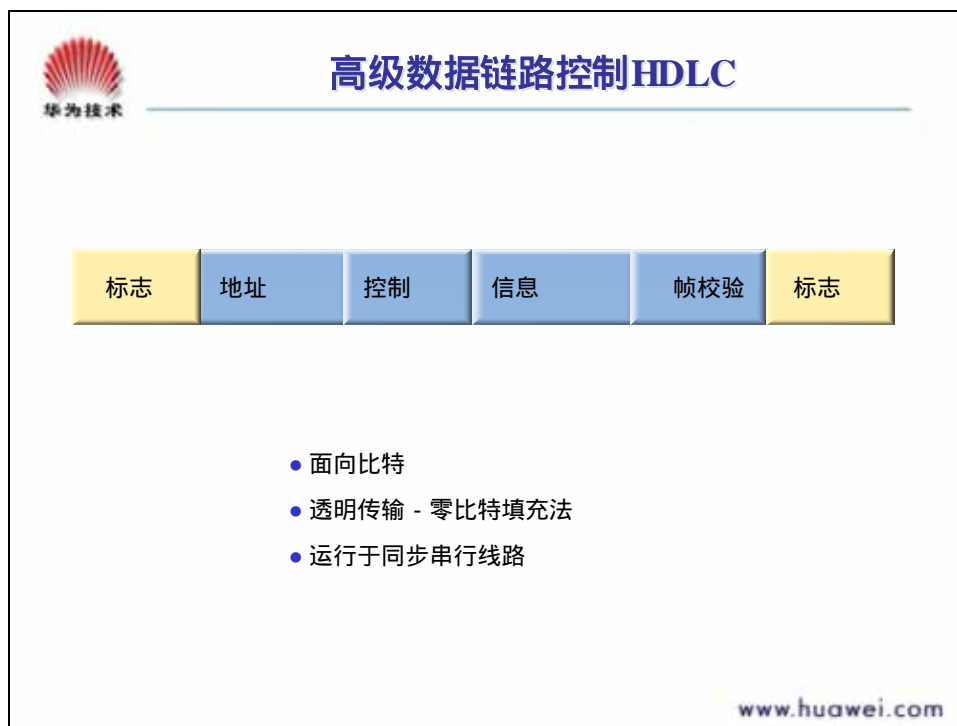


6.1 HDLC协议原理

6.1.1 HDLC 协议原理



高级数据链路控制 HDLC 是一种面向比特的链路层协议,其最大特点是不需要数据必须是规定字符集,对任何一种比特流,均可以实现透明的传输。只要数据流中不存在同标志字段 F 相同的数据就不至于引起帧边界的错误判断。万一出现同边界标志字段 F 相同的数据,即数据流中出现六个连 1 的情况,可以用零比特填充法解决。

标准 HDLC 协议族中的协议都是运行于同步串行线路之上,如:DDN。

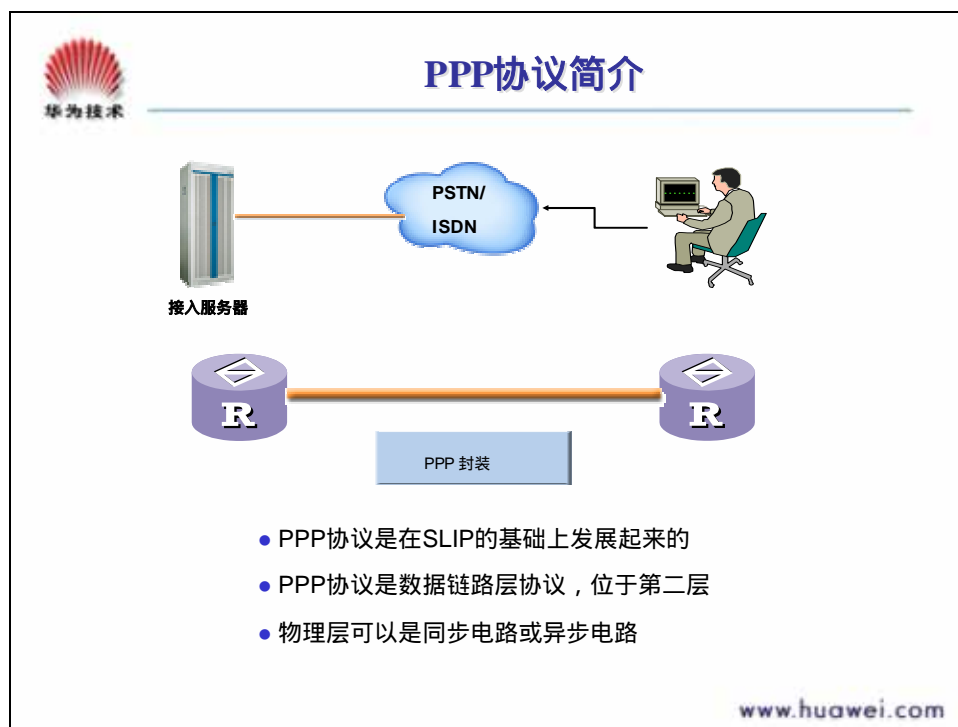
HDLC 的地址字段是 8 个比特,在平衡方式时总是写入应答站的地址。

控制字段 8 比特,用来实现 HDLC 协议的各种控制信息,并标识本帧的类型。

在标准 HDLC 协议格式中我们可以看到,它没有包含标识所承载的上层协议信息的字段,所以在链路层封装标准 HDLC 协议的单一链路上只能承载单一的网络层协议。

6.2 PPP、MP协议原理

6.2.1 PPP 协议简介



PPP (Point-to-Point Protocol) 协议是在 SLIP 的基础上发展起来的，由于 SLIP 只支持异步传输方式、无协商过程，它逐渐被 PPP 协议所替代。PPP 协议作为一种提供在点到点链路上封装、传输网络层数据包的数据链路层协议，处于 OSI 参考模型的第二层，主要被设计用来在支持全双工的同异步链路上进行点到点之间的数据传输。

PPP 由于能够提供验证，易扩充，支持同异步而获得较广泛的应用。

PPP 协议的特点：

PPP 协议是数据链路层协议；

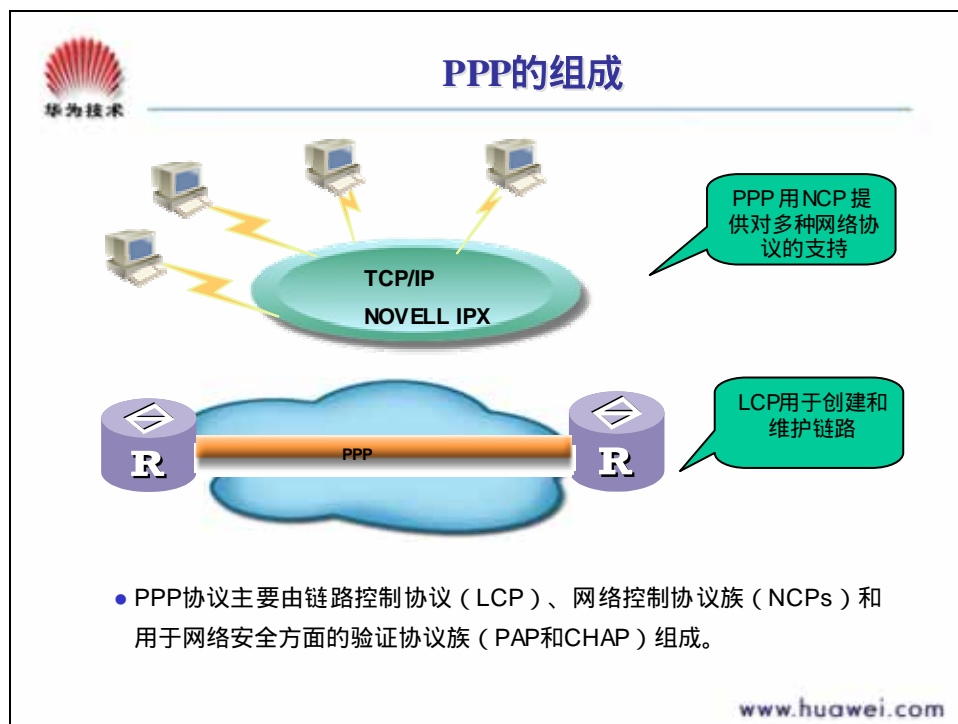
支持点到点的连接（不同于 X.25, Frame Relay 等数据链路层协议）；

物理层可以是同步电路或异步电路（如 Frame Relay 必须为同步电路）；

具有各种 NCP 协议，如 IPCP，IPXCP 更好地支持了网络层协议；

具有验证协议 PAP/CHAP，更好的保证了网络的安全性。

6.2.2 PPP 的组成部分



PPP 主要由两类协议组成：链路控制协议族（LCP）和网络层控制协议族（NCP）。链路控制协议主要用于建立、拆除和监控 PPP 数据链路，网络层控制协议族主要用于协商在该数据链路上所传输的数据包的格式与类型。同时，PPP 还提供了用于网络安全方面的验证协议族（PAP 和 CHAP）。

链路控制协议（LCP）：建立、配置、测试 PPP 数据链路连接；

网络控制协议族（NCPs）：协商在该链路上所传输的数据包的格式与类型，建立、配置不同网络层协议；

PPP 扩展协议族：提供对 PPP 功能的进一步支持。

6.2.3 PPP 协议栈

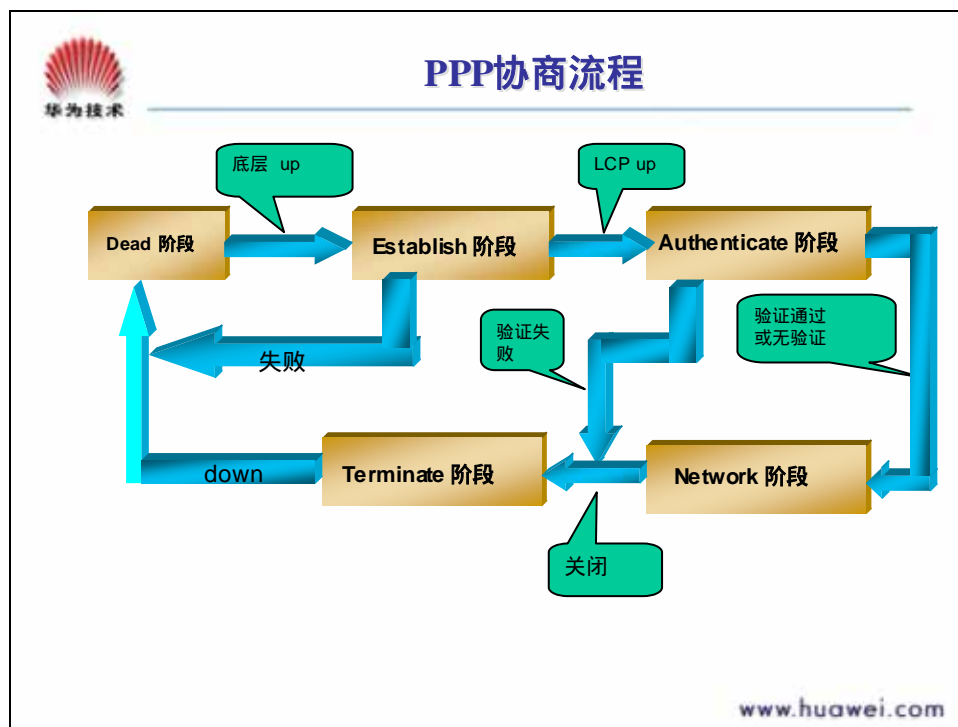


PPP 是一个分层结构。在底层，它能使用同步媒介（如 ISDN 或同步 DDN 专线），也能使用异步媒介（如基于 Modem 拨号的 PSTN 网络）。

在数据链路层，PPP 在链路建立方面提供了丰富的服务，这些服务以 LCP 协商选项的形式提供。

在上层，PPP 通过 NCPs 提供对多种网络层协议的支持。PPP 对于每一种网络层协议都有一种封装格式来区别它们的报文。

6.2.4 PPP 协商流程



PPP 协商过程

PPP 协商分为几个阶段：Dead 阶段、Establish 阶段、Authenticate 阶段、Network 阶段和 Terminate 阶段，在不同的阶段进行不同协议的协商。只有前面的协议协商出结果后，才能转入下一个阶段，进行下一个协议的协商。

1) 当物理层不可用时，PPP 链路处于 dead 阶段，链路必须从这个阶段开始和结束。当物理层可用时，PPP 在建立链路之前首先进行 LCP 协商，协商内容包括工作方式是 SP 还是 MP、验证方式和最大传输单元等。

2) LCP 协商过后就进入 Establish 阶段，此时 LCP 状态为 Opened，表示链路已经建立。

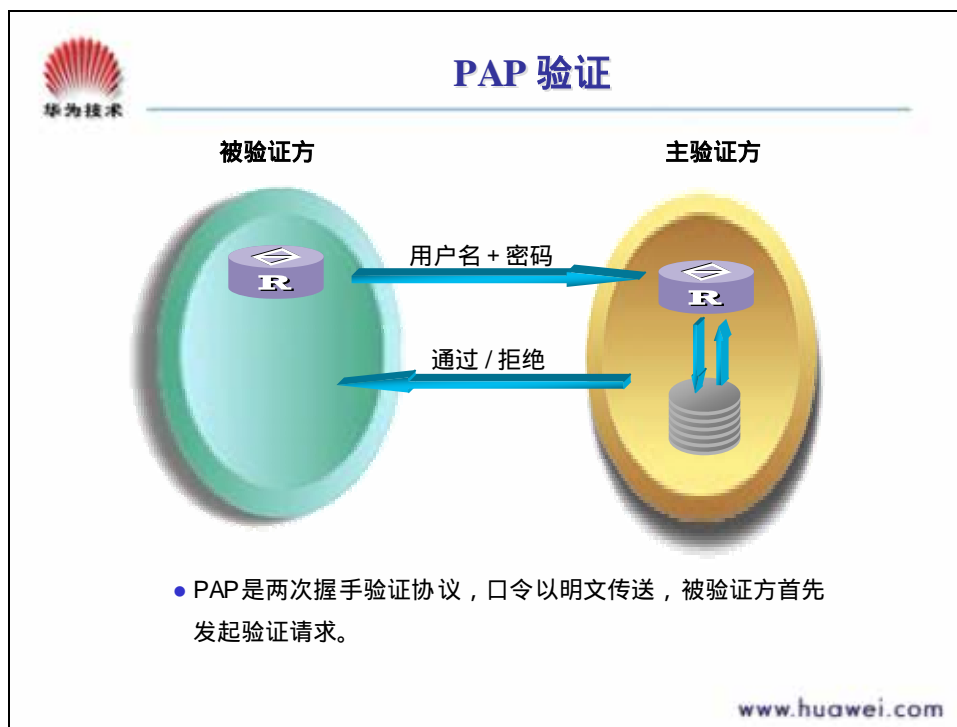
3) 如果配置了验证（远端验证本地或者本地验证远端）就进入 Authenticate 阶段，开始 CHAP 或 PAP 验证。

4) 如果验证失败进入 Terminate 阶段，拆除链路，LCP 状态转为 Down；如果验证成功就进入 Network 协商阶段（NCP），此时 LCP 状态仍为 Opened，而 IPCP 状态从 Initial 转到 Request。

5) NCP 协商支持 IPCP 协商，IPCP 协商主要包括双方的 IP 地址。通过 NCP 协商来选择和配置一个网络层协议。当选中的网络层协议配置成功后，该网络层协议就可以通过这条链路发送报文了。

6) PPP 链路将一直保持通信，直至有明确的 LCP 或 NCP 帧关闭这条链路，或发生了某些外部事件（例如，用户的干预）。

6.2.5 PAP/CHAP 验证



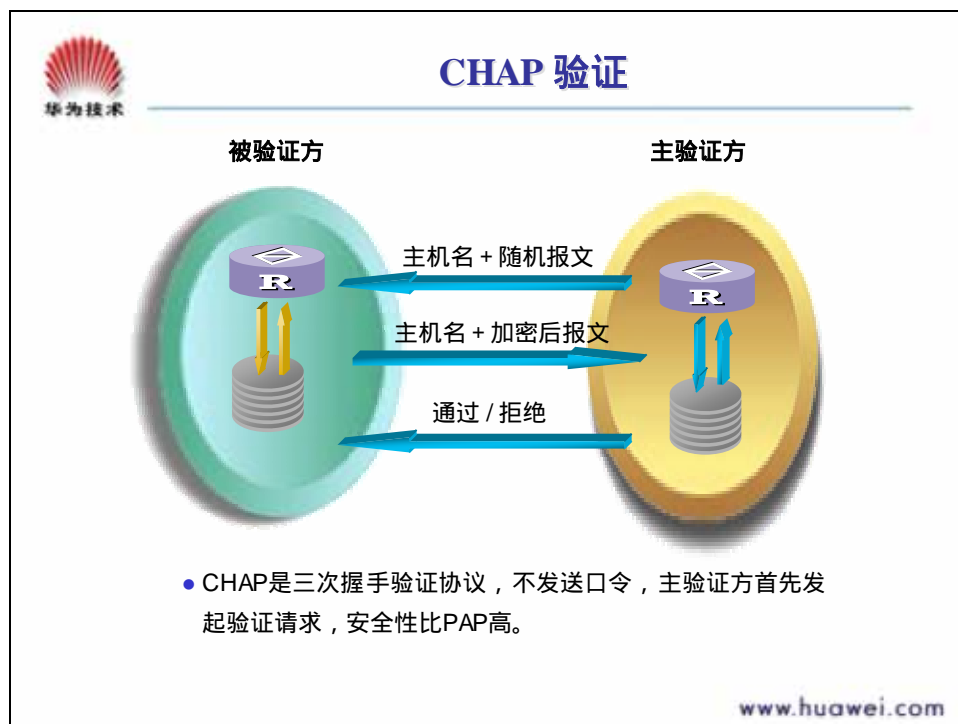
PAP 验证为两次握手验证，口令为明文，PAP 验证的过程如下：

被验证方发送用户名和口令到验证方；

验证方根据用户配置查看是否有此用户以及口令是否正确，然后返回不同的响应（Acknowledge or Not Acknowledge）。

如正确则会给对端发送 ACK 报文，通告对端已被允许进入下一阶段协商；否则发送 NAK 报文，通告对端验证失败。此时，并不会直接将链路关闭。只有当验证不通过次数达到一定值（缺省为 4）时，才会关闭链路，来防止因误传、网络干扰等造成不必要的 LCP 重新协商过程。

PAP 的特点是在网络上以明文的方式传递用户名及口令，如在传输过程中被截获，便有可能对网络安全造成极大的威胁。因此，它适用于对网络安全要求相对较低的环境。

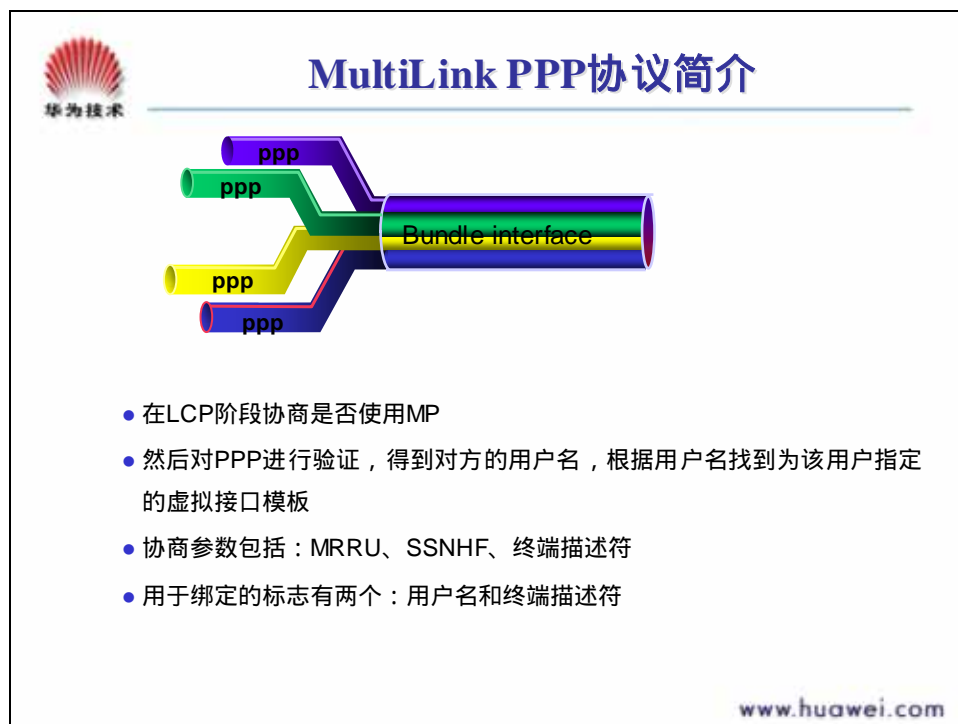


CHAP 验证为三次握手验证，口令为密文（密钥），CHAP 验证过程如下：

- 验证方向被验证方发送一些随机产生的报文，并同时 will 本端的主机名附带上一起发送给被验证方；
- 被验证方接到对端对本端的验证请求（Challenge）时，便根据此报文中验证方的主机名和本端的用户表查找用户口令字，如找到用户表中与验证方主机名相同的用户，便利用接收到的随机报文、此用户的密钥用 Md5 算法生成应答（Response），随后将应答和自己的主机名送回；
- 验证方接到此应答后，利用对端的用户名在本端的用户表中查找本方保留的口令字，用本方保留的口令字（密钥）和随机报文用 Md5 算法得出结果，与被验证方应答比较，根据比较结果返回相应的结果（ACK or NAK）。

它的特点是只在网络上传输用户名，而并不传输用户口令，因此它的安全性要比 PAP 高。

6.2.6 MP 协议简介



MP 是 MultiLink PPP 的缩写，是人们出于增加带宽的考虑，将多个 PPP 链路捆绑使用产生的，简称 MP。MultiLink PPP 允许将报文分片，分片将从多个点对点链路上送到同一个目的地。

• MP 方式下链路协商过程

1) 首先和对端进行 LCP 协商，协商过程中，除了协商一般的 LCP 参数外，还验证对端接口是否也工作在 MP 方式下。如果对端不工作在 MP 方式下，则在 LCP 协商成功后，进行一般的 NCP 协商步骤，不进行 MP 捆绑。


2) 然后对 PPP 进行验证，得到对方的用户名。如果在 LCP 协商中得知对端也工作在 MP 方式下，则根据用户名找到为该用户指定的虚拟接口模板，并以该虚拟模板的各项 NCP 参数（如 IP 地址等）为参数进行 NCP 协商，物理接口配置的 NCP 参数不起作用。NCP 协商通过后，即可建立 MP 链路，用更大的带宽传输数据。

一个 PPP 通道如果在 LCP 中协商了如下参数，则它能被绑定为 MP 的一个子通道：

- MRRU (Maximum Received Reconstructed Unit)：最大接收重组单元，与普通 PPP 中的 MRU 参数类似。
- SSNH (Short Sequence Number Header Format)：短序列号 MP 报文头。这是可选参数。
- 终端描述符 (Endpoint Discriminator)：唯一标志一个网络实体（路由器、主机等）的字符串。只有终端描述符相同的 PPP 通道可以绑定到同一个 MP。

如 PPP 配置了用户验证功能，则 MP 子通道在验证通过后，就要把自己绑定到一个 MP 上。用于绑定的标志有两个：用户名和终端描述符。

6.3 小结



华为技术


PPP小结

- PPP是数据链路层协议
- 支持点到点的连接
- 物理层可以是同步电路或异步电路
- 具有各种NCP协议，如IPCP、IPXCP更好地支持了网络层协议
- 具有验证协议PAP/CHAP，更好的保证了网络的安全性

www.huawei.com

6.4 HDLC配置

6.4.1 HDLC 协议配置



HDLC协议的配置

- 在接口上封装HDLC协议
 - link-protocol hdlc
- 设置存活时间以探寻
工作状况
 - keepalive time

www.huawei.com

VRP 支持 HDLC 协议封装，可与市场上流行设备的 HDLC 协议互通。

请在同步接口配置模式下进行下列配置。

操作	命令
配置接口封装 HDLC	link-protocol hdlc

缺省情况下，接口封装的链路层协议为 PPP。

需要注意的是：

- (1) 只有当接口工作在同步方式下时，才能封装 HDLC。
- (2) 当接口封装了 SLIP 时，接口的物理属性不能被修改为同步模式。此时，必须先将接口的链路层封装改为 PPP 后，才能将接口属性改为同步模式。

HDLC 协议中的 keepalive 时延，用于设定状态轮询定时器的轮询时间间隔。

请在同步接口配置模式下进行下列配置。


操作	命令
设置 keepalive 时延	timer hold [seconds]

缺省情况下，keepalive 时延为 10 秒，取值范围为 0~32767 秒。

需要注意的是：链路两端设备设置的 keepalive 时延值必须相同。

6.5 PPP、MP协议配置

6.5.1 PPP 协议配置命令



PPP配置命令

- 封装PPP
 - `link-protocol ppp`
- 设置验证类型
 - `ppp authentication-mode {pap|chap}`
- 设置用户名、口令
 - `local-user username password {simple|cipher} password`

www.huawei.com

`link-protocol ppp` 命令是接口配置命令，它指定一个广域网口的封装类型为 PPP。缺省情况下，封装的链路层协议即为 PPP。

`ppp authentication-mode` 命令是接口配置命令，它指定验证方式，可选的验证方式为 PAP 和 CHAP。需要注意的是：验证是单向的，配置这条命令的一方作为验证方来验证对方。如果通讯的双方都要验证对方，则双方都应配置 `ppp authentication-mode` 命令。

`local-user` 命令是全局配置命令，它配置验证所需的用户名和口令。命令字 `password` 后的可选参数中，`simple` 表示以明文的方式显示后面的口令，`cipher` 表示以加密的方式显示后面的口令。



PAP配置命令

● **验证方配置**

- 配置验证方式
 - `ppp authentication-mode pap`
- 配置用户列表
 - `local-user username password {simple|cipher} password`

● **被验证方配置**

- 配置PAP用户名
 - `ppp pap local-user username password {simple|cipher} password`

www.huawei.com


前面我们讲过，PAP 是一个两次握手验证协议，分为验证方和被验证方，在验证方需要做如下配置：

操作	命令
配置本地验证对端（方式为 PAP）	<code>ppp authentication-mode pap [call-in] [scheme { default name-list }]</code>
将对端用户名和密码加入本地用户列表	<code>local-user username password { simple cipher } password</code>

在被验证方需要进行如下配置：

操作	命令
配置本地被对端以 PAP 方式验证时本地发送的 PAP 用户名和口令	<code>ppp pap local-user username password { simple cipher } password</code>

被验证方通过 `ppp pap local-user username password { simple | cipher } password` 将用户名和密码送给验证方，验证方通过查找本地用户列表（user 列表）检查被验证方送来的用户名和密码是否完成正确，根据结果通过验证或拒绝对方。



CHAP配置命令

● **主验证方配置：**

- 配置本地验证对端（方式为CHAP）
 - `ppp authentication chap`
- 配置本地名称
 - `ppp chap host hostname`
- 将对端用户名和密码加入本地用户列表
 - `local-user username password {simple|cipher} password`
 - **被验证方配置：**
- 配置本地名称和对端用户名和密码
 - `ppp chap user username`
 - `local-user username password {simple|cipher} password`

www.huawei.com

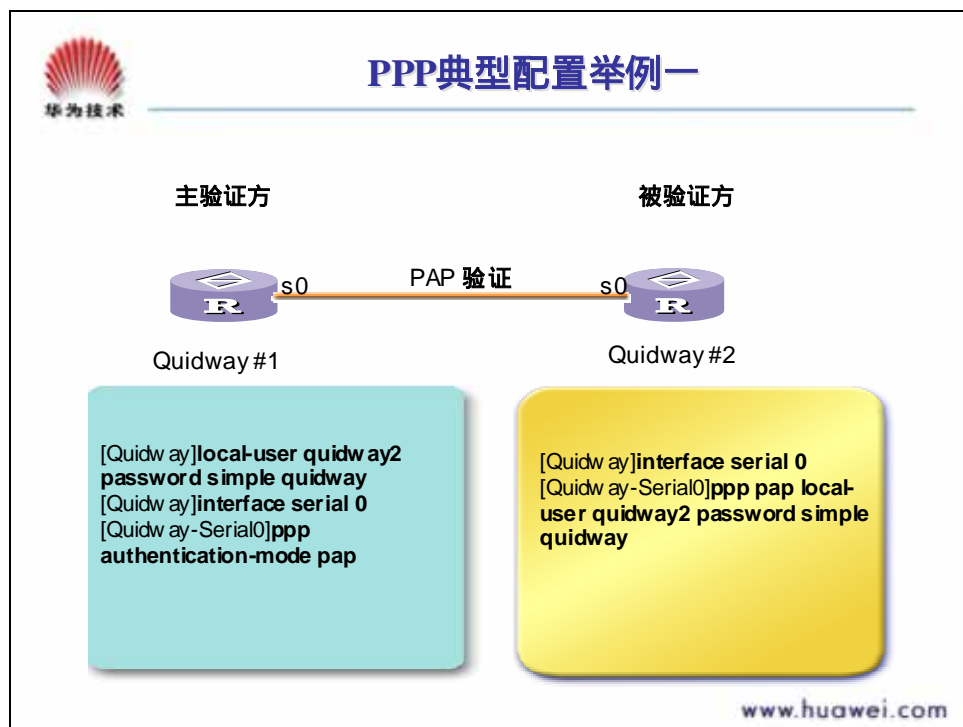
CHAP 是三次握手协议，验证首先由主验证方发起，主验证方需要进行如下配置：

操作	命令
配置本地验证对端（方式为 CHAP）	<code>ppp authentication-mode chap</code>
配置本地名称	<code>ppp chap host <i>hostname</i></code>
将对端用户名和密码加入本地用户列表	<code>local-user <i>username</i> password { simple cipher } <i>password</i></code>

在被验证方需要进行如下配置：

操作	命令
配置本地名称	<code>ppp chap user username</code>
将对端用户名和口令加入本地用户列表	<code>local-user <i>username</i> password { simple cipher } <i>password</i></code>

6.5.2 PPP 典型配置举例



- PAP 验证举例

1. 配置需求

路由器 Quidway1 和 Quidway2 之间用接口 Serial0 互连,要求路由器 Quidway1 用 PAP 方式验证路由器 Quidway2。

2. 配置步骤

配置路由器 Quidway1 :

```
[Quidway] local-user quidway2 password simple quidway
```

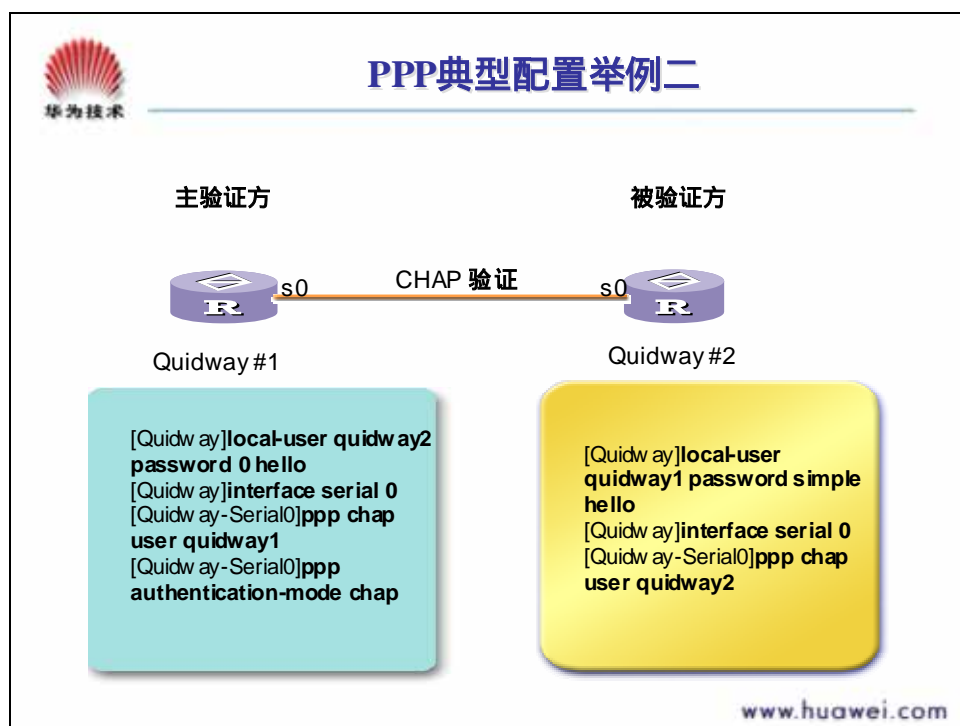
```
[Quidway-Serial0] interface serial 0
```

```
[Quidway-Serial0] ppp authentication-mode pap
```

配置路由器 Quidway2 :

```
[Quidway] interface serial 0
```

```
[Quidway-Serial0] ppp pap local-user quidway2 password simple quidway
```



- CHAP 验证举例

1. 配置需求

要求路由器 Quidway1 用 CHAP 方式验证路由器 Quidway2。

2. 配置步骤

配置路由器 Quidway1 :

```
[Quidway]local-user quidway2 password simple hello
```

```
[Quidway]interface serial 0
```

```
[Quidway-Serial0]ppp chap user quidway1
```

```
[Quidway-Serial0]ppp authentication-mode chap
```


配置路由器 Quidway2 :

```
[Quidway]local-user quidway1 password simple hello
```

```
[Quidway]interface serial 0
```

```
[Quidway-Serial0]ppp chap user quidway2
```


6.5.3 MP 协议配置命令



MultiLink PPP配置命令

- **MP的基本配置任务包括：**
 - ➔ 配置绑定在虚拟接口模板下的接口工作在MP方式
 - ppp mp
 - ➔ 建立PPP用户与虚拟接口模板的对应关系
 - ppp mp user user-name bind virtual-template number
- **MP的高级配置任务包括：**
 - ➔ 配置MP 最大绑定链路数
 - ppp mp max-bind binds

www.huawei.com

在配置 MP 之前，需要先完成虚拟接口模板的配置，关于虚拟接口模板的具体配置方法，请参考虚拟接口配置部分，被绑定在虚拟接口模板下的接口首先还必须配置和对端进行双向验证（CHAP 或 PAP），配置步骤见 PPP 基本配置任务。

- 配置封装 PPP 的接口工作在 MP 方式

在接口配置模式，执行下表的命令可以完成封装 PPP 的接口工作在 MP 方式。

操作	命令
配置封装 PPP 的接口工作在 MP 方式	ppp mp

- 建立虚拟接口模板与 MP 用户的联系

在全局配置模式下，执行下表的命令可以建立虚拟接口模板与 MP 用户的对应关系。

操作	命令
建立虚拟接口模板与 MP 用户的对应关系	ppp mp user user-name bind virtual-template number

完成以上配置后，MP 基本配置已经完成。用户可以根据自己的实际需要，进行其它针对 MP 的可选参数配置，如配置 MP 最大绑定链路数。

- 配置 MP 最大绑定链路数

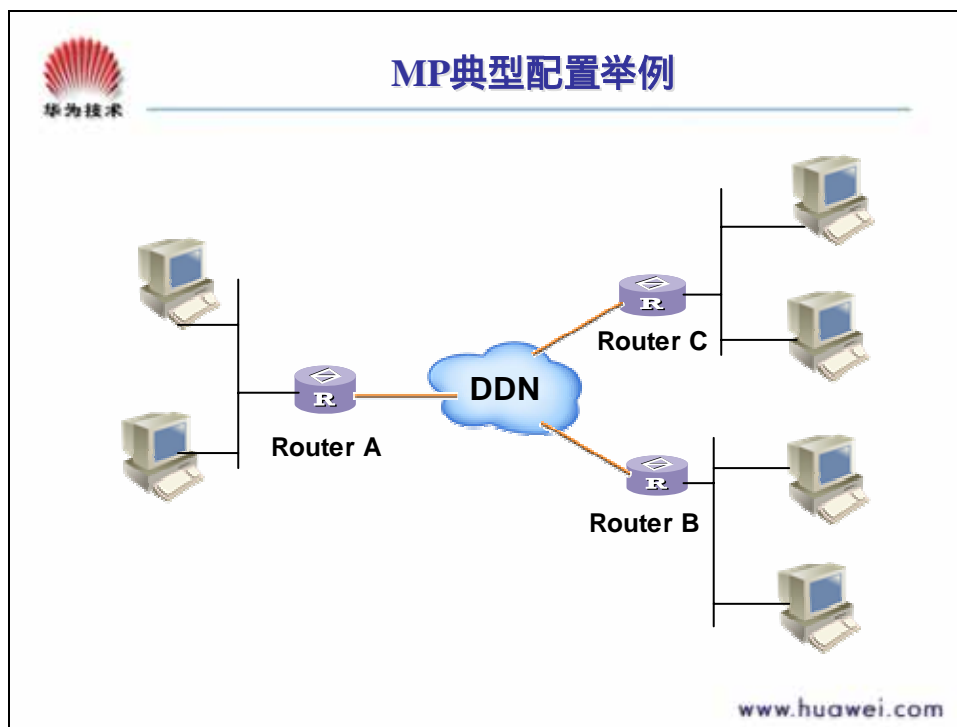
在全局配置模式下，采用下表的命令可以完成 MP 最大绑定链路数的配置。

操作	命令
----	----

配置 MP 最大绑定链路数	<code>ppp mp max-bind binds</code>
---------------	------------------------------------

binds 取值范围为 1 到 100 在实际配置本参数时,应考虑实际的需求情况,因为捆绑的链路过多,会过多占用系统资源,降低系统性能。

6.5.4 MP 典型配置举例



1. 配置需求

路由器 router-a 的 E1 口有两个 B 信道绑定到路由器 router-b 的 B 信道上，另外两个 B 信道绑定到路由器 router-c 上，假定路由器 router-a 上的四个 B 信道为：serial0、serial1、serial2、serial3，路由器 router-b 上的两个 B 信道的接口名为 serial0、serial1，路由器 router-c 上的两个 B 信道的接口名为：serial0、serial1。

2. 配置步骤

配置路由器 router-a：

！增加两个用户 router-b 和 router-c。

```
[Quidway]local-user router-b password simple router-b
```

```
[Quidway]local-user router-c password simple router-c
```

！为这两个用户指定虚拟接口模板，将使用该模板的 NCP 信息进行 PPP 协商。

```
[Quidway]ppp mp user router-b bind virtual-template 1
```

```
[Quidway]ppp mp user router-c bind virtual-template 2
```

！配置虚拟接口模板。

```
[Quidway]interface virtual-template 1
```

```
[Quidway-Virtual-Template1]ip address 202.38.166.1 255.255.255.0
```

```
[Quidway]interface virtual-template 2
```

```
[Quidway-Virtual-Template2]ip address 202.38.168.1 255.255.255.0
```

！将接口 serial0、serial1、serial2、serial3 加入 MP 通道，以 serial0 为例，其他接口作同样配置。

```
[Quidway]interface serial 0
```

```
[Quidway-Serial0]link-protocol ppp
```

```
[Quidway-Serial0]ppp mp
```

```
[Quidway-Serial0]ppp authentication-mode pap
```

```
[Quidway-Serial0]ppp pap local-user router-a password simple router-a
```

配置路由器 router-b：

！增加一个用户 router-a。

```
[Quidway]local-user router-a password simple router-a
```

！为这个用户指定虚拟接口模板，将使用该模板的 NCP 信息进行 PPP 协商。

```
[Quidway]ppp mp user router-a bind virtual-template 1
```

！配置虚拟接口模板的工作参数。

```
[Quidway]interface virtual-template 1
```

```
[Quidway-Virtual-Template1]ip address 202.38.166.2 255.255.255.0
```

！将接口 serial0、serial1 加入 MP 通道，以 serial0 为例，其他接口作同样配置。

```
[Quidway]interface serial 0
```

```
[Quidway-Serial0]ppp mp
```

```
[Quidway-Serial0]ppp authentication-mode pap
```

```
[Quidway-Serial0]ppp pap local-user router-b password simple router-b
```

配置路由器 router-c：

！增加一个用户 router-a。

```
[Quidway]local-user router-a password simple router-a
```

！为这个用户指定虚拟接口模板，将使用该模板的 NCP 信息进行 PPP 协商。

```
[Quidway]ppp mp user router-a bind virtual-template 1
```

！配置虚拟接口模板的工作参数。

```
[Quidway]interface virtual-template 1
```

```
[Quidway-Virtual-Template1]ip address 202.38.168.2 255.255.255.0
```

！将接口 serial0、serial1 加入 MP 通道，以 serial0 为例，其他接口作同样配置。

```
[Quidway]interface serial 0
```

```
[Quidway-Serial0]ppp mp
```

```
[Quidway-Serial0]ppp authentication-mode pap
```

```
[Quidway-Serial0]ppp pap local-user router-b password simple router-b
```

6.5.5 PPP 的监控与维护

PPP的监控与维护	
操作	命令
显示 PPP 验证的本地用户	display user
显示接口的 PPP 配置和运行状态	display interface interface-name

www.huawei.com


其中，命令 display interface serial 0 用来显示接口的 PPP 配置和运行状态，例如：

```
[Quidway]display interface serial 0
```

```
Serial0 is up, line protocol is up
  physical layer is synchronous
  interface is DTE, clock is DTECLK1, cable type is V35
  Maximum Transmission Unit is 1500
  Internet address is 10.3.0.158 255.255.255.0
  Link-protocol is PPP
    LCP opened, IPCP opened, IPXCP initial, CCP initial, BRIDGECP initial
  5 minutes input rate 0.00 bytes/sec, 0.00 packets/sec
  5 minutes output rate 0.00 bytes/sec, 0.00 packets/sec
  Input queue : (size/max/drops) 0/50/0
  FIFO queueing: FIFO
  Output queue: (size/max/drops)
  FIFO: 0/75/0
  input packets:39, bytes:1040, no buffers:0
  output packets:40, bytes:1064, no buffers:0
  input errors:0, CRC:0, frame errors:0
  overrunners:0, aborted sequences:0, input no buffers:0
```

DCD=UP DTR=UP DSR=UP RTS=UP CTS=UP

6.5.6 PPP 故障的诊断与排除



PPP故障的诊断与排除

- 故障之一：链路始终不能转为 Up状态
 - PPP验证参数配置不正确
- 故障之二：物理链路不能转为 Up状态
 - display interface serial number命令来查看接口状态

www.huawei.com

1. 故障之一：链路始终不能转为 Up 状态。

故障排除：可能是由于 PPP 验证参数配置不正确，导致 PPP 验证失败。

打开 PPP 的调试开关，会看到 LCP 协商成功并转为 Up 状态后进行 PAP 或 CHAP 协商，然后 LCP 转为 Down 状态。

2. 故障之二：物理链路不能转为 Up 状态。

故障排除：可以执行 **display interface serial number** 命令来查看接口当前状态。

接口有五种状态：

serial number is administratively down, line protocol is down

表示该接口被 shutdown。

serial number is down, line protocol is down

表示该接口没有被激活或物理层没有转为 UP 状态。

serial number is up, line protocol is up(spoofing)

表示该接口是拨号口，没有呼通。

serial number is up, line protocol is up

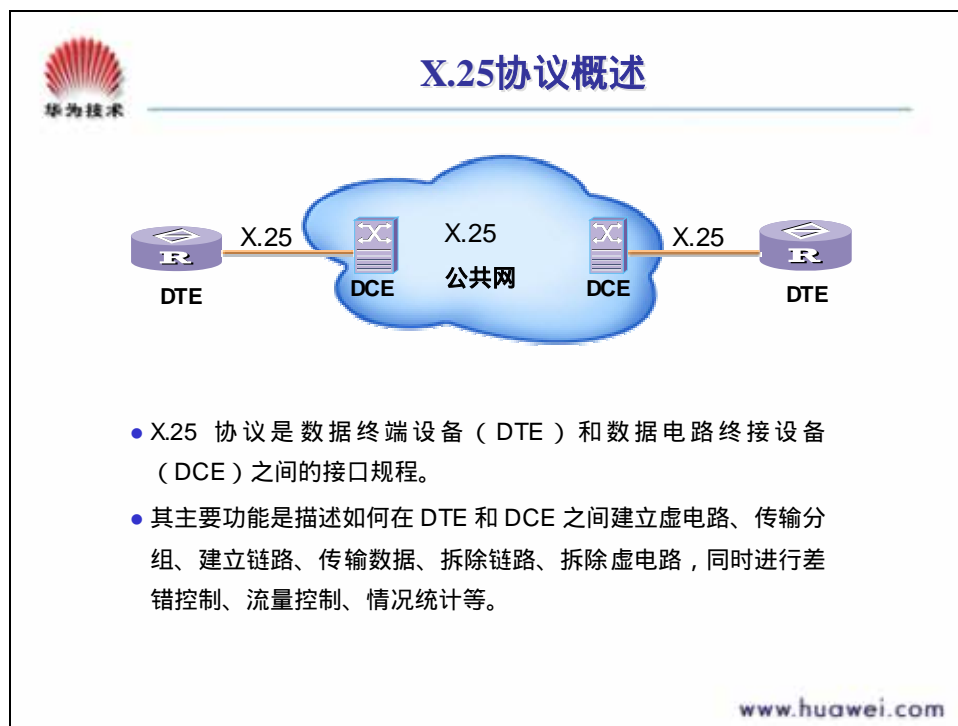
表示该接口已可以进行数据传输。

serial number is up, line protocol is down

表示该接口已激活，但链路协商仍没有通过。

6.6 X.25协议原理

6.6.1 X.25 概述



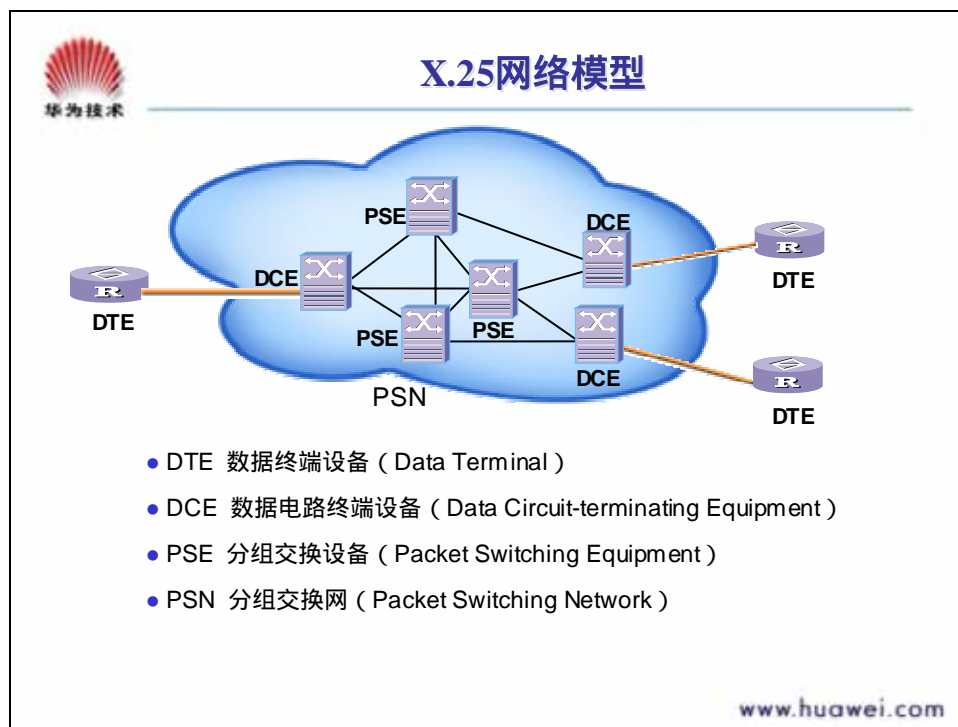
X.25 协议是数据终端设备（DTE）和数据电路终接设备（DCE）之间的接口规程，其主要功能是描述如何在 DTE 和 DCE 之间建立虚电路、传输分组、建立链路、传输数据、拆除链路、拆除虚电路，同时进行差错控制、流量控制、情况统计等，并且为用户提供了一些可选的业务功能和配置功能。

X.25 协议是 CCITT 在 70 年代制定的，以后又进行了多次修改。

X.25 可以通过虚电路传送多种上层协议（如 IP、IPX 等）数据。

注意：这里所说的 DTE 和 DCE 与物理接口的 DTE、DCE 不是一个概念。这里的 DTE 通常是指路由器等用户设备，DCE 是指交换机等设备。路由器也可以作为 DCE。

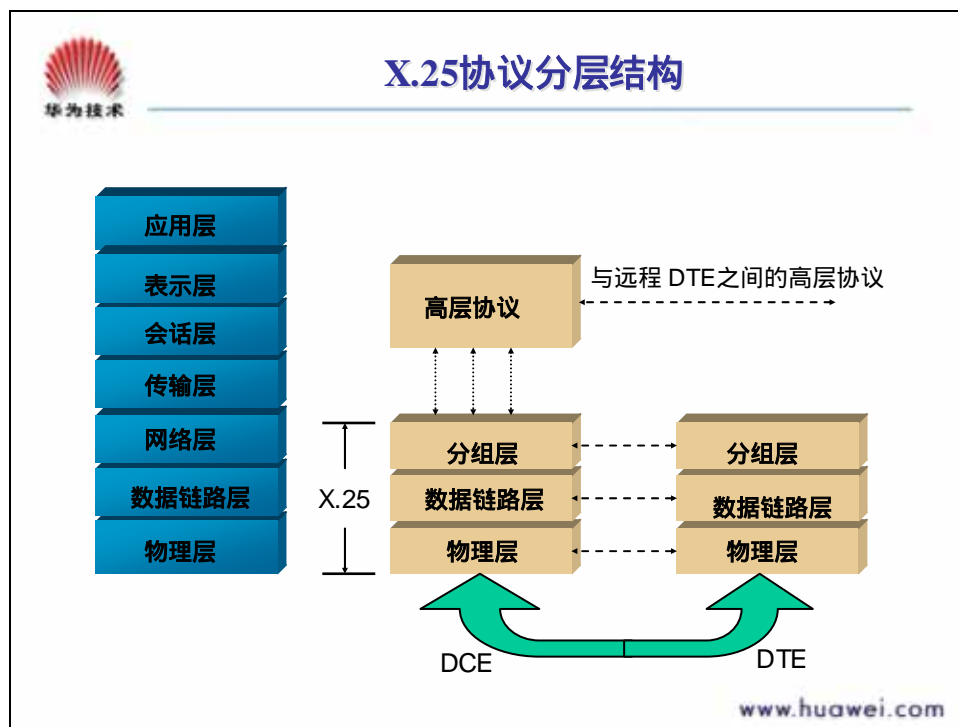
6.6.2 X.25 网络模型



X.25 使得两台数据终端设备 DTE 可以通过现有的分组交换网络进行通信。为了进行一次通信，通信的一端必须首先呼叫另一端，请求在它们之间建立一个会话连接；被呼叫的一端可以根据自己的情况接收或拒绝这个连接请求。一旦这个连接建立，两端的设备可以全双工地进行信息传输，并且任何一端在任何时候均有权拆除这个连接。

X.25 是 DTE 与 DCE 进行点到点交互的规程。DTE 通常指的是用户侧的主机或终端等，DCE 则常指同步调制解调器等设备；DTE 与 DCE 直接连接，DCE 连接至分组交换机的某个端口，分组交换机之间建立若干连接，这样，便形成了 DTE 与 DTE 之间的通路。在一个 X.25 网络中，各实体之间的关系如图所示。

6.6.3 X.25 协议分层结构



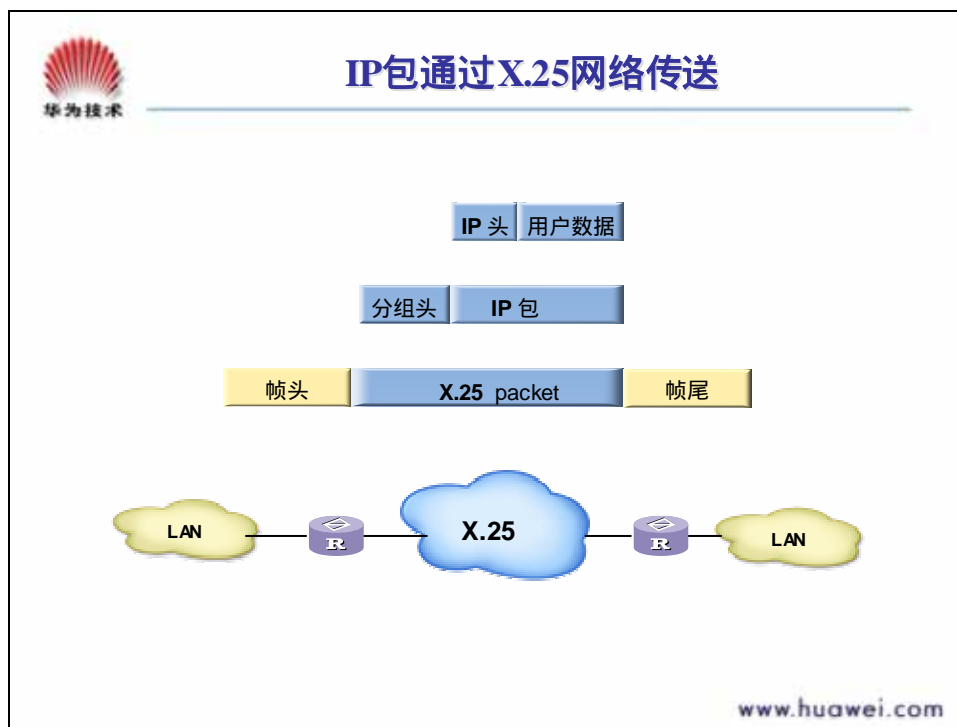
X.25 协议分为分组层、数据链路层、物理层三层，与 OSI 参考模型的下三层一一对应。对等层之间的通信通过对等层间的规程实现。

物理层定义了 DTE 和 DCE 之间的电气接口，以及建立物理的信息传输通路的过程。

数据链路层采用平衡型链路访问规程 LAPB。LAPB 定义了 DTE-DCE 链路之间的帧交换的过程及帧格式。链路层进行帧的检错和恢复。

分组层则定义了分组的格式和在分组层实体之间交换分组的过程，同时也定义了如何进行流控、差错处理等规程。链路层和分组层都有窗口机制，保证了信息传输的正确性并有效地进行流量控制。X.25 协议制定时由于技术条件的限制，终端和网络节点没有很强的智能，数据线路速率低、误码率高，因此 X.25 协议必须执行很繁重的任务处理。随着低误码率的光纤网和高智能终端的出现，产生了帧中继等新的技术，将检错、恢复和流量控制等任务交给上层协议和智能终端处理，为用户提供高速的传输。


6.6.4 IP 包通过 X.25 网络传送



IP 包传输到路由器后，路由器分析下一跳地址，决定通过某接口发送出去，这个接口封装了 X.25 协议。在路由器中 IP 包先传到分组层，分组层将 IP 包放在一个分组的数据区，在它前面加上分组头，然后传给链路层。链路层看到的只是一个分组。链路层将分组当作帧的信息字段，加上帧头和帧尾封装成一个帧，而最终在物理链路上传送的是二进制的比特流。

数据通过 X.25 网络传送到对端的路由器，路由器的各层协议将自己的结构层层剥离，将数据送给上层协议处理。

6.6.5 X.25 的虚电路



X.25的虚电路


- 统计时分复用
- SVC(交换虚电路)和PVC(永久虚电路)
- 一个接口最多可以配置4095条虚电路

www.huawei.com

将 X.25 协议为两台通信的 DTE 之间建立的连接称为虚电路。之所以称其为虚电路，是因为这种“电路”只在逻辑上存在，与电路交换中的物理电路有着质的区别。虚电路分为永久虚电路（PVC，Permanent Virtual Circuit）和交换式虚电路（SVC，Switched Virtual Circuit）两种，顾名思义，PVC 用于两端之间频繁的、流量稳定的数据传输，而突发性的数据传输多用 SVC。

一旦在一对 DTE 之间建立一条虚电路，这条虚电路便被赋予一个唯一的虚电路号，当其中的一台 DTE 要向另一台 DTE 发送一个分组时，它便给这个分组标上号（虚电路号）交给 DCE 设备，DCE 就是根据分组所携带的这个号来决定如何在交换网内部交换这个数据分组，使其正确到达目的地。X.25 第二层（LAPB）在 DTE/DCE 之间建立的一条链路被 X.25 第 3 层复用，最终呈现给用户的是可以使用的若干条虚电路。

6.6.6 X.25 的链路层协议 LAPB



X.25的链路层协议LAPB

链路层的主要功能如下：

- 在DTE和DCE之间有效地传输数据
- 确保接收器和发送器之间信息的同步
- 检测和纠正传输中产生的差错
- 识别并向高层协议报告规程性错误
- 向分组层通知链路层的状态

www.huawei.com

X.25 的链路层规定了在 DTE 和 DCE 之间的线路上交换帧的过程。从分层的观点来看，链路层好像是给 DTE 的分组层接口和 DCE 的分组层接口之间架设了一道桥梁。DTE 的分组层和 DCE 的分组层之间可以通过这座桥梁不断传送分组。

国际标准规定的 X.25 链路层协议 LAPB，采用了高级数据链路控制规程（HDLC）的帧结构，并且是它的一个子集。它通过置异步平衡方式（SABM）命令要求建立链路。建立链路时只需要由两个站中的任意一个站发送 SABM 命令，另一站发送 UA 响应即可以完成双向链路的建立。

虽然 LAPB 是作为 X.25 的第二层被定义的，但是，作为独立的链路层协议，它可以直接承载非 X.25 的上层协议进行数据传输。Quidway 系列路由器可以直接使用 LAPB 协议进行串口封装，进行简单的本地数据传输；同时，Quidway 系列路由器的 X.25 还具备交换功能，也就是说，可以将路由器当作一台小型 X.25 分组交换机使用，保护用户在 X.25 之上的投资。

6.7 小结




X.25小结

- X.25对应了OSI体系结构的下三层
- Lapb是X.25的数据链路层
- 其他协议的数据（如IP、IPX等）可以封装在分组中通过X.25传送。
- 要在一个接口上配置X.25您需要做以下操作：
 - 对接口进行封装
 - 设置参数
 - 设置接口的X.121地址
 - 配置X.25 map

www.huawei.com

6.8 X.25配置

6.8.1 X.25 的配置



X.25的配置

- 配置X.25工作模式
 - Link-protocol x25 [[dte|dce] | [nonstandardietf]]
- 配置X.121地址
 - x25 x121-address x.121-address
- 创建协议地址到X.121地址的映射
 - x25 map protocol protocol-address x121-address x.121-address [option]
- 创建永久虚电路
 - x25 pvc pvc-number protocol protocol-address x121-address x.121-address [option]

www.huawei.com

如果目的只是在两台路由器之间进行数据传输，那么只需要选用 LAPB 进行简单的串行接口封装即可；如果路由器要通过 X.25 公网进行数据传输，这时必须选用 X.25 协议进行串口封装，并且按照网络接入服务商提供的参数来配置 X.25 协议。

1. 配置 X.25 工作模式

Quidway 系列路由器所支持的 X.25 第三层可以工作在 DTE 模式，也可以工作在 DCE 模式，同时还可以指定进行数据报封装的格式，可选择的封装格式有 BFE、Cisco 兼容、DDN 和 IETF 四种格式。

需要注意的是：一般来说，X.25 公共分组交换网均要求路由器做为 DTE 侧接入，而且要求 IETF 封装格式。所以，在此时应该选择 X.25 在 DTE 工作模式下的 IETF 封装。如果只是简单地将两台路由器的一对串行接口背靠背直连进行数据传输，此时只要保证传输的两端分别为 DTE 和 DCE，并且封装格式一致即可。

缺省情况下，工作模式为 DTE，封装格式为 IETF。

2. 配置接口的 X.121 地址

如果使用 Quidway 系列路由器的目的是为了 X.25 交换（Quidway 系列路由器亦可作为一台小型的 X.25 交换机使用），那么可以忽略此任务；如果将 Quidway 系列路由器接入 X.25 公共分组网，那么必须为接入的 X.25 接口按照接入服务提

供商的要求来设置一个地址。但是，当路由器的某 X.25 接口工作于 BFE 或 DDN 封装格式时，这个接口的 X.121 地址是根据其 IP 地址动态转换得到的，不用手工配置；而且，这时的 X.121 地址也是不允许改动的。一般情况下，用户只需要为按 IETF 格式及 Cisco 兼容格式封装的 X.25 接口指定 X.121 地址。

3. 创建协议地址到 X.121 地址的映射

对于一个 X.25 接口，首先它拥有自己的 X.121 地址，并且拥有自己的网际协议地址（如 IP 协议）。当 X.25 通过这个接口发起呼叫时，它在呼叫请求分组中携带的源地址（即主叫 DTE 地址）就是这个接口的 X.121 地址。

那么，从这个接口上发起的呼叫是如何决定呼叫目的地呢？这个 X.121 目的地址是通过配置的地址映射找到的。对于一次呼叫的目的地来说，与呼叫发起的源一样，也具有自己的协议地址和 X.121 地址，此时，需要在源处建立关于目的地的协议地址和 X.121 地址的映射。通过这个映射，X.25 便可以根据目的地的协议地址找到目的地的 X.121 地址，从而成功地发起呼叫。这就是为什么需要为 X.25 建立地址映射的原因。

说明：

命令行中的 **protocol-address** 和 **x.121-address** 指的是目的地的协议地址和 X.121 地址，而非本地的；

对于每一个目的地，都需要创建一条这样的地址映射。

4. 创建永久虚电路

对于数据流量大，通过租用专线连接的数据传输要求，可以为其创建永久虚电路。永久虚电路不需要经过呼叫过程，并且始终存在。而且在创建永久虚电路之前，不必先创建地址映射，因为在创建永久虚电路的同时，已经隐含地创建了一条地址映射。

通过该命令的格式可以看出，在创建一条永久虚电路的同时，确实也创建了一条针对于这条永久虚电路的地址映射。所以，与创建地址映射时类似，命令中的 **protocol-address** 和 **x.121-address** 也指的是目的地的地址。



X.25的分组层参数配置

•配置虚电路范围

→ x25 vc-range { in-channel *hic lic* | bi-channel *htc ltc* | out-channel *hoc loc* }

•配置分组大小

→ x25 ips bytes (缺省值为128)

→ x25 ops bytes (缺省值为128)

•配置窗口大小

→ x25 win packets (缺省值为2)

→ x25 wout packets (缺省值为2)

•配置编号方式

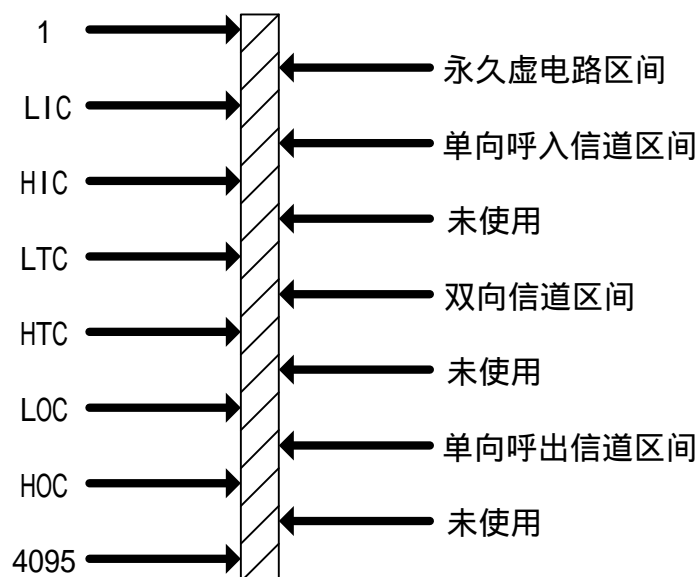
→ x25 modulo { 8 | 128 } (缺省值为8)

www.huawei.com

1. 配置 X.25 虚电路范围

X.25 协议可以将 DTE/DCE 之间的一条实际的物理链路复用,建立多条在逻辑上存在的虚连接,这种虚连接称为虚电路 (VC, Virtual Circuit) 或逻辑信道 (LC, Logic Channel)。X.25 可以建立的虚连接最多可达 4095 条,编号从 1 ~ 4095。

X.25 协议中很重要的一部分内容就是如何管理这一共 4095 条虚电路。所有的虚电路号被划分成四个区域,X.25 协议使用六个参数来界定这四个区域,如下图所示:



每一个区间（永久虚电路区间除外）被两个参数定义，可以称其为该区间的上限和下限；每个参数均可在 1 到 4095 之间（包括 1 和 4095）取值，但是，只有同时满足如下条件的配置才被认为是正确的配置：

严格升序，即 $1 \leq lic \leq hic < ltc \leq htc < loc \leq hoc \leq 4095$ ；

若某个区间的上、下限其中之一为 0，那么另一个也必须为 0（上、下限均为 0 表示该区间被禁止使用）。

最后，还有以下几点需要注意：

在一个物理连接的两侧（即 DTE、DCE 之间），X.25 的这六个参数必须保证对应相等，否则，很有可能导致因规程无法正常进行而数据传输失败；

配置的过程中，在保证升序的前提下，一定要注意各参数的缺省情况，根据实际情况进行判断，完成参数的正确设置；

因为 X.25 规程需要 DTE、DCE 具有同样的虚电路范围参数，所以新的正确配置在 X.25 协议已经协商通的状态下是不能立即生效的，需要执行 shutdown 与 undo shutdown 命令。

2. 配置缺省的流量控制参数

X.25 协议是具有强流量控制能力的可靠传输协议，它具有这种能力的基础是“窗口尺寸”和“最大分组长度”。但是，由于大多数 X.25 公共分组网都采用《ITU-T X.25 建议》中规定的缺省的窗口尺寸和最大分组长度，而 Quidway 系列路由器中 X.25 的窗口与分组长度的缺省值与《ITU-T X.25 建议》的规定保持一致，所以这一项任务如果没有接入服务提供商的特殊要求，不必再设置。

X.25 发送端会根据最大分组长度对上层超长的数据报文进行分片，并在最后一片碎片分组里打上标记（M 比特不置位）；报文到了接收端后，X.25 将所有这些碎片分组进行重组，并根据 M 比特标记来判别是否已经接收到一块完整的上层报文。所以，过小的最大分组长度会使路由器耗费过多的资源在报文的分片与重组之上，从而降低效率。

3. 配置 X.25 分组编号模数

Quidway 系列路由器中 X.25 支持模 8 和模 128 两种分组顺序编号方式，模 8 方式是缺省的编号方式。

因为 X.25 规程需要 DTE、DCE 两侧具有同样的分组顺序编号方式，所以完成配置后，需要执行 shutdown 与 undo shutdown 命令。



配置 X.25 子接口

- 子接口是一个虚拟接口，它有自己的协议地址和虚电路。
- 在一个物理接口上可以创建多个子接口。
- 子接口有两种类型：点到点和点到多点。

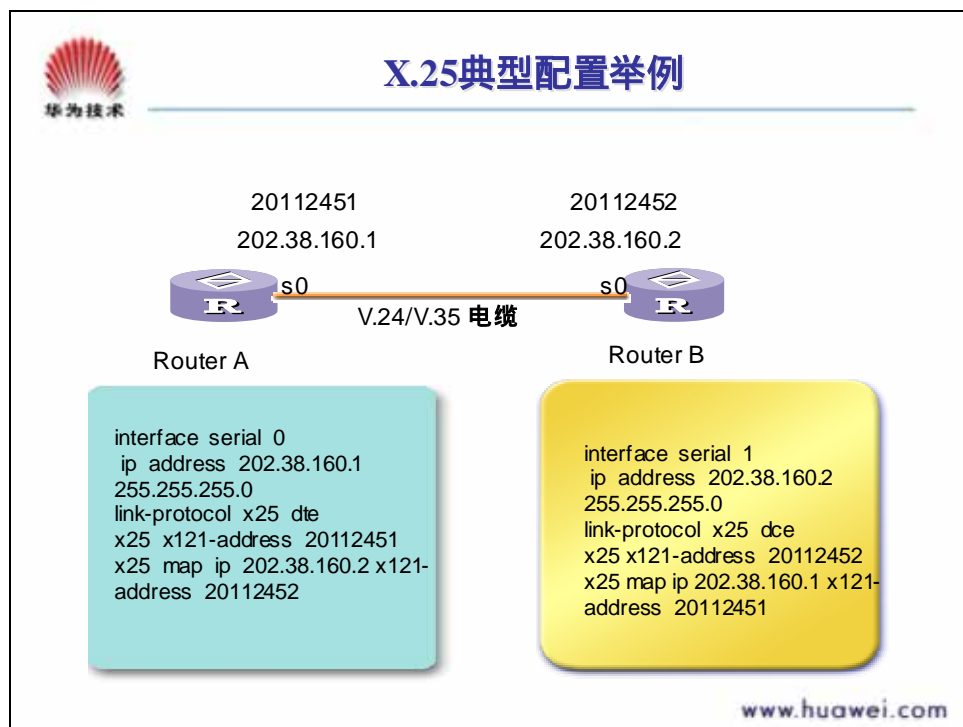
操作	命令
进入主接口	interface serial number
封装 X25 协议	Link-protocol x25
创建 X.25 子接口	interface serial number.subinterface-number [multipoint point-to-point]
配置地址映射	x25 map protocol protocol-address x121-address x.121-address [option]
配置永久虚电路	x25 pvc pvc-number protocol protocol-address x121-address x.121-address [option]

www.huawei.com

X.25 子接口是一个虚拟接口，它有自己的协议地址和虚电路。在一个物理接口上可以创建多个子接口，这样就可以用一个物理接口实现多个网络的互连。X.25 的子接口又可以分为两种类型：点到点（point-to-point）子接口和点到多点（multipoint）子接口。点到点子接口用于连接单个远端，点到多点子接口用于连接多个远端，这些远端都必须在同一个网段。

当接口封装成 LAPB、HDLC、SLIP 或者 PPP 时不能创建子接口。

6.8.2 X.25 典型配置举例



1. 组网需求

如下图所示，如果只是需要将两台路由器简单地背靠背连接，直连串口之间封装 X.25 协议并承载 IP 数据报进行传输，只要如下配置两台路由器即可。

2. 配置步骤

(1) 配置 RouterA：

！ 选定接口

```
[Quidway]interface serial 0
```

！ 为该接口指定 IP 地址

```
[Quidway-Serial0]ip address 202.38.160.1 255.255.255.0
```

！ 将该接口封装为 X.25 接口，并指定其工作在 DTE 方式

```
[Quidway-Serial0]link-protocol x25 dte
```

！ 指定该接口的 X.121 地址

```
[Quidway-Serial0]x25 x121-address 20112451
```

！ 指定到对端的地址映射

```
[Quidway-Serial0]x25 map ip 202.38.160.2 x121-address 20112452
```

！ 因为是直连，可以将流量控制参数设置稍大一些

```
[Quidway-Serial0]x25 packet-size 1024 1024
```

```
[Quidway-Serial0]x25 window-size 5 5
```

(2) 配置 RouterB :

! 选定接口

```
[Quidway]interface serial 1
```

! 为该接口指定 IP 地址

```
[Quidway-Serial1]ip add 202.38.160.2 255.255.255.0
```

! 将该接口封装为 X.25 接口，并指定其工作在 DCE 方式

```
[Quidway-Serial1]link-protocol x25 dce
```

! 指定该接口的 X.121 地址

```
[Quidway-Serial1]x25 x121-address 20112452
```

! 指定到对端的地址映射


```
[Quidway-Serial0]x25 map ip 202.38.160.1 x121-address 20112451
```

! 因为是直连，可以将流量控制参数设置稍大一些

```
[Quidway-Serial0]x25 packet-size 1024 1024
```

```
[Quidway-Serial0]x25 window-size 5 5
```

6.8.3 X.25 的监控与维护

 X.25的监控与维护	
操作	命令
查看接口信息	display interface [type number]
查看 X.25别名表	display x25 alias-policy
查看 X.25地址映射表	display x25 map
查看 X.25交换路由表	display x25 sw itch-vc-table svc
查看 X.25交换虚电路表	display x25 sw itch-vc-table pvc
查看 X.25虚电路	display x25 vc lci-number
打开所有 X25报文的调试开关	debug x25 all [interface type number]
打开 X25的调试开关	debug x25 event [interface type number]
打开 X25报文调试开关	debug x25 packet [interface type number]

www.huawei.com

1. 查看封装 X.25 协议的接口信息

[Quidway]display interface serial 1

```
Serial1 is up, line protocol is up

physical layer is synchronous, baudrate is 64000 bps

interface is DCE, clock is DCECLK, cable type is V35

Maximum Transmission Unit is 1500

Internet address is 202.38.160.1 255.255.255.0

Link-protocol X.25 DTE ietf, address is 20112451, state Ready, modulo 8

input/output: window sizes 5/5, packet sizes 1024/1024

Channels: Incoming-only 0-0, Two-way 1-1024, Outgoing-only 0-0

Timers: T20 180, T21 200, T22 180, T23 180, T28 300, Idle_Timer 0 (seconds)

New configuration(will be effective after restart): modulo 8

input/output: window sizes 5/5, packet sizes 1024/1024

Channels: Incoming-only 0-0, Two-way 1-1024, Outgoing-only 0-0

Statistic: Restarts 2 (Restart Collisions 2)

Refused Incoming Call 0, Failing Outgoing Call 0

input/output: RESTART 2/2 CALL 0/0 DIAGNOSE 0/0

DATA 0/0 INTERRUPT 0/0 Bytes 0/0
```

```
RR 0/0 RNR 0/0 REJ 0/0

Invalid Pr: 0 Invalid Ps: 0 Unknown: 0

LAPB DTE, module 8, window-size 7, max-frame 12056, retry 10

timer: T1 2000, T2 1000, T3 0 (milliseconds)

Link State UP, Protocol State CONNECT, VS 1, VR 1, Remote VR 1

Peer Busy FALSE, Timer Recovery FALSE, Window Full FALSE

IFRAME 2/2, RR 1/1, RNR 0/0, REJ 0/0

FRMR 0/0, SABM 1/2, DM 0/0, UA 1/1

DISC 0/0, invalid ns 0, invalid nr 0, link resets 0

Snd Queue: Current length 0 Max length 500 Drops 0

Rcv Queue: Current length 0 Max length 150 Drops 0

Hld Queue: Current length 0 Max length 500 Drops 0

5 minutes input rate 0.00 bytes/sec, 0.00 packets/sec

5 minutes output rate 0.00 bytes/sec, 0.00 packets/sec

Input queue : (size/max/drops) 0/50/0

FIFO queueing: FIFO

Output queue: (size/max/drops)

FIFO: 0/75/0

input packets:4006, bytes:47962, no buffers:0

output packets:4063, bytes:49036, no buffers:0

input errors:0, CRC:0, frame errors:0

overrunners:0, aborted sequences:0, input no buffers:0

DCD=UP DTR=UP DSR=UP RTS=UP CTS=UP
```

2. 查看 X.25 地址映射表


[Quidway]display x25 map

Serial1: X.121 20112452 <--> ip 202.38.160.2 SVC_MAP

No VC attched

Facility:

6.8.4 X.25 故障的诊断与排除



X.25故障的诊断与排除

- **LAPB已经处于连接状态，但是X.25协议不能UP**
 - 检查DCE/DTE配置是否正确
- **X.25协议已经UP，但是却无法建立虚电路，即无法ping通**
 - 未配置本地X.121地址
 - 未配置到对端的地址映射
 - 未配置对端X.121地址
 - 未配置对端到本地的地址映射
 - 信道范围不正确
 - 携带了网络不允许的设施选项
- **可以建立虚电路，但是在数据传输的过程中却频繁地复位或清除**
 - 流量控制参数设置是否正确

www.huawei.com

本节描述一些常见的故障及其解决方法。当然，这里的描述不可能涵盖所有的情况，但对于排除一些常见的连接故障还是有帮助的。

在这里，假设 X.25 的第二层（LAPB）的连接完全正确。

故障之一：LAPB 已经处于“连接（Connect）”状态，但是 X.25 协议却迟迟不能“UP”。

故障排除：在这种情况下，很有可能是因为本地的工作方式配错了，例如，一个连接的两侧都是 DTE 或 DCE。请改变封装的工作方式再试一下。

故障之二：X.25 协议已经“UP”，但是却无法建立虚电路，即无法“ping”通。

故障原因：这种情况有可能是下列原因之一造成的：

- 未配置本地 X.121 地址
- 未配置到对端的地址映射
- 未配置对端 X.121 地址
- 未配置对端到本地的地址映射
- 信道范围不正确
- 携带了网络不允许的设施选项

故障排除：如果地址配置不正确，只要修改为正确的配置即可；对于后两个原因，应该向网络管理部门咨询正确的信道范围和允许的设施选项。

故障之三：可以建立虚电路，但是在数据传输的过程中却频繁地复位或清除。

故障排除：造成这种后果的原因很有可能是流量控制参数设置有误。如果是背靠背直接相连，请检查本地的发送窗口、接收窗口和对端的接收窗口、发送窗口是否匹配；如果是接入到公共分组网内，请向网络管理部门咨询正确的流量控制参数。

故障之四：设置永久虚电路的请求被拒绝。

故障排除：如果永久虚电路信道区间是被禁止的，Quidway 系列路由器的 X.25 会拒绝设置永久虚电路的请求。这时，只要开启永久虚电路信道区间即可。

6.9 小结



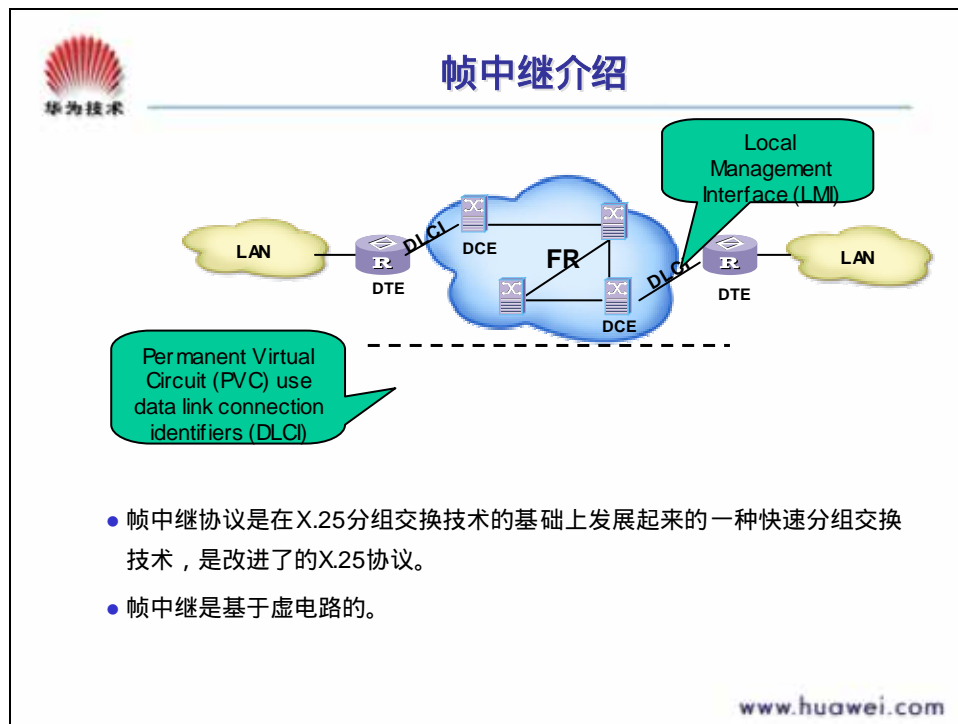
X.25小结

- X.25对应了OSI体系结构的下三层
- Lapb是X.25的数据链路层
- 其他协议的数据（如IP、IPX等）可以封装在分组中通过X.25传送。
- 要在一个接口上配置X.25您需要做以下操作：
 - 对接口进行封装
 - 设置参数
 - 设置接口的X.121地址
 - 配置X.25 map

www.huawei.com

6.10 帧中继协议原理

6.10.1 帧中继协议介绍



帧中继协议是在 X.25 分组交换技术的基础上发展起来的一种快速分组交换技术。概括地讲，帧中继技术是在数据链路层用简化的方法转发和交换数据单元的快速分组交换技术。帧中继技术是在通信线路质量不断提高，用户终端智能化不断提高的基础上发展起来的。

帧中继协议是改进了的 X.25 协议。相对于 X.25 协议，帧中继协议只完成链路层核心的功能，简单而高效。目前在许多国家，帧中继正在替代传统的复杂低速的报文交换服务。

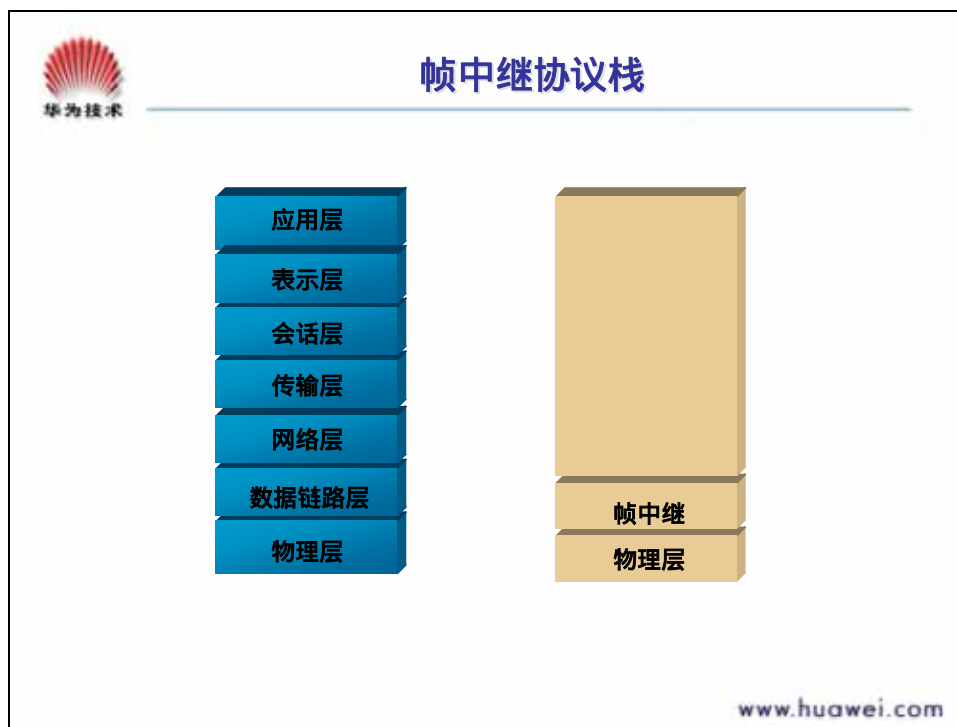
帧中继是基于虚电路的 (Virtual Circuits, VCs)。由于帧中继较快的转发速度，而且帧中继数据单元至少可以达 1600 字节，所以帧中继协议十分适合在广域网中连接局域网。用户的路由器封装帧中继协议，作为 DTE 设备连接到帧中继网中的 DCE 设备，即帧中继交换机。

目前比较常用的是帧中继的 PVC 业务。网络服务商为用户提供固定的虚电路连接，用户可以申请许多虚电路，通过帧中继网络交换到不同的远端用户。

DLCI (数据链路连接标识) 用于标识每一个 PVC。通过帧中继帧中的地址字段的 DLCI，可以区分出该帧属于哪一条虚电路。

LMI (本地管理接口) 协议用于建立和维护路由器和交换机之间的连接。LMI 协议还用于维护虚电路，包括虚电路的建立、删除和状态改变。

6.10.2 帧中继协议栈



帧中继功能的核心部分对应 OSI 参考模型的下两层。

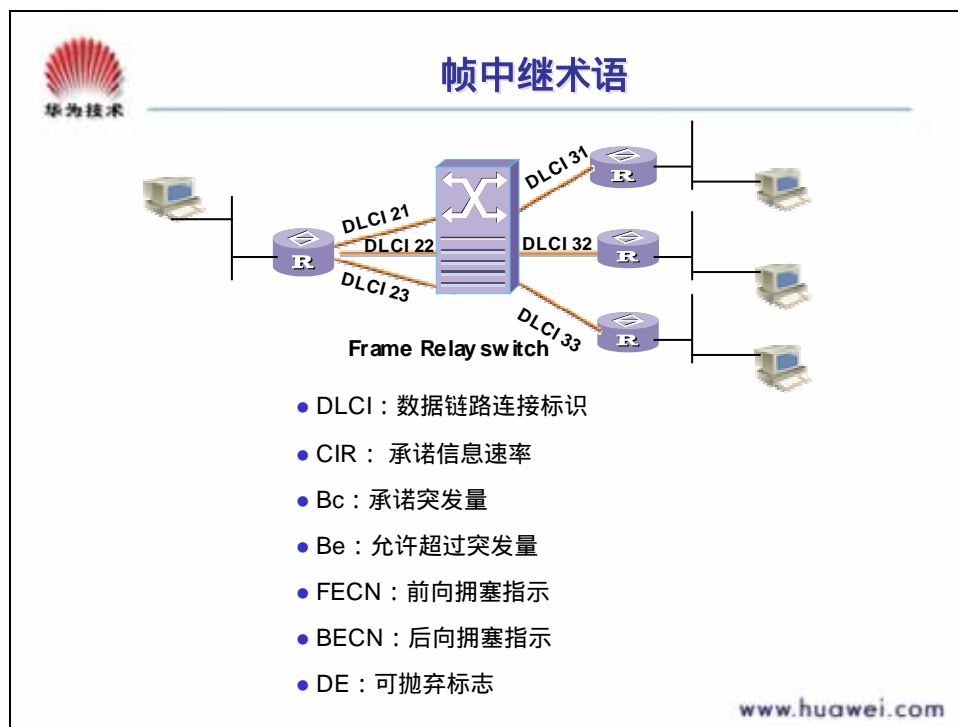
采用现代的物理层设施，例如光纤和数字传输线路，帧中继可以为终端站（典型的例子如局域网）提供高速的广域网连接。

因为工作在数据链路层，帧中继封装 OSI 栈中的上层信息。

帧中继与传统的广域网报文交换（例如 X.25）有一些共同之处。例如，在用户和网络设备之间的帧中继接口在统计复用的电路上使用 FIFO（先入先出）队列，一些逻辑连接（我们称之为虚电路）共用相同的物理连接。

与 X.25 不同的是，帧中继提供相对快速的服务。

6.10.3 帧中继的特点



帧中继仅完成 OSI 物理层和链路层核心层的功能，将流量控制、纠错等留给智能终端完成，大大简化了节点机之间的协议；同时，帧中继采用虚电路技术，能充分利用网络资源，因此帧中继具有吞吐量高、时延低、适合突发性业务等特点。帧中继作为一种附加于分组方式的承载业务引入 ISDN，其帧结构与 ISDN 的 LAPD 结构一致，可以进行逻辑复用。作为一种新的承载业务，帧中继具有很大的潜力，主要应用在广域网中，支持多种数据型业务。

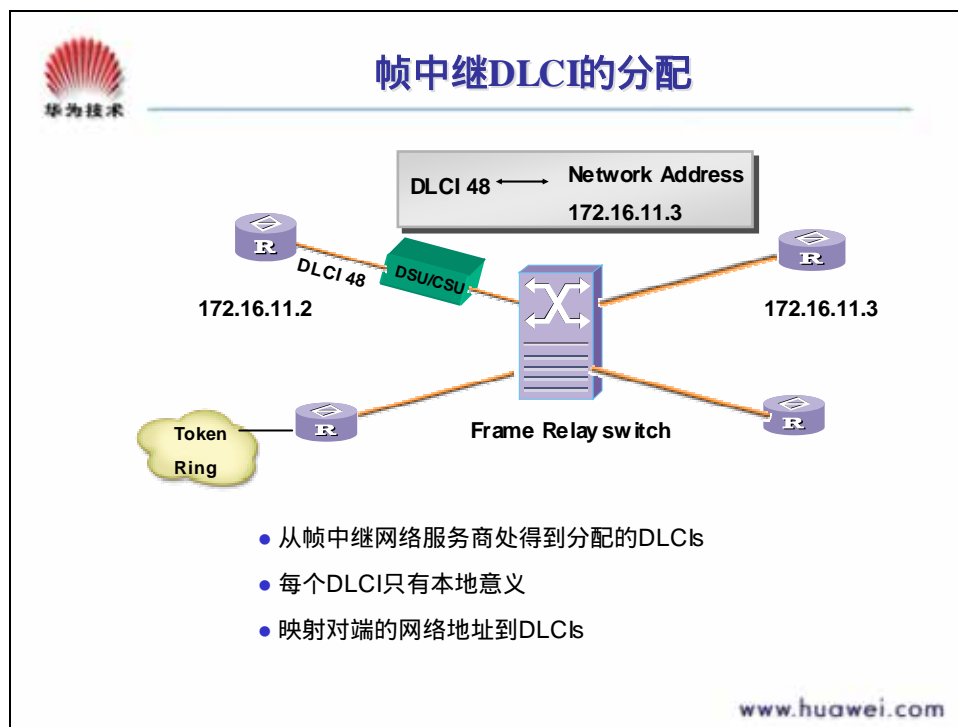
帧中继技术可归纳为以下几点：

- 1、帧中继技术主要用于传递数据业务，将数据信息以帧的形式进行传送。
- 2、帧中继传送数据使用的传输链路是逻辑连接，而不是物理连接，在一个物理连接上可以复用多个逻辑连接，可以实现带宽的复用和动态分配。
- 3、帧中继协议简化了 X.25 的第三层功能，使网络节点的处理大大简化，提高了网络的对信息的处理效率。采用物理层和链路层的两级结构，在链路层也只保留了核心子集部分。
- 4、在链路层完成统计复用、帧透明传输和错误检测，但不提供发现错误后的重传操作。省去了帧编号、流量控制、应答和监视等机制，大大节省了交换机的开销，提高了网络吞吐量、降低了通信时延。一般帧中继用户的接入速率在 64kbps-2Mbps。
- 5、交换单元——帧的信息长度比 x25 分组长度要长，预约的最大帧长度至少要达到 1600 字节/帧，适合封装局域网的数据单元。

6、提供一套合理的带宽管理和防止拥塞的机制，用户有效的利用预约的带宽，即承诺的信息速率（CIR），还允许用户的突发数据占用未预定的带宽，以提高网络资源的利用率。

7、与分组交换一样，帧中继采用面向连接的交换技术。可以提供 SVC 和 PVC 业务，但目前已应用的帧中继网络中，一般只采用 PVC 业务。

6.10.4 帧中继术语



帧中继网络中的每一个连接都使用 DLCI（Data Link Connection Identifier）来标识。

帧中继是统计复用协议，实现了带宽资源的动态分配，因此它适合为具有大量突发数据（如 LAN）的用户提供服务。但如果某一时刻所有用户的数据流量之和超过可用的物理带宽时，帧中继网络就要实施带宽管理。它通过为用户分配带宽控制参数，对每条虚电路上传送的用户信息进行监视和控制。

帧中继网络为每个帧中继用户分配三个带宽控制参数： B_c 、 B_e 和 CIR。同时，每隔 T_c 时间间隔对虚电路上的数据流量进行监视和控制。CIR 是网络与用户约定的用户信息传送速率，即承诺信息速率。如果用户以小于等于 CIR 的速率传送信息，应保证这部分信息的传送。 B_c 是网络允许用户以 CIR 速率在 T_c 时间间隔传送的数据量，即 $T_c = B_c / CIR$ 。 B_e 是网络允许用户在 T_c 时间间隔内传送的超过 B_c 的数据量。

网络对每条虚电路进行带宽控制，采用如下策略：

在 T_c 内：

当用户数据传送量 $\leq B_c$ 时，继续传送收到的帧；

当用户数据传送量 $> B_c$ 但 $\leq B_c + B_e$ 时，将 B_e 范围内传送的帧的 DE 比特置“1”，若网络未发生严重拥塞，则继续传送，否则将这些帧丢弃；

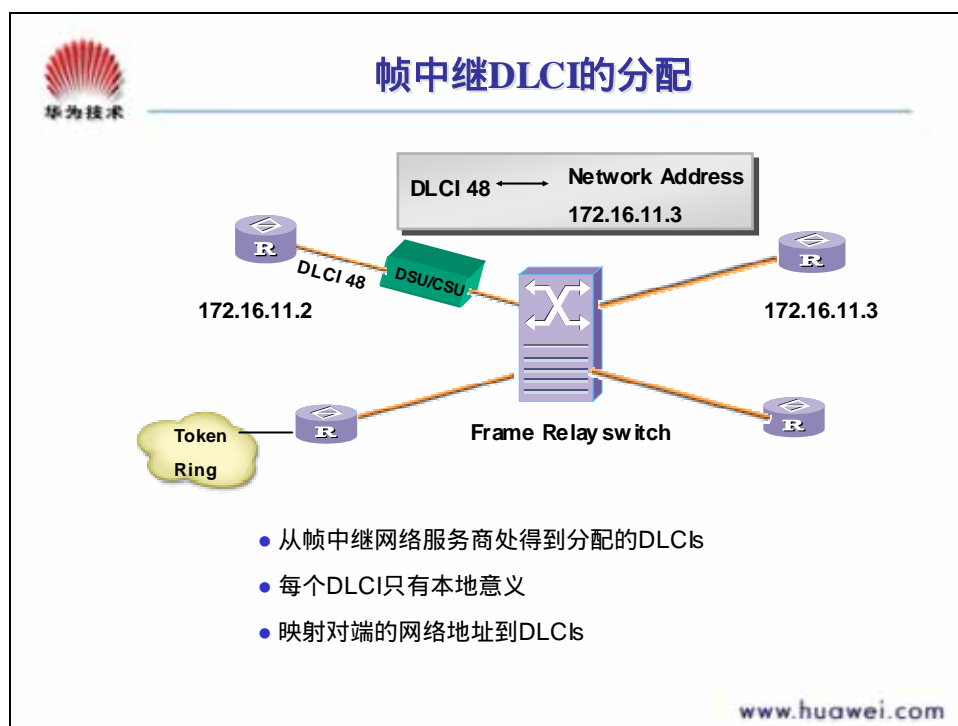
当 T_c 内用户数据传送量 $> B_c + B_e$ 时，将超过范围的帧丢弃。

举例来说，如果约定一条 PVC 的 $CIR=128\text{Kbit/s}$ ， $Bc=128\text{kbit}$ ， $Be=64\text{kbit}$ ，则 $Tc=Bc/CIR=1\text{s}$ 。在这一段时间内，用户可以传送的突发数据量可达到 $Bc+Be=192\text{kbit}$ ，传送数据的平均速率为 192kbit/s ，其中，正常情况下， Bc 范围内的 128kbit 的帧在拥塞情况下，这些帧也会被送达终点用户，若发生了严重拥塞，这些帧会被丢弃。

Be 范围内的 64kbit 的帧的 DE 比特被置为“1”，在无拥塞的情况下，这些帧会被送达终点用户，若发生拥塞，则这些帧会被丢弃。

当转发队列中的报文长度超过一个阈值，可以认为发生了拥塞。当拥塞发生，在该队列中的报文的 FECN 位将被置位。如果拥塞持续下去，相反方向的报文的 BECN 位将被置位。

6.10.5 帧中继 DLCI 的分配和地址映射



帧中继也是一种统计复用协议，它在单一物理传输线路上能够提供多条虚电路。每条虚电路用数据链路连接标识 DLCI 来标识。通过帧中继帧中的地址字段的 DLCI，可区分出该帧属于哪一条虚电路。DLCI 只在本地接口和与之直接相连的对端接口有效，不具有全局有效性，即在帧中继网络中，不同物理接口上相同的 DLCI 并不表示是同一个虚连接。帧中继网络用户接口上最多可支持 1024 条虚电路，其中用户可用的 DLCI 范围是 16~1007。由于帧中继虚电路是面向连接的，本地不同的 DLCI 连接到不同对端设备，所以可认为本地 DLCI 就是对端设备的“帧中继地址”。

上图显示了帧中继网络中 DLCI 工作的情况。两个路由器被帧中继网络分别交换到远端。在图中帧中继网络中大交换机代表帧中继网络。

帧中继网络作为一种公共设施，一般是由电话公司提供的，也可以通过自己私有的交换机组建帧中继网。对于任何一种方式，帧中继网络服务者为使用的 PVC 分配了 DLCI 号。

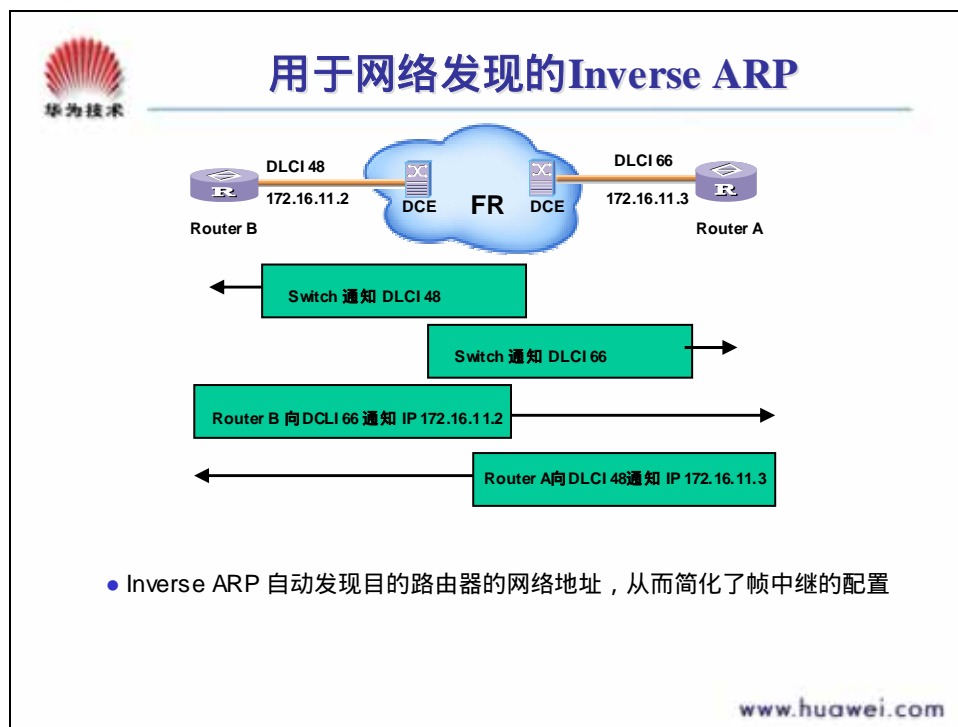
一些 DLCI 代表特殊的功能，如 DLCI 0 和 1023 为 LMI 协议专用。

帧中继地址映射是把对端设备的协议地址与对端设备的帧中继地址（本地的 DLCI）关联起来，以便高层协议能通过对端设备的协议地址寻址到对端设备。帧中继主要用来承载 IP 协议，在发送 IP 报文时，由于路由表只知道报文的下一跳地址，所以发送前必须由该地址确定它对应的 DLCI。这个过程可以通过查找帧中继地址映射表来完成，因为地址映射表中存放的是对端 IP 地址和下一跳的

DLCI 的映射关系。地址映射表可以由手工配置，也可以由 Inverse ARP 协议动态维护。

路由器管理者通过配置 MAP 把这些可用的 DLCI 号映射到远端的网络层地址。例如，可以映射到对端路由器一个接口的 IP 地址。在图中，路由器管理者配置了一个 MAP，建立了 IP 地址为 172.16.11.3 和 DLCI 值为 48 的 PVC 的映射。

6.10.6 用于网络发现的 Inverse ARP 协议



逆向地址解析协议（即：Inverse ARP）的主要功能是求解每条虚电路连接的对端设备的协议地址，包括 IP 地址和 IPX 地址等。如果知道了某条虚电路连接的对端设备的协议地址，在本地就可以生成对端协议地址与 DLCI 的映射（MAP），从而避免手工配置地址映射。


它的基本过程是：

每当发现一新的虚电路时（前提是本地接口上已配置了协议地址），Inverse ARP 就在该虚电路上发送 Inverse ARP 请求报文给对端，该请求报文包含有本地的协议地址，对端设备收到该请求时，可以获得本地的协议地址，从而生成地址映射，并发送 Inverse ARP 响应报文进行响应，这样本地同样生成地址映射。

如果已经手工配置了静态 MAP 或已经建立了动态 MAP，则无论该静态 MAP 中的对端地址正确与否，都不会在该虚电路上发送 Inverse ARP 请求报文给对端，只有在没有 MAP 的情况下才会向对端发送 Inverse ARP 请求报文。

如果在 Inverse ARP 请求报文的接收端发现对端的协议地址与本地配置的 MAP 中的协议地址相同，则不会生成该动态 MAP。

6.10.7 Quidway 支持的 LMI

 Quidway支持的LMI	
ANSI	T1.617 Annex D
ITU-T (CCITT)	Q.933 Annex (signaling)
Cisco 兼容	Gang of Four

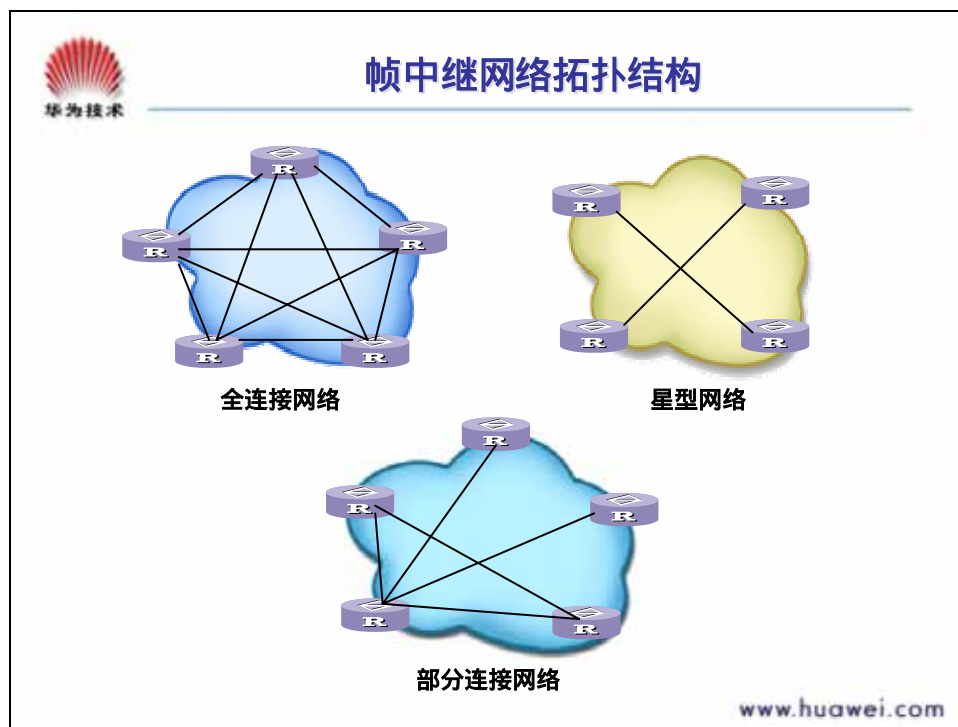
www.huawei.com

本地管理接口 LMI (Local Management Interface) 协议就是用来建立与维护路由器和交换机之间的连接。LMI 协议还用于维护虚电路，包括虚电路的建立、删除和状态改变。

VRP 支持三种 LMI 协议：遵从 ITU-T Q.933 建议附录 A 的 LMI 协议、遵从 ANSI T1.617 建议附录 D 的 LMI 协议以及与 CISCO “Gang of Four” 标准兼容的 LMI 协议。它们的基本工作方式是：DTE 设备每隔一定的时间间隔发送一个状态请求报文 (Status Enquiry 报文) 去查询虚电路的状态，DCE 设备收到状态请求报文后，立即用状态报文 (Status 报文) 通知 DTE 当前接口上所有虚电路的状态。

对于 DTE 侧设备，永久虚电路的状态完全由 DCE 侧设备决定。对于 DCE 侧设备，永久虚电路的状态由网络来决定。在两台网络设备直接连接的情况下，DCE 侧设备的虚电路状态是由设备管理员来设置的。在 VRP 中，虚电路的个数和状态既可以在设置地址映射 (fr map 命令) 的同时设置，也可以用配置帧中继本地虚电路命令 (fr dlci 命令)；或用帧中继子接口虚电路命令 (fr dlci 命令) 来配置。

6.10.8 帧中继接口



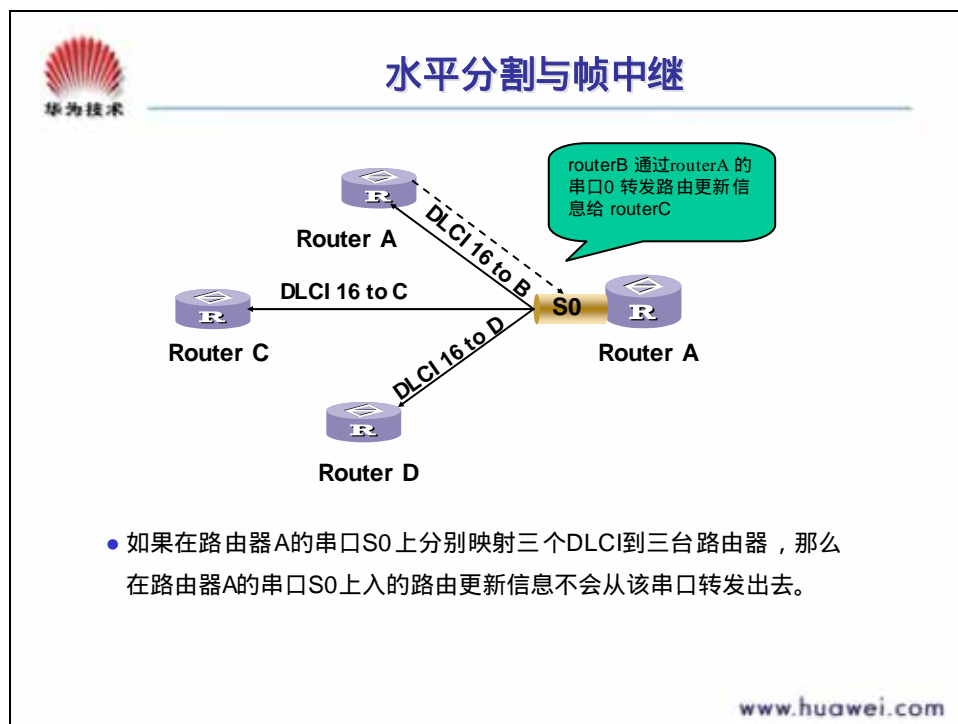
帧中继网络可以将分散在不同地点的网络连接起来，可能的网络结构有星型结构、部分网状相连（Partial-meshed）和全网状相连（Full-meshed）。

从经济的角度考虑，星型结构是最优的网络结构，因为这种结构使用的 PVC 的数量最少，中心节点通过在一个接口上使用多个 PVC 将多个分散的分支节点连接起来。这种结构主要用于总部连接多个分部的情况。这种结构的缺点是各个分支节点之间通信需要经过中心节点进行中转。

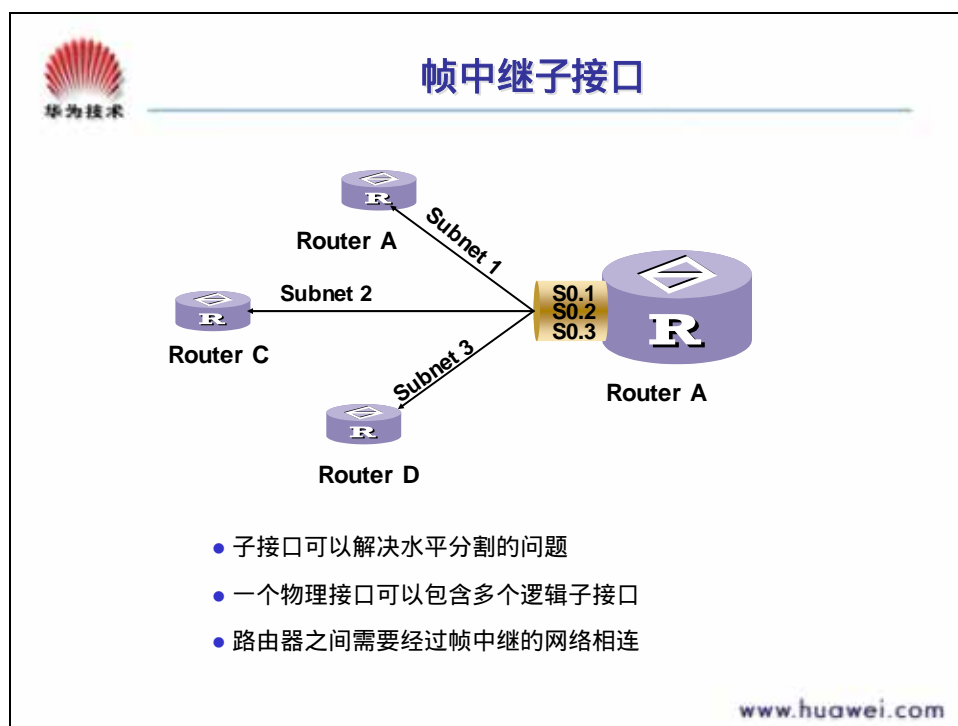
在全网状相连结构中，所有的节点都有 PVC 和其他的节点相连，从一个节点到另外一个节点不需要其他节点中转，另外这种结构可靠性很高，当直连的 PVC 故障的时候可以通过其他的节点中转。缺点是需要的 PVC 数量较多，当网络中节点的数量增加时，需要的 PVC 数量也急剧增加，也就是我们平常所说的 N 平方问题。

在部分网状相连结构中，不是所有的节点都有到其他节点的 PVC，优缺点介于前两者之间。

帧中继默认的网络类型是 NBMA (Nonbroadcast Multiaccess) 非广播多点可达，也就是说虽然帧中继网络中的各个节点之间相互连通，但是和以太网不同的是这种网络不支持广播，如果某个节点得到路由信息，它需要复制多条然后通过 PVC 一条一条发送到相连的多个节点。



为了减少路由器环路产生，水平分割机制（在路由协议部分会学到）不允许路由器把从一个接口进来的更新信息再从该接口发送出去。如图所示，路由器 B 告诉路由器 A 一条路由信息，由于水平分割机制，路由器 A 不能通过接收此路由信息的 S0 将这条信息告诉路由器 C 和 D。要解决这个问题有几个方法：一个方法是使用多个物理接口连接多个相邻节点，这需要路由器具备多个物理接口，增加了用户的成本；另外一个方法是使用子接口，也就是在一个物理接口上配置多个逻辑接口，每个子接口都有自己的网络地址，就好像一个物理接口一样；或者是关闭水平分割，当然这需要路由协议的支持，另外关闭水平分割增加了产生路由环路的几率。



我们可以在串口线路上定义这些逻辑子接口。每一个子接口使用一个或多个 DLCI 连接到对端的路由器。在子接口上配置了 DLCI 后，还需要建立目的端协议地址和该 DLCI 的映射。

这样，虽然在路由器 A 上仅拥有一个物理串口 S0，但是在物理串口 S0 上现在定义了 S0.1 子接口上的 DLCI 到路由器 B，S0.2 子接口上的 DLCI 到路由器 C，和 S0.3 子接口上的 DLCI 到路由器 D。

在物理接口上定义了逻辑子接口以后，帧中继的连接就可以成为部分网状连接。

通过配置子接口，路由器可以实现相互连接，并能够转发更新信息。这样在路由器的一个物理接口上就可以避免水平分割带来的影响。

这种设计与前面 NBMA 环境下的点对点的两两连接不同。在那种配置中，所有的路由器都在同一个子网段中，使用全网状连接的 PVC。

但是当您使用帧中继的点到点子接口时，只有相连接的两个路由器的子接口在同一子网段。这个帧中继配置中包含有许多子网。

6.11 小结




帧中继小结

- 使用本地DLCI作为到达目的端的帧中继PVC的标识
- QUIDWAY支持三种LMI类型：
 - ANSI (Annex D)
 - CCITT (Annex A)
 - CISCO兼容
- 定义静态的帧中继MAP
- 定义子接口来避免路由更新的水平分割问题
- 缺省情况下，Inverse ARP协议可以为本地DLCI自动地发现远端的协议地址
- 用show和debug命令来监视帧中继

www.huawei.com

6.12 帧中继配置

6.12.1 帧中继的配置

 **帧中继的配置**

- **封装帧中继协议**
→ link-protocol frame-relay [MFR | nonstandard | ietf]
- **配置帧中继接口的终端类型**
→ fr interface-type { dce | dte | nni }
- **选择 LMI 类型**
→ fr lmi type { ansi | cisco-compatible | q933a }

www.huawei.com

1. 封装帧中继协议

在 VRP 中,封装接口链路层协议为帧中继时,可以选择 ietf 标准,按照 RFC1490 规定的格式进行封装;也可以选择与 CISCO 路由器专用封装格式兼容的格式。

当帧中继接口封装采用两种格式中的一种后,接口将按该格式发送报文,但接口可以识别和接收这两种报文,也就是说,即使对端设备封装的帧中继格式和本地不同,只要对端设备也支持这两种格式的自动识别,两端设备一样可以通信。但在对端设备不支持对这两种格式的自动识别时,应将两端设备的帧中继格式设为一致。

当接口封装的链路层协议为帧中继时,缺省的封装格式为 ietf。

需要注意的是:

- (1) 只有当接口工作在同步方式下时,才能封装帧中继。
- (2) 当接口封装了 SLIP 时,接口的物理属性不能被修改为同步模式。此时,必须先将接口的链路层封装改为 PPP 后,才能将接口属性改为同步模式。
- (3) 接口封装帧中继后,上层仍然能承载 IP 与 IPX 协议。

2. 配置帧中继接口的终端类型

在帧中继中，通信的双方被区分为用户侧和网络侧。用户侧称为 DTE，而网络侧称为 DCE。接口需要根据自己在网络中的位置配置为 DTE 或 DCE 格式；而在帧中继网络中，帧中继交换机之间为 NNI 接口，相应接口采用 NNI 格式。

缺省情况下，帧中继接口类型为 DTE。

需要注意的是：若将帧中继接口的终端类型改为 DCE 或 NNI，必须先要在全局配置模式下执行使能帧中继交换（`fr switching`）。

3. 选择 LMI 类型

LMI 协议用于维护当前帧中继链路状况和帧中继协议的 PVC 表，包括：增加 PVC 记录、删除已断掉的 PVC 记录、监控 PVC 状态的变更、链路完整性验证。VRP 支持三种标准 LMI 协议类型：ITU-T 的 Q.933 附录 A、ANSI 的 T1.617 附录 D、CISCO 标准。

当帧中继接口类型为 DCE 或 NNI 时，接口缺省的 LMI 协议类型为 q933a；当帧中继接口类型为 DTE 时，本命令将设置接口和对端协商 LMI 协议类型。



配置帧中继地址映射

帧中继地址映射也就是建立对端协议地址与本地 DLCI 的映射关系，该地址映射可静态配置，也可动态建立。

- 手工配置静态映射：

→ `fr map { ip | ipx } protocol-address dlci [broadcast]`

- 动态建立：使能动态逆向地址解析协议

→ `fr inarp [ip | ipx] [dlci]`

www.huawei.com

1. 配置帧中继静态地址映射

配置帧中继静态地址映射也就是手工建立对端协议地址与本地 DLCI 的映射关系，一般适用于对端主机较少或是有缺省路由的情况。

当对端路由器不支持逆向动态地址解析协议时，必须配置帧中继的静态地址映射。

缺省情况下，所有接口使能动态逆向地址解析协议。当配置帧中继静态地址映射后，在指定的 DLCI 上，动态地址映射功能将自动被禁用。

2. 允许/禁止动态逆向地址解析

在运行了逆向地址解析协议（Inverse ARP）后，就能动态建立对端协议地址与本地 DLCI 的映射关系，适用于对端路由器也支持“逆向地址解析协议”或是网络环境较复杂的情况。

缺省情况下，接口使能动态逆向地址解析协议。



配置帧中继本地虚电路

- 为主接口分配一条虚电路号

→ `fr dlci dlci`

www.huawei.com

需要注意的是：

- (1) 命令 `fr dlci dlci` 可为主接口和子接口分配虚电路号。
- (2) 虚电路号是本地有效的，也就是说，链路两端的虚电路号是可以相同的。也可多个接口指定相同的虚电路号，但在一个物理接口上，虚电路号必须是唯一的。
- (3) 当接口类型为 DCE 或 NNI 时，必须为接口（不论是主接口还是子接口）配置虚电路号。当接口类型为 DTE 时，若为主接口，系统可根据对端设备自动确定本端的虚电路号；若为子接口，也必须手动为子接口配置虚电路号。



配置帧中继子接口

子接口有两种类型：点到点和点到多点

- 创建帧中继子接口，进入子接口配置模式

- interface type number.subinterface-number [multipoint | point-to-point]

- 配置帧中继子接口的虚电路号

- fr dlci dlci

建立地址映射的命令和物理接口相同，可以使用静态或动态地址映射。地址映射只有在点到多点的情况下才需要配置。


www.huawei.com

帧中继接口属于 NBMA (Non-Broadcast Muti-Access) 类型的接口，它支持子接口的概念。这样帧中继就有两种类型的接口：主接口和子接口。其中子接口是一个逻辑结构，可以配置协议地址和虚电路 PVC 等，一个物理接口可以有多个子接口。虽然子接口是逻辑结构，并不实际存在，但对于网络层而言，子接口和主接口没有区别，都可通过配置 PVC 与远端设备相连。

帧中继的子接口又可分为两种类型：点到点 (point-to-point) 子接口和点到多点 (multipoint) 子接口。点到点子接口用于连接单个对端，点到多点子接口用于连接同一个网段的多个对端。

帧中继的子接口之间的地址映射关系也可用手工配置，或是利用逆向地址解析协议 (Inverse ARP) 来动态建立。对于点到点的子接口，因为只有一个对端设备，只要在该子接口上配置一条 PVC 就可以了，而不用配置静态地址映射就可唯一地确定对端设备。点到多点的子接口，可配置多条 PVC，通过运行逆向动态地址解析协议来使每条 PVC 都能和其相连的对端建立地址映射，使不同的 PVC 都能到达不同的对端而不至于相互混淆。或者手工为这些 PVC 分别建立不同的静态地址映射。

缺省情况下，所有子接口使能动态逆向地址解析协议。



配置帧中继交换

- 允许帧中继进行PVC交换
 - `fr switching`
- 设置帧中继接口类型
 - `fr interface-type { dce | dte | nni }`
- 配置帧中继PVC交换的路由
 - `fr dlci-switch pvc in-dlci interface serial number out-dlci`

注意：如果使用帧中继交换，接口类型必须为dce或nni

www.huawei.com

Quidway 系列路由器可用做帧中继交换机，可进行帧中继的 PVC 交换功能。

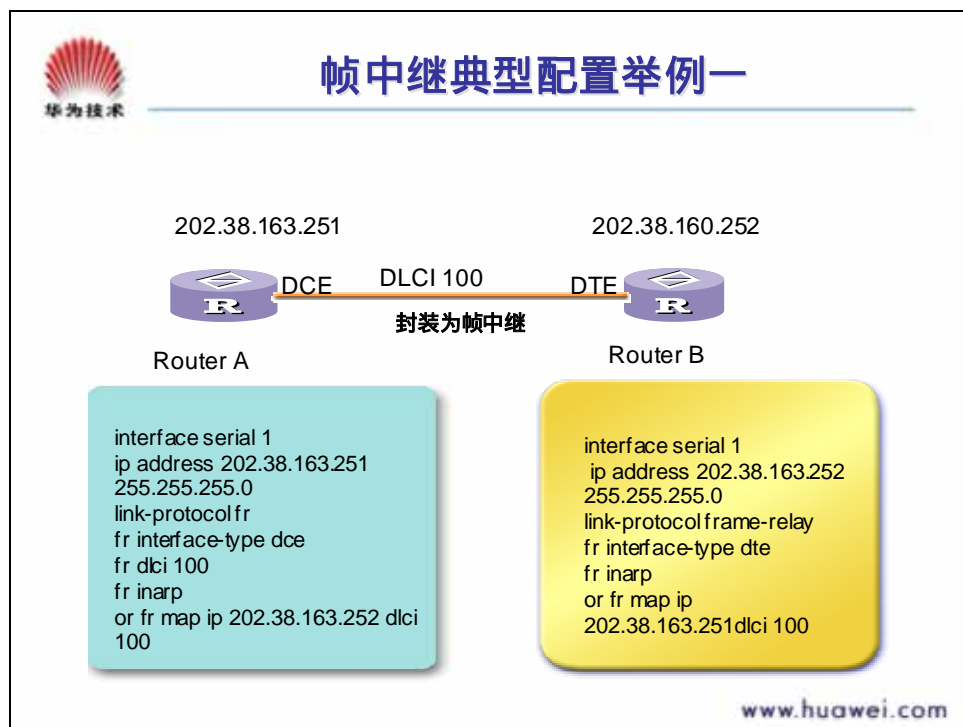
除“允许/禁止帧中继 PVC 交换”在全局配置模式下进行以外，其它命令请在同步接口配置模式下进行。

缺省情况下，禁止帧中继 PVC 交换。

需要注意的是：

- (1) 只有接口类型为 NNI 和 DCE 时，配置的 PVC 交换才会起作用。
- (2) 必须在用于帧中继交换路由器的两个或两个以上接口上都进行了配置，PVC 交换才会起作用。
- (3) 在配置了允许帧中继 DCE 或 NNI 接口进行 PVC 交换之后，还要配置一条 PVC 交换的路由。

6.12.2 帧中继典型配置举例



- 通过专线互连局域网

1. 组网需求

两台 Quidway 路由器通过串口直连 ,Router A 工作在帧中继的 DCE 方式 ,Router B 工作在帧中继的 DTE 方式。

2. 配置步骤

(1) 配置 Router A :

！ 在全局配置模式下配置帧中继交换。

```
[Quidway]fr switching
```

！ 配置接口 IP 地址。

```
[Quidway]interface serial 1
```

```
[Quidway]ip address 202.38.163.251 255.255.255.0
```

！ 配置接口封装为帧中继。

```
[Quidway-Serial1]link-protocol fr
```

```
[Quidway-Serial1]fr interface-type dce
```

！ 配置本地虚电路。

```
[Quidway-Serial1]fr dlci 100
```

！ 如果对端路由器支持逆向地址解析功能，则配置动态地址映射。


```
[Quidway-Serial1]fr inarp
```

！ 否则配置静态地址映射。

```
[Quidway-Serial1]fr map ip 202.38.163.252 dlci 100
```

(2) 配置 Router B :

！ 配置接口 IP 地址。

```
[Quidway]interface serial 1
```

```
[Quidway-Serial1]ip address 202.38.163.252 255.255.255.0
```

！ 配置接口封装为帧中继。

```
[Quidway-Serial1]link-protocol fr
```

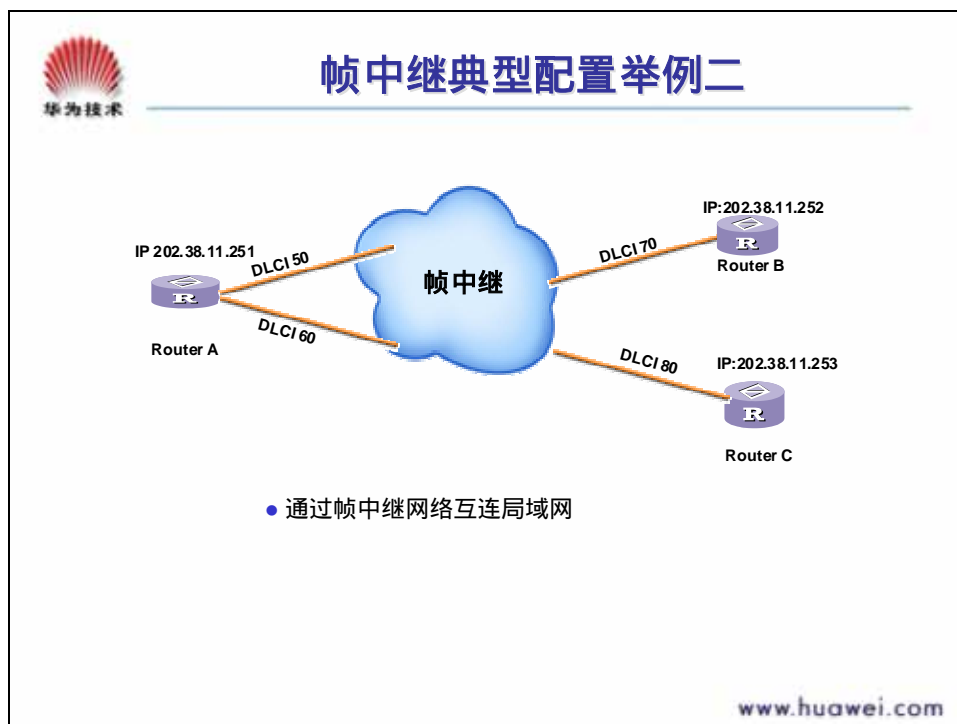
```
[Quidway-Serial1]fr interface-type dte
```

！ 如果对端路由器支持逆向地址解析功能，则配置动态地址映射。

```
[Quidway-Serial1]fr inarp
```

！ 否则配置静态地址映射。

```
[Quidway-Serial1]fr map ip 202.38.163.251 dlci 100
```



- 通过帧中继网络互连局域网

- 组网需求

通过公用帧中继网络互连局域网，在这种方式下，路由器只能作为用户设备工作在帧中继的 DTE 方式。

- 配置步骤

- 配置 Router A：

！在全局配置模式下配置帧中继交换。

```
[Quidway]fr switching
```

！配置接口 IP 地址。

```
[Quidway]interface serial 1
```

```
[Quidway]ip address 202.38.163.251 255.255.255.0
```

！配置接口封装为帧中继。

```
[Quidway-Serial1]link-protocol fr
```

```
[Quidway-Serial1]fr interface-type dte
```

！如果对端路由器支持逆向地址解析功能，则配置动态地址映射。

```
[Quidway-Serial1]fr inarp
```

！否则配置静态地址映射。

```
[Quidway-Serial1]fr map ip 202.38.163.252 dlci 50
```

```
[Quidway-Serial1]fr map ip 202.38.163.253 dlci 60
```

(2) 配置 Router B :

! 配置接口 IP 地址。

```
[Quidway]interface serial 1
```

```
[Quidway]ip address 202.38.163.252 255.255.255.0
```

! 配置接口封装为帧中继。

```
[Quidway-Serial1]link-protocol fr
```

```
[Quidway-Serial1]fr interface-type dte
```

! 如果对端路由器支持逆向地址解析功能，则配置动态地址映射。

```
[Quidway-Serial1]fr inarp
```

! 否则配置静态地址映射。

```
[Quidway-Serial1]fr map ip 202.38.163.251 dlci 70
```

(3) 配置 Router C :

! 配置接口 IP 地址。

```
[Quidway]interface serial 1
```

```
[Quidway]ip address 202.38.163.252 255.255.255.0
```

! 配置接口封装为帧中继。

```
[Quidway-Serial1]link-protocol fr
```

```
[Quidway-Serial1]fr interface-type dte
```

! 如果对端路由器支持逆向地址解析功能，则配置动态地址映射。

```
[Quidway-Serial1]fr inarp
```

! 否则配置静态地址映射。

```
[Quidway-Serial1]fr map ip 202.38.163.251 dlci 80
```

6.12.3 帧中继的监控与维护

 帧中继的监控与维护	
操作	命令
显示帧中继 LMI 类型报文的收发统计	<code>display fr lmi-info [interface type number]</code>
显示协议地址与帧中继地址映射表	<code>display fr map-info</code>
显示帧中继 PVC 统计信息	<code>display fr pvc-info [serial interface-number] [dlci dlci-number]</code>
显示帧中继 PVC 路由表	<code>display fr dlci-switch</code>
显示各接口的帧中继协议状态	<code>display fr interface</code>
清除所有动态建立的帧中继地址映射	<code>reset fr inarp-info</code>
打开帧中继的所有报文调试开关	<code>debugging fr all [interface type number]</code>
打开帧中继 ARI 报文信息 调试开关	<code>debugging fr arp [interface type number]</code>
打开帧中继事件信息调试开关	<code>debugging fr event [interface type number]</code>
打开帧中继 LMI 协议信息调试开关	<code>debugging fr lmi [interface type number]</code>

www.huawei.com

(1) 显示 LMI 协议的配置信息及统计信息

[Quidway]display fr lmi-info

```
Frame relay LMI statistics for interface Serial0 (DTE, CISCO)

T391DTE = 10 (keepalive 10)  N391DTE = 6, N392DTE = 3, N393DTE = 4  out Status
Enquiry = 96, in Status = 85 Status timeout = 3, discarded messages = 3

Frame relay LMI statistics for interface Serial1 (DCE, ANSI)

T391DTE = 0 (no keepalive) , T392DCE = 15, N392DCE = 3, N393DCE = 4 in Status
Enquiry = 0, out Status = 0, Status Enquiry timeout = 0, discarded messages
= 0
```

根据显示的信息，可以知道：串口 S0 的帧中继接口类型为 DTE，LMI 协议类型为 CISCO 兼容协议类型，DTE 方的 T391 参数设为 10，DTE 方的 N391 参数设为 6，DTE 方的 N392 参数设为 3，DTE 方的 N393 参数设为 4；S0 发出的状态请求报文 96 个，收到的状态报文 85 个，状态报文超时 3 个，丢弃报文 3 个。

(2) 显示网络协议地址与帧中继地址映射表

[Quidway]display fr map

```
Map Statistics for interface Serial0 (DTE)

IP 2.2.2.2, DLCI = 33, INTERFACE = Serial0

created time = 2000/04/02 00:01:58, type = static, Status = inactive broadcast,
vlink
```

```

IP 20.20.20.1, DLCI = 100, INTERFACE = Serial0
created time = 2000/04/01 23:57:00, type = dynamic, Status = active broadcast,
vlink

Point-to-Point DLCI, DLCI = 200, INTERFACE = Serial0.2
created time = 2000/04/02 00:04:36, Status = inactive

IP 100.100.0.1, DLCI = 280, INTERFACE = Serial0
created time = 2000/04/02 00:00:57, type = static, Status = inactive vlink

```

根据显示的信息,可以知道:对第一条地址映射,该映射表示串口 S0 上 DLCI=33 的 PVC 和对端 IP 地址 2.2.2.2 建立地址映射,该映射创建时间为: 2000/04/02 00:01:58;类型为:static,即手工创建(类型如为 dynamic,表明是通过逆向地址解析动态创建);状态为:inactive,表明未激活;并且允许发送广播报文(broadcast)。

(3) 显示帧中继永久虚电路表

```
[Quidway]display fr statistics
```

```

PVC statistics for interface Serial0 (DTE, physical UP)

DLCI = 100, USAGE = UNUSED (0000), INTERFACE = Serial0

create time = 2000/04/01 23:55:39, Status = active

in BECN = 0, in FECN = 0

in packets = 0, in bytes = 0

out packets = 0, out bytes = 0

DLCI = 102, USAGE = LOCAL (0010), INTERFACE = Serial0.1

create time = 2000/04/01 23:56:14, Status = active

in BECN = 0, in FECN = 0

in packets = 0, in bytes = 0

out packets = 0, out bytes = 0

```

根据显示的信息,可以知道:DLCI=100 的 PVC 是未使用的(UNUSED),配置在串口 S0 上,创建时间为: 2000/04/01 23:55:39,PVC 状态为:激活(active);接收的“前向拥塞通知”(in FECN)和“后向拥塞通知”(in BECN)报文数都为 0;接收帧数、发送帧数为 0;接收字节数、发送字节数为 0。

(4) 显示帧中继 PVC 交换表

```
[Quidway]display fr switch-table all
```

```

% Frame-relay switching is on

Frame relay switch statistics

In Interface      In DLCI      Out Interface    Out DLCI      Status

```

Serial1	100	Serial0	100	Inactive
---------	-----	---------	-----	----------

PVC 交换表中各域含义如下：

In Interface 输入接口单元

In DLCI 输入 DLCI 号

Out Interface 输出接口单元

Out DLCI 输出 DLCI 号

Status 连接状态

(5) 显示各接口帧中继协议状态

[Quidway]display fr interface

```
Serial0, DTE, physical up, protocol up
```


```
Serial0.1, multi-point, protocol up
```

```
Serial0.2, point-to-point, protocol down
```

```
Serial1, DCE, physical down, protocol down
```

根据显示的信息，可以知道：串口 S0 的帧中继接口类型为 DTE，S0 的物理层已经启动，链路层也已经启动。

6.12.4 帧中继故障诊断与排除



帧中继故障诊断与排除

- 故障之一：物理层DOWN
 - 检查物理线路
 - 检查对端设备
- 物理层UP，但链路层DOWN
 - 协议封装
 - DTE/DCE是否对应
 - 监控LMI消息收发情况
- 链路层协议处于UP状态，但不能Ping通对方
 - 两端设备的链路层协议是否UP
 - 地址映射是否正确
 - 检查路由表，是否有到达对端的路由

www.huawei.com

故障之一：物理层处于 DOWN 状态。

- 检查物理线路是否正常。
- 检查对端设备是否正常运行。


故障之二：物理层已经处于 UP 状态，但链路层协议处于 DOWN 状态。

- 检查本地设备和对端设备是否都封装了帧中继协议。
- 如果两台设备直连，检查本地设备和对端设备是否配置成一端帧中继 DTE 接口类型，一端是帧中继 DCE 接口类型。
- 如果以上检查都已经通过，可以打开帧中继 LMI 消息的监视开关，看状态请求报文与状态报文是否一一对应。如果不一一对应，说明物理层数据收发不正确，请检查物理层的问题。打开帧中继 LMI 消息的监视开关的命令请参见 debug frame-relay lmi 命令。

故障之三：链路层协议处于 UP 状态，但不能 Ping 通对方。

- 检查两端设备的链路层协议是否都处于 UP 状态。
- 检查两端设备是否都为对端配置（或产生）了正确的地址映射。
- 检查路由表，是否有到达对端的路由。

6.13 小结



帧中继小结

- 使用本地DLCI作为到达目的端的帧中继PVC的标识
- QUIDWAY支持三种LMI类型：
 - ANSI (Annex D)
 - CCITT (Annex A)
 - CISCO兼容
- 定义静态的帧中继MAP
- 定义子接口来避免路由更新的水平分割问题
- 缺省情况下，Inverse ARP协议可以为本地DLCI自动地发现远端的协议地址
- 用show和debug命令来监视帧中继

www.huawei.com