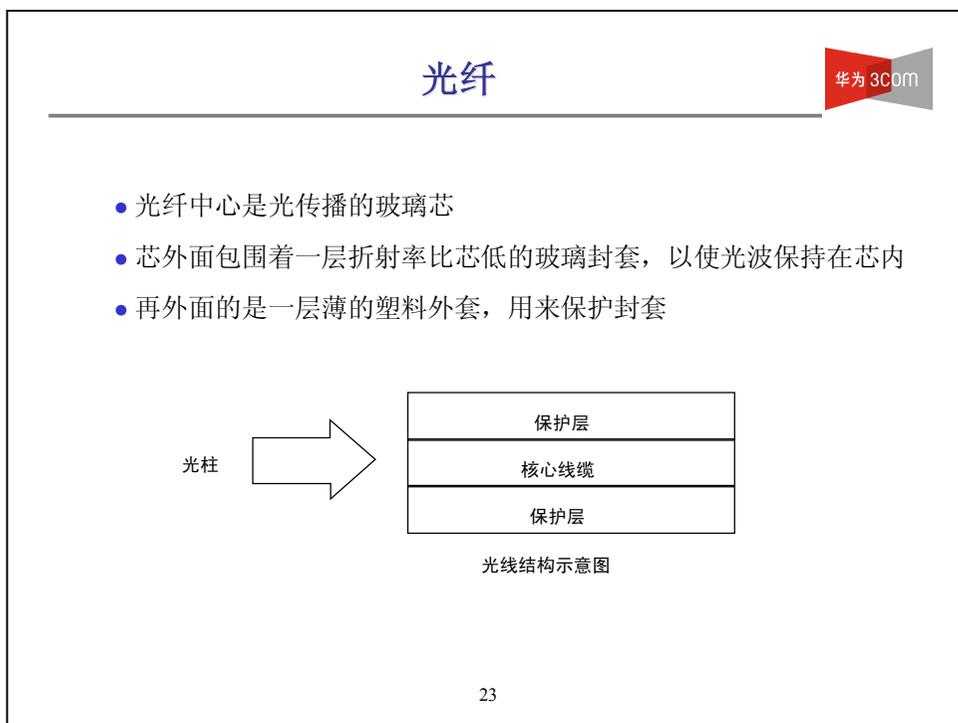


光纤通信系统是以光波为载体、光导纤维为传输媒体的通信方式，起主导作用的是光源、光纤、光发送机和光接收机。其中光源是光波产生的根源，光纤是传输光波的导体，光发送机的功能是产生光束，将电信号转变成光信号，再把光信号导入光纤，光接收机的功能负责接收从光纤上传输的光信号，并将它转变成电信号，经解码后再作相应处理。

光纤通信系统的主要优点有：传输频带宽，通信容量大；线路损耗低，传输距离远；抗干扰能力强，应用范围广；线径细，重量轻；抗化学腐蚀能力强；光纤制造资源丰富等。

正是由于光纤通信系统的上述优势，使得光纤通信在当前的组网中得到了越来越广泛的应用。

3.4.2 光纤



光纤和同轴电缆相似，只是没有网状屏蔽层。中心是光传播的玻璃芯。在多模光纤中，芯的直径是 $15\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ ，大致与人的头发的粗细相当。而单模光纤芯的直径为 $8\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 。芯外面包围着一层折射率比芯低的玻璃封套，以使光纤保持在芯内。再外面的是一层薄的塑料外套，用来保护封套。光纤通常被扎成束，外面有外壳保护。纤芯通常是由石英玻璃制成的横截面积很小的双层同心圆柱体，它质地脆，易断裂，因此需要外加一保护层。

光纤主要有以下两种分类方式：

(1) 按传输点模数分类：

按传输点模数分类光纤可以分为单模光纤（Single-Mode Fiber）和多模光纤（Multi-Mode Fiber）两类。单模光纤的纤芯直径很小，在给定的工作波长上只能以单一模式传输，传输频带宽，传输容量大。多模光纤是在给定的工作波长上，能以多个模式同时传输的光纤。与单模光纤相比，多模光纤的传输性能较差。

(2) 按折射率分布分类：

按折射率分布类光纤可以分为跳变式光纤和渐变式光纤两类。跳变式光纤纤芯的折射率

和保护层的折射率都是一个常数。在纤芯和保护层的交界面，折射率呈阶梯型变化。渐变式光纤纤芯的折射率随着半径的增加按一定规律减小，在纤芯与保护层交界处减小为保护层的折射率。纤芯的折射率的变化近似于抛物线。

3.4.3 光缆

光缆



- 光缆是数据传输中最有效的一种传输介质,它有以下几个优点:
 - 频带较宽
 - 电磁绝缘性能好
 - 衰减较小
 - 中继器的间隔较大

24

光导纤维是一种传输光束的细微而柔韧的媒质。光导纤维线缆由一捆纤维组成，简称为光缆。

光缆是数据传输中最有效的一种传输介质，它有以下几个优点：

1. 频带较宽。

2. 电磁绝缘性能好。光纤电缆中传输的是光束，由于光束不受外界电磁干扰与影响，而且本身也不向外辐射信号，因此它适用于长距离的信息传输以及要求高度安全的场合。当然，抽头困难是它固有的难题，因为割开的光缆需要再生和重发信号。

3. 衰减较小。可以说在较长距离和范围内信号是一个常数。

4. 中继器的间隔较大，因此可以减少整个通道中继器的数目，可降低成本。根据贝尔实验室的测试，当数据的传输速率为 420Mbps，且距离为 119 公里无中继器时，其误码率为 10^{-8} ，可见其传输质量很好。而同轴电缆和双绞线每隔几千米就需要接一个中继器。

3.4.4 常见光纤接头



1. 常见光纤接头有：

- (1) **FC/PC**：圆形光纤接头/微凸球面研磨抛光
- (2) **SC/PC**：方型光纤接头/微凸球面研磨抛光
- (3) **FC/APC**：圆形光纤接头/面呈 8 度角并作微凸球面研磨抛光
- (4) **MT-RJ**：方型、一头双纤、收发一体

2. 光纤接口各符号的含义如下：

- (1) **FC**：常见的圆形，带螺纹光纤接头
- (2) **ST**：卡接式圆形光纤接头
- (3) **SC**：方型光纤接头
- (4) **PC**：微凸球面研磨抛光
- (5) **APC**：呈 8 度角并作微凸球面研磨抛光

3.4.5 光接口连接器



一般说来，不同类型的光纤接头和相配套的光接口连接器是配套使用的。目前，以上的各类光纤接头及光接口连接器在以太网交换机、高端路由器上均有比较广泛的应用。

随着通信的不断发展，人们对于通信带宽的要求不断提高，光通信技术越来越受到广泛的关注。虽然目前光通信技术已有了飞速的发展，但就目前的光纤通信而言，其实际应用仅是其潜能的 2% 左右，尚有巨大的潜力等待人们去开发和应用。因此，光纤通信技术并未停滞不前，而是向更高水平、更高阶段发展。

3.5 小结

小结

华为 3Com

- 常见局域网中使用的电缆：双绞线、光纤
- 各种种类双绞线和光纤的特性
- 同步串口和异步串口
- V.24、V.35电缆的物理特性和传输特性
- ISDN BRI、CE1/PRI接口的特性
- 对于光纤及光接口的特性介绍