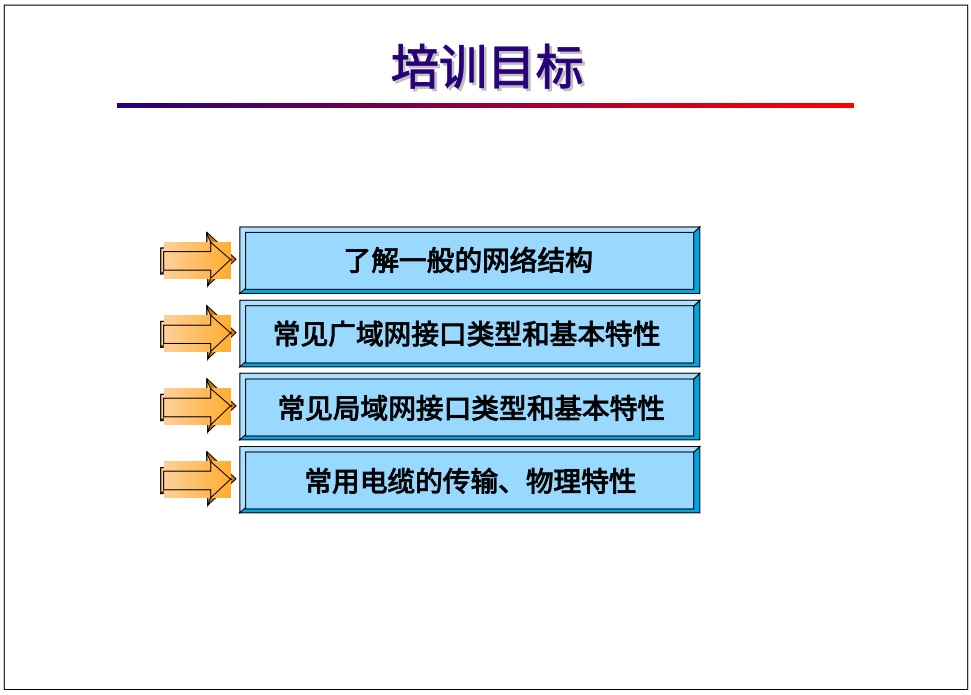
部 门 性

不得公布

第二章　　常见网络接口与线缆

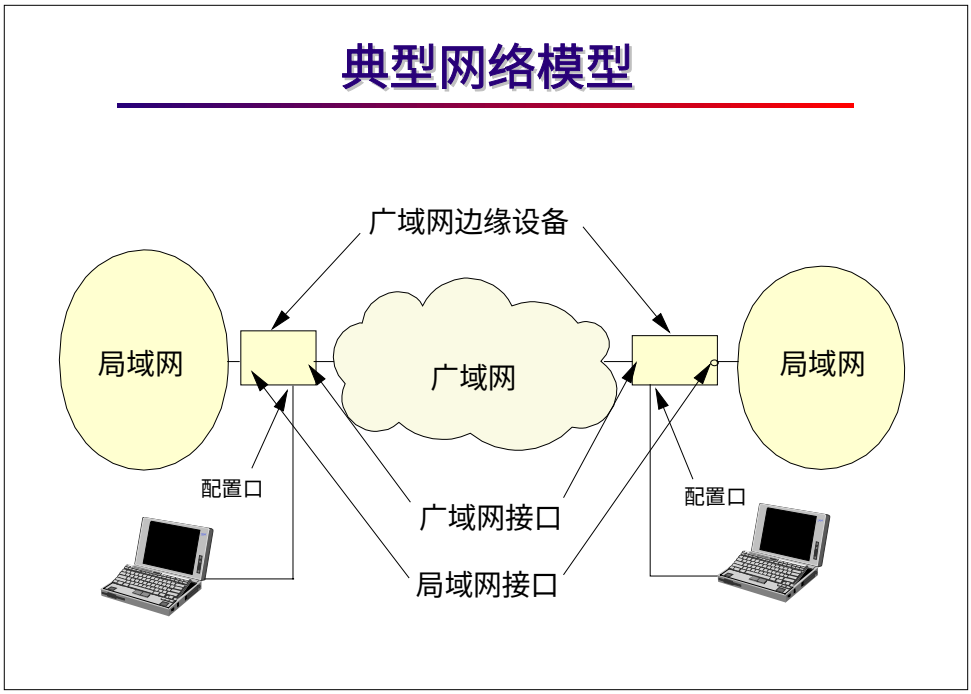
.1　培训目标



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、电气特性、传输特性以及使用注意事项等等。

.2　典型网络模型

.2.1　网络模型



一个简单明了的网络模型：一个局域网中的某个用户希望利用已有的公共网络资源，与远端的另一个局域网中的某台主机通信时，通过与本局域网相连的广域网边缘设备进入广域网，经由广域网到达与另一台主机所在的局域网相连的边缘设备，从而与目的主机之间建立通信。这里我们关注的重点就是这种广域网边缘设备。
常见的广域网边缘设备包括各类路由器、ATM 接入交换机等等。

.2.2　广域网边缘设备

广域网边缘设备承担着连接局域网与广域网的重要任务，它将同时属于局域网和广域网，可知，就边缘设备而言，局域网接口，广域网接口这二者缺一不可。另外，出于此种设备应用的灵活性，其本地配置接口也是不可缺少的。下面的内容中我们将逐一进行讨论。

.3　局域网

.3.1　常见局域网类型

局域网，Local Area Network ，简称 LAN，和广域网区别有如下三个方面的特征：

（ 1 ） 范围
（ 2 ） 传输技术
（ 3 ） 拓扑结构

就范围来讲，局域网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。

就传输技术而言，LAN 通常使用这样一种传输技术，所有的机器连接到一条电缆上，通过广播的方式进行通信。广播式 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。

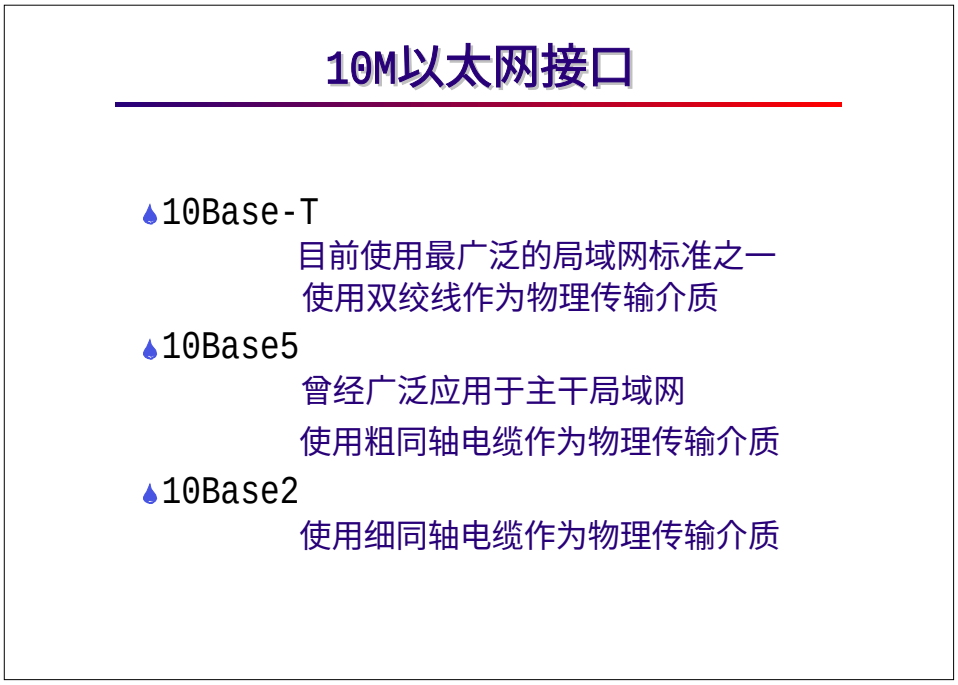
环网：突出的例子就是 IBM 令牌环网。在环中，每个比特独自在网内传播而不必等待他所在的分组里的其他比特。也需要某种机制来仲裁对网络的同时访问。

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　以太网的物理接口类型

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”，然后再次试图发送。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，随着网络带宽的增大和电缆长度值的增大，（在帧长度不变的条件下）以太网的效率也会降低。

.3.3　10M 以太网



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，表示的意思是：工作速率为 10Mb/s，采用基带信号，最大支持段长为 500m，最多段数为 100。10Base5 粗同轴电缆线径较粗，不易弯曲，安装非常不便。

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，但使用范围只有 200 米，每一段内仅能使用 30 台计算机，段数最高为 30。

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 100m，即使是高质量的 5 类双绞线也只能达到 150m 。

10Base-T 的物理介质

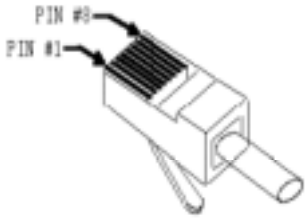
双绞线（Twisted pair），收发各由两条拧在一起并相互绝缘的铜线组成。两条线拧在一起可以减少线间的电磁干扰。

3 类到 6 类双绞线在塑料外壳内均有这样的四对线缆，区别主要在于类数越高的双绞线，单位长度内的绞环数越多，拧得越紧，这使得 5 类或者 6 类双绞线的交感更少并且在更长的距离上信号质量更好，更适用于高速计算机通信。

双绞线连接器

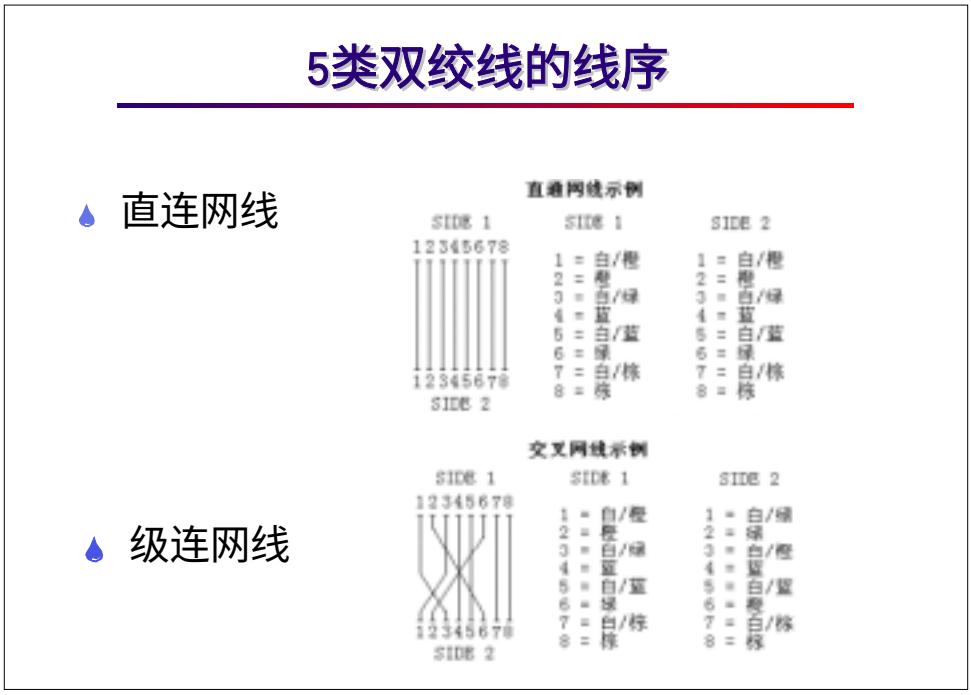
双绞线连接器

- 双绞线的连接器均使用RJ-45水晶头



双绞线连接器一般都使用 RJ-45 连接器（如图）。

5 类双绞线的线序

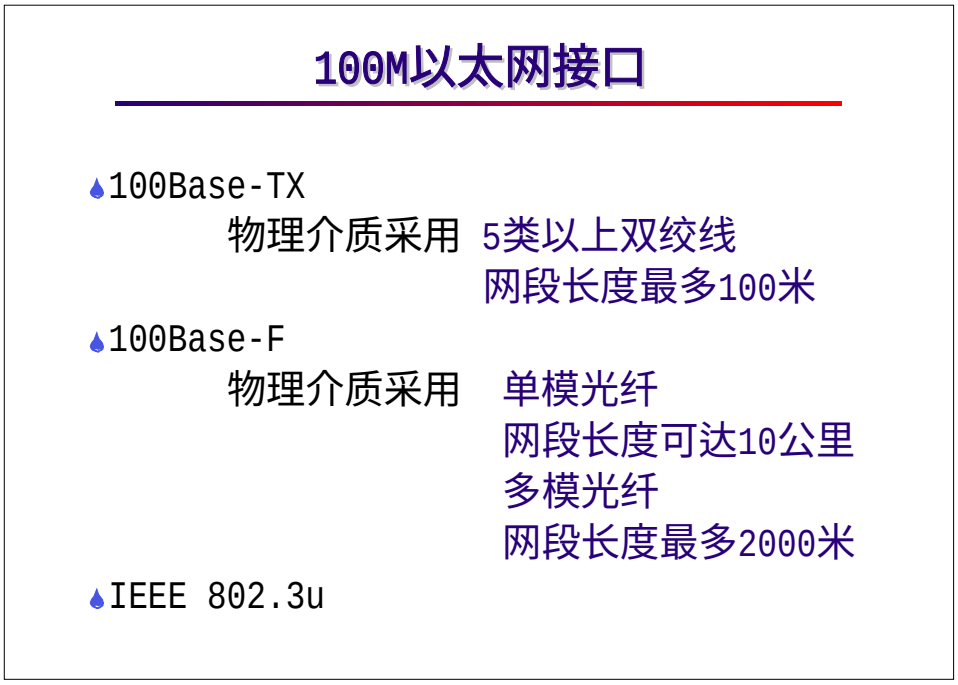


5 类双绞线由 8 芯细线组成，利用细线外绝缘层上的颜色进行分组标识。通常利用单色和单色加上白色作为成对标识，也有利用色点成对进行标识的。

直连网线和级连网线的线序如图所示。

图中各线画法仅为说明两端的线序关系，实际双绞电缆线芯都是成对拧绞在一起的。

.3.4　快速以太网



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达 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。

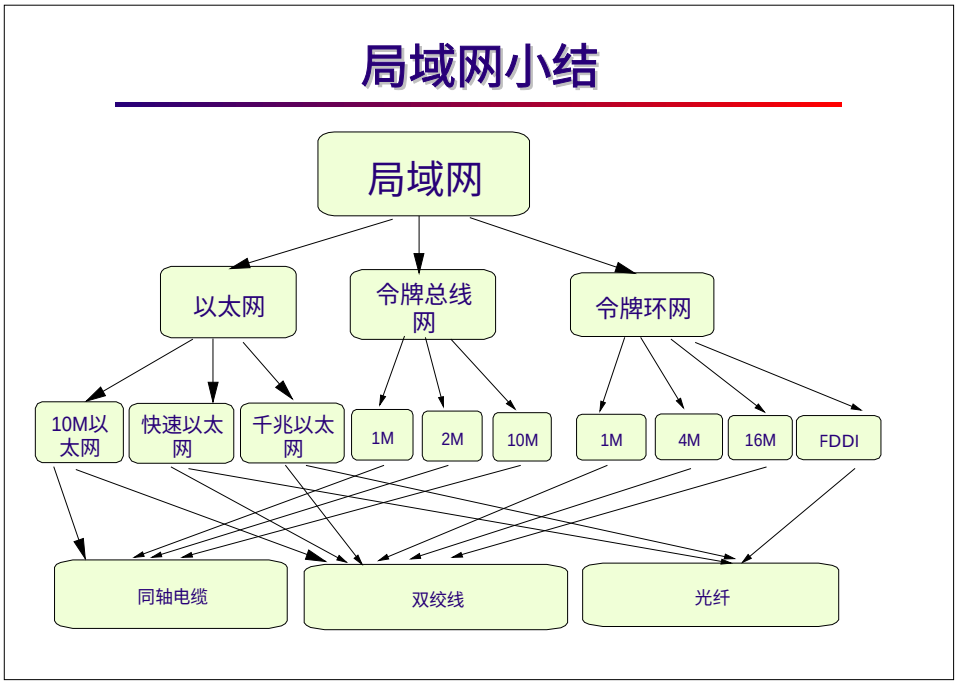
.3.5　千兆以太网

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厉，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。

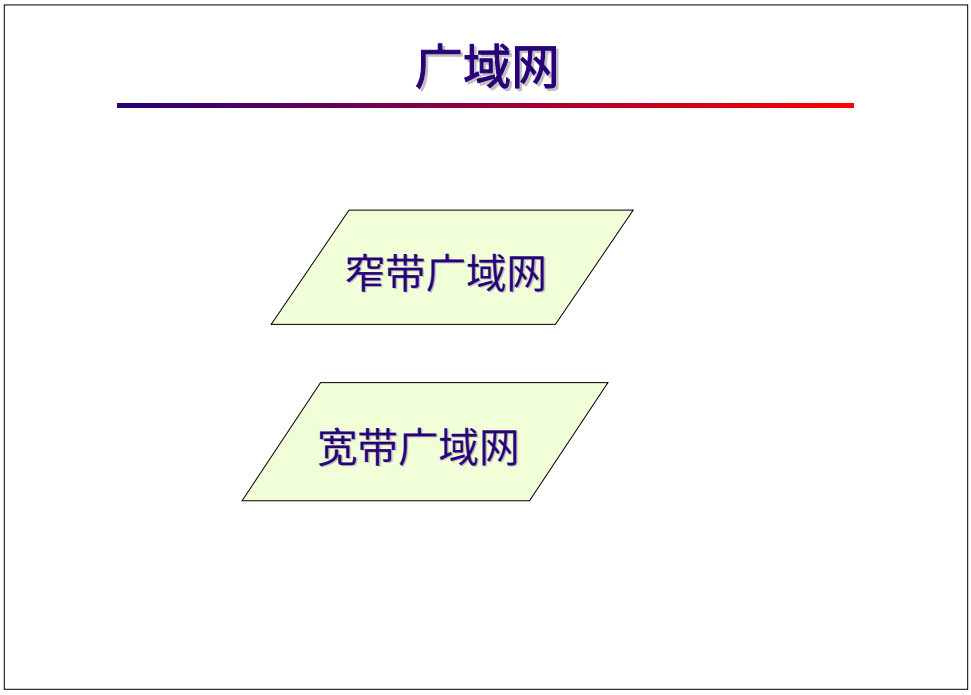
千兆以太网有自动协商的功能，但仅限于协商半双工或全双工流量控制，确定是否支持控制帧，不能与低速以太网之间协商速率。

.3.6　局域网小结


局域网小结
局域网
以太网
令牌总线网
令牌环网
10M以太网
快速以太网
千兆以太网
1M
2M
10M
1M
4M
16M
FDDI
同轴电缆
双绞线
光纤

.4　广域网

.4.1　广域网的类型



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，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。

窄带广域网的类型

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、Frame Relay 帧中继网等。

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，在很多地区，X.25 是唯一可用的 WAN 技术，在欧洲非常流行。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。最大速率仅为有限的 64Kbps ，使之可提供的业务非常有限。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。

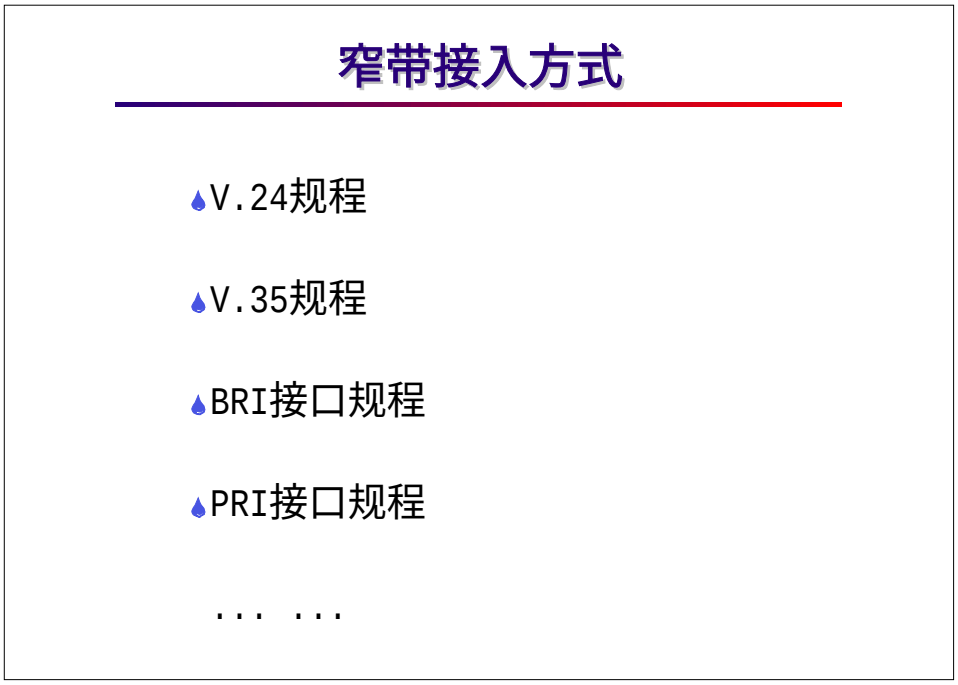
Frame Relay 帧中继是一种应用很广的服务，采用 E-1 电路，速率可从 64K 到 2 兆，速率较快，它减少了差错检测，充分利用了如今广域网连接中比较简洁的信令。中间节点的延迟比 X.25 网小得多。帧中继的帧长度可变，可以方便的适应 LAN 中的任何包或帧，提供了对用户的透明性。帧中继容易受到网络拥挤的影响，对于时间敏感的实时通信没有特殊的保障措施，当线路收到噪声干扰时，将引起包的重传。

宽带广域网的类型

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 一个最突出的优势之一，就是支持 QoS (Quality of Service) 。

SDH 是目前应用最广的光传输网络，带宽宽，抗干扰性强，可扩展性较强。

.4.2　窄带接入方式

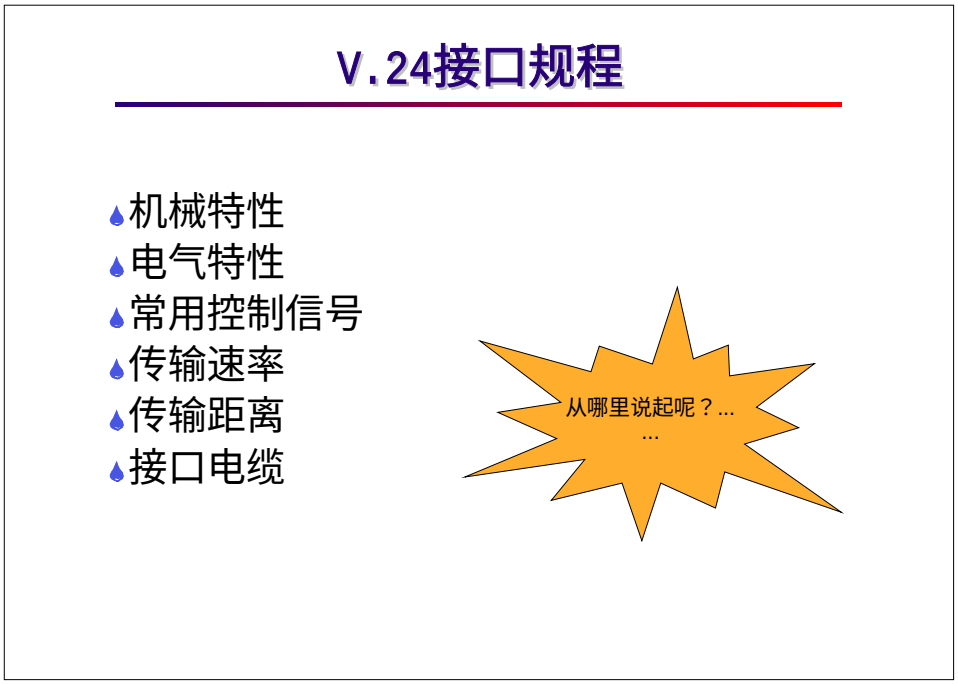


在以下的窄带 WAN 接入方式内容中，我们将介绍以下几种接口规程：

V.24 规程
V.35 规程
BRI 接口规程
PRI 接口规程

以上是目前使用最多的窄带接口规程。

.4.3　V.24 接口规程

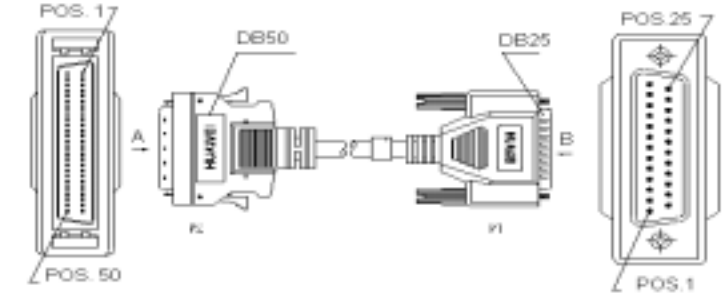


V.24 接口规程的介绍中，将以 Quidway 系列路由器的常用接口为例从机械特性、电气特性、常用控制信号、传输速率、传输距离和接口电缆六个方面来讲解。这几个方面也是其它规程所关心的重要内容之一。

V.24 接口规程的机械特性

V.24规程的机械特性

- DB50（路由器端）--DB25（外接网络端）



V.24DTE电缆　　针型插头

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 。

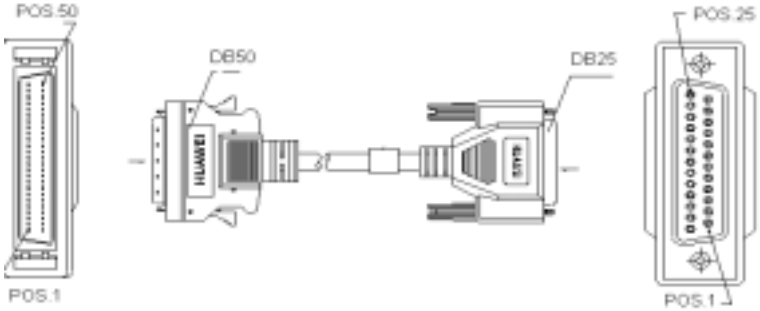
V.24 电缆接口分 DCE 和 DTE 两侧，分别对应数据电路端接设备（网络侧）和数据终端设备（用户侧）。对应的 DCE 侧为插座（25 孔），DTE 侧为插头（25 针）。通信的双方相对而言，路由器属于 DTE 侧设备，各种 Modem 、ISDN 终端适配器等则属于 DCE 设备。

本图所示为 Quidway 系列路由器 V.24 DTE 广域网电缆。

V.24 接口规程的机械特性（续）

V.24规程的机械特性

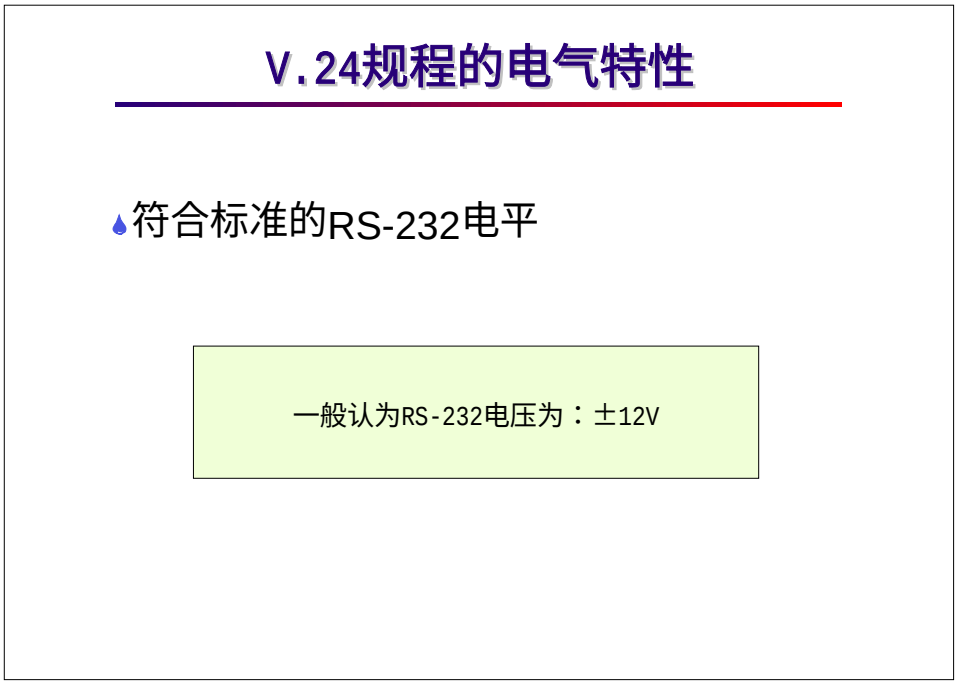
- DB50（路由器端）--DB25（外接网络端）



V.24 DCE电缆　　孔型插头

本图所示为 Quidway 系列路由器 V.24 DCE 广域网电缆，外接网络端为 25 孔插头。

V.24 接口规程的电气特性



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；

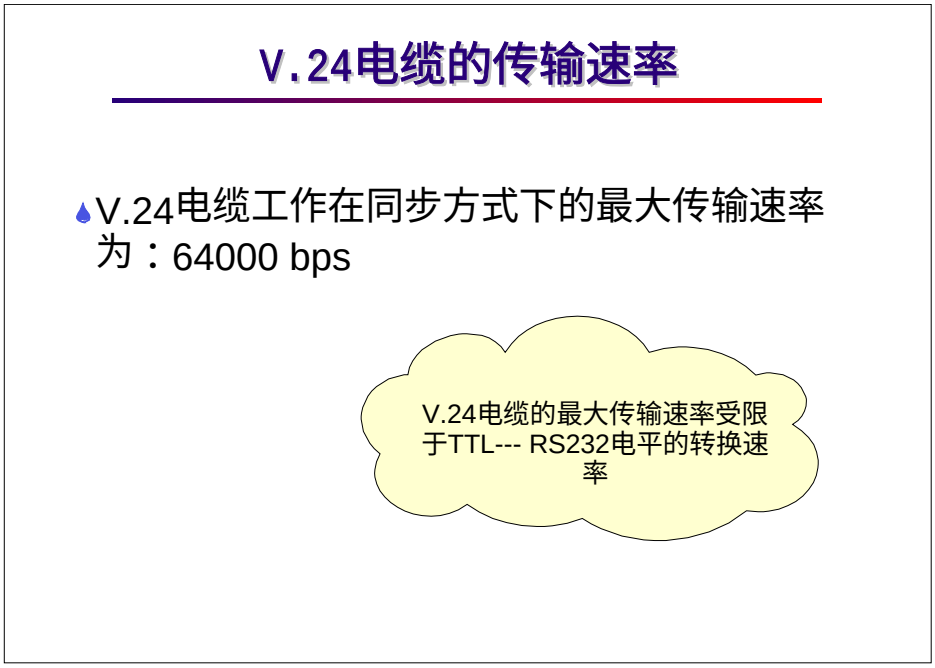
在 RTS、CTS、DSR、STR 和 DCD 等控制线上：

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 电缆的传输速率



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。

从前面的介绍可以看到，RS-232 电平与普通 TTL 电平存在很大的区别，快速的电平转换成为一个问题。目前，硬件的电平转换速率主要限制了其最大传输速率。

V.24 电缆的传输距离

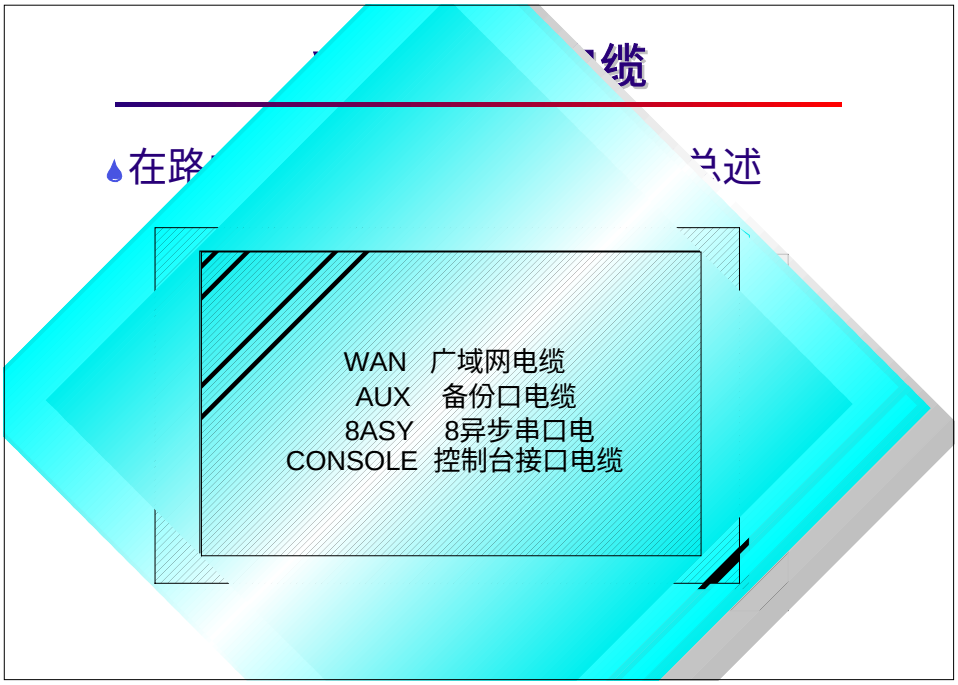
V.24电缆的传输距离

- EIA/TIA-232 电缆的速率和传输距离

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

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。

路由器上使用的 V.24 规程电缆总述



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

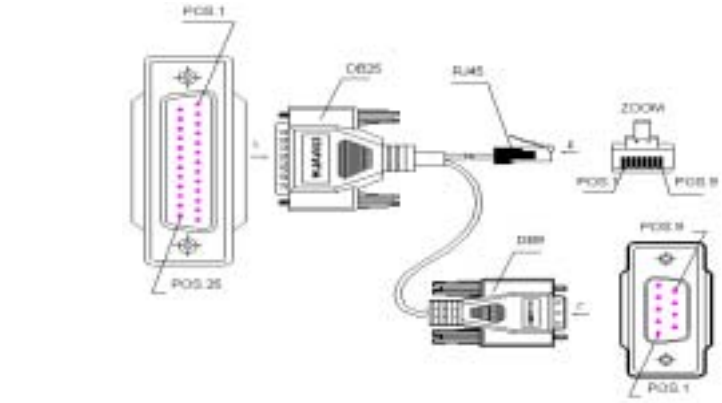
Console 控制台接口

应用于广域网口的 V.24 电缆在前面的内容中已经介绍过了，下面将介绍其他三种接口电缆。

AUX 口电缆

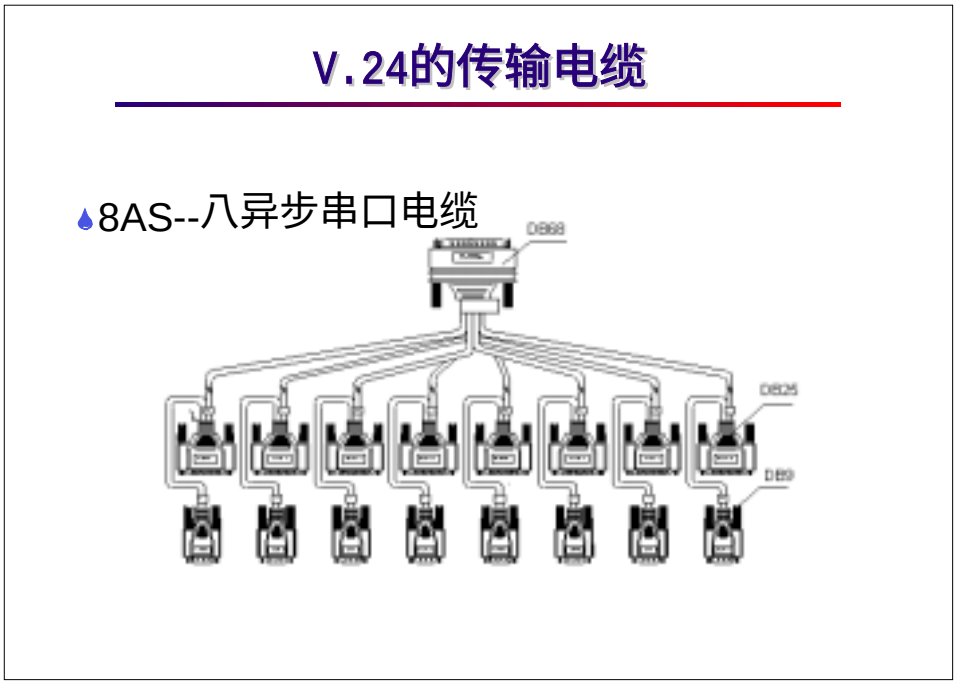
V.24的传输电缆

- AUX口电缆



备份接口（AUX）电缆，路由器作为 DTE 设备，采用标准 RS-232 电平，路由器端采用 RJ-45 插座，与 Modem 的 DB-25 或 DB-9 插座相连。连接电缆与控制台接口电缆相同；是一根 8 芯的屏蔽双绞线，一端压接的是 RJ-45 水晶插头；另一端分别是一个 DB-25（针）插头和一个 DB-9（针）插头，与 DCE 设备的 DB-25（孔）或 DB-9（孔）插座对应。AUX 口是一个标准异步口，通常用于连接 Modem 或 ISDN 终端适配器作为备份接口使用，也可以接一个 Modem，作为一个远程配置接口。

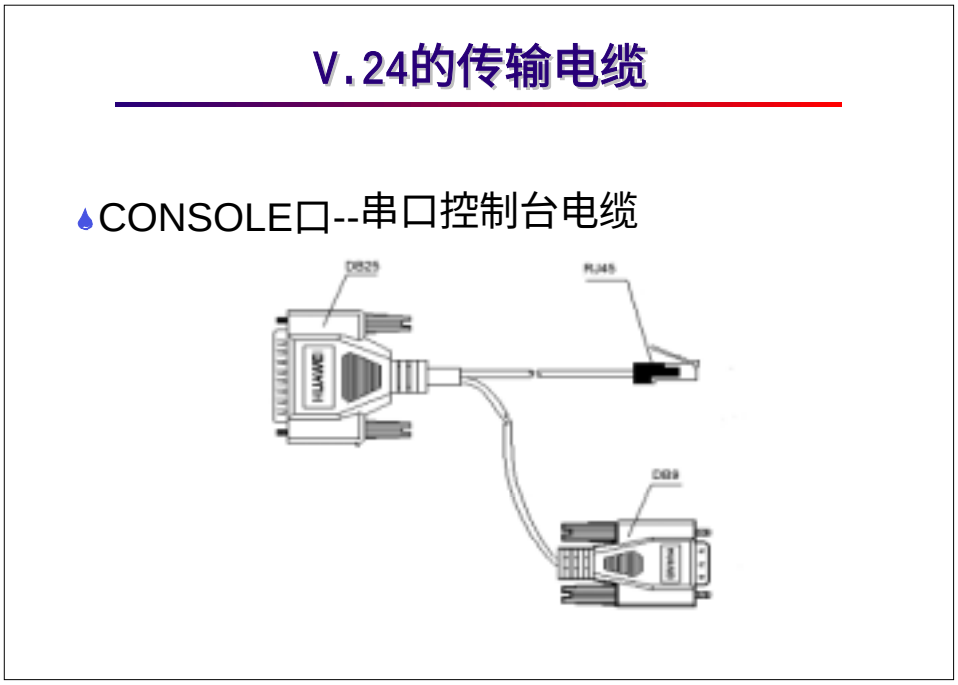
8AS —— 八异步串行口电缆



八异步串口是 Quidway R2509/2511 以及华为公司其他中/高端路由器可选的接口，配合该接口的电缆俗称“八爪鱼”，路由器端为一 68 针插头，外接端被分为八个标准 RS-232 异步串行口，如果与八个模拟 Modem 配合，连接八根电话线，就可以组建一个小型的接入服务网络，可以允许八个用户使用 Modem 通过 PSTN 拨号同时登录到本地路由器所在的局域网，或者经由此路由器访问外部的 Internet。

另外，注意到每个串行口均为标准的 RS-232 接口，联系到很多其它网络设备的配置口一般也为 RS-232 串行口，不难想到，用一台 Quidway R2509/2511 作为其它网络设备的远程带外配置中心也是个不错的网管方案。

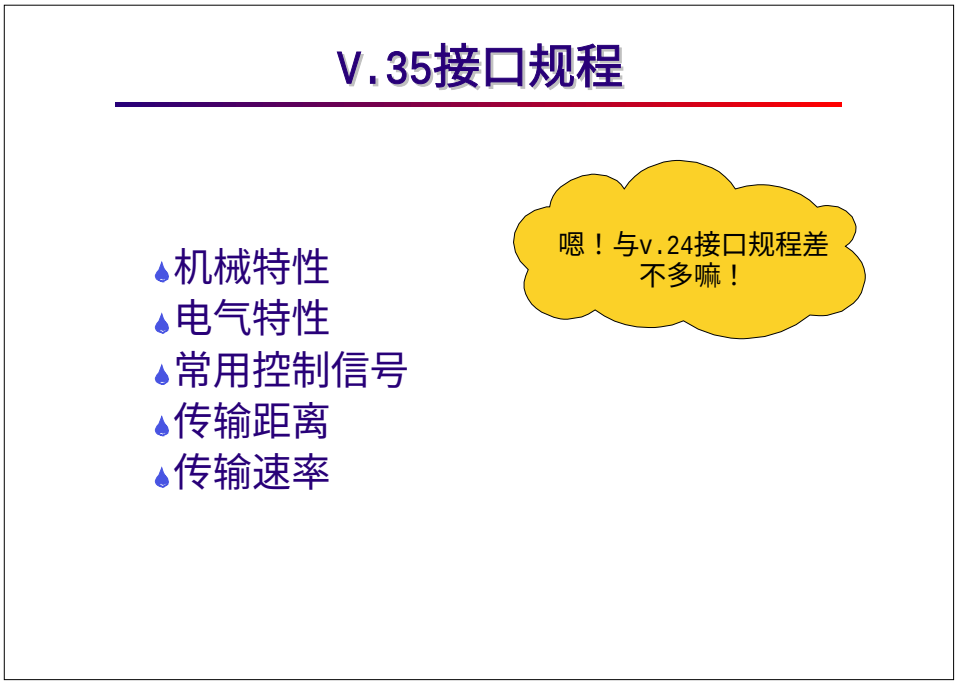
Console 口 —— 串口控制台电缆



控制台接口，即 Console 口，路由器作为 DCE 设备，采用标准 RS-232 电平，路由器端采用 RJ-45 插座，与计算机 25 芯或 9 芯串行口相连。连接电缆采用一根 8 芯的屏蔽双绞线，一端是压接的是 RJ-45 水晶插头；另一端与计算机串口相连，分别有一个 DB-9（孔）和 DB-25（孔）RS-232 插头。

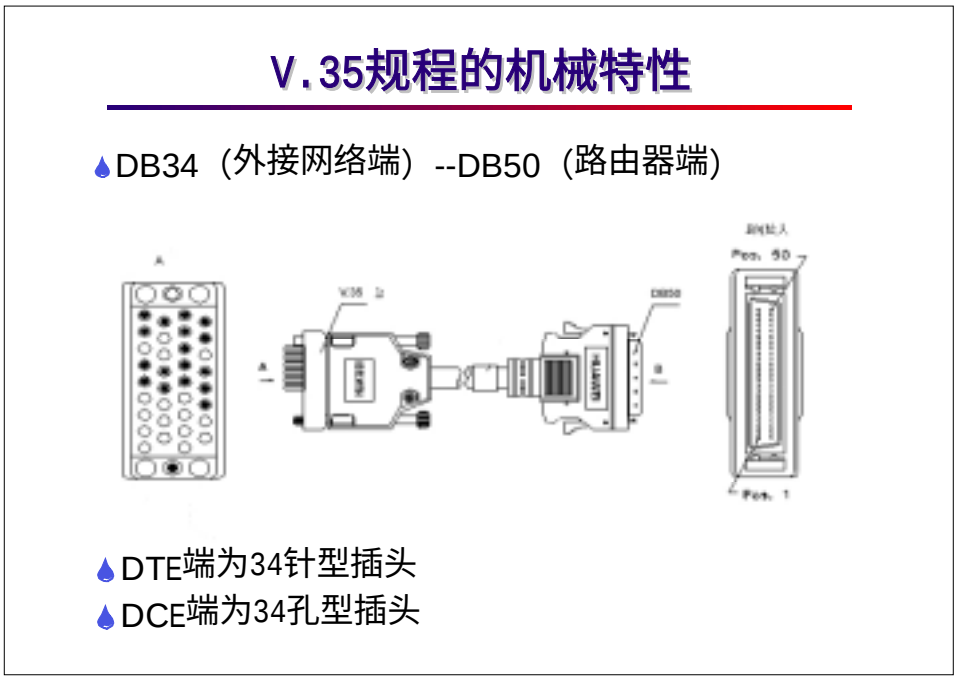
Console 口是对路由器进行配置使用的主要接口。

.4.4　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 规程的机械特性

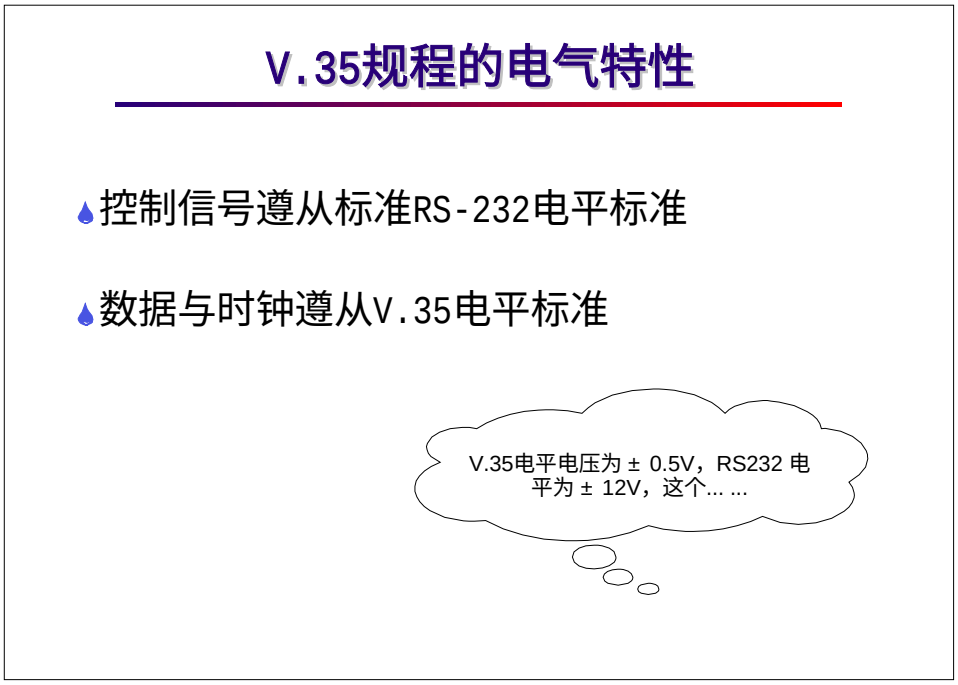


V.35 电缆的接口特性严格遵照 EIA/TIA-V.35 标准。路由器端为 DB50 接头，外接网络端为 34 针接头，也分 DCE 和 DTE 两种，对应的 DCE 侧为插座（34 孔），DTE 侧为插头（34 针）。

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。

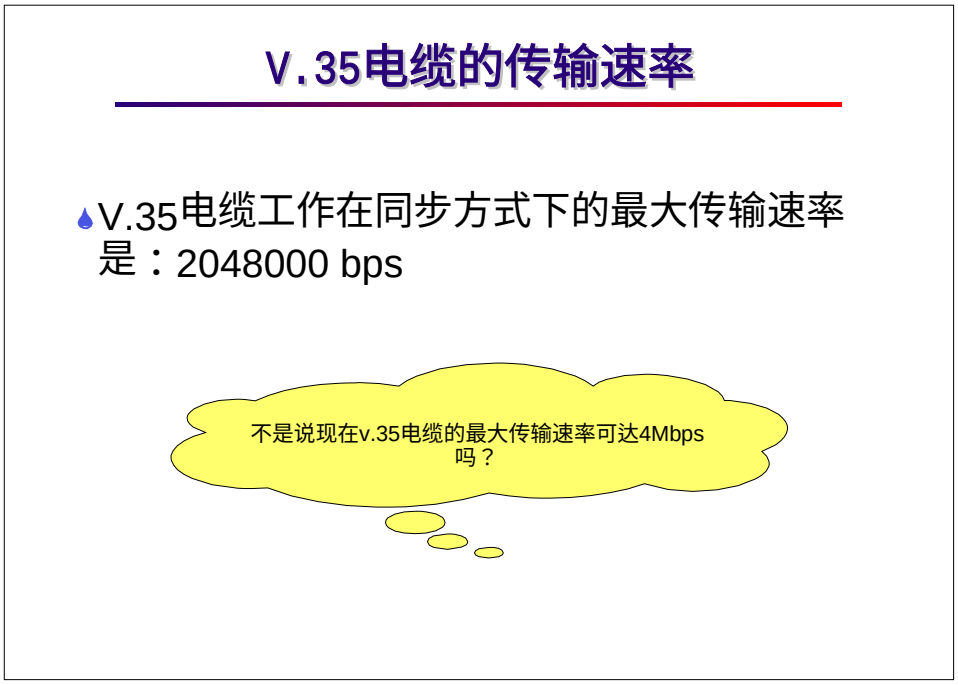
本图所示为 DTE 电缆示意，DCE 电缆示意图略。

V.35 规程的电气特性



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 电缆的传输速率



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，没有网络营运商在 V.35 接口上提供这种带宽的服务。

V.35 电缆的传输距离

V.35电缆的最大传输距离

- 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

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。

V.35/V.24 的主要控制信号

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。

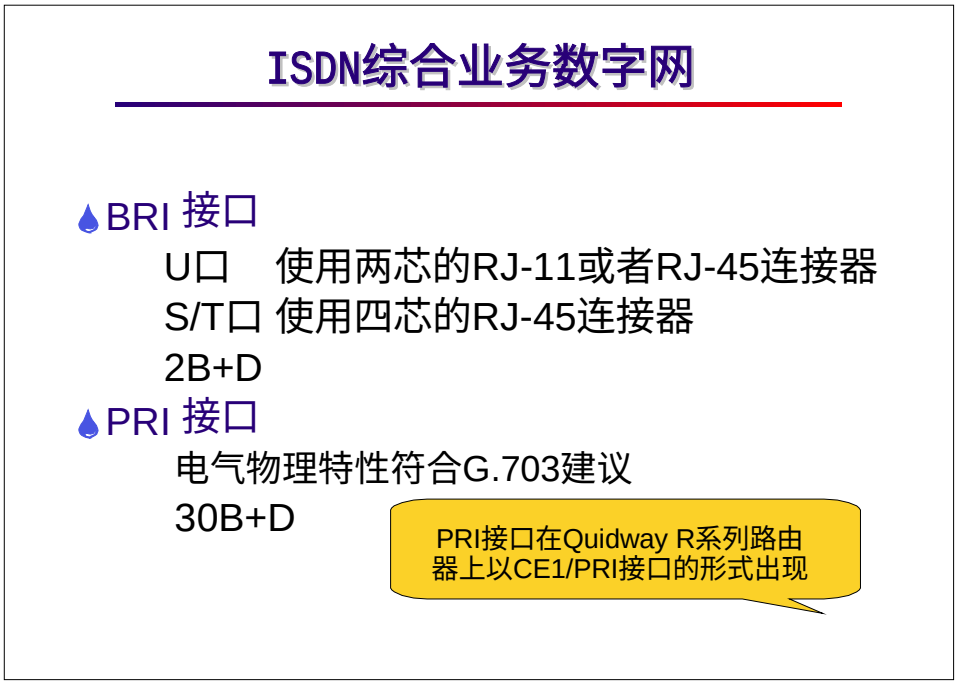
RTS（request to send 请求发送）

CTS（clear to send 清除发送）

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。

.4.5　ISDN 综合业务数字网



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。

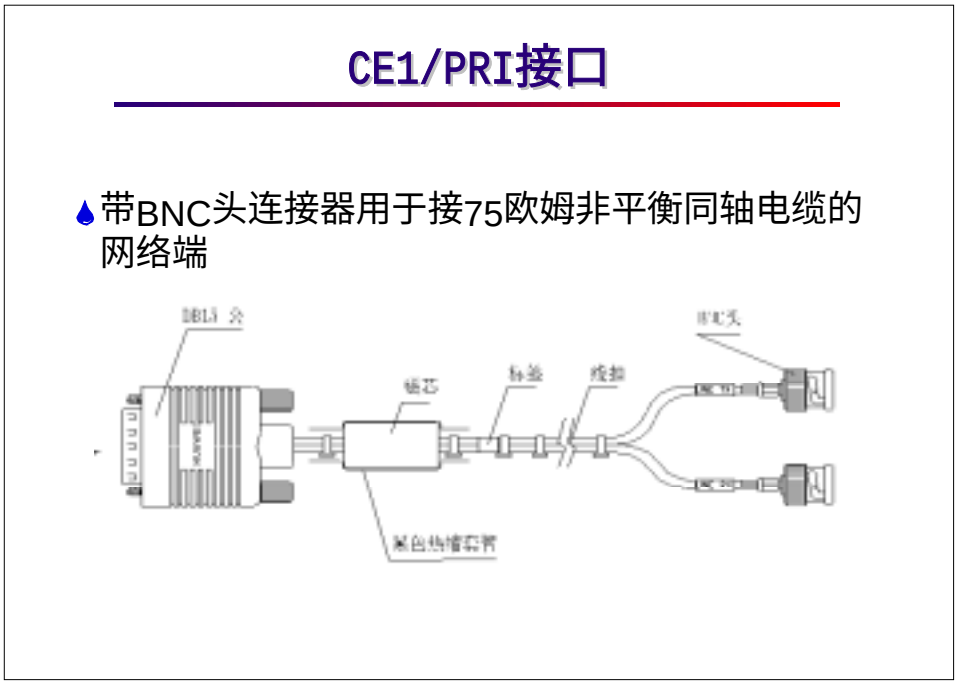
Quidway R1600 系列路由器各提供了一个 BRI 接口，相当于内置了一个 ISDN 终端适配器，可以方便的通过 ISDN 专线与远端进行通信，也可以作为一个桥梁将一个局域网接入到 Internet。Quidway R1600 系列路由器中包括 Quidway R1603 S/T 接口路由器和 Quidway R1604 U 接口路由器，分别适应不同电信网络的规范。在中国采用 S/T 接口规范，所以中国用户应选用 Quidway R1603 路由器。连接时，S/T 口的 R1603 路由器需通过一个 NT1 再与 ISDN 线相连，U 口的 R1604 则可以直接连接 ISDN 线路使用。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，共 128Kbps。

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（其他中高端路由器选配）各提供了一个 CE1/PRI 接口，下面将对这种接口进行介绍。

CE1/PRI 接口

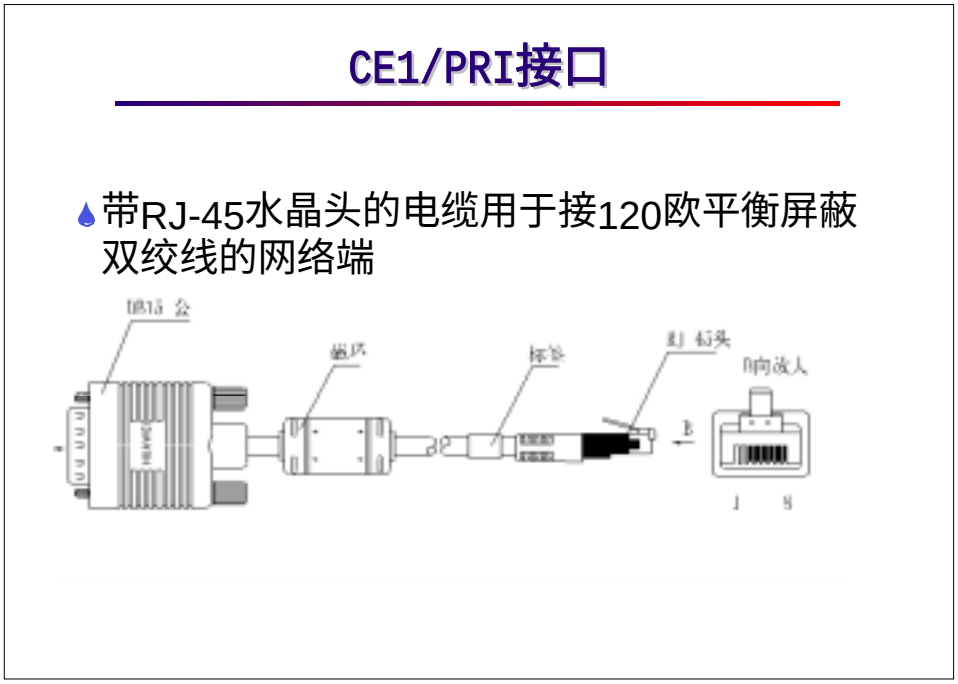


CE1/PRI 接口在华为 Quidway 系列路由器中一般可见于 R4001 或各种中高端路由器的接口配置中。从 CE1/PRI 接口的这个名字就不难推断，该接口可以承载 CE1 和 PRI 这两种不同接口规程的数据传输任务。

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。

CE1/PEI 接口（续）



PRI 能使用 32 个时隙中的 30 个，另外的 0 时隙用于系统同步，15 时隙用作 D 信道传输信令，不能随便使用。需要注意的是，PRI 封装只能捆绑出一个接口（PRI-GROUP），此接口未捆绑的时隙将不能使用。PRI-GROUP 的逻辑特性与 ISDN 拨号口相同，支持 PPP 链路层协议和 IP/IPX 等网络层协议，可以封装 DDR 等参数。

路由器 CE1/PRI 接口端为 DB-15（针式）连接器，在网络端分别是 BNC 头或 RJ-45 水晶头连接器。上页图示为网络端为 BNC 头的 CE1/PRI 电缆。

PRI 接口能提供的总带宽为 30B+D，共 2048Kbps。

本页图示为外接网络端为 RJ-45 连接器的 CE1/PRI 电缆。

介质电缆使用 120 欧平衡屏蔽双绞线。

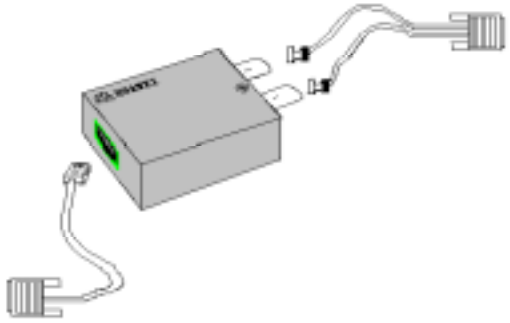
注：配置 CE1/PRI 接口时，需注意其帧校验方式、线路编解码格式和线路时钟的设置应与对端保持一致。

现在，一般都使用下图所示的 75 欧铜轴电缆到 120 欧屏蔽双绞线的转换适配器来连接使用 RJ-45 连接器的 CE1/PRI 电缆。

CE1/PEI 接口（续）

CE1/PRI接口

- 75欧BNC同轴电缆到120欧平衡屏蔽双绞线的转接器



本图为 75 欧 BNC 同轴电缆到 120 欧平衡屏蔽双绞线的转接适配器示意。

.4.6　宽带接入方式

ATM 接口是 Quidway 系列高端路由器才具有的特殊接口，用以连接基于 ATM 传输技术的宽带网络。ATM 即 Asynchronous Transfer Mode 异步传输模式的英文缩写。ATM 接口一般使用带宽 155Mbps（OC-3）或 622M（OC-12）的单/多模光纤作为传输介质，具有带宽宽（还可以成倍扩展），传输距离远，不易受电磁干扰等多方面的优点，发展潜力巨大。
ATM 接口在 Quidway 系列高端路由器中以可选模块的方式出现。
SDH —— Synchronous Digital Hierarchy 同步数字系列的英文缩写，现多用于底层物理传输，是目前使用最多的光传输网络。

.5　本章重点

本章重点

- 常见局域网：以太网，令牌环网使用的传输介质类型；
- V.24，V.35 接口规程定义的物理特性，传输特性；
- V.24，V.35 接口几种常见控制信号的作用与意义；

本章掌握的重点如下：
常见局域网：以太网，令牌环网使用的传输介质类型；
V.24、V.35 接口规程定义的物理特性，传输特性；
V.24、V.35 接口几种常见控制信号的作用与意义；
Quidway 系列路由器各接口使用的电缆类型。